

国防科工委放射性计量一级站简介

丁声跃 韩奎初

(中国原子能科学研究院计量测试部 北京 102413)

摘要 本文简要介绍了国防科工委放射性一级站的基本状况,重点报导所具备的测试能力.

关键词 标准装置,参考辐射.

1 概况

经国防科工委批准,国防科工委放射性计量一级站于1984年5月正式成立.1988年经中国核工业总公司批准,本站又命名为核工业放射性计量测试中心.本站是中国原子能科学研究院院属的所级单位,全名为中国原子能科学研究院计量测试部.

本站从事的电离辐射计量研究主要包括放射性活度计量,X、 γ 射线和电子剂量,中子计量及放射性标准物质四大类.目前建立和保存的最高计量标准13项;已通过鉴定的计量标准4项;研制中的计量标准装置及测量方法14项.

到目前为止,本站有11项计量标准,得到了国家和有关部门的嘉奖和奖励.测量0.1~18MeV单能快中子注量率标准装置获部级科技进步一等奖和国家科技进步二等奖;用循环式锰浴法测量中子源强度标准装置和测量快中子吸收剂量标准装置2项均获部科技进步二等奖和国家科技进步三等奖; γ 射线谱仪标准装置和放射性气体测量标准装置获部科技进步二等奖;2 π 多丝正比计数器标准装置、4 π X(PPC)- γ 符合活度标准装置、K荧光X射线参考辐射与照射量标准、硫酸亚铁剂量计标准装置及放射性标准溶液6项均获部科技进步三等奖.

2 计量测试技术研究

经国家技术监督局考核通过的电离辐射最高计量标准有13项.

2.1 待考核的计量标准

(1)4~9MeV γ 参考辐射场及测量方法

已通过部级鉴定.该成果基本符合ISO-4037技术规范,填补国内空白,达到了国际先进水平;采用伴随粒子法对NaI(Tl)和高纯锗 γ 探测器的探测效率进行刻度(6.13MeV能量点),系国内首创;在国际上首次利用热中子照射NaCl样品的方法对N型高纯锗 γ 探测器的探测效率进行刻度(2.0~8.6MeV能区);利用高纯锗谱仪和电离室装置对6~7MeV和4~9MeV能区进行 γ 空气比释动能的比对测量,分别在5%和7%内符合.

(2)液体闪烁计数器 β 核素活度测量装置

已通过部级鉴定.在测量方法上有创新,首次考虑和提出了对 β 衰变谱伴随有原子激发能的修正和 β 液闪谱的双 Γ 函数表达等一些新观点和处理方法.在 β 核素特别是低能 β 核素的活度测量上达到了国际先进水平.对氡溶液测量,估计总不确定度为1.5%(2.5 σ).

(3)八种核素放射性标准溶液的研制

已通过院级鉴定.核素有 ^{60}Co 、 ^{63}Ni 、 ^{90}Sr ~ ^{90}Y 、 ^{125}I 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 和 ^{241}Am ,其比活度约为 $3.7 \times 10^5 \text{Bq/g}$,总不确定度介于(0.3~1.7)%(3 σ)之间(视不同核素而异).这些溶液均经过纯度鉴定、比活度测定、均匀性和稳定性检验等实验,结果符合放射性标准溶液的各项技术要求,达到了国际水平.

(4)放射性土壤标准物质的研制

已通过部级鉴定.该土壤经过样品采集、样品加工、均匀性和稳定性检验以及用多种方法定值(比对)等实验过程研制而成.核素有 ^{40}K 、 ^{60}Co 、 ^{137}Cs 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{238}U 、 ^{90}Sr 和 $^{239,240}\text{Pu}$ 八种,前四种的总不确定度介于(4~10)%之间,后四

种为(16~39)%。

2.2 研制中的标准装置和测量方法

- (1)小立体角 α 、X 发射率标准装置;
- (2)4 π e 正比计数器活度标准装置;
- (3)氦及氦子体测量标准装置;
- (4)反康普顿低本底 γ 谱仪;
- (5) β 参考辐射及电子束吸收剂量标准装置;
- (6)X、 γ 射线剂量当量仪检定装置;
- (7)化学剂量传递标准;
- (8)中子剂量测试技术;
- (9)热中子注量率测量标准;
- (10)测量 γ 照射量率的石墨空腔电离室;
- (11)测量 X、 γ 射线的热释光个人剂量计;
- (12)精确测量 14MeV 中子能量的硅探测器法;
- (13)按 ISO-8529 技术规范建立的部分中子参考辐射源;
- (14)0.1~100keV 低能 X 射线能谱测量装置.

3 技术服务与开发能力

3.1 放射性活度

- (1) α 平面源的表面发射率测定;
- (2) β 平面源的表面发射率测定;
- (3)电子俘获核素(溶液)的比活度测定;
- (4) β - γ 核素(溶液)的比活度测定;
- (5) α - γ 核素(溶液)的比活度测定;
- (6)³H、¹⁴C、⁶³Ni 等低能 β 核素(液体源)的比活度测定;
- (7)³H、¹⁴C、⁸⁵Kr 等气体源的比活度测定;
- (8) γ (体源)环境样品的活度测定;
- (9) γ 放射源(液体或固体)的活度测定(含 γ 能量刻度、核纯分析等);
- (10) α 样品的能谱分析;
- (11)放射性核素活度计的校准;
- (12)锗 γ 谱仪的校准;
- (13) α 、 β 表面污染仪的校准.

3.2 辐射剂量

- (1)X 辐射场(含照射 \dot{D})空间某点处的

剂量率或照射量率测定;

- (2) γ 辐射场(含放射源、照射装置)空间某点处的剂量率或照射量率测定;
- (3) β 辐射场(含放射源)空间某点处的剂量率测定;
- (4)高能(4~9MeV) γ 辐射场空间某点处的注量率或剂量率测定;
- (5)高能 γ 射线探测器的校准;
- (6)60~220kVX 射线工作级照射量计(治疗水平)的校准;
- (7)10~60kVX 射线剂量计(治疗水平)的校准;
- (8) γ 射线工作级照射量计(治疗水平)的校准;
- (9)X 辐射防护仪器的校准;
- (10) γ 辐射防护仪器的校准;
- (11)X、 γ 辐射热释光个人剂量计的校准;
- (12)⁶⁰Co γ 射线(辐射加工级)水吸收剂量计的校准;
- (13)重铬酸钾(银)剂量计的校准.

3.3 中子计量

- (1)放射性核素中子源的强度测定;
- (2)中子辐射场(0.1~18MeV)空间某点处的中子注量率测定;
- (3)中子辐射场空间某点处的中子吸收剂量率测定;
- (4)¹¹⁵In、¹⁹⁸Au、⁵⁶Fe、²⁷Al 标准中子截面测定;
- (5)热中子注量率仪的校准;
- (6)中子吸收剂量率仪的校准;
- (7)中子含氢正比计数器(工作级)的校准;
- (8)中子闪烁望远镜(工作级)的校准;
- (9)中子半导体望远镜(工作级)的校准;
- (10)中子长计数器的校准;
- (11)中子个人剂量计的校准.

3.4 其它方面

(1)长计数器、闪烁望远镜、裂变室、多丝正比计数器和多源 γ 射线照射装置等计量标准的技术转让;

- (2) α 、 β 平面标准源, α 、 β 、 γ 标准溶液,

(下转 60 页)

- 2 浦胜娣, 李吉根. 原子能科学技术, 1993, 27(4) : 289
- 3 姚日棋. 全国核安全学术研讨会论文汇编, 第 114 页
- 4 陈殿山等. 核电工程与技术, 1989, 2(2)
- 5 马树春等. 原子能科学技术, 1993, 27(4) : 376
- 6 NNSA-0008, GNPS Probabilistic Safety Assessment, Level-1, System Analysis and Accident Sequences Analysis, 1990.

Nuclear Power Reactor Safety Research Activities in CIAE

Pu Shendi Huang Yucai Xu Hanming Zhang Zhongyue

(Department of Reactor Engineering & Technology, China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413)

Abstract In this paper the power reactor safety research activities in CIAE are briefly reviewed. The research work performed in 1980's and 1990's are mainly emphasised, which are closely related to the design, construction and licensing review of Qinshan Nuclear Power Plant and the safety review of Guangdong Nuclear Power Station. Major achievements in the area of thermohydraulics, nuclear fuel, probabilistic safety assessment and severe accident researches are summarized. The foreseeable research plan for the near future, relating to the design and construction of 600MWe PWR NPP at Qinshan Site (phase I development) is outlined.

Key words thermohydraulics, nuclear fuel, probabilistic safety assessment, severe accident analysis and management.

(上接 66 页)

⁸⁵Kr、¹⁴C 标准气体源以及放射性标准土壤等放射 α、β、X、γ、n 辐射) 计量器具的试验与评价;
 性标准源和标准物质的产品提供; (4) 技术咨询和现场服务等业务。
 (3) 研制、试验、生产和使用的电离辐射(含

Briefing of The Radiation Metrology Division of CIAE

Ding Shengyao Han Kuichu

(China Institute of Atomic Energy, Beijing 102413)

Abstract The basic situation of Radiometrology Division, CIAE, is briefly presented with the emphasis on the ability of measurement and test.

Key Words standard equipment, reference radiation.