《石油化工废水处理回用与近零排放技术导则》

（征求意见稿）

编制说明

《石油化工废水处理回用与近零排放技术导则》编制组

二〇二六年十一月

目 次

一、工作简况.....2

二、标准制定必要性.....9

三、国内外相关标准研究.....11

四、同类工程现状调研.....11

五、主要技术内容及说明.....12

六、标准实施的环境效益与经济技术分析.....13

七、标准实施建议.....13

八、征求意见处理情况说明.....13

九、技术审查工作情况说明.....13

《石油化工废水处理回用与近零排放技术导则》编制说明

一、工作简况

1、任务来源

2023 年 10 月，中国石油天然气股份有限公司下达了“炼化污水全链条控制及“近零排放”成套技术开发”（2023DJ6909）研究任务，其中提出了制定《石油化工污水全链条管控近零排放工程技术导则》标准的任务。中国昆仑工程有限公司、苏伊士环境科技（北京）有限公司承担该标准的编制工作。参编单位有中国石油天然气股份有限公司华北石化分公司、中国石油天然气股份有限公司四川石化分公司、中国石油天然气股份有限公司大庆石化分公司、中国石油天然气股份有限公司兰州石化分公司、中国石油天然气股份有限公司锦西石化分公司。

随着社会环保意识要求的不断加强，对企业污染物减排的要求也越来越高。特别是针对石油炼制、石油化工等行业提出了污染物排放量逐年降低的明确要求，石油化工企业的废水“近零排放”技术需求越来越迫切，亟需投资合理、运行效果稳定可靠的相关处理技术为石油化工企业废水“近零排放”工程提供技术支撑。

本标准为规范石油化工废水处理回用与近零排放处理、结晶盐回用工程技术指导，确保处理效果，提出源头减污控盐、过程提效控制、末端回用资源化的污水全链条管控、回用与近零排放技术体系，实现石油化工企业的减污控盐、绿色循环经济，引领石油化工企业废水处理行业实现跨越式发展。

2、协作单位

本标准编写主要由本文件起草单位：中国昆仑工程有限公司、苏伊士环境科技（北京）有限公司。

3、主要工作过程

3.1 成立标准制订编制组

2023 年 10 月任务下达后，项目承担单位中国昆仑工程有限公司和苏伊士环境科技（北京）有限公司即成立标准制订编制组（以下简称编制组）。编制组初步拟定了标准制订的原则、工作目标、工作内容和技术路线，讨论了在标准编制过程中可能遇到的问题、标准定位及侧重点，并根据标准编制任务，制定了详细的标准编制计划与任务分工。

3.2 查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案

石油化工是国民经济的重要支柱产业，经济总量大，产业关联度高，与经济发展、人民生活和国防军工密切相关，在我国工业经济体系中占有重要地位。改革开放以来，我国石油化工工业发展取得了长足进步，基本满足了经济社会发展和国防科技工业建设的需要。但与发达国家相比，在技术创新、产业结构、绿色发展等方面仍有一定差距。

以石油炼制工业为重要基础产业的美国，很早就颁布了石油炼制工业水污染物排放标准，且已经为水污染减排做出了重要贡献。美国石油炼制工业水污染物排放标准编纂在《联邦法典》（CFR Part 419）中，主要控制项目如下表 3-1。

表 3-1　美国石油炼制工业水污染排放标准示例

污染物项目	日最大值	连续 30d 日均最高限制
BOD_5	54.4	28.9
TSS	37.3	23.7
COD	388.0	198.0
油和油脂	17.1	9.1
酚类化合物	0.40	0.192
氨氮	23.4	10.6
硫化物	0.35	0.158
总铬	0.82	0.48
六价铬	0.068	0.032
pH	6~9	6~9

该法具有强制执行的法律效力，且广泛适用于石油炼制工业。此外，该标准是一套动态的日趋严格的标准。美国环保局定期对这些标准进行重申，根据技术的改进，必要时重新修订标准，从而保证标准的切实可行。

为了防治石油炼制工业污水对环境的污染，我国最早是 1983 年 10 月 1 日实施的《石油炼制工业水污染物排放标准》，后来这一标准被 GB 8978-1996《污水综合排放标准》所替代。后来，我国陆续发布了 30 余项工业水污染物排放标准，但并未包括石油炼制工业。但是《综合污水排放标准》单独针对石油炼制工业的污染指标仅有 COD 一项，其余则执行综合标准，并未考虑到石油炼制工业的特性。

2015 年 3 月 1 日实施的 HJ 2045-2014《石油炼制工业废水治理工程技术规范》规定了石油炼制工业废水治理工程的设计、施工、验收与运行管理的技术要求。2015 年 7 月 1 日开始实施的 GB31570-2015《石油炼制工业污染物排放标准》和 GB 31571-2015《石油化学工业污染物排放标准》，规定了石油炼制工业企业和石油化学工业企业及其生产设施的水污染物和大气污染物排放限值、监测和监督管理要求。

美国 EPA 对于有机化工、塑料及合成纤维行业的新建污染源（NSPS），采取了 BAT 技术且末端采取了生物处理的污水中 65 种污染物的排放标准限值进行了规定，摘录其中的中国标准《石油炼制工业污染物排放标准》（GB31570-2015）也有限值的部分指标进行对比，见表 3-2。

表 3-2　中美污水排放标准中部分污染物限值的比较

污染物项目	美国		中国	
	日最大排放限值	月均最大排放限值	排放限值	特别排放限值
pH	6~9	6~9	6~9	6~9
BOD_5	64	24	20	10
TSS	130	40	70	50
ρ（总铬）	2.77	1.11	1.5	1.5
ρ（总铜）	3.38	1.45	0.5	0.5
ρ（总氰化物）	1.20	0.42	0.5	0.3
ρ（总铅）	0.69	0.32	1.0	1.0
ρ（总镍）	3.98	1.69	0.5	0.5
ρ（总锌）	2.61	1.05	2.0	2.0

美国 EPA 对不同类型炼油厂的排放废水中各类污染物的排放限值有不同规定。在实际执行中，还需要根据炼油厂的规模和采用的工艺分别选取恰当的因子，与规定的排放限值相乘，计算出排放限值。规模因子的数值为 0.71~1.57，工艺因子的数值为 0.58~4.36。这与中国不分炼厂类型和工艺规定同一排放限值的做法有很大不同。

通过比较表 1-2 数据可以看出，仅从排放限值来看，除总铅、总锌外，大部分污染物的中国标准比美国要严，而且中国标准不区分炼油厂的规模和工艺，污染物排放限值要求是同样的。

南非某炼油厂污水处理场外排污水主要污染物执行沿海污水排放许可（Coastal Water Discharge Permit，CWDP）的标准限值。CWDP 污水外排标准与中国的对比见表 3-3。

表 3-3　CWDP 污水外排标准与中国标准的对比

污染物项目	CWDP	中国	
		排放限值	特别排放限值
COD	200	60	50
ρ（悬浮物）	25	70	50
ρ（氨氮）	17	8	5
ρ（硫化物）	5	1.0	0.5
ρ（油脂类）	19	5.0	3.0
ρ（总铬）	0.5	1.5	1.5
ρ（铅）	0.1	1.0	1.0
ρ（锌）	1.4	2.0	2.0
ρ（铜）	0.9	0.5	0.5

ρ（汞）	0.4	0.05	0.05
ρ（氰化物）	1.0	0.5	0.3
ρ（苯）	0.95	0.1	0.1
ρ（甲苯）	0.95	0.1	0.1
ρ（三氯甲烷）	0.95	0.3	0.3
ρ（邻二甲苯）	0.95	0.4	0.4

新加坡作为东南亚重要的炼油基地和世界上主要的炼油和石化枢纽之一，拥有包括埃克森美孚、壳牌、雪佛龙、道达尔等全球领先的炼油企业。但是，新加坡国土狭小，水资源严重短缺，因此在工业炼油用水处理方面的成就值得借鉴。

新加坡的污水经过严格的四道处理流程，最后成为可再生利用甚至直接饮用的安全用水，这四道处理流程是：一是传统废水处理；二是微过滤技术处理，使用过滤膜去除水中的悬浮颗粒、胶体颗粒、致病性细菌、病毒等；三是逆渗透技术处理，利用半透性膜过滤出水中的污染物；四是紫外线消毒，进一步确保水质安全，保证水的纯净度。

经过处理后的水，被称之为“新水”。经专家鉴定，新加坡生产的新水各项水质指标都优于目前使用的自来水，清洁度高于美国环境保护署和世界卫生组织的饮用水标准。此外，新加坡国立大学环境研究学院开展了专门针对石油化工和炼油用水的研究，如以水再利用为目标的高级水和废水处理技术研究等课题。

一般情况，对于难处理的石油化工废水来说，我国往往采用生物处理作为主体工艺，物理法、化学法作为预处理和深度处理。

发达国家十分重视环境技术管理在环境保护工作中的重要作用。美国于 20 世纪 70 年代就开展了系统的技术管理工作，并通过立法加以明确。欧盟等为促进综合污染防治也提出了污染防治最佳可行技术体系。

美国环保局针对现有污染源、常规污染物、非常规污染物和新污染源，要求企业分别采用现行最佳控制技术（Best Practicable Technology Currently Available, BPT）、最佳常规污染物控制技术（Best Conventional Pollutant Control Technology，BCT）、污染防治最佳可行技术（Best Available Technology Economically Achievable，BAT）和最佳示范技术（Best Demonstrated Control Technology，BADT），并以控制技术为依据制定颁布了 50 多个行业的工业废水和城市污水排放限值指南和标准。美国的技术管理体系已成为贯彻《清洁水法》和《清洁空气法》最重要的政策和措施之一。

1996 年，欧盟在综合污染防治（IPPC）指令 96/61/CE 中提出了建立污染防治最佳可行技术(BAT)的要求，并由欧盟委员会工作小组和各成员国共同起草 BAT 参考文件，从 1999

年开始用于新建设施，到2002 年，欧盟的BAT 体系已经基本建立完成，并在各行各业建立起相应的BAT 参考文件，开始发挥其指导作用。期间，各成员国也相继以BAT 参考文件为基础，构建起符合各自具体国情的BAT 体系，到2007 年，所有现存设施都应达到其要求，届时大约会有60,000个环保设施采用BAT 技术。其他欧洲国家也开始建立各国的BAT 体系。从2002年起，俄罗斯新的环境法规已经决定采用BAT。保加利亚也在2003年采纳了IPPC指令，确定了BAT的指导地位。综上所述，发达国家十分重视技术指南、技术评价等环境技术管理对环境保护和污染治理达标的重要作用，而且成功地制定和运用了以污染防治最佳可行技术（BAT）和技术评价为核心的环境技术管理体系。环境技术管理已成为国家环境管理的一个重要方面，在环境污染治理和实现环境保护目标上发挥了重要作用。

我国环境保护事业经过30多年的发展，目前已经建立起相对完善的环境管理政策、法规体系、环境标准体系，实施了一系列环境管理制度。为适应环境管理的需要，在上世纪90年代初，我局开始对环境技术进行管理。首先集中在对现有治理技术的筛选上，“七五”期间汇编了《1990年国家科技成果重点推广计划》环境保护项目目录。为使技术成果的筛选规范化，加速环境科技成果转化，1991年成立了国家环境保护局最佳实用技术评审委员会和环境保护最佳实用技术推广办公室（筹），并于1995年5月正式成立“国家环境保护局最佳实用技术推广办公室”。1992~2003年间，全国各省市环保局和国务院各部门、行业协会共推荐了2418项环境保护实用技术。通过专家评审和筛选，共选出1024项国家重点环境保护实用技术进行推广。

标准主要内容：

1、本标准适用范围：新建、扩建和改建的石油炼制工业、石油化学工业、合成树脂工业所产生的废水处理回用与近零排放。

2、规范性引用文件

GB31570　　石油炼制工业污染物排放标准

GB31571　　石油化学工业污染物排放标准

GB31572　　合成树脂工业污染物排放标准

GB50747　　石油化工污水处理设计规范

GB/T5462　　工业盐

GB/T6009　　工业无水硫酸钠

HG/T5677　　石油炼制行业绿色工厂评价要求

HJ/T92　　水污染物排放总量监测技术规范

HJ2045　　石油炼制工业污水治理工程技术规范

HJ853　　排污许可证申请与核发技术规范 石化工业

HJ982　　污染源源强核算技术指南 石油炼制工业

SH3099　　石油化工给水排水水质标准

3、术语和定义

4、基本要求

5、废水类别与水质水量

5.1 废水来源及分类

5.2 废水水质水量

6、废水处理

6.1 局部处理

6.2 装置预处理

6.3 综合废水处理

6.4 废水处理回用

6.5 废水近零排放

7、结晶盐的回用

3.3 编制立项申请表及标准初稿

2024 年 1 月~7 月，编制组根据拟定的技术路线，开展了石化污水全链条管控及近零排放研究，并在此基础上编写了立项申请表及标准初稿。

3.4 召开立项评审会

2025 年 5 月 9 日，中华环保联合会组织召开《石油化工污水全链条管控近零排放工程技术导则》团体标准立项审查会。会议邀请 5 位专家作为审查专家，专家组听取了标准编制单位的汇报，对标准进行讨论、质询。审查专家组一致同意通过《石油化工污水近零排放工程技术导则》团体标准立项审查。

3.5 召开专家组讨论会

2025 年 6 月-2026 年 10 月，调研中国石油天然气股份有限公司内华北石化公司、大庆石化公司、云南石化公司、大连石化公司、庆阳石化公司、宁夏石化公司、辽河石化公司、吉林石化公司等。

编制过程中召开 3 次编制组讨论会，严选废水处理技术。

3.6 召开征求意见稿技术审查会

2026 年 11 月 11 日，中华环保联合会组织召开《石油化工污水回用与近零排放技术导则（草案稿）》团体标准技术审查会。会议邀请 5 位专家作为审查专家。专家组认真听取了标准编制单位的汇报，对标准进行逐条讨论、质询。审查专家组一致同意通过《石油化工污水回用与近零排放技术导则（草案稿）》团体标准技术审查。并提出以下意见和建议：

1. 标准名称建议修改为：《石油化工废水处理回用与近零排放技术导则》；

2. 进一步梳理第 3 章“术语与定义”；

3. 将“预处理和局部处理”内容并入“污水处理”章节并分别描述；

4. 新增“盐的回用”章节；

5. 明确不同废水来源的近零排放实现路径；

6. 按照 GB/T1.1-2020 标准语言要求修改标准条文格式。

会后，编制组结合专家意见认真梳理修改标准文本，形成了征求意见稿。

二、标准制定必要性

1、制定必要性和重要意义

2007 年 11 月，国家颁布的《国家环境保护“十一五”规划》，就明确要求在钢铁、电力、化工、煤炭等重点行业，推广废水循环利用，努力实现废水少排放或零排放。

2021 年 1 月，十部委联合发布《关于推进污水资源化利用的指导意见》，提出：

（五）积极推动工业废水资源化利用。开展企业用水审计、水效对标和节水改造，推进企业内部工业用水循环利用，提高重复利用率。

（九）实施工业废水循环利用工程。重点围绕火电、石化、钢铁、有色、造纸、印染等高耗水行业，组织开展企业内部废水利用，创建一批工业废水循环利用示范企业、园区，通过典型示范带动企业用水效率提升。

（十一）实施污水近零排放科技创新试点工程。在长三角地区遴选电子信息、纺织印染、化工材料等国家高新区率先示范，到 2025 年建成若干国家高新区工业废水近零排放科技创新试点工程。

（十七）强化科技支撑。推动将污水资源化关键技术攻关纳入国家中长期科技发展规划、“十四五”生态环境科技创新专项规划，部署相关重点专项开展污水资源化科技创新。

2017 年，中国独立第三方行业研究与投融咨询机构发布的《中国废水零排放市场调研

报告》显示，2017 年废水零排放的市场需求量约为 350 亿元，而市场供应体量只有 20 亿元，根据该咨询公司的调研及预测，从 2017 年到 2021 年废水零排放的市场规模将进入高速发展阶段。

2019 年，新思界产业研究中心出具的《2019 年全球及中国废水零排放系统产业深度调研报告》显示，全球废水零排放系统市场需求量 2018 年为 54 亿美元，复合年增长率将为 8.3%。

随着 2022 年 12 月 2 日，国家生态环境部发布《钢铁/焦化、现代煤化工、石化、火电四个行业建设项目环境影响评价文件审批原则》，对钢铁、煤化工、石化、火电等四大行业提出新的要求，2023 年国内废水零排放系统市场需求量至少达到 560 亿元。

截止目前，钢铁、纺织、煤化工、电力等行业已形成废水零排放技术导则或技术规范，但石化行业尚未形成废水零排放技术导则或指南。

- 钢铁工业浓盐水处理技术规范 （YB/T4791-2019）行业标准；
- 纺织印染工业高盐废水污染控制与治理技术规范（DB37/T3536-2019）山东省地方标准；
- 煤化工废水处理与回用技术导则（GB/T42866-2023）国家标准；
- 火力发电厂高盐废水零排放工程技术指南（T/ACEF **-2022）团体标准。

随着社会环保意识要求的不断加强，对企业污染物减排的要求也越来越高。特别是针对石油炼制、石油化工等行业提出了污染物排放量逐年降低的明确要求，石化企业的废水“近零排放”处理技术需求越来越迫切，亟需投资合理、运行效果稳定可靠的相关处理技术为炼化企业废水“近零排放”提供技术支撑。

2、编制依据

本设计导则以我国国情为基础，以国内主流先进工艺为对象，以石油化工行业废水治理现状为背景，以现有相关法律、法规、标准、规范、规定为依托，借鉴国内外先进废水治理经验，以炼化企业清洁生产、废水治理设施安全、稳定、可靠、经济运行为前提，确保本技术导则的严谨性和可操作性。

本技术导则依据的法律法规、标准主要有：

（1）国家环境保护管理的有关法律、要求，如《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国清洁生产促进法》、 《中华人民共和国清洁生产审核办法》、《排污许可证申请与核发技术规范 石化工业》（HJ 853-2017）、《控

制污染物排放许可制实施方案》和《水污染防治行动计划》（即《水十条》）等；

（2）国家环境技术管理体系建设相关要求、相关环境管理制度，如“三大环境政策”、“八项制度”等；

（3）有关石化行业的产业政策，如《国家关于石化产业调结构促转型增效益的指导意见》、《关于促进石化产业绿色发展的指导意见》等；

（4）现有炼化企业相关资料，如不同生产原料、污水排放源强及排污特点、处理设施等材料。

3、 编制原则

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》，本技术导则的编制遵循下列基本原则：

（1）实践性原则

通过参考大量国内外相关的污染治理技术资料和工程实例，分析总结石化废水污染控制工程实践经验和存在问题，按照工程技术规范编制总原则的要求，确定本技术导则的结构和内容。

（2）完整性原则

根据环境工程技术规范应服务于环境管理、运行管理以及工程设计与验收的要求，在内容的安排上，本标准针对石油化工废水污染控制，以技术路线为基础，内容力求完整、无缺漏，体现废水污染全过程控制。

（3）科学性原则

本技术导则的工艺方法分类科学、层次清晰、结构合理，并具有一定的可分解性和可扩展空间。

（4）先进实用与可操作性原则

本技术导则的技术内容能够代表石油化工先进的污染控制技术和治理水平的发展方向，具备指导意义，并且已有成功的工程应用实例，突出了技术内容的针对性和合理性，以便落实在设计、运行等各个环节。

三、国内外相关标准研究

截止 2023 年 9 月，钢铁、纺织、煤化工、电力等行业已形成零排放技术导则或技术规范。

钢铁工业浓盐水处理技术规范 （YB/T4791-2019）行业标准；

纺织印染工业高盐废水污染控制与治理技术规范（DB37/T3536-2019） 地方标准；

煤化工废水处理与回用技术导则（GB/T42866-2023）国家标准；

火力发电厂高盐废水零排放工程技术指南（T/ACFF127-2024）团体标准；

工业浓盐水回用技术导则（GB/T 43950-2024）。

四、同类工程现状调研

5.1 中石油长庆乙烷制乙烯项目污水处理场 EPC 总承包项目

5.2 中石油塔里木乙烷制乙烯项目污水处理场 EPC 总承包项目

5.3 云南天安化工有限公司 10 万吨/年电池新材料前驱体项目中水回用装置 EPC 总承包项目

5.4 中国石油华北石化公司炼油质量升级与安全环保技术改造工程催化烟气脱硫浓盐水处理项目

5.5 汉邦（江阴）石化有限公司废水处理升级改造项目

5.6 中石油独山子石化塔里木二期污水处理场项目

五、主要技术内容及说明

本技术导则共分为 7 个章节，包括：范围、规范性引用文件、术语和定义、废水类别与水质水量、废水处理、结晶盐的回用。下面对技术导则中主要部分进行说明。

1、适用范围

本文件规定了石油化工废水处理回用与近零排放的基本要求、废水类别与水质水量、废水处理和结晶盐的回用。

本文件适用于新建、扩建和改建的石油炼制工业、石油化学工业、合成树脂工业所产生的废水处理回用与近零排放。

2、规范性引用文件

本技术导则引用了密切相关的国家标准、行业标准，以及国家有关部门发布的相关规范性文件。现行的石化行业废水相关标准，是制定本技术导则的法律依据，其中有关条文是本技术导则的技术基础，引用此类文件，使技术导则具有合法性和权威性。

3、术语及定义

GB31570、GB31571、GB31572、GB50747、HJ2045 界定的术语和定义适用于本文件，除此之外定义了回用处理、近零排放等 2 个术语解释。

4、基本要求

提出清洁生产、生产洁净指标、废水处理的基本要求。

5、废水类别与水质水量

技术导则编制组在承担国家“十三五”重大水专项课题《石化行业水污染全过程控制技术集成与工程实证》（2017ZX07402-002）的《石化行业水污染全过程控制工程技术设计指南》任务期间，历时 2 年，收集了国内现运行的 76 家石化企业废水处理等相关资料进行汇总提炼，形成关于装置规模及废水水质、水量分类、总结设计经验， 提出废水处理场的进水水质要求。

6、废水处理

归纳总结国内现运行的 76 家石化企业废水处理现有技术、新建千万吨炼化一体化企业的废水处理技术、国家“十一五”到“十三五”重大水专项课题研究的技术成果、废水回用及近零排放的先进和成熟技术，提出废水处理技术要求。

7、结晶盐的回用

提出浓盐废水分盐结晶技术选择图及结晶盐的品质指标要求。根据 H_2O-H_2SO_4-NaCl 水盐体系相图，以产 25%固含量的控制点落在氯化钠或硫酸钠结晶区为分界线，提出浓盐废水分 4 类，采取不同的技术，生产高品质的工业氯化钠或硫酸钠，经过中试实验和工程得到验证。

氯化钠和硫酸钠品质要求依据石化企业所属地下游对结晶盐市场需求情况，提出最低的品质要求，避免销售不出去，当固废的风险。

六、标准实施的环境效益与经济技术分析

本标准的实施，将为废水处理、回用及近零排放技术的推广应用提供引领，对石化行业废水回用及近零排放行业将产生深远影响，带动传统废水处理及回用、近零排放模式发生革命性变化，提高我国环保产业的核心竞争力；显著降低废水回用及近零排放的工程投资和运行费用，源源不断为我国提供高品质再生水，建设石油炼制行业绿色工厂提供技术指导，形成良好的社会效应和环境效益。

七、标准实施建议

本标准发布后，可为石油炼制、石油化学、合成树脂等石油化工企业废水处理、分质回用、近零排放工程的设计提供技术指导。建议标准发布后，作为石化行业的一种推荐标准实施，在石化企业、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛推广和宣贯。