

基于遥感的乡镇级棉花面积提取与长势监测研究

李 敏, 赵庚星^{*}, 李百红

(山东农业大学资源与环境学院, 山东 泰安 271018)

摘要: 棉花面积及长势信息是棉花生产管理的重要依据。本文以山东广饶县丁庄镇为研究区, 以 CBERS01 和 HJ1B 卫星图像为信息源, 选取棉花信息较为突出的时相, 经几何校正、掩膜、图像增强等预处理, 在分析研究区典型地物光谱特征的基础上, 采用决策树分类方法提取棉花种植面积。利用 2009 年棉花生长期 4 个不同时相的遥感图像, 分析棉花生长过程中植被指数的变化规律和棉花长势的时空变化。结果显示, 各时相棉花种植面积的提取精度均在 90% 以上, 棉花长势随各生长时期呈现不同时空分布规律, 监测结果与调查统计得到的棉花单产分布相符。研究证明, 该方法能够实现对内陆小尺度棉花种植面积及长势信息的适时获取及动态监测, 为棉花产量早期预测提供依据, 对提高棉花栽培生产与管理水平有积极意义。

关键词: 棉花; 面积; 长势; 遥感; 监测

中图分类号: F 301 文献标识码: A 文章编号: 1000– 2324(2011) 04– 0533– 06

THE STUDY OF COTTON AREA EXTRACTION AND GROWTH MONITORING USING REMOTE SENSING AT TOWNSHIP LEVEL

LIM in, ZHAO Geng-xing^{*}, LIBai-hong

(College of Resources and Environment Shandong Agricultural University, Taian 271018 China)

Abstract Cotton area and growth information are important basis for cotton production and management. This article chose Dingzhuang Town in Guangrao County of Shandong Province as the study area. CBERS01 and HJ1B satellite images as the information source. Selecting similar temporal characteristics with obvious cotton information. The area of cotton was acquired by decision tree classification approach through image pre-processing including geometric accurate correction, masking and image enhancement, based on the analysis of spectrum characteristics of typical objects in the study area. Four different time remote sensing images of cotton growing season in 2009 was selected to analyze changes of vegetation index cotton conditions in spatial and temporal. The results showed that the extraction accuracy of cotton area were more than 90%. With the growing of cotton in all period, the growth of cotton showed different rules in spatial and temporal distribution. Monitoring results were consistent with cotton yield in distribution by the survey. This study showed that this method can achieve timely access and the dynamic monitoring to small-scale cotton area and growth information. It also can provide the basis for early prediction of cotton production. This research has positive significance to improve the cultivation of cotton production and management.

Key words Cotton; area; condition; remote sensing monitoring

遥感技术可以快速有效地监测大面积植被的种类、特性、长势等信息, 并已得到了广泛的应用。棉花是世界性的经济作物, 也是我国重要的经济作物之一, 其种植面积及产量一直是政府管理部门十分关注的问题。山东省是我国重要的产棉区, 其播种面积和产量均占全国的约六分之一, 列新疆之后居全国第二。

收稿日期: 2010– 10– 22

作者简介: 李 敏 (1986–), 女, 山东聊城人, 硕士研究生, 从事资源遥感应用方面的研究。

^{*} 通讯作者: Author for correspondence E-mail: zhaogx@sdau.edu.cn

因此,快速、及时地监测棉花的种植面积、长势及其空间分布,对于及时了解棉花的生产状况,指导棉花生产与管理,实现可持续发展具有极为重要的意义。

农作物面积及长势的遥感提取与监测是国内外普遍关注的研究课题。美国自 70 年代中期就开始实施“大面积作物调查试验”和“利用空间遥感技术进行农业和资源调查”,进行多种粮食作物的面积提取、长势评估和总产量预报。1998 年以来中国农情遥感监测系统对全国小麦、玉米、大豆、水稻等农作物进行了长势监测与估产,实现了农作物大范围、多品种、定期遥感估产监测与预报。但相对于大面积栽培的粮食作物,棉花信息遥感提取与监测的系统研究相对较少,国内研究较多集中于新疆大面积棉田集中分布区,如杨邦杰等研究建立了基于中巴资源一号卫星图像的新疆棉花种植面积遥感监测技术体系^[2],吕建海等通过分析棉田遥感归一化指数(NDVI)与叶面积指数(LAI)的变化规律,进行了石河子地区棉花长势的遥感动态监测^[3],曹卫彬等对新疆棉花监测系统的基本概念、系统结构、主要内容和关键技术进行了探讨^[4]。与新疆大面积棉田分布相比,内陆区棉花分布相对零散、面积较小,目前遥感提取及监测的相关研究较为少见。本文以广饶县丁庄镇为例,探索内陆小尺度棉花信息遥感提取的技术方法,分析研究区近十年棉花种植面积的动态变化,并对年内棉花不同生长期的长势状况进行监测,从而为棉花生产的科学决策与管理提供依据。

1 研究区概况

丁庄镇隶属于山东省东营市广饶县,位于广饶县东北方向,地理坐标介于东经 $118^{\circ}31'48'' \sim 118^{\circ}57'11''$,北纬 $37^{\circ}11'24'' \sim 37^{\circ}21'23''$ 之间,版图面积 363 km^2 ,耕地面积 16 万亩,辖 45 个行政村人口 4.3 万人。该镇地处暖温带,属季风型气候,气候特征是雨热同季,大陆性强,寒暑交替,四季分明。粮食作物以小麦、玉米、大豆为主,经济作物以棉花和蔬菜为主。该镇是广饶县棉花集中分布区,棉花种植业已成为该镇农业产业化的一个支柱产业,也是农民增收致富的一个重要渠道。

2 数据采集

2.1 时相选择

丁庄镇的主要农作物是冬小麦、玉米和棉花,根据物候历,宜选择棉花光谱信息与其它地物光谱信息差别最大的时相。调查发现,4 月中、下旬至 5 月中旬,棉花处在苗期,农田中只有冬小麦,大蒜处于生长旺盛期。6 月中、下旬,冬小麦已经收获,夏玉米刚刚播种,棉花处于蕾期,9 月中、下旬玉米已收获,棉花处于吐絮期。棉花与其它作物的光谱差异在蕾期和吐絮初中期最明显,棉花光谱信息也十分显著。这两个时段可以作为研究区棉花面积识别的最佳时相。7 月到 8 月是棉花生长的旺盛期,可以作为棉花长势监测的最佳时期。

2.2 数据准备

本研究采用不同时相的系列遥感多光谱数字图像,采用 2000 年 6 月 18 日 CBERS01 和 2009 年 7 月 1 日 HJ1B 提取棉花种植区,监测近十年棉花种植面积和空间分布的变化。CBERS01 的遥感影像分辨率为 19.5 m , HJ1B 的遥感影像分辨率为 30 m 。采用 2009 年 7 月 1 日 HJ1B、2009 年 8 月 13 日 HJ1B、2009 年 8 月 30 日 HJ1B 和 2009 年 9 月 25 日 HJ1B 监测年内棉花长势的动态变化。同时收集相应年份的地形图、土地利用现状图,以及棉花种植面积和产量等调查统计信息。

3 遥感数据处理

用 2000 年的 $1:50000$ 地形图,选择 Transverse Mercator 投影坐标空间(TMGRN20)和 WGS-84 坐标系,对 2000 年的遥感影像进行几何精纠正。以纠正后的 2000 年遥感影像为参考纠正 2009 年的遥感影像,精度控制在 0.5 个像元内。然后用丁庄镇行政边界对遥感影像进行掩膜处理,得到研究区遥感影像图。

棉花信息提取主要考虑对植被敏感的波段进行组合分析,采用 4、3、2 波段组合成的影像较其它组合效果好。影像上棉花信息较清楚。采用直方图均衡化将影像进行线性拉伸和滤波等增强处理,使棉花信息

得到增强, 获得最佳目视效果的各时相遥感图像。

4 棉花种植面积的提取

4 1 研究区主要地类的光谱特征分析

结合丁庄镇土地利用现状图将研究区主要地类分为棉花种植区、夏玉米种植区、林果地、居民点、水体、道路、盐田和荒草地 8 种。棉花处于现蕾期, 生长旺盛, 呈鲜红色; 夏玉米处于出苗期到三叶期, 麦茬残留, 呈黄绿色; 林果地呈暗红色; 村镇居民点为高亮的灰白色; 盐田分布在东部, 呈矩形, 浅蓝色; 水体包括河流、沟渠和坑塘水库等, 呈蓝色或蓝黑色; 荒草地数量少, 色调纹理较杂乱; 道路是较直的线状。在遥感图像上均匀选取典型地物样点, 依据其灰度平均值建立典型地物光谱曲线图 (图 1)。

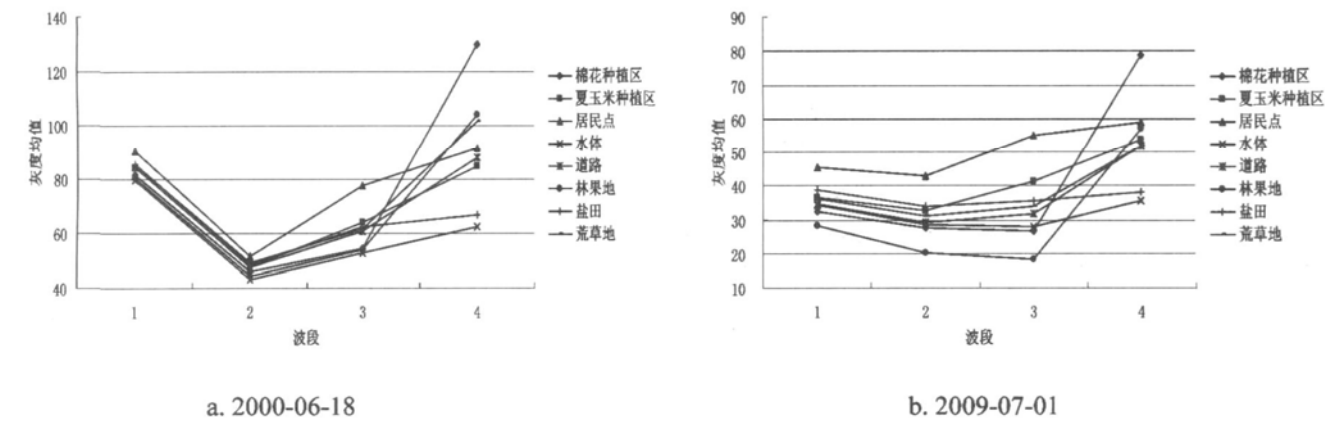


图 1 典型地物光谱曲线图

Fig 1 Spectra curves of typical features

4 2 棉花种植区决策树提取模型

在典型地物光谱特征分析基础上, 采用决策树分类方法, 结合地物形状特征和专家知识进行信息提取, 为增强地物光谱值在各波段上的差异, 采用波段组合的方式构建提取模型。2000 年 6 月 18 日棉花在第 1、2、3 波段与其它地物光谱值比较接近, 在第 4 波段其光谱值明显高于其它地物。利用 $B4 \geq 116$ 提取棉花种植区。2009 年 7 月 1 日居民点在第 1、2、3 波段光谱值较高, 利用 $B1 + B2 + B3 \geq 130$ 去除居民点; 林地第 1、2、3 波段光谱值较低, 利用 $B1 + B2 + B3 \leq 75$ 去除林果地; 棉花生长旺盛, 在第 4 波段光谱值较高, 利用 $B4 < 70$ 去除玉米种植区、水体、道路、盐田和荒草地, 从而获得棉花种植区。图 2 为棉花种植区的提取流程。

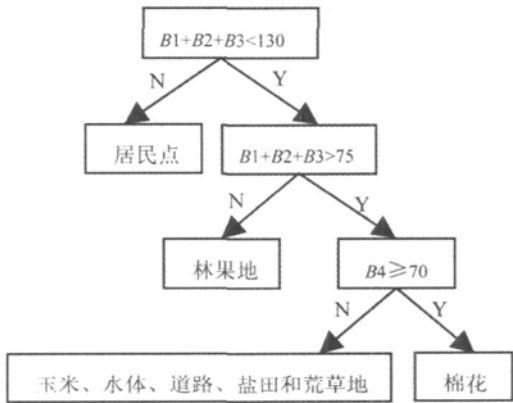


图 2 棉花种植区决策树分类图 (2009- 07- 01)

Fig 2 Decision tree classification of cotton(2009- 07- 01)

4 3 棉花种植面积提取及精度分析

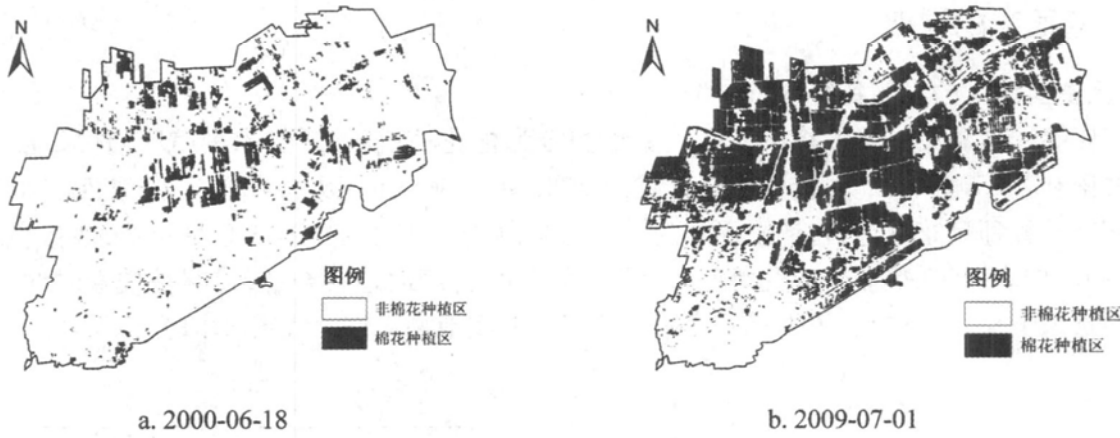


图 3 丁庄镇棉花种植区分布

Fig 3 Distribution of cotton planting area

表 1 棉花种植面积提取精度分析

Table 1 Extraction precision of cotton area analysis

年份 Years	像元提取个数 Number of pixels	提取面积 Extraction area(hm^2)	统计面积 Statistical area (hm^2)	精度 Accuracy(%)
2000	53376	2135.04	1950.00	90.51
2009	112665	10139.83	9479.40	93.04

将提取的棉花种植面积与相应年份的统计面积对比, 结果面积提取精度均在 90% 以上 (表 1)。将提取的棉花种植区与土地利用现状图进行对比分析, 结果显示棉花提取的空间位置合理、准确, 具有较好的空间精度。

2000 年丁庄镇棉花零星分部在中部和北部, 2009 年除西南部种植了玉米, 其它大部分地方种植了棉花。2000- 2009 年丁庄镇棉花种植面积增加了 7529.4 hm^2 , 增加幅度很大。

5 棉花的长势监测

5 1 植被指数提取

对 2009 年 7 月 1 日, 2009 年 8 月 13 日, 2009 年 8 月 30 日和 2009 年 9 月 25 日的遥感影像进行预处理, 计算 NDVI 用提取的棉花种植区掩模, 得到棉花种植区的归一化植被指数图像。结果显示, 随着棉花的生长进程, 植被指数发生有规律的变化。7 月 1 日其平均值为 0.410, 8 月 13 日是 0.608, 8 月 30 日达 0.660, 9 月 25 日降为 0.409。可以看出, 棉花在七月初到八月上旬生长较快, 长势旺盛, 八月中下旬以后棉花生长速度减慢, 九月中、下旬棉花处于吐絮期, NDVI 值急速下降 (图 4)。

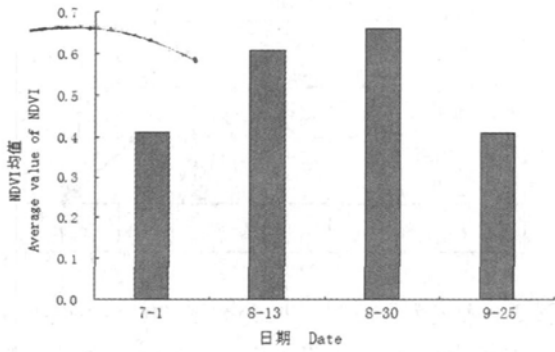


图 4 棉花归一化植被指数变化直方图

Fig 4 Histogram of cotton NDVI changes

5 2 棉花长势分级

对棉花现蕾期到吐絮期进行长势监测, 以 2009 年 7 月 1 日遥感影像计算的 NDVI 值为例, 依据 NDVI 的分布趋势, 采用自然裂点分级方法, 选取 0.37 和 0.45 为分界点, 将棉花种植区分为长势较差, 长势一般, 长势较好三个级别, 使类内差异最小, 类间差异最大。同时将其它三个时相的归一化植被指数图像进行长势分级, 得到各时相棉花长势分级图 (图 5), 并统计各长势级别的面积比例 (表 2)。

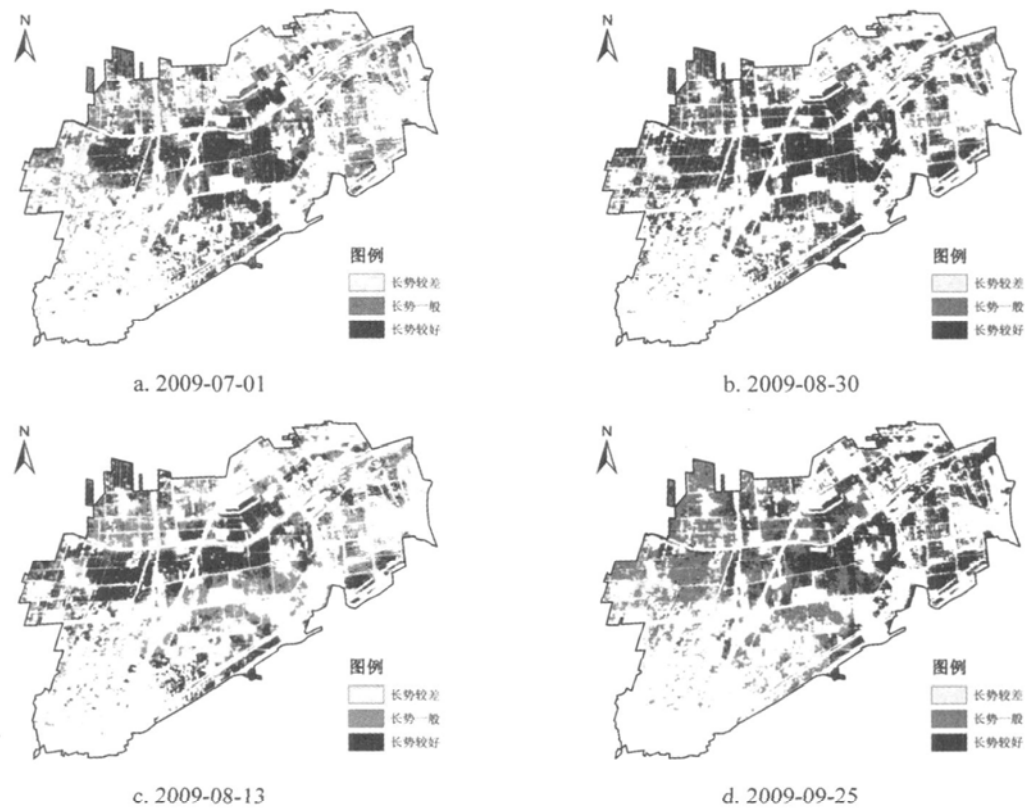


图 5 棉花长势分级图

Fig 5 Cotton growth classification map

从图 6 可以看出, 长势较差, 长势一般, 长势较好三个级别在 7 月初到 8 月底的分布位置变化不大, 长势较好的主要集中在丁庄镇中部支脉河和小清河附近, 长势较差的主要集中在北部和东部。因为东部距海较近, 盐化程度较重。棉花进入旺盛生长期后, 大部分长势较好棉花生长稳定, 少部分受病虫害或其它因素影响, 长势由较好变为一般。9 月中下旬棉花进入吐絮中期, 原来长势较好的棉花 NDVI 值下降明显, 原来长势一般或者较差的棉花进入吐絮期时间较晚, NDVI 值则相对较高。因此, 可根据 8、9 月份植被指数的变化情况推断棉花的生长发育程度。

表 2 棉花长势比例分布

Table 2 Distribution of cotton growth ratio

日期 Date	长势较差 Growth poor(%)	长势一般 Growth general(%)	长势较好 Growth well (%)
2009- 7- 1	26.24	45.04	28.72
2009- 8- 13	19.88	45.28	34.84
2009- 8- 30	13.89	46.09	40.02
2009- 9- 25	19.29	48.55	32.17

由表 3 可知, 在棉花生长期, 长势一般的所占比例最大, 其次是长势较好的棉花。7 月上旬棉花处于蕾期, 部分棉花由于苗情不好, 生长较慢, 长势较差的比例相比后期偏高。8 月上中旬大面积棉花生长旺盛, 长势较差的比例减少, 长势较好的比例增加, 8 月底棉花长势较好的比例达到最高。9 月中下旬棉花处于吐絮中期, 原来长势较好的进入吐絮期较早, NDVI 值降低, 长势较好的比例减少。因此, 及时准确的监

测棉花的长势分布情况可以及早加强管理, 促进较差地区棉花的生长, 提高总体产量。

5.3 监测精度分析

根据丁庄镇 45 个行政村的棉花平均单产统计资料, 在 ARCG IS9.3 软件支持下, 用反距离插值法进行插值, 依据自然裂点将丁庄镇棉花种植区产量分为三级 (图 6), 低产田 $1320 \sim 1347 \text{ kg/hm}^2$, 中产田 $1347 \sim 1384.5 \text{ kg/hm}^2$, 高产田 $1384.5 \sim 1425 \text{ kg/hm}^2$ 。



图 6 棉花单产分布图

Fig 6 Distribution of cotton yield

将 8 月 30 日的棉花长势监测结果与棉花单产分布图进行比较, 在棉花种植区均匀采点, 共采样点 156 个, 统计高、中、低产田中像元长势与相应产量情况, 结果棉花长势的分布与棉花最终产量的分布基本一致, 总监测精度为 82.7%。

6 结论

本研究利用丁庄镇 2000 年 6 月 18 日和 2009 年 7 月 1 日多光谱遥感影像, 在深入分析地物光谱特征基础上, 利用决策树分类方法提取棉花种植面积和空间分布。利用棉花生长期 4 个不同时相的遥感影像, 提取归一化植被指数, 监测棉花的长势状况, 提取精度达 90% 以上, 监测精度达 80% 以上, 为内陆小尺度棉花信息遥感提取及监测提供了有效技术手段。

结果显示: 2000 至 2009 年, 丁庄镇棉花种植面积增加了 7529.4 hm^2 , 棉花种植区的空间分布也发生了很大变化。在棉花生长期, 其长势呈现有规律的变化, 七月初到八月上中旬棉花处于旺盛生长的阶段, 八月中旬到八月底棉花生长速度减慢, 九月初进入吐絮期, NDVI 值下降。本研究结果为研究区棉花生产管理提供了依据, 从而更好的指导田间管理, 提高棉花产量。

本研究为小尺度棉花遥感监测提供了准确简便的方法, 对科学指导棉花的种植和管理具有重要意义。考虑农作物种类较多时棉花和其他作物的光谱混淆, 以及棉花生长过程中各种因素的复杂影响, 会导致棉花信息提取精度的降低, 因此, 地类多样及因素复杂地区的棉花信息遥感提取与监测方法还需进一步的探索。

参考文献

- [1] 赵庚星, 田文新, 张银辉. 垦利县冬小麦面积的卫星遥感与分布动态监测技术 [J]. 农业工程学报, 2001, 17(4): 135-139
- [2] 杨邦杰, 裴志远, 焦险峰. 基于 CBERS2 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
- [3] 吕建海, 陈曦, 王小平. 大面积棉花长势的 MODIS 监测分析方法与实践 [J]. 干旱区地理, 2004, 27(1): 118-123
- [4] 曹卫彬, 杨邦杰, 裴志远, 等. 新疆棉花遥感监测系统建立的对策 [J]. 石河子大学学报, 2003, 7(2): 65-168
- [5] 李爽, 张二勋. 基于决策树的遥感影像分类方法研究 [J]. 地域研究与开发, 2003, 22(1): 17-21
- [6] 刘爱霞, 王长耀, 刘正军, 等. 基于 RS 与 GIS 的干旱区棉花信息提取及长势监测 [J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4): 101-104
- [7] 张朋强, 余旭初, 刘智, 等. 多时相遥感影像相对辐射校正 [J]. 遥感学报, 2006, 10(3): 339-344
- [8] 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
- [9] 吴炳方, 张峰, 刘成林. 农作物长势综合遥感监测方法 [J]. 遥感学报, 2004, 8(6): 498-513
- [10] 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