

UDC

中华人民共和国行业标准

HG

P

HG/T 20690 - 2000

化工企业循环冷却水 处理设计技术规定

Specification on Design of Recirculating Cooling Water
Treatment for Chemical Enterprises

2000 - 09 - 30 发布

2001 - 06 - 01 实施

国家石油和化学工业局

发布

国家石油和化学工业局文件

国石化政发(2000)361 号

关于批准《H 型钢钢结构管架通用图(桁架式管架)》等 6 项化工行业标准的通知

中国化工勘察设计协会:

根据我局及原化工部工程建设标准制修订项目计划,你单位组织完成的《H 型钢钢结构管架通用图(桁架式管架)》等 6 项化工行业标准草案,业经我局批准,现予发布。标准名称、编号为:

推荐性标准:

序号	标准编号	标准名称
1.	HG/T 21640.1 - 2000	H 型钢钢结构管架通用图 (桁架式管架)
2.	HG/T 21640.2 - 2000	H 型钢钢结构管架通用图 (纵梁式管架)
3.	HG/T 21640.3 - 2000	H 型钢钢结构管架通用图 (独立式管架)
4.	HG/T 20670 - 2000	化工、石油化工管架、管墩 设计规定
5.	HG/T 20690 - 2000	化工企业循环冷却水处理 设计技术规定

6. HG/T 20698 - 2000 化工采暖通风与空气调节
设计规定

以上标准自 2001 年 6 月 1 日起实施。

国家石油和化学工业局
二〇〇〇年九月三十日

中国化工勘察设计协会

中化勘设协字〔2000〕180 号

关于编辑发行《H 型钢钢结构管架通用图 (桁架式管架)》等六项化工行业标准的通知

全国化工工程建设标准编辑中心：

根据国石化政发(2000)361 号文的通知,国家石油和化学工业局已批准《H 型钢钢结构管架通用图(桁架式管架)》等六项化工行业标准。据此,我协会委托你中心对上述标准予以编辑发行。标准名称及编号见 361 号文。

中国化工勘察设计协会
二〇〇〇年十一月三日

中华人民共和国行业标准

化工企业循环冷却水 处理设计技术规定

Specification on Design of Recirculating Cooling Water
Treatment for Chemical Enterprises

HG/T 20690 - 2000

主编单位：中国寰球化学工程公司

批准部门：国家石油和化学工业局

实施日期：二〇〇一年六月一日

全国化工工程建设标准编辑中心

(原化工部工程建设标准编辑中心)

2001

北京

前 言

依据中国化工勘察设计协会 1998(34)号文要求,由全国化工给排水设计技术中心站组织,中国寰球化学工程公司会同有关单位对《化工企业循环冷却水处理设计技术规定》(CD80A3-85)进行修订。

本次修订工作系在本规定原有条文的基础上,根据当前我国经济建设的方针政策,广泛吸取了化工企业循环冷却水处理设计的实践经验,并根据药剂发展的水平,力求使修改后的规定有较好的可操作性,对化工企业的循环冷却水处理设计可以起到较好的指导作用。

修订的主要技术内容有:1. 增加了术语符号;2. 修改了浓缩倍数指标;3. 修改了循环冷却水的水质标准;4. 改写了缓蚀、阻垢的有关条文,使条文更适合目前的药剂水平;5. 改写了清洗、预膜和药剂的储存与配制方面的条文,使条文更具有可操作性;6. 增加了加酸量计算公式,补充了循环冷却水水量计算公式。

修订后的规定由原来的 8 章 96 条,增加为 8 章 127 条。

本规定由全国化工给排水设计技术中心站负责解释。地址:
安徽省合肥市望江东路 70 号

本规定修订主编单位:中国寰球化学工程公司

参编单位:化工部第三设计院(东华工程公司)、扬子石化公司

主要起草人:薛树森、韩玲、包义华

协编单位:武进中南化工有限公司

武进水质稳定剂厂

山东华特事业总公司

武进星火化工厂

目 次

1	总则	(1)
2	术语、符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(4)
3	循环冷却水处理	(8)
3.1	一般规定	(8)
3.2	敞开式系统设计	(12)
3.3	密闭式系统设计	(14)
3.4	阻垢和缓蚀	(14)
3.5	菌藻控制	(17)
3.6	清洗和预膜	(18)
4	旁流过滤水处理	(20)
5	补充水处理	(21)
6	排水处理	(23)
7	药剂储存、配制、投加	(24)
7.1	一般规定	(24)
7.2	缓蚀、阻垢剂配制与投加	(25)
7.3	液氯储存与投加	(25)
7.4	酸液储存与投加	(26)
8	监测、控制和化验	(28)
附录 A	水质分析项目表	(30)
附录 B	水质分析数据校核	(31)
附录 C	循环冷却水自然 pH 值及碱度计算式	(32)
附录 D	本规定用词说明	(34)
	条文说明	(35)

1 总 则

1.0.1 为了有效地控制循环冷却水引起的结垢、污垢和腐蚀,保证设备的换热效率和使用年限,使化工企业循环冷却水处理设计达到技术先进、经济合理,特制定本规定。

1.0.2 本规定适用于化工企业新建、扩建、改建工程中间接换热的循环冷却水处理设计。

1.0.3 化工企业循环冷却水处理设计应符合安全生产、保护环境、节约能源和节约用水的要求,并便于施工、维修和操作管理。

1.0.4 化工企业循环冷却水处理设计,应立足于国内技术条件和药剂供应情况,吸取国内外先进经验,积极采用新技术。

1.0.5 化工企业循环冷却水处理设计,除按本规定执行外,尚应符合现行有关国家标准、规范及化工行业标准、规范。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 循环冷却水系统 Recirculating cooling water system

以水作为冷却介质,并循环运行的一种给水系统,由换热设备、冷却设备、水泵、管道及其它有关设施组成。

2.1.2 敞开式系统 Open system

指循环冷却水与空气直接接触冷却的循环冷却水系统。

2.1.3 密闭式系统 Closed system

指循环冷却水不与空气直接接触冷却的循环冷却水系统。

2.1.4 药剂 Chemicals

循环冷却水处理过程中所使用的各种化学品。

2.1.5 异养菌数 Count of heterotrophic bacteria

按细菌平皿计数法计算出每毫升水中的异养菌个数。

2.1.6 粘泥 Slime

指微生物及其分泌的粘液与其它有机和无机杂质混合在一起的粘浊物质。

2.1.7 粘泥量 Slime content

表示每立方米循环冷却水所含粘泥体积,以 ml/m^3 表示,其数值用生物过滤网法测定。

2.1.8 污垢热阻值 Fouling resistance

表示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 $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

2.1.9 腐蚀率 Corrosion rate

以金属腐蚀失重而算得的平均腐蚀率,单位为 mm/a 。

2.1.10 系统容积 System capacity volume

循环冷却水系统内所有水容积的总和。

2.1.11 浓缩倍数 Cycle of concentration

循环冷却水溶盐浓度与补充水溶盐浓度的比值。

2.1.12 监测试片 Monitoring test coupon

放置在监测换热设备或测试管道上监测腐蚀用的标准金属试片。

2.1.13 预膜 Prefilming

以加有预膜剂的水循环通过清洗后的换热设备,使设备金属表面形成均匀致密保护膜的过程。

2.1.14 间接换热 Indirect heat exchange

换热介质间间接接触的一种热交换方式。

2.1.15 旁流过滤水 Side stream

从循环冷却水系统中分流并按要求进行过滤处理后再返回系统的部分水量。

2.1.16 药剂允许停留时间 Permitted retention time of chemicals

药剂在循环冷却水中的平均有效时间。

2.1.17 补充水量 Amount of make up water

用于补充循环冷却水系统在运行过程中所损失的水量。

2.1.18 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。

2.1.19 热流密度 Heat load intensity

换热设备单位传热面单位时间的传热量。以 W/m^2 表示。

2.2 符 号

表 2.2 符 号

所在条号	符号	含 义
附录 B	A	阴离子浓度($[H^+]$ mol/L)
4.0.2	A_a	进冷却塔空气量(m^3/h)
3.4.10-2	B_f	系统首次加酸量(kg)
3.4.10-3	B_r	系统运行时加酸量(kg/h)
3.4.10-1、2、3	b	加酸浓度(mg/L)
附录 B	C	阳离子浓度($[H^+]$ mol/L)
3.4.10-2	C_a	酸的浓度(%)
4.0.2	C_b	空气含尘量(g/m^3)
4.0.2	C_{ms}	补充水悬浮物浓度(mg/L)
4.0.2	C_m	循环冷却水悬浮物浓度(mg/L)
4.0.2	C_{ss}	滤后水悬浮物浓度(mg/L)
附录 A	d	水质分析校核误差(%)
3.1.8-3	F	管内表面积(cm^2)
3.5.3	G_c	加氯量(kg/h)
3.4.7	G_f	系统首次加药量(kg)
3.5.6	G_n	非氧化性杀生剂加药量(kg)
3.4.8 3.4.9	G_r	系统运行时加药量(kg/h)

续表 2.2

所在条号	符号	含 义
3.4.7 3.4.8 3.4.9	g	加药浓度(mg/L)
3.5.3	g_c	加氯浓度(mg/L)
3.5.6	g_n	非氧化性杀生剂加药浓度(mg/L)
附录 C	H_m	补充水硬度(mg/L)
5.0.4-2	K	系数($1/^\circ\text{C}$)
4.0.2	K_s	悬浮物沉降系数
附录 C	M	循环冷却水碱度(mg/L)
3.4.10-1	M_c	循环冷却水加酸后达到 pH 调控值时的碱度(mg/L)
附录 C	M_m	补充水碱度(mg/L)
3.4.10-1	M_n	循环冷却水浓缩后达到自然 pH 值时的碱度(mg/L)
3.1.8-2、3	$(m \cdot c \cdot m)$	污垢附着速度 [$\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot 30\text{d})$]
3.2.1 3.4.8 5.0.3 5.0.6-2 附录 C	N	浓缩倍数
5.0.6-1、2	P_b	排污百分率(%)
5.0.4-1、2 5.0.6-2	P_e	蒸发百分率(%)

续表 2.2

所在条号	符号	含 义
5.0.5 5.0.6-2	P_w	风吹损失百分率(%)
3.4.10-1	p	酸的 $[H^+]$ mol 质量(g/[H ⁺]mol)
附录 C	pH_m	补充水 pH 值
附录 C	pH_n	循环冷却水浓缩后的自然 pH 值
附录 C	pH_r	循环冷却水 pH 值
3.5.3 5.0.4-1 5.0.5 5.0.6	Q	循环冷却水量(m ³ /h)
3.2.1 3.2.2 3.4.10-3 4.0.2 5.0.3	Q_b	排污水量(m ³ /h)
3.4.8 5.0.3 5.0.4	Q_e	蒸发水量(m ³ /h)
3.2.1 3.4.9 4.0.2 5.0.3	Q_m	补充水量(m ³ /h)
4.0.2	Q_{sf}	旁流过滤水量(m ³ /h)
3.2.1 3.2.2 3.4.10-3 4.0.2 5.0.3 5.0.5	Q_w	风吹损失水量(m ³ /h)

续表 2.2

所在条号	符号	含 义
3.1.8-1、2	R_s	年污垢热阻值($m^2 \cdot K/W$)
3.1.8-3	T	监测或试验时间(h)
3.2.2	T_d	设计停留时间(h)
5.0.4-2	Δt	冷却塔进出水温差($^{\circ}C$)
3.2.2 3.2.3 3.3.1 3.4.7 3.4.10-2 3.5.6 5.0.3	V	系统容积(m^3)
3.2.3 3.3.1	V_f	设备中水侧容积(m^3)
3.2.3	V_p	管道容积(m^3)
3.3.1	V_{pv}	管道和膨胀罐的容积(m^3)
3.2.3	V_t	水池容积(m^3)
3.1.8-3	W	污垢质量(mg)
5.0.3-2	α	经验系数
3.1.8	δ	第一个月的污垢平均厚度(mm)
3.1.8-1、2	λ_s	垢层导热系数[$W/(m \cdot K)$]
3.1.8-2	γ	污垢密度(g/cm^3)

注:本规定中的碱度、硬度、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 全部以 $CaCO_3$ 计。

3 循环冷却水处理

3.1 一般规定

3.1.1 循环冷却水处理设计方案,应根据换热设备设计对污垢热阻值和腐蚀率的要求,结合下列因素通过技术经济比较确定:

- 1 循环冷却水的水质指标(表 3.1.9 所示);
- 2 可供利用的补充水量及水质;
- 3 循环冷却水处理的控制条件;
- 4 药剂对环境的影响。

3.1.2 循环冷却水量应根据生产工艺的最大小时用水量确定,给水温度应根据生产工艺要求并结合气象条件确定。

3.1.3 补充水水质资料的收集与选取应符合下列规定:

- 1 水源为地表水时,不宜少于一年的逐月水质全分析资料;
- 2 水源为地下水时,不宜少于一年的逐季水质全分析资料;
- 3 补充水的水质应以水质分析资料的年平均值作为设计依据,以最不利水质校核设备能力。

3.1.4 补充水、循环水水质分析项目宜符合附录 A 的要求,分析数据校核,宜按附录 B 的方法进行。

3.1.5 敞开式循环冷却水处理设计时,宜收集建厂地区大气中有害气体、悬浮颗粒等含量资料。

3.1.6 敞开式循环冷却水系统换热设备内水的流速和热流密度按下列规定:

- 1 管程循环冷却水流速不宜小于 0.9m/s ;
- 2 壳程循环冷却水流速不应小于 0.3m/s 。当不能满足上述要求时,应采取防腐涂层、反向冲洗等措施。

3 热流密度不宜大于 58.2kW/m^2 。

3.1.7 换热设备循环冷却水侧管壁的年污垢热阻值和年腐蚀率应按生产工艺要求并结合下列指标确定：

1 敞开式系统的年污垢热阻值宜为 $1.72 \times 10^{-4} \sim 3.44 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ；

2 密闭式系统的年污垢热阻值宜小于 $0.86 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ ；

3 碳钢管壁的腐蚀率宜小于 0.10mm/a ；铜、铜合金和不锈钢管壁的腐蚀率宜小于 0.005mm/a 。

3.1.8 年污垢热阻值可根据监测换热器或试验测得的数据按下式计算：

$$R_s = \frac{(1.67 \sim 2.0) \cdot \delta}{1000\lambda_s} \quad (3.1.8-1)$$

式中 R_s ——年污垢热阻值($\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$)；

δ ——第一个月的污垢平均厚度(mm)；

λ_s ——垢层导热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]。实测求得，通常在 $0.43 \sim 1.72 [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ 之间。

年污垢热阻值也可按实测的污垢附着速度 ($\text{m} \cdot \text{c} \cdot \text{m}$) 进行计算：

$$R_s = \frac{(1.67 \sim 2.0) \cdot (\text{m} \cdot \text{c} \cdot \text{m}) \cdot 10^{-5}}{\gamma \cdot \lambda_s} \quad (3.1.8-2)$$

式中 γ ——污垢密度 (g/cm^3)，当污垢为腐蚀产物时，约为 $1.7 \sim 2.5$ ，当污垢主要组分为水垢时，约为 1.3 。

$\text{m} \cdot \text{c} \cdot \text{m}$ ——污垢附着速度 [$\text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot 30\text{d})$]按下式计算：

$$m \cdot c \cdot m = 24 \times 30 \frac{W}{F \cdot T} \quad (3.1.8-3)$$

式中 W —— 污垢质量(mg);

F —— 管内表面积(cm^2);

T —— 监测或试验时间(h),以 $30 \pm 1d$ 为限。

3.1.9 敞开式循环冷却水的水质指标应根据换热设备的结构形式、材质、工况条件、污垢热阻值、腐蚀率以及所采用的水处理配方经试验确定(见表 3.1.9)。

表 3.1.9 循环冷却水的水质指标

序号	项目	单位	要求和使用条件	许用值
1	浑浊度	mg/L	按生产工艺要求确定,无要求时按许用值选用; 板式、翅片管式、螺旋板式换热器	≤ 20 ≤ 10
2	pH 值		根据药剂配方的控制条件确定	6.5 ~ 9.5
3	Ca^{2+} + 碱度	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定	< 1100
4	总 Fe	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定	< 0.5
5	Al^{3+}	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定	< 0.5
6	Cu^{2+}	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定	< 0.1
7	Cl^-	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定 不锈钢管程设备	≤ 700
8	SO_4^{2-}	mg/L	$[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{Cl}^-]$ 之和	≤ 1500
			对系统中混凝土材质要求	按现行《岩土工程勘察规范》 GB 50021-94 的规定执行
9	硅酸以 SiO_2 计	mg/L	根据药剂配方的控制条件确定 并要求 $[\text{Mg}^{2+}] \times [\text{SiO}_2]$	≤ 15000
10	游离余氯	mg/L	回水总管处	0.5 ~ 1.0
11	石油类	mg/L	非炼油化工及石油企业	< 5
			炼油企业	< 10

3.1.10 密闭式系统循环冷却水的水质指标应根据生产工艺要求确定。

3.1.11 敞开式系统循环冷却水的菌藻控制指标宜符合下列要求。

- 1 异养菌总数 $\leq 5 \times 10^5$ 个/mL;
- 2 真菌数 ≤ 10 个/mL(对木质冷却塔);
- 3 铁细菌数 ≤ 100 个/mL;
- 4 硫酸盐还原菌数 ≤ 50 个/mL;
- 5 粘泥量 $\leq 4\text{mL/m}^3$ 。

3.2 敞开式系统设计

3.2.1 敞开式系统循环冷却水的设计浓缩倍数不宜小于 3.0。浓缩倍数按下式计算:

$$N = \frac{Q_m}{Q_b + Q_w} \quad (3.2.1)$$

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)。

3.2.2 循环冷却水在系统内的设计停留时间不应超过药剂的允许停留时间。设计停留时间按下式计算:

$$T_d = \frac{V}{Q_b + Q_w} \quad (3.2.2)$$

式中 T_d —— 设计停留时间(h);

V —— 系统容积(m^3)。

3.2.3 循环冷却水系统容积在满足水泵吸水容积的条件下应尽量减小,不宜大于循环水量的 $1/3$ 。

系统容积按下式计算:

$$V = V_r + V_p + V_t \quad (3.2.3)$$

式中 V_r —— 设备中水侧容积(m^3);

V_p —— 管道容积(m^3);

V_t —— 水池容积(m^3)。

3.2.4 经过加药处理的循环冷却水,不应作冲洗地坪、轴承冷却等非循环用水。

3.2.5 一个循环冷却水系统宜只担负一套生产装置的供水,若担负两套以上,应采取不同步开车措施。

3.2.6 冷却塔的布置应避开工厂的下风向,以免有害气体对循环冷却水水质的不利影响。

3.2.7 系统管道设计应符合下列规定:

1 循环冷却水回水管应设置直接接至冷却塔集水池的旁路管;

2 换热设备宜预留临时旁路管的接口;

3 循环冷却水系统的补充水管径、集水池排空管管径应根据清洗、预膜置换时间确定。置换时间应根据供水能力确定,宜小于 8h。

3.2.8 冷却塔集水池应设有便于排除或清除淤泥的措施。集水池出口或循环水泵吸水井入口应设置便于清洗的拦污滤网。拦污滤网宜设 2 道。网眼尺寸宜为 $12mm \times 12mm$ 。

3.3 密闭式系统设计

3.3.1 密闭式循环冷却水系统容积按下式计算：

$$V = V_f + V_{pv} \quad (3.3.1)$$

式中 V_{pv} ——管道和膨胀罐容积(m^3)。

3.3.2 密闭式循环冷却水系统的加药设施，应具备向补充水和循环水投药的双重功能。

3.3.3 密闭式循环冷却水系统的供水总管和换热设备的供水管，应设置管道过滤器。

3.4 阻垢和缓蚀

3.4.1 循环冷却水的阻垢、缓蚀处理方案，宜根据动态模拟试验结果或根据水质和工况条件相似的工厂运行经验确定。动态模拟试验应结合下列因素进行：

- 1 补充水水质；
- 2 换热设备的材质；
- 3 污垢热阻值；
- 4 腐蚀率；
- 5 设计浓缩倍数；
- 6 换热设备的热流密度；
- 7 换热设备水的流速；
- 8 换热设备进出口水温。

3.4.2 当采用聚合磷酸盐复合配方时，循环冷却水的水质指标除应符合本规定 3.1.9 条的要求以外，尚应符合以下规定：

- 1 碱度宜大于 50mg/L；

2 正磷酸盐含量(以 PO_4^{3-} 计)宜小于或等于磷酸盐总含量(以 PO_4^{3-} 计)的 50% ;

3 pH 值 6.5 ~ 8.5。

3.4.3 当采用全有机药剂配方时,循环冷却水的水质指标除应符合本规定 3.1.9 条的要求外,尚应符合下列规定:

1 pH 值应大于 8.0;

2 钙硬度应大于 150mg/L;

3 碱度应大于 100mg/L。

3.4.4 当采用含锌的复合药剂配方时,锌离子的含量宜小于 4mg/L。

3.4.5 当采用聚磷酸盐及其复合药剂配方时,换热设备出口的循环冷却水温度宜低于 50℃;当采用全有机药剂配方时,换热设备出口的循环冷却水温度宜小于 60℃。

3.4.6 当循环冷却水系统有铜或铜合金换热设备时,循环冷却水处理配方中应含有铜缓蚀剂。

3.4.7 阻垢、缓蚀剂的首次加药量可按下列公式计算:

$$G_r = V \cdot g / 1000 \quad (3.4.7)$$

式中 G_r ——系统首次加药量(kg);

g ——加药浓度(mg/L);

V ——系统容积(m^3)。

3.4.8 敞开式循环冷却水系统运行时,阻垢、缓蚀剂的加药量可按下列公式计算:

$$G_r = Q_e \cdot g / [1000 \cdot (N - 1)] \quad (3.4.8 - 1a)$$

$$\text{或 } G_r = (Q_b + Q_w) \cdot g / 1000 \quad (3.4.8 - 1b)$$

$$G_r = (Q_m - Q_e) \cdot g / 1000 \quad (3.4.8 - 1c)$$

式中 G_r ——系统运行时加药量(kg/h);

Q_e ——蒸发水量(m^3/h);

N ——浓缩倍数。

3.4.9 密闭式循环冷却水系统运行时, 缓蚀剂的加药量可按下列公式计算:

$$G_r = Q_m \cdot g / 1000 \quad (3.4.9)$$

式中 Q_m ——补充水量(m^3/h)。

3.4.10 敞开式系统循环冷却水调 pH 值时, 所需加酸量按下列各式计算:

(1) 加酸浓度计算:

$$b = \frac{(M_n - M_c) \cdot p}{50} \quad (3.4.10-1)$$

式中 b ——加酸浓度(mg/L);

M_n ——循环冷却水浓缩后达到自然 pH 值时的碱度(mg/L)

(自然 pH 值及碱度按附录 C 公式计算);

M_c ——循环冷却水加酸后达到 pH 调控值时的碱度(mg/L);

50 —— $CaCO_3$ 的 $[H^+]$ mol 质量(g/ $[H^+]$ mol);

p ——酸的 $[H^+]$ mol 质量(g/ $[H^+]$ mol), 若为 H_2SO_4 则

$p = 49g/[H^+]$ mol。

(2) 系统首次加酸量按下式计算:

$$B_r = \frac{b \cdot V}{1000 \cdot C_s} \times 100 \quad (3.4.10-2)$$

式中 B_t —— 系统首次加酸量(kg);

C_a —— 酸的浓度(%)。

(3) 系统运行时加酸量按下式计算:

$$B_r = \frac{(Q_b + Q_w) \cdot b}{1000 \cdot C_a} \times 100 \quad (3.4.10-3)$$

式中 B_r —— 系统运行时加酸量(kg/h)。

3.5 菌藻控制

3.5.1 杀生剂应选择高效、低毒、广谱、pH 值的适应范围较宽、与阻垢剂、缓蚀剂不相互干扰的药剂。

3.5.2 敞开式循环冷却水系统的菌藻控制宜采用投加氧化性杀生剂为主,辅助投加非氧化性杀生剂的方法。

3.5.3 采用氧化性杀生剂液氯杀菌时,宜定期投加,每天投加 1~3 次。余氯量宜控制在 0.5~1.0mg/L 之内,并应保持 2 小时。

加氯量按下式计算:

$$G_c = Q \cdot g_c / 1000 \quad (3.5.3)$$

式中 G_c —— 加氯量(kg/h);

Q —— 循环冷却水量(m³/h);

g_c —— 加氯浓度,宜采用 2~4mg/L。

3.5.4 非氧化性杀生剂应具有较好的剥离生物粘泥性能,并易于降解。

3.5.5 非氧化性杀生剂宜选择多种交替使用。

3.5.6 非氧化性杀生剂宜根据菌藻监测数据不定期投加或每月投加 1~2 次。每次加药量可按下式计算：

$$G_n = V \cdot g_n / 1000 \quad (3.5.6)$$

式中 G_n ——非氧化性杀生剂加药量(kg)；

g_n ——非氧化性杀生剂加药浓度(mg/L)。

3.6 清洗和预膜

3.6.1 循环冷却水系统开车前，应进行系统清洗、预膜处理；密闭系统的预膜处理根据需要确定。

3.6.2 冷却塔集水池、水泵吸水池、管径等于或大于 800mm 的循环水管道，应先进行人工清扫。

管径等于或大于 800mm 的循环水管道每隔 500m 距离宜设人孔。

3.6.3 循环冷却水系统的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 清洗水应从换热设备的旁路管通过；
- 3 运行后的系统清洗时应通氯气，余氯应控制在 0.8~1.0mg/L。

3.6.4 当换热设备水侧金属表面有防护油、油污或有浮锈时，宜投加具有除油作用的专用清洗剂进行全系统化学清洗。

3.6.5 当换热设备、管道表面附着有生物粘泥时，宜投加具有剥离作用的非氧化性杀生剂进行全系统化学清洗。

3.6.6 当换热设备金属表面锈蚀或结垢严重时，宜采用单台酸洗的方法除锈或除垢。换热设备酸洗后应进行中和、钝化处理。

3.6.7 循环水系统在化学清洗之后,应立即进行预膜处理。预膜处理配方和操作条件应根据换热设备材质、水质、水温等因素由试验或条件相似的工厂运行经验确定。

3.6.8 当一个循环冷却水系统向两个或两个以上生产装置供水,且装置开车不同步时,清洗、预膜应采取不同步开车处理措施。

3.6.9 循环冷却水系统清洗、预膜水应通过旁路管直接回到冷却塔集水池。

4 旁流过滤水处理

4.0.1 工艺对循环水水质要求严格的大中型循环冷却水装置,应有旁流过滤处理设施,中小型或间断运行的循环冷却水装置视具体情况确定。

4.0.2 敞开式系统旁流过滤水量可按下列公式计算:

$$Q_{sf} = \frac{Q_m \cdot C_{ms} + K_s \cdot A_s \cdot C_b - (Q_b + Q_w) \cdot C_{rs}}{C_{rs} - C_{ss}} \quad (4.0.2)$$

式中 Q_{sf} ——旁流过滤水量(m^3/h);
 C_{ms} ——补充水悬浮物浓度(mg/L);
 C_{rs} ——循环冷却水悬浮物浓度(mg/L);
 C_{ss} ——滤后水悬浮物浓度(mg/L);
 A_s ——进冷却塔空气量(m^3/h);
 C_b ——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。

4.0.3 敞开式系统旁流过滤水量亦可按循环水量的 2% ~ 5%,或结合国内经验及循环冷却水的特点确定。

4.0.4 密闭式循环冷却水系统,旁流过滤水水量宜为循环水量的 2% ~ 5%。

4.0.5 当敞开式系统采用旁流过滤处理时,宜采用无阀过滤器,但当含油量超过循环冷却水的水质指标时,应选用其它形式的过滤器作为旁流过滤设备。

5 补充水处理

5.0.1 敞开式系统补充水处理设计方案应根据补充水量、补充水水质、循环冷却水水质控制指标、设计浓缩倍数等因素,并结合旁流水处理和全厂给水处理的内容综合确定。

1 当采用高硬度、高碱度的水作补充水,并要求高浓缩倍数时,补充水宜采用软化或部分软化处理。

2 当水资源紧缺时,宜采用城市污水处理厂排水作为补充水。

5.0.2 密闭式系统的补充水,应符合生产工艺对水质和水温的要求,可采用软化水、除盐水或冷凝水等。

5.0.3 循环冷却水系统的补充水量可按下列公式计算:

1 敞开式系统 $Q_m = Q_c + Q_b + Q_w$ (5.0.3-1a)

而且 $Q_m = Q_c \cdot N / (N - 1)$ (5.0.3-1b)

2 密闭式系统 $Q_m = \alpha \cdot V$ (5.0.3-2)

式中 α ——经验系数,可取 $\alpha = 0.001$ 。

5.0.4 蒸发水量按下列公式计算:

$$Q_e = P_e \cdot Q / 100 \quad (5.0.4-1)$$

式中 P_e ——蒸发百分率(%),按下式计算:

$$P_e = K \cdot \Delta t \quad (5.0.4-2)$$

式中 Δt ——冷却塔进出水温差($^{\circ}\text{C}$);

K ——系数($1/^{\circ}\text{C}$),按表 5.0.4 选用;环境气温为中间值时可用内插法计算。

表 5.0.4 系数 K

进塔空气温度, °C	- 10	0	10	20	30	40
K, 1/°C	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16

5.0.5 风吹损失水量按下列公式计算:

$$Q_w = P_w \cdot Q / 100 \quad (5.0.5)$$

式中 P_w ——风吹损失百分率(%),可采用 1%。

5.0.6 排污水量按下列公式计算:

$$Q_b = P_b \cdot Q / 100 \quad (5.0.6-1)$$

式中 P_b ——排污百分率(%),按下式计算:

$$P_b = \frac{P_e - P_w(N-1)}{N-1} \quad (5.0.6-2)$$

5.0.7 密闭式系统补充水管道的输水能力,应在 4~6h 内将系统充满。

5.0.8 当补充水需加氯处理,宜采用连续投加方式。游离性余氯量可控制在 0.05~0.1mg/L 的范围内。

6 排水处理

6.0.1 循环冷却水系统的排水应包括系统排污水；冷却塔池底的排泥、清洗和预膜排水；旁流水处理、补充水处理及酸碱储罐清洗等过程中的排水。

6.0.2 当排水的 pH、总锌、磷酸盐、石油类、氨氮、阴离子表面活性剂、悬浮物 (SS)、化学需氧量 (COD_{cr}) 等污染物浓度超过国家或地方的排放标准时，排水应经处理达标后排放。

6.0.3 排水处理设计方案应结合下列因素确定：

- 1 排水的水质和水量；
- 2 排放标准或排入全厂污水处理设施的水质要求；
- 3 重复使用的条件。

6.0.4 排水处理设施的设计能力应按正常的排放量确定。当排水的水质、水量变化较大，影响污水处理设施正常运行时，应设调节池。当需进行生物处理时，宜结合全厂污水处理设施统一设计。

6.0.5 密闭式系统因试车、停车或紧急情况排出含有高浓度药剂的循环冷却水时，应设储存设施。

7 药剂储存、配制、投加

7.1 一般规定

7.1.1 循环冷却水系统水处理药剂宜在全厂仓库内储存，并应在循环冷却水装置区内设药剂储存间。液氯与非氧化性杀生剂应设专用仓库或储存间储存。

7.1.2 药剂的储存量应根据药剂的消耗量、供应情况和运输条件等因素确定，或按下列要求计算：

- 1 全厂仓库储存的药剂量可按 15 ~ 30d 消耗量计算；
- 2 循环冷却水装置区储存间储存的药剂量可按 7 ~ 10d 消耗量计算；
- 3 酸储罐容积宜按 10 ~ 15d 消耗量，或按一罐车的容积加 10d 消耗量计算。

7.1.3 药剂在室内的堆放高度应符合下列规定：

- 1 袋装药剂为 1.5 ~ 2.0m；
- 2 散装药剂为 1.0 ~ 1.5m；
- 3 桶装药剂为 0.8 ~ 1.2m；

7.1.4 药剂的储存间与加药间宜相互毗连，并设运输和起吊设备。

7.1.5 药剂的储存、配制、投加设施、计量仪表和输送管道等，应根据药剂的性质采取相应的防腐、防潮、保温和清洗的措施。

7.1.6 药剂储存间、加药间、加氯间、酸储罐、加酸设施等，应根据药剂的性质及储存、使用条件设置生产安全防护设施。

7.1.7 宜根据药剂投加设施的具体需要，结合循环冷却水处理的内容和规模设置维修工具。

7.2 · 缓蚀、阻垢剂配制与投加

7.2.1 固体缓蚀、阻垢剂应经溶解并调配成一定浓度,均匀地加到循环冷却水中。液体药剂宜直接投加。

7.2.2 药剂溶解槽的设置应符合下列规定:

- 1 溶解槽的总容积宜按 8~24h 的药剂消耗量和 10%~20% 的溶液浓度计算确定;
- 2 溶解槽应有搅拌设施;
- 3 溶解槽的材质及防腐、保温等要求应根据药剂的性质确定。

7.2.3 投配槽的容积按 8~24h 投药量确定,并应设液位计,出口应设滤网。

7.2.4 药剂的计量宜采用计量泵或转子流量计。计量泵入口应加过滤网。计量设备宜设备用。

7.2.5 自动化水平较高的大型化工企业宜采用自动化加药系统。

7.2.6 药液输送宜管道化,可采用钢管涂塑、钢管衬塑、不锈钢管或玻璃钢复合管、塑料等非金属材料。

7.2.7 药液管宜沿墙或架空明设。室外药液输送管宜架空敷设,亦可安装在管沟内,不应直埋。

7.2.8 药液宜投加在冷却塔水池内靠近出水口处、循环水泵的吸水口处或其它易于混合处,但应远离排污口。

7.3 液氯储存与投加

7.3.1 液氯瓶应储存在氯瓶间内,不应露天放置。氯瓶间应设事故水池。事故水池的深度应能淹没氯瓶。

7.3.2 当工作氯瓶的容量大于或等于 500kg 时,氯瓶间应与加

氯间隔开,并应设起吊设备;当小于 500kg 时,氯瓶间和加氯间合并,并宜设起吊设备。

7.3.3 加氯间设计应符合下列规定:

- 1 必须与其它工作间隔开,但 7.3.2 条规定除外;
- 2 应设观察窗和直接通向室外的外开门;
- 3 氯瓶和加氯机不应靠近采暖设备;
- 4 应设排风通风设备和漏氯报警装置,通风量按每小时换气次数不小于 8 次计算,通风孔应设在外墙下方;
- 5 室内电气设备及灯具应采用密闭、防腐类型产品,照明和通风设备的开关应设在室外;
- 6 加氯间附近应备有防毒面具、抢救器材和工具箱。

7.3.4 加氯机的总容量和台数应按最大小时加氯量确定。加氯机宜设备用,备用率为 50% ~ 100%。

7.3.5 液氯计量应有瞬时和累计计量。加氯机出口宜设转子流量计进行瞬时计量,氯瓶宜设磅秤进行累计计量。

7.3.6 当液氯蒸发量不足时,应设置液氯蒸发器或采用其它措施,严禁使用蒸汽、明火直接加热钢瓶。

7.3.7 氯水输送管宜采用钢管涂塑、钢管衬塑或玻璃钢复合管、塑料管等非金属管道。

7.3.8 氯水投加点应在冷却塔水池靠近出水口处,并在水池正常水位下 2/3 水深处,应设管状分布器。

7.4 酸液储存与投加

7.4.1 酸液应封闭储存。储罐应设安全围堰或放置于事故池内,围堰或事故池应做内防腐处理并设集水坑。

7.4.2 酸储罐附近应有事故淋浴、洗眼器等安全防护设施。

7.4.3 浓酸的装卸和输送应采用负压抽吸、重力自流或泵输送,

不应采用气体压力输送。

7.4.4 循环冷却水调节 pH 值,宜用硫酸,并宜直接投加浓酸。

加酸管出口宜靠近冷却塔水池出水口处、且距池底不宜小于 0.8m,并应设管状分布器。

8 监测、控制和化验

8.0.1 循环冷却水系统监测仪表的设置应符合下列要求:

- 1 循环水给水总管应设流量、温度和压力仪表,回水总管应设温度和压力仪表;
- 2 旁流水管、补充水管、排污水管应设流量仪表;
- 3 关键换热设备的进水管或出水管上宜设流量、温度和压力仪表。

8.0.2 循环冷却水系统宜在给水总管、回水总管、补充水管、旁滤器出水管、换热设备出水管等管道上设置取样管。

8.0.3 循环冷却水系统宜设监测换热器、监测试片器和粘泥测定设施。监测换热器应设在给水管上,监测试片器和粘泥测定设施宜设在回水管上。

8.0.4 循环水泵的吸水池或冷却塔的集水池应设液位计,液位计与补充水进水阀门宜用连锁控制。吸水池应设低液位报警器。

8.0.5 循环冷却水加酸时,应对 pH 监控,并宜采用在线监控。

8.0.6 化验室的设置宜根据系统运行管理对循环冷却水的水质分析要求确定。日常检测项目的化验设施宜设在循环冷却水装置区内,定期检测项目可利用全厂中央化验室的设施或与其它单位协作检测。日常和定期检测项目应根据水质检测项目结合工厂的化验分析条件和能力以及循环水系统的操作管理要求确定。

8.0.7 以水质化验和微生物分析为主的化验室,宜设水质分析间、天平间、试剂间、仪器间、微生物分析间和更衣间等。

8.0.8 水质检测项目包括下列内容:

- 1 pH 值;
- 2 钙硬度;

- 3 碱度;
- 4 K^+ 或 SiO_2 ;
- 5 总铁;
- 6 电导率;
- 7 浑浊度;
- 8 微生物;
- 9 生物粘泥量;
- 10 污垢沉降速率;
- 11 垢层与腐蚀产物的成份;
- 12 腐蚀率;
- 13 药剂浓度;

8.0.9 循环冷却水宜按附录 A 所列项目每月进行一次水质全分析。

附录 A

水质分析项目表

水样(水源名称)

外观:

取样地点:

水温: $^{\circ}\text{C}$

取样日期:

分析项目	单位, mg/L	数量	分析项目	单位, mg/L	数量
K^{+}			CO_3^{2-}		
Na^{+}			SO_4^{2-}		
Ca^{2+}			SiO_3^{2-}		
Mg^{2+}			PO_4^{3-}		
Cu^{2+}			Σ 阴离子		
Fe^{2+}			pH		
Fe^{3+}			色度		
Mn^{2+}			悬浮物		
Mn^{3+}			溶解氧		
Al^{3+}			游离 CO_2		
NH_4^{+}			石油类		
Σ 阳离子			溶解固体		
HCO_3^{-}			COD_{Cr}		
OH^{-}			暂硬		
Cl^{-}			硬度		
NO_2^{-}			碱度		
NO_3^{-}					

附录 B

水质分析数据校核

水中阳离子总浓度和阴离子总浓度,如以氢离子摩尔浓度表示,则有如下关系式:

$$\Sigma C = \Sigma A \quad (B-1)$$

式中、 ΣC —— 阳离子浓度总和($[H^+]$ mol/L);

ΣA —— 阴离子浓度总和($[H^+]$ mol/L)。

分析误差 d 的最大允许值,按目前分析技术应不大于 2。

即:

$$d = \frac{\Sigma C - \Sigma A}{\Sigma C + \Sigma A} \times 100\% \leq 2\% \quad (B-2)$$

如 Na^+ 、 K^+ 的浓度之和是用阴离子总浓度减去其余各种阳离子浓度的总和求得时,不能用上述方法校核。

C.0.1 循环冷却水自然 pH 值及碱度按下表所列公式计算。

表 C.0.1 循环冷却水自然 pH 值及碱度计算式(适用于 $N=1.3 \sim 5.0$)

类 号	1	2	3	4	5	6
补充水类型	低碱软水	中硬中碱水 A	中硬中碱水 B	中碱软水(负硬水)	极软极低碱水	石灰软化水
适用范围						
	pH_m	6.8~8.3	7.5~8.5	7.5~8.5	6.5~7.5	9.0~11.0
	H_m	50~150	150~300	50~150	<50	<150
	M_m	50~150	200~300	200~300	<50	<150
自然 pH 值计算式	$pH_n = 6.78 + 0.204 pH_m + 0.094N + 0.0022M_m$	$pH_n = 6.78 + 0.204 pH_m + 0.094N + 0.0022M_m$	$pH_n = 6.75 + 0.204 pH_m + 0.0819N + 0.0022M_m$	$pH_n = 6.75 + 0.204 pH_m + 0.0819N + 0.0022M_m$	$pH_n = pH_m + 0.1N + 0.8$	$pH_n = 7.90 + 0.1N + 0.0055M_m$
碱度计算公式	$lgM = 0.629pH_r - 3.027$	$lgM = 0.629pH_r - 3.027$	$lgM = 0.629pH_r - 3.027$	$lgM = 0.608pH_r - 2.542$	$lgM = 0.679pH_r - 3.670$	$lgM = 0.679pH_r - 3.670$
备 注	长江水系	长江水系	黄河水系		华南及吉林水	

注:1 如果加氯杀菌,则自然 pH 值应从计算值中减去 0.2;

2 当碱度计算式中的 $\text{pH}_r = \text{pH}_n$ 时,则计算所得 M 值即为达到自然 pH 值时的碱度。

上表式中 pH_n ——循环冷却水浓缩后的自然 pH 值;

pH_m ——补充水 pH 值;

pH_r ——循环冷却水 pH 值;

M_m ——补充水碱度(mg/L);

H_m ——补充水硬度(mg/L);

M——循环冷却水碱度(mg/L)。

附录 D

本规定用词说明

D.0.1 为便于在执行本规定条文时区别对待,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:

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:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”。

(3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

D.0.2 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合‘××××××’的规定或应按‘××××××’执行”。

化工企业循环冷却水处理

设计技术规定

HG/T 20690-2000

条文说明

1 总 则

1.0.1 本条阐明了编制本规定的目的及设计中应执行的技术经济原则。

在化工生产中,影响换热设备的换热效率和使用寿命的因素来自两个方面,一是工艺物料引起的沉积和腐蚀;二是循环冷却水生成的沉积和腐蚀。后者是本规定所要解决的问题。

因循环冷却水未加处理而形成的危害是很严重的,例如某化工厂,原来循环水的补充水是未经处理的深井水,循环量为9560t/h。由于井水硬度大、碱度高,每运行50h后,有50%的碳酸盐在设备、管道内沉积下来,严重影响设备换热效率和增加管道阻力。其中空分透平压缩机冷却器,在运行3个月后,结垢厚达20mm,打气量减少20%,其它一些设备,在运转3个月后,也必须停车酸洗一次,不但影响生产,而且浪费人力、物力。为了防止设备管道内产生结垢,该厂在循环水中直接加入六偏磷酸钠、EDTMP等水质稳定剂之后,机器连续三年运转正常。虽然每年需要增加药剂费用2万元,但综合评价经济效益还是合算的。又如某石油化工厂,常减压车间设备腐蚀与结垢现象十分严重, $\phi 57 \times$

3.5 碳钢排管平均使用 16 ~ 20 个月就出现严重泄漏,水浸式列管换热器投入使用后 3 ~ 5d 就开始结垢,3 个月后,垢厚达 15 ~ 40mm。后经投加聚磷酸盐 + 膦酸盐 + 聚合物的复合药剂进行处理,对腐蚀、结垢和菌藻的控制取得了良好的效果。每年可节约停车检修费用约 60 万元,延长生产周期增产的利润约 70 万元,减少设备更新费用约 4.7 万元。

本规定是根据国内化工行业循环冷却水处理设计和生产实践经验而编制的。规定中的条文都是以成熟经验为基础并体现了国家的技术政策,并且均可通过设计、施工和管理达到。对于一些特殊情况,规定中也给予了适当的灵活性,按照本规定执行可以取得满意的技术、经济效益。

1.0.2 本条阐述了规定的适用范围。本规定只适用于间接换热的循环冷却水系统,对直接换热的循环冷却水系统,由于涉及面较广,目前尚不能作出统一规定,故暂不包括在内,待条件成熟后再总结纳入。

1.0.3 本条提出循环冷却水处理设计的原则和要求。

安全生产、保护环境、节约能源、节约用水是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。在符合安全生产要求方面:若循环冷却水处理不当,首先会使冷却设备产生不同程度的结垢和腐蚀,导致能耗增加,严重时不仅会损坏设备,而且会引起工厂停车、停产和减产的生产事故,造成极大的经济损失。因此,安全生产首先应保证循环冷却水处理设施连续、稳定运行并能达到预期的处理效果。其次,在循环冷却水处理的各个环节如循环水处理、旁流水处理、补充水处理、排水处理及其辅助生产设施如仓库、加药间等,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、杀菌灭藻剂等,常常是有腐蚀性、有毒、对人体有害的。因此,对各种药剂的储存、运输、配制和使用,设计上都必须有保证工作人员安全

的设施,并按药剂的特性,满足其防火、防腐、防毒、防尘等安全生产要求。

在保护环境方面:要注意避免和消除各种化学处理药剂对周围环境产生的危害,在设计上要采取必要的措施,对循环冷却水各种处理过程中的排水有害成份要严加控制,使其达到环境保护的要求。

在节约能源方面:确保水处理效果,满足污垢热阻值的要求是节约能源的主要手段。污垢不仅降低了设备的换热效率,影响产品的产量和质量,而且还造成能源的浪费。1mm 的垢厚大约造成 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。在冷却水、补充水和旁流水处理系统设计中,各种构筑物或设备及其管线布置等,都要注意节约能源、动力,应该力求达到水处理单位成本最低、动力消耗最小的技术经济指标。

在节约用水方面:工业冷却水占工业用水的 70% ~ 80%。要节约用水,首先要做到工业冷却水循环使用,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,有利于节约用水、节约药剂、降低处理成本。现代化的大型工业企业尤其如此。如果循环冷却水的浓缩倍数由 3 提高到 5,可节约补充水量 20% 左右,减少排污水量 50% 以上。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。

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)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,虽然积累了一些比较成熟的使用经验,但某些方面也

还存在差距,特别是在科学管理方面。面对我国水资源紧缺,工业快速发展,循环冷却水处理工艺还面临着开发新技术、使用新药剂、采用新的工艺这样一些重要课题,还需要不断地吸收符合我国国情的国外经验,以适应工业发展的新形势。

1.0.5 本条规定了执行本规定与国家标准、规定之间的关系。

本规定是从循环冷却水处理的工艺范围提出的,对于循环冷却水处理、旁流水处理、补充水处理、排水处理等方案中的水处理单体构筑物的设计,除因工艺处理过程的需要提出相应要求的条文以外,一般都不作规定,应按有关国家标准、规定执行。

同时,在卫生、农业、渔业、环境保护等方面对工程设计的要求亦应按有关国家标准、规定执行。

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。

2.1.4 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 系统容积包括冷却塔集水池的有效容积、管道容积、换热设备水侧容积及旁流过滤设备容积等。

2.1.17 循环冷却水系统在运行过程中所损失的水量包括蒸发、风吹、排污等损失水量。

3 循环冷却水处理

3.1 一般规定

3.1.1 本条文提出:制订循环冷却水处理设计方案时,应根据生产工艺对阻垢、缓蚀等处理效果的要求,结合本条文提出的若干因素进行综合考虑,并通过技术经济比较后确定。

1 循环冷却水的水质指标:

循环冷却水的水质指标与换热设备的特性及其生产操作条件等有着密切的关系。换热器的结构有列管式、板式、螺旋式、蛇管式、夹套式、套管式、喷淋排管式等不同类型,水流通道尺寸差别很大,检修难易程度不同,反映到水质要求上会有差异。壳程式换热器(水侧)流速一般较低,对水质要求就高些。

在换热器材质方面,常用的有碳钢、铜、铜合金、铝合金、不锈钢,以及这些材质的组合,材质不同对于水质有不同的要求。

换热器的工况条件,如循环冷却水侧水温、流速、管壁热流密度等,对水质要求、水处理方式及其适应性等均有重要影响。

换热器污垢热阻值和容许腐蚀率反映了工艺和设备设计上的要求,同时也是对循环冷却水水质及其处理效果上的要求。

根据以上因素,对循环冷却水水质的一般和特殊要求有一个总括的分析、研究,为选用药剂、确定浓缩倍数、考虑补充水和旁流过滤水的处理方案奠定基础。

2 循环冷却水处理设计,应对建厂地区可供补充水的水源、水量及其水质进行分析研究,包括:对可供的水量要了解清楚,尤其在缺水地区,对确定设计的浓缩倍数、处理方法至关重要。

对原水水质情况要尽量掌握不同季节,以及枯水、丰水期间水质变化的资料,以便正确选择处理方案。

结合补充水水源、水质、水量及循环冷却水污染(包括大气及工艺物料)情况,根据浓缩倍数、生产特点、设备材质情况所要求的循环冷却水水质指标,确定是否需要进行补充水处理、旁流过滤水处理及其具体处理的内容和深度,而在投加阻垢剂、缓蚀剂处理的系统中,药剂配方要求控制的指标(如 pH、碱度、硬度、含盐量等),又与浓缩倍数、补充水处理和旁流水处理内容及循环冷却水水质允许指标之间有着互相制约的关系。

3 循环冷却水水质除因工艺生产和换热器设计要求不同而有差别以外(如对浊度、 Cl^- 等指标限制),也与循环冷却水是否采取阻垢剂、缓蚀剂处理有很大关系。在投加阻垢剂、缓蚀剂处理时,水质的各种成份如碳酸盐硬度、硬度、钙离子、硫酸根离子等限值以及 pH 的控制范围,与使用药剂的品种、配方及剂量均有一定关系。同时,对悬浮物、油污等也常有一定限制,以避免降低药效或增加药耗。

零排污或近于零排污的循环冷却水系统,是排污水的最大回用,有利于保护环境,实质上是将循环冷却水系统排水处理与旁流过滤水处理相结合的设计。对于这种系统,应根据其浓缩倍数(仅由风吹损失水量或加上极少量的排污水量所决定)与循环冷却水容许的水质极限值等因素,考虑其处理流程和排污水量。

4 药剂对环境的影响:一般投加的化学药剂都具有某种程度的毒性,除了已禁用的如铬酸盐缓蚀剂、五氯酚钠杀生剂等以外,常用的聚磷酸盐超过一定量时,也会对环境造成危害。总之,在循环冷却水处理方案中选用药剂时,除考虑其对水质处理的效果之外,还要考虑减少对环境的污染问题。

综合上述各个方面、各个环节之间的相互依存关系,通过全面地权衡、比较,才能够确定出技术可靠、经济合理的循环冷却水处理方案。

3.1.2 循环冷却水的设计参数取决于工艺流程、设备型式、工况

条件等因素,故其用水量应根据工艺生产需要确定。

3.1.3 对补充水水质资料的收集及其处理方法,是设计的基础工作。

3.1.5 本条所指有害气体种类随工厂产品和生产过程不同而异,常见有 NH_3 、 H_2S 、 SO_2 等,这些气体随空气进入冷却塔后,对循环冷却水水质有不利影响,循环冷却水系统设计时应考虑消除或减少有害气体的影响。

3.1.6 本条是根据目前国内广泛采用的药剂种类(包括聚磷酸盐、膦酸盐、丙烯酸共聚物、聚马来酸等)及其复合配方的性能,参照国外经验,并结合国内一些工厂在生产运行中易出现故障的换热器的工况条件而提出的。

1 间壁式换热器水侧设计流速一般在 $0.3 \sim 3\text{m/s}$,个别可能超过这一范围。但从保证处理效果、减少污垢和腐蚀(包括冲刷侵蚀)来说,一般以 $1 \sim 2\text{m/s}$ 流速为佳。

对国内一些工厂的换热器调查表明,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,规定流速不应低于 0.3m/s ,以保证处理效果。

对于管程换热器,虽然从传热效果上看,大于 0.5m/s 已可满足要求,但并非最适宜的流速,根据有关资料统计,一般选用大于 0.9m/s 的流速效果较好,因此将 0.9m/s 作为规定流速的下限。

水侧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。

2 当换热器水侧流速低于 0.3m/s 时,不仅导致各种杂质的沉积,降低了传热效果,而且还将导致垢下腐蚀。

由于几何形状的限制,在壳程换热器的结构上,要做到各个部位具有均一的流速是不可能的。即使设计计算时的流速(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,即使投加如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。

国内已有一些工厂在碳钢壳程换热器的涂层防腐方面作了试验研究,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碳钢材质的管程换热器的封头、端保护方面,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,常通入压缩气体(如氮气)增强冲刷、搅拌作用,对减少污垢、改善清洗效果,都为国内外运行经验所证实,设计中可参照选用。

3 热流密度的规定($5.82 \times 10^4 \text{W/m}^2$),实际上反映了对冷却水侧管壁壁温的要求,主要来自国外经验数据。定性地说,随管壁壁温增高,水中碳酸钙结垢趋势增强。但国内尚缺少这方面的数据,一般换热器的工况条件大多低于此值。

热流密度的法定计算单位为 W/m^2 , $1\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) = 1.163\text{W/m}^2$ 。

3.1.7 本条规定污垢热阻、腐蚀率等允许值应结合工艺的具体要求确定。当没有具体规定时,可按本条所列各值选用。

1 在换热器设计时,对污垢热阻、腐蚀率都有相应的要求。这两项指标实际上是对循环冷却水处理的要求,或者说是对于阻垢、缓蚀效果的检验标准,也是设计阶段作为筛选阻垢、缓蚀剂配方的依据。设计时应该从工艺及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。

年污垢热阻值标准：原条文规定敞开式系统的年污垢热阻值为 $1.72 \times 10^{-4} \sim 5.16 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ，现修订为 $1.72 \times 10^{-4} \sim 3.44 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ，因为近二十年来循环冷却水处理水平不断提高，现场监测的污垢速率均在 $25 \text{mg}/(\text{cm}^2 \cdot 30\text{d})$ （相当于污垢热阻值 $3.27 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ）以下，因此这一修改是合适的，同时也接近目前国际上常用的水平。

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

2 对于密闭式系统：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），一般考虑采用软化水或除盐水（或冷凝水）作为循环冷却水，在腐蚀控制效果良好的情况下，一般年污垢热阻值均可做到小于 $0.86 \times 10^{-4} \text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

3 年腐蚀率标准：碳钢换热设备的年腐蚀率根据国内运行水平及参照国际上公认的允许值，一般可以达到小于或等于 $0.10 \text{mm}/\text{a}$ 这一标准。对铜、不锈钢的设备，在条文中规定为“宜小于 $0.005 \text{mm}/\text{a}$ ”，主要是这些材质本身已具有一定的耐蚀性能（如果牌号选择适当），从实际运行效果检验，在采取有效的阻垢、缓蚀处理的情况下，可以做到低于 $0.005 \text{mm}/\text{a}$ 。在条文中选用了“宜”，这是因为此项标准较严，为了给设计留有一定的灵活性，并考虑到需结合我国的国情而定，因而没有严格控制。

条文中没有给出参考性的“点蚀深度”标准。形成点蚀的因素是多方面的，如换热器的材质、结构、工况条件（温度、流速）等，都有很大关系。尤其是不锈钢、铜合金材料本身的构造及其应力状况等，更起着重要作用。另外，目前国内还缺乏“控制”点蚀方面的具体经验，因此条文还只限于提供均匀腐蚀率（条文中简称为腐蚀率）的标准值。

3.1.8 本条所给出的计算公式，主要是通过监测换热器所测得

的数据计算循环水系统运行时的年污垢热阻值,并验证是否符合设计污垢热阻值的要求。其中(3.1.8-2)式是根据工厂运行管理中常用的($m \cdot c \cdot m$)数据进行计算,1.67~2.0系数来自国外数据。

3.1.9 设计中循环冷却水的水质指标宜结合生产特点和处理方法的要求,吸收生产运行中成熟的经验数据,通过科学试验确定。考虑到目前在设计时通常缺少必要的数据,因此提供一个可供使用的许用值,如表3.1.9所列。该表中的水质指标是根据国内目前的药剂水平所能适用的水质范围确定的。

1 浑浊度:循环冷却水的浑浊度对换热设备的污垢热阻值和腐蚀速度影响很大,所以越低越好。工厂运行的实践证明,循环冷却水系统设有旁滤池时,补充水的浑浊度能控制在5mg/L以内,因此循环冷却水的浑浊度可以控制在10mg/L以下。表3.1.9规定,对板式、螺旋板式和翅片管式换热设备,浑浊度不宜大于10mg/L,其它不宜大于20mg/L是恰当的,也是可以做到的。

2 pH值:循环冷却水的pH值是根据药剂配方来确定的,加酸调节的药剂配方,pH值低限不宜低于6.5;不加酸的碱性运行药剂配方,pH值上限一般为9.5。

3 Ca^{2+} + 碱度:国内一些配方可允许至1100mg/L(以 $CaCO_3$ 计),当然,随着药剂性能的提高,这一限值也可随着提高。

4 总Fe:据资料介绍,水中有2mg/L的 Fe^{2+} 存在时,会使碳钢换热器年腐蚀率增加6~7倍,且加剧局部腐蚀。铁离子含量高还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,铁离子会干扰聚磷酸盐的缓蚀作用,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。

5 铝离子:此项指标主要是控制水中 Al^{3+} 形成的浊度和沉淀,防止引起垢下腐蚀。同时避免对配方中聚磷酸盐的不利影响。

6 铜离子：防止铜离子沉积，引起碳钢的缝隙腐蚀和点蚀。

7 氯离子：国内有关循环冷却水处理试验表明，氯离子对不锈钢的腐蚀有影响，但不是唯一因素。不锈钢设备在冷却水中的腐蚀与设备的结构形式、应力情况、使用温度等有密切关系，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 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只有每升十几毫克氯离子时，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的限制，制约了黄河流域、长江入海口附近等一些水域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，放宽循环冷却水中氯离子的限制对节约我国宝贵的水资源有着重要意义。氯离子放宽到多少合适？根据掌握的资料，我国某些大型化工厂采用磷系复合配方，循环冷却水中氯离子浓度控制在 $500 \sim 1000\text{mg/L}$ ，未出现不锈钢设备腐蚀；某石化厂的立式不锈钢换热器，在汽液界面处腐蚀严重。因此，规定循环冷却水中氯离子含量不宜大于 700mg/L ，且仅适用于管程不锈钢设备。壳程换热设备影响因素较多，未作规定。

8 硫酸根离子：硫酸根离子也是腐蚀性离子，根据国内一些药剂配方的使用经验，采用硫酸根离子与氯离子之和不宜大于 1500mg/L 较为合适，另外硫酸根离子还是硫酸盐还原菌的营养源，也应适当控制。

9 硅酸：本指标主要是防止形成粘性较大、颗粒较细的硅酸镁粘泥。

10 游离氯：本项指标是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。

11 石油类：石油类杂质易形成油污粘附于设备传热面上，影响传热效率和产生垢下腐蚀。

由于炼油企业的特殊性，对其指标略微放宽一些，根据试验室所取得的数据，循环水中石油类杂质的含量达到 10mg/L 时，污垢热阻值和腐蚀率均在本规定的限值之内。

3.1.11 微生物在冷却水系统中大量繁殖，会使循环冷却水颜色变黑，发生恶臭，并形成大量粘泥沉积于冷却塔和换热设备内，降低了冷却塔的冷却效果和设备的传热效率，同时还对金属设备造成严重的垢下腐蚀，此外还隔绝了药剂对金属的保护作用，使其不能发挥应有的缓蚀阻垢效能。微生物对循环水系统的危害较之结垢、腐蚀来说更为严重，因此控制微生物的危害是首要的。

1 循环冷却水中，以异养菌的生长繁殖最快，数量也最多，它基本上代表了水中全部细菌的数量，所以测定时，常以异养菌的数量代表水中全部细菌总数。这类细菌属于粘液型细菌，所产生的粘液对循环水系统危害很大。

2 真菌主要是对木材造成损害，若是非木质冷却塔则可不控制此项指标。

3 冷却水中有铁细菌繁殖时，常导致浑浊度和色度增加，有时 pH 值也发生变化，产生异臭，铁的含量增加，溶解氧减少，对设备造成严重腐蚀，铁细菌是循环冷却水中重要危害微生物之一，是水处理监控的一项重要指标。

4 循环冷却水系统中如果有大量硫酸盐还原菌繁殖生长时，则会使系统发生严重的腐蚀，因为这种菌还原生成的 H_2S 会腐蚀钢铁，形成臭味和电偶腐蚀。此种情况发生时，仅通氯气杀灭这种菌是不行的，因 Cl_2 会与 H_2S 起反应而被消耗掉，所以必须投加其它杀菌剂。

5 循环冷却水中粘泥量的多少直接反映出系统中微生物的危害情况，因此粘泥量的控制是非常重要的。

3.2 敞开式系统的设计

3.2.1 在浓缩倍数 1.5 ~ 10 的条件下, 通过对循环水量为 10000m³/h 的计算得出下表:

不同浓缩倍数系统的补充水量与排污水量

浓缩倍数(N)	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	10.0
计算项目								
循环冷却水量 Q(m ³ /h)	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
水温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	10	10	10	10	10	10	10	10
排污水量(m ³ /h) Q_b	343.8	169.4	82.2	53.1	38.6	29.9	24.1	14.4
补充水量(m ³ /h) Q_m	523.2	348.8	261.6	232.5	218.0	209.3	203.5	193.8
排污水量占循环水 量的百分比(%)	3.4	1.7	0.8	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1
补充水量占循环水 量的百分比(%)	5.2	3.5	2.6	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9

由此可见, 随着浓缩倍数增大, 补充水量逐渐减少, 节水效果明显提高。同时也减少了排污水量, 有利于环境保护。

本次修订, 将浓缩倍数提高到 3 倍, 从目前国内化工厂循环冷却水系统的运行情况看, 有些工厂还未达到这一指标, 但是只要在设计上严格执行本规定的有关条款, 特别是加强管理, 浓缩倍数 3 是可以做到的。我国是一个缺水国家, 从长远的角度考虑, 还应从严要求。

3.2.2 本条规定当采用阻垢、缓蚀剂处理时应考虑药剂所允许

的停留时间,并给出了停留时间的计算公式。目前,全有机系配方的停留时间较长,而对于聚磷酸盐作为缓蚀剂主剂的配方,要对允许停留时间加以控制。因为聚磷酸盐转化成正磷酸盐除了水温、pH 值等因素以外,还与停留时间有关。

设计停留时间(T_d)可用条文所列的公式计算。当已知对应某一浓缩倍数的 Q_b 和 Q_v 值时,确定 V 值即可计算出 T_d 值,该值应小于药剂允许的停留时间。当不能满足这一要求时,则需调整 V 值直到满足为止,或者更换药剂配方。

3.2.3 如果系统容积过大,则药剂在系统中停留的时间长,药剂分解的机率也高,同时初始加药量多,间断投加的杀生剂消耗大,而且还易产生循环水的二次污染,所以系统容积在保证泵吸水容积的条件下应尽量减小。

根据设计资料统计,系统容积(V)一般均小于循环水小时流量值(m^3)的 $1/3$ 。按这个指标根据国内运行经验,冷却塔集水池、吸水池容积均能保证安全运行。

3.2.4 本条规定对采用阻垢剂、缓蚀剂和杀生剂处理的循环冷却水不应作非循环水使用。否则,不仅会影响浓缩倍数的提高与控制,对节水、节药都不利,而且大量排放投加这类药剂的循环冷却水,将对环境造成污染。

国内有些厂,由于循环水管网上供直流水用的接管太多,用水量过大,使浓缩倍数的提高受到限制或无法控制,造成药剂大量损耗。因此,条文明确限制是必要的。

3.2.5 本条提出的不同步开车的措施,即指不同步清洗、预膜的措施。另外,若两个生产装置的工艺条件不同,也将导致处理药剂的浪费,因此本条规定宜只负担一个生产装置。

3.2.6 本条规定是根据国内运行经验提出的。

3.2.7 本条的制定主要是方便操作管理。

1 主要目的是避免系统清洗时脏物堵塞冷却塔配水系统

和淋水填料,因为冷却塔本身不需清洗和预膜。

2 目的是避免系统清洗时脏物堵塞换热设备。

3 当清洗之后转入预膜阶段或预膜之后转入正常运行时,均要求尽快地将水置换,目的是避免置换时间过长而引起腐蚀;另外预膜之后由于有热负荷,置换时间过长会导致预膜药剂在换热设备传热管壁的沉积,因此补充水管径、集水池排空管管径计算,均应考虑清洗、预膜时尽快置换的要求。

3.2.8 循环冷却水在冷却的同时,也将空气中的飘尘、飞虫、树叶等杂质,一起带入到水中,较大、较重的沉积于池底,细微、较轻的悬浮于水中。当循环冷却水系统具备菌藻孳生条件时,又会有大量的污泥悬浮于水中或沉于池底。这些污物如不及时排除或有效地拦截住,进入换热器内会形成沉积物、附着物、导致换热管堵塞,不仅影响传热效率,而且会产生垢下腐蚀,影响阻垢、缓蚀效果,并增加药剂消耗。

国内一些工厂的运行经验表明,这些污物已构成对安全生产的威胁,每年大修时要花大量人力进行清理。因此设计中结合具体的冷却塔型式,考虑有效的排泥措施(如池底有一坡度,分布几处设置排污泥管等),并在集水池和泵前吸水池内分别设置两道不锈钢丝滤网(考虑滤网的提升、冲洗)是很必要的。网眼的尺寸是根据实际经验确定的。网眼太小会使出水阻力增加,太大起不到拦截作用。

3.3 封闭式系统设计

3.3.2 本条是考虑系统加药的灵活性。封闭式系统加药一般是加入补充水中,当系统内药剂浓度降低而又不需补充水时,药剂可直接注入系统中,注药设备的输出压力应大于循环系统的压力。

3.3.3 为了保护换热设备免遭机械杂质的堵塞,尤其在系统清洗阶段,管道过滤器能有效地截留水中的悬浮杂质。工程实践表明,在系统运行初期,管道过滤器常常截存了很多焊渣、碎石、木块和破布等杂质,所以设置管道过滤器是必要的。

3.4 阻垢和缓蚀

3.4.1 循环冷却水的阻垢和缓蚀处理方案一般要经过动态模拟试验确定。国内的运行经验表明,经试验所确定的处理方案可以满足设计的预期要求。本条给出了做动态模拟试验应考虑的一些因素。对于水量比较小且对循环冷却水的水质要求不太严格的系统,也可参照工况、水质条件相似的工厂运行经验确定。经过二十余年的发展,国内在循环冷却水的配方及限制条件方面积累了一些经验,常用的配方及限制条件见附表 1。其中:

(1) 类配方是我国七十年代从美国引进大化肥的循环冷却水处理配方。现除了个别工厂改为全有机配方外,其它厂一直运行到现在,如辽河某厂、湖北某厂。

使用这类配方的工厂中,有的根据补充水水质情况,在配方中增加了锌盐;有的工厂增加了铜缓蚀剂;有的在循环水 pH 值控制上略有变更,但都是要加酸调节的。

(2) 类配方属于磷系,配方中含有氨基磺酸,聚合物不是单一的聚丙烯酸,这对于水中磷酸钙的阻垢分散、对锌盐的稳定是非常有效的。我国栖霞山某厂、扬子石化某厂、安庆某厂、上海石化某厂采用的都是这类配方。

(3) 类配方中没有聚磷酸盐,而采用了多元醇磷酸酯、磺化木质素、锌盐、丙烯酸二元共聚物。这类配方有逐渐被淘汰的趋势,原因为:一是配方中磺化木质素的质量不稳定,没有国家或行业标准作为质量检验的标准。磺化木质素在配方中起着阻垢、分散、

稳定锌盐的作用,但因其质量不稳定,影响了缓蚀、阻垢效果。二是此配方的运行 pH 范围太窄,操作不易控制。三是 pH 值与碱度在运行时很难一致,pH 控制 7.8~8.0 时,碱度达不到 100mg/L,实际操作 pH 的范围在 8.1~8.3 时,才能使碱度保持在 100mg/L 以上,因此往往要向水中加碱,才能使水中碱度保持在 100~250mg/L。四是停留时间较短。国内山东、上海、四川某些厂采用了这类配方。

(4)、(5) 类配方属于全有机阻垢、缓蚀配方,不需加酸调节 pH 值,Ca 硬度+碱度可允许到 900mg/L(以 CaCO_3 计)。国内乌鲁木齐、上海、四川、大庆、燕山、抚顺、兰州的一些石化厂采用了这类配方,是广泛应用的一类配方。

(6) 类配方是一类全有机阻垢、缓蚀剂配方,不需加酸调节 pH 值,适用于高硬度、高碱度的循环冷却水。这类配方中的药剂,在处理高硬度、高碱度循环冷却水方面有所突破。国内上海石化某些厂采用了这类配方。

还有些厂采用的是硅系配方、钼系配方、钨系配方等。此处不一一叙述。

3.4.2 本条对使用聚磷酸盐及其复合配方的水质提出了一些限制条件。其中碱度的限制是根据国内外的经验数据制定的。正磷酸盐小于或等于 50% 总磷的规定是考虑设计时可选用高限(等于 50%),当大于 50% 时,聚磷酸盐的缓蚀作用明显降低,且可能会超过磷酸钙的饱和指数。实际运行中控制小于 50% 的总磷是可以做得到的。

3.4.3 本条对使用全有机配方时提出了一些规定。一般来说,全有机配方的成膜效果不如无机盐配方,即缓蚀效果不如无机盐类的配方。当循环水的 pH 值偏低时,金属的腐蚀速度较高,钙硬度和碱度是缓蚀剂成膜的需要。因此全有机配方对循环水的 pH 值、钙硬度、碱度有一定的要求。条文中给出的限制值是根据国内外

公司、企业的使用经验确定的。

3.4.4 限制锌离子含量小于 4.0mg/L , 一是因为 4.0mg/L 的锌离子能够满足缓蚀的需要, 二是考虑到环境保护的需要, 《污水综合排放标准》(GB 8978 - 1996) 中规定一切排污单位总锌排放浓度的一级标准为 2mg/L , 二级、三级排放标准为 5mg/L 。

3.4.5 本条对使用聚磷酸盐及其复合药剂配方和全有机配方的换热器出口水温进行了规定。规定的依据是国外资料和国内的使用经验。在使用聚磷酸盐及其复合配方时, 当循环冷却水的温度大于 50°C 时, 聚磷酸盐易分解为正磷酸盐, 导致形成磷酸钙垢, 这个问题已形成共识。对全有机配方, 日本、美国的一些公司均要求水温低于 60°C 。

3.4.6 在有铜或铜合金设备的系统中, 若不投加铜缓蚀剂, 腐蚀产生的铜离子会沉积在比铜电位低的金属设备的表面, 造成这些金属设备的电偶腐蚀, 最终形成设备的点腐蚀。

3.4.7 ~ 3.4.9 给出了敞开式和密闭式循环冷却水缓蚀、阻垢剂投加量的计算公式。

3.4.10 给出了循环冷却水调 pH 值的加酸计算公式, 式中所涉及到的自然 pH 值及碱度计算式(附录 C)系根据国内工厂运行参数归纳总结的经验公式, 并经实践检验是可行的。

3.5 菌藻处理

3.5.1 本条规定了选择杀生剂的原则。

3.5.2 敞开式循环冷却水常用的杀生剂为氧化性杀生剂。一般来说, 氧化性杀生剂杀生效果较好, 价格低廉, 所以被广泛使用。但由于长期使用氧化性杀生剂会使菌藻产生抗药性; 另外, 对粘着在换热器壁面上的生物粘泥的剥离, 氧化性杀生剂是不起作用的。因此, 辅助投加非氧化性杀生剂是必要的。

3.5.3 本条对氧化性杀生剂的选择及液氯的投加方式、投加频率及余氯的控制值进行了规定,是总结了国内许多厂的运行经验得出的。

氧化性杀生剂使用最为广泛的是液氯。使用液氯国内已积累很多经验。液氯是一种价廉、易得的杀生剂。但液氯作为杀生剂也有不足之处。当循环冷却水的 pH 较高,液氯的杀生作用明显降低。有试验报道,当 pH 大于 7.0 时,液氯对异养菌的杀生率低于 60%。当系统漏氨时,会消耗大量的液氯,使液氯不能发挥杀生作用。液氯的杀生作用时间短,一般只能维持 10 小时左右。另外,液氯可与水中的有机腐殖酸反应生成有致癌性的有机氯化物。

氧化性杀生剂还有二氧化氯、臭氧以及溴化物等。由于产品的稳定性、储存期、价格等因素,目前尚难推广应用。

液氯的投加的频率和次数应根据季节、气温的高低进行调节。一般在气温高的季节每天投加 3 次,即每班投加一次;气温较低的季节,如春、秋季节,可减少投加频率;冬季可每天投加一次。每次通氯时间,按余氯量达到要求后,再保持该余氯量 2 小时的时间来控制。

3.5.4 本条对非氧化性杀菌剂的功效及对环境的潜在影响提出了要求。

国内使用效果较好的非氧化性杀生剂有季铵盐类(如十二烷基二甲基苄基氯化铵,商品牌号为 1227)、戊二醛和大分子季铵盐复合物等,这些药剂对冷却水中生物粘泥的剥离作用是比较显著的。

异噻唑啉酮复合物(5-氯-2-甲基-4-异噻唑啉酮和 2-甲基-4-异噻唑啉酮复合)对生物粘泥有一定的抑制作用,在国内外应用比较广泛。

二硫氰基甲烷及其复合物(商品牌号 SQ₈、S₁₅)杀菌效果较好,但对生物粘泥剥离效果较差,有较强的刺激性气味。

氯酚类 (如 5, 5' - 二氯 - 2, 2' - 二羟基 - 二苯甲烷和双氯酚, 商品牌号 NL - 4) 对抑制真菌效果较好, 但对剥离生物粘泥没有效果。由于氯酚类药剂毒性较大, 不易降解, 环境污染严重, 国内有些企业已明令禁止采用。国外有很多国家也禁止使用氯酚类杀生剂。

3.5.5 细菌对药剂有一定的适应性, 因而易产生抗药性, 为避免产生抗药性, 不宜长期使用单一品种的非氧化性杀生剂, 宜选择多种交替使用。

3.5.6 非氧化性杀菌剂的投加频率与系统异养菌数量或粘泥附着程度有关, 一般来说气温较高的季节, 细菌繁殖较快; 每月可投加 2 次, 冬季每月可投加一次。但不论那个季节, 只要异养菌数较高或粘泥附着严重时, 每月均需投加 2 次非氧化性杀生剂。最适宜的方法是根据菌藻监测数据非定期投加, 以发挥药剂的最大效用。

本条给出了非氧化性杀生剂投加量的计算公式。公式中的循环冷却水的非氧化性杀生剂加药浓度, 根据药剂性能和产品说明中的推荐值选用, 或根据试验确定。

3.6 清洗和预膜

3.6.1 循环冷却水系统的清洗和预膜是循环冷却水处理的一个组成部分。

新的循环冷却水系统开车前, 循环冷却水管道、水池在基建施工中常留有焊渣、泥渣, 开车前必须进行清洗, 以免污染和堵塞换热设备和管道; 换热设备在制造时一般涂有防护油, 因此开车前需清洗除油, 以保证预膜效果; 换热设备存放时间较长时表面可能产生浮锈, 开车前也需要进行化学清洗, 以使换热设备水侧金属表面清洁。

循环冷却水系统运行一个周期大检修时,管道、水池都会有不同程度的粘泥、固体废物,换热设备表面及内部也会有不同程度的粘泥、硬垢、腐蚀产物,也必须进行清洗。系统清洗后,需进行预膜处理,目的是使换热设备金属表面有一层薄而致密的缓蚀保护膜。

密闭式系统循环冷却水中缓蚀剂浓度较高,运行时即起到了预膜作用,因此对密闭式系统是否需要预膜处理这一程序,应根据具体情况确定。

3.6.2 对颗粒较大或较重的石子等杂物是无法通过水清洗带走的,因此本条规定,在水力清洗之前,对水池、大于或等于 800mm 的循环冷却水管道应先进行人工清扫,并规定管道每隔 500m 距离设一人孔,以便人进入管道内清扫。

3.6.3 本条提出了水清洗时的要求,循环冷却水系统设计时应满足这些条件。

1 要求水清洗的流速不小于 1.5m/s ,目的是利用水流的冲力,冲走管道内的杂物。正常运行时,管道中的流速可能达不到这个速度,清洗时可以采用开启备用水泵的办法来满足清洗时对流速的要求。

2 系统清洗水应从换热设备的旁路管通过,避免污泥杂物堵塞换热设备。

3 运行后的系统清洗时应通氯,目的是使系统内微生物尽量减少。

3.6.4 这种清洗是在新系统开车前进行的,此时可采用三聚磷酸钠和非离子表面活性剂等复合物 $800 \sim 1000\text{mg/L}$ 进行全系统清洗,清洗时 pH 值控制在 $6.0 \sim 6.5$,清洗时间约 48h。清洗时有泡沫产生,可投加消泡剂 200mg/L 消泡。

3.6.5 本条涉及的清洗是针对运行过的系统,此时可采用增加氧化性杀菌剂的投加量并辅以非氧化性杀菌剂进行生物粘泥的

剥离。如投加“1227”或戊二醛与大分子季铵盐复合物,投加浓度约为 150 ~ 200mg/L。

投加粘泥剥离剂时,应停止排污。投加药剂后循环冷却水的悬浮物会迅速升高。当悬浮物上升缓慢时,开始加大排污,直到浑浊度小于 20mg/L 时恢复正常运行。

投加清洗剥离剂后,循环冷却水中可能有泡沫产生,此时应投加消泡剂,投加量约 50 ~ 100mg/L。

3.6.6 在工厂大修期间,对结垢、腐蚀严重的换热器可采用单台清洗的方法。不同材质的设备,可采用不同的酸洗方法。

(1) 对碳钢设备的酸洗,可采用盐酸 (3% ~ 5%) 加缓蚀剂若丁 (0.2% ~ 0.4%) 或乌洛托品 (0.2% ~ 0.3%), 常温或 60℃ 循环酸洗 4 ~ 6h。

(2) 对铜及铜合金设备的酸洗,可采用盐酸 (3% ~ 5%) 加缓蚀剂二邻甲苯硫脲 (0.1%), 常温或 60℃ 循环酸洗 4 ~ 6h。

(3) 对不锈钢设备的酸洗,可采用硝酸 (5% ~ 7%) 加缓蚀剂 lan-5 (2% ~ 4%), 常温或 60℃ 循环酸洗 4 ~ 6h。

酸洗后经碱洗、水洗等工序后,再进行钝化处理。酸洗后的设备若不进行钝化处理,表面很快会生成一层浮锈。

3.6.7 换热设备水侧金属表面经化学清洗之后呈活化状态,极易产生二次腐蚀,因此要求在化学清洗之后立即进行预膜处理,以保证在活化的金属表面形成一层致密的缓蚀保护膜。国内常用的预膜配方有:

(1) 六偏磷酸钠: 7 水硫酸锌为 4:1, 投加量 400 ~ 600mg/L。预膜时间 48 小时。

(2) 六偏磷酸钠: 7 水硫酸锌: 氨基磺酸为 66: 29: 5, 投加量 200mg/L; 丙烯酸二元共聚物 200mg/L; pH6.0 ~ 7.0; 预膜时间 48h。

3.6.8 对新建系统,由于施工进度的原因,生产装置一般不能同

时开车；对老系统而言，年度大检修后，由于生产装置开车程序的安排，两个装置开车也会出现不同步的情况。

开车不同步会给循环冷却水系统的清洗、预膜带来不利影响。首先是清洗问题，已开车的生产装置换热设备、循环冷却水管道、冷却塔水池、吸水池等已清洗干净，而后继的生产装置的换热设备、管道还在施工，当后继的换热设备、管道进行清洗时，必然要污染和堵塞已开车的换热设备、管道和冷却塔水池等。其次是预膜问题，已开车的换热设备经预膜、置换后进入正常运行状态，并带有热负荷。当后继开车的换热设备进行预膜时，可能会导致已开车并带有热负荷的换热设备的结垢，因为预膜一般是采用高浓度的缓蚀剂。所以当在一个循环水系统向两个以上生产装置供水时，循环冷却水系统应考虑有临时切换设施，以避免开车不同步所产生的不利影响。

3.6.9 循环冷却水系统清洗水通过旁路管直接回到冷却塔集水池，可避免系统清洗时的脏物堵塞冷却塔配水系统和填料。预膜水通过旁路管直接回到冷却塔集水池，可减少预膜水容量，减少药剂的用量。

4 旁流过滤水处理

4.0.1 本条说明旁流过滤水处理的适用范围。

循环冷却水在冷却塔中与空气接触散热时，空气中的灰尘、粉尘、孢子等悬浮固体被带入冷却水中；使循环冷却水的浑浊度、菌藻含量及其它污染物超出允许值，因此必须对循环冷却水进行旁流过滤处理，以保证循环冷却水浑浊度指标保持在规定的范围之内。

4.0.2 计算公式中的空气含尘量，一般在环保部门大气监测站均有数据，如某些地区无监测资料时，可在工厂建设的前期工作

中进行测定,也可参照附近地区的监测资料。

含尘量数据的选取可根据保证率的要求来确定。

计算公式中的悬浮物沉降系数 K , 的选取可通过试验确定, 当无试验条件时, 根据国外资料可选用 0.2。

4.0.3 本条给出了敞开式循环冷却水系统采用旁滤去除悬浮物时, 旁流过滤水量的经验值。

4.0.4 密闭式循环水系统在运行过程中有可能因腐蚀产物或水处理药剂杂质过多而使悬浮物增多, 从而引起金属的腐蚀, 因此需设旁滤设施。2% ~ 5% 的旁滤量为经验值。

4.0.5 无阀过滤器是一种操作、管理简便的过滤器。近年来在循环冷却水系统得到了广泛的应用。但对受油污染的循环冷却水系统不宜采用无阀过滤器。因为油污染滤料, 使滤料提前失效, 造成过滤器频繁反洗, 既不能发挥出旁流过滤的作用, 又浪费了循环水。

5 补充水处理

5.0.1 本条指出了确定敞开式系统补充水处理方案时应考虑的一些因素。这些因素归结为技术经济比较问题, 最终以确定技术可靠、经济合理的补充水处理方案为目的。

1 此条适用于北方缺水地区。北方缺水地区多采用地下水做循环冷却水的补充水, 这种水一般是高硬度、高碱度水。水资源的缺乏, 要求提高循环冷却水的浓缩倍数, 但水的高硬度、高碱度又限制了浓缩倍数的提高。因此补充水采取软化或部分软化处理, 可达到节水的目的。软化的程度根据技术经济指标确定。

2 我国是一个水资源匮乏的国家。缺水地区, 由于水资源的紧缺制约了经济的发展。各行各业一直在寻求新的循环冷却水补充水来源。80 年代我国就有市政污水作循环冷却水的补充水方

面的报道,但由于我国的城市污水处理不够普遍,城市污水处理厂的排水作循环冷却水的补充水一直未能提到议事日程。近年来各地新上不少城市污水处理厂,因此使用城市污水处理厂的排水做循环冷却水的补充水的呼声也越来越高。1994年“工程建设标准化协会”制定的《城市污水回用设计规范》(CECS 61:94)对回用作循环冷却水补充水的水质给出了建议值。

5.0.2 密闭式系统的补充水应采用符合生产工艺要求的水质,因为工艺不同,对水质要求也不同。一般来说,采用软化水时,水质宜符合中压锅炉给水标准;采用除盐水时,其电导率不宜大于 $25\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

5.0.3 本条给出的敞开式循环冷却水系统补充水的计算公式是理论计算式,密闭式系统是经验计算式。

5.0.4~5.0.6 给出了循环冷却水各种损失水量的计算公式。

5.0.7 本条规定是根据开车和大检修的要求制定的。

5.0.8 补充水中的微生物(主要是菌、藻类,也包括某些水生生物)是循环冷却系统菌、藻污染的来源,在进入循环冷却水系统之前即对补充水中的菌、藻加以控制会取得事半功倍的作用。这方面已为国内一些工厂的经验所证明。

由于补充水中的菌藻数量远较循环冷却水中为少,采用连续、小剂量投加已可满足要求。

6 排水处理

6.0.1 本条指出了循环冷却水系统排水的类别。

6.0.2 对循环冷却水系统排水中涉及《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)中一些项目的排放标准作出了规定,列出了确定排水设计方案应考虑的因素。

6.0.3 指出了确定排水处理设计方案的几个因素。

1 排水水质、水量的分析是选择排水处理方案的基础。

2 本条中的排放标准包括国家、行业、地区排放标准。当将排水排入全厂性或地区性的污水处理厂时，常常由于污水处理厂对进厂污水的泥渣、悬浮物含量、pH 值、毒性等方面均有一要求，必须进行预处理，使水质满足进污水处理厂的要求之后再合并处理。

3 重复使用包含了可重复用于本系统（即回用）和其它循环冷却水系统，或作为其它用途的用水。

6.0.4 循环冷却水系统排污水、旁流水处理排水属于正常运行时的排水，水质、水量变化幅度不大。而清洗、预膜排水、酸碱储罐的清洗排水、冷却塔池底的排泥都是短时的、集中的大量的。因此宜考虑设调节设施。设计中要充分利用全厂各个排水系统中的调节池容量，使之得到合理的解决。

循环冷却水系统一般不宜单独设置生物处理装置，这是由于生物处理设施投资较高或占地较大。

6.0.5 本条对密闭式系统在停车或紧急情况下排出的、对环境有污染的循环冷却水规定了应采取的解决办法。从环境保护的角度而言是需要的。同时，临时排出的含有高浓度药剂的循环冷却水，在未受工艺侧物料污染的情况下，可继续回用，因此储存有利于回用，避免浪费。

当排水不能回用时，则需要在设计中考虑其处理措施，绝不能任意排放，污染环境。

7 药剂储存、配置、投加

7.1 一般规定

7.1.1 本条提出了循环冷却水处理药剂的储存要求。

缓蚀、阻垢剂露天存放会使药剂变质造成药效下降,同时有些药剂会腐蚀并危害周围环境。因此循环冷却水处理药剂宜放入全厂室内仓库储存。考虑药剂的配制方便,须在冷却水装置区内设置药剂储存间,储存一定量的药剂,以备日常使用。

氧化性杀生剂有一定的毒性,应与缓蚀、阻垢剂分开单独存放。非氧化性杀菌剂必须集中管理,根据用量大小设置专用库、专用间或专用柜,建立严格的储存、保管和使用制度,保证生产使用安全,保护环境不受污染,防止人身事故。

7.1.2 本条列出了确定药剂储存量时应考虑的主要因素。

1 全厂仓库存储的药剂量按 15 ~ 30d 消耗量考虑是国内各厂的一般经验。

设计时除应考虑药剂消耗量外,库容大小还与工厂所在地的运输条件有关。如地处偏僻、交通不便的一些工厂,药剂仓库又远离车站码头,药剂经由火车、轮船、汽车等多次转运才能入库,如果库容量过小,不但运输成本增加,而且稍有不周,还会产生用药中断,对循环冷却水系统生产极为不利。储存量还应考虑药剂市场的供应情况。

2 药剂储存间的储备量,按目前大多数厂的生产实践,一般每月进药 3 ~ 4 次。故本条规定最大储存量宜按 7 ~ 10d 计算。

3 酸的总储量由每天的用量与酸的来源、运输距离等因素综合考虑决定。目前国内一般按 15 ~ 30d 用量来储存。用量小且靠近酸的来源地时,储存天数可以少些,反之则可多些。

当用槽罐车运输时,一般以槽罐车容量加上运输周转期中酸库剩余量来考虑储量。如不考虑周转期的库存酸量,会使槽罐车

不能卸空,使运输车皮积压,造成不应有的经济损失。根据历年来各厂的生产经验,以槽罐车的容量加上 10d 用酸量计算储量为宜。

7.1.3 确定了药剂的储存量,就可以依药剂包装形式与允许的堆高算出药剂库的设计面积。在确定药剂的堆放高度时,应考虑药剂的包装形式和包装材料的强度。条文中的堆放高度是靠人力搬运时的数据。

7.1.4 为便于操作管理,药剂储存间应尽量靠近加药间。目前大部分工厂的药剂储存间与加药间合并,在加药间内留有一定面积堆放药剂。这种方式在用药品种少、药剂的毒性小时是合适的。有的厂将加药间和药剂储存间用墙隔开,但留有便于通行的门洞相互连通,这种方式不如合用方式操作方便,但对药剂的管理、改善加药间的操作条件,尤其对某些有毒药剂、要求避光药剂以及某些有特殊要求的药剂还是较合适的。

目前的水处理药剂大部分采用 25kg 的塑料桶包装,因此人工卸药剂劳动强度较大,本条推荐采用起吊设备,是为了减轻劳动强度。

7.1.5~7.1.6 循环冷却水处理使用的药剂有缓蚀剂、阻垢剂、杀生剂、混凝剂等。药剂的性质多种多样,有的有毒,有的有腐蚀性,有的具有黏附性,有的具有潮解性,有的有挥发性,有的要求避光等。故药剂的储存、配制、投加设施、计量仪表和输送管道等,应分别不同情况采取相应措施,以保证安全生产。

7.1.7 本条中的维修工具是指保证生产运行条件的小修用的工具。

7.2 缓蚀阻垢剂配制与投加

7.2.1 本条规定是为了保证加药均匀,减小操作的随意性,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,黏度越大,输送越困难,越不易做到均匀投加。

7.2.2 本条提出了药剂溶解槽设置的要求。

1 本款提出的药剂消耗量按 8~24h 药剂消耗量确定是基于:一是溶解槽不宜过小,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。

2 溶解槽设搅拌设施可加速药剂的溶解。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。

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

7.2.3 本条给出了药剂投配槽设置的一些规定。

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,也会生成沉淀。因此在溶液槽的出口处应设过滤设施。

7.2.4 循环冷却水处理中投加药剂是否准确,直接影响到循环冷却水处理效果的好坏,一般用手动控制难以做到连续均匀地投加,故多采用计量泵或水射器(以转子流量计计量)按一定比例投加。为保证计量设施在出现故障时也能正常加药,本条规定计量设施宜有一台备用。

7.2.5 总的来说,我国的循环冷却水系统的设备还处在一个比较落后的水平,设备比较粗糙,自动化水平低。而我国引进的一些大型石化装置,设备比较先进,自动化水平较高,同时设备的传热计算得精确、腐蚀裕度小,因此对循环水处理的要求也较高。而目前我国循环冷却水系统的设备及管理水平都与之不相称。国内一些从事加药设备生产的企业已注意到这一现象,开发出了一些自动化水平较高的加药设备,使得一些大型企业有条件提高循环

冷却水系统的管理水平。因此,本条建议,有条件的企业采用加药自动化系统。

7.2.6 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的材料或采用防腐蚀措施。

7.2.7 药液管架空明设,有利于安全生产及检修。

7.2.8 本条规定了加药口的位置,目的是使药剂直接进入循环冷却水系统中,很快发挥作用。

7.3 液氯储存与投加

7.3.1 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态注入能承受一定压力的特制钢瓶内,即通常所见的液氯钢瓶。如放置在露天,经曝晒后,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,或者在使用时打不开,或者松动脱落,或者碰坏保险阀造成氯气外溢,污染环境。故本条规定,液氯钢瓶要储存在专用仓库中,不能露天存放。

设事故水池是为了在发生液氯泄漏事故时,将液氯钢瓶推入事故池,泄漏的氯气溶解在水里,减少氯气向环境中的扩散。事故池的深度若不够,不能将氯瓶淹没,泄漏的氯气就会向环境扩散,因此本条规定,事故池的深度应能淹没氯瓶。

7.3.2 充装量等于及超过 500kg 的氯瓶属于较大规格,要求与加氯间分开,主要是为了一旦发生氯气泄漏时,避免事故扩大。

对于较大规格的氯瓶,采用人力装卸既不安全,劳动强度也大,故规定采用起吊设备。对较小规格的氯瓶可采用人力搬运,也可设起吊设备。

7.3.3 本条给出了加氯间的设计要求。

1 加氯间与操作间分开是为了防止一旦发生漏氯事故时,

避免事故扩大,以保证操作人员的安全。

2 设观察窗,可通过观察窗观察加氯间内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。

3 氯瓶不应靠近采暖设备,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、电炉等热源。

4 加氯间内保持良好的通风条件是为了保证操作、维修人员的安全。由于氯气的比重大于空气,通风孔设在外墙下方,使泄露的氯气易于排至室外。

5 氯气对钢铁有一定的腐蚀性,因此条文规定加氯间内的电气设备及灯具应选用密封、防腐类型的产品,以防因腐蚀造成电器短路。将控制开关设在室外,是为了保证操作安全。

6 加氯间的附近配备防毒面具、抢救器材、工具箱是为了在发生偶然事故能及时抢救。防毒面具应严密封藏,以防失效。

7.3.4 循环冷却水处理中投加液氯杀菌时,一般均采用冲击式投加方式,可以取得最大的杀生效果,因此本条规定加氯机的设计总容量宜按最大小时的投药量确定。同时为了保证加氯的正常进行,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。当对补充水进行加氯处理时,加氯机的容量按最大小时连续加氯量确定为宜。

7.3.5 只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者尚未发现的情况,故还要用磅秤称重,进行累计计量。

7.3.6 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它措施,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。

7.3.7 本条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。

7.4 酸液储存与投加

7.4.1 酸液的封闭储存涉及到酸储存的安全操作。设置围堰或放置于事故池内是为了当酸罐体发生腐蚀穿孔或阀门管道接口处有严重泄漏时,围堰或事故池用以储存泄漏出来的酸液,避免四处溢流。围堰内或事故池内的集水坑主要是用来收集泄漏出来的酸液。

7.4.2 为减轻酸液泄漏对人员造成的伤害,本条规定,在储存和使用酸液的部位设置洗眼器、事故淋浴等安全防护设施。

7.4.3 长期使用的运酸槽罐,可能在某些部位产生腐蚀,使金属结构强度减弱。当用压缩空气加压方式卸酸、加酸时,很可能使储罐破裂,以致酸液外泄,造成人身伤害事故。

7.4.4 循环冷却水系统通常用硫酸调节 pH 值。这是因为,用盐酸调节 pH 值时,会将氯离子带进水中,对系统中的不锈钢换热设备有害。

采用浓硫酸直接投加方式较为简便。浓酸的储存、输送及提升设备使用普通碳钢材料即可。当采用稀硫酸投加时,其运输、储存、投加设施要求的材质较高,需用不锈钢管道和设备。碳钢制的储存设备需用铅或橡胶衬里。

加酸点不宜离池底太近,太近时由于酸的比重大,会沉向冷却塔水池底,对池底的混凝土有腐蚀作用。当加酸管和分布器的材质采用非金属材料时,由于酸的稀释是放热过程,非金属材料不耐热,加酸口的分布器很快会受热变形,影响酸液的分布。国内某化肥厂有过这方面的教训。

8 监测、控制和化验

8.0.1 设置监控仪表的目的在于及时掌握运行情况，以利于操作管理，也便于考核系统的各项经济指标、进行事故分析。在总管上设仪表，可以减少仪表重复设置的数量。但在总管上设监控仪表有时不足以反映工况条件要求严格的换热设备的腐蚀与结垢状况，因此对个别要求严格的关键性换热设备亦应在设备进水或出水管上设置流量、温度、压力仪表。

8.0.2 设置取样管也是对循环冷却水系统进行监控的手段之一。通过对各取样点的水质分析，可以判断补充水、循环水、排污水的水质情况以及工艺物料有无泄漏。取样管可就地设置，也可集中设置。在北方，冬季要注意取样管的防冻。

8.0.3 监测换热器、监测试片器和粘泥测定器的设置都是为了监测、评价循环冷却水处理的效果。将这些监测设备安装在循环冷却水的回水管上是因为回水管中的水温一般比给水管中的水温高 10°C 左右，使监测的条件稍微苛刻些。

8.0.4 为了控制循环冷却水的浓缩倍数，维持系统中一定的药剂浓度，要求系统内各水池的水位能控制在一定的高度范围内。同时为了防止补充水量的突然变化，引起池内水位下降，导致水泵抽空事故，或盲目溢流，造成循环水的浪费，所以水泵的吸水池及冷却塔水池一般都设有液位计，并设有低液位报警。

8.0.5 对 pH 进行监控的目的是使循环冷却水 pH 值控制在一定的范围内，同时也要防止 pH 急剧下降，造成设备、管道、构筑物的腐蚀。

8.0.6 化验室的规模和设施因工厂的生产性质、规模以及对循环水的水质要求不同而有差异。日常检测项目是分析循环冷却水处理是否正常运行和处理效果好坏的必要手段，每班或每天都要检测，这些项目放在装置区内便于控制管理。对一周、一月或更长

时间检测一次的项目,宜利用全厂中央化验室的设备或与其他单位合作,以节省装置区化验室的投资。

8.0.7 本条对以水质化验和微生物分析为主的车间化验室的设置作出了规定。实际设计中可根据具体情况适当变通。

8.0.8 本条对水质监测项目进行了规定。

1 pH 值

pH 值在日常分析中占有重要位置,对药剂配方要求循环冷却水的 pH 值控制在一定范围的循环冷却水系统更为重要。

2 钙硬度

循环冷却水中钙离子太低时,腐蚀性较强,钙离子太高时,又会使系统结垢严重。通过分析硬度,可以判断循环冷却水的结垢情况。对一个正常运行的系统,水中的钙、镁离子应基本接近原水的钙、镁离子与浓缩倍数的乘积,若远远低于其乘积时,说明系统结垢较严重。

3 碱度

由碱度的变化,可以判断系统结垢的趋势。

4 K^+ 或 SiO_2

分析 K^+ 或 SiO_2 主要是为了控制浓缩倍数。

5 总铁

通过分析循环水中总铁的变化,可以判断腐蚀情况。

6 电导率

通过电导率的测定可以计算浓缩倍数。同时电导率是衡量循环水含盐量的一个指标,含盐量高对循环水系统的腐蚀有较大影响。此处某些药剂有特定的含盐量适用范围。

7 浑浊度

浑浊度是循环冷却水系统的控制指标,目前很多中小型的循环冷却水中的浑浊度不符合本规定的要求。浑浊度是循环冷却水系统中产生沉积、污垢和腐蚀的主要原因,这些沉积物不仅影响

换热器的传热效率，同时也会加剧金属的垢下腐蚀。因此循环水中的浑浊度越低越好。当循环水中的浑浊度增加，超过循环冷却水的水质指标时，要加大旁滤量。同时要分析浑浊度增加的原因。

8 游离余氯

循环水系统中保持一定量的游离余氯对杀菌灭藻、保证水质有重要意义。如向系统中加氯后测不出游离氯，或游离余氯总是达不到控制指标，说明系统中存在消耗氯的因素，可能是漏氨，也可能是硫酸盐还原菌的大量孳生，或者是其他原因。通过测定可及时发现系统中存在的问题。

9 微生物

微生物是循环水系统三大控制项目一，药剂的缓蚀、阻垢作用再好，若微生物控制不好，循环冷却水处理同样难以发挥应有的作用。若循环水中异养菌的数量在控制指标范围内，则说明系统中微生物的孳生得到了控制，反之则说明杀菌方面存在问题。

10 生物粘泥量

生物粘泥量是反映循环冷却水微生物控制好坏的一个指标，生物粘泥量少说明微生物控制成功；生物粘泥量多，说明微生物控制不好。

11 垢层成份

通过分析垢层的成份，可以判断设备的结构是由腐蚀引起的，还是由结垢引起的，还是由微生物引起的，或者是由于旁流过滤效果不好引起的，从而进一步改进配方。

12 腐蚀率

腐蚀率是衡量循环冷却水处理效果好坏的一个指标，如果腐蚀率超过指标说明循环冷却水处理效果不好，应调整控制腐蚀的药剂。

13 循环水中药剂的浓度

药剂的浓度是保证循环冷却水处理效果的重要因素。加药过量造成浪费,加药不足又发挥不出药剂应有的效果。通过药剂浓度的分析,也可以判断系统是否有漏水的问题。

8.0.9 本条规定得比较灵活。通过这些项目的分析可以分析、判断腐蚀结垢的原因,从而寻找对策,解决问题,做好循环冷却水的处理。

循环冷却水的补充水有的是地下水,有的是地表水,尤其是地表水的水质随季节的变化而变化,因而循环水的水质也会随季节不同有所变化。通过水质全分析,可以及时调整药剂配方。

附表 1

国内常用配方一览表

序 号	配方类型	pH 值	Ca 硬度 mg/L	Ca 硬度 + M - 碱度 mg/L	Cl ⁻ + SO ₄ ²⁻ mg/L	SiO ₄ ²⁻ mg/L	电导率 μS/cm	浊度 mg/L	停留时间 h	换热器出口 温度, °C
(1)	聚磷酸盐 + 磷酸盐 + 丙烯酸聚合物	7.5 ~ 8.2	75 ~ 400	—	—	—	—	< 10	< 50	< 50
(2)	聚磷酸盐 + 锌盐 + 氨基磺酸 + 丙烯酸 二元共聚物	7.0 ~ 8.0	200 ~ 700	—	< 2000	< 120	< 1500	< 10	< 100	< 50
(3)	多元醇磷酸酯 + 磺 化木质素 + 锌盐 + 丙烯酸二元共聚物	7.8 ~ 8.3	50 ~ 100	—	—	—	< 3000	< 20	< 50	—
(4)	磷酸盐 + 丙烯酸二元共聚物	8.0 ~ 9.0	250 ~ 400	< 900	< 500	< 150	< 3000	< 20	< 300	< 60
(5)	磷酸盐 + 苯并三氮唑 + 丙烯酸二元共聚物	8.0 ~ 9.3	150 ~ 400	300 ~ 900	< 1000	< 130	< 3000	< 20	< 300	< 60
(6)	丙烯酸 + 2 - 丙烯酰胺 基 - 2 - 甲基丙基磺酸 + 醋酸乙烯/次磷酸	8.0 ~ 9.3	150 ~ 550	≤ 1100	< 1200	—	< 3000	< 20	< 300	< 60

注：1. 表中的 Ca 硬度、M - 碱度均以 CaCO₃ 计；
 2. 序号(1)中 M - 碱度的适用范围为 50 ~ 200mg/L, Cl⁻ < 300mg/L；
 3. 序号(3)中 M - 碱度的适用范围为 100 ~ 150mg/L, Cl⁻ < 150mg/L。

责任编辑 章启纘

版权所有
翻印必究

中华人民共和国行业标准
化工企业循环冷却水处理
设计技术规定

HG/T 20690-2000



编辑 全国化工工程建设标准编辑中心
(原化工部工程建设标准编辑中心)

邮政编码:100013

印刷 秦皇岛市晨欣彩色印刷有限责任公司

2001年6月

HG 20690-2000