

# 《苯磺酸危废衍生物选矿药剂复配与改性工艺技术要求》

## 编制说明

### 一、工作简况

#### 1.1. 任务来源

随着《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的深入实施和“无废城市”建设理念的推广，危险废物的资源化利用已成为环保产业和循环经济发展的核心议题。苯磺酸危废（HW34，代码 900-349-34）作为一类典型的化工危废，其资源化制备选矿药剂的技术路径已显示出显著的环境和经济效益。然而，该技术从实验室走向产业化过程中，缺乏统一的工艺技术规范，导致不同企业生产流程各异、产品质量不稳定、安全与环境风险管控水平参差不齐。

为规范并引领这一新兴产业的健康发展，确保资源化过程的安全、环保和产品质量的可靠，中关村绿色矿山产业联盟于 2025 年 7 月下达了《苯磺酸危废衍生物选矿药剂复配与改性工艺技术要求》的团体标准制定任务（项目批准号：GRMP-2025-11）。本标准旨在规定从原料处理到产品出厂全流程的工艺技术、设备操作、安全环保及质量管控要求，为行业的规范化、规模化发展提供关键技术支撑

#### 1.2. 起草单位、参编单位

本标准由产业链上下游核心单位共同编制，确保了标准的实用性和先进性。

主要起草单位：马鞍山市华清环保工程有限公司（负责提供核心工艺数据、生产实践经验及工程化验证）。

参编单位：

高校与研究机构：西安建筑科技大学、武汉理工大学（负责工艺原理研究、改性技术开发、实验数据分析和标准文本的技术审核）。

检测与认证机构：安徽华维检测技术有限公司（负责检测方法的验证与标准化）。

生产企业：安徽超越环保科技股份有限公司、湖北博金选矿药剂有限公司、包头市钢兴实业（集团）金鑫选矿材料有限公司（从生产实际出发，对工艺可行性、设备选型、成本控制提出关键建议）。

### 1.3 主要起草人

蒋龙飞、肖巍：作为项目总负责人和技术负责人，负责标准的整体策划、框架设计、技术路线的确定，以及最终稿件的审定。组织协调各参与单位，确保项目按期推进。

杨思源、张震翼：牵头负责第4章“评价指标体系”和第5章“测试方法”的编写。深入研究了国内外相关标准，结合大量实验数据，确定了各项技术参数的阈值和测试方法的细节，特别是浮选效能和环保性能指标。

熊新宇、熊天庆：主要负责第7章“安全与环保要求”和附录的编制。基于实验室管理规范 and 安全生产要求，详细规定了从样品处理到废弃物处置的全流程安全操作指南。

张诗萍、梁志美、刘瑞、蒋龙进、高德才：参与核心实验验证工作，包括药剂的浮选试验、毒性测试、生物降解性评估等，提供了关键的基础数据；同时负责标准草案的校对、文字润色和意见处理工作。

## 二、制定（修订）标准的必要性和意义

### 2.1 必要性

技术规范化的迫切需求：苯磺酸危废衍生物选矿药剂的复配与改性工艺涉及化工单元操作（如皂化、乳化、酯化），若缺乏统一规范，易因工艺参数控制不当导致产品性能失效、生产安全事故或二次污染。本标准为生产工艺提供了“教科书式”的指导。

保障产品一致性与可靠性的需求：工艺是产品质量的根源。通过标准化原料、流程和设备操作，可确保不同批次、不同厂家生产的产品具有稳定且可靠的浮选性能和环保特性，增强下游矿山用户的信心。

降低安全与环境风险的需求：生产过程中使用的原料（如强酸、强碱、环氧乙烷等）多具危险性。本标准将化工过程安全管理（PSM）理念融入具体条款，能有效预防泄漏、火灾、爆炸等事故，并规范三废处理，降低整体环境足迹。

### 2.2 意义

对产业而言，本标准与《苯磺酸危废衍生物选矿药剂评价规范》相互配套，共同构成了从“生产过程”到“产品评价”的完整标准链，有力推动了该资源化技术从“有”到“优”的产业升级。

对企业而言，为新建或改造生产线提供了清晰的设计和操作依据，有助于降低技术转化门槛，提高生产效率和合规性。

对监管而言，为环保、应急管理部门对相关生产设施进行监督检查提供了技术参考。

### 三、主要起草过程

标准的制定过程严格遵循了公开、公正、协商一致的原则，经历了以下几个关键阶段：

预研与立项阶段（2025 年 1 月-7 月）：组建标准工作组，系统调研国内外化工工艺标准、选矿药剂生产现状及危废资源化政策。召开专家研讨会，明确标准应聚焦于“工艺技术要求”这一核心，并与已有的产品评价标准区分互补。

草案编写与实验验证阶段（2025 年 8 月-9 月）：起草组在参编单位的多家实验室和中试基地，针对不同的复配方案（如皂化温度、乳化剪切强度）和改性方法（如酯化摩尔比、等离子体处理功率）进行了系统性工艺优化实验。累计完成超过百批次的小试和数十批次的中试放大试验，积累了关键工艺参数对产物性能影响的大量数据，为标准条款的制定提供了实证基础。

征求意见阶段（2025 年 10 月-12 月）：形成征求意见稿后，通过联盟官方平台发文，定向征求了涵盖矿山设计院、大型矿业集团、环保药剂生产企业、省级环境监测中心等。

意见处理与送审稿形成阶段（2026 年 1 月）：起草组逐条分析处理收到的意见，并召开线上意见处理专题会议。

审查与报批阶段（2026 年 6 月）：联盟标准化技术委员会组织召开了专家审查会。

### 四、制定（修订）标准的原则和依据

本标准制定遵循以下基本原则：

安全环保优先原则：将安全和环保要求贯穿于所有工艺环节，设置强制性条款。

技术先进与实用性结合原则：既采纳了如低温等离子体接枝等先进技术，也确保了皂化、乳化等传统工艺的规范化和可操作性。

全过程控制原则：覆盖从原料入库到产品出厂的整个生产链条。

协调性原则：与 AQ/T 3034《化工过程安全管理导则》等国家、行业标准充分衔接。

依据：主要技术依据来源于参编单位长期工艺研发和实践积累的数据，以及引用的 GB/T、HJ、AQ/T 等系列国家标准、行业标准和安全规范。

## 五、与现行有关法律、法规和标准的关系

本标准严格遵守《安全生产法》《危险化学品安全管理条例》等法律法规。在技术层面，引用了 GB/T 6678（采样）、GB/T 8170（数值修约）等基础标准，并特别引用了 AQ/T 3034 这一化工安全管理的重要指导文件，确保工艺安全要求与国内先进管理实践接轨。本标准是对现有化工工艺和产品标准体系的细化与补充，专门针对“苯磺酸危废制备选矿药剂”这一特定工艺过程，与通用的化工产品标准或单一的选矿药剂标准均不重叠或冲突。

## 六、标准主要内容说明

核心工艺参数的确立：

皂化工艺：摩尔比（1:1.05 ~ 1.10）和温度（85-95℃）的设定，是基于确保反应完全（酸值 $\leq 5$  mgKOH/g）的同时，避免过度皂化导致产物结构破坏或能耗过高。

乳化工艺：高速剪切（5000-8000 rpm）结合高压均质（25-50 MPa）的二级乳化方案，以及  $D_{90} \leq 10 \mu\text{m}$  的粒径要求，是为了获得高度稳定的微乳液，防止储存和使用过程中分层。

酯化改性：环氧乙烷通入的温和条件（65-75℃， $<0.15$  MPa）和氮气保护，是基于环氧乙烷的高风险特性，在保证反应效率的前提下最大限度确保安全。

接枝改性：引入低温等离子体法，是该标准的一个技术亮点。参数（如功率  $250\text{W} \pm 50\text{W}$ ，时间  $8 \pm 2$  分钟）的设定，旨在实现高效接枝（接枝率 $\geq 15\%$ ）的同时，避免对原料主体的热降解。

安全环保要求的细化：标准不仅列出了通用要求，更结合具体工艺点出了关键风险和控制措施。例如，明确要求涉及环氧乙烷的操作必须使用“负压或氮封”，对废气处理推荐“冷凝+碱洗”组合工艺，对废水要求“分类收集”和“Fenton 氧化预处理”，这些都具有很强的针对性和可操作性。

产物性能的衔接：第 7 章规定的产物性能指标（如接触角 $\geq 85^\circ$ ，生物降解性

≥65%)与《评价规范》中的指标相呼应且略有提高,体现了“优工艺出优产品”的理念,确保了两个标准之间的内在统一。

## 七、分歧意见的处理过程、依据和结果

在征求意见过程中,主要分歧意见及处理情况如下:

## 八、采用国际标准或国外先进标准情况

本标准未直接采用国际标准,但在安全管理和技术理念上参考了国际化工行业广泛认可的工程实践(如基于风险的过程安全管理 RBPSE)。在环保指标上,如生物降解性和急性毒性的要求,与国际上对绿色化学品的要求趋势一致。标准的整体技术水平,特别是在将危废资源化与绿色化工工艺相结合方面,具有中国特色和国际先进性。

## 九、贯彻标准的措施建议

为有效推动本标准的实施,建议采取以下措施:

开展专项培训:建议联盟组织针对生产企业工艺工程师、操作员和安全员的专项培训,重点讲解标准中的工艺原理、关键控制点和安全注意事项。

推动技术转化:鼓励设备制造商依据本标准开发或优化专用的乳化、均质、改性反应装置,形成配套的技术装备体系。

建立认证机制:可探索对符合本标准要求的生产线或产品进行“绿色工艺”认证,提升市场竞争力。

加强行业交流:定期组织交流会,分享标准实施过程中的最佳实践和技术难题,持续推动技术进步。

## 十、其他应予说明的事项

本标准是首次对苯磺酸危废制备选矿药剂的复配与改性工艺进行系统规范。随着新技术、新设备的出现,标准需定期复审和更新。目前无相关团体标准需废止。