**中华人民共和国国家计量技术规范**

地震监测测氡仪台站比测技术规范

（编写说明）

归 口 单 位：全国地震专用计量测试技术委员会

主要起草单位：江西省地震局

应急管理部国家自然灾害防治研究院

**目 录**

**[一、任务来源 1](#_Toc15169)**

**[二、编写目的和意义 1](#_Toc30067)**

**[三、调研情况 2](#_Toc27098)**

**[四、编写过程 4](#_Toc19104)**

**[五、主要技术内容说明 5](#_Toc14737)**

**[六、验证实验情况 8](#_Toc5982)**

**一、任务来源**

根据国家市场监督管理总局办公厅关于《2022年国家计量技术规范制定、修订计划》《2022年国家计量技术规范项目宣贯计划》的通知（市监计量发〔2022〕70号），江西省地震局、应急管理部国家自然灾害防治研究院作为起草单位，中国地震台网中心、东华理工大学、中国地震局地震预测研究所作为参加单位申报的《地震监测测氡仪台站比测技术规范》获批立项。本规范归口于全国地震专用计量测试技术委员会，并负责解释。本规范为首次制定。

**二、编写目的和意义**

地震监测测氡仪是测量氡浓度的专用仪器，主要由采样、探测及信号处理等部分组成。采样方式分为主动采样和被动采样两种类型，探测方法主要有闪烁法、脉冲电离法、半导体等类型，信号处理是指通过对探测分析信号等信息给出氡浓度。目前用于地震氡监测测氡仪有多种型号，不同型号测量原理和测量方法上有所差别，但均可通过测量获得氡浓度。

据不完全统计，目前在网运行的测温仪已超400台/套（含水氡和气氡观测仪器），且每年30—50套氡观测仪器更新，这些仪器技术指标是否满足观测要求将直接影响数据质量。显然，测氡仪是否经过台站比测，将直接关系到地震监测的稳定可靠，这与人们生命财产安全是息息相关的。

地震监测测氡仪是用于测定地下水（井水、泉水）中溶解气、逸出气以及断裂带气体中的氡浓度变化的专用仪器，目的是为获取地震孕育及发生过程中氡浓度异常信息提供观测数据。测氡仪要具备能准确测量大动态变化的氡浓度，适应高湿度、高（低）温观测环境，以及可以长期连续稳定运行等技术性能。因此，在地震台站监测环境条件下进行台站比测，评价连续性、测值的一致性、环境适应性及数据通讯规范性等性能指标，判断是否符合地震监测站网入网技术要求。本规范将为测氡仪的台站比测提供技术依据。

目前，有2项已发布的标准或技术规范与测氡仪的计量测试有一定相关性，即国家计量检定规程JJG825—2013《测氡仪检定规程》和地震行业标准DB/T 6—2003《氡气固体源检定规程》，但其无法完全适用于地震监测专业测氡仪要求。

另外，为了弥补缺少测震类和地球物理类仪器计量技术规范的短板，解决进网仪器测试依据的问题，2019年年初中国地震台网中心根据《地震监测专业设备管理办法（试行）》（中震测发〔2018〕89号）和《地震监测专业设备定型工作管理细则（试行）》（中震函〔2019〕12号）的要求，组织各学科专家编写了测震类和地球物理类《地震监测专业设备定型技术要求》和《地震监测专业设备测试技术规范》。其中，JSLT201903《地震监测专业设备（测氡仪）技术要求》和CSLT201903《地震监测专业设备定型测试大纲（测氡仪）》已经过近5年的定型检测验证。虽然在实际应用中发现了若干问题，但其不失为一套较为成熟的计量测试技术依据，可作为本规范制定的参考文件。

**三、调研情况**

在本规范编写前，起草组对若干型号测氡仪及其生产厂家、使用单位（台站）、计量测试机构等进行了调研，并查询了核科学计量相关的校准规范。

在测氡仪和生产厂家方面，共对4家生产单位和8款通过地震系统定型检测仪器进行了调研，具体见表1。

表1 测氡仪和生产厂家调研情况

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 型号 | 测量方法 | 生产厂家 | 主要技术指标 |
| 1 | BG-2015R | 闪烁室法 | 中广核贝谷 | 1) 测量范围：0.01~5000Bq/L  2) 灵敏度：≥90cpm/(Bq/L)  3) 固有本底：≤15cpm（具有本底自动扣除功能）  4) 重复性：≤10%（氡室浓度0.8Bq/L时重复测量次数不少于10次）  5) 相对固有误差：≤±15%（至少3个氡浓度水平下体积活度响应的最大相对偏差）  6) K值相对误差：≤±5%（K值3个月的偏移量）  7) 一致性：≤10%（相同测试条件下多台设备3个月测定值的平行程度） |
| 2 | BG-2015D（水氡） | 1)探测器：双通道闪烁室型探测器，同时测量主、副水样的水氡浓度  测量范围：0.01~5000Bq/L（气氡）；0.01~3000Bq/L（水氡）  2)重复性：≤10%，在0.8Bq/L氡室中测试  3)一致性：≤10%，多台测氡仪在同一测量条件下测量值的平行程度  4)K值相对误差：≤±5%，间隔3个月标定K值的相对偏差  5)相对固有误差：≤±10%，3个标定K值的最大相对偏差  6)灵敏度：≥90cpm/(Bq/L)，在1.5Bq/L氡室中测试  7)固有本底：≤10cpm，新闪烁室采样筒本底计数率 |
| 3 | HS05D(气氡） | 脉冲电离室法 | 成都核盛 | 1)重复性：≤10%  2)一致性：≤10%  3)K 值相对误差：≤±5%  4)相对固有误差：≤±15%  5)探测下限：≤0.1Bq/L  6)本底值：≤ 0.05Bq/L  。★可以内置原生双电离室双通道同步比对观测，两个探测器性能一致，相当于两台机器同步比对观测。 |
| 4 | HS05D2（人工水氡） | 1)重复性：≤10%  2)一致性：≤10%  3)K 值相对误差：≤±5%  4)相对固有误差：≤±15%  5)探测下限：≤0.1Bq/L  6)本底值：≤ 0.05Bq/L  ★能便携式工作，符合灾后应急现场水氡观测需求 |
| 5 | DDL-1(气氡） | 脉冲电离室法 | 郑州晶微 | 1)重复性：≤10%  2)一致性：≤10%  3)K 值相对误差：≤±5%  4)相对固有误差：≤±15%  5)探测下限：≤0.1Bq/L  6)本底值：≤ 0.05Bq/L |
| 6 | DDL-2（人工水氡） |
| 7 | P2000F测氡仪（数字） | 脉冲电离室法 | 北京瑞恒联合科技有限公司 | 1)重复性：≤10%  2)一致性：≤10%  3)K 值相对误差：≤±5%  4)相对固有误差：≤±15%  5)探测下限：≤0.1Bq/L  6)本底值：≤ 0.05Bq/L |
| 8 | P2000F测氡仪（人工） | 1)重复性：≤10%  2)一致性：≤10%  3)K 值相对误差：≤±5%  4)相对固有误差：≤±15%  5)探测下限：≤0.1Bq/L  6)本底值：≤ 0.05Bq/L |

在使用单位方面，向九江地震监测中心站、赣州地震监测监测中心站、平凉地震监测中心站、聊城地震监测中心站等测氡仪使用台站进行了调研，对设备启用时间、测值情况、故障情况等方面进行了梳理。

在计量测试机构方面，向中国计量科学研究院、南华大学、江西省地震局氡室对测氡仪仪器的检定、校准或测试方法进行了调研，对计量性能或指标的制定进行了系统的了解。

在校准规范方面，调研了JJG825—2013《测氡仪检定规程》、EJ/T 605-91《氡及其子体测量规范》、DB/T 6—2003 《氡气固体源检定规程》、IEC 61577-4：2009《辐射防护仪器 氡及氡子体测量仪 第4部分，含氡及氡子体的标准气体产生装置》、GB/T 13163.2—2021/IEC 61577-2:2014《辐射防护用氡及氡子体测量仪 第2部分：222Rn和220Rn测量仪的特殊要求》等计量技术文件。

**四、编写过程**

1、编写原则：在充分调研和实验的基础上，确定测氡仪的特性、比测条件、比测项目和比测方法等。规范中的比测方法通过实验验证，力求方法科学准确可靠。规范中的文字表述力求层次分明，语句简明，公式表达准确。

2、编写阶段工作情况：九江地震监测中心站建有地震氡观测仪器检测平台，自2017年以来开展了12中型号测氡仪的定型检测工作，积累了丰富的测试经验。

在编写过程中，对测温仪的计量特性和校准方法进行分析研究，选用不同厂家仪器进行实验，制定了本技术规范，并对测量结果进行比测方法实验验证。组织行业内外专家对本规范进行了论证，确保其科学合理。

2022年6月起，开展现行计量技术规范、测氡仪及其生产厂家、使用单位（台站）、计量测试机构调研。

2023年9月起，开展测氡仪、重复性、体积活度响应、一致性测试。

2023年4月起，项目组根据调研、实验验证结果及比测技术指标，分工起草编写《地震监测测氡仪台站比测技术规范（征求意见稿）》

2023年5月~9月，编写组内部对规范初稿进行了多次讨论和修改。

2023年10月，组织系统内外专家对规范初稿进行了研讨，并提出了若干修改意见。

2023年11月，再次组织系统内外专家对规范初稿进行了研讨，根据意见修改后最终形成了征求意见稿。

2023年12月，发送征求意见稿给系统内外专家，进行征求意见，根据意见进行修改。

2024年3月，组织系统内外专家到九江，对规范征求意见稿修改后版本进行了研讨，再进行修改。

2024年4月，根据全国地震专用计量测试技术委员会要求，与主审人的沟通，进一步完善规范征求意见材料。

2024年7月，召开《地震监测测氡仪台站比测技术规范(征求意见稿)》咨询专家会，对规范进一步讨论，对征求意见稿进行了修改，形成了送审稿。

**五、主要技术内容说明**

本规范的编写结合了对仪器实际使用情况的调研和经验积累，充分考虑了仪器的工作原理、使用环境、任务需求，同时兼顾方法的科学性、权威性、特殊性和实用性原则。本规范主要技术内容包括：范围、引用文件、术语、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，并在附录中规定了校准记录内页格式、校准证书内容及内页格式、示值误差校准不确定度评定示例。

**1 范围**

本文件规定了地震监测测氡仪台站比测的项目、条件、方法及要求。

本规范适用于地震地下流体站网入网测氡仪选型，其他测氡仪的比测可参考使用。

**2、引用文件**

本规程引用了下列文件：

JJF1094—2002 测量仪器特性评定

JJF 1035—2006 电离辐射计量术语及定义

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JJF1001—2011 通用计量术语及定义

JJG825—2013 测氡仪检定规程

EJ/T 605-91 氡及其子体测量规范

DB/T 6—2003 氡气固体源检定规程

DB/T 4—2003 地震台站代码

IEC 61577-4：2009辐射防护仪器 氡及氡子体测量仪 第4部分，含氡及氡子体的标准气体产生装置

GB/T 13163.2—2021/IEC 61577-2:2014 辐射防护用氡及氡子体测量仪 第2部分：222Rn和220Rn测量仪的特殊要求

以上文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

**3、术语**

3.1 比测 comparative measurement

在规定条件下，对同批次相同准确度等级或指定不确定度范围测氡仪的关键性能指标比对测量的过程。

3.2 一致性 conformity

在相同测试条件下，多台仪器对同一被测量进行测量，其测量结果的一致程度。

3.3 响应时间 response time

测量装置的响应时间response time of a measuring assembly

从被测量发生阶跃变化到输出信号第一次达到其最终值的某一给定百分数（通常取90%）时所经历的时间。

**4、概述**

地震监测测氡仪测量地下水（井水、泉水）中溶解气、逸出气以及断裂带气体中的氡浓度变化，以获取地震孕育及发生过程中氡浓度异常信息。测氡仪要具备能准确测量大动态变化的氡浓度，适应高湿度、高（低）温观测环境，以及可以长期连续稳定运行等技术性能。因此，在地震台站监测环境条件下进行台站比测，评价连续性、测值的一致性、环境适应性及数据通讯规范性等性能指标，判断是否符合地震监测站网入网技术要求。

**5****、比测内容**

被检仪器需要开展的比测内容、指标要求见表2。

表2. 比测项目及技术要求（表格清晰化）

|  |  |
| --- | --- |
| 内容 | 指标要求 |
| 基本功能 | 符合地震监测专业设备（测氡仪）定型要求 |
| 连续性 | 1个月数据连续率99%以上 |
| 一致性 | 每两套被检仪器一致性*r*应大于或等于0.9 |
| 响应时间 | 低浓度至高浓度响应时间应小于100min |
| 高浓度低浓度至低浓度响应时间应小于120min |
| 工作电压适应性 | 测量结果相对偏差≤10%（交/直流电压变化10%） |
| 环境适应性 | 能正常运行，测值变化相对偏差≤20% |

**6、比测条件**

6.1 环境条件

台站比测应在以下环境条件下进行：

——空气温度：0℃～+40℃；

——湿度变化不大于80%；

——电源电压：AC(220±20)V或DC(12±1.2)V；

——环境伽玛辐射空气比释动能率：≤0.25µGy/h；

——无影响正常工作的机械振动和电磁干扰。

6.2 计量标准及配套设备

计量标准及配套设备见表3。

表3 计量标准及配套设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备 | 技术要求 |
| 1 | 标准测氡仪 | 测量范围：0.002 kBq•m-3~2000 kBq•m-3；  不确定度小于等于15%（*k*=2）。 |
| 2 | 氡气源系统 | 222Rn浓度范围：10kBq•m-3～250kBq•m-3 (可调)；  稳定性：10kBq•m-3～60kBq•m-3±(3％～15％)，稳定1个月；  60kBq•m-3～250kBq•m-3±(3％～8％)，稳定1个月。 |
| 3 | 实验密封舱 | 温度范围：-10℃～+40℃（空载）；  湿度范围：20%~98%RH；  降温速率：≥0.7-1℃/分钟（空载）；  升温速率：≥1.5-3℃/分钟（空载）。 |
| 4 | 电流电压测试装置 | 交流电压测量范围：（200~500）V，分辨力：1v，误差：±（1%×读数）；  直流电压测量范围：（1~15）V，分辨力：0.01 v，误差：±（1%×读数）。 |

**7、比测方法**

本章明确了检查和比测项目。测氡仪的检查项目为基本功能检查；比测项目为连续性、一致性、响应时间、工作电压适应性、环境适应性。

具体检查和比测项目的要求和方法请参见规范正文，在此不再赘述。

**8、台站比测结果表达**

在正文的附录中提供了检查和台站比测结果记录表参考样式、台站比测证书内容及内页格式示例、检测结果测量不确定度评定示例，仅供参考。

**六、验证实验情况**

按本规范的计量特性、比测项目和比测方法等进行实验（详见实验报告）。通过实验，证实了地震监测测氡仪比测技术规范中所描述的对测氡仪的技术特性要求、对比测设备的要求以及采用的比测方法是正确可行的。