重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范

（送审稿）

编制说明

《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》编制组

2019年11月

# 《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》编制说明

## 工作简况

### 重有色冶金可持续发展的需要

随着社会的不断进步以及经济的快速发展，人们对有色金属的冶炼也提出了越来越高的要求。其中，能源消耗大和环境保护要求高是有色冶炼行业中面临的主要问题。为满足各项环保指标要求和降低能源消耗成本，开发针对有色金属冶炼系统中主要能耗设备冶金炉窑的预热回收技术至关重要。当前，冶金炉窑的余热回收目前在国内外已有多种成熟的技术，各类技术不尽相同，缺少对该技术的技术性指导文件。因此，通过制定《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》来对冶金炉窑的余热回收规范化管理，有利于技术的标准化和规范化，同时将为贯彻执行相关法律法规及产业政策起到纽带作用。

我国有色金属工业单位产品能耗(标煤)约为4.76t，约占全国能源消费量的3.5%以上。其中铜、铝、铅、锌冶炼能耗占有色金属工业总能耗90%以上。余热利用率低是造成能耗高的重要原因之一。从另一角度看，我国工业余热资源丰富，广泛存在于工业各行业生产过程中，余热资源约占其燃料消耗总量的17%~67%，其中可回收率达60%，余热利用率提升空间大，节能潜力巨大。工业余热回收利用被认为是一种“新能源”，近年来成为推进我国节能减排工作的重要内容。

有色金属工业作为高能耗行业，生产集中度小，但能耗高。随着当今社会经济水平的不断提高以及现代工业的快速发展，有色金属的冶炼作为工业生产过程中的重要环节，其能源消耗情况以及资源回收利用水平不仅会对企业自身效益产生极其重要的直接影响，还会对社会经济、节能环保等方面产生间接影响。伴随工业产业的不断发展以及能源消耗总量的不断增加，资源短缺也成为了未来一个时期人类发展所面对的一项重要问题，而烟气余热的回收和利用正是应对该问题的一个有效解决方案。

未来，余热回收在节能工作中仍占有极为重要的地位。对有色金属冶炼过程中回收和利用烟气余热的情况进行研究，在有色冶金炉窑余热回收过程中，依据炉窑余热回收的经验，结合每台炉窑的特点，设计使用适用的余热回收利用系统，并在实践中持续改进与提高，不断加大冶炼余热的回收利用效率，对促进工业产业转型升级和社会经济发展具有重要作用。

### 拟要解决的主要问题

随着社会发展，我国对节能减排的要求越来越严格，余热回收利用是节能减排的重要手段之一。有色金属冶炼过程中的能源消耗主要在冶金炉窑的熔炼阶段，50%以上的能源以余热的方式流失，开发余热回收利用技术至关重要，冶金炉窑的余热回收目前在国内外已有多种成熟的技术，各类技术不尽相同，研制统一的标准来对冶金炉窑的余热回收规范化管理，有利于技术的标准化和规范化。

目前，我国有色冶金企业烟气余热回收利用的设备，基本采用余热锅炉，汽化冷却器和各种类型的换热器、加热器等。余热资源的开发利用不仅关系到节约能源的问题，而且关系到有价资源的综合回收、环境保护等许多方面。所以，做好余热资源回收工作，是一项具有重大经济和社会效益的大事。因此，针对有色冶金炉窑的余热回收，制定技术管理规范，完善余热回收的管理体制势在必行。为此，制定《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》对有色冶金炉窑余热回收的基本情况和评价指标进行分析，同时对有色冶金炉窑余热回收的节能技术进行规范，并对有色冶金炉窑的节能途径和措施进行了探讨。明确冶金炉窑的验收条件，进一步加强冶金炉窑的节能技术推广。

### 任务来源

根据工信部工信厅科[2018]31号文《关于印发2018年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》的要求，阳谷祥光铜业有限公司（下文简称“祥光铜业”）负责YS/TXXXX-20XX《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》行业标准的编制任务，有色金属技术经济研究院、云南铜业股份有限公司、江西铜业股份有限公司、北方铜业股份有限公司、聊城大学等单位共同制定。标准性质为推荐性行业标准，标准计划号为2018-0506T-YS，项目起止时间为2018年7月-2020年7月。

### 主要工作过程及工作内容

2018年4月，成立《重有色冶金炉窑余热回收技术规范》行业标准起草编制组，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：收集国内同行业《重有色冶金炉窑余热回收技术规范》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。

2018年9月，编制组根据相关文献资料，编制形成标准草案，并进行了内部审核、修改。

2018年10月，起草单位编制完成《重有色冶金炉窑余热回收技术规范》（征求意见稿），在“中国有色标准质量信息网”公告标准征求意见，并将征求意见稿发给25家有色金属冶炼企业征求意见。同月，对国内部分有色金属冶炼企业的能源管理中心进行实地调研。全国有色金属标准化技术委员会重金属分会组织了由多家单位参加的调研活动，调研活动主要就炉窑能源消耗、采用的先进余热回收节能技术及装备等方面进行调研，并现场进行交流考察。调研活动涉及：阳谷祥光铜业有限公司、山东信发铝电集团有限公司、河南豫光金铅股份有限公司、宝钢集团有限公司、云南铜业有限公司、云南铝业集团有限公司、昆明理工大学、云南驰宏锌锗股份有限公司。

通过调研多家大型重有色金属冶炼企业余热回收情况，了解到冶金炉窑主要通过余热锅炉的方式进行余热回收，各企业余热锅炉应用情况见表1。烟气余热利用已取得明显效果，现有的有色冶炼企业正致力于开发新的余热回收技术，力争最大限度的回收冶炼余热。目前国内高温余热烟气的主要回收装置主要包括余热回收利用装置、冷却回收利用装置、空气预热器回收利用装置、余热综合回收利用装置以及热管换热器回收利用装置。高温余热回收的现有技术目前已经趋于稳定，被多家有色金属冶炼企业普遍采用。

表1 各重有色金属冶炼企业余热锅炉的应用情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 金属种类 | 企业名称 | 2017年产品产量（万吨） | 余热锅炉数量（台） |
| 1 | 铜 | 阳谷祥光铜业有限公司 | 43.18 | 8 |
| 2 | 江西铜业股份有限公司 | 102.86 | 22 |
| 3 | 云南铜业股份有限公司 | 92.46 | 12 |
| 4 | 山东恒邦冶炼股份有限公司 | 铜：15铅：10 | 11 |
| 5 | 北方铜业股份有限公司 | 12.7 | 5 |
| 6 | 铅锌 | 河南豫光金铅股份有限公司 | 铜：11铅：40 | 8 |
| 7 | 株洲冶炼集团有限公司 |  铅：9.57 锌：42.81 | 15 |

2019年5月，标准编制组在乌鲁木齐组织召开了本标准工作会议，对标准的主要内容进行了讨论，编制组根据专家意见，组织编写成员对标准进行了修改和完善。

2019年8月，标准编制组在大连组织召开了本标准工作会议，对标准的主要内容进行了预审，编制组根据专家意见，组织编写成员对标准进行了再次修改和完善。修改内容如下：

1、范围中删除“重有色冶金炉窑余热回收的工程设计、设备制造、安装、运行，除应符合本规范外，还应符合国家现行有关规范与标准的规定。”

2、规范性引用文件修改采用最新版本“下列文件对于本文本的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅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。”

3、术语和定义中术语采用GB/T 1.1-2009格式书写，例如：

3.1冶金炉窑 修改为

3.1

冶金炉窑 Metallurgical furnaces

### 行业概况

我国铜、铅、锌等金属产量连续多年位居世界前列。

铜：2014年全球精铜产量为2160万吨，中国2014年精铜产量688.4万吨，占全球铜产量的31.9%。2017年中国铜产量800.7万吨，与2014年相比，增长16.3%。

铅：2018年全球精铅产量为1141.4万吨，中国2018年精铅产量463.6万吨，占全球铅产量的40.6%，其中河南、湖南、云南和湖北为四大精铅生产省份，占全国总产量的80%左右。

锌：2017年全球精锌产量为1338万吨，中国2017年精锌产量585万吨，占全球锌产量的43.7%。

## 标准编制原则、依据和确定标准主要内容

### 2.1编制原则

2.1.1本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

2.1.2本标准标准过程中，始终遵循满足市场需求，技术内容合理，满足国内外客户对产品的技术需求。

2.1.3编制的标准切实可行，具有可操作性。

2.1.4考虑到企业冶金炉窑的余热回收系统的设计、建设、使用的特点，本标准归纳提炼了重有色冶金炉窑余热回收的共性、原则性要求。对余热回收系统的技术规律规范进行编写，突出步骤中的一般性原则，便于理解和使用。

### 2.2编制依据

2.2.1 本标准为有色金属行业推荐性标准，之前没有相关的国家标准和行业标准。本标准编制过程中根据生产要求，以重有色冶金炉窑余热回收系统的设计、建设、使用过程中的经验积累为基础，结合当前国内外有色金属行业的先进管理和技术，根据下列与余热回收系统的设计、建设、使用相关的标准制定。

2.2.2 《重有色冶金炉窑余热回收技术规范》行业标准制定征求意见反馈表。

2.2.3 《重有色冶金炉窑余热回收技术规范》行业标准制定讨论会会议纪要。

2.2.4 GB/T 2598 综合能耗计算通则

2.2.5 GB/T 15316 节能检测技术通则

2.2.6 GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

2.2.7 GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范

2.2.8 GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

2.2.9 GB 50316 工业金属管道设计规范

2.2.10 JB/T 5341 烟道式余热锅炉技术条件

2.2.11 JB/T 9560 烟道式余热锅炉产品型号编制方法

### 2.3 标准主要内容

### 2.3.1 范围

本标准规定的重有色金属冶金主要涉及铜、铅、锌冶炼企业能源管理中心，一是中国铜、铅、锌产量在全球居于前列；二是铜、铅、锌冶金炉窑冶炼能耗占有色金属工业总能耗比例大，能源消耗主要在冶金炉窑的熔炼阶段，50%以上的能源以余热的方式流失，余热利用率低是造成能耗高的重要原因之一。从另一角度看，铜、铅、锌冶金炉窑余热利用率提升空间大，节能潜力巨大，开发余热回收利用技术至关重要。

### 2.3.2 规范性引用文件

下列文件对于本文本的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅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。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 50126 工业设备及管道绝热工程施工规范

GB 50236 现场设备、工业管道焊接工程施工规范

GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

GB 50316 工业金属管道设计规范

GB/T 2598 综合能耗计算通则

GB/T 15316 节能检测技术通则

JB/T 5341 烟道式余热锅炉技术条件

JB/T 9560 烟道式余热锅炉产品型号编制方法

说明：主要从炉窑余热回收装置及配套系统、节能、计量用能配置及管理体系等方面引用相关文件。

### 2.3.3 术语和定义

对标准主要对象、余热形式及利用、余热回收装置等相关术语做出规范，均是引用现有的名词及其解释。

### 2.3.4 余热回收方式

本章是标准的主要内容之一。一是通过温度为基准，确定炉窑余热资源的利用方式，如≥250℃的余热优先用于生产蒸汽并直接供热，鼓励用于发电；＜250℃的余热可用于干燥物料、制冷、采暖或供应生活热水等。二是倡导采用先进的、合适的余热利用设备。

### 2.3.5 余热回收装置及技术要求

本章是标准的主要内容之一。列举了目前先进的、使用频率高的炉窑余热回收装置—余热锅炉及其配套系统。

炉窑余热回收的技术要求应符合表1的规定。

表1 炉窑余热回收的技术要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 技术指标 |
| 1 | 余热利用 | 烟气温度≥250℃的余热资源 | 优先用于生产蒸汽并直接供热，鼓励用于发电 |
| 烟气温度＜250℃的余热资源 | 用于干燥物料、制冷、采暖或供应生活热水等 |
| 2 | 漏风系数 | ＜2% |
| 3 | 风机入口噪音 | ＜80分贝 |
| 4 | 风机调速装置 | 先进节能调速装置 |
| 5 | 余热发电系统自用电率 | 10% |
| 6 | 余热发电系统运转率 | 60-80% |

### 2.3.6 评价和考核参考指标

本章是标准的核心内容。本章内容规定了重有色冶金炉窑余热回收利用评价具体的评价指标要求。

余热发电是指利用生产过程中多余的热能转换为电能的技术。电与蒸汽相比，电是一种优良而造价低廉的新能源，比蒸汽环保，而且易于储存。余热发电不仅节能，还有利于环境保护。

余热发电系统的自用电率是余热利用的重要考核指标之一，这个指标的高低代表了电站能源转换的效率。自用电率与发电系统的机械化、自动化程度等因素有关，通过对发电系统及参数优化选择，设备选型的匹配、变频等技术的应用，降低电站用电量。因此，自用电率指标的限制有利于先进的发电设备及技术的应用。

漏风系数是指烟气通道进出口处烟气中过量空气系数之差或空气通道进出口处空气量差值与理论空气量之比，负压运行的锅炉烟道漏风会降低锅炉效率，影响锅炉性能，[锅炉](https://baike.baidu.com/item/%E9%94%85%E7%82%89/1288810)漏风系数一般在1%~3%之间。

工业余热回收利用被认为是一种“新能源”，近年来成为推进我国节能减排工作的重要内容。铜、铝、铅、锌冶炼能耗占有色金属工业总能耗90%以上。余热回收率低是造成能耗高的重要原因之一。重有色冶金行业余热回收率提升空间大，节能潜力巨大，随着节能减排被列为考核经济发展的“硬性指标”，余热余压利用以其可观的经济效益和社会效益不断被提上国家战略层面。

## 预期效果

随着社会经济水平的不断提高以及现代工业的快速发展，中国重有色金属冶炼企业在数量、产品产量、技术发展水平等方面已处于世界首位，重有色金属在我国工业发展中所占比重越来越大。重有色金属的冶炼作为我国工业生产过程中的重要环节，其能源消耗情况以及资源回收利用水平不仅会对企业自身效益产生极其重要的直接影响，还会对社会经济、节能环保等方面产生间接影响。当前，工业产业的不断发展以及能源消耗总量的不断增加，资源短缺将成为了未来一个时期人类发展所面对的一项重要问题，而烟气余热的回收和利用正是应对该问题的一个有效解决方案。因此，对于重有色金属冶炼过程中回收和利用烟气余热的情况进行研究，分析这一过程中存在的问题，并提出有效的利用方法，对促进工业产业和社会经济发展具有重要作用。重有色冶炼炉窑余热回收将对缓解我国日益紧张的资源能源和减少污染物排放有着重大的意义。

重有色金属炉窑余热回收技术正逐步已逐步被有色冶炼企业认可和使用，但各企业对余热回收技术不尽相同，行业内并没有统一的技术规范来对此进行管理，本标准的制定将对重有色冶炼炉窑的余热回收技术发展起到重要作用。本标准制定后将会达到以下效果：1、为重有色金属冶炼企业新建炉窑余热回收系统的设计、建设和使用提供依据；2、为提高重有色金属冶金炉窑余热回收技术的发展水平提供支持；3、有利于政府对重有色冶金炉窑余热回收工艺和设备进行有效管控。

## 标准水平分析

通过调研多家大型重有色金属冶炼企业余热回收情况，了解到冶金炉窑主要通过余热锅炉的方式进行余热回收，各烟气余热利用已取得明显效果，现有的有色冶炼企业正致力于开发新的余热回收技术，力争最大限度的回收冶炼余热。该标准通过对有色冶金炉窑余热回收系统的基本情况、评价指标、节能途径和措施进行分析和明确，有利于加强对有色冶金炉窑余热回收的节能技术规范以及冶金炉窑余热回收节能技术的推广。

余热回收利用技术规范作为一个行之有效的管理工具，已得到广泛认可，它的概念已经成熟，但相关标准的制定工作仍处于起步阶段。目前已发布的主要相关标准有：1、《烧结余热回收利用技术规范》（GB/T32962-2016）；2、《烧结冷却系统余热回收利用技术规范》（YB／T4254-2012）；3、《耐火材料用隧道窑余热回收利用技术规范》（YB/T 4522-2017）；4、《转底炉烟气余热回收利用技术规范》（YB/T 4722-2018）。《重有色冶金炉窑余热回收利用技术规范》目前也没有相关的国家或行业标准。

本标准是新制定标准，是根据我国实际生产使用情况并结合国外先进企业产品标准指标制定的，对重有色冶金能源节约和环境包括起到非常积极作用，已达到国家先进水平。

## 与有关的现行法律、法规、和强制性国家标准的关系

《中华人民共和国循环经济促进法》提出，企业应当采用先进或者适用的回收技术、工艺和设备，对生产过程中产生的余热、余压等进行综合利用。建设利用余热、余压、煤层气以及煤矸石、煤泥、垃圾等低热值燃料的并网发电项目，应当依照法律和国务院的规定取得行政许可或者报送备案。电网企业应当按照国家规定，与综合利用资源发电的企业签订并网协议，提供上网服务，并全额收购并网发电项目的上网电量。

《国民经济和社会发展第十三个五年规划刚要》明确提出，深入推进能源革命，着力推动能源生产利用方式变革，优化能源供给结构，提高能源利用效率，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，维护国家能源安全。树立节约集约循环利用的资源观，推动资源利用方式根本转变，加强全过程节约管理，大幅提高资源利用综合效益。增强节能环保工程技术和设备制造能力，研发、示范、推广一批节能环保先进技术装备。加快低品位余热发电、小型燃气轮机等新型技术装备研发和产业化。推广高效烟气除尘和余热回收一体化、高效热泵、半导体照明、废弃物循环利用等成熟适用技术。

《“十三五”节能减排综合工作方案》指出，要落实节约资源和保护环境基本国策，以提高能源利用效率和改善生态环境质量为目标，以推进供给侧结构性改革和实施创新驱动发展战略为动力，坚持政府主导、企业主体、市场驱动、社会参与，加快建设资源节约型、环境友好型社会。到2020年，全国万元国内生产总值能耗比2015年下降15%，能源消费总量控制在50亿吨标准煤以内。

《工业绿色发展规划(2016-2020年)》提出创建绿色工厂，采用电热联供、电热冷联供等技术提高工厂一次能源利用率，设置余热回收系统，有效利用工艺过程和设备产生的余（废）热。提高工厂清洁和可再生能源的使用比例，建设厂区光伏电站、储能系统、智能微电网和能管中心。发展绿色工业园区，积极利用余热余压废热资源，实现整个园区能源梯级利用。

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。

## 重大分歧意见的处理过程和依据

无

## 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，是根据国内外有色冶炼企业能源管理中心建设先进单位标准指标制定的，从各项指标看，能源管理中心的建设符合国内外有色冶炼企业的利益要求和国家提倡的节能环保要求，便于能源的统一管理，节省资源，利于推广应用。本标准建议作为推荐性有色金属行业标准。

## 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）

本标准是以我国重有色冶金炉窑的建设和使用现状为基础，结合行业内及行业间的要求，标准全面覆盖了重有色金属冶炼企业冶金炉窑余热回收装置的设计、建设、管理等的一般要求，结合余热回收系统的特征、构成、基本功能和要求，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，并积极采用标准来组建和使用余热回收系统，以保证建设标准，满足各重有色金属冶炼企业余热回收的需要。

余热回收系统的建立，将对于我国重有色冶炼企业降低能源成本和环保压力具有重要的作用。在此，对于余热回收系统在重有色企业的发展有两点建议：1、各重有色冶炼企业应结合自身情况，为冶金炉窑建立起相配套的余热回收系统；2、政府相关部门加强余热回收政策性宣贯，调动有色冶炼企业对开展余热回收技术的积极性，提高我国余热回收技术的发展水平。

## 废止现有有关标准的建议

无

## 其他应予以说明的事项

无

标准征求意见稿意见汇总处理表

标准名称：重有色冶金炉窑余热回收技术规范 承办人： 电话：

标准负责起草单位：阳谷祥光铜业有限公司、有色金属技术经济研究院 年 月 日

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 | 备注 |
| 1 | 标准英文名称 | “metallurgical furnaces”修改为“metallurgical furnaces and kilns” | 中南大学 | 采纳 |  |
| 2 | 3.1 | “metallurgical furnaces”修改为“heavy non-ferrous metallurgical furnaces and kilns” | 中南大学 | 采纳 |  |
| 3 | 3.1 | “冶金炉窑”修改为“重有色冶金炉窑” | 中南大学 | 采纳 | 冶金炉窑不仅仅指重有色金属冶炼的设备 |
| 4 | 3.1 | 冶金炉窑的热量来源还包含物料反应热，尤其是部分无碳熔炼和转炉自热吹炼。在冶金炉窑的定义需要写明 | 北方铜业股份有限公司 | 采纳 | 修改为“冶金炉窑是指重有色金属冶炼生产中用燃料燃烧或自热产生的热量将物料进行冶炼的设备” |
| 5 | 3.5 | “cogeneration”修改为“Waste heat power generation” | 中南大学 | 采纳 | Cogeneration指热电联产，与中文不符 |
| 6 | 3.6 | “供热设备”修改为“设备” | 中南大学 | 采纳 | 余热锅炉非供热设备 |
| 7 | 4.1 | 工作原理中，将“过热蒸汽”修改为“饱和蒸汽” | 北方铜业股份有限公司 | 采纳 |  |
| 8 | 4.1 | 工作原理中，将“过热蒸汽”修改为“饱和蒸汽” | 铜陵有色金属集团股份有限公司金冠铜业 | 采纳 |  |
| 9 | 8.2.3 | 删除“采用不锈钢板” | 北方铜业股份有限公司 | 采纳 | 不应限定材质 |
| 10 | 8.2.3 | 删除“采用不锈钢板” | 铜陵有色金属集团股份有限公司金冠铜业 | 采纳 | 不应限定材质 |

说明：（1）发送《征求意见稿》的单位数：XX个；

 （2）收到《征求意见稿》后，回函的单位数：XX个；

 （3）收到《征求意见稿》后，回函并有建议或意见的单位数：XX个；

 （4）没有回函的单位数：0个。