



中华人民共和国国家标准

GB/T 25448—2010

重水堆核电厂燃料棒束氦质谱泄漏检测

Helium leak testing of PHWR nuclear fuel bundles

2010-11-10 发布

2011-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核能标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中核北方核燃料元件有限公司。

本标准主要起草人：景磊、王春霞、迟新国、张杰、韩平山。

重水堆核电厂燃料棒束氦质谱泄漏检测

1 范围

本标准规定了重水堆核电厂燃料棒束(简称“棒束”)的密封性能无损检测的方法提要、材料与设备、检测条件、检测步骤和检测结果判定等内容。

本标准适用于重水堆核电厂燃料棒束密封性能的检测,也适用于重水堆核电厂燃料元件密封性能的检测。可检测泄漏率范围为 $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s} \sim 1 \times 10^{-7} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 12604.7 无损检测术语 泄漏检测

3 术语和定义

GB/T 12604.7 中确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

直接检漏法 **direct helium leak testing**

利用棒束或元件制造时所充氦气作为示漏气体进行密封性能检测的方法。

3.2

背压检漏法 **immersed helium leak testing**

棒束或元件置于真空容器内,充入一定压力的氦气,使氦气从棒束或元件漏孔或缝隙处进入内部后,再进行氦质谱检漏的方法。

3.3

最长泄漏时间 **the maximum time of leaking**

当棒束或包壳管和端塞存在穿透性缺陷时,自充氦密封焊接起到氦质谱检漏仪能探测到的泄漏率判废限为止所经历的时间。

4 方法提要

采用氦质谱检漏仪、检测装置及真空系统、标准漏孔等,对棒束或元件的密封性能进行检漏。当泄漏率小于系统本底与最小可检信号之和时为合格,否则不合格。

5 材料与设备

5.1 氦气,纯度不小于99.995%。

5.2 标准漏孔,采用带氦室的石英薄膜渗氦型系列标准漏孔,其标称漏率不大于 $1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

5.3 氦质谱检漏仪,灵敏度优于 $1 \times 10^{-11} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 。

5.4 复合式真空规(计), $10^5 \text{ Pa} \sim 10^{-4} \text{ Pa}$ 。

5.5 检漏容器,真空度不大于 $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 。

5.6 充氦密封容器,连接有低真空泵、压力计和氦气源。

6 检测条件

检验环境温度为 $(25\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。

7 检测步骤

7.1 校准和灵敏度调整

7.1.1 内置校准

设定内置校准模式和内置漏孔值,执行系统自动校准。校准后,读标准漏孔,若显示值大于标准漏孔标称值,校准完毕;否则重新校准。记录校准时间。

7.1.2 外置校准

设定外置校准模式和外置漏孔值,将外置标准漏孔装入测试端口上,执行外置自动校准。校准后,读标准漏孔,若显示值大于标准漏孔标称值,校准完毕;否则重新校准。

7.1.3 灵敏度调整

在测试状态下,若显示漏率值低于设定漏率值,则打开设置参数界面,调节灵敏度,直到显示漏率值大于或等于设定漏率值,调零后读显示漏率值,在读漏率值之前稳定至少90%满刻度。每隔30 min检查校准值。

7.2 系统本底检查

校准结束后,保证真空容器盖关闭,进行泄漏检测,稳定后,记录系统本底值。

7.3 棒束(或元件)检测

7.3.1 直接检漏法

7.3.1.1 打开检漏容器,将棒束或元件放入容器中,关闭检漏容器。

7.3.1.2 对真空系统抽真空,当真空系统真空度达到 5×10^{-3} Pa时,进行泄漏检测。

7.3.1.3 检测时间不低于内置校准时间后读取漏率显示值。

7.3.1.4 打开检漏容器,取出棒束(或元件)。

7.3.1.5 记录检测结果。

7.3.2 背压检漏法

7.3.2.1 对于超过最长泄漏时间(48 h)的棒束或元件使用背压检漏法。

7.3.2.2 将棒束或元件放入一个专用的充氮密封容器内,对其施加最大为13 kPa的外部真空,维持时间至少2 h,向容器内充入不低于170 kPa的氮气,保持时间至少10 h。

7.3.2.3 从容器中取出棒束或元件进行表面除氮净化处理,采用电风扇或清洁的压缩空气吹拂棒束或元件表面至少10 min。从充氮密封容器中取出棒束或元件到泄漏检测时间不超过5 h。

7.3.2.4 按7.3.1.1~7.3.1.2步骤对棒束或元件进行检漏。

8 检测报告

检测报告包含但不限于以下内容:

- a) 氮质谱检漏仪型号;
- b) 标准漏孔编号和漏率;
- c) 棒束或元件标识号和数量;
- d) 棒束或元件输出信号判废限值;
- e) 标准漏孔的输出信号值;
- f) 检漏系统的本底输出值;

- g) 棒束或元件检漏输出值；
 - h) 棒束或元件是否合格；
 - i) 氦质谱检漏仪校验输出值；
 - j) 操作者签名、检测日期。
-