

附件 9

**《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼
(征求意见稿)》编制说明**

《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》编制组

2018 年 5 月

目 录

1	项目背景.....	1
1.1	任务来源.....	1
1.2	工作过程.....	1
2	行业发展概况.....	2
2.1	行业发展概况.....	2
2.2	工艺装备及水平.....	5
2.3	行业污染排放与控制现状.....	7
2.4	行业环境管理现状.....	12
3	标准制订的必要性分析.....	15
3.1	相关环保标准和环保工作的需要.....	15
3.2	现行标准存在的问题及最新研究进展.....	16
4	国内外相关源强核算体系情况.....	16
4.1	国外污染源源强核算体系.....	16
4.2	国内污染源源强核算体系.....	18
5	标准制订的基本原则和技术路线.....	20
5.1	标准制订的基本原则.....	20
5.2	标准制订的技术路线.....	21
6	标准条文说明.....	23
6.1	适用范围.....	23
6.2	规范性引用文件.....	23
6.3	术语和定义.....	23
6.4	源强核算程序.....	24
6.5	废气污染源源强核算.....	27
6.6	废水污染源源强核算.....	30
6.7	噪声源强核算.....	32
6.8	固体废物源强核算.....	32
6.9	其他.....	33
6.10	附录.....	33
7	国内外源强核算体系比对分析.....	34
7.1	国外源强核算体系比对.....	34
7.2	与国内源强核算体系衔接.....	35
8	实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议.....	37
8.1	加强废气无组织源强核算的基础研究.....	37
8.2	强化自动监测对源强核算的有效支撑.....	37
8.3	加强培训，推进标准实施.....	38
8.4	适时开展标准实施评估.....	38

1 项目背景

1.1 任务来源

为完善建设项目环境影响评价技术支撑体系，指导有色金属冶炼业污染源源强核算工作，原环境保护部（现生态环境部）将《污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼》（以下简称《指南》）列入 2017 年财政项目《环境影响评价》子课题《重点行业污染源源强核算技术体系研究》中的一项工作，委托环境保护部环境工程评估中心（以下简称评估中心）承担。

1.2 工作过程

任务下达后，环境保护部环境工程评估中心联合北京矿冶科技集团有限公司组建了《指南》编制组，并多次召开编制组讨论会，确定了《指南》的编制思路及任务分工，明确《指南》适用范围为铜、铅、锌、铝等 11 种有色金属冶炼新改扩建工程污染源及现有工程污染源的源强核算；并开展了相关资料的调研，对有色金属冶炼建设项目产排污节点、典型污染因子、源强核算方法开展了初步研究、甄选，确定了有色金属冶炼业源强核算技术方法，编制完成了《指南》开题报告。

2017 年 4 月 18 日，环境影响评价司在北京组织召开了《指南》开题报告评审会，专家组一致通过《指南》开题论证，并建议进一步更新开题报告中行业相关统计数据，在编制过程中注意指南的行业针对性、可操作性。

2017 年 5 月至 9 月，编制组赴云南、广东、湖南、陕西、新疆、甘肃等地，对典型铜、铅、锌、锡、锑、镍、钴、铝冶炼企业进行现场调研，并向有色金属冶炼集中省区发放调研函。

2017 年 10 月，编制组对企业调研情况和回收的调研函进行总结汇总，对《指南》中重要参数进行了补充和修订，形成了《指南（征求意见稿）》讨论稿，并于 10 月 30 日在北京召开了专家讨论会。

2017 年 11 月，编制组根据专家讨论会意见，对《指南》进行了修改和完善，并结合调研数据、重点企业监督性监测数据、环境统计数据对标准中个别产排污系数进行了修正，对各种方法进行了试算、校验，最终形成《指南》征求意见稿。

2018 年 1 月 29 日，环境影响评价司在北京组织召开了《指南（征求意见稿）》技术审查会，审查委员会一致通过《指南（征求意见稿）》的技术审查，同时建议标准名称修改为“污染源源强核算技术指南 有色金属冶炼”，明确标准适用范围，进一步完善标准文本和编制说明。

2018年2月至3月，编制组根据技术审查会意见，对适用范围进行了调整，并对《指南》文本及编制说明进行了完善和修改，形成《指南（征求意见稿）》。

2 行业发展概况

2.1 行业发展概况

1958年，我国政府把金属元素中的铁、铬、锰划为黑色金属，把钢系元素和超钢系元素划为放射性金属，余下的64种金属定为有色金属。有色金属按其性质、用途、产量及其在地壳中的储量分为有色轻金属、有色重金属、贵金属、稀有金属（稀有金属又分稀有轻金属、稀有重金属、稀有难熔金属、稀散金属和稀土金属）和半金属五大类，其中产量大、应用广的共10种（铜、铝、铅、锌、镍、锡、锑、汞、镁、钛），通常称10种常用有色金属。

（1）产品产量

2016年，我国10种常用有色金属产量为5283万t。其中原铝、精炼铜、铅、锌产量分别为3187万t、844万t、467万t、627万t，合计占十种有色金属总产量的97%。

2011~2016年，中国十种常用有色金属产量由3633万吨增长到5283万吨，整体上升趋势明显；其中2011~2013年增速较快，呈上升趋势，分别为8.6%、10.8%、11.6%，2014~2016年增速放缓，呈下降趋势，分别为7.1%、7.2%、2.5%。

2011~2016年，中国精炼铜产量由516万t增长到844万t，整体呈上升趋势；其中2012~2014年精炼铜产量增速较快且相对平稳，2015~2016年增速明显下降，同比增长率由13.4%~14.7%下降到5%左右。

2011~2016年，中国铅产量相对平稳，除2013年外，其余年份铅产量基本维持在460万t左右。

2011~2016年，中国锌产量由511万t增长到627万t，除2012年产量稍有下降外，其余年份锌产量整体呈上升趋势；其中2014年以前增速较快，2015年起增速明显放缓，2016年同比增长率仅2.5%。

2011~2016年，中国电解铝产量由2007万t增长到3187万t，整体产量呈上升趋势，但受制于国家产业政策和环保政策影响，产量增速整体呈下降趋势。



图 1 2011 至 2016 年中国十种常用有色金属产量及增速统计

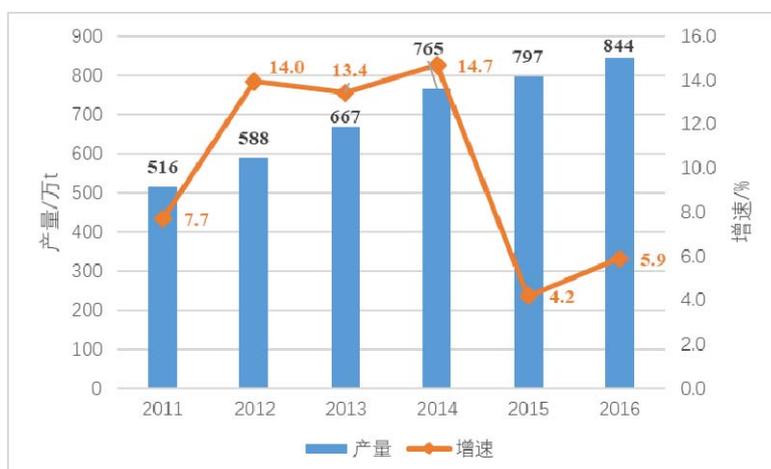


图 2 2011 至 2016 年中国精炼铜产量及增速统计



图 3 2011 至 2016 年中国铅产量及增速统计



图 4 2011 至 2016 年中国锌产量及增速统计



图 5 2011 至 2016 年中国电解铝产量及增速统计

(2) 空间布局

2016 年我国精炼铜产量排名前 10 省区为安徽、山东、江西、甘肃、云南、河南、广西、湖北、浙江和福建，共生产精炼铜 742.16 万 t，占全国精炼铜产量的 87.91%。其中，排名前 3 的安徽、山东、江西精炼铜产量分别为 129.36 万 t、129.00 万 t、128.01 万 t，合计占全国精炼铜产量的 45.79%。铅产量排名前 10 省区为河南、湖南、安徽、湖北、云南、江西、江苏、广西、内蒙古和辽宁，共生产铅 439.63 万 t，占全国铅产量的 94.23%。其中，排名前 3 的河南、湖南、安徽铅产量分别为 138.77 万 t、95.02 万 t、79.68 万 t，合计占全国铅产量的 67.12%。锌产量排名前 10 省区为云南、湖南、陕西、内蒙古、广西、甘肃、河南、辽宁、四川和广东，共生产锌 584.10 万 t，占全国锌产量的 93.11%。其中排名前 3 的云南、湖南、陕西锌产量分别为 120.55 万 t、108.64 万 t、105.00 万 t，合计占全国锌产量的

52.58%。电解铝产量排名前 10 省区为山东、新疆、内蒙古、河南、甘肃、青海、云南、宁夏、广西、贵州，共产电解铝 2881 万 t，其中山东、新疆、河南产量分别为 831 万 t、635 万 t、315 万 t，合计占全国电解铝产量的 55.9%。2016 年我国铜、铅、锌、铝产量前 10 位省区情况见表 1。

表 1 2016 年精炼铜、铅、锌产量居前 10 位省区情况 单位/万 t

序号	精炼铜		铅		锌		电解铝	
	省区	产量	省区	产量	省区	产量	省区	产量
1	安徽	129.36	河南	138.77	云南	120.55	山东	831
2	山东	129.00	湖南	95.02	湖南	108.64	新疆	635
3	江西	128.01	安徽	79.68	陕西	105.00	河南	315
4	甘肃	87.59	湖北	36.08	内蒙古	58.77	内蒙古	249
5	云南	60.83	云南	34.89	广西	46.20	甘肃	231
6	河南	48.14	江西	17.34	甘肃	39.99	青海	222
7	广西	45.18	江苏	15.28	河南	32.40	云南	128
8	湖北	43.58	广西	7.71	辽宁	27.44	宁夏	105
9	浙江	37.48	内蒙古	7.66	四川	23.89	广西	78
10	福建	32.99	辽宁	7.20	广东	21.22	贵州	87
合计	-	742.16	-	439.63	-	584.10	-	2881

2.2 工艺装备及水平

2.1.1 铜冶炼

铜冶炼方法包括火法冶炼和湿法冶炼。火法炼铜是生产铜的主要方法，占到全国铜产量的 95% 以上。湿法冶炼主要用于处理低品位氧化铜矿，规模一般不大，我国仅在紫金铜业、德兴铜矿有小规模应用。

近 30 多年来，我国铜工业规模和技术装备水平发展迅速，多家大型铜冶炼厂从规模、技术、装备、能耗、环保、综合回收等多方面，已经达到了世界先进水平，部分技术和装备一出口国外。随着国家对环保和节能减排的调控力度加大，国内骨干冶炼企业通过科技攻关和技术改造，逐步淘汰了污染严重的鼓风炉、电炉和反射炉粗铜冶炼技术。取而代之的是引进并消化自主创新的闪速熔炼法和诺兰达法、艾萨法、奥斯麦特法、方圆氧气底吹熔炼、金峰炉双侧吹等富氧熔池熔炼新技术。祥光铜业、广西金川、铜陵金冠采用的闪速熔炼及闪速吹炼工艺更是将铜冶炼技术推上一个新的台阶。目前，我国骨干铜冶炼企业已

全部采用国家先进的冶炼工艺，产量占总产量的 95% 以上，我国铜冶炼经济技术指标和环保指标已达到国际先进水平。

我国铜冶炼行业生产集中度较高，矿产铜生产主要集中在铜陵有色、江西铜业、金川集团、云南铜业、大冶有色、东营方圆、祥光铜业等 7 家大型企业，产量合计占全国总产量的 70% 以上。目前，我国应用较广泛的铜冶炼工艺主要有 5 种：闪速熔炼-闪速吹炼（产能 120 万 t/a，占比 16%）、闪速熔炼-转炉吹炼（产能 230 万 t/a、占比 31%）、富氧顶吹熔炼（奥斯麦特炉、艾萨炉）-转炉吹炼（产能 208 万 t/a，占比 28%）、富氧底吹熔炼-转炉吹炼（产能 83 万 t/a，占比 11%）、双侧吹熔炼-转炉吹炼（产能 107 万 t/a、占比 14%）。可以预期，今后新建或改建的铜冶炼企业也主要采用这些技术。

2.2.2 铅冶炼

铅冶炼有火法冶炼和湿法冶炼。工业上应用的铅冶炼工艺几乎全是火法，火法冶炼包括粗铅冶炼、精炼过程。湿法冶炼至今仍处于起步阶段，云南祥云飞龙再生科技股份有限公司利用锌冶炼浸出渣建成我国首条湿法铅冶炼生产线，规模 3 万 t/a。

粗铅冶炼可分为传统炼铅法和直接炼铅法。传统炼铅法包括烧结—鼓风炉熔炼法、电炉熔炼法等，属《铅锌行业规范条件》《产业结构调整指导目录（2011 年本）修正》明令禁止、淘汰工艺，但目前仍有部分小企业采用该工艺进行生产。我国建设的铅冶炼项目大多以直接炼铅工艺为主，一些大中型冶炼企业也多建设直接炼铅系统，对原有的传统冶炼工艺进行改造。

我国目前直接炼铅法采用较多的是底吹—鼓风炉还原炼铅工艺（SKS 法，产能 128 万 t/a，占比 36.8%）及其改造的液态高铅渣直接还原工艺（产能 166 万 t/a，占比 47.7%）、顶吹-鼓风炉还原炼铅工艺（产能 22 万 t/a，占比 6.3%）、闪速炼铅工艺（包括基夫赛特法 22 万 t/a、铅富氧闪速熔炼法 10 万 t/a，合计 32 万 t/a，占比 9.2%）。

2.2.3 锌冶炼

现代炼锌方法分为火法炼锌和湿法炼锌两大类。湿法炼锌是锌冶炼的主流工艺，产量占世界总锌产量的 85% 以上。

我国火法炼锌主要有密闭鼓风炉炼锌法（ISP 法）、竖罐炼锌、电炉炼锌；湿法炼锌包括常规浸出法、热酸浸出法、氧压浸出法和常压富氧浸出法。我国湿法炼锌产量占锌总产量的 85% 以上，湿法炼锌中常规浸出法、热酸浸出法是应用最广泛的工艺，合计产量分别

占锌总产量的 70%以上。相比火法工艺，湿法炼锌具有金属回收率高、产品质量好、综合利用好、能耗低、大气污染物排放量小，生产连续自动化等优点，近年来，特别是成功地采用热酸浸出后，湿法炼锌发展非常迅速，已经取得对火法炼锌的压倒优势。可以预期，今后新建或改建的锌冶炼企业基本为湿法炼锌。

2.2.4 铝冶炼

我国电解铝生产落后装备很少，主体装备大型化趋势明显，技术水平已达国际先进。现代电解铝工业生产采用氟化盐-氧化铝融盐电解法，技术成熟可靠。主要原理为，熔融氟化盐是熔剂、氧化铝作熔质、以炭素体作为阳极，石墨化炭素材料作为阴极，通入强大的直流电后，在 950℃左右条件下，在电解槽内的两极上发生电化学反应，产生铝液。电解铝工艺主体装备为电解槽，大型铝电解槽具有单位投资省、劳动生产率高、单位生产成本低、建设周期短、启动周期短等优点。

国外先进的电解槽技术代表有力拓加铝 AP 技术、挪威海德鲁公司开发的 HAL 技术、迪拜铝业公司的 DX 技术和联合俄铝公司 RA 技术等，其最大型电解槽电流强度分别为 500 kA、400 kA、440 kA 和 400 kA。国外主流电解槽为 300~400 kA 电解槽，直流电耗为 12800~13200 kW·h/t-Al，电流效率均为 94~95%；原材料消耗方面，氧化铝约 1920 千克/吨铝，炭素阳极 410kg/t 铝，氟化盐约 20 kg/t 铝。

我国经过近 60 年的技术发展，成功地解决电解槽生产过程中的磁流体稳定性、热平衡和槽壳受力变形等问题，相继开发出 160 kA、200 kA、240 kA、300 kA、350 kA、400 kA、500 kA 和 600 kA 等不同容量的预焙阳极电解槽，发改委产业结构调整目录明确淘汰电流强度 160 kA 及以下电解槽，目前在产产能基本为 200 kA 及以上。目前国内主流的电解槽为 500 kA 及以上的电解槽，直流电耗约 12500 kW·h/t-Al，电流效率为 93-94%。原材料消耗方面，氧化铝约 1920kg/t 铝，炭素阳极约 410kg/t 铝，氟化盐约 15kg/t 铝。

总体上，我国电解槽的电流效率、劳动生产率、单位建设投资、总体技术等方面已经达到和超过了国外主流的电解技术，原料消耗方面氧化铝与阳极基本相同，氟化盐消耗量较少。但国内电解系列多配套国产多功能天车、组装系统，配套的附属设备总体装备和自动控制水平略低。

2.3 行业污染排放与控制现状

2.3.1 污染物排放情况

根据《中国环境统计年鉴 2015》，2015 年我国有色金属冶炼与压延加工业共有规模以上企业 4231 家。工业废水治理设施 2903 套，处理能力 596.4 万 t/d，工业废水处理量 95023 万 t、排放量 32106 万 t，工业废水中污染物排放量分别为：化学需氧量 30620t、氨氮排放量 9636t、汞 0.291t、镉 10.778t、六价铬 1.143t、总铬 1.953t、铅 32.394、砷 26.564t。

工业废气排放量 39807 亿 m³，工业废气治理设施 10828 套，废气治理设施处理能力 76829.6 万 m³/h。工业废气中污染物排放量分别为：二氧化硫 120.9 万 t，氮氧化物 32.7 万 t，烟粉尘 39.1 万 t。

一般工业固体废物产生量 13180 万 t，综合利用量 6079 万 t，处置量 3748 万 t，贮存量 3521 万 t，倾倒丢弃量 10 万 t，综合利用率 45.8%；危险废物产生量 619 万 t，综合利用量 360 万 t，处置量 130 万 t，贮存量 150 万 t，综合利用率 58.1%。

据统计，近 10 年来有色金属行业国控四项污染物排放量和烟粉尘排放量及各项污染物行业贡献占比呈上升趋势，2013 年有色金属行业 SO₂ 和 NO_x 排放贡献占 7% 左右；重金属污染排放占到 30%~90% 之间，其中镉贡献最大占到 90% 左右。

2.3.2 污染物控制情况

(1) 废水污染物

有色金属冶炼生产废水主要包括污酸、酸性废水、一般生产废水和初期雨水。

污酸为制酸烟气净化工序产生，主要污染物为废酸、Cu、Pb、As、Cd 等重金属，通常要求单独收集处理，处理后污酸后液进入后续酸性废水处理站进一步处理。污酸普遍采用硫化法+石灰石/石灰中和法、石灰中和+铁盐法处理，Cu、Pb、As、Cd 等重金属去除效率通常可达 96%~98%，且铁盐法对重金属 As 去除效率更高，可满足车间或生产设施排放口一类污染物达标要求。

酸性废水主要来自湿法冶炼车间、生产厂区地面冲洗、酸雾净化设施废水等，主要污染物为 Pb、As、Hg、Cd、Cu 等重金属。通常采用石灰中和法、高密度泥浆法（HDS 法）、石灰+铁盐（铝盐）法、硫化法、生物制剂法、电化学法等处理，重金属去除效率最高可达到 99%，出水能够满足行业排放标准和《城市污水再生利用 工业用水水质》（GB/T 19923-2005）要求。对于回用水质有特殊要求（如回用于电解工序补充水、锅炉用水、循环冷却水等）或地方环境质量有更严格要求的（如部分地区要求排放水质达到地表水环境质量标准），企业一般采用膜分离法、吸附法对酸性废水处理站出水进行深度处理，处理后出水可达到地表水环境质量标准，浓水（10%左右）用于火法冶炼冲渣或采用硫化-石灰中和法

处理后返回酸性废水处理站。

根据《有色金属工业环境保护工程设计规范》(GB50988-2014), 有色冶炼行业初期雨水指前 15mm 降雨, 主要污染物为 Pb、As、Cd、Hg 等重金属。目前, 新改扩建项目或现有企业基本都建设有初期雨水收集池, 对前 15mm 降雨进行收集, 部分地区如广西甚至要求收集前 40mm 降雨; 初期雨水通常与酸性废水一起处理后回用。

目前, 有色金属冶炼企业已按照《关于加强河流污染防治工作的通知》(环发〔2007〕201号)要求, 实现含重金属生产废水全部回用, 不外排。

一般生产废水主要为循环冷却水排污水, 主要含有盐类、硬度等, 属清净下水, 为大多有色金属冶炼企业唯一外排的生产废水。部分企业清净下水也采用膜分离法深度处理, 实现全厂生产废水不外排。

(2) 废气污染物

①有组织废气

有色金属冶炼业有组织废气主要污染物为原料制备工序的颗粒物、冶炼炉窑产生的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、含重金属颗粒物、湿法冶炼产生的硫酸雾、氯化氢、氯气等。

a. 颗粒物治理技术

铜、铅锌冶炼颗粒物除尘主要采用旋风除尘、湿法除尘、袋式除尘、静电除尘、电袋复合除尘等, 其中旋风除尘一般为预处理, 其余除尘技术除尘效率可达 90%~99.5%, 颗粒物排放浓度可稳定控制在 20~50mg/L, 满足行业排放标准要求; 近年来, 部分地区要求执行特别排放限值, 部分企业开始引进更高效除尘设施, 如呼伦贝尔驰宏矿业有限公司铅精矿干燥烟气采用脉冲覆膜滤袋除尘器, 青海铜业有限责任公司、西藏巨龙冶炼有限公司在制酸尾气、环境集烟烟气脱硫设施后增加高效烧碱板除尘器进行二次除尘, 可将颗粒物排放浓度控制在 10mg/m³ 以下; 但目前以上项目尚未建成投产, 脉冲覆膜滤袋除尘、高效烧碱板除尘技术的除尘效率和效果尚需开展监测进行验证。

b. 二氧化硫治理技术

行业污染物排放标准实施后, 铜、铅锌冶炼企业制酸尾气、环境集烟及其他炉窑烟气基本配备了脱硫设施, 以满足 SO₂ 排放浓度限值 400mg/m³ 的要求。采用的脱硫技术主要包括石灰/石灰石-石膏法、有机溶剂循环吸收法、金属氧化物吸收法、活性焦吸附法、氨法、钠碱法、双碱法等, 脱硫效率一般可达 90~95%, 在加强管理的前提下, 二氧化硫排放浓度基本可稳定达标排放。

石灰/石灰石-石膏法脱硫技术是用石灰或石灰石母液吸收烟气中 SO_2 ，副产石膏的烟气脱硫技术。该技术脱硫效率大于 95%，适用于 SO_2 浓度在 $3000\text{mg}/\text{m}^3$ 以下烟气， SO_2 排放浓度可低于 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ；该技术适应性较强，还可去除烟气中部分重金属，但由于占地较大，药剂消耗量大，副产物脱硫石膏处置困难，易造成二次污染。因此近年来，新建冶炼项目较少使用该技术，原使用该脱硫技术的企业大多采用新脱硫技术进行技术改造升级。

钠碱法脱硫技术是采用碳酸钠或氢氧化钠作为吸收剂，吸收烟气中 SO_2 ，得到亚硫酸钠作为副产品出售。该技术工艺流程简单，占地较小，脱硫效率大于 95%，当烟气 SO_2 浓度低于 $3000\text{mg}/\text{m}^3$ 时， SO_2 排放浓度可低于 $150\text{mg}/\text{m}^3$ ；副产品亚硫酸钠具有一定的回收价值，但运行成本较高。目前，株洲冶炼厂锌系统回转窑烟气建设有 2 套钠碱法脱硫系统，年产副产品亚硫酸钠 1.2 万吨，脱硫尾气 SO_2 浓度可稳定达标。

氨法脱硫技术是利用（废）氨水、氨液作为吸收剂吸收去除烟气中的 SO_2 。氨法脱硫效率可达 95% 以上，当烟气 SO_2 浓度在 $3000\text{mg}/\text{m}^3$ 以下时， SO_2 排放浓度可控制在 $150\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。该技术工艺简单，占地小，在脱除 SO_2 同时具有部分脱硝功能，但氨法脱硫存在氨逃逸问题，同时有含氯离子酸性废水排放，造成二次污染，且液氨（或氨水）属于危险化学品，因此，目前企业极少使用该脱硫技术。

金属氧化物吸收脱硫技术利用部分金属氧化物如氧化镁、氧化锌等对 SO_2 具有较好吸收能力的原理，将氧化物制成浆液洗涤气体，对含 SO_2 废气进行吸收处理。通常，此技术可以有效地同冶金工艺相结合，处理低浓度的 SO_2 废气。国内已有工业装置的有氧化锌法、氧化镁法。该技术脱硫效率大于 90%，且运行成本较低，脱硫副产物可与冶炼工艺相结合；但存在管道及阀门堵塞问题，影响系统稳定运行。目前云南金鼎锌业有限公司制酸尾气采用氧化锌法脱硫，副产物硫酸锌直接返回湿法炼锌系统回收锌，脱硫尾气 SO_2 浓度可控制在 $200\sim 250\text{mg}/\text{m}^3$ ；金川集团铜冶炼环境集烟采用氧化镁法脱硫，副产物硫酸镁作为副产品出售，脱硫尾气 SO_2 浓度可控制在 $100\sim 150\text{mg}/\text{m}^3$ 。

有机溶液循环吸收脱硫技术是采用以离子液体或有机胺类为主，添加少量活化剂、抗氧化剂和缓蚀剂组成的水溶液吸收剂，吸收尾气中 SO_2 。该吸收剂对 SO_2 气体具有良好的吸收和解析能力，在低温下吸收 SO_2 ，高温下将吸收剂中 SO_2 解析出来，从而脱除和回收烟气中 SO_2 ，该技术可得到纯度为 99% 以上的 SO_2 气体送制酸工艺。该技术适用于厂内低压蒸汽易得，烟气 SO_2 浓度较高、波动较大，副产物 SO_2 可回收利用的冶炼企业。该技术不需要运输大量的吸收剂，流程简洁，自动化程度高，副产高浓度 SO_2 。但该技术一次性投资大，再生蒸汽能耗较高，运行维护成本低。

活性焦吸附脱硫技术是活性焦通过物理吸附和化学吸附作用吸附 SO₂。该技术脱硫效率大于 95%，具有工艺流程简单，且兼具脱尘、脱硝、除汞等功能，活性焦廉价易得，再生过程中副反应少。适合处理较低浓度 SO₂ 烟气，由于在低气速（0.3~1.2m/s）下运行，因而吸附体积较大。化学再生和物理循环过程中部分活性焦会粉化，需要定期补充。该技术适用于厂内蒸汽供应充足，场地宽裕，副产物 SO₂ 可回收利用的冶炼企业。

有机溶液循环吸收法（离子液脱硫法）和活性焦吸附法可将烟气中 SO₂ 富集成高浓度 SO₂ 并解析或脱附出来用于制酸，不会产生二次污染。尽管一次性投资较大，但由于不产生二次污染，尤其是传统脱硫技术产生的脱硫渣等，因此铜、铅锌冶炼新建项目普遍采用该脱硫技术，大型铜、铅锌冶炼企业近年来也采用该技术对原有脱硫设施进行技术改造。

c. 氮氧化物治理技术

大多有色金属冶炼行业排放标准仅规定了 NO_x 排放的特别排放限值，因此铜、铅锌冶炼企业一般不设置脱硝设施。

d. 酸雾治理技术

有色金属湿法冶炼产生的硫酸雾、氯化氢、氯气等一般采用填料吸收塔、湍流洗涤塔等净化处理，净化效率 80~90%，一般可实现污染物达标排放。

②无组织废气

有色金属冶炼无组织废气主要来自贮料、备料、转运和冶炼炉窑等工序的烟气泄漏逸散：部分企业贮料未采用全封闭厂房，转运多采用皮带廊道，受限于坡度、角度及维护要求，往往需设置中途转运点，从而增加无组织排放点，冶炼炉窑开口较多，进料、进气、出渣、包子/溜槽转运等工序逸散烟气量大，虽然大多企业均在无组织排放点设置有集气、除尘、脱硫设施，但受限于企业内部管理水平和排放标准基准烟气量，环境集烟风量和集气效率均难以满足无组织控制要求，造成无组织污染问题突出；此外，湿法冶炼如浸出、电解过程产生的酸雾大多通过车间通风排放，也易造成周边空气污染。

长期以来，有色金属冶炼行业废气执行的《大气污染物综合排放标准》（GB16297）、行业标准（GB25466、GB25467 等）对于废气无组织管控仅有厂界浓度限值要求，对于废气无组织产污环节（车间或设施等）既未提出无组织管控要求，也未提出车间或设施边界浓度限值要求；同时行业标准中规定的铜冶炼基准烟气量偏小，企业为避免烟气排放量过大造成折算浓度超标，只能减少环境集烟抽风量，造成集气效率偏低，从而影响无组织污染控制效果。

（3）固体废物

有色金属冶炼行业危险废物产生种类较多，数量较大；铜冶炼主要危险废物包括铅滤饼、砷滤饼、白烟尘、黑铜粉、黑铜板、废触媒等，铅锌冶炼主要危险废物包括铅滤饼、砷滤饼、浸出渣（铁钒渣）、铅银渣、净化渣（铜渣、钴渣、镉渣等）、锌浮渣、废触媒等。根据 2013~2015 年环境统计数据，2013~2015 年铜冶炼行业危险废物产生量分别为 35.4 万吨、45.3 万吨、34.3 万吨，铅锌冶炼行业危险废物产生量分别为 325.3 万吨、375.6 万吨、372.3 万吨。

部分危险废物受限于现有技术水平、市场成本等因素，难以综合利用；如污酸处理产生的砷滤饼、火法炼铜产生的白烟尘由于处理成本较高，而砷（三氧化二砷）市场价格低、销路差，目前大多只能采用填埋方式处置；湿法炼锌产生的浸出渣（铁钒渣）、铅银渣等除部分铅锌联合冶炼企业可搭配铅精矿进入铅冶炼系统回收外，大多只能采用回转窑（烟化炉）火法挥发处理，但由于能耗成本较高，目前全国规模以上湿法炼锌企业采用回转窑挥发处理的仅有 50%左右。根据 2013~2015 年环境统计数据，铜冶炼行业危险废物综合利用率仅为 37.3%~53.3%，铅锌冶炼行业危险废物综合利用率仅为 49.2%~53.1%，总体上危险废物的综合利用率偏低。

此外，具有相应处置资质和能力的危险废物处置单位数量、能力不足、布局分散，部分企业危险废物只能在厂内超期贮存，或远距离运输从而导致环境风险增加。

2.4 行业环境管理现状

2.4.1 行业标准情况

2010 年以来，我国先后发布一系列有色金属行业污染物排放标准，包括《铝工业污染物排放标准》（GB 25465—2010）及修改单、《铅、锌工业污染物排放标准》（GB 5466—2010）及修改单、《铜、镍、钴工业污染物排放标准》（GB 25467—2010）及修改单、《镁、钛工业污染物排放标准》（GB 25468—2010）及修改单、《锡、锑、汞工业污染物排放标准》（GB 30770—2014）等共 5 项行业污染物排放标准，涵盖 11 种有色金属。

11 种有色金属排放标准中，共规定了 15 种大气污染控制因子和 20 种水污染控制因子的排放限值；其中铜、镍、钴、锡、锑、汞 6 种有色金属同时规定了单位产品基准排气量和基准排水量；铅、锌、铝、镁、钛 5 种有色金属行业仅规定了单位产品基准排水量。11 种有色金属行业排放标准或其修改单均规定了大气污染物、水污染物特别排放限值。

11 种有色金属行业排放标准控制的水、气污染因子情况见表 2、表 3。

表 2 11 种有色金属行业排放标准水污染控制因子

序号	污染因子	铅	锌	铜	镍	钴	锡	锑	汞	铝	镁	钛
1	pH	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
2	化学需氧量	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
3	悬浮物 (SS)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
4	氨氮	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
5	总磷	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
6	总氮	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
7	总锌	★	★	★	★	★	★	★	★			
8	总铜	★	★	★	★	★	★	★	★		★	★
9	硫化物	★	★	★	★	★	★	★	★	★		
10	氟化物	★	★	★	★	★	★	★	★	★		
11	石油类			★	★	★	★	★	★	★		
12	总铅	★	★	★	★	★	★	★	★			
13	总镉	★	★	★	★	★	★	★	★			
14	总汞	★	★	★	★	★	★	★	★			
15	总砷	★	★	★	★	★	★	★	★			
16	总镍	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
17	总铬	★	★								★	★
18	总钴			★	★	★						
19	六价铬						★	★	★		★	★
20	总氰化物									★		
21	挥发酚									★		

表 3 11 种有色金属行业排放标准大气污染控制因子

序号	污染因子	铅	锌	铜	镍	钴	锡	铋	汞	铝	镁	钛
1	颗粒物	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
2	氮氧化物	●	●	●	●	●	★	★	★	●	●	●
3	二氧化硫	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★	★
4	硫酸雾	★	★	★	★	★						
5	氯气				★	★						
6	氯化氢				★	★						
7	氟化物			★	★	★	★			★		
8	沥青烟									★		
9	铅及其化合物	★	★	★	★	★	★	★	★			
10	砷及其化合物						★	★				
11	锡及其化合物						★	★				
12	汞及其化合物	★	★	★	★	★	★	★	★			
13	镉及其化合物						★	★				
14	铋及其化合物						★	★	★			
15	镍及其化合物				★	★						

注：●表示仅有特别排放限值规定了氮氧化物指标。

2.4.2 其他行业相关产业政策、技术规范等

有色金属冶炼业相关产业政策、技术规范、产排污系数手册等见表4。

表4 有色金属冶炼业相关产业政策、技术规范等一览表

序号	类别	名称	标准号/文号
1	行业规范 (准入) 条件	锡行业规范条件	工业和信息化部公告 2015 第 89 号
2		铅锌行业规范条件	工业和信息化部公告 2015 年第 20 号
3		铜冶炼行业规范条件	工业和信息化部公告 2014 年第 29 号
4		铝行业规范条件	工业和信息化部公告 2013 年第 36 号
5		镁行业准入条件	工业和信息化部公告 2011 年第 7 号
6		铋行业准入条件	国家发展和改革委员会公告 2006 年第 94 号
7	污染防治 技术指南	铜冶炼污染防治可行技术指南 (试行)	原环境保护部公告 2015 年第 24 号
8		镍冶炼污染防治可行技术指南 (试行)	
9		钴冶炼污染防治可行技术指南 (试行)	
10		铅冶炼污染防治最佳可行技术指南 (试行)	原环境保护部公告 2012 年第 4 号
11	污染防治 技术政策	砷污染防治技术政策	原环境保护部公告 2015 年第 24 号
12		汞污染防治技术政策	
13		硫酸工业污染防治技术政策	原环境保护部公告 2013 年第 31 号
14	清洁生产 评价指标 体系	镍钴行业清洁生产评价指标体系	国家发展和改革委员会公告 2015 年第 36 号
15		铋行业清洁生产评价指标体系	
16		铅锌行业清洁生产评价指标体系 (试行)	国家发展和改革委员会公告 2007 年第 24 号
17		硫酸行业清洁生产评价指标体系 (试行)	国家发展和改革委员会公告 2007 年第 41 号
18		铝行业清洁生产评价指标体系 (试行)	国家发展和改革委员会公告 2006 年第 87 号
19	环境工程 技术规范	铅冶炼废气治理工程技术规范	HJ 2049—2015
20		有色金属工业环境保护工程设计规范	GB50988—2014
21		铝电解废气氟化物和粉尘治理工程技术规范	HJ 2033—2013
22	产排污系 数	第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册	2010 年修订

3 标准制订的必要性分析

3.1 相关环保标准和环保工作的需要

原环境保护部（现生态环境部）《“十三五”环境影响评价改革实施方案》中将“优化技术导则体系”列为技术支撑之一，明确“建立以改善环境质量为核心的源强、要素、专题技术导则体系”。为适应环保工作的新要求和环评改革的新精神，确立了以“规划环评导则+要素和专题导则（近期以风险导则为主）+建设项目总纲和污染源源强核算指南与行业导则

（生态类）”为现阶段环评导则体系的总体构架。

新修订的《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1—2016）也将污染源源强核算技术指南作为建设项目环境影响评价技术导则体系的组成部分，明确环境影响评价工程分析中增加污染源源强核算内容，污染源源强核算方法由污染源源强核算技术指南具体规定。

建设项目的污染源源强是环境影响预测的基础，规范的源强核算技术方法是环境影响预测方法的准确性和后续环境管理的针对性的重要保障。因此，污染源源强核算技术指南的编制有助于规范源强核算的技术方法，可提升源强数据的有效性，为环境影响预测的准确性打好基础。

3.2 现行标准存在的问题及最新研究进展

根据“十三五”环评改革要求，结合水、气、土壤污染防治行动计划的步骤，原环境保护部（现生态环境部）制定了“十三五”导则制修订工作计划，确定了导则制修订重点。通过制定一批污染源源强核算技术指南，增强环境影响评价源强核算的针对性和科学性。2018年3月已发布《污染源源强核算技术指南 准则》（HJ884-2018）《污染源源强核算技术指南 钢铁工业》（HJ885-2018）《污染源源强核算技术指南 水泥工业》（HJ886-2018）《污染源源强核算技术指南 制浆造纸》（HJ887-2018）《污染源源强核算技术指南 火电》（HJ888-2018）等五项污染源源强核算技术指南；2018年还将陆续完成石油炼制、印染、有色、化肥、农药、纺织等行业的源强核算技术指南的制定及发布。

污染源源强核算技术指南是建设项目环境影响评价技术导则体系的重要组成部分，对保持污染源环境管理的一致性和连贯性，提高环境管理效力有重要意义。

4 国内外相关源强核算体系情况

4.1 国外污染源源强核算体系

美国、欧盟等发达国家和地区，拥有较完善的源强核算技术方法体系。

4.1.1 美国

污染物源强是环境影响预测的先决条件之一，源强的准确性直接关系到环评结论的可行程度。国外在源强核算方面进行了一系列的研究和探索。

以美国为例，美国的工业污染源大气污染物源强核算是在污染物排放清单的基础上建立开展的，其进行污染源源强核算的主要方式是采用《排放清单改进计划》（EIIP）中通用工艺过程与行业分类相结合的方式，明确了通用工艺过程和行业特殊工艺过程中污染的主

要排放环节和排放物种类。其规定的需核算的大气污染物主要包括常规大气污染物，如可吸入颗粒物、细颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、氨气、挥发性有机物等，以及《清洁空气法》中规定的 188 种有毒有害大气污染物（HAPs）。EIIIP 中推荐的核算方法主要有实测法（包括基于 CEMs 数据的在线监测实测法和现场采样的手工监测法）、物料衡算法和排放系数法等三大类；同时，结合以上方法的排放核算数据和实际工艺运行参数，开发了模型预测法及相关计算程序；此外，根据某些污染源的排污特点，也给出了单独的核算方法，如针对锅炉大气污染物排放核算的燃料分析法等。根据核算数据的可靠性以及获取数据的成本，EIIIP 确定了各种污染物的优先选用和可替代性的核算方法，明确了各核算方法的优先级别、方法类型、应用对象或条件、数据与系数选取、计算要求等。无论是优先选用还是可替代性的核算方法，都应保证对每个特定的污染源及其污染物的计算方法是可行的，所得数据是可用的，所得数据必须满足质量控制要求。在一般情况下，优先选用的方法是最准确、最可行的核算方法；可替代的方法则是在特殊情况下，核算机构不能使用优先选用方法时的备用方法。当一种核算方法的核算数据非常准确，但其获得难度非常大或费用非常昂贵时，不作为优先选用方法，但可作为可替代方法。以锅炉排放的有机化合物核算方法为例，优先选用手工监测法，可替代性核算方法为排放系数法。

针对排放系数法，主要依据《大气污染物排放系数汇编》（Compilation of Air Pollutant Emission Factors）即 AP-42 手册，包含了 15 个重点行业的 160 子行业在内，涵盖的污染物有 200 多种，并进行多次修订。AP-42 中每种污染物排放因子的形成都是一个非常复杂的过程，要充分考虑排放源类型、污染物种类、污染物产生过程、污染物减排措施与设备等因素。在 AP-42 排放因子数据库中，USEPA 对每个计算的排放因子根据其可信度分为 A（非常可信）、B（高于平均可信度）、C（平均可信度）、D（低于平均可信度）、E（可信度非常低）、F（无法评定等级）六个质量等级。各行业可以根据原料工艺过程、设备类型、产品分类、污染物种类以及污染控制措施等的不同条件，选取对应手册中的排放因子进行核算。

AP-42 手册第十二章为冶金工业污染源，包括铜、铅、锌、铝等有色金属冶炼行业。以铜冶炼为例，该手册识别的大气污染物排放因子主要为颗粒物、二氧化硫和铅，核算对象包括有组织废气污染物和无组织废气污染物。对有组织废气排放，手册给出了主要铜冶炼生产设施颗粒物、二氧化硫的排放系数及可信度等级，对无组织废气排放，手册给出了主要铜冶炼炉窑颗粒物、二氧化硫、铅的排放系数及可信度等级。铜冶炼行业根据铜冶炼生产工艺、主要生产设施及产品产量（或原料用量）即可直接核算废气中颗粒物、二氧化硫和铅的排放

量。

根据 AP-42 提供的排放因子和对应的削减率参数，可以运用下式计算得到某污染物的排放量。

$$E = A \times EF \times (1 - ER / 100)$$

式中：E 为排放量，A 为活动水平，EF 为排放因子，ER 为削减率（%）。

4.1.2 欧盟

欧盟委员会于 2000 年 7 月通过了《关于建立污染源清单的决定》(EPER)。根据决定 (EPER) 的规定，成员国每 3 年提交一个报告，清单中的污染源按照联合国欧洲经济委员会 (UNECE) 报告污染物排放所采用的分类 (NFR) 标准分类。污染物类型分为大气、废水、噪声、固体废物。大气污染源分为点源、面源及小污染源。

点源的数据主要来源于排放交易体系 (ETS)、国家污染物排放及转移登记 (PRTR)、欧盟综合污染预防与控制指令 (IPPC) 等。面源及小污染源数据利用社会经济、技术统计方法获取，包括企业或其所在协会的数据、通过调查问卷与电话访谈等方式获取数据。此外，还通过文献资料等途径获取数据。如果具有代表性的参数不存在，那就需要通过在线监测法、实测法、以及使用适当的动力学模型计算得出数据。

欧盟排放清单指南对不同种类的污染源采用分级别的方法具体计算其排放量和分析其排放特征，主要有下列三个级别：

级别 1 (Tier1)：是最简单的方法，针对容易获得活动水平和污染源排放因子等数据，排放因子采用的是默认值（一个行业或者地区的平均值，前提是工艺特征相差不大）。

级别 2 (Tier2)：针对工艺过程较为清晰的排放源。在计算过程中使用特异性的排放因子，在对一个排放源的工艺相当了解的情况下，将其工艺细化，通过分别统计其产排污系数，能够更加准确的计算污染物排放量。

级别 3 (Tier3)：针对一些比较复杂但可以通过建立动力学模型进行计算的污染源。级别 3 比级别 2 计算的精度更高，应用范围更为广泛。

4.2 国内污染源源强核算体系

(1) 行业污染源源强核算技术指南

根据环评改革要求，原环境保护部制定了“十三五”导则制修订工作计划，着手制定一批污染源源强核算技术指南。2018 年 3 月生态环境部发布了《污染源源强核算技术指南 准则》(HJ884-2018)《污染源源强核算技术指南 钢铁工业》(HJ885-2018)《污染源源强核算

技术指南 水泥工业》(HJ886-2018)《污染源源强核算技术指南 制浆造纸》(HJ887-2018)《污染源源强核算技术指南 火电》(HJ888-2018)等五项污染源源强核算技术指南。

《污染源源强核算技术指南 准则》是污染源源强核算的纲领性文件,规定了污染源源强核算的总体要求、核算程序、源强核算原则要求,可用于指导各行业污染源源强核算技术指南的编制。《污染源源强核算技术指南 准则》与各行业污染源源强核算技术指南共同构成源强核算技术指南体系,是环境影响评价技术导则体系的重要构成部分。

各行业污染源源强核算技术指南中规定了适用范围、规范性引用文件、术语和定义、源强核算程序、废气污染源源强核算方法、废水污染源源强核算方法、噪声源强核算方法、固体废物源强核算方法、其他共九部分的内容。

(2) 有色金属冶炼业相关标准情况

目前我国有色金属冶炼业已建立了较完备的污染控制标准体系,2011年以来先后发布了11种有色金属冶炼污染物排放标准,2013年补充了11种有色金属冶炼污染物特别排放限值。2008年,我国在开展全国第一次污染源普查基础上,发布了《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》,对有色金属冶炼业重点污染源、污染因子提出了全面的产排污系数参考,并于2010年对部分产排污系数进行了修订,为污染物源强核算奠定了基础;此外,我国还对有色金属冶炼业发布了一系列产业政策、技术规范、标准等,包括行业规范条件、污染治理工程技术规范、污染防治可行技术指南、污染防治技术政策、清洁生产评价指标体系等。

(3) 其他

根据《环境统计技术规范 污染源统计》(HJ 772—2015)《国控污染源排放口污染物排放量计算方法》(环办[2011]8号),污染源源强核算方法包括实测法(监测数据法)、物料衡算法、产污系数法、排污系数法、类比法等。

1) 实测法

指通过现场测定得到污染物产生或排放相关数据,计算污染物产生量和排放量。如通过自动监测或手工监测获得废气、废水污染源排气(水)量、排放浓度等相关数据,计算确定废气、废水污染物的产生量和排放量;通过测量仪器获取噪声强度等。

实测法适用于有实测数据的现有污染源的源强核算。

2) 物料衡算法

是指根据质量守恒定律,利用物料数量或元素数量在输入端与输出段之间的平衡关系,计算确定污染物产生量或排放量。

可以通过物料的平衡计算，直接确定废气、废水或固体废物的污染物单位时间产生量或排放量，如水平衡计算、酸平衡计算等。

还可以通过某种元素的平衡计算，确定进入废气、废水或固体废物中的相应元素数量，并折算相关污染物单位时间产生量或排放量，如硫平衡计算、氟平衡计算、金属平衡计算等。

3) 产、排污系数法

是指根据不同的原燃料、产品、工艺、规模，选取相关行业污染物的产污系数和排污系数，依据单位产品产量计算出污染物产生量和排放量。2010年，我国在开展全国第一次污染源普查基础上，发布了《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》，给出了有色金属冶炼业废气、废水污染物的产排污系数，多年来在总量控制、环境统计等领域核算行业、企业污染物产排污量发挥了重要作用，为污染源源强核算奠定了基础；但由于近年来我国环保标准日趋严格，有色金属冶炼工艺技术日益进步，污染物排放水平也明显进步，产排污系数手册与当前行业实际排污水平已有明显偏差，因此，亟需对现行产排污系数进行修订。

4) 类比法

是指对比分析在原燃料成分、产品、工艺、规模、污染控制措施、管理水平等方面具有相同或类似特征的污染源，利用其相关资料，确定污染物浓度、废气量、废水量等相关参数，进而核算污染物产生量或排放量。

5 标准制订的基本原则和技术路线

5.1 标准制订的基本原则

根据当前环保发展新要求和污染物总量控制新形势的发展现状，分析现有源强核算方法存在的问题并借鉴国外发达国家或地区的经验，明确标准制订的目标和科学指导思想。确定标准制订工作应遵循以下几个原则：

(1) 以为环评工作服务为核心

规范和统一有色金属冶炼建设项目环境影响评价源强核算方法，满足环境影响评价工作需求。

(2) 全面性原则

明确指南的适用范围为铜、铅、锌、铝等11种有色金属冶炼业新（改、扩）建工程和现有工程污染源的源强核算，环境要素涵盖废气、废水、噪声和固体废物，核算因子重点考虑11种常用有色金属行业排放标准涉及的大气污染控制因子15项、水污染控制因子20

项，并根据实际情况酌情增加重金属等特征污染因子。

（3）经济技术可行性原则

指南制订时推荐采用的源强核算方法、优先级别确定等在国内外均有一定程度的应用，技术方法成熟，同时应尽可能体现近 10 年来科学技术水平的进步以及近年来提出的新的环保理念，以确保制订后的指南有相当长的使用周期。方法具有普遍适用性，易于推广使用。

（4）准确性原则

标准编制过程中，通过选取典型企业调研、试算，对推荐的源强核算方法进行验证，确保源强核算结果的准确性。

5.2 标准制订的技术路线

编制组通过文献调研、现场调研、专家咨询等方法，了解行业发展概况、污染物排放与控制情况、环境管理现状，通过调研行业基础数据，确定指南的适用范围和源强核算因子；了解国内外污染源源强核算方法，结合有色金属行业排污特点，确定有色金属行业污染源源强核算因子的核算方法及优先级别，确定各核算方法关键参数；通过专家咨询、开展重点地区、典型企业现场调研等方法，收集典型企业排污数据，对指南推荐的源强核算方法及其重要参数进行验证、修正；通过专家咨询等方式，完成指南征求意见稿的编制工作。

指南制定技术路线见图 6。

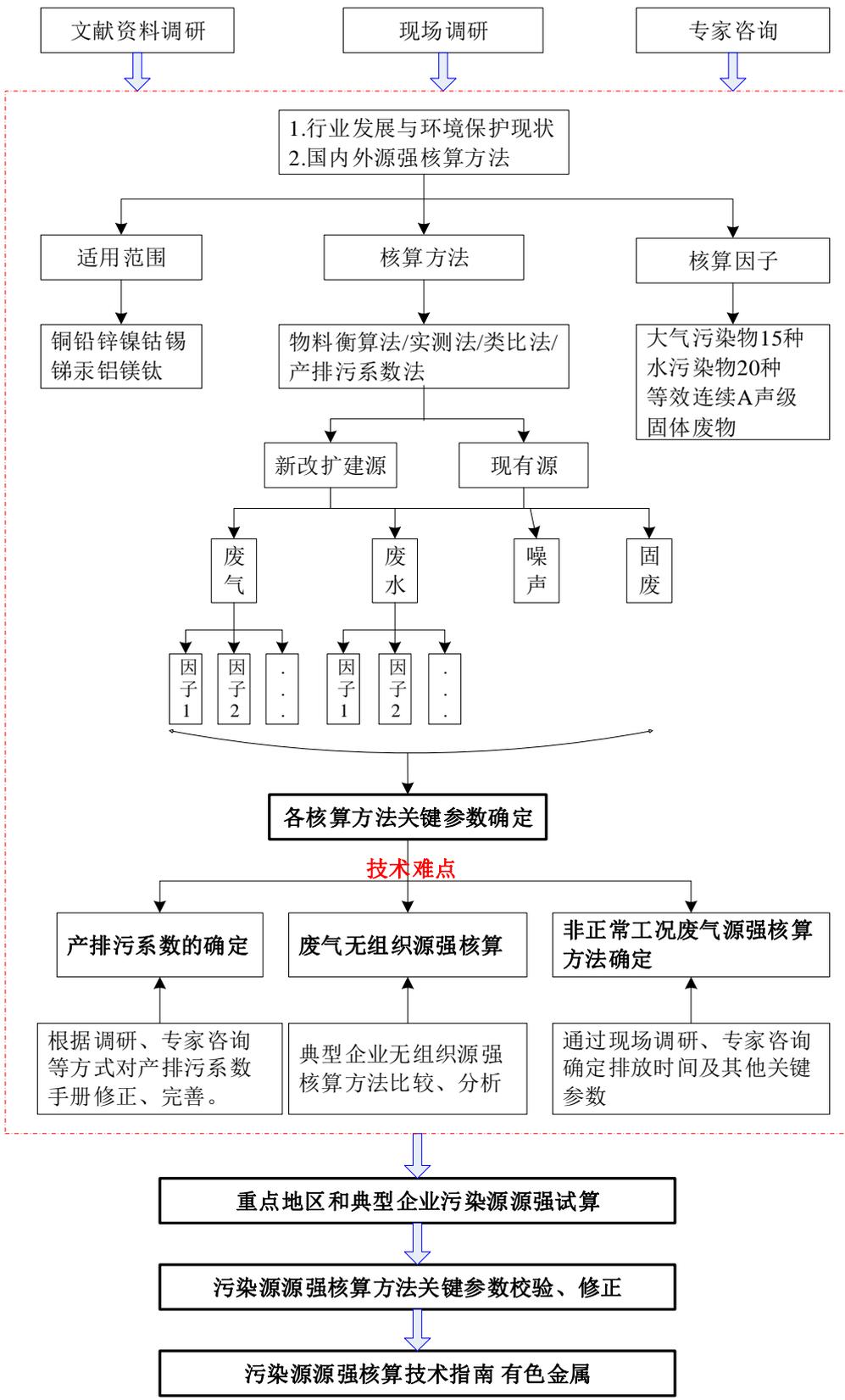


图 6 指南制定技术路线图

6 标准条文说明

6.1 适用范围

本标准适用于有色金属冶炼业建设项目环境影响评价中新（改、扩）建工程污染源和现有工程污染源的源强核算。

本标准适用于铜、铅、锌、镍、钴、锡、锑、汞、铝、镁、钛等有色金属冶炼生产过程的废气污染物、废水污染物、噪声、固体废物源强核算，不适用于独立的再生有色金属冶炼和二次资源综合回收等生产过程。执行 GB 13223 的锅炉源强按照 HJ 888 进行核算；执行 GB 13271 的锅炉源强按照《污染源源强核算技术指南 锅炉》进行核算。

有色金属冶炼包括原生矿冶炼、二次资源综合回收（包括再生冶炼和综合回收），原生矿冶炼执行 GB 25465、GB25466、GB25467、GB25468、GB30770 等行业排放标准，再生有色金属冶炼执行 GB 31574 等标准，同时由于资源综合回收使用的原辅料、工艺和产品也可能存在较大差异，因此，本标准的适用范围只包括始终有色金属冶炼（原生矿冶炼）生产过程，不包括独立的再生金属冶炼和二次资源综合回收等生产过程。

本标准适用于有色金属冶炼业污染源源强核算的程序、方法及选取原则、内容及要求。考虑到事故情况的不确定性，本标准不适用于事故情况下的源强核算。

对于有色金属冶炼业中的锅炉，铝冶炼行业可能有自备电厂、锅炉总装机容量较大外，其余行业锅炉大多为备用锅炉，且目前大部分有色金属冶炼企业均改造为燃气（油）锅炉。由于《污染源源强核算技术指南 火电》（HJ 888）已发布，且后续会制定和发布《污染源源强核算技术指南 锅炉》，因此，在本标准中不再进行规定。锅炉源强核算视其具体情况分别参照上述污染源源强核算技术指南执行。

6.2 规范性引用文件

给出了本标准引用的相关文件，凡是未注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

规范性引用文件主要包括有色金属冶炼业排放标准、涉及的火电行业、锅炉排放标准、环境影响评价技术导则、自行监测技术指南、废气、废水采样和监测相关的技术规范等。

6.3 术语和定义

给出了环境集烟、非正常工况的定义。

环境集烟指对熔炼炉、还原炉、烟化炉、吹炼炉等冶炼炉窑加料口、出料口、出渣

口、溜槽、转运包子等处逸散的无组织烟气进行收集的过程。近年来，随着环境管理日益规范，污染物排放标准日趋严格，有色金属冶炼业主要冶炼炉窑，如铜冶炼熔炼炉、吹炼炉、精炼炉，铅冶炼熔炼炉、还原炉、烟化炉，火法炼锌密闭鼓风机、竖罐、电炉，镍冶炼熔炼炉、吹炼炉等，均配套建设有环境集烟系统，对冶炼炉窑进料口、出料口、出渣口、溜槽、转运包子等处逸散的无组织烟气进行收集、除尘脱硫处理后达标排放。

非正常工况指炉窑启、停等导致制酸系统无法稳定运行的生产状态。通常炉窑启、停时，由于炉窑烟气二氧化硫浓度不满足制酸要求，无法进行硫酸生产，含二氧化硫烟气直接进入后续脱硫设施，因此，脱硫设施尾气难以达标。

6.4 源强核算程序

本节规定了有色金属冶炼建设项目污染源源强核算的一般原则、污染源识别、污染物确定及核算方法选取原则。

6.4.1 一般原则

规定了污染源源强核算程序，包括污染源识别与污染物确定、核算方法及参数选定、源强核算、核算结果汇总等。

6.4.2 污染源识别

规定了污染源的范围，应涵盖所有可能产生废气、废水、噪声、固体废物污染物的场所、设备和装置，在附录 A 中列出了 11 中有色金属冶炼产排污环节及主要污染物。同时规定污染源识别应符合 HJ 2.1、HJ 2.2、HJ/T 2.3、HJ 2.4 等技术导则要求。

6.4.3 污染物确定

规定了有色金属冶炼建设项目污染源源强核算的污染物，原则上要求以 GB25465、GB25466、GB25467、GB25468、GB30770 等国家排放标准及地方排放标准中的污染物为主；同时规定应根据环境保护主管部门要求，结合原辅料、燃料成分工艺情况，考虑增加其他污染物；如氮氧化物，目前除 GB30770 规定了氮氧化物排放限值，其余各标准仅规定了特别排放限值，但氮氧化物作为“十三五”总量控制因子，各地一般均要求进行核算；如 GB25466、GB25467 中废气重金属污染物排放限值并未完全覆盖铅、砷、汞、镉、铬等五种重点防控的重金属污染物，各地一般也要求进行核算。

6.4.4 核算方法选取

规定了有色金属冶炼建设项目废气、废水、噪声、固体废物的核算方法及选取原则。附录 A 作为规范性附录，分别列出了 11 种有色金属冶炼的产排污环节、主要污染物及核算方法，同时区分新改扩建工程和现有工程污染源，废气污染源区分正常工况和非正常工况。

6.4.4.1 废气

(1) 新（改、扩）建工程污染源

对于新（改、扩）建工程污染源，由于无法采用实测数据进行核算，原则上各污染物均采用类比原辅料、规模、生产工艺、污染防治措施相同或相似的现有工程污染源实测数据进行核算。同时由于有色金属冶炼使用的原料（精矿）、燃料（煤炭油气）等硫含量较高，且作为重要的参数检测数据较多，二氧化硫的产生量、排放量较大，因此，推荐优先采用物料衡算法；工业污染源产排污系数手册给出了颗粒物、二氧化硫产排污系数，但由于时间跨度较大，近年来由于行业排放标准趋严，脱硫技术进步较快，二氧化硫产排污系数与当前实际情况不相符，因此不再推荐使用产排污系数法核算二氧化硫源强；同时产排污系数为整条生产线的产排污系数，因此，当前产排污系数法仅可用于核算整条生产线的排放量，不适用于核算各工序源强。

(2) 现有工程污染源

有色金属工业排污许可系列技术规范已发布，《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》已征求意见即将发布，根据要求，有色金属冶炼企业均应制定自行监测计划并开展自行监测。因此，现有工程污染源源强优先采用实测法核算，而对于同一企业有多个同类型污染源时，自行监测未要求全部开展监测时，其他污染源可类比本企业同类型污染源实测数据核算。

有色金属工业排污许可系列技术规范、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》规定的监测方法包括自动监测和手工监测。因此本指南规定了现有工程污染源采用实测法核算排放量的数据选取原则，对于要求采用自动监测的污染因子，仅可采用有效的自动监测数据进行核算；对未要求采用自动监测的污染因子，优先采用自动监测数据核算，其次采用手工监测数据核算。

废气无组织源强采用类比法核算。非正常工况下废气源强优先采用实测法核算，其次可类比本企业同类型污染源非正常排放实测数据核算。

6.4.4.2 废水

(1) 新（改、扩）建工程污染源

优先采用类比法核算，其次采用产污系数法核算。

(2) 现有工程污染源

有色金属工业排污许可系列技术规范已发布，《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》已征求意见即将发布，根据要求，有色金属冶炼企业均应制定自行监测计划并开展自行监测。因此，现有工程污染源源强优先采用实测法核算，而对于同一企业有多个同类型污染源时，自行监测未要求全部开展监测时，其他污染源可类比本企业同类型污染源实测数据核算。

有色金属工业排污许可系列技术规范、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》规定的监测方法包括自动监测和手工监测。因此本指南规定了现有工程污染源采用实测法核算排放量的数据选取原则，对于要求采用自动监测的污染因子，仅可采用有效的自动监测数据进行核算；对未要求采用自动监测的污染因子，优先采用自动监测数据核算，其次采用手工监测数据核算。

6.4.4.3 噪声

(1) 新（改、扩）建工程污染源

污染源源强采用类比法进行核算。

(2) 现有工程污染源

污染源源强优先采用实测法核算，当缺少相关实测数据时，可采用类比法核算。

6.4.4.4 固体废物

(1) 新（改、扩）建工程污染源

污染源源强优先采用物料衡算法核算，对于湿法冶炼、废气处理、废水处理等工序产生固体废物，由于难以采用物料衡算法核算其产生量，也可采用类比法、产污系数法核算。

(2) 现有工程污染源

污染源源强优先采用实测法核算，实测法即根据现有工程固体废物的产生、收集、贮存、处置、转移台账对固体废物产生量进行核算。

对于同一企业有多个同类型污染源的时，其他污染源可类比本企业同类型污染源实测数据核算。

6.4.5 污染物排放量核算

明确了污染源源强核算应包括正常工况和非正常工况，建设项目污染物排放量应为所

有污染源正常排放量与非正常排放量之和。

6.4.6 核算结果汇总

附录 B（资料性附录）规定了污染源源强核算结果汇总的参考格式。

6.5 废气污染源源强核算方法

废气污染源核算分别给出了物料衡算法、类比法、实测法、排污系数法计算不同污染物的说明，以及非正常排放情况下的核算方法。

6.5.1 核算因子

有色金属冶炼产生的主要污染物为备料产生的颗粒物、冶炼炉窑产生的颗粒物、二氧化硫、重金属等和湿法冶炼过程中产生的酸雾等污染物；根据有色金属冶炼业排污特点，结合行业排放标准，确定源强核算的因子包括颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、重金属、氟化物、硫酸雾等，同时明确应根据环境保护主管部门管理要求，结合原辅料、燃料成分和生产工艺情况，考虑增加其他特征重金属污染物。

6.5.2 核算方法

（1）物料衡算法

本标准中物料衡算法仅用于新（改、扩）建工程污染源二氧化硫的源强核算。有色金属冶炼业二氧化硫产排污环节主要为冶炼炉窑，根据物质守恒原理，即冶炼炉窑投入物料含硫量与产出物含硫量之差，并结合脱硫设施效率给出了采用物料衡算法核算二氧化硫排放量的计算公式。

有色金属冶金炉窑入炉物料主要包括原料（精矿、二次资源等）、返料（冶炼渣、烟尘等）、燃料（煤、炭、油、气等），产出物主要包括冶金产品、副产品、中间物料、冶炼渣及烟尘等。其中入炉物料、产物的使用量（或产生量）、含硫率等可取设计资料中相关数据或实际检测数据；本标准附录 C（资料性附录）给出了铜、铝、铅、锌冶炼行业主要冶炼炉窑的入炉物料、燃料和产物的类别和名称等，附录 D（资料性附录）中根据《铜冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《镍冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《钴冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）》及相关治理工程技术规范、污染防治技术政策给出了目前常用的烟气脱硫技术的脱硫效率。

（2）类比法

新（改、扩）建工程各装置废气污染源污染物的产生情况，可类比与其原辅料、生产工

艺、产品、管理水平相似和生产规模接近的现有工程污染源的实测数据，确定废气排放量、污染物浓度、污染物去除效率等相关参数，进而核算污染物排放量，或者直接确定污染物排放量。类比法使用范围广，但较为原则，如要实现类比结果较为准确，类比对象的选取是关键。因此，本标准针对可能影响污染物排放量的因素，规定了类比法的使用五条使用原则，类比对象须同时满足五条使用原则，方可使用，主要包括：（1）原辅料及燃料类型相同且与污染物排放相关的成分相似；（2）主体工程生产工艺相同；（3）产品类型相同；（4）污染控制措施不低于类比对象的处理效率；（5）生产线规模相近。

（3）实测法

实测法适用于有自动监测数据或手工监测数据的现有工程污染源的源强核算。

采用自动监测数据核算时，需采用核算时段内所有小时平均数据进行核算；由于自动监测为连续监测，核算时段内污染物排放量为废气污染物各小时平均质量浓度与对应废气排放量乘积之和。同时规定采用的自动监测系统及数据有效性需符合 HJ 75、HJ 76、HJ 373、HJ 630、HJ 819、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》及排污许可证等要求。

采用手工监测数据核算时，需采用核算时段内所有有效手工监测数据进行核算，包括执法监测和自行监测。由于手工监测为非连续监测，核算时段内废气污染物排放量为废气污染物手工监测的各小时平均排放量与核算时段内污染物排放小时数的乘积，其中废气污染物的小时平均排放量为各手工监测的小时平均排放质量浓度与对应废气排放量乘积加权平均值。同时规定了排污单位自行监测数据有效性需符合 GB 25465、GB 25466、GB 25467、GB 25468、GB 30770、GB/T 16157、HJ/T 373、HJ/T 397、HJ 630、HJ 819、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》及排污单位排污许可证等要求。同时要求自行监测时段的生产负荷应不低于本次监测与上一次监测周期内的平均生产负荷，并给出生产负荷的对比结果。

（4）排污系数法

排污系数法适用于新（改、扩）建工程污染源源强核算。

排污系数即单位产品污染物排放量，采用排污系数法核算源强时，核算时段内污染物排放量为排污系数与产品产量的乘积。本标准中排污系数主要取自《全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》，但由于该手册制定时间较早，近年来随着行业污染物排放标准趋严，有色金属冶炼工艺、环保治理措施（尤其是脱硫设施）进步较大，该系数中部分污染物产排污系数（如二氧化硫）与当前实际排污水平有较大差异，因此本标准中排污系数法仅用于颗粒物的源强核算。同时由于现行排污系数为单条生产线的排污系数，因此目前尚不可应用于

核算各工序的污染物排放量，须待第二次全国污染源普查产排污系数手册发布后方可视情况使用。

6.5.3 企业试算结果

在本标准编制期间，编制组选取 3 家铜冶炼企业、2 家铅冶炼企业、4 家锌冶炼企业，对颗粒物、二氧化硫源强进行了试算，试算结果见表 5。

表 5 不同核算方法源强试算结果

序号	案例	基本情况	污染物	核算结果 (t/a)			
				实测法	物料衡算法	类比法	排污系数法
1	铜冶炼 1	阴极铜 15 万 t/a, 富氧侧吹	颗粒物	84.5	—	78.7/100.8/126.2	375
			SO ₂	472.5	537	478/504/608	—
2	铜冶炼 2	阴极铜 10 万 t/a, 富氧底吹	颗粒物	54.6	—	63/72.6/69.3	250
			SO ₂	315	362	252/378/425	—
3	铜冶炼 3	阴极铜 40 万 t/a, 闪速	颗粒物	235.2	—	184.3/277.2	2050
			SO ₂	1233.6	1313.2	983.6/1677.2	—
4	铅冶炼 1	电铅 10 万 t/a, 液态高铅渣直接还原	颗粒物	87.8	—	56.7/97.3/122.1	—
			SO ₂	431	489	402.2/468.9/545.4	—
5	铅冶炼 2	电铅 10 万 t/a, 基伏赛特法	颗粒物	56.4	—	63.1	—
			SO ₂	535	589.4	647.9	—
6	锌冶炼 1	电锌 10 万 t/a, 常规湿法	颗粒物	33.6	—	29.8/41.5/52.3	85.3
			SO ₂	147	212	178/257/289	—
7	锌冶炼 2	电锌 10 万 t/a, 热酸浸出法	颗粒物	22.7	—	32.7/39.8/58.2	85.3
			SO ₂	169.3	212	151.2/239.6/178.6	—
8	锌冶炼 3	精锌 10 万 t/a, 竖罐炼锌	颗粒物	171.7	—	77.7	460.5
			SO ₂	612	750	354	—
9	锌冶炼 4	铅锌 10 万 t/a (2: 1), ISP 法	颗粒物	139.8	—	95.6/149.9/172.2	275.6
			SO ₂	440	550	350/420/553	—

注：“—”表示不采用该方法核算；“/”不同类比对象核算结果

试算结果表明，本标准规定的源强核算方法较为全面，可为污染源源强核算提供科学合理的依据，同时通过结果分析，也发现以下问题：

(1) 类比法核算结果存在一定的波动性

从 9 家有色金属冶炼颗粒物、二氧化硫源强试算结果可见，在尽量保证原辅料、产品、工艺、污染控制措施、生产规模相同或相近的类比条件下，不同类比对象的源强核算结果仍然存在一定的波动性，主要原因可能为不同类比对象管理水平的差异、实测结果的偶然性等影响，而相对其余类比条件，环境管理水平难以进行量化表述或比较。因此，本标准规定新（改、扩）建工程污染源采用物料衡算法核算二氧化硫源强，现有工程污染源采用实测法核算二氧化硫源强。

(2) 物料衡算法专业性较强

采用物料衡算法核算二氧化硫源强时，所需基础数据较多，如物料投入量、产物种

类、数量、含硫量等，且不同行业、不同企业、不同批次物料都可能存在差异，在设计单位无法给出完整的数据参数或参数明显有误时，只能由核算人员根据行业、企业实际情况收集相关基础数据并进行取值。因此，对人员的专业程度要求较高。

(3) 产排污系数法与其他方法核算结果差异较大

由颗粒物试算结果可知，对于同一源强颗粒物源强，排污系数法核算结果明显大于实测法、物料衡算法和类比法，主要原因为本标准产排污系数主要来源于全国污染源普查工业污染源产排污系数手册，随着近十多年来环保标准的日趋严格，当前有色金属冶炼业无论从生产工艺还是环保处理工艺及设施已有较大提升和进步，部分新工艺如液态高铅渣直接炼铅工艺、闪速炼铅工艺、富氧浸出炼锌工艺（常压富氧浸出工艺）等在现行产排污系数手册中尚无相应系数；产排污系数手册中部分系数如废气中颗粒物、二氧化硫排污系数与当前行业实际污染物排放水平存在较大差异；产排污系数手册中涵盖的污染因子不全，如“十三五”总量控制因子中的氮氧化物、氨氮、总氮、总磷，有色金属冶炼行业的部分特征污染因子重金属等，暂时均无相应的产排污系数；此外，现行的产排污系数手册是基于原料、产品、工艺、规模等不同“四同”组合给出的整条生产线的产排污系数，并不适用于核算各工序污染物排放量，仅可用于整条生产线污染物排放量的校核验证。因此，建议在工业污染源产排污手册修订后，采用修订后的产排污系数进行核算。

6.6 废水污染源源强核算方法

6.6.1 核算因子

有色金属冶炼产生的废水主要包括生产废水（包括污酸、酸性废水、一般生产废水和初期雨水）和生活污水。污酸中主要污染物为废酸和重金属，通常企业产生的污酸会单独处理，处理工艺包括硫化法、石灰中和法、高密度泥浆法、石灰-铁盐法等，污酸处理后液排至酸性废水处理站进一步处理；酸性废水主要污染物为重金属，一般采用石灰中和法、高密度泥浆法、硫化法、石灰中和-铁盐法、电化学法、膜分离法进行处理；初期雨水一般进入酸性废水处理站处理，一般生产废水主要为循环冷却水排污水，主要污染物为盐类，一般与酸性废水处理站出水一起采用膜分离法等深度处理；当前，大多有色金属冶炼企业基本实现了含重金属生产废水不外排。

根据有色金属冶炼业排污特点，结合行业排放标准及排污许可相关要求，确定源强核算的因子为化学需氧量、氨氮、重金属（总铅、总砷、总汞、总镉等）及行业自身的特征污染因子（如镍钴冶炼中的总镍、总钴，锡铋冶炼中的总锡、总铋）等。

6.6.2 核算方法

(1) 类比法

与废气源强核算相同，废水污染源污染物的产生情况，可类比与其原辅料、生产工艺、产品、管理水平相似和生产规模接近的现有工程污染源的实测数据，确定废水排放量、污染物浓度、污染物去除效率等相关参数，进而核算污染物排放量，或者直接确定污染物排放量。类比法使用范围广，但较为原则，如要实现类比结果较为准确，类比对象的选取是关键。因此，本标准针对可能影响污染物排放量的因素，规定了类比法的使用五条使用原则，类比对象须同时满足五条使用原则，方可使用，主要包括：（1）原辅料及燃料类型相同且与污染物排放相关的成分相似；（2）主体工程生产工艺相同；（3）产品类型相同；（4）污染控制措施不低于类比对象的处理效率；（5）生产线规模相近。

(2) 实测法

实测法适用于有自动监测数据或手工监测数据的现有工程污染源的源强核算。

采用自动监测数据核算时，需采用核算时段内所有日均数据进行核算；由于自动监测为连续监测，核算时段内污染物排放量为废水污染物日均浓度与对应废水排放量乘积之和。同时规定采用的自动监测系统及数据有效性需符合 HJ 75、HJ 76、HJ 373、HJ 630、HJ 819、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》及排污许可证等要求。

采用手工监测数据核算时，需采用核算时段内所有有效手工监测数据进行核算，包括执法监测和自行监测。由于手工监测为非连续监测，核算时段内废水污染物排放量为废水污染物手工监测的日均排放量与核算时段内污染物排放天数的乘积，其中废水污染物的日均排放量为各手工监测的日均排放质量浓度与对应废水排放量乘积加权平均值。同时规定了排污单位自行监测数据有效性需符合 GB 25465、GB 25466、GB 25467、GB 25468、GB 30770、GB/T 16157、HJ/T 373、HJ/T 397、HJ 630、HJ 819、《排污单位自行监测技术指南 有色金属冶炼工业》及排污单位排污许可证等要求。

(3) 产污系数法

排污系数法适用于新（改、扩）建工程污染源源强核算。

产污系数即单位产品污染物产生量，采用产污系数法核算源强时，首先需根据产污系数、产品产量核算废水污染物的产生量，然后再结合废水处理设施去除效率、废水回用率核算废水污染物的排放量。

本标准给出了产污系数法的计算公式。其中废水污染物产污系数取自《全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》；同时附录 D（资料性附录）根据《铜冶炼污染防治可行技术

指南（试行）》《镍冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《钴冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）》及相关治理工程技术规范、污染防治技术政策等给出了不同废水处理工艺对不同废水污染物的参考去除效率。

6.7 噪声源强核算方法

噪声源强核算采用类比法、实测法。

对于现有工程污染源，要求采用实测法；对于新（改、扩）建工程污染源，要求采用类比法。类比法是指设备商提供的源强数据。类比对象的优先顺序为技术协议源强参数、同型号设备、同类设备。设备型号未定时，应根据同类设备噪声水平按保守原则确定噪声源强，或参考附录 E（资料性附录）确定噪声源强。

附录 E（资料性附录）给出了有色金属冶炼主要噪声设备源强及典型降噪设施降噪效果。

6.8 固体废物源强核算方法

固体废物源强核算采用物料衡算法、类比法、实测法、产污系数法。

（1）物料衡算法

新（改、扩）建工程可按照物质守恒定律，参照企业工艺物料平衡计算固体废物产生量。该方法适用于火法冶炼固体废物产生量的核算，对于湿法冶炼、废水处理、废气处理产生的固体废物，由于涉及到溶液、液固之间的化学反应，通常难以采用物料衡算法。

（2）类比法

新（改、扩）建工程固体废物的产生量，可类比与其原辅料、工艺、产品、污染控制措施和管理水平相似，生产规模接近的的现有工程污染源固体废物产生量确定。

（3）实测法

现有工程污染源可根据企业固体废物台账记录的固体废物类别、产生、收集、贮存、转移、利用、处置等，确定固体废物产生量。

（4）产污系数法

新（改、扩）建工程固体废物产生量还可根据产污系数法进行核算。固体废物产污系数为单位产品固体废物产生量，固体废物产生量即为产污系数与产品产量乘积。附录 F（资料性附录）中给出了主要有色金属冶炼固体废物的产污系数。其中铜冶炼固体废物系数主要来源于即将发布的《有色金属选冶行业（铜选冶）危险废物管理指南》，其余行业固体废物产污系数主要通过现场和发函调研了云南、广东、湖南、新疆、河南、内蒙古、江西、山东、甘肃、青海等 10 省 42 家有色金属冶炼企业 71 条生产线（包括铜冶炼企业 8 家 10 条生

产线、铅锌冶炼企业 13 家 28 条生产线、铝冶炼企业 18 家 27 条生产线，其他有色冶炼企业 3 家 6 条生产线) 的主要固体废物产生情况，收集了环保部门近年来审批的 67 个有色金属冶炼建设项目环评文件中固体废物产生情况，并与 2015 年环境统计数据、环境统计年鉴固体废物产生量进行了验证校核，从而确定了有色金属冶炼行业主要固体废物产污系数范围。

6.9 其他

提出了源强核算的其他要求，包括：

- (1) 源强核算过程中，工作程序、源强识别、核算方法及参数选取应符合要求；
- (2) 如存在其他有效的源强核算方法，也可以用于核算污染源强；
- (3) 对于国内外首次采用的生产工艺、污染治理技术等，可参考中试数据确定污染源强。

6.10 附录

6.10.1 附录 A (规范性附录) 有色金属冶炼业污染源源强核算方法选取次序表

附录 A 为规范性附录，规定了 11 种有色金属冶炼新(改、扩)建工程污染源和现有工程污染源废气污染物、废水污染物、噪声、固体废物的源强核算方法选取次序，其中废气源强核算包括有组织和无组织两种排放形式、正常和非正常两种工况。根据有色金属冶炼生产工艺和产排污节点，列出了 11 种有色金属冶炼主要污染源及污染物，并相应规定了各污染物的核算方法及选取优先次序。有色金属冶炼建设项目环境影响评价过程中源强核算须按照附录 A 规定的核算方法进行核算。

6.10.2 附录 B (资料性附录) 有色金属冶炼业源强核算结果及相关参数列表形式

附录 B 为资料性附录，给出了有色金属冶炼建设项目废气污染物、废水污染物、噪声、固体废物源强核算结果汇总样表格式。有色金属冶炼建设项目环境影响评价过程中源强核算结果可参照附录 B 表格样式进行汇总。

6.10.3 附录 C (资料性附录) 典型有色金属冶炼炉窑主要入炉物料及产物一览表

附录 C 为资料性附录，给出了铜、铝、铅、锌冶炼炉窑主要入炉物料、燃料及产物种类，其中入炉物料包括原料(精矿、二次资源等)、返料(冶炼渣、烟尘等)，燃料包括煤、炭、油、气等，产物包括产品、副产品、中间产品、冶炼渣、烟尘等；采用物料衡算法核算二氧化硫源强时，可参照附录 C 列出的原料、燃料、产物种类要求设计文件给出相应的

使用量、产生量及含硫率等参数，便于核算二氧化硫排放量。

6.10.4 附录 D（资料性附录）有色金属冶炼污染防治可行技术

附录 D 为资料性附录，根据有色金属工业排污许可技术规范、《铜冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《镍冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《钴冶炼污染防治可行技术指南（试行）》《铅冶炼污染防治最佳可行技术指南（试行）》及相关治理工程技术规范、污染防治技术政策给出了 11 种有色金属冶炼废气、废水污染物的污染防治可行技术及相应的污染物去除效率。其中烟气脱硫可行技术脱硫效率可供物料衡算法核算二氧化硫排放量时参考，废水污染物去除效率可供排污系数法核算废水中重金属污染物排放量时参考。

6.10.5 附录 E（资料性附录）噪声源强及控制措施的降噪效果

附录 E 为资料性附录，根据环保部门近年来审批的 67 个有色金属冶炼建设项目环境影响评价文件中噪声源强及降噪措施降噪效果，统计出有色金属冶炼业主要噪声设备源强及典型降噪措施的降噪效果，可供类比法核算新（改、扩）建噪声源强时参考。

6.10.6 附录 F（资料性附录）有色金属冶炼业主要固体废物单位产品产生量

附录 F 为资料性附录，给出了 11 种有色金属冶炼主要固体废物的产污系数。其中铜冶炼固体废物系数主要来源于即将发布的《有色金属选冶行业（铜选冶）危险废物管理指南》，其余行业固体废物产污系数主要通过现场和发函调研了云南、广东、湖南、新疆、河南、内蒙古、江西、山东、甘肃、青海等 10 省 42 家有色金属冶炼企业 71 条生产线（包括铜冶炼企业 8 家 10 条生产线、铅锌冶炼企业 13 家 28 条生产线、铝冶炼企业 18 家 27 条生产线，其他有色冶炼企业 3 家 6 条生产线）的主要固体废物产生情况，收集了环保部门近年来审批的 67 个有色金属冶炼建设项目环评报告中固体废物产生情况，并与 2015 年环境统计数据、环境统计年鉴固体废物产生量进行了验证校核，从而确定了有色金属冶炼行业主要固体废物产污系数范围。

7 国内外源强核算体系比对分析

7.1 国外源强核算体系比对

美国工业污染源大气污染物源强核算主要采用《排放清单改进计划》（EIIIP）中推荐的核算方法如实测法（包括基于 CEMs 数据的自动监测实测法和现场采样的手工监测法）、物料衡算法和排放系数法等三大类，同时结合以上方法的排放核算数据和实际工艺运行参数，部分开发了模型预测法及相关计算程序。针对排放系数法，美国 EPA 编制了用于工业

污染源源强核算的《大气污染物排放系数汇编》(Compilation of Air Pollutant Emission Factors) 即 AP-42 手册, 现行 AP-42 为 1995 年 1 月颁布的第五版本。

对照 AP-42 手册第 12 章《冶金工业污染源》“12.3 原铜冶炼”产污系数表, 其识别的大气污染物排放因子主要为颗粒物、二氧化硫和铅, 对有组织废气给出了主要铜冶炼生产设施颗粒物、二氧化硫的排放系数及可信度等级, 对无组织废气给出了主要铜冶炼炉窑颗粒物、二氧化硫、铅的排放系数及可信度等级。

以 6.5.3 节表 5 铜冶炼生产线为例, 本标准推荐核算方法与 AP-42 手册排放系数核算结果对比情况见表 6。

表 6 国外源强核算方法对比情况

案例	基本情况	核算方法		颗粒物	SO ₂
铜冶炼 1	阴极铜 15 万 t/a、富氧侧吹	本标准	实测法	84.5	472.5
			物料衡算法	—	537
			类比法	78.7/100.8/126.2	478/504/608
		AP-42 手册排放系数法	109.5	504.6	
铜冶炼 2	阴极铜 40 万 t/a、闪速	本标准	实测法	235.2	1233.6
			物料衡算法	—	1313.2
			类比法	184.3/277.2	983.6/1677.2
		AP-42 手册排放系数法	320	1696	
注: a “—”表示不采用该方法核算; “/”不同类比对象核算结果 b AP-42 手册排放系数实际为产污系数, 手册中颗粒物去除效率 99% (电除尘)、SO ₂ 去除效率 99.8% (两转两吸)。					

由表 6 可知:

(1) AP-42 手册排放系数核算的颗粒物排放量整体上略大于本标准实测法、类比法核算的排放量, 原因可能为 AP-42 手册中规定的电除尘器除尘效率为 99%, 而根据我国《铜冶炼污染防治可行技术指南(试行)》, 电除尘器除尘效率为 99.0%~99.8%, 在当前我国建设项目环评和设计中电除尘器除尘效率通常取值为 99.5%。

(2) AP-42 手册中排放系数核算的 SO₂ 排放量与本标准实测法、物料衡算法、类比法核算的 SO₂ 排放量整体上比较接近, 与富氧侧吹工艺 SO₂ 排放量差异基本在 10% 以内, 与闪速熔炼工艺 SO₂ 排放量差异最大达到 27%, 原因可能为 AP-42 手册中闪速熔炼工艺包括贫化炉, 计算的 SO₂ 排放量包括贫化炉烟气, 而我国闪速炼铜一般采用渣选矿替代贫化炉回收熔炼渣中铜金属, 因此造成 AP-42 手册核算的 SO₂ 排放量略大于本标准推荐方法。

对比 AP-42 手册与本标准核算方法核算结果可知, 本标准规定的污染源源强核算方法与美国源强核算结果较为接近。

7.2 与国内源强核算体系衔接

(1) 污染源源强核算技术指南 准则

目前国内尚无统一的有色金属冶炼业污染源强核算方法体系，环评工作中大多采用类比法、物料衡算法、产排污系数法等源强核算方法，但在实际使用过程中选取原则、参数选取较为随意，没有明确的选取次序，核算结果主观差异性较大，造成真实性和代表性不足。

2018 年生态环境部发布了《污染源源强核算技术指南 准则》，是污染源源强核算的纲领性文件，对各行业污染源源强核算指南的核算程序、技术要求、核算方法进行了统一要求，提出行业指南应分别明确各核算方法的适用对象、计算公式、参数意义以及核算要求，应针对不同污染源类型、污染物特性，区分新（改、扩）建工程污染源和现有工程污染源，分别确定污染源源强核算方法，并给出核算方法的优先级别。

本指南对不同要素、不同污染源的新（改、扩）建工程污染源和现有工程污染源分别提出源强核算方法的优先次序选取原则，遵循准则提出的简便高效、科学准确、统一规范的原则。现有工程污染源源强核算优先采用实测法，其次可采用类比法。新（改、扩）建工程污染源源强除二氧化硫采用物料衡算法外，其他在符合类比适用原则的条件下优先采用类比法，其次采用排污系数法。为规范核算方法使用，指南对类比法适用情形提出了限制条件，包括生产工艺、原辅燃料、污染控制措施、规模等原则，在符合适用原则的前提下方可类比现有工程污染源实测数据进行核算。指南也明确了物料衡算法、排污系数法等核算方法相关参数的获取途径，规定了重要参数的数值。

本指南在《准则》指导下编制，对规范有色金属冶炼建设项目污染源源强核算方法体系具有积极作用。

(2) 全国污染源普查工业污染源产排污系数手册

2008 年在我国在第一次全国污染源普查基础上，完成了第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册的编写，其中包括本标准适用范围内 11 种有色金属冶炼产排污系数。随着近十多年来环保标准的日趋严格，当前有色金属冶炼业无论从生产工艺还是环保处理工艺及设施已有较大提升和进步，部分新工艺如液态高铅渣直接炼铅工艺、闪速炼铅工艺、富氧浸出炼锌工艺（常压富氧浸出工艺）等在现行产排污系数手册中尚无相应系数；产排污系数手册中部分系数如废气中颗粒物、二氧化硫排污系数与当前行业实际污染物排放水平存在较大差异；产排污系数手册中涵盖的污染因子不全，如“十三五”总量控制因子中的氮氧化物、氨氮、总氮、总磷，有色金属冶炼行业的部分特征污染因子重金属等，暂时均无相应的产排污系数；此外，现行的产排污系数手册是基于原料、产品、工艺、规模等不同“四同”组合给出的整条生产线的产排污系数，并不适用于核算各工序污染物排放

量，仅可用于整条生产线污染物排放量的校核验证。因此，该产排污系数目前已不太适用于当前有色金属冶炼业污染源源强核算，亟需进行修订。

(3) 有色金属工业排污许可证申请与核发技术规范

目前，有色金属工业已陆续发布铜、铝、铅锌、镍、钴、锡、锑、汞、镁、钛等 11 种有色金属冶炼排污许可证申请与核发技术规范。上述技术规范中对实际排放量的核算提出了原则性要求，核算方法主要包括实测法、物料衡算法、产排污系数法等，其中，实测法与本标准现有工程污染源源强核算一致，产排污系数法、物料衡算法则与本标准有区别，该技术规范规定对于未按照技术规范要求开展自行监测的排污单位，其实际排放量采用产排污系数法、物料衡算法按照直排进行核算。

(4) 纳入排污许可管理的火电等 17 个行业污染物排放量计算方法（试行）

该文件中包括了铜、铝、铅锌冶炼排污单位污染物实际排放量核算方法，其中实测法与本标准中现有工程污染源源强核算方法一致；产排污系数法、物料衡算法与本标准有区别，该文件产排污系数法系数主要来自全国污染源普查工业污染源产排污系数手册（二氧化硫除外），对产排污系数手册中未涵盖的新工艺、污染物种类补充了相应的系数，且在核算实际排放量时按照产污系数进行核算，对于二氧化硫实际排放量则采用物料衡算法按照直排核算。

8 实施本标准的管理措施、技术措施、实施方案建议

8.1 加强废气无组织源强核算的基础研究

有色金属冶炼业废气无组织源强核算是目前技术难点，对于原料堆存、转运、火法冶炼、湿法冶炼产生的颗粒物、二氧化硫、重金属、氟化物、酸雾等污染物的无组织源强核算方法研究基础相对薄弱，目前尚无有效、准确的核算方法；后续需结合企业实际运行情况，进一步补充、完善有色金属冶炼业废气无组织源强核算方法及选取原则。

8.2 强化自动监测对源强核算的有效支撑

自动监测为连续监测，监测数据量较大，是监控排污单位许可排放浓度达标以及支撑实际排放量核算的有效手段，源强核算的准确性很大程度上依赖自动监测数据。因此，本标准规定对排污许可技术规范、自行监测技术指南要求安装自动监测系统的污染物，仅可采用自动监测数据核算污染物源强，对未规定安装自动监测系统的污染物，优先采用自动监测数据核算污染物源强。因此，源强核算的准确性将很大程度上依赖于自动监测系统。

但现阶段，环境保护主管部门对自动监测数据的管理和应用偏弱，自动监控设施“联而不传”、数据“传而不用”、数据的有效性不足等问题突出。非正常工况下，自动监控

数据采集系统自动剔除异常数据，或缺少自动监测系统，导致难以对非正常工况下污染物排放实施实时监控。

因此，建议环境保护主管部门加强自动监测的管理，提升自动监测的技术水平和法律地位，保证自动监测数据的完整性、真实性，为本标准的实施提供保障。

8.3 加强培训，推进标准实施

本标准颁布实施后，应及时开展对相关人员的专业培训，使其能够掌握和应用本标准开展平板玻璃制造建设项目污染源源强核算。同时，在标准使用过程中，如发现问题可及时向生态环境部反馈，以利于本标准的修订完善。

8.4 适时开展标准实施评估

由于时间仓促，现有国内行业资料和研究水平有限，标准中核算技术方法的参数取值需要根据国家和地方对有色金属冶炼业污染物排放控制的整体要求和最新技术文件、行业环保水平进步等进行不定期修订。建议结合环评与排污许可制实施情况、全国污染源普查工作，适时开展本标准实施效果评估。