

附件 3

《铝冶炼行业危险废物污染控制技术规范 (征求意见稿)》编制说明

《铝冶炼行业危险废物污染控制技术规范》编制组

2026 年 4 月

项目名称：铝冶炼行业危险废物污染控制技术规范

项目统一编号：2024-72

承担单位：中国环境科学研究院

生态环境部固体废物与化学品管理技术中心

中国有色金属工业协会

生态环境部环境标准研究所技术管理负责人：李琴

目 录

1 项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2 标准制订必要性分析	2
2.1 标准制订的法律法规依据	2
2.2 我国铝冶炼行业固体废物管理现状	2
2.3 我国当前环境管理中存在的问题	8
2.4 标准制订的必要性	9
3 国内外相关标准情况	9
3.1 国内相关法规标准	9
3.2 国外相关标准情况	11
4 标准制订的原则、方法和技术路线	11
4.1 总体原则	11
4.2 标准定位	12
4.3 制订方法	12
4.4 技术路线	12
5 标准主要技术内容及说明	13
5.1 标准结构框架	13
5.2 适用范围	14
5.3 规范性引用文件	14
5.4 术语和定义	14
5.5 总体要求	14
5.6 收集、贮存及运输过程污染控制技术研究	15
5.7 利用过程污染控制技术要求	15
5.8 处置过程污染控制技术要求	18
5.9 环境监测要求	18
5.10 其他环境管理要求	18
6 标准实施建议	18
6.1 实施本标准的环境及经济效益	18
6.2 实施本标准的建议	19

1 项目背景

1.1 任务来源

以习近平同志为核心的党中央高度重视生态文明建设和环境保护工作，党的十八大、十九大、二十大对生态文明建设和生态环境保护提出了一系列新理念、新要求和新目标。生态环境部积极贯彻党中央、国务院战略部署，把固体废物污染防治工作摆在了更加突出的位置，新出台和修订了一系列生态环境法律法规标准规范，规范固体废物的利用处置，防治环境污染，防控环境风险。

铝是继钢铁之后的第二大金属材料，铝在其生产和使用过程中不可避免地会产生固体废物，且成分复杂，数量庞大，涉及生产、加工、回收、再利用等各个环节。由于铝冶炼行业固体废物处理处置有一定的技术难度，当前的生态环境管理要求尚有一些模糊之处，各地在执行过程中遇到了一定的困难和障碍，在监管过程中也遇到了新的矛盾。

为了进一步贯彻落实党中央、国务院和生态环境部的一系列战略部署及法律法规要求，促进我国铝工业健康可持续发展，受生态环境部委托，中国环境科学研究院联合生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中国有色金属工业协会对铝行业铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣的产生特性、污染特性及利用处置技术情况进行研究，提出切实可行的管理解决方案，以帮助企业和各级政府解决面临的问题和困难。生态环境部于2024年下达《铝冶炼行业危险废物污染控制技术规范》（以下简称《规范》）标准编制任务，项目编号为2024-72，项目由中国环境科学研究院承担，生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中国有色金属工业协会作为协作单位参与标准编制。

1.2 工作过程

2024年，编制组走访调研了我国铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等固体废物的部分产生企业、利用处置企业，对国内外铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰处理处置现状进行了文献检索、资料整理，形成《规范》建议稿。

2025年2月，形成《规范》开题报告和文本草案。

2025年4月3日，通过生态环境部固体废物与化学品司组织的开题报告论证会。

2025年4月至9月，编制组根据开题论证会意见，进行了补充调研，进一步完善了术语和定义内容，完善了各类铝冶炼行业危险废物利用产物的污染控制技术要求。

2025年10月，形成《规范》征求意见稿初稿及编制说明，提请征求意见稿专家技术审查。

2025年10月15日，通过生态环境部固体废物与化学品司组织的征求意见稿专家技术审查会。

2025年10月至2026年3月，编制组针对征求意见稿技术审查会上专家提出的问题和建议，进行了进一步的补充调研，在此基础上，对标准文本和编制说明进行了修改完善，形成了征求意见稿及编制说明。

2026年3月20日，《规范》通过国家发展改革委宏观政策取向一致性评估，总体符合宏观政策取向。

2 标准制订必要性分析

2.1 标准制订的法律法规依据

《中华人民共和国生态环境法典》第四百七十二條规定，国务院生态环境主管部门会同有关部门根据国家生态环境质量标准和国家经济、技术条件，制定固体废物鉴别标准、鉴别程序、污染防治技术标准和工业固体废物中有毒有害物质含量控制标准。

本标准属于该条款中的固体废物污染防治技术标准。

2.2 我国铝冶炼行业固体废物管理现状

2.2.1 产生现状与危害

(1) 铝渣、铝灰、盐渣、除尘灰

铝渣为铝液生产、转移、精炼、合金化、铸造过程及重熔加工过程中，从铝熔体表面清理出的氧化物、渣滓或熔渣层，以及从熔炉或其他铝熔体容器底部、内壁清理出的渣滓。

铝渣的产生量与液态铝的生产量和加工量直接相关，原铝生产平均每吨液态铝产生15~30 kg 铝渣，半成品铸造平均每吨液态铝产生20~40kg 铝渣，再生铝生产平均每吨液态铝产生80~90 kg 铝渣。2024年我国金属铝产量约5000万t，包括约4000万t电解铝和约1000万t再生铝，据此测算，我国每年铝渣的产生量在300万t左右。

铝渣中含有金属铝、氧化铝、氮化铝，其中金属铝含量通常在40%以上，但不同来源铝渣的主要成分也有所区别。如铝液转移、铸造过程中温度相对较低，产生的铝渣中金属铝含量高而氮化铝含量低；再生铝生产、精炼、合金化过程中温度相对较高，通常伴有金属铝的燃烧，氮化铝、氧化铝含量相对较高。

根据行业细分领域的不同特点，铝渣从液态铝表面清理的方式主要有扒出、撇出、捞出等三种，清理出的铝渣分别称为扒渣、撇渣和捞渣。

熔炼（再生铝生产）过程使用的原料基本以消费后的旧废料为主，生产过程中需要加入造渣剂，因此铝渣产生量大且含铝量相对低，一般采用扒出的方式清理，行业俗称为扒渣。

重熔过程使用的原料基本以原铝和新废料（加工过程中产生的废铝）为主，铝渣产生量小且含铝量高，可采用扒出或刮出、撇出的方式清理，行业俗称为撇渣。

铸造行业一般采用坩埚式机边炉，原料以重熔锭和新废料为主，铝渣中金属铝含量最高，可达90%以上，铝渣一般采用捞出的方式清理，行业俗称为捞渣。

捞渣可以作为再生铝原料直接进行熔炼生产液态铝，扒渣、撇渣则主要通过两种工艺回收金属铝，一是将铝渣加热到金属铝熔化状态后回收液态铝的热回收工艺，二是以破碎、研磨（球磨）、筛分等工艺为主的冷回收工艺。

铝灰是对铝渣进行破碎、研磨（球磨）、筛分、热回收等操作过程中，回收金属铝后剩余的细灰部分，其中对铝灰再次研磨、筛分后剩余的部分又称二次铝灰。铝灰的主要成分是氧化铝、氮化铝和少量金属铝（10%左右），我国每年铝灰的产生量在150万~200万t。

盐渣是利用盐熔剂对铝渣采用保护性提铝后的熔渣，经冷却、破碎、筛分等进一步提铝后剩余的残留物，主要成分是盐熔剂、氧化铝、氮化铝和少量金属铝。盐渣工艺是欧洲铝工

业铝渣处理的主要技术路线,在我国目前有个别项目采用这种方式,但尚未大规模推广应用。

铝渣、铝灰、盐渣均伴随金属铝生产、加工过程产生,其分布与金属铝生产、加工行业的分布基本一致,主要省份有重庆、河北、河南、山东、浙江、云南、四川、广东、新疆等。

除尘灰是液态铝生产、加工过程及铝渣、铝灰、盐渣利用处置过程烟气处理集(除)尘装置收集的粉尘。

铝渣、铝灰、盐渣和除尘灰均为《国家危险废物名录(2025年版)》列出的危险废物,废物类别为HW48,代码为321-024-48、321-026-48、321-034-48,危险特性为反应性、毒性。反应性来源于这些固体废物中的金属铝和氮化铝、碳化铝等,金属铝、碳化铝遇水反应分别生成易燃气体氢气、甲烷,氮化铝遇水反应生成有毒气体氨气。毒性主要来源于氟化物和重金属。

(2) 炭渣、大修渣

炭渣是电解铝生产过程中炭素阳极由于表面剥落、开裂落入电解池,经捞取产生的渣。

大修渣指电解铝的电解槽维修及更换阴极、内衬过程中产生的废渣,主要包括炭质废渣(石墨阴极炭块、捣打料等)和铝硅质废渣(防渗浇注料、陶瓷纤维、隔热耐火砖、干式防渗料、硅酸盖板等)等。

炭渣、大修渣均产生于电解槽。炭渣主要是炭素阳极不均匀燃烧、选择性氧化,以及铝液和电解质的侵蚀、冲刷等原因导致从阳极脱落进入熔盐电解质中的炭质残渣,为保证铝电解生产过程正常进行,必须定期打捞。炭渣的主要成分是以冰晶石(Na_3AlF_6)为主的钠铝氟化物、 Al_2O_3 和炭等。大修渣是铝电解槽在运行一段时间后,随着电解质和铝液不断侵蚀渗入,需要对电解槽进行停槽大修,更换下的废旧阴极材料和耐火保温材料。通常5~8年对电解槽进行一次大修,一台电解槽大修后约产生100t大修渣,其中炭质部分(炭素材料)占比约50%,主要成分为阴极炭块、氟化盐、碳化铝以及铝合金;铝硅质部分(耐火保温材料)占比约40%,主要成分为氧化铝、氧化硅、氧化钙以及氟化盐等。

2024年我国电解铝产量约4000万t,大修渣产生量约100万t,炭渣产生量约30万t。

现代电解铝工业生产中,均使用冰晶石-氧化铝融盐电解法生产原铝,以氧化铝为原料,冰晶石为溶剂。电解铝为高耗能产业,由于我国西部地区煤炭、天然气、水力资源丰富,电力成本相对较低,近年来电解铝生产重心已逐渐转移至西南、西北地区,青海、内蒙古、云南、甘肃、宁夏、贵州、新疆、四川等西部省(自治区)电解铝产量已占全国总产量的50%以上,也是炭渣、大修渣的主要产生地区。

炭渣(危废代码321-025-48)和大修渣(危废代码321-023-48)都是《国家危险废物名录(2025年版)》列出的危险废物,危险特性均为毒性。

炭渣在打捞过程中不可避免地要同时打捞起电解槽中的电解质和氧化铝,因此炭渣的主要成分是冰晶石、 Al_2O_3 和炭等,其中氟化物含量约占60%,因此炭渣的毒性主要是氟化物。

大修渣的毒性包括氟化物和氰化物,其中氟化物同样来源于残留的电解质,氰化物主要是在电解过程中氮气和电极发生反应生成。

2.2.2 利用处置技术现状

(1) 铝渣利用处置技术现状

铝液熔铸过程产生的金属铝含量在 90%以上的捞渣，可以直接入炉熔化作为再生铝原料使用。其他铝渣中金属铝含量在 40%以上，通常首先采用热回收或冷回收方式对金属铝进行回收利用，剩余部分（铝灰）中金属铝含量通常在 10%~20%，可经过冷回收方式进一步富集，最后将残留灰（二次铝灰）进一步利用处置。

①炒灰法

炒灰是我国铝工业企业历史上曾普遍采用的热回收方法，其具体过程是：将刚刚清理出的铝渣趁热放置在一个倾斜的铁锅中，利用铁锹或机械进行翻炒，借助铝氧化放热使铝灰的温度升高至金属铝熔点以上，由于铝熔体颗粒与铝灰的湿润性不好，在翻炒的过程中铝熔体逐渐汇集到铁锅的底部，然后用钢勺将其舀出或机械转移并铸成铝锭。在炒灰过程中，要适量加入一些打渣剂，主要成分是氯化钠、氯化钾、氯化锌、氟化铝、氟化钠等，以利于铝熔体颗粒的流动和快速积聚，提高铝的回收率。炒灰是一种比较原始的方法，操作简单，因为是敞开式作业，会产生并释放大量的灰尘、烟雾，近年来已被主流企业弃用。

②回转窑法

回转窑处理铝灰的基本原理与炒灰一样，只是设备不同。回转窑是一个有一定倾斜度的圆筒，内衬为耐火材料，配备机械传动系统。处理铝灰渣时，回转窑持续旋转，同时一台叉车绑着一个钢耙沿着窑皮底部来回搅动，生成的液态铝因其自身的重力和流动性，汇集到回转窑底部，适当时倾斜回转窑将铝液排出。

③倾动旋转炉法

倾动旋转炉法也是一种热回收工艺，与炒灰法和回转窑法相比，倾动旋转炉法主要区别是炉内保持正压减少吸入空气，升温是通过烧嘴主动加热而不是依靠铝氧化放热，加上盐熔剂的保护，在一定程度上降低了金属铝的氧化，减少了金属铝的烧失。

④磨碎筛分法

随着对生态环境、“双碳”战略目标的重视，以研磨、筛分为主要工艺的冷回收法逐渐成为主流方法，该方法主要利用了金属铝的韧性，在研磨过程中，铝粒互相粘连在一起，氧化铝、氮化铝则会被磨碎，从而形成尺寸大小不同的部分，通过筛分即可将金属铝与氧化铝、氮化铝等分开，该工艺方法成熟，设备简单可靠，但回收的金属铝中杂质含量较高，仍需进入再生铝厂进行加工处理。

除回收金属铝外，近年来部分企业借鉴日本的做法，将铝渣与石灰进行压球后用作炼钢辅料，铝渣中的金属铝可起到脱氧剂的作用，氧化铝、氮化铝与石灰在钢炉中可反应生成钢铁行业常用的造渣剂铝酸钙，但有些铝渣中氮元素含量过高会影响钢的品质，因此限制了这种方法的推广。

(2) 铝灰利用处置技术现状

铝灰是铝渣回收金属铝后的产物，其组成成分类型与铝渣接近，但金属铝含量通常低至 10%以下，同时氧化铝、氮化铝含量及有毒有害物质含量升高。此外，与金属铝回收工艺相关，有些铝灰中含有盐熔剂成分。铝灰中的有效成分主要是铝元素，其资源化利用也通常围

绕铝元素展开。

①高温烧结法回收氧化铝

山西某公司利用氧化铝厂现有熟料窑，将铝灰掺入低品位铝土矿中进行协同资源化利用。

生产工艺基本流程为：将铝灰以固定比例掺入到品位较低的铝矿石中，与石灰石、碱粉、煤等磨成生料浆，生料浆由高压离心泵从窑尾经喷枪雾化后喷入熟料窑内，烧成熟料。高温熟料经冷却后，破碎到合乎要求的粒度后用碱液在湿磨内进行粉磨溶出，溶出后的粗液送拜耳法溶出系统与溶出液合流进行氢氧化铝、氧化铝的生产，未溶解的部分则成为赤泥。

通过高温烧结法回收铝灰中的活性铝元素并返回到氧化铝、电解铝生产工艺流程中，利用现有生产项目实现了铝灰中铝元素的回收，不需要新增建设项目和污染物治理设施，但也有一些局限性，一是技术适用性不强，只能用于氧化铝厂；二是掺加比例有限，目前掺加比例低于 2%；三是铝灰中的氟化物大部分进入赤泥中，可能会增加赤泥的环境风险。

②碱性浸出-高温烧结联用技术回收氧化铝

云南某公司开发了碱性浸出-高温烧结联用技术以回收铝灰中的氧化铝，该技术为“一段活性溶出+二段熟料烧结溶出”的两步法，比直接高温烧结技术增加了一段活性溶出（即碱性浸出）步骤。

一段活性溶出主要目的是回收铝灰中的活性铝元素，利用强碱性溶液（NaOH）对铝灰进行常压溶出，铝灰中的金属铝、氮化铝和活性氧化铝与 NaOH 反应生成铝酸钠。

液相部分为铝酸钠溶液，进入后续氧化铝生产工序；溶出过程中会有氨气、氢气逸出，以工业新水吸收氨气制备氨水送氨法脱硫系统，氢气送拜耳法焙烧炉，与煤气混合后作为焙烧炉的燃料；固相部分进入后续二段熟料烧结工序。

与前述山西某公司的烧结工艺不同，云南某公司本部分的烧结为直接添加纯碱、石灰石进行烧结，而不是掺入到低品位铝土矿中。烧结过程中的烟气通过除尘器和脱氮脱硫系统后排出，烧结后的熟料再经过破碎溶出得到最终产物赤泥，溶出液与一段溶出液一起进入氧化铝拜耳法生产线再利用。

通过两步法回收铝灰中的活性铝元素并返回到氧化铝、电解铝生产工艺流程中，同样实现了铝灰中铝元素的回收并在铝工业中循环利用，但也存在一些局限性，一是技术适用性不强，只能用于氧化铝厂；二是需新建专用的碱法浸出项目；三是铝灰中的氟化物大部分进入赤泥中，可能会增加赤泥的环境风险。

③生产铝酸盐

铝灰可用作生产铝酸盐的原料，如金属冶炼过程中常用的造渣剂铝酸钙、水泥速凝剂铝酸钠等。

铝酸盐生产工艺相对成熟，通常根据目标产物将铝灰与石灰石、碳酸钠等原料按照固定的比例混匀后在一定的温度条件下焙烧即可。根据不同的目标产物，烧结工艺也有所区别，比如山西某公司在 1000℃左右温度条件下烧结 1 小时生产铝酸钠，河北某公司在 1200℃左右温度条件下烧结 1.5 小时生产烧结型铝酸钙，广东某公司在 1500℃左右温度条件下生产预熔型铝酸钙。

与回收氧化铝并用于电解铝生产过程相比，铝酸盐的用途更为广泛，但从环境风险角度，也存在一定的问题，一是脱离了铝工业范围，部分应用领域（如铝酸钙用作钢厂造渣剂）没

有特征污染物（如氟化物）污染控制要求；二是有些生产企业未进行浸出处理，需关注反应性危险特性的去除效果。

④生产净水剂

随着生态环境工作的开展，水处理剂市场规模日益增大，聚合氯化铝是最常用的净水剂之一，铝灰及其资源化产物可作为铝元素的来源，与盐酸发生反应生产聚合氯化铝产品。

江西某公司用铝灰生成聚合氯化铝的工艺分为两个阶段，先采用碱性浸出工艺对铝灰进行处理，回收处理过程中产生的氨气、氢气，浸出液经除氟处理后回用，固相部分进入后续反应工序；固相进入聚合反应池，与盐酸、水按一定比例在合适的温度下反应，再经粗沉、熟化、压滤、干燥后制得聚合氯化铝产品。

铝灰生产聚合氯化铝过程中，通过浸出工序一方面消除铝灰的反应性，同时也将可溶性氟化物溶出并进行处理，但也存在一些问题，一是氟化物的去除是在碱性条件下，但后续工序用强酸进行处理，仍会有部分氟化物进入聚合氯化铝产品中；二是生产过程中没有去除重金属；三是生产的净水剂产品去向难以控制，有进入生活用水的可能性。

⑤转化普通耐火熟料

部分企业仅对铝灰进行消除反应性处理，即仅通过高温处理或浸出处理以消除铝灰的反应性，产物以高铝料的名义由其他单位进行利用处置。

消除反应性工艺更为简单，目标明确，但由于并未去除铝灰中的氟化物、重金属等有毒有害物质，且不能确定后续去向，处理效果难以评估，有一定的风险不可控性。

（3）盐渣利用处置技术现状

盐渣技术路线来源于欧洲，是在铝渣产生时直接使用压机将铝渣压实，与空气隔绝防止氧化烧损，然后在旋转炉中再将压实的铝渣在盐熔剂的保护下将金属铝提取出来，剩下的残余物即为盐渣。

目前国内成套的盐渣技术路线仅在河南某公司进行了应用。相比于炒灰，盐渣路线的优点突出，一方面利用大量盐熔剂将铝渣和空气隔绝，从而减少了铝渣中的金属铝在冷却过程中的烧损，提高了金属铝的回收率；另一方面基本实现了对盐渣的全量化利用，针对盐渣主要组分（铝、氧化铝、氮化铝和盐等）的不同特性，经过破碎筛分、溶解浸出、气体回收、固液分离、烘干结晶等，实现金属铝、氨气、氢气、甲烷、盐熔剂和惰性氧化铝等全组分的分类回收利用。盐渣路线的主要局限性在于需要完全重新建设生产项目，一次性投资成本高，需要有一定规模的回收处理量。

（4）炭渣利用处置技术现状

炭渣中主要包括炭、电解质和少量氧化铝，目前主要利用方式为通过湿法或火法工艺回收电解质，残炭粉或炭泥进行协同焚烧处理；另外炭渣目前也用于钢铁冶炼企业，代替萤石作为炼钢辅料进行资源化利用。

①湿法浮选提取再生电解质

炭渣湿法综合利用技术是利用炭渣中物质不同成分的物理和化学性质差异，通过浮选处理，使炭渣中的含氟物质和炭等得到回收和循环利用。典型的工艺为：炭渣加水磨细至一定浓度和粒度，加入浮选药剂搅拌处理，然后进入浮选机并导入空气形成气泡。炭粉随气泡上

浮至矿浆上面形成泡沫刮出，电解质自浮选槽底排出，从而实现炭渣中炭粉与电解质分离的目的。分离出的炭粉经烘干后返回企业炭素车间或进入燃煤锅炉进行协同处置利用，电解质经烘干后返回电解槽使用。

②火法再生电解质

炭渣焙烧工艺的基本原理是炭渣在一定温度下焙烧，使炭渣中的碳、氢等可燃物充分燃烧，所得剩余产物即为电解质（再生冰晶石），从而实现炭渣中电解质与碳分离的目的。工艺流程主要包括磨料、焙烧、冷却等工序，焙烧工序一般集氧化燃烧、催化转化、气化除杂、调质均化、烟气处理于一体，加热方式采用电或燃气等。

（5）大修渣利用处置技术现状

①回收电解质

云南某公司开发了湿法回收电解质的工艺，可同时回收炭渣、大修渣中的电解质。大修渣、炭渣按设定比例掺配后，经过碱浸出、氧化除氟，再经铝盐酸浸，酸碱浸出液中和，实现氟化物、氟化物的无害化和资源化，生产再生氟化铝、再生冰晶石、芒硝等。

②炭质废渣生产石墨化产品

将大修渣炭质部分破碎、烘干后进入高温连续石墨化炉，炭质材料与电解质组分有效分离。炭质部分经历石墨化相变，排出气化杂质后转化为石墨碎，可作为电解铝阴极的生产原料使用；氟化物挥发后再回收生产再生电解质。

③铝硅质废渣生产建材

将铝硅质材料破碎研磨成粉，加入反应槽，向反应槽加入除氟剂、固氟剂和调节剂进行破氟固氟无害化处理，再经脱盐后可作为原料用于生产建材。

④提锂

我国北方产的铝土矿中含有微量的锂元素，在电解铝生产过程中，随着氧化铝的消耗，锂元素在电解槽中富集，大部分赋存在电解质中，少量进入电解槽表层。近年来，随着电动车的发展，锂盐需求量激增，一些企业开发了从大修渣中提锂的技术，并同时对其他组分进行分质回收。

从大修渣中提锂有一些限制条件，一是对氧化铝中锂含量有要求，国内通常来说北方的铝土矿中含有锂，而南方的矿中不含；二是根据大修渣的资源化特性，提锂工序通常需要在氟盐、炭质废渣得到分类利用之后，因此在分类利用工艺设计时需对提锂工序进行同步设计；三是提锂通常属于化工生产过程，工艺相对较为复杂，经济可行性受锂价的影响大。

⑤水泥窑协同处置

目前，我国水泥窑协同处置危险废物技术较为成熟，相关标准体系也较为完善，硅、铝均为水泥中的有益元素，因此部分地区采用水泥窑协同处置铝灰、大修渣。

水泥窑协同处置固体废物相关标准规范中尚无针对氟化物的控制指标，氟化物负面影响的研究也相对欠缺，需在实施过程中重点关注氟化物的环境风险。

2.2.3 利用处置过程污染物排放控制情况

当前，铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣利用处置技术类型主要包括：

1) 浮选、研磨筛分等常温物理处理工艺。

- 2) 浸出、酸解等常温或低温化学处理工艺。
- 3) 中高温烧结工艺。
- 4) 高温熔融工艺。
- 5) 超高温石墨化工艺。
- 6) 水泥窑协同处置工艺。

相关的污染物排放标准中有《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)、《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB 9078—1996)、《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)、《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)、《铝工业污染物排放标准》(GB 25465—2010)、《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573—2015)、《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB 31574—2015)等相关国家标准,对利用处置过程中的大气污染物(颗粒物、氟化物、二氧化硫、氮氧化物、氨、氯化氢等)、水污染物(氟化物、重金属等)进行管控,但目前尚没有针对反应性的污染控制标准,同时现有标准、规范中也没有针对污染物的去除、固化、稳定化等处理要求。

2.3 我国当前环境管理中存在的问题

2.3.1 标准体系不健全制约铝冶炼行业发展

目前我国还未制定铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣等铝冶炼行业危险废物利用处置相关污染控制标准、规范,标准体系尚不健全。《固体废物鉴别标准 通则》(GB 34330—2025)对利用固体废物生产的产物规定了属性鉴别的情形,作为产品的应“符合国家污染控制标准规定的含量限值,或技术规范所规定的技术要求”,由于缺少废物利用处置各个环节的特征污染物控制指标、技术要求,导致综合利用产品难以进入正规渠道销售,一些企业经工程试验后较成熟的利用技术难以推广应用,一定程度上遏制了企业投资研发的积极性,影响了铝冶炼行业的绿色发展。

2.3.2 各地认知差异导致管理尺度不统一

铝渣、铝灰、盐渣虽然被列入《国家危险废物名录》,但由于历史原因,各地的管理方式和管理尺度有所不同。《国家危险废物名录(2016年版)》中对铝渣、铝灰的描述不太符合我国铝冶炼行业的实际情况,一些地区对这些危险废物的危害认识不足,并未按照危险废物进行管理。《国家危险废物名录(2021年版)》对铝渣、铝灰的描述进行了修改完善,但将从铝渣、铝灰、盐渣中提铝列入了豁免条款,导致部分地区大量出现“作坊”式提铝,这些企业普遍设备简陋、生态环境保护和污染防治意识差。《国家危险废物名录(2025年版)》删除了从铝渣、铝灰、盐渣中提铝的豁免条款,加严了管理要求。因此,一些地区近年来对铝渣、铝灰、盐渣的管理经历了一般工业固体废物、危险废物的豁免管理、危险废物等多种管理方式,部分管理部门在管理转变的过程中应对不足。

2.3.3 利用处置水平不高导致环境风险隐患突出

铝冶炼行业危险废物来源广泛、产生量大、种类性质差异较大,对利用的技术水平要求相对较高。根据危险废物转移申报登记数据,近三年(2022年至2024年),大修渣、炭渣、原生铝相关铝灰渣、再生铝相关铝灰渣的利用率分别约为34%、72%、75%、78%,其中铝

灰渣的数据以产生铝渣的企业为主，铝灰的利用处置情况不掌握。当前，我国的大修渣中可利用物主要是废电解质和阴极炭块，剩余硅铝质材料大多进行填埋处置。炭渣、铝灰渣的利用率与其资源化属性相比，仍然偏低。近年来，大修渣、铝灰非法填埋、倾倒等环境事件时有发生。

2.4 标准制订的必要性

2.4.1 铝冶炼及相关行业企业健康发展的需求

在我国铝冶炼行业蓬勃发展的同时，生产过程产生的铝灰渣、炭渣、大修渣等危险废物数量巨大、成分复杂，危险废物的利用处置成为行业发展的关键影响因素之一。本标准编制过程中对现有危险废物利用处置技术进行了全面调研、梳理，对利用处置过程中存在的问题和解决办法进行了研究分析，提出了针对性的污染控制要求，将有助于资源化利用产物的市场推广和应用，从而促进相关危险废物的利用处置，保障铝冶炼及相关行业的健康发展。

2.4.2 完善我国铝冶炼行业废物管理体系的需求

本标准编制过程中，对铝灰渣、炭渣、大修渣等危险废物的危险特性、资源化属性等进行了全面调研，识别了利用处置过程中的环境风险点，提出了应对措施和技术要求，将有助于地方管理部门更好地认识相关危险废物的环境危害，统一管理尺度和管理要求。

2.4.3 促进资源节约降低环境风险的需求

铝渣含有大量的金属铝，炭渣、大修渣含有大量的电解质和石墨，均具有一定的经济价值。当前铝灰渣、炭渣、大修渣的资源化利用技术水平仍相对较低，铝渣提铝过程中金属铝的烧损较高，炭渣、大修渣资源化利用过程中再生电解质的品质相对较差，炭质部分资源化产物的去向受限较多。本标准以行业中技术水平相对较高的企业为参考，提出了资源化利用过程中对有毒有害物质的控制技术和要求，将有利于引导相关企业采取更有效的方式提升技术水平、优化工艺流程、提高资源化能力，同时降低不当利用处置过程的环境风险。

3 国内外相关标准情况

3.1 国内相关法规标准

3.1.1 法规

铝渣、铝灰、盐渣、大修渣、炭渣均为《国家危险废物名录（2025年版）》列出的危险废物，属于HW48有色金属冶炼废物。铝渣、铝灰、盐渣的废物代码为321-024-48、321-026-48，危险特性为反应性、毒性；炭渣的废物代码为321-025-48，危险特性为毒性；大修渣的废物代码为321-023-48，危险特性为毒性。

作为危险废物，适用的法规还有《危险废物经营许可证管理办法》《危险废物转移管理办法》等法规制度。

3.1.2 生态环境相关标准、技术规范

①排放标准

相关行业排放标准较齐全,但针对本规范相关危险废物中特征污染物和危险特性的要求相对不足。相关标准除《污水综合排放标准》(GB 8978)、《大气污染物综合排放标准》(GB 16297)、《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597)、《危险废物填埋污染控制标准》(GB 18598)、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599)等通用标准之外,还有《铝工业污染物排放标准》(GB 25465)、《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB 31574)、《工业窑炉大气污染物排放标准》(GB 9078)、《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573)等适用于本标准涉及的利用处置技术路线的标准。

《铝工业污染物排放标准》(GB 25465)规定了铝工业企业生产过程中水污染物和大气污染物排放限值、监测和监控要求。

《再生铜、铝、铅、锌工业污染物排放标准》(GB 31574)规定了再生有色金属(铜、铝、铅、锌)工业企业生产过程中水污染物和大气污染物排放限值、监测和监控要求,对重点区域规定了水污染物和大气污染物特别排放限值。

《工业窑炉大气污染物排放标准》(GB 9078)规定了工业炉窑烟尘、生产性粉尘、有害污染物的最高允许排放浓度、烟气黑度的排放限值,适用于除炼焦炉、焚烧炉、水泥厂以外使用固体、液体、气体燃料和电加热的工业窑炉。

《无机化学工业污染物排放标准》(GB 31573)规定了无机酸、碱、盐、氧化物、氢氧化物、过氧化物及单质工业企业(除硫酸、盐酸、硝酸、烧碱、纯碱、电石、无机磷、无机涂料和颜料、磷肥、氮肥和钾肥、氢氧化钾等无机化学产品及有色金属工业外)水和大气污染物的排放限值、监测和监督管理要求。

②鉴别标准和监测标准

《固体废物鉴别标准 通则》(GB 34330)可用于对铝渣、铝灰、盐渣、大修渣、炭渣的利用产物进行是否属于固体废物的鉴别。属于固体废物的,可依据《危险废物鉴别标准》(GB 5085)和《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298)进行是否属于危险废物的鉴别。

铝渣、铝灰、盐渣、大修渣、炭渣涉及反应性和毒性两种危险特性,其中反应性可依据《危险废物鉴别标准 反应性鉴别》(GB 5085.5)进行鉴别和检测,毒性主要涉及重金属、氟化物、氰化物,均有现行有效的检测方法标准。

③地方标准

青海省电解铝产能位居全国第三,大修渣、炭渣和铝灰渣等危险废物产生量较大。2025年,青海省发布《电解铝行业大修渣和炭渣利用污染控制技术规范》《铝灰渣资源化利用污染控制技术规范》2项地方标准,从收集、贮存、运输污染控制、综合利用污染控制技术、环境和污染物监测、环境管理等方面提出了污染控制要求,规范指导省内大修渣、炭渣、铝灰渣资源化利用和污染防治。

3.1.3 其他标准

工业和信息化部发布了部分与铝渣、铝灰、盐渣、大修渣、炭渣及其利用产物相关的标准,如《炼钢用增碳剂》(YB/T 192)、《炼钢用预熔型铝酸钙》(YB/T 4265)、《石墨化增碳剂》(YB/T 4403)、《冶金用钢渣促进剂》(YB/T 4703)、《高铝矾土熟料》(YB/T 5179)、《铝及铝合金用熔剂》(YS/T 491)、《铝渣》(YS/T 1177)、《铝电解阳极炭渣资源化利用规范》(YS/T 1400)、《铝电解废耐火材料资源化利用规范》(YS/T 1420)等,这些标准侧重于利用产物的

质量控制要求，基本不涉及污染物的控制。

此外，近年来，还有一些单位和社会团体组织制定并出台了相关的团体标准，如中国金属学会发布的《特殊钢冶炼用二次铝灰制预熔型铝酸钙》（T/CSM-GM97）、《二次铝灰制备预熔型铝酸钙技术规范》（T/CSM-GM98），广东省循环经济和资源综合利用协会发布的《铝灰湿法资源化利用技术规范》（T/GDACERCU 0020）等。

3.2 国外相关标准情况

日本在上世纪 60 年代就开始研究铝渣的资源化运用方向和技术，2015 年，日本工业标准与铝业协会（JAA）和日本标准协会（JSA）共同制定了《炼铁用铝渣》（JIS G2402: 2015），内容与我国行业标准 YB/T 4703 类似，其应用场景与本标准中铝渣生产炼钢促进剂技术路线一致。

欧盟的金属铝生产大多采用了旋转炉加盐熔化铝渣技术，产生盐渣而不产生铝渣，通过《垃圾填埋指令》（1999/31/EC）、《关于废物的框架指令》（2008/98/EC）等禁止了盐渣的填埋，在《有色金属行业最佳可用技术（BAT）》中提出了盐渣的回收利用技术要求。本标准对盐渣技术回收金属铝过程中的污染控制技术要求参考了欧盟的部分内容。

印度是世界第四大铝生产国，2019 年，印度中央邦污染控制委员会对铝渣铝灰协同处理和安全处置提出严格要求，制定了《利用铝渣及其残余物生产金属铝和氧化铝块》《利用铝渣残余物生产铝酸钙（合成炉渣）》对铝灰渣的利用过程进行了规范。本标准中铝渣生产炼钢促进剂、铝灰用于生产炼钢用铝酸钙过程中的污染控制技术要求参考了印度上述标准的部分内容。

土耳其于 2014 年制定了《用于钢铁工业的铝基助熔剂》（TSE-TS 13644），规定了铝渣用于钢铁工业的相关要求。本标准中铝灰用于生产炼钢用铝酸钙过程中的污染控制技术要求参考了该标准的部分内容。

美国环保署自 1996 年起明确禁止直接填埋或露天堆放大修渣等铝电解废物，要求所有电解铝厂都需要对其进行适当的处理，并于 2000 年发布了《大修渣最佳可行性技术文件》，其中特别提出了针对氟化物和氰化物的处理技术及要求。本标准中大修渣综合利用技术路线参考了该技术文件的部分内容。

国际铝业协会于 2020 年发布了《大修渣可持续管理导则》，提出了大修渣管理及利用处置的相关要求。本标准中大修渣综合利用技术路线参考了该技术文件的部分内容。

4 标准制订的原则、方法和技术路线

4.1 总体原则

本标准制订工作遵循以下原则：

（1）科学合理原则：贯彻习近平生态文明思想，坚持问题导向、目标导向、结果导向，注重相关措施的合规、科学、合理性。

（2）“三化”原则：充分调研铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣的产生特性、污染特性和利用处置特性，优先减量化，促进资源化，保证无害化。

（3）注重实效原则：研究目前铝冶炼行业危险废物管理中存在的关键问题，系统梳理

现有标准与法规政策体系，做好相互衔接，力争实现协同高效。

(4) 技术适宜原则：借鉴国外经验，结合我国铝冶炼行业和相关危险废物利用处置现状，选择适宜的利用处置技术路线，提出相应的污染控制技术要求。

4.2 标准定位

本标准依据《中华人民共和国生态环境法典》等法律法规制定。本标准弥补了铝冶炼及相关行业产生的铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣等危险废物在无害化处理和资源化利用过程中环境监管的空白，强化了相关危险废物利用处置过程的污染控制技术要求，可以为利用处置行业提供技术指引，为环境管理部门提供管理依据。

4.3 制订方法

编制组采用资料调研、现场调查和专家咨询等相结合的方法制订本标准。

(1) 文献调研

通过查阅相关资料，对美国、欧洲等主要发达国家铝灰渣、炭渣、大修渣处理技术与政策进行收集和归纳整理，充分了解国外相关危险废物的主要处理处置技术路线、方法、污染控制要求、环境管理要求等。

(2) 现场调查

通过调研走访的方式，与国内铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣处理及利用处置企业进行充分的沟通交流，切实掌握生产处理、利用处置工作中存在的问题和难点。通过采样检测、风险评估等方法对相关问题、难点开展研究分析，识别利用处置过程中的主要环境风险和污染途径，提出污染控制的可行性技术方案和关键技术要点。

(3) 专家研讨

制定标准过程中，通过专家研讨会确定研究的内容、方法和技术路线，并定期邀请相关政府管理人员、企业代表等召开阶段性专家研讨会，吸收专家针对制定过程中存在问题的建议并不断完善，确保标准的研究更具科学性。

4.4 技术路线

本标准制订技术路线图如下图所示。

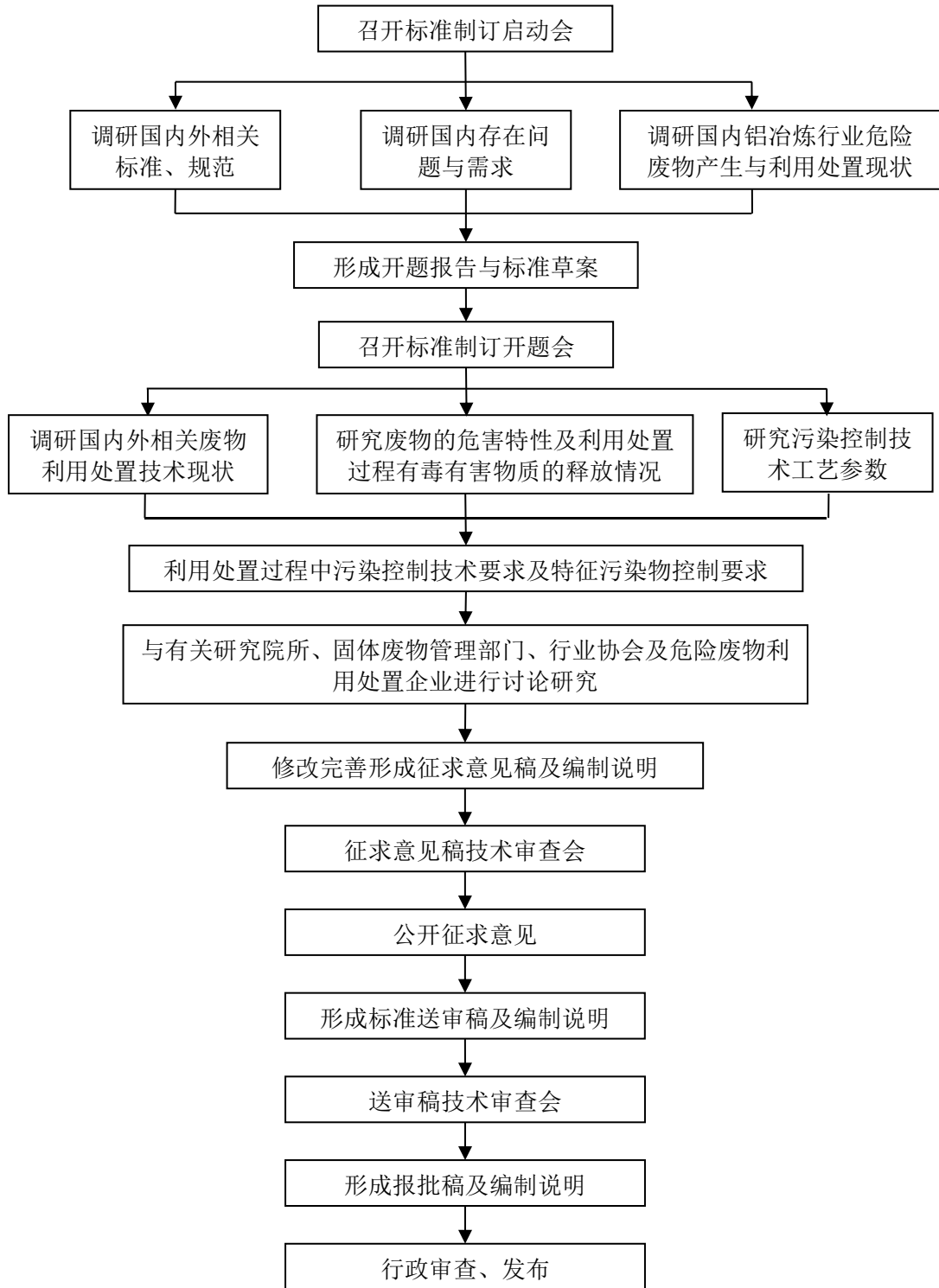


图 1 标准制订技术路线图

5 标准主要技术内容及说明

5.1 标准结构框架

本标准内容结构包括：

- (1) 适用范围

- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 总体要求
- (5) 收集、贮存及运输过程污染控制技术要求
- (6) 利用过程污染控制技术要求
- (7) 处置过程污染控制技术要求
- (8) 环境监测要求
- (9) 其他环境管理要求

5.2 适用范围

本章节界定了本标准的适用范围。

本标准规定了铝冶炼及相关行业产生的铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰在收集、贮存、运输、利用处置过程中的污染控制及管理要求。

本标准适用于铝冶炼及相关行业产生的铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰在收集、贮存、运输、利用处置过程中的污染控制以及相关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、清洁生产审核、排污许可证申领、危险废物许可证申领等。

5.3 规范性引用文件

本章节共列举了本标准引用的全部 17 个规范性引用文件,包括 14 个国家标准和 3 个生态环境行业标准,这些标准的有关条文通过引用成为本标准的组成部分。

5.4 术语和定义

本章节为执行本标准制定的专门术语,参照国家相关法规、标准,对容易引起歧义的名词进行了定义。具体包括:铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰。

3.1 铝渣的定义参考了《铝及铝合金术语 第 4 部分:回收铝》(GB/T 8005.4—2022),编制组根据《国家危险废物名录(2025 年版)》的描述及调研情况进行了改写。

3.2 铝灰的定义参考了《国家危险废物名录(2025 年版)》的描述,编制组根据调研情况给出。

3.3 盐渣的定义参考了欧盟《有色金属行业最佳可用技术(BAT)》。

3.4 炭渣的定义参考了《铝电解阳极炭渣资源化利用规范》(YS/T 1400—2020)。

3.5 大修渣的定义参考了《电解铝行业大修渣和炭渣利用污染控制技术规范》(DB 63/T 2389—2024)。

3.6 除尘灰的定义参考了《国家危险废物名录(2025 年版)》的描述,编制组根据调研情况给出。

5.5 总体要求

本部分规定了铝冶炼危险废物污染控制的总体技术要求。

4.1 条基于“减量化”原则,要求相关企业应采取必要的措施促进炭渣、大修渣、铝渣、铝灰、盐渣的源头减量。

4.2 条基于“资源化”原则，要求相关企业应根据危险废物的来源、主要成分和污染特征选择使用的利用技术，给出了资源化利用产物作为产品出厂时的要求。根据 GB 34330，本标准给出了铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣的部分利用过程中的污染控制技术要求，本标准中未给出的，仍可依据 GB 34330 及相关标准确定利用产物的环境管理属性。

4.3 条基于“无害化”原则，针对铝灰渣、盐渣的反应性危险特性，要求相关企业应采取必要的措施监控并及时处理易燃气体、有毒有害气体的释放和泄漏。

4.4 条是为了保持与相关法规和制度协调一致，提出了产生、收集、贮存、运输、处理、利用处置过程涉及的安全生产、职业健康、交通运输、消防等，应符合国家和地方相关法律法规及标准的规定。

5.6 收集、贮存及运输过程污染控制技术研究

本部分规定了铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等危险废物贮存、运输过程的污染控制技术要求。

5.1 条是原则性要求，上述固体废物均为危险废物，因此收集、贮存、转移过程均应符合危险废物相关标准要求。

5.2 条针对铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等危险废物的特点和危害特征，如颗粒细、反应性、浸出毒性等，提出了干燥运输、规范包装等技术要求。

5.7 利用过程污染控制技术要求

本部分规定了铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等危险废物利用过程的污染控制技术要求。

5.7.1 铝渣回收金属铝污染控制技术要求

6.1 部分规定了铝渣回收金属铝的污染控制技术要求。

6.1.1 条体现了“减量化”原则，根据调研发现的铝渣产生过程金属铝烧损较大的情况，提出了应提高除渣效率的要求，同时可选择压实封渣、隔离空气等技术降低金属铝的烧损。

6.1.2 条根据我国铝渣产生及利用现状，给出了回收金属铝的几种方式，金属铝含量高的铝渣可以直接作为再生铝原料使用，金属铝含量相对较低的可采用热回收或冷回收工艺。

6.1.3 条根据调研发现的热回收过程金属铝烧损较大的情况，要求相关企业应优化工艺流程，降低金属铝的烧损。

6.1.4 条对热回收过程中的辅料使用提出了要求。热回收过程通常需要加盐，加盐的比例约为 10%~15%，为与盐渣利用技术的适用范围有所区分，根据调研情况，同时参考欧盟《有色金属行业最佳可用技术(BAT)》，规定了盐熔剂使用量超过 20%时应按盐渣进行管理。

6.1.5 条规定了冷回收过程的技术要求。研磨、筛分回收铝颗粒为主要目标产物，含铝量高的铝颗粒可作为再生铝熔炼炉的原料使用，根据调研情况，同时参考印度《利用铝渣及其残余物生产金属铝和氧化铝块》(规定 2 mm 以上可以回炉)，提出了“粒径大于等于 2 mm 的可作为中间产物送再生铝生产企业作为原料使用”。

6.1.6 条规定了回收金属铝过程应执行的排放标准，回收金属铝属于再生铝生产，因此应执行 GB 31574。

5.7.2 铝渣生产炼钢促进剂污染控制技术要求

6.2 部分规定了铝渣生产炼钢促进剂过程的污染控制技术要求。将铝渣与石灰压球作为炼钢促进剂是当前国内外普遍存在的一种做法，金属铝可起到脱氧剂作用，氧化铝与氧化钙在钢炉中可反应生成常用的造渣剂铝酸钙。

6.2.1 条规定了原料要求，考虑到副产石灰中污染物的赋存状态千差万别，本条款要求应使用正常生产的石灰产品。如生产过程中必须使用副产石灰，可根据 GB 34330 对产物的属性进行鉴别。

6.2.2 条对铝渣用于生产炼钢促进剂时的特征危害成分进行了规定。除电渣冶金设施外，炼钢行业其他设施均无氟化物排放控制要求，因此根据炼钢促进剂的使用量、烟气量、氟化物的挥发情况，计算了混合物中氟化物含量限值。氮元素对钢水的质量有影响，但不同类型的钢水影响也有所区别，因此，提出供需双方应协商确定氮元素的含量。

6.2.3 条根据炼钢促进剂的生产过程，重点强调了应防水、防潮，以减少氨气的产生。

6.2.4 条规定了生产炼钢促进剂过程应执行的排放标准，目前尚无专用标准，因此应执行 GB 16297，GB 16297 中没有的指标氨气应执行 GB 14554。

5.7.3 铝灰生产炼钢用铝酸钙污染控制技术要求

6.3 部分规定了铝灰生产炼钢用铝酸钙时的污染控制技术要求。

6.3.1 条规定了原料要求，考虑到副产石灰中污染物的赋存状态千差万别，本条款要求应使用正常生产的石灰产品。如生产过程中必须使用副产石灰，可根据 GB 34330 对产物的属性进行鉴别。

6.3.2 条根据原料的特点，提出了粉尘的污染控制技术要求。

6.3.3 条同样考虑到氟化物的环境风险，根据铝酸钙的使用量、烟气量、氟化物的挥发情况，计算了混合物中氟化物含量限值。

6.3.4 条的目的是去除氮化铝，氮化铝的分解温度约为 1150℃。

6.3.5 条规定了生产铝酸钙过程应执行的排放标准，焙烧过程符合工业窑炉的特征，因此应执行 GB 9078，GB 9078 中没有的指标执行 GB 16297。

5.7.4 铝灰生产水处理剂污染控制技术要求

6.4 部分规定了铝灰生产水处理剂聚合氯化铝时的污染控制技术要求。

6.4.1 条规定了用铝灰或铝灰资源化产物生产的聚合氯化铝的使用范围，可用于生产工业废水、生活污水及污泥的处理，不得用于自来水等清洁水体处理。

6.4.2 条规定了原料要求。盐酸要求使用正常生产的产品。调研过程发现，一些生产企业对于氟化物有去除措施，但对于重金属基本没有控制，因此提出优先选用来自电解铝液熔铸、电解铝锭重熔过程产生的重金属含量低的铝灰。同时也对使用其他来源铝灰时提出了技术要求，即应不具有毒性物质含量超标的危险特性。

6.4.3 条根据生产工艺过程，强调了易燃气体、有毒有害气体的收集和处理要求。

6.4.4 条对特征污染物提出了控制要求。现有聚合氯化铝产品标准中没有氟化物的指标，编制组根据水处理过程中聚合氯化铝的使用场景和使用情况，同时参考产品标准中其他有毒有害物质的限值确定方法，通过计算给出了氟化物的控制要求。

6.4.5 条规定了生产聚合氯化铝过程应执行的排放标准，生产过程符合无机化学工业的特征，因此应执行 GB 31573。

5.7.5 铝灰回收电解铝用氧化铝污染控制技术要求

6.5 部分规定了铝灰回收电解铝用氧化铝过程的污染控制技术要求。

6.5.1 条根据调研情况，给出了现有的使用铝灰生产电解铝用氧化铝的技术。

6.5.2 条针对铝灰中的特征污染物提出了控制要求。试验结果显示，利用氧化铝熟料窑协同处理铝灰时，氟化物主要进入到熟料并最终大部分进入赤泥中，因此可能会造成赤泥中氟化物的浸出毒性超过 GB 5085.3 限值。根据赤泥产生量及赤泥中氟化物的分配和浸出情况等试验结果，计算得出了入窑物料中氟化物的控制要求。

6.5.3 条对浸出过程提出了工艺优化的要求，以确保铝灰中氮化铝、碳化铝的分解率，同时强调了浸出过程中产生的氨气和易燃气体应进行收集并分别回收利用。

6.5.4 条规定了生产氧化铝过程应执行的排放标准，生产过程符合铝工业的特征，因此应执行 GB 25465，GB 25465 中没有的指标氨气应执行 GB 14554。为进一步防控长期生产过程中氟化物的环境风险，提出了对赤泥进行定期监测的要求。

5.7.6 铝灰生产铝酸钠速凝剂污染控制技术要求

6.6 部分规定了铝灰用于生产铝酸钠速凝剂过程的污染控制技术要求。

6.6.1 条规定了产物的成分特征和用途。

6.6.2 条根据原料的特点，提出了粉尘的污染控制技术要求。

6.6.3 条针对铝灰中的特征污染物提出了控制要求。水泥窑协同处置固体废物相关标准中对重金属有控制要求，本标准根据速凝剂生产工艺特点及水泥窑协同处置固体废物相关标准的方法学，计算得出了入窑物料中氟化物的控制要求。

6.6.4 条规定了生产铝酸钠过程应执行的排放标准，生产过程符合无机化学工业的特征，因此应执行 GB 31573。

5.7.7 盐渣技术回收金属铝污染控制技术要求

6.7 部分规定了盐渣技术回收金属铝过程的污染控制技术要求。

6.7.1 条给出了盐渣技术的主要工艺环节，提出了对金属铝、氨气、氢气、甲烷、盐熔剂等组分分别进行回收利用的原则要求。

6.7.2 条根据生产工艺特点，提出了粉尘的污染控制技术要求。

6.7.3 条对浸出过程提出了工艺优化的要求，以确保盐渣中氮化铝、碳化铝的分解率，同时强调了浸出过程中产生的氨气和易燃气体应进行收集并分别回收利用。

6.7.4 条规定了盐渣技术生产过程应执行的排放标准。破碎、研磨、筛分过程符合再生铝生产的特征，应执行 GB 31574。

5.7.8 炭渣综合利用污染控制技术要求

6.8 部分规定了炭渣综合利用过程的污染控制技术要求。

6.8.1 条规定了炭渣综合利用的技术特点和产物的用途。

6.8.2 条根据生产工艺特点，提出了粉尘的污染控制技术要求。

6.8.3 条规定了火法回收电解质过程应执行的排放标准，电解铝企业自行利用时应执行铝工业排放标准 GB 25465，其他利用处置企业应执行 GB 31573。

6.8.4 条规定了浮选过程废水的循环利用和排放要求，浮选的目的是生产氟盐，生产工艺特点符合无机化学工业的特征，应执行 GB 31573。

5.7.9 大修渣综合利用污染控制技术要求

6.9 部分规定了大修渣综合利用过程的污染控制技术要求。

6.9.1 条提出了大修渣中炭质部分、铝硅质部分、废电解质分类处理的基本原则。

6.9.2 条针对阴极炭块提出了单独收集处理的要求，规定了利用方式。

6.9.3 条提出了其他部分的分类回收方式。

6.9.4 条根据生产工艺特点，提出了粉尘的污染控制技术要求。

6.9.5 条提出了生产废水循环利用的要求。

6.9.6 条规定了大修渣综合利用过程应执行的排放标准，生产工艺特点符合无机化学工业的特征，因此应执行 GB 31573。

5.8 处置过程污染控制技术要求

本部分主要与危险废物鉴别标准、危险废物填埋污染控制标准等标准进行了衔接。

7.1 条衔接了 GB 5085.7—2019 中的 6.1，仅具有反应性的危险废物，利用过程和处置后产生的固体废物，经鉴别不再具有危险特性的，不属于危险废物。

7.2 条衔接了 GB 5085.7—2019 中的 6.2，除国家有关法规、标准另有规定的外，具有毒性危险特性的危险废物处置后产生的固体废物，仍属于危险废物。

5.9 环境监测要求

8.1 条提出了利用企业在制定监测方案时应纳入本标准相关条款的要求，对利用过程中有毒有害物质进行监测。

8.2 条参考 HJ 1091 提出了铝灰生产水处理剂过程中对原料铝灰中有毒有害元素的监测频次和聚合液中氟化物的监测频次。

8.3 条参考 HJ 1091 提出了铝灰回收氧化铝过程中赤泥中氟化物浸出毒性的监测频次。

5.10 其他环境管理要求

9.1 条强调了应急预案中应着重考虑铝渣、铝灰、盐渣等危险废物的反应性危害特性，防控突发环境事件风险。

9.2 条针对使用铝灰或铝灰资源化产物生产水处理剂的企业，提出了水处理剂产品流转及使用过程的跟踪记录要求，避免被用于自来水等清洁水体处理。

6 标准实施建议

6.1 实施本标准的环境及经济效益

本标准规定了铝冶炼及相关行业产生的铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等危险废物在收集、贮存、运输、利用处置过程中的污染控制技术要求，以及环境监测和环境管

理要求，可作为与这些危险废物的贮存、运输、利用处置等有关建设项目的环境影响评价、环境保护设施设计、竣工环境保护验收、排污许可管理、清洁生产审核、危险废物许可证申领等的技术依据。

铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰是金属铝生产、加工过程中产生的危险废物，具有毒性、反应性危险特性，因其本身的复杂性和管理原因，资源化利用途径受限较多，近年来非法掩埋、倾倒事件时有发生，严重影响了铝冶炼及相关行业的健康发展。标准制订过程中，对国内外上述危险废物的产生及利用处置现状进行了充分调研，从源头减量、鼓励资源化利用、全过程无害化控制等方面提出了相对成熟、可靠的技术要求，同时针对当前环境管理中存在的问题提出了具体措施。

本标准的实施，将有助于引导企业采取更有效的方式提升技术水平、优化工艺流程、提高资源化能力，推广资源化利用产物，从而促进相关危险废物的利用处置，降低不当利用处置过程的环境风险，保障铝冶炼及相关行业的健康发展，具有显著的环境效益、经济效益和社会效益。

6.2 实施本标准的建议

铝渣、铝灰、盐渣、炭渣、大修渣、除尘灰等危险废物的危害特征、资源化特征均突出，当前各地的利用技术水平差异较大，环境管理要求也有差异。对于铝灰渣等来源分散、产生单位数量巨大、利用途径明确的危险废物，建议地方管理部门加强区域之间的合作交流，充分发挥市场调节作用，促进利用技术水平和能力不断提高。