**中国地震局部门计量检定规程**

强震动加速度计检定规程

（编制说明）

中国地震局地震预测研究所

[中国地震局第一监测中心](http://www.baidu.com/link?url=bOLAUgvvqh_rdetlUcyZ3WDv7owDgW9uLQCO4FcgLu_rRkFxa3yUjV7b608ca5I8)

中国地震局地球物理研究所

浙江大学

2023年9月

**编制说明**

**一、任务来源**

根据监测预报司工作安排，由全国地震专用计量测试技术委员会秘书处组织开展部门计量检定规程《强震动加速度计检定规程》（以下简称规程）的编制工作。

**二、编制目的和意义**

中国地震预警网作为全球规模最大的地震预警网，可实现全国分钟级仪器地震烈度速报与重点地区秒级地震预警，为公众防灾避险和行业紧急处置提供服务。对具有鲜明行业特色的地表地震计、强震动加速度计和地震烈度仪等振动类设备进行检定，对于更好地服务国家经济社会发展和人民生命财产安全意义重大。

强震动加速度计（以下简称加速度计）主要作用为记录并上传震发区地面振动加速度数据，是重要的强震台网观测仪器。据不完全统计，目前在网运行的加速度计超5000台/套，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，但目前尚未发布关于强震动加速度计的计量规范。强震动加速度计是否经过溯源，将直接关系到地震监测的准确性，与人们生命财产安全是息息相关，因此，制定本规程作为强震动加速度计的技术依据，是十分必要的。

**三、调研情况**

在本规程编制前，编写组对若干型号加速度计及其生产厂家、使用单位（台站）、计量测试机构等进行了调研，并查询了振动学计量相关的规程规范。

在加速度计和生产厂家方面，共对7家生产单位和8个型号通过地震系统定型检测的仪器进行了调研，具体见表1。

表1 加速度计和生产厂家调研情况

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **生产单位** | **设备型号** | **主要技术指标** |
| 1 | 北京港震科技股份有限公司 | GL-A4 | 1、测量范围：±4g；2、灵敏度：2.5V/g；3、工作频带DC~100Hz；4、线性度误差：＜0.1%；5、横向灵敏度比：＜1%；6、噪声谱密度：＜3\*10-6ms-2/ |
| 2 | 北京港震科技股份有限公司 | GL-AQ4 | 1、测量范围：±4g；2、灵敏度：2.5V/g；3、工作频带DC~100Hz：；4、线性度误差：＜0.1%；5、横向灵敏度比：＜1%；6、温度漂移：＜200ug/℃（垂直向）；＜50ug/℃（水平向） |
| 3 | Kinemetrics | FBA ES-T | 1、测量范围：±0.25g、±0.5g、±1g、±2g、±4g可选；2、工作频带DC~200Hz：；3、线性度误差：＜100ug/g2；4、横向灵敏度比：＜1%；5、温度漂移：＜500ug/℃； |
| 4 | 武汉地震科学仪器研究院有限公司 | REMOS-LA02 | 1、测量范围：±2g、±1g（选用）；2、灵敏度：2.5V/g、1.25V/g（选用）；3、工作频带DC~80Hz；4、线性度误差：＜1%；5、横向灵敏度比：≤0.1%； |
| 5 | 珠海市泰德企业有限公司 | TDA-33M | 1、测量范围：±2g；2、灵敏度：10V/g；3、工作频带DC~10Hz；4、线性度误差：＜1%；5、横向灵敏度比：＜1%； |
| 6 | SOLGEO | FBA-3C | 1、测量范围：±0.25g、±0.5g、±1g、±2g、±4g可选；2、灵敏度：2.5V/g；3、工作频带DC~200Hz：；4、线性度误差：＜0.1%；5、横向灵敏度比：＜0.3%；6、温度漂移：＜10-6g/℃ |
| 7 | EUSCI | QA-II | 1、测量范围：±4g；2、灵敏度：2.5V/g；3、工作频带DC~170Hz：；4、线性度误差：＜1%；5、横向灵敏度比：＜0.5%；6、温度漂移：＜5\*10-5g/℃ |
| 8 | 中震华创（深圳）技术有限公司 | JS-A2 | 1、测量范围：±2g；2、灵敏度：2.5V/g；3、工作频带DC~80Hz：；4、线性度误差：＜1%；5、横向灵敏度比：＜1%；6、温度漂移：＜5\*10-4gn/℃；7、噪声：＜10-6gn |

在使用单位方面，向天津宝坻中心站、河北张家口中心站、河北唐山中心站、青光地震台等加速度计使用台站进行了调研，对设备启用时间、故障情况等方面进行了梳理，并通过现场标校的形式对仪器灵敏度等重要指标进行了比测实验。

在计量测试机构方面，向中国计量科学研究院、北京市计量检测科学研究院、天津市计量检测科学研究院对振动测量类仪器的检定、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。

在规程规范方面，调研了JJG 2072-2016《冲击加速度计量器具》、JJF 1153-2006《冲击加速度计（绝对法）校准规范》、JJF 1918-2021《电容式加速度传感器校准规范》、JJF 1904-2021《差分式加速度传感器放大器校准规范》、JJF 1427-2013《微机电（MEMS）线加速度计校准规范》、JJF1156-2006《振动、冲击、转速计量术语及定义》、JJF1632-2017《温度开关温度参数校准规范》等计量技术规范。

**四、编制过程**

1、在充分调研的基础上，确定强震动加速度计的计量特性、检定条件、检定项目和检定方法等。规程中的检定方法通过试验验证，力求方法科学准确可靠。规程中的文字表述力求层次分明，语句简明，公式表达准确。

2、编制阶段工作情况：编制过程中，参考了DB/T 22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》、DB/T 10-2016《数字强震动加速度仪》等行业标准中关于加速度计各检定项目的检定方法，表述方式上参照JJG 134-2023《磁电式速度传感器》进行了调整 ，部分计量性能和名词术语引用自JJG 2054-2015《振动计量器具检定系统表》和JJF 1156-2006《振动冲击转速计量术语及定义》，对环境地动噪声水平的描述和评价参考了GB/T 19531.1-2004《地震台站观测环境技术要求 第1部分：测震》。

2023年9月完成初稿。

2023年9月下旬经过专家研讨。

2023年10月9日至10月20日向地震计量委全体委员专家征求意见。

2023年10月下旬按照反馈意见再次进行修改后形成征求意见稿。

2023年11月上旬向各省局及相关专业专家征求意见。

**五、编写依据和说明**

规程参考了DB/T 22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》、DB/T 10-2016《数字强震动加速度仪》等行业标准中关于加速度计各检定项目的检测方法，表述方式上参照JJG 134-2023《磁电式速度传感器》进行了调整 ，部分计量性能和名词术语引用自JJG 2054-2015《振动计量器具检定系统表》和JJF 1156-2006《振动冲击转速计量术语及定义》，对环境地动噪声水平的描述和评价参考了GB/T 19531.1-2004《地震台站观测环境技术要求 第1部分：测震》。

规程中的计量性能主要来源于行业标准中具有溯源性、对仪器测量结果有重要影响的检定项目，如参考灵敏度误差、灵敏度幅频误差、幅值线性度等。对于环境适应性、运输适应性、仪器接口等测试项目因在地震监测专业设备定型检测工作中具有技术要求并做相应测试，本规程中未涉及。规程中的计量性能限差要求一般与行业标准要求一致，部分指标，如横向灵敏度比限差受计量器具性能影响，适当进行了放宽。

结合台站设备使用需求，对首次检定、后续检定和使用中检查项目进行了规定。首次检定一般适用于新设备采购后的首次检定，考虑到检定工作量，部分项目标为“﹢/-”,批量采购的设备可做抽测。后续检定一般为修后检定，考虑到台站设备观测的连续性，未规定检定周期，对使用中检查的项目和方法在附录中进行了进一步描述。结合地震监测台站仪器设备配置标准，加速度计最短使用时限为10年，规程中将每台设备的全项目检查周期最长设定为不超过5年，即保证使用年限内全部项目至少执行2次使用中检查，保障设备质量的同时可为设备更新升级提供指标参考。

关于使用中检查限差的考虑。在设计使用中检查项目的限差时，综合考虑测试环境、测试方法可能引入的误差，设备使用中技术性能的变化允差，以及台站设备运行管理有关规定。

（1）在同台对比法测试加速度计参考灵敏度误差时，根据测试结果标准差的要求，估计测试结果准确度优于3%，结合实验室测试参考灵敏度限差3%，通带波动最大3%，再放宽1%，将限差定为10%。

（2）在地球重力法测试加速度计参考灵敏度误差时，估计安装误差不超过1%，结合实验室测试限差3%，再放宽2%，将限差定为6%。

（3）在振动台比较法测试加速度计参考灵敏度误差时，结合实验室测试限差3%，估计比较法相对绝对法校准误差增加1%，再放宽2%。将限差定为6%。

（4）振动台比较法和标定线圈激励法测试灵敏度幅频误差时，在实验室测试限差基础上放宽0.3 dB，将限差定为0.6 dB。

**六、主要技术内容说明**

按照JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》要求，本规程包括七个章节和三个附录：1范围、2引用文件、3术语、4概述、5计量性能要求、6通用技术要求、7计量器具控制以及附录A正弦波测试数据处理方法，附录B强震动加速计使用中检查方法，附录C强震动加速度计检定证书内页格式，附录D强震动加速度计检定结果通知书内页格式。

1、范围

本规程适用于强震动加速度计的首次检定、后续检定和使用中检查。

2、引用文件

本规程引用下列文件：

JJG 2054—2015 振动计量器具检定系统表

JJF 1156—2006 振动冲击转速计量术语及定义

GB/T 19531.1—2004 地震台站观测环境技术要求 第1部分：测震

DB/T 10—2016 数字强震动加速度仪

DB/T 22—2020 地震观测仪器进网技术要求 地震仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3、术语

本章对地震监测加速度计特有名词术语进行了定义，包括加速度计、数据采集器，以帮助读者更好地理解规范内容。

4、概述

本章介绍了加速度计的组成、用途、工作原理（具体见正文），为规程的起草提供了原理性支撑。

5、计量特性

参考灵敏度误差、灵敏度幅频误差是保证设备工作频带内测量结果准确性的重要参量，噪声作为加速度计测量下限的重要参量，均作为主要计量性能，除此之外计量性能还包括幅值线性度、横向灵敏度比、温度漂移。

规程中的计量性能限差要求一般与行业标准要求一致，横向灵敏度比的限差受计量器具性能和检定环境影响，适当进行了放宽。

6、检定条件

检定用标准器具包括绝对法振动标准装置、步入式恒温试验箱等，并提出了具体性能要求，可满足检定需求。其中，绝对法振动标准装置用于参考灵敏度误差、灵敏度幅频误差、幅值线性度、横向灵敏度比的检定，步入式恒温试验箱用于温度漂移检定。

实验室环境条件主要考虑绝对法振动标准装置的工作环境要求。考虑到仪器噪声的检定，在检定条件中增加了对噪声检定环境地动噪声水平的描述。

7、检定项目和检定方法

检定方法与DB/T 22-2020《地震观测仪器进网技术要求 地震仪》、DB/T 10-2016《数字强震动加速度仪》等行业标准中关于加速度计各检定项目的检定方法一致。其中参考灵敏度误差、灵敏度幅频误差、幅值线性度、横向灵敏度比使用振动台测试方法。

具体检查和检定项目的要求和方法请参见规程正文，在此不再赘述。

8、检定结果表达

在正文的附录中提供了检定证书内页格式、检定结果通知书内页格式，仅供参考。

9、检定周期

考虑到加速度计作为地震监测专业设备，架设后一般不予拆卸，不做检定周期要求。使用过程中使用单位应参照附录B的方法，按照台站设备运维有关规定进行使用中检查，每台设备的全项目检查周期最长不超过5年。对使用中检查出现异常或经维修的设备，重新安装前应进行再次检定。

**七、验证试验情况**

按本规程的计量特性、检定项目和检定方法等进行试验（详见试验报告）。通过试验，证实了强震动加速度计检定规程中所描述的计量特性、对检定设备的要求、采用的检定方法是正确可行的。