

**引用格式:** Liu Jikai, Zhong Shiquan, Liang Wenhai. Extraction on Crops Planting Structure based on Multi-temporal Landsat8 OLI Images[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2015, 30(4): 775-783. [刘吉凯, 钟仕全, 梁文海. 基于多时相 Landsat8 OLI 影像的作物种植结构提取[J]. 遥感技术与应用, 2015, 30(4): 775-783.]  
doi:10.11873/j.issn.1004-0323.2015.4.0775

# 基于多时相 Landsat8 OLI 影像的 作物种植结构提取

刘吉凯<sup>1</sup>, 钟仕全<sup>2</sup>, 梁文海<sup>3</sup>

(1. 南京信息工程大学地理与遥感学院, 江苏 南京 210044;  
2. 广西壮族自治区气象减灾研究所/国家卫星气象中心遥感应用试验基地, 广西 南宁 530022;  
3. 广西自治区林业勘测设计院, 广西 南宁 530011)

**摘要:** 针对基于多时相遥感影像、多种特征量提取多种作物种植结构在我国研究较少的现状, 利用多时相 Landsat8 OLI 影像数据, 根据温宿县不同作物的农事历, 通过分析主要地物的光谱特征和归一化植被指数的时间变化信息, 构建不同作物种植结构提取的决策树模型, 实现了对温宿县多种作物种植结构信息的提取。结果表明: ①水稻的最佳识别依据是 5 月 20 日影像的近红外波段和 7 月 23 日影像的 NDVI 值; 棉花和春玉米的最佳识别依据是 5 月 20 日~9 月 9 日影像的 NDVI 变化值; 冬小麦—夏玉米和林果的最佳识别依据是 5 月 20 日~7 月 23 日影像的 NDVI 变化值; ②与单时相监督分类相比, 多时相决策树法对多种作物种植结构的提取效果更理想, 总体精度提高了 7.90%, Kappa 系数提高了 0.10; ③Landsat8 OLI 影像数据分辨率高、成本低、获取方便, 是农作物遥感的良好数据源。

**关键词:** Landsat8 OLI 影像; 光谱特征; NDVI; 决策树分类模型; 作物种植结构  
**中图分类号:** TP 79      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-0323(2015)04-0775-09

## 1 引言

及时、准确地掌握农作物的种植结构及其时空变化信息, 对于准确预测作物产量, 指导农业生产, 确保粮食安全具有重要意义<sup>[1]</sup>。由于农作物的类别、品种复杂多样且耕作制度差异很大<sup>[2]</sup>, 传统的层层汇报和地面抽样调查获取农作物种植结构的方法因其时效性、宏观性、准确性等方面的限制越来越难以满足农情监测信息的需求<sup>[3]</sup>。遥感技术以其观测面积大、观测周期短、数据具有较强的综合性和可比性等特点越来越广泛地应用于农业领域<sup>[4]</sup>, 为及时、准确、客观地获得农作物种植结构提供了强大的手段<sup>[5]</sup>。

目前国内应用遥感技术对作物种植结构的提取

方式依遥感数据源可以分为两种: ①利用作物生长关键期的单时相影像提取作物种植结构。由于不同作物在类似物候期交叉时段影像上的光谱特征相似性较高或易受背景地物的干扰, 会出现“异物同谱”现象, 利用单一时相的遥感影像不能获取作物的最大差异, 严重影响了作物识别的精度<sup>[6]</sup>。以水稻为例, 水稻在移栽期, 稻田常常存有 2~15 cm 的水, 在遥感图像上水稻与水体的光谱特征极其相近, 难以区分; 水稻在抽穗期, 与铃期的棉花或池塘中的莲藕的光谱特征类似, 易混淆<sup>[7]</sup>; ②利用作物全生长期的多时相影像提取作物种植结构。利用多时相遥感影像可以最大限度地发现作物与背景地物的差异, 充分利用作物不同生育期的物候信息, 能够较高精度

收稿日期: 2014-03-10; 修订日期: 2015-05-26

基金项目: 库尔勒市香梨信息系统建设项目资助, 广西科学研究与技术开发计划课题(桂科攻 0816006-8)。

作者简介: 刘吉凯(1989—), 男, 甘肃武威人, 硕士研究生, 主要从事作物遥感监测与方法研究。E-mail: 897285492@qq.com。

通讯作者: 钟仕全(1964—), 男, 广西桂平人, 高级工程师, 主要从事卫星遥感应用研究。E-mail: zhongshq@sina.com。

获取作物种植信息,与单时相影像法相比其精度有较大提高<sup>[8]</sup>。朱良等<sup>[9]</sup>利用水稻移栽期、灌浆期和成熟期 3 个时期的归一化植被指数(NDVI)和土壤含水量指数(LSWI),提出一种时间差异的决策树水稻提取模型,水稻提取的生产者精度和用户精度分别为 95.18%和 98.84%,比单一时相高出 6.78%和 7.54%。然而查阅文献发现,目前基于多时相遥感影像提取作物种植结构的研究绝大多数是针对单一类别作物<sup>[1,8-9]</sup>,对区域多种作物种植结构的提取研究较少,且多依靠 NDVI 或 EVI 特征量<sup>[10-11]</sup>。事实上,在我国绝大多数农业生产区,多种作物同时耕作,种植结构复杂,了解其中某一类作物种植结构,或基于单特征量(NDVI 或 EVD)获取多种作物种植结构,都无法准确地获得区域多种作物种植结构及其变化信息(后者使得不同作物种植结构提取的精度差异较大),难以从宏观上掌握该区域的农业基础情况,不利于区域农业生产调度和管理。

综上所述,利用多时相遥感影像提取多种作物种植结构及其时空变化信息已成为当前农业遥感应用的重点和方向,而我国根据不同作物的农事历,利用多时相遥感影像,基于多种特征量对区域多种作

物种植结构的提取研究相对较少<sup>[9-11]</sup>。为此,本文以新疆温宿县为研究区,采用多时相 Landsat8 OLI 遥感数据,根据不同作物的农事历,基于地物的光谱特征和归一化植被指数(NDVI)的时间变化信息,通过决策树分类模型识别提取温宿县的多种作物种植结构,为利用遥感技术高精度提取区域作物种植结构,了解作物种植结构的时空变化规律提供方法参考和技术支撑。

2 研究区和数据预处理

2.1 研究区概况

温宿县地处阿克苏地区西北部,托木尔峰南麓,塔里木盆地北缘,地处 79°27'~81°29'E,40°51'~42°15'N 之间,属典型的大陆性气候,昼夜温差悬殊较大,年均气温 10.10℃,年均降水量 65.4 mm,年均无霜期 185 d。境内地貌北高南低,分为北部山区和南部平原两大部分。其中南部冲积平原占全县总面积的 43.33%,地势平坦,水源丰富,良田连片,是温宿县传统农业基地,主要种植水稻、棉花、春玉米和冬小麦等农作物和林果等经济作物。表 1 归纳了温宿县多种作物的农事历信息。

表 1 研究区主要作物农事历  
Table 1 Crop phenological calendar in study area

月份	4			5			6			7			8			9			
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
水稻	播种		出苗	育秧		移栽	返青		分蘖		孕穗		抽穗		乳熟		成熟		
棉花	播种		出苗	苗期			蕾期			铃期			絮期						
春玉米			播种	出苗	苗期			拔节		抽雄		乳熟		成熟					
冬小麦 <sup>*</sup>	返青		拔节	抽穗			乳熟		成熟										
夏玉米 <sup>*</sup>									播种		苗期		拔节		抽雄	乳熟			

\* 注:冬小麦和夏玉米主要指冬小麦—夏玉米(下文合称“冬小麦—夏玉米”),一般前一年 10 月上中旬播种冬小麦,10 月中下旬出苗,当年 3 月中旬开始返青进入快速生长期,6 月下旬收获,7 月上中旬播种夏玉米,7 月中下旬出苗,9 月上中旬达到生长鼎盛期,10 月初收获后又播种冬小麦

2.2 数据选取和预处理

遥感数据选取了 3 景无云、无沙尘影响的 Landsat8 OLI 数据,成像时间分别为 2013 年 5 月 20 日、7 月 23 日和 9 月 9 日;数据从美国 USGS 网站下载得到<sup>[12]</sup>,格式为 L1T,分辨率为 30 m。为了提高遥感影像的使用质量,保证分类的精度和面积统计的精确性,对获取的影像进行了预处理,主要包括影像的辐射定标、大气辐射校正(由于 OLI 的第 9 波段,即卷云波段的图像噪声非常大,主要用于识别卷云,大气辐射校正后反射率值全部为 0,在文中并未考虑,大气辐射校正采用 FLAASH 模块)、几何配准和图像增强,具体方法参考文献[13-14]。

3 温宿县多种作物种植结构提取

3.1 主要地物的光谱特征和植被指数分析

遥感影像反映的是区域内地物的电磁波辐射能量,有明确的物理意义。遥感影像数据中像元光谱值的大小及其变化主要是由地物类型的变化引起的,地物间光谱值的差异性就构成了遥感识别地物的基础<sup>[15-16]</sup>。植被的独特光谱特征可使其在遥感影像上有效地与其他地物相区别<sup>[17]</sup>。不同植被在可见光波段内的反射率差异很小,在近红外和短波红外波段的差异比较明显<sup>[3]</sup>。研究表明归一化植被指数(Normalized Difference Vegetation Index, ND-

VI)是能够反映植被在可见光、近红外波段反射与土壤背景之间差异的指标,具有较强的植被监测能力,且随着时间的变化与植被的物候信息呈现一定的规律性<sup>[18]</sup>。作物的种类不同,物候历不同,具有不同的光谱特征,通过分析不同作物的光谱特征和植被指数的差异性,可以为作物种植结构提取提供理论依据。利用大气辐射校正后的 Landsat8 反射率数据计算 NDVI:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \tag{1}$$

其中: $\rho_{RED}$  为红色波段反射率, $\rho_{NIR}$  为近红外波段反射率。

根据遥感影像特征和作物的农事历(表 1),经当地专业人员确认,将温宿县地物初步分为水稻、棉花、春玉米、冬小麦—夏玉米、林果、水体、冰雪(川)、草地、镇(村)和裸地。冰雪(川)和草地主要分布在北部的山区,与本文研究目标无关,在文中不做考虑;同时由于镇(村)分布散,面积小,在影像上易与裸地相混淆,将其合并到裸地地类,最终将温宿县地物分为水稻、棉花、春玉米、冬小麦—夏玉米、林果、水体和裸地 7 类典型地物。根据实地调查资料,对每一类地物选取一定数量的训练样本,统计其在不同时相影像上的光谱特征和植被指数,并根据统计值绘制光谱曲线(图 1)和植被指数曲线(图 2)。

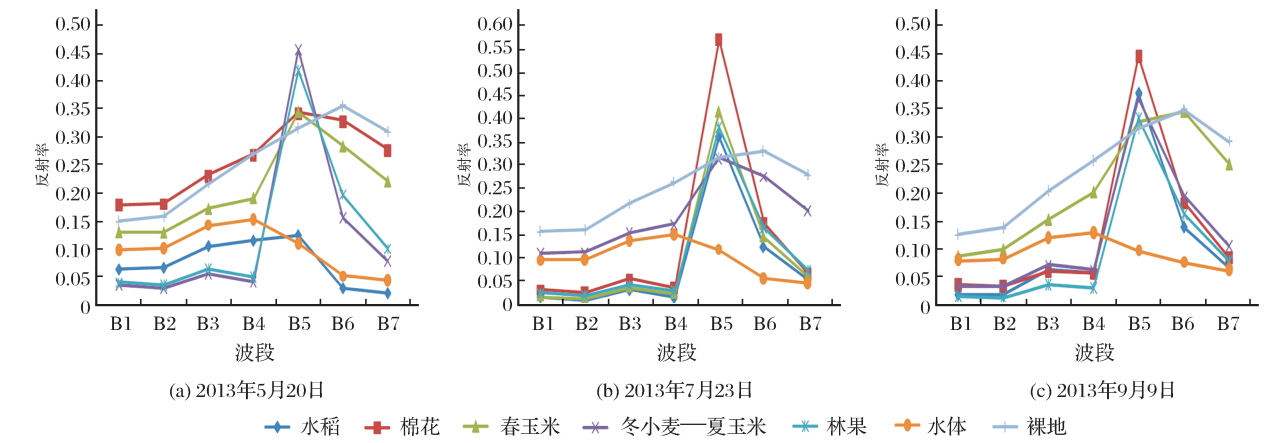


图 1 主要地物的光谱特征曲线

Fig. 1 The spectral values curves of main land cover types in difference times

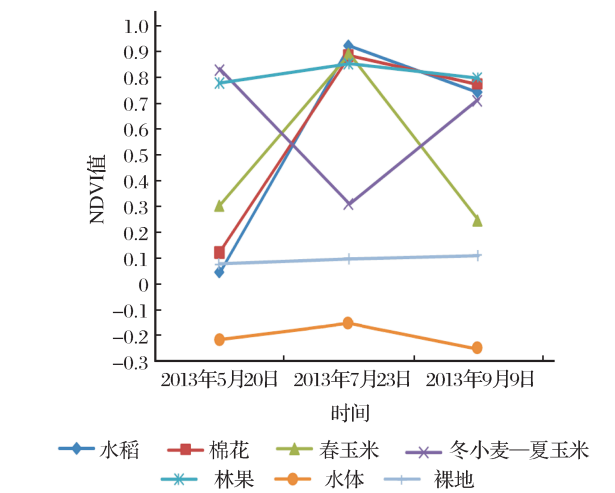


图 2 主要地物的 NDVI 变化曲线

Fig. 2 NDVI change curves of main land cover types

5 月 20 日影像,近红外 B5 波段水稻和水体与其他地物的光谱差异最明显;短波红外 B6 波段,水体和裸地最易区分。7 月 23 日影像,近红外 B5 波段棉花与其他地物的光谱特征差异性最大。9 月 9

日影像,短波红外 B7 波段裸地和春玉米与其他地物的光谱差异性最显著。

5 月 20 日影像,冬小麦和林果 NDVI 值远高于其他地物,易区分;而其他地物间 NDVI 值交叉重叠,易混淆。7 月 23 日,夏玉米的 NDVI 值远小于其他作物的 NDVI 值,易区分。从 5 月 20 日~7 月 23 日,冬小麦—夏玉米的 NDVI 值降低,其他作物 NDVI 值均增加,利用这一特征也可以识别出冬小麦—夏玉米。9 月 9 日影像,春玉米与其他作物的 NDVI 值差异明显,易区分。从 7 月 23 日~9 月 9 日,NDVI 的变化趋势为春玉米降低、夏玉米增加,其他作物略微下降,利用这一特征也可以识别出春玉米和夏玉米。

3.2 作物种植结构提取的决策树模型设计和实现

决策树分类法(DTC)是利用对训练样本进行归纳学习而生成的决策规则实现数据分类的一种分层次处理的数学方法<sup>[9]</sup>。其基本思想是将每一类目标地物作为一个图层或树枝逐步从原始影像中分离

掩膜出来,以避免此目标地物对其他目标地物提取造成干扰和影响,最终将所有的图层复合实现图像的自动分类<sup>[19]</sup>。决策树分类法具有灵活、直观和运算效率高等特点,在遥感分类问题上表现出巨大优势<sup>[20]</sup>。本文是在作物光谱特征和植被指数分析的基础上,利用决策树分类模型提取温宿县的不同作物种植结构。

不同地物的光谱特征和植被指数及其差异性是用来区分各类地物的理论依据,且差异性越大,利用决策树分类的提取效果就越好,因此要尽可能地扩大不同作物间或与其他地物的差异。

3.2.1 水稻的提取

根据主要地物光谱特征分析,5月20日影像,近红外B5波段水稻和水体与其他地物的光谱差异最明显,据此对B5设置阈值 $K_1$ ,把地物分为两个大类,当 $B5 < K_1$ 时可以提取出水稻和水体的信息(图1(a))。根据表2数据,B5波段水稻和水体的反射率最大值均没有超过0.23,其他植被反射率最小值都大于0.24,裸地的反射率最小值为0.13,最大值为0.54,与水稻和水体反射光谱交叉重叠。因此将 $K_1$ 设为

0.23,可以准确提取出水稻和水体信息,但其中还混有少量裸地(表2)。再根据植被指数分析,7月23日的NDVI影像上,水稻与水体的差异最大:水稻的NDVI最小值为0.77,水体和裸地的NDVI最大值分别为0.18和0.31,据此对NDVI设置阈值 $T_1=0.32$ ,可以实现水稻和水体的分离,同时去除混在其中的少量裸地(表3)。最后,对5月20日影像的B6波段设置阈值 $K_2=0.10$ ,将水体和裸地进行区分(表2)。

3.2.2 棉花、春玉米的提取

根据表4数据,从5月20日~7月23日,棉花和春玉米的NDVI值均增加,增幅大于0.28,冬小麦的NDVI值降低,平均降低0.52,林果和裸地的NDVI值略有增加,最大增量不超过0.23,通过对 $NDVI_{723}-NDVI_{520}$ 设置阈值 $T_2=0.24$ ,再利用3.2.1中分类的结果对其掩膜处理,可以准确的提取出棉花和春玉米。从7月23日到9月9日,棉花的NDVI值降低,平均降低0.11,最大值为0.29,而春玉米的NDVI值大幅下降,平均下降0.65,最小值是0.23,据此对 $NDVI_{723}-NDVI_{909}$ 设置阈值 $T_3$ ,实现棉花和春玉米的提取,经反复试验, $T_3$ 取0.24时效果最佳。

表 2 5月20日主要地物的波段光谱反射率值统计表  
Table 2 Statistics of the spectral reflectance values of main land cover types on May 20, 2013

波段	统计值	水稻	棉花	春玉米	冬小麦—夏玉米	林果	水体	裸地
B1(Deep Blue)	最小值	0.04	0.14	0.05	0.02	0.03	0.04	0.06
	最大值	0.10	0.23	0.24	0.05	0.08	0.15	0.34
	均值	0.06	0.18	0.13	0.04	0.04	0.10	0.15
B2(Blue)	最小值	0.04	0.14	0.05	0.01	0.02	0.04	0.70
	最大值	0.11	0.23	0.24	0.05	0.07	0.15	0.35
	均值	0.07	0.18	0.13	0.03	0.04	0.10	0.16
B3(Green)	最小值	0.07	0.17	0.08	0.03	0.05	0.08	0.10
	最大值	0.14	0.29	0.29	0.07	0.11	0.22	0.44
	均值	0.11	0.23	0.17	0.06	0.06	0.14	0.22
B4(Red)	最小值	0.07	0.18	0.07	0.02	0.03	0.06	0.13
	最大值	0.16	0.34	0.35	0.07	0.11	0.26	0.49
	均值	0.11	0.27	0.19	0.04	0.05	0.15	0.27
B5(NIR)	最小值	0.09	0.24	0.25	0.36	0.34	0.02	0.13
	最大值	0.18	0.41	0.42	0.55	0.48	0.23	0.54
	均值	0.12	0.34	0.35	0.46	0.42	0.11	0.32
B6(SWIR1)	最小值	0.02	0.23	0.21	0.13	0.16	0.01	0.11
	最大值	0.06	0.42	0.38	0.19	0.23	0.10	0.59
	均值	0.03	0.33	0.28	0.16	0.20	0.05	0.36
B7(SWIR2)	最小值	0.01	0.19	0.12	0.06	0.08	0.01	0.09
	最大值	0.05	0.37	0.33	0.10	0.16	0.10	0.45
	均值	0.02	0.28	0.22	0.08	0.10	0.05	0.31

表 3 主要地物的 NDVI 值统计表

Table 3 Statistics of the NDVI values of main land cover types

影像日期	NDVI 值	水稻	棉花	春玉米	冬小麦—夏玉米	林果	水体	裸地
2013-05-20	最小值	−0.12	0.05	0.04	0.67	0.53	−0.58	−0.02
	最大值	0.27	0.23	0.70	0.91	0.86	0.18	0.21
	均值	0.04	0.12	0.30	0.83	0.78	−0.22	0.08
2013-07-23	最小值	0.77	0.83	0.60	0.01	0.62	−0.69	−0.02
	最大值	0.98	0.94	0.99	0.89	0.94	0.18	0.31
	均值	0.92	0.89	0.89	0.31	0.86	−0.15	0.10
2013-09-09	最小值	0.50	0.59	0.05	0.28	0	−0.96	0.03
	最大值	0.87	0.96	0.66	0.95	0.99	0.10	0.74
	均值	0.74	0.78	0.25	0.72	0.80	−0.25	0.11

表 4 主要地物的 NDVI 变化值

Table 4 Statistics of the NDVI change values of main land cover types

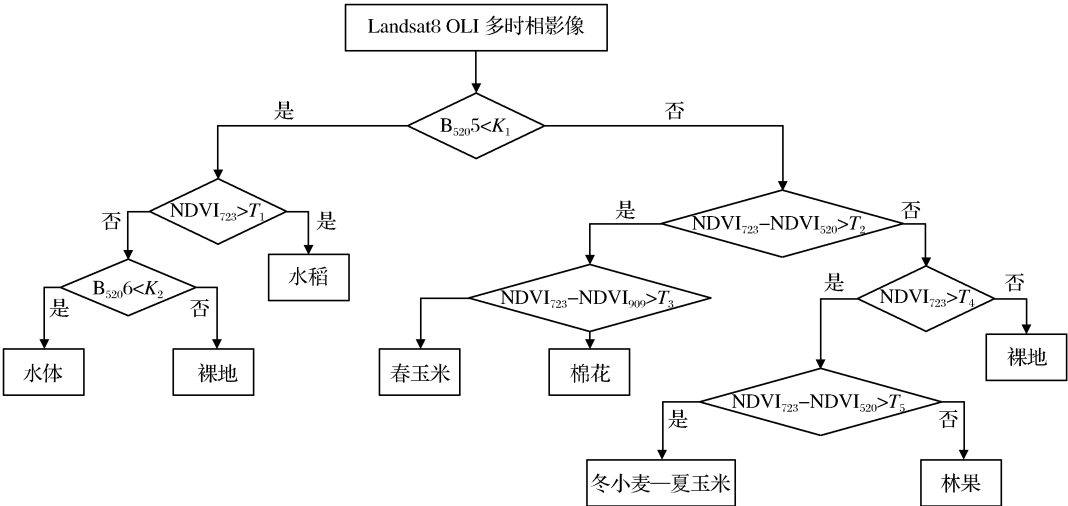
变化时间	NDVI 变化值	水稻	棉花	春玉米	冬小麦—夏玉米	林果	水体	裸地
7 月 23 日~ 9 月 9 日	最小值	−0.02	−0.03	0.23	−0.91	−0.13	−0.78	−0.75
	最大值	0.37	0.29	0.90	0.10	0.93	0.96	0.08
	均值	0.18	0.11	0.65	−0.40	0.06	0.10	−0.01
7 月 23 日~ 5 月 20 日	最小值	0.68	0.63	0.28	−0.88	−0.04	−0.57	−0.23
	最大值	1.06	0.84	0.94	0.02	0.23	0.45	0.20
	均值	0.88	0.76	0.59	−0.52	0.08	0.08	0.02

3.2.3 冬小麦—夏玉米、林果提取

根据 3.2.1 和 3.2.2 的分类结果,冬小麦—夏玉米、林果和部分裸地同在一个大类别中,为了有效提取出冬小麦—夏玉米和林果信息,首先需要将其中的裸地特征去除。根据表 3 数据,5 月 20 日 NDVI 影像上,冬小麦和林果的 NDVI 值远高于裸地的 NDVI 值,据此设置阈值  $T_4=0.5$  去除掉裸地。再由表 4 数据,从 5 月 20 日~7 月 23 日,冬小麦—夏玉米的

NDVI大幅降低,平均降低 0.52,最小值为−0.02,而林果的 NDVI 值略微升高 0.08,最小值为−0.04,两者 NDVI 的变化趋势相反。因此对 NDVI 设置阈值  $T_5$  可以实现冬小麦—夏玉米和林果的提取,经反复试验阈值设为−0.08 时效果最佳。

根据上述分析,借助 ENVI5.0SP3 软件编辑决策树分类模型(图 3),实现对温宿县多种作物种植结构提取(图 4)。



( $K_1=0.23, K_2=0.10, T_1=0.30, T_2=T_3=0.24, T_4=0.50, T_5=-0.08$ )

图 3 决策树分类模型提取作物种植结构的流程图

Fig. 3 Flow chart of crops planting structure based on decision tree

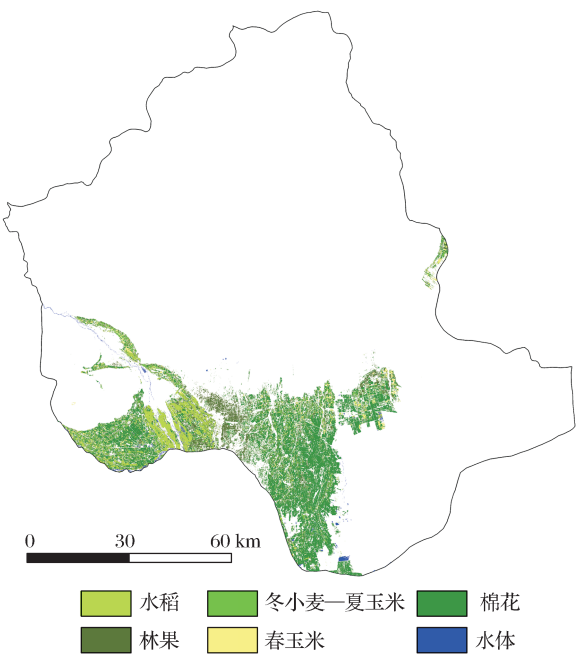


图 4 决策树分类模型提取的作物种植结构空间分布  
Fig. 4 Spatial distribution of crops planting structure based on decision tree

4 作物种植结构提取精度评价分析

本文以研究区 2011 年的农作物实地调查资料为参考,与 2013 年 3 景遥感影像叠加,经对比选择其中对应地物未发生变化的实测点为验证数据样本,且综合考虑作物的农事历和作物在不同时相影像上的变化特征,将各地类的实测点转化成真实感兴趣区,通过误差矩阵评价温宿县多种作物种植结构提取的精度。同时利用训练样本分别对 3 个时相的遥感影像采取最大似然法进行监督分类,取其中分类效果最好的单时相影像,与多时相决策树分类结果对比分析,见表 5。在单一时相的监督分类中,5 月 20 日影像的分类效果最好,总体精度为 89.77%,Kappa 系数为 0.87。多时相决策树分类的效果优于监督分类,比 5 月 20 日影像总体精度提高了 7.90%,Kappa 系数提高了 0.10。

单一时相(5 月 20 日)分类中,棉花、春玉米和林果的分类效果并不理想。多时相决策树分类中,温宿县不同农作物的生产者精度均大于91%;用户

表 5 单时相监督分类和多时相决策树分类的混淆矩阵

Table 5 Confusion matrix based on decision tree of classification and supervised classification

7 月 23 日影像监督分类结果		总体精度:88.97%						Kappa 系数:0.86	
9 月 9 日影像监督分类结果		总体精度:88.18%						Kappa 系数:0.85	
5 月 20 日 监督 分类 结果	类别	水稻	棉花	春玉米	冬小麦—夏玉米	林果	水体	裸地	总计
	水稻	1 409	0	0	0	0	2	0	1 411
	棉花	6	1 347	196	0	0	0	208	1 757
	春玉米	0	71	629	7	86	0	106	899
	冬小麦—夏玉米	0	0	0	1 038	40	0	0	1 078
	林果	0	0	35	20	720	0	0	775
	水体	65	0	0	0	0	282	9	356
	裸地	8	16	29	0	0	1	2513	2 567
总计		1 488	1 434	889	1 065	846	285	2 836	8 843
		总体精度:89.77%						Kappa 系数:0.87	
多时 相决 策树 分类 结果	水稻	1444	0	0	0	0	3	1	1 448
	棉花	2	1 422	9	0	20	0	5	1 458
	春玉米	0	11	874	0	0	0	2	887
	冬小麦—夏玉米	0	0	0	1 038	24	0	0	1 062
	林果	0	0	4	25	772	0	22	823
	水体	42	0	0	0	0	282	1	325
	裸地	0	1	2	2	30	0	2 805	2 840
	总计	1 488	1 434	889	1 065	846	285	2 836	8 843
		总体精度:97.67%						Kappa 系数:0.97	

精度均大于 93%, 较单一时相都有明显提高。以春玉米为例, 899 个春玉米真实像元在单一时相分类中只有 629 个正确分类, 196 个像元错分为棉花, 35 个像元错分为林果, 剩余 29 个像元错分为裸地, 春玉米的用户精度为 69.97%。889 个春玉米真实像元中, 71 个像元为棉花错分, 86 个像元为林果错分, 7 个像元为冬小麦—夏玉米错分, 春玉米的生产者精度为 70.75%。但是在多时相决策树分类中春玉米正确分类 874 个, 有 13 个像元被错分为其他类别, 即春玉米的用户精度为 98.31%。真实像元中有 15 个像元是其他类别错分, 即春玉米的生产者精度为 98.53%。多时相决策树模型提取的春玉米信息比单一时相的生产者精度提高了 28.34%, 用户精度提高了 27.78%。

5 月 20 日单时相影像上, 水稻处于移栽期, 稻田里有积水, 与水体的光谱特征相近, 易混淆; 棉花和春玉米均处于苗期, 幼苗叶片没有完全覆盖土壤, 与裸地的光谱特征相似, 难以有效区分; 冬小麦处于乳熟期, 林果幼果膨大期, 植被特征均突出, 不易区分。多时相决策树分类, 充分利用作物的物候信息: 7 月下旬, 水稻处于生长最旺盛的穗期, 与水体的光谱差异最大, 区分性最佳; 从 7 月下旬~9 月初春玉米由生长最为旺盛的抽雄期到成熟期, NDVI 值迅速降低, 而棉花依然处于生长最为旺盛的时期(蕾期和絮期), NDVI 值变化不明显, 最易于两者的识别; 夏玉米在 7 月下旬处于苗期, 相比于生长旺盛的林果, NDVI 变化明显, 易于识别。可见多时相决策树分类较单时相监督分类, 更加注重对光谱信息的深入分析和挖掘, 增加了作物可分性的信息量, 分类识别的针对性更强, 明显改善了多种作物种植结构提取的精度。

## 5 结 语

基于多时相 Landsat8 OLI 遥感数据, 根据不同作物的物候信息, 对温宿县主要地物的光谱特征和 NDVI 随时间变化分析表明: 5 月 20 日影像近红外波段和 7 月 23 日影像 NDVI 值最有利水稻识别; 5 月 20 日~9 月 9 日影像 NDVI 变化值最有利于棉花和春玉米的识别; 5 月 20 日~7 月 23 日影像 NDVI 变化值是识别冬小麦—夏玉米和林果的最佳选择。

在地物光谱特征和 NDVI 分析的基础上, 利用决策树分类模型提取温宿县的多种作物种植结构。与单时相监督分类相比, 多时相决策树分类通过挖掘地物光谱信息的差异, 对多种作物种植结构的提

取效果更理想, 总体精度提高了 7.90%, Kappa 系数提高了 0.10。

从本研究视角可知, Landsat8 OLI 影像数据分辨率高, 成本低, 获取方便, 是作物遥感监测、识别提取的良好数据源。

但是本研究也存在一些不足之处: 通过地物光谱特征和植被指数确定决策树分类规则费时费力, 如何改进分类规则确定的方法, 更快地确定分类规则, 有待进一步研究; 温宿县的林果主要有苹果、香梨、核桃、红枣等, 文中统称为林果, 在今后的相关研究中需要结合地面实测数据, 将树种类别加以细分。

## 参考文献 (References):

- [1] Han Lijian, Pan Yaozhong, Jia Bin, *et al.* Acquisition of Paddy Rice Coverage based on Multi-temporal IRS-P6 Satellite AWIFS RS Data[J]. Transactions of the Chinese of Agriculture Engineering, 2007, 23(5): 137-143. [韩立建, 潘耀忠, 贾斌, 等. 基于多时相 IRS-P6 卫星 AWIFS 影像的水稻种植面积提取方法[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 137-143.]
- [2] Han Yingjuan, Li Jianping, Zhang Xueyi, *et al.* Application of CEBRS in the Investigation of Paddy Rice Area in Ningxia[J]. Agriculture Network Information, 2006, 11: 13-17. [韩颖娟, 李剑萍, 张学艺, 等. 中巴资源卫星在宁夏水稻种植面积调查中的应用[J]. 农业网络信息, 2006, 11: 13-17.]
- [3] Zheng Changchun. Study on Remote Sensing Information Extraction of Paddy Rice Planting Area[D]. Urumqi: Xinjiang Agriculture University, 2008. [郑长春. 水稻种植面积遥感信息提取研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2008.]
- [4] Liu Meicen, Li Xia, Jiang Pin'an, *et al.* The Application of ASTER Data in Cotton Information Classification——Taking 16 Farm of Nongyishi of Production and Construction Group as an Example[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2005, 20(6): 591-595. [刘玫岑, 李霞, 蒋平安, 等. ASTER 数据在棉花信息提取中的应用——以兵团农一师十六团为例[J]. 遥感技术与应用, 2005, 20(6): 591-595.]
- [5] Cao Weibin, Yang Bangjie, Song Jinpeng. Spectral Information based Model for Cotton Identification on Landsat TM Image[J]. Transactions of the Chinese of Agriculture Engineering, 2004, 20(4): 112-116. [曹卫彬, 杨邦杰, 宋金鹏. TM 影像中基于光谱特征的棉花识别模型[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 112-116.]
- [6] Tu Xingyue, Zhao Dongling. The Analysis of Crops Identification Method based on Multi-temporal Remote Sensing Data[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2012, 81(S1): 380-383. [屠星月, 赵冬玲. 多时相遥感影像农作物识别方法的分析[J]. 测绘通报, 2012, 81(S1): 380-383.]
- [7] Wei Caixin, Wang Xinsheng, Liu Hai, *et al.* Extraction of Paddy Rice Coverage based on the HJ Satellite Data[J]. Journal of Geo-information Science, 2012, 14(3): 382-388. [魏新彩, 王新生, 刘海, 等. HJ 卫星图像水稻种植面积的识别分析[J].

- 地球信息科学学报,2010,14(3):382-388. ]
- [8] Ma Li,Xu Xingang,Liu Liangyun,*et al.* Study on Crops Classification based on Multi-temporal NDVI and Characteristic Bands [J]. Remote Sensing Technology and Application, 2008,23(5):520-524. [马丽,徐新刚,刘良云,等. 基于多时相 NDVI 及特征波段的作物分类研究[J]. 遥感技术与应用, 2008,23(5):520-524. ]
- [9] Zhu Liang,Ping Bo,Su Fenzhen,*et al.* Using Decision Tree Model to Extract Paddy Rice Information from Multi-temporal TM Images[J]. Journal of Geo-information Science,2013, 15(3):446-451. [朱良,平博,苏奋振,等. 多时相 TM 影像决策树模型的水稻识别提取[J]. 地球信息科学学报,2013,15 (3):446-451. ]
- [10] Hu Qiong,Wu Wenbin,Song Qian,*et al.* Recent Progresses in Research of Crop Patterns Mapping by Using Remote Sensing [J]. Scientia Agricultura Sinica,2015,48(10):1900-1914. [胡琼,吴文斌,宋茜,等. 农作物种植结构遥感提取研究进展[J]. 中国农业科学,2015,48(10):1900-1914. ]
- [11] Hao Weiping,Mei Xurong,Cai Xueliang,*et al.* Crop Planting Extraction based on Multi-temporal Remote Sensing Data in Northeast China[J]. Transactions of the Chinese of Agriculture Engineering,2011,27(1):201-207. [郝卫平,梅旭荣,蔡学良,等. 基于多时相遥感影像的东北三省作物分布信息提取 [J]. 农业工程学报,2011,27(1):201-207. ]
- [12] USGS. Landsat Data Continuity Mission (LDCM) [EB/OL]. <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>. 2013/09/18.
- [13] USGS. Landsat Missions [EB/OL]. [http://landsat.usgs.gov/Landsat8\\_Using\\_Product.php](http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php). 2013/05/17.
- [14] Xu Hanqiu,Tang Fei. Analysis of New Characteristics of the First Landsat8 Image and Their Eco-environmental Significance[J]. Acta Ecologica Sinica,2013,33(11):3249-3257. [徐涵秋,唐菲. 新一代 Landsat 系列卫星:Landsat8 遥感影像新增特征及其生态环境意义[J]. 生态学报,2013,33(11):3249-3257. ]
- [15] Li Xue,Zhong Shiquan,Wang Lei,*et al.* Analysis of Spectral Characteristics of Fruit Trees based on HJ Satellite Remote Sensing Data [J]. Xinjiang Agricultural Sciences,2011,48 (11):1967-1973. [李雪,钟仕全,王蕾,等. 基于 HJ 卫星遥感数据的林果光谱特征分析[J]. 新疆农业科学,2011,48(11): 1967-1973. ]
- [16] Cheng Xi,Shen Zhanfeng,Zhou Ya'nan,*et al.* The Spectral Characteristics Separability Analysis of Spectral Data base of Typical Objects of Land Surface based on Bhattacharyya Distance[J]. Remote Sensing Technology and Application,2013, 28(3):707-713. [程熙,沈占峰,周亚男,等. 基于 Bhattacharyya 距离的典型地物波谱特征差异性分析[J]. 遥感技术与应用,2013,28(3):707-713. ]
- [17] Mei Anxin,Peng Wanglu,Qin Qiming,*et al.* Introduction to Remote Sensing[M]. Beijing: Higher Education Press,2001. [梅安新,彭望禄,秦其明,等. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2001. ]
- [18] Freid M A,Brodley C E. Decision Tree Classification of Land Cover from Remotely Sensed Data[J]. Remote Sensing of Environment,1997,(61):399-409.
- [19] Guo Jian,Zhang Jixian,Zhang Yonghong,*et al.* Study of the Comparison of Land Cover Classification for Multi-temporal MODIS Images[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2009,38(1):88-92. [郭健,张继贤,张永红,等. 多时相 MODIS 影像土地覆盖分类比较研究[J]. 测绘学报,2009,38(1): 88-92. ]
- [20] Yu Wenying,Feng Rui,ji Ruipeng,*et al.* Advances in Rice Planting Area Extraction Technology based on MODIS Data[J]. Journal of Meteorology and Enviroment,2011,27(2):56-61. [于文颖,冯锐,纪瑞鹏,等. 基于 MODIS 数据的水稻种植面积提取研究进展[J]. 气象与环境学报,2011,27(2):56-61. ]

## Extraction on Crops Planting Structure based on Multi-temporal Landsat8 OLI Images

Liu Jikai<sup>1</sup>, Zhong Shiquan<sup>2</sup>, Liang Wenhai<sup>3</sup>

(1. School of Geography & Remote Sensing, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;

2. Guangxi Institute of Meteorology, Nanning/Remote Sensing Application and Test Base of National Satellite Meteorology Centre, Nanning 530022, China;

3. Guangxi Forest Inventory & Planning Institute, Nanning 530011, China)

**Abstract:** Crops planting structure and spatiotemporal change information have become the focus of the current agricultural remote sensing application. However, using the spectral characteristics and vegetation index of multi-temporal remote sensing data to extract the crops planting structure was still few in our country. The paper took Wensu county as the study area, used Landsat8 OLI satellite data, analyzed the difference of spectral characteristics and



vegetation index of the main land cover types according to the crop phenological calendar, and modeled a decision tree to identification crops, then used the model to extract crops planting structure precisely on Wensu county. The results suggested that: ① The optimal choice to identify paddy rice is near infrared band on May 20 and NDVI value on July 23; NDVI change value from May 20 to September 9, which is most helpful for the identification of cotton and corn; NDVI change value from May 20 to July 23, which is the best choice for wheat and forest fruit. ② the decision tree classification based on multi-temporal Landsat8 OLI images outperformed the single-temporal supervised classification results with the overall accuracy increased 7.90% and Kappa coefficient increased 0.10. ③ Landsat8 OLI satellite data has high spatial resolution and convenient access, so it is a potential data source for crops information identification, monitoring, extracting in the future.

**Key words:** Landsat8 OLI images; Spectral characteristics; NDVI; Decision tree classification; Crops planting structure

## 中国(深圳)国际无人系统技术成果交易展览会

尖兵之翼——中国(深圳)国际无人系统技术成果交易展览会将于 11 月 17~20 日在深圳举行,据悉,这次展览会崭新升级,拥有诸多亮点,而这其中最引人注意的当然就是飞行表演了。

“尖兵之翼——中国无人机大会暨展览会”自 2006 年首次举办,已成功举办五届,是集学术交流、展览展示、商业洽谈于一体的高层次、大规模的综合专业性活动,在中国无人机领域具有较高的影响力,是目前国内创办最早、规模最大、层次最高的无人机专题展。2010 年,尖兵之翼曾经成功举办过无人机飞行表演,是国内第一家举办飞行表演的无人机展览会,取得了众多无人机专业人士、无人机爱好者的好评。飞行表演是最直观的展现无人机性能、亮点的方法,但这几年因为政策限制,很多无人机展览都放弃了动态展示,无人机试飞这一环节。

为满足众多用户对无人机飞行表演的迫切渴望与希望,2015 第六届尖兵之翼无人机大会展览会崭新升级,新增无人机飞行表演这一展览环节。在这次大会上,你可以看到最先进、最灵活、最新鲜、最优秀的无人机进行飞行表演,或鹰展长空,气势如虹,或灵活高效,迅疾勇猛。除了飞行表演,据悉大会导演组正在征集飞行创意,将用多种方式展现无人机,例如举办 FPV 无人机竞速赛、无人机电力巡线比赛、无人机飞行作业大赛、无人机快递竞赛、无人机投递比赛等比赛项目,设置获奖等级,为优胜飞机颁发奖金奖品等等新鲜有趣的比赛展览方式。可以想象届时动态展演现场的热闹场景。

飞行表演斩获亿万人眼球,动静结合打造最牛无人机展,我们可以期待,2015 年尖兵之翼——中国(深圳)国际无人系统技术成果交易展览会将会带给我们不一样的精彩!

咨询电话:010-88587506/7

公司邮箱:gbt@gobetter.com.cn

时间:2015 年 11 月 18~20 日

地点:深圳·大运中心

