

202X–XX–XX 实施

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX



**地电场仪校准规范**

Calibration Specification for Geoelectrical field Meter

（征求意见稿）

202X–XX–XX 发布

国 家 市 场 监 督 管 理 总 局 **发 布**



Calibration Specification for Geoelectrical field Meter

地电场仪校准规范

JJF XXXX—XXXX

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：中国地震局地震预测研究所

中国船舶重工集团有限公司第七一〇研究所

参加起草单位：江苏省地震局

甘肃省地震局

本规范委托全国地震专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX（起草人所在单位名称）

XXX（）

XXX（）

参加起草人：

XXX（）

XXX（）

XXX（）

**目 录**

[引 言 II](#_Toc150645949)

[1 范围 1](#_Toc150645950)

[2 引用文件 1](#_Toc150645951)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc150645952)

[4 概述 1](#_Toc150645953)

[5 计量特性 2](#_Toc150645954)

[6 校准条件 2](#_Toc150645955)

[7 校准项目和校准方法 2](#_Toc150645956)

[8 校准结果 4](#_Toc150645957)

[9 复校时间间隔 5](#_Toc150645958)

[附录A 校准原始记录格式 6](#_Toc150645959)

[附录B 校准证书内页格式 1](#_Toc150645960)

[附录C 电压测量误差不确定度评定示例 3](#_Toc150645961)

引 言

JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参考了JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、GB/T 18207.2—2005 《防震减灾术语 第2部分：专业术语》、GB/T 6587-2012《电子测量仪器通用规范》、DB/T21-2007 《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》和DB/T 29.2－2008《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》的相关定义和技术内容。

本规范为首次发布。

地电场仪校准规范

1. 范围

本规范适用于地震观测用地电场仪的校准。

1. 引用文件

本规范引用了下列文件：

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

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。

1. 术语和计量单位
   1. **术语**
      1. 地电场 geoelectrical field

由固体地球内部和外部的各种非人工电流系统与地球介质相互作用产生的分布于地表的电场。地电场可分为大地电场和自然电场。

[DB/T29.2-2008，定义3.1]

* + 1. 地电场仪 meter for geoelectrical field

在地表测量地电场强度的专用仪器。

[DB/T 29.2-2008，术语和定义3.2]

* + 1. 测量误差 measurement error

地电场仪的显示示值与对应输入的参考量值之差。

* + 1. 电压测量分辨力 resolution of voltage measurement

地电场仪电压测量量程范围内，引起相应电压显示示值产生可产觉变化的最小输入增量。

* 1. **计量单位**

地电场仪所测量的地电场使用的计量的单位为mV/km。

1. 概述

地电场仪是在地表测量地电场强度的专用仪器，在地表在两个以上正交方向布设测道，埋设一对电极（电极A和电极B）形成一个测道，测量两个电极（点）之间的电位差，除以两电极之间距离计算地电场平均强度。

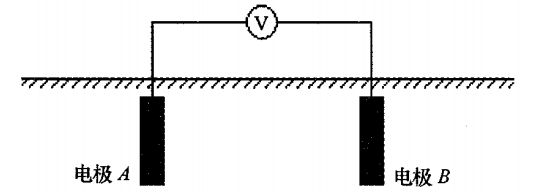


图1 地电场观测原理示意图

1. 计量特性

电压测量误差：不超过±(0.1%读数+0.02%满度) V；

1. 校准条件
   1. **环境条件**

6.1.1 环境温度：18℃-23℃；

6.1.2 相对湿度：≤80%；

6.1.3 电源要求：电源电压（220±22）V，电源频率（50±1）Hz；

* 1. **测量标准及其他设备**

测量标准设备见表1。

表1 参考测量标准设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 主要技术要求 | 用途 | 备注 |
| 1 | 直流电压标准源 | 电压输出范围：覆盖地电场仪电压测量范围；  电压准确度：不低于0.01级；  电压分辨力：不大于1μV； | 作为校准电压测量误差时的直流电压标准源 | -- |

1. 校准项目和校准方法
   1. **检查和校准项目**

地电场仪检查和校准项目见表1。

表1 校准项目一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 类型 | 规范条款 | 备注 |
| 外观 | 检查 | 7.2.1 |  |
| 电压测量分辨力 | 检查 | 7.2.2 |  |
| 电压测量误差 | 校准 | 7.2.3 |  |

* 1. **检查方法**
     1. 外观及通电检查

1. 被校地电场仪外形结构完好，无影响正常工作的机械损伤，外表无裂纹、无涂敷层剥落现象，按键、开关接触良好。
2. 被校地电场仪产品名称、制造厂家、仪器型号和编号均应有明确标记；
3. 通电检查被校地电场仪各测量功能正常，显示完整。
   * 1. 电压测量分辨力检查

7.2.2.1 技术要求

电压测量分辨力不大于0.01mV。

7.2.2.2 检查方法

1. 按图2连接，直流电压标准源的输出信号与被校准地电场仪的电压测量端连接，校准电压测量分辨力。



图2 标准源法

1. 校准点的选择：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;
2. 根据校准点设定直流电压标准源的输出值*V0*，以被校仪器电压分辨力为步进量，读取被校地电场仪在校准点的10次测量值的平均值[]和增加后10次测量值的平均值[]，填入原始记录表；
3. 按公式（1）计算与的比值：

（1）

式中：

*j*—校准点编号；

—实测电压变化量与步进电压量的比值；

、—步进电压变化后被校仪器多次电压测量值的算术平均值，V；

—步进电压量，V。

注：的值也可以根据被校仪器的技术指标或客户要求选择。

1. 若所有的值均在0.5~1.5之间，则可以确定被校仪器的电压分辨力为；
2. 对具有多个电压测量通道的被校仪器，每个通道分别重复c）-e）的过程。
   1. **校准方法**
      1. 校准前准备

按照图2连接仪器，直流电压标准源的输出信号与被校地电场仪的电压测量端连接，按仪器技术说明书规定时间或15min以上时间进行预热。预热完成后，首先调整被校仪器的电气零点和满度。

* + 1. 电压测量误差校准

1. 校准点的选择：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，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；
2. 根据校准点设定直流电压标准源的输出值*VN*，记录被校地电场仪的示值。对每一个校准点，被校仪器进行10次电压测量，每次测量值为*Vi*，计算所有测量值的算术平均值作为标准电压的测得值，填入原始记录表；
3. 按照公式（2）计算被校仪器的电压测量误差：

（2）

式中：

—各校准点上，被校仪器的电压测量误差值，V；

—直流电压标准源输出的电压标准值，V；

—各校准点上，多次电压测量值的算术平均值，V。

1. 对具有多个电压测量通道的被校仪器，每个通道分别重复c）-d）的校准过程。
2. 校准结果

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）应至少包括以下信息：

* + 1. 标题，如“校准证书”；
    2. 实验室名称和地址；
    3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
    4. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
    5. 客户的名称和地址；
    6. 被校对象的描述和明确标识；
    7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
    8. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
    9. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
    10. 校准环境的描述；
    11. 校准结果及其测量不确定度的说明；
    12. 对校准规范的偏离的说明；
    13. 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
    14. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
    15. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录格式见附录A，校准证书（报告）内页格式见附录B。

1. 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。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，使用中可以按照校准规范进行在线检查。

附录A 校准原始记录格式

地电场仪校准原始记录

证书编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校仪器信息： | | | | | | | | | | | |
| 委托单号 | |  | | | | 送校单位 | | |  | | |
| 名 称 | |  | | | | 制造单位 | | |  | | |
| 型号/规格 | |  | | | | 出厂编号 | | |  | | |
| 校准环境条件及地点： | | | | | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | | | 地 点 | |  | | | |
| 相对湿度 | % | | | | 其 它 | |  | | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）：  JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示 | | | | | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | | | | | | | |
| 名 称 | | | 测量范围 | 不确定度/  准确度等级/最大允许误差 | | | | 证书编号 | | 证书有效期至  (YYYY-MM-DD) |
|  | | |  |  | | | |  | |  |

A.1 电压测量原始记录（单通道）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 标准电压值V*N*/ V | | | | | | | | |
| FS | 10%FS | 1%FS | 0.1%FS | 0 | -0.1%FS | -1%FS | -10%FS | -FS |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值 /V |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 测量误差/V |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

A.2 电压分辨力测量原始记录（单通道）

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 标准电压/V | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
| 平均值/V |  |  |  |  |  |  |
| /V |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 注：  1. 、—增加步进量电压后多次电压测量值的算术平均值，V；  2. —分辨力变化量，V；  3. —与的比值。 | | | | | | |

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日

第 页 共 页

附录B 校准证书内页格式

证书编号：XXXXXX—XXXX

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准机构授权说明 | | | | | | |
| 校准环境条件及地点 | | | | | | |
| 温 度 | ℃ | | 地 点 |  | | |
| 相对湿度 | % | | 其 他 |  | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准 | | | | | | |
| 具名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 证书编号 | 证书有效期至 |
|  |  |  | | |  |  |

注：

1.XXXXXX仅对加盖“XXXXXX校准专用章”的完整证书负责。

2.本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。

3.未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第 页 共 页

证书编号 XXXXXX—XXXX

校准结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1.电压测量误差   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 通道 | 标准值  （V） | 测得值  （V） | 测量误差  （V） | 不确定度，*k*=2  （V） | | 1 |  |  |  |  | | 2 |  |  |  |  | | 3 |  |  |  |  | | 4 |  |  |  |  | | 5 |  |  |  |  | | 6 |  |  |  |  |   2.电压分辨力：   |  |  | | --- | --- | | 通道 | 电压分辨力（μV） | | 1 |  | | 2 |  | | 3 |  | | 4 |  | | 5 |  | | 6 |  | |
| 校准结果不确定度的评估和表述均符合JJF1059.1要求。 |

校准员： 核验员：

第 页 共 页

# 附录C 电压测量误差不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校准仪器

地电场仪，分辨力10μV，量程为-1000000μV至1000000μV。

C.1.2 测量标准

FUlKE 5720A多功能校准源。

C.1.3 测量方法

依据本校准规范7.2.2中电压测量误差的校准方法，用UlKE5720A多功能校准源作为直流电压标准源输出直流电压1000000μV，记录被校地电场仪示值。

C.1.4 测量环境

温度：18℃~23℃，相对湿度：≤80%。

C.2 测量模型

设为多功能校准源输出标准值，被校仪器对标准电压多次测量值的算术平均值为电压最终的测得值。由使用说明书可知，对于FUlKE5720A多功能校准源和地电场仪，在标准条件下，温度、湿度等带来的影响可忽略，由此可得到：

（C.1）

考虑到被校仪器的电压测量分辨力对测量数据的影响，则最终的测量模型为：

（C.2）

式中：

—被校仪器的电压测量误差；

—被校仪器多次电压测量值的算术平均值；

—多功能校准源输出的直流电压标准值。

—被校仪器的电压测量分辨力对测量结果的影响。

C.3标准不确定度评定

C.3.1 由测量重复性引入的标准不确定度

FULKE 5720A多功能校准源输出直流电压1000000μV，在相同环境条件下，重复测量10次，获得测量数据见表A.1。

表A.1 电压重复测量数据

|  |  |
| --- | --- |
| 测量次数 | 测量值/μV |
| 1 | 1000016 |
| 2 | 1000017 |
| 3 | 1000017 |
| 4 | 1000016 |
| 5 | 1000017 |
| 6 | 1000017 |
| 7 | 1000017 |
| 8 | 1000017 |
| 9 | 1000017 |
| 10 | 1000017 |

测量数据的算术平均值1000017 μV。

单次测量数据的实验标准偏差：

0.47 μV （C.3）

式中：

—被校仪器单次测量值的实验标准偏差，μV

—被校仪器第*i*次的电压测量值，μV；

—被校仪器多次电压测量值的算术平均值，μV；

*n*—重复测量的次数，此处*n*=10。

校准时取多次测量数据的平均值作为最终的电压测得值，故由测量重复性引入的标准不确定度为：

0.15 μV （C.4）

式中：

—被校仪器单次测量值的实验标准偏差，μV

*n*—重复测量的次数，此处*n*=10。

C.3.2 由多功能校准源引入的标准不确定度

校准中使用的FULKE5720A多功能校准源，经上级计量机构计量传递合格，查阅其说明书，在输出直流电压为1000000μV时的测量不确定度*UN*=3μV，包含因子*k*=2，在区间范围内。因此，由多功能校准源引入的标准不确定度为：

μV

C.3.3由被校仪器的电压测量分辨力引入的标准不确定度

由说明书已知被校仪器的电压测量分辨力=10μV。

记为电压测量分辨力的区间半宽度，则μV，在区间范围内认为其服从均匀分布，取包含因子。因此，由电压测量分辨力引入的标准不确定度为：

2.9 μV

C.4合成标准不确定度

不确定度分量的汇总见表C.2，灵敏度系数由公式（C.1）和（C.2）计算得到

表C.2 电压测量误差校准不确定度分量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定方法 | 分布类型 | 灵敏系数 | 标准不确定度值/μV |
|  | 电压测量重复性引入 | A类 | 正态分布 | 1 | 0.15 |
|  | 多功能校准源引入 | B类 | 均匀分布 | -1 | 1.5 |
|  | 电压测量分辨力引入 | B类 | 均匀分布 | 1 | 2.9 |

考虑到被测地电场仪的重复性和分辨力存在重复，在合成标准不确定度是将二者中较小值舍去，因此，合成标准不确定度为：

3.3μV

C.5 扩展不确定度

选取包含因子*k*=2，则当标准电压1.0 V时，被校地电场仪电压测量误差的扩展不确定度为：

7 μV