**行业标准《焊管用锆带》**

编制说明（审定稿）

1. **工作简况**

**1.1任务来源及计划要求**

根据工信部《工业和信息化部办公厅关于印发2018年第四批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科[2018]73号），由国核宝钛锆业股份公司负责制定制定焊管用锆带行业标准，项目计划编号2018-2016T-YS，计划完成年限2020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、焊接性能以及抗高温高压水及蒸汽腐蚀性能而被广泛用于制造结构材料以及化工用反应装置。锆焊管是由冷轧锆卷经过冷态折弯卷曲成管状后，采用钨极氩弧焊的方式焊接而成。由于锆具有优异的耐酸、碱及水腐蚀性能，其主要用于替代钛、不锈钢及铜管用作冷凝器及换热器的优选材料。

我国锆材加工起步较晚，且早期进行的均是无缝管产品加工生产，由于无缝管在长度上具有明显的制约性，发展焊管是必然趋势。近年来，随着我国化工、核电领域的迅速发展，锆带原料需求日益扩大。

**1.3起草单位情况**

国核宝钛锆业股份公司（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《焊管用锆带》标准编制小组，依据焊管用锆带生产现状、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

2019年6月，编制组通过发函，将标准发送色金属技术经济研究院、宝钛集团有限公司、南京宝色股份公司、浙江久立特材科技股份有限公司、江苏龙山管业有限公司等单位征求意见。

2019年6月23日~6月25日，标委会在青岛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、西安庄信新材料科技有限公司、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《焊管用锆带》（讨论稿）及研究报告进行了讨论，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，对讨论稿进行修改完善，形成了《焊管用锆带》预审稿。

2019年8月21日~8月24日，标委会在大连召开了第二次标准工作会，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、西安庄信新材料科技有限公司、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、湖南湘投金天钛金属股份有限公司、西安汉唐分析检测有限公司、安泰天龙钼业科技有限公司、西安凯立新材料股份有限公司等多家单位专家代表，会上对《焊管用锆带》（预审稿）及研究报告进行了讨论，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，对预审稿进行修改完善，形成了《焊管用锆带》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：标准的结构和编写》的规定进行编写的。

本标准都在编制过程中，主要通过对我国焊管用锆带的生产及使用情况进行了分析和归纳，以近年来焊管用锆带的加工水平和相关企业的技术协议，企业标准，形成了改行业标准。

目前国内外均无锆及锆合金焊接管材专用的锆带标准，锆焊接管材用带材大部分按ASTMB551、GB/T 21183标准及用户所提补充协议签定，由于焊管成型过程具有强度尤其是屈服强度值增加、厚度略微减薄的特点，目前国内该用途锆带的采购各厂家基本上都在ASTMB551的基础上对力学性能及厚度公差提出一些特殊要求。基于目前现状，为利于行业产品的发展，将焊接管专用锆带的生产、采购与进一步成型相协调，本规范主要以ASTMB551标准为基础，在其基础上作以合理调整，以确保焊接管材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，产品的型式、规格。 2．技术要求：包括化学成分、尺寸允许偏差、力学性能、工艺性能、表面质量。 3．试验方法 4．检验规则 5．标志、包装等 6. 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

鉴于目前国内外锆焊管的主要品种规格，拟定该标准涵盖R60700/Zr-1、R60702/Zr-3、R60705/Zr-5共3个牌号，规格为(0.3~2.0)×(40~300)×>(10000)mm。

2.2.2 化学成分的规定

本标准包含牌号化学成分与ASTMB551及ASTM26314标准完全一致，规定的Zr系列牌号其成分Zr-1与R60700、Zr-3与R60702、Zr-5与R60705相一致。

2.2.3 尺寸允许偏差的规定

2.2.3.1 厚度允许偏差

本规范中厚度允许偏差按照宽度范围不同分开规定，焊管时通常保持电流不变，因此锆带的厚度对其显著影响，若厚度偏差过大，可能存在局部未焊透或焊漏风险，根据我公司带卷焊接经验每增加0.01mm焊接电流增加0.7A，而不同厚度范围内其对电流影响的抵抗性不同，再结合我公司锆带卷的轧制厚度控制经验，确保电流不变的情况下保证焊接质量，给出了焊管用锆带的厚度允许偏差，具体见表1。

表1 厚度及允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 规定厚度 | 规定宽度下，厚度允许偏差（不大于） | | |
| 40～100 | >100～200 | >200～300 |
| 0.30～0.50 | ±0.03 | ±0.03 | ±0.04 |
| >0.50～0.72 | ±0.04 | ±0.04 | ±0.05 |
| >0.72～1.00 | ±0.05 | ±0.05 | ±0.06 |
| >1.00～1.50 | ±0.06 | ±0.07 | ±0.07 |
| >1.50～2.00 | ±0.07 | ±0.08 | ±0.08 |

2.2.3.2宽度及宽度允许偏差的规定

本规范中宽度允许偏差按照不同的宽度及厚度范围分开规定，焊管用锆带的宽度与焊接管的直径有直接关系，宽度偏差过大影响焊管直径偏差，因此焊管用锆带宽度偏差应有特殊规定，根据我公司锆带纵分后宽度偏差统计及后续焊管直径影响给出了宽度允许偏差，具体见表2。

表2 宽度尺寸及允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 宽度 | 规定厚度的宽度允许偏差 | |
| ≤1.0 | ＞1.0～2.0 |
| 40～150 | ±0.10 | ±0.15 |
| ＞150～300 | ±0.13 | ±0.20 |

2.2.3.3 弯曲度要求

本规范中对焊管用锆带弯曲度提出了特殊要求，由于焊管是采用带材折弯后焊接方式进行生产，焊接前带材弯曲度较大时会导致折弯后无法焊接、焊缝不直或焊管直线度差等问题，结合后续焊管设备要求及目前带卷纵分后弯曲度结果，规定了用于焊管的锆带弯曲度应不大于1/1000mm。

2.2.3.4 带材边部质量

用于焊管用锆带边部质量对于后续焊接起到显著影响，带材边部存在明显毛刺、裂口或分层时折弯后焊口无法对齐存在缝隙，焊接过程中易出现偏弧、焊漏等缺陷，由此导致焊接失败，管材无法成型。因此本规范对焊管用锆带边部提出要求，边部应平齐、无裂口、分层，不允许有明显毛刺。

2.2.4性能

2.2.4.1 力学性能

本规范对三种牌号锆带提出了不同的力学性能要求，焊管一般采用锆带经过折弯焊接而成，在此过程中带材首先需要经过冷成型，即折弯，同时焊管通常用作换热器、凝汽器，其所需管材承压要求较低，因此首先应保证带材的成型性，折弯后不允许产生开裂，这就需要使带材具备较低的屈强比，较高的延伸率，经过我公司前期三种牌号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 带材力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ASTM B551 | | | | 本规范 | | |
| 牌号 | Rm/MPa | Rp0.2/MPa | A50mm/% | Rm/MPa | Rp0.2/MPa | A50mm/% |
| R60700 | ≤380 | ≤305 | ≥20 | ≥280 | 120～200 | ≥25 |
| R60702 | ≥380 | ≥205 | ≥16 | ≥380 | 205～340 | ≥20 |
| R60705 | ≥550 | ≥380 | ≥16 | ≥450 | 310～400 | ≥20 |

2.2.4.2工艺性能

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，具体见表4。

表4 工艺性能

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 本规范 | | | | |
| 牌号 | 弯曲半径 | | 弯曲角  α | 试验方法 |
| 带厚<0.8mm | 带厚0.8~2.0mm |
| Zr-1 | 3T | 5T | 105° | GB/T232 |
| Zr-3 | 3T | 5T |
| Zr-5 | 3T | 5T |

2.2.4.3 维氏硬度

硬度是体现一个材料综合性能的指标，本规范中提出了相应指标，通常用于焊管锆带材端面的显微硬度≤180HV。

2.2.4.4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，ASTM B551未对其作出要求，本规范中提出了Zr-1、Zr-3带材的相应指标，焊管用锆带材平均晶粒度不低于GB/T 6394中的5级。

1. 主要实验（或验证）情况分析

3.1针对焊管用锆带产品，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

| 牌号 | 规格mm | 批次 | Rm/MPa | Rp0.2/MPa | A50mm/% | 工艺性能 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3T/105° | 5T/105° |
| R60700/Zr-1 | 0.6×W×coil | C00001M | 304 | 132 | 32 | 无裂纹 | / |
| C00001M | 306 | 134 | 30 | 无裂纹 | / |
| 0.8×W×coil | C00001M | 310 | 132 | 34.5 | 无裂纹 | / |
| C00001M | 313 | 136 | 32.5 | 无裂纹 | / |
| 2.0×W×coil | C00009M | 341 | 177 | 34.0 | / | 无裂纹 |
| C00010M | 366 | 175 | 36.0 | / | 无裂纹 |
| R60702/Zr-3 | δ1.0mm | C00075M | 448 | 310 | 37.0% | / | 无裂纹 |
| δ1.5mm | C00066M | 460 | 303 | 32.0% | / | 无裂纹 |
| C00075M | 462 | 305 | 31.5% | / | 无裂纹 |
| δ1.6mm | C00040M | 415 | 300 | 38.5% | / | 无裂纹 |
| δ2.0mm | C00057M | 453 | 321 | 29.5% | / | 无裂纹 |
| R60705/Zr-5 | δ1.2mm | C00005R | 584 | 398 | 26.0% | / | 无裂纹 |
| δ1.5mm | C00009R | 535 | 387 | 28.0% | / | 无裂纹 |

表6 显微硬度及晶粒度

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 规格mm | 批号 | 显微硬度 | | | 晶粒度 |
| R60700 | 2.0 | C00009M | 142 | 140 | 149 | 8级 |
| 133 | 136 | 137 |
| 0.8 | C00001M | 143 | 147 | 132 | 7级 |
| 133 | 139 | 144 |
| 0.6 | C00001M | 131 | 128 | 129 | 7级 |
| 135 | 136 | 130 |
| R60702 | 1.0 | C00075M | 158 | 154 | 150 | 10.5级 |
| 157 | 156 | 150 |
| 1.5 | C00066M | 164 | 162 | 167 | 11级 |
| 160 | 159 | 162 |
| C00075M | 155 | 158 | 154 | 10.5级 |
| 158 | 152 | 157 |
| 1.6 | C00040M | 160 | 167 | 168 | 11.5级 |
| 163 | 173 | 168 |
| 2.0 | C00057M | 154 | 158 | 152 | 10.5级 |
| R60705 | 1.2 | C00005R | 165 | 168 | 170 | / |
| 1.5 | C00009R | 164 | 158 | 168 | / |

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，国外暂无焊管用锆带的专用标准。

4.2 国家同类标准水平的对比分析

国内暂无焊管用锆带的专用标准，长期以来焊管用锆带订货时通常参考ASTM B551。本标准借鉴了ASTM B551 并在长期的生产经验基础上，针对尺寸公差要求、显微硬度、金相组织、工艺性能等提出了相应要求，本标准整体技术水平优于ASTM标准。

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

本标准规范了焊管用锆带材的主要技术指标，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，以便更好的推广焊管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焊管用锆带的生产、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，将有力的推动国内焊管用锆带行业的发展，同时，本标准的发布实施，将推进焊管用锆带的国产化进程；为国内焊管用锆带选材、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焊管用锆带的生产、装备、技术水平。

焊管用锆带标准编制组

2020年7月