



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31329—2014

---

## 循环冷却水节水技术规范

Technical specification for saving water of circulating cooling water

2014-12-05 发布

2015-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分会(SAC/TC 63/SC 5)归口。

本标准起草单位：中海油天津化工研究设计院、中国石油化工股份有限公司北京北化院燕山分院、广州市特种承压设备检测研究院、光明化工研究设计院、上海未来企业有限公司、南京御水科技有限公司、石家庄开发区德赛化工有限公司、河南清水源科技股份有限公司、深圳市华测检测有限公司、上海轻工业研究所有限公司。

本标准主要起草人：郑书忠、闫岩、杨麟、郭喜民、樊大勇、刘昕、陈伟、李永广、李翠娥、郭勇、裘瑛。

# 循环冷却水节水技术规范

## 1 范围

本标准规定了敞开式间接循环冷却水系统节水技术要求。

本标准适用于以地表水、地下水、海水淡化水和再生水等为补充水,采用化学处理技术达到节水减排为目标的循环冷却水系统。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法(GB/T 6682—2008,ISO 3696:1987,MOD)

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 16632 水处理剂阻垢性能的测定 碳酸钙沉积法

GB/T 18175 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法

GB/T 21534 工业用水节水 术语

GB 50050 工业循环冷却水处理设计规范

GB 50335 污水再生利用工程设计规范

HG/T 2160 冷却水动态模拟试验方法

HG/T 3523 冷却水化学处理标准腐蚀试片技术条件

HG/T 3778 冷却水系统化学清洗、预膜处理技术规则

## 3 术语和定义

GB/T 21534、GB 50050 界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 总则

4.1 循环冷却水节水技术规范应根据系统冷却方式、全厂水量平衡、水源水量及水质、材质及运行条件等因素,全面考虑腐蚀、结垢、菌藻及水生物的滋生因素,选用节水效率高、环境友好、使用安全的水处理技术和水处理药剂。

4.2 循环冷却水节水技术规范应满足推广先进的工业节水技术,提高水的重复利用率的要求。

4.3 循环冷却水节水技术规范应发展高效循环冷却水处理技术,在保证系统安全、节能的前提下,提高循环冷却水的浓缩倍数。循环冷却水系统应选择技术先进、能耗低、自用水耗少的水处理设备。

4.4 循环冷却水节水技术规范应满足保护环境的要求,应采用高效、低毒、化学稳定性好的水处理药剂,并优先使用可生物降解性水处理药剂,严格限制使用有毒、有害的水处理药剂。

4.5 循环冷却水节水工艺和技术宜积极借鉴国内外先进的生产实践经验、科研成果和专利技术,积极采用具有先进技术的绿色化学药剂、信息自动化的监控技术及节水设备等新技术。

## 5 技术要求

## 5.1 循环冷却水补充水水质要求

5.1.1 采用地表水、地下水及海水淡化水为补充水的水源时,应根据水源水质、冷却水水质控制指标和工况条件等,经技术经济比较,选择适当的循环冷却水浓缩倍数。运行过程中应确保补充水水质满足安全、节能、节水的要求。地表水、地下水或海水淡化水用作敞开式间接循环冷却水系统补充水时,水质经处理后应符合表1的规定。

表1 地表水、地下水、海水淡化水作为敞开式间接循环冷却水系统补充水的水质要求

项 目	允许值
浊度(NTU)	≤3
pH 值	6.0~8.5
总铁(Fe)/(mg/L)	≤0.3
Cl <sup>-</sup> /(mg/L)	≤200
NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	≤0.5
石油类/(mg/L)	≤0.3
COD <sub>Cr</sub> /(mg/L)	≤15

5.1.2 采用再生水作为补充水的水源时,水质应符合表2的规定,方可直接补入循环水系统,否则宜进行深度处理。

表2 再生水作为补充水的水质要求

项 目	允许值
pH 值	6.5~8.5
悬浮物/(mg/L)	≤5
浊度(NTU)	≤5
BOD <sub>5</sub> /(mg/L)	≤10
COD <sub>Cr</sub> /(mg/L)	≤40
总铁(Fe)/(mg/L)	≤0.3
余氯/(mg/L)	≥0.1
钙离子(以 CaCO <sub>3</sub> 计)/(mg/L)	≤250
甲基橙碱度(以 CaCO <sub>3</sub> 计)/(mg/L)	≤200
NH <sub>3</sub> -N/(mg/L)	≤5;有铜材时≤1
总磷(以 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 计)/(mg/L)	≤3
溶解性总固体/(mg/L)	≤1 000
石油类/(mg/L)	≤5
细菌总数/(个/mL)(菌落数)	<1 000

## 5.2 循环冷却水系统控制指标

### 5.2.1 以地表水、地下水及海水淡化水做补充水水源时

5.2.1.1 换热设备传热面水侧污垢热阻值应小于  $3.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

5.2.1.2 换热设备传热面水侧黏附速率不大于  $15 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})$ ，石油化工业不大于  $20 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})$ 。

5.2.1.3 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.075 \text{ mm}/\text{a}$ ，铜合金和不锈钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.005 \text{ mm}/\text{a}$ ；海水淡化水为补充水时，碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.10 \text{ mm}/\text{a}$ ，铜合金和不锈钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.005 \text{ mm}/\text{a}$ 。

5.2.1.4 循环冷却水异养菌总数不大于  $1.0 \times 10^5$  个/mL。

5.2.1.5 循环冷却水生物黏泥不大于  $2.0 \text{ mL}/\text{m}^3$ ，石油化工业不大于  $3.0 \text{ mL}/\text{m}^3$ 。

### 5.2.2 以再生水作为补充水的水源时

5.2.2.1 换热设备传热面水侧污垢热阻值应小于  $3.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

5.2.2.2 换热设备传热面水侧黏附速率不大于  $20 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})$ ，石油化工业不大于  $25 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{月})$ 。

5.2.2.3 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.075 \text{ mm}/\text{a}$ ，铜合金和不锈钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于  $0.005 \text{ mm}/\text{a}$ 。

5.2.2.4 循环冷却水异养菌总数不大于  $1.0 \times 10^5$  个/mL。

5.2.2.5 循环冷却水生物黏泥不大于  $4.0 \text{ mL}/\text{m}^3$ ，石油化工业不大于  $5.0 \text{ mL}/\text{m}^3$ 。

### 5.2.3 循环冷却水系统的浓缩倍数应符合表 3 的要求

表 3 循环冷却水浓缩倍数

补充水水源	浓缩倍数
地表水、地下水或海水淡化水	$\geq 5.0$
再生水	$\geq 3.0$

### 5.2.4 循环冷却水系统水质控制指标如表 4 的要求

表 4 循环冷却水水质控制指标

项目	要求使用条件	允许值
浊度(NTU)	根据生产工艺要求确定	$\leq 20$
	换热设备为板式、翅片管式、螺旋板式	$\leq 10$
pH 值	—	7.0~9.2
钙硬度 + 甲基橙碱度(以 $\text{CaCO}_3$ 计)/(mg/L)	—	$\leq 1\ 500$
总 Fe/(mg/L)	—	$\leq 1.5$
$\text{Cl}^-$ /(mg/L)	碳钢换热设备	$\leq 1\ 000$
	不锈钢换热设备*	$\leq 700$

表 4 (续)

项目	要求使用条件	允许值
$\text{SO}_4^{2-}/(\text{mg/L})$	—	$\leq 2\ 000$
$\text{Mg}^{2+} \times \text{SiO}_2$ ( $\text{Mg}^{2+}$ 以 $\text{CaCO}_3$ 计)/ ( $\text{mg/L}$ )	—	$\leq 25\ 000$
$\text{NH}_3\text{-N}/(\text{mg/L})$	—	$\leq 10$
石油类/ $(\text{mg/L})$	非炼油企业	$\leq 5$
	炼油企业	$\leq 10$
$\text{COD}_{\text{Cr}}/(\text{mg/L})$	地表水、地下水、海水淡化水	$\leq 100$
	再生水	$\leq 150$
* 不锈钢牌号为 TP316、TP316L 时, $\text{Cl}^- \leq 1\ 000\ \text{mg/L}$ ; 不锈钢牌号为 TP317、TP317L 时, $\text{Cl}^- \leq 5\ 000\ \text{mg/L}$ 。		

### 5.3 循环冷却水节水处理技术要求

#### 5.3.1 提高循环冷却水的浓缩倍数

##### 5.3.1.1 一般要求

补水水质、浓缩倍数能够满足本规范要求时,可采用 pH 值自然平衡处理技术;补水水质不符合要求,浓缩倍数不能满足本规范要求时,应对补充水或循环水(旁流水)进行处理,处理技术可采用软化、加酸、脱盐或部分脱盐等。

##### 5.3.1.2 软化处理技术

5.3.1.2.1 水质软化处理技术有:石灰软化法、石灰-碳酸钠软化法、弱酸树脂离子交换法、钠离子交换法等。

5.3.1.2.2 软化水处理的水量应根据循环冷却水系统运行参数、循环水水质要求和软化处理后能达到的水质指标经技术经济比较确定,采用弱酸树脂离子交换法时还应考虑对循环冷却水 pH 值的影响。

5.3.1.2.3 软化处理过程中产生的废水应回收利用,如可作为冲渣水和熄焦水等。无利用价值并符合排放标准或经处理后符合排放标准的可外排。

##### 5.3.1.3 脱盐或部分脱盐处理技术

5.3.1.3.1 脱盐或部分脱盐处理技术有:反渗透、离子交换(含弱酸弱碱树脂离子交换法)、电渗析、电容性去离子技术等。

5.3.1.3.2 脱盐或部分脱盐处理的水量应根据循环冷却水系统运行参数、循环水水质要求和脱盐处理后能达到的水质指标经技术经济比较确定。可采用对部分补水进行处理或部分循环冷却水进行旁流处理。

5.3.1.3.3 脱盐或部分脱盐处理时应尽可能的提高产水率,处理产生的浓水或者废水应回收利用,无利用价值并符合排放标准或经处理后符合排放标准的可外排。

##### 5.3.1.4 加酸处理技术

5.3.1.4.1 加酸量应根据循环冷却水系统运行参数、循环水控制指标和补水水质指标确定。

5.3.1.4.2 采用加酸处理技术时宜使用浓硫酸,投加浓硫酸应采用自动加酸装置,并采取相应的安全措施。

### 5.3.2 循环水水质稳定处理技术

#### 5.3.2.1 一般要求

对于循环冷却水处理无论采用 pH 值自然平衡处理技术,还是采用软化、加酸、脱盐或部分脱盐等处理技术,均需要进行水质稳定处理,包括阻垢、缓蚀、微生物控制和清洗预膜技术。

#### 5.3.2.2 阻垢缓蚀处理技术

5.3.2.2.1 阻垢缓蚀剂品种的选择及其用量,应根据补充水水质和循环冷却水系统材质按 GB/T 16632、GB/T 18175、HG/T 2160 对水处理药剂进行阻垢缓蚀性能评价。

5.3.2.2.2 应选择高效、稳定、配伍性良好的环境友好型阻垢缓蚀剂。

#### 5.3.2.3 微生物控制技术

5.3.2.3.1 应根据微生物的种类如异养菌、铁细菌、硫酸盐还原菌、硝化菌等选择适宜的杀生剂或其他控制技术。

5.3.2.3.2 为避免微生物产生抗药性,应交替使用氧化型杀生剂和非氧化型杀生剂。

5.3.2.3.3 定期投加黏泥剥离剂。

#### 5.3.2.4 清洗和预膜技术

5.3.2.4.1 循环冷却水系统开车前宜进行清洗和预膜处理。

5.3.2.4.2 应根据换热设备传热表面的污垢腐蚀情况及生产工艺状况,选择相应的清洗剂和清洗方式。

5.3.2.4.3 预膜剂及预膜方案应根据换热设备的材质、水质、温度等条件确定。

### 5.3.3 再生水回用处理技术

5.3.3.1 鼓励使用再生水作为补充水,当其用量占总补水量的 50% 以上时,再生水的水质应符合本标准再生水的指标要求。

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

#### 5.3.3.3 循环水排污水的利用

应建立分级用水制度,并建立不同水种的管网;在水平衡许可的条件下,清循环水的排污水宜作为下一级污循环、浊循环、冲灰水等的补充水使用。循环冷却水系统排水有害物质的含量应满足后续水处理系统水质要求,最终排放应满足 GB 8978 要求。

## 6 管理要求

6.1 应建立供水管网平面图、全厂水量平衡图、水处理系统流程图。

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

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

- 6.4 应建立水冷器日常检漏制度,应尽量减少循环冷却水系统的跑、冒、滴、漏,降低循环水损失率。
- 6.5 循环冷却水系统除了在符合 HG/T 3778 规定的条件下进行化学清洗、预膜外,当出现下列条件之一者,也应及时计划安排化学清洗、预膜并对技术处理方案进行调整:
- 换热设备传热面水侧污垢热阻值超过本规范的要求;
  - 换热设备传热面水侧黏附速率大于本规范的规定;
  - 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率超出本规范的限定值。
- 6.6 循环冷却水系统应严格闭路循环,不得将循环水任意排放,也不得将其他不符合循环水补水标准的水排入循环水系统。
- 6.7 使用单位应建立以下制度:
- 节水降耗效果评价制度;
  - 水处理药剂质量分析和性能评价制度;
  - 污垢热阻值、黏附速率、腐蚀速率、浓缩倍数定期评价制度;
  - 补充水、旁流处理水、循环冷却水水质定期分析制度;
  - 排污管理制度;
  - 垢样分析制度。
- 6.8 应对循环冷却水系统进出水温差、补充水量、旁流处理水量、排污水量、蒸发损失水量、风吹损失水量、非正常损失水量、循环水用作其他工艺用水量、循环冷却水量、浓缩倍数定期进行统计、分析:
- 每个循环冷却水系统补充水管、冷却水出水管、排污管、循环水用作其他工艺用水管应装设具有瞬间指示和累计功能的流量计,补充水量、循环冷却水量、排污水量、其他工艺用水量按流量计统计;
  - 每个冷却塔进、出水管应分别设置温度测量装置;
  - 浓缩倍数。
- 循环冷却水浓缩倍数按式(1)计算:

$$N = \frac{\rho_{K_{循}}}{\rho_{K_{补}}} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $N$  ——循环水浓缩倍数;
- $\rho_{K_{循}}$  ——循环冷却水中钾离子的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
- $\rho_{K_{补}}$  ——补充水中钾离子的质量浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L)。

注:也可采用在系统中相对稳定的其他离子。

- 6.9 使用单位每天应记录补充水量、排污水量、循环冷却水量,并计算浓缩倍数。每月应对其进行统计分析。
- 6.10 定期对水质进行全分析,检测指标参见附录 A 表 A.1。
- 6.11 定期对垢样进行全分析,检测指标参见附录 A 表 A.2。
- 6.12 按如下要求,腐蚀速率每月至少监测一次:
- 腐蚀试管、腐蚀试片的材质应与换热设备传热面的材质相同;
  - 腐蚀试片的制作应符合 HG/T 3523 的规定;
  - 腐蚀试管的孔径应经计算确定,腐蚀试管内的流速应与换热设备传热面的流速相同,腐蚀试管的制作技术要求可参照 HG/T 3523 的规定;
  - 每月按失重法监测腐蚀试管、腐蚀试片的腐蚀速率,监测装置内同时放置有腐蚀试管和腐蚀试片的,以腐蚀试管的腐蚀数据为准,腐蚀试片数据作参考;
  - 腐蚀速率应符合本规范的规定,当腐蚀速率超过规定时,应查明原因,及时处理。



- 6.13 黏附速率每季度至少监测一次,当黏附速率超过本规范规定时,应查明原因,及时处理。
- 6.14 每周监测异养菌总数一次,当异养菌总数超过本规范规定时,应查明原因,及时处理。
- 6.15 每周监测生物黏泥一次,当生物黏泥超过本规范规定时,应查明原因,及时处理。
- 6.16 应严格管理塔池出口滤网,防止杂物堵塞水冷器。

附 录 A  
(资料性附录)  
标准中所使用的表式

表 A.1、表 A.2 分别给出了水质分析、垢样分析用表的表式。

表 A.1 水质分析表

单位名称			分析日期		取样日期	
			水样名称		取样人姓名	
分析项目	补充水 mg/L	循环水 mg/L	分析项目	补充水 mg/L	循环水 mg/L	
K <sup>+</sup>			pH 值			
Ca <sup>2+</sup>			总硬度			
Mg <sup>2+</sup>			酚酞碱度			
可溶性铁			总碱度			
Cu <sup>2+</sup>			耗氧量			
氨氮			悬浮物			
OH <sup>-</sup>			溶解固形物			
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			电导率			
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			浊度			
Cl <sup>-</sup>			溶解氧			
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			油含量			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>						
总磷						
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>						
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>						
总铁						
浓缩倍数						
黏泥量						
细菌数						
备注	可按需要选择测定项目					
分析			审核			

表 A.2 垢样分析报告

单位名称：	系统名称：
取样设备位号：	取样部位：
样品名称：	报告日期：
取样日期：	分析者：
项 目	结 果
外观	
550 ℃灼烧失重/%	
950 ℃灼烧失重/%	
CaO/%	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /%	
MgO/%	
ZnO/%	
SiO <sub>2</sub> /%	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /%	
CuO/%	
其他	
备注	可按需要选择测定项目
取样部位照片	取样部位照片