

农业气象自动站与人工站观测值对比分析

成兆金¹ 徐法彬² 马品印³ 刘晋生⁴

(1 山东省莒县气象局, 莒县 276500; 2 山东省气象局, 济南 250031; 3 日照市气象局, 日照, 276826;
4 东营市气象局, 东营 257091)

摘要 对莒县气象局 2005 年 9 月 21 日至 2006 年 12 月 18 日期间非灌溉自然状态下农业气象自动站与同地段人工平行对比观测的土壤相对湿度资料, 采用对比差值、差值概率和二者相关系数等方法进行统计和分析。结果显示: 0~5 cm 和 0~10 cm 的自动站采集的数值不理想; 10~20 cm、40~50 cm 效果较好。结论认为: 0~10 cm 传感器参数需作调整; 需更换传感器, 其设计须考虑冻土的影响; 90~100 cm 深度的数据变化平稳, 可以考虑不安装 90~100、170~180 cm 层次的传感器。

关键词 农业气象自动站 土壤相对湿度 对比分析

山东省的农业气象自动站(自动土壤水分数据采集系统)于 2005 年 7 月底陆续建成并投入运行使用。根据山东省气象局气业函[2005]119 号“关于自动土壤水分观测站开展对比观测的通知”, 莒县气象站于 2005 年 9 月 8 日起正式开始对比观测。据(气测函[2006]37 号)文件统计分析结果, 山东省聊城、莒县、寒亭、菏泽、泰安、惠民、莱阳 7 个自动土壤水分观测站情况较好。为比较人工观测与自动观测结果的差异, 寻找产生差异的原因, 本文对 2005 年 9 月 21 日至 2006 年 12 月 18 日期间自动站与实际观测的土壤相对湿度资料进行了对比分析, 旨在为国家立项研究的农业气象自动站项目的推广使用提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 资料来源

人工对比观测采用烘干称重法, 观测地段设在紧贴自动观测地段的 8 m×6 m 的非灌溉自然状态下的地块内, 与自动观测地段完全相同。按要求对比测定深度逢 8 日分 7 个层次: 0~5 cm、0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、90~100 cm; 遇有降水过程大于等于 10 mm 以上的降水日, 按 0~5 cm、0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm 测定。烘干称重法按照国家

气象局《农业气象观测规范》中的有关规定执行^[1]。人工资料取值于该地段上 2005 年 9 月 21 日至 2006 年 12 月 18 日期间的实际观测的土壤相对湿度资料, 该资料严格按照规范操作, 数据准确, 符合自然状态下各层次土壤湿度的变化规律。

自动土壤水分观测站设在大气观测场内东北角的专用观测场内, 严格按照规范要求设计, ZQZ-DS1 土壤水分测量仪是江苏省无线电科学研究所研制的, 其采用 TDR(时域反射仪)、FDR(频域反射仪)新技术, 通过测量土壤的介电常数得到土壤的体积含水量。通过仪器的串口将数据发送给室内的微机终端, 进而完成基本的数据采集、查询、传输、图表显示等。自动观测资料来源于 2005 年 9 月 21 日至 2006 年 12 月 18 日期间的自动形成的土壤相对湿度资料(2005 年 12 月 18 日至 2006 年 2 月 8 日因冻土人工停测, 期间的自动观测资料不做对比)。

1.2 分析方法

对自动站的数据与人工观测的数据采用对比差值、差值概率和二者相关系数进行统计和分析^[2]。其中对比差值法采取计算人工观测的数据减自动站的数据, 求取二者的最大正负差值; 差值概率法采取人工减自动数据差值的绝对值在不同差值段出现的概率进行分析; 相关系数法计算不同深度土层人工与自动差值的相关系数进行对比分析。

2 结果与分析

2.1 数据对比分析

将 2005 年 9 月 21 日至 2006 年 12 月 18 日共 53 次的人工和自动观测的土壤相对湿度值按照不同层次以观测时间先后点绘成图,形成了不同时段人工、自动观测两条土壤相对湿度变化曲线(图 1)。

(1)由图 1 可以看出,人工观测的数据波动相对较大,自动站取得的数据波动变化相对平稳。由 2006 年 6~8 月 0~5 cm、0~10 cm 的人工、自动观测数据对比(表 1)可看出,二者的数据差别比较大,其差值绝对值 0~5 cm 平均为 16%,0~10 cm 平均为 15%。

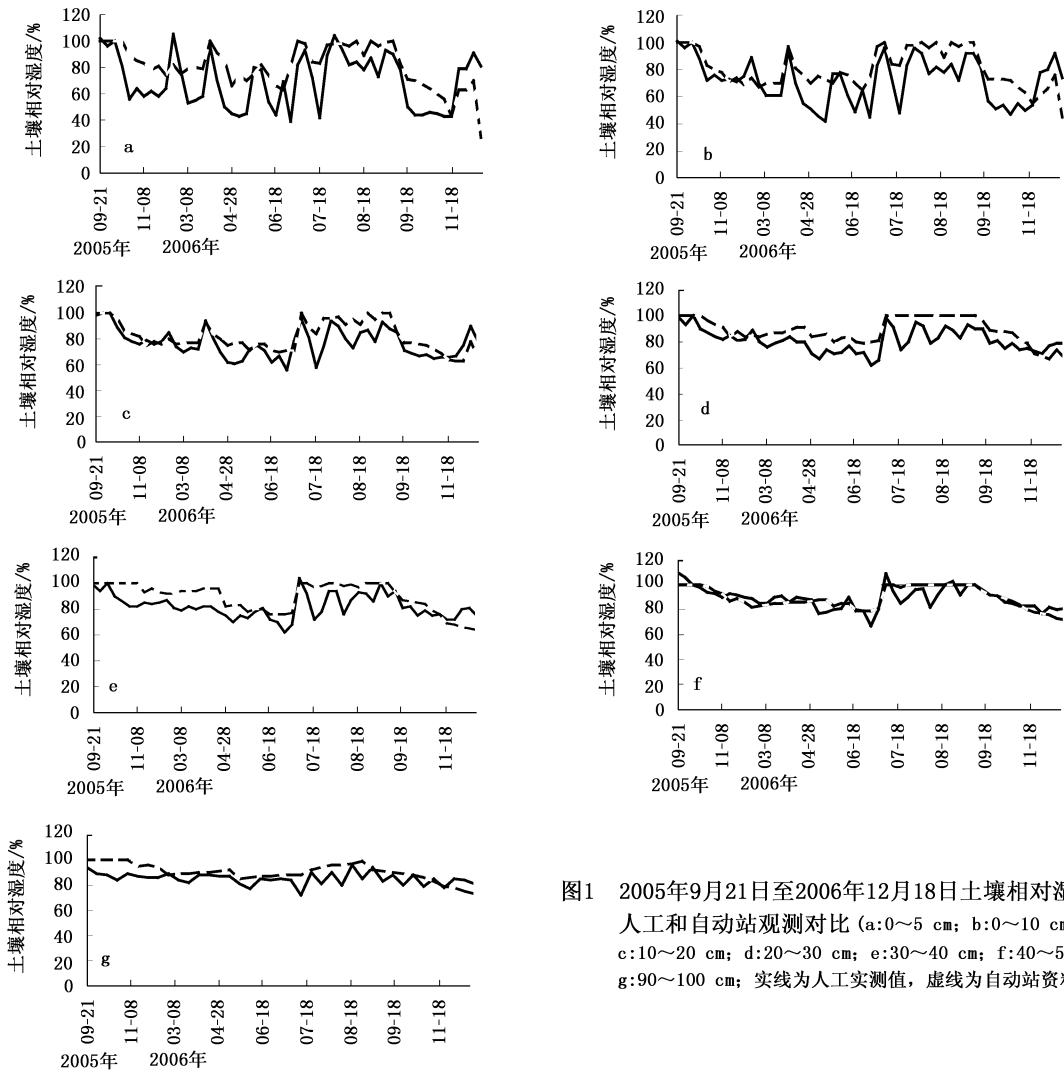


图1 2005年9月21日至2006年12月18日土壤相对湿度人工和自动站观测对比 (a:0~5 cm; b:0~10 cm; c:10~20 cm; d:20~30 cm; e:30~40 cm; f:40~50 cm; g:90~100 cm; 实线为人工实测值,虚线为自动站资料)

表 1 2006 年 6~8 月 0~5 cm、0~10 cm 土层的人工、自动站土壤湿度观测数据对比																		%	
土层	6 月					7 月					8 月								平均 (绝对值)
	8 日	18 日	26 日	28 日	29 日	4 日	8 日	18 日	20 日	28 日	2 日	8 日	15 日	18 日	26 日	28 日	30 日		
5 cm	人工	54	44	69	39	82	93	72	42	89	104	94	82	84	78	87	73	93	16
	自动	74	66	63	81	100	98	84	83	97	98	98	96	100	89	100	96	99	
	差值	-20	-22	6	-42	-18	-5	-12	-41	-8	6	-4	-14	-16	-11	-13	-23	-6	
10 cm	人工	61	49	65	45	83	96	73	48	83	96	92	77	82	78	84	72	92	15
	自动	76	70	65	74	97	100	84	83	98	98	100	96	100	89	100	97	100	
	差值	-15	-21	0	-29	-14	-4	-11	-35	-15	-2	-8	-19	-18	-11	-16	-25	-8	

在图 1c~g 中,人工、自动观测两条土壤相对湿度变化曲线差别较小,两种数据波动变化均较为平稳,尤其自动观测取得的数据在降水结束失去重力水后几乎呈直线变化。如在降水比较少的 10 月至次年 5 月(期间因过程降水大于等于 10 mm,只加测了 10 月 7 日、4 月 4 日、5 月 27 日 3 次土壤湿度),在降水结束 1~3 天后迹线变化非常平稳。

各层次土壤相对湿度人工观测的数据与自动站取得的数据随时间的变化趋势基本一致,说明两种观测对土壤中水分的感应相同。

图 2 为自动观测的 0~5、0~10、…、90~100 cm 深度 7 条土壤相对湿度变化曲线。它反映出在表层 0~10 cm 自动观测的数值变化较为剧烈,这说明实际当中,表层中的水分受地温的影响,热运动较大,不同时间一定深度土层中的土壤水分变化较大,而深层土壤地温变化轻微,对土壤水分影响不大,土壤水分曲线平稳,几乎没有变化。

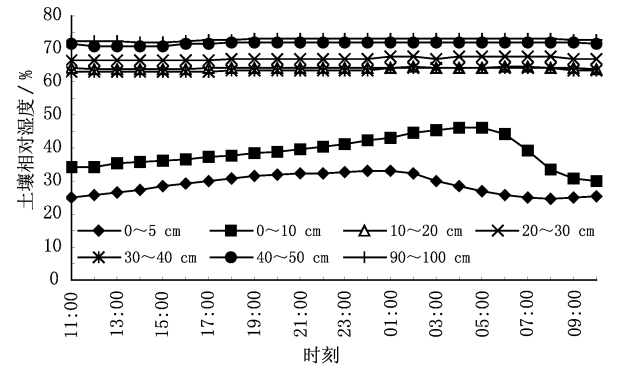


图 2 0~100 cm 自动站正点瞬时土壤相对湿度变化曲线

(2)人工观测的数据比自动站的数据相对偏小或接近,只是在 2006 年 11 月 9 日更新软件后,才表现出人工观测的数据比自动站的数据相对偏大或接近。

(3)自动站的数据比人工观测的数据偏大,尤其 7~9 月自动站的数据相对偏大,且 20~50 cm 部分迹线基本为平线。从降水情况、气温情况、天气状况分析,造成的原因是降水后土壤中的水分附着在传感器的表面,形成一层水膜,形成较大的土壤体积含水量,造成传感数据偏大,而实际情况是随降雨的结束,加上田间蒸发等,土壤水分则逐渐减小,此减小速度远远大于自动站因传感器表面有水膜造成传感的数据的减小速度,此种差别在不再下雨的情况下一般要维持 10 多天。虽二者数据差别较大,但增减趋势还是一致的。

2.2 概率分析

对自动站的数据与人工观测的数据,利用对比差值、差值概率和二者相关系数进行分析。从计算结果看,极端最大差值出现在 0~5 cm 土层,人工比自动观测偏高 54(表 2)。这是由于 2006 年 12 月 18 日这一天产生了 7 cm 的冻土所造成的。

从表 3 看,0~5 cm、0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、90~100 cm 人工与自动站差值的概率统计中可见,0~5 cm、0~10 cm 小于 10 的概率分别为 32.1%和 45.3%,误差比较大,而 10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、90~100 cm 小于 10 的概率基本都出现在 70%以上,只有 30~40 cm 偏小,为 60.4;小于 15 的概率中 0~5 cm、0~10 cm 仍然偏小,而 10~20 cm、20~30 cm、30~40 cm、40~50 cm、90~100 cm 则较大,都在 86%~98%之间。由不同层次人工与自动资料的相关系数(表 4)可知,40~50 cm 的相关系数最大为 0.762,最小出现在 0~5 cm(90~100 cm 的序列长度为 39,其它的为 53,不参加比较),这也从不同的角度说明人工与自动观测一致性最好的在深层 40~50 cm,10~20 cm 误差较小,最差的在表层 0~5 cm 和 0~10 cm。

表 2 不同深度土层(cm)人工与自动站土壤相对湿度观测差值极端值								%
	0~5	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	90~100	
最大负差值	-42	-35	-26	-26	-25	-18	-16	
最大正差值	54	29	12	11	16	10	9	

表 3 人工、自动站观测差值绝对值在不同差值段出现的概率								%
土层深度/cm	差值绝对值							
	0~5	5~10	10~15	15~20	>20	0~10	0~15	
0~5	20.8	11.3	11.3	15.1	41.5	32.1	43.4	
0~10	26.4	18.9	20.8	15.1	18.9	45.3	66.1	
10~20	43.4	30.2	17.0	5.7	3.8	73.6	90.6	
20~30	24.5	45.3	17.0	9.4	3.8	69.8	86.8	
30~40	32.1	28.3	26.4	9.4	3.8	60.4	86.8	
40~50	67.9	24.5	5.7	1.9	0.0	92.4	98.1	
90~100	46.2	33.3	12.8	7.7	0.0	79.5	92.3	

表 4 不同深度(cm)土层人工与自动站观测值相关系数 ^[3]							
	0~5	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	90~100
相关系数	0.564	0.651	0.739	0.697	0.678	0.762	0.458

注:样本数为 53 时, $r_{0.01}=0.354$;样本数为 39 时, $r_{0.01}=0.393$ 。

3 结论与讨论

目前广大台站普遍采用土钻烘干法,此测定方法比较简单,缺点是测定时间长、劳动强度大、破坏性大,且不能定点观测土壤水分的连续变化,再者,测墒地段多与作物观测地段合二为一,其资料并不能真实反映一个地区自然状态下的土壤水分状况。显然,这种方法已经不能适应国民经济建设和当前气象改革发展的需求。自动化程度高的 ZQZ-DS1 土壤水分测量仪,正是为满足生态环境监测和气象业务发展的需求而研发的。从 2005 年 7 月建站以来的观测资料看,其自动观测的数据与人工平行对比观测的数据相比较存在以下问题:

- (1)二者差别较大,尤其是自动站 0~5 cm 和 0~10 cm 的数值比人工站偏大太多。
- (2)传感器的设计可能没有考虑冻土的影响。在冬季来临,地温较低,出现冻土时,受低温影响较大的表层 0~5 cm 和 0~10 cm 对应的自动观测数据明显偏小,甚至出现了负值。实际上,由于地温的变化,土壤中水分子的热运动也在不断变化,受其影响,其体积含水量、土壤相对湿度、有效水分贮存量等在 24 h 内也会发生一些相应的变化,但这些变化是很小的,不足以引起如图 2 所示的较大的波动,更不会出现负值。
- (3)自动站的防雷设计不到位。从 2005 年 7 月

安装运行至今发生了 4 次雷击事件,每一次雷击后,均造成数据传输失败,更换器件时造成采集器工作中断,数据缺测。2006 年 9 月 2 日更换新的 RS-232/CAN 接口转换器后防雷的效果尚待验证。

(4)软件存在缺陷。每逢月底,在 20:00 形成的 6 h 的资料传输中均缺少 20:00 正点的资料,必须经人工干预后,才能形成正确的报文资料,这样极易造成不应有的错情发生。

(5)从 1 年的双轨资料对比来看,90~100 cm 深度的数据变化平稳,其土壤水分对小麦、玉米等农作物贡献表现得不是十分明显,建议在以后的农业气象自动站的业务运行中,不必考虑该层次的数据变化,即如果没有其他特殊用途可以考虑不安装 90~100 cm、170~180 cm 层次的传感器。

但总的来讲,ZQZ-DS1 土壤水分测量仪运行状况还是良好的,除冬季外,其自动传感器采集的土壤水分数据基本符合实际情况和土壤水分变化规律。

参考文献

[1] 黄建,成秀虎. 农业气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,1993:76-88.
[2] 王晓默. 兖州市自动气象站与人工观测的数据对比分析[J]. 气象科技,2007,35(4):602-606.
[3] 罗凤岗. 概率统计基础. 北京:气象出版社,1989:304.

Comparative Analysis of Measurements between Agrometeorological Automatic Station and Manual Observation

Cheng Zhaojin¹ Xu Fabin² Ma Pinyin³ Liu Jinsheng⁴

(1 Juxian Meteorological Bureau, Shandong Province, Juxian 276500; 2 Shandong Provincial Meteorological Bureau, Jinan 250031; 3 Rizhao Meteorological Bureau, Shandong Province, Rizhao 276826; 4 Dongying Meteorological Bureau, Shandong Province, Dongying 257091)

Abstract: The soil relative humidity measurements from the agrometeorological automatic station and manual observation of the Juxian Meteorological Bureau at the same time in a natural state of non-irrigation from 21 September 2005 to 18 December 2006 are compared and analyzed by means of the difference contrast, difference probability, and correlation methods. The results show that the measurements from the automatic station are unsatisfactory in the layers of 0-5 cm and 0-10 cm but satisfactory in the layers of 10-20 cm and 40-50 cm. It is concluded that the 0-10 cm sensor parameter must be adjusted and replaced, and the design of the sensor must consider the influence of frozen earth. The variation of 90-100 cm depth data is steady, so it is suggested to cancel the sensors at the two levels of 90-100 cm and 170-180 cm.

Key words: agrometeorological automatic station, soil relative humidity, comparative analysis