

附件 3

《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》 (GB 28662-2012) 修改单 (征求意见稿) 编制 说明

一、修改背景

国家钢铁工业系列排放标准已实施近八年，2017~2018年，生态环境部组织对钢铁工业系列排放标准实施情况进行了评估，结果表明钢铁行业污染物排放量大幅削减，主要污染物达标排放情况较好，推动了钢铁工业绿色高质量发展。

自 GB 28662-2012 实施以来，烧结机机头普遍配备了脱硫设施，除尘普遍采用了袋式覆膜滤料、折叠滤筒等技术。特别是 2019 年生态环境部等部门联合发布了《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35 号）以后，各地区都相继制定了超低排放实施方案，进一步推动了烧结和球团焙烧烟气治理新技术研发和应用。目前行业污染物排放情况与标准制定时发生了显著变化，且 GB 28662-2012 中未规定基准含氧量，不利于企业间公平；特别排放限值与一般地区排放限值之间差别不大，没有体现重点地区更为严格的污染控制要求，不利于依法监管，迫切需要解决。

二、行业概况

(一) 钢铁行业基本情况

2019年我国粗钢产量近10亿吨，排名前10位的省份分别为河北、江苏、辽宁、山东、山西、湖北、河南、广东、安徽、四川，其中排名第一位的河北粗钢产量为2.4亿吨，占全国总量的24%。2012年以来全国粗钢产量呈快速增长趋势，2019年粗钢产量相比2012年增加39%，其中，位于重点区域的山西、江苏、安徽、陕西等省超过50%。

2012年国家钢铁工业系列排放标准发布，对污染物减排起到了积极作用，尤其是颗粒物和二氧化硫（SO₂），自2012年以来排放强度呈明显下降趋势。2019年中国钢铁协会重点统计钢铁企业吨钢颗粒物、SO₂排放量，相比2012年分别下降了56%、70%。

虽然我国钢铁行业近年来吨钢颗粒物、SO₂排放强度大幅下降，但由于粗钢产量的增加，整体排放量依然很大。据统计，2018年全国钢铁行业颗粒物、SO₂、氮氧化物（NO_x）排放量分别约163.6万吨、68.3万吨、92.9万吨。此外，由于钢铁企业无需实施脱硝就可实现NO_x达标排放，近年来NO_x排放强度变化不大，但随着钢产量的增加，NO_x排放总量呈增长趋势，自2018年钢铁企业启动烧结烟气脱硝治理工作，NO_x排放量才逐步得到控制。初步估算，2019年全国钢铁企业NO_x排放量约84.7万吨，相比2012年增加约18%。因此，目前钢铁行业对环境空气质量仍然具有较大的影响。

（二）烧结球团生产及污染治理情况

烧结和球团工序是钢铁工业颗粒物、SO₂、NO_x以及二噁英等污染物最大的排放源。烧结机机头烟气、球团焙烧烟气污染物在

全厂排放总量占比略有不同，颗粒物、SO₂、NO_x占比范围分别在22%~48%、42%~86%、48%~86%。

目前我国现有烧结机约900台，以130 m²以上的规模为主，约占72%；300 m²及以上烧结机产能占比达25%；90 m²及以下烧结机已基本被淘汰。烧结矿生产能力排在国内前五位的省份依次是河北省、江苏省、山东省、辽宁省和山西省。我国球团生产设施绝大多数为竖炉球团装备，其中一半以上为10 m²及以下竖炉，链篦机回转窑和带式焙烧机数量较少。球团矿生产能力排在前五位的省份依次是河北省、山东省、辽宁省、江苏省和山西省。

烧结生产主要采用的是带式烧结机。烧结生产主要是将细粒的含铁原料、熔剂、固体燃料按比例进行配料，加水混合制粒后，平铺到烧结机台车上，点火抽风烧结，烧成的烧结矿经机尾卸下后，再进行破碎、筛分、冷却，冷却后的烧结矿经过整粒，最后成品输出。球团生产方法主要有竖炉、带式焙烧机、链篦机回转窑三大类。球团生产主要是把经过干燥的铁精矿等原料与适量的膨润土均匀混合，通过造球机造出生球，然后进行筛分，将不符合粒度要求的生球经过破碎，重新返回配料，符合要求的生球进行干燥、预热、焙烧，烧成后进入冷却机冷却，经筛分后成品输出。

烧结和球团工序产污环节主要包括：物料混合、破碎、冷却、筛分、转运等生产过程中产生的含尘废气，主要污染物为颗粒物（粉尘）；焙烧过程产生的烟气，主要污染物为颗粒物（烟尘）、SO₂、NO_x、氟化物、重金属和二噁英。

在污染治理方面，焙烧烟气主要采用除尘（静电除尘器）+

湿法或半干法脱硫工艺净化处理，其中，湿法脱硫（石灰石/石灰-石膏法、氨法、氧化镁法、双碱法等）约占 80%，半干法脱硫（循环流化床法、旋转喷雾法等）约占 15%。其他含尘废气主要采用袋式除尘器、电袋复合除尘器净化处理。

三、关于修改内容的说明

（一）焙烧烟气基准含氧量

1. 修改必要性

烧结机投运之初，焙烧烟气含氧量通常在 14%~16%之间，随着设备老化，漏风率增加，部分烧结机焙烧烟气含氧量会增加到 17%~18%。GB 28662-2012 未规定烧结和球团焙烧烟气基准含氧量，造成不同焙烧烟气污染物控制水平难以评定，部分企业甚至通过掺风等方式稀释排放，烟气含氧量可达到 19%甚至更高，与含氧量 16%的烧结焙烧烟气相比，同样的实测大气污染物浓度如进行折氧换算，实际排放水平可相差 2.5 倍。为预防钢铁企业的这种行为，维护企业间公平，须补充烧结和球团焙烧烟气中基准含氧量要求。

2019 年生态环境部等五部委联合发布《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》（环大气〔2019〕35 号），对烧结和球团设备焙烧烟气基准含氧量进行了明确，河北、山东等省钢铁行业地方排放标准也有相应规定。

2. 修改依据

（1）编制组调研情况

编制组收集并分析了 2019~2020 年部分烧结和球团企业焙烧烟气含氧量在线监测数据。球团链篦机回转窑和带式焙烧机为

较先进的球团生产工艺，与球团竖炉和烧结机生产工艺不同，需要将余热回收进行原料预热等，因此，编制组将球团链篦机回转窑和带式焙烧机焙烧烟气的含氧量进行单独分析。结果显示，61%的烧结和球团竖炉焙烧烟气含氧量集中在14%~16%之间，65%的球团链篦机回转窑和带式焙烧机焙烧烟气的含氧量集中在17%~19%之间。

(2) 其他相关研究结果

GB 28662-2012 评估报告中对2017年全国190家烧结和球团企业焙烧烟气含氧量在线监测数据进行了统计分析，结果显示不同烧结机和球团焙烧设施含氧量差异较大，在14%~20%之间。

生态环境部在编制钢铁行业超低排放方案时，调取了2017~2018年全国121条各类球团生产线烟气在线监测数据进行分析，其中，球团竖炉烟气含氧量主要集中在15%~18%之间，平均为16.5%；链篦机回转窑烟气含氧量主要集中在16%~19%之间，平均为17.7%；带式球团焙烧机烟气含氧量主要集中在17%~20%之间，平均为18.5%。

3. 修改内容

综合考虑国内烧结和球团工艺设施的烟气含氧量差异，参考国内相关标准控制要求，确定烧结机和球团竖炉焙烧干烟气基准含氧量为16%，球团链篦机回转窑和带式球团焙烧机焙烧干烟气基准含氧量为18%。

(二) 特别排放限值

1. 修改必要性

GB 28662-2012 规定的烧结和球团焙烧设备新建企业和特别

排放限值之间差别不大，新建企业排放限值颗粒物为 50 mg/m³、SO₂为 200 mg/m³、NO_x为 300 mg/m³；特别排放限值颗粒物为 40 mg/m³、SO₂为 180 mg/m³、NO_x为 300 mg/m³，没有体现重点区域更为严格的污染控制要求。

目前烧结和球团焙烧烟气高效除尘、脱硫技术已成熟，活性炭脱硫脱硝工艺关键技术设备已实现了国产化。随着钢铁行业超低排放改造的推进，选择性催化还原法（SCR）等一批烧结烟气脱硝技术得到了成功应用。随着控制技术不断提升，污染物排放能够实现更低的排放控制水平，现行标准特别排放限值已不能满足当前大气环境管理需求。

2. 修改依据

（1）行业排放状况

修改单编制组收集并分析了 2019~2020 年部分烧结和球团企业焙烧烟气的监督性监测和在线监测数据，颗粒物、SO₂和 NO_x在不同数据区段的分布见表 1。

表 1 颗粒物、SO₂和 NO_x浓度在不同数据区段的分布

颗粒物			SO ₂			NO _x		
排放浓度 (mg/m ³)	监督性 数据	在线 数据	排放浓度 (mg/m ³)	监督性 数据	在线 数据	排放浓度 (mg/m ³)	监督性 数据	在线 数据
≤40	96%	98%	≤180	100%	98%	≤300	100%	87%
≤30	89%	97%	≤100	91%	90%	≤150	69%	63%
≤20	76%	90%	≤50	72%	69%	≤100	59%	58%
≤10	54%	70%	≤35	61%	65%	≤50	44%	34%

（2）污染治理技术路线

1) 治理技术

目前较为成熟的烧结和球团焙烧烟气治理技术主要有湿法脱硫+湿式电除尘+SCR脱硝技术、电除尘+半干法脱硫除尘+SCR脱硝技术、电除尘+二级活性炭协同治理技术、电除尘+活性炭逆流脱硫脱硝技术等。上述技术路线在我国均有成功应用案例，颗粒物、SO₂和NO_x的排放水平均可分别控制在20 mg/m³、50 mg/m³和100 mg/m³以下。

2) 源头、过程控制

钢铁企业可采取措施，从源头减少烧结和球团焙烧烟气污染物产生量，如选用低硫矿和低硫煤，采用烧结焙烧烟气循环技术、烧结机密封技术及低温烧结技术等。

a. 烧结焙烧烟气循环技术

烧结焙烧烟气循环技术是指选取一部分烧结焙烧烟气，将其引入烧结过程再次使用的技术。根据选取烧结焙烧烟气的位置不同，主要分为“内循环”和“外循环”两种工艺。该技术可降低外排烟气量20%~50%，减少污染物排放量。

b. 加强烧结机漏风系统治理，降低漏风率

目前国内烧结机的漏风率在50%左右，发达国家的钢铁企业可以控制在30%以下。烧结漏风除了料层的透气性外，主要是由设备及烟道缝隙造成的。烧结企业可通过强化烧结机机头机尾密封板、风路系统、滑道、栏板、台车体等密封改造，降低烧结机漏风率。

c. 低温烧结技术

低温烧结技术是控制烧结最高温度不超过1300℃，通常在1250~1280℃之间，通过采取一系列工艺措施（细化原料粒度和

组成、低水低碳厚料层、高碱度等），生成强度高、还原性强的针状铁酸钙的烧结方法。由于燃料的消耗减少，除尘负荷低，直接和间接降低了污染物的排放量。

3. 修改内容

依据控制技术，从达标稳定性、达标成本等方面综合考虑，同时参考国内外相关标准，将烧结机和球团焙烧设备的颗粒物、SO₂、NO_x特别排放限值调整为 20 mg/m³、50 mg/m³、100 mg/m³。

4. 与国内外相关标准比较

(1) 与国外标准比较

我国钢铁生产以长流程为主，包含原料、烧结、球团、焦化、炼铁、转炉炼钢、轧钢等多个工序，其中烧结烟气的污染物排放量最大且种类最多，是我国钢铁行业 SO₂ 和 NO_x 等大气污染物的主要产生源。欧美等发达国家，由于废钢原料基本能够满足钢铁生产的需要，70%以上的产能均采用以电炉炼钢、轧钢为主的短流程工艺，不仅污染排放环节减少，而且污染物以颗粒物为主，基本不存在 SO₂ 和 NO_x 的排放问题。

我国钢铁产量世界第一，占 50%以上，污染排放总量大，对区域环境空气质量的影响较大，应该对钢铁行业加强控制。因此，修改单特别排放限值与欧美国家标准相比，加严了 SO₂、NO_x 排放控制要求，详见表 2。

表 2 与国外相关标准对比情况

单位：mg/m³

污染因子	修改单特别排放限值	美国（2006）	德国（2002）	日本（1998）
颗粒物	20	现有 ^a ：0.4 磅/吨烧结矿约	现有：50	现有：150

		64 新建 ^a : 0.3 磅/吨烧结矿约 48	新建: 20	新建: 100
SO ₂	50	-	500	k 值法
NO _x	100	-	400	220 ppm (452)
^a 以每吨烧结矿排放 2830m ³ 废气量进行核算				

(2) 地方标准情况

河北省 2018 年 10 月发布了《钢铁工业大气污染物超低排放标准》(DB 13/2169-2018), 规定 2019 年 1 月 1 日起, 新建烧结、球团生产设施执行该标准, 现有企业 2020 年 10 月 1 日起执行该标准。规定了烧结机、球团焙烧烟气在基准含氧量 16% 的条件下, 颗粒物、SO₂、NO_x 排放浓度限值为 10 mg/m³、35 mg/m³、50 mg/m³。山东省 2019 年 6 月发布了《钢铁工业大气污染物排放标准》(DB 37/990-2019), 规定 2019 年 11 月 1 日起, 新建烧结、球团生产设施执行该标准, 现有企业 2020 年 11 月 1 日起执行该标准。规定了烧结机、球团焙烧烟气在基准含氧量 16% 的条件下, 颗粒物、SO₂、NO_x 排放浓度限值为 10 mg/m³、35 mg/m³、50 mg/m³。

与上述地方标准相比, 修改单中的特别排放限值较为宽松。与台湾相比, 有严有松, 具体见表 3。

表 3 与国内地方钢铁标准对比

单位: mg/m³ (含氧量除外)

污染物项目	修改单特别排放限值	河北 DB 13/2169-2018 山东 DB 37/990-2019	中国台湾 (2012)
颗粒物	20	10	新建: 20 现有: 30
SO ₂	50	35	新建: 50 ppm (143)
NO _x	100	50	新建: 65 ppm (134)
含氧量	烧结机和球团竖炉焙烧干烟气基准含氧量为 16%, 链篦机回转窑和带式球团焙烧机焙	16%	15%

烧干烟气基准含氧量为 18%		
----------------	--	--

四、环境效益与经济成本分析

修改单实施后，颗粒物、SO₂、NO_x可分别减排约 2.5 万吨、10.0 万吨、15.4 万吨，约占钢铁烧结和球团工序排放量的 5%、15%、12%。投资总费用约 150 亿元，占钢铁行业 2019 年利润总额的 6%。