中国核能行业协会标准

编制说明

（征求意见稿）

项 目 名 称： **压水堆钴靶件规范**

计划项目代号：

主要起草单位： **中核北方核燃料元件有限公司**

2021年6月

《压水堆钴靶件规范》编制说明

（征求意见稿）

1. 工作简况

1、任务来源

核能行业协会标准《压水堆钴靶件规范》（以下简称《规范》）制定由中核北方核燃料元件有限公司提出，来源于中国核能行业协会标准化项目，按照计划由中核北方核燃料元件有限公司承担本标准的具体制定工作，参编单位为中广核研究院有限公司。本标准要求2021年4月底完成标准征求意见稿编制；2021年7月底完成标准送审稿编制；2021年8月底完成标准报批稿编制。

2、主要工作过程

根据项目要求，中核北方核燃料元件有限公司标准化办公室组织中核北方冶金研究所、中核北方理化检测中心、中广核研究院相关技术人员，成立了标准修订编制组，讨论并明确了成员分工，项目组长：李波，组员：XXX 、杨彩霞、XXX 、郭洪、姬鹏波、王志斌、申俊华、雷云霞、韩凤娇、马建、鲁杭杭。

编制组首先制订了工作计划和进度安排，确定了编制原则，搭建了标准的基本结构，其次开展了压水堆钴靶件的主要功能作用和影响因素的分析，在此基础上进行了保障技术要求的分析，同时兼顾未来产品发展的需求、查询了相关国内标准，确定了保障技术条款的要求，2021年3月完成了“压水堆钴靶件”初稿的编制，2021年3月30日至4月20日公司组织专家对初稿进行了函审，项目组根据函审意见修改后于2021年4月底形成标准征求意见稿。

3、主要参加单位和工作组成员及其所作的工作等

中核北方核燃料元件有限公司承担本标准的具体制定工作，参编单位为中广核研究院有限公司。中广核研究院有限公司对压水堆钴靶件所用到的原材料、钴棒的进行了理论计算、模拟分析，提出了原始技术指标；中核北方核燃料元件有限公司依据中广核研究院的初步设计，开展了靶件的研制和小批量制造，根据具体的研制和生产情况，提供了钴粒及其镀镍层的技术要求和检测方法等的指标，并依据制造实际需求和广泛适用性的要求，对部分技术指标提出了修改意见，经过制造试验及验证，在满足使用功能要求的前提下，本着先进性和经济性的原则最终确定了广泛适用的技术指标。

1. 标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

本标准的制定工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，本着先进性、科学性、合理性和可操作性的原则，按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

（1）科学性

本标准中原材料、钴粒、钴棒的检验方法参照了EJ/T 20145—2016《CANDU-6重水堆用钴-59调节棒组件规范》，重水堆用钴-59调节棒组件经多年的入堆辐照经验，质量可靠，安全性高。同时该标准融合了压水堆钴靶件研制过程中设计文件及变更，并通过靶件的研制生产验证了其科学性。

（2）实用性

本标准规定了压水堆钴靶件原材料、中间产品、最终产品的技术指标，明确了相应的取样要求及检验方法标准，以统一产品合格性判定的评价标准，使其向科学化、合理化方向迈进，减少评价的主观性和随意性，从而达到提高核行业对钴靶件产品质量管控水平的目的。

2、标准主要内容的依据

压水堆钴靶件是充分利用压水堆辐照吸收中子来生产Co-60的控制棒组件。本组件的核心结构为钴棒部分，钴棒内部装填数个钴棒节，钴棒节内部装填钴粒。钴棒和钴棒节两者都是由锆-4合金包壳管和端塞两端封焊组成的，故焊接密封性直接影响堆内运行的安全性。所以本规范为了保证组件运行的安全性、经济性，减少辐照后的放射性废物的剂量水平，对钴棒及钴棒节制造的原材料和成品的化学性能、物理性能进行了规定。钴粒的性能直接影响到钴源的辐照性能，为了保证辐照后钴粒具有优良的性能，本规范规定了钴粒的各项物理化学性能指标。同时，考虑到出堆后解体的安全性、经济性等，规定了钴粒镀镍层的各项性能指标。

3、解决的主要问题

高比活度的放射源主要依靠进口，目前国内正在进行利用核反应堆进行高比活度的Co-60放射源生产的研发。压水堆钴靶件是充分利用压水堆辐照吸收中子来生产Co-60的控制棒组件。中核北方研制的13组压水堆钴调节棒组件已交付岭澳核电站入堆辐照，堆内运行稳定，安全可靠，后期压水堆钴调节棒组件将扩大生产规模。本规范的制定不但保护了我国压水堆钴靶件的自主知识产权，同时对本标准的贯彻执行可以保证产品质量和压水堆生产钴放射源的安全性和经济适用性。

标准制定过程中解决的具体问题情况如下：

1、承制之初，由于压水堆生产钴源还处于空白阶段，中核北方依据多年制造的重水堆钴调节棒组件烧结钴块的制造经验，拟定了烧结钴粒和钴粒镀镍层的初步技术要求，并联合中广核研究院进行了相关理论分析及验证试验，最终确定了合理的技术条件。

2、由于钴粒尺寸小（Φ1×1.75mm）、数量多，钴粒尺寸及粗糙度检查若采用100%检查，效率较低。中核北方进行了试验阶段多批次的全检和检测数据的分析，对工艺的稳定性进行了评价，依此按照GB/2828.1提出了相应检验的抽检和评级标准，在有效保证产品质量同时兼顾了检测效率和成本，从钴粒的装填状态和产品后续工艺的制造情况，该检验要求设置经济、高效、合理。

3、对于钴粒粗糙度的检验，由于钴粒尺寸小，粗糙度仪无法直接检测，通过建立钴粒粗糙度标样的方式，由具有目视检验资质的专检人员通过与标样对比的方法进行合格性判定，实现了钴粒粗糙度的检测，且检测效率较高。

4、锆基体管柱面的钴粒填装孔排列密集、孔径小而深度大，精度要求高，加工难度大，加工效率低。中核北方通过加工工艺试验，得出了不影响产品使用需求情况下的优化加工精度、效率组合，提出了经济合理的加工精度要求，既保证了加工效率及合格率，又不影响产品的功能及使用。

5、压水堆钴靶件钴棒内部填充压力（45bar）远高于重水堆钴靶件钴棒（1bar）的要求，也比常规的压水堆燃料棒充氦压力（20bar）和其它燃料棒充氦压力（1bar）高出很多。端塞和封头充氦孔的孔径设计是保证其充氦压力和封装质量的关键。孔径大，堵孔时容易出现焊漏，孔径小，容易出现气胀。中核北方经过系列焊接试验，最终确定了优化的孔径尺寸，保证了充氦封装的质量和制造经济性。

1. 主要试验（或验证）情况

在本标准编制过程中主要参阅了压水堆钴靶件研制总结报告和完工报告，并对其相应检测结果进行了统计分析。

同时针对压水堆靶件研制生产中主要的设计变更：烧结钴粒和钴粒镀镍层的初步技术要求、钴粒尺寸粗糙度要求、锆基体管钴粒填装孔加工精度要求、端塞和封头充氦孔的孔径设计等进行了检测数据统计分析和相应的试验验证。通过钴粒的批量制备试验和检测分析，验证了本标准中钴粒成分、晶粒度、密度等技术指标的科学性和经济性；通过批量的芯块镀镍试验及抽样检测，验证了镀层技术指标的合理性；统计了100根锆基体管的钴粒填装孔加工及尺寸检测结果，合理设计了其加工精度；通过同批芯块尺寸的全检和多次反复取样检测数据比对，验证了抽样方案的置信度。

1. 标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

1. 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

用压水堆生产钴的放射性同位素属于全国首例，不但可以缓减国内钴源的缺口，打破国外的垄断，也给生产钴源提供了新的思路和方法。本标准的建立，为为压水堆核电站进行钴源的生产提供了参照标准和安全保障，为压水堆钴靶件的生产制造提供了规范性指导文件。压水堆生产钴源可以带来一定的收益，提高压水堆核电站的经济效益。

1. 与国际、国外对比情况

国外由于技术保护的原因无相关详细技术资料，国内在钴靶件规范方面仅有重水堆钴调节棒组件规范核行业标准，由于使用环境不同，靶件的结构和技术要求不同，有一定的借鉴价值，但不完全适用。本技术规范具有完全的自主知识产权，已经有产品研制批量生产入堆，技术成熟，处于国内先进水平。

1. 在标准体系中的位置，与现行的相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性

本标准与现行的法律、法规是统一并相互协调的。本标准根据钴调节棒产品的研制生产经验反馈制定，部分技术条件参照了EJ/T 20145—2016《CANDU-6重水堆用钴-59调节棒组件规范》，钴粒检测部分的相关规定一致，相关的检测方法相同，可互相补充使用。

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在编写过程中没有重大意见分歧。

1. 标准性质的建议说明

本标准的性质为核能行业协会团体标准。

1. 贯彻标准的要求和措施建议

无。

1. 废止现行相关标准的建议

无。

1. 其他应与说明的事项

无。