

中华人民共和国国家标准

## 工业用水软化除盐设计规范

Design code for softening and demineralization  
of industrial water

**GB/T 50109 - 2006**

主编部门：中国电力企业联合会

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2006年11月1日

中国计划出版社

2006 北 京

中华人民共和国国家标准  
工业用水软化除盐设计规范  
GB/T 50109-2006

☆

中国电力企业联合会 主编

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座4层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168 毫米 1/32 2印张 44千字  
2006年10月第一版 2006年10月第一次印刷  
印数1—10100册

☆

统一书号:1580058·794

定价:10.00元

---

# 中华人民共和国建设部公告

第 433 号

## 建设部关于发布国家标准 《工业用水软化除盐设计规范》的公告

现批准《工业用水软化除盐设计规范》为国家标准,编号为 GB/T 50109—2006,自 2006 年 11 月 1 日起实施。原《工业用水软化除盐设计规范》GBJ 109—87 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

二〇〇六年六月十九日

## 前 言

本规范是根据建设部《关于印发〈二〇〇一~二〇〇二年度工程建设国家标准制定、修订项目计划〉的通知》(建标[2002]85号)下达的任务,由西北电力设计院对《工业用水软化除盐设计规范》GBJ 109—87 进行修订。在修订期间,广泛征求了全国各有关单位的意见,经过修改,最后由中国电力企业联合会组织审查定稿。

本次修订的《工业用水软化除盐设计规范》总结了我国工业用水软化除盐设计经验,充分反映软化除盐工艺的发展,使本规范更具有科学性、实用性和可操作性。

本规范分为总则、术语、水处理站、软化和除盐、药品贮存和计量、控制及仪表等 6 章、2 个附录。修改、增加和删除的主要内容是:

1. 在总则中增加了保护环境、设置配套的废水处理设施的要求。
2. 增加了反渗透和电除盐的相关内容。
3. 增加了药品贮存的相关内容。
4. 根据目前水处理系统的控制水平,增加和修订了仪表控制部分的内容。
5. 删除了“后处理”章节及相关内容。

本规范由建设部负责管理,西北电力设计院负责具体技术内容的解释。在执行过程中,请各单位结合工程设计实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄西北电力设计院(地址:陕西省西安市金花北路 20 号,邮政编码:710032)。

本规范主编单位和主要起草人:

**主 编 单 位:** 中国电力工程顾问集团西北电力设计院

**主要起草人:** 袁萍帆

## 目 次

1 总 则 .....	( 1 )
2 术 语 .....	( 2 )
3 水处理站 .....	( 3 )
3.1 一般规定 .....	( 3 )
3.2 设备布置 .....	( 3 )
3.3 管道布置 .....	( 4 )
4 软化和除盐 .....	( 5 )
4.1 一般规定 .....	( 5 )
4.2 软化系统选择 .....	( 7 )
4.3 除盐系统选择 .....	( 7 )
4.4 石灰软化和离子交换设备 .....	( 10 )
4.5 电渗析、电除盐和反渗透装置 .....	( 12 )
5 药品贮存和计量 .....	( 14 )
5.1 一般规定 .....	( 14 )
5.2 石灰 .....	( 14 )
5.3 凝聚剂 .....	( 15 )
5.4 酸碱 .....	( 15 )
5.5 盐 .....	( 16 )
6 控制及仪表 .....	( 17 )
附录 A 水质全分析报告 .....	( 19 )
附录 B 离子交换器设计参考数据 .....	( 20 )
本规范用词说明 .....	( 29 )
附:条文说明 .....	( 31 )

# 1 总 则

1.0.1 为保证工业用水软化除盐处理系统出水质量,使水处理系统设计做到技术先进、经济合理、保护环境,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的工业用水软化、除盐工程的设计,不适用于水的预处理和废水处理。

1.0.3 工业用水软化、除盐设计,应执行国家的基本建设方针,体现国家的经济政策和技术政策,结合工程特点,合理选用水源,节约能源和水资源,保护环境,改善劳动条件,提高经济效益,并便于安装、操作和维修,做到技术先进,工艺合理,安全适用。

1.0.4 工业用水软化、除盐系统的选择及其布置应根据主体工程建设规划、生产特点全面考虑,并经技术经济比较,确定是分期建设还是一次建成。当为分期建设时,设计中应预留扩建条件。

1.0.5 工业用水软化、除盐工艺设计,应有废水处理设施,保证排水水质达到排放标准。

1.0.6 水处理站的扩建或改建设计,应充分合理利用原有的建筑物和水处理设施。

1.0.7 工业用水软化、除盐设计,应在不断总结生产实践经验和科学实验的基础上,结合工程具体情况,积极、慎重地采用新技术、新材料、新设备。

1.0.8 在工业用水软化、除盐工程设计中,除应执行本规范外,还应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 超(微)滤 ultrafiltration(microfiltration)

介于一般过滤与纳滤之间的过滤,过滤精度一般在  $0.01 \sim 1.0\mu\text{m}$  之间。

### 2.0.2 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。

### 2.0.3 原水 raw water

未经任何处理或进入水厂待处理的水。

### 2.0.4 软化水 softend water

除掉大部分或全部钙、镁离子后的水。

### 2.0.5 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。

### 2.0.6 再生水 reclaimed water

一般指污水经一级处理、二级处理和深度处理后供作回用的水。

## 3 水处理站

### 3.1 一般规定

3.1.1 水处理站在厂区的总平面布置应符合下列要求：

1 靠近主要用水对象，同时应考虑水源来水管线的敷设方便、合理；

2 交通运输方便；

3 远离煤场、灰场等有粉尘飞扬的场所，并位于散发有害气体、烟尘、水雾的构筑物常年主导风向的上风侧。

3.1.2 水处理站宜设计为独立建筑，规模不大时，也可与其他建筑物合建。

3.1.3 水处理站应根据全厂的生产管理情况，设置仪表控制、化学分析、设备维修、药品贮存和运行值班人员需要的辅助房间。当工厂内设有中心化验室和维修车间时，辅助间的面积可相应减少。

3.1.4 对扩建工程，应了解原有各系统、设备布置情况和运行实际情况。

3.1.5 酸碱设备布置区域应有防化学伤害的措施。

### 3.2 设备布置

3.2.1 水处理站的设备布置应符合下列规定：

1 按工艺流程有序排列；

2 节约用地；

3 减少对主操作区的噪声干扰；

4 便于操作与维修。

3.2.2 澄清池(器)、过滤池(器)和各种水箱宜布置在室外，顶部宜设人行通道或操作平台。寒冷地区澄清池(器)、过滤池(器)应



布置在室内。

3.2.3 当水处理设备布置在室外时,其运行操作部位及仪表、取样装置、阀门等宜集中布置,并宜有防雨、防冻、防晒的措施。

3.2.4 主操作通道的净宽不宜小于 2m,并应满足设备的检修需要。巡回检查通道净宽不宜小于 0.8m。设备之间的净距离不宜小于 0.6m。

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

3.2.6 酸碱贮存槽及其他水处理用药剂存储位置应靠近水处理室,且方便运输。

3.2.7 酸碱贮存槽可布置在室外,寒冷地区碱贮存槽应布置在室内。酸碱贮存槽宜靠近废液中和池。

3.2.8 空气压缩机和罗茨风机宜布置在单独的房间内,并应采取减噪措施。

3.2.9 控制室和化验室应有良好的采光照明,控制室、精密仪器室应装设空气调节装置,其他化验室视情况装设空气调节装置。

### 3.3 管道布置

3.3.1 管道布置应符合下列要求:

- 1 管线短,附件少,整齐美观;
- 2 便于安装、检修和支吊;
- 3 不影响设备的起吊和搬运;
- 4 不应布置在配电盘和控制盘的上方。

3.3.2 石灰乳液的自流管坡度不应小于 5%;管内流速不宜小于 2.5m/s;管道应减少弯头、U 形管等;管道的弯头、三通和穿墙处管段应设法兰;水平直管长度超过 3m 时,应分段用法兰连接。

3.3.3 经常有人通行的地方,酸碱液及浓氨液管道不宜架空敷设;确需架空敷设,必须采取防护措施。

## 4 软化和除盐

### 4.1 一般规定

4.1.1 设计前应根据全部可利用水源的水量、水质全分析资料,选择有代表性的水质分析资料作为设计依据,所需资料宜符合下列规定:

- 1 地表水、再生水为全年逐月资料,共 12 份;
- 2 地下水或海水为全年每季资料,共 4 份。

水质全分析报告格式宜符合附录 A 的要求。

4.1.2 对于地表水,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。对于再生水应掌握其来源和组成,了解再生水深度处理的情况。

4.1.3 软化和除盐设备的进水应经合适的预处理,以满足其进水水质的要求。

各种软化除盐装置的进水水质应符合表 4.1.3 的要求。

表 4.1.3 软化除盐装置进水水质要求

项 目		离子交换	电渗析	反渗透	电除盐
污染指数 <i>SDI</i>		—	<5	<5	—
浊度 <i>NTU</i>	对流再生	<2	<1.0	<1.0	—
	顺流再生	<5			
水温(℃)		5~40	5~40	5~35	5~40
pH 值		—	—	3~11	5~9

续表 4.1.3

项 目	离子交换	电渗析	反渗透	电除盐
化学耗氧量(高锰酸钾法,以 $O_2$ 表示)(mg/L)	<2	<3	<3	—
游离氯(以 $Cl_2$ 表示)(mg/L)	<0.1	<0.3	控制值为 0 (允许最大值小于 0.1)	0.05
含铁量(以 Fe 表示)(mg/L)	<0.3	<0.3	<0.05	<0.01 (两项合计)
含锰量(以 Mn 表示)(mg/L)	—	<0.1	—	

注:1 离子交换除盐装置进化学耗氧量指标系指使用凝胶型强碱阴树脂的要求。

2 反渗透、电渗析和电除盐装置的进水水质要求,应根据厂商提供的设计导则确定。

3 强碱Ⅱ型树脂、丙烯酸树脂的进水水温不应大于  $35^{\circ}C$ 。

4 电除盐装置的进水宜为反渗透装置的产品水,进水  $SiO_2 < 0.5 mg/L$ ,总硬度  $< 1 mg/L (CaCO_3)$ ,总含盐量  $< 10 \sim 25 mg/L$ ,总有机碳  $< 0.5 mg/L$ 。

4.1.4 软化和除盐系统的选择应根据进水水质和对出水水质、水量的要求及环保要求等情况,经技术经济比较确定。

4.1.5 设计时,应掌握所选用的设备、材料(包括防腐材料)、药剂、离子交换树脂、滤料、阀门及仪表等的供应情况(包括质量、价格、包装和运输方式等)。

4.1.6 软化和除盐系统的出水量应根据供水量加系统的自用产品水量确定。

4.1.7 离子交换树脂的工作交换容量,宜按树脂的性能参数或参照类似条件下的运行经验确定。

4.1.8 水处理系统和设备的选择,应减少废酸、废碱、废渣及其他有害物质的排放量,并应采取处理和处置措施,满足相关的环保要求。

## 4.2 软化系统选择

4.2.1 软化系统宜按表 4.2.1 选择。

表 4.2.1 软化系统选择

系统名称 及代号	出水水质		进水水质		
	硬度 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]	碱度 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]	总硬度 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]	碳酸盐硬度 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]	碳酸盐硬 度与总硬 度比值
石灰—钠 CaO—Na	<2	40~60	—	>150	>0.5
单钠 Na	<2	与进水相同	≤325	—	—
氢、钠串联 H—D—Na	<0.25	25~15	—	>50	<0.5
氢、钠并联 H Na ]—D	<2	25~15	—	—	>0.5
二级钠 Na—Na	<0.25	与进水相同	—	—	—
弱酸 Hw	—	<50	—	—	>0.5

注：1 表中符号：H—强酸阳离子交换器；D—除二氧化碳器；Hw—弱酸阳离子交换器；Na—钠离子交换器；CaO—石灰处理装置。

2 弱酸阳离子交换器单独用于去除碳酸盐硬度。

3 弱酸阳离子交换器出水硬度等于原水非碳酸盐硬度与出水碱度之和，出水碱度指平均出水碱度。

4.2.2 石灰软化处理时，原水宜加热至 30~40℃，宜采用铁盐作为凝聚剂。

## 4.3 除盐系统选择

4.3.1 除盐系统可按表 4.3.1 选择。

表 4.3.1 除盐系统选择

系统名称及代号	出水水质		进水水质			
	电导率 (25℃) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\text{SiO}_2$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	碱度 [ $\text{mg}/\text{L}(\text{CaCO}_3)$ ]	碳酸盐硬度 [ $\text{mg}/\text{L}(\text{CaCO}_3)$ ]	强酸阴离子 [ $\text{mg}/\text{L}(\text{CaCO}_3)$ ]	$\text{SiO}_2$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )
一级除盐 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}$	顺流再生	$<10$	$<0.1$	—	$<100$	—
	对流再生	$<5$				
一级除盐加混床 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	顺流再生	$<0.2$	$<0.02$	—	—	—
	对流再生					
弱酸一级除盐 $\text{H}_w-\text{H}-\text{D}-\text{OH}$	顺流再生	$<10$	$<0.1$	$>150$	$<100$	—
	对流再生	$<5$				
弱酸一级除盐加混床 $\text{H}_w-\text{H}-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	顺流再生	$<0.2$	$<0.02$	$>150$	$<100$	—
	对流再生					
弱碱一级除盐 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}_w-\text{OH}$ 或 $\text{H}-\text{OH}_w-\text{D}-\text{OH}$	顺流再生	$<10$	$<0.1$	$<200$	$>100$	—
	对流再生	$<5$				
弱碱一级除盐加混床 $\text{H}-\text{D}-\text{OH}_w-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$ 或 $\text{H}-\text{OH}_w-\text{D}-\text{OH}-\text{H}/\text{OH}$	顺流再生	$<0.2$	$<0.02$	$<200$	$>100$	—
	对流再生					

弱酸、弱碱—级除盐 Hw—H—D—OHw—OH	<10	<0.1	—	>150	>100	—
弱酸、弱碱—级除盐加混床 Hw—H—D—OHw—OH—H/OH	<0.2	<0.02	—	>150	>100	—
二级除盐 H—D—OH—H—OH	<1	<0.02	>200	—	>100	—
二级除盐加混床 H—D—OH—H—OH—H/OH	<0.2	<0.02	>200	—	>100	—
强酸弱碱加混床 H—OHw—D—H/OH 或 H—D—OHw—H/OH	<0.2	<0.1	<200	>150	>100	<1
反渗透(或电渗析)加—级除盐加混床联合处理 RO 或 ED—H—D—OH—H/OH	<0.1	<0.02	—	—	—	—
二级反渗透加电除盐 RO—RO—EDI	<0.1	<0.02	pH4~11	—	—	—

注：1 当对出水有机物、微生物、细菌、颗粒等项指标有特殊要求时，也可选用反渗透加离子交换除盐联合系统。

2 表中符号 H—强酸阳离子交换器；Hw—弱酸阳离子交换器；OH—强碱阴离子交换器；OHw—弱碱阴离子交换器；D—除二氧化碳器；RO—反渗透装置；ED—电渗析装置；H/OH—阴阳混合离子交换器（混床）；EDI—电除盐装置。

4.3.2 当进水水质较稳定、水量不大时,一级除盐系统中阳、阴离子交换器宜采用单元制串联系统,且装入阴离子交换器的树脂体积,应为计算值加 10%~15% 富余量。

4.3.3 当进水水质不稳定、变化较大,且出水量大时,一级除盐系统中阳、阴离子交换器宜采用母管制并联系统。当同一种离子交换器的数量为 6 台及以上时宜分组,或每台离子交换器进出口设手动隔离阀。

4.3.4 在无石英砂垫层的阳、阴离子交换器之间以及离子交换除盐系统出口应装设树脂捕捉器。

4.3.5 当原水溶解固形物大于 500mg/L 时,可采用反渗透等预除盐装置;当原水溶解固形物小于 500mg/L 时,应经技术经济比较,确定是否采用反渗透除盐装置。当原水为海水等高含盐量水时,应采用合适的淡化措施。

4.3.6 用于除硅的强碱阴离子交换树脂,宜采用生水加热或碱再生液加热的方式。

#### 4.4 石灰软化和离子交换设备

4.4.1 石灰软化澄清池(器)宜选用悬浮澄清池(器)或机械搅拌澄清池(器),石灰软化设备还可选用反应沉淀池或水力涡流反应器。

澄清池(器)的设置不宜少于 2 台。

4.4.2 过滤池(器)不宜少于 2 格(台),应设有空气和水的反洗设施,每台设备每昼夜的反洗次数宜为 1~2 次。

4.4.3 各种离子交换器的台数不宜少于 2 台,当 1 台(套)设备检修时,其余设备和水箱应能满足正常供水和自用水的要求。

4.4.4 离子交换器设备再生次数宜为每昼夜 1~2 次。

4.4.5 使用强酸、强碱离子交换树脂的一级除盐系统中,顺流再生固定床、逆流再生固定床、浮动床的选型,应经技术经济比较确定。

浮动床宜用于制水量大的、连续运行的系统。

各种型式离子交换器的适用进水水质见表 4.4.5。

表 4.4.5 离子交换器的适用进水水质

设备名称	进水水质		
	含盐量 (mg/L)	总阳离子 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]	强酸阴离子 [mg/L(CaCO <sub>3</sub> )]
顺流再生固定床	<150	≤100	≤50
逆流再生固定床	<500	≤350	≤200
浮动床	300~500	100~200	50~125

**4.4.6** 使用弱型离子交换树脂的一级除盐系统,应根据水质情况合理选用。

弱酸离子交换处理系统适用于碳酸盐硬度较高、碳酸盐硬度与总阳离子之比大于 0.5 的进水;弱碱阴离子交换处理系统适用于强酸阴离子含量大于 100mg/L(CaCO<sub>3</sub>)、强酸阴离子与弱酸阴离子之比大于 2 或有机物含量高的进水。

当强、弱型离子交换树脂层高合适时,可选用双层或双室离子交换器。

**4.4.7** 用于软化的离子交换器设计数据可按本规范附录 B 表 B-1、B-2、B-3 选用。

**4.4.8** 用于除盐的离子交换器设计数据可按本规范附录 B 表 B-1、B-2、B-3、B-4 选用。

**4.4.9** 离子交换器的交换树脂层高,应通过计算确定,树脂层高度不宜低于 1.0m。混合离子交换器的阳阴树脂比例宜为 1:2。

**4.4.10** 用于软化和除盐的离子交换器,当采用硫酸分步再生时,再生液浓度、酸量分配和再生液流速可按附录 B 中表 B-5 选择。

**4.4.11** 离子交换树脂宜设有贮存和装卸设施。双室床、浮动床的树脂应定期进行体外清洗,其清洗设备可和树脂贮存设备共用。

**4.4.12** 双室床离子交换器的下室树脂层上部及浮动床离子交换器的树脂层上部应有 200~300mm 高度的惰性填料,逆流再生固



定床离子交换器树脂层上部应有 200~300mm 高度的压脂层,压脂层可选用同型号树脂或惰性填料。

**4.4.13** 除二氧化碳器或真空除气器的填料层高度,应根据填料品种和尺寸,进出水二氧化碳含量,水温以及所选定淋洒密度下的实际解析系数等因素经计算确定。

**4.4.14** 除盐系统中,除二氧化碳器水箱的有效容积外,单元制系统宜为本单元设备出力的 5min 的贮水量且不小于  $2\text{m}^3$ ;母管制系统宜为并联设备总出力的 15~30min 的贮水量,制水量大时可设多台水箱及除二氧化碳器。

原水箱(生水箱)、清水箱容积宜为满足连续运行的最大一台水泵 2~3h 出力要求,同时应满足单台设备反洗或清洗一次的用水量要求;除盐水箱、软化水箱总容积应根据用户的用水量要求及相关标准确定,不宜少于 1h 的补水量,同时应满足工艺系统需要的最大一次自用量的要求。

**4.4.15** 各类软化除盐工艺设备应选用合适的耐腐蚀材质或衬里。

#### **4.5 电渗析、电除盐和反渗透装置**

**4.5.1** 确定电渗析器的出水量和脱盐率时应留有 20%~30% 余量。当电渗析器的数量为 5 台及以下时,宜设 1 台备用;当为 5 台以上时,应设 2 台备用。

反渗透、电除盐装置的出力宜留有 30%~50% 的余量或根据供水特点确定。

**4.5.2** 电渗析、电除盐和反渗透装置应尽量提高水的回收率,做到节约用水。

**4.5.3** 电渗析器进水压力应保持稳定,应设专用供水泵或高位水池,并设有启动冲洗排水阀和反冲洗管路。

**4.5.4** 电渗析器出口管的最高位宜设真空破坏阀或在倒装的 U 形管的上部排水。

- 4.5.5 电渗析器应设置倒换电极和酸洗设备。
- 4.5.6 电渗析器应有流量、压力、温度等控制措施。
- 4.5.7 反渗透装置不宜少于 2 套,各套反渗透装置的保安过滤器、反渗透给水泵应独立设置,并与反渗透装置串联连接。
- 4.5.8 反渗透装置应有流量、压力、温度等控制措施,反渗透给水泵出口应设置电动慢开门等稳压装置。当几台反渗透装置的出水并联连接时,每台装置的出水管上应设置止回阀,反渗透装置出口背压不宜过高。
- 4.5.9 反渗透装置宜连续运行,停运时应进行冲洗。
- 4.5.10 反渗透装置应设置加药和清洗设施。反渗透装置产品水用于制药行业时,应根据用水要求确定是否设置加药设施。
- 4.5.11 保安过滤器、反渗透给水泵宜选用不锈钢材质。
- 4.5.12 电除盐装置不宜少于 2 套。浓水宜回收至反渗透系统进水。

## 5 药品贮存和计量

### 5.1 一般规定

5.1.1 水处理药品仓库(贮存槽)容量,应根据药品消耗量、运距、包装、供应和运输条件等因素确定,宜按贮存 15~30d 的消耗量计算。

药品由本地供应时,可适当减少贮存天数;由铁路运输时,应满足贮存 1 槽车或 1 车皮容积加 10d 的药品消耗量。

5.1.2 药品贮存间的设计应符合下列规定:

1 药品贮存设施宜靠近铁路或厂区道路,并有必要的装卸设施,堆码高度宜为 1.5~2m;

2 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;

3 酸碱贮存间应设置安全淋浴器等安全防护设施。

5.1.3 各种连续加药溶液箱的有效容积,应能贮存不少于 8h 运行的所需量,连续加药溶液箱应设有备用。

5.1.4 酸、碱、盐液计量箱的有效容积,宜根据 1 台离子交换器一次再生药量的 1.3~1.5 倍确定。

5.1.5 混合离子交换器宜设置专用酸、碱再生计量设备。

5.1.6 计量箱可不设备用,当有可能 2 台离子交换器同时再生时,应设 2 台计量箱。

5.1.7 挥发性药品贮存设备的呼吸口应设置中和、吸收处理设施。

### 5.2 石灰

5.2.1 采用粉状石灰或氢氧化钙粉时,宜设贮存粉仓,并应有防

堵、防尘措施。石灰粉和氢氧化钙纯度宜大于 80%。

**5.2.2** 石灰消化及石灰乳液配制应采用石灰处理后的软化水。设备、管道应有除渣和冲洗设施,冲洗水宜用软化水。

**5.2.3** 石灰计量设备的设计应符合下列规定:

1 石灰乳计量宜采用柱塞计量泵。每台澄清池(器)宜设 2 台计量泵,其中 1 台备用。泵入口应有捕渣设施。

2 石灰乳液箱宜采用机械搅拌。石灰乳液浓度宜为 2%~3%(以 CaO 表示)。

**5.2.4** 当石灰原料为氢氧化钙粉时,石灰计量也可采用干粉计量方式。每台澄清池(器)配置 1 套干粉计量及投药泵设备。投药泵可采用计量泵或渣浆泵。

### 5.3 凝 聚 剂

**5.3.1** 凝聚剂、助凝剂的品种和计量,应根据原水水质(pH 值、碱度、浊度)、处理系统和出水水质要求,通过试验或根据相似条件下的运行经验确定。

**5.3.2** 凝聚剂、助凝剂的计量设备可选用计量泵(柱塞泵或隔膜泵)及计量箱,计量泵入口应设过滤设施。

**5.3.3** 凝聚剂、助凝剂计量泵应设置备用。

### 5.4 酸 碱

**5.4.1** 酸或碱贮存设备的台数,不应少于 2 台。如水处理系统非经常连续运行,且酸碱用量不大,或药品输送便利,可减少至 1 台。

**5.4.2** 酸碱贮存设备应有事故排放、检修及清洗等安全措施。装卸及贮存设备区域应设有防溢漏及水冲洗设施。

**5.4.3** 盐酸贮存槽、计量箱的液面宜采用液面密封设施,排气口应设酸雾吸收器。浓硫酸贮存槽通气口宜装设除湿器。高纯度碱贮存槽排气口宜设二氧化碳吸收器。

**5.4.4** 位于较寒冷地区室外的浓碱液的贮存、装卸设备及管道应

有加热或稀释、伴热等设施。

**5.4.5** 装卸或输送浓酸碱液体,可采用负压抽吸、泵输送或自流方式。当用压缩空气输送时,应有确保安全的措施。采用固体烧碱时,应有吊运和溶解设备。

**5.4.6** 酸碱再生液宜用喷射器输送。

## **5.5 盐**

**5.5.1** 盐宜采用湿贮存,贮存槽不少于2台(格),并设有清洗设施。当采用盐溶解过滤器时,应采用干贮存。

**5.5.2** 盐液应进行过滤。

**5.5.3** 海滨地区的一级钠离子交换器可采用海水再生,不设计量箱,但应有过滤海水的设施。

## 6 控制及仪表

**6.0.1** 软化和除盐系统的控制方式,应根据工艺流程、水质要求、设备出水量及工程具体情况等因素确定。

**6.0.2** 软化和除盐系统,采用自动控制时,宜符合下列要求:

1 澄清池(器)排泥、过滤池(器)反洗、离子交换器再生、投运、停运及反渗透、电渗析及电除盐等设备运行采用程序控制;

2 软化、除盐系统(或设备)出水量,水温,澄清池(器)、反渗透等设备加药量,再生碱液温度,除二氧化碳器水箱液位及气源压力等采用在线监测或自动调节;

3 主要水泵均能自启动和连锁保护;

4 自控装置的执行机构可用手动操作。

**6.0.3** 离子交换除盐系统控制仪表的设置,应根据系统连接和控制方式等不同情况按以下要求确定:

1 单元制串联除盐系统,在阴离子交换器出口安装电导率表,阳阴离子交换器出口分别安装累积流量表监督失效终点。

2 母管制并联除盐系统,阳阴离子交换器出口分别装设监督失效终点的表计,阴离子交换器出口安装电导率表,每台离子交换器出口应安装累积流量表监督失效终点。

3 混合离子交换器出口宜安装电导率表、硅表、累积流量表监督失效终点。可采用多通道式硅表用于多台离子交换器。

4 钠离子交换器和弱酸离子交换器出水应设有累积流量表监督失效终点。

5 酸、碱、盐再生液管道上应装设再生液浓度指示计,再生稀释水管道上应设有流量计,水箱、贮存槽、计量箱及废水池应设有液位计。

**6 废水中和池出水管设 pH 值表。**

**6.0.4** 反渗透装置进水、产水及浓水均应设有流量计,各段进出口应设有差压表。反渗透系统进水应设有电导率表、pH 值表、余氯表(或氧化还原电位表),产品水应设有电导率表。

**6.0.5** 电渗析器进水阀门前应设流量计、压力表,并应有事故停水报警或自动切断直流电的设施。

**6.0.6** 电除盐装置进水、浓水及产水应设压力表,进水应设电导率表、pH 值表,产品水应设电导率表、硅表,浓水应设电导率表。

**6.0.7** 气动阀门的操作气源应安全可靠,工作气体应有稳压装置,并应经过除油和干燥。

## 附录 A 水质全分析报告

工程名称:                      取样日期:            年    月    日

取样位置: 分析日期: 年 月 日

样品外观:

取样水温:                      水样编号:

项目		mg/L	mmol/L	项目	mg/L	mmol/L
阳 离 子	Na <sup>+</sup>			全固体		—
	K <sup>+</sup>			溶解性固体		—
	Ca <sup>2+</sup>			悬浮性固体		—
	Mg <sup>2+</sup>			电导率		—
	Fe <sup>2+</sup>			(25℃, μs/cm)		
	Fe <sup>3+</sup>			总硬度		
	Al <sup>3+</sup>			碳酸盐硬度		
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>			非碳酸盐硬度		
	Σ			酚酞碱度(P)		
阴 离 子	Cl <sup>-</sup>			甲基橙碱度(M)		
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			总碱度		
	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			pH 值		
	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			游离二氧化碳		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			全硅(SiO <sub>2</sub> )		
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>			活性硅(SiO <sub>2</sub> )		
	OH <sup>-</sup>			COD <sub>Mn</sub>		
	Σ			浊度(NTU)		
				灼烧减量		

注:1 当采用反渗透处理系统时,还应化验水中  $\text{Ba}^{2+}$ 、 $\text{Sr}^{2+}$  离子含量。

2 当水源位于高氟、高锰地区时应化验水中  $F^-$ 、 $Mn^{2+}$  离子含量。

3 当水源为中水、再生水等时,应根据水源来水构成情况,还应化验水中生化耗氧量( $BOD_5$ )、耗氧量( $COD_{Cr}$ )、氨氮( $NH_3-N$ )、总有机碳( $TOC$ )、总磷、细菌总数、游离氯等含量。

4 表中分析项目可根据工程情况酌情增减。



## 附录 B 离子交换器设计参考数据

表 B-1 顺流再生离子交换器

设备名称	强酸阳离子 交换器	强碱阴离子 交换器	混合离子 交换器	钠离子 交换器	二级钠离子 交换器	弱酸阳离子 交换器	弱碱阴离子 交换器
运行流速(m/h)	20~30	20~30	40~60	20~30	≥60	20~30	20~30
流速(m/h)	15	6~10	10	15	15	15	5~8
时间(min)	15	15	15	15	15	15	15~30
药剂	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HCl	NaOH NaOH	HCl NaOH	NaCl NaCl	NaCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HCl	NaOH
耗量(g/mol)	100~150 70~80	100~120 100~120	— —	100~120 —	400	60 40	40~50
再生水平	—	—	80kg/m <sup>3</sup> 100kg/m <sup>3</sup>	—	—	—	—
浓度(%)	注1 2~4	2~3	5 4	5~8	5~8	1 2~2.5	2
流速(m/h)	注2 4~6	4~6	5	4~6	4~6	>10 4~5	4~5

置换	时间(min)	25~30	25~40	—	—	—	20~40	40~60
	流速(m/h)	8~10	4~6	4~6	5	5	4~6	4~6
正洗	水耗[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (R)]	5~6	10~12	—	3~6	—	2~2.5	2.5~5
	流速(m/h)	12	10~15	—	15~20	20~30	15~20	10~20
	时间(min)	30	60	—	30	—	10~20	25~30
工作交换容量[mol/m <sup>3</sup> (R)]	500~650	800~1000	250~300	—	—	900~1000	1800~2300	800~1200
	树脂混合	—	—	正洗前与空气混合,空气压力 0.98 × 10 <sup>5</sup> Pa,空气量 2~3m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·min,混合时间 0.5~1min	—	—	—	—

注:1 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,经计算或试验确定。分步再生数据可参考本规范表 B-5 选择。

2 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 B-2 对流再生离子交换器(逆流再生固定床)

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
小反洗	运行流速(m/h)	20~30	20~30	20~30
	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		
顶压	无顶压	—	—	—
	气顶压(MPa)	0.03~0.05	0.03~0.05	0.03~0.05
	水顶压(MPa)	0.05(流量为再生流量的0.4~1)		
再生	药剂	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	NaCl
	耗量(g/mol)	≤70	50~55	80~100
	浓度(%)	注 4	1.5~3	5~8
	流速(m/h)	注 4	≤5	≤5
			0.05(流量为再生流量的0.4~1)	0.05(流量为再生流量的0.4~1)

置换(逆洗)	流速(m/h)	8~10	≤5	≤5	≤5
	时间(min)	30			—
小正洗	流速(m/h)	10~15			10~15
	时间(min)	5~10			5~10
正洗	流速(m/h)	10~15			15~20
	水耗[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (R)]	1~3			3~6
工作交换容量[mol/m <sup>3</sup> (R)]		500~650	800~900	250~300	800~900
出水质量		Na <sup>+</sup> < 50μg/L			—
		SiO <sub>2</sub> < 100μg/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%。

2 顶压空气量以上部空间体积计算,一般为 0.2~0.3m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>·min),压缩空气应有稳压装置。

3 为防止再生乱层,应避免再生液将空气带入离子交换器。

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,经计算或试验确定。分步再生数据可参考表 B-5 选择。

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。

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剂量。

表 B-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
运行流速(m/h)		30~50		30~50	30~50
再生	药剂	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	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 <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (R)]		500~650	800~900	250~300	800~900
出水质量		Na <sup>+</sup> <50μg/L		SiO <sub>2</sub> <50μg/L	—
反洗	周期	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 最低流速(防止落床、乱层)；阳离子交换器大于10m/h，阴离子交换器大于7m/h；树脂输送管内流速为1~2m/s。

2 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，经计算或试验确定。分步再生数据可参考表B-5选择。

3 本表中离子交换树脂的工作交换容量为参考数据。

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%。

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 B-4 对流再生离子交换器(逆流再生双室固定床,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(双室浮动床)		
		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)		20~30			30~50		
再生	药剂	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	NaOH	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	NaOH
	耗量(g/mol)	≤60	40~50	≤50	≤60	40~50	≤50
	浓度(%)	注 2	1.5~3	1~3		1.5~3	0.5~2
	流速(m/h)	注 2	≤5	≤5		5~7	4~6
置换(逆流)	流速(m/h)	8~10	≤5	≤5	同再生流速		
	时间(min)	30	30	30	20	30	30
正洗	时间(min)	—		—	计算确定		
	流速(m/h)	10~15		10~15	15	15	15
	水耗[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (R)]	1~3		1~3	1~2	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 <sup>3</sup> (R)]	弱	1800~2300	1800~2300	600~900	1800~2300	600~900
	强	600~750	900~1300	350~450	600~750	350~450
出水质量		Na <sup>+</sup> < 50μg/L		SiO <sub>2</sub> < 100μg/L	Na <sup>+</sup> < 50μg/L	SiO <sub>2</sub> < 100μg/L
反洗	周期	体外定期反洗		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	10~15	10~15
	时间 (min)	—		—	—	—

注：1 最低流速（防止落床、乱层）：阳离子交换器大于 10m/h，阴离子交换器大于 7m/h；树脂输送管内流速为 1~2m/s。

2 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，经计算或试验确定。分步再生数据可参考表 B-5 选择。

3 本表中离子交换树脂的工作交换容量为参考数据。

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%。

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 B-5 硫酸分步再生数据选择

分步 再生 方式	第一步			第二步			第三步		
	浓度 (%)	流速 (m/h)	再生剂占 总量百分 率(%)	浓度 (%)	流速 (m/h)	再生剂占 总量百分 率(%)	浓度 (%)	流速 (m/h)	再生剂占 总量百分 率(%)
二步再生	0.8~1	7~10	≤40	2~3	5~7	≤60	—	—	—
三步再生	<1	8~10	33	2~4	5~7	33	4~6	4~6	34

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国国家标准

工业用水软化除盐设计规范

**GB/T 50109 - 2006**

条文说明

## 目 次

1 总 则 .....	( 35 )
2 术 语 .....	( 36 )
3 水处理站 .....	( 37 )
3.1 一般规定 .....	( 37 )
3.2 设备布置 .....	( 37 )
3.3 管道布置 .....	( 38 )
4 软化和除盐 .....	( 39 )
4.1 一般规定 .....	( 39 )
4.2 软化系统选择 .....	( 40 )
4.3 除盐系统选择 .....	( 41 )
4.4 石灰软化和离子交换设备 .....	( 43 )
4.5 电渗析、电除盐和反渗透装置 .....	( 45 )
5 药品贮存和计量 .....	( 48 )
5.1 一般规定 .....	( 48 )
5.2 石灰 .....	( 48 )
5.3 凝聚剂 .....	( 49 )
5.4 酸碱 .....	( 49 )
5.5 盐 .....	( 50 )
6 控制及仪表 .....	( 51 )

# 1 总 则

**1.0.1** 本条是编制本规范的目的,阐明了水处理系统设计应遵循的宗旨。

**1.0.2** 本规范的适用范围。

**1.0.3** 本条着重明确现阶段遵循的国家建设方针和一些具体的经济技术政策。

本条文是工业用水软化除盐设计中应考虑做到的因素和要求。

**1.0.4** 工业用水软化除盐系统如今后需要扩建时,应充分考虑扩建条件。

**1.0.5** 水处理系统设计应尽量选择废水排放量少、废水可利用率高、污染小的处理工艺。如主体工程设有全厂废水处理系统,可将水处理系统产生的废水排入废水处理系统统一处理,否则应配套设置废水处理系统,保证排放废水满足相关标准要求。

**1.0.6** 水处理系统设计中应特别注意地方的环保法规。水处理系统的药品贮运和使用、污废水排放要满足地方及行业规程规定的要求。

## 2 术 语

本规范主要对本次修订中新使用的名词及宜误解的名词作了规定。

## 3 水处理站

### 3.1 一般规定

3.1.1 增加了要考虑水源来水管线的敷设方便、合理的内容。

3.1.2 由于目前土建防水、防腐蚀工艺的发展,水处理设备在场地受到限制时可布置在楼层上,故取消了原规范中不宜布置在楼层上的限制,但应做好防腐蚀、防渗漏设计。

3.1.3 如全厂设有中心化验室或检修车间等,并可承担水处理站的化验维修任务时,辅助间的面积应相应减少。

3.1.4 扩建水处理系统应与原有设备设施相衔接,充分利用原有的设备,尽量减少扩建系统的投资。

3.1.5 酸碱设备布置区域应设有水冲洗、防护围堰等设施。

### 3.2 设备布置

3.2.1 水处理设备宜按工艺流程将软化除盐设备、水泵、贮槽等分区布置,要考虑安装、检修、操作方便,噪声大的设备尽量远离值班控制间。

3.2.2 在寒冷地区,为保证处理效果,澄清池(器)、过滤池(器)应布置在室内,或将混凝土制澄清池布置在室外,上部设置保温室。在非寒冷地区,澄清池布置在室外时,池顶部宜设置防晒顶棚,防止阳光暴晒,影响运行效果。

3.2.3 国内水处理离子交换器大多布置在室内,但也有不少引进的水处理装置和一些化工厂,离子交换器布置在室外,设计中采取了一些措施,将仪表、取样阀门、主要操作阀门等布置在室内。如某化工厂的除盐系统,将离子交换器布置在水泵间的两侧,离子交换器的阀门和仪表引到水泵间内,形成一个操作走廊,建筑面积

小,运行人员室内操作较满意。

一些露天布置的水处理设备的操作阀门、仪表可引至室内布置,方便操作,也起到较好的保护作用。

**3.2.4** 增加了设备之间的间距要求。

**3.2.5** 明确了对于检修起吊设施设计时要考虑的因素。

**3.2.6** 酸碱等药剂贮存设备靠近水处理离子交换器等设备,可减少输送管道距离,减少泄漏点。

**3.2.7** 酸、碱贮存槽一般布置在室外,但在北方寒冷地区,因为碱液易结晶,故碱贮存槽大多布置在室内。酸、碱贮存槽靠近废液中和池,主要是便于酸、碱贮存槽排污或事故排放。

在寒冷地区碱液宜结晶,贮槽多布置在室内,且室内应采暖,必要时贮槽及管道还需伴热保温。

**3.2.9** 其他化验室是否安装空气调节装置可根据项目投资情况或用户要求决定。

### **3.3 管道布置**

**3.3.1** 管道布置要考虑安装、检修的方便和安全。例如:在垂直方向上,无腐蚀性介质的管道宜在上,有腐蚀性介质的管道在下;气体管道宜在上,液体管道在下;有保温层的管道宜在上,无保温层的管道在下。在水平方向上,大管靠墙、小管靠外;压力高的靠墙,压力低的靠外。

为了保证用电设备和控制仪表的正常运行,并防止酸、碱和其他流体腐蚀配电盘和控制盘,故不应在配电盘和控制盘的上方布置管道。

**3.3.2** 增加了管内石灰乳的流速要求。水平管过长时,设置法兰连接,可便于拆卸清洗。也可在管道一端接有冲洗水管,停运及时冲洗石灰乳管道。另外还可采用透明塑料软管,方便观察检修。



## 4 软化和除盐

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 强调了水源水量、水质资料的获得是水处理系统设计的先决条件。设计中应充分利用再生水和其他废污水,满足环保节水的要求,补充了再生水内容。

增加了附录 A。在附录 A 中列出了对于各类水处理工艺所需要的水质资料项目,设计中可根据实际需要选取或增加。对于再生水应增加一些理化指标,设有反渗透工艺时,应检测水中的钡、锶等物质含量。

**4.1.2** 明确规定了设计中应了解的各类水源特点及情况。

**4.1.3** 根据进水水质、水量、选择的水处理工艺不同,应选用合适的预处理工艺,才能既有效地保证水处理系统的正常运行,又做到经济合理,节省投资。用于软化除盐的离子交换器进水一般应根据进水悬浮物的大小选择澄清、过滤等处理措施。对有机物和游离氯、胶体含量高的进水,应选择混凝澄清、杀菌、活性炭吸附或超滤等处理措施。

反渗透、电渗析装置进水应根据水质特性,选择澄清、细砂过滤、超滤等预处理措施,保证其进水水质满足要求,特别是污染指数满足要求。

对于铁、锰含量高的地下水,可采用曝气、沉淀、过滤等处理措施。

电除盐装置一般作为除盐水制备高纯水的处理措施,其进水水质应为反渗透、一级除盐装置产品水。

对原规范表 3.1.2 进行了修改。

取消了有关磺化煤、卷式膜(醋酸纤维素)设备的参数,因这些

设备已基本不再使用。

目前电除盐装置已在水处理系统中使用,特别是在制备高纯水系统中使用较广,因此增加了电除盐装置的有关参数。表中所列电除盐装置的进出水水质是根据目前各制造商的产品参数综合而成的。电除盐的进水要求硬度等指标与其水回收率有关,因此设计电除盐工艺系统时,应合理选择最为合适的进水处理方案和回收率,才能达到最佳经济技术效果。

对电渗析器进水增加了浊度要求,按《电渗析技术——脱盐方法》HY/T 034.4—1994 规定,电渗析器进水浊度范围为 0.9~2.0mg/L。

4.1.4 增加了所设计系统应考虑环保要求的内容。

4.1.5 明确规定了设计中应了解掌握的各类水处理设备、材料、药品等特点及情况。

4.1.6 各种水处理系统的自用水率以及对自用水质的要求(包括使用软化水、除盐水或各级离子交换器出水等)是不同的,应根据计算及经验确定。

4.1.7 离子交换树脂的工作交换容量是重要的设计参数,但影响它的因素很多。离子交换树脂的工作交换容量是由制造厂家,根据交换树脂的种类、再生剂耗量、再生液温度及进出水水质等,经试验或计算绘制成曲线图,设计时可以根据各种技术数据查曲线而求出离子交换树脂的工作交换容量,目前国内对离子交换树脂的工作交换容量和各种因素之间的相互关系正在进行研究,已完成了强型树脂的性能曲线,设计中可以选用,也可以参考类似条件下的运行经验选定。

4.1.8 增加了废水处理要满足环保要求的内容。

## 4.2 软化系统选择

4.2.1 表 4.2.1 中增加了弱酸离子交换器的有关参数。表中弱酸离子交换器指单独用于去除水中碳酸盐硬度的情况,多使用于

循环冷却水处理系统。

#### 4.2.2 对原水加热的温度要求适当放宽。

石灰处理时,水的 pH 值较高,一般为 9.5~10.5,选择铁盐作为凝聚剂,其水解速度快,凝聚效果好。

### 4.3 除盐系统选择

4.3.1 保留了原规范表 3.2.4 中的一些广泛采用的除盐系统,增加了电除盐装置的有关参数。删除了有关精制混床的内容。

同时对原规范表 3.2.4 中的一些参数进行了修订。原表中混床的出水电导率为  $0.1\sim0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ ,本次修改为  $<0.2\mu\text{S}/\text{cm}$ ,主要是针对普通用户要求,通常控制混床出水水质到  $0.2\mu\text{S}/\text{cm}$  为设备失效终点。混床实际运行时出水电导率可做到  $<0.1\mu\text{S}/\text{cm}$ ,一些单位混床正常运行时出水电导率在  $0.06\sim0.07\mu\text{S}/\text{cm}$  左右。当用户对水质要求不高时,可放宽到  $0.5\mu\text{S}/\text{cm}$ 。但混床出水电导率控制过大时,混床树脂失效度增加,再生难度较大,再生剂耗量增加,是不经济的。

删除了原规范表 3.2.4 中系统所适应的进水含盐量指标。因进水含盐量对于除盐系统各类型设备工艺选择不是最主要的因素,主要是进水的碳酸盐硬度及强酸阴离子含量决定是否在系统中设置弱型树脂交换器。

一些用户对除盐系统的出水铁、铜、钠是有要求的。通常逆流再生阳离子交换器出水钠离子含量低于  $100\mu\text{g}/\text{L}$ ,一般达到  $20\sim30\mu\text{g}/\text{L}$ 。当采用混床时,出水铁、铜含量为 0,至于混床出水钠离子含量,理论计算为  $2\sim3\mu\text{g}/\text{L}$ ,据实际检测可做到小于  $5\mu\text{g}/\text{L}$ 。

据一些运行单位反馈和制造商介绍,电除盐装置出水电导率可达到  $0.06\mu\text{S}/\text{cm}$ ,出水  $\text{SiO}_2$  含量是与进水的含量有关,一般  $\text{SiO}_2$  去除率  $>90\%$ 。

4.3.2 单元制串联系统中的阳、阴离子交换器规格是根据所确定的水质经计算选定的,并保持阳离子交换器先失效。这种系统控

制方便,监督仪表少,通常只需装设电导率表,容易实现自动化,废酸、碱液同时排放便于中和。但这种系统要求进水水质稳定,同时需要增加一部分阴树脂作为保护层。

**4.3.3** 取消了原规范中在进水强酸阴离子与弱酸阴离子比值较大时宜采用并联系统的要求,原规范的要求主要是考虑这种情况下如采用串联系统,需要的阴树脂量多,阴阳离子交换器运行周期匹配困难,使得阴离子交换器的直径过大,运行流速很低。但目前由于弱型树脂及强碱Ⅱ型树脂的技术性能的提高,及其价格的降低,被广泛使用,在进水强酸阴离子与弱酸阴离子比值较大时,可以采用弱碱树脂及强碱Ⅱ型树脂解决这一矛盾,因此在条件允许时应尽量采用串联系统。但在水质变化较大时,采用并联系统可更获得较好的效果。

在多台设备并联时,不采用分组方式,而是在每台交换器进口装设手动阀门调整每台设备的进水流量,保证各台设备流量均匀,也是可行的。

**4.3.4** 在以水帽作为出水装置的阳离子交换器出口应装设树脂捕捉器。如采用其他填料作为阳离子交换器的垫层(如陶粒瓷砂),可有效地阻止细碎树脂漏出体外的,也可不设树脂捕捉器。

最后一级离子交换器(如混床)出口也应装设树脂捕捉器,是防止交换器内部的树脂或垫层填料进入后续工艺系统中,影响运行安全。

**4.3.5** 一般认为含盐量达到 500mg/L 时,采用反渗透装置较为经济。反渗透装置对于处理高含盐量的水质有其他设备无法替代的优点,另外反渗透对于去除水中的 TOC 也是很有用的,对于一些有此要求的处理系统也是理想的工艺。目前随着反渗透技术不断提高,价格降低,反渗透的应用也越来越广泛。由于其无需酸碱,较为环保,且运行操作简便,因此在低含盐量的水处理系统中也可采用反渗透技术。但由于反渗透装置的产水率不如离子交换器高,产生的废水量较大,所以采用何种水处理方案应经技术经济

比较后决定。

**4.3.6** 提高再生液温度或生水加热对于树脂除硅和树脂的硅洗脱率非常有效,均可起到降低交换器出水含硅量的效果。

#### **4.4 石灰软化和离子交换设备**

**4.4.1** 增加了石灰软化系统可选择的设备。在一些石灰系统中采用反应沉淀池,效果很好,其占地小,运行易于控制。水力涡流反应器占地也较小,但仅适用于进水悬浮物较小(如地下水)的情况。

石灰软化澄清器宜选择机械搅拌澄清器或悬浮澄清器。机械搅拌澄清器可达到 1000t/h 出力以上,而悬浮澄清器一般出力较小。

原规范仅在条文说明中提到澄清器设计时要考虑到检修的可能,本次修订中将其明确写入规程中,指明至少设计 2 台为宜。

**4.4.2** 目前过滤池(器)单用水洗效果欠佳,尤其是遇到水质较差或石灰处理系统,滤料结块较为严重,为了保持滤料经常处于清洁状态,在条文中强调应进行空气和水的反洗。

经调查各厂过滤池(器)工作周期约为 12~24h。

北京某厂石灰软化处理系统过滤池采用虹吸滤池,水质不太稳定,操作管理复杂,有时结块,不宜采用。

用于石灰处理系统的过滤器不能使用自反洗的虹吸滤池。

**4.4.3** 明确各类离子交换器台数均不宜少于 2 台。当 1 台设备故障检修时,不会影响对外供水。如对外供水量较小或间断时,可选择制水量较大的设备和较大的存储水箱,不设置检修备用设备。

**4.4.4** 原规范中在程序控制时,可按每昼夜再生 2~3 次设计,但根据调查,目前基本没有将离子交换器设计为每昼夜再生 3 次的,因此删除 2~3 次的要求,改为 1~2 次。因通过采用弱型树脂或反渗透工艺,完全可以做到使交换器每昼夜再生 1~2 次或更长时间再生一次,且可以获得很好的经济效益。

4.4.5 因移动床已被淘汰,不再使用,所以取消了其相关内容。

浮动床应连续运行,如间断运行,起停频繁宜乱床,造成出水水质下降。浮动床树脂在体外清洗,可有效地利用交换器空间,但要求进水悬浮物 $<1\text{mg/L}$ 。

表 4.4.5 中数据是根据设备的设备费和运行费综合评价总结的数据,具体工程中使用何种设备还须根据系统供水水质、水量等要求进行技术经济比较确定。

4.4.6 对弱型树脂适用的进水水质作出了规定。增加了目前广泛采用的双层或双室离子交换器的相关内容。

因逆流再生离子交换器较顺流再生有较多优点,经过多年的运行经验积累总结,其设备设计、运行操作已十分成熟,采用逆流再生的弱型树脂离子交换器也是有其优点的,因此取消了原规范第 3.3.6 条的弱型树脂离子交换器应选用顺流再生的规定,设计中可根据情况选择交换器床型。

4.4.7 删除了原规范附录二附表 2-1 中磺化煤、移动床的项目。

4.4.8 在附录 B 逆流再生离子交换器设计数据表中增加了无顶压工艺,增加了双室固定床、双室浮动床设备的工艺参数表。

对于原规范附录二表中的一些工艺参数进行了修改。

4.4.9 增加了混床的树脂比例要求。删除了磺化煤的相关内容。

4.4.10 明确采用硫酸再生时,再生工艺参数应通过调试确定。并将原规范表 3.3.11 改为资料性附录。

4.4.11 对离子交换器树脂存贮、清洗设施作出了规定。

4.4.12 对于离子交换器的压脂层作出了规定。

交换器压脂层设计是否合适对于设备的正常运行、再生起到很大的作用。有时交换器总是再生效果不好或忽好忽坏,实际是压脂层不够。另外双室床出水水质不好,也是由于压脂层填料选择不当,压脂层采用了非弹性的填料。双室床由于其特殊性,下室在投运初期与失效时树脂的体积不同,如不是弹性填料的话,再生过程中压脂层不能填满下室,整个下室便会乱床达不到预期的再

生效果,特别是阴床最为明显,表现为一级除盐系统的出水电导率总是达不到要求。

目前逆流再生离子交换器多采用无顶压再生方式,只要中排装置小孔流速在  $0.1\sim 0.5\text{m/s}$  和  $100\sim 200\text{mm}$  压脂层,可以正常再生。采用顶压再生的逆流离子交换器压脂层一般在  $150\sim 200\text{mm}$  厚度。

**4.4.13** 除二氧化碳器填料层高度与气体在水中的解析系数有关,而解析系数与填料品种、尺寸、水温、淋洒密度等有关系,因此,应经计算确定。

**4.4.14** 除碳器水箱容积大小应以满足水量调整为原则,不宜过小,删除了原规范  $2\text{min}$  流量的要求。

补充增加了其他水箱的容积确定原则。

**4.4.15** 离子交换器一般采用碳钢衬胶或衬塑内防腐工艺,小型的交换器也有采用环氧玻璃钢材质的。其附属的管道阀门、箱罐等设施应采用相应的防腐措施。选用的防腐衬里不应有污染水质的溶出物。

## **4.5 电渗析、电除盐和反渗透装置**

**4.5.1** 电渗析器随着运行时间延长,由于膜污染、结垢、极化及温度的影响,脱盐率会有所下降,考虑设备的清洗检修,设备出力也应留有一定富余量。

增加了设计反渗透装置出力余量的规定。因反渗透在使用过程中,由于膜污染、结垢等因素需定期清洗或检修,产水量也会有所降低,设计时反渗透装置的出力应留有一定富余量。

反渗透膜水通量不宜选得过高,否则随运行时间延长,膜污堵较快,影响设备运行效果。

考虑电除盐装置的检修等情况,设备出力应留有一定富余量。

电渗析器的数量为 5 台及以下时,宜设 1 台检修备用;当为 5 台以上时,应设 2 台备用。反渗透装置一般不考虑备用,当制水量

较大且装置台数较多时,可设置备用装置。备用反渗透装置应定期进行清洗或几台装置轮流投入运行。通常反渗透装置停运时间不宜超过3天,如长时间停运,会造成膜表面有机物滋生,浓水中亚稳定盐类析出结垢,使反渗透膜性能下降。如制水量大,需要设置备用设备时,应定期清洗停运设备,或将所有设备轮流投入运行,不要使某一台设备处于长期停运状态。

**4.5.2** 电渗析器、反渗透装置应尽量提高水的回收率,可减少废水排放量,有利于节水。但较高的水回收率会增速膜的污堵,或增加设备投资,应进行技术经济比较。

**4.5.3** 根据《电渗析技术——脱盐方法》HY/T 034.4—1994要求,增加了设置专用供水泵或高位水池的稳压措施的内容。

**4.5.4** 该条规定,是为了防止设备停运时,排水管路产生倒虹吸,形成负压,使设备变形。

**4.5.5** 取消了原规范中酸洗用酸液浓度的要求。酸洗液药品、浓度应根据设备实际情况决定。

**4.5.6** 电渗析器的进水流量、压力、温度等参数是保证设备正常运行的重要参数,因此要有相应的保证措施。

**4.5.7** 考虑反渗透装置需要定期清洗,或运行数年后需要更换膜元件,为不影响对外供水,装置台数不宜少于2台。当要求的处理水量很小时,可仅设1台反渗透装置。多套反渗透装置的保安过滤器进水可采用母管制,但过滤器出水到反渗透给水泵、至反渗透本体进水应采用串联连接,以做到各套反渗透的进水流量、压力稳定。

**4.5.8** 反渗透运行初期,要求的运行压力较低,随着运行时间的延长,膜的污堵等因素造成运行压力增加,要维持相同的产水量,须提高给水泵的运行压力,目前大多给水泵设有变频装置,保证水泵的流量恒定。

根据实际运行经验,反渗透装置出口可以有一定的背压,其出水侧可设置高位水箱,但背压不宜过高,一些设备制造商提出装置



出口背压不超过 0.1MPa,即可保证系统正常运行。

**4.5.9** 根据实际运行经验,反渗透装置停运时用进水或淡水进行低压冲洗,将膜浓水区的高含盐量浓水冲出体外,可以有效地保护反渗透膜,延长其使用寿命。

**4.5.10** 对于产品水有特殊要求时,可不设置加药装置,以避免所加药品影响产品水水质。但不加药时,反渗透的水回收率应降低,防止膜的污染结垢。

**4.5.12** 1 台电除盐装置在检修时,仍可对外供水。当要求的供水量很小时,可仅设 1 台电除盐装置。

## 5 药品贮存和计量

### 5.1 一般规定

5.1.1 取消了原规范中由本地供应药品时,贮存量为5~7d的规定

5.1.2 明确了酸碱贮存间应设有安全淋浴器等防护措施。

5.1.3 明确连续运行的计量箱、溶液箱应设有备用的要求。

5.1.4 计量箱容积除应满足正常用量外,留有一定富余量。以便在再生剂浓度变化或再生剂用量变化时,仍满足要求。

5.1.6 计量箱因结构简单且间断运行,所以可不设备用。但若每天有2台交换器需要再生时,应设备用设备。

5.1.7 为避免挥发性药品从呼吸口排出,造成腐蚀或其他伤害,应在呼吸口设置吸收器等设施。如将盐酸箱罐的呼吸口接至酸雾吸收器中,同时可在箱罐内放置阻止酸雾挥发的填料。

### 5.2 石灰

5.2.1 粉状石灰(或氢氧化钙粉)通常用粉仓贮存,当粉料中含有一定量的水分时,会形成架桥现象,使下粉不畅,甚至中断,可采取粉仓上设振荡器、粉仓内加搅拌装置等措施。粉仓上部的排气管应设布袋除尘器等除尘装置。

5.2.2 采用软水配置石灰乳液和冲洗设备管道,是为了防止设备、管道结垢。

5.2.4 目前一些石灰软化系统采用了干粉计量方式运行,特别是使用氢氧化钙粉时,系统运行稳定,不易堵塞,比使用计量泵效果好,易于控制。

### 5.3 凝 聚 剂

**5.3.1~5.3.3** 由于原水水质和出水水质要求的不同,为达到良好的凝聚澄清效果,对选用凝聚剂、助凝剂的品种和剂量应做烧杯试验。

在石灰处理系统中,凝聚剂常用硫酸亚铁或其他铁盐。加入剂量通常为  $15\sim 32\text{mg/L}$ (以  $\text{CaCO}_3$  表示)。溶液浓度为  $5\%\sim 15\%$ ,浓度过小会影响凝聚效果。

助凝剂的种类很多,常用的有聚丙烯酰胺,其剂量最大不宜超过  $2\text{mg/L}$ (要经试验选定),浓度可在  $0.1\%\sim 1\%$  之间。

### 5.4 酸 碱

**5.4.1** 考虑到贮存设备及附件易于腐蚀损坏,需经常检修维护,为保证水处理系统正常运行,不应少于 2 台。当贮存设备检修时,不会影响水处理系统正常对外供水,贮存设备可减少至 1 台。

**5.4.2** 酸碱贮存槽下方地面应设有围堰,当贮槽漏泄时,防止酸碱液外流。

**5.4.3** 删除了原规范中采用液体石蜡密封的要求,因液体石蜡现已很少使用,多采用聚丙烯塑料密封小球。盐酸贮存槽采用液面密封的同时还应设置酸雾吸收器。

**5.4.4** 位于采暖地区室内布置的酸碱贮存槽等设施可不采取加热措施,但应保证室内温度在  $5^{\circ}\text{C}$  以上。

**5.4.5** 用泵输送酸、碱液,比用负压抽吸耗用时间短,泵与槽车间设虹吸罐,向罐内充水可启动输送泵,但当输送浓硫酸时,虹吸罐内不准充水而应用负压抽空法排出虹吸罐内的气体。

负压输送酸、碱液,系统运行安全、方便,但耗用时间较长。

用压缩空气正压输送酸、碱液,某厂曾发生过鼓裂碱槽事故。当压缩空气系统中设有减压和稳定装置,且设备、管路安全可靠时,也可用压缩空气正压输送。

固体碱溶解比较困难,设计中要考虑有溶解措施(如用蒸汽或水喷淋溶解)和机械化搬运设施。

**5.4.6** 采用喷射器再生时,需要设置计量箱。现在也有采用计量泵再生方式的,也可省去计量箱。但计量泵维护工作量大,特别是盐酸计量泵。

## **5.5 盐**

**5.5.1** 盐采用湿法贮存,运行管理方便,设置2台(格)贮存槽,方便定期清洗。

盐用量较少时,采用干法贮存比较简便。

**5.5.2** 工业用盐由于运输、包装等原因比较脏,所以溶解后的盐液应进行过滤。

**5.5.3** 离子交换器用海水再生时,可以用泵从贮水池直接抽吸海水,通过表计控制用量,因此,可不设计量箱。为防止浮游生物或其他杂质进入离子交换器,对海水应设过滤设施。

## 6 控制及仪表

**6.0.1** 目前水处理系统的控制水平完全可以达到非常高的自动化程度,达到无人值守。但其各类元器件和参与自动化运行的部件如阀门、仪表等档次不一,可根据投资情况及用水量大小、是否需要连续运行、运行人员配置情况等因素选择控制水平。

**6.0.2** 取消了原条文中的移动床的相关内容,增加了反渗透等设备的相关内容。

**6.0.3** 母管制并联除盐系统阴离子交换器出口可安装电导率表监督其出水水质,资金允许时也可在阳离子交换器出口安装使用于酸性水的钠表,监督其出水水质。

增加了用于监督混床终点的表计要求及酸碱系统、箱槽等设施应装设的表计,取消了原条文中一些表计仅在采用程控时安装的要求。

对于钠离子交换器一般是根据计算和经验确定设备的周期制水量后,按累计流量确定设备运行终点。弱酸阳离子交换器也可采用这一方法。但同时应人工检测出水水质。

**6.0.4** 对反渗透装置及其系统中应安装的表计加以规定。

**6.0.5** 补充了对电渗析装置及其系统中应安装的表计规定。

**6.0.6** 对电除盐装置及其系统中应安装的表计加以规定。

**6.0.7** 压缩空气气源,是装设气动阀门的水处理系统安全运行的重要条件,因此,要求气源应可靠,为防止气路堵塞和保证阀门操作可靠,工作气体应无油、无水、无尘,并有稳压装置。