

湖北省计量技术规范规程制修订

《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》

(报批稿)
编制说明

《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》编写组

2023 年 9 月

《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》（报批稿）

编写说明

一、任务来源

根据湖北省市场监督管理局 2022 年省级计量技术法规项目计划立项，由中国船舶集团有限公司第七一九研究所负责，与湖北省计量测试技术研究院共同承担地方计量技术规范《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》的制定工作。

二、规范修订的必要性

固定式 X、 γ 辐射监测仪在核能及核技术利用场所有广泛应用，监测仪器通常安装在固定区域或者固定在被监测对象周边以连续监测该处辐射强度，优点是工作稳定性高、报警阈值确定、可以长时间自动测量和存储结果。

由于固定式仪表安装后难以拆卸送检，而目前的现场校准方法难以在大多数使用场景实施，因此大部分固定式 γ 辐射监测仪只在出厂阶段开展了检定或校准，而在使用阶段并未严格定期开展校准工作，其测量结果的准确性和有效性存在较大风险。

传统上固定式 γ 辐射监测仪表的校准通常采用试验室标准辐射场校准方式，即把仪表拆卸后送到计量机构标准辐射场下开展校准。参考或使用的校准规程为 JJG393-2018 《便携式 X、 γ 辐射周围剂量当量（率）仪和监测仪检定规程》。实验室标准辐射场校准方式的优点是校准精度高、结果具有较高的权威性，但缺点是仪器拆装工作量大、校准周期长、拆装输运过程仪器具有损坏风险。

近年来，国内也针对固定式 γ 辐射监测仪表编制了现场校准规范，即将计量标准运送到固定式 γ 辐射监测仪表工作现场开展校准，这种校准方式不需要拆卸被校准仪表。典型的现场校准规范如 JJF 1733-2018 《固定式环境 γ 辐射空气比释动能（率）仪现场校准规范》，该参考辐射场需要在固定式辐射监测仪表现场建立，存在放射源异地使用审批程序繁琐（需要在双方所在地环保部门

办理异地使用申请，公安部门办理道路运输许可，由具有放射源运输资质的专车运输）和校准空间要求较高问题。

在核电厂及研究堆等核设施中，用户对固定式辐射监测仪表的校准控制通常在定期试验中开展，校准的方法参考 GB/T 10253-2012《液态排出流和地表水中放射性核素监测设备》开展，通常采用点状密封放射源（简称点源）作为校准源。基于电站管理的整体原则、参考 EOMM、设计等，自行采用点源校准方式，在技术上具有合理性、在操作上具有可行性，可有效解决当前固定式 X、 γ 辐射监测仪在用户使用过程中校准工作开展困难的问题。

充分考虑其使用要求，兼顾综合效益，将上述点源校准的方法加以规范化，为相关设备在用户过程中的校准工作提供方法依据，保障其性能可靠，促进产品技术进步，更好的适应辐射安全监管的要求。

三、《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》制定过程

1、2022 年 7 月，编写组向湖北省市场监督管理局提交了湖北省地方计量技术规范《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》编制计划任务书。2022 年 11 月，湖北省市场监督管理局下达《关于印发 2022 年度地方计量规范制修订计划的通知》，《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》获批立项。

2、2022 年 12 月至 2023 年 2 月，编写组就规范的架构设定、校准项目确定等内容广泛听取了有关专家的建议和意见，起草单位组织相关技术人员着手对目前核电站及船上监测用固定式 X、 γ 辐射剂量率监测仪的技术性能、应用情况以及计量溯源情况开展调研和技术攻关。

3、2023 年 3 月至 2023 年 8 月，编写组参照国标和国家计量技术规范，围绕如何对固定式 X、 γ 辐射监测仪进行点源校准开展了实验和研究，并形成计量校准规范征求意见稿。

4、2023 年 9 月，对征求意见稿开展征求意见工作，依据相关单位的回函，对原稿进行修改，并补充实验数据。

5、2023 年 9 月 28 日，编写组在藏龙岛所区组织召开了湖北省计量技术规范《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》预审会。与会专家认真听取了规范起草单位的编制情况汇报，经对规范进行逐章逐条审议，认为该规

范所确定的内容符合国家有关法律法规、行业产业发展政策及相关标准的要求，所引用的标准现行有效，提供的技术资料齐全、完整，试验数据准确充分，分析计算科学合理。预审委员会一致同意该规范送审稿通过审定，建议起草单位按预审委员会提出的意见进行修改完善形成送审稿，报送湖北省市场监督管理局。

四、规范制定的主要技术依据及原则

（一）、依据

GB 4075-2009 《密封放射源一般要求和分级》

GB/T 10253-2012 《液态排出流和地表水中放射性核素监测设备》；

GB/T 12162.1-2000 《用于校准剂量仪和剂量率仪及确定其能量响应的X和 γ 参考辐射——第1部分：辐射特性及产生方法》；

GB/T14054—2013 《辐射防护仪器 能量在50keV~7MeV 的 X和 γ 辐射固定式剂量率仪、报警装置和监测仪》；

GBZ 125-2009 《含源密封仪表的放射卫生防护要求》

JJF 1733-2018 《固定式环境 γ 辐射空气比释动能（率）仪现场校准规范》；

JJF（鄂）75-2021 《固定式 X、 γ 剂量当量(率)仪和监测仪校准规范》。

（二）、原则

1、架构

根据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》的要求，本规范架构上包括封面、扉页、目录、引言、范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果、复校时间间隔、附录几个部分。

2、计量特性确定原则

《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》主要针对固定式 X、 γ 辐射监测仪开展现场校准进行制定，计量特性的确定主要依据其工作原理，实现通过尽量简单有效的现场校准，保障其性能可靠，满足用户日常使用需求的目的。

考虑用户使用需求，以及可以在不拆卸仪器的情况下实现现场校准，选择

了校准因子、重复性两个主要性能参数进行校准。其中校准因子是指在确定参考条件下仪器参考响应值与现场现场响应值的比值，表征了仪器的指示值准确程度。重复性则表征了仪器测量过程中，读取多组数据数据时，读数的分散程度。通过对固定式 X、 γ 辐射监测仪进行校准因子和重复性校准，基本可以表征其现场工作的可靠性。

3、重要技术条款的依据和有关说明

本规范所注明的技术条款指标仅供参考，不作为合格性判别依据。

固定式X、 γ 辐射监测仪点源校准的计量特性，参考JJF 1733-2018 《固定式环境 γ 辐射空气比释动能（率）仪现场校准规范》和GB/T4835.1-2012《辐射防护仪器 β 、X和 γ 辐射周围和/或定向剂量当量（率）仪和/或监测仪 第1部分：便携式工作场所和环境测量仪与监测仪》。

校准的方法参考GB/T 10253-2012 《液态排出流和地表水中放射性核素监测设备》开展，通常采用点状密封放射源（简称点源）作为校准源准。

4、校准设备的选择

测量标准为 γ 参考辐射，可供使用的 γ 参考辐射由常用的 Cs-137、Co-60 等便携式 γ 点源产生，其量值应经溯源且活度不确定度应 $\leq 10\%$ 。 γ 点源安装到探测器上后对应的理论响应值应处于探测器量程范围内（推荐为报警值量程）。便携式 γ 点源应满足 GB 4075-2009《密封放射源一般要求和分级》规定要求，其尺寸一般应不大于 $\phi 8\text{mm} \times 10\text{mm}$ 。

配套设备包括：校准支架，用于校准时放置便携式 γ 点源；温度计及气压计，用于校准现场的环境测量。

此外还需配置用于人员辐射防护的点源屏蔽容器、便携式辐射监测仪、个人剂量计，铅服、铅手套等。

五、规范制定说明

《基于点源法的固定式 X、 γ 辐射监测仪校准规范》包括封面、扉页、目录、引言、范围、引用文件、术语和计量单位、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔、附录几个部分。

1、范围

本规范适用于使用点源对固定式 X、 γ 辐射剂量率监测仪开展的现场校准，对校准的计量特性、校准条件、校准方法、结果表达等内容进行规范。

2、引用文件

列举引用的其他标准文件，包括规范性文件和技术性文件，如 JJF1001-2019《通用计量术语及定义》、JJF 1035-2006《电离辐射计量术语及定义》以及 GBZ 125-2009《含源密封仪表的放射卫生防护要求》等。

3、术语和计量单位

给出相关术语的定义，主要包括校准因子、参考点等。

给出所用计量单位的说明。

4、概述

对固定式 X、 γ 辐射监测仪的主要组成、工作原理、操作方法等进行简单的描述。

5、计量特性

给出被校对象计量特性的规定，包括校准因子和重复性要求。

6、校准条件

给出校准活动中对测量结果有影响的环境条件的规定，包括温度、湿度等。

给出校准所需测量标准和配套设备及其必须具备的计量特性和安全性的规定。

7、校准项目和校准方法

(1) 校准因子

固定式 X、 γ 辐射监测仪点源法校准是将校准支架固定在探测器上，放入标准 γ 点源，使其中心对准探测器的测量参考点，进行测量校准。

校准前固定式 X、 γ 辐射监测仪应已在校准实验室参考辐射场内进行校准合格，且并测得响应参考值 X 。

在固定式 X、 γ 辐射监测仪正常工作状态下，预热 15 分钟后，重复读数 10 次，取平均值作为本底测量值 H_{bl} 。选择对应的校准支架，将其安装于探测器上，使用卷尺测量支架中心到校准参考点距离；

选择对应的标准 γ 点源（当前活度值为 A_1 ）置于校准支架上，使标准 γ 点

源中心对准探测器的测量参考点。重复读数 10 次，取平均值作为仪器测量值 \bar{H}_1 ；测量结束后取下校准支架和 γ 点源，并屏蔽放射源。参照下式计算现场响应值 X_1 。

$$X_1 = \frac{\left(\bar{H}_1 - \bar{H}_{b1} \right)}{A_1}$$

按照下式计算校准因子：

$$N_c = \frac{X}{X_1}$$

(2) 重复性

仪器的重复性以示值的相对实验标准偏差表示，选择配套校准源对应测试点，连续重复读数 10 次，相邻两次读数的时间间隔应大于仪器的响应时间，按下式计算固定式 X、 γ 辐射监测仪的重复性。

$$V = \frac{1}{\bar{H}} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \left(H_j - \bar{H} \right)^2}{n-1}} \times 100\%$$

8、校准结果表达

对经校准的固定式 X、 γ 辐射监测仪，出具校准证书，校准证书应符合 JJF 1071-2010 中第 5.12 条的要求，并评定测量不确定度。

9、复校时间间隔

送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过 1 年。

10、附录

给出参考性附录，主要包括校准不确定度评定示例、校准原始记录表格式，以及校准证书内页推荐格式等。

六、与国内外标准、规范规程的兼容情况

JJF 1733-2018 《固定式环境 γ 辐射空气比释动能（率）仪现场校准规范》、GB/T 10253-2012 《液态排出流和地表水中放射性核素监测设备》的相关试验方法和技术要求，部分术语和定义参考了 JJF1001-2019 《通用计量术语及定义》及 JJF 1035-2006 《电离辐射计量术语及定义》。其相关内容与上述标准、规范

规程相符。

七、对重大分歧意见的处理结果和依据

无。

八、其它说明事项

规本规范依据固定式X、 γ 辐射监测仪的工作原理、用户对性能的需求确定了校准项目，并在校准方法上做了具体规定和说明。通过对固定式X、 γ 辐射监测仪点源校准规范中校准项目和校准方法进行试验、验证，确立并验证了规范意见稿中所定项目和方法的可行性和合理性。