稀土行业标准《稀土靶材回收料》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

2022年3月，根据全国稀土标准化技术委员会“关于召开《稀土荧光粉绿色工厂评价要求》等6 项稀土行业标准项目任务落实会的通知”（稀土标委〔2022〕3 号），《稀土靶材回收料》行业标准制定计划正式下达，计划号为2021-1800T-XB，完成年限为2022年。本文件由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）提出并归口，由有研稀土新材料股份有限公司、包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、宁波韵升股份有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州步莱铽新资源有限公司、中天捷晟(天津)新材料科技有限公司、广东稀土产业集团股份有限公司、河北雄安稀土功能材料创新中心有限公司、山东南稀金石新材料有限公司、中稀天马新材料科技股份有限公司、江苏南方永磁科技有限公司、宁波艾科锐检测技术有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、赣州科力稀土新材料有限公司等多家生产与应用单位共同起草。

（二）主要参加单位和工作成员及其所做的工作

1、主要参加单位情况

（1）标准牵头起草单位

标准牵头起草单位有研稀土新材料股份有限公司（简称有研稀土）负责组织标准调研、验证、标准起草、预审、审定报批工作。有研稀土是是2001年由北京有色金属研究总院作为主发起人对“稀土材料国家工程研究中心”进行整体改制而设立的股份公司，是首家在中关村科技园区德胜科技园的注册高新技术企业，被评为中关村国家自主创新示范区“十百千工程”重点培育企业。有研稀土深耕稀土型材，建有国内首条垂直一体化磁材和电子信息用高纯稀土靶材生产线，市场占有率一度高达90%以上，近期又开发出高利用率铽旋转靶材，利用率高达80%以上，拥有一支完备的原料制备、稀土型材加工、型材回收的产学研用队伍。

（2）标准参加起草单位

标准参与起草单位包括包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、宁波韵升股份有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州步莱铽新资源有限公司、中天捷晟(天津)新材料科技有限公司、广东稀土产业集团股份有限公司、河北雄安稀土功能材料创新中心有限公司、山东南稀金石新材料有限公司、中稀天马新材料科技股份有限公司、江苏南方永磁科技有限公司、宁波艾科锐检测技术有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、赣州科力稀土新材料有限公司等单位，主要从事稀土资源冶炼分离及下游应用领域。

2、主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草单位工作职责见表1。

表1 主要单位及工作职责

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 单位名称 | 工作职责 |
| 牵头单位 | 有研稀土新材料股份有限公司 | 牵头单位内部讨论，参与稀土标委会的讨论会、预审会和审定会；负责制订计划、起草文本、数据统计、意见收集和处理、修改等工作。 |
| 参与单位 | 包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、宁波韵升股份有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司、赣州步莱铽新资源有限公司、中天捷晟(天津)新材料科技有限公司、广东稀土产业集团股份有限公司、河北雄安稀土功能材料创新中心有限公司、山东南稀金石新材料有限公司、中稀天马新材料科技股份有限公司、江苏南方永磁科技有限公司、宁波艾科锐检测技术有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、赣州科力稀土新材料有限公司 | 参与标准起草及参与讨论稿、预审稿和审定稿等阶段文本提出修改意见。 |

（三）研制背景

1、项目的必要性简述

随着微电子等高科技产业的高速发展及对靶材需求的领域不断增加，中国的靶材市场将日益扩大，而稀土元素由于具有独特的4f亚层电子结构、大的原子磁矩、强的自旋-轨道耦合、多变的配位数和晶体结构，呈现出十分丰富的磁、光、电、催化等功能性质，因此稀土靶材的发展迎来了新的机遇和挑战。稀土靶材产品尺寸及结构方式一般根据需方提供图纸确定。制作过程是通过稀土金属、合金或化合物铸锭形成毛坯料，需要经过切割、打磨成圆形、方形和三角形等常用形状后，进一步性能测试达标后投入使用。靶材加工和使用过程会产生切削料、研磨料、性能不达标的残次品以及使用后的废靶材，再加上以各种原因而不能直接使用的废料，构成了稀土靶材回收料。

目前稀土靶材应用量较大的包括镝、铽金属靶材及钪铝合金靶材，其中国内镝、铽金属靶材产量超过100吨/年，产值超过5亿元；钪铝合金的产量达到了1000吨，钪铝靶材的需求量超过了5000片，产值达5亿元以上，具有广阔的市场前景。稀土靶材制备水平最高的国家主要以美国、德国及日本为主，国外知名生产厂商主要有德国的Singulus technologies、美国的Heraeus GmbH等企业，其产品具有纯度高、晶粒细小及均匀的特点，利用率也较高（≥85%）。国内靶材生产企业主要惠州拓普、安泰科技、有研稀土、湖南稀土金属材料研究院、包头稀土研究院、有研亿金、虔东稀土等；国内生产的稀土金属及合金靶材与国外先进水平具有较大的差距，主要表现在致密度不高，晶粒大小及分布不均，尤其是材料利用率低下（＜60%）。使用过后的靶材中含有大量宝贵的铽、镝、钪等元素，具有极高的回收价值。但由于缺乏相应的标准，目前稀土靶材回收料的回收处于无序状态，部分稀土靶材回收料因未能得到有效收集而白白浪费，还有很多稀土靶材回收料因没有进行有效分类而造成针对性不足导致回收不完全，最终造成大量宝贵的铽、镝、钪等资源未能得到有效利用。习近平总书记在江西考察时强调“稀土是重要的战略资源，也是不可再生资源，要加大科技创新工作力度，不断提高开发利用的技术水平，延伸产业链，提高附加值，加强项目环境保护，实现绿色发展、可持续发展。”而稀土二次资源的回收和循环利用是推动稀土绿色、可持续发展的重要环节。

目前，稀土靶材回收料年产生量超过百吨，价值过亿元，国内外稀土靶材生产企业所产生的的稀土靶材回收料均由稀土冶炼分离厂和稀土废料回收厂家进行回收处理，虽然企业繁多，但由于缺乏相应的回收料标准，不同厂家处理的回收料种类、成分差异很大，工艺技术也各不相同，部分回收料未得到有效收集，回收率还有很大的提升空间。因此，为了促进稀土靶材回收料的回收和循环利用，实现我国宝贵中重稀土资源的集约化高效高值利用，并为未来国际范围内稀土资源的回收利用奠定基础，提出制定稀土靶材回收料标准，对稀土靶材回收料的分类、试验方法、检验规则与包装、标志、运输、贮存等进行规范。

2、项目的可行性简述

有研稀土是我国最早从事稀土研究的单位之一，是国内外著名的全方位从事稀土冶炼分离、提纯工艺技术和稀土磁、光、电、生物、催化等功能材料制备技术的研究、工程化和产业化技术开发的单位，承担过多项国家重点项目，是我国稀土冶炼和材料领域领军企业，具备ICP、IGA、XRD、金相、力学性能、超声波探伤等检测手段，可分析靶材成分、结构及缺陷等情况，可为稀土靶材回收料的检测分析方面提供充足的硬件保障；此外有研稀土一直致力于高价值稀土二次资源的回收利用研究及产业化工作，近年来牵头/参与制定了《硅酸钇镥晶体回收料》、《钪铝合金靶材》、《金属钬》、《高纯金属镝》、《高纯金属铽》《氟化镝》、《氟化钕》、《稀土术语-稀土金属及合金》、《稀土术语-稀土矿产品及化合物》、《快淬钕铁硼永磁粉》、《粘结钕铁硼永磁材料》、《钕铁硼速凝薄片合金》等100多项稀土国际标准/国家标准/行业标准，具备承担标准制修订任务的能力，为本项目的顺利实施奠定基础。

（四）主要工作过程

1、起草阶段

2021年4月～2022年2月，有研稀土新材料股份有限公司通过企业调研、查阅资料，对国内关于稀土靶材回收料产生及应用的实际情况进行了了解，并组织相关人员对收集的相关资料进行讨论和消化吸收，编制出《稀土靶材回收料》标准草案。

2022年3月，全国稀土标准化技术委员会以网络会议形式召开了 “2022 年第一次稀土标准工作会”，对本项目进行了任务落实。有研稀土新材料股份有限公司等单位组织成立了标准编制工作组，对目标任务进行分解，明确各参加起草单位的任务要求，制定工作计划和进度安排。

2022年3月：编制组通过进一步调研、查阅资料，更新了国内关于稀土靶材回收料的生产及市场情况的动态，根据调研掌握的资料对标准草案进行讨论和完善，编制出《稀土靶材回收料》标准初稿、编制说明等，组织相关人员进行讨论，对标准初稿进行完善；发出《稀土靶材回收料》标准的征求意见稿。

2022年3月：根据反馈回来的意见和建议，完善标准的征求意见稿，修订后形成预审稿，并将标准预审稿、编制说明、意见汇总等（电子版）发送至稀土标委会秘书处。

2、征求意见阶段

2022年3月，编制组通过发函形式对《稀土靶材回收料》征询意见。本标准发送《征求意见稿》的单位数21个，回函的单位数21个，回函并有建议或意见的单位数12个。专家反馈的主要意见如下：

（1）规范性引用文件按文件顺序号由小到大排列；

（2）3.1中溅射沉积是物理气相沉积中的一种方式，在实际的靶材使用方式中，包括磁控溅射、蒸发镀、电 弧离子镀等方式，建议修改后涵盖这些方式；

（3）3.1中稀土合金靶材中的“铝钪合金靶材”改为“钪铝合金靶材”，与标准《钪铝合金靶材》统一；

（4）3.1稀土化合物靶材中补充稀土硼化物靶材；

（5）4.1回收料分类中“油泥料”改为“泥料”；

（6）4.1 的表1中建议回收料的分类表格中丝（屑）状料和粉状料的“品名”中增加“沉积料”，“来源工序”中增加“靶材应用”；

（7）6.3检验项目建议改为“每批回收料应进行外观质量、稀土主元素（一种或一种以上）含量、稀土总量及供需双方协商一致的其它元素的检验”；

（8）6.4中建议取样重量约束，满足化学成分分析所需要的最少重量即可；

（9）“7 标志、包装、运输、贮存及随行文件”按最新的标准文本格式修改。

征求意见范围广泛且具代表性，项目编制组根据征求到的专家意见对《征求意见稿》进行修改完善，于2022年3月形成了《稀土靶材回收料》（预审稿）。

3、标准预审阶段

2022年3月29日，由全国稀土标准化技术委员会组织，在腾讯视频会议召开了2022年度第二次稀土标准工作会议，会上专家组对行业标准《稀土靶材回收料》进行了充分讨论和预审，形成的具体意见如下：

（1）3.1中稀土靶材术语建议进行修改完善，范围更全面；

（2）4.1的表1回收料的分类在现有基础上再按稀土靶材种类细分，并补充特点及要求；

（3）4.1的表1和4.3的表2可进行合并；

（4）4.3的表2中的稀土总量需进行调整；

（5）6.4中增加“取样频次为每（桶/袋）100%取样”。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

1、本标准起草过程中遵循以下原则：

（1）规范性原则：本标准是根据GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的要求进行编写的；

（2）先进性：根据目前稀土靶材回收料产生及市场具体情况，并结合实际现状，力求做到标准的合理性、实用性，对国内稀土生产企业及相关行业的技术进步产生积极的促进作用。

（3）适用性：为了使稀土靶材回收料的分类和处理规范化，制订该项稀土靶材回收料行业标准。本标准属于新制订行业标准，预期目标是研究制订出合理、实用、与时俱进的稀土靶材回收料标准。本标准适用于稀土靶材生产、加工、使用过程中产生的各类可回收物料的回收、加工与贸易，标准适应性强。

（4）充分考虑国家法律、安全、卫生、环保法规的要求。

2、主要技术内容及其确定的依据：

根据对典型稀土靶材生产及应用企业进行调研，确定了稀土靶材的分类，可以分为稀土金属靶材、稀土合金靶材、稀土化合物靶材。稀土金属靶材包括铽金属靶材、镝金属靶材等；稀土合金靶材包括钪铝合金靶材等；稀土化合物靶材包括稀土氧化物靶材、稀土氟化物靶材、稀土硼化物靶材等。

本文件规定了稀土靶材回收料的分类、试验方法、检验规则与包装、标志、运输、贮存及随行文件。本文件适用于稀土靶材生产、加工、使用过程中产生的各类可回收物料（以下简称回收料）的回收、加工与贸易。

通过对典型稀土靶材回收料产生企业进行调研，将回收料按外观形态分为泥状料、丝（屑）状料、粉状料、块状料四类，具体分类见表1。回收料的组成成分应符合表2的规定。

表1 回收料的分类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 回收料分类 | 品名 | 来源 | 外观特点 | 化学成分特点 |
| 泥状料 | 油泥、磨泥、锯泥、倒角泥 | 稀土靶材的靶坯机加工 | 泥状，呈黑褐色 | 主要稀土元素：钪、钇、镧、铈、钆、铽、镝等；油、水含量高 |
| 丝（屑）状料 | 车、铣、刨削料、沉积料 | 稀土金属靶材和稀土合金靶材的后处理及应用 | 丝（屑）状，无目视可见夹杂物 | 主要稀土元素：钪、铽、镝等；油、水含量低 |
| 粉状料 | 车、铣、磨料、沉积料 | 稀土化合物靶材的  后处理及应用 | 粉状，无目视可见夹杂物 | 主要稀土元素：钇、镧、铈、钆等；油、水含量低 |
| 块状料 | 切割后边角料、残余靶、报废品 | 稀土靶材的  后处理及应用 | 呈圆形、矩形和异形块状等 | 主要稀土元素：钪、钇、镧、铈、钆、铽、镝等；油、水、稀土杂质含量低 |

表2 回收料组成成分

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 回收料分类 | 来源 | 稀土总量（以RE计），  不小于（质量分数，%） | 非稀土金属总量，  不大于（质量分数，%） |
| 泥状料 | 稀土靶材的靶坯机加工 | 5 | 60 |
| 丝（屑）状料 | 稀土金属靶材的后处理及应用 | 95 | 5 |
| 稀土合金靶材的后处理及应用 | 8 | 92 |
| 粉状料 | 稀土化合物靶材的后处理及应用 | 5 | 70 |
| 块状料 | 稀土金属靶材的后处理及应用 | 95 | 5 |
| 稀土合金靶材的后处理及应用 | 8 | 92 |
| 稀土化合物靶材的后处理及应用 | 5 | 70 |

三、试验验证的分析、综述报告，预期达到的社会效益

1、试验方法

（1）稀土总量的分析方法参考GB/T 14635、GB/T 17417、GB/T 18114，或按照供需双方商定的方法进行。

（2）非稀土金属元素的分析方法参考GB/T 12690、GB/T 18114，或按供需双方商定的方法进行。

（3）稀土配分量的分析方法参考按GB/T 18114、GB/T 18115，或按供需双方商定的方法进行。

2、标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

本标准填补了国内外有关稀土靶材回收料的标准空白，为国内外稀土靶材回收料的回收、加工与贸易提供了标准化依据，将有力促进稀土靶材回收料的回收和循环利用，实现我国宝贵中重稀土资源的集约化高效高值利用，并为未来国际范围内稀土资源的回收利用奠定基础。标准技术内容详实，指标严格，整体技术水平高。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准是首次制定，规定了稀土靶材回收料的分类、成分等技术要求，该指标处于国际先进水平。本标准起草单位为稀土靶材回收料产生和使用的龙头企业，产品稳定出口国外客户；同时引入多家该领域大型企业，征求意见广泛深入，经多次修改完善后标准文本内容详实，标准的可操作性强。通过该标准制定，可以规范目前稀土靶材回收料的回收无序状态，实现大量宝贵的铽、镝、钪等资源的有效回收利用。因此，《稀土靶材回收料》达到了国际先进水平。

五、采标情况，以及是否合规引用或采用国际国外标准

经查，本标准的制订与现有的标准及制订中的标准协调配套，无重复交叉现象。

六、与有关法律、法规的关系

本标准文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。本标准与现行法律、法规和相关标准相协调、无冲突。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无重大分歧。

八、涉及专利的有关说明

本标准未涉及相关知识产权。

九、贯彻国家标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议

组织措施：为使标准更好地发挥技术指导作用，提高产品质量水平，建议做好宣传培训，使各企业掌握标准的各项技术要求，使标准的应用真正落到实处，不断提高产品质量，提高市场竞争力，同时对《稀土靶材回收料》行业标准执行情况进行跟踪调查，及时发现标准中存在的问题，不断修订完善。

技术措施：本标准针对企业对稀土靶材回收料要求制定，依托大量生产实践，对产品外观、成分做了合理要求，相关企业参照使用本套标准时，应认真解读系列方法标准，根据产品要求，选择最适宜的牌号要求。

十、其他应当说明的事项

无。

《稀土靶材回收料》标准编制工作组

2022年3月24日