

文章编号: 1673-8411(2019)03-0102-04

自动土壤水分站搬迁的分析

黄曼贞, 韦慧艳

(南宁市武鸣区气象局, 南宁 530100)

摘要: 利用武鸣自动土壤水分站站址迁移后, 其土壤体积含水量的人工对比测量值与土壤体积含水量自动站观测数据通过对比分析, 结合对武鸣自动土壤水分站站址搬迁的选址的分析研究, 找出2017年武鸣土壤水分观测站未通过检验而无法投入业务使用的原因。分析结果对自动土壤水分站站址的选址起到一定的借鉴作用, 为其他需迁移或新建土壤水分站的部门提供参考。

关键词: 自动土壤水分站; 搬迁; 数据分析; 借鉴

中图分类号: 0212.4

文献标识码: A

Analysis of Automatic Soil Moisture Station Relocation

Huang Manzhen, Wei Huiyan

(Wuming District Meteorological Bureau of Nanning, Nanning Guangxi 530100)

Abstract: The artificial contrast measurement value of soil volumetric water content after migration of Wuming automatic soil moisture station site was compared with soil volume water content measurement, and the site selection of Wuming automatic soil moisture station site relocation was analyzed in order to find out why the Wuming soil moisture observatory failed to pass the test and could not be put into business use in 2017. The research can be used as a reference for the site selection of automatic soil moisture stations for other departments who need to migrate or build new soil moisture stations.

Keywords: automatic soil moisture station; relocation; data analysis; reference

引言

自动土壤水分观测仪利用频域反射法原理^[1], 可以方便、快速的在同一地点进行不同层次土壤水分观测, 获取具有代表性、准确性的土壤水分连续观测资料, 减轻人工观测劳动量、提高观测数据的时空密度^[2], 为干旱监测、农业气象预报和服务提供高质量的土壤水分监测资料。

武鸣自动土壤水分站安装的自动土壤水分观测仪是DZN3型插管式传感器^[3]。2012年武鸣自动土壤水分站站址位于武鸣县城厢镇五岭路49号气象局大院内(59237旧址), 经过6个月的人工对比观测, 自动站通过业务标准化检验^[4]得以投入正常运行。因受探测环境影响及台站建设需要, 2017年4月18日站址迁移至武鸣区城厢镇大梁

村坛周屯附近, 位于新气候观测场(59237新站址)东北侧, 直线距离90m。新址经过6个月的田间对比观测及1个月的业务化检验, 结果未符合业务化检验标准, 因此未能投入业务运行。2012年和2017年前后两次新建土壤水分站的对比观测结果不同, 从而也影响了自动土壤水分站最终能否投入正常业务运行。

通过对比分析人工观测与自动站观测数据的差异, 能够提高水分观测工作的效率, 进而提高土壤水分观测资料的质量, 更好地为农业气象干旱监测工作服务。近年来, 中国诸多专家学者在人工观测与自动站所观测的资料进行了对比分析, 周清等^[5]、成兆金等^[6]、胡新华等^[7]分别对DZN1、ZQZ-DSI和HYA-SF型土壤水分自动站所记录的土壤湿度与人工观测值进行了统计分析, 均

收稿日期: 2018-09-01

基金项目: 广西科技重点研发计划项目(桂科AB17195037)

作者简介: 黄曼贞(1967-), 女, 广西南宁人, 学士, 高级工程师, 主要从事地面气象预测报工作。

认为人工与自动站观测的土壤水分相对湿度数据在各土层均存在显著差异; 王颖等^[8-9]通过对国内 65 个气象站的自动和人工数据进行对比分析, 发现自动观测气温与历史序列无显著差异。

本文对武鸣土壤水分站搬迁中的选址、仪器安装、取土对比、容重测量、田间持水量等观测项目进行总结分析。探寻 2017 年武鸣自动土壤水分站未能投入业务运行的原因, 为其他需迁移或新建土壤水分站的部门提供参考借鉴。

1 资料来源

土壤体积含水量有自动站观测值与人工对比测量值。自动站观测值取自“自动土壤水分显示平台”, 数据采用新站址的订正系数, 经过厂家修正后的器测值。土壤体积含水量的人工对比测量值即人工取土测得的土壤重量含水率^[10]。为便于同 DZN3 型土壤水分观测仪测定的土壤体积含水量 Q 进行比较, 统一将人工观测数据土壤重量含水率 w 通过公式换算成土壤体积含水量。二者的换算公式为

$$Q = w \times \rho \quad (1)$$

式中, ρ 为地段实测土壤容重 (g/cm^3)。2017 年人工对比观测时间为 2017 年 4 月 23 日至 11 月 8 日, 取 36 组对比观测数据。对比观测是在自然状态下的固定观测地段进行的土壤测定, 未采取过任何灌溉措施^[11]。人工取土采取定期取土模式, 每旬第三天、第八天进行取土, 测定的方法为烘干称重法, 遵照《自动土壤水分观测规范(试行)》(简称规范)要求进行取土对比观测。在土壤水分仪传感器埋设位置四周半径 2-10m 范围之内取土, 各层土壤取四个重复, 土壤取土层次为 0-10cm、10-20cm、20-30cm、30-40cm、40-50cm、50-60cm、70-80cm、90-100cm 共 8 层。

2 数据分析

2.1 土壤体积含水量>50%的次数

表 1 结果表明, 2017 年对比观测期间的土壤体积含水量自动站观测值有 7 次大于 50%, 人工测量值有 56 次数据大于 50%, 占总数的 19%, 出现频次多、范围广。根据《规范》, 土壤体积含水量应处于 50% 范围以内, 并且自动测量仪器有效工作范围为 0%~50%, 因此超出此范围的器测数据属于错误数据。数据超出范围越大, 两种测量的绝对误差就越大, 土壤体积含水量人工观测值与自动站观测值之差的多次平均值的绝对误差 2017 年为 5.7%。因此, 2017 年的测量结果无法满足规范标准中田间环境下最大绝对误差 $\leq 5\%$ 的

要求。

2.2 土壤体积含水量极值与平均值数据分析

图 1 为 2017 年各层土壤体积含水量最大值、平均值、最小值, 左侧至右侧为人工观测数据和自动站观测数据。图 1 表明 2017 年人工观测值最大值普遍在 54.3%-76.2% 之间; 最小值为 21.3%-30.6%, 平均值为 41.5%-46.2%, 最大值偏大且与平均值差值较大, 且波动大、离散性大, 相比于同时段自动站观测值波动不大且差值较小, 两者变化趋势不一致, 且达不到规范要求的自动土壤水分观测仪传感器的测量性能的最大绝对误差在野外环境下 $\leq 5\%$ 的要求。排除人工观测数据操作失误、自动站仪器安装不正确等因素, 数据质量问题的可能原因为所选站址土壤含石块较多、土壤较少或土壤质地不均匀等, 导致人工观测值与自动站观测值两者误差较大且不一致, 因此 2017 年所建自动土壤水分站站址不符合标准而未能投入运行。

表 1 2017 年各层土壤体积含水量人工对比观测值及自动站观测值 >50% 的次数

年份	2017	
年份	人工	器测
层次 (cm)		
0-10	3	0
10-20	6	0
20-30	4	0
30-40	6	0
40-50	8	0
50-60	11	2
70-80	11	5
90-100	7	0
合计	56	7

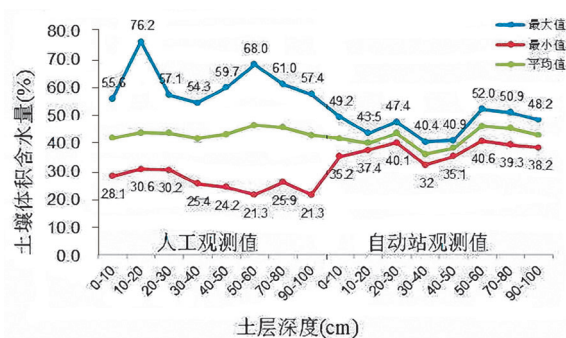


图 1 2017 年 0~100cm 土壤体积含水量极值与平均值

2.3 土壤体积含水量与降水量

在时间段内的土壤体积含水量应与气象要素呈现出一定的关系, 如降水量多则土壤体积含水量应增多^[12]。如果某一要素长时间未变化, 如 5d 或 10d, 则很有可能是感应仪器出现了故障, 持续性检查就是检测是否有此类现象的发生。考

考虑到深层土壤水分要素变化幅度较小和土壤能长时间储存水分的特性,本检查只检测0-30cm各要素,时长设置为5d。土壤体积含水量器测值0-10cm、20-30cm随降水量变化幅度较大,10-20cm的变化幅度较小,对降水响应不明显,传感器敏感性差。例如:第5组数据是5月14日自动站观测值,5月11-12日有60.6mm的降水,但10-20cm自动站观测值还是维持不变;而0-10cm自动站观测值数据在无降水时又出现骤升现象,如第16组数据,显然与理论不符。

2.4 各层土壤含水率人工测量值大于田间持水量的次数

土壤田间持水量是在地下水位较低的情况下,土壤所能保持的毛管悬着水的最大量,是植物有效水的上限^[13]。通俗理解就是:一般情况下(除刚下完大雨时的短时间内),田间持水量就是某一层土壤的重量含水率的最大值。表2为2017年各层土壤含水率人工测量值大于田间持水量的次数统计,2017年36次对比观测的288个数据中有52个数据的土壤重量含水率大于相应层次的田间持水量,其中浅层10-20cm出现的次数最多,达20个,其次是20-30cm,有15个,第三则是浅层0-10cm,有7个数据。大于田间持水量的原因是自动观测站站址所在地的土壤质地、容重和安装紧密度不合格,田间持水量的测定结果不准确。

表2 2017年土壤含水率人工测量值大于田间持水量次数

层次 (cm)	次数
0-10	7
10-20	20
20-30	15
30-40	4
40-50	1
50-60	2
70-80	2
90-100	1
合计	20
百分比 (%)	18.1

2.5 业务化检验

2017年自动观测站迁入新站址后进行了业务化检验,时间为11月13日至12月3日共进行6组对比观测,根据绝对误差公式

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - a_i|}{N} \quad (2)$$

式中, x_i 为仪器观测值; a_i 人工观测值; N 为对比观测次数; $\bar{\sigma}$ 为人工对比观测土壤体积含水

量多次平均值的绝对误差。将6组数据代入式(1),得总平均值绝对误差为17.3%,远远超出业务化检验标准的评价指标:人工观测土壤体积含水量值与器测土壤体积含水量之差的多次平均值的绝对误差小于等于5%。同理,可将各层数据代入式(1),仅有50-60cm、70-80cm单层平均值绝对误差控制在6%以内,其余各层单层平均绝对误差远远大于6%,不符合规范要求。

3 数据不合格原因分析

3.1 站址的选择

《规范》规定,观测地段的选择最重要的一点是所选地段土壤应地势平坦、能够代表本地区的主要土壤类型^[14]。2017年新站选址因受地形和地质条件的限制,选择了风化石较多的场地安装土壤水分仪,从而影响了后续的分层测定土壤容重、田间持水量等土壤水文、物理常数及人工田间对比观测工作。

3.2 地段土壤容重的测定

3.2.1 测定时间及培面记载

2017年5月27日,技术员进行新址固定观测地段的土壤容重测定,对于富含风化石的土层使人工挖掘异常困难,且要求挖掘深度1m、宽50cm的土壤剖面坑。新址所在的土壤剖面状况不理想,侵入体及根系分布情况为:0-100cm每层均含有石块、风化石,其中浅层0-40cm含有石块最多,少量根系,40-100cm土层风化石最多。规范规定,为了采取结构完整的土样,最好是在田间土壤比较湿润且软而可塑的状态时进行土壤容重的测定,然而新址土壤达不到规范的要求。

3.2.2 土壤容重测量值

土壤容重测定公式为

$$\rho = \frac{M \times 100}{V \times (100 + W)} \quad (3)$$

式中, ρ 为土壤容重($\text{g} \cdot \text{cm}^3$); V 为钻筒容积(cm^3); M 为钻筒内湿土重(g); W 为钻筒内土壤重量含水率(%)。一般而言,石头或风化石的密度大于土壤密度,当钻筒内湿土土样含有石头或风化石时,根据土壤容重计算公式,在钻筒容积 V 、钻筒内土壤重量含水率 W 相比于无石头或风化石的土样,钻筒湿土重 M 就偏大,测得的地段土壤容重就偏大。基于地段的土壤特征,钻筒取土的土样不可避免的会含有石块、风化石,该地段测得的各层土壤容重普遍偏大,石块越大土壤容重偏大越多。

3.2.3 固定观测地段面积

《规范》规定, 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, 有较厚的自然土壤, 而非回填土。观测地段一经确定不得随意改变, 以保持土壤水分观测资料的一致性和连续性。但 2017 年自动土壤观测站围栏北侧紧挨着高差大约 1m 的平台, 固定观测地段不符合规范要求, 无法在观测站北面进行人工取土; 碰到下雨尤其是强降水时, 大量雨水往传感器方向冲刷, 冲刷下来的泥水不但造成传感器位置积水, 也是造成人工测量值偏大甚至大于田间持水量的原因。

综上所述, 2017 年武鸣土壤仪无法正式投入业务使用最关键的原因是仪器安装点不合格, 站址土壤多是风化石, 造成了器测值土壤体积含水量变化很小, 测得的土壤容重偏大, 导致人工测量值土壤体积含水量偏大、人工值离散太大, 达不到规范要求的自动土壤水分观测仪传感器测量性能的最大绝对误差在野外环境下 $\leq 5\%$ 的要求, 数据未达到业务化检验标准。

4 结语

(1) 自动土壤水分仪能否通过业务化检验并投入使用, 站址的选择很重要关键。必须严格按照规范规定进行选点, 所选地段应能代表本城区的土壤地形地貌, 尽量选择在地势平坦、能代表本地区自然环境下土壤水分变化特征的地块, 避免选择丘陵土层沾有石头的地块。

(2) 做好土壤水文常数、物理特性的测定, 土壤水文参数中土壤容重和最大田间持水量与设备输出的相对湿度有关。凋萎湿度与有效含水量、水分总储存量换算有关。它是设备投入业务运行及业务服务急需的重要参数。若测量不准确, 则会影响资料的准确性。

(3) 做好场地及仪器的日常维护, 保持良好的观测环境是精确测量土壤水分的关键。强降水也易导致雨水进入仪器内部, 影响仪器的正常运行, 因此需要经常检查仪器, 确保水分没有渗入仪器内部。

参考文献:

- [1] 许艺馨, 刘怡明, 梁聪. 贵港土壤水分观测数据的应用与分析 [J]. 气象研究与应用, 2016, 37(2): 71-74.
- [2] 黄中雄, 苏永秀, 周剑波. 土壤水分测定技术探讨 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35(4): 58-62.
- [3] 黄文海, 谢仁忠, 黄汝红, 等. DZN3 型自动土壤水分观测仪及维护维修 [J]. 气象研究与应用, 2014, 35(1): 91-93+110.
- [4] 何荣, 韦敏玲, 苏少青. 新型自动气象站测报业务软件常见问题分析与处理 [J]. 气象研究与应用, 2015, 36(3): 76-77.
- [5] 周清, 朱保美. DZN1 型自动站与人工测定土壤湿度对比分析 [J]. 中国农学通报, 2013, 29(6): 108-112.
- [6] 成兆金, 徐法彬, 马品印, 等. 农业气象自动站与人工站观测值对比分析 [J]. 气象科技, 2008, 36(2): 249-252.
- [7] 胡新华, 杜筱玲, 全根元. 人工与自动土壤水分平行观测资料对比分析 [J]. 气象科技, 2010, 38(2): 239-242.
- [8] 王颖, 刘小宁. 自动站与人工观测气温的对比分析 [J]. 应用气象学报, 2002, 13(6): 741-748.
- [9] 余君, 牟容. 自动站与人工站相对湿度观测结果的差异及原因分析 [J]. 气象, 2008, 34(12): 96-102.
- [10] 王海英, 黄中雄, 阳擎. 南宁土壤水分站自动监测土壤湿度数据质量分析 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29(1): 78-79.
- [11] 王刚, 陈统强, 吴文娟, 等. 烘干称重法与自动观测土壤湿度的差异分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31(2): 53-56.
- [12] 陈宁, 李力, 蔡明, 等. 湖北省自动土壤水分观测站检定后的数据分析 [J]. 气象水文海洋仪器, 2019, 36(1): 12-17.
- [13] 李宇光. 基于明水县的自动与人工土壤水分观测数据对比分析 [J]. 中国农学通报, 2018, 34(21): 115-120.
- [14] 黄晓龙, 郭旭, 杜冰, 等. 气象因子对四川不同质地浅层土壤水分的关联分析 [J]. 中国农学通报, 2018, 34(7): 134-140.