



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33705—2017

## 土壤水分观测 频域反射法

Soil moisture observation—Frequency domain reflection method

2017-05-12 发布

2017-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 ..... I

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 观测原理与项目 ..... 2

5 选址要求 ..... 2

6 仪器要求 ..... 2

7 观测步骤 ..... 3

附录 A（规范性附录） 仪器性能指标 ..... 5

附录 B（规范性附录） 土壤含水量相关要素计算公式 ..... 6

参考文献..... 7

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出。

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)归口。

本标准起草单位：中国气象局气象探测中心、国家气象中心、河南省气象局、上海长望气象科技有限公司、中国华云技术开发公司、河南中原光电测控技术有限公司。

本标准主要起草人：吴东丽、张雪芬、曹婷婷、王柏林、李翠娜、薛红喜、冶林茂、许殿义、惠俭、王艳斌。

# 土壤水分观测 频域反射法

## 1 范围

本标准规定了采用频域反射法观测土壤水分的观测项目、选址要求、仪器要求、观测步骤。  
本标准适用于频域反射法土壤水分自动观测站的建设、运行和维护。

## 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 18185 水文仪器可靠性技术要求

QX 4—2015 气象台(站)防雷技术规范

SL 364—2006 土壤墒情监测规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**频域反射法 frequency domain reflection**

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频域反射测试技术测量土壤含水量的方法。

[GB/T 28418—2012,定义 3.2]

### 3.2

**土壤水分 soil moisture**

田间土壤含水量及其对应的作物水分状态。

[SL 364—2006,定义 2.0.1]

### 3.3

**土壤体积含水量 soil moisture content by volume**

土壤中水的体积与其总体积的比值,通常以百分数形式表示。

[SL 364—2006,定义 2.0.7]

### 3.4

**土壤重量含水量 gravity moisture of soil**

土壤中水的重量与干土重量的比值,通常以百分数形式表示。

[SL 364—2006,定义 2.0.6]

### 3.5

**土壤相对湿度 relative moisture of soil**

重量含水量占田间持水量的比值,通常以百分数形式表示。

[SL 364—2006,定义 2.0.9]

### 3.6

**土壤容重 soil bulk density**

单位体积原状土烘干后的重量。

注：通常以克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )表示。

### 3.7

**土壤水分总贮存量 total storage of soil moisture**

一定深度(厚度)土层的土壤总含水量。

注：以水层深度毫米(mm)表示,取整数记载。

## 4 观测原理与项目

### 4.1 观测原理

根据传感器发出的电磁波在不同介电系数物质中的频率变化,测量土壤含水量的方法。

### 4.2 观测项目

仪器直接测量的为土壤体积含水量,导出量为土壤重量含水量、土壤相对湿度和土壤有效水分贮存量。

## 5 选址要求

### 5.1 观测地段选择要求

应符合以下要求：

- 能代表本地区的主要土壤类型和自然环境下土壤水分变化特征的地势平坦地块,山丘地区应避免选取沟底、山顶、斜坡和积水洼地等地块；
- 距离建筑物、道路、水塘等在 20 m 以上,远离河流、水库等大型水体；
- 作物观测地段,种植面积一般不小于  $0.1 \text{ hm}^2$ ；
- 固定观测地段,面积一般不小于  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$ ；仪器安装位置必须为自然下垫面,非回填土；
- 观测地段不得随意改变,以保持土壤水分观测资料的一致性和连续性。

### 5.2 描述与记载

主要内容有：

- 观测地段所属行政区划,经纬度和海拔高度；
- 观测地段地形及地势、地貌；
- 观测地段类型、种植作物名称；
- 土壤质地、酸碱度；
- 灌溉条件、水源、地下水位深度；
- 土壤水文、物理特性测定值。

## 6 仪器要求

### 6.1 性能要求

见附录 A。

## 6.2 仪器校准

仪器在正式使用前应根据土壤质地、酸碱度和站址环境等要素进行校准。

## 6.3 仪器安装

### 6.3.1 仪器布置要求

与场地内其他仪器应互不影响,便于操作并符合以下要求:

- 按照仪器使用说明书要求,在规定的位置安装设备;
- 数据采集箱在北边,传感器在南边;
- 传感器安装层数和深度应符合观测要求;
- 传感器和数据采集器应采用专用电缆连接,电缆不应架空敷设,可穿入电缆管内埋入电缆沟或安置在电缆井内;
- 将仪器置于围栏内并给出明显标识,避免遭受破坏;
- 仪器距观测场边缘护栏应不小于 1 m。

### 6.3.2 防雷要求

应符合 QX 4—2015 的相关要求。

### 6.3.3 时制与日界

采用北京时,以 20 时为日界。

### 6.3.4 系统维护

包括以下内容:

- 定期巡视观测场和仪器设备,对仪器外观和安装环境进行检查;
- 每年至少维护一次,宜在冬季或春季进行,内容包括:对传感器、采集器和整机进行现场检查,清洁维护;检查电源、线缆、地线、通信网络等连接状态;监视设备工作状况和日志文件的保存情况等;
- 每年春季检查防雷设施,对接地电阻进行复测;
- 当土壤体积含水量测量结果小于 0 或大于或等于 60% 时,应对通信线路和设备运行情况进行检查;
- 仪器应定期检定,周期为 2 年。

## 7 观测步骤

### 7.1 参数设置

设置站点参数,包括区站号、纬度、经度、海拔高度和观测地段标示及土壤水分常数,包括土壤容重、田间持水量和凋萎湿度。

按照 SL 364—2006 中 4.3 的要求和方法进行。

### 7.2 数据采集和计算

观测仪实时自动采集土壤水分数据,每隔 1 min 读取一次测量结果,每 10 个测量数据的算数平均作为该 10 min 的观测值,每 6 个 10 min 观测值的算数平均作为该小时观测平均值。

### 7.3 数据处理

以测量的土壤水分体积含水量为基础,根据预先输入的被测土壤参数,按照相关公式计算土壤重量含水量、土壤相对湿度和土壤水分有效贮存量,导出量,按照附录 B 提供的公式计算。

### 7.4 数据存储

推荐存储整点的观测数据,储存的总时间由业务需要和计算机容量确定。

## 附 录 A

(规范性附录)

## 仪器性能指标

土壤水分观测仪性能指标要求如表 A.1 所示。

表 A.1 土壤水分观测仪性能指标要求

| 名称      | 要 求                                                            |                                                                                                                  |
|---------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 通用要求    | 能直接测量土壤含水量;便于设定参数的修改和置入;有数字或模拟量的标准接口;有显示或输出功能;同一型号传感器应具有良好的互换性 |                                                                                                                  |
| 外观      | 外观无瑕疵、缺损,各种标识应清晰明了                                             |                                                                                                                  |
| 工作环境条件  | 温度                                                             | $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                     |
|         | 相对湿度                                                           | 95%(40 $^{\circ}\text{C}$ 时,无凝结)                                                                                 |
| 基本参数    | 测量范围                                                           | 0~100%(土壤体积含水量)                                                                                                  |
|         | 允许误差                                                           | 体积含水量 3%~10%: $\pm 5\%$ ;15%~25%: $\pm 2.5\%$ ;35%~45%: $\pm 5\%$                                                |
|         | 稳定时间                                                           | 仪器测量前的稳定时间应不大于 10 s                                                                                              |
| 电气性能    | 工作电源                                                           | 监测仪应采用直流供电,电源电压推荐值:12 V,24 V,在额定电压的 $-15\%\sim 20\%$ 间波动时,仪器应能正常工作                                               |
|         | 信号输出                                                           | 有信号输出的仪器应满足:a)数字量输出可选 RS232、RS485、SDI-12 等标准接口;<br>b)模拟量输出宜为 1 V~5 V 或 4 mA~20 mA                                |
|         | 功耗                                                             | 应不超过 12 W。值守电流一般应不大于 1 mA                                                                                        |
| 机械环境适应性 | 振动                                                             | 监测仪在包装状态下,在承受频率 10 Hz、150 Hz 或 10 Hz、加速度 2g 的扫频振动后,应能满足下列要求:a)外包装不得有任何损坏和变形,产品内部结构中各结合部不得有松脱、零部件破损等现象;b)产品各项功能正常 |
|         | 自由跌落                                                           | 仪器在包装状态下,在距离水泥地面垂直高度为 30 cm 处自由跌落后,应能满足下列要求:a)外包装箱不得有任何损坏和变形,产品内部结构中各结合部不得有松脱、零部件破损等现象;b)产品各项功能正常                |
| 可靠性     | 平均故障间隔时间(MTBF)应不小于 16 000 h,其他相关要求应符合 GB/T 18185 的规定           |                                                                                                                  |

**附录 B**  
(规范性附录)  
**土壤含水量相关要素计算公式**

**B.1 土壤重量含水量**

由仪器的直接测量结果导出,用土壤体积含水量与土壤容重的比值表示,用式(B.1)计算:

$$w = \frac{Q}{\rho} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$w$  ——土壤重量含水量, %;

$Q$  ——土壤体积含水量, %;

$\rho$  ——地段实测土壤容重,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

**B.2 土壤相对湿度**

由仪器的直接测量结果导出,用重量含水量占田间持水量的百分比表示,用式(B.2)计算:

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

$R$  ——土壤相对湿度, %,取整数记载;

$w$  ——土壤重量含水量, %;

$f_c$  ——田间持水量(用重量含水量表示), %。

**B.3 土壤水分贮存量**

土壤水分贮存量指一定深度(厚度)的土壤中总的含水量,以水层深度 mm 表示用式(B.3)计算:

$$v = \rho \times h \times w \times 10 \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

$v$  ——土壤水分总贮存量,单位为毫米(mm),取整数;

$\rho$  ——地段实测土壤容重,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$h$  ——土层厚度,单位为厘米(cm);

$w$  ——土壤重量含水量, %。

**B.4 土壤有效水分贮存量**

土壤有效水分贮存量是指土壤中含有的大于凋萎湿度的水分贮存量,用式(B.4)计算:

$$u = \rho \times h \times (w - w_k) \times 10 \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

$u$  ——有效水分贮存量,单位为毫米(mm);

$\rho$  ——地段实测土壤容重,单位为克每立方厘米( $\text{g}/\text{cm}^3$ );

$h$  ——土层厚度,单位为厘米(cm);

$w$  ——土壤重量含水量, %;

$w_k$  ——凋萎湿度(用重量含水量表示)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 28418—2012 土壤水分(墒情)监测仪器基本技术条件
  - [2] QX/T 75—2007 土壤湿度的微波炉测定
  - [3] 中国气象局. 自动土壤水分观测规范(试行)2010.
-