

文章编号: 1006-4354 (2013) 03-0035-03

便携式土壤水分测量仪本地化应用研究

田中伟¹, 尹贞铃², 许伟峰², 冯 伟²

(1. 杨凌气象局, 陕西杨凌 712100; 2. 渭南市气象局, 陕西渭南 714000)

摘 要: 为提高 PASW-1 型便携式土壤水分测量仪在实际工作中的准确率, 利用烘干法对仪器进行本地化标定。通过回归分析, 得到不同土壤层次的标定曲线, 根据标定曲线反演并计算出土壤相对湿度, 结合气象干旱等级划分标准, 制定出自动体积分含水量对应的干旱等级查询表, 便于实际业务应用。

关键词: 便携式土壤水分测量仪; 烘干法; 土壤含水量; 标定

中图分类号: S152.7

文献标识码: A

土壤水分^[1]是土壤的成分之一, 是植物耗水的主要直接来源, 经常进行土壤水分状况测定, 掌握土壤水分变化规律, 对农业生产实时服务、抗旱及重要农事活动都具有重要意义。PASW-1 型便携式土壤水分测量仪是集土壤水分测量传感器和数据采集技术于一体的自动化测量仪, 具有现场读数功能。由于仪器未进行本地化标定, 在实际业务中, 不能有效反映土壤水分状况。通过与人工烘干法的对比监测分析, 得出该仪器在 0~10 cm 和 10~20 cm 两个层次的标定曲线, 使标定后的重量含水量与烘干法测得的重量含水量误差在 0.1%~2% 之间, 实现现场读数、即时查算、实时掌握墒情信息, 使其在土壤水分监测业务中发挥重要作用。

1 仪器测量原理

PASW-1 型便携式土壤水分测量仪由 SWS-406 土壤水分传感器、便携式终端和相关附件组成。SWS-406 土壤水分传感器应用 FDR 原

理, 可直接测量土壤体积分含水量, 它由高频发射器、接收器、4 根不锈钢探针等组成, 中间探针发射高频信号, 其他 3 根探针接收信号, 信号强弱变化取决于土壤中介电常数大小, 土壤介电常数变化, 土壤含水量也随之变化。

FDR (频率反射仪)^[2]是利用电磁脉冲原理, 根据电磁波在土壤中的传播频率来测试土壤的表观介电常数, 得到土壤体积分含水量。从电磁角度看, 土壤由 4 种介电物质组成: 空气、土壤固体物质、束缚水和自由水。由于水的介电常数^[3]远远大于土壤基质中其它材料的介电常数和空气的介电常数, 因此土壤的介电常数主要依赖于土壤的含水量, 其它因子影响很小。

2 标定层次及地段选择

2.1 标定层次选择

便携式土壤水分测量仪可测量深度为 60 cm。在土壤墒情较差情况下, 20 cm 以下土层不锈钢探针难以插入, 或插入后由于土壤过分干燥,

收稿日期: 2013-03-20

作者简介: 田中伟 (1970—), 男, 陕西子洲人, 汉族, 学士, 工程师, 从事气象科技服务及行政管理。

模块和短信发送模块之间以文件形式共享信息。

3 结 语

自动气象站资料传输监控系统投入业务应用后, 可及时发现资料缺报现象, 并自动发送短信

提醒, 减轻了业务值班人员的工作量, 特别是在夜间, 能够及时发送短信提醒台站缺报, 为保障报文时效提供了一种新的方式, 提高了自动气象站通信传输质量。

探针与周围土壤不能充分接触,造成读数失真。0~20 cm 土层处于土壤的表层到耕作层,是受耕作、施肥、灌溉影响最强烈的土壤层,疏松多孔,干湿交替频繁,作物根系 60% 以上集中分布于这一层中。基于数据的准确性、代表性和仪器的可操作性,选取 0~10 cm 和 10~20 cm 深度作为标定层次。

2.2 地段选择

为取得较多数据,仪器采用田间标定方式。选取未耕种田块,不受人工耕作、施肥等干扰,土壤性质为壤土。标定期间土壤结构、性质基本稳定。

3 标定方法

一般认为^[4],传统烘干法测得的土壤水分值是可信的,可以作为其它各种土壤含水量测量方法的校正标准。因此,在标定中用烘干法测得的土壤重量含水量作为标准值,与同步测量的自动体积含水量进行对比分析。便携式土壤水分测量仪水分传感器探针长度 6 cm,插入土层深度为 6 cm,选取 5 cm 口径人工土钻作为辅助工具配合测量,分别取得田间土壤水分缺乏、适宜、饱和等状态时的土壤含水数据。0~10 cm 土壤水分采样:用土钻去掉表面 4 cm 厚土壤,插入探针,待数据稳定后读取自动体积含水量数据,数据采集完毕,用土钻在原地点取同样深度土壤,进行人工烘干,并计算出重量含水量。10~20 cm 采样:用土钻去掉表面 14 cm 厚土壤,插入探针并读取数据,再用同上方法取土、烘干和计算。

4 结果分析与验证

4.1 结果分析

标定过程中,共同步采样 354 次,取得 0~10 cm 数据 154 对,10~20 cm 数据 200 对。采样完成后,首先对异常数据进行剔除,然后对自动体积含水量相同数据及其对应的烘干法测得的重量含水量数据进行平均,得到 0~10 cm 数据 22 对,10~20 cm 数据 18 对。数据处理完毕,用自动体积含水量与重量含水量分层进行线性、乘幂、指数、多项式回归分析,最终确定多项式回归曲线为标定曲线(见图 1)。标定方程拟合度 R^2 均

达 0.96 以上,拟合度高,方程可信。

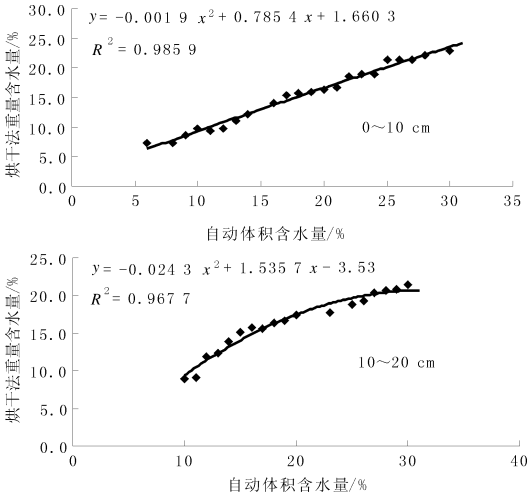


图 1 自动体积含水量与烘干法重量含水量之间关系

4.2 验证

仪器标定完成,在渭南市部分县(市、区)进行随机取样验证,取得 0~10 cm 数据 29 对(临渭区 8 对,合阳 9 对,澄城 12 对);10~20 cm 数据 34 对(临渭区 6 对,澄城 8 对,白水、大荔各 10 对)。采样完成后,对数据按区县进行去异常求平均,得到 0~10 cm 数据 11 对(临渭区 4 对,合阳 3 对,澄城 4 对),10~20 cm 数据 11 对(临渭区 2 对,澄城 2 对,白水 4 对,大荔 3 对)。结果显示:临渭区、合阳、澄城 0~10 cm 土壤重量含水量误差在 0~1.6% 之间(见表 1),临渭区、白水、澄城、大荔 10~20 cm 误差在 0.1%~2% 之间(见表 2),满足日常土壤水分监测需要。

4.3 干旱等级查询表

根据标定方程,反演出预设自动体积含水量(自动体积含水量设置值为 1%~35%)对应的重量含水率,再求取土壤相对湿度(土壤相对湿度 = 重量含水量/田间持水量 × 100%。由于无法测量每一个监测地段的田间持水量,因此,计算时所用田间持水量以各气象站测量数据为准。),然后依据气象干旱等级标准,制定出自动体积含水量对应的干旱等级查询表(见表 3、表 4)。

表 1 渭南市部分县（市、区）0~10 cm 取样验证结果 %

自动体积含水量	9	10	11	12	24	26	26	27	27	29	30
烘干法重量含水量	9.3	9.6	10.1	10.2	20.2	20.5	21.9	21.3	23.1	22.5	23.0
标定后重量含水量	8.6	9.3	10.1	10.8	19.4	20.8	20.8	21.5	21.5	22.8	23.5
误差	0.7	0.3	0.0	-0.6	0.7	-0.2	1.1	-0.1	1.6	-0.3	-0.5

表 2 渭南市部分县（市、区）10~20 cm 取样验证结果 %

自动体积含水量	10	14	19	21	22	23	25	26	27	28	29
烘干法重量含水量	9.8	12.1	15.6	17.4	17.4	17.8	19.6	20.7	18.2	20.9	20.8
标定后重量含水量	9.4	13.2	16.9	18.0	18.5	18.9	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6
误差	0.4	-1.1	-1.3	-0.6	-1.1	-1.2	-0.1	0.7	-2.0	0.5	0.2

表 3 渭南各县（市、区）0~10 cm 自动体积含水量对应干旱等级查询表 %

干旱等级	临渭区	华县	华阴	潼关	富平	大荔	蒲城	白水	澄城	合阳	韩城
重旱	<11	<8	<9	<9	<10	<8	<12	<11	<15	<10	<12
中旱	11~14	8~10	9~10	9~11	10~11	8~9	12~14	11~13	15~18	10~12	12~15
轻旱	14~17	10~13	10~13	11~13	11~14	9~12	14~17	13~16	18~22	12~16	15~19
无旱	>17	>13	>13	>13	>14	>12	>17	>16	>22	>16	>19

表 4 渭南各县（市、区）10~20 cm 自动体积含水量对应干旱等级查询表 %

干旱等级	临渭区	华县	华阴	潼关	富平	大荔	蒲城	白水	澄城	合阳	韩城
重旱	<10	<9	<8	<9	<10	<9	<10	<10	<12	<10	<12
中旱	10~11	9~10	8~9	9~10	10~11	9~10	10~11	10~12	12~14	10~11	12~14
轻旱	11~13	10~12	9~10	10~11	11~13	10~12	11~13	12~14	14~18	11~13	14~17
无旱	>13	>12	>10	>11	>13	>12	>13	>14	>18	>13	>17

5 结语

5.1 PASW-1 型便携式土壤水分测量仪使用前需进行本地化标定，使测量准确率得到提高。

5.2 受仪器自身结构限制，土壤比较干旱时，数据较难获取，测量准确率降低。

5.3 本标定所选土壤为壤土（渭南市大部分地方为壤土），标定曲线和方程不建议应用在沙性和粘性土壤中。

参考文献：

[1] 国家气象局．农业气象观测规范 [M]．北京：气象出版社，1993：76.

[2] 李元寿，王根绪，程玉菲，等．FDR 在高寒草地土壤水分测量中的标定及其应用 [J]．干旱区地理，2006，29（4）：543.

[3] 陈海波，冶林茂，范玉兰，等．基于 FDR 原理的土壤水分测量技术 [C] //中国气象学会 2008 年年会干旱与减灾：第六届干旱气候变化与减灾学术研讨会分会场论文集．北京：中国气象学会，2008.

[4] 李道西，彭世彰，丁加丽，等．TDR 在测量农田土壤水分中的室内标定 [J]．干旱区农业研究，2008，26（1）：250.