

新疆棉花估产遥感的的应用研究进展

闫豫疆¹, 李佩², 陈冬花¹, 李虎¹, 黄新利¹

(1. 新疆维吾尔自治区卫星应用中心, 新疆乌鲁木齐 830000; 2. 河南省地质矿产勘查开发局第四地质勘查院, 河南郑州 450001)

摘要 阐述了遥感估产的基本原理及方法, 对棉花遥感估产研究进行了重点分析, 并总结了新疆棉花遥感估产中存在的问题, 最后展望了今后的研究方向和发展前景。

关键词 遥感; 棉花; 估产

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)36-0236-02

Research Advances in the Application of Cotton Yield Estimation in Xinjiang by Using Remote Sensing

YAN Yu-jiang¹, LI Pei², CHEN Dong-hua¹ et al (1. Xinjiang Satellite Application Center, Urumqi, Xinjiang 830000; 2. The Fourth Geological Exploration Institute of Henan Geology and Mineral Bureau, Zhengzhou, Henan 450001)

Abstract The basic principle and methods were expounded, and estimating cotton yield by remote sensing was emphatically analyzed. The existing problems in cotton yield estimation by remote sensing were pointed out. Finally, future research direction and prospects of cotton estimation by remote sensing were predicted.

Key words Remote sensing; Cotton; Yield estimation

新疆地处我国西北部, 总面积约 166 万 km², 为温带大陆性气候, 年日照时数在 2 000 h 以上, 昼夜间温差较大, 非常适合棉花种植。新疆棉花种植历史悠久, 其种植面积占全国棉花种植总面积的 1/4 左右, 产量占全国棉花总产量的 1/3 以上^[1]。棉花产业作为新疆的支柱产业, 其发展与新疆经济发展和国家稳定有密切关系, 在国民经济中也起着决定性作用^[2]。近年来, 由于土壤肥力差, 灾害天气和病虫害频发, 导致新疆棉花的种植总面积持续减少, 实际产量和预测产量之间存在较大的误差。因此, 实现快速动态和准确预测棉花产量, 不仅有助于棉农制定生产计划和纺织业安排生产, 而且可为国家经济的宏观调控和总体规划提供重要的科学依据。

目前, 我国不同行业对棉花产量的预测方法各不相同^[3]。铁路运输部门根据棉花的累计运出量来粗略计算棉花产量, 精度较差; 金融单位采用现场调研法, 先估算棉花的种植面积, 再推算棉花产量, 误差较大; 政府部门采用自下而上的统计方法, 时效性差且费用高; 气象部门采用的估产方法在单一时相预测精度较高, 但在农业灾害突发时会产生较大误差; 农学估产由于工作量大、估产速度慢等原因, 预测时间和收获时间过于接近, 实用价值有限。

随着空间技术的发展, 遥感凭借其时效性高、覆盖范围广、成本低等优点, 在各行业中均得到广泛应用^[4]。利用遥感监测技术手段对棉花进行产量估算研究, 其优点是能排除人为干扰, 兼具客观性和科学性, 为大区域棉花监测提供了新的科学技术手段。笔者阐述了遥感估产的基本原理和方法, 对棉花遥感估产研究进行了重点分析, 并总结了新疆棉花遥感估产中存在的问题, 最后展望了今后的研究方向和发展前景。

1 新疆棉花种植区域与监测时相划分

1.1 种植区域的划分 新疆棉花种植主要分布在三大区域: 东疆、南疆和北疆。其中, 南疆棉花种植主要分布在天山南部, 毗邻塔里木盆地边缘区域, 约占新疆棉花总面积的 2/3, 具有非常丰富水土资源。南疆 4—10 月的平均气温为 19~21℃, 无霜期为 185~230 d, 适于成熟、早熟山地棉花品种和早熟海岛棉品种的培育。北疆棉花种植集中分布于准噶尔盆地西南部地区, 约占新疆棉花总面积的 1/3, 是我国高品质棉花生产基地之一。北疆 4—10 月的平均温度为 18~19℃, 无霜期为 160~190 d, 适于早熟陆地棉品种的培育。东疆棉花种植集中在吐鲁番盆地一带, 东疆具有极好的光热资源, 4—10 月的平均气温为 23~25℃, 无霜期为 190~220 d, 适于早熟海岛棉和中古陆地棉的培育。

1.2 最佳监测时相区的划分 新疆不同棉花种植区内的棉花种植期差异可能会超过 10 d。加之其他作物的物候效应影响, 在进行棉花遥感监测时, 首先要对不同地区棉花遥感识别的最佳时相进行研究。由表 1 可知, 新疆三大棉区内种植的棉花在 6 月大多处于苗期后期与蕾期之间, 9 月则多处于花铃期后期与吐絮期初期之间。由此可见, 影响棉花产量的关键时期是 6 月和 9 月。从不同分区来看, 9 月中上旬是识别南疆棉花的最佳时相, 9 月中旬可作为识别北疆棉花的最佳时相。在气候上, 东疆棉区的吐鲁番与哈密差异较大, 吐鲁番地区春季早、夏季炎热、积温高、棉花生长期较短, 而哈密地区的气候条件与北疆棉区大体一致, 棉花生长期也与北疆棉区一致。因此, 8 月下旬可作为识别吐鲁番棉花的最佳时相; 9 月中旬可作为识别哈密棉花的最佳时相。总而言之, 除吐鲁番地区外, 新疆三大棉区进行棉花遥感识别最佳时相是 9 月, 其次为 6 月。

2 棉花遥感估产的基本原理和方法

遥感估产的基本原理是基于卫星传感器记录的不同作物在不同生长阶段的光谱反射率差异, 根据统计数据、野外试验数据与植被指数之间的相关关系校正从遥感影像中提

基金项目 2015 年新疆维吾尔自治区战略性新兴产业专项。
作者简介 闫豫疆(1986-), 男, 河南信阳人, 硕士, 从事 GIS 与地统计学、农业遥感方面的研究。
收稿日期 2016-11-16

取出的植被指数,通过建立、检验最佳估产模型等流程,最终实现对某一研究区域棉花产量的预测^[5]。

表 1 新疆三大棉区棉花的物候历

Table 1 The phenology calendar of cotton in Xinjiang

棉区 Cotton-planting areas	4月 April			5月 May			6月 June			7月 July			8月 August			9月 September			10月 October		
	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late	上旬 Early	中旬 Middle	下旬 Late												
新疆 South Xinjiang	播种			出苗			苗期			蕾期			花铃期			吐絮期					
北疆 North Xinjiang	播种			出苗			苗期			蕾期			花铃期			吐絮期					
东疆 East Xinjiang	播种			出苗			苗期			蕾期			花铃期			吐絮期					

目前,常用的棉花产量遥感估算方法主要有光谱估产法、卫星遥感估产法、光谱与卫星遥感估产复合法^[6]。其中,光谱估产法通过对棉花光谱特征值与长势、产量进行相关性分析,可综合、直观地反映棉花长势。卫星遥感估产法基于棉花生长过程中对红波段具有强吸收,而对近红外波段具有强反射的特点,对红波段和近红外波段进行不同组合来建立多种植被指数,进而预测棉花产量。光谱与卫星遥感复合法是结合实地测量和卫星遥感的优点,建立多元复合回归模型进行估产。棉花的遥感估产具体流程如图 1 所示。

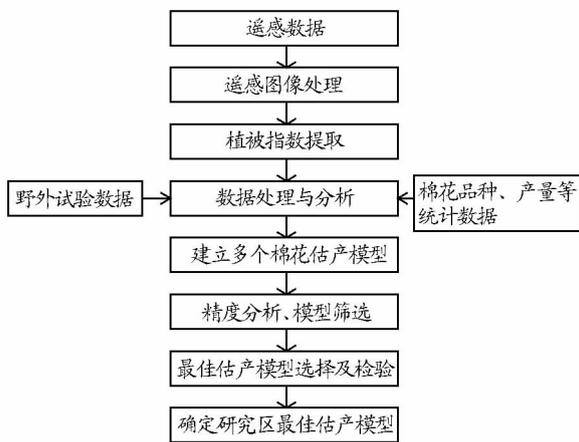


图 1 棉花遥感估产技术流程

Fig. 1 Technical flow of cotton yield estimation by remote sensing

3 棉花遥感估产的应用

3.1 国外棉花遥感估产的应用 美国于 19 世纪 70 年代开展的“大面积作物估产试验”(LACIE 计划)对棉花估产精度超过 90%。Ray 等^[7]基于卫星遥感数据,通过建立线性时间序列、实际蒸发模型和土壤湿度平衡模型,预测印度主要棉花种植区的棉花产量。Plant 等^[8]利用棉花含水量、含氮量和植被指数间的关系,对加利福尼亚棉花种植区的棉花产量进行遥感预测研究。Maas 等^[9]使用 TM 多光谱影像数据建立线性混合模型来评估棉花冠层特征,其比较分析了红光、近红外波段与地面测量的数据,得到了与早期其他研究者相似的研究结果,并认为线性混合模型比经验曲线模式应用范围更广。Dalezios 等^[10]使用时间分辨率较高的 NOAA/AVHRR 卫星数据建立棉花生长季内时间序列的 NDVI,发现

NDVI 与棉花产量的相关性较高,可用于研究棉花产量随时间的变化特征。Yang 等^[11]分别使用 QuickBird 卫星图像和机载红外图像来计算 NDVI,其研究发现 2 个图像对棉花产量的预测结果相似,且非监督分类可以有效区分不同地区的棉花产量。Liu 等^[12]为了提高作物产量估测的精度,获取了覆盖美国加州圣华金谷的棉花种植区的时序高空间分辨率、高光谱影像建立产量预测模型,使用面向对象分割,通过降低图像和产量数据中的噪声来提高田间尺度棉花产量预测的准确性。

3.2 新疆棉花遥感估产的应用 我国使用卫星遥感技术进行农作物产量预测研究始于“六五”规划期间,并在局部地区开展产量估算试验。我国农作物遥感估产的研究工作始于 20 世纪 80 年代。目前,我国对多种农作物遥感估产系统的研究日趋完善,其中,水稻、小麦遥感估产方法已比较成熟,棉花遥感正在被广泛研究^[13-15]。李明霞等^[16]在选择我国棉花遥感估产最佳时相时,同时考虑棉花遥感识别与遥感估产的需求,对棉花遥感估产最佳时相的选择依据和方法进行分析,并根据全国各地棉花遥感估产最佳时相制作了新疆三大棉区的最佳时相分区图。杨邦杰等^[17]利用中巴资源一号(CBERS-1)卫星数据,最先建立了新疆棉花种植面积遥感监测运行系统的技术体系,为后续卫星在棉花遥感估产领域的大规模应用打下了基础。柏军华等^[18]根据棉花的不同生育期对棉花产量与 LAI 进行了相关性分析,建立了棉花产量估算监测模型,认为 7 月下旬至 8 月上旬是利用 LAI 指数预测棉花产量的最佳时相。刘娇娣等^[19]利用新疆南北疆棉花生育期植被指数与对应时期的农学参数建立回归模型,得到叶面积指数最佳遥感反演模型。同时,刘玫琴^[20]还基于 ETM 数据采用最大似然法对棉花种植区进行监督分类,分析得到 9 月中下旬是新疆南疆棉花估产最佳时相,其对棉花产量等级及预测也有研究。白丽等^[21]结合棉花生长发育规律,对新疆石河子植棉区内的棉花在不同时期的冠层进行高光谱反射率测定研究,首先根据棉花的光谱曲线特征构建高光谱植被指数,然后利用相关性分析,分析并对比棉花产量与不同植被指数之间的相关系数,从而建立棉花高光谱估产模型对研究区内的棉花产量进行估测。结果表明,研究区内的棉花在各生育期可见光波段、近红外波段及短波红外波段

(下转第 240 页)

果转化与示范推广。探索技术转移新模式,加强与全国农业科技转移服务中心、中国农业科学院技术转移中心等平台合作,实现技术交易网络化对接。完善组织机构,扩展宣传渠道,加大科技成果推介力度,提高成果转化率。积极参加“服务调转促、专家下基层”“送科技下乡”“科技入户”“科技活动周”等活动,开展新型职业农民培训,加快科技成果转化及进村入户,提高科技成果转化率与显示度。

参考文献

[1] 徐红玳,张社梅.关于创建一流省级农业科研院所的几点思考[J].科技管理研究,2009,29(11):212-214.

- [2] 孙虎,张磊,刘海礁,等.农业转方式调结构背景下省级农业科研院所的使命定位与路径选择:河南省农业科学院“十三五”科技创新工作的若干思考[J].农业科技管理,2016,35(5):15-18.
- [3] 黄润,樊国全,林萍,等.对新疆“十三五”农业科技发展的思考与建议[J].农业科技管理,2016,35(3):16-18.
- [4] 王小虎,陆建中.农业科研院所学科特点与学科建设研究[J].农业科技管理,2013,32(1):5-8.
- [5] 涂玉琴,冯兆宾,乐美旺,等.加强农业科技合作提升科技创新能力:以江西省农业科学院为例[J].农业科技管理,2011,30(1):19-21,36.
- [6] 陆建中.略论农业科研大协作机制建设[J].农业科技管理,2013,32(6):1-4.
- [7] 李东平,肖扬书,余庆来,等.新常态下加强安徽省农业科研院所协同创新的思考[J].农业科技管理,2016,35(1):14-17.

(上接第237页)

光谱反射率与产量间的正负相关性都非常显著。赵良斌等^[22]报道了新疆南疆、东疆棉花遥感识别的最佳时相。李红^[23]基于TM影像数据提取多种植被指数,通过深入分析棉花实际产量和植被指数的相关性,建立新疆棉花遥感估产模型,结果表明植被指数与产量间相关性较高。程乙峰等^[24]以位于北疆乌兰乌苏棉花种植区内的棉花为研究对象,利用棉花实际产量数据与NDVI值,建立棉花遥感估产模型,结果表明基于NDVI的新疆北疆棉花估产模型在棉花生育期的蕾期、花铃期的拟合系数均达到了极显著水平,并且在花铃期拟合度最好。

4 结论与讨论

笔者总结了国内外棉花遥感估产的研究与应用情况,特别是对新疆棉花遥感估产的技术和相关研究进行了概述。虽然有关棉花遥感估产的研究已取得了较大进展,但其模型精度仍会受到遥感数据不确定性的影响,如植被指数饱和、大气校正失败、云覆盖量过大等。目前,针对新疆地区的棉花估产遥感监测方法和技术成熟度不高,其研究区域多集中于南疆和东疆,对北疆棉花的估产研究不够深入。在以往传统种植方式下,北疆棉花的正常生长受外界干预较少,但随着北疆近年来棉花大范围采用机械化种植方式,棉花吐絮期前喷洒脱叶剂会干扰棉花发育,因此有必要将人为影响因子纳入北疆棉区棉花遥感估产模型进行研究。此外,新疆棉区现有估产方法的普适性不足,现有模型一般仅适用于特定的研究区域,生产管理条件、品种均相同的作物。由于全疆每年都会有各类新品种推出,棉花种植品种难以进行统筹规划,如何基于单一模型对多品种棉花进行估产,还需要进行深入的论证和研究。

总而言之,棉花作物作为新疆农业经济发展的重要支柱产业,在新疆的整体国民经济活动中具有举足轻重的作用。利用遥感监测技术对棉花产量进行定量预测,可以让农业管理和生产部门及时、快速、动态和准确把握棉花生产情况,指导棉农种植计划,并为相关决策部门提供理论依据。今后关于新疆地区棉花的遥感估产研究与应用,应侧重于克服气候突变、病虫害和遥感图像混合像元等不确定因素的影响,提高棉花估产模型的时效性和精度,针对三大棉区的特点,构

建适用性较强的棉花遥感估产系统。

参考文献

- [1] 王玉.基于时序光谱库的棉花种植面积信息提取研究[D].北京:中国地质大学,2013.
- [2] 黄乐珊,李红,孙泽昭.棉花产业在新疆区域经济中的地位[J].新疆农业科学,2006,43(S1):38-41.
- [3] 曹卫彬,刘姣娣,赵良斌,等.北疆棉花遥感估产最佳时相选择研究[J].中国棉花,2007,34(3):10-11.
- [4] 孟未来,周建英.浅议遥感技术在农业上的应用[J].农业网络信息,2008(2):23-25,28.
- [5] 蒋桂英,李少昆,王登伟,等.棉花遥感应用研究进展[J].新疆农业大学学报,2002,25(3):76-79.
- [6] 阎雨,陈圣波,田静,等.卫星遥感估产技术的发展与展望[J].吉林农业大学学报,2004,26(2):187-191,196.
- [7] RAY S S, POKHARNA S S, AJANI. Cotton yield estimation using agrometeorological model and satellite-derived spectral profile[J]. International journal of remote sensing, 1999, 20(14): 2693-2702.
- [8] PLANT R E, MUNK D S, ROBERTS B R. Relationships between remotely sensed reflectance data and cotton growth and yield[J]. Transactions of the ASAE, 2000, 43(3): 535-546.
- [9] MAAS S J. Linear mixture modeling approach for estimating cotton canopy ground cover using satellite multi-spectral imagery[J]. Remote sensing environment, 2000, 72(3): 304-308.
- [10] DALEZIOS N R, DOMENIKIOTIS C, LOUKAS A, et al. Cotton yield estimation based on NOAA/AVHRR produced NDVI[J]. Physic Chem Eurh. 2001, 26(3): 247-251.
- [11] YANG C, EVERITT J H, BRADFORD J M. Evaluating high-resolution QuickBird satellite imagery for estimating cotton yield[J]. Transactions of the abase, 2006, 49(5): 1599-1606.
- [12] LIU H J, KANG R, USTIN S, et al. Study on the prediction of cotton yield within field scale with time series hyperspectral imagery[J]. Spectroscopy and spectral analysis, 2016, 36(8): 2585-2589.
- [13] 杜培林,田丽萍,薛林,等.遥感在作物估产中的应用[J].安徽农业科学,2007,35(3):936-938.
- [14] 樊科研,田丽萍,薛琳,等.遥感在农作物估产中的应用与发展[J].安徽农学通报,2006,12(11):145-147.
- [15] 千怀遂,李明霞.大面积农作物遥感估产区划的理论研究[J].河南大学学报(自然科学版),1997,27(4):84-92.
- [16] 李明霞,千怀遂.中国棉花遥感估产最佳时相的选择[J].河南大学学报(自然科学版),1997,27(2):73-78.
- [17] 杨邦杰,裴志远,焦险峰,等.基于CBERS-1卫星图像的新疆棉花遥感监测技术体系[J].农业工程学报,2003,19(6):146-149.
- [18] 柏军华,王克如,初振东,等.叶面积测定方法的比较研究[J].石河子大学学报(自然科学版),2005,23(2):216-218.
- [19] 刘姣娣,曹卫彬,刘学.3S技术在新疆棉花遥感监测中的应用[J].新疆农机化,2005(6):15-16.
- [20] 刘孜岑.基于遥感和GIS的棉花面积提取和产量估测研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2006.
- [21] 白丽,王进,蒋桂英,等.干旱区基于高光谱的棉花遥感估产研究[J].中国农业科学,2008,41(8):2499-2505.
- [22] 赵良斌,曹卫彬,唐春华,等.新疆南疆、东疆棉花遥感识别最佳时相的初步研究[J].中国棉花,2008,35(6):12-14.
- [23] 李红.基于卫星遥感的棉花产量预测模型研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2009.
- [24] 程乙峰,贡璐,张雪妮,等.新疆北疆棉花多元复合遥感估产模型研究[J].新疆农业科学,2012,49(8):1497-1502.