

我国农情遥感监测关键技术研究进展

杨邦杰¹, 裴志远¹, 周清波², 刘海启³

(1. 中国农业工程研究设计院; 2 中国农业科学研究院; 3 农业部遥感中心)

摘要: 我国作物的遥感监测已有 20 年的研究历史, 但象中国这样国土辽阔、地形多样、种植结构复杂、农户规模小的国家的国家级农情遥感监测运行系统, 在关键技术方面仍然需要加强研究。这些关键技术包括: 数据处理、作物识别、面积量算、长势监测、灾害评估、产量估计及运行系统集成等。该文根据作者开发农业部农情遥感监测系统的经验, 分析存在的问题, 提出解决问题的基本思路。

关键词: 作物监测; 遥感; 产量估算

中图分类号: S127

文献标识码: B

文章编号: 100226819(2002)0320191204

1 农情遥感监测及其关键技术

农情监测是对农业生产过程的监测。由于粮棉生产的重要性, 农情监测的重要任务是对主要粮棉作物生长过程进行系统监测, 包括调查种植面积与作物布局、监测作物的长势和灾害的发生与发展、评估灾情损失和预测农作物产量等。

全国的农情状况是各级政府与农业生产部门密切关注的重大问题。近年来随着 INTERNET 技术的发展, 利用现代通讯技术和计算机技术, 进行信息收集、综合分析和反馈, 使信息交流进入了一个全新时期。在农业上, 对作物长势监测、种植面积与产量估计、灾害评估等采用 RS、GIS、GPS 和计算机技术, 也取得了进展。美国农业部建立了以遥感等高技术为基础的农情监测系统, 监测农业生产的全过程, 为农场主提供农情信息, 帮助他们制订计划与安排田间管理。监测全球作物长势, 预测产量, 为国际农产品市场提供服务。农情信息在粮食期货市场、对外贸易等事务中也正产生重要影响, 甚至控制农产品市场。精确农业的发展对农情遥感监测提出了更高的要求。种植业的精细管理要求高分辨率与高光谱遥感, 提供作物长势的信息。

我国作物的遥感监测已有 20 年的研究历史, 经过“六五”、“七五”、“八五”与“九五”的科技攻关, 开发了国家级的农情遥感监测系统。但是, 中国国土辽阔、地形复杂、种植结构多样、农户规模小, 作为国家级的农情遥感监测运行系统, 在关键技术方面仍然需要加强研究。这些关键技术包括: 数据处理、作物

识别、面积量算、长势监测、灾害评估、产量估计与运行系统集成等。本文根据作者开发农业部农情遥感监测系统的经验, 分析存在的问题, 提出解决问题的基本思路。

2 作物识别

监测作物面积与布局需要进行作物识别。

冬小麦的识别比较容易, 而秋粮的识别就比较困难。北美地区地块大, 形成种植带, 便于识别, 而中国地块小, 间种套作, 作物难以识别。

目前采用的资源卫星数据在作物识别上有困难。由于技术的发展, 可应用 1~3 m 高分辨率的图像抽样, 高光谱遥感的应用也为作物的识别带来新的数据源。

3 面积量算

保证粮棉生产的第一步是保证播种面积。应用遥感技术进行大区域作物的面积量算、长势监测和产量估计是农情监测的主要内容。其中, 大范围的种植面积的量算是产量估计的基础。目前有 3 种方法可以采用: 1) 采用高空间分辨率的卫星影像(如 Landsat TM、SPOT、CBERS 等)全覆盖结合地面样点进行分类来提取面积; 2) 采用高空间分辨率的卫星影像抽样计算变化率; 3) 应用低空间分辨率、高时间分辨率的卫星影像(如 FY、NOAA)采用遥感统计的方法提取面积。

作为全国尺度上的监测, 采用高空间分辨率的卫星影像抽样计算变化率是实用的方法。中国地形及种植结构复杂, 抽样方法需要进一步研究。

4 长势监测

从 20 世纪 70 年代到 20 世纪 80 年代, 美国农

收稿日期: 2001211213

作者简介: 杨邦杰, 工学博士, 研究员, 博士生导师, 副院长, 北京朝阳区麦子店街 41 号 中国农业工程研究设计院, 100026 E2
mail: bjiang@agri.gov.cn

业遥感的重点在估产。美国农业部至今应用当时发展的模型与方法从事国内国际的农情遥感监测与估产。在20世纪90年代,农业遥感的重点转入作物管理(Precision crop management)。监测作物生长过程的状况与趋势,即长势监测是农业遥感更为重要的任务。长势监测的目的是:1)为田间管理提供及时的信息;2)为早期估计产量提供依据。

长势模型根据功能可以分为评估模型与诊断模型。

评估模型可分为逐年比较模型与等级模型。目前分等定级没有统一的标准。

诊断模型是为了早期估产与田间管理。诊断模型包括:1)作物生长的物候与阶段;2)肥料盈亏状况;3)水分胁迫——干旱评估;4)病虫害的蔓延;5)杂草的发展。诊断模型是今后的研究重点。

5 灾害评估

目前灾害遥感监测运行系统监测洪涝与干旱,以及农业灾害损失评估。作物病虫害的监测还需要研究。

1) 洪涝 洪涝灾害的监测技术没有困难,应用光学遥感或雷达遥感可以监测水面的变化,问题是怎样估计对农业的影响。根据耕地的背景资料可以计算淹没面积,对产量的影响与淹没的作物种类、时间有关。

2) 干旱 对干旱的监测也进行了长期的研究。目前常用的方法是:日惯量方法与缺水指数。中国的北方往往发生春旱。需要研究的问题是怎样评估干旱对产量的影响。

3) 冻害 冻害是冬小麦常见的严重自然灾害之一,过去对干旱、火灾、洪涝、冰雪、沙尘暴的遥感监测进行了长期研究,但作物冻害遥感监测的研究很少。

春季霜冻害与隆冬季节因过度严寒造成的冻害本质不同,严寒使冬小麦根部冻死,翌年春季返青受到影响,因生长量小,致使植被指数在较长的一段时期偏低,易于用遥感监测,对监测的实时性要求不强。

冬小麦在春季遭受霜冻害后,植被指数急剧下降,这主要是冬小麦活性降低所致。由于-1左右的低温,冬小麦的根、叶不致冻死,生物量并未明显减少,随后迅速回复,植被指数(NDVI)与未受冻害地区无差异,利用地面观测与遥感都很难判别。但极不耐寒的花芽分化受到影响,致使成熟时出现抽穗而无籽的“哑穗”、“白穗”,严重影响最终产量。对于这种冻害进行监测必须使用实时或准实时数据,要

在冬小麦回复活性前及时获取并分析图像。在冷空气侵入前后往往云量较多,给遥感监测带来困难。对于略有些云或从云隙中可清楚地物的NOAA图像也应尽量使用,以不错过实时监测的机会。

应用气象卫星资料配合地面观测,根据NDVI突变的特征与冬小麦生育期的特点,可以迅速估计冻害的发生与范围。这是地面监测难以做到的。问题在于实时卫星资料的取得是困难的,需要地面监测的支持。

6 产量估计

产量估计常用的方法是:计算种植面积和单位面积产量的传统方法获得总产。这种方法在大尺度上业务化运作尚有许多问题,如累积误差大,但具有推算小区产量的灵活性。

作为农业部门的运行系统,目前采用的方法如下:

1) 计算面积的变化率与单产,从而推算产量的变化率。

2) 以上方法便于计算单一作物产量,计算全国粮食总产采用便于运行的初级生产力总产模型(Net Primary Production Model)。由于农情监测是在国家一级大尺度上进行的,产量的估计采用总产模型具有经济、精度高、便于业务化的特点。

产量估计的难点:

- 1) 提前估计产量总有不确定因素;
- 2) 灾害、病虫害对产量的影响难以准确评估;
- 3) 由于作物识别的难度,分品种估产也有困难;
- 4) 估产缺少机理模型。

7 地面调查

由于以下原因,地面监测系统是不可缺少的:

1) 有些农情要素是不能用遥感监测的,或难以用遥感监测的,如病虫害。

2) 能用遥感监测的要素,由于技术上、经济上的原因,也需要地面监测的补充。如:由于遥感技术的局限性,如云的影响,很难在需要时获得全国的卫星图像。由于地形多样、农户规模小而形成地块破碎、种植结构复杂,大部分地区即使有了图像,也很难分析。作物长势的定量监测对遥感也是困难的。遥感监测作物面积要高分辨率的图像,经济性是要考虑的重要因数。

3) 遥感图像的判读也需要地面数据的校定(calibration)

由于国土辽阔、作物多样,地面监测的标准难以

制定。如果没有统一的标准,地面监测资料没有可比性。

8 运行系统

以往的研究往往是单一作物与区域性的监测,作为政府的运行系统,要求:国家尺度;及时。在国家尺度上往往有的地区没有数据;大量信息的处理,必须保证在需要的时间出结果。

1) 图像处理 由于大气的影 响,植被系数ND2VI纠正是重要问题,以提高数据的可比性。

新的信息源如高光谱图像海量数据处理与应用波段的选择也是需要研究的问题。

2) 基于GIS的背景数据库系统及多源数据复合分析 运行系统的核心软件是GIS。基于GIS背景数据库系统是一个十分重要的组成部分。它不但是地面监测网络数据、有关的基础与专题图件、统计数据等多源数据处理与分析的平台,而且提供了多源数据综合处理与复合分析的系统环境,是系统数据流的枢纽。GIS在监测系统中,对遥感图像的处理、分析、背景库的管理,模型的运算起核心作用,把背景库、遥感数据与模型联合起来形成遥感监测系统。单一的遥感信息是不够的。怎样利用GIS进行复合信息的分析与处理,需要开发实用的模型。

3) 地面与遥感相结合 覆盖全国的农情监测系统是由地面监测网络与遥感监测系统组成的。由于可能没有数据,地面与遥感相结合是必须的。为了保证时间并考虑到经费,必须研究抽样方法与地面监测的组织方式。

9 结 语

经过近20年的研究,一般认为技术已经成熟。但是,作为国家级的运行系统,仍有许多关键技术需要研究。特别是在经济全球化的今天,全国农情监测对国际贸易与国家的粮食安全至关重要。要迅速、准确、全面地获取农情信息,还有许多研究工作要进行。

[参 考 文 献]

- [1] 全国冬小麦遥感综合测产协作组 冬小麦气象卫星遥感动态监测与估产[M]. 北京:气象出版社,1993
- [2] 裴志远,杨邦杰 应用NOAA卫星图象进行大范围洪涝灾害监测研究[J]. 农业工程学报,1999,15(4).
- [3] 裴志远,杨邦杰 多时相NDVI的时空特征提取与作物长势模型设计[J]. 农业工程学报,2000,16(5): 20~22
- [4] 孙九林 中国农作物遥感动态监测与估产总论[M]. 中

国科学技术出版社,1996

- [5] 王乃斌 中国小麦遥感动态监测与估产[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996
- [6] 王茂新,裴志远,杨邦杰 NOAA与TM图像配准方法的研究[J]. 农业工程学报,1999,15(2): 181~184
- [7] 王茂新,裴志远,吴全等 应用NOAA图像监测冬小麦面积的研究[J]. 农业工程学报,1998,14(3): 84~88
- [8] 肖乾广等 用NOAA AVHRR的积分植被指数估算中国粮食总产的研究[A]. 见:遥感在中国[C]. 北京:测绘出版社,120~126
- [9] 徐希孺 环境监测与作物估产的遥感研究论文集[C]. 北京:北京大学出版社,1991
- [10] 杨邦杰,隋红健 土壤水热运动模型及其应用[M]. 北京:中国科学技术出版社,1997,283p.
- [11] 杨邦杰 基于卫星遥感的农情监测系统[A]. 见:周光召主编:科技进步与学科发展[M]. 北京:中国科学技术出版社,1998 290~296
- [12] 杨邦杰,裴志远 作物长势的定义与遥感监测[J]. 农业工程学报,1999,15(3): 214~218
- [13] 杨邦杰,王茂新,裴志远 冬小麦霜冻害遥感监测[J]. 农业工程学报,2002,18(2): 136~140
- [14] 张松岭,杨邦杰,王飞等 基于GIS的耕地遥感监测人机交互式图像解译系统[J]. 农业工程学报,1999,15(2): 185~188
- [15] Moran M S, Inoue Y, Barnese EM. Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management[J]. Remote Sens Environ, 1997, (61): 319~346
- [16] Scot Conseil, Action IV. From satellite imagery to agricultural statistics—rapid estimates of crop acreage and potential yields at European scale[A]. Institute for Remote Sensing Applications, EC Joint Research Center, Ispra, Italy.
- [17] Unganai L S, Kogan F N. Drought monitoring and corn yield estimation in south Africa from AVHRR data [J]. Remote Sens Environ, 1998 (63): 219~232
- [18] U S D A, A g R I S T A R S—Early warning and crop condition assessment[A], 1981.
- [19] Yang Bangjie, Liu Haiqi Development of a national operation system for crop and resources monitoring using remote sensing in China Ministry of Agriculture[A]. RADARSA T Summ it, 1999. 11 Beijing
- [20] Yang Bangjie, Pei Zhiyuan, Zhang Songling RS2GIS/GPS based agricultural condition monitoring systems at a national scale[J]. Trans of the CSAE (农业工程学报), 2001, 17(1): 154~159
- [21] Yang, B J, Pei Z Y, Wang M X. Sown area estimation over a large area with RS and GIS [A]. 1998 A S A E Annual International Meeting, Orlando,

Florida, USA, July 12~ 16, 1998, A SAE Paper

No. 983144

Key Technologies of Crop Monitoring Using Remote Sensing at a National Scale: Progress and Problems

Yang Bangjie¹, Pei Zhiyuan¹, Zhou Qingbo², Liu Haiqi³

(1. Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100026, China;

2. Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

3. Center for Remote Sensing Application, Ministry of Agriculture, Beijing 100026, China)

Abstract: There are over 20 years' research experience for remote sensing used in crop monitoring in North America, European countries and China. A crop monitoring system using remote sensing has been developed and used by China Ministry of Agriculture. As China is a large country with complicated landscape, multi-crop systems and small family farms and the government needs operational system at a national scale, many key techniques still need researching. The main issues discussed in this paper include remote sensing data processing, crop discrimination, crop area measurement, crop condition assessment, disaster monitoring, yield estimation, and operational system development. Based on the authors' experience, the progress, problems and the main ideas for solutions of the operational system development at a national scale are discussed in this paper.

Key words: crop condition monitoring; remote sensing; yield estimation