

附件 3

《再生有色金属工业污染物排放标准》

（征求意见稿）

编制说明

《再生有色金属工业污染物排放标准》编制组

2014 年 6 月

目 录

1 项目背景	23
1.1 任务来源.....	23
1.2 工作过程.....	23
2 行业概况.....	25
2.1 我国再生有色金属行业概况.....	25
2.2 行业全球发展概况.....	29
3 标准制（修）订的必要性分析.....	30
3.1 国家及环保主管部门的相关要求.....	30
3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求.....	32
3.3 行业发展带来的主要环境问题	34
3.4 相关污染事故、环境诉讼	38
3.5 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展	39
3.6 现行环保标准存在的主要问题	44
4 行业产排污情况及污染控制技术分析.....	45
4.1 再生铜行业.....	45
4.2 再生铝行业.....	51
4.3 再生铅行业.....	57
4.4 再生锌行业.....	64
5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析.....	66
6 标准主要技术内容.....	69
6.1 适用范围.....	69
6.2 标准结构框架.....	70
6.3 术语和定义.....	70
6.4 污染物控制项目选择及排放浓度限值的确定	70
7 实施本标准的环境效益及经济技术分析	91
7.1 达标技术及成本分析.....	91
7.2 实施本标准的环境（减排）效益	92

《再生有色金属工业污染物排放标准》编制说明

1 项目背景

1.1 任务来源

为防治环境污染、维护生态平衡、保护人体健康，完善和协调我国的环境标准体系，控制再生有色金属工业污染物排放、防止其污染物排放对环境造成污染和危害、促进再生有色金属工业生产技术装备和污染控制技术的进步，国家环境保护部于 2013 年 2 月下发了《关于开展 2013 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函[2013] 154 号），将《再生有色金属工业污染物排放标准》列入 2013 年的环境标准制（修）订项目计划，要求在原有再生铜、再生铝和再生铅标准基础上加入相关子项（成规模行业），形成再生有色金属行业性标准，项目统一编号 2013-14。该通知明确北京中色再生金属研究有限公司（原北京中色再生金属研究所）为《再生有色金属工业污染物排放标准》的承担单位。据此，我单位成立了编制组，全面开展该标准的制定工作。

1.2 工作过程

国家环境保护总局于 2007 年 7 月下发了《关于下达 2007 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》（环办函[2007]544 号），将《再生有色金属工业污染物排放标准—铜》（项目统一编号 378）和《再生有色金属工业污染物排放标准—铝》（项目统一编号 379）列入 2007 年环境标准制（修）订项目计划中，通知明确北京中色再生金属研究所（现更名为北京中色再生金属研究有限公司）为以上两个标准的牵头起草单位。国家环境保护总局于 2008 年 1 月下发了《关于开展 2008 年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》（环办函[2008] 44 号），将《再生有色金属工业污染物排放标准—铅》列入 2008 年环境标准制（修）订项目计划，项目统一编号 380。通知明确北京中色再生金属研究所为《再生有色金属工业污染物排放标准—铅》的牵头起草单位。北京中色再生金属研究有限公司迅速成立了标准编制组，开展标准编制工作，按期编制完成征求意见稿，并于 2011 年 12 月结束了《再生有色金属工业污染物排放标准—铜》、《再生有色金属工业污染物排放标准—铝》和《再生有色金属工业污染物排放标准—铅》三个污染物排放标准征求意见工作。

根据国家环保部《关于开展 2013 年度国家环境保护标准项目实施工作的通知》（环办函

[2013] 154 号)文件精神及环保标准制定要求,编制组对标准文本和编制说明增减了相关法律、法规内容,更新了数据,并对三个行业有代表性的企业污染物排放情况重新进行了调查和研究,以达到新标准的要求。同时,在充分调研了我国再生有色金属行业后,发现以废杂有色金属(金属及合金状态)为原料的再生有色金属工业,除了铜、铝、铅和锌以外的其他再生有色金属行业产量之和只占再生有色金属总产量的5%左右,没有形成行业规模。因此,本标准将对再生铜、再生铝、再生铅和再生锌工业进行分析。编制组在再生铜、铝、铅工业原有工作的基础上,增加了再生锌工业进行了调查和研究。

编制组根据国内外再生有色金属行业布局,主要污染物排放种类,结合我国再生有色金属行业污染现状,按照国家产业政策、环保政法规,对照国内外再生有色金属行业污染控制思路,依据下达任务内容,确定标准控制对象和范围,提出了编制标准的原则、拟采用的方法和技术依据、标准框架的构想、开展的工作内容、工作分工及进度安排等。

本标准制定的主要工作过程如下:

(1) 现场考察

2013年3-7月,编制组深入再生铜、铝、铅和锌工业有代表性的企业进行实地调查,调查企业覆盖多个省市的不同规模企业,深入了解企业产排污工艺结点、排放状况等。

(2) 与行业技术专家交流

2013年先后多次与中国有色金属工业协会、再生金属分会、中国有色工程设计研究总院以及各主要企业等单位技术专家进行了技术交流。

(3) 文献查阅

编制组查阅了大量国内外再生有色金属工业相关法律、法规及排放标准,以及典型工艺技术、污染物产生和排放特征、污染物控制技术措施等环境管理和技术相关资料。

(4) 完成草稿及其编制说明

2013年12月27日,环境保护部科技标准司标准处在北京召开再生有色金属工业污染物排放标准讨论会,讨论本标准的制订工作情况。会议统一了标准的编制思路,并要求在环境保护部环境标准研究所的协助下标准编制组加快完成本标准制修订工作。会后,标准研究所与编制组根据当前国家对再生有色金属工业的环境管理要求及国家污染物排放标准制修订工作要求全面完善了标准文本和编制说明,完成《再生有色金属工业污染物排放标准》(征

求意见稿)及编制说明。

2 行业概况

2.1 我国再生有色金属行业概况

进入新世纪,我国再生有色金属(主要是铜、铝、铅、锌四大品种)产业持续快速发展,2013年主要再生有色金属产量达到1073万吨,成为我国有色金属工业的重要组成部分。另外还有一些稀有、稀贵金属的再生利用,但规模产量均较小,还未形成规模。目前我国再生有色金属行业总体格局呈金字塔型,大部分是中小型企业,这类企业虽然单个产量不大,但总产量约占行业总产量的一半以上。他们环保意识相对薄弱,透明度不高,环保设施不健全,处于粗放生产、无序排放的状态。

2.1.1 再生铜工业概况

我国再生铜的生产起步较早,目前已是世界上再生铜的主要生产国和消费国,生产技术也比较成熟。我国的再生铜产业自2003年以来,产量一直保持上升的趋势。

我国再生铜产业经过几十年的发展,已经形成了一个独立的工业体系。目前在我国长江三角洲、环渤海地区和珠江三角洲,已形成了3个重点再生铜生产和消费区域,已形成了从废杂铜回收、进口拆解、分类、再生熔炼和深加工利用的完整产业链。

我国再生铜企业结构呈金字塔型,2005年废杂铜利用量在10万吨以上的只有2家;5~10万吨的有3-5家。年利用量在1万吨以下的小型再生铜企业在我国占有较大的比列。最近几年,我国再生铜产业发展迅猛,规模较大的企业产能进一步扩大,产能超过10万吨的再生铜企业已经超过5个。

我国近几年再生铜产量增长迅速,近6年产量如表1及图1所示。

表1 近年我国再生铜产量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013
再生铜产量(万吨)	190	200	240	260	275	275

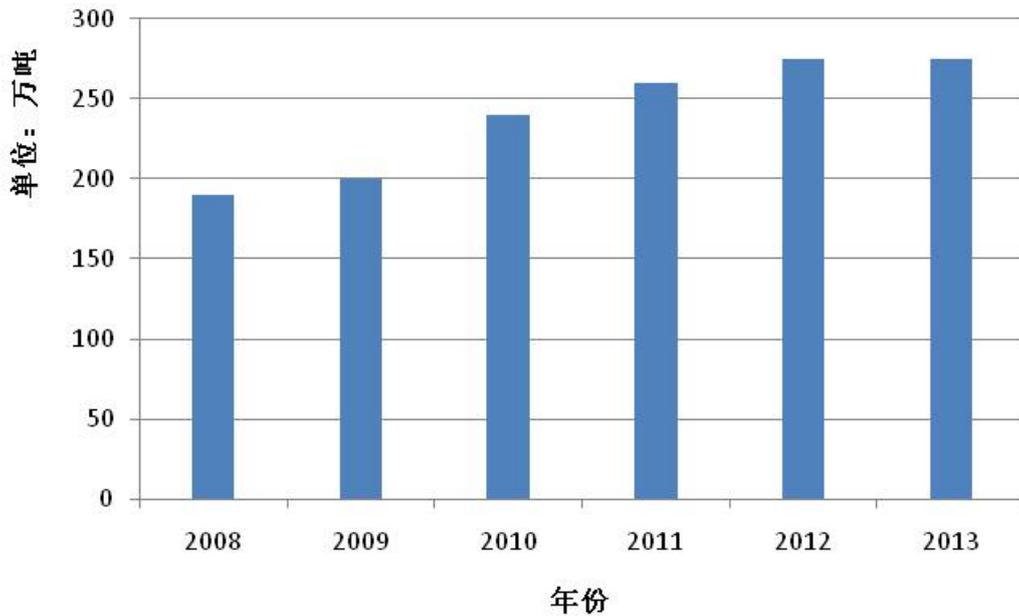


图 1 近年我国再生铜产量

再生铜的原料是各种废杂铜，目前国内废杂铜回收占总利用量的 40%，进口占 60%。我国从 90 年代开始进口含铜的废杂金属，进口量逐年增加。以实物量计 1995 年突破 100 万吨，2000 年突破 250 万吨，2005 年以后各年进口量均保持在 400 万吨以上，2008 年达到 558 万吨，为历史最高值。2013 年中国共进口含铜的废金属 437 万吨（实物量），比 2012 年减少了 10%。

中国在今后十年中再生铜技术市场将非常活跃，传统的熔炼设备将得到改进，预处理技术将进一步提高，环境治理成效显著，产业升级速度加快。再生铜工业的发展有利于中国的资源保护和环境保护，符合国家可持续发展的战略。该行业的发展，需要行业的自律，需要全社会的理解和支持，同时也需要政府制定长期稳定的政策，创造良好的环境，使该行业健康、稳定的发展。

2.1.2 再生铝行业概况

我国再生铝工业在上世纪 70 年代后期才形成雏形。2004 之后我国再生铝工业得到快速发展。在国家大力发展循环经济的背景下，国家对再生铝行业寄予了很高期望，已经形成很大规模。目前，中国已成为世界第一大再生铝生产国。此外，我国铝加工（包括铝合金生产）企业也开始尝试利用废杂铝资源，特别是铝型材生产和铸造铝合金生产，废杂铝利用量较大。与原生铝相比，再生铝不仅具有低能耗、低污染、低成本等突出特点，而且劳动密集型的产业特点也使其至少解决了 60 万人的就业。目前，我国再生铝产量占铝总产量的比例越来越

高，同时形成了比较完善的废杂金属回收、拆解、生产、加工体系。生产规模超过 10 万吨的再生铝企业超过 10 家，产能超过 5 万吨的企业有 30 多家，这些大型企业是我国再生铝工业的主力。

近年来，我国再生铝产量逐年稳步上升，2008 年中国再生金属产业保持了持续发展的良好态势，再生铝产量达到 275 万吨，同比增长 10%。2009 年受世界性的金融危机影响，全球铝工业受到重创，但我国再生铝工业保持平稳发展的状态，全年再生铝产量与 2008 年产量相比有明显大幅增长。到 2012 年，我国再生铝产量已达 450 万吨。近 5 年我国再生铝产量归纳于表 2 和图 2：

表 2 近年我国再生铝产量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013
产量（万吨）	260	310	400	440	480	520

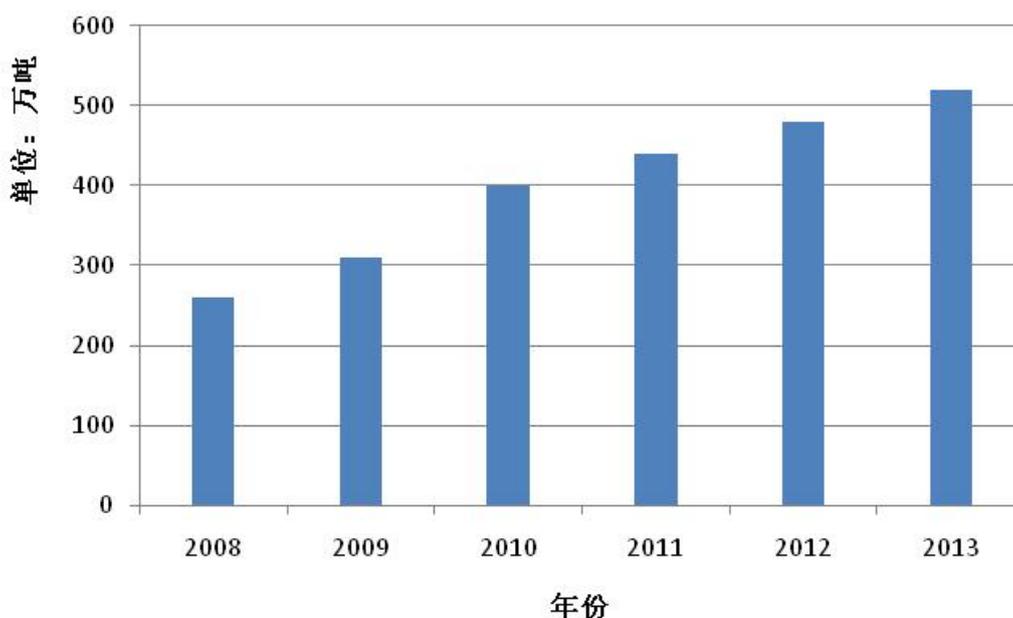


图 2 近年我国再生铝产量

我国废铝回收、流通、预处理和再生利用的主要区域大多是围绕着铝的回收和再生铝消费市场而自发形成的。主要区域板块有浙江永康、广东南海、湖南汨罗等。

再生铝的原料是各种废铝，目前国内废铝回收占总利用量的 50% 以上，其余为进口含铝废料。据海关统计，2013 年进口含铝废料 250 万吨。我国铝废料出口量一直很少，2013 年仅 1347 吨。

根据有关预测，2013 年以后，自上世纪 90 年代以来消费的铝制品会陆续进入报废回收

期，再生铝企业将迎来原材料供应的新一轮“井喷”行情。只要遵循市场规律、运用现代化的生产管理制度，不断进行技术创新和工艺改进，我国再生铝行业还是大有前景的。随着《中华人民共和国循环经济促进法》的出台，再生铝行业势必会在更加健全的体制下健康发展。

2.1.3 再生铅行业概况

我国再生铅工业是在 1978 年后形成的。近十年中，汽车工业的发展和铅酸电池报废量的增加，促使了再生铅工业的发展，根据《中国有色金属工业年鉴》的统计数字，近 6 年全国再生铅如表 3。

表 3 近年我国再生铅产量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013
产量(万吨)	70	123	135	135	140	150

我国现有再生铅企业没有详细的统计数字，根据对行业的调查，估计约在 250-300 家，集中分布在江苏、山东、安徽、河北、河南、湖北、湖南、上海、天津等省市，这些地区再生铅产量占全国 80% 以上。虽然我国再生铅企业数量多，但规模不大，产能超过 5 万吨的有江苏春兴合金(集团)有限公司、湖北金洋冶金股份有限公司等企业，产能 1-5 万吨的再生铅企业超过 10 家。由于汽车工业的发展，我国再生铅工业正在快速的发展。

我国再生铅工业采用的先进工艺技术为机械破碎-分选-湿法转化-回转炉熔炼工艺，但许多企业采用反射炉熔炼技术、传统熔炼技术等。总体而言，我国再生铅行业大部分小型企业技术落后，有些再生铅厂采用传统的小反射炉、鼓风炉熔炼再生铅。还有一些企业甚至没有环保设备，不能对产生的废酸、废水、烟气进行处理，对环境造成极为严重的影响。废铅酸蓄电池拆解后无分选处理技术，板栅金属和铅膏混炼，导致废旧蓄电池中的铅金属回收率低，综合利用率低。

再生铅工业发展趋势主要是三个方面，一是资源回收领域，正在向集中回收、仓储、运输、集中处理方向发展；二是再生铅行业技术向无污染和有价值成分综合回收利用方向发展；三是再生铅企业的环保意识增加，更加重视企业的污染物治理。

2.1.4 再生锌行业概况

锌广泛应用于镀锌工业、电池工业、化学工业等，在国民经济中占有重要地位。目前，世界上已探明的锌矿储量不多，随着开采增多，锌矿资源日益减少，废杂锌的回收与利用就显得尤为重要。随着我国再生锌产量的增长，产业规模不断扩大，再生锌产业为资源节约和

环境保护作出了突出贡献，成为我国有色金属工业可持续发展的重要组成部分。

(1) 再生锌产量情况

我国是世界上最大的锌生产和消费国，2012 年锌产量为 485 万吨。随着含锌废料的蓄积量日益提高，再生锌产量也在逐年增加。我国再生锌主要是以废杂锌和热镀锌渣为原料，采用火法或火法湿法联合工艺，最终的产品为金属锌及合金。中国有色金属工业协会再生金属分会对我国再生锌产量进行统计，其统计数字包括了再生锌产量，也包括了利用含锌废料生产氧化锌（金属量）等产品。根据再生金属分会统计，2012 年我国再生锌产量约为 144 万吨，同比减少 20.14%，占当年锌产量的比例达到 29.8%，近年再生锌产量见表 4。

表 4 近年我国再生锌产量

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013
再生锌产量（万吨）	97	108	137	173	144	130

(2) 原料来源情况

目前，我国再生锌产业的原料主要来自两个渠道，一是国外进口，二是国内回收。国外进口方面，据海关总署统计资料，2000-2012 年我国锌废料进口量始终处在较低的水平，即使在进口量最大的 2005 年也仅有 7.6 万吨。2008-2012 年，受金融危机及欧债危机影响，我国锌废料进口量进一步萎缩。2012 年我国进口锌废料 3.6 万吨，与 2005 年相比减少了 52.6%。国内回收方面，主要集中在河北、云南、浙江、广东、江西、福建、四川等省份，在山东临沂、河南长葛、湖南汨罗、辽宁大石桥等再生金属产业集聚区。国内回收的废杂锌主要为报废的锌及锌合金的零部件和热镀锌渣。

目前我国利用废杂锌回收锌的方法有两种，即火法和湿法，以火法熔炼为主。处理废锌及合金件，主要采用反射炉和坩埚熔炼技术，其中坩埚熔炼是一种传统的熔炼技术，如果处理不好，对环境污染比较严重，目前多数企业已经建设了环保系统。反射炉仍然被熔炼再生锌合金企业采用，其优点是便于建立完善的环保处理系统。湿法工艺主要是采用硫酸浸出、净化和电积的工艺生产金属锌。

2.2 行业全球发展概况

再生金属的循环利用是发展循环经济的重要领域，工业发达国家均很重视再生金属产业。20 世纪末，发达国家再生资源产业（包括再生有色金属）规模已达到 2500 亿美元；本世纪初，增加到 6000 亿美元；到了 2012 年达到近 20000 亿美元。2011 年，世界再生铜、铝、铅总产量达到 2379 万吨，其中再生铜 662 万吨、再生铝 1193 万吨、再生铅 524 万吨。

工业发达国家利用再生金属的比例高。从世界范围看，2012 年世界铝、铜、铅、锌的再生金属产量分别占精炼金属产量的 30%、45%、45% 和 20%，分别占消费量的 28%、43%、46% 和 30%。

3 标准制（修）订的必要性分析

3.1 国家及环保主管部门的相关要求

3.1.1 《国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》

2011 年，国务院发布了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》，其中提出主要污染物排放总量显著减少，化学需氧量、二氧化硫排放分别减少 8%，氨氮、氮氧化物排放分别减少 10% 的约束性指标，要求强化污染物减排和治理，实施主要污染物排放总量控制，推进有色等行业二氧化硫和氮氧化物治理，强化脱硫脱硝设施稳定运行，深化颗粒物污染防治。

3.1.2 《国家环境保护“十二五”规划》

2011 年 12 月国务院印发的《国家环境保护“十二五”规划》提出推进主要污染物减排，加大有色等行业落后产能淘汰力度，提高冶金、有色等行业污染物排放标准和清洁生产评价指标，鼓励各地制定更加严格的污染物排放标准，以有色金属矿（含伴生矿）采选业、有色金属冶炼业等行业为重点，加大防控力度，加快重金属相关企业落后产能淘汰步伐。

3.1.3 《重金属污染综合防治“十二五”规划》

《重金属污染综合防治“十二五”规划》要求对有色金属工业等涉重金属排放源制修订更加严格的排放标准，进一步加强重金属污染物排放管理，到 2015 年，重点区域铅、汞、铬、镉和类金属砷等重金属污染物的排放，比 2007 年削减 15%。非重点区域重金属污染排放量不超过 2007 年的水平。重点防控行业为有色金属矿（含伴生矿）采选业、有色金属冶炼业、含铅蓄电池业、皮革及其制品业、化学原料及化学制品制造业等 5 大行业。

3.1.4 《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量的指导意见》

2010 年 5 月 14 日，国务院办公厅转发环境保护部等部门《关于推进大气污染联防联控工作改善区域空气质量指导意见》，其中明确要求，制定并实施重点区域内有色金属工业等重点行业的大气污染物特别排放限值，针对重点区域内重点行业的建设项目实行环境影响评

价区域会商机制。大气污染联防联控的重点污染物是二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、挥发性有机物等，重点行业是有色等行业。

3.1.5 《重点区域大气污染防治“十二五”规划》

2012年9月27日，国务院批复并同意实施《重点区域大气污染防治“十二五”规划》。规划要求依据地理特征、社会经济发展水平、大气污染程度、城市空间分布以及大气污染物在区域内的输送规律，将规划区域划分为重点控制区和一般控制区，实施差异化的控制要求，制定有针对性的污染防治策略；对重点控制区，实施更严格的环境准入条件，执行重点行业污染物特别排放限值，采取更有力的污染治理措施；重点控制区共47个城市，除重庆为主城区外，其他城市为整个辖区；重点控制区内新建火电、有色、化工等6大行业重污染项目与工业锅炉必须满足大气污染物排放标准中特别排放限值要求，火电项目实施时间与规划发布时间同步，其他行业实施时间与排放标准发布时间同步。

3.1.6 《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》

环境保护部于2013年2月27日发布《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》（环保部公告2013年第14号）。公告明确规定，“为进一步加强大气污染防治工作，根据国务院批复实施的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》的相关规定，在重点控制区的火电、钢铁、石化、水泥、有色、化工等六大行业以及燃煤锅炉项目执行大气污染物特别排放限值。

公告要求，“执行大气污染物特别排放限值的地区为纳入规划的重点控制区，共涉及京津冀、长三角、珠三角等“三区十群”19个省（区、市）47个地级及以上城市”。公告中对新建项目明确规定“对于石化、化工、有色、水泥行业以及燃煤锅炉项目等目前没有特别排放限值的，待相应的排放标准修订完善并明确了特别排放限值后执行，执行时间与排放标准发布时间同步。”

3.1.7 《大气污染防治行动计划》

《大气污染防治行动计划》提出十条措施力促空气质量改善。该计划提出：“经过五年努力，使全国空气质量总体改善，重污染天气较大幅度减少；京津冀、长三角、珠三角等区域空气质量明显好转。力争再用五年或更长时间，逐步消除重污染天气，全国空气质量明显改善。具体指标是：到2017年，全国地级及以上城市可吸入颗粒物浓度比2012年下降10%以上，优良天数逐年提高；京津冀、长三角、珠三角等区域细颗粒物浓度分别下降25%、20%、15%左右，其中北京市细颗粒物年均浓度控制在60微克/立方米左右”。十条具体措施

是：“一是加大综合治理力度，减少多污染物排放。全面整治燃煤小锅炉，加快重点行业脱硫、脱硝、除尘改造工程建设。二是调整优化产业结构，推动经济转型升级。严控高耗能、高排放行业新增产能，加快淘汰落后产能，坚决停建产能严重过剩行业违规在建项目。三是加快企业技术改造，提高科技创新能力。大力发展循环经济，培育壮大节能环保产业，促进重大环保技术装备、产品的创新开发与产业化应用。四是加快调整能源结构，增加清洁能源供应。到 2017 年，煤炭占能源消费总量比重降到 65% 以下。”

3.1.8 《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约（POPs）》（以下简称公约）

为控制和消除 POPs（含二噁英）的污染，联合国环境计划署理事会于 2001 年 3 月在斯德哥尔摩举行的全权代表会议上通过了《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约（POPs）》（以下简称公约），我国政府于 2001 年 5 月 23 日签署了该公约，第十届全国人大常委会于 2004 年 6 月批准中国加入该公约，公约于 2004 年 11 月 11 日对中国正式生效。

联合国环境规划署（UNEP）《二噁英类污染源清单调查工具包》给出的二噁英类污染源分类表中，将目前已知的二噁英类污染源分为 10 大类 62 个子类，其中子类中包括了再生铜、再生铝、再生铅和再生锌的生产。

3.1.9 《中国有色金属工业中长期科技发展规划》

国家发改委在《中国有色金属工业中长期科技发展规划》中明确提出：“中国再生有色金属行业发展循环经济具有极其重要的战略意义，再生有色金属必须加大发展力度”，并提出了“抓好三个一批的重点工作，即抓一批重大技术、抓一批重大项目、抓一批重点企业和园区，列入发展循环经济的重点。”

3.2 国家相关产业政策及行业发展规划中的环保要求

3.2.1 行业产业政策

2011 年 1 月 24 日工业和信息化部、科学技术部、财政部联合印发《再生有色金属产业发展推进计划》，提出加大行业监管指导力度，进一步强化环保监管和治理。禁止采用露天焚烧方法去除废铜、铝芯电线电缆塑料、橡胶皮以及其它杂质。加工园区应建立“三废”实时监测系统，加强安全、劳动保护和环保设施建设，实现污染物集中处理。严格执行国务院《危险废物经营许可证管理办法》、《重金属污染综合防治规划》等政策规定。从事废铅酸蓄电池收集和处置单位，必须依法取得危险废物收集和处置经营许可资质。加强废铅酸蓄电池回收利用各阶段环境监管，严禁人工拆解预处理，回收、储运、拆解、熔炼加工企业“三废”必须达标排放。

《有色金属工业中长期科技发展规划(2006-2020)》也对再生有色金属行业提出了要求：“大力发展资源循环利用技术,再生资源利用量提高到金属总量的 30%左右”；“目前，再生有色金属产业生产粗放；研究与开发薄弱；资源利用水平不高；环境二次污染严重。因此，在 2006~2020 年间，要特别重视履行《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约 (POPs)》，对再生有色金属工业可持续发展的影响研究，发展废杂金属机械拆解、分选分类技术；表面净化等预处理技术；提高金属熔炼回收技术的环境保护技术；研究制定再生有色金属行业标准、产品标准和技术规范。环保方面，“大力研发行业清洁生产技术、装备，着重技术集成创新”；“对‘三废’实行减量化。从源头上削减固体废弃物、废水、废气的产生量和排放量”；“加强循环经济共性技术研究，提高工业用水循环利用率”；“随着有色金属消费增加，社会上积存的废杂有色金属越来越多。特别要重视国内、国外废杂有色金属再生资源循环利用，建立大型再生资源回收利用集散地；建设若干 30 万吨以上再生铜、再生铝、再生铅生产企业。提高技术含量，增加资源循环利用量和比重，建立循环经济发展的技术体系。”

3.2.2 行业准入条件

2012 年工信部发布的《再生铅行业准入条件》中要求：“新建再生铅项目必须在 5 万吨/年以上（单系列生产能力，下同）。淘汰 1 万吨/年以下再生铅生产能力，以及坩埚熔炼、直接燃煤的反射炉等工艺及设备。鼓励企业实施 5 万吨/年以上改扩建再生铅项目，到 2013 年底以前淘汰 3 万吨/年以下的再生铅生产能力”；“废气中铅尘应采用自动清灰的布袋除尘技术、静电除尘技术、湿法除尘技术等进行处理，生产车间必须有良好的排风系统，应建有通风除尘系统对车间内含铅烟气进行收集处理”；“再生铅企业产生的废弃渣，废水处理系统产生的泥渣，除尘系统净化回收的含铅烟尘（灰），防尘系统中废弃的吸附材料、燃煤炉渣等必须进行无害化处理”。

2013 年工信部颁发的《铝行业规范条件》中针对再生铝的要求是：“新建再生铝项目，规模应在 10 万吨/年及以上；现有再生铝企业的生产规模不小于 5 万吨/年”；“再生铝项目必须按照规模化、环保型的发展模式建设，必须采用双室炉、带蓄热式燃烧系统满足废烟气热量回收利用、提高金属回收率等的先进熔炼炉型，并配套建设铝灰渣综合回收及二噁英防控能力的设备设施。禁止利用直接燃煤反射炉和 4 吨以下其他反射炉生产再生铝，禁止采用坩埚炉熔炼再生铝合金。现有再生铝生产系统，应采取有效措施去除原料中含氯物质及切削油等有机物”；“新建及现有再生铝项目配套生产设备中需配备废铝熔炼烟气、粉尘高效处理装置，做到烟气、粉尘收集过滤后达标排放”。

2014年工信部颁发了《铜冶炼行业规范条件》，其中对再生铜行业有严格的生产和环保要求：新建和改造利用各种含铜二次资源的铜冶炼项目，须采用先进的节能环保、清洁生产工艺和设备。预处理环节应采用导线剥皮机、铜米机等自动化程度高的机械法破碎分选设备，对特殊绝缘层及漆包线等除漆需要焚烧的，必须采用烟气治理设施完善的环保型焚烧炉。禁止采用化学法以及无烟气治理设施的焚烧工艺和装备。冶炼工艺须采用 NGL 炉、旋转顶吹炉、精炼摇炉、倾动式精炼炉、100 吨以上改进型阳极炉（反射炉）以及其他生产效率高、能耗低、资源综合利用效果好、环保达标的先进生产工艺及装备，同时应配套具备二噁英防控能力的设备设施。禁止使用直接燃煤的反射炉熔炼含铜二次资源。全面淘汰无烟气治理措施的冶炼工艺及设备。

3.3 行业发展带来的主要环境问题

3.3.1 再生铜行业

(1) 主要污染物排放量

关于我国再生铜工业污染物的排放情况尚无全面的统计数据，本编制说明按照本次企业排污调查中国内几家大型再生铜企业的平均排污水平，再根据 2012 年度的再生铜产量，大致估算该年再生铜工业主要(特征)大气污染物排放总量，见表 5。

表 5 2012 年我国再生铜工业主要(特征)污染物排放总量

序号	有害污染物	排放量
1	SO ₂	2558 吨
2	颗粒物	1238 吨
3	硫酸雾	123 吨
4	COD	85.2 吨

由于表 5 中的污染物排放总量是采用国内大型企业的排污指标计算的，大型企业由于生产工艺较先进，管理水平较高，污染物去除率较高，其单位产品的排污量应低于国内再生铜工业平均排污水平。因此，我国再生铜工业实际的污染物排放总量必然高于表中所列的估算值，但相差不会太大。

对于国内再生铜生产企业来说，企业产生的废水主要是初期雨水、工业废水和生活污水。工业废水主要是生产过程中的冷却水和电解废液。先进企业这两个阶段产生的废水绝大部分已经能够做到循环利用。企业外排的主要是生活污水、场地冲洗水和雨水。由于产生的不定

量性，相对于工业废水，生活废水统计难度很大。本编制说明的统计方法是按照本次企业排污调查国内几家有代表性的再生铜企业排污水平，再根据企业在行业内的相对规模，大致估算 2012 年再生铜工业外排污水排放总量约 250 万吨。

(2) 本行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

据统计，2012 年全国 SO₂ 排放量 2468.1 万吨；烟尘排放量为 986.6 万吨；工业粉尘排放量 699 万吨；COD 排放量 1381.8 万吨。由此可得出再生铜行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例，列于表 6。

表 6 再生铜行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

污染物	再生铜行业排放量	全国排放量	占总量比例
二氧化硫	2558 吨	2468.1 万吨	0.01%
颗粒物	1238 吨	1685.6 万吨	0.007%
硫酸雾	123 吨	/	/
化学需氧量	85.2 吨	1381.8 万吨	0.0006%

3.3.2 再生铝行业

(1) 主要污染物排放量

关于我国再生铝工业污染物的排放情况尚无全面的统计数据，本编制说明按照本次企业排污调查国内几家大型再生铝企业的平均排污水平，再根据 2012 年度的再生铝产量，估算该年再生铝工业主要(特征)大气污染物排放总量，见表 7。

表 7 再生铝工业主要(特征)污染物排放总量

序号	有害污染物	排放量
1	二氧化硫	4320 吨
2	颗粒物	864 吨
3	氟及氟化物	135 吨
4	氯化氢	
5	化学需氧量	270 吨

由于表中的污染物排放总量是采用国内大型企业的排污指标计算的，大型企业由于生产工艺较先进，管理水平较高，污染物去除率较高，其单位产品的排污量应低于国内再生铝工业平均排污水平。因此，我国再生铝工业实际的污染物排放总量必然高于表中所列的估算值，

但相差不会太大。

对于国内再生铝生产企业来说,企业产生的废水主要是初期雨水、工业废水和生活污水。工业废水主要是预处理废水和生产过程中的冷却水。其中冷却水全部循环利用,而预处理废水可以大部分循环利用,小部分经过处理之后外排,目前有的企业可以做到不外排,全部循环使用。此外,还有许多质量好的废铝不需要进行水洗过程,也就没有预处理废水。因此,企业现有的废水检测数据是很不完整的。不同企业废水检测项目也各有不同。目前企业外排的主要是生活污水、雨水、场地冲洗水和部分预处理废水。由于产生的不定量性和企业生产工艺的不同,相对于工业废水,生活废水和场地冲洗水统计难度很大。本编制说明的统计方法是按照本次企业排污调查国内几家大型再生铝企业的规模和排污水平,大致估算 2012 年再生铝工业外排污水排放总量,约 224 万吨; COD 排放量约 270 吨。

(2) 本行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

根据统计 2012 年全国主要污染物排放总量及再生铝行业主要污染物排放量,可得出再生铝行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例,如表 8。

表 8 再生铝行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

污染物	排放量	全国排放量	占总量比例
二氧化硫	4320 吨	2468.1 万吨	0.018%
颗粒物	864 吨	1685.6 万吨	0.005%
氟及氟化物	135 吨	/	/
氯化氢	264 吨	/	/
化学需氧量	270 吨	1381.8 万吨	0.002%

3.3.3 再生铅行业

(1) 主要污染物排放量

再生铅工业废气中的污染物主要是颗粒污染物、铅蒸气、SO₂、废酸和少量的废水。

铅蒸气在烟道中被氧化成氧化铅,形成颗粒污染物,根据对行业的调查,并进行估算,2012 年全国再生铅工业排放废气总量大约为 76.75 亿立方米,按照目前执行的《工业炉窑大气污染物排放标准》进行治理后,全国再生铅行业排放的烟气中的含颗粒污染物约 749 吨,SO₂排放量为 4460 吨、铅 112.4 吨。

再生铅工业的废水包括初期雨水、生活废水和工业废水,工业废水主要来自废铅酸电池的预处理及湿法转化过程、冷却水、场地冲洗水等。采用传统工艺生产再生铅的企业产生的

废水主要是生活废水和熔炼炉冷却水，其中冷却水可以全部循环使用（但有自然蒸发和机械损耗），而采用机械化破碎、分选、膏泥转化技术的再生铅企业产生工业废水，根据调查分析，大约为 0.5-1 吨/吨铅，先进的企业还会低些。根据估算，我国再生铅企业平均每生产 1 吨再生铅大约产生废水 3-4 吨（含生活废水）。目前国内一些大型再生铅厂产生的废水全部循环使用，基本不产生工业废水。

如果按照每吨再生铅产生 3 吨废水计算，2012 年全国该行业产生工业废水约 200 万吨，COD 约 250 吨。

（2）本行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

根据再生铅行业污染物 2012 年排放量，得出占全国总量的比例如表 9 所列。

表 9 再生铅行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

污染物	排放量	全国排放量	占总量比例
二氧化硫	4200 吨	2468.1 万吨	0.017%
颗粒物	630 吨	1685.6 万吨	0.0037%
化学需氧量	250 吨	1381.8 万吨	0.001%

再生铅的主要原料是废铅酸电池，主要来源于汽车和其它交通工具，随着我国汽车工业在飞速发展，报废铅酸电池的数量在快速增加，再生铅工业在未来的 10 年将会快速发展，快速的发展会使原有企业产能的增加，同时一些新的再生铅企业将崛起，随之而来的是污染物排放量的增加。因此，再生铅工业的发展给环境带来的影响会增大，主要还是废酸、废水、烟气、铅蒸气等处理问题。但由于国家相关法律法规的制约，新建企业将会按照相关的法规及准入条件建设，同时，由于本标准的制定和实施，原有企业对环境治理力度的加大，将会使污染物的排放达到标准。

3.3.4 再生锌行业

（1）主要污染物排放量

根据对行业的调查，并进行估算，2012 年全国再生锌工业排放废气总量大约为 20 亿立方米，按照目前执行的《工业炉窑大气污染物排放标准》进行治理后，全国再生锌行业排放的烟气中的含颗粒污染物约 349 吨，SO₂ 排放量为 1060 吨。

再生锌工业的废水包括初期雨水、生活废水和工业废水。根据对某企业的调查，隔一段时间要对车间地面进行冲洗，车间地面冲洗废水产生量为 600m³/a(2.0m³/d, 0.083m³/h)，该部分废水所含主要污染物为 SS（浓度约 400mg/L）。根据估算，我国再生锌企业平均每生产

1吨再生锌大约产生废水3-4吨。目前国内大型再生锌厂产生的废水全部循环使用，基本不外排工业废水。根据企业调查情况，2012年全国该行业产生工业废水约180万吨，COD约60吨。

(2) 本行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

据统计，2012年SO₂排放量2468.1万吨；烟尘排放量为986.6万吨；工业粉尘排放量699万吨；COD排放量1381.8万吨。由此可得出再生锌行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例如表10所列。

表10 再生锌行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

污染物	排放量	全国排放量	占总量比例
二氧化硫	1170吨	2468.1万吨	0.005%
颗粒物	360吨	1685.6万吨	0.002%
化学需氧量	60吨	1381.8万吨	0.0004%

3.3.5 再生有色金属行业情况

根据对以上四种主要再生有色金属行业的分析，可以大概得出再生有色金属行业主要污染物的总体排放情况如表11所列。

表11 再生行业主要污染物排放量占全国污染物排放总量的比例

污染物	行业排放量	全国排放量	占总量比例
二氧化硫	12248吨	2468.1万吨	0.05%
颗粒物	3092吨	1685.6万吨	0.018%
化学需氧量	665吨	1381.8万吨	0.0048%

3.4 相关污染事故、环境诉讼

根据我们目前的调查和掌握的资料，截止到目前再生有色金属行业没有重大的污染事故发生，也没有环境诉讼等相关的问题。但近年频发的重金属污染事件，如多地发生的血铅事件等给社会环境造成了很大的危害。所以在制定行业标准的时候要按照最严格的控制要求，防治行业出现事故和诉讼事件。

本标准提出了特别排放限值，根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染物排放行为。因而，制定特别排放限值，有利于保护“三湖”、有利于编制全国主体功能区规划、有利于防止严重环境污染问题的发

生，是十分必要的。

3.5 行业清洁生产工艺和污染防治技术的最新进展

3.5.1 再生铜行业

(1) 清洁生产工艺及污染治理工艺的最新进展

对于再生铜行业来说，应当着重从生产全过程预防污染、节约能源的角度出发，对工艺技术与设备、原料、能耗、产品、污染控制、污染物排放、环境管理要求等方面进行清洁生产分析。

再生铜行业以废杂铜为原料加工铜产品，能耗不足原生铜生产的 18%。具有节能、环保、劳动密集优势，是国家重点扶持的循环经济行业。有关部门通过对利用再生资源的浙江乡镇企业的研究发现，再生资源利用与原生资源开发的环境污染相比，每生产 1 万吨再生铜，可少排出尾矿约 120-150 万吨，少排放冶炼废渣约 4-6 万吨，少排放硫约 3600 吨，节省能源折合标准煤约 5.9 万吨，节约投资约 1 亿多元。

(2) 清洁生产工艺

目前该行业清洁生产的主要工艺如下：

1) 对原料的预处理：因为废杂铜来源于不同的渠道，受到过不同的污染，这些污染物会在熔炼过程中产生有毒有害的物质，对环境产生污染。目前国内大型的再生铜企业采用预处理工艺和设备，将混杂在废杂铜中的污染物分离出，如分离出塑料等有机污染物等，减少在熔炼过程中产生污染物。另外，废杂铜碎料水洗是再生铜行业预处理的一个发展趋势，它具有减少扬尘、节能减排、降低劳动力等优点，是一种有推广潜力的方式；

2) 采用清洁燃料：原始的熔炼再生铜工艺采用的燃料是煤炭、重油等，生产过程中产生的污染物对环境有严重的影响，目前国内大中型的企业从节能、环保等方面考虑，已经将燃料改为气体燃料，如天然气、煤气或者建设炉前煤气发生炉，这样，不仅可以起到节约能源的作用，同时也能减少污染物的产生；

3) 采用富氧燃烧技术：采用富氧燃烧技术是目前再生铜行业的一个发展方向，不仅可以节约能源，提高燃烧效率，而且可以大幅度的降低烟气的产生量，减轻环境治理的难度；

4) 淘汰落后的工艺和设备：落后的工艺和设备指直接燃煤的反射炉等。根据《铜冶炼行业准入条件》，禁止利用直接燃煤的反射炉熔炼废杂铜。以上相关文件全面落实之后，将会推动再生铜行业的清洁生产工作。

5) 固体废物的处理：在预处理过程中分选出一般固体废物大部分是可利用的再生资源，

如废塑料、废橡胶等、废钢铁等，可以作为其他工业的生产原料销售，不仅解决了环境问题，而且达到资源的综合利用的目的。不可利用的一般固体废物交由有资质的单位和环卫部门处理。

通过清洁生产，可提高企业的生产效率和经济效益，减缓了企业对污染物的末端处理压力，深受企业欢迎。而先进的环保工艺技术的广泛应用也使企业的环保表现有很大改进。

（3）污染治理工艺的最新进展

再生铜行业产生的污染物主要是烟气，烟气中的污染物分为颗粒状污染物和气体污染物，因此该行业的污染治理技术主要针对颗粒状污染物和气体污染物。

1) 颗粒污染物的治理：该行业对颗粒状污染物的治理经历了对烟气不治理、简单治理（诸如旋风收尘器、沉降室、喷淋等）和建立先进的布袋收尘器的过程。简单治理对颗粒污染物有一定的治理效果，但排放的烟气的指标达不到《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078—1996）的要求。行业对颗粒状污染治理技术的最新进展是布袋收尘器，这是目前国内大中型企业普遍采用的治理技术。根据国外有关企业的实践表明，采用高效布袋收尘器之后，颗粒污染物可以达到 $1\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$ 的要求。

2) 气体污染物的治理：再生铜行业产生的气体污染物主要有二氧化硫、硫酸雾。二氧化硫主要来自燃料，其中直接燃煤产生的气体含二氧化硫较高，重油次之，天然气产生的二氧化硫较少。目前采用的治理二氧化硫技术有脱硫塔和弱碱性喷淋塔，对气体污染物有效的吸收。根据对行业的调查，国内只有少数大型企业采用此种技术对气体污染物进行治理。由于大中型再生铜企业采用低硫燃料，通过对大中型企业进行抽查检测，烟气在经过环保处理之后，烟气中的二氧化硫可以达到《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078-1996）的排放指标。硫酸雾主要产生在电解车间和净液车间，对于它的控制，行业已经出台《清洁生产标准铜电解业》（HJ 559-2010）。

3) 污水的处理：再生铜行业的污水主要分为两部分：即生活污水和生产污水。其中生活污水，处理之后排入城市污水系统。生产废水主要是冷却水和电解废液，循环使用，基本无外排。

3.5.2 再生铝行业

对于再生铝产业来说，应当着重从生产全过程预防污染、节约能源的角度出发，对工艺技术与设备、原料、能耗、产品、污染控制、污染物排放、环境管理要求等方面进行清洁生产分析。

再生铝产业以废杂铝为原料生产铝合金及产品，能耗不足电解铝生产的 5%，减少废气、废渣排放 90%以上，具有节能、环保、劳动密集优势，是国家重点扶持的循环经济行业。

(1)清洁生产工艺

目前该行业清洁生产的主要工艺如下：

1)对原料的预处理：因为废杂铝来源于不同的渠道，受到过不同程度的污染，这些污染物会在熔炼过程中产生有毒有害的物质，对环境产生污染。目前国内大型的再生铝企业采用预处理工艺和设备，将混杂在废铝中的污染物分离出，如分离出塑料等有机污染物等，减少在熔炼过程中产生污染物；

2)采用清洁燃料：原始的熔炼再生铝工艺采用的燃料是煤炭，生产过程中对环境产生严重的影响，目前国内大中型企业从节能、环保等方面考虑，已经将燃料改为液体燃料如重油，一些企业用气体燃料，如天然气、煤气或者建设炉前煤气发生炉，不仅可以起到节约能源的作用，同时也能减少污染物的产生；

3)采用无毒无害的添加剂：再生铝的添加剂包括了覆盖剂、熔剂、精炼剂等，选择无毒无害的添加剂，可以避免因添加剂而造成的污染；

4)采用富氧燃烧技术：采用富氧燃烧技术是目前再生铝行业的一个发展方向，不仅可以节约能源，提高燃烧效率，而且可以大幅度的降低烟气的产生量，减轻环境治理的难度；

5)推广余热利用技术：再生铝熔炼过程中的热利用率较低，一般在 25-30%之间，其余的热主要由烟气带走，排入环境中。目前行业正在积极推广和采用余热利用技术，如蓄热体余热利用技术、热风回收技术等。通过采用余热利用技术，可以使热的利用率提高 15-20%。

6)淘汰落后的工艺和设备：落后的工艺指传统的小型反射炉、坩埚炉等。工信部 2013 年 7 月 18 日公布的《铝行业规范条件》中明确提出，“再生铝项目必须按照规模化、环保型的发展模式建设，必须采用双室炉、带蓄热式燃烧系统满足废烟气热量回收利用、提高金属回收率等的先进熔炼炉型，并配套建设铝灰渣综合回收及二噁英防控能力的设备设施。禁止利用直接燃煤反射炉和 4 吨以下其他反射炉生产再生铝，禁止采用坩埚炉熔炼再生铝合金。现有再生铝生产系统，应采取有效措施去除原料中含氯物质及切削油等有机物。”

7)固体废物的处理：在预处理过程中分选出一般固体废物大部分是可利用的再生资源，如废塑料、废橡胶、废钢铁等，可以作为其他工业的生产原料销售，不仅解决了环境问题，而且达到资源的综合利用的目的。不可利用的一般固体废物交由有资质的单位和环卫部门处理。

8)对原料进行水洗：目前大中型企业都有废铝的水洗系统或喷淋系统，通过以上处理，

可以减少或者消除工人操作过程中的粉尘，达到清洁生产的目的。通过清洁生产，可提高企业的生产效率和经济效益，减轻了企业对污染物的末端处理压力，深受企业欢迎。而先进的环保工艺技术的广泛应用也使企业的环保表现有很大改进。

(2) 污染治理工艺的最新进展

再生铝行业产生的污染物主要是烟气，烟气中的污染物分为颗粒状污染物和气体污染物，因此该行业的污染治理技术主要针对颗粒状污染物和气体污染物。

1) 颗粒污染物的治理：该行业对颗粒状污染物的治理经历了对烟气不治理、简单治理（诸如旋风收尘器、沉降室、简易喷淋等）和建立先进的布袋收尘器、喷淋塔的过程。简单治理对颗粒污染物有一定的治理效果，但排放的烟气的指标达不到《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）。行业对颗粒状污染物治理技术的最新进展是布袋收尘器，这是目前国内大中型企业普遍采用的治理技术，通过布袋收尘器之后，颗粒污染物去除率可以达到 99% 以上，达到工业炉窑标准。

2) 气体污染物的治理：再生铝行业产生的气体污染物主要有二氧化硫、氟化物和氯化物等，其中二氧化硫主要来自燃料，氟化物和氯化物主要来自添加剂。直接燃煤产生的二氧化硫较高，重油次之，天然气产生的二氧化硫较少。目前采用的技术有脱硫塔和弱碱性喷淋塔，对气体污染物有效的吸收。根据对行业的调查，国内只有少数大型企业采用此种技术对气体污染物进行治理。由于大中型再生铝企业多采用低硫燃料，通过对大中型企业进行抽查检测，烟气在经过环保处理之后，烟气中的二氧化硫、氟化物等达到《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB 9078-1996）的排放指标。

3) 污水的处理：再生铝行业的污水主要分为两部分：即生活污水和生产污水。其中生活污水处理之后排入城市污水系统或达标直接外排。生产废水主要是冷却水和洗涤水，其中冷却水循环使用，无外排。预处理过程产生的洗涤废水通过沉降槽沉淀，澄清之后上清液循环使用，可以做到不对外排放。

3.5.3 再生铅行业

(1) 清洁生产工艺

再生铅的主要原料是废铅酸电池，也是危险废弃物。在再生利用过程中的主要污染物为废酸液、酸雾、二氧化硫、铅蒸气和颗粒污染物。为了避免在再生利用过程中的污染，目前清洁生产的途径是规范的拆解，对废酸进行有效的收集，避免外溢；对铅膏泥单独熔炼或者转化后再熔炼；对产生的烟气进行有效的收集和脱硫处理；生产过程中采用负压操作，避免

烟气的外溢；对操作工人进行清洁生产教育，做好劳动保护；废水进行处理等。

目前采用的清洁生产技术包括：

1) 机械化预处理技术：采用废铅酸电池机械化破碎，机械化分选，将其分为铅膏泥和废塑料、栅极板，并分别处理。由于采用机械化破碎、机械化分选流程，避免了工人与废酸和铅的直接接触，消除了对工人的安全隐患；

2) 预脱硫技术：分离之后的铅膏泥进行湿法转化，使硫酸铅转化为碳酸铅，然后再进行熔炼，这样就可以消除烟气中二氧化硫的污染；

3) 铅栅极直接熔炼：分离出的铅栅极直接熔炼成铅合金；

4) 铅蒸气的治理：对于熔炼过程中产生的铅蒸气，主要采用负压操作，使烟气不外溢，同时需要配备有效的布袋收尘设备，对烟气进行有效的治理。

5) 末端治理技术：一些企业没有采用铅膏泥湿法转化的工艺，而是直接进行熔炼，但配备了完善的脱硫设备，使二氧化硫得到有效的治理，同时颗粒污染物也通过布袋收尘器得到有效的治理。

目前我国几个大型的再生铅企业已经建设了废铅酸电池机械化破碎、分选等预处理设备，对废铅电池进行破碎分选，并对产生的塑料、废酸、铅膏泥、铅极板分别处理。但中小型的再生铅企业目前还不具备建设以上先进设备的能力。

(2) 污染治理工艺的最新进展

污染治理主要几种发展趋势如下：

1) 源头控制：从源头做起，即尽可能使有毒有害物质在生产之前分离出或者在生产过程中将其分解或转化为无毒无害的物质（如铅膏泥中的硫酸铅转化为碳酸铅）；

2) 末端治理：采用有效的方法对污染物进行治理，如新型的脱硫技术（因再生铅工业烟气中的二氧化硫的浓度很低，达不到制酸的要求，因此只有进行吸收中和处理）的应用等；

3) 铅膏的湿法回收：铅膏泥直接电解技术在国外被采用，这是再生铅工业的一个新的发展趋势，铅膏泥直接电解技术，不仅取代了传统的熔炼技术，同时也避免了熔炼而产生的含二氧化硫烟气和铅蒸气的污染问题。

4) 铅膏泥加入铅精矿熔炼：通过原生冶金的工艺处理铅膏泥，原生铅企业都有完善的制酸系统，因此，可以有效的解决二氧化硫的污染问题。

3.5.4 再生锌行业

(1) 清洁生产技术

目前采用的清洁生产技术包括：

1) 预处理：采用机械化破碎，机械化分选，将原料进行分类，分别处理；

2) 烟气的治理：对于熔炼过程中产生的锌蒸气，主要采用负压操作，使烟气不外溢，同时需要配备有效的布袋收尘设备，对烟气进行有效的治理；

3) 烟气脱硫：一些企业在熔炼炉的下端配备了完善的脱硫设备，使二氧化硫得到有效的治理，同时颗粒污染物也通过布袋收尘器得到有效的治理。

国家发改委颁发的《铅锌工业准入条件》中，明确要求“废杂铅锌的回收、处理必须采用先进的工艺和设备”、“强化再生锌资源的回收管理工作，集中处理回收的镀锌铁皮及其他镀锌钢材，有效回收其中的锌、铅、镉等二次金属。鼓励针对回收干电池中二次金属的研发、建厂工作，工厂生产规模暂不设限”、“新建及现有再生铅锌项目，废杂铅锌的回收、处理必须采用先进的工艺和设备确保符合国家环保标准和有关地方标准的规定，严禁将蓄电池破碎的废酸液不经处理直接排入环境中”等。

(2) 污染治理工艺的最新进展

污染治理主要几种发展趋势如下：

1) 源头控制：从源头做起，通过先进的预处理技术，尽可能使废锌中的油污、废塑料等有机物质、垃圾在生产之前分离出，避免了在生产过程中产生污染物；

2) 末端治理：重视密闭式熔炼炉的研发和推广应用，淘汰敞开式的坩埚熔炼，加强烟气高效收集系统的推广，对烟气进行有效的收集，并采用高效的布袋收尘器和脱硫设备，对产生的烟气进行有效治理。

3.6 现行环保标准存在的主要问题

目前，国内再生有色金属行业污染物排放管理执行的是《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078-1996)、《大气污染物综合排放标准》(GB 16297-1996)、《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2001)和《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)等标准。

由于行业现执行的环保标准是国家综合排放标准，除近年越来越得到重视的二噁英类未做规定外，其余各污染物都有标准可依。但是，由于再生金属行业目前参照的标准具有综合性，行业针对性相对较低，导致有些排放限值设置的不够合理。其中，大多数排放限值已经不能满足现今的环保要求。根据国家环保部《加强国家污染物排放标准制修订工作的指导意见》精神，“应根据行业生产工艺和产品的特点，科学、合理地设置行业型排放标准体系。行业型排放标准体系设置应反映行业的实际情况，适应环境监督执法和管理工作的需要”，

所制订的标准要有可行性、针对性、科学性和前瞻性。特别对于新建企业，要以国际先进的污染控制技术设置严格的排放控制要求；而对现有企业也应根据较先进技术设定排放要求，并规定在一定过渡期内达到新建企业的控制要求。而现在国内企业所知或可用的很多环保技术已经能够使企业排放达到国际先进水平。

同时由于综合标准中的污染物排放浓度限值是基于上世纪九十年代技术水平制定，目前已经显得落后，不利于进一步引导生产工艺及污染防治技术进步，更不利于我国再生有色金属工业行业产业结构调整和经济增长优化。同时，上述标准中还缺少污染物特别排放限值，无法满足新形势下重点地区和区域水和大气污染物排放管理需求。因此，应根据我国再生有色金属工业行业实际情况，结合国家环境管理需求制定污染物排放标准。

4 行业产排污情况及污染控制技术分析

4.1 再生铜行业

4.1.1 行业主要生产工艺及产污分析

4.1.1.1 行业采用的生产原料、技术路线和生产工艺流程

再生铜原料即废杂铜，来源及成分非常复杂，包括有色金属加工企业产生的边角料和铜屑、废电线电缆、从废电机和废变压器中拆解下的漆包线、报废的机器零部件等。

再生铜行业技术路线主要由以下几个阶段组成：

原料的预处理：根据不同原料主要有水洗（部分废杂铜）、分类挑选、打包处理等，使之成为符合熔炼要求的原料。

火法熔炼：将废杂铜经火法熔炼成粗铜和阳极铜，然后再电解精炼成阴极铜。按废料组分不同，可采用一段法、二段法和三段法三种流程，但目前以一段法熔炼废杂铜为主。

电解：阳极铜通过电解精炼，产出阴极铜。采用的方法有传统电解法和永久阴极电解法两种。

国内再生铜企业的基本生产工艺路线如图 3。

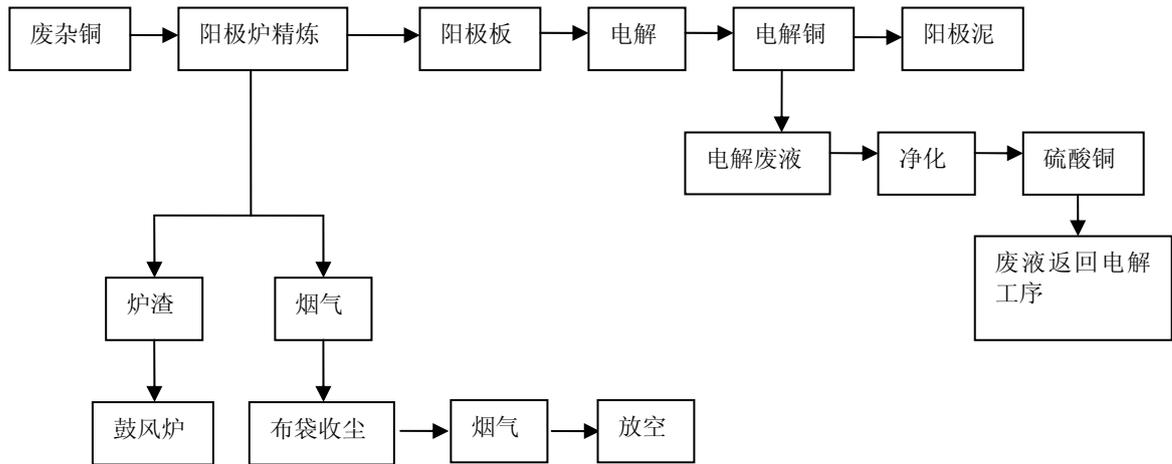


图 3 国内再生铜企业的基本生产工艺路线

4.1.1.2 生产过程中的排污节点、排放方式（废水、废气）

再生铜生产过程的主要污染源来源于以下几个方面：

（1）预处理过程产生的废物：此部分废物主要包括废钢铁、废塑料和其他废有色金属和泥土等，这些物质可以作为原料销售给其他利用企业，分选出的泥土等不可利用的废物交给垃圾场进行处理；

（2）在熔炼过程的烟气：是再生铜工业的主要污染源，其中包括颗粒状污染物，主要成分是金属氧化物和非金属氧化物，如氧化锌、氧化铜、氧化铁、氧化硅等，部分废杂铜熔炼过程中的烟气还有少量的氧化铅和氧化锡；气体污染物，主要是二氧化硫（主要是燃料中的硫）、二噁英类等；2007年，国家环境保护总局环境保护对外合作中心委托中国有色金属工业协会、北京中色再生金属研究所等单位曾经对国内有代表性的再生铜企业熔炼炉烟气进行测试，测试结果表明，再生铜工业熔炼炉烟气中存在二噁英类，二噁英类的浓度与处理的废杂铜中夹杂的有机物含量和操作条件有关。

（3）熔炼产生的废渣：熔炼过程产生的熔炼炉渣，主要成分是硅酸亚铁。

（4）电解产生的废液：电解过程产生的含酸电解废液。

再生铜行业产生的工业废水除了电解废液，还有冷却水。形成规模的生产企业已经基本能够做到闭路循环利用不外排，所以企业对外排放的只是生活污水、场地冲洗水、少量的生产废水、与原料接触的雨水等。

4.1.2 排放污染物种类

再生铜行业的主要污染物有废气、废渣、废水。废气可分为含颗粒物废气和含气态污染物废气两大类。由于再生铜行业原料复杂，因此在生产过程中同时存在以上两种废气。

这两种废气中包含的污染物有 SO₂、颗粒物、硫酸雾、铬、镉、锡、锑和二噁英类，其中大多数都会对环境产生较大影响。

再生铜企业对外排放的污水主要是生活污水和场地冲洗水，其中排放量较大以及具有行业特征的污染物有：悬浮物、石油类、化学需氧量、氨氮、铅、铜、锌、砷、镍和镉等。

4.1.3 行业污染物排放量分析

我国再生铜工业废气污染物排放量已经在上文列出。从中可以看出，本行业的烟尘、SO₂等的排放量在全国同类排放物中占的比例不是很大。但由于废杂铜向低品位方向发展，二噁英类的治理应引起足够的重视。由于再生铜工业原料的复杂性和不确定性，很难估算出该行业实际的排放量。我国再生铜行业主要生产企业的工艺废水已经基本能够做到闭路循环利用不外排，所以企业对外排放的只是生活污水、场地冲洗水和与原料接触的雨水，上文也已经对排放量作出分析。另外根据环保要求，对重金属污染需要严格控制。

4.1.4 行业排污现状

(1) 企业调查数据表

编制组为了了解企业实际生产过程中污染物排放情况，多次有条件地对有代表性的企业（各种规模、各个地方及各种生产工艺）进行实地调查。本章节中提到的再生铜企业名称以标号代替。废气调查结果如表 12，水污染物调查结果如表 13。

表 12 典型废气污染源污染物排放调查结果单位：mg/m³

企业 污染物	ZST1	ZST2	ZST3
颗粒物	174	139	23.2
二氧化硫	272	230~260	491
硫酸雾	39.5	30~35	2.79
二噁英类 (ngTEQ/m ³)	3.4	2.2	0.8

表 13 水污染物排放调查结果单位：mg/L

企业 污染物	ZST1	ZST2	标准值

pH 值	8.3	8.11	6-9
化学需氧量	200	30	100
悬浮物	无	52	70
石油类			5
总铜		0.2	0.5
总锌		1.82	2.0
氨氮	40		15
总氮			15
总磷			1
总砷			0.5
总镉			0.1
总铅		0.2	1

(2) 行业排污水平分析

经过对行业有代表性的企业调研后发现,我国主要再生铜生产企业的大气污染物和废水基本能按照现标准达标排放。该调查表只列出两家典型企业的排放数据,原因是很多调研的企业已经做到生产废水闭路循环利用基本不外排,而生活污水直接接入园区管道或当地污水处理系统,没有进行过检测。而且,每家企业检测的污染物项也不尽相同,更需要有行业针对性的标准出台,规范行业检测项目。根据调查表中的数据来看,ZST1 超出标准是因为该企业外排污水接入当地污水处理系统,不按照《污水综合排放标准》执行。ZST2 达标排放。悬浮物、铜、锌等现行标准相对合理。氨氮、氮、磷和铅不是该行业特征污染物,没有对企业进行过实地检测。

4.1.5 污染防治技术分析

(1) 行业清洁生产技术

我国再生铜工业的熔炼技术水平在不断的提高,回转式熔炼炉技术、倾动炉技术、旋转顶吹技术、永久阴极电解技术等一大批国际领先设备在国内大型的再生铜企业采用。先进熔炼设备的采用,会使熔炼过程的能耗降低、资源的回收率增加,同时会使环境污染明显降低,这是我国再生铜工业一种良好的发展趋势。

(2) 行业污染末端处理技术

再生铜工业的污染防治技术主要针对熔炼炉烟气和电解废液，对其进行有效的处理，回收其中的有价成分，然后进行环保治理，达标排放。

1) 对熔炼烟气的防治技术

因为烟气的污染物主要来源于原料中夹杂物的不充分燃烧，因此，烟气的治理首先要从源头进行治理，对原料进行有效的预处理，分离出塑料、油污、油漆等有害杂质，避免这些杂质在炉中不完全燃烧而产生污染物。如在预处理过程中将含氯的有机物分离掉，就会大大的降低烟气中二噁英类的产生量，减轻了末端治理的压力。末端治理技术主要是建设有效的收尘系统，例如先进的多组份有毒废气治理技术——增湿压吸收尘（MHGI 法）即半干法脱酸反应器加布袋除尘器工艺,使颗粒状污染物等得到有效的回收。对于烟气中的二噁英类等气体污染物，主要的防治技术是提高熔炼过程的燃烧效果，使可燃的有机物充分燃烧，破坏二噁英类，同时，在熔炼炉的下端建设二次燃烧室，使烟气经过充分的高温燃烧，破坏二噁英类。为了防止烟气冷却过程中二噁英类的再合成问题，建设烟气的骤冷设备是必要的。

2) 电解废液的防治技术

对于产生的电解废液，目前再生铜企业主要的方法有两种，大型企业都建有废液净化系统，综合回收废液中的有价成分，最终产生的含酸废液大部分返回电解车间重新利用，这些企业的电解废液经过净化综合回收之后基本可以达到闭路循环使用，不产生废液。但也有一些中小型企业将废电解液作为原料出售给其它企业，作为回收铜、镍等有价金属的原料，回收完铜、镍之后的废液排掉。

(3) 工程实例

1) 原料预处理技术

预处理技术之目的是通过机械、人工等手段，将杂铜中夹杂的有机物和无机物分离出去，得到比较纯净的废杂铜，避免了夹杂物入炉，从而达到了从源头治理污染的目的。目前大中型企业采用的有：

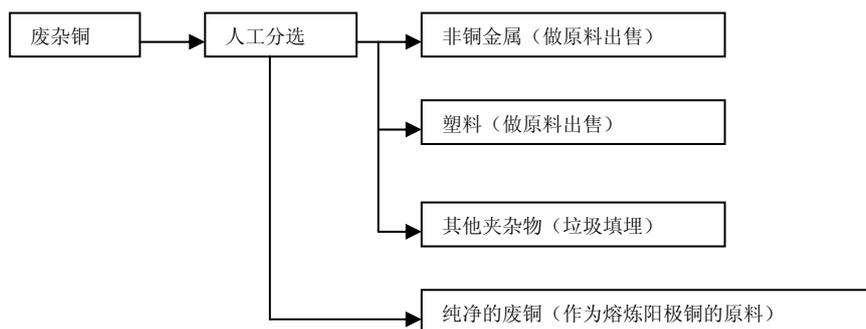


图 4 废杂铜预处理技术

2) 烟气的治理技术

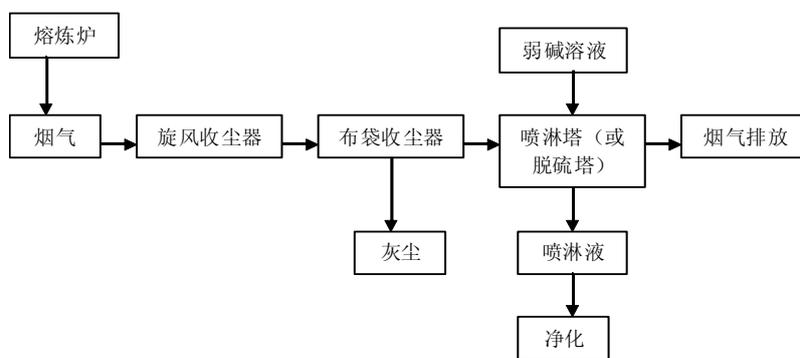


图 5 烟气的治理技术

3) 电解液净化技术

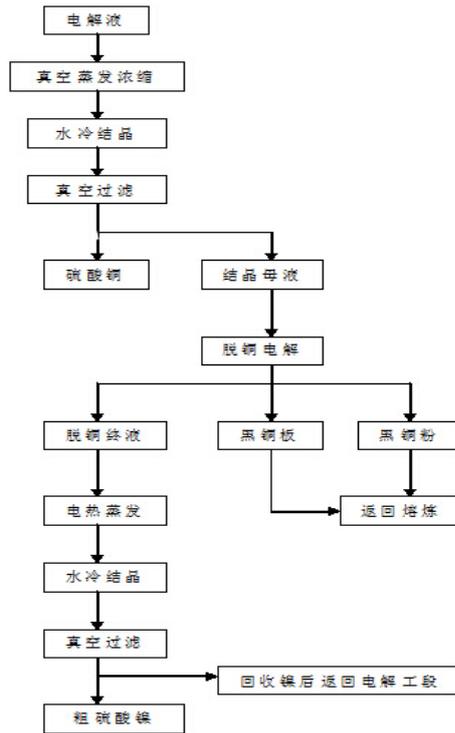


图 6 电解液净化技术

4.2 再生铝行业

4.2.1 行业主要生产工艺及产污分析

(1) 行业采用的生产原料、技术路线和生产工艺流程

再生铝是以回收来的废铝零件或生产铝制品过程中的边角料以及废铝线等为主要原材料，经熔炼生产出来的符合各类标准要求的铝合金锭。

由于再生铝的原材料主要是废杂铝料，成分及其复杂，给再生铝合金的配制带来了极大不便。因此，再生铝生产流程的第一环节就是废杂铝的分选归类工序。分选得越细，归类得越准确，再生铝的化学成分控制就越容易实现。

废铝零件往往有不少镶嵌件，这些镶嵌件都是些以钢或铜合金为主的非铝件，在熔炼过程中如不及时地扒出，就会导致再生铝成分中增加一些不需要的成分（如 Fe 等）。因此，在再生铝熔炼初期，即废杂铝刚刚熔化时必须有一道扒镶嵌件的工序（俗称扒铁工序）。把废杂铝零件中的镶嵌件扒出，扒得越及时、越干净，再生铝的化学成分就越容易控制。扒铁时熔液温度不宜过高，温度的升高会使镶嵌件中的 Fe 等元素就会溶入铝液。

各地收集来的废杂铝料由于各种原因其表面不免有污垢，有些还严重锈蚀，这些污垢和锈蚀表面在熔化时会进入熔池中形成渣相及氧化夹杂，严重影响再生铝的质量。清除这些渣

相及氧化夹杂也是再生铝熔炼工艺中重要的工序之一。废铝熔化之后进行精炼，调整成分后进行二级精变处理，再吹惰性气体进一步强化精炼效果，可有效的去除铝熔液中的夹杂。

废铝料表面的油污及吸附的水分，使铝熔液中含有大量气体，不有效的去除这些气体就使质量大大下降，强化再生铝生产中的除气环节以降低再生铝的含气量是获得高质量再生铝的重要措施。

主要生产工艺流程：

原料预处理→熔炼→成分调整→铝液处理→铸造

再生铝生产技术路线如图 7：

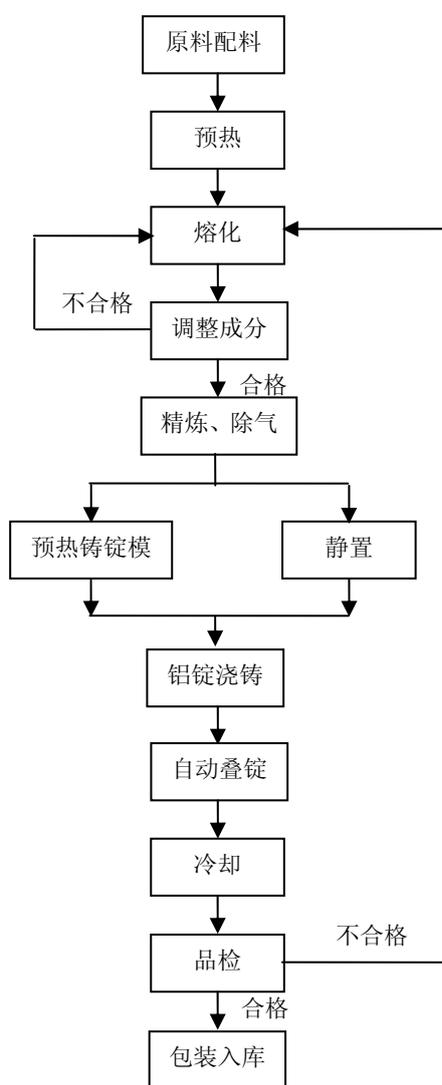


图 7 再生铝生产技术路线图

4.2.2 生产过程中的排污节点、排放方式（废水、废气）

再生铝生产过程的主要污染源来源于以下几个方面：

(1) 预处理过程产生的废弃物

废铝原料分为不同的档次，高档次的废铝为纯净的废铝，基本不含夹杂物，如废汽车轮毂、废铝合金门窗、废铝线等，此部分废铝不用预处理即可直接进行熔炼。而低档次的废铝夹杂非铝金属、废塑料、油污等有机物、泥土等，因此要经过预处理。通过预处理，得到比较纯净的废铝，而产生的废塑料、废钢铁、其他废有色金属等可以销售给其他工业部门的作为原料，分出的垃圾属于固体废物，可以交给垃圾场进行处理。

(2) 燃料的污染

国内熔炼再生铝，绝大多数企业采用火焰式熔炼炉，采用的燃料主要是煤炭、柴油、重油、天然气和煤气等。燃料在燃烧过程中产生大量烟尘和气体污染物，是再生铝行业对环境产生影响较大的原因之一。由于煤炭价格低廉，目前一些小型企业还直接燃烧煤炭，而煤炭如不能完全燃烧，烟气中会含有大量的一氧化碳气体，同时会产生大量的烟尘。直接燃煤也是再生铝行业污染环境的主要根源。

(3) 夹杂物燃烧产生的污染

废杂铝中可以燃烧的夹杂物有塑料、橡胶、树脂、油污、油漆等，这些夹杂物在熔炼过程中如果不完全燃烧，除产生大量烟尘外，还会产生大量的气体污染物，一些有严重的异味。

(4) 熔炼过程中产生的烟气

这是再生铝工业的主要污染源，其中包括颗粒状污染物，主要成分是金属氧化物和非金属氧化物如氧化铝、氧化钙、氧化钾、碳粒等；气体污染物，主要是二氧化硫（燃料中的硫）、氟化物、氯化物和二噁英类等；

(5) 添加剂的污染

为了获得高质量的铝合金，企业在熔炼过程中，一般都会加入各种溶剂、精炼剂等，目前一些添加剂仍以氯化物、氟化物为主。固体溶剂和精炼剂熔融之后，都会与融体中的杂质进行反应，产生浮渣和烟气。如果选用添加剂不当，就可能产生有毒有害气体，主要包括氟化物、氯化物等。

(6) 炒铝灰对环境的影响

再生铝生产过程中会产生大量的浮渣，一般称之为铝灰。铝灰的主要成分是金属铝、氧化铝及铁、硅、镁的氧化物和钾、钠、钙、镁等金属的氯化物。铝灰中含有较高含量的金属铝，一般中小企业都采用大锅炒灰的方法回收其中的铝，在整个炒灰过程中会产生大量的烟尘，主要污染物为颗粒状污染物。

(7) 废水

再生铝行业产生的工业废水主要是预处理废水和冷却水。形成规模的生产企业已经基本能够做到闭路循环利用不外排，所以企业对外排放的只是生活污水、场地冲洗水、少量的生产废水、与原料接触的雨水等。

4.2.3 排放污染物种类

再生铝行业的主要污染物有烟尘、废渣、废水，对环境影响最大的是烟尘。根据规定，废气可分为含颗粒物废气和含气态污染物废气两大类。由于再生铝行业原料复杂，因此在生产过程中同时存在以上两种废气。

大气污染物主要有：颗粒物、SO₂、HCl、氟及氟化物、铬、镉和二噁英类，其中大多数都会对环境产生较大影响。

再生铝企业对外排放的污水主要是生活污水和场地冲洗水及少量的预处理废水，其中排放量较大以及具有行业特征的污染物有：悬浮物、石油类、化学需氧量、铅、铜、锌等。

4.2.4 行业污染物排放量分析

我国再生铝工业废气污染物排放量已经在上文列出。从中可以看出，本行业的烟尘、SO₂等的排放量在全国同类排放物中占的比例不是很大。但二噁英类所占比例较大，应引起足够的重视。由于再生铝工业原料的复杂性和不确定性（如企业所用原料的品位等），很难精确估算出该行业实际的排放量。我国再生铝行业主要生产企业的工艺废水已经大部分做到闭路循环利用不外排，所以企业对外排放的主要是生活污水、场地冲洗水、少量的预处理废水。上文也已经对排放量作出分析。根据环保要求，对重金属污染需要严格控制。

4.2.5 行业排污现状

4.2.5.1 企业调查数据表(涵盖各种规模、各个地方及各种生产工艺)

编制组为了了解企业实际生产过程中污染物排放情况，多次有条件地对数家有代表性的企业（各种规模、各个地方及各种生产工艺）进行实地调查。本章节中提到的再生铝企业名称以标号代替。调查结果如下各表 14 所列。

表 14 典型废气污染源污染物排放调查结果单位：mg/m³

企业 污染物	ZSL1	ZSL2	ZSL3	标准值
-----------	------	------	------	-----

颗粒物	20	52	67.7	100
二氧化硫	40	2.86	229	850
氟化物	1	0.7	6.35	6
二噁英类 (ngTEQ/m ³)	0.03	0.5	1.49	-

表 15 水污染物排放调查结果单位: mg/L

企业 污染物	ZSL1	ZSL2	ZSL3	标准值
pH 值	8.3	6.7	8	6-9
化学需氧量	147	20.4	88.2	100
悬浮物	45	13	53.1	70
石油类	9.1	0.03	2.4	5
总铜	0.05			0.5
总锌	0.06			2.0
氨氮	10.1	1.32		15
总氮				15
总磷				1
总铅				1

4.2.5.2 行业排污水平分析

总结对行业有代表性的企业的调研情况,我国主要再生铝生产企业的大气污染物和废水基本能按照现标准达标排放。很多企业已经能够做到生产废水闭路循环利用基本不外排,但从实际情况来看,少量排放还是在所难免。而且,每家企业检测的污染物项也不尽相同,更需要有行业针对性的标准出台,规范行业检测项目。根据调查表中的数据来看,化学需氧量的现行标准相对现有企业是比较合理的。悬浮物、石油类、铜、锌和氨氮等现行标准相对宽松,排放限值应更加严格。氮、磷和铅不是该行业特征污染物,没有对企业进行过实地检测。表中某企业超出标准限值是因为该企业是按当地环保标准执行,排放浓度也是达标的。

4.2.6 行业清洁生产技术

(1) 原料预处理

通过人工、机械、水洗等手段分选出夹杂物,去除油类物质和覆着物。另外,还有重介

质分离和磁选去除含铁物质、氧化铝表层碾磨处理（须有有效的收尘系统）、风力或密度分选、离心分选等。有效的预处理可以大大减少后续生产中污染物的产生。

（2）熔炼阶段

采用密封的加料系统。根据不同的原料，可以选择不同的炉型如双室反射炉、倾动式回转炉、回转炉和快速熔化感应电炉等来处理。

根据欧盟 BREF 文件，采用这些最佳可得生产技术，企业完全可以达到环保要求。

4.2.7 行业污染末端处理技术

我国再生铝行业典型的生产工艺流程主要由原料预处理、火法熔炼、精炼和铸锭组成。要达到本标准的要求，企业需要从生产的各个阶段进行控制才能有效控制污染物排放，达到本标准的要求。再生铝工业的污染防治技术主要针对熔炼炉烟气，对其进行有效的治理，达标排放。

（1）对熔炼烟气的防治技术

因为烟气的污染物主要来源于原料中夹杂废物的不充分燃烧，因此，烟气的治理首先要从源头进行治理，对原料进行有效的预处理，分离出塑料、油污、油漆等有害杂质，避免这些杂质在炉中不完全燃烧而产生污染物。如在预处理过程中将含氯的有机物分离掉，就会大大的降低烟气中二噁英类的产生量，减轻了末端治理的压力。末端治理技术主要是建设有效的收尘系统，使颗粒状污染物得到有效的回收。对于烟气中的二噁英类等气体污染物，主要的防治技术是提高熔炼过程的燃烧效果，使可燃的有机物充分燃烧，破坏二噁英类，同时，也可在熔炼炉的下端建设二次燃烧室，使烟气经过充分的高温燃烧，破坏二噁英类。

（2）废水的防治技术

再生铝工业废水主要是预处理废水和循环冷却水，其中冷却水循环使用，预处理废水经过沉降池澄清之后返回使用，但仍有部分废水不经过处理之后外排。其他污水如生活污水、与原料接触的雨水和场地冲洗水等接入城镇或园区下水管网，由市政统一处理。

4.2.8 工程实例

（1）原料预处理技术：预处理技术之目的是通过机械、人工等手段，将废铝中夹杂的有机物和无机物分离出去，得到比较纯净的废铝，避免了夹杂物入炉，从而达到了从源头治理污染的目的。目前大中型企业采用的有如下几个流程：

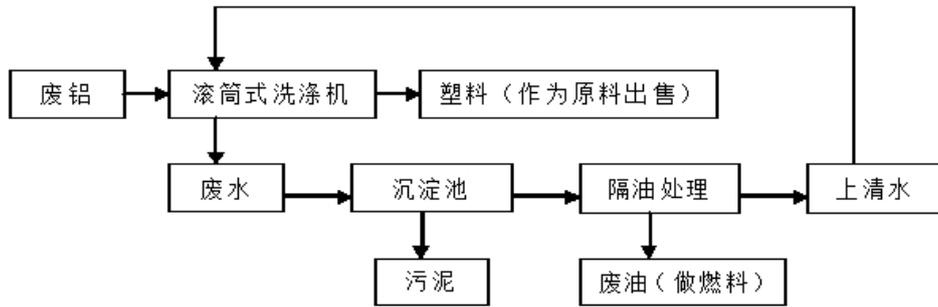


图 8 废铝原料预处理 1

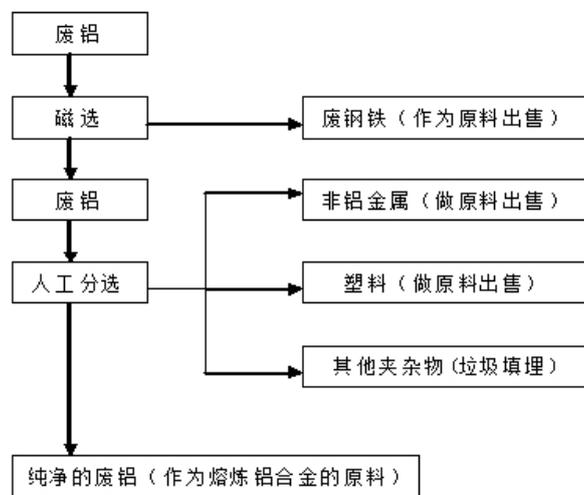


图 9 废铝原料预处理 2

(2)烟气的治理技术

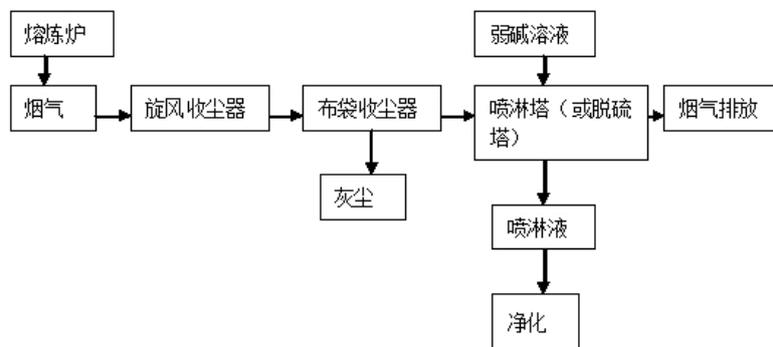


图 10 烟气的治理技术

4.3 再生铅行业

4.3.1 行业主要生产工艺

目前国内再生铅行业主要生产工艺有如下几种：

(1) 废铅酸电池机械化破碎、分选、铅膏泥转换、熔炼工艺

该工艺是引进技术，国内已有几家大型企业采用。该技术首先对废铅酸蓄电池机械化处理回收废酸，然后对废铅酸电池机械化破碎、分选，分选出的栅极、膏泥、废塑料分别进行处理：铅栅极直接在精炼锅中熔炼铅合金，膏泥转化为碳酸铅，然后再进行熔炼，避免了二氧化硫的污染。该工艺是今后再生铅工业发展的方向。

(2) 固定式熔炼炉熔炼技术

该工艺流程首先对废铅酸蓄电池进行机械化拆解和分选或者人工拆解分选，并回收废酸。分解出的膏泥在固定式熔炼炉中熔炼成粗铅锭，分解出的栅极直接在精炼锅中熔炼成铅合金。该工艺目前被国内大中型专业再生铅企业普遍采用。该工艺的特点是工艺流程短、设备相对简单，没有膏泥转化过程，因此产生的废水量少，但膏泥在熔炼过程中会产生二氧化硫污染，如果不采取有效的环保措施，对环境有一定的污染。

(3) 底吹熔炼技术

这是原生铅冶炼企业处理废铅酸电池膏泥采用的工艺，既可以利用冶炼矿铅富余的热来熔化膏泥，而且省去膏泥的转化工序，又可将产生的二氧化硫与矿铅冶炼产生的二氧化硫混合送酸系统回收，避免烟气污染环境。

(4) 土法熔炼

采用鼓风炉熔炼膏泥或膏泥和碎栅极混合物，栅极采用大锅熔炼，没有环保设施，其主要问题是金属回收率低、能耗高，对环境污染严重，属淘汰技术。

4.3.2 生产过程的排污节点、排放方式（废水、废气）

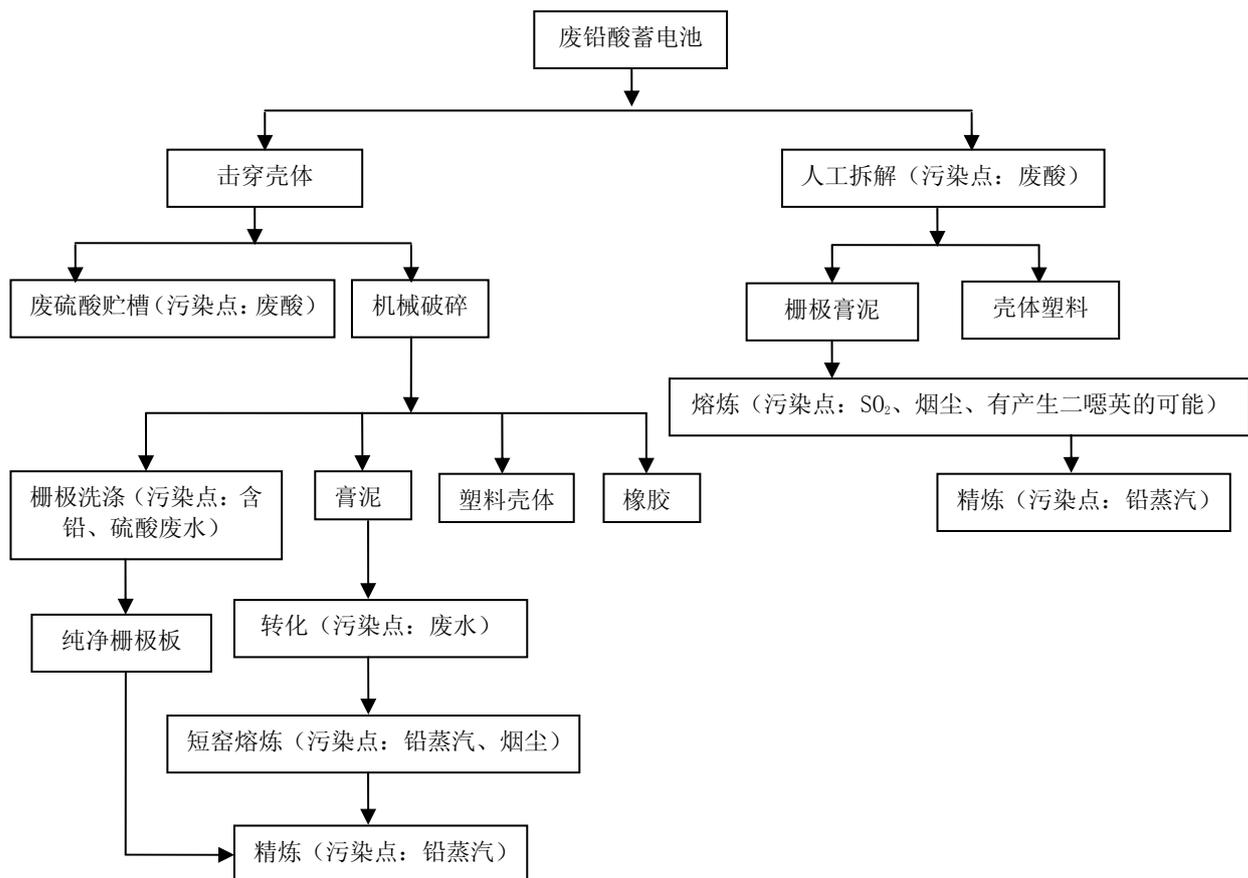


图 11 再生铅的工艺流程

我国再生铅行业所产生的排污节点主要包括：原料预处理、铅膏泥转化、熔炼、铅合金精炼等。产生的污染主要有废酸、二氧化硫、铅蒸气、烟尘和废水等。

(1) 废铅酸电池预处理

进入工厂的废铅酸蓄电池一部分含有硫酸，一部分不含硫酸。废酸主要产生于废铅酸电池的预处理（或拆解）过程，废铅酸电池预处理（或拆解）的第一步就是将废硫酸倒出，并集中处理。如果是不规范的手工拆解会造成废酸的流失，地面冲洗水或渗漏到地下。拆解和预处理过程产生的废水，主要是洗涤和地面冲洗废水。

(2) 含铅膏泥转化过程

含铅膏泥主要成分是硫酸铅，目前处理技术有两种，一是铅膏泥直接熔炼工艺（国内多数企业采用此技术），二是对铅膏泥进行转化处理，使之生成碳酸铅，在转化过程则会产生废水。转化过程产生的废水可以做到循环使用不外排。

(3) 熔炼过程

目前熔炼过程包括铅膏泥的直接熔炼、铅膏泥与栅极板混合物的熔炼和铅膏泥转化后物

料（主要成分为碳酸铅）的熔炼。以上熔炼过程均产生烟气，烟气中的污染物有颗粒状污染物（主要成分是氧化硅、氧化铅、碳粒等）、铅蒸气、二氧化硫（碳酸铅物料熔炼不产生二氧化硫），如果原料中含有有机废物，则熔炼烟气中会含有二噁英。熔炼过程产生的烟气经过布袋收尘器、脱硫塔处理之后排放。

（4）精炼及合金生产

铅精炼和铅合金生产全部在铅精炼锅中进行，由于铅的熔点低（327℃），熔化之后就有铅蒸气产生。铅精炼锅有密闭烟罩，采用负压操作，烟气中的铅蒸气在排烟管中形成氧化铅，经过收尘器处理之后排掉。

4.3.3 排放污染物种类

（1）废酸

进入工厂的废铅酸蓄电池一部分含有硫酸，一部分不含硫酸。废酸主要产生于废铅酸电池的预处理（或拆解）过程，废铅酸电池预处理（或拆解）的第一步就是将废硫酸倒出，并集中处理。废硫酸的处理一般有两种方法，一是加入石灰中和处理，另一种方法是经过再生处理，可以作为其他工业的原料。

（2）二氧化硫

二氧化硫来源于熔炼过程。铅膏泥的主要成分是硫酸铅，如果采用铅膏泥直接熔炼工艺（国内多数企业采用此技术），则在熔炼过程产生二氧化硫，如果对铅膏泥进行转化处理，使之生成碳酸铅，则在熔炼过程中不产生二氧化硫。此外，如果铅栅极洗涤不彻底，残存的硫酸在熔炼过程中分解也会产生二氧化硫。

（3）烟尘

烟尘来源于熔炼过程，主要产生于铅膏泥的熔炼、铅膏泥经过转化之后的碳酸铅物料的熔炼和铅膏泥与栅极板混合物的熔炼过程。以上熔炼过程均产生颗粒物，主要成分是氧化硅、氧化铅、氧化锑、碳粒等，污染物随熔炼炉产生的烟气一起进入收尘器，并在收尘器中被收集。

（4）铅蒸气

铅的熔点为 327℃，熔化之后就有铅蒸气产生。在实际生产过程中，铅蒸气主要产生于熔炼过程和铅精炼过程。

（5）二噁英

二噁英主要来源于原料中废有机物的不完全燃烧，尤其是含氯的有机废物的燃烧。如果

对废铅酸电池进行有效的拆解和分选,将有机废物分离出,就会避免在熔炼过程产生二噁英。由于再生铅工业的原料以废铅酸电池为主,原料中的废有机物也相应的比较单一,容易分检出,因此产生二噁英的几率较低。

(6) 废水

主要来自废铅酸电池的拆解(机械化拆解和手工拆解)、铅膏泥的转化过程、车间地面冲洗水等。生产过程的冷却水循环使用,除去蒸发之外,冷却水不对外排放。

4.3.4 企业调查数据表(涵盖各种规模、各个地方及各种生产工艺)

编制组为了了解企业实际生产过程中污染物排放情况,多次有条件地对数家有代表性的企业(各种规模、各个地方及各种生产工艺)进行实地调查。本章节中提到的再生铅企业名称以标号代替。调查结果如下:

表 16 烟气总排放口污染物浓度单位: mg/m³

企业 污染物	ZSQ1	ZSQ2	ZSQ3
颗粒物	4	61.3	<80
二氧化硫	45.9	763	<300
铅	0.4	4.58	<5
二噁英类	0.49		

表 17 水污染物排放调查结果单位(mg/L)

企业 污染物	ZSQ2	ZSQ3	现行标准值
PH 值	7.94	6-9	6-9
化学需氧量	6.89	<50	100
悬浮物	7.3	<40	70
石油类			5
总铅	0.154	≤0.5	0.5
总锌			2.0
氨氮		≤10	15

总氮			15
总磷	0.014	≤0.5	1
总砷			0.5
总镉			0.1

4.3.5 行业排污水平分析

经过对行业有代表性的企业调研后发现,我国主要再生铅生产企业基本能按照现标准达标排放。该调查表只列出两家典型企业的排放数据,原因是一些调研的企业已经做到生产废水闭路循环利用,还有一些企业不采用湿法处理工艺,因此也不产生生产性的污水。企业产生的生活污水直接接入园区管道或当地污水处理系统,没有进行过检测。而且,每家企业检测的污染物项也不尽相同,更需要有行业针对性的标准出台,规范行业检测项目。根据调查表中的数据来看,目前检测的结果没有超过现行《污水综合排放标准》现象。

4.3.6 污染防治技术分析

再生铅工业污染防治主要分为生产过程污染物控制和末端治理技术。

(1) 从生产的源头控制污染

此种污染防治技术是在熔炼之前将可能产生污染的物质分离出去,或者在生产过程中将产生污染的物质转化为无污染的物质。对再生铅工业而言,主要的污染物是熔炼过程中产生的二氧化硫,污染源来自铅膏中的硫酸铅,硫酸铅在熔炼过程中分解成二氧化硫和铅。因此,废铅酸电池破碎分选之后,将废酸进行再生利用或中和处理,膏泥采用湿法转化工艺,使其转化为碳酸铅,在熔炼过程中就避免了二氧化硫的产生。目前发达国家都是采用此种技术处理废铅酸电池,我国几个大型再生铅处理厂已经建设了此种技术,此种方法也是我国再生铅工业的一种发展方向。

(2) 末端治理技术

主要是针对已经产生的污染物进行治理,目前国内再生铅企业对污染物的治理主要针对排放的烟气,在熔炼炉口、铅精炼锅安装良好的集烟系统,采用负压操作,使烟气不外逸,避免 SO₂、铅蒸气、颗粒污染物的污染;通过旋风收尘器和布袋收尘器对烟尘进行回收,可以使颗粒污染物达到《工业炉窑大气污染物排放标准》的要求,同时配备脱硫塔,消除二氧化硫的污染。布袋收尘器和脱硫塔是再生铅工业治理烟气污染的有效设备,在大中型再生铅企业普遍采用,如果设备配备完善,可以得到良好的环境效益,烟气可以达标排放。

关于废水的处理,主要是提高冲洗水的重复利用率,建设铅膏的转化系统,将含铅含酸

废水接入转化系统利用，最终排放的废水经过污水处理设施进行处理，达标排放。

行业目前的污染治理技术已经在上文中叙述，关于投资情况和运行成本情况如下：

再生铅企业的环境治理技术主要是针对烟气进行治理，治理设备主要为布袋收尘器、脱硫塔、喷淋塔等。一般一个年产 2 万吨的再生铅企业，环境末端治理设备大约投资为 700 万元，约占生产设备总投资额的 15%，年约耗电 100 万 KWH。

4.3.7 工程实例

(1) 工艺流程

主要工艺分为废铅酸蓄电池预处理、铅膏泥脱硫转化处理、粗铅熔炼、熔炼合金铅等。回收的废铅酸蓄电池首先经过预处理机械化破碎、分选，得到含铅膏泥和栅极板。其中板栅和铅板等直接进入合金熔炼炉配制铅合金，分选得到的铅膏泥经脱硫转化后再进行熔炼，熔炼工序的产品为粗铅，粗铅经过精炼工序去除杂质、添加合金成分后熔炼成合金铅，通过浇铸机浇铸成为铅锭作为产品出售。

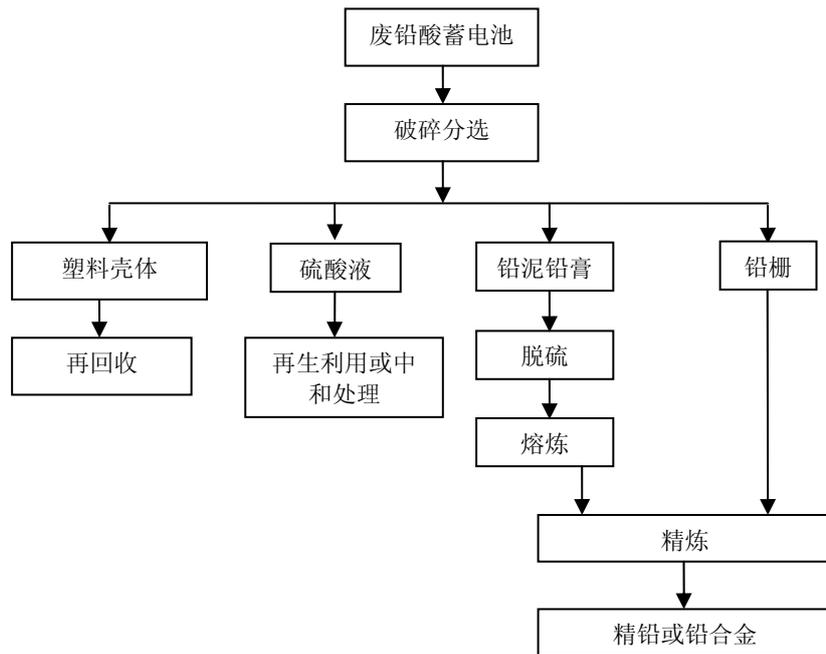


图 12 废铅酸蓄电池处理工艺流程图

国内某大型再生铅企业采用自动破碎分选、铅膏转化脱硫、低温连续熔炼、富氧燃烧、铅基合金深度脱氧等具有国际先进水平的清洁生产技术，引进关键设备-废旧蓄电池回收预处理技术，对废铅酸蓄电池进行分选回收，产出铅膏、铅屑、塑料、有机物和废酸；铅膏采用脱硫转化，从源头消除硫污染，脱硫液和废酸泵入过滤机除去固体，滤液进入副产品回收

系统生产硫酸钠；脱硫后的铅膏、铅屑采用自主开发的低温连续熔炼技术及富氧燃烧技术生产再生粗铅；再生粗铅经精炼、合金成分调质及铅基合金深度脱氧技术处理，生产精铅及铅合金；分选产出塑料片经过水洗、在线分选后，烘干及改性造粒，调整塑料性能后制成塑料颗粒，达到资源的综合利用之目的。

(2) 污染治理工艺及设备情况

1) 废气处理：废气主要来自短窑、熔炼炉、铅精炼锅。短窑和熔炼炉处理的均为铅膏，为了加强烟气的收集，在短窑两头分别装上烟罩，在熔炼炉的加料口安装有效的集烟罩，使从炉门溢出的烟气得到有效的回收，并通过烟管经过冷却器降温后经布袋收尘处理，达标排放。直接处理铅膏的熔炼炉产生的烟气还要通过脱硫塔处理，最后达标排放。

精炼及合金配制采用天然气为燃料，生产设备配备聚烟罩，精炼过程产生含铅烟尘的烟气经过收集管道进入袋式除尘器、水浴喷淋塔进行净化处理，达标排放。

2) 工业用水的处理：生产用水主要为破碎分选用水、脱硫除尘用水、炉门冷却用水 3 部分，这 3 部分水排水均补充破碎分选用水，破碎分选水经处理后循环利用，只补充不外排。生产区初期雨水和冲洗地面用水经回收处理后进入生产用水系统，补充生产用水，工业用水循环利用，零排放。含酸废水、脱硫母液采用酸碱调节、过滤与脱色、蒸发和结晶回收硫酸钠，中间废水处理循环利用。各炉窑和铸锭过程中冷却水经沉淀、冷却降温后循环使用。

4.4 再生锌行业

4.4.1 行业主要生产工艺及产污分析

国内生产再生锌的原料主要是废杂锌。处理废杂锌的工艺主要有坩埚熔炼和反射炉熔炼，工艺过程为人工分选除杂、配料、熔炼、调整成分、铸锭。工艺流程比较简单，最终产品为符合相关标准的锌及基合金锭。

除了上述的火法处理废杂锌之外，目前大量采用火法和湿法处理热镀锌渣，最终的产物是金属锌。

采用火法回收的工艺路线：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。氧化锌将成为湿法回收锌和电炉回收锌的原料。

采用电炉熔炼工艺路线：采用电弧炉处理含锌灰渣是国内许多企业采用的技术，要求原料中的氧化锌含量高，通过电弧炉熔炼，最终得到金属锌。

湿法回收的工艺路线是：对含锌的灰渣进行硫酸浸出，并对浸出液进行净化处理，处理

后的硫酸锌溶液采用电积法处理，在阴极得到金属锌。

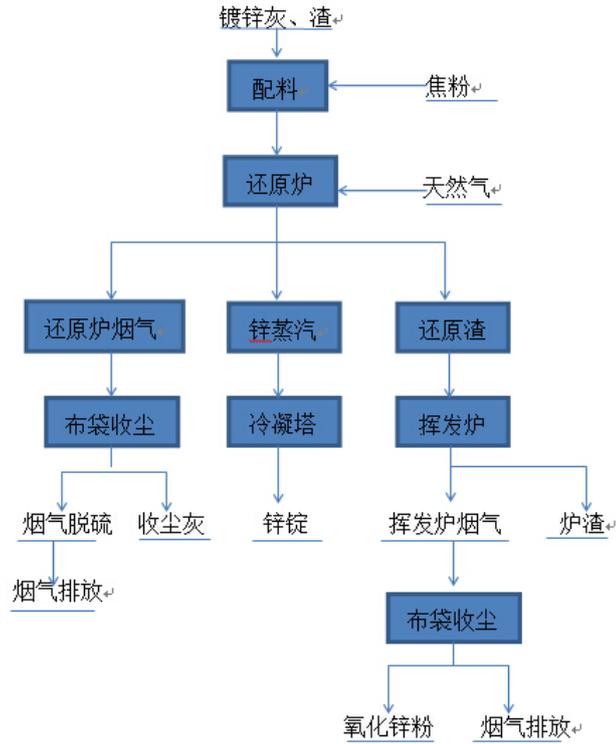


图 13 热镀锌渣处理工艺流程图

表 18 各工序排污节点一览表

污染源	主要污染物		排放规律	排放方式
	废气	烟尘		
还原炉烟气		SO ₂	间断	经过布袋收尘器+脱硫装置进行处理后通过排气筒高空排放。
挥发炉烟气	烟气	氧化锌粉	间断	氧化锌粉为产品，SO ₂ 经过脱硫装置处理后通过排气筒排放
		SO ₂		
挥发炉炉渣	炉渣	氧化铁、氧化锌、氧化硅等	间断	主要成分为氧化硅、氧化锌、氧化铁和炭粒等。

4.4.2 行业排污水平分析

经过对行业有代表性的企业调研后发现，我国主要再生锌生产企业基本能按照现标准达标排放。该调查表只列出两家典型企业的排放数据，原因是一些调研的企业已经做到生产废水闭路循环利用，还有一些企业不采用湿法处理工艺，因此也不产生生产性的污水。企业产生的生活污水直接接入园区管道或当地污水处理系统，没有进行过检测。而且，每家企业检

测的污染物项也不尽相同，更需要有行业针对性的标准出台，规范行业检测项目。根据调查表中的数据来看，目前检测的结果没有超过《污水综合排放标准》现象。

4.4.3 企业调查数据表

表 19 再生锌典型企业的排放数据

污染物	排放浓度(mg/m ³)
粉尘	7.2-19
二氧化硫	32-50
铅	0.029-0.043
铬	ND-0.006
氯气	0.146-0.3

4.4.4 污染防治技术分析

再生锌工业污染防治主要分为生产过程污染物控制和末端治理技术。

(1) 从生产的源头控制污染

此种污染防治技术是在熔炼之前将可能产生污染的物质分离出去，或者在生产过程中将产生污染的物质转化为无污染的物质。对再生锌工业而言，主要的污染物是熔炼过程中产生的烟尘。

(2) 末端治理技术

主要是针对已经产生的污染物进行治理，目前国内再生锌企业对污染物的治理主要针对排放的烟气，在熔炼炉口、精炼锅安装良好的集烟系统，采用负压操作，使烟气不外逸，避免 SO₂、铅蒸气、颗粒污染物的污染；通过旋风收尘器和布袋收尘器对烟尘进行回收，可以使颗粒污染物达到《工业炉窑大气污染物排放标准》的要求，同时配备脱硫塔，消除二氧化硫的污染。布袋收尘器和脱硫塔是再生锌工业治理烟气污染的有效设备，在大中型再生锌企业普遍采用，如果设备配备完善，可以得到良好的环境效益，烟气可以达标排放。

关于废水的处理，主要是提高冲洗水的重复利用率，最终排放的废水经过污水处理设施进行处理，达标排放。

5 行业排放有毒有害污染物环境影响分析

(1) 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 (识别) 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。

(2) 砷

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 1 mg/L 的空气中, 呼吸 5~10 分钟, 可发生致命性中毒。我国规定居民区大气砷的日平均浓度为 3 钟, 可发生, 饮用水中砷最高容许浓度为 0.04mg/L, 地表水包括渔业用水为 0.04 mg/L。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 锡

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。

(6) 汞

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。

(7) 镉

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。

(8) 铅

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。

(9) 铜

铜外观为带有红色光泽的金属，溶于硝酸、热浓硫酸，微溶于盐酸，常态下性质稳定。铜为体内多种重要酶系的成分，能够促进铁的吸收和利用，能够维持中枢神经系统的功能。缺铜时人体内各种血管与骨骼的脆性增加、脑组织萎缩，还可以引起白癜风及少白头等黑色素丢失症。过多的铜进入体内可出现恶心、呕吐、上腹疼痛、急性溶血和肾小管变形等中毒现象。可溶性铜盐都有毒，主要因为铜离子能使蛋白质变性，失去生理活性。

(10) 锌

锌外观为浅灰色的细小粉末，溶于酸、碱，易燃性质不稳定。锌污染是指锌及化合物所引起的环境污染。工业废水中锌常以锌的羟基络合物存在。锌对鱼类和水生动物的毒性比对人及温血动物大很多倍。我国规定生活饮水的锌含量不得超过 1.0 mg/L。锌在土壤中富集，会使其在植物体中富集，从而危害食用这种植物的人和动物。用含锌污水灌溉农田对农作物特别是小麦影响较大，会造成小麦出苗不齐，分蘖少，植株矮小、叶片萎黄。过量的锌还会使土壤失去活性，细菌数目减少，土壤中的微生物作用减弱。

(11) 铊

铊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。铊对人体危害途径主要为吸入、食入，铊对粘膜有刺激作用，可引起内脏损害，铊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；在铊冶炼过程中可引起铊尘肺，对皮肤有明显的刺激作用和致敏作用。

(12) 铬

六价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。

6 标准主要技术内容

6.1 适用范围

再生铜、再生铝、再生铅和再生锌工业是我国再生有色金属工业最主要的组成部分，所以本标准的排放控制要求主要是针对上述四种主要有色金属的再生工业。

本标准规定了再生有色金属（铜、铝、铅、锌）工业企业水污染物和大气污染物排放限值、监测和监控要求，以及标准的实施与监督等相关规定。

本标准适用于现有再生有色金属（铜、铝、铅、锌）工业企业的水污染物和大气污染物排放管理，以及再生有色金属（铜、铝、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、竣工环境保护验收及其投产后的水污染物和大气污染物排放管理。以炼钢烟尘、高炉瓦斯灰为原料生产锌或氧化锌的企业参照本标准执行。

本标准不适用于原生有色金属熔炼及压延加工等工业企业的水污染物和大气污染物排

放管理；也不适用于附属于再生有色金属工业企业的非特征生产工艺和装置的水污染物和大气污染物排放管理。

本标准适用于法律允许的污染物排放行为；新设立污染源的选址和特殊保护区域内现有污染源的管理，除执行本标准外，还应符合《中华人民共和国大气污染防治法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》、《中华人民共和国环境影响评价法》等法律、法规、规章的相关规定执行。

本标准规定的水污染物排放控制要求适用于企业直接或间接向其法定边界外排放水污染物的行为。

6.2 标准结构框架

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、污染物排放控制要求、污染物监测要求、标准的实施与监督七个部分，其中污染物排放控制要求是标准的主体部分。

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，制定较严格的标准，自 2015 年 1 月 1 日起执行该标准；对于现有企业，根据目前污染物控制水平，设立一个相对合理标准，自 2015 年 1 月 1 日起至 2016 年 12 月 31 日，水和大气污染物排放控制要求分别执行表 1 标准和表 4，自 2017 年 1 月 1 日起执行新建企业的标准要求。各地也可根据当地环境保护的需要和经济与技术条件，由省级人民政府批准提前实施本标准。另外，根据环境保护工作的要求，在国土开发密度已经较高、环境承载能力开始减弱，或环境容量较小、生态环境脆弱，容易发生严重环境污染问题而需要采取特别保护措施的地区，应严格控制企业的污染物排放行为，在上述地区的企业执行本标准规定的水、大气污染物特别排放限值。执行污染物特别排放限值的区域范围、时间，由国家环境保护行政主管部门或省级人民政府确定。

6.3 术语和定义

本标准定义了再生有色金属（铜、铝、铅、锌）工业、特征生产工艺和装置、现有企业、新建企业、公共污水处理系统、直接排放、间接排放、排水量、单位产品基准排水量、二噁英类、毒性当量因子、毒性当量、标准状态、排气量、单位产品基准排气量、企业边界等 20 个术语。

6.4 污染物控制项目选择及排放浓度限值的确定

污染物控制项目的选取应重点考虑控制对人体健康和生态环境有重要影响的有毒有害物质和国家实行总量控制的污染物，以及本行业特征污染物；此外，控制项目的选取还应满

足新形势下环境保护的需要，预防和应对水和大气环境污染事件。需要特别说明的是，本标准中四种再生有色金属气体污染物有共性，都有火法熔炼或焙烧，产生的气体污染物中成分类似，如：二氧化硫、硫酸雾、颗粒污染物等。四种再生有色金属原料中都含有会产生二噁英类的物质，在火法焙烧、熔炼过程中都会产生二噁英类。而且在加强管理、采用先进环保设备的条件下能达到相同的减排效果，有合并的条件。各行业的特征污染物也在标准文本中予以注明。

6.4.1 大气控制污染项目

现行标准《大气污染物综合排放标准》(GB16297)对废气排放控制的污染物有二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、氯化氢等33种(类)；《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078)对废气排放的控制污染物有烟尘、二氧化硫、氟及其化合物、铅、汞、铍及其化合物和沥青油烟等7种(类)。下面将分别结合各再生金属工业的情况分别论述本标准对废气排放控制的污染物种类。

6.4.1.1 再生铜工业

本标准中污染物项目的确定一方面参考国外再生铜工业控制项目，另一方面则根据我国再生铜工业的实际排污特点和污染控制水平决定。

欧盟 BREF 文件中认为，再生铜生产主要的大气污染物为 SO₂、有机物（二噁英类）、烟粉尘（金属及其化合物）。金属污染物和有机污染物(如二噁英类)通常和颗粒物联系在一起。

我国再生铜行业生产企业所用原料经预处理后仍可能含有的废物有塑料、橡胶、树脂、油污、油漆、其他金属及合金等，这些夹杂物在熔炼过程中多数是不完全燃烧，除产生大量烟尘（颗粒物）外，还会产生大量的气体污染物，如二噁英类和金属及其化合物，而排放的废气中重金属大多存在于烟尘之中。另外，燃料中的硫会导致二氧化硫的产生，电解工段会产生硫酸雾。

综上所述，本标准确定再生铜工业排放废气的控制污染物为：二氧化硫、颗粒物、硫酸雾、二噁英类、砷及其化合物、铅及其化合物、氮氧化物、锡及其化合物、铬及其化合物、锑及其化合物、镉及其化合物、汞及其化合物。其中硫酸雾、砷主要来自电解和净化作业，其他污染物主要来自熔炼作业和烟气重新合成。

BREF 文件中提出的污染物项目没有硫酸雾，原因是欧盟 BREF 文件中再生铜生产只涉及火法部分，电解部分没有包含在内，而电解生产阴极铜时产生的废气只有硫酸雾。其控制

标准值采用污染物排放浓度限值的形式。

6.4.1.2 再生铝行业

本标准中污染物项目的确定一方面参考国外再生铝工业控制项目,另一方面则根据我国再生铝工业的实际排污特点和污染控制水平决定。

欧盟 BREF 文件中认为,再生铝生产主要的大气污染物为 SO_2 、 NO_x 、有机物(二噁英类)和 CO 、氯化物, HCl 和 HF 、金属及其化合物、烟粉尘(颗粒物)。金属污染物通常和颗粒物联系在一起。

我国再生铝行业生产企业所用原料经预处理后仍可能含有的废物有塑料、橡胶、树脂、油污、油漆、非铝金属及合金等,其中有机夹杂物在熔炼过程中多数是不完全燃烧,除产生大量烟尘(颗粒物)外,还会产生大量的气体污染物,如二噁英类,而排放废气中的金属大多存在于烟尘之中。另外,燃料中的硫会导致二氧化硫的产生,添加剂(各种溶剂、精炼剂等)在熔炼过程中会产生氯化氢、氟及氟化物。

综上所述,本标准确定再生铝工业排放废气的控制污染物为:二氧化硫、颗粒物、氟化氢、氯化氢、二噁英类、砷及其化合物、铅及其化合物、氮氧化物、锡及其化合物、铬及其化合物、铈及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物。

6.4.1.3 再生铅行业

本标准中污染物项目的确定一方面参考国外再生铅工业控制项目,另一方面则根据我国再生铅工业的实际排污特点和污染控制水平决定。

欧盟 BREF 文件中认为,再生铅排放废气中的污染物为 SO_2 、有机物、金属蒸气、烟尘。

由于铅是有毒的金属,铅金属的应用领域非常少,主要是铅酸电池,因此,再生铅工业的原料也非常简单,即以废铅酸电池为主。废铅酸电池经过严格的预处理之后,我国再生铅行业生产企业所用原料以经预处理后仍可能含有的夹杂物有塑料、橡胶、油污等,这些夹杂物在熔炼过程中有不完全燃烧,除产生大量烟尘(颗粒物)外,还会产生气体污染物,如二噁英等。在熔炼废铅产生的烟气中,有铅蒸气及铅化合物。而排放的废气中铅及其化合物大多存在于烟尘之中。此外,燃料中的硫会导致 SO_2 的产生,硫酸铅的分解会产生 SO_2 。

综上所述,本标准确定再生铅工业排放废气的控制污染物为:二氧化硫、颗粒物、硫酸雾、二噁英类、砷及其化合物、铅及其化合物、氮氧化物、锡及其化合物、铬及其化合物、铈及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物。

6.4.1.4 再生锌行业

本标准中污染物项目的确定一方面参考国外再生锌工业控制项目,另一方面则根据我国再生锌工业的实际排污特点和污染控制水平决定。

欧盟 BREF 文件中认为,再生锌排放废气中的污染物为 SO_2 、 NO_x 、VOC、以及烟尘。

我国再生锌行业生产企业所用原料以经预处理后仍可能含有的夹杂物有塑料、橡胶、油污等,这些夹杂物在熔炼过程中有不完全燃烧,除产生大量烟尘(颗粒物)外,还会产生气体污染物,如二噁英等。在熔炼废锌产生的烟气中,有氧化锌及二氧化硫。而排放的废气中氧化锌和二氧化硫大多存在于烟尘之中。湿法回收锌产生硫酸雾。此外,燃料中的硫会导致 SO_2 的产生。综上所述,本标准确定再生锌工业排放废气的控制污染物为:二氧化硫、颗粒物、硫酸雾、二噁英类、砷及其化合物、铅及其化合物、氮氧化物、锡及其化合物、铬及其化合物、镉及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物。

6.4.1.5 本标准大气污染物排放控制项目

在分别分析了再生铜、铝、铅和锌行业的大气污染物后,除了各行业污染物项目有所不同,但相同污染物的限值要求是可以统一的。故确定本标准大气污染物控制项目为:二氧化硫、颗粒物、氟化氢、氯化氢、二噁英类、砷及其化合物、铅及其化合物、氮氧化物、锡及其化合物、镉及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物。

6.4.1.6 本标准大气污染物排放控制项目限值

(1) 二氧化硫 (SO_2)

再生有色金属生产过中 SO_2 主要是燃料燃烧过程中产生以及原料中少量含硫杂质燃烧产生,量很少,主要通过碱性溶液除去烟气中的硫。

1) 国内外相关标准

A 国内相关标准

再生有色金属行业 SO_2 现执行《工业炉窑大气污染物排放标准》,1997年1月1日起新、改、扩建的工业炉窑二级标准排放限值为 $850\text{mg}/\text{m}^3$ 、三级标准排放限值 $1430\text{mg}/\text{m}^3$ 。

B 国外相关标准

欧盟 BREF 文件认为,利用最佳可得技术之后,排放浓度可控制在 $<50\sim 200\text{mg}/\text{m}^3$;日本需要根据排除口高度和个地区所定的系数计算得出排放限值;美国《再生铜生产有害空气污染物排放标准》(National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants for Secondary

Copper Production) 中没有设定相关限值; 爱尔兰 EPA《有色金属及电镀工业最佳可行技术指南》(BAT Guidance Note on Best Available Techniques for Non-Ferrous Metals and Galvanising) 为 $350\text{mg}/\text{m}^3$; 奥地利为 $300\sim 500\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 调查情况

根据对企业的排污调查, 行业产生 SO_2 主要是在熔炼阶段。通过对业内主要生产企业不同时段连续监测后, 得出的 SO_2 排放数据在 $138\sim 491\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。大部分企业在 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

3) 标准值的确定

对再生有色金属工业来说, 基于该行业的特点— SO_2 产生量很小, 而现行的《工业炉窑大气污染物排放标准》排放限值 ($850\text{mg}/\text{m}^3$) 相对宽松。结合国内企业的实际调查结果和国外相关标准, 确定现有企业排放限值为 $250\text{mg}/\text{m}^3$, 新建企业为 $150\text{mg}/\text{m}^3$, 特别排放限值: $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。需要指出的是, 本标准设定的限值相比国外相关标准也是相对严格的, 体现了本标准的先进性。

4) 达到标准的技术可行性

国内大多数企业的监测数据可以稳定在 $300\text{mg}/\text{m}^3$ 以下, 在加强管理的基础上提高环保意识, 提倡使用清洁能源, 本标准的限值要求是完全可以达到的。个别企业甚至已经达到或低于本标准所设定的新建企业限值要求, 充分说明限值设定的合理性。

(2) 颗粒物

欧盟 BREF 文件认为, 尘和金属及其氧化物是联系在一起的, 以控制颗粒物总量来限制金属及其氧化物。

1) 国内外现行标准

A 国内现行标准

再生有色金属行业颗粒物(烟尘)现执行《工业炉窑大气污染物排放标准》, 熔炼炉窑烟(粉)尘排放限值为: 一类地区禁排、二类地区 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 、三类地区 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 。

B 国外相关标准

欧盟认为采用最佳可得技术之后, 尘(颗粒物)可控制在 $1\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$; 美国为 $50\text{mg}/\text{m}^3$; 德国为 $5\sim 10\text{mg}/\text{m}^3$; 奥地利为 $20\text{mg}/\text{m}^3$, 荷兰为 $25\sim 30\text{mg}/\text{m}^3$, 英国、法国为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 调查情况

本次调查收集到的再生有色金属企业除尘点排放浓度在 $15\sim 464\text{mg}/\text{m}^3$ 之间。上规模的

典型企业大都在 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 上下。企业主要采用布袋收尘。

3) 标准值的确定

根据国家对有色金属行业的排放控制要求,考虑到我国有色金属工业行业含重金属颗粒物排放的危害性及颗粒物排放控制现状,参照发达国家有关再生有色金属工业排放标准,并考虑行业国情,确定颗粒物的排放浓度限值为现有企业: $50\text{mg}/\text{m}^3$, 新建企业: $20\text{mg}/\text{m}^3$, 特别排放限值: $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4) 达到标准的技术可行性

国际上有色金属工业行业采用袋式除尘技术,颗粒物排放水平可以达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,甚至可以达到 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下;采用静电除尘技术,颗粒物排放水平可以达到 $30\text{mg}/\text{m}^3$,甚至可以达到 $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。欧盟最佳可行技术指南中发达国家先进排放控制水平可达到 $1\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$ 。

目前,我国再生有色金属企业普遍采用布袋除尘,这种环保设备对于烟尘的去除是非常有效率的,这与欧盟等发达国家的观点一致。也有些企业采用重力除尘器+水喷淋,但环境表现一般。

(3) 硫酸雾

1) 国内现行标准

GB 16297-1996 中硫酸雾的排放标准为 $45\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 标准值的确定

某大型再生铜企业采用集气罩收集、玻璃钢酸雾净化塔(6%的 NaOH 碱液喷淋洗涤)的处理方式,净化效率可达 96%,排放酸雾浓度 $<30\text{mg}/\text{m}^3$,电解车间与净液车间合用一套处理设备和排气筒。根据企业征求意见情况,本标准中硫酸雾的现有污染源排放限值定为 $45\text{mg}/\text{m}^3$,新建污染源排放限值定为 $20\text{mg}/\text{m}^3$,特别排放限值: $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。现有企业基本都能达到要求。

(4) 砷及其化合物(以三氧化二砷计)

再生铜行业企业生产熔炼过程中往往会加入粗铜锭来调节熔炼品位,而这些粗铜锭是由矿铜冶炼而成,不可避免含有砷。经过高温熔炼,排放的废气中含有砷及其化合物。再生铅行业多数铅酸电池中不含砷及其化合物,而一些铅锑合金中含有砷,如轴承合金、部分铅锑合金、铜铅合金等都含有微量的砷。这部分合金报废之后,在再生铅厂熔炼过程中会产生砷及其化合物,并进入烟尘之中。

砷及其化合物治理技术除常规的碱液洗涤外,还有亚砷酸工艺。亚砷酸工艺是湿法处理

冶炼砷渣生产高纯三氧化二砷的环保工程,其主要原理是含砷及其化合物废气从捕沫器底部进入,由于废气中以三氧化二砷为主的含砷物质富集在酸雾和液沫中,比重较大,当废气流经捕沫器时,这些物质与比重小的气相分离而粘附在捕沫器插板上,捕沫器脱砷效率约为60%。经捕沫器预净化的废气中三氧化二砷浓度约 $2\sim 5\text{mg}/\text{m}^3$,进入洗涤塔净化,若洗涤液采用30%的碱液,其处理后三氧化二砷浓度可降至 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。对于第这类有毒有害空气污染物,原则上新建企业的排放限值和特别排放限值相同。根据再生铜工业企业砷的排放水平及其在颗粒物中的含量水平,参考欧盟砷及其化合物的排放限值为 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$,确定本标准砷及其化合物(以三氧化二砷计)的排放限值为:现有企业: $0.5\text{mg}/\text{m}^3$;新建企业: $0.4\text{mg}/\text{m}^3$,特别排放限值: $0.4\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(5) 氟及氟化物

再生铝行业熔炼过程投加覆盖剂、精炼剂产生氟化物,炒灰工序产生氟及氟化物的烟气。

1) 国内外相关标准

A 国内相关标准

再生铝行业氟及氟化物现执行《工业炉窑大气污染物排放标准》,新建企业二级标准排放限值为 $6\text{mg}/\text{m}^3$ 。

B 国外及地区相关标准

欧盟 BREF 文件认为,利用最佳可得技术之后,排放浓度可控制在 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 以内;日本根据不同地区等要求,排放限值为 $1\text{-}20\text{mg}/\text{m}^3$;爱尔兰 EPA《有色金属及电镀工业最佳可行技术指南》(BAT Guidance Note on Best Available Techniques for Non-Ferrous Metals and Galvanising)为 $3\text{mg}/\text{m}^3$;香港为 $10\text{mg}/\text{m}^3$

2) 调查情况

通过对业内主要生产企业不同时段连续监测后,得出氟化物排放浓度在 $0.24\text{-}7.92\text{mg}/\text{m}^3$ 范围之间,大多数样本排放浓度在 $4\text{-}7\text{mg}/\text{m}^3$ 范围之间。

3) 标准值的确定

从企业调研情况来看,再生铝行业现执行的《工业炉窑大气污染物排放标准》新建企业二级标准值比较符合行业现有企业排放现状。有些大型企业管理有效、工艺相对先进、环保投入比较大,已经达到国际认可的先进水平。同时也应该注意到还有很多企业的排放水平虽然能够达标排放但排放浓度还是比较高的。所以,本标准对现有企业主要参考现执行的《工业炉窑大气污染物排放标准》中新建企业二级标准的排放限值,沿用 $6\text{mg}/\text{m}^3$ 的限值。新建

企业参考国外标准，定为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ ，特别排放限值为 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4) 达到标准的技术可行性

我国再生铝企业主要采用布袋除尘或喷雾冷却+布袋除尘，欧盟 BREF 文件也认为布袋除尘是行之有效的环保手段。利用布袋除尘设备无论从理论上还是实践上都证明是企业达到本标准的限制要求。因此，在采取良好的管理措施，确保布袋完好或除尘器正常工作，以及保证炉窑工况稳定的前提下，外排烟气达到本标准的排放限值要求在技术上是可以做到的，其改造成本也在企业的可承受范围之内。

(6) 氯化氢

再生铝企业在熔炼过程中，一般都会加入各种溶剂、精炼剂等，目前采用的添加剂仍以氯化物、氟化物为主。固体溶剂和精炼剂熔融之后，都会与融体中的杂质进行反应，产生氯化氢。

1) 国内外相关标准

A 国内相关标准

再生铝行业氯化氢现执行《大气污染物综合排放标准》，新建企业排放限值为 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 。

B 国外及地区相关标准

欧盟 BREF 文件认为，利用最佳可行技术之后，氯化物排放浓度可控制在 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 以内；日本根据不同地区等要求，排放限值为 $80\text{-}700\text{mg}/\text{m}^3$ ；爱尔兰 EPA《有色金属及电镀工业最佳可行技术指南》（BAT Guidance Note on Best Available Techniques for Non-Ferrous Metals and Galvanising）为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

2) 调查情况

据了解，目前没有再生铝企业对氯化氢进行过检测，没有参考数据。但是，由于氯化氢是熔剂、精炼剂中氯化物的存在而产生的，所以再生铝行业的排放烟气中会有氯化物存在。

3) 标准值的确定

排放限值参考国外标准，现有企业定为 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ；新建企业定为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，特别排放限值为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4) 达到标准的技术可行性

由于再生铝企业氯化氢排放量不大，采用碱式洗涤器处理后可以做到达标排放。

(7) 二噁英类

1) 国内情况

再生有色金属（铜、铝、铅、锌）熔炼过程中二噁英的主要产生机制有三种：

- A. 原物料中含有未完全破坏的 PCDD/Fs。
- B 在“熔炉”形成，例如经由化学释放前驱物所形成。
- C. “从头合成（De Novo）反应”经由碳及无机氯在低温再合成。

再生有色金属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。

而在熔炉内，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℃~400℃，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 250~500℃的条件下和有机或者无机氯元素反应生成 PCDD/Fs。

我国现行标准《大气污染物综合排放标准》（GB16297）、《工业炉窑大气污染物排放标准》（GB9078）对二噁英类污染物的排放限值并未做要求，但近年来新发布的一些标准均对二噁英类污染物的排放限值做了要求，例如《炼钢工业大气污染物排放标准》（GB28664-2012）、生活垃圾焚烧污染控制标准（GB 18485-2014）。

2) 发达国家和地区情况

欧盟、世界银行、爱尔兰标准对二噁英类污染物的排放限值是 0.1~0.5ng-TEQ/m³，日本的排放限值是 1 ng-TEQ/m³。

3) 本标准确定的排放限值

《炼钢工业大气污染物排放标准》（GB28664-2012）对二噁英类污染物的排放限值，对现有企业执行 1 ng-TEQ/m³，新建企业执行 0.5 ng-TEQ/m³。参考已经发布的其他行业标准和国外相关标准，本标准对二噁英类污染物的排放限值确定为：现有企业为 1 ng-TEQ/m³，新建企业为 0.5 ng-TEQ/m³，特别排放限值为 0.1 ng-TEQ/m³。

4) 达到标准的技术可行性

再生有色金属熔炼过程二恶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恶英，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℃以下的骤冷系统，活性炭吸附装置和布袋除尘系统等。

(8) 铅及其化合物

1) 国内情况

铅及其化合物是再生铅行业的特征污染物。目前企业执行的《工业炉窑大气污染物排放标准》中，对铅排放限值有要求，其中 1997 年 1 月 1 日之前安装的工业炉窑，一级标准为 5 mg/m^3 、二级标准为 30 mg/m^3 、三级标准为 45 mg/m^3 ，在此之后安装的工业炉窑，二级标准为 10 mg/m^3 ，三级标准为 35 mg/m^3 。《铅锌工业污染物排放标准》GB25466-2010 中，对铅及其化合物的排放要求为原有企业 10 mg/m^3 ，新建企业为 8 mg/m^3 。目前国内正规的再生铅企业对烟气中的铅及其化合物进行检测，根据企业检测的情况，目前我国正规的大型再生铅企业排放的烟气含铅量为均在 5 mg/m^3 左右。

2) 发达国家和地区情况

美国“再生铅国家有害空气污染物排放标准”中规定，废气中的铅含量不得超过 2.0 mg/m^3

3) 本标准确定的排放限值

根据国内外相关标准及企业检测情况，考虑到标准既要有前瞻性，又要使部分目前环保技术相对落后的企业有个改进的缓冲机会，本标准确定铅及其化合物的排放限值为：现有企业为 4 mg/m^3 ，新建企业为 2 mg/m^3 ，特别排放限值为 2 mg/m^3 。

(9) 氮氧化物

在我国再生有色金属工业企业执行的现行污染物排放标准中，均未规定氮氧化物的排放浓度限值。我国《稀土工业污染物排放标准》(GB26451-2011) 中，新建企业萃取分组分离和提取工艺环节氮氧化物的排放限值分别为 160 mg/m^3 和 200 mg/m^3 。德国和爱尔兰的排放浓度限值均为 350 mg/m^3 ，奥地利为 $250\sim 500 \text{ mg/m}^3$ 。

再生有色金属工业企业氮氧化物主要来源于金属冶炼环节。目前的监测结果表明，行业企业氮氧化物的排放浓度水平主要在 500 mg/m^3 以下。国际上有色金属工业行业采用低氮燃烧器技术 (Low NOx burner) 和富氧燃烧器技术 (Oxy-fuel burner)，氮氧化物的排放水平可分别达到 100 mg/m^3 和 $100\sim 300 \text{ mg/m}^3$ 以下。欧盟最佳可行技术指南中发达国家先进排放控制水平为 $100\sim 300 \text{ mg/m}^3$ 。

根据国家对有色金属行业的排放控制要求，考虑到我国有色金属工业行业氮氧化物排放控制现状，参照发达国家有关有色金属工业排放标准，确定本标准现有企业： 200 mg/m^3 。新建企业： 200 mg/m^3 ，特别排放限值： 100 mg/m^3 。

(10) 其他有毒有害污染物

本标准中其他有毒有害空气污染物还包括锡及其化合物、铈及其化合物、镉及其化合物、铬及其化合物。根据再生有色金属工业企业的排放水平及其在颗粒物中的含量水平，与国内外有关标准衔接，按照我国排放标准制订的原则，对于这类有毒有害空气污染物，原则上新建企业的排放限值和特别排放限值相同，现有企业与现行标准相衔接。建议本标准的浓度限值见表 20。

表 20 其他有毒有害空气污染物浓度限值单位 (mg/m³)

污染物	现有企业	新建企业	特别排放
锡及其化合物	1	1	1
铈及其化合物	1	1	1
镉及其化合物	0.05	0.05	0.05
铬及其化合物	1	1	1

6.4.1.7 单位基准排气量

根据再生有色金属工业污染源调研结果，综合考虑本标准冶炼单位产品基准排气量均为 3000 m³/吨产品。

6.4.1.8 企业边界大气污染物浓度限值

污染物的无组织排放是指生产工艺过程中具有污染物弥散无组织排放，以及由于跑、冒、滴、漏并在空气中蒸发、散逸，从而造成周围环境空气污染。厂界无组织排放浓度限值制订的根本目的是保护企业厂界附近人体健康。综合现行环境空气质量标准、现行大气污染物综合排放标准中的厂界值及工作场所有害因素接触限值等相关标准，确定本标准无组织排放厂界值见表 21。

表 21 企业周界大气污染物浓度限值 (单位: mg/m³)

序号	污染物项目	限值
1	硫酸雾①	0.3
2	氟化物②	0.02
3	氯化氢②	0.2
4	二噁英类	0.6pg-I-TEQ/m ³
5	砷及其化合物	0.01
6	铅及其化合物	0.006

7	铬及其化合物	0.006
8	镉及其化合物	0.0002
9	铊及其化合物	0.01
10	锡及其化合物	0.24
注：①再生铜、再生铅、再生锌企业适用 ②再生铝企业适用		

6.4.2 废水控制污染项目

四种再生有色金属行业产生的废水主要是洗涤废水和生活污水，鼓励企业的生产废水闭路循环不外排。再生有色金属企业的废水成分也类似，如化学需氧量、悬浮物、石油类、氨氮、总氮、总磷、铜、锌、铅、砷、镍和镉等。根据最新的环保标准制定要求，新建企业和特别排放限值重金属及其他有毒有害污染物的限值取用最严格的，且保持一致。

6.4.2.1 再生铜行业

我国再生铜行业工业废水主要是熔炼炉的循环冷却水、浇铸冷却水和电解净化工段产生的废水，有时还包括喷淋除尘废水和场地冲洗废水。废料清洗过程产生含悬浮物和少量石油类废水，阳极铜板浇铸机工作时产生含少量悬浮物（主要是金属）废水，电解废液呈酸性，主要有铜、砷、镍等元素。

欧盟 BREF 文件认为，再生铜生产火法部分废水中会含有悬浮物、石油类物质和金属。绝大多数企业的冷却水和处理废水包括厂区雨水是循环再利用不外排的。

经过对我国主要再生铜企业的调研后发现，现今国内已经有相当数量的企业能够通过处理（如沉淀、中和等）做到工业生产废水循环利用基本不外排。但是，生活废水和厂区冲洗水等外排废水带有该行业特征污染物，如悬浮物、石油类、铜、镍、砷和铅等重金属元素。特别是重金属污染，危害极大，虽然外排废水中其含量很低，但也要加入污染控制项中去。循环排污和洗涤剂的使用会导致总磷排放，生活污水中含有有机物、悬浮物、氨氮、总氮、总磷等。

6.4.2.2 再生铝行业

我国再生铝行业工业废水主要在废铝料清洗、物料干燥、循环冷却和浇铸阶段产生，有时还包括水喷除尘废水和场地冲洗废水。废铝料清洗过程产生含悬浮物和少量石油类废水，铝锭浇铸机工作时产生含少量悬浮物和石油类废水。

欧盟 BREF 文件认为，再生铝生产企业产生的废水主要是可循环利用的冷却水和可能被

物料污染的雨水。另外，相当数量的废水也可能在使用控制大气污染物的湿系统中产生。再生铝工业废水需处理除去悬浮物和石油类物质，酸性气体（如 SO_2 , HF , HCl ）需要中和处理。预处理废水经过沉降和处理之后循环利用，但在沉降过程中，仍有少量的不可用废水需要排放，该部分废水的排放参照本标准排放要求执行。外排废水主要是生活用水、场地冲洗水、雨水和部分洗涤废水。

经过对我国主要再生铝企业的调研后发现，现今国内已经有相当数量的企业能够通过处理（如沉淀、中和）做到工业生产废水循环利用基本不外排。比如废料清洗过程中产生的废水所含的悬浮物和石油类可通过沉淀和隔油池处理除去。

6.4.2.3 再生铅工业

我国再生铅行业工业废水主要是循环冷却、场地冲洗水、冷却水、预处理、膏泥转化工段产生的，此外，生活废水占了再生铅企业外排废水的很大的比例，还有初期雨水。

经过对我国主要再生铅企业的调研后发现，目前国内一部分再生铅企业采用破碎、分选和转化工艺，生产过程中产生废水，但能够通过处理（如沉淀、中和等）做到工业生产废水循环利用基本不外排。大部分企业不采用机械化破碎和铅膏泥转化技术，生产中除冷却水之外产生的生产性废水很少。再生铅企业产生的废水主要包括生活废水、车间冲洗水和中和处理之后的废水，这些外排废水总会带有该行业特征污染物，如硫酸、铅及其化合物等重金属元素。特别是重金属污染，危害极大，国家环保部门非常重视，虽然外排废水中其含量很低，但也要加入污染控制项中去。循环排污和洗涤剂的使用会导致总磷排放，生活污水中含有机物、悬浮物、氨氮、总氮、总磷等。

规范的再生铅厂的初期雨水都被收集，并纳入循环水系统，补充循环水的不足。

6.4.2.4 再生锌行业

我国再生锌行业工业废水主要是循环冷却、场地冲洗水、冷却水，此外，生活废水占了再生锌企业外排废水的很大的比例，还有初期雨水。

经过对我国主要再生锌企业的调研后发现，目前国内绝大部分再生锌企业生产中除冷却水之外产生的生产性废水很少。

规范的再生锌厂的初期雨水都被收集，并纳入循环水系统，补充循环水的不足。

6.4.2.5 本标准废水污染物排放控制项目

在分别分析了再生铜、铝、铅和锌行业的废水污染物后，可知再生有色金属企业的废水

污染物典型控制项目。由于企业外排水中含有少量重金属，但其危害极大，因此重金属污染物也要加入污染控制项中去。另外，考虑到近年来国内大河、大湖污染事故频发，国家将 COD、总磷、总氮、氨氮作为重点控制污染物。在对再生有色金属工业特征生产工艺和装置所产生的废水产污特点进行考察调研之后，本标准认为再生有色金属生产原料、添加剂带入的磷、氮等元素极少，进入废水中的总磷、总氮、氨氮等污染物微乎其微，这三项并非再生有色金属工业的特征污染物。但考虑到利于国家统一控制，本标准也将总磷、总氮和氨氮列入控制污染物。

综上所述，确定本标准废水污染物控制项目为：pH 值、化学需氧量、悬浮物、石油类、氨氮、总氮、总磷、总铜、总锌、硫化物、总铅、总砷、总镍、总镉、总铬和总汞 16 项。控制标准值采用污染物排放浓度限值的形式。同时，为防止企业废水稀释排放，按照国家环境保护部要求，标准中增加单位产品基准排水量的控制指标。

6.4.2.6 水污染物排放限值

(1) pH 值

现行标准《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中为 6~9。

从再生有色金属企业调查情况来看，外排废水 pH 在 7.19~8.11 之间，现行达标率为 100%。国外绝大多数相关标准 PH 值也限定在 6~9 之间。因此，本标准中 pH 标准值仍沿用现有标准值，确定为 6~9。

(2) 化学需氧量 (COD)、悬浮物 (SS)

《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中 COD、SS 的最高允许排放浓度分别为 100mg/L 和 70mg/L。《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002) 中排入地表水 III 类水域 COD、SS 的最高允许排放浓度分别为 60mg/L 和 20mg/L。德国有色金属行业（主要适用于铅、铜、锌、铝冶炼及加工）水污染物排放标准中 COD 排放限值为 1.5kg/吨，折合浓度约在 60~150mg/L。法国有色金属行业 COD 排放限值为 40mg/L。德国工业行业水污染物排放标准中 SS 排放限值为 30~50mg/L。日本水污染物统一排放限值中 SS 为 200mg/L（日平均 150mg/L）。

COD 与 SS 不是有色行业特征污染物，但 COD 是国家环保部门非常重视的污染物，它的危害性很大，需要企业通过严格管理和技术改造限制其排放量。综合行业现有排放水平，结合国内外相关排放标准，本标准中现有企业排放浓度限值 COD 为 80mg/L，SS 为 50mg/L。对于新建企业标准值，COD 略严于 GB18918-2002 中排入地表水 III 类水域的一级 B 标准值，

采用 50mg/L，SS 定为 30mg/L。对于水污染物特别排放限值，COD 略严于 GB18918 中的一级 A 标准值，定为 30mg/L，SS 采用 GB18918 一级 A 标准 10mg/L。

(3) 石油类

由于该行业原料来源比较复杂，很多受到不同程度的污染，石油类物质是本行业的特征污染物。石油类对环境水体影响较大，特别是对水生生物影响较大。而先进治理技术可以达到 3.0mg/L 以下。

国外相关标准的情况是，日本规定为 5mg/L，爱尔兰为 1mg/L。因而，现有企业执行标准沿用《污水综合排放标准》中新建企业一级标准 5mg/L，而新建企业则要求执行 3mg/L。对于水污染物特别排放限值，采用 GB18918 中的一级 A 标准值，定为 1.0mg/L。

(4) 氨氮

引用《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 中的标准值，本标准对现有企业排放限值采用 GB18918 中一级 B 标准 15mg/L，即排入 GB3838 地表水 III 类功能水域且水温 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 时的控制标准 15mg/L；新建企业排放限值采用一级 B 标准 8mg/L，即排入 GB3838 地表水 III 类功能水域且水温 $> 12^{\circ}\text{C}$ 时的控制标准；污染物特别排放限值采用 GB18918 中一级 A 标准 5mg/L，即引入稀释能力较小的河湖作景观用水或作一般回用水且水温 $> 12^{\circ}\text{C}$ 时的控制标准。

(5) 总氮

引用《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 中的标准值，本标准对现有企业排放限值采用 GB18918 中一级 B 标准 20mg/L，即排入 GB3838 地表水 III 类功能水域的控制标准；新建企业排放限值采用一级 A 标准 15mg/L，即引入稀释能力较小的河湖作景观用水或作一般回用水的控制标准；污染物特别排放限值采用 10mg/L。

(6) 总磷

引用《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 中的标准值，现有企业排放限值采用 GB18918 中一级 B 标准中的 1.5mg/L，即排入 GB3838 地表水 III 类功能水域且为 2005 年 12 月 31 日前建设；新建企业排放限值采用一级 B 标准中的 1mg/L，即排入 GB3838 地表水 III 类功能水域且为 2006 年 1 月 1 日起建设；污染物特别排放限值采用 GB18918 中一级 A 标准 0.5mg/L，即引入稀释能力较小的河湖作景观用水或作一般回用水且为 2006 年 1 月 1 日起建设。

(7) 总铜

现行标准中总铜的一级排放标准为 0.5mg/L；二级排放标准为 1.0mg/L；三级排放标准为 1.5mg/L。

本次企业调研外排废水样本中的铜浓度，结果在 0.2-1.2mg/L 之间。

日本《水质污浊防止法》规定：3mg/L；香港所有工业废水排放限值 0.2mg/L；德国所有工业废水排放限值：0.5 mg/L；西班牙所有溶解金属生产工业废水排放限值：0.2mg/L；GB3838-2002 中III类水域水质标准：1.0 mg/L。

根据国内外有关铜的标准，本标准中总铜的现有企业采用 1.0mg/L 的标准值，新建企业为 0.5mg/L，特别排放限值定为 0.2mg/L。

(8) 总锌

现行排放标准为 2.0mg/L。

本次企业调研外排废水样本中的 Zn 浓度，结果在 1.72mg/L-2.11mg/L 之间。

日本《水质污浊防止法》规定：5mg/L；德国工业行业水污染物排放标准为 2 mg/L，最严格的要求是 0.2~1 mg/L；西班牙所有溶解态金属生产工业废水排放限值：3mg/L；香港所有工业废水排放限值 1mg/L；GB3838-2002 中III类水域水质标准：1.0 mg/L。

根据国内外有关锌的标准，本标准中总锌的现有企业采用 2.0mg/L 的标准值，新建企业为 1mg/L，特别排放限值为 0.2mg/L。

(9) 硫化物

再生铅企业排放的废水中含有硫化物，来源于废铅酸电池的预处理过程和铅膏泥的转化过程。

《污水综合排放标准》(GB 8978-1996) 中对硫化物有排放限值要求，为 1.0mg/L。《铅锌工业污染物排放标准》中对硫化物有排放限值的要求，其中原有企业为 1.0 mg/L，新建企业为 1.0 mg/L。

香港《排放入 A 组内陆水域的流出物的标准》对硫化物有要求，根据流量的不同，分别为 0.1 mg/L 和 0.2 mg/L；德国为 0.3~1 mg/L。

参照原生铅工业污染物排放标准对硫化物的要求，确定本标准水污染物中硫化物现有企业、新建企业的排放限值为 1.0 mg/L，特别排放限值也为 0.3 mg/L。硫化物通常以 S²⁻形式存在，通过催化曝气氧化或化学絮凝再生化方式去除，能够使废水中的硫化物降到 0.5mg/L 的水平。

(10) 总铅

现行标准为第一类污染物，最高允许排放浓度 1.0mg/L。

本次企业调研外排废水样本中的铅浓度，样本浓度在 0.2-1.1mg/L 之间。

比利时对所有工业废水排放限值：2mg/L；德国对所有工业废水排放限值：0.5mg/L；西班牙对所有溶解金属生产工业废水排放限值：0.2mg/L；日本对所有工业废水排放限值：0.1mg/L；香港对所有工业废水排放限值：0.1mg/L；世界卫生组织规定的饮用水水质指标：0.01 mg/L；GB3838-2002 中Ⅲ类水域水质标准：0.05 mg/L，污水综合排放标准：1mg/L。

根据国内外有关铅的标准，综合行业现有排放水平,本标准中总铅的现有企业采用 0.5mg/L 的标准值，新建企业和特别排放限值采用严格标准 0.2mg/L。铅可以通过化学沉降或离子交换等方式除去，现有技术已经能够使废水中的铅降到 0.2~1.0mg/L 的水平。

(11) 砷、镍、镉、铬

一些国家规定的砷、镍、镉、铬的排放限值如表 22。

表 22 一些国家砷、镍、镉、铬的排放限值单位：mg/L

国家	总砷	总镍	总镉	总铬
比利时	1.0	3.0	1.0	/
德国	0.1	0.5	0.2	0.5
挪威	/	/	0.2	/
西班牙	0.5	2.0	0.2 (月均) 0.4 (日均)	/
日本	0.1	/	0.1	/
新加坡				
排入下水道	5.0	1.0	10	
排入水体	1.0	0.1	1.0	
排入控制水体	0.05	0.01	0.1	

此外，欧洲理事会指令 96/61/EC 指出：废水经适当最佳技术处理后镉可<0.05mg/L；砷可<0.01mg/L；镍可<0.1mg/L。

我国把此三种污染物列为第一类污染物，限值分别为：总镉 0.1mg/L；总砷 0.5mg/L；总镍 1.0mg/L，总铬 1.5 mg/L。

本标准规定砷、镍、镉、铬的排放限值分别为 0.5mg/L (新建企业和特别排放 0.1mg/L)；1 mg/L (新建企业和特别排放 0.1mg/L)；0.05 mg/L (新建企业和特别排放 0.01mg/L)，1.5 mg/L (特别排放 0.5mg/L)。总体上要处于上述国家的排放限值较严水平。

(12) 汞

日本《工场、制定作业场的有害物质》中对废水中汞的要求为：汞 0.005 mg/L；欧盟 BREF 文件要求，废水中汞<0.01 mg/L。

本标准确定的排放限值：现有企业的排放限值分别为总汞 0.05 mg/L；新建企业和特别限值：总汞 0.01mg/L。

6.4.2.7 水污染物间接排放限值

根据《国家排放标准中水污染物监控方案》对污染物间接排放的控制要求，制定了本标准水污染物间接排放限值。

6.4.3 其他污染控制指标的确定及制定依据

(1) 单位产品基准排水量的确定

水污染物排放浓度限值适用于单位产品实际排水量不高于单位产品基准排水量的情况。若单位产品实际排水量超过单位产品基准排水量，须按污染物单位产品基准排水量将实测水污染物浓度换算为水污染物基准水量排放浓度，并以水污染物基准水量排放浓度作为判定排放是否达标的依据。产品产量和排水量统计周期为一个工作日。

当企业以单一产品衡单位产品排水量时，按下式换算水污染物基准水量排放浓度：

$$\rho_{\text{基}} = \frac{Q_{\text{总}}}{Y \times Q_{\text{基}}} \times \rho_{\text{实}}$$

式中：

$\rho_{\text{基}}$ ——水污染物基准水量排放浓度（mg/L）

$Q_{\text{总}}$ ——日排水总量（m³/d）

Y ——日产品产量（t/d）

$Q_{\text{基}}$ ——单位产品基准排水量（m³/t）

$\rho_{\text{实}}$ ——实测水污染物浓度（mg/L）

若 $\frac{Q_{\text{总}}}{Y \times Q_{\text{基}}}$ 小于或等于 1，则以水污染物实测浓度作为判定排放是否达标的依据。

当企业同时生产两种以上、单位产品基准排水量不同的产品，且将产生的污水混合处理排放时，按下式换算水污染物基准水量排放浓度：

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

式中：

$\rho_{\text{基}}$ ——水污染物基准水量排放浓度（mg/L）

$Q_{\text{总}}$ ——日排水总量（m³/d）

Y_i ——某产品日产品产量 (t/d)

$Q_{i基}$ ——某产品单位产品基准排水量 (m^3/t)

$\rho_{实}$ ——实测水污染物浓度 (mg/L)

若 $\frac{Q_{总}}{\sum Y_i \times Q_{i基}}$ 小于或等于 1, 则以水污染物实测浓度作为判定排放是否达标的依据。

近年来, 由于企业整体清洁生产水平和废水重复利用率提高, 单位产品新水耗量与废水排放量大幅减少。根据国内再生铜冶炼企业生产实践显示, 国内大型再生铜企业废水深度处理与回用设施建设已相当完善, 企业已基本做到废水零排放, 废水的实际排放量已大大削减。因此, 本标准现有企业单位产品基准排水量定为 $3m^3/t$ 再生铜, 新建企业单位产品基准排水量定为 $1m^3/t$ 再生铜, 对于环境敏感区的企业则严格限制其排水量, 拟规定为 $0.5m^3/t$ 再生铜。

6.5 本标准与主要国家、地区及国际组织同类标准的对比

其他国家和地区, 例如美国、德国、日本、爱尔兰和香港等对再生有色金属行业都有相应的限制标准。下图列出主要污染物各国、地区现行标准与本标准新建企业排放限值的比较。

(1) 颗粒物

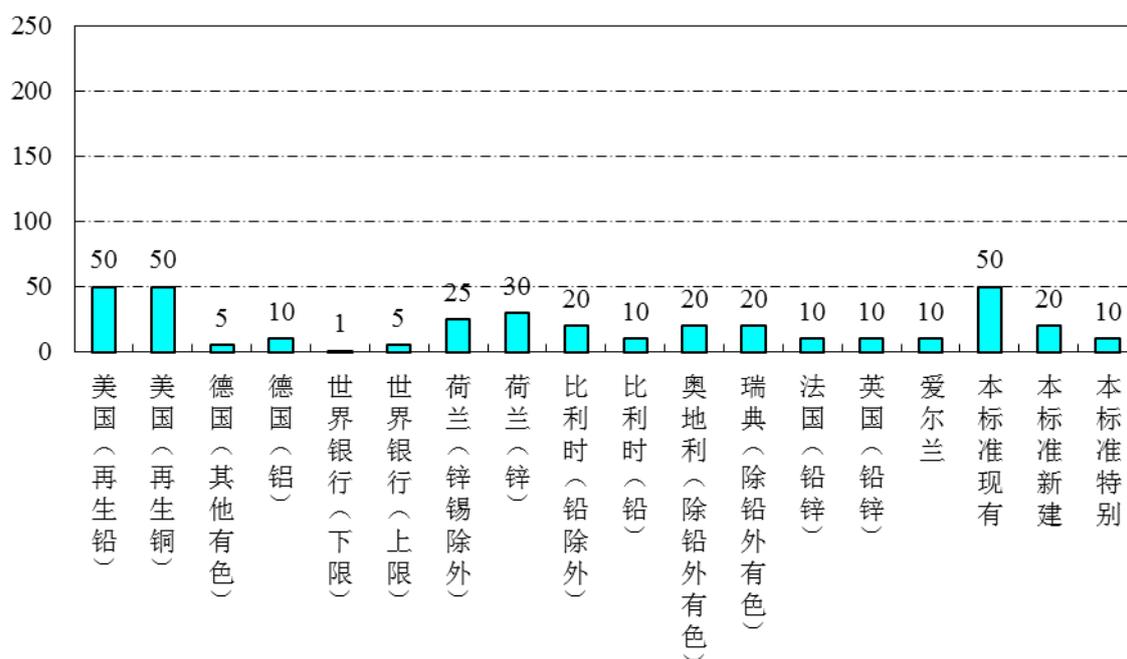


图 14 颗粒物排放限值的比较 (mg/m^3)

(2) 二氧化硫

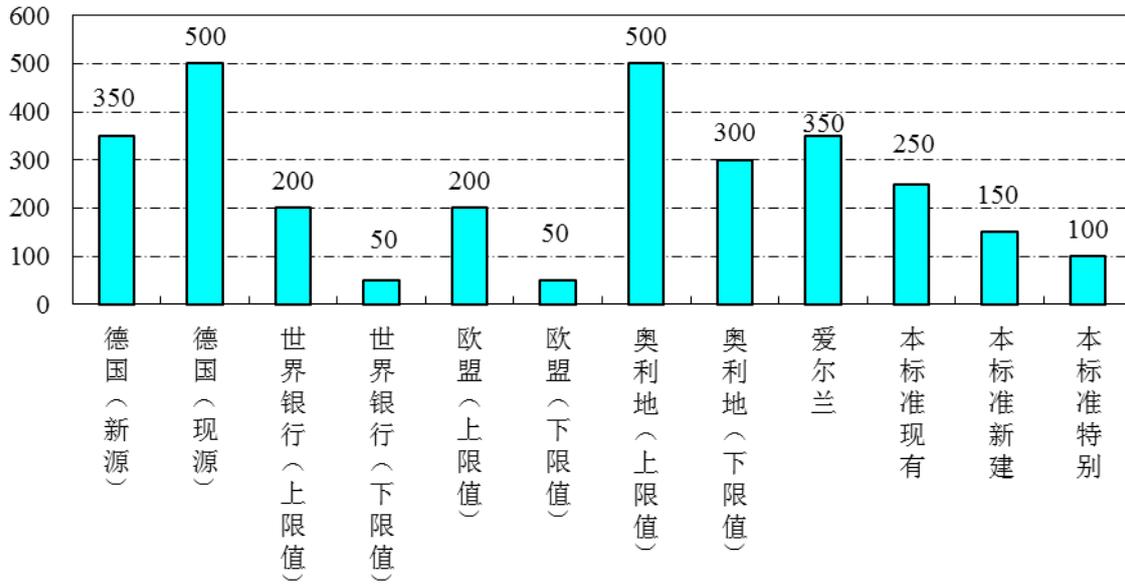


图 15 二氧化硫排放限值的比较 (mg/m³)

(3) 氮氧化物

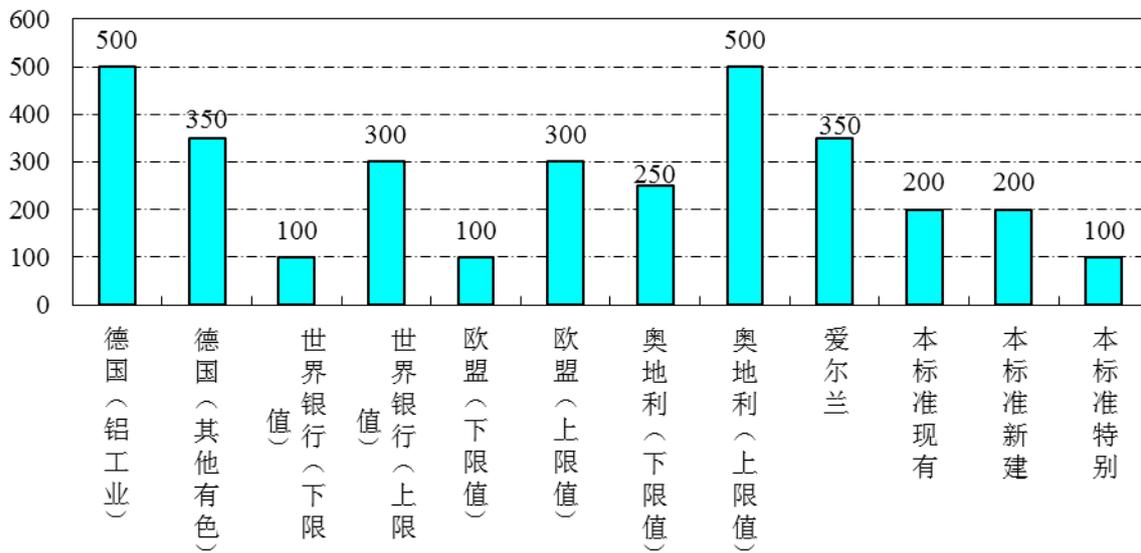


图 16 氮氧化物排放限值的比较 (mg/m³)

(4) 二噁英类

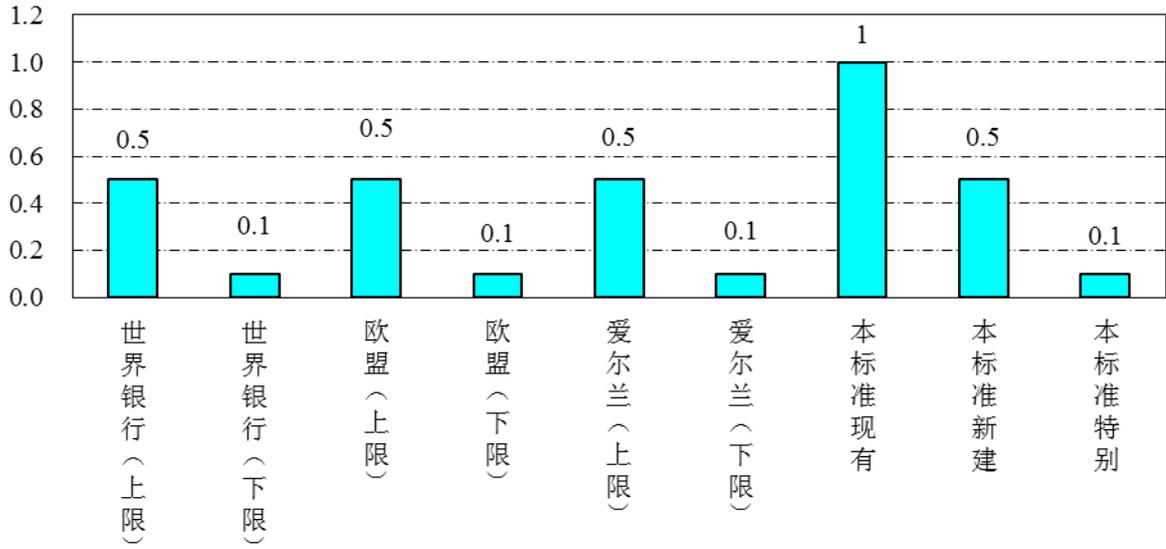


图 17 二噁英类排放限值的比较 (ng-I-TEQ/m³)

(5) 总铅

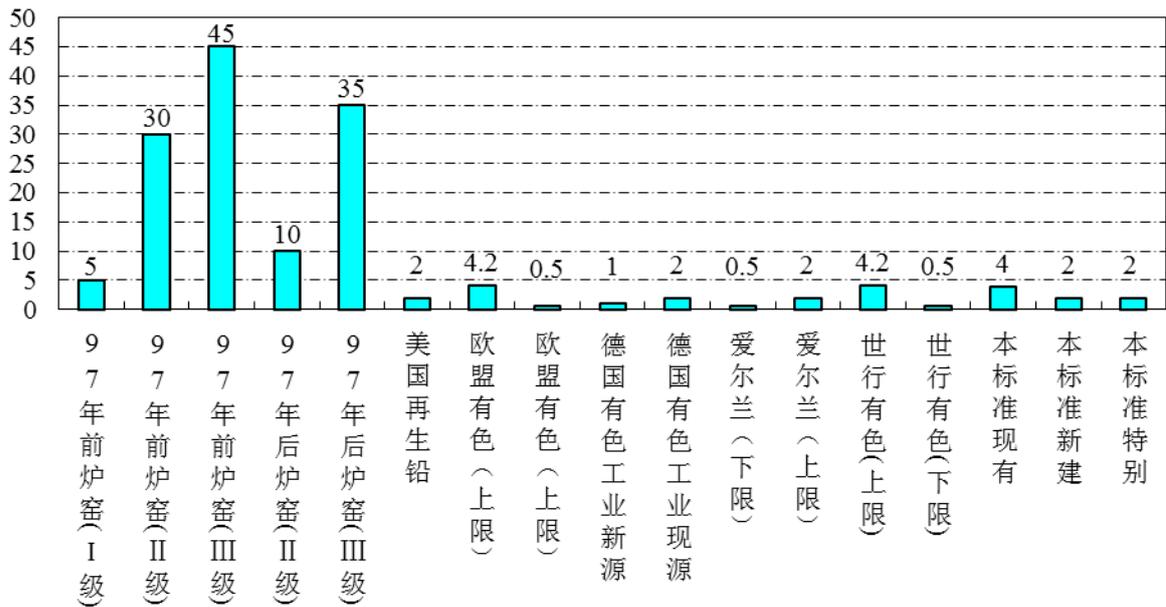


图 18 总铅排放限值的比较 (mg/m³)

(6) 总砷

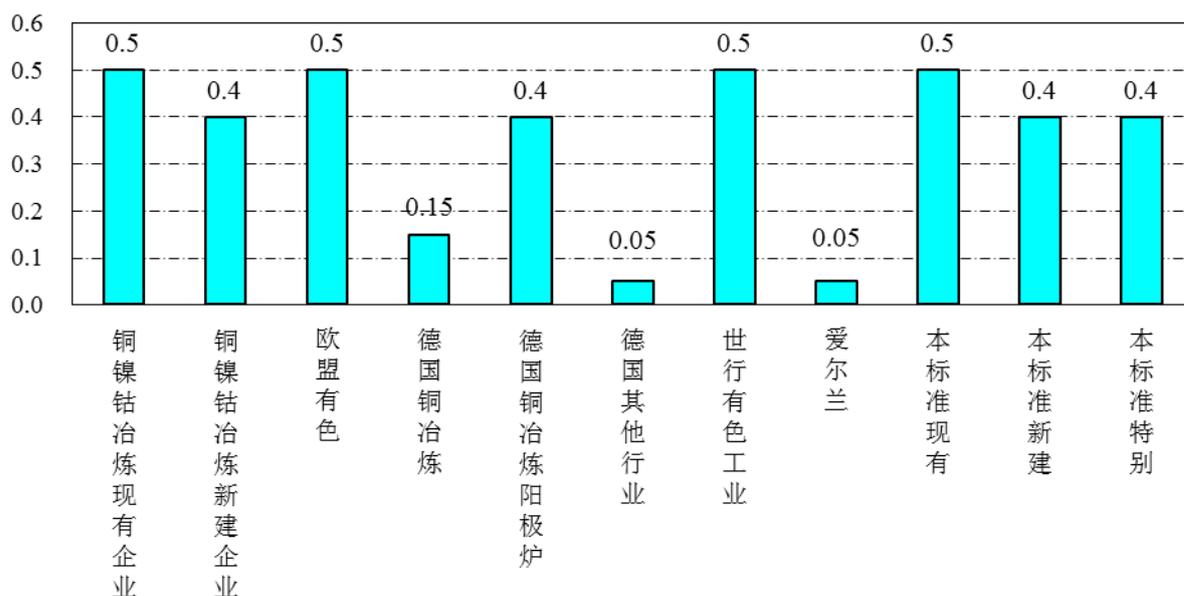


图 19 总砷排放限值的比较 (mg/m³)

7 实施本标准的环境效益及经济技术分析

7.1 达标技术及成本分析

7.1.1 废气治理

本标准现有企业与现行标准基本衔接,因此通过加强除尘措施和环境管理即可达到本标准表 4 的控制要求;达到本标准表 5 新建企业的控制要求,必须采用高效湿法脱硫措施控制二氧化硫,采用高效除雾器控制硫酸雾,采用高效布袋除尘,通过加强环境管理,优化生产工艺过程配置控制氮氧化物。达到本标准表 6 特别排放限值的控制要求,必须采用高效湿法脱硫、高效布袋除尘,以及低氮燃烧和富氧燃烧氮氧化物等严厉措施。

7.1.2 废水治理

再生有色金属企业用污泥脱水系统经隔油沉淀,建造一体化生物氧化池等手段就完全可以达标排放。个别企业的仅受热污染的循环冷却水经含盐处理站除盐处理后循环使用,一小部分废水达到 GB 18918-2002 中一级 B 标准后外排入排污载体。建立废水处理站,针对不同工艺产生的废水采用不同的处理工艺。如针对再生铜电解、净液工序产生的碱性废水,采用加酸中和方式处理,中和剂为 98% 的硫酸。

采用传统的硫化沉淀法、絮凝中和法等可达到本标准表 1 的控制要求;在从传统处理工艺基础上,增加采用树脂吸附分离技术、膜分离技术、生物处理技术等方法,可达到本标准

表 2 新建企业的控制要求；采用双膜深度处理技术、螯合树脂吸附分离技术等，可达到本标准表 3 的控制要求。

随着企业环保技术的发展和环保意识的提高，废水闭路循环不外排是值得鼓励和提倡的。据了解，现在有些大型企业就已经可以做到生产废水循环利用不外排，但全行业做到还需要一定的时间。

7.1.3 达标率

根据所调查的再生有色金属工业企业常规污染物排放情况，70%左右的企业能够达到本标准规定的现有企业排放限值，40%左右的企业能够达到本标准规定的新建企业排放限值。部分未达标的企业通过技术改造，并采用上述控制技术，有望达标。

7.1.4 达标成本分析

再生有色金属工业废气的治理主要是烟气的处理，目前国内绝大部分现有企业采用布袋除尘器来处理熔炼炉烟气，酸雾净化塔处理酸雾。废水的环保投资主要是厂内废水处理站、各循环水处理系统的投入。由于全国 50%以上的现有企业由于建设时间较早，环保设施设备简陋，工艺落后，要达到本标准新建企业排放控制要求，大气和废水治理改造固定资产投资，尤其是对二噁英类的要求，因此，企业需要对原有的环保设备进行改造，以适应新标准的要求。预计对大气和废水污染物治理的改造费用大约为 15 亿元，每年运行费用约 10 亿元。

对于新建企业，以年产 10 万吨再生铜企业为例，达到本标准新建企业限值要求，采用废气、废水的污染控制措施，环保投资约 4000 万元，运行费用每年约 1500 万元。

7.2 实施本标准的环境（减排）效益

新标准实施后，不但个体排放源的污染物排放浓度大幅度削减，全国范围内再生有色金属工业的排污总量也将大大减少。如单纯按污染源排放浓度的降低计算，则当现有企业执行新建污染源排放标准后，每吨产品颗粒物排放总量将在目前的排放总量水平上削减将近 50%，SO₂ 吨产品排放总量将在目前的吨产品排放量水平上削减 20% 以上。如全国再生有色金属产量的增幅按每年 10% 计，则预计 2017 年执行新建标准后，再生有色金属工业颗粒物排放总量为 800t/a，SO₂ 排放总量为 4724t/a，在扩大产量的同时，污染物排放总量得到大幅削减，COD、铅等污染物排放总量削减幅度达到 80% 以上。尤其是当环境敏感地区执行更为严格的先进控制技术限值后，其削减量更为显著。到 2017 年，现有企业改执行本标准中新建企业的排放限值之后，减排控制效果会更加突出。执行本标准后的 2015 年以及现有企

业改执行新建企业排放标准的2017年各污染物预计排放总量情况与2012年排放总量对比见表 23，可以说污染物排放总量削减巨大，环境效益显著。

表 23 再生有色金属行业预计污染物排放总量

污染物排放量		2012 年度 (产量 1045 万吨)	2015 年度 (预计产量 1218 万吨)			2017 年度 (预计产量 1474 万吨)		
		排污总量	执行现行标准 排污总量	执行本标准后排 放污总量	减排比例 (%)	执行现行标 准排污总量	执行本标准后排 放污总量	减排比例 (%)
废气	颗粒物 (t/a)	3092	3636	702	80	4380	800	81
	SO ₂ (t/a)	12248	14814	5831	60	18369	4724	74
废水	废水 (万 t/a)	869	1130	700	38	1356	406	70