**稀土行业标准《高纯钇靶》送审稿**

**编制说明**

**一、工作简况**

**（一）任务来源**

根据《2021年全国稀土标准工作会议标准计划任务落实情况的通知》（稀土标委〔2021〕53号）和主管部门相关工作安排，《高纯钇靶》行业标准制定计划正式下达，计划号为2021-0537T-XB，完成年限为2023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、有研稀土高技术有限公司、包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司等多家生产单位共同修订。

**（二）****主要参加单位和工作成员及其所做的工作**

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2001年由中国有研科技集团有限公司（原北京有色金属研究总院）作为主发起人对“稀土国家工程研究中心”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。有研稀土一直积极参与标准的制修订工作，牵头/参与制定了《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》、《金属钬》、《高纯金属镝》、《高纯金属铽》等60多项稀土国际标准/国家标准/行业标准。多次参与制修订国务院新闻办《中国的稀土状况与政策》白皮书，工信部《稀土行业发展规划（2016-2020年）》、《稀土行业规范条件》、科技部《稀土化合物及金属技术发展战略研究报告》，中国工程院科技咨询项目《稀土功能材料及应用发展战略研究》等稀土政策以及重点报告，为稀土行业发展献言献策。

标准参与起草由有研稀土高技术有限公司、包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、福建省长汀金龙稀土有限公司等多家单位组成，均为国内钇靶材产品生产企业，向标准牵头制定单位提供各单位高纯钇靶产品生产情况或产品需求技术指标情况，共同参与标准起草。

本标准共同起草单位及参与标准制定人的情况见表1。

表1 主要起草人及工作职责

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 工作职责 |
| 有研稀土新材料股份有限公司 | （1）牵头制定高纯钇靶标准，负责任务的落实、执行；（2）成立高纯钇靶编制修订项目组；（3）负责编制高纯钇靶标准征求意见稿、编制说明等文件；（4）以线上方式组织项目成员的标准讨论会议。 |
| 有研稀土高技术有限公司、包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、湖南稀土金属材料研究院有限责任公司、福建省长汀金龙稀土有限公司、赣州晨光稀土新材料有限公司 | （1）高纯钇靶生产企业提供各单位产品生产情况及产品质量情况，以及提供下游对产品技术指标需求情况；（2）参与征求意见稿的制定。 |

**（三）研制背景**

**1、项目的必要性简述**

近年来，随着稀土功能材料的开发，我国稀土金属的深度提纯技术获得重大突破，实现绝对纯度99.99 wt.%级、相对纯度99.999 wt.%级超高纯稀土金属钇的批量、稳定制备，且该类高纯产品被科技部评为国家重点新产品，产品指标和制备技术达到国际先进水平，为我国高纯钇靶材产品的制备提供了关键原材料保障，提高了国际竞争力，全球需求量达吨级以上。随着国内外薄膜技术的发展，高纯钇靶成为高新技术产业发展的核心关键材料。

由于氧化钇薄膜的高稳定性、较大的介电常数、与硅匹配度好等优良特性，作为溅射镀膜材料高纯钇靶材需求呈现快速增长趋势，广泛应用于电子信息材料、涂层和显示材料等领域，8英寸年需求超过百片，预计5年内12~20英寸超过千片。电子信息行业对产品的要求越来越高，不仅要求纯度高、不同用途对某些关键杂质种类和含量有严苛要求，而且还对晶粒尺寸、表面粗糙度、公差、致密度、外观和内部质量等方面有严格要求。然而，由于我国高纯钇靶标准尚未建立，现有金属钇靶的纯度偏低，采用相对纯度已难以满足新的应用要求，市售金属钇靶产品的纯度、杂质种类、含量、晶粒尺寸等性能悬殊，其质量参差不齐，不利于行业推广，主要体现在两方面：

一是靶材行业通常采用绝对纯度表示，且调研多家稀土靶材制造企业和靶材应用企业，要求Th、U均不大于1ppm，Ta+ Nb + Mo + W合量不大于100ppm，更为严苛需不大于5ppm，Fe、Ni、Al、Cu等杂质均不大于100ppm；靶材除对金属杂质有规定外，同时对气体杂质有要求，其中N、S不大于10ppm，C不得大于100ppm或200ppm，O含量不大于1500ppm，对于4N的Y靶，O含量不大于500ppm；此外还要求焊接的钇靶材焊合率不低于95%；

二是现行金属钇（XB∕T 218）标准采用相对纯度表示，且最高纯度Y-4N中稀土杂质≤100 ppm、Si≤100ppm、Ca≤100 ppm、Fe≤100ppm、Ni≤100ppm、Mg≤100ppm、（W+Ta+Mo+Nb）≤1000ppm、C≤200ppm、O≤1000ppm，与实际应用要求相差较大，如本标准中的最低牌号HT-Y-3N，杂质合量不大于1000ppm，稀土杂质合量不大于100ppm，（W+Ta+Mo+Nb）≤100ppm，HT-Y-3N5，稀土杂质合量不大于50ppm，（W+Ta+Mo+Nb）≤50ppm、Al、Fe、Ni等均不大于50ppm。

高纯钇靶是我国稀土新材料领域重点新产品，符合我国标准制定政策鼓励的范畴。《重点新材料首批次应用示范指导目录（2018版）》中第136条明确提到要发展电子信息用高纯稀土型材（靶材）。国务院办公厅于2015年12月发布了《国家标准化体系建设发展规划（2016-2020年）》，着重健全战略性新兴产业标准体系，加大关键技术标准研制力度，完善钢铁、有色金属、石化、化工、建材、黄金、稀土等原材料工业标准，重点开展新型功能材料、先进结构材料和高性能复合材料等标准研制，积极开展前沿新材料领域标准预研，有效保障新材料推广应用，促进材料工业结构调整。

综上所述， 《高纯钇靶》行业标准的制定，有助于更好地引导、规范和监督国内外高纯钇靶材产品的生产和销售，有利于促进稀土产业的健康发展；有助于完善我国关键战略型稀土材料标准体系建设，推动建设制造强国、质量强国。

**2、项目的可行性简述**

项目牵头单位和参与单位涵盖了国内主要高纯钇靶的生产单位，建立了完整的生产工艺技术条件和相应的分析检测制度，为标准技术指标的合理设定提供了良好的基础。此外，有研稀土新材料股份有限公司成立20多年来一直积极参与标准的制修订工作，牵头/参与制定了《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》、《金属钬》、《高纯金属镝》、《高纯金属铽》等60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。

（四）主要工作过程

1、起草阶段

根据任务落实会议精神，我公司牵头组建了高纯钇靶编制工作组，建立了相应工作交流群，成员涵盖了项目牵头单位和参与单位生产部门、质管办、市场部技术人员。主要进行了如下工作。

1. 确立《高纯钇靶》行标起草遵循的基本原则；
2. 对生产厂家进行调研取样、收集资料；
3. 查阅相关标准；
4. 确定产品主要技术内容；
5. 确定建立仲裁方法；
6. 对产品进行分析测试；
7. 根据目前国内高纯钇靶的具体情况，结合用户的要求及应用技术的发展趋势，力求做到标准的合理性、实用性，与时俱进；
8. 编写征求意见稿草案。
9. 电话咨询几家高纯钇靶生产厂家，认真听取了用户和专家对产品的意见，汇总后编写征求意见稿。

2、征求意见阶段

2022年9月，编制组通过邮件形式对《高纯钇靶）征求意见稿。本标准发送《征求意见稿》的单位数17个，回函的单位数11个，函并有建议或意见的单位数9个。专家提反馈的主要意见如下：

1、增加化学成分术语，删除靶材、靶坯、背板术语；

2、高纯产品统一编号，如有研现采用的HT表示高纯靶；

3、删除绝对纯度；

4、铜铝杂质微调；O、W、Ta、Mo、Nb杂质大幅调高，产品化学成分HT-Y-3N中建议O小于0.3，Ta+ Nb + Mo + W合量小于0.02；建议增加F含量指标；U和Th的指标是否需要；

5、纯度是否计入气体杂质，是否与金属纯度一起；

6、焊合率由95%调整至98%以上，局部未焊合率由2%调整至5%以下；

7、明确取样位置及方法；

3、预审会

1、修改表1中Al、Cu、Fe杂质范围，产品牌号HT-Y-3N5中Al、Cu、Fe含量均“0.0100”修改“0.0050”，HT-Y-3N中Al、Cu、Fe含量均“0.0150”修改“0.0100”；

2、编制说明中补充靶材纯度、关键杂质与现有金属钇和其它稀土靶材标准中技术指标的区别；

3、编制说明中补充高纯钇靶生产企业产品调研情况；

4、文本中“产品致密度99%以上”修改为“产品致密度不小于99%”，其它5.3、5.5、5.8等内容修改同以上建议；

5、外观质量修改为“5.7.1产品为银灰色”和“5.7.2产品表面应清洁光滑，无指痕，无油污和锈蚀，应无拉伸润滑痕迹，颗粒附加物和其他玷污，应无凹坑、划痕、裂纹、凸起等缺陷”两条来说明。

6、编制说明中补充本次专家意见和建议。

4、送审稿征求意见

2023年2月，编制组通过邮件形式对《高纯钇靶）征求意见稿。本标准发送《征求意见稿》的单位数20个，回函的单位数8个，函并有建议或意见的单位数6个。

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）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》和GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》的要求进行编写的；

（2）充分满足市场要求的原则；

（3）划繁就简的原则；

（4）有利于创新发展的原则。

2、主要技术内容及其确定的依据：

本标准适用于真空熔铸、粉末冶金方法制备的高纯钇锭，再经变形加工、热处理、机械加工、焊接等方法制造的高纯钇靶，主要用于电子信息材料、涂层和显示材料等领域。

根据国内外用户需求及目前我国市场流通高纯钇靶产品实际情况制定了《高纯钇靶》标准，主要依据如下：

（1）高纯钇靶与现有金属钇标准的纯度区别详见项目必要性；

（2）高纯钇靶中关键杂质的确定主要是根据高纯钇的特点、制备流程以及借鉴现有电子行业靶材的标准来确定了；此外，还参考了湖南稀土院等稀土靶材制造企业和国内外靶材使用企业的调研情况；

（3）晶粒尺寸对溅射薄膜的制备和性能有显著影响，结合电子行业靶材标准（一般≤200μm）、用户要求及钇靶的特点（铸造晶粒达到厘米级，变形难度大），确定其晶粒尺寸不大于300μm；

（4）焊合率直接影响溅射是否能正常进行和靶材的使用寿命，焊合率不足容易导致靶材过热，从而导致靶材脱焊，结合电子行业靶材的焊合率要求以及客户要求，焊合率要求不小于95%，局部最大未焊合率不大于2%；

（5）外观、内部质量、表面粗糙度等指标主要参考了电子行业靶材标准的一般要求，并结合用户要求。

标准的主要内容说明如下：

——规定了高纯钇靶的3个牌号、牌号命名方式及关键杂质种类、含量等化学纯度指标。

表1 高纯钇靶的化学纯度指标

| 产品牌号 | HT-Y-4Na | HT-Y-3N5a | HT-Y-3Na |
| --- | --- | --- | --- |
| 化学成分（质量分数）/% | Yx，不小于 | 99.99 | 99.95 | 99.9 |
| 杂质含量，不大于 | 稀土杂质合量 | 0.001 | 0.005 | 0.01 |
| 非稀土杂质 | Li | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 |
| Na | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 |
| K | 0.0001 | 0.0001 | 0.001 |
| Fe | 0.001 | 0.005 | 0.01 |
| Si | 0.001 | 0.003 | 0.005 |
| Ca | 0.001 | 0.003 | 0.005 |
| Mg | 0.0005 | 0.0005 | 0.001 |
| Al | 0.001 | 0.005 | 0.01 |
| Ni | 0.001 | 0.005 | 0.01 |
| Ti | 0.0005 | 0.005 | 0.01 |
| Mn | 0.0005 | 0.001 | 0.002 |
| Zn | 0.0005 | 0.001 | 0.001 |
| Pb | 0.0005 | 0.001 | 0.001 |
| Cu | 0.002 | 0.0050 | 0.01 |
| U | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Th | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| Ta+ Nb + Mo + W合量 | 0.0005 | 0.005 | 0.01 |
| C | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| O | 0.05 | 0.1 | 0.15 |
| N | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| S | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| 杂质合量y，不大于 | 0.01 | 0.05 | 0.1 |
| 注：x高纯钇靶的Y含量为100%减去杂质元素含量总和的余量 y杂质合量为表中所列但不限于表中所列杂质元素实测值总和（不包含C、N、O、S气体元素） |

——规定了高纯钇靶致密度、平均晶粒尺寸、表面粗糙度、焊接质量等主要性能指标。

表2高纯钇靶主要性能指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标名称 | 规定值 |
| 致密度 | ≥99% |
| 平均晶粒尺寸 | ≤300μm |
| 表面粗糙度 | ≤2μm |
| 焊合率 | ≥95% |
| 局部最大未焊合率 | ≤2% |

——明确了高纯钇靶内部质量、外观质量、几何尺寸和公差等要求。

——规定了高纯钇靶的化学成分、致密度、平均晶粒尺寸、内部质量、表面粗糙度、几何尺寸、公差及外观质量、焊接质量试验方法以及包装、运输要求。

——明确了高纯钇靶检测项目、取样及数量。

三、试验验证的分析、综述报告，预期达到的社会效益

本标准明确了高纯钇靶标准，有助于指导和规范我国高纯钇靶的生产和销售，加速推动我国溅射稀土靶材产业的快速健康发展，为我国半导体、显示等领域提供技术支撑，实现稀土的高质量发展；有助于完善我国关键战略型稀土材料标准体系建设，推动建设制造强国、质量强国。

此外，本标准制定将会带来技术进步的竞争局面，对国内稀土靶材生产企业及相关行业的技术进步将产生积极的推动作用，对高纯钇靶的质量指标控制具有重要指导意义。另外，本标准制定还有利于规范我国高纯钇靶的生产和销售，建立良性市场竞争环境，促进我国稀土靶材档次和附加值的升级，增强国内稀土行业在全球的核心竞争力。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

目前，国外还没有高纯钇靶相应标准。本标准是根据我国实际生产使用情况制定的，其整体内容达到国际先进水平。建议作为推荐性行业标准发布实施。

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

本标准本文件按照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

 发布后需要撰写宣贯推广材料，可以选择公众号、网站或其他方式进行宣贯推广。

十、其他应当说明的事项

无。

 标准编制工作组

2023年2月20日