**稀土行业标准《高纯金属钇》送审稿**

**编制说明**

**一、工作简况**

**（一）任务来源**

根据《工业和信息化部办公厅关于印发2022 年第二批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2022〕158 号）的要求，全国稀土标准化技术委员会于2022 年7 月25 日至26 日以网络会议的形式召开了2022 年第五次稀土标准工作会议，正式下达了《高纯金属钇》行业标准项目计划。本标准2022-0099T-XB工信厅科函〔2022〕94 号计划号为2021-0536T-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牵头起草，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、中稀（广西）金源稀土新材料有限公司、包头稀土研究院、瑞科稀土冶金及功能材料国家工程研究中心有限公司、国瑞科创稀土功能材料（赣州）有限公司、江西理工大学、有研稀土高技术有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司、江西南方稀土高技术股份有限公司、益阳鸿源稀土有限责任公司、湖南稀土研究院有限责任公司等多家生产单位共同参与起草。

**（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《高纯金属钇》行业标准的调研、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《高纯金属镝》、《高纯金属铽》、《高纯金属镱》、《金属钬》、《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。

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、中稀（广西）金源稀土新材料有限公司、包头稀土研究院、瑞科稀土冶金及功能材料国家工程研究中心有限公司、国瑞科创稀土功能材料（赣州）有限公司、江西理工大学、有研稀土高技术有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司、江西南方稀土高技术股份有限公司、益阳鸿源稀土有限责任公司、湖南稀土研究院有限责任公司等标准主要参与起草单位涵盖了国内稀土金属及合金产品生产优势单位，同时也长期参与稀土标准的制修订工作，为《高纯金属钇》行标标准技术指标的确定充分调研本单位生产高纯金属钇产品的技术指标情况及应用情况，共同参与标准起草。

本标准主要参加单位和工作成员及其所做的工作见表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）牵头组织制定高纯金属钇标准；（2）成立高纯金属钇标准项目组，组织参与标准重要内容讨论会；（3）收集汇总标准参与单位代表意见，负责编制高纯金属钇标准征求意见稿、编制说明等文件；（4）调研高纯金属钇产品的应用情况及其技术要求。 |
| 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、中稀（广西）金源稀土新材料有限公司、包头稀土研究院、瑞科稀土冶金及功能材料国家工程研究中心有限公司、国瑞科创稀土功能材料（赣州）有限公司、江西理工大学、有研稀土高技术有限公司、乐山有研稀土新材料有限公司、江西南方稀土高技术股份有限公司、益阳鸿源稀土有限责任公司、湖南稀土研究院有限责任公司 | （1）提供各单位有关高纯金属钇产品生产情况、技术指标，以及产品的应用情况；（2）参与征求意见稿的制定；（3）参与高纯金属钇产品的应用领域及其技术指标的调研。 |

**（三）研制背景**

**1、项目的必要性简述**

高纯稀土金属作为先进磁、光、电功能材料的关键基础材料,在国防军工和新一代电子信息等 战略性新兴产业中发挥着不可或缺的关键作用。稀土金属本征性质与材料性能密切相关，不同高纯稀土金属对应的应用领域不同，高纯金属钇主要用于高温涂层材料、LED发光材料、储氢材料等领域。

近年来，高纯稀土金属作为新材料的基础物质保障，可以确保从原子、电子层次研究稀土材料组织结构与性能关系，其纯度要求也不断提高，如微纳电子制造对金属Y的纯度要求>99.99%。高纯稀土金属由于活性高、工艺步骤多，制备难度非常大，是典型的高技术、高附加值稀土产品。不同的稀土金属，其提纯工艺路线也不同。我国多家企业具备高纯稀土金属生产能力，但不同企业生产的高纯金属钇产品纯度差异大，涵盖了3N-4N5。目前，欧美日等发达国家生产的高纯钇纯度达到99.99%以上，已实现批量化生产，并大规模应用于电子信息材料、高温合金、钢铁等工业领域，如日矿金属、日本三德、美国埃姆斯实验室、伯明翰大学等企业。国内生产高纯金属钇厂家以有研稀土新材料股份有限公司、湖南稀土新材料股份有限公司等企业为代表，高纯金属钇产品的纯度达到99.99%以上，并稳定供应国内外客户。

然而， 现行《金属钇》标准均采用相对纯度进行分类，最高牌号产品的绝对纯度仅为99%，且要求杂质种类少，不能反应研发及产业水平，也不能满足下游应用的需要。高纯稀土金属领域方向高度契合了国家相关政策：《新材料标准领航行动计划（2018-2020 年）》（国质检标联[2018]77 号主要行动：7.稀土新材料 制定优特钢用高纯稀土金属与稀土合金标准，扩大稀土在钢铁行业的应用，打造国际化的稀土品牌；推进高纯稀土金属和稀土化合物材料标准研制，促进我国稀土产业改造升级；《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019版）》中涵盖了超高纯稀土金属材料及制品新材料；“十四五”科技部发布国家重点研发计划中资源矿产专项指南中涉及高纯稀土金属研究方向等。因此，研制《高纯金属钇》行业标准，助力高纯稀土金属产业向高质量方向发展，也将进一步提升我国在高纯金属材料领域国际竞争力。

**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金属钇生产单位和使用单位，建立了高纯金属钇完整的生产工艺技术条件，具有完善的工艺操作制度和分析检测制度，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，具备组织承担标准制订稀土国际标准/国家标准/行业标准项目的能力。

**（四）主要工作过程**

4.1预研阶段

2019年10月，有研稀土新材料股份有限公司根据国内高纯金属钇生产技术水平、应用情况等，调研了国内外实际贸易及使用情况，提出牵头制定《高纯金属钇》标准研制计划。

4.2立项及任务落实阶段

2019年11月，有研稀土新材料股份有限公司向全体委员会议提交了《高纯金属钇》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料，会议论证结论同意该项行业标准申请立项。

2022 年7 月，全国稀土标准化技术委员会下达了《高纯金属钇》行业标准制定任务，项目计划编号为2021-0536T-XB，完成年限为2023年，由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）提出并归口。

4.3起草阶段

任务下达后，有研稀土联合参编单位成立《高纯金属钇》标准项目组，并建立该项目微信讨论群，方便技术讨论沟通。根据高纯金属钇生产技术水平以及下游需求情况，初步确定了本标准的适用范围、技术要求、实验方法、检验规则、 包装、运输、贮存及随行文件等内容，形成了《高纯金属钇》标准征求意见稿及其编制说明。

4.4征求意见阶段

2023年1月，标准主撰写人通过邮件形式广泛征求稀土行业对《高纯金属钇》预审稿文本修改意见。本文件发送《征求意见稿》的单位数22个，回函的单位数17个，函并有建议或意见的单位数13个。经汇总各方意见及项目组专家代表进行讨论，形成标准预审稿。

2023年2月，《高纯金属钇》在中国有色金属标准质量信息网上公开征求意见。

4.5预审阶段

2023年2月28日，稀土标委会在海南省海口市召开2023 年第一次稀土标准工作会议，与会专家对《高纯金属钇》（计划编号：2021-0536T-XB）行业标准进行了审定。专家组审阅了相关资料，听取了标准牵头单位的工作汇报，经质询、讨论，提出了具体的修改意见：

1. 删除1范围中“本文件适用于以真空精炼….”修改为“本文件适用于真空精炼….”；
2. 将2规范性引用文件中“GB 39176 稀土产品的包装、标志、运输和贮存”调整至GB/T 18115.12后面；
3. 4.2 产品牌号中“等于或大于”修改为“不小于”；删除牌号表示方法中“（）”内容，前后对应修改上述内容；
4. 表1中H-Y-4Na、H-Y-3Na7、H-Y-3Na5、H-Y-3Na四个牌号中O含量依次调整为“0.02、0.03、0.05、0.08”；表1有调整的指标（O指标），建议调研湖南稀土院、包头稀土院、金龙稀土等生产单位的产品技术指标情况，并在编制说明书中进行说明；
5. 金属钇性质及其活泼，吸氧能力极强，故表1杂质合量后面增加“(不包含O气体元素)”内容，参照高纯金属镧标准内容进行修改；表1最后增加备注内容“注：氧（O）是由多次提纯工艺引入，本文件不列入Y绝对纯度的计算”；
6. 将6.1.3中“ [100%-∑表1所列杂质含量] ”修改为“[100%-∑表1所列杂质（本文件氧杂质不列入钇绝对纯度的计算）含量]”；
7. 将“7.4.1 化学成分分析的取样件数” 内容全部修改为黑体，另行一段写“化学成分分析的取样件数按表2的规定进行”。

4.6送审征求意见阶段

针对预审专家提出的“产品化学成分表有调整的指标（O指标），建议调研湖南稀土院、包头稀土院、金龙稀土等生产单位的产品技术指标情况，并在编制说明书中进行说明”建议，具体调研情况如下：

表2 指标调研及其调整情况（含量，不大于）

| 牌号 | 元素 | 有研稀土 | 长汀稀土 | 虔东稀土 | 湖南稀土院 | 包头稀土院 | 修改前指标 | 修改后指标 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| H-Y-4Na | Fe | 0.002 | 0.005 | 0.01 | 0.002 | / | 0.001 | 0.002 |
| Mg | 0.0005 | 0.0002 | 0.001 | 0.0001 | / | 0.0002 | 0.0005 |
| H-Y-3Na7 | Fe | 0.005 | 0.005 | 0.01 | 0.005 | / | 0.002 | 0.005 |
| Mg | 0.0001 | 0.0005 | 0.001 | 0.002 | / | 0.0005 | 0.0001 |
| O | 0.05 | 0.06 | 0.03 | 0.05 | / | 0.03 | 0.05 |
| H-Y-3Na5 | Fe | 0.005 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.019 | 0.005 | 0.01 |
| Mg | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.0025 | 0.005 | 0.001 | 0.003 |
| Al | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.005 | / | 0.005 | 0.01 |
| O | 0.08 | 0.08 | 0.05 | 0.08 | / | 0.05 | 0.08 |
| N | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | / | 0.002 | 0.003 |
| H-Y-3Na | Fe | 0.015 | 0.01 | 0.01 | 0.015 | / | 0.01 | 0.015 |
| Mg | 0.005 | 0.001 | 0.001 | 0.007 | / | 0.001 | 0.005 |
| Al | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 0.008 | / | 0.01 | 0.02 |
| O | 0.15 | 0.1 | 0.08 | 0.15 | / | 0.08 | 0.15 |
| N | 0.005 | 0.002 | 0.002 | 0.005 | / | 0.002 | 0.005 |
| S | 0.003 | 0.002 | 0.002 | 0.003 | / | 0.002 | 0.003 |

2023年4月，项目牵头单位通过邮件形式对《高纯金属钇》行业标准送审征求意见稿进行了广泛征求意见。本文件发送《征求意见稿》的单位数19个，回函的单位数12个，函并有建议或意见的单位数6个。经汇总各方意见及项目组专家代表进行讨论，形成标准送审稿。

**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：

**2.1范围**

金属钇的熔点1522℃、沸点3338℃，属于高熔点、高沸点类稀土金属之一。通过国内外文献调研，以及调研了国内生产高纯金属钇产品及其生产情况，金属钇提纯方法主要包括真空精炼、真空蒸馏、电子束熔炼、固态电迁移等。由于高纯金属钇具有特殊的电子结构，成为生产高纯金属钇靶材、含钇及其合金靶材、高温合金材料和涂层材料等稀土新材料。因此，确认《高纯金属钇》的范围为适用于以真空精炼、真空蒸馏、区域熔炼等提纯方法制得的高纯金属钇，主要用于生产高纯金属钇靶材、含钇合金靶材、特种合金和涂层材料等。

**2.2产品牌号**

高纯金属钇产品属于我国自主研发的国家重点新产品，国内高纯金属钇产品以覆盖了3N-4N不同技术指标产品，在各领域实现规模化应用。产品按化学成分分为H-Y-4Na、H-Y-3Na7、H-Y-3Na5、H-Y-3Na四个牌号。

高纯金属钇牌号共分为三个层次。其中第一层次表示高纯，用高纯的英文首字母“H”表示；第二层次表示产品金属钇，用元素符号“Y”表示；第三层次表示纯度，当产品稀土绝对纯度（质量分数）不小于99%时，用质量分数中“9”的个数加“N”来表示，其中“X”表示质量分数中“9”的个数， “Z”表示质量分数最后一位的值（当值为0时省略），a为absolute首字母，Na表示绝对纯度。具体表示方法如下：



牌号示例：H-Y-3Na5表示纯度为99.95%的高纯金属钇产品。

**2.3技术要求**

稀土金属在高新技术领域应用广泛，而超高纯的稀土金属最能体现稀土本征性质，是高新技术材料研发和制备高性能磁、光、电功能材料的物质保障。高端应用对高纯金属具有严苛的要求，如在微纳电子制造领域，高纯金属钇的绝对纯度必须大于4N，其中，金属钇中的氧含量会遗传至金属钇靶中，溅射稳定性会受到影响，氧含量＜100ppm；锂、钠、钾、钙等碱金属及碱土金属为正电性，造成使器件的特性不稳定的问题，各元素含量控制在1ppm以下；过渡金属元素镍、铜等引起漏电流的增加，成为耐压下降的原因，各元素含量控制在10ppm以下。除在微纳电子制造领域，高纯金属钇还广泛应用于高温合金、膜材料中，要求金属钇的纯度至少大于3N，且对各杂质元素提出了具体的要求，具体指标如下表所示。

表3 产品的化学成分

| 产品牌号 | H-Y-4Na | H-Y-3Na7 | H-Y-3Na5 | H-Y-3Na |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 化学成分（质量分数）/% | Y,不小于 | 99.99 | 99.97 | 99.95 | 99.9 |
| 杂质含量，不大于 | 稀土杂质合量 | 0.001 | 0.003 | 0.005 | 0.01 |
| 非稀土杂质 | Li | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 |
| Na | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 |
| K | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 |
| Fe | 0.002 | 0.005 | 0.01 | 0.015 |
| Si | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |
| Ca | 0.0005 | 0.001 | 0.002 | 0.005 |
| Mg | 0.0005 | 0.001 | 0.003 | 0.005 |
| Al | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.02 |
| Ni | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |
| Ti | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |
| Mn | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 | 0.002 |
| Zn | 0.0001 | 0.0005 | 0.001 | 0.005 |
| Pb | 0.0001 | 0.0005 | 0.001 | 0.005 |
| Cu | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.01 |
| U | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 |
| Th | 0.0001 | 0.0002 | 0.0005 | 0.001 |
| Ta、 Nb 、Mo 、 W的合量 | 0.001 | 0.005 | 0.01 | 0.02 |
| C | 0.005 | 0.010 | 0.015 | 0.015 |
| O | 0.02 | 0.05 | 0.8 | 0.15 |
| N | 0.002 | 0.002 | 0.003 | 0.005 |
| S | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 |
| Cl | 0.0005 | 0.001 | 0.002 | 0.005 |
| 杂质合量，不大于 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.1 |
| 注：金属钇与氧元素的结合能力极强，提纯过程中氧(O)杂质去除难度大，本文件中不列入钇(Y)绝对纯度的计算。 |

三、试验验证的分析、综述报告，预期达到的社会效益

本标准方法的建立可进一步促使有限的稀土元素的利用价值得到更好的拓展，进一步规范并提高稀土企业的生产能力、产品品质及全国同行的实际生产、引导全球范围内的实际贸易市场，本标准修订对产业发展具有一定的支撑作用。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

目前，未见有关高纯金属钇的国际、国外同类标准技术内容。相比现行金属钇标准最高牌号相对纯度在99.9wt.%，绝对纯度仅为99.9%，与本标准技术内容相差1-2个数量级。因此，本标准技术内容达到国际先进水平。

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

无。

十、其他应当说明的事项

无。

 《高纯金属钇》标准编制工作组

2023年4月18