

国家市场监督管理总局

发 布

TDR土壤水分监测仪校准规范

Calibration Specification for TDR Moisture monitoring instrument

(征求意见稿)

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-20XX

**JJF XXXX—20XX**

20XX—XX—XX发布 20XX—XX—XX实施

JJF XXXX—20XX

**TDR土壤水分监测仪校准规范**

Calibration Specification for

TDR Moisture monitoring instrument

归 口 单 位 ：全国能源资源计量技术委员会水资源计量分技术委员会

主要起草单位：水利部水文仪器及岩土工程仪器质量监督检验测试中心

水利部南京水利水文自动化研究所

江苏南水科技有限公司

参加起草单位：山东省水文计量检定中心

新疆气象技术保障中心

天津特利普尔科技有限公司

本规范委托全国能源资源计量技术委员会水资源计量分技术委员会负责解释

**本规范主要起草人**：邓 超（水利部水文仪器及岩土工程仪器质量

监督检验测试中心）

刘满红（水利部南京水利水文自动化研究所）

曹子聪（江苏南水科技有限公司）

**参加起草人**：高 伟（山东省水文计量检定中心）

陈 禹（新疆气象技术保障中心）

陆之平（天津特利普尔科技有限公司）

卢 玉（天津特利普尔科技有限公司）

目 录

[目 录](#_Toc10369) 1

[引 言 2](#_Toc1905)

[1 范围 1](#_Toc32745)

[2 引用文件 1](#_Toc94)

[3 术语和计量单位 1](#_Toc7318)

[3.1 术语 1](#_Toc7571)

[3.2 计量单位 1](#_Toc20062)

[4 概述 2](#_Toc17068)

[5 计量特性 3](#_Toc11231)

[5.1示值误差 3](#_Toc20318)

[5.2重复性 3](#_Toc29515)

[6 校准条件 3](#_Toc6453)

[6.1 环境条件 3](#_Toc31637)

[6.2 计量标准及其他设备 3](#_Toc31884)

[7 校准项目和校准方法 4](#_Toc21528)

[7.1 校准项目 4](#_Toc1552)

[7.2 校准方法 4](#_Toc11906)

[7.3 数据处理 5](#_Toc19719)

[8 校准结果表达 6](#_Toc24517)

[9 复校时间间隔 7](#_Toc16159)

[附录A 校准记录参考格式 8](#_Toc13508)

[附录B 校准证书内页参考格式 9](#_Toc18793)

[附录C 测量不确定度评定示例 10](#_Toc22704)

# 

# 引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参照GB/T 28418-2012 《土壤水分（墒情）监测仪器基本技术条件》，并结合国内TDR土壤水分监测仪器的生产、使用现状进行编制。

本规范为首次制定。

TDR土壤水分监测仪校准规范

1 范围

本规范适用于时域反射法（TDR）土壤水分监测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 28418-2012 土壤水分（墒情）监测仪器基本技术条件

JJF 1001 通用计量术语及定义

GB/T 19677 水文仪器术语及符号

GB/T 50095 水文基本术语和符号标准

SL110-2014 切土环刀校验方法

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 术语和计量单位

3.1 术语

GB/T 50095、GB/T 19677、JJF 1001界定的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1.1土壤水分（墒情）监测仪器 soil moisture-monitoring instrument

一种用以测量植物根系层土壤水分（墒情）含量的仪器。

【来源：GB/T 28418-2012，3.1】

3.1.2时域反射法 (TDR)time domain reflectometry

根据土壤中的水和其他电介质介电常数之间的差异的原理并采用时域反射测试技术测量土壤含水量的方法。

【来源：GB/T 28418-2012，3.3】

3.2 计量单位

体积含水量：cm3/ cm3。

注：体积含水量一般采用%表示。

4 概述

4.1 用途

TDR土壤水分监测仪用于测量土壤中的水分含量，按工作方式可分为便携式监测仪与固定埋设式监测仪两类。

4.2 组成

便携式监测仪主要包括供电电源、测量主机（信号发生器、数据采集模块、数据处理模块、人机交互模块）和传感元件。组成示意图见图1。

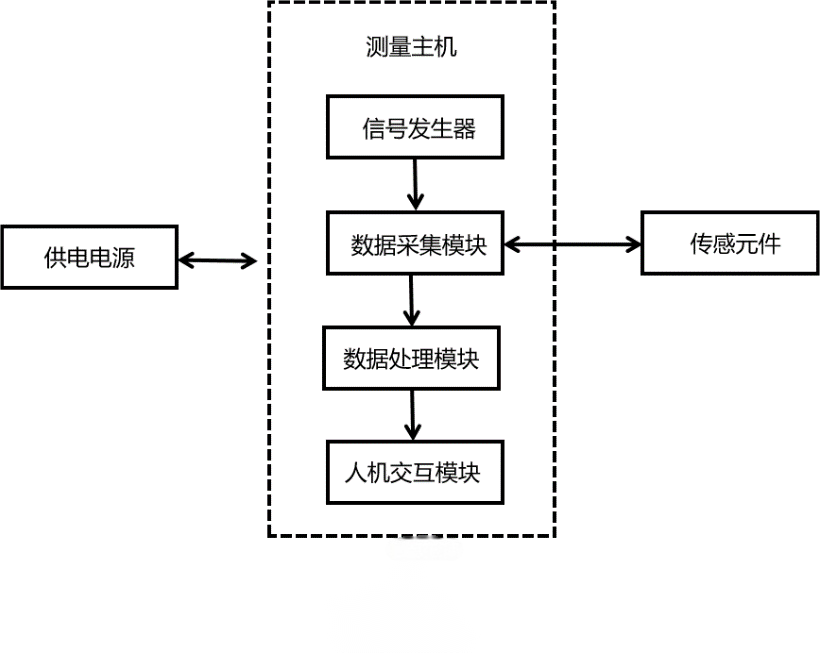


图1 便携式监测仪组成示意图

固定埋设式监测仪主要包括供电电源、测量主机（信号发生器、数据采集模块、数据处理模块）、远程控制通信模块和传感元件。组成示意图见图2。

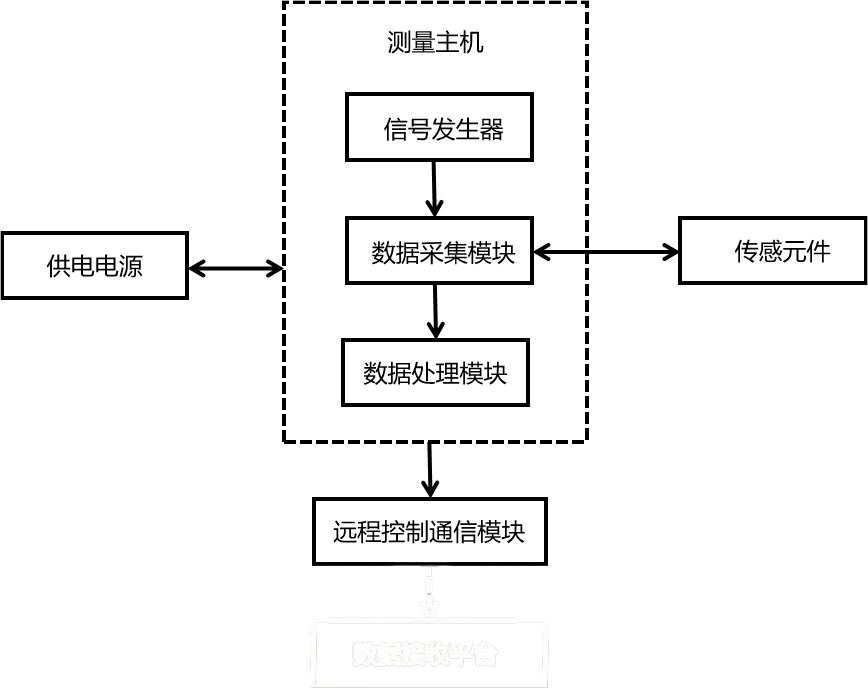


图2 固定埋设式监测仪组成示意图

5 计量特性

5.1示值误差

示值误差用体积含水量的绝对误差来表示，应不大于±2%。

5.2重复性

重复性用实验标准差来表示，应不大于1%。

注：以上指标不作为合格性判别，仅做参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境条件如下：

1. 温度：(5~40) ℃；
2. 相对湿度：不超过95%（40 ℃）；
3. 其它影响量：电源、振动、气流及磁场等因素对校准结果产生的影响可忽略。

6.2 计量标准及其他设备

主要包括电子天平、环刀、烘箱、以及辅助工具，具体参数见下表。

表1计量标准一览表

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 技术要求 |
| 电子天平 | 测量范围：1g~3000g；最大允许误差±0.01g；准确度等级：Ⅱ级。 |
| 环刀 | 不带边，高50mm，允许误差0~+0.25%，内径50.46mm，最大允许误差±0.08% |

表2其他设备一览表

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 技术要求 |
| 土壤筛 | 孔径1mm、2mm。 |
| 烘箱 | 控温范围：0℃~110℃。 |
| 辅助工具 | 环刀手柄、铝盒、土样制备容器、土样混合容器、削土刀、铲刀、橡皮锤、铁锤、喷水壶、研磨棒、铁锨等。 |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

表2校准项目

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 示值误差 |
| 2 | 重复性 |

7.2 校准方法

7.2.1校准点选择

分别在土壤含水量0～10%、10%～20%、20%～30%、30%～40%4个范围内选择1个校准点。饱和含水量较低的土壤，土样含水量制备到饱和即可。

7.2.2土样制备

7.2.2.1土壤选取

宜选用理化性状较为稳定、一致性较好的土壤进行校准，一般选用砂土、壤土、黏土等。

7.2.2.2 土样预处理

取足量的土壤，去除土壤中的根系、杂草、砾石等杂质，平铺在阴凉通风处阴干，将土碾碎至土壤颗粒不大于5mm。将碾碎后的土壤分别用2mm和1mm土壤筛过筛后获得校准用土壤。

7.2.2.3 标准土样制备

a）根据传感元件尺寸确定需要配置土样的土柱直径、土柱高度，并计算土柱体积；

b）根据土壤的容重、土柱体积和校准点体积含水量，计算所需的水和土壤；

用电子天平分别称取所需的水和土壤；

c）将称取的水和土壤混合并搅拌均匀，放入容器中密封并平衡24h。

d）将容器中的土壤再次搅拌，分层填入土样制备容器中并压实，每层土样厚度2cm～3cm。装填完成后用保鲜膜将容器口密封，防止水分蒸发。

7.2.3 数据采集

将传感元件插入制备好的标准土样中，待稳定后连续读取6组土壤含水量数据并记录（见附录A)，计算示值误差和重复性。

7.2.4 土样取样

数据采集完成后，在标准土样内选取不少于3处未经扰动过的土壤；将环刀刃口向下放在土样上，环刀垂直向下压至土样高于环刀上刀口，使用切土刀削去两端土并修平，将取出土样放入铝盒中，用电子天平称取土样质量并记录（见附录A）；实验过程应及时称重，避免待测土样水分流失。

7.2.5 烘干称重

将称重后的土样和铝盒一起放入烘箱中烘干，烘箱温度应设置在105℃（±2℃），持续恒温24h后取出，用电子天平称取烘干后的土样质量并记录（见附录A）

7.3 数据处理

7.3.1 示值误差计算

用绝对误差的平均绝对值来表示，应按照公式（1）计算。

 (1)

式中：*n*——测量次数，应不少于6次；

——绝对误差的平均绝对值；

——第*i*次测量的体积含水量。

——标准体积含水量，应按公式（2）计算。

 (2)

式中：*ω*——为烘干法的重量含水量，应按公式（3）计算。

 （3）

式中：*Q*1——为烘干前土的重量，g；

*Q*2——为烘干后土的重量，g；

——为土壤干容重，应按公式（4）计算。

 （4）

式中：*Q*2——为烘干后土的重量，g；

*V*——为取样的总体积，cm3。

7.3.2 重复性计算

测量重复性用实验标准差来表示，按公式（5）计算。

 （5）

式中：*S*――实验标准差；

――第*i*次测量结果；

――*n*次测量的平均值。

8 校准结果表达

校准完成后，按照本规范给出校准结果，开具相应的校准证书，校准证书应符合JJF 1071-2010 5.12的要求。

原始记录参考格式见附录A。

校准证书内页参考格式见附录B。

校准结果的不确定度分析详见附录C。

当用户要求时，可以根据用户提供的计量特性最大允许误差进行符合性判定，并将结论列入校准证书。

9 复校时间间隔

根据TDR土壤水分监测仪的使用情况自行确定复校时间间隔，建议一般为一年。

附录A 校准记录参考格式

TDR土壤水分监测仪校准原始记录

委托单位： 单位地址：

联系电话： 证书编号： 校准地点：

仪器名称： 型号规格： 仪器号码：

生产单位： 校准依据：

温度： 湿度： 大气压力：

校准所使用的主要标准器（或标准装置）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 溯源机构 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

表1外观校准记录表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 技术要求 | 校准情况 |
| 1 |  |  |

表2 标准体积含水量校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 烘干前  g | 烘干后  g | 铝盒  重量  g | 切土环刀体积  cm3 | 烘干前平均值  g | 烘干后平均值  g | 水质量  g | 质量  含水量  % | 干容重  g/cm3 | 体积  含水量  % |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

表3 测量误差校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准值  % | 测量值（%） | | | | | | 平均  测量值  % | 绝对  误差  % | 重复性 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

校准时间： 校准员： 核验员：

附录B 校准证书内页参考格式

校准所使用的主要标准器（或标准装置）：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | 溯源机构 | |
|  |  |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  | |  | |
| 备注：本次校准所使用的主要标准器（或标准装置）均溯源至国家计量基准 | | | | | | | |
| 校准地点： |  | | | | | | |
| 温度： |  | 湿度： |  | | 大气压： | |  |

**校准结果**

表1外观校准记录表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 技术要求 | 校准情况 |
|  |  |  |

表2测量误差校准记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准值（%） | 测量值（%） | | | | | | 平均值（%） | 绝对误差（%） | 重复性 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：1、本校准证书仅对本样品校准数据负责。

2、本次校准与校准依据偏离情况：无。

3、测量结果的不确定度：*U*= ，*k*=2。

以下为空白

\*未经本单位书面批准，不得部分复印此证书。

附录C 测量不确定度评定示例

测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

电子天平称得的土壤中水的重量含水量与干容重的乘积得到土壤中水的体积含水量作为标准值，与被校仪器示指作比较，计算两者之间的误差。

C.2 数学模型

 （C.1）

式中：——绝对误差，%；

——被校仪器示指平均值，%；

——标准值，单位：%。

C.3 不确定度来源和不确定度分量评定

1. 电子天平示指误差引入的标准不确定度

由电子天平检定证书可知。装置在0g～1000g时的最大误差为0.02g，则半宽为0.02g，假设均匀分布，相对标准不确定度为



1. 被测量的测量结果的重复性（即测量结果的离散性）引起的相对标准不确定度（）

采用A类方法评定。选择一台TDR土壤水分监测仪，选择土壤含水量为16.70%作为测试点，在短时间内重复测量6次，得到的测量结果为：16.2%、16.0%、16.4%、16.3%、16.3%、16.6%，安装贝塞尔公式计算得：

1. 被测仪器分辨力引入的标准不确定度

被测仪器的分辨力为0.1%，区间半宽为0.05%，假设均匀分布，则



1. 环刀误差引入的不确定度

由SL110-2014 切土环刀校验方法知。环刀的误差要求高50mm，允许误差0～+0.25%，内径50.46mm，最大允许误差±0.08%。

环刀体积

假设均匀分布

C.4 合成标准不确定度

电子天平示指误差引入的标准不确定度远小于其余3个分量的不确定度，输入量彼此独立不相关，所以合成相对不确定度可按下式计算得到



取*k*=2，则相对扩展不确定度为