

《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》 国家标准编制说明

(征求意见稿)

《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》国家标准起草小组
2026年4月

《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》国家标准编制说明

（征求意见稿）

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化委员会国标委发[2025]58号文《关于下达2025年第十批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》的要求，于2027年4月完成《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》国家标准的制定工作，计划编号20255598-T-606。本标准由全国废弃化学品处置标准化技术委员会归口。项目完成周期为18个月。计划申报起草单位有：格林美股份有限公司、浙江华友钴业股份有限公司、荆门市格林美新材料有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司等。

（二）制定背景

1、产业发展刚需

我国三元前驱体、钴镍盐、再生电池材料产业规模持续高速扩张，2025年国内三元前驱体产量91.8万吨，四氧化三钴、氯化钴、硫酸钴等钴镍产品产能同步大幅增长。钴镍湿法萃取皂化工序、三元前驱体共沉淀合成工序会产生大量高硫酸盐废水，废水中硫酸钠含量高、水量巨大。行业普遍采用MVR蒸发、膜分离工艺回收硫酸钠，但各企业预处理、蒸发控制、结晶分离、产品质控、环保管控流程不统一，工艺参数、管控指标差异大，回收硫酸钠产品质量参差不齐，部分企业钠盐回收纯度不达标无法外销，废水处置成本高、固废产生量大，资源浪费严重。

2、国家政策硬性要求

党的“二十大”报告中明确提出“推动绿色发展，促进人与自然和谐共生”的环保理念，要求我们未来发展要加快发展方式的绿色转型，深入推进污染防治，提升生态系统多样性、稳定性、持续性以及积极稳妥推进碳达峰碳中和等措施，积极应对气候变化全球治理。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》明确提出“坚持生态优先、绿色发展，推进资源总量管理、科学配置、全面节约、循环利用，协同推进经济高质量发展和生态环境高水平保护”。《国家标准化发展纲要》中提到“筑牢绿色生产标准基础——建立健全清洁生产标准，不断完善资源循环利用、产品绿色设计、绿色包装和绿色供应链、产业废弃物综合利用等标准”。上述政策从国家层面对绿色、低碳以及循环经济进行了定位，本标准的制定符合国家相关的大政方针，钴镍湿法冶金废水中钠盐分离纯化技术规范解决了镍钴矿石、新能源电池以及其他行业镍钴资源循环利用等行业的钠盐分离纯化利用的难题，支撑了新能源领域清洁、健康的发展。对钴镍湿法冶金废水中钠盐分离纯化技术进行规范也符合工业和信息化部节能与综合利用司大力推广的《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录（2021年版）》中的工业废盐资源化利用技术相关内容，并且废水中分离纯化得到的金属盐类也被纳入国家税务总局发布的《资源综合利用产品和劳务增值税优惠目录（2022年版）》中的再生资源类，不仅促进钴镍湿法冶金过程中的钠盐的资源综合利用，还有利于相关企业的健康发展。

《关于推进污水资源化利用的指导意见》《工业废水循环利用实施方案》《“十四五”节能减排综合工作方案》等文件明确要求：重点突破有色湿法冶金高含盐废水资源化利用技术，推广盐类回收、中水回用成套工艺，提升工业水资源循环利用率，降低工业碳排放与固废处置压力。GB 31573《无机化学工业污染物排放标准》、GB 25467《铜、镍、钴工业污染物排放标准》对湿法冶金含盐

废水排放、固废管控、副产物资源化提出严格约束，现有标准仅规定末端排放限值，缺少钠盐全流程回收技术统一规范。

3、现有标准体系存在空白

现行 GB/T 6009 仅规定工业硫酸钠成品指标，缺少钴镍湿法特殊废水（钠皂萃余液、前驱体母液、洗涤水）适配的成套回收工艺、过程控制参数、预处理除油除重金属、膜系统运行、MVR 温控、配套环保管控要求；暂无专门针对钴镍萃取、前驱体两大典型高盐废水的分类技术规范，企业无统一执行依据，新投产项目工艺设计、环保验收、循环化改造缺少标准化指导。

4、行业技术成熟具备标准化基础

格林美、华友、寒锐、金川等头部企业已规模化运行钠盐回收产线，形成稳定工业化成套工艺，MVR 蒸发、超滤-反渗透膜组合、树脂除油、镁重金属沉淀、芒冷冻结晶等技术实现长期稳定运行，积累完整运行参数、废水监测数据、产品检测台账，具备编制国家标准的产业实践基础。制定统一技术规范，可统一行业工艺路线、关键控制指标、环保配套要求，推动钠盐规模化资源化，降低行业综合治污成本，实现节水、减碳、固废减量多重效益。

（三）简要编制过程

1、起草阶段（2026.1~2026.3）

① 起草工作组

工作组成员包括：格林美股份有限公司、衢州华友钴新材料有限公司、中海油天津化工研究设计院有限公司、广西华友新材料有限公司。

② 分工情况

天津院的王莹、张凯主要负责标准制定工作总体协调及资料收集、编写文献小结、组织召开标准工作会议、标准意见统计、编写标准各阶段草案、编制说明及相关附件等工作。

其他单位的相关人员主要负责提供标准方案、提供各单位的工艺流程、参加工作会议讨论、对标准过程稿件提出修改意见等。起草工作组具体组成及分工情况见表 1。

表 1 起草单位及人员分工情况

序号	单位	姓名	分工
1	格林美股份有限公司	许开华	参加工作会议讨论、负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
2	衢州华友钴新材料有限公司	方圆	参加工作会议讨论、负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
3	中海油天津化工研究设计院有限公司	张凯	编写标准各阶段草案、组织召开标准工作会议
4	广西华友新材料有限公司	汪严超	参加工作会议讨论、负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
5	格林美股份有限公司	魏琼	参加工作会议讨论、负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
6	衢州华友钴新材料有限公司	曲冬雪	负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
7	广西华友新材料有限公司	覃慧	负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见

8	格林美股份有限公司	张坤	负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
9	衢州华友钴新材料有限公司	姜俊	负责试验方法验证、对标准过程稿件提出修改意见
10	中海油天津化工研究设计院有限公司	王莹	负责标准制修订工作总体协调、编写标准各阶段草案、组织召开标准工作会议

③ 调查研究过程

天津院接到上级部门下达制定《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》的计划后，首先查阅了国内外标准及有关技术资料，并向生产、使用单位发函，进行调查并广泛征求对标准制定工作的意见，在此基础上提出了文献小结。2026年4月7日由中海油天津化工研究设计院有限公司在天津组织了工作方案会，会上生产单位就各自的生产工艺、废水来源及回收利用方式进行了介绍。与会代表就此标准的来源及主要污染物、技术要求、产品质量要求及环境保护要求等内容进行了深入、细致的讨论，提出了工作方案，并对各项工作任务及工作进度做了详细的安排。

④ 工作组讨论稿

根据前期调查情况，起草单位于2026年4月7日由中海油天津化工研究设计院有限公司在天津召开了工作方案会，在回收工艺及企业各自需求的基础上工作组提出工作组讨论稿。

2 标准征求意见阶段（2026.5~2025.7）

① 广泛征求意见

在起草阶段工作组讨论稿基础上，由负责起草单位提出标准草案征求意见稿及编制说明。于2026年7月向全国废弃化学品处置标准化技术委员会的委员、生产企业、使用、科研及检验机构等单位发送了电子文件征求意见稿及编制说明，并在网上（www.trici.com.cn）公开征求意见。同时于2026年7月开始在国标委网站上公开征求意见，在国标委网站征求意见期间未收集到意见反馈。

② 意见的反馈与处理

发送征求意见稿的单位数 个，收到征求意见稿后回函单位数 个，收到征求意见稿后回函并有建议或意见的单位数 个，没有回函的单位数 个。对收到的意见全部进行处理，收到意见全部采纳，无未采纳及部分采纳意见，处理情况详见征求意见稿意见汇总处理表

3 标准预审会阶段（2026.8）

2026年7月起草小组在山西太原召开了标准预审会，与会代表对征求意见稿和网上征求意见的反馈结果进行了认真细致地讨论，并通过讨论对征求意见稿进一步修改、完善，形成了预审会会议纪要。会后按照会议纪要的要求，天津院对标准征求意见稿进行修改。2026年9月对征求意见稿进行修改形成标准送审稿及编制说明。报送全国化学标准化技术委员会无机化工分技术委员会审查。

4 标准审查阶段（2026.11）

5 报批阶段（2027.）

二、国家标准编制原则、标准体系和确定国家标准主要内容

（一）国家标准编制原则

- 1 按 GB/T 1.1 的规定起草；
- 2 积极采用国际标准和国外先进标准；
- 3 有利于加强对环境及人身安全保护；
- 4 有利于合理利用资源和节能减排；
- 5 遵循科学性、先进性、统一性。

（二）编制依据

根据国内现有具有代表性、具有推广意义、已经工业化的钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术、企业调研情况以及收集到的技术文献资料编制本标准。

（三）确定国家标准制定主要内容的论据

1、标准范围的确定

本文件规定了钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范的来源及主要污染物、技术要求、产品质量要求及环境保护要求。

本文件适用于利用钴镍原矿、含钴镍金属的电池废料及其他含钴镍物料为原料生产钴镍产品过程中产生的废水中钠盐的回收。

2、主要内容的确定

2.1 锂电行业氨氮废水来源

镍钴是我国的重要战略资源，占据重要地位。镍、钴应用领域广泛，是锂离子电池材料、不锈钢及合金材料中的重要组成部分，目前我国已经成为全球第一大镍钴冶炼产品生产国和消费国。以格林美为例，2025 年三元前驱体材料出货量 149,790 吨，高镍产品及高电压产品占总出货量的 90% 以上；四氧化三钴产销量强力恢复，出货量达 29,040 吨，同比增长 41%，占全球四氧化三钴供应量的 25% 以上。硫酸钠全球 2025 实际总产量 800 万吨，天然芒硝开采 58%（约 464 万吨），工业副产回收占比约 27%，其余为化工合成。国内总产能 1200 万吨，2025 实际产量 950 万吨。

在钴镍湿法冶炼过程中，采用萃取技术对原料的酸性浸出液进行选择性的萃取，以实现金属分离提纯的目的，湿法冶炼过程中，浸出和萃取环节，以及三元前驱体合成过程中，会大量使用液碱和硫酸，产生的废水水质复杂（如图 1 和图 2），其中除含少量有机萃取剂、钴镍重金属外，还含有高浓度硫酸钠等盐类（典型萃余液废水含量见表 1），对其进行分离纯化，既达到了资源循环利用的目的，也可减少对环境的负面影响。

三元前驱体通常由三元液（硫酸镍、钴、锰的混合溶液）、液碱与氨水在一定条件下液相合成，再经陈化、固液分离、流水洗涤、干燥、过筛、除铁、包装等工序制成成品。固液分离和流水洗涤环节分别产生母液和洗涤水，其中三元前驱体的母液 pH 为 12~13，金属离子（ Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} ）质量浓度约 100 mg/L，氨氮约 5~10g/L，硫酸钠约 100~150g/L；洗涤水 pH 为 6~8，金属离子（ Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} ）质量浓度约 20mg/L，氨氮约 1~2 g/L，硫酸钠约 10~15 g/L。每生产 1 t 三元前驱体约产生 15 m³ 母液、约 10 m³ 洗涤水，水量较大。



图1 钠皂萃余液废水的产生

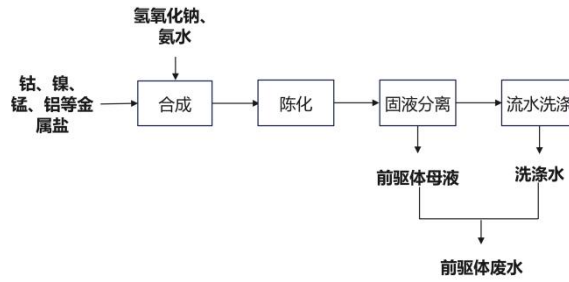


图2 三元前驱体废水的产生

表1 钠皂萃余液废水检测结果

主要项目	1#	2#	3#
钠离子 (g/L)	46.64	48.81	52.37
硫酸根离子 (g/L)	82.87	103.99	83.87

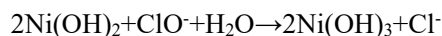
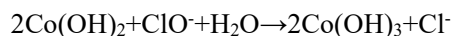
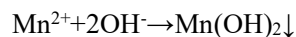
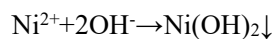
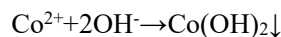
2.2 技术要求

2.2.1 钠皂萃余液废水中钠盐回收处理工艺流程

2.2.1.1 工艺原理

钠皂萃余液中的钴离子、镍离子和锰离子与氢氧化钠溶液生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 沉淀， $\text{Co}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 与次氯酸钠溶液生成 $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 沉淀，重金属的氢氧化物沉淀经压滤去除，清液进入机械蒸汽再压缩（MVR）系统进行蒸发浓缩，产生蒸馏水及产品硫酸钠。

主要反应方程式如下：



2.2.1.2 工艺流程

以格林美为例，原料车间硫酸盐体系钠皂萃余液废水流入废水收集池，调节水质水量后，向斜管沉淀池添加氢氧化钠溶液，调节 pH，生成 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 一次沉淀。向氧化收集池添加氢氧化钠溶液和次氯酸钠溶液，进一步调节 pH，在反应釜中生成 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Ni}(\text{OH})_3$ 沉淀，去除重金属离子，废水进入辐流池。反应釜沉淀及辐流池污泥经压滤机压滤，滤渣浆化后，泵至原料体系回用。压滤机滤液及辐流池上清液进入 MVR 系统原水罐。经 MVR 系统蒸发浓缩后，产生蒸馏水、芒硝以及母液。芒硝经返溶和再次的 MVR 蒸发结晶，得到符合规定的硫酸钠晶体。

工艺流程如图3所示。



图3 钠皂萃余液废水中钠盐回收处理工艺流程图

2.2.1.3 主要技术要求

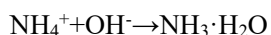
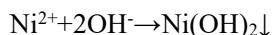
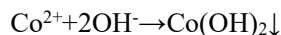
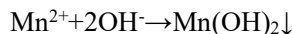
- 1) 沉淀处理阶段，控制pH值在8.5~9，保证沉淀渣中镁的占比较少，沉淀水中的钴、镍、锰达标排放。
- 2) 蒸发结晶阶段宜采用MVR技术，MVR系统通过可编程逻辑控制（PLC）系统调节各级蒸发器参数在95℃-105℃范围、蒸汽流量0.06 t/m³左右，进行蒸发浓缩。宜进行冷冻结晶分离芒硝（十水硫酸钠）。。
- 3) 芒硝返溶后宜通过MVR系统蒸发结晶，得到含量符合表2的硫酸钠，干燥后进行包装，统一存放。

2.2.2 前驱体废水中钠盐回收处理工艺流程

2.2.2.1 工艺原理

前驱体母液去除悬浮物（SS）等杂质后，加入氢氧化钠溶液，其中的钴离子、镍离子和锰离子与氢氧化钠溶液生成Co(OH)₂、Ni(OH)₂和Mn(OH)₂沉淀。通过汽提环节去除氨氮，得到氨水，并过滤镍、钴、锰重金属的氢氧化物沉淀，过滤后澄清尾水（13.5%硫酸钠溶液）排至MVR系统原水罐，经MVR系统蒸发浓缩后，产生蒸馏水及产品硫酸钠。前驱体洗水经超滤、反渗透膜过滤后，浓水排入汽提原水罐。

主要反应方程式如下：



2.2.2.2 工艺流程

生产车间排出的三元前驱体废水去除SS后，经泵输送至汽提原水罐，进入汽提预热器前，加入氢氧化钠溶液，通过在线pH控制系统精确调节pH至控制范围。与来自塔釜的脱氨水换热进行预热，预热后的含氨氮废水从中部进入汽提精馏塔，从汽提精馏塔的塔釜加入蒸汽，提供脱氨处理过程所需的热能。汽提精馏塔的顶部排出氨蒸汽，经过二级冷凝器冷却后得到约20%浓度的氨水，该氨水一部分回流到汽提精馏塔，另一部分作为产物输送到氨水槽。从汽提精馏塔的塔釜排出的脱氨水首先与含氨氮原料废水换热以回收显热，然后过板框过滤机过滤大部分镍、钴、锰重金属，滤液进入净化水中间槽，使得废水中镍、钴、锰小于0.5 ppm，过滤后的澄清尾水排至MVR系统原水罐。经MVR系统蒸发浓缩后，产生蒸馏水、硫酸钠以及母液。典型工艺流程见图4。

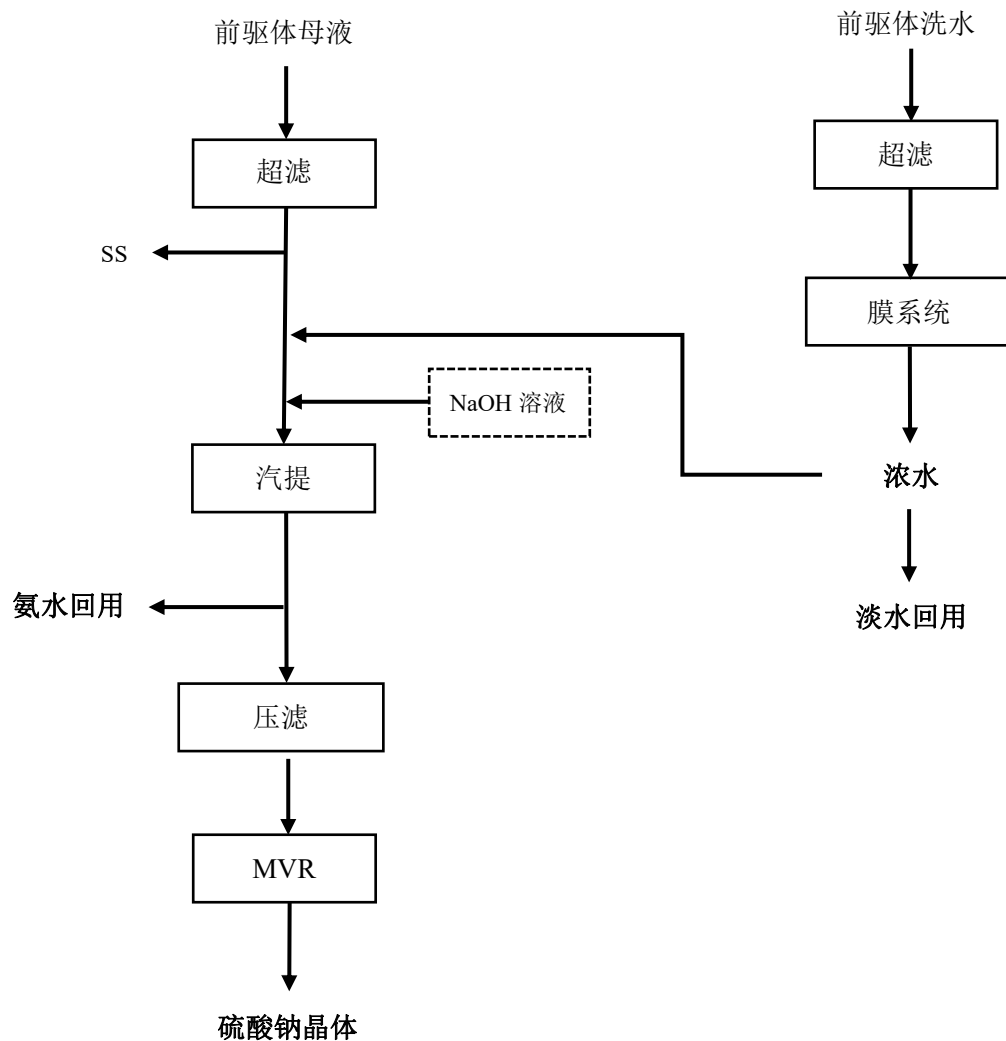


图4 三元前驱体废水中钠盐回收处理工艺流程图

2.2.2.3 主要技术要求

- 1) 前驱体洗涤水温度应降至40℃以下，进入超滤单元。超滤（UF）装置进水侧、产水侧及浓水侧压力进PLC画面监测，跨膜压差宜小于0.10 MPa。
- 2) 废水进入膜系统，宜使用反渗透（RO）膜系统，电导率宜控制在10-50 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ，pH值宜在6-8。
- 3) 前驱体母液去除油分(SS)后，宜控制汽提精馏塔液位为50%~60%，加热温度宜为100℃ \pm 5℃。辅助换热器温度宜>90℃，冷凝水罐液位达到50%时，宜进行循环利用。
- 4) 塔釜液经过换热后，进入压滤机前，应加稀硫酸调节pH值10.5~11。当压滤机后中间罐液位达到60%时，启动排放泵，将废水输送至MVR系统原水罐。
- 5) 进入MVR系统后，通过PLC控制系统调节各级蒸发器参数、蒸汽流量，根据MVR厂家调试参数运行系统，进行蒸发浓缩，产品硫酸钠干燥后进行包装，统一存放。

2.3 产品质量要求

现有的国家标准GB/T 6009-2014 《工业无水硫酸钠》，根据不同用途的硫酸钠，合格品的要求差距较大。钴镍湿法冶金行业依照本技术规范回收的钠盐产品，硫酸钠的产品质量等级较高，因此，本文件要求硫酸钠应符合表2的规定。

表2 硫酸钠产品要求

项 目	指 标						
	I 类		II 类		III 类		
	优等品	一等品	一等品	合格品	一等品	合格品	
硫酸钠(Na ₂ SO ₄) w/%	≥	99.6	99.0	98.0	97.0	95.0	92.0
水不溶物 w/%	≤	0.005	0.05	0.10	0.20	—	—
钙和镁(以 Mg 计) w/%	≤	—	0.15	0.30	0.40	0.6	—
钙 (Ca) w/%	≤	0.01	—	—	—	—	—
镁(Mg) w/%	≤	0.01	—	—	—	—	—
氯化物(以 Cl 计) w/%	≤	0.05	0.35	0.70	0.90	2.0	—
铁(Fe) w/%	≤	0.0005	0.002	0.010	0.040	—	—
水分 w/%	≤	0.05	0.20	0.5	1.0	1.5	—
白度(R457)/%	≥	88	82	82	—	—	—
pH (50 g/L 水溶液, 25℃)		6~8	—	—	—	—	—

2.4 环境保护要求

(1) 企业在回收利用过程中产生的废水、大气污染物，经处理后应符合GB 31573的要求。

(2) 回收利用过程中产生的固体废物应按GB 5085的规定进行鉴别，并符合下列规定：

a) 经鉴别属于危险废物，应按GB 18597和HJ 2025要求进行收集、贮存、运输，并交由有资质单位进行处理。

b) 经鉴别属于一般固体废物，应按GB 18599的要求执行。

(3) 回收处理企业厂界噪声应符合GB 12348的要求。

三、综述报告、技术经济论证、预期的经济效果

1 综述报告

本标准依托国内万吨级工业化钠盐回收生产线实测数据编制，标准实施后，区分两类特征废水制定差异化标准化工工艺，配套完整过程控制限值、设备附录，兼顾资源化、节能、环保多重目标，贴合国内钴镍产业实际工况，达到国内先进水平，可作为行业设计、环保验收、清洁生产审核、绿色制造评价统一技术依据。

2、技术经济论证

填补钴镍湿法高盐钠盐回收国家标准空白，建立全行业统一工艺管控体系，规范行业环保治理水平；为新建、技改钴镍冶炼、再生资源项目提供标准化工工艺依据，支撑园区循环化改造、绿色工厂申报；推动锂电全产业链绿色低碳转型，提升国内钴镍材料产业绿色制造国际竞争力，适配欧盟碳边境、绿色供应链核查要求

大幅削减高盐废水外排量，抑制土壤、地下水盐污染风险，消除水体盐度超标、富营养化隐患；

减少蒸发系统能耗，降低化石能源消耗与 CO₂排放，契合工业双碳、节能降碳政策；重金属、油分、氨氮同步回收，固废产生量显著下降，危废处置环境风险降低。

3、预期达到的经济效果

资源化增收：标准化稳定硫酸钠产品纯度，可对外销售创造持续副产品收益，同步回收前驱体工序氨水、钴镍重金属渣，大幅降低原料采购成本；

运行成本下降：统 MVR、膜系统最优运行参数，降低蒸汽、电力消耗，中水回用减少新鲜水取水费用；高盐废水不外排，大幅削减委外处置费用；

新建项目标准化工艺可直接用于环评、设计，缩短工艺论证周期，降低技改试错成本。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

现有的有关硫酸钠的通用标准 GB/T 6009-2014《工业无水硫酸钠》、GB/T 9853-2008《化学试剂 无水硫酸钠》中，范围较广，无法体现钴镍湿法冶金行业对副产物硫酸钠资源化利用的特性，其他的产品类标准 HG/T 5560-2019《铬盐副产硫酸钠》、HG/T 4535-2013《化妆品用硫酸钠》均为特定领域，并且以上均为产品标准，并未涉及到钠盐分离纯化的技术规范。

目前暂无国际标准。本标准内容具有科学性、实用性和先进性，可为钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术提供参考和科学依据综合分析，本标准可达到国内先进水平。

五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因

本标准未采用国际标准和国外先进标准，本标准属于我国自主研发的标准，没有对应的国际和国外标准。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准的要求与现行相关法律、法规、规章和强制性标准的关系不矛盾、不冲突，其相互关系协调一致，没有冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧意见。征求意见稿在网上公开征求意见，意见的处理见《标准征求意见汇总处理表》。

八、涉及专利的有关说明

本标准不涉及专利。

九、实施国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

建议尽快实施。实施后可以通过会议或公众号等形式进行宣贯。建议过渡期和实施日期为标准发布后 6 个月。

十、公平竞争审查说明

经审查，本标准不存在违反《公平竞争审查条例》规定的内容。

十一、其他应予说明的事项

本标准不存在侵犯相关国际、国外及国内机构版权的情况。

《钴镍湿法冶金钠盐回收处理技术规范》
国家标准起草工作组 2026 年 4 月

