国家标准

《锆及锆合金管材涡流探伤方法》

编

制

说

明

（讨论稿）

国核宝钛锆业股份公司

标准编制组

（2015年10月）

《锆及锆合金管材涡流探伤方法》

编制说明

1.工作简况

1.1项目来源

根据国标委综合【2015】30号《国家标准委关于下达2015年第一批国家标准制修订计划的通知》要求，由国核宝钛锆业股份公司起草《锆及锆合金管材涡流探伤方法》国家标准，项目计划编号为20150560-T-610，计划完成年限2016年。

1.2本标准所涉及的产品简况

锆及锆合金管材具有较强的抗腐蚀性能和优良的核性能，常用于加工制作核反应堆燃料组件的包复材料，防止核反应产物的逸出。因而，工程设计上对锆合金管材的质量有着严格的要求，需采用相应的无损检测方法进行产品检验，以确保最终的管材质量。

1.3承担单位情况及主要工作过程

1.3.1 承担单位情况

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，归口国家核电技术公司管理。

国核锆业是集研发与生产为一体的核级锆材专业化公司，被确定为引进美国西屋公司AP1000全套核级锆材技术的唯一指定用户。

国核锆业产业体系涵盖核级海绵锆生产，锆合金熔炼、坯料制备及返回料加工，管、棒、板、带材成品制造等完整的核级锆材产业链。根据中国核电对锆材需要，国核锆业核级锆材生产线一期工程设计产能为：核级海绵锆2000吨/年，锆合金锭2000吨/年，板带材80吨/年，管棒材1000吨/年。公司的发展目标是：成为代表国家行业能力、具有世界先进水平的国家核级锆材研发、生产、营销和服务中心。

国核锆业核级锆材生产线自2009年8月8日开始陆续开工建设，经过几年的艰苦创业，目前全套生产线已全部竣工，并通过了美国西屋公司的合格性鉴定，形成了一整套完整、科学、对接世界一流标准的核级锆材生产技术体系与质量保证体系，已完全具备了核用及非核用锆材的批量生产能力。2012年，国核锆业核级锆材生产线全面正式投产。

依托于国核宝钛锆业股份公司而设立的“国家能源核级锆材研发中心”，于2009年11月被国家能源局正式批准授牌，由此国核锆业成为集生产制造平台、科技研发平台和理化检测平台为一身的高科技领军企业。中心具有世界先进水平的实验室研究、中试和产业化研究平台，已成为核级锆材基础技术研究、应用技术开发及检验检测设施齐备的国家级综合性研发与检测机构。中心承担的国家科技重大专项《AP1000核级锆材制造技术》已完成课题验收；另一项国家级科研课题《国产新锆合金研制及应用性能研究》已取得突破性进展。

通过核级锆材技术的引进、吸收和再创新，国核锆业正在成为具备拥有各种堆型核级锆材生产技术、门类齐全、能够满足市场各类需求的综合性供应厂商。

1.3.2 主要工作过程

根据任务落实会议精神，国核锆业组建了《锆及锆合金管材涡流探伤方法》国家标准编写组，主要由安全质量管理部和技术管理部等人员组成。经过收集资料、实验测试和多次内部讨论，形成了《锆及锆合金管材涡流探伤方法》意见征求稿，将其发送有色金属技术标准委员会、中国核动力研究设计院、中核武汉核电运行技术股份有限公司、上海核工程研究设计院、上海核工程研究设计院、国核电站运行服务技术有限公司、宝钛集团有限公司、中核建中核燃料元件公司、中核包头核燃料元件公司、西部新锆核材料科技有限公司、爱德森（厦门）电子有限公司等单位征求意见，并根据意见情况对标准进行认真修改，形成《锆及锆合金管材涡流探伤方法》的讨论稿。

2. 标准编制原则和确认标准主要内容的论据

2.1标准编制原则

本标准在编制时，对国内、外锆及锆合金管材的涡流检测方法进行了统计和分析，结合现场十多年关于核级锆管材涡流检测的经验，以及ASTM协会和ASME协会的相关标准等资料确定出以下原则：

a）本标准所涉及的内容应涵盖国内锆材的实际情况，技术水平不低于当前的国际水平；

b）本标准应体现核质保的相关要求；

c）标准应严格按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》以及《有色金属冶炼产品国家标准、行业标准编写示例》的规定格式进行编写。

2.2确定标准主要内容的论据

为使本标准具有相对普遍的指导意义，我们在标准的适用性、科学性及合理性方面做了大量的工作，起草小组人员收集和查询了目前国内外关于锆管涡流检测的资料，结合国内锆材生产现状，并参考国内现有关于有色金属管材的涡流检测标准，并通过实验分析，编写了本标准，希望本标准能满足国内生产企业和使用单位的需求。

2.2.1产品的规格范围

主要根据当前生产所涉及的产品规定了包壳管材的外径范围，规定外径规范和壁厚外径比，表明本标准探伤的管材为小径薄壁管。

2.2.2一般要求

按目前国内标准编写的规范，并参考国内其它有色金属探伤标准内容，规定了被检管材的产品表面要求、探伤人员的要求；为确保探伤过程不受外界干扰，对探伤环境进行了规定；根据质保体系关于监视与测量装置的控制要求，规定了对仪器/设备的周期性检定/鉴定的确认要求。

2.2.3探伤方法

目前国外对锆及锆合金管材涡流探伤基本采用外穿式的探伤方法，如法国、俄罗斯。国内在上世纪90年代早期，曾对核用锆管材采用放置式探头进行探伤，后改为外穿式并沿用至今。因而，在标准中，规定管材涡流探伤方法为外穿式探伤方法，必要时可采用放置式探头进行探伤。

2.2.4对比试样

针对规定的探伤方法，规定了对比试样人工缺陷的类型，并对人工缺陷的加工方法和要求进行了规定。对于人工缺陷的尺寸，俄罗斯和法国对锆合金包壳管的人工缺陷均规定为Φ0.3mm的径向通孔，俄罗斯对外径为13mm的锆合金管材人工缺陷均规定为Φ0.35mm的径向通孔；而国内目前规定的锆合金管材涡流探伤人工缺陷均为Φ0.3mm的径向通孔，早期国内采用放置式探头对锆合金管材进行探伤时，人工缺陷为外表面纵向刻槽，人工缺陷尺寸为0.05mm（深）×0.07mm（宽）×3mm（长）。

对表面槽型人工缺陷的形状按目前常规的三种形状进行了规定，并确定U型为仲裁标准形状。根据国内槽型人工缺陷的应用情况，以及相关实验结果，确定了槽型人工缺陷的尺寸。

**2.2.5探伤设备**

根据实际的生产应用情况对探伤仪提出了单频和多频的要求，并确定了仪器应具备的激励频率范围；

根据探伤要求对涡流检测探头提出了相应要求，对传动系统的稳定性和对中性提出了要求，并提出了推荐探伤速度范围。

**2.2.6设备调试**

考虑了人工缺陷之间的差异、设备本身的稳定性以及核用锆及锆合金管材的涡流探伤要求等综合因素，标准确定三个人工缺陷之间的信号差≤2dB；

根据生产应用效果，规定了频率选择的原则。对于频率选择的原则，在国内其它金属涡流探伤方法标准均未对此做出规定。依据锆及锆合金属于非铁磁性材料的特点，在本标准中给出了涡流的标准渗透公式的计算公式。同时，通过实验，测试了几种常用锆及锆合金材料的电导率（见附录），为较为准确地选择频率提供依据。

本标准要求人工标准缺陷信号相位角度不小于30°的目的，是为了有效区分有用信号和噪声信号。

**2.2.7探伤结果评判**

在对探伤结果评定时，明确了以缺陷响应幅度进行评定的规定，必要时可通过相位分析进行综合评定。并明确要求在探伤记录中标注探伤盲区长度。

3 标准水平分析

经查，国内外无相应的关于锆及锆合金管材的涡流探伤方法。国外的一些锆材加工的专业厂家，如法国、俄罗斯，虽对锆合金管材进行涡流探伤，但其方法并未形成标准予以公布，不能对我国锆及锆合金管材的涡流探伤工作形成指导。从目前通过其它渠道掌握的资料分析，本标准的各项指标和技术要求不低于国际水平。相对国内其它金属材料的涡流探伤方法标准，由于锆材的特殊用途，导致本标准在技术指标和要求方面，要严其它金属材料的涡流探伤方法标准。

4 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

5 专利及涉及知识产权

本标准起草过程中，没有检索到专利和知识产权问题。

6 分歧意见的处理经过和依据

编制组严格按既定的编制原则进行了编写，本标准起草过程中未发生重大的分歧意见。

7 标准用为强制性或推荐性国家标准的建议

本标准全面覆盖了锆及锆合金管材涡流探伤的一般性通用要求，可满足对核用锆及锆合金管材涡流探伤要求，但在执行时，可根据设计或用户要求，对一些指标等方面需做出进一步的特殊要求。因此，建议本标准作为推荐性国家标准发布实施。

8 贯彻标准的要求和措施建议

本标准是核用锆及锆合金管材涡流探伤的一般性基础要求，建议相关单位组织专项标准宣贯会，对本标准进行系统全面的学习与贯彻实施；

本标准具体应用时，建议供需在本标准的基础上，可对一些特殊要求在订货合同中做出详细的约定。

9 废止现行有关标准的建议

无

10 其它应予以说明的事项

无

11 预期效果

本标准适用于核用锆及锆合金管材的涡流探伤，是在充分调研我国实际生产使用情况及国外生产应用情况的基础上编制而成。本标准的颁布实施，将为核用锆材的设计、生产、使用提供最基本的技术依据，也是是行业进一步规范锆材的涡流探伤工作、减少质量争议的重要依据。

《锆及锆合金管材涡流探伤方法》

国家标准编制小组

二〇一五年十月二十日