

河南省农业灾害遥感动态监测体系建设与应用

刘 婷¹, 王来刚¹, 左守亭², 杨春华³

(1. 河南省农业科学院 农业经济与信息研究中心, 河南 郑州 450002; 2. 河南省财政厅, 河南 郑州 450000;

3. 河南省林业科学院, 河南 郑州 450000)

摘要: 为实现河南省农业灾害(旱灾、水灾、雪盖、秸秆焚烧)的遥感动态监测, 利用 3S 技术集成, 借助多源卫星数据, 依托地—空三维农业灾害监测网络, 创建了河南省农业灾害遥感监测系统平台, 实现了农业灾害监测应用, 为全省防灾减灾工作提供了可靠的信息技术依托。

关键词: 农业灾害; 遥感监测; 3S 技术; 系统应用; 河南省

中图分类号: S127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-3268(2012)07-0155-06

Construction and Application of Remote Sensing Dynamic Monitoring System for Agriculture Disaster in Henan Province

LIU Ting¹, WANG Lai-gang¹, ZUO Shuo-ting², YANG Chun-hua³

(1. Agricultural Economy & Information Research Center, Henan Academy of Agricultural Sciences,

Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Provincial Department of Finance, Zhengzhou 450000, China;

3. Henan Academy of Forestry, Zhengzhou 450000, China)

Abstract: To realize the remote sensing dynamic monitoring of agriculture disasters (including drought, flood, snow cover and crop straw burning) in Henan province, the agriculture disaster remote sensing information system was constructed by means of the ground- and space-agriculture disaster network, 3S technology and multi-source remote sensing data. The system has been applied in Henan province, providing the reliable information for preventing or reducing the disasters.

Key words: agriculture disaster; remote sensing monitoring; 3S technology; system application; Henan province

河南省地处我国中东部的中纬度内陆地区, 自南向北由北亚热带向暖温带气候过渡, 四季分明、雨热同期、自然灾害频繁。近几年, 极端灾害事件频繁发生, 如 2005 年初河南冬小麦遭受罕见冻害, 受灾面积达 150 万 hm^2 ; 2007 年夏季河南境内淮河流域部分县遭受严重水灾; 2009 年华北黄淮地区发生特大旱灾, 河南省农作物受灾面积达 157.9 万 hm^2 ; 2011 年河南省冬小麦再次遭受干旱肆虐, 受灾面积达 106.7 万 hm^2 。如何及时、准确地获取农业灾害信息, 不仅是防灾减灾工作的基本要求, 也是各级政

府进行农业宏观管理的基本保障。因此, 加强河南省农业灾害的监测研究, 建立高效的农业灾害监测系统已迫在眉睫。

利用遥感技术进行农业灾害监测, 是指基于灾害发生前后作物(或地面)光谱反射率特征的差异进行灾害的解译和灾害评估, 其物理意义十分明确, 它与传统的农业灾害监测相比, 无论在时效性、空间性还是经济性等方面都具有十分明显的优势, 逐渐成为我国农业灾害监测的重要手段。本项目经过 5 a 的探索研究, 选取 NOAA-AVHRR、EOS-MODIS、

收稿日期: 2012-04-16

基金项目: 河南省重点科技攻关项目(082102140009)

作者简介: 刘 婷(1968-), 女, 湖北武汉人, 副研究员, 主要从事农业经济与农业遥感应用研究。

E-mail: liuting32002@yahoo.com.cn

LANDSAT-TM、环境减灾卫星等多源卫星数据,利用 3S 技术集成,依托地—空三维农业灾害监测网络,建立了河南省农业灾害(旱灾、水灾、雪盖、秸秆焚烧)遥感动态监测应用平台,旨在从宏观和微观角度全面监测农业灾害的发生发展,实现农业灾害动态监测,为农业防灾减灾工作提供可靠的信息资源。

1 河南省农业灾害遥感动态监测体系构建

1.1 遥感动态监测系统建设

1.1.1 系统总体建设框架 从农业灾害监测的内容和目的看,系统总体框架由数据层、模型层和应用层构成。其中数据层是基础,模型层是系统的核心,应用层是系统的信息表达与目标服务窗口(图 1)。

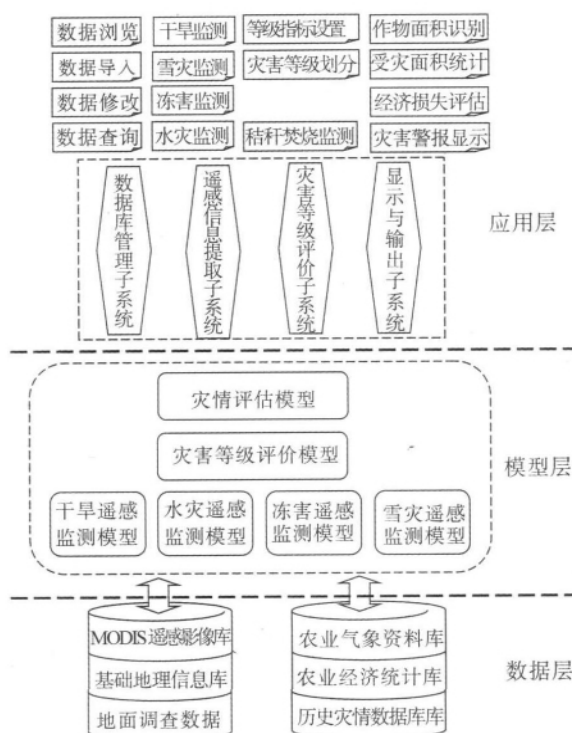


图 1 河南省农业灾害遥感监测系统总体框架

1.1.2 系统结构与功能 依据平台设计目标,从结构与功能上将应用层划分为灾害遥感信息提取子系统、数据库管理子系统、灾害等级评价子系统、监测结果显示与输出子系统(图 2)。

灾害遥感信息提取子系统:获取遥感数据后,结合地面调查及基础数据的采集,根据不同灾害的监测要求确定卫星数据的不同敏感波段以及灾害信息提取模型,提取灾害监测专题信息。

数据库管理子系统:翔实而完备的数据库是实



图 2 系统功能结构

现信息系统各项功能的关键和核心。为实现实时农业灾害动态监测预警,系统涉及到遥感影像库、河南省基础地理信息库、地面调查数据库、农业气象资料库、农业经济统计数据库、历史灾情数据库等众多数据。建立了包括空间数据库和属性数据库的数据库管理子系统,对各类数据进行一致性检验和归一化处理,包括类型一致性、精度一致性、编码一致性等,使空间数据与属性数据能够较好的匹配。系统提供数据的输入、修改、删除、检索、查询服务。通过添加、删除、修改记录对数据库进行随时的维护与管理。

灾害等级评价子系统:农业灾害的损失是多方面的,可以从不同的角度去衡量。包括灾害经济损失大小、灾害影响范围、灾害对人的生存环境影响等不同指标。根据不同灾害的特点及机理来选取评价因子,建立灾害评价指标,利用数学方法建立数学模型。结合已有的灾情等级划分标准对现有灾害进行等级评价。

监测结果显示与输出子系统:农业灾害动态监测系统的功能体现是依靠该子系统表达与传递的。它包括农业灾害区域数据查询与统计、农业灾害预警信息的表达与服务。该系统产品输出包括图像输出、图表制作、页面设置、产品入库等。

1.2 农业灾害地面监测与评估网络的构建

1.2.1 地面监测与评估网络建设 2009 年项目组在全省建成 50 个县级地面调查基地,布设了 149 个

业外监测样方(图 3),每个县设一个专业技术调查员,形成了河南省农业灾害监测的地面监测网络,与卫星遥感监测系统共同组成省县两级地—空三维监测网络。从宏观和微观角度全面进行干旱、洪涝、雪盖、秸

秆焚烧等农业灾害的动态监测,逐步建立集 3S 技术于一体的高时空分辨率的农业灾害监测系统。地面调查结果作为农业灾害遥感监测提供了快速准确的地面信息,为形成准确的立体灾害监测提供了保障。

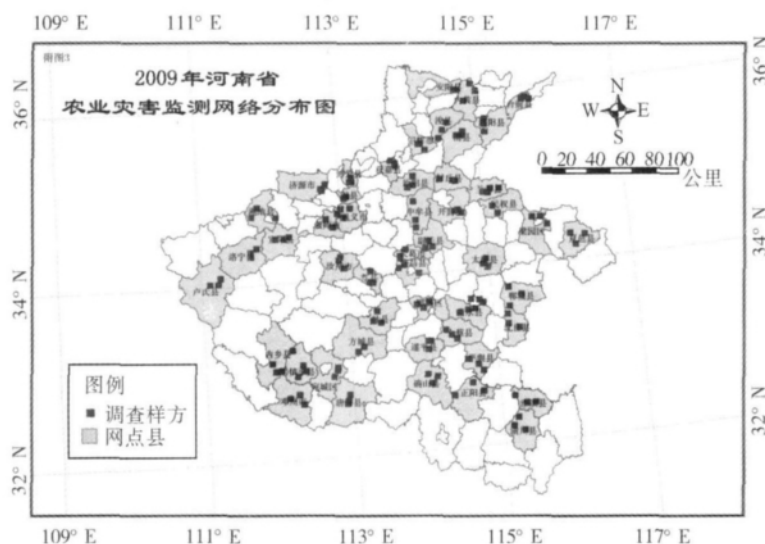


图 3 河南省农业灾害监测网络分布

1.2.2 地面监测与评估的内容 按样方布设和观测要求,对样方内作物生长信息及农业灾害信息实施定期上报,并用数码相机记录样方内灾害情况。主要调查内容包括作物生育期、作物生长状况、农业自然灾害、病虫害、秸秆焚烧、地下水位调查、土壤墒情、田间管理措施等。其中,农业灾害的上报信息涵盖灾害发生的地点、程度,样方内及周边地区灾情的定性描述与评定,灾害发生对农作物长势和产量的影响等内容。

1.2.3 地面调查频率与时间安排 根据作物生长规律,小麦生长季共安排 9 次监测(10 月 5 日、12 月 29 日、1 月 29 日、3 月 13 日、3 月 29 日、4 月 13 日、4 月 29 日、5 月 13 日、5 月 29 日),玉米生长季 30 d 监测上报一次(6 月 29 日、7 月 29 日、8 月 29 日),共进行 3 次监测。全年合计地面调查 12 次。如遇突发灾害随时调整地面监测时间。

2 河南省农业灾害遥感监测应用

从 2007 年起,该系统在河南进行了示范应用,先后进行了冬小麦旱情监测 4 次,水灾监测 1 次,雪盖监测 1 次,秸秆焚烧监测 4 次,为国家遥感中心农业应用部、河南省农业资源区划办公室、偃师市农业技术推广中心提供 9 次监测报告及图件。

2.1 旱情监测

利用环境减灾卫星影像,通过计算垂直干旱指

数(PDI)、改进型的垂直干旱指数(MPDI)与植被供水指数(VSWI),在豫北地区进行了旱情监测试验,结合土壤相对湿度数据,对比分析了 3 种干旱监测模型在豫北地区不同小麦生育期干旱监测的效果与差异性。结果显示,PDI 与 MPDI 适合于稀疏植被地表干旱监测,但 MPDI 在植被覆盖较高时也具有满意的监测效果,VSWI 引入了反映作物长势的 NDVI,因此适用于作物蒸腾较强的季节。该研究进一步提高了干旱监测精度,为田块尺度下的干旱监测提供了技术途径。

本次监测选取 2010 年 12 月 10 日、2011 年 1 月 30 日和 2011 年 4 月 4 日的环境减灾卫星数据,经过投影变换、大气校正等数据预处理后,裁出包含河南省豫北地区的局地数据集。将数据输入系统,根据不同生育期自动选择不同干旱监测指标,再根据各监测区地面土壤湿度观测数据作为定标点,参照农业气象中有关旱情的划分标准,将每个监测分区的植被供水指数划分为 5 个等级,生成栅格化的旱情等级分布图(图 4)。结合河南省行政区划图,统计出各地区内分布的“重旱、中旱、轻旱、适宜、湿润”的像元数和像元的大小,计算其分布的面积。

根据同期豫北 39 个监测样方 3 次调查验证,有 90% 以上的样方在旱情等级评价上与监测结果一致。

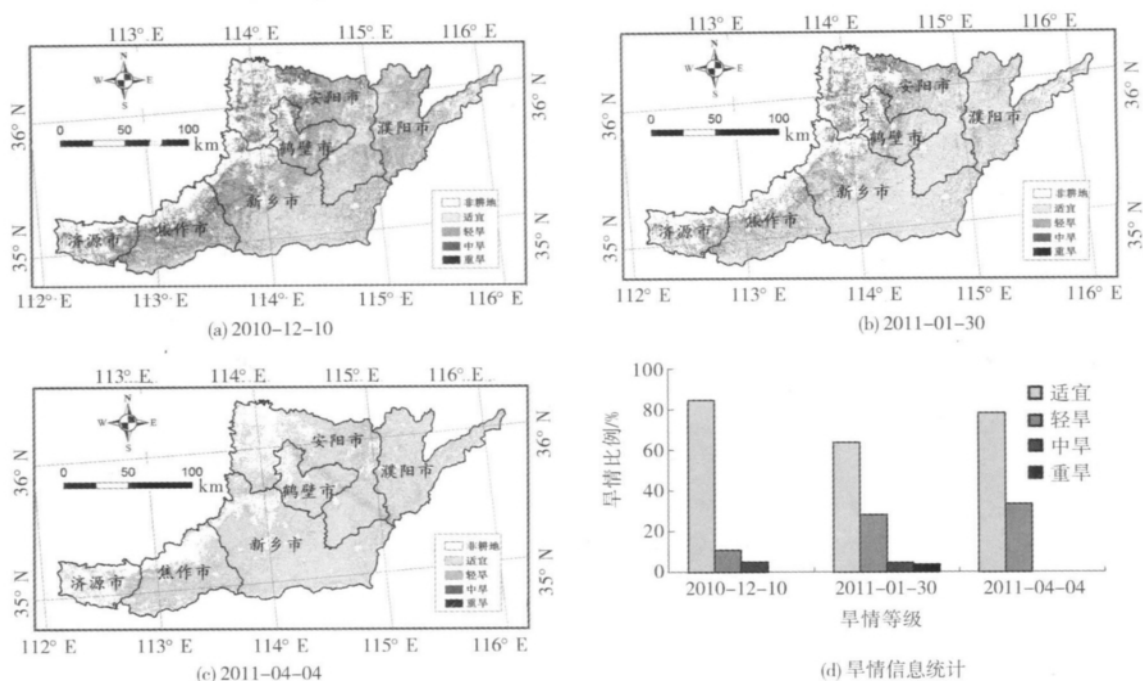


图 4 豫北地区不同时期干旱等级分布及统计

2.2 水灾监测

水灾监测的基本思路是利用多时相遥感影像解译结果,通过对灾前遥感图像的综合判读和分析,结合地面调查验证,建立正常或警戒水位条件下河流、水库、湖泊、塘坝等临界特征水域的警戒水域背景库,将洪涝灾害发生时水体遥感监测结果与警戒水域背景库的数据进行比较,提取洪涝灾害发生时的淹没面积和地理位置信息,结合地理信息数据库,综合评价灾害的时空分布情况和受灾程度。其技术流程如图 5。

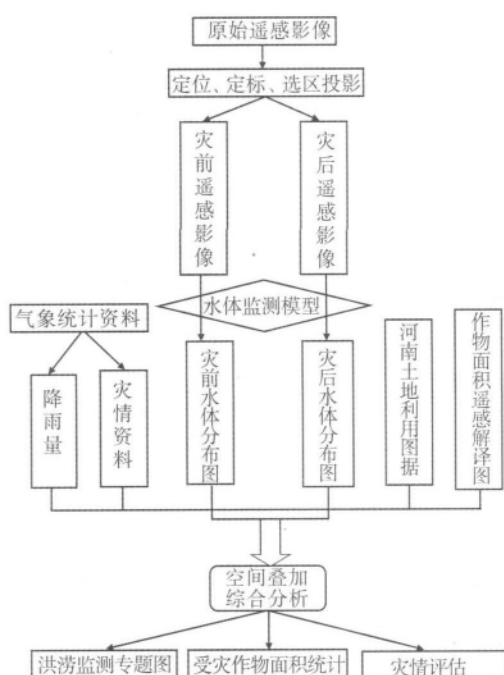


图 5 水灾监测流程

本次监测选取河南省新蔡县 2007 年 4 月 5 日(灾前)和 2007 年 7 月 18 日(灾后)的中巴资源卫星遥感影像,经预处理后输入水灾监测模块,利用归一化水体指数提取水体面积,然后进行空间叠加、分析,得到新蔡县水灾空间分布图(图 6)。

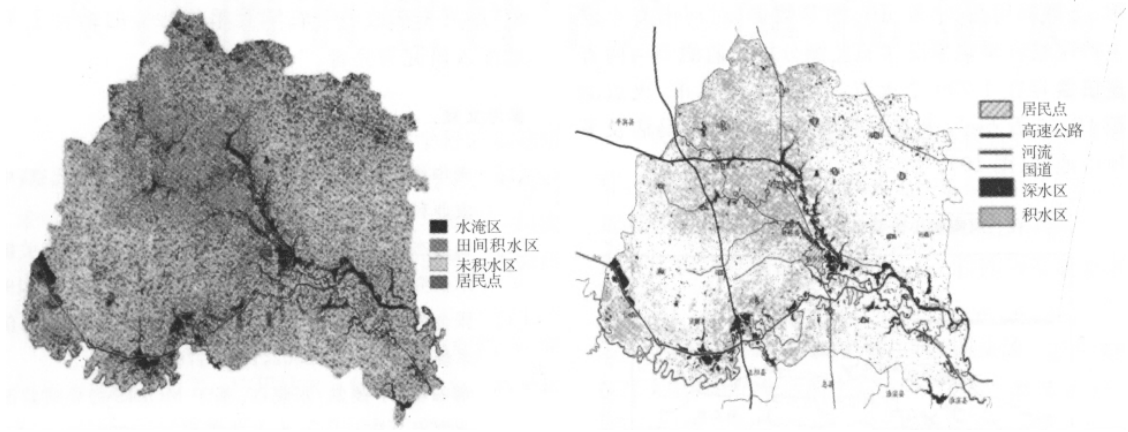
2007 年 7 月 21 日,课题组对新蔡县进行了实地调查验证,利用 GPS 取点 18 个,与遥感监测结果对比,其中 16 个点与监测结果一致,监测精度达 89%。

2.3 雪盖监测

雪盖信息提取是基于反射特性的归一化差分积雪指数,该指数是基于雪对可见光与短波红外波段的反射特性和反射差的相对大小的一种测量方法,主要利用 MODIS 数据中第 4、6 波段的反射率。其提取流程如图 7。

本次监测对 2008 年 1 月 12 日至 2008 年 2 月 5 日共 16 景河南省 MODIS 数据进行筛选,选取 2008 年 1 月 16 日、29 日和 31 日质量较好的 MODIS 数据,对 2008 年河南雪盖实施监测。经系统提取雪盖信息后,结合河南省行政边界图、土地利用图、耕地分布图等数据,得到河南省耕地雪盖监测结果(图 8)。

根据小麦生长季地面监测时间安排,2008 年 1 月 29 日对雪盖实施的地面监测中,全省共收到 149 份样方调查表,对比监测结果,其中 131 个样方上报数据与监测结果一致,监测精度达 88%。



2007 年 7 月 18 日新蔡县水灾分类结果

2007 年 7 月 18 日新蔡县水灾监测结果

图 6 2007 年 7 月 18 日新蔡县水灾监测结果

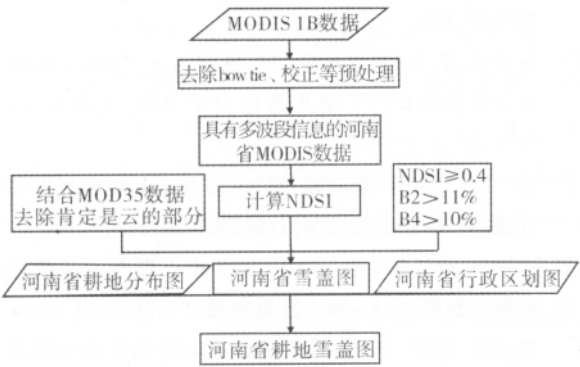


图 7 雪盖监测技术流程

2.4 秸秆焚烧监测

秸秆焚烧火点信息提取是在 MODIS 火点数据基础上,利用 GIS 分析工具进一步分析提取的。MODIS 火点数据的算法为“上下文相关探测算法”,其原理是通过计算中心像素元与周围像素元温度的统计特征,设置若干判据和阈值来实现热异常探测,主要包括火点确定、耀斑滤除。秸秆焚烧监测流程如图 9。

本次监测选取 2008 年 5 月 29 日至 6 月 14 日的 MODIS 卫星数据、1 : 100 000 河南省行政边界

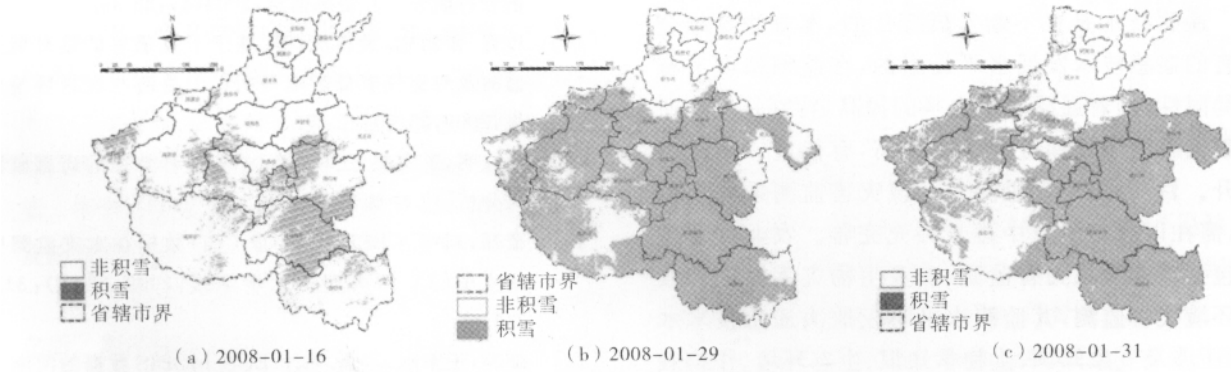


图 8 河南省积雪分布监测结果

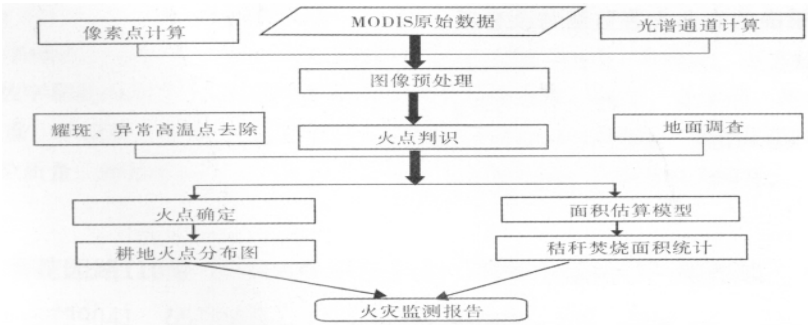


图 9 秸秆焚烧监测流程

图、土地利用图、小麦分布图等数据,对河南省小麦主产区秸秆焚烧情况实施监测分析。监测到河南省麦田共存在 1 799 个火点,涉及 63 个县市,火点面积 18.93 万 hm^2 ,火点主要集中在南阳、驻马店及平顶山地区(图 10)。

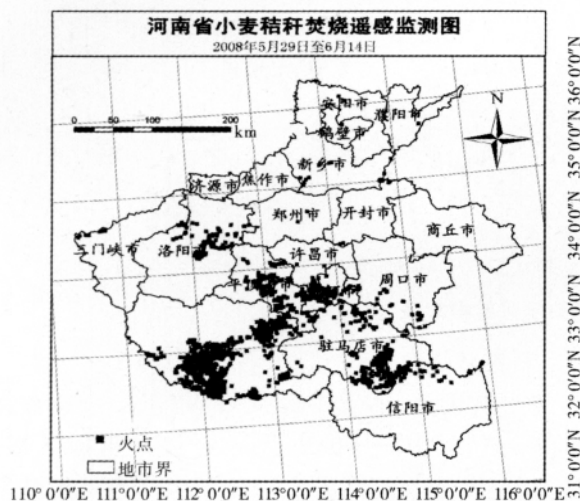


图 10 2008 年河南省小麦秸秆焚烧监测结果

3 小结

本项目构建的河南省农业灾害动态监测应用系统,经过 5 a 的研究与实践,各种灾害监测指标与模型得到了验证与完善,其成果应用得到国家、省、县相关部门的肯定,现已为各级相关部门提供灾情信息服务。

遥感技术是在不断发展变化的,本方法是结合现有的遥感技术发展水平提出的,在监测精度上有其局限性,随着遥感技术水平的提高,特别是国产遥感数据源的增加和分辨率的提高,有待进一步改进提升。目前,病虫害监测未在该灾害监测系统中涉及,需在以后的研究中逐步补充完善。农业灾害监测包括农业气象灾害监测、农业生物灾害监测和农业环境灾害监测,其监测水平不仅取决遥感技术水平,还涉及气象知识、生物学知识、生态环境、作物栽培技术、灾害等级界定、灾害防御知识体系构建等众多因素,要建立完善、精准的农业灾害监测与预警系

统,还需要在遥感与农学等相关学科的结合上不断地深入研究与完善。

参考文献:

- [1] 唐华俊,周清波.资源遥感与数字农业[M].北京:中国农业科学技术出版社,2005.
- [2] 杨邦杰,裴志远,周清波,等.我国农情遥感监测关键技术研究进展[J].农业工程学报,2002,3(18):191-194.
- [3] 张金恒,朱德柱.基于 3S 技术构建农业灾害监测信息系统[J].灾害学,2002,17(2):76-81.
- [4] 郝石磊,李茂堂,张晓红.基于 MODIS 的旱情监测系统实现及应用[J].水电能源科学,2008,26(3):126-128.
- [5] 杜云艳,周成虎.水体的遥感信息自动提取方法[J].遥感学报,1998,2(4):264-268.
- [6] 王天旭,袁士聪,安裕伦,等.贵州山区 CBERS 影像的水体自动提取[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2007,25(3):35-37.
- [7] 梁天刚,刘兴元,郭正刚.基于 3S 技术的牧区雪灾评价方法[J].草业学报,2006,15(4):122-128.
- [8] 魏锋华,李才兴,扎西央宗.基于中巴资源卫星数据的积雪监测研究[J].国土资源遥感,2007(3):31-35.
- [9] 曹云刚,刘闯.从 AVHRR 到 MODIS 的雪盖制图研究进展[J].地理与地理信息科学,2005,21(5):15-19.
- [10] 惠凤鸣,田庆久,李英成,等.基于 MODIS 数据的雪情分析研究[J].遥感信息,2004(4):35-39.
- [11] 厉青,张丽娟,吴传庆,等.基于卫星遥感的秸秆焚烧监测及对空气质量影响分析[J].生态与农村环境学报,2009,25(1):32-37.
- [12] 何立明,王文杰,王桥,等.中国秸秆焚烧的遥感监测与分析[J].中国环境监测,2007(1):43-50.
- [13] 范磊,刘婷.CBERS-02 星 CCD 数据在水灾监测中的应用[J].河南理工大学学报,2009,28(3):312-315.
- [14] 刘婷,王来刚,范磊.基于 EOS/MODIS 数据的河南省小麦秸秆焚烧监测研究[J].河南农业科学,2011,40(11):158-160.