

附件 3

《水泥工业大气污染物排放标准》
(GB 4915—2013) 修改单 (征求意见稿)
编制说明

修改单编制组

二〇二五年六月

目 录

1 修改背景.....	1
2 行业概况.....	1
2.1 基本情况.....	1
2.2 生产工艺和产污节点.....	2
2.3 行业污染防治技术.....	3
3 标准修改说明.....	4
3.1 修改的原则和思路.....	4
3.2 修改内容.....	5
4 环境效益和经济成本分析.....	20
5 标准实施建议.....	20

《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）

修改单（征求意见稿）编制说明

1 修改背景

自 2013 年《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）实施以来，该标准在水泥工业污染物排放管理中发挥了重要作用，不但有力地削减了污染物排放，防范了环境风险，也促进了行业生产工艺和污染防治技术进步，推动了行业绿色高质量发展。

《中共中央 国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》《空气质量持续改善行动计划》（国发〔2023〕24 号）等文件明确要求，加快完善生态环境标准体系。2024 年 1 月，生态环境部等五部门印发《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》（环大气〔2024〕5 号），提出推进实施水泥行业超低排放，提升水泥行业全工序、全流程大气污染治理水平，推动行业绿色低碳转型升级。为落实党中央、国务院决策部署，使标准更贴合当前行业生产实际和环境管理需要，持续提升行业综合治理水平，推动行业高质量发展，亟须对 GB 4915-2013 进行修改完善，解决标准实施过程中存在的一些问题，如独立热源烘干设备的基准含氧量偏小、无组织排放控制措施不够细化、缺少达标判定等内容，有效指导企业治污，助推行业绿色高质量发展。

2024 年生态环境部下达《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）修改单编制计划（项目统一编号：2024-9），由中国环境科学研究院牵头，组织生态环境部环境规划院、生态环境部环境工程评估中心、中国水泥协会、建筑材料工业技术情报研究所参与修改单编制工作。

2 行业概况

2.1 基本情况

我国水泥企业按生产类型分为：熟料生产企业、熟料+水泥的全流程企业、单独水泥粉磨生产企业、水泥配制生产企业；按矿山和原料分为：有自备矿山和无自备矿山、熟料生产企业控股的水泥粉磨企业、完全靠采购熟料的水泥粉磨企

业、用电石渣生产熟料的企业；按销售品种分为：熟料、散装和袋装水泥、商混和矿渣粉（替代水泥）。

国家统计局数据显示，经历持续增长后，我国水泥产量自 2011 年起在 20 亿吨以上的高位平台期高位运行长达 13 年，并于 2014 年达到历史峰值，从 2021 年起进入下降通道，见图 2-1。

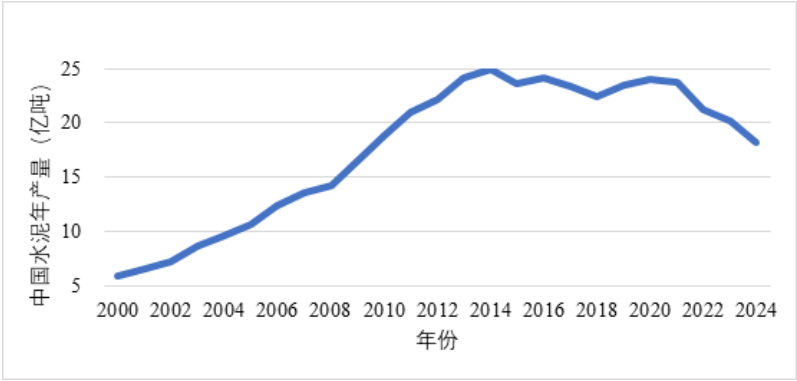


图 2-1 2000～2024 年全国水泥产量（亿吨）

据中国水泥协会信息研究中心初步统计，截至 2023 年底，全国新型干法水泥生产线累计 1569 条，设计熟料产能维持在 18.4 亿吨，约占全球产能 54%；2500～5000t/d 生产线仍占主流，占规模的 65%，2000t/d 及以下产能仅占 2%，见图 2-2，熟料实际产量约 13 亿吨。2023 年全国新点火新型干法水泥熟料生产线共有 16 条，熟料设计产能 2352.9 万吨/年；从生产线规模来看，平均规模 4729t/d。据中国水泥网统计，2024 年全国大陆地区共有 1730 座水泥粉磨站，2380 台套磨机生产线，总产能为 16.411 亿吨，平均产能 94.86 万吨。

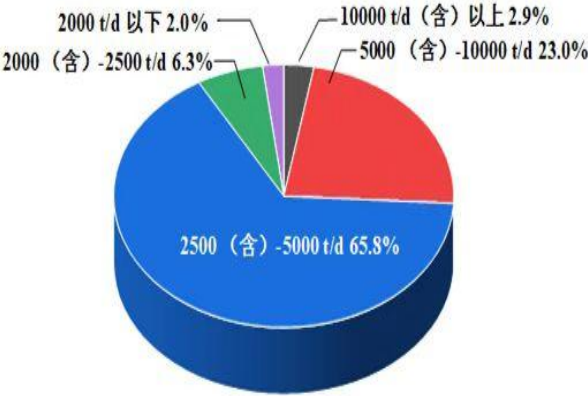


图 2-2 2023 年我国水泥窑工艺规模产能占比情况

2.2 生产工艺和产污节点

按照《水泥产品生产许可证实施细则》，通用水泥主要基于采用新型干法水

泥工艺生产的水泥熟料，铝酸盐、硫铝酸盐、铁（铝）酸盐和氟铝酸盐等特种水泥部分采用传统干法水泥工艺生产的熟料，与新型干法水泥工艺相比，主要是没有分解炉。在水泥粉磨阶段，通过熟料、石膏和不同混合材料搭配，生产不同品种的水泥。由于混合材含水率波动，混合材往往需要进行烘干。独立粉磨站烘干热源除可用水泥窑余热外，还可自配热风炉进行立磨生产，采用辊压机和球磨机的企业则可配烘干机对混合材进行干燥。

新型干法水泥工艺通常包括矿山开采和原燃料处理（破碎、预均化）、生料及燃料制备（原料配料、生料粉磨、煤粉制备）、烧成（生料均化及窑尾喂料、生料预热分解、回转窑煅烧、熟料冷却）、水泥粉磨（水泥配料、水泥粉磨）和水泥及熟料储运出厂（成品储存、水泥包装、散装装运、成品出厂）等。

水泥行业的污染物包括颗粒物、氮氧化物、二氧化硫、氟化物、氨，还可能存在少量或微量重金属、二噁英等。水泥生产过程主要污染物来源如下：

（1）颗粒物：产生于水泥生产全过程，包括破碎和输送中产生的粉尘，及生产过程中排放的烟气中所含的颗粒物。

（2）氮氧化物：主要产生于水泥熟料的高温煅烧及烘干过程。

（3）二氧化硫：主要来源为原燃料中的硫，产生于水泥熟料高温煅烧及烘干过程。

2.3 行业污染防治技术

（1）颗粒物控制

水泥窑窑头和窑尾颗粒物控制技术主要是袋式除尘、静电除尘以及电袋复合除尘技术。独立热源粉磨站的热风炉或烘干炉颗粒物控制技术主要是布袋除尘器。其他通风生产设备、产生点几乎全部采用袋式除尘器。

（2）氮氧化物控制

水泥行业氮氧化物控制技术主要有低氮燃烧、选择性非催化还原（SNCR）脱硝和选择性催化还原（SCR）脱硝。具体如下：

低氮燃烧技术：主要措施为通过优化燃烧过程减少氮氧化物的生成，是源头控制的重要手段，包括改进燃烧器设计、调整燃烧参数等措施。

SNCR 脱硝技术：SNCR 技术不需要催化剂，在 850℃～1100℃ 的温度范围内，将含氨基的还原剂喷入炉内，将烟气中的氮氧化物还原脱除，生成氮气和水

的脱硝技术。

SCR 脱硝技术：SCR 技术是当前水泥行业广泛采用的一种高效脱硝技术。该技术通过催化剂在较低温度下将氮氧化物转化为无害的氮气和水蒸气。

目前，水泥行业水泥窑熟料高温煅烧过程是氮氧化物产生的主要来源，以热力型氮氧化物为主，脱硝主要采用低氮/分级燃烧+SNCR/SCR 相结合的脱硝技术形式。独立热源的热风炉温度普遍在 800℃以下，氮氧化物产生主要来自燃料氮，脱硝主要采用低氮燃烧技术，少部分企业采用 SNCR 脱硝技术。

（3）二氧化硫控制

水泥行业烟气二氧化硫控制技术主要包括选择低硫原辅材料、燃料和烟气末端脱硫技术。其中末端脱硫技术包括干法、湿法和半干法，典型技术如下。

干脱硫剂喷注法：干脱硫剂喷注法是指将干脱硫剂直接喷入预热器系统适当位置的气流中，与烟气接触达到脱除二氧化硫的一种工艺。常用的脱硫剂有石灰石粉、熟石灰等。

热生料喷注法：热生料喷注法是指将已分解的生料喷入预热器系统适当位置，与烟气接触脱除二氧化硫的一种工艺。

喷雾干燥脱硫法：喷雾干燥脱硫法是利用氧化钙（CaO）加水制成消石灰浆液后喷入预热器系统适当位置的气流中，与烟气接触脱除二氧化硫的一种工艺。

湿法脱硫：湿法脱硫工艺采用液体吸收剂洗涤脱除烟气中的二氧化硫。湿法脱硫以石灰/石灰石-石膏法应用最为普遍，其次是镁法、碱法、氨法等。

（4）无组织排放控制

无组织排放控制措施主要是使用密闭的仓库和储存设施，防止粉尘外泄；在物料装卸点、物料储存和输送过程中安装除尘器，减少排放。企业粉状物料采用密闭储存方式，物料采用封闭式皮带运输方式，各物料破碎、转载、下料口设置集尘罩并配置袋式除尘器等措施控制无组织排放。

物料输送措施主要包括：中长距离运输优先采用铁路或水路，短途运输优先采用皮带通廊或新能源车辆，减少汽车运输量；厂内物料转运优先采用皮带通廊或封闭式螺旋输送机，减少厂内物料二次倒运。

3 标准修改说明

3.1 修改的原则和思路

此次修改遵循以下原则和思路。

（1）提高精准性

坚持问题导向，聚焦水泥行业现行标准执行过程中出现的突出问题，落实精准治污、科学治污、依法治污要求。

（2）提升科学性

基于水泥企业生产设施的实际运行情况，遵从科学客观的排放规律，通过调研大量实测数据，科学修改标准的相关技术内容，使标准要求符合生产实际。

（3）增强协调性

落实国家和生态环境部关于水泥行业的最新政策要求，增强标准修改与最新政策以及排放标准体系的协调。

（4）确保可行性

开展修改单实施的技术经济效果分析，广泛征求相关部门、地方，以及水泥企业、生态环境管理与标准等领域专家意见，确保切实可行。

根据上述原则和思路，对于亟须修改内容进行修改，以支撑“十四五”大气污染防治攻坚战、水泥行业超低排放实施等相关工作。

3.2 修改内容

3.2.1 关于术语和定义的修改

增加“密闭 closed/close”和“封闭 separate”术语。

（1）密闭 closed/close

污染物质不与环境空气接触，或通过密封材料、密封设备将污染物质与环境空气隔离的状态或作业方式。

该条术语和定义是为了解释本次标准修改单中无组织控制措施中的“密闭”要求，来源于《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019）。

（2）封闭 separate

利用完整的围护结构将物料、作业场所等与周围空间阻隔的状态或作业方式。在保证安全前提下可以封闭的区域或建筑物，该封闭区域或封闭建筑物除人员、车辆、设备、物料进出时，以及依据法律法规或标准设立的排气筒、通风口外，门窗及其他开口（孔）部位应随时保持关闭状态。

该条术语和定义是为了解释本次标准修改单中无组织控制措施中的“封闭”

要求，来源于《炼焦化学工业大气污染物排放标准》（GB 16171.1-2024）和《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》中的规定，有部分修改。

3.2.2 关于有组织排放控制的修改

GB 4915-2013 发布后，17 个省份先后发布了地方水泥行业大气污染物排放标准，这些省份的水泥熟料产能接近全国总量的 60%。其中，江苏、浙江、山西、天津和湖南 5 个省份的窑尾烟气颗粒物、二氧化硫和氮氧化物限值与超低排放要求一致，河北、河南、山东、安徽、重庆、四川、宁夏 7 个省份的二氧化硫排放限值接近超低排放要求，氮氧化物略宽松于超低排放要求。鉴于目前大部分省份已制定了严于国标的水泥行业地方标准，为平稳推进水泥行业超低排放改造工作，本次标准修改单暂不修改水泥窑及窑尾余热利用系统（窑尾烟气）的污染物排放限值，主要修改反映问题较多的独立热源烘干设备基准含氧量与排放限值。

（1）独立热源烘干设备现状

编制组收集了独立粉磨站的排污许可数据，经统计，全国独立粉磨站共发放排污许可证 2015 张，除去标记停产的企业，共有 205 家带有独立热源的粉磨站企业正常在产。这些粉磨站中有 90 家位于已制定地方水泥工业大气污染物排放标准的 13 个省份；有 15 家位于执行 GB 4915-2013 特别排放限值的省份（福建、广东、湖北）；其余 100 家则执行 GB 4915-2013 中现有与新建企业限值，企业分布于内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、江西、贵州、云南、甘肃、青海、新疆等 12 个省份，详见图 3-1。

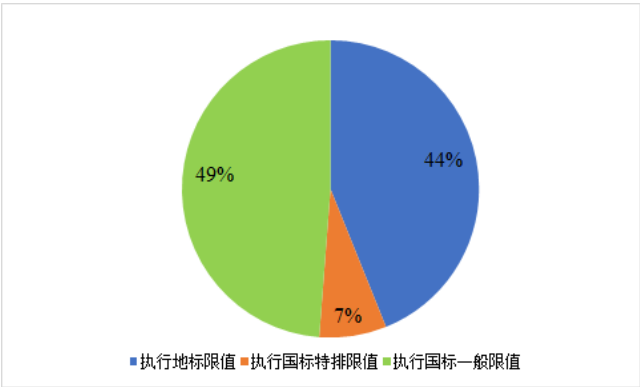


图 3-1 我国独立热源粉磨站企业标准执行情况

编制组对执行 GB 4915-2013 中现有与新建企业限值企业的燃料信息进行了分析，其中：使用煤炭的企业有 67 家，使用气体燃料的企业 11 家，使用生物质

燃料的企业 8 家，使用柴油的企业 2 家，其他企业未提供。

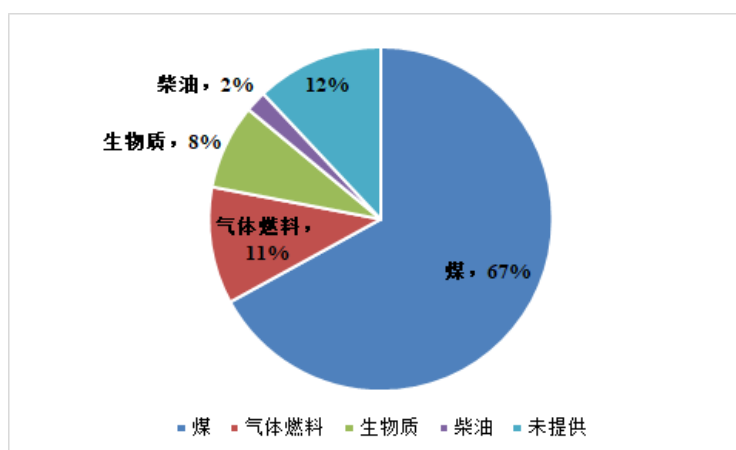


图 3-2 执行 GB 4915-2013 中现有与新建企业限值企业的燃料信息

因此，本次修改单发布后，管控的独立热源粉磨站企业数量约 100 家，分布于内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、江西、贵州、云南、甘肃、青海、新疆等 12 个省份。内蒙古、黑龙江、吉林、辽宁、云南等 5 省份企业尤为集中，占到 77 家，且以燃煤为主，在大气污染防治深入推进，空气质量持续改善的背景下，有必要控制燃煤大气污染，促进企业采用清洁燃料或进行烟气治理。

（2）关于独立热源烘干设备排气基准含氧量的修改

水泥粉磨的原辅料主要包括熟料、石膏和混合材，混合材有粒化高炉矿渣粉（简称矿渣粉）、石灰石、砂岩、粉煤灰等。独立热源烘干设备主要存在于独立粉磨站，它没有水泥熟料企业的窑头、窑尾余热可以利用，一般专设热风炉（沸腾炉等）产生高温气体，用于烘干矿渣（根据其含水率情况）。现行 GB 4915-2013 在制定时，对采用独立热源用于物料烘干的限值，参照了锅炉、工业炉窑大气污染物排放标准的排放限值，并按工业炉窑的一般要求，折算到含氧量 8%（过剩空气系数约 1.7）状态下的基准排放浓度。

目前，企业对于矿渣使用，在地标引领和基于成本控制的考虑，越来越多的粉磨站企业不再建设独立烘干设施，而是直接从专业矿渣微粉企业购买合格矿渣微粉直接入磨，这已成为当前的主流方式；少部分企业仍保留有热风炉或烘干炉，用于烘干矿渣（含水率在 8%~12%）。独立热源烘干设备使用的燃料有煤、煤矸石、生物质、天然气，或采用电加热，目前标准中规定的基准含氧量为 8%。《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》中未纳入独立热源烘干设备的超低要求。企业正常运行的含氧量远远高于这一基准含氧量，在执行中造

成了一定的问题。

编制组对照了 205 家正常在产的独立热源粉磨站排污许可年度执行报告，获取了 99 份烘干设备的自行监测报告（大部分企业附件中无监测报告），涉及颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、含氧量等污染物监测数据。数据统计表明：热风炉的含氧量与燃料种类密切相关，燃煤热风炉的含氧量在 15%左右，采用气体燃料和生物质的热风炉含氧量在 18%左右，见图 3-3。

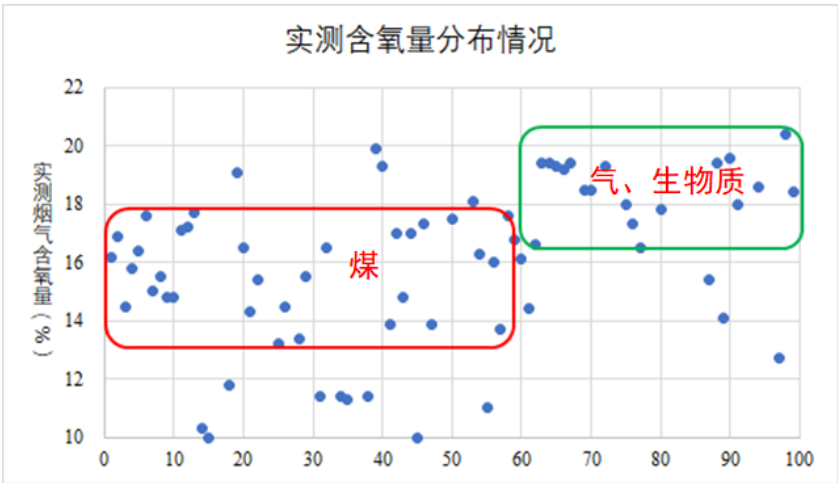


图 3-3 自行监测报告中企业实测含氧量分布情况

综合考虑水泥粉磨站烟气实际排放特征、经济技术条件和污染治理水平，将采用独立热源的烘干设备排气的基准含氧量由 8%调整至 18%，实测采用独立热源的烘干设备排气的大气污染物排放浓度，应换算为基准含氧量条件下的排放浓度，并以此作为判定排放是否达标的依据。

（3）关于独立热源烘干设备排放限值的修改

1）关于水泥企业中独立热源烘干设备排放现状

污染物排放限值既与烟气含氧量折算基准有关，也与采取的可行控制措施有关。GB 4915-2013 和各地方水泥工业大气污染物排放标准中对独立热源烘干设施的颗粒物、二氧化硫和氮氧化物排放限值均做了规定，在标准实施时，企业实测的排放浓度需要折算到国家或地方大气污染物排放标准规定的基准含氧量状态下的排放浓度，与标准排放限值进行比较，以判定是否达标。编制组考虑了 17%和 18%含氧量两种情景下的排放情况，将原标准中 8%下的限值转换到 17%、18%下限值，见表 3-1。

表 3-1 现行水泥排放标准独立热源烘干设施排放控制水平

控制项目	排放水平 (mg/m ³)					
	新建和现有			特排限值		
含氧量	8%	18%	17%	8%	18%	17%
颗粒物	30	7	9.2	20	5	6.2
二氧化硫	600	140	185	400	93	123
氮氧化物	400	93	123	300	70	93

编制组通过分析 99 份独立粉磨站烘干设备的自行监测报告发现：一是烟气治理措施方面，独立粉磨站均配套布袋除尘设施；两家企业采用了脱硫，分别是双碱法和炉内喷钙；企业普遍采用低氮燃烧技术，较少企业配套脱硝设施。二是污染物排放方面，颗粒物、二氧化硫和氮氧化物实测排放浓度均较小，各地执行时，基本按照 GB 4915-2013 规定的 8%基准含氧量进行折算，收集的监测报告中在折算到 8%基准含氧量下的浓度后，未出现超过标准表 1 规定的颗粒物限值 30 mg/m³、二氧化硫限值 600 mg/m³、氮氧化物限值 400 mg/m³ 的情况，见图 3-4、图 3-5 和图 3-6。

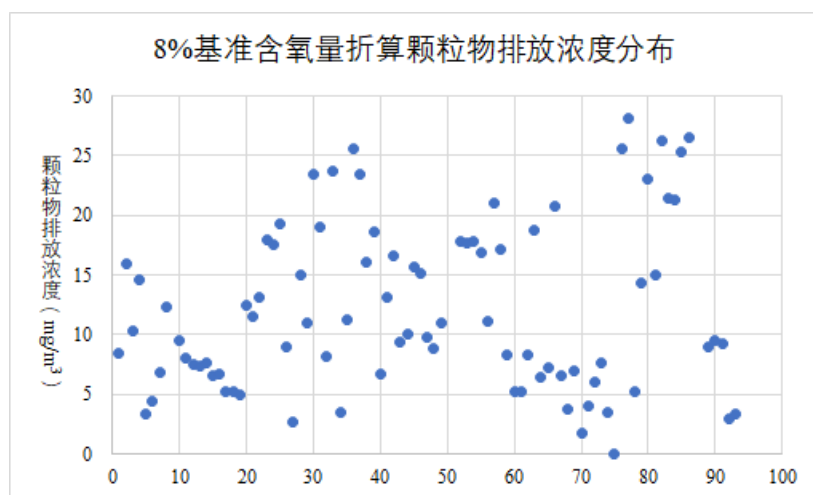


图 3-4 基准含氧量 8%时折算颗粒物排放浓度分布

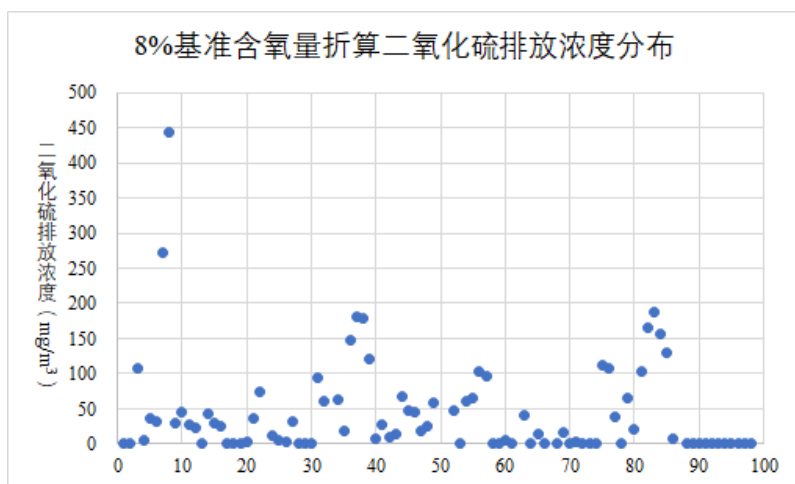


图 3-5 基准含氧量 8%时折算二氧化硫排放浓度分布

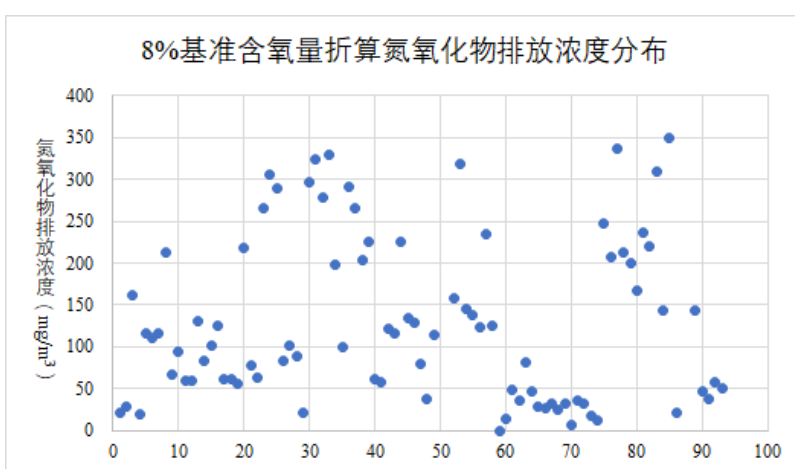


图 3-6 基准含氧量 8%时折算氮氧化物排放浓度分布

2) 关于独立热源烘干设备排放限值修改

本次修改单是在将独立热源烘干设备的基准含氧量调整为实际运行状态下，以现行 GB 4915-2013 的控制水平为基础，并参考目前行业的实际排放水平，确定排放限值。由表 3-1 可见，GB 4915-2013 规定的独立热源烘干设施的排放限值，在基准含氧量由 8%转换到 18%时，新建和现有独立热源烘干设施颗粒物、二氧化硫和氮氧化物的排放限值分别为 $7\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $140\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $93\text{mg}/\text{m}^3$ ；颗粒物、二氧化硫和氮氧化物特别排放限值分别为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $93\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $70\text{mg}/\text{m}^3$ 。转换后的新建和现有独立热源烘干设施排放限值与特别排放限值从数值看差值不大，且目前国家大气污染物排放标准体系中也取消了特别排放限值，仅规定一套污染物排放限值适用于现有和新建企业。根据此思路，本次修改单也将新建和现有独立热源烘干设施排放限值与特别排放限值进行整合，不再区别规定排放限值。

a) 颗粒物排放限值的确定

《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》中规定了采用窑头余热或净化后的窑烟气用于烘干机、烘干磨的颗粒物排放限值为 $10\text{mg}/\text{mg}^3$ ，并考虑了企业烟气的实际情况，以实测值计。本次修改单参考该限值，且与其他行业进行同类比较，确定独立热源烘干设计的颗粒物排放限值为 $10\text{mg}/\text{mg}^3$ ，该值虽然比转换的限值宽松，但对颗粒物的排放总量影响不大，企业采用布袋除尘技术均可以达到该限值的要求。

b) 二氧化硫排放限值的确定

调研的 99 条数据表明，二氧化硫浓度超过 $50\text{ mg}/\text{mg}^3$ （含氧量 18%）的企业仅 2 家，其余数据均低于 $50\text{ mg}/\text{mg}^3$ 。因此，本修改单根据行业的普遍现状，将二氧化硫排放限值由 $140\text{ mg}/\text{mg}^3$ 和 $93\text{ mg}/\text{mg}^3$ （含氧量 18%）收严至 $50\text{ mg}/\text{mg}^3$ （含氧量 18%）。

独立热源采用的燃料有气体燃料、生物质和煤。对于气体燃料（天然气或净化后煤气）或生物质，一般燃料中的含硫量较低，因此，燃烧后烟气中的二氧化硫浓度非常低；对于燃煤烘干设施的二氧化硫控制，因磨机在生产过程中，其环境处于碱性的氛围，具有一定的脱硫作用，首先从源头上使用低硫煤，减少二氧化硫的产生；其次，可采用炉内加脱硫剂进行脱硫；再次，对于采用以上方式无法满足要求，可安装烟气脱硫装置。

c) 氮氧化物和氨排放限值的确定

独立热源烘干设施正常运行时，烘干热风温度需求在 300°C 左右，因此炉内温度正常保持在 800°C 左右，氮氧化物生成来源为燃料氮，热力氮几乎不生成。本次修改单从严控制氮氧化物排放，将氮氧化物排放限值确定为 $70\text{mg}/\text{m}^3$ ，与 GB 4915-2013 中的特别排放限值相同。

调研的 99 条数据表明，使用气体燃料和生物质的热风炉，氮氧化物排放浓度实测值均很低，有部分企业折算后浓度超过 $70\text{mg}/\text{m}^3$ 限值，需要优化燃烧条件，对掺风量进行调整。对于燃煤独立热源粉磨站而言，部分企业氮氧化物排放浓度超过 $70\text{mg}/\text{m}^3$ ，在使用高效低氮燃烧技术下仍无法满足标准要求时，需要采用 SNCR 工艺脱硝，提升炉温至 850°C 以上，炉内喷入脱硝剂进行脱硝，该技术在湖北、山东等地个别企业应用。同时，考虑到独立热源的运行温度、工人的操作水平及行业普遍未安装氮氧化物在线监测设备现状，SNCR 有效运行和氨逃逸控制保障较差，修改单还增加了氨的排放控制要求，参考水泥窑及窑尾余热利用

的控制限值，确定为 8 mg/m^3 。通过氮氧化物和氨排放限值的双重约束，倒逼燃煤使用企业改用清洁燃料或投资建设烟气脱硝装置。

3) 修改后排放限值的达标情况分析

编制组将企业自行监测报告中的颗粒物、二氧化硫和氮氧化物排放浓度折算到含氧量 17% 和 18% 两种情景下的浓度，将含氧量 17% 下的浓度作参考，通过分析发现：①不管是基于 17% 还是 18% 的含氧量浓度折算，企业排放的颗粒物均能达到 10 mg/m^3 的限值。②对于二氧化硫，因修改单收严了排放限值至 50 mg/m^3 ，虽然实测浓度相同，但折算为 17% 含氧量下的浓度时，出现超标情况高于 18% 含氧量下的浓度；在折算为 18% 含氧量下的浓度时，有 1 家燃用烟煤的企业两条排放数据超标，该企业位于贵州，燃煤硫分高，由于该企业已安装了双碱法脱硫设施，应加强脱硫运行。③对于氮氧化物，企业都采用了低氮燃烧技术，少部分企业安装了 SNCR。将排放限值定为 70 mg/m^3 （18% 含氧量）时，现有燃煤使用企业将有 5 家超过限值，需要进行烟气脱硝治理；现有燃气和生物质企业出现 3 家超标，这 3 家企业氮氧化物排放浓度实测值在 40 mg/m^3 左右，但因其烟气含氧量达到 19.4%，折算后浓度超标，企业需要调整掺风量。

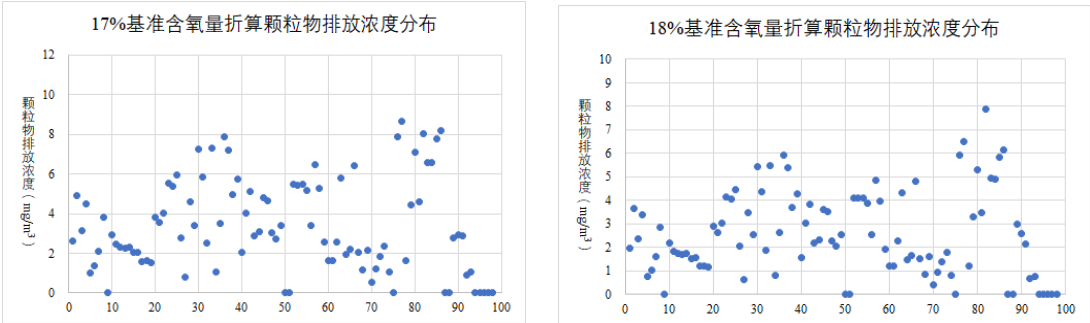


图 3-7 不同含氧量下折算颗粒物排放浓度达标情况

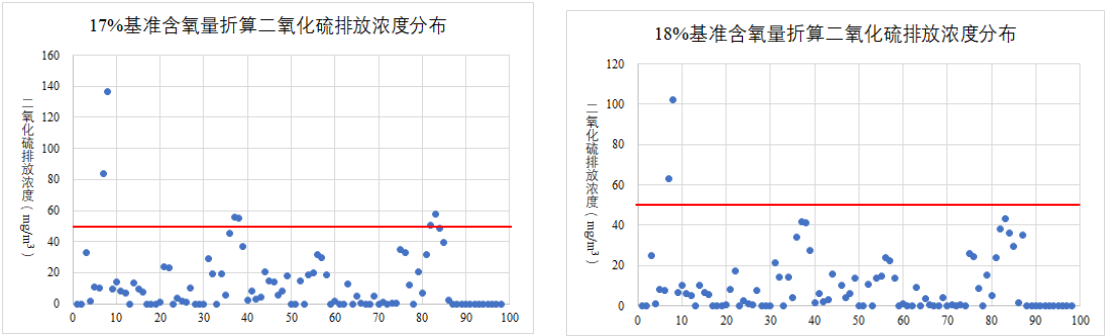


图 3-8 不同含氧量下折算二氧化硫排放浓度达标情况

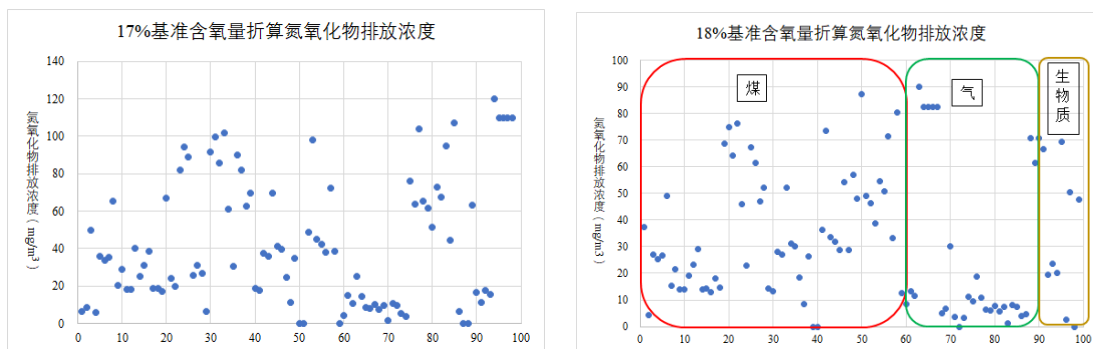


图 3-9 不同含氧量下折算氮氧化物排放浓度达标情况

综合考虑水泥粉磨站热风炉或烘干机烟气实际排放特征、经济技术条件和污染治理可行技术与水平,将采用独立热源的烘干设备排气基准含氧量调整至 18%,同步修改 GB 4915-2013 标准表 1 和表 2 “烘干机、烘干磨、煤磨及冷却机”中“采用独立热源的烘干设备”的限值,其中颗粒物限值为 10 mg/m^3 ,二氧化硫限值为 50 mg/m^3 ,氮氧化物限值为 70 mg/m^3 ,氨限值为 8 mg/m^3 。

《水泥工业大气污染物排放标准》(GB 4915-2013)发布后,随着地方环境管理迫切需要,各地纷纷发布了地方水泥工业污染物排放标准,本修改单的限值与地方标准限值的比较见图 3-10 至图 3-12。

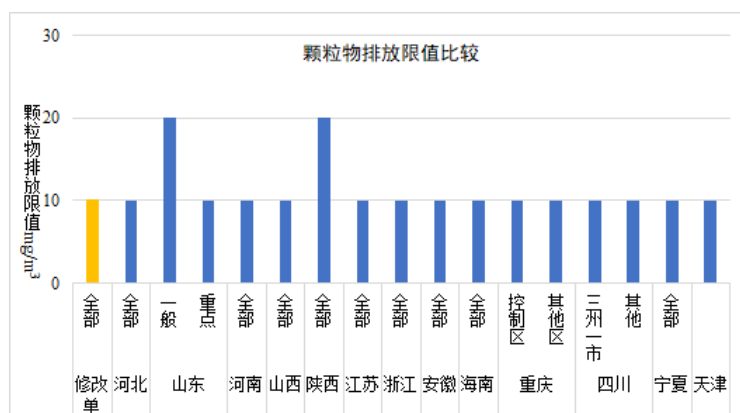


图 3-10 颗粒物排放限值横向比较

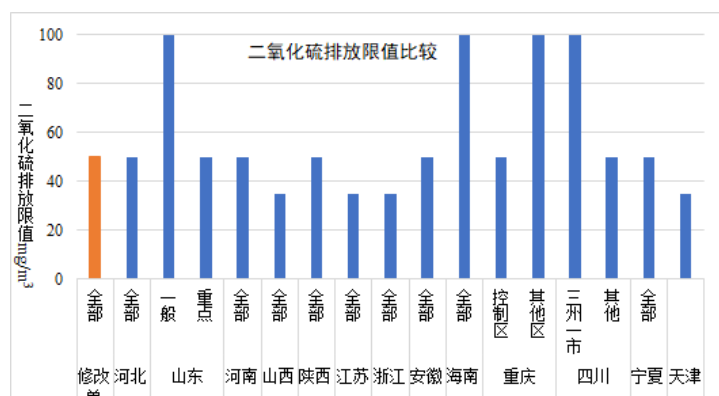


图 3-11 二氧化硫排放限值横向比较

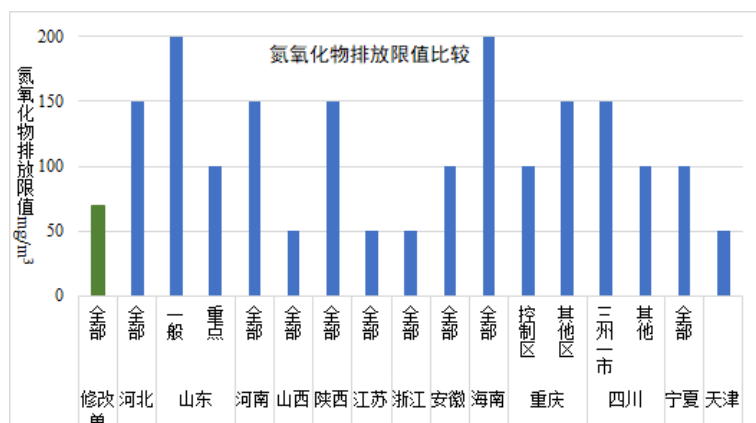


图 3-12 氮氧化物排放限值横向比较

3.2.3 关于无组织排放控制的修改

《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）提出的无组织排放控制要求较为笼统与原则，对企业无组织排放治理指导性不足。2024 年 1 月，生态环境部印发了《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》，其中对无组织排放控制措施按照物料储存、物料输送、生产工艺和其他四个方面进行了规定。

本次拟对现行标准的无组织排放控制要求进行细化，结合目前行业政策、地方标准要求，针对矿山开采、物料储存、物料输送、生产工艺等环节提出无组织排放控制措施性要求。编制组针对水泥企业的无组织控制措施情况，以征求意见稿草案为标靶，赴石家庄、唐山、湖州、芜湖等地的矿山企业、水泥生产企业进行现场调研。

标准编制组现场调研了五座矿山的开采，全过程了解矿山穿孔、爆破、铲装、运输等环节的无组织排放及控制措施。穿孔专用机械均配备了除尘设施。矿山开采无组织控制的难点在爆破和铲装环节，爆破方式各企业采用微差爆破方式，通过喷水洒水控制起爆的一次扬尘，但是爆破后，爆堆矿山松动后落下会产生二次扬尘，目前主要是通过采用大功率抑尘车喷水解决，控制效果欠佳。铲装环节挖掘机或装载机装卸矿石会产生扬尘，目前企业主要是采用干雾喷淋的方式控制，受风速影响较大。

关于水泥生产企业的无组织控制措施，重点地区企业因有绩效分级要求，各环节的控制措施较完善。非重点地区企业按照《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》要求，也在加强各环节无组织排放控制。

因此，针对本次修改单无组织控制措施这部分内容，根据调研的实际情况，结合绿色矿山创建要求，以及企业好的经验做法，提出了矿山开采控制措施要求；

水泥企业的其他各项无组织措施要求基本以《关于推进实施水泥行业超低排放的意见》的内容为基础，不额外增加企业的改造要求，见表 3-2。

3.2.4 关于增加混合排气情况的执行规定

对于企业混合排放废气执行标准，原环境保护部在《关于热电企业执行国家排放标准问题的复函》（环函〔2010〕303 号）中就已经明确，不同时段建设的锅炉，若采用混合方式排放烟气，且选择的监控位置只能监测混合烟气中的大气污染物浓度，则应执行各时段限值中最严格的排放限值。

水泥企业的混合排气情况一般较少，都是通过各设施的排气筒排放。但也有存在利用窑头或窑尾烟气的余热来烘干湿物料，利用后的烟气通过磨机排气筒排放的，此种情况可视为烟气的混合排放，应执行各设施排放要求中最严格的限值。

现行《水泥工业大气污染物排放标准》（GB 4915-2013）中没有规定上述情形的管理要求，因此，在修改单中增加 4.3.4 条，内容为：当执行不同排放控制要求的废气合并排气筒排放时，应在废气混合前进行监测，并执行相应的排放控制要求；若可选的监测位置只能对混合后的废气进行监测，则应按各排放控制要求中最严格的规定执行。

3.2.5 关于监测要求的修改

GB 4915-2013 发布后，生态环境部制定发布了大量的生态环境监测标准。现行生态环境标准体系的设置，对排放标准发布后的生态环境监测标准，也是可以用于环境监测的。

因此，本次修改单在规范性引用文件中不新增加已发布监测方法的引用，但增加一条规定，内容为“5.6 本标准实施后发布的国家污染物监测方法标准，如适用性满足要求，同样适用于本标准相应污染物的测定。”

3.2.6 关于达标判定的修改

现行标准规定，“各级生态环境部门在对设施进行监督性检查时，可以现场即时采样或监测的结果，作为判定排污行为是否符合排放标准以及实施相关环境保护管理措施的依据”。该条款规定不够详细，在执行中易引起不明，是瞬时值还是其他规定，条款并未明确给出。但是在相关的监测技术规范中，明确规定了大气污染物的采样时间，如果以瞬时值作为达标判定依据，则不满足监测技术规范要求。此外，生态环境部在 2022 年印发了《关于发布〈污染物排放自动监测设备标记规则〉的公告》（生态环境部公告 2022 年 第 21 号），制定自动监测

数据标记规则的主要目的是解决落实排污单位对自动监测数据真实、准确、完整、有效负责的问题，建立并规范排污单位报告数据异常、自证守法的途径，文件在生活垃圾焚烧发电、火力发电、水泥制造和造纸等行业先期施行。本修改单因增加了自动监测数据的达标判定要求，这将离不开自动监测数据的有效性判别，水泥企业应按照文件要求对自动监测数据进行标记。因此，本次修改单在增加达标判定要求的同时，规定了自动监测数据的标记要求。

增加内容为：6.2 对于排气筒大气污染物排放限值和大气污染物无组织排放限值，采用手工监测或自动监测时，按照监测规范要求测得的任意 1 h 平均浓度值超过本标准规定的限值，判定为超标。企业未按《污染物排放自动监测设备标记规则》等要求标记自动监测数据异常的，视为数据有效。

表 3-2 无组织排放控制措施及主要参考依据一览表

标准新增条文		主要参考依据		
4.2.1.1 矿山开采		关于进一步加强绿色矿山建设的通知 (自然资规〔2024〕1号)		
4.2.1.1 矿山开采	a) 矿山穿孔使用的钻机应配备除尘设施。矿山爆破、挖掘、铲装作业应采取抑尘措施。	钻孔：采用湿式、干式（带收尘）等凿岩作业。凿岩作业采用降尘措施。爆破：采用微差爆破、预裂爆破、光面爆破等爆破作业。爆破作业喷雾洒水降尘。铲装：采用大型化自动化液压铲装设备、液压挖掘机或装载机、自卸式矿车、大型自移式破碎机等先进设备进行铲装作业。		
	b) 破碎、转载、下料口等产尘点应设置集气罩并配备除尘设施或采取抑尘设施。	——		
	c) 矿石采用封闭式皮带机、皮带通廊等方式封闭输送。外运车辆应采用封闭车厢或全苫盖等抑尘措施。	配备地面运输车辆洗车台，对出厂车辆进行清洗，外运产品途中苫盖。		
	d) 矿山运输主干道路表面平整、密实，卸料区域应硬化。	矿区保持清洁卫生，主干道路表面平整、密实和粗糙度适当，内部道路或专用道路及时清理无洒落物，生产区及管理区无垃圾、无废石乱扔乱放，生产现场管线无跑、冒、滴、漏现象。		
4.2.1.2 物料储存	4.2.1.3 物料输送	4.2.1.4 生产工艺	4.2.1.5 其他要求	
		关于推进实施水泥行业超低排放的意见 (环大气〔2024〕5号)	重污染天气应急减排技术指南 (环办大气函〔2020〕340号) A级	重污染天气应急减排技术指南 (环办大气函〔2020〕340号) C级
4.2.1.2 物料储存	a) 水泥、煤粉、生料、矿渣粉、粉煤灰、脱硫干粉、石膏干粉等粉状物料应采用密闭料仓、储库等方式密闭储存，库顶配备袋式除尘设施。	熟料封闭储存。 生料、干粉煤灰、矿渣微粉、成品水泥等粉状物料采用密闭料仓、储罐等方式密闭储存。 库顶配备袋式除尘器。	煤、粉状物料全部密闭或封闭储存。库顶等泄压口配备袋式除尘器。	煤、粉状物料全部密闭或封闭储存。库顶等泄压口配备袋式除尘器。
	b) 原煤、煤矸石、石灰石、粘土、砂岩、熟料、矿渣、石膏等块粒状物料、粘湿物料及其他物料应采用封闭料场（储库、堆棚）储存。料场车辆行驶区域及出入口地面硬化并安装自动门。	石灰石、页岩、泥岩、煤矸石、原煤等原燃料在封闭料棚内存放。 料棚（不含熟料、原煤）产尘点安装抑尘设施，车辆行驶区域及出入口地面硬化并安装自动门。	料棚配备抑尘设施，料棚出入口配备自动门，其他物料全部封闭储存。	其他块石、粘湿物料等辅材设置不低于堆放物高度的严密围挡，并采取有效覆盖等措施。
4.2.1.3 物料输送	a) 散状原燃料及产品卸车、上料、配料密闭或封闭作业。	散状原燃料及产品卸车、上料、配料、输送密闭或封闭作业。运输皮带采用皮带通廊等	物料采用封闭式皮带、斗提、斜槽运输。	物料采用封闭式皮带、斗提、斜槽运输。

标准新增条文		主要参考依据		
	原燃料及产品输送应采用管道气力输送、空气斜槽、皮带通廊、封闭式皮带机、斗式提升机、螺旋输送机、管状带式输送机等密闭或封闭方式；除尘灰采用负压、罐车等密闭方式运输， 或通过密闭管道返回至密闭料仓或封闭皮带。	方式封闭。 除尘灰采用负压、罐车等密闭方式运输。	水泥散装采用密闭罐车，并配备带抽风口的散装卸料器。熟料卸车点位采用集中通风除尘系统。	水泥散装采用密闭罐车。
	b) 确需厂内汽车运输的，粉状物料应采用罐车等方式密闭运输；其他物料应采用密闭罐车、封闭车厢或全苫盖方式运输。	——	——	——
	c) 物料（不含熟料、原煤）倒运、转载、下料口等产生点应设置集气罩并配备除尘设备或采取抑尘设施。	料棚（不含熟料、原煤）产生点安装抑尘设施，车辆行驶区域及出入口地面硬化并安装自动门。 各转载、下料口等产生点正常生产时保证无可见烟粉尘外逸与撒料。	各物料破碎、转载、下料口设置集尘罩并配置袋式除尘器。	各物料破碎、转载、下料口设置集尘罩并配置袋式除尘器。
4.2.1.4 生产工艺	a) 破碎机进料口设置集气罩并配备除尘设施或封闭，出料口采用密闭装置并配备除尘设施。窑系统保持微负压。磨前喂料装置、烘干机与集气罩的连接处密闭。熟料冷却机卸料口设置集气罩并配备除尘设施。	石灰石、煤、混合材等物料厂内破碎时，在破碎机进料口 设置集气罩或封闭 ，出料口采用密闭装置，并配备除尘设施。 磨前喂料装置、烘干机与集气罩的连接处密闭。 窑系统保持微负压， 定期检查。 熟料冷却机卸料口设置集气罩，配备除尘设施。	——	——
	b) 物料均化应在封闭料场（储库、堆棚）中进行。	——	——	——
	c) 水泥包装车间应封闭；袋装水泥装车点设置集气罩并配备除尘设备。	——	水泥包装车间全封闭；袋装水泥装车点位采用集中通风除尘系统。	水泥包装车间全封闭。
	d) 除尘设施应设置锁风装置，除尘灰不得直接卸落到地面。	——	——	——
4.2.1.5 其他要求	a) 氨水或液氨采用专用罐车运输，配套氨气回收或吸收回用装置，氨水罐区设氨气泄漏检测设施。	氨水或液氨采用专用罐车运输，配套氨气回收或吸收回用装置。	——	——

标准新增条文		主要参考依据		
		氨水罐区及易泄漏点位设置氨气泄漏检测措施。		
	b) 厂区道路应硬化，路面采取清扫、洒水等措施。企业厂区出口或汽车运输料场出口处应设置车轮、底盘高压清洗装置。	厂区道路全部硬化，及时清扫、定期洒水。 企业厂区出口或汽车运输料场出口处(料场出口与厂区出口距离在 100 米以内的可合并安装 1 处洗车台) 配备高压清洗装置 ，对所有货物运输车辆的车轮、底盘进行冲洗。	——	——

4 环境效益和经济成本分析

从调研情况看，重点区域水泥企业无组织排放控制较好，除个别企业个别环节（如皮带机开放输送或仅加防雨棚、袋装水泥装车收尘不理想等）外，基本做到了密闭、封闭储存、输送，非重点区域目前正在按照超低排放改造要求进行。2021 年环统数据中我国水泥行业颗粒物排放量为 62.7 万吨，根据《排污许可证申请与核发技术规范 水泥工业》（HJ847-2017）中的水泥工业排污单位基准排气量表，2021 年行业颗粒物烟气量平均取 $5360 \text{ m}^3/\text{吨熟料}$ ，颗粒物排放浓度为 $30 \text{ mg}/\text{m}^3$ ，水泥熟料产量为 15 亿吨，则有组织颗粒物排放约 24.6 万吨。扣除测算的有组织颗粒物排放量，2021 年水泥行业颗粒物无组织排放量为 38.1 万吨。本标准修改单实施后，通过加强无组织排放点封闭改造、提升管理水平，预计可减少 10% 的颗粒物无组织排放，削减量约 3.8 万吨。

无组织控制措施主要是对料棚、皮带廊道等设施进行封闭的一次性投资。以一家 5000t/d 的熟料生产企业为例，无组织超低排放改造方面，将增加投资 10 元/吨熟料。经统计，从现在到 2028 年底，还将有约 7.6 亿吨熟料产能完成无组织改造，总投资约需 76 亿元。无组织控制措施对料棚、皮带廊道等设施进行的封闭属于一次投资，后期基本不增加运行成本。

修改单调整了独立热源烘干设备的排放限值，针对采用气体燃料的热风炉，不管是执行原标准限值，还是执行本修改单限值，采用低氮燃烧技术可满足排放标准要求，无须进行烟气脱硝。针对一些可能存在超标现象的生物质燃料热风炉，可采取以下控制措施满足排放标准要求：一是从源头上限制生物质燃料含氮量，减少氮氧化物生成浓度；二是安装还原剂喷枪进行烟气脱硝。根据调研，应用在热风炉中的一套脱硝喷枪投资约几万元人民币。由于燃煤热风炉污染较重，建议由燃煤更换为使用清洁燃料；若继续使用煤，则须采取必要脱硫和脱硝治理措施。

5 标准实施建议

修改单发布后，国家标准与地方标准将在部分技术要求上存在差异。建议：

（1）配合修改单的发布实施，做好标准修改单宣贯与解读工作。

（2）建议各地适时修改地方水泥排放标准中独立热源烘干设施的基准含氧量，避免日常环境管理以实测值管理的情况。

(3) 针对采用生物质或煤为燃料的热风炉，脱硝过程中应采取精准喷氨措施，加强氨逃逸管理。