

中华人民共和国国家标准



GB 50648 - 2011

# 化学工业循环冷却水系统设计规范

Code for design of recirculating cooling water  
system in chemical plant

2010 - 12 - 24 发布

2011 - 12 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 化学工业循环冷却水系统设计规范

Code for design of recirculating cooling water  
system in chemical plant

**GB 50648 - 2011**

主编部门：中国工程建设标准化协会化工分会

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 1 年 1 2 月 1 日

中国计划出版社

2011 北 京

中华人民共和国国家标准  
化学工业循环冷却水系统设计规范

GB 50648-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

世界知识印刷厂印刷

---

850×1168 毫米 1/32 3 印张 76 千字

2011 年 11 月第 1 版 2011 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—10100 册

☆

统一书号:1580177·684

定价:18.00 元

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 878 号

## 关于发布国家标准 《化学工业循环冷却水系统设计规范》的公告

现批准《化学工业循环冷却水系统设计规范》为国家标准,编号为 GB 50648—2011,自 2011 年 12 月 1 日起实施。其中,第 3.1.9、7.4.2(1、2、4)、10.1.3、10.4.2、11.2.1、11.2.3、11.2.4 条(款)为强制性条文,必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一〇年十二月二十四日

## 前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈2007 年工程建设标准规范编制、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2007〕126 号)的要求,由中国天辰工程有限公司和中国石油和化工勘察设计协会给排水设计专业委员会会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组经广泛调查研究,认真总结我国多年来工业循环冷却水系统设计和运行经验,参考有关标准,并广泛征求意见,最后经审查定稿。

本规范共分 11 章,主要包括:总则,术语,循环冷却水系统,系统水平衡,冷却设施,循环冷却水处理,泵站及附属建(构)筑物,管道布置,监测与控制,节水、节能与环境保护,劳动安全卫生等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国工程建设标准化协会化工分会负责日常管理,由中国天辰工程有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中如有意见或建议请寄送主编单位中国天辰工程有限公司《化学工业循环冷却水系统设计规范》管理组(地址:天津市京津路 521 号,邮政编码:300400,传真:022-86810147),以便今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

**主 编 单 位:** 中国天辰工程有限公司

中国石油和化工勘察设计协会给排水设计专业  
委员会

**参 编 单 位:** 东华工程科技股份有限公司

中国成达工程公司

中冶赛迪工程技术股份有限公司  
 中国电力工程顾问集团东北电力设计院  
 中国纺织工业设计院  
 中国石油天然气华东勘察设计研究院  
 江苏省化工设计院有限公司  
 西安长庆科技工程有限责任公司  
 美国哈希公司

主要起草人：刘洁玲 韩 玲 仲伊三 毕喜成 杨建琪  
 张建国 马 强 蒋晓明 刘扬帆 江开伟  
 王 威 李学志 韩红琪 施洪昌 郭增民  
 主要审查人：薛树森 吴文革 蓝珍瑞 黄纪军 陈宇奇  
 张 俊 邱利祥 杨文忠 郑培钢

# 目 次

1 总 则 .....	( 1 )
2 术 语 .....	( 2 )
3 循环冷却水系统 .....	( 4 )
3.1 一般规定 .....	( 4 )
3.2 基础资料 .....	( 5 )
3.3 系统划分 .....	( 6 )
3.4 位置选择 .....	( 6 )
3.5 装置布置 .....	( 7 )
4 系统水平衡 .....	( 8 )
4.1 一般规定 .....	( 8 )
4.2 水量平衡计算 .....	( 8 )
4.3 水质平衡 .....	( 9 )
4.4 系统容积 .....	( 10 )
5 冷却设施 .....	( 12 )
5.1 一般规定 .....	( 12 )
5.2 冷却设施选择 .....	( 12 )
5.3 冷却设施布置 .....	( 13 )
6 循环冷却水处理 .....	( 15 )
6.1 一般规定 .....	( 15 )
6.2 阻垢缓蚀 .....	( 16 )
6.3 微生物控制 .....	( 17 )
6.4 清洗和预膜 .....	( 18 )
6.5 旁流水处理 .....	( 18 )
6.6 补充水 .....	( 19 )

6.7	排水处理 .....	(19)
6.8	药剂储存和投配 .....	(19)
7	泵站及附属建(构)筑物 .....	(21)
7.1	一般规定 .....	(21)
7.2	泵站 .....	(21)
7.3	吸水池及过水廊道 .....	(22)
7.4	附属建(构)筑物 .....	(22)
8	管道布置 .....	(24)
8.1	一般规定 .....	(24)
8.2	管道敷设 .....	(25)
9	监测与控制 .....	(27)
9.1	一般规定 .....	(27)
9.2	监测、控制 .....	(27)
9.3	分析化验 .....	(28)
10	节水、节能与环境保护 .....	(31)
10.1	一般规定 .....	(31):
10.2	节水 .....	(31)
10.3	节能 .....	(31)
10.4	环境保护 .....	(32)
11	劳动安全卫生 .....	(33)
11.1	一般规定 .....	(33)
11.2	安全卫生设施 .....	(33)
	本规范用词说明 .....	(35)
	引用标准名录 .....	(36)
	附:条文说明 .....	(37)



# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Recirculating cooling water system .....	( 4 )
3.1	General requirement .....	( 4 )
3.2	Basic data .....	( 5 )
3.3	System classification .....	( 6 )
3.4	Location selection .....	( 6 )
3.5	Plot plan .....	( 7 )
4	System water balance .....	( 8 )
4.1	General requirement .....	( 8 )
4.2	Water quantity balance .....	( 8 )
4.3	Water quality balance .....	( 9 )
4.4	System volume .....	( 10 )
5	Cooling facilities .....	( 12 )
5.1	General requirement .....	( 12 )
5.2	Cooling facilities selection .....	( 12 )
5.3	Cooling facilities layout .....	( 13 )
6	Recirculating cooling water treatment .....	( 15 )
6.1	General requirement .....	( 15 )
6.2	Scale and corrosion inhibition .....	( 16 )
6.3	Microorganism control .....	( 17 )
6.4	Cleaning and prefilming .....	( 18 )
6.5	Side stream treatment .....	( 18 )
6.6	Makeup water .....	( 19 )

6.7	Blowdown treatment .....	(19)
6.8	Chemicals storage and dosing .....	(19)
7	Pumping station and auxiliary (structure)	
	buildings .....	(21)
7.1	General requirement .....	(21)
7.2	Pumping station .....	(21)
7.3	Suction pit and water channel .....	(22)
7.4	Auxiliary structure and buildings .....	(22)
8	Piping layout .....	(24)
8.1	General requirement .....	(24)
8.2	Piping layout .....	(25)
9	Monitoring and control .....	(27)
9.1	General requirement .....	(27)
9.2	Monitoring and control .....	(27)
9.3	Laboratory analysis .....	(28)
10	Water conservation, energy conservation and	
	environmental protection .....	(31)
10.1	General requirement .....	(31)
10.2	Water conservation .....	(31)
10.3	Energy conservation .....	(31)
10.4	Environmental protection .....	(32)
11	Safety and health .....	(33)
11.1	General requirement .....	(33)
11.2	Safety and health facilities .....	(33)
	Explanation of wording in this code .....	(35)
	List of quoted of standards .....	(35)
	Addition; Explanation of provisions .....	(37)

# 1 总 则

**1.0.1** 为使化学工业循环冷却水系统的设计符合国家方针、政策和法律法规,统一系统设计的技术要求,做到安全可靠、技术先进、经济合理、管理方便、利于维护,并满足节水、节能和保护环境、劳动安全及卫生防护等要求,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、扩建、改建的化学工程项目的循环冷却水系统工程的设计。

**1.0.3** 化学工业循环冷却水系统设计,应在不断吸取国内外先进技术、总结生产实践经验和科学实验的基础上,积极稳妥地采用行之有效的新工艺、新技术、新设备和新材料。

**1.0.4** 化学工业循环冷却水系统工程的设计,除应执行本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 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、冷却设施(备)、处理设施、水泵、管道及其他有关设施组成。

### 2.0.2 间冷开式循环冷却水系统 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。

### 2.0.3 间冷闭式循环冷却水系统 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循环冷却水系统。

### 2.0.4 直冷开式循环冷却水系统 direct open recirculating cooling water system

循环冷却水与被冷却介质直接接触换热且循环冷却水与大气直接接触散热的循环冷却水系统。

### 2.0.5 二次水 secondary water

经过第一次使用后,不经处理其水质能满足再利用的水。

### 2.0.6 湿式冷却塔 wet cooling tower

水和空气直接接触,热、质交换同时进行而使水温降低的冷却塔。

### 2.0.7 干湿式冷却塔 dry-wet cooling tower

组合了空气冷却与湿式冷却塔功能的冷却塔。

### 2.0.8 自然通风冷却塔 natural draft cooling tower

由塔内、外空气密度差形成的抽力提供塔内空气流动动力的

冷却塔。

**2.0.9 机械通风冷却塔**      mechanical ventilation cooling tower

塔内空气流动动力是由通风机械(风机)提供的冷却塔。

**2.0.10 逆流式冷却塔**      counter-flow cooling tower

空气从塔的下部进风口进入塔内,向上与自塔上部淋下的水流进行热交换而使水温降低的冷却塔。

**2.0.11 横流式冷却塔**      cross-flow cooling tower

空气从塔的进风口水平方向进入塔内,与水流方向正交穿过填料而使水温降低的冷却塔。

**2.0.12 淋水填料**      packing

设置在冷却塔内,使水与空气间有充分的接触时间和面积,有利于热、质交换作用的填充材料。

**2.0.13 有效淋水面积**      net area of water drenching

冷却塔淋水填料顶部扣除梁、柱面积的断面面积。

**2.0.14 收水器**      drift eliminator

设置在冷却塔内,用来回收出塔气流中所夹带的液态水(水滴、水雾)的装置。

## 3 循环冷却水系统

### 3.1 一般规定

3.1.1 循环冷却水系统设计应包括系统的划分和循环冷却水装置区的布置、循环水冷却设施设计、循环冷却水水质处理设计、循环冷却水泵站和输配水管网设计及配套设施设计。

3.1.2 循环冷却水系统设计应根据全厂水平衡方案,充分利用再生水、降低水资源的消耗。

3.1.3 循环冷却水系统的设计,应符合下列要求:

1 应满足生产装置的换热工况要求;

2 对于水温、水质或水压要求差别较大的工艺换热设备,宜分别设置循环冷却水系统;对个别水压要求较高的换热设备宜采用局部增压措施;

3 生产工艺要求不能中断循环冷却供水的装置或单元,应有安全供水保障措施。

3.1.4 循环冷却水系统的设计水量,应按工艺生产装置和辅助生产装置的正常小时用水量计算,并应用最大小时用水量校核。

3.1.5 间冷开式和直冷开式循环冷却水系统的设计供水温度,应根据生产工艺允许的供水温度,并结合建厂地区的气象条件进行热力计算确定。

3.1.6 间冷闭式循环冷却水的供水温度应按生产工艺要求,并结合冷却介质温度确定。

3.1.7 间冷闭式系统的膨胀罐应具有氮气自动调压、水位检测、自动补水与泄水,以及防止空气进入系统等功能。

3.1.8 间冷开式循环冷却水系统回水的压力应充分利用。

3.1.9 循环冷却水系统冷却塔下集水池及吸水池不应兼作消防

水池。

## 3.2 基础资料

3.2.1 循环冷却水系统设计选取的建厂地区或邻近地区的多年气象统计资料,应符合下列规定:

1 干、湿球温度和大气压等气象资料应以日平均湿球温度为基础数据进行统计,宜采用建厂地区近5年平均的每年最热时期3个月中最热天数不超过5d~10d日平均湿球温度作为设计湿球温度,并应以与之相对应的日平均干球温度、大气压作为设计干球温度、大气压;

2 大气中的含尘量资料,宜采用近5年日最大含尘量的平均值作为设计基础资料;

3 宜采用全年的风向和风频作为设计基础资料;

4 当循环冷却水装置位于已有厂区或邻近其他建(构)筑物及可能散发湿、热气源的装置时,应注意周边环境对循环冷却水冷却设施的影响;对地形起伏变化较大地区,应注意地区小气候的影响。

3.2.2 生产工艺换热工况的资料收集应包括下列内容:

1 换热器的结构形式和材质;

2 被冷却的工艺介质和性质;

3 换热器的工艺操作条件。

3.2.3 补充水水源和水质资料收集应包括下列内容:

1 地表水、地下水及可利用的再生水水源供应条件;

2 地表水源不宜少于近1年的逐月水质全分析资料;

3 地下水源不宜少于近1年的逐季水质全分析资料;

4 再生水水源不宜少于回用水处理系统近1年的逐月稳定运行的水质全分析资料。

3.2.4 建厂地区的基础资料收集应包括下列内容:

1 建厂地区及周边地域可用于控制微生物繁殖的杀生剂种

类和供应条件；

2 建厂地区的工程地质、水文地质等资料。

### 3.3 系统划分

3.3.1 循环冷却水系统应根据下列因素确定集中或分区设置：

- 1 生产工艺对循环冷却水的水质、水量、水温、水压的要求；
- 2 各生产装置的平面位置、高程；
- 3 工厂总体规划及分期建设的要求；
- 4 开、停车运行周期。

3.3.2 生产过程中与工艺物料间接换热的冷却水宜采用间冷开式循环冷却水系统。

3.3.3 工艺换热工况要求高，需要软化水或脱盐水作为冷却介质的循环冷却水系统，应采用间冷闭式循环冷却水系统。

3.3.4 生产过程中与工艺物料直接接触受到污染的循环冷却水，应设置独立的直冷开式循环冷却水系统。

3.3.5 循环冷却水系统的补充水为多种水源且水质相差较大时，宜根据补充水水源的水质、可供水量，划分不同的循环冷却水系统。

3.3.6 间冷开式循环冷却水系统的规模可按下列范围划分：

- 1 系统能力大于或等于  $15000\text{m}^3/\text{h}$  时，应为大型；
- 2 系统能力大于或等于  $3000\text{m}^3/\text{h}$  且小于  $15000\text{m}^3/\text{h}$  时，应为中型；
- 3 系统能力小于  $3000\text{m}^3/\text{h}$  时，应为小型。

### 3.4 位置选择

3.4.1 循环冷却水装置位置应按下列因素综合比较确定：

- 1 靠近循环冷却水主要用水装置或车间；
- 2 远离厂内露天热源、粉尘污染源、烟气排出口、化学品堆场、散装库及噪声敏感区等；



- 3 气流畅通、湿热空气回流影响小；
- 4 有足够的布置场地和发展扩建的便利条件；
- 5 场地的工程地质条件。

3.4.2 循环冷却水装置宜建于邻近建(构)筑物、变(配)电装置的全年最小频率风向的上风侧。

3.4.3 循环冷却水装置宜设置在生产装置划分的防爆区以外,当位于防爆区内时,其电气、仪表设备选型及安装设计,应符合国家现行有关防爆标准的规定。

3.4.4 间冷闭式循环冷却水装置宜布置在生产工艺装置区,也可与间冷开式循环冷却水装置合并布置。

### 3.5 装置布置

3.5.1 循环冷却水装置内的布置,应充分利用地形,并结合各单体建(构)筑物相互关系及装置内管线综合等因素合理布置。

3.5.2 循环冷却水装置内的变(配)电间、水质处理间、药剂间等建(构)筑物,宜与泵站毗邻。

3.5.3 循环冷却水装置内各建(构)筑物之间应设巡回、检修、运输通道。

3.5.4 循环冷却水装置内各建(构)筑物周围地坪宜铺砌。

3.5.5 在环境条件许可时,循环冷却水装置内的泵站、旁滤等设备 and 设施,宜采用露天布置。

3.5.6 采用重力自流回水的开式循环冷却水系统,其热水提升泵组的吸水池与循环给水泵组的吸水池宜紧邻布置,并应设顶部溢流连通。

3.5.7 直冷开式循环冷却水系统的回水沉淀处理池宜靠近生产工艺区,并应设沉淀物的清除设施和临时堆场。

## 4 系统水平衡

### 4.1 一般规定

4.1.1 循环冷却水系统应根据补充水水质、循环冷却水水质,以及环境要求等因素确定合理的浓缩倍数。间冷开式循环冷却水系统的浓缩倍数不宜小于 5.0,且不应低于 3.0。

4.1.2 循环冷却水系统应根据设计水量和换热工况、地区气象条件和浓缩倍数进行水量平衡计算,并应确定系统的蒸发损失水量、风吹损失水量、排污损失水量和系统补充水量。

4.1.3 在生产工艺允许的条件下,间冷循环冷却水应串联使用。

### 4.2 水量平衡计算

4.2.1 间冷开式循环冷却水系统的蒸发损失水量宜按下式计算:

$$Q_e = k \cdot \Delta t \cdot Q_r \quad (4.2.1)$$

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

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

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

$k$ ——气温系数( $1/^{\circ}\text{C}$ ),按表 4.2.1 的规定选用,中间值按内插法计算。

表 4.2.1 气温系数

进塔空气干球温度( $^{\circ}\text{C}$ )	-10	0	10	20	30	40
$k(1/^{\circ}\text{C})$	0.0008	0.0010	0.0012	0.0014	0.0015	0.0016

4.2.2 冷却塔的风吹损失水量宜按下式计算:

$$Q_w = \frac{P_w \cdot Q_r}{100} \quad (4.2.2)$$

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

$P_w$ ——冷却塔的风吹损失水率(%)。

4.2.3 间冷开式循环冷却水系统的排污水量,宜按下列公式计算:

$$Q_b = \frac{Q_e}{N-1} - Q_w \quad (4.2.3-1)$$

$$Q_b = Q_{b1} + Q_{b2} \quad (4.2.3-2)$$

式中:  $Q_b$ ——排污水量( $m^3/h$ );

$Q_{b1}$ ——强制排污水量( $m^3/h$ );

$Q_{b2}$ ——系统损失水量( $m^3/h$ );

$N$ ——浓缩倍数。

4.2.4 间冷开式循环冷却水系统的补充水量可按下列公式计算:

$$Q_m = Q_e + Q_w + Q_b \quad (4.2.4-1)$$

$$Q_m = \frac{Q_e \cdot N}{N-1} \quad (4.2.4-2)$$

式中:  $Q_m$ ——补充水量( $m^3/h$ )。

4.2.5 间冷开式循环冷却水系统设计的浓缩倍数可按下列式计算:

$$N = \frac{Q_m}{Q_b + Q_w} \quad (4.2.5)$$

4.2.6 间冷闭式循环冷却水系统补充水量宜为循环冷却水量的1%。

4.2.7 间冷开式循环冷却水系统的排污水应统一控制,并宜在循环冷却水装置区内集中排放,且总排污水量应控制在循环冷却水系统的允许排污水量范围内。

### 4.3 水质平衡

4.3.1 间冷开式循环冷却水系统运行中需去除水中悬浮物时,应采用旁流过滤处理,旁滤水量可按下列式计算:

$$Q_{st} = \frac{Q_m \cdot C_{ms} + K_s \cdot A \cdot C - (Q_b + Q_w) \cdot C_{rs}}{C_{rs} - C_{ss}} \quad (4.3.1)$$

式中:  $Q_{st}$ ——旁滤水量( $m^3/h$ );

$C_{ms}$ ——补充水悬浮物含量(mg/L);

$C_{rs}$ ——循环冷却水悬浮物含量(mg/L);

$C_{ss}$ ——滤后水悬浮物含量(mg/L);

$A$ ——冷却塔空气流量( $m^3/h$ );

$C$ ——进塔空气含尘量( $g/m^3$ );

$K_s$ ——悬浮物沉降系数,可通过试验确定,无资料时可选用 0.2。

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

$$Q_{si} = \frac{Q_m \cdot C_{mi} - (Q_b + Q_w) \cdot C_{ri}}{C_{ri} - C_{si}} \quad (4.3.2)$$

式中:  $Q_{si}$ ——旁流处理水量( $m^3/h$ );

$C_{mi}$ ——补充水某项成分含量(mg/L);

$C_{ri}$ ——循环冷却水某项成分含量(mg/L);

$C_{si}$ ——旁流处理后水中某项成分含量(mg/L)。

4.3.3 当采用多种水源作为补充水或使用再生水作为补充水水源时,应进行水质平衡计算,应合理分配多种水源的补水量比例,并应确定相应的浓缩倍数。

4.3.4 直冷开式循环冷却水系统应按系统水质指标的控制要求,进行水质平衡计算,并应确定合理的排污水量及相应的处理措施。

## 4.4 系统容积

4.4.1 间冷开式循环冷却水系统设计停留时间不应超过药剂的允许停留时间。设计停留时间可按式计算:

$$T_d = \frac{V}{Q_b + Q_w} \quad (4.4.1)$$

式中:  $T_d$ ——设计停留时间(h);

$V$ ——系统水容积( $\text{m}^3$ )。

**4.4.2 间冷开式循环冷却水系统容积可按下式计算：**

$$V = V_e + V_r + V_t \quad (4.4.2)$$

式中： $V_e$ ——循环冷却水泵、换热器、处理设施等设备中的水容积( $\text{m}^3$ )；

$V_r$ ——循环冷却水管道容积( $\text{m}^3$ )；

$V_t$ ——水池水容积( $\text{m}^3$ )。

**4.4.3 间冷闭式循环冷却水系统的水容积可按下式计算：**

$$V = V_p + V_e + V_r + V_k \quad (4.4.3)$$

式中： $V_p$ ——工艺生产设备内的水容积( $\text{m}^3$ )；

$V_k$ ——膨胀罐或水箱的水容积( $\text{m}^3$ )。

## 5 冷却设施

### 5.1 一般规定

5.1.1 冷却设施的能力应与生产装置要求的热负荷相匹配,可不设备用。

5.1.2 冷却塔的热力计算宜采用焓差法,也可采用分段积分法。

5.1.3 冷却塔的淋水面积应是填料的有效淋水面积。

5.1.4 机械通风冷却塔设置不宜少于2座;多座组合冷却塔的塔下集水池宜结合塔体维护、管理、检修等需要采取必要的分隔措施。

5.1.5 多沙尘地区的冷却设施应设置防沙及排沙措施。

5.1.6 冷却塔设计应满足运行、检修需要及安全防护的要求。

5.1.7 寒冷地区的冷却塔应设置防冻设施。

### 5.2 冷却设施选择

5.2.1 冷却设施的选择应根据生产装置的工况条件和当地的气象条件确定。在气象条件适宜的情况下,可采用湿式冷却塔以外的其他冷却设施。

5.2.2 冷却塔塔型选择,应根据循环冷却水的水量、水温、水质和循环冷却水系统的运行方式等条件,并结合下列因素,通过技术经济比较确定:

- 1 当地的气象、地形和地质等自然条件;
- 2 材料和设备的供应情况;
- 3 场地布置和施工条件;
- 4 冷却塔与周围环境的相互影响。

5.2.3 冷却塔设计在满足生产工艺要求的冷却水供水温度条件

下,塔型应符合下列规定:

- 1 逼近度( $t_2 - \tau$ ) $\leq 4^{\circ}\text{C}$ 时,宜采用逆流式机械通风冷却塔;
- 2  $4^{\circ}\text{C} < \text{逼近度}(t_2 - \tau) \leq 5^{\circ}\text{C}$ 时,可采用横流式或逆流式机械通风冷却塔;
- 3 逼近度( $t_2 - \tau$ ) $> 5^{\circ}\text{C}$ 时,可采用自然通风冷却塔或机械通风冷却塔。

5.2.4 含有酚、氰等污染物的直冷开式循环冷却水系统,其冷却设施宜采用鼓风式机械通风冷却塔或自然通风冷却塔;塔体内壁应进行防腐处理,配水设施、淋水填料、收水器等应耐腐蚀、抗老化、防污堵。

5.2.5 易受到易燃、可燃液体或气体污染的循环冷却水系统,其机械通风冷却塔的电气、仪表设备选型和安装及塔顶照明,宜按国家现行有关防爆标准的规定进行设计。

5.2.6 当选用成品冷却塔时,应根据该型产品实测的热力特性曲线选用。

### 5.3 冷却设施布置

5.3.1 冷却塔在平面布置中应符合下列规定:

- 1 冷却塔之间或冷却塔与其他建(构)筑物之间的距离,除应满足冷却塔的通风要求外,还应满足施工、检修场地的要求;
- 2 单侧进风的机械通风冷却塔进风面宜面向夏季主导风向;双侧进风的机械通风冷却塔进风面宜平行于夏季主导风向;
- 3 冷却塔与其他建(构)筑物的净距不应小于冷却塔进风口高度的2倍。

5.3.2 相邻的自然通风冷却塔的净距应符合下列规定:

- 1 逆流式自然通风冷却塔宜为0.45倍~0.5倍塔的进风口气口下缘的塔筒直径;
- 2 横流式自然通风冷却塔不应小于塔的进风口高度的3倍;
- 3 当相邻两塔几何尺寸不同时应按较大的冷却塔计算。

**5.3.3 机械通风冷却塔格数较多,布置时应符合下列规定:**

**1** 当塔的格数较多时,宜分成多排布置。每排的长度与宽度之比不宜大于 5:1;

**2** 周围进风的机械通风冷却塔之间的净距不应小于冷却塔进风口高度的 4 倍;

**3** 两排以上的塔排布置,长轴位于同一直线上的相邻塔排净距不宜小于 4m;

**4** 两排以上的塔排布置,长轴不在同一直线上的相互平行布置的塔排净距,不应小于塔的进风口高度的 4 倍。

**5.3.4 自然通风冷却塔与机械通风冷却塔之间净距,应符合下列规定:**

**1** 当自然通风冷却塔淋水面积大于  $3000\text{m}^2$  时,不宜小于 50m;

**2** 当自然通风冷却塔淋水面积小于或等于  $3000\text{m}^2$  时,不宜小于 40m。



## 6 循环冷却水处理

### 6.1 一般规定

6.1.1 循环冷却水处理应包括下列内容：

- 1 补充水处理；
- 2 阻垢缓蚀处理；
- 3 微生物控制；
- 4 旁流水处理；
- 5 排污水处理。

6.1.2 循环冷却水处理设计方案应根据换热设备对污垢热阻值和年腐蚀率的要求，并结合下列因素，通过技术经济比较确定：

- 1 循环冷却水的水质控制指标；
- 2 补充水的水量、水质；
- 3 系统设计及控制条件；
- 4 旁流水处理方式；
- 5 排污水处理方式；
- 6 处理药剂对环境的影响。

6.1.3 循环冷却水处理设计应以补充水水质分析数据的平均值作为设计依据，并应以最不利的水质校核。

6.1.4 间冷开式系统循环冷却水水质指标应根据系统补充水水质及换热设备的结构型式、材质、运行工况条件、污垢热阻值、腐蚀速率，并结合水处理药剂配方等因素综合确定，并应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定，当循环冷却水系统为铜材和铜合金换热器时，循环冷却水系统水中的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 指标应小于 $1\text{mg/L}$ 。

6.1.5 间冷闭式系统循环冷却水水质指标应根据系统运行特性和用水设备的要求确定,并应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定。

6.1.6 直冷开式系统循环冷却水水质应根据生产工艺要求、运行工况、补充水水质条件等因素综合确定。

## 6.2 阻垢缓蚀

6.2.1 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经济比较确定。

6.2.2 循环冷却水换热设备传热面水侧污垢热阻值、腐蚀率和粘附速率,应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定。

6.2.3 循环冷却水系统阻垢缓蚀剂的首次加药量,可按下式计算:

$$G_t = \frac{V \cdot g}{1000} \quad (6.2.3)$$

式中:  $G_t$ ——首次加药量(kg);

$g$ ——每升循环冷却水加药量(mg/L)。

6.2.4 循环冷却水系统正常运行时阻垢缓蚀剂的加药量可按下列公式计算:

1 间冷开式循环冷却水系统,可按下式计算:

$$G_r = \frac{(Q_b + Q_w) \cdot g}{1000} \quad (6.2.4-1)$$

式中:  $G_r$ ——系统运行时加药量(kg/h)。

2 间冷闭式循环冷却水系统,可按下式计算:

$$G_r = \frac{Q_m \cdot g}{1000} \quad (6.2.4-2)$$

6.2.5 循环冷却水系统采用硫酸调节 pH 值时,硫酸的投加量宜按下式计算:

$$A_c = \frac{(M_m - M_r/N)Q_m}{1000} \quad (6.2.5)$$

式中:  $A_c$ ——硫酸投加量(kg/h, 纯度以 98% 计);

$M_m$ ——补充水碱度(mg/L, 以  $\text{CaCO}_3$  计);

$M_r$ ——循环冷却水控制碱度(mg/L, 以  $\text{CaCO}_3$  计)。

### 6.3 微生物控制

6.3.1 循环冷却水中微生物控制宜采用氧化型杀生剂为主、非氧化型杀生剂为辅的处理方式。

6.3.2 非氧化型杀生剂应具有高效、低毒、广谱、适应 pH 范围宽、对系统中的阻垢缓蚀剂干扰小或互不干扰, 并易于降解等性能。

6.3.3 间冷开式循环冷却水系统的微生物控制指标, 应符合下列规定:

1 异养菌总数不宜大于  $1 \times 10^5$  个/mL;

2 生物黏泥量不宜大于  $3\text{mL/m}^3$ 。

6.3.4 氧化型杀生剂连续投加时, 加药设备能力应满足冲击投加药量的要求。加药量可按下式计算:

$$G_0 = \frac{Q_r \cdot g_0}{1000} \quad (6.3.4)$$

式中:  $G_0$ ——氧化型杀生剂加药量(kg/h);

$g_0$ ——每升循环冷却水氧化型杀生剂加药量(mg/L), 以有效氯计, 连续投加时宜采用  $0.1\text{mg/L} \sim 0.5\text{mg/L}$ ; 冲击投加时宜采用  $2\text{mg/L} \sim 4\text{mg/L}$ 。

6.3.5 非氧化型杀生剂, 宜根据微生物监测数据不定期投加, 每次加药量可按下式计算:

$$G_n = \frac{V \cdot g_n}{1000} \quad (6.3.5)$$

式中:  $G_n$ ——非氧化型杀生剂每次加药量(kg/h);

$g_n$ ——每升循环冷却水非氧化型杀生剂加药量(mg/L)。

## 6.4 清洗和预膜

6.4.1 循环冷却水系统开车前应进行系统清洗,间冷开式及间冷闭式循环冷却水系统并应进行预膜处理。

6.4.2 系统清洗应按人工清扫、水清洗和化学清洗顺序进行。开车前的系统清洗水应从换热设备的旁路管通过。

6.4.3 预膜应符合下列规定:

1 经化学清洗后的循环冷却水系统应立即进行预膜处理;

2 预膜剂的配方与操作条件应根据换热设备的材质、水质、温度等因素由试验或相似条件的运行经验确定。

6.4.4 循环冷却水系统清洗水应通过冷却塔上水旁路管直接回到冷却塔下集水池,预膜水宜通过冷却塔上水旁路管直接回到冷却塔下集水池。

6.4.5 当一个循环冷却水系统向两个或两个以上不同步开车的生产装置供水时,清洗、预膜应有不同步开车的处理措施。

## 6.5 旁流水处理

6.5.1 循环冷却水处理系统设计中有下列情况之一时,应设置旁流水处理设施:

1 循环冷却水在循环冷却过程中受到污染,不能满足设计水质指标的要求;

2 需要采用旁流水处理以提高循环冷却水设计浓缩倍数。

6.5.2 旁流水处理设计方案应根据循环冷却水设计水质指标要求,结合去除的杂质种类、数量和碱度、硬度、某种离子及旁流处理后的水质要求等因素综合比较确定。

6.5.3 间冷开式循环冷却水系统旁流过滤水量可按本规范公式(4.3.1)计算确定,亦可按循环冷却水量的2%~5%确定。旁流过滤出水浊度应小于3NTU。

## 6.6 补充水

6.6.1 间冷开式循环冷却水系统的补充水水质应根据循环冷却水的水质要求、设计的浓缩倍数、结合旁流水处理方案确定,当不能满足要求时,应进行适当处理。

6.6.2 间冷闭式循环冷却水的补充水水质应根据生产工艺要求确定。

6.6.3 补充水水量应符合下列规定:

1 间冷开式循环冷却水系统补充水量应按本规范第 4.2.4 条的规定确定;

2 间冷闭式循环冷却水系统补充水量应按本规范第 4.2.6 条的规定确定。

## 6.7 排水处理

6.7.1 系统排水应结合下列因素,经技术经济比较制定有效的处理方案:

- 1 排水的水质、水量;
- 2 排放标准或排入处理设施的条件;
- 3 再生水的水质要求。

6.7.2 设置独立的排水处理设施时,其设计能力应按系统运行的正常排放水量确定,并按系统运行的最大排水量校核。

6.7.3 对系统清洗和预膜排水、检修时的排水及其他超标间断排水,应结合全厂的排水设施设置调节池。

6.7.4 间冷闭式循环冷却水系统因试车、停车或紧急情况排出含有高浓度药剂的循环冷却水时,应设置储存、处理设施。

## 6.8 药剂储存和投配

6.8.1 循环冷却水系统的药剂储存,应符合下列规定:

- 1 全厂通用的化学品药剂宜统一管理和储存;

2 循环冷却水装置区应设药剂储存间,杀生剂应设专用储存间;

3 药剂储存间应根据药剂的性质,采取相应的避光、通风、防潮、防腐等措施。

6.8.2 药剂储存量应根据药剂消耗量、市场供应、运输条件等因素确定,药剂储存间的储存量不宜少于 7d 的药剂消耗量。

6.8.3 阻垢缓蚀剂配置及投加、杀生剂储存及投加,应符合现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的有关规定。

6.8.4 各种药剂和杀生剂的投加点宜靠近冷却塔下集水池出口或循环冷却水泵吸水池进口,以及其他易与循环冷却水混合处,且各投加点之间应保持一定的距离。投加点位置宜按下列条件设计:

1 缓蚀阻垢剂投加管口应伸入水池水面 0.4m~1.0m 深处;

2 加酸管口及氯投加管口应伸入水池水面 0.5m 以下,且与水池底或水池壁的距离不宜小于 0.8m。

## 7 泵站及附属建(构)筑物

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 泵站及其附属建筑物的用电负荷等级应与生产装置要求的用电负荷相一致。对于生产工艺要求不得中断循环冷却水的装置或单元,其循环冷却水泵组应按一级负荷供电或设其他备用动力源,其能力应满足发生事故时的用水要求。

**7.1.2** 泵站及其附属建筑物应根据具体情况设置相应的采暖、通风和排水设施。

**7.1.3** 泵站及其附属建筑物内应设置相应的通信设施。

### 7.2 泵站

**7.2.1** 循环冷却水泵组的供水能力应按系统最大小时供水量设计,其工作泵台数和技术性能应根据正常供水量与最大供水量的变化及节能的要求经综合比较确定,并应设置相应的备用泵,备用率宜为设计水量的 25%~50%。

**7.2.2** 循环冷却水泵组的供水压力,应根据各生产装置的换热设备对冷却水进水压力、压力损失和冷却设施配水要求及系统管网阻力损失,经计算确定。

**7.2.3** 循环冷却水泵宜按自灌启动设计。当采用非自灌充水启动时,引水时间不应大于 5min。水泵的安装高度应满足最不利工况下必需汽蚀余量的要求。

**7.2.4** 水泵机组的布置应满足设备运行、维护、安装和检修的要求。

**7.2.5** 室内布置泵站的地面层净高设计应满足通风、采光、设备吊装的要求,并应至少设一个可以搬运最大设备的外开门。

**7.2.6** 露天布置泵站的水泵基础标高宜高于室外地坪标高,当低于室外地坪标高时,泵站内排水设施的设置应与厂区排水系统设计相协调。

### **7.3 吸水池及过水廊道**

**7.3.1** 循环冷却水泵站的吸水池可独立设置或与冷却塔下集水池合建。

**7.3.2** 吸水池的设计应满足池内水流顺畅、不产生涡流现象且便于施工及维护的要求。

**7.3.3** 塔下水池与吸水池间过水廊道的过水流量应满足循环冷却水泵组最大小时吸水量,过水断面流速宜为  $0.8\text{m/s} \sim 1.0\text{m/s}$ 。过水廊道(管道)不宜少于两条,且应满足吸水池均衡进水的要求。

**7.3.4** 过水廊道上应设截污格网、检修门槽及配套起吊设施。

### **7.4 附属建(构)筑物**

**7.4.1** 循环冷却水系统的附属建(构)筑物应根据全厂总体布置情况、管理体制及岗位设置要求,采用装置内与泵站毗邻设置或全厂统一设置。

**7.4.2** 加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间等的设计,应符合下列规定:

1 加氯间必须与其他工作间隔开,并应设置直接通向外部并向外开启的门和固定观察窗;

2 氯瓶间应与加氯间毗邻,并应设置单独外开的大门。大门上应设置向外开启的人行安全门,并能自行关闭;

3 液氯储存间应设起吊设备;

4 制备二氧化氯的原材料应分类设置独立储存间,并与设备间毗邻。

**7.4.3** 加药间宜与药剂储存间相互毗邻布置,并宜设药剂运输、输送设施。



**7.4.4** 加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间、药剂储存间及加药间的操作平台、地坪及与药剂接触的墙或池壁等,应进行防腐处理。

## 8 管道布置

### 8.1 一般规定

8.1.1 循环冷却水系统供、回水管道宜埋地敷设,其平面布置和埋深,应根据工厂总平面布置、厂区地形、工程地质、施工条件、管道材质等因素综合确定。

8.1.2 循环冷却水系统供、回水管道的管径应根据水力计算并结合管网平面布置和竖向布置确定,规模较大的循环冷却水系统宜采用两条或两条以上的供、回水主干管道分别向不同的生产装置配水。

8.1.3 循环冷却水管道不宜在道路下面纵向敷设;个别地段需要在道路下面纵向敷设时,应采取适当的加固措施。

8.1.4 循环冷却水管道不应穿过建筑物和管廊的柱基础,不宜穿过设备基础。

8.1.5 循环冷却水系统的水质处理药剂投加管道和蒸汽、压缩空气、润滑油等管道,宜采用管沟或架空集中敷设,并应有必要的保温、放空措施。

8.1.6 循环冷却水系统向两个或两个以上不同步开车的生产装置供水时,管道设计应有不同工况的切换设施。

8.1.7 埋地循环冷却水钢质管道应根据土壤性质、地下水的腐蚀性进行外壁防腐蚀处理。

8.1.8 循环冷却水管道的基础处理,应根据地质情况、管道材质、外部荷载及地下水水位等因素确定。

8.1.9 循环冷却水系统的供水管、回水管、补充水管等宜采用钢质管道,药剂输送应采用耐腐蚀管道。

8.1.10 循环冷却水系统的排水、溢流及其他重力流管道可采

用铸铁管或 PE、HDPE、UPVC 等非金属管材。

## 8.2 管道敷设

8.2.1 循环冷却水管网宜采用枝状,当采用环状布置时应设必要的切断阀门。

8.2.2 循环冷却水管道平行埋设时的间距,应符合下列规定:

- 1 管径小于或等于 200mm 时,管道间净距不宜小于 0.4m;
- 2 管径在 200mm~900mm 时,管道间净距不宜小于 0.6m;
- 3 管径大于 900mm 时,管道间净距不宜小于 0.8m;
- 4 管外壁与相邻管道上的给排水井外壁的净距不宜小于

0.2m;

5 相邻管道底标高不同时,埋设较深的管道宜敷设在较浅管道外壁或管基底面地基土的内摩擦角以外。

8.2.3 循环冷却水系统管道交叉埋设时,管道间净距不应小于 0.10m,管间宜采用粗砂回填。

8.2.4 埋地循环冷却水管道与建(构)筑物外墙之间的水平净距不宜小于 3m;当管道埋设深度低于建(构)筑物基础底面时,管道应设在建(构)筑物基础底面地基土的内摩擦角以外。

8.2.5 循环冷却供、回水管道宜在管网低点设置放水阀、高点设置排(吸)气阀。

8.2.6 循环冷却供、回水管道在换热设备的入口阀前和出口阀后,宜设旁路管或旁路管接口。

8.2.7 间冷开式系统循环冷却回水管道应设直接回至塔下水池的旁路管;补充水管管径、水池及管网排空管管径应根据系统充水、排放时间要求确定,循环冷却水系统的置换时间不宜大于 8h。

8.2.8 闭式循环冷却水系统管道设计宜符合下列规定:

- 1 循环冷却供水管道和换热设备的入口管道宜设管道过滤器;
- 2 补充水管径宜按不大于 6h 充满系统设计;

3 宜在管道低点适当位置设置放水阀、高点设置排(吸)气阀。

8.2.9 间冷开式循环冷却水系统内易出现滞水的管段宜设置防止局部水质恶化的措施。

8.2.10 当循环冷却回水含有易燃、可燃工艺介质时,重力流循环冷却回水管(渠)在生产工艺装置区的出口处应设水封。

8.2.11 直冷开式循环冷却水系统的自流回水管宜按满流计算,最低流速不宜小于  $0.75\text{m/s}$ ;自流回水渠的充满度宜按 0.7 设计,最小流速不宜低于  $0.5\text{m/s}$ ,并应有清淤措施。

## 9 监测与控制

### 9.1 一般规定

- 9.1.1 循环冷却水系统应设置必要的监测与控制系统。
- 9.1.2 循环冷却水系统应对下列运行参数进行监测与控制：
  - 1 循环冷却水的运行参数；
  - 2 给水泵组、机械通风冷却塔等设备的运行参数；
  - 3 水质处理的相关参数。
- 9.1.3 循环冷却水系统的运行参数和设备运行状态的监测数据，宜集中至控制中心。
- 9.1.4 计算机控制管理系统应兼顾现有、新建及发展的要求。
- 9.1.5 在环境特殊的建厂地区，循环冷却水系统可设气象亭。

### 9.2 监测、控制

- 9.2.1 循环冷却水系统应设置下列监测仪表：
  - 1 循环冷却供水总管及各单元生产装置进、出口干管，应设流量、温度、压力仪表；循环冷却回水总管应设温度和压力仪表，流量仪表的设置应根据工程具体情况确定；
  - 2 补充水管、排污水管、旁流水管应设流量仪表；
  - 3 冷却塔下集水池或吸水池应设液位计，并应设高、低液位报警。当补充水进水采用控制阀时宜与液位联锁；
  - 4 系统内设置回收水池时应设液位计，并应设高、低液位报警；液位计与回收水提升泵应联锁；提升泵总管应设置流量、压力仪表；
  - 5 循环冷却水系统宜设浊度、电导率、pH 值及余氯等水质在线监测、控制仪表。

9.2.2 循环冷却给水泵组、机械通风冷却塔等设备的运行参数，应按下列要求设置：

1 大、中型冷却塔风机减速机应配有油位指示、油温监测、轴振动监测及油温报警、轴振动报警和超限自动停车设施；

2 大型循环冷却水给水泵的高压电机宜设置三相电流、定子温度、转子轴承温度监测及报警仪表。

9.2.3 循环冷却水处理相关参数的联锁控制宜按下列要求设置：

1 pH 值在线监测与加酸量联锁控制；

2 电导率在线监测与系统排污水量联锁控制；

3 氧化还原电位或余氯值在线监测与氧化型杀菌剂投加量联锁控制；

4 阻垢缓蚀剂投加量可与系统补充水流量、系统排污水流量、药剂示踪浓度或阻垢缓蚀剂浓度的在线监测参数联锁控制。

9.2.4 间冷开式循环冷却水系统宜在循环冷却水供水管路上设置模拟监测换热器，宜在循环冷却回水管路上设置监测试片架和生物黏泥测定器。

### 9.3 分析化验

9.3.1 循环冷却水的常规分析项目应根据补充水的水质和循环冷却水系统水质要求确定，宜按表 9.3.1 的规定确定。

表 9.3.1 常规分析项目

序号	项目	间冷开式系统	间冷闭式系统	直冷开式系统
1	pH	每天 1 次	每天 1 次	每天 1 次
2	电导	每天 1 次	每天 1 次	抽检
3	浊度	每天 1 次	每天 1 次	每天 1 次
4	悬浮物	每月 1 次~2 次	不检测	每天 1 次
5	总硬度	每天 1 次	每天 1 次或抽检	每天 1 次
6	钙硬度	每天 1 次	每天 1 次或抽检	每天 1 次

续表 9.3.1 常规分析项目

序号	项目	间冷开式系统	间冷闭式系统	直冷开式系统
7	总碱度	每天 1 次	每天 1 次或抽检	每天 1 次
8	氟离子	每天 1 次	每天 1 次或抽检	每天 1 次或抽检
9	总铁	每天 1 次	每天 1 次	不检测
10	铜离子	每周 1 次	每周 1 次	不检测
11	氨氮	每周 1 次	每周 1 次	不检测
12	COD <sub>Cr</sub>	每周 1 次	不检测	不检测
13	异养菌总数	每周 1 次	每周 1 次	不检测
14	油含量	可抽检	不检测	每天 1 次
15	药剂浓度	每天 1 次	每天 1 次	不检测
16	总磷	每天 1 次	不检测	不检测
17	游离氯	每天 1 次	视药剂而定	可不测
18	生物黏泥量	每周 1 次	每周 1 次	可不测

注:1 油含量分析对炼油装置的间冷开式系统,根据具体情况定。

2 总磷的分析适用于磷系配方系统。

3  $\text{Cu}^{2+}$ 、氨氮的分析仅用于铜材换热器系统。

4 COD<sub>Cr</sub>的分析适用于以再生水作补充水或易发生物料泄漏的系统,并可根据回用水的水质变化情况 etc 将分析频率适当提高。

5 生物黏泥量的检测方法为生物滤网法,直冷开式系统可不检测。

### 9.3.2 循环冷却水的定期分析项目宜按表 9.3.2 的规定确定。

表 9.3.2 定期分析项目

项 目	间冷开式和间冷闭式系统		直冷开式系统	
	检测时间	检测点	检测时间	检测点
腐蚀率	月、季、年 或在线	监测试片或 监测换热器	可不测	—
污垢沉积量	大检修/月或季	典型设备/ 监测换热器	大检修	设备/管线
垢层或腐蚀产物成分	大检修/月或季	典型设备/ 监测换热器	大检修	设备/管线
药剂质量	每批次	药剂	每批次	药剂

### 9.3.3 每月宜进行一次补充水和循环冷却水的水质全分析。

**9.3.4** 化验室的设置应根据循环冷却水系统的水质分析要求及管理体制确定。

**9.3.5** 循环冷却水系统宜在下列管道上设置取样管：

- 1 循环冷却水供水总管；
- 2 循环冷却回水总管；
- 3 补充水管；
- 4 旁流处理出水管；
- 5 间冷开式或间冷闭式系统换热设备出水管。



## 10 节水、节能与环境保护

### 10.1 一般规定

- 10.1.1 循环冷却水系统的设计应符合节能减排和保护环境的要求。
- 10.1.2 循环冷却水系统选用的水处理药剂应是高效、低毒、化学稳定性及复配性能良好的环境友好型药剂。
- 10.1.3 循环冷却水不应用作直流水使用。

### 10.2 节 水

- 10.2.1 间冷开式循环冷却水系统应在高浓缩倍数条件下运行。
- 10.2.2 间冷开式循环冷却水系统的补充水应根据循环冷却水的水质控制要求,宜采用二次水和再生水。直冷开式循环冷却水系统的补充水应采用再生水。
- 10.2.3 在气象条件适宜的地区可采用空冷和干湿式冷却设施。
- 10.2.4 间冷开式循环冷却水系统的旁流过滤处理应选用高效节水型过滤设施。
- 10.2.5 循环冷却水系统的排污水、旁流过滤冲洗排水、放空排水,宜进入回收水处理系统处理后回用。
- 10.2.6 冷却塔应采用高效收水器。
- 10.2.7 循环冷却水系统的水池设有溢流管时,水池的高位报警水位应低于水池溢流水位 80mm~100mm。
- 10.2.8 间冷开式循环冷却水系统的冷却设施不宜采用冷却池或喷水池。

### 10.3 节 能

- 10.3.1 机械通风冷却塔的配置数量应根据地区气象条件和生产

装置的换热工况合理确定,当冷却塔数量在 4 座及 4 座以下时,宜部分选择变频电机或调速电机。

**10.3.2** 循环冷却水系统设计应依据生产装置换热工况并结合当地气象条件,提高冷却水的冷却温差。

**10.3.3** 循环冷却水泵宜选择特性曲线平缓的水泵进行组合配置。

**10.3.4** 循环冷却水系统的旁流过滤和排污水宜从循环冷却回水管上接出。

**10.3.5** 大、中型循环冷却水系统的加药系统宜采用在线自动控制。

**10.3.6** 大、中型循环冷却水系统应采用集散型控制系统进行监视和控制。

## **10.4 环 境 保 护**

**10.4.1** 药剂储存和加药间,应根据药剂的性质、储存及使用条件,设置防止粉尘飞散和药液泄漏的防护设施及相应的通风换气措施,换气次数应为 6 次/h~8 次/h。

**10.4.2** 加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间、加酸及储存间,应设置氯气、二氧化氯、酸雾泄漏的防护设施,并应通风换气,换气次数应为 8 次/h~12 次/h。

**10.4.3** 循环冷却水系统排出水中的污染物浓度超过排放标准时,排水应经处理达标后排放。

**10.4.4** 循环冷却水泵站内、外的噪声和冷却构筑物的噪声应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87 的有关规定。

## 11 劳动安全卫生

### 11.1 一般规定

11.1.1 循环冷却水系统的设计应设置劳动安全卫生设施。

11.1.2 循环冷却水系统的设计应对火灾危险、毒性物质危险、腐蚀性物料危害、噪声危害及其他危害和危险岗位作出分析和说明。

### 11.2 安全卫生设施

11.2.1 建(构)筑物应设置护栏、防滑走梯、防雷等安全设施。

11.2.2 加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料贮存间等的安全卫生设施设置要求,应按现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的有关规定执行。

11.2.3 加药间、药剂储存间、卸酸(碱)泵间应设置通风换气、安全通道、地面冲洗设施、安全洗眼淋浴器等防护设施及操作人员防护用具。

11.2.4 浓硫酸和盐酸储罐及具有腐蚀性、强氧化性液体的储罐应设置安全围堰,围堰的有效容积应容纳最大一个储罐的容量,围堰内应做防腐处理;浓硫酸和盐酸储罐应设置防护型液位计,浓硫酸储罐应设置通气除湿设施,盐酸储罐应设置酸雾吸收设施。

11.2.5 大、中型循环冷却水系统的泵房、药剂投加间等岗位,宜设视频监视系统。

11.2.6 化验室应设通风柜和机械排风设施及安全洗眼器。

11.2.7 循环冷却水系统的蒸汽管道应采取保温防烫措施。

11.2.8 循环冷却水系统冷却塔的填料、收水器和玻璃钢风筒、玻璃钢围护结构,应采用阻燃性材料,其氧指数不应小于 30。

11.2.9 循环冷却水系统机泵设备的联轴器部分应设安全防

护罩。

**11.2.10** 循环冷却水系统压力储罐和柱塞式计量泵的出口管路，应安装安全阀或超压安全释放设施。

**11.2.11** 机械通风冷却塔塔顶平台处应设风机闭锁开关。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

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”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“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的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050

《室外给水设计规范》GB 50013

《工业企业噪声控制设计规范》GBJ 87

中华人民共和国国家标准

# 化学工业循环冷却水系统设计规范

**GB 50648 - 2011**

条文说明

## 制 定 说 明

本规范编制过程中,编制组在总结我国多年来工业循环冷却水系统设计和运行经验的基础上,进行了广泛的资料收集,对重点问题进行了必要的调查研究,吸收了国内外的循环冷却水系统成熟经验、工程实践中采用的先进技术以及节能减排和环境保护等方面的经验,广泛征求了国内有关单位和专家的意见,经反复讨论修改,完成了本规范的编制。

本规范作为系统性规范,注重了循环冷却水设计的系统性和完整性,对系统设计应涉及的内容作了具体或原则规定,以期对循环冷却水系统的设计起到更好的指导作用。本规范强调了循环冷却水系统设计的节水、节能、环境保护以及劳动安全卫生问题,同时更注重规范的可操作性。本规范从进一步提高循环冷却水的使用率及浓缩倍数、用水系统的合理划分、各单元能力的匹配、系统排水的有效收集、处理及优先考虑采用二次水和再生水作为循环水系统的补充水、安全及环保等方面入手,规范了化学工业循环冷却水系统的设计,为后续的设计、开车及运行打下良好的基础,以达到进一步节水、节能的目的,并满足环境保护的要求,实现国家工业节水等规划的目标。

本规范根据多年循环冷却水装置(循环水场)的运行经验,规定了浓缩倍数的设计取值原则,但国内对如何有效提高浓缩倍数,及其对换热设备影响的研究、总结工作仍显不足,应是今后需要进行的工作之一;本规范根据近年来相关行业的运行经验,提出了在气象条件适宜的地区可优先采用空冷和干湿式冷却设施的原则,但国内在工艺装置中空冷设施的进一步开发、推广应用的研究、总结工作仍显不足,这也应是今后需要进行的工作之一;本规范明确



了系统所排废水收集处理的一些相关要求,但近年来国家对工业企业所排放污、废水的总体要求越来越高,不少地区提出了“零排放”要求,为满足此要求,对于循环冷却水系统所排废水的处理,以及全厂污废水的统一处理和回用,会涉及本规范及相关专项规范,也应是今后需要进行的工作之一。

鉴于本规范是系统性的技术规范,政策性和技术性强,希望各单位在执行过程中,结合工程实际,注意总结经验、及时反馈相关意见,以便积累资料。

为了准确理解本规范的技术规定,按照《工程建设标准编写规定》的要求,编制组编写了《化学工业循环冷却水系统设计规范》的条文说明。本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

1	总 则 .....	(43)
2	术 语 .....	(44)
3	循环冷却水系统 .....	(45)
3.1	一般规定 .....	(45)
3.2	基础资料 .....	(47)
3.3	系统划分 .....	(49)
3.4	位置选择 .....	(50)
3.5	装置布置 .....	(51)
4	系统水平衡 .....	(52)
4.1	一般规定 .....	(52)
4.2	水量平衡计算 .....	(53)
4.3	水质平衡 .....	(55)
4.4	系统容积 .....	(56)
5	冷却设施 .....	(57)
5.1	一般规定 .....	(57)
5.2	冷却设施选择 .....	(58)
5.3	冷却设施布置 .....	(59)
6	循环冷却水处理 .....	(62)
6.1	一般规定 .....	(62)
6.2	阻垢缓蚀 .....	(63)
6.3	微生物控制 .....	(64)
6.4	清洗和预膜 .....	(65)
6.5	旁流水处理 .....	(65)
6.6	补充水 .....	(66)

6.7	排水处理 .....	(66)
6.8	药剂储存和投配 .....	(67)
7	泵站及附属建(构)筑物 .....	(68)
7.1	一般规定 .....	(68)
7.2	泵站 .....	(68)
7.3	吸水池及过水廊道 .....	(69)
7.4	附属建(构)筑物 .....	(70)
8	管道布置 .....	(72)
8.1	一般规定 .....	(72)
8.2	管道敷设 .....	(73)
9	监测与控制 .....	(76)
9.1	一般规定 .....	(76)
9.2	监测、控制 .....	(76)
9.3	分析化验 .....	(78)
10	节水、节能与环境保护 .....	(81)
10.1	一般规定 .....	(81)
10.2	节水 .....	(81)
10.3	节能 .....	(82)
10.4	环境保护 .....	(83)
11	劳动安全卫生 .....	(85)
11.1	一般规定 .....	(85)
11.2	安全卫生设施 .....	(85)

# 1 总 则

**1.0.1** 本条阐明了编制本规范的目的、宗旨。

我国是严重缺水的国家,近年来水资源短缺日益突显,为此国家制定了一系列合理利用水资源的政策和法规。化学工业是用水大户,在生产用水中冷却水的用量占 90% 以上,因此,冷却水的循环利用是节约用水的最有效措施之一。

随着我国经济的快速发展,工业用水的需求量逐年增加,对工业冷却用水的循环利用提出了更高的要求。为统一系统设计的技术要求,提高化学工业企业循环冷却水系统的设计水平,满足生产装置(含生产工艺装置和生产辅助装置)对循环冷却水的水量、水温、水压、水质的要求,以保证冷却设备长周期稳定运行。

**1.0.2** 本条规定了本规范的适用范围。

化学工业系指利用化学反应改变物质结构、成分、形态来生产化学品,从 19 世纪初开始形成,发展迅速,是一个门类繁多的行业。

**1.0.3** 本条是关于在化学工业企业循环冷却水系统设计中采用新工艺、新技术、新设备和新材料以及在设计中体现技术进步的原则要求。其目的是优化工程设计、方便运行管理,节约能源和资源,降低工程造价和运行成本。

**1.0.4** 本条强调了化学工业循环冷却水系统设计时需同时执行国家颁布的有关标准、规范的规定。目前涉及循环冷却水设计的国家标准主要有《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102、《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050、《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 和《机械通风冷却塔工艺设计规范》GB/T 50392 等,循环冷却水系统还涉及防火、防爆、安全、环保等方面的内容,因此,系统设计中除执行本规范外,尚应执行国家现行的有关标准、规范。

## 2 术 语

**2.0.1** 条文中换热设备是指生产装置(含生产工艺装置和生产辅助装置)的换热器、冷凝器等。

**2.0.8** 条文中自然通风冷却塔是指风筒式自然通风冷却塔。

## 3 循环冷却水系统

### 3.1 一般规定

#### 3.1.1 循环冷却水系统的设计一般由以下几部分组成:

系统的划分和循环冷却水装置区的布置,通常是根椐企业总平面布置、高程设计、生产装置(单元)的组成及其对水量、水温、水压、水质要求的不同、开停工与检修周期的差异,确定集中设置一个循环冷却水系统或分散设置几个循环冷却水系统,并进行各系统循环冷却水装置区的选择和布置,以及循环冷却水装置区内的布置。

循环冷却水冷却设施设计通常包括:冷却塔或其他冷却设施、冷却塔水池。

循环冷却水水质处理设计通常包括:旁流处理(旁滤)设施,缓蚀剂、阻垢剂、杀菌除藻剂的配制投加设备与储存所需的容器、设备、机泵、阀门、管道及建(构)筑物等设施。

循环冷却水泵站和输配水管网设计通常包括:吸水池、循环水泵、泵进出口阀门、供回水管网和泵房等设施及补充水和排污水管道。

配套设施设计通常包括:仪表自动控制设施、变配电设施、监测及检测化验设施及其相应的建筑物,如操作控制室、变配电间、分析化验室等。

根椐具体条件的不同,系统的组成可适当增减或合并。

3.1.2 全厂水平衡方案的确定需综合考虑多种供水水源和全厂水量、水质的平衡,合理确定各用水点用水水质,结合全厂污水处理和回用水处理的要求,满足高水质高用、低水质低用的原则,是评价工程项目合理用水的主要依据,是水系统设计的基础。化学工业一次用水中 60%~70%是用作循环冷却水系统的补充水,是工厂最大的用水点,也是最适宜的再生水用户,循环冷却水系统的

水质、水量平衡与全厂水平衡密切相关。为此本条文强调循环冷却水系统设计应以全厂水平衡方案为主要依据。

**3.1.3** 循环冷却水是为生产装置(含生产工艺装置和生产辅助装置)的换热设备服务的,其基本要求就是必须满足换热器的操作条件;各生产装置对循环冷却水的水质、水压、水温的要求会因工艺和换热工况的差别而不同,对于工艺要求水温、水质或水压相差较大的循环冷却水应综合考虑建设投资和降低运行能耗,分别设置相应的循环冷却水系统;对个别水压要求较高的用水设备宜采用局部升压措施,避免因整体提高供水压力增加运行能耗;有些生产工艺装置(如聚合、反应釜、工业炉夹套等)中断循环冷却水的供给会引起严重的生产事故或设备损坏,因此,不能中断循环冷却供水的装置或单元,在设计时应有独立的供水保障措施。

**3.1.4** 循环冷却水用水量是由生产产品、产量、工艺流程、工况条件等决定的,它包括生产工艺装置和生产辅助装置的用水量,因此循环冷却水系统设计水量应按生产装置的用水量之和计算确定。正常小时用水量是保证生产装置正常操作运行过程中经常发生的用水量,循环冷却水系统按正常小时用水量计算不仅能满足生产装置和循环冷却水系统日常的经济运行要求,还可以节省投资;而最大小时用水量是生产装置在高负荷运行过程中,同时又考虑了某些不利的客观因素出现时的用水量。因此,循环冷却水系统用最大小时用水量校核,是为了在非正常生产条件下仍能满足各生产装置用水量的需求。两者应综合考虑。

对于循环冷却水系统中的冷却设施、循环水泵组及供、回水管线能力宜按最大小时用水量计算确定,是为了保证最不利状态下循环冷却水的供给。

**3.1.5** 开式循环冷却水系统的供水温度受当地气象条件的制约,冷却水的供水温度与湿球温度的差值大小直接影响冷却设施的选择和工程投资,因此,循环冷却水系统设计供水温度应根据生产工艺装置允许的供水温度,结合建厂地区的气象条件(干球温度、湿

球温度及大气压力)进行热力计算后确定。一般经验,以当地夏季最热时期的计算湿球温度加  $4^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$  作为供水温度来设计是较合理的。

**3.1.6** 间冷闭式循环冷却水系统中,冷却水密闭循环,不暴露在大 气中,冷却水损失量极小,循环过程中基本不浓缩。系统循环的热回水冷却,通常多采用空气冷却、间冷开式水冷或其他冷却介质间接传热来完成,因此其供水温度应按生产工艺要求,并结合冷却介质温度确定。

**3.1.7** 间冷闭式系统的膨胀罐设计中应按照系统补充水泵能力校核氮气自动调节系统的进、排气流量,以稳定系统的压力。

**3.1.8** 间冷开式循环冷却水系统的回水,大都带有一定的压力,通常称为余压,这部分余压因生产工艺条件的不同,会有差异,设计时应充分利用,优先考虑利用其回水余压直接上塔,以降低能耗,减少升压设备。当回水余压不能满足直接上塔要求时也应充分利用其位能。

**3.1.9** 若循环冷却水系统冷却塔下集水池及吸水池兼作消防水池,当发生火警时,冷却水系统水量骤减,会直接影响全厂生产装置和辅助装置的安全运行,严重时可能会导致次生灾害的发生,且不利于循环冷却水系统的处理和运行管理。因此,本条文为强制性条文,必须严格执行。

## 3.2 基础资料

**3.2.1** 气象资料统计方法较多,其气象条件相关参数的选取对计算结果的影响及应用情况,有关资料已有叙述。

1 干、湿球温度和大气压等参数:综合各工业系统的需要,同时使设计人员通过现有的设计手册取得气象资料,本规范规定以近 5 年平均每年最热时期 3 个月中最热天数不超过  $5\text{d}\sim 10\text{d}$  的日平均湿球温度作为设计湿球温度。

2 湿式冷却塔运行是由空气与水对流或横流接触进行的,进



塔空气中的灰尘被水洗进循环冷却水中,因此,大气中的含尘量是循环冷却水系统旁流过滤处理时的重要参数,宜采用近5年日最大含尘量的平均值作为计算旁流过滤量的基础数据之一。

3 建厂地区的风向和风频直接影响循环冷却水装置区及冷却设施布置时的位置和方向的选择。

4 当循环冷却水装置布置受周边环境及地区小气候的影响时,进塔空气的湿球温度与气象资料会存在一定的偏差,应对湿球温度进行修正,逆流冷却塔可加 $0.1^{\circ}\text{C}\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ ,横流冷却塔可增加 $0.3^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

3.2.2 为了恰当选择循环冷却水处理工艺和缓蚀、阻垢处理药剂,必须了解生产工艺的换热器工况:

1 常用换热器的结构形式有两大类:循环冷却水与物料直接接触,如化肥厂造气系统的洗涤塔(箱)、电除尘等;循环冷却水与物料间接接触,这种形式换热器使用最多、最广泛,其形式有列管式、板式、套管式、喷淋排管式等。按水流流程位置可分为壳程和管程。按水与物料的流向又可分为顺流和逆流。

换热器的材质可分为:碳钢、铝合金、不锈钢、铜合金等。

换热器的结构形式和材质的不同直接影响循环冷却水的水质、流态、流速和换热效果及缓蚀、阻垢处理。

2 被冷却的工艺介质有不同的气相、液相和温度的差别及可能的泄漏都会影响循环冷却水的水质和换热温度。

3 换热器的工艺操作条件:如工艺介质出、入口温度,水侧流速,冷却水出、入口温度,热流密度,年污垢热阻值,年腐蚀率等均与循环冷却水处理有密切关系。

3.2.3 补充水水质是循环冷却水处理设计的基础资料,补充水水源的水质资料应是体现水质变化周期的近1年的资料。近年来循环冷却水系统补充水水源呈现多元化的趋势,因此,本条文规定了首先应收集可供使用的各种水源的供应条件,即可供水量及保证率等条件,以及对于不同水源作为补充水时,水质资料收集的深度

要求。对于再生水水源供应条件应包括再生水水源类别及其处理工艺等资料。对于与项目工程同期建设的再生水水源,再生水水质指标宜根据试验或参照类似工程回用水处理工艺的运行数据,或符合现行国家标准《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923 和《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 规定。

满足循环冷却水系统设计的水质分析项目及水质分析数据校核,执行现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 的规定。

**3.2.4** 水质处理的杀生剂属于危险化学品,为降低危险化学品长途运输的风险,宜就近采购或生产;建厂地区的其他相关资料还应包括循环冷却水系统涉及的外部供电条件、仪表空气、压缩空气、蒸汽、酸、碱等供应条件。

### 3.3 系统划分

**3.3.1** 循环冷却水系统划分会涉及诸多因素,如:当用户对循环冷却水的水质、水温、水压的要求差别较大,或厂区面积较大、用水装置区地形高差较大,应经分析比较,确定是否集中设置一个或分区设置几个系统;当循环冷却水系统有污染或水质易受到被冷却介质泄漏污染的装置等,需设置独立的系统;当换热设备材质为铜或铜合金的循环冷却水系统与被冷却工艺介质为氨系物料的循环冷却水系统宜分开设置;同一开、停车运行周期的装置宜设置为一套循环冷却水系统;对于分期建设的工程项目应根据总体规划、分期建设的进度要求进行循环冷却水系统的划分和管网设计。

**3.3.2** 间冷开式循环冷却水系统不仅可以提高水的重复利用率,而且减少对环境水体的热污染,是常用的冷却方式,运行稳定,冷却效果好,方便管理,节省投资。

**3.3.3** 对于生产工艺换热工况要求高的生产装置,设备传热面水侧污垢热阻值一般控制在  $0.86 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  以下,间冷开式循环冷却水系统很难满足生产工艺的要求,因此,通常采用软化水

或脱盐水作为补充水的间冷闭式循环冷却水系统。

**3.3.4** 直冷系统的循环冷却水与工艺物料直接接触,其水质会因工艺物料的不同,污染的类型和受污染的程度也不相同,应独立设置,例如化肥厂、焦化厂的造气系统循环冷却水等由于直接洗涤工艺气介质受到污染,需单独设置。

**3.3.5** 循环冷却水系统的补充水使用再生水是节约水资源的有效措施。由于多种补充水水源的使用,各种补充水水质及可供水量均会存在较大差异,其直接影响循环冷却水的水质平衡和浓缩倍率,因此,循环冷却水系统的划分宜根据补充水的来源、可供水量和对循环冷却水的水质平衡影响,合理分配多种水源的补水量比例,保持补充水水质的相对稳定。

**3.3.6** 本条文结合目前国内冷却塔单塔能力、系统组合布置等因素,对循环冷却水系统大、中、小型规模的范围提出了原则建议,但并非严格的界限。其目的是在工程设计中,便于结合业主要求,根据其规模的大小,考虑监测、控制系统和视频监视系统的设置及水平。

### 3.4 位置选择

**3.4.1** 循环冷却水装置在总平面布置中的位置选择是系统设计的重要工作。既要靠近最大的用水负荷,减少供、回水管道的长度,降低运行能耗和建设投资,又要气流畅通,远离厂内露天热源(如加热炉、焦炉及熄焦塔等)、粉尘污染源、煤渣堆场、烟气排出口、化学品堆场等,保证冷却设施的正常运行,避免水质受到周围环境的污染。同时还要考虑减少循环冷却水装置的噪声对周围环境及噪声敏感区的影响;在布置上要达到合理布局,并留有足够的发展余地;同时考虑工程的地质条件要适合水工构筑物的建造。

**3.4.2** 循环冷却水装置区的冷却设施常年会有一些飘雾,有时会有细小水滴飘落,因此建设位置选择时要考虑减少循环冷却水装置区的水滴、飘雾对周围环境的影响。

**3.4.3** 总图布置时,循环冷却水装置应布置在生产装置划分的防

爆区以外,当受布局限制无法避免时,位于防爆区内的电气、仪表设备选型及安装设计,应执行相关规范的防爆要求,主要是指位于防爆区现场内的电机、电缆、接线盒、操作盘(柱)、一次测量仪表和照明灯具。

**3.4.4** 间冷闭式循环冷却水系统的热负荷一般是通过换热设备经间冷开式循环冷却水冷却,因此,间冷闭式循环冷却水装置的位置选择主要依据生产工艺装置区的布置,宜靠近生产工艺装置区的换热设备布置,也可以与间冷开式循环冷却水装置合并布置。

### 3.5 装置布置

**3.5.1、3.5.2** 装置内各单元之间应按流程、功能及场地地形,合理布局,以节省管线等,减少占地,满足施工要求,方便操作,利于管理。

冷却设施的选择和布置是循环冷却水装置布置中的核心内容,有其特定的技术要求,详见本规范第5章。

**3.5.3** 根据巡回、检修及设备运输的要求,在循环冷却水装置内各建(构)筑物之间应设置相应的通道。

**3.5.4** 本条规定是为了减少装置区地面的尘土、落叶、杂草等对循环冷却水造成的污染,保障循环冷却水系统的正常运行。

**3.5.5** 在气候条件允许或采取了适当的防冻措施时,循环冷却水装置内的泵站、旁滤等设备和设施采用露天布置可节省投资,减少占地,且便于检修。

**3.5.6** 采用重力自流回水的开式循环冷却水系统,回水上塔和冷却后循环供水需两次加压提升,为避免在开、停车过程中热水池和冷水池出现瞬时低水位和溢流跑水现象,两组提升泵的吸水池宜紧邻布置,并设顶部溢流连通。

**3.5.7** 直冷开式循环冷却水系统的回水中通常含有易沉淀的悬浮物,为避免回水管(渠)淤堵和及时清除沉积的泥渣,采用沉淀处理时,沉淀池宜靠近生产工艺区,并设清灰(泥)设施和临时堆场。

## 4 系统水平衡

### 4.1 一般规定

4.1.1 补充水水质因建厂地区水资源(包括再生水)和环境条件(包括区域规划、气象条件、接纳水体状况及要求、节水的要求等)的不同会有较大差异,其直接影响循环冷却水水质和浓缩倍数的确定。因此要综合考虑补充水水源类别、循环冷却水水质的允许指标、缓蚀阻垢剂的选择和排污水对接纳水体的环境影响,确定系统合理的浓缩倍数。

从目前国内大多数工厂运行情况看,只要加强管理,浓缩倍数3是可以做到的,因此规定浓缩倍数不应低于3。

在浓缩倍数1.5~10.0,气温40℃,k值选用0.0016/℃的计算条件下,通过对循环冷却水量为10000m<sup>3</sup>/h时的计算结果如表1:

表1 不同浓缩倍数时系统的补充水量与排污水量

浓缩倍数 N 计算项目	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	10.0
循环冷却水量 $Q_c$ (m <sup>3</sup> /h)	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
水温差 $\Delta t$ (°C)	10	10	10	10	10	10	10	10
排污水量 $Q_b$ (m <sup>3</sup> /h)	320.0	160.0	80.0	53.3	40.0	32.0	26.7	17.8
补充水量 $Q_m$ (m <sup>3</sup> /h)	480.0	320.0	240.0	213.3	200.0	192.0	186.7	177.8
排污水量占循环冷却水量的百分比(%)	3.20	1.60	0.80	0.53	0.40	0.32	0.27	0.18
补充水量占循环冷却水量的百分比(%)	4.80	3.20	2.40	2.13	2.00	1.92	1.87	1.78

由表 1 可见,随着浓缩倍数的增大,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。

浓缩倍数从 3 提高到 5,补充水率可进一步降低 0.4 个百分点,如果全国化学工业企业循环冷却水系统的浓缩倍数做到 5,可节省大量水资源,其节水效果十分明显。现在很多工程均要求高浓缩倍数,而且已有相应的药剂处理配方,浓缩倍数达到 5 的企业已很多,随着水处理技术的不断提高,新的药剂配方的研制,进一步加强管理,规定浓缩倍数不宜低于 5 还是可以做到的,虽然由此可能引起运行费用的增加,但对节省我国有限的水资源和保持经济建设可持续发展是必要的。

4.1.2 循环冷却水系统的水平衡是系统设计的主要内容之一,计算中还应综合考虑水资源的节约和再生水的回用,并减少排污水对环境的污染。

4.1.3 本条是节能、减排和水资源有效利用的原则要求。

## 4.2 水量平衡计算

4.2.1 本条推荐的计算公式是国内常用的计算方法,一般情况下可满足工程设计的要求。

当蒸发损失水量需要精确计算时,应根据进入和排出冷却塔空气状态参数按下列公式计算:

$$Q_e = P_e \cdot Q_r \quad (1)$$

$$P_e = \frac{G_d}{Q_r} \cdot (X_2 - X_1) \cdot 3.6 \cdot 100\% \quad (2)$$

式中:  $G_d$ ——进入冷却塔的干空气质量流量(kg/s);

$P_e$ ——蒸发损失水率;

$X_2$ ——进冷却塔空气的含湿量(kg/kg);

$X_1$ ——出冷却塔空气的含湿量(kg/kg)。

4.2.2 冷却塔的风吹损失,是由出塔空气中带出的飘滴和从塔的进风口处吹出塔外的水滴组成。前者的损失水量与塔的通风方式

(自然通风或机械通风)、淋水填料的型式(点滴式或薄膜式)、配水喷嘴的型式和喷溅方向(上喷或下喷)、收水器的型式、收水效率、逸出水率以及冷却塔的冷却水量、塔内风速(特别是收水器断面风速)等因素有关;后者的损失水量与塔型、风速、风向及进风口的构造(有、无百叶窗)等因素有关,这部分损失不是经常发生的,即使有发生,一般量也较少。冷却塔的风吹损失主要是前者。

冷却塔的风吹损失水量占循环冷却水量的百分数,应按冷却塔的塔型和设计选用的收水器给出的逸出水率以及塔的进风口吹出的损失水率确定,当缺乏收水器的逸出水率等数据时可按表 2 选用。

表 2 冷却塔的风吹损失水率  $P_w$  (%)

塔型(设有收水器)	机械通风冷却塔	自然通风冷却塔
$P_w$ (%)	0.05~0.10	0.05

目前,国内广泛用于各种冷却塔的收水器的收水效率均较高,各种类型收水器的逸出水率(飘滴损失水量与进塔循环冷却水量之比)经测试均较低,而从进风口吹出的水滴损失影响因素较多,不易测定。现行国家标准《工业循环水冷却设计规范》GB/T 50102 已规定机械通风式和风筒式自然通风冷却塔均应装收水器,并在塔的进风口设置防溅和收水等措施,因此,实际工程设计中机械通风式冷却塔的风吹总损失水量按循环冷却水量的 0.05%~0.10% 计算,风筒式自然通风冷却塔的总风吹损失水率取 0.05%,已考虑了足够的裕度。

4.2.3 本条文给出了排污水量的两个计算公式,公式(4.2.3-1)是可以通过气象条件、运行条件计算的,公式(4.2.3-2)为实际排水量计算公式,该公式强调了排污水量应包括在实际生产中的强制排污水量和系统损失水量。系统损失水量一般包括旁流水处理损失的水量和系统漏失量。

4.2.4 本条给出的补充水量计算公式是理论计算式。

4.2.5 本条给出的公式为循环冷却水系统常用的浓缩倍数计算

公式。

4.2.6 本条给出的 1‰ 为多年运行经验总结的参数,也可按如下经验公式计算:

$$Q_m = \alpha \cdot V \quad (3)$$

式中:  $\alpha$ ——经验系数(1/h),可取  $\alpha = 0.001 \sim 0.003$ ;

$V$ ——系统水容积( $m^3$ )。

4.2.7 循环冷却水系统的排污水集中在循环冷却水装置区内排放有利于系统排污水的控制和运行管理。当某些用水点确需使用循环冷却水,且将该水量纳入了系统排污,并能控制在循环冷却水系统允许的排污水量范围内时,应将其视为强制排污水量的一部分,对其进行计量和有效控制。

### 4.3 水质平衡

4.3.1 计算公式中的进塔空气含尘量,一般在环保部门大气监测站均有测定数据,如某些地区无测定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测定资料。

空气含尘量数据宜按本规范第 3.2.1 条的规定选取。

计算公式中循环冷却水悬浮物含量的取值应考虑水处理药剂、工艺介质泄漏等产生的悬浮物、生物黏泥增量的影响。

4.3.2 本条规定给出的旁流处理水量的计算公式为理论计算公式,公式中“某项成分”的含义为需要处理的物质。

4.3.3 采用多种补充水水源时,各种补充水水质及可供水量均会存在较大差异,其直接影响循环冷却水的水质平衡和浓缩倍率,因此,应进行水质平衡计算,合理分配不同水源的补水量,保持系统补充水水质的相对稳定,并确定相应的浓缩倍数。

4.3.4 直冷开式系统的循环冷却水与工艺物料直接接触,其水质会因工艺物料的不同,污染的类型和受污染的程度也不相同,会有相应的系统水质指标控制要求。循环过程中污染物浓度会不断的浓缩和积累,系统水质中某些指标会超过工艺控制要求(如造气循



环冷却水系统中的悬浮物、氰化物等),应进行水质平衡计算,确定合理的排污量及相应的处理措施。

#### 4.4 系统容积

**4.4.1** 本条规定当采用阻垢缓蚀剂处理时应考虑药剂允许的停留时间,对于目前使用聚磷酸盐作为缓蚀剂主剂的配方,加以强调是必要的。

聚磷酸盐转化成正磷酸盐除了水温、pH 值等因素以外,还与时间因素有关。设计停留时间( $T_d$ )可用条文规定的公式计算。当已知对应某一浓缩倍数的  $Q_0$  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  $V$  值直至满足要求,或者更换药剂配方。药剂允许停留时间一般由药剂厂商提供。

系统有效容积越大,药剂在系统中停留的时间越长,则药剂分解的比例也越高,同时初始加药量也增多,杀生剂的消耗量也增大,而且系统还易受到二次污染,所以系统容积在保证泵吸水条件的情况下,应尽量减少。

**4.4.2** 系统水容积应按投加的阻垢缓蚀剂允许停留时间计算,并满足系统稳定循环运行的最小水量要求,在缺少相关资料时,间冷开式循环冷却水的系统容积宜小于循环冷却水小时设计水量的  $1/3$ ,且不宜低于  $1/5$ 。

**4.4.3** 工艺生产设备内的水容积一般由工艺专业提供。

## 5 冷却设施

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 生产装置的工艺方应根据换热设备的热负荷,提出相应的循环冷却水的水量、供水温度及温升要求。系统设计应在此基础上,结合建厂地区的气象条件进行冷却设施的能力计算,确定合理的供水温度等参数,以达到冷却设施的能力与生产装置要求的热负荷相匹配。

冷却设施是按夏季气象条件及生产装置最大负荷工况设置的。各类冷却设施中,除机械通风冷却塔的风机会出现故障外,冷却设施一般很少发生故障。据调查,大多数工业企业的冷却设施均无备用。冷却设施宜安排在与工艺设备同期检修,或安排在工艺生产的低负荷时期和春、秋、冬季分格检修。

**5.1.2** 焓差法由于其计算的简便性,目前机械通风冷却塔和自然通风冷却塔的热力计算采用焓差法较为普遍。但焓差法只能确定湿空气的比焓,空气的其他状态参数要用其他方法计算。

分段积分法(也称为压差动力法)是利用冷却塔内淋水填料中水和空气的状态参数沿其高度不断变化,将淋水填料的高度分成若干段,把前一段末端的计算结果作为下一段的起始条件,并逐段进行水温和空气状态参数计算的一种方法。该法能够较准确地获得任一高度的水和空气的状态参数,且受循环冷却水温差的影响小。该法计算过程比较复杂,但在计算机广泛应用的今天已不成问题,因此,当需要精确的出塔空气状态参数来计算自然通风冷却塔的风筒抽力时,也可以采用分段积分法计算。

**5.1.3** 冷却塔热力计算公式中的冷却塔淋水填料面积应为空气和水能充分进行热交换的有效淋水面积。采用有效淋水面积可以

使计算的冷却塔出水温度更加合理。因此,冷却塔热力计算中采用的淋水面积应为冷却塔淋水填料顶面可淋到水的面积扣除淋水装置架构的主梁、次梁、支柱、配水管(槽)以及竖井等结构及构造占用的面积。

**5.1.4** 大多数工业企业的冷却设施均不设备用,机械通风冷却塔设置不宜少于2座(格)是考虑其中1座(格)冷却塔的风机出现故障时,仍能满足循环冷却水的安全供应。

大、中型循环冷却水系统采用多座(格)冷却塔组合布置的工程比较普遍,塔下集水池宜采取必要的分隔措施主要是考虑便于维护、管理、检修的需要。

**5.1.5** 在多沙尘地区,冷却塔在运行过程中将会有大量沙尘随风进入,粘附在冷却塔的填料上和沉积到水池中,使循环冷却水中悬浮物和沉积物增大,严重时会造成填料堵塞坍塌,影响换热设备和水泵的运行,为了减轻沙尘对循环冷却水系统的影响,应在多沙尘发生地区考虑防沙和排沙措施。

防沙措施一般可采用:增设防沙挡风板,抬高冷却塔下集水池顶标高,并在水池顶设防沙、收水挑檐,减少沙尘进入冷却塔内;冷却塔下集水池出口前设防沙挡墙,可减少塔下沉沙进入系统;冷却塔下集水池设置集泥砂坑或集泥砂斗,便于塔池清淤。

**5.1.7** 寒冷地区的冷却塔在冬季运行中均存在不同程度的结冰现象。冷却塔结冰后,不仅影响塔的通风,降低冷却效率,严重时还会造成淋水填料塌落,塔体结构和设备的损坏。塌落的填料碎片会随着循环冷却水进入装置内的换热器,导致换热器大面积堵塞,以致影响生产装置的正常运行。

应重点对冷却塔的进风口处、淋水填料和填料的支承梁、柱等冷却塔易结冰的部位,以及风机减速器润滑油系统采取有效的防冻措施。

## **5.2 冷却设施选择**

**5.2.1** 冷却设施必须满足生产装置的冷却用水要求,冷却设施的

选择是一个比较复杂的问题,它涉及使用要求、自然条件、设备材料的供应、厂区位置、周围环境、经济合理性等诸多因素。在气象条件适宜的地区,特别是缺水地区,为节省有限的水资源,目前,空气冷却技术受到各行业的重视,应用范围日益扩大,因此可考虑采用空冷却塔或干湿式冷却塔。

**5.2.2** 冷却塔型在满足生产装置要求的情况下,要结合建设地点的实际情况进行优化,达到降低投资和有效节约水资源的目的。

**5.2.3** 逆流式冷却塔汽水热交换是在完全对流条件下进行,出塔水是与热焓值最低的进塔空气换热,能够得到较低的  $t_2 - \tau$  值,实塔测试表明,  $t_2 - \tau$  值可达  $3^\circ\text{C}$  以下。横流式冷却塔换热条件较复杂,出塔水只有少部分与热焓值最低的进塔空气换热,故  $t_2 - \tau$  值一般都较大,实塔测试表明  $t_2 - \tau$  值通常大于  $4^\circ\text{C}$ ,随着  $t_2 - \tau$  值的增大横流式冷却塔总的热交换能力提高较快;自然通风冷却塔的  $t_2 - \tau$  值一般在  $5^\circ\text{C}$  或  $5^\circ\text{C}$  以上,因此,当  $t_2 - \tau$  值大于  $5^\circ\text{C}$  时,自然通风冷却塔和机械通风冷却塔均可采用。

据调查,在条件适宜的地区,有些小型间冷开式循环冷却水系统采用喷雾式或水力驱动式冷却塔,利用循环冷却回水余压驱动布水和通风设施进行冷却,可节省能耗,也能满足冷却要求。

**5.2.4** 含有酚、氰等污染物的直冷开式循环冷却水系统,腐蚀性较强,粉尘污染较重,温度较高,对风机、塔体内壁、配水设施、淋水填料、收水器等更易造成腐蚀、老化、污堵,因此,本条文作出了相应的规定。

**5.2.5** 化工、石化行业中需换热冷却的工艺物料介质有一些是易燃、可燃液体或气体,如果换热设施的工艺介质发生泄漏,会进入并污染循环冷却水系统,在冷却塔冷却过程中挥发,并在塔顶积聚,遇电气火花可能发生事故,因此,其机械通风冷却塔的电气、仪表设备选型和安装及塔顶照明设计,应执行相关规范的防爆要求。

### 5.3 冷却设施布置

**5.3.1** 本条是关于冷却塔平面布置与其他建(构)筑物的净距、主

导风向关系等规定。从冷却塔本身的进风要求考虑,减少外界风对冷却塔的进风影响,据国内外有关研究结果,机械通风冷却塔和自然通风冷却塔与相邻建(构)筑物之间的净距离至少为冷却塔进风口高的 2 倍,在这种条件下,塔内风速基本不受周围建(构)筑物的影响,进风口区沿高度风速分布趋向均匀。如果相邻的是高大建(构)筑物时净距可适当加大。

**5.3.2** 本条是关于相邻的自然通风冷却塔的净距的规定。

1 国内、外资料和应用实践表明,自然通风冷却塔间的净距均为大于或等于  $0.5D$  ( $D$  为冷却塔进风口下缘处直径)。另据有关文献资料介绍模型试验结果,当自然通风冷却塔成群布置时,沿塔壳体圆周风压分布不同于单塔,当塔的中心距离小于塔体直径 1.5 倍时,其壳体圆周风压分布与单塔比变化很大,中心距越小,变化越大,沿风向布置的后排塔的负压增大,对壳体不利。当塔布置不当时还会由于风道效应的影响使位于下风向的塔壳体承受较大风荷载而影响壳体安全。综合塔的通风要求和塔间空气动力干扰因素,逆流式自然通风冷却塔间净距宜为 0.45 倍~0.5 倍塔的进风口下缘的塔筒直径,当采用非塔群布置时,塔间距宜为  $0.45D$  ( $D$  为塔的进风口下缘的塔筒直径),困难情况下可适当缩减,但不应小于 4 倍标准进风口的高度;采用塔群布置时,塔间距宜为  $0.5D$ ,有困难时可适当缩减,但不应小于  $0.45D$ ,当间距小于  $0.5D$  时,冷却塔应考虑风荷载的影响或采取减小风的负压荷载的措施。

2 横流式自然通风冷却塔进风口高度即为填料层高度,一般比逆流式自然通风冷却塔进风口高度大,而风筒直径比逆流式自然通风冷却塔小,塔间净距取不小于塔的进风口高度的 3 倍已可以满足要求。

**5.3.3** 机械通风冷却塔格数较多时,相互之间的距离、布置方式对冷却效果均有影响。湿热空气的回流是指进塔空气中混入一部分本塔排出的湿热空气,干扰是指进塔空气中混入一部分其他塔

排出的湿热空气,回流和干扰都会导致进塔空气湿球温度的升高,从而影响冷却效果,因此,设计湿球温度应在选定的气象条件基础上增加一定值,具体增加值,有条件的可以通过计算机模拟或经验公式计算,也可按本规范第 3.2.1 条的说明进行修正。

1 当塔的格数较多,单排布置时,塔排首尾之间易受湿空气回流和干扰影响,故每排塔的格数不宜过多。苏联规范规定塔排的长宽比宜取 3:1,英国规范规定宜取 5:1。目前我国化工、石化及电力行业项目配套的循环冷却水系统的规模趋于大型化,多排布置时则占地较大,实际工程中有一些是超过这一比例关系的,但大多数情况是在 5:1 至 4:1 范围内。因此,规定每排的长度与宽度之比不宜大于 5:1。

2 从冷却塔本身的进风要求考虑,国内外有关试验研究均认为:相邻塔的净距至少为 2 倍进风口高才能保持单塔运行时进风口风速分布均匀,进风量稳定;当相邻塔同时运行时,相邻塔的净距至少为 4 倍进风口高才能保持运行时进风口风速分布均匀,进风量互无影响。条文主要从塔的进风要求考虑作此规定,如果其他方面的要求较高时,塔间净距可以加大。

3 两排以上的塔排长轴在同一直线上,单列布置时,相邻塔排端墙间的净距规定为不宜小于 4m,主要是考虑施工期基坑开挖和两排塔基础间的结构间距,同时也考虑到塔运行管理和检修期间的通道要求。

4 参照国外有关塔排间距的规定,结合我国现有工程实际布置情况制定了本条条。两排以上的塔排长轴不在同一直线上,双列或多列平行布置时,塔排间净距是考虑湿热空气回流和干扰的影响,净距规定不应小于进风口高度的 4 倍,主要是要满足冷却塔的通风要求。

5.3.4 关于自然通风冷却塔与机械通风冷却塔之间净距的规定。除考虑冷却塔进风的要求,主要考虑回流空气的相互干扰。

## 6 循环冷却水处理

### 6.1 一般规定

6.1.1 本条明确给出了循环冷却水处理应包括的内容。

循环冷却水处理的任务是使系统的水量、水质、微生物繁殖、金属保护膜修复等在动态运行中保持基本平衡,消除或减少结垢、腐蚀和生物粘泥等产生的危害,满足循环冷却水系统水质、污垢热阻、年腐蚀率、粘附速率和微生物等控制指标的要求,实现安全、稳定运行,同时节约水资源,减少对环境的污染。

6.1.2 本条提出了为满足换热设备对污垢热阻值和年腐蚀率的具体要求,确定水处理设计方案时,应综合比较、考虑的相关影响因素。

6.1.3 本条主要是考虑在补充水水质变化时,保证循环冷却水处理设施有足够的处理能力。

6.1.4 循环冷却水水质指标要求的制定,是与换热设备的结构型式、材质、工况条件、污垢热阻、年腐蚀率条件有关,尤其是与循环冷却水药剂处理配方的性能密切相关,现行国家标准《工业循环冷却水处理设计规范》GB 50050 给出的循环冷却水水质指标均是在其所给定的有关条件下,结合当前药剂配方的性能作出的,设计中应根据补充水水质指标结合其所给定条件加以确定。随着处理技术的发展,水质的控制指标会做相应调整。

当系统中换热器为铜材和铜合金时, $\text{NH}_3\text{-N}$ 的存在会与铜材生成络合离子,而且微量的氨或铵离子都能使铜和铜合金产生应力腐蚀破裂,因此,应控制循环冷却水系统水中的氨氮小于 $1\text{mg/L}$ 。

6.1.6 直冷开式系统的循环冷却水与工艺物料直接接触,由于工艺物料千差万别,因此,要依据工艺要求等实际情况进行综合考虑后确定。

## 6.2 阻垢缓蚀

6.2.1 水质控制包括腐蚀、结垢、微生物控制三方面的内容。每一方面都需要对相应的药剂处理效果有单独的判断方法,这三方面又存在着互相影响,因而除了单独的效果测试方法之外,还必须有综合的效果测试,即进行动态模拟试验。动态模拟试验应结合补充水的水质、换热设备结构型式、材质、运行工况,以及设计的浓缩倍数、污垢热阻值、腐蚀率、粘附速率、循环冷却水的温度等因素进行。

国内的运行经验表明,通过试验来选定的药剂处理配方可以满足设计的预期要求。对于改、扩建的工厂或系统规模小、要求又不很严格的循环冷却水系统,也可以参照运行工况、水质条件相似的工厂运行经验确定。

6.2.3、6.2.4 这两条条文给出的计算公式,可满足设计人员计算阻垢缓蚀剂的用量,便于确定计量设备、运输及仓储等。

6.2.5 当补充水碱度和  $\text{Ca}^{2+}$  含量较高,限制了浓缩倍数的提高,采用加酸调节循环冷却水的 pH 值,是简便而有效提高浓缩倍数的一种方法。当循环冷却水系统采用加酸处理调节 pH 值时,宜采用硫酸,本条文给出了循环冷却水调节 pH 值的加酸计算公式,式中  $M_r$  可按图 1 确定。

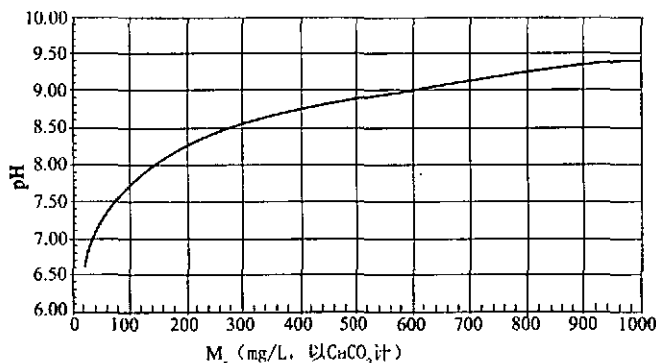


图 1 循环冷却水的 pH 与  $M_r$  变化曲线



## 6.3 微生物控制

**6.3.1** 由于微生物的耐药性,考虑到杀菌的经济性,国内循环冷却水系统中的微生物控制大都是以氧化型杀生剂为主,非氧化型杀生剂为辅的原则进行操作和管理的,效果很好。常用的氧化性杀菌剂有液氯、二氧化氯、次氯酸钠和无机溴化物等。常用的高效、低毒、广谱、适应 pH 范围宽的非氧化性杀菌剂有十二烷基苄基氯化铵、聚季铵盐、5-氯-2-甲基-4-异噻唑啉-3-酮等,有些非氧化性杀菌剂毒性较强,使用时应注意安全。

**6.3.2** 对非氧化型杀生剂在性能上应同时注意与阻垢缓蚀剂的配伍,特别是对环境友好方面提出了要求。

**6.3.3** 微生物在循环冷却水系统中大量繁殖会导致循环冷却水的颜色变黑、发生恶臭,并形成大量黏泥沉积于冷却塔和换热器内,隔绝了药剂对换热设备金属表面的保护作用,降低了冷却塔的冷却效果和设备的传热效果,同时还对金属设备造成严重的垢下腐蚀。

在循环冷却水中,异养菌的生长繁殖最快,数量也最多,其产生的黏液对系统危害甚大,所以常以异养菌的数量代表水中细菌总数,根据国内运行经验采用小于  $1 \times 10^5$  个/mL 控制为佳;循环冷却水中生物黏泥量的多少直接反映着在系统中微生物的危害程度,因此控制生物黏泥量是非常必要的;同时,冷却水中有铁细菌繁殖时,常出现浑浊度和色度增加,有时 pH 值也会发生变化,通常控制铁细菌的存活量不能大于 100 个/mL;硫酸盐还原菌的繁殖生长的潜在危险是很大的,大量繁殖生长时会使系统发生较严重腐蚀,通常控制在小于 50 个/mL。

**6.3.4** 氧化型杀生剂的投加量为工厂实际运行中调查数据,在实践中要根据具体情况适当调整,投加方式为连续投加或冲击投加并存。

**6.3.5** 非氧化型杀生剂的加药量( $g_n$ ),应根据药剂生产厂家提供

的数据或借鉴相似条件的运行数据确定。

## 6.4 清洗和预膜

**6.4.1** 开车前的系统清洗主要为了去除管道系统中的杂物和换热设备、管道内的油脂、铁锈等,利于设备、管道有效预膜。直冷系统只需清洗,不需预膜。

**6.4.2** 人工清扫主要清除冷却塔下集水池、吸水池及首次开车时管径大于或等于 800mm 管道内的杂物,避免造成系统堵塞;水清洗主要去除系统中的尘土、碎屑及施工时遗留的焊渣等杂物,为化学清洗创造条件;化学清洗为了去除设备和管道内的化学污染物和浮垢,如油脂、氧化皮等。开车前的水清洗及化学清洗初期水不通过换热器以免堵塞换热设备。

**6.4.3** 换热设备水侧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,以保证活化的金属表面不被腐蚀并形成一层致密的缓蚀保护膜。

预膜过程中,要对预膜水中 pH 值、水温、钙离子、铁离子、浊度、药剂浓度等严格控制,防止产生结垢或腐蚀。

**6.4.4** 清洗水通过旁路管直接回到冷却塔下集水池中,是为了清洗时避免水中携带杂物堵塞冷却塔配水系统及淋水填料;预膜水通过旁路管直接回到冷却塔下集水池中,可减少预膜时系统水容量,节省预膜药剂的用量。

当生产装置与循环水系统同步开车采用热态清洗、预膜时,预膜水一般直接上塔。

**6.4.5** 由于生产装置建设不同步,或者在老系统年度检修、开车顺序不同步,因此,设计中管道布置应考虑切换设施,以满足不同步开车时清洗预膜的要求。

## 6.5 旁流水处理

**6.5.1** 本条是设置旁流水处理的条件。

1 循环冷却水在循环冷却的过程中受到空气中灰尘的污染,或循环过程中由于换热设备工艺物料渗漏,致使水质不断恶化超过允许值时,必须采用旁流水处理,以维持循环冷却水的水质指标在允许范围之内。

2 由于水的浓缩引起某一项或几项成分超过循环冷却水的水质允许值,可考虑采用旁流水处理以提高浓缩倍数。

6.5.2 本条文提出了旁流水处理方案设计时,需进行综合比较应考虑的主要影响因素。设计时还应考虑冷却水中所含阻垢缓蚀剂对旁流水处理方案的影响。

6.5.3 本规范中公式 4.3.1 是理论计算公式,当建厂地区缺乏空气中的含尘量数据,不能按公式计算时,亦可采用本条文中给出的经验数据值设计,对于多沙尘地区还可适当提高此值。

## 6.6 补充水

6.6.1 随着水资源日趋紧张,全部采用新鲜水作为循环冷却水系统补充水越来越受到限制,补充水已呈多元化的趋势,采用再生水或二次水作循环冷却水系统的补充水水源日益普遍,采用多种水源调配补充水的循环冷却水系统也日渐增多,因此,设计采用的补充水水质应在设定的浓缩倍数条件下,结合旁流水处理来满足循环冷却水的设计水质要求。如果补充水的水质不能满足要求,则需要对补充水的水质进行适当处理。

## 6.7 排水处理

6.7.1 在大多数化工企业中,循环冷却水系统的排水量在总排水量中占的比例较大,且污染程度相对较轻,应进行有效利用,当不具备回用条件且排水不能满足排放标准时,应进行有效处理。本条文规定了排出水处理方案应考虑的几个因素,其中“排入处理设施”是指厂内或区域处理设施;再生水的水质应根据再生水的不同用途确定。

**6.7.3** 清洗和预膜排水、检修时的排水(包括可能发生工艺物料泄漏时对循环冷却水系统造成污染产生的置换排水)均为间断排水,其特点为水量大、污染物含量高,不能直接排入污水处理系统,因此,应与全厂的事故污水处理设施统一考虑调节储存。

同时,对于旁流处理等设施超标的事故排水和系统中杀菌灭藻剂残留毒性超标时的排水,也应考虑调节储存。

**6.7.4** 密闭式循环冷却水大多为软化水或脱盐水,并且水中投加的药剂浓度较高,试车、停车或紧急情况排水会对环境造成污染,因此,本条文规定了应采取的解决办法。储存池应依据工厂条件可独立设置或与相关处理设施联合设置。储存水在未受到工艺侧物料污染时,可经必要的处理回收使用,节约水资源。

## **6.8 药剂储存和投配**

**6.8.1** 水处理使用的药剂应按不同品种分别储存,如属全厂性通用化学品宜在全厂集中储存,统一管理调配使用;在循环冷却水系统的药品储存间内,可按短期的药剂消耗量考虑储备。对于毒性较强或保管有一定危险性的药品储存应符合国家相关规定。

**6.8.2** 本条给出了药剂储存量的一般规定。酸储存的容积宜按运输槽车容积考虑。

药剂在室内的堆放高度主要为设计者提供计算药剂储存间的面积依据,宜符合下列要求:

- 1 袋装药剂为 1.5m~2.0m;
- 2 桶装药剂为 0.8m~1.2m,不宜超过 2 层。

**6.8.4** 硫酸和氧化型杀生剂都是强氧化剂,如果与缓蚀阻垢剂加药点距离太近,由于这些强氧化剂尚未均匀扩散,浓度很高,将与缓蚀阻垢剂产生化学反应,严重影响药效。

## 7 泵站及附属建(构)筑物

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 为保证生产装置正常、稳定运行,规定了泵站用电负荷等级应与生产工艺装置要求的用电负荷等级相一致。

对于生产工艺要求不得中断循环冷却供水的装置或单元,其循环冷却水泵组应按一级负荷供电或设其他备用动力源,是为了满足单元装置安全停车的要求,避免因循环冷却供水中断可能引发的爆炸、设备及管路损坏等事故。

### 7.2 泵 站

**7.2.1** 为了保证生产装置稳定、安全运行,循环冷却水泵组的供水能力应按系统最大小时供水量设计,水泵的选择和配置在保证系统正常供水量的同时,还应满足系统最大供水量变化的需要(当正常与最大供水量变化较大时宜设置调峰泵),以达到节能降耗的目的。对于备用泵的设置,根据多年运行经验,工作泵在1台~4台可备用1台,工作泵在4台以上可备用2台,设计中可根据系统规模及水泵机组的配置综合考虑。

**7.2.2** 本条明确了循环冷却水泵组的供水压力的确定原则,对于利用余压直接上塔的间冷开式循环冷却水系统,还应考虑满足冷却塔配水系统的压力要求,对个别水压要求较高的用水设备宜采用局部升压措施。

**7.2.3** 大、中型工业企业的循环冷却水系统,供水安全和自动控制要求高,多采用自灌充水,以便及时启动水泵和简化自动控制程序。

为保证生产工艺装置循环冷却水的及时供给,当采用非自灌

充水时,水泵启动时间应尽量缩短,保证在 5min 内启动供水。

水泵的安装高度应考虑建厂地区的大气压力、最高水温和运行中水位变化等因素的影响,对水泵的允许吸上真空高度或必需汽蚀余量进行修正,满足最不利工况下必需汽蚀余量的要求,保证水泵长周期安全稳定运行。

**7.2.4** 本条是关于水泵机组布置的原则规定,机组布置直接影响到泵站的结构尺寸,对水泵的安装、检修、运行、维护有很大影响。

**7.2.6** 设计人员应根据当地气象条件、投资、维护管理等因素,泵站设计可以选择室内或露天布置。露天设置泵站的水泵基础一般宜高于室外地坪标高,当水泵基础标高低于地坪布置时应考虑防止雨水或其他排水倒灌,淹没泵组的措施。

### 7.3 吸水池及过水廊道

**7.3.1** 吸水池单建或与冷却塔下集水池合建均有生产运行的实例,因此,可根据建设场地的实际情况和布置需要确定。

**7.3.2** 本条是关于吸水池设计的原则规定。

无论吸水池独立设置或与冷却塔下集水池合建,吸水池内水流状态对水泵的吸水性能影响均很大,因此,冷却塔下集水池流入吸水池的流道设置应均衡,吸水池宜设置有下沉的吸水井,满足吸水喇叭口布置的间距、淹没水深、悬空高度等要求,避免可能出现的死水区、回流区及漩涡,严重时漩涡会将空气带入水泵,导致水泵汽蚀和机组振动的发生。

设有顶板的吸水池宜设活动盖板或安装洞,保证最大管道或管件的安装和检修需要。

吸水池坑底应设有一定的坡度,最低点应设置积水坑,以便于清淤和管理维护。

**7.3.3** 过水廊道的设置数量、布置和水流状态直接影响吸水池的水力条件,因此,要求过水廊道内应具有良好的流态和均匀的出口流场,使吸水池的进水均衡。

**7.3.4** 循环冷却水系统运行中,会随风夹带一些杂物进入塔下水池,脱落的淋水填料碎片以及生物黏泥等在水中形成漂浮污染物,因此,在过水廊道适当位置处应设置截污格网,避免这些杂物进入系统,堵塞换热设备,影响换热效果。

设置截污格网的同时设置检修门槽,是为了安装备用拦截设施,防止杂物进入系统。配套起吊设施是为了方便清污、检修,降低劳动强度。

在工程设计中对吸水池与冷却塔下集水池合建或冷却塔下集水池与吸水池间采用管道连接的方式时,均应设置截污格网及相应的方便清污、检修设施。

## **7.4 附属建(构)筑物**

**7.4.1** 循环冷却水系统的附属建(构)筑物一般包括:杀生剂储存及投加间(包括加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间等)、阻垢缓蚀剂储存及加药间、酸储存及投加间、旁流处理设施、监测换热器间、控制室、变配电间、分析化验室、卫生间、更衣室等。附属建(构)筑物与泵站毗邻布置便于管理。其中分析化验室、卫生间、更衣室等应根据全厂总体布置情况、管理体制及岗位设置要求,可采用装置内毗邻设置或全厂统一设置。

**7.4.2** 本条第1款、第2款、第4款为强制性条款,必须严格执行。氯气、二氧化氯是有毒气体,具有强烈的刺激性、强氧化性和腐蚀性,因此,本条文提出了加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间相关设计要求,设计中尚应执行相关规范的防毒、防火、防爆要求。

加氯间必须与其他工作间隔开是防止一旦发生氯气泄漏事故时避免事态扩大,保证人员安全,便于事故处理和减少损失;设置通向室外的外开门是为了发生事故时人员可以推门而出,方便撤离;设置观察窗是考虑加氯间为危险工作岗位,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。

制备二氧化氯的主要固体材料(氯酸钠、亚氯酸钠)属于一、二级无机氧化剂,储运操作不当有引起爆炸的危险,原材料盐酸与固体亚氯酸钠接触也易引起爆炸,因此,制备二氧化氯的原材料应分类设置独立储存间。

**7.4.3** 本条规定主要为了便于操作,减轻劳动强度。

**7.4.4** 本条文提出防腐处理要求,是考虑到循环冷却水系统使用的药剂均具有一定的腐蚀性。



## 8 管道布置

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 循环冷却水系统供、回水管道在设计时应应对各方面因素进行综合考虑,以保证管道的正常使用和方便施工、利于维护管理,尽可能节约投资。

本条中未提及土壤的冰冻深度影响,主要是考虑循环冷却水系统供、回水管道在冬季的运行温度一般不低于  $15^{\circ}\text{C}$ ,因此,对于冬季不间断运行的循环冷却水系统  $DN>100\text{mm}$  的管道,其埋深可以不受土壤冰冻深度的限制,尽可能节省管线埋设投资。对于冬季可能间断生产运行或需要停车检修的工业企业循环冷却水系统,管道埋深需要考虑土壤冰冻深度的影响或采取管线放空、管基防冻等措施。

**8.1.2** 随着经济的发展,工业装置的规模愈趋向大型化,配套的循环冷却水系统规模也愈来愈大,很多工厂总图布置时,一套循环冷却水系统同时为几套生产装置提供循环冷却水,目前单套循环冷却水装置规模超过  $4\times 10^4\text{m}^3/\text{h}$  的在石化、化工等行业已较普遍,采用单条循环冷却供、回水管道输水时的管径将超过  $DN2000\text{mm}$ ,有的已达到  $DN2400\text{mm}$ ,如此大口径的循环冷却水管道在管线综合的竖向布置时比较困难,特别对于地下管线密集的项目难度更大,因此建议单套循环冷却水装置的规模不宜太大,单条供回、水管道输水时的管径不宜大于  $DN2200\text{mm}$ 。

**8.1.3** 工厂内的道路从消防安全考虑一般不允许阻塞,循环冷却水管道在道路下纵向敷设时,如遇到漏水检修,可能会大面积破坏路面阻塞交通;另外道路上重载车辆的行驶易造成管道的破坏。因此提出不宜在道路下面纵向敷设。

**8.1.4** 循环冷却水管道直径一般较大,如果发生管道损坏,泄漏水量大,会引起基础塌陷,建筑物、管廊的柱基础是厂房和管廊安全的保证,故提出不应穿越建筑物和管廊的柱基础;从保证设备的安全考虑,提出循环冷却水管道不宜穿越设备基础,如不得已从设备基础下穿过,应采取一定的安全措施。

**8.1.5** 本条是关于药剂投加管线和蒸汽、压缩空气、润滑油等管线敷设的原则规定,这些管道埋地敷设一旦泄漏不易发现,故宜采用管沟或架空敷设。

**8.1.6** 两个或两个以上不同步开车的生产装置,其循环冷却水供、回水系统的清洗、预膜和运行过程也存在不同步的情况,因此管道设计应有不同工况的切换设施。

**8.1.7** 目前埋地钢质管道的防腐在化工系统一些工程中也有采用附加阴极保护的措施,外壁防腐和阴极保护措施的联合使用保护效果更好。当循环冷却水系统的埋地钢质管道采用附加阴极保护措施时,应与全厂地下管网统筹考虑。

**8.1.8** 关于埋地管道的基础处理原则规定。对大口径(DN1200mm以上)的循环冷却水管道应特别注意管道基底和胸腔回填土的密实度。

**8.1.9** 水处理药剂都有不同程度腐蚀性,输送管道应采用耐腐蚀材料,以保证生产运行的安全。

## **8.2 管道敷 设**

**8.2.1** 根据多年来工业企业循环冷却水系统的管网布置经验:很多企业采用枝状管网布置,能够保证安全供水;在大型工业企业中,集中设置的一套循环冷却水系统向多套生产装置供水时,也可采用环状管网布置,但需在环网干线上设置必要的切断阀门,以利于相互调节、安全供水。

**8.2.2** 工业企业的厂区一般地下管线较多,为合理利用土地,对平行敷设的管道间距给出一般规定,使之既满足管道的施工、检修

要求,又尽量减少占地。

**8.2.3** 工业企业地下管线交叉较多,管径较大,循环冷却水管道一般为钢管,竖向设计时的净间距比现行国家标准《室外给水设计规范》GB 50013 的规定适当放宽,管间回填粗砂是为了保证其密实度要求。

**8.2.4** 装置(单元)的埋地循环冷却水管道直径一般较大,不宜靠近建(构)筑物的外墙平行敷设,如要靠近外墙平行敷设时,管道与外墙的净距不宜小于 3m,这样要求一般可以避免外墙的基础。在湿陷性黄土地区应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的规定。

**8.2.5** 循环冷却供、回水管道的低点设置放水阀、高点设置排(吸)气阀是考虑清洗置换和检修泄空的需要。

**8.2.6** 换热设备设置旁路管(接口)的目的是为了在循环冷却水系统水清洗时和化学清洗初始阶段将换热设备隔离,使清洗水旁流,避免系统管道内的杂物堵塞换热设备。

**8.2.7** 循环冷却水系统清洗时的清洗水通过旁路管直接回到冷却塔下集水池,可避免清洗污物堵塞冷却塔配水系统和填料;系统预膜时水流通过旁路管直接回到冷却塔下集水池,可减少预膜水容量,节省药剂耗量;冬季运行时,为保证一定的供水温度和防止冷却设施结冰,循环冷却回水可部分或全部直接回流到冷却塔下集水池。旁路管径应满足系统清洗、预膜等工况条件下的要求。

清洗、预膜转换至正常运行阶段均要求尽快进行水的置换,因此,补充水管管径、水池及管网排空管管径,应满足清洗、预膜置换时间的要求。相对来说,置换要求的补水量远比运行时补充水量大,因此,应按置换要求的补水量考虑补充水管管径,必要时也可设单独运行时的补充水旁路管。

**8.2.8** 管道过滤器能有效截留水中的悬浮杂质和其他杂物,保护闭式循环冷却水系统换热设备免遭杂物堵塞,实践证明是必要的;设置放水、排(吸)气阀是考虑清洗置换和检修泄空的需要。

**8.2.9** 易出现滞水的管段一般发生在旁路管线、连通管线及盲管等处,滞水的管段内宜出现细菌滋生,严重时会引起水质腐败,因此,宜设置必要的回流管。

**8.2.10** 重力流循环回水管(渠),可能在回水中含有微量易燃、可燃工艺介质,长时间积聚,遇明火曾发生过爆炸事故,故提出当循环冷却回水含有易燃、可燃工艺介质时,在装置区的出口处设水封,将装置与系统管道隔开。

**8.2.11** 直冷开式循环冷却水系统的自流回水大都含有沉降性悬浮物,故提出最低流速的建议值,以防在管(渠)内沉积。自流回水渠道可设置活动盖板和沉泥井等,以便于清淤。

## 9 监测与控制

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 循环冷却水系统设置必要的监测与控制系统,能提高循环冷却水系统运行的安全、可靠性,改善劳动条件。

循环冷却水系统的检测包括就地和在线监测仪表,本章所提到的监测与控制均指在线仪表监测和集中控制,就地检测仪表应根据运行操作需要设置。

**9.1.2** 本条提出了循环冷却水系统的监测与控制应从系统工艺、设备运行及水质处理等方面考虑的原则规定。

**9.1.3** 目前,很多企业循环冷却水系统的运行和操作均采用了计算机控制和管理。设置计算机控制管理系统的目的,是为了及时掌握循环冷却水系统的运行状况,便于考核系统的各项经济指标,利于操作、管理和事故分析。

对于未采用计算机控制管理系统的企业,其循环冷却水系统的控制和管理水平也可根据企业的要求确定。

**9.1.5** 在当地的气象资料与建厂地区的小气候有较大差异时,可设置气象亭,以便获取实际观测现场地域的干球温度、湿球温度、大气压力、风速和风向等气象资料,为调整循环冷却水系统的运行参数,特别是为企业的扩建、发展提供可靠的依据。

### 9.2 监测、控制

**9.2.1** 本条对循环冷却水的具体运行参数的监测与控制提出了具体要求。设置流量、压力、温度、液位、浊度、电导、pH 及余氯等监测控制仪表的目的是为了及时掌握系统运行状况,便于适时调整循环冷却水系统的工况,满足工艺换热设备对循环冷却水的要

求,利于操作管理和对系统各项经济指标的考核。

当因补充水水质、系统控制指标等要求,需控制水中硬度、碱度、含油量、总铁及正磷酸盐含量时,可根据需要设置相应的在线分析仪表。

循环冷却回水总管一般不设置流量仪表,对循环冷却供、回水水量可能出现不平衡的工程项目,应在回水总管上设置流量检测仪表,以便掌握系统水量流失状况,及时调整系统排污水量等运行工况。

**9.2.2** 本条设置的目的是为了实时监控大、中型冷却塔风机减速机和大型循环冷却给水泵高压电机的运行状况,及时发现故障隐患及一些不安全的因素,避免事故的发生。

**9.2.3** 采用在线监测技术,实时监控循环冷却水的水质、水量和药剂的变化,通过自动控制系统能够保证循环冷却水的处理效果,降低系统运行成本,实现循环冷却水系统的安全、高效、稳定运行。

本条给出了目前工程中常用的几种水质处理加药自动控制方式:

根据在线监测的补充水流量或排污水流量参数,按流量比例自动联锁控制药剂投加的方式:该系统是采集循环冷却水系统补充水流量或排污水流量的信号送入加药控制器或 PLC,据此流量信号控制加药泵的药剂投加量。同时,自循环冷却供水管取水检测 pH、电导率,根据电导率值发出指令,控制循环冷却水系统排污电动阀开/闭,以控制循环冷却水的电导率;根据 pH 值控制加酸泵运行及加酸量,以达到控制循环冷却水 pH 的目的。最终实现控制循环冷却水系统浓缩倍数的目的。

根据在线监测冷却水中的药剂示踪剂浓度或阻垢缓蚀剂浓度参数,按药剂浓度自动联锁控制药剂投加的方式:该系统是通过采集循环冷却水供水或回水水样中的药剂示踪剂浓度或阻垢缓蚀剂浓度信号送入 PLC,对药剂示踪剂或阻垢缓蚀剂浓度进行连续实

时分析,据此分析结果控制加药泵运行及药剂投加量。同时,通过检测循环供水的 pH 值、电导率,根据电导率值发出指令,控制循环冷却水排污电动阀开/闭,以控制循环冷却水的电导率;根据 pH 值控制加酸泵运行及加酸量,以达到控制循环冷却水 pH 的目的。最终实现控制循环冷却水系统浓缩倍数的目的。

由于正常运行中阻垢缓蚀药剂的补充量与损耗量直接相关,从节省药剂进而节省运行成本的效果看,按循环冷却水中药剂残留浓度的控制方式优于按流量比例自动投加的控制方式,但其示踪药剂价格较贵;按流量比例自动投加的 2 种控制方式中,采用排污水流量较采用补充水流量控制略优。

**9.2.4** 为检验循环冷却水系统处理效果,在循环冷却供水总管或生产装置的供水干管上接出旁路至设置的具有模拟功能的小型监测换热器,其可在热流密度、壁温、材质、流速、流态、水温等方面模拟生产装置换热器的工艺条件 and 操作参数,构成完整的、独立运行的在线监测系统,通过 24h 不间断监测,对其循环冷却水系统换热器传热面上的腐蚀、结垢、污垢状况进行检测,获取污垢热阻(或粘附速率)、腐蚀速率等参数。监测换热器一般同时设有腐蚀挂片器,其监测试片主要用于监测腐蚀情况。

监测试片比较多的是安装在回水管道上,其优点是回水温度高,能够反映换热器末端的腐蚀状况,且迅速、简便,同时可设置多种材质试片。

通过测定生物黏泥量的多少,可以反映循环冷却水中微生物滋生的程度。

### 9.3 分析化验

**9.3.1** 水质常规检测是为了能及时发现循环冷却水水质的异常变化,以便采取应对措施。不同的循环冷却水系统对水质控制指标也不尽相同,表 9.3.1 所列分析项目可适当增减。

当循环冷却水系统中有铜换热设备时,应分析水中的  $\text{Cu}^{2+}$  和

$\text{NH}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$  在水中水解成  $\text{NH}_4^+$ , 可与铜离子形成络合离子而导致铜换热设备的腐蚀。

对于合成氨厂或采用再生水(如生活污水回用)的循环冷却水系统的  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和  $\text{NH}_3\text{-N}$  可能会超标。循环冷却水系统的运行经验表明, 当水中  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  大于  $100\text{mg/L}$  时, 腐蚀速率会加大, 而  $\text{NH}_3\text{-N}$  也是微生物的营养源, 微生物的孳生也会导致腐蚀加剧, 因此, 还应定期检测  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  和  $\text{NH}_3\text{-N}$ 。

控制水质指标的最终目的是控制循环冷却水系统中换热设备的腐蚀、结垢, 确保生产装置高效稳定运行。

**9.3.2** 通过对循环冷却水定期分析项目的检测, 可以掌握每批次药剂的质量品质, 并直观地判定水质处理效果, 以便根据检测结果找出问题的症结, 改进处理方法。

**9.3.3** 通过水质全分析可从多方面分析判断补充水和循环冷却水水质存在的问题及系统运行过程中水质的变化, 据此制定有针对性的解决办法。

**9.3.4** 化验室规模和设施因工厂的生产性质、规模以及对循环冷却水处理的监测项目的不同而有差异。

常规监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, 因此每班或每天都需进行检测, 这些项目的分析化验设施宜设在循环冷却水装置区或公用工程装置区内, 便于操作和管理。

定期分析项目的检测数据, 一般较长时间才会有所变化, 因此检测周期较长, 有的一周, 有的一月或更长时间。为了节约化验室及化验设备的投资, 这些项目的分析化验宜利用全厂中央化验室。

因此, 化验室的设置应按化验分析内容和规模、管理体制等因素统一考虑后确定。

**9.3.5** 设置取样管的目的是为了更方便水质检测取样, 在北方地区要注意冬季防冻保护。

旁流水处理设施出水管设取样管的目的, 在于检查该设施的



处理效率。

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漏。

## 10 节水、节能与环境保护

### 10.1 一般规定

**10.1.2** 我国各地的水系污染严重,大部分水系不同程度存在富营养化和污染加重的趋势,循环冷却水系统的排污水中会含有开车或运行过程中使用的清洗、预膜、消泡、缓蚀阻垢药剂及杀生剂等,排入水体会造成一定的环境污染,因此,为控制污染源,在药剂选择上提出环境友好的要求。

**10.1.3** 本条为强制性条文,必须严格执行。循环冷却水作直流水或其他冲洗用水使用,不利于系统排污水的控制,影响浓缩倍数的稳定和运行管理,含有药剂的循环冷却水的排放,不仅造成了药剂的浪费,而且会对环境造成污染。因此,正常情况下,应禁止用作直流水和地坪、设备冲洗等用水。

### 10.2 节水

**10.2.1** 我国是严重缺水的国家,淡水资源更是匮乏,已经严重制约各地经济的持续发展,现在很多地区新建项目不仅要求循环冷却水系统要在高浓缩倍数下运行,而且限制使用新鲜水,随着水处理技术的不断提高,新的药剂配方的研制,通过合理确定浓缩倍数及进一步加强管理,已有部分企业实现了在高浓缩倍数下的稳定运行,虽然由此可能引起运行费用的增加,但对节省我国有限的水资源和保持经济建设可持续发展是必要的。

**10.2.2** 化学工业一次用水中 60%~70%是用作循环冷却水系统的补充水。近年来,随着对水资源危机认识的提高,在工程实践中,循环冷却水系统的补充水除常采用二次水替代新鲜水外,废水再生处理后回用也越来越引起广泛重视,以再生水替代新鲜水用

于工业循环冷却水系统的技术已经在一些工程实践中应用和推广,并取得了较好的节水效果。直冷开式循环冷却水系统由于与工艺物料直接接触,其水质要求不高,补充水已普遍采用再生水。相关标准及设计规范已发布实施,因此,提出间冷开式循环冷却水系统的补充水应优先考虑采再生水,直冷开式循环冷却水系统的补充水应采用再生水。

**10.2.3** 在缺水、干旱地区和生产装置要求的循环冷却水供水温度与湿球温度之间的差值较大时,可优先采用空冷和干湿式冷却设施。采用空冷或干湿式冷却设施虽然会增加一定的建设投资,但对节约水资源是有利的。

**10.2.5** 在大多数工业企业中,循环冷却水系统的排水量在总排水量中占的比例较大,且污染程度相对较轻,随着水资源日趋紧张和国家对节水减排的要求,循环冷却水系统的排水作为再生水水源回用得到高度重视,系统排水回收处理后再利用是既节水又环保的有效措施。因此本条文提出系统排水宜经处理后回用。

**10.2.7** 此规定是便于操作人员及时发现水池水位涨幅,避免循环冷却水系统的水池出现溢流。

**10.2.8** 冷却池、喷水池的冷却性能低,且喷水池的风吹和飘洒损失水量较大,工程设计中冷却设施已很少采用冷却池或喷水池。

## **10.3 节 能**

**10.3.1** 一年四季的气象状况相差很大,当循环冷却水系统配置的冷却塔数量较多时,在冬、春、秋季可以根据当地气象变化和冷却后的供水温度需要,停开部分机械通风冷却塔的风机;对于冷却塔数量在4座(格)及4座(格)以下时,其中的1座(格)或2座(格)塔宜选择变频电机或调速电机,便于根据冷却后的水温来调节风机的转速,达到减少电耗的目的。

**10.3.2** 对生产装置一定的换热负荷,提高循环冷却水的温差可以减少循环冷却水的用量,如在东北、西北和华北地区的内蒙古、

山西和河北的北部,湿球温度较低,冷却后水温也较低,如果将循环冷却水的换热温差( $\Delta t$ )由  $10^{\circ}\text{C}$  提高到  $12^{\circ}\text{C}$ ,循环冷却水用量可以减少约 15%,相应的供水能耗也可以降低,是十分有效的节能措施。

**10.3.3** 根据对部分工业企业的循环冷却水系统调查,很多企业循环水泵的设计扬程偏高,除应经系统阻力计算确定水泵供水压力外,还应选择特性曲线平缓的水泵,并校核多台给水泵并联运行时的工作点是否偏离高效区,避免泵组的效率降低,浪费能源。

**10.3.4** 循环冷却回水管网一般均有一定的余压,旁流过滤和系统排污水可以充分利用回水管网的余压接入相应的处理设施,降低能耗。

**10.3.5** 根据对一些水处理药剂生产商和企业循环冷却水装置用户调查,采用补充水流量、排污水流量、药剂示踪剂浓度或阻垢缓蚀剂浓度等在线自动控制药剂投加,可以提高管理和控制水平,降低药剂消耗,因此,大、中型循环冷却水系统的加药系统宜采用在线自动控制。

**10.3.6** 采用集散型控制系统进行监视和控制,可以提高循环冷却水系统生产运行的可靠性和稳定性。

## 10.4 环境保护

**10.4.2** 本条为强制性条文,必须严格执行。关于加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间、加酸及储存间防泄漏和通风换气的规定。

根据现行国家标准《工业企业设计卫生标准》CBZ 1 规定,室内空气中氯气允许浓度不得超过  $1\text{mg}/\text{m}^3$ ,空气中二氧化氯达到  $14\text{mg}/\text{L}$  时和盐酸挥发的酸雾都会刺激呼吸道,故加氯间及氯瓶间、二氧化氯设备间及原料储存间、加酸及储存间应设泄漏防护,进行通风换气。

**10.4.3** 循环冷却水系统排出水包括:正常排污水、旁流水处理过

程中的冲洗排水、清洗预膜过程中的置换排水和水池溢流、排空水等,都应尽量回收处理后再利用,当无法回收需外排时,排水应经处理达标后排放。

**10.4.4** 设计应严格遵守相应的噪声控制标准。循环冷却水系统的规模越来越大型化,循环冷却水泵组和冷却设施的噪声影响也明显增大,更应在设备选型、噪声控制等各设计环节给予充分考虑。

## 11 劳动安全卫生

### 11.1 一般规定

11.1.1 劳动安全卫生设施的原则规定,同时要求劳动安全卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

11.1.2 根据《危险化学品建设项目安全许可实施办法》(国家安全监管总局令第8号)和《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则(试行)》的要求,生产和使用危险化学品的场所在设计时应应对火灾危险、毒性物质危险、腐蚀性物料危害、噪声危害及其他危害和危险岗位作出分析和说明,工业循环冷却水系统使用的危险化学品一般有:酸、碱、杀生剂(液氯、次氯酸钠、二氧化氯等)、清洗剂等,应在安全设施设计时进行分析和说明。

### 11.2 安全卫生设施

11.2.1 本条为强制性规范,必须严格执行。关于循环冷却水装置区建(构)筑物安全设施的规定。安全设施包括:

- 1 通向冷却塔顶平台的梯子;对于自然通风冷却塔等高耸(架)构筑物,其直爬梯应设护笼;
- 2 相邻冷却塔组平台间的过桥;
- 3 向外开启的风筒检修门;
- 4 通向淋水填料的直梯或斜梯;
- 5 药剂储存和投配设施的防护围堰及护栏;
- 6 风筒检修门与风机检修平台间的通道及护栏;
- 7 水池检修人孔爬梯和护栏;
- 8 防雷、接地等防静电保护和安全巡检的照明设施。

11.2.3 本条是强制性条文,必须严格执行。关于药剂储存和投

配间的卫生安全防护规定,是为了减少对人体的伤害。

**11.2.4** 本条是关于浓硫酸和盐酸及次氯酸钠等液体储罐的安全防护要求,为强制性条文,必须严格执行,以防止泄漏和酸雾对环境及人员的危害。

**11.2.5** 为加强生产管理和安全监控,一些大、中型企业设置视频监视系统的越来越多,因此提出在设置视频监视系统的企业,其循环冷却水系统的泵房、药剂投加间等岗位,宜同时设置相应的视频监视系统。

**11.2.8** 冷却构筑物内的淋水、收水填料和玻璃钢风筒、玻璃钢围护结构在安装和检修时,经常要施焊动火,发生火灾事故的案例不少,其中特别是淋水、收水填料的材质使用不当是发生事故的原因之一,因此强调应采用阻燃性材料。

**11.2.9** 根据现行国家标准《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083 的要求,在设备运行时,操作人员可能触及的可动零、部件必须配置必要的防护设施。

**11.2.10** 压力储罐和计量泵的出口管路设置安全阀或超压安全释放设施的目的是防止超压引起事故。

**11.2.11** 为保证检修人员的安全,防止非检修人员异地误操作,提出在机械通风冷却塔顶平台处应设闭锁开关。

S/N:1580177•684



9 158017 768404 >



统一书号:1580177 • 684

---

定 价:18.00 元