

附件 3

稀土冶炼行业污染防治可行技术指南 (征求意见稿)

编制说明

项目名称：稀土冶炼行业污染防治可行技术指南

项目统一编号：5.3.2

承担单位：北京有色金属研究总院

有研稀土新材料股份有限公司

稀土材料国家工程研究中心

主要起草人：黄小卫、龙志奇、王春梅、冯宗玉、崔大立、张永奇、于瀛、王良士、杨桂林、彭新林、候永可、王猛、黄莉、徐旻、岳梅、郝红蕊

项目管理负责单位及负责人：中国环境科学研究院 何连生

环保部科技标准司项目管理人：许丹宇

目 录

1 任务来源	1
2 指南编制的必要性和意义	1
3 指南编制的原则、方法和技术依据	4
3.1 编制原则	4
3.2 编制依据	5
3.3 技术路线	6
4 指南编制过程	7
4.1 资料查阅和调研	7
4.2 完成指南初稿	8
5 关于生产工艺、污染源及备选技术	9
5.1 生产工艺及污染源	9
5.2 备选技术	9
6 可行技术的确定原则和评估、筛选方法	9
6.1 可行技术的确定原则	10
6.2 可行技术的筛选方法	11
7 指南主要内容	11
8 指南应用范围	11
9 指南与其它政策文件的关系	12
10 指南中有关问题的必要说明	12

稀土冶炼行业污染防治可行技术指南

编制说明

1 任务来源

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》，加快建设环境技术管理体系，确保环境管理目标的技术可达性和增强环境管理决策的科学性，提供环境管理政策制定和实施的技术支持，引导污染防治技术的发展，根据《国家环境技术管理体系建设规划》，环境保护部组织制定污染防治技术政策、污染防治可行技术指南、环境工程技术规范等系列技术指导文件。为了能够更好地为污染防治和保护环境提供技术支撑，国家环境保护部委托北京有色金属研究总院稀土材料国家工程研究中心编制《稀土冶炼行业污染防治可行技术指南》。

2 指南编制的必要性和意义

近年来，随着经济的高速增长，我国稀土冶炼行业进入了高速发展阶段。稀土冶炼企业多达百家，稀土矿产品产量由 2000 年的 7.3 万吨，增加至 2009 年的 12.94 万吨，翻了将近一番，约占世界的 95%；目前我国已经一跃成为世界上最大的稀土生产大国。

高速增长稀土产品产量在带来经济效益的同时，也给环境带来了严重的污染。目前，稀土冶炼企业环保方面整体投入不足，新的技术还未在行业内完全推广开来，环境污染问题十分突出。主要体现在：

(1) 氨氮废水排放的问题

氨氮废水的产生主要有两个方面：一是萃取分离过程中，氨水（或液氨）皂化有机相产生的氨氮废水。每分离 1 吨南方稀土氧化物需消耗 1~1.2 吨液氨；每分离 1 吨包头轻稀土氧化物消耗 0.6 吨液氨。按照每年分离 12 万吨 REO 计，皂化共消耗液氨 9 万多吨，产生氨氮 9~10 万吨。二是碳铵沉淀过程带来的氨氮废水，每沉淀 1 吨 REO，消耗碳酸氢铵 1.6 吨，而每年用于转型和轻稀土产品沉淀共需碳酸氢铵 20 多万吨，产生氨氮 5 万多吨，每年稀土分离过程产生 15 万吨氨氮。“十一五”期间，部分企业采用碳酸钠代替碳酸氢铵沉淀技术，或采用液碱皂化或新开发的非皂化、钙皂化工艺，使整个行业氨氮产生量减少三分之一左右，但氨氮排放问题依然没能彻底解决。

(2) 含氟废水排放问题

包头矿硫酸焙烧过程中产生的含氟和含硫氧化物废气通过喷淋以气生水的方式进入废水中，四川矿氧化焙烧盐酸处理工艺中，形成大量含氟碱性废水，目前，这类废水主要采用简单的石灰中和处理方法进行处理，由于设施不完善，工艺和投料控制不完善，造成部分含氟废水超标排放。

(3) 含氟和硫氧废气产生问题

目前，每处理 1 吨包头稀土矿（REO 计）产生约 60000m³ 的焙烧废气，其中含氟化物 160 公斤、SO₂ 和硫酸雾 800 公斤，一般采用三级碱液喷淋的方法吸收，所产生的废水呈酸性，采用石灰中和处理；目前国内初级原料的稀土生产企业，对焙烧废气的治理大多采用这种三级喷淋净化的方法，部分污染物排放指标尚不能达到目前 GB9078—1996《工业炉窑大气污染物排放标准》和 GB16297—1996《大气污染物综合排放标准》新污染源二级。此外，以各类稀土金属及合金年产量 3 万吨计算，稀土电解每年排放 1200 吨氟化物的废气，部分企业存在直接排放或简单处理不能达标排放的问题。

(4) 放射性废渣的排放和二次污染问题

稀土矿中总是伴生放射性钍，其中包头稀土矿处理过程中放射性废渣问题最为突出，目前，每处理 1 吨包头稀土矿（REO 计），产生 1.5 吨左右含放射性钍的废渣，总比放活度 2.1×10^5 Bq/kg，属于 I 级低放废物，需建坝堆放。包头地区每年约产生 5 万吨放射性废渣，甘肃稀土公司每年产生 1 万多吨水浸渣。包头市部分企业把水浸渣放进永久性放射渣库堆存，有的企业和废水直接排入包钢尾矿坝，有的企业把水浸渣用水冲入排水沟渗入地下和排向黄河。甘肃稀土公司把水浸渣和废水一起排入自备尾矿坝，有的企业把放射性废渣任意堆存，无任何防护措施，对地表水体和周围环境，造成了不同程度的放射性污染。

国务院总理温家宝在 2011 年 2 月 16 日主持召开国务院常务会议指出，稀土是不可再生的重要战略资源，在新能源、新材料、节能环保、航空航天、电子信息等领域的应用日益广泛。经过多年发展，我国稀土开采、冶炼分离和应用技术研发取得较大进步，产业规模不断扩大。但稀土行业发展中仍存在非法开采屡禁不止，冶炼分离产能扩张过快，生态环境破坏和资源浪费严重，高端应用研发滞后，出口秩序较为混乱等问题，严重影响行业健康发展。会议强调，必须加快转

变稀土行业发展方式，提升开采、冶炼和应用的技术水平，坚持保护环境和节约资源，坚持控制总量和优化存量，坚持统筹国内国际两个市场、两种资源，积极开展国际合作，力争用 5 年左右时间，形成合理开发、有序生产、高效利用、技术先进、集约发展的稀土行业持续健康发展格局。加快稀土关键应用技术研发和产业化，引导和组织稀土生产应用企业、研发机构和高等院校，大力开发深加工和综合利用技术，推动具有自主知识产权的科技成果产业化，为发展战略性新兴产业提供支撑。

2011 年 5 月 19 日，《国务院关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见（国发〔2011〕12 号）》中更进一步明确提出促进稀土行业持续健康发展的基本原则是“坚持保护环境和节约资源，对稀土资源实施更为严格的保护性开采政策和生态环境保护标准，尽快完善稀土管理法律法规，依法打击各类违法违规行为；坚持控制总量和优化存量，加快实施大企业大集团战略，积极推进技术创新，提升开采、冶炼和应用技术水平，淘汰落后产能，进一步提高稀土行业集中度；坚持统筹国内国际两个市场、两种资源，积极开展国际合作；坚持与地方经济社会发展相协调，正确处理局部与整体、当前与长远的关系。”并提出“鼓励企业利用原地浸矿、无氨氮冶炼分离、联动萃取分离等先进技术进行技术改造。加快淘汰池浸开采、氨皂化分离等落后生产工艺和生产线。发展循环经济，加强尾矿资源和稀土产品的回收再利用，提高稀土资源采收率和综合利用水平，降低能耗物耗，减少环境污染。支持企业将技术改造与兼并重组、淘汰落后产能相结合，加快推进技术进步。”，以及“严格稀土行业准入管理。对稀土资源实施更为严格的保护性开采政策和生态环境保护标准，严把行业和环境准入关。加快制定和完善稀土开采及生产标准，明确稀土矿山和冶炼分离企业的产品质量、工艺装备、生产规模、能源消耗、资源综合利用、环境保护、清洁生产、安全生产和社会责任等方面的准入要求。实施严格的环境准入制度，严格执行《稀土工业污染物排放标准》，制定稀土行业环境风险评估制度。”。

本指南是环境保护部开展环境技术管理体系建设、展开行业环境技术管理体系建设和完善工作，开展行业污染防治可行技术指南工作中的一部分。编制本指南的主要目的是帮助企业选择合理的污染防治技术，为稀土冶炼行业全面提升环

境保护水平、实现节能减排目标提供技术支撑，为环境技术管理体系的进一步完善提供技术保障。

本指南编制的意义：

(1) 保证稀土冶炼企业的可持续发展。稀土冶炼企业应对环境污染进行综合防治，而污染治理技术是综合防治的关键。污染综合防治技术实际上是生产全过程中清洁生产及污染物末端治理技术的合理整合，即通过先进可行的环保技术、节能技术、生产工艺的合理配置和资源的合理利用，实现稀土冶炼的可持续发展、三废治理，只有采用可行技术，才能取得最佳效果。

(2) 实现节能减排目标。国务院为实现节能减排目标对污染防治技术管理提出了更高要求，《节能减排综合性工作方案》明确提出：“十一五”主要污染物排放量要减少10%，城市污水处理率不低于70%，固废综合利用率达到60%以上。加强污染防治技术管理是实现节能减排目标的重要保障，污染防治可行技术指南的编制是加强污染防治技术管理的重要内容。可行技术指南对稀土冶炼行业实现总量控制和污染物消减目标、消除和减轻环境污染具有重要意义。

(3) 循环经济的主要特征是废物的减量化、资源化和无害化。资源节约和有效利用，以减少资源投入，实现废物减量化，对废物进行综合利用达到资源化和循环利用。稀土冶炼生产过程中污染物种类较多，筛选和评估对污染物减排和治理技术队稀土冶炼工艺可持续发展，加快循环经济发展，实现总量控制和污染物消减目标、消除和减轻环境污染具有重要意义。

(4) 2011年1月24日发布的《稀土工业污染物排放标准》对污染物排放指标更加严格，要达到标准规定的排放指标，需要有相对应的污染综合防治技术做支撑。

(5) 促进行业污染防治技术的推广应用和发展。通过技术筛选和评估，淘汰不能保证污染物排放达标的污染防治技术，淘汰落后的生产工艺，鼓励采用推荐的污染防治可行技术，使先进成熟、污染物排放达标可行的污染防治技术得到推广应用。

3 指南编制的原则、方法和技术依据

3.1 编制原则

(1) 立足我国实际，与国际接轨

充分借鉴发达国家污染防治管理体系的成功经验，并结合我国实际情况，编制适合我国国情的稀土冶炼行业污染防治可行技术指南。

(2) 科学性与实用性相结合

总结我国稀土冶炼行业主流工艺，分析产污的主要环节及污染物排放节点，分析稀土冶炼行业主要污染物及特征污染物，总结在生产中得到应用的先进污染治理技术以及尚处在工业化试验阶段的污染治理新技术，筛选确定不同条件下的稀土冶炼行业污染防治可行技术，使指南具有较强的科学性、指导性和可操作性。

(3) 以国家环保技术政策为依据

在污染物末端治理、清洁生产、发展循环经济和节能减排实施中，国家制订了一系列技术政策，是制订污染防治可行技术指南的重要参考。

(4) 确保污染物排放达标和清洁生产达标

污染防治可行技术的设定、筛选和评估应满足排放达标和清洁生产达标的要求。

3.2 编制依据

本指南是根据下列有关行业生产和环境保护的法律、法规和技术政策等制订的：

- (1) 中华人民共和国环境保护法；
- (2) 中华人民共和国环境影响评价法；
- (3) 中华人民共和国大气污染防治法；
- (4) 中华人民共和国水污染防治法；
- (5) 中华人民共和国放射性污染防治法；
- (6) 中华人民共和国固体废物污染环境防治法；
- (7) 中华人民共和国环境噪声污染防治法；
- (8) 中华人民共和国清洁生产促进法；
- (9) 中华人民共和国循环经济促进法；
- (10) 中华人民共和国节约能源法；
- (11) 稀土工业污染物排放标准；
- (12) 污水综合排放标准；
- (13) 环境空气质量标准；

- (14) 大气污染物综合排放标准；
- (15) 工业窑炉大气污染物排放标准
- (16) 一般工业固体废物贮存、处理场污染控制标准；
- (17) 全国生态环境保护纲要；
- (18) 国家环境技术管理体系建设规划。

3.3 技术路线

主要研究路线为：编制工作计划及编制大纲—国内外资料调研—典型稀土冶炼行业生产工艺污染防治技术现场考察—召开座谈研讨会—调研数据、资料汇总和分析—编制指南初稿—经反复论证形成指南征求意见稿。具体工作步骤为：

(1) 项目研究采用的方法为国内外资料调研和专家会议、生产企业函调、现场调研相结合的方式，对稀土冶炼行业生产工艺水平、资源能源利用水平、污染物产生指标、废物回收利用指标、污染防治技术类型、处理效果、经济性和环境管理水平等进行调查，并进行技术使用性和经济性比较分析；

(2) 项目承担单位组织国内外有关专家座谈研讨；

(3) 对资料调研、函调、现场调研、专家会议结果进行综合评价分析，依靠系统科学的分析方法筛选确定不同条件下的稀土冶炼行业污染防治可行技术，形成指南初稿；

(4) 对指南初稿进行反复论证后提出征求意见稿。

本指南编制工作程序如下图 3.1 所示。

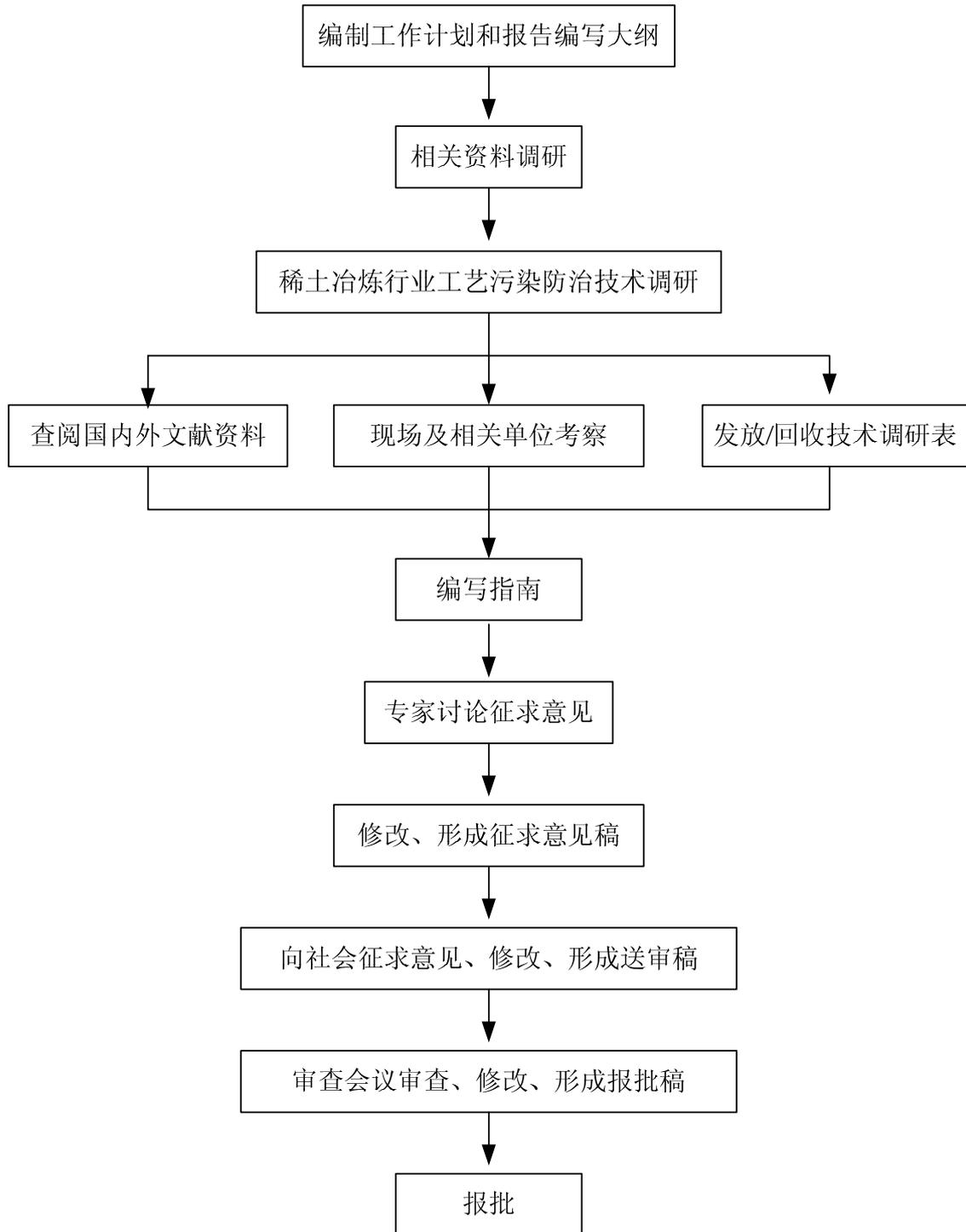


图 3.1 指南编制工作程序示意图

4 指南编制过程

4.1 资料查阅和调研

(1) 收集国内外有关指南编制的资料；检索国内外最新发布的相关技术指

南和指南，对有关的内容进行学习，消化吸收；对编制的指南体例及内容进行研究，确定指南编写大纲。

(2) 2010年6月~2011年3月，对稀土冶炼企业生产工艺及污染防治情况进行调研。目前大量开采的稀土矿床主要有包头混合型稀土矿、以江西和广东为代表的离子型稀土矿、以四川冕宁为代表的氟碳铈矿等。其中，包头混合型稀土矿年产量占50%以上，氟碳铈矿和离子型稀土矿年产量占25%左右。现有稀土冶炼企业100多家，随着国家一系列政策的出台以及市场竞争的加剧，小型企业将逐步被整合、淘汰，预测到2015年稀土冶炼分离企业将减少到20家，因此将调研重点集中在相对技术水平比较高、排污处理设施较为完善的大中型稀土冶炼生产企业；

(3) 调研采取函调、电话咨询、现场考察、专家咨询相结合的方式；

(4) 调研内容为稀土冶炼生产工艺流程，资源、能源消耗、产量、产品及污染物产生情况、污染防治技术、效果、经济性等相关技术数据。

4.2 完成指南初稿

1. 2010年6月~2012年3月完成指南初稿，项目组主要工作过程为：

- (1) 整理并分析核对调研资料，组织编写人员编写指南初稿；
- (2) 内部自查：编制单位内部讨论，整理讨论意见；
- (3) 编制组修改、完善指南初稿。

2. 2012年3月9日召开了专家征求意见会。与会专家就“稀土冶炼行业污染防治可行技术指南”初稿中的内容进行详细讨论，并提出了宝贵意见，我们在专家意见的基础上进行了修改和完善。

3. 2012年4月18日在环保部会议室召开开题论证会。与会专家就“稀土冶炼行业污染防治可行技术指南”开题论证稿进行了详细讨论，并提出了宝贵意见。

4. 2013年6月13日，课题组人员在北京有色金属研究总院稀土材料国家工程研究中心会议室再次召开了专家征求意见会，对已经形成的《可行技术指南》及其编制说明征求意见稿进行逐条讨论，会后，课题组人员根据参会专家意见又进行了细致的修改，形成了征求意见稿。

5 关于生产工艺、污染源及备选技术

5.1 生产工艺及污染源

由于我国稀土精矿种类不同，稀土冶炼企业的生产工艺流程及产污情况差异显著，因此本指南对不同稀土精矿的冶炼工艺流程进行了较为全面的介绍，并给出了现阶段我国稀土冶炼企业不同种类稀土精矿处理的生产工艺流程及污染物产生环节示意图，便于指南按照污染物种类有针对性的提出污染防治备选技术。

另外，本指南还对现阶段我国稀土冶炼企业冶炼生产中存在的一些难点及尚待解决的主要环境问题进行了介绍，以便在指南应用过程中引起使用人员的足够重视。

5.2 备选技术

本指南提供的备选技术，均为目前国内稀土冶炼企业在生产实践中已有使用，技术成熟可靠，治理效果基本在国内平均水平以上、且基本能够达到国内现行污染物排放标准要求的技术。

在编制过程中，全面检索、收集了国内外有关资料，主要包括：国内外环境政策和方针、可参考的可行技术范本、《稀土工业污染物排放标准》（及《编制说明》）、《工业污染物产排污系数手册》、稀土冶炼技术管理规程以及相关专著和论文、必要的专题研究和技术交流研讨材料等等。展开了广泛的企业实际情况调研，对四川盛和稀土、甘肃稀土、江苏国盛稀土、乐山有研稀土、常熟稀土等稀土冶炼企业进行了实地调研和考察，基本掌握了企业生产工艺、环保治理技术和管理措施等实际情况，同时向有代表性的稀土冶炼企业发放稀土冶炼行业污染防治技术调研表，以获取企业生产过程中的第一手材料。对调研和实地考察情况进行了全面分析、整理，根据稀土冶炼工艺过程可能产生的污染物情况及其危害程度，考虑多数企业环保治理现状（目前所采取的防治技术所能达到的环境绩效），在广泛参阅国内外现有政策、规范和标准及有关污染防治技术资料，对主要问题和疑难问题进行了反复的研讨和论证的基础上，确定稀土冶炼行业污染防治备选技术。

6 可行技术的确定原则和评估、筛选方法

通过稀土冶炼企业生产现状、污染防治技术的调研等工作，掌握现有稀土冶炼企业生产规模、工艺流程、资源能源消耗、产排污情况、污染防治技术、运行

管理措施等信息，在对污染防治技术的特点、经济效益、社会效益等方面进行数学模型分析和专家评估综合分析的基础上，确定稀土冶炼行业污染防治可行技术体系。

6.1 可行技术的确定原则

（1）综合防治原则

本指南根据清洁生产与循环经济的理念和指导思想，确定稀土冶炼行业的污染防治应尽量从源头控制，采用以防为主，防治结合的原则，实施全过程清洁生产，实现从源头上减少污染物的产生，从而降低和减轻污染物末端治理的压力，提高环境污染防治和管理水平。

（2）全过程管理原则

本指南始终体现全过程控制和管理的原则，规定了从源头到末端治理全过程的污染防治可行技术及其环境管理实践要求，从而实现对环境的高水平整体保护。

（3）因地制宜的原则

我国稀土资源丰富，但是分布不均，因此在选择可行技术时，紧密结合了稀土冶炼企业当地的地域条件、资源条件等具体情况，因地制宜地选择污染防治的可行技术。

（4）节能减排的原则

根据国务院颁布的《国家环境保护“十一五”规划》以及《节能减排综合性工作方案》的指导思想和方针，稀土冶炼技术的选择和管理也应全面体现节能减排的原则。

（5）循环经济的原则

本指南对稀土冶炼工艺及污染防治技术都做了概要性的描述，并对其环境效果、二次污染、经济成本以及综合利用途径等做了详细分析，目的在于通过技术的环境效果和经济分析，确定可行技术，促进产业循环经济发展，提高产业经济效益。

本指南没有将所有的稀土冶炼工艺污染防治技术编制进来，主要是基于以下两点考虑：

一是选取的技术必须环保、可行，且体现指南编制的总体原则；

二是编入本指南中的技术充分考虑目前的状况和世界发展的趋势。

本指南针对不同处理技术做了概要性的描述，并对不同工艺的环境效益、运行数据等做了简要分析，目的在于通过技术的环境问题和消耗等，确定可行污染防治技术。

6.2 可行技术的筛选方法

采用数学模型和专家评分相结合的方法对稀土冶炼行业污染防治技术指标体系进行综合评分，然后根据综合评分结果进行对各项技术进行筛选。设置三级指标体系表，主要分资源消耗、能源消耗、污染物排放、经济成本四大方面，依据数学模型公式和专家打分相结合的方法确定权重，然后对各项技术进行综合评分、筛选，最终确定本指南推荐的可行性技术。

7 指南主要内容

本指南的内容共六部分（不包括前言）。

前言：介绍指南的定位、制定部门和起草单位、发布、实施日期等信息；

1. 总则：介绍指南的适用范围、术语及定义；

2. 生产工艺及污染物排放：简要描述目前我国稀土冶炼行业生产工艺状况，主要污染物的产生、排放和控制措施；

3. 生产工艺污染预防技术：主要阐述资源能源消耗少，生产流程简短，污染物排放少或者无污染物排放，技术经济水平高及环境效益好的冶炼工艺；

4. 生产工艺污染治理技术：包括废气治理技术、废水治理技术、固体废物治理技术和噪声治理技术；

5. 污染防治可行技术：在上述内容的基础上，根据国家有关政策、法规，及清洁生产和循环经济理念，在满足环保排放标准要求的基础上，瞄准先进、高效、经济和高水平，确定并推荐若干项污染防治可行技术，同时给出了污染防治可行技术工艺组成图。

6. 工艺污染防治新技术动态：介绍了现阶段正处于研究或试验阶段、有着良好发展前景的新的技术原理、设计构思、工艺装备及管理理念等。

8 指南应用范围

本指南制定的宗旨是为稀土冶炼行业相关管理人员选择可行技术提供参考，便于控制稀土冶炼行业生产过程中的环境污染和实行有效的环境管理，达到环境

保护的目。本指南的核心内容，是为稀土冶炼企业的管理者、技术人员等提供可以实现稀土冶炼生产污染物减排和有效治理的技术，以及技术应用过程中防止污染和二次污染问题的适当措施，在安全、环保的原则下，实现污染物减排及能源和资源循环利用；通过实行稀土冶炼行业工艺污染防治环境管理，提高管理者和技术人员的管理和操作水平。

本指南适用于现有稀土冶炼企业，不包括稀土采矿、选矿企业。

本指南也为稀土冶炼生产企业选择污染防治可行技术提供参考，同时为行业相关管理部门、环境保护相关管理部门在环境影响评价、工程设计、工程施工、竣工验收以及运营管理等环节提供技术依据。

（1）规划阶段

本指南为规划管理部门对稀土冶炼企业实行统筹规划、建设计划、选址和确定技术路线时提供依据。

（2）立项审批阶段

本指南规定了稀土冶炼行业从生产工艺到末端治理全过程污染防治可行技术，为用户和相关管理部门在环境影响评价报告编制和审批等方面提供技术依据，以便选择适当的污染防治可行技术。

（3）设计施工阶段

本指南为设计和施工单位提供相应的污染防治可行技术及关键技术参数选择，从而实现对稀土冶炼厂污染的有效防治。

（4）运营管理阶段

本指南为稀土冶炼企业竣工验收和运营管理提供参考依据，并督促稀土冶炼企业在运营管理时实现污染防治的环境管理。

9 指南与其它政策文件的关系

制订污染防治可行技术指南是环境技术管理体系建设的重点任务之一。通过制定和发布污染防治技术指南，使其成为企业和环保部门选择清洁生产工艺、污染物达标排放技术和工艺方法的主要依据，成为环保管理、技术部门开展环境影响评价、项目可行性研究、环境监督执法、环境标准制修订等工作的技术依据。

10 指南中有关问题的必要说明

（1）稀土冶炼生产过程中的污染物主要是废水、废气和废渣，而且废水尤

其严重。因此，本指南以废气、废水和废渣污染防治技术为主，噪声控制技术只进行简要评述。

(2) 本指南力求做到帮助企业选择合理的污染防治技术，为稀土冶炼生产全面提升环境保护水平、实现节能减排目标提供技术支撑。因此，现有稀土冶炼企业应对企业内的所有污染防治设施、采取的技术、实际排放情况进行全面的分析，与新标准对齐，发现问题并及时采取合理有效地技术措施，寻找适合自身企业的技术才是可行的技术。

(3) 本指南确定的可行技术仅为现阶段推荐的可行技术，应用中在鼓励采用指南推荐的可行技术的同时，也应鼓励引进国外先进的污染防治技术以及应用国内自主研发的成熟、可靠的新技术，并应根据国内稀土冶炼污染防治水平的提高适时修订指南推荐的可行技术。