

附件

环 境 保 护 技 术 文 件

再生铅冶炼污染防治可行技术指南

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	4
1 总则.....	5
1.1 适用范围.....	5
1.2 术语和定义.....	5
2 生产工艺及污染物排放.....	5
2.1 生产工艺及产污环节.....	5
2.2 主要污染物的产生与排放.....	9
3 再生铅冶炼污染防治技术.....	12
3.1 工艺过程污染预防技术.....	12
3.2 大气污染治理技术.....	16
3.3 废酸综合利用技术.....	19
3.4 废水治理技术.....	21
3.5 余热利用技术.....	22
3.6 固体废物综合利用及处理处置技术.....	23
3.7 需关注的新技术.....	23
4 再生铅冶炼污染防治可行技术.....	25
4.1 再生铅冶炼污染防治可行技术概述.....	25
4.2 工艺过程污染预防可行技术.....	29
4.3 大气污染治理可行技术.....	30
4.4 废酸处理可行技术.....	34
4.5 废水处理可行技术.....	34
4.6 固体废物综合利用及处理处置可行技术.....	35
4.7 技术应用中的注意事项.....	36

前 言

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，防治环境污染，完善环保技术工作体系，制定本指南。

本指南以当前技术发展和应用状况为依据，可作为再生铅冶炼污染防治工作的参考技术材料。

本指南由环境保护部科技标准司组织制订。

本指南起草单位：环境保护部环境保护对外合作中心、北京中色再生金属研究有限公司、中国科学院高能物理研究所、中国环境科学研究院。

本指南由环境保护部解释。

1 总则

1.1 适用范围

本指南适用于以废铅蓄电池等含铅金属废料为主要原料的再生铅冶炼企业。

1.2 术语和定义

1.2.1 再生铅冶炼

再生铅冶炼是指通过对废铅蓄电池等含铅金属废料进行预处理（如拆解、破碎、分选、预脱硫等），再经火法或湿法等工艺生产粗铅、精炼铅及铅合金的过程。

1.2.2 火法冶炼

是指通过高温的方法在熔融状态下将金属从中提炼出来的技术工艺。再生铅的火法冶炼包括板栅熔炼工艺、脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺和铅膏与铅精矿混合熔炼工艺。

1.2.3 湿法冶炼

是指采用某种溶剂将含铅金属废料溶解，在溶液中借助化学作用将金属从中提炼出来的技术工艺。再生铅湿法冶炼包括脱硫铅膏电解沉积工艺和固相电解还原工艺。

2 生产工艺及污染物排放

2.1 生产工艺及产污环节

再生铅冶炼工艺包括含铅废料预处理、板栅熔炼、铅膏冶炼（包括火法熔炼和湿法冶炼）等工艺过程。

2.1.1 预处理工艺及产污环节

2.1.1.1 破碎分选

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

破碎分选系统包括废酸分离单元、破碎单元、水力分选单元、压滤单元、酸液净化单元及其他辅助单元。破碎分选过程会产生酸雾、含重金属废水等污染物。工艺流程及产污环节如图 1 所示。

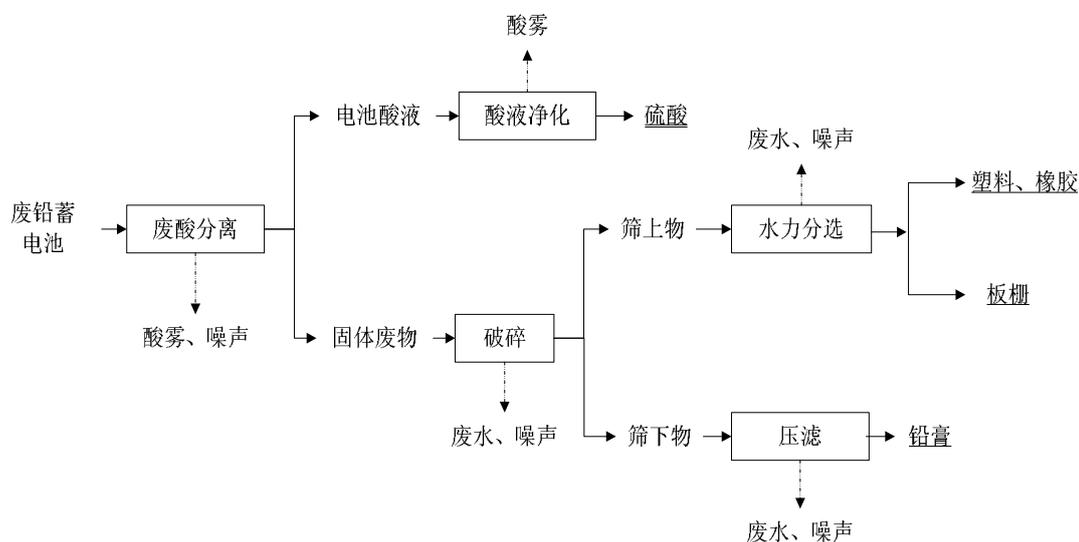


图 1 破碎分选工艺流程及产污环节

2.1.1.2 铅膏预脱硫

是以可溶性碳酸盐(如碳酸钠、碳酸铵和碳酸氢铵等)或强碱将废铅膏中的硫酸铅转化为碳酸铅或氢氧化铅等较易处理的其他铅化合物,产生的脱硫液可进一步纯化生产高纯度的盐。

废铅蓄电池预脱硫装置一般包括一次脱硫单元、二次脱硫单元、压滤单元、脱硫液浓缩结晶单元、自动控制单元及其他辅助单元。废铅蓄电池预脱硫过程中会产生二次污染物,主要有重金属废水、噪声等。工艺流程及产污环节如图 2 所示。

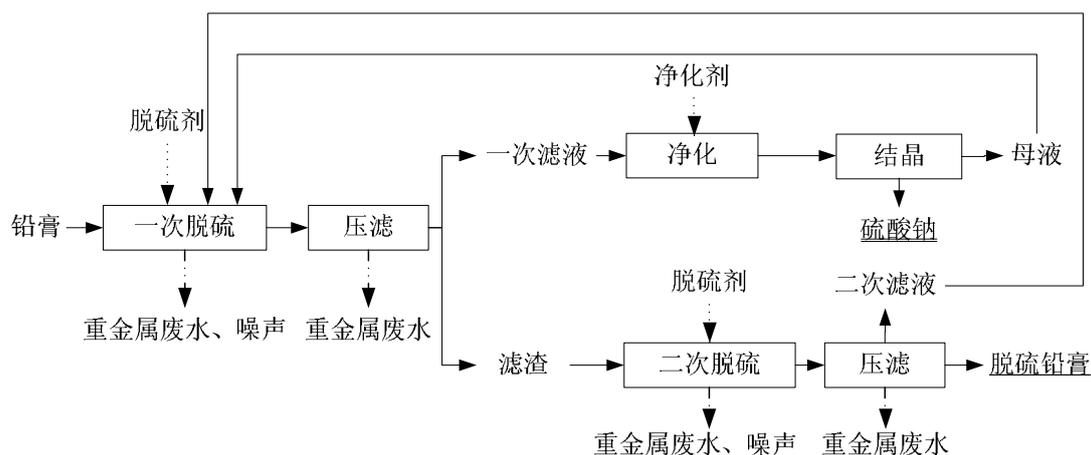


图 2 预脱硫工艺流程及产污环节

2.1.2 板栅熔炼生产工艺及产污环节

废铅蓄电池经破碎分选后得到的板栅直接低温熔炼、精炼生产精炼铅，或通过调整成分生产铅合金。工艺流程及产污环节如图 3 所示。

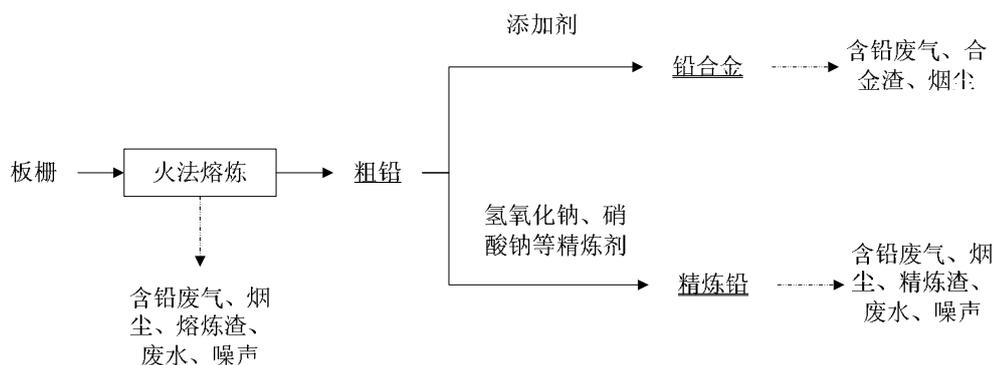


图 3 板栅熔炼工艺流程及产污环节

2.1.3 铅膏冶炼生产工艺及产污环节

2.1.3.1 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺

铅膏经预脱硫处理后进入还原炉熔炼产出粗铅，粗铅进入精炼系统产出精炼铅。工艺流程及产污环节如图 4 所示。

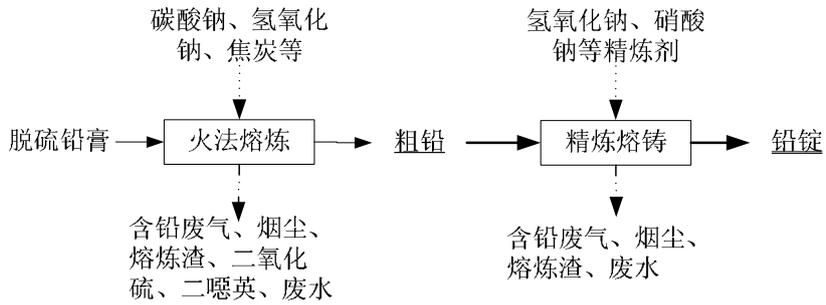


图 4 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺流程及产污环节

2.1.3.2 再生铅和铅精矿混合熔炼工艺

废铅蓄电池经破碎分选后得到的铅膏与铅精矿混合熔炼产出粗铅，粗铅经电解精炼产出电解铅。工艺流程及产污环节如图 5 所示。

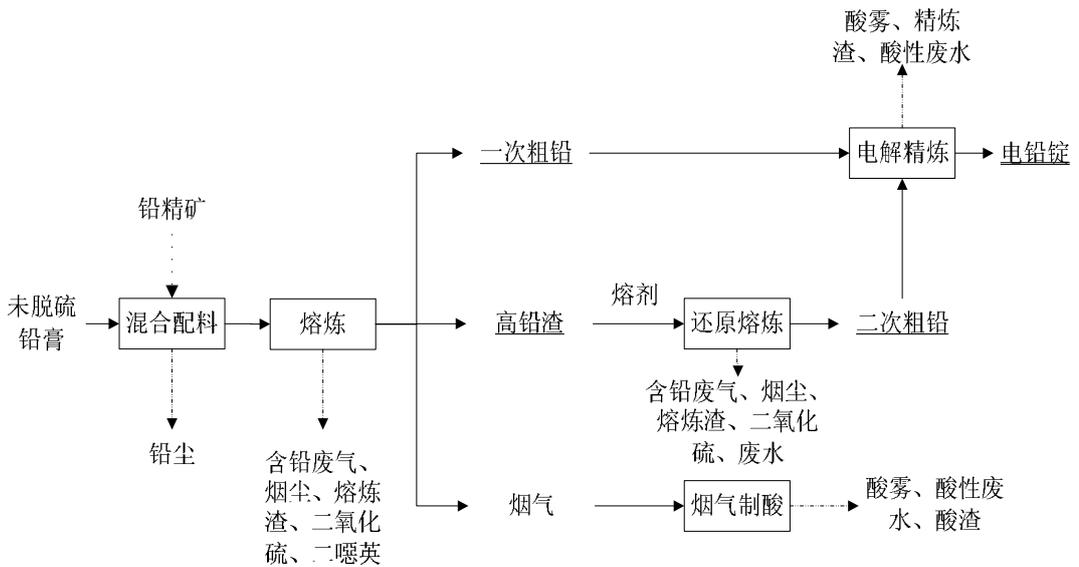


图 5 再生铅和铅精矿混合熔炼工艺流程及产污环节

2.1.3.3 电解沉积工艺及产污环节

废铅蓄电池经破碎分选后得到的铅膏经预脱硫处理后采用电解沉积工艺产出电解铅，电解铅经电铅锅精炼产生铅锭。工艺流程及产污环节如图 6 所示。

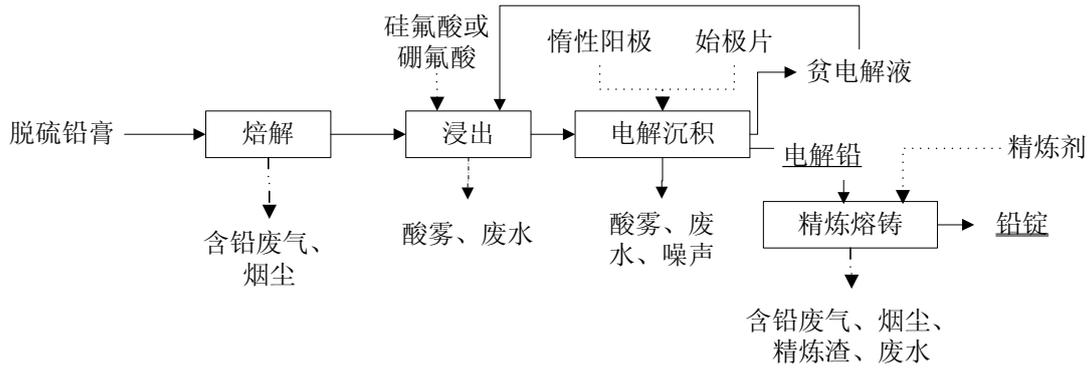


图 6 电解沉积工艺流程及产污环节

2.1.3.4 固相电解还原工艺及产污环节

废铅蓄电池经破碎分选后得到的铅膏经预脱硫处理后采用固相电解还原工艺产出活性铅粉，活性铅粉经电铅锅精炼产生铅锭。工艺流程及产污环节如图 7 所示。

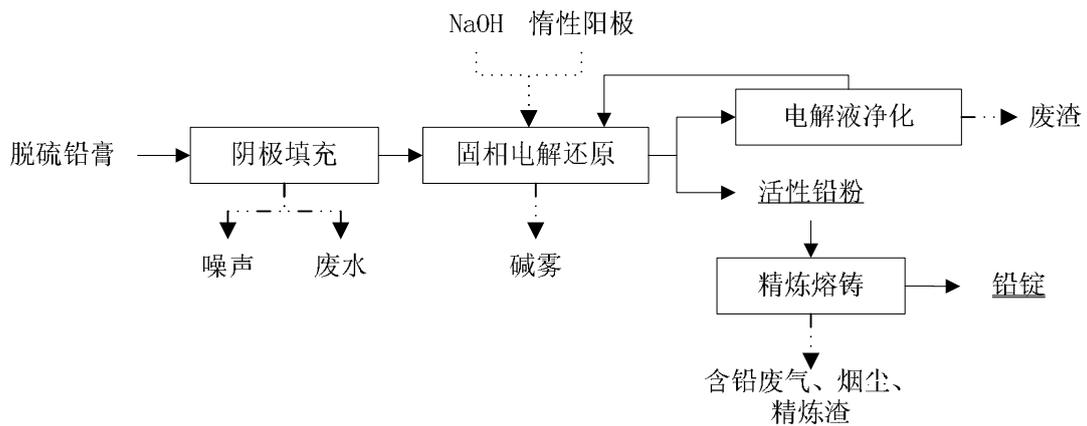


图 7 固相电解还原工艺流程及产污环节

2.2 主要污染物的产生与排放

再生铅冶炼过程中产生的污染包括大气污染、水污染、固体废物污染和噪声污染，其中大气污染（颗粒物、重金属、二氧化硫和二噁英等）和水污染（重金属、污酸及酸性废水）是主要环境问题。

2.2.1 大气污染

再生铅冶炼过程中产生的大气污染物主要为颗粒物、重金属（铅、镉、砷、

镉及其化合物)、二氧化硫、酸雾、二噁英。再生铅冶炼主要大气污染物及来源如表 1 所示。

表 1 再生铅冶炼主要大气污染物及产污节点

污染物来源	产污节点	主要污染物
破碎分选工序	破碎、分选过程	酸雾
预脱硫工序 ^①	预脱硫设备	酸雾
熔炼工序	配料车间、加料口、出渣口、出铅口、熔炼炉排气口等	颗粒物、重金属（铅、镉、砷、镉等）、二氧化硫、二噁英
制酸工序 ^②	制酸尾气	二氧化硫、硫酸雾、重金属（铅、镉、砷、镉、汞等）
湿法冶炼工序	浸出槽、电解槽、循环槽、储液槽、高位槽等	酸雾或碱雾
火法精炼工序	精炼炉	颗粒物、重金属（铅及其化合物）
铅电解工序	熔铅锅、电解槽等	颗粒物、重金属（铅及其化合物）、酸雾

注：①脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺、湿法冶炼工艺；②再生铅和铅精矿混合熔炼工艺。

2.2.2 水污染

再生铅冶炼过程中产生的废水主要包括破碎分选废水、预脱硫废水、制酸及电解废水、炉窑设备冷却水、冲渣废水、冲洗废水、烟气净化废水等。再生铅冶炼主要水污染物及来源如表 2 所示。

表 2 再生铅冶炼主要水污染物及产污节点

污染物来源	产污节点	主要污染物
破碎分选工序	破碎、分选过程	重金属（铅、镉、砷、镉等）
预脱硫工序 ^①	预脱硫母液	重金属（铅、镉、砷、镉等）
熔炼工序	炉床（水淬渣溜槽、渣包）、炉窑设备冷却水套、余热锅炉	重金属（铅、镉、砷、镉等）、悬浮物（SS）、盐类
制酸工序 ^②	制酸系统烟气净化装置	重金属（铅、镉、砷、镉等）
湿法冶炼工序	预脱硫铅膏浸出槽、电解槽、循环槽、储液槽、高位槽、阴极板冲洗水、阳极板冲洗水、地面冲洗水	重金属（铅、镉、砷、镉等）
火法精炼工序	炉窑设备冷却水套、车间冲洗水	重金属（铅、镉、砷、镉等）、悬浮物（SS）、盐类
铅电解工序	阴极板冲洗水、地面冲洗水	重金属（铅、镉、砷、镉等）、悬浮物（SS）

污染物来源	产污节点	主要污染物
烟气脱硫除尘	淋洗塔、脱硫塔、湿式除尘器	重金属（铅、镉、砷、镉等）

注：①脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺、湿法冶炼工艺；②再生铅和铅精矿混合熔炼工艺。

2.2.3 固体废物污染

再生铅冶炼过程中产生的固体废物主要包括废塑料、废橡胶、熔炼渣、精炼渣、浸出渣、烟尘灰、废水处理污泥及脱硫石膏渣等。再生铅冶炼主要固体废物及来源如表 3 所示。

表 3 再生铅冶炼主要固体废物及产污节点

污染物来源	产污节点	主要污染物
破碎分选工序	破碎、分选过程	有机物（废塑料、废橡胶等）、废酸（含铅、镉、砷、镉等）等
预脱硫工序 ^①	脱硫罐、脱硫液净化、结晶	滤渣（含铅、镉、砷、镉等）、净化渣（含铅、镉、砷、镉等）
熔炼工序	配料车间、炉床、熔炼炉	粉尘（含铅、镉、砷、镉等）、冶炼浮渣（含铅、镉、砷、镉等）、水淬渣（含铅、镉、砷、镉等）、烟尘（含铅、镉、砷、镉等）
脱铜工序	脱铜炉	脱铜渣（含铅、铜、镉、砷等）
制酸工序 ^②	制酸系统、污酸处理系统	含重金属污泥（污酸体系渣）、废触媒等
湿法冶炼工序	浸出槽、电解液净化槽	浸出渣（含铅、镉、砷、镉等）
火法精炼工序	精炼炉	精炼渣（含铅、镉、砷、镉、铜、锡等）、烟尘（含铅、镉、砷、镉等）
铅电解工序	电解槽	硅氟酸、铅泥
烟气脱硫除尘	除尘器、脱硫塔	烟尘、脱硫石膏（铅、镉、砷、镉等）
污水处理	固液分离装置	废水处理污泥（含铅、镉、砷、镉、铜等）

注：①脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺、湿法冶炼工艺；②再生铅和铅精矿混合熔炼工艺。

2.2.4 噪声污染

再生铅冶炼过程产生的噪声主要为机械噪声和空气动力噪声，主要噪声源有：破碎分选设备、鼓风机、除尘风机等各类风机及各种泵类，其噪声声级可达到 85~120dB（A）。再生铅冶炼主要噪声污染及来源如表 4 所示。

表 4 再生铅冶炼主要噪声污染及来源

噪声源	噪声级 (dB (A))	排放规 律	噪声源	噪声级 (dB (A))	排放规 律
破碎分选设备	<95	连续式	空压机	<105	连续式
汽化冷却装置	110~120	间歇式	氧压机	<105	间歇式
鼓风机	92~96	连续式	冷却塔	<95	连续式
余热锅炉汽包	<120	间歇式	烟气净化系统 风机	<95	连续式

3 再生铅冶炼污染防治技术

3.1 工艺过程污染预防技术

3.1.1 预处理

3.1.1.1 破碎分选技术

该技术是通过机械破碎设备把废铅蓄电池破碎成板栅、铅膏、有机物及电解液等组分，然后再经过分选设备把各组分进行分离的技术。分为全自动破碎分选技术和机械破碎分选技术。

该技术可将废铅蓄电池中的电解液、有机物等分离，有效降低熔炼过程中产生的二氧化硫、二噁英等污染物。

该技术适用于废铅蓄电池的预处理。

3.1.1.2 铅膏预脱硫技术

该技术是在一定温度下在水溶液中用碳酸钠、碳酸铵、碳酸氢铵或强碱等脱硫剂将硫酸铅转化为较易还原处理的其他铅化合物的技术。预脱硫系统包括脱硫搅拌槽、压滤机、脱硫液净化槽、过滤器、结晶器、母液储存罐等。

该技术可减少进炉的物料量，降低火法熔炼的作业温度，提高炉料的铅品位，减少烟气量、烟尘量、弃渣量、二氧化硫的排放量，降低能耗，有效提高铅的回收率；同时，该技术也是湿法冶炼的前提条件。

该技术适用于含硫铅膏的预处理。

3.1.2 火法冶炼

3.1.2.1 反射炉熔炼技术

该技术是以煤气或天然气为燃料，以碳酸钠、无烟煤及生石灰等为辅助原料，采用反射炉作为熔炼设备对含铅废料进行高温还原的熔炼技术。

该技术操作简单、投资少、适应性强。但环境污染重、能耗高，生产效率和热效率较低，且是间断作业，不易实现自动化控制。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.1.2.2 竖炉熔炼技术

该技术是以焦炭或高炉煤气为燃料，采用竖炉作为熔炼设备，在焦点区燃烧形成高温对含铅废料进行还原熔炼的技术。

该技术具有适应性强、生产能力大、能实现连续生产的特点。但粉尘量大，细粒物料需要烧结或制团。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.1.2.3 多室熔炼炉熔炼技术

该技术是以天然气或煤气等为燃料，采用每室都有燃烧装置的双室或多室熔炼炉作为熔炼设备，并用纯氧侧吹搅拌、富氧燃烧等对含铅废料进行还原熔炼的技术。该技术其中一个熔炼炉加热时，产生的高温烟气可进入其他熔炼炉对含铅废料进行预热，实现热能的多级互换利用。

该技术具有热利用率高，生产效率高、产能大、熔炼渣含铅量低、污染少等优点。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.1.2.4 短窑熔炼技术

该技术是以天然气等清洁能源为燃料，以碳酸钠等为辅助原料，采用短炉身、

高耐火材料内衬的回转窑作为熔炼设备进行连续熔炼的技术。

该技术可实现连续熔炼，密闭性好，原料适应性强，利于传热、传质。但产渣量大，炉衬寿命短。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.1.2.5 富氧底吹熔炼技术

该技术是利用熔池熔炼原理，通过浸没底吹氧气的强烈搅动，使硫化物精矿、未脱硫铅膏与熔剂等原料在反应器（熔炼炉）的熔池中充分搅动，迅速熔化、氧化、交互反应和还原，生成粗铅的熔炼技术。

该技术能实现铅精矿与废铅膏的混合熔炼，产生的烟气可制酸，省去了铅膏预脱硫工序，易实现自动化控制，具有氧利用率高、脱硫率高等优点。

该技术适用于铅精矿与铅膏等二次物料的混合熔炼，不适用于单独处理废铅膏。

3.1.2.6 板栅低温熔炼技术

该技术是根据金属铅熔点低的特点，将破碎分选后产生的板栅，直接进入熔炼炉，在 500~550℃ 温度下进行熔炼的技术。

该技术冶炼温度低、生产效率高、易实现自动化控制，能耗低，操作简单，金属回收率高，同时可实现板栅中原有其他金属的利用。

该技术适用于废铅蓄电池破碎分选后板栅的处理。

3.1.3 湿法冶炼

3.1.3.1 电解沉积技术

该技术是指采用硅氟酸或硼氟酸浸出脱硫铅膏得到富铅电解液，富铅电解液经电解沉积产出析出铅的湿法冶炼技术。

该技术具有物料适应性强、过程清洁、产品质量高、铅回收率高，无铅尘、铅蒸汽、铅渣产生等优点。但工艺流程复杂，能耗较高。

该技术适用于铅膏、含铅烟尘等含铅废料的处理。

3.1.3.2 固相电解还原技术

该技术是以氢氧化钠为电解液，不锈钢板作为阴、阳电极板，将铅膏中的固相铅化合物直接还原成金属铅的湿法冶炼技术。

该技术具有流程简单、占地少、投资省、铅回收率高、过程清洁等优点。但碱耗高。

该技术适用于铅膏、含铅烟尘等含铅废料的处理。

3.1.4 粗铅精炼

3.1.4.1 火法精炼技术

该技术是指在高温条件下，根据铅和杂质的不同特性，用各种方法去除粗铅中杂质的精炼技术。

该技术设备简单，占地面积小，生产周期短，生产成本较低。但精铅纯度与电解精炼相比较低，存在二次环境污染问题。

该技术适用于粗铅精炼。

3.1.4.2 电解精炼技术

该技术是利用纯铅制作的阴极板，按一定间距装入盛有电解液的电解槽，在电流的作用下，铅自阳极溶解进入电解液，并在阴极放电析出，析出铅经电铅锅碱性精炼，最终熔铸为电铅锭。电解精炼包括小极板技术和大极板技术。

小极板电解精炼技术能耗高，装备水平低，劳动强度大；大极板电解精炼技术能耗较低，自动化程度高，劳动强度低。

该技术适用于粗铅火法熔炼后的精炼提纯。

3.1.4.3 碱性精炼技术

该技术是利用亚铅酸钠与锑、砷、锡反应产生锑酸钠、砷酸钠、锡酸钠等浮渣的原理，除去析出铅中的锑、砷、锡等杂质的技术。

该技术投资小、流程短、污染轻，产品质量高，劳动强度低。

该技术适用于析出铅精炼提纯。

3.2 大气污染治理技术

3.2.1 烟气除尘

3.2.1.1 旋风除尘技术

该技术是利用离心力的作用，使烟尘从烟气中分离而加以捕集的技术。

该技术设备结构简单，造价低，操作管理方便，维修工作量小。动力消耗主要来自设备阻力消耗，除尘效率约 70%。对 10 μm 以上的粗粒烟尘有较高的除尘效率，可用于高温（450 $^{\circ}\text{C}$ ）、高含尘量（400~1000 g/m^3 ）的烟气。

该技术仅适用于熔炼工序的烟气粗除尘。

3.2.1.2 湿法除尘技术

该技术是利用液滴或液膜粘附烟尘净化烟气的技术，包括动力波除尘技术、水膜除尘技术、文丘里除尘技术、冲击式除尘技术等。

该技术操作简单、运行稳定、维修费用小，可适应烟气量变化较大的工况。但从湿式除尘器中排出的泥浆需进行处理，否则会造成二次污染。

该技术适用于处理高温、高湿的烟气以及黏性大的粉尘，不适用于憎水性和水硬性粉尘。

3.2.1.3 袋式除尘技术

该技术是利用纤维织物的过滤作用对含尘气体进行净化的技术。

该技术除尘效率大于 99.5%，适用范围广。但对烟气温度的湿度、腐蚀性等要求高，系统阻力大，运行维护费用高。

该技术适用于熔炼及精炼工序的烟气除尘，也适用于通风除尘系统及排烟系统废气净化。

3.2.1.4 电除尘技术

该技术是利用强电场使气体发生电离，进入电场空间的烟尘荷电，在电场力作用下向相反电极性的极板移动，并通过振打等方式将沉积在极板上的烟尘收集

下来的技术。

该技术除尘效率在 99.0%~99.8%，阻力小、能耗低、处理烟气量大。但初期投资成本高、占地面积大，对制造、安装、运行等的要求比较高。

该技术适用于熔炼工序的烟气除尘。

3.2.1.5 电-袋复合除尘技术

该技术是通过前级电场的预除尘、荷电作用和后级滤袋区过滤除尘对含尘气体进行净化的技术。

该技术集合电除尘器和布袋除尘器各自的除尘优势，具有结构紧凑、清灰周期长，滤袋使用寿命长、运行长期可靠、稳定，维护费用低等节能和高可靠性特点，除尘效率可达 99.9%。但一次性投资高。

该技术适用于熔炼工序的烟气除尘。

3.2.2 烟气脱硫

3.2.2.1 石灰/石灰石脱硫技术

该技术是以石灰或石灰石为吸收剂，采用直接喷射法、湿法、石灰-亚硫酸钙法或喷射干燥法去除烟气中的二氧化硫的技术。

该技术脱硫效率较高，石灰/石灰石来源广且成本低，还可部分去除烟气中的三氧化硫、重金属离子、氟离子、氯离子等。但吸收剂消耗大，副产物不易利用，存在潜在二次污染。

该技术适用于脱硫铅膏熔炼二氧化硫烟气的治理。

3.2.2.2 钠碱法脱硫技术

该技术是以氢氧化钠或碳酸钠为烟气脱硫剂，通过循环吸收烟气中的二氧化硫，产生高浓度亚硫酸钠溶液，经氧化或直接脱除重金属后回收硫酸钠或亚硫酸钠副产品的技术。

该技术脱硫效率大于 99.5%，运行可靠，可实现副产品的回收利用。但投资较高。

该技术适用于脱硫铅膏熔炼二氧化硫烟气的治理。

3.2.2.3 柠檬酸钠法脱硫技术

该技术是以柠檬酸钠溶液为吸附剂，通过循环吸收烟气中的二氧化硫，产生亚硫酸络合物，再通过加热产生浓二氧化硫产品的技术。

该技术二氧化硫吸收率在 99% 以上，回收的二氧化硫产品纯度高。但吸收剂浓度、pH 值、液气比、温度等参数对系统脱硫效率影响明显。

该技术适用于脱硫铅膏熔炼二氧化硫烟气的治理。

3.2.3 二噁英控制技术

3.2.3.1 烟气骤冷+布袋除尘+选择性催化还原（SCR）技术

前段烟气骤冷技术是使烟气在 3~5s 时间内从 800℃ 降低到 200℃ 以下，常用文丘里原理制造的骤冷塔。中段布袋除尘是利用纤维织物的过滤作用对含尘气体进行净化捕集烟尘颗粒。后段 SCR 技术是在相对较低的温度下，利用催化剂（如五氧化二钒）的催化活性，将二噁英等有机物催化降解的技术。

该技术组合处理效率高，同时可避免冷却过程中二噁英的再合成问题。SCR 技术催化分解效率高，可彻底破坏二噁英的苯环；但催化剂的效果受烟气温度和催化剂寿命的制约。

该技术组合适用于大中型再生铅企业熔炼过程中的二噁英控制。

3.2.3.2 烟气骤冷+活性炭注入+布袋除尘

前段烟气骤冷技术是使烟气在 3~5s 时间内从 800℃ 降低到 200℃ 以下，常用文丘里原理制造的骤冷塔。后段活性炭注入+布袋除尘技术是在单布袋除尘器中喷入活性炭联合布袋除尘器处理二噁英。

该技术组合吸附效率高，但活性炭只是将二噁英从烟气中捕集分离，需要与后期的热脱附等处理工艺结合以进一步去除二噁英。

该技术组合适用于大中型再生铅企业熔炼过程中的二噁英控制。

3.2.3.3 布袋除尘+活性炭吸附

该技术是利用纤维织物的过滤作用和活性炭内部孔隙结构发达、比表面积大、吸附能力强的特点对二噁英等有机物进行吸附的技术。常用设备有过滤除尘器，湿式/干式洗涤除尘器，陶瓷过滤除尘器等。

该技术组合成本较低，吸附效率高。但活性炭只是将二噁英从烟气中捕集分离，需要与后期的热脱附等处理工艺结合以进一步去除二噁英。

该技术组合适用于熔炼烟气中二噁英的控制。

3.2.3.4 活性炭注入+布袋除尘+活性炭吸附

前段活性炭注入+布袋除尘技术是在单布袋除尘器中喷入活性炭，后段活性炭吸附技术是利用活性炭内部孔隙结构发达、比表面积大、吸附能力强的特点对二噁英等有机物进行吸附的技术。按填充方式可分为活性炭流化床吸附和活性炭固定床吸附。

该技术成本较低，既可吸附固态的二噁英，又可凝固吸收气态的二噁英。但活性炭只是将二噁英从烟气中捕集分离，需要与后期的热脱附等处理工艺结合以进一步去除二噁英。

该技术适用于大中型再生铅企业熔炼过程中的二噁英控制。

3.3 废酸综合利用技术

3.3.1 鼓式浓缩回收技术

该技术是用燃油将压缩空气加热到较高温度，通入稀硫酸鼓泡器中进行鼓泡，利用热空气带出稀硫酸中水分的技术。

该技术生产工艺简单，成品酸的浓度高，收率高。但占地面积大，污染严重，能耗较高。

该技术适用于废硫酸的浓缩。

3.3.2 真空浓缩回收技术

该技术是在减压条件下进行蒸发浓缩的酸回收技术。废硫酸在 380~420℃下

喷雾蒸发，硫酸被分解为三氧化硫和水，可将预浓缩至 40%~50%的废硫酸生成 96%~98%的硫酸。

该技术酸回收效率高。但易产生酸雾。

该技术适用于硫酸盐含量较高的废硫酸的回收处理。

3.3.3 高温非还原分解技术

该技术是在高温下将废硫酸分解为三氧化硫和水，再以冷凝成酸法得到纯净硫酸的技术。

该技术成熟可靠，处理量大，可直接生产浓硫酸或发烟硫酸。但投资大、能耗高。

该技术适用于废铅蓄电池废酸的综合利用。

3.3.4 超滤技术

该技术是以超滤膜为过滤介质，以膜两侧的压力差为驱动力，在一定压力下，当水流过膜表面时，只允许水及比膜孔径小的小分子物质通过，以达到溶液的净化、分离与浓缩的分离技术。

该技术具有高效、能耗（功效）低、膜分离设备操作维护简单、运行稳定等特点。但运行成本较高，滤膜还需要再生处理。

该技术适用于含杂质较低的废硫酸的净化和浓缩。

3.3.5 废酸循环利用技术

该技术是以硫酸生产产生的污酸或废铅蓄电池收集的废酸为吸附剂，通入含有硫化氢的净化气体，通过双接触技术等制酸技术循环吸收烟气中的二氧化硫，再将生成的硫化物进行沉淀、过滤分离，使硫化物从稀硫酸溶液中净化去除，最后提纯生成工业硫酸的技术。

该技术具有生产成本低，流程短，循环利用率高，能耗低，环境污染小，自动化水平高的优点。

该技术适用于铅精矿与铅膏等二次物料混合熔炼中二氧化硫烟气的治理。

3.4 废水治理技术

3.4.1 石灰中和法

该技术是以生石灰或石灰石为中和剂，利用中和作用处理废水，使之净化的技术。

该技术工艺流程短，设备简单，原料来源广泛，处置费用低。但出水硬度高，难以回用，存在潜在的二次污染。

该技术适用于含重金属离子和砷、氟等酸性废水的预处理。

3.4.2 硫化-石灰中和法

该技术是以硫化钠、硫化氢、硫化亚铁为硫化剂，将酸性废水中的重金属离子生成难溶于水的金属硫化物沉淀后去除，再用石灰石和硫酸生成硫酸钙沉淀后去除的技术。

该技术可去除酸性废水中的镉、砷、铋、铜、锌、汞、银、镍等，渣量少、易脱水、沉渣金属品位高。

该技术适用于含较高浓度铅、砷、汞、铜离子酸性废水的预处理。

3.4.3 离子交换法

该技术是重金属离子与离子交换剂发生离子交换作用，分离出重金属离子的技术。常用的离子交换树脂有阳离子交换树脂、阴离子交换树脂、螯合树脂和腐植酸树脂等。

该技术处理容量大，出水水质好，可实现铅的回收，二次污染小。但树脂再生频繁，反应周期长，运行费用高。

该技术适用于含铅废水的深度处理。

3.4.4 螯合沉淀法

该技术是在常温下使用重金属捕集剂与废水中多种重金属离子反应生成不溶于水的螯合盐，而后再加入少量有机或/和无机絮凝剂以形成絮状沉淀，从而捕集去除重金属离子的技术。

该技术方法简单，去除效果好，絮凝效果佳，污泥量少且易脱水，pH 值适用范围宽。

该技术适用于含铅废水的处理。

3.4.5 吸附法

该技术是利用吸附剂活性表面吸附废水中的铅离子的技术。制备吸附剂的材料大致可分为两类：无机矿物材料和生物质材料。其中，无机矿物吸附材料有沸石、粘土（如膨润土和凹凸棒石）、海泡石、磷灰石、陶粒、粉煤灰等。

该技术原料来源广、制造容易、价格较低。但重金属吸附饱和后再生困难，难以回收重金属资源。

该技术适用于含铅废水的深度处理。

3.4.6 膜分离法

该技术是利用一种特殊的半透膜，在外界压力的作用下，不改变溶液中化学形态的基础上，将溶剂和溶质进行分离或浓缩的技术。

该技术分离效率高，出水水质好，易于实现自动化。但膜的清洗难度大，投资和运行成本较高。

该技术适用于冶炼废水的深度处理。

3.4.7 絮凝沉淀法

该技术是利用絮凝剂（如无机絮凝剂、有机高分子絮凝剂、微生物絮凝剂等）和有机阴离子配制成水溶液加入废水中，使废水中的悬浮微粒失去稳定性，形成絮凝体在重力作用下沉淀，经过滤净化废水的技术。

该技术药剂投加量少，处理量大，分离效率高。但絮凝剂易造成二次污染。

该技术适用于含铅生活废水和初期雨水的处理。

3.5 余热利用技术

该技术是通过在水冷壁和对流管束热交换回收烟气热量使烟气降温，提高后续除尘设施的除尘效率，同时将余热加以利用的能源回收利用技术。

该技术能有效降低烟气温度，回收烟气余热，利于烟气除尘，提高热利用效率，同时能有效控制炉窑烟尘率。

该技术适用于再生铅熔炼工序的余热利用。

3.6 固体废物综合利用及处理处置技术

3.6.1 一般固体废物综合利用及处理处置技术

有回收利用价值的一般固体废物，应首先考虑综合利用。

(1) 预处理过程中分选出的废塑料应经过彻底清洗，在满足《废塑料回收与再生利用污染控制技术规范》（HJ/T 364）的要求后方可再生使用。

(2) 冶炼水淬渣（渣中含铅量小于2%），应按国家相关管理规定对其进行妥善贮存、综合利用。

(3) 在确保安全的情况下，处理废酸产生的石膏渣可作为生产水泥的缓凝剂、建筑原材料等。

(4) 废酸处理产生的硫化渣，可用于回收铅、砷。

3.6.2 危险废物综合利用及处理处置技术

对于危险废物，按有关管理要求进行安全利用或处置。有金属回收利用价值的危险废物，应首先考虑综合回收利用；冶炼浮渣、脱铜渣、布袋除尘器收集的烟尘属于危险废物，但有综合利用价值，可以返回熔炼过程重新熔炼，回收其中的铅；无金属回收利用价值的危险固体废物，应按国家相关管理规定进行无害化处理。

3.7 需关注的新技术

3.7.1 密闭脱硫脱氧技术

该技术是将废铅膏中的硫酸铅和二氧化铅在密闭反应器内快速分解脱硫、脱氧的技术。

该技术无需脱硫剂，产出硫酸可直接用于铅蓄电池生产，回收成本低。

该技术适用于废铅膏等含铅废料的预处理。

3.7.2 新型固相电解还原技术

该技术是以不锈钢做阴阳极，其中阴极采用特殊空间结构，以弱碱性介质或酸性介质为电解液，通过周期性直流电实现高电流密度，将铅膏电还原得到活性铅粉，再经压实、熔炼生产精铅的技术。

该技术与传统固相电解还原技术相比，具有处理物料量大，投资小，可实现自动化控制，规模化生产。但操作要求较高。

该技术适用于废铅膏、氧化铅矿等含铅废料的处理。

3.7.3 低温连续熔炼技术

该技术是以天然气为燃料，采用富氧助燃，将铅膏、含铅废料、还原剂、熔剂按一定比例混合，在富氧空气和天然气形成的高速气流作用下进行低温连续熔炼的技术。

该技术物料适应性强、生产过程连续，冶炼温度低、生产效率高、易实现自动化控制，能耗低，污染物排放低、渣量少、渣含铅率低。但投资较大，设备维护成本较高。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.7.4 氢气-氧化铅燃料电池湿法炼铅技术

该技术是以氢气为阳极活性物质，铅膏脱硫提纯后产生的氧化铅为阴极，在30~100℃下的氢氧化钠水溶液为传输介质，构建氢气-氧化铅燃料电池，经催化还原后将氧化铅还原为单质铅的技术。

该技术无需消耗电能，反应温度低，过程简单清洁，铅回收率高。但前处理过程复杂，操作要求高，氢气贮存、运输困难。

该技术适用于废铅膏等含铅废料的处理。

3.7.5 活性铅粉生产技术

该技术是利用有机酸与金属离子铅的螯合作用，将金属离子均匀分布在高分子网络结构中，在低温下热分解形成超细金属氧化物粉末的技术。

该技术可避免高温熔炼排放的二氧化硫及挥发性铅尘等大气污染物，能耗

低，附加值高。

该技术适用于废铅膏等含铅废料的处理。

3.7.6 全氧侧吹转炉熔炼技术

该技术是采用炉身短、高耐火材料内衬、炉体可 360°旋转的回转窑作为熔炼设备，并用集束射流技术对含铅废料进行高温还原的熔炼技术。

该技术可使还原剂与物料充分混合，熔炼时间短，燃气热能利用率高，二氧化硫的排放量小。

该技术适用于废铅蓄电池等含铅废料的处理。

3.7.7 低温等离子体技术

该技术是通过高能量等离子体对污染物进行直接击穿和轰击，使其分子链断裂，从而达到高效净化废气的技术。

该技术处理效果好，运行费用低廉、二次污染小、运行稳定、操作简单。

该技术适用于含重金属、二噁英等废气的处理。

4 再生铅冶炼污染防治可行技术

4.1 再生铅冶炼污染防治可行技术概述

再生铅冶炼污染防治可行技术包括工艺过程污染预防可行技术和污染治理可行技术。按整体性原则，确定可行技术组合。

脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺污染防治可行技术组合见图 8，再生铅与铅精矿混合熔炼污染防治可行技术组合见图 9，再生铅湿法冶炼污染防治可行技术组合见图 10。

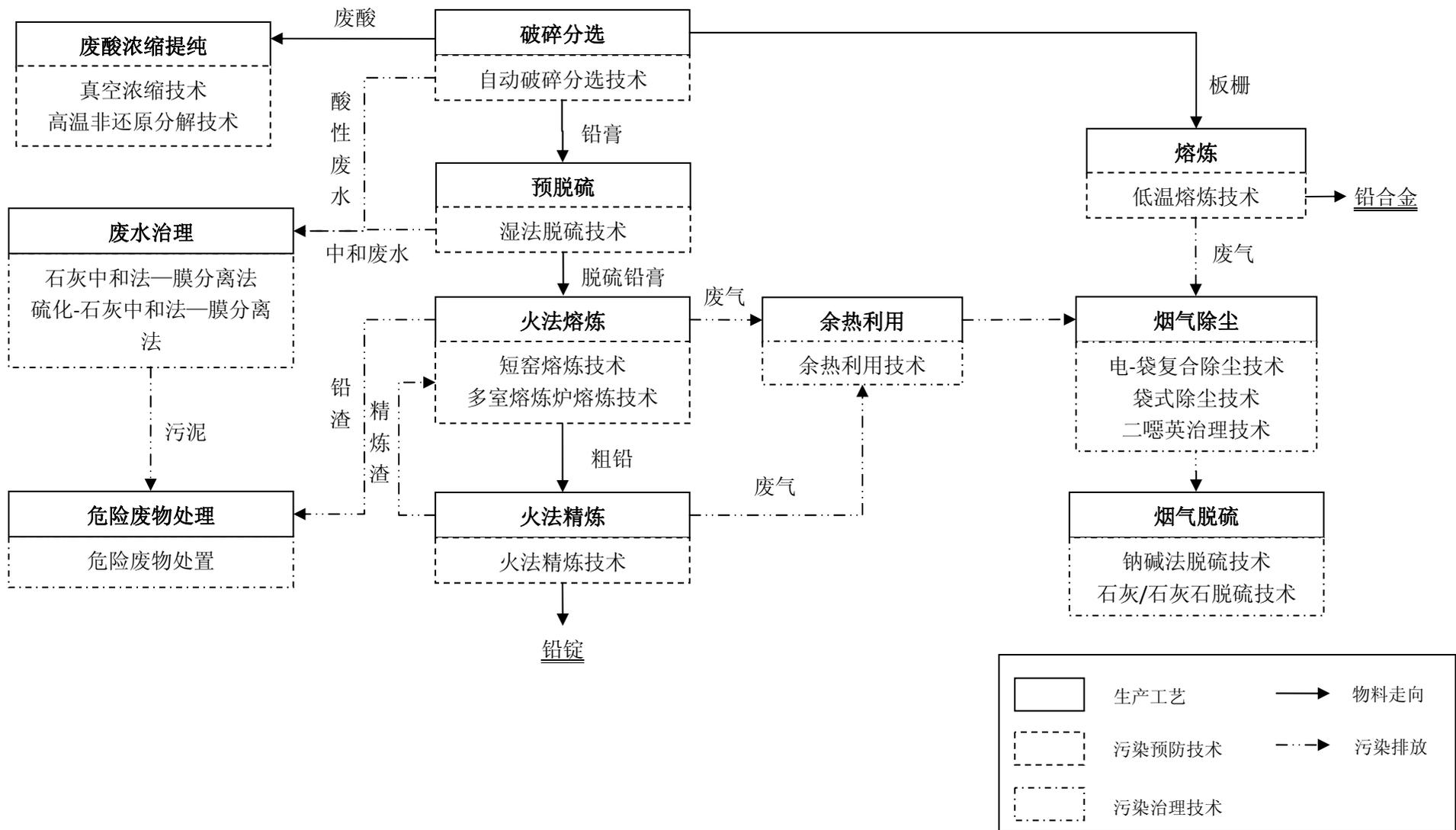


图 8 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺污染防治可行技术

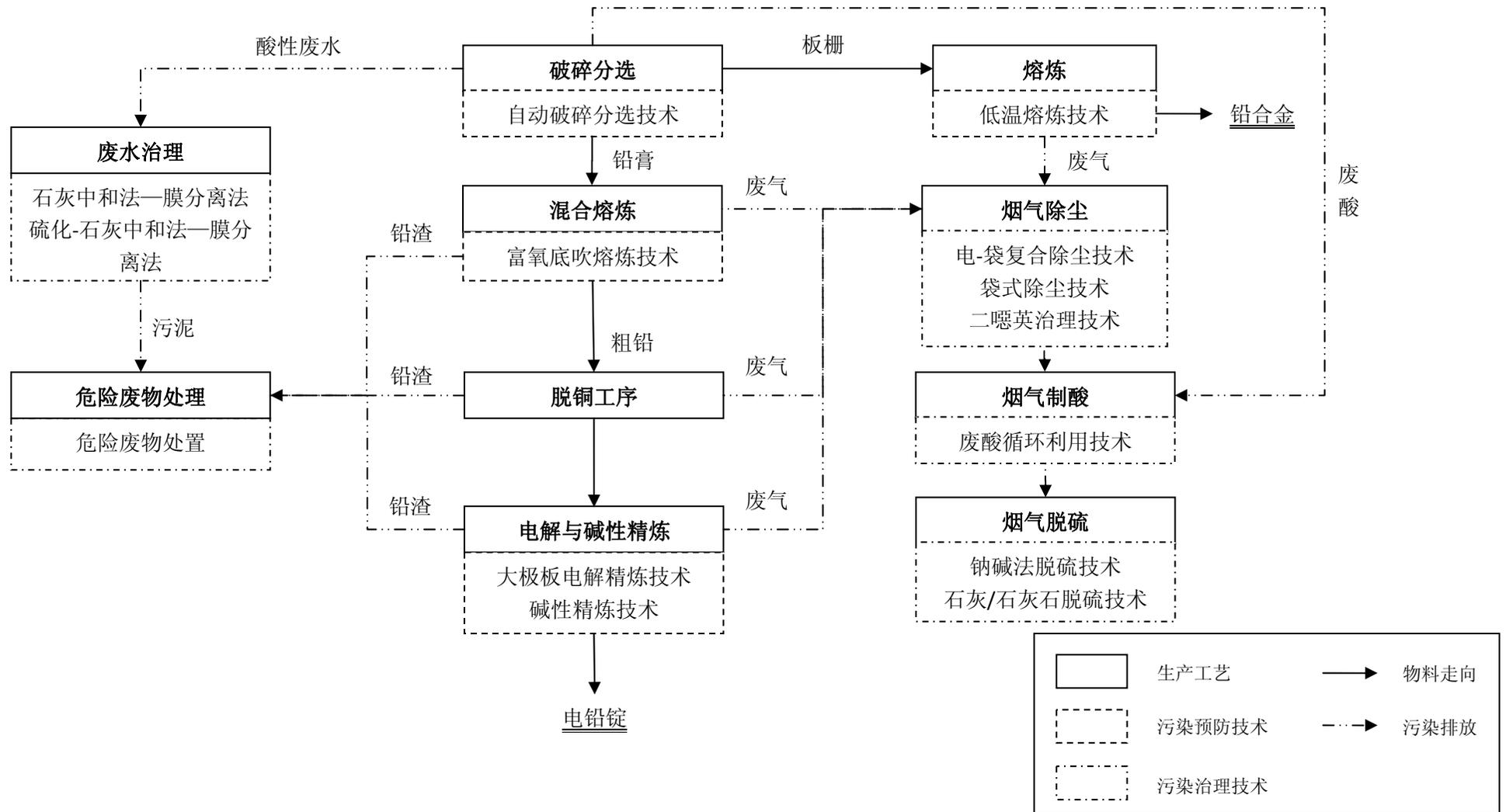


图 9 再生铅与铅精矿混合熔炼污染防治可行技术

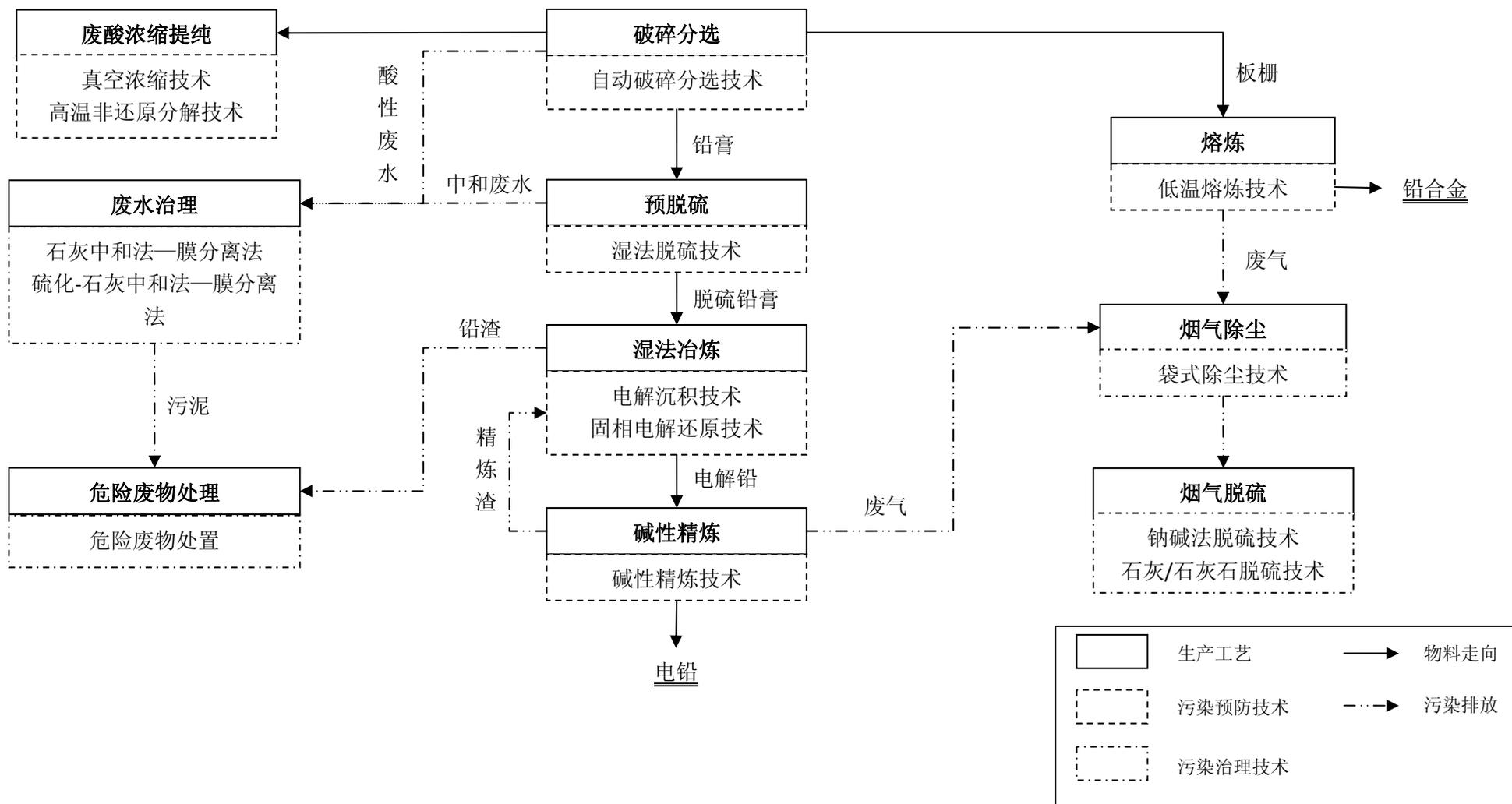


图 10 再生铅湿法冶炼污染防治可行技术

4.2 工艺过程污染预防可行技术

脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标见下表 5 所示。

表 5 脱硫铅膏还原熔炼-精炼工艺过程污染预防可行技术

工序	技术名称	主要技术指标	适用范围
破碎分选工序	自动破碎分选技术	采用连续化和全部机械化的作业方式，铅回收率在 95%以上	适用于废铅蓄电池的拆解工序
板栅熔炼工序	低温熔炼技术	熔炼温度 400℃ 以下，一次出铅率大于 80%，渣率小于 15%	适用于板栅在 400℃ 下连续熔炼
预脱硫工序	湿法脱硫技术	脱硫率大于 95%，脱硫后物料含硫小于 0.5%	适用于铅膏预脱硫处理
铅膏熔炼工序	短窑熔炼技术	金属回收率大于 98%，产出不大于 100kg 炉渣/t 铅，熔炼渣含铅小于 2%，二氧化硫 $<45\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟气铅 $<0.5\text{mg}/\text{m}^3$	适用于经预脱硫处理后的铅膏在 1000~1200℃ 下熔炼
	多室熔炼炉熔炼技术	金属回收率大于 98%，熔炼渣含 Pb 小于 1.8%，二氧化硫 $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟气铅 $\leq 0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟尘 $\leq 20\text{mg}/\text{m}^3$	适用于经预脱硫处理后的铅膏在 1000~1200℃ 下熔炼
精炼工序	火法精炼技术	铅回收率 >99%	适用于粗铅生产还原精铅的过程

再生铅与铅精矿混合熔炼工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标见下表 6 所示。

表 6 再生铅与铅精矿混合熔炼工艺过程污染预防可行技术

工序	技术名称	主要技术指标	适用范围
破碎分选工序	自动破碎分选技术	采用连续化和全部机械化的作业方式，铅回收率在 95%以上	适用于废铅蓄电池的拆解
板栅熔炼工序	低温熔炼技术	熔炼温度 400℃ 以下，一次出铅率大于 80%，渣率小于 15%	适用于板栅在 400℃ 下连续熔炼
铅膏熔炼工序	富氧底吹熔炼技术	铅总回收率大于 97%，硫回收率大于 96%，二氧化硫 $<50\text{mg}/\text{m}^3$ ，操作区铅含量	适用于废铅蓄电池拆解后铅膏与铅精矿混合熔炼

工序	技术名称	主要技术指标	适用范围
		<0.05mg/m ³	
电解 工序	大极板电解精炼 技术	铅回收率>99%	适用于粗铅初步火法精炼后 的进一步精炼提纯
精炼 工序	火法精炼技术	铅直收率>95%	适用于电解铅进一步精炼提 纯

再生铅湿法熔炼工艺过程污染预防可行技术及主要技术指标见下表 7 所示。

表 7 再生铅湿法熔炼工艺过程污染预防可行技术

工序	技术名称	主要技术指标	适用范围
破碎分 选工序	自动破碎分选技术	采用连续化和全部机械化的 作业方式，铅回收率在 95%以上	适用于废铅蓄电池的拆解
熔炼 工序	低温熔炼技术	熔炼温度 400℃ 以下，一次 出铅率大于 80%，渣率小于 15%	适用于板栅在 400℃ 下连续熔 炼
湿法冶 炼工序	电解沉积技术	电铅硅氟酸单耗小于 3.5kg/t，电单耗小于 850kwh/t 铅，电流效率大于 96%	适用于预脱硫铅膏的湿法冶 炼
	固相电解还原技术	氢氧化钠单耗小于 112kg/t 铅，电铅电耗小于 550kwh/t，电流效率大于 95%	适用于预脱硫铅膏的湿法冶 炼
精炼 工序	碱性精炼技术	氢氧化钠单耗小于 3kg/t 铅	适用于生产电铅

4.3 大气污染治理可行技术

4.3.1 烟气除尘可行技术

4.3.1.1 袋式除尘技术

(1) 可行工艺参数

袋式除尘器计算参数的选择，应符合表 8 的规定。

表 8 袋式除尘器技术参数

参数名称	参数指标
烟尘粒度	≥0.1μm
烟气过滤速率	0.2~1.0m/min
设备阻力	1200~2000Pa
允许操作温度	≤250℃
允许烟气含尘量	50g/m ³

袋式除尘器滤料的选择应考虑烟气的性质及烟气温度的波动。各种滤料操作温度应符合表 9 的规定。

表 9 袋式除尘器滤料操作温度

滤料名称	允许最高操作温度 (℃)
诺梅克斯和美塔斯 (MATAMEX)	220
玻璃纤维	250
聚四氟乙烯 (PTFE)	250
聚苯硫醚 (PPS)	190
聚酰亚胺 (P84)	250
氟美斯 (FMS)	260

(2) 污染物消减及排放

袋式除尘器的除尘总效率大于 99.5%。烟尘排放浓度可低于 20mg/Nm³。

(3) 二次污染及防范措施

袋式除尘器卸灰过程中可能造成二次扬尘。防治措施包括密闭运输，如采用埋刮板、斗式提升机、螺旋运输机等密闭运输设备，采用密闭罐车运输，采用气力输灰系统等。

(4) 技术经济适用性

袋式除尘器初投资较低，约为 400~1500 元/m²，成本差异取决于滤袋材质的不同。运行费主要来自更换滤袋的费用及风机电耗。适用于熔炼炉除尘。

4.3.1.2 电-袋复合除尘技术

(1) 可行工艺参数

电-袋复合式除尘器的技术参数如表 10 所示。

表 10 电-袋除尘器技术参数

参数名称	参数指标
烟尘粒度	$\geq 0.1\mu\text{m}$
烟气过滤速率	0.2~1.0m/s
设备阻力	600~1500Pa
运行温度	$\leq 200^\circ\text{C}$
允许烟气含尘量	50g/Nm ³

(2) 污染物消减及排放

电-袋复合式除尘器的总除尘效率在 99.9%以上。

(3) 二次污染及防治措施

电-袋复合除尘器卸灰过程中可能造成二次扬尘。防治措施包括密闭运输，如采用埋刮板、斗式提升机、螺旋运输机等密闭运输设备，采用密闭罐车运输和气力输灰系统等。

(4) 技术经济适用性

电-袋复合式除尘器除尘效率具有高效性和稳定性；设备阻力比袋式除尘器低，每 10000m³/h 风量引风机功率可减少约 1.74kW，运行成本较袋式除尘器低；物料适应性强，其效率不受烟灰特性影响；滤袋使用寿命长，清灰周期长，能耗小；一次投资和运行费用低于单独采用袋式除尘器的费用；对制造、安装、运行、维护都有较高的要求。

4.3.2 烟气脱硫可行技术

低浓度二氧化硫烟气处理除采用湿法硫酸工艺、非稳态转化工艺生产硫酸外，通常采用脱硫剂吸收二氧化硫，将烟气中的二氧化硫控制在排放指标范围内。再生铅冶炼烟气脱硫可行技术及主要技术指标见表 11。

表 11 再生铅冶炼烟气脱硫可行技术及主要技术指标

可行技术	可行工艺参数	污染物削减及排放	二次污染及防治措施	技术适用性
钠碱法脱硫技术	吸收塔 pH 值=8.5	二氧化硫排放浓度低于 200mg/m ³ , 脱硫效率高于 99.5%	生成的亚硫酸钠作为产品出售; 脱硫废水中和处理后回用	二氧化硫浓度小于 4%以下的冶炼烟气脱硫, 尤其适用于高温烟气二氧化硫治理
石灰/石灰石脱硫技术	选择活性好且碳酸钙含量大于 90%的脱硫剂, 石灰石粉细度 -250 目占 90%	当烟气二氧化硫含量为 1000~3500 mg/m ³ 时, 二氧化硫排放浓度低于 200mg/m ³ , 脱硫效率高于 95%	脱硫废水应采用石灰处理、混凝澄清和中和处理后回用; 脱硫产生的石膏应综合利用; 脱硫系统循环水泵、增压风机、氧化风机等设备应采用隔声处理	二氧化硫浓度小于 5000mg/Nm ³ 的冶炼烟气脱硫, 尤其适用于高温烟气二氧化硫治理

4.3.3 二噁英治理可行技术

再生铅冶炼二噁英治理可行技术及主要技术指标见表 12。

表 12 再生铅冶炼二噁英治理可行技术及主要技术指标

可行技术	可行工艺参数	污染物削减及排放	二次污染及防治措施	技术适用性
烟气骤冷+布袋除尘+SCR	烟气温度迅速冷却到 260℃以下; SCR 装置采用 Ti、V 和 W 的氧化物等作为催化剂	二噁英可控制在 0.002~0.05ngTEQ/Nm ³	废催化剂和收尘灰可回收利用或妥善处置	适用于大中型再生铅冶炼企业熔炼过程中的二噁英控制
烟气骤冷+活性炭注入+布袋除尘	烟气温度迅速冷却到 260℃以下	二噁英可控制在 0.1ng TEQ/Nm ³	废活性炭和收尘灰妥善处置	适用于大中型再生铅冶炼企业熔炼过程中的二噁英控制

可行技术	可行工艺参数	污染物削减及排放	二次污染及防治措施	技术适用性
布袋除尘+活性炭吸附	烟气进入活性炭吸收塔的温度在120~180℃	二噁英可控制在 0.1ng TEQ/Nm ³	收尘灰可回用于熔炼炉	适用于生产过程中的二噁英控制
活性炭注入+布袋除尘+活性炭吸附	烟气进入活性炭吸收塔的温度在120~180℃	二噁英可控制在 0.1ng TEQ/Nm ³	收尘灰可回用于熔炼炉	适用于大中型再生铅冶炼企业熔炼过程中的二噁英控制

4.4 废酸处理可行技术

再生铅冶炼废酸处理可行技术及主要技术指标见表 13。

表 13 再生铅冶炼工艺废酸处理可行技术及主要技术指标

可行技术	可行工艺参数	污染物消减及排放	二次污染及防治措施	技术适用性
真空浓缩技术	在减压条件下进行蒸发浓缩	可将 20%的废硫酸浓缩至 35%~40%	硫酸中含有重金属离子等杂质	适用于处理量较小、浓度较高、杂质较少的废硫酸处理
高温非还原分解技术	废硫酸在 380~420℃ 下喷雾蒸发,硫酸被分解为三氧化硫和水	可将预浓缩至 40%~50%的废硫酸生成 96%~98%的硫酸	易产生酸雾,可采用密闭、吸收措施	适用于硫酸盐含量较高的废硫酸处理
废酸循环利用技术	以硫酸生产产生的污酸或废铅蓄电池回收的废酸为吸附剂	二氧化硫烟气浓度 8~12%,二氧化硫转化率 >99%,成品酸: ≥98%,物料中硫利用率大于 96%	生成的硫化物进行沉淀、过滤分离,使硫化物从稀硫酸溶液中净化去除,最后提纯生成工业硫酸	适用于铅膏与铅精矿的混合熔炼过程中二氧化硫烟气的治理

4.5 废水处理可行技术

再生铅冶炼工艺废水处理可行技术及主要技术指标见表 14。

表 14 再生铅冶炼工艺废水处理可行技术及主要技术指标

可行技术	可行工艺参数	污染物消减及排放	二次污染及防治措施	技术适用性
石灰中和法—膜分离法	石灰中和工段中和槽 pH 控制范围 8~9, 膜分离工段超滤过滤精度为 0.01 μ m, 控制进水 pH 值约 6.5, 温度 35~40 $^{\circ}$ C, 进水阻垢剂保持在 1.5mg/L, 纳滤压力约为 6kg/cm ²	出水 pH7~9、总铅浓度小于 0.5mg/L、总砷浓度小于 0.3mg/L、总镉浓度小于 0.05 mg/L	废水处理污泥返火法冶炼	适用于再生铅冶炼过程中产生的酸性废水和初期雨水的处理
硫化-石灰中和法—膜分离法	硫化反应槽 pH 控制范围小于 2, 中和槽 pH 控制范围 2~3, 膜分离工段超滤过滤精度为 0.01 μ m, 控制进水 pH 值约 6.5, 温度 35~40 $^{\circ}$ C, 进水阻垢剂保持在 1.5mg/L, 纳滤压力约为 6kg/cm ²	出水 pH6~9、总铜浓度小于 0.5mg/L、总铅浓度小于 0.5mg/L、总砷浓度小于 0.3mg/L、总锌浓度小于 1.5mg/L、总镉浓度小于 0.05 mg/L、总汞浓度小于 0.03mg/L	硫化渣的主要成分为 CuS 和 As ₂ S ₃ , 属危险废物, 送有危险废物处置资质单位处理。石膏渣的主要成分为 CaSO ₄ , 可作为生产水泥的添加剂。硫化反应槽和硫化浓密机溢出的 H ₂ S 气体需采用 NaOH 溶液喷淋吸收, 生产的 Na ₂ S 溶液可用作硫化法处理废水的药剂	适用于废铅蓄电池废酸及再生铅冶炼过程中产生的酸性废水的处理

4.6 固体废物综合利用及处理处置可行技术

再生铅冶炼固体废物综合利用及处理处置可行技术见表 15。

表 15 再生铅冶炼固体废物综合利用及处理处置可行技术

固体废物种类	来源	处置方式
隔板	破碎分选工序	定期交由具有危险废物处置资质单位集中处置
硬橡胶和塑料	破碎分选工序	生产 PVC 板材或塑料制品
滤渣和净化渣	预脱硫工序	按危险废物处置
冶炼浮渣	熔炼炉	返回熔炼炉熔炼
水淬渣（渣中含铅量小于 2%）	熔炼炉	进行妥善贮存、处置和利用
脱铜渣	脱铜工序	返回熔炼炉熔炼
烟尘	熔炼炉、精炼炉	返回熔炼炉熔炼
含重金属污泥和废触媒	制酸工序	定期交由具有危险废物处置资质单位集中处置
浸出渣	湿法冶炼	返回熔炼炉熔炼
精炼渣	精炼工序	返回熔炼炉熔炼
脱硫石膏	尾气脱硫	综合回收利用
污水处理站污泥	污水处理站	综合回收或定期交由具有危险废物处置资质单位集中处置

4.7 技术应用中的注意事项

(1) 建立健全各项物料进出口记录、生产记录、设备运行记录及环境安全记录等和各种管理制度；

(2) 加强运行管理，建立岗位操作规程，制定应急预案，定期对员工进行技术培训和应急演练；

(3) 加强生产设备的使用、维护，以保证设备正常运行；

(4) 按要求设置污染源标志，重视污染物检测和计量管理工作，定期进行全厂物料平衡测试；

(5) 建立应急响应机制，对重大污染事件的发生具有相应的预案和补救措施，并配置报警系统和应急处理装置，做出及时、有效的反应；

(6) 除尘设备的进出口须设置温度、压力检测装置及含尘量检测孔。对于送制

酸的烟气，可在风机出口处设置流量和二氧化硫检测装置；

(7) 采用袋式除尘器或电除尘器时，应有防止烟气结露的可靠措施，如采取外保温措施，必要时可采取蒸汽保温或电加热保温；

(8) 对烟囱入口烟气的温度、压力、流量、含尘量、二氧化硫浓度进行定期、不定期监测或在线连续监测；

(9) 除尘系统应在负压下操作，以避免有害气体的溢出，排灰设备应密闭良好，以防止二次污染；

(10) 应对除尘设备的运行工况进行连续在线监测；

(11) 烟气脱硫系统的进出口应安装烟气连续监测系统；

(12) 废气净化设备的进出口须设置采样孔，对处理的废气进行定期的监测；

(13) 加强节水管理，并加强各类废水的处理和回用，根据用水水质要求进行分质分类管理，尽量减少排放；

(14) 废水管线和处理设施应定期维护并进行防渗处理，防止有害污染物污染地下水；

(15) 污酸、污水处理站应定期做如下常规检测：进出水流量、水质；污酸储槽、调节池、回水池、中和槽、氧化槽 pH，污酸储槽、各水池液位、固液分流后底流污泥含水率，硫化反应槽氧化还原电位、药剂投加量等；

(16) 对固体废物处置场渗滤液及其处理后的排放水、地下水、大气进行常规监测；

(17) 固体废物处置场使用单位应建立日常检查维护制度；

(18) 各类固体废物需分开堆存，暂存场都必须完成地面硬化以及具有防渗效果的排水沟及收集池，防止固体废物污染土壤，要加盖雨篷和围墙（高度不小于物料堆积高度的 1/4），防止雨水冲刷，确保污染物不扩散；

(19) 场内暂存危险废物应按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597）的要求进行建设，并在渣场外设置标识。暂存渣场的渣要及时清运，运渣车要加强管理，避免沿路洒漏；

(20) 降低噪声源：在满足工艺设计的前提下，尽可能选用低噪声设备；

(21) 在传播途径上控制噪声：在设计中，着重从消声、隔声、隔振、减振及吸声方面进行考虑，结合合理布置厂内设施、采取绿化等措施降低噪声；

(22) 设置隔声操作间、控制室等。在工段中设置必要的隔声操作间、控制室等，使室内噪声符合有关卫生标准。