

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

废旧铅酸电池富氧侧吹熔炼再生铅技术规 程

Technical regulations for oxygen-enriched side-blowing smelting of recycled lead
from used lead-acid batteries

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 原料要求	2
4.1 原料收集与运输	2
4.2 原料贮存要求	2
4.3 原料预处理要求	2
5 设备要求	2
5.1 设备安装与验收	2
5.2 设备维护与检修	2
6 工艺要求	3
6.1 配料混合要求	3
6.2 富氧侧吹熔炼要求	3
7 环境保护要求	3
7.1 废水处理要求	3
7.2 固废处理要求	3
7.3 噪声控制要求	3
7.4 土壤与地下水保护要求	4
7.5 烟气处理要求	4
8 安全与职业卫生要求	4
8.1 安全要求	4
8.2 职业卫生要求	4
9 检验与验收要求	4
9.1 原料检验	4
9.2 中间产品检验	4
9.3 最终产品检验	4
9.4 环保指标检验	5
9.5 验收要求	5
10 运行管理要求	5
10.1 人员管理	5
10.2 记录管理	5
10.3 应急管理	5
参 考 文 献	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

废旧铅酸电池富氧侧吹熔炼再生铅技术规程

1 范围

本文件规定了废旧铅酸电池富氧侧吹熔炼再生铅的原料要求、设备要求、工艺要求、环境保护要求、安全与职业卫生要求、检验与验收要求、运行管理要求。

本文件适用于以废旧铅酸电池为原料，采用富氧侧吹熔炼工艺生产再生铅及铅合金的生产企业，相关再生铅冶炼园区的技术管理可参照本文件执行。

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。

- GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 16297 大气污染物综合排放标准
- 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
- GB 50016 建筑设计防火规范（附条文说明）（2018年版）
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范（附条文说明）
- HJ 519 废铅蓄电池处理污染控制技术规范
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- YS/T 71 粗铅

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

废旧铅酸电池 used lead-acid batteries

使用后废弃的、含有铅电极及硫酸电解液的蓄电池，包括废铅酸蓄电池的壳体、电极（含铅膏、铅栅）、电解液及隔板等部件。

3.2

富氧侧吹熔炼 oxygen-enriched side-blowing melting

指将富氧空气从熔炼炉侧部风口吹入炉膛，使废旧铅酸电池拆解产物（铅膏、栅架等）与熔剂、燃料在高温（1050℃~1200℃）下发生氧化还原反应，实现铅的还原与富集，生成粗铅、冰铜及炉渣的工艺过程。

3.3

铅膏脱硫 lead paste desulfurization

采用物理或化学方法去除废旧铅酸电池铅膏中的硫酸根（ SO_4^{2-} ），降低熔炼过程中二氧化硫生成量的预处理工序，常用方法包括碳酸钠脱硫、碳酸氢钠脱硫等。

3.4

再生铅 recycled lead

以废旧铅酸电池等含铅废料为原料，经熔炼、精炼等工艺生产的铅金属，其纯度及性能符合相关产品标准要求。

4 原料要求

4.1 原料收集与运输

4.1.1 废旧铅酸电池的收集、运输应符合《危险废物转移管理办法》及 GB 18597 的要求，严禁混装其他危险废物或杂物。

4.1.2 运输车辆应具备危险废物运输资质，配备防雨、防渗、防泄漏设施及应急防护装备，运输路线应避开饮用水源保护区、居民区等敏感区域。

4.2 原料贮存要求

4.2.1 原料贮存场所应符合 GB 18597 要求，设置防渗、防腐、防雨设施，地面采用环氧树脂或玻璃钢防渗层，渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s；

4.2.2 不同类型原料应分区贮存，设置明显标识（如“铅膏贮存区”“铅栅贮存区”），分区之间应设置隔离设施，防止交叉污染；

4.2.3 原料贮存周期不应超过 3 个月，贮存过程中应定期检查，防止原料变质、泄漏；若发现原料含水率异常升高或有异味，应及时处理。

4.3 原料预处理要求

4.3.1 废旧铅酸电池应先进行拆解，拆解过程应采用密闭设备，防止电解液泄漏及铅尘扩散；拆解后电解液应导入专用耐腐蚀储罐，不得直接排放。

4.3.2 铅膏需进行脱硫预处理，脱硫后硫酸根去除率 $\geq 90\%$ ，脱硫产物（如硫酸钠）纯度 $\geq 95\%$ ，可作为副产品回收；脱硫后铅膏含水率应控制在 5%~7%，便于后续配料。

4.3.3 铅栅应进行破碎处理，破碎后颗粒尺寸 $\leq 50\text{mm}$ ，破碎过程中应采取防尘措施，铅尘逸散浓度 $\leq 0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4.3.4 壳体应进行清洗除杂，去除表面附着的铅尘、电解液残留，清洗后壳体杂质含量 $\leq 0.5\%$ ，可送至塑料回收企业再生利用。

5 设备要求

5.1 设备安装与验收

5.1.1 设备安装应符合设计图纸及相关规范要求，富氧侧吹熔炼炉安装垂直度偏差 $\leq 1\%$ ，水平度偏差 $\leq 0.5\%$ ；管道安装应横平竖直，焊缝应进行无损检测，合格率 $\geq 98\%$ 。

5.1.2 设备安装完成后，应进行单机试车及联动试车：

a) 单机试车：检查设备运转是否正常，有无异响、振动，轴承温度 $\leq 70^\circ\text{C}$ ，电机电流 \leq 额定电流；

b) 联动试车：模拟正常生产工况，连续运行 48 h，检查各设备之间协调性，工艺参数是否达到设计要求，烟气排放指标是否达标。

5.1.3 设备验收时，应提供设备说明书、材质证明、无损检测报告、试车记录等资料，验收合格后方可投入使用。

5.2 设备维护与检修

5.2.1 建立设备维护台账，记录设备型号、安装日期、维护记录、检修记录等信息；核心设备（如熔

炼炉、电除尘器）应制定年度维护计划，定期检查设备部件磨损、腐蚀情况。

5.2.2 富氧侧吹熔炼炉衬砖每2年~3年检查1次，若发现衬砖破损、剥落面积超过10%，应及时修补或更换；侧吹风口每3个月检查1次，若发现风口变形、磨损，应及时更换。

5.2.3 烟气处理设备中的电除尘器极板、极线每6个月清理1次，防止积灰影响除尘效率；脱硫塔填料每1年检查1次，若发现填料破损、堵塞，应及时更换或清洗。

5.2.4 设备检修时，应制定检修方案，采取安全防护措施（如切断电源、隔离物料）；涉及压力容器（如余热锅炉）的检修，应符合TSG 21要求。

6 工艺要求

6.1 配料混合要求

配料应根据原料成分（如铅膏脱硫后铅含量、铅栅纯度）计算配比，确保混合物料中铅总含量 $\geq 30\%$ ，燃料（如焦炭）添加量按物料总质量的10%~15%控制，确保熔炼过程稳定。

6.2 富氧侧吹熔炼要求

6.2.1 熔炼炉操作参数应符合以下要求：

- a) 炉膛温度：1050℃~1200℃；
- b) 富氧空气参数宜 $\geq 60\%$ ；
- c) 炉渣含铅量 $\leq 1.5\%$

6.2.2 熔炼过程中应定期取样分析粗铅、炉渣成分，取样频率为每批取1次样品；粗铅中铅含量应 $\geq 90\%$ 。

7 环境保护要求

7.1 废水处理要求

7.1.1 生产废水包括电解液、设备冷却水、地面清洗水等，应分类收集、分质处理：

- a) 电解液：经中和（加石灰）处理，pH值调节至6~9，硫酸根转化为硫酸钙沉淀，沉淀经压滤后作为危险废物处置，上清液经反渗透处理后回用，回用率 $\geq 80\%$ ；
- b) 设备冷却水：采用循环冷却系统，补充水量按蒸发量计算，循环水水质应符合要求（如硬度 $\leq 3\text{mmol/L}$ ），避免结垢；
- c) 地面清洗水：经格栅过滤、沉淀池沉淀处理，悬浮物（SS）去除率 $\geq 90\%$ ，处理后水可用于地面冲洗或送至综合废水处理站。

7.1.2 废水排放应符合GB 8978要求，其中铅及其化合物排放浓度 $\leq 0.1\text{mg/L}$ ，化学需氧量（COD） $\leq 100\text{mg/L}$ ，悬浮物（SS） $\leq 70\text{mg/L}$ ，pH值6~9；不得设置排污口直接排放有毒有害废水。

7.2 固废处理要求

7.2.1 生产固废包括熔炼炉渣、电除尘器烟尘、脱硫石膏、废衬砖等，应按危险废物或一般工业固体废物分类处置：

- a) 熔炼炉渣：属于危险废物（HW31），经固化/稳定化处理后，浸出液中铅浓度 $\leq 0.3\text{mg/L}$ ，送至危险废物安全填埋场处置；或送至具备资质的企业资源化利用；
- b) 电除尘器烟尘：属于危险废物（HW31），铅含量 $\geq 50\%$ ，应返回熔炼炉重新熔炼回收铅；
- c) 脱硫石膏：符合GB/T 39198相关要求；
- d) 废衬砖：属于危险废物（HW31），应送至危险废物安全填埋场处置。

7.2.2 固废贮存应符合GB 18597、GB 18599要求，危险废物贮存场所应设置防渗、防腐、防雨设施，配备泄漏检测装置；一般工业固体废物贮存场所应设置防雨、防渗设施，防止二次污染。

7.3 噪声控制要求

7.3.1 生产设备（如引风机、破碎机、搅拌釜）应采取降噪措施，如安装隔音罩、消声器、减振垫等，确保厂界噪声符合GB 12348要求，其中昼间 $\leq 65\text{dB(A)}$ ，夜间 $\leq 55\text{dB(A)}$ 。

7.3.2 噪声源应远离厂界及敏感目标（如居民区、学校），若无法远离，应设置隔声屏障，屏障高度按噪声衰减要求计算，确保敏感目标处噪声达标。

7.4 土壤与地下水保护要求

7.4.1 厂区应划分污染防治区（如原料贮存区、熔炼车间、固废贮存区），设置土壤及地下水监测点，监测频率为每半年1次，监测项目包括铅、镉、汞、砷等重金属及pH值。

7.4.2 若发现土壤或地下水污染，应立即采取应急措施（如切断污染源、设置防渗帷幕），并制定修复方案，采用异位修复或原位修复技术，使土壤及地下水环境质量符合相关标准要求。

7.5 烟气处理要求

废气排放应符合GB 31574的相关要求

8 安全与职业卫生要求

8.1 安全要求

8.1.1 防火防爆应符合以下要求：

- a) 厂区平面布置应符合GB 50016要求，原料贮存区、熔炼车间与明火点的防火间距 $\geq 30\text{m}$ ；
- b) 熔炼炉操作过程中，严禁向炉内投入易燃易爆物质；炉顶应设置防爆膜，防止炉内压力过高引发爆炸。

8.1.2 电气安全应符合以下要求：

- a) 电气设备应符合防爆要求，接地装置应符合GB 50169要求，接地电阻 $\leq 4\Omega$ ；
- b) 车间内电缆应穿管敷设，避免破损引发短路；电气设备维修时，应切断电源并悬挂“禁止合闸”标识。

8.1.3 高处作业安全应符合以下要求：

- a) 涉及高处作业的岗位，应配备安全带、安全绳、登高梯等防护设备，作业人员应具备高处作业资质；
- b) 高处作业平台应设置防护栏杆、挡脚板，平台脚手板应铺设牢固，防止滑落。

8.2 职业卫生要求

8.2.1 职业接触限值：车间内工作场所有害物质浓度应符合GBZ 2.1要求，其中铅烟浓度 $\leq 0.03\text{mg}/\text{m}^3$ ，铅尘浓度 $\leq 0.05\text{mg}/\text{m}^3$ ，二氧化硫浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ ，氮氧化物浓度 $\leq 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

8.2.2 防护措施应符合以下要求：

- a) 原料处理、熔炼、精炼等岗位应配备防尘口罩（KN95级及以上）、防毒面罩、防化服、防护手套等个人防护用品，个人防护用品应定期更换；
- b) 车间应设置通风除尘系统，原料破碎、混合岗位应采用局部排风，排风量按每平方米操作面积 $100\text{m}^3/\text{h}\sim 150\text{m}^3/\text{h}$ 计算；熔炼车间应采用全面通风，换气次数 ≥ 10 次/h。

9 检验与验收要求

9.1 原料检验

原料进场时，应按每批次取样检验，取样方法符合HJ 519要求，检验项目包括铅含量、杂质含量、含水率等。

9.2 中间产品检验

9.2.1 熔炼过程中粗铅、炉渣的检验按本文件6.2.2要求执行，每2小时取样1次，检验项目包括粗铅中铅及杂质含量、炉渣中铅及主要成分含量。

9.2.2 若粗铅中铅含量低于96%或炉渣中铅含量超过2.0%，应调整工艺参数（如配料比例、熔炼温度），直至检验结果达标。

9.3 最终产品检验

粗铅产品应符合YS/T 71的相关要求。

9.4 环保指标检验

9.4.1 烟气排放监测方法符合 GB 16297 相关要求，监测项目包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、铅及其化合物；

9.4.2 废水排放监测方法符合 GB 8978 相关要求，监测项目包括 pH 值、COD、SS、铅及其化合物；

9.4.3 若环保指标监测结果超标，应立即停止生产，排查原因并采取整改措施，整改完成后重新监测，达标后方可恢复生产。

9.5 验收要求

9.5.1 新建、改建、扩建再生铅项目应进行环保验收、安全验收，验收应符合相关法律法规要求，验收合格后方可正式投产；

9.5.2 项目验收时，应提供工艺文件、设备资料、检验报告、环保监测数据、安全评估报告等资料，验收组应现场核查工艺运行情况、环保设施运行情况、安全防护措施落实情况，确保项目符合本文件及相关标准要求。

10 运行管理要求

10.1 人员管理

10.1.1 企业应配备专业技术人员，关键岗位人员应经培训合格后方可上岗，培训内容包括工艺原理、设备操作、安全防护、环保要求等，培训时间不少于 40 学时/年；

10.1.2 建立人员岗位责任制，明确各岗位职责、操作流程、考核标准，定期对人员工作质量进行考核。

10.2 记录管理

10.2.1 建立生产记录、检验记录、设备维护记录、环保监测记录、安全检查记录等台账，记录应真实、准确、完整，保存时间 ≥ 3 年；

10.2.2 生产记录应包括原料进料量、配料比例、熔炼温度、富氧参数、粗铅产量等；检验记录应包括取样时间、检验项目、检验结果、检验人员等；环保监测记录应包括监测时间、监测项目、监测数据、达标情况等。

10.3 应急管理

制定突发环境事件应急预案、生产安全事故应急预案，符合《突发事件应急预案管理办法》相关要求。

参 考 文 献

- [1] GBZ 1—2010 工业企业设计卫生标准
- [2] GB/T 4103.1—2012 铅及铅合金化学分析方法 第1部分：锡量的测定
- [3] GB/T 4103.2—2012 铅及铅合金化学分析方法 第2部分：铋量的测定
- [4] GB/T 4103.3—2012 铅及铅合金化学分析方法 第3部分：铜量的测定
- [5] GB/T 4103.4—2012 铅及铅合金化学分析方法 第4部分：铁量的测定
- [6] GB/T 4103.5—2012 铅及铅合金化学分析方法 第5部分：铊量的测定
- [7] GB/T 4103.6—2012 铅及铅合金化学分析方法 第6部分：砷量的测定
- [8] GB/T 4103.7—2012 铅及铅合金化学分析方法 第7部分：硒量的测定
- [9] GB/T 4103.8—2012 铅及铅合金化学分析方法 第8部分：碲量的测定
- [10] GB/T 4103.9—2012 铅及铅合金化学分析方法 第9部分：钙量的测定
- [11] GB/T 4103.10—2012 铅及铅合金化学分析方法 第10部分：银量的测定
- [12] GB/T 4103.11—2012 铅及铅合金化学分析方法 第11部分：锌量的测定
- [13] GB/T 4103.12—2012 铅及铅合金化学分析方法 第12部分：铊量的测定
- [14] GB/T 4103.13—2012 铅及铅合金化学分析方法 第13部分：铝量的测定
- [15] GB/T 4103.14—2009 铅及铅合金化学分析方法 第14部分：镉量的测定 火焰原子吸收光谱法
- [16] GB/T 4103.15—2009 铅及铅合金化学分析方法 第15部分：镍量的测定 火焰原子吸收光谱法
- [17] GB/T 4103.16—2009 铅及铅合金化学分析方法 第16部分：铜、银、铋、砷、铊、锡、锌量的测定 光电直读发射光谱法
- [18] GB/T 4103.17—2018 铅及铅合金化学分析方法 第17部分：钠量、镁量的测定 火焰原子吸收光谱法
- [19] GB/T 4103.18—2024 铅及铅合金化学分析方法 第18部分：银、铜、铋、砷、铊、锡、锌、铁、镉、镍、镁、铝、钙、硒和碲含量的测定 电感耦合等离子体质谱法
- [20] GB/T 37281—2019 废铅酸蓄电池回收技术规范
- [21] GB/T 40662—2021 废铅蓄电池再生处理技术规范
- [22] GB/T 41015—2021 固体废物玻璃化处理产物技术要求
- [23] GB 50880—2013 冶炼烟气制酸工艺设计规范
- [24] HJ 512—2009 清洁生产标准 粗铅冶炼业
- [25] HJ 513—2009 清洁生产标准 铅电解业
- [26] 《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第23号）
- [27] 《铅锌行业规范条件》（工业和信息化部2020年第7号）
- [28] 《突发事件应急预案管理办法》（国办发〔2024〕5号）