



中华人民共和国电力行业标准

DL/T5068—2006

代替 DL/T5068—1996

火力发电厂化学设计技术规程

Technical code for designing chemistry of fossil fuel power plants

2006-01-01 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前 言 III

1 范 围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 3

4 总 则 5

5 水的预处理 6

 5.1 系统设计..... 6

 5.2 设备选择..... 7

 5.3 布置要求..... 10

6 水的预脱盐 12

 6.1 一般规定..... 12

 6.2 系统设计..... 12

 6.3 布置要求..... 13

7 锅炉补给水处理 14

 7.1 系统设计..... 14

 7.2 设备选择..... 15

 7.3 布置要求..... 16

8 汽轮机组的凝结水精处理 18

 8.1 一般规定..... 18

 8.2 系统设计..... 18

 8.3 布置要求..... 19

9 冷却水处理 20

10 热力系统的化学加药..... 21

11 水汽取样..... 22

12 热网补给水及生产回水处理..... 23

13 氢气站..... 24

 13.1 一般规定..... 24

 13.2 系统设计..... 24

 13.3 布置要求..... 25

14 变压器油净化..... 27

15 药品贮存和加药设备..... 28

 15.1 一般规定..... 28

 15.2 石灰系统..... 28

 15.3 混凝剂及助凝剂系统..... 28

 15.4 酸、碱系统..... 29

 15.5 盐系统..... 29

 15.6 氯化系统..... 29

 15.7 水质稳定剂系统..... 30

 15.8 超（微）滤装置及反渗透装置加药系统..... 30

 15.9 凝汽器铜管成膜系统..... 30

16 箱、槽、管道、阀门设计及防腐..... 31

17	水处理系统仪表和控制	34
18	化验室及仪器	35
附录A(资料性附录)	水质全分析报告	36
附录B(资料性附录)	澄清池设计参考数据	37
附录C(资料性附录)	水处理系统选择	40
附录D(资料性附录)	离子交换器设计参考数据	41
附录E(资料性附录)	凝结水精处理过滤器设计参考数据	45
附录F(资料性附录)	凝结水精处理离子交换设备的设计参考数据	46
附录G(资料性附录)	敞开式循环冷却系统水质的控制标准	49
附录H(资料性附录)	旁流过滤及软化处理水量计算	50
附录J(资料性附录)	热力系统水汽取样点及在线仪表配置	51
附录K(资料性附录)	水处理系统(在线)监督仪表选用参考表	53
附录L(资料性附录)	厂区、氢气站及车间架空氢气管道与其他架空管线之间的最小净距	54
附录M(资料性附录)	厂区架空氢气管道与建筑物、构筑物之间的最小净距	55
附录N(资料性附录)	厂区直接埋地氢气管道与建筑物、构筑物之间的最小净距	56
附录P(资料性附录)	厂区直接埋地氢气管道与其他埋地管道之间的最小净距	57
附录Q(资料性附录)	化学试验室使用面积及仪器设备定额	58

前 言

本标准是根据中华人民共和国国家发展和改革委员会电力标准 2003 [45]号项目计划，对 DL/T 5068-1996《火力发电厂化学设计技术规程》进行修订的。

这次修订主要对以下内容进行了修改和调整：

- 标准适应范围改为 125MW-1000MW 级。
- 原水预处理改为水的预处理，增加了利用循环水排污水、再生水、海水、矿井排水等水源的内容；增加超滤、微滤、生物滤池等处理方案。
- 增加了水的预脱盐章节，主要内容为反渗透、海水淡化。
- 取消了电渗析有关条文，增加了电除盐内容。
- 取消了汽轮机油及油处理室、露天油库有关条文。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 J、附录 K、附录 L、附录 M、附录 N、附录 P、附录 Q 均为资料性附录。

本标准自实施之日起，代替 DL/T5068-1996。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力规划设计标准化技术委员会归口并解释。

本标准起草单位：山东电力工程咨询院

本标准参加起草单位：西北电力设计院、河南省电力勘测设计院、北京国电华北电力工程有限公司、西南电力设计院、中国电力工程顾问集团公司、广东省电力设计研究院。

本标准主要起草人：胡廷谦、袁萍帆、陶逢春、张富礼、李承蓉、余乐、汤东升。

1 范 围

本标准规定了火力发电化学设计的基本技术内容。

本标准适用于汽轮发电机组容量为 125MW—1000MW 级的火力发电厂化学设计，125MW 以下机组、燃机及其它型式机组化学设计可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GBJ13	室外给水设计规范
GBJ16	建筑设计防火规范
GBJ125-89	给水排水设计基本术语标准
GB / T 7595—2000	运行中变压器油质量标准
GB 50050	工业循环冷却水处理设计规范
GB 50177—2005	氢气站设计规范
GB 50335-2002	污水再生利用工程设计规范
GB 50046-95	工业建筑防腐蚀设计规范
GB/T 12145-1999	火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量
DL/T712-2000	火力发电厂凝汽器管选材导则
DL/T805.1-2002	火电厂汽水化学导则 第1部分：直流锅炉给水加氧处理
DL/T805.2-2004	火电厂汽水化学导则 第2部分：锅炉炉水磷酸盐处理
DL/T805.3-2004	火电厂汽水化学导则 第3部分：汽包锅炉炉水氢氧化钠处理
DL/T805.4-2004	火电厂汽水化学导则 第4部分：锅炉给水处理
DL/T912-2005	超临界机组水汽质量标准
DL5000-2000	火力发电厂设计技术规程
DL/T5072-1997	火力发电厂保温油漆设计规程
DL 5053-1996	火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程
DL/T771-2001	火电厂水处理用离子交换树脂选用导则
SL 187-1996	水质采样技术规程
CJJ40—91	高浊度水给水设计规范
HG/T20677-1990	橡胶衬里化工设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准：

3.1

还原性全挥发处理 [AVT(R)] all-volatile treatment(reduction)
锅炉给水加氨和还原剂（又称除氧剂，如联氨）的处理。

3.2

氧化性全挥发处理 [AVT(O)] all-volatile treatment(oxidation)
给水只加氨而不加除氧剂的处理。

3.3

加氧处理 (OT) oxygenated treatment
锅炉给水加氧的处理。

3.4

直接空（干）冷（系统） direct dry cooling (system)
以布置在厂房外的空气冷却的散热器代替布置在汽轮机下方的常规的水冷却的凝汽器。

3.5

间接空（干）冷（系统） indirect dry cooling (system)
凝汽器仍布置在汽轮机下面，升温后的冷却水送入布置在自然通风塔进风口外侧四周或塔内的密闭冷却器，被冷却后再流回凝汽器重复使用。

3.6

混合式凝汽器 mixing condenser
用于间接空（干）冷（系统），主要靠喷嘴将循环冷却水喷出，形成水膜与汽轮机排汽直接接触进行热交换，也称为喷射式凝汽器。
带混合式凝汽器的间接空冷系统也称为海勒式系统。

3.7

表面式凝汽器 surface condenser
用于间接空（干）冷（系统），与常规的凝汽器基本相同。带表面式凝汽器的间接空冷系统也称为哈蒙式系统。

3.8

深度处理 advanced treatment
进一步去除常规二级处理所不能完全去除的污水中杂质的净化过程。

3.9

再生水 reclaimed water ,recycled water
再生水系指污水经适当处理后，达到一定的水质指标，满足某种使用要求，可以进行有益使用的水。

3.10

凝聚 flocculation
通常用机械、物理、化学或生物的方法使小颗粒聚集成可分离的大颗粒的过程。

3.11

过滤 filtration
水通过多孔性物质层或合适孔径的滤网以除去悬浮微粒的过程。

3.12

超滤 ultrafiltration
介于微滤与纳滤之间的过滤，过滤精度一般在 0.01~0.1μm 之间。

3.13

微滤 microfiltration

介于一般过滤与超滤之间的过滤，过滤精度一般在 $0.1\sim 1.0\mu\text{m}$ 之间。

3.14**钢板网管塑料复合管道 perforated-steel and plastic composite pipe**

全称：孔网钢带塑料复合管是以氩弧对接焊成型的多孔薄钢管为增强体，外层和内层双面复合热塑性塑料的一种新型复合管。

3.15**水的预处理 water pretreatment**

为了对水进行深度处理而进行的粗处理。

3.16**造水比 Gain Operation Ratio (GOR)**

产水量和加热蒸汽量的比 (kg/kg)

3.17**多级闪蒸淡化装置 multistage flash-type distillation unit (MSF)**

有多个单级闪蒸发器串联而成的蒸馏淡化装置，其级可多达 30~40 级，造水比可达 10~14。根据装置的结构型式，可分为横管（短管）、长管和竖管等型式。为防止结垢，其盐水最高温度宜小于 120°C 。

3.18**低温多效淡化装置 low temperature multi-effect distillation unit (LM-MED)**

采用低温横管喷淋技术，将一系列的水平管喷淋降膜蒸发器串联布置的蒸馏淡化装置，其盐水最高温度低于 70°C 。

3.19**明火地点 flame spot**

存在外露的火焰及赤热或赤热表面的场所。

3.20**散发火花地点 spray flake spot**

指操作中的砂轮、电焊、气焊（割）、电锯或手锯、非防爆电气设施及开关、有飞火的烟囱等固定地点。

3.21**钢瓶集装格 bundle of hydrogen gas cylinders**

由专用框架固定，采用集气管将多只气体钢瓶接口并连组合的气体钢瓶组单元。

3.22**湿氢 wet hydrogen**

在所处温度、压力下，水含量达饱和或过饱和状态的氢气。

3.23**电除盐 Electrodeionization**

在电渗析器的淡水室中装填阴、阳混合离子交换树脂，将电渗析与离子交换结合起来，去除水中离子含量并利用电渗析过程中极化现象对离子交换树脂进行电化学再生的方法。

4 总 则

4.0.1 化学各系统的选择及其布置应按火力发电厂规划容量全面考虑，其设施应根据机组分期建设情况及技术经济比较，确定是分期建设还是一次建成。化学水处理工艺的设计应做到合理选用水源、节约用水、降低能耗、保护环境，并便于安装、运行、维修。

4.0.2 设计前应取得全部可利用水源的水质全分析资料，所需份数应符合下列规定：

地表水、回用水(再生水、矿井排水等)为全年逐月资料，共 12 份；

地下水、海水为全年每季资料，共 4 份。

对取得的水质资料进行分析、验证(分析误差满足要求)，并提出设计水质和校核水质。

水质全分析报告格式参见附录 A。

4.0.3 对地表水，应了解历年丰水期和枯水期的水质变化规律以及可能被污染的情况，取得相应的水质全分析资料；对受海水倒灌或农田排灌影响的水源，还应掌握由此而引起的水质变化情况；对石灰岩地区的地下水，应了解其水质的稳定性；对于再生水、矿井排水等回用水应掌握其原水的来源组成，了解其处理设施的情况；对于海水应了解海水取水方式及周边环境变化情况。

4.0.4 设计热电厂时，应掌握供热负荷、回水量、回水水质、回水水温、外供化学处理水量和水质要求等资料。

4.0.5 设计时应掌握所选用的设备、材料(包括防腐材料)、药剂、填料等的供应情况(包括质量、价格、包装和运输方式等)。

4.0.6 设计时应了解热力系统、机炉设备及有关辅机的结构特点和发电机冷却方式及参数等情况。必要时，可通过有关专业向设备制造厂提出结构和材质要求。

4.0.7 对扩建和改建工程，应了解原有各系统、设备布置和运行等情况。

5 水的预处理

5.1 系统设计

5.1.1 水源的选择应遵循下列原则：

5.1.1.1 发电厂应有可靠的水源，除地表水、地下水外，再生水、海水及矿井排水等均可作为电厂的水源。当有几个水源可供选择时，应经技术经济比较确定。

5.1.1.2 采用再生水及单一水源可靠性不能保证的情况时，应另设备用水源。水源水质出现季节性恶化时，应经技术经济比较确定是否另设备用水源或设施。

采用再生水作为电厂循环冷却水的补充水时，污水处理厂的排放水最低应达到 GB18918-2002 中的二级标准。

5.1.1.3 锅炉补给水源应尽量选择清洁水源，只有在特定的条件下，才使用污水。

5.1.2 预处理系统应根据原水水质、后续处理工艺对水质的要求、处理水量和试验资料，并参考类似厂的运行经验，结合当地条件，通过技术经济比较确定。

5.1.3 当锅炉补给水水源温度较低，影响预处理效果时，应采取生水自动调节加热措施。

5.1.4 预处理方式应按下列原则确定：

5.1.4.1 地表水、海水预处理宜采用沉淀（混凝）、澄清、过滤。悬浮物含量较小时，可采用接触混凝、过滤或膜处理。

5.1.4.2 当地表水、海水悬浮性固体和泥砂含量超过所选用澄清器（池）的进水要求时，应在供水系统中设置降低泥砂含量的预沉淀设施或备用水源。

澄清器（池）的进水浊度要求可参见附录 B。

5.1.4.3 对于再生水及矿井排水等回收水源应根据水质特点选择采用生化处理、杀菌、过滤、石灰凝聚澄清、超（微）滤处理等工艺。对于水处理容量较大，碳酸盐硬度高的再生水宜采用石灰凝聚澄清处理，石灰药剂宜采用消石灰粉。

5.1.4.4 当水源非活性硅含量较高时，应考虑硅对蒸汽品质的影响，可采用接触混凝、过滤或沉淀（混凝）、澄清、过滤及超（微）滤等方法去除。

非活性硅去除率应通过试验或参考类似发电厂的经验确定。

5.1.4.5 原水有机物含量较高时，可采用氯化、混凝、澄清、过滤处理。上述处理仍不能满足下一级设备进水水质要求时，可同时采用活性炭、吸附树脂、生化处理或其他方法去除有机物。

预处理后水中游离余氯含量超过后处理系统进水标准时，宜采用活性炭吸附或加亚硫酸钠等处理方法除氯。

5.1.5 活性炭过滤器设计参数应根据进水水质、处理要求和活性炭的种类，参考类似发电厂的运行经验或通过试验确定，并应符合下列原则：

5.1.5.1 应选择机械强度好、吸附速度快、吸附容量大的活性炭。

5.1.5.2 活性炭过滤器的滤速可参考表 5.1.5。

5.1.5.3 活性炭过滤器应进行定期反洗。

表5.1.5 活性炭过滤器滤速

功 能	滤速 m/h	装填高度 m	系统连接位置
吸附有机物	5~10	≥2	滤池与阳床或滤池与反渗透之间
	5~15		脱碳器与阴床之间
吸附游离余氯	≤20	≥1.5	

5.1.6 当采用常规预处理系统不易保证反渗透进水水质或处理系统过于复杂、庞大时，经技术经济比较可以选择超(微)滤处理作为反渗透的预处理系统。超(微)滤装置的进水水质要求如表 5.1.6 所示。

表 5.1.6 超（微）滤系统的进水水质要求

项 目	单 位	进水水质	
水温	℃	1～40	
pH 值		2～11	
浊度	NTU	内压	<50
		外压	<200
注 1：浸没式超(微)滤装置一般对进水浊度无要求，仅要求水中无大颗粒杂质。			

5.1.7 水源中碳酸盐硬度或硅酸盐含量较高，以及原水受到污染需综合治理以改善水质时，经技术经济比较，可采用石灰、弱酸离子交换或其他药剂联合处理。

5.1.8 地下水含砂时，应考虑除砂措施。

5.1.9 地下水铁锰含量较高，作为锅炉补给水水源应考虑除铁、除锰措施。

5.1.9.1 除铁、除锰系统的选择应根据原水中铁、锰的形式和数量，处理后水质要求，并参照水质相似的发电厂的运行经验或试验资料，经技术经济比较后确定。

地下水除铁，可采用接触氧化法或曝气氧化法。

地下水除锰宜采用接触氧化法。

5.1.9.2 曝气装置应根据原水水质及曝气程度的要求选定。

5.1.10 经沉淀（混凝）处理后的管道或反渗透系统进水管宜采用防腐管道。

5.2 设备选择

5.2.1 澄清器(池)

5.2.1.1 澄清器(池)的型式应根据原水水质、处理水量、处理系统和水质要求等，结合当地条件选用。

澄清器(池)的出力应经必要的核算。

注：澄清器(池)的设计可参考附录 B。

澄清器(池)的上升流速应根据澄清器(池)的型式、原水水质、水温、处理药剂和剂量，以及类似厂的运行经验或通过试验确定。

5.2.1.2 选用澄清器(池)时，应注意进水温度波动对处理效果的影响。当设有原水加热器时，应

装设温度自动调节装置和澄清器(池)的温差监测仪。

5.2.1.3 装有原水加热器的澄清器(池)前应设置空气分离装置。每台澄清器(池)应单独设置进水流量测量装置。澄清器(池)应设取样装置。

5.2.1.4 澄清器(池)不宜少于两台。当有一台澄清器(池)检修时,其余的应保证正常供水。用于短期、季节性处理时,可只设一台。循环水补充水处理澄清池一般不设备用,当一台澄清器(池)检修时,可用备用水源供水。

5.2.2 过滤器(池)

5.2.2.1 过滤器(池)的型式应根据进水水质、处理水量、处理系统和水质要求等,结合当地条件确定。

5.2.2.2 过滤器(池)不应少于两台(格)。当有一台(格)检修时,其余过滤器(池)应保证正常供水。

5.2.2.3 过滤器(池)的反洗次数,可根据进出口水质、滤料的截污能力等因素考虑。每昼夜反洗次数不宜超过2次。

过滤器(池)应设置反洗水泵、反洗水箱或连接可供反洗的水源。反洗方式应根据滤池型式决定,并根据需要选用空气擦洗。后续系统对过滤器(池)出水压力稳定性有要求时,应有相应措施或设置正洗水泵。

5.2.2.4 过滤器(池)的滤速参见表 5.2.2-1。

表 5.2.2-1 过滤器(池)滤速

过滤器(池) 型 式		滤 速 m/h	
		混凝澄清滤速	接触混凝
细砂过滤		6~8	—
单层滤料	单流	8~10	6~10
	双流	15~18	
双层滤料		10~14	6~10
三层滤料		18~20	6~10
变孔隙过滤		18~21	—
纤维过滤		20~40	—

5.2.2.5 过滤器(池)的滤料级配和反洗强度参见表 5.2.2-2。

表 5.2.2-2 过滤器滤料级配及反洗强度表

项 目 过滤器(池)型式			滤 料			反洗强度 L/m ² ·s			备 注
			种 类	粒径 Φ mm	层 高 mm	水反洗	风水合洗		
							空 气	水	
重 力 式 过 滤 器 (池)	单层滤料		无烟煤	0.8~1.5	700	10	10	—	历时 5~10min, 滤料不均 匀系数 K ₈₀ , 无烟煤<1.7, 石英砂<2
			石英砂	0.5~1.2	700	12~15	20	—	
			大理石	0.5~1.2	700	15	—	—	宜用于石灰处理
	双层 滤料	普通 快滤	无烟煤	0.8~1.8	400~500	13~16	10~15	~10	历时 5~10min
			石英砂	0.5~1.2	400~500				
		接 触 滤池	无烟煤	1.2~1.8	400~600	15~17	—	—	历时 5~10min
			石英砂	0.5~1.0	400~600				
重 力 式 过 滤 器 (池)	三层滤料		无烟煤	0.8~1.6	450~600	16~18	—	—	不宜采用空气擦洗： 滤料的相对密度： 无烟煤 1.4~1.6 石英砂 2.6~2.65 重质矿石 4.7~5.0 历时 5~10min； 滤料不均匀系数 K ₈₀ ： 无烟煤 <1.7 石英砂 <1.5 重质矿石<1.7
			石英砂	0.5~0.8	230				
			重 质 矿 石	0.25~0.5	70				
				0.5~1.0	50				
				1.0~2.0	50				
				2.0~4.0	50				
				4.0~8.0	50				
			砾 石	8.0~16	100				
				16~32	本层顶面高度应 高出配水系统孔 眼100				
	变孔 隙 过 滤		天 然 海 砂	1.2~2.8	1525	15~16	14~15	11 ~ 12	历时 20min
				0.5~1.0	约 50, 混入 大粒径海砂 内, 不占高度				
机 械 过 滤 器	细砂过滤		石英砂	0.3~0.5	600~800	10~12	27~33	—	水洗历时 10~15min, 空 气擦洗历时 3~5min
	单层滤料		石英砂	0.5~1.2	1200	12~15	20	—	历时 5~10min
			无烟煤	0.5~1.2	800	10~12	10	—	历时 5~10min
	双层滤料		石英砂	0.5~1.2	800	13~16	10~15	8~10	历时 5~10min
			无烟煤	0.8~1.8	400				
	三层滤料		无烟煤	0.8~1.6	450~600	16~18	—	—	不宜采用空气擦洗
			石英砂	0.5~0.8	230				历时 5~10min
			重 质 矿 石	0.25~0.5	70				此部分为承托层
				0.5~1.0	50				
				1.0~2.0	50				
				2.0~4.0	50				
				4.0~8.0	50				
			砾 石	8.0~16	100				
				16~32	本层顶面 高度应高 出配水系 统孔眼 100				

表 5.2.2-2 (续) 过滤器滤料级配及反洗强度表

项 目 过滤器(池)型式		滤 料			反洗强度 L/m ² ·s			备 注
		种 类	粒径 Φ mm	层 高 mm	水反洗	风水合洗		
						空 气	水	
机械过滤器	纤维过滤	丙纶纤维束		1200~1300		60	上向洗 3~5; 下向洗 6~10	空气气源宜采用罗茨鼓风机, 空气压力 0.05MPa~0.1MPa , 清洗水压力 ≥0.1MPa, 清洗时间 20~60min
活性炭过滤器				1500~2000	7	10		水洗历时 20~30min, 空气擦洗历时 15~20min
注 1: 表中所列为反洗水温 20℃的数据, 水温每增减 1℃, 反洗强度相应增减 1%。 注 2: 滤料反洗膨胀率(做设计计算用): 石英砂单层滤料过滤为 45%; 双层滤料过滤为 50%; 三层滤料过滤为 55%。 注 3: 当使用表面冲洗设施时, 冲洗强度可取低值。 注 4: 应考虑全年水温、水质变化因素, 有适当调整反洗强度的可能。 注 5: 选择反洗强度时, 应考虑所用混凝剂的品种。 注 6: 选择反洗强度时, 三层滤料重力式过滤器底部配水装置宜采用母管支管式, 以避免反洗乱层。 注 7: 设计纤维过滤器时, 其进水水质宜控制在 5—20NTU。 注 8: 采用水反洗和压缩空气交替反洗时, 水反洗强度应适当降低								

5.2.2.6 各类过滤器(池)的反洗、正洗进水或排水应有限流措施。

5.2.3 超(微)滤装置

5.2.3.1 超(微)滤装置的设计应根据进水水质特点、处理水量和水质要求, 选择膜组件形式、膜材质和装置的运行方式。

5.2.3.2 超(微)滤装置的套数不应少于 2 套。

5.2.3.3 超(微)滤膜的型号和数量选择应充分考虑运行使用过程中膜通量的衰减和压差升高的影响, 保证在膜使用期间超(微)滤装置的产水量满足设计要求。

5.2.3.4 超(微)滤装置运行方式(错流、死端过滤等)、反洗周期、反洗方式(水洗、水气合洗、加强反洗等)、反洗强度和膜通量的选择应根据膜的性能、进水水质特性及类似的工程经验确定, 必要时需要通过小型工业试验确定。超(微)滤装置的反洗应设置为自动系统, 超滤反洗水宜考虑回用。

5.2.4 水箱(池)、水泵

5.2.4.1 预处理系统的各种水箱(池)其总有效容积应按系统自用水量、前后系统出力配置及系统运行要求设计, 一般取 1~2 小时用水量, 水箱(池)台数应根据水质情况设置。

5.2.4.2 对母管制系统的水泵应设备用泵。当水泵的布置高于水池最低水位时, 每台泵应有单独的吸水管。

5.3 布置要求

5.3.1 澄清器(池)、过滤池、清水箱(池)宜布置在室外。高寒或风沙大的地区, 澄清器(池)、过滤器(池)可布置在室内。布置在室外的澄清器(池)顶部可设小室。

5.3.2 相邻澄清器(池)的顶部应有连接通道及防护栏杆。

- 5.3.3 各类过滤器（池）宜设检修爬梯及顶部防护栏杆。
- 5.3.4 超（微）滤装置应布置在室内，并应为超（微）滤膜更换留出足够的空间。
- 5.3.5 加药装置宜集中布置在室内。有粉尘的车间应有通风除尘设施，并与其他车间分开。

6 水的预脱盐

6.1 一般规定

- 6.1.1 水的预脱盐包括反渗透法、蒸馏法（多级闪蒸、低温多效蒸馏、压汽蒸馏等）等工艺。
- 6.1.2 对于含盐量较高的水源或机组对给水品质有特殊要求时，一般采用反渗透工艺进行预脱盐。
- 6.1.3 海水淡化可以采用反渗透法或蒸馏法等技术，经技术经济比较确定。
- 6.1.4 反渗透装置的进水水质要求应根据所选用的膜种类、原水特性、膜设计导则以及类似工程经验确定。具体进水水质要求参见表 6.1.4

表 6.1.4 反渗透的进水水质¹⁾ 要求

项 目	单 位	中空纤维膜	醋酸纤维膜	复合膜
水温	℃	5~35	5~40	5~45
pH 值		--	4~6（运行） 3~7（清洗）	4~11（运行） 2.5~11（清洗）
浊度	NTU	<1.0		<1.0
污染指数	SDI	<3	<5	<5
游离余氯（Cl ₂ ）	mg/L	<0.1，控制为 0	<1.0，控制为 0.3	<0.1 ²⁾ ，控制为 0.0
铁(Fe)	mg/L	<0.05（给水溶氧>5mg/L 时） ³⁾		
注 1：当反渗透系统设有保安过滤器时，反渗透系统的进水水质是指保安过滤器的入口水质。				
注 2：同时满足在膜寿命期内总剂量小于 1000 h·mg/L。				
注 3：铁的氧化速度取决于铁的含量、水中溶氧浓度和水的 pH 值。在投加某些阻垢剂时可以允许有较高值，需要核实阻垢剂性能。				

- 6.1.5 多级闪蒸蒸发器对进水浊度一般无要求；低温多效蒸发器根据厂商资料，进水浊度一般为 20mg/L~300mg/L；若淡化水用作饮用水时，进水余氯应控制小于 0.1mg/L。
- 6.1.6 单级反渗透装置的水回收率应根据进水水质、节水要求等条件选定，一般天然水取 75%~85%，海水取 30%~45%。
- 6.1.7 蒸馏法海水淡化的水利用率为 25%~40%。

6.2 系统设计

- 6.2.1 反渗透预脱盐系统应根据原水特性、预处理方式等合理选择系统配置。一般由保安过滤器、高压泵、反渗透组件、监测仪表、清洗系统、加药系统等组成。
- 6.2.2 反渗透系统的出力应与后续系统用水量相适应。当作为锅炉补给水系统的预脱盐系统时，宜按系统正常出力的 130%~150%设计。
- 6.2.3 反渗透装置宜按连续运行设计，不宜少于 2 套。
- 6.2.4 反渗透装置的保安过滤器、高压泵、膜装置等宜按单元制设计。
- 6.2.5 反渗透装置应设置不合格进水、不合格产水排放措施。
- 6.2.6 反渗透装置宜设停机自动冲洗措施。海水反渗透淡化装置宜用淡水冲洗。
- 6.2.7 反渗透各段应分别设置清洗接口。
- 6.2.8 反渗透系统保安过滤器的精度不应低于 5 μm。保安过滤器的滤芯应便于快速更换，不宜采用带反洗功能的保安过滤器。

- 6.2.9 反渗透海水淡化系统应设置能量回收装置。
- 6.2.10 反渗透的高压泵出口应装设电动慢开阀门。
- 6.2.11 反渗透的高压泵应该设置进水低压保护和出水高压保护开关，装置淡水侧宜设置爆破膜。
- 6.2.12 反渗透膜元件宜选用涡卷型的复合膜；当水源污染严重时，可选用抗污染的复合膜。当反渗透进水为受海水倒灌影响的地表水时，应根据反渗透二段的进水含盐量核算结果选择合适的膜元件。
- 6.2.13 膜元件的型号和数量应根据进水水质、水温、产水量、回收率等通过优化计算确定。
- 6.2.14 反渗透浓水宜回收重复利用。
- 6.2.15 当采用 2 级反渗透系统时，第二级反渗透的浓水宜循环到第一级反渗透重复使用，第二级反渗透的单根膜回收率及通量可采用较高值。
- 6.2.16 两级反渗透分别设置高压泵时，宜设置二级高压泵入口缓冲水箱。
- 6.2.17 第二级反渗透进水宜设置自动加碱设施。
- 6.2.18 海水蒸馏淡化装置的型式、级数（多级闪蒸装置）和效数（低温多效装置）及造水比，应根据可供加热蒸汽的参数和数量等因素，经综合技术经济比较确定。
- 6.2.19 电厂海水蒸馏淡化装置加热和抽真空用汽可采用汽轮机抽汽，加热蒸汽的参数可经技术经济比较后确定。
- 6.2.20 蒸馏淡化装置系统出力可根据所需淡水用量确定。装置不设备用，其台数宜不少于 2 台。
- 6.2.21 蒸馏淡化装置产品水中含盐量一般为 3mg/L~10mg/L。
- 6.2.22 蒸馏淡化装置进口应设置自动清洗过滤器，过滤器的精度可根据装置要求和进口水的水质确定。
- 6.2.23 蒸馏淡化装置的材质应耐海水的腐蚀，并考虑操作温度、海水的 pH 值、 O_2 和 CO_2 含量，以及海水被污染（ S^{2-} 、 NH_4^+ 等）的情况。根据耐蚀要求，其热交换管可选择不锈钢、Cu 合金、Al 合金或 Ti 材；容器可选择不锈钢或碳钢涂防腐层。
- 6.2.24 海水淡化蒸馏装置应设置防海生物生长、防结垢和消泡等加药装置。
- 6.2.25 多级闪蒸蒸发器盐水最高温度宜小于 110℃，系统设置蒸发器本体、海水过滤器、盐水加热器、除气系统、抽真空系统、酸洗系统和各类水泵等。
- 6.2.26 低温多效海水淡化装置最高操作温度一般小于 70℃。系统设置海水过滤器、蒸发容器、蒸汽压缩喷射器、启动喷射器、海水预热器、冷凝水和产品水冷却器、及各类水泵等。冷凝水和产品水的出口温度应根据用水要求确定。
- 6.2.27 蒸馏海水淡化装置应根据原料海水悬浮物含量、装置型式及其对进水的水质要求等，选择确定合适的预处理系统。
- 6.2.28 蒸馏淡化装置产品水作为饮用水时，应考虑进口海水余氯和加热蒸汽中含联氨的影响。
- 6.2.29 蒸馏淡化装置产品水箱的容积可根据系统出力、淡水用量、蒸馏装置检修周期和时间等因素确定，其台数宜不小于 2 台。
- 6.2.30 反渗透和蒸馏装置出水直接作为工业用水时，应考虑水 pH 值的调节措施。

6.3 布置要求

- 6.3.1 反渗透装置宜布置在室内，并应考虑膜元件更换空间。
- 6.3.2 反渗透装置产品水静背压不得超过膜元件厂家的规定，浓水排放管的布置应保证系统停用时最高一层膜组件不会被排空。
- 6.3.3 海水淡化蒸馏装置、产品水箱及辅助设施可布置于室外，布置位置应为蒸发器检修和更换换热管留有足够的空间。
- 6.3.4 寒冷地区的海水淡化蒸馏装置应考虑防冻措施，必要时可设置封闭设施。
- 6.3.5 海水淡化蒸馏装置应设置防盐雾设施及人身防护的措施。

7 锅炉补给水处理

7.1 系统设计

7.1.1 锅炉补给水处理系统，应根据进水水质、给水及锅炉水的质量标准、补给水率、设备和药品的供应条件及环境保护等因素，经技术经济比较确定。

进行技术经济比较时，应采用系统正常出力和全年平均进水水质，并用最坏水质对系统及设备进行校核。

7.1.2 汽包锅炉正常排污率不宜超过下列数值：

—凝汽式发电厂 1%

—供热式发电厂 2%

7.1.3 锅炉补给水处理系统的出力，应满足发电厂全部正常水汽损失并考虑在一定时间累积机组启动或事故一次非正常水量。

发电厂各项正常水汽损失可按表 7.1.3 计算。

表 7.1.3 发电厂各项正常水汽损失

序号	损失类别		正常损失
1	厂内水汽循环损失	900MW 及以上机组	为锅炉最大连续蒸发量的 1.0%
		300MW~600MW 机组	为锅炉最大连续蒸发量的 1.5%
		125~200MW 机组	为锅炉最大连续蒸发量的 2.0%
2	对外供汽损失		根据资料
3	发电厂其他用水、用汽损失		根据资料
4	汽包锅炉排污损失		根据计算或锅炉厂资料，但不少于 0.3%
5	闭式辅机冷却水系统		冷却水量的 0.3~0.5%
6	闭式热水网损失		热水网水量的 0.5%~1%或根据资料
7	厂外其他用水量		根据资料
注 1：发电厂其他用汽、用水及闭式热水网补充水，应经技术经济比较，确定合适的供汽方式和补充水处理方式。			
注 2：采用除盐水作空冷机组的循环冷却水时，应考虑由于系统泄漏所需的补水量。			

7.1.4 锅炉补给水处理系统经技术经济比较可选用离子交换法、预脱盐加离子交换法或预脱盐加电除盐法等除盐系统。离子交换除盐和电除盐系统的进水水质要求见表 7.1.4。

锅炉补给水处理系统的选择可参见附录 C。

表 7.1.4 离子交换除盐和电除盐系统的进水水质要求

项 目	单 位	离子交换除盐	电 除 盐
水温	℃	5~45 ²⁾	5~40
pH 值		—	5~9
浊 度	mg/L	<2	—
二氧化硅 (SiO ₂)	mg/L		≤0.5
游离余氯 (Cl ₂)	mg/L	<0.1	≤0.05
铁 (Fe)	mg/L	<0.3	≤0.01
锰 (Mn)	mg/L	—	≤0.01
化学耗氧量 (KMnO ₄ 法)	mg/L, O ₂	<2 ³⁾	
总有机碳 (TOC)	mg/L		≤0.5
硬度	mg/L (以 CaCO ₃ 计)		≤1
电导率	μ S/cm		<40
注 1: 工程选用时, 电除盐的进水水质要求, 应根据其设计导则和类似运行经验确定。 注 2: 强碱 II 型树脂、丙烯酸树脂的进水水温应不大于 35℃。 注 3: 对弱酸离子交换器可适当放宽。			

- 7.1.5 预脱盐后处理方案应根据进水水质及出水水质要求经技术经济比较确定。
当采用反渗透预脱盐时, 一级反渗透后处理宜采用一级除盐加混床系统。
当采用蒸馏法海水淡化装置时, 其后处理宜采用一级除盐加混床或混床系统; 经技术经济比较合理时, 也可采用一级反渗透加电除盐系统。
当酸碱供应困难或受环保要求限制时, 宜选用两级反渗透加电除盐系统。
- 7.1.6 离子交换除盐系统进水的 COD_{Mn} 大于 2mg/L 时, 可选用抗有机物污染的阴离子交换树脂。
- 7.1.7 当进水中的强、弱酸阴离子比值较稳定时, 一级除盐可采用阳离子交换器先失效的单元制系统, 此时阴离子交换树脂装入量 (体积) 宜为计算值加 10%~15% 裕量。
- 7.1.8 当进水中的强、弱酸阴离子比值变化较大及除盐系统设备台数较多时, 一级除盐设备可采用母管制系统。母管制系统中的每种离子交换器为 6 台及以上时, 设备宜分组或在每台离子交换器进出水口加手动隔离阀。
- 7.1.9 设计离子交换除盐系统时, 应在保证出水质量前提下采用能降低酸、碱耗量和减少废酸、碱排放量的设备和工艺。排出的清洗水及酸、碱废水宜处理后回收利用。
- 7.1.10 对无预脱盐的离子交换除盐系统, 碱再生液宜加热, 加热温度可根据阴树脂的耐温性能确定, 一般可为 35℃~40℃。
- 7.1.11 除盐系统对流离子交换器配制再生液及置换所用的水, 宜为除盐水。
- 7.1.12 逆流再生离子交换器顶压用气和混合离子交换器用气的气源, 应无油及有稳压装置。
- 7.1.13 过滤器、交换器反洗进水或排水应有限流措施。
- 7.1.14 除盐水箱宜设置减少水被空气污染的措施, 可采用浮顶、塑料覆盖球等方法。
- 7.1.15 水处理室至主厂房的除盐水管道, 应能同时输送最大一台机组的启动补给水量或锅炉化学清洗用水量及其余机组的正常补给水量。
补给水管道总数为 2 条及以上时, 任何一条管道停运, 其余管道应能满足输送全部机组正常补给水量的需要。
选用不锈钢管材时, 可只设一条管道。

7.2 设备选择

- 7.2.1 各种主要离子交换器的台数不应少于两台, 其容量计算应包括系统中承担的自用水量。
离子交换器再生次数应根据进水水质和运行方式确定, 可按每台每昼夜 1~2 次考虑。
- 7.2.2 当一台 (套) 离子交换除盐设备检修时, 其余设备应能满足全厂正常补给水量的要求。

对供热式发电厂，可设置再生备用设备。当没有再生备用设备时，由除盐水箱贮存再生时的需水量。

7.2.3 离子交换剂的工作交换容量，应根据选用的离子交换剂、交换器的型式、再生剂种类、再生水平、原水离子组成、处理后水质要求等因素，按厂家提供的产品性能曲线确定或参照类似条件下的运行经验确定。

离子交换器设计参考数据可参见附录 D。

7.2.4 母管制除盐系统中的除二氧化碳器不宜少于两台。当一台检修时，其余设备应满足正常补给水量的要求。

当进水碱度小于 0.5 mmol/L 或预处理采用石灰处理时，可不设除二氧化碳器。

7.2.5 除二氧化碳器宜采用鼓风式。当除二氧化碳器风机由室外吸风时，宜有滤尘措施。除二氧化碳器的排风口宜设气水分离装置。

当采用真空除气时，抽真空方式可用真空泵或多级蒸汽喷射泵。

7.2.6 除盐水泵及母管制系统中的中间水泵应设备用。

除盐水泵容量和台数应合理配备，以满足机组正常和启动（或锅炉化学清洗）不同工况下经济、合理的运行要求。

7.2.7 中间水箱的有效容积，对单元制系统宜为每套水处理设备出力的 2min~5min 贮水量，且最少不应小于 2m³；对母管制系统宜为水处理设备出力的 15min~30min 贮水量。

7.2.8 除盐水箱的总有效容积应能配合水处理设备出力，并满足最大一台锅炉酸洗或机组启动用水需要。凝汽式发电厂汽包炉机组宜等于最大一台锅炉 2h~3h 的最大连续蒸发量，超临界直流炉机组宜按机组启动冲洗水流量及冲洗时间确定或为最大一台锅炉 3h 的最大连续蒸发量；供热式发电厂宜等于 1h~2h 的正常补给水量。

7.2.9 离子交换水处理系统应设再生水泵。

7.2.10 对化学除盐系统，应考虑离子交换器检修时装卸与存放树脂的措施。

7.2.11 在无垫层离子交换器及混合离子交换器的出口，应设置树脂捕捉器。

树脂捕捉器宜有反冲洗水管。

7.2.12 采用双室离子交换器及浮动离子交换器时，应设阳、阴树脂清洗罐各 1 台（总数为 2 台）。

7.2.13 电除盐装置的容量应与前处理系统容量匹配，并考虑其回收率。

7.2.14 电除盐装置的水回收率应大于 90%，极水排放应考虑氢气泄放措施。

7.3 布置要求

7.3.1 水处理设备宜布置在室内，当露天布置时，运行操作处、取样装置、仪表阀门等，宜集中设置，根据需要采取防雨、防晒、防冻等措施。

7.3.2 经常检修的水处理设备和阀门等，可按其结构型式、台数、起吊件重量，设检修平台、叉车或起吊装置。

7.3.3 应按下列原则布置离子交换设备：

7.3.3.1 面对面布置时，阀门全开后，操作通道净距离不宜小于 2m，巡回检查通道净宽不宜小于 0.8m。

7.3.3.2 两设备间的净距离不宜小于 0.4m，（如设备本体为法兰连接时，净距离可适当放大）。

7.3.3.3 当设备台数较多时，每隔一定距离应留有通道、通道净距离不宜小于 0.8m。

7.3.4 电除盐装置应根据其结构型式合理布置，且便于检修和模块更换。

7.3.5 水处理车间的总动力盘、总控制盘，应布置在单独的房间内。

7.3.6 罗茨鼓风机的布置应考虑噪声的影响，并应采取消声措施。

7.3.7 清水泵、并联系统的中间水泵、除盐水泵、再生泵、超滤水泵等宜集中布置在单独的房间内。

7.3.8 酸、碱贮存槽宜布置在室外（寒冷地区可布置在室内），酸、碱贮存槽宜靠近中和池布置。

7.3.9 运行控制室的面积，应根据水处理设备的出力、控制方式及表盘数量等不同情况确定。

运行控制室内应有良好的采光和通风，并有适当的值班场地和检修通道。室内不应有穿越的管道。

7.3.10 水处理车间应设运行分析室、仪表维修间、厕所等辅助间。

8 汽轮机组的凝结水精处理

8.1 一般规定

8.1.1 汽轮机组的凝结水精处理系统，应按锅炉和汽轮机组型式及其参数、冷却水水质等因素确定。

8.1.2 对由直流锅炉供汽的汽轮机组，全部凝结水应进行精处理，同时应设置除铁设施。除铁设施可不设备用，但不应少于2台，精处理除盐装置应设置备用设备。

8.1.3 对由亚临界汽包锅炉供汽的汽轮机组，全部凝结水宜进行精处理。

对于机组容量为300MW级、冷却水水质较好、且按给水采用还原性全挥发处理工况设计的汽轮机组的凝结水精处理装置可不设备用设备，但精处理设备不应少于2台。

对于冷却水水质为海水、苦咸水、再生水或机组容量为600MW级及以上、或按给水采用加氧处理工况设计的汽轮机组的凝结水精处理装置应设有备用设备。

8.1.4 由超高压汽包锅炉供汽的汽轮机组，通常不设凝结水精处理系统；当冷却水为海水或苦咸水，且凝汽器采用铜管时，宜设凝结水精处理装置。

8.1.5 承担调峰负荷的超高压汽包锅炉供汽的汽轮机组，若无精处理装置，可设置供机组启动用的除铁装置。除铁装置不设备用设备。

8.1.6 对用于不同形式的空冷机组的精处理系统可选择粉末树脂过滤器、前置过滤器加混床、阳阴分床（阳、阴床或阳、阴、阳床）等处理系统。

对于亚临界汽包锅炉直接空冷的汽轮机组应设置以除铁为主，同时也具有一定的除盐能力的精处理系统，600MW级及以上机组的处理装置宜设置备用设备。

对于混合式凝汽器的间接空冷汽轮机组宜采用除铁加混合离子交换器系统，处理装置宜设置备用设备。

对于表面式凝汽器的间接空冷汽轮机组的凝结水可仅设除铁设备，亚临界及以上参数机组的凝结水处理设施宜选择具有一定除盐能力的系统，且设有备用设备。

8.1.7 亚临界及以上参数的汽轮机组的凝结水精处理宜采用中压系统。

8.1.8 精处理装置的树脂应采用体外再生方式进行再生。

8.2 系统设计

8.2.1 凝结水精处理系统中的过滤器、离子交换器按下列原则确定：

8.2.1.1 除铁装置可选用管式过滤器、氢离子交换器、电磁过滤器等。

除铁过滤器设计参考数据参见附录E。

8.2.1.2 凝结水精处理系统中离子交换器应选用高流速离子交换器。

对于锅炉给水采用加氧处理运行的凝结水精处理系统，应采用混合离子交换器，且应按氢型运行设计，但应采用高分离度的再生系统。

混合离子交换器体外再生装置的树脂分离的要求，应根据交换器的运行方式确定。混合离子交换器阴树脂再生剂宜选用离子交换膜法生产的高纯度氢氧化钠。

凝结水精处理设备的设计参考数据参见附录F。

8.2.1.3 粉末树脂过滤器、阳阴分床的设计参数参见附录E、附录F

8.2.2 凝结水精处理系统中的体外再生装置，可两台机组合用1套。但当1台汽轮机组所设的混合离子交换器台数超过3台时，可增设专门的树脂贮存罐和备用树脂套数，或1台机组设置1套体外再生装

置。

粉末树脂过滤器的铺膜设备宜每机 1 套。

8.2.3 凝结水精处理系统中的设备或设施应满足以下要求：

8.2.3.1 每组离子交换器宜设 1 台再循环泵，其容量应为 1 台离子交换器正常出力的 50%~70%。每台粉末树脂过滤器应设置 1 台保持泵，其容量应为 1 台过滤器正常出力的 7%~10%。

8.2.3.2 凝结水精处理系统应设有 100%容量的旁路装置，旁路阀门应为有调节功能的自动阀门，同时还应设置旁路阀门的运行检修阀门。

8.2.3.3 凝结水精处理装置进水母管上应设置排气放水阀门，过滤器或交换器停运泄压管道上应带节流减压装置。

8.2.3.4 离子交换器出水管道上应安装树脂捕捉器。树脂捕捉器应有冲洗措施，并易于检修。

8.2.3.5 树脂再生装置中应设有补充离子交换树脂的接口。再生装置的排水管道上宜设有树脂捕捉器，或设有非正常情况下防止树脂流失的措施。

8.2.3.6 中压系统中树脂输送管道上设置带滤网的安全泄放阀，接入离子交换器及过滤器系统的自用水、压缩空气管道上设置安全阀，压缩空气管道上还应设置逆止阀。树脂管道阀门宜选用不锈钢球阀。

8.2.3.7 树脂擦洗用气源宜选用罗茨风机。

8.2.3.8 树脂再生用冲洗水泵、罗茨风机应设置备用设备。

过滤器反洗用水泵出力和扬程与冲洗水泵相同时，可与冲洗水泵共用，否则应单独设置。

8.2.3.9 树脂再生用酸碱贮存槽、计量箱等可不设备用，采用计量泵再生时，应设备用泵。再生用碱液宜加热至 40℃。

8.2.3.10 凝结水精处理系统管道介质流速应满足 DL/T5054-1996 中的要求。

8.2.4 每台机应单独敷设树脂输送管道，树脂输送管道长度不宜大于 200m，材质为不锈钢，管道弯头宜采用大半径弯头。

8.3 布置要求

8.3.1 凝结水精处理设备宜布置于汽机房凝结水泵附近。公用的再生设备可布置于两台炉之间（或毗邻建筑）的单独房间内。酸碱贮存设备宜布置在主厂房外。

9 冷却水处理

9.0.1 冷却水处理系统的选择应根据冷却方式、全厂水量平衡、水源水量及水质等因素经技术经济比较确定。应全面考虑防垢、防腐和防菌藻及水生物的滋生因素。选用节约用水、保护环境的处理系统。

9.0.2 循环冷却水系统应根据全厂水量、水质平衡确定排污量及浓缩倍率。浓缩倍率设计值一般宜为3~5倍,缺水和环保要求高时,经技术经济比较,可适当提高。循环冷却系统水质控制标准参见附录G。

9.0.3 直流冷却水系统如有结垢倾向时,可根据具体情况采取水质稳定措施。

9.0.4 对于采用冷却池冷却的循环冷却水系统,如果 $V/Q > 60$ (V —冷却水池容积, m^3 ; Q —循环水量, m^3/h)时,可按直流冷却水系统考虑。

9.0.5 循环水系统补充水碳酸盐硬度不高时,可采用加稳定剂法、加硫酸法。

循环水补充水碳酸盐硬度较高时,可采用补充水石灰软化法、弱酸树脂离子交换或钠离子交换法,也可采用循环水旁流石灰软化法、石灰—碳酸钠软化法、弱酸树脂离子交换或钠离子交换法,同时应与加稳定剂/缓蚀剂法联合使用。

在节水和环保要求高、特殊水质条件时,经技术经济比较,也可采用膜处理方法。

9.0.6 必要时循环水处理系统可与锅炉补给水处理及热网补充水处理系统联合考虑。经技术经济比较,循环水的排污水可做为锅炉补给水处理系统水源。

9.0.7 加药种类和加药量应根据模拟试验确定,药品种类应满足冷却水排放及后续水处理系统水质要求。

9.0.8 石灰软化法宜选用高纯度消石灰粉。石灰软化系统出水应加酸调整pH值。

9.0.9 弱酸离子交换器进水可按照表7.1.4的要求确定。弱酸树脂再生剂应根据药品供应情况、耗量等因素确定选用硫酸或盐酸。离子交换器设计运行参数可参照附录D选择。

9.0.10 旁流处理水量应通过计算确定,宜控制在循环水量的1%~5%范围内。旁流过滤及软化处理水量计算参见附录H。

9.0.11 选择旁流处理工艺时,应考虑循环水中所含高浓度的 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、及药剂的影响。

9.0.12 为抑制铜管凝汽器腐蚀,宜设置硫酸亚铁(或其他药品)成膜处理设施。加药点宜靠近凝汽器入水口。

9.0.13 冷却水的杀菌剂及其它生物处理应根据机组容量、冷却方式及水质条件等因素,选择采用加二氧化氯、次氯酸钠、液氯、有机杀菌剂等方式,杀菌剂药品应与阻垢剂、缓蚀剂不相互干扰。

投加方式可采用间断加药法,对菌藻污染严重的水源,宜进行连续加药处理。加药点位置为循环水泵吸水井或循环水泵房取水口。

次氯酸钠药品可采用外购药品方式,或采用电解食盐、电解海水方法获得。

对于季节性加药时间较短的电厂,且循环水量较小时,可采用临时加药方式,不设加药设备。

9.0.14 当采用再生水或其它回收水作为循环水补充水水源时,水质满足要求时,可直接补入循环水系统,否则应进行深度处理。深度处理系统按照第5章和第6章内容执行。

9.0.15 凝汽器管材应根据冷却水质合理选用,可参照DL/T712执行。

当采用再生水或其它回收水作为循环水补充水时,凝汽器管及辅机冷却器宜选用合适牌号的不锈钢材质。必要时可进行试验确定。

9.0.16 当循环冷却水中的硫酸根过高时,应考虑硫酸盐对水工构筑物的侵蚀问题。循环冷却水对混凝土构筑物侵蚀的判定标准应遵照GB50046中的有关部分执行。

9.0.17 采用海水循环冷却的凝汽器管宜选用钛材,同时添加高效阻垢剂、缓蚀剂及杀菌剂,并根据试验确定合适的浓缩倍率。

10 热力系统的化学加药

10.0.1 热力系统的化学加药处理应根据机组汽水品质要求和火电厂汽水化学导则要求设计。

10.0.1.1 超高压锅炉给水宜采用加氨及加联氨或其它化学除氧药剂处理。对装有离子交换凝结水精处理设备的超高压机组的凝结水，宜采用加氨处理。

10.0.1.2 对亚临界汽包锅炉凝结水、给水宜采用加氨及加联氨处理，也可采用加氨、加氧处理。对于亚临界直流炉机组，凝结水、给水宜采用加氨、加氧处理。

10.0.1.3 对于超临界及以上参数的机组，凝结水、给水应采用加氨、加氧处理。但直接空冷超临界机组应考虑还原性给水处理可能。

10.0.1.4 锅炉炉水宜采用磷酸盐处理，对于凝结水采用了离子交换处理的机组，炉水应有采用氢氧化钠处理的可能，或单独设置加碱设施。

对于空冷机组，炉水宜采用加碱处理。

10.0.1.5 对于设有闭式除盐水冷却系统机组，应设置闭式水加药设施。药品可选用联氨或其它缓蚀剂。

10.0.1.6 对于 300MW 及以上的亚临界汽包锅炉，根据电厂运行情况，可设置专门的停炉保护加药设施。

10.0.1.7 加药点位置宜按以下要求设置：

凝结水加药点应设在凝结水精处理装置出口母管上（旁路管道三通之后）；

给水加药点应设在除氧水箱下降管上；

炉水加药管应从汽包中部进入，加药管沿汽包轴向水平布置；

闭式除盐水加药点设在闭式循环水泵出口；

停炉保护加药点宜设在除氧水箱下降管上。

10.0.2 加药系统设计应符合以下要求：

10.0.2.1 凝结水、给水加药宜采用自动运行方式。凝结水加氨量根据凝结水流量信号控制调节，给水加氨量应根据给水流量和给水比电导率信号控制调节；联氨加药量应根据凝结水或给水流量信号控制调节。药液配制可采用手动配置。

给水加氧系统宜采用自动加氧方式，凝结水加氧可采用手动方式。加氧量可根据流量和含氧量信号自动控制，并有水质恶化时的保护措施。

10.0.2.2 加药泵自动调节方式宜采用变频调节。

10.0.2.3 氨和联氨或其它药剂的加药设备，宜分别设置。凝结水和给水加药泵、加氧管路、阀门等应分别设置。

10.0.2.4 加药系统宜按每 2 台机组 1 套设置，当连续建设 3 台机组时，也可 3 台机组设置 1 套加药设备。每台机组应单独设置加药泵，每套加药设备共用 1 台备用泵。经常连续运行的每种药液箱不应少于 2 台，单台容积应不小于 8h 的用量。每台机组的加氧流量调节阀、流量计、压力表应单独设置。几台机组应共用 1 套停炉保护加药设备。

10.0.2.5 加药泵的入口侧宜装设过滤装置，加药泵出口管道上应装设稳压器、压力表。

10.0.2.6 药液箱应有搅拌设施，磷酸盐溶液箱进料口还应配有过滤设施。

加氧设施应设有与氧气瓶连接的汇流管和流量调节阀、流量计。

10.0.2.7 药液配制应采用除盐水或凝结水，不应采用闭式除盐冷却水系统来水。

10.0.2.8 加药系统的药液管及低压氧气管、配药用水管道应采用不锈钢材质，高压氧气管道(>9.8MPa)应采用铜管道。

10.0.3 加药设备应布置在单独房间内，宜布置在主厂房零米层，便于药品安全方便运输；室内应通风；加药设备周围应有围堰和冲洗设施，并应有适当面积的药品贮存区域或房间。当设有联氨贮存罐时，贮存罐应存放在单独的房间内。

11 水汽取样

11.0.1 热力系统的水汽监督项目、仪表设置及取样点应根据机组容量、型式、参数、热力系统和化学监督的要求确定。

11.0.1.1 汽包锅炉供汽的机组水汽取样点及在线仪表配置参见附录 J.1；直流锅炉供汽的机组水汽取样点及在线仪表配置参见附录 J.2

11.0.1.2 水汽取样点的位置应根据给水运行工况和加药方式确定。

11.0.2 每台机组应设置相应的水汽集中取样分析装置。

11.0.2.1 对于压力无法满足送至集中取样分析装置上的样品水，应设置就地取样降压冷却及仪表等设施。

凝汽器检漏装置及分析仪表等设施应就近布置，检漏泵位置不应高于热井。

采集的水汽样品应具有代表性。

11.0.2.2 水汽取样系统应有可靠、连续、稳定的冷却水源，宜采用除盐水或凝结水，宜采用独立的冷却装置或利用辅机闭式除盐水冷却系统冷却样水。冷却水源的流量、温度、压力应满足要求。

11.0.2.3 恒温装置冷却后样水温度宜低于 25℃。取样装置应设有样水超温超压保护和报警措施。

11.0.2.4 水汽品质主要监测项目宜有信号输至主控制室。所有在线分析项目信号及取样装置运行状况信号，应根据机组热工控制系统的设置情况和要求送至相关控制系统，也可设置专门的计算机数据采集系统。

11.0.2.5 300MW 级及以上参数的机组，宜设置凝汽器检漏取样装置。当凝汽器采用钛管或不锈钢管时，可不设凝汽器检漏取样装置。

11.0.2.6 水汽集中取样分析装置的环境和安装要求及其他条件，应满足厂家及配套仪表的使用要求。

11.0.2.7 水汽集中取样分析装置的高温高压部分的高温盘架与低温低压部分低温仪表盘架，宜分开布置，但距离应尽量短。布置低温仪表盘架的房间内应设置空调，装设高温盘架的房间或位置应考虑通风、排水及散热条件。

11.0.3 水汽集中取样分析装置与水汽化验站的布置应统筹考虑，布置在远离振动、环境清洁和操作方便的场所，并有排水设施。

11.0.3.1 水汽集中取样分析装置，宜两台机组集中布置在一起。

11.0.3.2 所有的盘架在内部设施、部件的组装布置上应考虑到安全，方便检查、维修和校验。

11.0.3.3 高温样品管道应保温；在寒冷地区，室外取样管道应有防冻措施。

11.0.4 所有取样管材、冷却水管道及冷却器等部件宜采用不锈钢材质，且管材及壁厚应与水汽样品参数相适应。

12 热网补给水及生产回水处理

12.0.1 热网补给水可采用锅炉排污扩容器后的排污水、软化水、除盐水或反渗透出水。

热网补给水处理系统应根据热网补给水水质要求、水量，并综合考虑全厂水处理系统情况，经技术经济比较确定。

12.0.2 生产回水作为锅炉补给水时，应根据水质污染情况，考虑生产回水的处理措施。处理设施可单独设置或与锅炉补给水或凝结水处理设施合并。

12.0.3 生产回水含有油质时，应要求热用户进行初步除油，使水中含油量低于 10mg/L。

12.0.4 不需处理的生产回水，应引入在热力系统中设置的返回水箱，并设置必要的监督仪表。

13 氢气站

13.1 一般规定

13.1.1 氢气系统,应根据氢冷发电机氢冷系统的容积,运行漏氢量,对氢气压力、纯度、湿度的要求及气源供应情况,经技术经济比较确定。

13.1.2 制氢设备的总容量,宜按全部氢冷发电机的正常消耗量以及能在 7d 时间积累起相当于最大一台氢冷发电机的一次启动充氢量之和考虑。

贮氢罐的总有效容积,宜按全部氢冷发电机在制氢设备检修期间所需贮备的正常消耗量与最大一台氢冷发电机的一次启动充氢量之和考虑。

13.1.3 附近有可靠、合格氢源的发电厂可采用外购氢气供氢方案。

1) 当采用外购氢气供氢时,氢气瓶或贮氢罐的总有效容积应满足全部氢冷发电机 7~10 天的正常消耗量和最大一台氢冷发电机一次启动充氢量之和。

2) 当由制氢工厂通过管道向发电厂直接送氢时,发电厂内贮氢罐的总有效容积,可根据制氢工厂的贮氢情况和送氢管道的可靠程度确定,但应能满足全部氢冷发电机 4 天以上的正常消耗量。

13.1.3 氢气站的设计及安全措施应符合 GB50177 的规定。

氢气站的生产火灾危险性类别应为甲类。制氢站内有爆炸危险房间(电解间、氢气干燥间、氢气压缩机间、氢瓶间)应为 1 区爆炸危险环境。

13.1.4 氢气站、贮罐区宜布置在发电厂常年最小风向频率的下风侧,并应远离有明火或散发火花的地点,其防火间距应满足 GBJ16 的规定。

氢气站宜布置为独立建(构)筑物;

氢气站宜设置非燃烧体的实体围墙,其高度不宜小于 2.5m。

13.1.5 制氢设备应选用电耗小、电解小室电压低、氢气纯度大于等于 99.7% (按容积计)、氧气纯度大于等于 99.2% (按容积计)、性能可靠的水电解制氢装置。

氢气干燥装置出口氢气露点温度宜小于等于 -50°C 。

13.2 系统设计

13.2.1 水电解制氢系统应按下列原则设计:

13.2.1.1 应设置压力调节装置,电解槽出口氢气与氧气之间的压差宜小于 0.5kPa。

13.2.1.2 应设置氧中氢含量和氢中氧含量在线分析仪及氢气纯度分析仪。

13.2.1.3 所生产的氧气,可根据发电厂具体情况确定是否回收利用,当回收氧气时,应设氧中氢含量超量报警装置。

13.2.1.4 水电解槽入口应设碱液过滤器。

13.2.1.5 电解用水应采用未加氨的除盐水或凝结水,电导率应小于等于 $8\mu\text{S}/\text{cm}\sim 10\mu\text{S}/\text{cm}$,含盐量不应超过 5mg/L。

13.2.2 制氢、氢气干燥装置的氢气出口应设置切断阀、放空阀及取样阀。

13.2.3 氢气站内应设置含氧量小于 0.5% 的氮气置换吹扫设施。

当环境温度高于 0°C 时,贮氢罐的气体置换可采用清水。

13.2.4 氢气站的冷却用水宜采用除盐水循环,供水压力宜为 0.15MPa~0.35MPa,进水温度宜小于等于 33°C 。

冷却水系统宜设置水流观察装置。

13.2.5 氢气放空管上应设阻火器，阻火器设在管口处，当压力大于 0.1MPa 时，阻火器后的管材宜采用不锈钢。

13.2.6 制氢系统的设备及其管道内的冷凝水应经排水水封排出，水封上的气体放空管应分别接至室外安全处。

13.2.7 氢气压缩机的选型、台数，应根据进气压力、排气压力、氢气纯度和制氢设备产氢量等确定。氢气压缩机不宜少于 2 台，连续运行的往复式氢气压缩机应设备用。氢气压缩机前应设氢气缓冲罐。

13.2.8 当采用外购氢瓶贮存供氢时，贮氢单元为一定数量的氢瓶组合而成的集装装置。贮氢单元内的氢瓶应不能移动，以免运输中晃动，但能在检修时将氢瓶抽出。

13.2.9 氢气汇流排应设两组，一组供气，一组倒换钢瓶。每组钢瓶的数量，应按用户最大小时耗量和供气时间确定。

13.2.10 贮氢罐的最高点应设放空管，最低点应设排污管。

13.2.11 氢气站至主厂房补氢管道宜设置 2 根，其输送总容量应为全部氢冷发电机的正常消耗量与最大一台氢冷发电机启动充氢量之和，其输送压力应按氢冷发电机自动补氢装置压力确定。

13.2.12 氢气在管道中的流速，应符合现行 GB50177 的规定。

13.2.13 至主厂房的氢气管道应设置切断阀、放空阀及取样阀（可以与发电机补氢装置一并考虑）。

13.2.14 氢气系统的阀门宜采用气体球阀、截止阀，当氢气管道工作压力大于 0.1MPa 时，严禁采用闸阀。

13.2.15 有爆炸危险房间内，应设氢气检漏报警装置，并应与相应的事故排风机联锁。

有爆炸危险环境的电气设施及仪器、仪表选型，不应低于氢气爆炸混合物的级别、组别（ⅡCT1）。如需采用充氮保护时，氮气压力应大于大气压力。

13.3 布置要求

13.3.1 电解间内的主要通道不宜小于 2.5m，电解槽之间的净距不宜小于 2.5m，与墙之间的净距不宜小于 1.5m。电解槽与其辅助设备之间的净距应按技术功能确定。

常压型水电解制氢装置的平面布置的间距，应视规格、尺寸和检修要求确定。

13.3.2 氢气净化间主要通道净宽度不宜小于 1.5m，净化设备之间及其与墙之间的净距均不宜小于 1.0m。

13.3.3 氢气压缩机之间的净距不宜小于 1.5m，与墙之间的净距不宜小于 1.0m。

13.3.4 电解间、氢气干燥间、氢气压缩机间的电气控制盘、仪表控制盘宜布置在相邻的控制室内。

13.3.5 贮氢罐不应设在厂房内。在寒冷地区，湿式氢气罐和固定含湿氢气罐底部，应采取防冻措施。

13.3.6 立式贮氢罐之间净距不应小于相邻较大罐的直径。

13.3.7 立式贮氢罐与贮氧罐、压缩空气贮罐之间净距不宜小于相邻较大罐的直径。

13.3.8 卧式贮氢罐之间的净距，不应小于相邻较大罐直径的 2/3。

13.3.9 氢气管道可采用架空、直埋及明沟敷设，当采用明沟敷设时，氢气管道不应与其它管道共沟敷设。

13.3.9.1 氢气管道架空敷设时，应符合下列规定：

- a) 厂区、氢气站及车间架空氢管与其他架空管线之间的最小净距应符合附录 L 的规定；
- b) 厂区架空氢气管道与建筑物、构筑物之间的最小净距宜按附录 M 规定；
- c) 氢气管道与其它管道共架敷设时，氢气管道应布置在外侧并在上层；

13.3.9.2 厂区氢气管道直接埋地敷设时，应符合下列规定：

- a) 管材宜采用不锈钢管；
- b) 埋地深度应根据地面荷载、土壤冻结深度确定，管顶距地面不宜小于 0.7m；

c) 厂区直接埋地氢气管道与建筑物、构筑物及其他埋地敷设管线之间的最小净距宜按附录 N、附录 P 的规定设计。

13.3.9.3 输送湿氢或需做水压试验的管道应设排水装置。

14 变压器油净化

14.0.1 发电厂宜设移动式变压器油净化设施。

14.0.2 全厂宜配备变压器油净化器 1 台，变压器油贮油箱可根据电厂的实际情况确定是否设置。

14.0.3 变压器油净化器的出力根据全厂最大 1 台变压器内油量确定。如设置变压器油贮油箱，其容积应满足最大 1 台变压器内油量的处理要求。

15 药品贮存和加药设备

15.1 一般规定

15.1.1 药品仓库的大小，应根据药品消耗量，药品的特性、运输距离、包装、供应和运输条件等因素确定，宜按贮存 15d~30d 的消耗量设计。

当药品由本地供应时，可适当减少贮存天数；当用铁路运输时，还应满足贮存一槽车(或一车辆)容积加 10d 的药品消耗量。

对于危险性药品(酸、碱、氢气)的输送，其卸药区域的设置应方便车辆的进出。

15.1.2 药品贮存设施宜靠近铁路或厂区道路，干贮存堆积高度宜为 1.5~2m，并有必要的装卸设施。

药品贮存间内应有相应的防水、防腐、通风、除尘、采暖和冲洗措施。

15.1.3 各种溶液箱的有效容积，应能贮存不小于 8h 运行的需要量或其它运行要求。各种交替运行的计量箱、溶液箱，应满足连续运行的要求。

15.1.4 贮存和输送各种药剂的设备、管道及附件，应根据药液的化学性质，选择合适的防腐蚀材料。

15.2 石灰系统

15.2.1 石灰药剂宜采用粉状消石灰，纯度宜高于 85%。

15.2.2 采用高纯度粉状消石灰及氧化镁粉时，应气力输送、干法贮存和计量。乳液输送泵宜采用仓库备用。石灰乳输送管道宜采用透明软管。

15.2.3 配制石灰乳采用机械搅拌，搅拌器的搅拌桨宜设置上下二层，搅拌桨应使用耐磨材料或衬胶。石灰乳含量可为 2%~5%。

15.3 混凝剂及助凝剂系统

15.3.1 混凝剂及助凝剂的品种、剂量大小应根据原水水质(pH 值、碱度、浊度、有机物含量等)、药品来源、处理后水质及运行要求[水温、澄清器(池)型式等]，参考类似的工程经验或经烧杯试验确定。

混凝剂剂量、助凝剂浓度可参考下列数据：

硫酸亚铁	(以 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 计)	42~97mg/L
三氯化铁	(以 $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 计)	27~63mg/L
硫酸铝	(以 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 计)	33~77mg/L
聚合铝	(以 Al_2O_3 计)	5~8mg/L
聚合铁	(以 Fe^{3+} 计)	5~10mg/L
溶液中药剂含量		<10%
助凝剂配置浓度		<0.5%

15.3.2 混凝剂及助凝剂的贮存方式随当地药品供应方式和形态确定。药液应分别配置，其溶解可采用机械搅拌方式或水力循环搅拌方式。

15.3.3 混凝剂及助凝剂宜采用计量泵加药，且需设置备用泵。在泵的入口宜装设过滤装置，出口应装设安全阀、稳压器和压力表。

15.4 酸、碱系统

15.4.1 酸、碱贮存计量设备宜靠近用户布置。电气控制盘柜不应布置在酸贮存计量间内。当用铁路运输酸、碱时，宜在厂区铁路附近设置贮存、转运设施。

贮存设备不宜少于两台，并应考虑有安全、检修及清洗措施。贮存槽地上布置时，其周围应设耐酸、碱防护围沿，围沿内容积应大于最大一台酸、碱设备的容积。当围沿有排放措施时，可适当减小其容积。酸、碱贮存区域内应设安全淋浴器。

15.4.2 酸、碱再生液宜用喷射器输送，也可采用计量泵。采用计量泵时，其出口管道应装设安全阀、稳压器和压力表。硫酸计量宜采用计量泵系统。

15.4.3 计量箱的有效容积应满足一台离子交换器一次最大再生用量。

当离子交换器台(套)数较多，有两台(套)交换器同时再生时，计量箱的台(套)数应能满足其同时再生的需要。

混合离子交换器应专设再生设备。

15.4.4 盐酸贮存槽(计量箱)宜采用液面密封设施，排气口应设酸雾吸收器。浓硫酸贮存槽排气口应装设除湿器。碱贮存槽排气口宜装设CO₂呼吸器。

对盐酸贮存槽(计量箱)出口应考虑防止液面覆盖材料被带出的措施。

15.4.5 装卸浓酸、碱液体，宜采用负压抽吸、泵输送或自流方式输送。当采用固体碱时，应有吊运设备和溶解装置。

15.5 盐系统

15.5.1 盐湿贮存槽不宜少于两台(格)。

15.5.2 饱和盐溶液箱的有效容积应满足一台钠离子交换器一次再生的需要量。

15.5.3 盐液系统应设置盐液过滤器。

15.6 氯化系统

15.6.1 氯化系统(次氯酸钠、二氧化氯、液氯、氯锭等)的设计用量应根据试验数据或相似条件下运行经验的最大用量确定。

对于间断加氯，每日1~3次，加药量为1mg/L~3mg/L；对于连续加氯及定期冲击式加氯，其连续加药量为1mg/L，冲击加药量为3mg/L。采用二氧化氯加药时加药剂量可适当降低。

15.6.2 氯化系统应按下列方式设计：

15.6.2.1 当采用电解食盐(海)水制取次氯酸钠时

1) 进入电解槽前的食盐(海)水应经过滤处理；

2) 采用间断投药时，次氯酸钠贮槽的有效容积应满足一次投加的需要量；

3) 对次氯酸钠贮槽内所积聚的氢气，应采用防爆型风机及时抽取或鼓风稀释至氢气浓度低于1%(体积比)；

4) 应根据电解槽的结构要求配备辅助除垢的电解槽酸洗设施；

5) 采用盐水型电解工艺时，应按需要配备盐水池、箱等；

6) 电解装置中的连接管道应保持流体通畅，不应有气体积聚和死角；

7) 电气控制设备应布置在单独的房间内。

15.6.2.2 当采用二氧化氯时

1) 应按二氧化氯制备需要的药剂品种配备药液贮存设备，其设备容积按照15.1章节选取；

2) 二氧化氯制备设备间、药品贮存间应设置机械通风设备,通风设备考虑防腐、防爆型产品;氯酸钠、亚氯酸钠药品贮存总量应按照危险品有关规定执行。

3) 二氧化氯间的布置位置宜靠近投加点,并与经常有人值班的车间和居住房间保持一定的安全距离。

4) 药品贮存区域应设置安全淋浴器。

15.6.2.3 当采用液氯时

1) 加氯机应有指示瞬时投加量并有防止氯、水混合物倒灌入液氯钢瓶内的措施;

2) 钢瓶中液氯的气化可采用液氯蒸发器或其他措施;

3) 加氯间内应设置起重、称重或判断液氯钢瓶残留液氯量的设施;

4) 应设置氯气中和装置,并配置一定数量的正压式呼吸器;

5) 氯瓶间应配置漏氯检测及报警装置。

6) 加氯间的位置宜靠近氯的投加点,并与经常有人值班的车间和居住房间保持一定的安全距离。

加氯间设计还应符合下列要求:

氯瓶间应与其他工作间隔开并有向外开的门;

采暖设备不宜靠近氯瓶或加氯机;

采用防腐灯具;

照明和通风设备的开关应设在加氯间外;

加氯机喷射器水源应保证不间断并保持水压稳定;

加氯水泵应联锁并有可靠的电源,且不宜与氯瓶布置在同一房间内。

15.6.2.4 外购氯锭等其它杀菌灭藻剂,加药方式根据药品性质、冷却水运行方式确定。

15.7 水质稳定剂系统

15.7.1 水质稳定剂的品种、剂量大小应根据循环补充水水质(悬浮物、pH 值、碱度、钙硬度等)、浓缩倍率、水温、凝汽器管材、换热器管材、药品来源与化学稳定性及建厂所在地区的有关污水排放标准等因素,参考厂商性能数据和类似的工程经验确定,必要时需经试验确定。

15.7.2 配制药液可水力循环或机械搅拌方式。

15.7.3 加药方式可采用计量(溶液)泵、喷射器或重力自流。

15.8 超(微)滤装置及反渗透装置加药系统

15.8.1 超(微)滤装置及反渗透装置的加药品种、剂量大小应根据原水水质、药品来源等因素确定。

15.8.2 配制药液可水力循环或机械搅拌方式。

15.8.3 加药方式应采用计量泵设备,可采用单元制加药或母管加药。

15.9 凝汽器铜管成膜系统

15.9.1 硫酸亚铁的设计用量应根据试验数据或相似条件下运行经验的最大用量确定。

15.9.2 硫酸亚铁成膜系统宜设置移动式设备。

16 箱、槽、管道、阀门设计及防腐

- 16.0.1 水箱（池）应设有水位计、进水管、出水管、溢流管、排污管、呼吸管及人孔等，并有便于维修、清扫的措施。
- 16.0.2 寒冷地区的室外水箱及管道、阀门、液位计应有保温和防冻措施。
- 16.0.3 管道布置应力求管线短、附件少、整齐美观、扩建方便、便于支吊，并宜采用标准管件和减少流体阻力损失。
- 16.0.4 室内跨越人行通道管道的净高不应低于 2m，横跨离子交换器间的净高不宜低于 4m。管道布置不应影响设备起吊，也不宜挡窗。需要运输设备的通道，应满足设备运送的需要。
- 16.0.5 动力盘、控制盘的上方，不宜布置管道（空气管除外）。
- 16.0.6 由水处理室至主厂房的管道，可采用管沟、架空敷设或埋地敷设。管沟及沟内管道，应有排水措施。
- 16.0.7 经常有人通行处的上方，不宜敷设浓酸、碱液及浓氨液管道，必须架空敷设时，在法兰、接头处应采取防护措施。
- 16.0.8 浓硫酸、浓碱液贮存设备及管道应有防止低温凝固的措施。
- 16.0.9 石灰系统的阀门宜采用球阀或管夹阀等。管内流速不宜小于 2.5m/s；自流管坡度不宜小于 5%；石灰系统管道的材料选择和管道布置应便于拆卸、清洗，尽量减少弯头、死区、U 形等；管道的弯头、三通和穿墙处应设法兰；水平直管不宜过长（每段不大于 3m）；必要时，在拐弯处以三通代替弯头。石灰乳管道系统应有水冲洗设施。
- 16.0.10 手动操作阀门的布置高度不宜超过 1.6m。高于 2m 的应有阀门操作措施，阀杆的方向不得向下。
- 16.0.11 安装流量测量装置的管道应符合热工仪表的要求。
- 16.0.12 凡接触腐蚀性介质或对出水质量有影响的设备、管道、阀门及排水沟等内表面和受腐蚀环境影响的设备、管道（包括直埋钢管）的外表面，均应衬涂合适的防腐层，或用耐腐蚀材料制造。各种设备、管道的防腐方法和技术要求可参见表 16.0.12。设计中应注明设备及管道防腐的工艺要求，同一工程中不宜选用过多的防腐方法。

表 16.0.12 各种设备，管道的防腐方法和技术要求

序号	项 目	防腐方法	技术要求
1	活性炭过滤器	衬胶	衬胶厚度 3 mm~4.5mm 注 1（下同）
2	过滤器	注 2	
3	各种离子交换器	衬胶	衬胶厚度 4.5mm（共二层）
4	各类泵	碳钢，不锈钢，氟塑料等	根据介质性质选择相应材质
5	除二氧化碳器	衬胶	衬胶厚度 3mm
6	中间水箱	衬胶（钢制）； 防腐涂层， 玻璃钢（混凝土）	衬胶厚度 3 mm ~4.5mm，涂层厚度 1 mm ~3mm，玻璃钢 4~6 层
7	除盐水箱，预脱盐水箱	防腐涂层，玻璃钢	涂层厚度 1 mm~3mm，衬玻璃钢 4~5 层
8	盐酸贮存槽	钢衬胶	衬胶厚度 4.5 mm（共二层）
9	浓硫酸贮存槽及计量箱	钢制	不应使用有机玻璃及塑料附件
10	凝结水精处理用氢氧化钠贮存槽 及计量箱	钢衬胶	衬胶厚度 3 mm
11	次氯酸钠贮存槽	钢衬胶，玻璃钢	耐 NaClO 橡胶、玻璃钢，衬胶厚度 4.5 mm（共二层）
12	食盐湿贮存槽	玻璃钢，防腐涂层	玻璃钢 2~4 层，涂层厚度 1~3mm

表 16.0.12 (续) 各种设备, 管道的防腐方法和技术要求

序号	项 目	防腐方法	技术要求
13	浓碱液贮存槽及计量箱	钢制, 钢衬胶, 玻璃钢	衬胶厚度 3 mm
14	盐酸计量箱	钢衬胶, 玻璃钢	衬胶厚度 3 mm~4.5mm
15	食盐溶液箱、计量箱	防腐涂层, 玻璃钢	涂层厚度 1 mm~3mm
16	钢制澄清器、清水箱	防腐涂层	涂层厚度 1 mm~3mm
17	混凝剂溶液箱, 计量箱	钢衬胶, 玻璃钢	衬胶 3 mm~4.5mm
18	热力系统加药溶液箱	不锈钢	
19	酸、碱中和池	防腐涂层, 花岗石, 衬玻璃钢	涂层厚度 2 mm~3mm, 玻璃钢 4~6 层
20	盐酸喷射器	钢衬胶, 玻璃钢	衬胶厚度 3 mm~4.5mm
21	硫酸喷射器	耐蚀、耐热合金, 聚四氟乙烯等	
22	碱液喷射器	钢衬胶, 玻璃钢	
23	系统(除盐, 软化)主设备出水管	钢衬塑管, 钢衬胶管, 不锈钢管	
24	浓盐酸溶液管	钢衬塑管, 孔网钢塑管	
25	稀盐酸溶液管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管等	
26	浓硫酸管	钢管, 聚四氟乙烯管	
27	稀硫酸溶液管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管等	
28	凝结水精处理用氢氧化钠碱液管	钢衬塑管, UPVC 管, 不锈钢管, 孔网钢塑管等	
29	碱液管	不锈钢钢管、钢衬塑管, 孔网钢塑管	
30	混凝剂和助凝剂管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管	应根据介质性质, 选择相应的材质
31	食盐溶液管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管等	
32	氨、联氨溶液管	不锈钢管	
33	氯气管	紫铜	
34	液氯管	钢管	
35	氯水及次氯酸钠溶液管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管	
36	水质稳定剂药液管	钢衬塑管, UPVC 管, 孔网钢塑管	
37	氢气管	不锈钢管	
38	气动阀门用压缩空气管	不锈钢管	
39	其他压缩空气管	钢管, 不锈钢管	
40	盐酸、碱贮存槽和计量箱地面	衬玻璃钢, 花岗岩, 衬耐酸瓷砖或其他耐蚀地坪(防腐涂层)	玻璃钢 4~6 层, 涂层厚度 2 mm~3mm
41	硫酸贮存槽和计量箱地面	花岗岩, 衬耐酸瓷砖或其他耐蚀地坪	
42	酸、碱性水排水沟	防腐涂层, 花岗石, 衬玻璃钢,	涂层厚度 2 mm~3mm, 玻璃钢 4~6 层
43	酸、碱性水排水沟盖板	水泥盖板衬玻璃钢或涂防腐涂层, 玻璃钢格栅	
44	受腐蚀环境影响的平台、扶梯及栏杆、	整体成型玻璃钢, 钢制涂刷耐酸(碱)涂料或涂防腐涂层等	涂层厚度 0.5 mm~1mm

表 16.0.12 (续) 各种设备, 管道的防腐方法和技术要求

序号	项 目	防腐方法	技术要求
45	设备和管道外表面 (包括直埋钢管) 等	涂刷耐酸 (碱) 涂料, 涂防腐涂层等	除锈干净, 涂料按规定施工并不少于两度, 色漆按工艺要求
注 1: 当使用和运输的环境温度低于 0℃ 时, 衬胶应选用半硬橡胶。 注 2: 设计时根据过滤介质和使用场合确定过滤器是否需要防腐及防腐材料。			

16.0.13 不宜采用地下混凝土 (内壁衬玻璃钢) 制的浓酸、浓碱池。

16.0.14 对设有防腐层的设备及管件, 设计时应考虑防腐施工的安全与方便, 并应注意在防腐前完成所有焊接工作。

16.0.15 酸 (碱) 贮存及计量间的地面、墙裙、墙顶棚、沟道、通风设施、钢平台扶梯、设备 (管道) 外表面, 均应采取防腐措施; 地面应有冲洗排水设施; 室内应有通风设施, ; 照明应采用防腐灯具。

17 水处理系统仪表和控制

17.0.1 水处理系统的控制水平和控制方式，应根据发电厂容量、机组自动化水平、水处理系统出力方式和方式等因素，经技术经济比较确定。

17.0.2 预处理、预脱盐及锅炉补给水处理系统宜采用程序控制，其控制内容应根据工艺需要考虑，主要有原水温度自动调节、自动加药、澄清器的自动排泥、过滤器（池）的自动反洗、超微滤的自动反洗、反渗透的压力保护及自动冲洗、各种水箱的液位调节、碱加热温度自动调节及离子交换器的程序再生、电除盐的自动运行和停运等。

离子交换除盐串联系统应在阴床出口设置电导率表控制系统失效终点；，并联系统应在阳床出口设置适用于酸性溶液的钠表或终点计、阴床出口设 pH 表及电导率表分别控制其失效终点；混床出口应设置电导率表和硅酸根分析仪控制失效终点。

反渗透系统应设置进水电导率表、流量表、温度表、各段给水压力表及末段浓水压力表，产品水电导率表、流量表；当采用加酸处理时，进水还应装设 pH 表；反渗透系统进水母管上应设氧化还原电位表（ORP）或余氯仪。

17.0.3 凝结水精处理系统应采用程序控制，主要包括高速混床、粉末树脂覆盖过滤器、阳阴分床的自动运行、碱加热温度自动调节、树脂输送及分离再生等。

精处理高速混床系统应在混床出口设电导率表、硅酸根分析仪或钠表控制系统失效终点。

精处理粉末树脂覆盖过滤器系统应在过滤器出口设电导率表及硅酸根分析仪控制系统失效终点。

精处理阳阴分床系统应在阳床出口设钠表、阴床出口设比电导率表及硅酸根分析仪控制系统失效终点。

17.0.4 循环水处理弱酸离子交换、钠离子软化及旁流过滤系统应采用程序控制，其控制内容应根据工艺需要考虑，主要包括弱酸离子交换器及旁流过滤器的自动运行和停运、过滤器（池）的自动反洗及离子交换器的程序再生等。

循环水处理系统弱酸离子交换器、钠离子交换器出口应安装流量计控制系统失效终点。

当循环水补充水采用再生水等回收用水时，其处理系统最终出水应根据水质情况选择设置余氯仪、COD 测定仪、工业酸度计等。

17.0.5 水处理系统控制用气宜从全厂仪用压缩空气系统引接。

17.0.6 水处理系统化学监督所用仪表，应根据机组参数、水处理系统特点、介质特性、运行监督方式及自动控制程度等因素确定。水处理系统（在线）监督仪表参见附录 K。

18 化验室及仪器

18.0.1 化学试验仪器的精确度等级和配置数量应满足机组在各种运行工况下的监测要求。化学试验室面积和主要仪器设备配置，结合全厂在线化学表计的设置水平，根据需要可参见附录 Q。

18.0.2 化验室的位置应远离煤场和有污染的药品库等。化验室不应受振动、噪声等的影响，并应光线充足，通风良好。

根据当地气候条件和仪器要求设置空调。

各化验室的内墙壁和地面应按其功能要求进行设计。墙壁宜为白色，不应反光；地面宜防腐、防滑，窗户宜用双层式。

设计时还应注意化验室对照明、水源、采暖和通风的特殊要求。

附录 A
(资料性附录)
水质全分析报告

工程名称		化验编号					
取水地点		取水部位					
取水时气温	℃	取水日期		年	月	日	
取水时水温	℃	分析日期		年	月	日	
水样种类							
透 明 度				嗅 味			
项 目		mg/L	mmol/L	项 目		mg/L	mmol/L
阳 离 子	K ⁺ +Na ⁺			硬 度	总硬度		
	Ca ²⁺				非碳酸盐硬度		
	Mg ²⁺				碳酸盐硬度		
	Fe ²⁺				负硬度		
	Fe ³⁺			酸 碱 度	甲基橙碱度		
	Al ³⁺				酚酞碱度		
	NH ₄ ⁺				酸 度		
	Ba ²⁺				pH 值		
	Sr ²⁺				氨氮		
	合计				游 离 CO ₂		
阴 离 子	Cl ⁻				COD _{Mn} /Cr		
	SO ₄ ²⁻				BOD ₅		
	HCO ₃ ⁻				溶解固形物		
	CO ₃ ²⁻				全固形物		
	NO ₃ ⁻				悬浮物		
	NO ₂ ⁻				细菌含量		
	OH ⁻				全硅(SiO ₂)		
					非活性硅(SiO ₂)		
	合计			TOC			
离子分析误差							
溶解固体误差							
pH 值分析误差							
备注：水质采样参见 SL 187							

化验单位：

负责人：

校核者：

化验者：

附录 B
(资料性附录)
澄清池设计参考数据
表 B.1 澄清池的设计数据

序号	名称	主要设计数据		备注
1	机械搅拌澄清池	进水浊度	小于 5000 度	特点： 1. 该池对水质、水量、水温的变化适应性强、运行稳定、投药量少、易于控制 2. 池内是否设机械刮泥装置应根据池径大小、底坡大小、进水悬浮物含量及其颗粒组成等因素确定。当池径小于 15m，底坡不小于 45°，含沙量不大时，可不设机械刮泥装置。出水浊度小于 10 度，低温低浊水小于 15 度
		清水区上升流速 ¹⁾	一般可采用 0.8mm/s ~ 1.1mm/s 低温低浊水取下限	
		水在池内停留时间	1.2h~1.5h	
		搅拌叶轮提升流量	为进水量的 3~5 倍	
		叶轮直径	为第二絮凝室内径的 70%~80%并应设调整叶轮转速和开启度的装置	
		升温速度	<2℃/h	
2	水力循环澄清池	进水浊度	<2000 度	特点： 构造简单，维修工作量小，但对水质、水量、水温变化的适应性较差
		单池生产能力	不宜大于 7500m ³ /d	
		清水区上升流速	一般可采用 0.7mm/s ~ 1.0mm/s，低温低浊水取下限	
		池导流筒(第二絮凝室)有效高度	3m~4m	
		回流量	为进水流量的 2~4 倍	
		池斜壁与水平面的夹角	不宜小于 45°	
3	斜板澄清池	进水悬浮物	<500mg/L	特点： 可应用于给水、工业污水、废水等。 占地小、效率高
		悬浮物去除率	大于 95%	
		排泥浓度	2%~4%	
4	接触絮凝沉淀池	进水浊度	<2000 度	特点： 反应时间短，产生矾花大而密实，易于沉降。适应性强，对微污染及低温、低浊度水处理效果好。 上升流速高，表面负荷大。
		絮凝时间	5~10 分钟	
		上升流速	2.0mm/s~3.5mm/s	
		有效水深	3.6m~4.1m	
5	混合反应沉淀池	进水浊度	<2000 度	
		单池生产能力	不宜大于 7500m ³ /d	
		清水区上升流速	一般可采用 0.7mm ~ 1.0mm/s，低温低浊水取下限	
6	脉冲澄清池	进水浊度	小于 3000 度	特点： 1. 该池对水量、水质、水温变化的适应性较差，对排泥控制要求严格，要求连续运行 2. 常用型式为真空式、S 型虹吸式 3. 应采用穿孔管配水，上设人字形稳流板 4. 虹吸式脉冲池的配水总管，应设排气装置。此型澄清池不如机械搅拌澄清池处理效果好
		清水区上升流速	一般可采用 0.7~1.0mm/s	
		脉冲周期	30s~40s	
		充放时间比	3:1~4:1	
		池悬浮层高度	1.5m~2.0m	
		池清水区高度	1.5m~2.0m	
7	悬浮澄清池	进水浊度	单层小于 3000 度 双层大于 3000 度	特点： 1. 运行稳定性差，影响处理效果的因素较多、不易控制。但结构简单造价低 2. 我国西南地区有所应用
		清水区上升流速	单层 0.7mm~1.0mm/s 双层 0.6mm~0.9mm/s	
		污泥浓缩室上升流速	单层 0.6mm~0.8mm/s	

表 B.1 (续) 澄清池的设计数据

序号	名 称	主 要 设 计 数 据		备 注
7	悬 浮 澄 清 池	强制出水量占总出水量的百分比	单层 20%~30% 双层 25%~45%	3. 池宜采用穿孔管配水, 水进入池前应有气水分离设施 4. 对低浊水及有机物含量高的水处理效果不好
		进水浊度	单层小于 3000 度 双层大于 3000 度	
		清水区上升流速	单层 0.7mm~1.0mm/s 双层 0.6mm~0.9mm/s	
		污泥浓缩室上升流速	单层 0.6mm~0.8mm/s	
		强制出水量占总出水量的百分比	单层 20%~30% 双层 25%~45%	
		单池面积	不大于 150m ²	
		短形每格池宽	不大于 3m	
		清水区高度	1.5m~2.0m	
		悬浮层高度	2.0m~2.5m	
		池斜壁与水平面夹角	50° ~60°	
8	气 浮 池	进水浊度	小于 100 度	特点: 1. 适于处理含藻类等密度小的悬浮物的原水 2. 占地少、造价低、净水效率高、泥渣含水率低、运行稳定可靠
		接触室上升流速	10mm~20mm/s	
		分离室向下流速	1.5mm~2.5mm/s	
		单格宽度	不大于 10m	
		池长	不大于 15m	
		有效水深	2.0m~2.5m	
		溶气压力	0.2MPa~0.4MPa	
		回流比	5%~10%	
压力溶气罐总高一般采用 3.0m, 填料高一般宜为 1.0m~1.5m, 截面水力负荷 100m ³ /(m ² ·h)~150m ³ /(m ² ·h) , 刮渣机行车速度一般不大于 5m/min				
注 1: 表中数据参照《给排水设计手册》、GBJ 13。				
注 2: 澄清池清水区上升流速, 应根据相似条件下电厂或水厂的运行经验或试验资料确定。表中所列上升流速在电厂宜采用下列数据: 常温、常浊水不大于 0.8mm/s; 低温、低浊水不大于 0.7mm/s。				

表 B.2 澄清池的设计数据(适于高浊水)

序号	名 称	主要设计数据			备 注
1	机 械 搅 拌 澄 清 池	进水含沙量(kg/m ³)	小于 40		特点: 1. 出水浊度<20 度, 个别 50 度。 2. 应设机械刮泥, 并设中心排泥坑, 排除泥渣, 可不另设排泥斗。 3. 应在第一絮凝室内设置第二投药点, 其设置高度宜在第一絮凝室的1/2 高度处。 4. 宜适当加大第一絮凝室面积和泥渣浓缩室容积, 并采用具有直壁和缓坡的平底池型
		清水区上升流速(mm/s)	0.6~1.0		
		总停留时间(h)	1.2~2.0		
		回流倍数	2~3		
		排泥浓度(kg/m ³)	100~300		
2	水 旋 澄 清 池	进水含沙量(kg/m ³)	<50	<80	
		清水区上升流速(mm/s)	0.9~1.1	0.7~0.9	
		总停留时间(h)	1.5~2.0	1.8~2.4	

表 B.2 (续) 澄清池的设计数据(适于高浊水)

序号	名 称	主要设计数据					备 注
	水 旋澄清池	凝聚室容积		设计水量停留时间 15～20min，并满足高浊度水时设计水量，停留 6～7min，加 50%泥渣浓缩 1h 的容积			特点： 1. 出水浊度＜20 度，个别 50 度 2. 凝聚室和分离室下部宜用机械刮泥，直径小于 10m 时可采用穿孔管排泥
2	水 旋澄清池	进水含沙量(kg/m³)		＜50			特点： 1. 出水浊度＜20 度，个别 50 度 2. 凝聚室和分离室下部宜用机械刮泥，直径小于 10m 时可采用穿孔管排泥
		清水区上升流速(mm/s)		0.9～1.1		0.7～0.9	
		总停留时间(h)		1.5～2.0		1.8～2.4	
		凝聚室容积		设计水量停留时间 15min～20min，并满足高浊度水时设计水量，停留 6min～7min，加 50%泥渣浓缩 1h 的容积			
		分离区下部泥渣浓缩体积		50%总泥渣量浓缩 1h 的容积			
		进水管出口喷嘴流速(m/s)		2.5～4.0		2.5～4.0	
		排泥浓度(kg/m³)		100～250		250～350	
3	双层悬浮澄清池	进水含沙量(kg/m³)	5～10	10～15	15～20	20～25	本表是使用三氯化铁凝聚剂时数据，若使用硫酸铝，上升流速降低一级，泥渣浓度降低 10%
		清水区上升流速(mm/s)	0.8 ～ 1.0	0.7～0.8	0.6 ～ 0.7	0.5 ～ 0.6	
		强制出水计算上升流速(mm/s)	0.6 ～ 0.7	0.5～0.6	0.4 ～ 0.5	0.3 ～ 0.4	
		悬浮泥渣浓度(kg/m³)	10～18	18～25	25～33	33～40	
		强制出水量占总出水量的百分数(%)	25～30	30～35	35～45	45	
		泥渣浓缩 1h 的质量浓度(kg/m³)	70～90	90～95	95 ～ 105	105 ～ 125	
		泥渣浓缩 2h 的质量浓度(kg/m³)	90～145	145～167	167 ～ 179	180 ～ 204	
注 1：本表数据参照 CJJ40。 注 2：高浊度水澄清池泥渣浓缩设计参数如下： a) 泥渣浓缩时间不宜小于 1h； b) 排泥的质量浓度的设计数据应参照相似条件下的运行经验或试验资料确定； c) 在无资料时，当泥渣浓缩时间为 1h 时，排泥的质量浓度对于自然沉淀为 150～300kg/m³，对投加聚丙烯酰胺凝聚沉淀为 200～350kg/m³； d) 有条件时应采用自动排泥，在排泥闸门前需设调节、检修闸门和高压水反冲管。							

附录 C
(资料性附录)
水处理系统选择
表 C.1 除盐系统

序号	系 统 名 称	出 水 质 量		适 用 情 况	备 注
		电导率 (25℃ $\mu\text{S}/\text{cm}$)	二氧化硅 (mg/L)		
1	一级除盐加混床 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	<0.2	<0.02	高压及以上汽包锅炉和直流炉	
2	弱酸一级除盐加混床 $\text{H}_w-\text{H}-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	<0.2	<0.02	高压及以上汽包锅炉和直流炉；碱度大于 $4\text{mmol}/\text{L}$, 过剩碱度较低	当采用阳双室（双层）床，进口水硬度与碱度的比值等于 $1\sim 1.5$ 为宜，阳离子交换器串联再生
3	弱碱一级除盐加混床 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}_w-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$ 或 $\text{H}-\text{OH}_w-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	<0.2	<0.02	高压及以上汽包锅炉和直流炉；进水中有机物含量高，强酸阴离子含量 $2\text{mmol}/\text{L}$	阴离子交换串联再生或采用双室（双层）床。
4	强酸弱碱加混床 $\text{H}-\text{OH}_w-\text{D}-\text{H}/\text{OH}$ 或 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}_w-\text{H}/\text{OH}$	<0.5	<0.1	进水中强酸阴离子含量高且二氧化硅含量低	
5	强酸弱碱一级除盐加混床 $\text{H}_w-\text{H}-\text{OH}_w-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$ 或 $\text{H}_w-\text{H}-\text{D}-\text{OH}_w-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	<0.2	<0.02	1) 进水碱度高，强酸阴离子含量高；2) 高压及以上汽包炉和直流炉	可采用阳、阴双室（双层）床或串联再生。
6	两级反渗透加电除盐 $\text{RO}-\text{RO}-\text{EDI}$	<0.1	<0.02		
7	反渗透加一级除盐加混床 $\text{RO}-\text{H}-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	<0.1	<0.02		
8	反渗透加混床 $\text{RO}-\text{H}/\text{OH}$	<0.1	<0.02		
9	两级反渗透加一级除盐加混床	<0.1	<0.02	适用于海水	
10	蒸馏加一级除盐加混床	<0.1	<0.02	适用于海水	
11	蒸馏加混床	<0.1	<0.02	适用于海水	

表 C.2 软化系统

序号	系 统 名 称	出 水 质 量		实 用 情 况	备 注
		硬度 (mmol/L)	碱度 (mmo/L)		
1	一级钠 Na	0.01	与进水相同		
2	二级钠 Na_1-Na_2	<0.005	碱度与进水相同	1. 热网补给水 2. 进水碱度较低	
3	氢钠串联 $\text{H}-\text{D}-\text{Na}$	<0.005	$0.5\sim 0.7$	1. 进水含盐量及硬度较高 2. 进水碳酸盐硬度大于 $1\text{mmol}/\text{L}$	采用弱酸阳离子交换树脂
4	氢钠并联 $\text{H}-\text{D}-\text{Na}_2$ Na_1	<0.005	$0.3\sim 0.5$	进水碳酸盐硬度较高	
5	石灰预处理二级钠 $\text{CaO}-\text{Na}_1-\text{Na}_2$	<0.005	$0.8\sim 1.2$	进水碳酸盐硬度较高	

附录 D
(资料性附录)
离子交换器设计参考数据
表 D.1 顺流再生离子交换器

设备名称		混合离子交换器		钠离子交换器	Ⅱ级钠离子交换器	弱酸阳离子交换器		弱碱阴离子交换器
运行滤速 (m/h)		40~60		20~30	≥60	20~30		20~30
反洗	流速(m/h)	10		15	15	15		5~8
	时间(m/h)	15		15	15	15		15~30
再生	药剂	HCl	NaOH	NaCl	NaCl	H ₂ SO ₄	HCl	NaOH
	耗量 [g/mol]	80kg/m ³ (R)	100kg/m ³ (R)	100~120	400	60	40	40~50
	浓度 (%)	5	4	5~8	5~8	1	2~2.5	2
	流速(m/h)	5	5	4~6	4~6	>10	4~5	4~5
置换	时间(min)					20~40		40~60
	流速(m/h)	4~6		5	5	4~6		4~6
正洗	水耗 [m ³ /m ³ (R)]			3~6		2~2.5		2.5~5
	流速(m/h)			15~20	20~30	15~20		10~20
	时间(min)			30		10~20		25~30
工作交换容量 [mol/m ³ (R)]				900~1000		1800~2300		800~1200
		正洗前用空气混合, 空气压力 0.098~0.147MPa, 空气量 2~3m ³ /m ² .min), 混合时间 0.5~1min						

注 1: 运行滤速上限为短时最大值 (后同)。

注 2: 硫酸分步再生时的浓度、酸量的分配和再生流速, 可视原水中钙离子含量占总阳离子含量比例的不同, 经计算或试验确定。当采用两步再生时: 第一步浓度 0.8%~1%, 再生剂用量不要超过总量的 40%, 流速 7~10m/h; 第二步浓度 2~3%, 再生剂用量为总量的 60%左右, 流速 5~7m/h。采用三步再生时: 第一步浓度 0.8~1%, 流速 8~10m/h; 第二步浓度 2~4%, 流速 5~7m/h; 第三步浓度小于 4~6%, 流速 4~6m/h, 第一步用酸量为总用酸量的 1/3。

注 3: 离子交换树脂的工作交换容量, 可根据厂家提供的资料确定, 没有资料时, 可参考本表数据。

表 D.2 对流再生离子交换器（固定床）

设备名称		强酸阳离子交换器		强碱阴离子交换器	钠离子交换器
运行滤速 (m/h)		20~30		20~30	20~30
小反洗	流速 (m/h)	5~10		5~10	5~10
	时间(min)	15		15	3~5
放水		至树脂层之上		至树脂层之上	至树脂层之上
	无顶压	—		—	—
	气顶压[MPa]	0.03~0.05		0.03~0.05	0.03~0.05
	水压顶[MPa]	0.05	0.05	0.05	
		流量为再生流量的 0.4~1	流量为再生流量的 0.4~1	流量为再生流量的 0.4~1	
再生	药剂	H ₂ SO ₄	HCl	NaOH	NaCl
	耗量 (g/mol)	≤70	50~55	60~65	80~100
	浓度 (%)	注 4	1.5~3	1~3	5~8
	流速 (m/h)	注 4	≤5	≤5	≤5
置换 (逆洗)	流速(m/h)	8~10	≤5	≤5	≤5
	时间(min)	30		30	—
小正流	流速 (m/h)	10~15		7~10	10~15
	时间 (min)	5~10		5~10	5~10
正洗	流速 (m/h)	10~15		10~15	15~20
	水耗[m ³ /m ³]	1~3		1~3	3~6
工作交换容量[mol/m ³](R)]		500~650	800~900	250~300	800~900
出水质量		Na ⁺ <50 μ g/L		SiO ₂ <100 μ g/L	—

注 1：大反洗的间隔时间与进水浊度、周期制水量等因素有关，一般约 10~20d 进行一次。大反洗后可视具体情况增加再生剂量 50%~100%。

注 2：顶压空气量以上部空间体积计算，一般约为 0.2~0.3m3/(m3.min)；压缩空气应有稳压装置。

注 3：为防止再生乱层，应避免再生液将空气带入离子交换器。

注 4：硫酸分步再生时的浓度、酸量分配和再生流速，可视原水中钙离子含量占总阳离子的比例不同，经计算或试确定。分步再生数据可参考表 D1 选择。

注 5：再生、置换（逆洗）应用水质较好的水，如阳离子交换器用除盐水、氢型水或软化水，阴离子交换器用除盐水。

注 6：进再生液时间不宜过短，宜达到 30min，如时间过短，可降低再生液流速或适当增加再生计量。

表 D.3 对流再生离子交换器（浮动床）

设备名称		强酸阳离子交换器		强碱阴离子交换器	钠离子交换器
运行滤速（m/h）		30～50		30～50	30～50
再生	药剂	H ₂ SO ₄	HCl	NaOH	NaCl
	耗量（g/mol）	55～65	40～50	60	80～100
	浓度（%）	注 2	1.5～3	0.5～2	5～8
	流速（m/h）	注 2	5～7	4～6	2～5
置换	时间(min)	20		30	15～20
	流速（m/h）	同再生流速			
正洗	时间(min)	计算确定			
	流速（m/h）	15		15	15
	水耗（m ³ /m ³ (R)	1～2		1～2	1～3
成床	流速(m/h)	15～20		15～20	15～20
	时间(min)	—		—	—
	顺洗时间（min）	3～5		3～5	3～5
工作交换容量[mol/m ³ （R）		500～650	800～900	250～300	800～900
出水质量		Na+<50 μ g/L		SiO ₂ <50 μ g/L	—
反洗	周期	体外定期反洗		体外定期反洗	体外定期反洗
	流速（m/h）	10～15		10～15	—
	时间（min）	—		—	—
注 1：最低滤速（防止落床、乱层）：阳离子交换器大于 10m/h，阴离子交换器大于 7 m/h；树脂输送管内流速为 1～2m//s。					
注 2：硫酸分步再生技术条件参见表 D.1。					
注 3：本表中离子交换树脂的工作交换容量为参考数据。					
注 4：反洗周期一般与进水浊度、周期制水量等因素有关。反洗在清洗罐中进行，每次反洗后可视具体情况增加再生剂量 50～100%。					
注 5：进再生液时间不宜过短，宜达到 30min，如时间过短，可降低再生液流速或适当增加再生剂量。					

表 D.4 对流再生离子交换器（双室床、双室浮动床）

设备名称		双室阳、阴离子交换器（双室床）			双室浮动阳、阴离子交换器（双室浮床）		
		阳离子交换器		阴离子交换器	阳离子交换器		阴离子交换器
运行流速（m/h）		25~30		25~30	30~50		30~50
再生	药剂	H ₂ SO ₄	HCl	NaOH	H ₂ SO ₄	HCl	NaOH
	耗量（g/mol）	≤60	40~50	≤50	≤60	40~50	≤50
	浓度（%）		1.5~3	1~3		1.5~3	0.5~2
	流速（m/h）		≤5	≤5		5~7	4~6
置换 （逆洗）	流速（m/h）	8~10	≤5	≤5	同再生流速		
	时间（min）	30		30	20		30
正洗	时间（min）	—			计算确定		
	流速（m/h）	10~15		10~15	15		15
	水耗 [m ³ /m ³ (R)]	1~3		1~3	1~2		1~2
成床	流速（m/h）	—		—	15~20		15~20
	时间（min）	—		—	—		—
	顺洗时间 （min）	—		—	3~5		3~5
工作交换 容量 [mol/m ³ (R)]	弱	2000~2500	2000~2500	600~900	2000~2500	2000~2500	600~900
	强	600~750	1000~1400	400~500	600~750	1000~1400	400~500
出水质量		Na ⁺ <50 μg/L		SiO ₂ <100 μg/L	Na ⁺ <50 μg/L		SiO ₂ <100 μg/L
反洗 （体外 反洗）	周期	—		—	—		—
	流速（m/h）	10~15		10~15	10~15		10~15
	时间（min）	—		—	—		—

附录 E
(资料性附录)
凝结水精处理过滤器设计参考数据

E.1 管式过滤器设计参数如下:

滤元水通量 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	8~10(纤维缠绕式) 0.7~1(折叠式)
水冲洗强度 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	~30(按筒体截面积计)
反洗用气强度 $[Nm^3/(m^2 \cdot h)]$	~170(按筒体截面积计)
运行压差(MPa)	0.1~0.2
滤元孔径尺寸(μm)	正常运行时 5(纤维缠绕式)或1~4(折叠式) 启动时 10(纤维缠绕式)或 ≤ 4 (折叠式)
反洗用水源	除盐水或凝结水
反洗用气源	压缩空气或罗茨鼓风机

E.2 电磁过滤器设计参数如下:

运行流速(m/h)	800~1000
运行压差(MPa)	0.09~0.1
反洗方法	间断或连续
1) 空气反洗强度 $[Nm^3/(m^2 \cdot h)]$ /时间(s)	150/5
2) 空气擦洗强度 $[Nm^3/(m^2 \cdot h)]$ /时间(s)	1500/4~6
3) 水反洗(m/h)/时间(s)	800/10~12
4) 重复清洗	气水交替2~4次
5) 充水排气(m/h)/时间(s)	300/30

E.3 粉末树脂过滤器设计参数如下:

滤元水通量 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	8~10(纤维缠绕式)
铺膜树脂粉量耗量 (kg/m^2)	0.4~1.4
运行压差(MPa)	0.1~0.2
滤元孔径尺寸(μm)	5(纤维缠绕式)
保持泵流量 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	25~50(按筒体截面积计)
铺膜泵流量 $[m^3/(m^2 \cdot h)]$	130~150(按筒体截面积计)
反洗用水源	除盐水或凝结水
反洗用气源	压缩空气

附录 F
(资料性附录)

凝结水精处理离子交换设备的设计参考数据

F.1 混合离子交换器、阳阴分床系统离子交换器设计采用数据

- 1) 运行流速 (m/h) 100~120
- 2) 体外再生混合离子交换器阳、阴树脂比例参照下列条件选择：
 - a) 当混合离子交换器按氢型方式运行，阳、阴树脂比例宜为 2:1 或 1:1；当给水采用加氧处理时，阳、阴树脂比例宜为 1:1；
 - b) 当混合离子交换器按氨型方式运行，阳、阴树脂比例宜为 1:2 或 2:3。
 - c) 有前置氢离子交换器时，阳、阴树脂比例宜为 1:2 或 2:3。
- 3) 运行压差 (MPa) ≤ 0.175 (清洁床)
 ≤ 0.35 (污脏床)
- 4) 混合离子交换器用树脂要求如表 F.1.1 所示。

表 F.1.1

树脂类型	凝 胶 型		大 孔 型	
型 式	钠型（阳树脂）	氯型（阴树脂）	钠型（阳树脂）	氯型（阴树脂）
体积交换容量 mmol/mL	≥1. 90	≥1. 35	≥1. 80	≥1. 20
湿视密度 g/mL	0. 77~0. 87	0. 67~0. 73	0. 77~0. 85	0. 65~0. 73
湿真密度 g/mL	1. 250~1. 290	1. 070~1. 100	1. 250~1. 280	1. 060~1. 100
有效粒径 mm	0. 65±0. 5 ¹⁾	0. 55±0. 5 ¹⁾	(0. 550~0. 800) ¹⁾	(0. 500~0. 710) ^{a)}
均一系数 —	≤1. 30			
范围粒度 %	(0. 63mm~0. 81mm) ≥95. 0	(0. 45mm~0. 71mm) ≥95. 0	(0. 500mm~1. 250mm) ≥95. 0	(0. 400mm~0. 800mm) ≥95. 0
上限粒度 %	—	(>0. 800mm) ≤1. 0	—	(>0. 800mm) ≤1. 0
下限粒度 %	(<0. 500mm) ≤1. 0	—	(<0. 500mm) ≤1. 0	—
渗磨圆球率 ²⁾ %	≥90. 00			
注 1：阳、阴树脂组成混床时其阳阴树脂有效粒径之差的绝对值不大于 0. 10mm。 注 2：渗磨圆球率测定用原样树脂。若凝结水处理混床运行周期短于 5d (如因凝结水 pH 值高等原因)或在混床体外再生系统采用浮选分离法时，应采用强渗磨圆球率，其指标为：强渗磨圆球率≥90. 00%。 注 3：空冷机组凝结水离子交换器宜选用大孔型树脂。				

- 5) 单床用树脂要求如表 F.1.2 所示。

表 F. 1. 2

树脂类型	凝 胶 型		大 孔 型	
型 式	钠型（阳树脂）	氯型（阴树脂）	钠型（阳树脂）	氯型（阴树脂）
体积交换容量 mmol/mL	≥1. 90	≥1. 35	≥1. 80	≥1. 20
湿视密度 g/mL	0. 77~0. 87	0. 67~0. 73	0. 77~0. 85	0. 65~0. 73
湿真密度 g/mL	1. 250~1. 290	1. 070~1. 100	1. 250~1. 280	1. 060~1. 100
有效粒径 mm	0. 450~0. 70			
均一系数 —	≤1. 30			
范围粒度 %	(0. 45mm~1. 25mm) ≥95. 0			
下限粒度 %	(<0. 450mm) ≤1. 0			
渗磨圆球率 ¹⁾ %	≥90. 00			
注 1: 渗磨圆球率测定用原样树脂。 注 2: 空冷机组凝结水离子交换器宜选用大孔型树脂，且耐热性应为≤13%。				

- 6) 树脂混合空气强度[Nm³/(m².min)]
树脂混合空气压力(MPa)
正洗水耗(m³/m³树脂)
2. 3~2. 4
0. 1~0. 15
20
-

F. 2 体外再生设备采用数据

- 1) 树脂再生度要求(%)
非加氧工况氢型运行/加氧工况氢型运行
阳树脂
阴树脂
- ≥61/≥72
≥24. 4/≥35
- 氨型运行
≥99. 6
≥97
- 2) 空气擦洗用气强度[Nm³/(m².min)]
擦洗方式
空气压力
擦洗次数
3. 4~4
脉冲进空气
≈0. 07MPa
启动 30~40 次
正常运行 10~20 次
- 反洗进气
正洗进水
1~2min
2~3min
- 3) 擦洗用气源压力(MPa) ≥0. 07
- 4) 反洗分层流速(m/h) 10~15
时间(min) 15
或根据制造商要求
- 5) 再生液浓度(%) HCl 4~8 NaOH 4
碱再生液温度(℃) 40
再生时间(min) 阳树脂 ≥30
阴树脂 ≥30
再生流速(m/h) 阳树脂 4~8

阴树脂 2~4			
再生水平 (kg/m ³ 树脂)	盐酸	100 (氢型运行时)	200 (氨型运行时)
	硫酸	130 (氢型运行时)	260 (氨型运行时)
	氢氧化钠	100 (氢型运行时)	200 (氨型运行时)

F.3 凝结水处理树脂再生用碱要求

氢氧化钠	≥32.0%
碳酸钠	≤0.06%
氯化钠	≤0.007%
三氧化二铁	≤0.0005%
氯酸钠	≤0.002%
氧化钙	≤0.0005%
三氧化二铝	≤0.0006%
二氧化硅	≤0.002%
硫酸盐 (以 Na ₂ SO ₄ 计)	≤0.002%

附录 G
(资料性附录)
敞开式循环冷却系统水质的控制标准

项 目 \ 数 值	低 pH 值	高 pH 值
pH 值	6.5~8.0	7.5~8.8
悬浮物 (mg/L)	200~400	300~400
ρCO_3^{2-}	5	5
ρHCO_3^-	5~150	300~400
ρSiO_2	150	150~200
$\rho \text{Mg}^{2+} \cdot \rho \text{SiO}_2$	35000	60000~75000
$\rho \text{Ca}^{2+} \cdot \rho \text{SO}_4^{2-}$	$1.5 \times 10^5 \sim 2.5 \times 10^6$	$2.5 \times 10^6 \sim 8 \times 10^6$
$\rho (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \cdot \rho \text{CO}_3^{2-}$	—	$2 \times 10^6 \sim 4 \times 10^6$
ρCl^-	根据管材决定	根据管材决定
COD、BOD、 NH_3	根据所采用的杀菌剂种类决定	根据所采用的杀菌剂种类决定
注：质量浓度 ρ 的单位是 mg/L, 其中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 以 CaCO_3 计。		

附录 H
(资料性附录)
旁流过滤及软化处理水量计算

H.1 旁流过滤处理水量 Q_s (m^3/h) 的计算公式如下:

$$Q_s = \frac{Q_m \rho_m + D - Q_b \rho_g - Q_g \rho_s}{\rho_g - \rho_s}$$

若过滤器的反冲洗水回收, 过滤器的排水视为 0, 则

$$Q_s = \frac{Q_m \rho_m + D - Q_b \rho_g}{\rho_g - \rho_s}$$

空气含尘量的 40% 被冷却塔洗涤, 空气带入尘土量 (g/h):

式中:

Q_m —补充水量, m^3/h ;

$$D = 40\% Q_a \rho_a \times 10^{-3}$$

Q_a —冷却塔空气流通量, Nm^3/h ;

ρ_a —空气含尘量, mg/Nm^3 ;

ρ_m —补充水中悬浮物含量, mg/L ;

Q_b —循环水排污量及风吹损失, m^3/h ;

Q_g —过滤器排水量, m^3/h ;

ρ_s —处理后悬乳物含量, mg/l ;

ρ_g —循环水允许悬浮物含量, mg/L ;

D —空气带入尘土量, g/h 。

H.2 旁流软化处理水量 Q_s (m^3/h) 的计算公式如下:

$$Q_s = \frac{(Q_z + Q_d + Q_f) \rho_m - (Q_f + Q_d) \rho_b}{\rho_b + \omega \rho_s - \rho_s - \omega \rho_m}$$

式中:

Q_z —蒸发损失, m^3/h ;

Q_d —风吹损失, m^3/h ;

Q_f —排污水量, m^3/h ;

ρ_m —补充水量某杂质含量, mg/L ;

ρ_b —循环水中某杂质允许含量, mg/L ;

ρ_s —旁流处理系统出水某杂质含量, mg/L ;

ω —软化处理系统自用水率, %。

软化处理系统自用水率 ω 可按以下数据计算:

石灰软化处理系统 2~5%

弱酸离子交换或钠离子交换处理系统 3~5%

附录 J
(资料性附录)
热力系统水汽取样点及在线仪表配置

J.1 汽包锅炉机组水汽取样点及在线仪表配置

项 目	应设置的取样点位置	超高压机组	亚临界机组	备注
		配置仪表及手工取样		
凝结水	凝结水泵出口	CC O ₂ M	CC O ₂ SC M	
给水	除氧器出口	O ₂ M	O ₂ M	
	省煤器入口	CC pH M	CC SC pH M	锅炉厂必须设置取样头
炉水	汽包炉水左侧	SC pH M	SC pH SiO ₂ M	锅炉厂必须设置取样头
	汽包炉水右侧			锅炉厂必须设置取样头
饱和蒸汽	饱和蒸汽左侧	CC M	CC Na M	锅炉厂必须设置取样头
	饱和蒸汽右侧			锅炉厂必须设置取样头
过热蒸汽	过热蒸汽左侧	CC M	CC SiO ₂ M	锅炉厂必须设置取样头
	过热蒸汽右侧			锅炉厂必须设置取样头
再热蒸汽	再热蒸汽出口左侧	M	CC M	锅炉厂必须设置取样头
	再热蒸汽出口右侧			锅炉厂必须设置取样头
疏水	高压加热器	M	M	
	低压加热器	M	M	
	暖风器	M	M	
冷却水	取样冷却装置冷却水/闭式冷却水	M	SC pH M	
	发电机冷却水	M	SC pH M	
生产回水	返回水管或返回水箱出口	M	M	
凝汽器检漏装置	凝汽器	—	CC	凝汽器制造厂必须设置取样水槽及取样接口
注 1: CC—带有 H 离子交换柱的电导率仪; O ₂ —溶氧表; pH—pH 表; SiO ₂ —硅表; Na—钠度计; SC—比导电度表; M 表示人工取样;				
注 2: 每个监测项目的样品流量为 300~500ml/min, 或根据仪表制造商要求;				
注 3: 硅表可选择多通道仪表, 但炉水不得与给水或蒸汽共用 1 块硅表。				

J.2 直流炉机组水汽取样点及在线仪表配置

项目	取样点名称	配置仪表及手工取样	备注
凝结水	凝结水泵出口	CC SC O ₂ Na M	
给水	除氧器入口	CC SC pH O ₂ M	
	除氧器出口	O ₂ M	
	省煤器入口	CC SC pH O ₂ SiO ₂ M	锅炉厂必须设置取样头
蒸汽	主蒸汽左侧	CC SC pH Na SiO ₂ M	锅炉厂必须设置取样头
	主蒸汽右侧		
	再热蒸汽左侧	CC M	锅炉厂必须设置取样头
	再热蒸汽右侧		
疏水	高压加热器	SC M	
	低压加热器	M	
冷却水	发电机冷却水	SC pH M	
	取样冷却装置冷却水/ 闭式冷却水	SC pH M	
热态清洗水	启动分离器排水	CC M	锅炉厂必须设置取样头
凝汽器检漏装置	凝汽器	CC	凝汽器制造厂必须设置取样水槽及取样接口
注 1: CC 一帶有 H 离子交换柱的电导率仪; O ₂ —溶氧表; pH—pH 表; SiO ₂ —硅表; Na—钠度计; SC—比电导率表; M 表示人工取样; 注 2: 每个监测项目的样品流量为 300~500ml/min, 或根据仪表制造商要求; 注 3: 硅表可选择多通道仪表; 注 4: 对于超超临界机组, 主蒸汽样点可设置氢表。			

附录 K
(资料性附录)
水处理系统(在线)监督仪表选用参考表

序号	仪 表 名 称	规 范	测 点 位 置	说 明
1	电导率表	0-1 μ s/cm; 0-10 μ s/cm	凝结水精处理进出口母管 凝结水精处理混床出口、粉末 树脂覆盖过滤器出口及阴床 出口	测定经阳离子 交换的电导率
2	工 业 酸 度 计 (pH 计)	0-14	中和池出水口 氢钠并联系统除 CO ₂ 器出口; 母管制除盐系统阴床出口; 凝结水精处理系统氨型混床 出水母管; 反渗透进口 循环水处理系统弱酸离子交 换器出口母管	
3	比电导率表	0-100 μ s/cm	单元制除盐系统阴床和混床 出口 当阴床正洗水回收时,母管制 除盐系统的阴床正洗排水口 反渗透出口 EDI 出口 凝结水精处理系统氨型混床 出水母管; 凝结水精处理阴床出口	
4	钠表	2.3-2300 μ g/L	母管制除盐系统阳床出口及 凝结水精处理阳床出口	适用于酸性溶 液
		0-23 μ g/L	凝结水精处理混床出口母管	
5	硅酸根表	0-200 μ g/L	母管制除盐系统的阴床出口 混床出口及出口母管; EDI 出口 凝结水精处理混床出口、粉末 树脂覆盖过滤器出口、阴床出 口及出口母管	
6	酸碱浓度计	0-8%HCL,0-8%NaOH 附电 导发送器	再生液喷射器出口	
7	浊度计	0-5mg/L 0-50mg/L	澄清器(池)、过滤器(池)及超 微滤装置出口	
8	余氯仪	0-1.0mg/L	反渗透进口	或采用氧化还 原电位仪
9	温差监测仪		澄清器(池)进出口	

附录 L
(资料性附录)

厂区、氢气站及车间架空氢气管道与其他架空管线之间的最小净距

名 称	平行净距 m	交叉净距 m
给水管、排水管	0.25	0.25
热力管(蒸汽压力不超过 1.3Mpa)	0.25	0.25
不燃气体管	0.25	0.25
燃气管、燃油管和氧气管	0.50	0.25
滑触线	3.00	0.50
裸导线	2.00	0.50
绝缘导线和电气线路	1.00	0.50
穿有导线的电线管	1.00	0.25
插接式母线，悬挂干线	3.00	1.00
注：氢气管道与氧气管道上的阀门、法兰及其他机械接头(如焊接点等)，在错开一定距离的条件下，其最小平行净距可减小到 0.25m。		

附录 M
(资料性附录)
厂区架空氢气管道与建筑物、构筑物之间的最小净距

m

名 称	平行净距	交叉净距
建筑物有门窗的墙壁外边或突出部分外边	3.0	—
建筑物无门窗的墙壁外边或突出部分外边	1.5	—
非电气化铁路钢轨	3.0(距轨外侧)	6.0(距路面)
电气化铁路钢轨	3.0(距轨外侧)	6.55(距路面)
道路	1.0	4.5(距路拱)
人行道	1.5(距路沿)	2.5(距路面)
厂区围墙(中心线)	1.0	—
照明、电信杆、柱中心	1.0	—
散发火花及明火地点	10.0	—
<p>注 1: 氢气管道沿氢气站、供氢站或使用氢气的建筑物外墙敷设时, 平行净距不受本表限制。但氢气管道不得采用法兰、螺纹连接。</p> <p>注 2: 与架空电力线路的距离, 应符合现行国家标准《工业与民用 35KV 及以下架空电力线路设计规范》的规定。</p> <p>注 3: 有大件运输要求或在检修期间有大型起吊设施通过的道路, 其交叉净距应根据需要确定。</p> <p>注 4: 当氢气管道在管架上敷设时, 平行净距从管架最近外侧算起。</p>		

附录 N
(资料性附录)

厂区直接埋地氢气管道与建筑物、构筑物之间的最小净距

m

名 称	平行净距	交叉净距
有地下室的建筑物基础和通行沟道的边缘	3.0	—
无地下室的建筑物基础边缘	2.0	—
铁路	2.5(距轨外侧)	1.2
排水沟边缘	0.8	
道路	0.8(距路或路肩边缘)	0.5
照明电线杆中心	0.8	—
电力(220V、280V)电线杆中心	1.5	—
高压电杆中心	2.0	—
架空管架基础外缘	0.8	—
围墙、篱栅基础外缘	1.0	—
乔木中心	1.5	—
灌木中心	1.0	—
注 1: 本表中前两项平行净距是指埋地管道与同标高或其以上的基础最外侧的最小净距。 注 2: 氢气管道与铁路或道路交叉净距,是指管顶距轨底或路面,并且交叉不宜小于 45°		

附录 P
(资料性附录)
厂区直接埋地氢气管道与其他埋地管道之间的最小净距

m

名 称	平行净距	交叉净距
给水管直径: <75mm 75mm~150mm 200mm~400mm >400mm	0.8 1.0 1.2 1.5	0.25 0.25 0.25 0.25
排水管直径: <800mm 800mm~1500mm >1500mm	0.8 1.0 1.2	0.25 0.25 0.25
热力管(沟)	1.5	0.25
氧气管	1.5	0.25
煤气管煤气压力: <0.15MPa 0.15mm~0.3MPa >0.3MPa	1.0 1.2 1.5	0.25 0.25 0.25
压缩空气等不燃气体管道	1.5	0.15
电力电缆	1.0	0.50
直埋电信电缆	0.8	0.5
电缆管	1.0	0.25
电缆沟	1.5	0.25
排水暗渠	0.8	0.50

附录 Q
(资料性附录)
化学试验室使用面积及仪器设备定额

表 Q.1 化学试验室面积 m^2

用 途	室 名	面 积
公 用	化验人员办公室	24
	化验室仓库	24
	更衣室	24
水	仪器室	24
	天平室	24
	分析室	72
	高温炉加热室	12
煤	制样室	24
	热量计室	12
	分析室	24
	加热间	12
	天平间	12
油	分析室 ¹⁾	60
	色谱仪器分析间	24
总面积		372
注：包括天平间，色谱气瓶间分设。		

表 Q.2 入厂煤采样、制样和化验室面积

m^2

来煤批量		每天来煤不大于 5 批量	每天来煤 5 批量以上	每天来煤 10 批量以上
用途	面积			
采制样室		40	60	120
天平间		15	20	20
热量计室		20	20	40
工业分析室		30	40	40
元素分析室		15	20	20
办公室		15	20	40
存样和贮藏室		15	20	20
合 计		150	200	300

表 Q.3 水分析主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单位	数量		备注
				超临界与超超临界	超高压及亚临界	
1	电子精密天平	称量 200g, 感量 0.1mg	台	2	1	
2	电光分析天平	电动, 最大称量 200g, 感量 0.1mg	台	2	1	
3	分析天平	称量 200g, 感量 1mg	台	1	1	
4	箱形高温炉	最高炉温: 1000℃ (325mm×200mm×125mm)	台	1	1	带恒温装置
5	电热干燥箱	额定温度: 250℃ (350mm×450mm×450mm)	台	2	2	
6	钠度计	测量范围: pNa0~7, 精确度 0.05pNa。稳定性: ±0.02pNa/2h, 检出限: 0.1 μg/L	台	2	2	
7	电导率仪	测量范围: 0~10 ⁵ μS/cm。精确度: ±1.5%	台	2	2	
8	便携式数字电导率仪	测量范围: 0~10 ⁵ μS/cm。精确度(满量程): ±1%	台	2	1	
9	便携式数字纯水电导率仪	测量范围: 0~100 μS/cm 精度等级: 0.001 级	台	1	1	带自动温度补偿, 流动电极杯。
10	便携式 纯水酸度计	精度等级: pH0.005 级	台	2	1	
11	便携式溶氧仪	最低检测限: 0.1 μg/L	台	2	2	
12	便携式氧化还原电位测定仪		台	1		
13	酸度计	测量范围: pH0~14。数字式: pH±0.05pH	台	2	1	
14	实验室酸度计	测量范围: pH 0~14, 每 2pH 为一档测量毫伏; 0~±1400mV, 200mV 为一档。 测量精度: pH±0.02pH/2pH。 稳定性: 漂移 ±0.02pH/8h	台	1	1	
15	分光光度计	波长范围: 300~900nm。 波长精度: ±2nm(参考)	台	2	1	
16	微量硅比色计	测量范围: 0~50 μg/L	台	3	1	
17	白金蒸发皿和坩锅		g	100	60	
18	实体显微镜	100~200 倍	台	1	1	

表 Q.3 (续) 水分析主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单位	数量		备 注
				超临界与超超临界	超高压及亚临界	
19	生物显微镜		台	1	1	
20	便携式酸度计	测量范围: pH0~14	台	1	1	
21	玛瑙研钵		台	1	1	
22	电冰箱	180L	台	1	1	
23	原子吸收分光光度计	带石墨炉, 自动进样器, 检出限: Cd: 0.15pg; Cu: 1pg; Fe: 1.5pg	台	1	—	
24	离子色谱仪	一次 1mL 进样量时, 对阴离子最低检测限为: F ⁻ : 0.02μg/L CH ₃ COO ⁻ : 0.4μg/L HCOO ⁻ : 0.2μg/L Cl ⁻ : 0.1μg/L SO ₄ ²⁻ : 0.2μg/L	台	1	—	
25	紫外-可见分光光度计	波长范围: 190nm~900nm, 波长精度±0.3nm, 基线稳定性 0.004ABS/h, 平坦度 0.001ABS	台	1	1	
26	总有机碳测定仪	灵敏度可测定 <50 μ g/升 TOC	台	1	—	

表 Q.4 煤分析主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单位	超高压及以上机组数量	备 注
1	电脑式量热仪	精密度小于 0.1%, 测温范围 5~40℃ 温度分辨率 0.0001℃	台	2	
2	电子天平	电动, 最大称量 200g, 感量 0.1mg	台	1	
3	电热干燥箱	额定温度 250℃ (350mm×450mm×450mm)	台	2	
4	箱形高温炉	最高炉温 1000℃ (325mm×200mm×125mm)	台	1	
5	电热干燥箱	额定温度: 250℃ (350mm×450mm×450mm)	台	2	
5	锤式破碎缩分机	进料口尺寸 100mm×125mm, 最大给料尺寸 80mm	台	1	
6	密封式化验制样粉碎机	装料重量 100g, 装料粒度 < 13mm, 出料粒度 120~200 目, 加工时间 0~12min	台	1	独头 (配 6 个有编号的研钵)
7	自动振动筛机	垂直振打 149 次/min, 水平回转 220 次/min	台	1	配 90 μ m、200 μ m 筛
8	硫元素测定仪		台	1	
9	灰熔点测试仪		台	1	

表 Q.5 油分析主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单位	超高压及以上机组数量	备 注
1	开口闪点测定仪	功率<120W	台	1	与抗燃油合用
2	闭口闪点测定仪	功率<100W	台	1	与抗燃油合用
3	工业天平	称量 200g, 感量 1mg	台	1	
4	电热鼓风干燥箱	额 定 温 度 250℃, 尺 寸 350mm×350mm×350mm	台	1	
5	电热恒温水浴锅	8 孔双列, 温度 100℃	台	1	
6	酸度计	测 量 范 围: pH1 ~ 14, 0 ~ ±1400mV。最小分度: pH0.02, 2mV。灵敏度: 0.02pH	台	1	
7	界面张力仪	灵敏度: 0.1mN/m。测量范围: 5~100mN/m	台	1	
8	气相色谱仪	灵敏度: H ₂ 最小检知量 10 μ L/L, C ₂ H ₂ 最小检知量 1 μ L/L	套	1	
9	脱气装置	恒温振荡式, 变径活塞式	台	1	
10	微量水分测定仪	测量范围: 10~30000 μ g。水灵敏度 1 μ g。10 μ g~1mg 精确度: ≤5 μ g; >1mg 精确度: ≤0.5%	台	1	
11	比重计	测量范围: 0.600~2.000。刻度 0.001	台	1	
12	锈蚀测定仪		台	1	
13	凝固点测定仪	精确度±1℃, 测量范围: 0~-50℃	台	1	与抗燃油合用
14	耐压试油器	速度 2kV/s, 范围: 0~60kV	台	1	
15	运动粘度计	0.8~1.5mm ² /s	台	1	与抗燃油合用
16	电冰箱	150~175L	台	1	
17	电阻率测定仪	温控范围: 20~95℃, 精确度: ±0.5℃, 测量范围: 1.8×10 ⁸ ~1.8×10 ¹⁵ Ω • cm	台	1	与抗燃油合用

表 Q.6 燃油分析主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单位	超高压及以上机组数量	备 注
1	开口闪点测定仪		台	1	
2	运动粘度计		台	1	
3	量热计		台	1	
4	凝固点测定仪		套	1	
5	比重计	测量范围: 0.0005~1.01	套	1	
6	超压恒温器	恒温 0.05℃/min(测燃油运动粘度)	台	1	

表 Q.7 电厂抗燃油化验需用仪器

序号	设备名称	规 范	单 位	超高压及以上机组数量	备 注
1	微量水测定仪		台		与油分析共用
2	泡沫体积测定仪		台	1	
3	电阻率测定仪		台		与油分析共用
4	自燃点测定仪		台	1	
5	空气释放值测定仪		台	1	
6	闪点测定仪		台		与油分析共用
7	破乳化度仪		台	1	

表 Q.8 入厂煤试验室主要仪器设备

序号	设备名称	规 范	单 位	数量	备 注
1	鄂式破碎机	给料最大尺寸<45mm 出料粒度<13mm 功率 1.5KW	台	1	
2	鄂式破碎机	给料最大尺寸<45mm 出料粒度<3mm 功率 1.5KW	台	1	
3	锤式破碎缩分机	给料最大粒度<10mm 出料粒度<3mm 功率 1.5KW	台	2	
5	封闭锤式破碎缩分机	出料粒度 < 13 mm	台	2	
6	封闭锤式破碎缩分机	出料粒度<1~3mm	台	2	
7	封闭式振动粉碎机	装料粒度<13mm 出料粒度<0.2 mm 功率 1.1KW	台	3	独头（配 5 个有编号的研钵）
8	方孔筛及园孔筛	100/50/25/13/6/1mm 为方孔筛 3mm 为园孔筛，0.2 mm 标准筛	台	1	每种规格各 1 节
9	鼓风干燥箱	内 容 积 450X450X450 最高温度 300℃ 功率 4.0KW	台	2	
10	鼓风干燥箱	内 容 积 350X350X350 最高温度 300℃ 功率 3.0KW	台	2	
11	高温炉	工作室尺寸 300X200X120 最高温度 1100℃ 功率 4.0KW	台	3	带温控器
12	电子分析天平	称量：100~200g 感量 0.1g	台	4	
13	工业天平	称量：5.0Kg 感量 0.1g	台	2	
14	热量计	精密度<0.2% 准确率<0.2%	台	3	
15	坩埚架		台	4	
16	搪瓷盘	大、中、小	台	60	
17	微机	奔 4	台	1	
18	打印机		台	1	
19	增砣磅称		台	1	
20	硫元素测定仪		台	1	与煤分析共用
注：仪器数量根据来煤批量适当增减					