**国家标准**

**《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》**

**编制说明**

标准起草组

2018年10月

国家标准《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》

征求意见稿

编制说明

1. 任务来源

当前，我国已进入到全面建成小康社会的决定性阶段，随着工业化、城镇化和农业现代化的持续推进，我国能源资源需求呈刚性增长，废弃物产生量不断增加，经济增长与资源环境之间的矛盾更加突出。因此，发展循环经济的要求就变得更为迫切。循环经济是转变经济发展方式、实现经济又好又快发展的重要手段，是解决资源环境瓶颈约束的根本性措施，是实现产业链条纵向延长和横向耦合链接的重要途径，是实现绿色低碳发展的有效实现形式。

为推动循环经济的不断快速发展，落实党的十九大关于加快生态文明体制改革，建设美丽中国的战略部署。“十三五”期间，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“重点行业循环连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《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》是该课题研究内容的一部分。

1. 起草目的及意义

随着我国经济的快速增长和人口的不断增加，水、土地、能源、矿产等资源不足的矛盾不断凸显，生态建设、资源节约和环境保护的形式日益严峻。面对这种情况，按照科学发展观的要求，大力发展循环经济，加快建立资源节约型环境、友好型社会显得尤为重要和迫切。

铜工业是我国国民经济的支柱产业之一，随着我国国民经济的快速持续发展，国内铜产品需求增长迅速。在铜冶炼工业飞速发展的同时也带来了严重的环境资源问题。由于我国铜矿资源有限，而且铜冶炼又是高耗能的生产过程，铜冶炼产量、产能的过快增长已造成了部分地区矿石、电力供应紧张，甚至影响到企业的正常生产。而且，铜冶金工业尤其是铜火法冶金工业资源消耗大，二次资源综合利用率较低，有相当大部分可利用资源变成污染物，使得工业污染越来越严重，这些问题成为制约铜冶炼企业发展的关键因素。在这种情况下，铜冶炼企业实施循环经济是一种必然选择。对于铜冶炼企业来说，实施循环经济可以优化资源利用，提高资源利用率，促进经济增长方式从粗放型向节约型方向转变，走新型工业化道路。

1. 铜冶炼行业产业、标准现状
2. 产业现状

近几十年来，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。

在产量方面，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

1. 标准现状

目前只有很少数国家建立了循环经济的评价体系，其中最早的是英国于1996年颁布的国家循环经济评价体系，2005年又对该指标体系进行了修订，降低了评价难度，增强了评价指标的可行性。

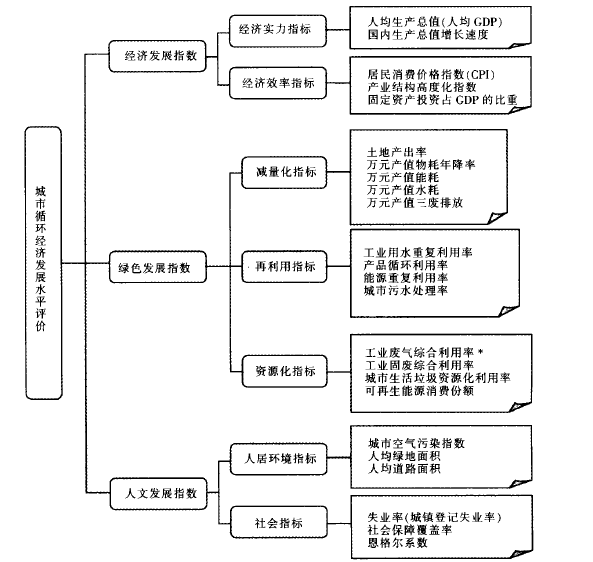
截至2012年底，我国共发布循环经济国家和行业标准307项，已立项资源循环利用标准79项，针对循环经济效果的判断与评价，国内开展了大量理论研究，国家层面已发布了涵盖资源产出、资源消耗、资源综合利用和废物排放等指标的宏观和工业园区的循环经济评价指标体系。

与铜冶炼循环经济研究有关的标准，目前国内主要有：《循环经济绩效评价技术导则》（GB/T 34345-2017）、《铜冶炼企业单位产品综合能耗限额》（GB 21248）、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB 25467）、《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）、《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）、《铜冶炼企业单位产品综合能耗限额》（DB 37/ 748）、《广西主要工业行业循环经济评价指标体系》（DB 45/T 612）等，但在国家层面上尚缺少相关标准文献。

此外，与循环经济评价指标相关的规范性文件还有：《循环经济评价 铝行业》（GB/T 33858-2017）、《循环经济发展评价指标体系（2017年版）》（国家发改委）、《再生铜行业清洁生产评价指标体系》（征求意见稿）等。

1. 循环经济绩效评价指标体系研究现状

围绕循环经济绩效评价指标的研究，国内学者从区域、城市、园区、工业行业、农业、产品等不同领域、不同层面构建了循环经济绩效评价指标体系。李健等（2004）构建了面向循环经济的企业绩效评价指标体系，包括经营效果、绿色效果、资源和能源属性、生产过程属性、销售和消费属性、环境效果、发展潜力等7大类25项指标。钟太洋等（2006）构建了区域层面的循环经济评价指标体系，包括资源利用效率、资源减量化利用趋势、污染物减量排放、资源再循环与再利用、产业循环结构、能源结构及环境安全、循环经济发展能力等7大类28项指标。于丽英、冯之浚（2005）构建了城市层面循环经济评价指标体系，经济发展指数、绿色发展指数、人文发展指数等3大类7小类24项指标，见图3。在国内外循环经济评价研究的基础上，2016年底在之前印发的2007版的基础上，国家发展改革委、国家财政部、国家环境保护部和国家统计局联合印发了2017年版《循环经济发展评价指标体系》，分为宏观和工业园区两个层面，见表3。



**图3 城市循环经济评价指标体系**

**表3 循环经济发展评价指标体系（2017年版）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分类 | 指 标 | 单 位 |
| 综合指标 | 主要资源产出率 | 元/吨 |
| 主要废弃物循环利用率 | % |
| 专项指标 | 能源产出率 | 万元/吨标煤 |
| 水资源产出率 | 元/吨 |
| 建设用地产出率 | 万元/公顷 |
| 农作物秸秆综合利用率 | % |
| 一般工业固体废物综合利用率 | % |
| 规模以上工业企业重复用水率 | % |
| 主要再生资源回收率 | % |
| 城市餐厨废弃物资源化处理率 | % |
| 城市建筑垃圾资源化处理率 | % |
| 城市再生水利用率 | % |
| 资源循环利用产业总产值 | 亿元 |
| 参考指标 | 工业固体废物处置量 | 亿吨 |
| 工业废水排放量 | 亿吨 |
| 城镇生活垃圾填埋处理量 | 亿吨 |
| 重点污染物排放量（分别计算） | 万吨 |

关于已建成的铜冶炼循环经济评价体系，目前主要有《广西主要工业行业循环经济评价指标体系》（DB45/T 612-2011）。在该体系中，将四大类指标共分为三级。其中，资源产出指标下分铜矿（金属吨）、产出指标（不变价）、能源产出指标（不变价）；资源消耗指标下分单位产值取新水量、单位工业增加值能耗、粗铜工艺能耗、电解铜单位直流能耗、粗铜单位水耗、电解铜单位水耗、紫铜管综合能耗、简单黄铜管综合能耗、复杂黄铜管综合能耗、青铜管综合能耗、白铜管综合能耗；资源综合利用指标下分工业固体废物综合利用率、工业用水循环利用率、粗铜冶炼 回收率、硫的国收率；废物排放指标下分烟气粉尘排放浓度、烟气二氧化硫排放浓度（制酸后）、工业废水排放量、废水化学需氧量（CODcr）浓度、废水总氮排放浓度。

1. 与有关法律法规的关系

《中华人民共和国循环经济促进法》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。

党的十八大也做出了建设生态文明的战略部署，要求着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。在《国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出要“大力发展循环经济”，“实施循环发展引领计划，推行循环型生产方式，构建绿色低碳循环的产业体系”。

中共中央、国务院印发的《关于加快推进生态文明建设的意见》也提出“建立循环经济统计指标体系”。

此外，近年来随着《环境保护税法》、新版《水污染防治法》、《生态环境损害赔偿制度改革方案》等法规的实施，可以预见今后环保力度将进一步加大，铜冶炼产业循环经济发展已成为必由之路。

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启动了标准研制工作，明确了工作小组成员分工及计划安排，制定了工作计划和工作方案，着手开始编写标准草案和标准立项建议书，确定了工作技术线路，制定了行业现状调查问卷。

1. 确定标准制定依据及原则

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，明确了指标选择与确定的以下原则：

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。

2、系统性原则

以国家标准GB/T 34345-2017《循环经济绩效评价技术导则》为基础，结合铜冶炼行业特点进行系统分析，将总指标逐层分解，达到系统最优化。

3、科学性原则

面向铜冶炼的循环经济评价指标，主要从铜冶炼行业的资源产出和资源循环利用率两大类指标出发，全面反映循环经济发展水平。根据这一原则，要求指标的概念要明确，内涵和外延要清楚，统计和计算方法要科学，技术水平与生产实际要相统一。

4、可行性和可操作性原则

评价指标体系简繁适中，计算评价方法简便易行，评价指标的选择，尽可能与现行计划口径、统计口径、会计核算口径相一致。

1. 形成标准草案

2017年8月，完成了《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》（草案）的编写，并分别向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、豫光金铅集团有限公司、紫金铜业有限公司等10余家企业进行书面调研，结合书面调研收集的建议与意见，对草案进行了修改完善。

1. 开展铜冶炼行业循环经济指标调研及意见征求

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及指标进行研讨。结合调研结果，对标准的指标选取作进一步优化，剔除冗余指标，修正或添加适用的核心指标，最终形成《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》国家标准征求意见稿及编制说明。

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《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》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《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》的文本内容逐条展开讨论，围绕着标准的范围界定、框架结构、指标选取、基准值设定、权重设定、循环经济要素、具体技术要求等提出了合理的意见和建议。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《循环经济绩效评价 铜冶炼行业》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

该标准共包括九个部分内容：

第一部分为标准的适用范围。本标准规定了铜冶炼行业循环经济绩效评价的基本要求、评价指标要求、循环经济指数计算方法和评价等级，适用于火法冶炼铜生产企业（不包含以废旧铜为主要原料的再生铜冶炼企业以及采用湿法冶炼的企业）的循环经济水平评价。

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： 《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》（GB 21248）、 《循环经济绩效评价技术导则》（GB/T 34345）、《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）。

第三部分为术语和定义。该标准给出了资源产出、资源循环利用、的定义。术语定义主要参照了《循环经济评价 铝行业》（GB/T 33858-2017）。

第四部分为基本要求。提出应着重考虑但不限于此的基本要求有：国家和地方有关法律、法规、制度及各项政策得到有效的贯彻执行，近三年内未发生重大污染事故或重大生态破坏事件；建立并运行计量管理体系，计量配置满足体系要求；环境质量达到国家或地方规定的环境功能区环境质量标准，污染物排放达标排放，各类重点污染物排放总量均不超过国家或地方的总量控制要求；产业链齐全。

第五部分为铜冶炼（铜精矿-阴极铜）循环经济指标要求。本部分铜冶炼全流程循环经济指标主要由“资源产出指标”和“资源循环利用指标”两个一类指标构成。其中，“资源产出”由“铜冶炼工艺能源单耗”、“粗铜工艺能源单耗”、“阳极铜工艺能源单耗”、“电解工序能源单耗”、“单位阴极铜产品取水量”、“铜总回收率”、“硫回收率”共7个指标构成。“资源循环利用”由“工业用水重复利用率”、“一般工业固废综合利用率”、“烟尘利用率”、“阳极泥利用率”共4个指标构成。

第六部分为阳极铜冶炼（铜精矿-阳极铜）循环经济指标要求。本部分阳极铜冶炼循环经济指标确定了由“资源产出指标”和“资源循环利用指标”两个一级指标构成。其中，“资源产出”包括“阳极铜工艺能源单耗”、“粗铜工艺能源单耗”、“单位阳极铜产品取水量”、“铜回收率（阳极铜冶炼）”、“硫回收率”共5个指标构成，“资源循环利用”由“工业用水重复利用率”、“一般工业固废综合利用率”、“烟尘利用率”共3个指标构成。

第七部分为循环经济指数计算方法。本部分明确了数据采集、各二级指标和循环经济指数的计算方法。

第八部分为评价等级。给出了铜冶炼企业循环经济水平的三个等级：★★★级循环经济企业为行业循环经济领先水平，占全行业的比例不超过10%；★★级循环经济企业为行业循环经济先进水平，占全行业的比例不超过20%；★级循环经济企业为行业循环经济一般水平，占全行业的比例不超过50%。具体等级要求见表4。

**表4　铜冶炼行业循环经济评价等级**

|  |  |
| --- | --- |
| 评价等级 | 等级要求 |
| ★★★级循环经济企业 | 同时满足：（a）满足基本要求；（b）PI＞95 |
| ★★级循环经济企业 | 同时满足：（a）满足基本要求；（b）95≥PI＞90 |
| ★级循环经济企业 | 同时满足：（a）满足基本要求；（b）90≥PI＞85 |

1. 指标基准值确定依据

（一）指标筛选

1. 指标体系构建依据

起草组通过收集和整理与铜冶炼循环经济相关的政策指导性文件、国内外标准、专业论文等文献资料，通过对比《循环经济绩效评价技术导则》、《铜冶炼业清洁生产标准》（HJ558-2010）、《铜电解业清洁生产标准》（HJ 559-2010）、《铜冶炼企业单位产品综合能耗限额》（DB37/ 748—2015）、《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》（GB 21248-2014）、《广西主要工业行业循环经济评价指标体系》（DB45/T 612-2011）、《铜工业发展循环经济的能值指标体系研究》、《再生铜冶炼企业循环经济评价研究》、《建立有色金属工业循环经济评价指标体系探讨》、《广西有色金属冶炼行业循环经济评价指标体系的构建及评价方法研究》等，提炼并形成铜冶炼循环经济评价指标对比表（局部），如图4所示。



**图4 铜冶炼行业循环经济绩效评价指标对比表（局部）**

2. 一、二级评价指标的确定

铜冶炼循环经济水平按照工艺流程特征分为阳极铜冶炼和铜电解精炼两个阶段分别进行评价。在阳极铜冶炼阶段的循环经济指标中，资源产出指标和资源循环利用指标为一级指标，两个一级指标下分若干等权二级指标。其中，资源产出类指标包括了能源消耗、水资源产出及目标元素回收三个方面。

能源产出指标是反映企业冶炼全过程中产生单位产品对能源消耗情况的重要指标，在GB 21248《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》中，铜冶炼工艺单位产品能耗限额先进值为260 kgce/t，本标准根据调研数据，基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，将铜冶炼工艺能源单耗基准值定为234 kgce/t。

考虑到目前很多冶炼企业外购粗铜或阳极铜，使得其能耗额相比全流程型企业较低，为了总体评价的公平性，在参考了GB 21248的前提下，特别增加了粗铜工艺和阳极铜工艺的能耗指标要求，在GB 21248中两个指标的先进值数值分别为140 kgce/t和180 kgce/t，在HJ 558中粗铜工艺和阳极铜工艺的工艺能耗分别为330kgce/t和380kgce/t。考虑到能耗指标应当随着生产工艺水平的提升而不断优化，因此没有采纳GB 21248和HJ 558中的指标值，在对企业进行调研及查阅相关文献后，基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，决定粗铜工艺和阳极铜工艺能源单耗基准值将采用调研得到的最优值，所以分别确定为122kgce/t和144 kgce/t。

电解工序是铜冶炼过程中主要耗能环节之一，在GB 21248《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》中，电解工艺单位产品能耗限额先进值为80 kgce/t。根据调研数据，目前国内已有更为先进的数值，所以基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，将铜冶炼工艺能源单耗基准值定为60 kgce/t。

铜总回收率是指在一定计量时间内（一般为一年）阴极铜含铜量相对于投入铜冶炼生产的铜精矿原料含铜量的百分比，该指标的设置参考了《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）、《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558），但在确定计算公式时，通过与行业专家和企业技术人员的交流，发现业内对《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）及《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）两项标准中的计算方法分歧较大，所以并没有完全采纳，而是经专家建议采用了新的计算方式。

硫回收率指标着眼于对以硫酸、硫酸铜为主的含硫产品的产出效率的考察，指标的设置参考了《铜冶炼行业规范条件》（2014年）、《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558），本标准结合调研数据，基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，将硫回收率设定为99%。

关于硫元素的相关指标，《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）中还列有一个硫捕集率，通过与行业专家和企业技术人员的交流，确认该指标的设置更多的是侧重于环保方面，不贴近于循环经济绩效评价要求，所以在此次标准研制中并未采纳。

资源循环利用指标反映了企业资源循环利用水平的高低，指标的选取着重于水综合利用、固废综合利用及余热回收利用三个方面。

关于水综合利用方面的指标设置，主要参考了《清洁生产标准 铜冶炼业》（HJ 558）并选定了工业用水重复利用率这项指标，通过结合调研数据，并采用目标引领原则以及便于指数计算的原则后，将该项指标基准值设定为97%。

阳极铜冶炼过程中会产生冶炼废渣、烟尘、制酸酸泥等固废，铜电解会产生阳极泥等废渣，对企业固废综合利用情况的指标选取，主要参考了《循环经济发展评价指标体系》（2017年版），最终选定了一般工业固废综合利用率，根据调研数据，参考有关文献，基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，将一般工业固废综合利用率基准值设定为100%。

此外，电解工序产生的阳极泥和熔炼、吹炼除尘收得的烟尘（包括白烟尘）都属于可以回收目标金属或有价金属的危废，值得综合回收利用，有很大的挖掘潜力。在参考了《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）废物回收利用指标，结合企业实际利用情况并征求了业内专家意见后，在此设定了烟尘利用率和阳极泥利用率指标。本标准根据调研数据，并基于目标引领原则以及便于指数计算的原则，将烟尘利用率和阳极泥利用率指标基准值都设定为100%。

与《清洁生产标准 铜电解业》（HJ 559）中不同的是，本标准中并未采用黑铜粉利用率指标，原因在于通过与企业的交流，业内认为对于铜冶炼全流程而言，黑铜粉作为中间物料一般均回炉处理，所以此处不再单独设立指标。此外，污酸、污水处理后产生的酸性污泥因含有大量的重金属等物质，也是企业回收利用的固废之一，但本标准只考虑铜冶炼主产业链上产生主要废物的综合回收利用，所以此处不作为考核指标之一。

由于不同企业间的原料成分等存在差别，其能耗指标没有直接可比性，但考察余热回收情况，可大致了解其节能水平，初步考虑设置余热回收产出蒸汽量这一指标，余热余能产生和存在的形式具有多样性，回收利用的方式和途径也具有多样性，余热能源的统计折算相对困难，而且在后期研讨时也发现该指标难以统计，所以放弃该指标。

（二）指标数据统计

本标准以2015—2017年生产正常的铜冶炼生产企业作为数据调查的对象，在全国范围内通过实地调研现场收集、问卷调查数据反馈、行业部门统计等渠道收集了诸多国内先进铜冶炼生产企业的数据，并对反馈的数据进行筛选统计，去掉异常、不合理的数据。

铜冶炼全流程循环经济各项指标的基准值、最大值、最小值如表5所示。

**表5 铜冶炼全流程循环经济指标数据**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 具体指标 | 基准值 | 最大值 | 最小值 |
| 1 | 铜冶炼工艺能源单耗（kgce/t） | 260 | 311 | 233.64 |
| 2 | 粗铜工艺能源单耗（kgce/t） | 140 | 185 | 121.75 |
| 3 | 阳极铜工艺能源单耗（kgce/t） | 160 | 210 | 143.82 |
| 4 | 电解工序能源单耗（kgce/t） | 80 | 89.82 | 60 |
| 5 | 水资源产出（t/m3） | 20 |  |  |
| 6 | 铜总回收率（%） | 98 | 98.38 | 97.80 |
| 7 | 硫回收率（%） | 98.5 | 99.1 | 97.50 |
| 8 | 工业用水重复利用率（%） | 97 | 97.6 | 95 |
| 9 | 一般工业固废综合利用率（%） | 100 | 100 | 100 |
| 10 | 烟尘利用率（%） | 100 | 100 | 100 |
| 11 | 阳极泥利用率（%） | 100 | 100 | 100 |

阳极铜冶炼循环经济评价主要针对仅生产阳极铜的冶炼企业。在进行指标选取时，主要是基于现有铜冶炼指标体系并去除了电解铜部分。为鼓励铜冶炼企业健全循环经济产业链并发展成为全流程企业，则对于仅生产阳极铜的企业适当地提高了指标要求，具体指标如下。

**表6 阳极铜冶炼（铜精矿-阳极铜）循环经济指标数据**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 具体指标 | 基准值 | 最大值 | 最小值 |
| 1 | 阳极铜工艺能源单耗（kgce/t） | 160 | 210 | 143.82 |
| 2 | 粗铜工艺能源单耗（kgce/t） | 140 | 185 | 121.75 |
| 3 | 水资源产出（t/m3） | 18 | 0.203 | 0.051 |
| 4 | 铜回收率（阳极铜冶炼）（%） | 98.5 | 99.7 | 97.90 |
| 5 | 硫回收率（%） | 98.5 | 99.1 | 97.50 |
| 6 | 工业用水重复利用率（%） | 97 | 97.8 | 95 |
| 7 | 烟尘利用率（%） | 100 | 100 | 100 |

1. 标准的实施建议

本评价指南为推荐性标准，可供铜冶炼行业进行循环经济评价。