

文章编号: 1673-8411(2019)02-0047-04

甘蔗农业气象自动观测样机设计与应用实践

刘志平¹, 匡昭敏¹, 韩清延², 马瑞升², 吴炫柯³

(1. 广西壮族自治区气象科学研究所 / 甘蔗气象服务中心, 南宁 530022; 2. 南宁市第一中学, 南宁 530000;
3. 柳州市气象局, 广西 柳州 545003)

摘要: 针对目前甘蔗农业气象人工观测问题和行业服务需求, 基于开放式、模块化思想, 采用现场总线技术和数据采集技术, 设计了适应光纤 / 4G/Wifi 等多种通信方式、农电 / 太阳能等多种供电方式的集甘蔗生长特征、田间小气候、土壤水分和环境安全警示等高度集成化的甘蔗农业气象自动观测样机, 提出了样机的选址和仪器架设实施方法并投入实践应用, 为推进甘蔗农业气象自动观测体系建设提供技术支持。

关键词: 甘蔗; 农业气象; 自动观测; 仪器架设

中图分类号: S164

文献标识码: A

Design and application of automatic observation prototype for sugarcane agrometeorology

Liu Zhiping¹, Kuang Zhaomin¹, Han Qingyan², Ma Ruisheng², Wu Xuanke³

(1. Guangxi Meteorological Research Institute/Sugarcane Meteorological Service Center, Nanning 530022;
2. Nanning No. 1 Middle School, Nanning 530000; 3. Liuzhou Meteorological Service, Liuzhou Guangxi 545003)

Abstract: Aiming at the problems of artificial observation of sugarcane agrometeorology and the demand of industry services, based on open and modular thinking, using fieldbus technology and data acquisition technology, a highly integrated sugarcane harvesting system was designed, which can adapt to various communication modes such as optical fiber/4G/Wifi, agricultural electricity/solar energy and other power supply modes. The highly integrated sugarcane agrometeorological automatic observation prototype integrates sugarcane growth characteristics, field microclimate, soil moisture and environmental safety warning functions. In addition, the site selection of the prototype and the implementation method of instrument erection are put forward and put into practice, which provides technical support for the construction of sugarcane agrometeorological automatic observation system.

Keywords: sugarcane; agrometeorology; automatic observation; instrument erection

甘蔗喜高温、高湿, 耐贫瘠土壤, 生长期长达 10-14 个月, 对低温、干旱等各种气象灾害相当敏感, 气象条件是甘蔗产量形成的关键影响因素。随着农业科学技术的飞速发展, 甘蔗生产已进入了一个以高产、优质、高效为发展方向的新阶段, 甘蔗生产对气象服务提出了更高的要求, 迫切需要甘蔗农业气象为甘蔗的生产和发展提供

时效更快、内容更丰富、水平更高、针对性更强的服务产品, 这就必须要求有高精度、高密度、多要素、连续稳定的甘蔗农业气象观测信息作为基本保证。

目前, 甘蔗农业气象观测基本处在以目测或简单器测、手工记录和报表寄送、纸质存档等非电子化阶段, 而且这些站点的观测也并不连续,

收稿日期: 2018-12-08

基金项目: 广西青年基金项目“甘蔗主要生育期自动观测关键技术研究”(2017GXNSFBA198153), 公益性行业(气象)科研专项重点项目“蔗糖产量预测及气象灾害监测评估技术研究”(GYHY20140406030)

作者简介: 刘志平(1982-), 男, 江西新余人, 工程师, 主要从事农业气象应用与研究工作。

期间时断时续，观测站点也偏少，观测资料的可用性明显满足不了开展甘蔗农业气象业务服务的需求^[1-4]。由此可见，当前的甘蔗农业气象观测技术、观测时效、观测连续性、站点密度等也远不能满足现代甘蔗农业气象业务发展的需求，与气象业务现代化建设要求相差甚远，迫切需提高甘蔗农业气象的自动观测能力。因此开展甘蔗农业气象自动观测研究，发展我国的甘蔗农业气象自动观测业务成为亟需解决问题。近年来，国内外一些学者就有关自动观测技术在常规气象、水文监测、大气和土壤等领域取得了丰硕研究成果，这些研究为甘蔗农业气象自动化观测提供了有益的借鉴经验^[5-8]。同时，广西是我国农业气象自动观测系统研制的原创单位，获得公益性气象行业专项支持进行了试验研究。依托行业专项技术成果，构建了甘蔗农业气象观测自动样机，实现集甘蔗生长特征、田间小气候、土壤水分和环境监测为一体化的自动观测，并在广西柳州市进行了应用实践。本文围绕甘蔗农业气象自动观测问题，重点阐述甘蔗农业气象自动观测的技术方法及相关技术实现思路。

1 甘蔗农业气象自动观测内容及观测方法

按照科学和可行性的原则，甘蔗农业气象自动观测首先需要选择观测要素，然后根据观测要素空间分布和观测仪器特点，设计观测方案，从而搭建甘蔗农业气象自动观测结构。

1.1 甘蔗农业气象观测要素选择

从甘蔗长势和甘蔗农业气象业务应用需求出发，以甘蔗生长信息为研究对象，参考地面气象观测规范确定的甘蔗农业气象各要素的采集方法^[9-10]，除常规气象要素外，重点关注对甘蔗生长有直接影响的田间小气候、甘蔗生长特征、生物要素和环境等要素。除此，甘蔗农业气象观测要素既要必须具备可方便自动观测，又需要考虑要素的观测仪器成本和观测方法的可行性和简便性，对于一些直接观测较为困难且不可缺少的要素，通过其它要素指标进行推算反演实现。基于上述考虑，甘蔗农业气象选取了以下观测要素，详见表 1。

表 1 分类结果面积差别表 (km²)

观测类别	观测要素
田间小气候要素	冠层温度、冠层湿度、冠层风速、辐射等
生长要素	生育期、株高、盖度等
气象要素	气温、湿度、气压、风向、风速、降水量等
环境要素	土壤温度、土壤湿度、农事活动、环境信息等

1.2 甘蔗农业气象自动观测方案

在甘蔗农业气象自动观测要素中，涉及甘蔗冠层上方、层间和地下多个观测层高度和深度的要素观测，合理设计每个要素观测层直接影响到观测数据的有效性。根据甘蔗农业气象观测需求，借鉴《农业气象观测自动系统研发》项目成果中高秆作物玉米观测方法^[6]，结合甘蔗生长特性和甘蔗农业生产特点，并参考《地面气象观测规范》，确立了甘蔗农业气象自动观测方法（设计及参数表略）。

2 甘蔗农业气象自动观测样机设计与安装

2.1 甘蔗农业气象自动观测样机构建

甘蔗农业气象自动观测以独立、长期、连续、稳定观测为目的，因此样机构建需要遵循经济性、通用性、可靠性和准确性原则，特别突出实用性。根据以上原则，将甘蔗农业气象自动观测样机分为硬件和软件两大部分。

2.1.1 硬件结构

甘蔗农业气象自动观测样机结构分为主控设备、要素采集传感器和基础设备，其结构（见图 1）。其中主控设备主采集器是采用 CAN 总线技术和工业以太网总线技术，以及“积木式”设计原理，配置了集成式软件开发环境和通用硬件开发平台，可根据不同的观测任务需求对其进行配置，是整个观测系统的核心。主采集器完成所有数据采集、数据计算处理、数据存储和通信等功能。要素采集器主要完成甘蔗田间小气候要素、甘蔗生长要素、气象要素和环境要素的采集。基础设施包括电力设施、通讯设施和防雷设施。系统配备农电\太阳能\蓄电池组合式供电，并采取光纤、无线 3G 和 GPRS 等灵活的组网技术，并对甘蔗种植地域雷击事故频繁问题，设计了不影响田间正常耕作且易于施工的防雷方案。

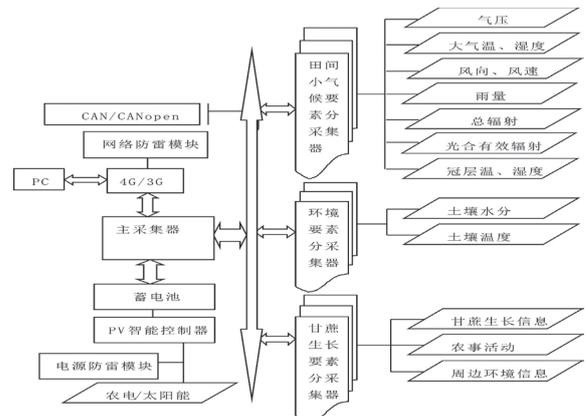


图 1 甘蔗农业气象自动观测样机硬件结构

2.1.2 软件功能

根据观测信息处理和业务应用需求, 结合甘蔗农业气象自动观测特点, 将甘蔗农业气象自动观测系统分为甘蔗农业气象观测要素采集终端和观测信息监控管理平台。其中甘蔗农业气象观测要素采集终端又包括甘蔗生长特征观测子系统、田间小气候观测子系统、环境要素观测子系统。甘蔗农业气象观测信息监控管理平台实现数据质量控制、观测数据处理分析、数据存储、数据展示、数据导出、农田小气候数据统计分析等功能。系统功能模块关系见图 2。以 SQL Server 为数据库支撑平台, 设计甘蔗农业气象自动观测要素数据库各类要素表结构; 以业务应用习惯为优先原则, 用拓扑关联规则设计了平台操作流程, 引入移动互联网技术开发了集甘蔗农业气象要素算法模型、具有用户管理、观测信息汇集、质量检验、报表审核、处理分析、整理入库、统计分析和查询导出、以及设备运行监控等功能的甘蔗农业气象观测信息监控管理平台。

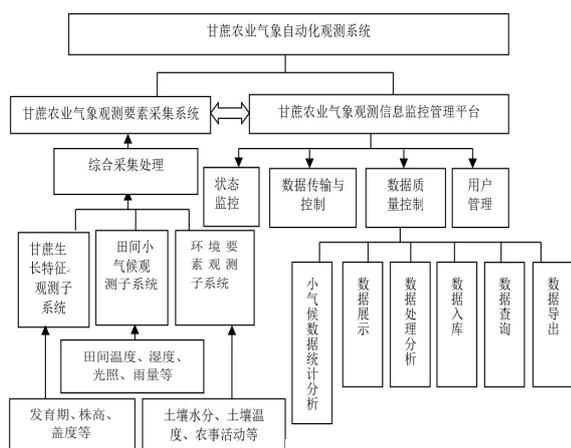


图 2 甘蔗农业气象自动样机软件功能架构

2.2 甘蔗农业气象自动观测样机选址与安装

甘蔗农业气象自动观测样机安装包括样机选

址和观测地段选择及仪器布设。为了确保甘蔗农业气象自动观测样机的实施及发挥效能, 结合甘蔗农业生产及农事活动的特殊性, 及站点安装实践, 提出了甘蔗农业气象自动观测样机选址和仪器布设的实施方法, 为甘蔗农业气象自动观测站标准化安装奠定基础。

2.2.1 甘蔗农业气象自动观测样机站址和观测地段选择

甘蔗农业气象自动观测样机站址和观测地段的正确选择是保障观测资料具有代表性、连续性和准确性的重要前提, 站址和观测地段选择基本方法如下: (1) 观测站点能代表区域气候、生态环境和地理环境, 同时观测地段代表当地一般地形、地势、土壤、产量水平、管理水平和主要耕作制度。(2) 观测站址优先选择在规模化种植的园区等安全系数较高的区域, 同时通讯条件需正常和稳定。(3) 观测站站点周围尽可能开阔, 观测地段远离道路、河流和大型水体以及离近期和中长期拟建项目用地, 同时地段周围其他物体影子应该不会投射到图像传感器拍摄的作物区域范围。

2.2.2 甘蔗农业气象自动观测样机仪器布设

为了使观测地段内甘蔗农业气象自动观测样机仪器设施的布置互不影响且便于观测操作, 仪器安装架设基本方法如下:

(1) 按照减少耕作影响要求, 仪器设施以南北方向为主安置, 观测仪器布设顺着行向配置, 主立柱尽量平行播种行倾倒。(2) 照相机或摄像机、辐射仪安装和红外温度传感器安装高度应位于作物冠层上方, 且感应面不能受到任何障碍物影响; 同时照相机或摄像机镜头距地面 400~600cm, 照相机应顺着行向 0~90° 拍摄。(3) 翻斗式雨量计应尽量避免甘蔗遮挡影响且易维护。相关仪器安装技术要求见表 2。

表 2 甘蔗农业气象自动观测样机仪器安装技术要求表

序号	仪器	要求	允许误差范围	基准部位
1	温湿度传感器	高度 30/60/150/300cm	±5cm	感应部分中部
2	土壤温度传感器	深度 10~50cm	±3cm	感应部分中部
3	土壤水分传感器	深度 10~50cm	/	感应部分中部
4	冠层温度传感器	高度 150/300/600cm 角度 0~90°	±10cm	支架安装面
5	总辐射表 \ 有效光合辐射表	600cm	±10cm	支架安装面
6	裸温传感器	高度 5/600cm	±5cm	感应部分中部
7	气象六要素传感器	高度 150/300/600cm	±10cm	支架安装面
8	照相机	高度 600cm, 角度 0~90°	±10cm	支架安装面
9	摄像机	高度 600cm	±10cm	支架安装面

3 甘蔗农业气象自动观测应用实践

基于甘蔗农业气象自动观测样机设计方法和样机的选址和仪器架设实施方法,在广西柳州市建设了甘蔗农业气象自动观测站。利用甘蔗农业气象自动观测站观测的2015年甘蔗生长图像,并与人工平行观测的生育期进行观测测试,测试结

果见(表3),对应出苗期,自动观测比人工观测时间提前了2d;对应分蘖期,自动观测比人工观测时间晚了3d;对应茎伸长期,自动观测比人工观测时间提前了6d;对应工艺成熟期,自动观测比人工观测时间提前了5d,甘蔗农业气象自动观测结果达到了开展甘蔗气象业务服务要求。

表3 甘蔗生育期自动观测测试结果表

生育期	人工观测时间	自动观测时间	观测误差(d)
出苗期	2015-03-19	2015-03-17	+2
分蘖期	2015-04-02	2015-01-05	-3
茎伸长期	2015-06-05	2015-05-31	+6
成熟期	2015-11-20	2015-11-15	+5

4 结论

根据甘蔗农业气象自动观测要求设计了观测样机的硬件结构和软件功能,构建了甘蔗农业气象自动观测样机并投入实践应用,实现了甘蔗生长特征、田间小气候、土壤水分和环境信息为一体的自动观测,可以实时动态获取高精度、高密度、多要素、连续稳定的观测信息。基于样机的选址和仪器架设实施方法进行了应用,建设了柳州甘蔗农业气象自动观测站,有效改进和提升了甘蔗农业气象自动观测水平和质量,为推进甘蔗农业气象自动观测体系建设提供了技术支撑。

参考文献:

- [1] 王春乙,张雪芬,孙忠富,等.进入21世纪的中国农业气象研究[J].气象学报,2007,(5):815-824.
 [2] 宋连春,李伟.综合气象观测系统的发展[J].气象,2008,34(3):3-9.
 [3] 王馥棠.中国气象科学研究院农业气象研究50年进展[J].应用气象学报,2006,17(6):778-784.
 [4] 马树庆,王春乙.我国农业气象业务的现状、问题及发

- 展趋势[J].气象科技,2009,37(1):29-34.
 [5] 刘志平,孙涵,胡萌琦,等.农业气象自动观测原理样机的研制[J].安徽农业科学,2010,38(17):9287-9289.
 [6] 张雪芬,薛红喜,孙涵,等.自动农业气象观测系统功能设计[J].应用气象学报,2012,23(1):105-112.
 [7] 张雪芬,王秀芳,李翠娜,等.农作物主要生长参数自动观测技术综述[J].气象科技,2013,41(6):1112-1127.
 [8] 胡萌琦,黎家宜,唐新,等.基于虚拟仪器技术的农业气象自动观测系统研究[J].气象研究与应用,2010,32(2):57-59.
 [9] 中国气象局.农业气象观测规范[M].北京:气象局出版社,1993.
 [10] 北京气象局.地面气象观测规范.北京:气象出版社,2008.
 [11] 刘旭林,赵文芳,刘国宏,等.基于WebGIS的气象信息显示和查询新系统[J].应用气象学报,2008,19(1):116-122.
 [12] 张枝军.图像处理技术.北京:北京大学出版社,2006.
 [13] 王秀芳.主要农作物生长特征参数自动观测技术研究[D].成都:成都信息工学,2011.
 [14] 刘继承,姬长英.作物长势检测的应用研究现状与展望[J].江西农业学,2007,19(3):17-20.

(上接第46页)

- [5] 宋梦龙,张海龙,张鹏,等.高分一号卫星遥感数据测试分析[J].内蒙古科技与经济,2016,(2):84-86.
 [6] 宋军伟,张友静,李鑫川,等.基于GF-1与Landsat-8影像的土地覆盖分类比较[J].地理科学进展,2016,35(2):255-263.
 [7] 孙斌,李增元,郭中,等.高分一号与Landsat TM数据估算稀疏植被信息对比[J].遥感信息,2015,30(5):48-56.
 [8] 孙明,钟仕全,谢敏,等.天宫二号对地观测数据在生态评价中的应用研究[J].气象研究与应用,2018,39(4):38-41+107.

- [9] 王丽霞,卢雁,石磊.“环境一号”卫星在轨测试与应用能力分析[J].环境保护与循环经济,2009,29(4):48-51.
 [10] 邓书斌.遥感图像处理方法[M].北京:科学出版社,2010.
 [11] 王敏,高新华,陈思宇,等.基于Landsat8遥感影像的土地利用分类研究——以四川省红原县安曲示范区为例[J].草业科学,2015,32(5):694-701.
 [12] 余健.基于ZY-3影像的土地利用变化检测研究[D].东华理工大学,2018.