



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25451—2010

---

## 重水堆核电厂燃料元件涂层厚度测量 $\beta$ 射线背散射法

PHWR fuel element coating-measurement of thickness—  
Beta backscatter method

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(SAC/TC 58)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:张俊捷、李爱军、祁俊英、张杰、韩平山。

# 重水堆核电厂燃料元件涂层厚度测量

## $\beta$ 射线背散射法

### 1 范围

本标准规定了重水堆核电厂测量燃料元件包壳管内壁石墨涂层厚度和支承垫底面、隔离块侧面的镀涂层厚度的方法提要、标准样品、设备及装置、测量环境条件、测量步骤等内容。

本标准适用于重水堆核电厂燃料元件包壳管内壁石墨涂层厚度测量和支承垫底面、隔离块侧面的镀涂层的厚度测量,可测量的范围为 $(0\sim 30)\mu\text{m}$ 。

### 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 2.1

**厚度等效标准 thickness equivalent standard**

在相同条件下,某物质的 $\beta$ 射线背散射计数率与锆管内壁一定厚度的石墨涂层的 $\beta$ 射线背散射计数率相等,则该物质为石墨涂层厚度等效标准。

#### 2.2

**基体 substrate**

被涂层直接涂覆的材料。

### 3 方法提要

射线源发出的 $\beta$ 射线进入涂层后,分别由基体和涂层反向散射一部分射线,这些射线被盖革-弥勒计数器接收后会因涂层厚度的不同而有不同的计数率,测厚仪根据接受到的散射计数率来显示相应的涂层厚度。

### 4 标准样品

#### 4.1 标准样品的制作和标定

##### 4.1.1 镀涂层的标准样品

4.1.1.1 制作不同厚度的镀涂层样品(可以是支承垫涂镀样品,也可以是锆板上涂镀样品)8个~10个和1个无涂层的支承垫。

4.1.1.2 在相同条件下,用涂层厚度测量仪分别测量样品的散射计数率。

4.1.1.3 选择其中2个样品作为测量标准,剩余样品采用其他方法(如金相显微镜测量)测量涂层厚度。

4.1.1.4 根据测试结果,作出散射计数率与涂层厚度的对应曲线。

4.1.1.5 根据曲线得出2个测量标准的涂层厚度,其中一个作为使用标准,另一个作为验证标准。

##### 4.1.2 石墨涂层的标准样品

4.1.2.1 制作不同厚度的石墨涂层样品(用氧化锆的涂层作为石墨涂层厚度等效标准,也可用不锈钢等材料作为厚度等效标准)8个~10个和1个无涂层的锆管。

4.1.2.2 按4.1.1.2~4.1.1.5执行。

#### 4.2 标准样品的校准

用验证标准校验设备后,再测量使用标准的厚度值,如果使用标准的厚度测量值与标称值的偏差在 $3\mu\text{m}$ 的范围内,使用标准即可使用。