

中国循环经济协会团体标准 编制说明 (征求意见稿)

标准名称：再生铜样品熔融铸锭工艺技术规范

主要起草单位：安徽友进冠华新材料科技股份有限公司
中绍宣科技集团有限公司
安徽省工业标准化协会

2025年11月

一、工作简况

（一）任务来源

根据中国循环经济协会《关于<再生铜样品熔融铸锭工艺规范>团体标准立项的通知》(中循协发(2025)228号)的要求,由安徽友进冠华新材料科技股份有限公司提出的《再生铜样品熔融铸锭 工艺规范》正式立项,计划号2025001-020。通知要求起草单位按照协会标准管理办法有关要求,严格把控标准质量关,按期完成标准编制的相关工作。

（二）起草单位及协作单位

本文件起草单位及其分工如表1所示。

表1 本文件起草单位及其分工

单位名称	分工	主要工作
安徽友进冠华新材料科技股份有限公司	起草单位	负责具体流程的介绍和解释等工作。 负责熔融铸锭流程的演示及数据收集、计算等工作。
中绍宣科技集团有限公司	协作单位	负责市场调研。 负责标准总体方案制定,标准框架搭建及文本撰写。 负责标准主要内容改进工作。

（三）主要起草人及其工作

本文件主要起草人员及其分工如表2所示。

表 2 本文件主要起草人员及其分工

姓名	职称	主要工作
方亮	一级注册计量师	负责具体流程的介绍和解释工作。 负责标准主要内容改进工作。
周公裕	计量工程师	负责进行现场试验验证工作。 负责熔融铸锭流程的演示及数据收集、计算等工作。
刘帅	标准化工程师	负责市场调研工作。 负责标准总体方案制定，申报立项工作。负责标准的编写和内容的修改完善。

二、工作主要过程

（一）前期筹备

2025 年 8 月，友进冠华联合中绍宣集团，分析“再生铜样品熔融均质化铸锭技术规范”课题可行性，经过沟通交流，为保障课题名称通俗易懂、易于推广，经商讨后一致决定将课题名称确定为《再生铜样品熔融铸锭 工艺规范》。伴随名称的确定，起草组随之成立，8-9 月间，起草组广泛调研了再生铜市场情况，咨询行业内相关专家，了解工艺原理，在现场多次操作，细化工艺流程，明确方法步骤，于 10 月形成正式申请材料，报送中国循环经济协会，申请团体标准立项。

2025 年 10 月 28 日上午 9:30，团体标准立项评审会在安徽省合肥市召开。评审会采用线上会议形式，起草组成员详细汇报了立项背景、必要性、可行性分析及标准的主要技术内容，并介绍了当前工作进展和后续工作方案。评审专家组认真审阅了团体标准草案和编制大纲，并对草案内容进行了

深入的意见沟通和质询，形成评审意见，一致同意团体标准立项。会后，起草组根据会议相关意见和建议，对草案进行修改完善，形成征求意见稿报送协会审查处理，等待后续工作开展。

2025年11月12日，按照协会流程，召开中期评审会。与会专家对征求意见稿和编制说明进行了讨论，提出修改意见。会后，起草组根据专家意见，将标准名称调整为《再生铜样品熔融铸锭工艺技术规范》，修改完善标准征求意见稿和编制说明，于11月24日提交协会，申请开展征求意见。

（二）征求意见

（三）审查报批

三、确定标准主要技术内容的论据

我国是全球最大的铜消费国，但铜资源自给率不足20%，再生铜已经成为保障资源供给安全的关键补充。推动再生铜的循环利用，不仅有助于缓解资源短缺，也对减轻环境污染、降低能源消耗具有战略意义，是有色金属行业实现绿色低碳转型的重要路径。

再生铜作为铜资源循环利用的核心载体，其样品检测的准确性直接关系到原料定价、质量判定与工艺优化。然而，当前样品制备环节长期缺乏统一、高效的工艺规范，制约了

行业整体质量控制的提升。为此，本标准致力于建立一套统一且高效的再生铜熔融铸锭样品制备工艺技术规范。

目前，再生铜原料熔融铸锭过程中存在诸多技术难题：其一，预处理工艺缺乏规范，导致金属回收率较低；其二，熔炼过程中成分控制不够精确，影响产品质量；其三，能耗指标缺乏标准指引，节能减排效果无法进行量化评估；其四，产品质量的稳定性与一致性不足，难以满足高端应用领域的需求。本标准所述的工艺技术规范主要基于行业实践经验、实验室研究数据以及相关技术文献的综合分析，最大的优势在于其卓越的可靠性与一致性。在熔融过程中，结合热力学和动力学原理，优化了熔融温度、保温时间、气氛控制等工艺条件，实现对铜及合金元素成分的精确调控；针对产品质量稳定性问题，通过对铸锭冷却速度、结晶方式等工艺参数的优化设计，确保铸锭的组织结构均匀，依据本标准进行熔融铸锭，样品铸锭的成功率高达 99%，远优于传统方法的制备效果。这一高成功率不仅确保了样品的代表性与数据准确性，也大幅降低了因制样失败导致的重复作业与资源浪费，为再生铜行业的质量控制与高效运营提供了坚实技术支撑。

四、主要试验的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

（一）主要试验分析

1. 熔融温度分析

依据以铜为主要成分的杂铜（熔点 1086℃）特性，熔融温度试验设定为从 1100℃开始，以 50℃递增的方式分别收集相关试验数据，经试验论证当熔融温度达到 1250℃时，石墨坩埚内熔体颜色透亮，流动性好，当温度超过 1300℃后石墨坩埚出现开裂且熔体有飞溅现象，试验结论为熔融温度设定 1250℃-1300℃。试验数据如下：

序号	熔融温度	现象	现场图片	结论
1	1100℃	固液共存：铜料开始熔化，边缘变圆润，表面出现如水银般的液珠并逐渐汇聚		熔融温度偏低，不可采用。
2	1150℃	暗红色，粘稠状，熔体开始溶解，无流动性		熔融温度偏低，不可采用。
3	1200℃	鲜红色，熔体完全化开，但流动性较差，像浓稠的糖浆，搅动时有粘滞感		熔融温度偏低，不可采用。
4	1250℃	亮黄色，流动性增强、镜面反光		熔体完全溶解，流动性好，可采用。
5	1300℃	亮黄色，流动性好、镜面反光		熔体完全溶解，流动性好，可采用。

序号	熔融温度	现象	现场图片	结论
6	1350℃	亮黄色微微泛白，流动性好、镜面反光，熔体开始飞溅		熔体飞溅，不可采用。

通过确定以(1250-1300)℃的废杂铜熔融温度后，实际样品熔铸成功率由原来不足70%提升到79.07%，具体试验数据如下：

改进前(2025年1月-2025年3月)				改进后(2025年4月-2025年5月)			
时间	样品量(个)	一次熔铸成功(块)	成功率(%)	时间	样品量(个)	熔铸成功(块)	成功率(%)
1月	49	35	71.42	4月	32	25	78.13
2月	75	48	64.00	5月	25	20	80.00
3月	63	43	68.25				

2. 造渣剂分析

以碳酸钠、二氧化硅及硼砂作为造渣剂进行初步试验并衍生，通过加入不同组分不同含量的氧化剂分别对含杂较高型废杂铜(铜米、铜管、铜纸、铜线、角料)进行造渣熔铸，后通过添加还原剂将氧化铜还原成单质铜的反应原理，逐步分离和富集的氧化再还原过程，达到预期渣铜分离的效果，试验结论——造渣剂选择及配比为要因。配比试验数据如下：

试剂名称\配料比	方案一(%) (原始配方)	方案二(%)	方案三(%)	方案四(%)
氧化剂	碳酸钠	50	45.8	45.8
	二氧化硅	20	20	30
	氟化钙	0	3	3
	硼砂	50	30	20
还原剂	氟硼酸钾	0	0.6	0.5
	氟铝酸钠	0	0.6	0.5

	晶体硼	0	0	0.2	0.2
试剂总量 (g)	100	100	100	100	100
现象					
结论	渣含铜，不可采用。	铜锭夹渣，不可采用。	铜锭夹渣，不可采用。	铜面光洁，不夹渣，不跑铜，可采用。	

通过确定以方案四为废杂铜熔配方案后，实际样品熔铸成功率由原来 79.07% 提升到 90.83%，具体试验数据如下：

改进前 (2025 年 4 月-2025 年 5 月)				改进后 (2025 年 4 月-2025 年 5 月)			
时间	样品量 (个)	一次熔铸成功 (块)	成功率 (%)	时间	样品量 (个)	熔铸成功 (块)	成功率 (%)
4 月	32	25	78.13	4 月	34	31	91.18
5 月	25	20	80.00	5 月	21	19	90.48

3. 冷却方式分析

铜锭在熔融结束后自然冷却时出现鼓包、中心点收缩等现象，进而导致完全冷却后铜锭出现夹渣，初步判断为冷却不均匀所致，根据以上现象通过不同冷却方式得出结论，控温缓冷法和中心点吹气法可解决收缩冷却不均匀导致的夹渣问题。试验数据如下：

冷却方式	现象	结论
自然冷却		铜锭表面鼓包,夹渣,浮渣无法打磨清理,不可采用。
风冷		铜锭内部出现撕裂状空洞并夹渣,不可采用。
控温缓冷		渣铜分离界面清晰,无夹渣、跑铜现象,切面内部无空洞,可采用。
惰性气体吹冷		渣铜分离界面清晰,无夹渣、跑铜现象,铜面有光泽,可采用。

通过确定以控温缓冷或惰性气体吹冷的方案后,实际样品熔铸成功率由原来 90.83% 提升到 100%,具体试验数据如下:

改进前 (2025 年 4 月-2025 年 5 月)				改进后 (2025 年 4 月-2025 年 5 月)			
时间	样品量 (个)	一次熔铸成功 (块)	成功率 (%)	时间	样品量 (个)	熔铸成功 (块)	成功率 (%)
4 月	34	31	91.18	4 月	30	30	100
5 月	21	19	90.48	5 月	23	23	100

通过后期跟踪对比,优化后废杂铜熔融铸锭成功率为 99.50%,通过调整熔融温度、造渣剂配方及冷却方式可最大限度的解决杂铜熔融铸锭过程中出现的夹渣、跑铜以及后期的偏析问题。

时间	类别	样量 (块)	现象	结论	成功率
5月15日-6月15日	压块铜纸、铜米、废铜、角料	67	铜面光亮,无夹渣、鼓包、跑铜现象	熔铸成功	98.51%
6月16日-7月15日	压块铜纸、铜米、铜线、铜管	55	铜面光亮,无夹渣、鼓包、跑铜现象	熔铸成功	100%
7月16日-8月15日	压块铜纸、铜米、铜线、角料	62	铜面光亮,无夹渣、鼓包、跑铜现象	熔铸成功	100%

综上, 经过多次试验, 并全面汇总分析所得数据, 结果表明本标准所规定的工艺技术规范及数据要求可显著提高铸锭成功率, 能够切实满足当前市场的需求。

(二) 技术经济性

技术经济性方面, 现有国标《GB/T 38471-2023 再生铜原料》已经建立了完善的分类体系, 基于这一分类体系, 规定各类原料的预处理要求和配料原则, 确保原料质量符合直接投炉要求, 可以实现原料效益最大化。本标准强调过程控制, 如熔炼温度、保温时间、环境气氛等的控制, 显著降低操作强度, 提高还原效率。

通过规范原料分类、配料规则和工艺参数, 标准实施可大幅提高金属回收率, 降低熔炼损耗。通过标准化原料管理和精准配料, 优化能源使用效率, 降低单位产品能耗。通过规定最佳的熔炼温度、保温时间和加热方式, 避免能源浪费。同时, 气体还原技术的标准化应用可降低还原剂成本, 并提高还原效率。

通过统一工艺规范, 标准实施可显著降低因质量不一致导致的退货、索赔和售后服务成本。工艺标准化有助于提高

产品一致性和稳定性，减少质量波动，从而提高客户满意度和市场竞争力。

五、采用国际标准的程度及水平的简要说明

本标准未采用国际标准。

六、与现行的法律、法规及国家标准、行业标准的关系

本标准不违背现行法律法规的要求，符合强制性国家标准《GB 18597 危险废物贮存污染控制标准》《GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》《GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》的要求，可与《GB 31574 再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》《GB/T 38471 再生铜原料》配合使用。

七、重大分歧意见的解决过程、依据和结果

本标准编制过程中未出现重大分歧。

八、贯彻中循协标准的要求和措施建议

按照中循协《团体标准管理办法》开展标准制修订工作。

九、标准发行范围和数量的建议

建议本标准主要面向再生铜行业领域及相关企业发行，有色金属行业领域及相关企业若有需求可申请购买查看。

十、其它应予说明的事项

无其他事项。