**行业标准《稀土熔盐电解用炭素阳极》（送审稿）**

**编制说明**

一、工作简况

1.1 立项目的及意义

稀土金属及合金是制备高性能稀土磁性功能材料、贮氢材料以及国防军工等高技术材料必不可少的基础材料。熔盐电解法因其明显的成本优势、易于制得高纯度金属而成为当前稀土金属的主导生产方法，95%以上的稀土金属及其合金是采用熔盐电解法生产的。

稀土熔盐电解炭素阳极特指作为阳极材料应用于稀土熔盐电解的一种具有一定尺寸规格的块状炭素制品，其质量对稀土熔盐电解的生产成本和产品质量都存在着重大影响。我国炭素产业中的企业超过100家，但针对稀土熔盐电解用炭素阳极的生产企业大多数都是中小企，其基本工艺大多通过压制成型后烧制而成，也有少部分通过炼钢废电极经机加工而成。由于炭素阳极各生产企业所使用的原料、加工工艺水平及质量管控能力有所差异，再加上同行业间的恶性竞争比较激烈，使得稀土熔盐电解炭素阳极产品良莠不齐，这些在客观上造成了稀土熔盐电解用炭素阳极孔隙率高、密度小、导电率低、力学性能差异大等问题，对稀土金属产品质量及生产成本的控制造成巨大困难。目前尚无权威的标准对稀土熔盐电解用炭素阳极进行规范，造成稀土熔盐电解企业的诸多困惑和麻烦。通观使用炭素阳极制品的各个领域，普通石墨电极、高功率石墨电极、电解铝预焙阳极及针对电解氯化钠溶液的导电阳极等炭素产品均有相关的国家或行业标准，但这些产品与稀土熔盐电解用炭素阳极虽属同类却有显著差别，因此上述种种标准也不适用于稀土熔盐电解特定的炭素阳极。

提高炭素阳极制品的物理及力学性能稳定性、控制其在稀土金属熔盐电解中的损耗、减少杂质对稀土产品的污染，成为工程技术和学界研究的重要命题，可在节约成本的同时达到节能环保的目的。

近年来，随着稀土产业的蓬勃发展，功能材料对于杂质含量的要求以及绿色制造对于成本及环境的要求都对稀土熔盐电解炭素阳极提出了更严苛的规范条件，建立稀土熔盐电解炭素阳极行业标准已经迫在眉睫。本标准的制定既可为稀土熔盐电解产业的发展提供有力支持，也可对稀土熔盐电解炭素阳极的质量指标提供指导意义，同时有利于规范炭素阳极市场、引导其合理竞争，并为产品贸易提供更合理的仲裁依据。

1.2任务来源

根据工业和信息化部办公厅关于印发2018年第四批行业标准制修订和外文版项目计划的通知(工信厅科[2018] 73号)文件，根据稀土标委[2019]06号文件，《稀土熔盐电解用炭素阳极》行业标准修订计划正式下达，项目编号为2018-2078T-XB，完成年限为2019年。本标准制定任务由有研稀土新材料股份有限公司牵头起草单位，参与起草报名单位为乐山有研稀土新材料有限公司、襄城奥华新材料有限公司、北京科技大学、山西亮宇炭素有限公司、赣州有色冶金研究所、包头稀土研究院、虔东稀土集团股份有限公司、江苏金石稀土有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司。

1.3 编制单位

有研稀土新材料股份有限公司（简称有研稀土）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。有研稀土是我国最早从事稀土研究开发的单位之一，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。拥有一支创新能力较强的高素质研究开发队伍，其中中国工程院院士2名；高级职称以上人员49人，工程师38人，博士24人，硕士62人，是一支理论基础扎实、工作经验丰富、知识结构合理的创新型研发团队。有研稀土及其前身在稀土领域先后承担了300多项国家、省部级项目/课题，获得国家级、省部级奖励162项（其中国家级奖励40项），研究成果50%以上应用于工业生产，并向国内外转让了70余项（170余次）先进的稀土冶炼分离及化合物材料制备技术，支援建设了数家稀土骨干企业，为我国稀土工业体系的建立和发展作出了重大贡献。全世界生产的60%以上的稀土产品采用有研稀土的技术。

公司一直积极参与标准的制修订工作，先后牵头/参与制定了《稀土术语-稀土金属及合金》、《稀土术语-稀土矿产品及化合物》、《钕铁硼速凝薄片合金》、《钇铝合金》、《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，为本项目的顺利实施提供坚实的技术基础和人员保障。

1.4 工作进度安排

根据任务落实会议精神，我公司组建了稀土熔盐电解炭素阳极行业标准修订小组，主要由生产部门、质管办、市场部技术人员组成。具体时间阶段分为立项、预审、审定和报批，安排如下：

表1 工作进度安排

|  |  |
| --- | --- |
| 工作内容 | 日期 |
| 行业标准申请立项 | 2018年4月 |
| 行业标准任务下达 | 2019年1月 |
| 制定标准，征求意见 | 2019年2月～2019年7月 |
| 标准修订预审 | 2019年8月 |
| 修改标准，再次征求意见 | 2019年9月～2019年11月 |
| 标准审定和报批 | 2019年12月 |

接到任务后，我公司通过广泛调研、了解市场生产情况和用户应用情况。走访了国内稀土熔盐电解用炭素阳极主要生产企业，根据各企业所生产的炭素阳极产品的实际情况，对本标准作了相应的制定。同时，根据当前生产水平，经过市场的充分论证，形成了标准征求意见稿。

二、编制原则和依据及标准主要内容

2.1 编制原则和依据

标准负责起草单位在任务落实会上广泛地征求了与会专家和代表的意见，确定了修订的方案；确定了标准起草原则、主要内容框架和依据：

* 依据国家相关的法律、法规；
* 查询相关标准和收集生产厂商及其客户的相关技术要求，积极向相关国家标准、行业标准要求靠拢，做到标准的先进性；
* 根据目前国内外稀土熔盐电解炭素阳极生产企业的具体情况及技术水平，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；
* 按照GB/T 1.1，稀土标准和国家标准编写示例的要求进行格式和结构编写。

2.2 标准主要内容

本标准规定了稀土熔盐电解用炭素阳极的要求、检验方法、检验规则、包装、运输、贮存及订货单（或合同）内容等。

本标准适用于稀土电解用阳极炭块（以下简称炭素阳极）。

本标准依据炭素阳极产品生产工艺的不同将炭素阳极分为石墨质及石墨化两大类，并依据理化性能分别对每类规定了两个牌号产品，以适用于稀土熔盐电解工艺的使用。

本标准规定了炭素阳极的外观尺寸及偏差，其中，外观尺寸由供需双方协商确定；加工后的外观尺寸偏差应符合下表1的要求。

表1

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 相对允许偏差 |
| 长度 | 不大于$\pm 1\%$ |
| 宽度 | 不大于$\pm 1.5\%$ |
| 高度 | 不大于$\pm 3\%$ |
| 直径 | 不大于$\pm 2\%$ |
| 不直度 | 不大于长度的$\pm 1\%$ |
| 弧度 | 不大于$\pm 2\%$ |

本产品标准规定了炭素阳极的外观质量要求。炭素阳极表面粘接的结合剂、填充料必须清理干净；不得有裂纹及表面鼓包或损失等缺陷；掉角、掉棱（包括弧形棱）等缺陷尺寸应符合下表2规定。

表2

|  |  |
| --- | --- |
| 缺陷名称 | 缺陷尺寸及数量 |
| 掉角 | 掉角不多于2处，且掉角截面周长不大于 250mm。 |
| 掉棱 | 1、掉棱长度≤200mm（弧形棱以弧线长度计算），深度≤30mm的不得多于两处；2、长度＜60mm的忽略不计。 |

本产品标准所列产品的主要理化指标和参数如表3所示。

**表3 常规理化性能指标**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 产品种类 | 牌号 | 体积密度/(g/ cm3) | 真密度/(g/cm3) | 灰分含量/(%) | 电阻率/(μΩ·m) | 耐压强度/(MPa) |
| 石墨质炭素阳极 | XDZ-1 | ≥1.65 | ≥2.13 | ≤0.25 | ≤25 | ≥25 |
| XDZ-2 | ≥1.62 | ≥2.10 | ≤0.40 | ≤35 | ≥20 |
| 石墨化炭素阳极 | XDH-1 | ≥1.63 | ≥2.20 | ≤0.20 | ≤12 | ≥18 |
| XDH-2 | ≥1.60 | ≥2.18 | ≤0.30 | ≤15 | ≥15 |

除了表1规定的指标以外，需要对空气反应性、CO2反应性及空气渗透率等指标提出要求时由供需双方协商确定并在合同中注明，参考理化性能指标见表4。

**表4 参考理化性能指标**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 产品种类 | CO2反应性/% | 空气反应性/% | 空气渗透率/(npm) |
| 石墨质炭素阳极 | ≥90 | ≥80 | ≤2 |
| 石墨化炭素阳极 | ≥95 | ≥90 | ≤1.5 |

这种分类是应调研时生产厂家和用户要求划分的。本标准的分类旨在为生产、使用方提出最佳建议，拟达到效率最大化。这种分类有利技术创新以便使用中发现不同牌号产品的其他有益功能。

三、主要技术内容说明

3.1 规范性引用文件

本标准引用了《炭素材料取样方法》（GB/T 1427）和《数值修约规则与极限数值的表示和判定》（GB/T 8170）中有关炭素材料取样和数据处理的相关条款；对理化性能的检测引用了《炭素材料灰分含量的测定方法》（GB/T 1429）、《炭素材料耐压强度测定方法》（GB/T 1431）、《炭素材料真密度和气孔率测定方法》（GB/T 6155）、《铝用炭素材料检测方法 第9部分：真密度的测定 氦比重计法》（YS/T 63.9）《炭素材料电阻率测定方法》（GB/T 24525）、《炭素材料体积密度测试方法》（GB/T 24528）、《铝用炭素材料检测方法 第10部分：空气渗透率的测定》（YS/T 63.10）、《铝用炭素材料检测方法 第11部分：空气反应性的测定质量损失法》（YS/T 63.11）《铝用炭素材料检测方法 第12部分：预焙阳极CO2反应性的测定 质量损失法》（YS/T 63.12）等文件中的相关条款；对微量元素的测定引用了《铝用炭素材料检测方法 第16部分：微量元素的测定X射线荧光光谱分析方法》（YS/T 63.16）中的相关条款。

3.2 术语和定义

根据稀土熔盐电解用炭素阳极的生产原料、制备工艺不同分别定义了“稀土熔盐电解用石墨质炭素阳极”和“稀土熔盐电解用石墨化炭素阳极”两个炭素阳极种类。

3.3 产品分类

根据炭素阳极产品的种类不同，用“XDZ”代表稀土熔盐电解用石墨质炭素阳极，用“XDH”代表稀土熔盐电解用石墨化炭素阳极。根据炭素阳极产品的理化性质，将两种碳素产品分别分成两个牌号：XDZ-1、XDZ-2以及XDH-1、XDH-2。

3.4 要求

3.4.1 外观尺寸及偏差

各稀土电解企业所使用的阳极外观尺寸不尽相同，无法统一规定。根据大多数阳极使用企业的建议和意见，规定了外观尺寸偏差。

3.4.2 炭素阳极的外观质量

炭素阳极均为通过成型、焙烧等工艺制成的炭素产品，成型过程中可能产生裂纹和鼓包。在熔盐电解过程中，有裂纹的炭素阳极可能会在裂纹处产生断裂，对生产过程和产品品质造成恶劣影响；有鼓包的炭素阳极可能会影响炭素阳极的装配或引起电解槽短路而影响寿命。

在加工制作和运输过程中，炭素阳极可能产生掉角或掉棱。在不影响电解使用的情况下，可考虑允许一定程度和范围的掉角和掉棱。综合各电解企业的工况要求，本标准规定炭素阳极不得有裂纹和鼓包，并对掉角和掉棱做出了规定要求

3.4.3 理化性能及杂质含量

根据炭素阳极生产工艺的不同，课题组成员——北京科技大学刘凤琴教授——对本标准参与编制单位山西亮宇及襄城澳华的炭素阳极进行了大量的理化性能测试，并将其测试的同批次产品在乐山有研稀土新材料有限公司熔盐电解生产线进行考察应用。根据理化性能测试结果以及电解现场应用情况，本标准对炭素阳极的理化性能和杂质含量进行了规定。

四、标准水平分析

制定后的标准将会带来技术进步的竞争局面，对国内生产企业及相关行业的技术进步将产生积极的推动作用；为稀土熔盐电解炭素阳极产品贸易提供仲裁的依据；为稀土熔盐电解炭素阳极产品的指标控制提供指导意义。到目前为止，尚未检索到国际上的关于《稀土熔盐电解炭素阳极》的标准。

五、与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

随着稀土产业的不断发展，稀土熔盐电解炭素阳极的生产数量将大幅增加。制订后的稀土熔盐电解炭素阳极标准将充分反映当前国内各生产企业的技术水平，便于生产，宜于应用。制订后的标准可为稀土熔盐电解炭素阳极产品贸易提供仲裁的依据；为稀土熔盐电解炭素阳极产品的指标控制提供指导意义。制订的稀土熔盐电解炭素阳极标准符合现有国家产业政策，对于解决相关贸易纠纷发挥重要作用。

六、是否涉及专利及知识产权的说明

本文件修订过程中没有检索到专利和知识产权问题。

七、重大分歧意见的处理过程

本标准属于有色金属领域专业基础标准，编制组根据修订前确定的编制原则进行标准修订，在标准修订稿征求意见过程中未发生重大分歧意见。

八、作为强制性、推荐性国行业准的建议

制订后的《稀土熔盐电解炭素阳极》标准非常适应市场的需求，因此，建议本标准作为推荐性行业标准发布实施。

九、贯彻标准的要求和措施建议

制订后的标准颁布实施后，需要国家有关部门组织大力宣传和贯彻，主办各种形式的培训班，才能让稀土熔盐电解炭素阳极生产企业、使用企业及相关贸易单位充分认识和理解制订后的标准条款，进而加以应用。

十、废止现行有关标准的建议

无其他予以说明的事项。

十一、其他应予以说明的事项

无其他应予以说明的事项。

十二、推广应用的预期效果

本标准对当前稀土熔盐电解炭素阳极的主要理化指标、外观质量及杂质含量进行了规定和要求，这些指标不仅可以为稀土熔盐电解炭素阳极供应商的生产提供指导，还可规范国内稀土熔盐电解炭素阳极的市场，保护供需双方的利益，为稀土熔盐电解炭素阳极产品贸易提供仲裁的依据。因此，本标准的制定和执行将有力推动我国稀土熔盐电解炭素阳极及稀土金属产业的发展，促进下游稀土功能材料产业链的健康快速发展，为稀土熔盐电解炭素阳极的指标控制提供指导意义。

有研稀土新材料股份有限公司

 2019年10月11日