



中华人民共和国国家标准

GB/T 31329—2025

代替 GB/T 31329—2014

循环冷却水节水技术规范

Technical specification for water-saving in circulating cooling water system

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

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

本文件代替 GB/T 31329—2014《循环冷却水节水技术规范》，与 GB/T 31329—2014 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- b) 更改了循环冷却水补充水水质要求(见表 1 和表 2,2014 年版的表 1 和表 2)；
- c) 删除了根据补充水来源不同的系统控制要求,增加了统一的系统控制要求(见 5.2.1 和 5.2.2,2014 年版的 5.2.1 和 5.2.2)；
- d) 增加了年补常规水率的要求(见 5.2.3)；
- e) 更改了循环冷却水水质控制指标(见表 3,2014 年版的表 3 和表 4)；
- f) 删除了软化处理技术和脱盐或部分脱盐处理技术(见 2014 年版的 5.3.1.2 和 5.3.1.3)；
- g) 删除了水质稳定技术的内容(见 2014 年版的 5.3.2)；
- h) 增加了循环冷却水节水处理过程控制要求(见 5.3.2)；
- i) 删除了非必要节水的管理要求(见 2014 年版的第 6 章)；
- j) 增加了健康、安全、环保要求(见第 7 章)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由全国化学标准化技术委员会(SAC/TC 63)归口。

本文件起草单位：中海油天津化工研究设计院有限公司、山东泰和科技股份有限公司、广州特种设备检测研究院、苏州苏沃特环境科技股份有限公司、华电郑州机械设计研究院有限公司、天津正达科技有限责任公司、中海油惠州石化有限公司、上海未来企业股份有限公司、石家庄给源环保科技有限公司、山东凯瑞化学有限公司、常州中南化工有限公司、嘉兴沃特泰科环保科技股份有限公司、鞍钢栗田(鞍山)水处理有限公司、上海洗霸科技股份有限公司、上海高森水处理有限公司、四川润兴环保科技有限公司、上海赛翠克环保科技有限公司、河南心连心化肥检测有限公司、中石化(北京)化工研究院有限公司、江苏格陵兰传热科技有限公司。

本文件主要起草人：白莹、王东宇、杜玉辉、徐富、赵保华、聂明、花飞、姚永清、李永广、孙宝季、张洪明、曹绪准、曲立伟、吉庆霞、张菊芳、马腾霄、葛凤、王传斌、谢文州、杨鲁旭、郭廷晖。

本文件于 2014 年首次发布,本次为第一次修订。

循环冷却水节水技术规范

1 范围

本文件规定了敞开式间接循环冷却水系统节水技术总体要求和原则、技术要求、日常管理以及健康、安全、环保要求,描述了相应的证实方法。

本文件适用于以节水减排为目标,以地表水、地下水等常规水和海水淡化水、再生水等非常规水为补充水的循环冷却水系统。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 6911 工业循环冷却水和锅炉用水中硫酸盐的测定
- GB/T 6913 锅炉用水和冷却水分析方法 磷酸盐的测定
- GB/T 14415 工业循环冷却水和锅炉用水中固体物质的测定
- GB/T 14424 工业循环冷却水中余氯的测定
- GB/T 14427 锅炉用水和冷却水分析方法 铁的测定
- GB/T 14643.1 工业循环冷却水中菌藻的测定方法 第1部分:黏液形成菌的测定 平皿计数法
- GB/T 15451 工业循环冷却水 总碱及酚酞碱度的测定
- GB/T 15452 工业循环冷却水中钙、镁离子的测定 EDTA 滴定法
- GB/T 15453 工业循环冷却水和锅炉用水中氯离子的测定
- GB/T 15456 工业循环冷却水中化学需氧量(COD)的测定 高锰酸钾指数法
- GB/T 15893.1 工业循环冷却水中浊度的测定 散射光法
- GB/T 16632 水处理剂阻垢性能的测定 碳酸钙沉积法
- GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
- GB/T 18175 水处理剂缓蚀性能的测定 旋转挂片法
- GB/T 21534 节约用水 术语
- GB/T 22592 水处理剂 pH 值测定方法通则
- GB/T 23838 工业循环冷却水中悬浮固体的测定
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- HG/T 2160 冷却水动态模拟试验方法
- HG/T 3778 冷却水系统化学清洗、预膜处理技术规则
- HG/T 4207 工业循环冷却水异养菌菌数测定 平皿计数法
- HJ 505 水质 五日生化需氧量(BOD₅)的测定 稀释与接种法
- HJ 537 水质 氨氮的测定 蒸馏-中和滴定法
- HJ 637 水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法

3 术语和定义

GB/T 21534、GB/T 50050、HG/T 3778 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

常规水 conventional water

达到一定的水质标准,可在生产生活中直接利用的水,主要包括地表水、地下水、自来水等。

3.2

非常规水 unconventional water

经处理后可以利用或在一定条件下可直接利用的再生水、集蓄雨水、海水及海水淡化水、矿坑(井)水、微咸水等。

4 总体要求和原则

4.1 应以节约用水、减少排污、节约能源、降低碳排放为目标,通过提高非常规水利用比例,减少常规水的用量。通过水质控制和处理工艺改进等方式提高浓缩倍数。

4.2 应建立分级用水制度,提高水的重复利用率。

4.3 应根据水源种类及水量水质、水冷器材及运行条件等因素,统筹考虑腐蚀、结垢、微生物滋生等情况,在保证系统安全、节能的前提下,采用高效的循环冷却水处理技术。

4.4 应满足健康、安全、环保的要求,使用环境友好型水处理药剂。

4.5 需综合考虑气象条件、地理位置及生态环境要求等因素,优先选用消雾型等节水型冷却塔。

4.6 应设有旁滤处理设施,选择过滤精度高、效率高的节水型旁滤设备。如有旁流处理需求,需综合考虑水质水量、技术可行性、经济性等因素选择处理工艺。

4.7 新建、扩建或改建的循环冷却水系统,应选择节水型工艺技术及设备。

4.8 宜采用数字化、智能化的监控技术和节水设备。

5 技术要求及证实方法



5.1 循环冷却水补充水水质

5.1.1 采用常规水为补充水时,应根据水源水质、循环冷却水水质控制指标和工况条件等,经技术经济比较,确定适当的循环冷却水处理工艺及浓缩倍数。

5.1.2 常规水用作循环冷却水系统补充水时,水质应符合表 1 的要求。

表 1 常规水作为补充水的水质要求

项目	允许值	测定标准
浊度(NTU)	≤3.0	GB/T 15893.1
pH 值(25 °C)	6.0~8.5	GB/T 22592
总铁(Fe)/(mg/L)	≤0.3	GB/T 14427
氯离子(Cl ⁻)/(mg/L)	≤200	GB/T 15453
石油类/(mg/L)	≤0.3	HJ 637

5.1.3 采用非常规水作为作循环冷却水系统补充水时,水质应符合表 2 的要求。

表 2 非常规水作为补充水的水质要求

项目	允许值	测定标准
pH 值(25 ℃)	6.5~8.5	GB/T 22592
悬浮物/(mg/L)	≤10	GB/T 23838
BOD ₅ /(mg/L)	≤10	HJ 505
COD _{Cr} /(mg/L)	≤60	GB/T 15456
总铁(Fe)/(mg/L)	≤0.3	GB/T 14427
氯离子(Cl ⁻)/(mg/L)	≤300	GB/T 15453
钙硬度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L)	≤350	GB/T 15452
总碱度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L)	≤250	GB/T 15451
氨氮(NH ₃ -N)/(mg/L)	≤3.0	HJ 537
总磷(以 PO ₄ ³⁻ 计)/(mg/L)	≤3.0	GB/T 6913
总溶解性固体/(mg/L)	≤1 500	GB/T 14415
石油类/(mg/L)	≤2.0	HJ 637
异养菌总数/(个/mL)	<1 000	HG/T 4207

5.2 循环冷却水系统控制

5.2.1 换热设备传热面水侧黏附速率不大于 15 mg/(cm²·月),炼油行业不大于 20 mg/(cm²·月),黏附速率的测定按 HG/T 2160 执行。

5.2.2 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于 0.075 mm/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 mm/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 mm/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 mm/a。腐蚀速率的测定按 GB/T 18175 执行。

5.2.3 年补常规水率不大于 12‰,按公式(1)计算:

$$\omega = \frac{Q_1 \Delta T_1}{Q_2 \Delta T_2} \times 1\,000\text{‰} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ω ——年补常规水率;

Q_1 ——循环冷却水系统年补常规水量,单位为立方米(m³);

ΔT_1 ——循环水系统设计温差,单位为摄氏度(°C)($\Delta T_1 = 10$);

Q_2 ——年循环水量,单位为立方米(m³);

ΔT_2 ——循环水系统供回水温差,单位为摄氏度(°C)。

5.2.4 循环冷却水异养菌总数不大于 1.0×10⁵ 个/mL,异养菌总数的测定按 HG/T 4207 执行。

5.2.5 循环冷却水生物黏泥量不大于 2.0 mL/m³,炼油行业不大于 3.0 mL/m³,黏泥量的测定按 GB/T 14643.1 执行。

5.2.6 循环冷却水系统水质控制指标应符合表 3 的要求。

表 3 循环冷却水水质控制指标

项目	要求使用条件	允许值	测定标准
浊度/NTU	根据生产工艺要求确定	≤20	GB/T 15893.1
	换热设备为板式、翅片管式、螺旋板式	≤10	
pH 值(25℃)	—	7.0~9.5	GB/T 22592
钙硬度 + 总碱度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L)	自然 pH 运行工艺	≤1 100	GB/T 15452
	加酸工艺	≤1 800	GB/T 15451
总铁(Fe)/(mg/L)	—	≤2.0	GB/T 14427
Cl ⁻ /(mg/L)	水走管程;碳钢、不锈钢换热设备	≤1 000	GB/T 15453
	水走壳程;不锈钢换热设备传热面水侧壁温小于或等于 70℃,循环冷却水出水温度小于 45℃	≤700	
SO ₄ ²⁻ /(mg/L)	—	≤2 000	GB/T 6911
游离氯/(mg/L)	循环回水总管处,连续加氯	0.05~0.5	GB/T 14424
石油类/(mg/L)	非炼油企业	≤5	HJ 637
	炼油企业	≤10	
COD _{Cr} /(mg/L)	常规水	≤100	GB/T 15456
	非常规水	≤150	
浓缩倍数 ^a	—	≥5.0	GB/T 50050

^a 非常规水回用率大于 50%时,浓缩倍数≥3.0。

5.3 循环冷却水节水处理技术

5.3.1 提高循环冷却水的浓缩倍数

- 5.3.1.1 当补充水中氯离子含量接近补充水水质要求上限时,宜选择氯离子作为浓缩倍数的确定依据。
- 5.3.1.2 当补充水水质、浓缩倍数满足本文件要求时,可采用自然 pH 运行工艺。
- 5.3.1.3 当补充水的钙硬度+总碱度过高,浓缩倍数不能满足本文件要求时,应对循环冷却水系统进行加酸处理。加酸量应根据循环冷却水系统运行参数、循环冷却水水质控制指标和补充水水质指标确定。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 循环冷却水节水处理过程控制

5.3.2.1 清洗、预膜



- 5.3.2.1.1 清洗、预膜方案的确定和过程实施按 HG/T 3778 执行。
- 5.3.2.1.2 清洗过程应添加缓蚀剂,宜采用低 COD、低磷、低氮的缓蚀剂,清洗过程中 pH 值宜控制在 4.0~6.0。
- 5.3.2.1.3 清洗置换到总铁小于 2 mg/L 和浊度小于 20NTU 时,开始预膜。
- 5.3.2.1.4 检修后装置开车,宜水洗后直接预膜。
- 5.3.2.1.5 宜采用基础投加缓蚀型阻垢缓蚀剂或低磷预膜方案。

5.3.2.2 冷态运行

5.3.2.2.1 应选择耐氯分解和停留时间长的阻垢缓蚀剂。

5.3.2.2.2 应以控制腐蚀为主,当钙硬度小于 50 mg/L 或总碱度小于 80 mg/L 时,宜补加氯化钙或碳酸氢钠。

5.3.2.2.3 应以氧化型杀生剂为主,非氧化型杀生剂为辅。

5.3.2.2.4 水质应符合表 3 的要求(总铁除外),且总铁应不大于 1.0 mg/L。

5.3.2.3 正常工况运行

5.3.2.3.1 阻垢缓蚀

5.3.2.3.1.1 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 等进行阻垢缓蚀性能试验和动态模拟试验后确定。并结合现场应用试验,确定阻垢缓蚀方案。

5.3.2.3.1.2 对于“钙硬度+总碱度”小于 100 mg/L 的补充水水质,应采用自然 pH 运行工艺,宜通过 GB/T 18175 的缓蚀性能测定试验和 HG/T 2160 的动态模拟试验,确定“钙硬度+总碱度”的控制下限。

5.3.2.3.1.3 对于“钙硬度+总碱度”介于 100 mg/L~300 mg/L 之间的补充水水质,在满足浓缩倍数要求下,可采用自然 pH 运行工艺,宜通过 GB/T 16632 的阻垢性能测定试验和 HG/T 2160 的动态模拟试验评价阻垢效果,宜通过 HG/T 4541 的极限碳酸盐法确定“钙硬度+总碱度”的控制上限;对于其中钙硬度大于 100 mg/L 的补充水水质,宜参照 5.3.2.3.1.4 执行。

5.3.2.3.1.4 对于“钙硬度+总碱度”大于 300 mg/L 的补充水水质,应采用加酸工艺,宜通过 GB/T 18175 的缓蚀性能测定试验和 HG/T 2160 的动态模拟试验,确定钙硬度和总碱度的对应关系。

5.3.2.3.1.5 应结合循环水水质确定锌离子的控制范围。

5.3.2.3.1.6 宜结合全厂磷平衡和环保要求,确定循环冷却水中的磷含量的控制范围。

5.3.2.3.2 微生物控制

5.3.2.3.2.1 应根据实际工况,选择适宜的杀生剂或其他控制技术。

5.3.2.3.2.2 应以氧化型杀生剂为主,非氧化型杀生剂为辅,非氧化型杀生剂宜进行不同种类交替投加。

5.3.2.3.2.3 新型杀生剂和黏泥剥离剂进行经现场应用试验评价。杀生剂的评价时间为 1 h、8 h、24 h、48 h 和 72 h;黏泥剥离剂宜监测 8 h、24 h 和 48 h 的浊度、异养菌总数和生物黏泥量。

5.3.2.4 异常工况运行

5.3.2.4.1 物料泄漏

5.3.2.4.1.1 物料泄漏时,如对旁滤(流)系统产生影响,应及时关闭旁滤(流)系统。

5.3.2.4.1.2 应在实施查漏堵漏措施的同时,针对泄漏后循环冷却水水质,优化水处理方案:

- a) 若游离氯降低或消失,应提高氧化型杀生剂投加量,若增投氧化型杀生剂至原剂量 3 倍时游离氯仍难以维持,应停止连续投加氧化型杀生剂,改为冲击性投加氧化型或非氧化型杀生剂;
- b) 若 pH 值变化超出控制范围,应通过加碱或酸调节总碱度至阻垢缓蚀剂的适用范围;
- c) 视情况提高阻垢缓蚀剂投加量或对阻垢缓蚀剂配方进行调整。

5.3.2.4.2 监测换热器结果异常

5.3.2.4.2.1 水质波动或超过控制范围时,调整水质满足控制要求。

5.3.2.4.2.2 水质调整后结果仍异常时,应调整水处理方案。

6 日常管理

6.1 使用单位应建立管理制度,包括但不限于以下内容:

- a) 节水效果评价,例如排污水量减少量、年补常规水率;
- b) 水处理药剂质量分析和性能评价;
- c) 黏附速率、腐蚀速率、浓缩倍数定期评价;
- d) 定期分析补充水、旁滤(流)水、循环冷却水水质(报告见附录 A);
- e) 排污管理;
- f) 垢样分析(报告见附录 A);
- g) 旁滤(流)处理效果评价。

6.2 应结合实际情况做好加药处理、补充水处理和旁滤(流)水处理工作,使黏附速率、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文件的要求。

6.3 应及时记录水处理药剂使用种类、数量和时间。

6.4 应建立换热器日常查漏及泄漏修复制度。

6.5 循环冷却水计量仪表的相关要求应符合 GB 17167 的有关规定。

7 健康、安全、环保

7.1 应制定并执行循环冷却水系统的安全操作规程,确保工作人员的安全。定期开展 HSE(健康、安全、环境)相关培训并提供必要防护措施,最大限度地减少事故发生和人身伤害。

7.2 应做好危害识别、风险评价和隐患治理工作。

7.3 固体废物收集、贮存、运输、处置以及污水排放应符合国家和地方相关法律法规的规定。

7.4 危险化学品的储存及使用按照《危险化学品安全管理条例》的规定执行。



附 录 A
(资料性)
分析报告示例

水质分析报告和垢样分析报告的示例见表 A.1 和表 A.2。

表 A.1 水质分析报告

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	循环水	分析项目	补充水	循环水	
K ⁺ /(mg/L)			pH 值(25 ℃)			
钙硬度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L)			COD _{Cr} /(mg/L)			
可溶性铁			悬浮物/(mg/L)			
Cu ²⁺			总溶解性固体/(mg/L)			
氨氮			电导率			
氯离子(Cl ⁻)/(mg/L)			浊度/NTU			
SO ₄ ²⁻			石油类/(mg/L)			
总磷/(mg/L)			BOD ₅ /(mg/L)			
总铁/(mg/L)			浓缩倍数			
总硬度/(mg/L)			生物黏泥量/(mL/m ³)			
酚酞碱度			异养菌总数/(个/mL)			
总碱度(以 CaCO ₃ 计)/(mg/L)						
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 °C 灼烧失重 / %	
950 °C 灼烧失重 / %	
CaO / %	
Fe ₂ O ₃ / %	
P ₂ O ₅ / %	
MgO / %	
ZnO / %	
SiO ₂ / %	
Al ₂ O ₃ / %	
CuO / %	
酸不溶物 / %	
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

参 考 文 献

- [1] HG/T 4541 水处理剂 阻垢性能的测定 极限碳酸盐法
 - [2] 危险化学品安全管理条例
-



