

智慧烟叶气象服务平台的设计*

李建平¹, 冯吉¹, 陈振国¹, 崔绍秋², 李又庭^{2*}

(1. 湖北省烟草科学研究院, 武汉 430030; 2. 新宏高科信息技术有限公司, 北京 102400)

摘要:【目的】有效利用气候资源, 避开不利气象条件影响, 科学组织指导烤烟生产, 对提高生产效率、实现烟叶优质适产具有重要意义。【方法】针对烤烟生产气象服务针对性与时效性不强、精细化程度不高、服务方法手段落后的实际问题, 应用物联网、大数据、人工智能、移动互联网等现代信息技术, 建立烤烟生长环境自动监测系统, 构建烤烟农用气象服务指标体系, 制作提供个性化的气象服务产品, 建立智慧烟叶气象服务平台和手机 APP。【结果/结论】为烟叶生产管理部门和烟农及时准确地提供烤烟生长气象环境与生育状况、烤烟农用天气预报、烟草病虫害监测预警、气象灾害监测预警等信息, 实现烤烟生产多时效、专业化、精细化、直通式的气象服务。

关键词: 烟草; 气象服务; WebGIS

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20190510

0 引言

适宜的气象环境条件、科学合理地安排农事活动、有效预防烟草病虫害和气象灾害, 是烟叶优质适产的基础^[1]。烤烟不同生育期需要相适宜的热量、水分和光照, 移栽、喷药、灌溉、采烤等关键农事活动需要在适宜的气象条件下进行^[2-3]。不利的气象条件容易导致烟草病虫害的发生蔓延。我国烟区地域分布广, 地形地貌错综复杂, 地势高低悬殊, 气候复杂多样, 水、热、光照条件相差悬殊, 气象灾害多样且频发, 对烤烟生长造成较大影响^[4-5]。因此, 及时为烤烟生产部门和烟农提供精准的气象服务, 做好烟草病虫害防治和气象灾害的预报预警, 科学合理地安排烤烟生产和农事活动, 对于实现烟叶优质适产具有重要意义^[6]。

烤烟生育期气象服务是非公益性气象服务, 一般不属于各级气象部门的职能范围, 相关研究和业务建设不系统、不完善, 服务方法手段落后, 总体水平不高^[7]。目前, 烤烟气象服务还没有现代化的业务服务与支撑平台, 大多是将日常业务服务产品原样或稍作变化就提供给烟农及相关技术人员, 服务的针对性、时效性不强, 精细化程度不高, 应用不够便捷; 气象与烟草农业融合不深, 没有将气象指标和烤烟农事活动对气象的要

收稿日期: 2019-09-20

第一作者简介: 李建平(1966—), 高级农艺师。研究方向: 烟草栽培。Email: hbskys2@163.com

* 通信作者简介: 李又庭(1964—), 硕士、高级工程师。研究方向: 气象数据处理与服务。Email: gllyt@sina.com

* 项目来源: 中国烟草公司湖北省公司 2019 年重点科研项目“智慧烟叶气象服务平台”

2019年10月

求结合起来,加之天气预报的时空精细化程度不高,导致烤烟天气预报的使用价值大打折扣,不能有效地指导烟农安排烟叶生产和农事活动,不是严格意义上的烤烟农用天气预报。此外,相对于大宗农作物气象预报,烤烟农用气象预报的大部分业务没有开展或业务化运行,如病虫害气象等级预报、灾害性天气监测预警、烤烟产量质量预测等。总之,目前烤烟生育期气象服务还不能满足组织烤烟生产、安排农事活动、保障烟叶优质适产的需要。因此,建立业务化的智慧烤烟气象服务平台,为烤烟生产部门和烟农提供多时效、专业化、精细化、直通式的服务,满足烤烟生产气象服务的需要,是现阶段亟待解决的问题^[8-9]。

智慧气象服务是我国气象服务的发展趋势,其理念是“以人为本、无微不至、无所不在”,通过物联网、云计算、移动互联、大数据、人工智能等新技术的深入应用,依托于气象科学技术进步,使气象服务系统成为一个具备自我感知、判断、分析、选择、行动、创新和自适应能力的系统,更好地发挥气象信息在指导人们生产生活、促进经济社会发展中的作用,从而实现精细化、专业化、个性化的普惠气象服务^[10]。文章将着眼于烤烟生育期气象服务的需要,应用物联网、云计算等新技术和现代气象科学技术,设计智慧烤烟气象服务平台,并通过APP、微信小程序为用户提供烤烟生长气象环境与生育状况、烤烟农用天气预报、烟草病虫害监测预警、灾害性天气监测预警等数据与服务,满足科学合理安排烤烟生产和农事活动、有效预防烟草病虫害和气象灾害的需要,为烟叶优质适产奠定平台技术基础。

1 平台总体设计

1.1 设计目标

平台设计着眼于恩施州烤烟生育期气象服务的需求,以“产品专业化、服务精细化、功能模块化、技术现代化、流程自动化、应用便捷化”为目标,应用物联网、大数据、人工智能、移动互联等现代技术,依托现代气象科技,建立湖北恩施烟区智慧烟叶气象服务平台,构建以基础业务服务为支撑、以用户为中心的定制式、个性化烟叶生产气象服务体系,并通过WebGIS平台和手机APP为用户提供烤烟生长气象环境与生育状况、农用天气预报、病虫害监测预警、气象灾害监测预警等数据服务,为烟叶生产提供多时效、专业化、精细化、直通式的服务。

1.2 总体架构

平台采用面向服务的架构(SOA)模式,基于B/S开发模式,按照分层构架的方式进行设计。建立智慧烤烟生育期气象服务体系与业务流程,并提供良好的可扩展机制,最大限度地保障系统建成后稳定高效运行和系统未来的可扩展性。平台采用模块化设计,除数据交换中心外,其余模块相互独立,并行运算,互不干扰。所有分系统通过统一界面进行整合与集成,实现统一的用户登录与认证机制。平台采用5层架构,分别由感知层、传输接入层、数据层、数据应用层、展示层构成(图1)。

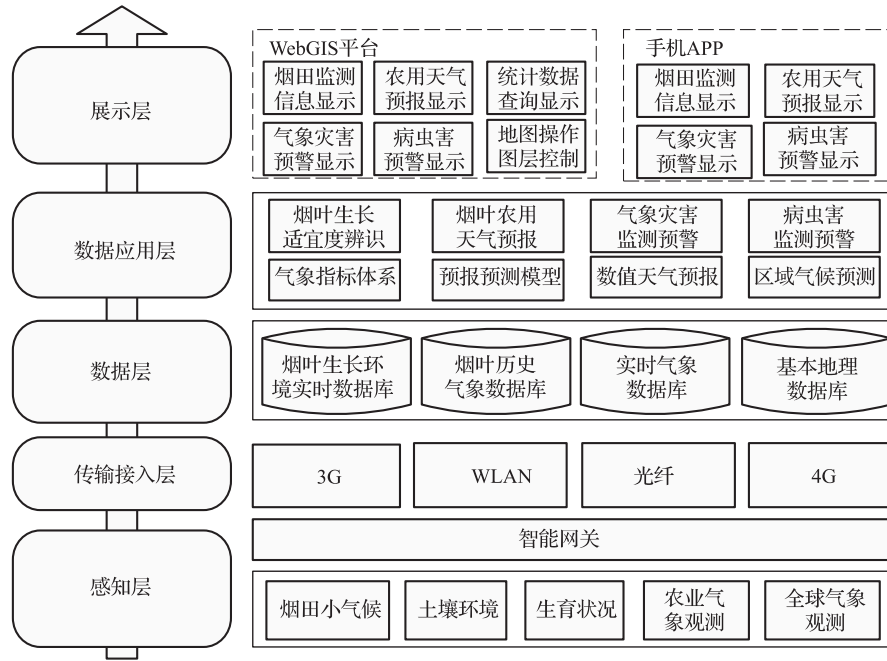


图 1 智慧烟叶气象服务平台架构

Fig.1 Architecture of the intelligent meteorological service platform

1.3 功能设计

平台基于农业气象业务体系技术框架，具有烤烟生长气象环境与生育状况自动监测、气象数据处理、烤烟农用天气预报、烟草病虫害监测预警、气象灾害监测预警等功能，为智慧烟叶气象服务提供支撑（图 2）。

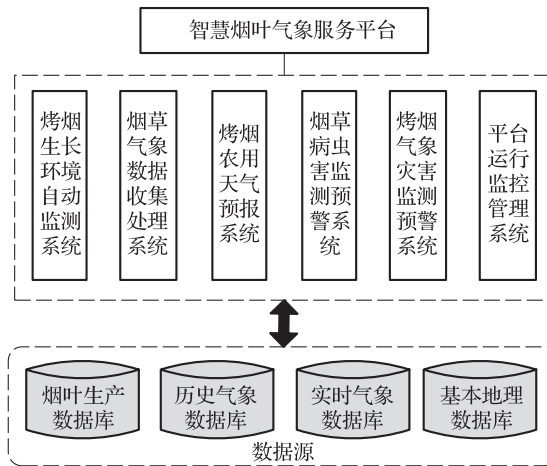


图 2 智慧烟叶气象服务平台功能组成

Fig.2 Functions of the intelligent meteorological service platform

通过烤烟生长环境与生育状况自动监测系统，自动监测烟田小气候、土壤温湿度状况和烤烟生育状况，自动传输监测信息，并实现采集信息的数字化、规范化存储。烟草

2019年10月

气象数据收集处理系统收集烤烟生产相关的气象数据与生产数据，进行质量控制与融合处理，建立气象数据库与烤烟生产数据库，完成气候资料统计。农用天气预报系统制作烤烟生长气象土壤环境适宜度指数和播种、起垄、移栽、喷药、施肥、采烤等主要农事活动的适宜度预报。烟草病虫害监测预警系统基于烤烟病虫害气象等级预报模型，制作发布病虫害发生发展气象等级预报。烤烟气象灾害监测预警系统制作提供旱灾、冷害、热害、雹灾、风灾、涝渍、阴雨寡照等烤烟气象灾害预警预报。

1.4 业务流程

平台通过物联网、互联网实时收集烟田自动监测数据、各种气象观测数据和烤烟生产相关数据，经过质量控制、融合处理、入库处理，建立实时数据库和历史数据库；通过对海量历史数据的挖掘和统计分析，建立智慧烤烟气象服务的气象指标与预报预测模型；结合各种监测数据、数值天气预报预测数据，计算烤烟生长适宜度指数并制作农用天气预报、气象灾害监测预警、病虫害气象等级预报等产品；最后通过 WebGIS 平台和手机 APP 提供气象服务。业务流程见图 3。

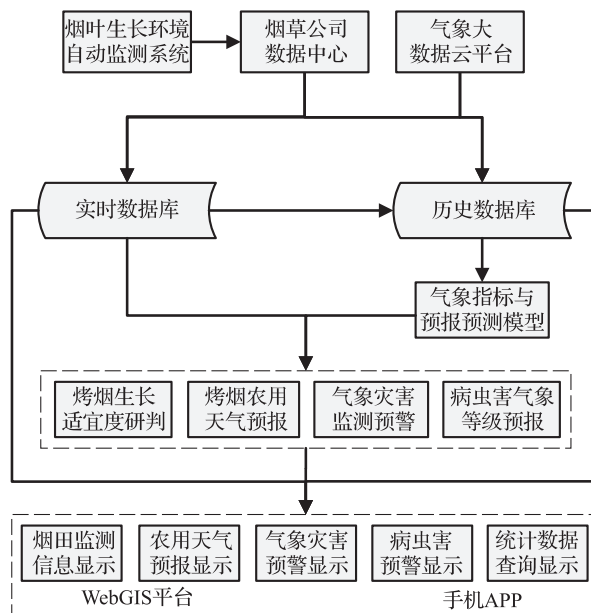


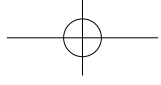
图 3 智慧烟叶气象服务平台业务流程
Fig.3 Operation of the intelligent meteorological service platform

1.5 用户对象

平台用户分为智慧烟叶气象服务平台服务对象、智慧烟叶气象服务 APP 服务对象和平台管理维护人员三大类。

(1) 智慧烟叶气象服务平台服务于烟叶生产决策部门，主要为烟草公司的各级管理与技术人员，以便组织实施辖区的烟叶生产，指导烟农安排农事活动、预防气象灾害和病虫害。

(2) 智慧烟叶气象服务 APP 主要服务于烟草种植人员，以便于烟农及时掌握烟叶生



长气象环境与生育状况、天气及其变化，科学合理地安排农事活动，做好气象灾害和病虫害的预防工作。

(3) 平台管理维护人员主要负责对平台的正常运行和功能维护，实现平台用户权限管理，业务数据、业务参数、数据库维护管理和平台定期检查维护等功能。

2 关键技术

2.1 烤烟生长气象环境及其变化监测

及时、准确地掌握烤烟生长气象环境及天气变化，是制作针对性、时效性强的专业化、精细化烟叶生产气象服务产品的基础。系统应用物联网、移动互联等技术以及现代自动气象观测技术，建立烤烟生长环境自动监测系统、烤烟气象数据收集处理系统，自动监测烤烟生长的气象、土壤环境与生育状况，实时收集处理烟区气象监测数据与预报数据，烟叶生产管理部门和有关人员通过终端（平台和 APP）可以实时掌握烤烟生长气象土壤环境及其变化、生育状况，对烟草病虫害防治、烤烟发育期等重要阶段农事活动具有重要意义，保障了烤烟生育期气象服务的针对性、时效性、准确性和精细化程度。

烤烟生长环境自动监测系统由烟田小气候自动观测站、烟田土壤水分自动观测站和烤烟生育状况自动监测站 3 个部分组成，部署在烤烟主要种植区。通过小气候观测设备和土壤温度观测仪，自动监测烤烟生长气象环境与土壤环境要素，包括气温、相对湿度、风向、风速、雨量、气压、日照等气象要素，以及土壤温度、湿度等土壤要素；通过高清摄像设备高频次获取观测点的各生育期烤烟长势信息。为有效传输实时监测数据，将实时监测的气象数据和实景高清图像分开发送，气象数据通过 GPRS 发送到中心站，实景高清图像由于数据量较大，需通过 3G/4G 网络发送到中心站。

烟草气象数据收集处理系统收集处理气象部门在烟区实时气象 / 土壤观测数据、历史气象观测数据和天气预报数据，对气象 / 土壤观测数据进行质量控制处理，并将气象部门的气象 / 土壤观测数据与烤烟生长环境自动监测的气象 / 土壤数据进行融合处理，形成时空分辨率高实时烤烟生长气象环境数据和天气预报数据，从而方便有关人员及时、准确掌握烤烟生长气象环境及天气变化。

2.2 气象服务指标与预报预测模型构建

烟叶气象指标是烤烟经当地生长环境适应后，在较长时期内对光、温、水等自然条件生存能力的具体化表示，包括生理性指标、生长适应性指标（即生物学指标）和烟叶生产指导性指标（烟叶气候指标）等。科学合理地确定烟叶气象指标，对于气象与烟叶生产的深度融合、有效提供烟叶农用天气预报、病虫害气象等级预报、灾害性天气监测预警具有十分重要的意义。各种预报预测、评价模型既是气象与烟叶生产融合的结果，也是实施烟叶生产气象服务的关键技术环节，各种模型的质量直接决定着烟叶气象预报预测的效果和气象服务的质量。

该平台运用大数据挖掘技术，对历史烟叶数据、气象数据、病虫害数据、灾害性天

2019年10月

气数据进行综合分析研究，并与烟区技术人员、烟农和气象专家进行广泛深入的探讨，最后通过统计分析专家打分来确定烟叶气象指标。

各种预报预测模型采用多种数学关联分析和建模方法，依托气象观测、土壤、病虫害、灾害性天气等历史基础数据，建立烟叶生长环境适宜性模型、烟叶农事活动适宜性模型、病虫害气象等级预报模型、气象灾害预报预测模型等，并随着数据的累积，逐步修正、完善各类模型。

以病虫害气象等级预报模型建立为例，该模型构建主要包括2步：(1)对烟区历史病虫害数据和气温、积温、降水、湿度、日照等历史气象数据进行关联性统计分析，或采用主成分分析方法，根据因子贡献率，选取若干显著的气象因子；(2)采用多元回归分析方法，以气象要素为因子，以病虫害的发病率、发生程度为预报量，建立病虫害发生气象等级的预报模型。模型建立后，随着模型的应用和数据的积累，不断修正、完善模型。

2.3 烟叶气象服务产品制作

及时制作专业化、精细化的烟叶气象服务产品，是有效实施智慧烟叶气象服务的关键。气象服务产品主要包括生长适宜度监测及预报产品、农用天气预报产品、气象灾害监测预警产品和病虫害预警产品，其空间分辨率可达到乡镇、监测站一级，时间分辨率一般为h、3h、d等。

生长适宜度包括气温、水分、光照和综合适宜度，分为最适宜、较适宜、基本适宜、不适宜等4个等级。农用天气预报给出1周内的主要农事活动（起垄、移栽、施肥、喷药、采烤等）的适宜等级。气象灾害包括旱灾、冷害、热害、雹灾、风灾、涝渍、阴雨寡照等7种，分为轻度、中度、重度等3个等级。病虫害预警产品为恩施烟区主要病虫害气象等级预报。

服务产品的制作由相应的功能模块在平台后端自动实时完成，各功能模块基于监测的气象土壤数据、天气预报和气候预测数据，根据相关气象指标、预报预测模型进行分析计算，实时快速生成专业化的烟叶气象服务产品，再发送给终端服务对象。如图4为农用天气预报产品制作技术流程。

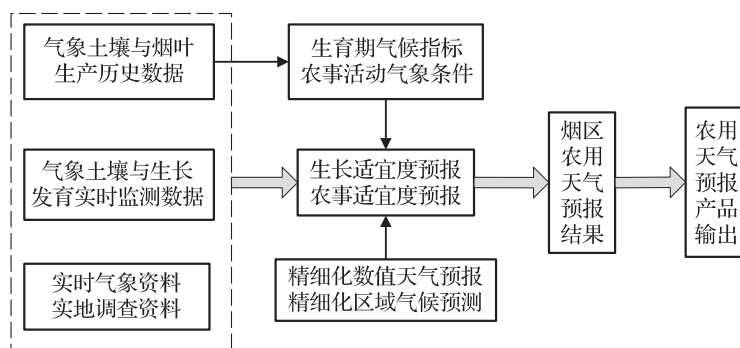


图4 农用天气预报产品制作技术流程

Fig.4 Technical process of making agricultural weather forecast products

2.4 烟叶生产气象服务渠道

服务方式是确保服务效果的重要因素。针对烟叶生产组织管理部门和烟草种植人员两类用户，通过智慧烟叶气象服务平台门户网站和 APP 2 个渠道分别提供气象服务。

智慧烟叶气象服务平台门户网站以单站和区域分布图方式显示恩施州（辖区）的烟叶气象服务产品，主要内容包括：①烟叶生长环境自动监测信息、生长适宜度信息；②烟区天气实况；③生长适宜度与农用天气预报；④病虫害气象等级预报信息；⑤烤烟气象灾害监测预警信息；⑥气候与烟叶生产统计资料。

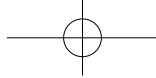
智慧烟叶气象服务 APP 结合地理位置与用户身份识别信息，提供“点对点”个性化需求服务，用户可以获取感兴趣位置的烤烟生长气象环境监测数据、烤烟生长高清影像、生长适宜度监测预报、天气实况与预报、关键农事活动适宜预报、气象灾害监测预警信息、主要病虫害气象等级预报等。

3 结论

智慧烟叶气象服务平台充分应用物联网、云计算、移动互联、大数据、人工智能、WebGIS 和现代气象科学技术，为恩施州烟叶生产提供智慧化、精细化、专业化和个性化气象服务，便于烟叶生产管理部门、技术人员和烟农及时、准确、全面地掌握烤烟生长的气象土壤环境及其变化情况、气象灾害发生及预警、病虫害发生蔓延的气象环境条件，从而科学组织烤烟生产，合理安排农事活动，有效预防病虫害和气象灾害，有效促进烟叶优质适产。这种服务模式还处于探索阶段，加之烤烟生产具有较强的地域性，智慧烟叶气象服务的内容、方法手段和服务效果尚待实践中不断丰富完善。以下 2 个方面是今后智慧烟叶生产的研究重点：一方面是服务内容需要不断丰富，并与当地烟叶生产实际深度融合；另一方面，气象服务指标与预报预测模型需要不断修改完善，不断提高烟叶生产气象服务的针对性和有效性。

参考文献

- [1] 贺升华,任炜,程建刚,等.烤烟气象.昆明:云南科技出版社,2001.
- [2] 王建林.现代农业气象业务.北京:气象出版社,2010.
- [3] 刘荣花,赵国强.现代农业气象服务手册.北京:气象出版社,2014.
- [4] 陈怀亮,王建国.现代农业气象业务服务实践.北京:气象出版社,2014.
- [5] 孙健,朱祥瑞,屈雅.助力气象企业成长(中国气象服务产业发展报告).北京:气象出版社,2016.
- [6] 孙立德,孙虹雨.农业病虫害气象学.沈阳:辽宁科学技术出版社,2015.
- [7] 杨太明,吴文玉,等.省级农业气象灾害服务保障系统.北京:气象出版社,2013.
- [8] 赵领军,李道亮,吴兵,等.农业物联网技术在现代农业中的应用.中国农业信息,2019,31(2):120~126.
- [9] 顾骏强,何耀,杨智,等.面向未来的智慧农业气象精细化服务系统的设计.测绘与空间地理信息,2017(10):221~224.
- [10] 申格,吴文斌,史云,等.我国智慧农业研究和应用最新进展分析.中国农业信息,2018,30(2):1~14.



Design of the intelligent meteorological service platform for the growth period of tobacco

Li Jianping¹, Feng Ji¹, Chen Zhenguo¹, Cui Shaoqiu², Li Youting^{2*}

(1. Hubei Tobacco Science Research Institute, Wuhan 430030, China; 2. Xinhong High-Tech Information Technology Co., Ltd., Beijing 102400, China)

Abstract: [**Purpose**] The research is carried out to utilize the climate resources effectively, avoid the influence of adverse meteorological conditions, scientifically organize and guide the production of flue-cured tobacco, improve the production efficiency and realize the high quality and suitable production of tobacco. [**Method**] In view of the practical problems such as weak pertinence and timeliness, low refinement and backward service methods and means of flue-cured tobacco production meteorological service, the modern information technology such as internet of things, big data, artificial intelligence and mobile internet were applied to establish the intelligent meteorological service platform and mobile app for the growth period of tobacco, which includes the automatic monitoring system for flue-cured tobacco growth environment, the flue-cured tobacco agrometeorological service index system and the production of personalized meteorological service products. [**Result/Conclusion**] The platform can provide timely and accurate information for tobacco production and management for departments and farmers, such as the growth meteorological environment and growth status of flue-cured tobacco, the weather forecast for flue-cured tobacco farming, the monitoring and early warning of tobacco diseases and insect pests, the monitoring and early warning of meteorological disasters and so on. It realizes the multi time space, specialization, refinement and direct meteorological services for flue-cured tobacco production.

Key words: tobacco; meteorological service; WebGIS