

铁矿烧结系统节能减排技术规范

Technical specification for energy saving and emission reduction
of iron ore sintering system

2024 - 12 - 31 发布

2025 - 03 - 31 实施

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 基本要求..... 2

5 工艺控制技术..... 3

 5.1 原燃料准备..... 3

 5.2 混匀制粒与布料..... 3

 5.3 点火与烧结..... 3

 5.4 冷却..... 3

6 余热回收技术..... 3

 6.1 烧结烟气余热回收..... 3

 6.2 冷却机废气余热回收..... 4

7 废气治理技术..... 4

 7.1 烧结烟气除尘..... 4

 7.2 环境除尘..... 4

 7.3 无组织排放控制..... 5

 7.4 烟气净化..... 5

8 副产物资源化技术..... 6

 8.1 烧结粉尘资源化..... 6

 8.2 烟气净化副产物资源化..... 6

参考文献..... 7

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。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出并归口。

本文件起草单位：中冶长天国际工程有限责任公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、湖南华菱涟源钢铁有限公司、中南大学。

本文件主要起草人：王兆才、魏进超、黎前程、朱晓春、赵改革、阳习端、甘敏、周晓青、谭潇玲、谭诚、翟鑫、周响球、代友训、李文林、宋新义、罗文平、李来胜、苏建军、覃瑞、李国政、李俊杰、卢兴福、郑富强、刘臣、师本敬、姚远。

铁矿烧结系统节能减排技术规范

1 范围

本文件规定了铁矿烧结系统节能减排的基本要求和工艺控制、余热回收、废气治理、副产物资源化等技术要求。

本文件适用于钢铁企业铁矿烧结工程设计、建设与生产。

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。

- GB 13456 钢铁工业水污染物排放标准
- GB/T 16758 排风罩的分类及技术条件
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- GB/T 35254 烟气集成净化专用碳基产品
- GB/T 42522 铁矿烧结系统静态漏风率检测方法
- GB 50408 烧结厂设计规范
- GB 51284 烟气脱硫工艺设计标准
- HJ 178 烟气循环流化床法烟气脱硫工程通用技术规范
- HJ 179 石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫工程通用技术规范
- HJ 562 火电厂烟气脱硝工程技术规范 选择性催化还原法
- HJ 2052 钢铁工业烧结机烟气脱硫工程技术规范 湿式石灰石/石灰-石膏法
- HJ 2053 燃煤电厂超低排放烟气治理工程技术规范

3 术语和定义

GB 50408界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

偏析布料 segregation distribution

使物料粒度沿料层高度方向分布合理，保证良好透气性的布料方法。

3.2

料层厚度 bed depth

烧结机台车上的混合料与铺底料厚度之和。

3.3

厚料层烧结 deep bed sintering

通过提高铺在烧结台车上的料层厚度，实现改善烧结矿质量、降低燃料消耗的烧结操作工艺。

3.4

热风点火 hot wind ignition

利用热空气作为点火助燃风的点火方法。

3.5

富氧点火 oxygen-enriched ignition

通过增加点火炉助燃空气的氧含量来提高理论燃烧温度的点火方法。

3.6

双预热点火 gas and air preheating ignition

将点火炉用燃气和助燃风进行预热后再进入烧嘴燃烧的点火方法。

3.7

富氢燃气喷吹烧结 hydrogen-rich syngas injection sintering

在点火保温炉后烧结料面喷吹一定量的富氢燃气，与烧结风一起被抽入烧结料层内燃烧放热的烧结方法。

3.8

热风混合干式除尘 hot air mixing of dry-dusting

采用热空气与含湿烟（尘）气混合，使混合后的烟（尘）气温度达到露点温度以上后，再进行布袋除尘的除尘方法。

3.9

双级冷却 two-stage cooling

在烧结机机尾单辊溜槽内增设预冷却装置，对烧结矿进行预先冷却，再布到冷却机上进行二次冷却的方法。

3.10

直联炉罩式余热锅炉 directly connected recovery boiler

将锅炉高参数过热器、高参数蒸发器直接布置于冷却机上部的余热锅炉。

3.11

内置式余热锅炉 built-in heat recovery boiler

将锅炉换热面置于烧结机机尾大烟道内部的余热锅炉。

3.12

CO催化氧化 CO catalytic oxidation

利用催化剂将烧结烟气中的CO氧化为CO₂，同时实现CO治理和烧结烟气升温的方法。

3.13

两转两吸 double-conversion double-absorption

通过催化床将SO₂转化为SO₃后在吸收塔中被稀硫酸吸收并重复进行第二次转化和吸收的硫酸制取工艺。

4 基本要求

4.1 节能减排技术应与烧结主系统相匹配，应采用先进、安全可靠、节能环保型设备。

4.2 新建烧结工程工序能耗不应大于45 kgce/t（不含烟气净化），其中电力消耗不应大于40 kWh/t（不含烟气净化）。

5 工艺控制技术

5.1 原燃料准备

5.1.1 烧结点火燃料应采用焦炉煤气、转炉煤气、高炉煤气及混合煤气等钢铁厂副产煤气，各种煤气含尘量宜小于 10 mg/m^3 。

5.1.2 烧结用固体燃料应采用挥发分含量低的焦粉和无烟煤，硫含量应小于1%，氮含量应小于1%，水分宜小于10%。固体燃料中小于 0.5 mm 粒级的含量宜小于25%。四辊破碎机应采用辊缝自动调节技术，宜使用燃料预筛分、燃料粒度在线检测和细颗粒燃料分选等技术。

5.1.3 烧结固体燃料配比按热值折算标煤后宜取 $40\text{ kgce/t}\sim 50\text{ kgce/t}$ ，以磁铁矿为主要原料时宜取中下限值，以赤铁矿为主要原料时宜取中上限值。当铁原料中褐铁矿配比量大于35%时，每增加1%的褐铁矿，固体燃料消耗的对标量可增加 0.1 kgce/t 。

5.1.4 鼓励烧结工艺消纳含铁固废，对氯含量高的固废宜预先湿法脱氯，对锌含量高的固废宜预先湿法或火法脱锌，对有机固废宜预先火法热解。

5.2 混匀制粒与布料

5.2.1 宜采用一次圆筒混合机+二次圆筒制粒机的两段混匀制粒工艺，当原料制粒效果不佳时，宜使用强力混合机+一次圆筒混合机+二次圆筒制粒机的三段混匀制粒工艺。

5.2.2 宜采用圆辊给料机+多辊布料器的偏析布料方法，当布料效果受限时，可采用圆辊给料机+反射板+多辊布料器的组合式偏析布料方法，并宜在料层的中部水平方向设置松料器。

5.2.3 布料时应以厚料层烧结为原则，铁原料以粉矿为主时，料层厚度应大于 800 mm ，以精矿为主时应大于 700 mm 。

5.3 点火与烧结

5.3.1 烧结点火应采用节能型微负压点火保温炉，风箱负压宜为 $-5\text{ kPa}\sim -3\text{ kPa}$ ，点火煤气单耗不宜大于 0.08 GJ/t ，宜配套热风点火、富氧点火、双预热点火等技术。

5.3.2 烧结机机头和机尾宜采用负压吸附密封、柔性自适应密封等密封技术，新建烧结机本体漏风率不宜大于20%，机头烟气中的氧含量宜低于16%。烧结机本体漏风率计算可参照GB/T 42522规定的方法。

5.3.3 鼓励使用燃料分加、低水制粒、混合料蒸汽预热等节能烧结技术。

5.3.4 鼓励使用富氢燃气喷吹烧结技术，喷吹用燃气宜采用焦炉煤气或天然气。

5.4 冷却

5.4.1 烧结矿冷却应采用鼓风环式冷却机，并宜采用上下水密封和厚料层冷却技术，漏风率应小于5%，冷却机卸出的烧结矿平均温度应小于 120°C 。

5.4.2 鼓励使用烧结矿双级冷却技术。

6 余热回收技术

6.1 烧结烟气余热回收

6.1.1 烧结厂宜对烧结机大烟道尾部高温段风箱的烟气进行余热回收利用。

6.1.2 烧结机大烟道余热回收宜采用内置式余热锅炉。

6.1.3 锅炉应具备随烧结工艺负荷变化安全运行的能力，并可根据大烟道后续烟气净化工艺调节控制大烟道的烟气温度，进入机头除尘器前的烟气温度应介于 $120^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ 。

6.2 冷却机废气余热回收

6.2.1 烧结厂应对烧结冷却机所产的废气余热进行回收，并符合下列要求：

- a) 对 250°C 以上的高温废气，宜通过余热锅炉产蒸汽后并网、发电、汽拖主抽风机等方式进行余热回收；
- b) 对 $150^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ 的中温废气，宜通过热风烧结、低压蒸汽送高速透平发电、产热水、ORC发电等方式进行余热回收；
- c) 对 150°C 以下的低温废气，宜作为中温区冷却风进行串联利用；
- d) 中低温废气可作为钢铁厂内块矿、固废等干燥热源进行回收利用。

6.2.2 环冷机高温废气余热锅炉宜采用直联炉罩式余热锅炉。

6.2.3 余热锅炉应采用双温双压蒸汽参数，排烟温度应小于 140°C ，排出的烟气宜通过循环风机重新作为冷却机的冷却风进行循环利用。

6.2.4 当采用ORC发电方式对中温废气余热回收时，有机工质换热器宜布置在环冷机上方。

7 废气治理技术

7.1 烧结烟气除尘

7.1.1 烧结烟气除尘应采用二段式，第一段应为降尘管，第二段应为除尘器。

7.1.2 烧结烟气除尘宜采用四电场及以上的卧式干法电除尘器，除尘器出口粉尘浓度的控制应与烧结烟气净化装置协同考虑，宜小于 $40\text{ mg}/\text{m}^3$ 。当烧结烟气净化为活性炭法时，也可采用电袋复合除尘器或防火等级较高的袋式除尘器。

7.2 环境除尘

7.2.1 按照“应治尽治”原则设计原料受料、贮存、转运、破碎、筛分、配料、布料、卸料等各环节产尘点的除尘设施，除尘系统的排气筒每月95%以上时段小时均值颗粒物排放浓度不应高于 $10\text{ mg}/\text{m}^3$ 。

7.2.2 宜采用多点集中式除尘，各除尘支路上宜增设阻力平衡器，管路阻力不平衡率宜小于5%，各产尘点积尘罩的风量根据生产工艺流程、工作制度及粉尘性质等确定，集气罩的设计应满足GB/T 16758的规定。

7.2.3 环境除尘废气处理设备应采用袋式除尘器、电袋复合除尘器或能达到超低排放要求的新型电除尘器。当采用袋式除尘器时，应考虑粉尘的磨琢性对滤袋的影响。

7.2.4 对于多系列不同时工作的破碎、筛分等工艺设备的除尘管道宜分系列配置，主要除尘点的启动应先于工艺生产系统启动，工艺生产系统停机时除尘系统应延时停机，并在停机前将粉尘全部排出；间歇运行的除尘点应根据工艺要求进行联锁控制。

7.2.5 环境除尘器收集的粉尘宜采用气力输送方式返回配料室粉尘仓或送往附近的粉尘处理室统一回收处理。

7.2.6 配料室矿槽和成品矿槽上部移动的卸料车，应设置移动抽风槽或车载移动除尘器。

7.2.7 圆筒混合机进出口均应设置独立的除尘装置，可采用高效湿法除尘器或热风混合干式除尘器。当采用高效湿法除尘器时，产生的废水宜作为制粒水进行回收利用，除尘管道应考虑坡度，并应设置清

扫孔和检修孔；当采用热风混合干式除尘器时，宜抽取部分冷却机中低温热风与圆筒混合机低温湿废气混匀至100℃~150℃后，再利用布袋除尘。

7.3 无组织排放控制

7.3.1 粉状物料储存应采用密闭料仓或储罐的方式，输送应采用气力输送、罐车、管状带式输送等方式，接受仓仓顶应设除尘设施。

7.3.2 块料和黏湿物料储存应采用密闭料仓或封闭料棚的方式，输送应采用管状带式输送或封闭通廊皮带输送等方式。确需汽车运输时，应使用密闭车厢或苫盖严密。

7.3.3 带式输送机通廊应采取全封闭形式，工艺布置应减少物料的转运次数和转运落差，转运点处宜设置下料溜槽导流装置。

7.3.4 物料转运和输送落料点处应设置密封罩、集气罩和除尘设施，或采取喷雾抑尘措施。

7.3.5 带式输送机头尾部均应设置清扫器。对生产和转运过程中的散落物料应进行清扫，清扫率不宜小于90%。

7.4 烟气净化

7.4.1 烧结烟气净化装置应与烧结机主体工程同时设计、施工并投入使用，烟气净化系统应设置烟气在线监测装置，不应设置烟气旁路。

7.4.2 烧结烟气净化装置应具备除尘、脱硫、脱硝、除二噁英等功能，净化后烟气折算到16%基准含氧量后，颗粒物排放浓度不应大于10 mg/m³，二氧化硫排放浓度不应大于35 mg/m³，氮氧化物排放浓度不应大于50 mg/m³，二噁英类排放浓度不应大于0.5 ng-TEQ/m³，一氧化碳浓度不宜大于6000 mg/m³。

7.4.3 烟气净化工艺应根据烧结原燃料条件和烧结负荷变化确定，宜选择能协同处理多种污染物的工艺。当选择脱硫+脱硝组合工艺时，宜先脱硫再脱硝。

7.4.4 当采用活性炭烟气净化工艺时，应符合下列要求：

- a) 吸附塔入口前应设置烟气降温装置，烟气温度应介于100℃~140℃，吸附塔内活性炭床层温度应低于145℃；
- b) 吸附系统宜采用两级吸附塔串联方式，两级吸附塔可并排布置，也可上下布置，第二级吸附塔入口处应设喷氨格栅；
- c) 活性炭品质应满足GB 51284中9.2条要求，或满足GB/T 35254要求，损耗率不宜大于2%。

7.4.5 当采用循环流化床（CFB）脱硫工艺时，应符合下列要求：

- a) CFB脱硫宜采用生石灰或消石灰作为吸收剂；
- b) 其他要求参照HJ 178和HJ 2053的规定。

7.4.6 当采用石灰石/石灰-石膏（湿法）脱硫工艺时，应符合下列要求：

- a) 湿法脱硫宜采用石灰石或石灰作为吸收剂；
- b) 脱硫塔宜采用喷淋空塔，并应采用高效除雾器；
- c) 其他要求参照HJ 179、HJ 2052、HJ 2053的规定。

7.4.7 当采用选择性催化还原（SCR）脱硝工艺时，应符合下列要求：

- a) 催化剂形式应根据烧结机规模、烟气特性、烟气含尘量、灰特性、阻力要求等确定；
- b) 脱硝系统应设置GGH换热装置，宜采用回转式结构；
- c) SCR反应器清灰宜采用蒸汽吹灰或声波-蒸汽联合吹灰的方式；
- d) 其他要求参照HJ 562、HJ 2053的规定。

7.4.8 宜采用烧结烟气CO催化氧化技术，并与SCR脱硝工艺相耦合。

8 副产物资源化技术

8.1 烧结粉尘资源化

8.1.1 烧结系统环境除尘灰和机头电除尘器一、二电场收集的除尘灰可返回烧结配料室直接循环使用，宜采用粉尘预混匀和预制粒技术。

8.1.2 烧结机头电除尘器三、四电场收集的除尘灰不宜直接返回烧结利用，应预先湿法脱氯脱碱处理。

8.1.3 烧结机头灰湿法脱氯脱碱产生的废水宜配套除铊工艺，铊外排浓度应低于0.005 mg/L。

8.2 烟气净化副产物资源化

8.2.1 当采用活性炭烟气净化工艺时，产生的富硫气体宜通过“两转两吸”工艺制备98%硫酸；活性炭碎颗粒宜作为高炉喷吹煤粉或烧结固体燃料回收利用，也可作为新鲜活性炭制备的补充原料进行再造粒利用；酸性洗涤废水应单独收集、处理和利用。

8.2.2 当采用CFB法脱硫工艺时，脱硫副产物应考虑综合利用，不应返至烧结（或球团）配料；无综合利用条件时，其存储的建设与使用应符合GB 18599的规定。

8.2.3 当采用湿法脱硫工艺时，石灰石石膏应综合利用，湿法脱硫废水处理宜采用“中和沉淀、除铊、脱氨、氧化、除氟”工艺路线，并应满足GB 13456的排放标准要求；当废水无外排口时，宜采用“中和沉淀、纳滤分离、蒸发结晶”工艺产出高纯氯化钠。

8.2.4 当采用SCR法脱硝工艺时，脱硝催化剂失效后应进行无害化处理。

参考文献

- [1] GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
 - [2] GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则
 - [3] GB 21256 粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额
 - [4] GB 28662 钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准
 - [5] GB/T 50632 钢铁企业节能设计标准
 - [6] DB43/ 968 工业废水铊污染物排放标准
 - [7] 《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35号）
 - [8] 《钢铁行业（烧结、球团）清洁生产评价指标体系》（发改委、生态环境部、工信部公告〔2018年〕第17号）
-