**地电场仪校准规范**

**编写说明**

《地电场仪校准规范》编写组

2024年9月

**目 录**

[一、任务来源 1](#_Toc174294624)

[二、编写的必要性 1](#_Toc174294625)

**[1 编写背景](#_Toc174294626)** [1](#_Toc174294626)

**[2 编写的目的和意义](#_Toc174294627)** [2](#_Toc174294627)

[三、编写过程 2](#_Toc174294628)

**[1. 编写原则](#_Toc174294629)** [2](#_Toc174294629)

**[2. 各阶段主要工作](#_Toc174294630)** [2](#_Toc174294630)

[四、主要技术内容的说明 4](#_Toc174294631)

**[1． 适用范围](#_Toc174294632)** [4](#_Toc174294632)

**[2． 地电场仪原理和用途](#_Toc174294633)** [5](#_Toc174294633)

**[3.](#_Toc174294634)****[计量特性](#_Toc174294634)** [5](#_Toc174294634)

**[4.](#_Toc174294635)****[校准条件](#_Toc174294635)** [5](#_Toc174294635)

**[5.](#_Toc174294636)****[校准项目和校准方法](#_Toc174294636)** [5](#_Toc174294636)

**[6.](#_Toc174294637)****[校准结果表达](#_Toc174294637)** [6](#_Toc174294637)

**[7.](#_Toc174294638)****[复校时间间隔](#_Toc174294638)** [6](#_Toc174294638)

[五、实验验证 6](#_Toc174294639)

[六、与其他相近计量技术规范的对比分析 6](#_Toc174294640)

[七、参考资料 7](#_Toc174294641)

[八、其他情况说明 7](#_Toc174294642)

地电场仪校准规范

编写说明

一、任务来源

经全国地震专用计量测试技术委员会申报，2022年9月国家计量技术规范制修订项目立项，归口于全国地震专用计量测试技术委员会。该规范本标准的编写工作由中国地震局地震预测研究所牵头，甘肃省地震局、江苏省地震局和中国船舶重工集团有限公司第七一〇研究所共同参与研究编写。

二、编写的必要性

**1 编写背景**

地电场是重要的地球物理场之一，希腊、法国、日本、俄罗斯等多个国家在早起开展的地电场观测工作中，获得了与地震活动有关的地电场变化。我国在二十世纪六十年代末期就开始了地电场观测，经历了模拟大地电流场观测、模拟自然电位观测、群测群防“土地点”观测和数字化、网络化地电场观测等几个发展阶段，在50多年的地震监测预报工作中发挥了重要而积极的作用，积累了一些经典震例，在地球科学研究和地震监测工作中发挥着重要的作用。

对于地震监测预测和科学研究来说，连续、可靠、稳定的资料积累至关重要，需要通过规程规范来保证观测资料的可靠和观测系统的稳定。国外利用地电场观测开展地震相关研究的专家学者很多，但由于观测目的多为科学研究，其观测规模有限，观测仪器多为服务于科研项目的自研设备，也没有相关规范对技术指标和检测方法进行规定。

为了保证地电场观测资料的科学性和准确性，中国地震局在2006-2009年颁布了一系列指导地电场观测的行业标准和规范，包括台站建设、仪器入网、观测环境和观测方法等。其中，行业标准《地震地电观测方法 地电场观测》（DB/T 34-2009）规定了地电场观测方法、观测对象及要求、观测原理、观测系统、观测环境和观测数据，《地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第2部分：地电场仪》（DB/T 29.2-2008）规定了地电场仪进网的技术要求和测试方法。但是，目前为止没有对地震专用地电场观测仪器的计量检测规程或校准规范，缺乏对测试环境、设备条件、校准项目、校准流程和不确定度评定的统一要求。

因此，需要制定地电场仪的校准方法，从而来公正地评价仪器的各项性能指标，确保测量结果的准确、可靠和统一，并具有溯源性。

**2 编写的目的和意义**

本规范作为地震地电场仪校准规范，在认真调研并总结我国开展地电场观测以来的经验与观测技术发展历程的基础上，依据《地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第2部分：地电场仪》（DB/T 29.2-2008）中地电场仪器入网技术要求，参考了相应的国家技术规范、国家标准、其它行业仪器检测标准规范以及国内相关仪器检测规程，充分考虑地电观测仪器的实际使用要求，编写《地电场仪校准规范》，以有效规范地电场仪器的测试，从测试环境、测试设备、测试方法、测试流程以及测试结果分析等方面严格约束，从而保证测试结果的准确性、科学性和客观性。并为今后地电场观测仪器的研制、生产、运行维护等环节的测试提供规范的测试流程和测试方法。

三、编写过程

**1. 编写原则**

依据编写组的工作职责，制定了工作计划。编写组确定了《规范》的结构框架和如下编写原则：

1. 适用性，规范内容应便于实施；
2. 正确性，文字简练，描述科学、准确。

**2. 各阶段主要工作**

（1）2022年9月：成立编写组

成立编写组，进行了任务分工、明确编写组人员分工任务，确定了规范编写编写原则，制定工作进度计划。

（2）2022年10月-11月：调研、资料收集

开展地电场仪生产厂家、使用单位和计量机构调研，以及相关设备技术规范、国家标准、行业标准规范资料收集和学习，初步确定本规范具体的校准项目、校准条件和方法。

（3）2022年12月-2023年3月：测试试验、初稿编写

开展地震地电场仪电压测量误差、电压分辨力、输入电阻、零电流、抗干扰能力及安全性能等仪器特性进行测试，开展校准规范初稿编写工作。

（4）2023年4月-5月：不确定度评定

根据JJF 1059. 1-2012 《测量不确定度评定与表示》的要求，对地电场仪校准规范中不确定度内容进行了分析研究，进行了地电场仪电压测量误差不确定度的分析和评定。编写组内部讨论基修改。

（5）2023年5月：研讨与征求意见

2023年5月，编写组组织征求意见会，对该规范编写内容征求意见，邀请预测所赵家骝研究员、地球所滕云田研究员、甘肃局谭大诚研究员和江苏局张秀霞高工到会，对《地电场仪校准规范》初稿内容征求意见。建议对初稿中以下方面进行了修改：

a）地电场校准计量特性、校准条件、校准项目和方法进行了规定，符合计量规范校准编写要求；

b) 补充完善编写说明和实验报告；

c）开展更多测试试验，完善不确定度评定。

（6）2023年6月-10月：完成征求意见稿

针对专家意见进行修改该校准规范。

（7）2023年11月：召开专家咨询会

2023年11月14日编写组邀请预测所赵家骝研究员、薛兵研究员和张世中副研究员、江苏局冯志生研究员、台网中心李正媛研究员、周克昌研究员，甘肃局陈建军高工参会，编写组介绍了《地电场仪校准规范》编写情况，专家对第二版《地电场仪校准规范》初稿提出修改意见。专家意见如下：

a）根据地电场仪技术指标要求和计量特性，保留“电压测量误差”、“电压分辨力”两项计量特性作为校准项目；

b) 已开展了实验验证，编写了实验报告，验证了校准方法的可行性；

c）由于地电场仪应用于台站长期连续观测，建议复校间隔不严格要求，可根据使用需求自主决定复校时间，使用中可以按照校准规范进行在线检查；

d）建议校准项目表完善，增加外观及通电检查。

（7）2024年1月：按照专家意见修改完善，形成《地电场仪校准规范》征求意见稿，提交全国地震专用计量测试技术委员会。

（8）2024年3月-6月：将《地电场仪校准规范》征求意见稿送至中电十四所杨忠研究员和甘肃省地震局谭大诚研究员咨询意见。根据两位专家返回的咨询意见，对征求意见稿以下方面进行了修改：

a) 术语部分，测量误差和分辨力改为电压测量误差和电压分辨力，引用其他规范和标准核对一致性；

b) “规范”中校准点与实验报告校准点保持一致。被校仪器进行电压测量误差校准时，校准点应覆盖被校仪器的电压测量范围，选取零点、正负极性的10%量程值和量程值（接近量程值）；

c) 由于地电场仪为台站连续测试设备，可根据使用需求自主决定复校时间。考虑到现场计量需要满足校准环境要求，使用中可以按照校准规范进行在线检查。

d) 校准规范附录C3.2 中，由多功能校准源引入的标准不确定度u\_2,由于不是采用多功能校准源的校准值作为标准值，不确定度来源由查阅其校准证书改为查阅说明书中直流电源测量误差。

e) 实验报告中，被校仪器主要技术指标仅填写与校准有关的参量，实验条件和设备中主要设备仅填写与校准项目相关的指标。

（9）2024年7月-8月：针对杨忠和谭大诚两位专家意见，修改完善征求意见稿，将征求意见稿提交计量委。通过函审的方式将征求意见稿送交地震局预测所赵家骝研究员，上海市地震局马钦忠研究员，甘肃省地震局安张辉高工和江苏省地震局张秀霞高工四位系统内专家征求意见。根据四位专家和计量委返回的意见，对征求意见稿以下方面进行了修改：

a) 电压分辨力作为检查项目，修改校准项目一览表

b) 测量标准设备以表格的形式体现；

c) 明确电压测量误差和电压测量分辨力的校准点数；

d) 修改完善附录A 校准原始记录格式；

e) 修改电压测量分辨力测量方法。

（10）2024年9月29日将征求意见稿提交全国地震专用计量测试技术委员会。

四、主要技术内容的说明

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，并在附录中给出了电压测量误差不确定评定示例、校准原始记录和校准证书内页格式。

**1． 适用范围**

本规范适用于地震观测仪器中地电场仪的校准。

目前应用于地震地电场监测的地电场仪主要有ZD9A、GEF-II和DCY-I型地电场仪，三种仪器观测原理相同，均为6通道电压量测量，由电压量计算电场值。目前在通过中国地震局定型地电场仪型号只有GEF-II和DCY-I型地电场仪，本规程编写过程中选取这两款仪器设备开展实验。

**2． 地电场仪原理和用途**

介绍了地电场仪测量的物理量和测量原理，为本规范的起草提供了原理性支撑。

1. **计量特性**

行业标准DB/T 29.1-2008 《地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第2部分：地电场仪》中对地电场仪有多项技术指标要求，包括电压测量误差、电压测量分辨力、电压测量范围、输入电阻、频带范围等。

本规范计量特性和校准项目为电压测量误差和电压测量分辨力。地电场仪是直接测量两电极间电位差，然后与极距计算得到电场值，因此电压测量误差就是该设备最主要的计量特性。电压分辨力是衡量地电场仪器能够有效辨别电压的最小量，也是地电场仪重要的特性之一。

1. **校准条件**

（1）校准环境

主要是参考DB/T 29.1-2008 《地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第2部分：地电场仪》和地电场仪使用说明书给出了对环境温湿度、电源和电磁环境的要求。

（2）测量标准及其他设备

对于电压测量误差校准的标准设备采用直流电压标准源，直流电压标准源输出电压范围应覆盖地电场仪电压测量范围，应经计量检定合格或校准，并在有效期内。由地电场仪电压测量误差计量特性要求不超过±(0.1%读数+0.02%满度) V，因此选用的直流电压标准源输出电压的精度不应低于0.01级，电压分辨力不大于1μV。

1. **校准项目和校准方法**

在兼顾地震监测专用地电场仪实际应用需求和电压测量仪器基本计量特性的基础上，规定了校准项目为电压测量误差和电压分辨力。

（1）电压测量误差

利用直流标准电压源在直流地电阻率仪的电压测量正、负量程范围内对其电压测量误差直接进行校准, 对被校仪器进行电压测量误差校准时，校准点应覆盖被校仪器的电压测量范围，校准点应覆盖被校仪器的电压测量范围，在正、反量程内各均匀选取校准点，应包括零点、电压量程满度值的0.1%，1%，10%和90%点（或满量程值），至少9个校准点。对每一个标准电压，被校仪器进行至少10次测量，所有测量值的算术平均值作为该标准电压的测得值，计算其与直流标准电压源的电压输出值的差值作为电压的测量误差，然后对电压测量误差进行不确定度评定。

（2）电压分辨力

按照DB/T 29.2-2008《地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第1部分：地电场仪》5.4的方法，以被校仪器的分辨力为步进量，标准设备在某一标称值下增加，至少读取10个被校仪器的电压测量值，计算算术平均值作为被校仪器的显示值，显示值随着标准值增加而增加即为合格。对被校仪器进行电压分辨力校准时，校准点应覆盖被校仪器的电压测量范围，选取10%量程值，60%量程值和满量程值，至少3个校准点。

1. **校准结果表达**

根据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的要求，本规范列出了校准结果的表达，对校准证书应包含的信息加以说明。在附录中提供了校准结果记录表参考样式、校准证书内容及内页格式示例、校准结果测量不确定度评定示例，仅供参考。

1. **复校时间间隔**

建议地电场仪的复校时间间隔为1年。由于复校时间间隔的长短是由被校仪器使用情况、使用者的使用方法、仪器本身质量等诸因素所决定的，地震专用地电场仪为台站连续测试设备，可根据使用需求自主决定复校时间，使用中可以按照校准规范进行在线检查。

五、实验验证

目前在通过中国地震局定型地电场仪型号只有GEF-II和DCY-I型地电场仪，本规程编写过程中选取这两款设备开展实验。

按本规范的计量特性、校准项目和校准方法对GEF-II和DCY-I型地电场仪进行试验（详见试验报告）。证实了地电场仪校准规范中所描述的计量特性、对校准设备的要求、采用的校准方法是科学合理和可行性。

六、与其他相近计量技术规范的对比分析

在国家计量技术规范中，JJG 561-2016《近区电场测量仪》，JJG 2925-2021《低频电压表校准规范》与本规范较为接近。

JJG 561-2016《近区电场测量仪》与本规范的主要区别是：JJG 561-2016适用于频率范围100kHz-200MHz，场强范围10V/m-150V/m的近区电场测量仪检定，检定的计量特性为场强测量最大允许误差。本规范适用的是地震观测仪器中地电场仪的校准，要求频率范围不小于DC-0.005Hz（DB/T 29.2-2008 《地震观测仪器进网技术要求 第1部分：地电场仪》），校准的计量特性为电压测量误差。

JJG 2925-2021《低频电压表校准规范》与本规范的主要区别是：虽然两者的计量特性都有电压测量误差，但JJG 2925-2021适用于频率范围为1Hz-30MH的低频电压表的校准，本规范适用于频率范围不小于DC-0.005Hz的地震地电场仪校准。

因此，本规范与其他国家计量技术规范不存在协调不一致。

七、参考资料

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

GB/T 19531.2-2004 地震台站观测环境技术要求　第2部分：电磁观测

GB/T 18207.2-2005 防震减灾术语 第2部分：专业术语

DB/T 21-2007 地震观测仪器进网技术要求 常用技术参数表述与测试方法

DB/T 29.2-2008 地震观测仪器进网技术要求 地电观测仪 第1部分：地电场仪

DB/T 34-2009 地震地电观测方法 地电场观测

八、其他情况说明

无