

ICS 13.060.25

CCS Z04

C I E S C

中国化工学会团体标准

T/CIESC XXXX—2024

## 循环冷却水旁流电化学处理技术规程

Technical Specification for Electrochemical Side Stream

Treatment of Recirculating Cooling Water

(征求意见稿)

2024-xx-xx 发布

2024-xx-xx 实施

中国化工学会 发布

# 目录

目录 .....	I
前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 定义.....	3
4 系统设计.....	4
4.1 一般规定.....	4
4.2 水质.....	4
4.3 水量.....	5
4.4 旁流水量.....	6
5 设备与设施.....	8
5.1 一般规定.....	8
5.2 电化学处理单元.....	8
5.3 固液分离单元.....	9
5.4 水泵、管道及配件.....	9
5.5 仪表及控制.....	9
5.6 配套设施.....	9
6 施工安装.....	10
6.1 一般规定.....	10
6.2 设备安装.....	10
6.3 管道敷设及配件安装.....	10
7 调试及验收.....	11
7.1 调试.....	11
7.2 验收.....	11
8 劳动安全与职业卫生.....	12
9 日常维护和运行管理.....	12
9.1 日常维护.....	12
9.2 运行管理.....	12
附录 A（资料性）一对一管道布置示意图.....	13
附录 B（资料性）一对多管道布置示意图.....	错误!未定义书签。
附录 C（资料性）多对多管道布置示意图.....	错误!未定义书签。

## 前 言

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

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国化工学会提出并归口。

本文件起草单位：中海油天津化工研究设计院有限公司、银海洁环保科技（北京）有限公司、西安交通大学、山东深信节能环保科技有限公司、上海荷塘环境技术有限公司、河南水云踪智控科技有限公司、中冷环境科技有限公司、东华工程科技有限公司。

本文件主要起草人：姚光源、章明歆、徐浩、明云峰、纪巍、杨林丰、徐星、顾毅康、王建军、王琳、朱田震、李国权、孙慧君、何爱珍、陶蕾、曹丽颖、刘国晶、章俊杰、韩英强、魏丽萍、宋海燕、党同辉。

# 循环冷却水旁流电化学处理技术规程

警示：本文件并未指出所有可能的安全问题。使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规规定的条件。

## 1 范围

本文件规定了循环冷却水旁流处理工艺中的电化学处理方式和应用规程。

本文件适用于新建、改建、扩建的循环冷却水旁流电化学处理工程的设计、施工安装、验收及日常维护与运行管理。循环冷却水旁流电化学处理工程的设计、施工安装、验收及日常维护与运行管理除遵守本规程外，还应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 2 规范性引用文件

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

- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 术语

#### 3.1.1

**循环冷却水旁流电化学处理** electrochemical side stream treatment of recirculating cooling water

采用电化学装置及配套设施对循环冷却水以旁流形式进行处理的过程。

## 3.1.2

**电化学旁流水量 electrochemical side stream flow rate**

从循环冷却水系统中分流进入电化学装置并经电化学处理后，再返回循环冷却水系统的那部分水量。

## 3.1.3

**反应室 reaction chamber**

发生电化学反应的容器。

## 3.1.4

**阳极 anode**

连接电源正极，发生氧化反应的电极。

## 3.1.5

**阴极 cathode**

连接电源负极，发生还原反应的电极。

## 3.1.6

**比电量 specific current**

施加给通过电化学反应室内单位水流量的电量，单位为库伦每立方米 ( $C/m^3$ )。

## 3.1.7

**槽电压 cell voltage**

电解过程中施加到阴极和阳极之间的电压值。

## 3.1.8

**氧化反应 oxidation reaction**

物质失电子的作用叫氧化，也称氧化反应。

## 3.1.9

**还原反应 reduction reaction**

物质得电子的作用叫还原，也称还原反应。

## 3.1.10

**电化学软化 electrochemical softening**

水中一部分硬度在电化学过程中与还原反应产物结合并以固体形式去除从而降低硬度的过程。

## 3.1.11

**电化学消毒 electrochemical disinfection**

电化学过程中氧化反应产物在电场协同作用下对进入反应室内微生物进行灭活，同时生成抑制微生物滋生的氧化物的过程。

## 3.1.12

**浓缩倍数 cycle of concentration**

循环冷却水与补充水含盐量的比值。

## 3.1.13

**排污水量 amount of blowdown**

为了调控循环冷却水水质满足运行要求，依据确定的浓缩倍数，需要从循环冷却水系统中排出的水量，排污通过电化学设备自动完成。

## 3.1.14

**系统水容积 capacity of the system**

循环冷却水系统内所有水容积的总和，单位为立方米（ $m^3$ ）。

## 3.1.15

**结垢离子 scaling ions**

指循环水系统中钙和碳酸氢根离子。

## 3.1.16

**极限浓缩倍数 ( $N_u$ ) ultimate cycle of concentration ( $N_u$ )**

当排污水量为零时的浓缩倍数。

## 3.2 定义

$Q_r$  —— 循环水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_b$  —— 排污水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_e$  —— 蒸发水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$N$  —— 浓缩倍数；

$N_u$  —— 极限浓缩倍数；

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_m$  —— 补充水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_{ECS}$  —— 电化学旁流处理水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$M_{S2}$  —— 电化学旁流去除的结垢离子的量，单位为毫克每小时 (mg/h)；

$\Delta_{CS}$  —— 电化学旁流处理装置进出水结垢离子浓度差值，单位为毫克每升 (mg/L)；

$M_{S0}$  —— 补充水带入的结垢离子的量，单位为毫克每小时 (mg/h)；

$M_{S1}$  —— 排污带出的结垢离子的量，单位为毫克每小时 (mg/h)；

$C_{S0}$  —— 补充水中的结垢离子浓度，钙硬度或甲基橙碱度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$C_{S1}$  —— 排污水中的结垢离子浓度，钙硬度或甲基橙碱度，单位为毫克每升 (mg/L)；

$Q_{ECB}$  —— 设置有集中水池的电化学旁流处理水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$n$  —— 每日系统水容积经过电化学设备处理的次数；

$V$  —— 系统水容积，单位为立方米 ( $m^3$ )；

$t$  —— 电化学装置每天运行的时间，单位为小时 (h)；

$T_d$  —— 设计停留时间，单位为小时 (h)；

$\Delta t$  —— 循环冷却水进、出冷却塔温差，单位为摄氏度（℃）。

## 4 系统设计

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 循环冷却水旁流处理工艺中的电化学处理方式，其基本功能包括软化水质和控制微生物滋生。
- 4.1.2 为规范循环冷却水电化学旁流处理工程，做到技术先进、安全可靠、经济合理、操作方便，提高循环冷却水系统水利用率和换热设备换热效率，保证工程质量。
- 4.1.3 循环冷却水电化学旁流处理设计应满足安全使用、节水节能、环境保护等要求，并应充分考虑施工安装、操作管理、运行维护等因素。
- 4.1.4 一般情形，需要软化的目标水水质须是结垢型水质。对于非结垢水质，根据用户需求确定采取的电化学形式或是否采用。
- 4.1.5 循环冷却水系统水质稳定方案单独采用电化学技术时，应根据系统的水源、水质、水量、设备、工艺和客户需求等情况确定。
- 4.1.6 循环冷却水系统水质稳定方案采用电化学和水处理化学药剂联合处理时，要进行配伍性试验。
- 4.1.7 循环冷却水旁流电化学处理技术的软化效果评价，可采用电化学处理技术实施后，单位时间内从水中分离出的垢的质量评估。
- 4.1.8 循环冷却水旁流电化学处理技术的微生物抑制效果评价，可采用检测循环水系统微生物数量、生物粘泥量的方法评估。

### 4.2 水质

#### 4.2.1 补充水按来源一般有：

- a) 地下水；
- b) 地表水；
- c) 再生水。

#### 4.2.2 不同地区补充水水质类型按硬度区分见表 1。

表 1 不同地区补充水水质类型

水质类型	硬度（以碳酸钙计）/（mg/L）	主要分布区域
软水	<80	南方沿海、珠江流域、松花江流域
中硬度水	80-180	西北、长江中下游
高硬度水	>180	黄河流域、西北、东北

- 4.2.3 补充水水质资料收集，地下水宜不少于一年的逐季水质全分析资料，地面水、再生水宜不少于一年的逐月水质全分析资料。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。

4.2.4 循环冷却水电化学旁流处理方案，应根据不同补水水源和水质制定。

4.2.5 循环冷却水水质控制宜参照 GB/T 50050，超出 GB/T 50050 的水质运行方案，宜经过试验验证后实施。

### 4.3 水量

4.3.1 循环冷却水量应根据确定的循环冷却水系统的总排热量计算确定。

4.3.2 排污水量、浓缩倍数、补充总水量，应进行计算并定量控制。

4.3.2.1 排污水量 ( $Q_b$ ) 应按式 (1) 计算：

$$Q_b = Q_e / (N-1) - Q_w \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$Q_b$  —— 排污水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_e$  —— 蒸发水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$N$  —— 浓缩倍数；

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )。

4.3.2.2 浓缩倍数 ( $N$ ) 应按式 (2) 计算：

$$N = Q_m / (Q_b + Q_w) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$Q_m$  —— 补充总水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_b$  —— 排污水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )。

4.3.2.3 补充总水量 ( $Q_m$ ) 应按式 (3) 计算：

$$Q_m = Q_e + Q_b + Q_w \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$Q_m$  —— 补充总水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_e$  —— 蒸发水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_b$  —— 排污水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )。

4.3.2.4 蒸发量 ( $Q_e$ ) 的确定应按式 (4) 计算：

$$Q_e = k \cdot \Delta t \cdot Q_r \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$Q_e$  —— 蒸发水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$Q_r$  —— 循环水量，单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )；

$\Delta t$  —— 循环冷却水进、出冷却塔温差，单位为摄氏度 ( $^{\circ}C$ )；

$k$  —— 蒸发损失系数，单位为摄氏度分之一 ( $1/^{\circ}C$ )；按表 2 取值，气温为中间值时采用内插法计算。



表 2 蒸发损失系数 k

进塔大气温度 (干球, °C)	-10	0	10	20	30	40
k (1/°C)	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0015	0.0016

4.3.2.5 飞溅/风吹损失量 ( $Q_w$ )

不同类型冷却塔飞溅/风吹损失量 ( $Q_w$ ) 见表 3。

表 3 不同类型冷却塔飞溅/风吹损失量

冷却塔类型	飞溅/风吹损失量 (%) *
引风式冷却塔	$0.001 \times Q_r$
强制通风式冷却塔	$0.002 \times Q_r$
自然通风式冷却塔	$0.005 \times Q_r$
喷淋池	$0.025 \times Q_r$
蒸发式冷凝器	$0.001 \times Q_r$
*对于有防飞溅措施的冷却塔, 其飞溅/风吹损失量需根据实际工况进行修正。	

4.3.2.6 极限浓缩倍数 ( $N_u$ ) 应按式 (5) 计算:

$$N_u = \frac{Q_e + Q_w}{Q_w} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $N_u$  —— 极限浓缩倍数;

$Q_e$  —— 蒸发水量, 单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ );

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量, 单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ )。

4.3.2.7 设计停留时间 ( $T_d$ ) 应按式 (6) 计算:

$$T_d = \frac{V}{Q_b + Q_w} = \frac{(N-1) \times V}{Q_e} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$T_d$  —— 设计停留时间, 单位为小时 (h);

$Q_e$  —— 蒸发水量, 单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ );

$Q_b$  —— 排污水量, 单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ );

$Q_w$  —— 风吹、渗漏等损失水量, 单位为立方米每小时 ( $m^3/h$ );

$V$  —— 系统水容积, 单位为立方米 ( $m^3$ )。

## 4.4 旁流水量

4.4.1 电化学旁流水量应根据循环冷却水系统的补水量、排污量、电化学旁流处理设备的处理能力、补充水水质以及预期循环冷却水水质来确定, 按式 (7)、(8)、(9)、(10) 进

行计算。

$$Q_{ECS} = M_{S2} / \Delta C_s \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$M_{S2} = M_{S0} - M_{S1} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$M_{S0} = Q_m \cdot C_{S0} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$M_{S1} = (Q_b + Q_w) \cdot C_{S1} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$Q_{ECS}$  ——电化学旁流处理水量，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$M_{S2}$  ——单位时间内需要电化学旁流去除的结垢离子的量，单位为克每小时（ $g/h$ ）；

$\Delta C_s$  ——电化学旁流处理装置进出水结垢离子浓度差值（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$M_{S0}$  ——补充水带入的结垢离子的量，单位为克每小时（ $g/h$ ）；

$C_{S0}$  ——补充水中的结垢离子浓度，即钙硬度或甲基橙碱度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$M_{S1}$  ——排污及风吹、渗漏带出的结垢离子的量，单位为克每小时（ $g/h$ ）；

$C_{S1}$  ——排污水中的结垢离子浓度，即钙硬度或甲基橙碱度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）。

4.4.2 循环冷却水瞬时钙硬度浓度（以  $CaCO_3$  计）按式（11）计算：

$$c^{Ca} = \frac{Q_m c_m^{Ca} - Q_s \Delta c^{Ca}}{Q_{b+d}} + \left( c_0^{Ca} - \frac{Q_m c_m^{Ca} - Q_s \Delta c^{Ca}}{Q_{b+d}} \right) e^{-\frac{Q_{b+d}}{V}(t-t_0)} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$c^{Ca}$  ——系统中钙硬度在计算时刻  $t$  的瞬时浓度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$c_0^{Ca}$  ——系统中钙硬度在初始时刻  $t_0$  的瞬时浓度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$c_m^{Ca}$  ——补水中钙硬度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$c^{Ca}$  ——排污水中某离子的瞬时浓度（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$\Delta c^{Ca}$  ——进出口钙硬度减少量（以  $CaCO_3$  计），单位为毫克每升（ $mg/L$ ）；

$Q_{b+d}$  ——排污水量+飘水量，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$V$  ——即  $V$ ，系统的保有体积，单位为立方米（ $m^3$ ）；

$Q_m$  ——补充水量，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$Q_s$  ——电化学旁流处理水量，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$t-t_0$  ——计算时刻  $t$  和初始时刻  $t_0$  的时间差值，单位为小时（ $h$ ）。

4.4.3 当循环冷却水系统设置有集中水池时，其电化学旁流处理水量应按式（12）进行计算。比较  $Q_{ECS}$  和  $Q_{ECB}$ ，二者取大值，最终确定电化学旁流处理水量，且设备进出口循环冷却水温度升高宜不超过  $0.3\text{ }^\circ\text{C}$ 。

$$Q_{ECB} = n \cdot V / t \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$Q_{ECB}$  ——设置有集中水池时的电化学处理水量，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$V$  ——系统水容积，单位为立方米 ( $\text{m}^3$ )；

$t$  ——循环冷却水系统每天运行的时间，一般取 24，单位为小时 (h)；

$n$  ——每日系统水容积 ( $V$ ) 经过电化学设备处理的次数，一般不小于 2。

4.4.4 以水质软化为主要目的时，其旁流水量以 4.4.1 为准。

4.4.5 循环冷却水旁流电化学处理系统管道布置应满足以下规定的要求：

a) 循环冷却水旁流电化学处理系统管道设计应按照旁流形式布置，详见附录 A；

b) 电化学处理设备进水口可根据现场情形，选择从循环水系统回水管、旁滤管线或者独立水泵管道接入。电化学处理设备出水口宜设置在循环冷却水水泵吸入口、集水池或积水盘附近，并应远离电化学处理设备进水口；

c) 多台冷却塔的循环冷却水并联处理时，冷却塔之间应设置平衡管，保证水位一致；

d) 低点宜设置泄水阀，如采用的是密闭罐体，管道系统的高点宜设置排气阀；

e) 多台电化学处理设备同时使用时，电化学设备之间管道布置应做到布水均匀、防止短路，详见附录 B；

f) 多台冷却塔并联使用，且采用多台电化学设备同时处理时，冷却塔之间和电化学设备之间的管道布置均应考虑布水均匀、防止短路，详见附录 C。

4.4.6 循环冷却水旁流电化学处理电气设计应满足下列要求：

a) 循环冷却水旁流电化学处理设备的控制柜与控制器应分开设置；

b) 水处理设备的运行及故障等状态信号应能在控制室内显示；

c) 水处理设备控制柜应设有手动和自动控制启停的开关。

4.4.7 循环冷却水系统宜采用以下各项在线监测与控制：

a) pH 值在线监测；

b) 电导率在线监测与排污水量联锁控制。

## 5 设备与设施

### 5.1 一般规定

5.1.1 电化学水处理设备及配套设施的质量应符合国家现行标准，满足节能、绿色产品的有关要求。

5.1.2 电化学水处理设备及配套设施的配件应符合国家现行标准的相关规定。

5.1.3 电化学旁流处理系统电流宜按照电化学旁流处理水量确定，比电量不宜小于  $3600 \text{ C/m}^3$ ；最大工作电压，宜在 50VDC 以下。

5.1.4 电化学旁流处理设备进出口最大温升宜控制在  $0.3^\circ\text{C}$  以内。

### 5.2 电化学处理单元

5.2.1 电化学处理单元应配备有自动除垢设施或措施，并应满足以下要求：

a) 反应室用坚固耐用材料制造，可采用开式或密闭形式；

b) 阳极宜采用惰性电极；

c) 当补水中氯离子含量低于  $30\text{mg/L}$  或空气中带入富营养物质质量较大时，宜设置辅助微

生物控制措施；

d) 阴极形式设置应易于水垢清理，且应采取自动除垢措施；

e) 电化学装置除垢的设施和措施，无论何种形式都应该有效保证电极的清洁，以保证电极和装置的稳定运行。采用刮刀形式清理水垢的电化学处理单元，刮刀宜采用耐磨材料制成；采用倒极形式清理水垢的电化学电极，阴极宜采用惰性电极；

f) 电化学装置的电源及电气元件应采用 3C 认证的产品；

g) 排污阀应开启灵活，宜采用球阀；

h) 电化学旁流处理水泵单独设置时，流量和扬程应满足设计能力的要求。

5.2.2 电化学处理单元出水口和排污水口宜分别设置固液分离装置。

5.2.3 电化学旁流水处理系统应有自动排污装置。

### 5.3 固液分离单元

5.3.1 电化学处理设备应配备水垢分离设备进行固液分离，上清液和固体分别处理。

5.3.2 如果循环水系统有旁滤器，电化学处理设备宜与旁滤器串联安装。

5.3.3 未设置旁滤器的循环冷却水系统，宜增设旁滤器，并与电化学处理设备串联安装。

5.3.4 一般情形下，固体水垢按照普通固体废弃物处置。

### 5.4 水泵、管道及附件

5.4.1 循环冷却水旁流电化学处理系统旁流水泵的选择应符合下列要求：

a) 宜设置独立的水泵和管道系统，水泵吸入口宜设置过滤器；

b) 宜选用管道泵；

c) 水泵产品应为低噪音、节能型。

5.4.2 循环冷却水旁流电化学处理系统采用的管道、阀门、材质应符合下列要求：

a) 阀门宜采用闸阀或球阀；

b) 旁流水泵宜采用不锈钢材质；

c) 管道可以采用热镀锌钢管、不锈钢管或 PVC-U 等给水塑料管，根据环境条件等相关要求选择。

### 5.5 仪表及控制

5.5.1 电化学旁流处理系统应包括下列监测指标：

a) 电化学过程电流和电压的监测和显示；

b) pH 值、电导率、浊度、温度等水质指标的监测和显示；

c) 电化学旁流水量的监测和显示。

5.5.2 控制系统宜采用常见的通信协议。控制系统除了控制电化学过程之外，还应包括脱垢、排污、计量泵等控制。

### 5.6 配套设施

5.6.1 处理设备及电控设施应根基实际情况布置在室内或者室外，无论何种，宜尽量靠近冷却塔；电控设施尽量放在相对干燥的地方。

- 5.6.2 当电化学处理设备及电控设施设置在室外及屋顶时，应有防雨设施，有防冻要求的，设施及配套管路应采取防冻措施。
- 5.6.3 电控设备设置在循环泵房内时，其防护等级不应低于 IP44；设置在室外时，控制柜外壳的防护等级不应低于 IP55。
- 5.6.4 电化学处理间应设置排水设施，地面应有不小于 0.01 的坡度坡向排水设施。
- 5.6.5 电化学处理间应设通风装置，保证房间通风良好。
- 5.6.6 电化学设备构筑物（设备）的防雷接地，应符合 GB 50057、GB/T 50065 和 GB 50169 等规范的相关规定。

## 6 施工安装

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 从事循环冷却水旁流电化学处理系统施工安装单位应具备相应的施工资质，施工人员应具备相应的资格。
- 6.1.2 循环冷却水旁流电化学处理系统施工安装除应执行本规程外，还须符合 GB 50235、GB 50275、GB 50242 等规范的有关规定。
- 6.1.3 施工单位应建立、健全施工技术、质量、安全生产等管理体系，制定各项施工管理规定，并贯彻执行。

### 6.2 设备安装

6.2.1 设备安装前施工单位应熟悉和审查图纸，并对有关设备的基础养护强度、平整度、位置、标高、尺寸、预留孔洞及预埋件等进行检查复核，各项指标符合设计要求后，方可安装。

6.2.2 水处理设备安装应符合下列规定：

- a) 水处理设备安装，应对基座进行找平，其纵向、横向水平度允许偏差不得大于 1/1000；
- b) 多台水处理设备并联组合时，应保持各台设备基础的标高在同一水平面，各设备进、出水管连接位置应正确，严密不漏。

6.2.3 电气及控制柜的安装应符合下列要求：

- a) 电气柜（箱）、控制柜（箱）以及基础型钢必须可靠接地，工作零和保护零应做好区分。
- b) 落地式控制柜应抬高，室内高出完成地面不应小于 50mm，室外不应小于 200mm。

### 6.3 管道敷设及附件安装

6.3.1 系统管道安装前应校直并清除管道内部的杂物，安装时应随时清除管道内部的杂物。

6.3.2 与冷却塔、水泵及水处理装置等设备相连接的管道、阀门的安装，除应符合 GB 50235 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- a) 所有与设备连接的管道应具有独立、牢固的支承，以消减管道的振动和防止管道的重量压在设备之上；进出设备的管道应有各自的支架，有关设备不得直接承受管道的重量；
- b) 管道内部和管端应清洗洁净，清除杂物；密封面和螺纹不应损伤；

c) 相互连接的法兰端面应平行；螺纹管接头轴线应对中，不应借法兰螺栓或管接头强行连接；

d) 管道与有关设备连接后，应复检设备的找正精度，当发现管道连接引起偏差时，应及时调整管道；

e) 管道与设备连接后，不应在其上直接进行焊接和气割；当需焊接和气割时，应拆下管道或采取必要的措施，并应防止焊渣进入设备内部；

f) 连接设备进出水管道的直径不应小于设备的入口和出口直径，当采用变径管时，变径管的长度不应小于大小管径差的 5~7 倍；

g) 阀门、器材应满足工艺流程和检修的需要；

h) 设备支管上宜设置调试用阀门及压力表；

i) 循环冷却水处理系统管道宜选用热镀锌钢管、不锈钢管或 PVC-U 等塑料给水管。

6.3.3 系统管道在交付使用前的冲洗、水压试验、强度、严密性试验应按 GB 50242、GB 50268 的要求进行。

## 7 调试及验收

### 7.1 调试

7.1.1 设备安装完工后应按相关设计文件及设备技术要求进行调试。

7.1.2 设备调试期间，应保持稳定运行，液位、压力、温度、水质指标等运行参数应符合设计要求，系统调试应包括下列内容：

a) 设备单机试运转及调试；

b) 与循环冷却水系统联合试运转及调试。

7.1.3 根据实际补充水水质，确定循环冷却水系统初始运行期间循环冷却水水质标准及有关设计参数。

7.1.4 对调试过程及其相关参数进行记录和评判。

### 7.2 验收

7.2.1 对水处理工程宜分阶段进行验收，并按照通电、通水、仪表、初始运行水质、常规运行水质先后顺序进行。

7.2.2 工程验收时施工安装单位应提交的相关资料，工程验收应检查的文件、记录等资料，包括设计变更资料、产品的出厂合格证书、材料进场验收记录、材料进场复检报告、施工质量记录、产品使用说明书等。

7.2.3 水处理设备及水泵安装的验收应符合 GB 50242、GB 50275、GB 50254、GB 50150 等规范的规定和要求。其他项目的验收应满足相应的规定要求，其中包括：

a) 设备主体；

b) 电源及控制柜；

c) 水泵；

d) 仪器仪表。

7.2.4 水处理工程管道及阀门安装的验收应符合 GB 50242、GB 50235 等规范的规定和要求，其他项目的验收应满足相应的规定要求，其中包括：

- a) 安装检查；
- b) 管道试压；
- c) 阀门及附件。

## 8 劳动安全与职业卫生

8.1 生产过程应设置相应的安全卫生措施，并符合 GB/T 12801 的规定。

8.2 循环冷却水旁流水处理厂（站）应建立健全安全生产规章制度，专人专职负责具体监督防范，确保正常生产和人员安全。

8.3 独立循环冷却水旁流水处理厂（站）电化学处理工作电流超过 1000A 时，宜设置漏氯和漏氢报警装置，且应设置防护措施。

8.4 电化学设备运行过程中可能产生的氢气和氯气等易燃易爆或危害性气体，设计时应考虑其安全防护的要求，根据相关安全标准进行设计，宜做到设计上的本质安全；并根据实际现场的风险评定和安全要求，确定是否设置漏氯和漏氢报警装置。对需要处理的情形，应按照安全要求，设定规范性线路，送到指定位置。

## 9 日常维护和运行管理

### 9.1 日常维护

9.1.1 电化学处理系统应建立日常保养、定期维护和大修的分级维护制度及操作规程，运行管理人员应按规定要求对设施进行定期维修和保养。

9.1.2 运行人员应按操作规程进行操作，并做好运行和维修记录。记录包括：交接班记录、设备运行记录、设备维修保养记录、设备故障及事故处理记录等。

### 9.2 运行管理

#### 9.2.1 巡查

9.2.1.1 每天检查并记录补充水情况和电化学设备的排水设施。

9.2.1.2 每天检查并记录 pH 值、电导率、浊度、温度等水质指标的读数。

9.2.1.3 每天检查并记录电化学设备运行状况。

9.2.1.4 定期检查并记录循环冷却水水质指标应符合设计要求。

9.2.1.5 对于实现自动控制和远程监控的装置，以上要求可根据实际运行要求确定检测内容和频率。

9.2.2 编制运行人员应遵循的操作规程，并要求做好运行和维修记录。

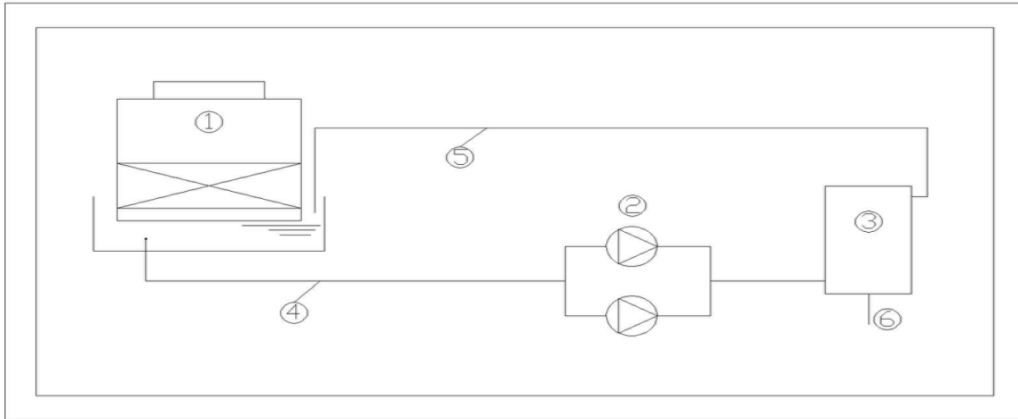
9.2.3 对水质检测取水点位置提出要求，水质检测记录存档备案。

9.2.4 电化学水处理间应有安全防护措施。

附录 A  
(资料性)

A.1 一对一管道布置示意图

一对一管道布置示意图见图 A.1。



标引序号说明：

- ①——蒸发式冷凝器或冷却塔；
- ②——旁流水泵；
- ③——电化学水处理设备；
- ④——旁流进水管道；
- ⑤——旁流出水管道；
- ⑥——排污口；
- ⑦——自动除垢装置。

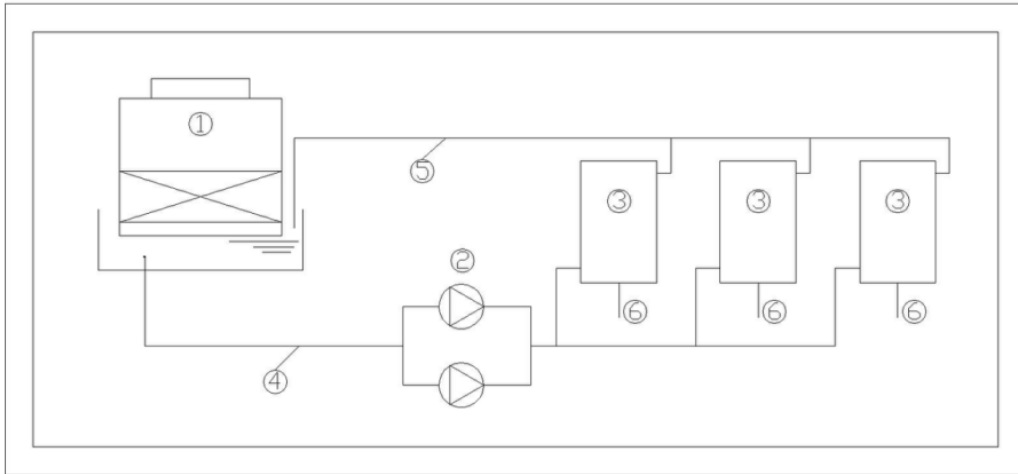
图 A.1 一对一管道布置示意图



附录 B  
(资料性)

B.1 一对多管道布置示意图

一对多管道布置示意图见图 B.1。



标引序号说明：

- ①——蒸发式冷凝器或冷却塔；
- ②——旁流水泵；
- ③——电化学水处理设备；
- ④——旁流进水管道；
- ⑤——旁流出水管道；
- ⑥——排污口；
- ⑦——自动除垢装置。

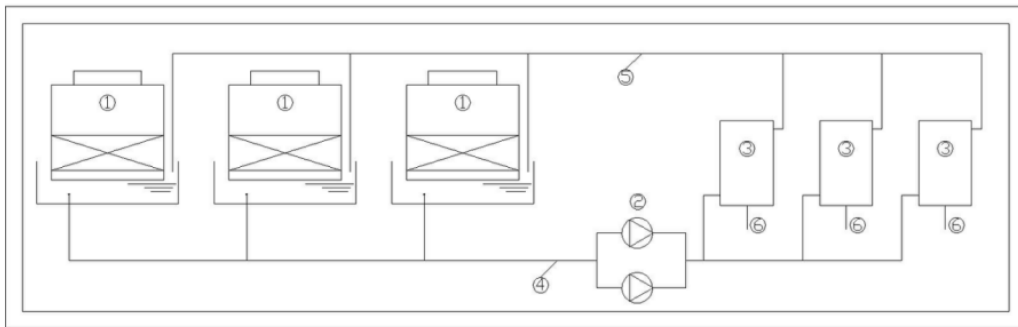
图 B.1 一对多管道布置示意图

## 附录 C

### (资料性)

#### C.1 多对多管道布置示意图

多对多管道布置示意图见图 C.1。



标引序号说明：

- ①——蒸发式冷凝器或冷却塔；
- ②——旁流水泵；
- ③——电化学水处理设备；
- ④——旁流进水管道；
- ⑤——旁流出水管道；
- ⑥——排污口；
- ⑦——自动除垢装置。

图 C.1 多对多管道布置示意图

本标准版权归中国化工学会所有。除了用于国家法律或事先得到  
中国化工学会文字上的许可外，不许以任何形式复制该标准。  
中国化工学会地址：北京市朝阳区安定路 33 号化信大厦 B 座 7 层  
邮政编码：100029 电话：010-64455951 传真：010-64411194  
网址：www.ciesc.cn