

CECS XXXX

---

中国工程建设协会标准

建筑循环冷却水系统水处理工程  
技术规程

Technical specification for building recirculating  
cooling water treatment

(征求意见稿)

中国 XX 出版社

中国工程建设协会标准

建筑循环冷却水系统水处理工程  
技术规程

Technical specification for building recirculating  
cooling water treatment

**CECS XXXXXX**

主编单位：中国建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：XXXXXXXX

中国 XX 出版社

**2019 北京**

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会建标协字[2018]030号文《关于印发〈2018年度第二批工程协会标准制定、修订计划〉的通知》的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程共分九章，主要内容包括：总则、术语和符号、水质标准、循环冷却水处理、循环冷却水补充水处理、排水处理、施工安装、工程验收、运行维护与管理等。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑给水排水专业委员会归口管理，由中国建筑设计研究院有限公司负责具体解释。本规程在使用过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送中国建筑设计研究院有限公司(车公庄大街19号，邮编10044)

**主编单位：**中国建筑设计研究院有限公司

**参编单位：**

**主要起草人：**

**主要审查人：**

# 目 次

1 总 则.....	1
2 符号和术语.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	3
3 基本参数.....	5
3.1 水质标准.....	5
3.2 一般规定.....	6
4 循环冷却水处理.....	10
4.1 一般规定.....	10
4.2 系统设计.....	11
4.3 物理法处理.....	17
4.4 化学法处理.....	18
4.5 生物法处理.....	22
4.6 水源热泵直流冷却水系统.....	23
5 循环冷却水补充水处理.....	25
5.1 一般规定.....	25
5.2 物理处理.....	26
5.3 化学、生物处理.....	26
6 排水处理.....	28
7 施工安装.....	29
7.1 一般规定.....	29
7.2 安装.....	29
8 系统调试及工程验收.....	31
8.1 系统调试.....	31
8.2 系统运行.....	31
8.3 工程验收.....	32
9 运行维护与管理.....	34
9.1 监测、控制和检测.....	34
9.2 管理要求.....	35

本规程用词说明.....	36
引用标准目录.....	37
附：条文说明.....	38

# Contents

1	General provisions.....	1
2	Symbols and terms.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	3
3	Basic parameters.....	5
3.1	Water quality standards.....	5
3.2	General requirement.....	6
4	Recirculating cooling water treatment.....	10
4.1	General requirement.....	10
4.2	System design.....	11
4.3	Physical treatment.....	17
4.4	Chemical treatment.....	18
4.5	Biological treatment .....	22
4.6	Direct cooling water system by water source heat pump.....	23
5	Complementary recirculating cooling water treatment.....	25
5.1	General requirement.....	25
5.2	Physical treatment.....	26
5.3	Chemical and biological treatment.....	26
6	Blowdown treatment.....	28
7	Construction and installation.....	29
7.1	General requirements.....	29
7.2	Installation.....	29
8	Testing of system and acceptance of engineering .....	31
8.1	Testing of system.....	31
8.2	System operation.....	31
8.3	Acceptance of engineering.....	32
9	Operation maintenance and management.....	34
9.1	Monitoring、 control and detection.....	34
9.2	Management requirements.....	35

Explanation of wording in this specification.....36  
List of quoted standards..... 37  
Addition:Explanation of provisions..... 38

# 1 总则

1.0.1 为贯彻国家强化生态保护，推进绿色发展，建设美丽中国的战略，促进建筑集中空调冷却用水的循环利用，保证设备的换热效率和使用年限，控制管道腐蚀，规范建筑循环冷却水系统水处理工程的设计、施工、质量验收、运行维护及管理，做到技术先进、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建、改建工业与民用建筑工程中，以市政给水管网、地表(下)水(江水、河水、海水淡化水)、再生水作为补充水的集中空调循环冷却用水，以及以江水源、海水源、污水源为热泵系统循环冷却用水水处理工程的可研、设计、施工、质量验收、运行维护管理及建筑环境影响评价。

1.0.3 建筑循环冷却水系统水处理工程的设计应与空调、建筑、结构、电气、景观等相关专业及建筑物的物业管理单位密切配合，确保符合节约能源、节约用水、卫生环保、安全可靠、使用舒适等方面的规定。

1.0.4 建筑循环冷却水处理工程应不断吸取国内外先进的生产实践经验和科研成果，积极稳妥地采用新处理设备或技术。

1.0.5 建筑循环冷却水系统水处理工程的设计、施工、验收及运行管理，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 符号和术语

### 2.1 术语

#### 2.1.1 循环冷却水系统 recirculating cooling water system

以水为冷却介质，并循环运行的一种给水系统，由换热设备、冷却设备、处理设施、水泵、管道及其他相关设施组成。

#### 2.1.2 间冷开式循环冷却水系统(间冷开式系统) indirect open recirculating cooling water system

循环冷却水与被冷却介质间接传热，且循环冷却水与大气直接接触散热的循环冷却水系统。

#### 2.1.3 间冷闭式循环冷却水系统(间冷闭式系统) indirect closed recirculating cooling water system

循环冷却水与被冷却介质间接传热，且循环冷却水与冷却介质也是间接传热的冷却循环水系统。

#### 2.1.4 直接蒸发式循环冷却水系统 direct evaporative recirculating cooling water system

通过水的蒸发来冷却空气并加湿空气的循环冷却水系统。

#### 2.1.5 间接蒸发式循环冷却水系统 indirect evaporative recirculating cooling water system

通过水的蒸发来冷却空气，空气在被冷却时未被加湿的循环冷却水系统。

#### 2.1.6 水源热泵直流冷却水系统 direct cooling water system by water source heat pump

冷却水直接从水源取得，经水源热泵机组冷却后排到取水口下游，不再重复使用的冷却供水系统。

#### 2.1.7 开式系统 open system

间冷开式和直冷系统的统称。

#### 2.1.8 药剂 chemicals

循环冷却水处理过程中使用的各种化学品。

#### 2.1.9 污垢热阻值 fouling resistance

换热设备传热面上因沉积物而导致传热效率下降程度的数值，单位为  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

#### 2.1.10 系统水容积 system capacity volume

循环冷却水系统内所有水容积的总和，单位为  $\text{m}^3$ 。

#### 2.1.11 浓缩倍数 cycle of concentration

循环冷却水与补充水含盐量的比值。

#### 2.1.12 预膜 prefilming

以预膜液循环通过换热设备，使其金属表面形成均匀致密保护膜的过程。

#### 2.1.13 旁流水 side stream

从循环冷却水系统中分流并经处理后返回系统的水。

#### 2.1.14 药剂允许停留时间 permitted retention time of chemicals

药剂在循环冷却水系统中的有效时间。

#### 2.1.15 补充水量 amount of makeup water

由于循环冷却水系统运行过程中损失而需要补充的水量。

#### 2.1.16 排污水量 amount of blowdown

在确定的浓缩倍数条件下，需要从循环冷却水系统中排放的水量。

#### 2.1.17 再生水 reclaimed water

污水、雨水及其他各种废水经处理后，达到一定水质标准可进行再利用的水。

#### 2.1.18 深度处理 advanced treatment

对再生水进一步处理。

#### 2.1.19 超滤 ultra filtration

系膜分离技术，过滤精度在 0.01~0.1  $\mu\text{m}$  范围之内。

#### 2.1.20 微滤 micro filtration

系膜分离技术，过滤精度在 0.1~1.0  $\mu\text{m}$  范围之内。

#### 2.1.21 膜法 membrane method

串联使用超滤膜法和反渗透膜法，或单独使用其中一种的过滤方法。

#### 2.1.22 稳定指数 stability index

指 2 倍水的饱和 pH 值和水的实际 pH 值的差值，以此判定水的腐蚀或结垢倾向。

#### 2.1.23 淤泥密度指数(SDI) Silting Density Index,

水中颗粒、胶体和其他能阻塞各种水净化设备的物体含量

## 2.2 符号

$T_d$ ——设计停留时间(h);

$V$ ——系统水容积( $\text{m}^3$ );

$V$ ——循环水系统的水容积( $\text{m}^3$ );

$V_e$ ——循环水泵、换热设备、处理设施等设备中的水容积( $\text{m}^3$ );

$V_p$ ——循环水管道容积( $m^3$ );

$V_k$ ——膨胀罐、水箱或冷却水池的水容积( $m^3$ );

$Q_e$ ——蒸发水量( $m^3/h$ );

$Q_{b1}$ ——强制排污水量( $m^3/h$ );

$Q_{b2}$ ——循环冷却水处理过程中损失水量, 即自然排污水量( $m^3/h$ );

$Q_m$ ——补充水量( $m^3/h$ );

$Q_w$ ——风吹损失水量( $m^3/h$ );

$Q_T$ ——循环水量( $m^3/h$ );

$\Delta t$ ——冷却水供回水温差( $^{\circ}C$ );

$N$ ——浓缩倍数;

$k$ ——气温系数( $l/^{\circ}C$ );

$G_r$ ——首次加药量( $kg$ );

$g$ ——每升循环水的加药量( $mg/L$ );

$Q_b$ —— 排污水量( $m^3/h$ );

$Q_w$ —— 损失水量( $m^3/h$ );

$G_y$ ——系统运行时加药量( $kg/h$ );

$G_o$ ——氧化型杀生剂加药量( $kg/h$ );

$Q_r$ ——循环水量( $kg/h$ );

## 3 基本参数

### 3.1 水质标准

3.1.1 集中空调间接供冷开式循环冷却水系统的水质标准

表 1

检测项	单位	补充水	循环水
pH(25℃)	—	6.5~8.5	7.5~9.5
浊度	NTU	≤10	≤20
			≤10(当换热设备为板式、翅片管式、螺旋板式)
电导率(25℃)	μS/c	≤600	≤2300
钙硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤120	--
总碱度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤200	≤600
钙硬度+总碱度(以	mg/L	--	≤1100
Cl <sup>-</sup>	mg/L	≤100	≤500
总铁	mg/L	≤0.3	≤1.0
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	≤5	≤10
游离氯	mg/L	0.05~0.2(管网末	0.05~1.0(循环回水总管处)
COD <sub>cr</sub>	mg/L	≤30	≤100
异养菌总数	个/mL	--	≤1×10 <sup>5</sup>
有机磷(以 P 计)	mg/L	--	≤0.5

3.1.2 集中空调间接供冷闭式循环冷却水系统的水质标准

表 2

检测项	单位	补充水	循环水
pH(25℃)	—	7.0~9.5	7.5~10
浊度	NTU	≤5	≤10
电导率(25℃)	μS/cm	≤600	≤2000
Cl <sup>-</sup>	mg/L	≤250	≤250
总铁	mg/L	≤0.3	≤1.0
钙硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤300	≤300
总碱度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤200	≤500
溶解氧	mg/L	--	≤0.1
有机磷(以 P 计)	mg/L	--	≤0.5

### 3.1.3 蒸发式冷却循环水系统的水质标准

表 3

检测项	单位	直接蒸发式		间接蒸发式	
		补充水	循环水	补充水	循环水
pH(25℃)	—	6.5~8.5	7.0~9.5	6.5~8.5	7.0~9.5
浊度	NTU	≤3	≤3	≤3	≤5
电导率(25℃)	μ S/cm	≤400	≤800	≤400	≤800
钙硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤80	≤160	≤100	≤200
总碱度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	≤150	≤300	≤200	≤400
Cl <sup>-</sup>	mg/L	≤100	≤200	≤150	≤300
总铁	mg/L	≤0.3	≤1.0	≤0.3	≤1.0
硫酸根离子(以 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	≤250	≤500	≤250	≤500
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	≤0.5	≤1.0	≤5	≤10
COD <sub>cr</sub>	mg/L	≤3	≤5	≤30	≤60
菌落总数	CFU/mL	≤100	≤100	--	--
异养菌总数	个/mL	--	--	--	≤1×10 <sup>5</sup>
有机磷(以 P 计)	mg/L	--	--	--	≤0.5

3.1.4 间接供冷开式循环冷却水系统补充水源应优先选用再生水源。再生水源应包括中水、雨水、冷凝水等非传统水源。

1) 采用再生水作为补充水水源时应根据技术经济比较确定，再生水的设计水质应结合再生水水源远期水质变化综合确定。

2) 再生水水源可靠性不能保证时，应有备用水源。

3.1.5 当补充水水源为地表水、地下水或再生水回用时，应根据循环冷却水水质标准对指标项进行检测与控制。

1) 当补充水水质不满足循环冷却水水质标准时，补充水应作相应的水质处理。

2) 循环冷却水系统应设置相应的循环水水质控制装置。

## 3.2 一般规定

3.2.1 建筑循环冷却水系统应有过滤、缓蚀、阻垢、杀菌、灭藻等水处理措施。

3.2.2 设计循环冷却水系统时应符合下列要求：

- 1) 循环冷却水系统宜采用敞开式，当需要间接换热时可采用密闭式；
- 2) 对于水温、水质、运行等要求差别较大的设备，循环冷却水系统宜分开设置；
- 3) 开式循环冷却水系统的水质应满足被冷却设备的水质要求；
- 4) 设备、管道设计时应能使循环系统的余压充分利用；
- 5) 冷却水的热量宜回收利用；

6) 当建筑物内有需要全年供冷的区域,在冬季气候条件适宜时宜利用冷却塔作为冷源提供空调用冷水。

7) 建筑循环冷却水系统最高水温不宜超过 42℃,且工艺设计应考虑水温的影响。

8) 工程的设计、建设应采取有效的隔声、消声、绿化等降低噪声的措施,噪声和振动控制应符合《动力机器基础设计规范》GB50040 的规定,机房内外的噪声分别符合《工作场所有害因素职业接触限值》GBZ2 和《声环境质量标准》GB3096 的规定。

3.2.3 循环冷却水处理方案设计应包括下列内容:

- 1) 补充水来源、水量、水质及其处理方案;
- 2) 设计浓缩倍数、阻垢缓蚀、清洗预膜处理方案及控制条件;
- 3) 系统排水处理方案;
- 4) 旁流水处理方案;
- 5) 微生物控制方案;
- 6) 嗜肺军团菌控制方案;

3.2.4 循环冷却水量应根据生产工艺所需最高时用水量确定。开式系统给水温度应根据空调专业工艺要求并结合气象条件确定,闭式系统给水温度应结合冷却介质温度确定。

3.2.5 间冷开式、闭式系统循环冷却水回水水温应按工艺要求确定。

3.2.6 旁流处理水量可根据去除悬浮物或溶解固体分别计算。当采用过滤去除悬浮物时,过滤水量宜为冷却循环水量的 1%~5%。

3.2.7 补充水水质资料收集应符合下列规定:

- 1) 补充水为地表水,不宜少于一年的逐月水质全分析资料;
- 2) 补充水为地下水,不宜少于一年的逐月水质全分析资料;
- 3) 补充水为再生水,不宜少于一年的逐月水质全分析资料,并应包括再生水水源组成及其处理工艺等资料;
- 4) 水质分析项目应符合表 1 水质分析项目表的要求。

表 1 水质分析项目表

水样(水源名称):	外观:
取样地点:	水温(℃):
取样日期:	

分析项目	单位	数量	分析项目	单位	数量
K <sup>+</sup>	mg/L		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/L	
Na <sup>+</sup>	mg/L		pH		
Ca <sup>2+</sup>	mg/L		悬浮物	mg/L	
Mg <sup>2+</sup>	mg/L		浊度	NTU	
Cu <sup>2+</sup>	mg/L		溶解氧	mg/L	
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup>	mg/L		游离 CO <sub>2</sub>	mg/L	
Mn <sup>2+</sup>	mg/L		氨氮(以 N 计)	mg/L	
Al <sup>3+</sup>	mg/L		石油类	mg/L	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L		溶解固体	mg/L	
SO <sub>4</sub> <sup>2+</sup>	mg/L		COD <sub>Cr</sub>	mg/L	
CO <sub>3</sub> <sup>2+</sup>	mg/L		总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	
HCO <sup>-</sup>	mg/L		总碱度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)	mg/L	
OH <sup>-</sup>	mg/L		碳酸盐硬度(以	mg/L	
Cl <sup>-</sup>	mg/L		全硅(以 SiO <sub>2</sub> 计)	mg/L	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/L		总磷(以 P 计)	mg/L	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L				

5) 数据分析误差应满足水质分析数据校核的规定:

1) 分析误差 $|\delta| \leq 2\%$ ,  $|\delta|$ 按下式计算:

$$\delta = \frac{\sum(C \cdot n_c) - \sum(A \cdot n_a)}{\sum(C \cdot n_c) + \sum(A \cdot n_a)} \times 100\% \quad (3-2-7-1)$$

式中: C——阳离子毫摩尔浓度(mmol/L);

A——阴离子毫摩尔浓度(mmol/L);

$n_c$ ——阳离子电荷数;

$n_a$ ——阴离子电荷数。

2) pH 值实测误差 $|\delta_{pH}| \leq 2\%$ ,  $|\delta_{pH}|$ 按下式计算:

$$|\delta_{pH}| = |pH - pH'| \quad (3-2-7-2)$$

式中: pH——实测 pH 值;

pH'——计算 pH 值。

对于 pH<8.3 的水质, pH'按下式计算:

$$pH' = 6.35 + \lg[\text{HCO}^-] - \lg[\text{CO}_2] \quad (3-2-7-3)$$

式中: 6.35——在 25°C 水溶液中 H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的一级电离常数的负对数;

$\lg[\text{HCO}^-]$ ——实测 HCO<sup>-</sup>的毫摩尔浓度(mmol/L);

$\lg[\text{CO}_2]$ ——实测 CO<sub>2</sub>的毫摩尔浓度(mmol/L)。

3.2.8 补充水水质应以逐年水质分析数据的平均值作为设计依据, 并以最不利水质校核处理、换

热设备运行参数。

3.2.9 间冷开式系统循环冷却水换热设备的控制条件和指标应符合下列规定：

- 1) 循环冷却水管程流速不宜小于 0.9m/s；
- 2) 当循环冷却水壳程流速小于 0.3m/s 时，应采取防腐涂层、反向冲洗等措施；
- 3) 设备传热面水侧污垢热阻值应小于  $3.44 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ；
- 4) 碳钢设备传热面水侧粘附速率应小于  $15 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})$ ；
- 5) 碳钢设备传热面水侧腐蚀速率应小于  $0.075 \text{ mm}/\text{a}$ ，铜合金和不锈钢设备传热面水侧腐蚀速率应小于  $0.005 \text{ mm}/\text{a}$ 。

3.2.10 闭式系统设备传热面水侧污垢热阻值应小于  $0.86 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

3.2.11 建筑循环冷却水的浓缩倍数宜控制 3.0~4.0 之间，当补充水水质具有严重腐蚀性时，浓缩倍数可按高限取值；

3.2.12 浓缩倍数可按下式计算：

$$N = \frac{Q_m}{Q_b + Q_w} \quad (3-2-12-4)$$

式中：N——浓缩倍数；

$Q_m$ ——补充水量( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$Q_b$ ——排污水量( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$Q_w$ ——风吹损失水量( $\text{m}^3/\text{h}$ )



# 4 循环冷却水处理

## 4.1 一般规定

4.1.1 建筑冷却水系统分为直流供水系统和循环冷却水系统。当建筑物内有需要全年供冷的区域，在冬季气候条件适宜时宜利用冷却塔作为冷源提供空调用冷水。当建筑物附近水源充足或再生水达到循环冷却水水质标准时，宜采用热泵直流循环冷却水系统。

4.1.2 建筑循环冷却水系统应进行缓蚀、阻垢处理；处理工艺可采用物理处理、化学处理、生物处理。

4.1.3 建筑循环冷却水应根据循环水量及水质、设备材质及运行条件等因素，全面考虑腐蚀、结垢、菌藻及水生物的滋生因素，选用节水效率高、环境友好、使用安全的水处理技术和水处理药剂，提高循环冷却水的重复利用率。

4.1.4 建筑循环冷却水系统应选择技术先进、能耗低、自用水耗少的水处理设备。

4.1.5 建筑循环冷却水系统中微生物及腐蚀控制指标应满足以下要求：

表 4-1-1 建筑循环冷却水系统中微生物及腐蚀控制指标

项目	国家控制指标	单位
腐蚀速度	<5	mpv
异养菌	$<5 \times 10^5$	CFU/ml
真菌	<10	CFU/ml
硫酸还原菌	<50	CFU/ml
铁细菌	<100	CFU/ml
黏泥量	<4	CFU/ml
环保控制	排污水符合 GB8978-1996《污水综	ml/m <sup>3</sup>

4.1.6 间接供冷开式循环冷却水系统及蒸发式循环冷却水系统应设置微生物控制处理设施。

4.1.7 循环冷却水水容积不宜低于循环水量的 10%。当设计的循环冷却水水容积小于循环水量的 10%时，宜设置冷却水池。

4.1.8 间歇运行的开式冷却水系统，冷却塔集水盘或集水箱的有效存水容积，应大于湿润冷却塔填料等部件所需水量与停泵时靠重力流入的管道内的水容量之和。当选用成品冷却塔水泵时，应对集水盘容积进行核算，当不满足要求时，应加大集水盘深度或另设集水池。

4.1.9 建筑循环冷却水系统管道设计应符合下列规定：

- 1) 循环干管管径小于等于 250mm 时，流速应为 1.5~2.0m/s；循环干管大于 250mm 而小于 500mm 时，流速应为 2.0~2.5m/s；循环干管管径大于等于 500mm 时，流速应为 2.5~3.0m/s；
- 2) 换热设备循环水接管应设旁通管或旁通管接口；

3) 循环水系统的补充水管径和排水管径应根据排净、清洗、预膜置换时间要求确定，置换时间不宜大于 8h；补充水管和排污水管应设置流量计量仪表，并设置旁通管；

4) 管径大于或等于 800mm 的循环冷却水管道宜设检修人孔；

5) 循环水管道系统的低点宜设置泄水阀，闭式循环水管道系统的最高点宜设置排气阀。

4.1.10 冷却循环水量时需根据空调负荷、空调设备要求的冷却循环水量及空调机的选型确定。负荷法计算冷却水量公式如下：

$$Q_1=0.8RT \quad (4-1-10-1)$$

$$Q_2=(1.0-1.1)RT \quad (4-1-10-2)$$

式中：Q<sub>1</sub>——机械式制冷(离心式、螺杆式、往复式制冷机)冷却循环水量，m<sup>3</sup>/h；

Q<sub>2</sub>——热力式制冷(单、双效溴化锂吸收式制冷机)冷却循环水量，m<sup>3</sup>/h；

RT——冷却水量，m<sup>3</sup>/h。

4.1.11 当设置冷却水集水箱、且必须设置在室内时，宜设置在冷却塔的下层，且冷却塔最底部和水箱最底部高差不得超过 10m。

4.1.12 循环冷却水系统应设置在线电导率仪、pH 计和氧化还原电位表，在线监测循环水质和控制浓缩倍数。电导率仪安装在循环水旁滤水处理器的进水管道上，pH 计和氧化还原电位表均装在循环水泵出口靠近旁滤水处理器的位置。三种监测数值均体现在旁滤水处理控制柜上。

## 4.2 系统设计

### 4.2.1 设备设施要求

4.2.1.1 开式系统循环冷却水的设计停留时间不应超过药剂的允许停留时间，闭式循环水系统设计停留时间为 100 h，开式循环水系统设计停留时间可按式(4-2-1-1)计算：

$$T_d = \frac{V}{Q_b + Q_w} \quad (4-2-1-1)$$

式中：T<sub>d</sub>——设计停留时间(h)；

V——系统水容积(m<sup>3</sup>)；

Q<sub>b</sub>——排污水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>w</sub>——损失水量(m<sup>3</sup>/h)。

4.2.1.2 间冷开式循环水系统的水容积按式(4-2-1-2)计算：

$$V = V_e + V_p + V_k \quad (4-2-1-2)$$

式中：V——循环水系统的水容积(m<sup>3</sup>)；

$V_e$ ——循环冷却水泵、换热设备、处理设施等设备中的水容积( $m^3$ );

$V_p$ ——循环水管道容积( $m^3$ );

$V_k$ ——膨胀罐、水箱或冷却水池的水容积( $m^3$ )。

4.2.1.3 间冷闭式系统水容积可按(4-2-1-3)计算:

$$V=V_r+V_e+V_p+V_k \quad (4-2-1-3)$$

式中:  $V_r$ ——空调系统工艺设备内的水容积( $m^3$ );

4.2.1.4 浓缩倍数按(4-2-1-4)计算:

$$N = \frac{Q_m}{Q_b + Q_w} \quad (4-2-1-4)$$

式中:  $N$ ——浓缩倍数;

$Q_m$ ——补充水量( $m^3/h$ );

$Q_b$ ——排污水量( $m^3/h$ );

$Q_w$ ——风吹损失水量( $m^3/h$ );

## 4.2.2 清洗和预膜

4.2.2.1 循环冷却水系统开车前应对系统进行化学清洗和预膜。应根据换热设备传热表面的污垢腐蚀情况及生产工艺状况,选择相应的清洗剂和清洗方式。预膜剂及预膜方案应根据换热设备的材质、水质、温度等条件确定。

4.2.2.2 化学清洗后应立即进行预膜处理。循环冷却水系统清洗、预膜水应通过旁路直接回到冷却塔集水池。

4.2.2.3 以下情况下应进行化学清洗:

- 1) 新系统投运前。
- 2) 冷却循环水系统由于循环冷却水处理效果不能满足生产工艺要求,影响产量、质量时。
- 3) 冷却水系统大修后。
- 4) 循环冷却水系统发生突发事故后

4.2.2.4 化学清洗步骤为:水冲洗、脱脂处理、黏泥剥离、除垢清洗、除锈处理。

4.2.2.5 新冷却循环系统,水冲洗时应不上冷却塔,不进水冷器。若不能循环,应安装临时管线。采用边排污、边补水的方式,冲洗至浊度 $<30NTU$ 后,再上冷却塔,进水冷器,继续采取边排污、边补水方式连续冲洗,至浊度 $<20NTU$ 为止。必要时系统排空。水清洗应符合下列规定:

- 1) 管道内的清洗流速不应低于  $1.5m/s$ ;
- 2) 首次使用的建筑冷却水系统清洗水应从换热设备的旁路管通过。

4.2.2.6 脱脂处理适用于新建或大修后冷却水装置开车，水洗至浊度 $< 20\text{NTU}$ 后，加入脱脂清洗剂，进行脱脂清洗，清洗过程中监测水中浊度并维持 2h-4h 不变或有下降时，即为脱脂清洗终点。

#### 4.2.2.7 黏泥剥离处理

适用于冷却水系统因生物污垢等障碍影响水冷设备热交换效果、生产装置开车后或清洗后不久系统发生物料泄漏而产生大量菌藻繁殖，影响水冷设备热交换效果时。

##### 1) 泥剥离剂种类

氧化性杀菌剂和非氧化性杀菌剂。

##### 2) 泥剥离清洗辅助剂

配合氧化性杀菌剥离剂的辅助剂有清洗缓蚀剂等；

配合非氧化性杀菌剥离剂(表面活性剂)辅助剂有消泡剂、渗透剂等；

辅助剂不可和杀菌剂产生拮抗作用。

3) 杀菌剥离清洗终点判定，以水中浊度达到最高并维持 2h- 4h 或有下降趋势时即为黏泥剥离清洗终点。

#### 4.2.2.8 除垢清洗应满足如下要求：

1) 杀菌剥离清洗后，置换至浊度 $< 20\text{NTU}$ ，冷却水系统中投加以除垢为目的的化学清洗剂，并按清洗要求，降低或提高 pH，在冷却水运行温度下清洗。

2) 除垢清洗剂按清洗方案确认的浓度投加。

3) 清洗时的 pH 控制范围应根据服务方清洗剂的特点，控制在最佳范围内。

##### 4) 除垢清洗辅助剂

a 清洗缓蚀剂:碳钢缓蚀剂、铜缓蚀剂。

b 消泡剂。

5) 除垢清洗终点判断:在冷却水 pH 维持不变的情况下，冷却水的钙硬度或总硬度维持 2h 不变或下降时，即为除垢清洗终点。

#### 4.2.2.9 除锈处理应满足如下要求：

1) 除锈清洗剂按清洗方案确定的浓度投加。

2) 选用的除锈剂如和除垢清洗剂产生拮抗作用，应适当排污置换后再投加除锈剂。

3) 除锈处理时，依据实验室试验和现场经验，在除锈清洗剂基础上，再适量增加清洗辅助剂，如清洗缓蚀剂、消泡剂、渗透剂、分散剂等以增加清洗效果和控制金属腐蚀速率和抑制泡沫产生。

4) 除锈处理终点判定，在清洗方案工艺条件下，水中总铁、浊度、 $\text{Ca}^{2+}$ 达到稳定趋向平稳，且 2-4 h 不再升高或出现下降时，即可认为清洗已达到终点。

5) 置换至预膜允许的水质条件。

4.2.2.10 以下情况下应进行预膜处理：

- 1) 新装置开车时。
- 2) 系统化学清洗后。
- 3) 大修后开车。
- 4) 系统停车 72 h 以上，未进行保膜处理的。
- 5) 系统物料泄漏造成冷却水 pH 变化时。

4.2.2.11 预膜基本条件如下：

- 1) 一个清洁、活化的金属表面。
- 2) 有足够的溶解氧
- 3) 冷却水浊度 $< 10\text{NTU}$
- 4) 总铁 $< 2\text{mg/L}$ ,
- 5) 合理的预膜方案
- 6) 适宜的 pH 控制范围

4.2.2.12 预膜处理步骤如下：

- 1) 分析水中浊度、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等金属离子。
- 2) 水质符合基本要求后，按方案投加预膜剂，并分析水中预膜剂应达到预膜方案要求，并调节冷却水 pH 至工艺要求范围。
- 3) 预膜过程中分析浊度，当浊度 $> 20\text{NTU}$ 时应投加预膜辅助剂，降低浊度至 $< 20\text{NTU}$ ，确保预膜正常进行。
- 4) 为了防止产生结垢，热态预膜剂量比冷态预膜时剂量低，热态预膜过程较长，循环水在运行中有各种损耗，为了保证热态预膜，必须定时分析预膜剂浓度并及时补足剂量，确保热态预膜正常进行。
- 5) 预膜终点确认，以预膜剂投入后，pH 调节至工艺范围，检查方法按 HG/T3523 的要求，处理过的 20 号碳钢监测挂片，预膜过程中，经常观察监测挂片，当监测挂片上出现明显蓝紫色色晕时即为预膜终点。

4.2.2.13 清洗预膜药剂可直接投加到冷却水池(或冷却塔集水盘)中，其投加量可按下式计算：

$$G = \frac{V \cdot C}{1000} \quad (4-2-2-1)$$

式中：G——投加量(kg)；

V——系统保有水量(m<sup>3</sup>)；

C——清洗预膜药剂投加浓度(mg/L)

4.2.2.14 出现下列条件之一者，也应及时安排化学清洗、预膜并对技术处理进行调整

- 1) 换热设备传热面水侧污垢热阻值超过本规范处理方案进行调整；
- 2) 换热设备传热面水侧黏附速率大于本规范的规定；
- 3) 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀率超过本规范规定的限定值。

#### 4.2.3 加药间及药品库

4.2.3.1 加药设备间与化学药品储存库，宜为各自独立且又毗邻的独立房间。

4.2.3.2 加药装置的净间距不宜小于 0.80m,操作通道的宽度不宜小于 1.00m。

4.2.3.3 加药间和药品库应有良好的通风。当为机械通风时，宜为独立的系统，且排风口应远离其他排风口不小于 10.0m 。

4.2.3.4 根据化学药品性质应采取防热或防冻措施，并应有给水和排水条件。

4.2.3.5 墙面、地面和门窗均应为耐腐蚀材料。

4.2.3.6 房间高度不宜小于 3.0m 。

4.2.3.7 化学药品的存放应符合下列规定：

- 1) 不同品种的化学药品应分开存放，相互间应留有不小于 1.00m 的通道，并应遵守化学药品的产品说明。
- 2) 不同品种的化学药品应放入不同的容器中，并应有清晰明显的药品名称和标志。
- 3) 不同品种的化学药品应放置在平台上、垫板上或柜架内，不得堆放在地面上。
- 4) 液体化学药品不得倒置存放。

4.2.3.8 不同化学药品的容器和用具不得互相混用。

4.2.3.9 加药方式应符合如下要求：

- 1) 间接加药：每班/每天 1~2 次，人工向塔池倾倒或用输送泵定量间歇性加入系统。
- 2) 连续加药：将所用药剂溶成一定浓度的溶液，定量的连续地加入系统。加药设备为计量泵式(由槽罐、搅拌器、液位计、计量泵组成)。
- 3) 自动控制加药：除了根据设定的加药量，将药剂准确、定量、比例式的投加外，还可以感应系统本身发生某些特殊信号，对加药量的增减作出相应的调整，保证系统中药剂适量。

#### 4.2.4 旁流水处理

4.2.4.1 建筑循环冷却水处理设计中有下列情况之一时，应设置旁流水处理设施：

- 1) 循环冷却水在循环过程中受到污染，不能满足循环冷却水水质标准的要求；
- 2) 经过技术经济比较，需要采用旁流水处理以提高设计浓缩倍数；
- 3) 循环冷却水循环水量大于 2500m<sup>3</sup>/h 时；

4.2.4.2 旁流水处理设计方案应根据循环冷却水水质标准，结合去除的杂质种类、数量等因素综合比较确定。

4.2.4.3 当采用旁流水处理去除碱度、硬度、某种离子或其他杂质时，其旁流水量应根据浓缩或污染后的水质成分、循环冷却水水质标准和旁流处理后的水质要求等确定，可按下式计算：

$$Q_{si} = \frac{Q_m \cdot C_{mi} - (Q_b + Q_w) \cdot C_{ri}}{C_{ri} - C_{si}} \quad (4-2-4-1)$$

式中：Q<sub>si</sub>——旁流处理水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>m</sub>——补充水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>b</sub>——排污水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>w</sub>——风吹损失量(m<sup>3</sup>/h)；

C<sub>mi</sub>——补充水某项成分含量(mg/L)；

C<sub>ri</sub>——循环冷却水某项成分含量(mg/L)；

C<sub>si</sub>——旁流处理后水的某项成分含量(mg/L)。

4.2.4.4 间冷开式系统旁流水处理按下列规定执行：

1) 间冷开式系统宜设有旁流处理设施，小型或间断运行的循环冷却水系统应视具体情况确定；

2) 间冷开式系统旁流水量可按下式计算：

$$Q_{sf} = \frac{Q_m \cdot C_{ms} + K_s \cdot A \cdot C - (Q_b + Q_w) \cdot C_{rs}}{C_{rs} - C_{ss}} \quad (4-2-4-2)$$

式中：Q<sub>sf</sub>——旁流水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>m</sub>——补充水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>b</sub>——排污水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>w</sub>——风吹损失量(m<sup>3</sup>/h)；

C<sub>ms</sub>——补充水悬浮物含量(mg/L)；

A——冷却塔空气流量(m<sup>2</sup>/h)；

C——循环冷却水悬浮物含量(mg/L);

$C_{rs}$ ——一滤后水悬浮物含量(mg/L);

$C_{ss}$ ——空气含尘量( $g/m^3$ );

$K_s$ ——悬浮物沉降系数, 可通过试验确定; 当无资料时可选用 0.2。

3) 间冷开式系统旁流水量宜为循环水量的 1%~5%, 对于多沙尘地区或空气灰尘指数偏高地区可适当提高。

4.2.4.5 全流量处理工艺宜设置旁通, 旁流量处理工艺不宜设置旁通。

4.2.4.6 当循环水主管径 $<600mm$ 时, 宜采用全滤处理方式(循环水 100%过滤), 安装在系统主管道上, 采用旁通式安装。当循环水主管径 $\geq 600mm$ 时, 宜采用旁滤处理方式, 处理设施安装在旁流管道上。

4.2.4.1 旁滤水处理设计方案应根据循环冷却水水质标准, 结合去除的杂质种类、数量等因素综合比较确定。

4.2.4.7 旁流水处理宜采用多功能旁滤装置、无阀过滤器, 也可以根据设计需要选用其他旁流过滤器。

### 4.3 物理法处理

4.3.1 物理法处理循环冷却水只适用于产生碳酸盐垢型的水质, 当水中的主要结垢成分是硅酸盐垢时, 宜采用其他处理技术。

4.3.2 物理法对建筑循环冷却水进行阻垢缓蚀、杀菌灭藻处理主要方法包括电处理技术(静电水处理技术、电子水处理技术)、磁化水处理技术。

4.3.3 不同类型处理器适用水质应满足如下表:

表 4-3-1 不同类型物理处理器使用水质表

参数\类型	电子水处理器	静电水处理仪	内磁式水处理器
水温	$\leq 105^{\circ}C$	$\leq 80^{\circ}C$	$\leq 80^{\circ}C$
流速	/	/	1.5~3.5m/s
水质	$\leq 550mg/L(CaCO_3)$	$\leq 750(CaCO_3)$	总盐量 $<3000mg/L$

4.3.4 静电处理仪和电子水处理器应垂直安装, 进水口在下, 出水口在上。

4.3.5 静电处理仪和电子水处理器距较大容量电器( $>20kw$ )的最小间距为 5m, 如无法满足时, 应在仪器与电器之间设置屏蔽和接地装置。

4.3.6 循环冷却水经过静电处理仪和电子水处理器时应满足仪器要求停留时间。

4.3.7 内磁式水处理器处理的水流速应不低于 1.5m/s。



4.3.8 物理法处理应设置连续排污，连续排污的量控制在 0.5~1.0%左右。

4.3.9 静电水处理器和电子水处理器可在装两台并联水泵或者换热器等的出水干管上，但当循环水和补充水分开流入系统时，应在循环水和补充水管道上分别设置静电水处理器和电子水处理器。

4.3.10 循环冷却水的微生物物理处理设施应根据循环水量、水容积、水质、水温、压力综合确定，可采用氧化还原电位技术和亚音频波技术进行处理。

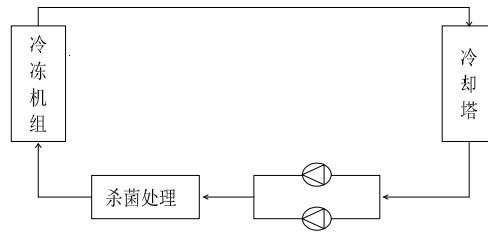


图 4-3-1 微生物控制应用系统流程图

4.3.11 循环冷却水系统冷水机组可设置全自动毛刷在线清洗系统进行物理除垢处理，保持换热器内壁洁净，全自动毛刷在线清洗系统不应影响主机的正常运行；板式换热器应设置全自动板换反冲洗装置。

4.3.12 嗜肺军团菌物理法处理应满足如下要求：

- 1) 建筑循环冷却水系统宜设置嗜肺军团菌处理装置，该装置运行时嗜肺军团菌不得检出，并需取得国家疾病预防控制中心的杀菌性能检验报告。
- 2) 嗜肺军团菌处理装置应根据循环水量、水容积、水温、压力综合确定，并应设置备用嗜肺军团菌处理装置。
- 3) 嗜肺军团菌处理装置应采取旁流处理工艺，进水端应与循环冷却水供水总管相连接，出水端应与循环冷却水回水总管相连接。
- 4) 嗜肺军团菌处理装置日处理能力不低于水系统水容积的 15%。
- 5) 嗜肺军团菌处理装置应设有水质取样口。

## 4.4 化学法处理

4.4.1 化学法处理向水中投加的水质稳定剂包括阻垢缓蚀剂、杀菌剂及其配套的清洗剂等。

4.4.2 建筑循环冷却水阻垢缓蚀处理宜优先选用化学法处理设施；当循环水系统运行压力、温度、水质及应用系统等条件超出物理处理设施适用的产品国家或行业标准使用条件时，不应选用物理处理设施。

4.4.3 循环冷却水的阻垢缓蚀处理药剂配方宜经动态模拟试验和技术经济比较确定，或根据水质

和工况条件相类似的工程运行经验确定。

4.4.4 投加的水质稳定剂配方，应进行水质分析，经动态模拟实验和经济比较确定。动态模拟实验应结合下列因素进行：

- 1) 补充水水质；
- 2) 污垢热阻值；
- 3) 粘附速率；
- 4) 腐蚀速率；
- 5) 浓缩倍数；
- 6) 换热设备材质；
- 7) 换热设备传热面的冷却水侧壁温；
- 8) 换热设备内水流速；
- 9) 循环冷却水温度；
- 10) 药剂稳定性及环境的影响。

4.4.5 化学法阻垢缓蚀处理设施应配置计量泵、储药桶、药剂、搅拌器和自动控制箱，具备自动监测循环水质指标、自动投加药剂的功能。储药桶有效容积应不低于 7 天的加药量。

4.4.6 化学法阻垢缓蚀处理设施加药点，宜设置在靠近冷却塔集水盘的循环回水总管上或旁流过滤设施的出水端上。

4.4.7 阻垢缓蚀药剂应选择高效、低毒、化学稳定性及对环境影响小、复配性能良好的水处理药剂，并优先使用可生物降解性水处理药剂，严格限制使用有毒、有害的水处理药剂；当采用含锌盐药剂配方时，循环冷却水中的锌盐含量应小于 2.0mg/L(以 Zn 计)。循环冷却水系统中有铜合金换热设备时，水处理药剂配方应有铜缓蚀剂。

4.4.8 如化学法处理后的循环冷却水的 pH 值不符合要求，应对循环冷却水进行酸碱调节。

4.4.9 闭式系统设置有旁流混合阴阳离子交换器时，不应加缓蚀剂。

4.4.10 阻垢缓蚀剂种类及适用水质应满足表 4-4-1

表 4-4-1 阻垢缓蚀剂种类及适用水质

水系分类	该水系自来水主要水质指标	适用阻垢缓蚀剂类型		系统水质控制指标
		药剂主要配方成分	投加浓度 mg/L	
I 类 南方地表水	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 25~75mg/L 碱度: 25~50mg/L Cl <sup>-</sup> : <50mg/L 浊度: <5mg/L 电导率: <350 μ S/cm	多元醇磷酸酯, 锌盐, 铜缓蚀剂	40~60	不调 pH 浓缩倍数 3~5
		钼酸钠, 锌盐, 铜缓蚀剂	40~60	不调 pH 浓缩倍数 3~5
II 类 长江水系(含北方水库水、地表水)	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 75~125mg/L 碱度: 75~100mg/L Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : <100mg/L 浊度: <5mg/L 电导率: <250~400 μ S/cm	有机磷, 锌盐三元共聚, 铜缓蚀剂	50~70	不调 pH 浓缩倍数 3~5
		有机磷, 锌盐三元共聚, 铜缓蚀剂	50~70	不调 pH 浓缩倍数 3~5
III 类 高硬低盐地下水	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 200~3000mg/L 碱度: 200~400mg/L Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : <40mg/L 浊度: <5mg/L	有机磷, 铜缓蚀剂, 分散剂	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3.5
		膦羧酸, 铜缓蚀剂, 分散剂	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3.5
IV 类 高硬高盐水	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 250~625mg/L 碱度: 200~420mg/L Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : <1000mg/L 浊度: <5mg/L 电导率: <750 μ S/cm	膦羧酸, 铜缓蚀剂, 分散剂, 锌盐	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3
		有机磷, 铜缓蚀剂, 分散剂, 锌盐	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3
V 类 低硬高盐水	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 25~75mg/L 碱度: 200~420mg/L Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : <1000mg/L 浊度: <5mg/L 电导率: <750 μ S/cm	膦羧酸, 铜缓蚀剂, 分散剂, 锌盐	80~100	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3
		多元醇磷酸酯, 膦羧酸, 铜缓蚀剂, 分散剂, 锌盐	60~100	不调 pH 浓缩倍数 2.5~3
VI 类 低硬高碱高盐水	pH: 7 左右 Ca <sup>2+</sup> : 25~75mg/L 碱度: 500~700mg/L Cl <sup>-</sup> +SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> : <1000mg/L 浊度: <5mg/L 电导率: <750 μ S/cm	多元醇磷酸酯, 膦羧酸, 铜缓蚀剂, 分散剂, 锌盐	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2~2.5
		有机磷酸盐, 钼酸盐, 铜缓蚀剂, 分散剂	60~80	不调 pH 浓缩倍数 2~2.5

注: 碱度以 CaCO<sub>3</sub> 计。

4.4.11 循环水系统阻垢缓蚀剂的首次加药量, 可按式(4-4-11-1)计算:

$$G_f = \frac{v \cdot g}{1000} \quad (4-4-11-1)$$

式中：G<sub>f</sub>——首次加药量(kg)；

V——系统水容积(m<sup>3</sup>)；

g——每升循环水的加药量(mg/L)。

4.4.12 开式循环冷却水系统运行时，阻垢缓蚀剂加药量可按式(4-4-12-1)计算：

$$G_f = \frac{(Q_b + Q_w) \cdot g}{1000} \quad (4-4-12-1)$$

式中：G<sub>f</sub> ——系统运行时加药量(kg/h)；

Q<sub>b</sub>—— 排污水量(m<sup>3</sup>/h)；

Q<sub>w</sub>—— 损失水量(m<sup>3</sup>/h)；

g——每升循环水的加药量(mg/L)。

4.4.13 闭式循环冷却水系统运行时，阻垢缓蚀剂加药量可按式(4-4-13-1)计算：

$$G_f = \frac{Q_w \cdot g}{1000} \quad (4-4-13-1)$$

式中：G<sub>f</sub>——系统运行时加药量(kg/h)；

Q<sub>w</sub>——损失水量(m<sup>3</sup>/h)；

g——每升循环水的加药量(mg/L)。

4.4.14 敞开式循环冷却水系统菌藻控制宜采用氧化型杀生剂为主，非氧化型杀生剂为辅。杀生剂的选择应通过经济技术比较及使用效果确定。

4.4.15 不同氧化型杀生剂用法如表 4-4-2 所示：

表 4-4-2 氧化型杀生剂种类

药剂名称	投加浓度 C <sub>n</sub> /mg/L	间隔时间
氯液	1.5	1 天 1 次
二氧化氯(有效成分>2%)	70	2 天 1 次
活化剂	70	2 天 1 次
液体活性溴	4~5	2 天 1 次
10%次氯酸钠溶液	15~20	1 天 1 次
固体活性溴(有效成分>20%)	5~7	1 天 1 次

4.4.16 氧化型杀生剂宜采用冲击式投加。

1) 液氯应用加氯机投加到冷却水池，不允许采用液氯钢管与水体直接相连投加，并将液氯钢瓶与加氯机分开；加氯管可采用橡胶管或塑料管；

2) 二氧化氯可用计量泵将杀菌剂和活化剂按 1:1 的比例通过紫铜钢管或塑料管混合(1~2min)后投加到冷却水池或水箱的分布管中。

3) 固体活性溴可直接投加到冷却水池(或冷却塔集水盘)中；也可配制成液体通过紫铜管或

塑料管投加到冷却水泵吸水管段。

4.4.17 投加氧化型杀生剂应符合：

- 1) pH 不宜过高，应保持余氯在要求范围内；
- 2) 沉淀与水中的污泥应及时排除；
- 3) 含油量大的水不宜用氯杀生剂，油对氯具有吸附作用；
- 4) 防止碱性物质的泄露，如氨；
- 5) 注意药剂与氯的反应；
- 6) 液氯应用加氯机投加到冷却水池，不允许采用液氯钢管与水体直接相连投加，并将液氯钢瓶与加氯机分开；加氯管可采用橡胶管或塑料管；

4.4.18 除二氧化氯余氯浓度应控制在 0.2~0.5mg/L 外，其余药剂余氯量应控制在 0.5~1.0mg/L，投加量按下列公式计算：

$$G_c = \frac{Q \cdot C_g}{1000} \quad (4-4-18-1)$$

式中：G<sub>c</sub>——氧化型杀生剂加药量(kg)；

Q——系统循环水量(m<sup>3</sup>)；

C<sub>g</sub>——投加浓度(mg/L)。

4.4.19 不同非氧化型杀生剂用法如表 4-4-3 所示：

表 4-4-3 非氧化型杀生剂种类

药剂主要配方成分	投加浓度 C <sub>n</sub> /mg/L	间隔时间
十四烷基二甲基苄基氯化铵(有效成分>10%)	100	10 天 1 次
十四烷基二甲基苄基氯化铵(有效成分>44%)	100	10 天 1 次
异噻唑啉酮(有效成分>1.5%)	60	10 天 1 次
SQ <sub>8</sub>	40	10 天 1 次
十六烷基二甲基(2-亚硫酸)乙基苄基氯化铵(有效成分>20%)	80	10 天 1 次
双季铵盐杀生剂(有效成分>20%)	20	10 天 1 次

4.4.20 非氧化型杀生剂可直接投加到冷却水池(或冷却塔集水盘)，投加量可按式计算：

$$G_n = \frac{V \cdot C_n}{1000} \quad (4-4-20-1)$$

式中：G<sub>n</sub>——非氧化型杀生剂投加量(kg)；

V——系统保有水量(m<sup>3</sup>)；

C<sub>n</sub>——每升循环冷却水非氧化型杀生剂加药量(mg / L)。

## 4.5 生物法处理

4.5.1 生物法对循环冷却水进行阻垢缓蚀、杀菌灭藻处理主要采用生物酶水质稳定剂。生物酶

主要由特选生物种群和酶组成。

4.5.2 生物酶初次投加量应为冷却水保有水量的 0.01%~0.05%

4.5.3 生物酶的投加方式即直接将所需剂量的生物酶水质稳定剂倒入冷却水池即可，无需特殊的投加设备。

4.5.4 生物酶水质稳定剂投加频率应根据每个月水质分析，以设计药量添加一次即可。

4.5.5 生物酶水质温度剂的使用应保证循环冷却水系统每天至少连续循环 6~8h

## 4.6 水源热泵直流冷却水系统

4.6.1 水源热泵直流冷却水系统包括：系统设计、水质处理。

4.6.2 水源热泵直流冷却水水源水质资料收集应符合下列规定：

1) 水源为地表水，不宜少于一年的逐月水质分析全资料；

2) 水源为地下水，不宜少于一年的逐季水质分析全资料；

3) 补充水源为再生水，不宜少于一年的逐月水质分析全资料，并应包括再生水源组成及其处理工艺等资料；

4.6.3 水质分析项目应符合换热设备或热泵机组对水质要求的水质项。

4.6.4 水源水质应以逐年水质分析数据的平均值作为设计依据，以最不利水质校核设备能力。

4.6.5 水源热泵直流冷却水处理系统，应采用物理法处理。直流冷却水在取水口应设计大颗粒杂质去除设施，直流冷却水泵出水端应设置初效过滤设施。采用设置杀生剂投加装置的化学处理方式时。

4.6.6 水源热泵直流冷却水经处理后的水质应符合换热设备、热泵机组对水质的要求。

4.6.7 水源热泵直流冷却水系统运行前应进行水清洗。

4.6.8 闭式冷却塔、地源热泵地埋管冷却水系统宜采用物化法和化学法处理。

4.6.9 再生水水源热泵直流冷却水系统宜采用下列处理流程：

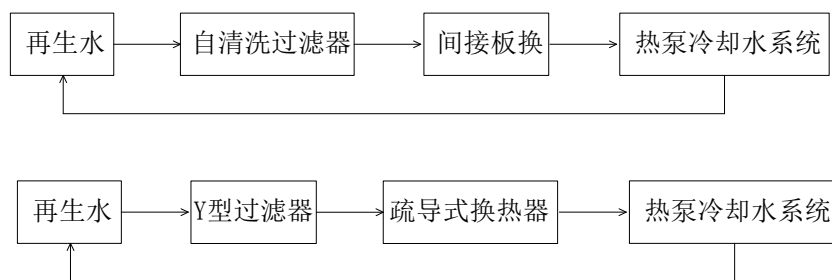


图 4-6-1 系统处理流程图

4.6.10 江水水源热泵直流冷却水系统

- 1) 当江水浊度符合冷却水质要求时，冷却水系统宜采用物化法综合处理。
- 2) 当江水浊度不符合冷却水质要求时，江水应进行预处理至浊度符合冷却水质要求。

4.6.11 海水水源热泵直流冷却水系统宜采用下列处理流程：

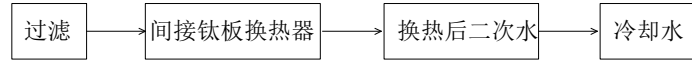


图 4-6-2 系统处理流程图

# 5 循环冷却水补充水处理

## 5.1 一般规定

5.1.1 建筑循环冷却水系统补充水处理设计方案应根据补充水量、补充水水质、循环冷却水的水质指标、设计浓缩倍数、当地气候等因素，并结合旁流处理和给水处理工艺综合技术经济比较确定。设计方案应包括如下内容：

- 1) 工艺流程、平面布置、设备选型并进行技术经济比较；
- 2) 水、电、汽、药剂等消耗量及经济指标。
- 3) 补充水来源、水量、水质及其处理

5.1.2 补充水水质应以逐年水质分析数据的平均值作为设计依据，并以最不利水质校核设备能力。

5.1.3 开式循环冷却水系统和蒸发式冷却循环水系统补充水源应优先选用再生水源；再生水源包括中水、雨水、冷凝水等非传统水源。

5.1.4 当补充水为高硬度、高碱度水质时，宜采用石灰或弱酸树脂软化等方法处理，以提高循环冷却水的浓缩倍数。石灰处理后的碳酸盐硬度宜为 25~50mg/L(以  $\text{CaCO}_3$  计)，浊度小于 3NTU。

5.1.5 开式系统的补充水量可按下式计算：

$$Q_m = Q_e + Q_h + Q_w \quad (5-1-5-1)$$

$$Q_m = \frac{Q_e \cdot N}{N-1} \quad (5-1-5-2)$$

$$Q_m = k \cdot \Delta t \cdot Q_r \quad (5-1-5-3)$$

式中： $Q_e$ ——蒸发损失水量( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$Q_r$ ——循环冷却水量( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$\Delta t$ ——冷却塔进出水温差( $^{\circ}\text{C}$ )；

$k$ ——气温系数( $1/^{\circ}\text{C}$ )，按表 5.1.1 选用。

表 5.1.1 气温系数  $k$

进塔大气温度( $^{\circ}\text{C}$ )	-10	0	10	20	30	40
$k(1/^{\circ}\text{C})$	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0015	0.0016

5.1.6 闭式循环水系统平均小时补充水量宜按系统水容量的 0.5%计算；补水泵流量宜取系统小时补水量的 2.5~5 倍，即系统水容量的 5%~10%。

5.1.7 闭式循环水系统宜对补充水进行脱气等除氧处理。

5.1.8 间接供冷闭式循环冷却水系统宜对补充水进行软化处理。



## 5.2 物理处理

5.2.1 补充水物理处理结合原水水质宜选用以下基本工艺:

- 1) 过滤、消毒;
- 2) 混凝、沉淀、消毒、过滤;

5.2.2 以再生水做补水的循环冷却水系统应加强杀菌处理, 对于含有铜材设备的需考虑氨氮的影响。

5.2.3 循环冷却水补充水宜采用臭氧消毒处理, 补充水水质应符合 GB50050 规定的再生水水质要求。

5.2.4 集中空调间接供冷开式循环冷却水系统、蒸发式循环冷却水系统补充水处理, 应根据补充水量、补充水的水质成份、循环冷却水的水质标准、设计浓缩倍数等因素综合确定。当补充水钙硬度大于 80 mg/L, 或循环水稳定指数  $RSI < 3.3$  时, 应进行补水软化处理, 软化处理装置应采用全自动水质调节型钠离子交换器。

## 5.3 化学、生物处理

5.3.1 补充水化学、生物处理工艺的选择应根据补充水水源的水质及补充水量、循环冷却水水质指标、浓缩倍数和换热设备的材质、结构形式等条件, 进行技术经济比较, 并借鉴类似工程的运行经验或试验确定。

5.3.2 化学、生物处理系统的进水水质应达到《城市污水再生利用—城市杂用水水质》GB/T 18920—2002 的相关要求。

5.3.3 化学、生物处理系统的进水为城镇污水再生水时, 应设置再生水调节池, 并在池内加杀生剂。

5.3.4 化学、生物处理结合原水水质宜选用以下基本工艺, 优先选用物理或物化法处理工艺:

### 1 深度氧化(AOP)法

(1)工艺流程为:

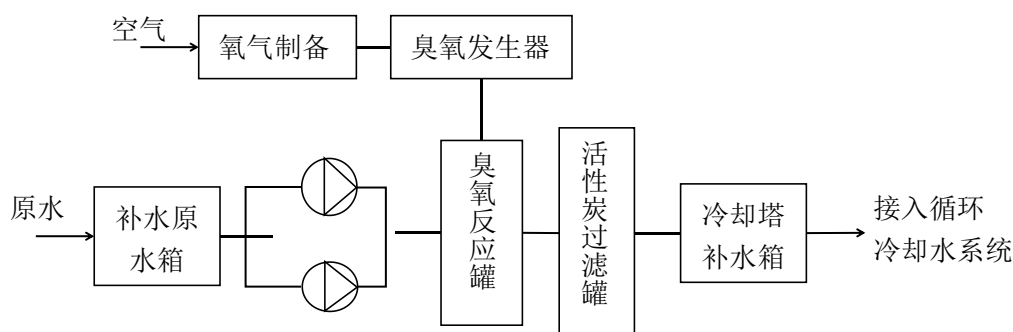


图 5-2-1 AOP 法应用原理图

(2)工艺设计技术要求

- 1) 氧气制备宜采用空气源方式，并且须配置空气干燥器。
- 2) 臭氧发生器宜采用 SUS316L 不锈钢材质外壳，应配备水冷装置。
- 3) AOP 系统中的水泵、臭氧反应罐应采用 SUS316L 不锈钢材质。
- 4) AOP 系统中须配备尾气消除装置，且须配备环境臭氧浓度实时监测仪表。
- 5) 水中臭氧浓度应为 0.01mg/L~0.1mg/L。
- 6) 宜对涉及设备安全运行的温度、电流、设备单元部件的启停、运转状态及故障情况进行实时监控和报警。

## 6 排水处理

6.1.1 开式系统的排水应包括系统排污水、排泥、清洗和预膜的排水、旁流水处理及补充水处理过程中的排水等。

6.1.2 在选择水处理方案时，应贯彻综合利用原则，根据环保要求，并结合建筑物和市政污水排放和处理设施，进行经济技术比较确定。设计方案应包括如下内容：

- 1) 处理水量、水质、排放地点及水质排放指标；
- 2) 处理工艺、设备选型、平面布置；
- 3) 水、电、汽、药剂等消耗量及经济指标；
- 4) 排水处理过程中产生的污水、污泥的处置方案。

6.1.3 开式系统的排污水量可按下式计算：

$$Q_b = \frac{Q_c}{N-1} - Q_w \quad (6-1-3-1)$$

$$Q_b = Q_{b1} + Q_{b2} \quad (6-1-3-2)$$

$Q_b$ ——排污水量；

$Q_c$ ——蒸发水量( $m^3/h$ )；

$Q_w$ ——风吹损失水量( $m^3/h$ )；

$N$ ——浓缩倍数；

$Q_{b1}$ ——强制排污水量( $m^3/h$ )；

$Q_{b2}$ ——循环冷却水处理过程中损失水量，即自然排污水量( $m^3/h$ )。

6.1.4 排水再生综合利用，排水应排放至再生水处理站调节池。

6.1.5 排水直接排入城镇下水道，其排放水质应符合《污水排入城市下水道水质标准》GB/T 31962的要求。

6.1.6 排水处理设施的设计能力应按正常排放量确定，对于系统检修时的排水、清洗和预膜排水、过滤排水等超标间断排水，宜设置调节池。

6.1.7 含磷超标排水宜采用石灰处理，混凝剂宜用铁盐。

# 7 施工安装

## 7.1 一般规定

7.1.1 负责施工和安装的单位应具有相应的资质;

7.1.2 建筑冷却循环水处理设备安装时,其安装环境温度不应低于 5℃,不宜高于 40℃;

7.1.3 建筑冷却循环水处理设备安装除应符合本规程外,尚应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。

## 7.2 安装

### 7.2.1 设备安装

- 1) 设备和进出水管道为非绝缘连接;应有良好接地,以防电磁辐射。
- 2) 处理设备应安装在室内,如必须在室外,应有防降水装置。
- 3) 新设备或结垢不严重可直接安装水处理器,结垢严重的设施应清洗后安装,以防除下的垢堵塞管道。
- 4) 安装和搬运过程中应注意不使主机受力,受潮。
- 5) 加药装置尽量安装在系统管网附近,距离应控制在 2 米内。
- 6) 加药装置与系统连接的入水管、加药管应为 PVC 管或镀锌钢管。
- 7) 加药装置与墙壁之间预留 500mm 的安装和维修距离

### 7.2.2 管道和阀门安装

- 1) 建筑冷却循环水处理设备的连接管道应符合现行国家标准《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 和《工业金属管道工程施工规范》GB50235 的相关规定。
- 2) 安装前应按设计要求对管材、管件、附近、阀门进行核对,并应在施工现场进行外观质量检测,符合设计要求方可使用。
- 3) 安装前应清扫管道、阀门内部的杂物和表面污物。管道暂时停止安装时,两端应临时封堵。
- 4) 管道安装应根据管材的特性采取合理的连接方式,并应使用专用工具进行连接。
- 5) 管道安装时,应将管节的中心及高程逐节调整准确,安装后的管节应进行复测,合格后方可进行下一工序的施工。
- 6) 阀门的安装位置应易于操作、检修和维护。
- 7) 阀门应按介质流向确定其安装方向。

- 8) 阀门应连接自然，不得强力对接或者承受外加重力负荷。
- 9) 当阀门与管道以法兰或螺纹方式连接时，应在阀门关闭状态下安装。
- 10) 管道、阀门安装位置的允许偏差应符合设计要求。

# 8 系统调试及工程验收

## 8.1 系统调试

8.1.1 建筑循环冷却水系统运行前应进行清洗处理；采用投加缓蚀剂方式进行运行期间防腐处理的循环水系统开车前应进行预膜处理。

8.1.2 开式建筑循环冷却水系统应设置冷凝器在线清洗装置，在日常运行期间对冷凝器进行在线清洗。

## 8.2 系统运行

### 8.2.1 阻垢缓蚀剂配置及投加

1) 固体药剂应经溶解并调配成一定浓度，均匀地投加到循环水中，药剂溶解槽和投配槽的设置应符合下列规定：

a 药剂溶解槽，其设置应符合：

溶解槽的总容积宜按 8-24h 的药剂消耗量和 5%-20%的溶液浓度计算确定；

溶解槽应设搅拌设施；

溶解槽宜设 1 个；

溶解槽的材质及防腐、保温等要求应根据药剂的性质确定。

b 投配槽的容积宜按(8~24)h 的药剂消耗量和 1%~5%的溶液浓度计算确定，槽体应设液位计，出口应设滤网。

2) 液体药剂宜直接投加。

3) 药剂溶液的计量宜采用计量泵或转子流量计，计量泵宜设备用。

4) 药剂输送应采用耐腐蚀管道。

5) 药剂管道宜架空或在管沟内敷设，不宜直接埋地。

### 8.2.2 杀生剂贮存及投加

1) 氧化型和非氧化型杀生剂应贮存在避光、通风、防潮、防腐的贮存间内。

2) 液体制剂宜采用计量泵投加，固体制剂宜直接投加。

### 8.2.3 液氯贮存及投加

1) 液氯瓶应贮存在氯瓶间内，氯瓶间和加氯间的设计应符合下列规定：

a 应与其他工作间隔开，氯瓶间与加氯间之间不应设相通的门；

b 应设观察窗和直接通向室外的外开门；

- c 氯瓶和加氯机不应靠近供暖设备并应避免日照；
  - d 应设通风设备和漏氯检测报警装置，通风量按每小时换气次数不少于 8 次计算，通风应设在外墙下方；
  - e 室内电气设备及灯具应采用密闭、防腐型产品，照明和通风设备的开关应设在室外；
  - f 氯瓶间和加氯间附件应设置空气呼吸器、抢救器材、工具箱；
  - g 氯瓶间应设置漏氯处理设施；
  - h 氯瓶间宜设置起吊、运输设备。
- 2) 加氯机的总容量和台数应根据最大小时加氯量确定，加氯机应设备用。
- 3) 加氯机出口宜设转子流量计进行瞬时计量，在线氯瓶下应设电子称或磅秤对液氯消耗量进行累计计量。
- 4) 当液氯蒸发量不足时，应设置液氯蒸发器，严禁使用蒸汽、明火直接加热氯瓶。
- 5) 氯气输送管道应采用无缝钢管或紫铜管，氯水输送管道应采用耐腐蚀管道。
- 6) 加氯点宜在冷却塔正常水位下 2/3 水深处。

## 8.3 工程验收

8.3.1 建筑循环水处理各部分调试检验完成后，应进行工程竣工验收，给水排水部分应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定，电气部分应符合现行国家标准《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》GB 50150、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

8.3.2 竣工验收时应具备下列条件：

- 1) 施工图、竣工图及设计变更文件，施工组织方案。
- 2) 批准的竣工验收申请报告。
- 3) 组件、配件、附件、材料出厂合格证和质量保证书。
- 4) 中间试验和隐蔽工程验收记录。
- 5) 水处理设备、管道及附件的安装记录。
- 6) 水处理设备的试压、冲洗、消毒、调试检查记录。
- 7) 工程质量事故记录。

8.3.3 竣工验收时应重点检查下列项目：

- 1) 水处理设备的处理效果、设备的流量等参数。
- 2) 水处理附属设备运行是否可靠。

- 3) 管道、管件、附件管径和压力的配套。
- 4) 设备数量、型号及安装部位是否符合设计文件
- 5) 设备说明书及其内容应齐全，应满足维护和保养的规定

8.3.4 循环水处理系统竣工验收后，有关设计、施工、竣工验收等资料应立卷归档。



# 9 运行维护与管理

## 9.1 监测、控制和检测

9.1.1 筑循环冷却水系统宜采用以下各项监测与控制：

1) 循环水稳定指数分析仪应在线监测 pH 值、电导率和水温；开式循环冷却水系统还应在线监测钙硬度、氧化还原电位；

2) 循环水稳定指数分析仪输出在线电导率，并与开式循环冷却水系统的强制排污水量联锁控制；

3) 循环水稳定指数分析仪输出在线氧化还原电位，并与开式循环冷却水系统的氧化型杀生剂投加量联锁控制；

4) 循环水稳定指数分析仪输出在线稳定指数，并与阻垢剂和缓蚀剂的投加联锁控制。

9.1.2 建筑循环冷却水系统监测仪表的设置应符合下列要求：

1) 给水总管应设置流量、温度、压力仪表；

2) 回水总管应设置温度、压力仪表，流量仪表的设置应根据工程具体情况确定；

3) 补充水管、排污水管和旁流水管应设置流量仪表；

4) 建筑循环冷却水系统换热设备对腐蚀速率和污垢热阻值有严格要求时，在换热设备的进水管道上应设置流量、温度和压力仪表，在出水管上应设置温度、压力仪表。

9.1.3 建筑循环冷却水水量大于 5000m<sup>3</sup>/h 的开式循环冷却水系统宜设置循环水动态模拟检测装置或监测换热器，动态模拟检测装置应配置有污垢、腐蚀监测片架和生物黏泥测定器，实时输出腐蚀速率和污垢热阻值。

9.1.4 循环水系统宜在下列管道上设置取样管：

1) 循环给水总管；

2) 循环回水总管；

3) 补充水管；

4) 旁流处理出水管；

5) 换热设备进、出水管。

9.1.5 循环冷却水系统冷却水池或冷却塔水池应设置液位计，液位计宜与补充水控制联锁并宜设置高低液位报警装置。

## 9.2 管理要求

9.2.1 使用单位应设置供水管网平面图、水量平衡图、水处理系统流程图；

9.2.2 使用单位应结合本单位实际情况做好加药处理、补充水处理和旁流处理工作，确保污垢热阻值、黏附速率、腐蚀速率、异养菌总数、生物黏泥量、浓缩倍数、循环冷却水水质符合本规范的要求。

9.2.3 使用单位及时记录水处理药剂使用种类、数量和时间；认真做好补充水处理、旁流水处理、再生水处理设备的操作，并及时记录操作参数。

9.2.4 使用单位应建立水冷器日常检漏制度，应尽量减少循环冷却水系统的跑、冒、滴、漏，降低循环水的损失率。

# 本规程用词说明

- 1 为便于执行本规程条文时区别对待，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：  
正面此采用“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：  
正面此采用“应”；  
反面词采用“不应”或“不得”
  - 3) 表示允许稍微有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面此采用“宜”；  
反面词采用“不宜”。
  - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做：  
正面此采用“可”；  
反面词采用“不可”。
- 2 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……要求（或规定）”或“应按……执行”。非必须按所指定标准执行时，写法“可参照……执行”。

# 引用标准目录

- 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015-2003
- 《工业循环水冷却设计规范》 GB 50102-2014
- 《机械设备安装工程施工及验收通用规范》 GB 50231-2009
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736-2012
- 《水处理剂缓蚀性能的测定 碳酸钙沉积法》 GB/T 16632-2008
- 《水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法》 GB/T 18175-2014
- 《高频电磁场综合水处理器技术条件》 GB/T 26962-2011
- 《采暖空调系统水质标准》 GB/T 29044-2012
- 《循环冷却水节水技术规范》 GB/T 31329-2014
- 《臭氧处理循环冷却水技术规范》 GB/T 32107-2015
- 《电子式水处理器技术条件》 HG/T 3133-2006
- 《浮动上滤式过滤器》 HG/T 4377-2012
- 《环境保护产品技术要求 水处理用加药装置》 HG/T 369-2007
- 《加药法处理循环冷却水系统腐蚀及水垢技术规范》 JIS G 0593-2002
- 《冷却水系统化学清洗、预膜处理技术规则》 HG/T 3378-2005
- 《工业冷却水系统的腐蚀和污垢处理技术规范》 DIN EN ISO 16784-1-2008

中国工程建设协会标准

建筑循环冷却水系统水处理  
工程技术规程

CECS xxx

条文说明

# 目 次

1 总则.....	40
2 术语、符号.....	43
2.1 术 语.....	43
3 基本参数.....	44
3.1 水质标准.....	44
3.2 一般规定.....	45
4 循环水处理.....	48
4.1 一般规定.....	48
4.3 物理法处理.....	50
4.5 生物法处理.....	51
5 循环冷却水补充水处理.....	53
5.1 一般规定.....	53
5.2 物理处理.....	53
5.3 化学、生物处理.....	53
6 排水处理.....	54
7 施工安装.....	55
7.1 一般规定.....	55
7.2 安装.....	55
8 工程验收.....	56
8.1 系统调试.....	56
8.2 系统运行.....	56
8.3 工程验收.....	58
9 运行维护与管理.....	59
9.1 监测、控制和检测.....	59
9.2 管理要求.....	60

# 1 总 则

1.0.1 本条阐明了编制本规范的宗旨以及为其实现而执行的技术经济原则。

众所周知我国是一个严重缺水的国家，随着我国经济实力的崛起，水资源短缺这一现实也日益突显，它不仅将制约国家经济建设的可持续发展，甚至威胁到人们的生存。为了缓解这一矛盾，国家制定了一系列合理利用水资源的政策和法规，核心是开源节流、科学用水。

伴随社会经济的发展，国民文化素质的提升，人民收入水平的提高，各种商业活动、文化活动频繁，以及人民休闲、娱乐、购物的需求，催生了大量的公共建筑。会议展览中心、星级酒店、剧院、大型图书馆、大型商场等大型公共建筑拔地而起，如雨后春笋般地呈现在世人面前。这些大型公共建筑内一般设有集中的空气调节系统，其配套的冷却循环水量会很大。如西直门交通枢纽，其室内空调系统的冷却循环水量就达到了  $8800\text{m}^3/\text{h}$  的惊人程度。冷却循环水系统如果设计不合理，就会带来巨大的电能、水资源的浪费。以每小时  $1000\text{m}^3$  的冷却水为例，由直流改为循环冷却水，若浓缩倍数为 3,每小时只需用水  $240\text{m}^3$  即可满足要求；如果浓缩倍数提高到 5 则只需  $200\text{m}^3$ 。由此可见，采用循环冷却水的巨大节水成效。但是循环冷却水在运行过程中不可避免地对换热设备产生一系列的危害，即水垢、污垢的沉积、腐蚀的加剧、菌藻的孳生等，如不进行有效治理，循环冷却水系统则很难正常运行。因此本规范就是为控制这些危害，以确保设备的换热效率和使用寿命而制定的，从而促进和推动循环冷却水的利用，达到大量节水的目的。本次撰写将近年来适合国情的国际、国内先进技术、经验纳入规范。

循环冷却水的利用固然节约了大量新鲜用水，但是从另一方面看，大量使用循环冷却水则反映了设备性能的热能利用效率较差，大量的热能散发到大气中，因此改进设备性能提高热能利用率，不仅是节能而且也是节水的根本途径。

本规范是根据国内外一些先进技术并结合国内的集中式空调运行实践经验，制定出关于循环冷却水处理设计的一系列技术规定，同时条文也体现了国家对水资源的有关法规和政策。过去人们对污水造成环境污染的认识还是比较充分的，但是对循环冷却水造成的环境污染却有所忽视，特别是对间断性的污染更加轻视，例如：清洗、预膜、投加非氧化性杀菌剂等排水，基本上是未经任何处理直接排放，所造成的污染后果对比污水虽有所减轻，但鉴于循环冷却水装置遍地皆是，其危害也是很严重的，本次撰写，对循环冷却水所造成的环境污染作了一些强制规定，因为我国环境污染已非常严重，不严控将无法扭转环境日益恶化的严重局面。

1.0.2 本条首先是扩大了冷却方式的适用范围，不仅适用于间接冷却循环冷却水处理设计，也适用于直接冷却循环冷却水处理设计，目前在国家标准或空调行业标准中还缺少直冷循环冷却水处理方面的标准，增加这一内容，将使节水、保护环境收到巨大的社会效益；其次是扩大了补

充水的范围，增加了以污水经处理后的再生水作为循环冷却水补充水的新内容，将对节水和减少环境污染有显著的作用，采用污水回用缓解水资源短缺，已是全世界各国的共识，一些先进的国家在这方面已取得了很大的成功，例如：新加坡将污水回收经处理后用作饮用水，以色列将污水回收处理后用于农业灌溉等。近年来，我国在污水回用方面也有很多成功的实例，为撰写本规范奠定了基础。

1.0.3 本条提出循环冷却水处理设计的原则和要求。节约能源、节约用水、卫生环保、安全可靠、使用舒适是在建筑循环冷却水处理设计中需要贯彻的国家技术方针政策的几个重要方面。

在节约能源方面：循环冷却水系统中由水质形成冷却设备的污垢是最常见的一种危害。垢层降低了设备的换热效率，影响设备的运行质量，并且造成能源的浪费。1mm 的垢厚大约相当于 8% 的能源损失，垢层越厚，换热效率越低，能源消耗越大，同时也使水系统管道的阻力增大，直接造成动力的浪费。在循环冷却水、补充水和旁流水处理设计系统中，各种构筑物或设备及其管线布置等，都应注意节约能源、动力，应该力求达到单位水处理成本最低、动力消耗最小的技术经济指标。

在节约用水方面：要节约用水，首先要做到建筑冷却水循环使用，以减少净水消耗和废水排放量。在循环冷却水系统中，提高设计浓缩倍数是循环冷却水系统的节水关键，对于充分利用水资源、节约用水、节约药剂、降低处理成本有很大的经济效果，现代化的大型工业和民用建筑尤其如此。在循环冷却水处理的各个工艺过程中还有相当一部分的自用水量，同样应该贯彻节约用水的原则，充分利用循环冷却水系统的优越性，进一步发挥其节水潜力。

在卫生环保方面：使用各种化学药剂处理时，要注意避免和消除各种可能产生危害周围环境的不利因素，对于循环冷却水各种处理设施中的“三废”排放处理，尤需符合环境保护要求。

在符合安全可靠要求方面：循环冷却水处理不当，会使冷却设备产生不同程度的结垢和腐蚀，导致能耗增加，严重时损坏设备，造成极大的经济损失。因此安全可靠首先应保证循环冷却水处理设施连续、稳定地运行并能达到预期的处理要求。其次，在循环冷却水处理的各个环节，如循环冷却水处理、旁流水处理、补充水处理、排水处理及其辅助设施等，设计中都应该考虑生产上安全操作的要求。特别是使用的各种药剂如酸、碱、阻垢剂、缓蚀剂、杀菌剂等，常常是有腐蚀性、有毒、对人体有害的。因此，对各种药剂的贮存、运输、配制和使用，设计上都必须考虑有保证工作人员卫生、安全的设施，并按使用药剂的特性，具体考虑其防火、防腐、防毒、防尘等安全生产要求。

在使用舒适方面：工业与民用建筑中的循环冷却水系统若在使用过程中产生设备故障，不仅会造成经济损失，也会使使用人员产生不舒适感，所以建筑循环冷却水系统在设计时应考虑



这些负面影响并予以消除。

1.0.4 本条提出在设计上采用新技术(包括新工艺、新药剂、新设备、新材料等方面)的原则要求。我国循环冷却水处理技术的发展,大体上形成了两个阶段:从单纯防止碳酸钙结垢到控制污垢、腐蚀和菌藻的综合处理。到目前为止积累了比较成熟的使用经验,但我国的循环冷却水处理技术在大、中、小容量不同的水系统的发展上是很不均衡的。目前综合处理不仅应用在现代的大型工程上,对中、小型工程也获得了良好的处理效果。在综合处理方面,从20世纪70年代引进技术以来,已经取得了比较好的成绩,有的已经达到国际先进水平,但某些方面也还存在差距,例如目前在循环冷却水处理上使用的化学药剂,主要还只限于磷系药剂,旁流水处理技术还只是以旁流过滤为主等。因此,在循环冷却水处理的各个环节上,都还面临开发新技术、使用新的药剂品种、采用新的工艺技术这样一些重要课题,还需要不断地吸收符合我国具体情况的国外先进经验。这些情况,都应该落在总结实践经验和科学试验的基础上。对待新技术的采用,采取既积极又稳妥的态度,使我国这门工程技术得以稳步地向前发展。

本条增加了“吸取国内外先进的实践经验“的内容。改革开放、学习国外先进的东西为我所用是既定的国策,循环冷却水处理技术的发展,并在我国经济建设的实践中取得了巨大成就,也有力印证了这一政策的重要作用。

1.0.5 本规范所涉及的给水处理、污水处理及环境保护等内容,可参见《室外给水设计规范》GB50013、《室外排水设计规范》GB50014、《污水综合排放标准》GB8978 等标准规范。

## 2 术语、符号

### 2.1 术语

2.1.1 本条中换热设备指生产工艺的换热器、冷凝器等；冷却设备指循环冷却水系统中的冷却塔、空气冷却器等；处理设施指沉淀池、澄清池、过滤池(器)等。

2.1.8 循环冷却水处理过程中所使用的药剂包括补充水处理、旁流过滤水处理、排水处理、循环水处理等所使用的药剂，如凝聚剂、阻垢剂、缓蚀剂、杀生剂等。

2.1.10 系统水容积包括冷却塔水池的水容积、管道容积、换热设备水侧容积及旁流处理设备水容积等。

2.1.15 循环冷却水系统在运行过程中所损失的水量包括蒸发、强制排污、风吹以及循环冷却水处理过程中损失的水量。

2.1.17 污水指工业污水和城市污水的总称，初级处理：对城市污水即二级处理或二级强化处理，对工业污水和各种排水(矿井排水、循环冷却水系统排污水等)则是达标处理。

## 3 基本参数

### 3.1 水质标准

3.1.1 循环冷却水水质指标与换热设备的结构型式、材质、工况条件、污垢热阻值、腐蚀速率，尤其是与循环冷却水药剂处理配方的性能密切相关，本条规定所给出的循环冷却水水质指标，均是在本规范所给定的有关条件下，结合当前药剂配方的性能作出的规定。设计中应根据补充水水质指标结合上述条件加以确定。

很显然，表 1 中指标是循环冷却水处理技术的阶段成果，随着技术的发展，表中数据也将随着改变。

1 pH 值：循环冷却水的 pH 值，由补充水水质浓缩倍数以及药剂配方等因素确定，表 1 为加酸调节 pH 值低限不宜低于 7.5；不加酸运行的自然 pH 值上限一般不高于 9.5。

2 浊度：循环冷却水的浊度对换热设备的污垢热阻和腐蚀速率影响很大，所以要求越低越好。工厂运行的实践证明循环冷却水系统设有旁滤池时，补充水浊度可控制在 5NTU 以内，我国大部分地区的循环冷却水的浊度可以控制在 10NTU 以下，因此表 1 规定板式、翅片管式和螺旋板式换热设备，浊度不宜大于 10NTU，其他一般不应大于 20NTU。

3 钙硬度+总碱度的指标，是根据国内多数工厂采用的控制项目而制定的，它综合了  $\text{Ca}^{2+}$  和碱度的分列指标，更能科学地反映两者之间的关系。指标值是根据国内药剂配方不加酸运行数据确定的。主要目的是控制水垢的形成。

4  $\text{Cl}^-$ ：国内有关循环冷却水处理试验和工厂调查表明，氯离子对不锈钢的腐蚀有影响，但不是唯一因素。不锈钢设备在循环冷却水中的腐蚀与设备的结构形式、应力情况、使用温度、水的流速、污垢沉积等有密切关系，氯离子只是在一定条件下起催化作用。不锈钢设备的腐蚀损坏首先是由于设备本身存在一些缺陷，冷却水中的氯离子在缺陷部位富集，导致设备的损坏。我国 20 世纪 70 年代引进的大化肥循环冷却水系统，曾有过循环冷却水中每升只有几十毫克氯离子时，而发生不锈钢设备损坏的事例。也有循环冷却水中的氯离子达到 1000mg/L 时，系统中的不锈钢换热器，未出现腐蚀穿孔情况。长期以来，由于循环冷却水中氯离子指标的限制，制约了黄河流域、长江入海口附近工厂的循环冷却水浓缩倍数的提高。我国是一个水资源极为匮乏的国家，循环冷却水中氯离子指标对节约我国宝贵的水资源有着重要意义。因此，对不锈钢换热设备，本次修订将循环冷却水中氯离子标准提高至不宜大于 500mg/L。

根据某高等院校研究资料表明， $\text{Cl}^-$  腐蚀的诸多因素中，关键的是温度，据资料介绍，同等条件下温度高者腐蚀加剧，因此在选用  $\text{Cl}^-$  指标时应结合温度因素确定。

5 总铁：据资料介绍，水中有 2mg/L 的  $\text{Fe}^{2+}$  存在时，会使碳钢换热器年腐蚀速率增加 6~7 倍，且局部腐蚀加剧。铁离子含量高会给铁细菌的繁殖创造有利条件。此外，当采用聚磷酸盐作为缓蚀剂时铁离子还会干扰聚磷酸盐在缓蚀方面的作用，同时还可能导致坚硬的磷酸铁垢。本条指标是根据国内外运行经验确定的，此外如果循环冷却水中  $\text{Fe}^{2+}$  不断升高，则表明设备被腐蚀。

随着药剂处理配方的不断改进，本次修订将总 Fe 指标由 0.5mg/L 提高至 1.0mg/L，这一数值是工厂运行的平均先进指标，实际总铁指标可达 2mg/L，为了留有余地而没有采用这一数值。

6  $\text{NH}_3\text{-N}$ ：主要是针对氨厂和污水回用循环冷却水系统制定的。氨的危害在国内氨厂不乏先例，氨的存在促使硝化菌群的大量繁殖，导致系统 pH 值降低，腐蚀加剧，同时也消耗大量的液氯，严重时使其失去杀菌作用，因而使系统中各类细菌数量和黏泥量猛增、 $\text{COD}_{\text{Cr}}$  及浊度增加，水质发黑变臭，后果是相当严重的。

7 游离氯：为控制循环冷却水中菌、藻微生物而制定的，指标值是结合国内运行情况确定的，根据国内最新运行数据，本次将指标值规定为 0.05-1.0mg/L。

8  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ ：这是表示水中有机物多少的一个指标，有机物是微生物的营养源，有机物含量增多将导致细菌大量繁殖，从而产生黏泥沉积、垢下腐蚀等一系列恶果，根据试验资料， $\text{COD}_{\text{Cr}} > 100\text{mg/L}$  时，则腐蚀加剧。

## 3.2 一般规定

3.2.3 本条主要对循环冷却水处理方案设计的基本内容作出相应的规定。

3.2.4 循环冷却水用水量是由空调专业工艺要求、产量、工艺流程、工况条件等决定的，因此用水量应按照空调专业的要求确定，对于按最大小时用水量的规定，是出于保证空调运转能力的考虑。开式循环冷却水的供水最低温度是由气象条件决定的，即水温不能低于或等于湿球温度，只能高于湿球温度，至于高多少则需要根据空调专业工艺要求和经济因素比较确定。闭式系统循环冷却水的冷却通常多采用空气、新鲜水、海水来完成，因此其供水温度应结合这些冷却介质的温度确定。

3.2.7 本条对不同水源的补充水资料的收集、整理、校核作出相应规定。

从统计学的观点来看，数据年代越长则代表性越强，因此应尽量收集长时间的数据。

pH 值是水质稳定性的重要数据之一，第 5 项规定中的校核是保证水质分析的准确性。

3.2.8 本条规定主要是在补充水水质变化时，保证循环冷却水处理设备有足够的設計能力。

3.2.9 本条规定包括两个内容，一个是循环冷却水处理所要求具备的条件，即对换热设备内的水

流速作出规定；另一个是循环冷却水处理最终达到的特性指标，即对污垢热阻、腐蚀速率、粘附速率等作出规定。

关于换热设备的规定是根据目前国内能够广泛采用的药剂种类性能(包括聚磷酸盐、磷酸盐、聚丙烯酸盐，聚马来酸等)及其复合配方，参照国外经验，并结合国内一些工厂在生产运行中易于出现故障的换热器的工况条件而提出的。

对国内一些工厂的壳程换热器调查表明，流速低于 0.3m/s 的换热器，普遍存在污垢和垢下腐蚀问题，流速越低问题就越突出。根据目前药剂处理的效能与壳程换热器设计流速选用的常规范围，流速不应低于 0.3m/s 以保证处理效果。

当换热器水侧流速低于 0.3m/s 时，尤其在折流板的负压区容易产生污垢，降低了传热效果，而且还将导致垢下腐蚀。

在壳程换热器的结构上，由于几何形状的限制，要做到各个部位具有均一的流速是不可能的，即使设计计算的平均流速(认为是均一的)为 0.3m/s，实际上个别部位，尤其是靠近管板、折流板的死角区流速远低于此值，因此发生的问题就更为严重，这一点已为很多工厂的生产实践所证实。在这种不利的工况下，药剂处理难以发挥其应有的效果，国外报道的经验也表明，在这种情况下，即使投加像铬酸盐这种效果很好的强缓蚀剂，其保护作用也变差，换热器仍过早地损坏。为此，条文规定对这种换热器可采用涂层防腐作为附加的保护措施。

国内已有一些厂在碳钢壳程换热器的涂层防腐方面做了试验研究，有的厂通过实践证实这一措施是有效的，可供设计采用。

此外，涂层防腐也可推广到管程换热器的封头、端板碳钢材质的保护方面，作为附加的措施也是有益的。

防腐涂层应有导热系数的测定值，并不得低于换热管本体金属的导热系数，否则，应考虑增加换热设备的换热面积。

关于反向冲洗，常用压缩气体(如氮气)振荡、搅拌相配合，对清除污垢、增强清洗效果，都为国内外运行经验所证实，设计中可供参考选用。

对于管程换热器，根据有关资料统计，一般取用大于 0.9m/s 的流速传热效果较好，因此将 0.9m/s 作为规定流速的下限。

流速上限的要求则需结合不同材质考虑防止冲刷侵蚀，这方面一般在设备设计中已有考虑，这里未作规定。

污垢热阻值与粘附速率指标与国际水平相当。

污垢热阻值的法定计量单位为  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ， $1\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}/\text{kcal}=0.86\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

关于腐蚀速率：由于循环冷却水处理技术的提高，本规范规定碳钢设备的腐蚀速率应小于 0.075mm/a,铜合金和不锈钢设备的腐蚀速率应小于 0.005mm/a,国内很多企业完全能达到这一标准。这两项指标实际上是对循环冷却水处理提出的要求，或者说是阻垢缓蚀效果的检验标准，也是在设计阶段作为确定阻垢缓蚀剂配方的依据。设计时应该从设备设计方面的合理性、水质处理的合理性、适宜的运行周期、折旧年限等多方面因素进行综合权衡确定。

3.2.10 对于闭式系统，由于工况条件较为苛刻(如温度较高),对传热效率要求比较严格，通常采用除盐水或软化水作为补充水，污垢热阻值一般均可小于  $0.86 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。

# 4 循环水处理

## 4.1 一般规定

4.1.1 由于节水和节能要求，冷却水系统应采用循环冷却水系统。可利用冷却水供冷和热回收。例如采用冷却水供冷的工程所在地，冬季或过渡季应有较长时间室外湿球温度能满足冷却塔制备空调冷水，增设换热器、转换阀等冷却塔供冷设备才经济合理等。利用冷却水供冷和热回收，增加了应经技术经济比较且条件具备的选择条件。地球表面浅层水源如地下水、地表的河流、湖泊和海洋，其水源的温度一般都比较稳定，水源热泵机组是利用这些水源的恒温特性来采取的一种中央空调节能方式。水源热泵技术的工作原理是通过输入少量高品位能源，实现低温位向高温位移。水体可作为冬季热泵供暖的热源或夏季空调的冷源。水源热泵技术具有高效、节能、可再生环保等特点，近些年水源热泵技术在国内外得到应用。

4.1.2 由于补充水的水质和系统内的机械杂质等因素，不能保证冷却水系统水质，尤其是开放式冷却水系统与空气大量接触，造成水质不稳定，产生和积累大量水垢、污垢、微生物等，使冷却塔和冷凝器的传热效率降低，水流阻力增加，卫生环境恶化，对设备造成腐蚀。因此为稳定水质，规定应采取相应措施，包括传统的化学加药处理，物理设施处理以及生物法处理方式，但必须是经过科学鉴定和实践验证的有效方式。

4.1.3 药剂要求及在达到循环冷却水结垢、腐蚀和生物污垢的同时，不产生二次污染，不会对自然环境造成任何污染，符合可持续发展和环境友好型的要求。

4.1.4 建筑循环冷却水系统应选择技术先进、能耗低、自用水耗少的水处理设备，降低运营成本，节约能源。

4.1.5 腐蚀速率根据参考《水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法》GB/T 18175-2014 计算，公式如下：

$$v = \frac{8760(m - m_0) \times 10}{s\rho t}$$

式中：v——腐蚀速率，mm/a

m——试片质量损失的数值，g；

m<sub>0</sub>——试片酸洗空白试验的质量损失平均值的数值，g；

s——试片的表面积的数值，cm<sup>2</sup>

ρ——试片的密度的数值，g/cm<sup>3</sup>

t——试验时间的数值，h/a

4.1.8 空调系统即使全天开启，随负荷变化冷源和水泵台数调节时，均为间歇运行。在水泵停机后，冷却塔填料的淋水表面附着的水滴下落，一些管道内的水容量由于重力作用，也从系统开口部位下落，系统内如没有足够的容纳这些水量的容积，就会造成大量溢水浪费；当水泵重新启动时，首先需要一定的存水量，以湿润冷却塔干燥的填料表面和充满停机时流空的管道空间，否则会造成水泵缺水进气空蚀，不能稳定运行。

不设集水箱采用冷却塔集水盘存水时，底盘补水水位以上的存水量应不小于冷却塔布水槽以上供水水平管道内的水容量，以及湿润冷却塔填料等部件所需水量；当冷却塔下方设置集水箱时，水箱补水水位以上的存水容积除满足上述水量外，还应容纳冷却塔底盘至水箱之间管道的水容量。

湿润冷却塔填料等部件所需水量应由冷却塔生产厂提供，根据资料介绍，经测试，逆流塔约为冷却塔标称循环水量的 1.2%，横流塔约为 1.5%。

4.1.10 确定冷却循环水量时，首先要清楚准确地了解空调负荷及空调设备要求的冷却循环水量，同时还要关注空调机的选型，一般可根据制冷量(美 RT)，估算冷却循环水量  $Q(\text{m}^3/\text{h})$ ，对于机械式制冷：离心式、螺杆式、往复式制冷机， $Q=0.8RT$ 。对于热力式制冷：单、双效溴化锂吸收式制冷机， $Q=(1.0-1.1)RT$ ；设计时，冷却循环水量一般是由空调专业根据制冷机样本中给出的冷却水量提出的。需用指出的是，制冷机样本中给出的冷却水量往往比用负荷法计算值小，尤其是进口机，这主要是由于目前冷却塔本身的热工性能达不到进口设备的要求。

4.1.12 冬季使用的系统，为防止停止运行时冷却塔底部存水冻结，可在室内设置集水箱，节省冷却塔底部存水的电加热量。在冷却塔下部设置集水箱作用如下：

- 1 冷却塔水靠重力流入集水箱，无补水、溢水不平衡问题；
- 2 可方便地增加系统间歇运行时所需存水容积，使冷却水循环泵能稳定工作；
- 3 为多台冷却塔统一补水、排污、加药等提供了方便操作的条件。

因此，必要时可紧贴冷却塔下部设置各台冷却塔共用的冷却水集水箱。

冬季使用的系统，为防止停止运行时冷却塔底部存水冻结，可在室内设置集水箱，节省冷却塔底部存水的电加热量。但如在室内设置水箱存在占据室内面积、水箱和冷却塔的高差增加水泵电能等优点。因此，是否设置集水箱应根据工程具体情况确定，且应尽量减少冷却塔和集水箱的高差。



## 4.3 物理法处理

4.3.3 对于民用建筑空调循环水系统，循环水量不大，一般采用物理法。日前较为成熟循环冷却水的电处理技术有：静电水处理、电子水处理和电吸附水处理技术。循环冷却水的静电处理和电子处理技术既在近些年取得了较大的成功。二者处理冷却水的基本原理为：通过电化学反应使水分子发生结构变化，进而实现阻垢、除垢、杀菌、灭藻、缓蚀的作用。其具备了使用简便、效果显著、性能稳定、使用期长、无二次污染、低成本、无需维护等优点。除了电处理技术还有磁化水处理技术。

### 1 静电处理技术

静电水处理技术又名高压静电法，其核心装置为静电水处理器，在高压电场下，由于水分子的极性，水分子将定向地按正、负极的顺序呈链状整齐排列，溶解在水中的盐类正、负离子被数个偶极水分子包围，使之不能自由活动，从而阻止了钙镁离子在金属管壁表面沉积。水垢由于电场作用，偶极矩变大，水合作用和水合能力加大了水垢溶解度。静电场可破坏水垢间的活性离子和分子，可抑制和杀灭菌藻。这些活性离子和分子还可在系统中与金属表面发生反应，形成致密的氧化膜。

### 2 电子水处理技术

电子水处理技术主要通过电子水放上去对循环水进行处理。其基本原理是通过电子发生器产生的高频电子场改变了水中杂质和水的结合特性或者是水在电子场的作用下产生了新的活性离子。 $\text{CaCO}_3$ 等盐类离解  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 在电子场作用下电离活化能下降，由于电离能力的增强，生成了更多的导电离子，进而降低了结垢几率。

静电水处理器和电子水处理器为了避免在壳体内产生泥沙或杂物的淤积，不可水平安装。为了保证静电水处理器和电子水处理器的处理效果，水通过设备时，必须有一定的停留时间，并且当实际使用水量在设备的额定水量的 20%~30%范围内上下浮动时，一般不影响处理效果。因此，该两种设备可在装两台并联水泵或者换热器等的出水干管上，但当循环水和补充水分开流入系统时，则在循环水和补充水管道上分别设置静电水处理器和电子水处理器。

### 3 磁化水处理技术

循环冷却水的磁化处理技术及在循环水处理技术的技术上加入磁化处理器，经磁化处理，起到阻垢缓蚀、杀菌的作用。

在磁场作用下，使得  $\text{Ca}^{2+}$ 发生离子极化，导致晶体结构发生变化，生成的结晶结构松散，附壁能力差，易于冲走； $\text{Ca}^{2+}$ 的水合程度在磁场的作用下会减少，而其化学活性和

迁移率得到提高，此外，在磁场的作用下，晶体晶粒细小且结晶速率得到提高，从而起到了阻垢效果。磁场的阻垢效果会受到磁场强度、溶液过饱和度、流速及溶液中各种离子含量等因素的影响。磁化处理的效果还容易受到水质(如总硬度、暂时硬度、pH 值和其他成分)的影响。循环水经过磁化处理装置时，水中的正负离子由于发生了相反方向的迁移而在磁场的阴阳两极间产生了电位差，形成为电子流，该电子流可氧化铁锈，使其转化为具有磁性的四氧化三铁，产生钝化作用，从而在管壁上形成一层保护膜，从而达到减少腐蚀的作用。磁化水处理循环冷却水的杀菌作用原理是由于强磁化作用可使微生物细胞中的蛋白质发生变性，使微生物的催化物质酶失去催化作用，导致微生物死亡。

4.3.4 静电水处理仪和电子水处理器一般均需垂直安装，进水口在下，出水口在上。为了避免在壳体内产生泥沙或杂物的淤积，不可水平安装。内磁式水处理器，可任意角度安装。

4.3.5 静电水处理仪和电子水处理器两种设备距离较大容量电器(>20KW)的最小间距为5~6m，如无法满足时，则应在中间设置屏蔽和接地装置。内磁式水处理器已考虑了磁屏蔽问题，因此不受用电设备限制。

4.3.6 要保证静电除垢仪和电子水处理器的处理效果，在水通过设备时，必须有一定的停留时间，并且当实际使用水量在设备的额定处理水量的20%~30%范围内上下浮动时，一般不影响处理效果。因此，该两种设备可装在三台并联水泵或换热器等的出水干管上，但当循环水和补充水分开流入系统时，则在循环水和补充水管道上需分别设置静电水处理仪和电子水处理器。

4.3.7 内磁式水处理器产生防除垢作用是基于通过他的水在垂直方向切割了磁力线，对流过它的水有一个流速要求，最慢不能低于1.5m/s，且流速越快越好。故在选内磁式水处理器时，一定要在设备的流量范围内选，不要选过大规格的设备，在具体使用场合，不要两台、三台水泵或加热器合用一台内磁式水处理器，以防在每台水泵或水加热器单独使用时，设备内因流速达不到1.5m/s而影响处理效果。

4.3.8 采用物理法进行水质处理，必须考虑排污，无论是安装静电水处理仪、电子水处理器，还是使用内磁式水处理器的水系统，都要做好排污这一环节。对于冷却循环水系统，可进行连续排污，连续排污的量控制在循环水量的0.5~1.0%左右。若是新安装的水系统或已完全除垢的系统，也可每一至两周排污一次。

## 4.5 生物法处理

4.5.1 在循环冷却水系统中投加一定量的生物酶水质稳定剂，通过微生物及生物酶的作用，

可以起到防锈、除垢、抑制菌藻生长、降低有机物含量等作用，这是一种新型的环保的循环冷却水处理技术，在循环水系统节能减排、可持续发展的应用中具有重大意义。

生物酶水质稳定剂的阻垢、缓蚀、杀菌机理如下：

生物酶制剂通过其分解作用可将微生物体形成的有机粘泥由  $\text{CO}_3^{2-}$  转化  $\text{CO}_2$  排入大气，降低水中  $\text{CO}_3^{2-}$  的浓度，故水垢易脱落且不易生成，达到阻垢效果。

生物酶水质稳定剂可消耗循环冷却水系统内的溶解氧适度减少，从而改变氧化还原电位 (ORP), 同时因为其不含氯盐、氮盐、硫酸盐，故可避免化学品引起的腐蚀，分解有机粘泥，可避免电极电位及局部有机酸引起的腐蚀。其次由于生物降解作用, 循环水水质变得干净，加上 pH 值稳定，系统不需添加任何化学药剂，故不易锈蚀，酶制剂还可使锈脱落, 简易分解式如下：



生物酶制剂可消除分解循环水中的含氮物质及有机物，同时可对水体中比藻类高等的好氧微生物产鼻激活作用, 改变水体环境与养分竞争机制，中断水中菌藻的养分供给链，使菌藻的滋生环境逐渐恶化, 生物酶系统还能快速分解脱落菌藻，进而抑制菌藻的生长。

生物酶水质稳定剂主要由特选微生物菌群和酶组成。主要菌群有：乳酸菌、酵母菌、枯草菌、放线菌、丝状菌群、光合菌群、硝化菌群等；主要分解酶成分有：蛋白酶 Protease、乳糖分解酵素 lactase、水解酶 hydrolase、氧化酶 oxidase、过氧化氢酶 catalase、蔗糖 saccharose、戊聚糖 pentosanase、 $\alpha$ -及  $\beta$  牛乳糖  $\alpha$ -及  $\beta$ -galactosidase、 $\alpha$ -及  $\beta$  淀粉酶  $\alpha$ -及  $\beta$ -amylase、脂肪酶 lipase、酯酶 esterase、纤维素酶 cellulase、半纤维素酶 hemicellulase、纤维二糖酶 cellobiase、淀粉酵素 diastase

## 5 循环冷却水补充水处理

### 5.1 一般规定

5.1.1 本条规定指出了间冷开式循环冷却水系统补充水处理方案应考虑的一些因素及设计方案应做的工作。

5.1.2 本条对补充水水质资料收集做出相应规定，在补充水水质发生变化时，保证循环冷却水处理设备有足够的設計能力。

5.1.3 我国是一个水资源极其匮乏的国家，采用再生水作为循环冷却水补充水是节水的有效措施。

5.1.4 高硬度、高碱度水的钙、镁重碳酸盐浓度较高。在循环冷却过程中，由于游离二氧化碳被吹脱和水的不断浓缩，造成钙、镁盐的沉淀，影响了浓缩倍数的提高，甚至使系统无法运行。因此必须进行处理以提高浓缩倍数。石灰处理是比较便宜的处理方法。

5.1.5 本条中的补充水量计算公式是理论计算式。

5.1.8 软化水对金属部件的腐蚀性强。

### 5.2 物理处理

5.2.1 本条规定指出了补充水物理处理方案可考虑的一些基本工艺。

5.2.2 再生水残留有机物容易滋生粘泥、微生物等，应加强处理。再生水残留的氨氮浓度较高会发生氨的电化学腐蚀。

5.2.3 臭氧具有杀生、消除生物膜提高热交换效率、阻蚀等作用，几乎能与冷却水中大部分有机污染物发生反应，一般不产生新的污染，以较低浓度就能高效杀灭微生物，容易实现自动控制。

5.2.4 本条规定补充水处理应结合多种因素综合确定，并指出当补充水硬度高时应进行软化处理。

### 5.3 化学、生物处理

5.3.1 本条规定指出了补充水处理方案应考虑的一些因素及设计方案应做的工作。

5.3.2 对经化学、生物处理的补充水水质进行要求。

5.3.3 因为城镇污水处理厂的来水不太均衡，应设调节池进行调节，以保证均衡供水。

## 6 排水处理

6.1.1 本条明确了开式系统需处理的排水类别，可根据不同系统情况，按照此范围逐一落实排水量、水质，对其中超过排放标准的排水应予以处理。排放标准是指国家标准、地方标准、市政排水标准以及污水处理厂的接受指标。

6.1.2 排水处理方案应在满足当地环保要求的基础上综合考虑，本条列出 4 个确定方案方向提供设计参考，以确保方案设计的完整性。

6.1.3 冷却循环水在循环过程中，有三部分水量损失，分别是：排污损失水量  $Q_b$ ，蒸发水量  $Q_c$  和风吹损失水量  $Q_w$ 。开放式系统的风吹损失水量中，有除水器系统宜取循环水量的 0.1%~0.3%，无除水器系统可放大，取  $Q_w=0.5%$ ；建筑用冷却塔循环冷却水系统的设计浓缩倍数应取  $N \geq 3$ ；

6.1.4 循环冷却水系统的排水除了排污水之外，其余均为间断排水，为保持处理水量的稳定，设置调节池是必要的，并且可以有效节约水源。

6.1.6 本条对在检修或清洗等特殊情况下的排水、能够造成环境污染的循环冷却水，规定了应采取的解决办法，从设计和环保方面考虑是需要的，通过设置调节池可处理和储存符合系统要求的水继续回用，减少浪费。

6.1.7 本条明确了含磷超标排水的处理方法，石灰处理是现阶段应用最广泛的一种处理冷却循环水排水的方式。石灰处理具有运行费用低、降低硬度、操作简单、不污染其他水体等优点。铁盐混凝剂包括聚合氯化铝、液体聚合硫酸铁、聚合磷酸类复合铁盐等等，铁盐混凝剂具有密度较大，絮体沉降快和对原水适应性强等特点，广泛应用于水处理当中。

# 7 施工安装

## 7.1 一般规定

7.1.1 本条针对循环冷却水施工和安装单位所应具备的基本条件作了规定，以保证系统的施工质量和进度。

7.1.2 本条对设备安装时的环境温度做了规定，其目的是为了保证安全质量、防止意外损伤。设备安装一般要进行焊接和试水，若环境温度低于 5℃又尚未采取保护措施，由于温度剧变、物质体态变化而产生的应力极易造成设备损伤。环境温度高于 40℃，对施工人员人身安全造成威胁。

7.1.3 本规程的制定，针对建筑循环冷却水质处理设备的安装，提出了有关规定。另外，循环冷却水处理设备安装过程中，为保证机械设备安装的精确性，尚应执行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB 50231 的相关要求；因电控柜(箱)已成为设备的主导设备，电控设备安全运行是系统正常运转的先决条件，因此需严格执行《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的有关规定。在有条件的地方，还应尽量做到水电分离，抱枕更实用安全

## 7.2 安装

7.2.1 针对设备安装提出具体要求。

7.2.2 针对管道和阀门安装提出具体要求。

# 8 工程验收

## 8.1 系统调试

8.1.1 所有系统运行前需进行人工清扫、水清洗等清洗处理；根据工程具体情况选择是否进行预膜。直冷系统只需清洗，不需预膜。

8.1.2 开式系统更易产生污垢，因此设置在线清洗装置可以始终保持冷凝管内壁洁净，延长了冷却管的使用寿命，降低能耗，节省能源。

## 8.2 系统运行

8.2.1 循环冷却水处理使用的阻垢缓蚀剂有固体剂、液体剂等，因此药剂的配置、投加和贮存输送等应分别按不同情况采用相应措施。

1.本款规定是为了保证加药均匀、减少操作的随意性，充分发挥循环水处理药剂的作用。药液的投配浓度对溶解槽的影响较大，浓度越高，粘度越大，输送越困难，越不易做到均匀投加。

a) 本项提出的药剂配置每日按 8-24h 的药剂消耗量确定，考虑了两个因素：一是溶解槽不易过小，过小则溶药次数过于频繁。二是某些药剂不宜在溶解槽中停留时间过长，即溶解槽不宜过大。按照工厂的操作习惯，每班配一次药或每天配一次药是可行的。

药液的投配浓度对溶解槽的容积影响较大，浓度越高，粘度越大，虽然槽体减小但泵或管道易堵，输送不便。因此药液的配置浓度需结合药剂浓度来确定。根据近几年采用的缓蚀、阻垢等药剂调配浓度的运行经验，条文提出的取值范围能够满足生产要求。

溶解槽设搅拌设施可加速药液的溶解。一般采用机械、压缩空气等方法进行搅拌，但应注意适应被溶解药剂的特性

当前使用的水处理药剂绝大部分为易溶药剂，难溶药剂已相当少见，故溶解槽宜设 1 个。当与投配槽合并时则不宜少于 2 个。易溶药剂的溶解槽与投配槽合并，可简化药剂配置过程，节省设备费用。

常用的水处理药剂都具有不同程度的腐蚀性，因此溶解槽应采用具有防腐性能的玻璃钢、不锈钢、钢衬(涂)防腐材料或其他非金属防腐材料。

b) 当采用固体药剂时，药剂中的一些不溶物会导致出液管、输送管道、计量泵堵塞。即便是液体药剂，由于存放时间长，也可能会生成沉淀。因此在投配槽的出口处应设过滤设施。

2.液体药剂采用原液投加方式(经计量泵或水射器),操作简便,运行情况良好。

3.对循环冷却水进行处理时,投加药剂是否准确,直接影响到循环冷却水处理效果的好坏。采用计量泵或水射器(以转子流量计计量)投加,可保证投加量的稳定和准确。

为保证计量设施在出现故障时也能正常工作,故本条规定计量泵宜有备用。

4.考虑到药液都具有不同程度的腐蚀性,输送药液的管道应采用耐腐蚀材料。

5.药剂管道架空明设,有利于安全生产及检修。

#### 8.2.2:

1.杀生剂都具有一定的毒性和腐蚀性,本款中的各项要求是保证杀生剂安全贮存的必要条件。

2.本款规定是根据杀生剂的性质制定的。

#### 8.2.3:

1.氯气是有毒气体,具有强烈的刺激性。氯气在低温加压后呈液体注入能承受一定压力的特质钢瓶内,即通常所见的液氯钢瓶。如放置在露天,经暴晒后,瓶内液氯吸热气化,钢瓶内压增加,有爆炸的危险。任意在露天乱放,还会使钢瓶上的保险帽锈蚀,使用时打不开,或者松动脱落,或者碰坏保险阀造成氯气外逸,污染环境。故本款规定,液氯钢瓶应贮存在专用仓库中,不能露天存放。本款提出了氯瓶间和加氯间的设计要求:

a) 主要是防止一旦发生漏氯事故避免事态扩大,保证人员安全,故氯瓶间和加氯间以及其他工作间要隔开。

b) 设观察窗,可通过观察窗观察加氯间内情况,是否发生泄漏等异常现象,以便及时采取措施设法排除故障,保证安全操作。设置通向室外的外开门,是为了当加氯间内发生严重泄漏故障不能当即排除时,为保证操作人员的安全,可以推门而出,以便进一步采取措施。

c) 氯瓶不应靠近采暖设备和受阳光直射,是为了防止氯瓶受热,瓶内压力增高,发生爆炸。采暖设备包括暖气、火炉、电炉等。

d) 加氯间内应保持良好的换气通风条件,以保证操作、维修人员的安全。氯气比重大于空气,通风孔应设在外墙下方,并应朝向无人员流动的方向,使泄漏的氯气易于排出室外。但当泄漏量很大时,不应开启通风设备,以免造成更大范围的伤害事故。

e) 泄漏氯气与空气中的水分反应后对钢铁材料有一定的腐蚀性,因此本款规定加氯间内的电气设备及灯具应采用密闭、防腐类型产品,以防因腐蚀造成电器短路。照明和通风设备的开关设在室外是为了保证安全操作。



f) 配备空气呼吸器、抢救器材和工具箱是为了在发生事故时能够安全、及时、有效的采取处理措施。

g) 漏氯处理设施指碱水池、氯气吸收装置等，根据工程具体情况选定。

h) 因为氯瓶较重，单瓶重量有 500kg 和 1000kg 两种规格，为方便搬运，减少劳动强度，宜设起吊、运输设备，但不得使用叉车。

2.本款规定加氯机的总容量应按最大小时的加氯量确定，同时为了保证加氯的正常运行，一般情况宜设一台备用，当一台发生故障时，另一台即可投入使用。

3.采用加氯机投加液氯时，因缺少累计计量，容易发生氯瓶已空而操作人员尚未发现的情况，故还需用磅秤称重，进行累计计量，避免发生上述情况。

4.在非采暖地区，由于冬季室温较低，氯气蒸发量不足，应设置液氯蒸发器或采取其他措施，但不得使用蒸汽、明火直接加热钢瓶，因为这样做会导致氯瓶爆炸。

5.由于氯水具有腐蚀性，故氯水输送管道宜采用耐腐蚀管(ABS 塑料管等)。

6.本款对氯气的投加点进行了规定，其目的是使氯气投加到水中后，不易逸出，并能均匀地扩散到水中。

## 8.3 工程验收

8.3.1 竣工验收是建筑循环冷却水处理工程交付使用前的一项重要工作。按照各专业相关的验收规范和标准进行验收，对保证工程质量和创造良好运行条件有着积极的意义。

8.3.2 本条规定的竣工验收应提供的文件也是系统投入使用后的存档材料，以便日后对系统进行维修、改造时使用，并要求有专人负责维护管理。

8.3.3 本条规定的重点验收项目不仅是建筑循环冷却水处理工程的核心内容，也是影响冷却水系统正常运行的重要因素。设备参数等符合要求是保证工程质量的前提，管道检测、阀门和仪表安装验收等也是工程投入使用前的一项很重要的工作。因此，本条列出验收时的重点检查项目，验收不合格者不得竣工，更不得投入使用。

# 9 运行维护与管理

## 9.1 监测、控制和检测

9.1.1 通过采用循环水稳定指数分析仪进行在线监测，实时监控循环冷却水的各项参数指标，维持系统的高效安全稳定运行，通过联锁控制实时调整系统运行参数，降低系统运行管理成本，确保系统的高效稳定运行。

9.1.2 为及时掌握系统运行情况，便于考核系统的各项经济指标和事故分析，并且利于操作管理，应在建筑循环水系统中设置监测仪表。

给水总管、回水总管、补充水管、排污水管和旁流水管上均应设置流量仪表，并且根据工程具体情况设置温度、压力仪表。仪表的设置需与循环冷却水系统操作、管理需要有关。

建筑循环冷却水系统换热设备对腐蚀速率和污垢热阻值有严格要求时，仅在供水管道上设置流量、温度和压力仪表不足以反映系统工况条件，因此对个别要求严格的关键性换热设备，需在设备进水和出水管上均设置流量、温度、压力仪表。

9.1.3 为了进一步节能减排，提高循环冷却水的利用率，对水处理的监测也越来越重要，循环水动态模拟装置和监测换热器可以模拟系统的流速、流态水质、金属材质和循环冷却水进、出换热器温度等主要参数，是循环冷却水系统进行腐蚀、结垢监测和评价的一种重要方法。

在日常运行中，监测试片可以用来监测缓蚀剂的缓蚀效果，同时可以监测腐蚀速率，观察腐蚀形态，有助于找出产生腐蚀的原因。

循环冷却水中的微生物危害在于形成粘泥的量，将生物粘泥量控制在一定的范围能有效地防止软垢的生成。生物黏泥测定一般由给水总管或回水总管取样。

9.1.4 取样可以就地，也可集中，在北方冬季要注意防冻。换热设备出水管设取样管的目的是，在于检查该设备是否有物料泄露

9.1.5 由于循环冷却水系统冷却水池或冷却塔水池的液位对于系统的稳定运行有很大关系，因此吸水池一般设有液位计(引至值班室)，并设高、低液位报警，并通过控制补充水管上设有的液位调节阀来控制补充水量，从而使冷却水池或冷却塔水池保持一定的液位，维持系统中稳定的药剂浓度和浓缩倍数。

## 9.2 管理要求

9.2.1 循环冷却水系统根据使用单位的不同各有差异，为便于工作和管理，使用单位应设置供水管网平面图、水量平衡图、水处理系统流程图。

9.2.2 在正式投药之前，需对本单位实际水质和运行情况进行评定测试工作，确定最佳运行工况，确保循环冷却水系统的稳定高效运行。

9.2.3 对于药剂使用单位应建立严格的药剂使用规章制度，工作人员应严格按照规章制度进行操作，并做好水处理药剂使用种类、数量和时间记录。工作人员应熟悉本单位补充水处理、旁流水处理、再生水处理设备的运行，并及时记录操作参数。及时了解循环冷却水处理的状况和效果，通过微小的变化预测其后果，提前采取措施，及时调整，避免不良后果发生。

9.2.4 循环冷却水系统运行管理人员应对系统进行定期保养维护工作，对系统进行检漏，对系统内运行异常的部分进行及时的检修，系统进行全面检修，尽量加强预防性维护，减少故障性维修，实时监测冷却水系统的温度，压力，流量等数据，对供水系统进行巡视检查，记录现场仪表显示的温度，压力，流量的等数值，以确保冷却水系统安全可靠运行。检查供水系统的运行情况和循环管道的密封情况。