**行业标准《氢燃料电池用锆带》**

编制说明（送审稿）

1. **工作简况**

**1.1任务来源及计划要求**

根据工信部《工业和信息化部2019年第一批行业标准制修订和外文版项目计划》（工信厅科[2019]126号），由国核宝钛锆业股份公司负责制定氢燃料电池用锆带行业标准，项目计划编号2019-0181T-YS，计划完成年限2021年。

**1.2本标准涉及的产品简介**

锆及其合金由于具有优异的综合力学性能、良好的加工成型性能、耐腐蚀性能而被广泛运用于制造结构材料以及化学反应装置。我国氢燃料电池发展起步较晚，现阶段研发的双极板材料主要分为三大类，金属双极板、石墨双极板以及复合双极板，而因石墨孔隙率大、力学强度较低，脆性大的特点及复合材料接触电阻高，导电率较低的特点，金属双极板兼顾了较高的电导率、耐蚀性及良好的力学性能等特点，是双极板未来发展的必然趋势。氢燃料电池用锆带主要运用领域为双极板，是由冷轧锆卷经冲压成型，由于锆具有优异的耐酸、碱及水腐蚀性能，因此主要用于替代钛、不锈钢及铝用作双极板的优选材料。

**1.3起草单位情况**

国核宝钛锆业股份公司（以下简称"国核锆业"）由国家核电技术公司和宝钛集团有限公司于2007年11月共同出资组建，归口国家电力投资集团公司管理。注册资金26亿元人民币。

公司是集生产制造、科技研发和理化检测为一体的高科技领军企业，连续10年获得高新技术企业称号，拥有中国首条完整的锆材产业链，包括海绵锆生产、锆合金熔炼和锻造、坯料制备、管棒板材、带材成品制造及返回料综合处理，年产量可满足100台百万千瓦级核电机组用核级锆材的需要及石油化工、醋酸及精细化等行业对工业级锆材的需求。同时，公司顺利通过"检验检测机构资质认定证书（CMA）"和"中国合格评定国家认可委员会认证（CNAS）"，已成为国家认可的锆合金产品专业检测机构。

**1.4主要工作过程**

1.4.1起草阶段

根据任务落实会议精神,国核锆业成立了《氢燃料电池用锆带》标准编制小组，依据氢燃料电池用锆带生产现状、质量检测水平、市场需求、应用状态等形成了本标准意见征集稿。

1.4.2征求意见阶段

2020年9月，编制组通过发函，将标准发送有色金属技术经济研究院、宝钛集团有限公司、国家电投集团氢能科技发展有限公司等单位征求意见。

2020年10月，标委会在四川雅安召开了第一次标准工作会，来自单位有来自有色金属技术经济研究院、宝钛集团有限公司、西部金属材料股份有限公司、金堆城钼业股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司等多家单位专家代表，会上对《氢燃料电池用锆带》（征求意见稿）及编制说明进行了讨论，与会专家积极提出了宝贵意见，会议结束后，标准编制小组根据讨论结果，对征求意见稿进行修改完善，形成了《氢燃料电池用锆带》送审稿。

1. **标准编制原则和确定标准主要内容的论据**

2.1 标准编制原则

本标准是按照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》的规定进行编写的。

本标准在编制过程中，主要通过对近年来氢燃料电池用锆带的研究、供货情况进行了分析和归纳，并结合当前国内制造水平和用户的技术协议，形成了该行业标准。

现阶段双极板用锆带没有相关标准，大部分参照GB/T 3622和GB/T 26723及用户补充协议签订加工合同。由于带材冲压成型过程具有屈服强度值增加，厚度略微减薄的特点，因此对厚度公差及拉伸性能提出了一些特殊要求。基于目前国内外均无锆及锆合金氢燃料电池专用锆带标准的现状，为利于行业产品的发展，将氢燃料电池用锆带的生产、采购与进一步成型相协调，以供货协议为基础，确保双极板用锆带各项指标满足标准要求。

主要技术内容包括：1．产品分类：包括材料的牌号、状态、规格及标记。 2．技术要求：包括化学成分、外形尺寸及其允许偏差、拉伸性能、弯曲性能、晶粒度、外观质量。 3．试验方法 4．检验规则 5．标志、包装、运输、贮存和质量证明书。

2.2 主要技术内容的论据

2.2.1 适用范围及牌号、规格

鉴于目前国内外氢燃料电池用带材的主要品种规格，拟定该标准主要使用材料为纯锆，规格(0.1~0.3)×(50~300)×(≥10000)mm。

2.2.2 化学成分的规定

本标准所使用纯锆化学成分采用了GB/T 26314标准中的Zr-0，但因双极板用锆带最终冲压成型且长期处于酸性或碱性电解质溶液环境中，对腐蚀性能要求较高，因此本标准要求O、Fe两个元素的含量最大值需低于GB/T 26314标准要求的含量最大值，具体见表1。

表1 化学成分 质量分数（%）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 元素 | 元素含量（不大于） | |
| GB/T 26314 | 本规范 |
| O | 0.16 | 0.10 |
| Fe | 0.15 | 0.05 |

2.2.3外形尺寸及其允许偏差

2.2.3.1 厚度允许偏差

本规范中厚度允许偏差与GB/T 21183标准相比有差异，带材冲压时成型位置的厚度会存在减薄现象，且厚度对冲压性能有显著影响，若厚度偏差过大，可能存在冲压位置开裂风险，根据我公司锆带轧制厚度控制经验及厚度均匀性对带材冲制的影响，给出了氢燃料电池用锆带的厚度允许偏差，具体见表2。

表2 厚度及允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规定厚度 | 厚度允许偏差（不大于） | |
| GB/T 21183 | 本规范 |
| 0.10～0.15 | ±0.025 | ±0.008 |
| >0.15～0.20 | ±0.04 | ±0.015 |
| >0.20～0.30 | ±0.05 | ±0.025 |

2.2.3.2宽度及宽度允许偏差的规定

本规范中对氢燃料电池用锆带宽度公差提出了特殊要求，因锆带最终通过模具连续冲压成型，带材宽度均匀一致性较差时会影响模具内的冲制连续性。结合后续氢燃料电池设备要求，规定了用于氢燃料电池的锆带宽度公差应不大于（+0.5，0）mm。

2.2.3.3长度及长度允许偏差的规定

卷式交货的锆带长度公差按照合同（或订货单）要求执行。

2.2.3.4侧边弯曲度的规定

本规范中对氢燃料电池用锆带弯曲度提出了特殊要求，由于双极板用锆带最终采用连续冲压成型，带材弯曲度较大时会影响模具内的冲制连续性，结合后续氢燃料电池设备要求及目前带卷纵分后弯曲度结果，规定了用于氢燃料电池的锆带弯曲度应不大于1mm/m。

2.2.3.5带材表面光洁度

本规范中对氢燃料电池用锆带表面光洁度提出了特殊要求，由于双极板最终应用环境为电解质溶液，表面光洁度较差会对冲压后的腐蚀性能有显著影响。因此本规范对表面光洁度提出要求，带材表面应光洁、平滑、呈金属色，表面粗糙度Ra值应不大于0.8μm。

2.2.4性能

2.2.4.1 拉伸性能

本规范对氢燃料电池用锆带提出了不同的室温拉伸性能要求，双极板一般采用锆带经过冲压成型，在此过程中带材首先需要经过冷成型，同时双极板作为质子交换膜燃料电池组中的关键部件，其所需带材承压要求较低，因此首先应保证带材的成型性，冲压后不允许产生开裂，这就需要使带材具备较低的屈强比，较高的延伸率，经过我公司前期带材的生产经验及后续使用需求，提出了不同的性能要求，具体见表3。

表3 带材拉伸性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 方向 | 本规范 | | |
| *R*m/MPa | *R*p0.2/MPa | *A*50mm/% |
| 纵向 | ≥250 | ≥120 | ≥20 |
| 横向 | ≥250 | ≥150 | ≥20 |

2.2.4.2弯曲性能

鉴于锆及锆合金具有低弹性模量，高回弹指数及室温下密排六方组织滑移系少的情况造成其冷变形困难，容易产生开裂问题，为进一步确保带材成型性，本规范中对弯曲方法及指标提出了相应指标，厚度不小于0.30mm的退火态带材应进行正反两面冷弯性能检验，具体见表4。

表4 弯曲性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 弯芯半径 | 弯曲角度 | 试验方法 |
| 3*T* | 105° | GB/T 232 |
| 注：*T*为带材的名义厚度。 | | |

2.2.4晶粒度

晶粒度可以体现锆带的再结晶程度，有利于直观判断带材塑性的优劣，晶粒组织越细一般材料的塑性越优。本规范中要求氢燃料电池用锆带平均晶粒度不低于GB/T 6394-2017中的7级。

1. 主要实验（或验证）情况分析

3.1针对氢燃料电池用锆带产品，按本标准规定的方法，对主要技术指标进行了验证，实验数据结果见表5，表6。

表5 力学性能

| 名称 | 厚度规格mm | *R*m/MPa | | *R*p0.2/MPa | | *A*50mm/% | | 弯曲性能 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| T | L | T | L | T | L | 3*T*/105° |
| 纯锆 | 0.1 | 275 | 278 | 167 | 149 | 27 | 30 | 无裂纹 |
| 0.2 | 279 | 279 | 174 | 150 | 24 | 28 | 无裂纹 |
| 0.3 | 291 | 305 | 213 | 184 | 24.5 | 22.5 | 无裂纹 |

表6 晶粒度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 厚度规格mm | 晶粒度 | 照片 |
| 纯锆 | 0.1 | 8.5级 | C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\技术工作\2018年\0.1mm氢燃料板材合同\190339N C00018B\190339N C00018B\600-L.jpg |
| 0.2 | 8级 | C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\技术工作\2018年\0.1mm氢燃料板材合同\检测数据\0.1mm高纯锆-18B-T.jpg |
| 0.3 | 7.5级 | C:\Documents and Settings\Administrator\桌面\技术工作\2018年\0.1mm氢燃料板材合同\检测数据\0.1mm高纯锆-18B-L.jpg |

1. 标准水平分析

4.1 采用国际标准和国外先进标准的程度

据查，国外暂无氢燃料电池用锆带的专用标准。

4.2 国家同类标准水平的对比分析

经查，国内暂无氢燃料电池用锆带的专用标准，和氢燃料电池用锆带接近的标准有GB/T 21183《锆及锆合金板、带、箔材》，该标准为通用型标准，不适用于氢燃料电池。本标准与国标GB/T 21183具体差异见表7。

表7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 牌号 | GB/T 21183 | | | | | | 本规范 | | | | | |
| 化学  成分 | Zr-0 | O/% | | | Fe/% | | | O/% | | | Fe/% | | |
| ≤0.16 | | | ≤0.15 | | | ≤0.10 | | | ≤0.05 | | |
| 厚度允许偏差 | Zr-0 | δ0.10～0.15/mm | | δ0.15～0.20/mm | | δ0.20～0.30/mm | | δ0.10～0.15/mm | | δ0.15～0.20/mm | | δ0.20～0.30/mm | |
| ±0.025 | | ±0.04 | | ±0.05 | | ±0.008 | | ±0.015 | | ±0.025 | |
| 宽度允许偏差 | Zr-0 | W＜300mm | | | | | | W＜300mm | | | | | |
| +1.5  0 | | | | | | +0.5  0 | | | | | |
| 侧边弯曲度 | Zr-0 | 不大于3/1000mm | | | | | | 不大于1/1000mm | | | | | |
| 力学  性能 | Zr-0 | *R*m/MPa | | *R*p0.2/MPa | | *A*50mm/% | | *R*m/MPa | | *R*p0.2/MPa | | *A*50mm/% | |
| T | L | T | L | T | L | T | L | T | L | T | L |
| ≥290 | ≥290 | ≥205 | ≥140 | ≥18 | ≥18 | ≥250 | ≥250 | ≥150 | ≥120 | ≥20 | ≥20 |
| 弯曲  性能 | Zr-0 | 弯芯半径 | | | 弯曲角度α | | | 弯芯半径 | | | 弯曲角度α | | |
| 无规定 | | | | | | 3*T* | | | 105° | | |

本标准在编制同时增加弯曲性能等检测要求，且本标准制定的产品标准指标更加先进、合理，使氢燃料电池用锆带的质量水平有所提高，能够满足国内需求使用，对促进我国氢燃料电池用锆带的发展会产生重要的影响。

1. 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准关系

本标准的制定过程、技术指标的 选定、检测项目的设置复合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

无

1. 标准作为强制性或推荐性的建议

本标准规范了氢燃料电池用锆带的主要技术指标，在执行时，也可以根据设计或用户要求，对一些指标等方面需要做出进一步特殊要求，因此建议本标准作为推荐性行业标准发布实施。

1. 贯彻标准的要求和措施建议

建议标准发布后及时组织相关单位开展标准宣贯，并向设计和制造单位大力推广使用本标准，以便更好的推广氢燃料电池用锆带的国产化进程，促进行业的健康发展，进一步提高和完善我国氢燃料电池用锆带的生产、装备、技术水平。

1. 废止现有有关标准的建议

无

1. 其它应与说明的事项

无

1. 预期成果

本标准发布，将有力的推动国内氢燃料电池用锆带行业的发展，同时，本标准的发布实施，将推进清洁能源汽车的发展进程；为国内双极板用锆带选材、质量控制提供指导；同时可促进该行业的健康、可持续发展、进一步提高和完善我国氢燃料电池用锆带的生产、装备、技术水平。

氢燃料电池用锆带标准编制组

2021年3月