

全国民用建筑工程设计技术措施 2009

结构
(砌体结构)

JS
CS

National Technical Measures for Design of Civil Construction

Structure

2012年版
符合新规范

住房和城乡建设部工程质量安全监管司

Department of Construction Engineering Quality & Safety Supervision
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the P.R.China



中国建筑标准设计研究院
CHINA INSTITUTE OF BUILDING STANDARD DESIGN & RESEARCH

2009
全国民用建筑工程设计技术措施
结 构
(砌体结构)
Structure

住房和城乡建设部工程质量安全监管司
中国建筑标准设计研究院
2012 · 北京

关于发布《全国民用建筑工程 设计技术措施》（2009年版）的通知

建质〔2009〕124号

各省、自治区住房和城乡建设厅，直辖市建委及有关部门，总后营房部工程局，新疆生产建设兵团建设局，国务院有关部门：

为了进一步贯彻《建设工程质量管理条例》，保证和提高民用建筑工程设计、施工质量，我部组织中国建筑标准设计研究院等单位对《全国民用建筑工程设计技术措施》（2003年版）作了第一次修编。《全国民用建筑工程设计技术措施》（2009年版）包括《规划·建筑·景观》、《结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》、《建筑产品选用技术》和《防空地下室》分册，经审查批准，现予以发布。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇九年七月二十日

《全国民用建筑工程设计技术措施》(2009年版)编委会

主任委员: 吴慧娟

副主任委员: 尚春明 孙英

委员: (按姓氏笔划为序)

丁再励	马国馨	于本英	王素英	左亚洲	田有连	刘敏
刘文镔	孙兰	孙国峰	许绍业	何玉如	吴学敏	张宜
张勇	张鹏	张兢	张树君	张路明	张毅刚	李军
李雪佩	杨蔚彪	汪大绥	沈祖炎	陈远椿	陆耀庆	陆兴
林在豪	罗继杰	苑振芳	郁银泉	郎四维	赵继豪	赵锂
胡天兵	胥正祥	贾苇	郭景	曹彬	温伯银	程述成
程懋堃	舒世安	董宇松	詹谊	蔡益燕		

《砌体结构》编审名单

编写组负责人: 苑振芳 于本英

编写组成员: (按姓氏笔画为序)

于本英	汪洪涛	苏经宇	沙安	杜志超
苑振芳	苑磊	周炳章	巢斯	曾德民

主审人: 施楚贤 刘大海

审查组成员: (按姓氏笔画为序)

白生翔	刘大海	刘敏	仲继寿	严家禧	吴明舜	吴体
陈正祥	陈雪光	杜春礼	张勇	张昌叙	沙志国	郁银泉
施楚贤	骆万康	唐岱新	徐建	章关福	高永孚	程才渊
詹谊	葛学礼					

参编单位: (按章节先后为序)

中国建筑东北设计研究院有限公司
同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司
北京市建筑设计研究院
北京工业大学抗震减灾研究所
建研地基基础工程有限责任公司
中国建筑西北设计研究院有限公司

前 言

《全国民用建筑工程设计技术措施》(2009年版)是由住房和城乡建设部工程质量安全监管司组织中国建筑标准设计研究院等单位编制的一套大型的、以指导民用建筑工程设计为主的技术文件,是对《全国民用建筑工程设计技术措施》(2003年版)的首次修编。在此,特向“2003年版技术措施”的编写组和审查组全体成员以及参编单位致以真挚的敬意,并由衷感谢他们作为“2009年版技术措施”的顾问组成员对本次修编工作所给予的积极支持。

《全国民用建筑工程设计技术措施》(2009年版)共有《规划·建筑·景观》、《结构体系》、《地基与基础》、《砌体结构》、《混凝土结构》、《钢结构》、《给水排水》、《暖通空调·动力》、《电气》、《建筑产品选用技术》及《防空地下室》十一个分册。编制的目的是为了更好地贯彻落实《建设工程质量管理条例》等现行法律、法规以及《工程建设标准强制性条文》等工程建设技术标准,进一步提高建筑工程设计质量和设计效率,供全国各设计单位参照使用,也可供有关建设管理部门、建设单位和教学、科研、施工、监理等人员参考。

本次修编《结构》册共分为五个分册:第一分册《结构体系》、第二分册《地基基础》、第三分册《混凝土结构》、第四分册《砌体结构》、第五分册《钢结构》。

《砌体结构》分册是在2003版《全国民用建筑工程设计技术措施》结构分册第四章“建筑结构隔震设计与构造”、第五章“楼(屋)盖结构设计及构造”和第六章“砌体结构”的基础上进行了综合统一、补充和完善,并按2010年后新颁布实施的《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010,《砌体结构设计规范》GB 50003-2011,《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14-2011等相关现行国家标准、规范进行修编。

本分册的内容包括总则,材料及选择,楼(屋)盖结构与构造要点,砌体房屋的非抗震设计,结构构件及构造要求,配筋砌块砌体构件及构造要求,砌体房屋的抗震设计,砌体结构裂缝控制措施,砌体结构的隔震设计与构造,镇村砌体结构房屋的抗震设计要点等十章。附录A~附录C分别介绍了砌体结构相关标准、规范、规程目录,蒸压加气混凝土砌块低层房屋结构设计,隔震设计算例,供设计参考。

本分册在编制过程中力求实践与理论相结合,根据砌体结构量大面广、地方性强的特点,广泛吸取全国各地的工程经验,参考有关国际标准和国外先进标准从建筑墙体材料革新和节约能源出发,较为全面、详细地介绍了砌体结构的新材料、新体系、新技术和新工艺的应用技术措施,希望能为提高结构工程师的设计水平、施工质量提供技术支持。

本分册的编制内容主要遵循国家标准规范及各地区砌体结构设计的一些工程经验和科研成果,工程设计时,应在满足现行国家标准、规范的前提下,根据工程的具体情况参照使用。

本分册的编制,不仅得到原《措施》编写人员和审查人员的大力支持,同时得到新参与的编写人员和审查人员的通力合作,特别是吸纳了全

国各地读者的意见和建议。编制工作凝聚了民用建筑结构专业各个领域老、中、青专家的辛勤劳动，编入的内容是业内有关人士多年共同研究、创造的成果，是共有的技术结晶和财富。在此，特向各有关单位专家致以真挚的谢意。

由于本分册内容广、工作量大，加之时间仓促，难免存在一些缺点和问题，敬请批评指正，以便不断修正和更新。

联系地址：北京海淀区首体南路9号

中国建筑标准设计研究院

邮 编：100048

联系电话：010 - 68799100

联系人：于本英

E-mail: yuby@cbs.com.cn

网 址：www.cinabuilding.com.cn

《砌体结构》分册编写组

二〇一二年六月

目 录

▶	1 总 则	(1)
	1.1 一般规定	(1)
	1.2 砌体结构构件类型及其选择	(2)
	1.3 房屋的设计使用年限及安全等级	(4)
	1.4 砌体结构的施工质量控制等级	(4)
	1.5 基础选型的基本原则	(5)
▶	2 材料及选择	(6)
	2.1 块材	(6)
	2.2 其他材料	(9)
	2.3 砌体材料的匹配原则	(11)
	2.4 砌体结构的耐久性	(11)
▶	3 楼(屋)盖结构与构造要点	(13)
	3.1 选型及设计	(13)
	3.2 预制板楼(屋)盖	(15)
	3.3 现浇楼(屋)盖	(19)
▶	4 砌体房屋非抗震设计	(22)
	4.1 结构选型及布置	(22)
	4.2 房屋的计算要点	(22)
	4.3 砌体结构构件的计算要点	(22)
▶	5 结构构件及构造要求	(25)
	5.1 砌体墙和其他构件	(25)
	5.2 圈梁	(26)
	5.3 构造柱	(28)
	5.4 钢筋混凝土芯柱	(29)
	5.5 夹心墙	(30)
	5.6 框架结构填充墙	(32)
	5.7 过梁	(36)
	5.8 挑梁	(36)

	5.9 墙梁	(37)
	5.10 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	(39)
▶	6 配筋砌块砌体构件及构造要求	(41)
	6.1 一般规定	(41)
	6.2 计算要点	(41)
	6.3 配筋砌块砌体构件的构造要求	(42)
▶	7 砌体房屋抗震设计	(52)
	7.1 一般规定	(52)
	7.2 多层砌体房屋	(53)
	7.3 底部框架—抗震墙多层砌体房屋	(58)
	7.4 高层房屋配筋砌块剪力墙及钢筋混凝土框支砌块 剪力墙房屋	(61)
	7.5 单层空旷房屋	(69)
▶	8 砌体结构裂缝控制措施	(72)
	8.1 一般规定	(72)
	8.2 防止或减轻砌体房屋温度和干缩变形致裂的措施	(72)
	8.3 防止或减轻其它因素致裂的措施	(77)
▶	9 砌体结构的隔震设计与构造	(79)
	9.1 一般规定	(79)
	9.2 计算与设计要点	(79)
	9.3 隔震结构的抗震措施	(83)
▶	10 镇村砌体结构房屋的抗震要求	(88)
	10.1 一般规定	(88)
	10.2 设计要求	(88)
▶	附录	(92)
	附录 A 砌体结构相关国家标准、规范、规程	(92)
	附录 B 蒸压加气混凝土砌块低层房屋结构设计	(94)
	附录 C 隔震设计算例	(98)

1 总 则

1.1 一般规定

1.1.1 结构整体稳固性 (robustness) 应根据工程情况, 通过结构方案设计, 包括砌体结构类型、结构布置、传力途径, 结构及构件的构造、连接措施, 耐久性 & 施工要求, 将砌体结构房屋设计成不仅满足建筑功能和正常使用条件下的结构功能要求, 而且在偶然荷载作用下具有避免因局部破坏引发结构连续倾塌的能力。

1.1.2 结构整体稳固性的主要措施:

1 在与建筑方案协商时应考虑结构体型 (高宽比、长宽比) 适当、平立面的规则性要求;

2 选用适合的砌体结构类型或不同砌体结构类别的合理组合;

3 加强楼屋盖的整体性及其与竖向承重构件 (墙、柱) 的可靠连接。楼屋面板应设置圈梁, 预制板间拉开板缝或现浇混凝土配筋板带; 板内受力钢筋, 板缝钢筋或现浇板带的钢筋应与圈梁、构造柱锚固连接;

4 采用针对性措施加强结构的整体稳固性, 包括加强楼梯间、避难室、底层边墙、角柱或墙等重要构件, 以及有燃气设备的厨房、卫生间的墙体; 在关键传力部位的构件, 如底层墙梁支承墙体或柱、车库门洞边设置防撞墙或加大的钢筋混凝土柱等;

5 根据房屋形体, 按建筑分区或结构单元、刚度变化较大或可能的薄弱部位的一侧或两侧, 设置竖向和水平方向相互交接、贯通连续配筋的钢筋混凝土构件 (包括钢筋混凝土柱、梁或配筋板带), 且构件的纵向钢筋应采用有效的连接、锚固措施。也可利用加密构造柱间距和其截面配筋加大的措施, 但其纵向钢筋应按从底到顶连续配筋的要求进行连接和锚固, 而与钢筋混凝土柱或加强的构造柱相交、穿越楼屋盖的水平钢筋混凝土构件, 也应采用通长连续配筋的构造方式;

6 应根据场地或地质条件和结构类型、建筑体型选择适合、可靠的地基基础形式;

7 应根据场地建筑所处的环境条件, 建筑功能要求, 选择适合的砌体材料和砌体结构构件的耐久性等级及相应的耐久性措施。

1.1.3 有燃气灶具的厨房外墙的设计要求:

1 厨房两侧的横墙与外纵墙相交处设置构造柱;

2 厨房外墙门窗过梁宜与两端构造柱相交, 且每侧延伸设不少于一个开间的钢筋混凝土连续梁, 该连续梁的荷载取其自重及其上部的实际规定的荷载, 且不计梁下墙体 (垛) 的支承作用;

3 当采用地下燃气管道时, 底层地面结构的布置, 应能有效防止泄露燃气在地下空间聚积引起爆炸事故。

1.1.4 非抗震设计地区的一般多层砌体房屋, 其承重墙体宜采用约束砌体和符合本措施的有关构造要求。

1.1.5 非抗震设计地区的中高层 (7~9 层)、高层 (≥ 10 层) 砌体房屋宜采用配筋砖砌体或配筋混凝土砌块砌体结构。除进行正常使用极限状态设计外, 尚宜按 6 度设防进行抗震设计。

注: 国际标准《砌体结构设计规范》ISO9652-1、英国砌体规范 BS—在设计原则有砌体结构整体稳固性的规定。英国为非抗震设防国家, 在该规定中则明确要求: 砌体结构及其部件应坚固和稳定 (Robust and stable), 可通过加强墙体和楼屋盖的刚度实现, 包括加强梁或水平或竖向框架的刚度, 并给出了验算砌体房屋刚度的计算方法。当认为房屋的

整体刚度较弱或不显著时,则采用假想某一水平力而使结构产生一个转角 $\theta = \pm \frac{1}{100 \sqrt{H_0}}$ (弧度) (式中 H_0 为建筑高度。)或在每个楼层标高作用一个均匀分布的水平力,并使该水平力等于所考虑的楼层标高以上结构静荷载标准值总和的 1.5%。经测算该水平力约等于 6 度时地震作用。在非抗震设防地区加强砌体结构整体稳固性,提高建筑的抗倒塌能力是有必要的。

1.2 砌体结构构件类型及其选择

1.2.1 砌体或砌体构件类型

1 无筋砌体构件:砌体中不配置受力钢筋或配置少量,且仅作为构造要求设置钢筋的砌体构件,如无筋砌体墙、柱或壁柱等;

2 约束砌体构件:按规定在墙片的两端或纵横墙交接处设置构造柱或芯柱,同时在墙片的上下或楼层位置设置与构造柱有可靠连接的圈梁,且构造柱或芯柱、圈梁的间距分别不大于 5m 和 4m,前者也不宜小于 2m 和 2.8m。构造柱、芯柱及圈梁的构造要求可按本措施的有关规定采用,或符合有关规范的规定。

注:约束砌体构件和无筋砌体构件相比能显著提高砌体的变形能力和抗倒塌能力,而且随着约束砌体周边约束构件(构造柱、芯柱和圈梁)间距的从大变小,其对砌体的约束作用程度也从弱到强,即从弱约束、中等约束到强约束砌体构件,不仅可提高构件的抗压承载力,同时也可大幅度提高构件出平面的抗弯和抗倒塌能力,但不能显著提高砌体的抗剪能力。根据与相同尺寸无筋砌体墙片的对比计算结果:构造柱间距分别为 5m、4m、3m 和 2m 时的约束砌体,其出平面抗弯能力分别为无筋墙片的 3.52、4.37、5.71 和 8.31 倍,说明其抗倒塌能力远远高于无筋砌体(对比计算材料参数:墙厚 240mm,砖 MU10、砂浆 M5,钢筋 HRB335,构造柱混凝土 C20,受力钢筋为 4 ϕ 12)。

3 配筋砌体构件:

1) 水平配筋砌体形式:

(1) 水平灰缝配筋砌体:

① 沿层间墙体竖向间距不大于 400mm,设置通长水平钢筋网片,网片纵向钢筋端部应贯通芯柱或弯入端部的构造柱内,其锚固长度不小于 25d 且不小于 200mm;

② 网片的钢筋不应小于 ϕ 4,也不大于 ϕ 6。当直径大于 4mm 时应采用纵横筋平焊加工,横筋的间距不大于 200mm;

③ 墙体的构造配筋率不应低于 0.035%,用于承载力计算时的配筋率不应低于 0.07%,也不宜大于 0.17%。

(2) 混凝土水平配筋带:

① 按设计需要在楼层墙体半高或附近其他部位设置截面高度不小于 60mm,宽度不小于墙厚的混凝土配筋带;

② 配筋带的纵向钢筋不应少于 2 ϕ 12,横向分布钢筋或拉筋不小于 ϕ 6,且其间距不大于 200mm;

③ 配筋带的纵向钢筋应在两端的横(纵)墙或混凝土构造柱中锚固,其锚长不宜小于 30d 或 250mm;

④ 当配筋带的竖向间距大于 1.2m 时,可不计入其对墙体承载力的贡献。

(3) 混凝土水平系梁:

① 按设计需要在楼层墙体半高或附近其他部位设置截面高度不小于 120mm,宽度不小于墙厚的混凝土水平系梁;

② 系梁的纵向钢筋不应少于 4 ϕ 12,箍筋直径不小于 ϕ 6,箍筋间距不大于 200mm;

③ 系梁的纵向钢筋应在两端的墙体或混凝土构造柱中锚固,其锚固长度不应小于 35d 或 400mm;

④ 当水平系梁的竖向间距大于 1.8m 时,可不计入其对墙体承载力的贡献。

注:砌体水平配筋虽能提高砌体的抗压、抗剪或变形能力,但不能提高砌体构件出平面的抗弯能力和抗倒塌能力。

2) 组合砖砌体构件 (图 1.2.1):

- (1) 砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层的组合砖柱 ($h/b \leq 3$);
- (2) 砖砌体和钢筋混凝土构造柱的组合砌体墙式构件 ($b/h > 3$);
- (3) 砖砌体混凝土或砂浆面层夹板墙 ($b > 3h$)

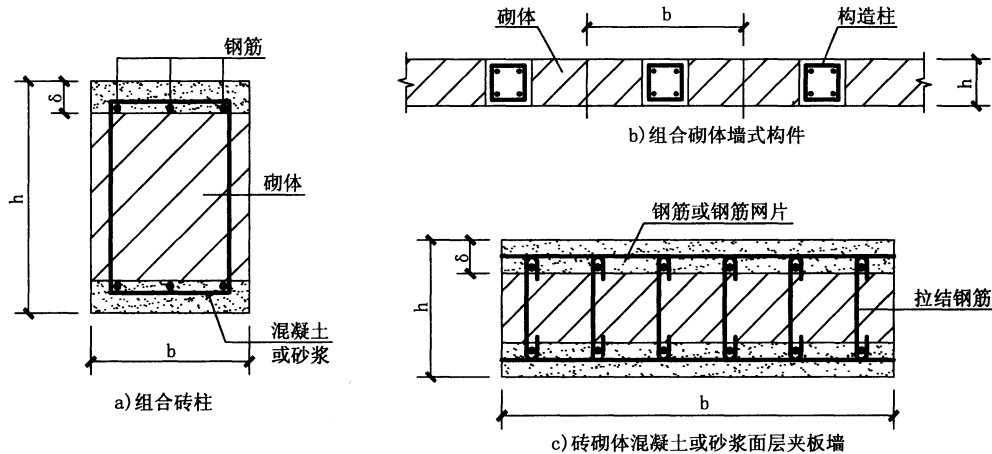


图 1.2.1 组合砖砌体构件

注: δ 为砂浆或混凝土面层厚度; 配筋按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 8.2 的规定。

3) 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙 (简称组合墙): 属集中配筋砖或砌块砌体构件, 当需承受较大水平力或作用时, 可同时在墙体中按本措施 1.2.1 条 3 款 1) 设置水平配筋, 构成组合墙水平配筋砌体构件;

4) 配筋混凝土砌块砌体构件: 由组配块型组合成砌体按规定在砌块孔中配置竖向钢筋和在水平灰缝或砌块凹槽中配置水平钢筋形成的砌体构件。这种构件属于均匀配筋砌体, 其受力性能类似于钢筋混凝土。构件形式包括配筋砌块砌体墙 (剪力墙)、柱 (壁柱) 及梁等, 但应用最多的为配筋砌块剪力墙。

注: 关于砌体剪力墙的分类术语, 现引用美国砌体规范 (ACI530/ASCE 5/TMS 402, 2002) 的规定, 供参考:

- 一般意义之剪力墙: 设计用以抵抗墙体 (承重或自承重) 平面内的水平力作用的构件 (有时称为竖向隔板);
- 普通无筋砌体剪力墙: 设计用以抵抗水平力作用, 而忽略钢筋 (如有钢筋) 中应力的砌体构件;
- 精细无筋砌体剪力墙: 设计用以抵抗水平力作用, 而不计设置的最小钢筋和连接钢筋应力的砌体构件;
- 普通配筋砌体剪力墙: 设计用以抵抗水平力作用, 而考虑钢筋中的应力并满足规定的钢筋和连接要求的砌体构件;
- 中等配筋砌体剪力墙: 设计用以抵抗水平力作用, 而考虑钢筋的应力, 并满足规定的最小钢筋和连接要求的砌体构件;
- 特别配筋砌体剪力墙: 设计用以抵抗水平力作用, 而考虑钢筋中的应力并满足特别钢筋和连接要求的砌体构件。

4 不同砌体构件的组配

- 1) 应根据工程需要对上列砌体构件进行合理的组配, 以获得更好的技术经济效果;
- 2) 在约束砌体中引入水平配筋、配筋带或水平系梁等。可称为水平配筋约束砌体构件;
- 3) 在组合墙中引入水平配筋、配筋带或水平系梁等。可称为水平配筋组合墙。

1.2.2 砌体结构房屋构件类别及选择

- 1 由本措施 1.2.1 的砌体构件组成的砌体结构房屋可按表 1.2.2 - 1 采用。

表 1.2.2-1 砌体结构房屋构件类别选用表

构件类别 房屋类型	无筋砌体	约束砌体	组合砌体	组合墙	水平配筋 约束砌体	水平配 筋组合墙	配筋 砌块砌体
单层空旷房屋			√	√	√	√	√
单层厂房	√		√		√	√	√
一般多层房屋		√	√	√	√	√	√
底框多层房屋		√	√	√	√	√	√
中高层房屋 (7~9)		√	√	√	√	√	√
高层房屋 (≥10)				√	√	√	√

2 砌体结构房屋砌体类型的适用范围:

1) 在静力或非抗震设计 (<6 度) 条件下, 当每种结构类型满足承载力、稳定和规定的变形要求, 即结构正常使用功能要求, 并同时具有较好的技术经济效果时, 除规范规定外, 尚应符合本措施 1.1 节的有关规定。结构类型的适用高度、层数或跨度可按表 1.2.2-2 控制;

2) 在有抗震设防要求的条件下, 即在规定的地震作用, 每种结构类型在适用范围内应满足小震不坏、中震可修和大震不倒的设防标准, 其适用的高度、层数、高宽比、跨度、抗震横墙间距, 以及砌体墙段的局部尺寸均应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.1.2 条、第 7.1.6 条、第 9.3.1 条~第 9.3.3 条、第 10.1.3 条、第 F.1.1 条、第 F.1.3 条以及《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 10 章的有关规定要求。

表 1.2.2-2 非抗震设计时砌体结构房屋砌体类型的适用范围

房屋类别	砌体类型	高度或跨度 (m)	层数或层高	轴压比	高宽比
单层房屋	砖柱或砖壁柱	跨度 ≤ 15	柱顶高 ≤ 6.6m		
	组合砖柱 (含壁柱)	跨度 ≤ 18	柱顶高 ≤ 7.2m		
	配筋砌块柱 (含壁柱)	跨度 ≤ 24	柱顶高 ≤ 7.8m		
多层及高层房屋	约束砌体墙	高度 ≤ 30	≤ 10 层	0.8	≤ 3
	混凝土组合墙 (加水平配筋)	高度 ≤ 36	≤ 12 层	0.8	≤ 4
高层房屋	配筋砌块剪力墙 (含框支)	高度 ≤ 60	≤ 20 层	0.6	≤ 5

注: 1 表中单层房屋的跨越构件系按预应力混凝土双 T 屋面板考虑的, 当采用其他轻型钢结构屋盖时, 其跨度或高度应符合有关规定;

2 单层房屋宜设计成刚性或刚弹性方案房屋, 多层砌体房屋应设计成刚性方案房屋;

3 单层弹性方案房屋的砌体柱, 宜采用组合柱或配筋混凝土砌体柱。

1.3 房屋的设计使用年限及安全等级

1.3.1 砌体结构房屋的设计使用年限和安全等级, 应根据结构使用功能要求和重要性程度确定, 并应符合《工程结构可靠度设计统一标准》GB 50153-2008 的有关规定。

1.3.2 对一般砌体房屋可按设计使用年限 50 年和安全等级二级进行设计。

1.4 砌体结构的施工质量控制等级

1.4.1 设计时应与业主商定工程采用的施工质量控制等级, 并应在工程设计图纸中加以说明。

1.4.2 《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 中的 B 级, 即相当我国目前一般施工质量水平, 当采

用其他等级时，应对砌体的强度指标进行调整。

1.4.3 砌体施工质量控制等级应按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 - 2011 执行。砌体施工质量控制等级与砌体材料性能分项系数 r_f 的关系列于表 1.4.3。

表 1.4.3 砌体施工质量控制等级

项目	施工质量控制等级及 r_f		
	A 级 $r_f = 1.5$	B 级 $r_f = 1.6$	C 级 $r_f = 1.8$
现场质量管理	监督检查制度健全，并严格执行；施工方有在岗专业技术管理人员，人员齐全，并持证上岗	监督检查制度基本健全，并能执行；施工方有在岗专业技术管理人员，人员齐全，并持证上岗	有监督检查制度；施工方有在岗专业技术管理人员
砂浆、混凝土强度	试块按规定制作，强度满足验收规定，离散性小	试块按规定制作，强度满足验收规定，离散性较小	试块按规定制作，强度满足验收规定，离散性大
砂浆拌合	机械拌合；配合比计量控制严格	机械拌合；配合比计量控制一般	机械或人工拌合；配合比计量控制较差
砌筑工人	中级工以上，其中高级工不少于 30%	高、中级工不少于 70%	初级工以上

注：1 砂浆、混凝土强度离散性大小根据强度标准差确定；

2 配筋砌体不得为 C 级施工质量控制等级。

1.5 基础选型的基本原则

1.5.1 应根据砌体结构体系、砌体房屋的结构特点、建筑功能要求、地域、场地、地基情况和施工条件等因素选择适合的基础类别和形式。

1.5.2 多层砌体房屋，当无地下室、地基较好、荷载不大时，宜优先选用墙下无筋扩展基础或独立柱基础。当基础宽度较大时，宜采用钢筋混凝土扩展基础；当地基较差且较均匀时，则宜采用筏板基础。按抗震设防的底部框架 - 抗震墙房屋的抗震墙应采用条形基础、筏基或桩基。

1.5.3 高层配筋砌块剪力墙房屋

1 当无防地下水要求，不论有无地下室，当地基较好时，宜优先选用交叉条形基础；

2 当有防地下水要求，可选用筏板基础或箱形基础；

3 高层建筑的地下室，当需作停车库、机房等较大空间时，也可采用筏板基础（在较高烈度如 8 度时，筏板柱距、板厚及抗侧力构件应符合有关规定）；

4 有地下室的单独基础，基础底面至地下室地面的距离不宜小于 1m；

5 不论选用何种基础，均应对地下室的外墙承载力进行验算。

1.5.4 不应在一个建筑结构单元选用不同的基础形式。

1.5.5 基础的设计原则和构造措施要求参考《全国民用建筑工程设计技术措施》2009 结构（地基与基础）分册。

2 材料及选择

2.1 块 材

2.1.1 烧结类砖

1 烧结普通砖包括烧结粘土砖、页岩砖、煤矸石砖和粉煤灰砖,其外观尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$;

2 烧结多孔砖包括烧结粘土、页岩、煤矸石砖和粉煤灰砖,其孔洞率不小于 25%,且不大于 35%,其中 P 型砖的外形尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 。其力学性能同烧结普通砖;

3 烧结类砖的干燥收缩一般很小,可不考虑。但其遇湿膨胀且不可逆转的性能,和其他非烧结类砖是不同的。根据英国规范 BS5628 不同粘土成分和烧成方式其膨胀率是不同的,且随着时间的推移湿胀速率会逐渐减小。如从窑内冷却期开始到 15 天以后的湿胀总量约为 0.014%~0.015%,而 300 天以后的总量约为 0.05~0.039%。解决的办法是避免采用新出窑的砖和在不利的位置上具有异常高湿度变形的砖。因此在高湿环境下采用烧结砖应采取消除潮胀的措施,如湿胀缝。

2.1.2 非烧结类砖

1 非烧结类砖包括蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖,不包括蒸养灰砂砖、蒸养粉煤灰砖;

2 蒸压灰砂砖、粉煤灰砖干缩率较大 (0.05%~0.07%) 和表面光滑,其砌体抗剪强度较烧结类砖低约 30%。

2.1.3 混凝土砖和混凝土小型空心砌块

1 混凝土砖包括普通砖和多孔砖,其主规格分别为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 和 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 。多孔砖的孔洞率应符合产品标准的规定;

2 混凝土小型空心砌块简称小砌块 (或砌块),包括普通混凝土和轻骨料 (火山渣、浮石、陶粒) 混凝土两类,主规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$,孔洞率应符合国家产品标准的规定;

3 混凝土小型空心砌块应具有较系统的规格系列 (主规格、辅规格砌块及各种功能砌块),以满足砌块建筑墙体的组砌要求。各类砌块规格系列可参见国家建筑标准设计图集 05SG616《混凝土砌块系列块型》;

4 普通混凝土小型空心砌块的块型设计或选型宜符合下列要求:

1) 砌块中肋的厚度应为边肋的 1.5 倍,或采用局部加腋满足传力要求;

2) 同一建筑层高内同类各种块型应具有相同的混凝土强度等级和相同的块高;

3) 非主规格砌块强度等级应由与主规格砌块加工成相应形状的对比试验确定,或按有关标准的规定;

4) 不宜采用整体受力机理不好的块型,如 L 型和长度大于 190mm 的 U 型块等;

5 混凝土块体和非烧结类砖类似,其干缩率较大。如普通混凝土小型空心砌块的干缩率约为 0.3~0.45mm/m,轻骨料混凝土砌块的干缩率更大。干缩变形早期发展快,出窑后放置 28d 能完成 50% 左右的干缩变形,以后渐慢几年后才能停止。但干缩后的材料受潮后仍会发生膨胀,但脱水再干缩变形约减少为第一次的 80%。

2.1.4 蒸压加气混凝土砌块 (简称加气砌块)

1 加气砌块的规格可根据工程需要按表 2.1.4-1 选用。其中块高 (H) 为 250mm、200mm 和

300mm 为常用规格, 当施工需要其他规格时, 由于加气砌块的可切割性, 可在现场按实际需要切割。

表 2.1.4-1 加气砌块的规格尺寸 (mm)

公称尺寸	有槽砌块	无槽砌块
长度 (l)	600	600
厚度 (B)	150、175、200、250、300	100、150、175、200、250、300
高度 (H)	200、250、300	200、250、300

注: 1 加气砌块的实际长度宜按负公差控制, 即 $L-4\text{mm}$;

2 为确保加气砌块墙体和抹灰材料的粘结性, 防止未切割块体外表面脱模剂引起砌体开裂、抹灰空鼓等工程缺陷, 加气砌块不能有未切割面, 且切割面不得有鱼鳞状附着屑。

2 加气砌块的干密度和强度等级可按表 2.1.4-2 采用

表 2.1.4-2 加气砌块的干密度和强度等级

体积密度级别	B03	B04	B05	B06	B07	B08
体积密度 (kg/m^3)	300	400	500	600	700	800
抗压强度 (MPa)	A1.0	A2.0 ~ A2.5	A3.5	A5.0	A7.5	A10.0

3 加气砌块的选用宜符合下列要求:

- 1) 主要用于保温时, 如墙体或屋面选用 A1.0 或 A2.0 低密度产品;
- 2) 用于自承重墙体时, 选用 A3.5 或 A5.0;
- 3) 用于承重墙体时, 选用 A5.0 及以上等级。

4 在下列情况下不得采用加气砌块:

- 1) 建筑物防潮层以下的外墙;
- 2) 长期处于浸水或化学侵蚀的环境;
- 3) 承重制品表面温度经常处于 80°C 以上的部位。

2.1.5 复合保温砌块

1 由混凝土内、外层和带有燕尾槽的保温层制成的集承重保温和维护装饰于一体的砌块称为复合保温砌块 (简称保温砌块)。保温砌块应具有系统规格系列;

2 保温砌块的保温层除应符合有关标准外, 尚应符合下列要求:

- 1) 表观密度: 模塑聚苯板 (EPS) 不小于 $20\text{kg}/\text{m}^3$, 挤塑聚苯板 (XPS) 不小于 $25\text{kg}/\text{m}^3$;
- 2) 阻燃型, 其氧指数不小于 32;
- 3) 尺寸稳定性不大于 0.3%;
- 4) 保温层的厚度不宜小于 50mm。

3 保温砌块中混凝土与保温层间的抗拉强度和抗剪强度分别不应低于 20kPa 和 25kPa, 且宜附加拉结钢筋, 钢筋应进行防腐处理, 可采用镀层厚度不低于 $130\text{g}/\text{m}^2$ 热镀锌, 或其他等效的防腐涂层;

4 保温砌块的密度等级不宜大于 $1100\text{kg}/\text{m}^3$, 其相应的强度等级宜控制在 MU10 以内。保温砌块可用于框架填充墙或多层建筑的承重墙体;

5 保温砌块的外叶 (层) 厚度不应小于 25mm, 清水墙时不应小于 40mm。

2.1.6 块材强度及耐久性要求

1 非烧结块材的孔洞率、壁及肋厚度应符合表 2.1.6-1 的要求;

表 2.1.6-1 非烧结块材的孔洞率、壁及肋厚度要求

块体材料类型及用途		孔洞率 (%)	最小外壁 (mm)	最小肋厚 (mm)	其他要求
砖	用于承重墙	≤35	15	15	孔的长度与宽度比应小于2
	用于自承重墙	—	10	10	—
砌块	用于承重墙	≤47	30	25	孔的圆角半径不应小于20mm
	用于自承重墙	—	15	15	—

注: 1 承重墙体的混凝土多孔砖的孔洞应垂直于铺浆面; 当孔的长度与宽度比不小于2时, 外壁的厚度不应小于18mm; 当孔的长度与宽度比小于2时, 壁的厚度不应小于15mm;

2 承重块材(含孔), 其长度方向的中部不得设孔, 中肋厚度不宜小于20mm。

2 承重单排孔混凝土小型空心砌块的孔型, 应保证其砌筑时上下皮砌块的孔与孔对齐; 多孔砖及自承重单排孔小砌块的孔型宜采用半盲孔;

3 墙体材料的强度等级、承重砖的折压比、承重加气混凝土的劈压比分别不应低于表2.1.6-2、2.1.6-3、2.1.6-4的规定;

表 2.1.6-2 块体材料的最低强度等级

块体材料用途及类型		最低强度等级	备注
承重墙	烧结普通砖、烧结多孔砖	MU10	用于外墙及潮湿环境的内墙时, 强度应提高一个等级
	蒸压普通砖、混凝土砖	MU15	
	普通、轻集料混凝土小型空心砌块	MU7.5	以粉煤灰做掺合料时, 粉煤灰的品质、取代水泥最大限量和掺量应符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《粉煤灰混凝土应用技术规范》GBJ 146和《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》JGJ 28的有关规定
	蒸压加气混凝土砌块	A5.0	
自承重墙	轻集料混凝土小型空心砌块	MU3.5	用于外墙及潮湿环境的内墙时, 强度等级不应低于MU5.0。全烧结陶粒保温砌块用于内墙, 其强度等级不应低于MU2.5、密度不应大于800kg/m ³
	蒸压加气混凝土砌块	A2.5	用于外墙时, 强度等级不应低于A3.5
	烧结空心砖和空心砌块、石膏砌块	MU3.5	用于外墙及潮湿环境的内墙时, 强度等级不应低于MU5.0

注: 1 防潮层以下应采用实心砖或预先将孔灌实的多孔砖(小砌块);

2 水平孔块体材料不得用于承重砌体;

3 清水墙装饰混凝土砌块物理力学性能应符合《装饰混凝土砌块》JC/T 641-2008的规定。

表 2.1.6-3 承重砖的折压比

砖种类	高度 (mm)	砖强度等级				
		MU30	MU25	MU20	MU15	MU10
		折压比				
蒸压普通砖	53	0.16	0.18	0.20	0.25	—
多孔砖	90	0.21	0.23	0.24	0.27	0.32

注: 1 蒸压普通砖包括蒸压灰砂实心砖和蒸压粉煤灰实心砖;

2 多孔砖包括烧结多孔砖和混凝土多孔砖。

表 2.1.6-4 蒸压加气混凝土的劈压比

强度等级	A3.5	A5.0	A7.5
劈压比	0.16	0.12	0.10

注：蒸压加气混凝土劈压比为试件劈拉强度平均值与其抗压强度等级之比。

4 混凝土砖、混凝土砌块的最大吸水量宜符合表 2.1.6-5 的规定：

表 2.1.6-5 混凝土块材的最大吸水量（饱和吸水率）（kg）

块体强度等级 (MPa)	块体重量（容重）分级（kg/m ³ ）		
	轻（1680）	中（2000~1680）	重（≥2000）
>15	240（14%）	208（10%~12%）	160（8%）
15~10	280（17%）	240（12%~14%）	208（10%）

注：1 表中括号内的数值为块体饱和吸水率；

2 块体最大吸水量或饱和吸水率应按标准试验方法，可取 3 块块材的平均值；

3 本表参照美国材料与试验协会标准（ASTM C55. C90）数据。

5 墙体材料物理性能应符合下列要求：

- 1) 碳化系数不应低于 0.85；
- 2) 软化系数不应低于 0.85；
- 3) 抗冻性能应符合表 2.1.6-6 的规定；
- 4) 线膨胀系数不应大于 $1.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 。

表 2.1.6-6 块体材料抗冻性能

适用条件	抗冻指标	质量损失（%）	强度损失（%）
夏热冬暖地区	F15	≤5	≤25
夏热冬冷地区	F25		
寒冷地区	F35		
严寒地区	F50		

注：F15、F25、F35、F50 分别指冻融循环 15 次、25 次、35 次、50 次。

2.1.7 石材

1 石材包括料石和毛石。石材的规格尺寸、强度等级的确定方法应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 附录 A 或《砌体基本力学性能试验方法标准》GB/T 50129-2011；

2 石材应选用无明显风化的天然石材，其容重不宜低于 $2200\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2.2 其他材料

2.2.1 砌筑砂浆

1 应根据块体类别和特点选用适合的砌筑砂浆，设计有抗冻性要求的墙体时，砂浆应进行冻融试验，其抗冻性能应与墙体块材相同；

2 专用砂浆和预拌砂浆，应有抗压强度、抗折强度、粘结强度、收缩率、碳化系数、软化系数等指标要求；

3 普通砖砌体砌筑砂浆强度等级不应低于 M5.0，蒸压加气混凝土砌体砌筑砂浆强度等级不应低于 Ma5.0。混凝土小型空心砌块（砖）砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb5.0，蒸压普通砖砌筑砂浆强度等级不应低于 Ms5.0；

4 室内地坪以下及潮湿环境, 应为水泥砂浆、预拌砂浆或专用砌筑砂浆, 普通砖砌体砌筑砂浆强度等级不应低于 M10, 混凝土小型空心砌块 (砖) 砌筑砂浆强度等级不应低于 Mb10, 蒸压普通砖砌筑砂浆不应低于 M10、Ms10;

5 掺有引气剂的砌筑砂浆, 其引气量不应大于 20%;

6 水泥砂浆的最低水泥用量不应小于 $200\text{kg}/\text{m}^3$;

7 水泥砂浆密度不应小于 $1900\text{kg}/\text{m}^3$, 水泥混合砂浆密度不应小于 $1800\text{kg}/\text{m}^3$ 。

2.2.2 抹灰砂浆

1 应根据设计要求给出抹灰砂浆的抗压强度等级及粘结强度最低限值和收缩率指标;

2 内墙抹灰砂浆的强度等级不应小于 M5.0, 粘结强度不应小于 0.15MPa;

3 外墙抹灰砂浆宜采用防裂砂浆; 采暖地区砂浆强度等级不应小于 M10, 非采暖地区砂浆强度等级不应小于 M7.5; 蒸压加气混凝土砂浆强度等级宜为 Ma5.0;

4 地下室及潮湿环境应采用具有防水性能的水泥砂浆或预拌防水砂浆;

5 墙体宜采用薄层抹灰砂浆。

2.2.3 小型空心砌块灌孔混凝土

1 强度等级不应小于块材强度的 1.5 倍, 且不应低于 Cb20;

2 设计有抗冻要求的墙体, 灌孔混凝土应根据使用条件和设计要求进行冻融试验;

3 坍落度不宜小于 180mm, 泌水率不宜大于 3%, 3d 龄期的膨胀率不应小于 0.025%, 且不应大于 0.50%, 并应具有良好的粘结性。

2.2.4 墙体保温材料

1 浆体保温材料不宜单独用于严寒及寒冷地区, 除加气混凝土墙体以外的建筑外墙内、外保温;

2 墙体内、外保温材料的干密度应符合表 2.2.4 的规定;

表 2.2.4 墙体内、外保温材料的干密度

材料名称	模塑聚苯板	挤塑聚苯板	聚苯颗粒保温浆料	聚氨酯硬泡板	无机保温砂浆	玻璃棉板	岩棉及矿棉板	岩棉及矿渣棉板	蒸压加气砌块	陶粒混凝土砌块	泡沫玻璃保温板
干密度 (kg/m^3)	18 ~ 22	25 ~ 32	180 ~ 250	35 ~ 45	250 ~ 350	32 ~ 48	60 ~ 100	80 ~ 150	500 ~ 600	600 ~ 800	150 ~ 180

3 不得采用掺有无机掺合料的模塑聚苯板、挤塑聚苯板;

4 当相对变形为 10% 时, 模塑聚苯板和挤塑聚苯板的压缩强度分别不应小于 0.10MPa 和 0.20MPa; 墙体外保温的挤塑聚苯板的抗压强度不应小于 0.20MPa;

5 胶粉模塑聚苯颗粒保温浆料的抗压强度不应小于 0.20MPa, 无机保温砂浆压缩强度不应小于 0.40MPa, 浆料养护不得少于 28d;

6 墙体保温材料的导热系数应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的有关规定;

7 聚苯板的氧指数及出厂前的尺寸稳定性应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1 和《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.2 的有关规定;

8 进场保温材料应有永久性标识, 并应标明产品类型、规格及型号, 产品说明书应注明产品燃烧性能级别和使用寿命期限。

2.2.5 钢筋

1 钢筋宜选用 HRB400 或 HRB335 级钢筋, 也可采用 HPB300 级钢筋;

2 托梁、框架梁、框架柱等混凝土构件和落地混凝土剪力墙 (含混凝土小型空心砌块砌体墙) 宜优选 HRB400 级钢筋;

3 砌体灰缝钢筋网片, 可采用冷轧带肋钢筋、冷拔低碳钢丝制作, 其性能要求应分别符合《钢筋

焊接及验收规程》JGJ18-2012、《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95-2011 和《冷拔低碳钢丝应用技术规程》JGJ19-2010 的有关规定。

2.2.6 连接材料

- 1 金属连接部件应进行防腐蚀处理或采用不锈钢连接件；
- 2 连接部件应满足现行行业标准《膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统》JG 149 的技术性能指标要求。其产品说明书应注明材料使用寿命期限，不得采用再生材料制品。

2.2.7 其他材料

- 1 嵌缝腻子、硅酮密封胶及防水材料的产品说明书中应有耐候性指标；
- 2 玻璃纤维网格布应具有耐碱性能；
- 3 外保温墙体所采用的饰面涂料应具有防水透气性。

2.3 砌体材料的匹配原则

2.3.1 砂浆的强度等级不应大于块体的强度等级；对非灌孔砌块砌体，砂浆的强度等级不宜大于 Mb10；对灌孔砌块砌体，砂浆的强度等级宜为 Mb10 ~ Mb15。

2.3.2 灌孔砌块砌体强度匹配原则

- 1 灌孔混凝土的强度等级应符合本措施 2.2.3 条 1 的规定；
- 2 砌体的灌孔率应根据受力或施工条件确定，但不应小于 33%。对配筋砌块砌体剪力墙宜采用全部灌孔砌体；
- 3 灌孔砌体的抗压强度不应大于非灌孔砌体强度的 2 倍。

2.4 砌体结构的耐久性

2.4.1 砌体结构的耐久性应根据结构构件所处的环境类别和设计使用年限进行设计。

2.4.2 砌体结构的环境类别应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.3.1 条的规定采用。砌体材料的最低强度等级应符合下列要求：

1 处于 1 类环境的砌体，其材料最低强度等级应满足构件承载力和表 2.1.6-2 的最低强度等级的要求；

2 处于 2 类环境包括地面以下、防潮层以下的砌体，所用材料的最低强度等级应符合《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.3.5 条的规定；

3 处于环境类别 3~5 等有侵蚀介质的砌体材料应符合下列要求：

1) 应采用实心砖，砖的强度等级不应低于 MU20，水泥砂浆的强度等级不应低于 M10；

2) 混凝土小型空心砌块的强度等级不应低于 MU15，灌孔混凝土的强度等级不应低于 Cb30，砂浆的强度等级不应低于 Mb10；

3) 应根据环境条件对砌体材料的抗冻指标、耐酸、碱性能提出要求或符合有关规范的要求。

4 对建筑结构安全等级为三级的次要房屋或自承重砌体构件的材料最低强度等级应满足表 2.1.6-2 的最低强度等级要求。

2.4.3 砌体钢筋耐久性选择应符合下列规定：

1 钢筋的耐久性选择应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.3.2 条的规定采用；

2 砌体中钢筋的保护层厚度（图 2.4.3）应符合表 2.4.3 的要求；

表 2.4.3 钢筋的最小保护层厚度

环境类别	混凝土强度等级			
	C20	C25	C30	C35
	最低水泥含量 (kg/m ³)			
	260	280	300	320
1	20	20	20	20
2	—	25	25	25
3	—	40	40	30
4	—	—	40	40
5	—	—	—	40

- 注：1 氯离子含量和最大碱含量应按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；当水泥中掺加其他胶合料时，混凝土的最大水灰比宜为最大水胶比，并可按 GB 50010 的相应规定控制；
- 2 当防渗砌体采用防渗砂浆砌筑时，可考虑部分砌体（含抹灰层）的厚度作为保护层，但对环境类别 1、2、3，其混凝土保护层的厚度不应小于 10mm、15mm 和 20mm；
- 3 钢筋砂浆面层的组合砌体构件的钢筋保护层厚度，可近似按 M7.5 ~ M15 对应 C20，M20 对应 C25 的关系，按表 2.4.3 规定数值增加 5 ~ 10mm；
- 4 对安全等级为一级或设计使用年限为 50 年以上的砌体结构，钢筋的保护层厚度至少应增加 10mm。

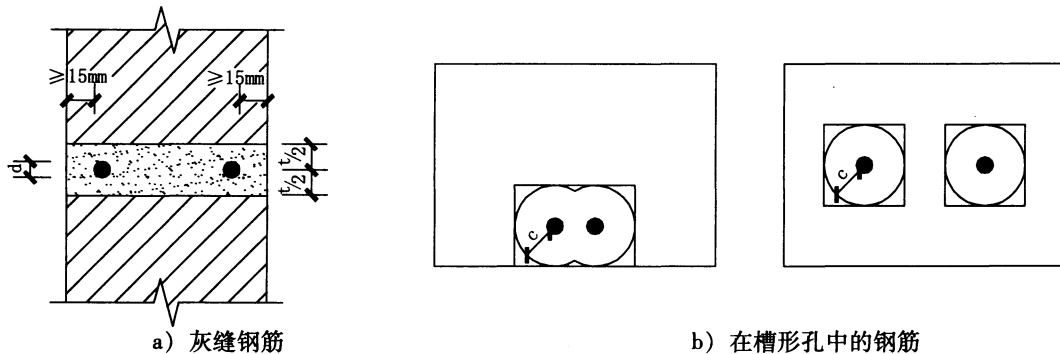
3 按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 4.3.2 条规定设置有防护措施的钢筋保护层厚度不应小于 20mm 或钢筋直径的较大者。对不锈钢筋可不考虑耐久性要求，但应满足钢筋在混凝土中的锚固粘结所需要的混凝土或砂浆的厚度；

4 钢筋端部应有与其对应钢筋的环境类别相同的保护层厚度；

5 灰缝钢筋宜用于较低的环境类别，灰缝中钢筋外露砂浆保护层的厚度不应小于 15mm（图 2.4.3a）；

6 夹心墙的钢筋连接件或钢筋网片，连接钢板，锚固螺栓或钢筋，应采用热镀锌或等效的防护涂层，镀锌层的厚度不应小于 290g/m²，当采用环氧涂层时，灰缝钢筋涂层厚度不应小于 290μm，其余部件厚度不应小于 450μm；

7 钢筋在水平灰缝和在槽或孔中的最小保护层厚度示于图 2.4.3（b）。



t—灰缝厚度
d—钢筋直径， $d \leq 2/3t$
c—钢筋最小保护层厚度

图 2.4.3 钢筋保护层示意

3 楼(屋)盖结构与构造要点

3.1 选型及设计

3.1.1 基本规定

1 楼(屋)盖结构选型要满足房屋的使用功能和建筑造型的需要,合理控制楼层的净高度;

2 楼(屋)盖结构应满足承载力、刚度和裂缝宽度限制的要求,并应具有良好的整体性、耐久性以及舒适度,有利于抗风与抗震。楼(屋)盖的梁、板构件保护层厚度尚应满足有关防火等级要求;

3 结构施工要有利于工业化生产,便于施工及控制施工质量,有利于缩短施工周期和降低工程造价;

4 宜采用轻质、节能的新型材料,减轻楼层结构自重;

5 应方便设备安装与检修,便于管道线路布设,保证设备正常运行。

3.1.2 楼(屋)盖设计时应采取必要措施保证楼板平面内具有足够的整体刚度。当平面内产生较明显变形的楼盖,在进行高层建筑内力与位移计算时,应考虑楼板的平面内变形或对采用楼板平面内无限刚的假定的计算结果进行适当调整。

3.1.3 常用的楼(屋)盖结构型式有预制板、叠合板和肋形板等结构。

1 预制板有预制双向预应力大跨楼板及预制预应力空心板、预应力双T板:

1) 普通钢筋混凝土空心板或双钢筋混凝土平板的跨度不宜大于4.2m,预应力混凝土空心板的跨度不宜大于6.9m,一般预应力混凝土平板的跨度不宜大于9m。

2) 对于SP预应力空心板,其经济跨度为12m,最大适用跨度18m,选用原则参见国家标准设计《SP预应力空心板》图集。对未采用专用吊具和专用灌板缝砂浆条件下,宜拉开板缝且不小于40mm,并用细石混凝土灌缝。

3) 预应力双T板属板梁合一的构件,由其构成的楼屋盖为密肋空间梁板结构。用于楼板时的经济跨度在15m,用于屋面板时的经济跨度在21m,最大使用跨度为24m。双T板的选用原则参见相应的《预应力混凝土双T板》图集。

2 叠合板结构宜采用预制的预应力薄板作为叠合板的底板,并兼作底模,与上部现浇叠合层共同工作,形成叠合式楼板。预应力薄板的厚度应不小于跨度的1/100,并不小于50mm。现浇叠合层的厚度应根据板的跨度、荷载的大小来确定,一般为60mm~150mm,叠合板的最大跨度可达7.5m,适用于各类民用建筑。

3 肋形板结构有现浇单向板和双向板,宜采用定型模板,也可采用预制板和现浇梁形成装配整体式肋形楼盖,全装配式肋形楼盖,在层高受到限制时,主梁可采用宽扁梁。肋形楼盖设计尚应注意下列事项:

1) 对无吊顶,又要求光滑顶棚的建筑,宜采用现浇钢筋混凝土双向板;

2) 确定肋形楼盖梁的截面尺寸时,应注意梁高与降低建筑物层高之间的经济关系;

3) 当主梁采用宽扁梁时,除验算其正截面受弯承载力和斜截面承载力外,还应满足刚度和裂缝宽度限值的有关要求;扁梁的高宽比应符合有关规范的规定;

4) 不宜将楼面主梁支承在剪力墙之间的连梁上。当不可避免时,应对连梁仔细分析,采用可靠措施,保证地震作用时连梁不致破坏;

5) 当楼面梁与剪力墙连接时, 梁内纵向钢筋应伸入墙内, 并可靠锚固。

3.1.4 多层砌体结构房屋可采用现浇楼(屋)盖、装配整体式钢筋混凝土楼(屋)盖或装配式钢筋混凝土楼(屋)盖及木楼(屋)盖。

1 对于有抗震设防要求的多层砌体结构房屋, 楼(屋)盖应符合下列要求:

1) 当采用装配式钢筋混凝土楼(屋)盖或木楼(屋)盖时, 横墙承重应按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010中表7.3.3的要求设置圈梁; 纵墙承重每层均宜设置圈梁, 且抗震横墙上的圈梁间距应比表内要求适当加密;

2) 当采用现浇或装配整体式钢筋混凝土楼(屋)盖时, 应保证其与墙体有可靠连接, 现浇楼(屋)盖宜设圈梁、装配整体式及叠合式混凝土楼(屋)盖应设置圈梁。当现浇楼(屋)盖不另设圈梁时, 应沿墙体周边配置加强钢筋并与墙中相应的构造柱可靠连接;

3) 楼(屋)盖层的圈梁宜与预制板设在同一标高处或紧靠板底, 圈梁的截面高度不应小于120mm, 在6、7度区圈梁的配筋纵筋不应小于 $4\phi 10$, 箍筋间距不应大于250mm; 在8度区圈梁的配筋纵筋不应小于 $4\phi 12$, 箍筋间距不应大于200mm; 在9度区圈梁的配筋纵筋不应小于 $4\phi 14$, 箍筋间距不应大于150mm;

4) 对横墙间距较大或所设置的圈梁间距内无横墙时, 应利用楼面梁或在拉开的板缝内配置钢筋代替圈梁, 其配筋可参照本条3), 且应与墙中的构造柱可靠连接。

2 现浇钢筋混凝土楼(屋)面板伸进纵横墙内的长度均不应小于120mm。

3 装配式钢筋混凝土楼板或屋面板, 当圈梁未设在板的同一标高时, 板端伸进外墙的长度不应小于120mm, 伸进内墙的长度不应小于100mm, 在梁上不应小于80mm。当支承长度不足时, 应采取有效的锚固措施(如硬架支模)。

4 当板的跨度大于4.8m并与外墙平行时, 靠外墙的预制板侧边应与墙或圈梁拉结。

5 6度时房屋楼(屋)盖和7~9度抗震设防的楼(屋)盖, 当圈梁设在板底时, 钢筋混凝土预制板应相互拉结, 并应与梁、墙或圈梁拉结。

6 楼(屋)盖的钢筋混凝土梁或屋架应与墙、柱(包括构造柱)或圈梁可靠连接, 梁与组合砖柱或配筋砌块柱的连接不应削弱柱截面, 各层独立的组合砖柱或配筋砌块柱顶部应在两个方向均有可靠连接。

7 坡屋顶房屋的屋架应与顶层圈梁可靠连接, 檩条或屋面板应与墙及屋架可靠连接, 房屋出入口处的檐口瓦应与屋面构件锚固; 8、9度时, 顶层内纵墙顶宜增砌支承山墙的踏步式墙垛。

8 预制阳台应与圈梁和楼板的现浇带可靠连接, 8、9度抗震设防时, 不应采用预制阳台板。

9 对抗震丙类且横墙较少的多层砌体房屋(指同一层内开间大于4.2m的房间面积占该层总面积的40%以上), 当其总高度和层数接近或达到《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010中表7.1.2的规定限值时, 应采取以下加强措施:

1) 房屋的最大开间尺寸不宜大于6.6m;

2) 楼(屋)面板应采用现浇钢筋混凝土板;

3) 所有纵横墙均应在楼(屋)盖标高处设置加强的现浇钢筋混凝土圈梁: 圈梁的截面高度不宜小于150mm, 上下纵筋各不应小于 $3\phi 10$, 箍筋不小于 $\phi 6$, 间距不应大于300mm;

4) 同一结构单元的楼(屋)面板应设置在同一标高处。

10 小砌块多层房屋的楼(屋)盖:

1) 小砌块多层房屋的抗震构造措施应遵守本条1~7款的规定;

2) 小砌块多层房屋的现浇钢筋混凝土圈梁应按《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010中第7.4.4条的要求设置, 圈梁宽度不应小于190mm, 配筋不应少于 $4\phi 12$, 箍筋间距不应大于200mm;

3) 梁跨小于4.8m时, 梁支承处应设置混凝土垫块或用C20混凝土填实下列部位: 主梁下填实宽度不小于600mm, 填实高度不小于400mm; 次梁下填实宽度不小于400mm, 填实高度不小于200mm;

4) 悬臂梁的悬臂长度大于或等于 1.2m 时, 应在支承部位纵横墙交接处布置 4~5 个芯柱。悬臂梁(板)的锚固长度应符合《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 7.4.6 条的要求;

5) 当梁的跨度大于或等于 4.8m 时, 其支承处应设置带插筋的芯柱, 或采用钢筋混凝土柱;

6) 芯柱内钢筋和混凝土应上下贯通, 形成整体。阳台板应现浇;

7) 雨篷梁宜与圈梁连接, 当不满足时, 在洞口两侧各加一根带插筋的芯柱, 插筋伸过雨篷梁并伸入上下层圈梁内锚固;

8) 屋顶宜做挑檐, 不宜设女儿墙, 当必须设女儿墙时, 应在开间处设置构造柱, 构造柱与女儿墙的压顶连成整体。

11 有抗震设防要求的底部框架—上部多层砖砌体房屋的楼(屋)盖:

1) 底部框架—上部多层砖砌体房屋的楼(屋)盖抗震构造措施应遵守本条 1~8 款的规定;

2) 过渡层的楼板应采用现浇钢筋混凝土板, 板厚不应小于 120mm, 并应少开洞开小洞, 当洞口尺寸大于 800mm 时, 洞口边应设置边梁;

3) 其他楼层, 采用装配式钢筋混凝土楼板时, 均应设现浇圈梁; 采用现浇钢筋混凝土板时, 允许不另设圈梁, 但楼板沿墙体周边应加强配筋并与相应的构造柱可靠连接。

12 抗震设防烈度 9 度时, 楼(屋)盖应选用现浇板或叠合板。

13 厨房、卫生间等潮湿房间宜采用现浇混凝土楼板。

14 阳台、雨棚等悬挑构件, 当外挑长度大于 1.2m 时宜采用现浇梁板结构。

3.1.5 配筋砌块砌体抗震墙房屋的楼(屋)盖:

1 建筑高度大于 50m 时, 部分框支抗震墙结构应采用现浇楼(屋)盖;

2 建筑高度大于 50m 时, 剪力墙结构, 宜采用现浇楼(屋)盖;

3 建筑高度小于 50m 时, 6、7 度抗震设计的部分框支抗震墙结构, 可采用装配整体式楼盖, 并应符合《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 3.6.2 条的规定;

4 高层建筑的顶层, 结构转换层, 以及各榀竖向结构的抗侧刚度有显著差异的各层楼面, 应采用现浇楼板, 并应与竖向结构有可靠的连接;

5 部分框支抗震墙结构的结构转换层楼面应采用现浇楼板, 混凝土强度等级不应低于 C30, 板厚不宜小于 180mm; 转换层的上一层楼面宜采用现浇楼板, 板厚不宜小于 150mm。

楼板应采用双向双层配筋, 每层每方向的配筋率不宜小于 0.25%, 楼层中钢筋应锚固在边梁或墙体内。

3.2 预制板楼(屋)盖

3.2.1 预制预应力空心板楼(屋)盖

1 预制预应力空心板按板的跨度划分为两大类, 跨度 1.8m~4.2m 的短向板和跨度 4.5m~6.9m 的长向板, 常用的预制板其厚度有 120、130、180 和 190mm 等;

2 预制板下的支承墙体应设置混凝土圈梁, 且外墙支承圈梁宜为 L 形;

3 预制板在圈梁上的搁置长度不应小于 80mm。当采用硬架支模, 板端伸出钢筋锚入板端混凝土板缝内或圈梁内时, 板的搁置长度可为 40mm;

4 预制板应拉开板缝, 板缝宽度不小于 40mm, 且板缝内应设置拉结钢筋或拉结网片, 并与圈梁连接或锚固, 板缝应采用不低于 C20 细石混凝土填缝(图 3.2.1-1); 当板面设置二次混凝土现浇层时, 板缝内可不设置拉筋或网片, 但应在板面二次现浇层中设置连续的焊接网片或双向绑扎钢筋网, 并应在外墙砌体中锚固或与埋入墙中的预留钢筋(网片)连接, 连接搭接长度不小于 300mm 或两个网眼。焊接网或钢筋网的规格, 可采用 $\phi^R 4 \sim 8$, 网眼间距 100mm~150mm 或符合有关标准的规定;

5 在建筑楼屋盖平面刚度较弱的部位或纵墙承重布板的大开间, 墙体的构造柱对应的位置或平行

于铺板方向的外墙内侧附近等处应设置混凝土拉梁或配筋带，其纵向钢筋应通长设置并贯通构造柱和在外墙的构造柱中锚固。拉梁或配筋带的截面宜于板厚等高，宽度不宜大于 200mm，当宽度大于 200mm 时，应对板的承载力进行验算，混凝土强度等级不应低于 C20，纵向钢筋不少于 $4\phi 12$ ，箍筋或拉筋 $\phi 6 @ 300$ (图 3.2.1-1、2、3)；

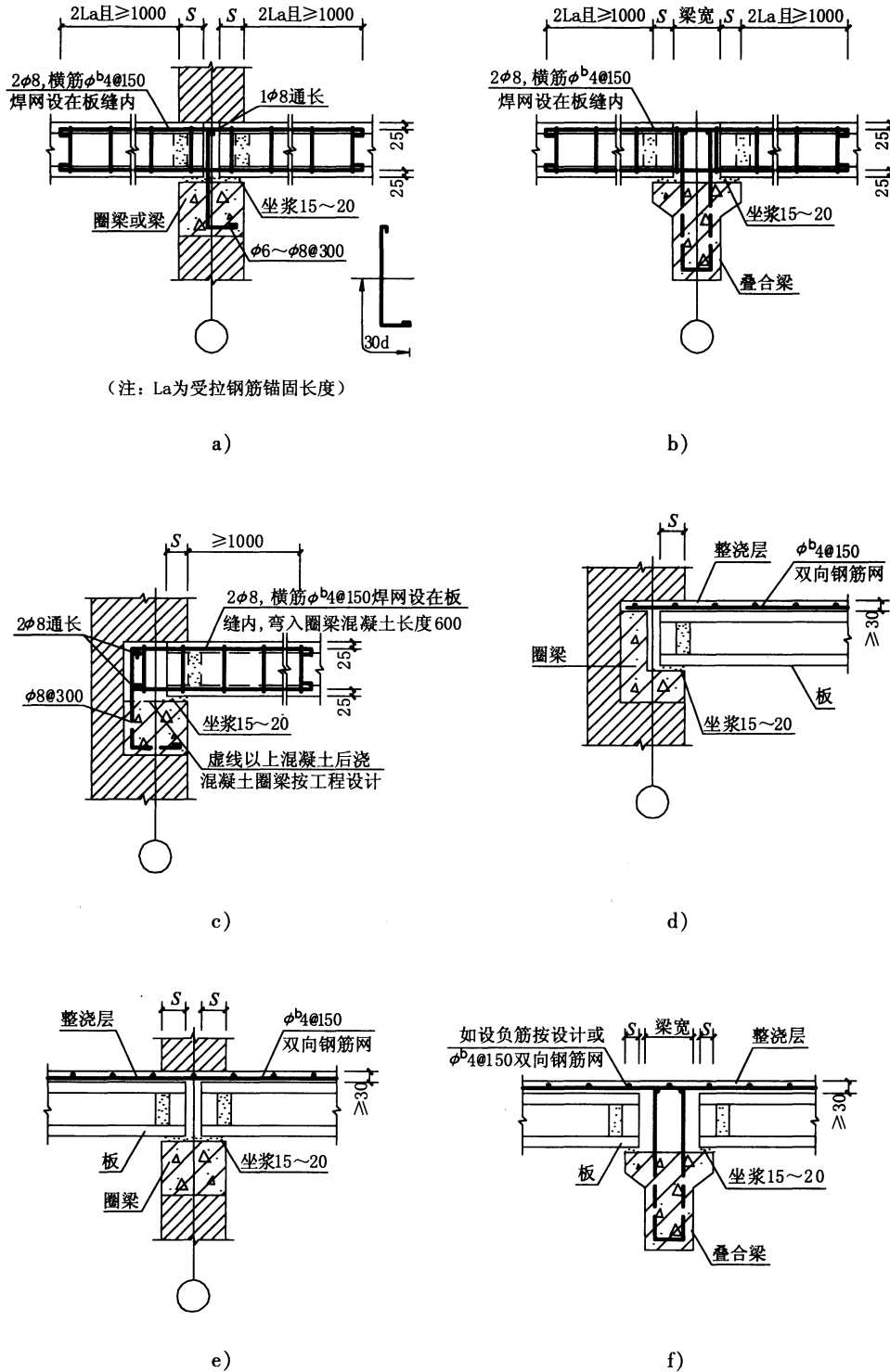


图 3.2.1-1 空心板与圈梁、梁的连接

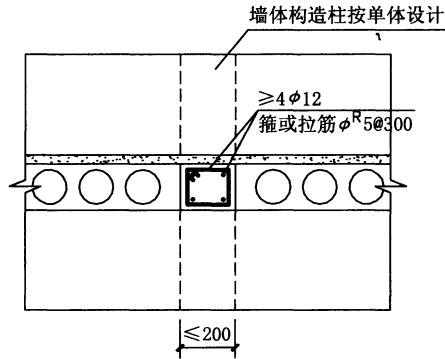


图 3.2.1-2 板间通长拉梁或配筋带

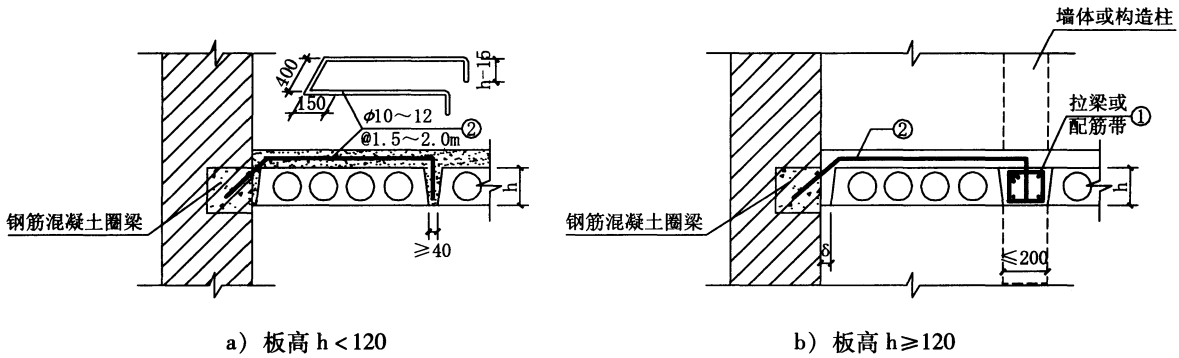


图 3.2.1-3 板平行于外墙的拉结

注: δ 一般可取 40mm, 当用于走管道时, 不宜大于 $h-30$, 否则应按配筋带设置构造筋。

6 承托预制板的混凝土大梁应在支座处与混凝土柱或组合柱, 圈梁可靠连接, 当有条件时应将该大梁与其延伸方向的圈梁连接 (图 3.2.1-4), 并与大梁两侧强化的横墙和楼屋盖共同组成该建筑结构单元中的抗倒塌系统之一;

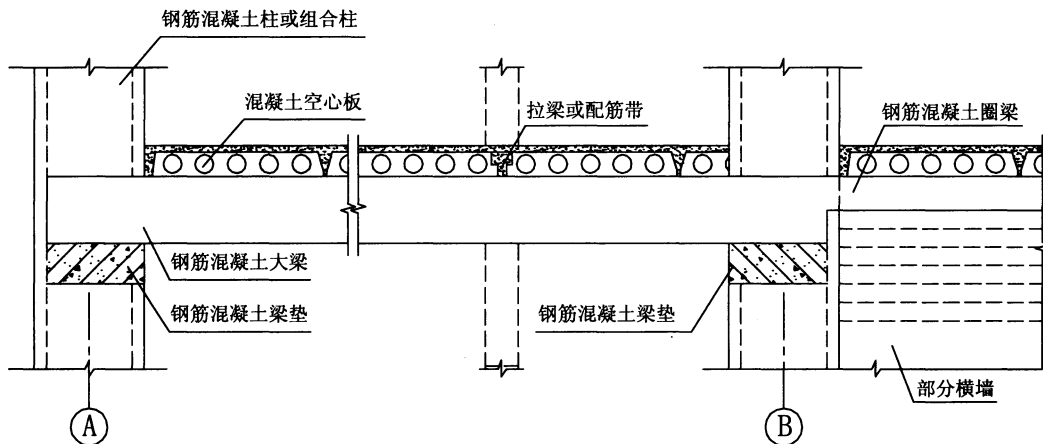


图 3.2.1-4 钢筋混凝土梁及其延长圈梁连接示意

注: 当混凝土梁为预制时, 在①轴梁端支座处应留出不少于三分之二支座长度未浇筑混凝土 (露筋) 的部分并与构造柱 (或组合柱) 钢筋连接后浇筑混凝土, 而在②轴梁端圈梁对应位置甩出 $4\phi 12 \sim 14$ 拉筋与圈梁钢筋连接, 甩长不小于 1000mm。

7 采用装配整体式钢筋混凝土楼(屋)盖时, 应符合下列要求:

1) 预制预应力圆孔板不得伸入剪力墙内, 应在墙上留出牛腿以支承圆孔板, 同时应验算传递剪力所需钢筋面积;

2) 预制板的板缝缝宽度不应小于 40mm, 当板缝大于 40mm 时应在板缝内配置钢筋, 并宜贯通整个结构单元。预制板板缝的混凝土强度等级应高于预制板的混凝土强度等级, 且不应低于 C20;

3) 楼(屋)盖均应设置钢筋混凝土现浇层,现浇层应采用强度等级不低于 C20,也不宜高于 C40 的混凝土浇筑,现浇层厚度不小于 50mm,并应通长配置直径为 6~8mm、间距为 150~250mm 的双向分布钢筋,预制板与后浇的叠合层应有可靠的连接;

4) 混凝土现浇层应与板缝同时浇灌,叠合层的分布钢筋必须锚入剪力墙内;

5) 混凝土现浇层内不允许埋设直径大于 25mm 的管线,交叉管线应妥善处理,如将管线埋设在加宽的板缝中,除结构需要外,应尽量避免为埋设管线而加厚混凝土叠合层;

6) 当预制板需要预留孔时,应在现浇混凝土叠合层浇捣前将预留孔凿好。

8 潮湿房间的楼板不应使用单根钢丝的预制预应力圆孔板;

9 选用预制圆孔板时,应根据有关国家标准图集或地方标准图集中所示的主筋保护层厚度判断是否满足防火要求。如果不满足时应采取措施,如板底涂抹防火材料等。

3.2.2 预制预应力混凝土薄板叠合楼板

1 预制预应力混凝土薄板叠合楼板是由预制预应力薄板和现浇混凝土叠合层组成的等跨连续板。

2 对处于侵蚀环境、结构表面温度高于 60℃、或有生产热源且结构表面温度经常高于 60℃时,应另作处理;

3 对于耐火等级有较高要求的建筑物,尚应按国家现行有关标准规范的要求进行处理;

4 预制预应力混凝土薄板叠合楼板不适用于有机器设备振动的楼盖;

5 叠合楼板的预制预应力底板的厚度有 50mm 和 60mm,叠合层厚度可根据板的跨度、荷载的大小等情况确定,一般不超过预制预应力底板厚度的两倍,并不小于预制预应力底板厚度;

6 支承预制预应力底板的墙或梁顶面应比板底低 15~20mm,以便浇灌叠合层和墙体混凝土后使板底接触严实。临时支承须待叠合层混凝土强度等级达到 100% 后方可拆除。

3.2.3 防止预制楼(屋)面板裂缝的措施

1 预制圆孔板侧面改用双齿边或半圆槽边的形式,以增强预制板边的咬合力;

2 预制板两端增加负弯矩钢筋,长度为跨度的 1/7~1/4,其端头伸出板外,伸出长度与板底钢筋相同,并采用硬架支模等加强整体性的措施,防止因支座约束而产生的负弯矩裂缝。如图 3.2.3 所示;

3 设计中明确规定板端圆孔堵头的要求及位置,保证灌缝混凝土浇注密实。

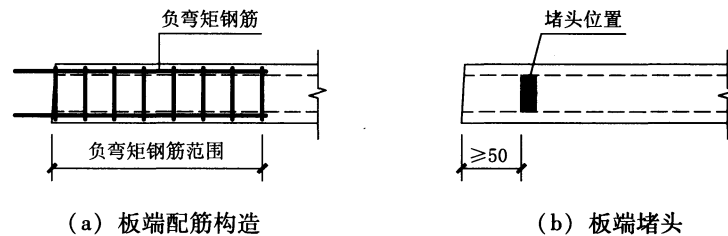


图 3.2.3 预制圆孔板板端设计构造

3.2.4 预应力混凝土双 T 板(简称双 T 板)楼(屋)盖应符合下列要求:

1 双 T 板端支座应设置混凝土圈梁,且宜为 L 形或 T 形;

2 双 T 板在圈梁上的支承长度,除应满足局部受压要求外,尚应满足下列要求:

1) 当双 T 板跨度 (l) < 18m 时,不小于 200mm;

2) 当双 T 板跨度 (l) ≥ 18m 时,不小于 250mm。

3 双 T 板端与圈梁的支承连接部位应按规定设置预埋铁件,并根据工程情况,选择适合的连接构造:

1) 对可能引起支座连接处较大次应力并导致连接(或构件)失效或损伤(最常见的是双 T 板肋支座埋件边缘的竖向或斜向裂缝、支座埋件损坏或支座下的墙体开裂)的下列情况之一时,宜采用一端焊接另一端螺栓连接或两端均为螺栓连接;

(1) 软弱地基或易产生不均匀沉降的部位时;

(2) 露天或敞开环境、屋盖无保温措施或室内外温差很大时;

(3) 当双 T 板的安装工序不能满足先一端焊接并待上部构造层全部完成后再焊接另一端支座的要求时。

4 双 T 板屋盖与支承圈梁的连接应符合下列要求:

1) 在正常使用或设防烈度条件下, 连接无损伤; 在罕遇地震条件下, 连接能保证屋盖的水平传力和整体刚度而不破坏或失效;

2) 双 T 板与支座的连接承载力, 可将双 T 板屋盖的重力荷载作为水平力或作用计算确定;

3) 当采用焊接连接时, 焊缝厚度不宜小于 6mm, 焊缝长度(指每个板肋), 板跨 $\leq 15\text{m}$ 时不小于 70mm, 板跨 $\geq 18\text{m}$ 时不小于 120mm; 当采用螺栓连接时, 螺栓直径不小于 16mm;

4) 双 T 板连接的具体构造要求也可按相应的双 T 板标准图集。

3.3 现浇楼(屋)盖

3.3.1 当采用现浇混凝土整体楼(屋)盖结构时, 宜优先采用工业化的焊接钢筋网片。对现浇混凝土及叠合式或装配整体式混凝土楼(屋)盖结构的现浇混凝土部分, 应根据《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的要求对温度、干缩应力较大的区域或部位配置足够的抗裂构造钢筋, 或按本措施第 8 章的规定采取相应的抗裂措施。

3.3.2 单向或双向端跨板的阳角处, 包括嵌固于承重墙内或支承于钢筋混凝土梁上的板, 在板短跨 $1/4$ 长度范围内, 应另配双向板面钢筋, 或板面斜筋, 上述钢筋直径均不小于 $\phi 8$, 间距不大于 150mm。对于跨度不小于 3.9m 的内跨板, 板角加筋要求同端跨板(图 3.3.2)。

3.3.3 现浇楼板当跨中设置后浇施工缝时, 相邻两边支座的负钢筋应考虑后浇施工缝浇灌混凝土前的悬臂作用而予以适当加强。后浇带处的板筋先做分离处理, 混凝土浇灌前将两侧分离钢筋搭接, 并与后加的另一方向钢筋扎牢(图 3.3.3)。

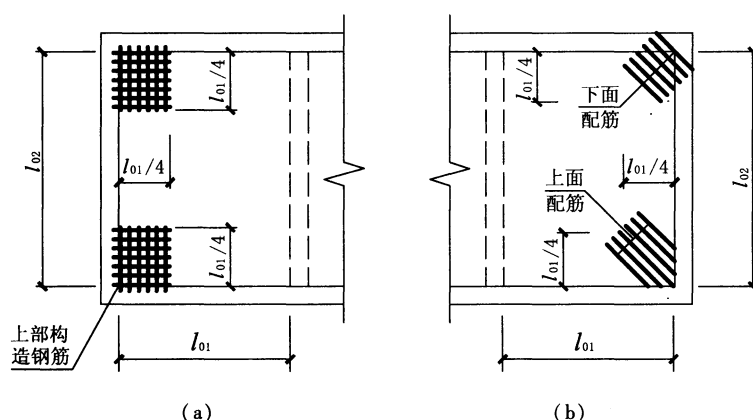


图 3.3.2 板角附加板面钢筋示意图

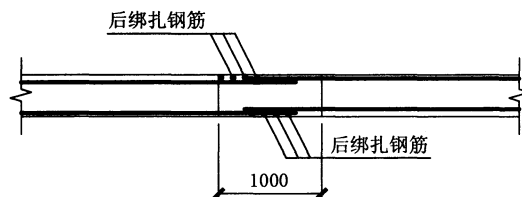


图 3.3.3 楼层板后浇带

3.3.4 现浇板内埋设管线时, 管外径不得大于板厚的 $1/3$, 交叉管线应妥善处理, 并使管壁至板上下边缘净距应不小于 25mm。

3.3.5 挑檐转角处配置附加加强钢筋

1 当挑檐转角位于阳角时,可采用下列两种形式设置加强钢筋:

1) 在平行于板角对角线处配置上部加强钢筋;且在垂直于板角对角线处配置下部加强钢筋。配置宽度取悬挑长度 L , 其加强钢筋的直径及间距与板内相应的受力钢筋相同 (图 3.3.5-1);

2) 在挑檐转角处配置放射形加强负钢筋, 其间距沿 $L/2$ 处应不大于 200mm, 其直径与悬臂板支座处受力钢筋相同, 钢筋的锚固长度应大于悬挑长度且不小于 300mm (图 3.3.5-2);

3) 在挑檐转角处设置悬挑梁。

2 当挑檐转角位于阴角时,应在垂直于板角对角线的转角板处配置加强钢筋, 钢筋直径不小于 12mm, 间距为 100mm, 且不少于三根 (图 3.3.5-3)。

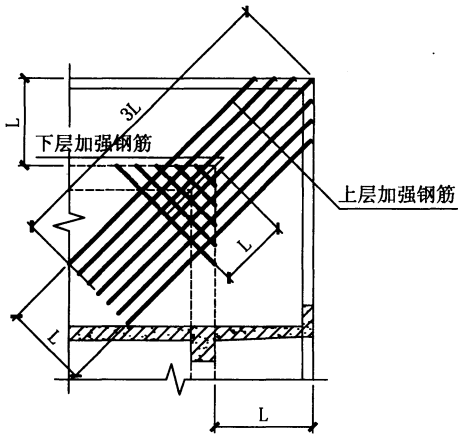


图 3.3.5-1

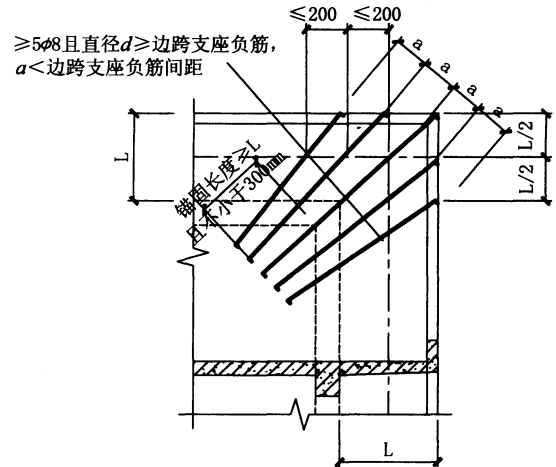


图 3.3.5-2

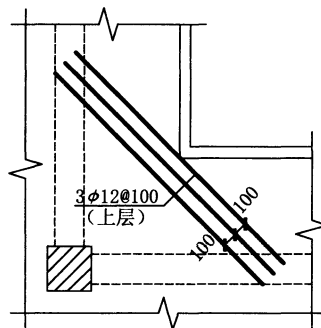


图 3.3.5-3

3.3.6 悬挑预制板应有可靠的锚固连接。单独的阳台板,可在阳台的连接边上预留出短锚筋,在室内留不小于 300mm 宽的现浇板,并使阳台板与室内现浇楼板连成整体。

3.3.7 非抗震设防地区及离地面 30m 以上且悬挑长度大于 1200mm 的悬臂板,以及位于抗震设防区,悬挑长度大于 1500mm 的悬挑板,均需配置不少于 $\phi 8@200$ 的底筋。

3.3.8 现浇悬臂挑檐板或天沟板的伸缩缝间距不应大于 15m。伸缩缝隙宽不小于 20mm,缝隙宜用油膏或其他防渗漏措施处理。

3.3.9 当现浇板的受力钢筋与梁肋平行时,应按规范的要求配置与梁肋相垂直的构造钢筋。

3.3.10 控制现浇楼板温度收缩裂缝的措施

1 在温度收缩应力较大的现浇板区域内,钢筋间距宜取 150~200mm,并应在板的未配筋表面布置温度收缩钢筋。板的上、下表面沿纵横两个方向的配筋率均不宜小于 0.1%;

2 温度收缩钢筋可利用原有钢筋贯通布置,也可另行设置构造钢筋网,并与原有钢筋按受拉钢筋的要求搭接或在周边构件中锚固;

3 现浇板支座处板面构造钢筋和分布钢筋的设置,应分别符合《混凝土结构设计规范》GB 50010

- 2010 中第 9.1.6 和 9.1.7 条的规定;

4 各跨底部钢筋的间距及规格尽可能统一, 以便将底部钢筋拉通布置。

3.3.11 当屋面板的长度大于 30m 时, 应在配筋构造上加强其抗温度变形的措施 (图 3.3.11)。

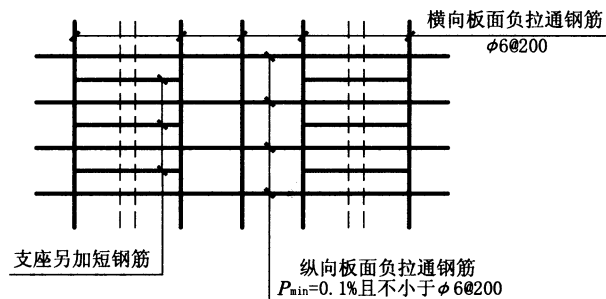


图 3.3.11 屋面板配筋示意 ($L \geq 30\text{m}$)

1 各跨底部钢筋的间距及规格尽可能统一, 以便将底部钢筋拉通布置;

2 板面沿纵向拉通的负筋的最小配筋率不少于 0.1%, 且不宜小于 $\phi 6@200$ 。支座实际需要量不足时, 再另加间距相同的短筋补足;

3 板面沿横向的负筋不宜小于 $\phi 6@200$, 且需拉通布置。支座实际需要量不足时, 另加相同间距的短筋;

4 直通布置的面筋搭接长度不小于 $36d$, 且不小于 300mm; 搭接口应错开, 并且错开距离宜大于或等于 500mm。

4 砌体房屋非抗震设计

4.1 结构选型及布置

- 4.1.1** 应根据建筑功能要求, 选择适合的砌体结构类型, 见本措施表 1.2.2-1。
- 4.1.2** 结构方案应力求布置合理、受力明确, 在满足建筑功能要求的同时, 具有较好的整体刚度和稳定性, 并注意便于施工、技术经济合理; 对高层建筑, 结构布置必须考虑有利于抵抗水平和竖向荷载的作用, 受力明确、传力直接, 力求建筑体型简单、均匀对称, 减少扭转影响。
- 4.1.3** 单层房屋宜布置为刚性方案, 多层房屋应布置成刚性方案, 并尽量采用相应的构造措施, 根据砌体结构的特点, 保证结构正常使用极限状态的要求和在偶然荷载作用下结构整体稳固性的要求。
- 4.1.4** 多层及高层房屋各层结构布置宜力求一致, 合理选择楼(屋)盖的类型; 对底框和墙梁房屋的转换层、开间较大的中高层、高层建筑应选择平面内整体刚度较好的楼(屋)盖。
- 4.1.5** 房屋高差及荷载相差悬殊时, 应考虑设置沉降缝或采取其他构造措施。
- 4.1.6** 房屋的长向布置, 应首先根据砌体材料特点, 使建筑物的长度满足《砌体结构设计规范》GB 50003 表 6.3.1 房屋伸缩缝最大间距的要求, 或采取其他有效的构造措施。
- 4.1.7** 房屋宜尽量布置山墙, 伸缩缝处宜设置双横墙, 以满足结构刚性或刚弹性方案的要求。

4.2 房屋的计算要点

- 4.2.1** 单层房屋、单层空旷房屋、多层房屋应根据楼(屋)盖类别和横墙间距, 按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.2.1 条至 4.2.5 条的规定, 确定其静力计算方案以进行内力计算。
- 4.2.2** 高层房屋在竖向和风荷载作用下, 作为嵌固于地基的竖向悬臂构件, 按弹性方法进行整体楼层弯矩、剪力、轴力及附加轴力的计算。
- 4.2.3** 各竖向平面结构的楼层弯矩、剪力可按层间墙段的等效抗侧刚度进行分配。
- 4.2.4** 高层房屋的内力分析方法见本措施第 7.4 节。

4.3 砌体结构构件的计算要点

- 4.3.1** 砌体的强度设计值的调整
- 1 应根据《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 3.2.3 条的规定对各类砌体的强度设计值乘以调整系数 γ_a ;
 - 2 所有小截面构件和水泥砂浆的调整系数均为对无筋砌体和配筋砌体中无筋砌体部分的砌体强度的调整;
 - 3 当施工质量控制等级为 A 级时, γ_a 为 1.07, C 级时为 0.89, 配筋砌体不允许采用 C 级;
 - 4 如同时遇有上述的多种情况时, 应将相应各调整系数连乘。
- 4.3.2** 砌体构件按承载力极限状态设计时, 应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.1.5 条考虑荷载效应的最不利组合。
- 4.3.3** 构件的计算规定

- 1 应根据《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 4.2 节确定房屋的静力计算方案和相应的计算简图；
- 2 应根据《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 5.1.3 条、5.1.4 条确定受力构件的计算高度 H_0 ，配筋砌块剪力墙构件的 H_0 可取构件高度 H ；
- 3 墙高 H 的计算可按下列规定采用：
 - 1) 底层外墙自底层板顶至下端支点的距离，下端支点可取基础顶面，当埋置较深时可取室外地坪下 500mm，如有管沟时，则算至管沟底；
 - 2) 底层内墙，当内墙两侧为厚度不小于 100mm 厚混凝土刚性地面时，则按楼层高度计算。如有管沟时，当地沟盖板上为混凝土垫层时，仍可按楼层高度计算，否则应算至管沟底；其他情况应按 1) 的规定确定；
 - 3) 楼层处按楼层高度计算；
 - 4) 顶层如为坡屋顶，层高算至山墙平均高度；
 - 5) 单层空旷房屋，外墙高度自大梁底（或屋架端支点）算至基础顶面，或当埋置较深时可取室外地坪下 500mm，或外墙管沟底，计算稳定时应自梁顶面的板底算；
 - 6) 当预制板与外墙方向平行，且相邻两横墙间距 $s \geq \mu_1 \mu_2 [\beta] h$ 时（《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 6.1.1 条），如在构造上采取措施（在预制板侧设间距不大于 1.2m， $\phi 10$ 钢筋与板边圈梁拉结），加强外墙与预制板的拉结，此时计算高度仍可按上述 1) ~ 3) 的规定采用。

4.3.4 带壁柱墙、丁字墙及转角墙计算规定

- 1 考虑翼墙共同工作的带壁柱墙、丁字墙和转角墙的连接应满足本措施第 5.1.4 条的规定。当在交接处设置混凝土构造柱时应按规定设置马牙槎和水平拉结钢筋；
- 2 带壁柱墙、丁字墙和转角墙的翼墙计算宽度 b_f 应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 4.2.8 条、4.2.9 条的规定采用；
- 3 作用于墙体交接处的集中荷载向下传递和分布可按下列规定：
 - 1) 对本层时集中荷载在翼墙上的分布长度可按本款 2) 的规定采用；
 - 2) 上层传至本层或本层传至下一层时，可按分布在有效截面上的均布荷载计算；
 - 3) 当集中荷载为挑梁，挑梁下本层翼墙分担的部分：当翼墙宽度与墙高比 b_f/H 分别为 1/3、1/2 和 1 时，翼墙分担的集中荷载分别不宜大于 10%、20% 和 35%；
- 4 转角墙可根据受力情况按单向偏心受压或双向偏心受压构件进行承载力计算。

4.3.5 计算中必须注意以下几点：

- 1 无筋砌体（含网状配筋砌体）受压构件，当偏心受压时，偏心距 e 不应大于 $0.6y$ ；当双偏压时，每个方向的偏心距 e_x （ e_y ）不宜大于 $0.5x$ 或 $0.5y$ 。当不满足上述要求时，应采用配筋砌体构件；
- 2 注意短墙、墙垛等砌体截面较小部位的承载力验算以及因局部预埋管线、孔洞引起的截面削弱影响；
- 3 房屋有单边走廊、阳台等悬挑结构时，应考虑其对房屋内力及变形的不利影响，特别在软弱地基条件下；
- 4 房屋的挑廊、阳台、雨篷、天沟等悬挑结构的抗倾覆要求和悬挑梁下支承面处砌体的局部受压承载力计算；
- 5 跨度较大的钢筋混凝土楼盖梁的支座伸入壁柱中较长，或楼盖梁、板伸入墙体全厚并与梁垫（圈梁）整浇时，梁下墙体尚应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 4.2.5 第 4 款的规定考虑梁上墙体产生的附加约束弯矩。

4.3.6 多层砌体房屋的下列建筑部位应注意验算墙体的稳定性：

- 1 顶层楼梯间的墙体，墙高一般为其他楼层高度的 1.5 倍；
- 2 楼板侧边未伸入外纵墙或无拉结的外墙；

- 3 较高或较长的隔墙;
- 4 较高或较长的半砖墙;
- 5 宽度较小的窗间墙;
- 6 开洞较大的承重墙体;
- 7 嵌固悬挑构件 (如阳台、雨篷、挑檐等) 上的墙体;
- 8 纵横跨交接处的悬墙;
- 9 较高而无拉结的女儿墙。

4.3.7 无筋砌体构件的承载力计算, 应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 5 章的有关条文规定。配筋砖砌体构件的设计应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 8 章的有关条文规定。配筋砌块砌体构件的设计应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 9 章的有关条文规定。

5 结构构件及构造要求

5.1 砌体墙和其他构件

5.1.1 截面尺寸要求：

- 1 承重独立砖柱的截面尺寸，不得小于 $240\text{mm} \times 370\text{mm}$ ，应尽量避免采用 $370\text{mm} \times 370\text{mm}$ 截面，不得采用柱芯填砌半块砖的包心砌法；当柱截面超过 $490\text{mm} \times 490\text{mm}$ 时，宜采用组合砖柱、配筋砌块柱或钢筋混凝土柱；
- 2 承重独立砌块柱的截面尺寸不宜小于 $390\text{mm} \times 390\text{mm}$ ，并应全部用灌孔混凝土灌实；
- 3 毛石砌体墙厚不宜小于 350mm ，毛料石柱较小边长不宜小于 400mm 。当有振动荷载或抗震设防要求时，墙、柱不宜采用毛石砌体；
- 4 承重砌体墙的厚度不应小于 190mm ，墙段的长度不小于 490mm ，对砌块墙不宜小于 600mm 。

5.1.2 梁下墙体设置壁柱、组合壁柱或构造柱条件：

- 1 对 240mm 厚墙，当梁跨大于 6.0m 时；
- 2 对 190mm 厚墙，当梁跨大于 4.8m 时；
- 3 对砌块、料石墙，当梁跨大于 4.8m 时；
- 4 壁柱的截面尺寸尚应满足独立柱的要求；梁下构造柱尚应满足第 5.3 节的有关规定。

5.1.3 梁端墙体设置垫块或垫梁的条件：

- 1 对砖砌体，当屋架跨度大于 6m ，梁跨大于 4.8m 时；
- 2 对砌块和料石砌体，当梁跨大于 4.2m 时；
- 3 对毛石砌体，当梁跨大于 3.9m 时；
- 4 梁端垫块应满足下列要求：
 - 1) 可采用预制或梁端现浇的刚性垫块，垫块的截面尺寸应按计算确定，但垫块的厚度不宜小于 180mm ，每侧挑出的长度不宜大于垫块的厚度，伸入翼墙长度不应小于 120mm ；
 - 2) 垫块混凝土强度不宜低于 C20，垫块应配置双层焊接钢筋网片，总配筋率不应小于垫块体积的 0.5% ；
 - 3) 位于柱顶的垫块，其截面尺寸必须覆盖整个柱截面；
 - 4) 当圈梁与垫块相遇时应浇成整体。
- 5 为减少梁端支承压力对墙、柱的偏心距，可采取下列措施：
 - 1) 对跨度较大的屋架、梁或吊车梁及跨度大于 12m 的预应力空心板、双 T 形板，在砌体截面形心的垫块或垫梁顶面预埋锚固件，并与屋架或梁可靠连接；
 - 2) 对 6m 以上的梁可采用纠偏的带缺口的垫块。

5.1.4 墙体间的连接构造

- 1 墙体转角、T 字或十字交接处应同时砌筑，尚应在上列部位设置拉结钢筋或拉结网片，网片从交接处伸入每侧墙体的长度非抗震时不小于 700mm ，抗震设防时不小于 1000mm ，竖向间距不宜大于 400mm 。当不能同时砌筑又必须留置临时间断处，应砌成斜槎，斜槎长度不应小于高度的 $2/3$ 。如留斜槎有困难时，砖砌体可作成齿形直槎，但应设置 $\phi 4 \sim \phi 6$ 钢筋或焊接钢筋网，竖向间距不大于 500mm ，锚入竖槎两边墙体的长度非抗震时不小于 500mm ，抗震时不小于 1000mm ，砌块砌体不允许留直槎；

2 砌块墙体应分皮对孔错缝搭砌, 上下皮搭接长度不应小于 90mm。当搭砌长度不满足上述要求时, 应在水平灰缝内设置不少于 2 ϕ 4 的焊接钢筋网片 (网片横向钢筋的间距不应大于 200mm), 网片每端均应超过该垂直缝, 其长度不应小于 300mm;

3 砌块墙与后砌隔墙交接处, 应沿墙高每 400mm 在水平灰缝内设置不少于 2 ϕ 4、横筋间距不大于 200mm 的焊接钢筋网片 (图 5.1.4)。

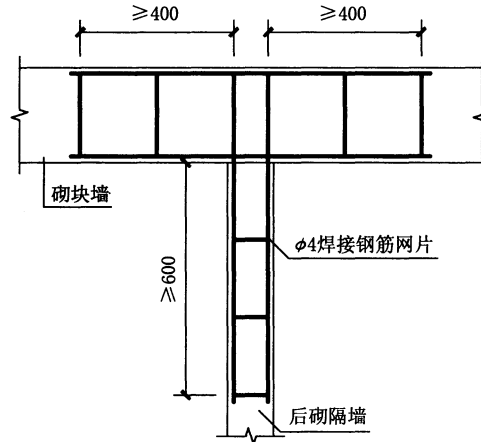


图 5.1.4 砌块墙与后砌隔墙交接处钢筋网片

5.1.5 砌体中留槽洞和埋设管线的要求:

- 1 应在施工图中注明相关槽洞的位置, 标高及截面尺寸, 交待施工要求, 避免竣工后凿槽打洞;
- 2 不应在宽度小于 500mm 的承重墙小墙段及壁柱的砌体内埋设管线;
- 3 墙体中需设置竖向暗管时, 应在施工时预留槽, 槽深度和宽度不宜大于 120mm, 槽洞距墙端的距离不应小于 370mm, 管道安装后应用不低于 C15 的细石混凝土或不低于 M10 的水泥砂浆填嵌密实。当槽的平面尺寸大于 120mm × 120mm 时, 应对墙身削弱部位补强。如在槽洞两侧增设有相互拉结的钢筋网混凝土面层或钢筋砂浆面层;
- 4 混凝土砌块墙体, 当受力较小或未灌孔的部位, 允许在竖向孔洞中设置管线;
- 5 在墙体中水平或斜向埋设管槽的规定:
 - 1) 混凝土砌块墙体和 190mm 厚的多孔砖墙不允许在墙面水平或斜向预先埋设管线或预留沟槽;
 - 2) 对其它砖砌体, 也宜尽量避免沿墙面水平或斜向穿行暗管线或预留沟槽, 当无法避免时, 对 240mm 和 370mm 墙, 沟槽深度不应大于 15mm ~ 20mm, 沟槽距洞边的距离不应小于 500mm, 沟槽之间的距离不应小于最长沟槽长度的 2 倍, 沟槽只允许在墙的一侧留槽, 并应设置在楼层之上或之下的 1/8 范围内; 超出上述规定时, 应采取必要的加强措施, 或按削弱后的截面验算墙体的承载力;
- 6 宜尽量避免管道穿墙垛、壁柱, 确实需要时, 应采用带孔的 C20 混凝土块预埋;
- 7 墙体中预留的电器开关箱, 消防栓箱等洞口宜选择在受力较小的墙段, 否则应进行承载力验算或采取加强措施;
- 8 当门洞宽 ≥ 2.0 m 时, 对砖砌体宜在洞口设置钢筋混凝土门框或构造柱, 对砌块砌体应在洞边的 1 ~ 2 个孔中设置钢筋混凝土芯柱。当该墙为刚性或刚弹性房屋的横墙时, 其洞口宽度不宜大于墙长的 1/2。

5.2 圈 梁

5.2.1 设置原则

1 应根据结构体系或房屋类别, 房屋的长度、高度、开间、墙体类别、墙体高厚比、风荷载、地质条件、整体刚度以及振动设备等因素, 在墙体中设置现浇钢筋混凝土圈梁, 应与门窗过梁等统一考

虑；

2 空旷单层房屋（如影剧院、礼堂、仓库、食堂等）：

1) 砖砌体房屋。当檐口标高为 5m~8m 时，应在檐口标高处设置圈梁一道，檐口标高大于 8m 时，应在门窗洞顶处增设；对软土地基尚应在基础顶面增设一道圈梁；

2) 砌块及料石砌体房屋。当檐口标高 4m~5m 时，应在檐口标高处设置圈梁一道，檐口标高大于 5m 时，应在门窗洞顶处增设；对软土地基尚应在基础顶面增设一道圈梁；

3) 有较大振动设备的砌体房屋。应在檐口或窗顶标高处及吊车轨顶标高处设置圈梁；对软土地基尚应在基础顶面增设一道圈梁；

4) 单层房屋可结合基础梁、连系梁、过梁等情况设置圈梁。

3 多层砌体民用房屋（如宿舍、办公、住宅等）：

1) 当层数为 3~4 层时，应在底层和檐口标高处设置圈梁一道；当层数超过 4 层时，应至少在所有纵横墙上隔层设置圈梁；对软土地基尚应在基础顶面和其它楼层或门窗洞口顶标高增设；

2) 设置墙梁的多层房屋，应在托梁、墙梁顶面和檐口标高处设置圈梁，其他楼层处应在所有纵横墙上每层设置圈梁；

3) 对现浇或装配整体式楼屋盖的多层砌体房屋，当层数超过 5 层时，除在檐口标高处设置一道圈梁外，可隔层设置圈梁，并与楼屋盖一起现浇。未设置圈梁的楼面板嵌入墙内长度不应小于 120mm，并沿墙长配置不小于 2φ10 的纵向钢筋。

4 多层砌体工业房屋和高层配筋砌体房屋，应在所有楼层（含楼盖）所有纵横墙上设置圈梁；

5 处于软弱土、膨胀土、湿陷性黄土和土层不均匀的地基上的房屋尚应按相应规范、规程的有关规定增设圈梁。

5.2.2 构造要求

1 圈梁宜连续地设置在同一水平面上，并形成封闭状。当圈梁被门窗洞口截断时，应在洞口上部增设相同截面的附加圈梁。附加圈梁与圈梁的搭接长度不应小于其中到中垂直间距的 2 倍，且不得小于 1m（图 5.2.2-1），当其垂直间距小于 500mm 时，圈梁也可沿洞口两侧垂直拐弯与过梁连成框架，并增设连接构造钢筋（图 5.2.2-2）；

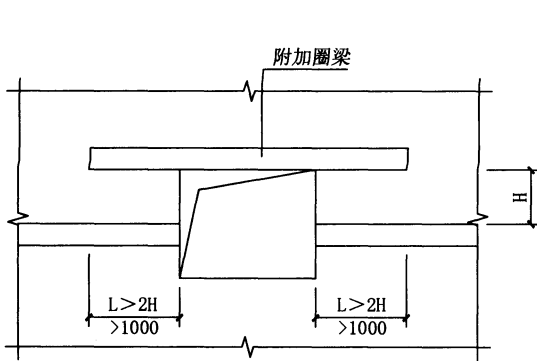


图 5.2.2-1 附加圈梁

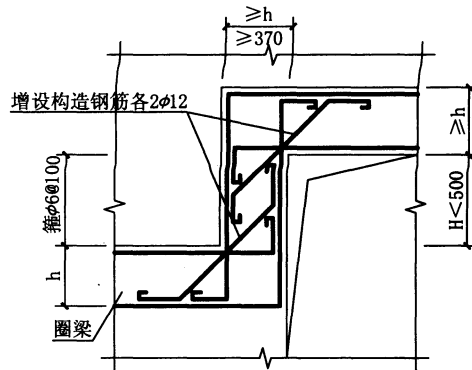


图 5.2.2-2 圈梁拐弯处构造

2 圈梁宜与楼屋盖设在同一标高处或紧靠预制板底；

3 纵横墙交接处的圈梁应有可靠的连接（图 5.2.2-3）。刚弹性和弹性房屋圈梁应与屋架、大梁等构件可靠连接；

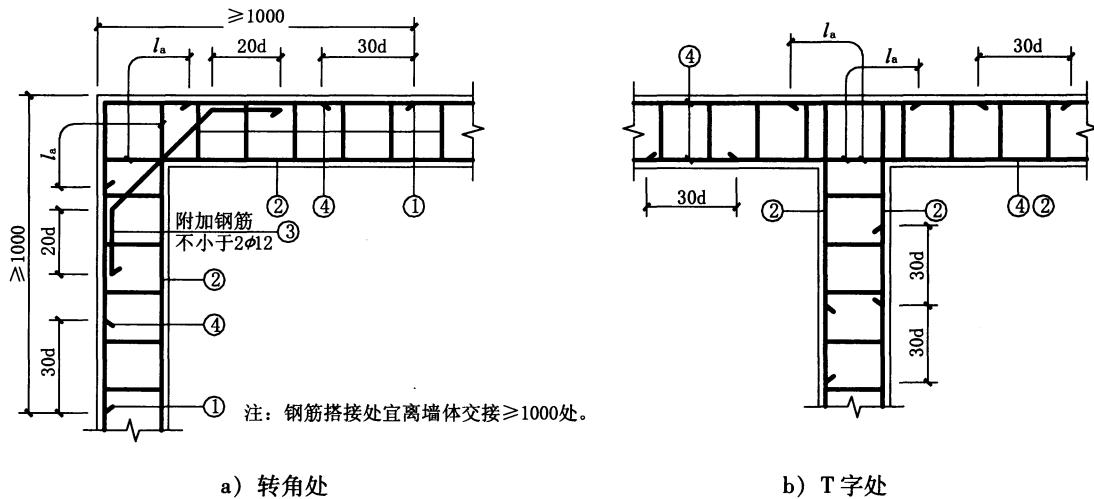


图 5.2.2-3 圈梁连接构造

4 当圈梁被钢筋混凝土梁或其它构件隔断时，可与梁或其它构件同时现浇，也可在梁或其它构件中预埋搭接钢筋，每边搭接长度不小于 $30d$ ；

5 圈梁做过梁时，过梁部分的钢筋应按计算用量另行增配；

6 刚性方案房屋，圈梁应与横墙连接，并沿横墙设置贯通圈梁，其间距不应大于《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4 章第 4.2.1 条表 4.2.1 规定的相应横墙间距 s 。刚弹性和弹性方案房屋，圈梁应与屋架、大梁等构件可靠连接。

7 圈梁截面及配筋要求：

1) 对混凝土砌块建筑，圈梁宽度不小于墙厚，圈梁高度宜为块高的倍数也不宜小于 200mm ，纵筋多层时不少于 $4\phi 10$ ，高层时不少于 $4\phi 12$ ，绑扎接头长度不小于 $30d$ 和 300mm ，箍筋多层时 $\phi 6@300$ ，高层时 $\phi 6@200$ ；

2) 对砖砌体建筑，圈梁宽度宜为墙厚，当墙厚 $h > 240\text{mm}$ 时，其宽度不宜小于 $2h/3$ 。圈梁高度多层时不应小于 120mm ，墙梁房屋的顶梁、大于等于 8 层时，不宜小于 180mm ，纵向配筋不应少于 $4\phi 10$ ，绑扎接头的搭接长度不小于 $30d$ ，箍筋多层时 $\phi 6@300$ ，大于等于 8 层时 $\phi 6@200$ ；

3) 抗震设防区多层砌体房屋应层层设置圈梁，圈梁截面及配筋宜适当加大；

4) 基础圈梁的高度不应小于 180mm （砌块墙不小于 200mm ），纵筋不应少于 $4\phi 12$ ，箍筋 $\phi 8@200\text{mm}$ 。

5.2.3 抗震设防时圈梁的布置及构造要求应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.3.3 条、第 7.3.4 条的有关规定。

5.3 构造柱

5.3.1 设置原则

1 应根据砌体结构体系、砌体类型、结构或构件的受力或稳定要求，以及其它功能或构造要求，在墙体中的规定部位设置现浇混凝土构造柱；

2 对大开间荷载较大或层高较高以及层数大于等于 8 层的砌体房屋宜按下列要求设置构造柱：

1) 墙体的两端；

2) 较大洞口的两侧；

3) 房屋纵横墙交接处；

4) 构造柱的间距，当按组合墙考虑构造柱受力时，或考虑构造柱提高墙体的稳定性时，其间距不宜大于 4m ，其它情况下不宜大于墙高的 $1.5 \sim 2.0$ 倍及 5m ，或按有关规范的规定；

5) 构造柱应与圈梁有可靠的连接。

3 下列情况宜设置构造柱：

1) 受力或稳定性不足的小墙垛；

2) 跨度较大的梁下墙体的厚度受限制时，在梁下设置构造柱；

3) 墙体高厚比较大（如自承重墙）或风荷载较大时，可在墙的适当部位设置构造柱，以形成“带壁柱”的墙体满足高厚比和承载力要求。此时构造柱的间距不宜大于4m，构造柱沿高度横向支点的距离与构造柱截面宽度之比不宜大于30，构造柱的配筋应满足水平受力的要求；

4) 楼梯间、电梯间四角，楼梯斜段上下端对应墙体处；

5) 女儿墙和较长窗台墙等悬臂墙，每隔2m设置构造柱。

4 当考虑提高砌体房屋的整体稳固性或提高砌体墙出平面拉弯或抗倒塌能力时，构造柱间距应根据受力情况加密，但不宜小于1.5m。

5.3.2 构造要求

1 构造柱的截面宽度宜为墙厚，且不应小于180mm，沿墙长方向的尺寸视砌体类别和所在房屋墙体中的部位，一般不宜小于240mm，边柱、角柱的截面宜适当加大；

2 构造柱的纵向钢筋，对中柱不宜少于4 ϕ 12，对边柱、角柱不宜少于4 ϕ 14。构造柱的纵向钢筋直径也不宜大于16mm；构造柱的箍筋，一般部位宜采用 ϕ 6@200，楼层上下500mm范围内宜采用 ϕ 6@100。构造柱与圈梁连接处，构造柱的纵向钢筋应穿过圈梁，保证构造柱纵筋上下贯通，构造柱纵筋应在基础梁或伸入室外地坪以下500mm的墙体混凝土中锚固，并应符合受拉钢筋的锚固要求；

3 构造柱与墙体连接处砌成马牙槎，并应沿墙高每隔500mm设置2 ϕ 6拉结钢筋，每边伸入墙内；非抗震设计不宜小于600mm，抗震设防地区1000mm；

4 考虑砌体房屋整体稳固性的构造柱，其截面厚度不小于墙厚，宽度不应小于240mm，受力钢筋不小于6 ϕ 14，该纵向钢筋应按通长连续受拉进行连接与锚固；

5 构造柱的施工程序应为先砌墙后浇混凝土构造柱。

5.3.3 地震区砌体房屋构造柱的设置尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 5001-2010第7.3.1条、第7.3.2条的有关规定。

5.4 钢筋混凝土芯柱

5.4.1 设置原则

1 应根据砌块结构体系、结构和构件的受力或构造要求，在砌块墙体中规定的位置设置钢筋混凝土芯柱；

2 应在纵横墙交接处每侧600mm范围的孔洞内，根据房屋高度或层数、受力情况以及所处的位置，按下列情况设置钢筋混凝土芯柱：

1) 在外墙转角处为3~7个；

2) 在丁字墙处为4~7个；

3) 在十字墙处为5~7个。

3 在孔洞每侧可按下列情况布置芯柱：

1) 对多层房屋为1~2个；

2) 对荷载较大、洞口较大或高层砌块房屋，宜在洞边600mm范围内设置芯柱。

4 芯柱的间距：

1) 多层房屋不宜大于900mm；

2) 高层房屋不宜大于600mm。

5 芯柱布置范围示意图5.4.1：

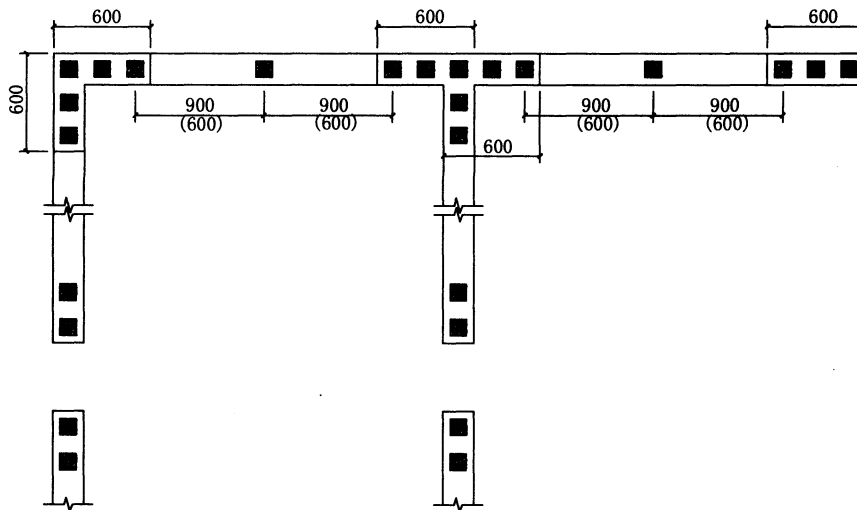


图 5.4.1 砌块房屋墙身芯柱布置范围

5.4.2 构造要求

- 1 芯柱应沿竖向贯通楼层，芯柱的截面不宜小于 $120\text{mm} \times 120\text{mm}$ 或 $140\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；
- 2 芯柱中的钢筋应按下列规定设置：
 - 1) 一般情况下，芯柱中可只设一根钢筋；
 - 2) 多层砌块房屋芯柱钢筋直径不宜小于 $\phi 12$ ，也不宜大于 $\phi 16$ ；
 - 3) 高层砌块房屋芯柱钢筋不应小于 $\phi 12$ ，也不宜大于 $\phi 22$ ；
 - 4) 芯柱钢筋宜在楼层间沿竖向连续布置，钢筋的横向支点间的最大距离不宜大于 $250d$ (d 为钢筋直径)；
 - 5) 芯柱钢筋应在基础和顶层圈梁锚固，并在楼层处进行搭接，其锚固、搭接长度应满足受拉钢筋的要求，且不宜小于 $35d$ 及 500mm 。地震区尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010 的规定。

5.5 夹心墙

5.5.1 夹心墙的构造原理

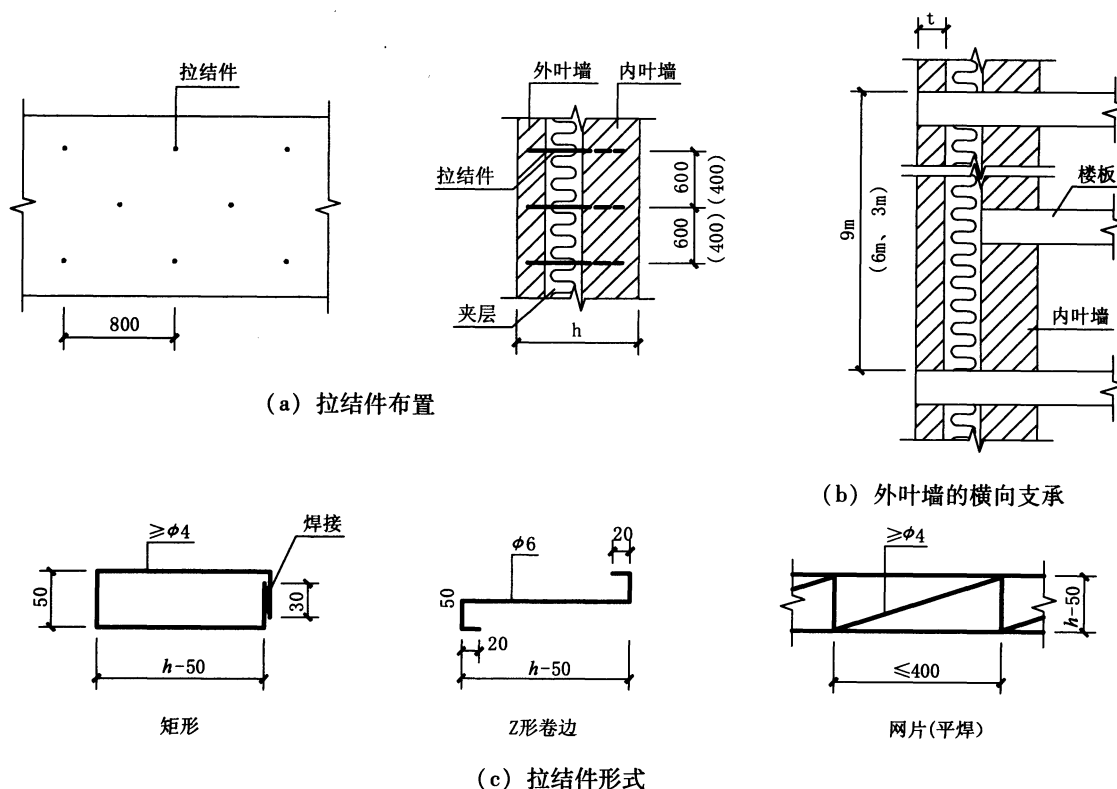
- 1 夹心墙是集承重、保温和装饰于一体的一种墙体，特别适用于寒冷和严寒地区的建筑外墙；
- 2 夹心墙承受的荷载：
 - 1) 每叶墙单独承受作用其上的竖向荷载，即不考虑荷载的相互传递；
 - 2) 由夹心墙支承的水平构件（如梁、板）产生的重力荷载，应由距该构件中心最近的叶墙承受；作用于夹心墙平面外方向的弯矩，应按每个叶墙的相对刚度进行分配；
 - 3) 平行于夹心墙平面内的荷载，仅应由受荷载的叶墙承受，不考虑叶墙间的应力传递；
 - 4) 横向作用于夹心墙平面的荷载，应按所有叶墙的抗弯刚度进行分配；
 - 5) 夹心墙设计应考虑叶墙间变形产生的不利影响。
- 3 夹心墙的有效厚度：
 - 1) 当夹心墙的两叶墙均受轴向荷载时，每叶墙的有效厚度即为其单叶墙的厚度；
 - 2) 当仅一个叶墙受轴向荷载或夹心墙的叶墙均为自承重时，夹心墙的有效厚度可按各叶墙厚度的平方的开方 ($h_e = \sqrt{h_1^2 + h_2^2}$)；
 - 3) 当夹心墙的内叶墙为承重墙，且符合《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 和《抗震设计规范》GB 50011 - 2010 的要求时，夹心墙的有效面积应取承重叶墙的面积，外叶墙不需进行高厚比验算。
- 4 拉结件（筋）的作用及保护：

- 1) 拉结件应具有足够的长度，以连接（咬合）所有墙片，拉结件在叶墙上的部分应全部埋入砂浆或混凝土中。拉结件的端部应弯折 90 度，其弯折端的长度不小于 50mm 或带卷边的拉结件；
- 2) 拉结件（筋）应沿竖向交错布置，并能将横向荷载从一叶墙传到另一叶墙；
- 3) 拉结件或网片应作防腐处理，防腐措施按本措施 2.4.3 条 6 款的规定；
- 4) 拉结件和灰缝钢筋的保护层，其最小保护层厚度不小于 15mm，墙体和灰缝钢筋间的砂浆或混凝土厚度不小于 3mm。对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的房屋，夹心墙叶墙间宜采用不锈钢拉结件。

5 夹心墙的横向支承

1) 夹心墙的横向支承可由交叉墙、墙、壁柱提供；当竖向跨越时，可由楼盖、梁或屋盖提供。当以梁为横向支承时，梁的跨度不应大于其受压截面最小宽度的 32 倍；

2) 夹心墙的横向支承间距，在设防烈度 ≤ 6 度、7 度和 8 度时，分别不宜大于 9m、6m 和 3m（图 5.5.1）。



注： $h-40 \sim 50$ 适用于小砌块；

$h-50 \sim 60$ 适用于砖砌体。

图 5.5.1 夹心墙结构构造

6 符合本措施 2.1.5 条的复合保温砌块的墙体可按本节夹心墙的原则设计。

5.5.2 夹心墙的构造要求

- 1 夹心的保温材料应采用高效保温、难燃、憎水材料，夹心墙夹层的厚度不宜大于 120mm；
- 2 夹心墙外叶墙块体的强度等级不应低于 MU10；
- 3 夹心墙拉结件（筋）的布置要求：
 - 1) 当采用环形拉结件时，钢筋直径不应小于 4mm，当为 Z 形卷边拉结件时，钢筋直径不应小于 6mm。拉结件应沿竖向梅花型布置，拉结件的水平和竖向最大间距分别不宜大于 800mm 和 600mm；对有振动或有抗震设防要求时，其水平和竖向最大间距分别不宜大于 800mm 和 400mm；
 - 2) 当采用焊接（不允许绑扎）钢筋网片作拉结件时，网片横向钢筋的直径不应小于 4mm，其间距

不应大于 400mm, 网片钢筋直径大于 4mm 时应采用平焊; 网片的竖向间距不宜大于 600mm, 对有振动或有抗震设防要求时, 不宜大于 400mm;

3) 但采用可调拉结件时, 钢筋的直径不应小于 4mm, 拉结件的水平和竖向最大间距不宜大于 400mm。叶墙间灰缝的高差不大于 3.2mm, 可调拉结件中孔眼和扣钉间的公差不大于 1.6mm;

4) 拉结件在叶墙上的搁置长度, 不应小于叶墙厚度的 2/3, 对空心 and 实心的叶墙分别不应小于 60mm 和 40mm;

5) 门窗洞口周边 300mm 范围内应附加间距不大于 600mm 的拉结件。

4 夹心墙拉结件或网片的选择

1) 非抗震设防地区的多层房屋, 或风荷载较小地区的高层的夹心墙可采用环形或 Z 型卷边拉结件, 风荷载较大地区的高层建筑房屋宜采用焊接钢筋网片;

2) 抗震设防地区的砌体房屋 (含高层建筑房屋) 夹心墙应采用焊接钢筋网片作为拉结件。焊接网片应沿夹心墙连续通长设置, 外叶墙至少有一根纵向钢筋。钢筋网片可计入内叶墙的配筋率, 其搭接与锚固长度应符合有关规范的规定;

3) 可调节拉结件适用于多层内外叶墙采用不同材料块体的夹心墙, 其竖向和水平间距均不应大于 400mm。

5 夹心墙横向支承圈梁宜采用节能构造 (图 5.5.2);

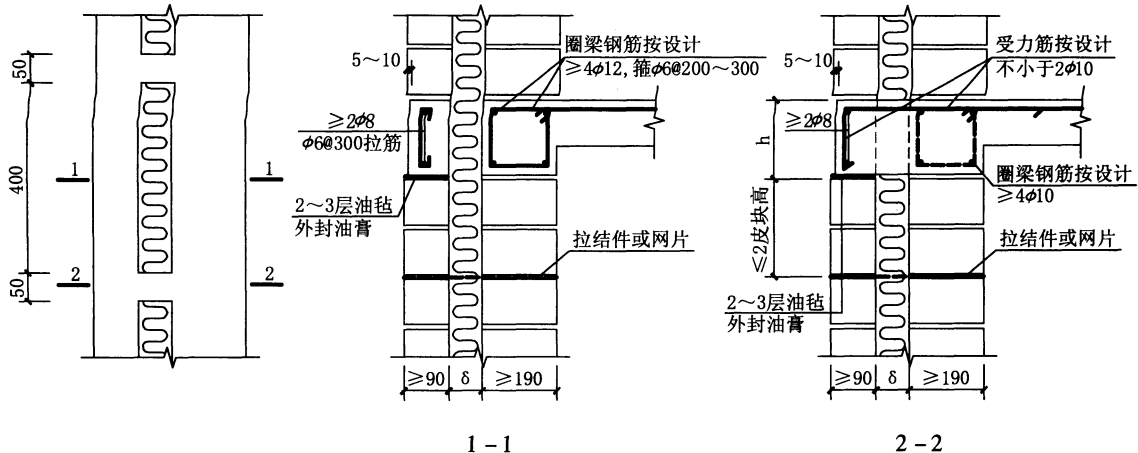


图 5.5.2 夹心墙圈梁节能构造

6 夹心墙的构造要求详见国家标准图《夹心保温墙结构构造》07SG617。

5.6 框架结构填充墙

5.6.1 一般规定

1 通常作为自承重墙的框架结构房屋的填充墙及围护墙, 除满足稳定和自承重外, 尚应考虑下列荷载或作用以及使用功能:

- 1) 水平风荷载;
- 2) 可能的侧向推力或冲击荷载、吊挂荷载;
- 3) 围护墙应满足防护要求, 隔墙应满足隔声及防火要求;
- 4) 围护墙、隔墙宜采用轻质节能材料, 并应符合本措施 2.1.6 条的有关规定, 砂浆的强度等级不高于 M5.0 或相同等级的专用砂浆;

2 框架与填充墙或围护墙的连接可根据具体情况采用柔性连接或刚性连接:

1) 对刚度较小的梁 (含挑梁) 下的填充墙应设计成柔性连接, 并宜在梁底与墙顶之间预留缝隙或设置弹性压缩层, (图 5.6.1-1);

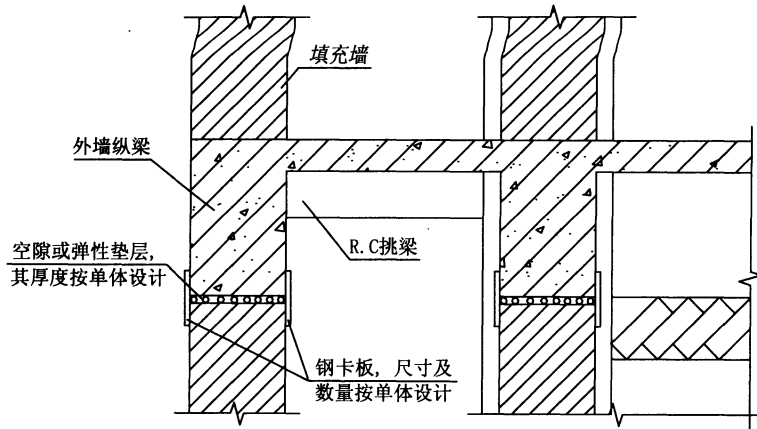


图 5.6.1-1 悬挑外廊填充墙脱开示意图

2) 墙体应视具体情况采用预留钢筋网片或钢筋、水平系梁、圈梁、构造柱等与主体结构可靠的拉结，即刚性连接，(图 5.6.1-2)；

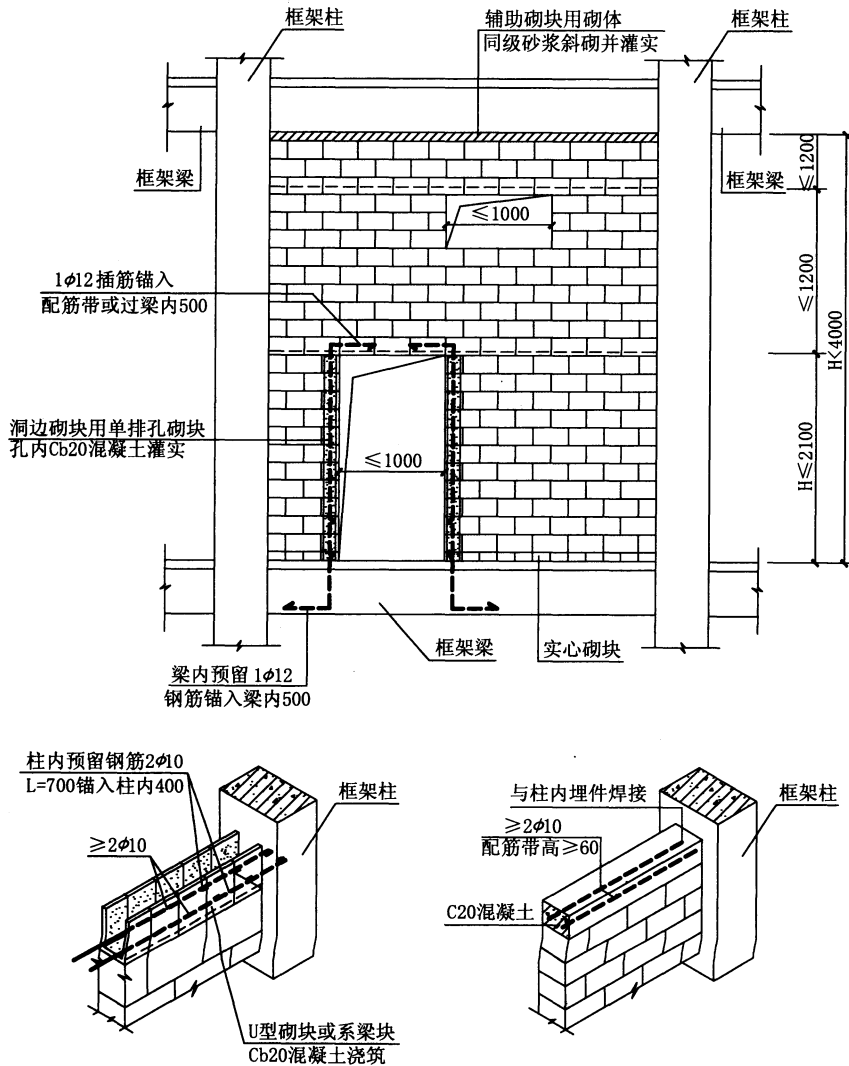


图 5.6.1-2 带洞口填充墙拉结钢筋布置示例

3) 框架与砌体交接处的表面缝隙应用钢丝网水泥抹灰或耐碱玻璃布聚合物粘结层等弹性防护材料

处理,以防开裂。

3 墙的厚度应满足建筑功能要求,对内墙不宜小于 120mm,外墙不宜小于 190mm;

4 填充墙的布置,对与框架柱刚性连接的构造方案,应尽量避免使结构或构件形成刚度分布的突变,当围护墙非对称均匀布置时,应考虑刚度和质量的差异对主体结构抗震的不利影响。对与主体结构柔性连接的构造方案,可不计填充墙的刚度对主体结构的影响,而对非均匀布置的维护墙可仅考虑墙体质量分布的差异,对主体结构的影响;

5 填充墙与主体结构的连接构造和嵌缝材料应满足传力、变形和防护要求;

6 在正常使用和正常维护条件下,填充墙的使用年限宜与主体结构相同,结构的安全等级可按二级考虑;

7 应根据建筑高度、体型、结构的层间变形要求,墙体自身抗侧力的利用等因素,选择适合的连接构造方案。

5.6.2 柔性连接设计计算要点

1 填充墙的作用效应除墙体自重(含附着于墙身的其他部件重)、风荷载、地震作用外,尚应考虑主体结构的楼层相对水平位移差的效应,该楼层相对水平位移差不应包括支承墙体的梁板转动而引起的刚性位移;

2 填充墙与柱脱开的宽度(δ)应根据结构计算分析确定,并满足在多遇地震或罕遇地震作用下(薄弱层部位)层位移角的要求,或按规范允许的弹性层位移角的限制要求采用。本规定按多遇地震时取 $\delta = 20\text{mm}$;

3 填充墙出平面的计算,可根据其墙体尺寸、墙体结构构造及墙端部的实际连接情况,分别按单向板或双向板的简化模型;

4 墙体(含连接)的计算或验算:

1) 荷载效应组合时,地震作用(含层位移引起的作用)可不与静力同时组合,在风荷载的作用下可不作变形或裂缝验算;

2) 填充墙可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 8.2.8 条的规定进行承载力计算,并宜符合下列规定:

(1) 截面受压区按全部有效宽度的砌体截面受压部分计算,即不计组合柱中局部砂浆或混凝土的影响;

(2) 构件在水平荷载作用下均按大偏心受压计算;

(3) 截面受压高度 X 的最小值不受限制;

(4) 组合柱之间的墙体可按无筋砌体齿缝受弯构件计算,此时可取砌体弯曲抗拉强度标准值。当配置水平灰缝钢筋网片或配筋带时,也可按配筋砌体受弯构件计算;

3) 填充墙顶部与框架梁间组合柱的连接钢筋,当需要验算其承载力时,可取该连接钢筋的抗剪强度进行计算;

4) 填充墙的高厚比验算:

(1) 填充墙应根据周边与主体结构的支承连接条件,按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 表 5.1.3 中刚性方案、带壁柱或周边拉结墙的规定确定构件的计算高度 H_0 。与框架柱完全脱开的填充墙取 $H_0 = 1.0H$;

(2) 高厚比按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 的第 6.1 节验算。

5.6.3 填充墙的柔性连接构造方案选择

1 位于 8 度抗震设防地区,包括建筑场地类别 III、IV 类及高档装修的框架(含框剪)结构,宜采用填充墙与框架柱完全脱开的构造方案;

2 ≤ 7 度抗震设防地区,包括建筑场地类别 I、II 类及中低档装修的框架(含框剪)结构,可采用填充墙与框架柱脱开但仍有水平钢筋连接的构造方案。

5.6.4 填充墙柔性连接中组合柱的布置要求

1 填充墙与框架柱完全脱开的构造方案：

1) 在距填充墙端部、门窗洞口每侧不大于 600mm 处及间距约为 20 倍墙厚，且长度不大于 2500mm 的其他部位的墙体中设置组合柱，并根据填充墙的材料情况、建筑或结构功能要求，选用组合柱的类型（图 5.6.4-1）；

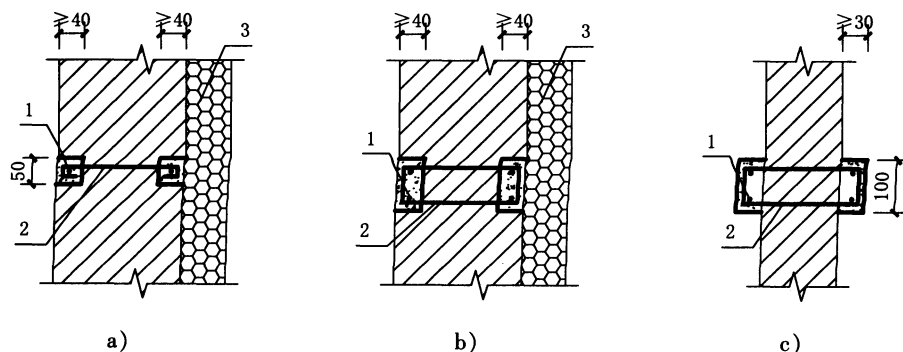


图 5.6.4-1 填充墙组合柱平面示意

1—主筋；2—拉筋或箍筋；3—保温层

2) 墙中的组合柱可在砌体砌筑时切割块材，或由专门的块材砌筑而成，也可在砌筑时留出一定宽度的竖向通缝，缝宽单筋时为 50mm，双筋时为 100mm，缝每侧不少于 400mm 范围内设置 3 ϕ 4 焊接网片或 2 ϕ^R 5 钢筋，其竖向间距不大于 400mm。该缝宜在砌筑后用 1:2 水泥砂浆或 C20 混凝土灌实。当考虑夹心墙外叶墙参与受力时，应对通缝附近的空腔用砂浆填实，并附加拉接钢筋（图 5.6.4-2）；

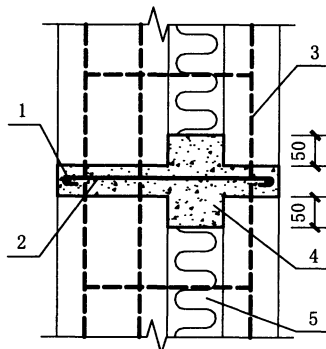


图 5.6.4-2 外叶墙参与受力时的加强措施

1—主筋；2—拉筋；3—钢筋网片；4—填实砂浆；5—保温层

3) 组合柱的竖向钢筋应由计算确定，但不宜小于 $\phi 10$ ，拉筋或箍筋 $\phi^R 5$ ，竖向间距不宜大于 400mm。竖向钢筋与框架梁或其挑出部分的预埋件或预留钢筋连接，绑扎接头时不小于 30d，焊接时（单面焊）不小于 10d（d 为钢筋直径）。组合砌体柱的砂浆层应采用 1:2 水泥砂浆分层成型。纵向钢筋的砂浆保护层厚度不应小于 15mm；

2 填充墙与框架柱脱开但仍有水平钢筋（网片）连接的构造方案：

1) 填充墙与框架柱间应采用焊接网片（纵筋 2 $\phi^R 5$ ，横筋 $\phi^R 5$ ，间距为 200mm）连接，钢筋网片在砌体灰缝中的埋长，6 度时不小于 500mm，大于 6 度时不小于 700mm；

2) 填充墙中组合柱的间距，距与框架柱连接的填充墙端部不宜大于 1500mm，其他部位应按本条 1 款的规定设置；组合柱的形式和构造同本条 1 款；

3) 当填充墙的高度大于 4m，宜在墙半高处或门窗洞顶设置混凝土配筋带，其截面高不小于 100mm，钢筋不少于 2 $\phi 10$ ，该钢筋应与两端的框架柱（含框剪）有可靠的锚固；

4) 填充墙的顶部向下第一皮砌体灰缝内应设置一道 2 $\phi^b 4$ 通长焊接网片。当墙长超过 8m 时，尚宜在墙体上部 1/3 范围内设置通长焊接网片，其竖向间距不大于 600mm。当为夹心墙时则不需另设。

5.6.5 填充墙的砌体材料要求

1 砖的强度等级不宜低于 MU10, 轻骨料混凝土砌块不宜低于 MU3.5。低于 MU3.5 的砌块应采用烧结陶粒混凝土砌块, 并不得掺加其它类型轻骨料, 密度不应大于 $800\text{kg}/\text{m}^3$, 对粉煤灰混凝土砌块的强度等级不应低于 MU3.5;

2 砌筑砂浆的强度等级不应低于 M5 (Mb5、Ms5);

3 地面以下或防潮层以下及潮湿的房间的砌体, 其砌块强度等级和砂浆强度等级宜提高一级采用。

5.6.6 框架填充墙属自承重构件, 结构设计少有关关注, 但其计算分析, 特别是合理的计算模式和构造方法更为欠缺。为此在根据本节提出的设计构造原则基础上, 已编制了国家建筑标准设计图集 10SG614-2 《砌体填充墙构造详图 (二) (与主体结构柔性连接)》, 供设计选用。

5.7 过 梁

5.7.1 砖砌过梁

1 钢筋砖过梁和砖砌平拱的跨度分别不应大于 1.5m 和 1.2m, 有振动或抗震设防地区不得采用砖砌平拱;

2 房屋两端不宜采用无筋砖过梁, 房屋的主要出入口、楼梯间等处不宜采用砖砌平拱和砖弧拱;

3 砖砌平拱应用竖砖砌筑, 高度不应小于 240mm;

4 钢筋砖过梁底面的砂浆处的钢筋直径不宜小于 6mm, 间距不大于 120mm, 伸入支座砌体的长度不应小于 240mm (抗震时为 370mm), 砂浆层厚度不应小于 30mm。

5.7.2 钢筋混凝土或配筋砌块砌体过梁

在遇到下列情况之一时, 应采用钢筋混凝土或配筋砌体过梁:

1 紧靠近外纵、横墙的洞口处;

2 外廊式走道端头的洞口处;

3 承受楼板、屋面板荷载而洞口上部砌体高度小于洞口跨度 1/2 时;

4 有可能产生不均匀沉陷的房屋时;

5 有较大的振动荷载时;

6 门窗洞口宽度超过 5.7.1 条 1 款的规定时;

7 当门窗洞口宽度大于或等于 3m 时, 宜设置钢筋混凝土门框, 门框立柱应与砖墙用 $\phi 6$ 锚筋每隔 500mm 拉结牢固, 门框立柱的纵向受力钢筋不宜小于 $4\phi 12$, 且应埋入基础或圈梁, 长度不小于 400mm;

8 钢筋混凝土过梁应按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的规定设计, 也可采用本措施 5.9 节的方法计算。

5.7.3 过梁上的荷载及计算, 应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 7.2 节的规定, 对荷载和跨度较大的过梁, 也可采用本措施 5.9 条墙梁的方法计算。

5.8 挑 梁

5.8.1 挑梁系指埋入在砌体中的悬挑式混凝土梁。一般指房屋的阳台挑梁、雨篷挑梁或外廊挑梁。

5.8.2 挑梁应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 7.4.1~7.4.3 条的规定进行抗倾覆验算。挑梁的抗倾覆荷载应取规定的本层内的砌体和楼面恒载标准值的 0.8 倍。

5.8.3 挑梁埋入砌体内的长度与挑出长度之比不宜小于 1.2, 当挑梁上无砌体时, 不宜小于 2。

5.8.4 挑梁的纵向钢筋至少应有 1/2 的钢筋面积伸入尾端, 且不少于 $2\phi 12$, 其余钢筋伸入支座的长度不少于 2/3 的埋入长度。

5.8.5 对跨度较大或荷载较大的挑梁，应进行挑梁下砌体局压验算或采取措施。如设置混凝土构造柱或圈梁及垫块、垫梁；对砌块建筑应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 6.2.13 的规定将挑梁下的砌体灌实。

5.8.6 挑梁宜与楼盖或墙体中的圈梁整体连接，以提高结构的整体性和砌体抗裂能力。

5.8.7 对单面走廊或单侧大阳台的多层砌体房屋，尚应考虑挑梁可能对房屋引起的不均匀沉降、使房屋产生倾斜或墙体开裂等不利影响。

5.9 墙 梁

5.9.1 一般规定

1 定义和分类：

- 1) 由混凝土托梁和托梁上计算高度范围内的砌体墙体组成的组合作用构件，称为墙梁；
- 2) 墙梁包括简支墙梁、连续墙梁和框支墙梁。可划分为承重墙梁和自承重墙梁；
- 3) 墙梁中承托砌体墙和楼（屋）盖的混凝土简支梁、连续梁和框架梁，称为托梁；
- 4) 墙梁中考虑组合作用的计算高度范围内的砌体墙，简称为墙体；
- 5) 墙梁的计算高度范围内墙体顶面处的现浇混凝土圈梁，称为顶梁；
- 6) 墙梁支座处与墙体垂直相连接的纵向落地墙体，称为翼墙。

2 适用范围

1) 本节适用于工业与民用建筑工程中受重力荷载为主的简支墙梁、连续墙梁、单跨及多跨框支墙梁的非抗震设计。框支墙梁的抗震设计应符合本措施第 7.3 节的规定；

2) 采用烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压粉煤灰砖、蒸压灰砂砖、混凝土多孔砖、混凝土砌块和配筋砌体的墙梁的设计应符合表 5.9.1 的规定；

表 5.9.1 墙梁的一般规定

墙梁类别	墙体总高度 (m)	跨度 (m)	墙高跨比 (h_w/l_0)	托梁高跨比 (h_b/l_0)	洞宽比 (b_n/l_0)	洞 高
承重墙梁	≤ 18	≤ 9	≥ 0.4	$\geq 1/10, \leq 1/6$	≤ 0.3	$\leq 5h_w/6$ 且 $h_w - h_b \geq 0.4\text{m}$
自承重墙梁	≤ 18	≤ 12	$\geq 1/3$	$\geq 1/15$	≤ 0.8	门窗洞上口至墙顶的距离 $\geq 0.5\text{m}$

3) 墙体计算高度范围内一般每跨只允许设置一个洞口。对多层房屋的纵向连续墙梁或多跨框支墙梁每跨可对称开设两个窗洞；

4) 洞口边至支座中心的距离，对边支座不应小于 $0.15l_0$ ，对中支座不应小于 $0.07l_0$ ，对自承重墙梁不应小于 $0.1l_0$ (l_0 为计算跨度)；

5) 多层墙梁的房屋各层洞口应设置在相同位置，并应上下对齐；

6) 设置框支墙梁的砌体房屋，以及设有承重的简支或连续墙梁的房屋，应满足刚性方案房屋的要求；

7) 当墙梁的跨度较大或荷载较大时，宜采用框支墙梁。

5.9.2 计算要点

1 墙梁结构按承载力极限状态设计时，应考虑墙体、托梁自重及楼（屋）盖恒荷载和活荷载的作用，并应满足《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.1.5 条、第 4.1.6 条规定的最不利组合；

2 支承在砌体墙、柱或混凝土梁上的单跨或多跨墙梁的房屋可分别按简支墙梁或连续墙梁计算。墙梁房屋的纵向框支墙梁在重力荷载作用下可近似按连续墙梁计算；

3 墙梁应分别进行托梁使用阶段正截面承载力和斜截面受剪承载力计算、墙体受剪承载力和托梁

支座上部砌体的局部受压承载力计算, 以及施工阶段托梁的承载力验算。自承重墙梁可不验算墙体的受剪承载力和砌体局部受压承载力。计算内容列于表 5.9.2。

表 5.9.2 墙梁计算内容

计算内容			墙梁类别			
			承重墙梁			自承重墙梁
			简支	连续	框支	
使用阶段	正截面承载力计算	托梁跨中	√	√	√	√
		托梁支座		√	√	
		柱或剪力墙			√	
	斜截面受剪承载力计算	托梁	√	√	√	√
		柱或剪力墙			√	
	墙体承载力计算	墙体受剪	√	√	√	
托梁支座上部砌体局部受压		√	√	√		
施工阶段	托梁承载力验算	正截面	√	√	√	√
		斜截面受剪	√	√	√	√

注: 表中√表示必须计算的内容。

5.9.3 构造要求

1 墙梁的构造应符合《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 7.3.12 条的规定;

2 墙体:

1) 墙梁洞口上方应设置混凝土过梁, 其支承长度不应小于 240mm; 洞口范围内不应施加集中荷载;

2) 承重墙梁的支座处应设置落地翼墙, 翼墙厚度, 对砖砌体不应小于 240mm, 对混凝土砌块砌体不应小于 190mm, 翼墙宽度不应小于墙梁墙体厚度的 3 倍, 并与墙梁墙体同时砌筑。当不能设置翼墙时, 应设置落地且上、下贯通的构造柱;

3) 当墙梁的墙体受剪或局部受压承载力不满足时, 可采用网状配筋砌体或加构造柱等。网状配筋砌体的范围为: 从支座中线起每边 $0.4h_w$, 从托梁顶面起高 $0.6h_w$ (图 5.9.3 - 1);

4) 当墙梁墙体在靠近支座 $1/3$ 跨度范围内开洞时, 支座处应设置落地且上、下贯通的构造柱, 并应与每层圈梁连接;

5) 墙梁计算高度范围内的墙体, 每天砌筑高度不应超过 1.5m, 否则, 应加设临时支撑。

3 托梁:

1) 设置墙梁的房屋托梁两边各一个开间及相邻开间处应采用现浇混凝土楼盖, 楼板厚度不应小于 120mm, 当楼板厚度大于 150mm 时, 应采用双层双向钢筋网, 楼板上应少开洞, 洞口尺寸大于 800mm 时应设洞边梁;

2) 托梁每跨底部的纵向受力钢筋应通长设置, 不得在跨中段弯起或截断。钢筋接长应采用机械连接或焊接;

3) 墙梁的托梁跨中截面纵向受力钢筋总配筋率不应小于 0.6%;

4) 托梁距边支座边 $l_0/4$ 范围内, 上部纵向钢筋面积不应小于跨中下部纵向钢筋面积的 $1/3$; 连续墙梁或多跨框支墙梁的托梁中支座上部附加纵向钢筋从支座边算起每边延伸不少于 $l_0/4$;

5) 承重墙梁托梁在砌体墙、柱上的支承长度不应小于 350mm。纵向受力钢筋伸入支座应符合受拉钢筋的锚固要求;

6) 当托梁高度 $h_b \geq 450$ mm 时, 应沿梁高设置通长水平腰筋, 直径不应小于 12mm, 间距不应大于 200mm;

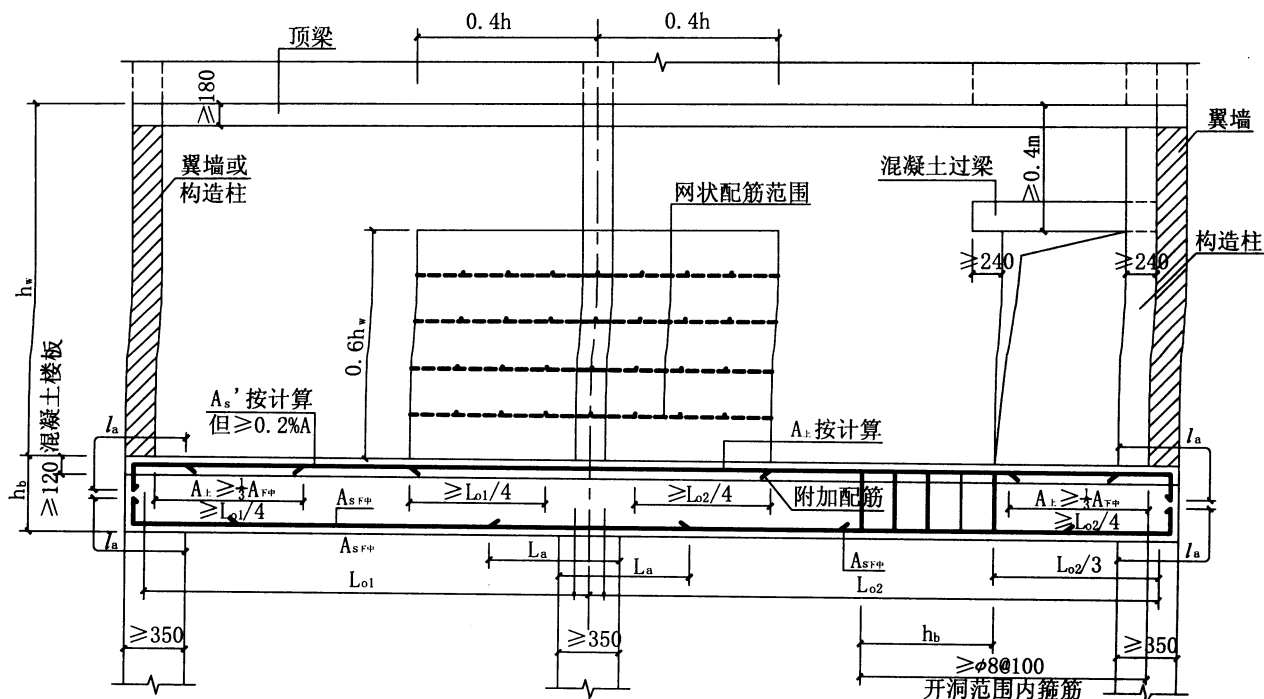


图 5.9.3-1 墙梁主要构造示意图

7) 墙梁偏开洞口的宽度及两侧各一个梁高 h_b 范围内直至靠近洞口的支座边的托梁箍筋直径不应小于 8mm, 间距不应大于 100mm (图 5.9.3-2)。

4 框架柱应满足《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的有关要求。

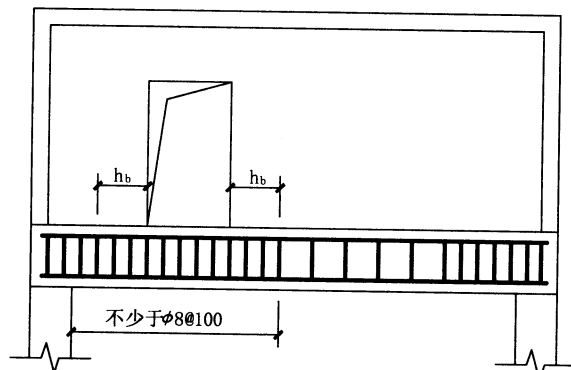


图 5.9.3-2 偏开洞时托梁箍筋加密区

5.10 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙

5.10.1 组合墙是由砖墙及其周边的钢筋混凝土边缘构件 (两侧的构造柱和上下的圈梁) 构成的强约束砌体结构构件。可用于荷载较大的承重结构墙体, 包括大开间多层及 ≥ 8 层砌体结构房屋 (见表 1.2.2-2)。

5.10.2 计算要点

- 1 轴心受压组合墙承载力计算应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 8.2.7 条的规定执行;
- 2 当组合墙的构造柱处受到由较大跨度的梁传来的集中荷载时尚应按下列公式验算构造柱的承载力:

$$N_c + F \leq 0.9\phi_c (f_c A_c + f'_y A'_s) \quad (5.10.2-1)$$

$$N_c = \eta_c N \quad (5.10.2-2)$$

式中 N_c ——在组合墙上作用荷载 (均布) N 时, 构造柱分担的设计轴力;

F ——在构造柱处作用的外加轴力；

η_c ——在组合墙上作用荷载 N 时，构造柱的荷载分配系数，可按表 5.10.2 采用；

ϕ_c ——混凝土轴心受压构件的稳定系数。计算构件高厚比时可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 6.1.2 条的规定。

表 5.10.2 荷载分配系数

构造柱间距 (m)	1	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
η_c	0.48	0.4	0.35	0.29	0.23	0.19	0.15

3 组合墙的偏心受压承载力计算：

1) 当考虑组合墙出平面由于板或非墙梁传递荷载引起的弯矩时，可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 4.2.5 条的规定确定；

2) 可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 8.2.4 条和 8.2.5 条的规定确定构造柱的纵向钢筋。当属于大偏心受压时，为简化可假定构件截面受压区按全砌体计，即不计柱混凝土和钢筋的影响，构造柱的计算配筋应不小于 GB 50003-2011 第 8.2.8 条规定的构造配筋要求。

5.10.3 构造措施

1 组合墙的开洞要求：

1) 小的洞口，如窗洞设在组合墙（构造柱之间）的中部，此时除设置混凝土过梁外，洞边可不作加强处理；

2) 较大的门洞，未靠近构造柱的一侧应设置有侧向拉结的混凝土边框；

3) 洞口顶至楼层的距离不宜小于 600mm，当洞两侧均设构造柱时可不受此限制；

4) 混凝土边框的截面高度宜为墙厚，宽度不小于 120mm，纵筋不少于 $2\phi 10$ ，横向拉结钢筋不小于 $2\phi 8$ 或 $3\phi 6$ ，锚长不宜小于 600mm，竖向间距不大于 400mm。当洞口较高时尚宜在洞高的中部附近增设间距不大于 1000mm 的水平配筋带（图 5.10.3）。

2 组合墙的其他构造要求，应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 8.2.9 条的规定执行。

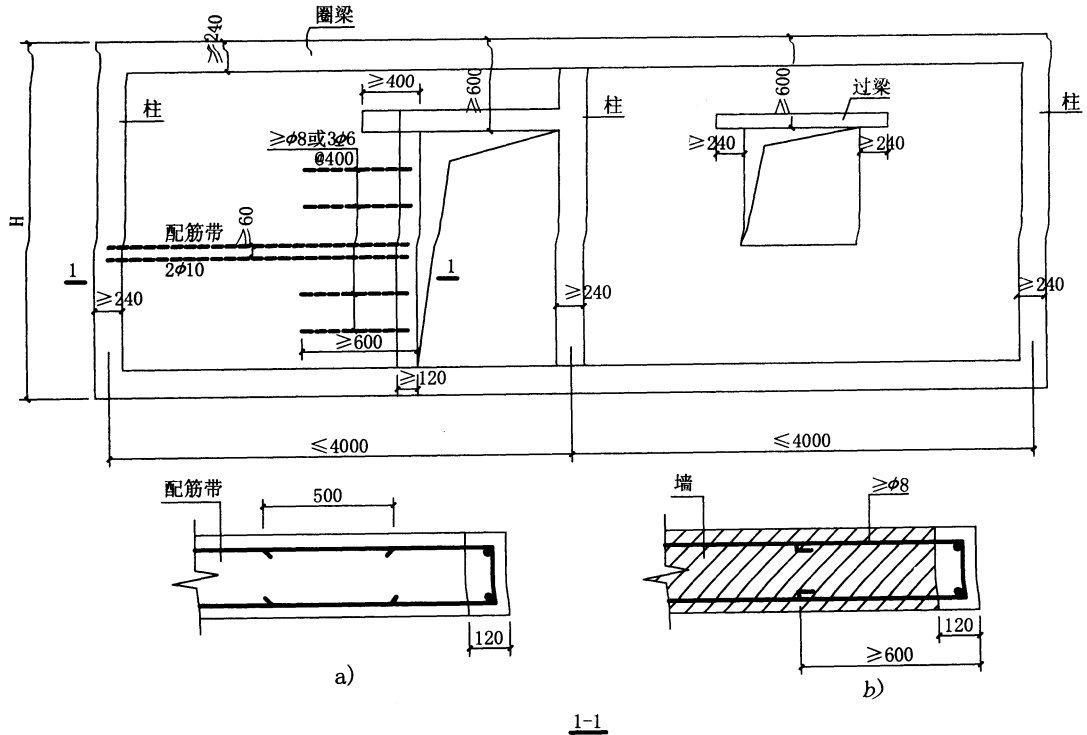


图 5.10.3 组合墙开洞构造示意

6 配筋砌块砌体构件及构造要求

6.1 一般规定

6.1.1 构件分类

- 1 配筋砌块梁（包括一般梁、裙梁及剪力墙连梁）；
- 2 配筋砌块柱；
- 3 配筋砌块剪力墙；
- 4 配筋砌块剪力墙壁式框架。

6.1.2 钢筋及其保护层

1 钢筋规格应符合下列要求：

- 1) 在孔洞或空腔中不宜大于 25mm；
- 2) 在灰缝中宜为 1/2 灰缝厚，不大于 6mm 和不少于 4mm；
- 3) 在系梁凹槽中双筋时不宜大于 14mm，单根筋不宜大于 20mm。

2 钢筋最小保护层厚度：

- 1) 灰缝中钢筋外露保护层不宜小于 15mm；
- 2) 在孔槽内，室内正常环境不宜小于 20mm；二类环境不宜小于 25mm；三类环境不宜小于 30mm；大于三类环境不宜小于 40mm；
- 3) 对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的结构，钢筋保护层厚度至少应比上述规定增加 5mm，或采用经防腐处理的钢筋、抗渗砌块等措施。

6.1.3 钢筋的锚固和搭接长度

1 砌块砌体中受拉钢筋的锚固搭接长度应满足表 6.1.3 的规定；

2 配筋砌块梁纵向受力钢筋在支座的锚固以及配筋砌块构件受力钢筋在混凝土中的锚固应按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 的有关规定执行。

表 6.1.3 受拉钢筋的锚固和搭接长度

钢筋所在位置	锚固长度 l_a	搭接长度 l_l
芯柱混凝土中	35d 且不小于 300mm	38.5d 且不小于 300mm
在凹槽混凝土中	30d 且弯折段不小于 15d 和 200mm	35d 且不小于 350mm
在水平灰缝中	50d 且弯折不小于 20d 和 150mm	55d 和 300mm、隔皮错缝搭接长度 55d + 2h

注：1 表中 d 为钢筋直径（mm）；当受力钢筋采用 HRB400、HRBF400、RRB400 及以上强度时，表中锚固、搭接长度宜增加 5d 或 100mm；

2 表中 h 为水平灰缝的竖向间距（mm）。

6.2 计算要点

6.2.1 正截面承载力应符合下列规定：

- 1 正截面承载力基本假定应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 9.2.1 条的规定采用；

2 截面相对界限受压区高度 ξ_b 应按下式计算

$$\xi_b = \frac{0.8}{1 + \frac{f_y}{0.003E_s}} \quad (6.2.1-1)$$

3 钢筋应力可按下式计算

$$\sigma_s = \frac{f_y}{\xi_b - 0.8} \left(\frac{x}{h_0} - 0.8 \right) \quad (6.2.1-2)$$

6.2.2 配筋砌块梁的正截面受弯和斜截面受剪承载力应按下列公式计算:

1 正截面受弯承载力

$$M \leq f_g b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + f'_y A'_s (h_0 - a'_s) \quad (6.2.2-1)$$

2 受压区高度

$$x \leq \frac{f_y A_s - f'_y A'_s}{f_g b} \leq \xi_b h_0 \quad (6.2.2-2)$$

3 当受压区高度 $x < 2a'_s$ 或对称配筋时受弯承载力

$$M \leq f_y A_s (h_0 - a_s) \quad (6.2.2-3)$$

4 梁翼缘为现浇混凝土楼盖时, 正截面受弯承载力可取宽度 b'_f 的矩形截面按式 (6.2.2-1) 计算, 但宜满足下列要求:

$$x \leq h'_f \text{ 或}$$

$$f_y A_s \leq f_g b'_f h'_f + f'_y A'_s \quad (6.2.2-4)$$

式中 b'_f 翼缘受压区的计算宽度可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 表 9.2.5 的规定采用。

5 斜截面受剪承载力应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 9.3.1 条的规定执行。

6.2.3 配筋砌块受压构件承载力计算

1 轴心受压、偏心受压、偏心受拉时的承载力应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 9.2 及 9.3 节的有关条文执行;

2 配筋砌块剪力墙出平面的受压承载力计算宜按下列规定:

1) 当偏心距 $e \leq 0.6y$ 时, 按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 9.2.3 条的规定;

2) 当偏心距 $e > 0.6y$ 时, 对中心配筋时, 取 $a_s = h/2$, 或将钢筋调至截面孔洞的一侧或两侧, 此时可按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 9.2.4 条的规定。

6.3 配筋砌块砌体构件的构造要求

6.3.1 配筋砌块梁

1 梁的截面尺寸:

1) 配筋砌块由不同块形组成或由部分砌块和部分混凝土组成, 其截面一般为矩形, 梁宽 b 为块厚, 梁高宜为块高的倍数, 对 90mm 宽梁不应小于 200mm, 对 190mm 宽梁, 不宜小于 400mm;

2) 梁部分的砌体应全部灌芯。梁的截面及配筋形式, 如图 6.3.1-1 所示。

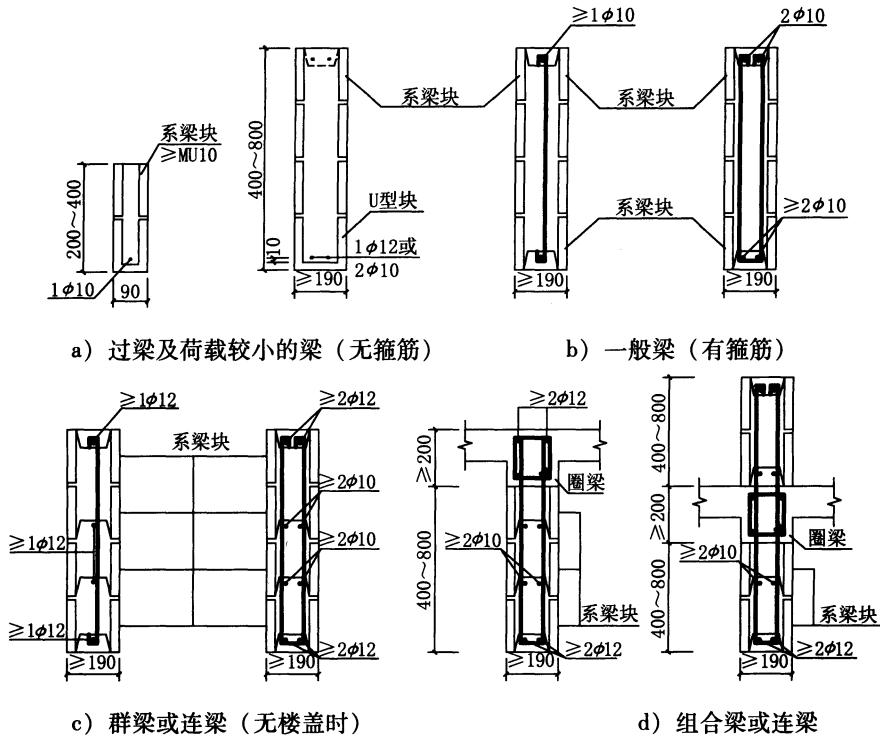


图 6.3.1-1 配筋砌块梁截面及配筋方式示意

2 梁的侧向支承间距不应超过下列要求:

- 1) 简支或连续梁不大于 $60b_c$ 及 $250b_c^2/h_0$;
- 2) 悬臂梁不大于 $25b_c$ 及 $100b_c^2/h_0$, b_c 为侧向支承中间的梁截面受压边的宽度。
- 3 梁的配筋 (图 6.3.1-2~4):

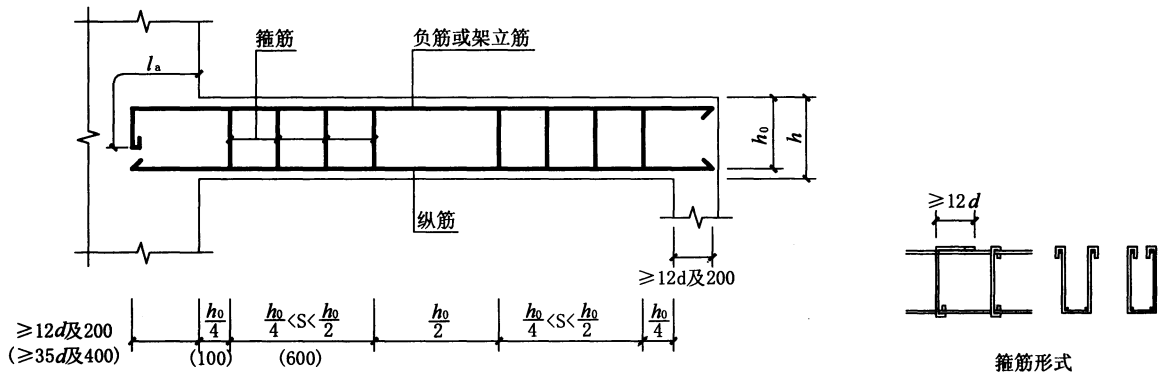


图 6.3.1-2 梁配筋示意

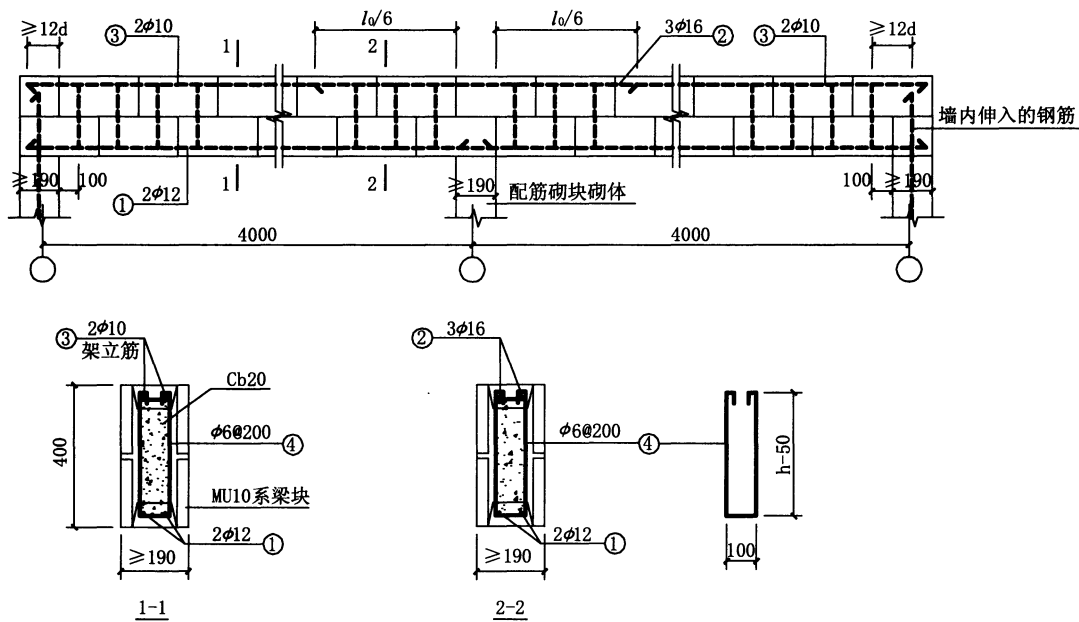


图 6.3.1-3 两跨梁配筋图示意

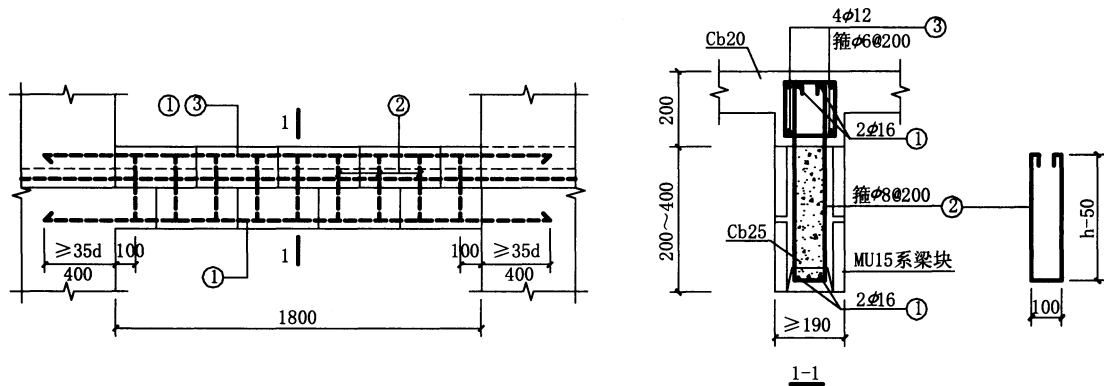


图 6.3.1-4 连梁配筋图示意

1) 纵向钢筋应通长设置, 对梁宽 $b=90\text{mm}$, 可只配一根钢筋; 对一般梁宽 $b \geq 190\text{mm}$, 当配一根钢筋时不应小于 $1\phi 12$, 配两根时不小于 $2\phi 10$; 对裙梁和剪力墙连梁除上、下对称配筋外, 当连梁跨高比 < 2.5 时尚应沿梁高每 200mm 配置不小于 $2\phi 10$ 的水平分布钢筋, 当裙梁或连梁由混凝土和砌块组成, 且截面 $\leq 600\text{mm}$ 时可不配水平构造钢筋; 钢筋应在支座处锚固, 对一般梁不宜小于 $12d$, 且不小于 200mm ; 对裙梁不宜少于 $35d$ 和 400mm ;

2) 箍筋: 对过梁及跨度和荷载较小的梁 ($V \leq 0.55f_{vg}bh_0$), 可不设箍筋; 对需要设置箍筋的梁, 箍筋直径应不小于 6mm , 箍筋间距 S , 距支座边的第一个箍筋不应大于 $h_0/4$, 其它部位最大间距不应大于 $h_0/2$; 对剪力墙连梁或裙梁, 则分别不宜大于 100mm 和 600mm ; 箍筋可采用双弯钩单肢箍, 一端单钩, 一端 90° 平钩, 长度 $\geq 12d$ 或 U 形; 采用变形钢筋的箍筋也应按规定弯折。箍筋形式见图 6.3.1-2;

3) 纵向钢筋配筋率: 对一般砌块梁不小于 0.15% , 配筋砌块剪力墙连梁不小于 0.2% ; 配箍率对连梁不小于 0.15% 。

6.3.2 配筋砌块柱

1 由标准块和部分异形块可组砌成各种尺寸的配筋砌块矩形柱和壁柱。可作为主要受力构件用于砌块建筑中, 如图 6.3.2。

2 配筋砌块柱的截面及配筋要求:

- 1) 柱截面边长不宜小于 400mm, 柱高度与截面短边之比不宜大于 30;
- 2) 柱的纵向钢筋的直径不宜小于 12mm, 数量不应少于 4 根, 全部纵向受力钢筋的配筋率不宜小于 0.2%, 也不宜大于 2%。

3 柱中箍筋的设置:

1) 当纵向钢筋的配筋率大于 0.25%, 且柱承受的轴向力大于受压承载力设计值的 25% 时, 柱应设箍筋; 当配筋率不大于 0.25% 时, 或柱承受的轴向力小于受压承载力设计值的 25% 时, 柱中可不设置箍筋;

- 2) 箍筋直径不宜小于 6mm;
- 3) 箍筋的间距不应大于 16 倍的纵向钢筋直径、48 倍箍筋直径及柱截面短边尺寸中较小者;
- 4) 箍筋应封闭, 端部应弯钩或弯 90 度且弯段长不小于 10d;
- 5) 箍筋应设置在灰缝或灌孔混凝土中。

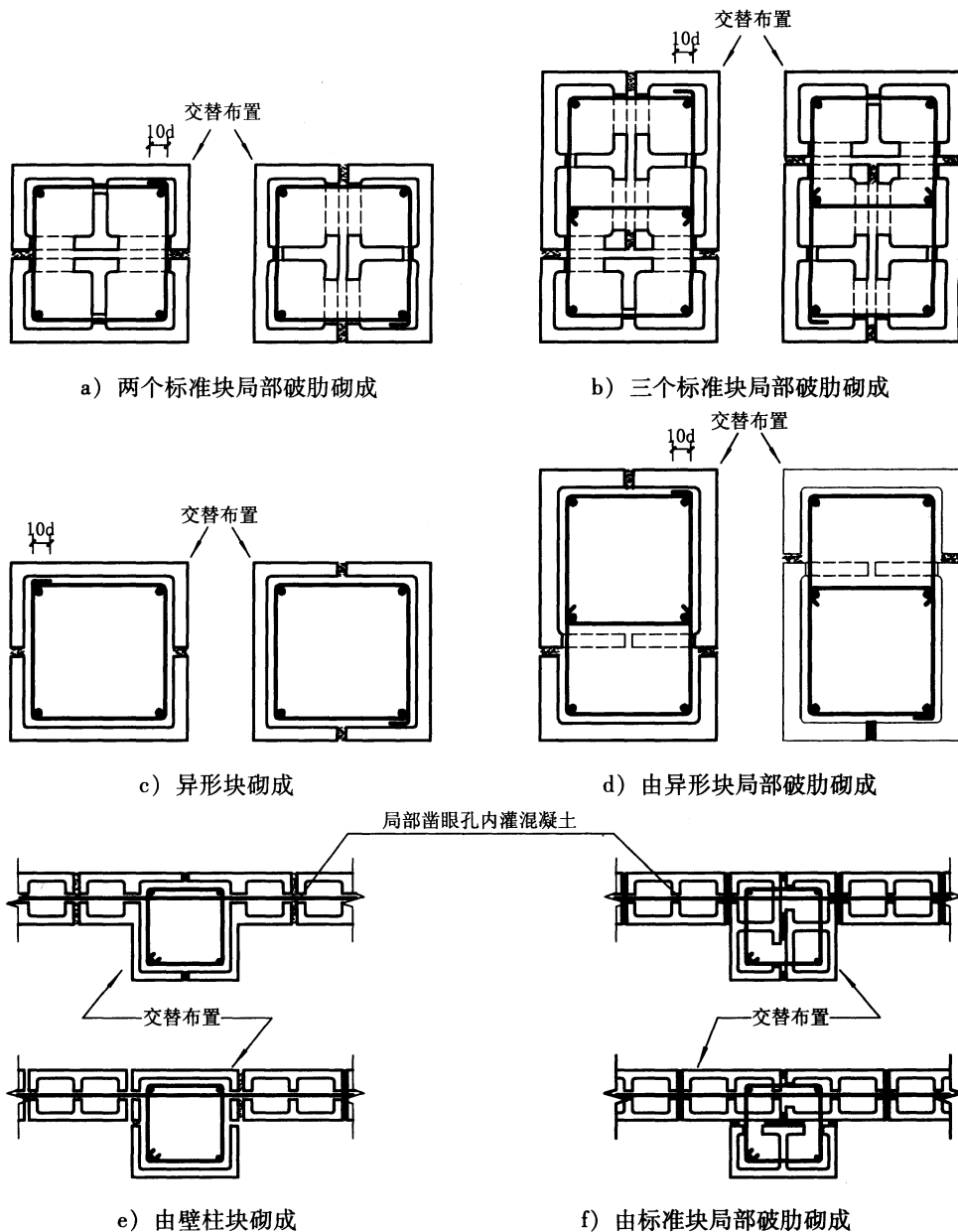


图 6.3.2 配筋砌块柱、壁柱配筋形式

6.3.3 配筋砌块剪力墙

1 剪力墙的截面尺寸要求:

1) 墙厚不应小于 190mm, 长度不宜小于 1000mm; 配筋砌块剪力墙结构墙高不宜大于 5m, 对框架剪力墙结构不宜大于 4m;

2) 剪力墙的翼墙计算宽度应按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 表 9.2.5 的规定数值及剪力墙墙肢总高度的十分之一的最小值。

2 剪力墙的配筋:

1) 竖向钢筋的设置应符合本措施 5.4.1、5.4.2 条的规定。水平配筋可根据情况, 采用焊接网或凹槽配筋方案;

2) 焊接网方案, 主要用于墙段高宽比较大或水平荷载较小的配筋砌块构件, 如高层砌块建筑开洞较多的外墙, 和主要用于限制砌块干缩和温度裂缝的多层砌块建筑的墙体, 网片的钢筋直径不小于 4mm, 竖向间距不大于 400mm;

3) 凹槽配筋方案, 在洞口的底部和顶部配置不小于 $2\phi 10$, 伸入墙内的长度不小于 $35d$ 和 400mm; 其它部位不小于墙高一半, 对配筋砌块墙不大于 1200mm, 对配筋砌块剪力墙部分灌孔砌体不大于 600mm (图 6.3.3 - 1);

4) 最小配筋率: 对配筋砌块墙不小于 0.03%, 对配筋砌块剪力墙不宜小于 0.07%;

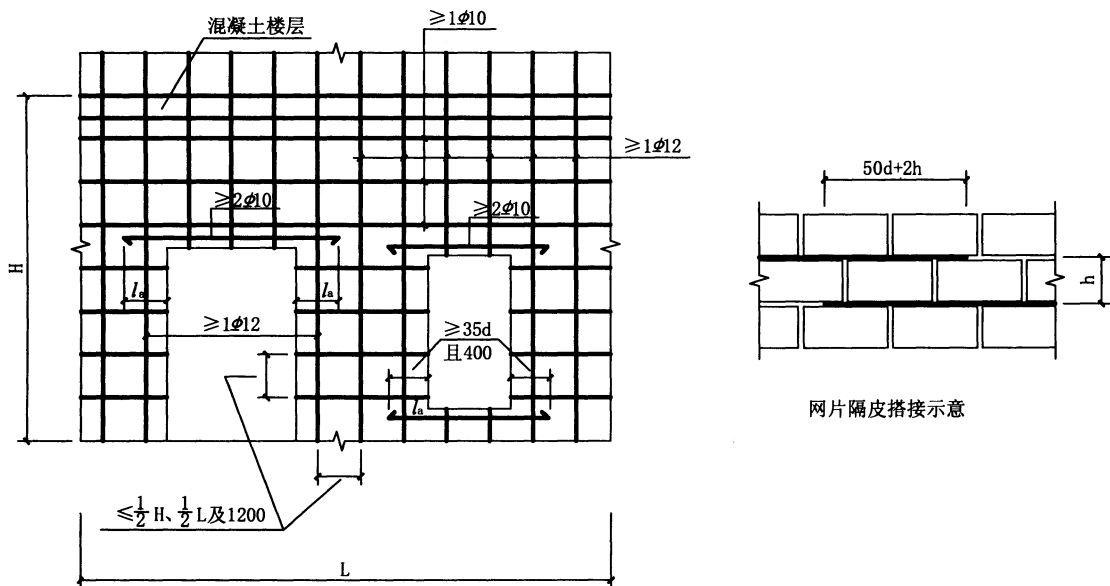


图 6.3.3 - 1 墙体配筋示意

5) 配筋砌块剪力墙水平钢筋配筋有两种方法, 一是单根钢筋布置, 其优点可增大系梁块孔槽的空间, 方便灌注混凝土, 但墙体钢筋位置偏差较难控制, 可能引起墙体偏心受力。二是双根钢筋布置, 双根水平配筋使砌块孔槽混凝土的浇注空间减少较多, 根据工程经验, 双筋搭接接头部位宜重叠布置。另外为施工方便和减少砂浆铺砌工作量, 宜将系梁块倒扣, 即使水平钢筋放置在倒扣系梁块下部砌块的顶面上, 此时该钢筋下应垫设短筋以固定水平筋的位置。对较高或地震作用较大的配筋砌块剪力墙结构建议选用双筋; 配筋砌块墙及配筋砌块剪力墙的水平配筋形式示于图 6.3.3 - 2 ~ 4。

3 配筋砌块剪力墙应在楼层处按下列要求设置混凝土圈梁:

1) 圈梁的截面及配筋应符合本措施 5.2.2 的规定;

2) 圈梁的混凝土强度等级不宜低于同层混凝土砌块强度等级的 2 倍, 或该层灌孔混凝土的强度等级, 也不应低于 C20。

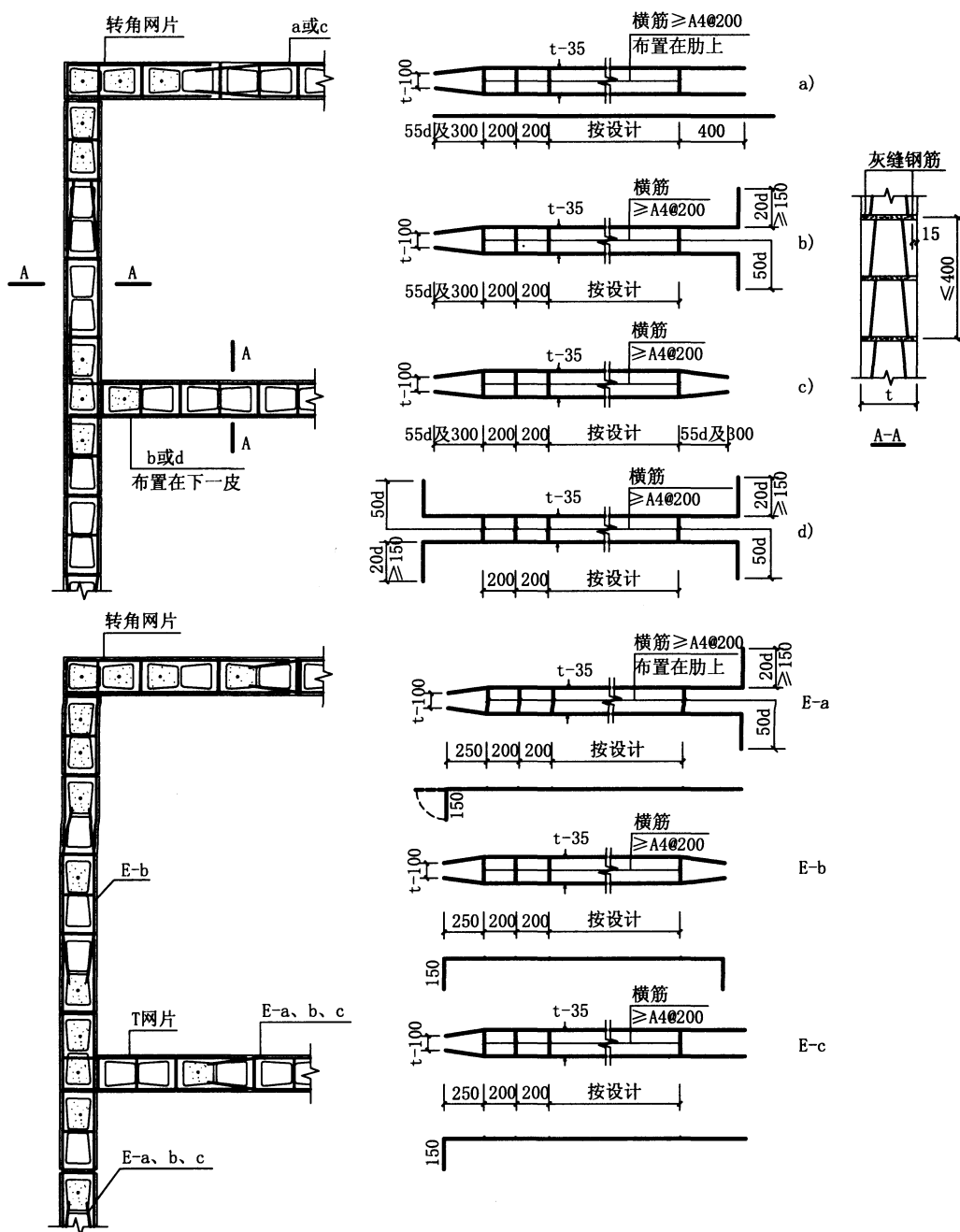
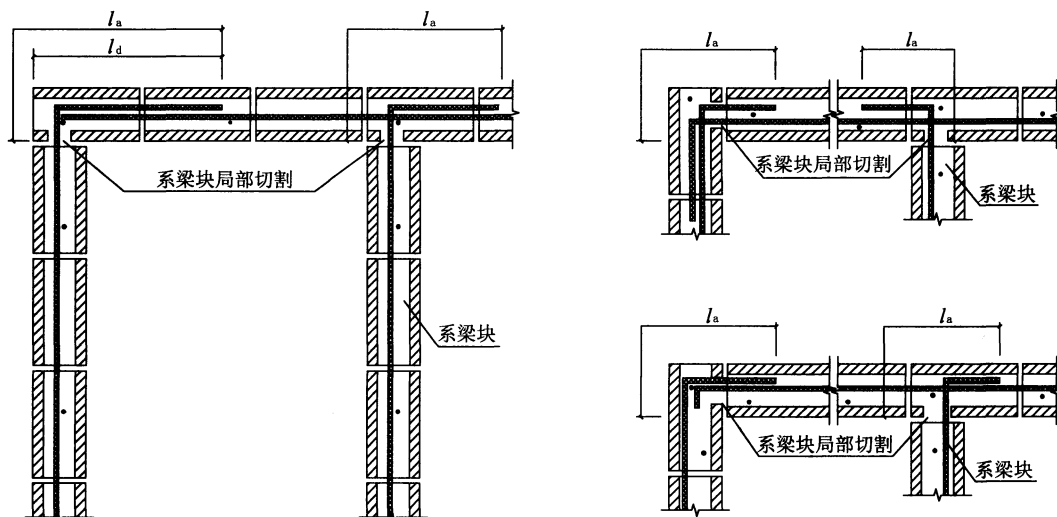


图 6.3.3-2 配筋砌块墙灰缝配筋



a) 对中布置

b) 上下错开布置

图 6.3.3-3 配筋砌块剪力墙水平配筋 (单筋) 示意

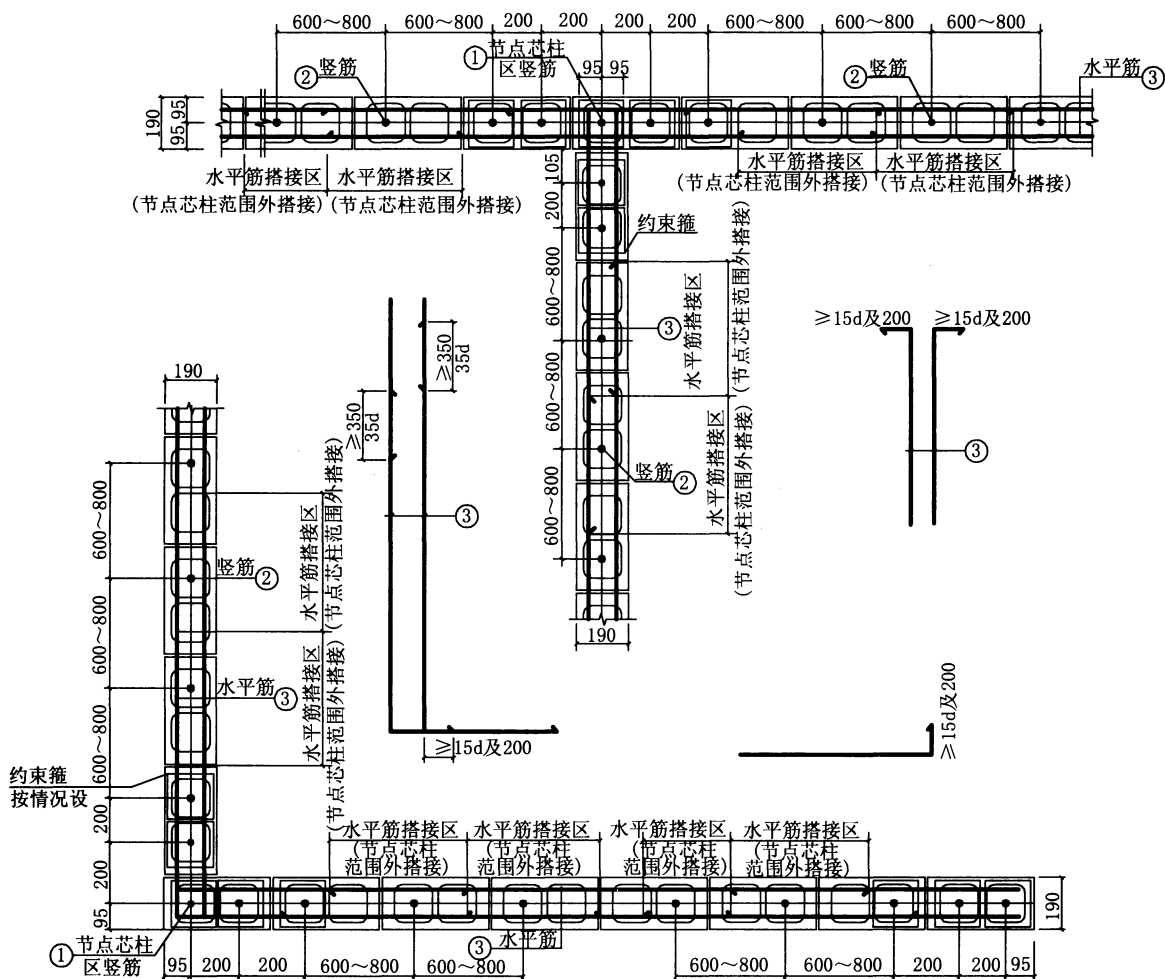


图 6.3.3-4 配筋砌块剪力墙水平配筋 (双筋) 示意

4 剪力墙的连接:

1) 配筋砌块剪力墙在满足变形要求的情况下, 宜采用弱连梁或构造连梁, 构造连梁的截面宽度不小于墙厚, 高度宜为 400mm;

2) 构造连梁宜采用钢筋混凝土结构, 混凝土强度等级宜为同层砌块强度等级的 2 倍或灌孔混凝土的强度等级, 且不应低于 C20; 砌块连梁的高度不宜小于 600mm。连梁的配筋要求见本措施 6.3.4 条;

3) 连梁两侧的砌体竖向钢筋可按边缘构件的要求配置。

5 剪力墙的边缘构件应按下列要求设置:

1) 宜优先利用剪力墙端部砌体的孔洞设置边缘构件, 其长度不小于 600mm, 每孔不小于 $1\phi 12$ 的通长竖向钢筋;

2) 应在 L、T 或十字形墙体交接处 3 或 4 个孔中设置不小于 $\phi 12$ 通长竖向钢筋;

3) 当剪力墙端部的轴压比大于 $0.6f_g$ 时, 除按 1) 设置竖向钢筋外, 尚应设置间距不大于 200mm, 直径不小于 6mm 的水平箍筋或拉结筋, 该钢筋宜设置在灌孔混凝土中。

4) 当在剪力墙端部设置混凝土柱作边缘构件时, 应符合下列规定:

(1) 柱的截面宽度宜不小于墙厚, 柱的截面高度宜为 1~2 倍墙厚, 并不应小于 200mm;

(2) 柱的混凝土强度等级不宜低于该墙体块体强度等级的 2 倍, 或不低于该墙体灌孔混凝土的强度等级, 也不应低于 Cb20;

(3) 柱的竖向钢筋不宜小于 $4\phi 12$, 箍筋不宜小于 $\phi 6$, 间距不宜大于 200mm;

(4) 墙中的水平钢筋应在柱中锚固, 并应满足钢筋的锚固要求;

(5) 柱的施工顺序宜为先砌砌块墙, 后浇混凝土。

6.3.4 配筋砌块剪力墙壁式框架

1 按壁式框架设计的配筋砌块开洞墙, 必须按“强柱弱梁”的设计原则, 其构造要求除应满足第 6.3.3 条 (一般砌块剪力墙) 的要求外, 尚应按本条的要求;

2 为满足强柱弱梁的要求, 壁式框架应符合下列规定:

1) 梁高、梁的净跨不小于 800mm, 梁截面的高宽比不大于 6;

2) 梁的净跨不小于 2 倍的梁高;

3) 梁的宽度不小于 $1/26$ 净跨及 190mm;

4) 柱的宽度不小于 800mm, 也不宜大于 2400mm, 且墙长厚比不宜大于 12;

5) 梁厚取墙厚 190mm、 $1/14$ 柱高的最大值;

6) 柱净高与柱宽的比值不大于 5。

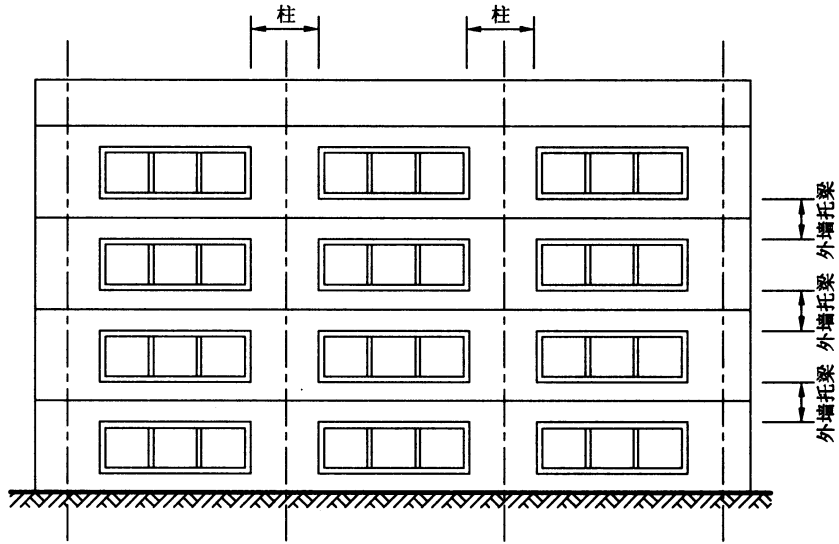
3 砌体壁式框架的受力分析, 应同时考虑梁、柱的刚度比以及节点区的刚域, 如有楼板应考虑楼板的贡献。刚域长度的计算见本措施 7.4.2 条的规定;

4 壁式框架应为 100% 灌孔混凝土砌体。

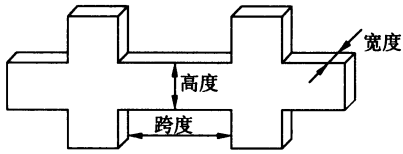
5 配筋砌块壁式框架的构造配筋及示例, 见表 6.3.4 和图 6.3.4。

表 6.3.4 壁式框架构造配筋

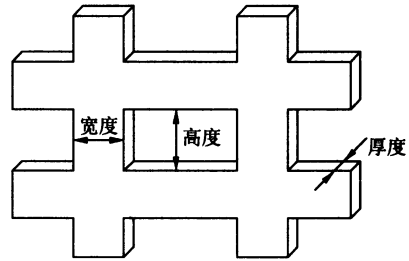
构件名称	纵向钢筋	横向钢筋或箍筋
墙柱	1. 每一片墙中沿全高不小于 4 根; 2. 沿墙柱的全高配置足够的抗弯钢筋; 3. 最小配筋率不小于 0.2%; 4. 最大配筋率不大于 $0.15f_g/f_y$ 。	1. 横筋在端部的锚固可选用图 6.3.4 的作法之一; 2. 横向钢筋的间距: 在距梁边 1 倍墙宽范围内不大于 $1/4$ 墙宽, 其余部分不大于 $1/2$ 柱宽; 3. 最小配筋率不小于 0.15%。
梁	1. 在梁的任一截面上, 沿梁高的每一砌块均应配置纵筋; 2. 最小配筋率不小于 0.2%; 3. 最大配筋率不大于 $0.15f_g/f_y$; 4. 以抗弯为主的梁, 其设计轴力不应超过 $0.1A_n f_g$ 。	1. 箍筋可采用单肢或双肢箍; 2. 箍筋的间距: 距柱边第一根箍筋间距不大于 100mm; 距柱边一个梁高及可能在地震或风载下形成塑性铰的区域, 间距不大于 $1/4$ 梁高; 其余部位的间距不应大于 $1/2$ 梁高; 3. 箍筋最小配筋率不小于 0.15%。



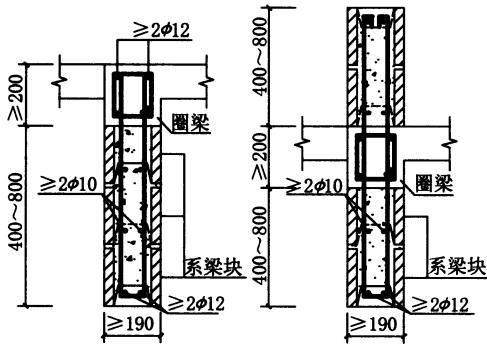
a) 墙式框架的立面



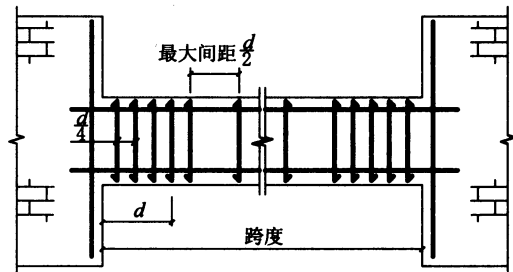
b) 水平外墙托梁



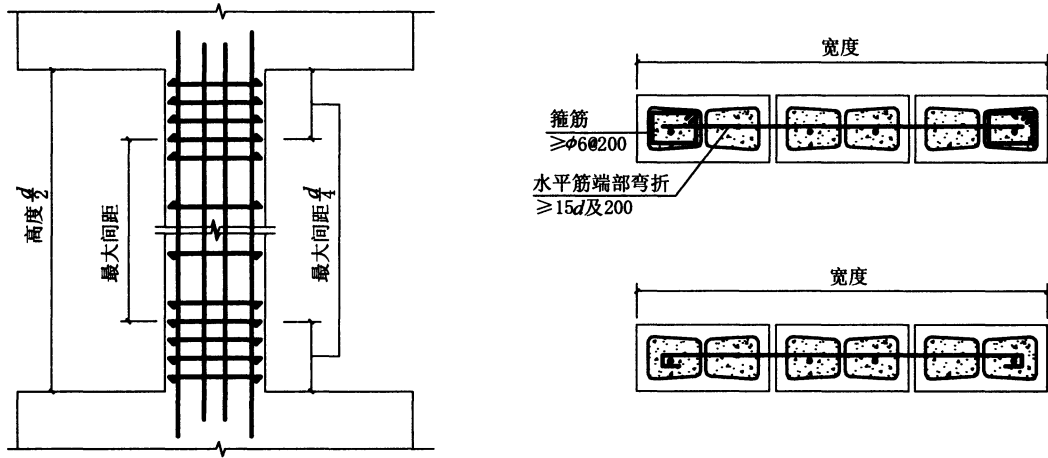
c) 墙柱



d) 梁内纵筋



e) 梁内横向抗剪箍的最大间距



f) 柱内水平筋的最大间距
图 6.3.4 壁式框架示意

7 砌体房屋抗震设计

7.1 一般规定

7.1.1 适用范围

1 本章相关条文适用于抗震设防烈度为6~9度地区采用普通砖(包括烧结、蒸压、混凝土普通砖)、多孔砖(包括烧结、混凝土多孔砖)和混凝土小型空心砌块等砌体承重的多层房屋及配筋混凝土砌块高层房屋和单层空旷房屋;

2 抗震设防烈度为6度及以上地区的砌体房屋,不但应进行静力设计,而且必须进行相关的抗震设计;

3 在按本章条文进行抗震设计时,除非另有规定,尚应满足本措施第1~6章有关规定的要求;

4 砌体抗震墙应根据工程情况,按本措施1.2节的规定采用约束砌体、组合墙、约束配筋砌体、组合墙配筋砌体、配筋混凝土砌块砌体,并应满足《建筑抗震设计规范》的有关规定要求。承重砌体柱应采用组合砌体柱、配筋混凝土砌块柱,不得采用独立的无筋砌体柱;

5 多层房屋不应在房屋转角处设置转角窗。

7.1.2 砌体结构房屋抗震设计总则

1 砌体结构房屋抗震设计的内容分为三部分,即概念设计、抗震验算和抗震构造措施。

1) 抗震概念设计主要掌握地震作用的特点及其对结构的影响规律,大多从宏观震害中得到并加以肯定,多数规律具有普遍性。砌体结构房屋的特点决定了其对规则性的要求更为严格,建筑设计应重视其平面、立面和竖向剖面的规则性对抗震性能及经济合理性的影响,宜择优选用规则的形体,其抗侧力构件的平面布置宜规则对称、侧向刚度沿竖向宜均匀变化、竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小、避免侧向刚度和承载力突变;

2) 抗震承载力验算是反映地震作用特点和规律的承载力计算,在砌体结构房屋满足静力计算的基础上,对地震作用进行验算。对于砌体结构房屋而言,按规范规定可以不考虑竖向地震作用,因此可直接采用底部剪力法进行简化计算;

3) 抗震构造措施是抗震设计中采取的一系列构造措施,以保证砌体房屋在地震水平作用时各部分的整体性及延性。而抗震构造措施的大部分要求,都来自对历次地震震害规律的总结和归纳,许多还经过系统的试验、对比分析得到的。

2 砌体结构房屋抗震设计不同于静力设计,除了构件的承载能力需满足要求外,抗震设计更强调结构的整体性和各部分的协调、平衡能力以及连接的可靠性,从而满足房屋结构的整体抗震性能。

7.1.3 承重体系及布置

1 结构在两个主轴方向的动力特性宜相近,宜具有均匀的刚度和承载力分布,避免因局部削弱或突变成薄弱部位,产生过大的应力集中或塑性变形集中;

2 砌体结构房屋抗震设计应以横墙承重体系为最优,墙体还应注意均匀分布为宜。当采用现浇楼屋盖时,纵横墙体混合承重也是很好的承重体系。尽量避免采用纵墙承重的体系;

3 横墙的多少和布置位置决定房屋横向的抗震能力,在满足抗震规范横墙间距要求的同时,结构方案应注意多层砌体房屋横墙布置的对称性和分布的均匀性;

4 纵墙也是承担纵向地震作用的主要抗侧力构件。但纵墙洞口多,在实际地震中很快会出现分段

破坏的情形，成为抗震设防的薄弱环节，因此应根据房屋类别按下列要求布置抗震纵墙：

内走廊式：四道纵墙，外走廊式：三道纵墙。不宜选用仅有两道纵墙的结构布置。

7.2 多层砌体房屋

7.2.1 基本规定

1 房屋层数及总高度限值的规定：

1) 丙类普通房屋的层数和高度限值：

多层砌体结构房屋对层数和高度进行了限制以外，同时还对房屋高宽比做出限值。对于一般除住宅外的房屋，底层层高比上层的层高一些时，应采取加强底层的相应措施。考虑到实际工程经验中多孔砖砌体与实心砖砌体的差别，特别是其在抗震抗剪极限强度破坏阶段所表现的破坏形态有所不同，及多孔砖中各种孔型和比例的差异、多孔砖壁薄易于“劈裂”和剥落等原因，对多孔砖砌体，特别是对墙体为190mm厚的多孔砖墙体的房屋高度限值，应作降低。丙类普通房屋的层数和高度限值应符合表7.2.1的规定。

表 7.2.1 丙类房屋的层数和总高度限值 (m)

房屋类别		最小抗震 墙厚度 (mm)	烈度和设计基本地震加速度											
			6		7				8				9	
			0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g		0.40g	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多层 砌体 房屋	普通砖	240	21	7	21	7	21	7	18	6	15	5	12	4
	P型 多孔砖	240	21	7	21	7	18	6	18	6	15	5	9	3
	M型 多孔砖	190	21	7	18	6	15	5	15	5	12	4	—	—
	小砌块	190	21	7	21	7	18	6	18	6	15	5	9	3
底部 框架 -抗 震墙 房屋	普通砖、 P型多孔砖	240	22	7	22	7	19	6	16	5	—	—	—	—
	M型 多孔砖	190	22	7	19	6	16	5	13	4	—	—	—	—
	小砌块	190	22	7	22	7	19	6	16	5	—	—	—	—

注：1 房屋的总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度，半地下室从地下室室内地面算起，全地下室和嵌固条件好的半地下室应允许从室外地面算起；对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的1/2高度处。

2 室内外高差大于0.6m时，房屋总高度应允许比表中的数据适当增加，但增加量应少于1.0m。

3 本表小砌块砌体房屋不包括配筋混凝土小型空心砌块砌体房屋。

(1) 阁楼层处理：

① 阁楼层如为现浇钢筋混凝土屋盖时则应按一个楼层一个质点来进行计算。如为轻质吊顶并无使用功能则不必作为单独质点；

② 平屋面上的部分阁楼层是作为具有实用功能要求的建筑物，但其面积仅占部分屋顶面积，在其面积不大时，这部分建筑应按局部突出考虑到地震时的“鞭梢效应”，将所受地震作用放大而单独进行验算。

(2) 地下室处理：

① 对具有全地下室的房屋高度计算，可从室外地坪算起。因为全地下室墙体基本埋与地下，楼盖

顶板低于或高于室外地坪,且无窗洞口,可视为全地下室在地震作用时与土体共同工作而无动力放大作用,因此可以不作为一层计算;

② 半地下室并开有窗洞口(不论大小),且无窗井外墙的或与窗井外墙主体结构无可靠连接的,应从室内地面算起,即半地下室应作为一层考虑;

③ 当半地下室有扩大的地下室底盘,如开有窗洞设有完整的窗井时,窗井两侧的墙系由内横墙延伸至室外窗井,并有挡土墙形成封闭的窗井,此时已将半地下室的面积扩大,形成加大的半地下室底盘,有利于结构的总体稳定,半地下室在土体中具有较有利的嵌固作用。即可将半地下室视为上部墙体的嵌固端。同时半地下室的楼盖应为现浇板。此时可不将半地下室当作一层,总高度可从室外地坪算起。

2) 对于按照《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008 中重点设防类(简称乙类)设防的、与普通砌体房屋开间相同的多层砌体房屋,其层数和高度限值如表 7.2.2。

表 7.2.2 乙类房屋的层数和总高度限值 (m)

房屋类别		最小抗震墙厚度 (mm)	烈度和设计基本地震加速度											
			6		7		8		9					
			0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g		0.40g	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多层砌体房屋	普通砖	240	18	6	18	6	18	6	15	5	12	4	专门研究	
	多孔砖	240	18	6	18	6	15	5	15	5	12	4	专门研究	
	小砌块	190	18	6	18	6	15	5	15	5	12	4	专门研究	

注: 1 房屋的总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度,半地下室从地下室室内地面算起,全地下室和嵌固条件好的半地下室应允许从室外地面算起;对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的 1/2 高度处。

2 室内外高差大于 0.6m 时,房屋总高度应允许比表中的数据适当增加,但增加量应少于 1.0m。

3 本表小砌块砌体房屋不包括配筋混凝土小型空心砌块砌体房屋。

3) 对于同一楼层内开间大于 4.2m 的房间占该层总面积的 40% 以上的横墙较少的丙类房屋,6、7 度时,当按相关规定采取加强措施并满足抗震承载力要求时,其高度和层数应允许仍按表 7.2.1 的规定采用;

4) 对于开间不大于 4.2m 的房间占该层总面积不到 20%,且开间大于 4.8m 的房间占该层总面积的 50% 以上为横墙很少的房屋,应在按规定的层数限值基础上减少二层;

5) 对于横墙很少的,采用砌体结构的乙类中小学教学楼等房屋,其层数和总高度限值如表 7.2.5。

表 7.2.5 乙类中小学教学楼等房屋的层数和总高度限值 (m)

房屋类别		最小抗震墙厚度 (mm)	烈度和设计基本地震加速度											
			6		7		8		9					
			0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g		0.40g	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多层砌体房屋	普通砖	240	15	4	15	4	15	4	12	3	9	2	专门研究	
	多孔砖	240	15	4	15	4	12	3	12	3	9	2	专门研究	
	小砌块	190	15	4	15	4	12	3	12	3	9	2	专门研究	

6) 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖的砌体房屋,当砌体的抗剪强度仅达到普通黏土砖砌体的 70% 时,房屋的层数应比普通砖房减少一层,总高度应减少 3m;当砌体的抗剪强度达到普通黏土砖砌体的取值

时,房屋层数和总高度的要求同普通砖房屋。

2 普通多层砌体房屋的层高一般规定为 3.6m,当墙体采用约束砌体时,允许将层高提至 3.9m。

3 多层砌体房屋总高度与总宽度的最大比值、房屋的局部尺寸限值宜分别符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 表 7.1.4 和表 7.1.6 的规定。

4 纵横向砌体抗震墙的布置应符合下列要求:

1) 沿平面内宜均匀对称、对齐,沿竖向应上下连续;且纵横向墙体的数量不宜相差过大;同一结构单元内,应尽可能地将大房间布置在上部楼层,小房间布置在下部楼层。同一楼层内的大房间宜分散、均匀地布置,且不宜布置在单元的端部;

2) 平面轮廓凹凸尺寸,不应超过典型尺寸的 50%;当超过典型尺寸的 25% 时,房屋转角处应采取加强措施;

3) 楼板局部大洞口的尺寸不宜超过楼板宽度的 30%,且不应在墙体两侧同时开洞;

4) 房屋错层的楼板高差超过 500mm 时,应按两层计算;错层部位的墙体应采取加强措施;

5) 同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀;墙面洞口的面积,6、7 度时不宜大于墙面总面积的 55%,8、9 度时不宜大于 50%;

6) 在房屋宽度方向的中部应设置内纵墙,其累计长度不宜小于房屋总长度的 60% (高宽比大于 4 的墙段不计入);

7) 多层砌体房屋顶层设置的大会议室,当横墙间距超过抗震规范的限值时,其外纵墙除应在与横墙交接处设置构造柱外,各开间窗间墙均应于轴线处增设组合柱,此等构造柱和组合柱均应至少向下延伸一层;

8) 房屋抗震墙的间距应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 表 7.1.5 的规定。

5 防震缝的设置要求:

房屋有下列情况之一时宜设置防震缝,缝两侧均应设置墙体,缝宽应根据烈度和房屋高度确定,可采用 70mm~100mm。

1) 房屋立面高差在 6m 以上;

2) 房屋有错层,且楼板高差大于层高的 1/4;

3) 各部分结构刚度、质量截然不同。

6 普通多层砌体房屋错层的处理措施:

多层砌体房屋同一结构单元内的各层楼盖宜位于同一标高,若因建筑功能要求错层时,应根据错层大小采取以下相应的加固措施:

1) 当错层之差大于 1/4 层高时,应设置双墙防震缝,防震缝两侧楼盖圈梁照常设置外,其外墙按一般抗震墙处理;

2) 当错层之差不大于 1/4 层高时,可不需设置防震缝,但当错层之差大于 500mm 时,除应按两层计算外,该错层部位的墙体应采用组合配筋砌体,其中构造柱的间距不大于 2m,并加强该墙两侧楼盖的厚度和配筋,及加大圈梁的截面和配筋。

7 楼梯间的设置和楼屋盖的要求:

1) 楼梯间不宜设置在房屋的尽端或转角处。楼梯间不宜设置在结构单元端部第一开间,难以避免时,除应符合《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010) 第 7.3.1 条、7.3.8 条的规定外,尚应采取加强措施,如在休息平台窗洞分成上、下两个,以便让各楼层圈梁连续通过。此外,楼梯间外墙不应开设较大的出入口;

2) 横墙较少、跨度较大的房屋,宜采用现浇钢筋混凝土楼、屋盖。

7.2.2 抗震计算要点

1 多层砌体房屋的抗震计算,不考虑地震竖向分量的影响,水平地震作用及构件地震作用效应的计算,应按《建筑抗震设计规范》第 7.2.1~7.2.5 条的规定进行;

2 高宽比不大于规范限值且按规定设置构造柱或芯柱的多层砌体房屋, 仅进行水平地震剪力作用下的构件承载力验算, 略去地震倾覆力矩的影响;

3 多层砌体住宅的纵向抗震承载力往往低于横向, 进行墙体布置, 确定墙肢截面尺寸和承载力验算时应注意这一特点。必要时也可在纵墙内增设墙中构造柱和水平配筋带, 以提高纵向受剪承载力;

4 各类砌体墙的截面抗震受剪承载力, 应按《建筑抗震设计规范》第 7.2.6~7.2.9 条的规定进行验算;

5 多层砌体房屋横向水平地震剪力在各轴线各片横墙之间的分配, 可依楼盖类型按下列方法进行:

- 1) 现浇或装配整体式钢筋混凝土楼(屋)盖等刚性楼盖, 按各片横墙侧向刚度的比例分配;
- 2) 木楼(屋)盖等柔性楼盖, 按各片横墙的从属面积的比例分配;
- 3) 装配式钢筋混凝土楼(屋)盖等半刚性楼盖, 取按各片横墙侧向刚度比例分配和从属面积比例分配结果两者的平均值。

6 房屋纵向水平地震剪力在各片纵墙之间的分配, 依楼盖类型按下列方法计算:

- 1) 刚性或半刚性楼盖, 按各片纵墙侧向刚度的比例分配;
- 2) 柔性楼盖, 按各片纵墙从属面积的比例分配;

7 单片横墙、单片纵墙的水平地震剪力, 按该片墙体各墙肢(窗、门间墙)侧向刚度的比例, 分配到各墙肢。当各墙肢的宽度相差较大时, 应首先验算较宽墙肢的抗震受剪承载力。

7.2.3 抗震构造措施

1 钢筋混凝土构造柱的设置:

多层砌体房屋中把构造柱的设置作为一项全面提高砌体房屋整体性和延性的重要构造措施, 属于强制性条文要求。构造柱设置部位, 一般情况下应符合表 7.2.3 的要求; 多层小砌块房屋应按照《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.4.1 的规定设置芯柱。

表 7.2.3 多层砖砌体房屋构造柱设置要求

房屋层数				设置部位	
6 度	7 度	8 度	9 度		
四、五	三、四	二、三		楼、电梯间四角、楼梯斜梯段上下端对应的墙体处; 外墙四角和对应转角; 错层部位横墙与外纵墙交接处; 较大洞口两侧	隔 12m 或单元横墙与外纵墙交接处; 楼梯间对应的另一侧内横墙与外纵墙交接处
六	五	四	二		隔开间横墙(轴线)与外墙交接处; 山墙与内纵墙交接处
七	≥六	≥五	≥三		内墙(轴线)与外墙交接处; 内横墙的局部较小墙垛处; 内纵墙与横墙(轴线)交接处

注: 较大洞口, 内墙指不小于 2.1m 的洞口; 外墙在内外墙交接处已设置构造柱时应允许适当放宽, 但洞侧墙体应加强。

1) 外廊式和单面走廊式的多层房屋, 应根据房屋增加一层的层数, 按表 7.2.3 的要求设置构造柱, 且单面走廊两侧的纵墙均应按外墙处理;

2) 横墙较少的房屋, 应根据房屋增加一层的层数, 按表 7.2.3 的要求设置构造柱。当横墙较少的房屋为外廊式或单面走廊式时, 应按本条 2 款要求设置构造柱; 但 6 度不超过四层、7 度不超过三层和 8 度不超过二层时, 应按增加二层的层数对待;

3) 各层横墙很少的房屋, 应按增加二层的层数设置构造柱;

4) 采用蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖的砌体房屋, 当砌体的抗剪强度仅达到普通黏土砖砌体的 70%

时,应根据增加一层的层数按本条1~4款要求设置构造柱;但6度不超过四层、7度不超过三层和8度不超过二层时,应按增加二层的层数对待;

2 构造柱及与墙体拉结筋的构造要求:

1) 构造柱最小截面可采用 $180\text{mm} \times 240\text{mm}$ (墙厚 190mm 时为 $180\text{mm} \times 190\text{mm}$),纵向钢筋宜采用 $4\phi 12$,箍筋间距不宜大于 250mm ,且在柱上下端应适当加密;6、7度时超过六层、8度时超过五层和9度时,构造柱纵向钢筋宜采用 $4\phi 14$,箍筋间距不应大于 200mm ;房屋四角的构造柱应适当加大截面及配筋;

2) 构造柱与墙连接处应砌成马牙槎,沿墙高每隔 500mm 设 $2\phi 6$ 水平钢筋和 $\phi 4$ 分布短筋平面内点焊组成的拉结网片或 $\phi 4$ 点焊钢筋网片,每边伸入墙内不宜小于 1m 。6、7度时底部 $1/3$ 楼层,8度时底部 $1/2$ 楼层,9度时全部楼层,上述拉结钢筋网片应沿墙体水平通长设置;

3) 构造柱与圈梁连接处,构造柱的纵筋应在圈梁纵筋内侧穿过,保证构造柱纵筋上下贯通;

4) 构造柱可不单独设置基础,但应伸入室外地面下 500mm ,或与埋深小于 500mm 的基础圈梁相连;

5) 房屋高度和层数接近抗震规范的限值时,纵、横墙内构造柱间距尚应符合下列要求:

① 横墙内的构造柱间距不宜大于层高的二倍;下部 $1/3$ 楼层的构造柱间距适当减小;

② 当外纵墙开间大于 3.9m 时,应另设加强措施。内纵墙的构造柱间距不宜大于 4.2m 。

6) 对开间超过 3.9m ,即开间过大时,外纵墙的构造柱还应增强。在设计中采取的措施:一是当窗间墙较宽,洞口不大时,可只在内外墙交接处设一根构造柱,对窗间墙的加强可通过配置水平拉结筋来弥补,构造柱的截面及配筋均可适当增大。二是当窗间墙较窄,洞口较宽,按规定在大洞口两侧也应设构造柱时,则可将构造柱设在洞口两侧,而与内墙交接处的构造柱取消,然后通过洞口两侧二根构造柱间的墙体中配置水平拉结钢筋,以替代内外墙交接处的构造柱。

3 多层砌块墙体的拉结要求:

1) 砌块墙交接处或芯柱与墙体的拉结应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010第7.4.2条的规定;

2) 小砌块房屋中替代芯柱的构造柱应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010第7.4.3条的规定。

4 设置现浇钢筋混凝土圈梁:

1) 多层砌体房屋中现浇钢筋混凝土圈梁的设置和构造等的要求应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010第7.3.3、7.3.4条的规定;

2) 对于现浇钢筋混凝土楼屋盖,当楼屋盖与墙体有可靠连接的房屋,应允许不另设圈梁,但应使楼板沿抗震墙体周边加强配筋,并与相应的构造柱钢筋可靠连接。

现浇钢筋混凝土楼屋盖,虽然它的整体性好,但同样存在与各墙体之间的连接问题,与边缘构件构造柱钢筋的拉结问题,故现浇楼屋盖同样不能忽略连接构造。

5 楼屋盖的连接要求:

1) 楼板与墙体、楼板与圈梁,以及墙、柱、梁间的拉结锚固,是保证楼屋盖的整体性的重要措施,也是多层砌体房屋整体结构的重要组成部分。

2) 楼、屋盖的类型及其连接构造要求按本措施第3章的有关规定执行。

6 楼梯间的增强构造措施:

1) 多层砌体房屋除楼梯间四角设构造柱外,在楼梯斜梯段上、下端部对应的墙体处,再增设四根构造柱,使楼梯间范围内墙体设置8根构造柱;

2) 对顶层楼梯间墙体和7~9度时,各层楼梯间墙体的休息平台或楼层平面处需设置钢筋混凝土带或配筋砖带,提高砌筑砂浆的强度等级为M7.5以上;

3) 对于楼梯间墙体应遵守《抗震设计规范》GB 50011-2010第7.3.1和7.3.2条构造柱设置要

求、构造柱与墙体连接要求及设置通长水平钢筋网片后的要求等构造措施。

7 坡屋顶多层砌体房屋的构造要求:

- 1) 砌体房屋设置屋架、檩、椽等屋盖形式,钢、钢木或钢筋混凝土屋架时需要加强整体性;
- 2) 硬山搁檩式坡屋顶,利用横墙的山墙作为支撑,山墙尖的部位需布置通到顶部的构造柱;
- 3) 当顶层设置大房间或空旷大会议室时,应加强顶层屋盖和墙体(垛)的整体设计,加强屋盖的支撑系统,如水平和竖向支撑的配置、顶层墙体(垛)的抗弯设计、加强屋盖水平圈梁的设置、尽量采用轻屋盖。

8 横墙较少的丙类房屋不降低层数和高度的措施:

当在一般多层民用建筑中出现横墙普遍较少的情况,为了不降低房屋总层数和总高度的规定,需按照《抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.3.14 条采取加强措施,主要在纵横墙内的构造柱设置间距上进行增强,横墙较少房屋中最大开间不宜大于 6.6m。

9 房屋墙体的局部尺寸:

1) 当房屋墙体的局部尺寸不满足《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 表 7.1.6 规定的限值时,可采取下列局部补强措施:

(1) 对砖砌体,纵横墙交接处的构造柱仍按规定设置,外边缘墙体可采用砌体组合柱加强(图 7.2.3);

(2) 对小砌块砌体,宜按本措施表 7.4.5-2 规定设置边缘构件,其构造配筋不小于抗震等级四级的规定;也可采用加大的混凝土柱截面加强,但混凝土强度等级不宜大于 C20。

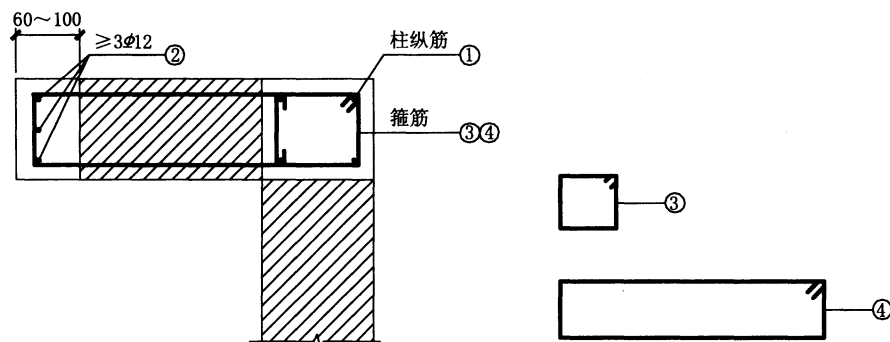


图 7.2.3 组合柱加强

10 砌体房屋的建筑场地与抗震构造措施:

1) 建筑场地为 I 类时,对丙类的建筑应允许按本地区抗震设防烈度降低一度的要求采取抗震构造措施,但抗震设防烈度为 6 度时仍应按本地区抗震设防烈度的要求采取抗震构造措施;

2) 当砌体房屋的建筑场地为 III、IV 类时,对设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区,宜分别按抗震设防烈度 8 度(0.20g) 和 9 度(0.40g) 时各抗震设防类别建筑的要求采取抗震构造措施。

7.3 底部框架—抗震墙多层砌体房屋

7.3.1 基本规定

1 底部框架—抗震墙多层砌体房屋结构的竖向布置:

1) 底部框架—抗震墙砌体房屋的底部,层高不应超过 4.5m;当底层采用约束砌体抗震墙时,底层的层高不应超过 4.2m;

2) 底部框架—多层砌体房屋结构突出的矛盾是整个竖向结构采用两种材料和两种结构体系,并由此带来的竖向不规则问题。对竖向刚度分布,抗震规范作了明确规定。底部框架—抗震墙多层砌体房屋的纵横两个方向侧向刚度比值见表 7.3.2。

表 7.3.2 过渡层与底框的侧向刚度比值

底框	楼层侧向刚度比 (上一层/下一层)	烈 度		与底层最小比值
		6、7	8	
底部框架	2层/1层	2.5	2.0	≤ 1.0
底部两层框架	3层/2层	2.0	1.5	≤ 1.0
	2层/1层	1.0	1.0	≤ 1.0

2 底部框架—抗震墙砌体房屋的结构布置：

1) 房屋的底部应沿纵横两个方向设置一定数量的抗震墙，并使两个方向的抗震墙数量基本接近及均匀对称布置。避免结构扭转；

2) 底部框架—抗震墙结构只有在6度区四层及四层以下的建筑允许采用约束普通砖或小砌块砌体的抗震墙；其余6、7度时应采用配筋小砌块砌体墙或钢筋混凝土抗震墙；8度时均应一律采用钢筋混凝土抗震墙。

3) 当底部采用钢筋混凝土抗震墙时，会使底部的侧移刚度变得过大，其原因是某一方向的钢筋混凝土抗震墙数量过多、过长，这就要求控制抗震墙数量，把部分抗震墙改为填充墙；其次由于钢筋混凝土抗震墙比之上层的砖或砌块砌体抗震墙的弹性模量大得多，使底层侧移刚度过大，此时亦可将钢筋混凝土抗震墙在适当部位设缝或开设门洞口，工程完工后将洞口封闭，以降低底层的侧移刚度；

4) 无论是底部框架为一层还是二层，规范都规定了上层砌体墙与底部钢筋混凝土抗震墙侧移刚度比都不应小于1.0。这就要求底部的钢筋混凝土抗震墙的侧移刚度也不宜过大，否则将会使地震作用效应过多地集中在底部，同样对结构刚度均匀分布也是不利的。

7.3.2 抗震计算要点

基于底部框架—抗震墙结构被限在多层范围内，而且以多层砌体材料为主，因此其抗震计算可采用底部剪力法，但考虑到底部框架—抗震墙结构的受力特点，应调整其地震作用效应。

1 调整底部框架—抗震墙砌体房屋的地震作用效应：

1) 对底部的纵向和横向地震剪力设计值均应乘以1.2至1.5的增大系数，按第二层砌体计入构造柱影响的侧向刚度与底层侧向刚度的比例，相应增大底层的地震剪力，比例越大，增加越多，以减小底层的薄弱程度；

2) 对底部两层框架—抗震墙砌体房屋，底层和第二层框架—抗震墙的纵向和横向地震剪力设计值，应均要求乘以1.2至1.5的增大系数，并按第三层砌体计入构造柱影响的侧向刚度与第二层侧向刚度比例相应增大底层和第二层的地震剪力，第三层与第二层侧向刚度比大者应取大值；

3) 对底层或底部两层框架—抗震墙结构中的纵、横向地震剪力设计值，应全部由该方向的抗震墙承担，并按各道墙体的侧向刚度比例分配。此时，抗震墙作为第一道设防的防线，对于此类结构在地震时防止破坏倒塌极有帮助。

2 对底部框架梁柱的地震作用效应的确定：

底部框架虽为第二道设防防线，对框架柱的地震剪力和轴向力要进行调整：

1) 框架柱承担的地震剪力设计值，按各抗侧力构件的有效侧向刚度比例分配；

2) 有效侧向刚度的取值，框架不折减；混凝土墙和配筋混凝土小砌块砌体墙可乘以折减系数0.30；约束普通砖砌体墙和小砌块砌体抗震墙可乘以折减系数0.20；

3) 对框架柱的轴力计算：应计入地震倾覆力矩引起的附加轴力。并将上部砌体房屋视为一刚体，底部各轴线间承受的地震倾覆力矩，则近似按底部抗震墙与框架的有效侧向转动刚度的比例分配；

4) 当抗震墙之间楼盖长宽比大于2.5时，考虑到楼盖平面内变形的影响，此时尚应计入框架柱各轴线承担地震剪力和轴向力的影响。

3 底部框架—抗震墙房屋中，底部钢筋混凝土托墙梁计算时，应考虑到地震作用时的实际情况选

取合适的简图,而不同于静力作用时墙梁的工作状态。

1) 计入地震作用时墙体开裂对组合作用的不利影响,因此可调整有关的弯矩系数和轴力系数;

2) 作为简化和偏于安全考虑,新规范对上部各层砌体墙不开洞和仅在跨中 1/3 范围内开一个洞口时,可采用更简化的荷载折减法计算,对托墙梁的弯矩计算:由重力荷载代表值产生的弯矩,四层以下全部计入组合,四层以上可以有所折减,最终取不小于四层的荷载计入组合;

3) 对托墙梁的剪力计算,由重力荷载产生的剪力不折减。对于四层以上时弯矩的折减,因在底框结构中,6、7 度时总层数仅为 7 层,除去底框部分为一、二层,实际托墙梁承托最多也仅为一托六层,即四层以上至多二层。

4 底框中嵌砌于框架之间的约束普通砖砌体和小砌块砌体抗震墙的计算:

1) 在 6 度区四层以下的底框结构中,增加了约束普通砖砌体和小砌块砌体抗震墙的规定,允许采用约束砌体和小砌块抗震墙;

2) 对于约束普通砖砌体墙,在普通砖砌体墙中,均要求增设构造柱和水平拉结钢筋或网片,将实际增强墙体的约束功能。故在底框中嵌砌于框架之间的墙体可以作为抗震墙考虑。

7.3.3 抗震构造措施

1 突出增强过渡层的抗震措施:

1) 上部砌体墙与底部框架梁柱、抗震墙的中心线应重合,符合上下贯通的要求。即应使底部框架梁柱或抗震墙所对应的上部砌体抗震墙体,以及墙中的构造柱和芯柱,均应对应设置,连续贯通;

2) 过渡层内的构造柱和芯柱的要求:构造柱的间距不大于层高;芯柱的间距不大于 1.0m。构造柱的纵筋:6、7 度时不少于 4 ϕ 16;8 度时不少于 4 ϕ 18。芯柱的纵筋:6、7 度时不少于每孔 1 ϕ 16,8 度时不少于每孔 1 ϕ 18;

3) 过渡层内的墙体配筋,在墙体相邻构造柱间均应设通长拉结钢筋,对砖砌体墙沿墙高每隔 360mm 设 2 ϕ 6 通长水平钢筋和 ϕ 4 点焊组成的拉结网片,并两端锚入构造柱内;对小砌块砌体墙的芯柱之间,沿墙高每隔 400mm 设置通长的 ϕ 4 水平点焊钢筋网片;

4) 在过渡层内的砌体墙中,开有宽度大于 1.2m 的门洞和 2.1m 的窗洞时,一律在洞口两边增设截面不小于 120mm \times 120mm 的构造柱或芯柱;

5) 遇有过渡层的砌体承重墙未能与底部框架梁或抗震墙对齐时,可在底部框架内设置托墙转换梁(次梁)。对转换梁及过渡层的砌体墙均应作加强处理。

2 提高底部框架中钢筋混凝土抗震墙的配筋率:

1) 底框结构中底部设置钢筋混凝土抗震墙的范围有所扩大,同时,对墙体中的竖向和横向分布钢筋的配筋率从 0.25% 提高到 0.30%,双排双向布置;

2) 对底部墙体的边缘构件宜参照《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 有关规定执行。

3 底层设置砌体抗震墙的构造要求:

底部框架结构中的底层,限定仅为 6 度四层以下建筑才允许采用砌体抗震墙,包括约束砖砌体墙或约束小砌块砌体墙。其各项加强构造措施如下:

1) 约束砖砌体墙的墙厚至少为 240mm,砌筑砂浆不低于 M10,并应先砌墙后浇框架梁柱。同时要求沿框架柱高每 300mm 设置 2 ϕ 8 水平钢筋拉结网片,通长设置;在墙体半高处另设水平系梁。在墙长大于 4m 时应增设构造柱,这就构成了砖约束砌体抗震墙;

2) 对于约束小砌块砌体墙,构造要求是墙厚不小于 190mm,砌筑砂浆不低于 Mb10,先砌墙后浇框架梁柱。同时要求沿框架柱高每 400mm 设置 2 ϕ 8 水平钢筋拉结网片,沿墙长通长设置;在墙体半高处另设水平系梁。在墙长大于 4m 时在墙内增设芯柱。洞口两侧亦均应设芯柱。

4 底框柱的加强构造措施:

1) 从偏于安全方面考虑其取值,明确底框柱对轴压比的规定,参照《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第六章中对框架柱轴压比的要求;

2) 柱的纵向最小配筋率偏于安全,参考《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第六章中的要求取值。底框结构抗震措施其取值相当于一、二、三级框架。底框柱的箍筋一般 6、7 度为 $\phi 8$, 8 度时为 $\phi 10$, 并应全高加密箍筋, 间距为 100mm;

3) 考虑到底框柱在上下端部破坏的普遍性和严重性, 对柱的最上端和最下端组合的弯矩设计值均乘以增大系数, 按框架抗震等级一、二、三级分别为 1.5, 1.25 和 1.15 采用;

4) 底框柱的最小截面, 方柱截面不小于 $400\text{mm} \times 400\text{mm}$, 圆柱截面直径不小于 450mm。

5) 底部框架结构中过渡层的楼盖必须是现浇混凝土板, 其厚度不得小于 120mm。应不开洞或开小洞, 洞边大于 800mm 时应设边梁。其他楼层可采用现浇或装配式楼盖, 其抗震措施亦与多层砌体房屋相同。

6) 底部框架结构中托墙梁的要求:

1) 承托上部结构中的承重抗震墙的梁是过渡层中的重要组成部分, 具有转换的功能, 托墙梁在底框结构中一般为连续梁。从整体刚度上考虑要求梁高不小于 $1/10$ 跨度, 梁宽至少在 300mm 以上;

2) 托墙梁由于其受力特点决定, 梁的纵向受力钢筋要求按受拉钢筋锚固在框架柱内, 特别是对支座上部的纵向钢筋在柱内的锚固长度应按框支梁的要求设置;

3) 托墙梁的腰筋设置应适当加密, 间距不大于 200mm, 不少于 $2\phi 14$;

4) 托墙梁的箍筋应适当增强, 对距梁端 1.5 倍梁高及不小于 $1/5$ 梁净跨范围内的梁箍筋应加密, 间距不超过 100mm;

5) 托墙梁如遇墙上设有洞口时, 会使洞边剪力突变, 因此亦应在洞口处和洞口两侧各 500mm, 且不小于梁高范围内加密箍筋, 箍筋间距不应大于 100mm。

7) 底部框架—抗震墙砌体房屋中, 对于上部各层为砖砌体或小砌块砌体墙结构时, 其各项构造措施基本与对应的各类砌体结构相同。

1) 对钢筋混凝土构造柱或芯柱的设置, 与相对应的砌体类别相一致。其高度和层数的计算, 应按包括底部框架在内的总层数和总高度计算;

2) 构造柱和芯柱的纵筋及箍筋间距: 构造柱纵筋不小于 $4\phi 14$, 箍筋间距不大于 200mm; 芯柱纵筋不小于 $1\phi 14$, 芯柱间沿墙高每隔 400mm 设 $\phi 4$ 焊接钢筋网片拉结。

7.4 高层房屋配筋砌块剪力墙及钢筋混凝土框支砌块剪力墙房屋

7.4.1 结构布置

1) 平面布置要求:

1) 在高层建筑的一个独立单元, 其平面宜简单、规则、对称, 减少偏心, 否则要考虑其不利影响;

2) 平面长度不宜过长, 突出部分长度宜减小, 凹角处宜采取加强措施。

3) 剪力墙的布置要求:

(1) 单片剪力墙的长度不宜过大, 每一肢剪力墙的长度不宜大于 8m;

(2) 同一轴线上的剪力墙过长时, 应采用楼板 (不设过梁) 或细弱的连梁分成若干个墙段, 每一个墙段相当于一个独立的剪力墙, 墙段的高宽比不小于 2;

(3) 在内力计算时, 可不考虑墙段之间或弱连梁的作用, 即每一墙段作为一片独立的剪力墙计算;

(4) 剪力墙结构的合理刚度可根据结构的基本周期控制在层数的 4~5%, 相应的底部剪力控制在建筑总重量的 3~6%。当周期过短, 地震作用过大时, 宜对结构的刚度进行调整, 如增大剪力墙的间距、降低连梁高度、增大门窗洞口宽度, 把较长墙肢开洞或分为两个墙肢等。

2) 竖向布置要求:

1) 剪力墙应在整个建筑物的竖向延续, 上应到顶, 下要到底, 中间楼层也不要中断, 使其竖向体型力求规则、均匀, 避免有过大的外挑和内收, 竖向结构的侧向刚度宜均匀;

2) 顶层取消部分剪力墙而设置大房间时, 其余的剪力墙应在构造上予以加强;

3) 底部取消部分剪力墙时, 应设置转换层, 转换层的处理尚符合本条 3 的规定;

4) 剪力墙的洞口宜上下对齐, 成列布置, 使其形成明确的墙肢和连梁;

5) 剪力墙相邻洞口之间以及洞口与墙边缘之间要避免小墙肢, 其间距不宜小于 800mm;

6) 为避免配筋砌块剪力墙的刚度突变, 应考虑下列两种情况:

(1) 当需要在混凝土墙上砌筑混凝土砌块墙时, 两种墙体的厚度与材料强度等级宜相同;

(2) 对均为 190mm 厚砌块墙体的情况下 (本规范目前的高度适用范围基于 190mm 厚墙体), 砌体的强度和灌孔率宜均匀连续变化。

3 底部大空间剪力墙的结构布置要求:

1) 底部大空间剪力墙的结构, 其转换层及以下的结构宜采用钢筋混凝土结构;

2) 为保证大空间有充分的刚度, 防止沿竖向的刚度突变, 大空间应设置落地剪力墙或落地筒体, 并宜成组布置。对长矩形平面, 横向剪力墙较多时, 落地剪力墙的数目与横向剪力墙的总数量之比, 在非抗震设防时不宜少于 30%, 抗震设防时不宜少于 50%。刚度比的控制应按下列规定:

(1) 当底部大空间为一层时, 对一般平面, 可采用上下层的等效剪切刚度比 r 控制: r 宜接近 1, 在非抗震设计时, 不应大于 3, 在抗震设计时, 不应大于 2;

(2) 当底部大空间大于一层时, 其转换层上下结构等效侧向刚度比 r_c 宜接近 1, 非抗震设计时 r_c 不应大于 2, 抗震设防时不应大于 1.3;

(3) 当转换层设置在三层及三层以上时, 其楼层侧向刚度尚不应小于相邻楼层侧向刚度的 60%。结构的等效剪切刚度比 r 及等效侧向刚度比 r_c 应按《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 附录 E 的规定计算。

3) 落地混凝土剪力墙和转换层以上混凝土砌块墙的开洞要求:

(1) 落地混凝土剪力墙尽量不开洞、开小洞, 如需开洞宜布置在剪力墙的中部;

(2) 框支墙梁上部一层的配筋砌块墙体与下部的混凝土梁或厚板整体工作很重要, 可组成组合受力构件——墙梁结构。为有效地通过墙梁将荷载传递到下部楼层, 该层墙体不宜设置靠边的门洞, 且不得在中柱上方开设门洞, 洞口位置应符合本措施第 5.9.3 条的规定。

7.4.2 内力及位移计算要点

1 高层配筋砌块建筑应进行重力荷载、风荷载或地震作用下的内力分析, 荷载效应和地震作用效应组合应按《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4 章的有关规定。

2 高层配筋砌块剪力墙房屋的内力和位移, 按弹性方法计算, 即结构或构件的刚度不折减。

3 高层配筋砌块剪力墙结构的自振基本周期可采用下列方法确定:

1) 当房屋的重量和刚度沿高度分布比较均匀时, 其自振基本周期 T_1 可按下式计算:

$$T_1 = 1.7 \sqrt{U_T} \quad (7.4.2-1)$$

式中 U_T ——结构单元顶点的假想位移 (m), 即假想把集中在各楼层的重力荷载 G_i 视作水平荷载, 计算得到的结构顶点的侧向位移。

采用计算机计算结构自振周期时, 应考虑非承重隔墙对结构自振周期的影响。在结构位移计算时可不考虑非承重隔墙的影响。

2) 初步设计时结构的自振基本周期可根据剪力墙数量多少和填充墙情况, 按下列公式估算:

(1) 抗震墙间距较密 (3m 左右) 时

$$T_1 = 0.055n \quad (s) \quad (7.4.2-2)$$

(2) 抗震墙间距较疏 (6m 左右) 时, 应采用下列公式中较小者

$$T_1 = 0.065n \quad (s) \quad (7.4.2-3)$$

$$\text{或} \quad T_1 = 0.02 (3.2H)^{\frac{3}{4}} \quad (\text{s}) \quad (7.4.2-4)$$

式中 n ——结构层数;

H ——结构自室外地坪至建筑物檐口的高度 (m)。

4 高层配筋砌块剪力墙结构可按下列规定进行内力和位移计算:

1) 当高度不超过 40m, 以剪切变形为主, 且质量和刚度沿高度分布比较均匀时, 可按底部剪力法进行地震作用简化计算。其它情况宜采用振型分解反应谱法计算。高层配筋砌块结构可不作竖向地震作用验算;

2) 高层配筋砌块剪力墙结构用简化方法进行内力和位移计算时, 可将高层建筑结构两个正交主轴划分为若干个平面抗侧力结构, 每一个方向上的水平荷载和水平地震作用, 由该方向上的平面抗侧力结构承受, 垂直水平荷载和水平地震作用方向的抗侧力结构不参加工作, 由楼板位移保持直线分布的条件进行水平力分配; 在不考虑扭转影响时, 由同一楼层水平位移相等的条件进行水平力分配。当抗侧力结构与主轴斜交, 应考虑抗侧力结构在两个主轴方向各自的功能;

3) 用计算机进行内力与位移分析时, 布置较为规则时, 可采用平面抗侧力结构的协同工作分析方法; 布置不规则或体型较复杂时, 可采用各种空间分析方法;

4) 简化计算时, 水平力可按各片剪力墙的等效刚度分配, 然后进行单片剪力墙的计算。剪力墙的等效刚度可按下列规定计算:

(1) 可考虑纵横墙的共同工作。纵墙的一部分可以作为横墙的有效翼缘, 横墙的一部分也可作为纵横的有效翼缘。每一侧有效翼缘的宽度可取翼墙厚度的 6 倍, 墙间距的一半和总高度的 1/20 中的最小者, 且不大于至洞口边缘的距离;

(2) 在双十字形和井字形平面的建筑中, 核心墙各墙段轴线错开距离 a 不大于实体连接墙厚度的 8 倍, 并且不大于 2.4m, 整片墙可以作为整体平面剪力墙考虑; 计算所得的内力应乘以增大系数 1.2, 等效刚度应乘以折减系数 0.8 (图 7.4.2-1);

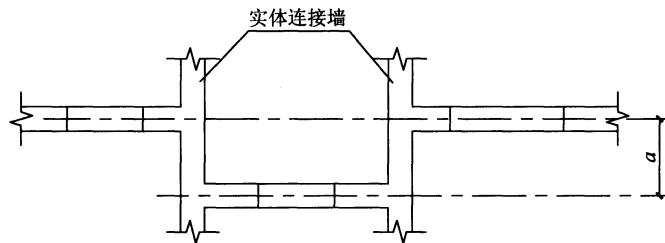


图 7.4.2-1 轴线错开的墙段

(3) 当剪力墙孔洞面积与墙面面积之比不大于 0.16, 且孔洞净距及孔洞至墙边距离大于孔洞长边尺寸时, 可按实体墙片计算;

(4) 当剪力墙由成列洞口划分为若干个比较均匀的墙肢, 且由弱连梁或构造连梁 ($h_b \leq 400\text{mm}$) 连接时, 可不考虑连梁的刚度, 而按单片墙计算;

(5) 当剪力墙开洞较多的外墙符合按壁式框架要求的墙柱比例时, 可按壁式框架计算;

(6) 按实体墙计算的剪力墙的等效刚度可按下式计算:

$$E_g I_{eg} = \frac{E_g I_g}{1 + \frac{9\mu I_w}{A_w H^2}} \quad (7.4.2-5)$$

$$I_w = \frac{\sum I_i h_i}{\sum h_i} \quad (7.4.2-6)$$

式中 $E_g I_{eg}$ ——配筋砌块剪力墙的等效刚度;

E_g ——砌体的弹性模量;

- I_w ——按实体剪力墙计算的截面惯性矩；
- I_i ——单片剪力墙的惯性矩；
- H ——剪力墙的总高度；
- h_i ——相应各墙段的高度，一般可取层高。

(7) 按壁式框架计算时，带刚域构件的等效刚度可按下列规定计算：

a 刚域的长度可按下列式计算（图 7.4.2-2~3）：

$$\begin{aligned} l_{b1} &= a_1 - 0.5h_b \\ l_{b2} &= a_2 - 0.5h_b \\ l_{c1} &= c_1 - 0.5b_c \\ l_{c2} &= c_2 - 0.5b_c \end{aligned} \quad (7.4.2-7)$$

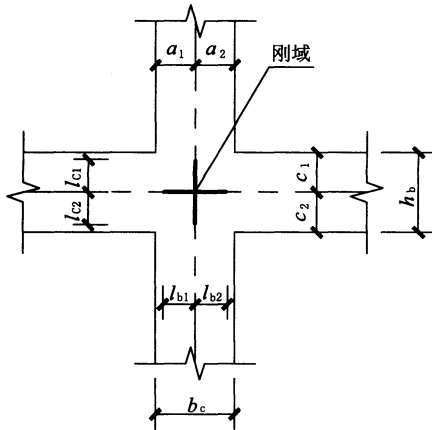


图 7.4.2-2 刚域

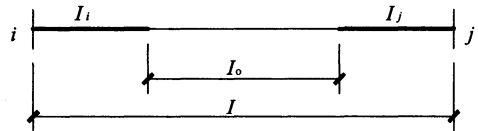


图 7.4.2-3 带刚域杆件

当计算的刚域长度小于零时，可不考虑刚域的影响。

b 带刚域杆件的等效刚度可按下列式计算：

$$EI = EI_0 \eta_v \left(\frac{l}{l_0} \right)^3 \quad (7.4.2-8)$$

式中 EI_0 ——杆件中段截面刚度；

η_v ——考虑剪切变形的刚度折减系数，按表 7.4.2-1 取用；

l_0 ——杆件中段的长度；

h_b ——杆件中段截面高度。

c 壁式框架带刚域杆件变为等效等截面杆件后，可采用 D 值法进行简化计算。

表 7.4.2-1 η_v 值

h_b/l_0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
η_v	1.00	0.97	0.89	0.79	0.68	0.57	0.48	0.41	0.34	0.29	0.25

5 剪力墙结构的内力可按下列规定计算：

1) 当结构单元内只有实体剪力墙时，其总刚度 EI_w 为 m 道墙体的等效刚度之和，沿高度分布的水平荷载和地震作用下，求出各楼层的剪力 V_i 、弯矩 M_i 并分配到各道墙体中，并应考虑附加轴力的影响；

$$V_j = \frac{EI_{eqj}}{EI_w} V_i \quad (7.4.2-9)$$

$$M_j = \frac{EI_{eqj}}{EI_w} M_i \quad (7.4.2-10)$$

$$N_{ej} = \pm \frac{M_j x_j A_j}{\sum A_j x_j^2} \quad (7.4.2-11)$$

$$EI_{eqj} = \frac{1}{\frac{h_j^3}{6E_j} + \frac{1.2h_j}{GA_j}} = \frac{EA_j}{h_j \left(\frac{2h_j^2}{b^2} + 3 \right)} \quad (7.4.2-12)$$

式中 EI_{eqj} ——为 j 道墙的等效刚度；

$A_j x_j$ ——墙片 j 的截面面积及其至组合截面转动中心的距离。

2) 当结构单元内既有实体剪力墙和大开洞的壁式框架时，可分别求出剪力墙的总刚度 EI_w 和壁式框架的总刚度 C_f ，按框墙结构中协同工作计算出在水平力或地震作用下的结构位移和这两类构件的各自总内力值，并分配至各自的墙体中。

6 剪力墙结构的位移可按下列规定计算：

1) 在砌体规范规定的高度范围内，当房屋剪力墙布置的较均匀、间距不大于 6m，且高宽比 ≤ 4 时，结构可不作变形验算；

2) 当超出上列范围，需要校核结构的顶点位移时，可按下列公式计算：

$$u = \begin{cases} \gamma \frac{qH^4}{8E_g I_w} \left(1 + \frac{4\mu E_g I_w}{GAH^2} \right) & \text{(均布荷载)} \\ \gamma \frac{11q_{\max} H^4}{120E_g I_w} \left(1 + \frac{3.67\mu E_g I_w}{GAH^2} \right) & \text{(倒三角形分布荷载)} \\ \gamma \frac{PH^3}{3E_g I_w} \left(1 + \frac{3\mu E_g I_w}{GAH^2} \right) & \text{(顶点集中荷载)} \end{cases} \quad (7.4.2-13)$$

式中 A ——截面总面积， $A = \sum_{i=1}^n A_i$ (7.4.2-14)

γ ——系数，当为实体时，取 $\gamma = 1.0$ ，按小开口计算时，取 $\gamma = 1.2$ 。

7 框支剪力墙结构的内力和位移计算可按下列规定：

1) 风荷载和地震作用下的内力和位移计算，可按一般剪力墙结构的计算原则进行；

2) 采用简化计算方法时，转换层以上各楼层水平剪力可近似地按各片剪力墙的等效刚度比例进行分配。计算等效刚度时，剪力墙的弯曲刚度可考虑翼缘的作用；

3) 框支层的落地剪力墙或筒体承受全部楼层剪力，落地剪力墙或筒体之间按各自等效刚度比例分配剪力。框支柱承担的剪力按下列规定采用：

(1) 框支柱的数目不大于 10 根时，每根柱所承担的剪力至少取楼层剪力的 2%；

(2) 框支柱的数目多于 10 根时，柱子承担的剪力之和至少取楼层剪力的 20%。

4) 采用计算机进行计算时，可先将剪力墙结构采用平面结构空间协同工作程序或空间三维分析程序计算，求得各片剪力墙的外力，然后用有限元或图表方法进行各榀框支墙的内力分析。框支柱承担的剪力应按上述 3) 的规定调整；

5) 框支剪力墙的托梁（即框支梁）与上方的墙体共同工作，其应力分布宜采用平面有限单元方法或其它有效方法进行计算，也可采用《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 中墙梁的计算方法。框支梁的截面承载力计算，跨中应按偏心受拉构件考虑，支座应按受弯构件考虑。

8 高层混凝土框架—配筋砌体剪力墙结构的结构布置及内力分析可采用钢筋混凝土框架—剪力墙结构相同的方法。

7.4.3 高层建筑结构的稳定、倾覆验算及水平位移限值

1 在《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 规定的高度范围内，且高宽比 ≤ 5 时，可不进行结构的整体稳定验算；当超出上列范围时可按《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 5.4.4 条的规定验算，但应采用砌体的弹性模量。

2 在《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 规定的高度范围内,且高宽比 ≤ 5 时,一般可不作整体结构的抗倾覆验算;当超出上述范围,宜对该结构进行抗倾覆验算。结构抗倾覆计算时,应按风荷载或地震作用计算倾覆力矩设计值。计算稳定力矩时,楼层活荷载取 50%,恒载取 90%。抵抗倾覆的力矩不应小于倾覆力矩设计值。

3 高层砌块结构水平位移限值,在风荷载和地震作用下结构的层间位移角分别不宜大于 1/1100 和 1/1000。

7.4.4 配筋砌块砌体构件抗震承载力计算要点

1 配筋砌块砌体构件的承载力除应按本措施第 6.2 节的要求计算外,尚应按本条的规定进行抗震承载力验算。

2 考虑地震作用组合的配筋砌块砌体偏心受压、偏心受拉以及受弯构件,其抗震承载力应按本措施第 6.2 节的规定计算,但其抗力应除以承载力抗震调整系数 0.85。

3 配筋砌块剪力墙应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 10.5.2 条的规定,按结构的抗震等级,对底部加强区(H/6 及不小于 2 层)范围的剪力墙的剪力计算值进行调整。

4 剪力墙、剪力墙连梁的抗震承载力应按《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 10.5.3、10.5.5、10.5.7、10.5.8 条的规定进行验算。

5 配筋砌块剪力墙房屋中的钢筋混凝土结构构件(底部框架、剪力墙等)的抗震承载力应按《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ3-2010 的有关规定。

7.4.5 配筋砌块砌体结构构件的构造要求

1 配筋砌块砌体结构构件除应符合本措施第 6 章的规定外,尚应满足本条的规定。

2 剪力墙的层高应符合下列规定:

1) 局部加强部位,一、二级不应大于 3.2m,三、四级不应大于 3.9m;

2) 其他部位,一、二级不应大于 3.9m,三、四级不应大于 4.8m。

3 剪力墙中应配置足够的抗裂和结构延性发挥需要的构造钢筋,并应符合表 7.4.5-1 的规定,剪力墙房屋加强区的高度不应小于房屋高度的 1/6,且不应小于两层的高度。房屋高度小于 21m 时取一层。

表 7.4.5-1 剪力墙水平和竖向分布钢筋的配筋构造

抗震等级	最小配筋率 (%)		最大间距 (mm)	最小直径 (mm)	
	一般部位	加强部位		竖向钢筋	水平钢筋
一级	0.13/0.15	0.15	400	$\phi 12$	$\phi 8$
二级	0.13	0.13	600	$\phi 12$	$\phi 8$
三级	0.11	0.13	600	$\phi 12$	$\phi 8$
四级	0.10	0.10	600	$\phi 12$	$\phi 6$

注:1 水平分布筋宜双排布置,钢筋直径不应小于 $\phi 6$,水平间距不应大于 400mm,在顶层和局部加强部位,水平分布钢筋的最大间距不应大于 400mm;斜线右侧数字为竖向分布筋。

2 竖向钢筋应采用单排布置,在顶层和底部加强部位,最大间距应适当减小,9 度时的配筋率应不小于 0.2%。

4 配筋砌块剪力墙的边缘构件除应符合本措施第 6.3.3 条的规定外,尚应符合下列要求:

1) 在底部加强区范围和轴压比大于 0.4 的其他部位的墙体(肢)应设置边缘构件,其构造配筋应符合表 7.4.5-2 的规定;

表 7.4.5-2 剪力墙边缘构件的构造配筋

抗震等级	底部加强区	其它部位	箍筋或拉筋直径和间距
一级	3 ϕ 20 (4 ϕ 16)	3 ϕ 18 (4 ϕ 16)	ϕ 8@200
二级	3 ϕ 18 (4 ϕ 16)	3 ϕ 16 (4 ϕ 14)	ϕ 6@200
三级	3 ϕ 16 (4 ϕ 12)	3 ϕ 14 (4 ϕ 12)	ϕ 6@200
四级	3 ϕ 14 (4 ϕ 12)	3 ϕ 12 (4 ϕ 12)	ϕ 6@200

- 注：1 边缘构件水平箍筋应采用横筋为双筋的搭接点焊网片形式；
 2 当抗震等级为二、三级时，边缘构件箍筋应采用 HRB400 级或 RRB400 级钢筋；
 3 表括号中数字为边缘构件采用混凝土边框柱时的配筋。

2) 当在砌块剪力墙的端部约束区内用混凝土暗柱代替灌孔芯柱约束配筋时，其构造应按下列规定：

- (1) 暗柱截面宽度不应小于墙厚，截面长度宜为 1~2 倍墙厚，也不应小于 200mm；
- (2) 暗柱混凝土强度等级不宜低于砌块强度等级的 2 倍，或该墙砌体灌孔混凝土的强度等级，也不应低于 Cb20；
- (3) 墙体中的水平钢筋应在暗柱中锚固，并应满足钢筋的锚固要求；
- (4) 暗柱应与砌块墙体同时浇注灌孔混凝土。

3) 边缘构件示于图 7.4.5-1 中。

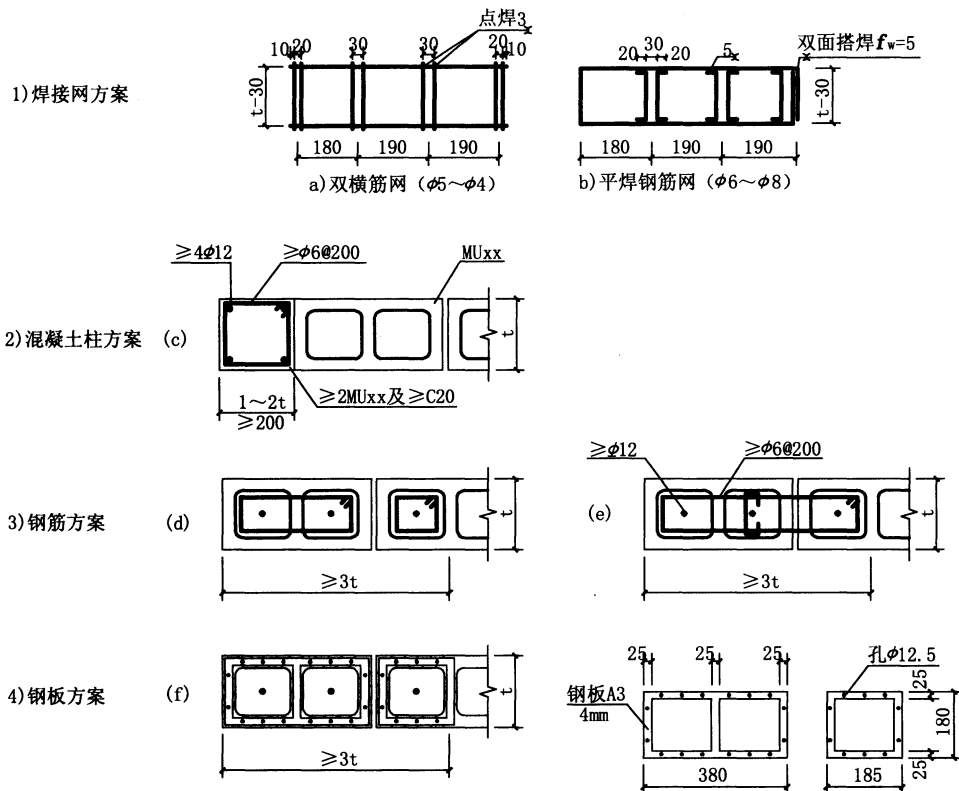


图 7.4.5-1 边缘构件

5 剪力墙墙肢宜按下列要求处理：

- 1) 单肢剪力墙和由弱连梁连接的剪力墙，在重力荷载作用下的轴压比不宜大于 0.5；
- 2) 小墙肢的长度不宜小于 800mm，其轴压比，一级抗震时不宜大于 0.5，二、三级时不宜大于 0.6，小墙肢的配筋应符合边缘构件约束区的要求；
- 3) 当小墙肢的长度小于 800mm 时，宜按暗柱要求采用局部混凝土构件。

6 开洞剪力墙连梁的处理要求:

1) 在满足结构变形要求的情况下, 开洞墙连梁宜设计成弱连梁或构造连梁, 并与楼层圈梁统一考虑;

2) 构造连梁宜采用局部混凝土结构, 其配筋按《混凝土结构设计规范》第 6.2 ~ 6.3 节的有关规定计算;

3) 采用配筋砌块连梁时应满足《砌体结构设计规范》GB 50003 第 10.5.14 条的规定。

7 受力钢筋的锚固搭接长度应符合下列要求:

1) 受力钢筋在砌体内的锚固和搭接长度应按表 7.4.5-3 采用;

2) 受力钢筋在混凝土构件中的锚固搭接长度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 8.3 ~ 8.4 节的规定。

表 7.4.5-3 受力钢筋在砌体内的锚固 (l_{aE}) 和搭接长度 (l_{lE})

配筋方式及部位		抗震等级		
		一、二	三	四
竖向钢筋	房屋高度 ≤ 50m 所有部位	$1.15l_a$ ($1.2l_a + 5d$)	$1.05l_a$ ($1.2l_a$)	$1.0l_a$ ($1.2l_a$)
	房屋高度 > 50m 基础顶面搭接	(50d)	(40d)	
水平配筋方案	钢筋在末端弯 90 度锚入混凝土长度	≥ 250mm	≥ 200mm	
	焊接网在末端弯 90 度锚入混凝土长度	≥ 150mm		

注: 1 表中 l_a 为钢筋锚固长度, 应按本措施第 6.1.3 条表 6.1.3 采用;

2 表中括号内数字为搭接长度。

8 其它相关部位或构件的构造要求:

1) 混凝土框架结构中的配筋砌块剪力墙应处理成与框架柱和梁为边框的结构。墙中钢筋应在柱和梁中锚固, 墙、柱宜采用相同的混凝土浇注 (图 7.4.5-2);

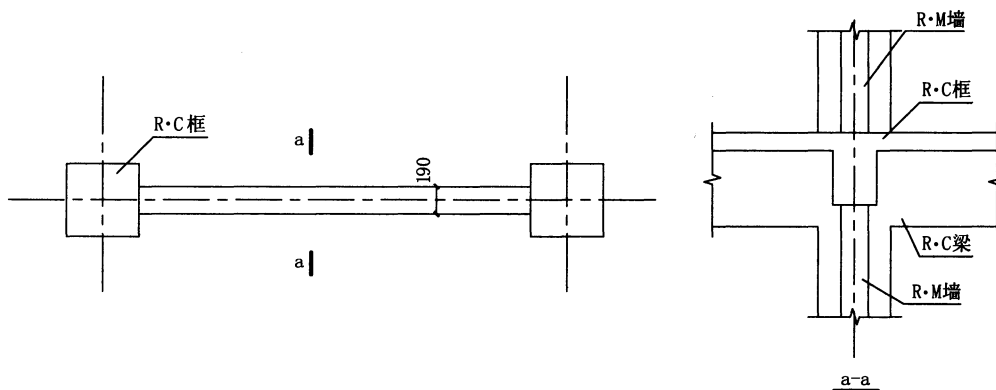


图 7.4.5-2 R·C 框架与 R·M 墙连接构造

2) 高层砌块剪力墙结构、R·M 剪力墙结构中的电梯井宜根据具体情况选择更适合的方案:

(1) 房屋的高度接近《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 10.1.3 条规定限值时, 宜采用 R·C 剪力墙电梯井, 但应考虑 R·C 电梯井对结构单元刚度的不利影响;

(2) 除以上 (1) 外或中等层高的 R·M 剪力墙房屋, 可采用 R·M 剪力墙电梯井, 但应对电梯井的纵横墙交接处, 门洞口处用 R·C 柱局部加强, 其配筋应符合《砌体结构设计规范》GB 50003-2011 第 10.5.10 条边缘构件的要求。某工程电梯井墙体及洞口处理的示例图 7.4.5-3。

3) 当设计中难以避免错层时, 除应在结构分析时考虑不利影响外, 应在错层处采取加强措施:

(1) 错层上下的楼板应采用现浇混凝土结构, 楼板厚度适当加厚;

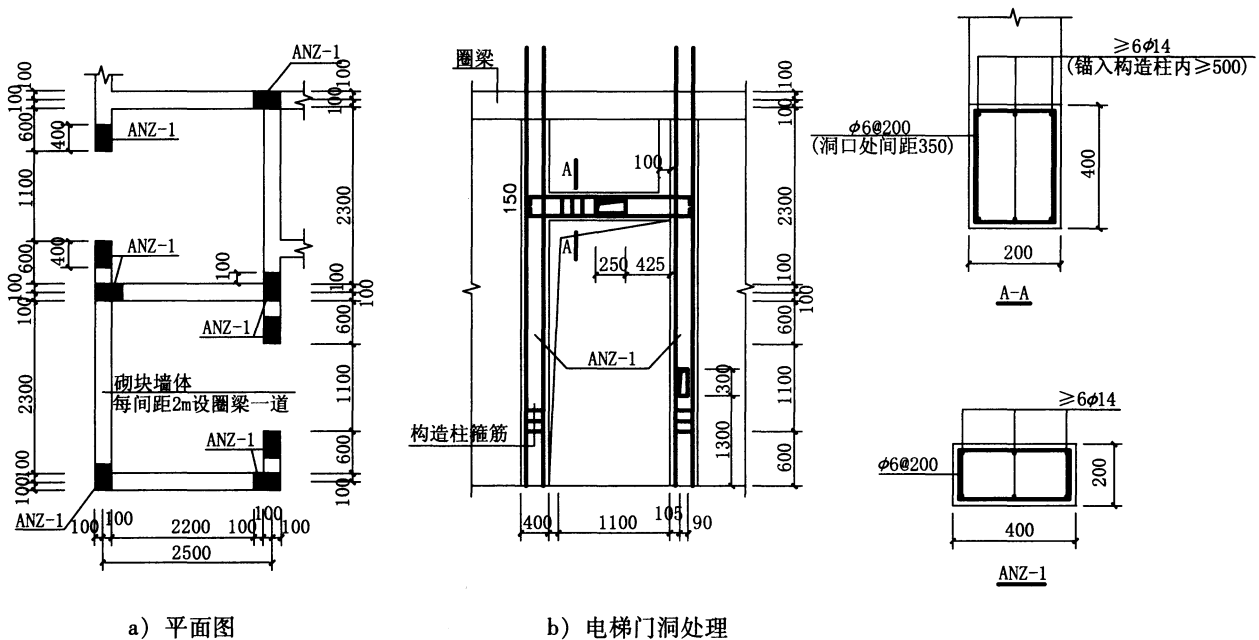


图 7.4.5-3 电梯井构造

- (2) 加大错层部位混凝土圈梁的截面及配筋, 圈梁构造尚应符合本措施第 5.2.2 条的要求;
- (3) 适当加大错层上下配筋砌块剪力墙的配筋量。

7.5 单层空旷房屋

7.5.1 一般规定

1 适用范围和结构特点:

1) 单层空旷房屋一般指影剧院、俱乐部、礼堂、食堂等公共建筑。常常由较空旷的单层大厅和附属用房组成的建筑组合体, 主要适用于二、三线城市和村镇建筑;

2) 单层空旷房屋形成了既不同于单层厂房, 又不同于多层砖房, 由于主体结构及附属用房多数都采用砖砌体结构, 因此亦属于单层砖砌体房屋的一种;

3) 根据建筑使用功能的不同, 单层空旷房屋往往由若干区段组成建筑群。如影剧院由前厅、观众厅、休息厅和舞台组成。由于用途不同带来的空间分隔, 体量均不同, 因此产生不同的结构体系和结构布置。从而造成在一幢空旷房屋中有多层砌体, 单层排架和多层排架混合构成的情形。根据对实际工程实例的动力数据分析, 单层空旷各个组成部分的动力特性差异较大, 同时又很难通过相互间设缝来加以分割。这就造成单层空旷房屋抗震设计的特殊性。

2 对于单层空旷房屋中组成的大厅、前厅、舞台及休息厅等之间, 原则上不应设缝分隔, 应通过加强措施增强相互间的连接, 并应防止地震时相互碰撞造成破坏。

3 对单层空旷房屋大厅承重屋盖的选择:

1) 不宜采用承重砖柱作为大厅的承重结构;

2) 大厅纵墙承重时, 屋架支点下应增设钢筋混凝土砖组合柱, 不得采用无筋砖柱;

3) 屋架支点下宜采用钢筋混凝土柱, 屋盖可选用木屋盖、钢筋混凝土屋盖或钢屋盖, 应注意完善纵向屋盖的支撑体系。

4 前厅的结构布置:

1) 前厅一般为多层砌体结构, 前厅与大厅相连, 与大厅后墙为共用墙体, 不设缝;

2) 前厅因功能要求可能层高较高, 层数不等, 因此要求前厅能独立成多层砌体结构, 按砌体结构

设置构造柱和圈梁,保持自身的侧向刚度;

3) 对前厅大门处和与大厅相连的山墙处,应考虑设置通长的钢筋混凝土壁柱。

5 舞台结构:

1) 舞台由高大山墙组成,与大厅相连的舞台口大梁或屋架是地震最易破坏的薄弱环节,因此应将承托舞台口大梁或屋架的墙按主要的抗震墙设计。如舞台口两侧应有强有力的边框,舞台口抗震墙应按要求配置水平钢筋和设置边框,以增强其抗侧力的能力;

2) 对舞台周边的高大山墙,应沿墙高设置水平圈梁(系梁),并可与舞台的工作平台相结合,以增强高大山墙平面外的稳定和抗侧力能力;

3) 对高大山墙的角部或中部,应考虑设置通长到屋顶的钢筋混凝土柱,其配筋多于一般构造柱。

6 休息厅的结构布置:

1) 休息厅一般位于大厅一侧或两侧,分单层或多层砌体结构,与大厅纵墙不设缝分隔。休息厅以墙或梁与大厅纵墙相连,休息厅横墙垂直于大厅纵墙者较多。因此结构布置很难协调一致,休息厅均以单独的多层或单层砌体结构设计;

2) 休息厅以墙或梁与大厅相连处,既要考虑房屋的整体性,同时又应考虑到地震时相互碰撞的可能性。因此在构造上要求作特殊处理,防止地震时脱落或破坏倒塌。

7.5.2 抗震计算要点

1 房屋横向计算:

1) 礼堂、影剧院一类房屋,可采用整体的空间分析法,也可采用简化的分块计算法,将房屋划分为门厅、观众厅、舞台三大块,分别进行横向抗震分析,并计算相互间的影响,具体计算方法:

(1) 门厅、舞台,均可按多层砌体房屋的规定计算;

(2) 观众厅则参照单层砖柱厂房的规定计算。

2) 食堂、仓库及影剧院观众厅,可采取一个典型开间的单榀排架进行自振周期和地震作用的计算,当符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 9.3.5 条的规定时,应考虑房屋空间作用,按该规范附录 J 调整排架柱的地震作用效应。

2 房屋纵向计算:

1) 礼堂、影剧院可划分为门厅和观众厅加舞台两大部分,门厅部分可按多层砌体房屋的规定计算;观众厅加舞台部分的纵向计算,可采用底部剪力法,其地震影响系数可取 α_{\max} ;

2) 设防烈度 8、9 度时,食堂、仓库可参照《建筑抗震设计规范》GB 50011 第 9.3.6 条的规定执行;

3) 设防烈度 8、9 度时,山墙(包括观众厅与门厅交接处的山墙)的壁柱应进行平面外的截面抗震验算。

7.5.3 抗震构造措施

1 大厅部分的构造措施:

1) 大厅部分可分为两部分:屋盖系统和大厅的承重结构部分。

(1) 大厅屋盖部分在单层空旷房屋中根据选用的材料种类和屋架形式,可参考相应的屋盖系统采取抗震构造措施;

(2) 对于大厅承重结构的抗震构造措施,亦可以根据选用的承重结构类型,如钢筋混凝土排架柱或砖砌体排架柱等,可分别对照单层厂房中的构造要求,采取抗震措施。

2 前厅部分的构造措施:

1) 前厅部分一般多为多层砖砌体结构,也有少数采用框架填充墙结构;

2) 多层砖砌体部分按一般砖砌体采取抗震构造措施。唯一与大厅交接部分的山墙应作特殊处理。山墙作为大厅和前厅的共同墙体,受力比较复杂,如作为大厅的山墙部分,可能层高达十余米而无侧向楼盖支承,观众厅有挑台时可能半高附近出现一层挑台楼盖,因对大厅山墙一侧而言是为两层建筑;而

对前厅部分则为多层砌体，可能二、三层，也可能达到四层。从大厅与前厅间的山墙看，墙两侧的楼板一般都不会在同一标高上。因此对于此处的山墙受力十分不利，既是多部位的错层，又可能会受到挑台的拉力。因此除计算时应选用合理的简图外，在构造措施上，必须大力加强该山墙整体性，在砖砌体墙上采取构造柱和加密的水平圈梁分隔山墙，柱间设置水平通长的拉结钢筋。

少数建筑中也有将此山墙改为钢筋混凝土框架和加部分抗震墙结构。这样抗震墙作为大厅尽端的支承结构也是十分必要的；而对于前厅部分框架填充墙结构可能更能适应其使用功能上变化的要求。

3 两侧附属用房的构造措施：

1) 大厅与两侧附属用房（休息厅）之间一般均有错层；

2) 两侧附属用房多为二、三层多层砖砌体房屋，而大厅的纵向墙体则为单层。因此，对大厅纵墙来说，如为排架柱，则柱间墙承重；如为砖砌体纵墙（组合柱）承重，则由砖砌体墙组成。因此该墙不仅为错层墙体，而且受力复杂。对大厅而言作为屋盖结构的主要受力柱，荷载比较集中，且以轴力和弯矩为主；而对另一侧作为多层砌体墙，则以剪切为主。因此对该墙的构造措施亦应作特殊处理；

3) 在楼盖标高处必须设水平封闭圈梁，墙体交接处应沿墙高每 500mm 设拉结钢筋。另外，在适当部位增设构造柱也是十分必要的措施。

4 舞台高大山墙的构造措施：

1) 舞台高大山墙可分为两部分：舞台口山墙和舞台上山墙；

2) 对舞台口山墙，考虑其作用突出，震害破坏又较多，因此应予特殊加强：

(1) 舞台口山墙一是起大厅、屋盖部分的抗震墙作用；二是舞台山墙起托屋架梁的承重墙作用；舞台口山墙首先要满足观众大厅部分的抗震墙的构造要求。如为砖砌体墙时，在山墙与纵墙交接处应设置边框柱，作为砖砌体抗震墙的边缘。配筋应大于一般加强构造柱的要求，并沿墙高设置水平圈梁（系梁），墙体中宜配置拉结水平钢筋；

(2) 舞台口可采用钢筋混凝土大梁或钢和混凝土的托架，以支承舞台上的屋架；

(3) 舞台上的另三边高大山墙，可利用工作平台和楼层作为水平支撑，也可单独设置水平圈梁，将高大山墙出平面外的稳定问题予以解决。

8 砌体结构裂缝控制措施

8.1 一般规定

8.1.1 应根据砌体结构材料、结构体系、房屋建筑平面及体型、地基和基础类别,以及建筑所处地域和环境条件,综合考虑,选择或采用更适合和有效的结构裂缝控制措施。

8.1.2 裂缝控制措施

- 1 防止或减轻砌体结构房屋温度变形和砌体房屋干缩变形致裂的措施;
- 2 防止或减少地基差异变形致裂的措施;
- 3 防止或减少强震时结构不规则引起的建筑震害的措施。

8.1.3 主要术语

1 伸缩缝:连续地设置在建筑物应力比较集中的部位,将建筑物分割成两个或若干个独立单元,彼此能自由伸缩的竖向缝,通常有双墙或双柱伸缩缝。伸缩缝在地面以下的结构可不断开。伸缩缝的宽度应满足结构可能的最大伸缩变形的要求,以及其他要求;

2 控制缝:设置在砌体应力比较集中或墙体灰缝相一致的部位,并允许墙身自由变形,而对垂直墙体平面外的外力有抵抗能力的单墙构造缝,控制缝的宽度宜通过计算确定,不宜大于 14mm,并应用弹性密封材料填嵌或防护;

3 分隔缝:设置在房屋屋盖或楼盖的有关部位,能有效地减少或消除因结构的温度或干缩变形致裂的局部构造缝。分隔缝应用弹性防护材料嵌填;

4 沉降缝:设置在同一建筑中因基础产生显著差异沉降和可能引起结构难以承受的内力和变形的部位的竖直缝,沉降缝不但应贯通上部结构,而且也应贯通基础本身。沉降缝的宽度不宜小于 120mm,并应考虑缝两侧结构非均匀沉降倾斜和地面高差的影响;

5 防震缝:设置在建筑中层数、质量、刚度差异过大,而可能在地震时引起应力或变形集中造成破坏部位的竖向缝。防震缝应在地面以上设置,当不作沉降缝时,基础可不作防震缝。防震缝的宽度应根据设防烈度和房屋高度确定,对多层房屋可采用 70~100mm,对高层砌体房屋可采用 100~150mm。

8.1.4 伸缩缝、防震缝、沉降缝应统一考虑。伸缩缝与沉降缝的宽度应满足防震缝的要求。

8.2 防止或减轻砌体房屋温度和干缩变形致裂的措施

8.2.1 为防止或减轻混凝土屋盖和墙体间的温度差以及墙体干缩变形引起的墙体的开裂,可根据具体情况采取或选择下列措施:

- 1 根据砌体房屋墙体材料和建筑体型、屋面构造选择适合的温度伸缩区段,如表 8.2.1;

表 8.2.1 砌体房屋伸缩缝的最大间距 (m)

屋盖或楼盖类别		间距
整体式或装配式整体式钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖、楼盖	50 (40)
	无保温层或隔热层的屋盖	40 (32)
装配式无檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖、楼盖	60 (48)
	无保温层或隔热层的屋盖	50 (40)
装配式有檩体系钢筋混凝土结构	有保温层或隔热层的屋盖	75 (60)
	无保温层或隔热层的屋盖	60 (48)
瓦材屋盖、木屋盖或楼盖、轻钢屋盖		100 (80)

注：1 对烧结普通砖、多孔砖、配筋砌块砌体房屋取表中数值；对石砌体、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖和混凝土砌块、多孔砖房屋取表中括号内数值。当有实践经验并采取有效措施时，可不遵守本表规定；

2 在钢筋混凝土屋面上挂瓦的屋盖应按钢筋混凝土屋盖采用；

3 层高大于 5m 的烧结普通砖、多孔砖，配筋砌块砌体结构单层房屋，其伸缩缝间距可按表中数值乘以 1.3；

4 温差较大且变化频繁地区和严寒地区不采暖的房屋及构筑物墙体的伸缩缝的最大间距，应按表中数值予以适当减小。

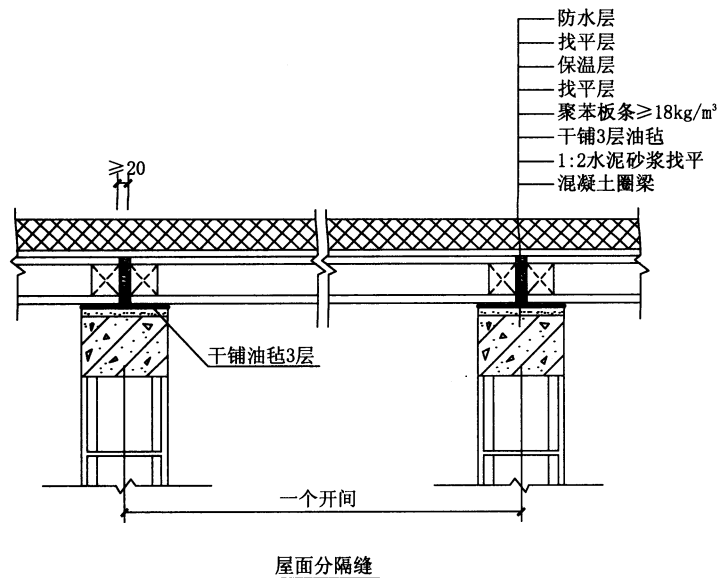
2 屋面应设置有效的保温层或隔热层（包括通风层）；

3 采用装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖或瓦材屋盖、木屋盖、轻钢屋盖；

4 设置分隔缝或滑动层（图中建筑保温防护层均为示意，选用时按单体工程节能设计处理）：

1) 屋面保温层或屋面刚性面层及砂浆找平层设置分隔缝，其间距不大于 6m，并与女儿墙隔开，缝宽不小于 30mm；

2) 在屋盖的适当部位设置分隔缝，间距不宜大于 20m（图 8.2.1-1）；



注：分隔缝设在一个开间相邻两道横墙顶部的圈梁上

图 8.2.1-1 屋面分隔缝

3) 当现浇混凝土挑檐或坡屋顶的长度大于 12m，宜沿纵向设置分隔缝或沿坡顶脊部设置分隔缝，缝宽不小于 20mm，缝内应用防水弹性材料嵌填（图 8.2.1-2）；

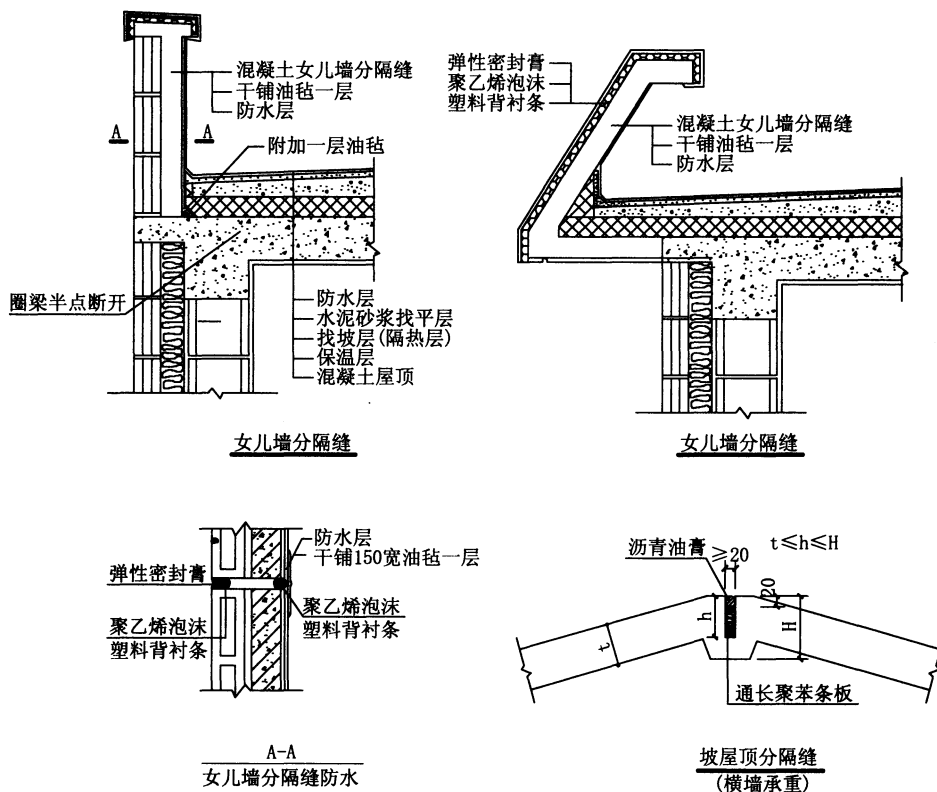


图 8.2.1-2 女儿墙及坡屋顶分隔缝

4) 当房屋进深较大时, 在沿女儿墙内侧的现浇板处设置局部分隔缝, 缝宽不小于 20mm, 缝内应用防水弹性材料嵌填 (图 8.2.1-3);

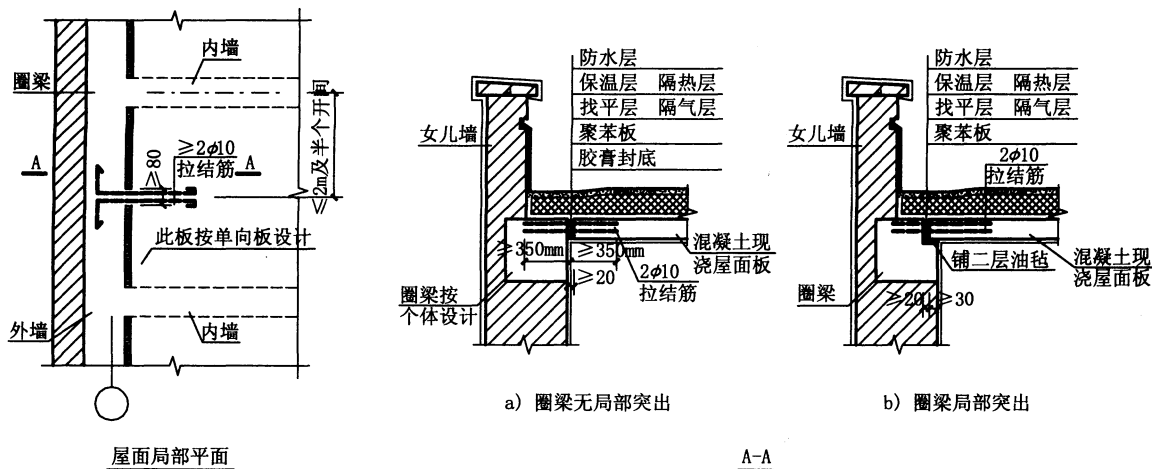


图 8.2.1-3 沿屋盖圈梁处局部分隔缝

5) 在混凝土屋面板与墙体圈梁间设置滑动层。滑动层仅适用于非抗震设防地区。滑动层可采用两层油毡夹滑石粉或橡胶片, 对较长的纵墙可只在两端的 2~3 个开间内设置, 对较长横墙可只在其两端各 1/4 墙长范围内设置。

5 其它加强措施:

1) 顶层挑梁宜与圈梁拉通。当不能拉通时, 在挑梁末端下墙体内设置 3 道焊接钢筋网片或 2φ6 钢筋, 其从挑梁末端伸入两边墙体不小于 1000mm (图 8.2.1-4);

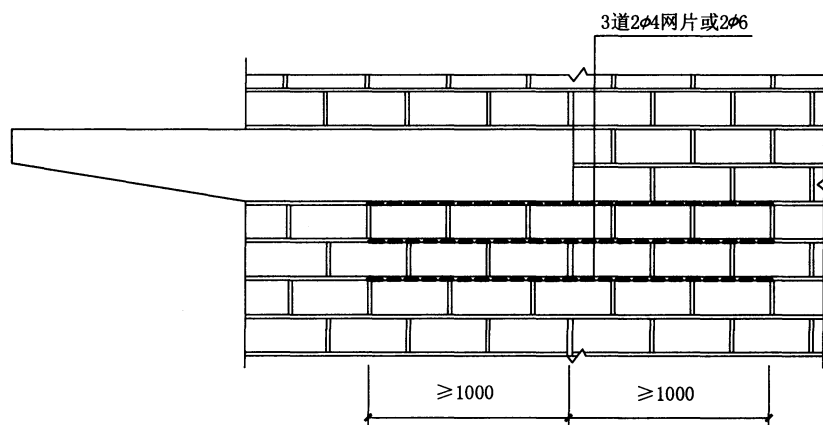


图 8.2.1-4 挑梁末端下墙体内设置焊接钢筋网片

2) 在顶层门窗洞口过梁上的水平灰缝内设置 2~3 道焊接钢筋网片或 2φ6 钢筋, 并应伸入过梁两端墙内不小于 600mm;

3) 顶层墙体内适当增设构造柱;

4) 女儿墙应设构造柱, 其间距不大于 2m, 构造柱应伸入女儿墙顶, 并与现浇混凝土压顶板浇在一起。压顶板的纵向钢筋不宜小于 3φ6, 横筋 φ4@100, 且宜为焊接网片;

5) 顶层及女儿墙的砌筑砂浆强度等级不应低于 M7.5 (Mb7.5、Ms7.5)。

8.2.2 为防止或减轻房屋主要由砌体材料干缩变形引起的其它有关部位墙体的开裂, 应首先从控制块材的龄期和相对含水率入手, 然后再按具体情况采用或选择下列措施之一:

1 块材的龄期和相对含水率控制:

1) 蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖自出釜之日起, 宜放置 10d 后方可出厂, 其吸水率不应大于 20%, 干燥收缩率不应大于 0.5mm/m;

2) 混凝土砌块、混凝土多孔砖, 其干缩率不应大于 0.05%, 其吸水率、干燥收缩率和相对含水率最大值应符合表 8.2.2-1 和表 8.2.2-2 的规定。

表 8.2.2-1 吸水率

混凝土干表观密度 kg/m ³	吸水率%
< 1680	≤20
1680 ~ 2000	≤14
> 2000	≤10

表 8.2.2-2 干燥收缩率和相对含水率最大值

干燥收缩率%	相对含水率最大值%
< 0.03	40
0.03 ~ 0.04	35
> 0.04 且 ≤ 0.05	30

注: 相对含水率即含水率与吸水率之比:

$$W = \frac{W_1}{W_2} \times 100\%$$

式中 W ——混凝土砌块、多孔砖的相对含水率 (%);

W_1 ——混凝土砌块、多孔砖的含水率 (%);

W_2 ——混凝土砌块、多孔砖的吸水率 (%).

3) 蒸压加气混凝土砌块的干燥收缩率宜控制在 0.235mm/m ~ 0.425mm/m, 上墙砌筑时的相对含水率不宜大于 15%;

4) 混凝土砌块、混凝土多孔砖、蒸压粉煤灰砖、蒸压灰砂砖的生产龄期达到 28d 后,方可用于砌体的施工。

2 增强砌体抗裂能力的措施:

1) 设置基础圈梁或增加其刚度;

2) 在底层窗台下砌体灰缝中设置 3 道 2 ϕ 4 焊接钢筋网片或 2 ϕ 6 钢筋;或采用现浇混凝土配筋带或窗台板,灰缝钢筋或配筋带不少于 3 ϕ 8 并应伸入窗间墙内不小于 600mm;

3) 在墙体转角和纵横墙交接处沿竖向设置拉结钢筋或钢筋网片。对砖砌体拉结筋的数量每 120mm 厚墙不少于 1 ϕ 6,竖向间距不大于 500mm;对砌块砌体拉结网片不小于 2 ϕ 4,竖向间距不大于 400mm。拉结钢筋和钢筋网片埋入砌体的长度,及转角墙或交接墙内侧算起每边不小于 600mm;

4) 对灰砂砖、粉煤灰砖砌体房屋尚宜在下列部位加强:

(1) 在各层门窗过梁上方的水平灰缝内及窗下第一和第二道水平灰缝内设置焊接钢筋网片或 2 ϕ 6 钢筋,其伸入两边窗间墙内不小于 600mm;

(2) 当实体墙的长度大于 5m,在每层墙高中部设置 2~3 道焊接钢筋网片或 3 ϕ 6 的通长水平钢筋,其竖向间距为 500mm;

5) 对混凝土砌块砌体房屋尚宜在下列部位加强:

(1) 在门窗洞口两侧不少于一个孔洞中设置不小于 1 ϕ 12 钢筋,钢筋应在楼层圈梁或基础梁锚固,并采用不低于 Cb20 混凝土灌实;

(2) 在顶层和底层设置通长钢筋混凝土窗台梁,窗台梁的高度宜为块高的模数,纵筋不少于 4 ϕ 10,箍筋 ϕ 6@200, C20 混凝土,其它各层门窗过梁上方及窗台下的配筋要求,宜符合上述第 2 款 4) 中 (1) 的要求;

(3) 对实体墙的长度大于 5m 的砌块墙,沿墙高 400mm 配置不小于 2 ϕ 4 通长焊接网片,网片横向钢筋的间距为 200mm,直径同主筋;

(4) 在门窗洞口两边墙体的水平灰缝中,设置长度不小于 900mm,竖向间距为 400mm 的 2 ϕ 4 焊接网片;

6) 框架填充墙的防裂措施:

(1) 当为干缩性较大的块体材料时,应按本条第 1 款表 8.2.2-1 和 8.2.2-2 的规定,控制其最大吸水率,干燥收缩率;

(2) 采用干缩性较大的非烧结类块材的墙体,宜在墙体的适当部位设置控制缝,并符合本条 3 款的要求;

(3) 填充墙与框架柱(剪力墙)、梁间的缝、控制缝等,应根据设置部位、使用要求选择填缝材料。如玻璃棉毡、矿棉毡、低密度 EPS、XPS 或聚氨酯发泡填充材料等,并采用硅酮胶或其他弹性密封材料处理;

(4) 当非外包填充墙且采用干缩性较大的非烧结类块材的墙长超过 6m 时,在墙体上部 1/3 高度范围内设置不小于 2 ϕ ⁴ 的通长焊接网片,其竖向间距不大于 600mm。当采用焊接网片连接的夹心保温墙时,则不需另设。

(5) 严禁灰砂砖、粉煤灰砖与其他品种的块材在同一层内混砌。

3 在墙体设置竖向控制缝(图 8.2.2):

1) 在建筑物墙体高度或厚度突然变化处,在门窗洞口的一侧或两侧设置竖向控制缝;并宜在房屋阴角处设置控制缝;

2) 对 3 层以下的房屋,应沿墙体的全高设置,对大于 3 层的房屋,可仅在建筑的 1~2 层和顶层墙体的上列部位设置;

3) 控制缝在楼(屋)盖的圈梁处可不贯通,但在该部位圈梁外侧宜留宽度及深度为 12mm 的槽做成假缝,以控制可预料的裂缝;

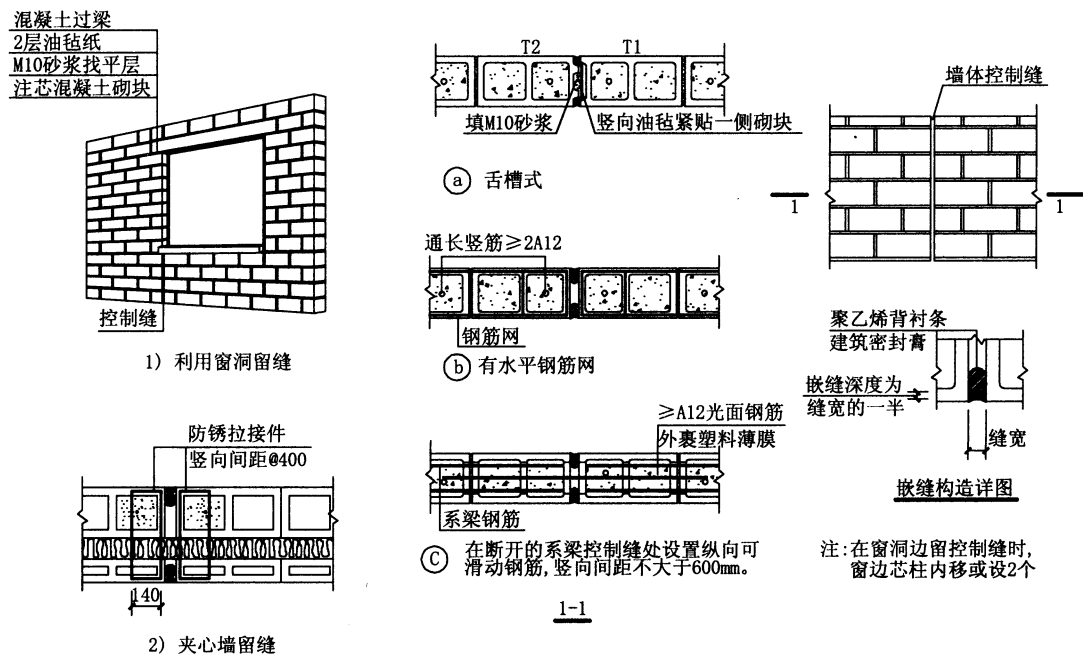


图 8.2.2 墙体控制缝

- 4) 控制缝的间距不宜大于 9m；落地门窗口上缘与同层顶部圈梁下皮之间距离小于 600mm 者可视为控制缝；建筑物尽端开间内不宜设置控制缝；
- 5) 控制缝间长度大于 6m 的墙体宜沿墙高 400mm 配置不小于 2φ4 通长焊接网片；
- 6) 控制缝可做成隐式，与墙体的灰缝相一致，控制缝的宽度宜通过计算，且不宜大于 14mm，控制缝应用弹性密封材料填缝；
- 7) 夹心保温墙的外叶墙及保温砌块墙宜在建筑墙体适当部位设置控制缝，其间距宜控制在 6 ~ 8m。

8.3 防止或减轻其它因素致裂的措施

- 8.3.1 建于寒冷和严寒地区的砌体房屋，其基础埋深应超过冻土深度，或遵照有关规定。
- 8.3.2 当房屋地基较差或不均匀时，应根据具体情况采取下列措施：
 - 1 在满足使用要求的前提下，建筑的体型应力求简单。房屋长度不宜过长；
 - 2 当房屋高度差或荷载及平面凹突较大时宜设置沉降缝；
 - 3 当一幢房屋位于两种不同地基土上时，必须加强防止沉降不均的措施，并进行必要的计算；
 - 4 一般情况下一幢房屋宜采用相同基础类型。当因地基土差异较大采用不同的基础型式时，宜用沉降缝隔开。否则应进行不均匀沉降计算和采取相应的构造措施；
 - 5 一般情况下同一栋房屋不宜支承于基岩与土两种类型的地基上；
 - 6 当利用地形设天桥时，天桥的支座在房屋一端宜设计成铰接并设梁垫，在挡土墙一端宜设计成滑动或滚动支承（图 8.3.2）；
 - 7 多层砌体房屋宜采取下列措施加强房屋的整体刚度：
 - 1) 控制房屋的长高比 $L/H_t \leq 2.5$ ；当房屋的长高比为 $2.5 < L/H_t \leq 3.0$ 时，宜做到纵墙不转折或少转折，并应控制其内横墙间距或增强基础的刚度和强度，当房屋的预估最大沉降量 $\leq 120\text{mm}$ 时，其长宽比可不受限制；
 - 2) 加强圈梁的设置数量，除应符合第 5.2 节规定外，应在基础顶面增大圈梁的断面和配筋，宜在楼层处以及门窗洞口顶部增设圈梁；

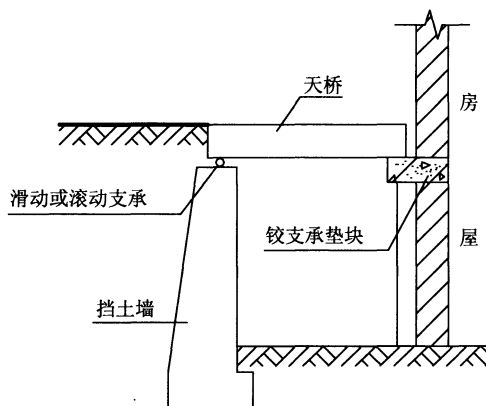


图 8.3.2 天桥的支座处理

3) 在墙体的开洞部位用构造柱及圈梁加强;

4) 圈梁和构造柱(芯柱)的构造要求尚应满足本措施 5.2~5.4 的规定。

8.3.3 抗震设防区的砌体房屋应按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.1.7 条及《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ3-2010 第 4.3.9 条、4.3.10 条的有关规定设置防震缝。

9 砌体结构的隔震设计与构造

9.1 一般规定

9.1.1 设防目标:

在砌体结构的上部结构与下部结构之间设置隔震层以阻隔地震能量的传递,是减少其地震反应、减轻地震破坏的一种新技术。根据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中第 3.8.2 条中的规定,隔震建筑的抗震设防目标比《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 中第 1.0.1 条对一般建筑的规定要高。即:当遭受多遇地震影响时,主体结构将基本不受损坏和影响使用功能;当遭受设防烈度的地震影响时,主体结构不需修理仍可继续使用;当遭受罕遇地震影响时,主体结构将不发生危及生命安全和丧失使用价值的破坏。

9.1.2 适用范围:

适用于在房屋基础、底部或下部结构与上部结构之间设置由建筑隔震橡胶支座和阻尼装置等部件组成的具有整体复位功能的隔震层,以延长整个结构体系的自振周期,减少上部结构的水平地震作用的房屋隔震设计。

1 对下列建筑,可直接采用隔震技术方案:

1) 甲、乙类建筑。

2) 下述应用的丙类建筑:

① 要求采取高于《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 规定的设防目标、以取得更高的地震安全性的建筑;

② 使用功能有特殊目标要求的建筑(例如要求地震时不中断使用功能的建筑、内部有重要设备的建筑等);

③ 要求采用隔震技术来弥补某些类型结构在抗震方面的不足或难以满足有关抗震设计要求的建筑。

2 除 1 款规定外的其他建筑,采用隔震技术时可与传统抗震设计方案进行比较、分析后综合确定。

3 当隔震技术应用于建筑改造工程时,可参照本章规定及《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 的规定执行。

9.1.3 一般要求:

1 不隔震时,普通砌体结构房屋的基本周期可取 $0.4s$ 。

2 采用隔震技术的砌体结构高宽比宜小于 4,且不应大于相关规范、规程对非隔震结构的具体规定。

3 隔震建筑的场地条件和地基基础尽量选择 I、II、III 类场地,并应选用稳定性较好的基础类型。

4 隔震建筑的风荷载和其它非地震作用的水平荷载标准值产生的总水平力不宜超过结构总重力的 10%。

5 隔震层防火措施和穿越隔震层的配管、配线,应符合与隔震建筑特性相关的专门要求。

9.2 计算与设计要点

9.2.1 砌体结构水平向减震系数和隔震层位移的计算:

砌体结构采用隔震设计时,上部结构的总水平地震作用可按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 底部剪力法简化计算,但应符合下列规定:

1 水平向减震系数, 宜根据隔震后整个体系的基本周期, 按下式确定:

$$\beta = 1.2\eta_2 (T_{gm}/T_1)^\gamma \quad (9.2.1-1)$$

式中 β ——水平向减震系数;

η_2 ——地震影响系数的阻尼调整系数, 根据隔震层等效阻尼按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.5 条确定;

γ ——地震影响系数的曲线下降段衰减指数, 根据隔震层等效阻尼按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.5 条确定;

T_{gm} ——砌体结构采用隔震方案时的设计特征周期, 根据本地区所属的设计特征周期分区按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.4 条确定, 但小于 0.4s 时应按 0.4s 采用;

T_1 ——隔震后体系的基本周期, 不应大于 2.0s 和 5 倍特征周期的较大值。

2 砌体结构隔震后体系的基本周期可按下式计算:

$$T_1 = 2\pi \sqrt{G/K_h g} \quad (9.2.1-2)$$

式中 T_1 ——隔震体系的基本周期;

G ——隔震层以上结构的重力荷载代表值;

K_h ——隔震层的水平等效刚度;

g ——重力加速度。

3 进行上述计算时, 隔震层的水平刚度和等效粘滞阻尼比可按下列公式确定:

$$K_h = \sum K_j \quad (9.2.1-3)$$

$$\zeta_{eq} = \sum K_j \zeta_j / K_h \quad (9.2.1-4)$$

式中 ζ_{eq} ——隔震层等效粘滞阻尼比;

K_h ——隔震层水平等效刚度;

ζ_j —— j 隔震支座由试验确定的等效粘滞阻尼比, 设置阻尼装置时, 应包括相应阻尼比;

K_j —— j 隔震支座 (含阻尼器) 由试验确定的水平等效刚度。

注意: 验算设防烈度地震时, 应取剪切变形为 100% 的等效刚度和等效粘滞阻尼比; 验算罕遇地震时, 应采用剪切变形不小于 250% 时的等效刚度和等效粘滞阻尼比。

4 砌体结构隔震层在罕遇地震下的水平剪力可按下式计算:

$$V_c = \lambda_s \alpha_1 (\zeta_{eq}) G \quad (9.2.1-5)$$

式中 V_c ——隔震层在罕遇地震下的水平剪力。

$\alpha_1 (\zeta_{eq})$ ——罕遇地震下的地震影响系数值, 可根据隔震层参数, 按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.5 条的规定进行计算;

5 砌体结构隔震层质心处在罕遇地震下的水平位移可按下式计算:

$$u_e = \lambda_s \alpha_1 (\zeta_{eq}) G / K_h \quad (9.2.1-6)$$

式中 λ_s ——近场系数: 甲、乙类建筑距发震断层 5km 以内取 1.5; 5~10km 取不小于 1.25; 10km 以远取 1.0; 丙类建筑可取 1.0;

K_h ——罕遇地震下隔震层的水平等效刚度。

6 隔震支座的最大位移应考虑扭转影响, 按照下式计算:

$$u_i = \eta_i \cdot u_e \quad (9.2.1-7)$$

η_i ——第 i 个隔震支座的扭转影响系数, 按本条第 7 款的规定计算。

7 当隔震支座的平面布置为矩形或接近于矩形, 但上部结构的质心与隔震层刚度中心不重合时, 隔震支座扭转影响系数可按下列方法确定:

1) 仅考虑单向地震作用的扭转时, 扭转影响系数 η 可按下列公式估算:

$$\eta = 1 + 12es_i / (a^2 + b^2) \quad (9.2.1-8)$$

式中 e ——上部结构质心与隔震层刚度中心在垂直于地震作用方向的偏心距;

s_i ——第 i 个隔震支座与隔震层刚度中心在垂直于地震作用方向的距离；

a 、 b ——隔震层平面的两个边长。

对边支座，其 η 值不宜小于 1.15；当隔震层和上部结构采取有效的抗扭措施后或扭转周期小于平动周期的 70%， η 值可取 1.15。

2) 同时考虑双向地震作用的扭转时，扭转影响系数 η 可仍按式 (9.2.1-8) 计算，但其中的偏心距值 e 应采用下列公式中的较大值替代：

$$e = \sqrt{e_x^2 + (0.85e_y)^2} \quad (9.2.1-9)$$

$$e = \sqrt{e_y^2 + (0.85e_x)^2} \quad (9.2.1-10)$$

式中 e_x —— y 方向地震作用时的偏心距；

e_y —— x 方向地震作用时的偏心距。

对边支座，其扭转影响系数 η 不宜小于 1.2。

9.2.2 隔震层中隔震部件的设计要点：

1 隔震支座的竖向承载力验算：

隔震支座在重力荷载代表值的竖向压应力不应超过表 9.2.2 的规定。

表 9.2.2 橡胶隔震支座压应力限值

建筑类别	甲类建筑	乙类建筑	丙类建筑
压应力限值 (MPa)	10	12	15

注：1 压应力设计值应按永久荷载和可变荷载的组合计算；其中，楼面荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 5009-2001 (2006 年版) 的规定乘以折减系数；

2 结构倾覆验算时应包括水平地震作用效应组合；对需进行竖向地震作用计算的结构，尚应包括竖向地震作用效应组合；

3 当橡胶支座的第二形状系数 (有效直径与各橡胶层总厚度之比) 小于 5.0 时应降低平均压应力限值：小于 5 不小于 4 时降低 20%，小于 4 不小于 3 时降低 40%；

4 外径小于 300mm 的橡胶支座，丙类建筑的压应力限值为 10MPa。

2 隔震支座罕遇地震下的验算：

1) 隔震层在罕遇地震下应保持稳定，不宜出现不可恢复的变形。隔震层橡胶支座在罕遇地震作用下，不宜出现拉应力。当隔震支座不可避免处于受拉状态时，其拉应力不应大于 1MPa。

2) 隔震支座对应于罕遇地震水平剪力的水平位移，应符合下列要求：

$$u_i \leq [u_i] \quad (9.2.2-1)$$

$$u_i = \eta_i u_e \quad (9.2.2-2)$$

式中 u_i ——罕遇地震作用下，第 i 个隔震支座考虑扭转的水平位移；

$[u_i]$ ——第 i 个隔震支座的水平位移限值；对橡胶隔震支座，不应超过该支座有效直径的 0.55 倍和支座各橡胶总厚度 3.0 倍二者的较小值；

u_e ——罕遇地震下隔震层质心处或不考虑扭转的水平位移；

η_i ——第 i 个隔震支座的扭转影响系数，应取考虑扭转和不考虑扭转时 i 支座计算位移的比值；当隔震层以上结构的质心与隔震层刚度中心在两个主轴方向均无偏心时，边支座的扭转影响系数不应小于 1.15。

9.2.3 隔震层以上结构的地震作用和抗震验算要点：

1 隔震后水平地震作用计算的水平地震影响系数可按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.4、第 5.1.5 条确定。其中，水平地震影响系数最大值可按下式计算：

$$\alpha_{\max 1} = \beta \alpha_{\max} / \psi \quad (9.2.3-1)$$

式中 $\alpha_{\max 1}$ ——隔震后的水平地震影响系数最大值；

α_{\max} ——非隔震的水平地震影响系数最大值,按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.1.4 条采用;

β ——水平减震系数;对于多层建筑,为按弹性计算所得的隔震与非隔震各层层间剪力的最大比值。对高层建筑结构,尚应计算隔震与非隔震各层倾覆力矩的最大比值,并与层间剪力的最大比值相比较,取二者的较大值;

ψ ——调整系数;一般橡胶支座,取 0.80;支座剪切性能偏差为 S-A 类,取 0.85;隔震装置带有阻尼器时,相应减少 0.05。

2 隔震层以上结构的总水平地震作用不得低于 6 度设防时非隔震结构的总水平地震作用;各楼层的水平地震剪力尚应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 5.2.5 条对本地区设防烈度的最小地震剪力系数的规定。当考虑竖向地震作用时,其竖向地震作用标准值,8 度 (0.20g)、8 度 (0.30g) 和 9 度时分别不应小于隔震层以上结构总重力荷载代表值的 20%、30% 和 40%。尚应符合本章 9.2.2 条的规定。

3 对于砌体结构,水平地震作用沿高度可按重力荷载代表值分布。

$$F_i = \frac{G_i}{\sum_{j=1}^n G_j} F_{Ek} \quad (i=1, \dots, n) \quad (9.2.3-2)$$

式中 F_i ——作用于第 i 层的水平地震作用标准值;

G_i 、 G_j ——第 i 、 j 层的重力荷载代表值;

F_{Ek} ——结构总水平地震作用标准值。

4 隔震房屋抗倾覆验算应符合下列要求:

1) 隔震房屋的高宽比超过《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的相应规定时,应进行抗倾覆验算。

2) 隔震房屋抗倾覆验算包括结构整体抗倾覆验算和隔震支座承载力验算。

3) 进行结构整体抗倾覆验算时,应按罕遇地震作用计算倾覆力矩,按上部结构重力荷载代表值计算抗倾覆力矩,并应满足

$$1.2M_0 \leq M_{R0} \quad (9.2.3-3)$$

式中 M_0 ——整体倾覆力矩;

M_{R0} ——整体抗倾覆力矩。

5 上部结构的截面抗震验算应符合下列规定:

1) 上部结构的截面抗震验算,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 对非隔震结构的规定进行。其中的水平地震作用效应,可依据水平向减震系数确定。

2) 砌体结构的隔震层顶部各纵、横梁可按受均布荷载的单跨简支或多跨连续托墙梁计算,均布荷载可按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.2.4、7.2.5 条关于底部框架砖房的钢筋混凝土托墙梁的规定取值;当按连续梁计算的正弯矩小于按单跨简支梁计算的跨中弯矩的 0.8 倍时,应按 0.8 倍单跨简支梁跨中弯矩取值。当计算出现负弯矩时,应进行双向配筋。对托墙梁顶砌体应进行局部承压验算,并在构造上采取适当加强措施。

3) 砌体结构计算托墙梁的地震组合内力时,应采用合适的计算简图。若考虑上部墙体与托墙梁的组合作用时,应计入地震时墙体开裂对组合作用的不利影响,可调整有关的弯矩系数、轴力系数等计算参数,作为简化计算可按下列方法确定:当托墙梁上部各层墙体不开洞和跨中 1/3 范围内仅开一个洞口的情况下,进行弯矩计算时,由重力荷载代表值产生的弯矩,四层以下全部计入组合,四层以上可以折减,取不小于四层的数值计入组合;进行剪力计算时,由重力荷载产生的剪力全部计入组合,不进行折减。

9.2.4 隔震层以下结构及地基基础的设计要点:

1 隔震层以下结构(包括支墩,柱子,墙体,地下室)的地震作用和抗震验算,应采用罕遇地震

下隔震支座底部的竖向力、水平力和力矩进行计算。

2 上部结构和隔震层传至下部结构顶面的水平地震作用，可按隔震支座的水平等效刚度分配；当考虑扭转时，尚应计隔震层的扭转刚度。

3 隔震建筑地基基础的抗震验算和地基处理仍应按本地区抗震设防烈度进行，当在设防烈度下非隔震房屋符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 规定的地基和基础不进行抗震验算的范围时，隔震房屋的地基和基础也可不进行验算。甲、乙类建筑的抗液化措施应按提高一个液化等级确定，直至全部消除液化沉陷。

4 当下部结构或地基基础需要考虑竖向地震作用时，可按照《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 规定的设防烈度进行验算。

9.3 隔震结构的抗震措施

9.3.1 隔震层与上部结构的连接，应符合下列规定：

1 隔震层顶部应设置梁板式楼盖，且应符合下列要求：

1) 应采用现浇或装配整体式混凝土楼板。现浇板厚度不应小于 160mm。隔震支座上方的纵、横梁应采用现浇钢筋混凝土结构；

2) 隔震层顶部梁、板的刚度和承载力，宜大于一般楼盖梁板的刚度和承载力；

3) 隔震支座附近的梁、柱应计算冲切和局部承压，加密箍筋并根据需要配置网状钢筋。

2 隔震支座和阻尼器的连接构造，应符合下列要求：

1) 隔震支座和阻尼器应安装在维护人员便于维护的部位；

2) 隔震支座与上部结构、下部结构之间的连接件，应能传递罕遇地震下支座的水平最大剪力和弯矩；

3) 外露的预埋件应有可靠的防锈措施。预埋件的锚固钢筋应与钢板牢固连接，锚固钢筋的锚固长度宜大于 20 倍锚固钢筋直径，且不应小于 250mm。

9.3.2 隔震层的构造应符合下列要求：

1 隔震支座与上部结构、下部结构应有可靠的连接。进行隔震支座连接件截面设计时，需要考虑以下因素：

1) 水平方向承受支座发生 350% 剪切变形时的最大水平剪力；

2) 节点板局部承压验算；

3) 竖向拉应力不应大于 1MPa。

2 与隔震支座连接的梁、柱、墩等应考虑水平受剪和竖向局部承压，并采取可靠的构造措施，如加密箍筋或配置网状钢筋。

3 隔震层设置在有耐火要求的使用空间中时，隔震支座和其他部件应根据使用空间的耐火等级采取相应的防火措施。

4 砌体房屋的隔震层位于地下室顶部时，隔震支座不宜直接放置在砌体墙上，并应验算砌体的局部承压。

5 隔震层顶部纵、横梁的构造均应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.5.8 条关于底部框架砖房的钢筋混凝土托墙梁的要求，亦即：

1) 梁的截面宽度不应小于 300mm，梁的截面高度不应小于跨度的 1/10。

2) 箍筋的直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm，梁端在 1.5 倍梁高，且不小于 1/5 梁净跨范围内，以及上部墙体的洞口处和洞口两侧各 500mm，且不小于梁高的范围内，箍筋间距不应大于 100mm。

3) 沿梁高应设腰筋，数量不应少于 2 ϕ 14，间距不应大于 200mm。

4) 梁的主筋和腰筋应按受拉钢筋的要求锚固在柱内，且支座上部的纵向钢筋在柱内的锚固长度应符合钢筋混凝土框支梁的有关要求。

9.3.3 上部结构及隔震层部件应与周围固定物脱开, 应合理设置防震缝和水平隔离缝, 并应满足下列设置要求:

1 隔震建筑防震缝可按下述规定设置:

1) 体型基本规则的隔震房屋可不设置防震缝。体型复杂的房屋不设防震缝时, 应选用符合实际的结构计算模型进行较精确的抗震分析, 并根据其局部应力、变形集中及扭转影响, 采取措施提高抗震能力。

2) 一般情况下, 上部结构周围应设置防震缝。隔震房屋设置伸缩缝、隔离缝或防震缝时, 应符合下述要求:

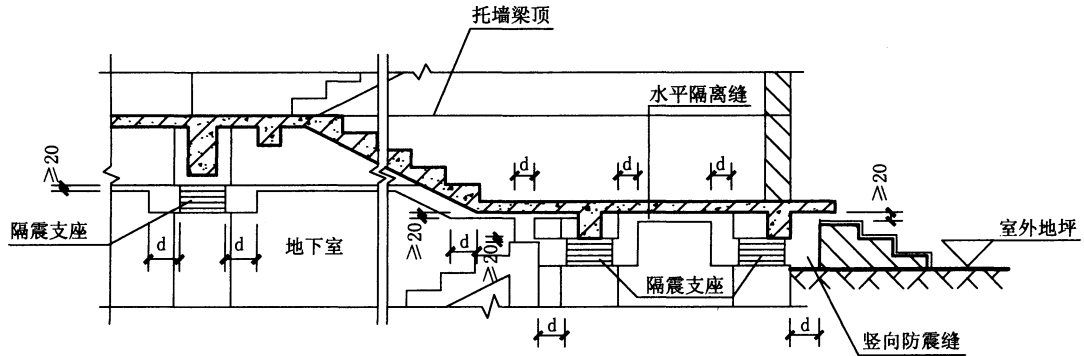
① 仅在上部结构隔震层楼面以上设置伸缩缝或防震缝时, 缝的宽度应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 对不同房屋防震缝宽度的要求。

② 上部结构及隔震层部件应与周围固定物脱开, 合理设置防震缝。与水平方向固定物的脱开距离不宜少于隔震层在罕遇地震作用下最大位移 (d) 的 1.2 倍, 且不小于 200mm; 与竖直方向固定物的脱开距离可取所采用的隔震支座中橡胶层总厚度最大者的 1/25 加上 10mm, 且不宜小于 20mm。对两相邻隔震结构, 防震缝缝宽取最大水平位移值之和, 且不小于 400mm。

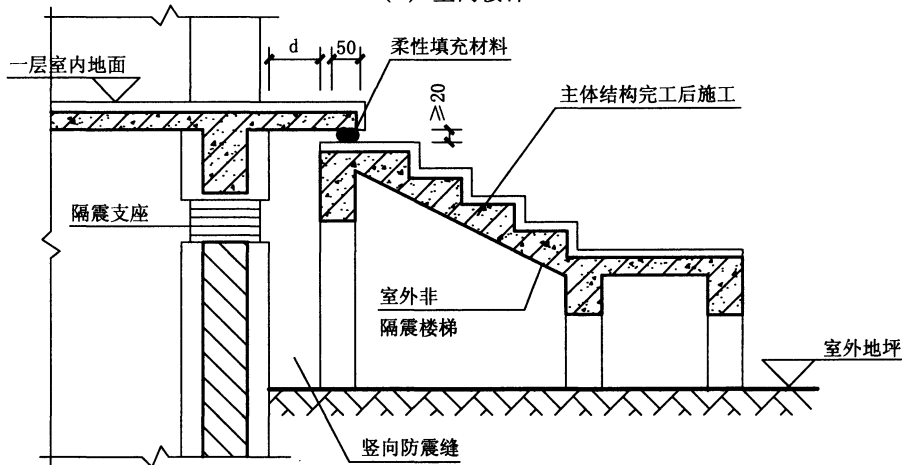
③ 隔震建筑需要设置沉降缝时, 其宽度应满足上述防震缝的要求。

2 上部结构 (包括与其相连的任何构件) 与下部结构 (包括地下室和与其相连的构件) 之间, 宜设置完全的水平隔离缝, 缝高可取 20mm, 并用柔性材料填充; 当设置水平隔离缝确有困难时, 应设置可靠的水平滑动垫层。水平隔离缝或水平滑动垫层的设置应考虑隔震层由竖向荷载、水平变形、不均匀沉降等引起的隔震层的竖向变形的影响;

3 穿越隔震层的走廊、楼梯、电梯等部位, 应无任何障碍物, 以防止可能的碰撞。参见图 9.3.3-1 ~ 9.3.3-2。



(a) 室内楼梯



(b) 室外楼梯

图 9.3.3-1 楼梯隔震部位节点示意

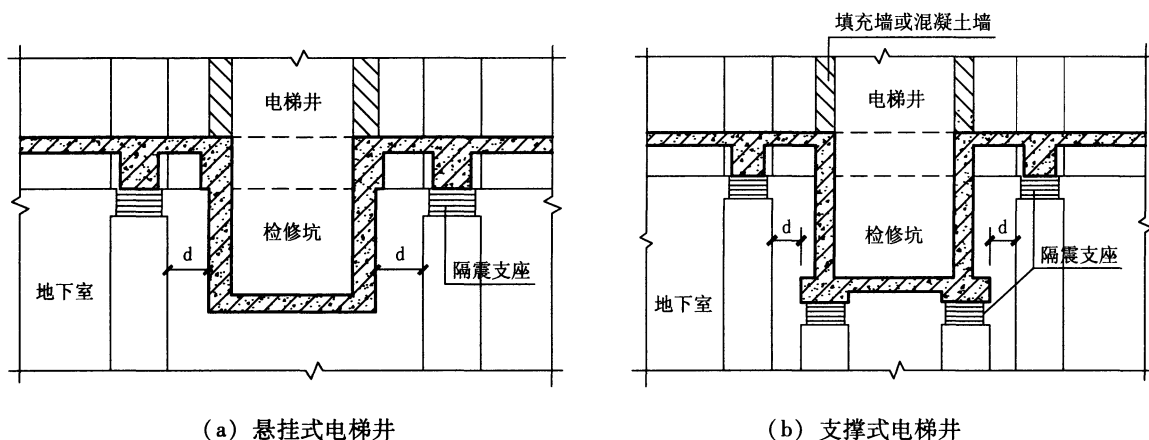


图 9.3.3-2 电梯井隔震部位节点示意

9.3.4 隔震层以上结构的隔震措施，应符合下列规定：

1 隔震层以上结构应采取不阻碍隔震层在罕遇地震下发生大变形的措施，应合理设置防震缝和水平隔离缝。

2 丙类建筑隔震后上部砌体结构的抗震构造措施应符合下列要求：

1) 承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离及圈梁的截面和配筋构造，应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.1 节和第 7.3、7.4 节的有关规定。

2) 多层砖砌体房屋的钢筋混凝土构造柱设置，水平向减震系数大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38），仍应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 表 7.3.1 的规定；7~9 度，水平向减震系数不大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38），应符合表 9.3.4-1 的规定。

3) 混凝土小砌块房屋芯柱的设置，水平向减震系数大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38），仍应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 表 7.4.1 的规定；7~9 度，当水平向减震系数不大于 0.40 时（设置阻尼器时为 0.38），应符合表 9.3.4-2 的规定。

表 9.3.4-1 隔震后砖房构造柱设置要求

房屋层数			设置部位
7 度	8 度	9 度	
三、四	二、三		每隔 12m 或单元横墙与外墙交接处
五	四	二	每隔三开间的横墙与外墙交接处
六	五	三、四	隔开间横墙（轴线）与外墙交接处，山墙与内纵墙交接处；9 度四层，外纵墙与内墙（轴线）交接处
七	六、七	五	内墙（轴线）与外墙交接处，内墙局部较小墙垛处；内纵墙与横墙（轴线）交接处

表 9.3.4-2 隔震后混凝土小型空心砌块房屋芯柱设置要求

房屋层数			设置部位	设置数量
7 度	8 度	9 度		
三、四	二、三		外墙转角, 楼梯间四角, 楼梯斜段上下端对应的墙体处; 大房间内外墙交接处; 每隔 12m 或单元横墙与外墙交接处	外墙转角, 灌实 3 个孔 内外墙交接处, 灌实 4 个孔
五	四	二	外墙转角, 楼梯间四角, 楼梯斜段上下端对应的墙体处; 大房间内外墙交接处, 山墙与内纵墙交接处, 隔三开间横墙 (轴线) 与外纵墙交接处	
六	五	三	外墙转角, 楼梯间四角, 楼梯斜段上下端对应的墙体处; 大房间内外墙交接处, 隔间横墙 (轴线) 与外纵墙交接处, 山墙与内纵墙交接处; 8、9 度时, 外纵墙与横墙 (轴线) 交接处, 大洞口两侧	外墙转角, 灌实 5 个孔 内外墙交接处, 灌实 5 个孔 洞口两侧各灌实 1 个孔
七	六	四	外墙转角, 楼梯间四角, 楼梯斜段上下端对应的墙体处; 各内外墙 (轴线) 与外墙交接处; 内纵墙与横墙 (轴线) 交接处; 洞口两侧	外墙转角, 灌实 7 个孔 内外墙交接处, 灌实 4 个孔 内墙交接处, 灌实 4~5 个 孔洞口两侧各灌实 1 个孔

4) 隔震后上部结构的抗震措施可以适当降低, 一般的橡胶支座以水平减震系数 0.40 为界划分, 并明确降低的要求不得超过一度, 对于不同的设防烈度如表 9.3.4-3 所示。

表 9.3.4-3 隔震层以上结构抗震措施所对应烈度分档与水平向减震系数的对应关系

本地区设防烈度 (基本地震加速度)	水平向减震系数	
	$\beta \geq 0.40$	$\beta < 0.40$
9 (0.40g)	8 (0.30g)	8 (0.20g)
8 (0.30g)	8 (0.20g)	7 (0.15g)
8 (0.20g)	7 (0.15g)	7 (0.10g)
7 (0.15g)	7 (0.10g)	7 (0.10g)
7 (0.10g)	7 (0.10g)	6 (0.05g)

9.3.5 穿过隔震层的设备配管、配线, 应采用柔性连接 (图 9.3.5-1、图 9.3.5-2) 或其它有效措施适应隔震层的罕遇地震水平位移。

1 穿过隔震层的竖向管线应符合下列要求:

1) 直径较小的柔性管线在隔震层处应预留伸展长度, 其值不应小于隔震层在罕遇地震作用下最大水平位移的 1.2 倍, 且不小于 200mm;

2) 直径较大的管道在隔震层处宜采用柔性材料或柔性接头;

3) 重要管道、可能泄漏有害介质或可燃介质的管道, 在隔震层处应采用柔性接头。

2 利用构件钢筋作避雷线时, 应采用柔性导线连通上部与下部结构的钢筋 (图 9.3.5-2 (b))。

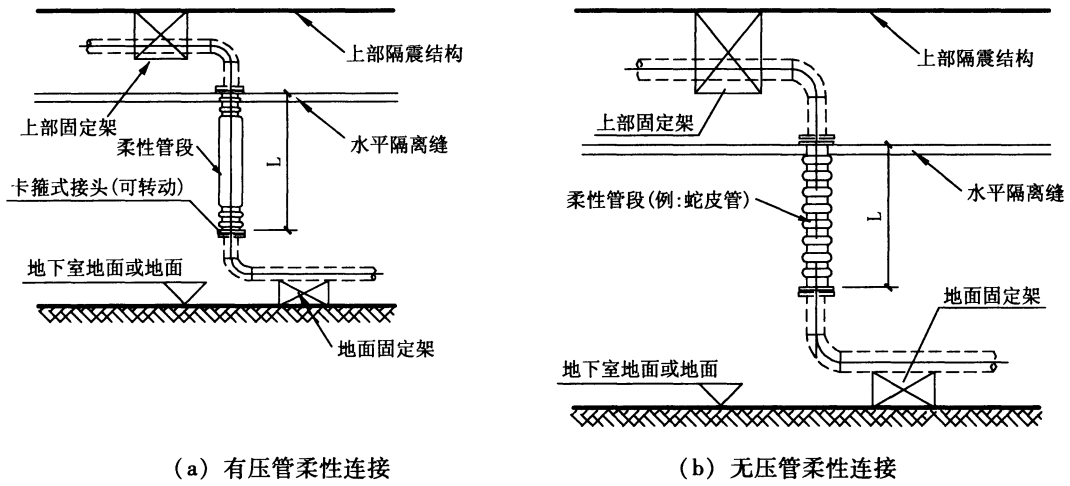


图 9.3.5-1 立管柔性连接

注: 长度 L 应满足不小于 d 的水平位移

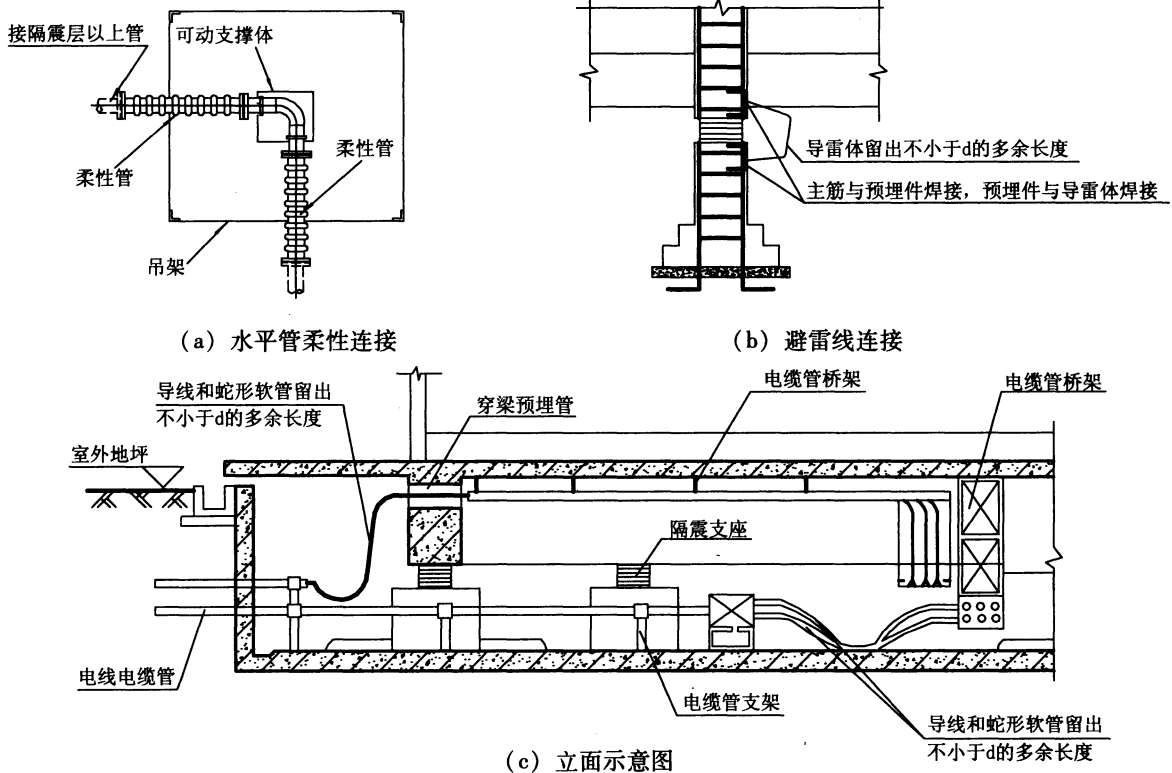


图 9.3.5-2 电缆、电线连接

10 镇村砌体结构房屋的抗震要求

10.1 一般规定

10.1.1 本章适用于镇(乡)村砌体房屋的层数为一、二层,采用木或预制预应力或非预应力钢筋混凝土圆孔板(以下简称预制混凝土板)做楼、屋盖的一般民用房屋。对镇村中三层及以上的砌体房屋,其抗震设计应符合本措施第七章的规定。

注:楼、屋盖也可采用现浇钢筋混凝土板。

10.1.2 镇村砌体结构房屋应符合下列要求:

1 房屋的体形宜简单、规整;纵横承重墙(抗震墙)的布置宜均匀对称,在平面内宜对齐,沿竖向应上下连续;在同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀;应优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系;

2 二层房屋的楼层不应错层;楼梯间不宜设置在房屋尽端和转角处,且不应设置插入墙体内踏步板的悬挑楼梯;

3 当设防烈度为8、9度时不应采用硬山搁檩屋盖。

10.1.3 选择建筑场地时,宜避开不利地段,不应在危险地段建造房屋。

10.1.4 房屋基础的材料可采用实心砖、石、灰土或三合土等。当基础设置在淤泥、可液化土层或严重不均匀土层上时,应采用垫层换填方法处理地基。

10.1.5 房屋基础的埋置深度除岩石地基外,不宜小于500mm,并应满足防冻要求。

10.1.6 房屋结构材料的性能指标应符合下列要求:

1 烧结普通砖、烧结多孔砖的强度等级不应低于MU7.5;蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖不应低于MU15;混凝土小型空心砌块(简称小砌块)的强度等级不应低于MU5;

2 砌筑砂浆的强度等级:烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖不应低于M2.5;小砌块不应低于Mb5;

3 梁、板、柱混凝土的强度等级不宜低于C20;小砌块砌体的灌孔混凝土强度等级不应低于Cb20;

4 钢筋宜采用HPB300、HRB335和HRB400热轧钢筋。不应使用锈蚀严重的钢筋或从旧房屋构件中拆除出来的旧钢筋;

5 木构件应选用干燥、纹理直、节疤少、的木材;

6 石材应质地坚实,无风化,无剥落和无裂缝。

10.2 设计要求

10.2.1 房屋中承重纵横向墙层高1/2处的门窗洞口所占水平横截面面积:对承重横墙不应大于总截面积的25%;对承重纵墙,不应大于总截面积的50%。横墙和内纵墙上的洞口宽度不宜大于1.5m;外纵墙上的洞口尺寸不宜大于1.8m或开间尺寸的一半。当承重窗间墙的宽度不大于1.0m时,宜对墙体采取增设构造柱等加强措施。若一面墙上同时开门洞和窗洞,或门窗洞口过大,应在洞口上方做通长过梁,并将梁端钢筋锚入构造柱内,与构造柱一同浇注。预制和现浇过梁的支承长度应不小于240mm。

10.2.2 房屋的层数、层高和总高度应符合下列规定：

- 1 房屋的层数和总高度不应超过表 10.2.2 的规定；
- 2 砌体房屋的层高：单层房屋不应超过 4.0m；两层房屋其各层的层高不应超过 3.6m。

表 10.2.2 砌体房屋的层数和总高度限制 (m)

墙体类别	最小墙厚度 (m)	设防烈度和设计基本地震加速度											
		6		7		8		9					
		0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g		0.40g	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
实心砖墙、 多孔砖墙	240	7.2	2	7.2	2	7.2	2	6.6	2	6.6	2	3.3	1
小砌块墙	190	7.2	2	7.2	2	7.2	2	6.6	2	6.6	2	3.3	1
多孔砖墙	190	7.2	2	6.6	2	6.6	2	6.0	2	6.0	2	3.0	1
蒸压砖墙	240												
空斗墙	240	7.2	2	6.0	2	6.0	2	3.3	1	3.3	1	-	-

注：房屋总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口高度。

10.2.3 砌体房屋的抗震横墙间距不应超过表 10.2.3 的要求。

表 10.2.3 房屋抗震横墙的最大间距 (m)

墙体类别	最小墙厚 (mm)	房屋层数	楼层	设防烈度					
				木楼(屋)盖			预制混凝土板楼(屋)盖		
				6、7	8	9	6、7	8	9
实心砖墙 多孔砖墙 小砌块墙	240	一层	1	11.0	9.0	5.0	15.0	12.0	6.0
	240	二层	2	11.0	9.0	-	15.0	12.0	-
	190		1	9.0	7.0	-	11.0	9.0	-
多孔砖墙 蒸压砖墙	190	一层	1	9.0	7.0	5.0	11.0	9.0	6.0
	240	二层	2	9.0	7.0	-	11.0	9.0	-
			1	7.0	5.0	-	9.0	7.0	-
空斗墙	240	一层	1	7.0	5.0	-	9.0	7.0	-
		二层	2	7.0	-	-	9.0	-	-
			1	5.0	-	-	7.0	-	-

10.2.4 砌体房屋的抗震横墙厚度、间距和局部尺寸限值应符合表 10.2.4 的规定。

表 10.2.4 房屋的局部尺寸限值 (m)

部位	6、7度	8度	9度
承重窗间墙最小宽度	0.8	1.0	1.3
承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8	1.0	1.3
非承重外墙尽端至门窗洞边的最小距离	0.8	0.8	1.0
内墙阳角至门窗洞边的最小距离	0.8	1.2	1.8

10.2.5 砌体房屋应在下列部位设置配筋砖圈梁或钢筋混凝土圈梁。

- 1 所有纵横墙的基础顶部、每层楼(屋)盖(墙顶)标高处;
- 2 当 8 度为空斗墙房屋和 9 度时尚应在层高的中部设置一道。

10.2.6 当采用现浇钢筋混凝土圈梁时,圈梁的构造要求见本措施第七章的 7.2.3 条 4 款;当采用配筋砖圈梁时,构造应符合下列要求:

- 1 砂浆强度等级:6、7 度时不应低于 M5,8、9 度时不应低于 M7.5;砂浆层的厚度不宜小于 30mm;
- 2 配筋砖圈梁的纵向钢筋配置不应低于表 10.2.6;

表 10.2.6 砖圈梁纵向配筋

墙体厚度 (mm)	6、7 度	8 度	9 度
190、240	2 ϕ 6	2 ϕ 6	2 ϕ 6
370	2 ϕ 6	2 ϕ 6	3 ϕ 8
490	2 ϕ 6	3 ϕ 6	3 ϕ 8

- 3 配筋砖圈梁在墙体交接处的钢筋应搭接。

10.2.7 房屋纵横墙交接处的连接应符合下列要求:

- 1 8、9 度时,顶层楼梯间的横墙和外纵墙,宜沿墙高每隔 750mm 设置 2 ϕ 6 通长钢筋;
- 2 7 度时空斗墙房屋或其它房屋中长度大于 7.2m 的大房间,及 8 度和 9 度时,外墙转角及纵横墙交接处应沿墙高每隔 750mm 设置 2 ϕ 6 拉结钢筋,或 ϕ 4@200 拉结钢筋网片,拉结钢筋或网片每边伸入墙内长度不宜小于 750mm 或伸至门窗洞边(图 10.2.7-1、图 10.2.7-2);
- 3 突出屋顶的楼梯间在纵横墙交接处,应沿墙高每隔 750mm 设 2 ϕ 6 拉结钢筋,且每边伸入墙内的长度不宜小于 750mm(图 10.2.7-1、图 10.2.7-2);

10.2.8 后砌非承重隔墙应沿墙高每隔 750mm 设置 2 ϕ 6 拉结筋或 ϕ 4@200 钢筋网片与承重墙拉结。拉结钢筋或钢筋网片每边伸入墙内长度不宜小于 500mm;长度大于 5m 的后砌隔墙,墙顶与梁、楼板应拉结或紧密结合。当墙顶为钢筋混凝土梁或预制混凝土板时,应在后砌隔墙与梁、板间的缝隙用砖斜砌并塞紧(图 10.2.8-1)。当墙顶为木屋架或木梁时应每隔 1000mm 采用木夹板或铁件拉结(图 10.2.8-2)。

10.2.9 屋架或梁的跨度大于 4.8m 时,支承处宜设置壁柱或采取加强措施。木屋架、木大梁在墙上的最小支承长度不应小于 240mm;钢筋混凝土进深梁在墙上的最小支承长度不应小于 180mm 且梁下应有梁垫。

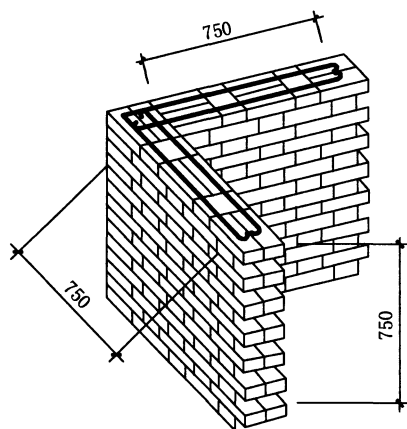


图 10.2.7-1 纵墙交接处拉结

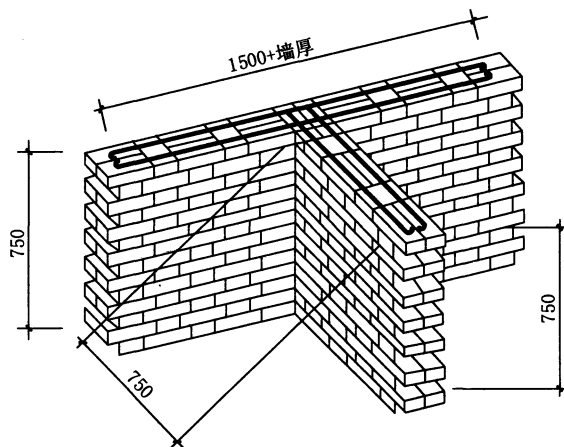


图 10.2.7-2 纵横墙交接处拉结

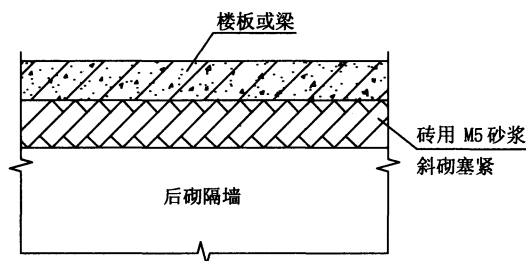


图 10.2.8-1 后砌隔墙与楼板

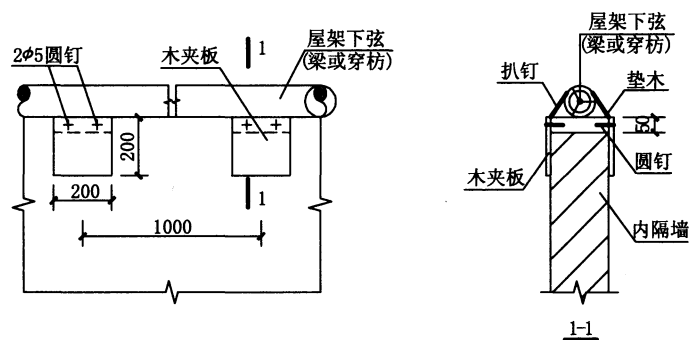


图 10.2.8-2 内隔墙墙顶与屋架下弦或梁的连接

- 10.2.10 房屋的木楼、屋盖应设置支撑、系杆等拉结措施，以增强房屋的整体性。
- 10.2.11 应采取构造措施，加强预制混凝土板的楼、屋盖的整体性。
- 10.2.12 若坡屋面采用砖砌山墙，应设置钢筋混凝土卧梁。
- 10.2.13 不应采用无锚固的钢筋混凝土预制挑檐。

附录 A 砌体结构相关国家标准、规范、规程

- 1 砌体结构设计规范 (GB 50003 - 2011)
- 2 建筑抗震设计规范 (GB 50011 - 2010)
- 3 混凝土结构设计规范 (GB 50010 - 2010)
- 4 建筑结构荷载规范 (GB 50009 - 2001) 2006 年版
- 5 建筑设计防火规范 (GB 50016 - 2006)
- 6 建筑地基基础设计规范 (GB 50007 - 2011)
- 7 建筑抗震鉴定标准 (GB 50023 - 2009)
- 8 湿陷性黄土地区建筑规范 (GB 50025 - 2004)
- 9 墙体材料应用统一技术规范 (GB 50574 - 2010)
- 10 人民防空工程设计规范 (GB 50225 - 2005)
- 11 人民防空地下室设计规范 (GB 50038 - 2005)
- 12 高层民用建筑设计防火规范 (GB 50045 - 95) (2005 年版)
- 13 工业建筑防腐蚀设计规范 (GB 50046 - 2008)
- 14 建筑结构可靠度设计统一标准 (GB 50068 - 2001)
- 15 建筑结构设计术语和符号标准 (GB/T 50083 - 97)
- 16 人民防空工程设计防火规范 (GB 50098 - 2009)
- 17 地下工程防水技术规范 (GB 50108 - 2008)
- 18 屋面工程技术规范 (GB 50693 - 2011)
- 19 工程结构设计基本术语和通用符号 (GBJ 132 - 90)
- 20 砌体结构工程施工质量验收规范 (GB 50203 - 2011)
- 21 人民防空工程施工及验收规范 (GB 50134 - 2004)
- 22 工程结构可靠性设计统一标准 (GB 50153 - 2008)
- 23 建筑地基基础工程施工质量验收规范 (GB 50202 - 2002)
- 24 混凝土结构工程施工规范 (GB 50666 - 2011)
- 25 混凝土结构工程施工质量验收规范 (GB 50204 - 2002) (2011 年版)
- 26 地下防水工程质量验收规范 (GB 50208 - 2011)
- 27 建筑防腐蚀工程施工质量验收规范 (GB 50224 - 2010)
- 28 建筑工程抗震设防分类标准 (GB 50223 - 2008)
- 29 砌体工程现场检测技术标准 (GB/T50315 - 2011)
- 30 砌体结构加固设计规范 (GB 50702 - 2011)
- 31 底部框架—抗震墙砌体房屋抗震技术规程 (JGJ248 - 2012)
- 32 混凝土小型空心砌块建筑技术规程 (JGJ/T 14 - 2011)
- 33 蒸压加气混凝土建筑应用技术规程 (JGJ/T 17 - 2008)
- 34 高层建筑混凝土结构技术规范 (JGJ3 - 2010)
- 35 钢筋机械连接技术规程 (JGJ 107 - 2010)
- 36 钢筋焊接及验收规程 (JGJ 18 - 2012)
- 37 高层建筑岩土工程勘察规程 (JGJ 72 - 2004)

- 38 现浇混凝土楼盖技术规程 (JGJ/T268 - 2012)
- 39 软土地区工程地质勘察规范 (JGJ 83 - 91)
- 40 建筑桩基技术规范 (JGJ 94 - 2008)
- 41 冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程 (JGJ 95 - 2011)
- 42 冷拔低碳钢丝应用技术规程 (JGJ 19 - 2010)
- 43 装饰多孔砖夹心复合墙技术规程 (JGJ/T274 - 2012)
- 44 冻土地区建筑地基基础设计规范 (JGJ 118 - 2011)
- 45 镇 (乡) 村建筑抗震技术规程 (JGJ 161 - 2008)
- 46 植物纤维工业灰渣混凝土砌块建筑技术规程 (JGJ/T228 - 2010)
- 47 建筑隔震橡胶支座 (JG118 - 2000)
- 48 叠层橡胶支座隔震技术规程 (CECS 126: 2001)

附录 B 蒸压加气混凝土砌块低层房屋结构设计

B.1 一般规定

B.1.1 适用范围:

- 1 适用于抗震设防 6~9 度地区及非地震区,采用蒸压加气混凝土砌块承重的低层房屋;
- 2 抗震设防地区的房屋层数、层高和总高度限制参照本措施第十章表 10.2.2。

B.1.2 材料等级:

蒸压加气混凝土制品质量应符合国家标准《蒸压加气混凝土砌块》GB 11968 和《蒸压加气混凝土板》GB 15762 及有关标准的规定。

B.1.3 墙体材料:

低层蒸压加气混凝土承重墙体用于外墙时,宜采用 B04 级强度等级 A2.0 的产品,厚度按节能要求计算确定;承重内墙宜采用 B05 级强度为 A2.5 的产品,厚度按计算确定。

B.1.4 砌筑及防护:

- 1 蒸压加气混凝土砌筑和抹灰均应采用专用砂浆。上皮与下皮的搭接长度应不小于下皮砌块长度的 1/3,砌筑或安装时的含水率宜小于 15%;
- 2 蒸压加气混凝土制品用作外墙时应做饰面防护层;
- 3 蒸压加气混凝土建筑底层的防潮层以下墙体,不得采用蒸压加气混凝土制品。

B.1.5 结构布置:

- 1 采用蒸压加气混凝土砌块作为承重墙体的房屋,宜采用横墙或纵横墙混合承重的结构体系,抗震横墙间距不宜超过 6.6m,每层应设置现浇钢筋混凝土圈梁,墙体交接处宜设置后浇构造柱;
- 2 蒸压加气混凝土砌块墙体不宜与其他材料在同一表面,如不可避免时,应采取构造措施(包括饰面层);
- 3 墙体布置宜均匀、对称;上下应对直贯通。平面宜规则方正,避免凹进或突出。

B.2 结构计算

B.2.1 基本计算规定:

构件应满足承载能力极限状态的要求,受弯板材还应满足正常使用极限状态的要求。受压砌体应满足允许高厚比的要求。

B.2.2 砌体构件受压、受剪承载力计算:

按《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17-2008 中相关规定计算。

B.2.3 配筋受弯板材的承载力计算:

按《蒸压加气混凝土建筑应用规程》JGJ/T 17-2008 中相关规定计算。

B.3 抗震构造措施

B.3.1 构造柱的设置:

- 1 蒸压加气混凝土砌块房屋承重墙应设置现浇钢筋混凝土构造柱,以加强砌体结构的整体性和提

高其抗震性能；

2 构造柱的设置应符合表 B. 3. 1 的规定。

表 B. 3. 1 构造柱的设置要求

烈度	房屋层数	构造柱设置
6 度	一层	房屋外墙尽端四角
	二层	房屋外墙尽端四角，构造柱间距不大于 6.0m
7 度	一层	房屋外墙所有转角
	二层	房屋外墙所有转角，外墙与内横墙连接处
8 度	一层	房屋外墙所有转角，外墙与内横墙连接处
	二层	房屋外墙所有转角，外墙与内横墙连接处，构造柱间距不大于 4m
9 度	一层	房屋外墙所有转角，构造柱间距不大于 3m
	二层	房屋外墙所有转角，构造柱间距不大于 2m，所有门窗洞口两侧

B. 3. 2 构造柱的构造要求：

1 构造柱最小截面尺寸应为 200mm × 200mm，并与墙体连接，6、7 度单层房屋可留直槎，两层房屋宜留马牙槎或设拉结筋；8、9 度一律留马牙槎。设 2φ4 拉结筋沿墙高 600mm，每边伸入墙 500mm；

2 构造柱必须先砌加气混凝土墙，后浇构造柱混凝土，混凝土强度不低于 C20；

3 构造柱无需设单独基础，构造柱伸入室外地面下的最小深度，单层房屋为 300mm，两层房屋为 500mm；

4 构造柱的纵向钢筋配置可按表 B. 3. 2 采用。

表 B. 3. 2 构造柱的纵向钢筋配置

烈度	房屋层数	纵向钢筋	箍筋
6、7 度	一层	4φ8	φ4@250
	二层	4φ10	
8 度	一层	4φ10	φ4@200
	二层	4φ12	
9 度	一层	4φ12	φ4@150
	二层	4φ14	

B. 3. 3 抗震圈梁的设置：

1 蒸压加气混凝土砌块建筑应在楼面、屋面水平标高处设置现浇钢筋混凝土圈梁；

2 现浇圈梁的设置要求可按表 B. 3. 3 采用。

表 B. 3. 3 抗震圈梁设置要求

烈度	层数	外墙	内墙
6 度	一层	沿周圈外墙设	可不设
	二层	沿周圈外墙设	各层所有内墙均设
7 度	一层	沿周圈外墙设	可不设
	二层	沿周圈外墙设	各层所有内墙均设

续表 B.3.3

烈度	层数	外墙	内墙
8 度	一层	沿周圈外墙设	沿所有内墙均设
	二层	各层沿周圈外墙均设	各层所有内墙均设
9 度	一层	沿周圈外墙设	沿所有内墙均设
	二层	各层沿周圈外墙均设	各层所有内墙均设

注：若为现浇钢筋混凝土楼、屋盖时，可不单独设置圈梁，但在板沿墙体周边应增设 2 ϕ 10 加强钢筋，与相应构造柱钢筋相连。

B.3.4 圈梁构造：

- 1 圈梁截面宽度宜同构造柱，内承重墙可同墙厚；高度不宜小于 100mm；
- 2 圈梁配筋可按表 B.3.4 采用；
- 3 现浇钢筋混凝土圈梁强度等级不宜低于 C20。

表 B.3.4 圈梁配筋表

配筋	烈 度			
	6	7	8	9
最小纵筋	4 ϕ 8	4 ϕ 8	4 ϕ 10	4 ϕ 12
箍筋最大间距 (mm)	250	250	200	150

B.3.5 坡屋顶房屋：

- 1 山墙及硬山搁檩内墙斜坡顶部应设置圈梁，并与墙体圈梁相交、封闭；
- 2 采用硬山搁檩承重的蒸压加气混凝土屋面板结构，其屋面坡度夹角不宜大于 30°；
- 3 蒸压加气混凝土屋面板亦可在支座墙找坡顺坡搁置，但坡度亦不宜过大；

B.3.6 蒸压加气混凝土屋面板：

1 蒸压加气混凝土屋面板在震区使用时应选用配置有预埋件的屋面板，其构造应与圈梁（或大梁）以及板与板之间有可靠的连接；

2 蒸压加气混凝土屋面板不能作为屋面屋架的支撑系统；

3 屋面板的配筋应根据地震区的烈度、荷载、跨度等因素确定，屋面板的挑出长度应符合下列规定：

- 1) 沿屋面板宽方向，不宜大于板宽的 1/3，并与相邻板有可靠连接；
- 2) 沿板的长度方向，不宜大于板宽的 2/3，并与相邻板有可靠连接；

B.3.7 墙体配筋：

1 为加强蒸压加气混凝土砌块墙体的整体性，提高砌块墙体的承载能力，应在墙体水平部位按结构构造要求配置水平钢筋；

2 当采用优等品加气混凝土砌块砌墙时，水平方向设置的钢筋不得直接置于砌块表面。应先在砌块墙上设槽，槽的深度和宽度应大于钢筋直径的 3 倍至 4 倍（有专用工具施工），然后再铺砌筑用的专用砂浆，再将钢筋压入砂浆中握裹。一般沿墙高每 600mm 设一皮；

3 在外墙窗洞口标高处，亦应按此设置水平配筋。

B.3.8 最小局部尺寸限制：

蒸压加气混凝土砌块承重墙体的最小局部尺寸为墙厚 \times 600mm。此时应通过设置水平加强钢筋增强其抗压强度。一般为 ϕ 4@200 沿墙高设置，间距不大于 400mm。

B.3.9 门窗过梁：

- 1 采用配筋加气混凝土过梁，与墙搭接长度应 \geq 200mm，并用专用砂浆坐浆；

2 预制或现浇混凝土过梁，如为外墙，则其外部应有保温构造。

B.3.10 砂浆和灰缝：

根据不同类型砌块（普通或优等品）均应采用不同类型的专用砌筑和内外墙抹灰砂浆，砌筑灰缝饱满度，水平灰缝宜 $\geq 95\%$ ，垂直灰缝普通砌块宜 $\geq 90\%$ ，优等品砌块宜 $\geq 95\%$ 。普通砌块灰缝应 $\leq 15\text{mm}$ 。优等砌块灰缝应 $\leq 3\text{mm}$ 。

附录 C 隔震设计算例

C.1 工程概要

- C.1.1** 本工程房屋结构型式为砖混结构住宅楼（带半地下室，横墙承重，烧结多孔砖，外墙墙厚 370mm，内墙墙厚 240mm）。
- C.1.2** 房屋建筑平面图见图 C.1.1，主要数据见表 C.1.1。
- C.1.3** 设防烈度：8 度
- C.1.4** 场地类别：II 类场地；设计地震分组为一组。

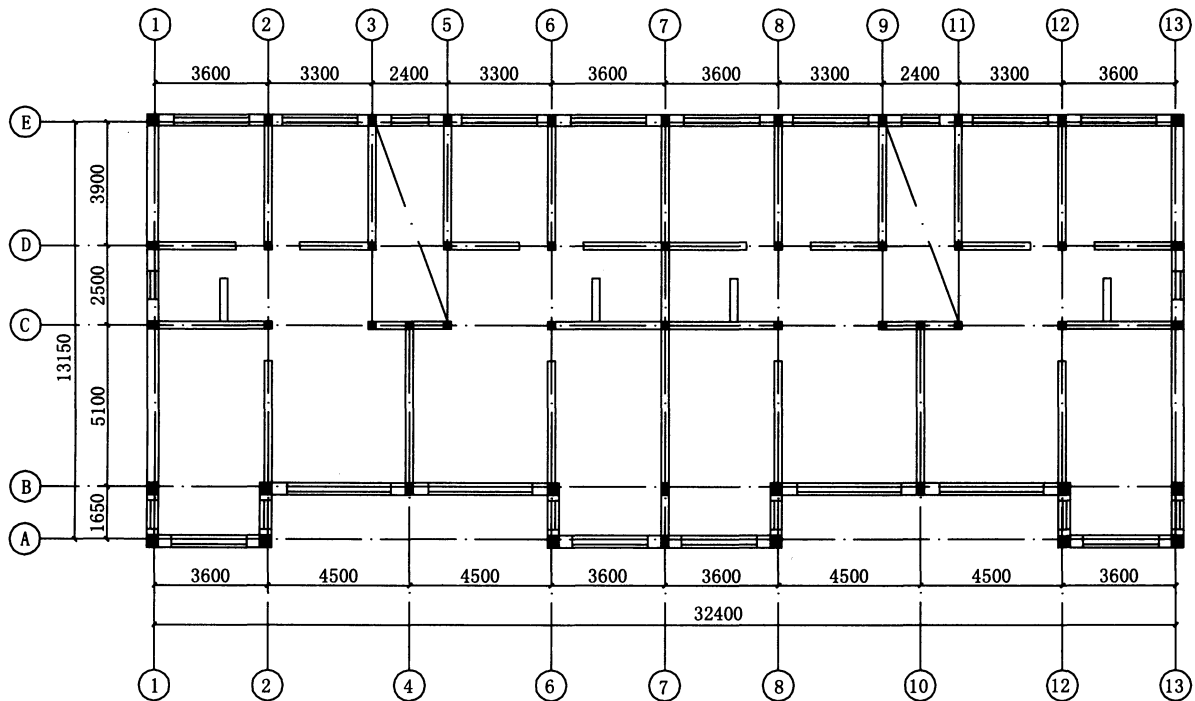


图 C.1.1 单元平面图

表 C.1.1 房屋基本参数

层数	总高度 (m)	高宽比	层高 (m)	平面尺寸 (m)
6	23.5	1.7	3	32.9 × 13.65

C.2 初步设计

C.2.1 判断是否采用隔震设计：

- 1 该建筑物高宽比为 1.7，小于 4，建筑总高度为 23.5m，层数为 6 层，符合《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010 的有关要求；
- 2 建筑场地为 II 类场地，无液化；

3 风荷载和其他非地震作用的水平荷载标准值产生的总水平力未超过结构总重力的 10%。

因此, 该建筑可采用隔震技术。

C.2.2 隔震层位置设在地下室顶部, 橡胶隔震支座设置在地下室柱顶, 其规格、数量和分布根据竖向承载力、侧向刚度和阻尼的要求通过计算确定。隔震层在罕遇地震下应保持稳定, 不宜出现不可恢复的变形。隔震层橡胶支座在罕遇地震的水平 and 竖向地震同时作用下, 拉应力不应大于 1MPa。

C.2.3 经计算隔震层上部总重力 $G = 54320\text{kN}$, 其中 $G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = 9166.5\text{kN}$, $G_6 = 8487.5\text{kN}$ 。取图 C.2.3 所示坐标系, 则质心坐标为 (16200mm, 6400mm)。

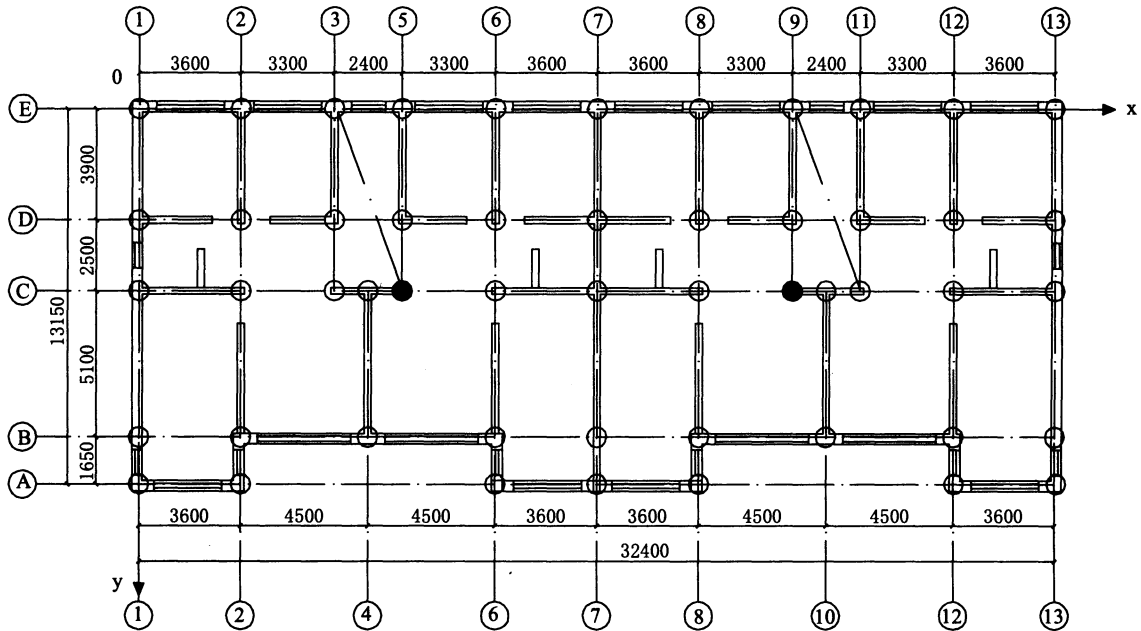


图 C.2.3 隔震垫布置图

图中: ●—GZY350V4A; ○—GZY400V4A

C.3 隔震支座的选型、布置

C.3.1 由上部结构计算出每个支座上的轴向力, 按照《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010 第 12.2.3 条中表 12.2.3 的丙类建筑隔震支座平均压应力限值应小于等于 15MPa (本建筑为丙类建筑) 的规定, 初步确定出每个支座的直径 (隔震支座的平面布置如图 C.2.3)。

通过计算比较, 择优选用二种类型的隔震支座: GZY350V4A (2 个), GZY400V4A (49 个) 的铅芯隔震支座, 其刚度、阻尼比、总数及橡胶支座的第一形状系数和第二形状系数见表 C.3.1:

表 C.3.1 隔震支座基本参数

属性 型号	设计承载力 (kN)	水平变形 (100%)		水平变形 (250%)		总数	第一形 状系数	第二形 状系数
		等效水平刚度 (kN/mm)	等效阻尼比 (%)	等效水平刚度 (kN/mm)	等效阻尼比 (%)			
GZY350V4A	1400	0.89	23.2	0.84	10	2	22.97	5.15
GZY400V4A	1800	1.33	27.2	1.18	13	49	26.25	5.83

C.4 水平减震系数 β 的计算

C.4.1 按设防烈度地震时, 采用隔震支座剪切变形为 100% 的等效水平刚度和等效粘滞阻尼比计算水平减震系数。

由公式 (9.2.1-2) $T_1 = 2\pi \sqrt{G/K_h g} = 1.81s$

由公式 (9.2.1-3) $K_h = \Sigma K_j = 66.95kN/mm$

由公式 (9.2.1-4) $\zeta_{eq} = \Sigma K_j \zeta_j / K_h = 27.09\%$

由《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 的公式 (5.1.5-3)

$$\eta_2 = 1 + (0.05 - \zeta_{eq}) / (0.08 + 1.6\zeta_{eq}) = 0.57 > 0.55, \text{ 取 } \eta_2 = 0.57$$

由《建筑抗震设计规范》公式 (5.1.5-1)

$$\gamma = 0.9 + (0.05 - \zeta_{eq}) / (0.3 + 6\zeta_{eq}) = 0.79, \text{ 取 } T_{gm} = 0.4s$$

则由公式 (9.2.1-1) 计算得到水平向减震系数: $\beta = 1.2\eta_2 (T_{gm}/T_1)^\gamma = 1.2 \times 0.57 \times (0.4/1.81)^{0.79} = 0.2$

C.5 上部结构的计算

C.5.1 水平地震作用标准值 F_{EK}

$$F_{EK} = (\beta\alpha_{max}/\psi) G = (0.2 \times 0.16/0.8) \times 54320 = 2172.8kN$$

C.5.2 隔震后各层分布的地震剪力 F_{ik} , 由公式 9.2.7-2 计算得出, 计算结果见表 C.5.2。

表 C.5.2 计算结果

层数	G_i (kN)	ΣG_i (kN)	F_{EK} (kN)	F_i (kN)	V_i (kN)	剪重比
6	8487.5	54320	2172.8	339.5	339.5	0.04
5	9166.5			366.66	706.16	
4	9166.5			366.66	1072.82	
3	9166.5			366.66	1439.48	
2	9166.5			366.66	1806.14	
1	9166.5			366.66	2172.8	

C.5.3 隔震后结构的水平地震作用计算简图及结构水平剪力图, 如图 C.5.3 所示。

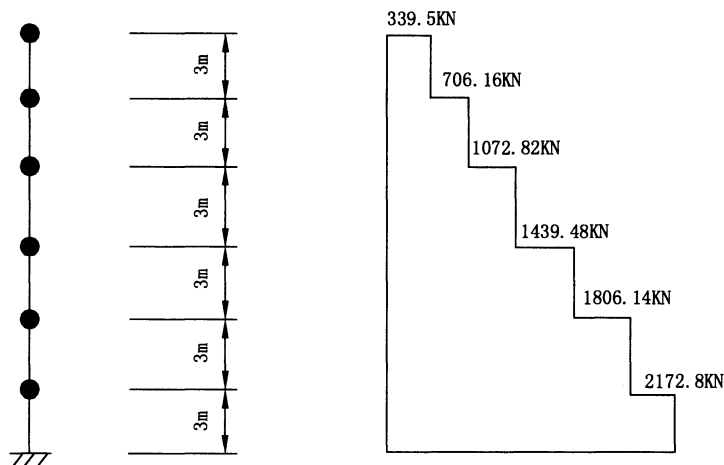


图 C.5.3

C.6 隔震层水平位移验算

C.6.1 计算隔震层的刚心位置和偏心距 e

罕遇地震时, 采用隔震支座剪切变形不小于 250% 时的剪切刚度和等效粘滞阻尼
如图 C.2.3 所示, 采取图示坐标系, 设刚心位置坐标为 (x, y) , 则

1 水平刚度中心坐标 (x, y) :

$$\begin{aligned}\sum K'_h x_i &= \sum K'_h \times x \\ \sum K'_h x_i &= 963900 \text{KN}, \quad \sum K'_h = 59.5 \text{KN/mm} \\ x &= \frac{\sum K'_h x_i}{\sum K'_h} = 16200 \text{mm} \\ \sum K'_h y_i &= \sum K'_h \times y \\ \sum K'_h y_i &= 375195 \text{KN}, \quad \sum K'_h = 59.5 \text{KN/mm} \\ y &= \frac{\sum K'_h y_i}{\sum K'_h} = 375195 / 59.5 = 6305.8 \text{mm}\end{aligned}$$

则刚度中心坐标为 (16200mm, 6305.8mm)

2 偏心距 e

$$\begin{aligned}e_x &= 0 \\ e_y &= 6400 - 6305.8 = 94.2 \text{mm}\end{aligned}$$

由于 $e_x = 0$, 无偏心, 故仅考虑单方向地震作用的影响。

C.6.2 隔震层质心处的水平位移计算:

由公式 (9.2.1-6) 计算出隔震层质心处在罕遇地震下的水平位移。

其中 $\lambda_s = 1.0$, $T_g = 0.35 + 0.05 = 0.4 \text{s}$, $K'_h = \sum K'_i = 59.5 \text{kN/mm}$

$$T'_1 = 2\pi \sqrt{G/K'_h g} = 1.918 \text{s} < 5 \times 0.4 = 2.0 \text{s}$$

$$\text{又有 } \zeta'_{eq} = \frac{\sum K'_i \zeta'_i}{K'_h} = 12.91\% \quad \gamma = 0.9 + \frac{0.05 - \zeta'_{eq}}{0.3 + 6\zeta'_{eq}} = 0.8264$$

$$\eta_2 = 0.724, \quad \eta_1 = 0.01, \quad \alpha_{\max} = 0.9$$

则 $\alpha_1(\zeta'_{eq}) = [\eta_2 0.2' - \eta_1 (T'_1 - 5T_g)] \alpha_{\max} = 0.173$, $u_e = \lambda_s \alpha_1(\zeta'_{eq}) G/K'_h = 157.94 \text{mm}$

C.6.3 水平位移验算 (验算最不利支座)

1 验算最右上角支座 GZY400V4A (轴 (13) /E)

(1) 扭转影响系数 η

$$\begin{aligned}s_i &= 6305.8 \text{mm} \\ \eta_i &= 1 + 12es_i / (a^2 + b^2) = 1.01 < 1.15\end{aligned}$$

因为该支座为边支座, 故取 $\eta = 1.15$

(2) 水平位移 u_i

$$\begin{aligned}u_i &= \eta_i u_e = 1.15 \times 157.94 = 181.63 \text{mm} \\ [u_i] &= \min \{0.55 \text{ 倍有效直径, 支座各橡胶层总厚度的 3 倍}\} \\ &= \min \{0.55 \times 400 = 220 \text{mm}, 102.58 \times 3 = 307.74\} = 220 \text{mm}\end{aligned}$$

显然, $u_i = 181.63 \text{mm} < [u_i] = 220 \text{mm}$, 故支座变形满足要求。

2 验算支座 GZY350V4A (轴 (5) /C):

(1) 扭转影响系数 η

$$\begin{aligned}s_i &= 6400 - 6305.8 = 94.2 \text{mm} \\ \eta_i &= 1 + 12es_i / (a^2 + b^2) = 1.00\end{aligned}$$

(2) 水平位移 u_i

$$u_i = \eta_i u_e = 1.00 \times 157.94 = 157.94 \text{mm}$$

$$[u_i] = \min \{0.55 \text{ 倍有效直径, 支座各橡胶层总厚度的 3 倍}\}$$

$$= \min \{0.55 \times 350 = 192.5 \text{mm}, 100.42 \times 3 = 301.26\} = 192.5 \text{mm}$$

显然, $u_i = 157.94 \text{mm} < [u_i] = 192.5 \text{mm}$, 故支座变形满足要求。

C.7 隔震层下部的计算

C.7.1 隔震层在罕遇地震作用下的水平剪力的计算:

由公式 (9.2.1-5) 得砌体结构在罕遇地震作用下的水平剪力

$$V_c = \lambda_s \alpha_1 (\zeta'_{eq}) G = 1.0 \times 0.173 \times 54320 = 9397.36 \text{kN}$$

C.7.2 隔震层的总刚度 $K'_h = 59.5 \text{kN/mm}$ 。各隔震支座的受力情况见表 C.7.2。各隔震支座的水平剪力

按刚度分配, 即: $V_j = \frac{K'_j}{\sum K'_j} V_c$ 。

表 C.7.2 各隔震支座受力情况

隔震垫号	刚度 (kN/mm)	剪力 (kN)	竖向荷载 (kN)
轴①/E	1.18	186.4	776.6
轴②/E	1.18	186.4	1331.6
轴③/E	1.18	186.4	1540.5
轴⑤/E	1.18	186.4	955.8
轴⑥/E	1.18	186.4	1074.8
轴⑦/E	1.18	186.4	1170.8
轴⑧/E	1.18	186.4	1074.8
轴⑨/E	1.18	186.4	939.8
轴⑪/E	1.18	186.4	1540.5
轴⑫/E	1.18	186.4	1331.6
轴⑬/E	1.18	186.4	638.8
轴①/D	1.18	186.4	986.7
轴②/D	1.18	186.4	1027.2
轴③/D	1.18	186.4	951.7
轴⑤/D	1.18	186.4	865.2
轴⑥/D	1.18	186.4	1250.4
轴⑦/D	1.18	186.4	1334.7
轴⑧/D	1.18	186.4	1250.4
轴⑨/D	1.18	186.4	865.2
轴⑪/D	1.18	186.4	951.7
轴⑫/D	1.18	186.4	1027.2
轴⑬/D	1.18	186.4	830.1
轴①/C	1.18	186.4	1123.1

续表 C. 7. 2

隔震垫号	刚度 (kN/mm)	剪力 (kN)	竖向荷载 (kN)
轴②/C	1.18	186.4	1616.05
轴③/C	1.18	186.4	1145.7
轴④/C	1.18	186.4	1138.35
轴⑤/C	0.84	132.7	464.6
轴⑥/C	1.18	186.4	1250.3
轴⑦/C	1.18	186.4	1613.65
轴⑧/C	1.18	186.4	1250.3
轴⑨/C	0.84	132.7	465.2
轴⑩/C	1.18	186.4	1139.55
轴⑪/C	1.18	186.4	1147.2
轴⑫/C	1.18	186.4	1619.05
轴⑬/C	1.18	186.4	1046.15
轴①/B	1.18	186.4	998.25
轴②/B	1.18	186.4	1348.35
轴④/B	1.18	186.4	1480.2
轴⑥/B	1.18	186.4	1430.7
轴⑦/B	1.18	186.4	1387.05
轴⑧/B	1.18	186.4	1430.7
轴⑩/B	1.18	186.4	1480.2
轴⑫/B	1.18	186.4	1348.35
轴⑬/B	1.18	186.4	850.35
轴①/A	1.18	186.4	604.2
轴②/A	1.18	186.4	513.57
轴⑥/A	1.18	186.4	752.36
轴⑦/A	1.18	186.4	817.78
轴⑧/A	1.18	186.4	752.36
轴⑫/A	1.18	186.4	513.57
轴⑬/A	1.18	186.4	514.68

C.8 构造要求

C.8.1 由水平向减震系数 $\beta = 0.2 < 0.4$ ，以及表 9.3.4-3 知，隔震后上部结构的抗震措施可以采取降低一度（即 7 度）的要求，按《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010 第 7.1 节的规定进行设计。