



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

## 工业循环冷却水零排污技术规范

Technical specification for zero blowdown of industrial circulating cooling water

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

(本草案完成时间：2023.6.2)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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水处理剂分会（SAC/TC63/SC5）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

本文件主要起草人：

# 工业循环冷却水零排污技术规范

## 1 范围

本文件规定了工业循环冷却水系统零排污技术控制要求、工艺设计和管理要求。

本文件适用于敞开式间冷循环冷却水系统的零排污设计和运行。本文件不适用于蒸发水量为零的循环水系统及直冷式循环冷却水系统。本文件不适用于以海上用作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 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
- GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- 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 15452 工业循环冷却水中钙、镁含量的测定 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 工业循环水(COD)的测定 高锰酸钾法
- GB 15897 危险废物贮存污染控制表走
- GB/T 15983.1 工业循环冷水中浊度的测定 散射光法
- GB/T 21534 工业用水节水 术语
- GB/T 22592 水处理剂 pH值测定方法通则
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范
- 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
- HJ 298 危险废物鉴别技术规范
- 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

下列术语和定义适用于本文件。

GB/T 21534 、GB/T 50050界定的术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**零排污** zero blowdown

工业循环冷却水系统中排污水量为零的运行方式。

4 总则

- 4.1 循环冷却水零排污技术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，同时选用适合循环水零排系统的水处理药剂。
- 4.2 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。
- 4.3 循环冷却水零排污技术应选择先进的水处理技术以实现循环水系统的零排污稳定运行。
- 4.4 循环冷却水零排污技术应使用先进模块化处理技术和高效水处理剂配方，使腐蚀速率、黏附速率、生物粘泥等达到 7.2.3 的要求。
- 4.5 循环冷却水零排污技术应满足环境保护的要求，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。
- 4.6 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，积极采用智慧水务管理等新技术。

5 工艺流程

5.1 概述

以满足进水要求的水源作为循环水的补充水，利用循环冷却水系统自身可以浓缩的特性，通过多种处理工艺的高效耦合，辅之高效水处理剂的应用，在循环冷却水系统稳定运行的同时将其含盐量浓缩到 10%左右。通过对旁滤反洗水进行处理，利用降浊、除硬、分质浓缩、蒸发结晶等工艺逐步减量化处理，将盐份排出系统，达到循环水系统零排污运行的目标。

5.2 推荐工艺

循环冷却水零排污处理工艺推荐路线见图1和图2，无需进行盐分分离可选择图1工艺路线，需要对盐分进行精细化分离可选择图2工艺路线。

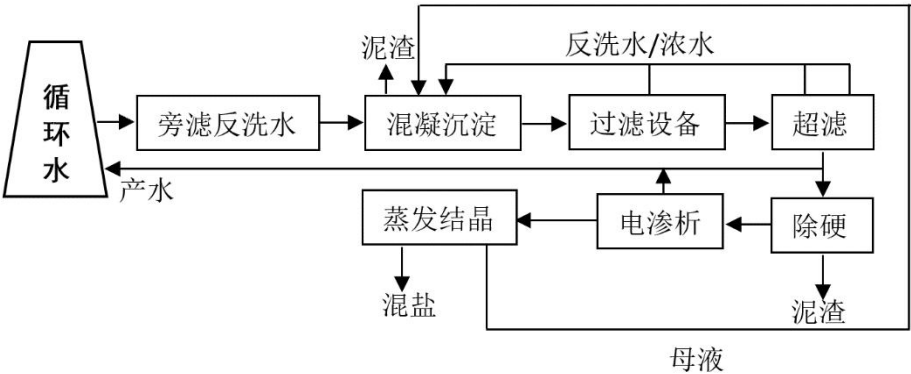


图 1 循环冷却水零排污直接蒸发结晶处理工艺路线

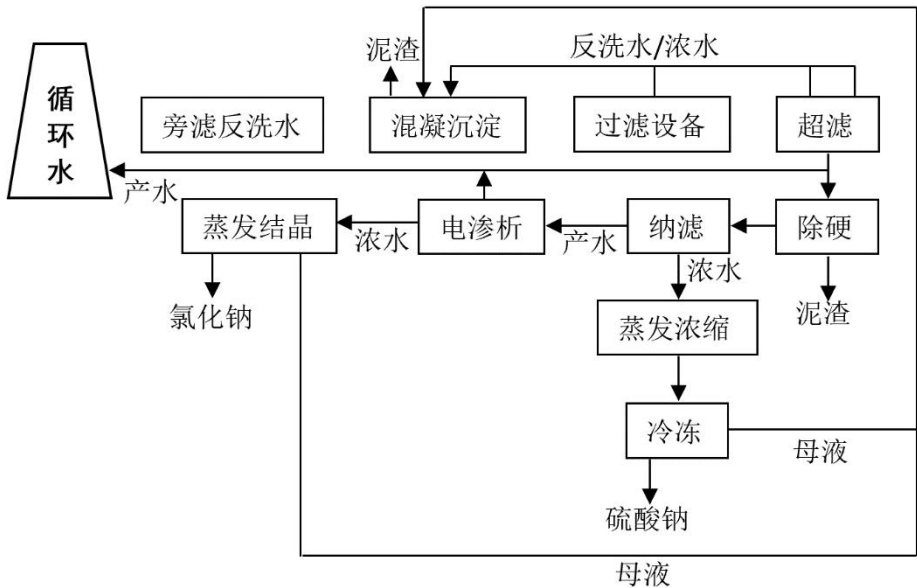


图 2 循环冷却水零排污分盐结晶处理工艺路线

6 工艺流程单元控制要求

6.1 循环水系统

通过投加适用于循环水高浓缩倍数运行的缓蚀阻垢剂和杀菌剂等水处理药剂，以保证水质处理目标达到7.2控制指标要求。药剂具体使用情况应根据现场水质确定。

6.2 旁滤（旁流水处理）

循环冷却水系统旁滤水量宜为循环水量的1%~5%，对于多沙尘地区或空气灰尘指数偏高地区可适当提高。旁滤处理设施宜采用砂、多介质等介质过滤器。旁滤出水浊度应小于3.0NTU。

6.3 混凝沉淀

6.3.1 可根据情况选用平流沉淀池、气浮沉淀池、高效沉淀池等工艺。

6.3.2 采用平流沉淀池工艺时，应满足以下要求：

- 混凝沉淀时，出水悬浮物含量一般不超过 20mg/L；
- 池数或分格数一般不少于2个；
- 池内平均水平流速一般为 10mm/s~25mm/s；
- 沉淀时间应根据原水水质和沉淀后的水质要求确定，一般为1.0h~3.0h；
- 通过静态管式混合器混凝剂，使投加的混凝剂、助凝剂在管道内瞬时混合。混合率可达90%-95%，并且混合器安装应尽量靠近沉淀池。

6.3.3 气浮沉淀池适用于含有疏水性悬浮物（SS）及脱稳胶体颗粒，且SS浓度不超过5000mg/L的进水处理。气浮出水的SS应满足下一级处理系统的进水水质要求。

6.3.4 高效沉淀池一般包括快混区、絮凝区和沉淀区三部分。混合时间宜为0.5~1.0 min，絮凝时间宜为8~15 min，沉淀池表面负荷宜为10~20 m<sup>3</sup>/（m<sup>2</sup>·h），污泥回流比宜为3%~6%。

## 6.4 过滤设备

采用机械过滤器、高效纤维过滤器等进行过滤处理，过滤器主要性能指标见表1。

表1 过滤器主要性能指标

设备名称			运行流速		进水品质	出水品质
机械过滤器	单流	单层滤料	混凝澄清	接触混凝	悬浮物(SS)≤20mg/L 悬浮物(SS)≤10mg/L	悬浮物（SS）≤5mg/L 悬浮物（SS）≤2mg/L
			8m/h~10m/h	≤10m/h		
		双层滤料	10m/h~14m/h			
		三层滤料	18m/h~20m/h			
	双流	单层滤料	15m/h~18m/h			
高效纤维过滤器			20m/h~30m/h		悬浮物(SS)≤15mg/L	悬浮物（SS）≤1mg/L

## 6.5 超滤

6.5.1 工作温度适应范围应在5℃~40℃。

6.5.2 最大进水压力应不小于0.3Mpa，允许跨膜压差应不小于0.2Mpa，允许操作压力应不小于0.20MPa。

6.5.3 中空纤维超滤膜组件允许反冲洗进水压力应不小于0.20MPa。

6.5.4 超滤膜组件的纯水通量应不小于150L/(m<sup>2</sup>·h)，在海水的进水浊度不大于5NTU时，超滤膜组件的海水通量应补小于50L/(m<sup>2</sup>·h)。

6.5.5 超滤膜组件产水浊度应不大于0.2NTU，产水SDI值应不大于3。

## 6.6 软化除硬

采用石灰软化法、树脂法、电化学等工艺处理模块，去除水中的硬度。石灰软化法的进出水要求见表2。树脂法的进出水要求见表3。除硬后的出水按比例，一部分返回到循环水系统、一部分进入后续蒸发/分盐单元进行分质浓缩。

表2 石灰软化法的进出水要求

出水水质		进水水质	
硬度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碱度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碳酸盐硬度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碳酸盐硬度与总硬度比值
<2	40-60	>150	>0.5

表3 树脂法的进出水要求

系统名称 及代号	出水水质		进水水质		
	硬度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碱度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	总硬度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碳酸盐硬度 [mg/L (CaCO <sub>3</sub> ) ]	碳酸盐硬度与总硬度比值
单钠Na	<2	与进水相同	≤325	——	——
氢、钠串联 H—D—Na	<0.25	25-15	——	>50	<0.5
氢、钠并联 H Na } —D	<2	25-15	——	——	>0.5

二级钠 Na—Na	<0.25	与进水相同	——	——	——
弱酸Hw	——	<50	——	——	>0.5
注1： 表中符号H—强酸阳离子交换器；D—除二氧化碳器；Hw—弱酸阳离子交换器；Na—钠离子交换器。 注2： 弱酸阳离子交换器单独用于去除碳酸盐硬度； 注3： 弱酸阳离子交换器出水硬度等于原水非碳酸盐硬度与出水碱度之和，出水碱度指平均出水碱度。					

6.7 电渗析

电渗析装置一般进水水质要求如下：

- 水温：5℃~40℃；
  - 进水pH值：2~10；
  - 进水黏度：<10 mPa·s；
  - 总悬浮物（TSS）：<1 mg/L；
  - 游离氯：<3 mg/L；
  - 铁离子：<0.3 mg/L；
  - 锰离子：<0.1 mg/L；
  - 成垢离子：浓缩后成垢离子的离子积应小于难溶盐溶度积，如，水中同时含有SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，Ca<sup>2+</sup>，则要求浓缩后[SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>][Ca<sup>2+</sup>]<4.93×10<sup>-5</sup>；
  - 其他：进水中不应含挥发酚、挥发性卤代烃、石油、苯系物、表面活性剂、丙酮、四氢呋喃、二氯甲烷、甲苯等。
- 若含有上述物质或有其他特殊要求的，宜另行规定。

6.8 纳滤

- 6.8.1 进水要求进水淤积指数（SDI）<5，余氯<0.1。
- 6.8.2 Na<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>等一价离子脱除率应不小于30%，产水量应不小于30L/（m<sup>2</sup>·h）；Mg<sup>2+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>等二价离子脱除率应不小于90%，产水量应不小于21L/（m<sup>2</sup>·h）。

6.9 蒸发结晶处理

经除盐、除硬后的水可直接进入蒸发结晶器，处理后产生的盐分直接作为固废处理。

7 水质及监测要求

7.1 补水要求

循环冷却水零排污技术可选取地表水、地下水、再生水或海水淡化水等水源用作系统补充水，其水质经处理后应符合表4的规定，以保证循环水系统高浓缩倍率运行。

表 4 补充水的水质要求

项目	允许值	测定标准
pH值	6.0~9.0	GB/T 22592
悬浮物SS/（mg/L）	≤10	GB/T 11901

项目	允许值	测定标准
浊度 (NTU)	≤10	GB/T 15983.1
COD <sub>Cr</sub> / (mg/L)	≤60	GB/T 15456
石油类/ (mg/L)	≤5	HJ 637

## 7.2 循环冷却水水质要求

### 7.2.1 循环冷却水系统的浓缩倍数

采用表4水质为补充水的水源时，应根据水源水质、冷却水水质控制指标和工况条件等，使循环水系统浓缩倍数满足不大于25，运行过程中应确保补充水水质满足表1的要求。

### 7.2.2 循环冷却水系统水质指标

循环冷却水系统运行过程中水质应满足表5要求。

表5 循环冷却水水质控制指标

项目	使用条件	允许值	测定标准
pH值	—	6.0~9.0	GB/T 22592
浊度 (NTU)	根据生产工艺要求确定	≤30	GB/T 15983.1
水中固体物质 (含盐量) /%		≤10%	GB/T 14415
钙硬度+甲基橙碱度 (以CaCO <sub>3</sub> 计) (mg/L)	——	≤5000	GB/T 15452
总Fe (mg/L)	——	≤2.0	GB/T 14427
Cl <sup>-</sup> (mg/L)	碳钢、不锈钢、铜换热设备	≤50000	GB/T 15453
游离氯		0.1~0.5	GB/T 14424
石油类 (mg/L)		≤10	HJ 637
COD <sub>Cr</sub> (mg/L)		≤1000 (焦化行业)	GB/T 15456
		≤300 (其它行业)	

### 7.2.3 循环水零排污系统控制条件和指标

7.2.3.1 换热设备传热面水侧黏附速率不大于 15mg/(cm<sup>2</sup>·月)，石油化工业不大于 20mg/(cm<sup>2</sup>·月)。

7.2.3.2 碳钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于 0.075mm/a，铜合金和不锈钢换热设备传热面水侧腐蚀速率小于 0.005mm/a；

7.2.3.3 循环冷却水异养菌总数不大于 1.0×10<sup>6</sup>个/mL。

7.2.3.4 循环冷却水生物黏泥不大于 2.0mL/m<sup>3</sup>，石油化工业不大于 3.0mL/m<sup>3</sup>。

## 8 安全及环保要求

8.1 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。

8.2 循环冷却水系统应严格闭路循环，不得将循环水任意排放，也不得将其它不符合循环水补水标准的水排入循环水系统。

8.3 根据《国家危险废物名录》和 GB 5085.7、HJ 298 等对污泥、混盐进行鉴别。经鉴别属于危险废物的，应根据自身条件进行深度无害化处理，或交由有资质的专业危险废物处理机构进行处置，危险废物在厂内的贮存和转移过程应遵守 GB 18597 的相关规定；经鉴别属于一般固体废物的，应按 GB 18599 的要求进行处理。

8.4 厂界噪声排放应符合 GB 12348 的规定。

8.5 酸、碱、次氯酸钠等化学品的储存及使用应严格执行《危险化学品管理条例》中的规定。

8.6 装置间距及现场消防设施应符合国家现行防火规范的规定。

8.7 应严格管理塔池出口滤网，防止杂物堵塞水冷器。

## 9 劳动安全与职业卫生

9.1 加药间、酸碱贮罐、药剂贮存间应设置喷淋冲洗等防护设施。

9.2 应为运行操作和维修人员配备必要的劳动安全卫生设施和劳动防护用品，各种设施及防护用品应由专人维护保养，保证其完好、有效。

9.3 应建立安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。

## 10 运行与维护

10.1 使用单位及时记录水处理药剂使用种类、数量和时间。。

10.2 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。

10.3 使用单位应建立以下制度：

- 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；
- 排污和旁滤反洗管理制度；
- 垢样分析制度。

10.4 应对循环冷却水系统进出水温差、补充水量、旁流处理水量、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（浓缩倍数可使用K离子，也可采用在系统中相对稳定的其他离子）。
- 每天应记录补充水量、循环冷却水量，并计算浓缩倍数。每月应对其进行统计分析。

10.5 按照循环水处理方案的要求，定期对水质进行分析。