**包壳管激光标记通用要求**

**行业标准**

编

制

说

明

（审定稿）

《包壳管激光标记通用要求》编制组

2021年11月

**包壳管激光标通用要求**

**行业标准-编制说明**

**（审定稿）**

1. 工作简况

1.1 任务来源及计划要求

根据工信厅科函【2019】276号《工业和信息化部办公厅关于印发2019年第四批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》要求，由西部新锆核材料科技有限公司起草《包壳管激光标记通用要求》行业标准，项目计划编号为2019-1749T-YS，计划完成年限2021年。

1.2 立项的目的和意义

国家大力发展核电产业，核电“走出去”是国家“一带一路”战略构架中非常重要的一个板块。推进我国自主知识产权的“华龙一号”核电技术，是践行核电“走出去”战略的实施，也是开启中国核电“一带一路”战略的布局。锆合金具有较强的耐腐蚀性能和优良的核性能，主要用于制造核反应堆的结构材料。燃料组件用包壳管激光标记为确保反应堆在运行过程中或停堆后，当存在破损等情况时，能够更好的定位并进行追溯，对包壳管的堆内跟踪具有十分重要的意义。但激光对包壳管表面标记区域具有一定的影响，该影响程度可通过确定包壳管激光标记技术要求进行控制，保证堆内包壳管激光标记的安全性与可靠性。

通过对本标准的制定规范了包壳管激光标记通用要求，同时也可有力地促进该行业的安全、质量发展，特别对核工业的安全与发展具有重要的意义。

1.3 标准项目编制单位、起草人情况

西部新锆核材料科技有限公司（以下简称西部新锆公司）是由西北有色金属研究院和中核集团等股东合资成立的股份制国有企业，前身来自于西北有色金属研究院难熔金属研究所锆合金课题组，该课题组具有雄厚的包壳管研发实力。公司的首要目标是建设核用锆、铪材自主化科研生产基地，搭建世界一流的国家级核用特种金属材料研发、评价、性能分析、检测、中试和工业化生产为一体的创新平台，整合核用材料优势资源，推进重大科技成果的产业化和产业聚集发展。获得过国家科学技术奖特等奖等国家级奖项3项，省部级奖项9项，主持或参与制、修订国家标准、行业标准三十余项，公司目前拥有各项发明专利二十余项。公司自2013年4月1日成立后，以核安全法规HAF003和相关导则、GJB9001B质量管理体系标准为基础建立了质量保证体系，共承担核电用包壳管委托加工合同30项，生产出成品包壳管7吨多，并且承担了自主化包壳管N36锆合金的生产任务，已经完成了90组件用N36激光标记包壳管的制备，已依据技术要求“包壳管激光标记通用技术要求”进行了多批次的包壳管的激光标记，为本标准的起草积累了大量的实践数据，具有很强的技术支撑和理论基础。

本项目参与起草单位还包括中核建中核燃料元件有限公司、国核宝钛锆业有限公司，各单位均是锆及锆合金研制及生产领域的资深企业，一直从事和承担本单位或外单位包壳管激光标识的相关工作。

标准编写组成员主要进行了资料收集、产品生产和使用情况调研，以此为基础按照标准的最新规范进行标准的编制。

1.4 主要工作过程

西部新锆核材料科技有限公司在接到标准制订任务后，成立了标准编制组，并召开了标准项目编制启动会议，对标准编写工作进行了部署和分工，主要工作过程经历了以下几个阶段。

1.4.1起草阶段

2019年12月，在接到标准制定任务后，成立了标准编制工作组，确定了各成员的工作职能和任务，制订了工作计划和进度安排，填写了“推荐性行业标准项目任务书”。

2020年8月，通过有色金属标准工作网络会议（工作会第一次会议）对本标准任务进行了落实。

2020年12月，编制工作组完成相应的调研，收集、整理相关文献资料，形成了《包壳管激光标记通用要求》草案稿Ι，发往中核建中核燃料元件有限公司、国核宝钛锆业有限公司共3家单位。

2021年1月，编制工作组陆续收到各单位的反馈意见，对反馈的意见进行汇总处理，对草案稿Ι进行修改，完善实验报告与编制说明，形成草案稿Ⅱ。

2021年3月18日，在苏州召开的有色金属标准工作会议（工作会第二次会议），会上西中核建中核燃料元件有限公司、国核宝钛锆业有限公司、西北有色金属研究院、金堆城钼业股份有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、西安汉唐分析检测有限公司等单位的专家代表，对本标准、编制说明的草案稿进行了认真、细致的讨论，形成修改意见。

2021年6月，编制组根据苏州会议精神，补充完善试验，对本标准、编制说明进行修改，形成征求意见稿。

1.4.2征求意见阶段

编制组通过发函，全国有色金属标准化技术委员会将《包壳管激光标记通用要求》征求意见资料在中国有色金属标准质量信息网（[www.cnsmq.com](http://www.cnsmq.com)）上挂网，向社会公开征求意见。征求意见的单位包括主要生产、经销、使用、科研、第三方检验机构等单位及大专院校，征求意见单位广泛且具有代表性。

2021年9月14日召开的有色金属标准网络工作会议，会上中核建中核燃料元件有限公司、国核宝钛锆业股份公司等单位的专家代表，对本标准、编制说明的征求意见稿进行了认真、细致的讨论，会后编制组按照会议讨论结果，对征求意见稿进行修改，形成标准送审稿。

1. 标准编制原则

2.1 符合性：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》的要求对本部分进行了编写。

2.2 合理性：锆合金是关键的核反应堆用材料，包壳管是核反应堆的第一道安全屏障，包壳管激光标记的可靠性与安全性是评价包壳管安全性能的重要指标。查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求，充分考虑目前科研单位、生产企业的实际需要：广泛适用，操作可行。充分考虑国家法律、安全、卫生、环保法规的要求。

2.3 先进性：本标准有利于创新发展与国际接轨的原则。

1. 标准主要内容的确定依据
   1. 概况

本标准参照了目前自主化锆合金包壳管的激光标识方法，经过调研并考虑生产实际水平进行制定。

* 1. 标识要求

3.2.1激光标识码类型

激光标识码由条形码及数字码组成。

目前存在多种条形码类型，包括Code 2 of 5 interleaved（交叉25码）、Code 128（128码）或者Code 39（39码）。为了保证激光打标条形码类型的统一，更好的保证供需双方均可读，并结合目前生产实际情况，条形码类型由供需双方协商确定。

每支管材的数字码，必须体现该管材的生产批号、批内序列号、产品代码，其中生产批号、产品代码，要求为阿拉伯数字、英文字母或者阿拉伯数字与英文字母组合中的一种，批内序列号必须为阿拉伯数字。

3.2.2条形码及数字码数量

为了便于目视识读包壳管数字码，故保证每支包壳管应有1组数字（含字母）码。

为了便于各种设备自动识读顺畅，根据包壳管的外径进行区分，当包壳管外径≤10mm时，要求每支管材上刻3组~4组条形码；当包壳管外径＞10mm时，要求每支管材上刻5组~6组条形码。

3.2.3条形码及数字码尺寸

在保证设备识读顺畅的情况下，应确保条形码之间不重叠，因此必须对条形码之间的间隔进行规定。间隔太小，会存在管材周向的条形码存在重叠的情况，导致识读出错，或者读不出来；间隔太大，会导致设备自动识读时，读取位置为空白处，影响设备自动识读，识读效率降低。因此，规定：条形码宽度不小于15mm，条形码之间的间隔不小于0.5mm。

考虑目视便于识读，若数字码太小，影响人工识读效果，规定数字码高度不小于2mm、单个字符宽度不小于1mm。

3.2.4条形码及数字码位置

为了保证条形码及数字码在燃料组件上位置的一致性，便于在组件上顺利识读出管材编码。因此，数字码及单个条形码沿包壳管轴向分布，不同条形码之间沿包壳管周向分布。据管材端部从左至右依次为条形码、数字码。条形码起点据包壳管端部不低于5mm。

* 1. 技术要求

3.3.1正确性

产品激光标记清晰完整、可读、识读正确，是激光标记的基本要求。因此，针对激光打标的管材，首先采用目视进行数字码的识读，采用读码器或设备进行条形码的识读，保证扫码读取与目视识读结果的一致性，且符合编码规则的要求，则激光标记正确。

3.3.2表面质量

激光标记作为一种标识方法，在使包壳管表面形成条形码和数字码的同时，也可能会导致管材表面产生额外的缺陷，如氧化色、玷污等缺陷，因此针对管材的激光打标位置处进行外观表面质量的检验，确保外表面不应有目视可见的氧化色、玷污等缺陷。

3.3.3激光标记深度

激光标记后会对管材组织产生影响，并形成一定的激光标记深度，应通过分析横截面激光标记深度进一步反馈激光标记对组织的影响程度。因此应对激光标记深度进行检测，最大深度不大于5µm。采用合适且相同的激光打标工艺对N36锆合金、Zr-4合金包壳管打标后，进行激光打标深度检测，深度均小于5µm。

3.3.4热影响区厚度

激光标记后会对管材组织产生影响，并形成一定的热影响区，应通过分析横截面热影响区厚度进一步反馈激光标记对组织的影响程度。因此应对激光标记的横截面测量热影响区厚度进行检测，最大厚度不大于50µm。采用合适且相同的激光打标工艺对N36锆合金、Zr-4合金包壳管打标后，进行激光打标热影响区厚度进行检测，深度均小于40µm。

3.3.5腐蚀性能

激光标记对包壳管腐蚀性能具有一定的影响，当激光标记方法选取不合适时，可能会导致激光标记处产生白色腐蚀产物、腐蚀增重增加，直接影响其堆内使用寿命，因此应对激光标记的试样开展腐蚀性能试验。要求激光标记试样在（400±3）℃，压力为（10.3±0.7）MPa的水蒸气进行72+8 0h或336+8 0h腐蚀。经腐蚀试验后，试样表面应是灰黑色氧化膜，试样经72+8 0h 腐蚀的增重应不大于22mg/dm2。当72+8 -0h试验结果不合格时，可继续进行累计时间336+8 0h的腐蚀试验，其增重应不大于38 mg/dm2。

* 1. 试验方法

试验方法是否合适，直接影响对产品检验结果的判定，结合目前锆合金产品检验方法实际情况，因此规定：

1. 激光标记后管材的正确性和表面质量采用目视的方法进行检查；
2. 采用显微镜对激光打标深度和热影响区进行检测；
3. 激光标记处腐蚀性能的检验参考YS/T 1308的规定进行。
   1. 检验规则

为保证包壳管产品质量的一致性，因此包壳管应成批进行激光标记及检验，每批应由同一牌号、同一熔炼炉号/锭号，具有相同规格、状态和最终热处理炉号的产品组成。

针对激光打标管材正确性及表面质量，规定必须逐支进行检验，以保证激光打标的每支管材符合编码规则等要求。检验结果的判定，若正确性、表面质量不合格时，判该支不合格。

针对激光打标深度、热影响厚度的检验，因为批次间会存在差异，规定每批次随机选取1个试样分别开展检验。检验结果的判定，如果有试样结果不合格时，则从该批产品上随机取双倍试样进行不合格项目的重复试验，重复试验结果仍有不合格，则判该批产品不合格。

针对腐蚀性能检验，规定每批次随机选取1个试样开展检验。检验结果的判定，当72h腐蚀性能不合格时，采用以下2种方法中的1种开展腐蚀试验：

1）继续进行累计时间336h的腐蚀试验，如果不符合3.3.5要求时，则判该批产品不合格。

2）重新加倍取样进行72h 腐蚀试验，试验结果仍有不合格，则判该批产品不合格。

1. 标准水平分析

本标准是首次制定的包壳管激光标识要求专用标准，本标准在制定过程中，通过文献检索，网上查询，国内外并未有关于包壳管激光标识的相关标准。本标准在编制过程中结合我国核用包壳管激光标识几十年的行业科研生产经验，考虑了目前科研院所及生产企业的实际情况，首次对包壳管激光标识要求制定了标准，确定该标准总体水平为国内先进水平。

1. 与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准的制定与现行标准没有冲突，且符合我国目前法律、法规的规定。

本文件与现行标准及制定中的标准无重复交叉情况。

1. 标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准无涉及专利情况。

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国家（或行业）标准的建议

建议该标准为推荐性行业标准，供相关组织参考采用。

1. 贯彻标准的要求和措施建议

本标准是首次制定标准，建议标准发布实施后，组织对国内锆及锆合金生产企业、科研院所及核电设计单位进行宣贯，大力推荐标准的技术要求，扩大标准的知悉范围，促进我国核电用包壳管激光标识的规范性、统一性、标准性，共同推进国家自主化锆合金包壳管的产品质量。

1. 废止现行有关标准的建议

本文件为新制定文件，无废止其他标准的建议。

1. 其他应予说明的事项

无。

1. 预期效果

本标准充分考虑了我国锆及锆合金科研院所、生产与加工企业、使用企业的实际情况。本标准颁布执行后，有利于规范包壳管激光标识要求，可进一步做好国产自主化锆合金的产品质量控制，保证标准要求和市场相接轨，使生产商和用户有据可依，更好地服务用户。

《包壳管激光标记通用要求》

行业标准编制小组

2021年11月