

河南省《铅、锌工业大气污染物排放标准》

河南省地方标准编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

河南省属于铅锌生产大省，目前行业产能可达 375 万 t/a。铅锌工业是工业发展的重要基础产业，同时也是大气污染物特别是重金属排放的重点行业。为控制行业大气污染物排放，2019 年河南省发布了《河南省工业大气污染防治 6 个专项方案的通知》（豫环文[2019]84 号），其中工业炉窑污染防治方案中规定铅锌工业烟气颗粒物、SO₂、NO_x 排放浓度分别不高于 10mg/m³、50mg/m³、100mg/m³；2022 年 3 月生态环境部颁布了《关于进一步加强重金属污染防控的意见》（环固体〔2022〕17 号），进一步强化重金属污染物排放控制及治理要求，同时确定重有色金属冶炼等行业为重金属控制重点行业；2022 年 7 月河南省发布了《河南省进一步加强重金属污染防控工作方案》（豫环文〔2022〕90 号），该工作方案结合我省重金属污染防治现状对铅锌冶炼行业提出了“加快制定河南省铅锌冶炼等涉重金属排放建设项目地方大气污染物排放标准、加强生产车间低空逸散烟气收集处理，有效减少无组织排放”等要求。

为加强重金属污染防控和推动重点重金属减排，持续改善区域环境质量，打赢蓝天保卫战，河南省生态环境厅决定开展河南省《铅、锌工业大气污染物排放标准》的制定工作。2023 年 7 月河南省市场监督管理局印发了《关于下达 2023 年河南省地方标准制修订计划的通知》（豫市监函〔2023〕111 号），该通知将河南省《铅、锌工业大气污染物排放标准》列入 2023 年度河南省地方标准修订计划，项目编号为 20231210033。

1.2 工作过程

本标准编制工作由河南省生态环境厅大气处牵头组织，河南省生态环境技术中心作为技术承担单位，负责标准的具体研究起草，河南省冶

金研究有限责任公司作为协作单位参与标准的制定工作。

（1）收集资料及前期调研

2023年8月，编制组开展了前期资料收集和调研工作。根据研究需要，收集河南省铅锌企业现状、大气污染物排放现状及相关标准等相关基础资料，并进行分类、整理、分析。2023年9月，编制组对铅锌企业开展调研，初步了解行业大气污染治理技术水平及污染物排放现状及存在问题。

（2）标准开题

2021年10月，编制组通过前期的准备工作及全面的调研，对调研数据和资料进行了全面梳理，充分了解我省铅锌冶炼企业发展现状、企业污染治理水平及污染物排放现状。分析总结了标准制定的必要性，理清了标准制定的总体思路，研讨确定了编制原则、技术路线和标准的主要内容。重点进行了污染物控制因子的筛选以及排放限值的初步确定等工作，并对标准实施的技术经济可行性、环境效益、与国内外相关标准衔接情况进行了分析，形成了《铅、锌工业大气污染物排放标准》（开题报告）和《铅、锌工业大气污染物排放标准》（草案）。

2023年10月31日，本标准开题技术论证会在郑州召开，技术论证专家组在听取标准编制组关于标准开题报告内容后，一致通过标准的开题论证，并对标准编制提出了进一步修改建议和意见：①细化河南铅锌工业现状调研及现行标准实施情况评估；②完善标准适用范围，科学确定控制因子及排放限值，强化技术经济可行性分析。

（3）现场调研

2023年11月~2024年3月，编制组前往省内重点铅锌企业进行现场调研。开展了企业座谈会和现场调研，并委托第三方监测单位同期开展代表性铅锌冶炼企业现场取样和实验室分析检测工作。通过调研充分了解企业大气污染治理技术水平、污染物排放现状及存在问题，征求企业相关人员对地方标准制定的意见建议，为客观确定铅锌工业大气污染物排放标准主

要污染控制因子、排放限值打下基础。

(4) 标准研究

编制组先后多次组织标准编制研讨、咨询、论证会，对标准的内容进行了集中研讨，以标准控制因子筛选、大气污染物排放标准限值确定为重点，对标准框架、控制因子、限值、标准实施的技术经济可行性及环境效益等标准主要内容进行深入研究，多次修改完善标准文本及编制说明，最终形成了《铅、锌工业大气污染物排放标准》（征求意见稿）及编制说明。

(5) 意见征集

(6) 标准审查

2 行业概况

按照《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017），本标准涵盖的铅锌工业类别为 C3212。其中再生铅工业指以废杂铅（主要是废铅蓄电池）等含铅废物为原料，生产粗铅、精炼铅及铅合金的工业；再生锌工业是指以废杂锌、镀锌渣、含锌炼钢烟尘、含锌污泥等含锌废物为原料，生产金属锌及锌合金的工业。

2.1 河南省省铅锌行业概况

2.1.1 区域分布

目前，省内铅锌企业总计 17 家（含正在建设中）。根据地区分布，济源 8 家，新乡和三门峡均有 2 家，洛阳、周口、焦作、濮阳、安阳各 1 家。

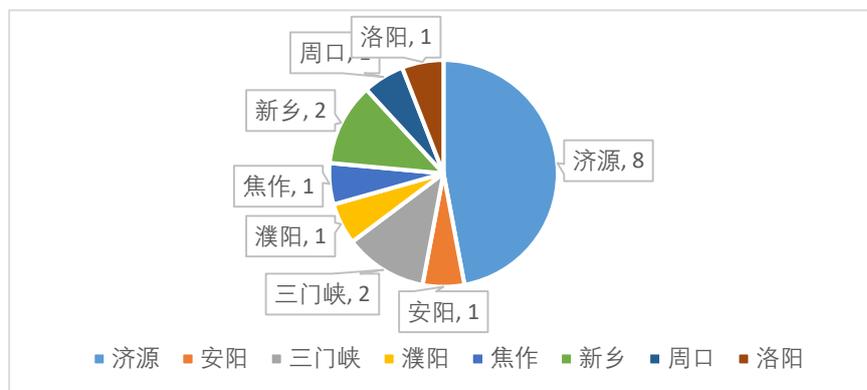


图 2-1 河南省铅锌企业分布情况示意图

全省铅工业产能为 279 万 t/a，其中 50% 位于济源；全省锌工业产能为

96 万，其中 95% 的产能位于济源，剩余产能位于三门峡市。

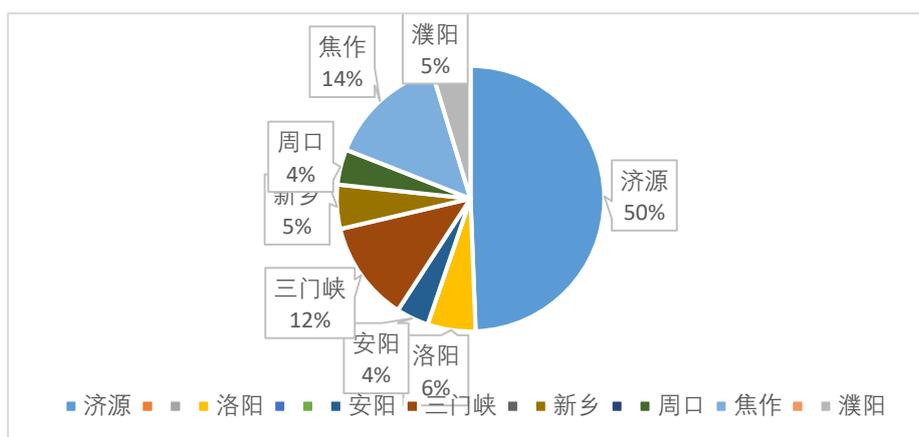


图 2-2 河南省铅工业产能区域分布情况示意图

2.1.2 企业分类

按照产品种类分类，省内 17 家铅锌生产企业中有 1 家为外购粗铅进行电解精炼加工，不涉及冶炼生产环节，剩余 16 家企业均涉及铅锌冶炼生产环节。目前我省有 1 家 A 级锌冶炼企业。

表 2-1 河南省铅锌企业情况一览表 (单位: 万 t/a)

序号	企业名称	涉及行业类别及产能情况					
		行业类别	产能	行业类别	产能	行业类别	产能
1	河南豫光金铅股份有限公司	铅冶炼	24	再生铅	41	/	/
2	济源市万洋冶炼(集团)有限公司	铅冶炼	16	再生铅	8.8	/	
3	河南金利金铅集团有限公司	铅冶炼	16	再生铅	10	锌冶炼	15
4	洛阳永宁有色科技有限公司	铅冶炼	8	再生铅	8.2	/	
5	岷山环能高科股份公司	铅冶炼	11	/	/	/	
6	灵宝市新凌铅业有限责任公司	铅冶炼	20	再生铅	4	锌冶炼	5
7	河南秦岭冶炼股份有限公司	铅冶炼	10	/	/	/	
8	天能集团(濮阳)再生资源有限公司	/	/	再生铅	13	/	/
9	新乡市亚洲金属循环利用有限公司	/		再生铅	8.5	/	/
10	河南永续再生资源有限公司	/		再生铅	40	/	/
11	河南豫铍再生资源有限公司	/		再生铅	7.5	/	/
12	新乡市华瑞电源材料公司	/	/	再生铅	6.5	/	/
13	项城市豪鑫金属回收有限公司 (在建)	/	/	再生铅	12	/	/
14	河南金利金锌有限公司	铅冶炼	10	/	/	锌冶炼	10
15	河南豫光锌业有限公司	/	/	/		锌冶炼	51
16	河南万洋锌业有限公司(在建)	/	/	/	/	锌冶炼	15
17	济源柿槟实业有限公司*	粗铅精炼	4.5	/	/	/	/

*外购粗铅精炼，不涉及冶炼生产环节；该表中原生矿、含铅锌废物混炼的生产线归类至“铅冶炼”行业；

2.1.3 产能情况统计

目前，省内正常运行或正在建设的铅工业设计产能共计 279 万 t/a，其中原生铅产能 40 万 t/a，再生铅产能 159.5 万 t/a，原生矿与含铅锌废物混炼产能为 75 万 t/a，其他购买粗铅进行电解铅生产的产能为 4.5 万 t/a；锌工业设计产能共计 96 万 t/a，无再生锌生产企业。

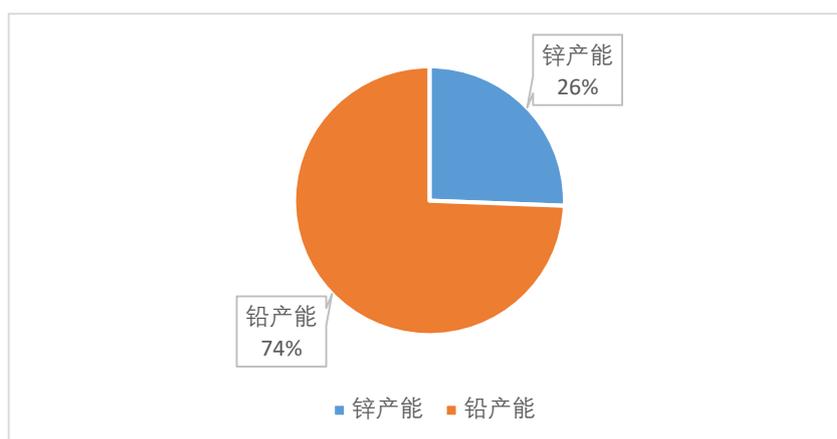


图 2-3 河南省铅锌冶炼产能占比情况示意图

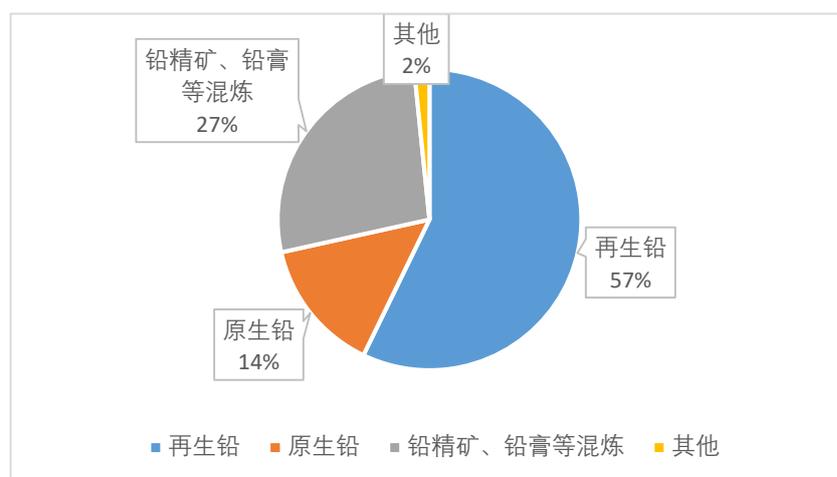


图 2-4 (铅工业) 不同原料类型产能占比情况示意图

2.1.4 河南省铅锌工业特点

(1) 产能部分相对集中

河南省铅锌企业及产能相对较集中，主要位于济源、三门峡等地区。其中济源地区铅工业产能占全省总产能的 50%，锌工业产能占全省总产能的 95%。

(2) 企业生产线多样化

目前省内多家企业设置有多种产品冶炼生产线，具体情况见表 2。

表 2-2 企业多类型生产线设置情况一览表（单位：万 t/a）

序号	企业名称	再生铅设计产能	原生铅设计产能	原生矿、含铅锌混炼设计产能	锌设计产能
1	河南豫光金铅股份有限公司	41	24	/	/
2	济源市万洋冶炼（集团）有限公司	8.8	16	/	/
3	河南金利金铅集团有限公司	10	/	16	15
4	洛阳永宁有色科技有限公司	8.2	/	8	/
5	灵宝市新凌铅业有限责任公司	/	/	20	5
7	河南金利金锌有限公司	/	/	10	10
8	合计	68	40	54	15

（3）原生矿与含铅废物混炼产能占比增大

目前，多家企业均设置有原生矿和含铅锌废物混炼生产线。全省原生矿和含铅锌废物混炼产能为 75 万 t/a。

表 2-3 原生矿与铅膏混炼生产线情况一览表（单位：万 t/a）

序号	企业名称	原料种类	设计产能	环评批复	建设情况
1	河南秦岭冶炼股份有限公司	铅精矿、铅膏、铅渣等	10	豫环审〔2013〕300号	建成运行
2	安阳岷山环能高科股份公司	铅精矿、铅膏、铅板栅等	11	豫环评备〔2013〕5号	建成运行
3	河南金利金铅集团有限公司	铅精矿、铅膏、含铅废渣等	16	豫环审〔2020〕13号	建成运行
4	河南金利金锌有限公司	铅膏、铅锌氧化矿、含铅废料	10	豫环审〔2020〕31号	建成运行
5	洛阳永宁有色科技有限公司	铅精矿、铅膏、含铅废渣等	8	洛环审〔2022〕13号	正在建设
6	灵宝市新凌铅业有限责任公司	铅精矿、铅膏含铅废料、	20	豫环审〔2022〕29号	正在建设
7	合计		75	/	/

2.2 行业装备及原辅材料使用情况

2.2.1 铅冶炼行业

铅冶炼行业分为原生铅冶炼和再生铅冶炼，原生铅冶炼主要以铅精矿为原料，再生铅冶炼主要是以废铅蓄电池为原料。铅冶炼企业生产的粗铅均需进一步精炼后生产精铅。粗铅精炼工艺分为电解精炼（电解铅）和火法精炼（精铅），同时精炼后的电铅或精铅均可配置合金。

表 2-4 铅冶炼行业主要生产装备及原辅材料情况一览表

类别			主要生产装备	原辅材料	能源类型
粗铅熔炼	原生铅冶	粗铅熔炼	富氧侧吹炉、富氧底吹炉、还原炉、烟化炉（提锌）	铅精矿、石灰石、焦炭、铁屑等	天然气、焦炉煤气

	炼				
	再生 铅 冶 炼	电池拆解	破碎机、水力分选器、振动筛等	废旧铅蓄电池	电
		铅膏熔炼	富氧侧吹炉、还原炉等	铅膏、石灰石、焦炭、铁屑、纯碱等	天然气、焦炉煤气
	板栅熔铸	烘干窑、熔铅锅	板栅	焦炉煤气、天然气	
粗铅 精炼	电解精炼	电解槽、熔铅锅、铸锭机	粗铅	电、天然气	
	火法精炼	熔铅锅、精炼锅、铸锭机等	粗铅、硫磺、硝酸钠、烧碱等	天然气、焦炉煤气	
合金配制		熔铅锅、合金锅、铸锭机等	精铅	天然气、焦炉煤气	

2.2.2 锌冶炼行业

目前，省内锌生产以原生锌为主，采用锌精矿和次氧化锌为原料，大部分采用湿法冶炼工艺，仅有 1 家企业采用火法冶炼工艺。

湿法炼锌是用稀硫酸（即废电解液）浸出锌焙烧矿得硫酸锌溶液，经净化后用电积的方法将锌从溶液中提取出来。当前，湿法炼锌具有生产规模大、易于实现机械化和自动化等优点在工业上占主导地位。传统火法炼锌工艺为横罐炼锌、竖罐炼锌、电炉炼锌及密封鼓风熔炼法（ISP 法），以上方法目前均未在省内运用。省内金利金铅公司目前正在建设的火法炼锌生产线采用“侧吹氧化-侧吹还原工艺”。

表 2-5 锌冶炼行业主要生产装备情况一览表

类别		内容
湿法冶 炼工艺	主要生产装备	焙烧炉、圆筒冷却机、球磨机、氧化槽、中性浸出槽、酸性浸出槽、中浸浓密机、酸浸浓密机、净化槽、电解槽、感应电炉、渣处理炉等
	原辅材料	锌精矿、次氧化锌、锌粉、浓硫酸、阳极板、阴极板等
	能源类型	天然气、电、焦炉煤气等
火法冶 炼工艺	主要生产装备	侧吹氧化熔炼炉、侧吹还原熔炼炉、铅雨冷凝器、熔析槽、回转窑等
	原辅材料	锌精矿、含锌废物、石灰石、氯化铵等
	能源类型	天然气、焦炉煤气、电等

2.2.3 制酸工艺

铅、锌工业在锌精矿焙烧工段、铅精矿和铅膏熔炼工段均会产生高浓度 SO₂ 烟气，因此铅锌冶炼企业基本均设置有烟气制酸工段。烟气制酸工艺既利用了烟气中的 SO₂ 也是焙烧熔炼烟气的重要的脱硫治理措施。

目前，铅锌冶炼企业烟气制酸工艺一般采用“一转一吸”工艺或“两转两吸”工艺。

3 标准制定的必要性

3.1 国家及生态环境主管部门的相关要求

(1) 《工业炉窑大气污染综合治理方案》（环大气[2019]56号）

重点区域钢铁、水泥、焦化、石化、化工、有色等行业，二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物（VOCs）排放全面执行大气污染物特别排放限值。已核发排污许可证的，应严格执行许可要求；全面加强无组织排放管理。严格控制工业炉窑生产工艺过程及相关物料储存、输送等无组织排放，在保障生产安全的前提下，采取密闭、封闭等有效措施，有效提高废气收集率，产尘点及车间不得有可见烟粉尘外逸。生产工艺产尘点（装置）应采取密闭、封闭或设置集气罩等措施。

(2) 《关于进一步加强重金属污染防控的意见》（环固体[2022]17号）

目前重点防控的重金属污染物是铅、汞、镉、铬、砷、铊和锑，并对铅、汞、镉、铬和砷五种重点重金属污染物排放量实施总量控制。

突出重点，深化重点行业重金属污染治理。加强重点行业企业清洁生产改造。加大重有色金属冶炼行业企业生产工艺设备清洁生产改造力度。推动重金属污染深度治理。自2023年起，重点区域铅锌冶炼和铜冶炼行业企业，执行颗粒物和重点重金属污染物特别排放限值。根据排放标准相关规定和重金属污染防控需求，省级人民政府可增加执行特别排放限值的地域范围。上述执行特别排放限值的范围，由省级人民政府通过公告或印发相关文件等适当方式予以公布。重有色金属冶炼企业应加强生产车间低空逸散烟气收集处理，有效减少无组织排放。

完善重金属污染物标准体系。研究修订铅锌、电镀等行业污染物排放标准，加快制定出台废水重金属在线监测系统安装、运行、验收技术规范。省级生态环境部门结合本地区突出的重金属污染问题，加强地方排放标准体系建设。

(3)《关于印发河南省工业大气污染防治 6 个专项方案的通知》(豫环文[2019]84 号)

工业炉窑污染防治方案中规定 2019 年年底前，铅、锌工业烟气颗粒物、二氧化硫、氮氧化物排放浓度分别不高于 10、50、100mg/m³，所有氨法脱硝、氨法脱硫氨逃逸小于 8mg/m³。

(4)《河南省 2021 年工业企业大气污染物全面达标提升行动方案》(豫环文[2021]59 号)

有色金属冶炼及压延、玻璃、耐火材料、铸造、碳素、石灰等行业全面实现河南省《工业炉窑大气污染物排放标准》(DB41/1066-2020)排放限值要求”。

深化工业炉窑大气污染综合治理。玻璃、耐材、碳素(石墨)、有色金属冶炼及压延行业力争 50%以上企业，……，能源类型、污染治理技术、排放限值和无组织排放四项指标达到绩效分级 B 级以上标准。

(5)《河南省生态环境厅关于加强“两高”项目生态环境源头防控的实施意见》(豫环文〔2021〕100 号)

根据文件要求，铅锌冶炼年综合能耗 1 万吨标准煤以上项目属于“两高”项目范围。新建、扩建“两高”项目应采用先进的工艺技术和装备，单位产品能耗、物耗、水耗等清洁生产水平和污染物排放强度应达到清洁生产先进水平，国家、省绩效分级重点行业新建、扩建项目达到 A 级水平，改建项目达到 B 级以上水平。

(6)《河南省 2023 年蓝天保卫战实施方案》(豫环委办[2023]4 号)

施工业污染排放深度治理，以...工业窑炉为重点，全面提升污染治理设施、无组织排放管控和在线监控设施运行管理水平，加强物料运输、装卸储存及生产过程中的无组织排放控制，推进实施清洁生产改造，确保污染物稳定达标排放。

(7)《河南省进一步加强重金属污染防控工作方案》(豫环文〔2022〕90号)

推动重金属污染深度治理。按照大气污染防治要求,现有及新(改、扩)建铅锌冶炼和铜冶炼建设项目污染物全面执行国家大气污染物特别排放限值。同时,加快制定河南省铅锌冶炼和铜冶炼等涉重金属排放建设项目地方大气污染物排放标准。重有色金属冶炼企业应加强生产车间低空逸散烟气收集处理,有效减少无组织排放。

(8)《河南省“十四五”生态环境保护和生态经济发展规划》(豫政〔2021〕44号)

深化重点行业工业炉窑大气污染综合治理,深化垃圾焚烧发电、生物质发电废气提标治理。严格控制铸造、铁合金、焦化、水泥、建材、耐火材料、有色金属等行业物料存储、运输及生产工艺过程无组织排放。制修订重点行业大气污染物排放标准及监测、控制技术规范,有效控制烟气脱硝和氨法脱硫过程中氨逃逸。

3.2 行业发展带来的主要生态环境问题

铅锌冶炼工业生产工艺复杂,工艺流程较长,物料组成复杂并可根据实际生产情况设置其他副生产线,因此污染源较多。

铅锌工业在生产过程中废气污染物种类较多且涉及多种重金属,主要包括颗粒物、SO₂、NO_x、铅及其化合物、汞及其化合物、砷及其化合物、铬及其化合物、镉及其化合物、锡及其化合物、锑及其化合物、氟化物、硫酸雾等。其中含铅锌废物熔炼过程还会有二噁英产生。

铅锌工业生产过程中废气排放涉及多种重金属,重金属通过大气环境排放不仅对环境空气和人群健康造成影响,而且重金属易通过大气沉降等途径对土壤环境造成污染;铅锌工业废气中基本污染物颗粒物、SO₂、NO_x的排放量较大,对区域大气环境质量影响也较大。

3.3 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

目前铅锌行业较为先进的清洁生产工艺和污染治理工艺情况见表 3-1。

表 3-1 铅锌行业清洁生产工艺及污染治理工艺情况一览表

类别	序号	技术名称
清洁 生产 技术	1	富氧熔池熔炼-液态高铅渣直接还原工艺、富氧闪速熔炼工艺
	2	烟化炉-余热锅炉一体化技术
	3	两转两吸制酸工艺
	4	大极板电解工艺
	5	火法精炼液铅入锅，除铜除杂工序，全密封
	6	废铅蓄电池全自动化破碎分选技术
污染 防治 技术	1	双氧水脱硫
	2	离子液脱硫
	3	氧化法脱硝
	4	静电除尘
	5	覆膜滤料布袋除尘

3.4 现行环保标准存在的主要问题

现行标准不能适应我省铅锌工业实际排放情况。目前，我省铅锌工业中原生精矿、含铅锌废物混炼产能占比日渐增大，该类生产线如执行《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），则污染因子控制不全面；执行《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574-2015）则会出现标准执行不规范的问题；在执行《铅、锌工业污染物排放标准》的基础上参照执行《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》又会带来标准交叉执行的问题；现行标准限值较宽泛，同时缺少对氨法脱硝对氨逃逸的控制、未明确各无组织废气的收集治理措施等问题，不能满足现有环保管理的要求。综上，目前有必要制定符合河南省铅锌工业污染排放控制、环境管理需求的地方标准（河南省《铅、锌工业大气污染物排放标准》）。

4 铅锌工业产排污情况分析

4.1 行业生产工艺

4.1.1 锌冶炼

1) 行业基本情况

锌冶炼工艺分为火法冶炼和湿法冶炼。其中常规火法冶炼主要有电炉

炼锌技术、竖罐炼锌技术、密闭鼓风炉炼锌（ISP 法）；湿法炼锌技术主要有常规浸出法、氧压浸出湿法、富氧常压浸出法、高温高酸法。

（1）火法技术

①电炉炼锌技术

以电能为热源直接加热含锌炉料连续还原蒸馏出金属锌。该技术利用电能直接加热炉料连续蒸馏出锌，电能消耗大。

②竖罐炼锌技术

该技术主要由团矿制备、还原蒸馏和锌蒸汽冷凝三部分组成。用碳质还原剂还原置于竖井式蒸馏罐内的锌团矿，产出的锌蒸汽被冷凝成液锌。熔炼过程在高于锌沸点的温度下进行，部分被还原的其他金属因蒸汽压低而与未还原的氧化物和脉石留在蒸馏残渣内。

③密闭鼓风炉炼锌（ISP 法）

该技术适用于处理铅锌混合矿以及含铅、锌的二次物料，尤其适用于复杂难选的铅、锌混合精矿的处理。铅锌混合精矿经配料后进行烧结，形成烧结块送密闭鼓风炉熔炼。密闭鼓风炉烟气中含有较高浓度的一氧化碳，回收后可作为低热值煤气利用。该技术返料量大，无组织排放较多。

（2）湿法技术

①常规浸出法炼锌技术

硫化锌精矿经配料、干燥、破碎、筛分后进入沸腾焙烧炉中进行焙烧，含二氧化硫烟气经冷却、除尘净化后送制酸系统，焙砂送浸出工序采用稀硫酸进行中性浸出，中性浸出渣进行低酸浸出，酸性浸出液返回中性浸出，酸性浸出渣送挥发回转窑回收次氧化锌。中性浸出液送净化工序，净化通常采用三段锌粉置换，分别去除铜镉、镍钴、复溶铜镉；净化后锌液送电解工序，纯锌在阴极板析出，剥离后熔铸生成锌锭，废电解液返回浸出工序循环使用。

②氧压浸出湿法炼锌技术

将硫化锌精矿直接在高压釜内通过富氧进行高温高压浸出，得到硫酸锌溶液和硫磺与浸出混合物。硫酸锌溶液净化后进行电积得出金属锌，硫磺与浸出混合物分离成硫磺和铅银渣。该技术锌精矿不经焙烧直接加入压力釜中，在一定的温度和氧分压条件下，直接酸浸获得硫酸锌溶液，原料中的硫、铅、铁等则留在渣中，分离后的渣经浮选、热滤、回收元素硫、硫化性残渣及尾矿，进入硫酸锌溶液中的部分铁，经中和沉铁后进入后续工序处理。该技术效率高，对高铁闪锌矿和含铅高的锌精矿适应性强。

③富氧常压浸出法炼锌技术

在高温高酸和自然压力下，通过氧气的氧化作用使硫化锌精矿、铁酸锌等氧化锌浸出。浸出渣送浮选系统，产出含硫 75%~85%的硫精矿，浮选尾矿送铅冶炼厂回收铅、银，浸出液除铁后进入后续净化、电解、熔铸工序。

④高温高酸法炼锌技术

在常规浸出法基础上增加高温、高酸浸出段，通过高温、高酸将中性浸出渣中硫酸锌分解浸出，使焙砂浸出成为不同酸度、多段逆流的浸出过程。

2) 省内锌冶炼工艺情况

省内锌冶炼行业主要为原生锌生产，多采用（湿法）常规浸出法工艺进行生产，其生产工艺主要包括焙烧、焙砂浸出、浸出液净化、电解及产品工段。同时设置原料系统和烟气制酸工段等辅助生产单元。

目前，省内有 1 家锌冶炼企业采用“纯氧可控燃烧熔池技术”进行生产（正在建设），该工艺属于火法技术。该工艺较传统“烧结机-密封鼓风机火法炼锌工艺”，既保留了处理铅锌混合料的优势，又规避了鼓风炼锌工艺烧结物料处理的高能耗工序。纯氧可控燃烧熔池技术是采用“侧吹氧化-侧吹还原”工艺处理铅锌混合物料，主要由侧吹氧化、侧吹还原剂锌精馏等工段组成。

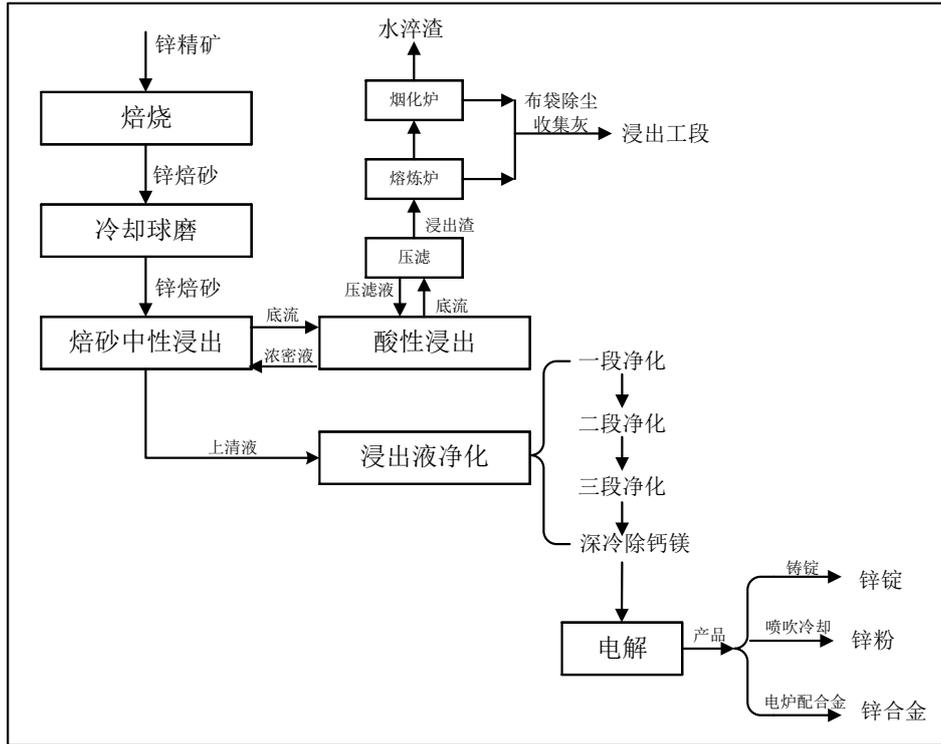


图 4-1 锌冶炼（湿法）生产工艺示意图

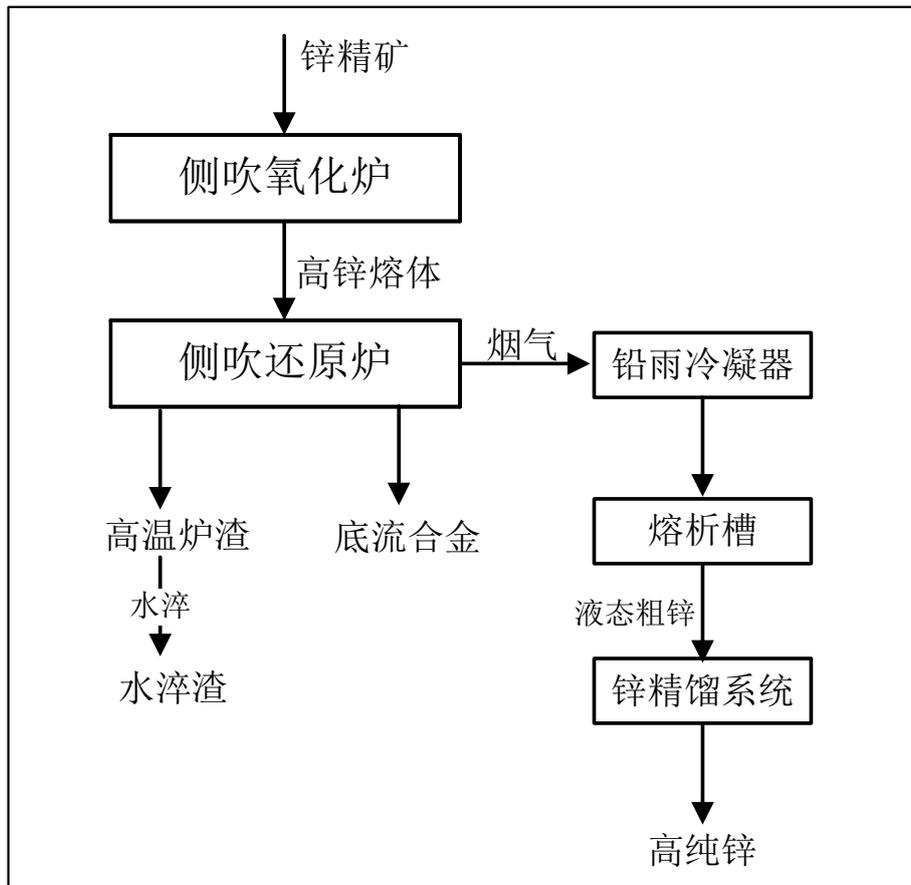


图 4-2 锌冶炼（火法工艺）生产工艺示意图

目前，我省无再生锌生产企业。根据前期对再生锌行业情况调查，再

生锌生产主要以废杂锌、镀锌渣、含锌炼钢烟尘、含锌污泥等含锌废物为原料，多采用湿法浸出工艺进行生产。在含锌渣中加入焦粉混合，然后在回转窑中焙烧处理。焙烧过程中，灰渣中的氧化锌与焦粉发生化学反应，锌被还原成金属锌，呈气态逸出，并在特制的烟道中被氧化，形成氧化锌，后采用浸出-电解等工艺进行生产。

4.1.2 铅冶炼

1) 行业基本情况

(1) 铅精矿冶炼

①富氧熔池熔炼液态高铅渣直接还原法熔炼技术

该技术适用于以铅精矿为原料的粗铅冶炼，也可合并处理铅膏泥及锌浸出的铅银渣。铅精矿、熔剂和工艺返回的铅烟尘经配料后，送底吹（顶吹、侧吹）进行氧化熔炼，产出一粗铅和高铅渣。一粗铅铸锭后送精炼车间，熔融高铅渣经溜槽直接加入到还原炉内。该技术可有效减少烟气的无组织排放，且粗铅冶炼过程综合能耗低，可实现无焦冶炼，降低粗铅生产成本。

②基夫赛特一步炼铅法

该技术适用于铅锌联产企业。该技术的主体设备是基夫赛特炉，由氧化反应塔、贫化段和电炉区等部分组成。炉料和焦粒通过反应塔顶的喷嘴和加料口加入，硫化物在下落过程中快速氧化放热、熔化、造渣。焦粒漂浮在熔池表面形成炽热的焦炭层，在熔体落入熔池的过程中氧化铅被还原成铅并沉入熔池底部，部分氧化铅熔渣从隔墙下部进入电炉区贫化，进一步完成氧化铅熔渣的还原。该技术工艺流程短，二氧化硫、颗粒物等污染物排放量少，自动化和生产效率高；但炉料需要深度干燥，炉体需大量铜水套，投资较高，维修工作量较大，渣含铅量较高。

③富氧熔池熔炼-鼓风炉还原法熔炼技术

该技术适用于以铅精矿为原料的粗铅冶炼，也可合并处理铅膏泥及锌浸出的铅银渣。铅精矿、熔剂和工艺返回的铅烟尘经配料后，送底吹（顶

吹、侧吹)炉进行氧化熔炼，产出一级粗铅和高铅渣，一级粗铅铸锭后送精炼车间，高铅渣铸块后送鼓风炉还原。主要设备采用只有氧化段而无还原段的氧气熔炼炉。该技术综合能耗较低，处理能力大，生产效率高，冶炼过程中烟气泄露点少，硫回收利用率高。与烧结-鼓风炉炼铅技术相比，焦炭消耗可节省 30%~ 40%，烟气量可大幅减少。

(2) 再生铅冶炼

由于再生铅冶炼原料的主要来源为废铅蓄电池，为减少冶炼过程中污染物排放，回收资源，在冶炼前通常会对废铅蓄电池进行破碎拆解预处理，同时根据后续熔炼工艺种类部分工艺需对铅膏进行预脱硫处理。

①破碎分选预处理

破碎分选的工艺原理是根据废铅蓄电池的组分密度与粒度的不同，在水中或重介质中运用物理方法将其解离并分开，分别获得板栅、铅膏及有机物(塑料、橡胶等)等。

②预脱硫

是以碳酸钠、碳酸铵或碳酸氢铵等为脱硫剂脱除废铅膏中的硫，脱硫产生的硫酸盐溶液可进一步纯化生产高纯度的盐。

③预脱硫-还原熔炼-精炼工艺

废铅蓄电池经破碎分选后得到废硫酸、板栅、铅膏和有机物，废硫酸和有机物进行资源化综合利用，板栅直接低温熔炼、精炼，通过调整成分生产铅合金，铅膏经脱硫处理后进入还原炉熔炼产出粗铅，粗铅进入精炼系统产出精炼铅。

④富氧熔池熔炼液态高铅渣直接还原法熔炼技术

铅膏、熔剂和工艺返回的铅烟尘经配料后，送底吹(顶吹、侧吹)进行氧化熔炼，产出一级粗铅和高铅渣。一级粗铅铸锭后送精炼车间，熔融高铅渣经溜槽直接加入到还原炉内进一步熔炼。

⑤湿法冶炼工艺

废铅蓄电池经破碎分选后得到的铅膏经脱硫处理后采用湿法处理产出电解铅，电解铅经电铅锅精炼产生铅锭主要为电解沉积工艺和固相电还原工艺。

2) 省内铅冶炼工艺情况

目前，省内铅冶炼行业分为原生铅冶炼和再生铅冶炼，其中原生铅冶炼主要以铅精矿为原料生产粗铅或配置部分含铅废物，再生铅冶炼主要是以废铅蓄电池为原料生产粗铅。铅冶炼企业生产的粗铅均需进一步精炼后生产精铅。粗铅精炼工艺分为电解精炼（电解铅）和火法精炼（精铅），同时精炼后的电铅或精铅均可配置合金。

以精铅矿为主要原料的原生铅冶炼一般采用“富氧侧吹（底吹）熔炼-富铅渣侧吹（底吹）还原-烟化提锌”工艺生产粗铅，同时副产氧化锌；含铅废物和原生矿混炼基本也均采用该生产工艺。以废旧铅蓄电池为原料的再生铅冶炼一般采用“富氧熔池熔炼液态高铅渣直接还原法熔炼技术”工艺和“板栅低温熔铸”工艺生产粗铅，少数企业采用“预脱硫-还原熔炼-精炼”工艺。

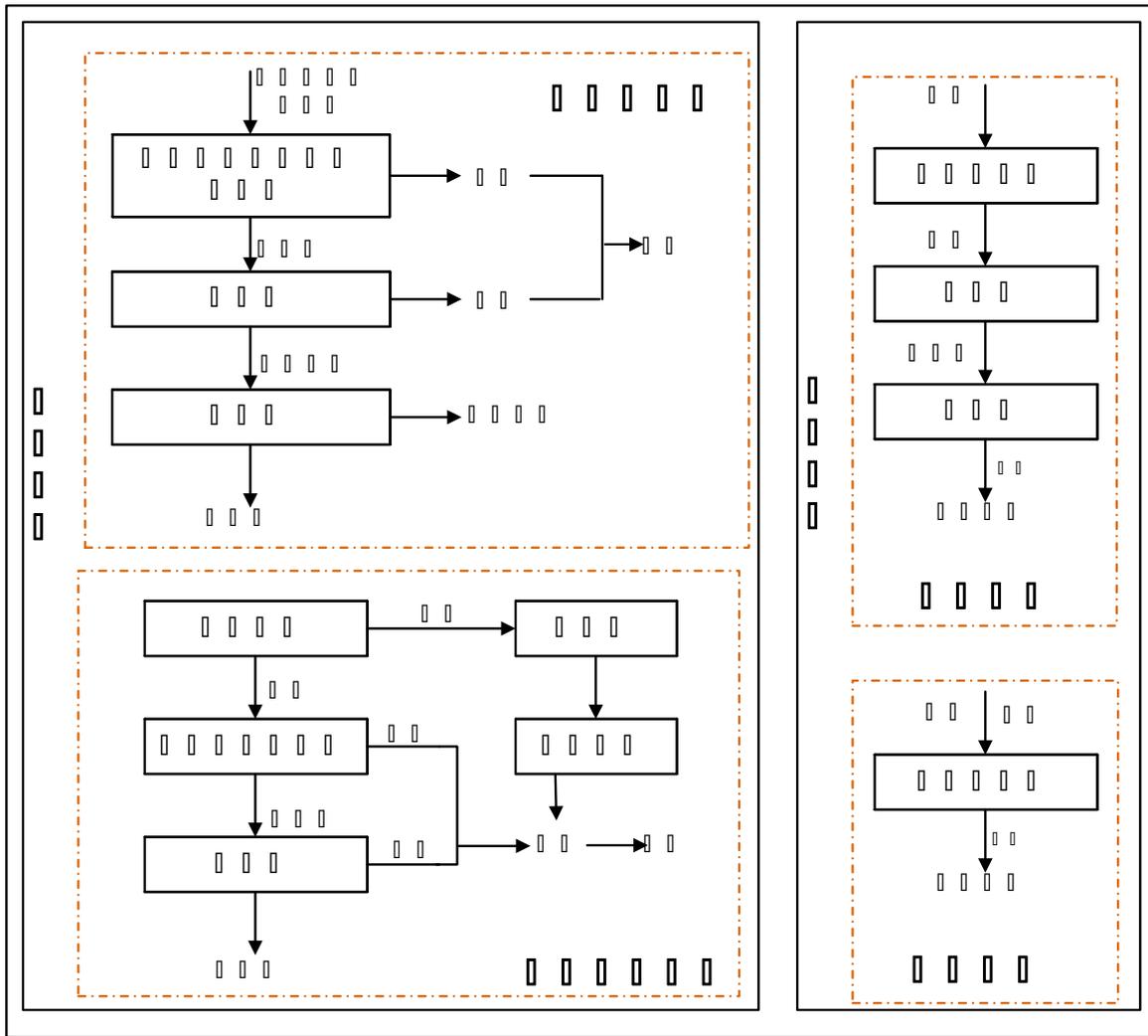


图 4-3 省内铅冶炼典型生产工艺示意图

4.2 生产过程中废气产生节点及排放方式

铅锌工业生产过程中废气产生节点及排放方式见表 4-1 和表 4-2。

表 4-1 锌冶炼工业废气产生节点及排放方式情况一览表

类别	工艺	产污节点	主要大气污染物
原料涉 及精矿	湿法 炼锌	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)
		制酸系统 (焙烧炉等)	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、氟化物、硫酸雾
		回转窑 (烟化炉)	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、氟化物
		多膛窑	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、氟化物
		浸出槽	硫酸雾
		净化槽	硫酸雾
		电解车间	硫酸雾
	感应电炉	颗粒物	
电炉	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)	

类别	工艺	产污节点	主要大气污染物
	炼锌		Cr、TI)
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		环境集烟 （进料口、出渣口、出锌口等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		烟化炉（回转窑）	
		锌精馏系统	
	竖罐炼锌	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		焦结蒸馏系统	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		旋涡熔炼炉	
		锌精馏系统	
	密闭鼓风炉炼锌	原料制备及输送系统	颗粒物
		烧结机头	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		烧结料破碎系统	颗粒物
		熔炼备料系统	颗粒物
		熔炼炉	颗粒物
		环境集烟	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		熔铅（电铅）锅	颗粒物、重金属（Pb）
		锌精馏	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		烟化炉	
		反射炉	
		纯氧可控燃烧熔池技术	原料制备及输送系统
	氧化炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
	还原炉		
	环境集烟		
	保温炉、熔析槽		
	原料不涉及精矿（再生锌）	湿法炼锌	原料制备及输送系统
熔炼炉及环境集烟			颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Cr、Sn）、二噁英类
熔析炉及环境集烟			
锌灰渣处理			
回转窑及环境集烟			
感应电炉			颗粒物

类别	工艺	产污节点	主要大气污染物
		浸出系统	硫酸雾
		净化系统	硫酸雾
		电解系统	硫酸雾

表 4-2 铅冶炼工业废气产生节点及排放方式情况一览表

类别	产污节点		主要大气污染物	
原料涉及精矿	原料制备与输送系统		颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)	
	制酸系统尾气 (熔炼烟气)		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、硫酸雾	
	还原炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)	
	烟化炉			
	环境集烟 (熔炼炉、还原炉、烟化炉)			
	熔铅 (电铅) 锅		颗粒物、重金属 (Pb)	
浮渣反射炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)		
原料不涉及精矿 (再生铅)	火法工艺	原料预处理系统	颗粒物、硫酸雾	
		熔炼炉及环境集烟		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Cr、Sn、Sb)、二噁英类
		精炼锅		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Cr、Sn、Sb)
		电铅锅		颗粒物、重金属 (Pb)
		电解系统		硫酸雾
	湿法工艺	原料预处理系统		颗粒物、硫酸雾
		焙解炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb)
		浸出系统		硫酸雾
		电解系统		硫酸雾
		电解液净化系统		硫酸雾

4.3 河南省铅锌工业排污现状

4.3.1 大气污染物治理情况

(1) 有组织控制措施

目前省内铅锌企业主要有组织废气控制措施情况如下。

①铅锌工业在原料系统各产尘点设置集气装置，一般采用“覆膜滤料布袋除尘器”进行处理。

②锌精矿焙烧烟气、锌精矿火法熔炼烟气、粗铅熔炼烟气中污染物种类较多，一般采用“除尘+制酸+湿法脱硫+臭氧氧化脱硝+湿电除尘”等组合工艺进行处理，再生铅行业粗铅熔炼烟气处理工艺中还有设置“活性炭吸

附”段对二噁英进行处理。同时焙烧炉或熔炼炉上料过程产生的含尘废气一般也采用“覆膜滤料布袋除尘器”进行处理；熔炼炉出料口等产生的烟气经环境集烟系统收集后一般采用“布袋除尘+湿法脱硫工艺”等组合工艺进行处理。

③电解精炼过程中产生的酸性废气及再生铅拆除车间产生的硫酸雾一般采用“碱液吸收工艺”进行处理。

④精铅火法精炼过程中产生的含尘废气一般采用“布袋除尘+湿法脱硫工艺”等组合工艺进行处理。

⑤铅冶炼企业精炼过程中各类铅锅一般采用天然气或焦炉煤气加热，燃烧废气直接排放或“低氮燃烧+碱液喷淋”并入熔铅废气中进行处理。

(2) 无组织控制措施

①粉状物料采用料仓、储罐等方式密闭储存，采用管状带式输送机、气力输送设备、罐车等方式密闭输送；块状或粘湿物料采用密闭料仓或封闭料棚等方式储存，采用管状带式输送机等方式密闭输送，或采用皮带走廊等方式封闭输送，确需汽车运输的使用封闭车厢或苫盖严密；其他干渣堆存采用喷淋（雾）等抑尘措施；

②物料输送落料点等配备集气罩和除尘设施，或采取喷雾等抑尘措施；

③料场出口设置车轮和车身清洗设施；

④物料破碎、筛分、混合等设备设置密闭罩，并配备除尘设施；

⑤厂区道路硬化；

⑥再生铅企业电池拆解车间微负压设计。

4.3.2 行业排污水平分析

我省部分铅锌企业主要排放口污染物排放情况见表 4-3。

表 4-3 行业典型企业污染物排放情况一览表

类别				颗粒物 mg/m ³	SO ₂ mg/m ³	NO _x mg/m ³	铅 mg/m ³	砷 μg/m ³	铬 μg/m ³	镉 μg/m ³	汞 μg/m ³	铋 μg/m ³	锡 μg/m ³	硫酸雾 mg/m ³	备注
企业	工段/设备	治理措施													
企业 1	再生铅熔炼炉	覆膜滤袋除尘	“一转一吸”制酸+离子液脱硫+臭氧氧化脱硝+湿电除尘	0.72~4.27	0.13~9.91	0.06~94.03	0.014~0.022	3.02~4.41	未检出	1.86~2.89	/	2.68~5.27	未检出	1.18~4.7	2023年9月监测数据
	烟化炉	覆膜滤袋除尘													
	锌精矿焙烧炉	二级旋风除尘+电除尘+“两转两吸”制酸+双氧水脱硫+臭氧脱硝+湿电除尘													
企业 2	原生铅底吹炉	电除尘+制酸+双氧水脱硫+低温整合脱硝+湿电除尘		0.2~8.31 (1.12)	0.38~93.17 (9.51)	0.75~91.63 (23.41)	0.032~0.065 (0.047)	/	/	/	0.534~0.964 (0.847)	/	/	4.04~8.04 (5.69)	2022年执行报告
	原生铅还原炉烟化炉(1)	覆膜滤料布袋除尘+石灰石-石膏法脱硫+低温整合脱硝+湿电除尘		0.26~7.37 (1.02)	0.16~98.10 (4.55)	5.91~98.25 (49.53)	0.027~0.085 (0.06)	/	/	/	0.517~1.06 (0.695)	/	/	/	
	原生铅还原炉烟化炉(2)	覆膜滤料布袋除尘+石灰石-石膏法脱硫+低温整合脱硝+湿电除尘		0.15~8.05 (1.16)	0.4~98.52 (6.48)	9.74~99.16 (66.84)	0.041~0.10 (0.069)	/	/	/	0.541~0.958 (0.72)	/	/	/	
	再生铅熔炼炉	覆膜滤料布袋除尘+制酸+离子液脱硫+臭氧氧化脱硝+湿电除尘		0.14~9.13 (0.92)	0.29~99.2 (3.64)	0.85~97.12 (5.36)	0.13~0.241 (0.188)	29~61 (48)	未检出~6.24 (2.26)	1.75~4.96 (3.34)	/	未检出~4.15 (1.52)	未检出	/	

() 中为均值；颗粒物、SO₂、NO_x 数据均为自动监测数据。

由表 4-3 可知，铅锌企业冶炼废气中的各类污染物实际排放浓度均低于现行标准限值。

4.4 铅锌工业污染防治措施技术分析

4.4.1 脱硫技术

(1) 烟气制酸（烟气脱硫）

烟气制酸工艺既利用了焙烧烟气和熔炼烟气中的 SO_2 也是焙烧熔炼烟气的脱硫治理措施。铅锌冶炼企业烟气制酸工艺一般采用“一转一吸”工艺或“两转两吸”工艺。

(2) 双氧水脱硫

双氧水脱硫工艺的反应原理即烟气中 SO_2 分子与水接触时，溶解在水中，并与水分子结合为亚硫酸，亚硫酸与双氧水反应生成硫酸。双氧水脱硫法的脱硫效率高，副产品稀硫酸可回收利用，无二次污染，能满足烟气负荷 50%~120% 的波动。

(3) 离子液脱硫法

离子液脱硫工艺的吸收剂是主要成分是以有机阳离子、无机阴离子为主，添加少量活化剂、抗氧化剂和缓蚀剂组成的水溶液，该吸收剂在低温时在脱硫塔内对 SO_2 气体具有良好的吸收能力，在解吸塔内通过蒸汽加热解吸出高浓度的 SO_2 气体，同时对离子液进行再生，再生气体为高浓度 SO_2 可返回制酸系统利用。

该技术适用于低压蒸汽供应充足、烟气二氧化硫浓度较高、波动较大的锌冶炼烟气制酸废气和挥发窑多膛炉废气治理。采用以离子液体或有机胺类为吸收剂，添加少量活化剂、抗氧化剂和缓蚀剂，在低温下吸收二氧化硫，高温下再将二氧化硫解析出来，实现烟气中二氧化硫的脱除和回收。该技术可得到纯度 99% 以上的二氧化硫气体送制酸工序。该技术流程简单，自动化程度高，副产物二氧化硫可有效回收利用；但一次性投资大，受吸收剂来源限制，能耗高，设备易腐蚀，运行维护成本高。

(4) 石灰石-石膏法脱硫

石灰石-石膏法是采用石灰石作为脱硫剂，石灰石经破碎磨成细粉与水混合制成吸收浆液。在吸收塔内，石灰石浆液与烟气接触混合，烟气中的

SO₂ 与浆液中碳酸钙及鼓入的氧化空气进行化学反应，反应产物为硫酸钙-石膏被脱除。石膏浆液经脱水后回收。该技术成熟，具有脱硫率高、吸收剂消耗少，还可部分去除烟气中的三氧化硫、重金属离子、氟离子等；但装置占地面积大，吸收剂消耗大，副产物脱硫石膏综合不易利用，并会产生脱硫废水。

(5) 碱法脱硫

碱法脱硫分为单碱法脱硫和双碱法脱硫。单碱法将钠碱或钙碱或镁碱等制成吸收液，在吸收塔内与烟气接触混合，烟气中的 SO₂ 与脱硫剂进行化学反应后去除，饱和吸收液经处理后上清液回用，固体残渣不回收。单碱法是一种脱硫率较高、投资成本低、流程较短、占地面积较小的脱硫方法；双碱法（Na₂CO₃/Ca(OH)₂）脱硫工艺是利用钠盐易溶于水，在吸收塔内部采用钠碱吸收 SO₂，吸收后的脱硫液在再生池内利用廉价的石灰进行再生，从而使得钠离子循环吸收利用。该工艺综合石灰法与钠碱法的特点，解决了石灰法的塔内易结垢的问题，又具备钠碱法吸收效率高的优点。

(6) 金属氧化物吸收法脱硫

该技术适用于有金属氧化物副产物的锌冶炼烟气制酸废气治理。将含金属氧化物（如氧化锰、氧化锌、氧化镁等）的粉料加水或利用工艺中返回的脱硫渣的洗液配制成悬浮液，在吸收塔中与烟气中的二氧化硫反应，使烟气中的二氧化硫主要以亚硫酸盐的形式脱除。吸收后的副产物经空气氧化、热分解或酸分解处理，生成硫酸或二氧化硫。该技术脱硫效率大于 90%，吸收剂可循环利用。

(7) 氨法脱硫

该技术适用于液氨供应充足，且对副产物有一定需求的锌冶炼烟气制酸废气治理。主要以液氨、氨水为吸收剂去除烟气中的二氧化硫。该技术脱硫效率大于 95%，投入和运行费用低，占地面积小，处理率高，氨耗低；但存在氨逃逸问题，同时产生含氯离子酸性废水，易造成二次污染。

(8) 活性焦吸附法脱硫

该技术适用于蒸汽供应充足、场地宽裕的锌冶炼烟气制酸废气治理。利用活性焦的物理、化学作用吸附二氧化硫。活性焦可采用洗涤法和加热法再生,再生回收的高浓度二氧化硫混合气体送入制酸工序。

该技术流程简单,再生过程中副反应少,脱硫效率高,可同时除尘和脱硝;但活性焦吸附容量有限,需要在低气速下运行,吸附设备体积大,且活性焦损耗量大。

4.4.2 脱硝技术

(1) 氧化脱硝

氧化脱硝技术是利用强氧化剂将 NO 氧化成高价态的氮氧化物,然后利用碱液进行喷淋吸收的脱硝工艺;目前,行业熔炼烟气脱硝措施中应用的氧化剂主要为臭氧和双氧水。该法设备占地面积小,能同时脱除汞等其他污染物。但该工艺存在氧化剂消耗量大,运行费用高,能耗高,对设备材质要求高,易产生臭氧二次污染等问题。

(2) SNCR 脱硝

SNCR 脱硝技术无需催化剂,在合适温度段喷入还原剂(氨或尿素),在一定的温度范围内,还原剂将 NO_x 还原为 N_2 。该方法首先将含有氨基的还原剂(氨水)喷入炉膛温度为 $850\sim 1100^\circ\text{C}$ 的区域,在高温下,还原剂迅速热分解成 NH_3 并与烟气中的 NO_x 进行还原反应生成 N_2 和水。

SNCR 脱硝技术具有工艺简单、系统阻力小、占地面积小、建设周期短、易于改造等技术特点,其脱硝效率一般为 50-70%。目前该工艺仅在省内部分铅锌生产企业于焙烧烟气或熔炼烟气脱硝治理中运用。

(3) SCR 脱硝

SCR 脱硝技术是指在催化剂的作用下,还原剂(氨等)选择性地与烟气中 NO_x 反应生成 N_2 和 H_2O 的过程。SCR 脱硝技术为了维持催化剂的催化活性并达到一定的脱硝效率,一般要求反应器进口烟气温度大于 300°C 。由于铅锌企业冶炼烟气、制酸尾气温度不能满足其反应温度,且该工艺存在

催化剂易于失效中毒现象和运行成本高、投资费用大等问题，因此省内铅锌行业内工程应用实例相对较少。

4.4.3 除尘技术

(1) 布袋除尘

该技术适用于原料制备与输送、干燥窑、焙烧炉、浸出渣挥发窑和锌精馏塔等产生的烟气除尘，也适用于环境集烟系统的废气除尘。袋式除尘技术性能稳定可靠、操作简单，适用范围广，不受颗粒物物理化学性质的影响。滤料的材质通常为微孔膜复合滤料等新型织物材料。锌冶炼工业企业使用的袋式除尘器除尘效率一般可达 99.5% 以上，若采用覆膜袋式除尘技术，颗粒物排放水平可低于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ；袋式除尘装置的技术参数应满足 HJ2020 的相关要求。

(2) 干式静电除尘

该技术适用于焙烧炉、烟气制酸、渣处理系统、密闭鼓风机熔炼工序等产生的烟气除尘。利用强电场使气体发生电离，进入电场空间的烟尘荷电，在电场力作用下向相反电极性的极板移动，并通过振打等方式将沉积在极板上的烟尘收集下来。该技术除尘效率在 99.0%~99.8%，能耗低，可应用于高温、高压环境，系统阻力小，运行维护费用低于袋式除尘器；但一次性投资大，应用范围受粉尘比电阻的限制，对细粒子的去除效果低于袋式除尘技术。

(3) 湿式电除尘

该技术常用于烟气脱硫后进一步除尘、除雾。该技术分为板式湿式电除尘技术和蜂窝式湿式电除尘技术，可有效去除细颗粒物及湿法脱硫后烟气中夹带的液滴，并高效协同脱除三氧化硫 (SO_3)、汞及其化合物等。该技术系统阻力小、占地面积小、投资成本较高。通过合理设计烟气流速、比集尘面积等参数，除尘效率通常可达 90% 以上。

(4) 滤筒除尘

该技术适用于原料制备与输送工序等产生的烟气除尘。该技术空间利用率高，使用寿命较长，容易维护。锌冶炼企业使用的滤筒除尘器除尘效率通常可达 99.8% 以上。

4.4.4 硫酸雾治理

硫酸雾治理一般采取碱液吸收技术，该技术适用于浸出、净化、电积等工序硫酸雾治理。采用 NaOH、Na₂CO₃、CaCO₃ 和 NH₃ 等碱性水溶液作为吸收剂，与含硫酸雾烟气充分接触并中和。该技术设备投资较低，工艺较简单，但运行费用较高。

5 铅锌工业排放有毒有害污染物环境影响分析

铅锌工业在生产过程产生的主要有毒有害污染物为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、各类重金属、氟化物、二噁英类等。

(1) 颗粒物

颗粒物是气溶胶体系中均匀分散的各种固体或液体微粒。大气中颗粒物不是一种单一成分的污染物，而是由各种各样的人为源和自然源排放的大量成分复杂的化学物质所组成的混合物，并在粒径、化学组成、分布、干湿沉降等方面具有很大的变化。根据粒径大小，颗粒物可分为细颗粒物（PM_{2.5}，指环境空气中空气动力学当量直径<2.5 微米）、可吸入颗粒物（PM₁₀，环境空气中空气动力学当量直径<10 微米）和总悬浮颗粒物（TSP 环境空气中空气动力学当量直径≤100 微米）。

颗粒物对环境产生的危害主要包括人体健康效应、植物和生态系统影响、能见度降低以及材料的腐蚀等。粒径在 0.1~1 微米的颗粒物，与可见光的波长相近，对可见光有很强的散射作用，是造成大气能见度降低的主要原因。由二氧化硫和氮氧化物化学转化生成的硫酸和硝酸微粒是造成酸雨的主要原因，酸雨影响植物生长，对建筑物等有腐蚀作用。长期接触空气中的污染颗粒会增加患肺癌、患心脏病的风险。粒径在 3.5 微米以下的颗粒物，能被吸入人的支气管和肺泡中并沉积下来，引起或加重呼吸系统的

疾病。大气中大量的颗粒物，干扰太阳和地面的辐射，从而对地区性甚至全球性的气候发生影响。颗粒物是我国的首要空气污染物，必须采取切实有效措施控制颗粒物排放。

(2) 二氧化硫

二氧化硫化学式 SO_2 ，是最常见、最简单、有刺激性的硫氧化物，大气主要污染物之一。常温下为无色有刺激性气味的有毒气体，密度比空气大，易液化，易溶于水（约为 1: 40）形成亚硫酸，密度 2.551g/L，有强烈刺激性气味。二氧化硫能被氧化生成三氧化硫，遇水形成硫酸。排放到大气中的二氧化硫可形成酸雨，使水质酸化，导致水生态系统变化，浮游生物死亡，鱼类繁殖受到影响。酸雨还会危害森林，破坏土壤，使农作物产量降低，而且还会腐蚀石刻、建筑。当空气中的二氧化硫浓度为 $0.01\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 时，就能刺激眼结膜，影响视觉，缩短视程；还能刺激鼻咽等粘膜。当二氧化硫吸入浓度为 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 时，鼻腔和呼吸道粘膜都会出现刺激感，发生呼吸不畅。

(3) 氮氧化物

氮氧化物俗称硝烟，是氮和氧化化合物的总称，为最常见的刺激性气体之一，主要有氧化亚氮（ N_2O ，俗称笑气）、一氧化氮（ NO ）、二氧化氮（ NO_2 ）、三氧化二氮（ N_2O_3 ）、四氧化二氮（ N_2O_4 ，又称亚硝酸酐）及五氧化二氮（ N_2O_5 ，又称硝酸酐）等。其中除五氧化二氮为固体外，其余均为气体。除 NO_2 外，其余的都极不稳定，遇光、湿或热，最终都变为 NO_2 。

污染大气的氮氧化物主要是指 NO 和 NO_2 。 NO 为无色无臭的气体，它与血红蛋白的结合力更强，对人体更容易造成缺氧。 NO_2 为棕色气体，可在人呼吸时到达肺的深部，引起呼吸系统疾病。此外，进入大气中的上述氮氧化物与某引起碳氯化物（其最主要的来源是汽车尾气中未燃尽的烃类）经太阳光照射发生复杂反应而生成“光化学烟雾”，其中含有臭氧、甲醛、丙烯醛等危害人体的物质严重时可致死。

(4) 二噁英类

二噁英类 (Dioxin) 全称分别是多氯二苯并二噁英类 polychlorinated dibenzo-p-dioxin (简称 PCDDs) 和多氯二苯并呋喃 polychlorinated dibenzofuran (简称 PCDFs)。自然界的微生物和水解作用对二噁英类的分子结构影响较小, 因此, 环境中的二噁英类很难自然降解消除。二噁英类进入人体的途径主要有呼吸道、皮肤和消化道。它能够导致严重的皮肤损伤性疾病, 具有强烈的致癌、致畸作用, 同时还具有生殖毒性、免疫毒性和内分泌毒性。如果人体短时间暴露于较高浓度的二噁英类中, 就有可能导致皮肤的损伤如出现氯痤疮及皮肤黑斑, 还出现肝功能的改变。如果长期暴露则会对免疫系统、发育中的神经系统、内分泌系统和生殖功能造成损害。研究表明, 暴露于高浓度的二噁英类环境下的工人其癌症死亡率比普通人群高 60 个百分点。二噁英类进入人体后所带来的最敏感的后果包括: 子宫内膜异位症、影响神经系统行为 (识) 发育效应、影响生殖 (精子的数量、女性泌尿生殖系统畸形) 系统发育效应以及免疫毒性效应。

(5) 砷及其化合物

砷外观为银灰色发亮的块状固体, 质硬而脆, 不溶于水、碱液、多数有机溶剂, 溶于硝酸、热碱液, 常态下性质稳定。元素形态的砷, 因其不溶于水, 因此几乎没有毒性。有毒性的主要是砷的化合物, 如三氧化二砷 (As_2O_3) 即砒霜。砷进入体内被吸收后, 破坏细胞的氧化还原能力, 影响细胞正常代谢, 引起组织损害和机体障碍, 可直接引起中毒死亡。常人服入三氧化二砷 0.01-0.05g, 即可中毒, 出现中毒症状; 服入 0.06-0.2g, 即可致死; 在含砷化氢为 1mg/L 的空气中, 呼吸 5~10 分钟, 可发生致命性中毒。

(6) 锡及其化合物

锡外观为灰绿色粉末, 不溶于水, 溶于稀盐酸、硫酸、硝酸, 常态下性质稳定。在缺氧的条件下, 锡在细菌作用下甲基化, 生成的甲基锡较易

挥发，往往从水中逸入大气而发生迁移。水生动植物都能从水中富集锡，可使水中锡向水生物中迁移。锡对人体健康危害的途径主要为吸入、食入，对眼睛、皮肤和粘膜有刺激作用。误服可引起急性胃肠炎症状；长期吸入锡烟尘，可引起肺部锡末沉着症。

(7) 汞及其化合物

汞对人体的危害主要累及中枢神经系统、消化系统及肾脏，还对呼吸系统、皮肤、血液及眼睛也有一定的影响。因种类不同汞及汞化物进入人体后，会蓄积在不同的部位，从而造成这些部位受损。如金属汞主要蓄积在肾和脑；无机汞主要蓄积在肾脏，而有机汞主要蓄积在血液及中枢神经系统。由呼吸道或消化道进入体内大量的金属汞或汞化物后，数小时至数日内可出现头晕、全身乏力、发热、口腔炎以及恶心、腹痛、腹泻等症状。严重时可导致急性肺水肿和急性肾衰。长期接触低浓度汞及汞化物引起的职业性中毒为慢性汞中毒。

(8) 镉及其化合物

镉是骨痛病的主要原因，曾引起公害，镉能抑制多种氨基酸脱羧酶、组氨酸酶、过氧化酶等的活性。镉主要损害肾小管而干扰肾脏对蛋白质的排出和再吸收作用，并可影响近端肾小管的功能。此外镉还可以引起贫血、干扰蛋白质合成等。

(9) 铅及其化合物

铅侵入人体的途径，主要是呼吸道，其次是消化道，完整的皮肤不能吸收。一般说，吸入的铅 70%~75% 仍随呼气排出，仅 30%~50% 吸收人体内。铅进入人体后，除部分通过粪便、汗液排泄外，其余在数小时后溶入血液中，阻碍血液的合成，导致人体贫血，出现头痛、眩晕、乏力、困倦、便秘和肢体酸痛等；动脉硬化、消化道溃疡和眼底出血等症状也可能与铅污染有关。

(10) 铋及其化合物

铋外观为银白色或深灰色金属粉末，不溶于水、盐酸、碱液，溶于王水及浓硫酸，常态下性质稳定。铋对人体危害途径主要为吸入、食入，铋对粘膜有刺激作用，可引起内脏损害，铋急性中毒症状表现为引起化学性结膜炎、鼻炎、咽炎、喉炎、支气管炎、肺炎，口服引起急性胃肠炎，全身症状有疲乏无力、头晕、头痛、四肢肌肉酸痛，心、肝、肾损害。慢性影响表现为常出现头痛、头晕、易兴奋、失眠、乏力、胃肠功能紊乱、粘膜刺激症状，鼻中隔穿孔；在铋冶炼过程中可引起铋尘肺，对皮肤有明显的刺激作用和致敏作用。

(11) 铬及其化合物

铬对人主要是慢性毒害，它可以通过消化道、呼吸道、皮肤和粘膜侵入人体，在体内主要积聚在肝、肾和内分泌腺中。通过呼吸道进入的则易积存在肺部。六价铬有强氧化作用，所以慢性中毒往往以局部损害开始逐渐发展到不可救药。经呼吸道侵入人体时，开始侵害上呼吸道，引起鼻炎、咽炎和喉炎、支气管炎。

(12) 铊及其化合物

铊对人体的毒性超过了铅和汞，近似于砷。铊是人体非必需微量元素，可以通过饮水、食物、呼吸而进入人体并富集起来，铊的化合物具有诱变性、致癌性和致畸性，导致食道癌、肝癌、大肠癌等多种疾病的发生，使人类健康受到极大的威胁。

铊还可以与细胞膜表面的 Na-K-ATP（三磷酸腺苷）酶竞争结合进入细胞内，与线粒体表面含巯基团结合，抑制其氧化磷酸化过程，干扰含硫氨基酸代谢，抑制细胞有丝分裂和毛囊角质层生长。同时，铊可与维生素 B2 及维生素 B2 辅助酶作用，破坏钙在人体内的平衡。

(13) 氟化物

氟化物对人体的危害,主要是使骨骼受害，表现为肢体活动障碍,重者

骨质疏松或变形，易于自发性骨折；其次是牙齿脆弱，出现斑点、损害皮肤，出现疼痛、湿疹及各种皮炎。氟化氢对呼吸器官有刺激作用，引起鼻炎、气管炎，使肺部纤维组织增生。

(14) 硫酸雾

硫酸雾对人体的危害可分为急性中毒和慢性损害两个方面。硫酸雾对人体的长期影响表现为鼻粘膜萎缩伴有嗅觉减退或消失，慢性支气管炎和牙齿酸蚀症等。长期接触高浓度硫酸雾的工人，可发生支气管扩张、肺气肿、肺硬变，出现胸痛、胸闷、气喘等症状。

6 标准主要技术内容及确定依据

6.1 标准适用范围

本标准的铅锌工业包括冶炼行业及归属于 GB/T4754-2017 中的铅锌冶炼（C3212）；适用于铅、锌工业的大气污染物的排放管理，以及铅、锌工业企业建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可证核发及其投产后大气污染物排放管理；不适用于铅、锌压延加工工业的大气污染物排放管理，也不适用于附属于铅、锌工业企业的非特征生产工艺和装置的大气污染物排放管理。

目前，河南省铅锌企业存在多条原生矿与含铅锌废物混炼的生产线，由于原生铅锌矿属于不可再生资源，此类生产线也趋于增多。考虑此种情况，本标准中按照原料组成情况分别控制污染物种类，并按照不同工序特点确定污染物排放限值。本标准以原料组成情况对行业大气污染物进行分类控制既满足了污染控制、环境管理的要求也基本明确了本标准与《排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-铅锌冶炼》（HJ863.1-2017）、《排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-再生金属》（HJ863.4-2018）、《排污单位自行监测技术指南 有色金属工业》（HJ989-2018）、《排污单位自行监测技术指南 有色金属工业-再生金属》（HJ1208-2021）等文件衔接关系。

6.2 标准结构框架

(1) 主要章节内容

本标准的主要内容包括前言、适用范围、规范性引用文件、术语和定义、有组织排放控制要求、无组织排放控制要求、企业边界污染物控制要求、污染物监测要求、标准的实施与监督及附录等 9 个部分，其中有组织排放控制要求和企业边界污染物控制要求是标准的主体部分。

(2) 标准的执行时间

本标准对现有企业和新建企业分别提出控制要求。对于新建企业，自 2024 年 x 月 x 日起执行该标准；对于现有企业，根据目前污染物控制水平，设立一个相对合理的标准过渡周期（1 年），即 2025 年 x 月 x 日执行新建企业的标准要求。

(3) 标准适用的生产工艺的划分及依据

根据《国民经济行业分类》（GB/T4754-2017）及其分类注释单，本标准中的铅锌工业是指通过熔炼、精炼、电解或其他方法从铅锌矿、废杂金属材料等铅锌原料中提炼铅锌的生产活动（C3212）。

6.3 术语与定义

本标准对铅锌工业、再生铅工业、再生锌工业、含氧量、单位产品基准排气量、无组织排放、排气筒、标准状态、企业边界、现有企业、新建企业、富氧燃烧、密闭、封闭等术语进行了定义。

本标准中各个术语的定义、出处及解释与现行的《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）、《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574-2015）的对比情况见表 6-1。

表 6-1 本标准中术语出处及其与现行标准的对比情况一览表

序号	术语	定义	出处及解释	与 GB25466-2010 对比情况	与 GB31574-2015 对比情况
1	铅锌工业	生产铅、锌金属产品的工业	《国民经济行业分类》(GB/T4754-2017)及其分类注释单:通过熔炼、精炼、电解或其他方法从铅锌矿、废杂金属料等铅锌原料中提炼铅锌的生产活动。	根据河南省铅锌企业目前实际生产情况(多混炼生产线并利用多种废渣为原料)将原生铅锌工业和再生铅锌工业进行合并处理,同时不再考虑铅锌金属矿产品类。	
2	再生铅工业	以废杂铅(主要是废铅蓄电池)等含铅废物为原料,生产粗铅、精炼铅及铅合金的工业	《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB31574-2015) 《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	相同
3	再生锌工业	废杂锌、镀锌渣、含锌炼钢烟尘、含锌污泥等含锌废物为原料,生产金属锌及锌合金的工业。		新增	原料种类增加了含锌炼钢烟尘、含锌污泥等
4	单位产品基准排气量	用于核定大气污染物排放浓度而规定的生产单位铅、锌产品的排气量上限值	《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB31574-2015)	新增	相同
5	氧含量	燃料燃烧后,烟气中含有的多余的自由氧,通常以干基容积百分数来表示	《国家大气污染物排放标准制定技术导则》(HJ945.1-2018)	新增	新增
6	基准氧含量	用于折算燃烧源大气污染物排放浓度而规定的氧含量的基准值		新增	新增
7	富氧燃烧	助燃气体含氧量大于等于 25% 的燃烧技术	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
8	密封	指物料不与外界环境空气接触,或通过密封材料、密封设备与环境空气隔离的状态或作业方式	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
9	封闭	指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,设置的门窗、盖板、检修口等配套设施在非必要时应随时保持关闭状态。	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
10	密封贮存	指将物料储存于与环境空气隔离的建(构)筑物、设施、器具内的作业方式。	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
11	密封输送	指物料输送过程与环境空气隔离的作业方式。	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
12	封闭贮存	指将物料储存于具有完整围墙(围挡)及屋顶结构的建	《重污染天气重点行业应急减排措	新增	新增

		筑物内的作业方式，建筑物的门窗在非必要时应随时保持关闭状态。	施制定技术指南》		
13	封闭输送	指在完整的围护结构内进行物料输送作业，围护结构的门窗、盖板、检修口等配套设施在非必要时应随时保持关闭状态。	《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》	新增	新增
14	无组织排放	大气污染物不经过排气筒的无规则排放，包括开放式作业场所逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。	《挥发性有机物无组织排放控制标准》（GB 37822-2019），未做修改	新增	新增
15	排气筒	自排气筒（或其主体建筑构造）所在的地平面至排气筒出口计的高度	《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），未做修改	相同	新增
16	标准状态	温度为 273.15 K、压力为 101.325kPa 时的状态	《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574-2015）、《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010），均未做修改	相同	相同
17	企业边界	铅、锌冶炼工业企业的法定边界。若无法定边界，则指企业的实际边界		相同	相同
18	现有企业	指本标准实施之日前，已建成投产或环境影响评价文件已通过审批的铅、锌工业企业或生产设施		相同	相同
19	新建企业	指本标准实施之日起环境影响评价文件通过审批或备案的新建、改建和扩建铅、锌工业建设项目		相同	相同

6.4 污染项目的选择

6.4.1 铅锌工业可能产生的主要污染物

根据铅锌工业生产过程中产生的主要污染物见表 6-2。

表 6-2 铅冶炼工业主要污染物一览表

类别	产污节点		主要大气污染物
原料涉及精矿	原料制备与输送系统		颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)
	制酸系统尾气 (熔炼烟气)		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、硫酸雾
	还原炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)
	烟化炉		
	环境集烟 (熔炼炉、还原炉、烟化炉)		
	熔铅 (电铅) 锅		颗粒物、重金属 (Pb)
浮渣反射炉		颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)	
原料不涉及精矿 (再生铅)	火法工艺	原料预处理系统	颗粒物、硫酸雾
		熔炼炉及环境集烟	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Cr、Sn、Sb)、二噁英类
		精炼锅	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Cr、Sn、Sb)
		电铅锅	颗粒物、重金属 (Pb)
		电解系统	硫酸雾
	湿法工艺	原料预处理系统	颗粒物、硫酸雾
		焙解炉	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb)
		浸出系统	硫酸雾
		电解系统	硫酸雾
		电解液净化系统	硫酸雾

表 6-3 锌冶炼工业主要污染物一览表

类别	工艺	产污节点	主要大气污染物
原料涉及精矿	湿法炼锌	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)
		制酸系统 (焙烧炉等)	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、氟化物、硫酸雾
		回转窑 (烟化炉)	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)、氟化物
		多膛窑	
		浸出槽	硫酸雾
		净化槽	硫酸雾
		电解车间	硫酸雾
		感应电炉	颗粒物
	电炉炼锌	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属 (Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI)

类别	工艺	产污节点	主要大气污染物
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		环境集烟（进料口、出渣口、出锌口等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		烟化炉（回转窑）	
		锌精馏系统	
	竖罐炼锌	原料制备与输送系统	颗粒物、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		焦结蒸馏系统	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		旋涡熔炼炉	
		锌精馏系统	
	密闭鼓风炉炼锌	原料制备及输送系统	颗粒物、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）
		烧结机头	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		制酸系统（焙烧炉等）	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物、硫酸雾
		烧结料破碎系统	颗粒物
		熔炼备料系统	颗粒物
		熔炼炉	颗粒物
		环境集烟	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		熔铅（电铅）锅	颗粒物、重金属（Pb）
		锌精馏	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		烟化炉	
		反射炉	
	纯氧可控燃烧熔池技术	原料制备及输送系统	颗粒物、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）
		氧化炉	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Hg、Cr、TI）、氟化物
		还原炉	
环境集烟			
	保温炉、熔析槽		
原料不涉及精矿（再生锌）	湿法炼锌	原料制备及输送系统	颗粒物、重金属（Pb、As、Cd、Cr、Sn）
		熔炼炉及环境集烟	颗粒物、SO ₂ 、NO _x 、重金属（Pb、As、Cd、Cr、Sn）、二噁英类
		熔析炉及环境集烟	
		锌灰渣处理	
		回转窑及环境集烟	
		感应电炉	颗粒物
		浸出系统	硫酸雾
		净化系统	硫酸雾
		电解系统	硫酸雾

6.4.2 本次标准中给出的大气污染物控制项目

本标准大气污染物控制项目在参考《再生铜、铝、铅、锌工业污染物

排放标准》(GB31574-2015)、《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010)标准的基础上参照《关于进一步加强重金属污染防治的意见》(环固体[2022]17号)中提出的重点重金属种类(铅、汞、镉、铬、砷、铊和锑),同时结合铅锌工业使用原料中涉及的重金属种类进行确定,主要为颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、硫酸雾、氟化物、铅及其化合物、砷及其化合物、铬及其化合物、镉及其化合物、汞及其化合物、铊及其化合物、锡及其化合物、锑及其化合物、二噁英类,同时对使用含氮物质作为还原剂治理烟气中氮氧化物的污染源需对“氮”污染物进行控制。铅锌工业使用不同原料可能导致大气污染物种类有所差异,本标准提出原料涉及精矿的生产线需控制汞及其化合物和铊及其化合物;原料不涉及精矿的再生产线需控制锡及其化合物、二噁英类等。

本标准大气污染物控制项目较《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB31574-2015)、《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010)变化情况见表 6-4。

表 6-4 本标准大气污染物控制项目与现行标准对比情况一览表

本标准控制因子	较 GB31574-2015 变化情况	较 GB25466-2010 变化情况
颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、硫酸雾、氟化物、铅及其化合物、砷及其化合物、铬及其化合物、镉及其化合物、汞及其化合物、铊及其化合物、锡及其化合物、锑及其化合物、二噁英类、氮	新增氟化物、氮等控制因子	新增氟化物、砷及其化合物、铬及其化合物、镉及其化合物、铊及其化合物、氮等控制因子
本标准中规定原料涉及精矿的需控制铅及其化合物、铊及其化合物; 本标准中规定原料不涉及精矿的再生产线需控制锡及其化合物、二噁英类;		

6.5 污染物排放限值的确定及依据

6.5.1 污染物排放限值确定依据

本标准主要污染物排放限值的确定是在《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB31574-2015)特别排放限值和《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010)修改清单的基础上,根据近年来铅锌工业清洁生产及污染防治技术的发展情况,结合国家和我省对铅锌工业污染物排放

的相关要求和省内铅锌工业大气污染物常规监测数据论证后得出。本标准主要污染物排放限值及确定依据见表 6-5。

表 6-5 本标准中污染物排放限值及参考依据一览表

序号	污染物项目	生产工序	排放限值		主要参考依据	较现行标准变化情况	
						GB25466-2010（特排限值）	GB31574-2015（特排限值）
1	颗粒物	所有	10		铅冶炼、锌冶炼行业绩效分级A级指标；再生铅、再生锌行业绩效分级A级指标	不变	不变
2	二氧化硫	所有	50	35		加严	加严
3	氮氧化物	所有	100	60		不变	加严
4	硫酸雾	制酸	20	10	现行国标排放限值	不变	不变
		锌浸出、净化、电解；电池拆解等	10		企业实际排放水平	加严	不变
5	铅及其化合物	铅精炼	2		企业实际排放水平	不变	不变
		其他	1			加严	加严
6	砷及其化合物	所有	0.3		企业实际排放水平；现行国标 GB31574-2015排放限值	新增	加严
7	镉及其化合物	所有	0.1	0.05		新增	不变
8	铬及其化合物	所有	0.5			新增	加严
9	汞及其化合物	所有	0.05		现行国标 GB25466-2010排放限值及企业实际排放水平	不变	/
10	铊及其化合物	所有	0.05		污染源产生情况及企业治理水平	新增	/
11	锡及其化合物	所有	0.5		现行国标 GB31574-2015排放限值及企业实际排放水平	/	加严
12	锑及其化合物	所有	0.5			新增	加严
13	二噁英类	熔炼	0.5		现行河南省工业炉窑地标及企业实际排放水平	/	不变
14	氟化物（以总F计）	所有	3		现行河南省工业炉窑地标及企业实际排放水平	新增	新增
15	氨	所有	8			新增	新增

本标准中规定原料不涉及精矿的再生铅、再生锌生产线排放的二氧化硫、氮氧化物、镉及其化合物、硫酸雾等采取更严格的标准限值；
 本标准中规定原料不涉及精矿的再生铅、再生锌生产线需控制锡及其化合物、二噁英类；
 本标准中规定原料涉及精矿的需控制汞及其化合物、铊及其化合物；
 本标准中规定对使用含氨物质作为还原剂治理烟气中氮氧化物的污染源需对“氨”进行控制。

6.5.2 污染物排放限值技术可行性分析

(1) 颗粒物（烟尘、粉尘、重金属颗粒）

铅锌工业主要颗粒物排放源为原料破碎筛分过程、炉窑熔炼过程以及生产中通风收尘点等。行业内一般根据各污染源源强不同特点及废气处理组合工艺需求采取不同的除尘措施，主要为袋式除尘器、静电除尘器、机械除尘器、过滤式除尘器等。在实际生产过程中常采用多种处理设施组合除尘系统对颗粒物进行处理。

目前省内铅锌企业监测数据显示，颗粒物浓度均稳定在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，重金属排放浓度均可以达到本标准限值的要求。

(2) 二氧化硫

铅锌工业在生产过程产生 SO_2 环节主要为锌精矿焙烧、粗铅熔炼、粗铅火法精炼及燃料燃烧等环节。其中焙烧烟气、熔炼烟气中 SO_2 含量较高，企业一般均设置有制酸工段对烟气中的进行回收利用，同时采用“离子液脱硫”工艺进一步回收烟气中的 SO_2 ；双氧水脱硫法及碱法脱硫法也在铅锌行业中多有利用。

目前省内铅锌企业在线监测数据显示，二氧化硫年平均浓度 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，但少量小时浓度值在 $90\sim 100\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此在进一步加强二氧化硫控制措施的基础上，废气中二氧化硫的排放浓度是可以达到本标准限值的要求。

(3) 氮氧化物

铅锌工业生产过程中产生的氮氧化物一般为热力型 NO_x 和燃料型 NO_x 。目前多采用“臭氧氧化脱硝工艺”，置。臭氧脱硝工艺的主要特点为脱除率高达 90% 以上，与传统工艺相比，投资运行成本和能耗均较低，不需要控制烟气温度，同时可以配合脱硫。

目前省内铅锌企业在线监测数据显示，氮氧化物年平均浓度 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，但少量小时浓度值在 $90\sim 100\text{mg}/\text{m}^3$ 。根据调查，省内大部分企未设置还原法脱硝装置。因此在进一步加强氮氧化物控制措施的基础上，废气中氮氧化物的排放浓度是可以达到本标准限值的要求。本标准提出的氮氧化物排放限值，主要是发挥技术导向和政策导向作用，以逐步推动铅锌行业氮氧化物治理和相关适用技术的发展。

(4) 硫酸雾

铅锌工业在锌焙烧浸出工段、浸出液净化工段、电解工段等会有硫酸雾的产生；废旧电池拆解过程中也会有硫酸雾产生；制酸工段尾气及双氧

水脱硫塔尾气中也含有硫酸雾。

在铅锌工业中，硫酸雾的去除一般采用碱液吸收法进行处理。该工艺具有结构简单、能耗低、净化效率高和适用范围广的特点，能有效去除酸雾水溶性气体。酸性废气由风管引入吸收塔，经过填料层或折板等，废气与吸收液进行气液两相充分接触吸收中和反应，酸性废气得以净化。

目前省内铅锌企业常规监测数据显示，硫酸雾的排放浓度均在 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，可以达到本标准限值的要求。

（5）二噁英类

铅锌工业原料中如涉及含铅锌废物等，在熔炼的过程中会产生二噁英类。含铅锌废物原料中含有未完全破坏的 PCDD/Fs，在温度不足以导致彻底分解前会使 PCDD/Fs 释放出。在燃料不完全燃烧的情况下也会产生不完全燃烧的产物如氯苯、氯酚及多氯联苯，这些前驱物反应可以形成 PCDD/Fs。在熔炉内燃烧时常会形成环状结构之烃类化合物的燃烧型中间产物，如恰巧有“氯”存在则亦会产生 PCDD/Fs。“从头合成反应”发生在温度约为 $250^{\circ}\text{C}\sim 400^{\circ}\text{C}$ ，氧化物分解及微分子碳结构经转化成为芳香族化合物。原料中含有的油和有机物以及其它碳源（部分用于燃料，部分用于还原剂，例如焦炭），都可以产生一些碳的细粒子，这些细粒子可以在 $250^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$ 的条件下和有机或者无机氯元素反应生成 PCDD/Fs。

熔炼过程二噁英减排的最佳可行技术包括：原料预筛选以除去其中的有机物杂质，熔炼炉炉温保持高温以破坏可能形成的二噁英，在冶炼炉后加装废气二次燃烧，衔接熔炉风管急速降温至污染防治设备入口（如布袋除尘器入口）温度保持在 200°C 以下的骤冷系统，活性炭吸附装置和布袋除尘系统等。

本标准中二噁英的限值与国标（GB31574-2015）特别排放限值保持一致。根据目前省内铅锌企业常规监测数据显示，二噁英类的排放浓度均可以达到本标准限值的要求。

（6）氟化物

铅锌工业原料中如涉及精矿，在熔炼过程中会产生氟化物；同时电解精炼过程采用硅氟酸等作为电解水溶液也会产生氟化物。因此本次新增氟化物控制指标，标准限值参考河南省工业炉窑地标（DB41/1066-2020）。

我省铅锌工业熔炼烟气氟化物的存在形式主要包括气态和固态颗粒，其中以气态形式为主。固态颗粒形式的氟化物较容易被除尘器脱除，电除尘器对其的处理效率可达到 80% 以上；气态形式的氟化物可在后续湿法除尘及熔炼烟气湿法脱硫脱硝工艺中去除。根据氟化物去除原理，铅锌工业熔炼烟气组合处理工艺对氟化物的处理效果可以满足本标准限值的要求。

6.6 其他污染控制指标的确定依据

6.6.1 单位产品基准排气量的确定及依据

本标准对于采用富氧燃烧技术的炉窑提出了单位产品基准排气量限值，标准中单位产品基准排气量在对现有排放源统计的基础上结合代表性排放源的生产工艺设计进行确定，同时参考《排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-再生金属》（HJ863.4-2018）和《排污许可证申请与核发技术规范 有色金属工业-铅锌冶炼》（HJ863.1-2017）中所给出的基准排气量。

表 6-6 基准排气量设定情况一览表

序号	生产设施	基准排气量 (m ³ /t 产品)
1	采用富氧燃烧工艺生产的炉窑	3000

产品产量以电铅、精铅、电锌（精锌）计；
单独生产粗铅、锌焙烧、粗锌的企业产量应折为电铅、精铅、电锌（精锌）计。

6.6.2 基准氧含量确定及依据

本标准中对于不采用富氧燃烧技术的窑炉烟气分别提出不同的基准氧含量要求。标准中基准氧含量的确定根据各类熔炼炉窑的工艺特点并结合其实际运行情况给出。

表 6-7 基准氧含量设定情况一览表

烟气种类	制酸尾气	还原炉烟气	烟化炉烟气	回转窑	浮渣反射炉
基准氧含量	18%	18%	10%	10%	10%

6.6.3 无组织排放限值的确定及依据

本标准对铅锌企业边界设置大气污染物排放浓度限值。

表 6-8 本标准无组织排放控制指标确定及依据一览表

序号	污染物项目	排放限值		主要参考依据	较现行标准变化情况	
					GB25466-2010	GB31574-2015
4	硫酸雾	0.3		现行国标GB31574-2015和GB25466-2010排放限值	不变	不变
5	铅及其化合物	0.06			不变	不变
6	砷及其化合物	0.01		现行国标GB31574-2015排放限值	新增	不变
7	镉及其化合物	0.004	0.0002		新增	不变
8	铬及其化合物	0.006			新增	不变
9	汞及其化合物	0.0003		现行国标GB25466-2010排放限值	不变	/
10	锡及其化合物	0.24		现行国标GB31574-2015排放限值	/	不变
11	锑及其化合物	0.01			新增	不变

本标准中规定原料涉及精矿的需控制汞及其化合物；
 本标准中规定原料不涉及精矿的再生铅、再生锌生产企业镉及其化合物需执行更严格的限值，且需控制锡及其化合物、二噁英类。

6.6.3 无组织排放控制措施确定及依据

本标准中无组织排放控制措施确定主要依据为铅冶炼、锌冶炼行业绩效分级（无组织排放）A 级指标要求和再生铅、再生锌行业绩效分级（无组织排放）A 级指标要求等。

①粉状物料采用料仓、储罐等方式密闭储存；块状或粘湿物料采用密闭料仓或封闭料棚等方式储存；其他干渣堆存采用喷淋（雾）等抑尘措施；废铅蓄电池贮存应密闭储存，并设置收集处理设施。

②粉状物料采用管状带式输送机、气力输送设备、罐车等方式密闭输送；块状或粘湿物料，采用管状带式输送机等方式密闭输送，或采用皮带通廊等方式封闭输送，确需汽车运输的使用封闭车厢或苫盖严密。物料输送落料点等配备集气罩和除尘设施，或采取喷雾等抑尘措施；料场出口设置车轮和车身清洗设施。

③物料破碎、筛分、混合等设备设置密闭罩，并配备除尘设施。

④除尘器应设置密闭灰仓，除尘灰不得直接卸落到地面。除尘灰采取袋装、灌装等密闭措施收集、存放和运输。除尘灰如采用车辆外运，在装

车过程中应采取抑尘措施，并对运输车辆进行苫盖，或采用罐车等方式运输。

⑤厂区道路应硬化，并采取清扫、洒水等措施保持清洁。未硬化的厂区地面应采取绿化等措施。

⑥氨的装卸、贮存、输送、制备等过程应密闭，并采取氨气泄漏监测装置。

⑦铅冶炼熔炼炉、还原炉加料口、出铅口、出渣口，烟化炉加料口、出渣口，浮渣反射炉加料口、放冰铜口、出渣口，应设置集气罩，并配套除尘脱硫设施，溜槽应设置盖板；熔铅(电铅)锅生产过程密闭，加料口、出铅口及扒渣过程应设置集气收尘设施；废铅蓄电池预处理车间应微负压设计。

⑧湿法炼锌浸出槽、净化槽等应设置抽风及酸雾净化装置；火法炼锌炉窑加料口、出料口、出渣口应设置集气罩，并配套除尘脱硫设施，溜槽应设置盖板。

6.7 监测要求

本标准中所采用的大气污染物浓度测定方法标准见表 6-9。

表 6-9 标准中所采用的大气污染物浓度测定方法标准

序号	污染物	标准名称	标准编号
1	颗粒物	环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法	HJ 1263
		固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法	HJ 836
2	二氧化硫	气体分析 二氧化硫和氮氧化物的测定 紫外差分吸收光谱分析法	GB/T 37186
		固定污染源排气中二氧化硫的测定 碘量法	HJ/T 56
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 定电位电解法	HJ 57
		环境空气 二氧化硫的测定 甲醛吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	HJ 482
		环境空气 二氧化硫的测定 四氯汞盐吸收-副玫瑰苯胺分光光度法	HJ 483
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法	HJ 629
		环境空气 二氧化硫的自动测定 紫外荧光法	HJ 1044
		固定污染源废气 二氧化硫的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1131
3	氮氧化物	固定污染源废气气态污染物 (SO ₂ 、NO、NO ₂ 、CO、CO ₂) 的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法	HJ 1240
		气体分析 二氧化硫和氮氧化物的测定 紫外差分吸收光谱分析法	GB/T37186
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法	HJ/T 42
		固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法	HJ/T 43

		固定污染源废气 氮氧化物的测定 非分散红外吸收法	HJ 692
		固定污染源废气 氮氧化物的测定 定电位电解法	HJ 693
		固定污染源废气氮氧化物的测定 便携式紫外吸收法	HJ 1131
		固定污染源废气气态污染物 (SO ₂ 、NO、NO ₂ 、CO、CO ₂) 的测定 便携式傅立叶变换红外光谱法	HJ 1240
4	硫酸雾	固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法	HJ 544
5	氟化物	大气固定污染源 氟化物的测定 离子选择电极法	HJ/T 67
		环境空气 氟化物的测定 滤膜采样氟离子选择电极法	HJ 480
		环境空气 氟化物的测定 石灰滤纸采样氟离子选择电极法	HJ 481
6	砷及其化合物	环境空气和废气 砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法 (暂行)	HJ 540
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体	HJ 657
7	铅及其化合物	环境空气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法	GB/T 15264
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
		固定污染源废气 铅的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ 685
8	镉及其化合物	大气固定污染源 镉的测定 火焰原子吸收分光光度法	HJ/T 64.1
		大气固定污染源 镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	HJ/T 64.2
		大气固定污染源 镉的测定 对-偶氮苯重氮氨基偶氮苯磺酸分光光度法	HJ/T 64.3
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
9	汞及其化合物	环境空气 汞的测定 巯基棉富集-冷原子荧光分光光度法 (暂行)	HJ 542
		固定污染源废气 汞的测定 冷原子吸收分光光度法 (暂行)	HJ 543
10	锡及其化合物	大气固定污染源 锡的测定 石墨原子吸收分光光度法	HJ/T65
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
11	锑及其化合物	环境空气和废气 颗粒物中砷、硒、铋、锑的测定 原子荧光法	HJ 1133
		空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
12	铬及其化合物	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657
13	二噁英类	环境空气 二噁英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法	HJ 77.2
14	氨	环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法	HJ 533
		环境空气 氨的测定 次氯酸钠-水杨酸分光光度法	HJ 534
15	铊及其化合物	空气和废气 颗粒物中铅等金属元素的测定 电感耦合等离子体质谱法	HJ 657

在本标准的执行过程中，采用相应的大气污染物浓度测定方法标准进行监测时应注意以下方面。

(1) 按照《污染源自动监控管理办法》(国家环境保护总局令第 28 号)、《排污单位自行监测技术指南 有色金属工业》(HJ989-2018)、《排污单位自行监测技术指南 有色金属工业-再生金属》(HJ1208-2021) 的规定，

铅锌工业企业应安装符合《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》（HJ76-2017）要求的污染物排放自动监控设备，并与环境保护部门监控中心联网，保证设备正常运行。

（2）厂界大气污染物浓度监测按《大气污染物无组织排放监测技术导则》（HJ/T55-2000）的规定执行。

（3）为了更好地控制熔炼烟气等周期性变化废气的排放，应在其排放峰值期间对其进行监测。

（4）本标准中凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

6.8 达标判定

6.8.1 排放口污染物排放达标判定

为了防止企业采取稀释排放等措施降低铅锌工业熔炼烟气排放口排气浓度，本标准对原料不涉及精矿的再生铅、再生锌工业采用单位产品基准排气量进行达标判定；对原料涉及精矿的铅锌生产工业，采用基准氧含量进行达标判定；如采用富氧熔炼工艺则可以不进行氧含量换算。

（1）单位产品基准排气量

若吨产品实际排气量超过单位产品基准排气量，须将实测大气污染物浓度换算为大气污染物基准排气量排放浓度，并以此浓度作为判定排放是否达标的依据。根据《国家大气污染物排放标准制定技术导则》（HJ945.1-2018），本标大气污染物基准排气量排放浓度的换算参照下式计算：

$$\rho_{\text{基}} = \frac{Q_{\text{总}}}{\sum Y_i \cdot Q_{i\text{基}}} \cdot \rho_{\text{实}}$$

式中：

$\rho_{\text{基}}$ —大气污染物基准排气量排放质量浓度，mg/m³；

$Q_{\text{总}}$ —实测废气总量，m³；

Y_i —某种产品产量，t；

$Q_{i\text{基}}$ —每种产品的单位产品基准排气量，m³/t；

$\rho_{\text{实}}$ —实测废气污染物排放浓度， mg/m^3 。

若 $Q_{\text{总}}$ 与 $\sum Y_i Q_i$ 基比值小于 1，则以大气污染物实测浓度作为判定排放是否达标的依据。

(2) 基准氧含量

不论炉窑烟气的实际含氧量大于或小于基准氧含量，均将实测的大气污染物排放浓度换算为基准氧含量下的排放浓度，并以此浓度作为判定排放是否达标的依据。根据《国家大气污染物排放标准制定技术导则》（HJ945.1-2018），本标准炉窑烟气大气污染物基准氧含量排放浓度的换算参照下式计算：

$$\rho_{\text{基}} = \frac{21 - O_{\text{基}}}{21 - O_{\text{实}}} \times \rho_{\text{实}}$$

式中：

$\rho_{\text{基}}$ ——大气污染物基准排气量排放质量浓度， mg/m^3 ；

$O_{\text{基}}$ ——干烟气基准氧含量，%；

$O_{\text{实}}$ ——实测的干烟气氧含量，%；

$\rho_{\text{实}}$ ——实测大气污染物排放浓度， mg/m^3 。

6.8.2 其他污染源污染物排放达标判定

铅锌工业除了窑炉烟气外的大部分污染源大多为集气抽风装置收集的废气，该类型废气一般来说存在收集风量愈大，对生产过程中的无组织排放控制效果愈好，因此对于行业的其他污染源（包括无组织排放源），本标准以其实测浓度作为判定排放是否达标的依据，不再进行折算。

7 本标准与现行标准对比

7.1 本标准与国家及其他省市地标对比情况

目前国内铅锌工业现行标准主要为《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）及其修改清单、《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574-2015）、山东省《工业炉窑大气污染物排放标准》（DB37/2375-2019）、江苏省《工业炉窑大气污染物排放标准》

(DB32/3728-2020) 等。

本标准与国内现行的与铅锌工业大气污染物排放相关的各类标准排放限值对比情况详见表 7-1。

表 7-1 本标准与国内现行标准对比情况一览表

类别	颗粒物	SO ₂	NO _x	硫酸雾	铅	汞	砷	镉	铬	铊
国标 GB25466-2010	10	100	100	20	2.0 ^②	0.05	/	/	/	/
国标 GB31574-2015	10	100	100	10	2/1 ^①	/	0.4	0.05	1.0	/
山东 DB37/2375-2019	/	/	/	/	0.5 ^③	0.01	0.4	0.05	1.0	/
江苏 DB32/3728-2020	20	80	180	/	0.7 ^③	0.05 ^③	/	/	/	/
本标准	10	50/35	100/60	20/10	2/1	0.05	0.3	0.1/0.05	0.5	0.05

①2 为再生铅限值，1 为再生锌限值；②均为熔炼系统限值；③均为金属熔炼炉限值。

7.2 河南省铅锌工业现行标准

目前，我省铅锌企业主要执行《铅、锌工业污染物排放标准》（GB25466-2010）及 2013 年修改清单、《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》（GB31574-2015）和《铅冶炼工业污染物排放标准》（DB41/684-2011）、河南省《工业炉窑大气污染物排放标准》（DB41/1066-2020）等标准；同时参照《重污染天气重点行业应急减排措施制定技术指南》（2020 年修订版）中“铅锌冶炼企业绩效分级指标”和“再生铜、铝、铅、锌企业绩效分级指标”对废气污染物排放浓度进行控制。以上标准控制因子及限值与本标准对比情况详见表 7-2。

较现行标准及相关管理要求，本次标准制定比行业现行标准提出的污染物排放限值更为严格，同时本标准结合目前重点重金属污染防治的要求，完善了行业大气污染排放因子种类。

表 7-2 本标准与河南省内铅锌工业废气污染物控制标准对比情况一览表 (mg/m³)

类别	《铅、锌工业污染物排放标准》(GB25466-2010) - 特排限值	《铅冶炼工业污染物排放标准》 ^② DB41/684-2011	河南省《工业炉窑大气污染物排放标准》(DB41/1066-2020)	《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB31574-2015) - 特排限值		铅锌冶炼企业绩效分级指标		再生铜、铝、铅、锌企业绩效分级指标		《河南省工业大气污染防治6个专项方案的通知》豫环文[2019]84号	本标准	本标准较现行国标的变化情况	
				再生铅	再生锌	A级	B级	A级	B级			铅、锌工业	(GB25466-2010) 特排限值
颗粒物	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	不变	不变
SO ₂	100	250	50	100	100	50	100	35	100	50	50/35	加严	加严
NO _x	100	/	100	100	100	100	100	60	100	100	100/60	不变	加严
铅及其化合物	2.0 ^①	4.0	0.7 ^①	2.0	1.0	/	/	/	/	/	2/1	除铅精炼工段其他工序均加严	
砷及其化合物	/	/	0.4	0.4	0.4	/	/	/	/	/	0.3	新增	加严
铬及其化合物	/	/	/	1.0	1.0	/	/	/	/	/	0.5	新增	加严
镉及其化合物	/	/	0.8	0.05	0.05	/	/	/	/	/	0.1/0.05	新增	不变
汞及其化合物	0.05 ^①	0.05 ^①	0.05 ^①	/	/	/	/	/	/	/	0.05	不变	/
铊及其化合物	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0.05	新增	/
锑及其化合物	/	/	/	1.0	/	/	/	/	/	/	0.5	新增	加严
锡及其化合物	/	/	/	1.0	1.0	/	/	/	/	/	0.5	/	加严
硫酸雾	/	20	/	10	10	10	20	10	10 ^③	/	20/10	除制酸工段其他工序均加严	
氨	/	/	8.0	/	/	/	/	/	/	8.0	8.0	新增	新增
氟化物	/	/	3.0	/	/	/	/	/	/	/	3.0	新增	新增
二噁英类	/	/	/	0.5ng/TEQ/m ³		/	/	/	/	/	0.5ng/TEQ/m ³	/	不变

①熔炼工序；②该标准按生产工序制定限值，本次取最小值；③再生锌企业 B 级指标不控制硫酸雾；

8 环境效益、社会效益

环境效益、社会效益是标准实施成果的体现。本部分包括两个方面内容：一是预测标准修订实施后对大气主要污染物排放量的削减作用；二是分析标准实施后对相关产业优化升级的带动作用等社会效益。

(1) 环境效益

与铅锌工业现行标准相比，本标准对行业工业炉窑颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等主要污染物排放限值进行加严，均采用绩效 A 级指标进行控制；结合当前重金属管控要求，对行业涉及的重点重金属进行控制，并对部分因子排放限值进行加严。因此本标准的实施可以促进行业污染物减排。

河南省《铅、锌大气污染物排放标准》的实施，将有效控制我省铅锌工业大气污染物排放，促进行业科技进步和清洁生产，对促进相关主要产品污染物排放强度、能耗指标的降低等发挥的作用，改善我省区域大气质量。

(2) 社会效益

本标准实施后，企业将进一步加大污染治理力度，有利于淘汰落后工艺和产能，促进清洁化生产，优化全省产业结构和产业布局。同时能够促进新的生产技术、治理技术和新兴产业的发展，提高区域竞争力，推动区域经济发展。通过标准的实施，倒逼企业加强污染治理，促进大气环境质量的持续改善，不断满足人们日益增长的美好生活环境的需要，将达到较好的社会效益。