

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

T/

团 体 标 准

T/

XXXX—XXXX

中子放射源 中子周围剂量当量率监测方法

Monitoring Method for Neutron Radiation Levels Around Neutron Radiation Sources

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 监测目的 1

5 监测实施 2

6 监测报告 3

7 质量保证 3

附录 A（资料性） 典型场景的布点要求 4

附录 B（资料性） 原始记录建议格式 7

附录 C（资料性） 监测报告结果页（格式） 8

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准由上海市环境保护产业协会归口。

本标准由上海市辐射环境安全技术中心提出。

本文件起草单位：上海市辐射环境安全技术中心、上海市计量测试技术研究院有限公司。

本文件主要起草人：忻智炜、胡雄星、张轶、翟江龙、严澄杰、梅宇、陈荣、秦婉华、王冬、周海强。

首批承诺执行本文件的单位：上海市辐射环境安全技术中心、上海市计量测试技术研究院有限公司、新疆维吾尔自治区核与辐射安全中心、复旦大学放射医学研究所、上海市长宁区环境监测站、上海市浦东新区辐射环境监督站、中广核贝谷科技有限公司。

中子放射源

中子周围剂量当量率监测方法

1 范围

本标准规定了中子周围剂量当量率的监测方法。

本标准所使用的实用量为周围剂量当量率。

本标准适用于中子放射源周围环境中子周围剂量当量率的测量，高能加速器周围环境和应急监测中的中子剂量率测量可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GB/T 14318-2019 辐射防护仪器中子周围剂量当量（率）仪

HJ 61-2021 辐射环境监测技术规范

HJ 1157-2021 环境 γ 辐射剂量率测量技术规范

GBZ 125 含密封源仪表的放射卫生防护要求

JJG 852 中子周围剂量当量（率）仪检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 中子放射源 Neutron Radiation Source

本标准中所称中子放射源为放射性核素中子源，如通过 (α, n) 核反应产生中子的 $^{241}\text{Am-Be}$ 放射源，又如通过自发裂变产生中子的 ^{252}Cf 放射源。

3.2 中子周围剂量当量率 Neutron Ambient Dose Equivalent Rate

本标准所称的中子周围剂量当量率是指由中子放射源所直接贡献的周围剂量当量水平。标准中所提及的“剂量率”，除非特别说明，均指本项定义。

3.3 控制区 Controlled Area

在辐射工作场所划分的一种区域，在这种区域内要求或可能要求采取专门的防护手段和安全措施以便在正常工作条件下控制正常照射或防止污染扩展，防止潜在照射或限制其程度。

（引用自GB 18871）

3.4 监督区 Supervised Area

未被确定为控制区、通常不需要采取专门防护手段和措施但要不断检查其职业照射条件的任何区域。

（引用自GB 18871）

4 监测目的

对中子放射源周围环境中进行中子辐射水平监测的主要目的：

a) 估算中子辐射对人员的剂量贡献；

- b) 对照 GBZ 125 的要求, 判断中子放射源周围剂量是否符合要求;
- c) 判断中子源状态是否正常, 为意外或者异常情况提供警报。

5 监测实施

5.1 监测方案

监测开始之前, 应根据 HJ 61 的要求制定监测方案。方案应至少包含如下信息:

- a) 所涉及中子放射源的基本信息;
- b) 使用仪器的型号、编号和校准因子;
- c) 布点方案;
- d) 如需同步开展环境 γ 辐射剂量率测量, 应按照 HJ 1157 的要求实施。

5.2 监测仪器的要求

用于测定中子放射源周围中子辐射水平的仪器应符合 GB/T 14318-2019 的要求, 并具有以下性能:

- a) 量程下限不高于 $0.1\mu\text{Sv}$, 量程上限不低于 100mSv ;
- b) 相对固有误差不超过 $\pm 20\%$;
- c) 重复性小于 20% ;
- d) 能读取周围剂量当量、周围剂量当量率;
- e) 应配备合适的慢化体;
- f) 根据 JJG 852《中子周围剂量当量(率)仪检定规程》进行过 $^{241}\text{Am-Be}$ 放射源参考辐射场和 ^{252}Cf 放射源参考辐射场的检定, 并合格。

5.3 监测布点

5.3.1 监测布点应切实可行, 基本能代表正常工况下职业人员和公众可达位置。

5.3.2 如有用警戒线等标志物标识的监督区控制区交界线, 应在交界线处进行巡测, 寻找剂量率最高点, 并予以记录。

5.3.3 在没有相关标识物的情况下, 原则上应在无屏蔽放射源或含源仪器外表面外 1.0 米处进行布点, 遇到障碍物时可在更远距离布点, 并标注距离。如距离放射源或放射源容器外表面 1.0 米以内有人员经常活动的工作位、操作位、检修点等, 必须在这些位置布点。

5.3.4 在屏蔽体被穿透、削弱的区域必须进行布点。

5.3.5 针对不同类型的场景, 布点建议见附录 A。

5.4 数据读取

数据读取应遵循如下步骤和规则:

- a) 监测人员手持仪器或者将仪器固定在支架上, 一般保持仪器探头参考点距离地面(基础面) 1.0 米。
- b) 如需进行户外监测, 应选取晴好天气, 避免雨雪对监测结果的影响。
- c) 开机等待仪器读数稳定后, 开始读取数据, 每 10 秒读取一个剂量率数据, 读取不少于 10 个数据, 记录在测量原始记录表。记录格式参考附录 B。
- d) 在高剂量环境中开展测量时, 可以读取不小于 10 分钟的周围剂量当量, 应记录累积时间。

5.5 结果计算

按照下列公式计算中子周围剂量当量率:

$$H^*(10) = N * \bar{M}$$

式中: $H^*(10)$ ——中子周围剂量当量率, Sv/h 或其分数单位;

N ——校准因子, 由检定/校准证书给出, 不同的中子放射源应引用不同的校准因子;

$\bar{M}$ ——仪器读数的平均数, Sv/h 或其分数单位。

6 监测报告

监测报告应至少包括如下信息：

- a) 监测针对的中子放射源的基本信息；
- b) 环境信息，包括天气情况和温湿度；
- c) 使用的仪器型号编号、检定/校准情况；
- d) 布点具体描述和布点示意图；
- e) 检测结果；
- f) 其他质量体系要求的内容。

报告格式参考附录 C。

7 质量保证

7.1 监测人员需经过相关培训，考核合格后才可以上岗。

7.2 所使用的仪器均应定期检定/校准。

7.3 质量保证活动应按要求作好记录，并确保所有记录信息的完整性、充分性和可追溯性。

7.4 测量原始记录、质量保证记录、测量报告以及其他重要数据资料，应建档保存，保存期限应符合规定，重要记录的副本必须分地保存。

附 录 A
(资料性)
典型场景的布点要求

A.1 中子料位计

中子料位计是利用中子的物理性质来测量储罐或管道中流体的液位或料位的一种仪器。中子料位计具有不受高温、高压和粉尘影响，测量范围宽，抗污染能力强，温度、压力影响小等特点，主要安装在承压锅炉、高温反应釜、高压管道等工作条件较为极端的设备上。

中子料位计所使用的放射源一般为镅-241/铍混合源，典型活度为 $(1.0 \times 10^9 - 3.0 \times 10^9)$ Bq。图A1为典型使用场所的俯视图，图中箭头为射线主射方向。

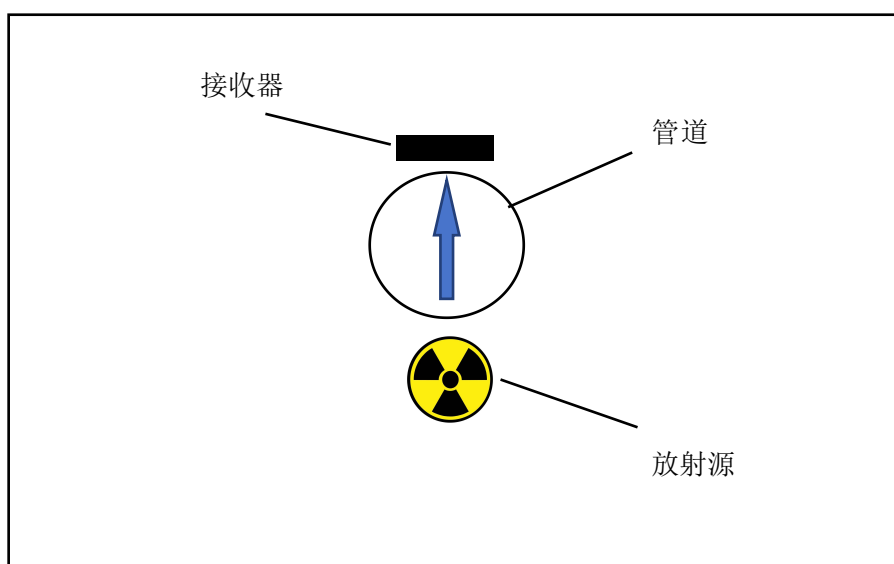


图 A1 中子料位计使用场所

布点时，应在距离放射源1.0米处进行巡测，寻找剂量率较高的点位3到5个；应在靠近接收器处进行巡测，寻找剂量率较高的点位1到2个；应在中子料位计周围，人员经常停留的操作位、走道、消防爬梯等酌情布点。

A.2 在线中子活化分析仪

在线中子活化分析仪使用中子放射源发射中子照射被测物料，使中子与物料中各元素原子核发生热中子俘获反应，产生的核素衰变产生的不同能量强度的特征 γ 射线，传感器检测特征 γ 射线的能量识别出物料中的核素种类，实时分析传送带上物料的元素组成，通过检测特征 γ 射线的强度测得物料相应元素的含量。

在线中子活化分析仪一般使用的镅-252源，典型活度为 $(3.0\times10^8\text{—}1.0\times10^9)\text{ Bq}$ 。图A2为该仪器典型剖面图，图A3为使用场所的俯视图，图中箭头为射线主射方向。

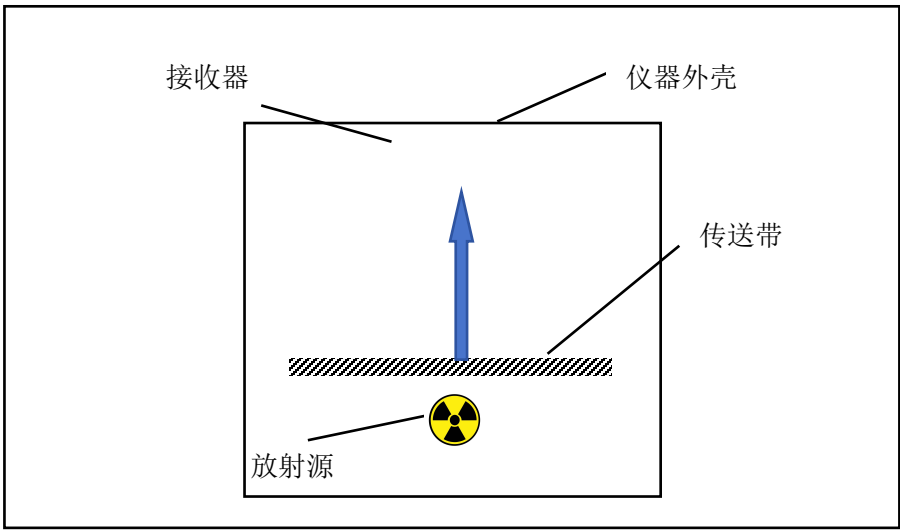


图 A2 在线中子活化分析仪剖面图

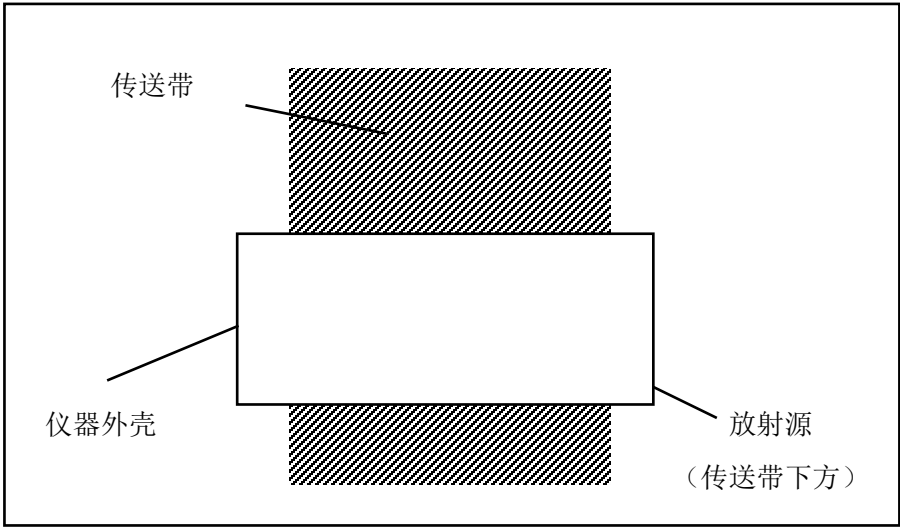


图 A3 在线中子活化分析仪使用场所俯视图

在线中子活化分析仪使用现场一般难以精确定位中子放射源的位置，且工作人员走道距离仪器表面通常小于1.0米。布点时，应在人员可到达处进行巡测，在仪器的两侧各寻找剂量率较高的点位3到5个；物料进出口处通常辐射水平较高，应在接近物料进出口位置处布点；应在仪器正上方或正下方有道路或架空连桥等人员可达设施位置予以布点。

A.3 仪器验证场景

使用中子放射源对各种中子辐射检测仪器功能进行验证，通常使用小于 $2.0 \times 10^8 \text{Bq}$ 的镭-252源。在这类应用场景平时将放射源放置在封闭地点，如有屏蔽的保险箱内，需要使用时取出，固定在室内较为合适的地方，形成自由辐射场，将需要验证的仪器靠近镭-252源，读取仪器读数完成验证工作。图A4是一个模拟使用场所的俯视图。

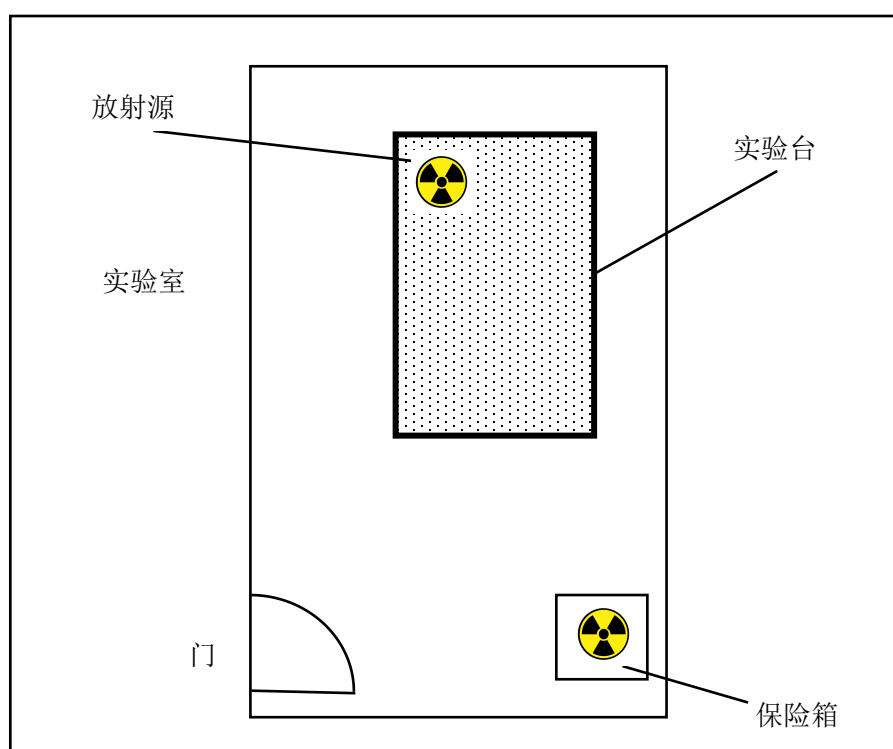


图 A4 使用场所俯视图

该场景下，在放射源存放于保险箱时，应在距离保险箱外表面1.0米处进行巡测，寻找剂量率较高的点位，保证保险箱每个立面外至少对应1个点位。在中子放射源被取出，进行使用时，应在人员操作位置进行布点，应在实验室外墙人员可达处进行布点，应在实验室正上方、正下方有人员可达的房间、走廊、维修通道进行布点。

A.4 放射源源库

放射源在未使用的情况下进行集中存储，存储的房间称为放射源源库。当中子放射源在放射源源库进行正常存放下，应在距离源库外墙外表面0.3米处进行巡测，寻找剂量率较高的点位，保证每面墙对应2至3个点位，应在源库正上方、正下方有人员可达的房间基础面1.0米高度处进行布点。

附 录 B
(资料性)
原始记录建议格式

监测地点	监测对象		
监测日期	天气	温度	湿度
仪器名称	型号	编号	校准因子

布点示意图			
序号	点位描述	读数（单位： ）	测量结果（单位： ）

附 录 C
(资料性)
监测报告结果页 (格式)

监测对象信息
放射源核素: 放射源编码: 放射源活度: 活度参考日期:
布点示意图

序号	点位描述	测量结果（单位： ）	备注
1			
2			
3			
4			
.....			
