国家标准《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》

征求意见稿

编制说明

1. 任务来源

有色金属工业是我国制造业的重要基础产业之一，是实现制造强国的重要支撑。进入新世纪以来，我国有色金属工业发展迅速，基本满足了经济社会发展和国防科技工业建设的需要。但是，有色金属冶炼属于高能耗、高污染行业，使得生态环境和要素成本约束日益突出，这迫切要求行业改变发展方式，加快产业转型升级，拓展行业发展新空间。发展循环经济是资源型城市转变发展方式、实现可持续发展的必然选择。

基于上述政策指导思想，根据国家重点研发计划重点专项“国家质量基础的共性技术研究与应用”（简称NQI专项）的任务要求，针对我国产业资源循环利用效率低等问题，以提高资源产出率和资源循环利用率为出发点，开展了关于“重点行业循环链接关键技术标准研究”的课题研究工作，课题编号为2016YFF0201602。由山东省标准化研究院负责起草编制的国家标准《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》是该课题研究内容的一部分。

1. 起草目的及意义

“十二五”以来，我国有色金属工业生产保持平稳增长，转型升级稳步持续推进，绿色发展有了新的进展。“十三五”更是我国有色金属工业转型升级、提质增效，迈入世界有色金属工业强国行列的关键时期，既面临大有作为的重大战略机遇，但也面临诸多矛盾相互叠加的严峻挑战。由此，围绕着资源利用节约化、生产过程清洁化、产业链接循环化和废物处理资源化，提高资源利用效率，推动资源由低值利用向高值利用跨越就显得尤为重要。目前，我国尚缺少可有效指导铜冶炼企业开展循环经济建设的标准。

通过编制《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》国家标准，可为指导铜冶炼企业选择合理的循环经济技术及模式以及促进成熟先进的循环经济技术推广提供技术支撑。

1. 铜冶炼行业产业、标准现状
2. 产业现状

铜是一种最重要的有色金属，其消耗量和生产量仅次于铝，高于其他有色金属。随着我国经济的高速发展，铜冶炼产业也得到了长足的发展。在此期间，大量的铜冶炼厂新建和扩建，铜产量以年均超过10%的速度增长。进入新世纪以来，中国的铜工业也进入了一个崭新的发展阶段，其产业规模不断增大，产品产量逐年增加。

2001年我国精炼铜产量达到152.33万吨；2006年首次突破300万吨大关，达到300.21万吨；2010年，中国精炼铜产量达到479.3万吨，同比增长12.2%；2011年中国精炼铜产量达到517.90万吨，同比增长8.05%；2012年中国精炼铜产量达到606万吨，同比增长10.80%。2012年我国铜实际需求量比2011年增长6.6%，达到840万吨；2013年，受国内需求不断增长的影响，国内铜冶炼商不断扩大产能，全年精炼铜产量达到684万吨，同比增长13.6%；2015年，全球精铜产量2308.08万吨，其中中国产量796.36万吨。2017年随着全球经济的持续回暖以及中国供给侧结构性改革和产业结构调整的不断深入，铜价上涨、重心上移，矿山、冶炼乃至加工企业盈利能力得到明显改善，行业呈现稳中向好的格局。

根据ICSG统计数据显示，2017年1-11月世界精炼铜产能为2511.9万吨，较2016年同期增长了1.71%，产能利用率为85.2%，同比下降了1个百分点。2017年1-11月世界精炼铜产量为2140.4万吨，基本与2016年同期持平，预计全年产量可达2340万吨。世界精炼铜产量主要分布在中国、智利、日本、美国等地，中国精炼铜产量占世界的37.77%，排名第一。2017年1-11月世界精炼铜消费为2160.0万吨，基本与2016年同期持平。世界精炼铜消费主要集中在中国、美国、德国、日本等地，中国精炼铜消费占世界的二分之一。

资料来源：ICSG

**图1 2017年1-11月世界精炼铜产量分布图**

资料来源：ICSG

**图2 2017年1-11月世界精炼铜消费量分布图**

在产业结构方面，2017年我国铜工业完成固定资产投资928.12亿元，较2016年下降了2.65%，占有色金属工业完成固定资产投资总数的16.09%。其中，铜冶炼施工项目264个，完成固定资产投资241.60亿元，同比上涨了26.76%，2016年同期为下降19.09%，占有色金属冶炼投资额的15.88%。

在产业集中度方面，我国铜冶炼行业生产集中度进一步提高。精炼铜产量前十的省份总产量为777.81万吨，占全国产量的87.50%，其中山东省、江西省和安徽省的产量均超过100万吨，三个省的产量合计占全国总产量近一半；从冶炼企业产量看，2017年2家冶炼企业产量超过120万吨，排名前十的冶炼企业产量合计达到625万吨，占到全国总产量的70%。

**表1 2017年中国精炼铜产量前十省份产量统计表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 地区名称 | 精炼铜产量（万吨） | 同比（%） | 占比（%） |
| 1 | 山东 | 144.61 | 6.34 | 16.27 |
| 2 | 江西 | 141.89 | 22.41 | 15.96 |
| 3 | 安徽 | 127.96 | -1.18 | 14.39 |
| 4 | 甘肃 | 91.54 | 4.50 | 10.30 |
| 5 | 云南 | 65.09 | 7.02 | 7.32 |
| 6 | 广西 | 48.90 | 8.22 | 5.50 |
| 7 | 湖北 | 48.47 | 11.26 | 5.45 |
| 8 | 河南 | 39.87 | -4.10 | 4.49 |
| 9 | 浙江 | 37.57 | 10.44 | 4.23 |
| 10 | 福建 | 31.90 | -3.29 | 3.59 |
| 前十合计 | 777.81 | - | 87.50 |
| 全国合计 | 888.95 | 7.69 | 100.00 |

资料来源：中国有色金属工业协会

在技术装备水平和质量方面，我国取得的进步也较大。随着我国铜冶炼企业大量引进、吸收世界先进铜冶炼技术，并在此基础上不断加以创新，我国火法炼铜工艺已经达到了世界先进水平，采用的生产工艺多为闪速熔炼、奥斯麦特/艾萨法、诺兰达法，还有自主创新的氧气底吹熔炼、侧吹、白银法等炼铜工艺。目前，我国铜冶炼工艺设备日益向大型、高速、连续、自动、精密、节能和环保型方向发展，铜冶炼产品的低成本、高精尖、高效化发展趋势日渐明显。

**表2 2016年-2017年中国铜冶炼、加工主要技术经济指标变化表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 指标名称 | 计算单位 | 2017年 | 2016年 |
| 铜冶炼总回收率 | % | 98.47  | 98.35  |
| 精炼铜回收率 | % | 99.45  | 99.47  |
| 粗铜回收率 | % | 98.98  | 98.84  |
| 电铜直流电耗 | kWh/吨 | 316.09  | 313.41  |
| 粗铜电耗 | kWh/吨 | 654.57  | 661.15  |
| 粗铜煤耗 | 千克/吨 | 160.49  | 167.62  |
| 铜冶炼综合能耗 | 千克标准煤/吨 | 236.62  | 240.96  |
| 铜材综合成品率 | % | 76.09  | 75.45  |

资料来源：中国有色金属工业协会

生产工艺现状

我国铜冶炼工艺流程在有色冶金行业是种类最多的，总体可分为火法冶炼和湿法冶炼两大类。目前我国铜冶炼主要以火法冶炼为主。其生产过程一般由以下几个工序组成：备料、熔炼、吹炼、火法精炼、电解精炼，最终产品为阴极铜（电解铜）。火法铜冶炼最突出的优点是适应性强，冶炼速度快，能充分利用硫化矿中的硫，能耗低，生产效率高，特别适于处理硫化铜矿和富氧化矿。

熔炼工序铜冶炼过程的重要环节，也是最易造成环境污染的环节之一，熔炼技术水平直接影响冶炼企业生产技术水平。该工序将含铜物料，配入适当数量的熔剂、返料和燃料，送入氧气或空气，将物料熔化，氧气与精矿内元素发生反应，产生含 SO2 烟气、铜锍（冰铜）及炉渣。

传统的造锍熔炼如鼓风炉熔炼、反射炉熔炼和电炉熔炼等因为效率低、能耗高、环境污染严重，已逐渐被新的强化熔炼所代替。当前我国火法冶炼采用的主要工艺有：闪速熔炼、氧气顶吹熔炼工艺（奥斯麦特/艾萨法）、诺兰达熔池熔炼法，还有自主创新的氧气底吹熔炼、侧吹、白银法等工艺。

① 闪速熔炼工艺

闪速熔炼工艺是现代火法炼铜的主要方法，目前世界约50%的粗铜冶炼能力采用闪速熔炼炼铜方法。该工艺具有单体生产能力大、能耗低、污染低等优点，缺点是对原料要求高、烟尘率较高，而且渣含铜比较高，需要进行贫化处理。

国内目前采用芬兰奥托昆普式闪速炉的主要冶炼厂有贵溪冶炼厂、金隆公司、金川集团公司铜冶炼厂和山东阳谷祥光铜业公司。

② 氧气顶吹熔炼工艺

氧气顶吹熔炼技术主要为奥斯迈特/艾萨熔炼技术。奥斯迈特熔炼法与艾萨熔炼法是熔池熔炼的一种，具有熔炼速度快，生产率高；建设投资少，生产费用低；原料的适用性强；与已有的设备配套灵活、方便；操作简单，自动化程度高；燃料适用范围广；有良好的劳动卫生条件等优点。

目前，中国铜陵的金昌冶炼厂、中条山有色金属公司侯马冶炼厂、赤峰金剑冶炼厂采用奥斯迈特熔炼技术，云南铜业公司使用的是艾萨熔炼技术。

③ 诺兰达熔池熔炼

诺兰达炼铜技术是熔池熔炼方法的一种，具有床能力高；备料工艺简单，对原料、燃料适应性强；脱硫率高，铜锍品位高；过程简单，操作简便可靠，反应易于控制等特点。

目前国内只有大冶有色金属公司采用此方法。

④ 氧气底吹熔炼

该工艺为中国有色工程设计研究总院与山东东营方圆有色金属公司共同研发，是我国具有自主知识产权的先进铜冶炼法。具有原料适应性强，矿产资源利用率高；熔炼强度高，处理量大；无碳熔炼，能耗最低；环保条件好；投资省、运行成本低等特点。

目前国内采用该技术的企业有：东营方圆铜有色金属有限公司和山东恒邦公司。

白银炼铜法也属于熔池熔炼法。

在吹炼工序方面，我国多采用转炉吹炼工艺，但各生产企业的吹炼设备及生产技术有差距。近几年转炉吹炼从设备到操作都有了较大的改善，但仍存在间断操作引起烟气量波动，炉口漏风，烟气 SO2 浓度低，吊车作业频繁，烟气低空污染等问题。

此外，闪速吹炼及澳斯麦特炉吹炼等技术也在一些大中型冶炼企业得到了应用。富氧底吹连续吹炼工艺也在推广过程中。

粗铜火法精炼主要包括氧化脱硫等杂质和还原脱氧两个基本过程，目前我国粗铜火法精炼基本采用阳极炉精炼。而且阳极炉正朝机械化程度高、炉体密闭、易操作的大型回转式阳极炉方向发展。

火法精炼产出的阳极铜中铜的品位一般为99.2％～99.7％， 其中还含有0.3％～0.8％的杂质，杂质主要为砷、锑、铋、镍、钴、铁、锌、铅、氧、硫和金、银、硒、碲等。有些杂质含量虽不多，但能使铜的使用性能或加工性能变坏。电解精炼的目的在于将火法精铜中的有害杂质进一步除去，得到既易加工又具有良好使用性能的电解铜，同时回收金、银、硒、碲等有价金属。

铜的电解精炼工艺一般采用传统始极片法和永久性阴极法。

1. 标准现状

目前在国内与铜冶炼循环经济实践技术相关的标准主要有《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348）、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB 25467）、《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597）、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB 18599）、《铜冶炼厂工艺设计规范》（GB 50616）、《排污许可证申请与合法技术规范有色金属工业-铜冶炼》（HJ 863.3）等，但尚缺少铜冶炼循环经济实践技术指南方面的标准文献。

1. 与有关法律法规的关系

与《中华人民共和国循环经济促进法》的关系：该法明确要求，国务院标准化主管部门会同国务院循环经济发展综合管理和环境保护等有关主管部门建立健全循环经济标准体系，制定和完善节能、节水、节材和废物再利用、资源化等标准。

1. 主要起草工作过程
2. 成立标准起草小组

国家标准制定计划下达后，由山东省标准化研究院马上组织标准起草编制工作，明确了工作小组成员分工及计划安排。

1. 确定标准制定原则

为保证标准的先进性和适用性，标准起草工作组在充分讨论和研究的基础上，明确了以下编制原则：

1. 规范性原则

本标准依据GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的要求和规定编写本标准的内容。

1. 实用性原则

结合我国铜冶炼行业主要生产工艺，进行铜冶炼循环经济要素分析，明确了铜冶炼产污排污的主要来源，以及主要污染物综合利用去向。本着循环经济减量化、资源化的原则，总结了可在铜冶炼生产中得以应用的废水、废热、固废综合利用途径，并筛选了一批铜冶炼循环经济可行技术，使指南具有较强的科学性、 指导性和可操作性。

1. 基于国家环保技术政策

在污染物治理、清洁生产、发展循环经济和节能减排实施中， 国家制订了一系列技术政策，是制定铜冶炼行业循环经济实践技术指南的重要参考。

1. 明确标准编制依据

本指南是根据下列有关行业开展循环经济建设以及执行环境保护所依照的法律、法规和技术政策等制定的：

1. 《中华人民共和国环境保护法》
2. 《中华人民共和国循环经济促进法》
3. 《工业和信息化部关于印发有色金属工业发展规划（2016－2020年）的通知》
4. 《铜冶炼行业规范条件》
5. 《2017年国家先进污染防治技术目录（固体废物处理处置领域）》
6. 《2015年国家鼓励发展的环境保护技术目录（水污染治理领域）》
7. 《2015年国家先进污染防治示范技术名录（水污染治理领域）》
8. 《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录（2017年版）》
9. 《国家重点节能技术推广目录》
10. 《国家重点节能低碳技术推广目录（2017年本，节能部分）》
11. 资料收集及整理

广泛收集收集了国内外有关资料信息，主要包括：国内环境政策和方针、主导工艺流程、产污排污、先进生产技术装备、先进污染防治技术、先进节能环保技术等相关文献资料。

1. 起草标准初稿

2017年8月，完成了《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》（草案）的编写，期间所做工作主要有：

1. 整理、提取材料相关内容，组织编写人员编写指南初稿；

2. 内部自审，起草工作组内部讨论；

3. 修改、完善指南初稿。

1. 企业实地调研

为进一步提高标准的科学性、适用性以及可操作性。自2017年8月起，山东省标准化研究院组织人员先后多次前往阳谷祥光铜业有限公司、东营方圆有色金属有限公司、山东金升有色集团有限公司、天圆有色金属有限公司等国内大型铜冶炼企业进行实地调研，与企业技术人员就标准有关内容进行研讨。根据企业意见和建议，进一步对草案内容进行修改和完善。

1. 形成标准征求意见稿和编制说明

2018年6月，编写小组组织相关单位和专家在北京召开了《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》现场验证会。来自中国有色金属工业协会、中国有色设计研究总院、北京矿冶研究总院、湖南有色金属研究院、豫光金铅集团有限公司、紫金铜业有限公司等单位的专家参加了此次会议。

与会专家对从标准的科学性、技术性、规范性及可行性等角度对《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》的文本内容逐条展开讨论，提出了诸多意见和建议。会后，编写小组人员结合参会专家们提出的意见对标准文本作进一步地修改和完善，形成了《铜冶炼行业循环经济实践技术指南》国家标准征求意见稿及编制说明。

1. 标准的主要内容和范围

该标准共包括六个部分内容：

第一部分为标准的适用范围。本标准规定了铜冶炼行业发展循环经济的基本要求、生产工艺、循环经济要素、循环利用途径以及先进实践技术等，可为采用火法工艺处理铜矿石、铜精矿等原料的铜冶炼企业（不包含以废杂铜为主要原料的铜冶炼企业，也不包含采用湿法冶炼的企业）开展循环经济建设提供技术参考。

第二部分为规范性引用文件。主要引用对本国家标准的引用必不可少的文件，凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。包括：《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）、《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）。

第三部分为术语和定义。该标准给出了循环经济实践技术的定义。

第四部分为基本要求。本部分从国家法律法规、循环经济原则、清洁生产、工艺流程优化、能源资源管控、区域影响等方面对铜冶炼企业开展循环经济建设提出要求。

第五部分为生产工艺及循环经济要素分析。该部分明确了目前我国铜冶炼生产的工艺状况，以及主要污染物的类别和产生来源。

第六部分为铜冶炼行业循环经济途径。在明确了主要污染物种类及产生机理的前提下，结合循环经济减量化、资源化的原则，给出了提高能源及资源利用效率的途径，以及提高资源循环利用效率的途径。

1. 循环经济途径

铜冶炼过程中消耗了大量的能源及资源，同时产生的工业废气、工业废水、固体废物造成了主要环境污染问题。本着循环经济的3R原则，在开展铜冶炼行业循环经济实践工作时，首先应合理充分利用原料和能源，实现能源及资源的减量化，再者对废气、废水和固体废物进行高效循环利用，实现资源化及再利用化。

对于水资源，为了能够节约用水，应在生产环节减少对新水的消耗量；并引进一些不用水或少用水的工艺及大型设备；同时提高水重复利用率，减少废水排放，并对排水系统进行优化，按照“清污分流、循环供水、串级供水”等原则合理利用水资源。

为减少能源的消耗，应优先选用先进的节能工艺，并采用节能、节电设备及自动控制系统。对冶炼过程中产生的余热余能应合理分配及充分利用；如条件允许，则优先使用可再生能源或者低碳清洁的新能源。此外，企业还应建立能源管理控制中心，制定相关用能和节能发展规划。

对于铜冶炼过程中产生的废气、废水和固体废物，应明确其来源，实现主产业链上废物的高效综合利用，具体如下：

1. 废气

铜冶炼过程中可循环利用的废气主要是含硫废气，来源于熔炼炉、吹炼炉吹炼炉产生的含重金属、颗粒物、SO2成分的烟气，以及制酸工艺产生的尾气等。

**表3 废气种类、来源及去向**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **废气种类** | **废气来源** | **废气去向** |
| SO2 | 熔炼炉 | 烟气制酸 |
| 吹炼炉 | 烟气制酸 |
| 制酸尾气 | 回收制酸或其他硫产品 |

铜火法冶炼生产过程中，会产生大量的有害冶炼废气，这些含有大量粉尘、烟尘及SO2的烟气会对人类和环境造成一定危害，需在生产中得以循环利用或形成有价产品为企业带来经济红利。

对于熔炼、吹炼等冶炼烟气，其中 SO2 浓度较高，有利于回收铜精矿中硫元素，形成硫酸、硫酸铜等产品外售。

1. 废水

废水主要是对熔融态炉渣进行水淬冷却时产生的废水，二氧化硫烟气净化排出的废酸，车间地面冲洗水，工业冷却循环水的排污水， 余热锅炉排污水，锅炉化学水处理车间排出的酸碱废水，厂区初期雨水，电解槽清洗过程中产生的废水等。其中烟气净化排出的废酸以及含重金属离子等有毒有害物质的酸性废水最值得注意。

**表4 废水种类、来源及去向**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **废水种类** | **废水来源** | **废水去向** |
| 酸性污水 | 制酸系统污酸 | 处理后循环使用 |
| 制酸系统含酸污水 | 处理后循环使用 |
| 硫酸场地初期雨水 | 处理后循环使用 |
| 生产厂区其他场地初期雨水 | 处理后循环使用 |
| 冶金炉水套冷却水排污水 | 工业炉窑汽化水套或水冷水套 | 冷却后循环使用，少量排污水可经废水深度处理后回用。 |
| 余热锅炉排污水、化学水处理车间排污水 | 余热锅炉房  | 锅炉排污水可用于渣缓冷淋水或用于冲渣；含酸碱污水中和后可用于渣缓冷淋水或用于冲渣。 |
| 金属铸锭或产品熔铸冷却水排水 | 圆盘浇铸机、直线浇铸机等 | 沉淀、冷却后循环使用 |
| 冲渣水和直接冷却水 | 水淬装置等 | 沉淀、冷却后循环使用 |
| 湿式除尘循环水系统 | 精矿干燥烟气湿式除尘废水 | 沉淀、冷却后循环使用 |
| 电解、净液、阳极泥湿法处理车间排水 | 电解槽、极板清洗水 | 返回电解系统 |
| 真空蒸发器冷凝水 | 返回工艺系统 |
| 银粉洗涤水 | 返回电解系统 |
| 车间地面冲洗水、压滤机滤布清洗水 | 返回电解系统 |

制酸系统的废酸，以及烟气洗涤水、湿法收尘、冲洗地面、清洗布袋和设备、初期雨水等含重金属酸性污水，可经污水处理站处理后，视水质回收利用，还可以从废水中回收有价金属。

冷却冶炼炉窑等设备产生的废水，因基本未受污染，经冷却后可一般均可循环利用。

余热锅炉排污水可用于渣缓冷淋水或用于冲渣，含酸碱污水中和后可用于渣缓冷淋水或用于冲渣。

金属铸锭或产品熔铸冷却水排水，以及冲渣水和直接冷却水、湿式除尘循环水在经沉淀、冷却后可循环使用。

电解、净液、阳极泥湿法处理车间产生的排水，在经过处理后可返回到工艺系统或电解系统循环使用。

1. 可循环利用固废

固废主要是各类冶炼废渣（包括冶炼水碎渣、渣选矿尾矿等）、烟气除尘器收集到的含有重金属的烟尘，废酸过滤产生的砷滤饼、铅滤饼等酸泥产物，污水处理站的沉淀渣，电解产生的阳极泥，以及电解液净化形成的黑铜粉等。

**表5 固体废物种类、来源及去向**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **固废种类** | **固废来源** | **固废去向** |
| 冶炼水淬渣 | 贫化电炉 | 生产建筑材料等 |
| 渣选矿尾矿 | 渣选矿 | 生产建筑材料等 |
| 烟尘 | 除尘器收尘 | 返回熔炼或吹炼或综合回收其中有价元素 |
| 白烟尘 | 除尘器收尘 | 综合回收其中有价元素或委托有资质企业处置 |
| 阳极泥 | 电解精炼沉积 | 综合回收其中有价元素或委托有资质企业处置 |
| 黑铜粉 | 电解液净化 | 返回火法精炼 |
| 石膏渣 | 废水处理 | 生产建筑材料等 |
| 酸泥（砷滤饼、铅滤饼） | 废酸处理 | 综合回收利用或委托有资质企业处置 |
| 废水处理污泥（中和渣） | 废水处理 | 综合回收其中有价元素或委托有资质企业处置 |

铜冶炼过程中，熔炼、吹炼和精炼都会有炉渣产生，其中熔炼炉渣产出量最大。这些炉渣含铜量均较高，需进一步处理。

对于熔炼炉渣，一般经过贫化或选矿后，形成的水碎渣、渣选矿尾矿为无毒害的一般固体废物，可出售给生产建材的企业作为建材原材料，也可作采矿巷道回填等用途。

铜吹炼渣产生量取决于冰铜品味。根据吹炼工艺的不同，吹炼炉渣可返回熔炼炉（或贫化电炉）或选矿处理，如选矿处理时，产生的弃渣-尾渣也可作为建材原料利用；采用连续吹炼工艺产生的炉渣经水碎、磨细、干燥后可返回闪速熔炼配料。

精炼渣渣量小，但含铜量较高，多返回吹炼炉处理。

烟气净化系统收集到的烟尘，富含铜金属，可循环返回熔炼炉。其中转炉烟气除尘器收集到的白烟尘因含有较高的 Pb 金属，属于危险废物，一般应回收有价金属或出售给有资质企业进行回收。

冶炼烟气制酸过程中，烟气清洗所形成的废酸, 经过滤后产生了酸泥（砷滤饼、铅滤饼），由于含有 As、 Pb 等污染物，属于危险废物，可企业自行综合回收或出售给有资质的企业进行回收，提取有价金属。

熔炉更换内衬时，会产生大量的废旧内衬及耐火材料，因渗透了大量的铜，可作为二次进料使用，或另行处理。

铜电解精炼过程产生的阳极泥，富集了金、银等贵金属，可进行稀贵金属的提取。

废水处理产生的污泥富含多种有价金属, 既可以作为二次原料返回熔炼炉, 也可以出售给有资质企业回收有价资源。

污酸处理产生的石膏渣可外售作为水泥等建筑材料的原料。

1. 余热余能

熔炼、吹炼过程中产生的高温烟气，经余热锅炉回收热能产生的蒸汽，可用于发电和全长供热，或作为炉料蒸汽干燥的热源使用。

目前，我国主要炼铜厂均已回收熔炼和吹炼烟气余热，部分节能领先的企业还回收阳极炉、制酸中温位（转化）和低温位（吸收）余热。

1. 标准的实施建议

本指南为推荐性标准，可供铜冶炼行业进行展循环经济建设提供技术参考。