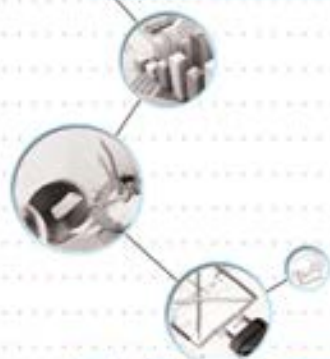




建设工程常用图表手册系列

JIAN SHE GONG CHENG CHANG YONG TUBIAO SHOU CE XILIE



市政工程 常用图表手册

SHIZHENG GONGCHENG
CHANGYONG TUBIAO SHOUCE

◎ 赵家臻 主编

- ❖ 数据资料 全面详实
- ❖ 图表索引 形式新颖
- ❖ 查阅检索 方便快捷
- ❖ 一书在手 工作好帮手！



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建设工程常用图表手册系列

市政工程常用图表手册

赵家臻 主编



机械工业出版社

本书以市政工程有关的规范、规定、技术标准为依据,以为市政工程建设者提供一套综合的完整的资料集为主旨编写而成。主要内容包括:市政工程常用材料、市政工程施工测量、市政道路工程、市政桥梁工程、市政给水排水工程、市政园林景观工程、市政燃气输配工程、市政供热管网工程。

本书可作为市政工程设计、施工和管理人员的参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

市政工程常用图表手册/赵家臻主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 1

(建设工程常用图表手册系列)

ISBN 978-7-111-41073-7

I. ①市… II. ①赵… III. ①市政工程—技术手册
IV. ①TU99-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 319020 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 闫云霞 责任编辑: 闫云霞

版式设计: 张 薇 责任校对: 陈立辉

封面设计: 张 静 责任印制:

印刷厂印刷

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 24 印张 · 591 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-41073-7

定价: 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

《市政工程常用图表手册》

编 委 会

主 编 赵家臻

参 编 (按姓氏笔画排序)

马小平 王 慧 卢平平 卢海峰

白海军 白雅君 刘文明 刘佳力

吴清风 张润楠 李 松 肖 伟

姜 媛 郝岩岩 董海涛 蒋 彤

前 言

市政工程属于国家的基础建设，是指城市建设中的公共交通设施、给水、排水、燃气、供热及照明等基础设施建设，是整个城市社会经济活动的基础。建设一流的市政工程是促进我国城市经济和社会可持续发展的基础条件，是增强城市综合竞争力的重要因素。随着新技术、新材料、新设备、新方法的不断涌现，国民经济水平的不断提高，我国市政工程也在迅速发展，城镇人民的生活工作条件不断改善，生活水平迅速提高，因而人们对市政工程的要求也与日俱增。

为了满足市政工程建设的需求，促进工程质量的管理和保证工程质量，本书编写组以市政工程最新的规范、规定、技术标准为依据，编写了这本《市政工程常用图表手册》，其主旨是为市政工程建设者提供一套综合的、完整的图表资料集，以适应市政工程建设的高速发展。本书通俗易懂，实用性、针对性强，书中尽量使用了直观简单的图例以帮助读者记忆和理解，内容由浅入深，系统全面，脉络清晰，是市政工程设计、施工和管理人员的实用性参考资料。

本书在编写过程中得到了许多同行的支持与帮助，在此表示感谢！由于编者学识水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，望广大读者批评指正。

编 者
2012. 07

目 录

前言

第 1 章 市政工程常用材料..... 1

- 1.1 骨料 1
- 1.2 混凝土 7
- 1.3 水泥材料 12
- 1.4 沥青 17
- 1.5 沥青混合料 23
- 1.6 钢材 27

第 2 章 市政工程施工测量 35

- 2.1 常用测量仪器 35
- 2.2 道路工程测量 40
- 2.3 管道工程测量 41
- 2.4 桥梁工程测量 43

第 3 章 市政道路工程 52

- 3.1 路基工程 52
- 3.2 路面工程 64
- 3.3 道路排水 94

第 4 章 市政桥梁工程 114

- 4.1 城市桥梁构造 114
- 4.2 城市桥梁设计 118
- 4.3 桥梁施工常备结构与机具 122
- 4.4 钢筋和模板工程 129
- 4.5 混凝土工程 139
- 4.6 砌体与基础工程 145
- 4.7 桥墩与桥台工程 156
- 4.8 混凝土梁式桥 165
- 4.9 拱桥上部结构 172

- 4.10 其他体系桥梁 178

- 4.11 桥面系及附属工程 194

第 5 章 市政给水排水工程 204

- 5.1 给水工程设计 204
- 5.2 水质处理 220
- 5.3 市政污水处理工程 238
- 5.4 给水排水管道施工 267

第 6 章 市政园林景观工程 286

- 6.1 常用绿化植物 286
- 6.2 园林给水排水工程 297
- 6.3 园路工程 301
- 6.4 栽植工程 306
- 6.5 草坪、花卉种植 315

第 7 章 市政燃气输配工程 320

- 7.1 燃气输配系统 320
- 7.2 管道敷设 331
- 7.3 室内燃气管道施工 344
- 7.4 燃气系统试验与验收 350

第 8 章 市政供热管网工程 352

- 8.1 供热管网设计 352
- 8.2 管道敷设 355
- 8.3 土建工程及地下穿越工程 358
- 8.4 热力站、中继泵站及通用组装件
安装 368
- 8.5 防腐和保温工程 371
- 8.6 管道水压试验 375

参考文献 376

第 1 章 市政工程常用材料

1.1 骨料

骨料包括岩石经天然风化而成的砾石（卵石）和砂，以及岩石经人工轧制而成的各种规格的碎石。骨料有四种不同的含水状态：干燥状态、气干状态、饱和面干状态和湿润状态，如图 1-1 所示。

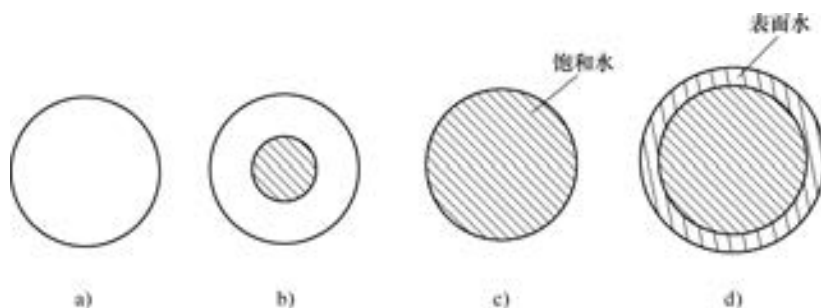


图 1-1 骨料颗粒的含水状态

a) 干燥状态 b) 气干状态 c) 饱和面干状态 d) 湿润状态

骨料的颗粒形状是不规则的，如图 1-2 所示。

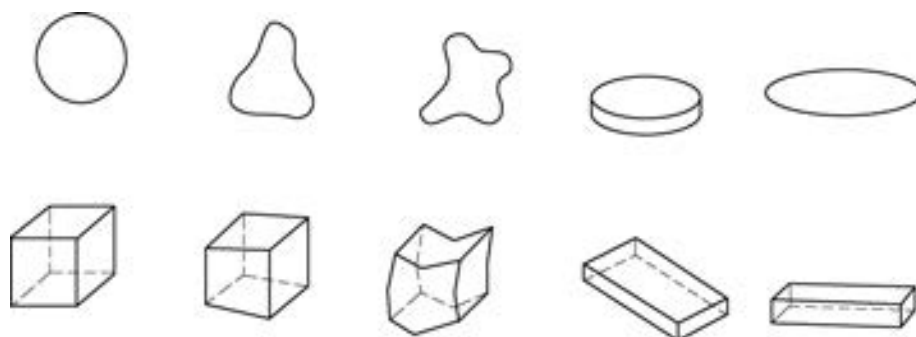


图 1-2 骨料的颗粒形状

1.1.1 细骨料

1. 砂的颗粒级配

砂粒的颗粒级配如图 1-3 所示。砂的颗粒级配应符合表 1-1 的规定。

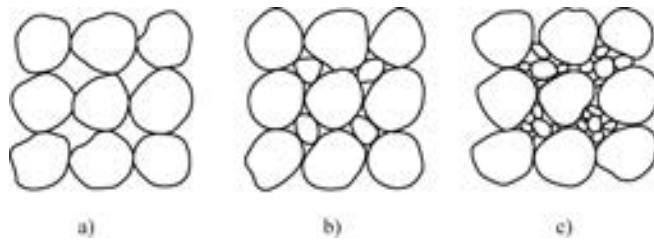


图 1-3 砂粒的颗粒级配

a) 砂的粒径相同 b) 两种粒径的砂搭配 c) 三种粒径的砂组配

表 1-1 砂的颗粒级配

砂的分类	天然砂			机制砂		
	1区	2区	3区	1区	2区	3区
方筛孔	累计筛余 (%)					
4.75mm	10~0	10~0	10~0	10~0	10~0	10~0
2.36mm	35~5	25~0	15~0	35~5	25~0	15~0
1.18mm	65~35	50~10	25~0	65~35	50~10	25~0
600 μm	85~71	70~41	40~16	85~71	70~41	40~16
300 μm	95~80	92~70	85~55	95~80	92~70	85~55
150 μm	100~90	100~90	100~90	97~85	94~80	94~75

砂的级配类别应符合表 1-2 的规定。

表 1-2 砂的级配类别

类别	I	II	III
级配区	2区	1、2、3区	

2. 含泥量和泥块含量

天然砂的含泥量和泥块含量应符合表 1-3 的规定。

表 1-3 含泥量和泥块含量

类别	I	II	III
含泥量 (按质量计) (%)	1.0	3.0	5.0
泥块含量 (按质量计) (%)	0	1.0	2.0

机制砂 MB 值 ≤ 1.4 或快速法试验合格时, 石粉含量和泥块含量应符合表 1-4 的规定。机制砂 MB 值 > 1.4 或快速法试验不合格时, 石粉含量和泥块含量应符合表 1-5 的规定。

表 1-4 石粉含量和泥块含量 (MB 值 ≤ 1.4 或快速法试验合格)

类别	I	II	III
MB 值	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.4
石粉含量 (按质量计) (%) ^①	≤ 10.0		
泥块含量 (按质量计) (%)	0	≤ 1.0	≤ 2.0

① 此指标根据使用地区和用途, 经试验验证, 可由供需双方协商确定。

表 1-5 石粉含量和泥块含量 (MB 值 > 1.4 或快速法试验不合格)

类别	I	II	III
石粉含量 (按质量计) (%)	≤1.0	≤3.0	≤5.0
泥块含量 (按质量计) (%)	0	≤1.0	≤2.0

砂的含水率对砂子外观体积变化的影响如图 1-4 和图 1-5 所示。

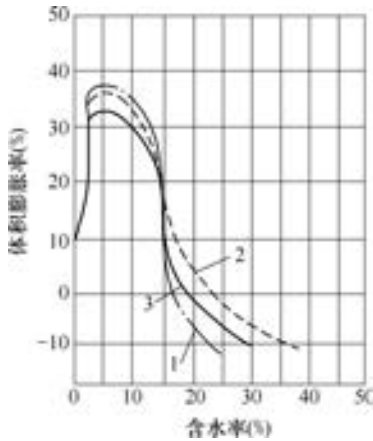


图 1-4 砂含水率与体积变化关系

1—细砂 2—中砂 3—粗砂

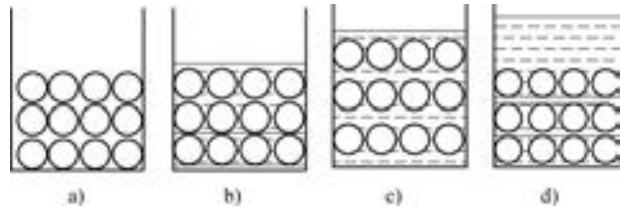


图 1-5 砂的体积随含水率变化示意图

- a) 干砂 b) 加入少量水填充砂粒空隙, 质量增加, 体积不变
- c) 继续加水, 砂粒周围形成水膜, 体积膨胀
- d) 再继续加水, 砂粒紧贴, 体积又缩小

3. 有害物质

砂中含有云母、轻物质、有机物、硫化物及硫酸盐、氯化物、贝壳, 其限量应符合表 1-6 的规定。

表 1-6 有害物质限量

类别	I	II	III
云母 (按质量计) (%)	1.0	≤2.0	
轻物质 (按质量计) (%)	≤1.0		
有机物	合格		
硫化物及硫酸盐 (按 SO ₃ 质量计) (%)	≤0.5		
氯化物 (以氯离子质量计) (%)	≤0.01	≤0.02	≤0.06
贝壳 (按质量计) (%) ^①	≤3.0	≤5.0	≤8.0

① 该指标仅适用于海砂, 其他砂种不作要求。

4. 坚固性与强度

砂的坚固性指标应符合表 1-7 的规定。机制砂压碎指标应满足表 1-8 的规定。

表 1-7 坚固性指标

类别	I	II	III
质量损失 (%)	≤8		≤10

表 1-8 压碎指标

类 别	I	II	III
单级最大压碎指标 (%)	≤20	≤25	≤30

1.1.2 粗骨料

1. 颗粒级配

卵石和碎石的颗粒级配见表 1-9。

表 1-9 卵石和碎石的颗粒级配

公称粒级/ mm	累计筛余 (%)											
	方孔筛/mm											
	2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53.0	63.0	75.0	90
连续粒级	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0						
	5~20	95~100	90~100	40~80	—	0~10	0					
	5~25	95~100	90~100	—	30~70	—	0~5	0				
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	—	15~45	—	0~5	0			
	5~40	—	95~100	70~90	—	30~65	—	—	0~5	0		
单粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0							
	10~16		95~100	80~100	0~15							
	10~20		95~100	85~100		0~15	0					
	16~25			95~100	55~70	25~40	0~10					
	16~31.5		95~100		85~100			0~10	0			
	20~40			95~100		80~100			0~10	0		
40~80					95~100			70~100		30~60	0~10	0

2. 含泥量和泥块含量

卵石、碎石的含泥量和泥块含量见表 1-10。

表 1-10 卵石、碎石的含泥量和泥块含量

类 别	I	II	III
含泥量 (按质量计) (%)	≤0.5	≤1.0	≤1.5
泥块含量 (按质量计) (%)	0	≤0.2	≤0.5

3. 针片状颗粒含量

卵石和碎石的针片状颗粒含量见表 1-11。

表 1-11 针片状颗粒含量

类 别	I	II	III
针片状颗粒总含量 (按质量计) (%)	≤5	≤10	≤15

4. 有害物质

卵石和碎石中不应混有草根、树叶、树枝、塑料、煤块和炉渣等杂物。其有害物质含量见表 1-12。

表 1-12 卵石和碎石的有害物质含量

类 别	I	II	III
有机物	合格	合格	合格
硫化物及硫酸盐（按 SO ₃ 质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤1.0

5. 坚固性与强度

采用硫酸钠溶液法进行试验，卵石和碎石经 5 次循环后，其质量损失应符合表 1-13 的规定。卵石和碎石的压碎指标见表 1-14。

表 1-13 卵石和碎石的坚固性指标

类 别	I 类	II 类	III 类
质量损失（%）	≤5	≤8	≤12

表 1-14 卵石和碎石的压碎指标

类 别	I	II	III
碎石压碎指标（%）	≤10	≤20	≤30
卵石压碎指标（%）	≤12	≤14	≤16

6. 混凝土板用的碎（砾）石

碎石的技术要求见表 1-15 的规定。

表 1-15 碎石的技术要求

项 目		技 术 要 求			
颗粒级配	筛孔尺寸/mm（圆孔筛）	40	20	10	5
	累计筛余量（%）	0~5	30~65	75~90	95~100
强度	石料饱水抗压强度与混凝土设计抗压强度比（%）	≥200			
	石料强度分级	≥3 级			
针片状颗粒含量（%）		≤15			
硫化物及硫酸盐含量（折算为 SO ₃ ）（%）		≤1			
泥土杂物含量（冲洗法）（%）		≤1			

砾石的技术要求见表 1-16。

表 1-16 砾石的技术要求

项 目		技 术 要 求			
颗粒级配	筛孔尺寸/mm（圆孔筛）	40	20	10	5
	累计筛余量（%）	0~5	30~65	75~90	95~100

(续)

项 目	技 术 要 求
孔隙率 (%)	≤45
软弱颗粒含量 (%)	≤5
针片状颗粒含量 (%)	≤15
泥土杂物含量 (冲洗法) (%)	≤1
硫化物及硫酸盐含量 (折算为 SO ₃) (%)	<1
有机物含量 (比色法)	颜色不深于标准溶液的颜色
石料强度分级	≥3 级

注：石料强度可采用压碎指标值 (%)。

1.1.3 天然石材

天然石材尺寸允许偏差应符合表 1-17 的规定。石材物理性能和外观质量应符合表 1-18 的规定。

表 1-17 天然石材尺寸允许偏差

项 目	允许偏差/mm	
	粗 面 材	细 面 材
长、宽	0; -2	0; -1.5
厚 (高)	+1; -3	±1
对角线	±2	±2
平面度	±1	±0.7

表 1-18 石材物理性能和外观质量

项 目	单 位	允 许 值	备 注	
物 理 性 能	饱和抗压强度	MPa	≥120	—
	饱和抗折强度	MPa	≥9	—
	体积密度	g/cm ³	≥2.5	—
	磨耗率 (狄法尔法)	%	<4	—
	吸水率	%	<1	—
	孔隙率	%	<3	—
外 观 质 量	缺棱	个	1	面积不超过 5mm × 10mm, 每块板材
	缺角	个		面积不超过 2mm × 2mm, 每块板材
	色斑	个		面积不超过 15mm × 15mm, 每块板材
	裂纹	条	1	长度不超过两端顺延至板边总长度的 1/10 (长度小于 20mm 不计), 每块板
	坑窝	—	不明显	粗面板材的正面出现坑窝

注：表面纹理垂直于板边沿，不得有斜纹、乱纹现象，边沿直顺、四角整齐，不得有凹、凸不平现象。

石材砌块适用性及最小厚度应符合表 1-19 的规定。

表 1-19 石材砌块适用性及最小厚度

道路类型	常用尺寸/mm					
	100×100	300×300	400×400 300×500	500×500 400×600	600×600 400×800	500×1000 600×800
支路、广场、停车场	80	100	100	140	140	140
人行道、步行街	50	60	60	80	—	—

料石面层允许偏差应符合表 1-20 的规定。

表 1-20 料石面层允许偏差

项 目	允许偏差	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
纵断高程/mm	±10	10m	1	用水准仪测量
平整度/mm	≤3	20m	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺，取较大值
宽度/mm	不小于设计规定	40m	1	用钢尺量
横坡 (%)	±0.3% 且不反坡	20m	1	用水准仪测量
井框与路面高差/mm	≤3	每座	1	十字法，用直尺和塞尺量，取最大值
相邻块高差/mm	≤2	20m	1	用钢板尺量
纵横缝直顺度/mm	≤5	20m	1	用 20m 线和钢尺量
缝宽/mm	+3; -2	20m	1	用钢尺量

1.2 混凝土

1.2.1 混凝土的组成

硬化后的混凝土结构断面如图 1-6 所示。各组成材料在混凝土硬化前后的作用见表 1-21。

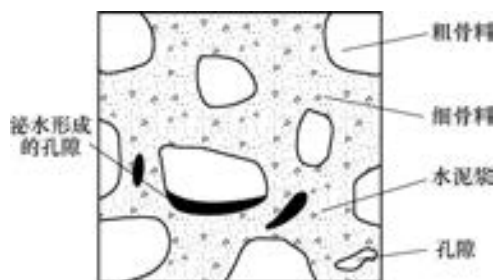


图 1-6 水泥混凝土结构断面示意图

表 1-21 各组成材料在混凝土硬化前后的作用

组成材料	硬化前的作用	硬化后的作用
水泥 + 水	润滑作用	胶结作用
砂 + 石子	填充作用	骨架作用和抑制水泥石收缩的作用
外加剂	改善混凝土拌合物性能	改善硬化混凝土性能

1.2.2 混凝土性能

1. 拌合物性能

混凝土拌合物坍落度、维勃稠度和扩展度的划分应符合表 1-22 ~ 表 1-24 的规定。

表 1-22 混凝土拌合物坍落度等级划分

等 级	S1	S2	S3	S4	S5
坍落度/mm	10 ~ 40	50 ~ 90	100 ~ 150	160 ~ 210	≥220

表 1-23 混凝土拌合物的维勃稠度等级划分

等 级	V1	V2	V3	V4	V5
维勃稠度/s	≥31	30 ~ 21	20 ~ 11	10 ~ 6	5 ~ 3

表 1-24 混凝土拌合物的扩展度等级划分

等 级	F1	F2	F3	F4	F5	F6
扩展直径/mm	≤340	350 ~ 410	420 ~ 480	490 ~ 550	560 ~ 620	≥630

混凝土拌合物坍落度的测定如图 1-7 所示。对于干硬性的混凝土拌合物（坍落度值小于 10mm）通常采用维勃稠度仪（图 1-8）测定其稠度（维勃稠度）。

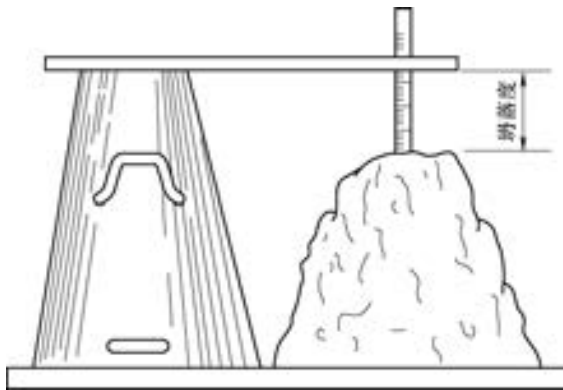


图 1-7 坍落度测定

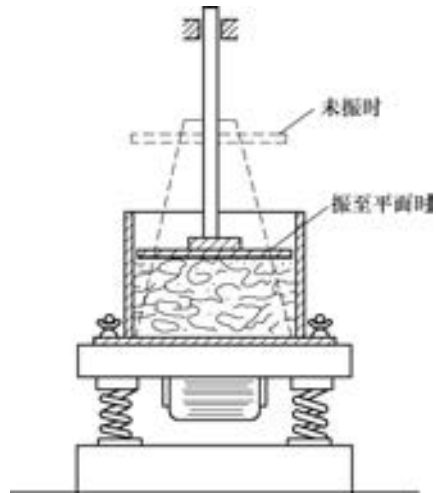


图 1-8 维勃稠度测定

混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合表 1-25 的要求。

表 1-25 混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量（%，水泥用量的质量百分比）		
	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土
干燥环境	0.3	0.06	1.0
潮湿但不含氯离子的环境	0.2		
潮湿而含有氯离子的环境、盐渍土环境	0.1		
除冰盐等侵蚀性物质的腐蚀环境	0.06		

掺用引气型外加剂混凝土拌合物的含气量宜符合表 1-26 的规定，并应满足混凝土性能对含气量的要求。

表 1-26 混凝土含气量

粗骨料最大公称粒径/mm	20	25	40
混凝土含气量 (%)	≤5.5	≤5.0	≤4.5

混凝土保水性是指混凝土拌合物在施工过程中，具有一定的保水能力，不致产生严重的泌水现象，如图 1-9 所示。

当采用合理砂率时，能使混凝土拌合物获得所要求的流动性及良好的粘聚性与保水性，而水泥用量为最少，如图 1-10、图 1-11 所示。

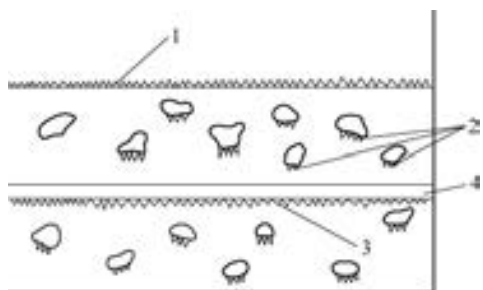


图 1-9 混凝土中泌水的不同形式

1—渗出水积聚于混凝土表面 2—渗出水积聚于骨料下表面 3—渗出水积聚于钢筋表面 4—钢筋

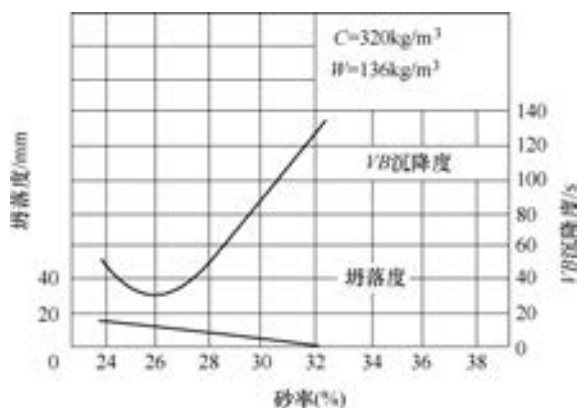


图 1-10 含砂率对坍落度与维勃稠度的影响

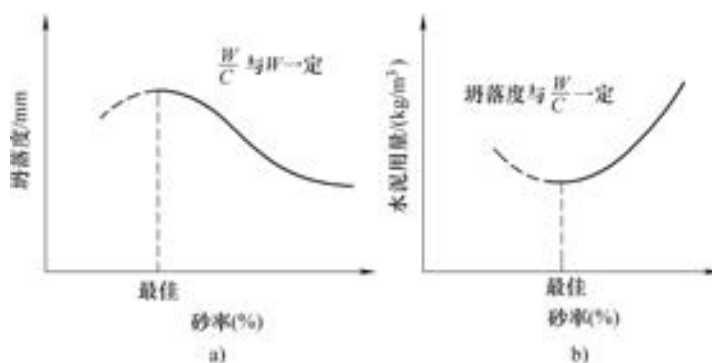


图 1-11 最佳砂率的确定

a) $\frac{W}{C}$ 与 W 一定 b) 坍落度与 $\frac{W}{C}$ 一定

2. 长期性能和耐久性能

混凝土的抗冻性能、抗水渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能的等级划分应符合表 1-27 的规定。

表 1-27 混凝土的抗冻性能、抗水渗透性能和抗硫酸盐侵蚀性能的等级划分

抗冻等级 (快冻法)		抗冻强度等级 (慢冻法)	抗渗等级	抗硫酸盐等级
F50	F250	D50	P4	KS30
F100	F300	D100	P6	KS60
F150	F350	D150	P8	KS90
F200	F400	D200	P10	KS120
> F400		> D200	P12	KS150
			> P12	> KS150

混凝土抗氯离子渗透性能如下:

(1) 当采用氯离子迁移系数 (RCM 法) 划分混凝土抗氯离子渗透性能等级时, 应符合表 1-28 的规定, 且混凝土龄期应为 84d。

表 1-28 混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分 (RCM 法)

等 级	RCM-I	RCM-II	RCM-III	RCM-IV	RCM-V
氯离子迁移系数 D_{RCM} (RCM 法) $/(\times 10^{-12} \text{m}^2/\text{s})$	$D_{RCM} \geq 4.5$	$3.5 \leq D_{RCM} < 4.5$	$2.5 \leq D_{RCM} < 3.5$	$1.5 \leq D_{RCM} < 2.5$	$D_{RCM} < 1.5$

(2) 当采用电通量划分混凝土抗氯离子渗透性能等级时, 应符合表 1-29 的规定。混凝土的抗碳化性能等级划分应符合表 1-30 的规定。

表 1-29 混凝土抗氯离子渗透性能的等级划分 (电通量法)

等 级	Q-I	Q-II	Q-III	Q-IV	Q-V
电通量 Q_s/C	$Q_s \geq 4000$	$2000 \leq Q_s < 4000$	$1000 \leq Q_s < 2000$	$500 \leq Q_s < 1000$	$Q_s < 500$

表 1-30 混凝土的抗碳化性能等级划分

等 级	T-I	T-II	T-III	T-IV	T-V
碳化深度 d/mm	$d \geq 30$	$20 \leq d < 30$	$10 \leq d < 20$	$0.1 \leq d < 10$	$d < 0.1$

混凝土的早期抗裂性能等级划分应符合表 1-31 的规定。

表 1-31 混凝土的早期抗裂性能等级划分

等 级	L-I	L-II	L-III	L-IV	L-V
单位面积上的总开裂 面积 $C/(\text{mm}^2/\text{m}^2)$	$C \geq 1000$	$700 \leq C < 1000$	$400 \leq C < 700$	$100 \leq C < 400$	$C < 100$

1.2.3 混凝土的强度要求

混凝土强度与龄期的关系可以从图 1-12 中看出。

(1) 混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck} 应按表 1-32 采用。轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 应按表 1-33 采用。混凝土轴心抗压强度设计值 f_c 应按表 1-34 采用。

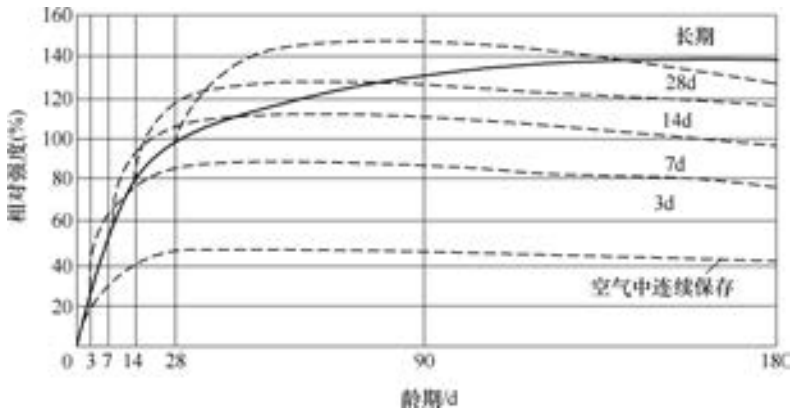


图 1-12 混凝土强度与保持潮湿日期关系

表 1-32 混凝土轴心抗压强度标准值 (单位: N/mm²)

强度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{ck}	10.0	13.4	16.7	20.1	23.4	26.8	29.6	32.4	35.5	38.5	41.5	44.5	47.4	50.2

表 1-33 混凝土轴心抗拉强度标准值 (单位: N/mm²)

强度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_{tk}	1.27	1.54	1.78	2.01	2.20	2.39	2.51	2.64	2.74	2.85	2.93	2.99	3.05	3.11

表 1-34 混凝土轴心抗压强度设计值 (单位: N/mm²)

强度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9

(2) 轴心抗拉强度设计值 f_t 应按表 1-35 采用。混凝土受压和受拉的弹性模量 E_c 宜按表 1-36 采用。

表 1-35 混凝土轴心抗拉强度设计值 (单位: N/mm²)

强度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_t	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

表 1-36 混凝土的弹性模量 (单位: $\times 10^4$ N/mm²)

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45
E_c	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35
混凝土强度等级	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c	3.45	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	3.80

注: 1. 当有可靠试验依据时, 弹性模量可根据实测数据确定。

2. 当混凝土中掺有大量矿物掺和料时, 弹性模量可按规定龄期根据实测数据确定。

(3) 混凝土受压或受拉疲劳强度修正系数 γ_P 应根据疲劳应力比值 ρ_c^f 分别按表 1-37、表 1-38 采用；当混凝土承受拉-压疲劳应力作用时，疲劳强度修正系数 γ_P 取 0.60。

表 1-37 混凝土受压疲劳强度修正系数 γ_P

ρ_c^f	$0 \leq \rho_c^f < 0.1$	$0.1 \leq \rho_c^f < 0.2$	$0.2 \leq \rho_c^f < 0.3$	$0.3 \leq \rho_c^f < 0.4$	$0.4 \leq \rho_c^f < 0.5$	$\rho_c^f \geq 0.5$
γ_P	0.68	0.74	0.80	0.86	0.93	1.00

表 1-38 混凝土受拉疲劳强度修正系数 γ_P

ρ_c^f	$0 \leq \rho_c^f < 0.1$	$0.1 \leq \rho_c^f < 0.2$	$0.2 \leq \rho_c^f < 0.3$	$0.3 \leq \rho_c^f < 0.4$	$0.4 \leq \rho_c^f < 0.5$
γ_P	0.63	0.66	0.69	0.72	0.74
ρ_c^f	$0.5 \leq \rho_c^f < 0.6$	$0.6 \leq \rho_c^f < 0.7$	$0.7 \leq \rho_c^f < 0.8$	$\rho_c^f \geq 0.8$	—
γ_P	0.76	0.80	0.90	1.00	—

注：直接承受疲劳荷载的混凝土构件，当采用蒸汽养护时，养护温度不宜高于 60℃。

(4) 混凝土的疲劳变形模量 E_c^f 应按表 1-39 采用。

表 1-39 混凝土的疲劳变形模量 (单位: $\times 10^4 \text{N/mm}^2$)

强度等级	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
E_c^f	1.30	1.40	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90

进行混凝土强度试验时，压力机压板对试件的约束力作用如图 1-13 所示，试件破坏后残存的棱柱体如图 1-14 所示，不受压板约束时试件的破坏情况如图 1-15 所示。

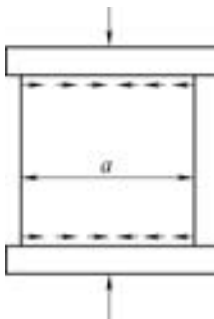


图 1-13 压力机压板对试件的约束作用

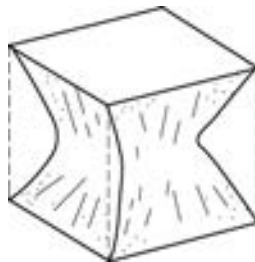


图 1-14 破坏后残存的棱柱体

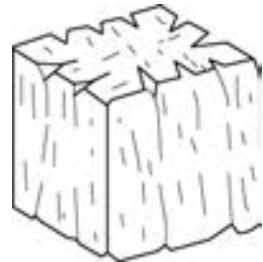


图 1-15 不受约束时的破坏情况

1.3 水泥材料

1.3.1 通用水泥

(1) 通用水泥的实物质量见表 1-40。

表 1-40 通用水泥的实物质量

项 目		质量等级					
		优 等 品		一 等 品		合 格 品	
		硅酸盐水泥 普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	硅酸盐水泥 普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	硅酸盐水泥 普通硅酸盐水泥 矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	
抗压 强度	3d	24.0MPa	22.0MPa	20.0MPa	17.0MPa	复合通用水泥各 品种的技术要求	
	28d	≥	48.0MPa	48.0MPa	46.0MPa		38.0MPa
		≤	1.1 \bar{R} ^①	1.1 \bar{R} ^①	1.1 \bar{R} ^①		1.1 \bar{R} ^①
终凝时间/min≤	300	330	360	420			
氯离子含量 (%)≤		0.06					

① 同品种、同强度等级水泥 28d 抗压强度上月平均值，至少以 20 个编号平均，不足 20 个编号时，可两个月或三个月合并计算。对于强度等级 62.5（含 62.5）级以上水泥，28d 抗压强度不大于 1.1 \bar{R} 的要求不作规定。

(2) 通用硅酸盐水泥的组分应符合表 1-41 的规定。

表 1-41 通用硅酸盐水泥的组分

(单位:%)

品 种	代号	组 分				
		熟料 + 石膏	粒化高炉 矿渣	火山灰质 混合材料	粉煤灰	石灰石
硅酸盐水泥	P·I	100	—	—	—	—
	P·II	≥95	≤5	—	—	—
		≥95	—	—	—	≤5
普通硅酸盐水泥	P·O	≥80 且 <95	>5 且 ≤20 ^①			—
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	≥50 且 <80	>20 且 ≤50 ^②	—	—	—
	P·S·B	≥30 且 <50	>50 且 ≤70 ^②	—	—	—
火山灰质硅酸盐 水泥	P·P	≥60 且 <80	—	>20 且 ≤40 ^③	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	≥60 且 <80	—	—	>20 且 ≤40 ^④	—
复合硅酸盐水泥	P·C	≥50 且 <80	>20 且 ≤50 ^⑤			—

① 本组分材料为符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 5.2.3 的活性混合材料，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 5.2.4 的非活性混合材料或不超过水泥质量 5% 且符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 5.2.5 的窑灰代替。

② 本组分材料为符合《用于水泥中的粒化高炉矿渣》(GB/T 203—2008) 或《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046—2008) 的活性混合材料，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.3 条的活性混合材料或符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.4 条的非活性混合材料或符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.5 条的窑灰中的任一种材料代替。

③ 本组分材料为符合《用于水泥中的火山灰质混合材料》(GB/T 2847—2005) 的活性混合材料。

④ 本组分材料为符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596—2005) 的活性混合材料。

⑤ 本组分材料为由两种（含）以上符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.3 条的活性混合材料或/和符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.4 条的非活性混合材料组成，其中允许用不超过水泥质量 8% 且符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007/XG1—2009) 第 5.2.5 条的窑灰代替。掺矿渣时混合材料掺量不得与矿渣硅酸盐水泥重复。

(3) 通用硅酸盐水泥化学指标应符合表 1-42 的规定。

表 1-42 化学指标

(单位: %)

品 种	代号	不溶物 (质量分数)	烧失量 (质量分数)	三氧化硫 (质量分数)	氧化镁 (质量分数)	氯离子 (质量分数)
硅酸盐水泥	P·I	≤0.75	≤3.0	≤3.5	≤5.0 ^①	≤0.06 ^③
	P·II	≤1.50	≤3.5			
普通硅酸盐水泥	P·O	—	≤5.0	≤4.0	≤6.0 ^②	
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	—	—		—	
	P·S·B	—	—	—		
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	—	—	≤3.5	≤6.0 ^②	
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P·C	—	—			

① 如果水泥压蒸试验合格, 则水泥中氧化镁的含量 (质量分数) 允许放宽至 6.0%。

② 如果水泥中氧化镁的含量 (质量分数) 大于 6.0% 时, 需进行水泥压蒸安定性试验并合格。

③ 当有更低要求时, 该指标由买卖双方协商确定。

(4) 不同品种、不同强度等级的通用硅酸盐水泥, 其不同各龄期的强度应符合表 1-43 的规定。

表 1-43 通用硅酸盐水泥的不同各龄期的强度

(单位: MPa)

品 种	强度等级	抗压强度		抗折强度	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	≥17.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0		≥4.0	
	52.5	≥23.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0		≥5.0	
	62.5	≥28.0	≥62.5	≥5.0	≥8.0
	62.5R	≥32.0		≥5.5	
普通硅酸盐水泥	42.5	≥17.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥22.0		≥4.0	
	52.5	≥23.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥27.0		≥5.0	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	≥10.0	≥32.5	≥2.5	≥5.5
	32.5R	≥15.0		≥3.5	
	42.5	≥15.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
	42.5R	≥19.0		≥4.0	
	52.5	≥21.0	≥52.5	≥4.0	≥7.0
	52.5R	≥23.0		≥4.5	

水泥凝结及硬化过程 (胶化期与结晶期) 如图 1-16 所示。

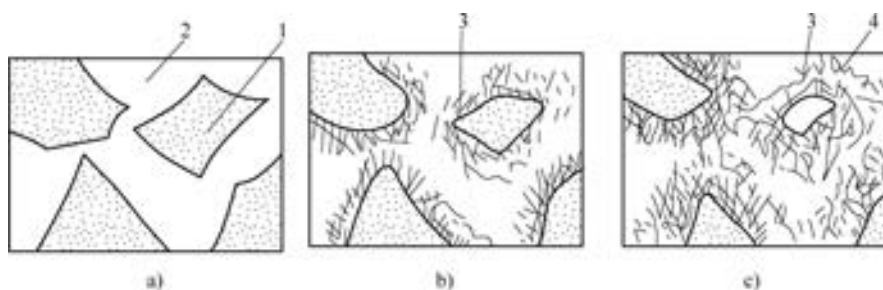


图 1-16 水泥凝结及硬化过程示意图

a) 形成饱和溶液 b) 形成凝胶体 c) 凝结

1—未水化水泥颗粒 2—水分 3—凝胶 4—晶体

水泥石结构示意图如图 1-17 所示。

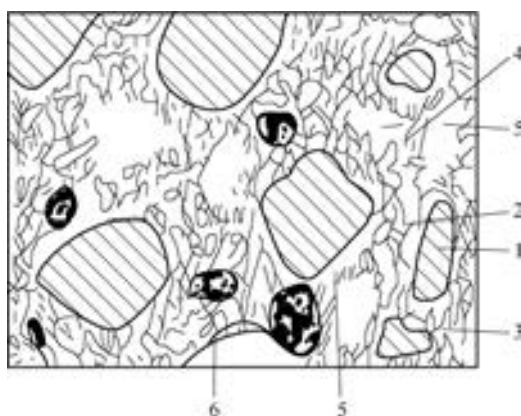


图 1-17 水泥石结构示意图

1—未水化水泥颗粒 2—水分 3—凝胶 4—晶体 5—凝胶体 6—毛细孔

1.3.2 专用水泥

1. 钢渣道路水泥

钢渣道路水泥中各组分的掺入量（质量分数）应符合表 1-44 的规定。钢渣道路水泥各龄期的强度指标应符合表 1-45 的规定。

表 1-44 钢渣道路水泥中各组分的掺入量 (单位: %)

熟料 + 石膏	钢渣或钢渣粉	粒化高炉矿渣或粒化高炉矿渣粉
>50 且 <90	≥10 且 ≤40	≤10

表 1-45 钢渣道路水泥各龄期的强度指标 (单位: MPa)

强度等级	抗压强度		抗折强度	
	3d	28d	3d	28d
32.5	≥16.0	≥32.5	≥3.5	≥6.5
42.5	≥21.0	≥42.5	≥4.0	≥7.0

2. 石灰石硅酸盐水泥

石灰石硅酸盐水泥各龄期的抗压强度和抗折强度应符合表 1-46 的规定。

表 1-46 石灰石硅酸盐水泥各龄期的抗压强度和抗折强度 (单位: MPa)

强度等级	抗压强度		抗折强度	
	3d	28d	3d	28d
32.5	≥11.0	≥32.5	≥2.5	≥5.5
32.5R	≥16.0	≥32.5	≥3.5	≥5.5
42.5	≥16.0	≥42.5	≥3.5	≥6.5
42.5R	≥21.0	≥42.5	≥4.0	≥6.5

3. 钢渣硅酸盐水泥

(1) 钢渣硅酸盐水泥的技术指标应符合表 1-47 的规定。

表 1-47 钢渣硅酸盐水泥的技术指标

项 目	技术 指 标
三氧化硫含量	不超过 4%
比表面积	不小于 350m ² /kg
凝结时间	初凝时间不得早于 45min, 终凝时间不得迟于 12h
安定性	用氧化铁含量大于 13% 的钢渣制成的水泥, 经压蒸安定性检验, 必须合格

(2) 水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分, 各强度等级水泥的各龄期强度不得低于表 1-48 的数值。

表 1-48 水泥的强度等级与各龄期强度 (单位: MPa)

强度等级	抗压强度		抗折强度	
	3d	28d	3d	28d
32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
42.5	15.0	42.5	3.5	6.5

4. 道路硅酸盐水泥

道路硅酸盐水泥的等级与各龄期强度应符合表 1-49 的规定。

表 1-49 道路硅酸盐水泥的等级与各龄期强度 (单位: MPa)

强度等级	抗压强度		抗折强度	
	3d	28d	3d	28d
32.5	16.0	32.5	3.5	6.5
42.5	21.0	42.5	4.0	7.0
52.5	26.0	52.5	5.0	7.5

1.4 沥青

根据沥青中各组分的含量和性质，沥青可分为溶胶、溶-凝胶和凝胶三种结构，如图 1-18 所示。

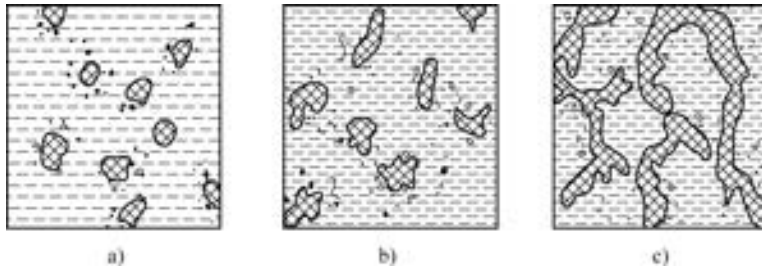


图 1-18 沥青胶体结构示意图

a) 溶胶结构 b) 溶-凝胶结构 c) 凝胶结构

1.4.1 石油沥青

1. 道路石油沥青

道路石油沥青技术要求见表 1-50。

表 1-50 道路石油沥青技术要求

指标	单位	等级	沥青强度等级																
			160 号 ^④	130 号 ^④	110 号			90 号			70 号 ^③			50 号	30 号 ^④				
针入度 (25℃, 5s, 100g)	dmm		140 ~ 200	120 ~ 140	100 ~ 120			80 ~ 100			60 ~ 80			40 ~ 60	20 ~ 40				
适用的气候分区					2-1	2-2	3-2	1-1	1-2	1-3	2-2	2-3	1-3	1-4	2-2	2-3	2-4	1-4	
针入度指数 PI ^②		A	- 1.5 ~ + 1.0																
		B	- 1.8 ~ + 1.0																
软化点 (R&B), 不小于	℃	A	38	40	43			45			44		46	45		49	55		
		B	36	39	42			43			42		44	43		46	53		
		C	35	37	41			42					43		45	50			
60℃动力粘度 ^② , 不小于	Pa·s	A	—	60	120			160			140		180	160		200	260		
10℃延度 ^② , 不小于	cm	A	50	50	40			45	30	20	30	20	20	15	25	20	15	15	10
		B	30	30	30			30	20	15	20	15	15	10	20	15	10	10	8
15℃延度, 不小于	cm	A、B	100													80	50		
		C	80	80	60			50			40				30	20			
蜡含量 (蒸馏法), 不大于	%	A	2.2																
		B	3.0																
		C	4.5																

(续)

指标	单位	等级	沥青强度等级						
			160号 ^④	130号 ^④	110号	90号	70号 ^③	50号	30号 ^④
闪点, 不小于	℃		230			245	260		
溶解度, 不小于	%		99.5						
密度 (15℃)	g/cm		实测记录						
TFOT (或 RTFOT) 后 ^①									
质量变化, 不大于	%		±0.8						
残留针入度比, 不小于	%	A	48	54	55	57	61	63	65
		B	45	50	52	54	58	60	62
		C	40	45	48	50	54	58	60
残留延度 (10℃), 不小于	cm	A	12	12	10	8	6	4	—
		B	10	10	8	6	4	2	—
残留延度 (15℃), 不小于	cm	C	40	35	30	20	15	10	—

① 老化试验以 TFOT 为准, 也可以 RTFOT 代替。

② 经建设单位同意, 表中 PI 值、60℃ 动力粘度、10℃ 延度可作为选择性指标, 也可不作为施工质量检验指标。

③ 70 号沥青可根据需要要求供应商提供针入度范围为 60~70 或 70~80 的沥青, 50 号沥青可要求提供针入度范围为 40~50 或 50~60 的沥青。

④ 30 号沥青仅适用于沥青稳定基层。130 号和 160 号沥青除寒冷地区可直接在中低级公路上直接应用外, 通常用作乳化沥青、稀释沥青、改性沥青的基质沥青。

2. 重交通道路石油沥青

重交通道路石油沥青技术要求见表 1-51。

表 1-51 重交通道路石油沥青技术要求

项 目	质量指标					
	AH—130	AH—110	AH—90	AH—70	AH—50	AH—30
针入度 (25℃, 5s, 100g) 1/10mm	120~140	100~120	80~100	60~80	40~60	20~40
延度 (15℃) /cm, 不小于	100	100	100	100	80	报告 ^①
软化点/(℃)	38~51	40~53	42~55	44~57	45~58	50~65
溶解度 (%), 不小于	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0	99.0
闪点/(℃), 不小于	230					260
密度 (25℃) /(g/cm ³)	报告 ^①					
蜡含量 (%), 不大于	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
薄膜烘箱试验 (163℃, 5h)						
质量变化 (%), 不大于	1.3	1.2	1.0	0.8	0.6	0.5
针入度比 (%), 不小于	45	48	50	55	58	60
延度 (15℃) /cm, 不小于	100	50	40	30	报告 ^①	报告 ^①

① 报告应为实测值。

3. 液体石油沥青

道路用液体石油沥青技术要求见表 1-52。

表 1-52 道路用液体石油沥青技术要求

试验项目	单位	快凝		中凝						慢凝						
		AL (R) -1	AL (R) -2	AL (M) -1	AL (M) -2	AL (M) -3	AL (M) -4	AL (M) -5	AL (M) -6	AL (S) -1	AL (S) -2	AL (S) -3	AL (S) -4	AL (S) -5	AL (S) -6	
粘度	$C_{25.5}$		<20		<20											
	$C_{60.5}$	S		5 ~ 15		5 ~ 15	16 ~ 25	26 ~ 40	41 ~ 100	101 ~ 200		5 ~ 15	16 ~ 25	26 ~ 40	41 ~ 100	101 ~ 200
蒸馏体积	225℃前	%	>20	>15	<10	<7	<3	<2	0	0						
	315℃前	%	>35	>30	<35	<25	<17	<14	<8	<5						
	360℃前	%	>45	>35	<50	<35	<30	<25	<20	<15	<40	<35	<25	<20	<15	<5
蒸馏后残留物	针入度 (25℃)	dmm	60 ~ 200	60 ~ 200	100 ~ 300	100 ~ 300	100 ~ 300	100 ~ 300	100 ~ 300	100 ~ 300						
	延度 (25℃)	cm	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60	>60						
	浮漂度 (5℃)	S									<20	<20	<30	<40	<45	<50
闪点 (TOC法)	℃	>30	>30	>65	>65	>65	>65	>65	>65	>65	>70	>70	>100	>100	>120	>120
含水量, 不大于	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

注: 粘度使用道路沥青粘度计测定, C 脚标第 1 个数字代表测试温度 (°C), 第 2 个数字代表粘度计孔径 (mm)。

1.4.2 乳化沥青

道路用乳化沥青技术要求见表 1-53。

表 1-53 道路用乳化沥青技术要求

试验项目	单位	品种及代号										
		阳离子				阴离子				非离子		
		喷洒用		拌和用		喷洒用		拌和用		喷洒用	拌和用	
		PC-1	PC-2	PC-3	BC-1	PA-1	PA-2	PA-3	BA-1	PN-2	BN-1	
破乳速度		快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	快裂	慢裂	快裂或中裂	慢裂或中裂	慢裂	慢裂	
粒子电荷		阳离子 (+)				阴离子 (-)				非离子		
筛上残留物 (1.18mm 筛), 不大于	%	0.1				0.1				0.1		
粘度	恩格拉粘度计 E_{25}		2 ~ 10	1 ~ 6	1 ~ 6	2 ~ 30	2 ~ 10	1 ~ 6	1 ~ 6	2 ~ 30	1 ~ 6	2 ~ 30
	道路标准粘度计 $C_{25.3}$	s	10 ~ 25	8 ~ 20	8 ~ 20	10 ~ 60	10 ~ 25	8 ~ 20	8 ~ 20	10 ~ 60	8 ~ 20	10 ~ 60
蒸发残留物	残留分含量, 不小于	%	50	50	50	55	50	50	50	55	50	55
	溶解度, 不小于	%	97.5				97.5				97.5	
	针入度 (25℃)	dmm	50 ~ 200	50 ~ 300	45 ~ 150		50 ~ 200	50 ~ 300	45 ~ 150		50 ~ 300	60 ~ 300
	延度 (15℃), 不小于	cm	40				40				40	

(续)

试验项目	单位	品种及代号									
		阳离子				阴离子				非离子	
		喷洒用			拌和用	喷洒用			拌和用	喷洒用	拌和用
		PC-1	PC-2	PC-3	BC-1	PA-1	PA-2	PA-3	BA-1	PN-2	BN-1
与粗骨料的粘附性, 裹附面积, 不小于		2/3			—	2/3			—	2/3	—
与粗、细粒式骨料拌和试验		—			均匀	—			均匀	—	
水泥拌和试验的筛上剩余, 不大于	%	—				—				—	3
常温贮存稳定性: 1d, 不大于 5d, 不大于	%	—				—				—	
		1				1				1	
		5				5				5	

注: 1. P 为喷洒型, B 为拌和型, C、A、N 分别表示阳离子、阴离子、非离子乳化沥青。

2. 粘度可选用恩格拉粘度计或沥青标准粘度计之一测定。

3. 表中的破乳速度、与骨料的粘附性、拌和试验的要求与所使用的石料品种有关, 质量检验时应采用工程上实际的石料进行试验, 仅进行乳化沥青产品质量评定时可不要求此三项指标。

4. 贮存稳定性根据施工实际情况选用试验时间, 通常采用 5d, 乳液生产后能在当天使用时也可用 1d 的稳定性。

5. 如果乳化沥青是将高浓度产品运到现场经稀释后使用时, 表中的蒸发残留物等各项指标是指稀释前乳化沥青的要求。

1.4.3 煤沥青

道路用煤沥青技术要求见表 1-54。

表 1-54 道路用煤沥青技术要求

试验项目		T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9
粘度 ^① /s	$C_{30.5}$	5~25	26~70	5~25	26~50	51~120	121~200	10~75	76~200	35~65
	$C_{30.10}$									
	$C_{50.10}$									
	$C_{60.10}$									
蒸馏试验, 馏出量 (%)	170℃前, 不大于 270℃前, 不大于 300℃前, 不大于	3 20 15~35	3 20 15~35	3 20 30	2 15 30	1.5 15 25	1.5 15 25	1.0 10 20	1.0 10 20	1.0 10 15
300℃蒸馏残留物软化点 (环球法)/℃		30~45	30~45	35~65	35~65	35~65	35~65	40~70	40~70	40~70
水分, 不大于 (%)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
甲苯不溶物, 不大于 (%)		20	20	20	20	20	20	20	20	20
萘含量, 不大于 (%)		5	5	5	4	4	3.5	3	2	2
焦油酸含量, 不大于 (%)		4	4	3	3	2.5	2.5	1.5	1.5	1.5

① 粘度使用道路沥青粘度计测定, C 脚标第 1 个数字代表测试温度 (°C), 第 2 个数字代表粘度计孔径 (mm)。

1.4.4 改性沥青

1. 聚合物改性沥青

聚合物改性沥青技术要求见表 1-55。

表 1-55 聚合物改性沥青技术要求

指 标	单位	SBS 类 (I 类)				SBR 类 (II 类)			EVA、PE 类 (III 类)			
		I - A	I - B	I - C	I - D	II - A	II - B	II - C	III - A	III - B	III - C	III - D
针入度 25℃, 100g, 5s	dmm	>100	80 ~ 100	60 ~ 80	30 ~ 60	>100	80 ~ 100	60 ~ 80	>80	60 ~ 80	40 ~ 60	30 ~ 40
针入度指数 PI, 不小于		-1.2	-0.8	-0.4	0	-1.0	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4
延度 5℃, 5cm/min, 不小于	cm	50	40	30	20	60	50	40	—			
软化点 $T_{R\&B}$, 不小于	℃	45	50	55	60	45	48	50	48	52	56	60
运动粘度 ^① 135℃, 不大于	Pas	3										
闪点, 不小于	℃	230				230			230			
溶解度, 不小于	%	99				99			—			
弹性恢复 25℃, 不小于	%	55	60	65	75	—			—			
粘韧性, 不小于	N·m	—				5			—			
韧性, 不小于	N·m	—				2.5			—			
贮存稳定性 ^② 离析, 48h 软化点差, 不大于	℃	2.5				—			无改性剂明显析出、凝聚			
TFOT (或 RTFOT) 后残留物												
质量变化, 不大于	%	1.0										
针入度比 25℃, 不小于	%	50	55	60	65	50	55	60	50	55	58	60
延度 5℃, 不小于	cm	30	25	20	15	30	20	10	—			

① 表中 135℃ 运动粘度可采用《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011) 中的“沥青布氏旋转粘度试验方法 (布洛克菲尔德粘度计法)”进行测定。若在不改变改性沥青物理力学性质并符合安全条件的温度下易于泵送和拌和, 或经证明适当提高泵送和拌和温度时能保证改性沥青的质量, 容易施工, 可不要求测定。

② 贮存稳定性指标适用于工厂生产的成品改性沥青。现场制作的改性沥青对贮存稳定性指标可不作要求, 但必须在制作后, 保持不间断地搅拌或泵送循环, 保证使用前没有明显的离析。

2. 改性乳化沥青

改性乳化沥青技术要求见表 1-56。

表 1-56 改性乳化沥青技术要求

试验项目	单 位	品种及代号		
		PCR	BCR	
破乳速度		快裂或中裂	慢裂	
粒子电荷		阳离子 (+)	阳离子 (+)	
筛上剩余量 (1.18mm), 不大于	%	0.1	0.1	
粘度	恩格拉粘度 E_{25}	1 ~ 10	3 ~ 30	
	沥青标准粘度 $C_{25,3}$	s	8 ~ 25	12 ~ 60
蒸发残留物	含量, 不小于	%	50	60
	针入度 (100g, 25℃, 5s)	dmm	40 ~ 120	40 ~ 100
	软化点, 不小于	℃	50	53
	延度 (5℃), 不小于	cm	20	20
	溶解度 (三氯乙烯), 不小于	%	97.5	97.5

(续)

试验项目	单位	品种及代号	
		PCR	BCR
与矿料的粘附性, 裹覆面积, 不小于		2/3	—
贮存稳定性	1d, 不大于	%	1
	5d, 不大于	%	5

注: 1. 破乳速度、与骨料粘附性、拌和试验, 与所使用的石料品种有关。工程上施工质量检验时应采用实际的石料试验, 仅进行产品质量评定时可不对这些指标提出要求。

2. 当用于填补车辙时, BCR 蒸发残留物的软化点宜提高至不低于 55℃。

3. 贮存稳定性根据施工实际情况选择试验天数, 通常采用 5d, 乳液生产后能在第二天使用完时也可选用 1d。个别情况下改性乳化沥青 5d 的贮存稳定性难以满足要求, 如果经搅拌后能够达到均匀一致并不影响正常使用, 此时要求改性乳化沥青运至工地后存放在附有搅拌装置的贮存罐内, 并不断地进行搅拌, 否则不准使用。

1.4.5 沥青的选择与用量

沥青强度等级的选择见表 1-57。

表 1-57 沥青强度等级的选择

气候分区	沥青种类	沥青路面类型			
		沥青表面处治	沥青贯入式	沥青碎石	沥青混凝土
寒区	石油沥青	A-140 A-180 A-200	A-140 A-180 A-200	AH-90 AH-110 AH-130 A-100 A-140	AH-90 AH-110 AH-130 A-100 A-140
	煤沥青	T-5 T-6	T-6 T-7	T-6 T-7	T-7 T-8
温区	石油沥青	A-100 A-140 A-180	A-100 A-140 A-180	AH-90 AH-110 A-100 A-140	AH-70 AH-90 A-60 A-100
	煤沥青	T-6 T-7	T-6 T-7	T-7 T-8	T-7 T-8
热区	石油沥青	A-60 A-100 A-140	A-60 A-100 A-140	AH-50 AH-70 AH-90 A-100 A-60	AH-50 AH-70 A-60 A-100
	煤沥青	T-6 T-7	T-7	T-7 T-8	T-7 T-8 T-9

沥青用量与各项物理力学性质指标的坐标图如图 1-19 所示。

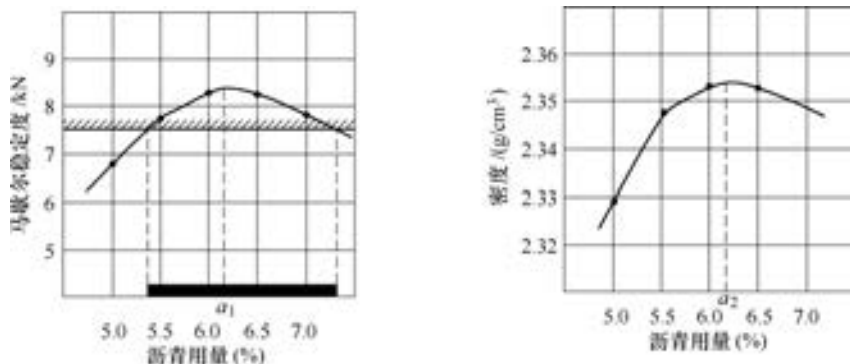


图 1-19 沥青用量与各项物理力学性质指标的坐标图

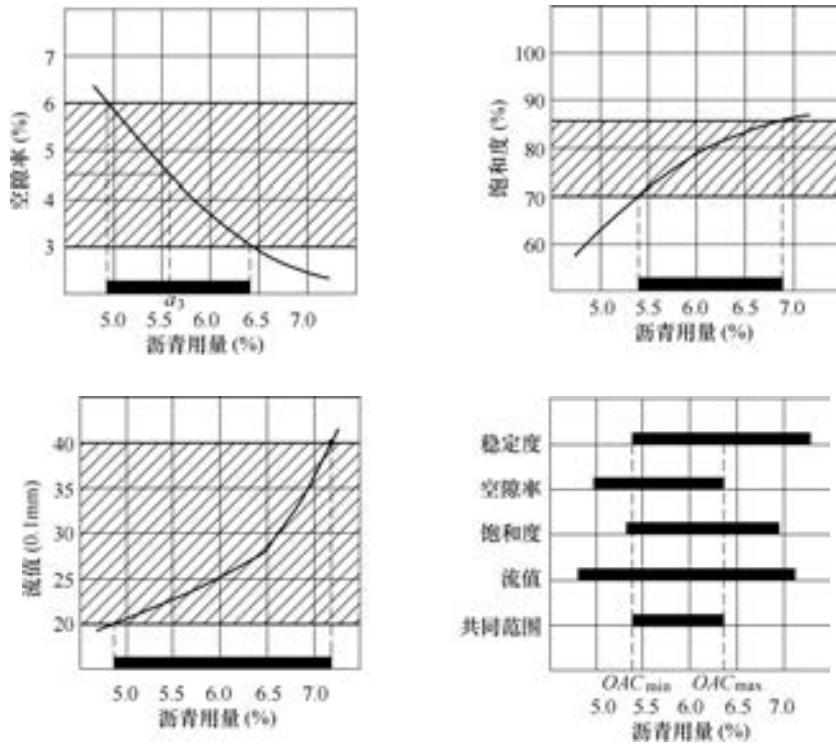


图 1-19 沥青用量与各项物理力学性质指标的坐标图 (续)

1.5 沥青混合料

沥青混合料的结构类型有悬浮-密实结构、骨架-空隙结构和密实-骨架结构三种，如图 1-20 所示。

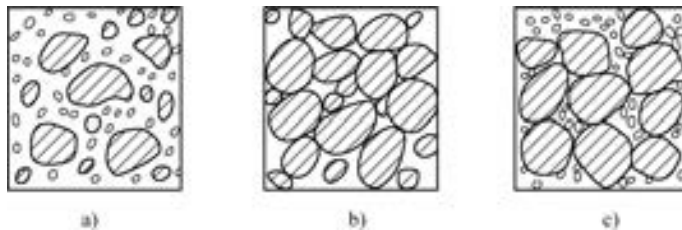


图 1-20 沥青混合料的结构类型示意图

a) 悬浮-密实结构 b) 骨架-空隙结构 c) 密实-骨架结构

1.5.1 粗骨料

沥青混合料用粗骨料质量技术要求见表 1-58。沥青混合料用粗骨料规格见表 1-59。

表 1-58 沥青混合料用粗骨料质量技术要求

指 标	单位	高速公路及一级公路		其他等级公路
		表 面 层	其 他 层 次	
石料压碎值, 不大于	%	26	28	30
洛杉矶磨耗损失, 不大于	%	28	30	35
表观相对密度, 不小于	t/m ³	2.60	2.50	2.45
吸水率, 不大于	%	2.0	3.0	3.0
坚固性, 不大于	%	12	12	—
针片状颗粒含量 (混合料), 不大于	%	15	18	20
其中粒径大于 9.5mm, 不大于	%	12	15	—
其中粒径小于 9.5mm, 不大于	%	18	20	—
水洗法 <0.075mm 颗粒含量, 不大于	%	1	1	1
软石含量, 不大于	%	3	5	5

注: 1. 坚固性试验可根据需要进行。

2. 用于高速公路、一级公路时, 多孔玄武岩的视密度可放宽至 2.45t/m³, 吸水率可放宽至 3%, 但必须得到建设单位的批准, 且不得用于 SMA 路面。

3. 对 S14 即 3~5 规格的粗骨料, 针片状颗粒含量可不予要求, <0.075mm 含量可放宽到 3%。

表 1-59 沥青混合料用粗骨料规格

规格名称	公称粒径/mm	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)													
		106	75	63	53	37.5	31.5	26.5	19.0	13.2	9.5	4.75	2.36	0.6	
S1	40~75	100	90~100	—	—	0~15	—	0~5	—	—	—	—	—	—	
S2	40~60	—	100	90~100	—	0~15	—	0~5	—	—	—	—	—	—	
S3	30~60	—	100	90~100	—	—	0~15	—	0~5	—	—	—	—	—	
S4	25~50	—	—	100	90~100	—	—	0~15	—	0~5	—	—	—	—	
S5	20~40	—	—	—	100	90~100	—	—	0~15	—	0~5	—	—	—	
S6	15~30	—	—	—	—	100	90~100	—	—	0~15	—	0~5	—	—	
S7	10~30	—	—	—	—	100	90~100	—	—	—	0~15	0~5	—	—	
S8	10~25	—	—	—	—	—	100	90~100	—	0~15	—	0~5	—	—	
S9	10~20	—	—	—	—	—	—	100	90~100	—	0~15	0~5	—	—	
S10	10~15	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~5	—	—	
S11	5~15	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	40~70	0~15	0~5	—	
S12	5~10	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~5	—	
S13	3~10	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	40~70	0~20	0~5	
S14	3~5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90~100	0~15	0~3	

粗骨料与沥青的粘附性、磨光值的技术要求见表 1-60。粗骨料对破碎面的要求见表 1-61。

表 1-60 粗骨料与沥青的粘附性、磨光值的技术要求

雨量气候区	1 (潮湿区)	2 (湿润区)	3 (半干区)	4 (干旱区)
年降雨量/mm	> 1000	1000 ~ 500	500 ~ 250	< 250
粗骨料的磨光值 PSV, 不小于高速公路、一级公路表面层	42	40	38	36
粗骨料与沥青的粘附性, 不小于高速公路、一级公路表面层	5	4	4	3
高速公路、一级公路的其他层次及其他等级公路的各个层次	4	4	3	3

表 1-61 粗骨料对破碎面的要求

路面部位或混合料类型	具有一定数量破碎面颗粒的含量 (%)	
	1 个破碎面	2 个或 2 个以上破碎面
沥青路面表面层高速公路、一级公路	100	90
其他等级公路	80	60
沥青路面中下面层、基层高速公路、一级公路	90	80
其他等级公路	70	50
SMA 混合料	100	90
贯入式路面	80	60

1.5.2 细骨料

沥青混合料用细骨料质量要求见表 1-62。

表 1-62 沥青混合料用细骨料质量要求

项 目	单位	高速公路、一级公路	其他等级公路
表观相对密度, 不小于	t/m ³	2.50	2.45
坚固性 (大于 0.3mm 部分), 不小于	%	12	—
含泥量 (小于 0.075mm 的含量), 不大于	%	3	5
砂当量, 不小于	%	60	50
亚甲蓝值, 不大于	g/kg	25	—
棱角性 (流动时间), 不小于	s	30	—

沥青混合料用天然砂规格见表 1-63。沥青混合料用机制砂或石屑规格见表 1-64。

表 1-63 沥青混合料用天然砂规格

筛孔尺寸/mm	通过各孔筛的质量百分率 (%)		
	粗 砂	中 砂	细 砂
9.5	100	100	100
4.75	90 ~ 100	90 ~ 100	90 ~ 100
2.36	65 ~ 95	75 ~ 90	85 ~ 100
1.18	35 ~ 65	50 ~ 90	75 ~ 100

(续)

筛孔尺寸/mm	通过各孔筛的质量百分率 (%)		
	粗 砂	中 砂	细 砂
0.6	15 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 84
0.3	5 ~ 20	8 ~ 30	15 ~ 45
0.15	0 ~ 10	0 ~ 10	0 ~ 10
0.075	0 ~ 5	0 ~ 5	0 ~ 5

表 1-64 沥青混合料用机制砂或石屑规格

规格	公称粒径 /mm	水洗法通过各筛孔的质量百分率 (%)							
		9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
S15	0 ~ 5	100	90 ~ 100	60 ~ 90	40 ~ 75	20 ~ 55	7 ~ 40	2 ~ 20	0 ~ 10
S16	0 ~ 3	—	100	80 ~ 100	50 ~ 80	25 ~ 60	8 ~ 45	0 ~ 25	0 ~ 15

注：当生产石屑采用喷水抑制扬尘工艺时，应特别注意含粉量不得超过表中要求。

1.5.3 填料

沥青混合料用矿粉质量要求见表 1-65。

表 1-65 沥青混合料用矿粉质量要求

项 目	单 位	高速公路、一级公路	其他等级公路
表观相对密度，不小于	t/m ³	2.50	2.45
含水量，不大于	%	1	1
粒度范围 <0.6mm	%	100	100
<0.15mm	%	90 ~ 100	90 ~ 100
<0.075mm	%	75 ~ 100	70 ~ 100
外观		无团粒结块	
亲水系数		< 1	
塑性指数		< 4	
加热安定性		实测记录	

1.5.4 纤维稳定剂

在沥青混合料中掺加的纤维稳定剂宜选用木质素纤维、矿物纤维等，木质素纤维的质量应符合表 1-66 的技术要求。

表 1-66 木质素纤维质量技术要求

项 目	单 位	指 标	试 验 方 法
纤维长度，不大于	mm	6	水溶液用显微镜观测
灰分含量	%	18 ± 5	高温 590 ~ 600℃ 燃烧后测定残留物
pH 值		7.5 ± 1.0	水溶液用 pH 试纸或 pH 计测定
吸油率，不小于		纤维质量的 5 倍	用煤油浸泡后放在筛上经振敲后称量
含水率（以质量计），不大于	%	5	105℃ 烘箱烘 2h 后冷却称量

1.6 钢材

1.6.1 钢结构用钢材

圆钢、方钢、六角钢和八角钢等是简单截面的型钢，复杂截面的型钢主要有角钢、槽钢、工字钢和钢轨等，如图 1-21 所示。

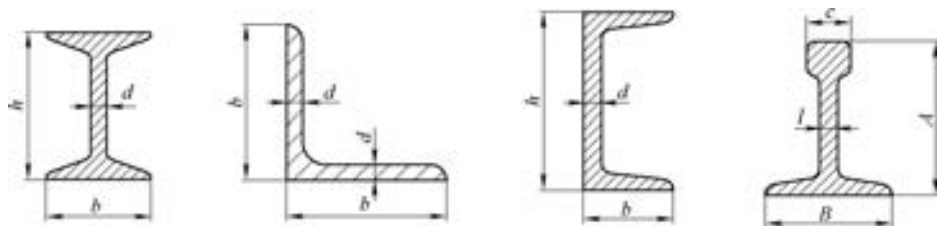


图 1-21 工字钢、角钢、槽钢、钢轨外形示意图

1.6.2 钢筋混凝土结构用钢材

1. 热轧钢筋

(1) 热轧带肋钢筋

1) 钢筋的公称横截面面积与理论重量见表 1-67。

表 1-67 钢筋的公称横截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)	公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)
6	28.27	0.222	22	380.1	2.98
8	50.27	0.395	25	490.9	3.85
10	78.54	0.617	28	615.8	4.83
12	113.1	0.888	32	804.2	6.31
14	153.9	1.21	36	1018	7.99
16	201.1	1.58	40	1257	9.87
18	254.5	2.00	50	1964	15.42
20	314.2	2.47	—	—	—

注：表中理论重量按密度为 7.85g/cm³ 计算。

2) 带有纵肋的月牙肋钢筋，其外形如图 1-22 所示，尺寸及允许偏差应符合表 1-68 的规定。

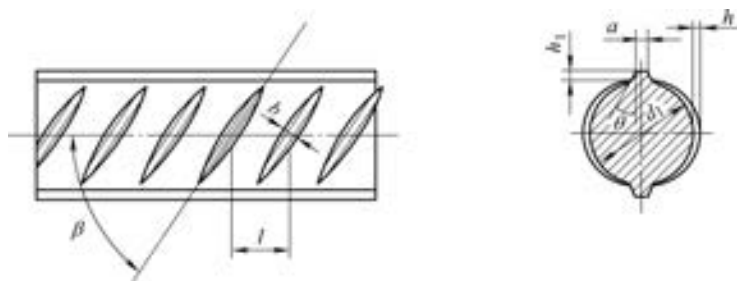


图 1-22 月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状

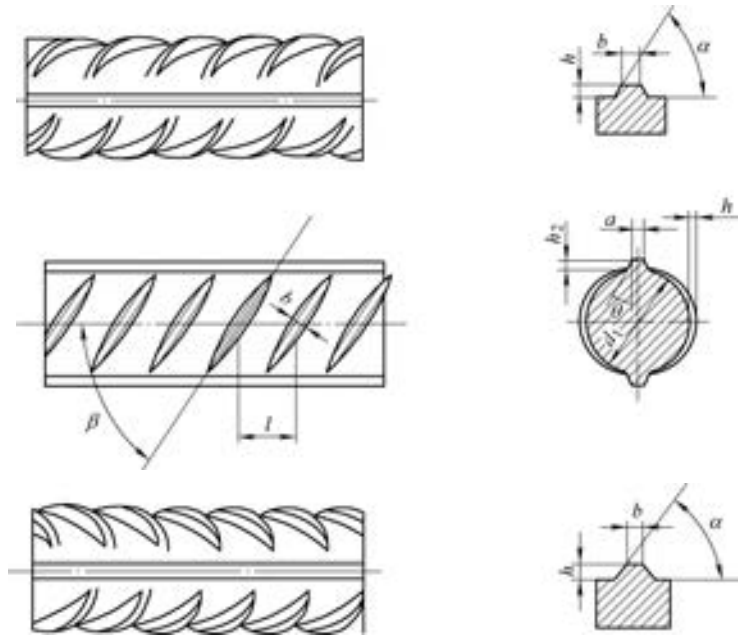


图 1-22 月牙肋钢筋 (带纵肋) 表面及截面形状 (续)

d_1 —钢筋内径 α —横肋斜角 h —横肋高度 β —横肋与轴线夹角

h_1 —纵肋高度 θ —纵肋斜角 a —纵肋顶宽 l —横肋间距 b —横肋顶宽

表 1-68 带肋钢筋的尺寸及允许偏差

(单位: mm)

公称直径 d	内径 d_1		横肋高 h		纵肋高 h_1 (不大于)	横肋宽 b	纵肋宽 a	间距 l		横肋末端最大 间隙 (公称周 长的 10% 弦长)
	公称 尺寸	允许 偏差	公称 尺寸	允许 偏差				公称 尺寸	允许 偏差	
6	5.8	± 0.3	0.6	± 0.3	0.8	0.4	1.0	4.0	± 0.5	1.8
8	7.7	± 0.4	0.8	$+0.4; -0.3$	1.1	0.5	1.5	5.5		2.5
10	9.6		1.0	± 0.4	1.3	0.6	1.5	7.0		3.1
12	11.5		1.2	$+0.4; -0.5$	1.6	0.7	1.5	8.0		3.7
14	13.4		1.4		1.8	0.8	1.8	9.0		4.3
16	15.4		1.5		1.9	0.9	1.8	10.0		5.0
18	17.3		1.6	± 0.5	2.0	1.0	2.0	10.0		5.6
20	19.3	± 0.5	1.7	± 0.6	2.1	1.2	2.0	10.0	± 0.8	6.2
22	21.3		1.9		2.4	1.3	2.5	10.5		6.8
25	24.2		2.1		2.6	1.5	2.5	12.5	7.7	
28	27.2	± 0.6	2.2		$+0.8; -0.7$	2.7	1.7	3.0	12.5	± 1.0
32	31.0		2.4	3.0		1.9	3.0	14.0	9.9	
36	35.0		2.6	$+1.0; -0.8$		3.2	2.1	3.5	15.0	
40	38.7	± 0.7	2.9	± 1.1		3.5	2.2	3.5	15.0	
50	48.5	± 0.8	3.2	± 1.2		3.8	2.5	4.0	16.0	15.5

注: 1. 纵肋斜角 θ 为 $0^\circ \sim 30^\circ$ 。

2. 尺寸 a 、 b 为参考数据。

3) 钢筋实际重量与理论重量的允许偏差应符合表 1-69 的规定。

表 1-69 钢筋实际重量与理论重量的允许偏差

公称直径/mm	6 ~ 12	14 ~ 20	22 ~ 50
实际重量与理论重量的偏差 (%)	±7	±5	±4

4) 钢筋牌号及化学成分和碳当量 (熔炼分析) 应符合表 1-70 的规定。根据需要, 钢中还可加入 V、Nb、Ti 等元素。

表 1-70 钢筋牌号及化学成分和碳当量 (熔炼分析)

牌 号	化学成分 (质量分数) (%), 不大于					
	C	Si	Mn	P	S	Ceq
HRB335; HRBF335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRB400; HRBF400						0.54
HRB500; HRBF500						0.55

5) 钢筋的屈服强度 R_{eL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、最大力总伸长率 A_{gt} 等力学性能特征值应符合表 1-71 的规定。表 1-71 所列各力学性能特征值, 可作为交货检验的最小保证值。

表 1-71 热轧带肋钢筋的力学性能特征值

牌 号	R_{eL}/MPa	R_m/MPa	A (%)	A_{gt} (%)
	不 小 于			
HRB335; HRBF335	335	455	17	7.5
HRB400; HRBF400	400	540	16	
HRB500; HRBF500	500	630	15	

6) 按表 1-72 规定的弯芯直径弯曲 180° 后, 钢筋受弯曲部位表面不得有裂纹。

表 1-72 弯曲性能

(单位: mm)

牌 号	公称直径 d	弯 芯 直 径
HRB335 HRBF335	6 ~ 25	$3d$
	28 ~ 40	$4d$
	>40 ~ 50	$5d$
HRB400 HRBF400	6 ~ 25	$4d$
	28 ~ 40	$5d$
	>40 ~ 50	$6d$
HRB500 HRBF500	6 ~ 25	$6d$
	28 ~ 40	$7d$
	>40 ~ 50	$8d$

(2) 热轧光圆钢筋

1) 钢筋的公称横截面面积与理论重量见表 1-73。直条钢筋实际重量与理论重量的允许偏差应符合表 1-74 的规定。

表 1-73 钢筋的公称横截面面积与理论重量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)	公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论重量/(kg/m)
6 (6.5)	28.27 (33.18)	0.222 (0.260)	16	201.1	1.58
8	50.27	0.395	18	254.5	2.00
10	78.54	0.617	20	314.2	2.47
12	113.1	0.888	22	380.1	2.98
14	153.9	1.21	—	—	—

注：表中理论重量按密度为 7.85g/cm³ 计算。公称直径 6.5mm 的产品为过渡性产品。

表 1-74 直条钢筋实际重量与理论重量的允许偏差

公称直径/mm	6 ~ 12	14 ~ 22
实际重量与理论重量的偏差 (%)	±7	±5

2) 光圆钢筋的直径允许偏差和不圆度应符合表 1-75 的规定。

表 1-75 光圆钢筋的直径允许偏差和不圆度

公称直径/mm	允许偏差/mm	不圆度/mm	公称直径/mm	允许偏差/mm	不圆度/mm
6 (6.5)	±0.3	≤0.4	14	±0.4	≤0.4
8			16		
10			18		
12			20		
			22		

3) 钢筋牌号及化学成分 (熔炼分析) 应符合表 1-76 的规定。

表 1-76 钢筋牌号及化学成分 (熔炼分析)

牌 号	化学成分 (质量分数) (%), 不大于				
	C	Si	Mn	P	S
HPB235	0.22	0.30	0.55	0.045	0.050
HPB300	0.25	0.55	1.50		

4) 钢筋的屈服强度 R_{eL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、最大力总伸长率 A_{gt} 等力学性能特征值应符合表 1-77 的规定 (可作为交货检验的最小保证值)。

表 1-77 光圆钢筋的力学性能特征值

牌 号	R_{eL}/MPa	R_m/MPa	$A(\%)$	$A_{gt}(\%)$	冷弯试验 180° d —弯芯直径; a —钢筋公称直径
	不小于				
HPB235	235	370	25.0	10.0	$d = a$
HPB300	300	420			

注: 1. 根据供需双方协议, 伸长率类型可从 A 或 A_{gt} 中选定。如伸长率类型未经协议确定, 则伸长率采用 A , 仲裁检验时采用 A_{gt} 。

2. 弯芯直径弯曲 180° 后, 钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

2. 冷轧钢筋

(1) 冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋由热轧圆盘条经冷轧或冷拔后, 在表面冷轧成两面或三面有肋的钢筋, 如图 1-23、图 1-24 所示。钢筋冷轧后允许进行低温回火处理。

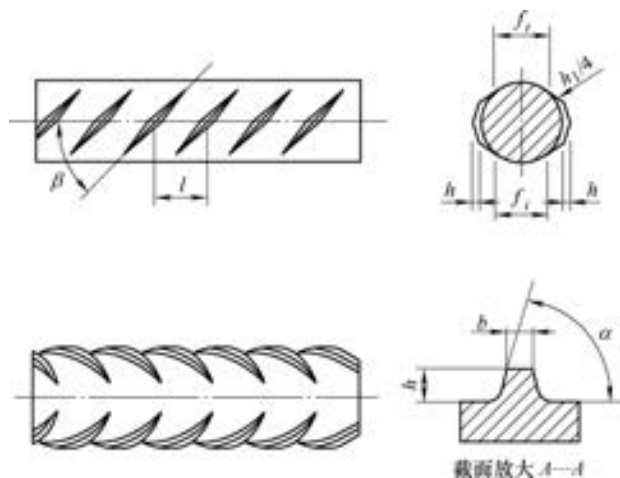


图 1-23 两面肋冷轧带肋钢筋表面及截面形状示意图

α —横肋斜角 β —横肋与钢筋轴线夹角 h —横肋中点高度 l —横肋间距 b —横肋顶宽 f_i —横肋间隙

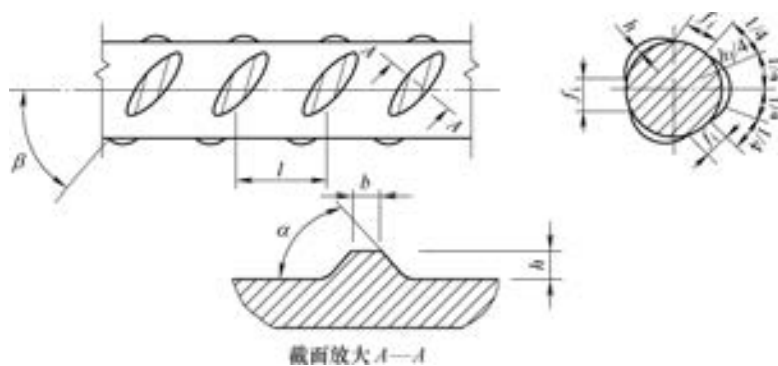


图 1-24 三面肋冷轧带肋钢筋表面及截面形状示意图

α —横肋斜角 β —横肋与钢筋轴线夹角 h —横肋中点高度 l —横肋间距 b —横肋顶宽 f_i —横肋间隙

三面肋和两面肋钢筋的尺寸、重量及允许偏差应符合表 1-78 的规定。

表 1-78 三面肋和两面肋钢筋的尺寸、重量及允许偏差

公称直径 d / mm	公称横 截面面积 /mm ²	重 量		横肋中点高		横肋 1/4 处高 $h_{1/4}$ / mm	横肋顶宽 b /mm	横肋间隙		相对肋面积 f_r /mm ² , 不小于
		理论重量/ (kg/m)	允许偏差 (%)	h / mm	允许偏差/ mm			l / mm	允许偏 差 (%)	
4	12.6	0.099	±4	0.30	+0.10 -0.05	0.24	~0.2d	4.0	±15	0.036
4.5	15.9	0.125		0.32		0.26		4.0		0.039
5	19.6	0.154		0.32		0.26		4.0		0.039
5.5	23.7	0.186		0.40		0.32		5.0		0.039
6	28.3	0.222		0.40		0.32		5.0		0.039
6.5	33.2	0.261		0.46		0.37		5.0		0.045
7	38.5	0.302		0.46		0.37		5.0		0.045
7.5	44.2	0.347		0.55		0.44		6.0		0.045
8	50.3	0.395		0.55		0.44		6.0		0.045
8.5	56.7	0.445		0.55		0.44		7.0		0.045
9	63.6	0.499		0.75		0.60		7.0		0.052
9.5	70.8	0.556		0.75		0.60		7.0		0.052
10	78.5	0.617	0.75	0.60	7.0	0.052				
10.5	86.5	0.679	0.75	0.60	7.4	0.052				
11	95.0	0.746	0.85	0.68	7.4	0.056				
11.5	103.8	0.815	0.95	0.76	8.4	0.056				
12	113.1	0.888	0.95	0.76	8.4	0.056				

注：横肋 1/4 处高、横肋顶宽供孔型设计用。两面肋钢筋允许有高度不大于 0.5h 的纵肋。

冷压带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分见表 1-79。CRB550、CRB650、CRB800、CRB970 钢筋用盘条的参考牌号及化学成分（熔炼分析）见表 1-79，60 钢的 Ni、Cr、Cu 含量（质量分数）各不大于 0.25%。

表 1-79 冷压带肋钢筋用盘条的参考牌号和化学成分

钢筋牌号	盘条牌号	化学成分（质量分数）(%)					
		C	Si	Mn	V、Ti	S	P
CRB550	Q215	0.09 ~ 0.15	≤0.30	0.25 ~ 0.55	—	≤0.050	≤0.045
CRB650	Q235	0.14 ~ 0.22	≤0.30	0.30 ~ 0.65	—	≤0.050	≤0.045
CRB800	24MnTi	0.19 ~ 0.27	0.17 ~ 0.37	1.20 ~ 1.60	Ti:0.01 ~ 0.05	≤0.045	≤0.045
	20MnSi	0.17 ~ 0.25	0.40 ~ 0.80	1.20 ~ 1.60	—	≤0.045	≤0.045
CRB970	41MnSiV	0.37 ~ 0.45	0.60 ~ 1.10	1.00 ~ 1.40	V:0.05 ~ 0.12	≤0.045	≤0.045
	60	0.57 ~ 0.65	0.17 ~ 0.37	0.50 ~ 0.80	—	≤0.035	≤0.035

钢筋的力学性能和工艺性能应符合表 1-80 的规定。

表 1-80 钢筋的力学性能和工艺性能

牌号	$R_{p0.2}$ /MPa 不小于	R_m /MPa 不小于	伸长率 (%) 不小于		弯曲试验 180°	反复 弯曲 次数	应力松弛，初始应力应相当 于公称抗拉强度的 70%
			$A_{11.3}$	A_{100}			1000h 松弛率 (%), 不大于
CRB550	500	550	8.0	—	$D=3d$	—	—
CRB650	585	650	—	4.0	—	3	8

(续)

牌号	$R_{p0.2}/\text{MPa}$ 不小于	R_m/MPa 不小于	伸长率 (%) 不小于		弯曲试验 180°	反复 弯曲 次数	应力松弛, 初始应力应相当 于公称抗拉强度的 70%
			$A_{11.3}$	A_{100}			1000h 松弛率 (%), 不大于
CRB800	720	800	—	4.0	—	3	8
CRB970	875	970	—	4.0	—	3	8

注: 表中 D 为弯芯直径, d 为钢筋公称直径。

(2) 冷轧扭钢筋

冷轧扭钢筋的截面控制尺寸、节距应符合图 1-25 和表 1-81 的规定。

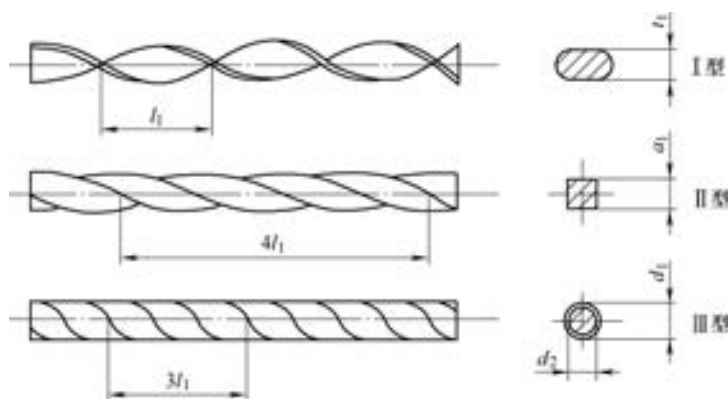


图 1-25 冷轧扭钢筋形状及截面控制尺寸

表 1-81 截面控制尺寸、节距

强度级别	型号	标志直径 d/mm	截面控制尺寸/mm, 不小于				节距 l_1/mm 不大于
			轧扁厚度 (t_1)	正方形边长 (a_1)	外圆直径 (d_1)	内圆直径 (d_2)	
CTB550	I	6.5	3.7	—	—	—	75
		8	4.2	—	—	—	95
		10	5.3	—	—	—	110
		12	6.2	—	—	—	150
CTB550	II	6.5	—	5.40	—	—	30
		8	—	6.50	—	—	40
		10	—	8.10	—	—	50
		12	—	9.60	—	—	80
	III	6.5	—	—	6.17	5.67	40
		8	—	—	7.59	7.09	60
CTB650	III	10	—	—	9.49	8.89	70
		6.5	—	—	6.00	5.50	30
		8	—	—	7.38	6.88	50
		10	—	—	9.22	8.67	70

公称横截面面积和理论质量应符合表 1-82 规定。

表 1-82 公称横截面面积和理论质量

强度级别	型号	标志直径 d/mm	公称横截面面积 A_g/mm^2	理论质量/(kg/m)
CTB550	I	6.5	29.50	0.232
		8	45.30	0.356
		10	68.30	0.536
		12	96.14	0.755
	II	6.5	29.20	0.229
		8	42.30	0.332
		10	66.10	0.519
		12	92.74	0.728
	III	6.5	29.86	0.234
		8	45.24	0.355
		10	70.69	0.555
		CTB650	III	6.5
8	42.73	0.335		
10	66.76	0.524		

冷轧钢筋定尺长度允许偏差应符合表 1-83 的规定。

表 1-83 冷轧钢筋定尺长度允许偏差

单根长度	大于 8m	小于或等于 8m
允许偏差	$\pm 15\text{mm}$	$\pm 10\text{mm}$

冷轧扭钢筋力学性能和工艺性能应符合表 1-84 的规定。

表 1-84 力学性能和工艺性能指标

强度级别	型号	抗拉强度 $\sigma_b/(\text{N}/\text{mm}^2)$	伸长率 $A(\%)$	180°弯曲试验 (弯心直径 = $3d$)	应力松弛率 (%) (当 $\sigma_{\text{con}} = 0.7f_{\text{ptk}}$)	
					10h	1000h
CTB550	I	≥ 550	$A_{11.3} \geq 4.5$	受弯曲部位钢筋 表面不得产生裂纹	—	—
	II	≥ 550	$A \geq 10$		—	—
	III	≥ 550	$A \geq 12$		—	—
CTB650	III	≥ 650	$A_{100} \geq 4$		≤ 5	≤ 8

注：1. d 为冷轧扭钢筋标志直径。

2. A 、 $A_{11.3}$ 分别表示以标距 $5.65\sqrt{S_0}$ 或 $11.3\sqrt{S_0}$ (S_0 为试样原始截面面积) 的试样拉断伸长率, A_{100} 表示标距为 100mm 的试样拉断伸长率。

3. σ_{con} 为预应力钢筋张拉控制应力; f_{ptk} 为预应力冷轧扭钢筋抗拉强度标准值。

第 2 章 市政工程施工测量

2.1 常用测量仪器

2.1.1 水准仪

我国生产的 DS₃型微倾式水准仪如图 2-1 所示。主要由望远镜、水准器和基座三部分组成。倒像望远镜的构造图如图 2-2 所示。管水准器又称水准管，是内装液体并留有气泡的密封的玻璃管，如图 2-3 所示。

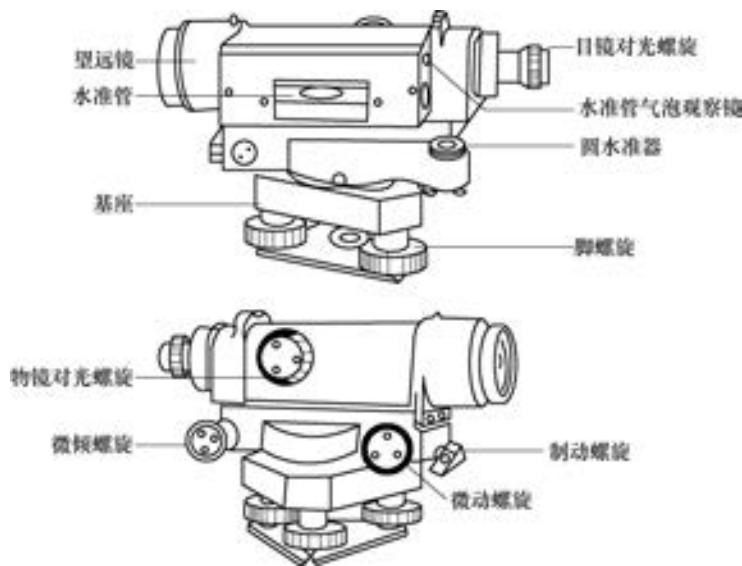


图 2-1 DS₃型水准仪构造

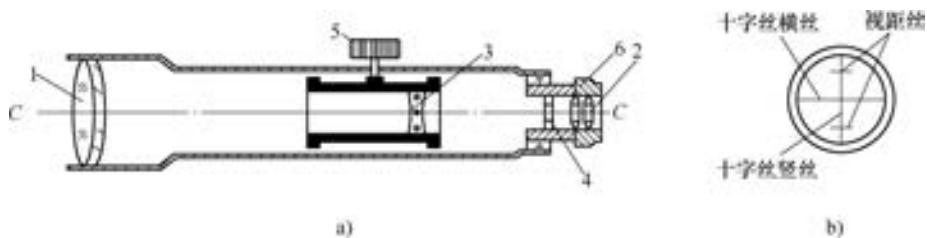


图 2-2 望远镜的结构

a) 望远镜构造图 b) 十字丝

1—物镜 2—目镜 3—物镜调焦透镜 4—十字丝分划板
5—物镜调焦螺旋 6—目镜调焦螺旋

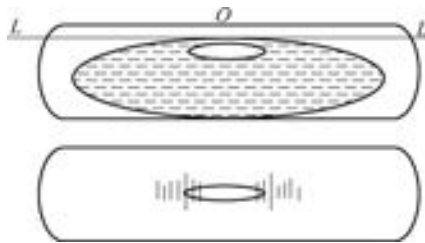


图 2-3 管水准器

水准仪系列技术参数见表 2-1。

表 2-1 水准仪系列技术参数

技术参数项目		光学水准仪系列型号			
		DS _{0.5}	DS ₁	DS ₃	DS ₁₀
每公里往返测高差中误差/mm		≤ ±0.5	≤ ±1	≤ ±3	≤ ±10
望远镜	望远镜放大倍率/倍	≥44	≥40	≥30	≥25
	望远镜有效孔径/mm	≥60	≥50	≥42	≥35
	最短视距, 不大于/m	3.0	3.0	2.0	2.0
自动安平 补偿性能	补偿范围/(′)	±8	±8	±8	±10
	安平精度/(″)	±0.1	±0.2	±0.5	±2
	安平时间不长于/s	2	2	2	2
水准器 分划值	符合水准器/(″/2mm)	10	10	20	45
	十字水准器/(″/2mm)	3	3		
	圆盒水准器/(″/2mm)			8	8
光学测微器量测范围/mm		5	5		
光学测微器最小分划值/mm		0.05	0.05		
主要用途		国家一等水准测量及地震水准测量	国家二等水准测量及其他精密水准测量	国家三、四等水准测量及一般工程测量	一般工程测量
附: 国外相应等级的仪器		蔡司 004、徕卡 N ₃	蔡司 007、徕卡 N ₂	蔡司 030、徕卡 N ₁	—

注: 以上仪器技术参数参考了各种仪器说明书和产品介绍说明书。

2.1.2 光学经纬仪

1. DJ₆光学经纬仪

DJ₆光学经纬仪主要是由照准部、水平度盘、基座三大部分组成, 如图 2-4 所示。全部构造如图 2-5 所示。



图 2-4 DJ₆光学经纬仪构造

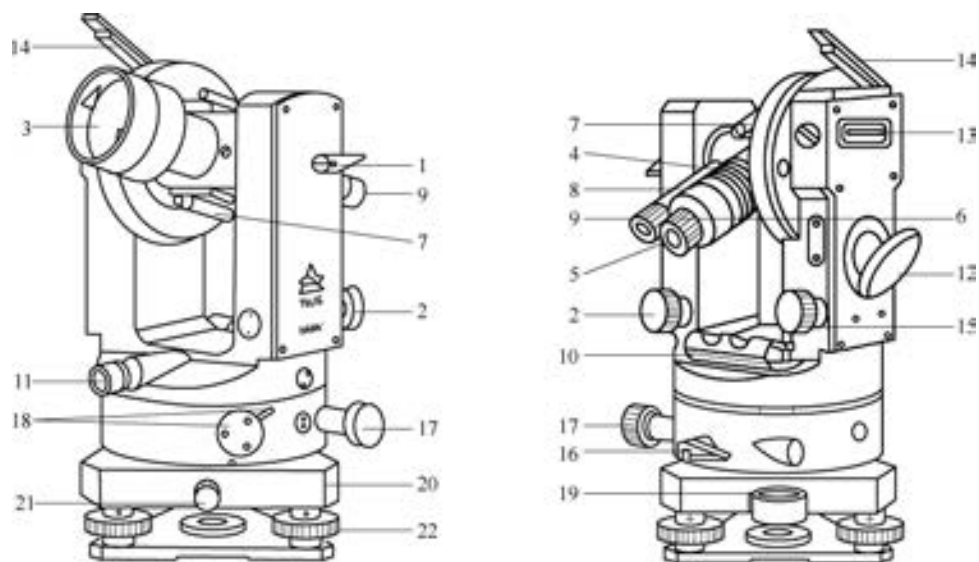


图 2-5 DJ₆光学经纬仪

- 1—望远镜制动螺旋 2—望远镜微动螺旋 3—物镜 4—物镜调焦螺旋 5—目镜
- 6—目镜调焦螺旋 7—光学瞄准器 8—度盘读数显微镜 9—度盘读数显微镜调焦螺旋
- 10—照准部管水准器 11—光学对中器 12—度盘照明反光镜 13—竖盘指标管水准器
- 14—竖盘指标管水准器观察反射镜 15—竖盘指标水准器微动螺旋 16—水平方向制动螺旋
- 17—水平方向微动螺旋 18—水平度盘变换螺旋与保护卡
- 19—基座圆水准器 20—基座 21—轴套同定螺旋 22—脚螺旋

2. DJ₂光学经纬仪

DJ₂级光学经纬仪与DJ₆级构造基本相同,如图2-6所示。

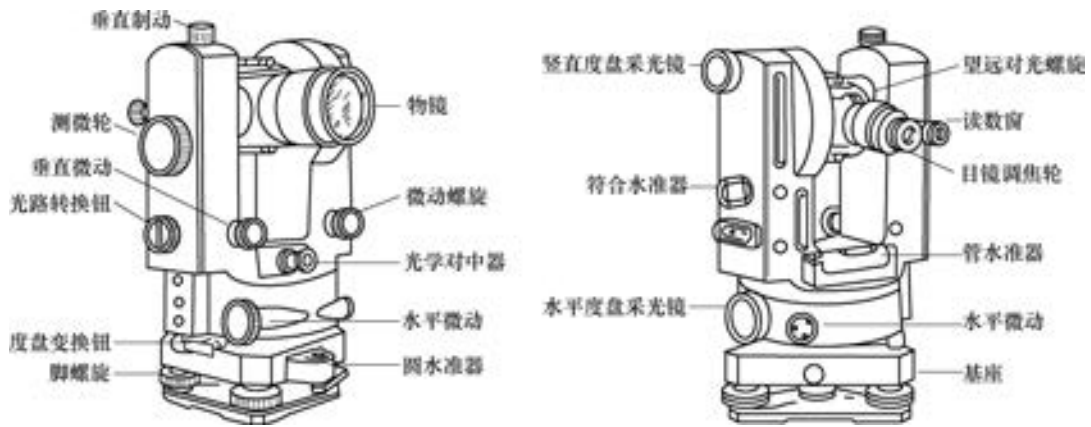


图 2-6 DJ₂光学经纬仪

3. 经纬仪系列参数及型号

经纬仪系列基本参数见表 2-2。

表 2-2 经纬仪系列基本参数

项 目		等级与型号				
		J ₀₇	J ₁	J ₂	J ₆	J ₁₅
一测回水平方向精度/(")		±0.6	±0.9	±1.6	±4	±8
望远镜	放大倍数/倍	30、45、55	24、30、45	28	25	20
	物镜有效孔径/mm	65	60	40	35	30
	最短视距/m	3	3	2	2	1
水准器分划值	照准部水准管/("/2mm)	4	6	20	30	30
	竖盘或望远镜水准管/("/2mm)	10	10	20	30	30
	圆水准器 (′/2mm)	8	8	8	8	8
竖盘指标自动补偿器	工作范围/(′)			±2	±2	
	安平精度/(")			±0.3	±1	
主要用途		国家一等三角测量	国家二等三角测量、精密工程测量	三、四等三角测量、工程测量	大比例尺地形测量、一般工程测量	矿山及一般工程测量

注: 以上仪器技术参数参考了各种仪器说明书和产品介绍说明书。

2.1.3 全站仪

GTS-310 型全站仪

如图 2-7 所示为 GTS-310 型全站仪, 其结构与经纬仪相似。全站仪的主要技术指标见表 2-3。

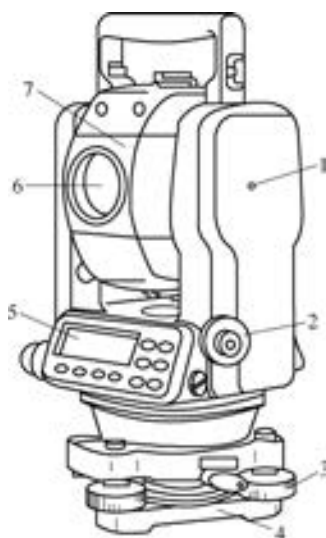


图 2-7 GTS-310 型全站仪

1—仪器中心标志 2—光学对中器 3—脚螺旋 4—底板
5—显示屏 6—物镜 7—定点指示器

表 2-3 GTS-31X 系列全站仪的主要技术指标

项目		仪器类型	GTS-311	GTS-312	GTS-313
放大倍数			30X	30X	30X
成像方式			正像	正像	正像
视场角			1°30′	1°30′	1°30′
最短视距			1.3m	1.3m	1.3m
角度（水平角、竖直角）最小显示			1″	1″	5″
角度（水平角、竖直角）标准差			±2″	±3″	±5″
自动安平补偿范围			±3″	±3′	±3″
测程/km	单棱镜		2.4/2.7	2.2/2.5	1.6/1.9
	三棱镜		3.1/3.6	2.9/3.3	2.4/2.6
	九棱镜		3.7/4.4	3.6/4.2	3.0/3.6
测距标准差		± (2 + 2 × 10 ⁻⁶ D) mm 3.0s (首次 4s)			
测距时间 (精测)					
水准器分划值	圆水准器	10′/2mm			
	长水准器	30′/2mm			
使用温度范围		-20 ~ +50℃			

2.2 道路工程测量

(1) 各级公路的平面控制测量等级应符合表 2-4 的规定。

表 2-4 平面控制测量等级

公路等级	平面控制网等级
高速公路、一级公路	一级小三角、一级导线、四级 GPS 控制网
二级公路	二级小三角、二级导线
三级公路及以下公路	三级导线

(2) 三角测量技术要求应符合表 2-5 的规定。

表 2-5 三角测量技术要求

等级	平均边长/m	测角中误差/(")	起始边边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	三角形闭合差/(")	测回数	
						DJ ₂	DJ ₆
一级小三角	500	± 5.0	1/40000	1/20000	± 15.0	3	4
二级小三角	300	± 10.0	1/20000	1/10000	± 30.0	1	3

(3) 导线测量技术要求应符合表 2-6 的规定。

表 2-6 导线测量技术要求

等级	附合导线长度/km	平均边长/m	每边测距中误差/mm	测角中误差/(")	导线全长相对闭合差	方位角闭合差/(")	测回数	
							DJ ₂	DJ ₆
一级	10	500	17	5.0	1/15000	± 10 \sqrt{n}	2	4
二级	6	300	30	8.0	1/10000	± 16 \sqrt{n}	1	3
三级	—	—	—	20.0	1/2000	± 30 \sqrt{n}	1	2

(4) 四级 GPS 控制网的主要技术参数应符合表 2-7 的规定。

表 2-7 四级控制网技术参数要求

级别	每对相邻点平均距离 d/m	固定误差 a/mm	比例误差系数 b/ppm	最弱相邻点点位中误差 m/mm
四级	500	≤ 10	≤ 20	50

注：每对相邻点间最小距离应不小于平均距离的 1/2，最大距离不宜大于平均距离的 2 倍。

(5) 各级公路的水准测量等级应符合表 2-8 的规定。

表 2-8 水准测量等级

公路等级	水准测量等级	水准路线最大长度/km
高速公路、一级公路	四等	16
二级及以下公路	五等	10

(6) 水准测量精度应符合表 2-9 的规定。

表 2-9 水准测量精度要求

等 级	每公里高差中数中误差/mm		往返较差、附和或环线闭合差/mm		检测已测测段 高差之差/mm
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_W	平原微丘区	山岭重丘区	
三等	± 3	± 6	$\pm 12 \sqrt{L}$	$\pm 3.5 \sqrt{n}$ 或 $\pm 15 \sqrt{L}$	$\pm 20 \sqrt{L_i}$
四等	± 5	± 10	$\pm 20 \sqrt{L}$	$\pm 6.0 \sqrt{n}$ 或 $\pm 25 \sqrt{L}$	$\pm 30 \sqrt{L_i}$
五等	± 8	± 16	$\pm 30 \sqrt{L}$	$\pm 45 \sqrt{L}$	$\pm 40 \sqrt{L_i}$

注：1. 计算往返较差时， L 为水准点间的路线长度（km）。

2. 计算附和或环线闭合差时， L 为附和或环线的路线长度（km）。

3. n 为测站数， L_i 为检测测段长度（km）。

2.3 管道工程测量

2.3.1 管道施工测量

如图 2-8 所示为管线里程桩图。里程桩图一般绘制在毫米方格纸上，图中以 50m 为整桩距，0+000 为管道的起点。

中线控制桩的测设一般是在中线的延长线上钉设木桩并做好标记，如图 2-9 所示。用机械开挖时，坡度板应在机械挖完土方后及时埋设，如图 2-10 所示。

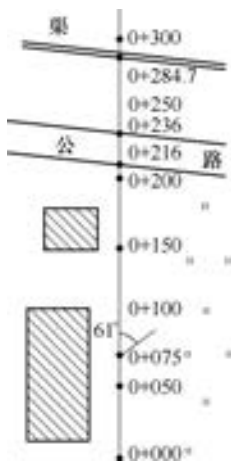


图 2-8 管线里程桩图

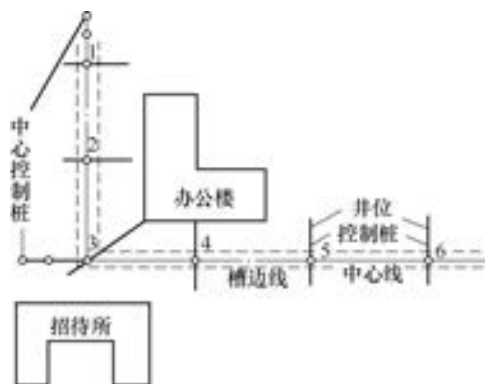


图 2-9 中线控制桩

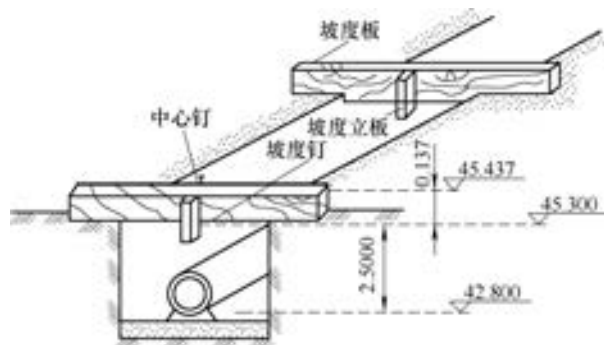


图 2-10 坡度板法

为了控制管底高程，在槽沟坡上（距槽底约 1m 左右），测设一排与平行轴线桩相对应的桩，这排桩称为腰桩（又称水平桩），作为挖槽深度，修平槽底和打基础垫层的依据，如图 2-11 所示。

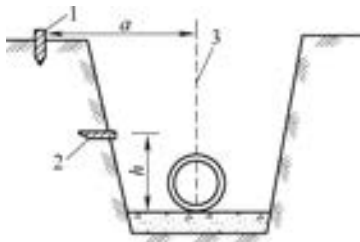


图 2-11 平行轴腰桩法

1—平行轴线桩 2—腰桩 3—管中线
 a —管中线到平行轴线桩距离 h —下返数

2.3.2 顶管施工测量

顶管中线桩的测设如图 2-12 所示。

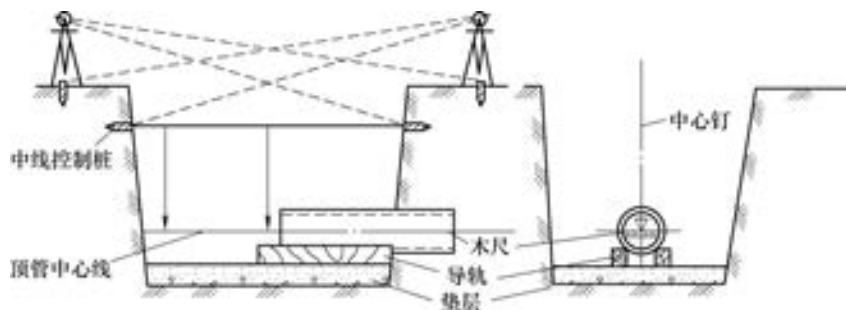


图 2-12 中线桩测设

如图 2-13 所示的水平细线即标明了顶管的中线方向。

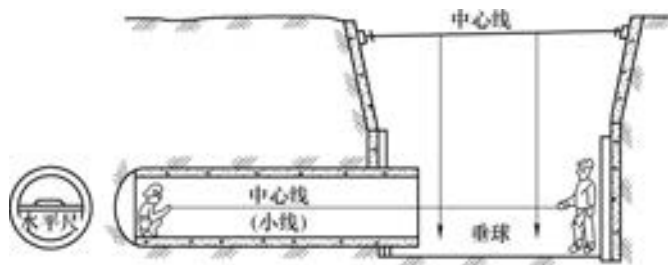


图 2-13 中线测量

在顶管施工过程中，可采用激光经纬仪和激光水准仪进行导向，从而可保证施工质量，加快施工进度，如图 2-14 所示。

如图 2-15 所示，将水准仪安置在工作坑内，后视临时水准点，前视顶管内待测点，在管内使用一根小于管径的标尺，即可测得待测点的高程。

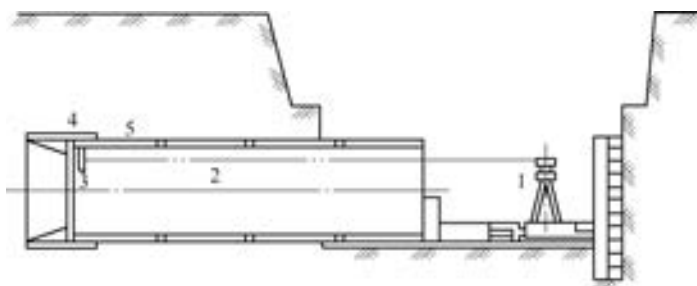


图 2-14 激光测量

1—激光经纬仪 2—激光束 3—激光接收靶 4—刃角 5—管节

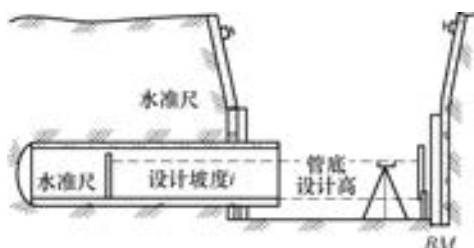


图 2-15 高程测量

2.4 桥梁工程测量

2.4.1 平面、水准控制测量

桥梁三角网布设常用图形如图 2-16 所示。

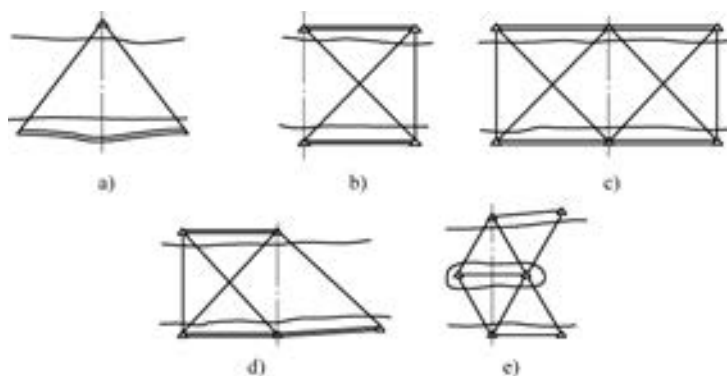


图 2-16 桥梁三角网常用图形

a)、b) 适于桥长较短的情况 c)、d) 适于特大桥 e) 适于沙洲建立控制网

(1) 桥梁平面控制测量等级应符合表 2-10 的规定。

表 2-10 桥梁平面控制测量等级

多跨桥梁总长/m	单跨桥长/m	控制测量等级
$L \geq 3000$	$L \geq 500$	二等
$2000 \leq L < 3000$	$300 \leq L < 500$	三等
$1000 \leq L < 2000$	$150 \leq L < 300$	四等
$500 \leq L < 1000$	$L < 150$	一级
$L < 500$		二级

(2) 三角测量、水平角方向观测法和测距的技术要求以及测距精度应符合表 2-11 ~ 表 2-14 的规定。

表 2-11 三角测量技术要求

等级	平均边长/km	测角中误差/(")	起始边边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	测回数			三角形最大闭合差/(")
					DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆	
二等	3.0	±1.0	≤1/250000	≤1/120000	12	—	—	±3.5
三等	2.0	±1.8	≤1/150000	≤1/70000	6	9	—	±7.0
四等	1.0	±2.5	≤1/100000	≤1/40000	4	6	—	±9.0
一级	0.5	±5.0	≤1/40000	≤1/20000	—	3	4	±15.0
二级	0.3	±10.0	≤1/20000	≤1/10000	—	1	3	±30.0

表 2-12 水平角方向观测法技术要求

等级	仪器型号	光学测微器两次重合读数之差/(")	半测回归零差/(")	一测回中 2 倍照准差较差/(")	同一方向值各测回较差/(")
四等及以上	DJ ₁	1	6	9	6
	DJ ₂	3	8	13	9
一级及以下	DJ ₂	—	12	18	12
	DJ ₆	—	18	—	24

注：当观测方向的垂直角超过 ±3° 的范围时，该方向测回中的 2 倍照准较差，可按同一观察时段内相邻测回同方向进行比较。

表 2-13 测距技术要求

平面控制网等级	测距仪精度等级	观测次数		总测回数	一测回读数较差/mm	单程各测回较差/mm	往返较差
		往	返				
二、三等	I	1	1	6	≤5	≤7	≤2 (a + bD)
	II			8	≤8	≤15	
四等	I			4~6	≤5	≤7	
	II			4~8	≤10	≤15	
一级	II	—	—	2	≤10	≤15	—
	III			4	≤20	≤30	—
二级	II	—	—	1~2	≤10	≤15	—
	III			2	≤20	≤30	—

注：1. 测回是指照准目标一次，试数 2~4 的前过程。

2. 根据具体情况，测边可采取不同时间段观测代替往返观测。

3. 表中，a—标称精度中的固定误差 (mm)；b—标称精度中的比例误差系数 (mm/km)；D—测量长度 (km)。

表 2-14 测距精度

测距仪精度等级	每公里测距中误差 m_D /mm	
I 级	$m_D \leq 5$	$m_D = \pm(a + bD)$
II 级	$5 < m_D \leq 10$	
III 级	$10 < m_D \leq 20$	

(3) 桥位轴线测量的精度要求应符合表 2-15 的规定。

表 2-15 桥位轴线测量精度

测量等级	二 等	三 等	四 等	一 级	二 级
桥轴线相对中误差	1/130000	1/70000	1/40000	1/20000	1/10000

注：对特殊的桥梁结构，应根据结构特点确定桥轴线控制测量的等级与精度。

2.4.2 桥梁高程测量

根据已知水准点的高程，放样设计高程的方法如图 2-17 所示。

水准测量等级的确定应符合下列要求：长 3000m 以上的桥梁宜为二等；长 1000 ~ 3000m 的桥梁宜为三等，长 1000m 以下的桥梁宜为四等。水准测量的主要技术要求应符合表 2-16 的规定。

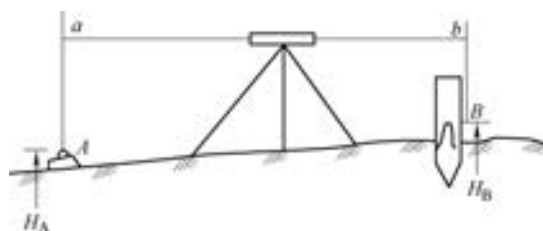


图 2-17 高程放样

H_A —A 点高程 A—设的水准点 B—欲标定高程的点
 H_B —设计高程 a、b—高度

表 2-16 水准测量的主要技术要求

等级	每公里高差中数中误差/mm		水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差/mm
	偶然中误差 M_Δ	全中误差 M_W			与已知点联测	附合或环线	
二等	± 1	± 2	DS ₁	钢瓦	往返各一次	往返各一次	$\pm 4 \sqrt{L}$
三等	± 3	± 6	DS ₁	钢瓦	往返各一次	往一次	$\pm 12 \sqrt{L}$
			DS ₃	双面		往返各一次	
四等	± 5	± 10	DS ₃	双面	往返各一次	往一次	$\pm 20 \sqrt{L}$
五等	± 8	± 16	DS ₃	单面	往返各一次	往一次	$\pm 30 \sqrt{L}$

注：L 为往返测段、附合或环线的水准中线长度 (km)。

2.4.3 桥梁墩台测量

1. 桥梁墩台定位

(1) 直线桥梁墩台定位

使用交会法进行直线桥梁墩台定位测量时，由于测量误差的存在，三个方向交会形成误差三角形，如图 2-18 所示。在桥墩施工过程中，需反复多次地交会桥墩中心的位置。为方便起见，可把交会的方向延长到对岸，并用规牌进行固定，如图 2-19 所示。

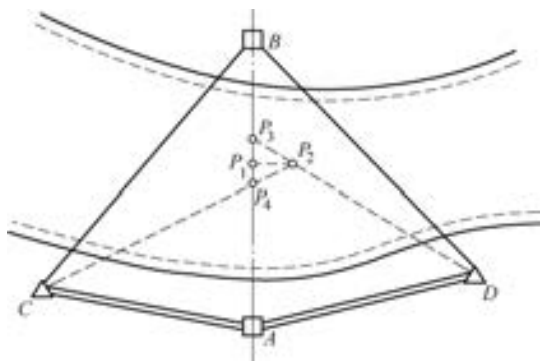


图 2-18 三个方向交会法的误差三角形

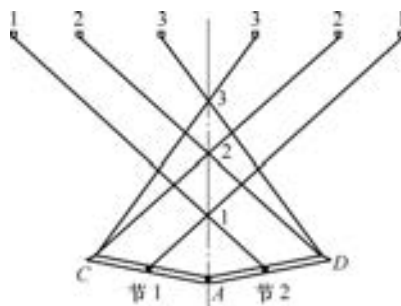


图 2-19 应用规牌交会桥墩中心

(2) 曲线桥梁墩台定位

由于曲线桥的路线中线是曲线，而所用的梁是直的，所以路线中线与梁的中线不能完全吻合，如图 2-20 所示。

如桥梁偏距 E 为中矢值的一半，这种布梁方法称为平分中矢布置。如偏距 E 等于中矢值，称为切线布置。布置方法如图 2-21 所示。

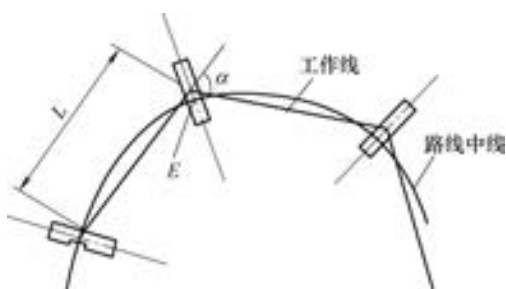


图 2-20 桥梁工作线

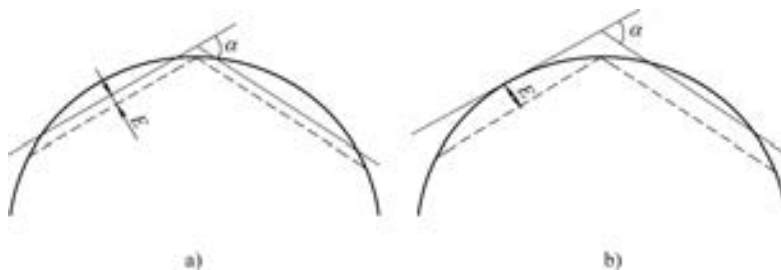


图 2-21 桥梁的布梁方法

a) 平分中矢布置 b) 桥梁的布梁方法

2. 桥梁墩台测量

由于在施工过程中经常需要恢复墩、台的纵横轴线的位置，所以需要用标志将其准确标定在地面上，这些标志桩称为护桩，如图 2-22 所示。

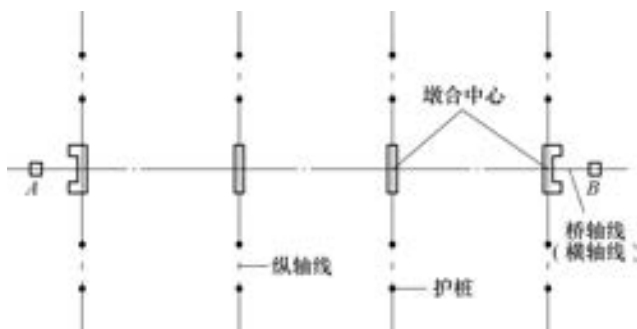


图 2-22 用护桩标定墩、台纵横轴线位置

在曲线桥上，墩、台的纵轴线位于相邻墩、台工作线的分角线上，而横轴线与纵轴线垂直，如图 2-23 所示。

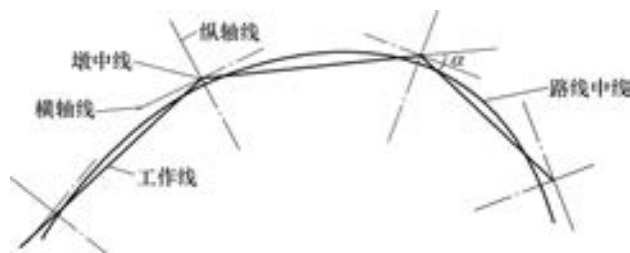


图 2-23 曲线桥墩、台的纵横轴线

3. 测量允许偏差

桥梁基础施工测量的允许偏差不应超过表 2-17 的规定。

表 2-17 桥梁基础施工测量的允许偏差

类别	测量内容		测量允许偏差/mm
灌注桩	基础桩桩位		40
	排架桩桩位	顺桥纵轴线方向	20
		垂直桥纵轴线方向	40
沉桩	群桩桩位	中间桩	$d/5$, 且 ≤ 100
		外缘桩	$d/10$
	排架桩桩位	顺桥纵轴线方向	16
		垂直桥纵轴线方向	20
沉井	顶面中心、底面中心	一般	$h/125$
		浮式	$h/125 + 100$
垫层	轴线位置		20
	顶面高程		0 ~ -8

2.4.4 桥梁基础测量

1. 明挖基础

桥梁的明挖基础如图 2-24 所示。

在开挖前应根据墩台的中心点及纵、横线按设计的平面形状测设出基础轮廓线的控制点，如图 2-25 所示。

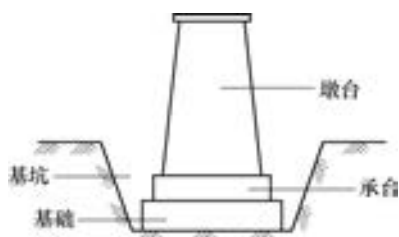


图 2-24 桥梁的明挖基础

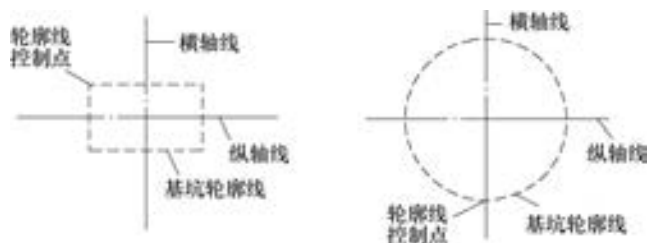


图 2-25 明挖基础轮廓线的测设

如图 2-26 所示为基坑边坡桩的测设。如图 2-27 所示为基础模板的防线。

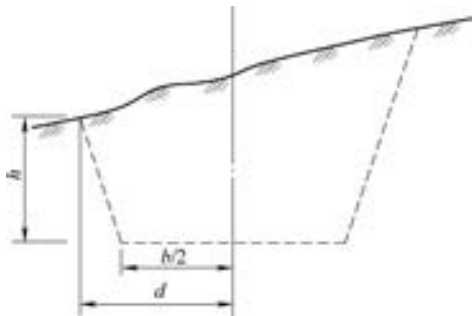


图 2-26 基坑边坡桩的测设



图 2-27 基础模板的防线

2. 桩基础

桥梁桩基础构造如图 2-28 所示。在有污水的情况下，桩基础的每一根桩的中心点可按其在以墩、台纵、横轴线为坐标轴的坐标系中的设计坐标，用支距法进行测设，如图 2-29 所示。

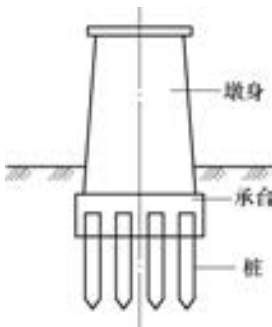


图 2-28 桥梁桩基础

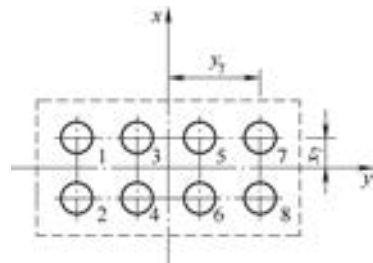


图 2-29 用支距法测设桩基础的桩位

如果桩位圆形布置，各桩也可以与墩、台纵轴线的偏角和到墩、台中心点的距离，用极坐标法进行测设，如图 2-30 所示。如果桩基础位于水中，则可用前方交会法直接将每一个桩位定出，也可用交会测设出其中一行或一列桩位，然后用大型三角尺测设出其他所有桩位，如图 2-31 所示。

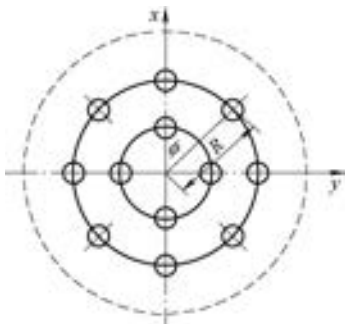


图 2-30 极坐标法测设桩位

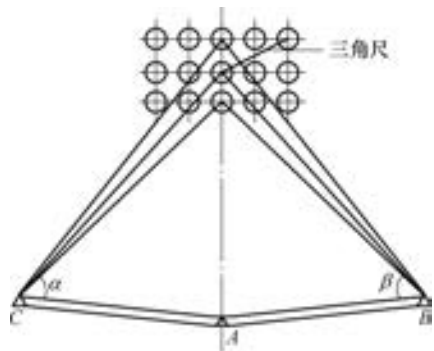


图 2-31 大型三角尺测设桩位

桩位的测设同样也可采用设置专用测量平台的方法，即在桥墩附近打支撑桩，其上搭设测量平台，如图 2-32 所示。

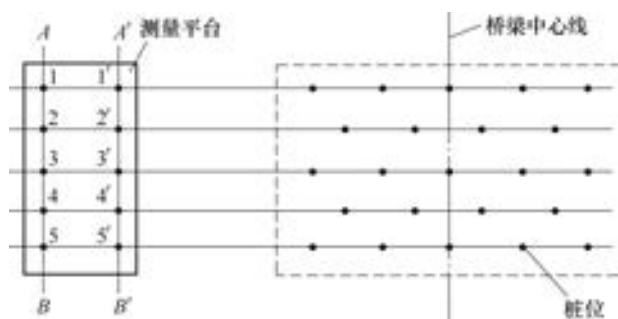


图 2-32 用专用测量平台测设桩基础的桩位

如图 2-33 所示为用靠尺法测定桩的倾斜度示意图。

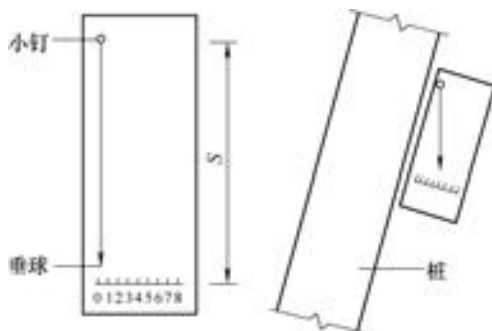


图 2-33 用靠尺法测定桩的倾斜度

3. 管桩基础

因为管柱的直径一般较大，未填充混凝土时管柱内是空的，因此不便直接测定管柱的中心位置，所以在放线时可观测管柱外切点的角度和距离，借以求得管柱中心点位，而对管柱进行调整、定位，如图 2-34、图 2-35 所示。

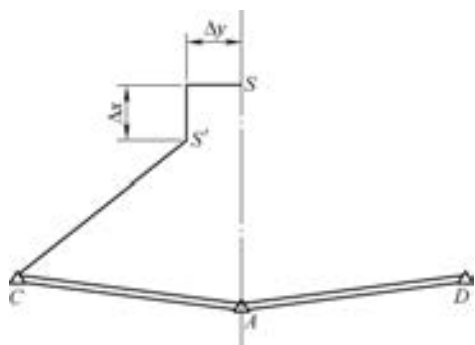


图 2-34 用全站仪进行围圈定位

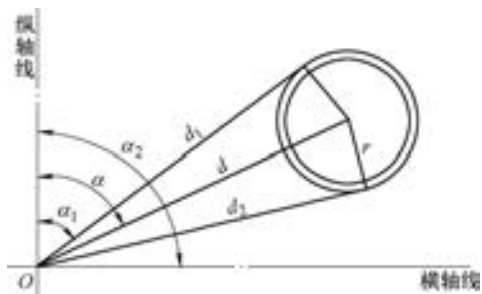


图 2-35 管柱的定位

由于管柱的倾斜，必然使得它在顶部也产生倾斜，用水准测量方法测出管柱顶部直径两

端的高差，即可推算出管柱的斜率，如图 2-36 所示。

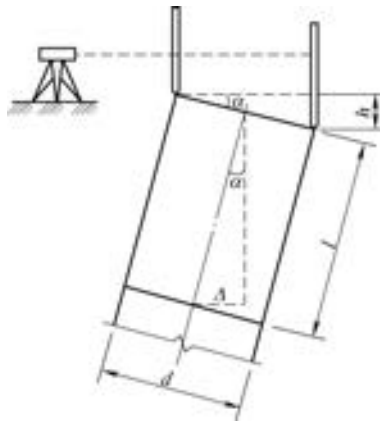


图 2-36 水准测量测定管柱倾斜

4. 沉井基础

筑岛及沉井定位如图 2-37 所示。沉井顶面中心的位移观测如图 2-38 所示。

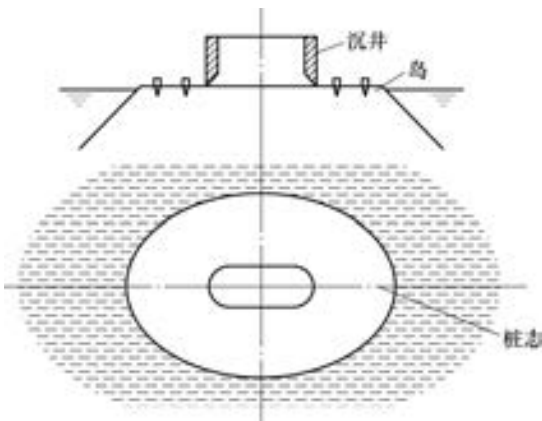


图 2-37 筑岛及沉井定位

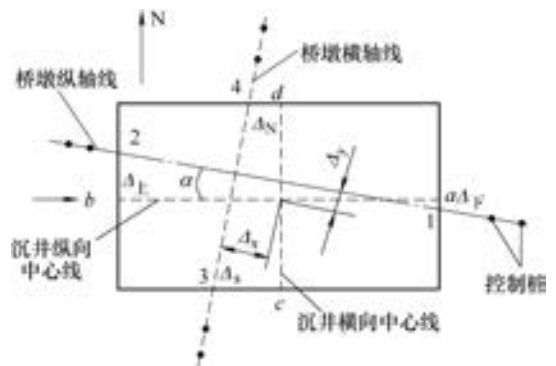


图 2-38 沉井顶面中心的位移观测

如图 2-39 所示为沉井的接高测量。

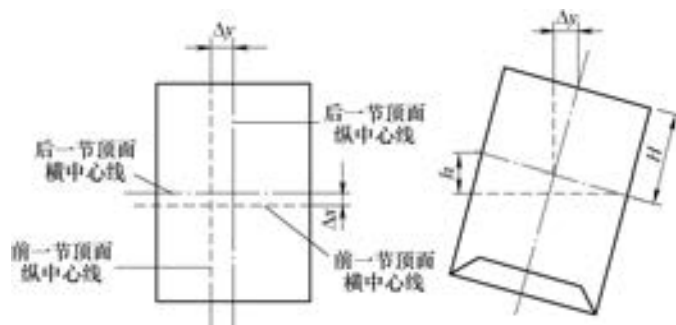


图 2-39 沉井的接高测量

5. 测量允许偏差

桥梁下部构造施工测量的偏差不应超过表 2-18 的规定。

表 2-18 桥梁下部构造施工测量的允许偏差

类别	测量内容		测量允许偏差/mm
承台	轴线位置		6
	顶面高程		±8
墩台身	轴线位置		4
	顶面高程		±4
墩、台帽或盖梁	轴线位置		4
	支座位置		2
	支座处顶面高程	简支梁	±4
连续梁		±2	

2.4.5 涵洞测量

涵洞分为正交涵洞和斜交涵洞两种。正交涵洞的轴线与路线中线或其切线垂直；斜交涵洞的轴线与路线中线或其切线不相垂直而成斜交角 ϕ ， ϕ 角与 90° 之差称为斜度 θ ，如图 2-40 所示。

如图 2-41 所示为利用龙门板测设基础及基坑边线。

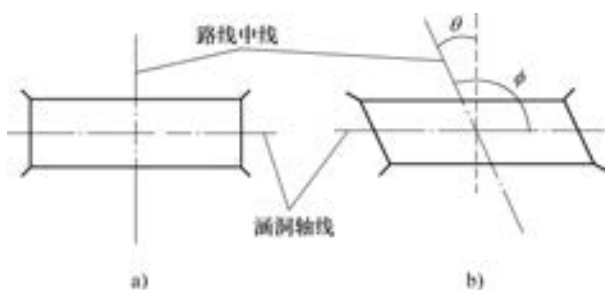


图 2-40 正交涵洞与斜交涵洞

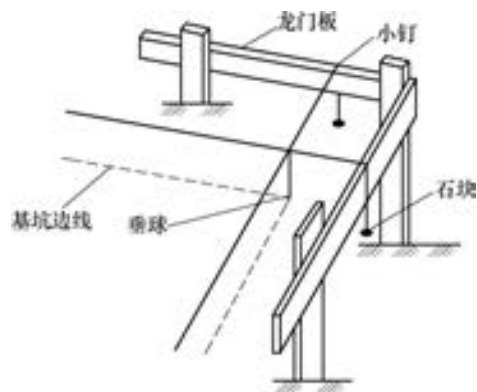


图 2-41 利用龙门板测设基础及基坑边线

第 3 章 市政道路工程

3.1 路基工程

3.1.1 路堑开挖

1. 路堑

低于原地面的挖方路基称为路堑。路堑的典型横断面图如图 3-1 所示。

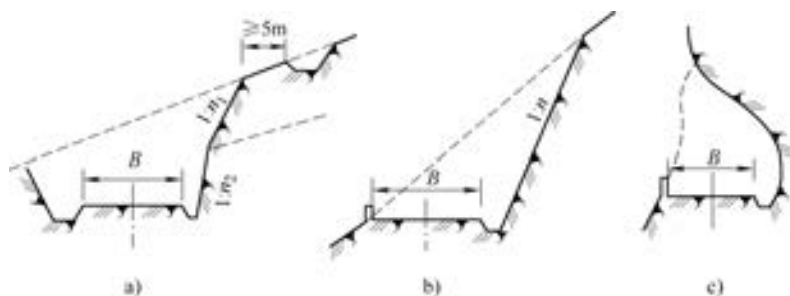


图 3-1 路堑的典型横断面图

a) 全断面路基 b) 台口式路基 c) 半山洞式路基
 B —路面宽度 n, n_1, n_2 —坡率

2. 路堑的开挖方法

路堑的开挖方法见表 3-1。

表 3-1 路堑的开挖方法

项 目	图 示	说 明
全断面 开挖		从路堑的一端或两端按照整个设计横断面的全宽沿路中线逐步向前开挖, 此种开挖方法适用于短而深的路堑
横挖法 单层横 挖法		


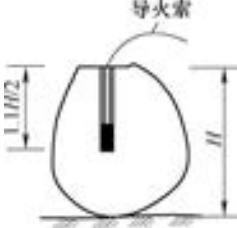
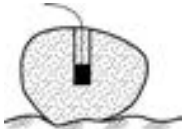
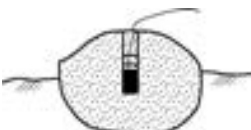

(续)

项 目	图 示	说 明
横挖法 多层横挖法	<p>1—第二台阶出土通道 2—临时排水沟</p>	<p>从路堑的一端或两端按照整个设计横断面的全宽沿路中线逐步向前开挖,此种开挖方法适用于短而深的路堑</p>
分层纵挖法	<p>图中数字表示工作面号数</p>	<p>是指沿路堑全宽以深度不大的纵向分层挖掘前进,这种施工方法适用于较长的路堑开挖</p>
纵挖法 通道纵挖法		<p>是指先沿路堑纵向挖一通道,然后开挖两旁,上层通道拓宽至路堑边坡后,再开挖下层通道</p>
分段纵挖法		<p>是指沿路堑纵向选择一个或几个适应处,将较薄一侧堑壁横向挖穿,使路堑分成两段或数段,各段再进行纵向开挖</p>
混合式开挖法	<p>图中数字表示工作面号数</p>	<p>是指将横挖法、通道纵挖法混合使用,即先顺路堑挖通道,然后沿横向坡面挖掘,以增加开挖坡面</p>

3. 爆破施工

爆破施工方法见表 3-2。

表 3-2 爆破施工方法

项 目	图 示	说 明
大块岩石爆破法	 <p>覆盖物 导火索 大块岩石</p>	裸露爆破法的装药量一般为炮孔装药量的 4.5 倍左右, 装药量为 $1.0\text{kg}/\text{m}^3$
	 <p>导火索</p> <p>$1.1H/2$ H</p>	炮孔装药量参考表 3-3
天然巨石爆破法		这是一种完全裸露在地面上的天然巨石, 一般情况下, 装药量为 $0.1\text{kg}/\text{m}^3$, 如果距建筑物较远, 其装药量为 $0.08\text{kg}/\text{m}^3$ 左右
		这是一种全部或部分埋入土中的天然巨石, 对于全部埋入土中的天然巨石, 其装药量为 $0.2\text{kg}/\text{m}^3$, 炮孔深度为 $1.2H/2$ (H 为巨石高度)
		这是一种裸露的碎巨石, 要求裸露药包应与碎巨石表面接触良好, 覆盖层的高度要大于裸露药包的高度, 起爆装置要装牢固, 这种爆破方法不适用于近城镇区

抛空爆破法炮孔装药量见表 3-3。

表 3-3 抛空爆破法炮孔装药量

大块岩石体积/ m^3	岩石高度 H/m	炮孔数量/个	炮孔深度 h/m	装药量/($\text{kg}/$ 每炮孔)
0.5	0.8	1	0.44	0.030
1.0	1.0	1	0.55	0.060
2.0	1.0	2	0.55	0.060

天然巨石爆破炮孔装药量见表 3-4、表 3-5。

表 3-4 裸露巨石爆破炮孔装药量

巨石体积/ m^3	巨石高度/ m	炮孔深度/ m	炮孔数量/个	装药量/($\text{kg}/$ 每个炮孔)
0.5	0.8	0.44	1	0.05
1.0	1.0	0.55	1	0.10
2.0	1.0	0.55	2	0.10

表 3-5 埋入土中巨石爆破炮孔装药量

巨石体积/m ³	巨石高度/m	埋土深度/m	炮孔深度/m	炮孔数量/个	装药量/(kg/每个炮孔)
1.0	1.0	0.5	0.6	1	0.15
1.0	1.0	1.0	0.6	1	0.20

注：1. 装药量的估算，必须考虑巨石埋入土中的深浅。

2. 为使巨石下面装药更加方便，可把巨石下面土中挖出的药室用 1/4 ~ 1/2 的炸药加以扩大。

按照岩石的断面形状和岩性特征，炮孔的排列和起爆顺序有以下四种，如图 3-2 所示。

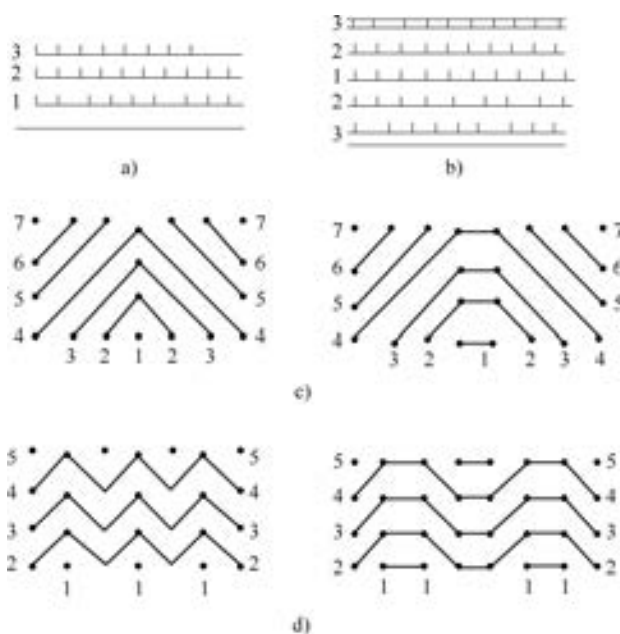


图 3-2 微差爆破各种爆破图

- a) 台阶坡面直排依次起爆法 b) 开挖边界线直排中心掏槽起爆法
c) V 形起爆网络 d) 波形起爆网络

4. 路堑边坡坡率

土质路堑边坡高度不大于 20m 时，边坡坡率应符合表 3-6 的规定。

表 3-6 土质路堑边坡坡率

土的类别		边坡坡率
粘土、粉质粘土、塑性指数大于 3 的粉土		1 : 1
中密以上的中砂、粗砂、砾砂		1 : 1.5
卵石土、碎石土、圆砾土、角砾土	胶结和密实	1 : 0.75
	中密	1 : 1

注：黄土、红粘土、高液限土、膨胀土等特殊土质挖方边坡形式及坡度应按有关规定确定。

岩质路堑边坡高度不大于 30m 时，无外倾软弱结构面的边坡坡率可按表 3-7 确定。

表 3-7 岩质路堑边坡坡率

边坡岩体类型	风化程度	边坡坡率	
		$H < 15\text{m}$	$15\text{m} \leq H < 30\text{m}$
I类	未风化、微风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3
	弱风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5
II类	未风化、微风化	1 : 0.1 ~ 1 : 0.3	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5
	弱风化	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5	1 : 0.5 ~ 1 : 0.75
III类	未风化、微风化	1 : 0.3 ~ 1 : 0.5	—
	弱风化	1 : 0.5 ~ 1 : 0.75	—
IV类	弱风化	1 : 0.5 ~ 1 : 1	—
	强风化	1 : 0.75 ~ 1 : 1	—

注：有可靠的资料和经验时，可不受本表限制；IV类强风化包括各类风化程度的极软岩。

路堑边坡稳定性验算时，其稳定系数应满足表 3-8 规定的安全系数要求。

表 3-8 路堑边坡安全系数

公路等级		路堑边坡安全系数
高速公路、一级公路	正常工况	1.20 ~ 1.30
	非正常工况 I	1.10 ~ 1.20
	非正常工况 II	1.05 ~ 1.10
二级及二级以下公路	正常工况	1.15 ~ 1.25
	非正常工况 I	1.05 ~ 1.15
	非正常工况 II	1.02 ~ 1.05

注：表中安全系数取值应与计算方法对应。

3.1.2 路堤填筑

1. 路堤的断面图

高于原地面的填方路基称为路堤，填方路基典型横断面图如图 3-3 所示。

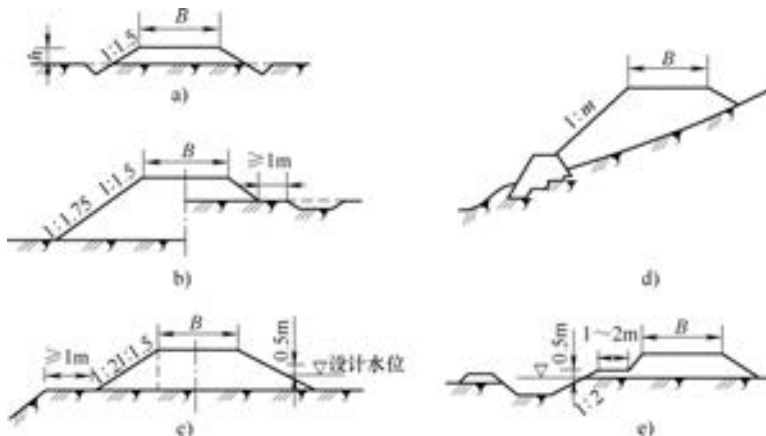


图 3-3 填方路基典型横断面图

a) 矮路堤 b) 一般路堤 c) 沿河路堤 d) 护脚路堤 e) 挖渠路堤

B —路面宽度 m —坡率

2. 路堤混合填筑法

路堤下层用竖向填筑，而上层用水平分层填筑，使上部填土经分层压实获得需要的压实度，如图3-4所示。

3. 路堤竖向填筑法

在深谷陡坡地段填筑路堤，因运土困难，不宜采用分层填筑法，即沿路中心线方向逐步向前深填，如图3-5所示。

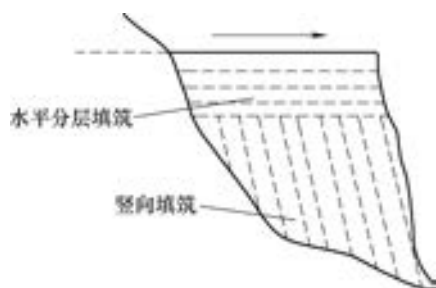


图3-4 混合填筑法

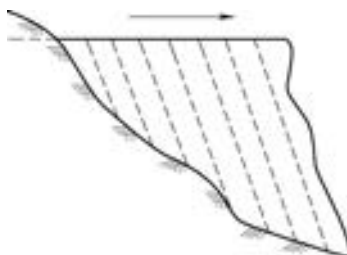


图3-5 竖向填筑法

4. 路堤分层填筑法

一般均可按水平分层填筑，如图3-6a所示。当采用推土机或铲运机自路堑取土填筑附近洼处的路堤，可按纵向分层填筑，如图3-6b所示。

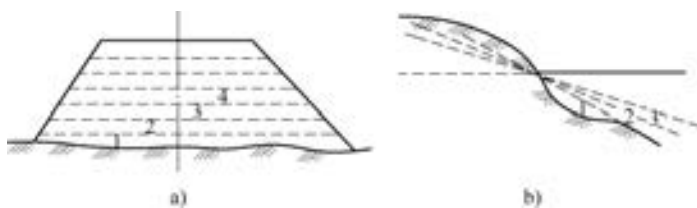


图3-6 分层填筑法

a) 水平分层填筑 b) 纵向分层填筑

注：图中数字为填筑顺序。

用不同土质填筑路堤的正确与错误方案如图3-7所示。

路基填料最小强度和最大粒径要求，应符合表3-9的规定。

表3-9 路基填料最小强度和最大粒径要求

填料应用部位（路面底 标高以下深度）/m		填料最小强度（CBR）（%）			填料最大粒径/mm
		高速公路一级公路	二级公路	三、四级公路	
路堤	上路床（0~0.30）	8	6	5	100
	下路床（0.30~0.80）	5	4	3	100
	上路堤（0.80~1.50）	4	3	3	150
	下路堤（>1.50）	3	2	2	150
零填及挖	（0~0.30）	8	6	5	100
方路基	（0.30~0.80）	5	4	3	100

注：1. 表列强度按《公路土工试验规程》（JTG E40—2007）规定的浸水96h的CBR试验方法测定。

2. 三、四级公路铺筑沥青混凝土和水泥混凝土路面时，应采用二级公路的规定。

3. 表中上、下路堤填料最大粒径150mm的规定不适用于填石路堤和土石路堤。

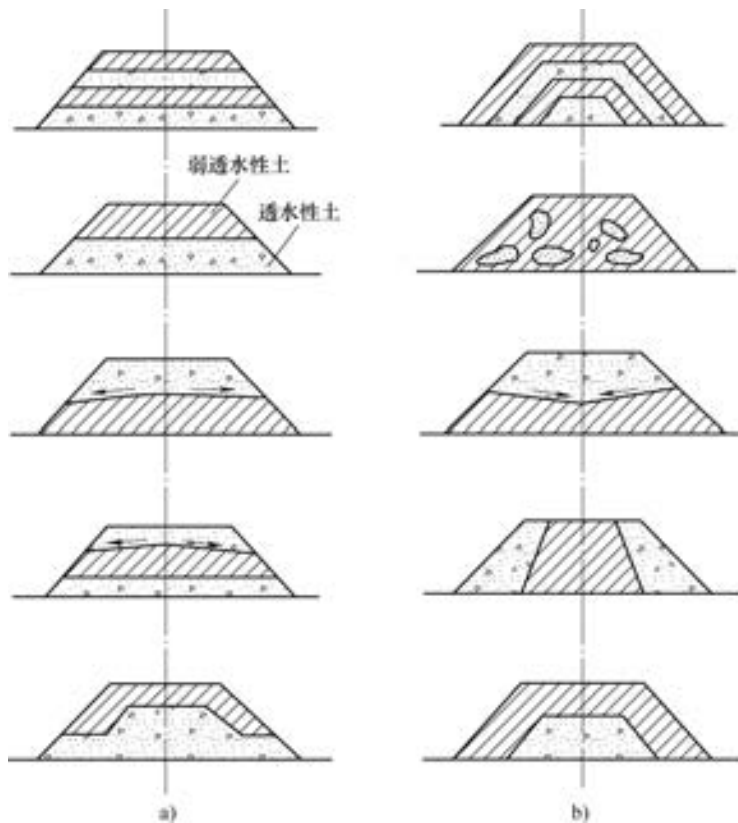


图 3-7 路堤分层填筑方案

a) 正确 b) 错误

根据石料饱和抗压强度指标，可按表 3-10 将填石料分为硬质岩石、中硬岩石、软质岩石。

表 3-10 岩石分类表

岩石类型	单轴饱和抗压强度/MPa	代表性岩石
硬质岩石	≥ 60	花岗石、闪长石、玄武石等岩浆岩类
中硬岩石	30 ~ 60	硅质、铁质胶结的砾石及砂石、石灰石、白云石等沉积岩类；片麻石、石英石、大理石、板石、片石等变质岩类
软质岩石	5 ~ 30	凝灰石等喷出岩类；泥砾石、泥质砂石、泥质页岩、泥石等沉积岩类；云母片石或千枚石等变质岩类

不同强度的石料，应分别采用不同的填筑层厚和压实控制标准。填石路堤的压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标，并符合表 3-11 ~ 表 3-13 的要求。

表 3-11 硬质石料压实质量控制标准

分区	路面底面以下深度/m	摊铺层厚/mm	最大粒径/mm	压实干密度/(kN/m^3)	孔隙率(%)
上路堤	0.80 ~ 1.50	≤ 400	小于层厚 2/3	由试验确定	≤ 23
下路堤	> 1.50	≤ 600	小于层厚 2/3	由试验确定	≤ 25

表 3-12 中硬石料压实质量控制标准

分 区	路面底面以下深度/m	摊铺层厚/mm	最大粒径/mm	压实干密度/(kN/m ³)
上路堤	0.80 ~ 1.50	≤400	小于层厚 2/3	由试验确定
下路堤	> 1.50	≤500	小于层厚 2/3	由试验确定

表 3-13 软质石料压实质量控制标准

分 区	路面底面以下深度/m	摊铺层厚/mm	最大粒径/mm	压实干密度/(kN/m ³)
上路堤	0.80 ~ 1.50	≤300	小于层厚	由试验确定
下路堤	> 1.50	≤400	小于层厚	由试验确定

路堤填筑至设计标高并整修完成后，其施工质量应符合表 3-14 的规定。

表 3-14 土质路堤施工质量标准

序号	检查项目	允许偏差			检查方法或频率
		高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路	
1	路基压实度	符合规定	符合规定	符合规定	施工记录
2	弯沉	不大于设计值	不大于设计值	不大于设计值	—
3	纵断高程/mm	+10, -15	+10, -20	+10, -20	每 200m 测 4 个断面
4	中线偏位/mm	50	100	100	每 200m 测 4 点弯道加 HY、YH 两点
5	宽度	不小于设计值	不小于设计值	不小于设计值	每 200m 测 4 处
6	平整度/mm	15	20	20	3m 直尺；每 200m 测 2 处 × 10 尺
7	横坡 (%)	±0.3	±0.5	±0.5	每 200m 测 4 个断面
8	边坡坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	不陡于设计坡度	每 200m 抽查 4 处

填石路堤填筑至设计标高并整修完成后，其施工质量应符合表 3-15 的规定。

表 3-15 填石路堤施工质量标准

项次	检测项目	允许偏差		检查方法或频率
		高速公路、一级公路	其他公路	
1	压实度	符合试验路确定的施工工艺		施工记录
		沉降差 ≤ 试验路确定的沉降差		水准仪；每 40m 检测一个断面，每个断面检测 5 ~ 9 点
2	纵面高程/mm	+10, -20	+10, -30	水准仪；每 200m 测 4 个断面
3	弯沉	不大于设计值		—
4	中线偏位/mm	50	100	经纬仪；每 200m 测 4 点 弯道加 HY、YH 两点
5	宽度	不小于设计值		米尺；每 200m 测 4 处
6	平整度/mm	20	30	3m 直尺；每 200m 测 4 点 × 10 尺
7	横坡 (%)	±0.3	±0.5	水准仪；每 200m 测 4 个断面
8	边坡	不陡于设计值		每 200m 抽查 4 处
		平顺度符合设计要求		

EPS 路堤质量应符合表 3-16 的规定。

表 3-16 EPS 路堤质量标准

序号	检测项目	允许偏差	检查方法及频率	
1	EPS 块体尺寸	长度	卷尺丈量, 抽样频率: <2000m ³ 抽检 2 块; 2000~5000m ³ 抽检 3 块; 5000~10000m ³ 抽检 4 块; ≥10000m ³ 每 2000 m ³ 抽检 1 块	
		宽度		1/100
		厚度		1/100
2	EPS 块体密度	≥设计值	天平, 抽样频率同序号 1	
3	基底压实度	≥设计值	环刀法或灌砂法, 每 1000m ² 检测 2 点	
4	垫层平整度/mm	10	3m 直尺, 每 20m 检查 3 点	
5	EPS 块体之间平整度/mm	20	3m 直尺, 每 20m 检查 3 点	
6	EPS 块体之间缝隙、错台/mm	10	卷尺丈量, 每 20m 检查 1 点	
7	EPS 块体路堤顶面横坡/(%)	±0.5	水准仪, 每 20m 检查 6 点	
8	护坡宽度	≥设计值	卷尺丈量, 每 40m 检查 1 点	
9	钢筋混凝土板厚度/mm	+10, -5	卷尺丈量, 量板边, 每块 2 点	
10	钢筋混凝土板宽度/mm	20	卷尺丈量, 每 100m 检查 2 点	
11	钢筋混凝土板强度	符合设计要求	抗压试验, 每工作台班留 2 组试件	
12	钢筋网间距/mm	±10	卷尺丈量	

注: 路线曲线部分的 EPS 块体缝隙不得大于 50mm。

3.1.3 路基压实

1. 填挖路基基本形式

填挖结合路基的基本形式如图 3-8 所示。

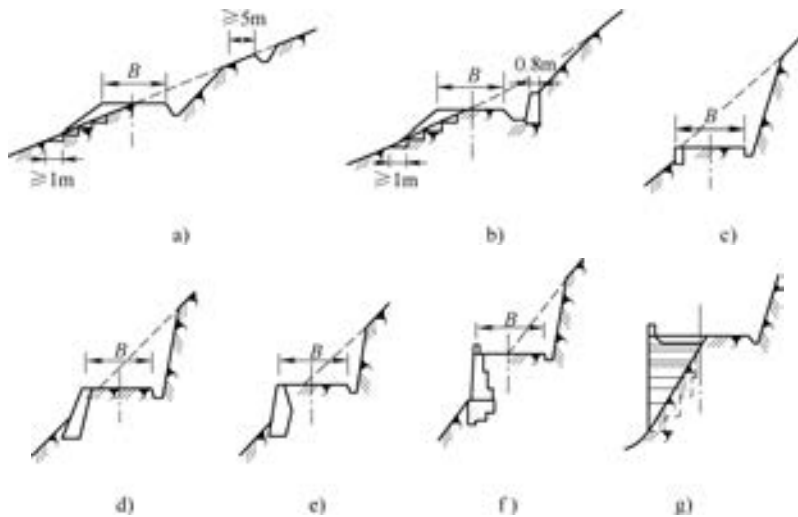


图 3-8 填挖结合路基的基本形式

a) 一般路基 b) 矮挡墙路基 c) 护肩路基 d) 砌石路基 e) 护墙路基 f) 挡墙路基 g) 半山桥路基

原地面与路基标高基本相同, 构成零填零挖的路面横断面形式。零填零挖路基横断面的基本形式如图 3-9 所示。

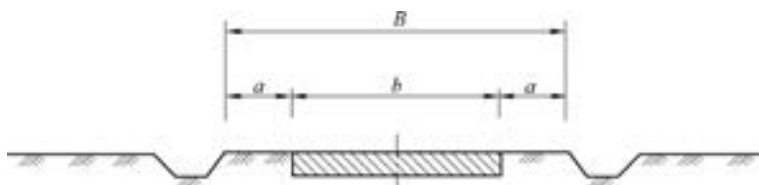


图 3-9 零填零挖路基横断面的基本形式

B —路基宽度 a —路肩宽度 b —路面宽度

2. 对压实效果的影响

不同压实功能下的压实曲线如图 3-10 所示。不同的土质，其压实效果不同，如图 3-11 所示，不同的土质具有不同的最佳含水量及最大干密度。

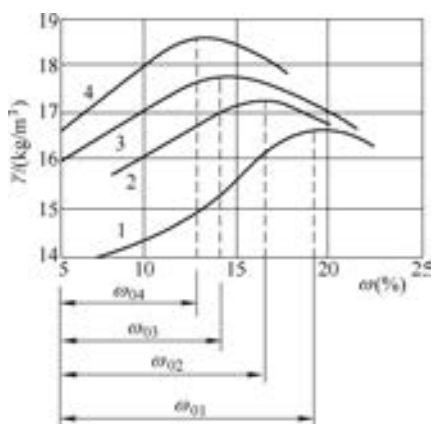


图 3-10 不同压实功能下的压实曲线

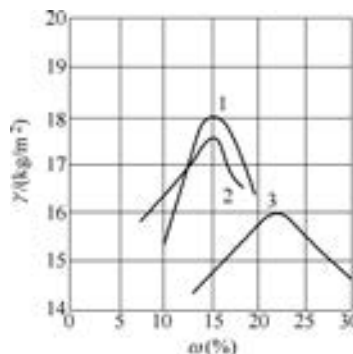


图 3-11 不同土质的压实曲线

3. 路基压实质量标准

土质路基压实度应符合表 3-17 的规定。填石路堤上、下路堤的压实质量标准见表 3-18。

表 3-17 土质路基压实度标准

填挖类型		路床顶面以下深度/m	压实度 (%)		
			高速公路、一级公路	二级公路	三、四级公路
路堤	上路床	0 ~ 0.30	≥96	≥95	≥94
	下路床	0.30 ~ 0.80	≥96	≥95	≥94
	上路堤	0.80 ~ 1.50	≥94	≥94	≥93
	下路堤	> 1.50	≥93	≥92	≥90
零填及挖方路基		0 ~ 0.30	≥96	≥95	≥94
		0.30 ~ 0.80	≥96	≥95	—

注：1. 表列压实度以《公路土工试验规程》(JTG E40—2007) 重型击实试验法为准。

2. 三、四级公路铺筑水泥混凝土路面或沥青混凝土路面时，其压实度应采用二级公路的规定值。

3. 路堤采用特殊填料或处于特殊气候地区时，压实度标准根据试验路在保证路基强度要求的前提下可适当降低。

4. 特别干旱地区的压实度标准可降低 2% ~ 3%。

表 3-18 填石路堤上、下路堤压实质量标准

分区	路面底面以下深度/m	硬质石料孔隙率 (%)	中硬石料孔隙率 (%)	软质石料孔隙率 (%)
上路堤	0.8 ~ 1.50	≤23	≤22	≤20
下路堤	> 1.50	≤25	≤24	≤22

粉煤灰路堤压实度应符合表 3-19 的规定。

表 3-19 粉煤灰路堤压实度标准

填料应用部位 (路床顶面以下深度) /m		压实度 (%)	
		二级及二级以上公路	其他等级公路
上路床	0.0 ~ 0.30	≥95	≥93
下路床	0.30 ~ 0.80	≥93	≥90
上路堤	0.80 ~ 1.50	≥92	≥87
下路堤	>1.50	≥90	≥87

注：1. 表列压实度以《公路土工试验规程》(JTG E40—2007) 重型击实试验法为准。

2. 特别干旱或潮湿地区的压实度标准可降低 1% ~ 2%。

3. 包边土和顶面封层压实度应符合土质路基压实度标准的规定。

3.1.4 路基基底加固与防护

1. 路基基底加固

泥沼、软土路基基底加固法见表 3-20。

表 3-20 泥沼、软土路基基底加固法

方 法	图 示	方 法	图 示
换填		砂垫层	
抛石挤淤		木(柴)排及反铺搭头法	
反压护道		摊铺土工布	
设置砂井		竖向塑料排水管	

2. 路基防护

如图 3-12、图 3-13 所示分别为用于破碎岩质路堑边坡的护面墙及有水流冲刷路堤边坡的石砌护坡。表 3-21 为护面墙尺寸。



图 3-12 护面墙

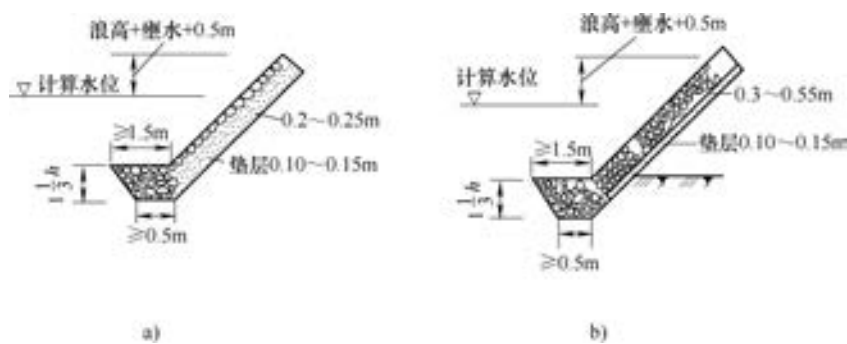


图 3-13 石砌护坡

表 3-21 护面墙尺寸

护面墙高度 H/m	路堑边坡	护面墙厚度/ m	
		顶宽 b	底宽 d
$H \leq 2$	1 : 0.5	0.40	0.40
$6 < H \leq 10$	1 : 0.5 ~ 1 : 0.75	0.40	$0.40 + 0.05H$
$H \leq 6$	陡于 1 : 0.5	0.40	$0.40 + 0.10H$
$10 < H < 15$	1 : 0.75 ~ 1 : 1	0.60	$0.60 + 0.50H$

如图 3-14 所示为重力式挡土墙断面形式图。

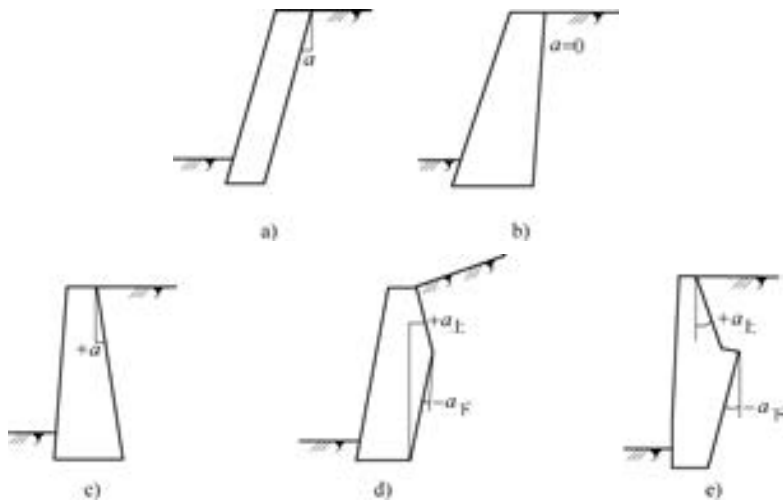


图 3-14 重力式挡土墙断面形式图

a) 仰斜 b) 垂直 c) 俯斜 d) 凸形折线式 e) 衡重式

3.2 路面工程

3.2.1 一般规定

设计年限应符合表 3-22 规定。

表 3-22 路面设计年限标准表

道路等级	路面类型		
	沥青路面	水泥混凝土路面	砌块路面
快速路	15 年	30 年	—
主干路	15 年	30 年	—
次干路	10 年	20 年	(10 年) 20 年
支路	10 年	20 年	

路面设计应以双轮组单轴载 100kN 为标准轴载，以 BZZ-100 表示。标准轴载的计算参数应符合表 3-23 的规定。

表 3-23 标准轴载计算参数

标准轴载	BZZ-100
标准轴载 $P/(kN)$	100
轮胎接地压强 $p/(MPa)$	0.70
单轮传压面当量圆直径 d/cm	21.30
两轮中心距/cm	1.5d

路面交通强度等级可根据累计标准轴次 N_e (万次/车道) 或日平均汽车交通量 (辆/日), 按表 3-24 的规定划分为四个等级。

表 3-24 路面交通强度等级

交通等级	沥青路面	水泥混凝土路面
	累计当量轴次 N_e /(万次/车道)	累计当量轴次 N_e /(万次/车道)
轻	<400	<3
中	400 ~ 1200	3 ~ 100
重	1200 ~ 2500	100 ~ 2000
特重	>2500	>2000

在冰冻地区, 沥青路面总厚度不应小于表 3-25 规定的最小防冻厚度。

表 3-25 沥青路面最小防冻厚度

(单位: cm)

路基类型	道路冻深	粘性土、细亚砂土路床			粉性土路床		
		砂石类	稳定土类	工业废料类	砂石类	稳定土类	工业废料类
中湿	50 ~ 100	40 ~ 45	35 ~ 40	30 ~ 35	45 ~ 50	40 ~ 45	30 ~ 40
	100 ~ 150	45 ~ 50	40 ~ 45	35 ~ 40	50 ~ 60	45 ~ 50	40 ~ 45
	150 ~ 200	50 ~ 60	45 ~ 55	40 ~ 50	60 ~ 70	50 ~ 60	45 ~ 50
	>200	60 ~ 70	55 ~ 65	50 ~ 55	70 ~ 75	60 ~ 70	50 ~ 65
潮湿	60 ~ 100	45 ~ 55	40 ~ 50	35 ~ 45	50 ~ 60	45 ~ 55	40 ~ 50
	100 ~ 150	55 ~ 60	50 ~ 55	45 ~ 50	60 ~ 70	55 ~ 65	50 ~ 60
	150 ~ 200	60 ~ 70	55 ~ 65	50 ~ 55	70 ~ 80	65 ~ 70	60 ~ 65
	>200	70 ~ 80	65 ~ 75	55 ~ 70	80 ~ 100	70 ~ 90	65 ~ 80

注: 1. 对潮湿系数小于 0.5 的地区, II、III、IV 等干旱地区防冻厚度应比表中值减少 15% ~ 20%。

2. 对 II 区砂性土路基防冻厚度应相应减少 5% ~ 10%。

水泥混凝土路面总厚度不应小于表 3-26、表 3-27 规定的最小防冻厚度。

表 3-26 水泥混凝土路面最小防冻厚度

路基类型	路基土质	当地最大冰冻深度/m			
		0.50 ~ 1.00	1.01 ~ 1.50	1.51 ~ 2.00	>2.00
中湿	低、中、高液限粘土	0.30 ~ 0.50	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.95
	粉土, 粉质低、中液限粘土	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.85	0.70 ~ 1.10
潮湿	低、中、高液限粘土	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.90	0.75 ~ 1.20
	粉土, 粉质低、中液限粘土	0.45 ~ 0.70	0.55 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00	0.80 ~ 1.30

注: 1. 冻深小或填方路段, 或者基、垫层为隔湿性能良好的材料, 可采用低值; 冻深大或挖方及地下水位高的路段, 或者基、垫层为隔湿性能较差的材料, 应采用高值。

2. 冻深小于 0.50m 的地区, 一般不考虑结构层防冻厚度。

表 3-27 水泥混凝土路面最小防冻厚度

(单位: m)

路基干湿类型	路基土质	当地最大冰冻深度/m			
		0.50 ~ 1.00	1.01 ~ 1.50	1.50 ~ 2.00	> 2.00
中湿路基	易冻胀土	0.30 ~ 0.50	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.95
	很易冻胀土	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.85	0.70 ~ 1.10
潮湿路基	易冻胀土	0.40 ~ 0.60	0.50 ~ 0.70	0.60 ~ 0.90	0.75 ~ 1.20
	很易冻胀土	0.45 ~ 0.70	0.55 ~ 0.80	0.70 ~ 1.00	0.80 ~ 1.30

注: 1. 易冻胀土——细粒土质砾 (GM、GC)、除极细粉土质砂外的细粒土质砂 (SM、SC)、塑性指数小于 12 的蒙古质土 (CL、CH)。

2. 很易冻胀土——粉质土 (ML、MH)、极细粉土质砂 (SM)、塑性指数在 12 ~ 22 之间的粘质土 (CL)。

3. 冻深小或填方路段, 或基、垫层采用保温性能良好的材料, 可采用低值; 冻深大或挖方及地下水位高的路段, 或基、垫层采用保温性能稍差的材料, 应采用高值。

4. 冻深小于 0.50m 的地区, 可不考虑结构层防冻厚度。

次干路、支路、非机动车道、人行道及步行街应符合表 3-28 的要求。

表 3-28 水泥混凝土面层的表面构造深度要求

(单位: mm)

道路等级	快速路、主干路	次干路、支路
一般路段	0.70 ~ 1.10	0.50 ~ 0.90
特殊路段	0.80 ~ 1.20	0.60 ~ 1.00

注: 1. 对于快速路和主干路特殊路段是指立交、平交或变速车道等处, 对于次干路、支路特殊路段是指急弯、陡坡、交叉口或集镇附近。

2. 年降雨量 600mm 以下的地区, 表列数值可适当降低。

3. 非机动车道、人行道及步行街可参照执行。

各类半刚性材料的压实度和 7d 龄期无侧限抗压强度代表值应符合表 3-29 的规定。

表 3-29 泥稳定类材料的压实度及 7d 龄期抗压强度

层位	稳定类型	特重交通		重、中交通		轻交通	
		压实度 (%)	抗压强度/MPa	压实度 (%)	抗压强度/MPa	压实度 (%)	抗压强度/MPa
上基层	骨料	≥98	3.5 ~ 4.5	≥98	3 ~ 4	≥97	2.5 ~ 3.5
	细粒土	—	—	—	—	≥96	
下基层	骨料	≥97	≥2.5	≥97	≥2.0	≥96	≥1.5
	细料土	≥96		≥96		≥95	

水泥粉煤灰稳定类材料的压实度和 7d 龄期的无侧限抗压强度代表值应符合表 3-30 的要求。

表 3-30 水泥粉煤灰稳定类材料的压实度及 7d 龄期抗压强度

层位	类别	特重、重、中交通		轻交通	
		压实度 (%)	抗压强度/MPa	压实度 (%)	抗压强度/MPa
上基层	骨料	≥98	1.5 ~ 3.5	≥97	1.2 ~ 1.5
下基层	骨料	≥97	≥1.0	≥96	≥0.6

石灰粉煤灰稳定类材料的压实度和7d龄期的无侧限抗压强度代表值应符合表3-31的要求。

表 3-31 石灰粉煤灰稳定类材料的压实度及7d龄期抗压强度

层位	稳定类型	特重、重、中交通		轻交通	
		压实度 (%)	抗压强度/MPa	压实度 (%)	抗压强度/MPa
上基层	骨料	≥98	≥0.8	≥97	≥0.6
	细粒土	—	—	≥96	
下基层	骨料	≥97	≥0.6	≥96	≥0.5
	细料土	≥96		≥95	

石灰稳定类材料的压实度和7d龄期的无侧限抗压强度代表值应符合表3-32的要求。

表 3-32 石灰稳定类材料的压实度及7d龄期无侧限抗压强度

层位	类别	重、中交通		轻交通	
		压实度 (%)	抗压强度/MPa	压实度 (%)	抗压强度/MPa
上基层	骨料	—	—	≥97	≥0.8
	细粒土	—		≥95	
下基层	骨料	≥97	≥0.8	≥96	≥0.7
	细料土	≥95		≥95	

注：1. 在低塑性土（塑性指数小于10）地区，石灰稳定砂砾土和碎石土的7d抗压强度应大于0.5MPa。

2. 低限于塑性指数小于10的土，高限于塑性指数大于10的土。

3. 次干路，压实机具有困难时压实度可降低1%。

贫混凝土基层材料的强度要求应符合表3-33的规定。

表 3-33 贫混凝土基层材料的强度要求 (单位：MPa)

试验项目	特重、重交通	中交通
28d龄期抗弯拉强度	2.5~3.5	2.0~3.0
28d龄期抗压强度	12~20	9~16
7d龄期抗压强度	9~15	7~12

多孔混凝土基层材料的强度要求应符合表3-34的规定。

表 3-34 多孔混凝土基层材料的强度要求 (单位：MPa)

设计强度	交通等级	
	特重	重
7d龄期抗压强度	5~8	3~5
28d龄期抗弯拉强度	1.5~2.5	1.0~2.0

密级配沥青稳定碎石（ATB）、半开级配沥青碎石（AM）和开级配沥青稳定碎石（ATPB）混合料配合比设计技术要求应符合表3-35的规定。

表 3-35 沥青稳定碎石马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单位	密级配沥青稳定碎石 (ATB)		半开级配沥青碎石 (AM)	开级配沥青稳定碎石 (ATPB)
		26.5	≥31.5	≥26.5	≥26.5
公称最大粒径	mm	26.5	≥31.5	≥26.5	≥26.5
马歇尔试件尺寸	mm	φ101.6×63.5	φ152.4×95.3	φ152.4×95.3	φ152.4×95.3
击实次数 (双面)	次	75	112	112	75
空隙率 ^①	%	3~6		12~18	>18
稳定度	kN	≥7.5	≥15	—	—
流值	mm	1.5~4	实测	—	—
沥青饱和度	%	55~70		—	—
沥青膜厚度	μm	—		>12	—
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失	%	—		≤0.2	—
肯塔堡飞散试验的混合料损失或浸水飞散试验	%	—		≤20	—
密级配基层 ATB 的矿料空隙率不小于 (%)	设计空隙率 (%)	ATB-40	ATB-30	ATB-25	
	4	11	11.5	12	
	5	12	12.5	13	
	6	13	13.5	14	

① 在干旱地区, 可将密级配沥青稳定碎石基层的空隙率适当放宽到 8%。

使用乳化沥青、泡沫沥青的冷再生混合料技术要求应符合表 3-36 的规定。

表 3-36 乳化沥青、泡沫沥青冷再生混合料的技术要求

试验项目		乳化沥青	泡沫沥青
空隙率 (%)		9~14	—
15℃ 劈裂试验	劈裂强度/MPa	≥0.4	≥0.4
	干湿劈裂强度比 (%)	≥75	≥75
40℃ 马歇尔试验	马歇尔稳定度/kN	≥5.0	≥5.0
	浸水马歇尔残留稳定度 (%)	≥75	≥75
冻融劈裂强度比 (%)		≥70	≥70

注: 任选劈裂试验和马歇尔试验之一作为设计要求, 推荐使用劈裂试验。

使用无机结合料稳定旧路面沥青混合料技术要求应符合表 3-37 的规定。




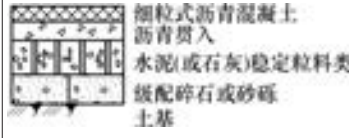
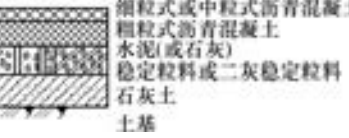


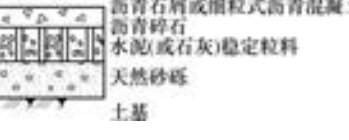
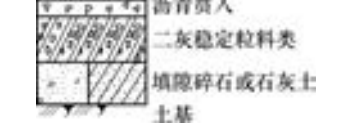




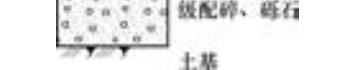
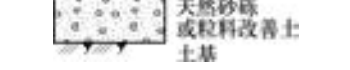
表 3-37 无机结合料稳定旧路面沥青混合料技术要求

试验项目		水 泥		石 灰	
		特重、重	中、轻	重	中、轻
7d 龄期抗压强度/MPa	上基层	3.0~5.0	2.5~3.0	—	≥0.8
	下基层	1.5~2.5	1.5~2.0	≥0.8	0.5~0.7

3.2.2 路面形式与结构


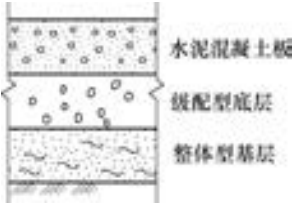

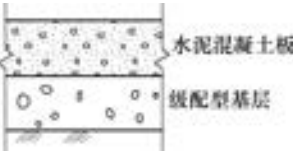
各级公路推荐的路面结构组合形式见表 3-38。

表 3-38 各级公路推荐的路面结构组合形式

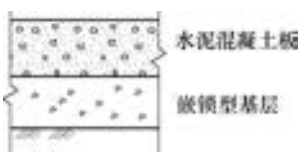
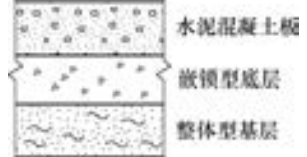
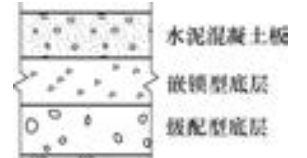
		结构图式				
高速公路		中粒式沥青混凝土 粗粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料类 级配碎石或砂砾 土基		中粒式沥青混凝土 粗粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料类 石灰土 土基		细粒式沥青碎石 中粒式沥青混凝土 沥青碎石 二灰稳定粒料类 二灰、二灰土、或石灰土 土基
	一级公路		细粒式沥青混凝土 沥青贯入 水泥(或石灰)稳定粒料类 级配碎石或砂砾 土基		细粒式或中粒式沥青混凝土 细粒式沥青混凝土 水泥(或石灰) 稳定粒料或二灰稳定粒料 石灰土 土基	
二级公路		沥青上拌下贯 下封层(多雨地区) 泥灰结碎石 石灰土 土基		沥青石屑或细粒式沥青混凝土 沥青碎石 水泥(或石灰)稳定粒料 天然砂砾 土基		沥青贯入 二灰稳定粒料类 填隙碎石或石灰土 土基
	三级公路		沥青表面处治 泥灰结碎、砾石 或级配碎、砾石掺灰 天然砂砾 土基		沥青表面处治 水泥(或石灰)稳定粒料 或级配碎、砾石 天然砂砾或石灰土 土基	
四级公路		泥结碎石 土基		级配碎、砾石 土基		天然砂砾 或粒料改善土 土基

刚性路面结构组合见表 3-39。

表 3-39 刚性路面结构组合

序号	结构组合图式	序号	结构组合图式
1		3	
2		4	

(续)

序号	结构组合图式	序号	结构组合图式
5	 <p>水泥混凝土板 嵌锁型基层</p>	7	 <p>水泥混凝土板 嵌锁型基层 整体型基层</p>
6	 <p>水泥混凝土板 嵌锁型基层 级配型基层</p>		

柔性路面结构层组成与名称如图 3-15 所示。

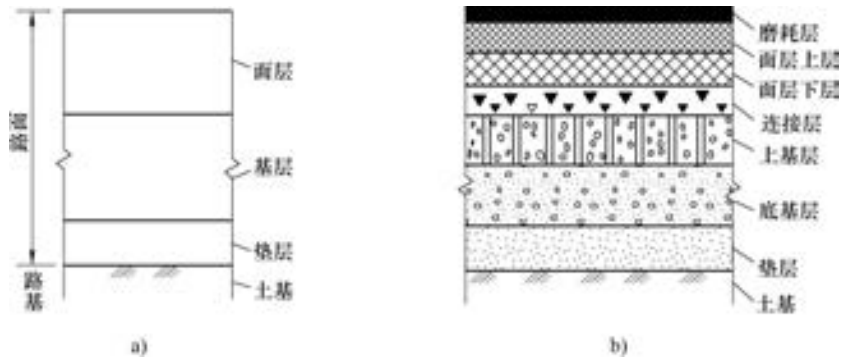


图 3-15 柔性路面结构层组成与名称

3.2.3 砌块路面

(1) 混凝土预制砌块加工尺寸与外观质量允许偏差应符合表 3-40 的规定。

表 3-40 砌块加工尺寸与外观质量允许偏差

项 目	单 位	允 许 偏 差
长度、宽度	mm	±2.0
厚度		±3.0
厚度差 ^①		≤3.0
平整度		≤2.0
垂直度		≤2.0
正面粘皮及缺损的最大投影尺寸		≤5
缺棱掉角的最大投影尺寸		≤10
裂纹	非贯穿裂纹最大投影尺寸	≤10
	贯穿裂纹	不允许
分层	—	不允许
色差、杂色	—	不明显

① 同一砌块的厚度差。

(2) 普通型混凝土砌块的强度应符合表 3-41 的规定。当砌块边长与厚度比小于 5 时应以抗压强度控制,边长与厚度比不小于 5 时应以抗折强度控制。联锁型混凝土砌块的强度应符合表 3-42 的规定。

表 3-41 普通型混凝土砌块的强度

道路类型	抗压强度/MPa		抗折强度/MPa	
	平均最小值	单块最小值	平均最小值	单块最小值
支路、广场、停车场	40	35	4.5	3.7
人行道、步行街	30	25	4.0	3.2

表 3-42 联锁型混凝土砌块的强度

道路类型	抗压强度/MPa	
	平均最小值	单块最小值
支路、广场、停车场	50	42
人行道、步行街	40	35

(3) 联锁型混凝土砌块最小厚度应符合表 3-43 的规定。

表 3-43 联锁型混凝土砌块最小厚度

道路类型	最小厚度/mm
大型停车场	100
支路、广场、停车场	80
人行道、步行街	60

(4) 人行道和步行街宜采用普通型混凝土砌块,普通型混凝土砌块最小厚度应符合表 3-44 的规定。

表 3-44 普通型混凝土砌块最小厚度

道路类型	常用尺寸/mm			
	250×250	300×300	100×200	200×300
支路、广场、停车场	100	120	80	100
人行道、步行街	50	60	50	60

(5) 预制混凝土砌块面层允许偏差应符合表 3-45 的规定。

表 3-45 预制混凝土砌块面层允许偏差

项目	允许偏差	检测频率		检测方法
		范围	点数	
纵断高程/mm	±15	20m	1	用水准仪测量
平整度/mm	≤5	20m	1	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺,取较大值
宽度/mm	不小于设计规定	40m	1	用钢尺量
横坡(%)	±0.3%且不反坡	20m	1	用水准仪测量

(续)

项 目	允许偏差	检测频率		检测方法
		范围	点数	
井框与路面高差	≤4	每座	1	十字法, 用直尺和塞尺量最大值
相邻块高差/mm	≤3	20m	1	用钢板尺量
纵横缝直顺度/mm	≤5	20m	1	用20m线和钢尺量
缝宽/mm	+3 -2	20m	1	用钢尺量

3.2.4 沥青路面

1. 沥青混合料面层

(1) 热拌沥青混合料 (HMA) 面层

1) 热拌沥青混合料的施工工艺流程如图 3-16 所示。

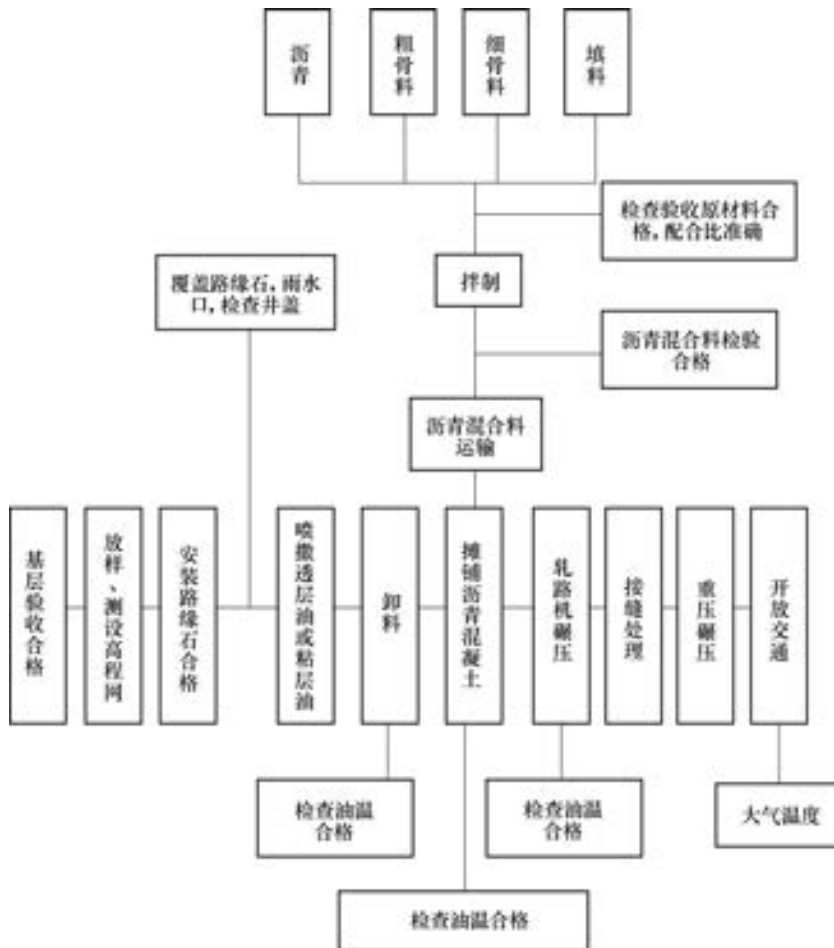


图 3-16 热拌沥青混合料的施工工艺流程

2) 热拌沥青混合料 (HMA) 的种类按骨料公称最大粒径、矿料级配、空隙率划分见表 3-46。

表 3-46 热拌沥青混合料种类

混合料类型	密级配			开级配		半开级配	公称最大粒径/mm	最大粒径/mm
	连续级配		间断级配	间断级配		沥青碎石		
	沥青混凝土	沥青稳定碎石	沥青玛脂碎石	排水式沥青磨耗层	排水式沥青碎石基层			
特粗式	—	ATB-40	—	—	ATPB-40	—	37.5	53.0
粗粒式	—	ATB-30	—	—	ATPB-30	—	31.5	37.5
	AC-25	ATB-25	—	—	ATPB-25	—	26.5	31.5
中粒式	AC-20	—	SMA-20	—	—	AM-20	19.0	26.5
	AC-16	—	SMA-16	OGFC-16	—	AM-16	16.0	19.0
细粒式	AC-13	—	SMA-13	OGFC-13	—	AM-13	13.2	16.0
	AC-10	—	SMA-10	OGFC-10	—	AM-10	9.5	13.2
砂粒式	AC-5	—	—	—	—	—	4.75	9.5
设计空隙率 (%)	3~5	3~6	3~4	>18	>18	6~12	—	—

注：设计空隙率可按配合比设计要求适当调整。

3) 沥青混合料面层的类型应按表 3-47 确定。

表 3-47 沥青混合料面层的类型

筛孔系列	结构层次	城市快速路、主干路		次干路及以下道路	
		三层式沥青混凝土	两层式沥青混凝土	沥青混凝土	沥青碎石
方孔筛系列	上面层	AC-13/SMA-13	AC-13	AC-5	AM-5
		AC-16/SMA-16	AC-16	AC-10	AM-10
		AC-20/SMA-20	—	AC-13	—
	中面层	AC-20	—	—	—
		AC-25	—	—	—
	下面层	AC-25	AC-20	AC-25	AM-25
AC-30		AC-25	AC-30	AM-30	
—		AC-30	AM-25	AM-40	

4) 普通沥青混合料搅拌及压实温度宜通过在 135~175℃ 条件下测定的粘度-温度曲线, 按表 3-48 确定。

表 3-48 沥青混合料搅拌及压实时适宜温度相应的粘度

粘 度	适宜于搅拌的沥青混合料粘度	适宜于压实的沥青混合料粘度
表观粘度	(0.17 ± 0.02) Pa·s	(0.28 ± 0.03) Pa·s
运动粘度	(170 ± 20) mm ² /s	(280 ± 30) mm ² /s
赛波特粘度	(85 ± 10) s	(140 ± 15) s

5) 缺乏粘温曲线数据时,可参照表 3-49 的规定,结合实际情况确定混合料的搅拌及施工温度。

表 3-49 热拌沥青混合料的搅拌及施工温度

(单位:℃)

施工工序		石油沥青的强度等级			
		50 号	70 号	90 号	110 号
沥青加热温度		160 ~ 170	155 ~ 165	150 ~ 160	145 ~ 155
矿料加热温度	间隙式搅拌机	骨料加热温度比沥青温度高 10 ~ 30			
	连续式搅拌机	矿料加热温度比沥青温度高 5 ~ 10			
沥青混合料出料温度		150 ~ 170	145 ~ 165	140 ~ 160	135 ~ 155
混合料贮料仓贮存温度		贮料过程中温度降低不超过 10			
混合料废弃温度, 高于		200	195	190	185
运输到现场温度		145 ~ 165	140 ~ 155	135 ~ 145	130 ~ 140
混合料摊铺温度, 不低于 ^①		140 ~ 160	135 ~ 150	130 ~ 140	125 ~ 135
开始碾压的混合料内部温度, 不低于 ^①		135 ~ 150	130 ~ 145	125 ~ 135	120 ~ 130
碾压终了的表面温度, 不低于 ^②		75 ~ 85	70 ~ 80	65 ~ 75	55 ~ 70
		75	70	60	55
开放交通的路表面温度, 不高于		50	50	50	45

① 常温下宜用低值, 低温下宜用高值。

② 视压路机类型而定。轮胎压路机取高值, 振动压路机取低值。

注: 1. 沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当红外线温度计测量表面温度时, 应进行标定。

2. 表中未列入的 130 号、160 号及 30 号沥青的施工温度由试验确定。

6) 聚合物改性沥青混合料的施工温度根据实践经验并参照表 3-50 选择。

表 3-50 聚合物改性沥青混合料的正常施工温度范围

(单位:℃)

工 序	聚合物改性沥青品种		
	SRS 类	SBR 胶乳类	EVA、PE 类
沥青加热温度	160 ~ 165		
改性沥青现场制作温度	165 ~ 170	—	165 ~ 170
成品改性沥青加热温度, 不大于	175	—	175
骨料加热温度	190 ~ 220	200 ~ 210	185 ~ 195
改性沥青 SMA 混合料出厂温度	170 ~ 185	160 ~ 180	165 ~ 180
混合料最高温度 (废弃温度)	195		
混合料贮存温度	拌和出料后降低不超过 10		
摊铺温度, 不低于	160		
初压开始温度, 不低于	150		
碾压终了的表面温度, 不低于	90		
开放交通时的路表温度, 不高于	50		

注: 1. 沥青混合料的施工温度采用具有金属探测针的插入式数显温度计测量。表面温度可采用表面接触式温度计测定。当红外线温度计测量表面温度时, 应进行标定。

2. 当采用表列以外的聚合物或天然改性沥青时, 施工温度由试验确定。

7) 沥青混合料的矿料级配应符合工程设计规定的级配范围。密级配沥青混合料宜根据公路等级、气候及交通条件按表 3-51 选择采用粗型 (C 型) 或细型 (F 型) 混合料, 并在表 3-52 范围内确定工程设计级配范围, 通常情况下工程设计级配范围不宜超出表 3-52 的要求。其他类型的混合料宜直接以表 3-53 ~ 表 3-57 作为工程设计级配范围。

表 3-51 粗型和细型密级配沥青混凝土的关键性筛孔通过率

混合料类型	公称最大粒径/mm	用以分类的关键性筛孔	粗型密级配		细型密级配	
			名称	关键性筛孔通过率 (%)	名称	关键性筛孔通过率 (%)
AC-25	26.5	4.75	AC-25C	<40	AC-25F	>40
AC-20	19	4.75	AC-20C	<45	AC-20F	>45
AC-16	16	2.36	AC-16C	<38	AC-16F	>38
AC-13	13.2	2.36	AC-13C	<40	AC-13F	>40
AC-10	9.5	2.36	AC-10C	<45	AC-10F	>45

表 3-52 密级配沥青混凝土混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)												
		31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
粗粒式	AC-25	100	90~100	75~90	65~83	57~76	45~65	24~52	16~42	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
中粒式	AC-20		100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7
	AC-16			100	90~100	76~92	60~80	34~62	20~48	13~36	9~26	7~18	5~14	4~8
细粒式	AC-13				100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
	AC-10					100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8
砂粒式	AC-5						100	90~100	55~75	35~55	20~40	12~28	7~18	5~10

表 3-53 沥青玛蹄脂碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	SMA-20	100	90~100	72~92	62~82	40~55	18~30	13~22	12~20	10~16	9~14	8~13	8~12
	SMA-16		100	90~100	65~85	45~65	20~32	15~24	14~22	12~18	10~15	9~14	8~12
细粒式	SMA-13			100	90~100	50~75	20~34	15~26	14~24	12~20	10~16	9~15	8~12
	SMA-10				100	90~100	28~60	20~32	14~26	12~22	10~18	9~16	8~13

表 3-54 开级配排水式磨耗层混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)										
		19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	OGFC-16	100	90~100	70~90	45~70	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
	OGFC-13		100	90~100	60~80	12~30	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6
细粒式	OGFC-10			100	90~100	50~70	10~22	6~18	4~15	3~12	3~8	2~6

表 3-55 密级配沥青稳定碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)														
		53	37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
特粗式	ATB-40	100	90~100	75~92	65~85	49~71	43~63	37~57	30~50	20~40	15~32	10~25	8~18	5~14	3~10	2~6
	ATB-30		100	90~100	70~90	53~72	44~66	39~60	31~51	20~40	15~32	10~25	8~18	5~14	3~10	2~6
粗粒式	ATB-25			100	90~100	60~80	48~68	42~62	32~52	20~40	15~32	10~25	8~18	5~14	3~10	2~6

表 3-56 半开级配沥青稳定碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)											
		26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
中粒式	AM-20	100	90~100	60~85	50~75	40~65	15~40	5~22	2~16	1~12	0~10	0~8	0~5
	AM-16		100	90~100	60~85	45~68	18~40	6~25	3~18	1~14	0~10	0~8	0~5
细粒式	AM-13			100	90~100	50~80	20~45	8~28	4~20	2~16	0~10	0~8	0~6
	AM-10				100	90~100	35~65	10~35	5~22	2~16	0~12	0~9	0~6

表 3-57 开级配沥青稳定碎石混合料矿料级配范围

级配类型		通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)														
		53	37.5	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
特粗式	ATPB-40	100	70~100	65~90	55~85	43~75	32~70	20~65	12~50	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3
	ATPB-30		100	80~100	70~95	53~85	36~80	26~75	14~60	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3
粗粒式	ATPB-25			100	80~100	60~100	45~90	30~82	16~70	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3	0~3

热拌沥青混合料的最低摊铺温度根据铺筑层厚度、气温、风速及下卧层表面温度按规定执行，且不得低于表 3-58 的要求。

表 3-58 沥青混合料的最低摊铺温度

下卧层的表面温度/℃	相应于下列不同摊铺层厚度的最低摊铺温度/℃					
	普通沥青混合料			改性沥青混合料或 SMA 沥青混合料		
	<50mm	(50~80) mm	>80mm	<50mm	(50~80) mm	>80mm
<5	不允许	不允许	140	不允许	不允许	不允许
5~10	不允许	140	135	不允许	不允许	不允许
10~15	145	138	132	165	155	150
15~20	140	135	130	158	150	145
20~25	138	132	128	153	147	143
25~30	132	130	126	147	145	141
>30	130	125	124	145	140	139

热拌沥青混合料按交通等级、结构层位和温度分区不同，应符合表 3-59 的要求。

表 3-59 热拌沥青混合料动稳定度技术要求 (单位: 次/mm)

交通等级	结构层位	温度分区			
		1-1、1-2、1-3、1-4	2-1	2-2、2-3、2-4	3-2
轻、中	上	≥1500	≥800	≥1000	≥800
	中、下	≥1000	≥800	≥800	≥800
重	上、下	≥3000	≥2000	≥2500	≥1500
	下	≥1200	≥800	≥800	≥800
特重	上、中	≥5000	≥3000	≥4000	≥2000
	下	≥1500	≥1000	≥1500	≥800

热拌沥青混合料水稳定性应符合表 3-60 的规定。

表 3-60 热拌沥青混合料水稳定性技术要求

年降水量/mm	≥500	< 500
冻融劈裂强度比 (%)	≥75	≥70
浸水马歇尔残留稳定度 (%)	≥80	≥75

注: 对多雨潮湿地区的重交通、特重交通等道路, 其冻融劈裂强度比的指标值可增加 5%。

应根据气温条件检验密级配沥青混合料的低温抗裂性能, 低温性能技术要求宜符合表 3-61 的规定。

表 3-61 沥青混合料低温性能技术要求

气候条件及技术指标	年极端最低气温/℃			
	<-37.0	-21.5~37.0	-9.0~21.5	>-9.0
普通沥青混合料 极限破坏应变/ $\mu\epsilon$	≥2600	≥2300	≥2000	
改性沥青混合料 极限破坏应变/ $\mu\epsilon$	≥3000	≥2800	≥2500	

微表处混合料类型、稀浆封层混合料类型、单层厚度要求及其适用性应符合表 3-62 的规定。

表 3-62 微表处与稀浆封层类型及其适用性

封层类型	材料规格	单层厚度/mm	适用性
微表处	MS-2 型	4~7	中交通等级快速路和主干路的罩面
	MS-3 型	8~10	重交通快速路、主干路的罩面
稀浆封层	ES-1 型	2.5~3	支路、停车场的罩面
	ES-2 型	4~7	轻交通次干路的罩面, 以及新建道路的下封层
	ES-3 型	8~10	中交通次干路的罩面, 以及新建道路的下封层

微表处混合料与稀浆封层混合料的技术要求应符合表 3-63 的规定。

表 3-63 微表处混合料和稀浆封层混合料技术要求

试验项目		微表处	稀浆封层	
			快开放交通型	慢开放交通型
可拌和时间/s	25℃	≥120	≥120	≥180
粘聚力试验/ (N·m)	30min	≥1.2	≥1.2	—
	60min	≥2.0	≥2.0	—
负荷车轮粘附砂量/(g/m ²)		≤450	≤450	
湿轮磨耗损失/(g/m ²)	浸水 1h	≤540	≤800	
	浸水 6d	≤800	—	
轮辙变形试验的宽度变化率 (%)		≤5	—	

注：1. 用于轻交通量道路的罩面和下封层时，可不要求粘附砂量指标。

2. 微表处混合料用于修复车辙时，需进行轮辙试验。

根据铺筑厚度、处治目的、公路等级等条件，按照表 3-64 选用合适的矿料级配。

表 3-64 稀浆封层和微表处的矿料级配

筛孔尺寸/mm	不同类型通过各筛孔的百分率 (%)				
	微表处		稀浆封层		
	MS-2 型	MS-3 型	ES-1 型	ES-2 型	ES-3 型
9.5	100	100	—	100	100
4.75	95~100	70~90	100	95~100	70~90
2.36	65~90	45~70	90~100	65~90	45~70
1.18	45~70	28~50	60~90	45~70	28~50
0.6	30~50	19~34	40~65	30~50	19~34
0.3	18~30	12~25	25~42	18~30	12~25
0.15	10~21	7~18	15~30	10~21	17~18
0.075	5~15	5~15	10~20	5~15	5~15
一层的适宜厚度/mm	4~7	8~10	2.5~3	4~7	8~10

沥青路面粘层油宜采用快裂或中裂乳化沥青、改性乳化沥青，也可采用快、中凝液体石油沥青，其规格和用量应符合表 3-65 的规定。

表 3-65 沥青路面粘层材料的规格和用量

下卧层类型	液体沥青		乳化沥青	
	规格	用量/(L/m ²)	规格	用量/(L/m ²)
新建沥青层或旧沥青路面	AL (R) -3 ~ AL (R) -6	0.3~0.5	PC-3	0.3~0.6
	AL (M) -3 ~ AL (M) -6		PA-3	
水泥混凝土	AL (M) -3 ~ AL (M) -6	0.2~0.4	PC-3	0.3~0.5
	AL (S) -3 ~ AL (S) -6		PA-3	

注：表中用量是指包括稀释剂和水分等在内的液体沥青、乳化沥青的总量，乳化沥青中的残留物含量是以 50% 为基准。

沥青混合料的最小压实厚度与适宜厚度宜符合表 3-66 的规定。

表 3-66 沥青混合料的最小压实厚度及适宜厚度

沥青混合料类型	最大粒径/mm		公称最大粒径/mm	符号	最小压实厚度/mm	适宜厚度/mm
	砂粒式	9.5				
密级配沥青混合料 (AC)	细粒式	13.2	9.5	AC-10	20	25~40
		16	13.2	AC-13	35	40~60
	中粒式	19	16	AC-16	40	50~80
		26.5	19	AC-20	50	60~100
	粗粒式	31.5	26.5	AC-25	70	80~120
沥青玛脂碎石混 合料(SMA)	细粒式	13.2	9.5	SMA-10	25	25~50
		16	13.2	SMA-13	30	35~60
	中粒式	19	16	SMA-16	40	40~70
		26.5	19	SMA-20	50	50~80
开级配沥青磨耗层 (OGFC)	细粒式	13.2	9.5	OGFC-10	20	20~30
		16	13.2	OGFC-13	30	30~40
半开级配沥青碎石 (AM)	细粒式	16	13.2	AM-13	35	40~60
		19	16	AM-16	40	50~70
	中粒式	26.5	19	AM-20	50	60~80

压路机应以慢而均匀的速度碾压，压路机的碾压速度宜符合表 3-67 的规定。

表 3-67 压路机碾压速度 (单位: km/h)

压路机类型	初 压		复 压		终 压	
	适 宜	最 大	适 宜	最 大	适 宜	最 大
钢筒式压路机	1.5~2	3	2.5~3.5	5	2.5~3.5	5
轮胎压路机	—	—	3.5~4.5	6	4~6	8
振动压路机	1.5~2 (静压)	5 (静压)	1.5~2 (振动)	1.5~2 (振动)	2~3 (静压)	5 (静压)

如图 3-17 所示为压路机的碾压方向。

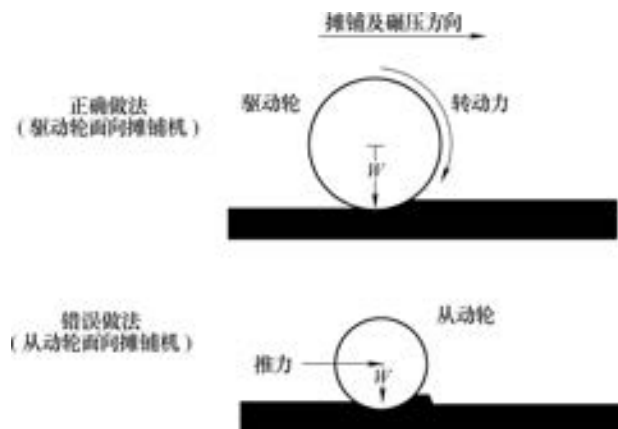


图 3-17 压路机的碾压方向

热拌沥青混合料面层允许偏差应符合表 3-68 的规定。

表 3-68 热拌沥青混合料面层允许偏差

项 目		允许偏差		检验频率			检验方法	
				范围	点 数			
纵断高程/mm		±15		20m	1		用水准仪测量	
中线偏位/mm		≤20		100m	1		用经纬仪测量	
平整度 /mm	标准 差 σ 值	快速路、 主干路	1.5	100m	路宽/m	<9	1	用测平仪检测，见注 1
		次干路、支路	2.4			9~15	2	
	最大间隙	次干路、支路	5	20m		<9	1	
					9~15	2		
>15	3							
宽度/mm		不小于设计值		40m	1		用钢尺量	
横坡		±0.3% 且不反坡		20m	路宽/m	<9	2	用水准仪测量
						9~15	4	
						>15	6	
井框与路面高差/mm		≤5		每座	1		十字法，用直尺、塞尺量取最大值	
抗滑	摩擦系数	符合设计要求		200m	1		摆式仪	
					全线连续		横向力系数车	
	构造深度	符合设计要求		200m	1		砂铺法、激光构造深度仪	

注：1. 测平仪为全线每车道连续检测每 100m 计算标准差 σ ；无测平仪时可采用 3m 直尺检测；表中检验频率点数为测线数。

- 平整度、抗滑性能也可采用自动检测设备进行检测。
- 底基层表面、下面层应按设计规定用量撒泼透层油、粘层油。
- 中面层、底面层仅进行中线偏位、平整度、宽度、横坡的检测。
- 改性（再生）沥青混凝土路面可采用此表进行检验。
- 十字法检查井框与路面高差，每座检查井均应检查。十字法检查中，以平行于道路中线，过检查井盖中心的直线做基线，另一条线与基线垂直，构成检查用十字线。

(2) 冷补沥青混合料面层

1) 冷补沥青混合料的矿料级配宜参照表 3-69 的要求执行。

表 3-69 冷补沥青混合料的矿料级配

类 型	通过下列筛孔 (mm) 的百分率 (%)											
	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
细粒式 LB-10	—	—	—	100	80~100	30~60	10~40	5~20	0~15	0~12	0~8	0~5
细粒式 LB-13	—	—	100	90~100	60~95	30~60	10~40	5~20	0~15	0~12	0~8	0~5
中粒式 LB-16	—	100	90~100	50~90	40~75	30~60	10~40	5~20	0~15	0~12	0~8	0~5
粗粒式 LB-19	100	95~100	80~100	70~100	60~90	30~70	10~40	5~20	0~15	0~12	0~8	0~5

注：1. 粘聚性试验方法：将冷补材料 800g 装入马歇尔试模中，放入 4℃ 恒温室中 2~3h，取出后双面各击实 5 次，制作试件，脱模后放在标准筛上，将其直立并使试件沿筛框来回滚动 20 次，破损率不得大于 40%。

- 冷补沥青混合料马歇尔试验方法：称混合料 1180g 在常温下装入试模中，双面各击实 50 次，连同试模一起以侧面竖立方式置 110℃ 烘箱中养生 24h，取出后再双面各击实 25 次，再连同试模在室温中竖立放置 24h，脱模后在 60℃ 恒温水槽中养生 30min，进行马歇尔试验。

2) 冷拌沥青混合料面层允许偏差应符合表 3-70 的规定。

表 3-70 冷拌沥青混合料面层允许偏差

项 目	允许偏差	检 验 频 率			检 验 方 法	
		范围	点 数			
纵断高程/mm	±20	20m	1		用水准仪测量	
中线偏位/mm	≤20	100m	1		用经纬仪测量	
平整度/mm	≤10	20m	路宽/m	<9	1	用 3m 直尺、塞尺连续量两尺取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
宽度/mm	不小于设计值	40m	1		用钢尺量	
横坡	±0.3% 且不反坡	20m	路宽/m	<9	2	用水准仪测量
				9~15	4	
				>15	6	
井框与路面高差/mm	≤5	每座	1		十字法, 用直尺、塞尺量取最大值	
抗滑	摩擦系数	符合设计要求	1		摆式仪	
			全线连续		横向力系数车	
			1		砂铺法、激光构造深度仪	
构造深度	符合设计要求		1			

2. 沥青贯入式与沥青表面处治面层

沥青贯入式路面的骨料应选择有棱角、嵌挤性好的坚硬石料, 其规格和用量宜根据贯入层厚度按表 3-71 或表 3-72 选用。

表 3-71 沥青贯入式路面材料规格和用量

(用量单位: 骨料: m³/1000m², 沥青及沥青乳液: kg/m²)

沥青品种	石油沥青							
	4		5		6			
厚度/cm	规格	用量	规格	用量	规格	用量		
封层料	S14	3~5	S14	3~5	S13 (S14)	4~6		
第三遍沥青		1.0~1.2		1.0~1.2		1.0~1.2		
第二遍嵌缝料	S12	6~7	S11 (S10)	10~12	S11 (S10)	10~12		
第二遍沥青		1.6~1.8		1.8~2.0		2.0~2.2		
第一遍嵌缝料	S10 (S9)	12~14	S8	12~14	S8 (S6)	16~18		
第一遍沥青		1.8~2.1		1.6~1.8		2.8~3.0		
主层石料	S5	45~50	S4	55~60	S3 (S4)	66~76		
沥青总用量	4.4~5.1		5.2~5.8		5.8~6.4			
沥青品种	石油沥青				乳化沥青			
	7		8		4		5	
厚度/cm	规格	用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
封层料	S13 (S14)	4~6	S13 (S14)	4~6	S13 (S14)	4~6	S14	4~6
第五遍沥青								0.8~1.0
第四遍嵌缝料							S14	5~6

(续)

沥青品种	石油沥青				乳化沥青			
	7		8		4		5	
厚度/cm	规格	用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
第四遍沥青						0.8~1.0		1.2~1.4
第三遍嵌缝料					S14	5~6	S12	7~9
第三遍沥青		1.0~1.2		1.0~1.2		1.4~1.6		1.5~1.7
第二遍嵌缝料	S10 (S11)	11~13	S10 (S11)	11~13	S12	7~8	S10	9~11
第二遍沥青		2.4~2.6		2.6~2.8		1.6~1.8		1.6~1.8
第一遍嵌缝料	S6 (S8)	18~20	S6 (S8)	20~22	S9	12~14	S8	10~12
第一遍沥青		3.3~3.5		4.4~4.2		2.2~2.4		2.6~2.8
主层石料	S2	80~90	S1 (S2)	95~100	S5	40~45	S4	50~55
沥青总用量	6.7~7.3		7.6~8.2		6.0~6.8		7.4~8.5	

注：1. 煤沥青贯入式的沥青用量可较石油沥青用量增加15%~20%。

2. 表中乳化沥青是指乳液的用量，并适用于乳液浓度约为60%的情况，如果浓度不同，用量应予换算。

3. 在高寒地区及干旱风沙大的地区，可超出高限，再增加5%~10%。

表 3-72 上拌下贯式路面的材料规格和用量

(用量单位：骨料： $\text{m}^3/1000\text{m}^2$ ，沥青及沥青乳液： kg/m^2)

沥青品种	石油沥青					
	4		5		6	
规格和用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
第二遍嵌缝料	S12	5~6	S12 (S11)	7~9	S12 (S11)	7~9
第二遍沥青		1.4~1.6		1.6~1.8		1.6~1.8
第一遍嵌缝料	S10 (S9)	12~14	S8	16~18	S8 (S7)	16~18
第一遍沥青		2.0~2.3		2.6~2.8		3.2~3.4
主层石料	S5	45~50	S4	55~60	S3 (S2)	66~76
沥青总用量	3.4~3.9		4.2~4.6		4.8~5.2	

沥青品种	石油沥青				乳化沥青	
	7		5		6	
规格和用量	规格	用量	规格	用量	规格	用量
第四遍嵌缝料					S14	4~6
第四遍沥青						1.3~1.5
第三遍嵌缝料			S14	4~6	S12	8~10
第三遍沥青				1.4~1.6		1.4~1.6
第二遍嵌缝料	S10 (S11)	8~10	S12	9~10	S9	8~12
第二遍沥青		1.7~1.9		1.8~2.0		1.5~1.7
第一遍嵌缝料	S6 (S8)	18~20	S8	15~17	S6	24~26
第一遍沥青		4.0~4.2		2.5~2.7		2.4~2.6
主层石料	S2 (S3)	80~90	S4	50~55	S3	50~55
沥青总用量	5.7~6.1		5.9~6.2		6.7~7.2	

注：1. 煤沥青贯入式的沥青用量可较石油沥青用量增加15%~20%。

2. 表中乳化沥青是指乳液的用量，并适用于乳液浓度约为60%的情况。

3. 在离寒地区及干旱风沙大的地区，可超出高限，再增加5%~10%。

4. 表面加铺拌和层部分的材料规格及沥青（或乳化沥青）用量按热拌沥青混合料（或乳化沥青碎石混合料路面）的有关规定执行。

沥青表面处治的骨料最大粒径应与处治层的厚度相等，其规格和用量宜按表 3-73 选用；沥青表面处治施工后，应在路侧另备 S12（5~10mm）碎石或 S14（3~5mm）石屑、粗砂或小砾石（2~3） $\text{m}^3/1000\text{m}^2$ 作为初期养护用料。

表 3-73 沥青表面处治材料规格和用量

沥青种类	类型	厚度/mm	骨料/ $(\text{m}^3/1000\text{m}^2)$			沥青或乳液用量/ (kg/m^2)					
			第一层		第二层	第三层	第一次	第二次	第三次	合计用量	
			规格	用量	规格	用量					规格
石油沥青	单层	1.0	S12	7~9	—	—	1.0~1.2	—	—	1.0~1.2	
		1.5	S10	12~14	—	—	1.4~1.6	—	—	1.4~1.6	
	双层	1.5	S10	12~14	S12	7~8	—	1.4~1.6	1.0~1.2	—	2.4~2.8
		2.0	S9	16~18	S12	7~8	—	1.6~1.8	1.0~1.2	—	2.6~3.0
		2.5	S8	18~20	S12	7~8	—	1.8~2.0	1.0~1.2	—	2.8~3.2
	三层	2.5	S8	18~20	S12	12~14	S12	7~8	1.6~1.8	1.2~1.4	1.0~1.2
3.0		S6	20~22	S12	12~14	S12	7~8	1.8~2.0	1.2~1.4	1.0~1.2	4.0~4.6
乳化沥青	单层	0.5	S14	7~9	—	—	0.9~1.0	—	—	0.9~1.0	
	双层	1.0	S12	9~11	S14	4~6	—	1.8~2.0	1.0~1.2	—	2.8~3.2
	三层	3.0	S6	20~22	S10	9~11	S12	4~6 S14 3.5~4.5	2.0~2.2	1.8~2.0	1.0~1.2

- 注：1. 煤沥青表面处治的沥青用量可比石油沥青用量增加 15%~20%。
 2. 表中乳化沥青用量按乳化沥青的蒸发残留物含量的 60% 计算，如沥青含量不同应予折算。
 3. 在高寒地区及干旱风沙大的地区，可超出高限 5%~10%。
 4. S_n 代表级配骨料规格。

贯入式沥青碎石、沥青表面处治压实最小厚度与适宜温度见表 3-74。沥青贯入式面层允许偏差应符合表 3-75 的规定。

表 3-74 贯入式沥青碎石、沥青表面处治压实最小厚度与适宜温度

结构层类型	最小压实厚度/mm	适宜厚度/mm
上拌下贯沥青碎石	60	60~80
沥青表处	10	10~30

表 3-75 沥青贯入式面层允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率			检验方法	
		范围	点 数			
纵断高程/mm	± 20	20m	1		用水准仪测量	
中线偏位/mm	≤ 20	100m	1		用经纬仪测量	
平整度/mm	≤ 7	20m	路宽/m	<9	1	用 3m 直尺、塞尺连续量两尺取较大值
				9~15	2	
				>15	3	
宽度/mm	不小于设计值	40m	1		用钢尺量	
横坡	$\pm 0.3\%$ 且不反坡	20m	路宽/m	<9	2	用水准仪测量
				9~15	4	
				>15	6	
井框与路面高差/mm	≤ 5	每座	1		十字法，用直尺、塞尺量最大值	

沥青表面处治允许偏差应符合表 3-76 的规定。

表 3-76 沥青表面处治允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率		检验方法	
		范 围	点 数		
纵断高程/mm	± 20	20m	1	用水准仪测量	
中线偏位/mm	≤ 20	100m	1	用经纬仪测量	
平整度/mm	≤ 7	20m	路宽 (m)	用 3m 直尺和塞尺连续量两尺, 取较大值	
			<9		1
			9~15		2
>15	3				
宽度/mm	不小于设计规定	40m	1	用钢尺量	
横坡	$\pm 0.3\%$ 且不反坡	200m	1	用水准仪测量	
厚度/mm	+10 -5	1000m ²	1	钻孔, 用钢尺量	
弯沉值	符合设计要求	设计要求时	—	弯沉仪测定时	
沥青总用量 /(kg/m ²)	$\pm 0.5\%$	每工作日、 每层	1	—	

注: 沥青总用量应按国家现行标准《公路路基路面现场测试规程》(JTG E60—2008) 的方法, 每工作日每洒布沥青检查一次本单位面积的总沥青用量。

3.2.5 水泥混凝土路面

1. 混凝土路面的横断面布置

混凝土路面的横断面, 一般如图 3-18 所示。

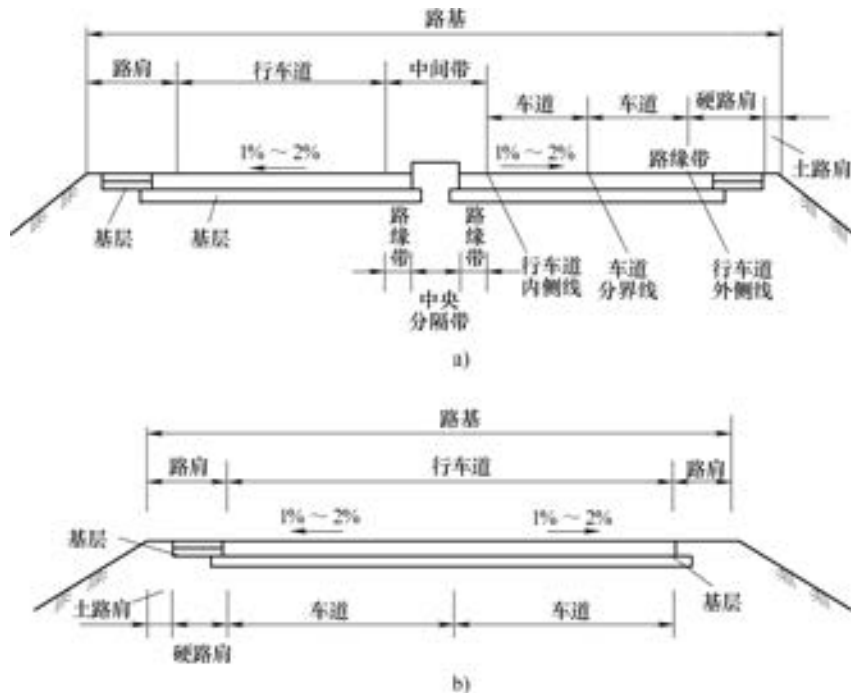


图 3-18 混凝土路面横断面示意图

a) 高速公路和一级公路 b) 其他各级公路

2. 混凝土配合比设计

(1) 不同摊铺方式混凝土最佳工作性允许波动范围及最大用水量应符合表 3-77 的规定。

表 3-77 不同摊铺方式混凝土工作性及最大用水量要求

混凝土类型	项 目	摊 铺 方 式			
		滑模摊铺机	轨道摊铺机	三轴机组摊铺机	小型机具摊铺
砾石混凝土	出机坍落度/mm	20~40 ^①	40~60	30~50	10~40
	摊铺坍落度/mm	5~55 ^②	20~40	10~30	0~20
	最大用水量/(kg/m ³)	155	153	148	145
碎石混凝土	出机坍落度/mm	25~50 ^①	40~60	30~50	10~40
	摊铺坍落度/mm	10~65 ^②	20~40	10~30	0~20
	最大用水量/(kg/m ³)	160	156	153	150

① 为设超铺角的摊铺机。不设超铺角的摊铺机最佳坍落度砾石为 10~40mm；碎石为 10~30mm。

② 为最佳工作性允许波动范围。

(2) 路面混凝土含气量及允许偏差应符合表 3-78 的规定。

表 3-78 路面混凝土含气量及允许偏差

(单位:%)

最大粒径/mm	无抗冻性要求	有抗冻性要求	有抗盐冻要求
19.0	4.0 ± 1.0	5.0 ± 0.5	6.0 ± 0.5
26.5	3.5 ± 1.0	4.5 ± 0.5	5.5 ± 0.5
31.5	3.5 ± 1.0	4.0 ± 0.5	5.0 ± 0.5

(3) 混凝土最大水灰比和最小单位水泥用量应符合表 3-79 的规定。最大单位水泥用量不宜大于 400kg/m³。

表 3-79 路面混凝土的最大水灰比和最小单位水泥用量

道 路 等 级		城 市 快 速 路、主 干 路	次 干 路	其 他 道 路
最大水灰比		0.44	0.46	0.48
抗冰冻要求最大水灰比		0.42	0.44	0.46
抗盐冻要求最大水灰比		0.40	0.42	0.44
最小单位水泥用量 /(kg/m ³)	42.5 级水泥	300	300	290
	32.5 级水泥	310	310	305
抗冰(盐)冻时最小单 位水泥用量/(kg/m ³)	42.5 级水泥	320	320	315
	32.5 级水泥	330	330	325

注: 1. 水灰比计算以砂石料的自然风干状态计(砂含水量≤1.0%;石子含水量≤0.5%)。

2. 水灰比、最小单位水泥用量宜经试验确定。

(4) 砂率应根据砂的细度模数和粗骨料种类,查表 3-80 取值。

表 3-80 砂的细度模数与最优砂率关系

砂细度模数		2.2 ~ 2.5	2.5 ~ 2.8	2.8 ~ 3.1	3.1 ~ 3.4	3.4 ~ 3.7
砂率 S_p / (%)	碎石	30 ~ 40	32 ~ 36	34 ~ 38	36 ~ 40	38 ~ 42
	砾石	28 ~ 32	30 ~ 34	32 ~ 36	34 ~ 38	36 ~ 40

注：碎砾石可在碎石和砾石之间内插取值。

(5) 钢纤维混凝土的配合比设计中，掺高效减水剂时的单位用水量可按表 3-81 初选，再由搅拌物实测坍落度确定。

表 3-81 钢纤维混凝土单位用水量

搅拌物条件	粗骨料种类	粗骨料最大公称粒径 D_m / mm	单位用水量 / (kg/m^3)
长径比 $L_f/d_f = 50$; $\rho_f = 0.6\%$; 坍落度 20mm; 中砂, 细度模数 2.5; 水灰比 0.42 ~ 0.50	碎石	9.5、16.0	215
		19.0、26.5	200
	砾石	9.5、16.0	208
		19.0、26.5	190

注：1. 钢纤维长径比每增减 10，单位用水量相应增减 $10\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2. 钢纤维体积率每增减 0.5%，单位用水量相应增减 $8\text{kg}/\text{m}^3$ 。

3. 坍落度为 10 ~ 50mm 变化范围内，相对于坍落度 20mm 每增减 10mm，单位用水量相应增减 $7\text{kg}/\text{m}^3$ 。

4. 细度模数在 2.0 ~ 3.5 范围内，砂的细度模数每增减 0.1，单位用水量相应增减 $1\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5. ρ_f 钢纤维掺量体积率。

(6) 钢纤维混凝土的配合比设计中，最大水灰比和最小单位水泥用量应符合表 3-82 的规定。

表 3-82 路面钢纤维混凝土的最大水灰比和最小单位水泥用量

道路等级	城市快速路、主干路	次干路及其他道路
最大水灰比	0.47	0.49
抗冰冻要求最大水灰比	0.45	0.46
抗盐冻要求最大水灰比	0.42	0.43
最小单位水泥用量 / (kg/m^3)	42.5 级水泥	360
	32.5 级水泥	370
抗冰 (盐) 冻要求最小 单位水泥用量 / (kg/m^3)	42.5 级水泥	380
	32.5 级水泥	390

(7) 钢纤维混凝土砂率可按表 3-83 初选。钢纤维混凝土砂率宜在 38% ~ 50%。

表 3-83 钢纤维混凝土砂率选用值

(单位: %)

搅拌物条件	最大公称粒径 19mm 碎石	最大公称粒径 19mm 砾石
$L_f/d_f = 50$; $\rho_f = 1.0\%$; $W/C = 0.5$; 砂细度模数 $M_x = 3.0$	45	40
L_f/d_f 增减 10	± 5	± 3
ρ_f 增减 0.10%	± 2	± 2
W/C 增减 0.1	± 2	± 2
砂细度模数 M_x 增减 0.1	± 1	± 1

3. 混凝土路面施工

(1) 混凝土拌合物搅拌

1) 不同摊铺方式所要求的搅拌楼最小生产容量应符合表 3-84 的规定。

表 3-84 混凝土路面不同摊铺方式的搅拌楼最小配置容量 (单位: m^3/h)

摊铺方式 摊铺宽度	滑模摊铺	轨道摊铺	碾压混凝土	三辊轴摊铺	小型机具
单车道 3.75 ~ 4.5m	≥ 100	≥ 75	≥ 75	≥ 50	≥ 25
双车道 7.5 ~ 9m	≥ 200	≥ 150	≥ 150	≥ 100	≥ 50
整幅宽 $\geq 12.5\text{m}$	≥ 300	≥ 200	≥ 200	—	—

2) 混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长见见表 3-85。

表 3-85 混凝土拌合物出料到运输、铺筑完毕允许最长见

施工气温 ^① /($^{\circ}\text{C}$)	到运输完毕允许最长见/h		到铺筑完毕允许最长见/h	
	滑模、轨道	三轴、小机具	滑模、轨道	三轴、小机具
5 ~ 9	2.0	1.5	2.5	2.0
10 ~ 19	1.5	1.0	2.0	1.5
20 ~ 29	1.0	0.75	1.5	1.25
30 ~ 35	0.75	0.50	1.25	1.0

① 指施工时间的日间平均气温, 使用缓凝剂延长凝结时间后, 本表数值可增加 0.25 ~ 0.5h。

(2) 混凝土面层铺筑

1) 滑模摊铺机可按表 3-86 的基本技术参数选择。

表 3-86 滑模摊铺机的基本技术参数表

项 目	发动机 功率/kW	摊铺宽度/m	摊铺厚度 /mm	摊铺速度 /(m/min)	空驶速度 /(m/min)	行走速度 /(m/min)	履带数/个	整机自重/t
三车道 滑模摊铺机	200 ~ 300	12.5 ~ 16.0	0 ~ 500	0 ~ 3	0 ~ 5	0 ~ 15	4	57 ~ 135
双车道 滑模摊铺机	150 ~ 200	3.6 ~ 9.7	0 ~ 500	0 ~ 3	0 ~ 5	0 ~ 18	2 ~ 4	22 ~ 50
多功能单车道 滑模摊铺机	70 ~ 150	2.5 ~ 6.0	0 ~ 400 护栏高度 800 ~ 1900	0 ~ 3	0 ~ 9	0 ~ 15	2, 3, 4	12 ~ 27
路缘石 滑模摊铺机	≤ 80	< 2.5	< 450	0 ~ 5	0 ~ 9	0 ~ 10	2, 3	≤ 10

2) 当混凝土抗压强度不小于 8.0MPa 方可拆模。当缺乏强度实测数据时, 边侧模板的允许最早拆模时间宜符合表 3-87 的规定。

表 3-87 混凝土路面板的允许最早拆模时间

(单位: h)

昼夜平均气温/℃	-5	0	5	10	15	20	25	≥30
硅酸盐水泥、R 型水泥	240	120	60	36	34	28	24	18
道路、普通硅酸盐水泥	360	168	72	48	36	30	24	18
矿渣硅酸盐水泥	—	—	120	60	50	45	36	24

注: 允许最早拆侧模时间从混凝土面板精整成形后开始计算。

3) 模板安装精确度应符合表 3-88 的规定。

表 3-88 模板安装精确度要求

检测项目		施工方式	三辊轴机组	轨道摊铺机	小型机具
平面偏位/mm, ≤			10	5	15
摊铺宽度偏差/mm, ≤			10	5	15
面板厚度/mm, ≥	代表值		-3	-3	-4
	极值		-8	-8	-9
纵断高程偏差/mm			±5	±5	±10
横坡偏差/(%)			±0.10	±0.10	±0.20
相邻板高差/mm, ≤			1	1	2
顶面接茬 3m 尺平整度/mm, ≤			1.5	1	2
模板接缝宽度/mm, ≤			3	2	3
侧向垂直度/mm, ≤			3	2	4
纵向顺直度/mm, ≤			3	2	4

4) 三辊轴整平机的主要技术参数应符合表 3-89 的规定。

表 3-89 三辊轴整平机的主要技术参数

型 号	轴直径/ mm	轴速/ (r/min)	轴长/m	轴质量/ (kg/m)	行走机构 质量/kg	行走速度/ (m/min)	整平轴距/ mm	振动功率/ kW	驱动功率/ kW
5001	168	300	1.8~9	65±0.5	340	13.5	504	7.5	6
6001	219	300	5.1~12	77±0.7	568	13.5	657	17	9

5) 轨道摊铺机的选型应根据路面车道数或设计宽度按表 3-90 的技术参数选择。最小摊铺宽度不得小于单车道 3.75m。

表 3-90 轨道摊铺机的基本技术参数表

项 目	发动机功率/kW	最大摊铺宽度/m	摊铺厚度/mm	摊铺速度/(m/min)	整机质量/t
三车道轨道摊铺机	33~45	11.75~18.3	250~600	1~3	13~38
双车道轨道摊铺机	15~33	7.5~9.0	250~600	1~3	7~13
单车道轨道摊铺机	8~22	3.5~4.5	250~450	1~4	≤7

(3) 钢筋混凝土路面铺筑

1) 路面钢筋网及钢筋骨架的焊接和绑扎的精确度应符合表 3-91 规定。

表 3-91 路面钢筋网焊接及绑扎的允许偏差

项 目		焊接钢筋网及骨架允许偏差/mm	绑扎钢筋网及骨架允许偏差/mm
钢筋网的长度与宽度		±10	±10
钢筋网眼尺寸		±10	±20
钢筋骨架宽度及高度		±5	±5
钢筋骨架的长度		±10	±10
箍筋间距		±10	±20
受力钢筋	间距	±10	±10
	排距	±5	±5

2) 路面钢筋网及钢筋骨架安装位置的允许偏差应符合表 3-92 的规定。

表 3-92 路面钢筋网及钢筋骨架安装位置的允许偏差

项 目		允许偏差/mm
受力钢筋排距		±5
钢筋弯起点位置		20
箍筋、横向钢筋间距	绑扎钢筋网及钢筋骨架	±20
	焊接钢筋网及钢筋骨架	±10
钢筋预埋位置	中心线位置	±5
	水平高差	±3
钢筋保护层	距表面	±3
	距底面	±5

(4) 钢纤维混凝土路面铺筑

钢纤维混凝土拌合物从出料到运输、铺筑完毕的允许最长时间不宜超过表 3-93 的规定。

表 3-93 钢纤维混凝土拌合物从出料到运输、铺筑完毕允许最长时间

施工气温 ^① /(℃)	到运输完毕允许最长时间/h		到铺筑完毕允许最长时间/h	
	滑模、轨道	三辊轴机组	滑模、轨道	三辊轴机组
5~9	1.25	1.0	1.5	1.25
10~19	0.75	0.5	1.0	0.75
20~29	0.5	0.35	0.75	0.5
30~35	0.35	0.25	0.50	0.35

① 指施工时间的日间平均气温，使用缓凝剂延长凝结时间后，本表数值可增加 0.20~0.35h。

3.2.6 路面基层

1. 水泥稳定土类基层

(1) 稳定土的颗粒范围和技术指标应符合表 3-94 的规定。

表 3-94 水泥稳定土类的粒料范围及技术指标

项 目		通过质量百分率 (%)			
		底 基 层		基 层	
		次干路	城市快速路、主干路	次干路	城市快速路、主干路
筛孔尺寸 /mm	53	—	—	—	—
	37.5	100	—	100	—
	31.5	—	90 ~ 100	90 ~ 100	100
	26.5	—	—	—	90 ~ 100
	19	—	67 ~ 90	67 ~ 90	72 ~ 89
	9.5	—	—	45 ~ 68	47 ~ 67
	4.75	50 ~ 100	50 ~ 100	29 ~ 50	29 ~ 49
	2.36	—	—	18 ~ 38	17 ~ 35
	1.18	—	—	—	—
	0.60	17 ~ 100	17 ~ 100	8 ~ 22	8 ~ 22
	0.075	0 ~ 50	0 ~ 30 ^②	0 ~ 7	0 ~ 7 ^①
0.002	0 ~ 30	—	—	—	
液限/(%)		—	—	—	< 28
塑性指数		—	—	—	< 9

① 骨料中 0.5mm 以下细料土有塑性指数时, 小于 0.075mm 的颗粒含量不得超过 5%; 细粒土无塑性指数时, 小于 0.075mm 的颗粒含量不得超过 7%。

② 当用中粒土、粗粒土作城市快速路、主干路底基层时, 颗粒组成范围宜采用作次干路基层的组成。

(2) 水泥稳定土类材料试配时水泥掺量宜按表 3-95 选取。当采用厂拌法生产时, 水泥掺量应比试验剂量加 0.5%, 水泥最小掺量粗粒土、中粒土应为 3%, 细粒土为 4%。水泥稳定土料材料 7d 抗压强度: 对城市快速路、主干路基层为 3 ~ 4MPa, 对底基层为 1.5 ~ 2.5MPa; 对其他等级道路基层为 2.5 ~ 3MPa, 底基层为 1.5 ~ 2.0MPa。

表 3-95 水泥稳定土类材料试配水泥掺量

土壤、粒料种类	结构部位	水泥掺量 (%)				
		1	2	3	4	5
塑性指数 < 12 的细粒土	基层	5	7	8	9	11
	底基层	4	5	6	7	9
其他细粒土	基层	8	10	12	14	16
	底基层	6	8	9	10	12
中粒土、粗粒土	基层 ^①	3	4	5	6	7
	底基层	3	4	5	6	7

① 当强度要求较高时, 水泥用量可增加 1%。

2. 石灰稳定土类基层

(1) 石灰稳定土类基层原材料应符合表 3-96 的规定。

表 3-96 石灰稳定土类基层原材料要求

序号	项目	内 容
1	土	宜采用塑性指数 10~15 的亚粘土、粘土。塑性指数大于 4 的砂性土亦可使用 土中的有机物含量宜小于 10% 使用旧路的级配砾石、砂石或杂填土等应先进行试验。级配砾石、砂石等材料的最大粒径不宜超过 0.6 倍分层厚度，且不得大于 10cm。土中欲掺入碎砖等粒料时，粒料掺入含量应经试验确定
2	石灰	宜用 1~3 级的新灰，石灰的技术指标应符合表 2-89 的规定 磨细生石灰，可不经消解直接使用；块灰应在使用前 2~3d 完成消解，未能消解的生石灰块应筛除，消解石灰的粒径不得大于 10mm 对储存较久或经过雨期的消解石灰应先经过试验，根据活性氧化物的含量决定能否使用和 使用办法
3	水	应符合国家现行标准《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006) 的规定。宜使用饮用水及不含油类等杂质的清洁中性水，pH 值宜为 6~8

(2) 石灰技术指标见表 3-97。

表 3-97 石灰技术指标

类别 项目	钙质生石灰			镁质生石灰			钙质消石灰			镁质消石灰		
	等 级											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
有效钙加氧化镁含量 (%)	≥85	≥80	≥70	≥80	≥75	≥65	≥65	≥60	≥55	≥60	≥55	≥50
未消化残渣含 5mm 圆孔筛的筛余 (%)	≤7	≤11	≤17	≤10	≤14	≤20	—	—	—	—	—	—
含水量 (%)	—	—	—	—	—	—	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4	≤4
细度	0.71mm 方孔筛的筛余 (%)	—	—	—	—	—	0	≤1	≤1	0	≤1	≤1
	0.125mm 方孔筛的筛余 (%)	—	—	—	—	—	≤13	≤20	—	≤13	≤20	—
钙镁石灰的分类筛，氧化镁含量 (%)	≤5			>5			≤4			>4		

注：硅、铝、镁氧化物含量之和大于 5% 的生石灰，有效钙加氧化镁含量指标，I 等 ≥75%，II 等 ≥70%，III 等 ≥60%。

(3) 试配石灰土用量宜按表 3-98 选取。

表 3-98 石灰土试配石灰用量

土壤类别	结构部位	石灰掺量 (%)				
		1	2	3	4	5
塑性指数 ≤12 的粘性土	基层	10	12	13	14	16
	底基层	8	10	11	12	14
塑性指数 >12 的粘性土	基层	5	7	9	11	13
	底基层	5	7	8	9	11
砂砾土、碎石土	基层	3	4	5	6	7

3. 石灰、粉煤灰、钢渣稳定土基层

(1) 钢渣颗粒组成应符合表 3-99 的规定。

表 3-99 钢渣混合料中钢渣颗粒组成

通过下列筛孔 (mm, 方孔) 的质量 (%)								
37.5	26.5	16	9.5	4.75	2.36	1.18	0.60	0.075
100	95 ~ 100	60 ~ 65	50 ~ 70	40 ~ 60	27 ~ 47	20 ~ 40	10 ~ 30	0 ~ 15

(2) 根据试件的平均抗压强度 (R) 和设计抗压强度 (R_d), 选定配合比。配合比可按表 3-100 进行初选。

表 3-100 石灰、粉煤灰、钢渣稳定土类混合料常用配合比

混合料种类	钢 渣	石 灰	粉 煤 灰	土
石灰、粉煤灰、钢渣	60 ~ 70	10 ~ 7	30 ~ 23	—
石灰、钢渣土	50 ~ 60	10 ~ 8	—	40 ~ 32
石灰、钢渣	90 ~ 95	10 ~ 5	—	—

4. 石灰、粉煤灰稳定砂砾基层

砂砾应经破碎、筛分, 级配宜符合表 3-101 的规定, 破碎砂砾中最大粒径不得大于 37.5mm。

表 3-101 砂砾、碎石级配

筛孔尺寸/mm	通过质量百分率 (%)			
	级 配 砂 砾		级 配 碎 石	
	次干路及以下道路	城市快速路、主干路	次干路及以下道路	城市快速路、主干路
37.5	100	—	100	—
31.5	85 ~ 100	100	90 ~ 100	100
19.0	65 ~ 85	85 ~ 100	72 ~ 90	81 ~ 98
9.50	50 ~ 70	55 ~ 75	48 ~ 68	52 ~ 70
4.75	35 ~ 55	39 ~ 59	30 ~ 50	30 ~ 50
2.36	25 ~ 45	27 ~ 47	18 ~ 38	18 ~ 38
1.18	17 ~ 35	17 ~ 35	10 ~ 27	10 ~ 27
0.60	10 ~ 27	10 ~ 25	6 ~ 20	8 ~ 20
0.075	0 ~ 15	8 ~ 10	0 ~ 7	0 ~ 7

5. 级配碎石及级配碎砾石基层

(1) 级配碎石及级配碎砾石颗粒范围和技术指标应符合表 3-102 的规定。

表 3-102 级配碎石及级配碎砾石的颗粒范围及技术指标

项 目		通过质量百分率 (%)			
		基 层		底基层 ^③	
		次干路及以下道路	城市快速路、主干路	次干路及以下道路	城市快速路、主干路
筛孔 尺寸 /mm	53	—	—	100	—
	37.5	100	—	85 ~ 100	100
	31.5	90 ~ 100	100	69 ~ 88	83 ~ 100
	19.0	73 ~ 88	85 ~ 100	40 ~ 65	54 ~ 84
	9.5	49 ~ 69	52 ~ 74	19 ~ 43	29 ~ 59
	4.75	29 ~ 54	29 ~ 54	10 ~ 30	17 ~ 45
	2.36	17 ~ 37	17 ~ 37	8 ~ 25	11 ~ 35
	0.6	8 ~ 20	8 ~ 20	6 ~ 18	6 ~ 21
	0.075	0 ~ 7 ^②	0 ~ 7 ^②	0 ~ 10	0 ~ 10
液限 (%)		<28	<28	<28	<28
塑性指数		<9 ^①	<9 ^①	<9 ^①	<9 ^①

① 表示潮湿多雨地区塑性指数宜小于6，其他地区塑性指数宜小于9。

② 表示对于无塑性的混合料，小于0.075mm的颗粒含量接近高限。

③ 表示底基层所列为未筛分碎石颗粒组成范围。

(2) 级配碎石及级配碎砾石石料的压碎值应符合表 3-103 的规定。

表 3-103 级配碎石及级配碎砾石压碎值

项 目	压 碎 值	
	基 层	底 基 层
城市快速路、主干路	<26%	<30%
次干路	<30%	<35%
次干路以下道路	<35%	<40%

6. 级配砂砾及级配砾石基层

级配砂砾及级配砾石的颗粒范围和技术指标宜符合表 3-104 的规定。

表 3-104 级配砂砾及级配砾石的颗粒范围及技术指标

项 目		通过质量百分率/(%)		
		基 层	底 基 层	
		砾 石	砾 石	砂 砾
筛孔尺寸/mm	53	—	100	100
	37.5	100	90 ~ 100	80 ~ 100
	31.5	90 ~ 100	81 ~ 94	—
	19.0	73 ~ 88	63 ~ 81	—
	9.5	49 ~ 69	45 ~ 66	40 ~ 100
	4.75	29 ~ 54	27 ~ 51	25 ~ 85
	2.36	17 ~ 37	16 ~ 35	—
	0.6	8 ~ 20	8 ~ 20	8 ~ 45
	0.075	0 ~ 7 ^②	0 ~ 7 ^②	0 ~ 15
液限/(%)		<28	<28	<28
塑性指数		<6 (或 9 ^①)	<6 (或 9 ^①)	<9

① 潮湿多雨地区塑性指数宜小于6，其他地区塑性指数宜小于9。

② 对于无塑性的混合料，小于0.075mm的颗粒含量接近高限。

3.3 道路排水

3.3.1 降雨重现期

设计降雨的重现期见表 3-105。

表 3-105 设计降雨的重现期

公路等级	路面和路肩表面排水	路界内坡面排水	公路等级	路面和路肩表面排水	路界内坡面排水
高速公路和一级公路	5	15	二级及二级以下公路	3	10

排水设施设计降雨重现期见表 3-106。

表 3-106 排水设施设计降雨重现期

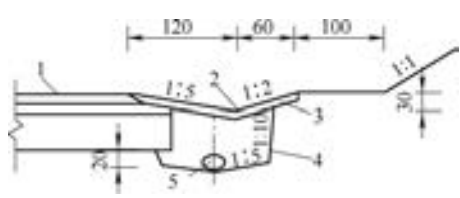

构造物种类	国道	省道	乡道
路面排水设施			
浅沟及路边沟	5 ~ 10	2 ~ 10	2 ~ 5
进水口	5 ~ 20	2 ~ 10	2 ~ 5
排水联络支管	5 ~ 20	2 ~ 10	2 ~ 5
涵洞	20 ~ 50	10 ~ 50	5 ~ 20
路旁渠道			
排水路 (宽度 ≥ 10m)	20 ~ 50	20 ~ 50	10 ~ 50
排水路 (宽度 < 10m)	10 ~ 20	10 ~ 20	5 ~ 20
平台截流沟及吊沟	5 ~ 20	5 ~ 20	5 ~ 20
滞留池排水口	5 ~ 20	2 ~ 10	2 ~ 5
滞留池溢流道	20 ~ 50	10 ~ 50	10 ~ 20

3.3.2 路基排水

1. 边沟

边沟类型见表 3-107。

表 3-107 边沟类型

名称	图 示	名称	图 示
三角形边沟	 <p>1—硬路肩 2—三角形边沟 3—沟底铺砌 4—排水沟透水性回填料 5—排水管</p>	填方梯形边沟	

(续)

名称	图 示	名称	图 示
碟形边沟	<p>1—行车道 2—硬路肩 3—碟形混凝土边沟 4—基层 5—垫层</p>	矩形边沟	
星形边沟	<p>1—弧形边沟 2—排水沟透水性回填料 3—排水管 4—标线 5—沟底和坡面铺砌 6—砂砾</p>	挖方梯形边沟	
带盖板的矩形边沟			

边沟沟底纵坡宜与路线纵坡一致，并不宜小于3%，困难情况下可减少至0.1%。边沟的横断面形式，如图3-19所示。

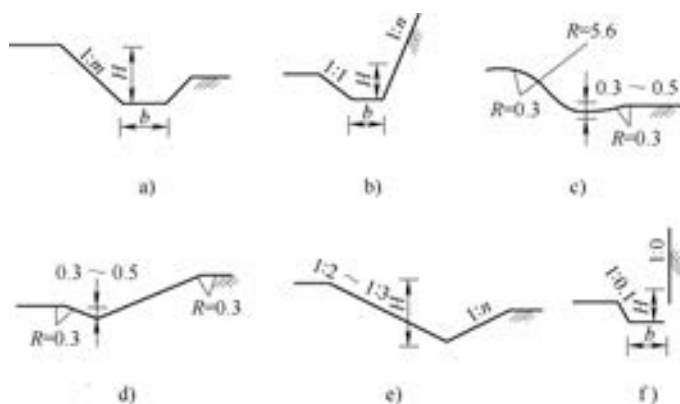


图 3-19 边沟的横断面形式示意图 (单位: m)

a)、b) 梯形 c)、d) 流线形 e) 三角形 f) 矩形

2. 截水沟

截水沟类型及设置要求、截水沟布设示意图分别见表3-108、表3-109。

表 3-108 截水沟类型及设置要求

名 称	图 示	名 称	图 示
梯形土质截水沟		设置土埂的截水沟	
山坡覆盖层较薄的截水沟		装砌片石截水沟	

表 3-109 截水沟布置图式

名 称	图 示	名 称	图 示
截水沟与截水沟的衔接		设有弃土堆的截水沟的横向布置	
截水沟与涵管的衔接		边坡平台上设置截水沟的横向布置	
多道截水沟的平面布置		山坡路堤上方设置截水沟的横向布置	
截水沟横向布置			

3. 排水沟

排水沟布置图示如图 3-20 所示。

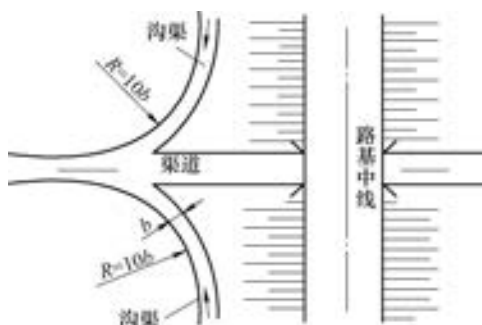


图 3-20 排水沟布置

4. 水泥混凝土沟渠

包括 L 形沟、三角形沟、碟形沟、U 形沟、带缝隙的圆形沟，如图 3-21 ~ 图 3-23 所示。

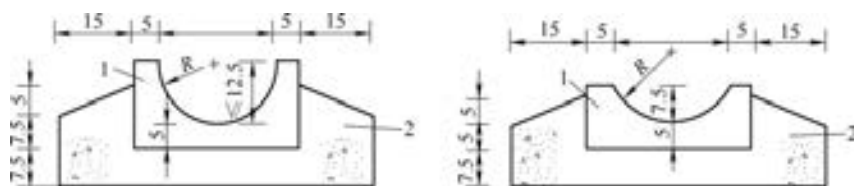


图 3-21 碟形混凝土边沟

1—碟形混凝土沟构件 2—基础

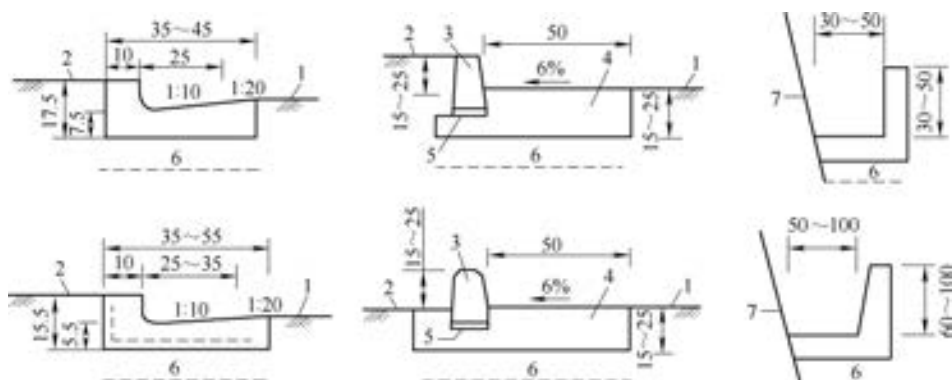


图 3-22 L 形混凝土沟渠

1—行车道 2—人行道 3—缘石(侧石)
4—平石 5—砂浆 6—基础 7—挡土墙

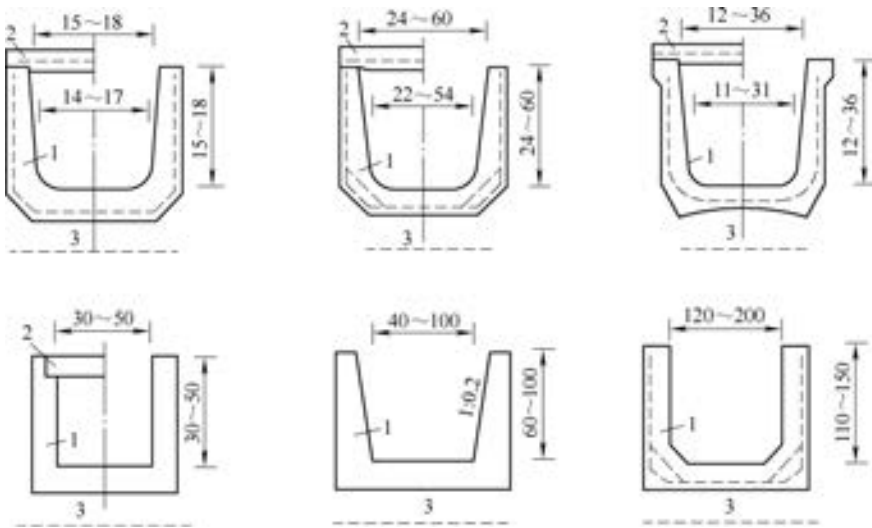


图 3-23 U 形混凝土沟构件
1—沟身构件 2—盖板 3—基础

5. 跌水

跌水一般构造见表 3-110。

表 3-110 跌水一般构造

图 示	构造设计及要求
	<ol style="list-style-type: none"> 1. 土质边沟的纵坡较大时，可设计多级跌水，以减缓沟底纵坡，降低流速，减少冲刷 2. 跌水台阶高度 P_1、P_2 可按地形、地质等条件而定，通常为 0.3 ~ 0.6m，台面坡度应为 2% ~ 3%。多级台阶各级高度可相同，可不同，其高与长之比，应与原地面相适应 3. 跌水的横断面形式为矩形，槽底应做成粗糙面，厚度为 0.2 ~ 0.4m，边墙顶面宽度：浆砌片石为 0.2 ~ 0.4m，混凝土为 0.1 ~ 0.3m；跌水高度不大，槽底纵坡平缓，亦可采用梯形断面。梯形跌水槽身，应在台阶前 0.5 ~ 1.0m 和台阶后 1.0 ~ 1.5m 范围内进行加固

6. 路基排水施工

如图 3-24 所示为堤埝交界地点，就地将边沟水引出路堤以外的示意图。在涵洞进口处设置跌水式雨水井，结构如图 3-25 所示。

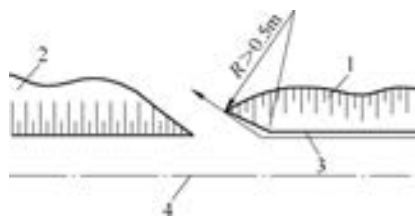


图 3-24 边沟出口示意图

1—路缘 2—路堤 3—边沟 4—路中线

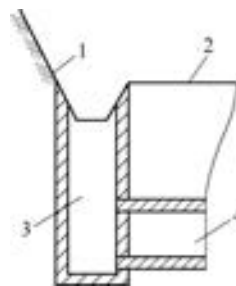


图 3-25 边沟与涵洞用雨水井连接剖面图

1—边沟 2—路基 3—雨水井 4—涵洞

排水沟进口因地形限制成直角相交时可按图 3-26 的形式处置。

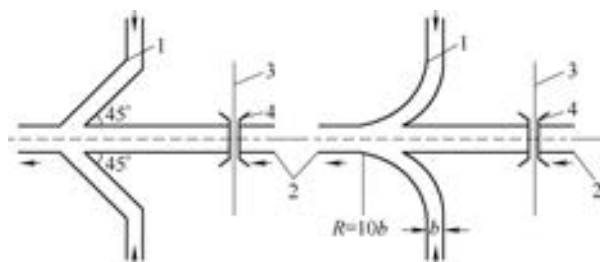


图 3-26 沟渠连接示意图

1—排水沟 2—其他沟渠 3—路中线 4—桥涵

如图 3-27 所示为渗井构造及渗水扩散曲线。

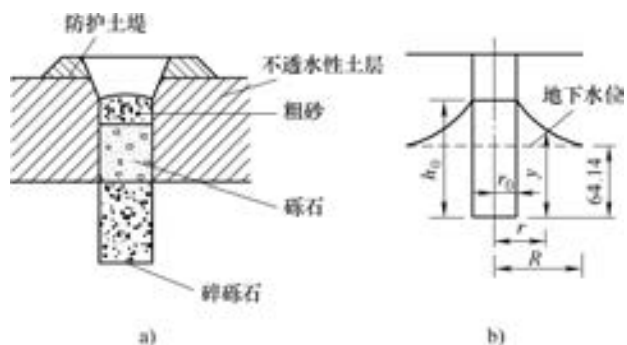


图 3-27 渗井构造及渗水扩散曲线

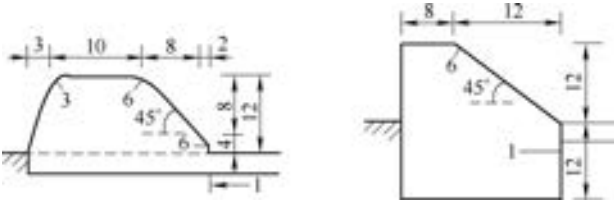
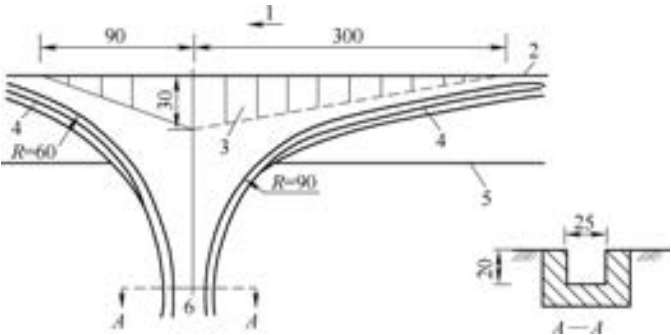
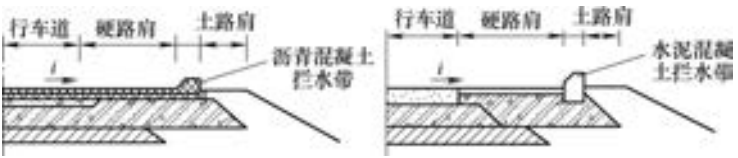
a) 渗井构造 b) 渗水扩散曲线

3.3.3 路面表面排水

1. 拦水带

拦水带的构造、布置见表 3-111。

表 3-111 拦水带的构造、布置

项 目	图 示
拦水带构造	 <p style="text-align: center;">1—硬路肩边缘</p>
拦水带平面布置	 <p style="text-align: center;">1—水流方向 2—硬路肩边缘线 3—底凹区 4—拦水带顶 5—路堤边坡坡顶 6—急流槽</p>
设置位置	


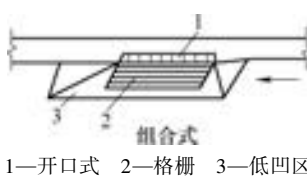
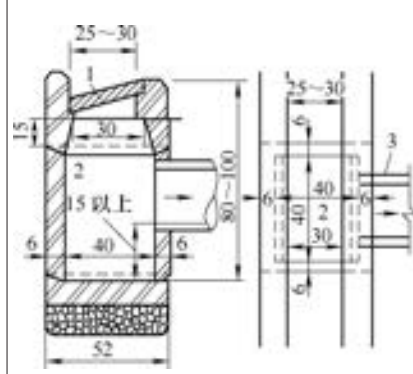
2. 泄水口

泄水口的形式和适用性见表 3-112。

表 3-112 泄水口的形式和适用性

形 式	泄水方式	适 用 性	泄水能力	图 示
开口式	缘石或拦水带竖面上开口, 让边沟内水流侧向流入	适用于道路纵坡大时	一般	 <p style="text-align: center;">1—开口式 2—低凹区</p>

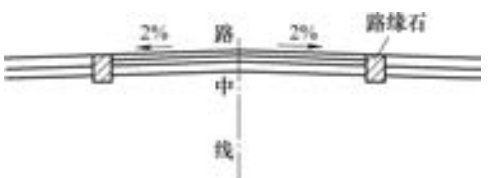
(续)

形 式	泄水方式	适 用 性	泄水能力	图 示
格栅式	边沟底面开口，以格栅覆盖，使边沟内水流向下流入	适用于车辆不靠近路缘石行驶，纵坡较大(3%以上)，以及漂浮垃圾较少的情况下；也作用中央分隔带内排水沟或其他沟渠的泄水口	较好	 <p>格栅式 低凹区格栅式 1—格栅 2—低凹区</p>
组合式	缘石开口式和格栅式组合而成	适用于设计流量较大的情况，在陆上漂浮垃圾较多时	优	 <p>组合式 1—开口式 2—格栅 3—低凹区</p>
集水井	汇集流入泄水口水的水，通过集水井内的排水管汇流或排引到指定地点	汇集流入泄水口水的水，通过集水井内的排水管汇流或排引到指定地点		 <p>集水井 (尺寸单位: cm) 1—进水口格栅 2—集水井 3—排水管</p>

3. 中央分隔带排水

中央分隔带排水形式和设计要求见表 3-113。

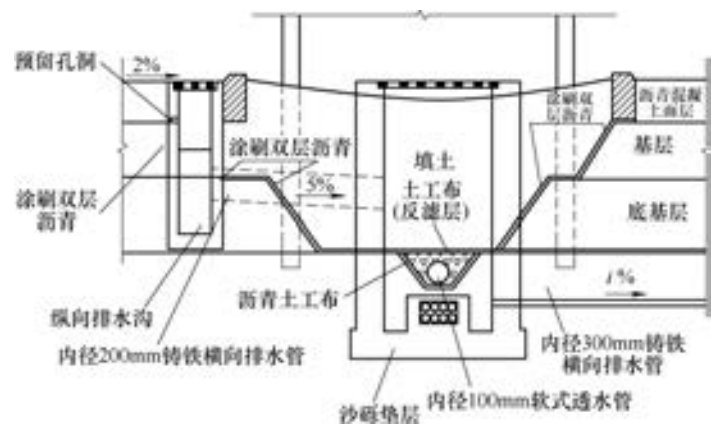
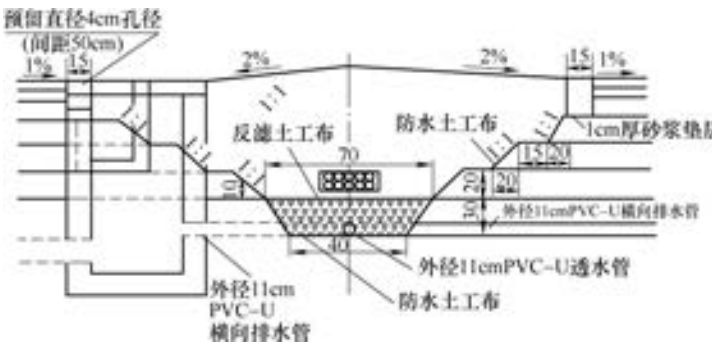
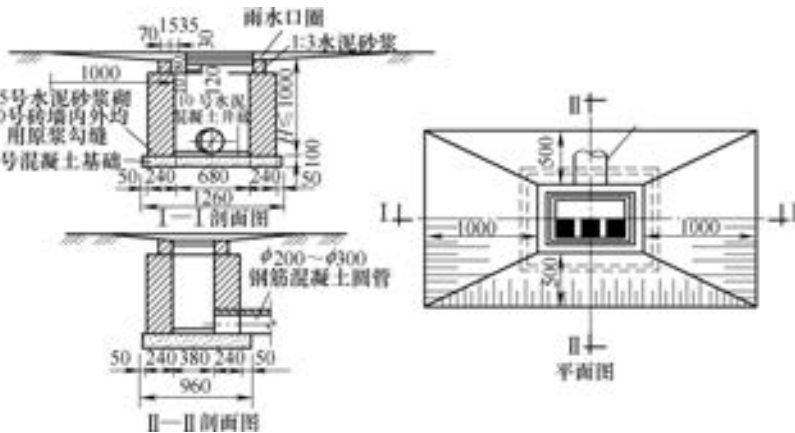
表 3-113 中央分隔带排水形式和设计要求

形 式	图示及设计尺寸
宽度小于 3m 且表面采用铺面封闭 中央分隔带的横向排水路拱	

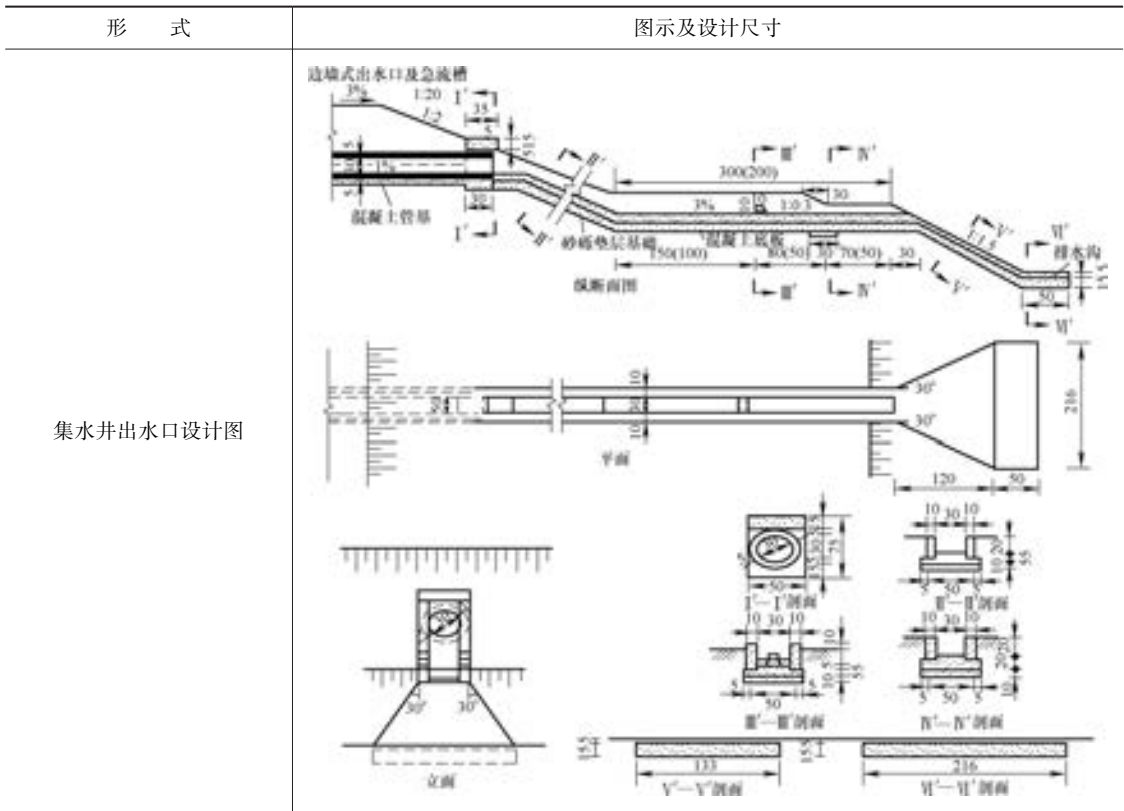
(续)

形式	图示及设计尺寸	
<p>横向排水槽</p>		
<p>宽度小于3m且表面采用铺面封闭</p> <p>纵向排水槽</p>	<p>碟形排水沟</p>	
	<p>U形排水沟</p>	
	<p>圆形排水沟</p>	
	<p>侧沟形排水沟</p>	
<p>刚性混凝土护栏纵向排水沟</p>		

(续)

形式	图示及设计尺寸
<p>纵横向排水沟</p> <p>宽度大于3m且表面微凹无铺面封闭</p>	
<p>纵向排水渗沟</p>	
<p>集水井</p>	

(续)

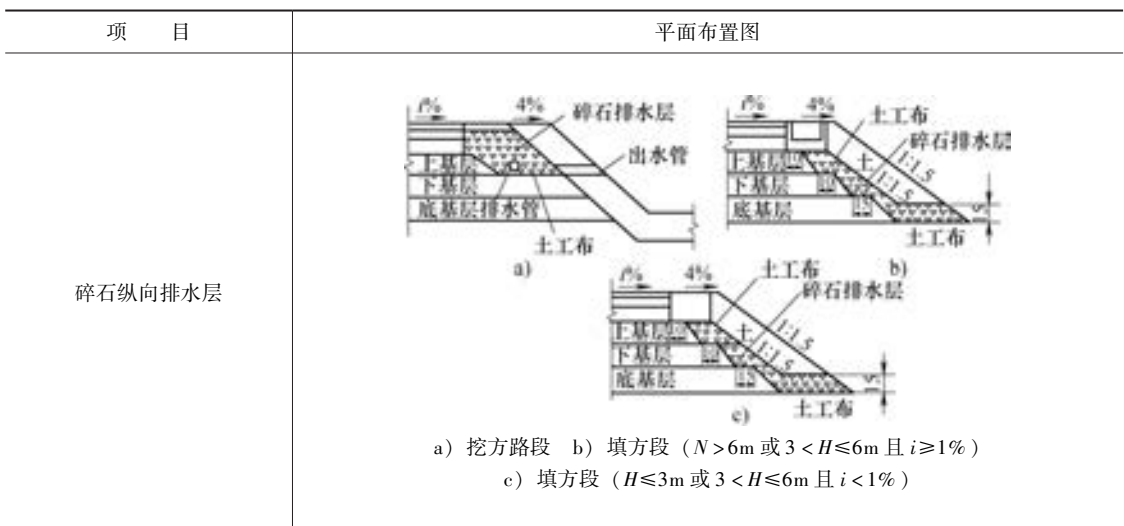


3.3.4 路面内部排水

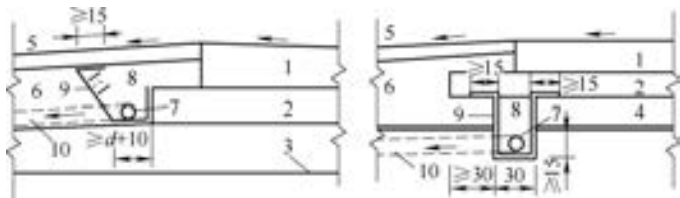
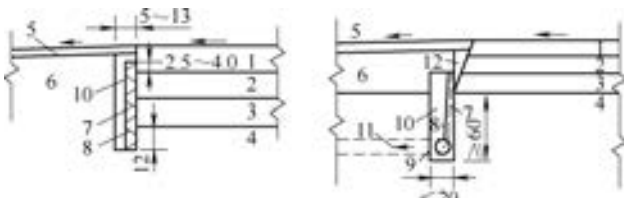
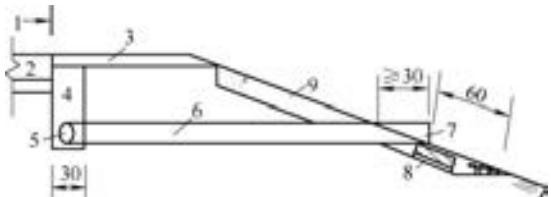
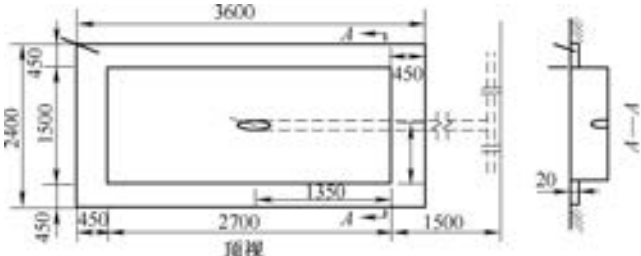

1. 路面内部排水布置及设计要求

路面内部排水布置见表 3-114。

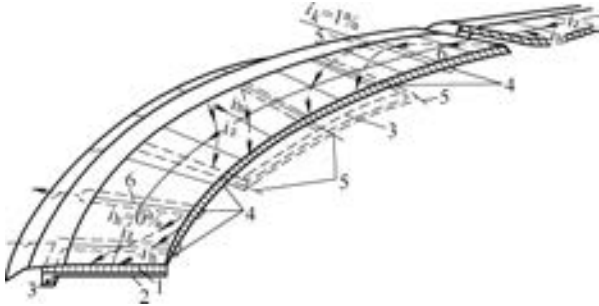
表 3-114 路面内部排水布置



(续)

项 目	平面布置图
<p>透水性回填料管式排水沟</p>	 <p>1—面层 2—基层 3—排水基层 4—不透水底基层 5—路肩面层 6—路肩基层 7—带孔排水管 8—透水性回填料 9—反滤织物 10—横向出水管</p>
<p>板式纵向排水沟</p>	 <p>1—面层 2—基层 3—底基层 4—垫层或路床 5—路肩面层 6—路肩基层 7—复合土工排水板或鳍状排水板芯板 8—土工织物 9—带孔或不带孔排水管 10—透水性回填料 11—横向出水管</p>
<p>排水管</p>	 <p>1—路面边缘 2—面层 3—路肩面层 4—排水沟 5—排水管 6—出水管 7—管端网罩 8—混凝土挡溅垫板 9—片石铺砌</p>
<p>复合土工排水管或鳍状排水管</p>	 <p>顶视</p>
<p>排水层排水系统</p>	 <p>1—面层 2—基层 3—排水垫层 4—反滤层 5—排水沟 6—排水管 7—边沟</p>

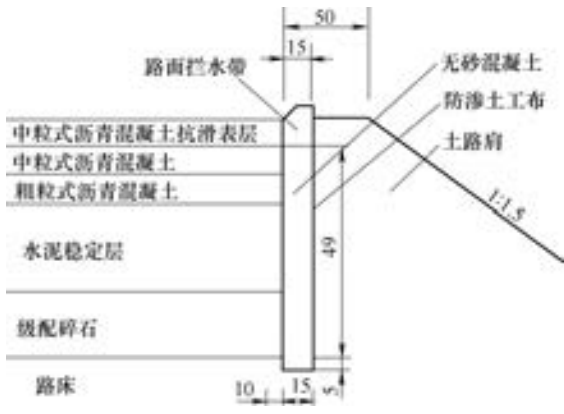
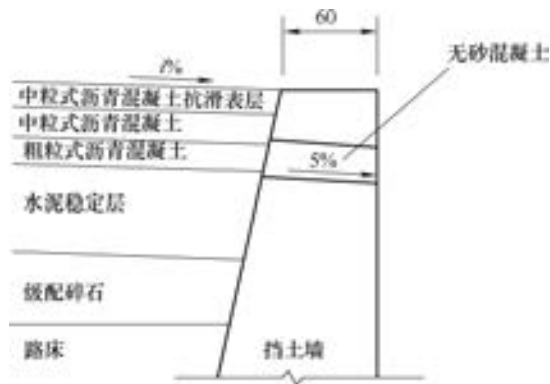
(续)

项 目	平面布置图
曲线超高段上增设横向排水管	 <p style="text-align: center;">1—面层 2—排水管 3—纵向排水管 4—横向排水管 5—出水管 6—横坡转变点</p>

2. 沥青混凝土路面内部排水

沥青混凝土路面结构内部排水措施见表 3-115。

表 3-115 沥青混凝土路面结构内部排水措施

适用条件	图示及构造要求
当路肩为土路肩时	
当路肩为浆砌挡墙式路肩时	

(续)

适用条件	图示及构造要求
急流槽附近	
桥台搭板与稳定层交接处及纵坡较大的路段上	

3. 水泥混凝土路面内部排水

水泥混凝土路面结构内部排水基本与沥青混凝土路面的相同，参见表 3-115。水泥混凝土路面板块接缝处防渗措施见表 3-116。

表 3-116 水泥混凝土路面板块接缝处防渗措施

排水方案	图示及构造要求
水泥混凝土路面板块接缝处防渗止水装置	

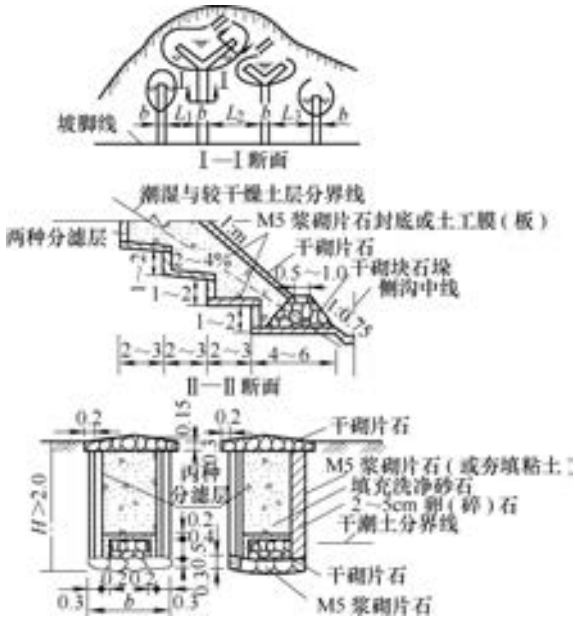
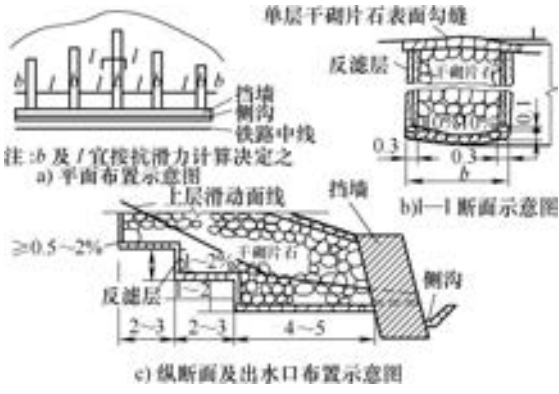
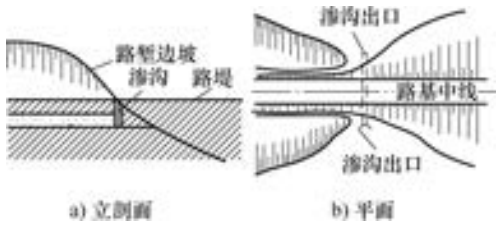
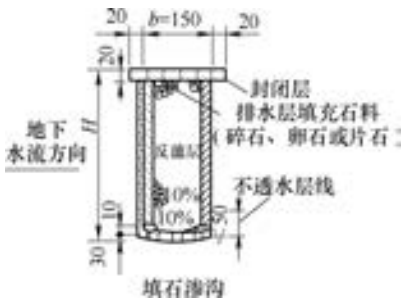
3.3.5 地下排水

各地下排水设施见表 3-117。

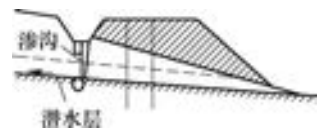
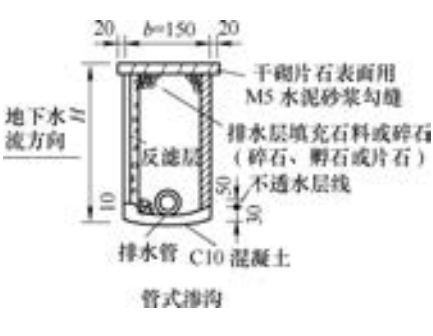
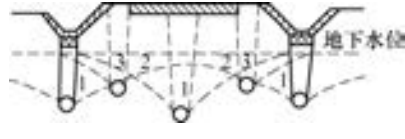
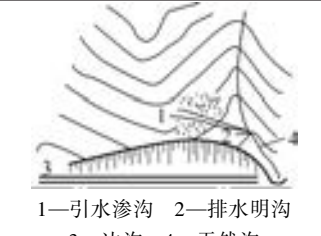
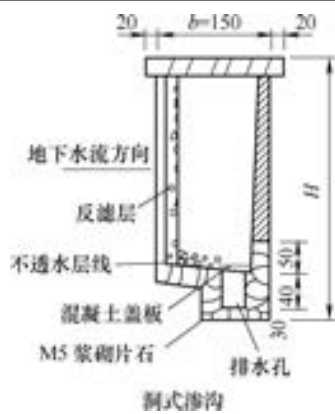
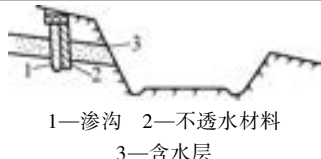
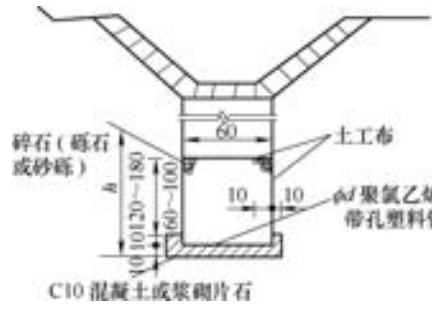
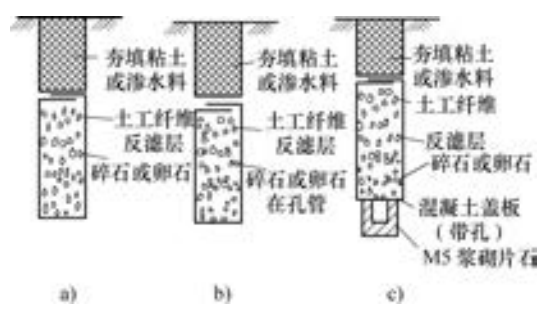
表 3-117 各地下排水设施

类 型	图 示
明沟	<p>The diagram shows a cross-section of an open drainage ditch. It features a water table (含水层) above an impermeable layer (不透水层). The ditch is filled with drainage holes (渗水孔) and compacted soil (填土夯实). A filter layer (反滤层) is located at the bottom of the ditch. Dimensions include a ditch width of B, a depth of H, and a filter layer thickness of $0.2m$. A slope of $1:n$ is indicated on the sides.</p>
槽沟	<p>The diagram shows a cross-section of a trench. It features a water table (含水层) above an impermeable layer (不透水层). The trench is filled with drainage holes (渗水孔) and compacted soil (填土夯实). A filter layer (反滤层) is located at the bottom of the trench. Dimensions include a trench width of B, a depth of H, and a filter layer thickness of $0.2m$. A slope of $1:n$ is indicated on the sides.</p>
暗沟 (管)	<p>The diagram shows a cross-section of a covered drainage pipe. It features a water table (含水层) above an impermeable layer (不透水层). The pipe is covered with a lid (盖板) and compacted soil (填土夯实). A filter layer (反滤层) is located at the bottom of the pipe. Dimensions include a pipe width of B, a depth of H, and a filter layer thickness of $0.2m$. A slope of $1:n$ is indicated on the sides.</p>
边坡边 坡渗沟	<p>The diagram shows a cross-section of a slope edge drainage ditch. It features a water table (含水层) above an impermeable layer (不透水层). The ditch is filled with drainage holes (渗水孔) and compacted soil (填土夯实). A filter layer (反滤层) is located at the bottom of the ditch. Dimensions include a ditch width of B, a depth of H, and a filter layer thickness of $0.2m$. A slope of $1:n$ is indicated on the sides.</p>

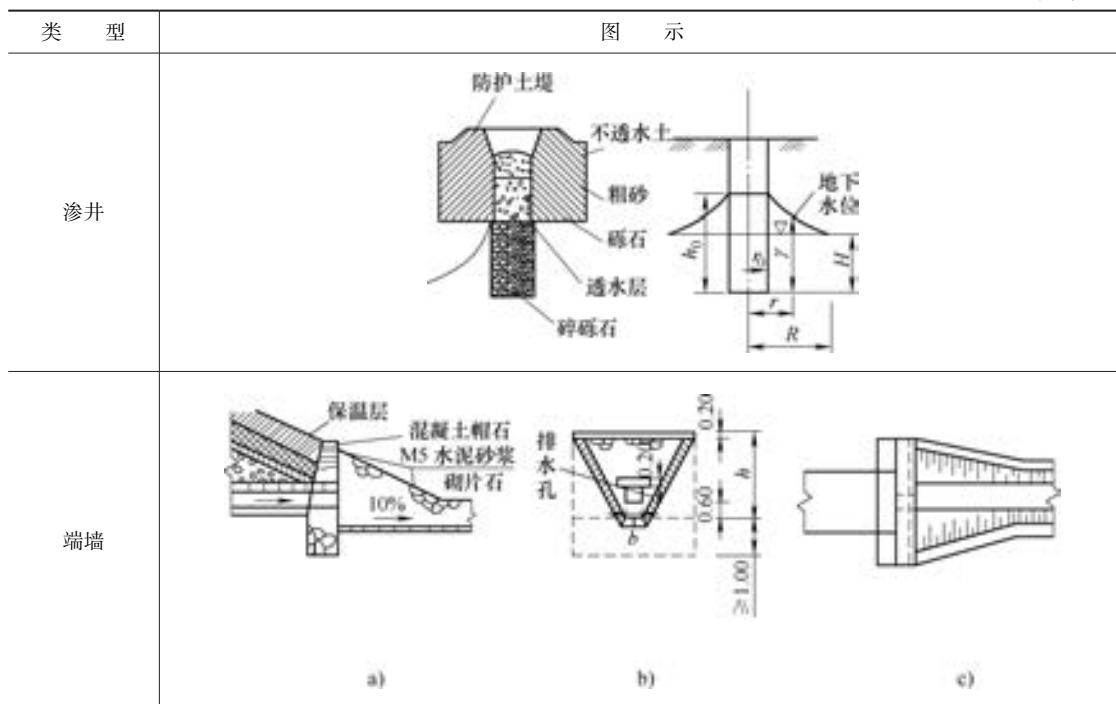
(续)

类型	图 示	
边坡渗沟 条带及分岔形 边坡渗沟		
支撑渗沟		
截水渗沟 截断路 层间水		

(续)

类 型	图 示	
截水渗沟	 <p>拦截潜沟</p>	 <p>管式渗沟</p>
	 <p>降低地下水</p>	
	 <p>1—引水渗沟 2—排水明沟 3—边沟 4—天然沟</p>	 <p>洞式渗沟</p>
	 <p>1—渗沟 2—不透水材料 3—含水层</p>	
塑料管渗沟	 <p>注: 1. 本图尺寸以 cm 计; 2. 图中代号尺寸; $\phi d=10、15$ 或 20cm</p>	
无纺土工纤维反滤层排水盲沟	 <p>a) b) c)</p>	

(续)



3.3.6 道路排水质量标准

土质边沟、截水沟、排水沟施工质量应符合表 3-118 的规定。

表 3-118 土质边沟、截水沟、排水沟施工质量标准

序 号	检 查 项 目	规定值或允许偏差	检 查 方 法 和 频 率
1	沟底纵坡	符合设计要求	水准仪；200m 测 8 点
2	沟底高程/mm	+0, -30	水准仪；每 200m 测 8 处
3	断面尺寸	不小于设计要求	尺量；每 200m 测 8 处
4	边坡坡度	不陡与设计要求	每 50m 测 2 处
5	边棱顺直度/mm	50	尺量；20m 拉线，每 200m 测 4 处

浆砌水沟、截水沟、边沟施工质量应符合表 3-119 的规定。

表 3-119 浆砌水沟、截水沟、边沟施工质量标准

序 号	检 查 项 目	规定值或允许偏差	检 查 方 法 和 频 率
1	砂浆强度	符合设计要求	同一配合比，每台班 2 组
2	轴线偏位/mm	50	经纬仪；每 200m 测 8 处
3	墙面直顺度/mm 或坡度	30 符合设计要求	20m 拉线 坡度尺；每 200m 测 4 处
4	断面尺寸/mm	±30	尺量；每 200m 4 处
5	铺砌厚度	不小于设计值	尺量；每 200m 4 处

(续)

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
6	基础垫层宽、厚度	不小于设计值	尺量；每 200m 4 处
7	沟底高程/mm	±15	水准仪；每 200m 8 点

注：跌水、急流槽等的质量标准可参照本表。

混凝土排水管施工质量应符合表 3-120 的规定。

表 3-120 混凝土排水管施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度	符合设计要求	同一配合比，每台班 2 组
2	管轴线偏位/mm	15	经纬仪或拉线；每两井间测 5 处
3	管内底高程/mm	±10	水准仪；每两井间测 4 处
4	基础厚度	不小于设计值	尺量；每两井间测 5 处
5	管座	肩宽/mm	+10, -5
		肩高/mm	±10
6	抹带	宽度	不小于设计
		厚度	不小于设计
7	进出口、管节接缝处理	有防水处理	每处检查

排水渗沟施工质量应符合表 3-121 的规定

表 3-121 排水渗沟施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	沟底高程/mm	±15	水准仪；每 20m 测 4 处
2	断面尺寸	不小于设计	尺量；每 20m 测 2 处

隔离工程土工合成材料施工质量应符合表 3-122 的规定。

表 3-122 隔离工程土工合成材料施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	下承层平整度、拱度	符合设计要求	每 200m 检查 8 处
2	搭接宽度/mm	+50, -0	抽查 5%
3	搭接缝错开距离	符合设计要求	抽查 5%
4	搭接处透水点	不多于 1 个	每缝

过滤排水工程土工合成材料施工质量应符合表 3-123 的规定。

表 3-123 过滤排水工程土工合成材料施工质量标准

序号	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	下承层平整度、拱度	符合设计要求	每 200m 检查 8 处
2	搭接宽度/mm	+50, -0	抽查 5%
3	搭接缝错开距离	符合设计要求	抽查 5%

检查井、雨水井施工质量应符合表 3-124 的规定。

表 3-124 检查井、雨水井实施工质量

序 号	检 查 项 目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
1	砂浆强度	符合设计要求		同一配比, 每台班 2 组
2	轴线偏位/mm	50		经纬仪: 每个检查井检查
3	圆井直径或方井长、宽/mm	±20		尺量: 每个检查井检查
4	井底高程/mm	±15		水准仪: 每个检查井检查
5	井盖与相邻路面高差/mm	检查井	+4, -0	水准仪: 每个检查井检查
		雨水井	+0, -4	

排水泵站施工质量应符合表 3-125 的规定。

表 3-125 排水泵站施工质量标准

序 号	检 查 项 目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
1	混凝土强度	符合设计要求		同一配比, 每工作台班 2 组
2	轴线平面偏位	1% 井深		经纬仪: 纵、横向各 3 处
3	垂直度	1% 井深		用垂线: 纵、横向各 2 处
4	底板高程/mm	±50		水准仪: 检查 6 处

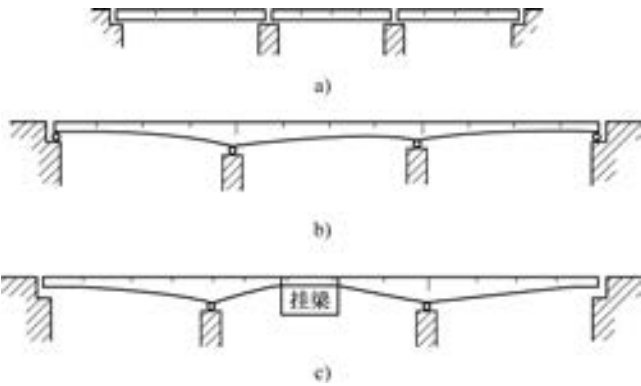
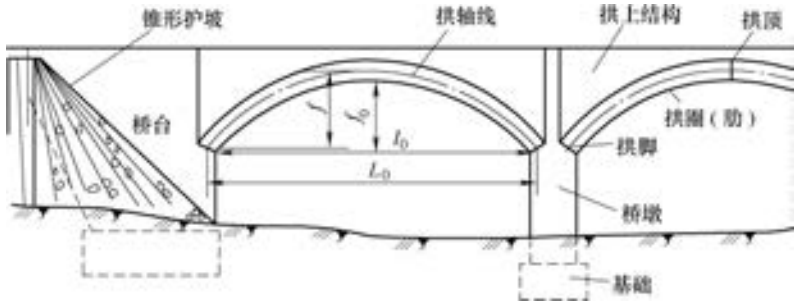
第 4 章 市政桥梁工程

4.1 城市桥梁构造

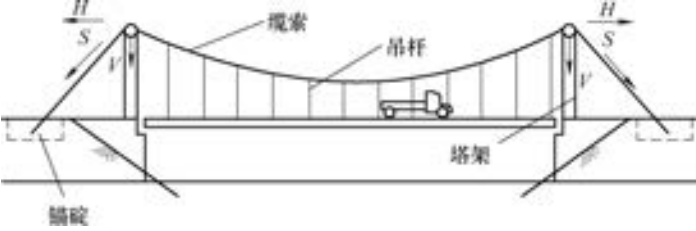
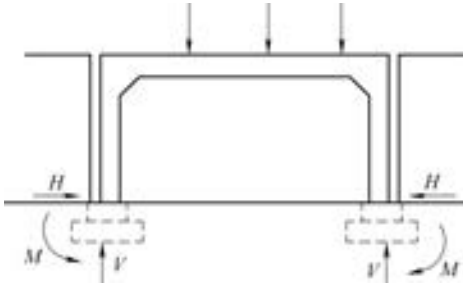
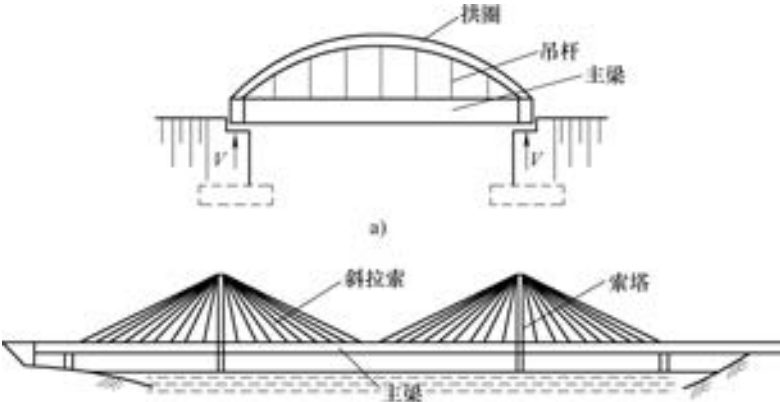
4.1.1 桥梁的分类

1. 按桥梁的主要承重结构体系分类见表 4-1。

表 4-1 桥梁的分类

分类依据	项目	图 示
按桥梁的主要承重结构体系	梁桥	 <p style="text-align: center;">梁桥基本体系 a) 简支梁桥 b) 连续梁桥 c) 悬臂梁桥</p>
	拱桥	 <p style="text-align: center;">拱桥概貌 l_0—净跨径 L_0—计算跨径 f_0—净矢高 f—计算矢高</p>

(续)

分类依据	项目	图 示
按桥梁的主要承重结构体系	吊桥	 <p style="text-align: center;">吊桥简图 H—水平拉力 V—竖向压力 S—索力</p>
	刚架桥	 <p style="text-align: center;">刚架桥简图 H—水平推力 M—弯矩 V—基底竖向反力</p>
	组合体系桥	 <p style="text-align: center;">组合体系桥 a) 系杆拱桥简图 b) 斜拉桥简图 V—支座反力</p>

2. 按跨径长度分类，城市桥梁可分为特大桥、大桥、中桥和小桥四类，划分标准见表 4-2。

表 4-2 桥梁按总长或跨径分类

桥梁分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_0/m
特大桥	$L > 1000$	$L_0 > 150$
大桥	$1000 \geq L \geq 100$	$150 \geq L_0 \geq 40$
中桥	$100 > L > 30$	$40 > L_0 \geq 20$

(续)

桥梁分类	多孔跨径总长 L/m	单孔跨径 L_0/m
小桥	$30 \geq L \geq 8$	$20 > L_0 \geq 5$

注：1. 单孔跨径系指标准跨径。梁式桥、板式桥以两桥墩中线之间桥中心线长度或桥墩中线与桥台台前缘线之间桥中心线长度为标准跨径；拱式桥以净跨径为标准跨径。

2. 梁式桥、板式桥的多孔跨径总长为多孔标准跨径的总长；拱式桥为两岸桥台起拱线间的距离；其他形式的桥梁为桥面系的行车道长度。

4.1.2 拱桥构造

1. 拱桥组成

拱桥的桥跨结构由主拱圈及拱上建筑构成，主拱圈是总拱桥的主要承重构件，由桥墩、桥台、基础、行车道、栏杆等构成，如图 4-1 所示。

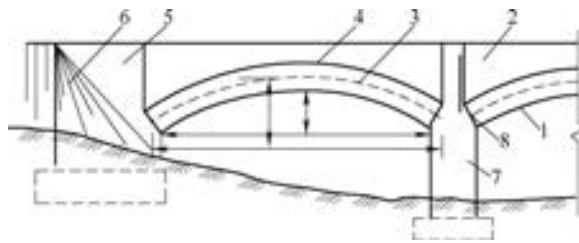


图 4-1 拱桥基本组成部分

1—主拱圈 2—拱上结构 3—拱轴线 4—拱顶 5—桥台 6—锥形护坡 7—桥墩 8—拱脚

2. 主拱圈构造

用粗料石砌筑拱圈时，拱石需要随拱轴线和截面形式不同而分别进行编号，以便于拱石的加工，如图 4-2 所示。

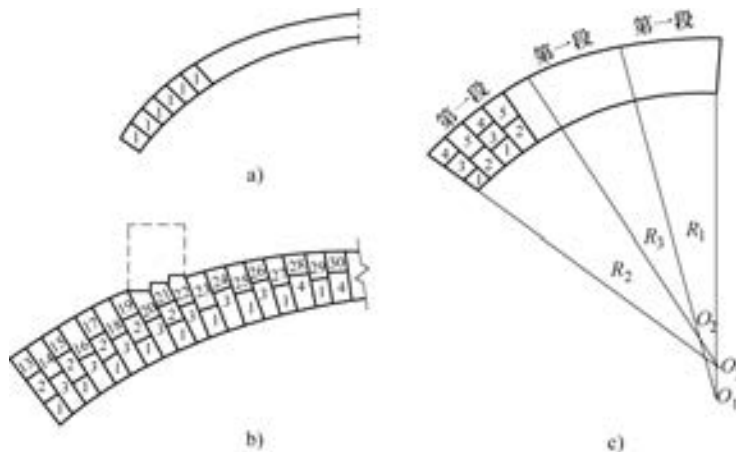


图 4-2 拱石的编号

a) 圆弧拱 b) 变截面悬链线拱 c) 等截面悬链线拱

3. 拱上建筑构造

(1) 实腹式拱上建筑由拱腔填料、侧墙、护拱、变形缝、防水层、泄水管和桥面系等部分组成,如图4-3所示。

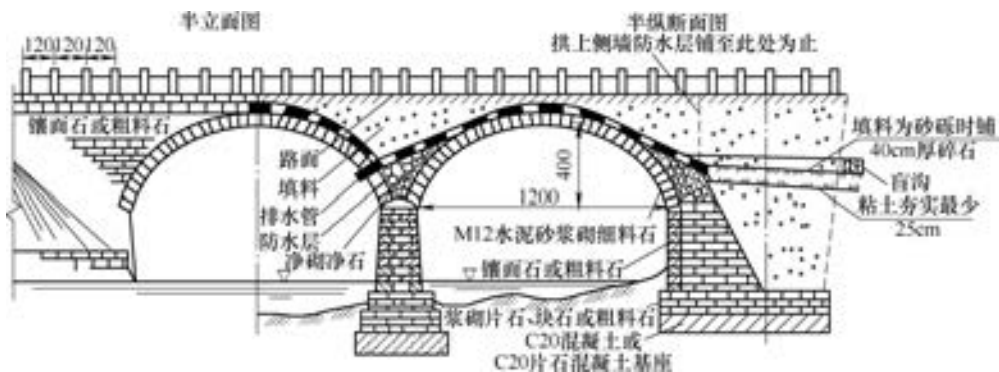


图4-3 实腹式拱桥

(2) 空腹式拱上建筑由多孔腹孔结构和桥面组成。空腹式拱上建筑最大的特点在于具有腹孔和腹孔墩。腹孔有拱式腹孔、梁(板)式孔两种形式,如图4-4所示。

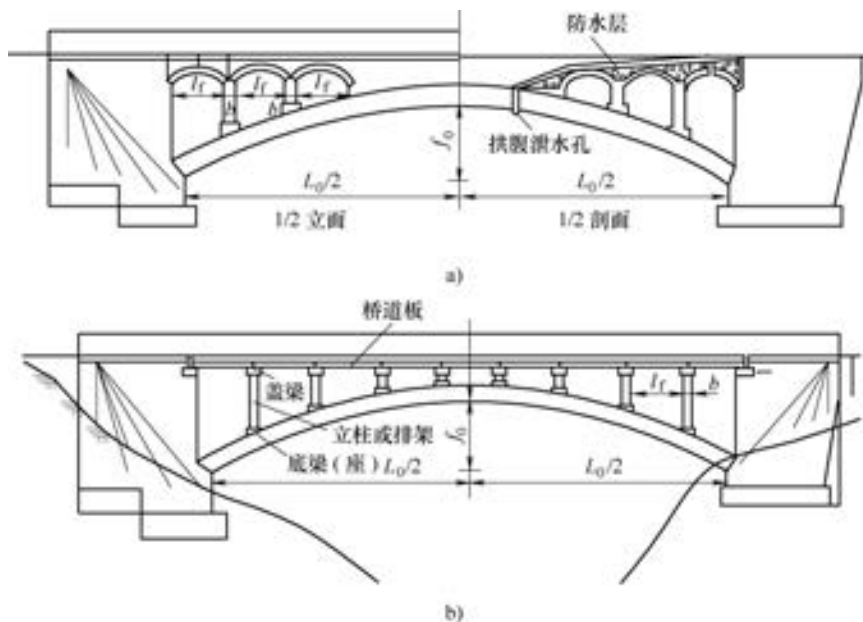


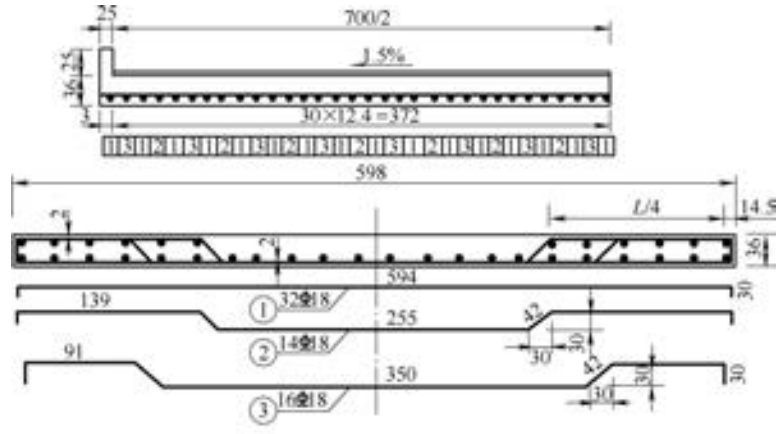
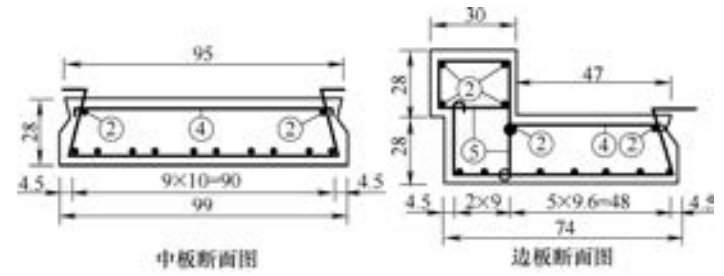
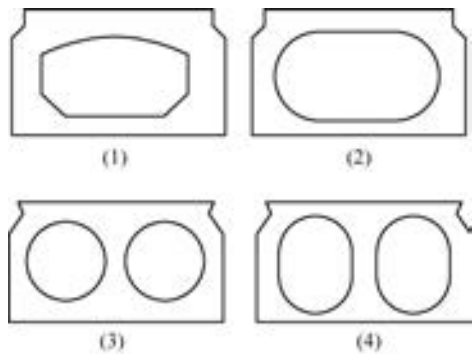
图4-4 空腹式拱桥

a) 拱式腹拱 b) 梁式腹拱

4.1.3 梁式桥

梁式桥的构造见表4-3。

表 4-3 梁式桥的构造

项 目	图 示
整体式板桥	 <p style="text-align: center;">整体式桥板构造</p>
实心板 装配式板桥	 <p style="text-align: center;">矩形实心板桥断面图</p>
空心板	 <p style="text-align: center;">空心板截面形式</p>

4.2 城市桥梁设计

4.2.1 城市桥梁设计一般规定

在不通航或无流放木筏河流上及通航河流的不通航桥孔内，桥下净空不应小于表 4-4 的

规定。

表 4-4 非通航河流桥下最小净空表

桥梁部位		高出计算水位/m	高出最高流冰面/m
梁底	洪水期无大漂流物	0.50	0.75
	洪水期有大漂流物	1.50	—
	有泥石流	1.00	—
支撑垫石顶面		0.25	0.50
拱脚		0.25	0.25

桥梁结构设计使用年限应按表 4-5 的规定采用。

表 4-5 桥梁结构设计使用年限

序号	设计使用年限/年	类别
1	30	小桥
2	50	中桥、重要小桥
3	100	特大桥、大桥、重要中桥

注：对有特殊要求的桥梁结构设计使用年限，可在上述规定基础上经技术经济论证后予以调整。

4.2.2 桥面防水系统设计

桥面防水工程应根据桥梁的类别、所处地理位置、自然环境、所在道路等级、防水层使用年限划分为两个防水等级，并应符合表 4-6 的规定。

表 4-6 桥面防水等级

项目	桥面防水等级	
	I	II
桥梁类别	1. 特大桥、大桥 2. 城市快速路、主干路上的桥梁、交通量较大的城市次干路上的桥梁 3. 位于严寒地区、化冰盐区、酸雨、盐雾等不良气候地区的桥梁	I 级以外的所有桥梁
防水层使用年限	大于或等于 15 年	大于或等于 10 年

注：特大桥、大桥的定义应执行现行城市桥梁行业标准的规定。城市快速路、主干路和次干路的定义应执行现行城市道路行业标准的规定。

防水层强度要求应按表 4-7 的规定取值。

表 4-7 防水层强度要求

防水层表面温度/(℃)	10	20	30	40	50
涂料剪切强度/MPa	1.00	0.50	0.30	0.20	0.15
卷材剪切强度/MPa	1.00	0.50	0.30	0.15	0.10

4.2.3 城市桥梁抗震设计

1. 城市桥梁抗震设计一般规定

桥址处地震基本烈度数值可由现行国家标准《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001) 查取地震动峰值加速度并按表 4-8 确定。

表 4-8 地震基本烈度和地震动峰值加速度的对应关系

地震基本烈度	6 度	7 度	8 度	9 度
地震动峰值加速度	0.05g	0.10 (0.15) g	0.20 (0.30) g	0.40g

注: g 为重力加速度。

乙类、丙类和丁类桥梁 E1 和 E2 地震动峰值加速度 A 的取值, 应根据现行《中国地震动参数区划图》(GB 18306—2001) 查得的地震动峰值加速度, 乘以表 4-9 中的 E1 和 E2 地震调整系数 C_i 得到。

表 4-9 各类桥梁 E1 和 E2 地震调整系数 C_i

抗震设防分类	E1 地震作用				E2 地震作用			
	6 度	7 度	8 度	9 度	6 度	7 度	8 度	9 度
乙类	0.61	0.61	0.61	0.61	—	2.2 (2.05)	2.0 (1.7)	1.55
丙类	0.46	0.46	0.46	0.46	—	2.2 (2.05)	2.0 (1.7)	1.55
丁类	0.35	0.35	0.35	0.35	—	—	—	—

根据桥梁结构的重要性和场地的地震基本烈度, 乙、丙和丁类桥梁的抗震设计方法应按表 4-10 选用。

表 4-10 桥梁抗震设计方法类别

地震基本烈度 \ 抗震设防分类	乙	丙	丁
	6 度	B	C
7 度、8 度和 9 度地区	A	A	B

2. 场地、地基与基础

丁类桥梁, 当无实测剪切波速时, 可根据岩土名称和性状按表 3-10 划分土的类型, 并结合当地的经验, 在表 4-11 的范围内估计各土层的剪切波速。

表 4-11 土的类型划分和剪切波速范围

土的类型	岩石名称和性状	土的剪切波速范围/(m/s)
坚硬土或岩土	稳定岩石、密实的碎石土	$v_s > 500$
中硬土	中密、稍密的碎石土, 密实、中密的砾、粗砂、中砂, $f_k > 200\text{kPa}$ 的粘性土和粉土, 坚硬黄土	$500 \geq v_s > 250$
中软土	稍密的砾、粗砂、中砂, 除松散的细砂和粉砂, $f_k \leq 200\text{kPa}$ 的粘性土和粉土, $f_k \geq 130\text{kPa}$ 的填土和可塑黄土	$250 \geq v_s > 140$

(续)

土的类型	岩石名称和性状	土的剪切波速范围/(m/s)
软弱土	淤泥和淤泥质土, 松散的砂, 新近沉积的粘性土和粉土, $f_k < 130\text{kPa}$ 的填土和新近堆积黄土和流塑黄土	$v_s \leq 140$

注: f_k 为由载荷试验等方法得到的地基承载力特征值 (kPa), v_s 为岩土剪切波速。

工程场地类别, 应根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度划分为四类, 并应符合表 4-12 的规定。

表 4-12 各类工程场地的覆盖层厚度

等效剪切波速/(m/s)	场地类别			
	I类	II类	III类	IV类
$v_{se} > 500$	0m	—	—	—
$500 \geq v_{se} > 250$	<5m	$\geq 5\text{m}$	—	—
$250 \geq v_{se} > 140$	<3m	3m ~ 50m	>50m	—
$v_{se} \leq 140$	<3m	3m ~ 15m	16m ~ 80m	>80m

液化土特征深度可按表 4-13 采用。

表 4-13 液化土特征深度

(单位: m)

饱和土类别	地震基本烈度		
	7度	8度	9度
粉土	6	7	8
砂土	7	8	9

液化判别标准贯入锤击数基准值应按表 4-14 采用。

表 4-14 标准贯入锤击数基准值 N_0

特征周期分区	7度	8度	9度
1区	6 (8)	10 (13)	16
2区和3区	8 (10)	12 (15)	18

注: 1. 特征周期分区根据场地位置在《中国震动参数区划图》(GB 18306—2001)上查取。

2. 括号内数值用于设计基本地震动加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

地基抗震容许承载力调整系数, 应按表 4-15 取值。

表 4-15 地基土抗震承载力调整系数

岩土名称和性状	K_E
岩石, 密实的碎石土, 密实的砾、粗(中)砂, $f_k \geq 300$ 的粘性土和粉土	1.5
中密、稍密的碎石土, 中密和稍密的砾、粗(中)砂, 密实和中密的细、粉砂, $150 \leq f_k < 300$ 的粘性土和粉土, 坚硬黄土	1.3
稍密的细、粉砂, $100 \leq f_k < 150$ 的粘性土和粉土, 可塑黄土	1.1
淤泥, 淤泥质土, 松散的砂, 杂填土, 新近堆积黄土及流塑黄土	1.0

注: f_k 为由载荷试验等方法得到的地基承载力特征值 (kPa)。

当桩基内有液化土层时，液化土层的承载力（包括桩侧摩阻力）、土抗力（地基系数）、内摩擦角和内聚力等，可根据液化抵抗系数 C_e 予以折减。折减系数 α 应按表 4-16 采用。

表 4-16 土层液化影响折减系数 α

C_e	d_s/m	α
$C_e \leq 0.6$	$d_s \leq 10$	0
	$10 < d_s \leq 20$	1/3
$0.6 < C_e \leq 0.8$	$d_s \leq 10$	1/3
	$10 < d_s \leq 20$	2/3
$0.8 < C_e \leq 1.0$	$d_s \leq 10$	2/3
	$10 < d_s \leq 20$	1

注：表中 d_s 为标准贯入点深度（m）。

3. 抗震分析

抗震分析时，可将桥梁划分为规则桥梁和非规则桥梁两类。简支梁及表 4-17 限定范围内的梁桥属于规则桥梁，不在此表限定范围内的桥梁属于非规则桥梁。

表 4-17 规则桥梁的定义

参 数	参 数 值				
单跨最大跨径	$\leq 90\text{m}$				
墩高	$\leq 30\text{m}$				
单墩长细比	大于 2.5 且小于 10				
跨数	2	3	4	5	6
曲线桥梁圆心角 φ 及半径 R	单跨 $\varphi < 30^\circ$ 且一联累计 $\varphi < 90^\circ$ ，同时曲梁半径 $R \geq 20B_0$ (B_0 为桥宽)				
跨与跨间最大跨长比	3	2	2	1.5	1.5
轴压比	< 0.3				
跨与跨间桥墩最大刚度比	—	4	4	3	2
下部结构类型	桥墩为单柱墩、双柱框架墩、多柱排架墩				
地基条件	不易液化、侧向滑移或易冲刷的场地，远离断层				

4.3 桥梁施工常备结构与机具

4.3.1 桥梁施工常备结构

1. 钢管脚手架

(1) 钢管脚手架（支架）。钢管扣件式脚手架由钢管和扣件组成。扣件有直角扣件、旋转扣件和对接扣件，如图 4-5 所示。

扣件与底座的力学性能应符合表 4-18 的要求。

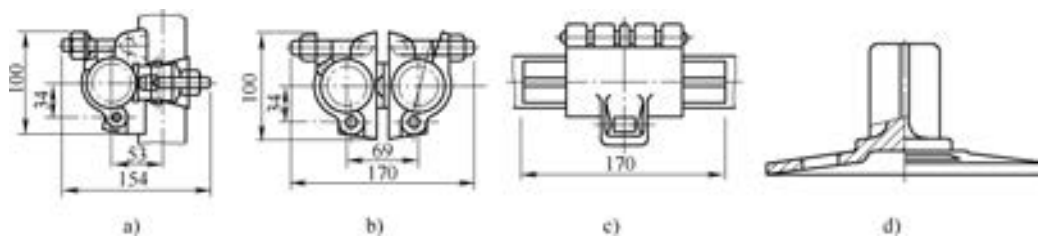


图 4-5 扣件 (尺寸单位: mm)

a) 直角扣件 b) 旋转扣件 c) 对接扣件 d) 底座

表 4-18 扣件力学性能

性能名称	扣件形式	性能要求
抗滑	直角	$P = 7.0\text{kN}$ 时, $\Delta_1 \leq 7.00\text{mm}$; $P = 10.0\text{kN}$ 时, $\Delta_2 \leq 0.50\text{mm}$
	旋转	$P = 7.0\text{kN}$ 时, $\Delta_1 \leq 7.00\text{mm}$; $P = 10.0\text{kN}$ 时, $\Delta_2 \leq 0.50\text{mm}$
抗破坏	直角	$P = 25.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏
	旋转	$P = 17.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏
扭转刚度	直角	扭力矩为 $900\text{N} \cdot \text{m}$ 时, $f \leq 70.0\text{mm}$
抗拉	对接	$P = 4.0\text{kN}$ 时, $\Delta \leq 2.00\text{mm}$
抗压	底座	$P = 50.0\text{kN}$ 时, 各部位不应破坏

注: f —扭转刚度试验的位移值; Δ —抗拉试验的位移值。

(2) 碗扣式钢管脚手架。碗扣式钢管脚手架主要由碗扣接口、立杆、横杆、顶杆、支座和其他配套构件组成。其中, 扣件碗扣接头是核心部分, 由上碗扣、下碗扣、横杆接头和上碗扣限位销组成, 如图 4-6 所示。

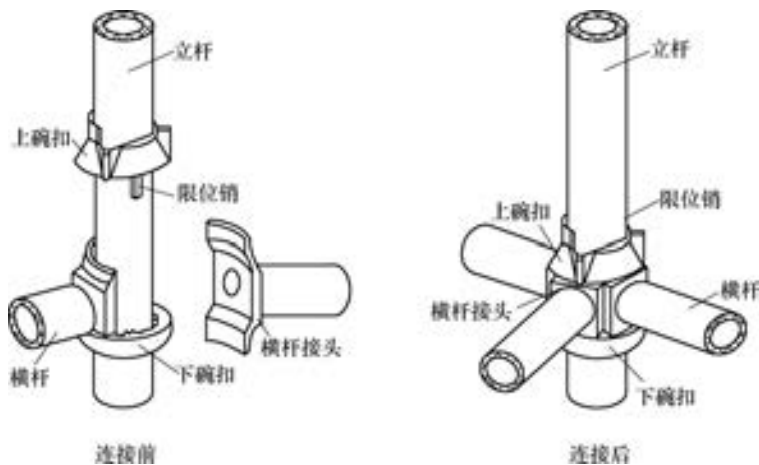


图 4-6 碗扣接头构造

构件的主参数为构件的长度, 主参数系列见表 4-19。

表 4-19 主参数系列

名称	型式代号	主参数系列
立杆	LG	1200、1800、2400、3000
顶杆	DG	900、1200、1500、1800、2400、3000
横杆	HG	300、600、900、1200、1500、1800、2400
斜杆	XG	1697、2160、2343、2546、3000
可调底座	KTZ	450、600、750
可调托撑	KTC	450、600、750

(3) 门式钢管脚手架。门式脚手架由钢管制成的门架、交叉支撑、连接销、顶托和底座组成，如图 4-7 所示。

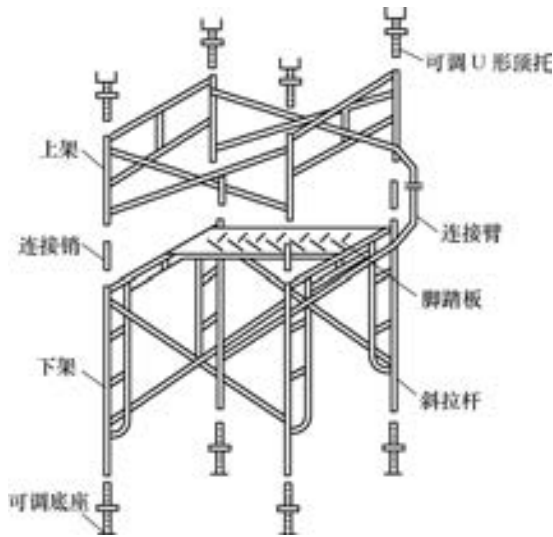


图 4-7 门式脚手架的组成

2. 万能杆件

万能杆件组拼桁架示意图如图 4-8 所示。

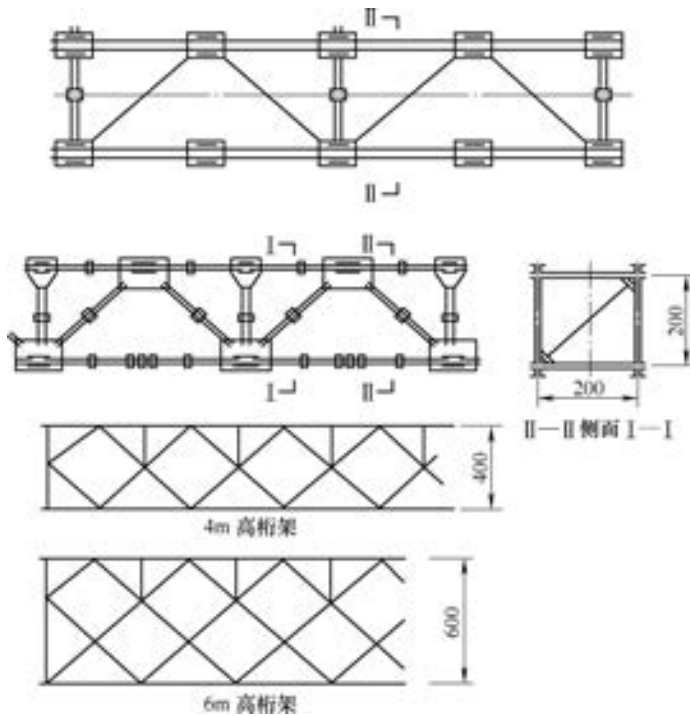


图 4-8 万能杆件组拼桁架示意图 (尺寸单位: mm)

3. 贝雷梁

贝雷梁（又称贝雷片、贝雷架）主要由桁架片、加强弦杆、横梁、纵梁、桁架销、螺栓、支撑构件等组成，其构造如图4-9所示。

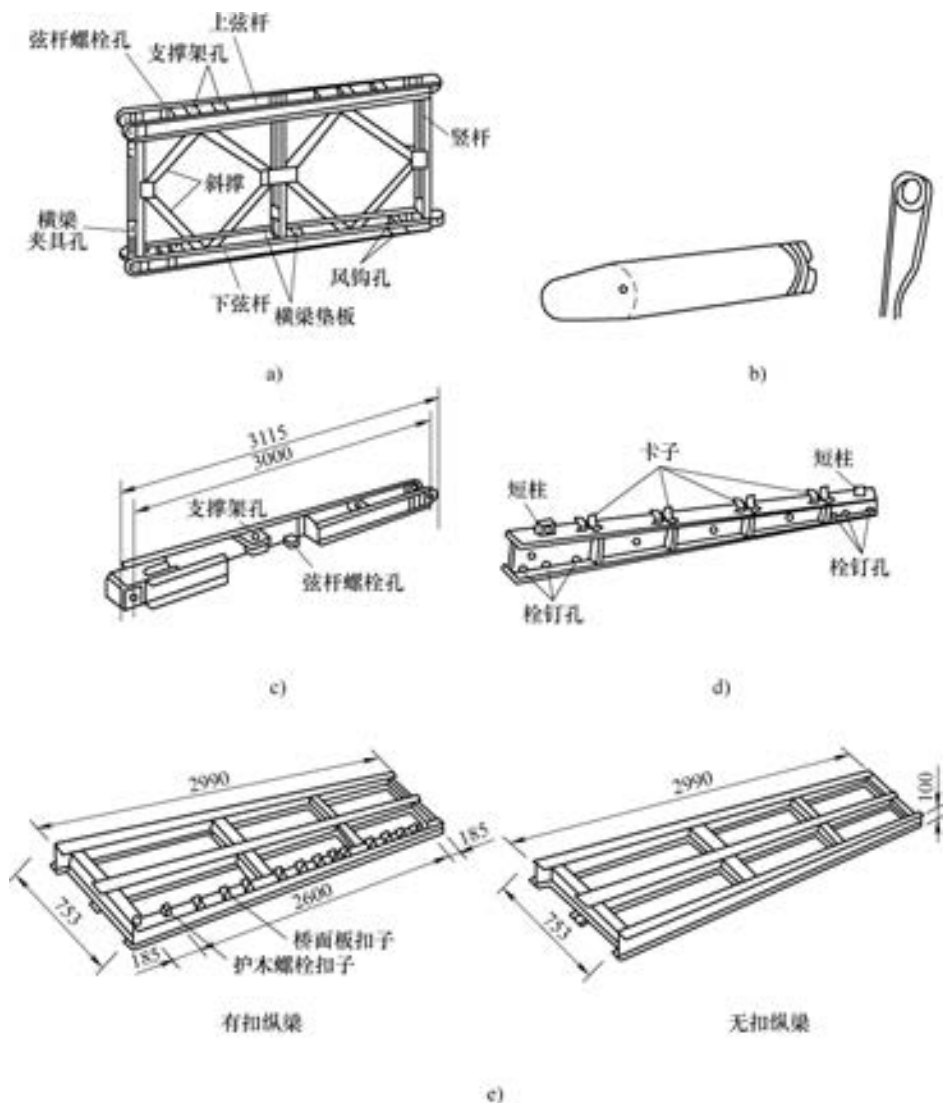


图4-9 贝雷梁组成构件（单位：mm）

a) 桁架片 b) 销子和保险插销 c) 加强弦杆 d) 横梁 e) 纵梁

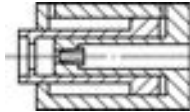
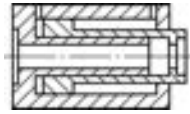
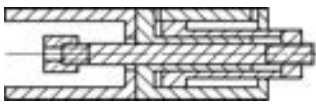
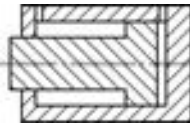
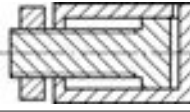
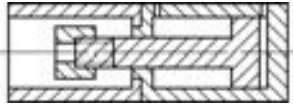
4.3.2 常用机具设备

1. 千斤顶

(1) 预应力用液压千斤顶

千斤顶可分为穿心式千斤顶和实心式千斤顶，穿心式千斤顶可分为前卡式、后卡式和穿心拉杆式；实心式千斤顶可分为顶推式、机械自锁式和实心拉杆式，其分类代号和示意图见表4-20。

表 4-20 千斤顶分类

分 类		分类代号	示 意 图
穿心式千斤顶	前卡式	YDCQ	
	后卡式	YDC	
	穿心拉杆式	YDCL	
实心式千斤顶	顶推式	YDT	
	机械自锁式	YDS	
	实心拉杆式	YDL	

公称输出力宜优先选用表 4-21 中的系列。公称行程宜优先选用表 4-22 中的系列。

表 4-21 公称输出力

(单位: kN)

第一系列	100	—	250	350	—	600	—	1000	1500	—	2500	3000	—	4000	—	6500	9000	12000
第二系列	—	160	—	—	400	—	850	—	—	2000	—	—	3500	—	5000	—	—	—

表 4-22 公称行程

(单位: mm)

第一系列	50	—	100	—	—	200	—	—	—	500	—	—
第二系列	—	80	—	150	180	—	250	300	400	—	600	1 000

(2) 油压千斤顶。典型的油压千斤顶如图 4-10 所示。

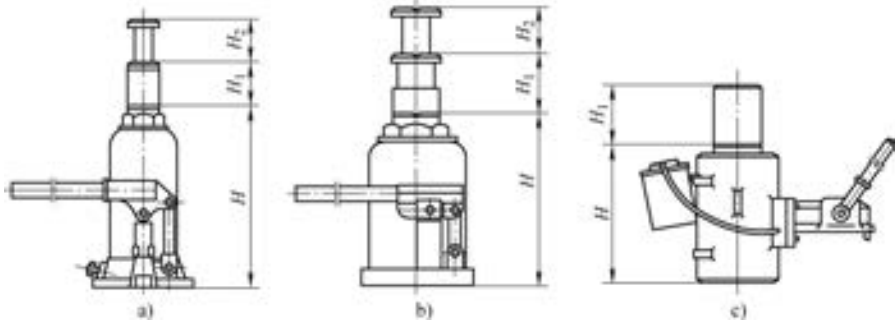


图 4-10 油压千斤顶

a) 单级式 b) 多级式 c) 立卧两用式

H —最低高度 H_1 —起重高度 H_2 —调整高度

普通型千斤顶的推荐参数见表4-23。

表4-23 普通型千斤顶的推荐参数

型 号	额定起重量 G_n/t	最低高度 $H \leq$	起重高度 $H_1 \geq$	调整高度 $H_2 \geq$
		mm		
QYL2	2	158	90	60
QYL3	3	195	125	
QYL5	5	232	160	
		200	125	
QYL8	8	236	160	
QYL10	10	240		
QYL12	12	245		
QYL16	16	250		
QYL20	20	280	180	—
QYL32	32	285		
QYL50	50	300		
QYL70	70	320		
QW100	100	360	200	—
QW200	200	400		
QW320	320	450		

(3) 螺旋千斤顶。普通型螺旋千斤顶的典型结构如图4-11所示。剪式螺旋千斤顶的典型结构如图4-12所示(图4-11和图4-12中 H 为最低高度, H_1 为起升高度)。

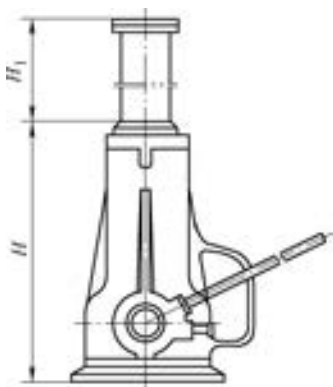


图4-11 普通型螺旋千斤顶

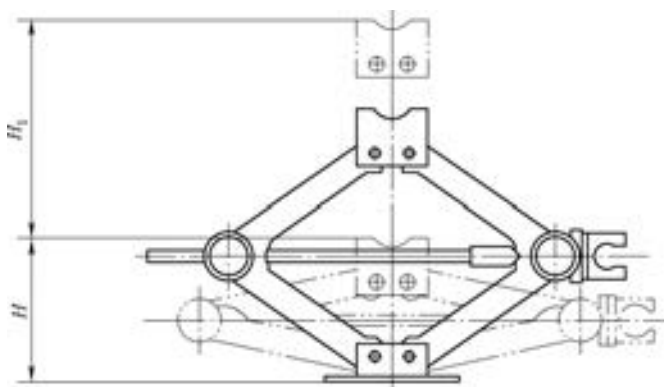


图4-12 剪式螺旋千斤顶

螺旋千斤顶优先用的额定起重量(G_n)参数见表4-24。

表 4-24 优先用的额定起重量 (G_n)

项 目	数 值
额定起重量 (G_n)/t	0.5、1、1.6、2、3.2、5、8、10、16、20、50、100

2. 起重机具

(1) 汽车式起重机。汽车起重机主要由汽车底盘、回转装置、支腿、起重臂、变幅机构、起升机构等几部分组成,如图 4-13 所示。

(2) 轮胎式起重机。轮胎式起重机是装在特制的轮胎底盘上的起重机,如图 4-14 所示。

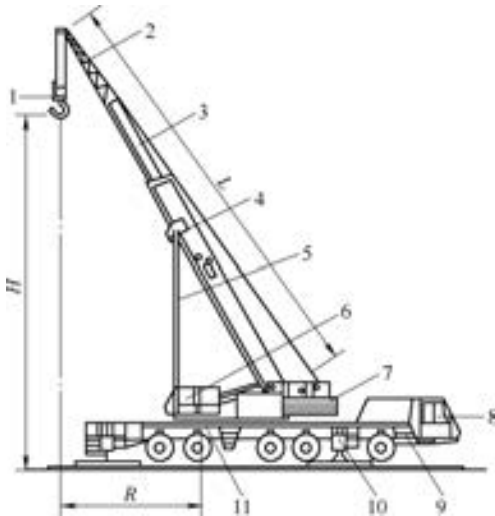


图 4-13 汽车起重机

1—吊钩 2—副臂 3—伸缩臂 4—主臂
5—变幅机构 6—操作室 7—配重 8—驾驶室
9—行走机构 10—支腿 11—旋转中心
 L —起重臂长度 R —工作幅度 H —起吊高度

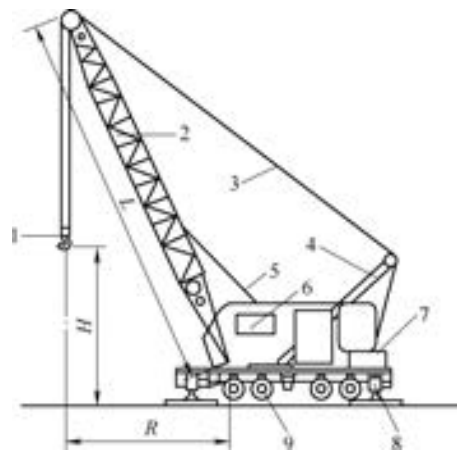


图 4-14 轮胎起重机

1—吊钩 2—起重臂 3—变幅机构 4—后背支架
5—变幅限位杆 6—操作驾驶室 7—配重
8—支腿 9—行走机构
 L —起重臂长度 R —工作幅度 H —起吊高度

汽车起重机行驶状态的外廓尺寸应不超过表 4-25 规定的数值。

表 4-25 汽车起重机行驶状态的外廓尺寸

汽车起重机行驶状态总质量/t	≤26	>26 ~ 60	>60
整车长度/m	≤13	≤16	≤18
整车宽度/m	≤2.5	≤2.8	≤3.1

汽车起重机和轮胎起重机箱形臂盖板、腹板的形状与位置公差应符合表 4-26 的规定。

表 4-26 箱形臂盖板、腹板的形状与位置公差

(单位: mm)

箱形臂截面高 H	≤400	>400 ~ 800	>800
盖板、腹板平面度 (在 1m 长度内的) 误差	≤1.5		
上下盖板、两腹板平行度	≤2	≤2.5	≤3.0
腹板对下盖板在任何截面上的垂直度	≤2	≤2.5	≤3.0

汽车起重机和轮胎起重机操纵手柄的间距不小于65mm，其操纵力及操纵行程见表4-27。

表 4-27 操纵力及操纵行程

操纵方式	操纵部位		操纵力/N	操纵行程/mm
手操纵	主起升		≤60	≤160
	副起升		≤60	≤160
	变幅		≤60	≤160
	回转		≤60	≤160
	伸缩		≤60	≤160
	支腿收放	水平伸缩	≤80	≤85
垂直伸缩		≤80	≤85	
脚操纵	制动踏板		≤150	≤250
	油门		≤150	≤250

4.4 钢筋和模板工程

4.4.1 钢筋工程

1. 钢筋加工

手工弯筋器如图4-15所示。钢筋弯曲机的工作程序如图4-16所示。

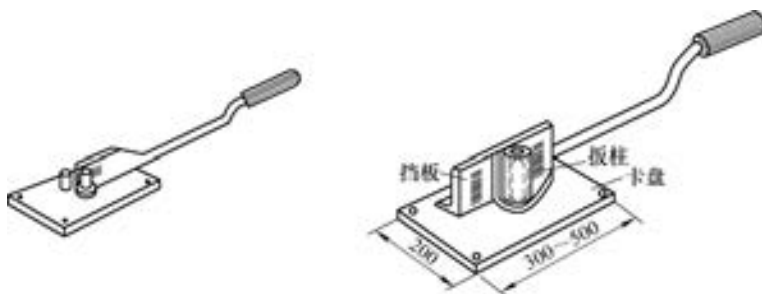


图 4-15 手工弯筋器

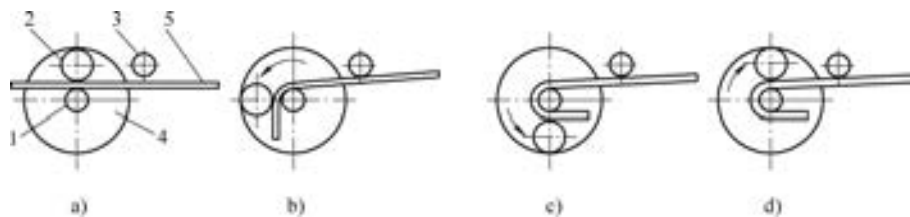


图 4-16 钢筋弯曲机的工作程序

a) 装料 b) 弯90° c) 弯180° d) 工作盘复位

1—芯轴 2—成型轮 3—挡铁轴 4—工作盘 5—被弯钢筋

工程中，对钢筋的调直也可通过调直机进行，如图 4-17 所示。

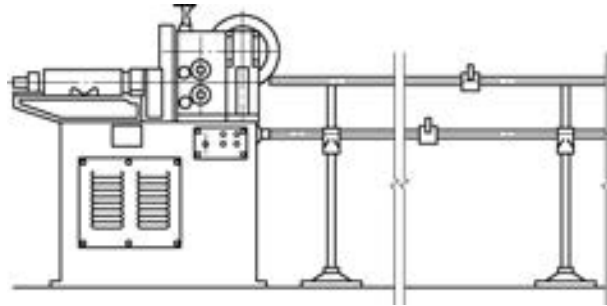


图 4-17 GT4 × 8 钢筋调直机

钢筋工程中，常见调直机的型号，见表 4-28。

表 4-28 钢筋调直机

型 号	钢筋调直直径 /mm	钢筋调直速度 /(m/min)	电动机功率 /kW
GT ₄ × 8B	4 ~ 8	40	3
GT ₄ × 8	4 ~ 8	40	3
GT ₄ × 10	4 ~ 10	40	3

受力钢筋弯制和末端弯钩形状见表 4-29。

表 4-29 受力钢筋弯制和末端弯钩形状

弯曲部位	弯曲角度	形 状 图	钢筋牌号	弯曲直径 D	平直部分长度
末端弯钩	180°		HPB300	$\geq 2.5d$	$\geq 3d$
	135°		HRB335	$\Phi 8 \sim \Phi 25$ $\geq 4d$	$\geq 5d$
			HRB400	$\Phi 28 \sim \Phi 40$ $\geq 5d$	
	90°		HRB335	$\Phi 8 \sim \Phi 25$ $\geq 4d$	$\geq 10d$
			HRB400	$\Phi 28 \sim \Phi 40$ $\geq 5d$	
	中间弯钩	以下		各类	$\geq 20d$

注：采用环氧树脂涂层时，除应满足表内规定外，当钢筋直径 $d \leq 20\text{mm}$ 时，弯钩直径 D 不得小于 $4d$ ；当 $d > 20\text{mm}$ 时，弯钩直径 D 不得小于 $6d$ ；直线段长度不得小于 $5d$ 。

设计对弯钩的形状未规定时,可按图 4-18a、b 加工;有抗震要求的结构,应按图 4-18c 加工。

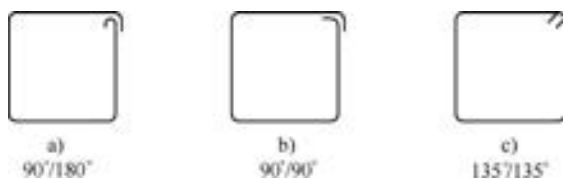


图 4-18 箍筋弯钩形式图

箍筋末端弯钩的形式应符合设计要求,设计无规定时,可按表 4-30 所示形式加工。

表 4-30 箍筋末端弯钩

结构类型	弯曲角度	图 示
一般结构	90°/180°	
	90°/90°	
抗震结构	135°/135°	

钢筋加工允许偏差应符合表 4-31 的规定。

表 4-31 钢筋加工允许偏差

检查项目	允许偏差 /mm	检查频率		检查方法
		范 围	点 数	
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10	按每工作日同一类型钢筋、同一加工设备抽查 3 件	3	用钢尺量
弯起钢筋的弯折	±10			
箍筋内净尺寸	±5			

2. 钢筋连接

(1) 焊接连接

闪光接触对焊示意图如图 4-19 所示。

钢筋坡口焊接头如图 4-20、图 4-21 所示。

气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝尺寸及允许偏差见表 4-32。

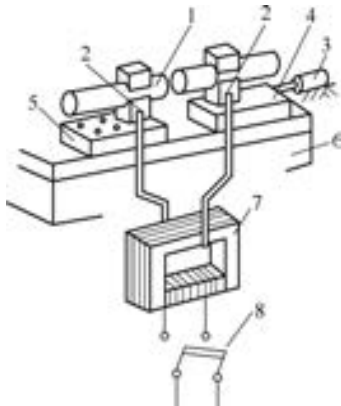


图 4-19 闪光接触对焊示意图

1—钢筋 2—电极 3—压力构件 4—活动平板
5—固定平板 6—机身 7—变压器 8—闸刀

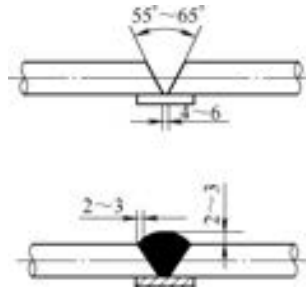


图 4-20 钢筋坡口平焊接头

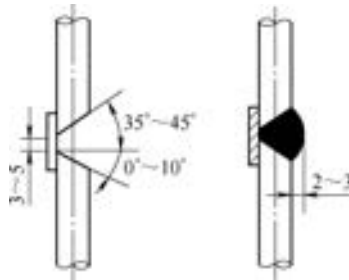


图 4-21 钢筋坡口立焊接头

表 4-32 焊丝尺寸及允许偏差

包装形式	螺丝直径	允许偏差
直条	1.2、1.6、2.0、2.4、2.5	+0.01； -0.04
	3.0、3.2、4.0、4.8	+0.01； -0.07
焊丝卷	0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6、2.0、2.4、2.5	+0.01； -0.04
	2.8、3.0、3.2	+0.01； -0.07
焊丝桶	0.9、1.0、1.2、1.4、1.6、2.0、2.4、2.5	+0.01； -0.04
	2.8、3.0、3.2	+0.01； -0.07
焊丝盘	0.5、0.6	+0.01； -0.03
	0.8、0.9、1.0、1.2、1.4、1.6、2.0、2.4、2.5	+0.01； -0.04
	2.8、3.0、3.2	+0.01； -0.07

注：根据供得双方协议，可生产其他尺寸及偏差的焊丝。

(2) 绑扎连接

绑扎钢筋是借助钢筋钩用铁线把各种单根钢筋绑扎成整体骨架或网片，常见绑扎方法如图 4-22 所示，其中图 4-22a 是最常用的绑扎方法。

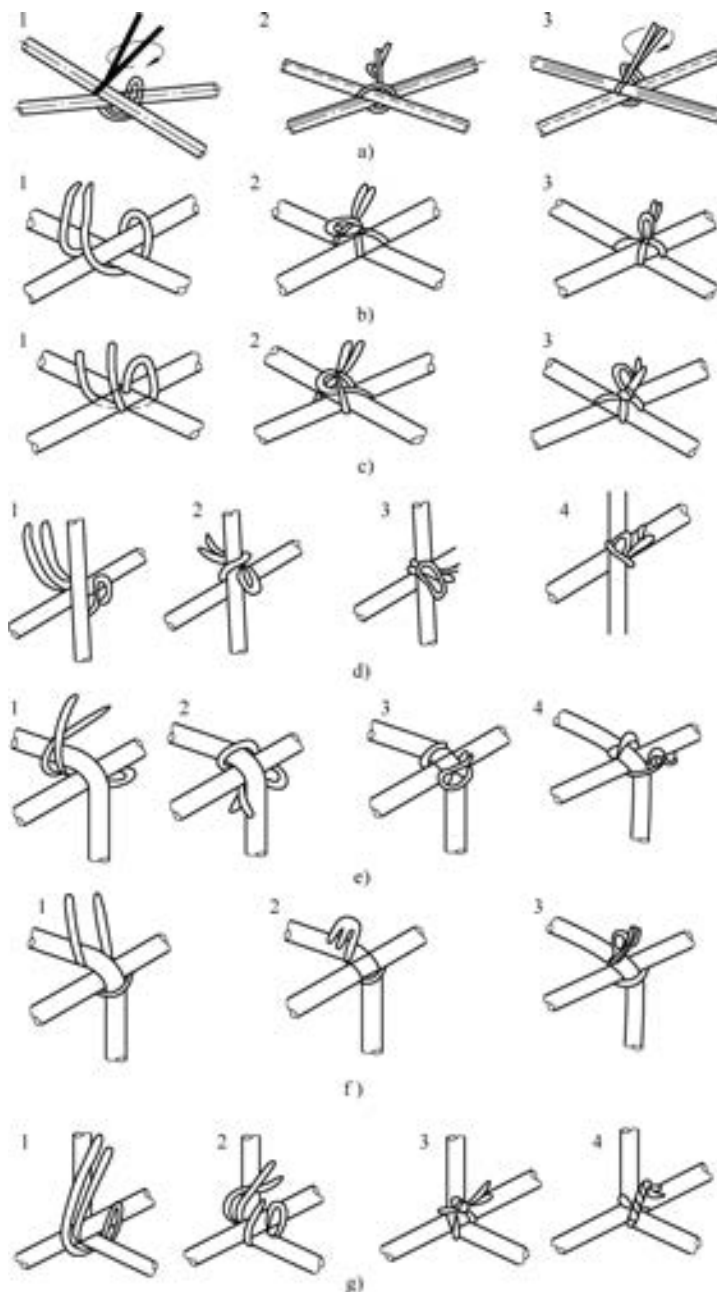


图 4-22 钢筋的其他绑扎方法

a) 一面顺扣绑扎 b) 兜扣 c) 十字花口 d) 缠扣 e) 反十字花口 f) 套口 g) 兜扣加缠
 一张网片叠在另一张网片上的搭接方法称之为叠搭法，如图 4-23 所示。



图 4-23 叠搭法

1—纵向钢筋 2—横向钢筋

在任一焊接或绑扎接头长度区段内，同一根钢筋不得有两个接头，在该区段内的受力钢筋，其接头的截面面积占总截面面积的百分率应符合表 4-33 规定。

表 4-33 接头长度区段内受力钢筋接头面积的最大百分率

接头类型	接头面积最大百分率 (%)	
	受拉区	受压区
主钢筋绑扎接头	25	50
主钢筋焊接接头	50	不限制

- 注：1. 焊接接头长度区段内是指 $35d$ (d 为钢筋直径) 长度范围内，但不得小于 500mm，绑扎接头长度区段是指 1.3 倍搭接长度。
 2. 装配时构件连接处的受力钢筋焊接接头可不受此限制。
 3. 环氧树脂涂层钢筋搭接长度，对受拉钢筋应至少为钢筋锚固长度的 1.5 倍且不小于 375mm；对受压钢筋为无涂层钢筋锚固长度的 1.0 倍且不小于 250mm。

冷弯试验芯棒直径和弯曲角度应符合表 4-34 的规定。

表 4-34 冷弯试验指标

钢筋牌号	芯棒直径	弯曲角/(°)
HRB335	$4d$	90
HRB400	$5d$	90

- 注：1. d 为钢筋直径。
 2. 直径大于 25mm 的钢筋接头，芯棒直径应增加 $1d$ 。

束筋的搭接接头应先由单根钢筋错开搭接，接头中距应为表 4-35 规定单根钢筋搭接长度的 1.3 倍；再用一根长度为 $1.3(n+1)l_s$ 的通长钢筋进行搭绑扎，其中 n 为组成束筋的单根钢筋根数， l_s 为单根钢筋搭接长度，如图 4-24 所示。

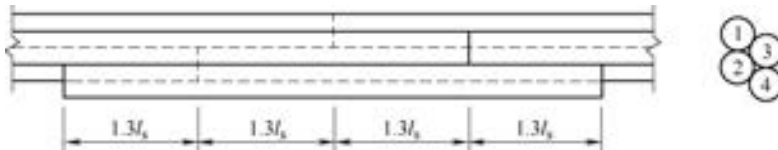


图 4-24 束筋的搭接

1、2、3—组成束筋的单根钢筋 4—通长钢筋

表 4-35 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度

钢筋牌号	混凝土强度等级		
	C20	C25	> C25
HRB235	$35d$	$30d$	$25d$
HRB335	$45d$	$40d$	$35d$
HRB400	—	$50d$	$45d$

- 注：1. 带肋钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ ，其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值增加 $5d$ 采用。
 2. 当带肋钢筋直径 $d < 25\text{mm}$ 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值减少 $5d$ 采用。
 3. 当混凝土在凝固过程中受力钢筋易受扰动时，其搭接长度应适当增加。
 4. 在任何情况下，纵向受力钢筋的搭接长度不得小于 300mm；受压钢筋的搭接长度不得小于 200mm。
 5. 轻骨料混凝土的钢筋绑扎接头搭接长度应按普通混凝土搭接长度增加 $5d$ 。
 6. 当混凝土强度等级低于 C20 时，HPB300、HRB335 的钢筋搭接长度应按表中 C20 的数值相应增加 $10d$ 。
 7. 对有抗震要求的受力钢筋的搭接长度，当抗震裂度为 7 度（及以上）时增加 $5d$ 。
 8. 两根直径不同的钢筋的搭接长度，以较细钢筋的直径计算。

3. 钢筋骨架和钢筋网的组成与安装

组装时应按设计图纸放大样，放样时应考虑骨架预拱度。简支梁钢筋骨架预拱度应符合表4-36的规定。

表 4-36 简支梁钢筋骨架预拱度

跨度/m	工作台上预拱度/cm	骨架拼装时预拱度/cm	构件预拱度/cm
7.5	3	1	0
10~12.5	3~5	2~3	1
15	4~5	3	2
20	5~7	4~5	3

注：跨度大于20m时，应按设计规定预留拱度。

普通钢筋和预应力直线形钢筋最小混凝土保护层厚度应符合表4-37的规定。

表 4-37 普通钢筋和预应力直线形钢筋最小混凝土保护层厚度 (单位：mm)

构件类别		环境条件		
		I	II	III、IV
基础、桩基承台	基坑底面有垫层或侧面有模板(受力主筋)	40	50	60
	基坑底面无垫层或侧面无模板(受力主筋)	60	75	85
墩台身、挡土结构、涵洞、梁、板、拱圈、拱上建筑(受力主筋)		30	40	45
缘石、中央分隔带、护栏等行车道构件(受力主筋)		30	40	45
人行道构件、栏杆(受力主筋)		20	25	30
箍筋				
收缩、温度、分布、防裂等表层钢筋		15	20	25

注：1. 环境条件：I—温暖或寒冷地区的大气环境，与无腐蚀性的水或土接触的环境；II—严寒地区的环境、使用除冰盐环境、滨海环境；III—海水环境；IV—受腐蚀性物质影响的环境。

2. 对环氧树脂涂层钢筋，可按环境类别I取用。

钢筋网允许偏差应符合表4-38的规定。钢筋成形和安装允许偏差应符合表4-39的规定。

表 4-38 钢筋网允许偏差

检查项目	允许偏差/ mm	检查频率		检查方法
		范围	点数	
网的长、宽	±10	每片钢筋网	3	用钢尺量两端和中间各1处
网眼尺寸	±10			用钢尺量任意3个网眼
网眼对角线差	15			用钢尺量任意3个网眼

表 4-39 钢筋成形和安装允许偏差

检查项目		允许偏差/ mm	检验频率		检验方法	
			范围	点数		
受力钢筋间距	两排以上排距	±5	每个构筑物 或每个构件	3	用钢尺量，两端和中间各一个断面，每个断面连续量取钢筋间（排）距，取其平均值计 1 点	
	同排	梁板、拱肋				±10
		基础、墩台、柱				±20
	灌注桩	±20				
箍筋、横向水平筋、螺旋筋间距		±10		5	连续量取 5 个间距，其平均值计 1 点	
钢筋骨架尺寸	长	±10		3	用钢尺量，两端和中间各 1 处	
	宽、高或直径	±5		3		
弯起钢筋位置		±20		30%	用钢尺量	
钢筋保护层厚度	墩台、基础	±10		10	沿模板周边检查，用钢尺量	
	梁、柱、桩	±5				
	板、墙	±3				

4.4.2 模板工程

1. 模板构造

(1) 组合模板

如图 4-25、图 4-26 所示分别为 T 形梁、箱形梁模板构造示意图。

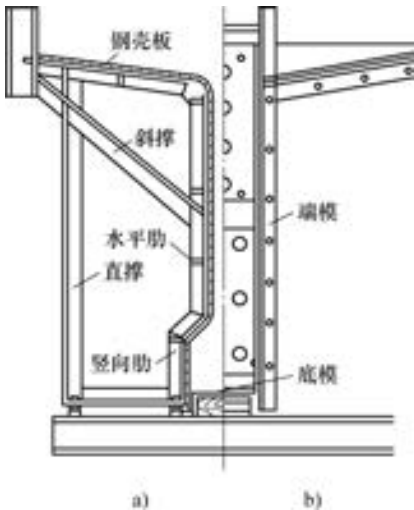


图 4-25 T 形梁模板的组成
a) 中梁模板剖面 b) 边梁模板剖面

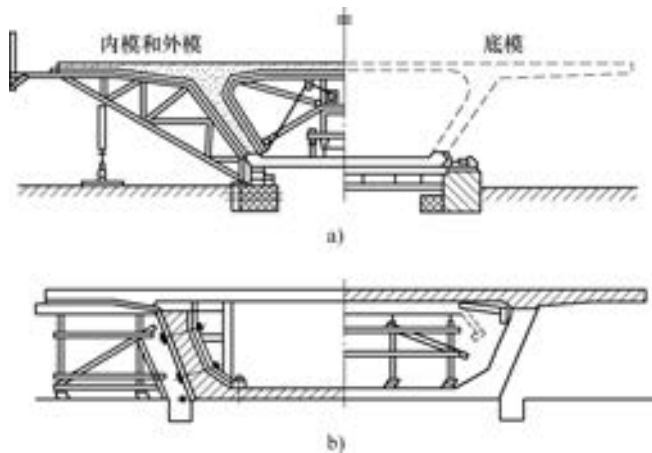


图 4-26 箱形梁模板的组成
a) 滑动支撑内模 b) 简易支撑内模

(2) 木模板

木模板基本构造如图 4-27 所示。

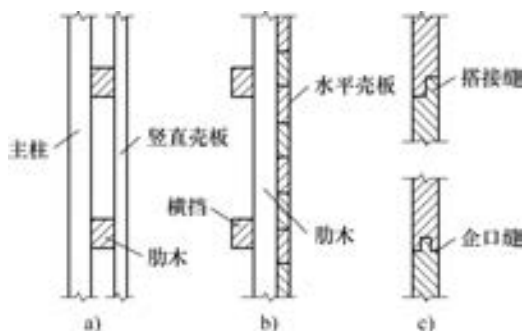


图 4-27 木模板基本构造

2. 支架构造

支架的构造示意图如图 4-28 所示。

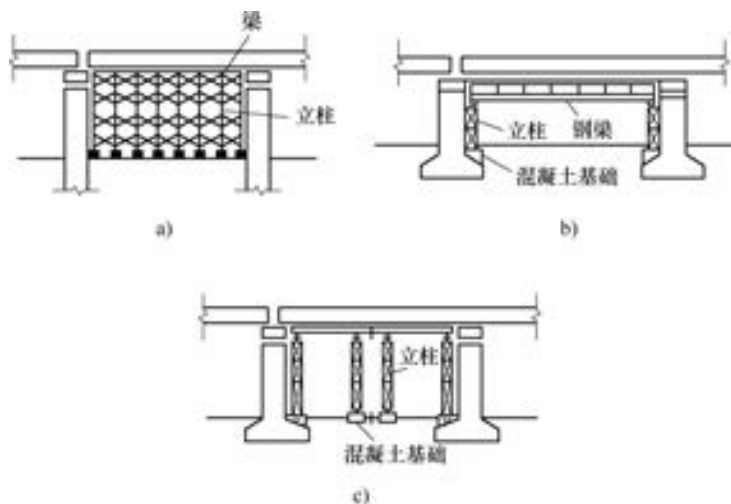


图 4-28 支架示意图

a) 支柱式支架 b) 梁式支架 c) 梁-支柱式支架

3. 模板、支架和拱架施工要求

钢筋混凝土结构的承重模板、支架和拱架的拆除，应符合设计要求。当设计无规定时，应符合表 4-40 规定。

表 4-40 现浇结构拆除底模时混凝土强度

结构类型	结构跨度/m	按设计混凝土强度标准值的百分率 (%)
板	≤2	50
	2~8	75
	>8	100
梁、拱	≤8	75
	>8	100
悬臂构件	≤2	75
	>2	100

注：构件混凝土强度必须通过同条件养护的试件强度确定。

模板制作允许偏差应符合表 4-41 的规定。模板、支架和拱架安装允许偏差应符合表 4-42 的规定。

表 4-41 模板制作允许偏差

项 目		允许偏差 /mm	检 验 频 率		检 验 方 法	
			范 围	点 数		
木模 板	模板的长度和宽度		±5	每个构 筑物或 每个 构件	用钢尺量	
	不刨光模板相邻两板表面高低差		3			
	刨光模板和相邻两板表面高低差		1			
	平板模板表面最大的局部不平（刨光模板）		3			
	平板模板表面最大的局部不平（不刨光模板）		5			
钢模 板	榫槽嵌接紧密度		2	2	用钢尺量	
	模板的长度和宽度		0； -1	4		
	肋高		±5	2		
	面板端偏斜		0.5	2	用水平尺量	
	连接配件 (螺栓、片子等) 的孔眼位置	孔中心与板面的间距		±0.3	4	用钢尺量
		板端孔中心与板端的间距		0； -0.5		
		沿板长宽方向的孔		±0.6		
钢模 板	板面局部不平		1.0	1	用 2m 直尺和塞尺量	
	板面和板侧挠度		±1.0		用水准仪和拉线量	

表 4-42 模板、支架和拱架安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
相邻两板 表面高低差	清水模板	2	每个构筑 物或每个 构件	4	用钢板尺和塞尺量
	混水模板	4			
	钢模板	2			
表面 平整度	清水模板	3	4	用 2m 直尺和塞尺量	
	混水模板	5			
	钢模板	3			
垂直度	墙、柱	$H/1000$ ，且不大于 6	2	用经纬仪或垂线和钢尺量	
	墩、台	$H/500$ ，且不大于 20			
	塔柱	$H/3000$ ，且不大于 30			
横内尺寸	基础	±10	3	用钢尺量，长、宽、高各 1 点	
	墩、台	+5 -8			
	梁、板、墙、柱、桩、拱	+3 -6			
轴线偏位	基础	15	2	用经纬仪测量，纵、横向各 1 点	
	墩、台、墙	10			
	梁、柱、拱、搭柱	8			
	悬浇各梁段	8			
	横隔梁	5			

(续)

项 目			允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
				范 围	点 数	
支承面高程			+2 -5	每支承面	1	用水准仪测量
悬浇各梁段底面高程			+10 0	每个梁段	1	用水准仪测量
预埋件	支座板、锚垫板、连接板等	位置	5	每个预埋件	1	用钢尺量
		平面高差	2		1	用水准仪测量
	螺栓、锚筋等	位置	3		1	用钢尺量
		外露长度	±5		1	
预留孔洞	预应力筋孔道位置(梁端)		5	每个预留孔洞	1	用钢尺量
	其他	位置	8		1	用钢尺量
		孔径	+10 0		1	
梁底模拱度			+5 -2	每根梁、每个构件、每个安装段	1	沿底模全长拉线,用钢尺量
对角线差	板		7		1	用钢尺量
	墙板		5			
	桩		3			
侧向弯曲	板、拱肋、桁架		$L/1500$		1	沿侧模全长拉线,用钢尺量
	柱、桩		$L/1000$, 且不大于10			
	梁		$L/2000$, 且水大于10			
支架、拱架	纵轴线的平面偏位		$L/2000$, 且不大于30	3	用经纬仪测量	
拱架高程			+20 -10		用水准仪测量	

注: 1. H 为构筑物高度 (mm), L 为计算长度 (mm)。

2. 支承面高程系指模板底模上表面支撑混凝土面的高程。

4.5 混凝土工程

4.5.1 一般预定

1. 混凝土配合比

混凝土的最大水胶比和最小水泥用量应符合表 4-43 的规定。

表 4-43 混凝土的最大水胶比和最小水泥用量

混凝土结构所处环境	无筋混凝土		钢筋混凝土	
	最大水胶比	最小水泥用量/(kg/m^3)	最大水胶比	最小水泥用量/(kg/m^3)
温暖地区或寒冷地区, 无侵蚀物质影响, 与土直接接触	0.60	250	0.55	280

(续)

混凝土结构所处环境	无筋混凝土		钢筋混凝土	
	最大水胶比	最小水泥用量/(kg/m ³)	最大水胶比	最小水泥用量/(kg/m ³)
严寒地区或使用除冰盐的桥梁	0.55	280	0.50	300
受侵蚀性物质影响	0.45	300	0.40	325

注：1. 本表中的水胶比，系指水与水泥（包括矿物掺加料）用量的比值。

2. 本表中的最小水泥用量包括矿物掺和料，当掺用外加剂且能有效地改善混凝土的和易性时，水泥用量可减少25kg/m³。

3. 严寒地区系指最冷月份平均气温低于-10℃且平均温度在低于5℃的天气数大于145d的地区。

混凝土浇筑时的坍落度，见表4-44。

表4-44 混凝土浇筑时的坍落度

结构类型	坍落度/mm（振动器振捣）
小型预制块和便于浇筑振捣的结构	0~20
桥梁基础、墩台等无筋或少筋的结构	10~30
普通配筋的混凝土结构	30~50
配筋较密、断面较小的钢筋混凝土结构	50~70
配筋较密、端面高且窄的钢筋混凝土结构	70~90

2. 混凝土拌制和运输

混凝土最短搅拌时间见表4-45。

表4-45 混凝土延续搅拌的最短时间

搅拌机类型	搅拌机容量/L	混凝土坍落度/mm		
		<30	30~70	>70
		混凝土最短搅拌时间/min		
强制式	≤400	1.5	1.0	1.0
	≤1500	2.5	1.5	1.5

注：1. 当掺入外加剂时，外加剂应调成适当浓度的溶液再掺入，搅拌时间宜延长。

2. 采用分次投料搅拌工艺时，搅拌时间按工艺要求办理。

3. 当采用其他形式的搅拌设备时，搅拌的最短时间应按设备说明书的规定办理，在经试验确定。

混凝土从加水搅拌至入模的延续时间不宜大于表4-46的规定。

表4-46 混凝土从加水搅拌至入模的延续时间

搅拌机出料时的混凝土温度/(℃)	无搅拌设施运输/min	有搅拌设施运输/min
20~30	30	60
10~19	45	75
5~9	60	90

注：掺用外加剂或采用快硬水泥时，运输允许持续时间应根据试验确定。

4.5.2 混凝土浇筑

分层法浇筑混凝土的示意图如图4-29所示，混凝土分层浇筑的厚度不宜超过表4-47的

规定。

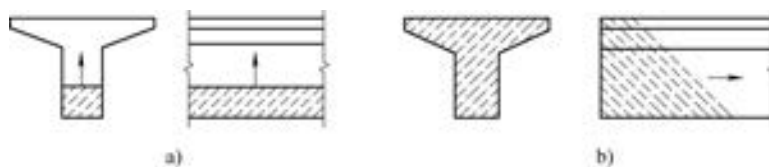


图 4-29 分层法浇筑混凝土
a) 水平层浇筑 b) 斜层浇筑

表 4-47 混凝土分层浇筑厚度

捣实方法	配筋情况	浇筑层厚度/mm
采用插入式振动器	—	300
采用附着式振动器	—	300
采用表面振动器	无筋或配筋稀疏时	250
	配筋较密时	150

注：表列规定可根据结构和振动器型号等情况适当调整。

垂直运送混凝土的设备示意图如图 4-30 所示。

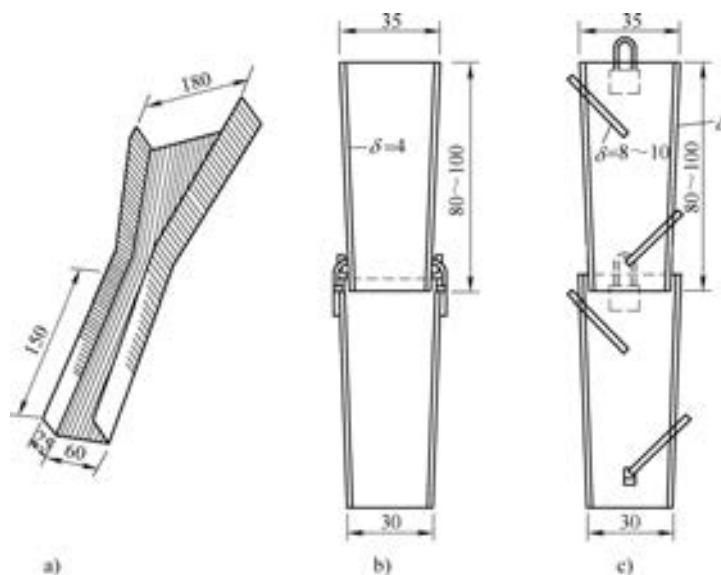


图 4-30 垂直输送混凝土设备
a) 滑槽 b) 串筒 c) 有减速设备的串筒

混凝土运输、浇筑及间歇的全部允许时间应符合表 4-48 的规定。

表 4-48 混凝土运输、浇筑及间歇的全部允许时间 (单位: min)

混凝土强度等级	气温不高于 25℃	气温高于 25℃
≤ C30	210	180
> C30	180	150

注：C50 以上混凝土和混凝土中掺有促凝剂或缓凝剂时，其允许间歇时间应根据试验结果确定。

4.5.3 预应力混凝土

长线台座预应力钢筋下料长度如图 4-31 所示。

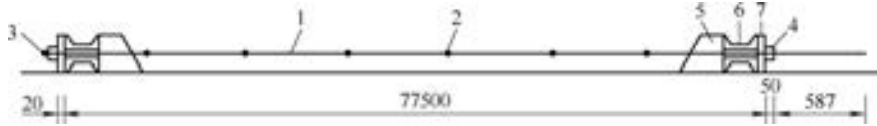


图 4-31 长线台座预应力钢筋下料长度示意图

1—预应力钢筋 2—对接焊头 3—墩粗 4—圆锥形夹具 5—台座承力支架 6—横梁 7—定位板

放张单根预应力筋，一般采用千斤顶放张，如图 4-32a 所示。砂箱装置如图 4-32b 所示。楔块放张装置如图 4-32c 所示。

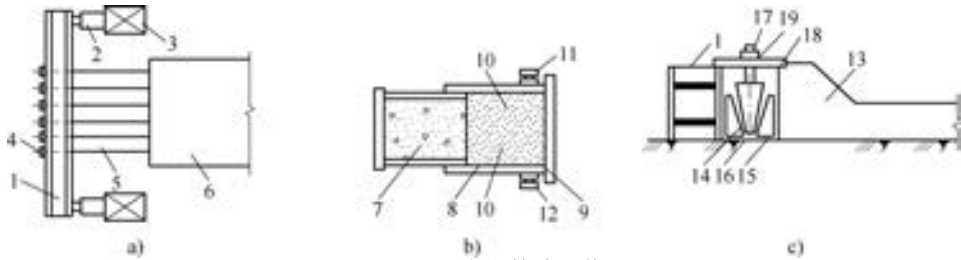


图 4-32 预应力筋放张装置

a) 千斤顶放张装置 b) 砂箱放张装置 c) 楔块方张装置

1—横梁 2—千斤顶 3—承力架 4—夹具 5—钢丝 6—构件 7—活塞 8—套箱 9—套箱底板

10—砂 11—进砂口 (M25 螺丝) 12—出砂口 (M16 螺丝)

13—台座 14、15—钢固定楔块 16—钢滑动楔块 17—螺杆 18—承力板 19—螺母

预应力筋的锚固应在张拉控制应力处于稳定状态下进行，锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，当设计无规定时，应符合表 4-49 规定。

表 4-49 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量允许值 (单位: mm)

锚具类别	内缩量允许值
支承式锚具 (镦头锚、带有螺丝端杆的锚具等)	1
锥塞式锚具	5
夹片式锚具	5
每块后加的锚具垫板	1

注：内缩量值系指预应力筋锚固过程中，由于锚具零件之间和锚具与预应力之间的相对移动和局部塑性变形造成的回缩量。

张拉程序应符合设计要求，设计未规定时，其张拉程序应符合表 4-50 的规定。

表 4-50 先张法预应力筋张拉程序

预应力筋种类	张拉程序
钢丝、钢绞线	对于夹片式等具有自锚性能的锚具： 普通松弛预应力筋：0→初应力→ $1.03\sigma_{con}$ (锚固) 低松弛预应力筋：0→初应力→ σ_{con} (持荷 2min 锚固)
	0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ (持荷 2min)→0→ σ_{con} (锚固)
钢筋	0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ → $0.9\sigma_{con}$ → σ_{con} (锚固)

张拉过程中，预应力筋的断丝、断筋数量不得超过表 4-51 的规定。

表 4-51 先张法预应力筋断丝、断筋控制值

预应力筋种类	项 目	控 制 值
钢丝、钢绞线	同一构件内断丝数不得超过钢丝总数量	1%
钢筋	断筋	不允许

预应力筋张拉程序应符合表 4-52 的规定。

表 4-52 后张法预应力筋张拉程序

锚具和预应力筋类别		张 拉 程 序
钢绞线束	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋：0→初应力→ $1.03\sigma_{con}$ （锚固） 低松弛力筋：0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固）
	其他锚具	0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ （持荷 2min）→ σ_{con} （锚固）
钢丝束	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋：0→初应力→ $1.03\sigma_{con}$ （锚固） 低松弛力筋：0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固）
	其他锚具	0→初应力→ $1.05\sigma_{con}$ （持荷 2min）→0→ σ_{con} （锚固）
精轧螺纹钢	直线配筋时	0→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固）
	曲线配筋时	0→ σ_{con} （持荷 2min）→0（上述程序可反复几次）→初应力→ σ_{con} （持荷 2min 锚固）

注：1. σ_{con} 为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值。

2. 梁的竖向预应力筋可一次张拉到控制应力，持荷 5min 锚固。

张拉过程中预应力筋断丝、滑丝、断筋的数最不得超过表 4-53 的规定。

表 4-53 后张法预应力筋断丝、滑丝、断筋控制值

预应力筋种类	项 目	控 制 值
钢丝、钢绞线	每束钢丝断丝、滑丝	1 根
	每束钢绞线断丝、滑丝	1 丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%
钢筋	断筋	不允许

注：1. 钢绞线断丝系指单根钢绞线内钢丝的断丝。

2. 超过表列控制数量时，原则上应更换，当不能更换时，在条件许可下，可采取补救措施，如提高其他钢丝的控制应力值，应满足设计上各阶段极限状态的要求。

在台座上张拉预应力筋（先张法）的示意图如图 4-33 所示。

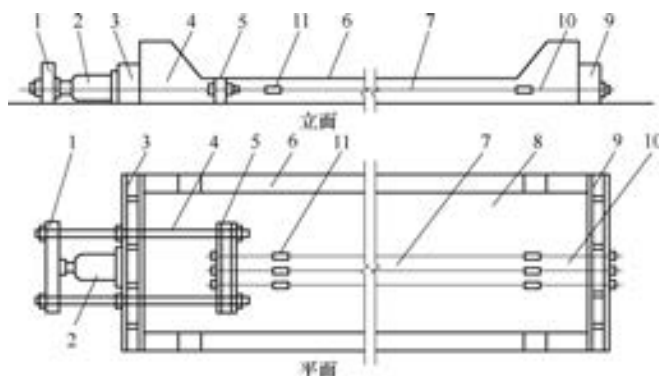


图 4-33 槽式台座示意图

- 1—活动前横梁 2—千斤顶 3—固定前横梁 4—大螺丝杆 5—活动后横梁 6—传立柱
7—预应力筋 8—台面 9—固定后横梁 10—工具式螺丝杆 11—夹具

桥墩盖梁常采用后张法施工，其示意图如图 4-34 所示。

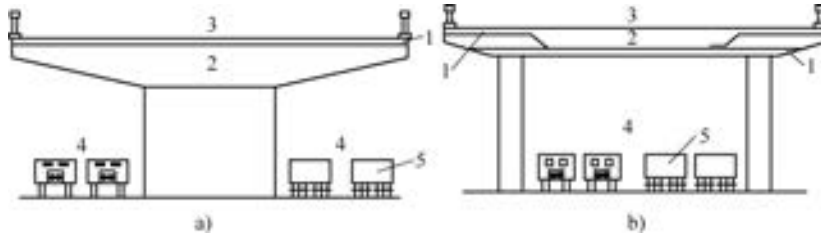


图 4-34 盖梁采用预应力示意图

a) 两边为地面道路 b) 中间为地面道路

1—预应力筋 2—盖梁 3—高架道路空间 4—地面道路空间 5—车辆

4.5.4 质量检验标准

预应力筋张拉允许偏差应分别符合表 4-54 ~ 表 4-56 的规定。

表 4-54 钢丝、钢绞线先张法允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率	检 验 方 法
镦头钢丝同束 长度相对差	束长 > 20m	$L/5000$ ，且不大于 5	每批抽查 2 束	用钢尺量
	束长 6 ~ 20m	$L/3000$ ，且不大于 4		
	束长 < 6m	2		
张拉应力值		符合设计要求	全数	查张拉记录
张拉伸长率		$\pm 6\%$		
断丝数		不超过总数的 1%		

注：L 为束长 (mm)。

表 4-55 钢筋先张法允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率	检 验 方 法
接头在同一平面内的轴线偏位	2，且不大于 1/10 直径	抽查 30%	用钢尺量
中心偏位	4% 短边，且不大于 5		
张拉应力值	符合设计要求	全数	查张拉记录
张拉伸长率	$\pm 6\%$		

表 4-56 钢筋后张法允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率	检 验 方 法	
管道坐标	梁长方向	抽查 30%， 每根查 10 个点	用钢尺量	
	梁高方向			10
管道间距	同排	抽查 30%， 每根查 5 个点	用钢尺量	
	上下排			10
张拉应力值		全数	查张拉记录	
张拉伸长率				$\pm 6\%$
断丝滑 丝数	钢束			每束一丝，且每断面不超过 钢丝总数的 1%
	钢筋	不允许		

4.6 砌体与基础工程

4.6.1 砌体工程

1. 材料要求

砌体工程所用石料及混凝土材料须通过冻融试验证明符合表 4-57 的抗冻性指标时, 才可使用。

表 4-57 石料及混凝土材料抗冻性指标

结构物类别	大、中桥	小桥及涵洞
镶面或表层	50	25

注: 抗冻性指标系指材料在含水饱和状态下经 -15°C 的冻结与融化的循环次数。试验后的材料应无明显损伤 (裂缝、脱层), 其强度不低于试验前的 0.75 倍。

块石的加工形状如图 4-35 所示。镶面粗料石的加工精度应如图 4-36 所示。

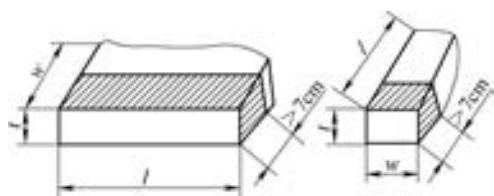


图 4-35 镶面块石

w —宽度 t —厚度 l —长度

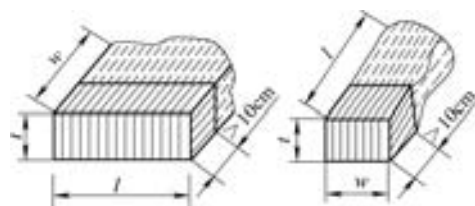


图 4-36 镶面粗料石

w —宽度 t —厚度 l —长度

片石应分层砌筑, 宜以 2~3 层砌块组成一工作层, 每一工作层的水平缝应大致找平。各工作层竖缝应相互错开, 不得贯通, 如图 4-37 所示。

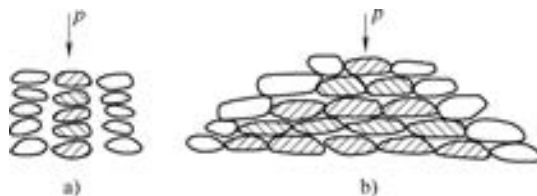


图 4-37 砌体上集中力的传布

2. 施工要求

砌体砌缝宽度、位置应符合表 4-58 的规定。

表 4-58 砌体砌缝宽度、位置

项 目		允许偏差/mm	检查频率		检验方法
			范 围	点 数	
表面砌缝宽度	浆砌片石	≤ 40	每个构筑物、每个砌筑面或两条伸缩缝之间为一检验批	10	用钢尺量
	浆砌块石	≤ 30			
	浆砌料石	15~20			
三块石料相接处的空隙		≤ 70			
两层间竖向错缝		≥ 80			

墩、台砌体位置、尺寸限差见表 4-59。浆砌片石基础位置及外形尺寸限差见表 4-60。侧墙砌体位置及外形尺寸限差见表 4-61。

表 4-59 墩、台砌体位置、尺寸限差

项 次	检 查 项 目		规定值或允许偏差
1	砂浆强度/MPa		符合设计要求
2	轴线偏位		20
3	墩台长、宽/mm	片石	+40, -10
		块石	+30, -10
		粗料石	+20, -10
4	大面积平整度/mm	片石	30
		块石	20
		粗料石	10
5	竖直度或坡度 (%)	片石	0.5
		块石、粗料石	0.3
6	墩台顶面高程/mm		±10

表 4-60 浆砌片石基础限差

项 次	检 查 项 目		允许偏差/mm
1	砂浆强度/MPa		符合设计要求
2	轴线偏位/mm		25
3	平面尺寸/mm		±50
4	顶面高程/mm		±30
5	基底高程/mm	土质	±50
		石质	+50, -200

表 4-61 侧墙砌体限差

项 次	检 查 项 目		规定值或允许偏差
1	砂浆强度/MPa		符合设计要求
2	外侧平面偏位/mm	无镶面	+30, -10
		有镶面	+20, -10
3	宽度/mm		+40, -10
4	顶面高程/mm		±10
5	竖直度或坡度 (%)	片石砌体	0.5
		块石、粗料石、混凝土块镶面	0.3

砌体基础的质量检验、砌体基础允许偏差应符合表 4-62 的要求。

表 4-62 砌体基础允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
基础厚度	片石	+30 0	每座 基础	4	用钢尺量,长、宽各2点
	料石、砌块	+15 0		4	
顶面高程		±25		4	用水准仪测量
轴线偏位		15		4	用经纬仪测量,纵、横各2点

4.6.2 基础工程

1. 明挖基础

基坑开挖时,坑壁的形式有垂直式、斜坡式和踏步式等,如图4-38所示。

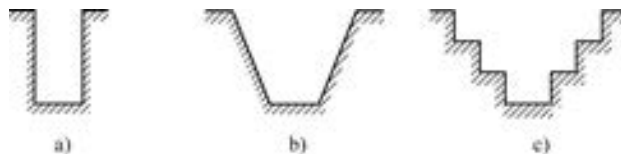


图 4-38 基坑形式

a) 直坡式 b) 斜坡式 c) 踏步式

垂直开挖深度见表4-63。

表 4-63 垂直开挖深度

土 质 情 况	开挖深度的限值/m
松软的砂土、碎石土、淤泥质土、人工填土	0.75
中等密实的轻亚粘土、亚粘土	1.25
密实的粘土	1.50
坚硬的粘性土	2.00

如图4-39所示为横撑式支撑示意图。

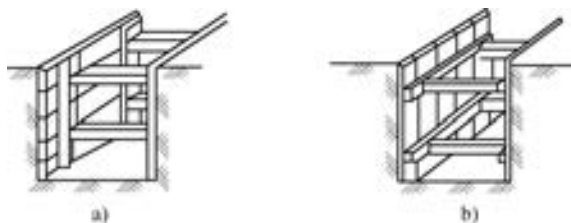


图 4-39 横撑式支撑

a) 水平式支撑 b) 垂直式支撑

如图4-40所示为支撑设备示意图。如图4-41所示为锚拉支撑示意图。如图4-42所示为斜柱支撑。如图4-43所示为短柱间隔支撑。

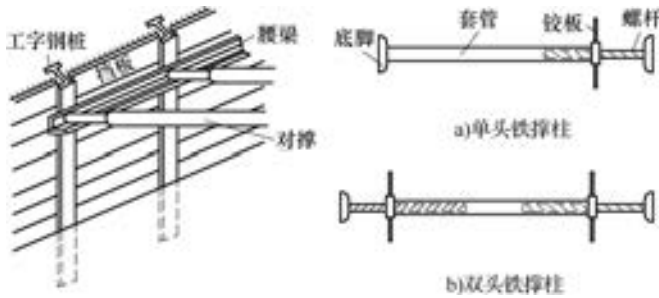


图 4-40 支撑设备

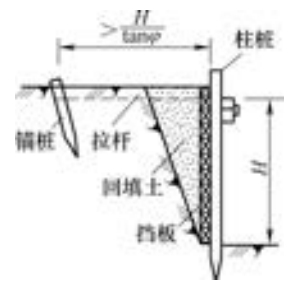


图 4-41 锚拉支撑

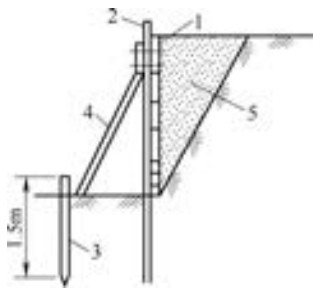


图 4-42 斜柱支撑

1—挡板 2—桩柱 3—撑桩 4—斜撑 5—回填土

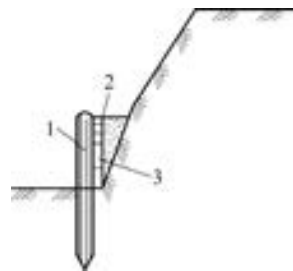


图 4-43 短柱间隔支撑

1—短柱 2—回填土 3—挡土板

如图4-44所示为临时土袋护壁。如图4-45所示为拉杆锚定。



图 4-44 临时土袋护壁

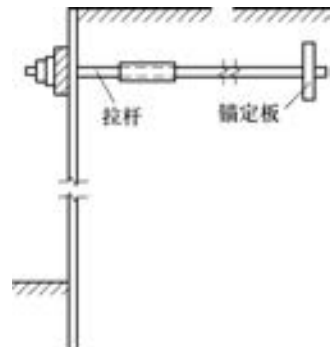


图 4-45 拉杆锚定

如图4-46所示为锚杆拉撑。如图4-47所示为刚构架横撑。如图4-48所示为钻孔灌注桩支撑。

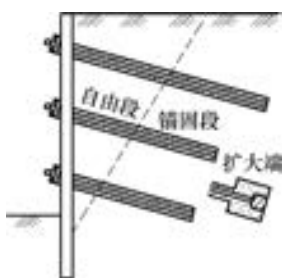


图 4-46 锚杆拉撑

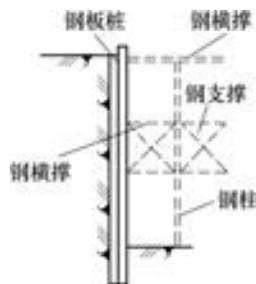


图 4-47 刚构架横撑

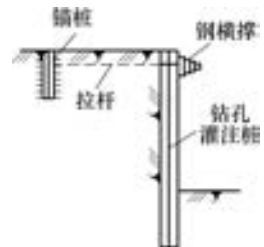


图 4-48 钻孔灌注桩支撑

如图4-49所示为钢板桩支撑。

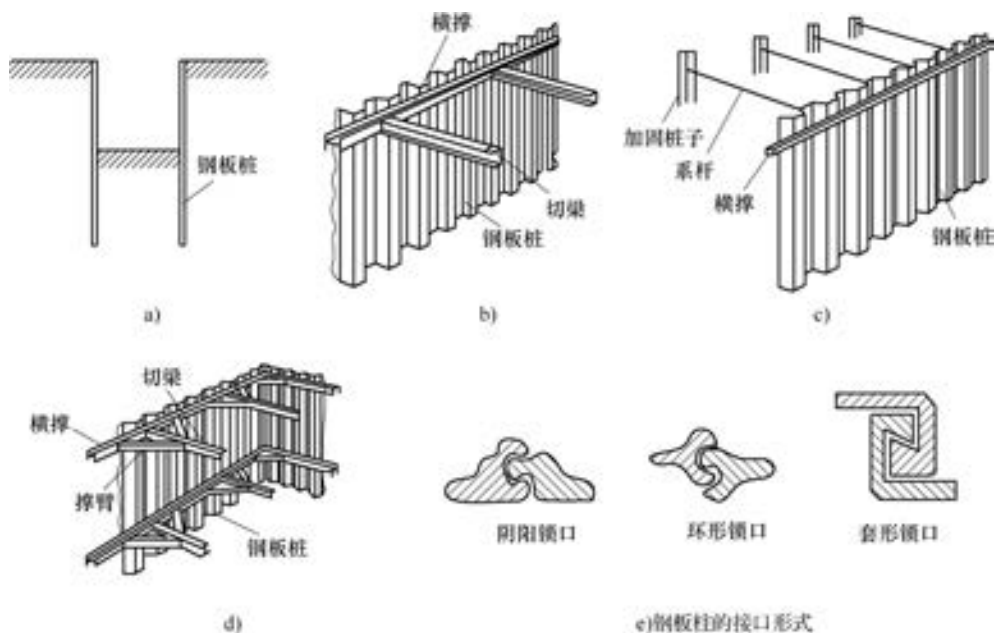


图4-49 钢板桩支撑

如图4-50所示为地连墙与土层锚杆结合支护。

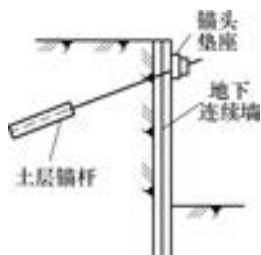


图4-50 地连墙与土层锚杆结合支护

基坑开挖允许偏差应符合表4-64的规定。

表4-64 基坑开挖允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
基底高程	土方	0 -20	每座基础	5	用水准仪测量四角和中心
基底高程	石方	+50 -200	每座基础	5	用水准仪测量四角和中心
轴线偏位		50		4	用经纬仪测量, 纵、横各2点
基坑尺寸		不小于设计规定		4	用钢尺量每边1点

2. 桩基础

(1) 桩基础的组成与类型。

桩基础由承台和埋置于土中的桩群组成 (图 4-51)。

桩根据其荷载的传递方法可分为：端承桩和摩擦桩 (图 4-52)。

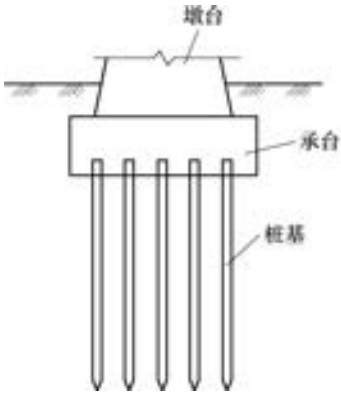


图 4-51 桩基础

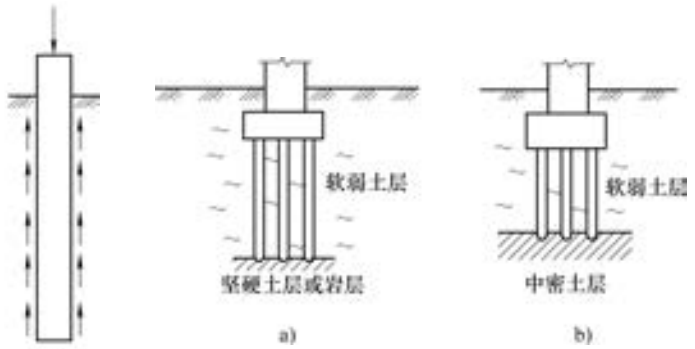


图 4-52 端承桩和摩擦桩

a) 端承桩 b) 摩擦桩

(2) 钻孔灌注桩基础

在旱地和筑岛处设置护筒时，可采用挖坑埋设法 (图 4-53) 实测定位。在水中沉设护筒时，宜采用导向架定位 (图 4-54)。

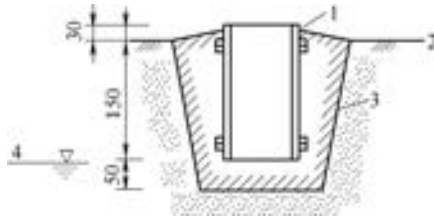


图 4-53 挖埋护筒 (单位: mm)

1—护筒 2—地面 3—夯填粘土 4—施工水位

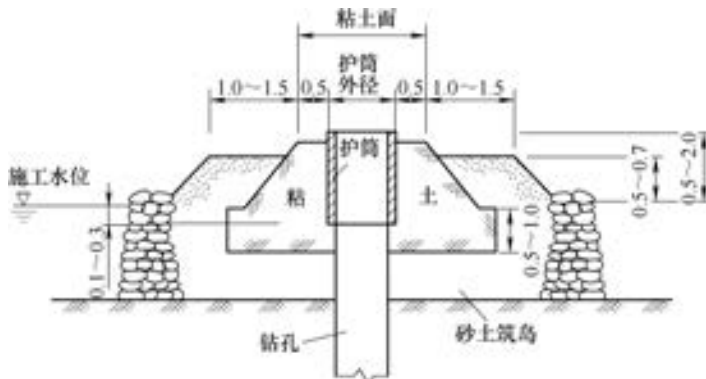


图 4-54 筑岛法定桩位 (单位: m)

如图 4-55 所示为二脚与四脚钻架示意图。

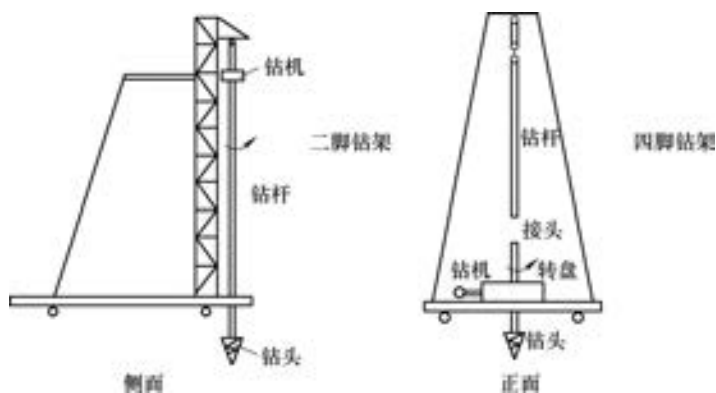


图 4-55 二脚与四脚钻架示意图

水下混凝土施工灌注多采用导管法施工，如图 4-56 所示。

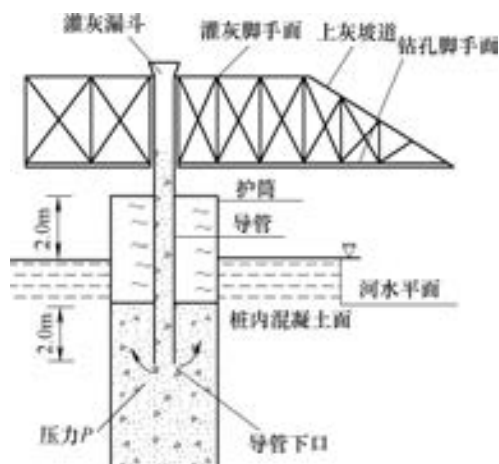


图 4-56 灌注混凝土示意图

采用数根同时浇筑时，导管数量和位置宜符合表 4-65 的规定。

表 4-65 导管作用范围

导管内径/mm	导管作用半径/m	导管下口埋入深度/m
250	1.1 左右	2.0 以上
300	1.3 ~ 2.2	
300 ~ 500	2.2 ~ 4.0	

(3) 挖孔灌注桩基础

钻（挖）孔灌注桩成孔质量应符合表 4-66 的规定。

表 4-66 钻、挖孔成孔质量标准

项 目		允许偏差
钻 (挖) 孔桩	孔的中心位置/mm	群桩: 100; 单排桩: 50
	孔径/mm	不小于设计桩径
	倾斜度	钻孔: 小于 1%; 挖孔: 小于 0.5%
	孔深	摩擦桩: 不小于设计规定 支承桩: 比设计深度超深不小于 50mm
钻孔桩	沉淀厚度/mm	摩擦桩: 符合设计要求, 当设计无要求时, 对于直径 $\leq 1.5\text{m}$ 的桩, $\leq 300\text{mm}$; 对桩径 $> 1.5\text{m}$ 或桩长 $> 40\text{m}$ 或土质较差的桩, $\leq 500\text{mm}$; 支承桩: 不大于设计规定
	清孔后泥浆指标	相对密度: 1.03 ~ 1.10; 粘度: 17 ~ 20Pa · s; 含砂率: $< 2\%$; 胶体率: $> 98\%$

注: 1. 清孔后的泥浆指标, 是从桩孔的顶、中、底部分别取样检验的平均值。本项指标的测定, 限指大直径桩或有特定要求的钻孔桩。

2. 对冲击成孔的桩, 清孔后泥浆的相对密度可适当提高, 但不宜超过 1.15。

挖孔灌注桩施工示意图如图 4-57 所示。

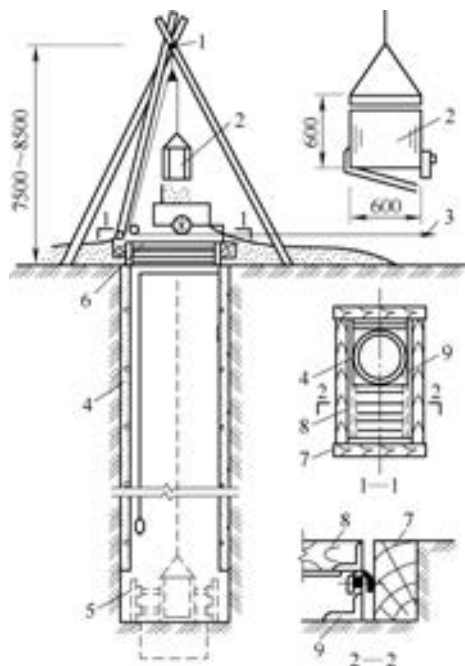


图 4-57 挖孔灌注桩施工

1—三木塔 2—吊土桶 3—接卷扬机 4—桩孔混凝土护壁 5—定型组合钢模板
6—活动安全盖板 7—枕木 8—活动井盖 9—角钢轨道

混凝土灌注桩允许偏差应符合表 4-67 的规定。

表 4-67 混凝土灌注桩允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
桩位	群桩	100	每根桩	1	用全站仪检查
	排架桩	50		1	
沉渣厚度	摩擦桩	符合设计要求	每根桩	1	沉淀盒或标准测锤, 查灌注前记录
	支承桩	不大于设计要求		1	
垂直度	钻孔桩	≤1% 桩长, 且不大于 500	每根桩	1	用测壁仪或钻杆垂线和钢尺量
	挖孔桩	≤0.5% 桩长, 且不大于 200		1	用垂线和钢尺量

注: 此表适用于钻孔和挖孔。

(4) 沉入桩基础

钢筋混凝土和预应力混凝土桩的预制允许偏差应符合表 4-68 的规定。

表 4-68 钢筋混凝土和预应力混凝土桩的预制允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
实心桩	横截面边长	±5	每批 抽查 10%	3	用钢尺量相邻两边
	长度	±50		2	用钢尺量
	桩尖对中轴线的倾斜	10		1	用钢尺量
	桩轴线的弯曲矢高	≤0.1% 桩长, 且不大于 20	全数	1	沿构件全长拉线, 用钢尺量
	桩顶平面对桩 纵轴的倾斜	≤1% 桩径 (边长), 且不大于 20	每批 抽查 10%	1	用垂线和钢尺量
	接桩的接头平面 与桩轴平面垂直度	0.5%	每批 抽查 20%	4	用钢尺量
空心桩	内径	不小于设计	每批抽查 10%	2	用钢尺量
	壁厚	0 -3		2	用钢尺量
	桩轴线的弯曲矢高	0.2%	全数	1	沿管节全长拉线, 用钢尺量

钢管桩制作允许偏差应符合表 4-69 的规定。

表 4-69 钢管桩制作允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
外径	±5	每批抽查 10%	4	1	用钢尺量
长度	+10 0				
桩轴线的弯曲矢高	≤1% 桩长, 且不大于 20	全数	20%	2	沿桩身拉线, 用钢尺量
端部平面度	2	每批抽查			用直尺和塞尺量
端部平面与桩身中心线的倾斜	≤1% 桩径, 且不大于 3				用垂线和钢尺量

沉桩允许偏差应符合表 4-70 的规定。

表 4-70 沉桩允许偏差

项 目			允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
				范 围	点 数	
桩位	群桩	中间桩	$\leq d/2$, 且不大于 250	每排桩	20%	用经纬仪测量
		外缘桩	$d/4$			
	排架桩	顺桥方向	40			
		垂直桥方向	50			
桩尖高程			不高于设计高程	每根桩	全数	用水准仪测量
斜桩倾斜度			$\pm 15\% \tan\theta$			用垂线和钢尺量尚未沉入部分
直桩垂直度			1%			

注: 1. d 为桩的直径或短边尺寸 (mm)。

2. θ 为斜桩设计纵轴线与铅垂线间夹角 ($^{\circ}$)。

接桩焊缝外观质量应符合表 4-71 的规定。

表 4-71 接桩外观允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
咬边深度 (焊缝)		0.5	每条焊道	1	用焊缝量规、钢尺量
加强层高度 (焊缝)		+3			
加强层宽度 (焊缝)		0			
钢管桩上下节错台	公称直径 ≥ 700 mm	3	每条焊道	1	用钢板尺和塞尺量
	公称直径 < 700 mm	2			

(5) 沉井基础

沉井是井筒状的结构物, 一般由井壁、刃脚、内隔墙、横梁、框架、封底和顶盖板组成, 如图 4-58 所示。

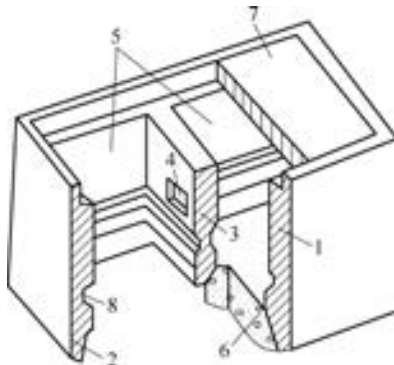


图 4-58 沉井构造

1—井壁 2—刃脚 3—内隔墙 4—人孔 5—取土孔 6—封底 7—顶板 8—凹槽

混凝土沉井制作允许偏差应符合表 4-72 的规定。

表 4-72 混凝土沉井制作允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
沉井尺寸	长、宽	$\pm 0.5\%$ 边长, 大于 24m 时 ± 120	每座	2	用钢尺量长、宽各 1 点
	半径	$\pm 0.5\%$ 半径, 大于 12m 时 ± 60		4	用钢尺量, 每侧 1 点
对角线长度差		1% 理论值, 且不大于 80		2	用钢尺量, 圆井量两个直径
井壁厚度	混凝土	+40 -30		4	用钢尺量, 每侧 1 点
	钢壳和钢筋混凝土	± 15			
平整度		8	每座	4	用 2m 直尺、塞尺量, 每侧各 1 点

筑岛沉井适用于水深 3~4m, 流速较小的情况, 可分为无围堰土砂岛和围堰筑岛两种, 如图 4-59 所示。

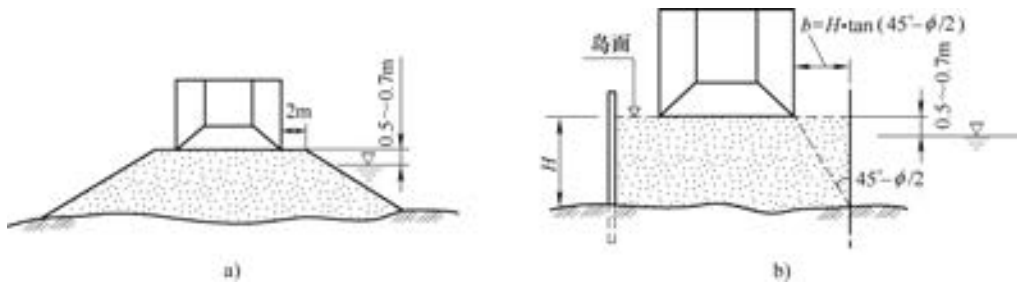


图 4-59 筑岛沉井

a) 无围堰土砂岛 b) 围堰筑岛

沉井排水下沉施工法如图 4-60a 所示, 沉井不排水下沉施工法如图 4-60b 所示。

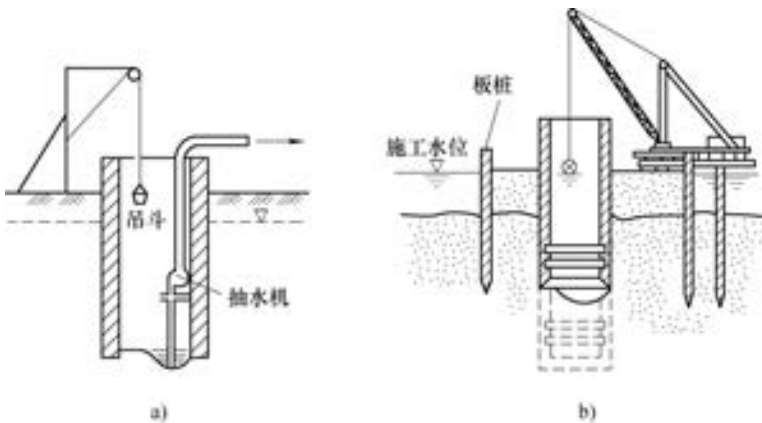


图 4-60 沉井下沉施工法

a) 沉井排水 b) 沉井不排水

就地制作沉井下沉就位允许偏差应符合表 4-73 的规定。浮式沉井下沉就位允许偏差应符合表 4-74 的规定。

表 4-73 就地制作沉井下沉就位允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
底面、顶面中心位置	$H/50$	每座	4	用经纬仪测量纵横各 2 点
垂直度	$H/50$		4	用经纬仪测量
平面扭角	1°		2	经纬仪检验纵横、线交点

注： H 为沉井高度（mm）。

表 4-74 浮式沉井下沉就位允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
底面、顶面中心位置	$H/50 + 250$	每座	4	用经纬仪测量纵横各 2 点
垂直度	$H/50$		4	用经纬仪测量
平面扭角	2°		2	经纬仪检验纵、轴线交点

注： H 为沉井高度（mm）。

4.7 桥墩与桥台工程

4.7.1 桥墩与桥台的构造

1. 桥墩的构造

柱式桥墩一般由基础之上的承台、柱式墩身和盖梁组成，如图 4-61 所示。

实体桥墩由墩帽、墩身和基础组成（图 4-62）。空心桥墩（图 4-63）有两种形式，一种为上述实体重力型结构，另一种采取薄壁钢筋混凝土的空格形墩身，四周壁厚只有 30cm 左右。

框架墩（图 4-64）采用压挠和挠曲构件，组成平面框架代替墩身，支承上部结构，必要时可做成双层或更多层的框架支承上部结构。

2. 桥台构造

梁桥和拱桥上常用的重力式桥台为 U 形桥台，它们是由台帽、台身和基础三部分组成，如图 4-65 所示。

如图 4-66 所示为轻型桥台。

框架式桥台（图 4-67、图 4-68）是一种在横桥向呈框架式结构的桩基础轻型桥台，它所承受的土压力较小，适用于地基承载力较低、台身较高、跨径较大的梁桥。

为使桥台轻型化，桥台本身主要承受桥跨结构传来的竖向力和水平力，而台后的土压力

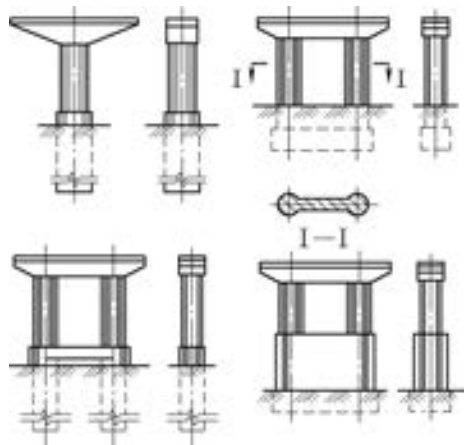


图 4-61 柱式桥墩一般构造

由其他结构来承受，形成组合式的桥台，如图4-69所示。

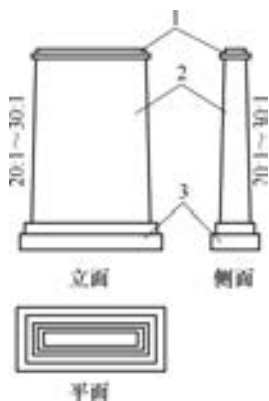


图4-62 实体桥墩

1—墩帽 2—墩身 3—基础

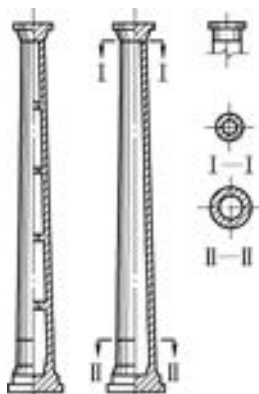


图4-63 空心桥墩

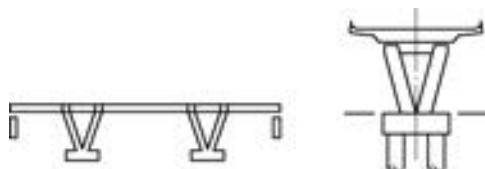


图4-64 V形框架墩

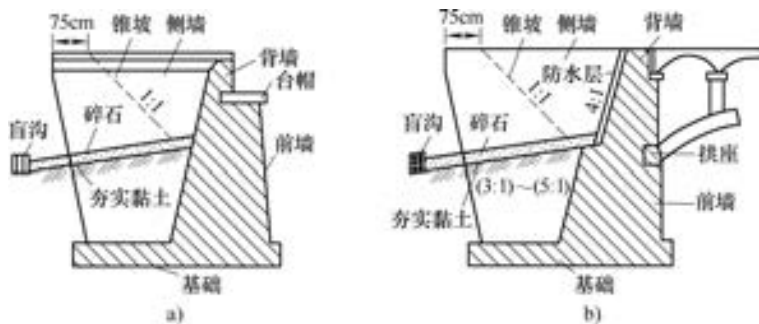


图4-65 U形桥台

a) 梁桥桥台 b) 拱桥桥台

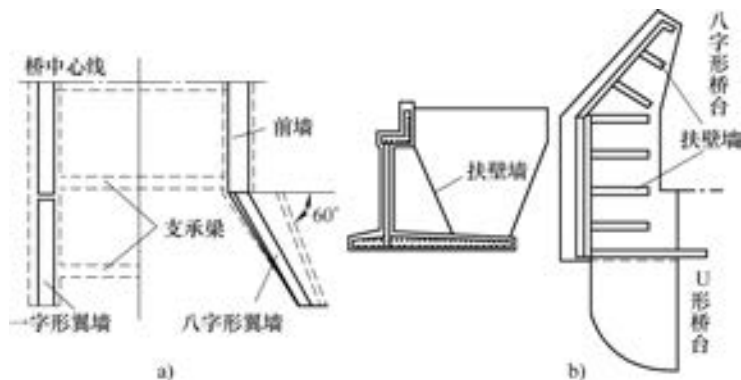


图4-66 轻型桥台

a) 八字形轻型桥台 b) 钢筋混凝土薄壁桥台

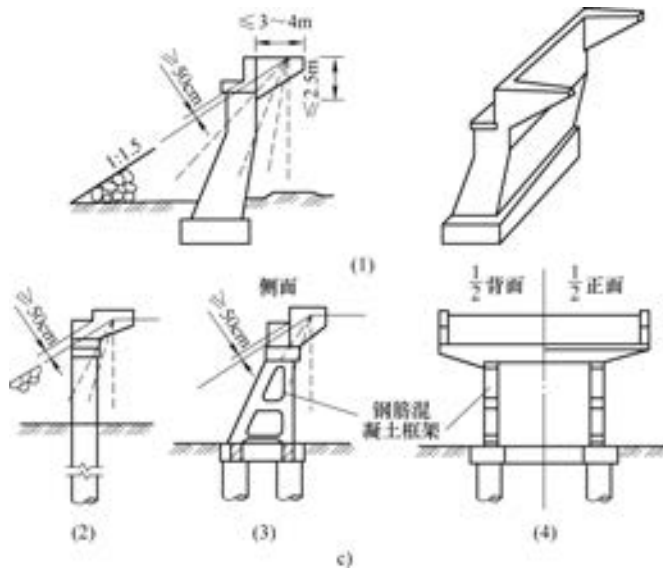


图 4-66 轻型桥台 (续)

c) 埋置式桥台

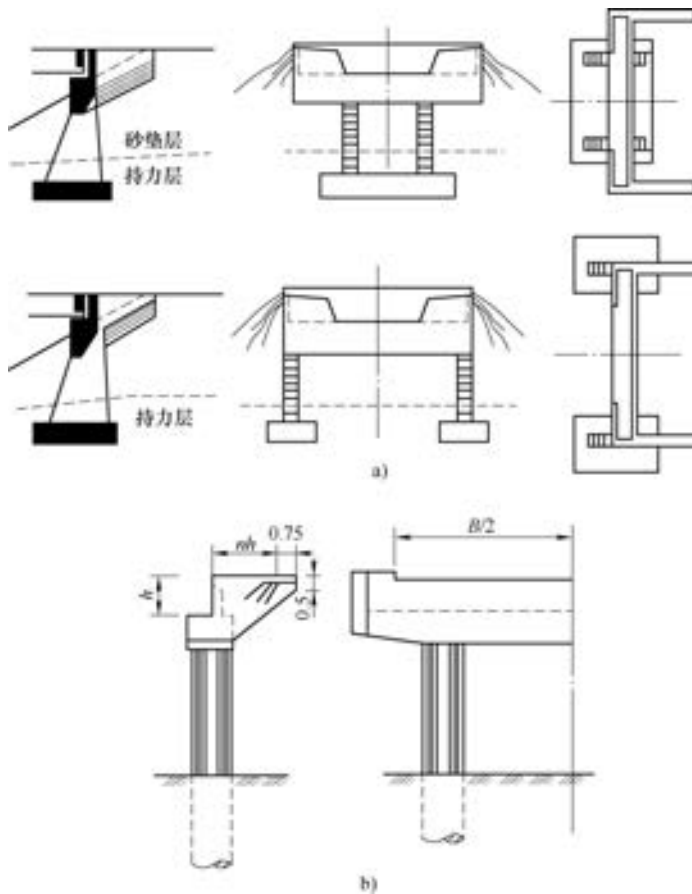


图 4-67 钢筋混凝土肋板(柱)框架桥示意图

a) 钢筋混凝土肋板式桥台 b) 钢筋混凝土双柱式桥台

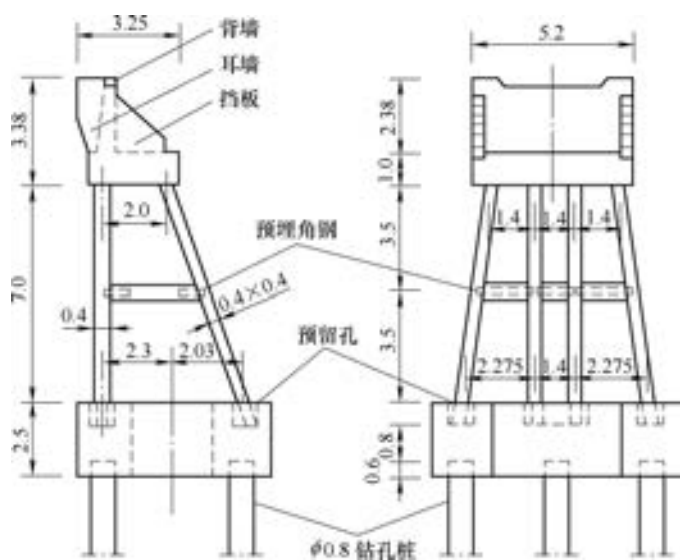


图 4-68 排架式装配桥台

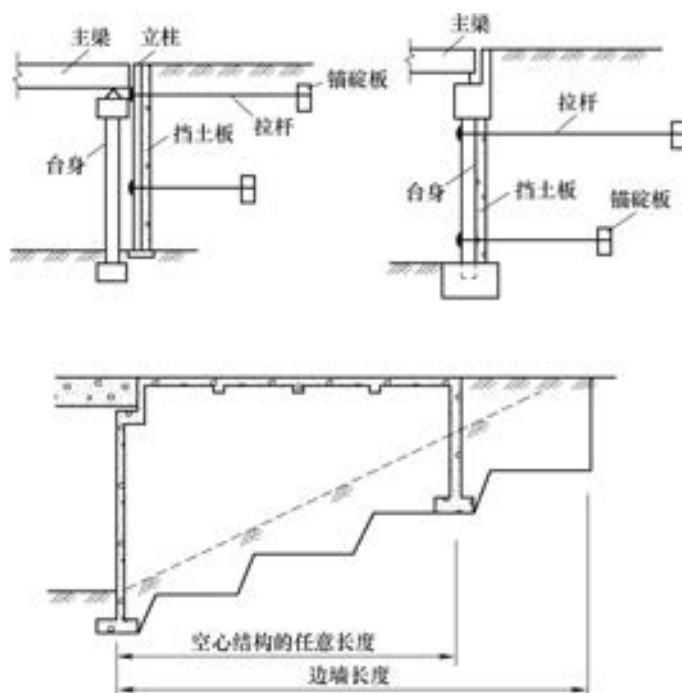


图 4-69 组合式桥台

4.7.2 现浇混凝土墩台

1. 施工工艺流程

钢筋混凝土承台、墩柱、墩帽施工工艺流程如图 4-70 所示。



图 4-70 钢筋混凝土承台、墩柱、墩帽施工工艺流程

2. 施工允许偏差

现浇混凝土柱允许偏差应符合表 4-75 的规定。

表 4-75 现浇混凝土柱允许偏差

项 目	允许偏差/ mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
断面尺寸 长、宽（直径）	±5	每根柱	2	用钢尺量，长宽各 1 点，圆柱量 2 点

(续)

项 目	允许偏差/ mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
顶面高程	± 10	每根柱	1	用水准仪测量
垂直度	$\leq 0.2\% H$, 且不大于 15		2	用经纬仪测量或垂线和钢尺量
轴线偏位	8		2	用经纬仪测量
平整度	5		2	用 2m 直尺, 塞尺量
节段间错台	3		4	用钢板尺和塞尺量

注: H 为柱高 (mm)。

现浇混凝土墩台允许偏差应符合表 4-76 的规定。

表 4-76 现浇混凝土墩台允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
墩台身 尺寸	长	+15 0	每个墩台 或每个 节段	2	用钢尺量
	厚	+10 -8		4	用钢尺量, 每侧上、下各 1 点
顶面高程		± 10		4	用水准仪测量
轴线偏位		10		4	用经纬仪测量, 纵、横各 2 点
墙面垂直度		$\leq 0.25\% H$, 且不大于 25		2	用经纬仪测量或垂线和钢尺量
墙面平整度		8		4	用 2m 直尺, 塞尺量
节段间错台		5		4	用钢尺和塞尺量
预埋件位置		5		每件	4

注: H 为墩台高度 (mm)。

现浇混凝土挡土墙允许偏差应符合表 4-77 的规定。

表 4-77 现浇混凝土挡土墙允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
墙身尺寸	长	± 5	每 10m 墙长度	3	用钢尺量
	厚	± 5		3	用钢尺量
顶面高程		± 5		3	用水准仪测量
垂直度		$0.15\% H$, 且不大于 10	每 10m 墙长度	3	用经纬仪测量或垂线和钢尺量
轴线偏位		10		1	用经纬仪测量
直顺度		10		1	用 10m 小线, 钢尺量
平整度		8		3	用 2m 直尺, 塞尺量

注: H 为挡土墙高度 (mm)。

4.7.3 石砌墩台

1. 墩台砌筑

砌筑时，应自最外边缘开始（定位行列），砌好外圈后填砌腹部，如图 4-71 所示。

一般采用凸缝或平缝，浆砌规则块材也可采用凹缝，如图 4-72 所示。

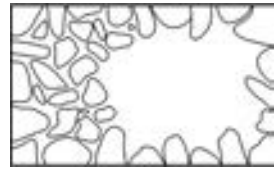


图 4-71 片石砌体定位行列和填腹

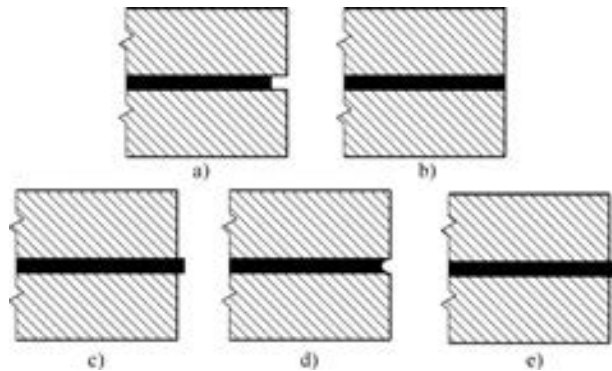


图 4-72 勾缝的形式

a) 方形凹缝 b) 方形平缝 c) 方形凸缝 d) 圆形凹缝 e) 圆形凸缝

2. 施工允许偏差

砌筑墩台允许偏差应符合表 4-78 的规定。

表 4-78 砌筑墩台允许偏差

项 目	允许偏差/mm		检 验 频 率		检 查 方 法
	浆砌块石	浆砌料石、砌块	范 围	点 数	
墩台尺寸	长	+20; -10	每个墩台身	3	用钢尺量 3 个断面
	厚	±10		3	用钢尺量 3 个断面
顶面高程	±15	±10		4	用水准仪测量
轴线偏位	15	10		4	用经纬仪测量，纵、横各 2 点
墙面垂直度	≤0.5% H, 且不大于 20	≤0.3% H, 且不大于 15		4	用经纬仪测量或垂线和钢尺量
墙面平整度	30	10		4	用 2m 直尺，塞尺量
水平缝平直	—	10		4	用 10m 小线，钢尺量
墙面坡度	符合设计要求	符合设计要求		4	用坡度板量

注：H 为墩台高度（mm）。

4.7.4 预制柱、墩台帽与盖梁

1. 预制柱安装

预制混凝土柱制作允许偏差应附合表 4-79 的规定。

表 4-79 预制混凝土柱制作允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
断面尺寸	长、宽（直径）	± 5	每个柱	4	用钢尺量，厚、宽各 2 点（圆断面量直径）
	高度	± 10		2	
预应力筋孔道位置		10	每个孔道	1	
侧向弯曲		$H/750$	每个柱	1	沿构件全高拉线，用钢尺量
平整度		3		2	用 2m 直尺，塞尺量

注： H 为柱高（mm）。

预制柱安装允许偏差应符合表 4-80 规定。

表 4-80 预制柱安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
平面位置	10	每个柱	2	用经纬仪测量，纵、横向各 1 点	
埋入基础深度	不小于设计要求		1	用钢尺量	
相邻间距	± 10		1	用钢尺量	
垂直度	$\leq 0.5\% H$ ，且不大于 20		2	用经纬仪测量或用垂线和钢尺量，纵横各 1 点	
墩、柱顶高程	± 10		1	用水准仪测量	
节段间错台	3		4	用钢板尺和塞尺量	

注： H 为柱高（mm）。

2. 墩台帽

如图 4-73 所示为石砌桥墩墩帽模板，如图 4-74 所示为混凝土桥墩墩帽模板。

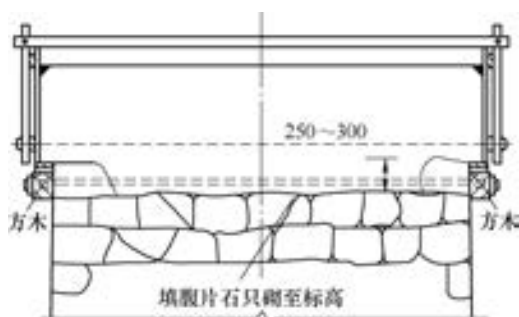


图 4-73 石砌桥墩墩帽模板



图 4-74 混凝土桥墩墩帽模板

如图 4-75 所示为悬臂墩帽模板。

3. 盖梁

如图 4-76 所示为盖梁无支架施工示意图。

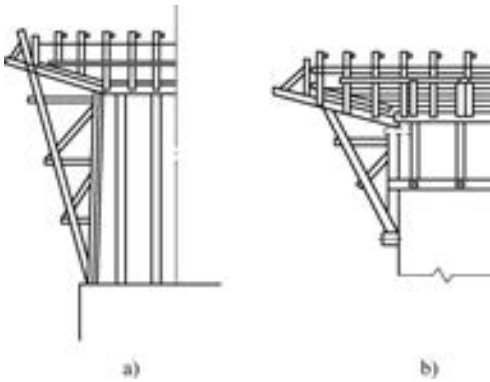


图 4-75 悬臂墩帽模板

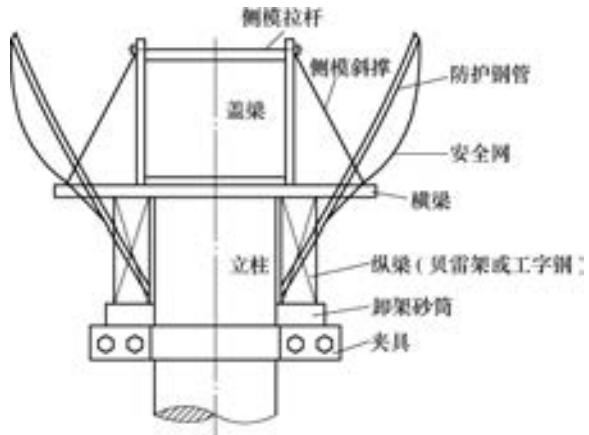


图 4-76 盖梁无支架施工示意图

如图 4-77 所示为桩柱墩墩帽整体式模板。

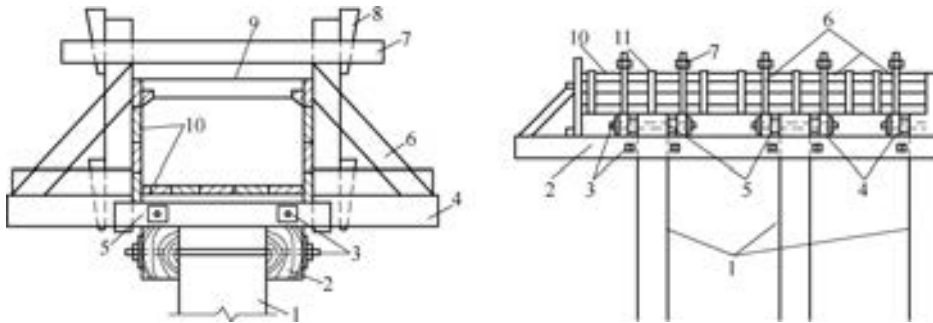


图 4-77 桩柱墩墩帽整体式模板

1—钢筋混凝土柱 2—木梁 3—螺栓 4—横梁 5—衬木 6—角撑 7—拉杆 8—木楔 9—内撑 10—模板 11—助木

现浇混凝土盖梁允许偏差应符合表 4-81 的规定。

表 4-81 现浇混凝土盖梁允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法	
		范 围	点 数		
盖梁尺寸	长	+20 -10	每个柱	2	用钢尺量，两侧各 1 点
	宽	+10 0		3	用钢尺量，两端及中间各 1 点
	高	±5		3	
盖梁轴线偏位	8		4	用经纬仪测量，纵横各 2 点	
盖梁顶面高程	0 -5		3	用水准仪测量，两端及中间各 1 点	
平整度	5		2	用 2m 直尺，塞尺量	
支座垫石 预留位置	10	每个	4	用钢尺量，纵横各 2 点	

(续)

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
预埋件 位置	高程	± 2	每件	1	用水准仪测量
	轴线	5		1	用经纬仪放线, 用钢尺量

4.8 混凝土梁式桥

4.8.1 支架上浇筑

钢筋混凝土板的截面形式如图 4-78 所示, 板中钢筋由主钢筋 (即受力钢筋) 和分布钢筋组成, 如图 4-79 所示, 钢筋混凝土梁的截面常采用矩形、T 形 (I 形) 和箱形等形式, 如图 4-80 所示。

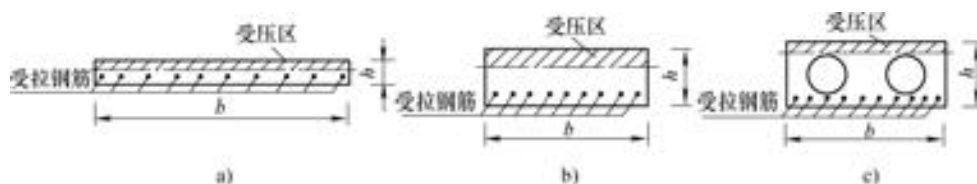


图 4-78 钢筋混凝土板的截面形式

a) 整体式板 b) 装配式实心板 c) 装配式空心板



图 4-79 板的钢筋构造

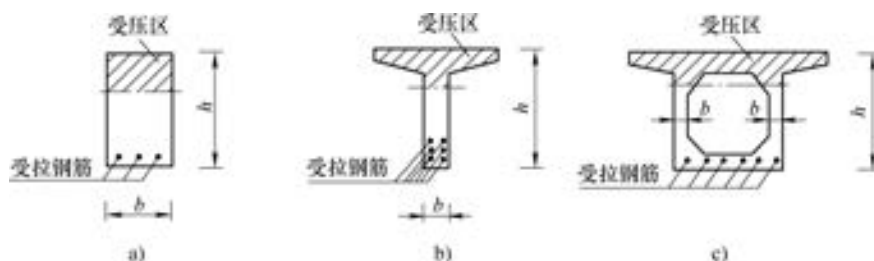


图 4-80 梁的截面形式

a) 矩形梁 b) T形梁 c) 箱形梁

整体浇筑钢筋混凝土梁、板允许偏差应符合表 4-82 的规定。

表 4-82 整体浇筑钢筋混凝土梁、板允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法	
			范 围	点 数		
轴线偏位		10	每跨	3	用经纬仪测量	
梁板顶面高程		±10		3~5	用水准仪测量	
断面尺寸 /mm	高	+5 -10		1~3个断面		用钢尺量
	宽	±30				
	顶、底、腹板厚	+10 0				
长度		+5 -10		2		用钢尺量
横坡 (%)		±0.15		1~3		用水准仪测量
平整度		8	顺桥向每侧面每 10m 测 1 点		用 2m 直尺、塞尺量	

4.8.2 装配式浇筑

钢筋吊点根据桩长的不同，一般有三种情况，见表 4-83。

表 4-83 钢筋吊点选择

序 号	桩 长	起 吊 方 法
1	10m 以下	单点吊 [图 4-81a]
2	11 ~ 16m	单点吊或双点吊 [图 4-81b]
3	17m 以上	双点吊或四点吊 [图 4-81c]

为防止厚大构件吊运过程中构件翻身，一般多采用四点吊，如图 4-82 所示。

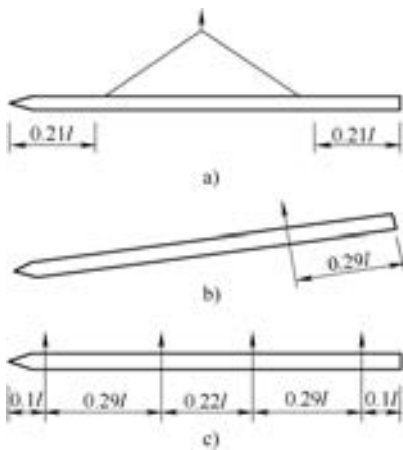


图 4-81 细长构件的吊点位置图

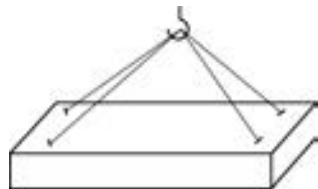


图 4-82 厚大构件的吊点位置

曲线梁的吊点位置的连线必须通过重心，如图 4-83 所示。

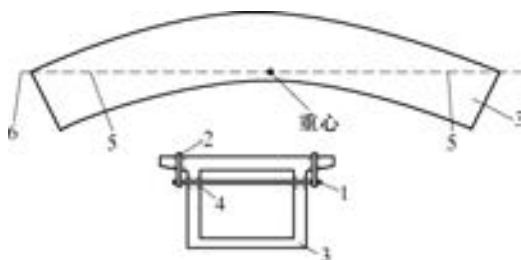


图 4-83 曲线梁吊点位置示意图

1—穿过吊点的圆钢 2—穿过吊孔的8字环 3—箱梁 4—预留孔 5—箱梁的吊点 6—吊点的连线

预制梁、板允许偏差应符合表 4-84 的规定。

表 4-84 预制梁、板允许偏差

项 目		允许偏差/mm		检 验 频 率		检 查 方 法
		梁	板	范 围	点 数	
断面尺寸	高	0 -10	0 -10	每个构件	5	用钢尺量，端部、 $L/4$ 处和中间各1点
	宽	± 5	—		5	
	顶、底、腹板厚	± 5	± 5		5	
长度		0 -10	0 -10		4	用钢尺量，两侧上、下各1点
侧向弯曲		$L/1000$ 且 不大于10	$L/1000$ 且 不大于10		2	沿构件全长拉线，用钢尺量，左右各1点
对角线长度差		15	15		1	用钢尺量
平整度		8			2	用2m直尺、塞尺量

注： L 为构件长度（mm）。

架、板安装允许偏差应符合表 4-85 的规定。

表 4-85 梁、板安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法	
			范 围	点 数		
平面位置	顺桥纵轴线方向	10	每个构件	1	用经纬仪测量	
	垂直桥纵轴线方向	5		1		
焊接横隔梁相对位置		10	每处	1	用钢尺量	
湿接横隔梁相对位置		20		1		
伸缩缝宽度		+10 -5	每个构件	1	用钢尺量，纵、横各1点	
支座板	每块位置	5		2		用钢尺量，纵、横各1点
	每块边缘高差	1		2		
焊缝长度		不小于设计要求	每处	1	抽查焊缝的10%	

(续)

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
相邻两构件支点处顶面高差	10	每个 构件	2	用钢尺量
块体拼装立缝宽度	+10 -5		1	
垂直度	1.2%	每孔 2 片梁	2	用垂线和钢尺量

4.8.3 悬臂浇筑

如图 4-84 所示为悬臂吊机拼装法示意图，悬臂吊机由纵向主桁、横向起重桁架、锚固装置、平衡重、起重系、行走系和工作吊篮等部分组成。

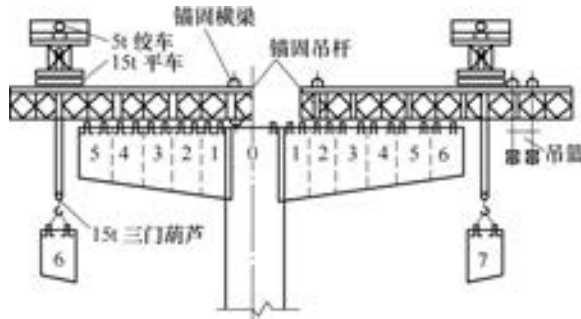


图 4-84 悬臂吊机拼装法示意图

悬臂的平衡措施如图 4-85 所示。

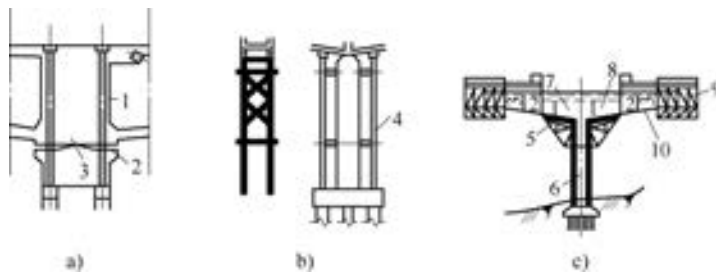


图 4-85 悬臂的平衡措施

- 1—穿在钢管内的临时预应力筋 2—临时混凝土垫块 3—支座 4—临时支墩 5—扇形托架
6—桥墩 7—墩顶梁段 8—逐段施加的预应力筋 9—挂篮 10—梁段

悬臂浇筑预应力混凝土梁允许偏差应符合表 4-86 的规定。

表 4-86 悬臂浇筑预应力混凝土梁允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
轴线偏位	$L \leq 100\text{m}$	10	节段	用全站仪/经纬仪测量
	$L > 100\text{m}$	$L/10000$		

(续)

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
顶面高程	$L \leq 100\text{m}$	± 20	节段	2	用水准仪测量
	$L > 100\text{m}$	$\pm L/5000$			
	相邻节段高差	10		3~5	用钢尺量
断面尺寸	高	+5 -10	节段	一个断面	用钢尺量
	宽	± 30			
	顶、底、腹板厚	+10 0			
合龙后同跨对称点高程差	$L \leq 100\text{m}$	20	每跨	5~7	用水准仪测量
	$L > 100\text{m}$	$L/5000$			
横坡 (%)	± 0.15		节段	1~2	用水准仪测量
平整度	8		检查竖直、水平两个方向, 每侧面每10m 梁长	1	用2m 直尺、塞尺量

注: L 为桥梁跨度 (mm)。

预制梁段允许偏差应符合表 4-87 的规定。

表 4-87 预制梁段允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
断面尺寸	宽	0 -10	每段	5	用钢尺量, 端部、1/4 处和中间各 1 点
	高	± 5		5	
	顶底腹板厚	± 5		5	
长度		± 20	4	用钢尺量, 两侧上下各 1 点	
横隔梁轴线		5	2	用经纬仪测量, 两端各 1 点	
侧向弯曲		$\leq L/1000$, 且不大于 10	2	沿梁段全长拉线, 用钢尺量, 左右各 1 点	
平整度		8	2	用 2m 直尺、塞尺量	

注: L 为梁段长度 (mm)。

悬臂拼装预应力混凝土梁允许偏差应符合表 4-88 的规定。

表 4-88 悬臂拼装预应力混凝土梁允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
轴线偏位	$L \leq 100\text{m}$	10	节段	2	用全站仪/经纬仪测量
	$L > 100\text{m}$	$L/10000$			

(续)

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
顶面高程	$L \leq 100\text{m}$	± 20	节段	2	用水准仪测量
	$L > 100\text{m}$	$\pm L/5000$			
	相邻节段高差	10	节段	3~5	用钢尺量
合龙后同跨对称点高程差	$L \leq 100\text{m}$	20	每跨	5~7	用水准仪测量
	$L > 100\text{m}$	$L/5000$			

注：L为桥梁跨度（mm）。

4.8.4 顶推施工

1. 顶推装置

常用的顶推装置有穿心式千斤顶（图 4-86）、拉杆顶推装置（图 4-87）、滑道（图 4-88）等。

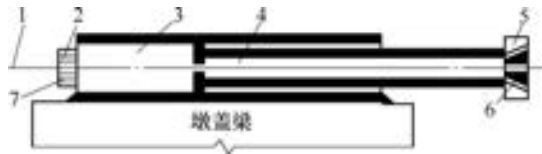


图 4-86 穿心式千斤顶拖拉梁体

1—钢绞线 2—左工具锚 3—穿心式千斤顶 4—千斤顶活塞 5—右工具锚 6—齿状锚塞 7—固定螺栓

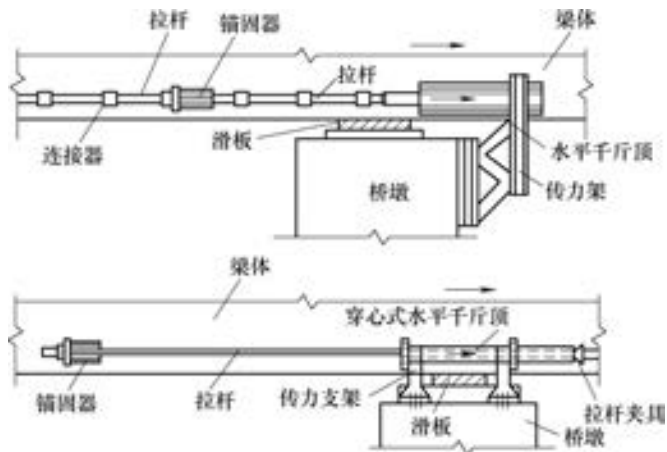


图 4-87 拉杆式顶推装置

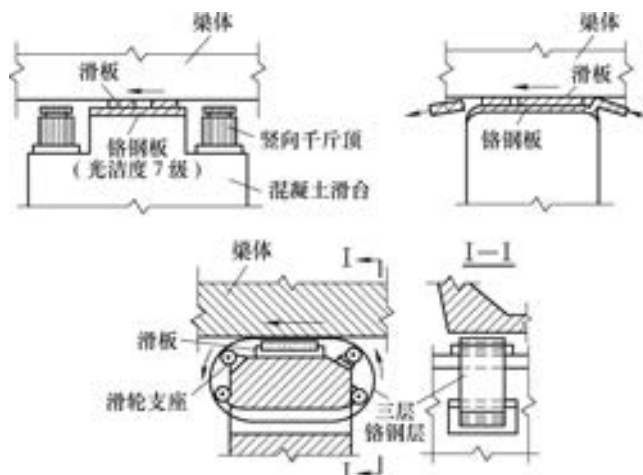


图 4-88 滑道装置

2. 施工要求

连续梁顶推法施工示意图，如图 4-89 所示。

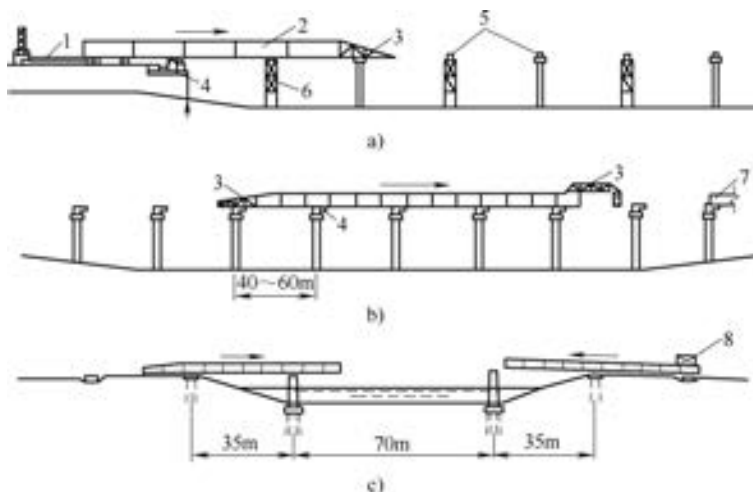


图 4-89 连续梁顶推法施工示意图

a) 单向单点顶推 b) 按每联多点顶推 c) 双向顶推

1—制梁场 2—梁段 3—导梁 4—千斤顶装置 5—支座 6—临时墩 7—建成梁段 8—平衡重
顶推施工梁允许偏差应符合表 4-89 的规定。

表 4-89 顶推施工梁允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
轴线偏位	10	节段	2	用经纬仪测量
落梁反力	不大于 1.1 设计反力		次	用千斤顶油压计算
支座顶面高程	±5		全数	用水准仪测量
支座高差	相邻纵向支点	5 或设计要求		
	固墩两侧支点	2 或设计要求		

4.9 拱桥上部结构

4.9.1 拱圈浇筑

分段浇筑法浇筑主拱圈时，分段位置应使拱架受力对称均匀，一般分段点应设在拱架的支点、节点处及拱顶、拱脚处，如图 4-90 所示。

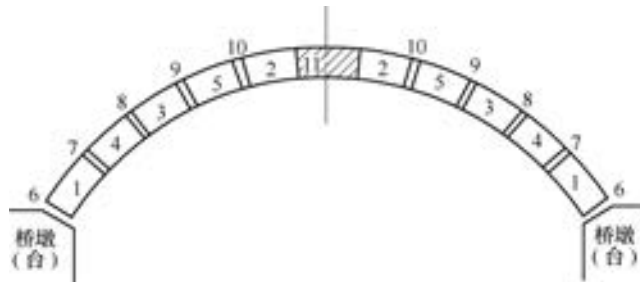


图 4-90 分段浇筑法拱圈浇筑顺序

分环（层）浇筑法浇筑主拱圈时，拱圈分环（层）浇筑法的施工顺序如图 4-91 所示。

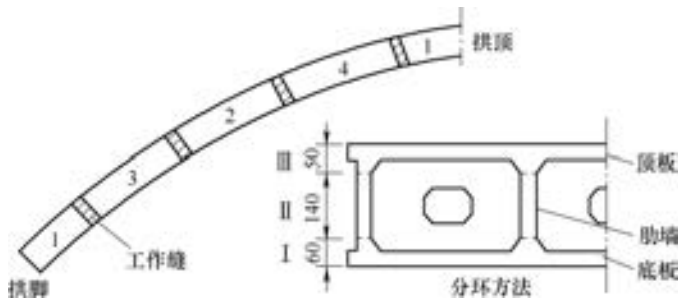


图 4-91 拱圈分环（层）浇筑法的施工顺序（尺寸单位：cm）

在靠近拱圈底面和侧面处，缝宽应与周围砌缝相同，沿空缝的拱石，靠空缝一面应加工凿平，形状如图 4-92 所示。

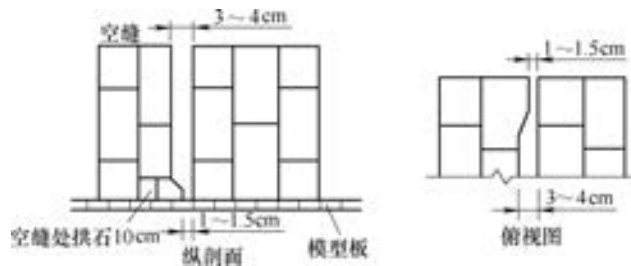


图 4-92 空缝的设置

拱圈错缝规则如图 4-93 所示。

砌筑拱圈允许偏差应符合表 4-90 的规定。

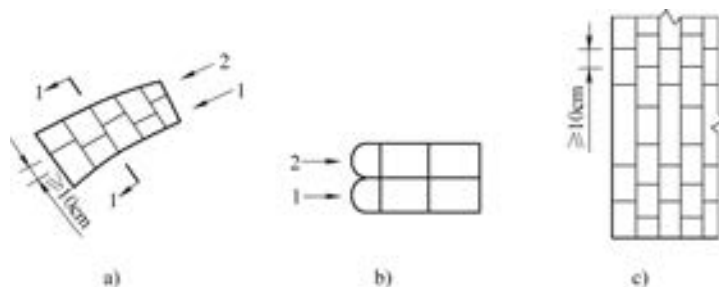


图 4-93 拱圈错缝

a) 拱立面 b) I-I 截面 c) 拱底面

1—下层 2—上层

表 4-90 砌筑拱圈允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法	
			范围	点数		
轴线与砌体外平面偏差	有镶面	+20 -10	每跨	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处	
	无镶面	+30 -10				
拱圈厚度		+3% 设计厚度 0		10	5	用钢尺量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
镶面石表面错台	粗料石、砌块	3				
	块石	5				
内弧线偏离设计弧线	$L \leq 30\text{m}$	20		5	5	用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
	$L > 30\text{m}$	$L/500$				

注: L 为跨径。

现浇混凝土拱圈允许偏差应符合表 4-91 的规定。

表 4-91 现浇混凝土拱圈允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法		
			范围	点数			
轴线偏位	板拱	10	每跨 每肋	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处		
	肋拱	5					
内弧线偏离设计弧线	跨径 $L \leq 30\text{m}$	20			5	5	用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
	跨径 $L > 30\text{m}$	$L/1500$					
断面尺寸	高度	± 5			5	5	用钢尺量, 拱脚、拱顶, $L/4$ 处
	顶、底、腹板厚	+10 0					
拱肋间距		± 5	5	5	用钢尺量		
拱宽	板拱	± 20					
	肋拱	± 10					

注: L 为跨径。

预制拱圈质量检验允许偏差应符合表 4-92 的规定。

表 4-92 预制拱圈质量检验允许偏差

检测项目		规定值或允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
混凝土抗压强度		符合设计要求	每肋 每片	按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107—2010 的规定	
每段拱箱内弧长		0, -10		1	用钢尺量
内弧偏离设计弧线		±5		1	用样板检查
断面尺寸	顶底腹板厚	+10, 0		2	用钢尺量
	宽度及高度	+10, -5		2	
轴线偏位	肋拱	5		3	用经纬仪测量
	箱拱	10		3	
拱箱接头尺寸及倾角		±5		1	用钢尺量
预埋件位置	肋拱	5		1	用钢尺量
	箱拱	10		1	

拱圈安装允许偏差应符合表 4-93 的规定。

表 4-93 拱圈安装允许偏差

检查项目		允许偏差/mm		检验频率		检验方法
				范围	点数	
轴线偏位		$L \leq 60\text{m}$	10	每跨 每肋	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$L > 60\text{m}$	$L/6000$			
高程		$L \leq 60\text{m}$	±20			用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$L > 60\text{m}$	± $L/3000$			
对称点相对高差	允许	$L \leq 60\text{m}$	20	每段、每个接头	1	用水准仪测量
		$L > 60\text{m}$	$L/3000$			
	极值	允许偏差的 2 倍, 且反向				
各拱肋相对高差		$L \leq 60\text{m}$	20	各肋	5	用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$L > 60\text{m}$	$L/3000$			
拱肋间距		±10				

注: L 为跨径。

4.9.2 拱桥无支架施工

1. 缆索吊装施工

如图 4-94 所示为缆索吊装施工现场示意图。

2. 转体施工

如图 4-95 所示为有平衡重拱桥转体施工。

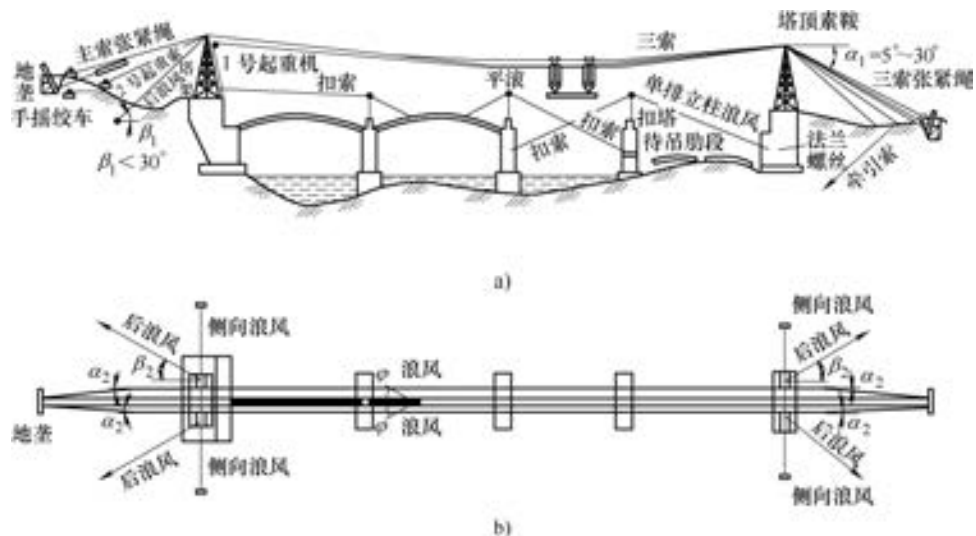


图 4-94 缆索吊装施工示意图

a) 立面图 b) 平面图

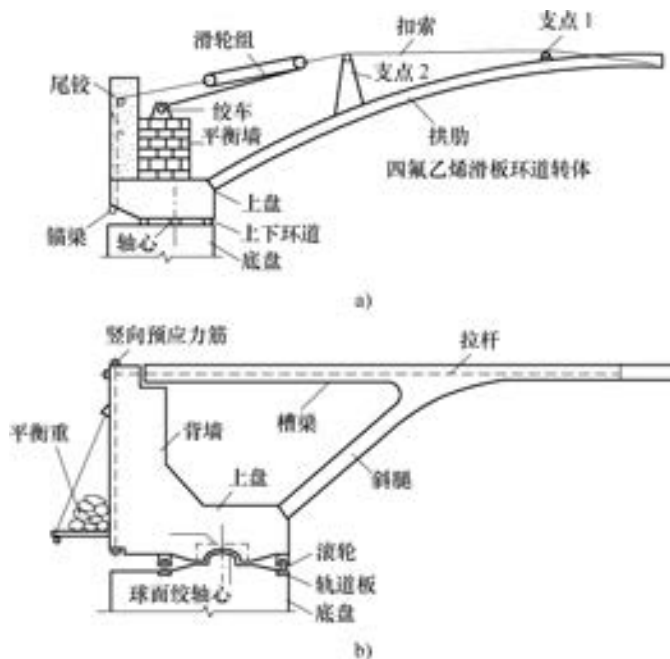


图 4-95 有平衡重拱桥转体施工

a) 外锚扣体系示意图 b) 内锚扣体系示意图

如图 4-96 所示为无平衡重拱桥转体施工。

如图 4-97 所示为拱桥竖向转体。

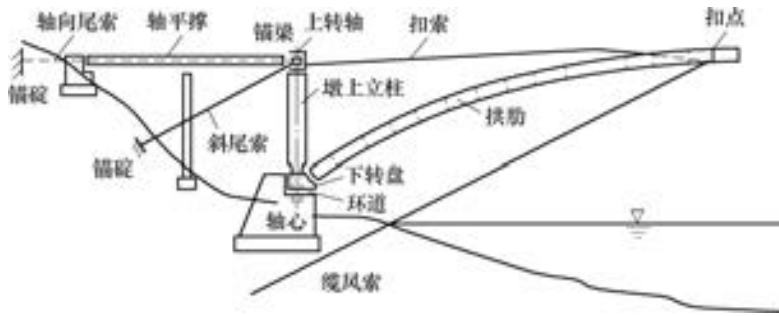


图 4-96 无平衡重拱桥转体施工

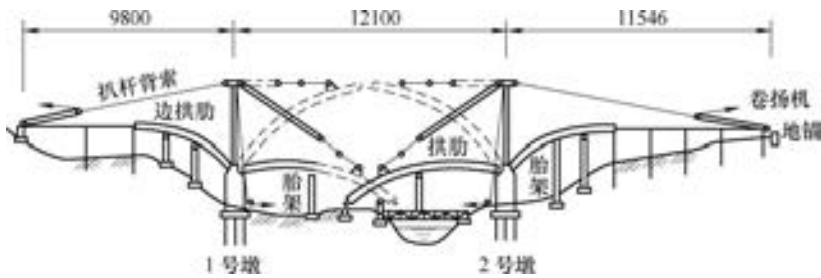


图 4-97 拱桥竖向转体 (单位: cm)

转体施工拱允许偏差见表 4-94。

表 4-94 转体施工拱允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
轴线偏位	$L/6000$	每跨 每肋	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
拱顶高程	± 20		2~4	用水准仪测量
同一横截面两侧或相邻上部构件高差	10		5	用水准仪测量

注: L 为跨径。

3. 悬臂施工

如图 4-98 所示为拱桥悬臂拼装。

如图 4-99 所示为拱桥悬臂浇拱示意图。

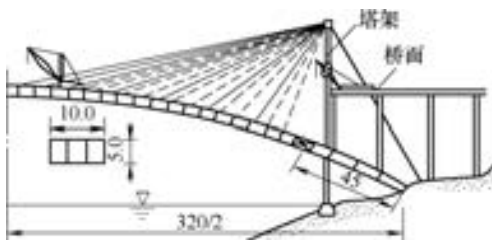


图 4-98 拱桥悬臂拼装

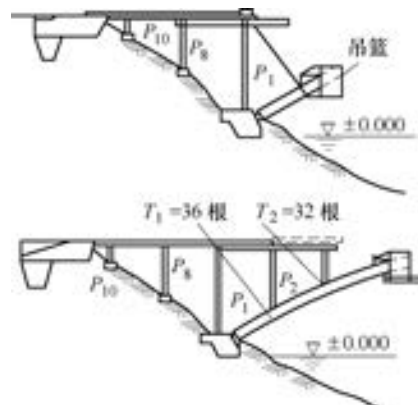


图 4-99 拱桥悬臂浇拱示意图

悬臂拼装的桁架拱允许偏差应符合表 4-95 的规定。

表 4-95 悬臂拼装的桁架拱允许偏差

检查项目		允许偏差/mm		检查频率		检验方法
				范围	点数	
轴线偏位		$L \leq 60\text{m}$	10	每跨 每肋 每片	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$L > 60\text{m}$	$L/6000$			
高程		$L \leq 60\text{m}$	± 20		5	用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$L > 60\text{m}$	$\pm L/3000$			
相邻拱片高差		15		5	用水准仪测量, 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处	
对称点相 对高差	允许	$L \leq 60\text{m}$	20			
	极值	允许偏差的 2倍, 且反向				
拱片竖向垂直度		$\leq 1/300$ 高度, 且不大于 20		2	用经纬仪测量或垂线和钢尺量	

注: L 为跨径。

4. 劲性骨架拱圈浇筑施工

劲性骨架制作及安装允许偏差应符合表 4-96、表 4-97 的规定。

表 4-96 劲性骨架制作允许偏差

检查项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
		范围	点数	
杆件截面尺寸	不小于设计要求	每段	2	用钢尺量两端
骨架高、宽	± 10		5	用钢尺量两端、中间、 $L/4$ 处
内弧偏离设计弧线	10		3	用样板量两端、中间
每段的弧长	± 10		2	用钢尺量两侧

表 4-97 劲性骨架安装允许偏差

检查项目		允许偏差/mm		检验频率		检验方法
				范围	点数	
轴线偏差		$L/6000$		每跨 每肋	5	用经纬仪测量, 每肋拱脚、拱顶, $L/4$ 处
高程		$\pm L/3000$			3+各接头点	用水准仪测量, 拱脚、拱顶及各接头点
对称点相 对高差	允许	$L/3000$			各接头点	用水准仪测量
	极值	$L/1500$, 且反向				

注: L 为跨径。

劲性骨架混凝土拱圈允许偏差应符合表 4-98 的规定。

表 4-98 劲性骨架混凝土拱圈允许偏差

检查项目	允许偏差/mm		检查频率		检查方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L \leq 60\text{m}$	10	每跨 每肋	5	用经纬仪测量, 拱脚、拱顶, $L/4$ 处
	$L = 200\text{m}$	50			
	$L > 200\text{m}$	$L/4000$			
高程	$\pm L/3000$				用水准仪测量, 拱脚、拱顶, $L/4$ 处
对称点相对高差	允许	$L/3000$			
	极值	$L/1500$, 且反向			
断面尺寸	± 10				用钢尺量拱脚、拱顶、 $L/4$ 处

注: L 为跨径, L 在 60 ~ 200m 之间时, 轴线位移允许偏差内插。

4.10 其他体系桥梁

4.10.1 斜拉桥

1. 斜拉桥的分类构造

(1) 斜拉桥按索塔布置方式可分为单塔式斜拉桥、双塔式斜拉桥、多塔式斜拉桥, 如图 4-100 所示。

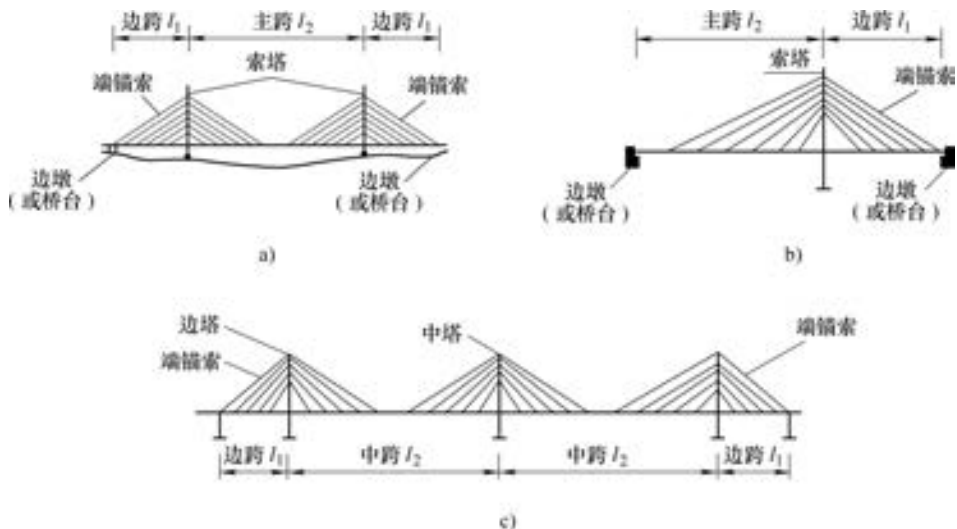


图 4-100 斜拉桥的跨径布置

(2) 斜拉桥按主梁的支承条件可分为连续梁式斜拉桥、单悬臂式斜拉桥、T形刚架式斜拉桥, 如图 4-101 所示。

(3) 拉索的构造作为斜拉桥的主体主要有平行钢筋索、钢丝索、钢绞线索、单股钢绞索、封闭式钢索几种形式, 如图 4-102 所示。常用的拉索布置形式如图 4-103、图 4-104 所示。

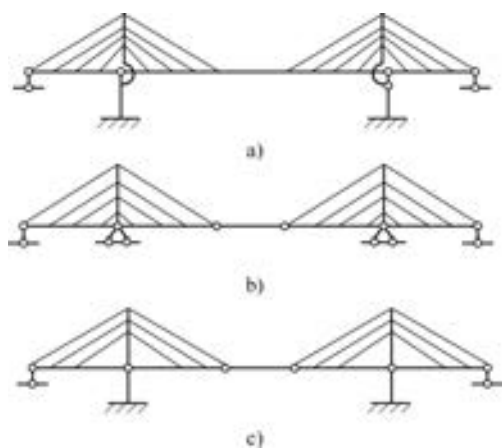


图4-101 按主梁的支承条件划分斜拉桥形式
a) 连续梁式斜拉桥 b) 单悬臂式斜拉桥 c) T形刚架式斜拉桥

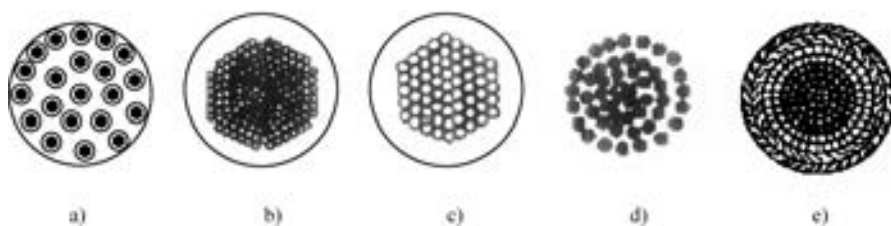


图4-102 拉索的种类和构造
a) 钢筋索 b) 钢丝绳 c) 钢绞线索 d) 单股钢绞索 e) 封闭式钢绞

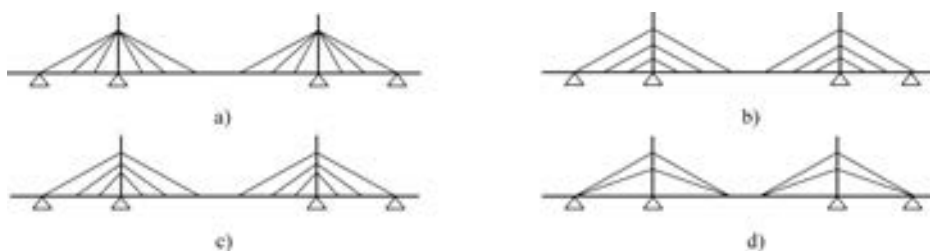


图4-103 拉索的纵向布置形式
a) 辐射型 b) 竖琴型 c) 扇形 d) 星形



图4-104 拉索在空间的布置形式

2. 索塔施工

索塔在顺桥向的形式有单柱式、A形和倒Y形等几种，如图4-105所示。索塔在横桥向的形式主要有单柱式、双柱式、H形、A形、门式、倒Y形、倒V形等，如图4-106所示。

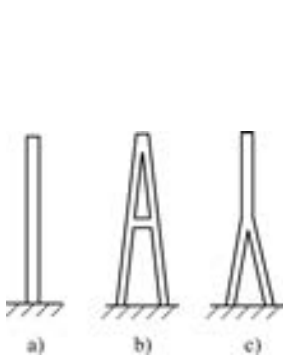


图4-105 索塔顺桥向结构形式
a) 单柱形 b) A形 c) 倒Y形

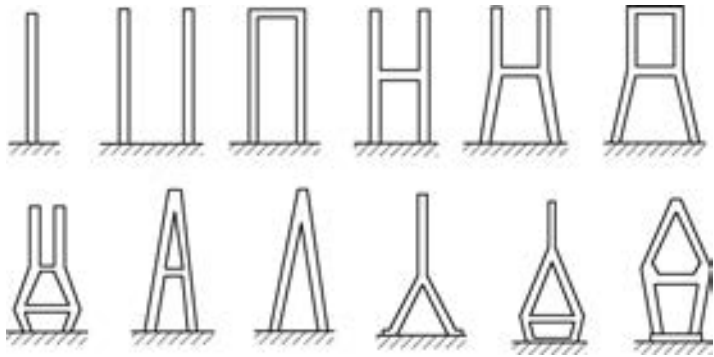


图4-106 索塔横桥向结构形式

现浇混凝土索塔允许偏差应符合表4-99的规定。

表4-99 现浇混凝土索塔允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
地面处轴线偏位	10	每对索距	2	用经纬仪测量，纵、横各1点
垂直度	$\leq H/3000$ ，且不大于30或设计要求		2	用经纬仪、钢尺量测，纵、横各1点
断面尺寸	± 20		2	用钢尺量，纵、横各1点
塔柱壁厚	± 5		1	用钢尺量，每段每侧面1处
拉索锚固点高程	± 10	每索	1	用水准仪测量
索管轴线偏位	10，且两端同向		1	用经纬仪测量
横梁断面尺寸	± 10	每根横梁	5	用钢尺量，端部、 $L/2$ 和 $L/4$ 各1点
横梁顶面高程	± 10		4	用水准仪测量
横梁轴线偏位	10		5	用经纬仪、钢尺量测
横梁壁厚	± 5		1	用钢尺量，每侧面1处（检查3~5个断面，取最大值）
预埋件位置	5		2	用钢尺量
分段浇筑时，接缝错台	5	每侧面，每接缝	1	用钢板尺和塞尺量

注：H为塔高；L为横梁长度。

3. 主梁施工

主梁支架法是一种原始的经典施工方法，如图4-107所示。

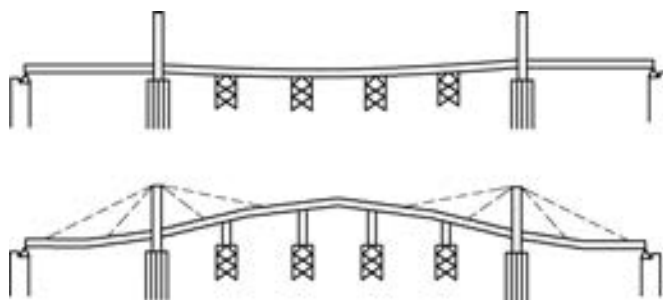


图 4-107 支架法

混凝土斜拉桥墩顶梁段允许偏差应符合表 4-100 的规定。

表 4-100 混凝土斜拉桥墩顶梁段允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法	
			范围	点数		
轴线偏位		跨径/10000	每段	2	用经纬仪或全站仪测量, 纵桥向 2 点	
顶面高程		± 10		1	用水准仪测量	
断面尺寸	高度	+5, -10		2	2	用钢尺量, 2 个断面
	顶宽	± 30				
	底宽或肋间宽	± 20				
	顶、底、腹板厚或肋宽	+10 0				
横坡 (%)		± 0.15		3	用水准仪测量, 3 个断面	
平整度		8		—	用 2m 直尺、塞尺量, 检查竖直、水平两个方向, 每侧面每 10m 梁长测 1 处	
预埋件位置		5	每件	2	经纬仪放线, 用钢尺量	

悬臂浇筑混凝土主梁允许偏差应符合表 4-101 的规定。

表 4-101 悬臂浇筑混凝土主梁允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法	
			范围	点数		
轴线偏位	$L \leq 200\text{m}$	10	每段	2	用经纬仪测量	
	$L > 200\text{m}$	$L/20000$				
断面尺寸	宽度	+5; -8		3	3	用钢尺量端部和 L/2 处
	高度	+5; -8		3	3	用钢尺量端部和 L/2 处
	壁厚	+5; 0		8	8	用钢尺量前端
长度		± 10		4	4	用钢尺量顶板和底板两侧
节段高差		5		3	3	用钢尺量底板两侧和中间
预应力筋轴线偏位		10		每个管道	1	用钢尺量
拉索索力		符合设计和施工控制要求	每索	1	用测力计	

(续)

检测项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
		范围	点数	
索管轴线偏位	10	每索	1	用经纬仪测量
横坡 (%)	±0.15	每段	1	用水准仪测量
平整度	8	每段	1	用2m直尺、塞尺量, 竖直、水平两个方向, 每侧每10m梁长测1点
预埋件位置	5	每件	2	经纬仪放线, 用钢尺量

注: L 为节段长度。

悬臂拼装混凝土主梁允许偏差应符合表 4-102 的规定。

表 4-102 悬臂拼装混凝土主梁允许偏差

检测项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每段	2	用经纬仪测量
节段高差	5		3	用钢尺量底板, 两侧和中间
预应力筋轴线偏位	10	每个管道	1	用钢尺量
拉索索力	符合设计和施工控制要求	每索	1	用测力计
索管轴线偏位	10	每索	1	用经纬仪测量

钢箱梁段制作允许偏差应符合表 4-103 的规定。

表 4-103 钢箱梁段制作允许偏差

项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法	
		范围	点数		
梁段长	±2	每段 每索	3	用钢尺量, 中心线及两侧	
梁段桥面板四角高差	4		4	用水准仪测量	
风嘴直线度偏差	$L/2000$, 且 ≤ 6		2	拉线、用钢尺量检查各风嘴边缘	
端口尺寸	宽度		±4	2	用钢尺量两端
	中心高		±2	2	用钢尺量两端
	边高		±3	4	用钢尺量两端
	横断面对角线长度差		≤4	2	用钢尺量两端
锚箱	锚点坐标		±4	6	用经纬仪、垂球量测
	斜拉索轴线角度/(°)		0.5	2	用经纬仪、垂球量测
梁段匹配性	纵桥向中心线偏差		1	2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接间隙		+3 -1	2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接错台		2	2	用钢板尺和塞尺量

注: L 为梁段长度。

钢箱梁悬臂拼装允许偏差应符合表 4-104 的规定。

表 4-104 钢箱梁悬臂拼装允许偏差

项 目		允许偏差/mm		检 验 频 率		检 验 方 法
				范 围	点 数	
轴线偏位		$L \leq 200\text{m}$	10	每段	2	用经纬仪测量
		$L > 200\text{m}$	$L/20000$			
拉索索力		符合设计和施工控制要求		每索	1	用测力计
梁锚固点高程 或梁顶高程	梁段	满足施工控制要求		每段	1	用水准仪测量每个锚固点或梁段 两端中点
	合龙段	$L \leq 200\text{m}$	± 20			
		$L > 200\text{m}$	$\pm L/10000$			
梁顶水平度		20			4	用水准仪测量梁顶四角
相邻节段匹配高差		2			1	用钢尺量

注：L 为跨度。

钢箱梁在支架上安装允许偏差应符合表 4-105 的规定。

表 4-105 钢箱梁在支架上安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
轴线偏位	10	每段	2	用经纬仪测量
梁段的纵向位置	10		1	用经纬仪测量
梁顶高程	± 10		2	水准仪测量梁段两端中点
梁顶水平度	10		4	用水准仪测量梁顶四角
相邻节段匹配高差	2		1	用钢尺量

工字钢梁段制作允许偏差应符合表 4-106 的规定。

表 4-106 工字钢梁段制作允许偏差

检 测 项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
梁高	主梁	± 2	每段 每索	2	用钢尺量
	横梁	± 1.5			
梁长	主梁	± 3	每段 每索	3	用钢尺量，每节段两侧和中间
	横梁	± 1.5		3	用钢尺量
梁宽	主梁	± 1.5		2	用钢尺量
	横梁	± 1.5			
梁腹板 平面度	主梁	$h/350$ ，且不大于 8		3	用 2m 直尺、塞尺量
	横梁	$h/500$ ，且不大于 5		3	
锚箱	锚点坐标	± 4		6	用经纬仪、垂球量测
	斜拉索轴线角度 ($^{\circ}$)	0.5		2	用经纬仪、垂球量测
梁段顶、底、腹板对接错台		2		2	用钢板尺和塞尺量

注：h 为梁高。

工字梁悬臂拼装允许偏差应符合表 4-107 的规定。

表 4-107 工字梁悬臂拼装允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L \leq 200\text{m}$	10	每段 每索	2	用经纬仪测量
	$L > 200\text{m}$	$L/20000$			
拉索索力		符合设计要求		1	用测力计
锚固点高程或 梁顶高程	梁段	满足施工控制要求		1	用水准仪测量每个锚固点或梁段两端中点
	两主梁高差	10			

注： L 为分段长度。

结合梁混凝土板允许偏差应符合表 4-108 的规定。

表 4-108 结合梁混凝土板允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
混凝土板 断面尺寸	宽度	± 15	每段 每索	3	用钢尺量端部和 $L/2$ 处
	厚度	$+10$ 0		3	用钢尺量前端，两侧和中间
拉索索力		符合设计和施工控制要求		1	用测力计
高程	$L \leq 200\text{m}$	± 20		1	用水准仪测量，每跨测 5~15 处，取最大值
	$L > 200\text{m}$	$\pm L/10000$		1	用水准仪测量，每跨测 3~8 个断面，取最大值
横坡 (%)		± 0.15			

注： L 为分段长度。

4. 拉索施工

斜拉索的截面如图 4-108 所示。

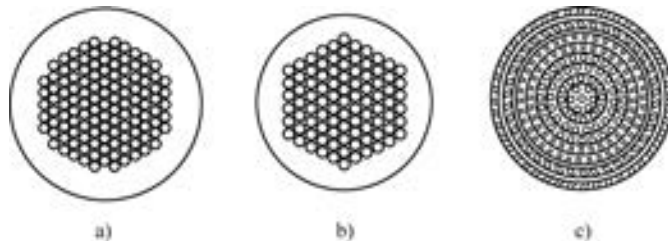


图 4-108 斜拉索的截面类型

a) 平行钢丝索 b) 平行钢绞线索 c) 封闭式钢索

斜拉索施工时，锚具制作（冷铸锚头）如图 4-109 所示。

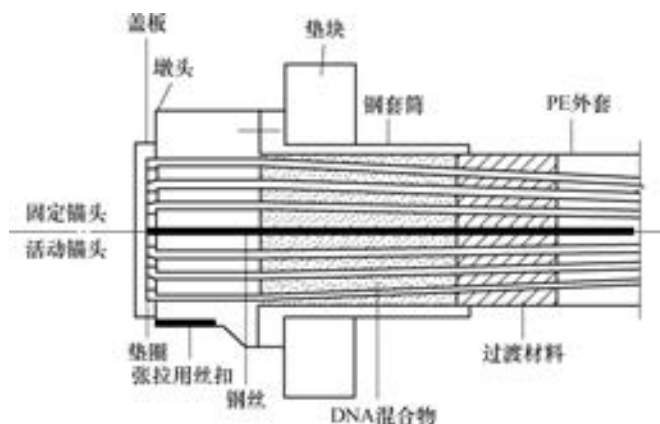


图 4-109 冷铸锚头

平行钢丝斜拉索制作与防护允许偏差应符合表 4-109 的规定。

表 4-109 平行钢丝斜拉索制作与防护允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
斜拉索 长度	≤100m	±20	每根 每件 每孔	1	用钢尺量
	>100m	±1/5000 索长			
PE 防护厚度		+1.0, -0.5		1	用钢尺量或测厚仪检测
锚板孔眼直径 D		$d < D < 1.1d$		1	用量规检测
锚头尺寸		锚头直径 ≥ 1.4 d , 锚头高度 ≥ d		10	用游标卡尺检测, 每种规格检查 10 个
锚具附近密封处理		符合设计要求		1	观察

注: d 为钢丝直径。

4.10.2 悬索桥

1. 悬索桥的组成

悬索桥主要由主缆、吊索、梁、塔、索鞍和锚碇组成。其中以双塔三跨式较为常见, 如图 4-110 所示。

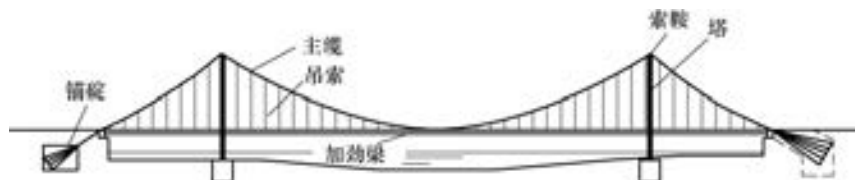


图 4-110 悬索桥

2. 锚固系统施工

悬索桥的锚固方式如图 4-111 所示。

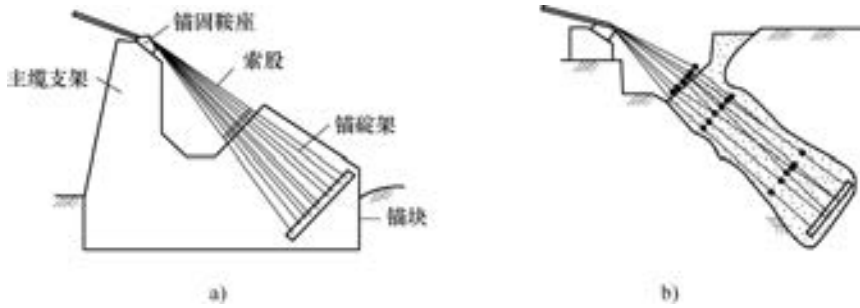


图 4-111 锚固系统
a) 重力式 b) 隧洞式

预应力锚固系统制作允许偏差应符合表 4-110 的规定。

表 4-110 预应力锚固系统制作允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
连接器	拉杆孔至锚固孔中心距	± 10	每件	1	游标卡尺
	主要孔径	+ 1.0 0		1	游标卡尺
	孔轴线与顶、地面垂直度 (°)	0.3		2	量具
	底面平面度	0.08		1	量具
	拉杆孔顶、底面平行度	0.15		2	量具
拉杆同轴度		0.04		1	量具

刚架锚固系统制作允许偏差应符合表 4-111 的规定。

表 4-111 刚架锚固系统制作允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
刚架杆件长度		± 2	每件	1	用钢尺量
刚架杆件中心距		± 2		1	用钢尺量
锚杆长度		± 3		1	用钢尺量
锚梁长度		± 3		1	用钢尺量
连接		符合设计要求		30%	超声波或测力扳手

预应力锚固系统安装允许偏差应符合表 4-112 的规定。

表 4-112 预应力锚固系统安装允许偏差

检测项目		允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
前锚面孔道中心坐标偏差		± 10	每件	1	用全站仪测量
前锚面孔道角度 (°)		± 0.2		1	用经纬仪或全站仪测量
拉杆轴线偏位		5		2	用经纬仪或全站仪测量
连接器轴线偏位		5		2	用经纬仪或全站仪测量

刚架锚固系统安装允许偏差应符合表 4-113 的规定。

表 4-113 刚架锚固系统安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
刚架中心线偏差		10	每件	2	用经纬仪测量
刚架安装锚杆之平联高差		+5 -2		1	用水准仪测量
锚杆偏位	纵	10		2	用经纬仪测量
	横	5			
锚固点高程		±5		1	用水准仪测量
后锚梁偏位		5		2	用经纬仪测量
后锚梁高程		±5		2	用水准仪测量

锚碇结构允许偏差应符合表 4-114 的规定。

表 4-114 锚碇结构允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
轴线偏位	基础	20	每座	4	用经纬仪或全站仪测量
	槽口	10			
断面尺寸		±30		4	用钢尺量
基础底面 高程	土质	±50		10	用水准仪测量
	石质	+50 -200			
基础顶面高程		±20		1	用 2m 直尺、塞尺量，每 20m ² 测一处
大面平整度		5			
预埋件位置		符合设计规定	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量

3. 主索鞍、散索鞍施工

散索鞍、主索鞍安装允许偏差应符合表 4-115、表 4-116 的规定。

表 4-115 散索鞍安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
底板轴线纵横向偏差		5	每件	1	用经纬仪或全站仪测量
底板中心高程		±5		1	用水准仪测量
底板扭转		2		1	用经纬仪或全站仪测量
安装基线扭转		2		1	用经纬仪或全站仪测量
散索鞍竖向倾斜角		符合设计规定		1	用经纬仪或全站仪测量

表 4-116 主索鞍安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
最终偏差	顺桥向	符合设计规定	每件	2	用经纬仪或全站仪测量
	横桥向	10			
高程		+20 0		1	用全站仪测量
四角高差		2		4	用水准仪测量

散索鞍、主索鞍允许偏差应符合表 4-117、表 4-118 的规定。

表 4-117 散索鞍允许偏差

项 目	允许偏差/ mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
平面度	0.08/1000, 且不大于 0.5/全平面	每件	1	用量具检测, 检查摆轴平面、底板下平面、中心索槽竖直平面
支承板平行度	<0.5		1	用量具检测
摆轴中心线与索槽中心平面的垂直度偏差	<3		2	在检测平台或机床上用量具检测
摆轴接合面与索槽底面的高度偏差	±2		1	用钢尺量
鞍槽轮廓的圆弧半径偏差	±2/1000		1	用数控机床检查
各槽深度、宽度	+1/全长, 及 累计误差 +2		1	用样板、游标卡尺、深度尺量测
各槽对中心索槽的对称度	±0.5		1	用数控机床检查
各槽曲线平面、立面角度偏差 (°)	0.2		1	用数控机床检查
加工后鞍槽底部及侧壁厚度偏差	±10		3	用钢尺量
防护层厚度/μm	不小于设计规定		10	用测厚仪, 每检测面 10 点

表 4-118 主索鞍允许偏差

项 目	允许偏差/ mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
主要平面的平面度	0.08/1000, 且不大于 0.5/全平面	每件	1	用量具检测
鞍座下平面对中心索槽竖直平面的垂直度偏差	2/全长		1	在检测平台或机床上用量具检测
上、下承板平面的平行度	0.5/全平面		2	在平台上用量具检测上、下承板
对合竖直平面与鞍体下平面的垂直度偏差	<3/全长		1	用百分表检查每对合竖直平面
鞍座底面对中心索槽底的高度偏差	±2		1	在检测平台或机床上用量具检测
鞍槽轮廓的圆弧半径偏差	±2/1000		1	用数控机床检查
各槽深度、宽度	+1/全长, 及 累计误差 +2	每件	2	用样板、游标卡尺、深度尺量测
各槽对中心索槽的对称度	±0.5		1	用数控机床检查
各槽曲线立面角度偏差 (°)	0.2		10	
防护层厚度/μm	不小于设计规定		10	用测厚仪, 每检测面 10 点

4. 主缆架设与防护

编缆工艺示意图如图 4-112 所示。

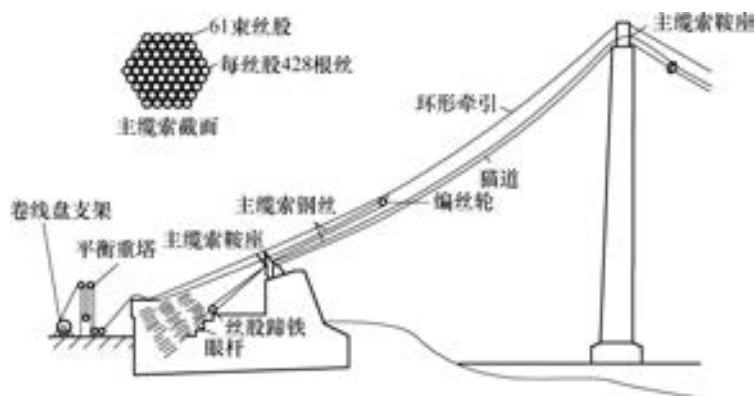


图 4-112 编缆工艺示意图

主缆架设过程中，索股调整的步骤，如图 4-113 所示。索股调整一般依据垂度的偏差 Δf 、 Δf_1 来计算出放松量 ΔS 、 ΔS_1 ，将主缆放松相应数量来实现。

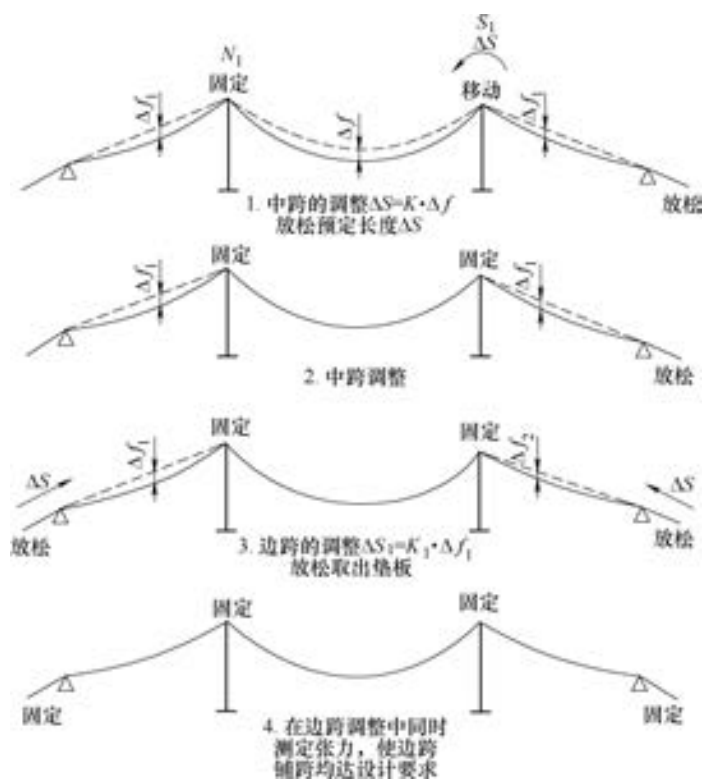


图 4-113 索股调整示意图

主缆架设时，空中编缆法用的镀锌钢丝是成盘供应的，一盘的质量为 200 ~ 400kg，必须在工地上接长。图 4-114 表示一种钢丝连接器的构造，它是长 508mm 的套管，内有丝扣。

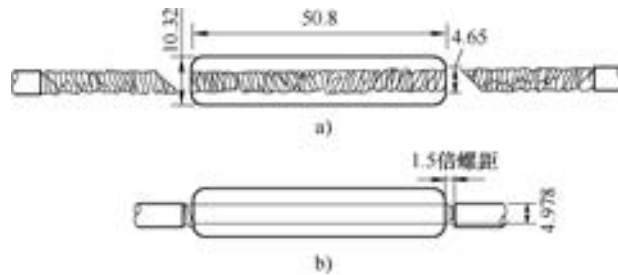


图 4-114 钢丝连接器构造

索股和锚头允许偏差应符合表 4-119 的规定。

表 4-119 索股和锚头允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
索股基准丝长度	\pm 基准丝长/15000	每丝 每索	1	用钢尺量
成品索股长度	\pm 索股长/10000		1	用钢尺量
热铸锚合金灌铸率 (%)	>92		1	量测计算
锚头顶压索股外移量 (按 规定顶压力, 持荷 5min)	符合设计要求		1	用百分表量测
索股轴线与锚头端面垂直 度 (°)	± 5		1	用仪器量测

注: 外移量允许偏差应在扣除初始外移量之后进行量测。

主缆架设允许偏差应符合表 4-120 的规定。

表 4-120 主缆架设允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
索股 标高	基准	中跨跨中	每索	1	用全站仪测量跨中
		边跨跨中		1	用全站仪测量跨中
		上下游基准		1	用全站仪测量跨中
	一般	相对于 基准索股		+5 0	1
锚跨索股力与设计的偏差		符合设计规定		1	用测力计
主缆空隙率 (%)		± 2		1	量直径和周长后计算, 测索夹处 和两索夹间
主缆直径不圆率		直径的 5%, 且不大于 2		1	紧缆后横竖直径之差, 与设计直径 相比, 测两索夹间

注: L 为跨度。

主缆防护允许偏差应符合表 4-121 的规定。

表 4-121 主缆防护允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率		检查方法
		范 围	点 数	
缠丝间距	1mm	每索	1	用插板, 每两索夹间随机量测 1m 长
缠丝张力	$\pm 0.3\text{kN}$		1	标定检测, 每盘抽查 1 处
防护涂层厚度	符合设计要求		1	用测厚仪, 每 200m 检测 1 点

5. 索夹及吊索安装

索夹有两种构造形式。一种是用竖缝分成两半, 吊索骑跨在索夹上, 如图 4-115 所示。

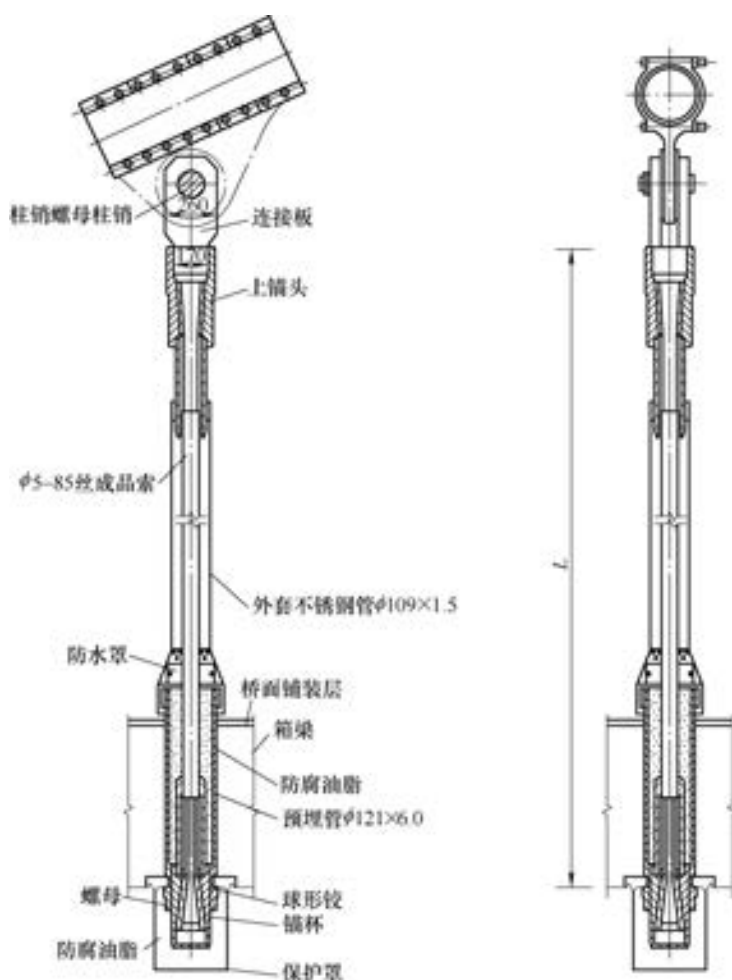


图 4-115 竖缝索夹

另一种索夹构造是在索夹下方铸成竖向节点板, 在板上钻制孔眼, 吊索端头的锚杯凭借销钉与此孔眼相连。其索夹较常见的是分成上、下两半。如图 4-116 所示为英国塞文桥的索夹构造。

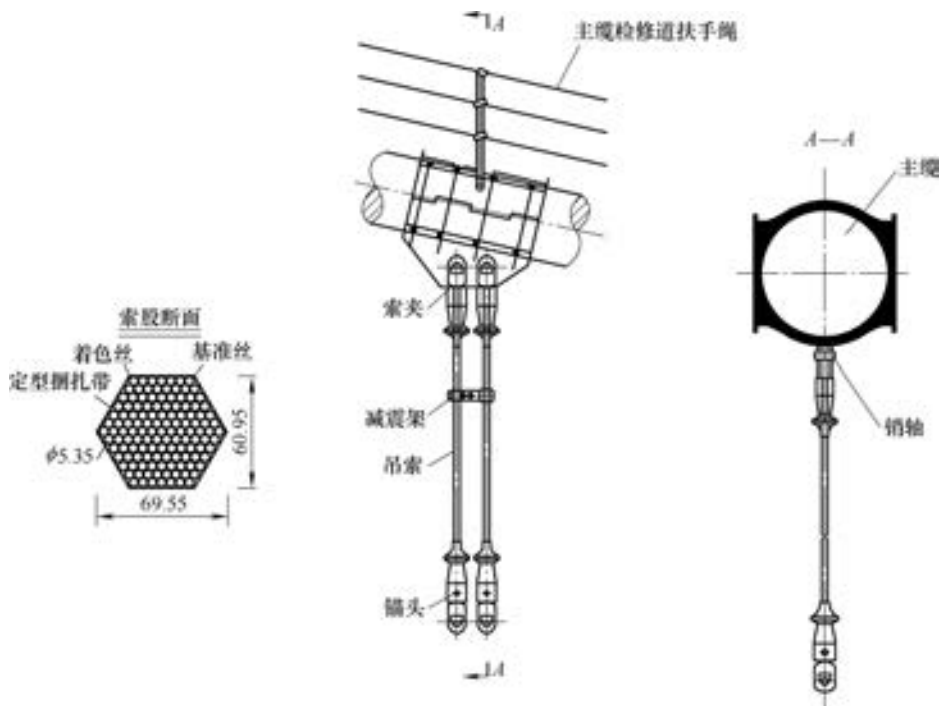


图 4-116 英国塞文桥的索夹构造

索夹允许偏差应符合表 4-122 的规定。

表 4-122 索夹允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
索夹内径偏差	±2	每件	1	用量具检测
耳板销孔位置偏差	±1		1	用量具检测
耳板销孔内径偏差	+1 0		1	用量具检测
螺杆孔直线度	L/500		1	用量具检测
壁厚	符合设计要求		1	用量具检测
索夹内壁喷锌厚度	不小于设计要求		1	用测厚仪检测

注：L 为螺杆孔长度。

吊索和锚头允许偏差应符合表 4-123 的规定。

表 4-123 吊索和锚头允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
吊索调整后长度 (销孔之间)	≤5m	±2	每件	1	用钢尺量
	>5m	±L/500			
销轴直径偏差		0 -0.15		1	用量具检测
叉形耳板销孔位置偏差		±5		1	用量具检测
热铸锚合金灌铸率(%)		>92		1	量测计算
锚头顶压后吊索外移量(按 规定顶压力,持荷5min)		符合设计要求		1	用量具检测
吊索轴线与锚头端面垂直 度(°)		0.5		1	用量具检测
锚头喷涂厚度		符合设计要求		1	用测厚仪检测

注: 1. L为吊索长度。

2. 外移量允许偏差应在扣除初始外移量后进行量测。

索夹和吊索安装允许偏差应符合表 4-124 的规定。

表 4-124 索夹和吊索安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
			范 围	点 数	
索夹偏位	纵向	10	每件	2	用全站仪和钢尺量
	横向	3			
上、下游吊点高差		20		1	用水准仪测量
螺杆紧固力/kN		符合设计要求	1	用压力表检测	

6. 加劲梁架设

悬索桥钢箱梁段制作允许偏差应符合表 4-125 的规定。

表 4-125 悬索桥钢箱梁段制作允许偏差

检 测 项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
梁长		±2	每件 每段	3	用钢尺量,中心线及两侧
梁段桥面板四角高差		4		4	用水准仪测量
风嘴直线度偏差		≤L/200, 且不大于6		2	拉线、用钢尺量封嘴边缘
端 口 尺 寸	宽度	±4		2	用钢尺量两端
	中心高	±2		2	用钢尺量两端
	边高	±3		4	用钢尺量两侧、两端
	横断面对角线长度差	4		2	用钢尺量两端
吊 点 位 置	吊点中心距桥中心线距离偏差	±1		2	用钢尺量
	同一梁段两侧吊点相对高差	5		1	用水准仪测量
	相邻梁段吊点中心距偏差	2		1	用钢尺量
	同一梁段两侧吊点中心连接 线与桥轴线垂直度误差(°)	2	1	用经纬仪测量	
梁 段 匹 配 性	纵桥向中心线偏差	1	2	用钢尺量	
	顶、底、腹板对接间隙	+3; -1	2	用钢尺量	
	顶、底、腹板对接错台	2	2	用钢板尺和塞尺量	

注: L为量测长度。

钢加劲梁段拼装允许偏差应符合表 4-126 的规定。

表 4-126 钢加劲梁段拼装允许偏差

检测项目	允许偏差/mm	检验频率		检查方法
		范围	点数	
吊点偏位	20	每件 每段	1	用全站仪测量
同一梁段两侧对称吊点处梁顶高差	20		1	用水准仪测量
相邻节段匹配高差	2		2	用钢尺量

4.11 桥面系及附属工程

4.11.1 桥面防水、排水施工

1. 桥面构造

桥面系包括桥面铺装、排水和防水系统、伸缩装置、人行道（或安全带）、缘石、栏杆、灯柱等，如图 4-117 所示。

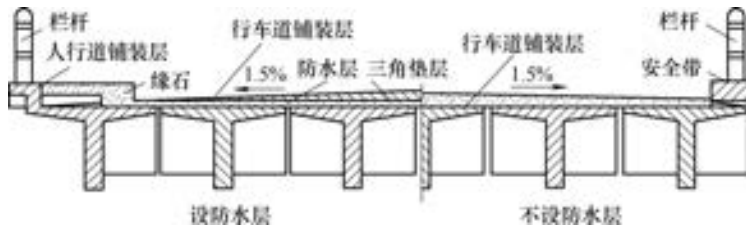


图 4-117 桥面构造横断面

2. 泄水管及其布置

桥面雨水通过横坡排入泄水管，然后由泄水管把水排出桥面。常用的泄水管，如图 4-118、图 4-119 所示。

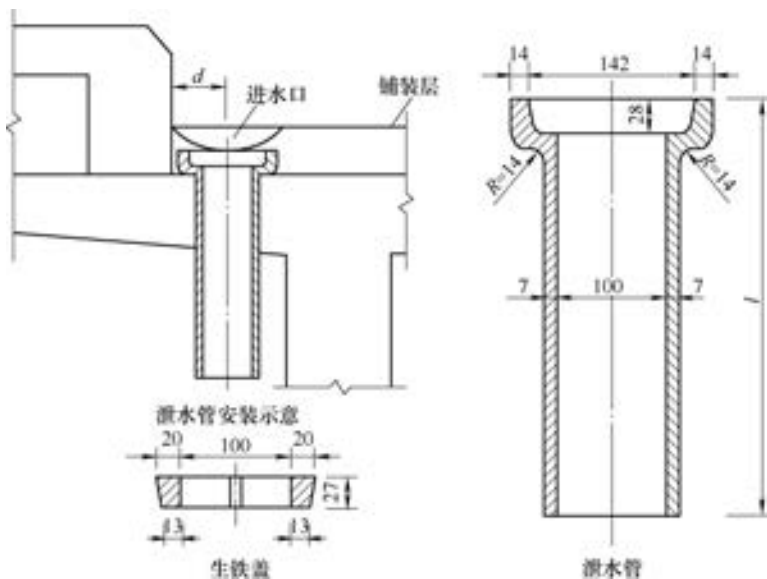


图 4-118 金属泄水管构造 (单位: mm)

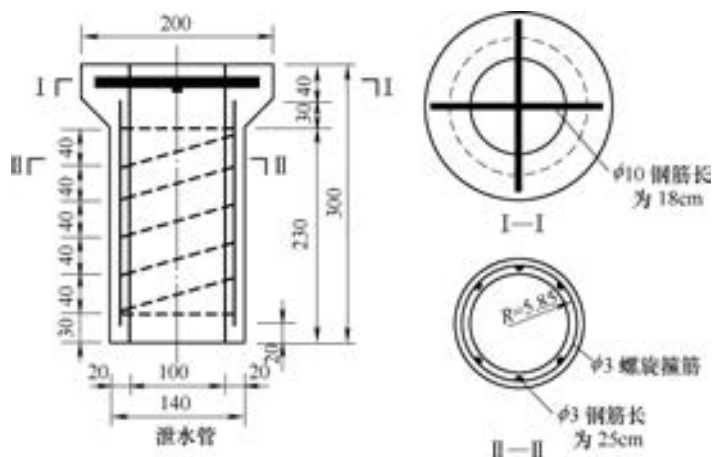


图 4-119 钢筋混凝土泄水管构造 (单位: mm)

泄水管的布置位置, 如图 4-120 所示。

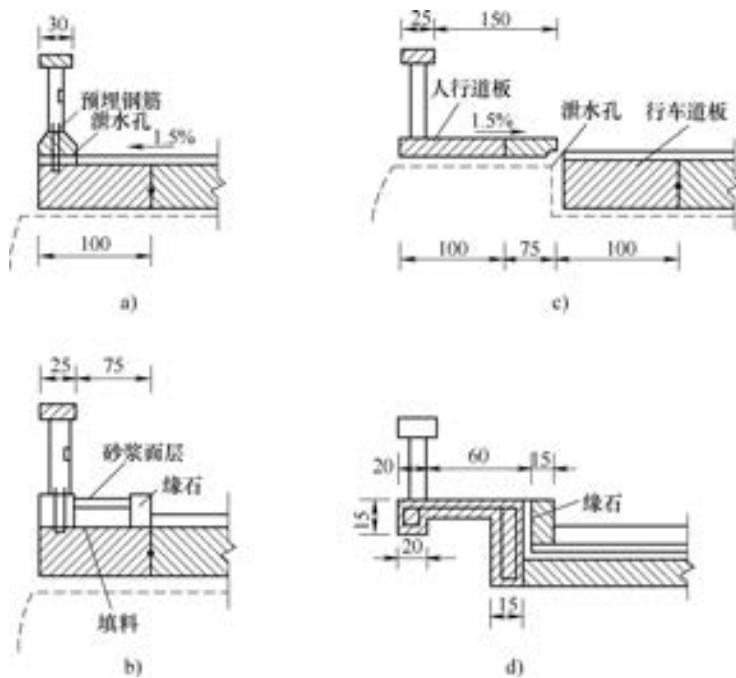


图 4-120 泄水管的布置位置

3. 质量检验标准

桥面泄水口位置允许偏差应符合表 4-127 的规定。

表 4-127 桥面泄水口位置允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 查 方 法
		范 围	点 数	
高程	0 - 10	每孔	1	用水准仪测量
厚度	±100		1	用钢尺量

混凝土桥面防水层粘接质量和施工允许偏差应符合表 4-128 的规定。

表 4-128 混凝土桥面防水层粘接质量和施工允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
卷材搭接宽度	不小于规定	每 20 延米	1	用钢尺量
防水涂膜厚度	符合设计要求；设计未规定时 ± 0.1	每 200m ²	4	用测厚仪检测
粘结强度/MPa	不小于设计要求，且 ≥ 0.3 （常 温）， ≥ 0.2 （气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）	每 200m ²	4	拉拔仪（拉拔速度：10mm/min）
抗剪强度/MPa	不小于设计要求，且 ≥ 0.4 （常 温）， ≥ 0.3 （气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）	1 组	3 个	剪切仪（剪切速度：10mm/min）
剥离强度/(N/mm)	不小于设计要求，且 ≥ 0.3 （常 温）， ≥ 0.2 （气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ）	1 组	3 个	90°剥离仪（剪切速度：100mm/ min）

钢桥面防水粘结层质量应符合表 4-129 的规定。

表 4-129 钢桥面防水粘结层质量

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
钢桥面清洁度	符合设计要求	全部		《涂覆材料前钢材表面处理》GB/T 8923— (2008~2011) 规定标准图片对照检查
粘结层厚度	符合设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测
粘结层与基层结合力/MPa	不小于设计要求	每洒布段	6	用拉拔仪检测
防水层总厚度	不小于设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测

4.11.2 桥面铺装

1. 铺装构造

桥面铺装构造如图 4-121 所示。

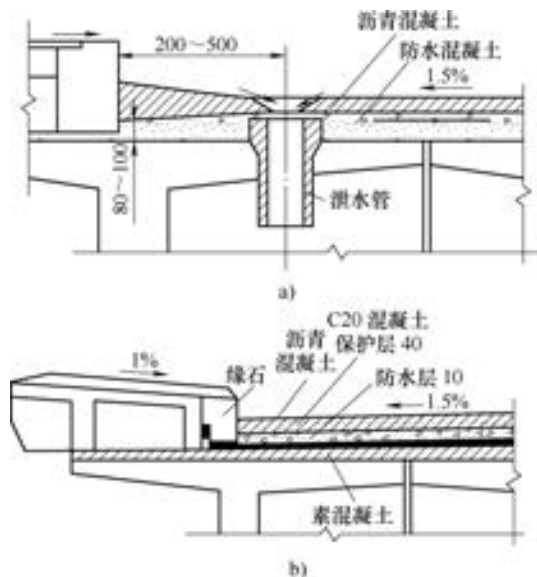


图 4-121 桥面铺装构造

2. 铺装质量检验标准

桥面铺装面层允许偏差应符合表4-130~表4-132的规定。

表 4-130 水泥混凝土桥面铺装面层允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
厚度	$\pm 5\text{mm}$	每 20 延米	3	用水准仪对比浇筑前后标高
横坡	$\pm 0.15\%$		1	用水准仪测量 1 个断面
平整度	符合城市道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200m	3	铺砂法

注：跨度小于 20m 时，检验频率按 20m 计算。

表 4-131 沥青混凝土桥面铺装面层允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
厚度	$\pm 5\text{mm}$	每 20 延米	3	用水准仪对比建筑前后标高
横坡	$\pm 0.3\%$		1	用水准仪测量一个断面
平整度	符合道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200m	3	铺砂法

注：跨度小于 20m 时，检验频率按 20m 计算。

表 4-132 人行天桥塑胶桥面铺装面层允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率		检验方法
		范 围	点 数	
厚度	不小于设计要求	每铺装段、 每次拌合料量	1	取样法
平整度	$\pm 3\text{mm}$	每 20m^2	1	用 3m 直尺，塞尺检查
坡度	符合设计要求	每铺装段	3	用水准仪测量主梁纵轴高程

注：“阻燃性的测定”由业主、设计商定。

4.11.3 伸缩装置安装

1. 施工要求

填充式伸缩装置适用于伸缩量 50mm 以下的中小跨径桥梁。改性沥青填充型伸缩装置的构造如图 4-122 所示。

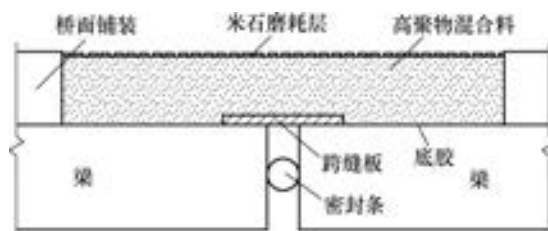


图 4-122 改性沥青填充型伸缩装置示意图

板（梁）式橡胶伸缩装置如图 4-123 所示。

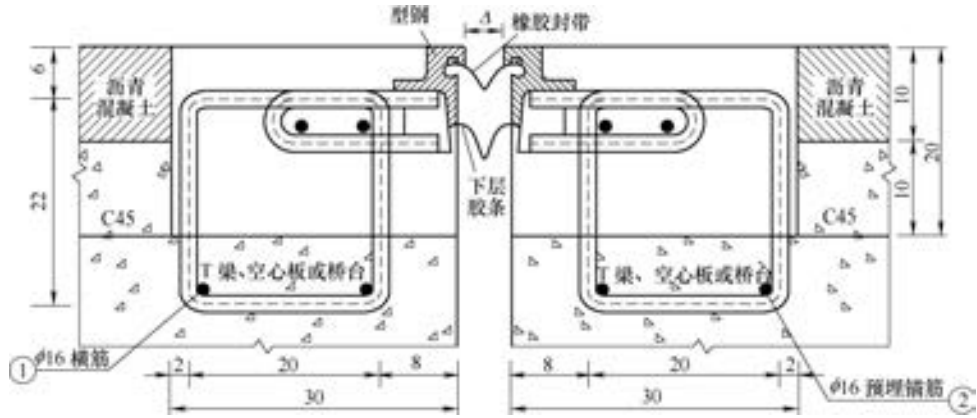


图 4-123 板（梁）式橡胶伸缩装置（尺寸单位：cm）

钢板伸缩缝以钢板作为跨缝材料，其构造如图 4-124 所示。

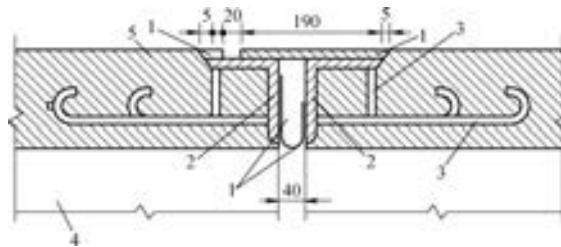


图 4-124 钢板伸缩缝（尺寸单位：mm）

1—钢板 2—角钢 3—钢筋 4—行车道块件 5—行车道铺装层

钢与橡胶组合的模数式伸缩装置主要由异形钢与各种截面形式的橡胶条组成，其构造如图 4-125 所示。

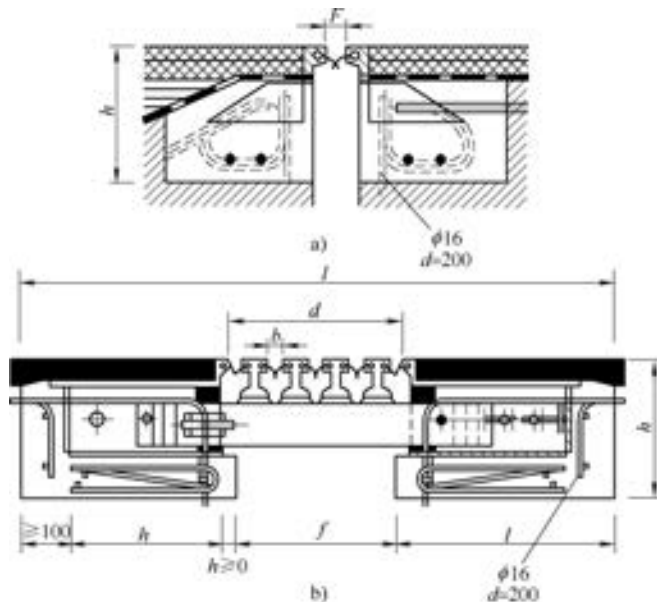


图 4-125 钢与橡胶组合的模数式伸缩装置（单位：mm）

a) 具有单个密封橡胶带时 b) 具有多个橡胶密封带时

2. 施工质量检验标准

伸缩装置安装允许偏差应符合表4-133的规定。

表 4-133 伸缩装置安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法	
		范 围	点 数		
顺桥平整度	符合道路标准	每条缝	按道路检验标准检测		
相邻板差	2		每车道1点	用钢板尺和塞尺量	
缝宽	符合设计要求			用钢尺量,任意选点	
与桥面高差	2			用钢板尺和塞尺量	
长度	符合设计要求		2	用钢尺量	

4.11.4 桥面防护设施

1. 栏杆

栏杆常用混凝土、钢筋混凝土、金属或金属与混凝土混合材料制作,从形式上可以分为节间式与连接式,如图4-126所示。



图 4-126 从栏杆形式上分类

a) 节间式栏杆 b) 连续式栏杆

2. 护栏

抽换式护栏立柱,如图4-127所示。组合式桥梁护栏的构造,如图4-128所示。

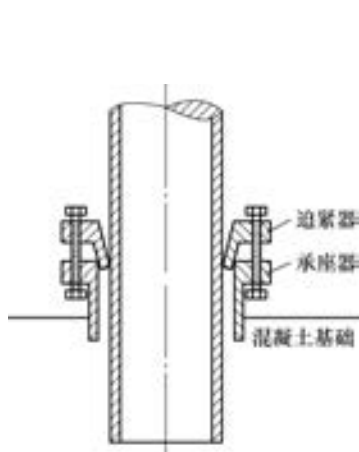


图 4-127 抽换式护栏立柱

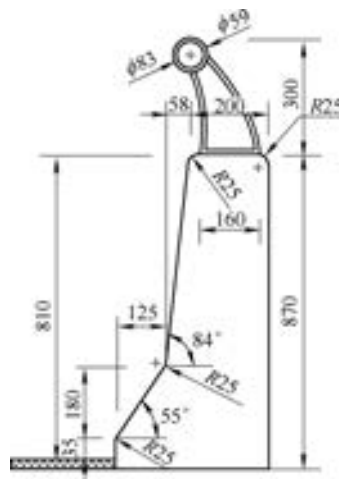


图 4-128 组合式护栏 (mm)

3. 护轮安全带

预制的护轮安全带块件有矩形截面和肋板截面两种，如图 4-129 所示。

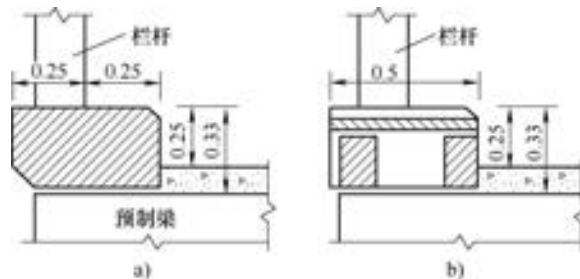


图 4-129 安全带 (尺寸单位: m)

a) 矩形式 b) 肋板式

4. 施工质量检验标准

预制混凝土栏杆允许偏差应符合表 4-134 的规定。栏杆安装允许偏差应符合表 4-135 的规定。

表 4-134 预制混凝土栏杆允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
断面尺寸	宽	±4	每件 (抽查 10%, 且不少于 5 件)	1	用钢尺量
	高			1	
长度		0 -10		1	用钢尺量
侧向弯曲		$L/750$		1	沿构件全长拉线, 用钢尺量 (L 为构件长度)

表 4-135 栏杆安装允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
			范 围	点 数	
直顺度	扶手	4	每跨侧	1	用 10m 线和钢尺量
垂直度	栏杆柱	3	每柱 (抽查 10%)	2	用垂线和钢尺量, 顺、横桥轴方向各 1 点
栏杆间距		±3	每柱 (抽查 10%)	1	用钢尺量
相邻栏杆扶手高差	有柱	4	每处 (抽查 10%)		
	无柱	2			
栏杆平面偏位		4	每 30m	1	用经纬仪和钢尺量

注: 现场浇筑的栏杆、扶手和钢结构栏杆、扶手的允许偏差可按本表执行。

防撞护栏、防撞墩、隔离墩允许偏差应符合表 4-136 的规定。

表 4-136 防撞护栏、防撞墩、隔离墩允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
直顺度	5	每 20m	1	用 20m 线和钢尺量
平面偏位	4	每 20m	1	经纬仪放线, 用钢尺量
预埋件位置	5	每件	2	经纬仪放线, 用钢尺量
断面尺寸	±5	每 20m	1	用钢尺量
相邻高差	3	抽查 20%	1	用钢板尺和钢尺量
顶面高程	±10	每 20m	1	用水准仪测量

防护网安装允许偏差应符合表 4-137 的规定。

表 4-137 防护网安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
防护网直顺度	5	每 10m	1	用 10m 线和钢尺量
立柱垂直度	5	每柱 (抽查 20%)	2	用垂线和钢尺量, 顺、横桥轴方向各 1 点
立柱中距	±10	每处 (抽查 20%)	1	用钢尺量
高度	±5			

4.11.5 附属结构施工

防眩板安装允许偏差应符合表 4-138 的规定。

表 4-138 防眩板安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
防眩板直顺度	8	每跨侧	1	用 10m 线和钢尺量
垂直度	5	每柱 (抽查 10%)	2	用垂线和钢尺量, 顺、横桥各 1 点
立柱中距	±10	每处 (抽查 10%)	1	用钢尺量
高度				

声屏障安装允许偏差应符合表 4-139 的规定。

表 4-139 声屏障安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
中线偏位	10	每柱 (抽查 30%)	1	用经纬仪和钢尺量
顶面高程	±20	每柱 (抽查 30%)	1	用水准仪测量
金属立柱中距	±10	每处 (抽查 30%)		用钢尺量
金属立柱垂直度	3	每柱 (抽查 30%)	2	用垂线和钢尺量, 顺、横桥各 1 点
屏体厚度	±2	每处 (抽查 15%)	1	用游标卡尺量
屏体宽度、高度	±10	每处 (抽查 15%)	1	用钢尺量

混凝土梯道允许偏差应符合表 4-140 的规定。钢梯道安装允许偏差应符合表 4-141 的规定。

表 4-140 混凝土梯道允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
踏步高度	±5	每跑台阶 抽查 10%	2	用钢尺量
踏面宽度	±5		2	用钢尺量
防滑条位置	5		2	用钢尺量
防滑条高度	±3		2	用钢尺量
台阶平台尺寸	±5	每个	2	用钢尺量
坡道坡度	±2%	每跑	2	用坡度尺量

注：应保证平台不积水，雨水可由上向下自流出。

表 4-141 钢梯道安装允许偏差

检 测 项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
梯道平台高程	±15	每件	2	用水准仪测量
梯道平台水平度	15			沿全长拉线，用钢尺量
梯道侧向弯曲	10			用经纬仪测量
梯道轴线对定位轴线的偏位	5			
梯道栏杆高度和立杆间距	±3	每道	2	用钢尺量
无障碍 C 形坡道和螺旋梯道高程	±15			用水准仪测量

注：梯道平台水平度应保证梯道平台不积水，雨水可由上向下流出梯道。

钢梯道梁制作允许偏差应符合表 4-142 的规定。锥坡、护坡、护岸允许偏差应符合表 4-143 的规定。

表 4-142 钢梯道梁制作允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
梁高	±2	每件	2	用钢尺量
梁宽	±3		2	
梁长	±5		2	
梯道梁安装孔位置	±3		2	
对角线长度差	4		2	
梯道梁踏步间距	±5		2	
梯道梁纵向挠曲	≤L/1000，且不大于 10		2	沿全长拉线，用钢尺量
踏步板不平直度	1/100	2		

注：L 为梁长（mm）。

表 4-143 锥坡、护坡、护岸允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
顶面高程	± 50	每个, 50m	3	用水准仪测量
表面平整度	30	每个, 50m	3	用 2m 直尺、钢尺量
坡度	不陡于设计	每个, 50m	3	用钢尺量
厚度	不小于设计	每个, 50m	3	用钢尺量

注：不足 50m 部分，取 1~2 点。海漫结构允许偏差可按本表 1、2、4 项执行。

桥头搭板允许偏差应符合表 4-144 的规定。导流结构允许偏差应符合表 4-145 的规定。

表 4-144 混凝土桥头搭板（预制或现浇）允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
宽度	± 10	每块	2	用钢尺量
厚度	± 5		2	
长度	± 10		2	
顶面高程	± 2		3	用水准仪测量，每端 3 点
轴线偏位	10		2	用经纬仪测量
板顶纵坡	± 0.3%		3	用水准仪测量，每端 3 点

表 4-145 导流结构允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
平面位置	30	每个	2	用经纬仪测量
长度	0 -100		1	用钢尺量
断面尺寸	不小于设计		5	用钢尺量
高程	基底		5	5
	顶面	± 30		

照明设施安装允许偏差应符合表 4-146 的规定。

表 4-146 照明设施安装允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
		范 围	点 数	
灯杆地面以上高度	± 40	每杆 (柱)	1	用钢尺量
灯杆(柱)竖直度	H/500			用经纬仪测量
平面位置	纵向			20
	横向	10		

注：表中 H 为灯杆高度。

第5章 市政给水排水工程

5.1 给水工程设计

5.1.1 用水定额

1. 城市居民用水量

城市居民生活用水定额见表 5-1。

表 5-1 居民生活用水定额 [单位: L/(人·d)]

城市规模	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	180~270	140~210	160~250	120~190	140~230	100~170
二	140~200	110~160	120~180	90~140	100~160	70~120
三	140~180	110~150	120~160	90~130	100~140	70~110

综合生活用水定额见表 5-2。

表 5-2 综合生活用水定额 [单位: L/(人·d)]

城市规模	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	260~410	210~340	240~390	190~310	220~370	170~280
二	190~280	150~240	170~260	130~210	150~240	110~180
三	170~270	140~230	150~250	120~200	130~230	100~170

注: 1. 特大城市指: 市区和近郊区非农业人口 100 万人及以上的城市; 大城市指: 市区和近郊区非农业人口 50 万人及以上, 不满 100 万人的城市; 中、小城市指: 市区和近郊区非农业人口不满 50 万人的城市。

2. 一区包括: 湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南、上海、江苏、安徽、重庆; 二区包括: 四川、贵州、云南、黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、山东、宁夏、陕西、内蒙古河套以东和甘肃黄河以东的地区; 三区包括: 新疆、青海、西藏、内蒙古河套以西和甘肃黄河以西的地区。

3. 经济开发区和特区城市, 根据用水实际情况, 用水定额可酌情增加。

4. 当采用海水或污水再生水等作为冲厕用水时, 用水定额相应减少。

2. 城市综合用水量标准

为反映城市规模对用水水平的影响, 将城市分为特大城市、大城市、中等城市和小城市四个等级, 划分指标见表 5-3。

表 5-3 城市等级划分表

(单位:万人)

序 号	等 别	城市人口数量 P
1	特大城市	$P \geq 100$
2	大城市	$50 \leq P < 100$
3	中等城市	$20 \leq P < 50$
4	小城市	$P < 20$

为反映气候及地理因素对城市用水水平的影响,参照水资源分区将全国划分为 12 个城市分区,见表 5-4。

表 5-4 城市分区表

序 号	区 域	对应的水资源分区
1	I	松花江区、辽河区
2	II	海河区
3	III	黄河区龙羊峡以上、龙羊峡至兰州、兰州至河口镇、河口镇至龙门四个二级分区
4	IV	黄河区龙门至三门峡、三门峡至花园口、花园口以下、内流区四个二级分区
5	V	淮河区
6	VI	长江区金沙江石鼓以上、金沙江石鼓以下、岷沱江、嘉陵江、乌江、宜宾至宜昌六个二级分区
7	VII	长江区洞庭湖水系、汉江、鄱阳湖水系、宜昌至湖口四个二级分区
8	VIII	长江区湖口以下干流、太湖水系两个二级分区
9	IX	东南诸河区
10	X	珠江区
11	XI	西南诸河区
12	XII	西北诸河区

注: 1. 香港特别行政区、澳门特别行政区可结合区域特点及城市用水水平、在 X 区用水指标基础上合理确定。

2. 台湾省可结合区域特点及城市用水水平、在 IX 区用水指标基础上合理确定。

人口综合用水指标,宜按表 5-5 规定取值。

表 5-5 人口综合用水指标

[单位: $\text{m}^3/(\text{人} \cdot \text{a})$]

区 域	城市规模			
	特大城市	大 城 市	中 等 城 市	小 城 市
I 区	140 ~ 190	105 ~ 145	70 ~ 105	55 ~ 80
II 区	95 ~ 155	100 ~ 155	90 ~ 140	100 ~ 155
III 区	100 ~ 160	100 ~ 160	90 ~ 130	80 ~ 120
IV 区	65 ~ 100	70 ~ 105	65 ~ 95	65 ~ 110
V 区	65 ~ 95	80 ~ 130	70 ~ 120	70 ~ 115
VI 区	110 ~ 155	110 ~ 150	105 ~ 145	95 ~ 125
VII 区	115 ~ 155	180 ~ 245	130 ~ 175	100 ~ 135
VIII 区	200 ~ 265	240 ~ 320	165 ~ 220	135 ~ 180
IX 区	145 ~ 200	130 ~ 175	140 ~ 190	145 ~ 195
X 区	160 ~ 215	145 ~ 200	130 ~ 175	110 ~ 150
XI 区	—	65 ~ 85	65 ~ 90	70 ~ 110
XII 区	120 ~ 195	120 ~ 180	110 ~ 165	130 ~ 210

注: XI 区不存在特大城市,也不具备特大城市发展条件。

土地综合用水指标, 宜按表 5-6 规定取值。

表 5-6 土地综合用水指标 [单位: 万 m³/(km²·a)]

区 域	城市规模			
	特大城市	大 城 市	中等城市	小 城 市
I 区	190 ~ 265	115 ~ 190	70 ~ 115	40 ~ 70
II 区	110 ~ 175	110 ~ 180	110 ~ 170	80 ~ 125
III 区	100 ~ 170	110 ~ 175	100 ~ 150	60 ~ 95
IV 区	110 ~ 180	95 ~ 160	85 ~ 130	70 ~ 110
V 区	95 ~ 155	100 ~ 165	95 ~ 150	80 ~ 125
VI 区	140 ~ 190	130 ~ 180	105 ~ 145	80 ~ 105
VII 区	205 ~ 280	280 ~ 385	140 ~ 190	95 ~ 140
VIII 区	285 ~ 395	270 ~ 370	130 ~ 175	125 ~ 170
IX 区	165 ~ 225	155 ~ 210	160 ~ 215	160 ~ 215
X 区	220 ~ 300	230 ~ 310	160 ~ 210	100 ~ 140
XI 区	—	95 ~ 155	60 ~ 95	60 ~ 95
XII 区	125 ~ 205	100 ~ 160	100 ~ 155	85 ~ 130

注: XI 区不存在特大城市, 也不具备特大城市发展条件。

经济综合用水指标, 宜按表 5-7 规定取值。

表 5-7 经济综合用水指标 [单位: m³/(万元 GDP·a)]

区 域	城市规模		
	特大城市	大 城 市	中等城市
I 区	55 ~ 80	80 ~ 115	60 ~ 80
II 区	35 ~ 60	55 ~ 90	70 ~ 115
III 区	60 ~ 90	85 ~ 140	70 ~ 115
IV 区	45 ~ 70	50 ~ 85	35 ~ 60
V 区	30 ~ 50	45 ~ 70	45 ~ 80
VI 区	50 ~ 70	55 ~ 75	60 ~ 85
VII 区	60 ~ 85	120 ~ 180	90 ~ 125
VIII 区	45 ~ 70	70 ~ 100	65 ~ 90
IX 区	35 ~ 50	35 ~ 50	50 ~ 80
X 区	45 ~ 60	60 ~ 80	45 ~ 65
XI 区	—	40 ~ 60	45 ~ 75
XII 区	65 ~ 105	75 ~ 120	65 ~ 105

注: XI 区不存在特大城市, 也不具备特大城市发展条件。

3. 公共建筑用水定额

宿舍、旅馆等公共建筑的生活用水定额及小时变化系数, 根据卫生器具完善程度和区域条件, 可按表 5-8 确定。

表 5-8 宿舍、旅馆和公共建筑生活用水定额及小时变化系数

序号	建筑物名称	单位	最高日生活用水定额/L	使用时数/h	小时变化系数 K_h
1	宿舍				
	I类、II类	每人每日	150~200	24	3.0~2.5
	III类、IV类	每人每日	100~150	24	3.5~3.0
2	招待所、培训中心、普通旅馆				
	设公用盥洗室	每人每日	50~100	24	3.0~2.5
	设公用盥洗室、淋浴室	每人每日	80~130		
	设公用盥洗室、淋浴室、洗衣室	每人每日	100~150		
设单独卫生间、公用洗衣室	每人每日	120~300			
3	酒店式公寓	每人每日	200~300	24	2.5~2.0
4	宾馆客房				
	旅客	每床位每日	250~400	24	2.5~2.0
	员工	每人每日	80~100		
5	医院住院部				
	设公用盥洗室	每床位每日	100~200	24	2.5~2.0
	设公用盥洗室、淋浴室	每床位每日	150~250	24	2.5~2.0
	设单独卫生间	每床位每日	250~400	24	2.5~2.0
	医务人员	每人每班	150~250	8	2.0~1.5
	门诊部、诊疗所	每病人每次	10~15	8~12	1.5~1.2
疗养院、休养所住房部	每床位每日	200~300	24	2.0~1.5	
6	养老院、托老所				
	全托	每人每日	100~150	24	2.5~2.0
	日托	每人每日	50~80	10	2.0
7	幼儿园、托儿所				
	有住宿	每儿童每日	50~100	24	3.0~2.5
	无住宿	每儿童每日	30~50	10	2.0
8	公共浴室				
	淋浴	每顾客每次	100	12	2.0~1.5
	浴盆、淋浴	每顾客每次	120~150	12	
桑拿浴(淋浴、按摩池)	每顾客每次	150~200	12		
9	理发室、美容院	每顾客每次	40~100	12	2.0~1.5
10	洗衣房	每kg干衣	40~80	8	1.5~1.2
11	餐饮业				
	中餐酒楼	每顾客每次	40~60	10~12	1.5~1.2
	快餐店、职工及学生食堂	每顾客每次	20~25	12~16	
酒吧、咖啡馆、茶座、卡拉OK房	每顾客每次	5~15	8~18		
12	商场	每平方米营业	5~8	12	1.5~1.2
	员工及顾客	厅面积每日			
13	图书馆	每人每次	5~10	8~10	1.5~1.2
14	书店	每平方米营业	3~6	8~12	1.5~1.2
		厅面积每日			
15	办公楼	每人每班	30~50	8~10	1.5~1.2
16	教学、实验楼				
	中小学校	每学生每日	20~40	8~9	1.5~1.2
	高等院校	每学生每日	40~50	8~9	1.5~1.2

(续)

序号	建筑物名称	单位	最高日生活用水定额/L	使用时数/h	小时变化系数 K_h
17	电影院、剧院	每观众每场	3~5	3	1.5~1.2
18	会展中心(博物馆、展览馆)	每平方米展厅每日	3~6	8~16	1.5~1.2
19	健身中心	每人每次	30~50	8~12	1.5~1.2
20	体育场(馆) 运动员淋浴 观众	每人每次	30~40	4	3.0~2.0
		每人每场	3	4	1.2
21	会议厅	每座位每次	6~8	4	1.5~1.2
22	航站楼、客运站旅客	每人每次	3~6	8~16	1.5~1.2
23	菜市场地面冲洗及保鲜用水	每平方米每日	10~20	8~10	2.5~2.0
24	停车库地面冲洗水	每平方米每次	2~3	6~8	1.0

- 注: 1. 除养老院、托儿所、幼儿园的用水定额中含食堂用水, 其他均不含食堂用水。
2. 除注明外, 均不含员工生活用水, 员工用水定额为每人每班 40~60L。
3. 医疗建筑用水中已含医疗用水。
4. 空调用水应另计。

4. 城市消防用水定额

工厂、仓库和民用建筑一次灭火的室外消火栓用水量不应小于表 5-9 中的规定。

表 5-9 工厂、仓库和民用建筑一次灭火的室外消火栓用水量 (单位: L/s)

耐火等级	建筑物类别		建筑物体积 V/m^3					
			$V \leq 1500$	$1500 < V \leq 3000$	$3000 < V \leq 5000$	$5000 < V \leq 20000$	$20000 < V \leq 50000$	$V > 50000$
一、二级	厂房	甲、乙类	10	15	20	25	30	35
		丙类	10	15	20	25	30	40
		丁、戊类	10	10	10	15	15	20
	仓库	甲、乙类	15	15	25	25	—	—
		丙类	15	15	25	25	35	45
		丁、戊类	10	10	10	15	15	20
	民用建筑	单层或多层	10	15	15	20	25	30
		除住宅建筑外的一类高层	30					
		一类高层住宅建筑、二类高层	20					
三级	厂房(仓库)	乙、丙类	15	20	30	40	45	—
		丁、戊类	10	10	15	20	25	35
	民用建筑		10	15	20	25	30	—
四级	丁、戊类厂房(仓库)		10	15	20	25	—	—
	民用建筑		10	15	20	25	—	—

- 注: 1. 室外消火栓用水量应按消防用水量最大的一座建筑物计算。成组布置的建筑物应按消防用水量较大的相邻两座计算。
2. 国家级文物保护单位的重点砖木或木结构的建筑物, 其室外消火栓用水量应按三级耐火等级民用建筑的消防用水量确定。
3. 铁路车站、码头和机场的中转仓库其室外消火栓用水量可按丙类仓库确定。
4. 建筑高度不超过 50m 且设置有自动喷水灭火系统的高层民用建筑, 其室外消防用水量可按本表减少 5L/s。

可燃材料堆场、可燃气体储罐（区）的室外消防用水量，不应小于表 5-10 的规定。

表 5-10 可燃材料堆场、可燃气体储罐（区）的室外消防用水量（单位：L/s）

名 称		总储量或总容量	消防用水量
粮食 W/t	土圆囤	$30 < W \leq 500$	15
		$500 < W \leq 5000$	25
		$5000 < W \leq 20000$	40
		$W > 20000$	45
	席穴囤	$30 < W \leq 500$	20
		$500 < W \leq 5000$	35
棉、麻、毛、化纤百货 W/t	$10 < W \leq 500$	20	
	$500 < W \leq 1000$	35	
	$1000 < W \leq 5000$	50	
稻草、麦秸、芦苇 等易燃材料 W/t	$50 < W \leq 500$	20	
	$500 < W \leq 5000$	35	
	$5000 < W \leq 10000$	50	
	$W > 10000$	60	
木材等可燃材料 V/m ³	$50 < V \leq 1000$	20	
	$1000 < V \leq 5000$	30	
	$5000 < V \leq 10000$	45	
	$V > 10000$	55	
煤和焦炭 W/t	$100 < W \leq 5000$	15	
	$W > 5000$	20	
可燃气体储罐（区） V/m ³	$500 < V \leq 10000$	15	
	$10000 < V \leq 50000$	20	
	$50000 < V \leq 100000$	25	
	$100000 < V \leq 200000$	30	
	$V > 200000$	35	

注：固定容积的可燃气体储罐的总容积按其几何容积（m³）和设计工作压力（绝对压力，105Pa）的乘积计算。

5.1.2 输水管网

市政配水管网示意图如图 5-1 所示。

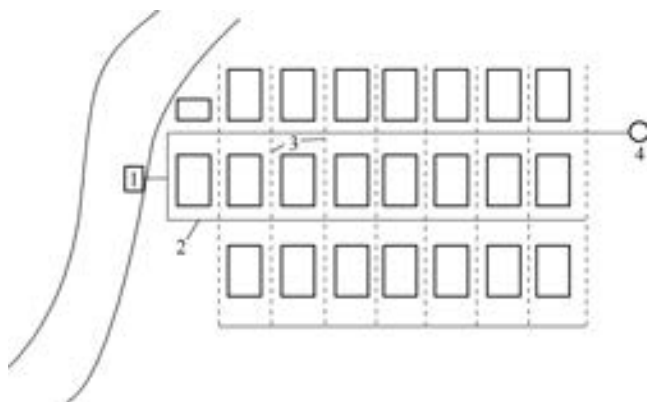


图 5-1 配水管网示意图

1—水厂 2—干管 3—支管 4—水塔

给水管与其他管线及建（构）筑物之间的最小水平净距见表 5-11。

表 5-11 给水管与其他管线及建（构）筑物之间的最小水平净距

建（构）筑物或管线名称		与给水管线的最小水平净距/m	
		$D \leq 200\text{mm}$	$D > 200\text{mm}$
建筑物		1.0	3.0
污水、雨水排水管		1.0	1.5
燃气管	中低压	$P \leq 0.4\text{MPa}$	
	高压	$0.4\text{MPa} < P \leq 0.8\text{MPa}$	
		$0.8\text{MPa} < P \leq 1.6\text{MPa}$	
热力管		1.5	
电力电缆		0.5	
电信电缆		1.0	
乔木（中心）		1.5	
灌木			
地上杆柱	通信照明 $< 10\text{kV}$		0.5
	高压铁塔基础边		3.0
道路侧石边缘		1.5	
铁路钢轨（或坡脚）		5.0	

给水管道与其他管线交叉时的最小垂直净距，可按表 5-12 的规定确定。

表 5-12 给水管与其他管线最小垂直净距

管线名称		与给水管线的最小垂直净距/m
给水管线		0.15
污、雨水排水管线		0.40
热力管线		0.15
燃气管线		0.15
电信管线	直埋	0.50
	管沟	0.15
电力管线		0.15
沟渠（基础底）		0.50
涵洞（基础底）		0.15
电车（轨底）		1.00
铁路（轨底）		1.00

5.1.3 输水管材

1. 钢管

低压流体输送用焊接钢管

低压流体输送用焊接钢管力学性能要求应符合表 5-13 的规定。

表 5-13 低压流体输送用焊接钢管力学性能

牌 号	下屈服强度 $R_{eL}/(N/mm^2)$ 不小于		抗拉强度 $R_m/(N/mm^2)$ 不小于	断后伸长率 A (%) 不小于	
	$t \leq 16mm$	$t > 16mm$		$D \leq 168.3mm$	$D > 168.3mm$
Q195	195	185	315	15	20
Q215A、Q215B	215	205	335		
Q235A、Q235B	235	225	370		
Q295A、Q295B	295	275	390	13	18
Q345A、Q345B	345	325	470		

注：“in”非法计量单位，1in=25.4mm，下同。

低压流体输送用焊接钢管管端用螺纹和沟槽连接的钢管尺寸参见表 5-14。

表 5-14 钢管的公称口径与钢管的外径、壁厚对照表 (单位: mm)

公称口径	外 径	壁 厚	
		普通钢管	加厚钢管
6	10.2	2.0	2.5
8	13.5	2.5	2.8
10	17.2	2.5	2.8
15	21.3	2.8	3.5
20	26.9	2.8	3.5
25	33.7	3.2	4.0
32	42.4	3.5	4.0
40	48.3	3.5	4.5
50	60.3	3.8	4.5
65	76.1	4.0	4.5
80	88.9	4.0	5.0
100	114.3	4.0	5.0
125	139.7	4.0	5.5
150	168.3	4.5	6.0

注：表中的公称口径系近似内径的名义尺寸，不表示外径减去两个壁厚所得的内径。

钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 5-15 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 5-15 规定以外允许偏差的钢管。

表 5-15 低压流体输送用焊接钢管的外径和壁厚的允许偏差 (单位: mm)

外径 (D)	外径允许偏差		壁厚 (t) 允许偏差
	管 体	管端 (距管端 100mm 范围内)	
$D \leq 48.3$	± 0.5	—	$\pm 10\% t$
$48.3 < D \leq 273.1$	$\pm 1\% D$	—	
$273.1 < D \leq 508$	$\pm 0.75\% D$	+2.4; -0.8	$\pm 10\% t$
$D > 508$	$\pm 1\% D$ 或 ± 10.0 , 两者取最小值	+3.2; -0.8	

2. 连续铸铁管

如图 5-2 所示为连续铸铁管尺寸示意图。

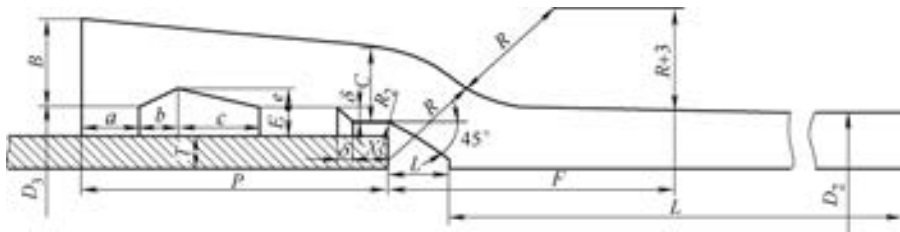


图 5-2 连续铸铁管

连续铸铁管承插口连接部分尺寸见表 5-16。

表 5-16 连续铸铁管承插口连接部分尺寸 (单位: mm)

公称直径 DN	各部尺寸			
	a	b	c	e
75 ~ 450	15	10	20	6
500 ~ 800	18	12	25	7
900 ~ 1200	20	14	30	8

注: $R = C + 2E$; $R_2 = E$ 。

连续铸铁管承口尺寸见表 5-17。

表 5-17 连续铸铁管承口尺寸 (单位: mm)

公称直径 DN	承口内径 D_3	B	C	E	P	l	F	δ	X	R
75	113.0	26	12	10	90	9	75	5	13	32
100	138.0	26	12	10	95	10	75	5	13	32
150	189.0	26	12	10	100	10	75	5	13	32
200	240.0	28	13	10	100	11	77	5	13	33
250	293.0	32	15	11	105	12	83	5	18	37
300	344.8	33	16	11	105	13	85	5	18	38
350	396.0	34	17	11	110	13	87	5	18	39
400	447.6	36	18	11	110	14	89	5	24	40
450	498.8	37	19	11	115	14	91	5	24	41
500	552.0	40	21	12	115	15	97	6	24	45
600	654.8	44	23	12	120	16	101	6	24	47
700	757.0	48	26	12	125	17	105	6	24	50
800	860.0	51	28	12	130	18	111	6	24	52
900	963.0	56	31	12	135	19	115	6	24	55
1000	1067.0	60	33	13	140	21	121	6	24	59
1100	1170.0	64	36	13	145	22	126	6	24	62
1200	1272.0	68	38	13	150	23	130	6	24	64

连续铸铁管的壁厚及重量见表 5-18。

表 5-18 连续铸铁管的壁厚及重量

公称直径 DN/mm	外径 D ₂ /mm	壁厚 T/mm			承口 凸部 质量 /kg	直部 1m 质量/kg			有效长度 L/mm								
									4000			5000			6000		
		LA 级	A 级	B 级		LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级
75	93.0	9.0	9.0	9.0	4.8	17.1	17.0	17.1	73.2	73.2	73.2	90.3	90.3	90.3	—	—	—
100	118.0	9.0	9.0	9.0	6.23	22.2	22.2	22.2	95.1	95.1	95.1	117	117	117	—	—	—
150	169.0	9.0	9.2	10.0	9.09	32.6	33.3	36.0	139.5	142.3	153.1	172.1	175.6	189	205	209	225
200	220.0	9.2	10.1	11.0	12.56	43.9	48.0	52.0	188.2	204.6	220.6	232.1	252.6	273	276	301	325
250	271.6	10.0	11.0	12.0	16.54	59.2	64.8	70.5	253.3	275.7	298.5	312.5	340.5	369	372	405	440
300	322.8	10.8	11.9	13.0	21.86	76.2	83.7	91.1	326.7	356.7	386.3	402.9	440.4	477	479	524	568
350	374.0	11.7	12.8	14.0	26.96	95.9	104.6	114.0	410.6	445.4	483	506.5	550	597	602	655	711
400	425.6	12.5	13.8	15.0	32.78	116.8	128.5	139.3	500	546.8	590	616.8	675.3	729	734	804	869
450	475.8	13.3	14.7	16.0	40.14	139.4	153.7	166.8	597.7	654.9	707.3	737.1	808.6	874	877	962	1041
500	523.0	14.2	15.6	17.0	46.88	165.0	180.8	196.5	706.9	770	832.9	871.9	951	1029	1037	1132	1226
600	630.8	15.8	17.4	19.0	62.71	219.8	241.4	262.9	941.9	1028	1114	1162	1270	1377	1382	1511	1640
700	733.0	17.5	19.3	21.0	81.19	283.2	311.6	338.2	1214	1328	1434	1497	1639	1772	1780	1951	2110
800	836.0	19.2	21.1	23.0	102.63	354.7	388.9	423.0	1521	1658	1795	1876	2047	2218	2231	2436	2641
900	939.0	20.8	22.9	25.0	127.05	432.0	474.5	516.9	1855	2025	2195	2287	2499	2712	2719	2974	3228
1000	1041.0	22.5	24.8	27.0	156.46	518.4	570.0	619.3	2230	2436	2634	2748	3006	3253	3266	3576	3872
1100	1144.0	24.2	25.6	29.0	194.04	613.0	672.3	731.4	2646	2883	3120	3259	3556	3851	3872	4228	4582
1200	1246.0	25.8	28.4	31.0	223.46	712.0	782.2	852.0	3071	3352	3631	3783	4134	4483	4495	4916	5335

注：1. 计算质量时，铸铁相对密度采用 7.20，承口质量为近似值。

2. 总质量 = 直部 1m 质量 × 有效长度 + 承口凸部质量（计算结果四舍五入，保留三位有效数字）。

3. 复合管

(1) 给水用钢骨架聚乙烯塑料复合管

复合管公称内径、公称压力、公称壁厚及极限偏差见表 5-19。

表 5-19 复合管公称内径、公称压力、公称壁厚及极限偏差

公称内径/mm	公称压力/MPa			
	1.0	1.6	2.5	4.0
	公称壁厚及极限偏差/mm			
50	—	—	9 ^{+1.4} ₀	10.6 ^{+1.6} ₀
65	—	—	9 ^{+1.4} ₀	10.6 ^{+1.6} ₀
80	—	—	9 ^{+1.4} ₀	11.7 ^{+1.8} ₀
100	—	9 ^{+1.4} ₀	11.7 ^{+1.8} ₀	—
125	—	10 ^{+1.5} ₀	11.8 ^{+1.8} ₀	—

(续)

公称内径/mm	公称压力/MPa			
	1.0	1.6	2.5	4.0
	公称壁厚及极限偏差/mm			
150	$12^{+1.8}_0$	$12^{+1.8}_0$	—	—
200	$12.5^{+1.9}_0$	$12.5^{+1.9}_0$	—	—
250	$12.5^{+1.9}_0$	$15^{+2.4}_0$	—	—
300	$12.5^{+1.9}_0$	$15^{+2.4}_0$	—	—
350	$15^{+2.3}_0$	$15^{+2.9}_0$	—	—
400	$15^{+2.3}_0$	$15^{+2.9}_0$	—	—
450	$16^{+2.4}_0$	$16^{+3.1}_0$	—	—
500	$16^{+2.4}_0$	$16^{+3.1}_0$	—	—
600	20^{+3}_0	—	—	—

注：同一规格不同压力等级的复合管的钢丝材料、钢丝直径、网格间距等会有所不同。

(2) 排水用硬聚氯乙烯 (PVC-U) 玻璃微珠复合管

图 5-3 所示为硬聚氯乙烯 (PVC-U) 玻璃微珠复合管管材截面尺寸。

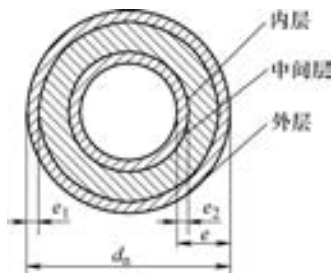


图 5-3 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 玻璃微珠复合管管材截面尺寸

硬聚氯乙烯 (PVC-U) 玻璃微珠复合管管材规格见表 5-20。

表 5-20 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 玻璃微珠复合管管材规格 (单位: mm)

公称外径 d_n	壁厚 e		公称外径 D_e	壁厚 e	
	S_0	S_1		S_0	S_1
40	2.0	—	160	3.2	4.0
50	2.0	2.5	200	3.9	4.9
75	2.5	3.0	250	4.9	6.2
90	3.0	3.2	315	6.2	7.7
110	3.0	3.2	400	—	9.8
125	3.0	3.2	—	—	—

(3) 铝塑复合管 (PAP 管)

1) 内层熔接型铝塑复合管。熔接铝塑管结构尺寸见表 5-21。

表 5-21 熔接铝塑管结构尺寸 (单位: mm)

公称外径 d_n	平均外径		参考内径 d_n	外径不圆度		管壁厚 e_m		内层塑料最小壁厚 e_i	外层塑料最小壁厚 e_w	铝管层最小壁厚 e_a
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$		盘管	直管	最小值	公差			
16	18.6	18.9	11.8	≤ 1.2	≤ 0.6	3.10	+0.60	1.8	0.2	0.18
20	22.6	22.9	15.4	≤ 1.5	≤ 0.8	3.30		2.0		
25	27.6	27.9	19.7	≤ 1.8	≤ 1.0	3.60	+0.70	2.3		
32	35.4	35.7	25.4	≤ 2.2	≤ 1.2	4.60	+0.80	2.9		0.23
40	43.4	43.7	31.7	—	≤ 1.4	5.40	+0.90	3.7		0.25
50	53.4	53.7	39.8		≤ 1.6	6.30	+1.00	4.6		0.28
63	66.4	66.8	50.2		≤ 2.0	7.50	+1.20	5.8		
75	78.4	79.0	59.0		≤ 2.5	9.00	+1.40	7.3		

熔接铝塑管与关键热熔承插连接的尺寸要求见表 5-22。

表 5-22 熔接铝塑管与关键热熔承插连接的尺寸要求 (单位: mm)

公称外径 d_n	管件最小壁厚	熔接铝塑管内层塑料最小外径 d_{im}	最大承插深度 L_1	最小承插深度 L_2
16	3.3	16.0	13.0	9.8
20	4.1	20.0	14.5	11.0
25	5.1	25.0	16.0	12.5
32	6.5	32.0	18.1	14.6
40	8.1	40.0	20.5	17.0
50	10.1	50.0	23.5	20.0
63	12.7	63.0	27.4	23.9
75	15.1	75.0	31.0	27.5

2) 外层熔接型铝塑复合管。外层熔接型铝塑复合管管材的尺寸见表 5-23。

表 5-23 管材的尺寸 (单位: mm)

公称外径 d_n	平均外径		外径不圆度		管壁厚 e_m		内层塑料最小壁厚 e_i	外层塑料最小壁厚 e_o	铝管层最小壁厚 e_a
	$d_{em,min}$	$d_{em,max}$	盘管	直管	e_{min}	e_{max}			
16	16.0	16.3	≤ 1.0	≤ 0.5	2.75	3.10	0.80	1.60	0.20
20	20.0	20.3	≤ 1.2	≤ 0.6	3.00	3.40	0.90	1.70	0.25
25	25.0	25.3	≤ 1.5	≤ 0.8	3.25	3.65	1.00	1.80	0.30
32	32.0	32.3	≤ 2.0	≤ 1.0	4.00	4.50	1.10	2.10	0.35
40	40.0	40.4	—	≤ 1.2	5.00	5.60	1.50	2.60	0.40
50	50.0	50.5	—	≤ 1.5	5.50	6.10	1.80	3.00	0.50
63	63.0	63.6	—	≤ 1.9	7.00	7.80	2.40	3.80	0.60
75	75.0	75.7	—	≤ 2.3	8.50	9.50	2.60	4.80	0.70

4. 钢筋混凝土管

钢筋混凝土排水管规格见表 5-24。

表 5-24 钢筋混凝土排水管规格

(单位: mm)



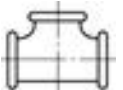
轻型钢筋混凝土管			重型钢筋混凝土管		
公称内径	最小壁厚	最小管长	公称内径	最小壁厚	最小管长
100	25	2000	—	—	2000
150	25		—	—	
200	27		—	—	
250	28		—	—	
300	30		300	58	
350	33		350	60	
400	35		400	65	
450	40		450	67	
500	42		550	75	
600	50		650	80	
700	55		750	90	
800	65		850	95	
900	70		950	100	
1000	75		1050	110	
1100	85		1300	125	
1200	90		1550	175	
1350	100		—	—	
1500	115		—	—	
1650	125		—	—	
1800	140		—	—	

5.1.4 常用管件

1. 给水衬塑可锻铸铁管件

衬塑可锻铸铁管件的分类见表 5-25。

表 5-25 衬塑管件形状分类

管件名称	图 示	代 号	管件名称	图 示	代 号
90°弯头		C90	45°弯头		C120
90°异径弯头		C90R	三通		C130

(续)

管件名称	图 示	代 号	管件名称	图 示	代 号
异径三通		C130R	内外螺纹		C241
四通		C180	管帽		C300
异径四通		C180R	六角管帽		C301
外接头		C270	平型活接头		C330
异径外接头		C240			

衬塑管件按结构形式分为接口芯子带螺纹和不带螺纹两种，如图 5-4 所示。

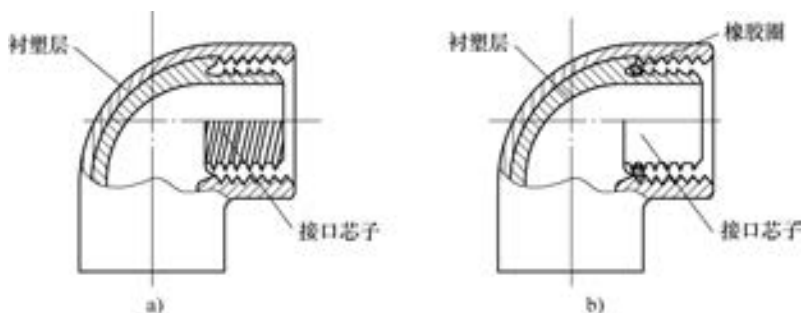


图 5-4 衬塑管件结构图

a) 接口芯子带螺纹 b) 接口芯子不带螺纹

衬塑管件接口芯子尺寸应符合表 5-26 规定。

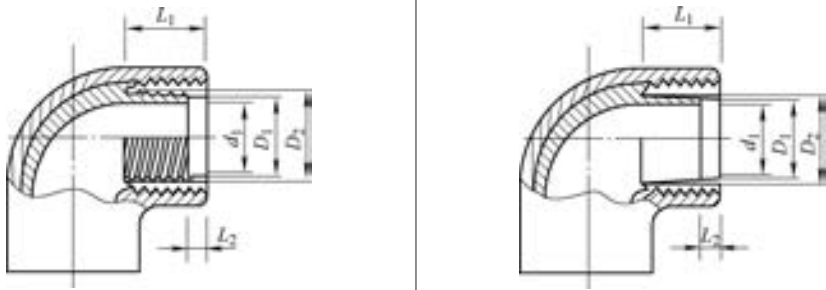
表 5-26 衬塑管件接口芯子尺寸

公称直径 DN	带 螺 纹					不 带 螺 纹				
	管件端面与 接口芯子底 面间距 $L_1^{±2.0}$	管件端面与 接口芯子端 面间距 $L_2^{±1.0}$	接口芯 子内径 $d_1^{±0.5}$	接口芯子外径 (近似值)		管件端面与 接口芯子底 面间距 $L_1^{±1.0}$	管件端面与 接口芯子端 面间距 $L_2^{±1.0}$	接口芯 子内径 $d_1^{±0.5}$	接口芯子外径 (近似值)	
				D_1	D_2				D_1	D_2
15	11	5	11.0	12.8	15.8	13	5	11.0	12.8	14.1
20	13	5	15.9	18.3	21.4	15	5	16.5	18.3	19.6
25	15	6	21.5	24.0	27.2	17	6	22.0	24.0	25.4

(续)

公称直径 DN	带 螺 纹					不 带 螺 纹				
	管件端面与 接口芯子底 面间距 $L \pm 2.0$ ₁	管件端面与 接口芯子端 面间距 $L \pm 1.0$ ₂	接口芯 子内径 $d \pm 0.5$ ₁	接口芯子外径 (近似值)		管件端面与 接口芯子底 面间距 $L \pm 1.0$	管件端面与 接口芯子端 面间距 $L \pm 1.0$ ₂	接口芯 子内径 $d \pm 0.5$ ₁	接口芯子外径 (近似值)	
				D_1	D_2				D_1	D_2
32	17	6	29.4	32.8	36.0	20	6	30.5	32.8	34.2
40	18	7	34.7	38.0	41.2	20	7	35.5	38.0	39.4
50	20	7	46.2	50.0	53.2	24	7	47.0	50.0	51.4
65	23	8	59.7	65.0	68.2	26	8	61.0	65.0	66.4
80	25	8	70.0	76.5	80.5	28	8	71.5	76.5	77.9
100	28	9	96.0	102.0	106.0	32	9	97.0	102.0	103.4
125	30	12	119.0	128.0	132.0	35	12	122.0	128.0	129.4
150	33	13	143.5	151.0	156.0	37	13	145.0	151.0	152.4

附
图



2. 对焊钢制管件

对焊钢制管件如图 5-5 所示。

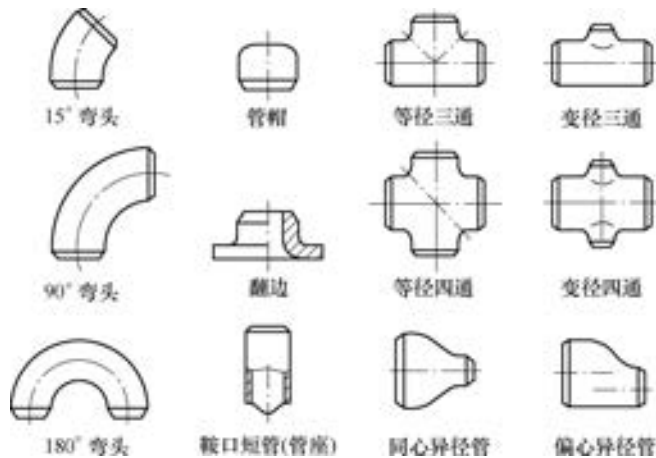


图 5-5 对焊钢制管件

3. 给水、排水铸铁管件

给水铸铁管件如图 5-6 所示。

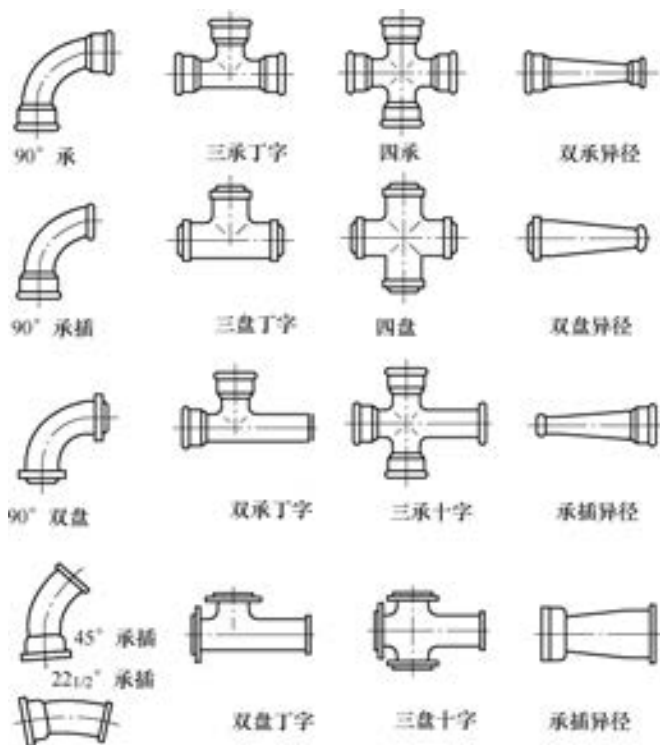


图 5-6 给水铸铁管件

排水铸铁管件如图 5-7 所示。

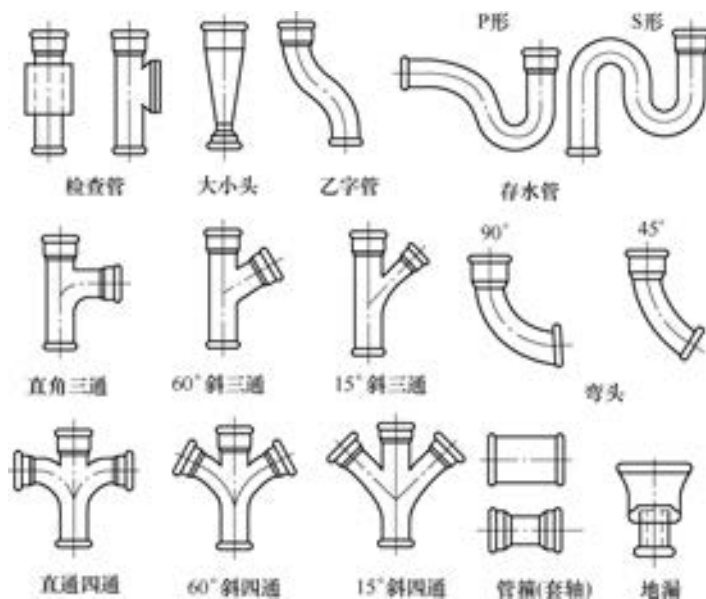


图 5-7 排水铸铁管件

5.2 水质处理

5.2.1 水质标准

1. 生活饮用水水质标准

生活饮用水水质应符合表 5-27 和表 5-28 卫生要求。集中式供水出厂水中消毒剂限值、出厂水和管网末梢水中消毒剂余量均应符合表 5-29 要求。

表 5-27 水质常规指标及限值

指 标	限 值
1. 微生物指标 ^①	
总大肠菌群/(MPN/100mL 或 CFU/100mL)	不得检出
耐热大肠菌群/(MPN/100mL 或 CFU/100mL)	不得检出
大肠埃希氏菌/(MPN/100mL 或 CFU/100mL)	不得检出
菌落总数/(CFU/mL)	100
2. 毒理指标	
砷/(mg/L)	0.01
镉/(mg/L)	0.005
铬/(六价, mg/L)	0.05
铅/(mg/L)	0.01
汞/(mg/L)	0.001
硒/(mg/L)	0.01
氰化物/(mg/L)	0.05
氟化物/(mg/L)	1.0
硝酸盐/(以 N 计, mg/L)	10 地下水源限制时为 20
三氯甲烷/(mg/L)	0.06
四氯化碳/(mg/L)	0.002
溴酸盐/(使用臭氧时, mg/L)	0.01
甲醛/(使用臭氧时, mg/L)	0.9
亚氯酸盐/(使用二氧化氯消毒时, mg/L)	0.7
氯酸盐/(使用复合二氧化氯消毒时, mg/L)	0.7
3. 感官性状和一般化学指标	
色度 (铂钴色度单位)	15
浑浊度/(NTU-散射浊度单位)	1 水源与净水技术条件限制时为 3
臭和味	无异臭、异味
肉眼可见物	无

(续)

指 标	限 值
pH (pH 单位)	不小于 6.5 且不大于 8.5
铝/(mg/L)	0.2
铁/(mg/L)	0.3
锰/(mg/L)	0.1
铜/(mg/L)	1.0
锌/(mg/L)	1.0
氯化物/(mg/L)	250
硫酸盐/(mg/L)	250
溶解性总固体/(mg/L)	1000
总硬度/(以 CaCO ₃ 计, mg/L)	450
耗氧量/(COD _{Mn} 法, 以 O ₂ 计, mg/L)	3 水源限制, 原水耗氧量 > 6mg/L 时为 5
挥发酚类/(以苯酚计, mg/L)	0.002
阴离子合成洗涤剂/(mg/L)	0.3
4. 放射性指标 ^②	指导值
总 α 放射性/(Bq/L)	0.5
总 β 放射性/(Bq/L)	1

① MPN 表示最可能数; CFU 表示菌落形成单位。当水样检出总大肠菌群时, 应进一步检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群; 水样未检出总大肠菌群, 不必检验大肠埃希氏菌或耐热大肠菌群。

② 放射性指标超过指导值, 应进行核素分析和评价, 判定能否饮用。

表 5-28 水质非常规指标及限值

指 标	限 值
1. 微生物指标	
贾第鞭毛虫/(个/10L)	< 1
隐孢子虫/(个/10L)	< 1
2. 毒理指标	
锑/(mg/L)	0.005
钡/(mg/L)	0.7
铍/(mg/L)	0.002
硼/(mg/L)	0.5
钨/(mg/L)	0.07
镍/(mg/L)	0.02
银/(mg/L)	0.05
铊/(mg/L)	0.0001
氯化氰/(以 CN ⁻ 计, mg/L)	0.07
一氯二溴甲烷/(mg/L)	0.1

(续)

指 标	限 值
二氯一溴甲烷/(mg/L)	0.06
二氯乙酸/(mg/L)	0.05
1, 2 - 二氯乙烷/(mg/L)	0.03
二氯甲烷/(mg/L)	0.02
三卤甲烷 (三氯甲烷、一氯二溴甲烷、二氯一溴甲烷、三溴甲烷的总和)	该类化合物中各种化合物的实测浓度与其各自限值的比值之和不超过 1
1, 1, 1-三氯乙烷/(mg/L)	2
三氯乙酸/(mg/L)	0.1
三氯乙醛/(mg/L)	0.01
2, 4, 6-三氯酚/(mg/L)	0.2
三溴甲烷/(mg/L)	0.1
七氯/(mg/L)	0.0004
马拉硫磷/(mg/L)	0.25
五氯酚/(mg/L)	0.009
六六六/(总量, mg/L)	0.005
六氯苯/(mg/L)	0.001
乐果/(mg/L)	0.08
对硫磷/(mg/L)	0.003
灭草松/(mg/L)	0.3
甲基对硫磷/(mg/L)	0.02
百菌清/(mg/L)	0.01
呋喃丹/(mg/L)	0.007
林丹/(mg/L)	0.002
毒死蜱/(mg/L)	0.03
草甘膦/(mg/L)	0.7
敌敌畏/(mg/L)	0.001
莠去津/(mg/L)	0.002
溴氰菊酯/(mg/L)	0.02
2, 4 - 滴/(mg/L)	0.03
滴滴涕/(mg/L)	0.001
乙苯/(mg/L)	0.3
二甲苯/(mg/L)	0.5
1, 1 - 二氯乙烯/(mg/L)	0.03
1, 2 - 二氯乙烯/(mg/L)	0.05
1, 2 - 二氯苯/(mg/L)	1
1, 4 - 二氯苯/(mg/L)	0.3

(续)

指 标	限 值
三氯乙烯/(mg/L)	0.07
三氯苯/(总量, mg/L)	0.02
六氯丁二烯/(mg/L)	0.0006
丙烯酰胺/(mg/L)	0.0005
四氯乙烯/(mg/L)	0.04
甲苯/(mg/L)	0.7
邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯/(mg/L)	0.008
环氧氯丙烷/(mg/L)	0.0004
苯/(mg/L)	0.01
苯乙烯/(mg/L)	0.02
苯并(a)芘/(mg/L)	0.00001
氯乙烯/(mg/L)	0.005
氯苯/(mg/L)	0.3
微囊藻毒素-LR/(mg/L)	0.001
3. 感官性状和一般化学指标	
氨氮/(以 N 计, mg/L)	0.5
硫化物/(mg/L)	0.02
钠/(mg/L)	200

表 5-29 饮用水中消毒剂常规指标及要求

消毒剂名称	与水接触时间	出厂水中限值	出厂水中余量	管网末梢水中余量
氯气及游离氯制剂/ (游离氯, mg/L)	至少 30min	4	≥0.3	≥0.05
一氯胺/(总氯, mg/L)	至少 120min	3	≥0.5	≥0.05
臭氧/(O ₃ , mg/L)	至少 12min	0.3	—	0.02 如加氯, 总氯≥0.05
二氧化氯/(ClO ₂ , mg/L)	至少 30min	0.8	≥0.1	≥0.02

2. 生活饮用水水源的水质标准

生活饮用水水源水质分为二级, 两级标准的限值见表 5-30。

表 5-30 生活饮用水水源水质

项 目	标准限值	
	一 级	二 级
色	色度不超过 15 度, 并不得呈现其他异色	不应有明显的其他异色
浑浊度/(度)	≤3	
嗅和味	不得有异臭、异味	不应有明显的异臭、异味
pH 值	6.5~8.5	6.5~8.5

(续)

项 目	标准限值	
	一 级	二 级
总硬度 (以碳酸钙计)/(mg/L)	≤350	≤450
溶解铁/(mg/L)	≤0.3	≤0.5
锰/(mg/L)	≤0.1	≤0.1
铜/(mg/L)	≤1.0	≤1.0
锌/(mg/L)	≤1.0	≤1.0
挥发酚 (以苯酚计)/(mg/L)	≤0.002	≤0.004
阴离子合成洗涤剂/(mg/L)	≤0.3	≤0.3
硫酸盐/(mg/L)	<250	<250
氯化物/(mg/L)	<250	<250
溶解性总固体/(mg/L)	<1000	<1000
氟化物/(mg/L)	≤1.0	≤1.0
氰化物/(mg/L)	≤0.05	≤0.05
砷/(mg/L)	≤0.05	≤0.05
硒/(mg/L)	≤0.01	≤0.01
汞/(mg/L)	≤0.001	≤0.001
镉/(mg/L)	≤0.01	≤0.01
铬 (六价)/(mg/L)	≤0.05	≤0.05
铅/(mg/L)	≤0.05	≤0.07
银/(mg/L)	≤0.05	≤0.05
铍/(mg/L)	≤0.0002	≤0.0002
氨氮 (以氮计)/(mg/L)	≤0.5	≤1.0
硝酸盐 (以氮计)/(mg/L)	≤10	≤20
耗氧量 (KMnO ₄ 法)/(mg/L)	≤3	≤6
苯并 (a) 芘/(mg/L)	≤0.01	≤0.01
滴滴涕/(mg/L)	≤1	≤1
六六六/(mg/L)	≤5	≤5
百菌清/(mg/L)	≤0.01	≤0.01
总大肠菌群/(个/L)	≤1000	≤10000
总α放射性/(Bq/L)	≤0.1	≤0.1
总β放射性/(Bq/L)	≤1	≤1

5.2.2 投药

1. 重力投药

在吸水管上和吸水喇叭口处重力投药的要求如图 5-8 所示, 泵前重力投加系统如图 5-9 和图 5-10 所示。

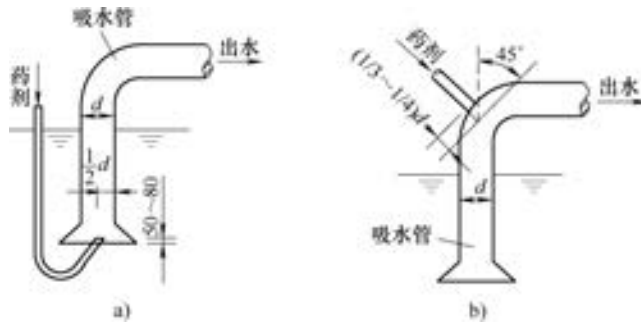


图 5-8 投药管布置

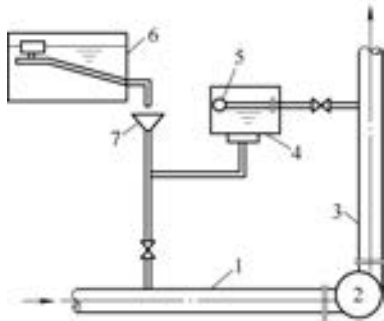


图 5-9 吸水管内重力投药

- 1—吸水管 2—水泵 3—压力管 4—水封箱
5—浮球阀 6—溶液池 7—漏斗

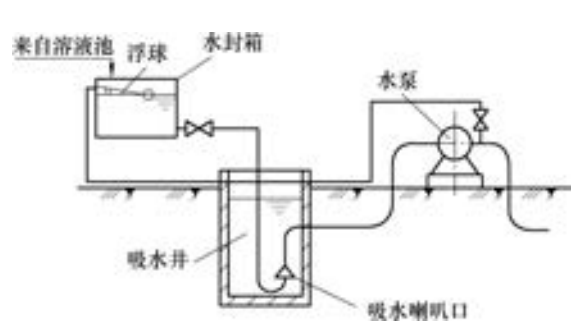


图 5-10 吸水喇叭口处重力投药

2. 压力投药

压力投药时，较多采用水射器（图 5-11）或计量泵（图 5-12）投加到原水管中，需保持稳定的药液浓度，以便准确投加。

投药用水射器如图 5-13 所示。

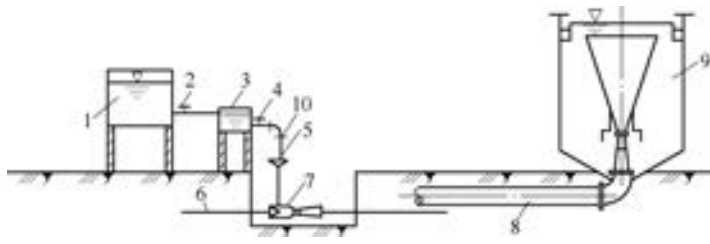


图 5-11 水射器压力投加

- 1—溶液池 2、4—阀门 3—投药箱 5—漏斗 6—高压水管
7—水射器 8—原水进水管 9—澄清池 10—孔、嘴等计量装置

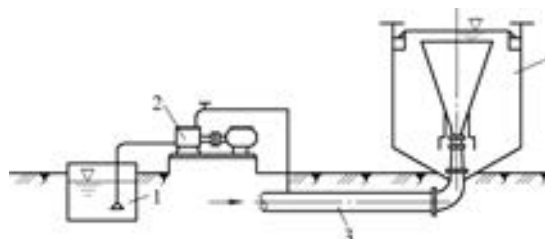


图 5-12 应用计量泵压力投药

- 1—溶液池 2—计量泵 3—进水管 4—澄清池

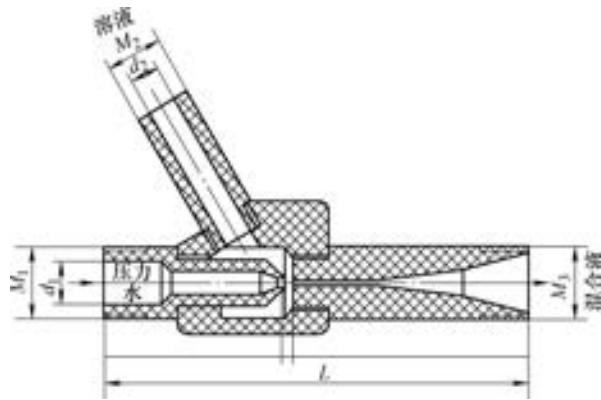


图 5-13 投药用水射器

d_1 —原水进口内径 M_1 —原水进口外径 d_2 —投药口内径
 M_2 —投药口外径 M_3 —药液出口外径 L —长度

3. 加药方式及适用条件

水处理加药混合方式及适用条件见表 5-31。

表 5-31 水处理加药混合方式及适用条件

混合方式	图 示	适用条件
静态混合器		<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于流量变化较小的水厂 2. 混合器内采用 1~4 个分流单元
扩散混合器		<ol style="list-style-type: none"> 1. 多用于直径 400~800mm 的进水管 2. 安装位置应低于絮凝池水面 3. 适用于中、小型水厂
跌水混合器		<ol style="list-style-type: none"> 1. 适用于小水量时 2. 活动套管内外的水位差应保持 0.3~0.4m，最大不超过 1.0m

5.2.3 絮凝

1. 隔板絮凝池

隔板絮凝池分往复式和回旋式两种，如图 5-14 所示。

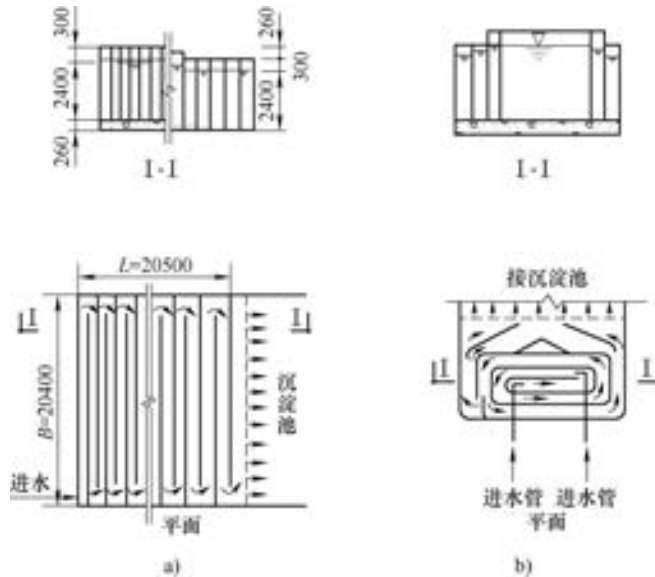


图 5-14 隔板絮凝池

如图 5-15 所示为与平流沉淀池合建的往复式隔板絮凝池。

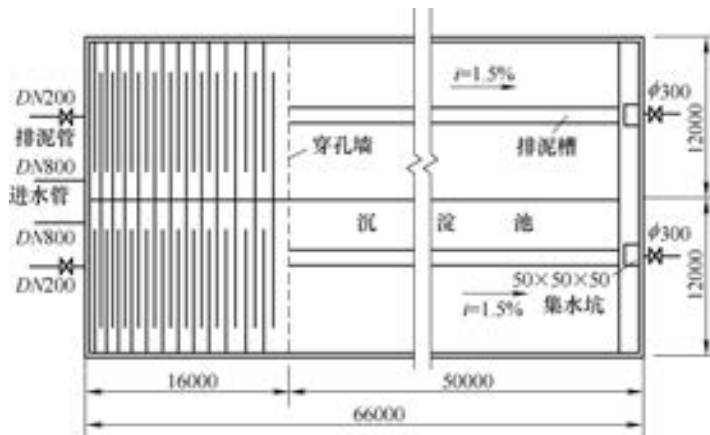


图 5-15 往复式隔板絮凝池

2. 栅条、网格絮凝池

网格絮凝池在全池约三分之二的分格内，垂直水流方向防止网络或栅条（图 5-16）。栅条、网格构件的厚度宜采用以下数值：木材板条厚度 20 ~ 25mm；扁钢构件厚度 5 ~ 6mm；

铸铁构件厚度 10 ~ 15mm；钢筋混凝土预制件厚度 30 ~ 70mm。

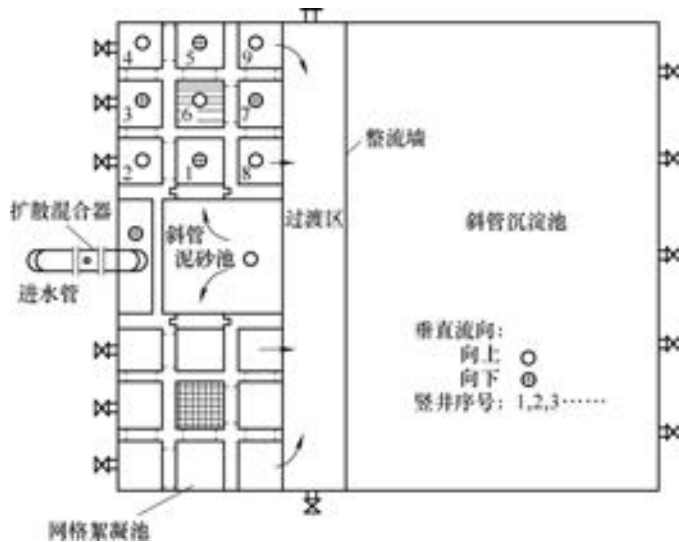


图 5-16 网格（栅条）絮凝池

絮凝池设计宜分三段，其过栅、过网和过孔洞流速以及各段平均流速梯度应逐段递减，各段设计的水力参数及栅条、网格构件的规格和布设，可参照表 5-32 内的数值采用。

表 5-32 栅条网格絮凝池主要设计参数

絮凝池型	絮凝池分段	栅条缝隙或网格孔限尺寸/mm	板条宽度/mm	竖井平均流速 $v_2/(m/s)$	过栅或过网流速 $v_1/(m/s)$	竖井之间孔洞流速 $v/(m/s)$	栅条或网格构件层距/cm	设计絮凝时间/min
栅条絮凝池	前段（安放密栅条）	50	50	0.12 ~ 0.14	0.25 ~ 0.30	0.30 ~ 0.20	60	3 ~ 5
	中段（安放疏栅条）	80	50	0.12 ~ 0.14	0.22 ~ 0.25	0.20 ~ 0.15	60	3 ~ 5
	末段（不安放栅条）	—	—	0.10 ~ 1.14	—	0.10 ~ 0.14	—	4 ~ 5
网格絮凝池	前段（安放密栅条）	80 × 80	35	0.12 ~ 0.14	0.25 ~ 0.30	0.30 ~ 0.20	60 ~ 70	3 ~ 5
	中段（安放疏栅条）	100 × 100	35	0.12 ~ 0.14	0.22 ~ 0.25	0.20 ~ 0.15	60 ~ 70	3 ~ 5
	末段（不安放栅条）	—	—	0.10 ~ 0.14	—	0.10 ~ 0.14	—	4 ~ 5

5.2.4 沉淀池

如图 5-17 所示为与回流隔板絮凝池合建的平流沉淀池。

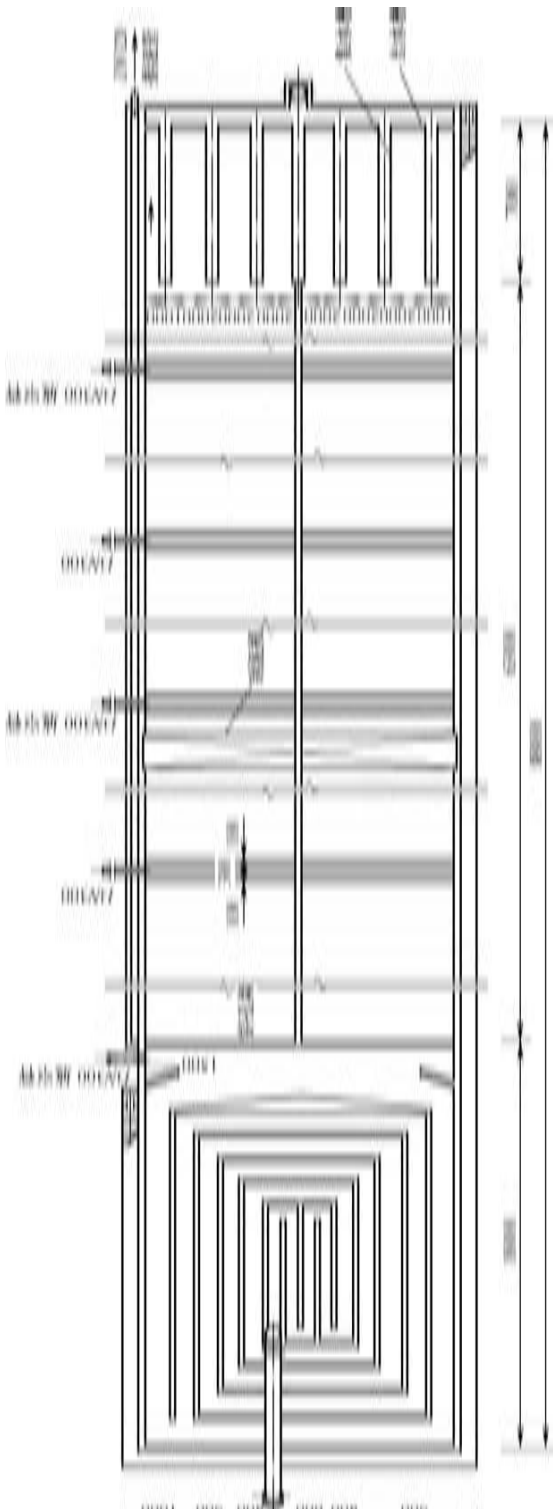


图 5-17 与回流隔板絮凝池合建的平流式沉淀池

为挖掘潜力,可在平流沉淀池后半部池面积增设斜管或斜板,如图 5-18 所示。

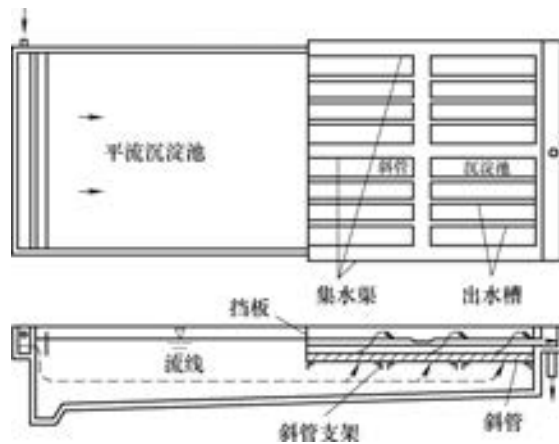


图 5-18 平流沉淀池后半部分设置斜管

5.2.5 过滤

(1) 人工陶粒滤料

人工陶粒滤料项目指标见表 5-33。

表 5-33 人工陶粒滤料项目指标

项 目	指 标	项 目	指 标
粒径范围/mm	0.5 ~ 9.0	盐酸可溶率, C_{ha} (%)	≤ 2
破碎率与磨损率之和, C_b (%)	≤ 6	空隙率, v (%)	≥ 40
含泥量, C_s (%)	≤ 1	比表面积, $S_w/(cm^2/g)$	$\geq 0.5 \times 10^4$

(2) 天然锰砂滤料

天然锰砂滤料项目指标见表 5-34。

表 5-34 天然锰砂滤料项目指标

项 目	指 标	项 目	指 标
粒径/mm	最小粒径	盐酸可溶率 (百分率按质量, %)	≤ 3.5
	最大粒径		
含锰量 (以 MnO_2 计) (%)	20 ~ 35	破碎率和磨损率之和 (%)	≤ 3
平均密度/(g/cm^3)	3.2 ~ 3.6	含泥量 (%)	≤ 2.5

(3) 承托料

承托料项目指标就见表 5-35。

表 5-35 承托料项目指标

序号	项目		指标
1	锰矿承托料	含泥量 (%)	≤1
		粒径/mm	2~4、4~8、8~16
2	砾石承托料	明显扁平、细长 (长度超过5倍厚度) 的颗粒 (%)	≤2
		粒径范围/mm	2~4、4~8、8~16、16~32、32~64
3	高密度矿石承托料	明显扁平、细长 (长度超过5倍厚度) 的颗粒 (%)	≤2
		粒径范围	5~1、1~2、2~4、4~8

三层滤料滤池的承托层材料、粒径与厚度见表 5-36。

表 5-36 三层滤料滤池的承托层材料、粒径与厚度 (单位: mm)

层次 (自上而下)	材料	粒径	厚度
1	重质矿石	0.5~1	50
2	重质矿石	1~2	50
3	重质矿石	2~4	50
4	重质矿石	4~8	50
5	砾石	8~16	100
6	砾石	16~32	本层顶面应高出配水系统孔眼 100

(4) 滤料和承托料的技术要求

滤料和承托料规格的规定见表 5-37。

表 5-37 滤料和承托料规格的规定

项目	无烟煤滤料	石英砂滤料	高密度矿石滤料	砾石承托料	高密度矿石承托料
密度/(g/cm ³)	1.4~1.6	2.5~2.7	>3.8 ^a	>2.5	>3.8 ^a
含泥量 (%)	<3	<1	<1	<1	<1.5
盐酸可溶率 (%)	<3.5	<3.5	—	<5	—
破碎率与磨损率之和 (%)	<2	<2	—	—	—

注: 磁铁矿滤料和承托料的密度一般为 4.4g/cm³~5.2g/cm³。

(5) 滤池

滤池是地表水厂中不可缺少的净水构筑物, 普通快滤池 (图 5-19) 适用于大、中、小型水厂。

滤池的滤速及滤料组成见表 5-38。

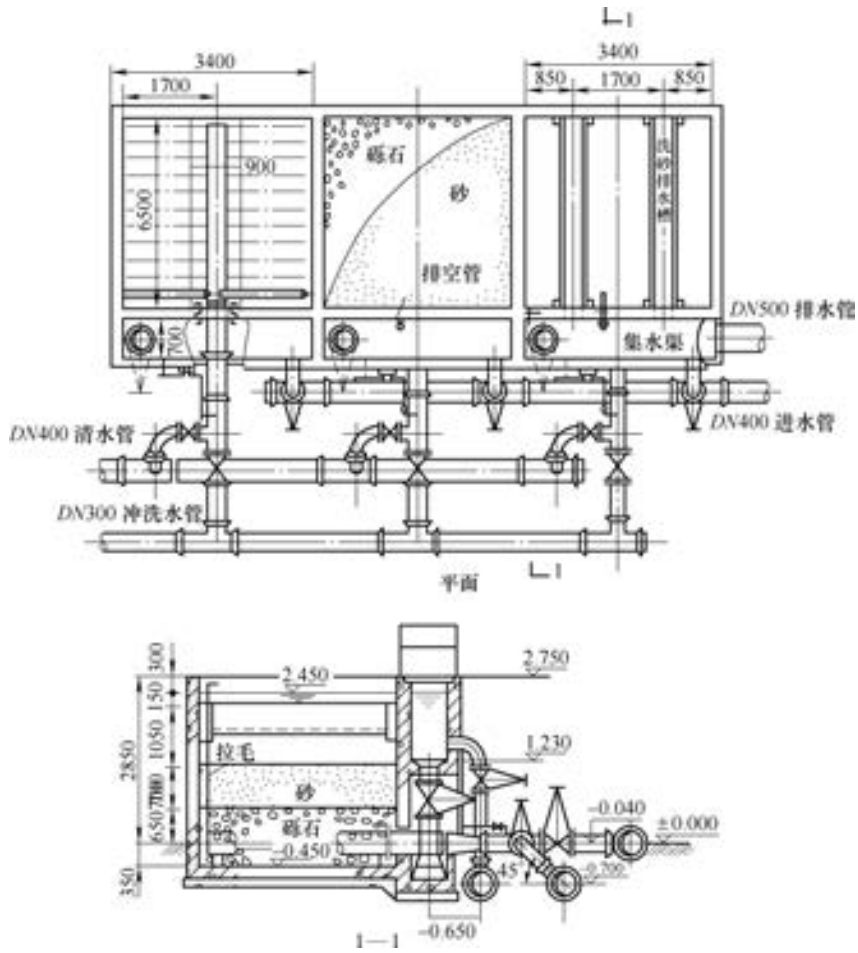


图 5-19 普通快滤池

表 5-38 滤池的滤速及滤料组成

滤料种类	滤料组成			正常滤速/ (m/h)	强制滤速/ (m/h)
	粒径/mm	不均匀系数 K_{80}	厚度/mm		
单层细砂滤料	石英砂 $d_{10} = 0.55$	< 2.0	700	7 ~ 9	9 ~ 2
双层滤料	无烟煤 $d_{10} = 0.85$	< 2.0	300 ~ 400	9 ~ 12	12 ~ 6
	石英砂 $d_{10} = 0.55$	< 2.0	400		
三层滤料	无烟煤 $d_{10} = 0.85$	< 1.7	450	16 ~ 8	20 ~ 24
	石英砂 $d_{10} = 0.50$	< 1.5	250		
	重质矿石 $d_{10} = 0.55$	< 1.7	70		

(续)

滤料种类	滤料组成			正常滤速/ (m/h)	强制滤速/ (m/h)
	粒径/mm	不均匀系数 K_{80}	厚度/mm		
均匀配给 粗砂滤料	石英砂 $d_{10} = 0.9 \sim 1.2$	<1.4	1200 ~ 1500	8 ~ 0	10 ~ 13

注： d_{10} —为有效粒径。滤料的相对密度为：石英砂 2.50 ~ 2.70；无烟煤：1.4 ~ 1.6；重质矿石 4.40 ~ 5.20。

如图 5-20 所示为滤池水泵冲洗示意图，如图 5-21 所示为滤池水塔冲洗示意图。

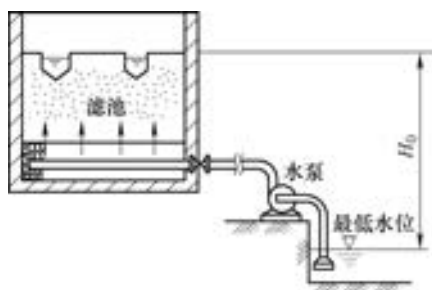


图 5-20 水泵冲洗
 H_0 —高低水位差

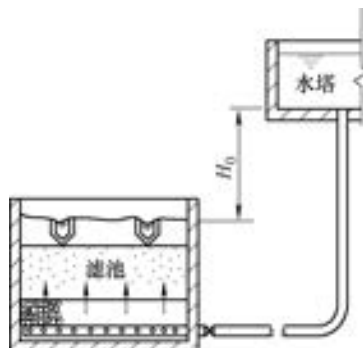


图 5-21 水塔冲洗

气水冲洗强度和冲洗时间见表 5-39。

表 5-39 气水冲洗强度和冲洗时间

滤料种类	先气冲洗		气水同时冲洗			后水冲洗		表面扫洗	
	强度/ ($L/m^2 \cdot s$)	冲洗时 间/min	气强度/ ($L/m^2 \cdot s$)	水强度/ ($L/m^2 \cdot s$)	冲洗时 间/min	强度/ ($L/m^2 \cdot s$)	冲洗时 间/min	强度/ ($L/m^2 \cdot s$)	冲洗时 间/min
单层细砂级 配滤料	15 ~ 20	3 ~ 1	—	—	—	8 ~ 10	7 ~ 5	—	—
双层煤、砂 级配滤料	15 ~ 20	3 ~ 1 2 ~ 1	—	—4	— 4 ~ 3	6.5 ~ 10	6 ~ 5	—	—
单层粗砂均 匀级配滤料	13 ~ 17 (13 ~ 17)	2 ~ 1 (2 ~ 1)	13 ~ 17 (13 ~ 17)	3 ~ 4 (2.5 ~ 3)	4 ~ 3 (5 ~ 4)	4 ~ 8 (4 ~ 6)	8 ~ 5 (8 ~ 5)	1.4 ~ 2.3	全程

注：表中单层粗砂均匀级配滤料中，无括号的数值适用于无表面扫洗的滤池；括号内的数值适用于有表面扫洗的滤池。

5.2.6 消毒

紫外线消毒

生活饮用水紫外线消毒器用直管形石英紫外线低压汞灯及灯管的主要尺寸、外形光电参数如图 5-22 所示、表 5-40、表 5-41。

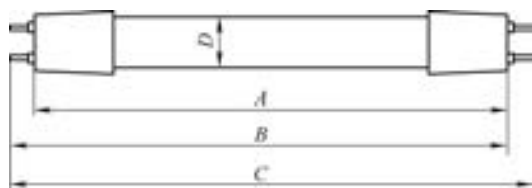


图 5-22 直管形石英紫外线低压汞灯

表 5-40 灯管主要尺寸

灯的功率/W	外形尺寸/mm					灯头型号
	A	B		C	D	
	最大值	最大值	最小值	最大值	最大值	
8	288.3	295.4	293.0	302.5	16	G5
15	437.4	444.5	442.0	451.6	21	G13
20	589.8	596.9	594.5	604.0	21	G13
30	894.6	901.7	899.3	908.8	21	G13
40	1199.4	1206.5	1204.1	1213.6	25	G13

表 5-41 外形光电参数

灯的型号	功率/W		工作电压/V			电流/A		紫外线辐照强度/(W/cm ²)
	额定值	最大值	额定值	最小值	最大值	工作	预热	
ZSZ8 ZSZ8D	8	11	54	44	65	0.19	0.22	≥10
ZSZ15 ZSZ15D	15	18	65	53	70	0.30	0.45	≥30
ZSZ20 ZSZ20D	20	24	80	73	90	0.32	0.43	≥60
ZSZ30 ZSZ30D	30	35	130	120	140	0.30	0.50	≥90
ZSZ40 ZSZ40D	40	43	140	130	150	0.33	0.65	≥100

注：电流为参考值。

城市给排水紫外线消毒设备的选择应符合表 5-42 的规定。

表 5-42 污水处理出水消毒紫外灯适用表

项 目	低 压 灯	低压高强度灯	中 压 灯	备 注
处理流量范围/ (万 m ³ /d)	<5	3~40	>20	
水质条件	SS≤20mg/L UVT≥50%	SS≤20mg/L UVT≥50%	SS>20mg/L UVT<50%	
清洗方式	人工清洗/ 机械清洗	人工清洗/机械 加化学清洗	机械加化学清洗	
电功率	较低	较低	较高	中压灯光电转换效率低，但单根紫外灯输出功率高，所需紫外灯数少
灯管更换费用比较	较高	较高	较低	
水力负荷/ (m ² /d/根紫外灯)	100~200	250~500	1000~2000	

生活饮用水紫外线消毒器的规格及进、出水管管径应符合表 5-43 的规定。

表 5-43 消毒器的规格及进、出水管管径

消毒水量/(m ³ /h)	管径/mm	消毒水量/(m ³ /h)	管径/mm
1	20	20	80
4	40	30	100
8	50	40	100
15	65	50	125

5.2.7 常用消毒剂投加量及与水接触时间

1. 常用消毒剂投加量

氯、漂白粉为 2~20mg/L; 氯胺为 0.5~3.0mg/L; 二氧化氯为 0.1~1.5mg/L; 臭氧为 1~3mg/L。氯消毒化合物的有效氯含量见表 5-44。

表 5-44 含氯化化合物的有效氯含量

化合物	分子量	Cl ⁺ 含量 (%)	有效氯 (%)
Cl ₂	71	50	100
HOCl	52.5	67.7	135.4
NaOCl	74.5	47.7	95.4
Ca(OCl) ₂	143	49.6	99.2
NH ₂ Cl	51.5	69.0	138.0
NHCl ₂	86	82.5	165.0
HCl ₃	120.5	88.5	177.0
ClO ₂	67.5	52.3	263.0

2. 液氯消毒

JSL—73 真空式加氯机流程示意图如图 5-23 所示。

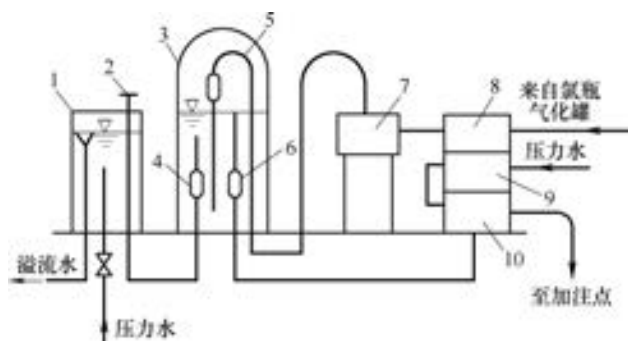


图 5-23 JSL—73 真空式加氯机流程示意

1—水箱 2—水氯调节阀 3—真空罩 4—进水止水阀 5—压差管
6—出流止回阀 7—旋流分离器 8—氯阀 9—水阀 10—水射器

氯瓶中的氯气不能直接用管道加到水中，须经过加氯机后投加，如图 5-24 所示。LS 转子真空加氯机如图 5-25 所示。

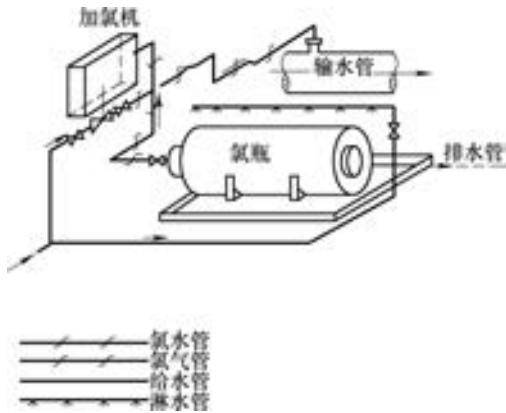


图 5-24 氯的投加

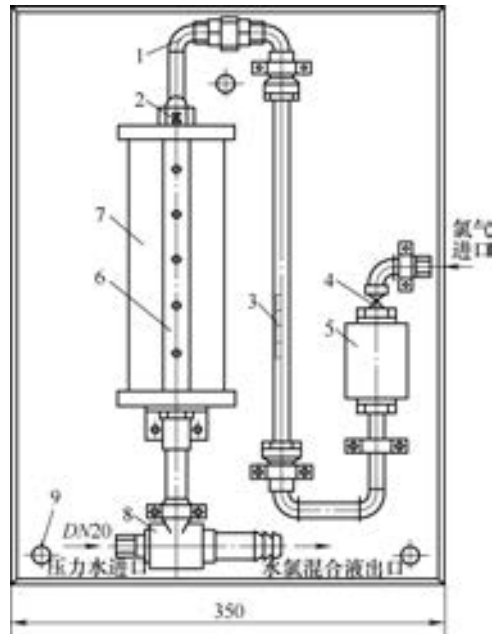


图 5-25 LS 转子真空加氯机
 1—弯管 2—进气阀 3—转子流量计
 4—控制阀 5—过滤器 6—出氯管
 7—真空泵 8—水射器 9—安装螺孔

3. 漂白粉消毒

漂白粉产品应符合表 5-45 要求。

表 5-45 漂白粉产品要求

项 目	规 格		
	B-35	B-32	B-28
	指 标		
有效氯 (以 Cl 计) (%)	≥ 35.0	32.0	28.0
水分 (%)	≤ 4.0	5.0	6.0
总氯量与有效氯之差 (%)	≤ 2.0	3.0	4.0
热稳定系数	≥ 0.75	—	—

各种水源水消毒的漂白粉用量见表 5-46。

表 5-46 各种水源水消毒的漂白粉用量

水 源 种 类	干漂白粉/(g/m ³ 水)	1%漂白粉溶液/(L/m ³ 水)
雨水及污染较轻的地下水	2~4	2~4
污染较轻, 但较浑浊的地下水	4~8	4~8
较浑浊的地面水	8~10	8~10
污染较重及较浑浊的地面水	10~12	10~12

4. 臭氧消毒

臭氧消毒流程如图 5-26 所示。

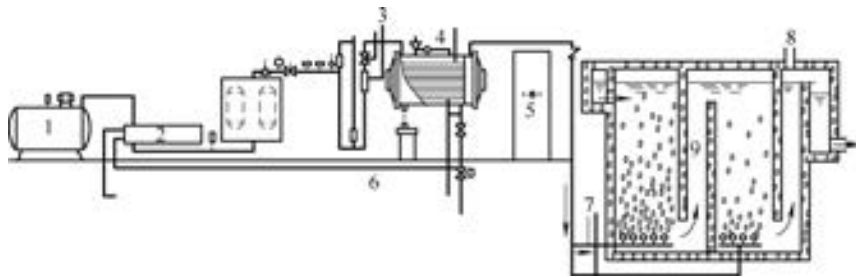


图 5-26 臭氧消毒流程

1—压缩机组 2—换热器 3—空气流量计 4—臭氧发生器 5—电气柜
6—变压器 7—臭氧化空气进口 8—尾气管 9—接触池

常用的消毒剂性能及选择可参见表 5-47。

表 5-47 常用的消毒剂性能

性能	氯、漂白粉	氯 氨	二氧化氯	臭 氧	紫外线辐射
消毒灭细菌	优良 (HOCl)	适中, 较氯差	优良	优良	良好
灭病毒	优良 (HOCl)	差 (接触时间长时效果好)	优良	优良	良好
灭活微生物效果	第三位	第四位	第二位	第一位	
pH 值的影响	消毒效果随 pH 增大而下降, 在 pH=7 左右时加氯较好	受 pH 值的影响小, pH≤7 时主要为二氯胺, pH≥7 时为一氯胺	pH 值的影响比较小, pH 值 > 7 时, 效果稍好	pH 值的影响小, pH 值小时, 剩余 O ₃ 残留较久	对 pH 值变化不敏感
在配水管网中的剩余消毒作用	有	可保持较长时间的余氯量	比氯有更长的剩余消毒时间	无补加氯	无补加氯
副产物生成 THMs	可生成	不大可能	不大可能	不大可能	不大可能
其他中间产物	产生氯化物和氧化中间产物, 如氯胺、氯酚, 氯化有机物等, 某些会产生臭味	产生的中间产物不详, 不会产生氯臭味	产生的中间产物为氯化芳香族化合物, 氯酸盐、亚氯酸盐等	中间产物为醛, 芳族羧酸, 酞酸盐等	产生何种中间产物不详
一般投加量/(mg/L)	2~20	0.5~3.0	0.1~1.5	1~3	
接触时间	30min	2h		数秒至 10min	
适用条件	绝大多数水厂用氯消毒, 漂白粉只用于小水厂	原水中有有机物较多和供水管线较长时, 用氯胺消毒较宜	适用于有机物如酚污染严重时, 需现场制备	制水成本高, 适用于有机物污染严重时。因无持续消毒作用, 在进入管网的水中还应加少量氯消毒	管网中没有持续消毒作用。适用于工矿企业等集中用户用水处理

臭氧发生器对各类气源要求见表 5-48。臭氧发生器额定臭氧产量应符合表 5-49 的规定。

表 5-48 供气气源指标

气源种类		供气压力/MPa	常压露点(℃)	氧气体积分数(%)
空气		≥0.2	≤-55	21
空气 PSA/VPSA 制氧	<1m ³ /h	≥0.1	≤-50	≥90
	≥1m ³ /h	≥0.2	≤-60	≥90
液氧		≥0.25	≤-70	≥99.6

表 5-49 臭氧发生器额定臭氧产量规格

臭氧发生器类型	单位	规格											
		5	10	15	20	25	30	40	50	70	85	100	
小型	g/h	5	10	15	20	25	30	40	50	70	85	100	
中型	g/h	200	300	400	500	700	800	1000					
大型	kg/h	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	10	12	
		15	20	25	30	40	50	60	70	80	100		

5.3 市政污水处理工程

5.3.1 污水厂基础设计

1. 占地面积

污水处理厂所需面积见表 5-50。

表 5-50 污水处理厂所需面积 [单位: 10⁴m²/(10⁴m³·d)]

处理水量/(m ³ /d)	一级处理	二级处理	
		生物滤池	曝气池或高负荷生物滤池
5000	0.5~0.7	2~3	1~1.25
10000	0.8~1.2	4~6	1.5~2.0
15000	1.0~1.5	6~9	1.85~2.5
20000	1.2~1.8	8~16	2.2~3.0
30000	1.6~2.5	12~18	3.0~4.5
40000	2.0~3.2	16~24	4.0~6.0
50000	2.5~3.8	20~30	5.0~7.5
75000	3.75~5.0	30~45	7.5~10.0
100000	5.0~6.5	40~60	10.0~12.5

污水厂附属设施用房的建筑面积可参照表 5-51 所列指标采用。

表 5-51 污水厂附属设施建筑面积指标

(单位: m²)

规 模		I类	II类	III类	IV类	V类
一 级 污 水 厂	辅助生产用房	1420~1645	1155~1420	950~1155	680~950	485~680
	管理用房	1320~1835	1025~1320	815~1025	510~815	385~510
	生活设施用房	890~1035	685~890	545~685	390~545	285~390
	合 计	3630~4515	2865~3630	2310~2865	1580~2310	1155~1580
二 级 污 水 厂	辅助生产用房	1835~2200	1510~1835	1185~1510	940~1185	495~940
	管理用房	1765~2490	1095~1765	870~1095	695~870	410~695
	生活设施用房	1000~1295	850~1000	610~850	535~610	320~535
	合 计	4600~5985	3455~4600	2665~3455	2170~2665	1225~2170

采用活性污泥法的城市污水处理厂用地指标见表 5-52。

表 5-52 采用活性污泥法的城市污水处理厂用地指标

工 艺	处理厂规模/(m ³ /d)	用地指标/[10 ⁴ m ² /(10 ⁴ m ³ ·d)]
鼓风机曝气(传统法, 吸附再生法, 有初次沉淀池)	10000 以下	1.0~1.2
	20000~120000	0.6~0.93 ^①
曝气沉淀池(圆形池, 无初次沉淀池)	10000 以下	0.6~0.90 ^②
分建式曝气(方形池, 有初次沉淀池)	35000~60000	0.70~0.88
深水中层曝气(有初次沉淀池和污泥消化池)	25000	0.64

① 如设污泥消化池, 面积需增 18% 左右。

② 如设初次沉淀池, 面积需增 20%~50%。

2. 污水处理厂运行、维护技术指标

污水厂的处理效率, 一般可按表 5-53 的规定取值。

表 5-53 污水处理厂的处理效率

处理级别	处 理 方 法	主 要 工 艺	处理效率 (%)	
			SS	BOD ₅
一级	沉淀法	沉淀(自然沉淀)	40~55	20~30
二级	生物膜法	初次沉淀、生物膜反应、二次沉淀	60~90	65~90
	活性污泥法	初次沉淀、活性污泥反应、二次沉淀	70~90	65~95

注: 1. 表中 SS 表示悬浮固体量, BOD₅ 表示五日生化需氧量。

2. 活性污泥法根据水质、工艺流程等情况, 可不设置初次沉淀池。

污水处理系统或水泵前, 必须设置格栅。格栅的设计要求见表 5-54。

表 5-54 格栅的设计要求

项 目		内 容
栅条间隙宽度	粗格栅	机械清除时宜为 16~25mm, 人工清除时宜为 25~40mm。特殊情况下, 最大间隙可为 100mm
	细格栅	宜为 1.5~10mm

(续)

项 目		内 容
污水过栅流速		宜采用 0.6 ~ 1.0m/s
格栅的安装 角度	机械清除格栅	宜为 60° ~ 90°
	人工清除格栅	宜为 30° ~ 60°
格栅上部工作平台		其高度应高出格栅前最高设计水位 0.5m 格栅工作平台两侧边道宽度宜采用 0.7 ~ 1.0m。工作平台正面过道宽度，采用机械清除时不应小于 1.5m，采用人工清除时不应小于 1.2m

多斗式平流沉淀池如图 5-27 所示。

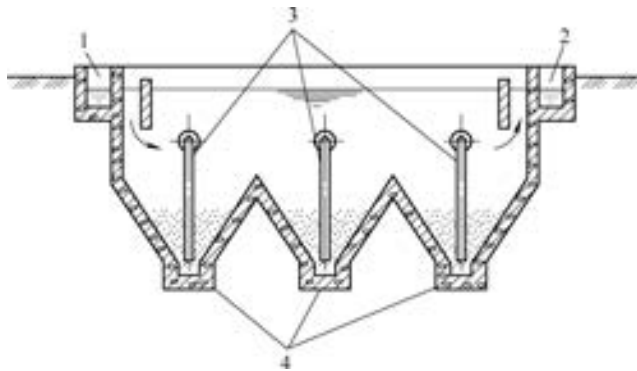


图 5-27 多斗式平流沉淀池

1—进水槽 2—出水槽 3—排泥管 4—污泥斗

竖流式沉淀池如图 5-28 所示。

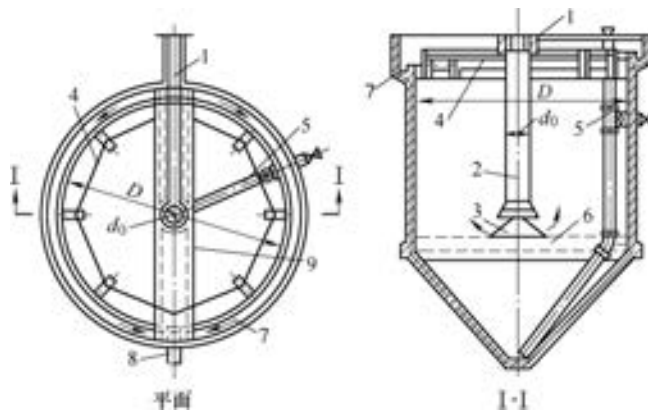


图 5-28 竖流式沉淀池

1—进水槽 2—中心管 3—反射板 4—挡板 5—排泥管
6—缓冲层 7—集水槽 8—出水管 9—过桥

各类沉砂池运行参数见表 5-55。

表 5-55 各类沉砂池运行参数

池型	停留时间/s	流速/(m/s)	曝气强度/ (m ³ 气/m ³ 水)	表面水力符合/ (m ³ /m ² ·h)
平流式沉砂池	30~60	0.15~0.3	—	—
竖流式沉砂池	30~60	0.02~0.1	—	—
曝气式沉砂池	120~240	0.06~0.12 (水平流速) 0.25~0.3 (旋流速度)	0.1~0.2	150~200
比式沉砂池	>30	0.6~0.9	—	150~200
钟式沉砂池	>30	0.15~1.2	—	—

初沉池运行参数见表 5-56。

表 5-56 初沉池运行参数表

池型	表面负荷/(m ³ /m ² ·h)	停留时间/h	含水率 (%)
平流式沉淀池	0.8~2.0	1.0~2.5	95~97
辐流式沉淀池	1.5~3.0	1.0~2.0	95~97

二沉池正常运行参数见表 5-57。

表 5-57 二沉池正常运行参数

池型		表面负荷/ (m ³ /m ² ·d)	固体负荷/ (kg/m ² ·d)	停留时间/h	污泥含水率 (%)
平流式 沉淀池	活性污泥法后	0.6~1.5	≤150	1.5~4.0	99.2~99.6
	生物膜法后	1.0~2.0	≤150	1.5~4.0	96.0~98.0
中心进周边出辐流式沉淀池		0.6~1.5	≤150	1.5~4.0	99.2~99.6
周进周出辐流式沉淀池		1.0~2.5	≤240	1.5~4.0	98.8~99.0

生物反应池正常运行参数见表 5-58。

表 5-58 生物反应池正常运行参数

生物处理类型	污泥负荷/ (kgBOD ₅ /kg MLSS·d)	泥龄/d	外回流 比 (%)	内回流 比 (%)	MLSS/(mg/L)	水力停留 时间/h
传统活性污泥法	0.2~0.4	4~15	25~75	—	1500~2500	4~8
吸附再生法	0.2~0.4	4~15	50~100	—	2500~6000	吸附段 1~3
阶段曝气法	0.2~0.4	4~15	25~75	—	1500~3000	3~8
合建式完全混合曝气法	0.25~0.5	4~15	100~400	—	2000~4000	3~50
A/O 法 (厌氧/好氧法)	0.1~0.4	3.5~7	40~100	—	1800~4500	3~8 (厌氧段 1~2)
A/A/O 法 (厌氧/ 缺氧/好氧法)	0.1~0.3	10~20	20~100	200~400	2500~4000	7~14 (厌氧 段 1~2, 缺氧 段 0.5~3.0)
倒置 A/A/O 法	0.1~0.3	10~20	20~100	200~400	2500~4000	

(续)

生物处理类型		污泥负荷/ (kgBOD_5/kg $\text{MLSS} \cdot \text{d}$)	泥龄/d	外回流 比 (%)	内回流 比 (%)	MLSS/(mg/L)	水力停留 时间/h
AB 法	A 段	3 ~ 4	0.4 ~ 0.7	< 70	—	2000 ~ 3000	0.5
	B 段	0.15 ~ 0.3	15 ~ 20	50 ~ 100	—	2000 ~ 4000	0.5
传统 SBR 法		0.05 ~ 0.15	20 ~ 30	—	—	4000 ~ 6000	4 ~ 12
DAT-IAT 法		0.045	25	—	400	4500 ~ 5500	8 ~ 12
CAST 法		0.070 ~ 0.18	12 ~ 25	20 ~ 35	—	3000 ~ 5500	16 ~ 12
LUCAS/UNITANK 法		0.05 ~ 0.10	15 ~ 20	—	—	2000 ~ 5000	8 ~ 12
MSBR 法		0.05 ~ 0.13	8 ~ 15	30 ~ 50	130 ~ 150	2200 ~ 4000	12 ~ 18
ICEAS 法		0.05 ~ 0.15	12 ~ 25	—	—	3000 ~ 6000	14 ~ 20
卡鲁塞尔式氧化沟		0.05 ~ 0.15	12 ~ 25	75 ~ 150	—	3000 ~ 5500	≥ 16
奥贝尔式氧化沟		0.05 ~ 0.15	12 ~ 18	60 ~ 100	—	3000 ~ 5000	≥ 16
双沟式 (DE 型氧化沟)		0.05 ~ 0.10	10 ~ 30	60 ~ 200	—	2500 ~ 4500	≥ 16
三沟式氧化沟		0.05 ~ 0.10	20 ~ 30	—	—	3000 ~ 6000	≥ 16
水解酸化法		—	15 ~ 20	—	—	7000 ~ 15000	5 ~ 14
延时曝气法		0.05 ~ 0.15	20 ~ 30	50 ~ 150	—	3000 ~ 6000	18 ~ 36

生物膜法工艺正常运行参数见表 5-59。

表 5-59 生物膜法工艺正常运行参数

工 艺	水力负荷/ ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	转盘速度/ (r/min)	BOD 负荷/ ($\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$)	反冲洗周期/h	反冲洗水量 (%)
曝气生物滤池 (BIOFOR)	—	—	—	14 ~ 40	5 ~ 12
低负荷生物滤池	1 ~ 3	—	0.15 ~ 0.30	—	—
高负荷生物滤池	10 ~ 30	—	0.8 ~ 1.2	—	—
生物转盘	0.08 ~ 0.2	0.8 ~ 3.0	0.005 ~ 0.02	—	—

污泥厌氧消化池的运行参数见表 5-60。

表 5-60 污泥厌氧消化池的运行参数

序 号	项 目		厌氧中温消化池	高温消化池
1	温度/($^{\circ}\text{C}$)		33 ~ 35	52 ~ 55
2	日温度变化范围小于/($^{\circ}\text{C}$)		± 1	
3	投配率 (%)		5 ~ 8	5 ~ 12
4	消化池 (一级) 污泥 含水率 (%)	进泥	96 ~ 97	
		出泥	97 ~ 98	
	消化池 (二级) 污泥含水率 (%)	出泥	95 ~ 96	
5	pH 值		6.4 ~ 7.8	

(续)

序号	项目	厌氧中温消化池	高温消化池
6	沼气中主要气体成分 (%)		CH ₄ > 50
			CO ₂ < 40
			CO < 10
			H ₂ S < 1
			O ₂ < 2
7	产气率/(m ³ 气/m ³ 泥)		> 5
8	有机物分解率 (%)		> 40

液氯消毒正常运行参数见表 5-61。

表 5-61 液氯消毒正常运行参数

项目	接触时间/min	加氯间内氯气的最高容许浓度/(mg/m ³)	出水余氯量/(mg/L)
污水	≥30	1	—
再生水	≥30	1	≥0.2 (城市杂用水)
			≥0.05 (工业用水)
			≥1.00 ~ 1.50 (农田灌溉)
			≥0.05 (景观环境水)

注：1. 对于景观环境用水采用非加氯方式消毒时，无此项要求。

2. 表中城市杂用水和工业用水的余氯值均指官网末端。

不同种类臭氧发生器生产每千克臭氧的电耗参数见表 5-62。

表 5-62 不同种类臭氧发生器生产每千克臭氧的电耗参数

发生器种类	臭氧产量/(g/h)	电耗/(kWh/kg·O ₃)
大型	> 1000	≤18
中型	100 ~ 1000	≤20
小型	1.0 ~ 100	≤22
微型	< 1.0	实测

注：表中电耗指标限制不包括净化气源的电耗。

5.3.2 污泥处理方法

1. 膜分离法、膜生物法

膜分离法

内压式中空纤维微滤、超滤系统进水参考值见表 5-63。

表 5-63 内压式中空纤维微滤、超滤系统进水参考值

项目	参 考 值		
	浊度 (NTU)	SS/(mg/L)	矿物油含量/(mg/L)
聚偏氟乙烯 (PVDF)	≤20	≤30	≤3
聚乙烯 (PE)	< 30	≤50	≤3

(续)

膜材质	项目	参 考 值		
		浊度 (NTU)	SS/(mg/L)	矿物油含量/(mg/L)
聚丙烯 (PP)		≤20	≤50	≤5
聚丙烯腈 (PAN)		≤30	(颗粒物粒径 < 5μm)	不允许
聚氯乙烯 (PVC)		<200	≤30	≤8
聚醚砜 (PES)		<200	<150	≤30

外压式中空纤维微滤、超滤系统进水参考值见表 5-64。

表 5-64 外压式中空纤维微滤、超滤系统进水参考值

膜材质	项目	参 考 值		
		浊度 (NTU)	SS/(mg/L)	矿物油含量/(mg/L)
聚偏氟乙烯 (PVDF)		≤50	≤300	≤3
聚丙烯 (PP)		≤30	≤100	≤5

纳滤、反渗透系统进水限值见表 5-65。

表 5-65 纳滤、反渗透系统进水限值

膜材质	项目	限 值		
		浊度 (NTU)	SDI	余氯/(mg/L)
聚酰胺复合膜 (PA)		≤1	≤5	≤0.1
醋酸纤维膜 (CA/CTA)		≤1	≤5	≤0.5

各种膜单元功能适宜性见表 5-66。

表 5-66 各种膜单元功能适宜性

膜单元种类	过滤精度/μm	截留分子量 (Daltons 道尔顿)	功 能	主要用途
微滤 (MF)	0.1 ~ 10	>100000	去除悬浮颗粒、细菌、部分病毒及大尺度胶体	饮用水去浊, 中水回用, 纳滤或反渗透系统预处理
超滤 (UF)	0.002 ~ 0.1	10000 ~ 100000	去除胶体、蛋白质、微生物和大分子有机物	饮用水净化, 中水回用, 纳滤或反渗透系统预处理
纳滤 (NF)	0.001 ~ 0.003	200 ~ 1000	去除多价离子、部分一价离子和分子量 200 ~ 1000Daltons 的有机物	脱除井水的硬度、色度及放射性镭, 部分去除溶解性盐。工艺物料浓缩等
反渗透 (RO)	0.0004 ~ 0.0006	>100	去除溶解性盐及分子量大于 100Daltons 的有机物	海水及苦咸水淡化, 锅炉给水、工业纯水制备, 废水处理及特种分离等

浸没式膜生物法污水处理的设计参数见表 5-67。

表 5-67 浸没式膜生物法污水处理的设计参数

膜 型 式	污泥负荷 $\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	混合液悬浮固体 $/(\text{mg}/\text{L})$	过膜压差 $/\text{kPa}$
中空纤维膜	0.05 ~ 0.15	6000 ~ 12000	0 ~ 60
平板膜	0.05 ~ 0.15	6000 ~ 20000	0 ~ 20

2. 活性污泥法

普通活性污泥法处理流程图如图 5-29 所示。

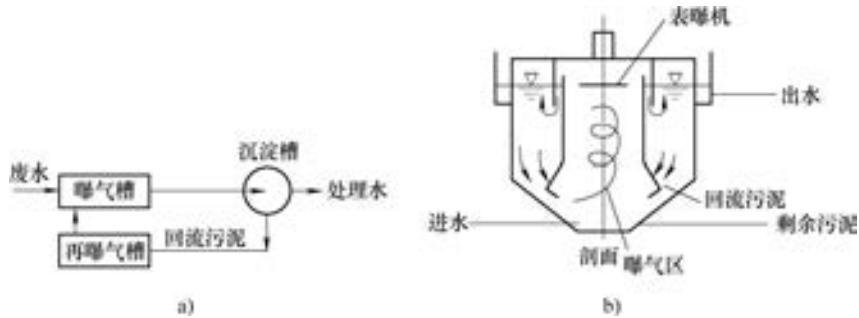


图 5-29 普通活性污泥法处理流程图

a) 吸附再生法 b) 合建式表面曝气池

处理城市污水的生物反应池的主要设计参数，可按表 5-68 的规定取值。

表 5-68 传统活性污泥法去除碳源污染物的主要设计参数

类 别	$L_s/[\text{kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})]$	$X/(\text{g}/\text{L})$	$L_V/[\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})]$	污泥回流比 (%)	总处理效率 (%)
普通曝气	0.2 ~ 0.4	1.5 ~ 2.5	0.4 ~ 0.9	25 ~ 75	90 ~ 95
阶段曝气	0.2 ~ 0.4	1.5 ~ 3.0	0.4 ~ 1.2	25 ~ 75	85 ~ 95
吸附再生曝气	0.2 ~ 0.4	2.5 ~ 6.0	0.9 ~ 1.8	50 ~ 100	80 ~ 90
合建式完全混合曝气	0.25 ~ 0.5	2.0 ~ 4.0	0.5 ~ 1.8	100 ~ 400	80 ~ 90

(1) 缺氧-好氧法活性污泥法 (AAO 法)

AAO 法同步脱氮除磷工艺流程如图 5-30 所示。

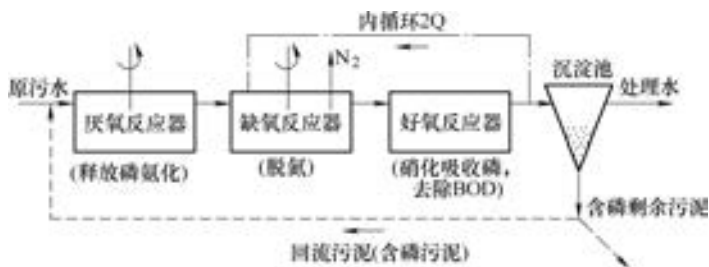


图 5-30 AAO 法同步脱氮除磷工艺流程

缺氧-好氧法生物脱氮的主要设计参数，宜根据试验资料确定；无试验资料时，可采用经验数据或按表 5-69 的规定取值。

表 5-69 缺氧-好氧法生物脱氮的主要设计参数

项 目	单 位	参 数 值
BOD ₅ 污泥负荷 L_s	kgBOD ₅ /(kgMLSS · d)	0.05 ~ 0.15
总氮负荷率	kgTN/(kgMLSS · d)	≤ 0.05
污泥浓度 (MLSS) X	g/L	2.5 ~ 4.5
污泥龄 θ_c	d	11 ~ 23
污泥产率 Y	kgVSS/kgBOD ₅	0.3 ~ 0.6
需氧量 O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1 ~ 2.0
水力停留时间 HRT	h	8 ~ 16
		其中缺氧段 0.5 ~ 3.0h
污泥回流比 R	%	50 ~ 100
混合液回流比 R_i	%	100 ~ 400
总处理效率 η	%	90 ~ 95 (BOD ₅)
		60 ~ 85 (TN)

AAO 污染物去除率见表 5-70。

表 5-70 AAO 污染物去除率

污水类别	主体工艺	污染物去除率 (%)					
		化学耗氧量 (COD _{Cr})	五日生化需氧量 (BOD ₅)	悬浮物 (SS)	氨氮 (NH ₃ -N)	总氮 (TN)	总磷 (TP)
城镇污水	预(前)处理 + AAO 反应池 + 二沉池	70 ~ 90	80 ~ 95	80 ~ 95	80 ~ 95	60 ~ 85	60 ~ 90
工业废水	预(前)处理 + AAO 反应池 + 二沉池	70 ~ 90	70 ~ 90	70 ~ 90	80 ~ 90	60 ~ 80	60 ~ 90

缺氧-好氧工艺设计参数见表 5-71。

表 5-71 缺氧-好氧工艺设计参数

项 目	符 号	单 位	参 数 值	
反应池五日生化需氧量污泥负荷	L_s	kgBOD ₅ /(kgMLVSS · d)	0.07 ~ 0.21	
		kgBOD ₅ /(kgMLSS · d)	0.05 ~ 0.15	
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	kgMLSS/L	2.0 ~ 4.5	
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度	X_v	kgMLVSS/L	1.4 ~ 3.2	
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	y	设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.65 ~ 0.75
		不设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.5 ~ 0.65
设计污泥龄	θ_c	d	10 ~ 25	
污泥产率系数	Y	设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.3 ~ 0.6
		不设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.5 ~ 0.8
缺氧水力停留时间	t_n	h	2 ~ 4	
好氧水力停留时间	t_o	h	8 ~ 12	

(续)

项 目	符号	单 位	参 数 值
总水力停留时间	HRT	h	10 ~ 16
污泥回流比	R	%	50 ~ 100
混合液回流比	R_i	%	100 ~ 400
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1 ~ 2.0
BOD ₅ 总处理率	η	%	90 ~ 95
NH ₃ -N总处理率	η	%	85 ~ 95
TN总处理率	η	%	60 ~ 85

(2) 厌氧-好氧法活性污泥法 (APO 法)

厌氧-好氧法生物除磷的主要设计参数, 宜根据试验资料确定; 无试验资料时, 可采用经验数据或按表 5-72 的规定取值。

表 5-72 厌氧/好氧法 (APO 法) 生物除磷的主要设计参数

项 目	单 位	参 数 值
BOD ₅ 污泥负荷 L_s	kgBOD ₅ /kgMLSS · d	0.4 ~ 0.7
污泥浓度 (MLSS) X	g/L	2.0 ~ 4.0
污泥龄 θ_c	d	3.5 ~ 7
污泥产率 Y	kgVSS/kgBOD ₅	0.4 ~ 0.8
污泥含磷率	kgTP/kgVSS	0.03 ~ 0.07
需氧量 O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	0.7 ~ 1.1
水力停留时间 HRT	h	3 ~ 8h
		其中厌氧段 1 ~ 2h
		AP : O = 1 : 2 ~ 1 : 3
污泥回流比 R	%	40 ~ 100
总处理效率 η	%	80 ~ 90 (BOD ₅)
	%	75 ~ 85 (TP)

厌氧-好氧法生物除磷的主要设计参数, 宜根据试验资料确定; 无试验资料时, 可采用经验数据或按表 5-73 的规定取值。

表 5-73 厌氧-好氧法生物除磷的主要设计参数

项 目	单 位	参 数 值
BOD ₅ 污泥负荷 L_s	kgBOD ₅ /kgMLSS · d	0.4 ~ 0.7
污泥浓度 (MLSS) X	g/L	2.0 ~ 4.0
污泥龄 θ_c	d	3.5 ~ 7
污泥产率 Y	kgVSS/kgBOD ₅	0.4 ~ 0.8
污泥含磷率	kgTP/kgVSS	0.03 ~ 0.07
需氧量 O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	0.7 ~ 1.1

(续)

项 目	单 位	参 数 值
水力停留时间 HRT	h	3 ~ 8h
		其中厌氧段 1 ~ 2h
		$A_p : O = 1 : 2 \sim 1 : 3$
污泥回流比 R	%	40 ~ 100
总处理效率 η	%	80 ~ 90 (BOD ₅)
	%	75 ~ 85 (TP)

厌氧-好氧工艺的主要设计参数见表 5-74。

表 5-74 厌氧-好氧工艺的主要设计参数

项 目 名 称	符 号	单 位	参 数 值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	L_s	kgBOD ₅ /(kgMLVSS · d)	0.30 ~ 0.60
		kgBOD ₅ /(kgMLSS · d)	0.20 ~ 0.40
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	gMLSS/L	2.0 ~ 4.0
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度	X_v	gMLVSS/L	1.4 ~ 2.8
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	y	设初沉池 gMLVSS/gMLSS	0.65 ~ 0.75
		不设初沉池 gMLVSS/gMLSS	0.5 ~ 0.65
设计污泥泥龄	θ_c	d	3 ~ 7
污泥产率系数	Y	设初沉池 kgVSS/kgBOD ₅	0.3 ~ 0.6
		不设初沉池 kgVSS/kgBOD ₅	0.5 ~ 0.8
厌氧水力停留时间	t_p	h	1 ~ 2
好氧水力停留时间	t_o	h	3 ~ 6
总水力停留时间	HRT	h	4 ~ 8
污泥回流比	R	%	40 ~ 100
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	0.7 ~ 1.1
BOD ₅ 总处理率	η	%	80 ~ 95
TP 总处理率	η	%	75 ~ 90

(3) 厌氧-缺氧-好氧法活性污泥法

厌氧-缺氧-好氧法生物脱氮除磷的主要设计参数，宜根据试验资料确定；没有试验资料时，可采用经验数据或按表 5-75 的规定取值。

表 5-75 厌氧-缺氧-好氧法生物脱氮除磷的主要设计参数

项 目	单 位	参 数 值
BOD 污泥负荷 L_s	kgBOD ₅ /kgMLSS · d	0.1 ~ 0.2
污泥浓度 (MLSS) X	g/L	2.5 ~ 4.5
污泥龄 θ_c	d	10 ~ 20
污泥产率 Y	kgVSS/kgBOD ₅	0.3 ~ 0.6

(续)

项 目	单 位	参 数 值
需氧量 O_2	$\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$	1.1 ~ 1.8
水力停留时间 HRT	h	7 ~ 14
		其中厌氧 1 ~ 2h
		缺氧 0.5 ~ 3h
污泥回流比 R	%	20 ~ 100
混合液回流比 R_i	%	≥ 200
总处理效率 η	%	85 ~ 95 (BOD_5)
	%	50 ~ 75 (TP)
	%	55 ~ 80 (TN)

厌氧-缺氧-好氧工艺的主要设计参数见表 5-76。

表 5-76 厌氧-缺氧-好氧工艺的主要设计参数

项 目 名 称		符 号	单 位	参 数 值
反应池五日生化需氧量污泥负荷		L_s	$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$	0.07 ~ 0.21
			$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.05 ~ 0.15
反应池混合液悬浮固体平均浓度		X	kgMLSS/L	2.0 ~ 4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度		XV	kgMLVSS/L	1.4 ~ 3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	y	gMLVSS/gMLSS	0.65 ~ 0.7
	不设初沉池		gMLVSS/gMLSS	0.5 ~ 0.65
设计污泥泥龄		θ_c	d	10 ~ 25
污泥产率系数	设初沉池	Y	kgVSS/kgBOD_5	0.3 ~ 0.6
	不设初沉池		kgVSS/kgBOD_5	0.5 ~ 0.8
厌氧水力停留时间		t_p	h	1 ~ 2
缺氧水力停留时间		t_n	h	2 ~ 4
好氧水力停留时间		t_o	h	8 ~ 12
总水力停留时间		HRT	h	11 ~ 18
污泥回流比		R	%	40 ~ 100
混合液回流比		R_i	%	100 ~ 400
需氧量		O_2	$\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$	1.1 ~ 1.8
BOD_5 总处理率		η	%	85 ~ 95
$\text{NH}_3 - \text{N}$ 总处理率		η	%	80 ~ 90
TN 总处理率		η	%	55 ~ 80
TP 总处理率		η	%	60 ~ 80

(4) 寒冷地区污水活性污泥法

如图 5-31 所示为一种采用表面曝气叶轮的圆形曝气沉淀池。
曝气池推荐设计参数见表 5-77。

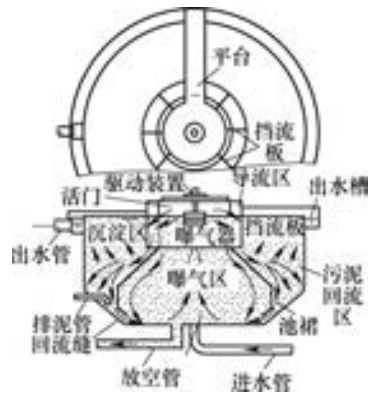


图 5-31 曝气沉淀池示意图

表 5-77 曝气池推荐设计参数

项 目	设计参数
曝气池水温/($^{\circ}\text{C}$)	5 ~ 10
污泥负荷 $F/(\text{kgBOD}_5/\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.15 ~ 0.25
混合液污泥浓度 $\text{MLSS}/(\text{g/L})$	2.0 ~ 3.0
污泥回流比 (%)	50 ~ 100
曝气时间/h	6 ~ 8

注：当水温低时，处理水质要求高时，污泥负荷取小值。当水温高，原水浓度较高时，曝气时间取大值。

低温季节沉淀池运行参数见表 5-78。

表 5-78 低温季节沉淀池运行参数

沉淀池类型	沉淀时间/h	表面负荷/ $(\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h})$
初沉池	1.5 ~ 2.0	1.5 ~ 2.5
二沉池	2.0 ~ 2.5	0.8 ~ 1.3

(5) 序批式活性污泥法污水处理

SBP 污水处理工艺的污染物去除率设计值见表 5-79。

表 5-79 SBP 污水处理工艺的污染物去除率设计值

污水类别	主体工艺	污染物去除率 (%)					
		悬浮物 (SS)	五日生化需氧量 (BOD_5)	化学耗氧量 (COD_{Cr})	氨氮 $\text{NH}_3 - \text{N}$	总氮 TN	总磷 TP
城镇污水	初次沉淀 * + SBR	70 ~ 90	80 ~ 95	80 ~ 90	85 ~ 95	60 ~ 85	50 ~ 85
工业废水	预处理 + SBR	70 ~ 90	70 ~ 90	70 ~ 90	85 ~ 95	55 ~ 85	50 ~ 85

* 应根据水质、SBR 工艺类型等情况，决定是否设置初次沉淀池。

去除碳源污染物的主要设计参数见表 5-80。

表 5-80 去除碳源污染物的主要设计参数

项目名称		符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷		L_s	$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$	0.25 ~ 0.50
			$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.10 ~ 0.25
反应池混合液悬浮固体平均浓度		X	kgMLSS/m^3	3.0 ~ 5.0
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度		X_v	$\text{kgMLVSS}/\text{m}^3$	1.5 ~ 3.0
污泥产率系数	设初沉池	Y	$\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$	0.3
	不设初沉池		$\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$	0.6 ~ 1.0
总水力停留时间		HRT	h	8 ~ 20
需氧量		O_2	$\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$	1.1 ~ 1.8
活性污泥容积指数		SVI	mL/g	70 ~ 100
充水比		m		0.40 ~ 0.50
BOD ₅ 总处理率		η	%	80 ~ 95

去除氨氮污染物的主要设计参数见表 5-81。

表 5-81 去除氨氮污染物的主要设计参数

项目名称		符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷		L_s	$\text{kgBOD}_5 (\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$	0.10 ~ 0.30
			$\text{kgBOD}_5 (\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.07 ~ 0.20
反应池混合悬浮固体平均浓度		X	kgMLSS/m_3	3.0 ~ 5.0
污泥产率系数		Y	$\text{kgvSS}/\text{kgBOD}_5$	0.4 ~ 0.8
			$\text{kgvSS}/\text{kgBOD}_5$	0.6 ~ 1.0
总水力停留时间		HRT	h	10 ~ 29
需氧量		O_2	$\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$	1.1 ~ 2.0
活性污泥容积指数		SVI	mL/g	70 ~ 120
充水比		m		0.30 ~ 0.40
BOD ₅ 总处理率		η	%	90 ~ 95
NH ₃ —N 总处理率		η	%	85 ~ 95

生物脱氮的主要设计参数见表 5-82。

表 5-82 生物脱氮的主要设计参数

项目名称		符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷		L_s	$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.06 ~ 0.20
			$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.04 ~ 0.13
反应池混合悬浮固体平均浓度		X	kgMLSS/m^3	3.0 ~ 5.0
总单位负荷率		X_v	$\text{kgTN}/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	≤ 0.05
污泥产率系数	设初沉池	Y	$\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$	3.0 ~ 0.6
	不设初沉池		$\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$	0.5 ~ 0.8

(续)

项目名称	符号	单位	参数值
缺氧水力停留时间占反应时间比例		%	20
好氧水力停留时间占反应时间比例		%	80
总水力停留时间	<i>HRT</i>	h	15 ~ 30
需氧量	O_2	kg O_2 /kgBOD ₅	0.7 ~ 1.1
活性污泥容积指数	<i>SVI</i>	mL/g	70 ~ 140
充水比	<i>m</i>		0.30 ~ 0.35
BOD ₅ 总处理率	η	%	90 ~ 95
NH ₃ -N 总处理率	η	%	85 ~ 95
TN 总处理率	η	%	60 ~ 85

生物脱氮除磷的主要设计参数见表 5-83。

表 5-83 生物脱氮除磷的主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	L_s	kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.15 ~ 0.25
		kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.07 ~ 0.15
反应池混合悬浮固体平均浓度	<i>X</i>	kgMLSS/m ³	2.5 ~ 4.5
总单位负荷率		kgTN/(kgMLSS·d)	
污泥产率系数	<i>Y</i>	设初沉池 kgVSS/kgBOD ₅	0.3 ~ 0.6
		不设初沉池 kgVSS/kgBOD ₅	0.5 ~ 0.8
缺氧水力停留时间占反应时间比例		%	5 ~ 10
好氧水力停留时间占反应时间比例		%	10 ~ 15
总水力停留时间	<i>HRT</i>	h	20 ~ 30
污泥回流比 (仅适用于 CASS 或 CAST)	<i>R</i>	%	20 ~ 100
混合液回流比 (仅适用于 CASS 或 CAST)	R_i	%	
需氧量	O_2	kg O_2 /kgBOD ₅	1.5 ~ 2.0
活性污泥容积指数	<i>SVI</i>	mL/g	70 ~ 140
充水比	<i>m</i>		0.30 ~ 0.35
BOD ₅ 总处理率	η	%	85 ~ 95
TP 总处理率	η	%	50 ~ 75
TN 总处理率	η	%	55 ~ 80

生物除磷的主要设计参数见表 5-84。

表 5-84 生物除磷的主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池五日生化需氧量污泥负荷	L_s	$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$	0.4 ~ 0.7
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	kgMLSS/m^3	2.0 ~ 4.0
反应池污泥产率系数	Y	$\text{kgVSS}/\text{kgBOD}_5$	0.4 ~ 0.8
厌氧水力停留时间占反应时间比例		%	25 ~ 33
好氧水力停留时间占反应时间比例		%	67 ~ 75
总水力停留时间	HRT	h	3 ~ 8
需氧量	O_2	$\text{kgO}_2/\text{kgBOD}_5$	0.7 ~ 1.1
活性污泥容积指数	SVI	mL/g	70 ~ 140
充水比	m		0.30 ~ 0.40
污泥含磷率		kgTP/kgVSS	0.03 ~ 0.07
污泥回流比 (仅适用于 CASS 或 CAST)		%	40 ~ 100
TP 总处理率	η	%	75 ~ 85

连续和间歇曝气工艺 (DAT-IAT) 的主要设计参数见表 5-85。

表 5-85 连续和间歇曝气工艺 (DAT-IAT) 的主要设计参数

项 目	符号	单 位	主要设计参数				
			去除含碳有机物	要求硝化	要求硝化、反硝化	好氧污泥稳定	
反应池五日生化需氧量污泥负荷	L_s	$\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$	0.1*	0.07 ~ 0.09	0.07	0.05	
混合液悬浮固体浓度	X	kgMLSS/m^3	DAT	2.5 ~ 4.5	2.5 ~ 4.5	2.5 ~ 4.5	2.5 ~ 4.5
			IAT	3.5 ~ 5.5	3.5 ~ 5.5	3.5 ~ 5.5	3.5 ~ 5.5
			平均值	3.0 ~ 5.0*	3.0 ~ 5.0	3.0 ~ 5.0	3.0 ~ 5.0
混合液回流比	R	%	100 ~ 400	100 ~ 400	400 ~ 600	100 ~ 400	
污泥龄	θ_c	d	>6 ~ 8	>10	>12	>20	
DAT/IAT 的容积比			1	>1	>1	>1	
充水比	m		0.17 ~ 0.33*	0.17 ~ 0.33	0.17 ~ 0.33	0.17 ~ 0.33	
IAT 周期时间	t	h	3	3	3	3	

* 高负荷时 L_s 为 0.1 ~ 0.4 $\text{kgBOD}_5/(\text{kgMLVSS} \cdot \text{d})$, MLSS 平均浓度为 1.5 ~ 2.0 kgMLSS/m^3 , 充水比 m 为 0.25 ~ 0.5。

(6) 氧化沟活性污泥法污水处理

常见的氧化沟构造形式如图 5-32 所示。

综合生活污染水量总变化系数见表 5-86。

表 5-86 综合生活污染水量总变化系数

平均日流量/(L/s)	5	15	40	70	100	200	500	≥ 1000
总变化系数	2.3	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

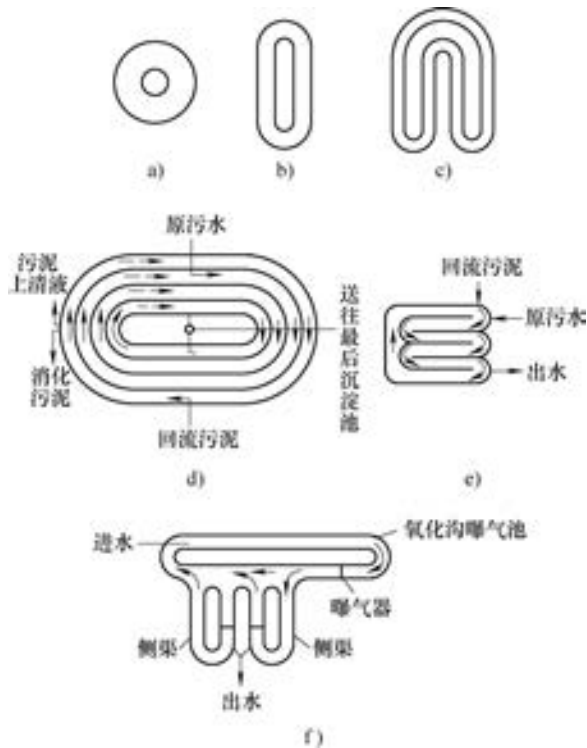


图 5-32 常见的氧化沟构造形式

氧化沟污染物去除率见表 5-87。

表 5-87 氧化沟污染物去除率

污水类别	主体工艺	污染物去除率 (%)					
		悬浮物 (SS)	五日生化需氧量 (BOD ₅)	化学耗氧量 (COD _{Cr})	TN	NH ₃ - N	TP
城镇污水	预 (前) 处理 + 氧化沟、二沉池	70 ~ 90	80 ~ 95	80 ~ 90	55 ~ 85	85 ~ 95	50 ~ 75
工业废水	预 (前) 处理 + 氧化沟、二沉池	70 ~ 90	70 ~ 90	70 ~ 90	45 ~ 85	70 ~ 95	40 ~ 75

注：根据水质、工艺流程等情况，可不设置初沉池，根据沟型需要可设置二沉池。

去除碳源污染物主要设计参数见表 5-88。

表 5-88 去除碳源污染物主要设计参数

项目名称		符号	单位	参数值
反应池 BOD ₅ 污泥负荷		L _s	kgBOD ₅ / (kgMLVSS · d)	0.14 ~ 0.36
			kgBOD ₅ / (kgMLSS · d)	0.10 ~ 0.25
反应池混合液悬浮固体平均浓度		X	kgMLSS/L	2.0 ~ 4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度		X _v	kgMLVSS/L	1.4 ~ 3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	y	gMLVSS/gMLSS	0.7 ~ 0.8
	不设初沉池		gMLVSS/gMLSS	0.5 ~ 0.7

(续)

项目名称	符号	单位	参数值
BOD ₅ 容积负荷	L_V	kgBOD ₅ /(m ³ ·d)	0.20~2.25
设计污泥泥龄 (供参考)	θ_c	d	5~15
污泥产率系数	设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.3~0.6
	不设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.6~1.0
总水力停留时间	HRT	h	4~20
污泥回流比	R	%	50~100
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1~1.8
BOD ₅ 总处理率	η	%	75~95

生物脱氮主要设计参数见表 5-89。生物脱氮除磷主要设计参数见表 5-90。

表 5-89 生物脱氮主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池 BOD ₅ 污泥负荷	L_S	kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.07~0.21
		kgBOD ₅ /(kgMLSS·d)	0.05~0.15
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	kgMLSS/L	2.0~4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度	X_V	kgMLVSS/L	1.4~3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.65~0.75
	不设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.5~0.65
BOD ₅ 容积负荷	L_V	kgBOD ₅ /(m ³ ·d)	0.12~0.50
总氮负荷率	L_{TN}	kgTN/(kgMLSS·d)	≤0.05
设计污泥泥龄 (供参考)	θ_c	d	12~25
污泥产率系数	设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.3~0.6
	不设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.5~0.8
污泥回流比	R	%	50~100
缺氧水力停留时间	t_n	h	1~4
好氧水力停留时间	t_o	h	6~14
总水力停留时间	HRT	h	7~18
混合液回流比	R_i	%	100~400
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1~2.0
BOD ₅ 总处理率	η	%	90~95
NH ₃ -N 总处理率	η	%	85~95
TN 总处理率	η	%	60~85

表 5-90 生物脱氮除磷主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池 BOD ₅ 污泥负荷	L_S	kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.10~0.21
		kgBOD ₅ /(kgMLSS·d)	0.07~0.15

(续)

项目名称	符号	单位	参数值
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	kgMLSS/L	2.0~4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度	X_V	kgMLVSS/L	1.4~3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.65~0.7
	不设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.5~0.65
BOD ₅ 容积负荷	L_V	kgBOD ₅ /(m ₃ ·d)	0.20~0.7
总氮负荷率	L_{TN}	kgTN/(kgMLSS·d)	≤0.06
设计污泥泥龄 (供参考)	θ_c	d	12~25
污泥产率系数	设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.3~0.6
	不设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.5~0.8
厌氧水力停留时间	t_p	h	1~2
缺氧水力停留时间	t_n	h	1~4
好氧水力停留时间	t_o	h	6~12
总水力停留时间	HRT	h	8~18
污泥回流比	R	%	50~100
混合液回流比	R_i	%	100~400
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.1~1.8
BOD ₅ 总处理率	η	%	85~95
TP 总处理率	η	%	50~75
TN 总处理率	η	%	55~80

延时曝气氧化沟主要设计参数见表 5-91。

表 5-91 延时曝气氧化沟主要设计参数

项目名称	符号	单位	参数值
反应池 BOD ₅ 污泥负荷	L_s	kgBOD ₅ /(kgMLVSS·d)	0.04~0.11
		kgBOD ₅ /(kgMLSS·d)	0.03~0.08
反应池混合液悬浮固体平均浓度	X	kgMLSS/L	2.0~4.5
反应池混合液挥发性悬浮固体平均浓度	X_V	kgMLVSS/L	1.4~3.2
MLVSS 在 MLSS 中所占比例	设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.65~0.7
	不设初沉池	gMLVSS/gMLSS	0.5~0.65
BOD ₅ 容积负荷	L_V	kgBOD ₅ /(m ₃ ·d)	0.06~0.36
设计污泥泥龄 (供参考)	θ_c	d	>15
污泥产率系数	设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.3~0.6
	不设初沉池	kgVSS/kgBOD ₅	0.4~0.8
污泥回流比	R	%	75~150
混合液回流比	R_i	%	100~400
需氧量	O_2	kgO ₂ /kgBOD ₅	1.5~2.0
总水力停留时间	HRT	h	≥16
BOD ₅ 总处理效率	η	%	95

导流墙（一道）的设置参考数据见表 5-92。

表 5-92 导流墙（一道）的设置参考数据

转刷长度（直径）/m	氧化沟沟宽/m	导流墙偏心距/m	导流墙半径/m
3.0	4.15	0.35	2.25
4.5	5.56	0.50	3.00
6.0	7.15	0.65	3.75
7.5	8.65	0.60	4.50
9.0	10.15	0.95	5.25

氧化沟曝气设备性能见表 5-93。

表 5-93 氧化沟曝气设备性能

名 称	适应条件	技术性能	
		充氧能力	动力效率
转刷曝气机	$D = 400 \sim 1000\text{mm}$ $h = 0.1 \sim 0.3\text{m}$ $n = 50 \sim 80\text{r/min}$	$4 \sim 8\text{kgO}_2/(\text{m} \cdot \text{h})$	$1.5 \sim 2.5\text{kgO}_2/\text{kWh}$
盘式曝气机	$D = 1000 \sim 1300\text{mm}$ $h = 0.2 \sim 0.4\text{m}$ $n = 43 \sim 75\text{r/min}$	$0.26 \sim 0.86\text{kgO}_2/(\text{盘} \cdot \text{h})$	$0.9 \sim 1.5\text{kgO}_2/\text{kWh}$
垂直轴表面曝气机	—	—	$1.8 \sim 2.3\text{kgO}_2/\text{kWh}$
自吸螺旋曝气机	—	—	$1.8 \sim 2.0\text{kgO}_2/\text{kWh}$
射流曝气机	—	—	$0.6 \sim 0.8\text{kgO}_2/\text{kWh}$

注：D 为转刷直径，h 为浸没深度，n 为转速。

3. 自然生物处理

如图 5-33 所示为典型的兼性稳定塘的生态系统，其中包括好氧区、厌氧区及两者之间的兼性区。

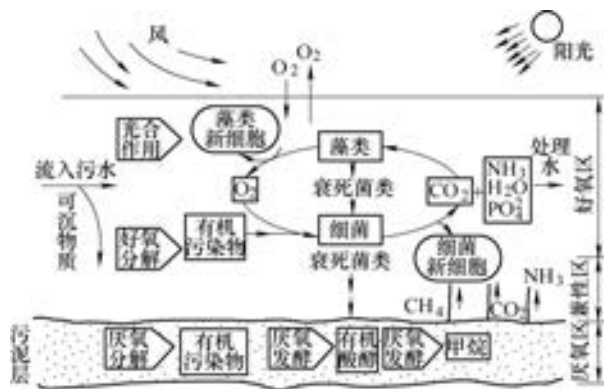


图 5-33 兼性稳定塘的生态系统

5.3.3 污泥处理

1. 污泥泥质

污泥泥质基本控制项目和限值见表 5-94。

表 5-94 污泥泥质基本控制项目和限值

序号	控制项目	限值
1	pH	5 ~ 10
2	含水率 (%)	< 80
3	粪大肠菌群菌值	> 0.01
4	细菌总数/(MPN/kg 干污泥)	< 10 ⁵

污泥泥质选择性控制项目和限值见表 5-95。

表 5-95 污泥泥质选择性控制项目和限值 (单位: mg/kg 干污泥)

控制项目	限值	控制项目	限值
总镉	< 20	总锌	< 4000
总汞	< 25	总镍	< 200
总铅	< 1000	矿物油	< 3000
总铬	< 1000	挥发酚	< 40
总砷	< 75	总氢化物	< 10
总铜	< 1500		

城镇污水处理农用污泥污染物浓度限制见表 5-96。

表 5-96 城镇污水处理农用污泥污染物浓度限制

控制项目	限值/(mg/kg)		控制项目	限值/(mg/kg)	
	A 级污泥	B 级污泥		A 级污泥	B 级污泥
总砷	< 30	< 75	总铅	< 300	< 1000
总镉	< 3	< 15	总锌	< 1500	< 3000
总铬	< 500	< 1000	苯并(a)芘	< 2	< 3
总铜	< 500	< 1500	矿物油	< 500	< 3000
总汞	< 3	< 15	多环芳烃	< 5	< 6
总镍	< 100	< 200			

城镇污水处理园林绿化用污泥污染物浓度限制见表 5-97。

表 5-97 城镇污水处理园林绿化用污泥污染物浓度限制

序号	控制项目	限值	
		在酸性土壤 (pH < 6.5) 上	在酸性土壤 (pH ≥ 6.5) 上
1	总镉/(mg/kg 干污泥)	<5	<20
2	总汞/(mg/kg 干污泥)	<5	<15
3	总铅 (mg/kg 干污泥)	<300	<1000
4	总铬 (mg/kg 干污泥)	<600	<1000
5	总砷 (mg/kg 干污泥)	<75	<75
6	总镍 (mg/kg 干污泥)	<100	<200
7	总锌 (mg/kg 干污泥)	<2000	<4000
8	总铜 (mg/kg 干污泥)	<800	<1500
9	硼 (mg/kg 干污泥)	<150	<150
10	矿物油 (mg/kg 干污泥)	<3000	<3000
11	苯并 (a) 花/(mg/kg 干污泥)	<3	<3
12	多氯代二苯并二恶英/多氯二苯口门呔喃 (PCDD/PCDF 单位: ng; 毒性单位: mg/kg)	<100	<100
13	可吸附有机卤化物 (AOX) (以 Cl 计)/(mg/kg 干污泥)	<500	<500
14	多氯联苯 (PCBs) / (mg/kg 干污泥)	<0.2	<0.2

2. 污泥浓缩

污泥的屈服剪应力 τ_0 和塑性粘度 μ_{PL} 值见表 5-98。

表 5-98 污泥的屈服剪应力 τ_0 和塑性粘度 μ_{PL} 值

污泥种类	温度/(°C)	固体浓度 (%)	τ_0 /(kg/m ²)	μ_{PL} /[kg/(m·s)]
水	20	0	0	0.001
初次污泥	12	6.7	4.386	0.028
消化污泥	17	10	1.530	0.092
	17	12	2.244	0.098
	17	14	2.958	0.101
	17	16	4.386	0.116
	17	18	6.222	0.118
活性污泥	20	0.4	0.0102	0.006
	20	0.3	0.00714	0.005
	20	0.2	0.00204	0.004

重力浓缩池主要用于浓缩初次污泥及初次污泥和剩余活性污泥的混合污泥, 按其运转方

式可以分为连续式和间歇式，按池型可以分为圆形和矩形如图 5-34、图 5-35 所示。

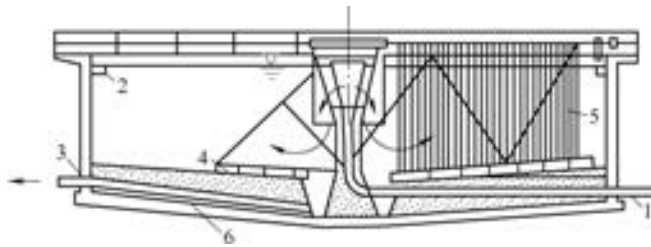


图 5-34 连续流浓缩池（带刮泥机及栅条）

1—中心进泥管 2—上清液溢流堰 3—底流排除管
4—刮泥机 5—搅动栅 6—钢筋混凝土

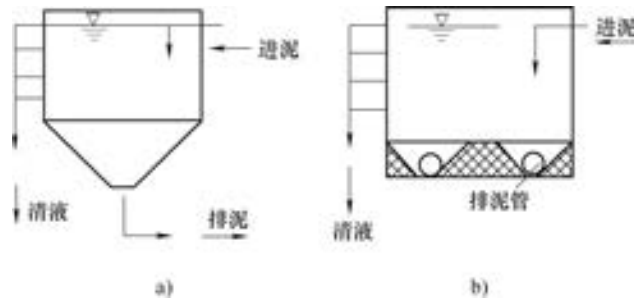


图 5-35 间歇流浓缩池

污泥固体负荷及含水率见表 5-99。

表 5-99 污泥固体负荷及含水率

污泥种类	进泥含水率 (%)	污泥固体负荷/ [kg/(m ² ·d)]	浓缩后污泥含水率 (%)
初次沉淀污泥	95 ~ 97	80 ~ 120	90 ~ 92
活性污泥	99.2 ~ 99.6	20 ~ 30; 60 ~ 90 ^①	97.5
在初次沉淀池中投入剩余污泥所排出的污泥	97.1 ~ 98.3	75 ~ 105	93.75 ~ 94.75

① 与活性污泥性质有关。一般当曝气池的前段设有厌氧段时，采用此值。

重力浓缩池设计参数见表 5-100。

表 5-100 重力浓缩池设计参数

污泥种类	污泥固体负荷/ [kg/(m ² ·d)]	浓缩后污泥含水率 (%)	停留时间/h
初次污泥	80 ~ 120	95 ~ 97	6 ~ 8
剩余活性污泥	20 ~ 30	97 ~ 98	6 ~ 8
初次污泥与剩余活性污泥的混合污泥	50 ~ 75	95 ~ 98	10 ~ 12

搅拌栅的浓缩效果见表 5-101。

表 5-101 搅拌栅的浓缩效果

浓缩时间/h	浓缩污泥固体浓度 (%)			
	不投加混凝剂		投加混凝剂	
	不 搅 拌	搅 拌	不 搅 拌	搅 拌
0	2.8	2.94	3.26	3.26
5	6.4	13.3	10.3	15.4
9.5	11.9	18.5	12.3	19.6
20.5	15.0	21.7	14.1	23.8
30.8	16.3	23.5	15.4	25.3
46.3	18.2	25.2	17.2	27.4
59.3	20.0	25.8	18.5	27.4
77.5	21.1	26.3	19.6	27.6

重力浓缩池生产运行数据见表 5-102。

表 5-102 重力浓缩池生产运行数据

污泥种类	污泥固体通量/ [kg/(m ² ·d)]	浓缩污泥浓度/(g/L)
生活污水污泥	1~2	50~70
初次沉淀污泥	4~6	80~100
改良曝气活性污泥	3~5.1	70~85
活性污泥	0.5~1.0	20~30
腐殖污泥	1.2~2.0	70~90
初沉污泥与活性污泥混合	1.2~2.0	50~80
初沉污泥与改良曝气活性污泥混合	4.1~5.1	80~120
初沉污泥与腐殖污泥混合	2.0~2.4	70~90
给水污泥	5~10	80~120

当浓缩活性污泥时，一般采用出水部分回流加压溶气的流程如图 5-36 所示，池子的形状有矩形和圆形两种如图 5-37、图 5-38 所示。

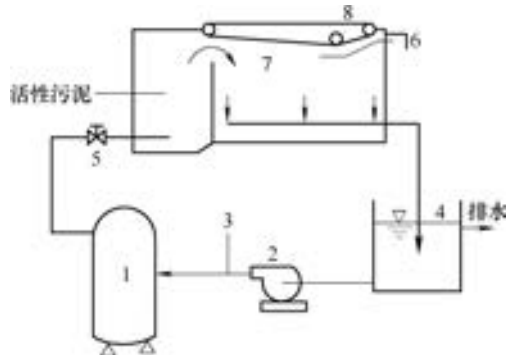


图 5-36 出水部分回流加压溶气的浮选浓缩流程示意

- 1—溶气罐 2—加压泵 3—压缩空气 4—出流
- 5—减压阀 6—浮渣排除 7—气浮浓缩池 8—刮渣机械

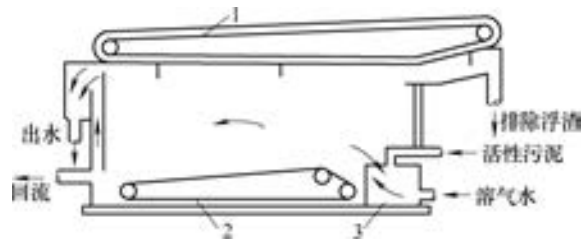


图 5-37 矩形浮选浓缩池
1—刮渣机 2—刮泥机 3—进泥室

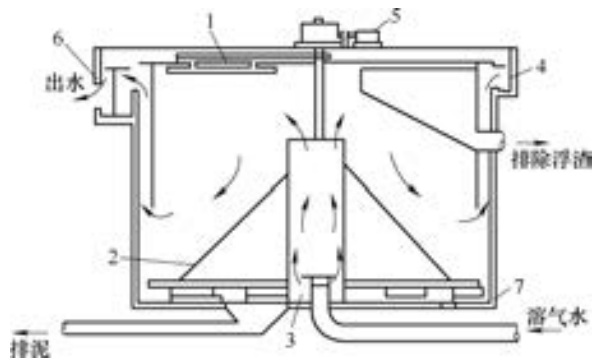


图 5-38 圆形浮选浓缩池
1—刮渣机 2—刮泥机 3—进泥室 4—浮渣槽 5—电动机 6—调节堰 7—钢筋混凝土

气浮浓缩池水力负荷、固体负荷见表 5-103。

表 5-103 气浮浓缩池水力负荷、固体负荷

污泥种类	入流污泥浓度 (%)	表面水力负荷 / [m ³ /(m ² ·d)]	固体负荷 / [kg/(m ² ·d)]	气浮污泥浓度 (%)
活性污泥	不大于 0.5	1.0 ~ 3.6 一般用 1.8	1.8 ~ 5.0	3 ~ 5

浓缩池运行的参数应符合设计要求，可按表 5-104 中的规定确定。

表 5-104 浓缩池运行参数

污泥类型	污泥固体负荷/ [kg/(m ² ·d)]	浓缩后污泥含水率 (%)	停留时间/h
初沉污泥	80 ~ 120	95 ~ 97	6 ~ 8
剩余活性污泥	20 ~ 30	97 ~ 98	6 ~ 8
初沉污泥与剩余活性污泥的混合污泥	50 ~ 75	95 ~ 98	10 ~ 12

空气溶解度及容重见表 5-105。

表 5-105 空气溶解度及容重

气温 (°C)	溶解度/(L/L)	空气密度/(mg/L)
0	0.0292	1252
10	0.0228	1206
20	0.0187	1164
30	0.0157	1127
40	0.0142	1092

其他有关数据见表 5-106。

表 5-106 有关数据

污泥种类	混凝剂 (%)	水力负荷/ [$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	固体负荷/ [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]	浮选后含水率 (%)
活性污泥	不投加混凝剂	1 ~ 3.6	1.8 ~ 5.0	95 ~ 97
	投加聚电解质 2 ~ 3 (干泥重)	1.5 ~ 7.2	2.7 ~ 10	94 ~ 96

3. 双层沉淀池

隐化池又名双层沉淀池。它具有使污水沉淀，并将沉淀的污泥同时进行厌氧消化处理的功能如图 5-39 所示。

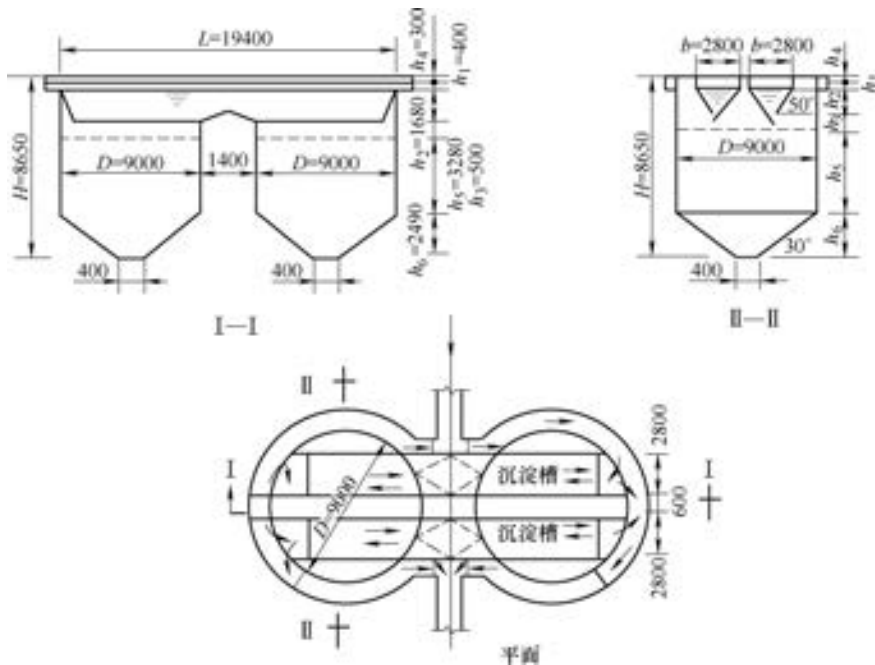


图 5-39 双室双抽双向过水圆形隐化池

按年平均气温计算消化室容积见表 5-107。

表 5-107 按年平均气温计算消化室容积

年平均气温 (°C)	4 ~ 7	7 ~ 10	> 10
每人所需消化室容积/L	45	35	30

注：有曝气池剩余活性污泥或生物滩池后的二次沉淀池污泥进入时，消化室增加的容积应按计算决定。

按污水水温计算消化时间和消化室容积见表 5-108。

表 5-108 按污水水温计算消化时间和消化室容积

生活污水冬季平均温度 (°C)	污泥消化时间/d	每人所需消化室容积/L
6	210	80
7	180	70
8.5	150	55
10	120	45
12	90	35
15	60	20
20	30	10
25	20	7

4. 污泥消化

好氧消化池设计参数见表 5-109。

表 5-109 好氧消化池设计参数

设计参数		数 值
污泥停留时间/d	活性污泥	10 ~ 15
	初沉污泥、初沉污泥与活性污泥混合	15 ~ 20
有机负荷/ [kgVSS/(m ³ · d)]		0.38 ~ 2.24
空气需要量 [鼓风曝气时/ [m ³ /(m ³ · min)]]	活性污泥	0.02 ~ 0.04
	初沉污泥、初沉污泥与活性污泥混合	≥ 0.06
机械曝气所需功率/[kW/(m ³ · 池)]		0.03
最低溶解氧/(mg/L)		2
温度 (°C)		> 15°C
挥发性固体 (VSS) 去除率 (%)		50 左右

饱和蒸汽的含热量见表 5-110。

表 5-110 饱和蒸汽的含热量

温度 (°C)	绝对压力/(× 10 ⁵ Pa)	含 热 量	
		kJ/kg	kcal/kg
100	1.012	2674.5	638.8
110	1.432	2690.0	642.5
120	1.985	2705.1	646.1
130	2.699	2719.3	649.5
140	3.611	2733.1	652.8

(续)

温度 (°C)	绝对压力/($\times 10^5$ Pa)	含 热 量	
		kJ/kg	kcal/kg
150	4.757	2745.7	655.8
160	6.176	2757.4	658.6
170	7.914	2767.9	661.1
180	10.020	2777.5	663.4
190	12.543	2785.9	665.4
200	15.539	2792.6	667.0

各种污泥底物含量及 C/N 见表 5-111。

表 5-111 各种污泥底物含量及 C/N

底物名称	污泥种类		
	初次沉淀污泥	活性污泥	混合污泥
碳水化合物 (%)	32.0	16.5	26.3
脂肪、脂肪酸 (%)	35.0	17.5	28.5
蛋白质 (%)	39.0	66.0	45.2
C/N	(9.40 ~ 0.35) : 1	(4.60 ~ 5.40) : 1	(6.80 ~ 7.50) : 1

温度对沼气产量的影响见表 5-112。

表 5-112 温度对沼气产量的影响

发酵温度 (°C)	10	15	20	25	30
每 kg 干物重的产气量/L	450	530	610	710	760

各类消化池的运行参数应符合设计要求，可按表 5-113 中的规定确定。

表 5-113 污泥厌氧消化池的运行参数

序号	项 目	厌氧中温消化池	高温消化池
1	温度 (°C)	33 ~ 35	52 ~ 55
2	日温度变化范围小于 (°C)	± 1	
3	投配率 (%)	5 ~ 8	5 ~ 12
4	消化池 (一级) 污泥含水率 (%)	进泥	96 ~ 97
		出泥	97 ~ 98
	消化池 (二级) 污泥含水率 (%)	出泥	95 ~ 96
5	pH 值	6.4 ~ 7.8	
6	沼气中主要气体成分 (%)	$\text{CH}_4 > 50$	
		$\text{CO}_2 < 40$	
		$\text{CO} < 10$	
		$\text{H}_2\text{S} < 1$	
		$\text{O}_2 < 2$	
7	产气率/(m^3 气/ m^3 泥)	> 5	
8	有机物分解率 (%)	> 40	

沼气的主要成分见表 5-114。

表 5-114 沼气的主要成分

甲烷 (CH ₄) (%)	二氧化碳 (CO ₂) (%)	一氧化碳 (CO) (%)	氢 H ₂ (%)	氮 N ₂ (%)	氧 O ₂ (%)	硫化氢 H ₂ S (%)
57 ~ 62	33 ~ 38	0 ~ 1.5	0 ~ 2	0 ~ 6	0 ~ 3	0.005 ~ 0.01

沼气发热量与几种燃料的比较见表 5-115。

表 5-115 沼气发热量与几种燃料的比较

燃料种类	纯甲烷	沼气 (含甲烷 60%)	煤 气	汽 油	柴 油
发热量/(kJ/m ³)	35923	23027	16747	30563	39775

5. 污泥脱水

排入干化场的污泥含水率见表 5-116。

表 5-116 排入干化场的污泥含水率

来 源	污泥含水率 (%)	来 源	污泥含水率 (%)
初次沉淀池	95 ~ 97	消化池	97
生物沉淀池后的二次沉淀池	97	曝气池后的二次沉淀池	99.2 ~ 99.6

各种污泥的大致比阻值见表 5-117。

表 5-117 各种污泥的大致比阻值

污泥种类	比 阻 值	
	(s ² /g)	(m/kg) ^①
初次沉淀污泥	(4.7 ~ 6.2) × 10 ⁹	(46.1 ~ 60.8) × 10 ⁹
消化污泥	(12.6 ~ 14.2) × 10 ⁹	(123.6 ~ 139.3) × 10 ⁹
活性污泥	(16.8 ~ 28.8) × 10 ⁹	(164.8 ~ 282.5) × 10 ⁹
腐殖污泥	(6.1 ~ 8.3) × 10 ⁹	(59.8 ~ 81.4) × 10 ⁹

① s²/g × 9.81 × 10³ = m/kg。

带式压滤的产泥能力见表 5-118。

表 5-118 带式压滤的产泥能力

污泥种类		进泥含水率 (%)	聚合物用量污 泥干重 (%)	产泥能力/[kg 干污 泥/(m · h)]	泥饼含水率 (%)
生污泥	初沉污泥	90 ~ 95	0.09 ~ 0.2	250 ~ 400	65 ~ 75
	初沉污泥 + 活性污泥	92 ~ 96.5	0.15 ~ 0.3	150 ~ 300	70 ~ 80
消化污泥	初沉污泥	91 ~ 96	0.1 ~ 0.3	250 ~ 500	65 ~ 75
	初沉污泥 + 活性污泥	93 ~ 97	0.2 ~ 0.5	120 ~ 350	70 ~ 80

5.4 给水排水管道施工

5.4.1 室外给水管道安装

1. 开挖沟槽

使用人工下管时，其中一侧土方有影响须向另一侧堆土，土应堆在距沟边 1m 以外处，机械下管沟边堆土保持在 0.6 ~ 1m 的距离且不得小于 0.5m。如图 5-40 所示。

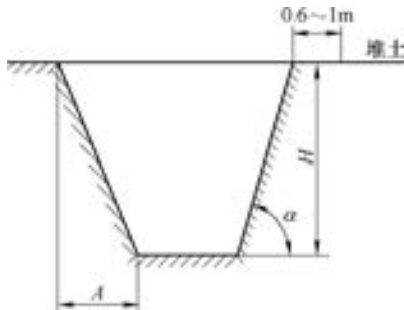


图 5-40 管沟边坡及堆土

沟槽底部每侧工作面宽度见表 5-119。

表 5-119 沟槽底部每侧工作面宽度 (单位: mm)

管道结构的外缘宽度 D_1	管道一侧的工作面宽度 b_1	
	非金属管道	金属管道
$D_1 \leq 500$	400	300
$500 < D_1 \leq 1000$	500	400
$1000 < D_1 \leq 1500$	600	600
$1500 < D_1 \leq 3000$	800	800

注: 1. 槽底需设排水沟时, 工作面宽度 b_1 应适当增加。

2. 管道有现场施工的外防水层时, 每侧的工作面宽度宜取 800mm。

深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度见表 5-120。

表 5-120 深度在 5m 以内的沟槽边坡的最陡坡度

土的类别	边坡坡度 (高: 宽)		
	坡顶无荷载	坡顶有静载	坡顶有动载
中密的砂土	1 : 1.00	1 : 1.25	1 : 1.50
中密的碎石类土 (充填物为砂土)	1 : 0.75	1 : 1.00	1 : 1.25
硬塑的粉土	1 : 0.67	1 : 0.75	1 : 1.10
中密的碎石类土 (充填物为粘性土)	1 : 0.50	1 : 0.67	1 : 0.75
硬塑的粉质粘土、粘土	1 : 0.33	1 : 0.50	1 : 0.67
老黄土	1 : 0.10	1 : 0.25	1 : 0.33
软土 (经井点降水后)	1 : 1.25	—	—

管节堆放层数与层高见表 5-121。

表 5-121 管节堆放层数与层高

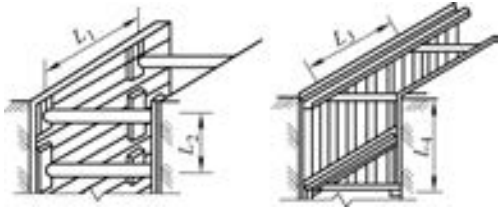
管 材 种 类	管 径 D_0 /mm							
	100 ~ 150	200 ~ 250	300 ~ 400	400 ~ 500	500 ~ 600	600 ~ 700	800 ~ 1200	≥ 1400
自应力混凝土管	7 层	5 层	4 层	3 层	—	—	—	—
预应力混凝土管	—	—	—	—	4 层	3 层	2 层	1 层
钢管、球墨铸铁管	层高 ≤ 3 m							
预应力钢筒 混凝土管	—	—	—	—	—	3 层	2 层	1 层或立放
硬聚氯乙烯管、 聚乙烯管	8 层	5 层	4 层	4 层	3 层	3 层	—	—
玻璃钢管		7 层	5 层	4 层		3 层	2 层	1 层

注： D_0 为管外径。

沟槽支撑的间距见表 5-122，管道铺设的允许偏差见表 5-123。

表 5-122 沟槽支撑的间距

(单位：m)

图 示	间 距	管 沟 深 度	
		3m 以内	3 ~ 5m
	L_1	1.2 ~ 2.5	1.2
	L_2	1.0 ~ 1.2	1.0
	L_3	1.2 ~ 1.5	1.2
	L_4	1.0 ~ 1.2	1.0

注：撑板长度 (L) 一般为 4m。

表 5-123 管道铺设的允许偏差



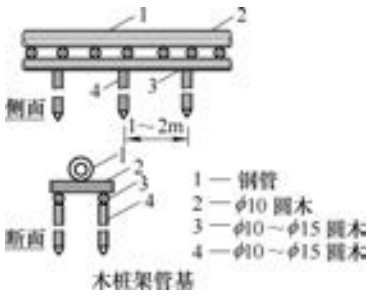
(单位：mm)

检 查 项 目		允 许 偏 差		检 查 数 量		检 查 方 法
				范 围	点 数	
水平轴线		无压管道	15	每节管	1 点	经纬仪测量或挂 中线用钢尺量测
		压力管道	30			
管底 高程	$D_i \leq 1000$	无压管道	± 10			
		压力管道	± 30			
	$D_i > 1000$	无压管道	± 15	水准仪测量		
		压力管道	± 30			

2. 管基处理

管基处理方法见表 5-124。

表 5-124 管基处理方法

编 号	管基图示	适用范围及处理方法
1	 <p style="text-align: center;">天然土壤管基</p>	<p>在干燥结实土壤中（即除沼泽地，岩石地和流沙以外），沟底不需处理，管子可直接铺设在天然基础上，但管底必须紧密地安放在土壤中</p>
2	 <p style="text-align: center;">砂石垫层管基</p>	<p>岩石地段及需用爆破开挖的坚硬的其他土壤，管底应换填不小于 10cm 厚的砂层或砾石层 在饱和水分的土层不很厚的情况下，管底下可以换填一层碎石、砾石或炉渣</p>
3	 <p style="text-align: center;">木桩架管基</p>	<p>在松软的土壤或填方的地基上，管底一般采用木桩架的方法处理</p>

3. 管道接口

预应力、自应力钢筋混凝土管的接口形式采用较多的承插式柔性接口如图 5-41 所示。

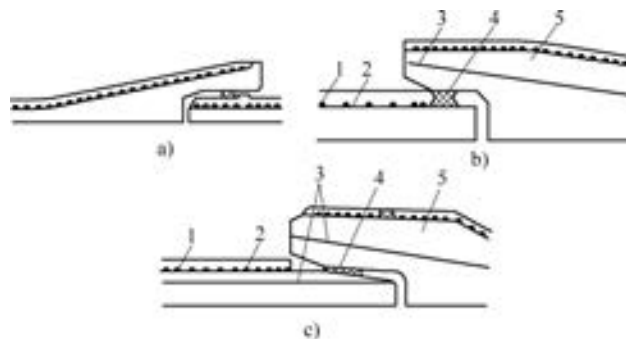


图 5-41 预应力钢筋混凝土承插式柔性接口

a) 圆形胶圈 b) 唇形胶圈 c) 楔形胶圈

1—换向钢筋 2—保护层 3—纵向钢筋 4—胶圈 5—管芯

石棉水泥管套环胶圈接口如图 5-42 所示。

铸铁管道承插捻口对口最大间隙见表 5-125。

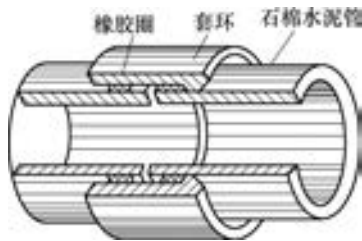


图 5-42 石棉水泥管套环胶圈接口

表 5-125 铸铁管道承插捻口对口最大间隙 (单位: mm)

管 径	环向间隙	允许偏差
75	4	5
100 ~ 250	5	7 ~ 13
300 ~ 500	6	14 ~ 22

铸铁管承插捻口的环型间隙见表 5-126。

表 5-126 铸铁管承插捻口的环型间隙 (单位: mm)

管 径	环向间隙	允许偏差
75 ~ 200	10	+3, -2
250 ~ 450	11	+4, -2
500	12	+4, -2

4. 管道安装

给水管道与其他管线（构筑物）的最小距离见表 5-127。

表 5-127 给水管道与其他管线（构筑物）的最小距离 (单位: m)

管线（构筑物）名称	与给水管道的水平净距	与排水管道的水平净距	与排水管道的垂直净距 (排水管在下)
铁路远期路堤坡脚	5	—	—
铁路远期路堑坡脚	10	—	—
低压燃气管	0.5	1.0	0.15
中压燃气管	0.5	1.2	0.15
次高压燃气管	1.5	1.5	0.15
高压燃气管	2.0	2.0	0.15
热力管沟	1.5	1.5	0.15
街树中心	1.5	1.5	—
通信及照明杆	1.0	1.5	1.5
高压电杆支座	3.0	3.0	—
电力电缆	1.0	1.0	0.5
通信电缆	0.5	1.0	直埋 0.5, 穿管 0.15

(续)

管线（构筑物）名称	与给水管道的水平净距	与排水管道的水平净距	与排水管道的垂直净距 (排水管在下)
工艺管道	—	1.5	0.25
排水管	1.0	1.5	0.15
给水管	0.5	1.0	0.15

掘进顶管的工作过程如图 5-43 所示。

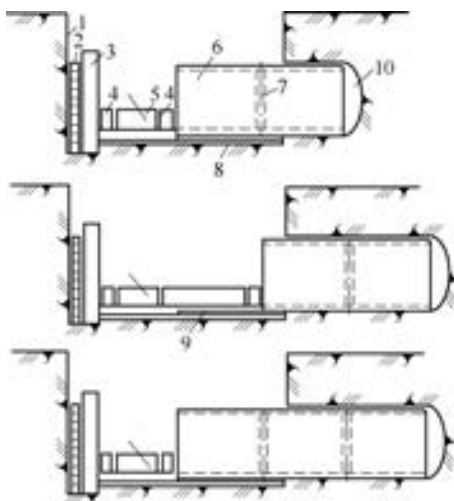


图 5-43 掘进顶管过程示意图

1—后座墙 2—后背 3—立铁 4—横铁 5—千斤顶
6—管子 7—内胀圈 8—基础 9—导轨 10—掘进工作面

室外给水管道安装的允许偏差和检验方法应符合表 5-128 的规定。

表 5-128 室外给水管道安装的允许偏差和检验方法

项次	项 目		允许偏差/mm	检 验 方 法	
1	坐标	铸铁管	埋地	100	拉线和尺寸检查
			敷设在沟槽内	50	
		钢管、塑料管、复合管	埋地	100	
			敷设在沟槽内或架空	40	
2	标高	铸铁管	埋地	± 50	拉线和尺寸检查
			敷设在沟槽内	± 30	
		钢管、塑料管、复合管	埋地	± 50	
			敷设在沟槽内或架空	± 30	
3	水平管纵横向弯曲	铸铁管	直段（25m 以上） 起点~终点	40	拉线和尺寸检查
		钢管、塑料管、复合管	直段（25m 以上） 起点~终点	30	

5. 水压试验

阀门安装位置示意图如图 5-44 所示。

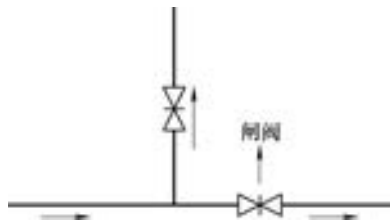


图 5-44 阀门安装位置示意图

排气阀如图 5-45 所示。

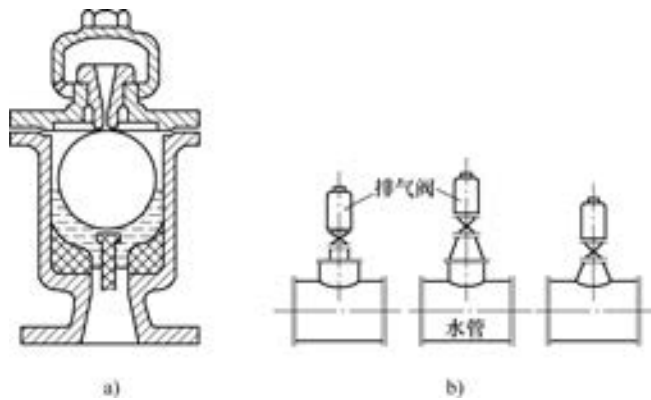


图 5-45 排气阀

a) 阀门构造 b) 安装方式

室外给水管道水压试验示意图如图 5-46 所示。

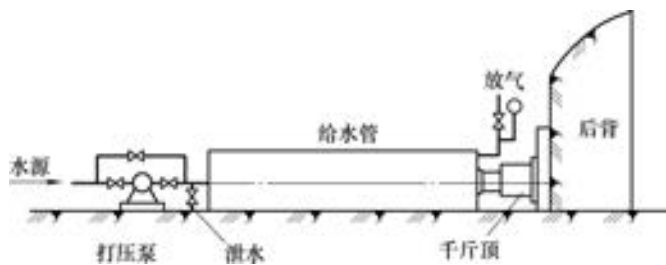


图 5-46 室外给水管道水压试验示意图

室外给水管道水压试验压力应符合表 5-129。

表 5-129 室外给水管道水压试验压力

管材名称	强度试验压力/MPa	试压前管内充水时间/h
钢管	应为工作压力加 0.5MPa，并且不少于 0.9MPa	24
铸铁管	1. 当工作压力 < 0.5MPa 时，应为工作压力的 2 倍 2. 当工作压力 > 0.5MPa 时，应为工作压力加 0.5MPa	24

(续)

管材名称	强度试验压力/MPa	试压前管内充水时间/h
石棉水泥管	1. 当工作压力 < 0.6MPa 时, 应为工作压力的 1.5 倍 2. 当工作压力 > 0.6MPa 时, 应为工作压力加 0.3MPa	24
预(自)应力钢筋混凝土管和钢筋混凝土管	1. 当工作压力 < 0.6MPa 时, 应为工作压力的 1.5 倍 2. 当工作压力 > 0.6MPa 时, 应为工作压力加 0.3MPa	D < 1000mm 为 48h D > 1000mm 为 72h
水下管道(设计无规定时)	应为工作压力的 2 倍, 且不少于 1.2MPa	—

气压试验压力见表 5-130。

表 5-130 气压试验压力

管 材	强度试验压力		严密性试验压力/MPa
钢管	预先试验	工作压力 < 0.5MPa 时, 为 0.6MPa 工作压力 > 0.5MPa 时, 为 1.15 倍工作压力	0.3
	最后试验		0.03
铸铁管	预先试验	0.15MPa	0.1
	最后试验	0.6MPa	0.03

长度等于或大于 1km 的管道在试验压力下的允许渗水量见表 5-131。

表 5-131 地下管道渗水量试验的允许渗水量

公称直径 DN/mm	长度等于或大于 1km 的管道在试验压力下的允许渗水量/(L/min)		
	钢 管	铸 铁 管	预应力钢筋混凝土管, 自应力钢筋混凝土管, 钢筋混凝土管或石棉水泥管
100	0.28	0.70	1.40
125	0.35	0.90	1.56
150	0.42	1.05	1.72
200	0.56	1.40	1.98
250	0.70	1.55	2.22
300	0.85	1.70	2.42
350	0.90	1.80	2.62
400	1.00	1.95	2.80
450	1.05	2.10	2.96
500	1.10	2.20	3.14
600	1.20	2.40	3.44
700	1.30	2.55	3.70
800	1.35	2.70	3.96
900	1.45	2.90	4.20
1000	1.50	3.00	4.42
1100	1.55	3.10	4.60
1200	1.65	3.30	4.70
1300	1.70	—	4.90
1400	1.75	—	5.00

渗漏试验如图 5-47 所示。

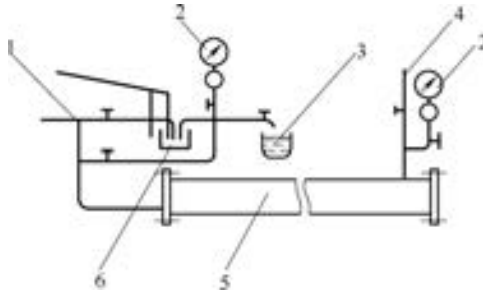


图 5-47 渗漏试验

1—进水管 2—压力表 3—量水槽 4—放气管 5—试压管道系统 6—手摇泵

长度不大于 1km 的钢管管道和铸铁管管道气压试验时间和允许压力降见表 5-132。

表 5-132 长度不大于 1km 的钢管管道和铸铁管管道气压试验时间和允许压力降

公称直径 DN/mm	钢 管 道		铸 铁 管 道	
	试验时间/h	试验时间内的允许压力降/Pa	试验时间/h	试验时间内的允许压力降/Pa
100	1/2	539	1/4	637
125	1/2	441	1/4	539
150	1	735	1/4	490
200	1	539	1/2	637
250	1	441	1/2	490
300	2	735	1	686
350	2	539	1	539
400	2	441	1	490
450	4	785	2	785
500	4	735	2	680
600	4	490	2	539
700	6	588	3	637
800	6	490	3	441
900	6	392	4	539
1000	12	686	4	490
1100	12	588	—	—
1200	12	490	—	—
1400	12	441	—	—

注：1. 如试验管段包括不同管径的管道，则试验时间和允许压力降以最大管径为准。

2. 如试验管段为钢管和铸铁管的混合管段，则试验时间和允许压力降以钢管为准。

5.4.2 室外排水管道安装

1. 一般规定

重力流污水管道最大设计充满度，应按表 5-133 的规定取值。

表 5-133 污水管道最大设计充满度

管径或渠高/mm	最大设计充满度	管径或渠高/mm	最大设计充满度
200 ~ 300	0.55	500 ~ 900	0.70
350 ~ 450	0.65	≥1000	0.75

注：在计算污水管道充满度时，不包括沐浴或短时间内突然增加的污水量，但当管径小于或等于 300mm 时，应按满流复核。

当水流深度为 0.4 ~ 1.0m 时，排水明渠的最大设计流速应按表 5-134 的规定取值。当水流深度在 0.4 ~ 1.0m 范围以外时，应按表 5-134 所列最大设计流速宜乘以下列系数： $h < 0.4\text{m}$ ：0.85； $1.0 < h < 2.0\text{m}$ ：1.25； $h \geq 2.0\text{m}$ ：1.40 (h 为水深)。

表 5-134 明渠最大设计流速

明渠类别	最大设计流速/(m/s)
粗砂或低塑性粉质粘土	0.8
粉质粘土	1.0
粘土	1.2
草皮护面	1.6
干砌块石	2.0
浆砌块石或浆砌砖	3.0
石灰岩和中砂岩	4.0
混凝土	4.0

污水厂压力输泥管的最小设计流速，一般可按表 5-135 的规定取值。

表 5-135 压力输泥管最小设计流速

污泥含水率 (%)	最小设计流速/(m/s)	
	管径 150 ~ 250mm	管径 300 ~ 400mm
90	1.5	1.6
91	1.4	1.5
92	1.3	1.4
93	1.2	1.3
94	1.1	1.2
95	1.0	1.1
96	0.9	1.0
97	0.8	0.9
98	0.7	0.8

排水管道的最小管径与相应最小设计坡度，宜按表 5-136 的规定取值。

表 5-136 管道的最小管径和最小设计坡度

管 别	最小管径/mm	最小设计坡度
污水管	300	塑料管 0.002, 其他管 0.003
雨水管和合流管	300	塑料管 0.002, 其他管 0.003
雨水口连接管	200	0.01
压力输泥管	150	—
重力输泥管	200	0.01

注：1. 管道坡度不能满足上述要求时，可酌情减小，但应有防淤、清淤措施。

2. 自流输泥管道的最小设计坡度宜采用 0.01。

排水管渠粗糙系数，宜按表 5-137 的规定取值。

表 5-137 排水管渠粗糙系数

管道类别	粗糙系数 n
UPVC 管、PE 管、玻璃钢管	0.009 ~ 0.01
石棉水泥管、钢管	0.012
陶土管、铸铁管	0.013
混凝土管、钢筋混凝土管、泥砂浆抹面渠道	0.013 ~ 0.014
浆砌砖渠道	0.015
浆砌块石渠道	0.017
干砌块石渠道	0.020 ~ 0.025
土明渠（包括带草皮）	0.025 ~ 0.030

2. 管道及附属构筑物布置

管道的中线控制方法见表 5-138。

表 5-138 管道的中线控制方法

方 法	图 例	说 明
中心线法		<p>在连接两块坡度板的中心钉之间的中线上挂一锤球，当锤球线通过水平尺的中心线时，表示管子以对中</p>
边线法		<p>稳管时控制管子水平直径处外皮与边线间的距离为一常数，则管道处于中心位置</p>

排水管道与其他地下管线（构筑物）的最小净距应符合表 5-139 的规定。

表 5-139 排水管道与其他地下管线（构筑物）的最小净距

名 称		水平净距/m	垂直净距/m	
建筑物		见注 3.	—	
给水管	$d \leq 200\text{mm}$	1.0	0.4	
	$d > 200\text{mm}$	1.5		
排水管		—	0.15	
再生水管		0.5	0.4	
燃气管	低压	$P \leq 0.05\text{MPa}$	0.15	
	中压	$0.05\text{MPa} < P \leq 0.4\text{MPa}$	0.15	
	高压	$0.4\text{MPa} < P \leq 0.8\text{MPa}$	1.5	0.15
		$0.8\text{MPa} < P \leq 1.6\text{MPa}$	2.0	0.15
热力管线		1.5	0.15	
电力管线		0.5	0.5	
电信管线		1.0	直埋 0.5	
			穿管 0.15	
乔木		1.5	—	
地上柱杆	通讯照明及 $< 10\text{kV}$	0.5	—	
	高压铁塔基础边	1.5	—	
道路侧石边缘		1.5	—	
铁路钢轨（或坡脚）		5.0	轨底 1.2	
电车（轨底）		2.0	1.0	
架空管架基础		2.0	—	
油管		1.5	0.25	
压缩空气管		1.5	0.15	
氧气管		1.5	0.25	
乙炔管		1.5	0.25	
电车电缆		—	0.5	
明渠渠底		—	0.5	
涵洞基础底		—	0.15	

注：1. 表列数字除注明者外，水平净距均指外壁净距，垂直净距系指下面管道的外顶与上面管道基础底间净距。

2. 采取充分措施（如结构措施）后，表列数字可以减小。

3. 与建筑物水平净距：管道埋深浅于建筑物基础时，一般不小于 2.5m；管道埋深深于建筑物基础时，按计算确定，但不小于 3.0m。

如图 5-48 所示，圆形检查井主要由井底（包括基础）、井身和井盖（包括井盖座）组成。井的直径取决于管径和操作方法，井身高度取决于管道的埋深。

检查井在直线管段的最大间距应根据疏通方法等具体情况确定，一般宜按表 5-140 的规定取值。

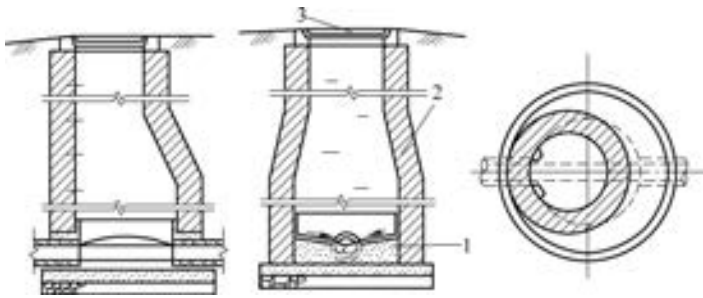


图 5-48 圆形检查井

1—井底 2—井身 3—井盖

表 5-140 检查井间的最大距离

管道类别	管径或暗渠净高/mm	最大间距/m	管道类别	管径或暗渠净高/mm	最大间距/m
污水管道	200 ~ 400	40	雨水管渠和合流管道	200 ~ 400	50
	500 ~ 700	60		500 ~ 700	70
	800 ~ 1000	80		800 ~ 1000	90
	1100 ~ 1500	100		1100 ~ 1500	120
	1600 ~ 2000	120		1600 ~ 2000	120

注：管径或暗渠净高大于 2000mm 时，检查井的最大间距可适当增大。

明渠和盖板渠的底宽，不宜小于 0.3m。无铺砌的明渠边坡，应根据不同的地质按表 5-141 的规定取值；用砖石或混凝土块铺砌的明渠可采用 1 : 0.75 ~ 1 : 1 的边坡。

表 5-141 明渠边坡

地 质	边 坡
粉砂	1 : 3 ~ 1 : 3.5
松散的细砂、中砂或粗砂	1 : 2 ~ 1 : 2.5
密实的细砂、中砂、粗砂或粉土	1 : 1.5 ~ 1 : 2
粉质粘土或粘土、砾石或卵石	1 : 1.25 ~ 1 : 1.5
半岩性土	1 : 0.5 ~ 1 : 1
风化岩石	1 : 0.25 ~ 1 : 0.5
岩石	1 : 0.1 ~ 1 : 0.25

雨水口的形式及泄水能力见表 5-142。

表 5-142 雨水口的形式及泄水能力

形 式	泄水能力/(L/s)	适用条件
道牙平算式	20	有道牙的道路
道牙立算式	—	有道牙的道路
道牙立孔式	约 20	有道牙的道路，算隙容易被树叶堵塞的地方
道牙平算立算联合式	—	有道牙的道路，汇水量较大的地方
道牙平算立孔联合式	30	有道牙的道路，汇水量较大，且算隙容易被树枝叶堵塞的地方

(续)

形 式	泄水能力/(L/s)	适用条件
地面平算式	20	无道牙的道路、广场、地面
道牙小算雨水口	约 10	降雨强度较小城市有道牙的道路
钢筋混凝土算雨水口	约 10	不通行重车的地方

注：大雨时易被杂物堵塞的雨水口，泄水能力应按乘以 0.5~0.7 的系数计算。

截流倍数 n_0 的粗估值见表 5-143。

表 5-143 截流倍数 n_0 的粗估值

排放条件	n_0
在居住区内排入大河流 ($Q > 10\text{m}^3/\text{s}$)	1~2
在居住区内排入小河流 ($Q = 5 \sim 10\text{m}^3/\text{s}$)	3~5
在区域泵站和总泵站前及排水总管的端部根据居住区内水体的不同特性	0.5~2
在处理构筑物旁根据不同处理方法与不同构筑物的组成	0.5~1

雨水调蓄池出水管管径见表 5-144。

表 5-144 雨水调蓄池出水管管径

调蓄池容积/ m^3	管径/mm
500~1000	150~200
1000~2000	200~300
2000~4000	300~400

3. 室外排水管道安装

(1) 基础处理

沙土基础如图 5-49 所示。

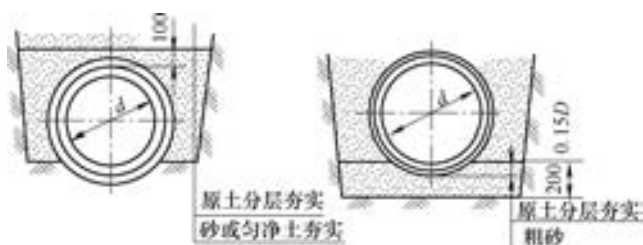


图 5-49 沙土基础

混凝土基础如图 5-50 所示。混凝土条形基础如图 5-51 所示。

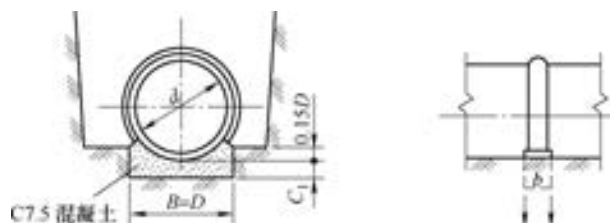


图 5-50 混凝土基础

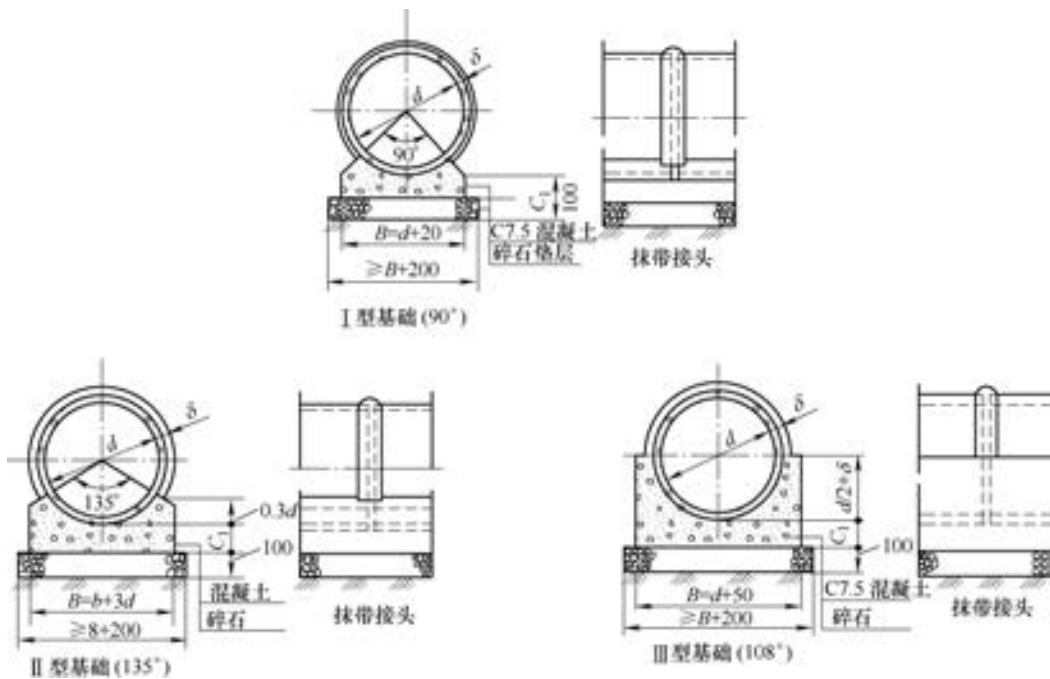


图 5-51 混凝土条形基础

管道基础的允许偏差见表 5-145。

表 5-145 管道基础的允许偏差

检查项目		允许偏差/mm	检查数量		检查方法	
			范围	点数		
垫层	中线每侧宽度	不小于设计要求	每个验收批	每 10m 测 1 点, 且不少于 3 点	挂中心线钢尺检查, 每侧一点	
	高程	压力管道			± 30	水准仪测量
		无压管道			0, - 15	
	厚度	不小于设计要求		钢尺量测		
混凝土基础、管座	平基	中线每侧宽度	+ 10, 0	每个验收批	挂中心线钢尺量测, 每侧一点	
		高程	0, - 15		水准仪测量	
		厚度	不小于设计要求		钢尺量测	
	管座	肩宽	+ 10, - 5		钢尺量测, 挂高程线钢尺量测, 每侧一点	
		肩高	± 20			
土 (砂及砂砾) 基础	高程	压力管道	± 30	每个验收批	水准仪测量	
		无压管道	0, - 15			
		平基厚度	不小于设计要求		钢尺量测	
		土弧基础腋角高度	不小于设计要求		钢尺量测	

(2) 管道接口

水泥砂浆抹带接口如 5-52 所示。钢丝网水泥砂浆抹带接口如图 5-53 所示。

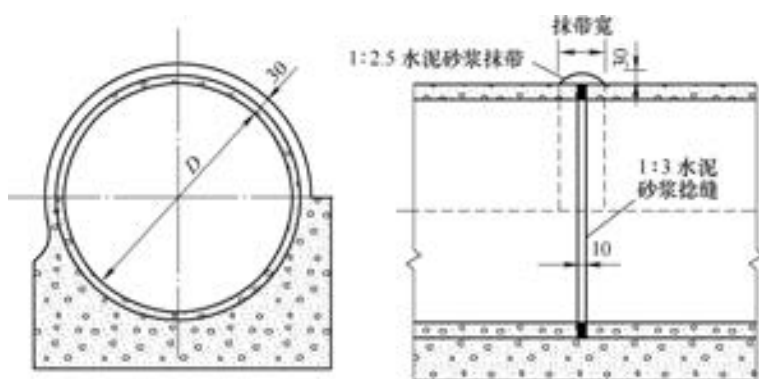


图 5-52 水泥砂浆抹带接口

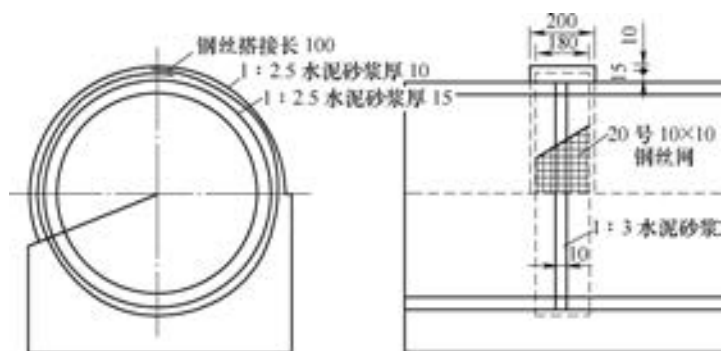


图 5-53 钢丝网水泥砂浆抹带接口

沥青麻布接口如图 5-54 所示。石棉沥青带接口如图 5-55 所示。沥青砂浆接口如图 5-56 所示。

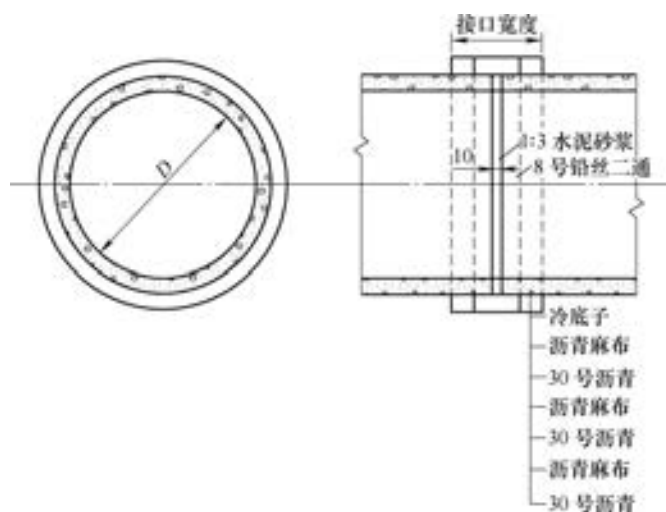


图 5-54 沥青麻布接口

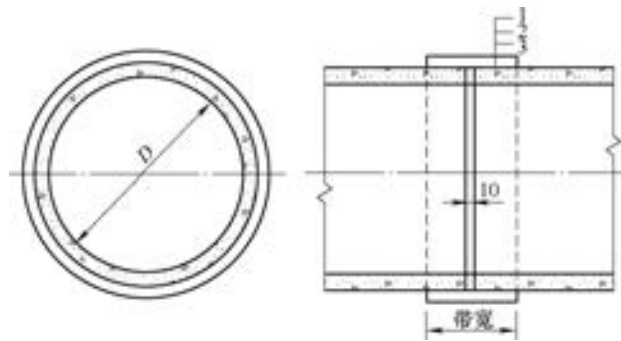


图 5-55 石棉沥青带接口

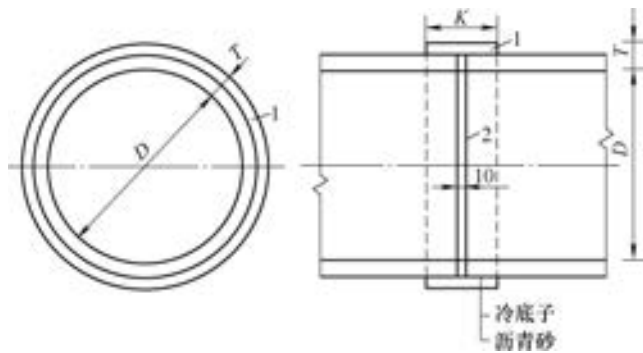


图 5-56 沥青砂浆接口

1—沥青砂浆管带 2—1:3 水泥砂浆

D—直径 T—沥青砂浆厚度 K—沥青砂浆宽度

沥青砂浆接口操作示意图如图 5-57 所示。

混凝土管承插式水泥砂浆接口如图 5-58 所示，沥青油膏接口如图 5-59 所示。

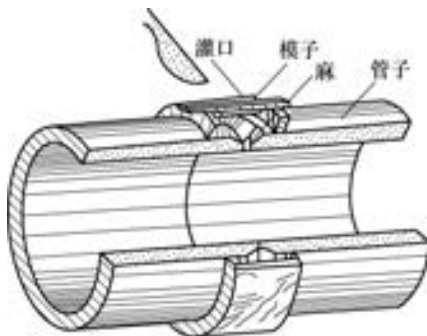


图 5-57 沥青砂浆接口操作示意图

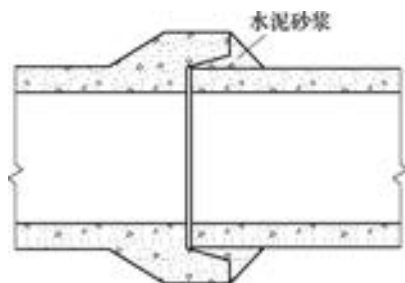


图 5-58 混凝土管承插式水泥砂浆接口

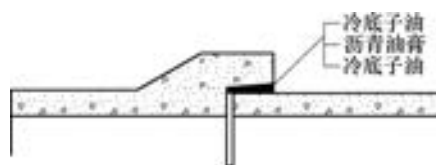


图 5-59 沥青油膏接口

耐酸缸瓦管柔性接口如图 5-60 所示。

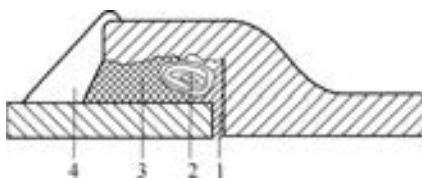


图 5-60 耐酸缸瓦管柔性接口

1—耐酸沥青砂浆 2—耐酸石棉绳 3—耐酸沥青玛蹄脂 4—沥青砂浆

钢筋混凝土管管口间纵向间隙见表 5-146。

表 5-146 钢筋混凝土管管口间纵向间隙 (单位: mm)

管材种类	接口类型	管内径 D_i /mm	纵向间隙/mm
钢筋混凝土管	平口、企口	500 ~ 600	1.0 ~ 5.0
		≥ 700	7.0 ~ 15
	承插式乙型口	600 ~ 3000	5.0 ~ 1.5

预(自)应力混凝土管沿曲线安装接口的允许转角见表 5-147。

表 5-147 预(自)应力混凝土管沿曲线安装接口的允许转角

管材种类	管内径 D_i /mm	允许转角 ($^\circ$)
预应力混凝土管	500 ~ 700	1.5
	800 ~ 1400	1.0
	1600 ~ 3000	0.5
自应力混凝土管	500 ~ 800	1.5

(3) 体育场排水

体育场雨水设计重现期见表 5-148, 体育场的雨水径流系数见表 5-149, 体育场的地面坡度见表 5-150。

表 5-148 体育场雨水设计重现期

比赛场地级别	重现期/ a	比赛场地级别	重现期/ a
国际比赛场地	10	一般比赛场地	2、3
大型运动会场地	5、10	训练场地	1、2

表 5-149 体育场的雨水径流系数

覆盖种类	径流系数 ϕ	覆盖种类	径流系数 ϕ
塑胶跑道及混凝土铺面	0.9	草地	0.25
煤渣跑道	0.6	沙坑	0.0
非铺砌地面	0.4	—	—

表 5-150 体育场的地面坡度

比赛场地		坡度	
		横	纵
足球场	草皮铺面	$\leq 7/1000$	$\leq 7/1000$
	黄土地面	$\leq 4/1000$	$\leq 4/1000$
跑道	塑胶、煤渣	$\leq 1/100$	$\leq 1/100$
	跳远、三级跳远助跑道		
田赛跳跃	跳远扇形区	$\leq 1/100$	$\leq 1/250$
	撑杆跳高		$\leq 1/1000$
田赛投掷	铅球落地区	$\leq 1/100$	$\leq 1/1000$
	铁饼落地区		
	链球		
	标枪助跑道		

4. 室外排水管路试压

室外排水管道试验方法如图 5-61 所示。

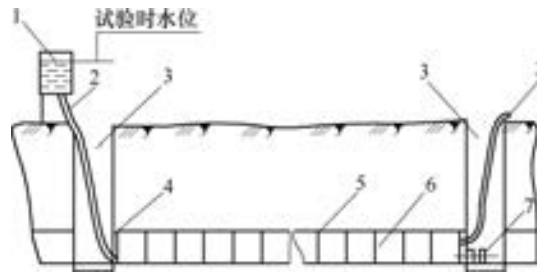


图 5-61 室外排水管道试验方法

1—水箱 2—胶管 3—排水井 4—堵板
5—接口 6—试验管段 7—阀门

无压力管道严密性试验允许渗水量见表 5-151。

表 5-151 无压力管道严密性试验允许渗水量

管 材	管道内径 D_i /mm	允许渗水量/ [$m^3/(24h \cdot km)$]
钢筋混凝土管	400	25.00
	500	27.95
	600	30.60
	700	33.00
	800	35.35
	900	37.50
	1000	39.52
	1100	41.45

(续)

管 材	管道内径 D_i/mm	允许渗水量/ $[\text{m}^3/(24\text{h} \cdot \text{km})]$
钢筋混凝土管	1200	43.30
	1300	45.00
	1400	46.70
	1500	48.40
	1600	50.00
	1700	51.50
	1800	53.00
	1900	54.48
	2000	55.90

第 6 章 市政园林景观工程

6.1 常用绿化植物

6.1.1 木本苗

乔木类常用苗木产品的主要规格质量标准，见表 6-1。

表 6-1 乔木类常用苗木产品的主要规格质量标准

类 型	树 种	树高/m	干径/m	苗龄/a	冠径/m	分枝点高/m	移植次数/次
绿 针 叶 乔 木	南洋杉	2.5~3	—	6~7	1.0	—	2
	冷杉	1.5~2	—	7	0.8	—	2
	雪松	2.5~3	—	6~7	1.5	—	2
	柳杉	2.5~3	—	5~6	1.5	—	2
	云杉	1.5~2	—	7	0.8	—	2
	侧柏	2~2.5	—	5~7	1.0	—	2
	罗汉松	2~2.5	—	6~7	1.0	—	2
	油松	1.5~2	—	8	1.0	—	3
	白皮松	1.5~2	—	6~10	1.0	—	2
	湿地松	2~2.5	—	3~4	1.5	—	2
	马尾松	2~2.5	—	4~5	1.5	—	2
	黑松	2~2.5	—	6	1.5	—	2
	华山松	1.5~2	—	7~8	1.5	—	3
	圆柏	2.5~3	—	7	0.8	—	3
	龙柏	2~2.5	—	5~8	0.8	—	2
铅笔柏	2.5~3	—	6~10	0.6	—	3	
榧树	1.5~2	—	5~8	0.6	—	2	
落 叶 针 叶 乔 木	水松	3.0~3.5	—	4~5	1.0	—	2
	水杉	3.0~3.5	—	4~5	1.0	—	2
	金钱松	3.0~3.5	—	6~8	1.2	—	2
	池杉	3.0~3.5	—	4~5	1.0	—	2
	落羽杉	3.0~3.5	—	4~5	1.0	—	2
常 绿 阔 叶 乔 木	羊蹄甲	2.5~3	3~4	4~5	1.2	—	2
	榕树	2.5~3	4~6	5~6	1.0	—	2
	黄桷树	3~3.5	5~8	5	1.5	—	2
	女贞	2~2.5	3~4	4~5	1.2	—	1
	广玉兰	3.0	3~4	4~5	1.5	—	2
	白兰花	3~3.5	5~6	5~7	1.0	—	1

(续)

类 型	树 种	树高/m	干径/m	苗龄/a	冠径/m	分枝点高/m	移植次数/次	
常绿阔叶乔木	芒果	3~3.5	5~6	5	1.5	—	2	
	香樟	2.5~3	3~4	4~5	1.2	—	2	
	蚊母	2	3~4	5	0.5	—	3	
	桂花	1.5~2	3~4	4~5	1.5	—	2	
	山茶花	1.5~2	3~4	5~6	1.5	—	2	
	石楠	1.5~2	3~4	5	1.0	—	2	
	枇杷	2~2.5	3~4	3~4	5~6	—	2	
落叶阔叶乔木	大乔木	银杏	2.5~3	2	15~20	1.5	2.0	3
		绒毛白蜡	4~6	4~5	6~7	0.8	5.0	2
		悬铃木	2~2.5	5~7	4~5	1.5	3.0	2
		毛白杨	6	4~5	4	0.8	2.5	1
		臭椿	2~2.5	3~4	3~4	0.8	2.5	1
		三角枫	2.5	2.5	8	0.8	2.0	2
		元宝枫	2.5	3	5	0.8	2.0	2
		洋槐	6	3~4	6	0.8	2.0	2
		合欢	5	3~4	6	0.8	2.5	2
		栾树	4	5	6	0.8	2.5	2
		七叶树	3	3.5~4	4~5	0.8	2.5	3
		国槐	4	5~6	8	0.8	2.5	2
		无患子	3~3.5	3~4	5~6	1.0	3.0	1
		泡桐	2~2.5	3~4	2~3	0.8	2.5	1
		枫杨	2~2.5	3~4	3~4	0.8	2.5	1
		梧桐	2~2.5	3~4	4~5	0.8	2.0	2
		鹅掌楸	3~4	3~4	4~6	0.8	2.5	2
		木棉	3.5	5~8	5	0.8	2.5	2
		垂柳	2.5~3	4~5	2~3	0.8	2.5	2
		枫香	3~3.5	3~4	4~5	0.8	2.5	2
		榆树	3~4	3~4	3~4	1.5	2	2
		榔榆	3~4	3~4	6	1.5	2	3
		朴树	3~4	3~4	5~6	1.5	2	2
		乌桕	3~4	3~4	6	2	2	2
		楝树	3~4	3~4	4~5	2	2	2
		杜仲	4~5	3~4	6~8	2	2	3
		麻栎	3~4	3~4	5~6	2	2	2
		榉树	3~4	3~4	8~10	2	2	3
重阳木	3~4	3~4	5~6	2	2	2		
梓树	3~4	3~4	5~6	2	2	2		

(续)

类 型	树 种	树高/m	干径/m	苗龄/a	冠径/m	分枝点高/m	移植次数/次
落叶阔叶乔木	白玉兰	2~2.5	2~3	4~5	0.8	0.8	1
	紫叶李	1.5~2	1~2	3~4	0.8	0.4	2
	樱花	2~2.5	1~2	3~4	1	0.8	2
	鸡爪槭	1.5	1~2	4	0.8	1.5	2
	西府海棠	3	1~2	4	1.0	0.4	2
	大花紫薇	1.5~2	1~2	3~4	0.8	1.0	1
	石榴	1.5~2	1~2	3~4	0.8	0.4~0.5	2
	碧桃	1.5~2	1~2	3~4	1.0	0.4~0.5	1
	丝棉木	2.5	2	4	1.5	0.8~1	1
	垂枝榆	2.5	4	7	1.5	2.5~3	2
	龙爪槐	2.5	4	10	1.5	2.5~3	3
	毛刺槐	2.5	4	3	1.5	1.5~2	1

灌木类常用苗木产品的主要规格质量标准，见表 6-2。

表 6-2 灌木类常用苗木产品的主要规格质量标准

类 型	树 种	树高/cm	苗龄/a	蓬径/m	主枝数/个	移植次数/次	主条长/m	基径/cm	
常绿针叶灌木	匍匐型	爬地柏	—	4	0.6	3	2	1~1.5	1.5~2
		沙地柏	—	4	0.6	3	2	1~1.5	1.5~2
	丛生型	千头柏	0.8~1.0	5~6	0.5	—	1	—	—
		线柏	0.6~0.8	4~5	0.5	—	1	—	—
常绿阔叶灌木	丛生型	月桂	1~1.2	4~5	0.5	3	1~2	—	—
		海桐	0.8~1.0	4~5	0.8	3~5	1~2	—	—
		夹竹桃	1~1.5	2~3	0.5	3~5	1~2	—	—
		含笑	0.6~0.8	4~5	0.5	3~5	2	—	—
		米仔兰	0.6~0.8	5~6	0.6	3	2	—	—
		大叶黄杨	0.6~0.8	4~5	0.6	3	2	—	—
		锦熟黄杨	0.3~0.5	3~4	0.3	3	1	—	—
		云绵杜鹃	0.3~0.5	3~4	0.3	5~8	1~2	—	—
		十大功劳	0.3~0.5	3	0.3	3~5	1	—	—
		栀子花	0.3~0.5	2~3	0.3	3~5	1	—	—
		黄蝉	0.6~0.8	3~4	0.6	3~5	1	—	—
		南天竹	0.3~0.5	2~3	0.3	3	1	—	—
		九里香	0.6~0.8	4	0.6	3~5	1~2	—	—
		八角金盘	0.5~0.6	3~4	0.5	2	1	—	—
		枸骨	0.6~0.8	5	0.6	3~5	2	—	—
丝兰	0.3~0.4	3~4	0.5	—	2	—	—		
	单干型	高接大叶黄杨	2	—	3	3	2	—	3~4

(续)

类 型	树 种	树高/cm	苗龄/a	蓬径/m	主枝数/个	移植次数/次	主条长/m	基径/cm
落叶阔叶灌木	榆叶梅	1.5	3~5	0.8	5	2	—	—
	珍珠梅	1.5	5	0.8	6	1	—	—
	黄刺梅	1.5~2.0	4~5	0.8~1.0	6~8	—	—	—
	玫瑰	0.8~1.0	4~5	0.5~0.6	5	1	—	—
	贴梗海棠	0.8~1.0	4~5	0.8~1.0	5	1	—	—
	木槿	1~1.5	2~3	0.5~0.6	5	1	—	—
	太平花	1.2~1.5	2~3	0.5~0.8	6	1	—	—
	红叶小檗	0.8~1.0	3~5	0.5	6	1	—	—
	棣棠	1~1.5	6	0.8	6	1	—	—
	紫荆	1~1.2	6~8	0.8~1.0	5	1	—	—
	锦带花	1.2~1.5	2~3	0.5~0.8	6	1	—	—
	腊梅	1.5~2.0	5~6	1~1.5	8	1	—	—
	溲疏	1.2	3~5	0.6	5	1	—	—
	金根木	1.5	3~5	0.8~1.0	5	1	—	—
	紫薇	1~1.5	3~5	0.8~1.0	5	1	—	—
	紫丁香	1.2~1.5	3	0.6	5	1	—	—
	木本绣球	0.8~1.0	4	0.6	5	1	—	—
	麻叶绣线菊	0.8~1.0	4	0.8~1.0	5	1	—	—
	猬实	0.8~1.0	3	0.8~1.0	7	1	—	—
	单干型	红花紫薇	1.5~2.0	3~5	0.8	5	1	—
榆叶梅		1~1.5	5	0.8	5	1	—	3~4
白丁香		1.5~2	3~5	0.8	5	1	—	3~4
碧桃		1.5~2	4	0.8	5	1	—	3~4
蔓生型	连翘	0.5~1	1~3	0.8	5	—	1.0~1.5	—
	迎春	0.4~1	1~2	0.5	5	—	0.6~0.8	—

藤木类常用苗木产品的主要规格质量标准，见表6-3。

表6-3 藤木类常用苗木产品的主要规格质量标准

类 型	树 种	苗龄/a	分枝数/支	主蔓径/cm	主蔓长/m	移植次数/次
常绿藤木	金银花	3~4	3	0.3	1.0	1
	络石	3~4	3	0.3	1.0	1
	常春藤	3	3	0.3	1.0	1
	鸡血藤	3	2~3	1.0	1.5	1
	扶芳藤	3~4	3	1	1.0	1
	三角花	3~4	4~5	1	1~1.5	1
	木香	3	3	0.8	1.2	1
落叶藤叶	猕猴桃	3	4~5	0.5	2~3	1
	南蛇藤	3	4~5	0.5	1	1
	紫藤	4	4~5	1	1.5	1
	爬山虎	1~2	3~4	0.5	2~2.5	1
	野蔷薇	1~2	3	1	1.0	1
	凌霄	3	4~5	0.8	1.5	1
	葡萄	3	4~5	1	2~3	1

竹类常用苗木产品的主要规格质量标准，见表 6-4。

表 6-4 竹类常用苗木产品的主要规格质量标准

类 型	树 种	苗龄/a	母竹分枝数/支	竹鞭长/m	竹鞭个数/个	竹鞭芽眼数/个
散 生 竹	紫竹	2~3	2~3	>0.3	>2	>2
	毛竹	2~3	2~3	>0.3	>2	>2
	方竹	2~3	2~3	>0.3	>2	>2
	淡竹	2~3	2~3	>0.3	>2	>2
丛 生 竹	佛肚竹	2~3	1~2	>0.3	—	2
	凤凰竹	2~3	1~2	>0.3	—	2
	粉箬竹	2~3	1~2	>0.3	—	2
	撑篙竹	2~3	1~2	>0.3	—	2
	黄金间碧竹	3	2~3	>0.3	—	2
混 生 竹	倭竹	2~3	2~3	>0.3	—	>1
	苦竹	2~3	2~3	>0.3	—	>1
	阔叶箬竹	2~3	2~3	>0.3	—	>1

棕榈类特种苗木产品的主要规格质量标准，见表 6-5。

表 6-5 棕榈类特种苗木产品的主要规格质量标准

类 型	树 种	树高/m	灌高/m	树龄/a	基径/cm	冠径/m	蓬径/m	移植次数/次
乔 木 型	棕榈	0.6~0.8	—	7~8	6~8	1	—	2
	椰子	1.5~2	—	4~5	15~20	1	—	2
	王棕	1~2	—	5~6	6~10	1	—	2
	假槟榔	1~1.5	—	4~5	6~10	1	—	2
	长叶刺葵	0.8~1.0	—	4~6	6~8	1	—	2
	油棕	0.8~1.0	—	4~5	6~10	1	—	2
	蒲葵	0.6~0.8	—	8~10	10~12	1	—	2
	鱼尾葵	1.0~1.5	—	4~6	6~8	1	—	2
灌 木 型	棕竹	—	0.6~0.8	5~6	—	—	0.6	2
	散尾葵	—	0.8~1	4~6	—	—	0.8	2

6.1.2 球根花卉种球

根茎类种球规格等级标准，见表 6-6、表 6-7。

表 6-6 根茎类种球规格等级标准表（一）

（单位：cm）

中文名称	科 属	最小圆周	种球圆周长规格等级					最小直径
			1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	
西伯利亚鸢属	鸢尾科鸢尾属	5	10 ⁺	9/10	8/9	7/8	6/7	1.5
德国鸢尾	鸢尾科鸢尾属	5	9 ⁺	7/9	5/7	—	—	1.5

表 6-7 根茎类种球规格等级标准表 (二)

(单位: cm)

中文名称	科属	根茎规格等级					备 注
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	
荷花	睡莲科 莲属	主枝或侧枝, 具侧芽, 2~3 节间, 尾端有节	主枝或侧枝; 具顶芽, 2 节间; 尾端有节	主枝或侧枝, 具顶芽, 1 节间, 尾端有节	2~3 级侧枝, 具顶芽, 2~3 节间, 尾端有节	主枝或侧枝, 具顶芽, 2 节间, 尾端有节	莲属另一种, N. Lotea 与 N. nu-cifera 相同
睡莲	睡莲科 睡莲属	具侧芽, 最短 5, 最小直径 2.5	具顶芽, 最短 3, 最小直径 2	具顶芽, 最短 2, 最小直径 1	—	—	同属各种均略同

鳞茎类种球规格等级标准, 见表 6-8。

表 6-8 鳞茎类种球规格等级标准表

(单位: cm)

中文名称	科 属	最小圆周	种球圆周长规格等级					最小直径	备 注
			1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
百合	百合科百合属	16	24 ⁺	22/24	20/22	18/20	16/18	5	直径 5
卷丹	百合科百合属	14	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	—	4.5	—
麝香百合	百合科百合属	16	24 ⁺	22/24	20/22	18/20	16/18	5	—
川百合	百合科百合属	12	18 ⁺	16/18	14/16	12/14	—	4	—
湖北百合	百合科百合属	16	22 ⁺	20/22	18/20	16/18	—	5	直径 17
兰州百合	百合科百合属	12	17 ⁺	16/18	15/16	14/15	13/14	4	为“川百合”之变种
郁金香	百合科郁金香属	8	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	12/14	2.5	有皮
风信子	百合科风信子属	14	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	—	4.5	有皮
网球花	百合科网球花属	12	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	12/14	4	有皮
中国水仙	石蒜科水仙属	15	24 ⁺	22/24	20/22	18/20	—	4.5	又名“金盏水仙”, 有皮, 25.5 ⁺ 为特级
喇叭水仙	石蒜科水仙属	10	18 ⁺	16/18	14/16	12/14	10/12	3.5	又名“洋水仙”、“漏斗水仙”, 有皮
口红水仙	石蒜科水仙属	9	13 ⁺	11/13	9/11	—	—	3	又名“红口水仙”, 有皮
中国石蒜	石蒜科石蒜属	7	13 ⁺	11/13	9/11	7/9	—	2	有皮
忽地笑	石蒜科石蒜属	12	18 ⁺	16/18	14/16	12/19	—	3.5	直径 6, 有皮, 黑褐色
石蒜	石蒜科石蒜属	5	11 ⁺	9/11	7/9	5/7	—	1.5	有皮
葱莲	石蒜科葱莲属	5	17 ⁺	11/17	9/11	7/9	5/7	1.5	又名“葱兰”, 有皮
韭莲	石蒜科葱莲属	5	11 ⁺	9/11	7/9	5/7	—	1.5	又名“韭菜兰”, 有皮
花朱顶红	石蒜科孤挺花属	16	24 ⁺	22/24	20/22	18/20	16/18	5	有皮
文珠兰	石蒜科文珠兰属	14	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	—	4.5	有皮
蜘蛛兰	石蒜科蜘蛛兰属	20	30 ⁺	28/30	20/25	24/26	22/24	6	有皮
西班牙鸢尾	鸢尾科鸢尾属	8	16 ⁺	14/16	12/14	10/12	8/10	2.5	有皮
荷兰鸢尾	鸢尾科鸢尾属	8	16 ⁺	14/16	12/14	10/12	8/10	2.5	有皮

注: “规格等级”栏中 24⁺表示在 24cm 以上为 1 级, 22/24 表示在 22~24cm 为 2 级, 以下依此类推。

球茎类种球规格等级标准，见表 6-9。

表 6-9 球茎类种球规格等级标准

(单位: cm)

中文名称	科 属	最小圆周	种球圆周长规格等级					最小直径	备 注
			1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
唐菖蒲	鸢尾科唐菖蒲属	8	18 ⁺	16/18	14/16	12/14	10/12	2.5	—
小苍兰	鸢尾科香雪兰属	3	11 ⁺	9/11	7/9	5/7	3/5	1.5	又名“香雪兰”
番红花	鸢尾科番红花属	5	11 ⁺	9/11	7/9	5/7	—	1.5	—
高加索番红花	鸢尾科番红花属	7	12 ⁺	11/12	10/11	9/10	8/9	2	又名“金线番红花”
美丽番红花	鸢尾科番红花属	5	9 ⁺	7/9	5/7	—	1.5	—	—
秋水仙	百合科秋水仙属	13	16 ⁺	15/16	14/15	13/14	—	3.5	外皮黑褐色
晚香玉	百合科晚香玉属	8	16 ⁺	14/16	12/14	10/12	8/10	2.5	—

块茎类、块根类种球规格等级标准，见表 6-10。

表 6-10 块茎类、块根类种球规格等级标准

(单位: cm)

中文名称	科 属	最小圆周	种球圆周长规格等级					最小直径	备注 (直径等级)
			1 级	2 级	3 级	4 级	5 级		
花毛茛	毛茛科毛茛属	3.5	13 ⁺	11/13	9/11	13 ⁺	7/9	1.0	—
马蹄莲	天南星科 马蹄莲属	12	20 ⁺	18/20	16/18	14/16	12/14	4	—
花叶芋	天南星科 五彩芋属	10	16 ⁺	14/16	12/14	10/12	—	3	—
球根秋海棠	秋海棠科 秋海棠属	10	16 ⁺	14/16	12/14	10/12	—	3	6 ⁺ 、5/6 4/5、3/4
大丽花	菊科大丽花属	3.2	—	—	—	—	—	1	2 ⁺ 、1.5/2 1/1.5、1

植物材料的允许偏差和检验方法应符合表 6-11 的规定。

表 6-11 植物材料的允许偏差和检验方法

项 次	项 目		允许偏差/cm	检 验 方 法	
1	乔木	胸径	<5cm	-0.5	观察和尺寸检查
			5~10cm	-1	
			11~20cm	-2	
			>20cm	-3	
	高度	+50; -20			
	蓬径	-20			
2	灌木	高度	≥100cm	+30; -10	
			<100cm	+20; -5	
	蓬径	≥100cm	-10		
		100cm	-5		

(续)

项次	项目			允许偏差/cm	检验方法
3	球类	蓬径	<50cm	-0	观察和丈量检查
			50cm~100cm	-5	
			110m~200cm	-10	
			>200cm	-20	
		高度	<50cm	-0	
			50cm~100cm	-5	
			110cm~200cm	-10	
			>200cm	-20	

6.1.3 园林地形整理

1. 绿化土壤质量要求

(1) 土壤性质

种植土的理化指标应满足表 6-12 的要求。

表 6-12 土壤理化指标

项目				指标		
主控 指标	1	pH		一般植物	5.5~8.3	
				特殊要求	施工单位提供要求在设计中说明	
	2	全 盐 量	EC/(mS/cm) (适用于一般绿化)	一般植物	0.15~1.2	
				耐盐植物种植	≤1.8	
			质量法/(g/kg) (适用于盐碱土)	一般绿化	≤1.0	
				盐碱地耐盐植物种植	≤1.8	
	3	有机质/(g/kg)			≥12	
	4	密度/ (mg/m ³)		一般种植		≤1.35
				屋顶 绿化	干密度	≤0.5
					最大湿密度	≤0.8
5	非毛管孔隙度(%)			≥8		
一般 指标	1	碱解氮/(mg/kg)			≥40	
	2	有效磷/(mg/kg)			≥8	
	3	速效钾/(mg/kg)			≥60	
	4	石砾质量分数(%)		总含量(粒径≥2mm)		≤20
				不同 粒径	草坪(粒径≥20mm)	≤0
					其他(粒径≥30mm)	≤0
5	阳离子交换量/(cmol(+)/kg)			≥10		
6	土壤质地			壤质土		

常用的改良土与超轻量基质的理化性状应符合表 6-13 要求。

表 6-13 常用改良土与超轻量基质物理性状

理化指标		改良土	超轻量基质
容重/(kg/m ³)	干容重	550 ~ 900	120 ~ 150
	湿容重	780 ~ 1300	450 ~ 650
非毛管孔隙度		≥10%	≥10%

(2) 安全指标

1) 水源涵养林等属于自然保育的绿(林)地,其重金属含量应控制在表 6-14 中 I 级范围内。

2) 公园、学校、居住区等与人接触较密切的绿(林)地,其重金属含量应控制在表 6-14 中 II 级范围内。

3) 道路绿化带、工厂附属绿地等有潜在污染源的绿(林)地或防护林等与人接触较少的绿(林)地,其重金属含量应控制在表 6-14 中 III 级范围内。

4) 废弃矿地、污染土壤修复等重金属潜在污染严重或曾经受污染绿(林)地,其重金属含量应控制在表 6-14 中 IV 级范围内;但个别指标尤其是非毒害重金属的指标可适当放宽,不对绿化植物生长产生明显危害即可。

表 6-14 土壤重金属含量指标

(单位: mg/kg)

序号	控制项目	I 级	II 级		III 级		IV 级	
			pH < 6.5	pH > 6.5	pH < 6.5	pH > 6.5	pH < 6.5	pH > 6.5
1	总镉≤	0.30	0.40	0.60	0.80	1.0	1.0	1.2
2	总汞≤	0.30	0.40	1.0	1.2	1.5	1.6	1.8
3	总铅≤	85	200	300	350	450	500	530
4	总铬≤	100	150	200	200	250	300	380
5	总砷≤	30	35	30	40	35	55	45
6	总镍≤	40	50	80	100	150	200	220
7	总锌≤	150	250	300	400	450	500	650
8	总铜≤	40	150	200	300	350	400	500

(3) 有效土层

绿化种植土壤有效土层应满足表 6-15 的厚度要求。

表 6-15 绿化种植土壤有效土层厚度的要求

植被类型		土层厚度/cm	
一级种植	乔木	直径 ≥ 20cm	≥ 180
		直径 < 20cm	≥ 150 (深根)、≥ 100 (浅根)
	灌木	高度 ≥ 50cm	≥ 60
		高度 < 50cm	≥ 45
花卉、草坪、地被		≥ 30	

(续)

植被类型		土层厚度/cm	
屋顶绿化	乔木	≥80	
	灌木	高度≥50cm	≥50
		高度<50cm	≥30
	花卉、草坪、地被	≥15	

栽植土工程的尺寸要求、允许偏差和检验方法应符合表 6-16 的规定。

表 6-16 栽植土工程的尺寸要求、允许偏差和检验方法

项次	项目		尺寸要求/cm	允许偏差/cm	检验方法	
1	有效土层厚度	大、中乔木胸径	≥15cm	130	-0	挖样洞, 观察或尺量检查
			<15cm	100	-0	
		小乔木和大、中灌木		80	-0	
		小灌木、宿根花卉		60	-0	
		地被、草坪及一、二年生草花		40	-0	
2	栽植土块径	大、中乔木		8	8	观察或尺量检查
		小乔木和大中灌木		6	6	
		小灌木、宿根花卉		4	4	
		草坪、花坛、地被		2	2	
3	地形相对标高	全高	<100cm	/	±5	用水准仪测量或尺量检查
			100~300cm	/	±10	
			301~500cm	/	±20	

2. 地形整理 (土山、微地形)

堆山或微地形等高线平面位置的测定, 等高线标高可用竹竿表示。具体做法如图 6-1 所示。

平整场地的等高线设计如图 6-2 所示。

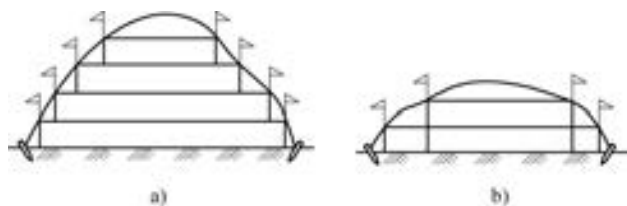


图 6-1 堆山高度标注

a) 堆山高度较低时 b) 堆山高度较高时

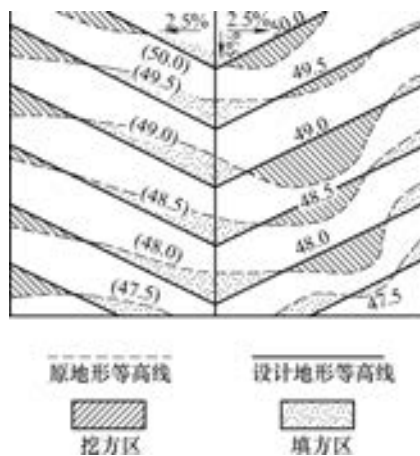


图 6-2 平整场地的等高线设计 (单位: m)

土山、微地形的高程控制应符合竖向设计要求。其允许偏差应符合表 6-17 的要求。

表 6-17 土山、微地形尺寸和相对高程的允许偏差 (单位: mm)

项 次	项 目	尺寸要求	允许偏差	检查方法	
1	边界线位置	设计要求	± 50	经纬仪、钢尺测量	
2	等高线位置	设计要求	± 50	经纬仪、钢尺测量	
3	地形 相对 标高	≤ 100	回填土方自然 沉降以后	± 5	水准仪、钢尺测量每 1000m ² 测定一次
		101 ~ 200		± 8	
		201 ~ 300		± 12	
		301 ~ 400		± 15	
		401 ~ 500		± 20	
		> 500		± 30	

3. 填方

一般的土石方填埋, 都应采取分层填筑方式, 一层一层地填, 不要采取沿着斜坡向外逐渐倾倒的方式; 在自然斜坡上填土时, 通常采用斜坡填土法 (图 6-3)。



图 6-3 土石方填埋

a) 分层填筑 b) 斜坡填土法

填方每层铺土厚度和压实遍数见表 6-18。利用运土工具压实填方时的每层铺土厚度见表 6-19。

表 6-18 填方每层铺土厚度和压实遍数

压 实 机 具	每层铺土厚度/mm	每层压实遍数/遍
平碾	200 ~ 300	6 ~ 8
羊足碾	200 ~ 350	8 ~ 16
蛙式打夯机	200 ~ 250	3 ~ 4
振动碾	60 ~ 130	6 ~ 8
振动压路机	120 ~ 150	10
推土机	200 ~ 300	6 ~ 8
拖拉机	200 ~ 300	8 ~ 16
人工打夯	不大于 200	3 ~ 4

表 6-19 利用运土工具压实填方时的每层铺土厚度 (单位: m)

填土方法和采用的运土工具	土的名称		
	砂 土	粉 土	粉质粘土和粘土
拖拉机拖车和其他填土方法并用机械平土	1.5	1.0	0.7
汽车和轮式铲运机	1.2	0.8	0.5
人推小车和马车运土	1.0	0.6	0.3

冬季填方高度的限制见表 6-20。

表 6-20 冬季填方高度的限制

平均气温 (°C)	-5 ~ -10	-11 ~ -15	-16 ~ -20
填方高度/m	4.5	3.5	2.5

回填土工程允许偏差见表 6-21。

表 6-21 回填土工程允许偏差

项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
顶面标高	+0; -50	用水准仪或拉线尺检查
表面平整度	20	用 2m 靠尺和楔形尺量检查

6.2 园林给水排水工程

6.2.1 给水管网布置

园林用水量标准及小时变化系数见表 6-22, 其中茶室、小卖部为不完全统计数据, 非国家标准, 可供参考。

表 6-22 园林用水量标准及小时变化系数

名 称	单 位	用水量标准/L	小时变化系数	备 注
餐厅	每顾客每次	15 ~ 20	2.0 ~ 1.5	仅包括食品加工、餐具洗涤清洁用水, 工作人员、顾客的生活用水
内部食堂	每人每次	10 ~ 15	2.0 ~ 1.5	
茶室	每顾客每次	5 ~ 10	2.0 ~ 1.5	
小卖部	每顾客每次	3 ~ 5	2.0 ~ 1.5	
剧院	每观众每场	10 ~ 20	2.5 ~ 2.0	附设有厕所和饮水设备的露天或室内文娱活动的场所, 都可以按电影院或剧场的用水量标准选用
电影院	每观众每场	3 ~ 8	2.5 ~ 2.0	俱乐部、音乐厅和杂技场可按剧场标准; 影剧院用水量标准介于电影院与剧场之间
大型喷泉	每小时	10000 以上	—	应考虑水的循环使用
中型喷泉	每小时	2000		
小型喷泉	每小时	1000		

(续)

名称	单位	用水量标准/L	小时变化系数	备注
柏油路面 (洒水)	每次每平方米	0.2 ~ 0.5	—	≤3 次/日
石子路面 (洒水)	每次每平方米	0.4 ~ 0.7		≤4 次/日
庭园及草地 (洒水)	每次每平方米	1.0 ~ 1.5		≤2 次/日
花园 (浇水) 苗 (花) 圃 (浇水)	每日每平方米 每日每亩	4 ~ 8 500 ~ 1000	—	结合当地气候、土质等实际情况取用
公共厕所	每小时	100	—	—
办公楼	每人每班	10 ~ 25	2.5 ~ 2.0	包括饮用和清洁、冲洗用水

树状管网由干管和支管组成，布置犹如树枝，从树干到树梢越来越细，如图 6-4a 所示。环状管网是指干管和支管均呈环状布置的管网，如图 6-4b 所示。

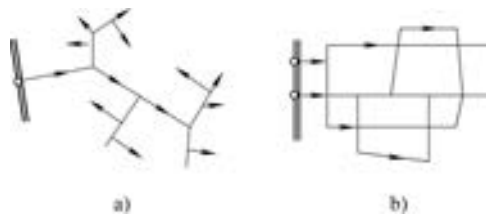


图 6-4 给水管网布置的基本形式

a) 树状管网 b) 环状管网

6.2.2 给水管道工程施工

1. 出水口

出水口的构造如图 6-5 所示。

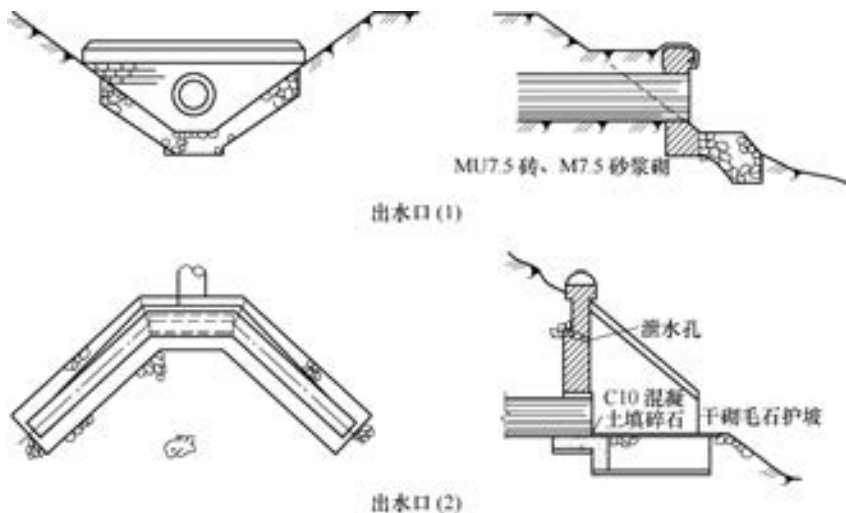


图 6-5 出水口的构造

2. 雨水口

常用雨水口的泄水能力和适用条件见表 6-23。

表 6-23 常用雨水口的泄水能力和使用条件

名 称		泄水能力/(L·s ⁻¹)	适用条件
边沟式雨水口	单篦	20	有道牙道路, 纵坡平缓
	双篦	35	
联合式雨水口	单篦	30	有道牙道路, 篦隙易被树叶堵塞时
	双篦	50	
平箅式雨水口	单篦	15~20	有道牙道路, 比较低洼处且篦易被树叶堵塞时或 无道牙道路、广场、地面
	双篦	35	
	三篦	50	
小雨水口	单篦	约 10	降雨强度较小地区、有道牙道路

平箅雨水口的构造包括进水箅、井筒和连接管等 3 部分, 如图 6-6 所示。

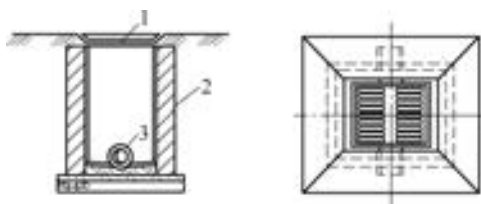


图 6-6 平箅雨水口

1—进水箅 2—井筒 3—连接管

3. 盲沟

盲沟的布置形式如图 6-7 所示。

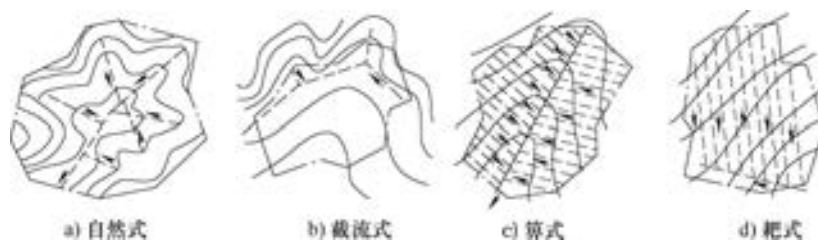


图 6-7 盲沟的布置形式

注: ~~~~ 等高线; - - - - 暗沟; ———— 园界。

土壤地质对盲沟埋深的影响见表 6-24。

表 6-24 土壤地质对盲沟埋深的影响

土壤类别	砂质土	壤土	粘土	泥炭土
埋深/m	1.2	1.4~1.6	1.4~1.6	1.7

盲沟支管深、管距见表 6-25。

表 6-25 盲沟支管深、管距

土壤类别	管距/m	管深/m
重粘土	8~9	1.15~1.3
致密粘土和泥炭岩粘土	9~10	1.20~1.35
砂质和粘壤土	10~12	1.1~1.6
致密壤土	12~14	1.15~1.55
砂质壤土	14~16	1.15~1.55
多沙壤土或沙中含腐殖质	16~18	1.15~1.50
沙	20~24	—

如图 6-8 所示为盲沟的几种构造，可供参考。如图 6-9 所示为降低地下水位而设置的一段排水盲沟做法。

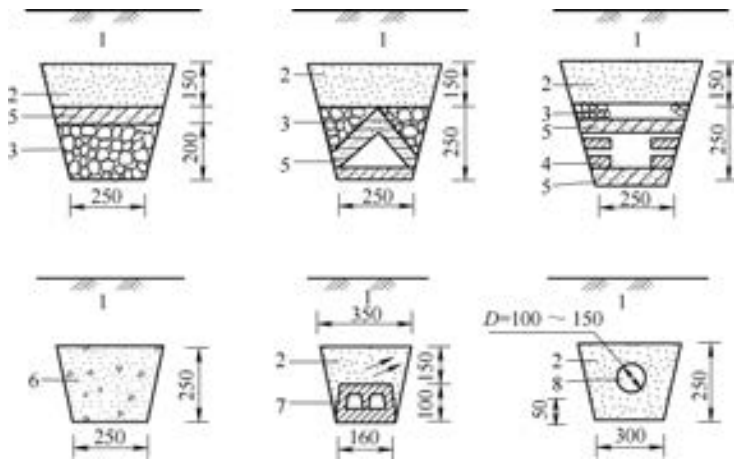


图 6-8 盲沟构造

1—土 2—砂 3—石块 4—砖块 5—混凝土盖板 6—碎石、碎砖
7—砖块干叠排水渠 8—陶管或预制混凝土管

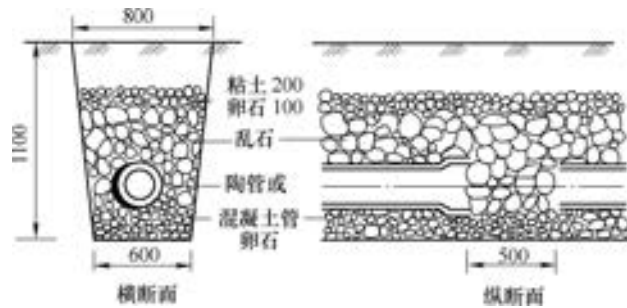


图 6-9 盲沟排水

4. 检查井

检查井与检查井之间的最大间距见表 6-26。圆形检查井的构造如图 6-10 所示。

表 6-26 检查井的最大间距

管 别	管渠或暗渠净高/m	最大间距/m
污水管道	< 500	40
	500 ~ 700	50
	800 ~ 1500	75
	> 1500	100
雨水管渠 合流管渠	< 500	50
	500 ~ 700	60
	800 ~ 1500	100
	> 1500	120

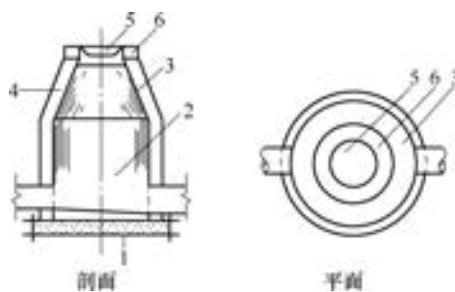


图 6-10 圆形检查井的构造

1—基础 2—井室 3—肩部 4—井颈 5—井盖 6—井口

6.3 园路工程

6.3.1 园路构造

路堑型园路的构造如图 6-11 所示。

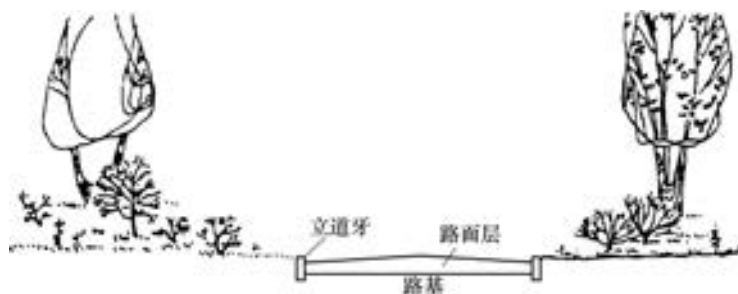


图 6-11 路堑型

路堤型园路的构造如图 6-12 所示。

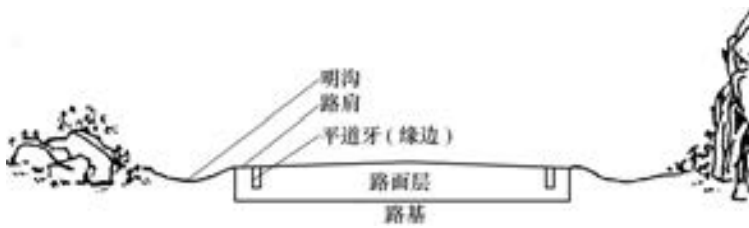


图 6-12 路堤型园路

特殊型园路的构造如图 6-13 所示，包括步石、汀步攀梯等。

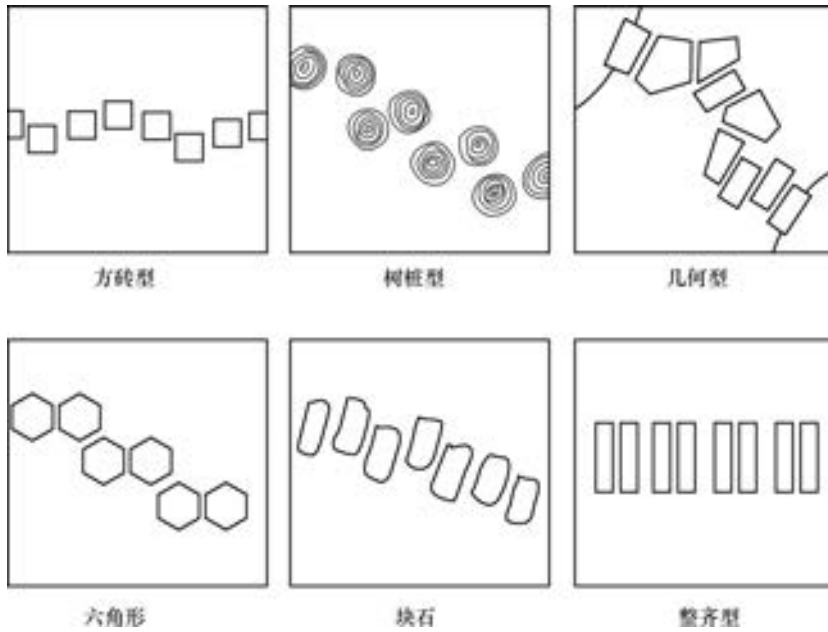





图 6-13 步石与汀步

6.3.2 园路结构

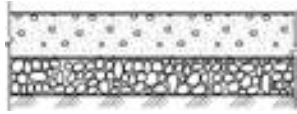

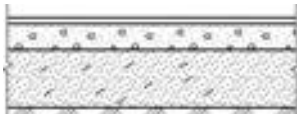


常用园路结构图见表 6-27。

表 6-27 常用园路结构图

(单位: mm)

编 号	类 型	结 构
1	石板嵌草路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 100 厚石板 2. 50 厚黄砂 3. 素土夯实 <p>注: 石缝 30~50 嵌草</p>
2	卵石嵌花路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 70 厚预制混凝土嵌卵石 2. 50 厚 M2.5 混合砂浆 3. 一步灰土 4. 素土夯实
3	预制混凝土方砖路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 500×500×100C15 混凝土方砖 2. 50 厚粗砂 3. 150~250 厚灰土 4. 素土夯实 <p>注: 胀缝加 10×95 橡胶条</p>

(续)

编 号	类 型	结 构
4	现浇水泥 混凝土路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 80~150厚C15混凝土 2. 80~120厚碎石 3. 素土夯实 注：基层可用二渣（水泥渣、散石灰），三渣（水泥渣、散石灰、道渣）
5	卵石路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 70厚混凝土上栽小卵石 2. 30~50厚M2.5混合砂浆 3. 150~250厚碎砖三合土 4. 素土夯实
6	沥青 碎石路	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 10厚二层柏油表面处理 2. 50厚泥结碎石 3. 150厚碎砖或白灰、煤渣 4. 素土夯实
7	羽毛球 场铺地	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 20厚1:3水泥砂浆 2. 80厚1:3:6水泥、白灰、碎砖 3. 素土夯实
8	步石	 <ol style="list-style-type: none"> 1. 大块毛石 2. 基石用毛石或100厚混凝土板 3. 素土夯实

6.3.3 路面形式

目前我国机制标准砖的大小为240mm×115mm×53mm，有青砖和红砖之分。园林铺地多用青砖，砖铺路面形式如图6-14所示。

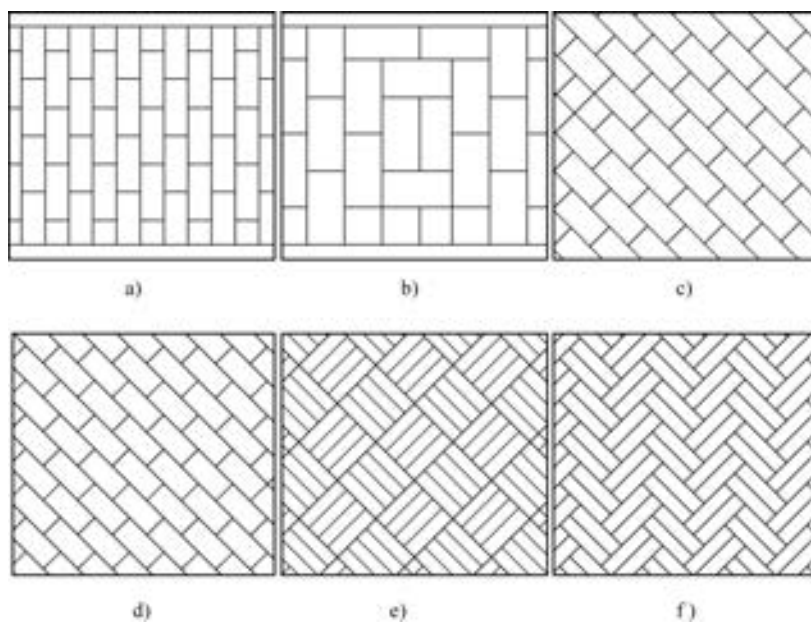


图6-14 砖铺路面

- a) 连环锦纹（平铺） b) 包袱底纹（平铺） c) 席纹（平铺）
 d) 人字纹（平铺） e) 间方纹（仄铺） f) 丹墀（仄铺）

冰纹路面是用边缘挺括的石板模仿冰裂纹样铺砌的地面，石板间接缝呈不规则折线，用水泥砂浆勾缝。如图 6-15 所示。

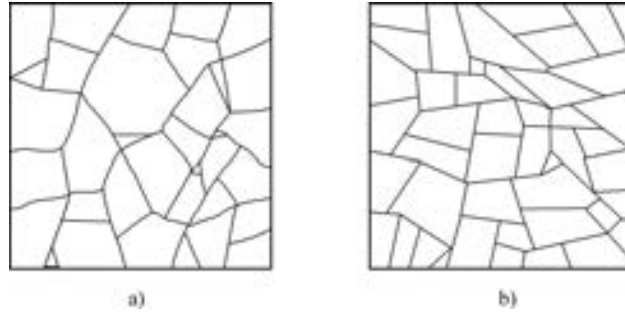


图 6-15 冰纹路面

a) 块石冰纹 b) 水泥仿冰纹

用预先模制成的混凝土方砖铺砌的路面，形状多变，图案丰富（如各种几何图形、花卉、木纹、仿生图案等），如图 6-16 所示。

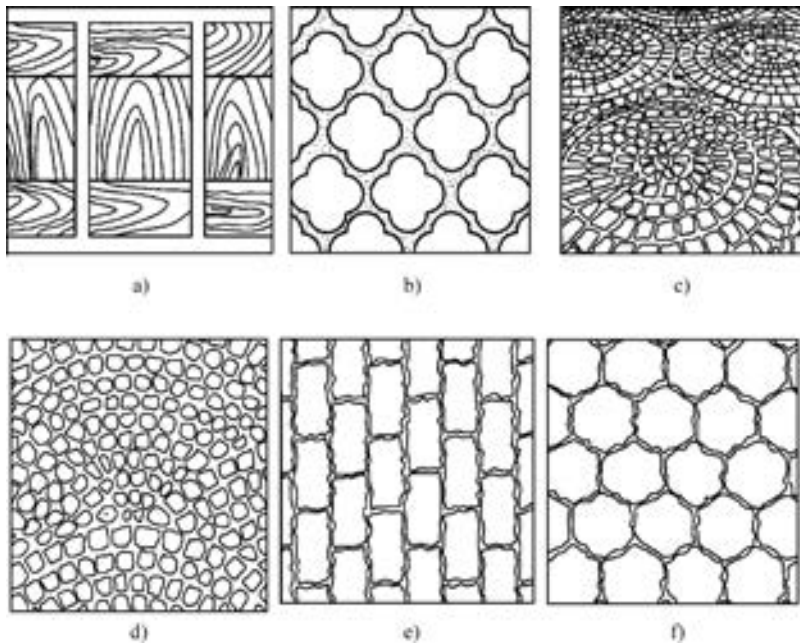


图 6-16 预制混凝土方砖路

a) 仿木纹混凝土嵌草路 b) 海棠纹混凝土嵌草路 c) 彩色混凝土拚花纹
d) 仿块石地纹 e) 混凝土花砖地纹 f) 混凝土基砖地纹

6.3.4 园路施工质量要求

板块地面工程的允许偏差和检验方法应符合表 6-28 的规定。

表 6-28 板块地面工程的允许偏差和检验方法

项次	项目	允许偏差/mm										检验方法
		基 层			碎拼 大理石	水泥 花砖	定形 大理石	混凝土 板块	卵石	嵌草 地坪	定形 石块	
		土	砂、碎 石、石子	混凝土								
1	表面 平整度	5	15	5	3	3	1	3	4	3	3	用 2cm 靠尺和 楔形塞尺检查
2	标高	+0 -50	±20	±10	/	/	/	/	/	/	/	用水准仪检查
3	缝格 平直	/	/	/	/	3	2	3	/	3	3	拉 5m 线和量尺 检查
4	接缝 高低差	/	/	/	0.5	0.5	0.5	1.5	2	1.5	2	尺量和楔形塞 尺检查
5	板块 间隙	/	/	/	/	2	1	6	≥3	3	≥3	尺量和楔形塞 尺检查

块料面层相差两块料间的高差，不应大于表 6-29 的规定。

表 6-29 各种块料面层相邻两块料的高低允许偏差

块料面层名称	允许偏差/mm
条石面层	2
普通粘土砖、缸砖和混凝土板面层	1.5
水磨石板、陶瓷地砖、陶瓷锦砖、水泥花砖和硬质纤维板面层	1
大理石、花岗石、木板、拼花木板和塑料地板面层	0.5

面层中块料行列（接缝）在 5m 长度内直线度的允许偏差不应大于表 6-30 的规定。

表 6-30 各类面层块料行列（接缝）直线度的允许偏差

面层名称	允许偏差/mm
缸砖、陶瓷锦砖、水磨石砖、水泥花砖、塑料板和硬质纤维板	3
活动地板面层	2.5
大理石、花岗石面层	2
其他块料面层	8

各层表面对平面的偏差，不应大于表 6-31 的规定。

表 6-31 各层表面平整度的允许偏差

层 次	材 料 名 称	允许偏差/mm	
基土	土	15	
垫层	砂、砂石、碎（卵）石、碎砖	15	
	灰土、三合土、炉渣、水泥混凝土	10	
	毛地板	拼花木板面层	3
		其他各类面层	5
		木搁栅	3

(续)

层 次	材 料 名 称	允许偏差/mm
结合层	用沥青玛蹄脂做结合层铺设拼花木板、板块和硬质纤维板面层	3
	用水泥砂浆做结合层铺设板块面层以及铺设隔层、填充层	5
	用胶结剂做结合层铺设拼花木板、塑料板和硬质纤维板面层	2
面层	条石、块石	10
	水泥混凝土、水泥砂浆、沥青砂浆、沥青混凝土、水泥钢(铁)屑不发火(防爆)、防油渗等面层	4
	缸砖、混凝土块面层	4
	整体及预制普通水磨石、碎拼大理石、水泥花砖和木板面层	3
	整体及预制高级水磨石面层	2
	陶瓷锦砖、陶瓷地砖、拼花木板、活动地板、塑料板、硬质纤维板等面层	2
	大理石、花岗石面层	1

6.4 栽植工程

6.4.1 种植穴、槽的挖掘

应根据树种根系类型确定穴深。栽植穴的形状一般为圆形或正方形(图6-17)。



图 6-17 挖穴

挖种植穴、槽的大小,应根据苗木根系、土球直径和土壤情况而定。穴、槽必须垂直下挖,上口下底相等,具体要求见表6-32~表6-38。

表 6-32 常绿乔木类种植穴规格

(单位: cm)

树 高	土 球 直 径	种 植 穴 深 度	种 植 穴 直 径
150	40 ~ 50	50 ~ 60	80 ~ 90
150 ~ 250	70 ~ 80	80 ~ 90	100 ~ 110
250 ~ 400	80 ~ 100	90 ~ 110	120 ~ 130
400 以上	140 以上	120 以上	180 以上

表 6-33 落叶乔木类种植穴规格 (单位: cm)

胸 径	种植穴深度	种植穴直径	胸 径	种植穴深度	种植穴直径
2~3	30~40	40~60	5~6	60~70	80~90
3~4	40~50	60~70	6~8	70~80	90~100
4~5	50~60	70~80	8~10	80~90	100~110

表 6-34 花灌木类种植穴规格 (单位: cm)

冠 径	种植穴深度	种植穴直径
200	70~90	90~110
100	60~70	70~90

表 6-35 裸根乔木挖种植穴规格 (单位: cm)

乔木胸径	种植穴直径	种植穴深度	乔木胸径	种植穴直径	种植穴深度
3~4	60~70	40~50	6~8	90~100	70~80
4~5	70~80	50~60	8~10	100~110	80~90
5~6	80~90	60~70			

表 6-36 裸根花灌木类挖种植穴规格 (单位: cm)

灌木高度	种植穴直径	种植穴深度	灌木高度	种植穴直径	种植穴深度
120~150	60	40	180~200	80	60
150~180	70	50			

表 6-37 竹类种植穴规格 (单位: cm)

种植穴深度	种植穴直径
盘根或土球深 20~40	比盘根或土球大 40~60

表 6-38 绿篱苗挖种植穴规格

绿篱苗高度/cm	单行式 (深×宽)/cm	双行式 (深×宽)/cm
50~80	40×40	40×60
100~120	50×50	50×70
120~150	60×60	60×80

园林植物生长所必需的最低种植土层厚度应符合表 6-39 的规定。

表 6-39 园林植种植必需的最低土层厚度

植被类型	草本花卉	草坪地被	小 灌 木	大 灌 木	浅根乔木	深根乔木
土层厚度/cm	30	30	45	60	90	150
允许偏差	<5%			<10%		

6.4.2 掘苗

常绿树掘土球苗规格见表 6-40。

表 6-40 针叶常绿树土球苗的规格要求

(单位: cm)

苗木高度	土球直径	土球纵径	备注
苗高 80 ~ 120	25 ~ 30	20	主要为绿篱苗
苗高 120 ~ 150	30 ~ 35	25 ~ 30	柏类绿篱苗
	40 ~ 50	—	松类
苗高 150 ~ 200	40 ~ 45	40	柏类
	50 ~ 60	40	松类
苗高 200 ~ 250	50 ~ 60	45	柏类
	60 ~ 70	45	松类
苗高 250 ~ 300	70 ~ 80	50	夏季放大一个规格
苗高 400 以上	100	70	夏季放大一个规格

一般常绿树、名贵树的挖掘要带土球。并应先用草绳将树冠捆拢，以方便操作。但不要捆得过紧，以免损伤枝条。如图 6-18 所示。

如挖大树，直径 50cm 以上的土球，底部应留一部分不挖，以支撑土球（如图 6-19 所示）。

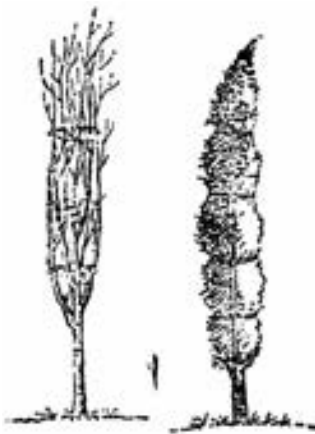


图 6-18 包扎树身示意图



图 6-19 打好腰箍的土球

常见土球的包装方法如图 6-20 所示。

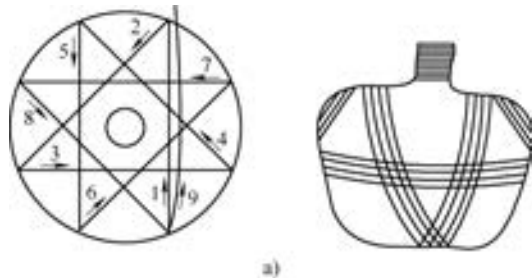


图 6-20 土球包装方法示意图

a) 井字包

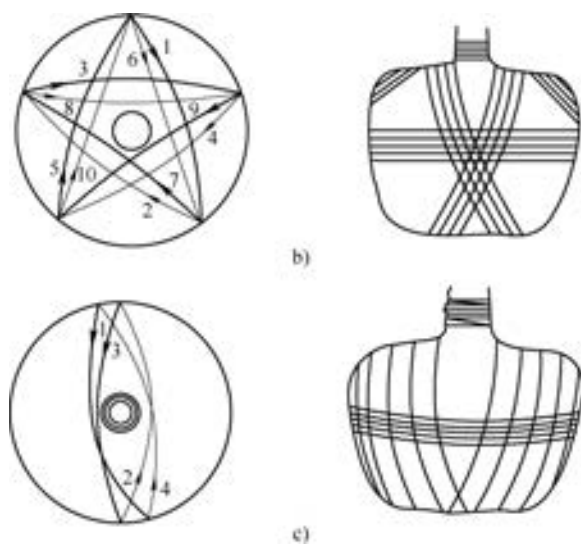


图 6-20 土球包装方法示意图 (续)

b) 五角包 c) 橘子包

花灌木类土球苗挖种植穴规格见表 6-41。

表 6-41 花灌木类土球苗挖种植穴规格

(单位: cm)

灌木高度	种植穴直径	种植穴深度
120 ~ 150	60	40
150 ~ 180	70	50
180 ~ 200	80	60

带土球苗的起苗规格应符合表 6-42 的规定。

表 6-42 带土球苗的起苗规格

苗木高度/cm	土球规格/cm	
	横 径	纵 径
<100	30	20
101 ~ 200	40 ~ 50	30 ~ 40
201 ~ 300	50 ~ 70	40 ~ 60
301 ~ 400	70 ~ 90	60 ~ 80
401 ~ 500	90 ~ 110	80 ~ 90

6.4.3 树木种植与移植

1. 树木种植

浇灌水不得采用污水。水中有害离子的含量不得超过植物生长要求的临界值, 水的理化性状应符合表 6-43 的规定。

表 6-43 园林浇灌用水水质指标

(单位: mg/L)

项 目	基本要求	pH 值	总 磷	总 氮	全 盐
数值	无漂浮物和异常味	6~9	≤10	≤15	≤1000

树木栽植后的浇水量, 见表 6-44。

表 6-44 树木栽植后的浇水量

乔木及常绿树胸径/cm	灌木高度/m	绿篱高度/m	树堰直径/cm	浇水量/kg
3~5	1.2~1.5	1~1.2	60	50
	1.5~1.8	1.2~1.5	70	75
	1.8~2	1.5~2	80	100
	2~2.5		90	200
7~10			110	250

2. 大树移植

大树移植施工流程图, 如图 6-21 所示。

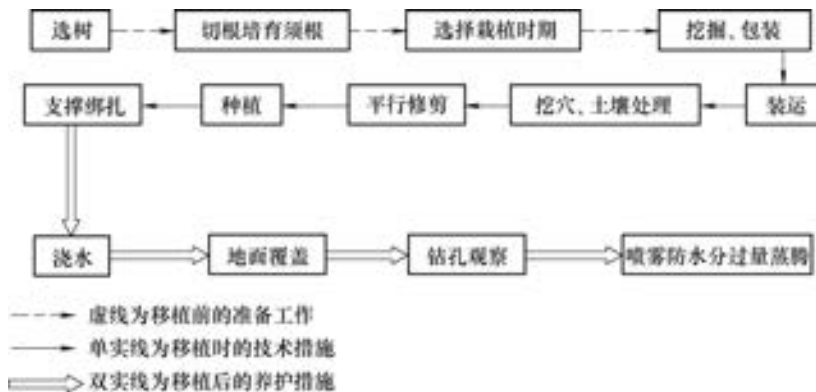


图 6-21 大树移植施工流程图

3. 土球挖掘

大树移植时土球的规格见表 6-45, 土台规格见表 6-46。

表 6-45 土球规格

树木胸径/cm	土球规格		
	土球直径/cm	土球高度/cm	留底直径
10~12	胸径 8~10 倍	60~70	土球直径的 1/3
13~15	胸径 7~10	70~80	

表 6-46 土台规格

树木胸径/cm	15~18	18~24	25~27	28~30
木箱规格/m	1.5×0.6	1.8×0.7	2.0×0.7	2.2×0.8

如图 6-22 所示为大树分期断根挖掘法示意图。

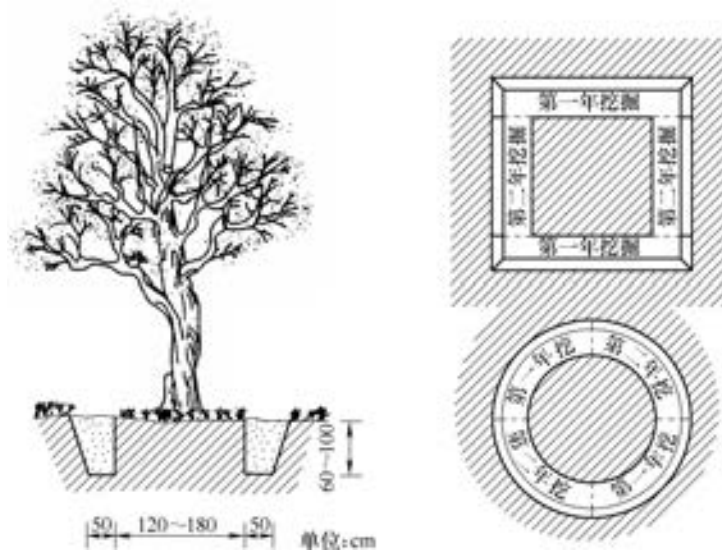


图 6-22 大树分期断根挖掘法示意图

4. 木箱包装

木箱包装移植法所需的材料、工具和机械参数见表 6-47。

表 6-47 木箱包装移植法所需的材料、工具和机械

名称		数量与数据	用途
木板	大号	上板长 2.0m、宽 0.2m、厚 3cm 底板长 1.75m、宽 0.3m、厚 5cm 边板上缘长 1.85m、下缘长 1.75m、厚 5cm 用 3 块带板（长 50m、宽 10~15cm）钉成高 0.8m 的木板，共 4 块	包装土球用
木板	小号	上板长 1.65m、宽 0.2m、厚 5cm 底板长 1.45m、宽 0.3m、厚 5cm 边板上缘长 1.5m、下缘长 1.4m、厚 5cm 用 3 块带板（长 50m、宽 10~15cm）钉成高 0.6m 的木板，共 4 块	—
方木		10cm × (10~15)cm × 15cm，长 1.5~2.0m，需 8 根	吊运做垫木
木墩		10 个，直径 0.25~0.30m，高 0.3~0.35m	支撑箱底
垫板		8 块，厚 3cm，长 0.2~0.25m，宽 0.15~0.2m	支撑横木、垫木墩
支撑横木		4 根，10cm × 15cm 方木，长 1.0m	支撑木箱侧面
木杆		3 根，长度为树高	支撑树木
铁皮（铁腰子）		约 50 根，厚 0.1cm，宽 3cm，长 50~80cm；每根打孔 10 个，孔距 5~10cm	加固木箱钉钉用
铁钉		约 500 个，长 3~3.5cm	钉铁腰子
蒲包片		约 10 个	包四角、填充上下板
草袋片		约 10 个	包树干
扎把绳		约 10 根	捆木杆起吊牵引用
尖锹		3~4 把	挖沟用
平锹		2 把	削土台，掏底用

(续)

名 称	数量与数据	用 途
小板镐	2 把	掏底用
紧线器	2 个	收紧箱体用
钢丝绳	2 根, 粗 1.2 ~ 1.3cm, 每根长 10 ~ 12m, 附卡子 4 个	捆木箱用
尖镐	2 把, 一头尖、一头平	刨土用
斧子	2 把	钉铁皮, 砍树根
小铁棍	2 根, 直径 0.6 ~ 0.8cm、长 0.4m	拧紧线器用
冲子、剃子	各 1 把	剥铁皮, 铁皮打孔用
鹰嘴钳子	1 把	调卡子用
千斤顶	1 台, 油压	上底板用
吊车	1 台, 起质量视土台大小而定	装、卸用
货车	1 台, 车型、载质量视树大小而定	运输树木用
卷尺	1 把, 3m 长	量土台用

移植前首先要准备好包装用的板材：箱板、底板和上板，如图 6-23 所示。

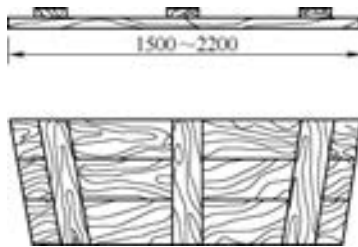


图 6-23 箱板示意图

木箱包装要点见表 6-48。

表 6-48 木箱包装要点

序 号	项 目	图 示	说 明
1	立边板		在安装箱板时，两块箱板的端头应沿土台四角略为退回，露出土台一部分
2	上紧线器		在上下两道钢丝绳各自接头处装上紧线器并使其处于相对方向（东西或南北）中间板带处，同时紧线器从上向下转动

(续)

序号	项目	图示	说明
3	钉箱		箱板被收紧后, 即可在四角钉上铁皮 (铁腰子) 8~10 道。每条铁皮上至少要有两对铁钉钉在带板上。钉子稍向外侧倾斜以增加拉力

5. 树木移植

树木种植机分自行式和牵引式两类, 上面安装的工作装置: 包括铲树机构、升降机构、倾斜机构和液压支腿 4 部分 (图 6-24)。

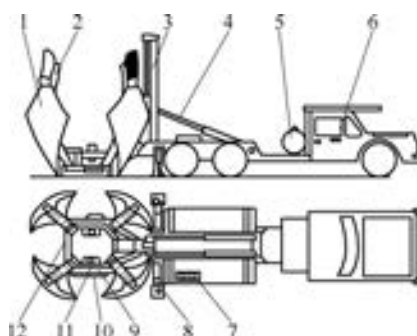


图 6-24 树木移植机结构简图

1—树铲 2—铲轨 3—升降机构 4—倾斜机构 5—水箱 6—车辆底盘 7—液压操纵阀
8—液压支腿 9—框架 10—开闭油缸 11—调平垫 12—锁紧装置

木箱的吊装如图 6-25 所示。如图 6-26 所示为土球吊运。如图 6-27 所示为运输装车法。如图 6-28 所示为卸车垫木法。



图 6-25 木箱的吊装



图 6-26 土球吊运



图 6-27 运输装车法

如图 6-29 所示为大树入坑 (穴) 法。

较大苗木为防止被风吹倒或人流活动损坏, 应立支柱支撑。支柱与树干间应用草绳隔开并将两者捆紧, 如图 6-30 所示。



图 6-28 卸车垫木法

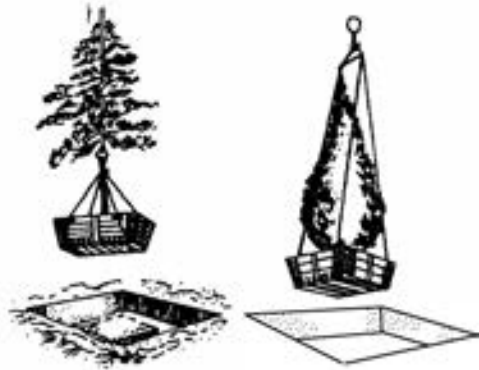


图 6-29 大树入坑（穴）法

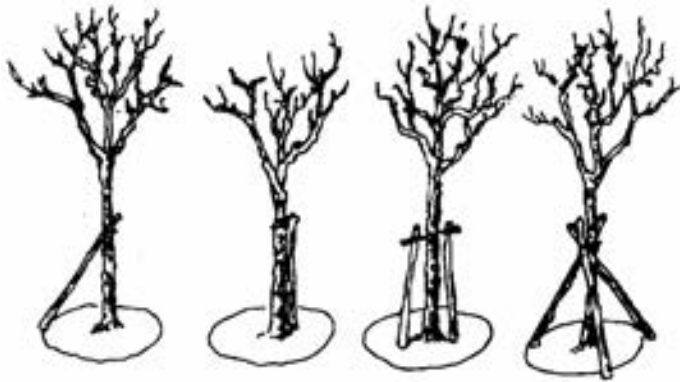


图 6-30 立支撑柱

6. 树木栽植要求

新建道路或经改建后达到规划红线宽度的道路，其绿化树木与地管线外缘的最小水平距离宜符合表 6-49 的规定。

表 6-49 树木与地管线外缘最小水平距离

管线名称	距乔木中心距离/m	距灌木中心距离/m
电力电缆	1.0	1.0
电信电缆（直埋）	1.0	1.0
电信电缆（管道）	1.5	1.0
给水管道	1.5	—
雨水管道	1.5	—
污水管道	1.5	—
燃气管道	1.5	1.2
热力管道	1.5	1.5
排水盲沟	1.0	—

当遇到特殊情况不能达到表 6-49 中规定的标准时，其绿树木根颈中心至地下管线外缘

的最小距离可采用表 6-50 的规定。

表 6-50 树木根颈中心至地下管线外缘最小距离

管线名称	距乔木根颈中心距离/m	距灌木根颈中心距离/m
电力电缆	1.0	1.0
电信电缆(直埋)	1.0	1.0
电信电缆(管沟)	1.5	1.0
给水管道	1.5	1.0
雨水管道	1.5	1.0
污水管道	1.5	1.0

树木与架空电力线路导线的最小垂直距离应符合表 6-51 的规定。

表 6-51 树林与架空电力线路导线的最小垂直距离

电压/kV	1~10	35~110	154~220	330
最小垂直距离/m	1.5	3.0	3.5	4.5

树木与其他设施的最小水平距离应符合表 6-52 的规定。

表 6-52 树木与其他设施最小水平距离

设施名称	至乔木中心距离/m	至灌木中心距离/m
低于2m的围墙	1.0	—
挡土墙	1.0	—
路灯杆柱	2.0	—
电力、电信杆柱	1.5	—
消防龙头	1.5	2.0
测量水准点	2.0	2.0

6.5 草坪、花卉种植

6.5.1 草坪播种与铺设

草坪种植施工流程图，如图 6-31 所示。

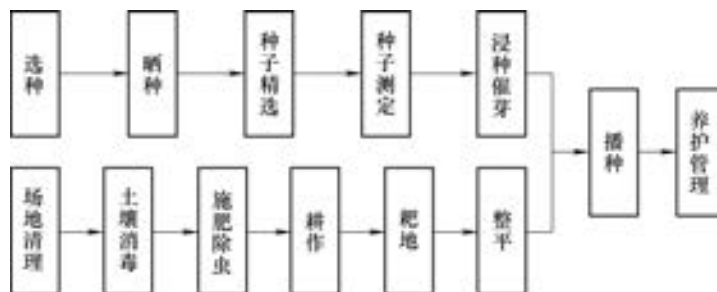


图 6-31 草坪种植施工流程图

常用草坪草的播种量见表 6-53。

表 6-53 几种草坪草的播种量

草 种	播种量/(g/m ²)	草 种	播种量/(g/m ²)
苇状羊茅	25 ~ 40	小糠草	5 ~ 10
紫羊茅	15 ~ 20	匍茎翦股颖	5 ~ 10
匍匐羊茅	15 ~ 20	细弱翦股颖	5 ~ 10
羊茅	15 ~ 25	地毯草	5 ~ 12
草地羊茅	10 ~ 25	百喜草	10 ~ 15
草地早熟禾	10 ~ 15	中华结缕草	10 ~ 30
加拿大早熟禾	6 ~ 10	结缕草	10 ~ 30
冰草	15 ~ 25	假俭草	10 ~ 25
无芒雀麦	6 ~ 12	白三叶	5 ~ 8
黑麦草	20 ~ 30	向阳地 野牛草 75%	10 ~ 20
盖氏虎尾草	8 ~ 15	羊茅 25%	
狗牙根	10 ~ 15	背阴地 野牛草 75%	10 ~ 20
野牛草	20 ~ 30	羊茅 25%	

草坪播种顺序有回纹式或纵横向后退撒播两种，如图 6-32 所示。

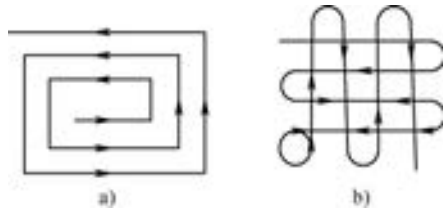


图 6-32 草坪播种顺序示意图

a) 回纹式 b) 纵横向后退撒播

草皮的铺栽常见方法可分为以下三种，如图 6-33 所示。

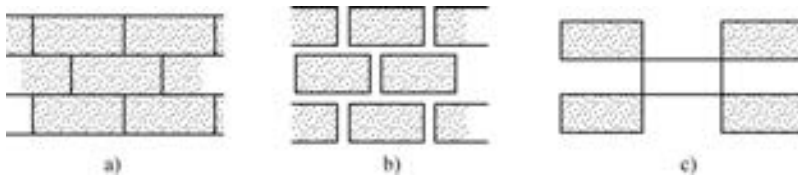


图 6-33 草坪的铺栽方法

a) 无缝铺栽 b) 有缝铺栽 c) 方格形花纹铺栽

停车位的植草格基层构造如图 6-34 所示。

人行道的植草格基层构造如图 6-35 所示。

消防车道的植草格基层构造如图 6-36 所示。

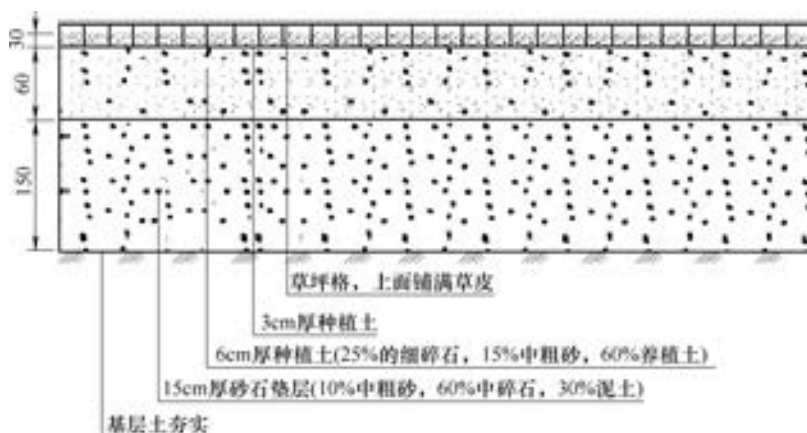


图 6-34 用于停车位的植草格基层构造示意图



图 6-35 用于人行道的植草格基层构造示意图

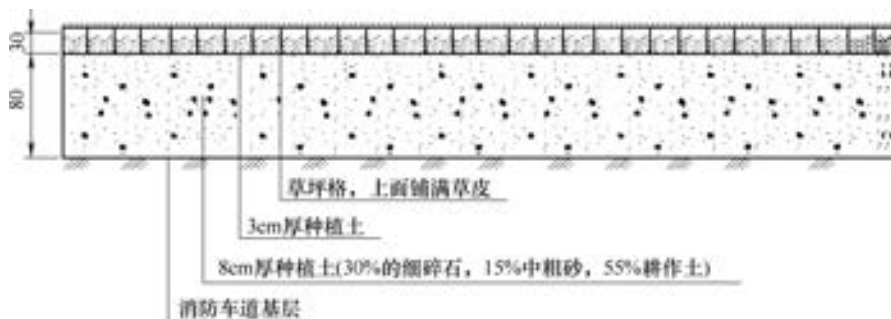


图 6-36 用于消防车道的植草格基层构造示意

运动型草坪工程的尺寸要求，允许偏差和检验方法应符合表 6-54 的规定。

表 6-54 运动型草坪工程的尺寸要求，允许偏差和检验方法

项次	项目	尺寸要求/cm	允许偏差/cm	检查方法
1	栽植土层（或介质层）深度	40cm 或按设计要求	-0	用环刀取样（或挖样洞）尺量检查
2	草坪草修剪高度	4	±1	尺量检查

6.5.2 草坪施肥

草坪草营养元素含量及缺乏症状见表 6-55。

表 6-55 草坪草营养元素含量及缺乏症状

营养元素	干物质中含量	缺乏症状
氮	2.5% ~ 6.0%	老叶变黄, 幼芽生长缓慢
磷	0.2% ~ 0.6%	老叶先暗绿, 后呈紫红或微红
钾	1.0% ~ 4.0%	老叶显黄, 油漆叶尖, 叶缘枯萎
钙	0.2% ~ 0.1%	幼叶生长受阻或呈棕红色
镁	0.1% ~ 0.5%	叶片出现枯斑、条纹, 边缘鲜红
硫	0.2% ~ 0.6%	老叶变黄
铁	50mg/kg ~ 500mg/kg	幼叶出现黄斑

不同草坪草种月施肥量见表 6-56。

表 6-56 不同草坪草种月施肥量 (以纯氮计算)

草坪草种类	喜肥程度	施肥量/(g/m ³)
野牛草	最低	0 ~ 2
紫羊茅、海滨雀稗、巴哈雀稗	低	1 ~ 3
结缕草、高羊茅、多年生黑麦草、地毯草、假俭草	中等	2 ~ 5
草地早熟禾、匍匐翦股颖、狗牙根	高	3 ~ 8

6.5.3 草坪修剪

不同类型绿地草坪在生长季内的修剪次数与频率见表 6-57。

表 6-57 不同类型绿地草坪在生长季内的修剪次数与频率

草坪类型	草坪草种类	修剪频率/(次/月)			全年修剪次数
		4月~6月	7月~8月	9月~11月	
封闭型绿地草坪	冷季型草坪草	5~6	3~4	5~6	40~50
	暖季型草坪草	2~3	3~4	2~3	18~26
开放型绿地草坪	冷季型草坪草	3~4	2~3	3~4	25~35
	暖季型草坪草	1~2	2~3	1~2	12~22

不同种类草坪植物适宜的修剪高度见表 6-58。

表 6-58 不同种类草坪植物适宜的修剪高度

(单位: cm)

草坪植物	修剪高度	草坪植物	修剪高度
巴哈雀稗	5.0~8.0	弯叶画眉草	5.0~8.0
海滨雀稗	2.0~4.0	匍匐翦股颖	1.0~2.5
普通狗牙根	1.5~3.0	细弱翦股颖	1.5~3.0
杂交狗牙根	1.0~2.5	紫羊茅	2.5~4.0
地毯草	2.5~5.0	草地早熟禾	2.5~4.0
钝叶草	4.0~6.0	多年生黑麦草	2.5~4.0
结缕草	1.5~4.0	高羊茅	4.0~6.0
野牛草	2.0~4.0	格兰马草	4.0~6.0
假俭草	1.5~4.0	—	—

6.5.4 花卉种植

主要水生花卉最适水深见表 6-59。

表 6-59 主要水生花卉最适水深

类别	代表品种	最适水深/cm	备注
沼生类	菖蒲、千屈菜等	10~20	千屈菜可盆栽
挺水类	荷、宽叶香蒲等	100以内	—
浮水类	芡实、睡莲等	50~300	睡莲可水中盆栽
漂浮类	浮萍、凤眼莲等	浮于水面	根不生于泥土中

花卉的追肥施用量见表 6-60。

表 6-60 花卉的追肥施用量 (单位: kg/100m²)

花卉种类	追肥施用量		
	硝酸氨	过磷酸钙	氯化钾
一、二年生花卉	0.9	1.5	0.5
多年生花卉	0.5	0.8	0.3

根据材料不同, 防水、隔根材料厚度应满足表 6-61 的要求。

表 6-61 防水隔根材料厚度参照表 (单位: mm)

序号	防水材料	选用厚度	施工方法
*1	合金防水卷材 (PSS)	单层使用 ≥ 0.5	热焊接法
*2	铜复合胎基改性沥青根组防水卷材	单层使用 ≥ 4 双层使用 $\geq 4+3$	热熔法
*3	金属铜胎改性沥青防水卷材 (JCUB)	单层使用 ≥ 4 双层使用 $\geq 4+3$	热熔 (冷自粘) 法
*4	聚乙烯胎高聚物改性沥青防水卷材 (PPE)	单层使用 ≥ 4 双层使用 $\geq 4+3$	冷自粘 (热熔) 法
5	高聚物改性沥青防水卷材	单层使用 ≥ 4 双层使用 $\geq 6(3+3)$	热熔法
6	双面自粘橡胶沥青防水卷材 (BCA)	单层使用 ≥ 3 双层使用 $\geq 2+2$	水泥浆湿铺法
*7	聚氯乙烯防水卷材 (PVC)	单层使用 ≥ 1.5 双层使用 $\geq 1.2+1.2$	热焊接法
*8	聚乙烯丙纶防水卷材	单层使用 ≥ 0.9 双层使用 $\geq 0.7+0.7$	专用胶粘法
9	水泥基渗透结晶型防水卷材	单层使用 ≥ 0.8 用料量 $\geq 1.2\text{kg/m}^3$	涂刷施工

注: 1. 铜复合胎基改性沥青根组防水卷材双层使用时, 底层可用 3mm 厚聚酯胎 SBS 改性沥青防水卷材。

2. 聚乙烯丙纶防水卷材胶粘层厚度应不小于 1.3mm。

3. 加 * 号的材料具有隔根性能。

第 7 章 市政燃气输配工程

7.1 燃气输配系统

7.1.1 一般规定

城镇燃气管道的设计压力 (P) 分为 7 级, 并应符合表 7-1 的要求。

表 7-1 城镇燃气管道的设计压力 (表压) 分级

名 称		压力/MPa
高压燃气管道	A	$2.5 < P \leq 4.0$
	B	$1.6 < P \leq 2.5$
次高压燃气管道	A	$0.8 < P \leq 1.6$
	B	$0.4 < P \leq 0.8$
中压燃气管道	A	$0.2 < P \leq 0.4$
	B	$0.01 \leq P \leq 0.2$
低压燃气管道		$P < 0.01$

如图 7-1 所示为低压—中压 A 两级管网系统。

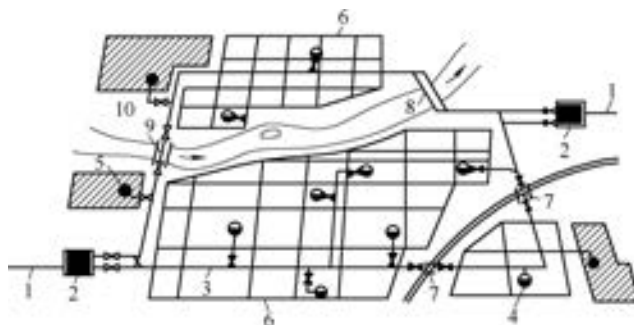


图 7-1 低压—中压 A 两级管网系统

- 1—长输管线 2—城市燃气分配站 3—中压 A 管网 4—区域调压站
5—工业企业专用调压装置 6—低压管网 7—穿过铁路的套管敷设
8—穿越河底的过河道 9—沿桥敷设的过河管 10—工业企业

如图 7-2 所示为低压—中压 B 两级管网系统。

地下燃气管道与交流电力线接地体的净距不应小于表 7-2 的规定。

表 7-2 地下燃气管道与交流电力线接地体的净距 (单位: m)

电压等级/kV	10	35	110	220
铁塔或电杆接地体	1	3	5	10
电站或变电所接地体	5	10	15	30

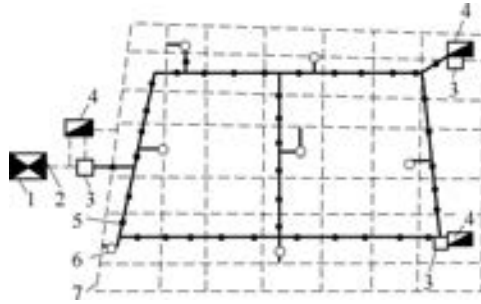


图 7-2 低压—中压 B 两级管网系统

1—气源厂 2—低压管道 3—压送机站 4—低压贮气罐站
5—中压 B 管网 6—区域调压站 7—低压管网

7.1.2 室外燃气管道

1. 压力不大于 1.6MPa 的室外燃气管道

次高压钢质燃气管道最小公称壁厚不应小于表 7-3 的规定。

表 7-3 钢质燃气管道最小公称壁厚

钢管公称直径 DN/mm	公称壁厚/ mm	钢管公称直径 DN/mm	公称壁厚/ mm
100 ~ 150	4.0	600 ~ 700	7.1
200 ~ 300	4.8	750 ~ 900	7.9
350 ~ 450	5.2	950 ~ 1000	8.7
500 ~ 550	6.4	1050	9.5

地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平和垂直净距，不应小于表 7-4、表 7-5 的规定。

表 7-4 地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距（单位：m）

项 目		地下燃气管道压力/MPa				
		低压 < 0.01	中 压		次 高 压	
			$B \leq 0.2$	$A \leq 0.4$	$B0.8$	$A1.6$
建筑物	基础	0.7	1.0	1.5	—	—
	外墙面（出地面处）	—	—	—	5.0	13.5
给水管		0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
污水、雨水排水管		1.0	1.2	1.2	1.5	2.0
电力电缆 （含电车电缆）	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
	在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
通信电缆	直埋	0.5	0.5	0.5	1.0	1.5
	在导管内	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
其他燃气管道	$DN \leq 300mm$	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	$DN > 300mm$	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

(续)

项 目		地下燃气管道压力/MPa				
		低压 <0.01	中 压		次 高 压	
			B≤0.2	A≤0.4	B0.8	A1.6
热力管	直埋	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0
	在管沟内 (至外壁)	1.0	1.5	1.5	2.0	4.0
电杆 (塔) 的基础	≤35kV	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	>35kV	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0
通信照明电杆 (至电杆中心)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
铁路路堤坡脚		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
有轨电车钢轨		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
街树 (至树中心)		0.75	0.75	0.75	1.2	1.2

表 7-5 地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间垂直净距 (单位: m)

项 目		地下燃气管道 (当有套管时, 以套管计)
给水管、排水管或其他燃气管道		0.15
热力管、热力管的管沟底 (或顶)		0.15
电缆	直埋	0.50
	在导管内	0.15
铁路 (轨底)		1.20
有轨电车 (轨底)		1.00

注: 1. 当次高压燃气管道压力与表中数值不相同, 可采用直线内插法确定水平净距。

2. 如受地形限制不能满足表 7-4 和表 7-5 时, 经与有关部门协商, 采取有效的安全防护措施后, 表 7-4 和表 7-5 规定的净距均可适当缩小, 但低压管道不应影响建 (构) 筑物和相邻管道基础的稳固性, 中压管道距建筑物基础不应小于 0.5m 且距建筑物外墙面不应小于 1m, 次高压燃气管道距建筑物外墙面不应小于 3.0m。其中当对次高压 A 燃气管道采取有效的安全防护措施或当管道壁厚不小于 9.5mm 时, 管道距建筑物外墙面不应小于 6.5m; 当管壁厚度不小于 11.9mm 时, 管道距建筑物外墙面不应小于 3.0m。

3. 表 7-4 和表 7-5 规定除地下燃气管道与热力管的净距不适用于聚乙烯燃气管道和钢骨架聚乙烯塑料复合管外, 其他规定均适用于聚乙烯燃气管道和钢骨架聚乙烯塑料复合管道。聚乙烯燃气管道与热力管道的净距应按国家现行标准《聚乙烯燃气管道工程技术规程》(CJJ 63—2008) 执行。

架空燃气管道与铁路、道路、其他管线交叉时的垂直净距不应小于表 7-6 的规定。

表 7-6 架空燃气管道与铁路、道路、其他管线交叉时的垂直净距

建筑物和管线名称	最小垂直净距/m	
	燃气管道下	燃气管道上
铁路轨顶	6.0	—
城市道路路面	5.5	—
厂区道路路面	5.0	—
人行道路面	2.2	—

(续)

建筑物和管线名称		最小垂直净距/m	
		燃气管道下	燃气管道上
架空电力线, 电压	3kV 以下	—	1.5
	3 ~ 10kV	—	3.0
	35 ~ 66kV	—	4.0
其他管道, 管径	≤300mm	同管道直径, 但不小于 0.10	同左
	>300mm	0.30	0.30

- 注: 1. 厂区内部的燃气管道, 在保证安全的情况下, 管底至道路路面的垂直净距可取 4.5m; 管底至铁路轨顶的垂直净距可取 5.5m。在车辆和人行道以外的地区, 可在从地面到管底高度不小于 0.35m 的低支柱上敷设燃气管道。
2. 电气机车铁路除外。
3. 架空电力线与燃气管道的交叉垂直净距尚应考虑导线的最大垂度。
4. 输送湿燃气的管道应采取排水措施, 在寒冷地区还应采取保温措施。燃气管道坡向凝水缸的坡度不宜小于 0.003。
5. 工业企业内燃气管道沿支柱敷设时, 尚应符合现行国家标准《工业企业煤气安全规程》(GB 6222—2005) 的规定。

2. 压力大于 1.6MPa 的室外燃气管道

城镇燃气管道的强度设计系数 (F) 应符合表 7-7 的规定。

表 7-7 城镇燃气管道的强度设计系数

地区等级	强度设计系数 (F)
一级地区	0.72
二级地区	0.60
三级地区	0.40
四级地区	0.30

穿越铁路、公路和人员聚集场所的管道以及门站、储配站、调压站内管道的强度设计系数, 应符合表 7-8 的规定。

表 7-8 穿越铁路、公路和人员聚集场所的管道
以及门站、储配站、调压站内管道的强度设计系数 (F)

管道及管段	地区等级			
	一	二	三	四
有套管穿越Ⅲ、Ⅳ级公路的管道	0.72	0.6	0.4	0.3
无套管穿越Ⅲ、Ⅳ级公路的管道	0.6	0.5		
有套管穿越Ⅰ、Ⅱ级公路、高速公路、铁路的管道	0.6	0.6		
门站、储配站、调压站内管道及其上、下游各 200m 管道, 截断阀室管道及其上、下游各 50m 管道 (其距离从站和阀室边界线起算)	0.5	0.5		
人员聚集场所的管道	0.4	0.4		

一级或二级地区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距不应小于表 7-9 的规定。三级地

区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距不应小于表 7-10 的规定。

表 7-9 一级或二级地区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距 (单位: m)

燃气管道公称直径 DN/mm	地下燃气管道压力/MPa		
	1.61	2.50	4.00
$900 < DN \leq 1050$	53	60	70
$750 < DN \leq 900$	40	47	57
$600 < DN \leq 750$	31	37	45
$450 < DN \leq 600$	24	28	35
$300 < DN \leq 450$	19	23	28
$150 < DN \leq 300$	14	18	22
$DN \leq 150$	11	13	15

注: 1. 当燃气管道强度设计系数不大于 0.4 时, 一级或二级地区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距可按表 7-10 确定。

2. 水平净距指管道外壁到建筑物出地面处外墙面的距离。建筑物指平常有人的建筑物。
3. 当燃气管道压力与表中数不相同。可采用直线方程内插法确定水平净距。

表 7-10 三级地区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距 (单位: m)

燃气管道公称直径和壁厚 δ/mm	地下燃气管道压力/MPa		
	1.61	2.50	4.00
A 所有管径 $\delta < 9.5$	13.5	15.0	17.0
B 所有管径 $9.5 \leq \delta < 11.9$	6.5	7.5	9.0
C 所有管径 $\delta \geq 11.9$	3.0	5.0	8.0

注: 1. 当对燃气管道采取有效的保护措施时, $\delta < 9.5mm$ 的燃气管道也可采用表中 B 行的水平净距。

2. 水平净距指管道外壁到建筑物出地面处外墙面的距离。建筑物指平常有人的建筑物。
3. 当燃气管道压力与表中数不相同。可采用直线方程内插法确定水平净距。

7.1.3 燃气储配

如图 7-3 所示为高压储存一级调压、中压或高压输送工艺流程。

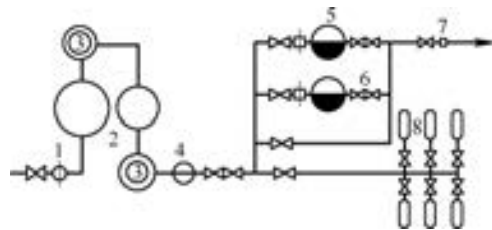


图 7-3 高压储存一级调压、中压或高压输送储备站工艺流程
1—进口过滤器 2—压缩机 3—冷却器 4—油气分离器 5—调压器
6—止回阀 7—出口计量器 8—高压储气罐

高压储存二级调压、中压或高压输送工艺流程如图 7-4 所示。

高压储配站调压工艺系统如图 7-5 所示。

低压储存中压输送储配站工艺流程如图 7-6 所示。

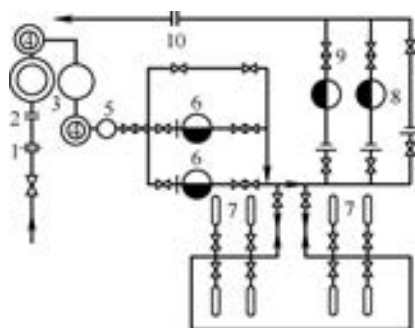


图 7-4 高压储存二级调压、中压或高压输送储配站工艺流程

- 1—过滤器 2—进口计量器 3—压缩机 4—冷却器
5—油气分离器 6—一级调压器 7—高压储气罐
8—二级调压器 9—止回阀 10—出口计量器

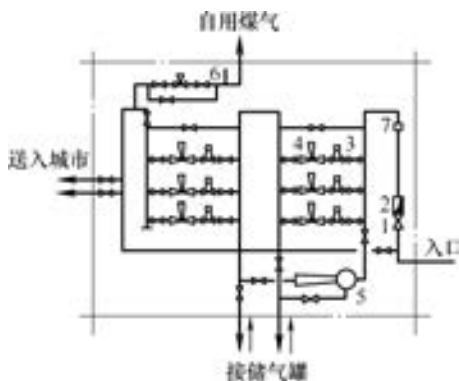


图 7-5 高压储配站调压系统示意图

- 1—阀门 2—止回阀 3—安全阀 4—调压器
5—引射器 6—安全水封 7—流量孔板

低压储存、低压中压分路输送储配站工艺流程如图 7-7 所示。

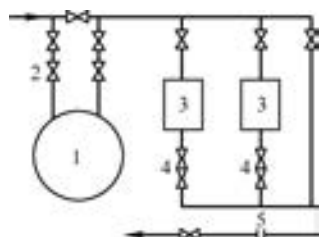


图 7-6 低压储存中压输送储配站工艺流程

- 1—低压湿式储气罐 2—水封阀 3—压缩机
4—止回阀 5—出口计量器

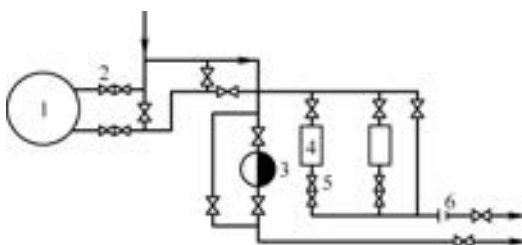


图 7-7 低压储存、中低压分路输送工艺流程

- 1—低压储气罐 2—水封阀 3—稳压器 4—压缩机
5—止回阀 6—出口计量器

储配站内的储气罐与站内的建筑物、构筑物的防火间距应符合表 7-11 的规定。

表 7-11 储气罐与站内的建筑物、构筑物的防火间距 (单位: m)

储气罐总容积/m ³	≤1000	>1000 ~ ≤10000	>10000 ~ ≤50000	>50000 ~ ≤200000	>200000
明火、散发火花地点	20	25	30	35	40
调压室、压缩机室、计量室	10	12	15	20	25
控制室、变配电室、汽车库等辅助建筑	12	15	20	25	30
机修间、燃气锅炉房	15	20	25	30	35
办公、生活建筑	18	20	25	30	35
消防泵房、消防水池取水口	20				
站内道路(路边)	10	10	10	10	10
围墙	15	15	15	15	18

注: 1. 低压湿式储气罐与站内的建筑物、构筑物的防火间距, 应按本表确定。

2. 低压干式储气罐与站内的建筑物、构筑物的防火间距, 当可燃气体的密度比空气大时, 应按本表增加 25%; 比空气小或相等时, 可按本表确定。

3. 固定容积储气罐与站内的建筑物、构筑物的防火间距应按本表的规定执行。总容积按其几何容积 (m³) 和设计压力 (绝对压力, 10² kPa) 的乘积计算。

4. 低压湿式或干式储气罐的水封室、油泵房和电梯间等附属设施与该储罐的间距按工艺要求确定。

5. 露天燃气工艺装置与储气罐的间距按工艺要求确定。

当高压储气罐罐区设置检修用集中放散装置时，集中放散装置的放散管与站外建筑物、构筑物的防火间距不应小于表 7-12 的规定；集中放散装置的放散管与站内建筑物、构筑物的防火间距不应小于表 7-13 的规定。

表 7-12 集中放散装置的放散管与站外建筑物、构筑物的防火间距

项 目	防火间距/m	
明火、散发火花地点	30	
民用建筑	25	
甲、乙类液体储罐，易燃材料堆场	25	
室外变、配电站	30	
甲、乙类物品库房，甲、乙类生产厂房	25	
其他厂房	20	
铁路（中心线）	40	
公路、道路（路边）	高速，I、II级，城市快速	15
	其他	10
架空电力线（中心线）	>380V	2.0 倍杆高
	≤380V	1.5 倍杆高
架空通信线（中心线）	国家 I、II级	1.5 倍杆高
	其他	1.5 倍杆高

表 7-13 集中放散装置的放散管与站内建筑物、构筑物的防火间距

项 目	防火间距/m	项 目	防火间距/m
明火、散发火花地点	30	围墙	2
办公、生活建筑	25	燃气锅炉房	25
可燃气体储气罐	20	消防泵房、消防水池取水口	20
室外变、配电站	30	站内道路（路边）	2
调压室、压缩机室、计量室及工艺装置区	20	控制室、配电室、汽车库、机修间和其他辅助建筑	25

储配站在同一时间内的火灾次数应按一次考虑。储罐区的消防用水量不应小于表 7-14 的规定。

表 7-14 储罐区的消防用水量

储罐容积/m ³	> 500 ~ ≤10000	> 10000 ~ ≤50000	> 50000 ~ ≤1000000	> 100000 ~ ≤200000	> 200000
消防用水量/(L/s)	15	20	25	30	35

注：固定容积的可燃气体储罐以组为单位，总容积按其几何容积（m³）和设计压力（绝对压力，10² kPa）的乘积计算。

7.1.4 调压站

1. 城镇常用调压器

直接作用式调压器的工作原理如图 7-8 所示。

间接作用式调压器的工作原理如图 7-9 所示。

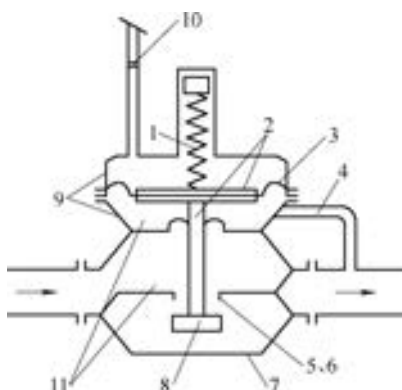


图 7-8 直接作用式调压器

1—设定元件 2—驱动器 3—膜片 4—信号管 5—阀座 6—阀垫 7—调压器壳体
8—调节元件 9—驱动器壳体 10—呼吸孔 11—金属隔板

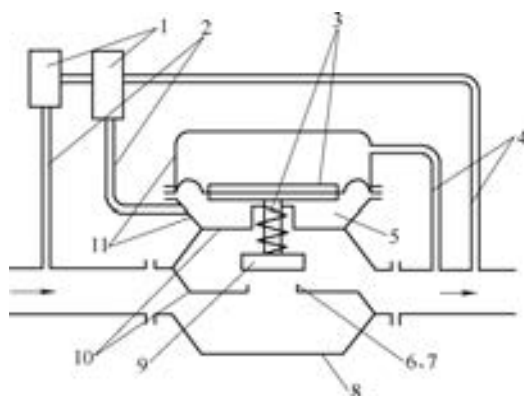


图 7-9 间接作用式调压器

1—指挥器 2—过程管 3—驱动器 4—信号管 5—驱动器腔 6—阀座 7—阀垫
8—调压器壳体 9—调节元件 10—金属隔板 11—驱动器壳体

调压器的分类方法和类别见表 7-15。

表 7-15 调压器的分类方法和类别

序号	分类方法	类别
1	工作原理	直接作用式、间接作用式
2	最大进口压力/MPa	4、2.5、1.6、0.8、0.4、0.2、和 0.01

区域、楼洞和表前调压器的额定出口压力宜按表 7-16 选取。

表 7-16 区域、楼洞和表前调压器的额定出口压力 (单位: kPa)

序号	工作介质	区域	楼栋	表前
1	人工煤气	1.76	1.40	1.16
2	天然气	3.00	2.40	2.16

注: 管道液化石油气的区域、楼洞和表前调压器的额定出口压力分别为 3.80kPa、3.04 kPa 和 2.96kPa。

2. 调压站布置

调压器的安装图如图 7-10 所示。

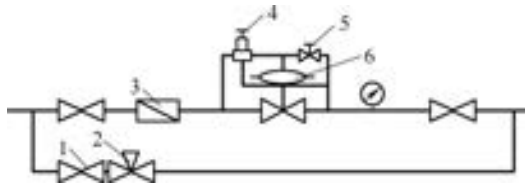


图 7-10 调压器安装图

1—旁通阀 2—节流阀 3—过滤器 4—指挥器 5—针阀 6—主调压器

内螺纹联接的调压器结构长度见表 7-17。

表 7-17 内螺纹联接的调压器结构长度

(单位: mm)

公称尺寸 DN	结构长度		结构长度公差
	短系列	长系列	
15	65	90	+1.0 -1.5
20	75	100	
25	90	120	
32	105	140	+1.0 -2.0
40	120	170	
50	140	200	

进、出口公称尺寸相同的法兰连接的调压器，其结构长度宜采用表 7-18 所示值，也可采用表 7-19 所示值。

表 7-18 法兰联接的调压器结构长度

(单位: mm)

公称尺寸 DN	法兰公称压力 PN/MPa		结构长度公差
	0.6/1.0/1.6/2.0	2.5/4.0/5.0	
	结构长度		
25	184	197	±1.5
40	222	235	
50	254	267	
65	267	292	
80	298	318	
100	352	368	±2.5
15	451	473	
200	543	568	
250	674	708	
300	736	774	±3.5

表 7-19 法兰联接的调压器备选结构长度 (单位: mm)

公称尺寸 DN	法兰公称压力 PN/MPa	结构长度公差
	0.6/1.0/1.6/2.0/2.5/4.0/5.0	
	结构长度	
25	160	±1.5
40	200	
50	230	
65	290	
80	310	
100	350	±2.5
150	480	
200	600	
250	730	±3.5
300	850	

调压站含调压柜与其他建筑物、构筑物的水平净距应符合表 7-20 的规定。

表 7-20 调压站含调压柜与其他建筑物、构筑物水平净距 (单位: m)

设置形式	调压装置入口 燃气压力级制	建筑物 外墙面	重要公共建筑、一 类高层民用建筑	铁路 (中心线)	城镇 道路	公共电力 变配电柜
地上单独建筑	高压 (A)	18.0	30.0	25.0	5.0	6.0
	高压 (B)	13.0	25.0	20.0	4.0	6.0
	次高压 (A)	9.0	18.0	15.0	3.0	4.0
	次高压 (B)	6.0	12.0	10.0	3.0	4.0
	中压 (A)	6.0	12.0	10.0	2.0	4.0
	中压 (B)	6.0	12.0	10.0	2.0	4.0
调压柜	次高压 (A)	7.0	14.0	12.0	2.0	4.0
	次高压 (B)	4.0	8.0	8.0	2.0	4.0
	中压 (A)	4.0	8.0	8.0	1.0	4.0
	中压 (B)	4.0	8.0	8.0	1.0	4.0
地下单独建筑	中压 (A)	3.0	6.0	6.0	—	3.0
	中压 (B)	3.0	6.0	6.0	—	3.0
地下调压箱	中压 (A)	3.0	6.0	6.0	—	3.0
	中压 (B)	3.0	6.0	6.0	—	3.0

注: 1. 当调压装置露天设置时, 则指距离装置的边缘。

2. 当建筑物 (含重要公共建筑) 的某外墙为无门、窗洞口的实体墙, 且建筑物耐火等级不低于二级时, 燃气进口压力级别为中压 A 或中压 B 的调压柜一侧或两侧 (非平行), 可贴靠上述外墙设置。

3. 当达不到上表净距要求时, 采取有效措施, 可适当缩小净距。

7.1.5 液化石油气供应

如图 7-11 所示为压缩法提取液化石油气工艺流程。

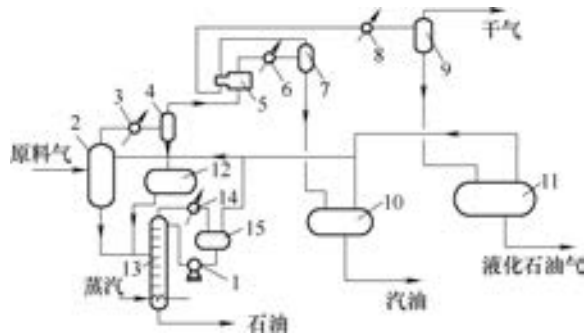


图 7-11 压缩法提取液化石油气工艺流程

1—泵 2、12—储罐 3、6、8、14—水冷却器 4、7、9—气液分离器 5—压缩机
10—汽油储罐 11—液化石油气储罐 13—蒸馏塔 15—回流管

液态液化石油气输送管道应按设计压力 (P) 分为 3 级并应符合表 7-21 的规定。

表 7-21 液态液化石油气输送管道应按设计压力 (表压) 分级

管道级别	I 级	II 级	III 级
设计压力/MPa	$P > 4.0$	$1.6 < P \leq 4.0$	$P \leq 1.6$

液化石油气管道运输系统如图 7-12 所示。

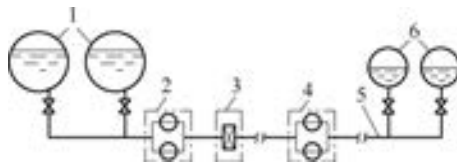


图 7-12 液化石油气管道运输系统

1—起点站贮藏 2—起点泵站 3—计量站 4—中间泵站 5—管道 6—终点站贮藏

地下液态液化石油气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距和垂直净距不应小于表 7-22、表 7-23 的规定。

表 7-22 地下液态液化石油气管道与建筑物、构筑物
或相邻管道之间的水平净距

(单位: m)

管道级别 项目	I 级	II 级	III 级
特殊建筑物、构筑物 (军事设施、易燃易爆物品仓库、国家重点文物保护单位、飞机场、火车站和码头等)	100		
居民区、村镇、重要公共建筑	50	40	25
一般建筑物、构筑物	25	15	10
给水管	1.5	1.5	1.5
污水、雨水排水管	2	2	2
热力管	直埋	2	2
	在管沟内 (至外壁)	4	4

(续)

管道级别		I 级	II 级	III 级
项目				
其他燃料管道		2	2	2
埋地电缆	电力线 (中心线)	2	2	2
	通信线 (中心线)	2	2	2
电杆 (塔) 的基础	≤35kV	2	2	2
	>35kV	5	5	5
通信照明电杆 (至电杆中心)		2	2	2
公路、道路 (路边)	高速, I、II 级, 城市快速	10	10	10
	其他	5	5	5
铁路 (中心线)	国家线	25	25	25
	企业专用线	10	10	10
树木 (至树中心)		2	2	2

- 注: 1. 当因客观条件达不到本表规定时, 可按有关规定降低管道强度设计系数, 增加管道壁厚和采取有效的安全保护措施后, 水平净距可适当减小。
 2. 特殊建筑物、构筑物的水平净距应从其划定的边界线算起。
 3. 当地下液态液化石油气管道或相邻地下管道中的防腐采用外加电流阴极保护时两相邻地下管道 (缆线) 之间的水平净距尚应符合有关规定。

表 7-23 地下液态液化石油气管道与构筑物或地下管道之间的垂直净距

项 目	地下液态液化石油气管道 (当有套管时, 以套管计)	
给水管, 污水、雨水排水管 (沟)	0.20	
热力管、热力管的管沟底 (或顶)	0.20	
其他燃料管道	0.20	
通信线、电力线	直埋	0.50
	在导管内	0.25
铁路 (轨底)	1.20	
有轨电车 (轨底)	1.00	
公路、道路 (路面)	0.90	

- 注: 1. 地下液化石油气管道与排水管 (沟) 或其他有沟的管道交叉时交叉处应加套管。
 2. 地下液化石油气管道与铁路、高速公路、I 级或 II 级公路交叉时尚应符合有关规定。

7.2 管道敷设

7.2.1 聚乙烯燃气管道敷设

1. 管道布置

聚乙烯管道和钢骨架聚乙烯复合管道与热力管道之间的水平净距和垂直净距, 不应小于表 7-24、表 7-25 的规定。

表 7-24 聚乙烯管道和钢骨架聚乙烯复合管道与热力管道之间的水平净距

项 目		地下燃气管道/m				
		低 压	中 压		次 高 压	
			B	A	B	
热力管	直埋	热水	1.0	1.0	1.0	1.5
		蒸汽	2.0	2.0	2.0	3.0
	在管沟内（至外壁）		1.0	1.5	1.5	2.0

表 7-25 聚乙烯管道和钢骨架聚乙烯复合管道与热力管道之间的垂直净距

项 目		燃气管道（当有套管时，从套管外径计）/m
热力管	燃气管在直埋管上方	0.5（加套管）
	燃气管在直埋管下方	1.0（加套管）
	燃气管在管沟上方	0.2（加套管）或 0.4
	燃气管在管沟下方	0.3（加套管）

2. 管道连接

如图 7-13 所示为热熔承口管件。

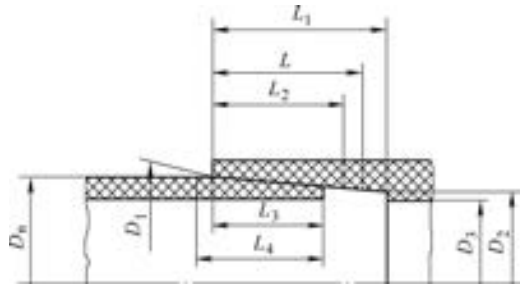


图 7-13 热熔承口管件

D_1 —承口口部平均内径 D_2 —承口根部平均内径 D_3 —最小内径 L —承口最小长度

L_1 —承口实际长度 L_2 —管件加热长度 L_3 —管材插入深度 L_4 —管材加热长度

SDR11 管材热熔对接焊接参数见表 7-26。

表 7-26 SDR11 管材热熔对接焊接参数

公称直径 DN/mm	管材壁厚 e/mm	P_2/MPa	压力 = P_1 凸起高度 h/mm	压力 $\approx P_{拖}$ 吸热时间 t_2/s	切换时间 t_3/s	增压时间 t/s	压力 = P_1 冷却时间 t_5/min
75	6.8	219/ S_2	1.0	68	≤ 5	< 6	≥ 10
90	8.2	315/ S_2	1.5	82	≤ 6	< 7	≥ 11
110	10.0	471/ S_2	1.5	100	≤ 6	< 7	≥ 14
125	11.4	608/ S_2	1.5	114	≤ 6	< 8	≥ 15
140	12.7	763/ S_2	2.0	127	≤ 8	< 8	≥ 17
160	14.5	996/ S_2	2.0	145	≤ 8	< 9	≥ 19

(续)

公称直径 DN/mm	管材壁厚 e/mm	P_2 /MPa	压力 = P_1 凸起高度 h/mm	压力 $\approx P_{\text{插}}$ 吸热时间 t_2 /s	切换时间 t_3 /s	增压时间 t/s	压力 = P_1 冷却时间 t_5 /min
180	16.4	1261/ S_2	2.0	164	≤ 8	<10	≥ 21
200	18.2	1557/ S_2	2.0	182	≤ 8	<11	≥ 23
225	20.5	1971/ S_2	2.5	205	≤ 10	<12	≥ 26
250	22.7	2433/ S_2	2.5	227	≤ 10	<13	≥ 28
280	25.5	3052/ S_2	2.5	255	≤ 12	<14	≥ 31
315	28.6	3862/ S_2	3.0	286	≤ 12	<15	≥ 35
355	32.3	4906/ S_2	3.0	323	≤ 12	<17	≥ 39
400	36.4	6228/ S_2	3.0	364	≤ 12	<19	≥ 44
450	40.9	7882/ S_2	3.5	409	≤ 12	<21	≥ 50
500	45.5	9731/ S_2	3.5	455	≤ 12	<23	≥ 55
560	50.9	12207/ S_2	4.0	509	≤ 12	<25	≥ 61
630	57.3	15450/ S_2	4.0	573	≤ 12	<29	≥ 67

注：1. 以上参数基于环境温度为20℃。

2. 热板表面温度：PE80为(210±10)℃，PE100为(225±10)℃。

3. S_2 为焊机液压缸中活塞的总有效面积(mm²)，由焊机生产厂家提供。

SDR17.6 管材热熔对接焊接参数见表7-27。

表7-27 SDR17.6 管材热熔对接焊接参数

公称直径 DN/mm	管材壁厚 e/mm	P_2 /MPa	压力 = P_1 凸起高度 h/mm	压力 $\approx P_{\text{插}}$ 吸热时间 t_2 /s	切换时间 t_3 /s	增压时间 t_4 /s	压力 = P_1 冷却时间 t_5 /min
110	6.3	305/ S_2	1.0	63	≤ 5	<6	9
125	7.1	394/ S_2	1.5	71	≤ 6	<6	10
140	8.0	495/ S_2	1.5	80	≤ 6	<6	11
160	9.1	646/ S_2	1.5	91	≤ 6	<7	13
180	10.2	818/ S_2	1.5	102	≤ 6	<7	14
200	11.4	1010/ S_2	1.5	114	≤ 6	<8	15
225	12.8	1278/ S_2	2.0	128	≤ 8	<8	17
250	14.2	1578/ S_2	2.0	142	≤ 8	<9	19
280	15.9	1979/ S_2	2.0	159	≤ 8	<10	20
315	17.9	2505/ S_2	2.0	179	≤ 8	<11	23
355	20.2	3181/ S_2	2.5	202	≤ 10	<12	25
400	22.7	4039/ S_2	2.5	227	≤ 10	<13	28
450	25.6	5111/ S_2	2.5	256	≤ 10	<14	32
500	28.4	6310/ S_2	3.0	284	≤ 12	<15	35
560	31.8	7916/ S_2	3.0	318	≤ 12	<17	39
630	35.8	10018/ S_2	3.0	358	≤ 12	<18	44

注：1. 以上参数基于环境温度为20℃。

2. 热板表面温度：PE80为(210±10)℃，PE100为(225±10)℃。

3. S_2 为焊机液压缸中活塞的总有效面积(mm²)，由焊机生产厂家提供。

如图 7-14 所示为电熔承插管件。

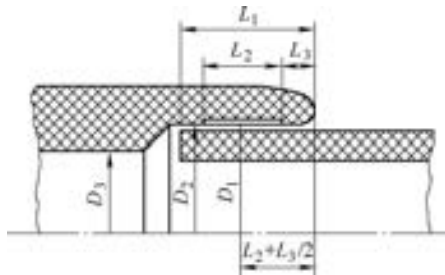


图 7-14 电熔承插连接

D_1 —熔融区域平均内径 D_2 —承口最小内径 D_3 —管件最小内径
 L_1 —输入深度 L_2 —加热长度 L_3 —不加热长度

钢骨架电熔管件连接允许溢边量见表 7-28。

表 7-28 钢骨架电熔管件连接允许溢边量 (轴向尺寸) (单位: mm)

公称直径 DN	$50 \leq DN \leq 300$	$300 < DN \leq 500$
溢出电熔管件边缘量	10	15

3. 管道敷设

同沟槽多管道敷设示意图如图 7-15 所示。

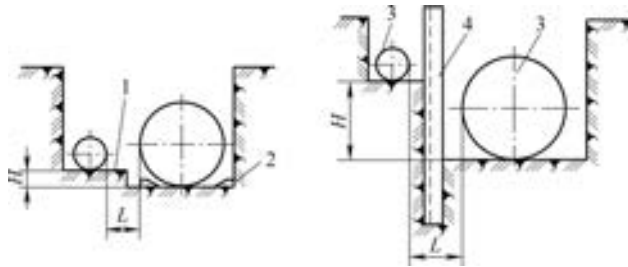


图 7-15 同沟槽多管道敷设示意图

1—塌土层 2—回填土 3—管道 4—槽钢

钢丝网骨架聚乙烯复合管道允许弯曲半径见表 7-29。

表 7-29 钢丝网骨架聚乙烯复合管道允许弯曲半径 (单位: mm)

管道公称直径 DN	允许弯曲半径 R
$50 \leq DN \leq 150$	$80DN$
$150 < DN \leq 300$	$100DN$
$300 < DN \leq 500$	$110DN$

孔网钢带聚乙烯复合管道允许弯曲半径见表 7-30。

表 7-30 孔网钢带聚乙烯复合管道允许弯曲半径 (单位: mm)

管道公称直径 DN	允许弯曲半径 R
$50 \leq DN \leq 110$	$150DN$
$140 < DN \leq 250$	$250DN$
$DN \geq 315$	$350DN$

7.2.2 球墨铸铁管敷设

1. 管道连接

如图 7-16 所示为承插式铸铁管接口连接。

如图 7-17 所示为 N_1 型机械接口铸铁管接口连接。

如图 7-18 所示为 S 型机械接口铸铁管接口连接。

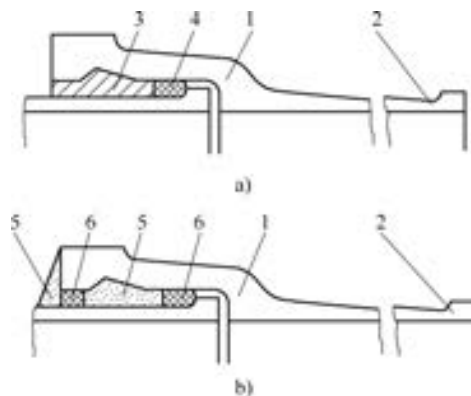
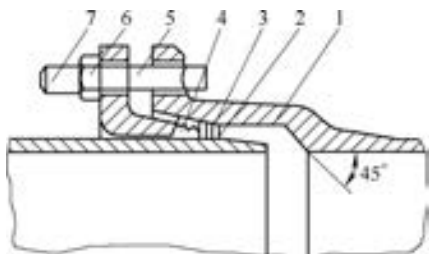


图 7-16 承插式铸铁管接口连接

a) 柔性接口 b) 刚性接口

1—承口 2—插口 3—铅 4—胶圈 5—水泥 6—浸油麻丝

图 7-17 N_1 型机械接口铸铁管接口连接

1—承口 2—插口 3—塑料支撑圈 4—密封胶圈
5—压兰 6—螺母 7—螺栓

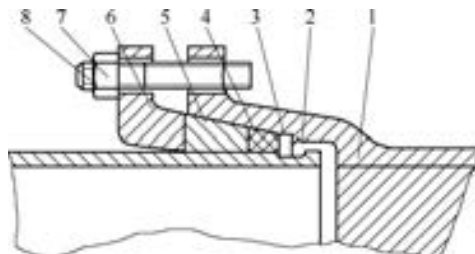


图 7-18 S 型机械接口铸铁管接口连接

1—承口 2—插口 3—塑料支撑圈 4—隔离胶圈
5—密封胶圈 6—压兰 7—螺母 8—螺栓

承插铸铁管对口的最小轴向间隙, 见表 7-31。

表 7-31 承插铸铁管对口的最小轴向间隙

公称直径	轴向间隙/mm
< 75	4
100 ~ 250	5
300 ~ 500	6
600 ~ 700	7
800 ~ 900	8
1000 ~ 1200	0

在连接过程中，承插接口环形间隙应均匀，其值及允许偏差应符合表 7-32 的规定。

表 7-32 承插口环形间隙及允许偏差

管道公称直径/mm	环形间隙/mm	允许偏差/mm
80 ~ 200	10	+ 3
		- 2
250 ~ 450	11	+ 4
500 ~ 900	12	
1000 ~ 1200	13	- 2

螺栓和螺母的紧固扭矩应符合表 7-33 的规定。

表 7-33 螺栓和螺母的紧固扭矩

管道公称直径/mm	螺栓规格	扭矩/(kgf·m)
80	M 16	6
100 ~ 600	M 20	10

2. 铸铁管敷设

管道最大允许借转角度及距离不应大于表 7-34 的规定。

表 7-34 管道最大允许借转角度及距离

管道公称管径/mm	80 ~ 100	150 ~ 200	250 ~ 300	350 ~ 600
平面借转角度 (°)	3	2.5	2	1.5
竖直借转角度 (°)	1.5	1.25	1	0.75
平面借转距离/mm	310	260	210	160
竖向借转距离/mm	150	130	100	80

注：上表适用于 6m 长规格的球墨铸铁管，采用其他规格的球墨铸铁管时，可按产品说明书的要求执行。

采用 2 根相同角度的弯管相接时，借转距离应符合表 7-35 的规定。

表 7-35 弯管借转距离

管道公称直径/ mm	借高/mm				
	90°	45°	22°30'	11°15'	1 根乙字管
80	592	405	195	124	200
100	592	405	195	124	200
150	742	465	226	124	250

(续)

管道公称直径/ mm	借高/mm				
	90°	45°	22°30′	11°15′	1根乙字管
200	943	524	258	162	250
250	995	525	259	162	300
300	1297	585	311	162	300
400	1400	704	343	202	400
500	1604	822	418	242	400
600	1855	941	478	242	—
700	2057	1060	539	243	—

钻孔的允许最大孔径见表 7-36。铸铁管上孔与孔间距见表 7-37。

表 7-36 钻孔的允许最大孔径

连接最大 公称直径 孔径/mm DN/mm 连接方法	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	直接连接	25	32	40	50	63	75	75	75
管卡连接	32~40	50	—	—	—	—	—	—	—

注：管卡即马鞍法兰，用此件连接可以按新设的管径规格只钻孔不套螺纹。

表 7-37 铸铁管上孔与孔间距

钻 孔 数	连续 2 孔者	连续 3 孔者
孔径小于或等于铸铁管本身口径的管堵	0.20	0.30
孔径大于铸铁管本身口径的管堵	0.50	0.80

7.2.3 钢骨架聚乙烯复合管敷设

1. 一般规定

钢丝网骨架聚乙烯复合管（普通管）的允许最大工作压力见表 7-38。

表 7-38 钢丝网骨架聚乙烯复合管（普通管）的允许最大工作压力

公称内径 d_1 /mm	允许最大工作压力/MPa
50	1.6
65	
80	
100	1.0
125	
150	0.8
200	0.7
250	0.5

(续)

公称内径 d_1 /mm	允许最大工作压力/MPa
300	0.44
350	
400	
450	
500	

钢丝网骨架聚乙烯复合管（薄壁管）的允许最大工作压力，见表 7-39。

表 7-39 钢丝网骨架聚乙烯复合管（薄壁管）的允许最大工作压力

公称内径 d_1 /mm	允许最大工作压力/MPa
50	1.0
65	
80	
100	0.6
125	

钢板孔网骨架聚乙烯复合管（普通管）的允许最大工作压力，见表 7-40。

表 7-40 钢板孔网骨架聚乙烯复合管（普通管）的允许最大工作压力

公称外径 d_0 /mm	允许最大工作压力/MPa
50	1.6
63	
75	1.0
90	
110	
140	0.8
160	
200	0.7
250	0.5
315	0.44
400	
500	
630	

钢板孔网骨架聚乙烯复合管（薄壁管）的允许最大工作压力，见表 7-41。

表 7-41 钢板孔网骨架聚乙烯复合管（薄壁管）的允许最大工作压力

公称外径 d_0 /mm	允许最大工作压力/MPa
50	1.0
63	
75	
90	0.6
110	

工作压力的修正系数，见表 7-42。

表 7-42 工作压力的修正系数

温度 t /°C	修正系数
$-20 < t \leq 0$	0.9
$0 < t \leq 20$	1
$20 < t \leq 25$	0.93
$25 < t \leq 30$	0.87
$30 < t \leq 35$	0.8
$35 < t \leq 40$	0.74

2. 燃气用钢骨架聚乙烯复合管件

(1) 复合管的公称内径、壁厚及极限偏差

复合管分为普通管和薄壁管两个系列，其公称内径、壁厚及极限偏差应符合表 7-43、表 7-44 的规定。

表 7-43 薄壁管规格尺寸

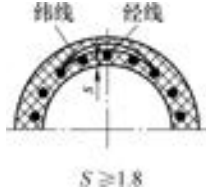
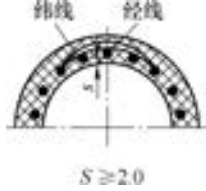
公称内径 DN /mm		公称壁厚 e /mm		内壁到经线距离 S /mm
基本尺寸	平均极限偏差	基本尺寸	极限偏差	
50	± 0.5	9.0	$\begin{matrix} +1.1 \\ 0 \end{matrix}$	
65	± 0.5	9.0	$\begin{matrix} +1.1 \\ 0 \end{matrix}$	
80	± 0.6	9.0	$\begin{matrix} +1.1 \\ 0 \end{matrix}$	
100	± 0.6	9.0	$\begin{matrix} +1.1 \\ 0 \end{matrix}$	
125	± 0.8	10.0	$\begin{matrix} +1.2 \\ 0 \end{matrix}$	

表 7-44 普通管规格尺寸

公称内径 DN/mm		公称壁厚 e/mm		内壁到经线距离 S/mm
基本尺寸	平均极限偏差	基本尺寸	极限偏差	
50	± 0.4	10.6	$+1.3$ 0	
65	± 0.4	10.6	$+1.3$ 0	
80	± 0.6	11.7	$+1.4$ 0	
100	± 0.6	11.7	$+1.4$ 0	
125	± 0.6	11.8	$+1.4$ 0	
150	± 0.8	12.0	$+1.4$ 0	
200	± 1.0	12.5	$+1.5$ 0	$S \geq 2.5$
250	± 1.2	12.5	$+1.8$ 0	
300	± 1.2	12.5	$+1.8$ 0	
350	± 1.6	15.0	$+2.0$ 0	$S \geq 3.0$
400	± 1.6	15.0	$+2.3$ 0	
450	± 1.8	16.0	$+2.6$ 0	
500	± 2.0	16.0	$+2.6$ 0	

(2) 复合管的公称压力

复合管的公称压力应符合表 7-45、表 7-46 的规定。

表 7-45 输送天然气时复合管（普通管）公称压力

规格/mm	$DN50$	$DN65$	$DN80$	$DN100$	$DN125$	$DN150$	$DN200$	$DN250$	$DN300$	$DN350$	$DN400$	$DN450$	$DN500$
公称压力 MPa	1.6		1.0			0.8	0.7	0.5	0.44				

表 7-46 输送天然气时复合管（薄壁管）公称压力

规格/mm	$DN50$	$DN65$	$DN80$	$DN100$	$DN125$
公称压力/MPa	1.0			0.6	

(3) 弯曲度

复合管弯曲度应符合表 7-47 的规定。

表 7-47 复合管的弯曲度

公称内径 DN/mm	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
弯曲度 (%)	≥2.0		≤1.2			≤1.0		≤0.8		0.6			

注：弯曲度指同方向弯曲、不允许呈 S 形弯曲。

(4) 输送非 20℃ 的天然气时，其公称压力应进行修正，修正系数应符合表 7-48 的规定。

表 7-48 公称压力修正系数

温度 (°C)	0 ~ 20	25	30	35	40
修正系数	1	0.93	0.87	0.8	0.74

注：1. 聚乙烯混合料 80℃ 时。韧-脆拐点应大于一年。

2. 在 -20℃ ~ 0℃ 范围内修正系数视聚乙烯混合料类型而定。

3. 管道布置

钢骨架聚乙烯复合管道与供热管的最小水平净距，见表 7-49。

表 7-49 钢骨架聚乙烯复合管道与供热管的最小水平净距

供热管种类	净距/m	备注
$t < 150^\circ\text{C}$ 直埋供热管道 供热管 回水管	3.0	钢骨架聚乙烯复合管埋深小于 2m
	2.0	
$t < 150^\circ\text{C}$ 热水供热管沟 蒸汽供热管沟	1.5	
$t < 280^\circ\text{C}$ 蒸汽供热管沟	3.0	钢骨架聚乙烯复合管工作压力不大于 0.1MPa，埋深小于 2m

钢骨架聚乙烯复合管道与各类地下管道或设施的最小垂直净距，见表 7-50。

表 7-50 钢骨架聚乙烯复合管道与各类地下管道或设施的最小垂直净距

地下管道或设施种类		净距/m	
		钢骨架聚乙烯复合管道 在该设施上方	钢骨架聚乙烯复合管道 在该设施下方
给水管 燃气管	—	0.15	0.15
排水管	—	0.15	加套管，套管距排水管 0.15
电缆	直埋	0.50	0.50
	在导管内	0.20	0.20
供热管道	$t < 150^\circ\text{C}$ 直埋供热管	0.50 加套管	1.30 加套管
	$t < 150^\circ\text{C}$ 热水供热管沟 蒸汽供热管沟	0.20 加套管或 0.40	0.30 加套管
	$t < 280^\circ\text{C}$ 蒸汽供热管沟	1.00 加套管，套管有 降温措施可缩小	不允许
铁路轨底	不允许	不允许	1.20 加套管

注：套管长度应大于交叉管直径加上超出交叉管两端各 500mm。

4. 管道敷设

电熔连接后应进行外观检查，溢出电熔管件边缘的溢料量（轴向尺寸）不得超过表 7-51 规定值。

表 7-51 电熔连接熔焊溢边量（轴向尺寸）

管道公称直径/mm	50 ~ 300	350 ~ 500
溢出电熔管件边缘量/mm	10	15

复合管可随地形弯曲敷设，其允许弯曲半径应符合表 7-52 的规定。

表 7-52 复合管道允许弯曲半径

管道公称直径 DN/mm	允许弯曲半径
50 ~ 150	$\geq 80DN$
200 ~ 300	$\geq 100DN$
350 ~ 500	$\geq 110DN$

7.2.4 室外架空燃气敷设

架空燃气管道与铁路、道路其他管线交叉时的垂直净距见表 7-53。

表 7-53 架空燃气管道与铁路、道路其他管线交叉时的垂直净距

建筑物和管线名称		最小垂直净距/mm	
		燃气管道下	燃气管道上
铁路轨顶		6.00	—
城市道路路面		5.50	—
厂房道路路面		5.00	—
人行道路路面		2.20	—
架空电力线，电压	3kV 以下	—	1.50
	3 ~ 10kV	—	3.00
	35 ~ 66kV	—	4.00
其他管道，管径	$\leq 300mm$	同管道直径，但不小于 0.10	同左
	$> 300mm$	0.30	0.30

注：1. 厂区内部的燃气管道，在保证安全的情况下，管底至道路路面的垂直净距可取 4.5m；管底至铁路轨顶的垂直净距，可取 5.5m。在车辆和人行道以外的地区，可以从地面到管底高度不小于 0.35m 的低支柱上敷设燃气管道。

2. 电气机车铁路除外。

3. 架空电力线与燃气管道的交叉垂直净距还应考虑导线的最大垂度。

7.2.5 管道穿越与架空敷设

1. 顶进技术要求

人工掘进顶罐施工法对重要地段为运行时能检查套管内是否有燃气，在套管较高一段安装检漏管，如图 7-19 所示，还应对钢套管两端封堵，如图 7-20 所示。

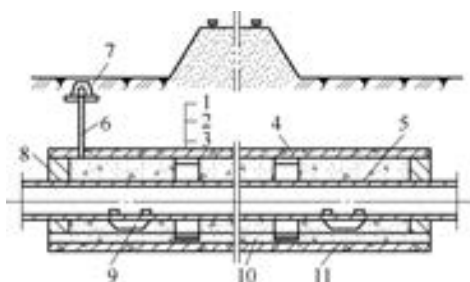


图 7-19 钢筋混凝土套管内的燃气管道

1—钢筋混凝土套管 2—石棉水泥填料 3—内套环 4—接缝油毡
5—钢燃气管道 6—检漏管 7—防护罩 8—堵墙 9—滑动支座
10—中粗砂 11—混凝土土层

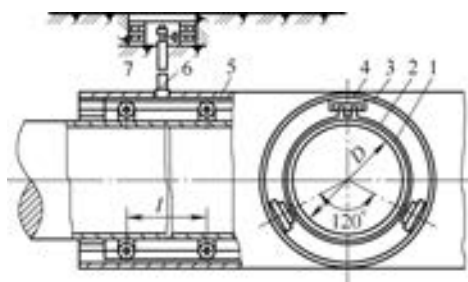


图 7-20 钢套管内的燃气管道

1—钢燃气管 2—滚轮托架 3—钢套管 4—导轨
5—滚轮 6—检漏管 7—防护罩

顶进管道与其周围土层的摩擦系数见表 7-54。

表 7-54 顶进管道与其周围土层的摩擦系数

土 类	湿	干
粘土、粉质粘土	0.2 ~ 0.3	0.4 ~ 0.5
砂土、粉质砂土	0.3 ~ 0.4	0.5 ~ 0.6

顶进管道允许偏差见表 7-55。

表 7-55 顶进管道允许偏差

项 目		允许偏差/mm
轴线位置		50
管道内底高程	$D < 1500$	+30 -40
	$D \geq 1500$	+40 -50
相邻管间错口	钢管道	≤ 2
	钢筋混凝土管道	15% 壁厚且不大于 20
对顶时两端错口		50

注：D 为管道内径 (mm)。

2. 工作坑技术要求

工作坑及装配式后背墙的施工允许偏差，见表 7-56。

表 7-56 工作坑及装配式后背墙的施工允许偏差

项 目		允许偏差/mm
工作坑每侧	宽度	不小于施工设计规定
	长度	
装配式后背墙	垂直度	$0.1\% H$
	水平扭转度	$0.1\% L$

注：1. H 为装配式后背墙的高度 (mm)。

2. L 为装配式后背墙的长度 (mm)。

槽段开挖成形允许偏差，见表 7-57。

表 7-57 槽段开挖成形允许偏差

项 目	允许偏差/mm
轴线位置	30
成槽垂直度	$< H/30$
成槽深度	清孔后不小于设计规定

注：1. 轴线位置指成槽轴线与设计轴线位置之差。

2. H 为成槽深度（mm）。

槽段混凝土浇筑的技术要求，见表 7-58。地下连续墙施工允许偏差，见表 7-59。

表 7-58 槽段混凝土浇筑的技术要求

项 目		技术要求指标
混凝土配合比	水灰比	≤ 0.80
	灰砂比	1 : 2 ~ 1 : 2.5
	水泥用量	$\geq 370\text{kg/m}^3$
	坍落度	$20 \pm 2\text{cm}$
混凝土浇筑	拼接导管检漏压力	$> 0.3\text{MPa}$
	钢筋骨架就位后到浇筑开始	$< 4\text{h}$
	导管间距	$\leq 3\text{m}$
	导管距槽端距离	$\leq 1.50\text{m}$
	导管埋置深度	$> 1.00\text{m}, < 6.00\text{m}$
	混凝土面上升速度	$> 4.00\text{m/h}$
	导管间混凝土面高差	$< 0.50\text{m}$

注：1. 工作坑兼做管道构筑物时，其混凝土施工尚应满足结构要求。

2. 导管埋置深度指开浇后正常浇筑时，混凝土面距导管底口的距离。

3. 导管间距指当导管管径为 200 ~ 300mm 时，导管中心至中心的距离。

表 7-59 地下连续墙施工允许偏差

项 目		允许偏差/mm
轴线位置		100
墙面平整度	粘土层	100
	砂土层	200
预埋管	中心位置	100
混凝土抗渗、抗冻及弹性模量		符合设计要求

注：墙面平整度允许偏差值指允许凸出设计墙面的数值。

7.3 室内燃气管道施工

7.3.1 一般规定

用户室内燃气管道的最高压力不应大于表 7-60 的规定。

表 7-60 用户室内燃气管道的最高压力 (单位: MPa)

燃气用户		最高压力
工业用户	独立、单独建筑	0.8
	其他	0.4
商业用户		0.4
居民用户 (中压进户)		0.2
居民用户 (低压进户)		<0.01

- 注: 1. 液化石油气管道的最高压力不应大于 0.1MPa。
 2. 管道井内的燃气管道的最高压力不应大于 0.2MPa。
 3. 室内燃气管道压力大于 0.8MPa 的特殊用户设计应按有关专业规范执行。

民用低压用气设备的燃烧器的额定压力宜按表 7-61 采用。

表 7-61 民用低压用气设备的燃烧器的额定压力 (单位: MPa)

燃 气 燃 烧 器	人 工 煤 气	天 然 气		液 化 石 油 气
		矿 井 气	天然气、油田伴生气、 液化石油气混空气	
民用燃具	1.0	1.0	2.0	2.8 或 5.0

室内燃气管道与电气设备、相邻管道之间的净距不应小于表 7-62 的规定。

表 7-62 室内燃气管道与电气设备、相邻管道之间的净距

管道和设备		与燃气管道的距离/cm	
		平行敷设	交叉敷设
电气设备	明装的绝缘电线或电缆	25	10 (注)
	暗装或管内绝缘电线	5 (从所做的槽或管子的边缘算起)	
	电压小于 1000V 的裸露电线	100	100
	配电盘或配电箱、电表	30	不允许
	电插座、电源开关	15	不允许
相邻管道		保证燃气管道、相邻管道的安装和维修	
			2

- 注: 1. 当明装电线加绝缘套管且套管的两端各伸出燃气管道 10cm 时, 套管与燃气管道的交叉净距可降至 1cm。
 2. 当布置确有困难在采取有效措施后, 可适当减小净距。

室内燃气管道的计算流量应按下列要求确定:

居民生活用燃气计算流量可按下式计算:

$$Q_h = \sum kNQ_n$$

式中 Q_h ——燃气管道的计算流量;

k ——燃具同时工作系数, 居民生活用燃具可按表 7-63 确定;

N ——同种燃具或成组燃具的数目;

Q_n ——燃具的额定流量。

表 7-63 居民生活用燃具的同时工作系数

同类型燃具数目 N	燃气双眼灶	燃气双眼灶和 快速热水器	同类型燃具数目 N	燃气双眼灶	燃气双眼灶和 快速热水器
1	1.000	1.000	5	0.680	0.350
2	1.000	0.560	6	0.640	0.310
3	0.850	0.440	7	0.600	0.290
4	0.750	0.380	8	0.580	0.270

(续)

同类型燃具数目 N	燃气双眼灶	燃气双眼灶和快速热水器	同类型燃具数目 N	燃气双眼灶	燃气双眼灶和快速热水器
9	0.560	0.260	80	0.350	0.172
10	0.540	0.250	90	0.345	0.171
15	0.480	0.220	100	0.340	0.170
20	0.450	0.210	200	0.310	0.160
25	0.430	0.200	300	0.300	0.150
30	0.400	0.190	400	0.290	0.140
40	0.390	0.180	500	0.280	0.138
50	0.380	0.178	700	0.260	0.134
60	0.370	0.176	1000	0.250	0.130
70	0.380	0.174	2000	0.240	0.120

注：1. 表中“燃气双眼灶”是指一户居民装设一个双眼灶的同时工作系数，当每一户居民装设两个单眼灶时，也可参照本表计算。

2. 表中“燃气双眼灶和快速热水器”是指一户居民装设一个双眼灶和一个快速热水器的同时工作系数。

7.3.2 室内燃气管道安装

燃气引入管套管的做法如图 7-21 所示。燃气管道应处在套管的下 1/3 处，套管两端用沥青油麻等柔性材料密封。

引入管埋地和镶入墙内及保温台内部分必须进行防腐，防腐等级与庭院管道相同，引入管形式如图 7-22 所示。

高层建筑和沉降量大的建筑的引入管应考虑建筑物沉降，除加套管外还可采用柔性管材、挠性管或补偿器，如图 7-23 所示。

燃气管道穿过建筑物基础、墙和楼板所设套管的管径不宜小于表 7-64 的规定；高层建筑引入管穿越建筑物基础时，其套管管径应符合设计文件的规定。

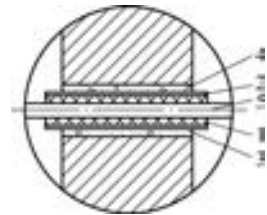


图 7-21 用户引入管套管形式

- 1—沥青密封层 2—套管
- 3—油麻填料 4—水泥砂浆
- 5—燃气管道

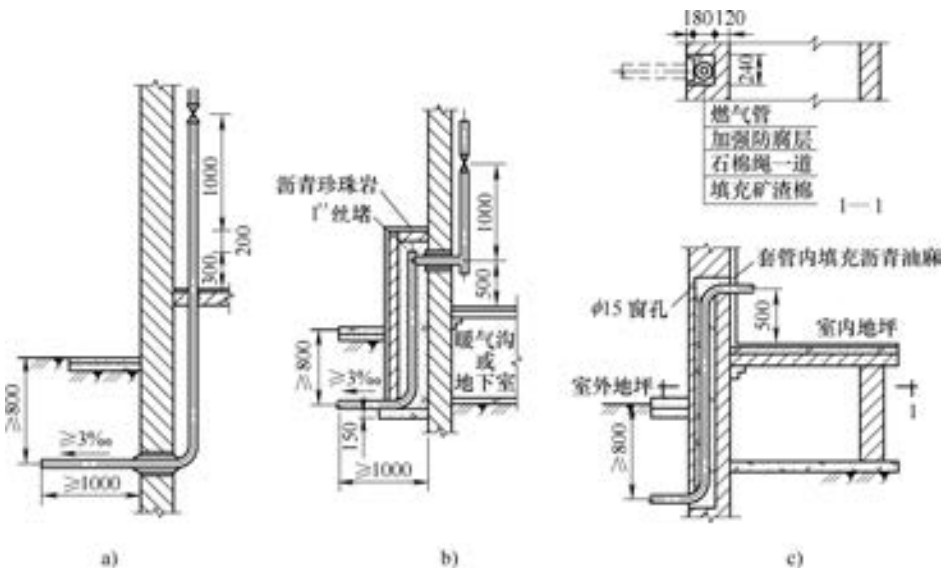


图 7-22 室内引入管

- a) 地下引入 b) 地上墙外引入 c) 地上嵌墙引入

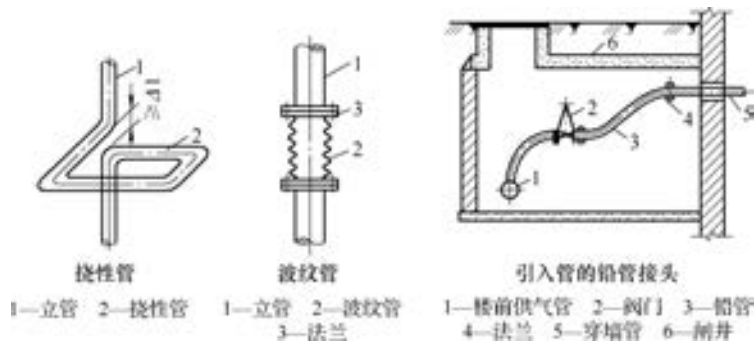


图 7-23 带补偿措施的引入管形式

表 7-64 燃气管道的套管公称尺寸

燃气管	DN10	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN110	DN150
套管	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150	DN200

管子最小弯曲半径和最大直径、最小直径差值与弯管前管子外径的比率应符合表 7-65 的规定。

表 7-65 管子最小弯曲半径和最大直径、最小直径的差值与弯管前管子外径的比率

	钢 管	铜 管	不 锈 钢 管	铝 塑 复 合 管
最小弯曲半径	$3.5D_0$	$3.5D_0$	$3.5D_0$	$5D_0$
弯管的最大直径与最小直径的差与弯管前管子外径之比率	8%	9%	—	—

注： D_0 为管子的外径。

当室内燃气管道与电气设备、相邻管道、设备平行或交叉敷设时，其最小净距应符合表 7-66 的要求。

表 7-66 室内燃气管道与电气设备、相邻管道、设备之间的最小净距（单位：cm）

名 称		平 行 敷 设	交 叉 敷 设
电气设备	明装的绝缘电线或电缆	25	10
	暗装或管内绝缘电线	5（从所作的槽或管子的边缘算起）	1
	电插座、电源开关	15	不允许
	电压小于 1000V 的裸露电线	100	100
	配电盘、配电箱或电表	30	不允许
相邻管道		应保证燃气管道、相邻管道的安装、检查和维修	2
燃具		主立管与燃具水平净距不应小于 30cm；灶前管与燃具水平净距不得小于 20cm；当燃气管道在燃具上方通过时，应位于抽油烟机上方，且与燃具的垂直净距应大于 100cm	

注：1. 当明装电线加绝缘套管且套管的两端各伸出燃气管道 10cm 时，套管与燃气管道的交叉净距可降 1cm。
 2. 当布置确有困难时，采取有效措施后可适当减小净距。
 3. 灶前管不含铝塑复合管。

室内明设或暗封形式敷设的燃气管道与装饰后墙面的净距，应满足维护、检查的需要并宜符合表 7-67 的要求；铜管、薄壁不锈钢管、不锈钢波纹软管和铝塑复合管与墙之间净距应满足安装的要求。

表 7-67 室内燃气管道与装饰后墙面的净距

管子公称尺寸	< DN25	DN25 ~ DN40	DN50	> DN50
与墙净距/mm	≥30	≥50	≥70	≥90

铜管支架的最大间距宜按表 7-68 选择；薄壁不锈钢管道支架的最大间距宜按表 7-69 选择；不锈钢波纹软管的支架最大间距不宜大于 1m；燃气用铝塑复合管支架的最大间距宜按表 7-70 选择；钢管支架的最大间距宜按表 7-71 选择。

表 7-68 铜管支架最大间距

外径/mm	15	18	22	28	35	42	54	67	85
垂直敷设/m	1.8	1.8	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5
水平敷设/m	1.2	1.2	1.8	1.8	2.4	2.4	2.4	3.0	3.0

表 7-69 薄壁不锈钢管道支架的最大间距

外径/mm	15	20	25	32	40	50	65	80	100
垂直敷设/m	2.0	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5
水平敷设/m	1.8	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5

表 7-70 燃气用铝塑复合管支架的最大间距

外径/mm	16	18	20	25
水平敷设/m	1.2	1.2	1.2	1.8
垂直敷设/m	1.5	1.5	1.5	2.5

表 7-71 钢管支架最大间距

公称直径	最大间距/m	公称直径	最大间距/m
DN15	2.5	DN100	7.0
DN20	3.0	DN125	8.0
DN25	3.5	DN150	10.0
DN32	4.0	DN200	12.0
DN40	4.5	DN250	14.5
DN50	5.0	DN300	16.5
DN65	6.0	DN350	18.5
DN80	6.5	DN400	20.5

室内燃气钢管、铝塑复合管及阀门安装后的允许偏差和检验方法宜符合表 7-72 的规定，检查数量应符合下列规定。

表 7-72 室内燃气管道安装后检验的允许偏差和检验方法

项 目		允许偏差	
标高		$\pm 10\text{mm}$	
水平管道纵横方向弯曲	钢管	管径小于或等于 $DN100$	2mm/m 且 $\leq 13\text{mm}$
		管径大于 $DN100$	3mm/m 且 $\leq 25\text{mm}$
	铝塑复合管	1.5mm/m 且 $\leq 25\text{mm}$	
立管垂直度	钢管	3mm/m 且 $\leq 8\text{mm}$	
	铝塑复合管	2mm/m 且 $\leq 8\text{mm}$	
引入管阀门	阀门中心距地面	$\pm 15\text{mm}$	
管道保温	厚度 (δ)		$+0.1\delta$ -0.05δ
	表面不平整度	卷材或板材	$\pm 2\text{mm}$
		涂抹或其他	$\pm 2\text{mm}$

7.3.3 燃气计量表安装

高位表安装如图 7-24 所示，表底距地面高度应大于 1.60m，一般以 1.7~1.8 为宜。

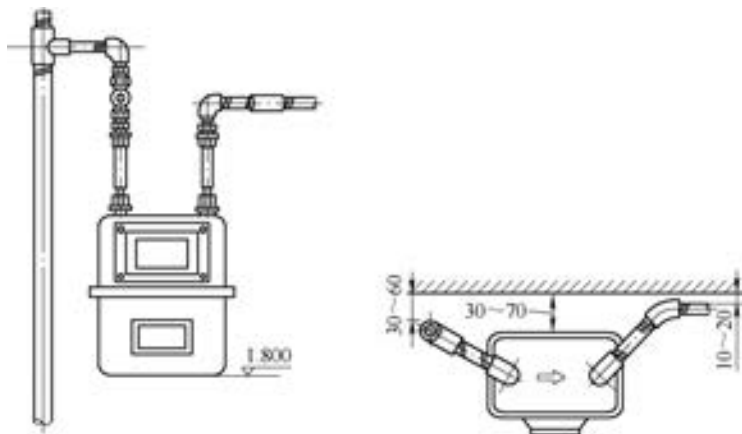


图 7-24 高位表安装形式

低位表的安装如图 7-25、图 7-26 所示。

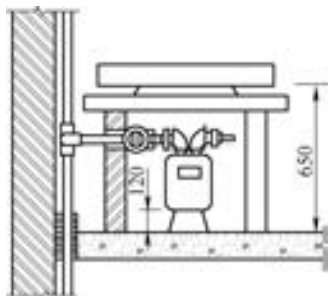


图 7-25 双管燃气表低位安装图

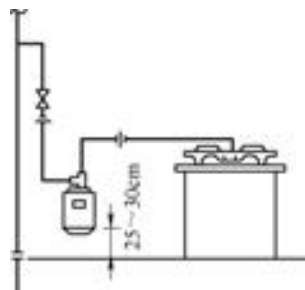


图 7-26 单管燃气表低位安装图

燃气计量表与燃具、电气设施的最小水平净距应符合表 7-73 的要求。

表 7-73 燃气计量表与燃具、电气设施之间的最小水平净距

名 称	与燃气计量表的最小水平净距
相邻管道、燃气管道	便于安装、检查及维修
家用燃气灶具	30 (表高位安装时)
热水器	30
电压小于 1000V 的裸露电线	100
配电盘、配电箱或电表	50
电源插座、电源开关	20
燃气计量表	便于安装、检查及维修

燃气计量表安装后的允许偏差和检验方法见表 7-74。

表 7-74 燃气计量表安装后的允许偏差和检验方法

最大流量	项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
$<25\text{m}^3/\text{h}$	表底距地面	± 15	吊线和尺量
	表后距墙饰面	5	
	中心线垂直度	1	
$\geq 25\text{m}^3/\text{h}$	表底距地面	± 15	吊线、尺量、水平尺
	中心线垂直度	表高的 0.4%	

7.4 燃气系统试验与验收

吹扫气体流速不宜小于 20m/s 。吹扫口与地面的夹角应在 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，吹扫口管段与被吹扫管段必须采取平缓过渡对焊，吹扫口直径应符合表 7-75 的规定。

表 7-75 吹扫口直径

末端管道公称直径/mm	吹扫口公称直径/mm
< 150	与管道同径
150 ~ 300	150
≥ 350	250

管道应分段进行压力试验，试验管道分段最大长度宜按表 7-76 执行。

表 7-76 管道试压分段最大长度

设计压力 PN/MPa	$PN \leq 0.4$	$0.4 < PN \leq 1.6$	$1.6 < PN \leq 4.0$
试验管段最大长度/m	1000	5000	10000

试验的连续升压过程中和强度试验的稳压结束前，所有人员不得靠近试验区。人员离试验管道的安全间距可按表 7-77 确定。

表 7-77 安全间距

管道设计压力/MPa	>0.4	0.4~1.6	2.5~4.0
安全距离/m	6	10	20

试验用压力计的量程应为试验压力的 1.5~2 倍，其精度不应低于 1.5 级。强度试验压力和介质应符合表 7-78 的规定。

表 7-78 强度试验压力和介质

管道类型	设计压力 PN /MPa	试验介质	试验压力/MPa
钢管	$PN > 0.8$	压缩空气	1.5 PN
	$PN \leq 0.8$		1.5 PN 且 ≥ 0.4
球墨铸铁管	PN		1.5 PN 且 ≥ 0.4
钢骨架聚乙烯复合管	PN		1.5 PN 且 ≥ 0.4
聚乙烯管	$PN(\text{SDR11})$		1.5 PN 且 ≥ 0.4
	$PN(\text{SDR17.6})$		1.5 PN 且 ≥ 0.2

试验用的压力计应在校验有效期内，其量程应为试验压力的 1.5~2 倍，其精度等级、最小分格值及表盘直径，见表 7-79。

表 7-79 试压用压力表选择要求

量程/MPa	精度等级	最小表盘直径/mm	最小分格值/MPa
0~0.1	0.4	150	0.0005
0~1.0	0.4	150	0.005
0~1.6	0.4	150	0.01
0~2.5	0.25	200	0.01
0~4.0	0.25	200	0.01
0~6.0	0.1(0.16)	250	0.01
0~10	0.1(0.16)	250	0.02

严密性试验介质宜采用空气，试验压力应满足表 7-80 的要求。

表 7-80 试验压力

设计压力	试验压力
<5kPa	20kPa
$\geq 5\text{kPa}$	设计压力的 1.15 倍，且应 $\geq 0.1\text{MPa}$

第 8 章 市政供热管网工程

8.1 供热管网设计

8.1.1 水质标准

以热电厂和区域锅炉房为热源的热热水热力网，水质应符合表 8-1 的规定。对蒸汽热力网，由用户热力站返回热源的凝结水水质应符合表 8-2 的规定。

表 8-1 热力网补给水水质要求

项 目	浊度 (FTU)	硬度/(mmol/L)	溶解氧/(mg/L)	油/(mg/L)	pH(25℃)
要求	≤5.0	≤0.60	≤0.10	≤2.0	7.0~11.0

表 8-2 蒸汽热力网凝结水水质要求

项 目	总硬度/(mmol/L)	铁/(mg/L)	油/(mg/L)
要求	≤0.05	≤0.5	≤10

8.1.2 供热管网结构设计

1. 供热系统

如图 8-1 所示为补给水泵连续补水定压的热水供热系统。

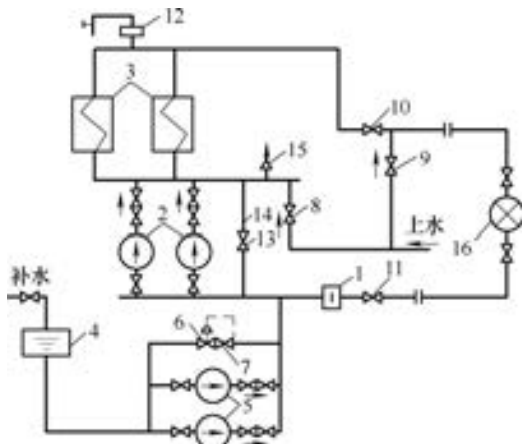


图 8-1 补给水泵连续补水定压的热水供热系统

- 1—除污器 2—网路循环水泵 3—热水锅炉 4—补给水箱 5—补给水泵 6—压力调节阀 7—关断阀门
8、9、13—止回阀 10—供水管总阀门 11—回水管总阀门 12—集气罐
14—旁通管 15—安全阀 16—热用户

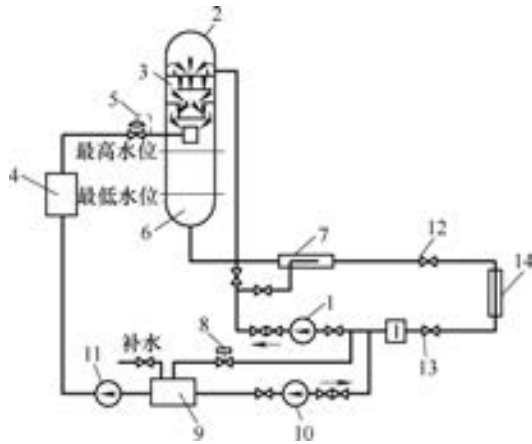


图 8-4 采用淋水加热器的热水供热系统示意图

1—网路循环水泵 2—淋水式加热器 3—淋水盘 4—蒸汽锅炉 5—减压阀 6—低位水箱
7—混水器 8—电磁阀 9—锅炉给水箱 10—补给水泵 11—锅炉给水泵
12—供水总管总阀门 13—回水总管总阀门 14—热用户

表 8-3 支架柱计算长度

结构简图		1	2	3
纵向	固定支架、导向支架	$2.0H$	$2.0H$	
	活动支架	刚性支架	$1.5H$	$1.5H$
柔性支架		$1.25H$	$1.25H$	
横向		$2.0H$	$1.5H$	
结构简图		4	5	6
纵向		顶层 $1.5H$ 、其他层 $1.25H$	$1.5H$	$1.0H$
横向				

注：1. 本表仅适用于柱与基础为刚性连接的情况。

2. 简图 2、4 的计算长度值，只适用于梁与柱的线性刚度比 ≥ 2 的情况。

3. H 为支架柱的高度，可按下列规定取值：

(1) 简图 1、2 的 H 值，为支架梁顶面至基础顶面的高度。

(2) 简图 3 的 H 值，为支架柱顶面至基础顶面的高度。

(3) 简图 4、5、6 的 H 值，为支架柱水平支点间的距离。

单层单跨钢结构支架柱沿管道横向计算长度，可按表 8-4 的规定确定。

表 8-4 钢结构支架柱沿横向计算长度

柱与基础 连接方式	柱上端横梁线刚度与主线刚度的比值							
	0	0.1	0.3	0.5	1	3	5	≥10
刚接	2.0H	1.67H	1.4H	1.23H	1.28H	1.06H	1.03H	1.0H
铰接	—	4.46H	3.01H	2.64H	2.33H	2.11H	2.07H	2.0H

注：1. 本表仅适用于梁柱节点为刚接情况。

2. 梁柱节点为刚接的多层钢结构支架柱，支架底层柱沿横向的计算长度按本表计算；当梁与柱的线性刚度比≥2时，其他层柱可按表8-3简图4取值。

钢筋混凝土结构构件纵向受力的钢筋，其混凝土保护层厚度不应小于钢筋的公称直径，并应符合表8-5的规定。

表 8-5 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度

结构类别			保护层最小厚度/mm
管沟及检查室	盖板	上层	30
		下层	35
	底板	上层	30
		下层	40
	侧墙内、外侧		30
	梁、柱		35
架空管道支架	柱下混凝土独立基础	有垫层的下层筋	40
		无垫层的下层筋	70
	混凝土支架结构		35

注：管沟及检查室底板下应设有混凝土垫层。

位于城市绿地或人行道下的砌体结构检查室，当净空高度不大于2m，覆土深度不大于2.4m时，砌体侧墙厚度可按表8-6的规定确定。

表 8-6 砌体结构检查室侧墙厚度

侧墙静场度 L/m	L < 3.6	3.6 ≤ L < 5.6
最小墙厚/mm	370	490

注：1. 本表仅适用于块体为烧结普通砖或蒸压灰砂砖，砌筑砂浆为水泥砂浆的砌体侧墙。

2. 材料强度等级应符合规范的规定。

8.2 管道敷设

8.2.1 管道敷设要求

管沟敷设有关尺寸见表8-7。

表 8-7 管沟敷设有关尺寸

管沟类型	有关尺寸名称					
	管沟净高/m	人行通道宽/m	管道保温表面与沟墙净距/m	管道保温表面与沟顶净距/m	管道保温表面与沟底净距/m	管道保温表面间的净距/m
通行管沟	≥1.8	≥0.6*	≥0.2	≥0.2	≥0.2	≥0.2
半通行管沟	≥1.2	≥0.5	≥0.2	≥0.2	≥0.2	≥0.2
不通行管沟	—	—	≥0.1	≥0.05	≥0.15	≥0.2

注：*当必须在沟内更换钢管时，人行通道宽度不应小于管子外径加0.1m。

地下敷设热力网管道与建筑物（构筑物）或其他管线的最小距离见表 8-8。

表 8-8 地下敷设热力网管道与建筑物（构筑物）或其他管线的最小距离

建筑物、构筑物或管线名称		与热力网管道最小水平净距/m	与热力网管道最小垂直净距/m
建筑物基础	对于管沟敷设热力网管道	0.5	—
	直埋闭式热水热力网管道	$DN \leq 250$	2.5
		$DN \geq 300$	3.0
对于直埋开式热水热力网管道		5.0	—
铁路钢轨		钢轨外侧 3.0	轨底 1.2
电车钢轨		钢轨外侧 2.0	轨底 1.0
铁路、公路路基边坡底脚或边沟的边缘		1.0	—
通信、照明或 10kV 以下电力线路的电杆		1.0	—
桥墩（高架桥、栈桥）边缘		2.0	—
架空管道支架基础边缘		1.5	—
高压输电铁塔基础边缘 35 ~ 220kV		3.0	—
通信电缆管块		1.0	0.15
直埋通信电缆（光缆）		1.0	0.15
电力电缆和控制电缆		35kV 以下	2.0
		100kV	2.0
燃气管道	管沟敷设热力网管道	燃气压力 < 0.01MPa	1.0
		压力 ≤ 0.4MPa	1.5
		压力 ≤ 0.8MPa	2.0
		压力 > 0.8MPa	4.0
	直埋敷设热水热力网管道	压力 ≤ 0.4MPa	1.0
		压力 ≤ 0.8MPa	1.5
压力 > 0.8MPa		2.0	
给水管道		1.5	0.15
排水管道		1.5	0.15
地铁		5.0	0.8
电气铁路接触网电杆基础		3.0	—

(续)

建筑物、构筑物或管线名称	与热力网管道 最小水平净距/m	与热力网管道 最小垂直净距/m
乔木(中心)	1.5	—
灌木(中心)	1.5	—
车行道路面	—	0.7

- 注: 1. 表中不包括直埋敷设蒸汽管道与建筑物(构筑物)或其他管线的最小距离的规定。
 2. 当热力网管道的埋设深度大于建(构)筑物基础深度时,最小水平净距应按土壤内摩擦角计算确定。
 3. 热力网管道与电力电缆平行敷设时,电缆处的土壤温度与月平均土壤自然温度比较,全年任何时候对于电压10kV的电缆不超出10℃,对于电压35~110kV的电缆不超出5℃时,可减小表中所列距离。
 4. 在不同深度并列敷设各种管道时,各种管道间的水平净距不应小于其深度差。
 5. 热力网管道检查室、方形补偿器壁龛与燃气管道最小水平净距亦应符合表中规定。
 6. 在条件不允许时,可采取有效技术措施,并经有关单位同意后,可以减小表中规定的距离,或采用埋深较大的暗挖法、盾构法施工。

地上敷设热力网管道与建筑物(构筑物)或其他管线的最小距离见表8-9。

表8-9 地上敷设热力网管道与建筑物(构筑物)或其他管线的最小距离

建筑物、构筑物或管线名称	与热力网管道最小水平净距/m	与热力网管道最小垂直净距/m
铁路钢轨	轨外侧3.0	轨顶一般5.5 电气铁路6.55
电车钢轨	轨外侧2.0	—
公路边缘	1.5	—
公路路面	—	4.5
架空输电线(水平净距:导线最大风偏时;垂直净距:热力网管道在下面交叉通过导线最大垂直度时)	1kV以下	1.5
	1~10kV	2.0
	35~110kV	4.0
	220kV	5.0
	330kV	6.0
	500kV	6.5
树冠	0.5(到树中不小于2.0)	—

8.2.2 管道材料及连接

城镇供热管网管道应采用无缝钢管、电弧焊或高频焊焊接钢管。管道及钢制管件的钢材钢号不应低于表8-10的规定。管道和钢材的规格及质量应符合国家现行相关标准的规定。

表8-10 供热管道钢材钢号及适用范围

钢号	设计参数	钢板厚度
Q235AF	$P \leq 1.0 \text{ MPa}$ $t \leq 95^\circ\text{C}$	$\leq 8 \text{ mm}$
Q235A	$P \leq 1.6 \text{ MPa}$ $t \leq 150^\circ\text{C}$	$\leq 16 \text{ mm}$
Q235B	$P \leq 2.5 \text{ MPa}$ $t \leq 300^\circ\text{C}$	$\leq 20 \text{ mm}$
10、20、低合金钢	可用于《城镇供热管网结构设计规范》(CJJ 105—2005)适用范围的全部参数	不限

8.2.3 放水时间

热水、凝结水管道的低点（包括分段阀门划分的每个管段的低点）应安装放水装置。热水管道的放水装置应满足一个放水段的排放时间不超过表 8-11 的规定。

表 8-11 热水管道放水时间

管道公称直径/mm	$DN \leq 300$	$DN350 \sim 500$	$DN \geq 600$
放水时间/h	2~3	4~6	5~7

注：严寒地区采用表中规定的放水时间较小值。停热期间供热装置无冻结危险的地区，表中的规定可放宽。

8.3 土建工程及地下穿越工程

8.3.1 土建结构工程

砌体的允许偏差及检验方法应符合表 8-12 的规定。

表 8-12 砌体的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	Δ 砂浆抗压强度	平均值不低于设计规定	每台班	1组	1) 每个构筑物或每 50m ³ 砌体中制作一组试件（6 块），如砂浆配合比变更时，也应制作一组试件 2) 同强度等级砂浆的各组试件的平均强度不低于设计规定 3) 任意一组试件的强度最低值不低于设计规定的 85%
2	Δ 砂浆饱满度	$\geq 90\%$	20m	2	掀 3 块砌砖，用百格网检查砌块底面砂浆的接触面取其平均值
3	轴线位移	10mm	20m	2	丈量检查
4	墙高	$\pm 10\text{mm}$	20m	2	丈量检查
5	墙面垂直度	15mm	20m	2	垂线检验
6	墙面平整度	清水墙 5mm 混水墙 8mm	20m	2	2m 靠尺和楔形塞尺检验

注： Δ 为主控项目，其余为一般项目。

防水层的允许偏差及检验方法应符合表 8-13 的要求。

表 8-13 防水层的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	表面平整度	5	20m	2	2m 靠尺和楔形塞尺检验
2	厚度	± 5	20m	2	在施工中用钢针插入和丈量检查

卷材防水允许偏差及检验方法应符合表 8-14 的要求。

表 8-14 卷材防水允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	搭接宽度	长边不小于 100mm 短边不小于 150mm	20m	1	尺量检验
2	沉降缝防水	符合设计规定	每条缝	1	按设计要求检验

模板安装的允许偏差及检验方法应符合表 8-15、表 8-16 的要求。

表 8-15 现浇结构模板安装的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法	
			范围	点数		
1	相邻两板 表面高低差	2	20	2	尺量检验, 10m 计 1 点	
2	表面平整度	5	20	2	2m 直尺检验, 10m 计 1 点	
3	截面内 部尺寸	基础	+10 -20	20	4	钢尺检查
		柱、墙、梁	+4 -5	20	4	钢尺检查
4	轴线位置	5	20	1	钢尺检查	
5	墙面垂直度	8	20	1	经纬仪或吊线、钢尺检查	

表 8-16 预制构件模板安装的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	相邻两板 表面高低差	1	每件	1	尺量检验
2	表面平整度	3	每件	1	2m 直尺检验
3	长度	0 -5	每件	1	尺量检查
4	盖板对角线差	7	每件	1	钢尺检查
5	断面尺寸	0 -10	每件	1	经纬仪或吊线、钢尺检查
6	侧向弯曲	$L/1500$ 且 ≤ 15	每件	1	沿构件全长拉线量最大弯曲处
7	预埋件位置	5	每件	—	尺量检查, 不计点

注: 表中 L 为构件长度, 单位为 mm。

钢筋安装位置的允许偏差及检验方法应符合表 8-17 的要求。

表 8-17 钢筋安装位置的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm		检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	主筋及分布筋间距	梁、柱、板	±10	每件	1	尺量检查,取最大偏差值,计1点
		基础	±20	20m	1	尺量检查,取最大偏差值,计1点
2	多层筋间距	±5		每件	1	尺量检查
3	保护层厚度	基础	±10	20m	2	尺量检查,取最大偏差值,10m计1点
		梁、柱	±5	每件	1	尺量检查,取最大偏差值,计1点
		板、墙	±3	每件	1	尺量检查,取最大偏差值,计1点
4	预埋件	中心线位置		5	每件	尺量检查
		水平高差		0+3	每件	尺量检查

混凝土垫层、基础的允许偏差及检验方法应符合表 8-18 的规定,混凝土构筑物的允许偏差及检验方法应符合表 8-19 的要求。

表 8-18 钢筋安装位置的允许偏差及检验方法

序号	项目		允许偏差/mm		检验频率		检验方法
					范围	点数	
1	垫层	中心线每侧宽度	不小于设计规定		20m	2	挂中心线用尺量,每侧计1点
		△高程	0 -15mm		20m	2	挂高程线用尺量或用水准仪测量
2	基础	△混凝土抗压强度	不小于设计规定		每台班	1组	《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)
		中心线每侧宽度	±10mm		20m	2	挂中心线用尺量,每侧计1点
		高程	±10mm		20m	2	挂高程线用尺量或用水准仪测量
		蜂窝面积	<1%		50m之间 两侧面	1	尺量检查,计蜂窝总面积

注:△为主控项目,其余为一般项目。

表 8-19 混凝土构筑物允许偏差及检验方法

序号	项目		允许偏差/mm		检验频率		检验方法
					范围	点数	
1	△混凝土抗压强度		平均值不低于设计规定		每台班	1组(6块)	《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)
2	△混凝土抗渗		不低于设计要求		每个构筑物	1组(6块)	《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)
3	轴线位置		10mm			2	经纬仪测量、纵横各计1
4	各部位高程		±20mm			2	水准仪测量
5	构筑物尺寸	长度或直径	0.5%且不大于±20mm			2	尺量检查
6	构筑物厚度/mm	小于200	±5mm			4	尺量检查
		200	600±10mm			4	尺量检查
		大于600	±15mm		4	尺量检查	

(续)

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
7	墙面垂直度	15mm	每面	4	垂线检验
8	麻面	每侧不得超过该侧面积的1%	每面	1	尺量麻面总面积
9	预埋件、预留孔位置	10mm	每件(孔)	1	尺量检查

注：△为主控项目，其余为一般项目。

钢筋混凝土预制构件（梁、板、支架）的允许偏差及检验方法应符合表 8-20 的要求。

表 8-20 预制构件（梁、板、支架）的允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	△混凝土抗压强度	平均值不低于设计规定	每台班	1组	《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107—2010)
2	长度	±10	每件	1	尺量检查
3	宽度、高(厚)度	±5	每件	1	尺量取最大偏差值,计1
4	侧面弯曲	L/1000	且≤20	每件	1
5	板两对角线差	10	每10	件	1
6	预埋件	中心	每件	1	尺量检查,不计点
		有滑板的混凝土表面平整			
		滑板面露出混凝土表面			
7	预留孔中心位置	5	每件	1	尺量检查,不计点

注：1. 表中 L 为构件长度，单位为 mm。

2. △为主控项目，其余为一般项目。

构件（梁、板、支架）安装允许偏差及检验方法应符合表 8-21 的要求。

表 8-21 构件（梁、板、支架）安装允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差/mm	检验频率		检验方法
			范围	点数	
1	平面位置	符合设计要求	每件	—	尺量检查,不计点
2	轴线位移	10	每10件	1	每10件抽查1件,量取最大值,计1点
3	相邻两盖板支点处顶面高差	10	每10件	1	
4	△支架顶面高程	0 -5	每件	1	水准仪测量
5	支架垂直度	0.5% H 且不大于10	每件	—	垂线检验,不计点

注：1. 表中 H 为支架高度，单位为 mm。

2. △为主控项目，其余为一般项目。

检查室允许偏差及检验方法应符合表 8-22 要求。

表 8-22 检查室允许偏差及检验方法

序 号	项 目		允许偏差/mm	检 验 频 率		检 验 方 法
				范 围	点 数	
1	检查室 尺寸	长度、宽度	±20	每座	2	尺量检查
		高度	±20	每座	2	尺量检查
2	井盖顶 高程	路面	±5	每座	1	水准仪测量
		非路面	+20	每座	1	水准仪测量

8.3.2 回填工程

回填土铺土厚度应根据夯实或压实机具的性能及压实度要求而定，虚铺厚度应符合表 8-23 的规定。

表 8-23 回填土铺厚度

夯实或压实机具	虚铺厚度/mm
振动压路机	≤400
压路机	≤300
动力夯实机	≤250
木夯	<200

回填土的密实度应逐层进行测定，设计无规定时，宜按回填上部位划分（图 8-5）回填土的密实度应符合下列要求：

- | | |
|-----------------------|-------------|
| (1) 胸腔部位 | I 区 ≥95%。 |
| (2) 管顶或结构顶上 500mm 范围内 | II 区 ≥85%。 |
| (3) 其余部位 | III 区按原状回填。 |


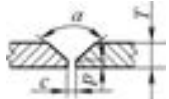
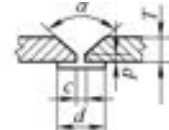

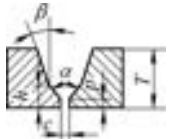

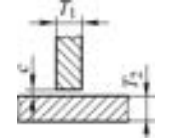
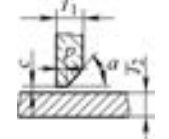
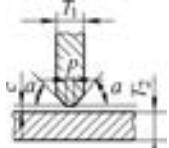


图 8-5 回填土部位划分示意图

8.3.3 焊接及检验

焊接坡口应按设计规定进行加工，当设计无规定时，应符合表 8-24 的规定。

表 8-24 钢焊件接口形式和尺寸

序号	厚度 T/mm	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 C/mm	钝边 P/mm	坡口角度 $\alpha(\beta) (^{\circ})$	
1	1~3	I形坡口		0~1.5	—	—	单面焊
	3~6			0~2.5			双面焊
2	3~9	V形坡口		0~2	0~2	65~75	
	9~25			0~3	0~3	55~65	
3	6~9	带垫板 V形坡口		3~5	0~2	45~55	
	9~26			4~6	0~2		
4	12~16	X形坡口		0~3	0~3	55~65	
5	20~60	双V形坡口		0~3	1~3	65~75 (8~12)	
6	20~60	U形坡口		0~3	1~3	8~12	
7	2~30	T形接头 I形坡口		0~2	—	—	
8	6~10	T形接头 单边V形坡口		0~2	0~2	45~55	
	10~17			0~3	0~3		
	17~30			0~4	0~4		
9	20~40	T形接头 对称K形坡口		0~3	2~3	45~55	

(续)

序号	厚度 T /mm	坡口名称	坡口形式	坡口尺寸			备注
				间隙 C /mm	钝边 P /mm	坡口角度 $\alpha(\beta)$ (°)	
10	管径 $\phi \leq 76$	管座坡口	 $a=100, b=70, R=5(\text{mm})$	2~3	—	50~60 (30~35)	
11	管径 $\phi 76 \sim 133$	管座坡口		2~3	—	45~60	
12	—	法兰角 焊接头		—	—	—	$K = 1.4T$, 且不大于颈部 厚度; $E = 6.4$ (mm) 且不大 于 T
13	—	承插焊 接法兰		1.6	—	—	$K = 1.4T$, 且不大于颈部 厚度
14	—	承插焊 接法兰		1.6	—	—	$K = 1.4T$, 且不小于 3.2 (mm)

外径和壁厚相同的钢管或管件对口时,应外壁平齐,对口错边量允许偏差应符合表 8-25 的规定。

表 8-25 钢管对口错边量允许偏差

	壁厚/mm	2.5~5.0	6~10	12~14	≥ 15
	错边允许偏差/mm	0.5	1.0	1.5	2.0

用钢板制造的可双面焊接,焊缝长度及点数可按表 8-26 的规定执行。

表 8-26 焊缝长度和点数

公称直径/mm	电焊长度/mm	点 数
50~150	5~10	均布 2~3 点
200~300	10~20	74
350~500	15~30	5

(续)

公称直径/mm	电焊长度/mm	点 数
600 ~ 700	40 ~ 60	6
800 ~ 1000	50 ~ 70	7
> 1000	80 ~ 100	一般间距 300mm 左右

8.3.4 管道安装及检验

1. 管道加工和现场预制管件制作

弯管的弯曲半径应符合设计要求。设计无要求时，最小弯曲半径应符合表 8-27 的规定。

表 8-27 弯管最小弯曲半径

管 材	弯管制作方法	最小弯曲半径	
低碳钢管	热弯	$3.5D_w$	
	冷弯	$4.0D_w$	
	压制弯	$1.5D_w$	
	热推弯	$1.5D_w$	
	焊制弯	$DN \leq 250$	$1.0D_w$
		$DN \geq 300$	$0.75D_w$

注： DN 为公称直径， D_w 为外径。

弯管内侧波浪高度，见表 8-28，波距应大于或等于波浪的高度的 4 倍，如图 8-6 所示。

表 8-28 波浪高度 (H) 允许值

钢管外径	≤ 108	133	159	219	273	325	377	≥ 426
(H) 允许值	4	5	6	6	7	7	8	8



图 8-6 弯曲部分波浪高度


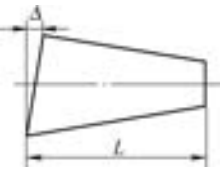
管道加工和现场预制管件的允许偏差及检验方法应符合表 8-29 规定。

表 8-29 管道加工和现场预制管件的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差/mm	检 验 方 法
弯头	周长	$DN > 1000\text{mm}$	≤ 6
		$DN \leq 1000\text{mm}$	≤ 4
	端面与中心线垂直度	\leq 外径的 1%，且 ≤ 3	角尺、直尺测量
异径管	椭圆度	\leq 各端外径的 1%，且 ≤ 5	卡尺测量
三通	支管垂直度	\leq 高度的 1%，且 ≤ 3	角尺、直尺测量
钢管	切口端面垂直度	\leq 外径的 1%，且 ≤ 3	角尺、直尺测量

压制弯管、热推弯管和异径管加工的主要尺寸偏差应符合表 8-30 规定。

表 8-30 压制弯管、热推弯管和异径管加工主要尺寸偏差 (单位: mm)

管 件 名 称	关 键 形 式	公称直径 检查项目	25 ~ 70	80 ~ 100	125 ~ 200	250 ~ 400	
						无 缝	有 缝
弯 管		外径偏差	±1.1	±1.5	±2.0	±2.5	±3.5
		外径椭圆	不超过外径偏差				
异 径 管		壁厚偏差	不大于公称壁厚的 12.5%				
		长度 (L) 偏差	±1.5			±2.5	
		端面垂直 (Δ) 偏差	≤1.0			≤1.5	

2. 管道支、吊架安装

管道支、吊架安装的允许偏差及检验方法, 见表 8-31。

表 8-31 管道支、吊架安装的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差/mm	检 验 方 法
支、吊架中心点平面位置		25	钢尺测量
Δ 支架标高		-10	水准仪测量
两个固定支架间的 其他支架中心线	距固定支架每 10m 处	5	钢尺测量
	中心处	25	钢尺测量

注: Δ 为 主 控 项 目, 其 余 为 一 般 项 目。

3. 管沟和地上敷设管道安装

管道安装允许偏差及检验方法, 见表 8-32。

表 8-32 管道安装允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差及质量标准/mm			检 验 频 率		检 验 方 法
				范 围	点 数	
Δ 高程	±10			50m	—	水准仪测量, 不计点
中心线位移	每 10m 不超过 5, 全长不超过 30			50m	—	挂边线用尺量, 不计点
立管垂直度	每米不超过 2, 全高不超过 10			每根	—	垂线检查, 不计点
Δ 对口间隙	壁厚	间隙	偏差	每 10 个口	1	用 焊 口 检 测 器, 量 取 最 大 偏 差 值, 计 1 点
	4 ~ 9	1.5 ~ 2.0	±1.0			
	≥10	2.0 ~ 3.0	+1.0 -2.0			

注: Δ 为 主 控 项 目, 其 余 为 一 般 项 目。

4. 直埋保温管道安装

如图 8-7 所示为预制保温管直埋敷设示意图。

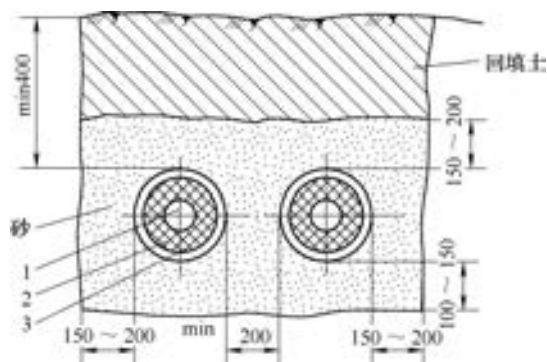


图 8-7 预制保温管直埋敷设示意图

1—钢管 2—聚氨酯硬质泡沫塑料保温层 3—高密度聚乙烯保温外壳

直埋敷设管道最小覆土深度见表 8-33。

表 8-33 直埋敷设管道最小覆土深度

管径/mm	车行道下/m	非车行道下/m
50 ~ 125	0.8	0.6
150 ~ 200	1.0	0.6
250 ~ 300	1.0	0.7
350 ~ 400	1.2	0.8
450 ~ 500	1.2	0.9

可视为直管段的最大平面折角见表 8-34。

表 8-34 可视为直管段的最大平面折角 (°)

循环工作温差 (°C) 管道公称直径/mm	管道公称直径/mm		
	50 ~ 100	125 ~ 300	350 ~ 500
50	4.3	3.8	3.4
65	3.2	2.8	2.6
85	2.4	2.1	1.9
100	2.0	1.8	1.6
120	1.6	1.4	1.2
140	1.4	1.2	1.1

直埋保温管道安装质量的检验项目及检验方法见表 8-35。

表 8-35 直埋保温管道安装质量的检验项目及检验方法

项 目	质量标准		检验频率	检验方法	
连接预警系统	满足产品预警系统的技术要求		100%	用仪表检查整体线路	
△节点的保温 和密封	外观检查		无缺陷	100%	目测
	气密性 试验	一级管网	无气泡	100%	气密性试验
		二级管网	无气泡	20%	

注：△为主控项目，其余为一般项目。

直埋供热管道与有关设施相互净距见表 8-36。

表 8-36 直埋供热管道与有关设施相互净距

名 称		最小水平净距/m	最小垂直净距/m	
给水管		1.5	0.15	
排水管		1.5	0.15	
燃气管道	压力 ≤400kPa	1.0	0.15	
	压力 ≤800kPa	1.5	0.15	
	压力 >800kPa	2.0	0.15	
压缩空气或 CO ₂ 管		1.0	0.15	
排水盲沟沟边		1.5	0.50	
乙炔、氧气管		1.5	0.25	
公路、铁路坡底脚		1.0	—	
地铁		5.0	0.80	
电气铁路接触网电杆基础		3.0	—	
道路路面		—	0.70	
建筑物基础	公称直径 ≤250mm	2.5	—	
	公称直径 ≥300mm	3.0	—	
电缆	通信电缆管块		1.0	0.30
	电力及控制电缆	≤35kV	2.0	0.50
		≤110kV	2.0	1.00

注：热力网与电缆平行敷设时，电缆处的土壤温度与月平均土壤自然温度比较，全年任何时候对于电压 10kV 的电力电缆不高于 10℃，对电压 35~110kV 的电缆不高于 5℃，可减少表中所列距离。

8.4 热力站、中继泵站及通用组装置安装

8.4.1 站内管道安装

站内管道水平安装的支、吊架间距，在设计无要求时，不得大于表 8-37 中规定的距离。

表 8-37 站内管道支架的最大间距

公称直径/mm	最大间距/m	公称直径/mm	最大间距/m
25	2.0	125	5.0
32	2.5	150	6.0
40	3.0	200	7.0
50	3.0	250	8.0
70	4.0	300	8.5
80	4.0	350	9.0
100	4.5	400	9.0

站内钢管安装允许偏差及检验方法应符合表 8-38 的规定。

表 8-38 站内钢管安装允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差	检验方法
水平管道纵、横方向弯曲	$DN \leq 100\text{mm}$	水平尺、直尺、拉线和尺量检查
	$DN > 100\text{mm}$	
立管垂直度	每米 2mm，且全长不大于 10mm	吊线和尺量检查

(续)

项 目		允许偏差	检验方法
成排阀门和 成排管段	阀门在同一高度上	5mm	尺量检查
	在同一平面上间距	3mm	

站内塑料管、复合管安装允许偏差及检验方法应符合表 8-39 的规定。

表 8-39 站内塑料管、复合管安装允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差	检验方法
水平管道纵横向弯曲		每米 1.5mm 且全长不大于 25mm	水平尺、直尺、拉线和尺量检查
立管垂直度		每米 2mm 且全长不大于 25mm	吊线和尺量检查
成排管段	在同一直线上间距	3mm	尺量检查

8.4.2 站内设备安装

民用集中热力站示意图如图 8-8 所示。

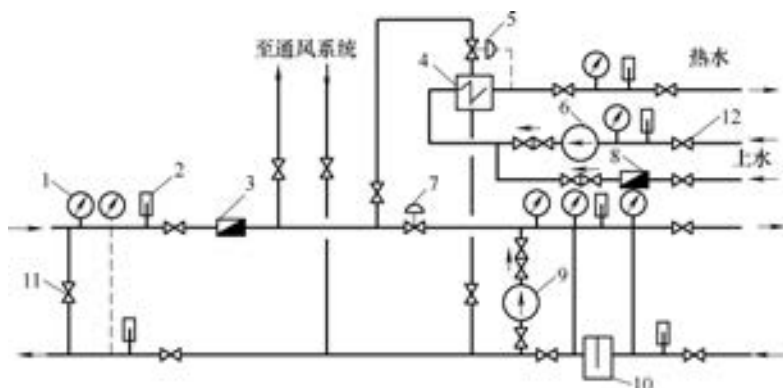


图 8-8 民用集中热力站示意图

- 1—压力表 2—温度计 3—热网流量计 4—水-水换热器 5—温度调节器 6—热水供应循环水泵 7—手动调节阀
8—上水流量计 9—供暖系统混合水泵 10—除污器 11—旁通管 12—热水供应循环管路

设备基础的位置、几何尺寸和质量要求，应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范（2011版）》（GB 50204—2002）的规定。设备基础尺寸和位置的允许偏差及检验方法应符合表 8-40 的规定。

表 8-40 设备基础尺寸和位置的允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差/mm	检验方法
坐标位置（纵横轴线）		±20	经纬仪、拉线和尺量
不同平面的标高		-20	水准仪、拉线和尺量
平面外形尺寸		±20	尺量检查
凸台上平面外形尺寸		-20	
凹穴尺寸		+20	
平面的水平度 （包括地坪上需安装的部分）	每米	5	水平仪（水平尺）和契形塞尺检查
	全长	10	
垂直度	每米	5	经纬仪或吊线和尺量
	全长	10	

淋水式换热器示意图如图 8-9 所示，喷管式汽-水换热器构造示意图如图 8-10 所示。

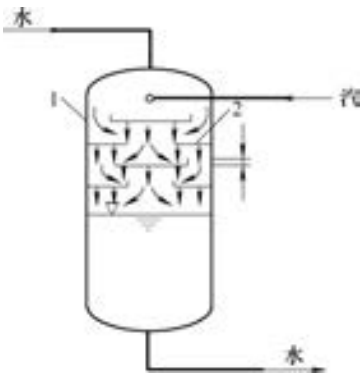


图 8-9 淋水式换热器示意图
1—壳体 2—淋水板

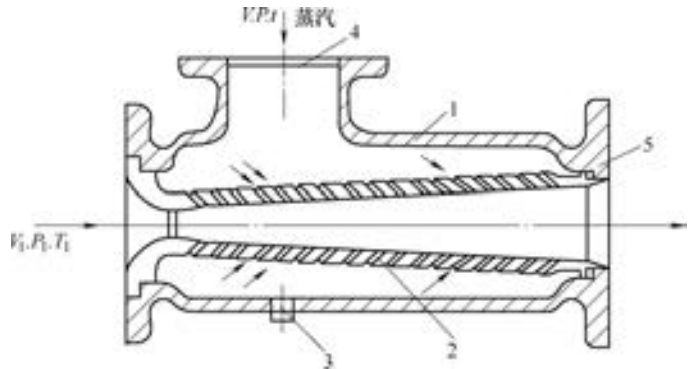


图 8-10 喷管式汽-水换热器构造示意图
1—外壳 2—喷嘴 3—泄水栓 4—网盖 5—填料

开式水箱多为长方形，附件有人孔盖、水位计、温度计、进水管、空气管和泄水管等，如图 8-11 所示。

闭式水箱为承压水箱，水箱应做成圆筒形，如图 8-12 所示。

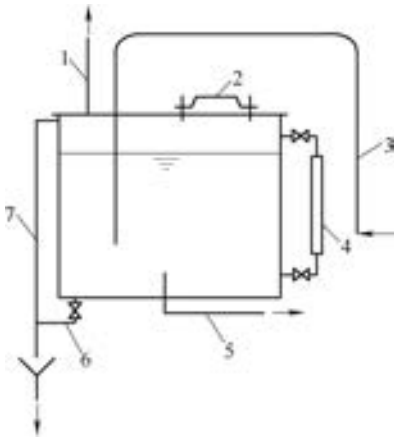


图 8-11 开始凝水箱示意图
1—空气管 2—人孔盖 3—凝水进入管 4—水位计
5—凝水出水管 6—泄水管 7—溢流管

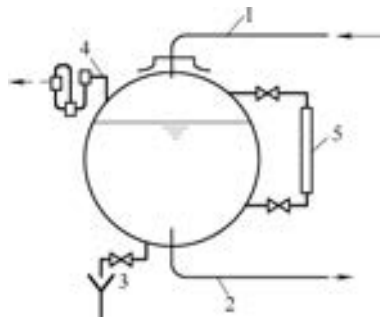


图 8-12 闭式凝结水箱
1—凝水进入管 2—凝水排出管 3—泄水管
4—安全水封 5—水位计

换热器和水箱安装的允许偏差及检验方法应符合表 8-41 的要求。

表 8-41 换热器和水箱安装的允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差/mm	检 验 方 法
标高	±10	拉线和尺量
水平度或垂直度	5L/1000 或 5H/1000	经纬仪或吊线、水平仪（水平尺）、尺量
中心线位移	±20	拉线和尺量

注：表中 L 为换热器和水箱长度，H 为换热器和水箱高度。

设备支架安装的允许偏差应符合表 8-42 的规定。

表 8-42 设备支架安装的允许偏差

项 目		允许偏差/mm	检 验 方 法
支架立柱	位置	5	尺量检查
	垂直度	$\leq H/1000$	尺量检查
支架横梁	上表面标高	± 5	尺量检查
	水平弯曲	$\leq L/1000$	尺量检查

注：表中 H 为支架高度， L 为横梁长度。

8.5 防腐和保温工程

8.5.1 保护层

计算管道总散热损失时，由支座、补偿器和其他附件产生的附加热损失可按表 8-43 给出的热损失附加系数计算。

表 8-43 管道散热损失附加系数

管道敷设方式	地上敷设	管沟敷设	直埋敷设
散热损失附加系数	0.15 ~ 0.20	0.15 ~ 0.20	0.10 ~ 0.15

注：当附件保温较好、管径较大时，取较小值；当附件保温较差、管径较小时，取较大值。

保护层表面不平度允许偏差及检验方法应符合表 8-44 的规定。

表 8-44 保护层表面不平度允许偏差及检验方法

项 目	允许偏差/mm	检 验 频 率	检 验 方 法
涂抹保护层	< 10	每隔 20m 取一点	外观
缠绕式保护层	< 10	每隔 20m 取一点	
金属保护层	< 5	每隔 20m 取一点	2m 靠尺和塞尺检查
复合材料保护层	< 5	每隔 20m 取一点	外观

8.5.2 防腐工程

钢管除锈、涂料质量标准应符合表 8-45 的规定。

表 8-45 钢管除锈、涂料质量标准

项 目	质 量 标 准	检 查 频 率		检 验 方 法
		范围/m	点 数	
△除锈	铁锈全部清除，颜色均匀，露金属本色	50	50	外观检查每 10m，计 1 点
涂料	颜色光泽、厚度均匀一致，无起褶、起泡、漏刷	50	50	

注：△为主控项目，其余为一般项目。

8.5.3 保温工程

如图 8-13 所示为室外架空管道的保温结构。

如图 8-14 所示为室内架空及通行地沟管道保温结构。

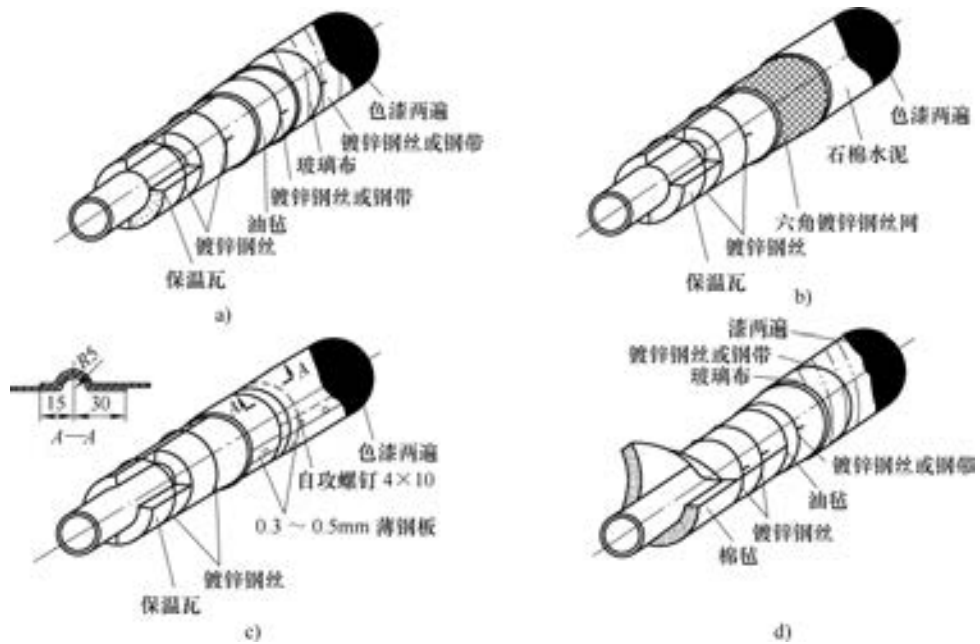


图 8-13 室外架空管道保温结构

a) 油毡玻璃布保护层 b) 石棉水泥保护层 c) 薄钢板保护层 d) 油毡玻璃布保护 (用超细玻璃棉毡)

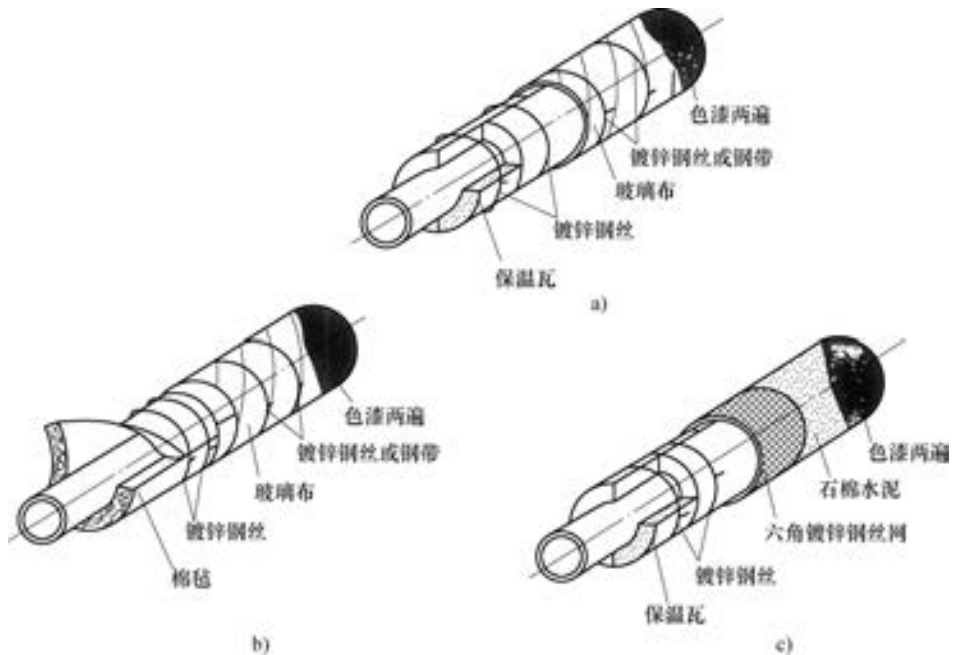


图 8-14 室内架空及通行地沟管道保温结构

a) 玻璃布保护层 b) 玻璃布保护层 (用超细玻璃棉毡) c) 石棉水泥保护层

如图 8-15 所示为不通行及半通行地沟管道保温结构。

如图 8-16 所示为弯管和立管保温结构。

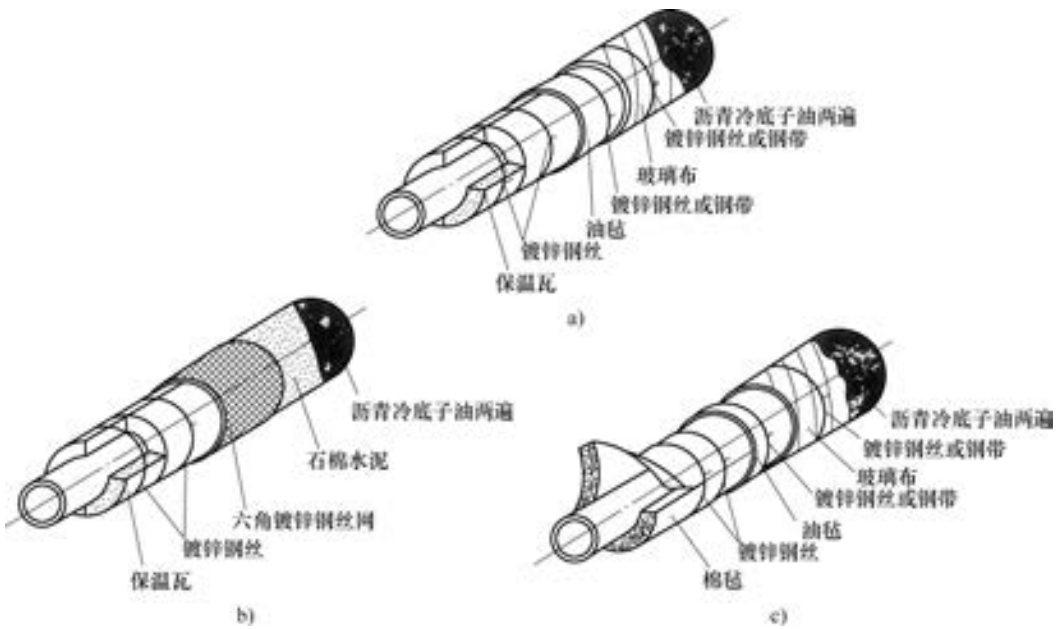


图 8-15 不通行及半通行地沟管道保温结构

a) 油毡玻璃布保护层 b) 石棉水泥保护层 c) 油毡玻璃布保护 (用超细玻璃棉毡)

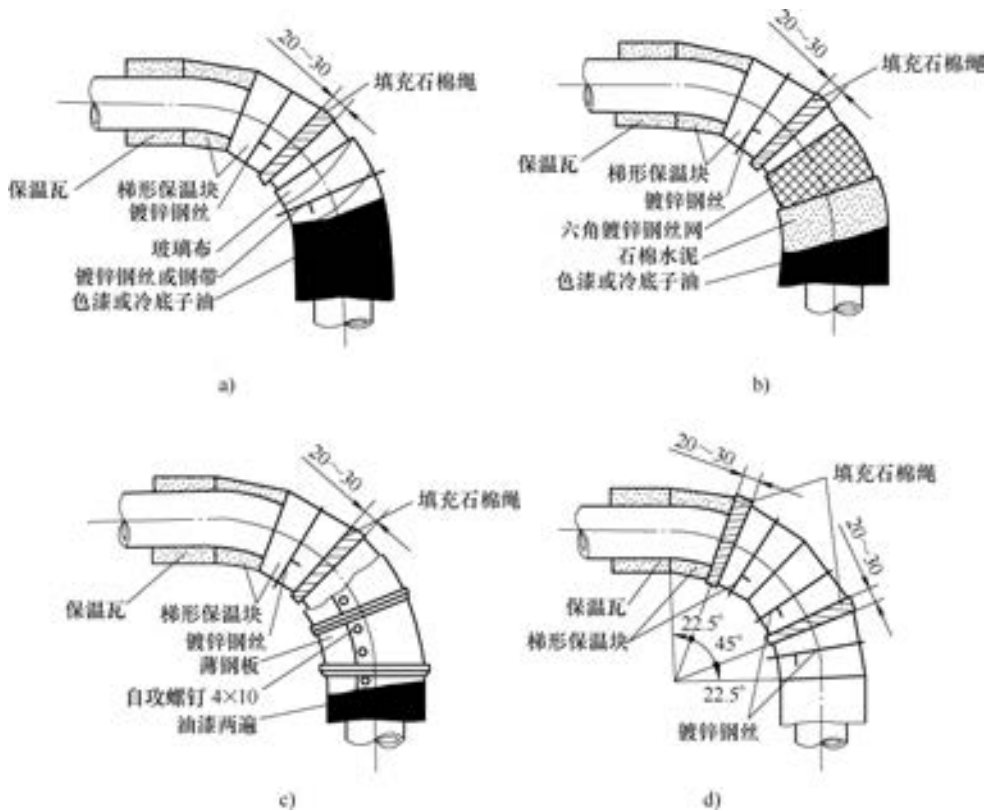


图 8-16 弯管和立管保温结构

a) 玻璃布保护层 b) 石棉水泥保护层 c) 薄钢板保护层 d) 管径大于 350mm 弯管膨胀缝示意图

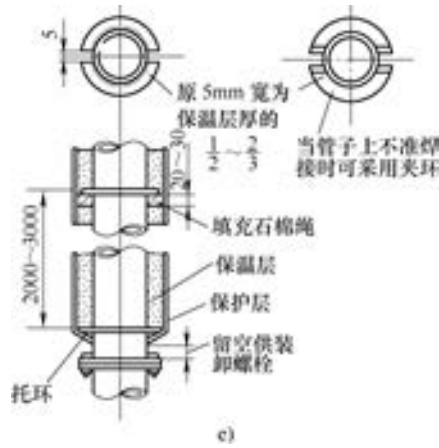


图 8-16 弯管和立管保温结构 (续)
e) 立管保温

如图 8-17 所示为伴热管、法兰、阀门保温结构。

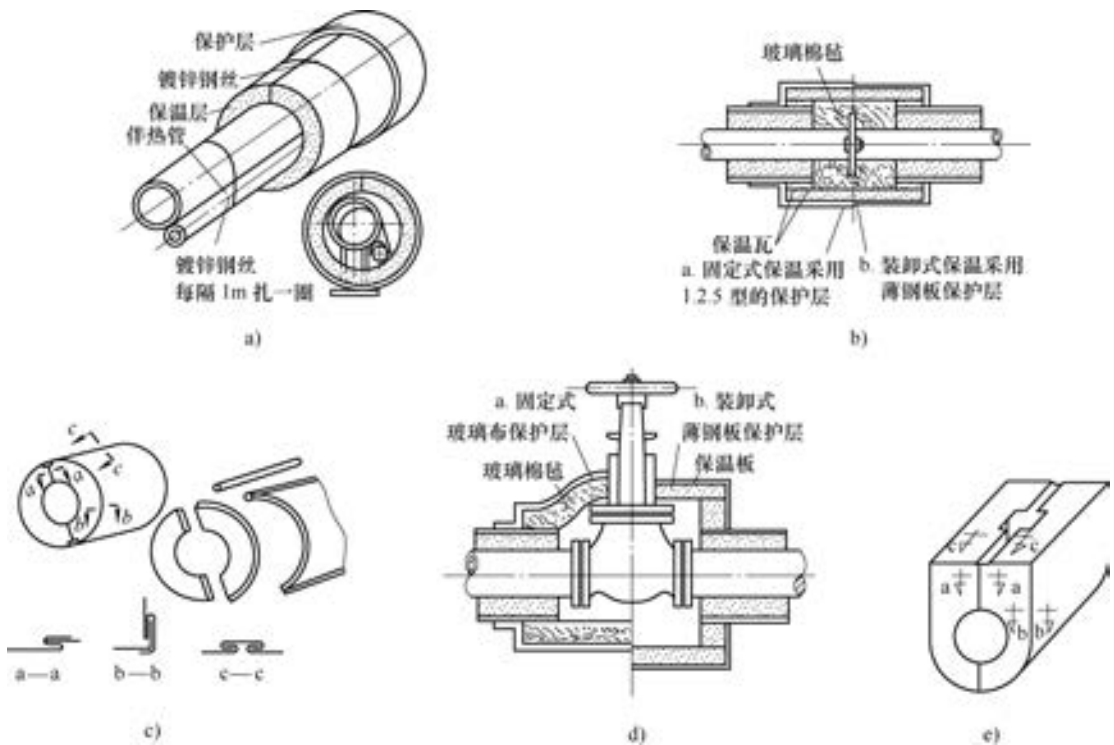


图 8-17 伴热管、法兰、阀门保温结构
a) 蒸汽伴热管保温 b) 法兰保温 c) 装卸式法兰保温薄钢板保护罩
d) 阀门保温 e) 阀门保温薄钢板保护罩

保温层施工允许偏差及检验方法，应符合表 8-46 的规定。

表 8-46 保温层允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差	检验频率	检验方法
△厚度	硬质保温材料	+5%	每隔20m测一点	钢针刺入保温层测厚
	柔性保温材料	+8%		
伸缩缝宽度		±5mm	抽查10%	尺量检查

注：△为主控项目，其余为一般项目。

8.6 管道水压试验

水压试验的检验内容及检验方法应符合表 8-47 的规定。

表 8-47 水压试验的检验内容及检验方法

序 号	项 目	试验方法及质量标准		检 验 范 围
1	△强度试验	升压到试验压力稳压 10min，无渗漏、无压降后降至设计压力，稳压 30min，无渗漏、无压降为合格		每个试验阶段
2	△严密性试验	升压至试验压力，并趋于稳定后，应详细检查管道、焊缝、管路附件及设备无渗漏，固定支架无明显的变形等		全段
		一级管网及站内	稳压在 1h 内压降不大于 0.05MPa，为合格	
		二级管网	稳压在 30min 内压降不大于 0.05MPa，为合格	

注：△为主控项目，其余为一般项目。

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ 1—2008 城镇道路工程施工与质量验收规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ 2—2008 城市桥梁工程施工与质量验收规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJJ 11—2011 城市桥梁设计规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [4] 中华人民共和国建设部. CJJ 28—2004 城镇供热管网工程施工及验收规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [5] 中华人民共和国建设部. CJJ 99—2003 城市桥梁养护技术规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [6] 中华人民共和国建设部. GB 50013—2006 室外给水设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2006.
- [7] 中华人民共和国建设部. GB 50014—2006 室外排水设计规范 (2011 年版) [S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB/T 50107—2010 混凝土强度检验评定标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [9] 中华人民共和国交通运输部. JTG D40—2011 公路水泥混凝土路面设计规范 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [10] 中华人民共和国交通运输部. JTG E20—2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [11] 中华人民共和国环境保护部. HJ 576—2010 厌氧-缺氧-好氧活性污泥法污水处理工程技术规范 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [12] 中华人民共和国环境保护部. HJ 577—2010 序批式活性污泥法污水处理工程技术规范 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [13] 中华人民共和国环境保护部. HJ 578—2010 氧化沟活性污泥法污水处理工程技术规范 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2011.
- [14] 贾小东. 新版市政工程施工质量验收标准速查手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [15] 江苏省建设工程质量监督总站. 市政基础设施检测 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010.
- [16] 李金海, 李保军. 城市道路工程施工技术 [M]. 北京: 中国标准出版社, 2007.
- [17] 王春武, 于忠伟, 吕铮. 新版城市桥梁工程施工与质量验收规范实施手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [18] 李振东. 城镇供水排水工程建设与施工 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.



建设工程常用图表手册系列

JIAN SHE GONG CHENG CHANG YONG TUBIAO SHOU CE XILIE

砌体结构常用图表手册

建筑抗震常用图表手册

混凝土工程常用图表手册

电梯工程常用图表手册

暖通空调常用图表手册

工程造价常用图表手册

建筑机械常用图表手册

地基基础常用图表手册

电气工程常用图表手册

钢结构工程常用图表手册

智能建筑常用图表手册

给水排水工程常用图表手册

◎ 市政工程常用图表手册

地址：北京市百万庄大街22号

邮政编码：100037

电话服务

社服务中心：010-88361066

销售一部：010-68326294

销售二部：010-88379649

读者购书热线：010-88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

机工微博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

上架指导 施工手册

ISBN 978-7-111-41073-7

策划编辑◎闫云霞 / 封面设计◎张静

ISBN 978-7-111-41073-7



9 787111 410737 >

定价：59.00元