



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 567—2020

自动土壤水分观测仪

Automatic soil moisture observation instrument

2020-07-31 发布

2020-12-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

| | |
|---------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 组成 | 2 |
| 5 技术要求 | 2 |
| 5.1 结构和外观 | 2 |
| 5.2 功能 | 2 |
| 5.3 性能 | 3 |
| 5.4 环境适应性 | 3 |
| 5.5 电源适应性 | 4 |
| 5.6 时钟要求 | 5 |
| 5.7 接口要求 | 5 |
| 5.8 可靠性 | 5 |
| 5.9 安全性 | 5 |
| 5.10 外壳防护 | 5 |
| 6 试验方法 | 5 |
| 6.1 结构和外观 | 5 |
| 6.2 功能 | 6 |
| 6.3 性能 | 6 |
| 6.4 环境适应性 | 7 |
| 6.5 电源适应性 | 8 |
| 6.6 时钟要求 | 8 |
| 6.7 接口要求 | 8 |
| 6.8 可靠性 | 8 |
| 6.9 安全性 | 8 |
| 6.10 外壳防护 | 9 |
| 7 检验规则 | 9 |
| 7.1 检验分类 | 9 |
| 7.2 检验项目 | 9 |
| 7.3 型式检验 | 9 |
| 7.4 出厂检验 | 10 |
| 8 标志、包装、运输和贮存 | 10 |
| 8.1 标志 | 10 |
| 8.2 包装 | 10 |
| 8.3 运输 | 10 |
| 8.4 贮存 | 11 |
| 附录 A(资料性附录) 土壤含水量相关要素计算公式 | 12 |

| | |
|--|----|
| 附录 B(资料性附录) 土壤水分仪实验室条件下测试土样的制作方法 | 13 |
| 附录 C(规范性附录) 土壤水分仪田间误差测试方法 | 15 |
| 参考文献 | 17 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国气象仪器与观测方法标准化技术委员会(SAC/TC 507)提出并归口。

本标准起草单位:河南中原光电测控技术有限公司、华云升达(北京)气象科技有限公司、上海气象仪器厂有限公司、水利部南京水利水文自动化研究所、中国气象局气象探测中心、河南省气象科学研究所、中国气象局上海物资管理处、北京华云东方探测技术有限公司。

本标准主要起草人:余国河、惠俭、许殿义、智永明、李鹏、王艳斌、李翠娜、董克非、吴东丽、陈涛、康凯、陈海波、韦伟。

自动土壤水分观测仪

1 范围

本标准规定了自动土壤水分观测仪(以下简称土壤水分仪)的组成,技术要求,试验方法,检验规则,标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于土壤水分仪的设计、生产和验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于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文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 191—2008 包装储运图示标志
- GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 A:低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 B:高温
- GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Db:交变湿热(12h+12h 循环)
- GB/T 2423.5—2019 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ea 和导则:冲击
- GB/T 2423.10—2019 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)
- GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Ka:盐雾
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP 代码)
- GB/T 5080.1—2012 可靠性试验 第1部分:试验条件和统计检验原理
- GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验
- GB 18523—2001 水文仪器安全要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

土壤体积含水量 soil volumetric water content

土壤中水的体积与其总体积的比值。

注1:用百分数形式表示。

注2:改写 GB/T 33705—2017,定义 3.3。

3.2

土壤重量含水量 soil gravimetric water content

土壤质量含水率 soil mass water content

土壤中水的质量与干土质量的比值。

注 1:用百分数形式表示。

注 2:改写 GB/T 33705—2017,定义 3.4。

3.3

土壤相对湿度 soil relative moisture

重量含水量占田间持水量的比值。

注 1:用百分数形式表示。

注 2:改写 GB/T 33705—2017,定义 3.5。

3.4

土壤有效水分贮存量 soil effective water storage capacity

土壤中含有的大于凋萎湿度的水分贮存量。

注:以水层深度(mm)表示,取整数记载。

4 组成

土壤水分仪主要由传感器、采集器、供电单元、通信模块和软件等组成。

5 技术要求

5.1 结构和外观

5.1.1 结构

土壤水分仪结构应满足以下要求:

- a) 各部件的连接电缆应柔软屏蔽,接口部分做防水设计;
- b) 各零部件和支架连接可靠、安装正确、符合产品图纸要求。

5.1.2 外观

土壤水分仪外观应满足以下要求:

- a) 外观整洁、无损伤和变形,表面涂层无开裂、脱落现象;
- b) 各机械部件、零件表面无污染、无毛刺、无锈蚀,弯曲部位无裂纹或褶皱;
- c) 产品的标志和字符清晰、完整和醒目。

5.2 功能

5.2.1 数据采集

采集器分别对挂接的传感器按 1 次/min 的采样频率进行扫描,并将获得的电信号转换成土壤体积含水量的瞬时值。

5.2.2 数据处理

满足以下要求:

- a) 对 10 min 内的瞬时值作质量控制后求算术平均,得出土壤体积含水量的 10 min 平均值;
- b) 小时正点前 10 min 的平均值记为正点瞬时值;
- c) 对前 1 h 内的 6 个 10 min 平均值作质量控制后求算术平均,得出土壤体积含水量的小时平均值;

- d) 超过 2 次 10 min 平均值丢失,则当前小时平均值标识为“缺失”;
- e) 根据土壤水文物理常数和相关公式可由土壤体积含水量计算出土壤重量含水量(%)、土壤相对湿度(%)和土壤有效水分贮存量(mm),具体计算公式参见附录 A。

5.2.3 数据存储

记录间隔为 1 h,应存储不小于 31 d 的土壤体积含水量数据,断电时贮存数据不丢失。

5.2.4 数据传输

土壤水分仪应同时具有以下两种传输方式:

- a) 定时传输,即在设定时间间隔下的自动传输观测数据;
- b) 响应命令的传输,即通过通信服务器软件或调试软件发送命令获取观测数据。

5.2.5 状态监控

每小时上传一次土壤水分仪工作状态参数集,或随时接收通信服务器软件下达的指令上传设备当前工作状态信息集。至少包括:蓄电池电压、采集器工作状态、传感器工作状态、通信状态参数。

5.2.6 远程参数设置

可以设置和读取时钟、网络参数、观测站基本参数、传感器标定参数和采集器标定参数。

5.2.7 远程升级

通过通信服务器软件对土壤水分仪程序实现远程在线升级。

5.3 性能

5.3.1 测量范围

土壤体积含水量:0%~60%。

5.3.2 分辨力

土壤体积含水量:0.1%。

5.3.3 最大允许误差

分两种情况:

- a) 实验室条件下土壤体积含水量:±2.5%;
- b) 田间土壤体积含水量:±5%。

5.3.4 稳定性

一年后复测土壤体积含水量最大允许误差:±2.5%。

5.4 环境适应性

5.4.1 环境条件

土壤水分仪在以下环境条件下应能正常工作:

- a) 空气温度:−40℃~60℃;
- b) 土壤温度:−10℃~55℃;

- c) 空气相对湿度:5%~100%;
- d) 抗盐雾腐蚀:承受5%盐雾溶液浓度。

5.4.2 机械条件

土壤水分仪应满足以下机械条件要求:

- a) 在非工作状态下,包装状态的土壤水分仪应能通过如下条件正弦振动试验:
 - 1) 位移:1.5 mm;
 - 2) 加速度:5 m/s²;
 - 3) 频率:1 Hz~100 Hz;
 - 4) 持续时间:10 min。
- b) 在非工作状态下,包装状态的土壤水分仪应能通过如下条件冲击试验:
 - 1) 峰值加速度:50 m/s²;
 - 2) 脉冲持续时间:30 ms;
 - 3) 冲击波形:半正弦波;
 - 4) 冲击次数:6个方向各3次。

5.4.3 电磁兼容性

5.4.3.1 静电放电抗扰度

在下面条件下,土壤水分仪应能正常工作:

- a) 接触放电:±4 kV;
- b) 空气放电:±8 kV。

5.4.3.2 射频电磁场辐射抗扰度

在下面条件下,土壤水分仪应能正常工作:

- a) 频率范围:0.15 MHz~80 MHz;
- b) 电场强度极限值:3 V/m。

5.4.3.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

在下面条件下,土壤水分仪应能正常工作:

- a) 输出电压峰值:±2 kV(交流(AC)),±1 kV(直流(DC));
- b) 重复频率:5 kHz。

5.4.3.4 浪涌(冲击)抗扰度

在下面条件下,土壤水分仪应能正常工作:

- a) 电压波形:1.2/50 μs;
- b) 电流波形:8/20 μs;
- c) 浪涌幅值:线对地±2 kV(AC),线对地±1 kV(DC)。

5.5 电源适应性

5.5.1 工作电压

土壤水分仪供电可采用 AC 或 DC 供电:

- a) AC:187 V~242 V(频率:50 Hz±2 Hz);

b) DC:10.8 V~13.8 V。

5.5.2 功耗

土壤水分仪功耗应不大于 2 W。

5.5.3 蓄电池

土壤水分仪在使用蓄电池供电的情况下,应能连续工作不小于 7 d。

5.6 时钟要求

每 2 天时钟误差应不大于 1 s。

5.7 接口要求

土壤水分仪应具有有线和无线网络通信接口,采集器应具有模拟/RS485、RS232/蓝牙/USB 接口。

5.8 可靠性

土壤水分仪的平均故障间隔时间(mean time between failures,MTBF)应不小于 16000 h。

5.9 安全性

5.9.1 绝缘电阻

土壤水分仪采用交流供电时,绝缘电阻不小于 2 MΩ。

5.9.2 泄漏电流

土壤水分仪采用交流供电时,泄漏电流不大于 3.5 mA。

5.9.3 介电强度

土壤水分仪采用交流供电时,应能承受冲击耐压试验,试验参数如下:

- a) 电压:1500 V;
- b) 频率:50 Hz;
- c) 电流:5 mA;
- d) 时间:1 min。

5.10 外壳防护

土壤水分仪埋入土壤部分的外壳防护等级应达到 IP68,浸水压力不低于 0.01 MPa;其他部分的外壳防护等级应达到 IP65。

6 试验方法

6.1 结构和外观

6.1.1 结构

通过实际操作和目测进行检查。

6.1.2 外观

采用目测方法进行检查。

6.2 功能

6.2.1 数据采集

通过软件查看被测土样土壤体积含水量瞬时值。

6.2.2 数据处理

通过软件查看土壤体积含水量的 10 min 平均值、正点瞬时值和土壤小时平均值、土壤重量含水量、土壤相对湿度和土壤有效水分贮存量。

6.2.3 数据存储

通过 1 h 数据大小,计算存储 31 d 数据所需空间,与存储器容量比较,检验数据存储功能。对土壤水分仪进行断电再上电,读取历史存储数据。

6.2.4 数据传输

通过通信服务器软件即时读取或根据设定传输间隔时间定时查看观测数据。

6.2.5 状态监控

通过通信服务器软件查看每小时上传一次土壤水分仪工作状态参数集。

6.2.6 远程参数设置

通过通信服务器软件远程设置时钟、网络参数、观测站基本参数、传感器标定参数和采集器标定参数后,远程即时读取并查看设置参数。

6.2.7 远程升级

通过通信服务器软件对土壤水分仪发出升级指令,将升级的程序从通信服务器传到土壤水分仪,更新土壤水分仪上的嵌入式程序,并自动重启土壤水分仪,土壤水分仪上线后,远程查看土壤水分仪程序版本号。

6.3 性能

6.3.1 测量范围

将传感器置于干燥的空气桶中,测量体积含水量的下限。将传感器置于装满纯水的水桶中,测量体积含水量的上限。

6.3.2 分辨力

与 6.3.3 合并进行,观测采集到的体积含水量示值。

6.3.3 最大允许误差

分两种情况:

- a) 实验室条件下最大允许误差测量:将传感器分别置于 5% ($\pm 2.5\%$)、15% ($\pm 2.5\%$)、25% (\pm

2.5%)和饱和点(±2.5%)的测试土样(测试土样制作方法参见附录 B)中进行测量,每隔 1 min 采集 1 次测量值,共采集 4 次测量值,测量值减去标称值(用烘干法获得)得出测量误差,取 4 次测量误差的绝对值进行平均作为最大允许误差的结果;

b) 田间最大允许误差测量:按附录 C 规定的方法进行。

6.3.4 稳定性

按照 6.3.3 实验室条件下最大允许误差测量方法进行。

6.4 环境适应性

6.4.1 环境条件

土壤水分仪环境条件试验应按如下方法进行:

a) 低温试验,按 GB/T 2423.1—2008 中试验 Ae 规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 试验温度: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) 持续时间: 2 h;
- 3) 温度变化率: 不大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- 4) 恢复时间: 2 h。

b) 高温试验,按 GB/T 2423.2—2008 中试验 Be 规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 试验温度: $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) 持续时间: 2 h;
- 3) 温度变化率: 不大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- 4) 恢复时间: 2 h。

c) 湿热试验,按 GB/T 2423.4—2008 中规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 高温温度: $40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) 循环次数: 2 次;
- 3) 降温方法: 温度应在 3 h~6 h 内降到 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ K}$,相对湿度应不小于 80%。

d) 盐雾腐蚀按 GB/T 2423.17—2008 中规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 试验温度: $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) 盐雾溶液浓度: $5\% \pm 0.1\%$;
- 3) 试验时间: 48 h。

6.4.2 机械条件

土壤水分仪机械条件试验应按如下方法进行:

a) 振动试验,按 GB/T 2423.10—2019 中试验 Fc 规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 位移: 1.5 mm;
- 2) 峰值加速度: $5\text{ m}/\text{s}^2$;
- 3) 下限频率: 1 Hz;
- 4) 上限频率: 100 Hz;
- 5) 持续时间: 10 min。

b) 冲击试验,按 GB/T 2423.5—2019 中试验 Ea 规定的方法进行。试验参数如下:

- 1) 峰值加速度: $50\text{ m}/\text{s}^2$;
- 2) 脉冲持续时间: 30 ms;
- 3) 冲击波形: 半正弦波;

4) 冲击次数:6 个方向各 3 次。

6.4.3 电磁兼容性

6.4.3.1 静电放电抗扰度

分接触放电和空气放电 2 种情况,其中:

- a) 接触放电按 GB/T 17626.2—2018 中试验等级 2 规定的试验方法进行检测;
- b) 空气放电按 GB/T 17626.2—2018 中试验等级 3 规定的试验方法进行检测。

6.4.3.2 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3—2016 中规定的试验方法进行检测。

6.4.3.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T 17626.4—2018 中规定的试验方法进行检测。

6.4.3.4 浪涌(冲击)抗扰度

按 GB/T 17626.5—2019 规定的试验方法进行检测。

6.5 电源适应性

6.5.1 工作电压

在交流电频率为 $50\text{ Hz} \pm 2\text{ Hz}$ 下,使用交流电压调压器调整输出电压分别为 187 V、220 V 和 242 V,保持时间 10 min。直流电压用可调直流稳压电源,调整输出电压分别为 10.8 V、12 V 和 13.8 V,保持时间 10 min。

6.5.2 功耗

在工作状态下,使用功率测量仪器测量土壤水分仪一小时内的平均功率。

6.5.3 蓄电池

蓄电池充满电后,脱离充电装置,检测土壤水分仪在只有蓄电池供电情况下的正常工作时间。

6.6 时钟要求

使用时钟测试仪,测量土壤水分仪时钟的误差漂移量。

6.7 接口要求

采用目测方法检查土壤水分仪和采集器的接口,通过调试软件检测土壤水分仪和采集器通信情况。

6.8 可靠性

按 GB/T 5080.1—2012 中定时/定数截尾试验规定的试验方法进行。

6.9 安全性

6.9.1 绝缘电阻

按 GB 18523—2001 中 7.3.2 规定的试验方法进行。

6.9.2 泄漏电流

按 GB 18523—2001 中 7.3.3 规定的试验方法进行。

6.9.3 介电强度

按 GB 18523—2001 中 7.3.4 规定的试验方法进行。

6.10 外壳防护

土壤水分仪应按 GB/T 4208—2017 的 13.1、13.4、13.6、14.1、14.2.5、14.2.8、14.3 的要求在外壳防护试验台上进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分类如下：

- a) 型式检验；
- b) 出厂检验。

7.2 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 检验项目

| 序号 | 检验项目 | 技术要求条款号 | 试验方法条款号 | 型式检验 | 出厂检验 |
|----|-------|---------|---------|------|------|
| 1 | 结构和外观 | 5.1 | 6.1 | ● | ● |
| 2 | 功能 | 5.2 | 6.2 | ● | ● |
| 3 | 性能 | 5.3 | 6.3 | ● | ● |
| 4 | 环境适应性 | 5.4 | 6.4 | ● | ○ |
| 5 | 电源适应性 | 5.5 | 6.5 | ● | ● |
| 8 | 时钟要求 | 5.6 | 6.6 | ● | ● |
| 9 | 接口要求 | 5.7 | 6.7 | ● | ● |
| 10 | 可靠性 | 5.8 | 6.8 | ● | ○ |
| 11 | 安全性 | 5.9 | 6.9 | ● | ○ |
| 12 | 外壳防护 | 5.10 | 6.10 | ● | ○ |

●表示应检验的项目；○表示需要时检验的项目。

7.3 型式检验

7.3.1 检验时机

在以下任一情况下，应进行型式检验。

- a) 新产品定型投产时；

- b) 产品在结构、工艺、电路、主要零部件等方面有较大改动,可能影响产品性能时;
- c) 停产一年以上再恢复生产时;
- d) 正常生产时,每两年进行一次;
- e) 上级质量监督部门提出要求时。

7.3.2 受检样品数

由生产方和使用方协商确定,一般不少于3台。

7.3.3 合格判定

在型式检验中,若有不合格项,允许加倍进行复检,若仍有不合格项,则判该批产品不合格。安全项目不允许复检。

7.4 出厂检验

7.4.1 受检样品数

全数检验。

7.4.2 合格判定

按表1规定的项目进行出厂检验,无缺陷者判定为合格。若受检产品的任一项出现不合格,则判该产品为不合格品。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

产品上明显位置应有以下内容:

- a) 产品型号及名称;
- b) 制造单位;
- c) 产品出厂编号。

8.1.2 包装标志

包装箱的储运图示标志应符合 GB/T 191—2008 的规定,并应有以下内容:

- a) 产品型号及名称;
- b) 制造单位;
- c) 联系电话。

8.2 包装

应符合 GB/T 13384—2008 的规定,附有随机文件和附件。随机文件包括装箱单、检验合格证、使用说明、保修单及维修承诺书。附件包括安装使用零部件和系统软件包。

8.3 运输

产品在运输过程中应防水、防潮、防震,搬运中应防止机械损伤。

8.4 贮存

产品应以原包装贮存在洁净、通风、干燥和周围无腐蚀性物质的场所内。

附 录 A
(资料性附录)
土壤含水量相关要素计算公式

A.1 土壤重量含水量

土壤重量含水量计算见式(A.1):

$$w = \frac{Q \times \rho_{\text{水}}}{\rho} \quad \dots\dots\dots(\text{A. 1})$$

式中:

- w ——土壤重量含水量,用百分数表示(%);
- Q ——土壤体积含水量,用百分数表示(%);
- $\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,按照 1 g/cm^3 来计算;
- ρ ——土壤容重,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

A.2 土壤相对湿度

土壤相对湿度计算见式(A.2):

$$R = \frac{w}{f_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(\text{A. 2})$$

式中:

- R ——土壤相对湿度,用百分数表示(%);
- f_c ——田间持水量,用百分数表示(%).

A.3 土壤有效水分贮存量

土壤有效水分贮存量计算见式(A.3):

$$u = \rho \times h \times (w - w_k) \times 10 \quad \dots\dots\dots(\text{A. 3})$$

式中:

- u ——土壤有效水分贮存量,单位为毫米(mm);
- h ——土层厚度,单位为厘米(cm);
- w_k ——土壤凋萎湿度,用百分数表示(%).

附录 B (资料性附录)

土壤水分仪实验室条件下测试土样的制作方法

B.1 所需仪器设备

所需仪器设备如下：

- a) 电子天平:1台,精度 0.01 g,满量程不小于 1000 g。
- b) 电子秤:1台,精度 10 g,满量程不小于 30 kg。
- c) 标准容器:8个,直径 24 cm,高度 12 cm,亚克力材质。
- d) 烘箱:1个,控温温度为 105 °C,内部容积大于 0.06 m³。
- e) 取样及烘干用器具:
 - 1) 铝盒:至少 35 个,直径不小于 50 mm;
 - 2) 环刀:8 个,体积 100 cm³;
 - 3) 取土器 2 个。
- f) 搅拌容器:4 个。
- g) 土壤固结装置:1 个。

B.2 测试土样制作

B.2.1 基本要求

基本要求包括：

- a) 制作过程中需使用的容器及工具均应洗涤干净,并烘干后保持干燥;
- b) 制作过程中使用的电子天平等计量仪器,选用在检定周期内的标准器;
- c) 非饱和点测试土样制作完成后放置时间不超过 12 h,否则测试土样的含水量变得不均匀,影响检验的准确性。

B.2.2 制作过程

选取 180 目~240 目玻璃砂(晾晒或用烘箱烘干,保证玻璃砂中无水分)和蒸馏水(或纯净水),按照一定比例(其中玻璃砂的重量计算见 B.2.3,纯净水重量的计算见 B.2.4)配制成玻璃砂混合物,将该混合物均匀装满标准容器,制成 4 个体积含水量分别为 5%(±2.5%)、15%(±2.5%)、25%(±2.5%)和饱和点(±2.5%)的测试土样。

B.2.3 玻璃砂的重量计算

按公式(B.1)计算标准容器干玻璃砂的重量：

$$W_{\text{干}} = V \times \rho \quad \dots\dots\dots(B.1)$$

式中：

$W_{\text{干}}$ ——标准容器中干玻璃砂的重量；

V ——标准容器的体积；

ρ ——玻璃砂的容重,按照 1.5 g/cm³ 来计算。

B.2.4 纯净水的重量计算

按公式(B.2)计算测试土样中水的重量:

$$W_{\text{水}} = V \times (\theta_{\text{水}} - \theta_{\text{原}}) \times \rho_{\text{水}} \quad \dots\dots\dots(\text{B.2})$$

式中:

$W_{\text{水}}$ ——标准容器中水的重量;

$\theta_{\text{水}}$ ——测试点的体积含水量;

$\theta_{\text{原}}$ ——原玻璃砂体积含水量(如果是干砂,此项为0%);

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,按照 1 g/cm³ 来计算。

附 录 C
(规范性附录)

土壤水分仪田间误差测试方法

C.1 土壤水分仪标定

土壤水分仪田间标定以土壤水分仪观测的各层体积含水量变化为判断标准,人工取土烘干后测量的土壤体积含水量应涵盖小于 10%、10%~15%、15%~20%、20%~25%、25%~30%、30%~35%和大于 35% 7 个不同区间。原则上每一个土壤体积含水量等级的样本数不少于 4 个,总样本数不少于 30 个。对各层人工取土后,用烘干法测量值与土壤水分仪测量值进行分析比较,利用幂函数或多项式函数进行拟合,确定标定参数方程。

进行人工取土对比观测时,获得的样本应分布均匀、能够代表当地土壤水分含量的变化范围并验证土壤水分仪的适应性。人工取土钻孔的位置应分布在传感器埋设位置四周半径 2 m~10 m 之间的范围内,完成取土观测后取土孔要立即分层回填,不得在回填孔中再次取土进行对比观测,取土时记录每个钻孔取不同深度土样时的详细时间。人工对比观测记录簿包括人工取土观测各层土样的数据,格式见表 C.1。

由相关技术人员利用人工测量值和同时次土壤水分仪观测数据进行拟合,分别计算不同层次的标定参数,完成对土壤水分仪的田间标定。

表 C.1 人工对比观测记录簿

| 台站号 | | 取土时间 | | | | | | | |
|--------|------|-------------|------|------|------|------|------|-------------|----------|
| 观测地段 | | 烘干时间 | | | | | | | |
| 层次(cm) | 观测时间 | 重量含水量(0.1%) | | | | | 土壤容重 | 体积含水量(0.1%) | |
| | | 土样 1 | 土样 2 | 土样 3 | 土样 4 | 人工平均 | | 人工平均 | 土壤水分仪测量值 |
| 0~10 | | | | | | | | | |
| 10~20 | | | | | | | | | |
| 20~30 | | | | | | | | | |
| 30~40 | | | | | | | | | |
| 40~50 | | | | | | | | | |
| 50~60 | | | | | | | | | |
| 70~80 | | | | | | | | | |
| 90~100 | | | | | | | | | |
| 观测 | | 记录 | | | 审核 | | | 签发 | |

C.2 误差测试

土壤水分仪田间标定结束后,再连续人工对比观测 1 个月(不少于 6 次,遇 0 cm~10 cm 土壤冻结

顺延)用于田间误差测试。如果地下水位比较高,在人工取土过程中,如发现某一层已渗水,则该层及以下层次不再对人工取土烘干法测量数据与土壤水分仪观测数据进行误差评价,在人工对比观测时注意观测和记录。

若土壤水分仪田间误差测试未通过,分析查找原因,排除土壤水分仪故障原因后,对建立的标定方程的参数进行优化,补充对比观测 1 个月后再进行测试;若仍达不到标准,应对仪器进行更换。

对比时间应不少于 6 个月,土壤水分仪田间标定与误差测试应在 1 年内完成。

C.3 误差评价

误差评价指标:人工取土烘干后观测的土壤体积含水量与土壤水分仪测量的土壤体积含水量之差的多次平均值的绝对误差 $\bar{\sigma}$ 不大于 5%。

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - a_i|}{N} \dots\dots\dots(C. 1)$$

式中:

x_i ——土壤水分仪观测值;

a_i ——人工观测值;

N ——对比观测次数;

$\bar{\sigma}$ ——人工对比观测土壤体积含水量多次平均值的绝对误差。

参 考 文 献

- [1] GB/T 33705—2017 土壤水分观测频域反射法
-

中华人民共和国
气象行业标准
自动土壤水分观测仪
QX/T 567—2020

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京建宏印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.5 字数:45千字
2020年8月第1版 2020年8月第1次印刷

*

书号:135029-6180 定价:30.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301