

CPCIF
中国石油和化学工业联合会团体标准

T/CPCIF XXXX—XXXX

含硝废硫酸再循环处理工程技术规
范

Technical specifications for recycling treatment of waste sulfuric
acid containing nitrate

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国石油和化学工业联合会 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 废酸来源及污染物特征.....	3
5 总体要求.....	3
6 工艺设计.....	4
7 主要工艺设备与材料.....	6
8 主要辅助工程.....	7
9 劳动安全与职业卫生.....	8
10 检测与过程控制.....	8
11 施工与验收.....	9
12 运行与维护.....	10

前 言

本文件依据GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

本文件由中国石油和化学工业联合会提出。

本文件由中国石油和化学工业联合会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：南京鹤山化工科技有限公司、中国化工环保协会、江苏淮河化工有限公司

本文件主要起草人：

含硝废硫酸再循环处理工程技术规范

1 范围

本文件规定了含硝废硫酸再循环处理工程设计、建设、运行、维护的技术要求。

本文件适用于含硝废硫酸以循环使用为目标的废酸处理工程，可作为工程咨询、设计、安装、验收和运行管理的技术依据。

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 150 压力容器
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 4053 固定式钢梯及平台安全要求
- GB/T 4205 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则
- GB/T 4745 钛制焊接容器
- GB/T 8182 钽及钽合金无缝管
- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB 13495 消防安全标志
- GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
- GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序
- GB 18613 电动机能效限定值及能效等级
- GB/T 25197 静置常压焊接热塑性塑料储罐（槽）
- GB 25205 搪玻璃设备技术条件
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50034 建筑照明设计标准
- GB 50046 工业建筑防腐蚀设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范
- GB/T 50115 工业电视系统工程设计标准
- GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范
- GB 50140 建筑灭火器配置设计规范
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50170 电气装置安装工程 旋转电机施工及验收标准
- GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范
- GB 50217 电力工程电缆设计规范
- GB 50235 工业金属管道工程施工规范
- GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50257 电气装置安装工程 爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范
GB 50264 工业设备及管道绝热工程设计规范
GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB/T 50493 石油化工可燃和有毒气体检测报警设计标准
GB 50683 现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范
GB 50690 石油化工非金属管道工程施工质量验收规范
GB/T 50815 稀硫酸真空浓缩处理技术规范
GB 50873 化学工业给水排水管道设计规范
GB 51309 消防应急照明和疏散指示系统技术标准
HG/T 2370 石墨制化工设备技术条件
HG/T 4088 塑料衬里设备 通用技术条件
HG/T 20513 仪表系统接地设计规范
HG 20571 化工企业安全卫生设计规定
HG 20640 塑料设备
HG/T 20675 化工企业静电接地设计规程
HG/T 20696 纤维增强塑料化工设备技术规范
HG/T 21432 石墨制压力容器
SH 3015 石油化工企业给水排水系统设计规范
SH/T 3164 石油化工仪表系统防雷工程设计规范
SH 3518 石油化工阀门检验与管理规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

含硝废硫酸 waste sulfuric acid containing nitrate

生产过程中产生的含有硝酸、亚硝酸或氮氧化物等杂质，无法直接循环回用的废硫酸。

3.2

脱硝 denitration

将废硫酸中的硝酸、亚硝酸和氮氧化物等脱除的过程。

3.3

硝烟吸收 NO_x - absorption

在特定工艺条件下，将含氮氧化物的气体经过吸收剂吸收得到硝酸，同时降低气体中氮氧化物含量实现尾气达标排放的过程。

3.4

主装置 main production unit

产出含硝废硫酸的生产装置。

3.5

浓缩器 concentrator

将废硫酸中水分或硝酸蒸馏分离的设备。

3.6

安定处理 stabilizing treatment

含硝废硫酸在脱硝或浓缩处理之前，将含硝废硫酸先进行适当的处理，使其含有的危险性硝酸酯类化合物的含量降低到规定的工艺安全标准以下的过程。

4 废酸来源及污染物特征

4.1 废酸来源

含硝废硫酸主要产自染料、医药中间体、火炸药等行业的有机物硝化、氧化、酯化等反应过程，主要污染物为有机物、硝酸和 NO_x 。其中硫酸、硝酸和有机物回收利用， NO_x 处理达标排放。

4.2 污染物特征

含硝废硫酸的硫酸浓度通常为 10.0 %~75.0 %；硝酸浓度为 0.5 %~35.0 %；氮氧化物浓度为 0.5 %~4.0 %；有机物的种类与主装置的原料及产品有关，通常其浓度为 0.03 %~0.60 %。

5 总体要求

5.1 一般规定

- 5.1.1 含硝废硫酸循环使用处理装置应与主装置同步建设。
- 5.1.2 含硝废硫酸经处理后回收所得的硫酸和硝酸应全部返回到主装置循环使用。
- 5.1.3 处理装置的工艺设备及自动化控制系统的装备水平应与主装置相匹配。
- 5.1.4 处理过程产生的废气应有组织集中处理后达标排放，且排气中氮氧化物浓度不应高于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 5.1.5 处理过程产生的酸性冷凝水宜优先在生产过程中循环套用，多余部分应进入厂区污水处理站集中处理。
- 5.1.6 回收硫酸的浓度应根据主装置用酸要求及运行经济性确定。
- 5.1.7 含硝废硫酸进入处理系统前应根据需要进行预处理，使含硝废硫酸中不含游离有机物和机械杂质；对于含有爆炸性危险杂质（如硝化甘油、太安等）的废硫酸应进行安定处理，保证含硝废硫酸处理的安全性。

5.2 源头控制与清洁生产

- 5.2.1 主装置应采用清洁生产技术，减少废酸的产生量，降低废酸中的有机物含量。
- 5.2.2 主装置用工艺水应优先使用本装置产生的酸性冷凝水。
- 5.2.3 主装置用酸应选用符合国家产品标准的、不含氟等有害杂质的产品酸；
- 5.2.4 主装置与硫酸接触的设备材质不应选用碳钢。

5.3 工程构成

- 5.3.1 含硝废硫酸循环使用处理装置通常包括硝酸浓缩或脱硝、硫酸浓缩、硝烟吸收单元。
- 5.3.2 硝酸浓缩或脱硝单元主要工艺设备包括脱硝塔（浓缩塔）、加热器、冷凝器、漂白塔和稀硝酸中间罐等。
- 5.3.3 硫酸浓缩单元主要工艺设备包括浓缩器、洗涤塔、酸酸换热器、成品酸冷却器、循环泵、闪蒸罐、废酸高位槽、酸性废水中间罐和硫酸中间罐等。

5.3.4 硝烟吸收单元主要工艺设备包括硝烟压缩机、硝烟吸收塔、消音塔、稀硝酸罐、换热器、循环泵等。

5.3.5 其他设施包括循环水、脱盐水、冷冻水等贮存装置，供电、供气、供汽等供应设施及废酸预处理设施等宜在界区外统一配套。

6 工艺设计

6.1 工艺参数

6.1.1 进入本装置的废硫酸宜满足以下要求：

- a) 不应含有游离的有机物；
- b) 有机物含量最高不高于0.6 %；
- c) 酸中溶解的有机物在浓缩过程中不发生聚合、结焦、发泡等现象；
- d) 酸中不应含有氟离子；
- e) 无机盐含量<0.5 %；
- f) 硝化甘油含量<0.03 %、太安<0.03 %。

6.1.2 处理装置的设计指标应满足下列要求：

- a) 酸性凝水总酸度不高于1.0 %；
- b) 外排尾气应有组织集中处理后达标排放，且排气中氮氧化物浓度不高于100mg/m³；
- c) 废酸中硫酸浓度大于65%时，硫酸回收率不得低于99.5%。

6.1.3 处理装置的设计年工作时间应与主装置相同。

6.1.4 处理装置操作弹性宜为70 %~110 %。

6.1.5 对应具体的含硝废酸处理装置还应确定其能耗指标。

6.2 工艺配置

6.2.1 含硝废硫酸循环使用处理工程的脱硝工艺、硫酸浓缩工艺的选择，以及废酸净化设施的设置，宜根据废酸中含硝量、废酸浓度与回收酸浓度以及回收酸质量要求等因素经技术经济比较后确定。

6.2.2 含硝废硫酸处理装置工艺配置应包括硝酸浓缩或脱硝、硫酸浓缩、硝烟吸收等单元。典型工艺流程见下图：

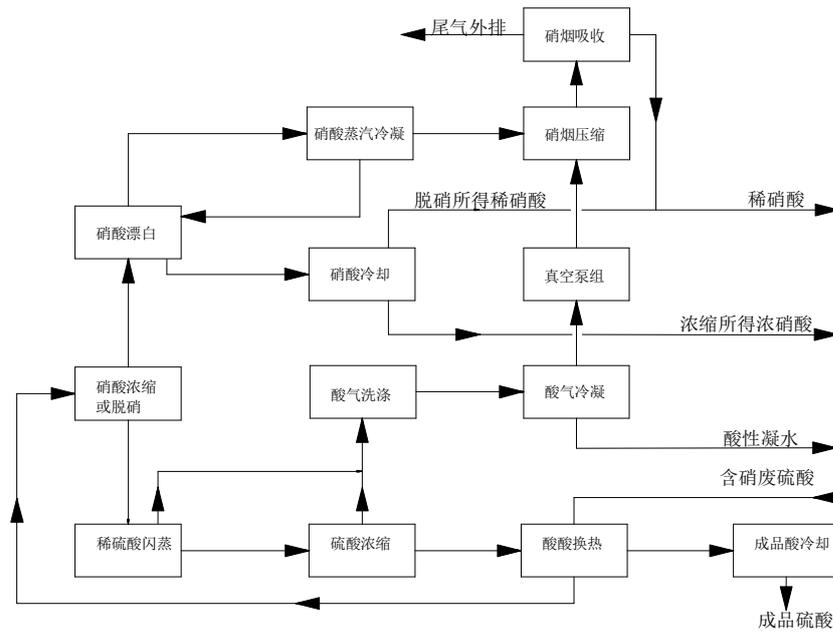


图 1 含硝废硫酸再循环处理工艺流程

6.2.3 在硝酸浓缩单元通常情况下当含硝废硫酸中硝酸浓度 $\leq 5\%$ 时，采用脱硝工艺，塔顶得到稀硝酸，塔釜得到稀硫酸。当含硝废硫酸中硝酸浓度 $\geq 15\%$ 且硫酸浓度足够高时（不够高时适量混入浓度 $\geq 83\%$ 的硫酸），采用硫酸法硝酸浓缩工艺，塔顶得到浓硝酸，塔釜得到稀硫酸。

6.2.4 硝酸浓缩得到的浓硝酸应进行漂白处理；脱硝所得稀硝酸根据实际需要确定是否漂白处理。

6.2.5 硫酸浓缩单元应选用连续真空浓缩工艺，根据处理量、成品酸浓度等进行分级浓缩，并应遵守国家标准 GB/T 50815 的规定。

6.2.6 硫酸浓缩单元应配置洗涤塔

6.2.7 硫酸浓缩单元应根据废酸中有机物的物性特点，确定合适的工艺操作参数，并应采取有效的技术措施防止物料在设备或管道中凝结造成堵塞。

6.2.8 硫酸浓缩单元应充分考虑能量的合理利用。

6.2.9 硝烟吸收单元应首选水吸收氮氧化物工艺，将废气中的氮氧化物转化为稀硝酸回收利用，尾气达标排放。

6.2.10 钢制管道热补偿宜采用自然补偿方式，防腐管道热补偿应设置补偿器。

6.2.11 绝热设计应符合 GB 50264 的相关规定。

6.2.12 保温结构由“保温层+保护层”构成；保冷结构由“保冷层+防潮层+保护层”构成。

6.2.13 补偿器部分不应绝热。

6.3 工艺布置

6.3.1 工艺设备的布置应优先考虑操作者的安全和健康，并充分考虑物流顺畅，管路短捷。

6.3.2 处理装置中硝酸浓缩或脱硝单元、硫酸浓缩单元的工艺设备应布置在封闭式厂房内，且不应采用地下、半地下式布置。

6.3.3 设备及管道布置应考虑足够的安装、操作、检维修及疏散空间。

6.3.4 厂房内的设备布置应符合下列要求:

- a) 各类泵组宜根据情况集中布置;
- b) 在开停工和检维修过程中可能出现液体泄漏、漫流的区域应设置地漏和围堰;
- c) 设备布置应考虑物料在真空条件下重力自流位差要求;
- d) 卧式换热设备需预留安装及抽芯检修空间。

6.3.5 厂房内的管路布置应符合下列规定:

- a) 腐蚀性介质管道应优先考虑物料自然放净,不能自然放净的管道应根据管道布置情况单设放净管路;
- b) 管内介质为正压腐蚀性物料的法兰接头应尽量避免开操作通道上方区域;
- c) 管道宜沿墙、柱、管沟、管廊敷设,不阻碍通行,不妨碍门窗开启、采光,便于检修;
- d) 管路布置宜遵循:无腐蚀性介质管道在腐蚀性介质管道之上,气体管道在液体管道之上,金属管道在非金属管道之上,保温管道在非保温管道之上。

7 主要工艺设备与材料

7.1 动设备

- 7.1.1 电机能耗应符合 GB 18613 要求。
- 7.1.2 优先选用低噪声的设备。
- 7.1.3 优先选用无动密封点的动设备,如磁力泵、屏蔽泵等。
- 7.1.4 酸输送泵宜采用钢衬四氟材质。

7.2 设备材质

- 7.2.1 原料酸储罐宜采用不锈钢材料。
- 7.2.2 硫酸浓缩器、洗涤塔宜采用搪玻璃材料,洗涤塔的填料宜采用耐酸材质。
- 7.2.3 浓缩加热器宜选择钽材换热器或碳化硅换热器。
- 7.2.4 脱硝塔、硝酸蒸馏塔、漂白塔宜选用搪玻璃材料。
- 7.2.5 酸酸换热器的换热管宜选用钽材,壳体应选用搪玻璃。

7.3 设备选型

- 7.3.1 搪玻璃设备应符合 GB 25205 的规定
- 7.3.2 石墨设备应同时符合 HG/T 2370 和 HG/T 21432 的规定。
- 7.3.3 塑料设备应同时符合 GB/T 25197 和 HG/T 20640 的规定;
- 7.3.4 钽制加热器应同时符合 GB 150 和 GB/T 8182 的规定。
- 7.3.5 钢衬设备应符合 HG/T 4088 的规定。
- 7.3.6 钛材设备应同时符合 GB 150 和 GB/T 4745 的规定。
- 7.3.7 玻璃钢增强缠绕设备应符合 HG/T 20696 和 HG 20640 的规定。

7.4 管道材料

- 7.4.1 管道选材优先选用不锈钢管道,在不锈钢材料不能满足防腐要求时,可选用搪玻璃管道、玻璃钢增强塑料管、钢衬里管道。
- 7.4.2 补偿器宜采用 PFA 或 PTFE 材料。

7.5 绝热材料

绝热材料的选用应符合 GB 50264 的规定

8 主要辅助工程

8.1 总图布置

- 8.1.1 处理装置厂房宜设计为独立的建筑物。
- 8.1.2 处理厂房外宜设计设备运输通道，应设计消防通道。
- 8.1.3 控制室、配电间不应与处理装置布置于同一建筑物内
- 8.1.4 控制室宜与主装置控制室合并布置。
- 8.1.5 罐区、循环水、冷冻水、脱盐水等辅助设施应布置在界区外。

8.2 建筑与结构

- 8.2.1 厂房宜采用现浇钢筋混凝土框架结构；
- 8.2.2 厂房设计宜采用封闭式厂房。
- 8.2.3 厂房荷载取值除应符合 GB 50009 的规定外，还应根据生产工艺所要求的操作、检修荷载进行设计；
- 8.2.4 建筑结构设计应符合 GB 50016 的有关规定。
- 8.2.5 门窗的设计在满足防火、防腐蚀的前提下，尽量满足自然通风、采光等要求。
- 8.2.6 建筑地坪的设计应根据地基处理、防冻胀等因素确定地坪构造，地坪基层宜选用钢筋混凝土、钢纤维混凝土；

8.3 电气与自控

- 8.3.1 电气设计应采用节能措施，主要包含：
 - a) 低压供电半径宜控制在100m以内，供电线路的电压损失满足规范的允许值，减少线路电压损失。供配电系统应尽量简单可靠，同一电压供电系统变配电级数不宜多于两级；
 - b) 提高用电平均负荷与最大负荷之比；
 - c) 优先采用环保、节能型的电器和设施；
 - d) 照明系统采用节能设计，在满足照度标准要求的同时达到节约能源的目的。
- 8.3.2 现场电气设备的防护等级应不低于 IP54。
- 8.3.3 电缆敷设宜采用电缆桥架为主、局部穿管方式。桥架宜采用热浸锌或玻璃钢桥架。
- 8.3.4 电缆设计应符合 GB 50217 的有关规定。
- 8.3.5 照明设计应符合 GB 50034 的有关规定。应急照明和疏散指示应符合 GB 51309 的有关规定。
- 8.3.6 防雷设计应符合 GB 50057 的有关规定。
- 8.3.7 接地设计应符合 GB 14050 的有关规定。
- 8.3.8 防爆设计应符合 GB 50058 的有关规定
- 8.3.9 防静电设计应符合准 HG/T 20675 的有关规定
- 8.3.10 过程控制系统应采用 PLC（可编程序控制器）或 DCS（集散控制系统）。
- 8.3.11 过程控制系统的应用软件应满足生产工艺过程控制的需求。
- 8.3.12 人机界面应符合 GB/T 4205 的有关规定，并应符合下列规定：
 - a) 人机界面应具有人性化的特点，符合GB 2893中对符号、安全色和安全标志的规定；
 - b) 动力设备在基本过程控制系统中应设置远程停车控制，各层平台上电气控制应设置检修、本地及远程切换；
 - c) 通过人机界面计算机或触摸屏等进行的重要操作，应采取防止误操作的措施。
- 8.3.13 自控系统防雷与接地系统的设计，还应符合 GB 50343、HG/T 20513 的有关规定。

8.4 给排水设计

- 8.4.1 给排水设施的设计应符合 GB 50873 和 SH 3015 的有关规定。
- 8.4.2 由外部供给的生产水、生活水的水质、水压须满足含硝废硫酸处理工艺的要求。

8.5 建筑防腐蚀设计

- 8.5.1 处理装置厂房的防腐蚀设计，应符合 GB 50046 的有关规定。
- 8.5.2 槽沟、排污坑、泵区和酸罐区等区域的混凝土结构表层应设置防渗层，地坪及围堰应采用耐酸防护设计。
- 8.5.3 作业区域内防腐蚀设计应符合下列规定：
 - a) 混凝土表面宜采用耐酸防腐涂层；
 - b) 钢结构表面宜采用防酸漆。

9 劳动安全与职业卫生

9.1 劳动安全

- 9.1.1 劳动安全管理应符合 GB/T 12801 的规定。建立并严格执行定期安全检查制度，及时消除事故隐患，防止事故发生。
- 9.1.2 工作人员应进行培训上岗，并配备必要的劳动安全卫生设施和劳动防护用品，由专人维护保养。
- 9.1.3 按照 GB/T 16483 等标准的要求管理化学药剂。
- 9.1.4 高噪声的设备（如空压机）应按规定采取消音隔声措施。
- 9.1.5 设置必要的安全防护和报警装置，并在明显位置设置安全标志。
- 9.1.6 处理装置用于操作、巡检、维修的扶梯、平台、防护栏杆等设施应符合 GB 4053 的规定；
- 9.1.7 处理装置安全标志的设置应符合 GB 2894 的有关规定。与消防有关的安全标志设置还应符合 GB 13495 的规定；
- 9.1.8 灭火器的配置应符合 GB 50140 的有关规定。
- 9.1.9 废酸处理装置内宜配置视频监控系统，并应符合 GB/T 50115 的规定
- 9.1.10 含硝废硫酸处理装置应根据需要配置可燃气体和有毒气体检测报警系统，并符合 GB/T 50493 的规定。
- 9.1.11 含硝废硫酸处理装置应采用机械化、自动化设计，安装必要的信号报警、安全连锁装置，不应采用玻璃等脆性材料制造的设备和管道。
- 9.1.12 选用塑料、四氟等防腐材料的设备和管道时应有静电消除措施。

9.2 职业卫生

- 9.2.1 职业卫生符合 GBZ1 和 GBZ2.1、GBZ2.2 的规定。
- 9.2.2 职业病防护设备和用品应处于正常工作状态，不得擅自拆除或停止使用。
- 9.2.3 操作场所应配置换气扇保持良好的通风。
- 9.2.4 处理装置的卫生防护设施应符合 HG 20571 的有关规定。
- 9.2.5 现场应配套洗眼器和淋洗器等安全防护措施，其服务半径不应大于 15m。

10 检测与过程控制

10.1 检测

10.1.1 含硝废酸循环使用处理工程宜在原料酸进口设置取样点，定时检测原料酸的组成，观察原料酸有机物夹带及外观变化情况。

10.1.2 含硝废硫酸循环使用处理工程宜在工艺控制点设置液位计、流量计、温度计、压力表等检测仪表。

10.1.3 含硝废硫酸循环使用处理工程宜在尾气排口设置氮氧化物在线监测仪。

10.1.4 含硝废硫酸循环使用处理工程宜在浓缩器出口、硝烟吸收塔底部设置取样口，定时分析酸含量。每次分析间隔时间不宜长于 4 小时。

10.2 过程控制

10.2.1 含硝废硫酸循环使用处理工程应集中监控，实现系统投料开车、正常运行直至退料停车的全过程工况的监视。

10.2.2 含硝废硫酸循环使用处理工程宜采用分散控制系统（DCS）或可编程逻辑控制器（PLC），其功能包括数据采集和处理（DAS）、模拟量控制（MCS）、顺序控制（SCS）及连锁保护、厂用电源系统监控等。

10.2.3 现场检测仪表应具有防爆、防腐、防渗漏功能。

10.2.4 控制室宜设置液位、温度、压力等重要工艺数据异常报警系统和紧急停车系统。

10.2.5 浓缩器、洗涤塔、硝烟吸收塔等装备宜设置用于应急处理的物料清空管道。

11 施工与验收

11.1 设备安装

11.1.1 设备安装前必须按设备技术文件进行验收。所有设备及配件表面应无缺陷、无损伤、无腐蚀，设备内部无杂物。

11.1.2 安装设备的混凝土基础应按有关设计图纸进行交接检查，机泵等定型设备及非定型设备应先行核对无误后方可进行安装。

11.1.3 搪玻璃设备的安装：

a) 所有搪玻璃设备的管口和外露搪玻璃表面必须严加保护，以防止其损伤或有异物落入设备内部；

b) 搪玻璃设备的转运、移位、吊装、就位过程中均不得以搪玻璃设备接管口作为搬运吊装受力点，并应避免设备受到振动、碰撞，应采取有效措施防止其它物件坠落、倾倒砸击搪玻璃设备；

c) 不得采用滚动或撬动的方法移动搪玻璃设备；

d) 进入搪玻璃设备内的施工工具必须带有外包橡胶等缓冲层；

e) 不得在搪玻璃设备外壁直接施焊，在搪玻璃器件附近进行金属焊接或气割时，应对搪玻璃表面进行保护。

11.1.4 钢制设备焊接应符合 GB 50236 和 GB 50683 的规定。

11.1.5 定型机泵设备安装过程应符合准 GB 50275 的规定。

11.2 管道安装

11.2.1 金属管道施工应符合 GB 50235 和 GB 50184 的有关规定。

11.2.2 非金属管道施工验收应符合 GB 50690 的有关规定。

11.2.3 异种材质的管道或管道组成件的连接应采用法兰连接。

11.2.4 管道安装过程中严禁用低压力等级的管道组成件、法兰紧固件替代高压等级管道组成件或法兰紧固件。

11.2.5 所有阀门在安装之前必须按 SH 3518 进行检验、试漏、筛选，不符合要求的阀门严禁安装于管道上，也不得降级使用。

- 11.2.6 不锈钢管道不应直接支撑在碳钢支架上，应垫以橡胶垫片。
- 11.2.7 搪玻璃管道附近进行金属焊接或气割时，要对搪玻璃表面进行保护，严禁在搪玻璃管道及设备外表面引弧。
- 11.2.8 管道系统安装结束后应对管道系统严格按 GB 50235 的有关规定进行吹扫和试验验收。吹扫试验前应将不能参与试验的系统加以隔离，安全阀应拆除。

11.3 电气与自控仪表安装

- 11.3.1 施工安装方法应符合《常用低压配电设备及灯具安装（2004年合订本）》（D702-1~3）和 GB 50303 的要求。爆炸危险环境尚应符合国标图集《爆炸危险环境电气线路和电气设备安装》（12D401-3）和 GB 50257 的规定。
- 11.3.2 电缆桥架及保护管贯穿隔墙和楼板的孔洞处做好防火封堵，其防火封堵材料的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，具体做法应参照国标图集“电缆防火阻燃设计与施工”（06D105）、《爆炸危险环境电气线路和电气设备安装》（12D401-3）。
- 11.3.3 施工尚应符合 GB 50168、GB 50169、GB 50170 的相关规定。
- 11.3.4 仪表不应安装在有振动、潮湿、易受机械损伤、有强电磁场干扰、温度变化强烈和有腐蚀性气体的位置。
- 11.3.5 直接安装在工艺管道上的仪表，应在工艺管道吹扫后，管道试压前安装。
- 11.3.6 仪表及控制系统的接地连接采用分类汇总，最终与总接地板连接的方式，实现等电位联结。仪表系统的接地电阻不应大于 4Ω 。
- 11.3.7 仪表接地应符合行业标准 SH/T 3164 的相关规定。

11.4 绝热施工

- 11.4.1 管道的绝热应在试压和涂刷防腐漆完成之后进行，在装置投料试车前所有法兰连接部位不应绝热施工，此类部位绝热施工应在正常生产后进行。
- 11.4.2 绝热施工应符合 GB 50126 的规定。

11.5 工程验收

- 11.5.1 工程的验收应分阶段进行，土建施工、设备安装、管道安装、电气仪表安装、绝热施工等应随竣工随验收。验收标准为相关施工标准和设计文件。
- 11.5.2 全部工程结束后应进行整体验收，整体验收应不少于下列内容
- 单机试车：主体设备、传动设备的性能测试是否符合设计要求；
 - 水气联动试车：热态下以水为介质进行全流程模拟生产并进行电气仪表测试；
 - 投料试车：低负荷实物投料检验工艺过程是否达到设计要求，成品酸质量、环境指标是否符合要求，装置运行是否稳定；
 - 运行考核：按设计处理能力满负荷投料运行 72 小时以上，检验产品质量、动力消耗、环境指标、装置能力等各项指标是否达到设计要求。

12 运行与维护

12.1 运行管理

- 12.1.1 应编制含硝废硫酸处理装置操作手册，并应明确装置开机、运行、停机操作要求和注意事项；
- 12.1.2 运行过程中应严格按照操作手册进行操作。
- 12.1.3 装置运行所产生的外排尾气各项指标应符合环保要求；
- 12.1.4 装置运行的处理能力应控制在设计能力范围内；

12.1.5 运行期间应对装置的运行状况和现场设备运行状态进行巡检, 并应做好记录。

12.2 维护保养

12.2.1 建立装置的设备技术档案、制定设备周期维护计划;

12.2.2 对装置设备按技术标准、功能精度要求和维护计划进行定期的专业检查和维护。

12.3 应急事故预案

12.3.1 含硝废硫酸处理装置应制定事故应急预案, 储备好应急物资, 定期组织相关人员进行应急演练。

12.3.2 事故应急内容应至少包括废酸泄漏、硝烟泄漏、突然停水、突然停电、现场人员触电、化学烫伤等应急救援内容。

12.3.3 事故处理应做好记录、分析原因、采取防范措施防止同类事故再次发生。

《含硝废硫酸再循环处理工程技术规范》

编制说明

（征求意见稿）

标准编制组

2021年8月

目录

1 任务来源.....	1
2 标准制定的必要性.....	1
3 标准制订原则与主要工作过程.....	1
4 国内外相关标准研究.....	2
5 主要技术内容及说明.....	4
6 标准实施的环境效益及经济技术分析.....	9
7 标准实施建议.....	9

1 任务来源

2020年3月，中国石油与化学工业联合会印发了《关于印发2020年第一批中国石油与化学工业联合会团体标准项目计划的通知》（中石化联质发（2020）28号），下达了《含硝废硫酸再循环处理工程技术规范》的编制任务。

本标准制定的组织单位为中国化工环保协会，主要编制单位：南京鹤山化工科技有限公司、江苏淮化集团有限公司、中国化工环保协会。

2 标准制定的必要性

改革开放以来，我国硫酸产业高速发展，目前是世界第一大硫酸生产国，近几年产量一直稳定在9500万吨/年左右。

硫酸作为基础化工产品化工行业被广泛应用，同时产生大量含硫酸废液，粗略统计我国废硫酸液产生量每年超过一亿吨。废酸产出主要集中在：钛白粉行业、硫铁矿制酸行业、氯碱行业、氟化氢行业、染料行业、烷基化行业、硝化行业、离子交换树脂、气体净化以及粗苯精制。石灰中和法是早期处理废酸最常用的方法，用石灰中和废硫酸液产生石灰膏沉淀分离，液体进入废水处理系统，固体按固废填埋处理。随着环保要求的不断提高，中和法由于产生二次污染等原因已不能满足市场要求。我国硫资源匮乏，每年都需要进口大量硫磺用于生产硫酸，将工业废硫酸和含硫废液中的硫进行回收利用，不仅能解决废硫酸污染问题，还将产生巨大的经济效益。因此硫酸的再生循环利用成为发展较快的技术领域，将硫酸通过浓缩、裂解再生、氧化除焦等处理得到高浓度的工业硫酸实现了硫资源的循环利用。随着硫酸循环利用技术的不断成熟，制定相应的技术标准有利于规范市场行为和行业发展。

含硝废硫酸是指化工生产过程产生的含有硝酸或氮氧化物的废硫酸，其中硝酸市场价格远高于硫酸，氮氧化物排放对空气造成严重污染，在绿水青山就是金山银山的环保理念下，处理含硝废硫酸时硫、氮资源同时实现循环利用显得尤为重要，制定含硝废硫酸的循环利用技术规范有利于该技术的应用推广，有利于提高行业整体水平，有利于更好地实现环境效益和社会效益。

3 标准制订原则与主要工作过程

3.1 确立制定本标准的原则

本标准的编制遵循“规范性、一致性、实用性、可操作性”的原则，与现有废硫酸处理标准、氮氧化物排放标准接轨，注重标准的实用性。

规范性：本标准严格按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则第一部分：标准化文件的结构和起草规则》、GB/T 20001.10-2015《标准编写规则第 10 部分：产品标准》及相关法规的要求进行编写和表述。

一致性：尽量与现行有效的国家法律、法规、标准、相关行业标准保持一致，对含硝废硫酸再循环处理的尾气排放、资源回收率做出相应的规定。

实用性：以再循环使用做为含硝废硫酸的处理目标，明确处理装置与产酸装置的相关属性，提倡在系统内实现废硫酸的原位套用，减少末端治理。

先进性：本标准在制定具体的技术指标和技术措施过程中既考虑到现有含硝废酸的处理现状与特点，又结合安全和环保要求日益提升的发展要求，使本标准既能具有一定的先进性又能保持可操作性。

3.2 主要工作过程

2020 年初，中国石油与化学工业联合会下达“含硝废硫酸再循环处理工程技术规范”的编制任务，中国化工环保协会组织相关单位及人员成立标准编制组，确定工作计划和任务分工。

2020 年 7 月，完成标准的开题报告和标准编制大纲。

2020 年 9 月，召开了本标准的开题论证会议。在开题论证会上明确了标准的编制方向和原则，通过了编制大纲。

2021 年 3 月，完成《含硝废硫酸再循环处理工程技术规范》及编制说明的初稿，经多次讨论并征求专家和相关管理者意见，于 2021 年 7 月形成征求意见稿。

4 国内外相关标准研究

4.1 编制依据

本标准的编制以研究含硝废硫酸产生的来源、数量、对废酸循环使用的处理要求为基础，充分考虑硫酸循环处理技术的发展水平、成熟程度，并结合国家现有的

废气排放控制标准，严格按照 GB/T 1.1-2020 和 GB/T 20001.10-2015 的相关要求文件进行编制。涉及的部分法律法规、管理文件和标准有：

(1) 《中华人民共和国环境保护法》

该法第二十四条规定：“产生环境污染和其他公害的单位，必须把环境保护工作纳入计划，建立环境保护责任制度；采取有效措施，防治在生产建设或者其他活动中产生的废气、废水、废渣、粉尘、恶臭气体、放射性物质以及噪声、振动、电磁波辐射等对环境的污染和危害。”第二十五条规定：“新建工业企业和现有企业的技术改造，应当采用资源利用率高、污染物排放量少的设备和工艺，采用经济合理的废弃物综合利用技术和污染物处理技术。”

(2) 《中华人民共和国大气污染防治法》

该法第二条规定：“国务院和地方各级人民政府，必须将大气环境保护工作纳入国民经济和社会发展规划，合理规划工业布局，加强防治大气污染的科学研究，采取防治大气污染的措施，保护和改善大气环境。”

(3) 各行业废气中氮氧化物排放标准

如《硝酸工业污染物排放标准》、《烧碱、聚氯乙烯工业污染物排放标准》、《石油炼制工业污染物排放标准》、《石油化学工业污染物排放标准》、《无机化学工业污染物排放标准》、《轧钢工业大气污染物排放标准》、《大气污染物综合排放标准》等。

4.2 国内外相关技术标准、技术政策制订情况分析

国内早期对废硫酸的处理都是采用碱中和法或锅式浓缩法，成本高、二次污染严重，上世纪 90 年代原化工部南京化工厂从欧洲引进首套真空浓缩处理装置，经过多年的消化吸收与技术改进，目前真空浓缩处理稀硫酸技术已经成熟并在多家大型企业应用。2012 年国家住房与城乡建设部颁发了“稀硫酸真空浓缩处理技术规范”标准号：GB/T 50815-2013。随着我国化学工业不断发展，废硫酸总量与种类日益增多，相应的废硫酸处理技术不断丰富，三废排放要求也日益严格，2018 年国家市场监督管理总局和中国国家标准化管理委员会发布了“工业废硫酸的处理处置规范”标准号 GB/T 36380-2018。该标准对部分废硫酸处理技术的适用范围、工艺流

程、成品控制进行了规定，该标准将废硫酸定位为废物，需将硫酸处理到产品硫酸的浓度 92.5%、98%或转化为硫酸盐产品。而行业标准《氯碱工业回收硫酸》HGT 5026-2016 对用于氯气干燥的回收硫酸作为副产品出售的产品质量作了规定。

欧美等先进国家是废硫酸处理技术的发源地，很多硫酸处理技术和装备都是由他们发明应用，但是一直以来都是归入环境治理技术范畴，并没有专门的废硫酸处理技术规范，更没有将废硫酸按种类细分的技术标准。

目前还没有专门针对含硝废硫酸处理的相关工程技术标准。

5 主要技术内容及说明

本标准内容由前言和正文构成，正文部分为主要技术内容，共分为 12 章依次为：（1）范围；（2）规范性引用文件；（3）术语和定义；（4）废酸来源及污染物特征；（5）总体要求；（6）工艺设计；（7）主要工艺设备与材料；（8）主要辅助工程；（9）检测与过程控制；（10）施工与验收；（11）运行与维护；（12）劳动安全与职业卫生。

5.1 适用范围

本章内容界定了本标准所适用的范围。本标准规定了含硝废硫酸以循环使用为处理目标的工程设计、建设、运行、维护的技术要求。适用于含硝废硫酸以循环使用为目标的废酸处理工程，可作为工程咨询、设计、安装、验收和运行管理的技术依据。

5.2 规范性引用文件

本章列出了在本标准中所引用的国家标准和行业标准（包括推荐标准）等文件的名称和标准号。

5.3 术语和定义

本章为执行本标准制定的专门术语，并对容易引起歧义的名词进行了定义。对在其他法律、法规和技术规范上已经定义的术语如果适用于本规范的，在本规范中不再重新进行定义。对于有关标准和规范上没有标准定义而本规范中需要解释的给

予了命名和规范。具体包括：含硝废硫酸、脱硝、硝烟吸收、主装置、浓缩器、安定处理等。

5.4 废酸来源及污染物特征

本章规定了含硝废硫酸再循环处理工程所处理废酸的来源、主要污染物种类。

基于已有工程经验提出了含硝废硫酸中硫酸及主要污染物硝酸、氮氧化物、有机物的浓度范围。

5.5 总体要求

本章规定了含硝废硫酸再循环处理工程与主装置之间的相互要求，体现了主装置为处理装置提供稳定合格废酸和处理装置满足主装置循环使用为目标的处理要求。

在一般规定中，首先提出的“含硝废硫酸循环使用处理装置应与主装置同步建设”要求体现了工程总体设计中的三同时原则；外排尾气中“氮氧化物浓度不应高于 $100\text{mg}/\text{m}^3$ ”是现有废气排放标准中的最低值，体现了本标准的先进性。在环境管理要求日益提高的背景下，一些地方、工业园区提出了氮氧化物低于 $80\text{mg}/\text{m}^3$ 甚至低于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 的超低排放要求，但是还没有形成相关标准，本标准未予采纳。

在源头控制与清洁生产主要规定了主装置为了提供稳定合格废硫酸应采取的切实可行技术措施。目标在于减少废酸中妨碍处理装置稳定长周期运行的无机盐、氟化物等杂质含量。

在工程构成中，主要对治理工程的主体工程和辅助工程系统的组成范围进行了界定。

5.6 工艺设计

在进行工艺设计上要本着安全可靠、技术先进、经济合理的原则，同时要充分考虑以人为本，保障装置的安全性与可操作性，同时也鼓励积极采用新工艺和新材料。从资源利用的角度来讲，含硝废硫酸中硫酸、硝酸和氮氧化物、有机物都应该尽量的回收利用。含硝废硫酸的共性是都含有硫酸和硝酸，本标准只对硫酸和硝酸

的回收工艺路线、工艺参数进行了规范，鼓励通过预处理等方式实现对其他污染物的回收利用。

5.6.1 工艺参数的确定

在工艺参数一节中重点规定了含硝废硫酸进入处理装置前应满足的技术条件、处理后得到的回收物应该达到的技术指标和装置运行的性能指标。

出于安全考虑特别提出了爆炸性有机物硝化甘油和太安含量低于 0.03%的较为严厉的指标。基于现有通用关键设备材料的耐蚀性能，设置了废酸中不应含有氟离子的条文；根据以往工程经验设置了废酸中有机物含量、无机盐含量的条文。

由于本标准对含硝废硫酸的处理目标定义为循环套用，具体的浓度、污染物容许含量因主装置的回用要求而不同，对于处理装置要达到的技术效果本标准只设置了酸性凝水总酸度低于 1.0%的技术指标，强调具体装置设计中应设定具体的能耗目标。其中“外排废气 NO_x 含量低于 100 mg/m³”为收集到的现有各行业废气中氮氧化物排放标准（见 4.1 第三条）中的最低值。

在通常的工程设计中都会考虑相应的操作弹性范围。根据相关工厂生产负荷调节范围，结合自动化仪表的控制调节性能以及装置运行的整体经济性，本标准装置的操作弹性确定在 70~110%的范围。

5.6.2 工艺配置的选择

本章节规定了选择工艺路线的原则：应综合考虑废酸的酸浓度、含硝量、回收酸浓度以及质量要求等因素进行经济技术比较；提供了典型工艺流程图；规定了硝酸回收工艺的选择依据；对流程中主要设备的配置提出了要求；对工艺设计中的保温、防腐、管道热补偿等作了规定。

5.6.3 工艺布置

本节规定了工艺设计过程中总体布局应遵守的规定，根据装备的特点和气候条件提出了厂房形式、厂房内设备与管道的布局提出了原则要求。对本工程常用的卧式换热器布置提出了具体要求，将真空条件下物料的重力自流对位差的要求列入工艺布置设计要求。

5.7 主要工艺设备与材料

含硝废硫酸处理工程的工艺设备及管道具有耐高温、耐硝硫混酸腐蚀的特殊要求，根据目前国内防腐蚀材料发展现状和以往工程实践经验，从有利于工程装置长周期运行又经济适用的原则提出了主要工艺设备与管道的材料选择要求：原料酸储罐宜采用不锈钢材料；硫酸浓缩器、洗涤塔宜采用搪玻璃材料；洗涤塔的填料宜采用耐酸材质；浓缩加热器宜选择钽材换热器或碳化硅换热器；脱硝塔、硝酸蒸馏塔、漂白塔宜选用搪玻璃材料；酸酸换热器的换热管宜选用钽材，壳体应选用搪玻璃。本标准采用“宜”选择目的在于鼓励采用新型防腐材料。

设备的选型与加工的内容：由于本标准规定选用的材料加工制造都有相应的国家标准或行业标准，本标准加以引用，强调执行标准的重要性。

5.8 主要辅助工程

本章对含硝废硫酸再循环处理工程的辅助工程做出了一些规定。提出了总图布置应遵守的原则以及对厂房结构设计的特殊要求；电气、仪表、给排水等以引用现有标准为主；针对含硝废硫酸再循环处理工程的防腐要求，增加了“建筑防腐蚀设计”一节，除引用相关标准外对建筑的防腐蚀设计提出了要求，突显了防腐蚀设计对于本项工程的重要性。

5.9 检测与过程控制

本章主要是规定了在设计含硝废硫酸再循环处理工程时对工艺控制点与控制方式的要求。将集中控制、远程监控、应急处理等要求体现在工艺设计中。同时提出了原料控制和中间控制等过程控制的基本要求。

5.10 施工与验收

施工与验收是工程建设中的重要环节，含硝废硫酸再循环处理工程所用设备以非标设备为主，安装中有一些特殊要求，本章节将含硝废硫酸再循环处理工程最常用的搪瓷设备与管道的一些施工经验上升为规范。旨在填补空白，引领施工技术规范化。其余施工与验收引用现有标准。整体工程的验收则根据以往工程经验提出了不少于“单机试车、水汽联动试车、投料试车、运行考核”四阶段的规定，鼓励在工程实践中将考核步骤、条文进一步细化、规范化。

5.11 运行与维护

本章规定了含硝废硫酸再循环处理工程运行过程的基本管理要求，包括编制并严格执行操作手册、建立设备档案、制定检修计划、制定巡回检查制度、做好原始记录等，鉴于含硝废硫酸再循环处理工程具有高温灼伤、强酸烧伤等危险性，本章特别增加了在运行过程中制定并演练应急事故预案内容，通过将安全意识和事故处理能力融入装置运行过程管理，提高运行过程的可靠性。

5.12 劳动安全与职业卫生

本章引用了含硝废硫酸再循环处理工程运行中需要遵守的安全与职业卫生方面的标准和规定，设置了保持现场通风、洗眼器和淋洗器服务半径、静电消除等与含硝废硫酸再循环处理工程运行中安全与健康相关的条款。

6 标准实施的环境效益及经济技术分析

本标准是针对含硝废硫酸的再循环处理工程而制定，本标准采用的工艺方法是将含硝废硫酸中的硫酸和硝酸同时回收并实现原位套用，与现有 GB/T36380-2018 标准相比，减少了末端治理成本，增加了硝酸回收的效益、减少了氮氧化物排放，环境效益显著。同时为废硫酸的分类治理提供有益参考。

含硝废硫酸主要产生于化工过程硝化反应，废硫酸的主要组成为 H_2SO_4 65wt%~70wt%， HNO_3 1wt%~6wt%和有机物 1wt%~5wt%。据统计，2016 年全国仅芳烃硝化废酸产生量已有 150 万吨。如果全部实现硫酸与硝酸回收利用将极大地减少氮氧化物排放，同时产生巨大环境效益和经济效益。

7 标准实施建议

本标准为首次制定，有一些条款根据工程经验总结提炼而来，随着工程经验的不断丰富，新材料新装备的不断发展，需要继续总结提高，建议在实施过程中先试运行一段时间，根据实际应用情况，进行进一步的修订完善。