铜冶炼行业节能诊断技术规范

（审定稿）

编制说明

《铜冶炼行业节能诊断技术规范》编制组

2023年8月

# 《铜冶炼行业节能诊断技术规范》编制说明

## 工作简况

### 任务来源

根据工信部工信厅科函[2021]234号2021-1244T-YS项目计划编号，中国恩菲工程技术有限公司（下文简称“中国恩菲”）负责行业标准《铜冶炼行业节能诊断技术规范》的编制任务，铜陵有色、金川有色、江西铜业、大冶有色、阳谷祥光铜业有限公司、紫金铜业、中条山有色金属集团、中原黄金、昆明有色冶金设计研究院、安徽节源环保科技有限公司等10家单位共同制定。标准性质为推荐性行业标准，标准计划号为XXXXX，项目起止时间为2021年－2023年。

节能诊断是对企业**工艺技术装备、能源利用效率、能源管理体系开展的全面诊断**，有利于帮助企业发现用能问题，**查找节能潜力、提升能效和节能管理水平**，**改变以往节能改造点分散、不系统的特点，达到“全厂统一诊断、统一筹划”的目标。**“十四五”以来，通过健全节能政策法规、完善标准体系、强化节能监管、推动节能技术改造，企业能效水平持续提升，部分行业先进企业能效已达到国际先进水平。但受节能意识薄弱、技术力量不足、管理体系不健全等因素影响，不同地区、行业间的企业能效水平差距依然较大，企业进一步节能降耗、降本增效的需求十分迫切。

为支持企业深挖节能潜力，持续提升工业能效水平，推动工业绿色发展，国家工信部2019年制定发布了《工业节能诊断服务行动计划》，计划中明确了诊断内容，即围绕企业生产工艺流程和主要技术装备，做好能源利用、能源效率和能源管理三方面诊断工作。一是核定企业能源消费构成及消费量，编制企业能量平衡表，核算企业综合能源消费量，查找能源利用薄弱环节和突出问题。二是结合行业特点核算企业主要工序能耗及单位产品综合能耗，评估主要用能设备能效水平和实际运行情况，分析高效节能装备和先进节能技术推广应用潜力。三是检查能源管理岗位设置、能源计量器具配备、能源统计制度建立及执行等能源管理措施落实情况。

2020年全国精炼铜产量达到1049万吨，铜冶炼综合能耗205.13千克标煤/吨，有较大的能效提升和节能减排的潜力。推进铜冶炼企业节能减排、清洁生产，实现绿色制造是铜冶炼行业的共同责任。

国家工信部在《“十四五”工业绿色发展规划》中进一步规定，需完善能源管理和服务机制，需开展节能诊断，为企业节能管理提供服务，为实现2030年“碳达峰”与2060年“碳中和”目标做出贡献。

根据节能法律法规和政策标准要求，结合铜冶炼行业实际情况、生产技术、技术装备等特点，研究编制《铜冶炼行业节能诊断技术规范》标准，给予节能诊断工作重要的技术支撑，符合当前工作的需求，以指导铜冶炼行业节能诊断工作的顺利开展，提升铜冶炼节能技术，统一和规范工作程序和目标，推动铜冶炼工业节能与绿色发展。

作为绿色制造标准体系的重要环节，《铜冶炼行业节能诊断技术规范》标准的研究制定，将《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》等标准与节能诊断工作有机融合，精准把握铜冶炼行业能源管理各核心要素和环节，统一铜冶炼节能诊断的内容、方法和程序，督导企业加强能源管理，合规生产，促进铜冶炼工业能效提升与绿色发展。

### 主要参加单位和工作成员

1.2.1 牵头单位简介

本标准由[中国恩菲工程技术有限公司](https://baike.sogou.com/v6522535.htm)（简称“中国恩菲”，英文简称ENFI）负责起草。[中国恩菲](https://baike.sogou.com/v6522535.htm)(原中国有色工程设计研究总院）成立于1953年，现为世界五百强企业中国五矿、中冶集团子企业，拥有全行业工程设计综合甲级资质。

近 70 年来，中国恩菲在 30 多个国家和地区参与了 1.2 万个工程项目，立足有色矿冶工程，依靠科技创新驱动，高端咨询引领，发展科学研究、工程服务与产业投资三大业务领域，深耕非煤矿山、有色冶金、水务资源、能源环境、新高材料、市政文旅、城市矿产、智能装备、房产经营九个业务单元，形成核心能力突出、竞争优势明显、国际化运作、特色鲜明的多元业务集群，能够提供总承包、项目管理、工程咨询、设计、造价咨询、监理、环境评价、供货等全生命周期服务，在产业领域，是国内少有具备咨询、设计、建设、投资、运营“五位一体”服务能力的企业之一。作为行业技术引领者，中国恩菲拥有地质、采矿、选矿、尾矿、冶炼、建筑、结构、电气、热工等工艺及相关公辅配套共计 40 多个专业的设计力量。  
 任务下达后，立即成立了标准编制组，并对起草任务进行了落实， 主编单位中国恩菲组织编制组各成员单位进行任务分工和工作安排， 在规范的编制过程中， 通过梳理国内铅冶炼行业节能相关法律法规、 标准规范，制定规范编制工作方案， 选择有代表性的铅冶炼企业进行调研并收集相关意见。 编制组各成员单位积极配合、加强协作，共同完成本规范编制工作。

1.2.2主要参加单位情况

铜陵有色、金川有色、江西铜业、大冶有色、阳谷祥光铜业有限公司、紫金铜业、中条山有色金属集团和中原黄金集团均为国内大型铜冶炼企业，昆明有色冶金设计研究院为设计院，安徽节源环保科技有限公司为节能诊断和节能服务公司，以上参编单位负责提供技术咨询，为标准搜集提供生产相关资料，提出采标方向，编制部分相关内容等。

1.2.3 主要工作人员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 1。  
 表 1 主要起草人及工作职责

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
| 梁帅表 | 负责标准的工作指导、标准的编写及组织协调 |
| 李晓霞 | 负责各章节各条款的起草和验证工作 |
| 吴玲、彭涛、刘立峰 | 负责标准整体结构及通用技术要求的起草 负责企业的调研工作和标准部分内容编写 |
| 各编制组各成员 | 提出修改意见，并验证规范 |

### 主要工作过程及工作内容

1.3.1 预研准备阶段

2021年~2022年2月，调研行业需求，完成《铜冶炼行业节能诊断技术规范》推荐性行业标准的申报工作，申报成功后成立了《铜冶炼行业节能诊断技术规范》起草编制组，对标准编制的工作进度、调研计划等进行了安排，并完成了前期准备阶段内容，包括：收集国内行业的技术规范、行业标准、企业标准、技术要求等技术资料，进行技术资料的归类和总结。完成数据收集、整理，初步形成标准讨论稿。

1.3.2 起草阶段

2022年1~5月，由标准负责编制单位中国恩菲工程技术有限公司组织召开标准进度协调会，相关参与单位相继汇报标准的进展完成情况及需要协调问题。根据会议精神，标准编制组及时修改标准讨论稿，形成《铜冶炼行业节能诊断技术规范》征求意见稿。

1.3.3 标准预审

2023年3月，有色标委会组织对《铜冶炼行业节能诊断技术规范》标准进行预审，根据预审意见进行修订。

1.3.4标准发函征求意见

2023 年 4 月，为确保征集数据的客观性，以及规范制定的科学性，合理性，编制组于根据预审会意见和建议对预审稿进行了修改，并形成了征求意见稿，广泛征求意见。

## 标准编制原则和依据

### 2.1编制原则

2.1.1本标准标准过程中，始终遵循满足市场需求，技术内容合理，分析方法可行的原则。

2.1.2编制的标准切实可行，具有可操作性。

### 2.2编制依据

本标准编制依据工信部《工业节能诊断服务行动计划》的指导精神，结合当前国内外铜冶炼企业的能耗现状进行制订。《工业节能诊断服务行动计划》中明确指出：节能诊断主要面向技术、工艺、装备较先进、能源管理体系相对完善的钢铁、建材、石化化工、有色金属等行业，以年综合能源消费量10000吨标准煤以上（分别折合年原煤消费量约15000吨以上，年原油消费量约7000吨以上，年天然气消费量约800万立方米以上，年综合电耗约8000万千瓦时以上）的企业为重点。铜冶炼企业年标煤消费量基本大于15000吨以上，属于有色金属行业重点金属品种。

（1）《中华人民共和国节约能源法》

（2）《工业节能诊断服务行动计划》（工信部节〔2019〕101 号）

（3）《重点用能单位节能管理办法》  
（4）工信部工信厅科函[2021]234 号 2021-1244T-YS 项目计划  
（5）工业企业节能诊断服务指南（2020 年版）  
（6）有色金属行业节能诊断服务指南（2022 年版）  
（7）《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021 年版）》  
（8）《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022 年版）》  
（9）《铜冶炼行业规范条件》  
（10）《国家重点节能技术推广目录》  
（11）《国家重点节能低碳技术推广目录》  
（12）《国家工业节能技术装备推荐目录》  
（13）《节能减排与低碳技术推广项目》  
（14）《节能机电设备（产品）推荐目录》  
（15）《高耗能落后机电设备（产品）淘汰目录》  
（16） GB/T2589 《综合能耗计算通则》  
（17） GB 25323 《有色重金属冶炼企业单位产品能源消耗限额》  
（18） GB50919《有色金属冶炼厂节能设计规范》  
（19） GB/T 26758《铅、锌冶炼企业节能规范》  
（20） HG/T 6126《硫酸企业节能诊断技术规范》  
（21） GB 20052《电力变压器能效限定值及能效等级》  
（22） GB18613《电动机能效限定值及能效等级》  
（23） GB19761《通风机能效限定值及能效等级》  
（24） GB 29141《工业硫酸单位产品能源消耗限额》  
（25） YS/T 1433 《有色金属行业贵金属冶炼单位产品能源消耗限额》

## 标准主要技术内容

### 3.1 标准框架

本标准设置了 8 个章节内容及资料性附录， 其中附录包含《节能诊断报告内容要点和深度要求》、《企业能源消费指标汇总表》、《企业工艺设备统计表》、《企业淘汰设备统计表》、《企业节能技术应用统计表》、《企业能源计量器具配置和使用情况统计表》、《企业能源管理制度建设和执行情况统计表》等相关表格内容、格式要求。

节能诊断技术规范章节设置具体如下：

### 3.2 适用范围

本文件规定了铜冶炼行业节能诊断的原则、方法、诊断要点、节能诊断工作程序和报告编写要求。

本文件适用于以铜矿石、铜精矿、废杂铜、粗铜、阳极铜及其他含铜废料为原料的铜冶炼生产企业。

适用于指导节能服务机构、节能技术装备生产企业等市场化组织为铜冶炼企业实施节能诊断服务，以及向有关节能主管部门提交节能诊断报告、上报节能诊断数据。

### 3.3 规范性引用文件

GB/T 1028工业余能资源评价方法

GB/T 2587 用能设备能量平衡通则

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB/T 3484 企业能量平衡导则

GB/T 3485 评价企业合理用电技术导则

GB/T 3486 评价企业合理用热技术导则

GB/T 13234用能单位节能量计算方法

GB/T14549 电能质量 公用电网谐波

[GB/T 15316](http://www.csres.com/detail/204670.html)节能监测技术通则

GB/T 15587 工业企业能源管理导则

GB 17167 用能单位水计量器具配备和管理通则

GB 20052 电力变压器能效限定值及能效等级

GB/T 20902 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求

GB 25323 有色重金属冶炼企业单位产品能源消耗限额

GB/T 23331 能源管理体系要求及使用指南

GB/T 28749 企业能量平衡网络图绘制方法

GB/T 28750 节能量测量和验证技术通则

GB/T 28751 企业能量平衡表编制方法

GB 29141 工业硫酸单位产品能源消耗限额

GB/T 38848智能工厂 过程工业能源管控系统技术要求

GB/T 40063工业企业能源管控中心建设指南

GB 50919 有色金属冶炼厂节能设计规范

RB/T 117 能源管理体系 有色金属企业认证要求

YS/T 1433 有色金属行业贵金属冶炼单位产品能源消耗限额

JJF 1356 重点用能单位能源计量审查规范

HG/T 6126 硫酸企业节能诊断技术规范

说明：引用文件主要包括相关综合能耗计算通则、企业能量平衡通则、 工业余能资源评价方法、节能监测技术通则、 有色金属冶炼企业能源计量器具配备和管理要求、 有色重金属冶炼企业单位产品能源消耗限额、能源管理体系等。

### 3.4 术语和定义

本文件给出了节能诊断的术语和定义，节能诊断是对企业能源利用、能源效率、能源管理开展的全面诊断。

### 3.5节能诊断原则

本标准按 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》给出的规则起草，标准内容在充分调研和分析相关资料的基础上制定而成。节能诊断属于市场化行为，必须遵循企业自愿参与原则开展， 给出了节能诊断工作的原则：专业性原则、系统性原则、实操性原则。

### 3.5节能诊断方法

宏观上表述了三种诊断方法：标准对照法、类比分析法、专家判断法。

### 3.6 诊断要点

铜冶炼企业节能诊断的范围边界一般应覆盖阴极铜生产企业全部生产过程，包括但不限于原料预处理系统、熔炼系统、吹炼系统、精炼系统、电解系统、浸出系统、萃取电积系统、贵金属回收、烟气制酸、污酸污水处理和脱硫脱硝系统、渣选矿系统、空分系统、余热发电系统、公用系统等。

铜冶炼企业节能诊断按深度要求可以覆盖全边界，也可以结合企业实际情况对指定工序环节、工艺装备、主要能源消耗品种等开展专项诊断。

诊断要点分为一般要求和重要系统。一般要求规定了不同工艺的铜冶炼企业需满足的热量平衡、能耗计算、能量平衡图等。

重要系统是根据铜冶炼的不同工序：原料预处理、熔炼、吹炼、精炼、电解、烟气收尘、烟气制酸、烟气脱硫、渣选矿、萃取电积进行分类。说明了各个工序节能诊断时需要注意的重点问题，宜选用的节能技术和装备。

3.6.1 原料预处理

矿产铜冶炼的原料预处理与冶炼工艺有关。如闪速熔炼工艺需要进行精矿干燥，顶吹熔炼工艺需要精矿制粒，底吹和侧吹熔炼工艺则无需制粒和干燥，直接配料后入炉。

对于需要干燥的冶炼工艺，宜采用蒸汽、烟气等工厂余热进行干燥；制粒、破碎、磨碎等大功率设备和铜锍粒化等间断运行系统宜采用变频和节能措施。

再生铜冶炼原料预处理则比较复杂，和处理原料种类关系很大，对于含锡等低熔点含铜废料需要先加热脱锡，对于含水高的含铜污泥需要先进行干燥除去水分，对于含有塑料等有机物的易先脱除防止后续产生二噁英。

再生铜冶炼原料预处理宜采用蒸汽、烟气等余热进行干燥、焙烧、热风炉供热等；脱锡、破碎等间断周期性使用设备宜采用变频和有效的节能措施。

3.6.2 熔炼系统

铜冶炼的熔炼工艺是工厂的核心工序，熔炼系统的主要功能是将铜精矿进行熔化、提高铜品位，产出的产品为铜锍。

熔炼是主要能源消耗工序，工艺种类较多，主要分为闪速熔炼和熔池熔炼工艺，其中熔池熔炼工艺主要有底吹熔炼、侧吹熔炼和顶吹熔炼。不同熔炼工艺对应的设备、消耗也不相同，建议对熔炼系统单独进行节能诊断，诊熔炼工序吨矿的电耗、能耗情况，从而确定熔炼系统的能耗先进性，挖掘熔炼系统节能潜力。

3.6.2 吹炼系统

铜冶炼的吹炼系统主要功能是将铜锍进一步吹炼、提高铜品位，产出含铜98%以上粗铜。

吹炼过程属于放热反应，一般不需要加入燃料，主要为电耗。吹炼的工艺有PS转炉、闪速吹炼、顶吹吹炼、底吹吹炼和多枪顶吹连续吹炼。不同吹炼工艺电耗相差较大，可对吹炼系统进行节能诊断，也可合并熔炼系统诊断，计算单位粗铜产品的能耗情况。

针对部分矿铜冶炼厂的吹炼系统利用反应热处理外购冷料（粗铜、杂铜等）的情况，可参照杂铜处理的能耗进行拆分计算。

3.6.3 精炼系统

铜冶炼的精炼系统主要功能是将粗铜进一步氧化、还原和浇铸，产出含铜99.3%以上的铜阳极板。

精炼工艺主要采用回转式阳极炉、倾动炉、NGL炉、底吹炉和反射炉等，精炼消耗燃料和还原剂，宜采用自动化程度高的精炼炉以及纯氧燃烧器。需核算精炼系统的能耗情况，并对照GB 21248 《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》，进行节能诊断。

3.6.4 电解系统

铜冶炼的精炼系统主要为电耗和蒸汽消耗，需按工序诊断。

电解的工艺主要有不锈钢永久阴极电解、始极片电解和平行流电解工艺。通过电流效率、蒸汽耗量等确定电解工艺、净液工艺的能效先进性。

3.6.5 贵金属回收系统

贵金属回收工艺主要分为火法湿法、选冶联合和全部湿法。

应用广泛的火法冶炼有回转窑焙烧、卡尔多炉、贵铅炉和分银炉工艺，湿法冶炼有浸出脱铜、银电解、氯化分金、金电解等工艺。主要为电耗和燃料消耗。

3.6.6 烟气制酸和脱硫脱硝系统

铜冶炼产生的烟气根据二氧化硫含量的高低确定采用制酸或脱硫工艺。如熔炼炉、吹炼炉工艺烟气含二氧化硫高，经降温、收尘后进行制酸，精炼炉烟气、环保烟气进行脱硫。制酸工艺耗电量大，但制酸过程产生热量，如热量回收得到，制酸工序的能耗可达到负值，尤其是采用高浓度制酸时回收热量更多。

3.6.7 烟气脱硫脱硝系统

脱硫工艺主要消耗电和蒸汽。脱硫工艺种类较多，有石膏法、碱法、双氧水法、有机胺和活性焦脱硫工艺，不同工艺对应的能耗相差也较大。脱硝工艺主要有SCR，SNCR和臭氧法等，需根据具体工况确定工艺的选择合理性，工艺的能耗情况。

3.6.8 渣选矿系统

铜冶炼产生的熔炼渣经缓冷后进行渣选矿。渣选矿工艺的主要能耗为电，主要能耗设备为破碎机、磨机。渣选工艺流程有三段破碎、两段破碎+半自磨等，重点诊断大功率设备的能效先进性。

3.6.9公用系统

厂区的余热、余压等余能资源量和利用情况。

公用设备（风机、水泵等）的能效水平，

业配电系统的经济运行状况。

工业建筑的用能合理性，对建筑保温供暖、照明、通风系统中是否选用节能型用电设备。

### 3.7节能管理

节能诊断工作涉及到的管理方面：

——能源管理组织；

——能源管理和计量制度；

——能源管控系统的建设、运行情况；

——数据采集与诊断。

节能诊断工作开展的程序：

节能诊断工作一般分为六个阶段：确定节能诊断任务并成立联合工作组织、制定工作方案、收集企业资料、召开节能诊断工作启动会、现场诊断和编制节能诊断报告。

节能诊断实施单位宜与铅冶炼企业成立联合工作组，沟通协商初步确定节能诊断范围。联合工作组应根据铅冶炼企业技术工艺特点等具体情况，组建一个专业性的节能诊断专家组。

节能诊断工作方案应明确工作内容、时间节点、具体对接人员等内容。

现场节能诊断主要是通过收集资料、查阅档案和与有关人士座谈等方式对企业关键用能工艺、装置、公用工程和能源管理体系进行摸底调查，并反馈节能诊断意见表。收集的资料包括企业具体的设备信息、生产记录和管理状况等。

### 3.8 节能诊断报告要求

节能诊断报告应全面、概括的反映节能诊断的全部工作，文字应简洁、准确，评价和建议要有针对性，并多采用图表和照片，以使提出的资料清楚、论点明确、便于使用。原始数据、全部计算过程等不必在报告中列出，必要时可编入附录。

## 4主要试验（或验证）情况分析

标准编制工作组按计划开展本标准的验证工作，计划赴江西、广西、山东、云南、广东等地，对不同铜冶炼工艺的生产企业开展标准验证工作，反馈标准具有可操作性，企业分布情况见下表：

表2 验证企业分布情况

|  |  |
| --- | --- |
| **序号** | **企业** |
|  | 大冶有色 |
|  | 铜陵有色 |
|  | 江西铜业 |
|  | 阳光祥光铜业 |
|  | 中条山有色 |
|  | 中原黄金 |
|  | 五矿铜业 |

## 5标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

## 6预期达到的社会效益情况

**6.1 社会效益**

通过全面了解和掌握规模以上铜冶炼企业的能源消耗现状及先进节能技术，为制定铜冶炼节能诊断报告编制指南提供参考，并将先进的铜冶炼技术及节能技术推广至其他铜冶炼企业，提降低整体铜冶炼产业的能耗水平。

若通过节能诊断能够使每吨阴极铜节能20kg标准煤计算，1000万吨阴极铜产能的至少节约20万吨标准煤以上，可显著降低铜冶炼行业的能源消耗和温室气体排放，社会环境经济效益明显。

### 6.2标准水平分析

国内有关铜冶炼行业能源管理的标准主要有《铜冶炼企业单位产品能源消耗限额》及《有色金属冶炼厂节能设计规范》等，标准均只是提出能耗的设计值或生产限定值，未能从执行标准及企业工艺技术装备、能源利用效率等多维度进行考核评价，也无法从提升企业节能潜力和节能管理水平等方面给出针对性的建议。《铜冶炼行业节能诊断技术规范》标准编制为我国铜冶炼行业首次。

本标准的制订，将弥补国内铜冶炼企业能源诊断报告技术编制规范的空白，促进企业进行节能诊断、提高诊断效果，为铜冶炼企业节能降耗、发展清洁生产工艺提供有效帮助。

## 7与有关的现行法律、法规、和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术指标的选定、检验项目的设置符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。与本行业现有的其它标准协调配套，没有冲突。

## 8重大分歧意见的处理过程和依据

无

## 9标准作为请执行标准或推荐性标准的建议

本标准是新制定标准，参照了国内主要的铋冶炼企业的生产情况，利于推广应用。本标准建议作为推荐性行业标准。

## 10贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织实施、技术实施、过渡办法）

本标准是XXX，建议相关单位组织专项标准宣贯会进行系统学习。本标准发布后，各企业应积极宣传和贯彻。

## 11废止现有有关标准的建议

本标准是全新制订，不需要废止任何现行标准。

## 12其他应予以说明的事项

无