

钢铁企业超低排放设计规范 第3部分
烧结球团工序
编制说明

2024年7月

目 录

1 工作简况	1
1.1 编制背景及必要性	1
1.2 主要工作过程	2
2 标准编制原则和确定主要内容的论据	3
2.1 标准编制原则	3
2.2 确定标准主要内容的论据.....	4
2.3 标准主要内容	4
3 标准编制的论证分析	15
3.1 资料收集查阅	15
3.2 开展调研	15
3.3 专家咨询与会议研讨	16
4 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系	16
5 重大分歧意见的处理经过和依据	16
6 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议	16
7 贯彻标准的要求和建议	16
8 废止现行有关标准的建议	16
9 其他应予说明的事项	16

1 工作简况

1.1 编制背景及必要性

为落实《政府工作报告》、《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》、《国务院关于印发打赢蓝天保卫战三年行动计划的通知》中“推动钢铁等行业超低排放改造”任务要求，2019年4月22日生态环境部、发展改革委、工业和信息化部、财政部、交通运输部等五部委联合印发《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（以下简称《意见》），意见发布后，各地钢铁企业积极响应政策要求，实施了一系列环保改造工程。2019年12月18日，为落实《意见》要求，生态环境部发布《关于做好钢铁企业超低排放评估监测工作的通知》（以下简称《通知》），要求各地做好钢铁企业超低排放评估监测工作。

截至2023年2月10日，已有46家企业完成全过程超低排放改造公示，涉及粗钢产能约2.41亿吨，吨钢超低排放改造投资额约为381元；另有25家企业完成部分超低排放改造公示，涉及粗钢产能约1.56亿吨；45家企业正在进行公示前的专家审核和企业进一步的完善与整改，涉及粗钢产能约1.10亿吨。全国已约45%钢铁产能已经完成或基本完成超低排放改造工作，改造工作进入深水区。截止2024年截止2024年5月15日，4.45亿吨钢铁产能完成超低排放全流程公示。

但从已改造情况看，一是由于《意见》、《通知》的要求相对宏观，对于如何具体落实相关要求没有进行细节的阐述；二是企业对《意见》、《通知》中提到的有组织排放技术路线选择，废气排放口采样口、平台规范化，无组织控制措施整改程度、清洁运输实施等理解不到位，导致部分企业改造情况与要求存在一定差距；三是对管控平台新的监测监控系统，缺乏全面性、系统性认知，导致部分企业对平台建设功能需求理解不充分。因此，本《设计规范》总结现有超低排放改造实践经验，为正在进行或尚未开展的钢铁企业实现超低排放改造技术提供路线选择、工程设计施工等方面提供参考。

另外，《钢铁工业环境保护设计规范》（GB50406）是针对钢铁企业环保设施设计的核心技术规范。该标准发布时间为2017年，时间过久，未涵盖近年，特别是超低排放限值要求下的环保技术升级；二是该标准覆盖废气、废水、噪声、固废，多种环保要素，非废气独立要素，针对性较差。《意见》指出，“全国新建（含搬

迁)钢铁项目原则上要达到超低排放水平”,为保证新建钢铁项目实现超低排放,避免“投产之日就是改造之时”,实现“投产之日就是达标之时”,组织编制了本《设计规范》。

本《设计规范》,可以适用于新建、改造、扩建钢铁项目,在钢铁企业超低排放设计施工中贯彻执行国家相关要求,在设计阶段引入超低排放理念,将其贯穿于钢铁项目工程设计-施工-生产-运营全阶段,解决设计及施工中遇到的问题,提高企业超低排放改造实施及管理能力,为钢铁行业高质量发展提供技术支撑,也弥补了超低排在钢铁设计规范领域的空白。

1.2 主要工作过程

1.2.1 前期研究及立项阶段(2021年2月-2022年4月)

2021年1月-2022年4月结合企业超低排放预评估、提升规划及超低排放评估监测工作的开展,发现企业超低排放改造过程中存在的问题及设计瓶颈,与政策要求结合,逐渐明确钢铁企业改造及设计改进方向。

2022年4月,结合现场工作发现的问题和多家钢铁企业的意见与建议,针对性收集、整理相关重点规范、标准、政策、报告、文献、产业发展趋势等,并召开了项目立项审查会。

1.2.2 起草阶段(2022年5月-2023年9月)

2022年5月-2023年9月建立《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》架构,标准从有组织及无组织入手,按照污染控制措施、物料储存及输送、生产工艺、监测监控全过程进行编制,综合考虑相关国家政策法规、行业工艺规范、行业标准,钢铁企业发展趋势,梳理研究关键性指标及条款,形成《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》初稿编制。

1.2.3 研讨会及预审会阶段(2023年10月-2024年4月)

2023年10月-2024年4月通过线上、线下会议、现场交流、内部互审等多种方式,多次组织钢铁企业专家、钢铁企业、设计单位、环境管理部门、内部专家对标准进行咨询。2023年10月召开了设计规范研讨会,2024年4月召开了设计规范预审会,征求相关领域专家、钢铁企业焦化工序及环境管理人员等意见建议,对设计规范的具体内容进行调整、优化。根据专家意见完善《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》并配套编写《编制说明》。

1.2.4 征求意见阶段（2024年7月-2024年8月）

2024年7月-2024年8月，由中国金属学会组织公开发布《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》（征求意见稿）及《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》编制说明，对本团体标准向公众征求意见和建议。

1.2.5 审查阶段（2024年9月）

2024年9月，将《钢铁企业超低排放设计规范 第3部分 烧结球团工序》（报批稿）正式文件报送给中国金属学会。

2 标准编制原则和确定主要内容的论据

2.1 标准编制原则

本标准的制定遵循“政策相符、绿色与引导、全过程综合防治、客观公正、全面覆盖、开放应用、动态调整”的原则，与钢铁企业烧结球团工序设计、施工及运行相关环保及超低排放管理结合，充分考虑到钢铁企业实际、设计重点及未来发展，保证标准的实用性和可操作性。

本标准按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）的规定和要求制定。技术内容符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》、《深入打好污染防治攻坚战》、《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35号）、《钢铁行业规范条件》《“十四五”原材料工业发展规划》等文件要求。

本标准充分考虑国民经济和社会发展规划和生态环境保护规划、产业发展战略规划与产业政策、准入条件等的目标和要求，推动产业结构优化调整、生产工艺和污染防治技术进步，引领绿色、低碳、循环发展。

标准制定过程中综合考虑企业规范操作、规范化管理、清洁生产措施和末端治理技术等多重条件下所能达到的排放水平，从生产源头、工艺过程、末端排放（有组织、无组织）等不同控制途径建立系统的设计体系。

本标准遵循科学、客观和公正的原则，制定本设计规范。不采用具有企业商业性质的标识对技术命名。

本标准覆盖《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》（GB28662）中规定的全部大气污染源及污染物，包括污染预防技术、污染治理技术和环境管理措施。

未列入本标准的污染防治技术，可由钢铁企业自行证明具备超低排放的能力。
本标准根据国家环境管理工作和烧结球团工序技术发展需要适时修订。

2.2 确定标准主要内容的论据

标准编制过程中参考了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35号）、《钢铁行业超低排放评估监测技术指南》（环办大气函[2019]922号）、《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准（GB28662）》、《钢铁工业环境保护设计规范（GB 50406）》、《烟气脱硫工艺设计标准（GB 51284）》、《铁矿球团工程设计标准（GB/T 50491）》等相关规范标准，力求本标准与我国已有规范标准一致。

本标准编制过程中查阅了 100 多篇相关标准规范、法律法规、政策、学术文献以及企业相关规定。《钢铁企业超低排放设计规范 第 3 部分 烧结球团工序》最终形成条文 127 条。

本标准命名为《钢铁企业超低排放设计规范 第 3 部分 烧结球团工序》，英文名称为 Design code for ultra-low emission of iron and steel enterprises · Section 3 Sintering-and-Pelletizing。

2.3 标准主要内容

2.3.1 立项目的及适用范围

本标准规定了钢铁企业烧结球团工序，包括配料、混合、布料、烧结（焙烧）、冷却、成品整粒筛分等环节。

本标准适用于钢铁企业烧结球团工序超低排放治理工程的设计和运行管理，也可作为建设项目环境影响评价、环境保护设施的工程咨询、设计及建成后运行与管理的参考依据。铁合金、铸造用生铁企业内的烧结球团工序，以及独立球团企业可参照执行。

2.3.2 有组织排放

2.3.2.1 除尘设施基本规定

除尘设施基本规定条款的制定主要考虑到：

（1）根据《钢铁企业通风除尘设计规范（YB 4359-2013）》，结合实际情况，普遍认为物料表面含水量大于 8%时，物料在装卸和转运过程中扬尘不明显，不设除尘是可以的。对于物料含水量不稳定的场合，如不设除尘，应设物料水分监测装置，当含水量较低时，应采用增湿处理，避免扬尘；

(2) 参照《钢铁企业超低排放改造技术指南》的意见, 根据烟尘性质, 选用超细纤维面层梯度滤料、高效覆膜滤料、高效滤筒等技术, 在提高过滤面积、降低过滤风速的情况下均可实现超低排放。除尘器设计必须要有导流板来控制气流分布, 不选择导流板会造成滤袋或者滤筒被气流冲刷, 降低使用寿命;

(3) 从节能角度考虑, 除尘系统应该具备随着烟气量变化而调节风量的功能, 有利于节能、降耗、减污、增效;

(4) 参照《钢铁工业除尘工程技术规范 (HJ 435-2008)》除尘管道内风速在常温条件下应取 14~25m/s, 并结合实际工程经验做出基本规定;

(5) 关于排气筒流速的确定, 此数据指标设置主要来源于《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 (GB 50019)》要求的相关数据, 结合实际情况, 确定约为 15m/s;

(6) 关于除尘设施的相关规定及要求, 应满足《环境保护产品技术要求 袋式除尘器用滤料 (HJ/T 324)》、《环境保护产品技术要求 袋式除尘器用覆膜滤料 (HJ/T 326)》、《袋式除尘器性能测试方法 (GB 12138)》、《固定污染源烟气 (SO₂、NO_x、颗粒物) 排放连续监测系统技术要求及检测方法 (HJ 76)》、《固定污染源烟气 (SO₂、NO_x、颗粒物) 排放连续监测技术规范 (HJ 75)》及《钢铁企业超低排放改造技术指南》的相关规定。

2.3.2.2 工序特殊除尘

(1) 机尾、整粒筛分等除尘系统的烟(粉)尘含尘浓度较高且磨损性强, 如采用覆膜滤料, 当滤料表层磨损后, 过滤性能将有明显降低, 故不建议采用。除尘器设计必须要有导流板来控制气流分布, 不选择导流板会造成滤袋或者滤筒被气流冲刷, 降低使用寿命。

(2) 从节能角度考虑, 除尘系统应该具备随着烟气量变化而调节风量的功能。

(3) 燃料指的是固体燃料, 包括焦粉、原煤、煤粉等。

(4) 由于生石灰加水消化过程中产生大量带有粉尘的热、湿气体, 极易堵塞除尘管道, 故除尘管道需采取防堵塞措施, 如管道内设置喷水冲洗管、管道上设置检修孔及缩短除尘器进口端的除尘管道等。

(5) 混合料经一次混合机混合后, 混合料具有一定的温度及湿度, 容易产生水蒸气, 并携带有一定的粉尘, 故排气应同步除尘净化。

2.3.2.3 脱硫脱硝

参照《钢铁企业超低排放改造技术指南》的意见，烧结机机头（球团焙烧）烟气脱硫可采用石灰石/石膏等湿法工艺，循环流化床、旋转喷雾、密相干塔等半干法脱硫工艺，活性炭（焦）干法工艺；脱硝可采用设置独立脱硝段的活性炭（焦）工艺或选择性催化还原（SCR）工艺。脱硫脱硝之间的工艺衔接并没有说明，因此本标准对工艺路线进行了细化，提高可操作性和确定性。

市场上先后运用了湿法脱硫+SCR 脱硝、SCR 脱硝+湿法脱硫、氧化法脱硝+湿法脱硫、氧化法脱硝+半干法脱硫、活性炭脱硫脱硝、半干法脱硫+SCR 脱硝等多种工艺。其中目前运用较多的工艺路线有半干法脱硫+SCR 脱硝、湿法脱硫+SCR 脱硝、活性炭脱硫脱硝工艺。

先 SCR 脱硝后脱硫的工艺中，由于烧结烟气中 SO_2 浓度较高，以及烧结烟气成分复杂，有一定的 K、Na 等碱金属存在，SCR 脱硝催化剂的抗中毒性和寿命能制约了脱硝的长期稳定运行。尤其在先 SCR 脱硝、后湿法脱硫的工艺中，产生的硫酸铵还对 GGH 换热器的冷端造成堵塞，系统阻力升高、经常性检修清理。氧化法脱硝，采用 O_3 、 HClO 等强氧化剂，脱硝效果不稳定，无法稳定达到超低排放；同时，臭氧的制备电耗高，运行成本并不低；强氧化剂会导致脱硫副产物中引入新的成分，如 Cl^- 、 NO_3^- 等，更不利于脱硫副产物的综合利用。因而，本标准没有推荐 SCR 脱硝+脱硫，氧化法脱硝工艺路线。

烧结球团工艺设施集中布置时，宜单独设置烟囱，以免出现部分工艺停机，烟囱 CEMS 检测断面流速过低，测不准的现象。考虑到烟道漏风、脱硫塔喷水降温产生蒸汽、除尘器漏风及除尘器反吹气、SCR 脱硝加热热风等因素影响，增压风机的风量不应小于 110%；增压风机的升压做功会导致烟气温度升高约 10°C 左右，因而设计相应的温度裕度；考虑系统长时间运行时阻损增大的工况，因而风机全压须有富裕量。参照 GB 51284《烟气脱硫工艺设计标准》。

（1）半干法脱硫+SCR 脱硝

1) “规范 4.3.1.1” 由于半干法脱硫工艺系统、自动化控制水平、适用范围等方面都有了较大的优化改进，在烧结工艺上实现了烟气中 SO_2 浓度 $3500\text{mg}/\text{Nm}^3$ 工况仍能达到超低排放，略优于 GB 51284 二氧化硫体积浓度不宜大于 0.10% 及 HJ179 要求的单级塔处理烟气中 SO_2 浓度（干基折算）不宜高于 $3000\text{mg}/\text{m}^3$ 。为了

进一步扩宽工艺的运用场景，故将 SO_2 浓度提高至 $3500\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

2) “规范 4.3.1.3” CFB 和密相干塔脱硫剂采用生石灰或消石灰品质要求来源于 HJ179 和 GB 51284。

3) “规范 4.3.1.4” 脱硝还原剂常采用 20%氨水、液氨、尿素。由于烧结球团脱硝烟气温度的不高，常在 $80\sim 180^\circ\text{C}$ ，因而一般不采用尿素作为脱硝还原剂，但在链篦机-回转窑球团工艺脱硝可以考虑采用。对于现有厂区新增脱硝工程，考虑场地限制，常选用安全净距较小的 20%氨水作为还原剂。新建厂区、场地允许时，亦可以考虑采用共建氨区，采用液氨作为脱硝还原剂。

4) “规范 4.3.1.12” 半干法脱硫系统的脱硫剂制备系统、副产物系统、脱硫塔、除尘器下各层平台均为扬尘环境，且除尘器下部为设备层，为了优化厂区环境和保护设备，此部分区域宜进行封闭。除尘器与框架的封闭间的空隙需要连续封闭，避免飘雨进入。

5) “规范 4.3.1.13” 半干法脱硫系统的脱硫剂仓、副产物仓/灰库常规均设置仓顶除尘器，仓顶除尘器出口颗粒物有超标风险，为减少颗粒物超标风险及减少排放口，可将仓顶除尘器后的净气送至脱硫除尘器。

6) “规范 4.3.1.14” 中高温 SCR 脱硝目前运行较稳定，市场上 280°C 催化剂运用较为成熟。为减少加热煤气耗量，减少运行成本，降低 CO_2 排放，GGH 换热器温差不宜过大，常选用 30°C ，过低会增加设备投资和占地。

7) “规范 4.3.1.15” 外燃式独立加热炉，整个炉窑布置在系统外，占地的同时，炉膛及炉膛出口送风管道均会导致热损失。而直燃炉，将烧嘴置于烟道内，省去了炉膛和热风管道，结构紧凑，无散热损失。因而推荐采用直燃炉。

8) “规范 4.3.1.16” SCR 脱硝的基本设计工艺参数，参照 DL T 5480-2013《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》。

(2) 湿法脱硫+SCR 脱硝

1) “规范 4.3.2.1” 湿法脱硫效率高，适用范围宽。对于高硫工况可以采用湿法脱硫，以便于采用硫含量较高的矿石原料，降低生产成本。

2) “规范 4.3.2.11” 为保证脱硫脱硝系统粉尘的超低排放指标，脱硫入口粉尘浓度宜小于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，从而保证湿法脱硫出口、SCR 入口粉尘达标。

3) “规范 4.3.2.13-4.3.2.15” 同半干法脱硫+SCR 脱硝

(3) 活性炭脱硫脱硝

1) “规范 4.3.3.1、4.3.3.8、4.3.3.11” 脱硫活性炭的硫容较高，脱硫效果显著；与脱硫相比，脱硝效果相对较差，需要通过增加活性炭用量，来降低脱硝段设计空速，从而提高脱硝效率；为达到此功能，在逆流活性炭工艺中，可以增加脱硝段高度，在错流活性炭工艺中，可以采用增设独立脱硝段的两级活性炭（焦）工艺，或增加 SCR 脱硝段。

由于活性炭脱硫脱硝系统净化烟气中有炭粉颗粒存在，其配套的除尘器及附属设备需要进行粉尘防爆设计。

2) “规范 4.3.3.4” 活性炭脱硫脱硝出口温度较高，SO₂ 浓度极低、碱金属及有毒物质被活性炭吸附去除，因而 SCR 脱硝催化剂的硫中毒等风险大大降低，升温后是理想的脱硝条件。由于 SO₂ 浓度极低，因而可以考虑采用低温催化剂，减少升温能耗，同时也无需配置 GGH 换热器进行余热回收。

3) “规范 4.3.3.5” 活性炭脱硫入口粉尘浓度低有利于系统的经济运行。粉尘进入吸附塔，会堵塞活性炭空隙，增加活性炭循环速率，从而进一步增加活性炭的磨损损耗，同时脱硫脱硝出口的烟气中颗粒物排放浓度增加。

入口烟气温度根据 SO₂ 在被活性炭化学吸附过程中，会产生大量的热量，导致床层升温，床层流动性差的部位会产生飞温，进而导致自燃。因而要根据 SO₂ 浓度，匹配脱硫入口烟气降温系统的降温能力，保证吸附塔床层温度不高于 150℃，保证系统安全运行。

2.3.2.4 采样口及采样平台

采样孔、采样平台、监测梯架、在线监测设置要求综合考虑以下因素：

(1) 手工采样平台及采样口设置要求

1) 监测点位规范设置对于监测数据的代表性和监测人员的安全性具有至关重要的作用，《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007) 对监测断面做出了如下要求：应避免对测试人员操作有危险的场所。对于输送高温或有毒有害气体的烟道，监测孔应开在烟道的负压段；若负压段下满足不了开孔需求，对正压下输送高温和有毒气体的烟道，应安装带有闸板阀的密封监测孔。另外，为确保监测平台可水平设置，方便人员安全操作，监测断面应竖直或水平设置。据此，本标准规定“采样点位应设置在规则的圆形、矩形排气筒/烟道上的竖直段或水平段，避

开对测试人员操作有危险的场所。对于输送高温或有毒有害气体的排气筒/烟道，监测断面一般设置在排气筒/烟道的负压段，相关标准有特殊要求的除外。”一般情况下，400度以上视为高温，有毒有害气体可参考官方发布的《有毒害大气污染物名录》现行有效版本。

2) 监测断面上下游直管段长度是影响监测结果代表性的关键指标，相关标准均对其提出了规范要求，在《锅炉烟尘测试方法》(GB 5468-91)、《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157-1996)、《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007)均要求颗粒物采样避开烟道变径湍流区和层流区。监测孔应设置应优先选择在垂直管段，应避开烟道弯头和断面急剧变化的部位，应设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于6倍(当量)直径，和距上述部件上游方向不小于3倍(当量)直径处，在《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测技术规范》(HJ 75-2017)中，将这一要求放宽至前4后2，且规定对于现有污染源，可通过工程改造等方式保证监测断面流速的均匀性满足相对均方根要求。标准编制组通过国内现状调研、近期改造要求梳理、流场模型模拟研究等，提出“采样点位应避开排气筒/烟道弯头和断面急剧变化的部位，设置在距弯头、阀门、变径管下游方向不小于4倍直径和距上述部件上游方向不小于2倍直径处，非圆形断面当量直径按照公式(1)计算。

$$D = \frac{4S}{C} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

D——当量直径，m；

S——监测断面截面积，m²；

C——监测断面周长，m。

注：本标准中直径均为内径，不包含排气筒/烟道壁厚。”

通过调研发现可能存在直径较小的排气筒不具备监测条件，排气筒材质缺乏具体规定，某些污染物材质可能会与某类污染物产生反应，因此本标准规定“排气筒/烟道直径应大于0.2m，内壁材质选用应避免对排放污染物产生吸附或其他物理化学反应。”

通过流速监测方法研究和实践发现，流速小于5m/s时，流量计对流速的测定

结果不确定度会增大，因此本标准规定“监测点位应设置在废气流速大于 5m/s 的断面”。

(2) 采样孔

1) 由于低浓度颗粒物测试探杆和采样头直径较大，为方便监测，HJ 836-2017 中提出监测孔直径宜为 90mm ~ 120mm。在充分考虑现有污染源开孔现状及监测需求，本标准中规定“采样孔内径设置在 90mm ~ 120mm 之间，采样孔外沿距离排气筒/烟道外壁不大于 50mm (安装闸板阀的采样孔管不包含闸板阀及其后的管道)。采样孔应符合排气筒/烟道的密封相关要求，用盖板或管帽封闭，且在监测时应容易打开。”

2) 为保障监测人员安全，《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007) 对监测断面做出了如下要求：若负压段下满足不了开孔需求，对正压下输送高温和有毒气体的烟道，应安装带有闸板阀的密封监测孔。因此，本标准规定“对正压下输送高温或有毒有害气体的排气筒/烟道，应设置带有闸板阀的密封防喷采样孔”。

3) 现场调研发现，部分点位法兰、闸板阀等监测孔构筑物伸入烟道部分过长，导致靠近采样监测位置一侧部分监测点被遮挡，无法按照标准规范要求开展监测，影响监测断面的流场分布和监测结果的代表性，因此本标准规定“法兰、闸板阀等部件伸入排气筒/烟道部分应与其内壁平齐”。

4) 通常颗粒物、流速监测使用探杆最长可达 4m，更长的采样探杆由于结构强度、气流扰动的原因，将难以保证采样口正对气流来向，影响监测结果的准确性。扣除烟道壁厚、法兰外侧部分，实际可达长度约 3.5m。对于圆形竖直烟道，直径 $\leq 1\text{m}$ 的，在一条轴线上采样监测，设置 1 个监测孔；1m ~ 3.5m 的，在两条相互垂直的轴向上采样，设置相互垂直的 2 个监测孔；大于 3.5m 的，需要在两条相互垂直的轴线上采样，且受限于采样探杆长度，需要设置相互垂直的 4 个监测孔。矩形烟道应根据监测断面面积划分，由测点数确定监测孔数，监测孔应设置在烟道监测断面等面积小块中心线的延长线上。对于竖直矩形烟道，长或宽 $\leq 3.5\text{m}$ 的，在烟道长边一侧开一排监测孔；长宽均 $> 3.5\text{m}$ 的，在烟道长边两侧对开各一排监测孔。对于水平烟道，由于从顶部或底部进行采样探杆操作困难，且容易造成冷凝水倒流等问题，因此根据烟道直径大小，在烟道两侧水平方向上设置 1 ~ 2 个监测孔 (圆形烟道) 或竖直设置 1 ~ 2 排监测孔 (矩形烟道)，具体开孔数应确

保每个监测点可达。

综合以上要求，本标准规定“圆形垂直排气筒/烟道直径 $D \leq 1\text{m}$ 时，至少设置 1 个手工采样孔； $1\text{m} < D \leq 3.5\text{m}$ 时，至少设置相互垂直的 2 个手工采样孔； $D > 3.5\text{m}$ 时，至少设置相互垂直的 4 个手工采样孔。圆形水平排气筒/烟道直径 $D \leq 3.5\text{m}$ 时，至少在侧面水平位置设置 1 个手工采样孔； $D > 3.5\text{m}$ 时，至少在两侧水平对称的位置设置 2 个手工采样孔。采样孔应设在直径线上，具体开孔方式如图 2 所示。矩形排气筒/烟道应根据监测断面面积划分，由测点数确定监测孔数，监测孔应设置在排气筒/烟道监测断面等面积小块中心线的延长线上。对于竖直矩形排气筒/烟道，长 L 或宽 $W \leq 3.5\text{m}$ 时，至少在长边一侧开一排监测孔； L 或 W 均 $> 3.5\text{m}$ 时，至少在长边两侧对开各一排手工监测孔。对于水平矩形排气筒/烟道， $W \leq 3.5\text{m}$ 时，至少在单侧开设一排监测孔； $W > 3.5\text{m}$ 时，至少在烟道两侧各开设一排监测孔，如图 3 所示。矩形排气筒/烟道应根据测点数确定采样孔数，采样孔应设置在排气筒/烟道监测断面等面积小块中心线的延长线上。对于矩形垂直排气筒/烟道，长或宽 $\leq 3.5\text{m}$ 时，至少在长边一侧开一排手工采样孔；长和宽均 $> 3.5\text{m}$ 时，在长边两侧水平对开各一排手工采样孔。对于矩形水平排气筒/烟道，宽度 $\leq 3.5\text{m}$ 时，至少在单侧开设一排手工采样孔；宽度 $> 3.5\text{m}$ 时，至少在两侧对称位置各开设一排手工采样孔。具体开孔方式如图 4 所示”。

在进行颗粒物或烟气流速监测时，测点数量在《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》(GB/T 16157-1996)和《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007)基础上，对临界位置、烟道面积最大等情形进行了修正和补充。在开展气态污染物或烟气温度、湿度监测时，根据《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007) 6.1.1、6.2.1、8.1.2 中规定，气态污染物、烟气温度、湿度测试“可取靠近烟道中心的一点作为采样点”，但对于如何界定“靠近”缺乏具有可操作性的要求。实际工作中，对于监测断面较小的烟道，可选择监测断面中心进行监测；对于监测断面较大的烟道，由于其在烟道内分布均匀，可选择距离烟道壁较远处任意一点开展单点监测，通常 1m 以上即可。因此本标准规定“进行颗粒物或废气流速监测时，排气筒/烟道的测点数量应符合表 1 和表 2 的要求。进行气态污染物或废气温度、湿度监测时，应在监测断面中心或至少距离烟道内壁 1m 以上位置进行单点监测。”

(3) 采样平台

1) 《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397-2007) 5.1.5 规定“监测孔距平台面约为 1.2m~1.3m”，为保证监测人员方便、顺利开展监督检查和监测采样工作所需的必要空间，因此本标准规定“采样孔位置在同一高度的，采样平台应设置在采样孔的正下方 1.2m~1.3m 处；采样孔位置在不同高度的，应设置多层平台，采样平台应设置在相应采样孔的正下方 0.2m~1.6m 处，以保证每层采样孔均便于采样及测试，采样平台应永久且安全。采样平台长度应 $\geq 2\text{m}$ ，宽度应 $\geq 2\text{m}$ 。单层采样平台及通道垂直方向净高不低于 2m，设置多层采样平台的，每层净高不宜低于 1.8m，周围空间应保证人员及采样探杆方便操作。”

2) 根据《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》(GB 4053.3-2009) 中的相关要求，为保障监测人员安全作业，监测过程中的电力供应及照明需求，本标准规定“采样平台地面应采用厚度不小于 4mm 的花纹钢板，采样平台及通道的载荷不小于 3kN/m^2 。距离坠落基准面 0.5m 以上的采样平台及通道的所有敞开边缘应设置防护栏杆（见图 5），其中采样平台的防护栏杆应带踢脚板。护栏的高度设置应不低于 1.2m，其设计载荷及制造安装应符合 GB 4053.3 相关要求。护栏的踢脚板应采用不小于 $100\text{mm}\times 2\text{mm}$ 的钢板制造，其顶部在平台面之上高度应不小于 100mm，底部距平台面应不大于 10mm。采样平台的工作区域内应设置 220 V 防水交流配电箱，内设漏电保护器、不少于 2 个 16 A 插座及 2 个 10 A 插座，保证监测设备所需电力。应设置照明设施。现场有特殊要求的（如防爆等），从其规定。采样平台附近若存在可能造成人体机械伤害、灼烫、腐蚀、触电等的危险源，应在平台相应位置设置防护装置。采样平台上方有坠落物体隐患时，应在采样平台上方 3m 高处设置顶棚等防护装置。”

(4) 监测梯架

1) 为保证监测点位的实时可达性，避免出现无法抵达监测点位的情形，本标准规定“采样平台与坠落高度基准面之间距离超过 0.5m 时，应按照 GB 4053.1 和 GB 4053.2 要求设置固定式钢梯，或按照 GB/T 10060、GB/T 10054.1、GB/T 10054.2 要求设置电梯，以保障采样平台与地面之间安全通行。”

2) 当监测平台与坠落基准面之间距离超过 2m 时，通往监测平台的钢梯不可为直爬梯，应安装钢斜梯、转梯或升降梯到达监测平台。《固定式钢梯及平台安全

要求 第 2 部分：钢斜梯》(GB 4053.2-2009) [40]对梯架宽度、梯高、梯间平台、倾角、踏步高、踏步宽等都进行了详细规定，本标准引用了相关要求，即“采样平台与坠落高度基准面之间距离超过 2m 时，应安装钢斜梯、转梯或升降梯到达采样平台，不得仅设置钢直梯。梯架无障碍宽度应不小于 0.9m，倾角应不超过 45°（见图 6），垂直方向净高宜不低于 2m。每段钢斜梯或转梯的最大垂直高度不超过 10m，否则应设置缓冲平台。”

3 《固定污染源烟气(SO₂、NO_x、颗粒物)排放连续监测技术规范》(HJ 75-2017)中要求监测平台位于坠落基准面 20m 以上时就应当安装电梯。因此本标准规定“采样平台位于坠落高度基准面 20m 以上时，应按照 GB/T 10060、GB/T 10054.1、GB/T 10054.2 中有关要求设计并安装到达采样平台的升降梯。对于污染源现场有特殊要求（如防爆等）无法设置固定式升降梯的，应报县级以上生态环境主管部门，并根据实际情况设置钢斜梯或转梯。”

(5) 在线监测 (CEMS) 及 DCS 系统设置要求

1) 为保证开展比对监测时，手工监测行为不影响烟气排放连续监测系统 (Continuous Emission Monitoring System, 简称 CEMS) 的正常测试，参考《固定污染源烟气 (SO₂、NO_x、颗粒物) 排放连续监测技术规范》(HJ 75-2017) 相关要求，本标准规定“连续监测断面应设置在手工监测断面上游约 0.5m 处，其他要求需符合 4.4”。

2.3.2.5 CEMS、DCS 及工序限值

根据《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》(环大气[2019]35号)的要求，对烧结球团工序中有组织污染源规定了超低排放限值、基准氧含量等指标要求，并对烧结机机头、烧结机机尾、球团焙烧等安装自动监控设施的污染源要求安装 DCS，记录环保设施运行及相关生产过程主要参数。DCS 运行参数要求可参照《关于进一步规范重污染天气应急减排措施的函》(环办便函[2021]439号)附件要求执行。

2.3.3 无组织排放

2.3.3.1 物料储存

《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》(环大气[2019]35号)对物料储存有明确要求，设计中按照相关要求执行。

储存的物料因储存一段时间后料堆表面逐渐干燥，扰动时会出现扬尘，应调节料堆表面物料的含水率，从而达到降尘的目的，因此提出了相应的喷淋抑尘措施和做到原料场内料堆无死角全覆盖的要求。

车辆作业和道路运输时会产生扬尘，车身粘附物料发生遗撒，污染周围环境，设置车身清洗设施可防止汽车车轮将尘泥带入厂区和城市道路，避免造成二次扬尘污染，因此提出受料区域、料场出口应设置车轮和车身清洗设施。

2.3.3.2 物料输送

《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35号）对物料储存有明确要求，设计中按照相关要求执行。

为防止物料在输送过程中二次扬尘，带式输送机通廊采取全封闭形式以满足作业过程中的环保要求。同时，依据各地政策的具体要求，除通廊进行封闭外，通廊内的带式输送机可选择设置机罩作为输送带上物料的封闭措施，进一步降低输送全过程的扬尘。

带式输送机通廊洒水冲洗设置时的供水位置应便于清洗作业。冲洗污水应进行处理，达标后排放或重复利用，以避免环境污染。

针对物料输送过程中转运位置存在的冲击、碎料、撒料和扬尘痛点，从转运源头去解决问题成为行业共识。近些年，行业内已根据各品种物料特性、转运卸料时的运动轨迹设计开发出各种转载工作工况条件下的多类型清洁转载装置，并在原料场工序逐步推广和工程应用，用综合防治措施满足节能和环保要求。

2.3.3.3 工艺过程

工艺过程条款的确定与选取主要考虑如下因素：

（1）参照《钢铁行业烧结、球团工艺污染防治可行技术指南（试行）（环境保护部公告2014年第81号）》、《钢铁工业环境保护设计规范》（GB50406-2017）及烧结球团工序的实际情况，全过程考虑降低污染物的产生与治理，包括污染防治技术（源头削减）、过程控制、废气末端治理技术等多个方面，工艺上各个生产环节全部采用可靠高效的技术。

（2）《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气[2019]35号）、《钢铁行业超低排放评估监测技术指南》（环办大气函[2019]922号）对烧结球团工序有明确要求，本设计中按照相关要求执行。烧结、球团物料破碎、筛分、混合等易产

尘点应设置密闭罩，并配备除尘系统，确保无可见扬尘。烧结机、烧结环冷机、球团焙烧设备等产尘点应全面加强集气能力，确保无可见烟粉尘外逸。

(3) 强调源头减排，比如结合目前成熟的工艺，采用烧结烟气循环技术，减少烧结烟气总排放量，减轻脱硫脱硝系统负担，提高产量，降低能耗，提高经济效益，实现节能减排。

2.3.4 监测监控

钢铁企业无组织排放存在排放源点多、散、底数不清，不能实时监控排放情况等特点。按照国家《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》的要求，实施超低排放改造的钢铁企业，应全面加强自动监控、过程监控和视频监控设施建设，包括高清视频监控、TSP、空气质量微站的设置以及无组织管控平台的建设。通过采用这些手段来监测监控企业无组织治理的有效性，本标准针对各工序无组织管控难点，指导企业合理布设无组织监测监控点位，建设无组织管控平台，从而实现企业通过无组织管控平台及监测监控点的布设，能够“更快速”感知影响钢铁企业环境监测指标，说清环境质量状况；“更有效”提升环境管理、环境监管能力；“更智慧”决策重点区域重大环境问题，最终改善企业区域环境质量状况，并为新建或改造项目提供设计依据和指导。

3 标准编制的论证分析

3.1 资料收集查阅

本标准的编写通过查询、检索国内外钢铁企业从设计、施工到建设、生产等各阶段相关标准规范、法律法规、政策、学术文献、企业管理制度等大量资料，多维度全方位的掌握钢铁企业烧结球团工序的超低排放设计重点要点，结合企业实际情况完善标准编制。

3.2 开展调研

本标准的编制过程中，结合超低评估监测工作及公示工作等。走访调研了钢铁企业，调研内容主要包括原料场、焦化、烧结球团、高炉、转炉炼铁、电炉炼钢 6 个主要工序以及清洁运输和超低排放管控系统 2 个全厂性支撑系统。主要围绕有组织排放控制措施的原燃料情况、工艺技术路线、环境除尘运行参数、手工采样口采样平台符合情况、CEMS 安装、DCS 运行参数等；无组织排放控制措施

治理情况、高清视频、TSP/微站布点情况等；物流系统的清洁运输方式选择、厂区物流整体情况（包括铁路、水路和管带）、门禁和视频情况等；超低排放管控系统，包括系统架构情况、数据采集和传输情况、数据处理情况、平台功能情况、系统运维及安全保障情况等。

3.3 专家咨询与会议研讨

本标准编制、修改结合了多家钢铁企业以及中国金属学会多位行业专家的支持和指导。编制组充分结合了专家的意见和观点，从框架制定到各个指标方向确定与专家们多次推敲，过程中不定期组织召开研讨会，最终结合专家会议修改意见完成标准编制。

4 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准按照 GB/T 1.1-2020 编写要求进行编写，本标准内容不违背现有法律、法规、标准，是现有相关法律、法规与标准的延深。

5 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

6 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

建议将本标准作为推荐性标准。

7 贯彻标准的要求和建议

无。

8 废止现行有关标准的建议

无。

9 其他应予说明的事项

无。