

ICS 91.140.01

CCS P 45

DB11

北京市地方标准

DB11/T 1775—2020

供热采暖系统水处理规程

Code of practice for water treatment in heating systems

2020-12-24 发布

2021-04-01 实施

北京市市场监督管理局 发布

目 次

前言.....	11
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 水质要求.....	2
5 水质分析方法与频次.....	5
6 水处理方式.....	5
7 运行管理.....	6
8 环保.....	7
附录 A（资料性） 系统腐蚀和堵塞的原因分析	9
附录 B（资料性） 系统常用的水处理方式	11
附录 C（规范性） 运行管理用表格	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京市城市管理委员会提出并归口。

本文件由北京市城市管理委员会实施。

本文件起草单位：中国特种设备检测研究院、北京市朝阳区特种设备检测所、国家锅炉水处理与有机热载体质量监督检验中心、北京市热力集团有限责任公司、北京金房暖通节能技术股份有限公司、北京市煤气热力工程设计院有限公司。

本文件主要起草人：金栋、赵尔冰、彭韵燕、许红、尹波、孙凤娟、张瑞娟、么书勤、丁琦、张迪、檀伟伟、王永利、曹明凯、王建国、孙健、白丽莹。

供热采暖系统水处理规程

1 范围

本文件规定了供热采暖系统（以下简称“系统”）水质要求、分析方法与频次、水处理方式、运行管理和环保等要求。

本文件适用于系统水处理技术和管理。

本文件不适用于铝制锅炉系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 601 化学试剂 标准滴定溶液的制备
- GB/T 603 化学试剂 试验方法中所用制剂及制品的制备
- GB/T 1576—2018 工业锅炉水质
- GB/T 6903 锅炉用水和冷却水分析方法 通则
- GB/T 6904 工业循环冷却水及锅炉用水中pH的测定
- GB/T 6907 锅炉用水和冷却水分析方法 水样的采集方法
- GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定
- GB/T 6909 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定
- GB/T 6913 锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定
- GB/T 12151 锅炉用水和冷却水分析方法 浊度的测定（福马肼浊度）
- GB/T 12152 锅炉用水和冷却水中油含量的测定
- GB/T 13689 工业循环冷却水和锅炉用水中铜的测定
- GB/T 14427 锅炉用水和冷却水分析方法 铁的测定
- GB/T 15453 工业循环冷却水和锅炉用水中氯离子的测定
- GB/T 29044 采暖空调系统水质
- GB/T 34355 蒸汽和热水锅炉化学清洗规则
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB/T 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
- DB11/ 307 水污染物综合排放标准
- DB11/T 598 供热企业服务规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

供热采暖水系统 heating water system

供热采暖水系统包括补给水系统和循环水系统。

3.2

补给水 make-up water

由外界向供热采暖系统补充的水。

3.3

热源 heat source

将天然或人造的能源形式转化为符合供热要求的热能形式的设施。热源包括热水锅炉、地源热泵、空气源热泵、汽水换热器、太阳能热水器等。

3.4

直供水 direct recirculating water with heat producer and radiator

热源与供热采暖设备等系统末端设备构成一个密闭循环的系统用水。

3.5

间供一次水 primary recirculating water

从热源输送热能到换热器的循环系统水。

3.6

间供二次水 secondary recirculating water

从换热器到系统末端设备的循环系统水，包括经过多次换热的循环系统水的总称。

3.7

细泥 fine and smooth mud

水中的硬度或残留硬度物质发生化学反应而析出的随水流动的水渣或沉降在设备及管道上的泥状沉积物。

3.8

系统水容量 system capacity volume

整个供热采暖系统充满水时水的总容积，包括锅炉、换热设备、管道、散热设备等设备的水容量。

3.9

硬度 hardness

水中易于形成沉淀物的金属离子总浓度，通常指水中钙、镁离子的总浓度，单位为毫摩尔/升（mmol/L）。计量单位均以一价离子为基本单元。

4 水质要求

4.1 一般规定

4.1.1 供热采暖水系统的补给水、循环水水质应满足系统中管道、设备和仪表对水质的要求。

- 4.1.2 磷酸根指标适用于以磷酸盐作阻垢剂的系统，磷酸根含量应符合 GB/T 1576 的规定。
- 4.1.3 溶解氧指标为经过除氧处理后的控制指标，溶解氧含量应符合 GB/T 1576 的规定。
- 4.1.4 氯离子指标适用于含奥氏体不锈钢材料的系统，氯离子含量应符合 GB/T 29044 的规定。
- 4.1.5 铜离子指标适用于含铜材质的系统，铜离子的含量应符合 GB/T 50050 的规定。
- 4.1.6 本文件中未提及的其他有害杂质指标应符合设计要求。

4.2 直供水水质

直供水水质应符合表 1 的要求。

表1 直供水水质

项目		补给水	循环水
浊度/FTU		≤5	≤10
电导率(25℃)/(μS/cm)		—	≤1500
pH (25℃)	钢制设备	7.0~11.0	9.0~12.0
	铜制设备	7.0~10.0	8.0~10.0
硬度/(mmol/L)	设置除泥装置	≤0.6	≤0.6
	未设置除泥装置	≤0.1	≤0.1
溶解氧/(mg/L)		≤0.10	≤0.50
油/(mg/L)		≤2.0	≤2.0
全铁 Fe/(mg/L)		≤0.30	≤0.50
全铜 Cu/(mg/L)		—	≤0.02
磷酸根 PO_4^{3-} /(mg/L)		10~50	5~50
氯离子/(mg/L)	碳钢及铸铁设备	≤250	≤250
	304 不锈钢	≤80	≤80
	316 不锈钢	≤250	≤250
	铜制设备	≤100	≤100

4.3 间供一次水

间供一次水水质应符合表 2 的要求。

表2 间供一次水水质

水样	项目	额定功率≤4.2MW	额定功率不限
		锅内水处理	锅外水处理
补给水	硬度 ³ /(mmol/L)	≤6	≤0.6
	pH (25℃)	7.0~11.0	
	浊度/FTU	≤20.0	≤5.0

表 2 (续)

水样	项目		额定功率≤4.2MW	额定功率不限
			锅内水处理	锅外水处理
补给水	铁/ (mg/L)		≤0.30	
	溶解氧/ (mg/L)		≤0.10	
	氯离子/ (mg/L)	碳钢及铸铁设备	≤250	
		304 不锈钢	≤80	
		316 不锈钢	≤250	
循环水	电导率(25 °C)/ (μS/cm)		≤1500	
	pH (25 °C)		9.0~12.0	
	磷酸根/ (mg/L)		10~50	5~50
	全铁/ (mg/L)		≤0.50	
	油/ (mg/L)		≤2.0	
	酚酞碱度/ (mmol/L)		≥2.0	
	溶解氧/ (mg/L)		≤0.50	
	氯离子/ (mg/L)	碳钢及铸铁设备	≤250	
		304 不锈钢	≤80	
316 不锈钢		≤250		
^a 对于卧式内燃锅炉补给水硬度应小于 0.2mmol/L。				

4.4 间供二次水

供水温度大于等于 85℃的间供二次水水质应符合表 2 的要求，供水温度低于 85℃间供二次水的水质应符合表 3 的要求。

表3 间供二次水水质

项目		补给水	循环水
浊度/FTU		≤5	≤10
电导率(25 °C)/ (μS/cm)		≤600	≤1500
pH (25 °C)	钢制设备	7.0~11.0	8.5~12.0
	铜制设备	7.0~9.0	8.0~9.2
	铝制设备	7.0~9.0	8.0~9.0
硬度/(mmol/L)		≤0.6	

表 3 (续)

项目		补给水	循环水
氯离子/(mg/L)	碳钢及铸铁设备	≤250	≤250
	304 不锈钢	≤80	≤80
	316 不锈钢	≤250	≤250
	铜制设备	≤100	≤100
	铝制设备	≤30	≤30
全总铁量 Fe/(mg/L)		≤0.30	≤0.50

5 水质分析方法与频次

- 5.1 分析方法应符合 GB/T 6903 的规定。
- 5.2 标准溶液配制和标定的方法应符合 GB/T 601 和 GB/T 603 的规定。
- 5.3 水样的采集方法应符合 GB/T 6907 的规定。
- 5.4 水质指标的分析方法与频次按照表 4 执行。

表4 水质指标的分析方法与频次

分析项目	方法	频次	
		补给水	循环水
pH 值	GB/T 6904	1 次/8 h	1 次/8 h
电导率(25 °C)/(μS/cm)	GB/T 6908	1 次/8 h	1 次/8 h
浊度/FTU	GB/T 12151	1 次/8 h	1 次/8 h
硬度/(mmol/L)	GB/T 6909	1 次/d	1 次/d
酚酞碱度/(mmol/L)	GB/T 1576—2018 附录 E	—	1 次/d
溶解氧/(mg/L)	GB/T 1576—2018 附录 A	1 次/周	1 次/周
全铁/(mg/L)	GB/T 14427	1 次/周	1 次/周
全铜 Cu/(mg/L)	GB/T 13689	—	1 次/周
磷酸根/(mg/L)	GB/T 6913	1 次/周	1 次/周
氯离子/(mg/L)	GB/T 15453	1 次/周	1 次/周
油/(mg/L)	GB/T 12152	1 次/月	1 次/月

6 水处理方式

- 6.1 应根据水源水质和系统特点，选择合适的水处理方式，防止系统的腐蚀、结垢和堵塞。腐蚀和堵塞原因分析见附录 A。
- 6.2 水处理方式包括预处理、软化处理、除盐处理、除氧处理和加药处理等。水处理方式详见附录 B。
- 6.3 可采用再生水作为补给水水源。
- 6.4 未设置人孔的锅炉，补给水应采用锅外水处理方式。
- 6.5 一次水、二次水应独立设置水箱，且循环膨胀水进入对应水箱。
- 6.6 供热采暖水系统应采取除氧、提高 pH 值或加缓蚀剂等有效的防腐措施。
- 6.7 加药处理宜采用旁通式自动加药装置，药剂宜采用耐高温、环保型产品。
- 6.8 在水质达到第 4 章规定的同时，还应在系统中加装可拆卸的去除细泥的设施或装置。
- 6.9 电子类水处理仪仅限用于间供二次水的阻垢处理，同时还应采取防腐措施。

7 运行管理

7.1 系统投运

在系统投入运行前应进行冲洗，冲洗应包括粗洗和精洗，具体要求如下：

- a) 粗洗时应使用 300kPa~400kPa 的水进行分段冲洗，直至排水不再浑浊；
- b) 精洗时启动循环水泵，应使水流速达到 1m/s~1.5m/s，循环水应通过除污器，精洗结束后，应将除污器内的杂质清除。

7.2 系统运行

7.2.1 系统水处理装置设施的定期检查和维修

- 7.2.1.1 应按照设计要求或者水处理设备厂家的说明书操作水处理设施。
- 7.2.1.2 应定期检查和维修水处理设施；应对高位常压密闭式膨胀水箱、隔膜式压力膨胀水罐进行定期维护保养。
- 7.2.1.3 采用钠离子交换树脂软化处理时，应符合以下要求：
 - a) 进水硬度高于 10mmol/L 时，宜采用两级软化；
 - b) 运行前应检查树脂是否存在破碎、铁离子污染、微生物污染等造成性能退化；
 - c) 运行期间应定期根据化验结果调整自动软水器的再生周期；
 - d) 采用地下水作为补给水时，应在钠离子交换器前加装过滤器，防止树脂孔堵塞。

7.2.2 系统水量和水质的监测

- 7.2.2.1 系统运行前，应按表 C.1 记录系统的充水量并存档。
- 7.2.2.2 系统运行期间，应按表 C.2 每 12h 记录一次系统补水量，日补水量大于等于系统水容量的 1% 时，应分析原因并采取措施。满水保养期间，应按表 C.3 每月记录一次系统补水量，月补水量大于等于系统水容量的 3%~5% 时，应分析原因并采取措施。
- 7.2.2.3 每个采暖季投入运行初期，应按第 4 章规定的水质标准对补给水和循环水进行一次全项目检测。检测记录应按表 C.4~C.6 填写并存档。运行期间，按照表 4 规定的频次进行检测，每 8h 进行一次的检测采用表 C.4。水质检测发现水质达不到第 4 章的要求时，应分析原因并及时采取措施。

7.2.2.4 系统运行期间,应根据检测结果添加药剂,并按表 C.7 记录所采用药剂的名称和加药量等。满水保养期间,采用加药处理的系统,循环水泵应每两周开启 30min,开泵时投放适量药剂使循环水的 pH 值均匀保持在第 4 章规定的范围内,且应防止污物在管道内沉积。

7.2.2.5 供热采暖水系统宜安装自动水质监测和控制装置。

7.2.2.6 水处理作业人员应持证上岗,并应掌握采用的水处理方式、设备操作规程和水质检测方法。

7.2.3 金属腐蚀检查片的设置

7.2.3.1 新建民用建筑和原有系统改造时,系统中应设置金属腐蚀检查片,定期检查金属的腐蚀速率和腐蚀类别。

7.2.3.2 金属腐蚀检查片应与系统中使用的金属设备的材质相同,宜设置在热源或便于运行管理人员监控的管道中。

7.2.3.3 系统回水母管应设置旁路监测装置。

7.2.4 排污

7.2.4.1 应在锅炉房、热力站和系统末端设置排污口定期排污,排污的时间间隔应根据水质情况而定。系统末端排污应符合 GB 50736 的规定。

7.2.4.2 运行期间应每天记录一次位于锅炉房、热力站内的循环水泵进出口及除污器、过滤器进出口的压力,位于其他地点的除污器、过滤器进出口的压力应每周记录一次。当除污器和过滤器的进出口压差大于等于 0.05MPa 时,应立即清除其中的颗粒状杂质,必要时更换滤网。

7.2.4.3 系统宜增加带有不锈钢板冲孔孔径为 0.38mm~0.52mm (40 目~30 目) 滤网的旁通过滤器、沉淀过滤器或户内过滤器以去除循环水中析出的细泥,同时应确保设备的有效流通途径。

7.2.4.4 采用单纯锅内加药处理的系统,每运行 30d 宜打开锅炉人孔,清理内部淤泥。

7.3 系统保养

7.3.1 非采暖季节,应对系统进行保养,保养应符合 GB 50019 的规定。

7.3.2 新建系统水压试验后、投入运行前,应先将试验用水排净,再加入有防腐阻垢剂的水密闭保养。

7.3.3 非采暖季节,对锅炉进行湿保养时,应符合以下要求:

a) 同时应对系统中的管路、换热器、膨胀水罐、循环泵等设备以及仪表、阀门等进行保养,并保持最低静压值;

b) 对于因检修、更换、改造等已经放水的系统,检修完成后,应恢复系统湿保养,以免造成腐蚀;

c) 运行前应对水质进行检测,如发现微生物含量、铁离子含量、硬度较高,或 pH 值低于 9.0,应在投运前开启循环泵,向系统内补充药剂或置换部分系统水,使水质达到第 4 章的要求。

7.3.4 系统无法进行湿保养时,应采用气相缓蚀剂法、充氮法和干燥剂法等干式保养。

7.4 锅炉化学清洗要求

7.4.1 当锅炉内有氧化皮、铁锈、油垢、污垢、泥状沉积物时,应进行碱煮清洗。当锅炉受热面被水垢覆盖 80% 以上,并且水垢平均厚度达到 1mm 以上时,应进行酸洗除垢。

7.4.2 碱煮清洗工艺、酸洗除垢工艺和清洗质量应符合 GB/T 34355。

8 环保

DB11/T 1775—2020

- 8.1 系统排放的废水应符合 DB11/ 307 的规定，避免对环境及有关设施造成影响。
- 8.2 系统运行中产生的固体废弃物和危险废弃物，如废弃的树脂，应按规定委托具有相应资质的单位进行处理。
- 8.3 系统使用的水处理药剂宜在化学品仓库贮存。药剂中属于危险化学品的应按危险化学品管理。
- 8.4 系统应采取节水管理和技术措施，完成节水指标，降低单耗。

附 录 A

（资料性）

系统腐蚀和堵塞原因分析

A.1 腐蚀

A.1.1 腐蚀 (corrosion)：金属与环境间的物理化学相互作用，其结果使金属的性能发生变化，并可致金属、环境或由它们作为组成部分的技术体系的功能受到损伤。本系统主要存在微生物腐蚀、氯离子腐蚀和氧腐蚀。

A.1.2 微生物腐蚀 (microbial corrosion)：与一种或多种金属和影响腐蚀的环境要素所组成体系中的微生物作用有关的腐蚀。一般发生在非供暖季系统保养期间，厌氧性细菌能够在沉淀物下面温度较低而且没有氧的条件下生存繁殖。由厌氧性细菌产生的酸性物质能够加剧对黑色金属的腐蚀。硫酸盐还原细菌 (SRB) 甚至可在60℃的温度和没有氧的条件下生存繁殖，将硫酸盐还原为硫化物，如硫化氢，而硫化氢是导致金属材料腐蚀的主要原因。

A.1.3 氯离子腐蚀：高活性的游离氯离子导致奥氏体不锈钢和有色金属发生点腐蚀、晶间腐蚀和应力腐蚀，奥氏体不锈钢部件包括电加热管、波形膨胀节、板式换热器、散热器、管道等。氯化物的来源有软化水装置、含氯离子的市政自来水、地下水和清洗剂等。

A.1.4 氧腐蚀：电化学腐蚀的一种，锅炉补给水和循环水中存在溶解氧，溶解在水中的氧与铁形成腐蚀电池，铁的电极电位比氧的电极电位低，所以在铁氧腐蚀电池中，铁是阳极，遭到腐蚀。氧腐蚀的形态一般表现为：溃疡和小孔型的局部腐蚀，其腐蚀的产物表现为黄褐、黑色、砖红色不等。

A.2 水垢和污泥的形成

A.2.1 水垢是钙镁盐在金属表面上形成较硬的粘合性的沉积。水垢传热系数低，对系统的危害包括：使设备超温，降低材料的强度；降低换热效率；产生垢下腐蚀等。

A.2.2 污泥析出有三个途径：循环水温上升造成碳酸氢钙分解，产生碳酸钙悬浮物；水中添加的碱性物质与含有钙镁的盐类物质反应，产生沉淀悬浮在水中；循环水添加的分散剂等有机物质不能承受水中硬度时，会出现悬浮物。这些悬浮物粒径小，无法通过直径为3mm~5mm的除污器除去，在低流速部位（如锅筒）、狭小部位（如板换、阀门、仪表）、设备管道底部（如管道低点）沉积，造成堵塞；或者随着循环水流动到高温部位（如电加热管、回燃室、二回程烟管、炉胆）顶部结垢，造成设备过热损坏。

A.2.3 腐蚀生成物、非供暖季湿保养形成的细菌污泥等会产生污泥。

A.2.4 应重点关注下列产生污泥的系统：不经过软化或除盐、单纯加药的系统；丢水量大、补水量大的直供水系统或二次水系统；供暖前系统初次充水为未经软化或除盐的自来水、地下水系统；运行期间管道破裂，系统大量丢水后紧急补充自来水或地下水的系统。

A.2.5 污泥应通过沉淀过滤、直径为0.38mm~0.52mm旁通过滤或户内过滤器等或其他先进方法除去。

A.3 设备、管道的堵塞

A.3.1 设备或管道的堵塞由循环水中的悬浮物浓度过高或有较大直径的颗粒物无法通过设备内部流道间隙造成，热计量仪表、散热器温控阀、分支环路区域控制阀、循环水泵、放气、泄水旋塞、立管底部、板式换热器等部位是堵塞易发生部位。

A.3.2 降低悬浮物浓度的常用办法是循环水过滤和静态排污。循环水过滤宜采用旁通过滤、部分管路轮换过滤或其他先进过滤技术；由于循环水流量大，锅炉底部的排污动力不足，运行过程中排污效果较差，应采用非运行工况下的静态排污、板式换热器等狭小部位排污及管道底部等易堆积污泥的部位排污。

A.3.3 施工安装中不规范操作产生的焊渣、铁屑、纤维、碎石、锈渣等较大颗粒物，存留在管道或设备内部，当颗粒直径大于温控阀阀芯、或者机械式热表内部流道间隙时，会造成堵塞。为避免设备和管道堵塞，应在锅炉房、热力站、建筑物供热入口，以及入户前的供水管上设置不同滤径等级的过滤器，系统在投入运行前应彻底冲洗，新系统初次运行一个月后或每年季节运行初始一个月后，对除污器进行清理，发现除污器滤网严重腐蚀、断丝时应及时更换。

A.4 微生物污染

A.4.1 微生物体，包括单个细菌、真菌和酵母孢子，一般在停止供暖的湿保养期内产生，进入供热采暖季时，会造成系统堵塞或腐蚀。

A.4.2 常温使用的补水和膨胀水箱也是适于微生物繁殖的地方。通过补水进入系统，也会造成系统的堵塞或腐蚀。

附录 B

(资料性)

系统常用的水处理方式

B.1 预处理

B.1.1 类别

天然水中含有较多的泥砂、粘土、腐殖质等悬浮物和胶体物质，是造成水体浑浊、颜色和异味的主要原因，应除去以免影响后阶段的水处理效果。通常经过混凝、澄清、过滤处理，使天然水得到澄清，或者预先除去部分硬度，从而达到预处理的目。

B.1.2 混凝沉降

常用的混凝剂是无机高分子混凝剂聚合铝和聚合铁。在水的混凝处理中，为了提高混凝效果，除了投加混凝剂外，往往还需加入一种称为助凝剂的药剂。助凝剂的种类一般有无机类和有机类，无机类的如酸碱类物质、氯和漂白粉以及水玻璃等，有机类的以聚丙烯酰胺应用最为广泛。

原水经混凝处理后，水中悬浮物基本被除掉，有机物去除率能达到60%~80%，胶体硅的去除率约占全部硅酸的25%~50%，大部分胶体被去除。

B.1.3 沉淀处理

水的沉淀处理常用的药剂是石灰，但石灰处理只能降低水中的碳酸盐硬度，而不能降低非碳酸盐硬度和过剩碱度，因此，宜根据水质情况采用石灰-纯碱法（适用高硬度低碱度的水）、石灰-氯化钙法（适用高碱度的负硬水）、石灰-纯碱-磷酸三钠法（适用钙硬度高的水）、氢氧化钠法（适用镁硬度高的水）等。

B.1.4 过滤处理

天然水经过混凝和沉淀处理后，虽然已将其中大部分悬浮物和胶体物质除掉，从外观上看也常常较澄清，但实际上水中仍免不了残留有少量细小的悬浮颗粒，需进一步过滤处理。系统补给水处理中，常采用粒状滤料的过滤方法除去水中的悬浮物杂质。过滤设备种类比较多，一般常用的有单流式压力过滤器、多层滤料过滤器、无阀滤池、纤维过滤器和活性炭过滤器等。当原水中悬浮物含量不大时，也可以不设沉淀设备，直接在滤池中进行混凝和过滤。

B.2 软化处理

软化处理通常指钠离子交换软化处理，用于去除水中钙、镁离子，是工业锅炉最为常用的水处理方式。目前最为常用的软化处理装置是自动控制钠离子交换器。由于自动软水器类型众多，不同产品在具体操作方法上都会因所配置的控制器的不同而有所不同，在使用过程中应严格按产品说明书的要求进行操作。

B.3 除盐处理

B.3.1 类别

除盐处理的方式有很多，目前常用的有离子交换法、反渗透处理和电除盐处理等，热水锅炉补给水除盐处理常用前两种方法，电站锅炉制取高纯水采用反渗透加电除盐处理。

B.3.2 离子交换除盐

离子交换除盐工艺中最简单的是一级除盐系统，一般由阳床、除碳器、中间水箱、中间水泵和阴床组成。其除盐过程是由阳床和阴床来完成，因此称之为复床。阳床的作用是去除水中所有的阳离子，其出水特点为显酸性、硬度为0、碳酸盐变为碳酸、绝大部分阳离子被除去，水中阳离子为 H^+ 和少量 Na^+ 。除碳器的作用是用鼓风机鼓入空气，使 CO_2 从水中溢出，其出水特点为 CO_2 浓度很低。阴床的作用是除去水中所有的阴离子，其出水特点为基本中性或弱碱度、硬度为0、电导率 $\leq 10\mu S/cm$ 。

B.3.3 反渗透处理

反渗透对离子、细菌、病毒的截留率均能达到99%以上，截留分子量小于500。

反渗透处理效果常以脱盐率来评价，出水水质与装置进水水质、反渗透膜性能、得水率等多种因素有关。一般要求新安装设备脱盐率 $\geq 98\%$ ，运行后一般要求脱盐率 $\geq 95\%$ 。需要注意的是：当进水硬度很高时，对于一级反渗透装置，出水硬度有可能达不到标准要求，需要采用二级反渗透或其他方法进一步降低硬度，以保证补给水硬度符合本文件要求。

反渗透膜在长期使用过程中，由于膜的前处理工艺运行不良使反渗透膜进水中含有有机物、微生物、胶体和其他物质，使膜受到污染，受到污染的反渗透膜会使产水水质恶化、产水通量下降、系统压降增大、能耗增加，此时就需要及时清洗恢复膜的性能。反渗透系统宜分段化学清洗，清洗系统配置应满足膜组件大流量循环冲洗要求，反渗透清洗用水应使用反渗透产水。

B.3.4 电除盐处理

电除盐（EDI）处理是电渗析与离子交换有机结合形成的水处理技术，它既保留了电渗析可连续脱盐及离子交换树脂可深度脱盐的优点，又克服了电渗析浓差极化所造成的不良影响及离子交换需要用酸、碱再生的麻烦和造成的环境污染。

EDI装置使用时应注意的问题有，一是浓水室结垢的问题，控制的方法包括设置适当的回收率和限制进水的组成成分；二是各室压力要求问题，运行时，必须保证淡水室的压力比浓水室的压力高，且淡水室和浓水室必须保证严格的压力差，压力差太大，膜将会渗漏，如果浓水进入淡水，产品水质将会受到显著影响。

B.4 除氧处理

B.4.1 物理除氧

物理除氧主要有热力除氧和真空除氧。

热力除氧法是常用于蒸汽锅炉给水的除氧，热水锅炉不便采用，热力除氧采用除氧器将水中溶解氧除去，它是蒸汽锅炉补给水除氧的主要措施。

真空除氧是利用水在沸腾状态时气体的溶解度接近于零的特点，除去水中所溶解的氧和二氧化碳等气体。由于水的沸点和压力有关，在常温下可利用抽真空的方式使之呈沸腾状态，以除去所溶解的气体。当水的温度一定时，压力越低（即真空越高），则水中残余的氧及二氧化碳含量越少。

B.4.2 化学除氧

化学除氧法是在给水中加入还原剂与氧反应从而除去水中的溶解氧。对于供热用的热水锅炉，GB/T 1576-2018要求额定功率大于或等于7.0MW的承压热水锅炉应除氧，额定功率小于7.0MW的承压热水锅炉，如果发现氧腐蚀，也需采用除氧、提高pH值或加缓蚀剂等防腐措施。化学除氧法是热水锅炉目前常用的除氧措施，化学除氧药剂常用的有亚硫酸钠、联氨、肼类、异抗坏血酸钠等。

海绵铁除氧也是化学除氧的一种方法，利用水通过海绵铁时，溶解氧与铁反应，除去水中的溶解氧。但是海绵铁除氧存在的最大问题是，除氧后形成的二价铁进一步与氧反应生成三价铁溶解在水中，会造成水中的铁离子超标，形成三价铁离子对金属的腐蚀，因此采用海绵铁除氧的，必须采取其他辅助措施。

B.5 加药处理

B.5.1 加药处理包括补给水水箱加药和循环水系统加药两种方式，所加药物包括阻垢剂、防腐预膜剂、除氧剂等，可以采用无机物配方和有机物配方，或者二者的混合配方。

B.5.2 阻垢剂中的无机物成分，与水中的硬度成分直接发生化学反应，形成有一定流动性的水渣。阻垢剂中的有机成分与水中的硬度成分形成水溶性的螯合物，分散于水中，但是任何有机物对硬度物质仅有有限的螯合能力和分散能力，超过这个能力，也会析出固体物质。析出的固体物质，或悬浮在水中，或在低流速部位形成沉淀，可以通过过滤或沉淀的办法除去。

B.5.3 防腐预膜剂通常用于金属换热设备投入正常运行前进行的防腐处理。其方法是用高浓度的缓蚀剂溶液处理已清洗干净的金属表面，生成完整的耐腐蚀保护膜，化学清洗后应立即进行预膜处理。预膜剂配方和预膜操作条件应根据换热设备的材质、水质、温度等因素由试验或相似条件的运行经验确定。

B.5.4 除氧剂主要是与水中的溶解氧化学反应，除去或降低水中的溶解氧，避免造成氧腐蚀。

B.5.5 补给水采用软化和除盐处理的，系统应补充加药处理。原因如下：

- a) 软化处理后的水还存在一定的残余硬度，需要加入药剂分散残余硬度，以免结生水垢；
- b) 软化水中残余的碳酸盐硬度析出过程中会使水的酸度增加，造成系统腐蚀；
- c) 软化水和除盐水的pH值无法满足循环水的pH值要求，需要添加碱性药剂调节pH值；
- d) 软化水和除盐水需要加除氧剂和防腐预膜剂，防止系统的腐蚀。

B.6 除气

天然水中的碳酸氢钙和软化处理后的碳酸氢钠，在加热后会形成碳酸盐和二氧化碳，在锅炉的高温部位，碳酸钠还会分解形成氢氧化钠和二氧化碳，循环水中的二氧化碳饱和度受温度和压力影响，水受热后，部分二氧化碳会析出，留在水中的饱和二氧化碳会造成金属腐蚀。因此系统宜加装除气系统，使系统通过自动排气阀排除二氧化碳，减缓金属腐蚀。

附 录 C
(规范性)
运行管理用表格

C.1 系统充水量记录表

系统充水量记录见表C.1。

表 C.1 系统充水量记录表

系统名称:				充水试运转日期:			
充注日期	水表计数/ (m ³)		水表计数/ (m ³)		初始/末时 充水硬度/ (mmol/L)	充水量 V (m ³) =水表计数 2- 水表计数 1	记录人
	充水开始时间	水表计数 1	充水停止时间	水表计数 2			
	—	—	—	—		系统水容量 $V_0 = \Sigma V$	

C.2 系统补水量记录表

C.2.1 每日系统补水量记录表见表C.2。

表 C.2 每日系统补水量记录表

系统名称:				系统水容量: m ³		
日期	时间	水表计数/ (m ³)	补水量/ (m ³)	补水硬度/ (mmol/L)	日累积补水量 与系统水容量 之比/%	记录人

C.2.2 每月系统补水量统计表见表C.3。

表 C.3 每月系统补水量统计表

系统名称:		系统水容量: m ³		
日期	时间	月累计补水量/(m ³)	月累积补水量与系统水容量之比/%	记录人

C.3 系统水质检测记录

C.3.1 每日供热采暖系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表见表C.4。

表 C.4 每日系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表

检测日期	项目	补给水	循环水	检测方法	检测人	取样地点	
						补给水	循环水
	pH(25℃)						
	电导率(25℃)/ (μS/cm)						
	浊度/FTU						
	硬度/(mmol/L)						
	碱度/(mmol/L)						

C.3.2 每周供热采暖系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表见表C.5。

表 C.5 每周系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表

送检编号	取样日期 年 月 日			检测日期 年 月 日		
项目	补给水	循环水	检测方法	检测人	取样地点	
					补给水	循环水
溶解氧/(mg/L)						
铁/(mg/L)						
铜/(mg/L)						
磷酸根/(mg/L)						
氯离子/(mg/L)						

C.3.3 每月系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表见表C.6。

表 C.6 每月系统（直供水、间供一次水、间供二次水）水质检测表

送检编号		取样日期			检测日期		
		年	月	日	年	月	日
项目	补给水	循环水	检测方法	检测人	取样地点		
					补给水	循环水	
油/(mg/L)							

C.4 药剂添加记录

药剂添加记录表见表C.7。

表C.7 添加药剂记录表

日期	时间	水处理剂种类	水处理剂型号	加药数量	记录人