

气象监测在农业领域的应用与发展研究综述

李 青, 王丽娜, 袁俊超, 余 乐*, 方 凯

(浙江农林大学数学与计算机学院, 杭州 311302)

摘要:气象监测技术在农业领域的应用已经成为农业生产和管理过程中不可或缺的重要组成部分。本文对气象监测在农业领域的应用进行了综述,包括目前气象监测技术的类型、数据获取和处理方法,以及其在不同农业环境中的实际应用效果,包括气象站、卫星遥感、无人机和传感器网络等^[4]。然后,探讨了气象数据的获取和处理方法、数据采集、传输和存储等方面。接下来,针对不同类型的农业环境,详细讨论了气象监测技术在农作物种植、产量估测、病虫害防治、畜牧养殖和温室农业等方面的应用效果。最后讨论了气象监测技术的发展趋势和未来的研究方向。

关键词:气象监测;农业;数据获取和处理;天气预测;防灾减灾

DOI:10.48014/ccsr.20231014002

引用格式:李青,王丽娜,袁俊超,等. 气象监测在农业领域的应用与发展研究综述[J]. 中国计算机科学评论,2024,2(1):1-6.

0 引言

随着科学技术及高新技术的发展,我国农业正在由传统农业向现代农业转变,气象监测技术可以提供精确的气象数据,帮助农民进行精细化农业管理。而且,气象监测还可以预测天气变化,提前做好农作物的管理和调整工作。此外,气象监测技术也在防灾减灾、农业气候资源评估、天气预测等方面起到了重要作用。Yang^[12]介绍了基于气象技术的农业气象监测预警及服务平台的构建研究,并详细分析了气象灾害致灾因子,并提出了定量分析和评估的方法。Cheng^[8]分析了无人机遥感技术在我国现代农业生产中的应用,主要应用在无人机实时获取农作物数据信息、指导作物田间管理、预防农作物病虫害、预估农作物产量等方面。

1 目前气象监测技术的类型及在农业领域的应用

1.1 气象站技术

气象站是一种用于测量和记录气象要素的设备,如温度、湿度、气压、降水量等。在农业应用领域中,气象站可以提供实时的气候数据,帮助农民了解农田的气候条件。这些数据可以用于决策制定,例如合理安排灌溉时间、调整施肥方案以及预警病害发生等。

随着农业科学技术的不断进步与发展,气象站也逐渐向智能化方向迈进。智能自动气象站是利用现代信息技术和手段辅助人工监测,通过气象传感器获取环境中气温、湿度、风速等参数数据,根据实际情况及时调整或修正,智能自动气象站以物联网技术、通信技术和通信网络为支撑,可实现实时自动采集天气情况信息以及对各种气象要素进行

* 通讯作者 Corresponding author:余乐,leyu@zafu.edu.cn

收稿日期:2023-10-14; 录用日期:2023-11-21; 发表日期:2024-03-28

分析处理,并能预警未来一段时间内可能发生的灾害性天气^[1]。智能自动气象站系统结构如图 1 所示。

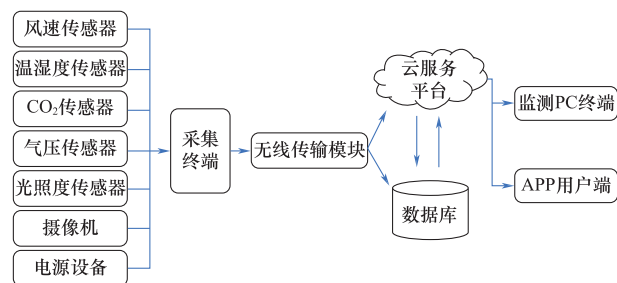


图 1 智能自动气象站系统结构

Fig. 1 Structure of intelligent automatic meteorological station system

1.1.1 应用

根据中国气象局报道,截至 2020 年底,全国 1185 个贫困乡镇实现自动气象站全覆盖。我国近 4 万个乡镇实现了自动气象站的全覆盖,自动气象站总数达到 68762 个。

自动气象站可实现 24 小时不间断观测,帮助精准施肥和灌溉管理,气象监测数据能够提供土壤湿度、降水量等详细信息,协助农民制定精确的施肥和灌溉战略。根据田地的实际需求,可以调整肥料投放量和灌溉时间,以实现精确的农业管理。

农作物种植时间优化,通过对气象数据进行监测和分析,能够获取有关适宜的种植时期和最适生长条件的农作物信息。基于气象数据预测结果,协助调整种植时间以使作物的生长速度和产量达到最佳水平。

畜牧养殖饲养环境控制,气象监测技术为畜牧场提供准确的温湿度、风向风速等数据,协助调控饲养环境。基于监测数据,可以调整牲畜通风、变温和加热等设施,为畜牧养殖提供适宜的生长环境,进而提高产出效益。

温室环境参数管理,温室气象监测技术提供光照强度和光照分布等详细信息,He 等^[12]设计了基于物联网设计的温室农业环境监控系统,通过监测得到的数据,可以根据需要辅助调整温湿度控制设备,实现对农作物生长环境的精确调控,协助调整遮阳棚、智能灯光等设备,试验结果表明系统运行可靠,实现精确控制温室内的环境参数。温室环境

测控系统结构如图 2 所示。

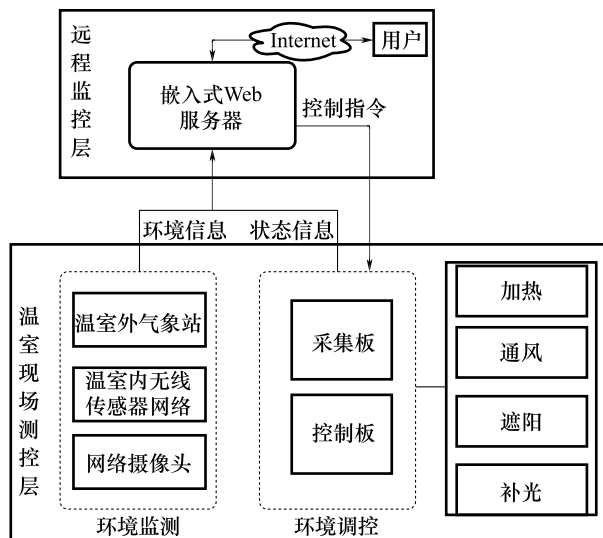


图 2 温室环境测控系统结构示意图

Fig. 2 Greenhouse environment measurement and control system structure schematic diagram

1.2 卫星遥感技术

卫星遥感技术通过搭载有效荷载传感器获取地球表面的遥感图像,并对采集到的各项数据进行处理和分析,常见的多光谱扫描仪、散射计、红外扫描仪等设备可分为主被动遥感,农业遥感领域所使用的主被动遥感技术主要依赖于光谱学原理,利用光谱反射规律(归一化植被指数,NDVI),即不同波长的电磁波在大气层和地表反射、吸收和散射的不同特性,来获取地表物体的光谱信息,从而对地表物体进行识别和分析^[7]。用以监测大范围的土地利用、植被覆盖、土壤湿度等信息。遥感卫星传输布局架构如图 3 所示。遥感影像具有高像素分辨率和多源高光谱影像的特征,可以提供详细的农田影像,在农业领域,农作物的生长状况可以通过卫星遥感数据来评估,从而实现大规模农田的气象监测和管理。此外,卫星遥感还可以用于还可以模拟农作物生长、作物长势和产量估测,正确指导农业生产,合理分配灌溉量,监测气候和地质环境的变化、洪涝等天气灾害,提高农业防灾减灾的能力^[2]。

1.2.1 应用

Yuan 等^[17]最新的研究中设计出基于卫星遥感和数据库同步设计的气象灾害监测预警系统,得到

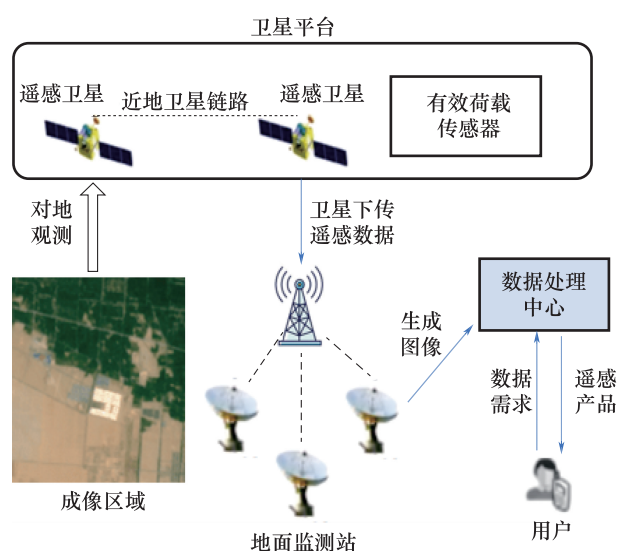


图3 遥感卫星传输布局架构

Fig. 3 Remote Sensing Satellite

Transmission Layout Architecture

实验结果符合精准监测气象灾害的应用需求,使精准监测气象灾害行为得以实现。Zhu 等^[18]提出了基于面向对象的多源卫星遥感影像技术对玉米倒伏面积提取,并评估了面向对象结果和基于像元分类的识别结果精度,实验结果表明图像的空间分辨率越高,作物倒伏面积识别结果越准确。

1.3 无人机遥感技术

无人机作为一种新型的航拍技术,在气象监测方面也有其优势,目前正成为农业遥感技术的有效补充。传统气象站点监测和卫星遥感存在一些局限性,例如,监测站点有限,空间分辨率低、布设价格高昂等问题,而无人机平台搭载了各类传感器和摄像设备,可以进行高空、低空和近距离的实时数据采集,提高了监测的便利性和效率并具有成本低、实时性等优点。

在农业中,无人机可以获取高分辨率的航拍图像和多光谱数据,用于评估土壤质量、作物生长状态和病虫害情况。农民可以根据无人机采集的数据制定针对性的农事操作计划,优化农田管理效益。应用先进的遥感技术应对气候变化带来的影响,通过提前预警、风险评估和应对决策降低灾害风险。

1.3.1 应用

据全国农作物病虫害测报网监测和专家会商

分析,预计 2022 年小麦、水稻、玉米、马铃薯等粮食作物重大病虫害呈重发态势,全国发生面积 21.4 亿亩次,比 2021 年和近 5 年平均发生面积分别增加 13.5%、10.7%,对 70% 以上的产区构成威胁^[6],病虫害已成为威胁粮食安全、制约农业生产的重要因素之一,如何对病虫害更高效的防治迫在眉睫。

因无人机操作简单、布设方便、使用成本低廉、维护简单,目前在农业领域中得到了普遍应用。无人机搭载各类遥感载荷,例如,数码相机、多光谱相机、高光谱成像仪、热红外成像仪、激光雷达(LiDAR)。当发生病虫害胁迫的农作物会引起反射光谱发生一定变化^[8],通过对反射热红外光谱异常值的监测,能够提前预测和警示与该因素相关的危害,进而及时采取预防措施,降低病虫害危害风险。Calou 等^[13]使用机器学习分类方法识别和量化香蕉黄斑病,实验证明人工神经网络和最小距离算法达到了高水平的准确性,在识别和分类叶斑准确方面取得了显著提升。

用于农作物实际播种产量的估测^[8],无人机遥感技术因其具有数据可靠准确、成本低、实时性强等特点,现在被广泛应用于对田间信息进行精准空间定位,详细记录农作物的种植面积,在精细化条件下还可评估农作物的产量。目前常用的估测作物产量的方法^[7],首先是基于植被指数的简单参数回归法,使用卫星遥感获取地面植被数值,通过参数回归模型建立植被数值和产量作物之间的关系,但其建立的参数回归模型只适用于特点研究区域和生长季节,模型适用性较差。第二种方法是数据驱动模型,该方法使用机器学习手段,输入不同类型的参数,通过非参数的机器学习统计方法建立模型随机森林 RF、支持向量机 SVM 等模型。以及基于深度学习中的 LSTM 和 DNN 算法等,改善其产量预测模型的精度。例如, Yang^[15] 在最新的研究中基于深度学习的方法估测了水稻产量,介绍了超高分辨率图像纹理和植被指数估算冬小麦地上生物量的方法,探讨了使用 RGB 机在无人机上获取超高分辨率图像纹理估算小麦地上生物量的可行性。

农作物的产量包含多种不确定影响因素,例如作物品种、种植区域的地理条件、人为和自然等复杂因素。目前开发的遥感估产模型,尤其是在发展中国家,受限制于其采集参数和需求,长期稳定的

农业气象数据和相应的产量信息难以获取,主要的数据还是依靠每个科研团队单独采集,开发的模型无法满足时空扩展要求^[16]。虽然其经过本地化后可以在当地得到良好的估产效果,但参数进一步本地化导致大空间尺度应用时精度差、效率低等。因此,如何在全国范围内开发出具有良好的可扩展性、实时便捷适用于大空间尺度产量估测的作物产量估测模型,以及如何建立农作物生理生化参数特征采集规范和共享数据库,是当前遥感估产的研究领域发展的趋势之一。

2 讨论

尽管气象监测技术在农业领域的应用已经取得了一定的成果,但仍面临一些挑战和问题。例如,遥感地面常规监测依靠站点观测,受到站点建设和分布的影响,对于较大范围的灾害难以准确观察^[2]。站点观测也不够全面客观,农民对气象数据的理解和利用程度有待加强等。目前,自动气象站在中国得到了广泛应用,但随着商业领域的推广发展,也出现了一些问题,大部分自动气象站采用集中式结构,国内各厂家生产传感器独立性差,每次维修或更换传感器都要重新校准标定,标校过程复杂^[10]。应当设计耦合度低,模块化的系统结构。而基于总线制分布式或网络型结构的自动气象站可以很好地解决,是现阶段自动气象站发展趋势之一^[10]。此外,实现自动化的遥感图像解译和病虫害监测,实践应用中也可能受到观测地形条件,植被高度等复杂情况从而出现一定的数据误差^[3]。在未来的研究中应当着眼于提升无人机遥感监测结果精度,可通过图像分类和目标检测等技术方法自动识别出图像中的农作物病虫害胁迫信息,优化机器学习和深度学习等算法,训练出更加精准的病虫害分类模型。

3 结论

综上所述,气象监测技术在农业领域的应用已经取得了一定的成果,充分利用大数据、人工智能、物联网+、云计算等新一代信息技术。但面对新阶段新任务新要求,必须清醒看到我国气象科技发展的突出问题新一轮科技革命和产业变革深入发展,

学科交叉融合攻关。以提高预报预测准确率为目标,研发中小尺度灾害性天气的高分辨率探测装备和技术^[5]。

利益冲突:作者声明无利益冲突。

参考文献(References)

- [1] 吴天明,罗桂湘,姜殿荣.虚拟现实技术在智能自动气象站中的应用——评《自动气象站技术与应用》[J]. 中国农业气象,2023,44(07):646.
- [2] 杨姝.遥感技术在农业旱涝灾害中的应用[J]. 大众标准化,2023(18):142-144.
<https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-1350.2023.18.049>
- [3] 何东礼.基于无人机遥感技术的水土保持生态建设监测实践研究[J]. 数字通信世界,2023(08):25-27.
<https://doi.org/10.3969/J.ISSN.1672-7274.2023.08.008>
- [4] 孙景兰,张志红,余卫东,等.中国农业气象观测自动化技术研究进展[J]. 气象科技进展,2022,12(04):7-13,29.
- [5] 中国气象局科技司.关于印发《中国气象科技发展规划(2021-2035年)》的通知[气发〔2022〕31号].北京:中国气象局科技司,2022(2023-10-11).
- [6] 中华人民共和国中央人民政府.农业农村部办公厅关于印发《“两增两减”虫口夺粮促丰收行动方案》的通知[农办农〔2022〕1号].农业农村部办公厅,2022(2023-11-16).
- [7] 韩宁宁.试论土壤环境监测技术的不足与发展[J]. 皮革制作与环保科技,2023,4(16):173-175.
DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-16-60
- [8] 韩少宇.基于多平台遥感数据的冬小麦长势监测和产量预测[D]. 郑州:河南农业大学,2023.
<https://doi.org/10.27117/d.cnki.ghenu.2023.000014>;4-15.
- [9] 陈会明.无人机遥感技术在我国现代农业生产中的应用[J]. 安徽农学通报,2021,27(11):131-132.
DOI:10.16377/j.cnki.issn1007-7731.2021.11.047;131-132
- [10] 沈艺敏.基于物联网的温室农业种植环境监控系统研究[J]. 农机化研究,2022,44(06):209-213.
DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2022.06.036.212
- [11] 高太长,刘西川,刘磊,等.自动气象站及气象传感器发展现状和前景分析[C]//第三届全国虚拟仪器大会论文集.2008:128-132.
- [12] 杨昆.基于气象技术的农业气象监测预警及服务平台构建研究[J]. 电子设计工程,2021,29(21):94-98.
DOI:10.14022/j.issn1674-6236.2021.21.020;95

- [13] 何耀枫,梁美惠,陈俐均,等. 基于物联网的温室环境测控系统[J]. 郑州大学学报(理学版),2018,50(01):90-94.
DOI:10.13705/j.issn.1671-6841.2017263;91-93
- [14] CALOU V B C, DOS SANTOS TEIXEIRA A, MOREIRA L C J, et al. The use of UAVs in monitoring yellow sigatoka in banana[J]. Biosystems engineering,2020,193:116-118.
DOI:10.1016/j.biosystemseng.2020.02.016
- [15] FENG H, TAO H, FAN Y, et al. Comparison of winter wheat yield estimation based on near-surface hyperspectral and UAV hyperspectral remote sensing data[J]. Remote Sensing,2022,14:4158.
DOI:10.3390/RS14174158
- [16] YANG G, TIAN Q, FENG H, et al. Estimate of winter-wheat above-ground biomass based on UAV ultrahigh-ground-resolution image textures and vegetation indices[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing,2019,150:226-244.
DOI:10.1016/j.isprsjprs.2019.02.022
- [17] BASSO B, LIU L. Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies[J]. Advances in Agronomy,2019,154:201-255.
DOI:10.1016/bs.agron.2018.11.002
- [18] 袁翔. 基于卫星遥感及数据库同步的气象灾害监测预警系统设计[J]. 计算机测量与控制,2023,31(07):71-76.
DOI:10.16526/j.cnki.11-4762/tp.2023.07.011
- [19] 朱厚文,罗冲,官海翔,等. 基于面向对象的多源卫星遥感影像玉米倒伏面积提取[J]. 遥感技术与应用,2022,37(03):599-607.
DOI:10.11873/j.issn.1004-0323.2022.3.059

A Review of Research on the Application and Development of Meteorological Monitoring in the Field of Agriculture

LI Qing, WANG Lina, YUAN Junchao, YU Le^{*}, FANG Kai

(Zhejiang Agricultural and Forestry University, Hangzhou 311302, China)

Abstract: The application of meteorological monitoring technology in the agricultural field has become an indispensable and important component of agricultural production and management processes. In this paper, the application of meteorological monitoring in the agricultural field is summarized, including the types of current meteorological monitoring technologies, data acquisition and processing methods, as well as their practical application effects in different agricultural environments, including meteorological stations, satellite remote sensing, unmanned aerial vehicles (UAVs), and sensor networks^[4]. Then, aspects of meteorological data acquisition and processing methods, data collection, transmission, and storage are explored. Next, the application effects of meteorological monitoring technology in crop cultivation, yield estimation, plant diseases and insect pests, livestock husbandry, and greenhouse agriculture are discussed in detail for different types of agricultural environments. Finally, the development trends and future research directions of meteorological monitoring technology are discussed.

Keywords: Meteorological monitoring; agriculture; data acquisition and processing; weather forecasting; disaster prevention and reduction

DOI: 10.48014/ccsr.20231014002

Citation: LI Qing, WANG Lina, YUAN Junchao, et al. A review of research on the application and development of meteorological monitoring in the field of agriculture [J]. Chinese Computer Sciences Review, 2024, 2(1):1-6.

Copyright © 2024 by author(s) and Science Footprint Press Co., Limited. This article is open accessed under the CC-BY License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

