

基于 HJ-1A/1B 数据的冬小麦成熟期遥感预测

蒙继华, 吴炳方^{*}, 杜鑫, 董泰峰, 钮立明

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要: 基于遥感数据获取作物成熟度信息, 制订收割顺序, 是遥感在精准农业中的一个重要应用课题, 目前的作物物候监测在空间分辨率和预测的时效性上尚无法满足精准农业的要求。以山东禹城市为研究区, 选取观测点, 分析冬小麦成熟期临近过程中水分和叶绿素的动态变化, 获取基于遥感监测小麦成熟期的依据。以 HJ-1A CCD 数据构建的植被指数来反映作物绿度的变化, 以 HJ-1B IRS 数据构建的归一化水指数来反映作物含水率的变化, 通过回归分析建立了冬小麦成熟期的遥感预测模型, 实现了禹城市冬小麦成熟期的遥感监测。小麦成熟期预测值与观测值的相关性达极显著水平, 预测与观测小麦成熟期的先后顺序较为一致, 在以误差小于 1 d 作为成功预测衡量标准的情况下, 预测结果的准确度为 65%。提出了使用 HJ-1A/1B 数据开展冬小麦成熟期预测的模型, 而使用不同时相遥感数据预测成熟期的通用模型将成为下一步研究重点。

关键词: 遥感, 模型, 预测控制系统, 冬小麦, 成熟期, HJ 数据

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2011.03.043

中图分类号: TP79

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2011)-03-0225-06

蒙继华, 吴炳方, 杜鑫, 等. 基于 HJ-1A/1B 数据的冬小麦成熟期遥感预测[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 225-230.
Meng Jihua, Wu Bingfang, Du Xin, et al. Predicting mature date of winter wheat with HJ-1A/1B data[J]. Transactions of the CSAE, 2011, 27(3): 225-230. (in Chinese with English abstract)

0 引言

精准农业基于农田作物和环境的空间差异性, 通过各种技术手段来获取农田内不同单元的农田信息, 并由此利用变量技术进行农田优化管理, 实现生产过程精细化、准确化^[1]。在精准农业中, 田块内的变异是进行农业精准管理的关键。遥感为精准农业所需空间变异参数的快速、准确、动态获取提供了重要的技术手段^[2], 在指导农田灌溉^[3]、施肥^[4-5]、病虫害防治^[6-7]、杂草控制^[8-9]及灾后损失评估^[10-11]等方面已有很多成功的应用。

基于遥感数据获取作物成熟度的信息, 制订收割顺序, 是遥感在精准农业中的一个重要应用领域。适时收割打碾, 避免不利天气影响, 是农业生产中的关键环节。收获过早或过晚都会影响产量, 不利于丰产增收。因此, 做好作物成熟期预报, 分析确定适宜收获期, 成为遥感为精准农业实施提供信息支持的重要领域。目前对作物成熟的判断主要是依据叶片的颜色、结构及冠层结构等作物特征进行主观解译, 无法在大范围适用, 且易引入主观判断的误差。也有学者以气象数据为驱动, 建立作物成熟期预报模型^[12], 由于受气象数据分辨率的限制只

能在大区域尺度应用, 难以反映地块间或地块内部的差异, 同时因为忽略了作物品种和农田管理水平差异的影响, 也使得预测精度受到限制。目前遥感监测作物成熟期主要有两种方法, 即使用归一化植被指数 (normalized differential vegetation index, NDVI) 等时间序列遥感数据跟踪作物生长过程, 通过作物生育末期作物生长过程的特征变化来确定作物成熟期^[13], 及通过作物成熟在作物水分、叶绿素及氮素等冠层生化参量变化所表现出的特征, 实现遥感监测作物生育期, 中国学者针对水稻也开展了一些研究^[14-15], 重点主要集中在光谱特征分析上。前者有较广泛的应用, 但由于对时间序列遥感数据的要求较高, 往往在空间分辨率和预测的时效性上无法满足精准农业的要求, 后者可以获得较高的精度, 但目前该方法仅在陆基光谱设备上得到应用^[16-17], 要应用于卫星遥感数据尚需进一步研究和验证。

本文以中国的 HJ-1A/1B 数据为数据源, 在分析作物成熟过程水分与叶绿素动态变化的基础上, 研究了冬小麦成熟期的遥感预测方法。可以为基于遥感的精准耕作, 特别是指导区域作物收获机械的调度提供理论与技术支持。

1 研究数据

1.1 研究区

研究区位于山东省禹城市, 116°18'~116°48'E, 36°37'~37°18'N。地处黄河冲积平原, 以潮土和盐化潮土为主, 属暖温带半湿润季风气候区, 多年平均气温 13.1℃, 年降雨量 582 mm, 光热资源丰富, 雨热同期, 有利于农业生产。

收稿日期: 2010-08-01 修订日期: 2011-03-10

基金项目: 中国科学院知识创新工程重大项目 (KSCX-YW-09-01); 国家青年自然科学基金项目 (NSFC40801144)

作者简介: 蒙继华 (1977—), 男, 新疆石河子人, 博士, 副研究员, 主要从事农情遥感监测及作物参数遥感反演技术研究。北京 中国科学院遥感应用研究所, 100101。Email: mengjh@irsa.ac.cn

*通信作者: 吴炳方 (1962—), 男, 江西玉山县人, 博士, 研究员, 从事农业与生态遥感。北京 中国科学院遥感应用研究所, 100101。

Email: wubf@irsa.ac.cn

该研究区是华北地区典型的小麦-玉米两熟制, 根据2009年作物种植结构调查, 研究区内夏粮中冬小麦种植面积在90%以上。

1.2 地面观测

根据研究的需要, 进行了样点的选择, 并开展了地面观测与采样测量。

根据需求进行不同样点的布设。一是在中国科学院禹城综合实验站内布设5个小麦样点进行小麦临近成熟期时的生化组份观测, 观测条目包括小麦叶、茎、穗的生物量和含水率变化, 以及小麦叶绿素含量的变化, 观测时间为2010-05-20—2010-06-11, 观测每2天开展1次。二是在禹城县境内开展了作物成熟期的观测, 样点均匀分布于禹城境内, 共布设40个样点(图1)。

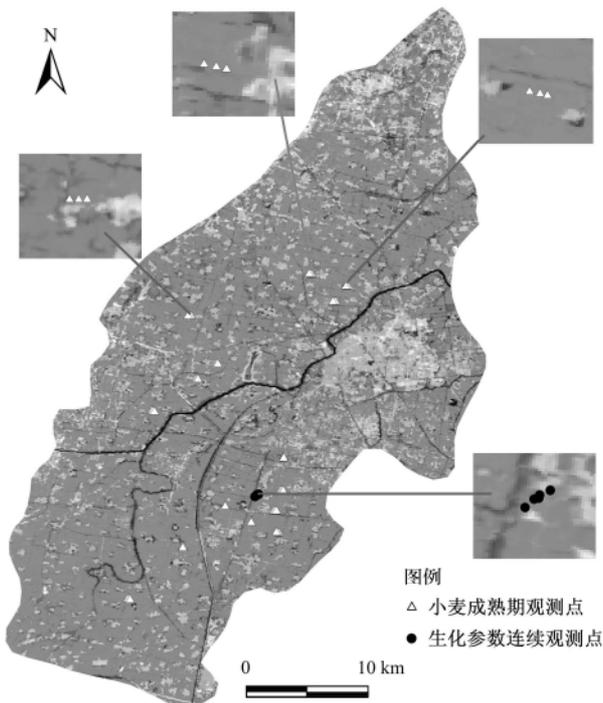


图1 禹城实验区样点分布图

Fig.1 Observation sites map in Yucheng experimental area

1.3 遥感数据的获取与处理

研究所使用的数据为中国资源卫星中心提供 HJ-1A/1B 的 CCD (2010-06-07) 和 IRS (2010-05-24) 数据。

数据获取后对数据进行了辐射校正、几何精纠正和大气纠正等处理。其中辐射校正利用中国资源卫星中心公布的 HJ-1A/1B 各载荷在轨辐射定标系数将 DN 值转换为辐亮度, 并结合各波段的光谱响应函数, 获取不同波段的太阳表观辐照度 (ESUN), 从而计算各波段的反射率。几何精纠正使用 ERDAS 软件以 1:10 万土地利用图为参考图像进行, 误差控制在 1 个像元以内。为开展定量化研究, 还使用 6S 模型对数据进行了大气纠正^[18], 以消除或减少大气的影响, 纠正过程中所使用的大气参数来自 MODIS 数据产品。

2 研究方法

2.1 成熟期生化参数变化分析

小麦的成熟期, 一般可分为乳熟、蜡熟和完熟 3 个时期。其中完熟期植株已不再进行干物质积累, 麦秆逐渐失去弹性, 因此, 小麦的蜡熟期里的中期和末期几天时间为最佳收获期, 因为这是保持小麦籽粒产量最高和品质最优的时期, 也正是本研究所要预测的成熟期。

这个时期的小麦特征是植株旗叶及叶鞘变黄, 下、中部叶片干枯, 茎秆还有一部分保持黄绿色, 籽粒变黄, 内部由面筋变为蜡质状, 用指甲可以切断但挤不出水来^[19]。有研究表明籽粒含水率在 25% 左右时千粒质量达到最大值, 此时的体积质量也最大, 是最佳收获期^[20]。

可以看出, 作物在临近成熟期时有两个最显著的变化, 一是叶片变黄, 另一个是水分减少。研究首先结合观测数据分析了 5 个观测样点上冬小麦成熟前一段时间 (2010-05-20—2010-06-11) 的含水率与叶绿素变化。其中含水率的变化情况如图 2 所示。

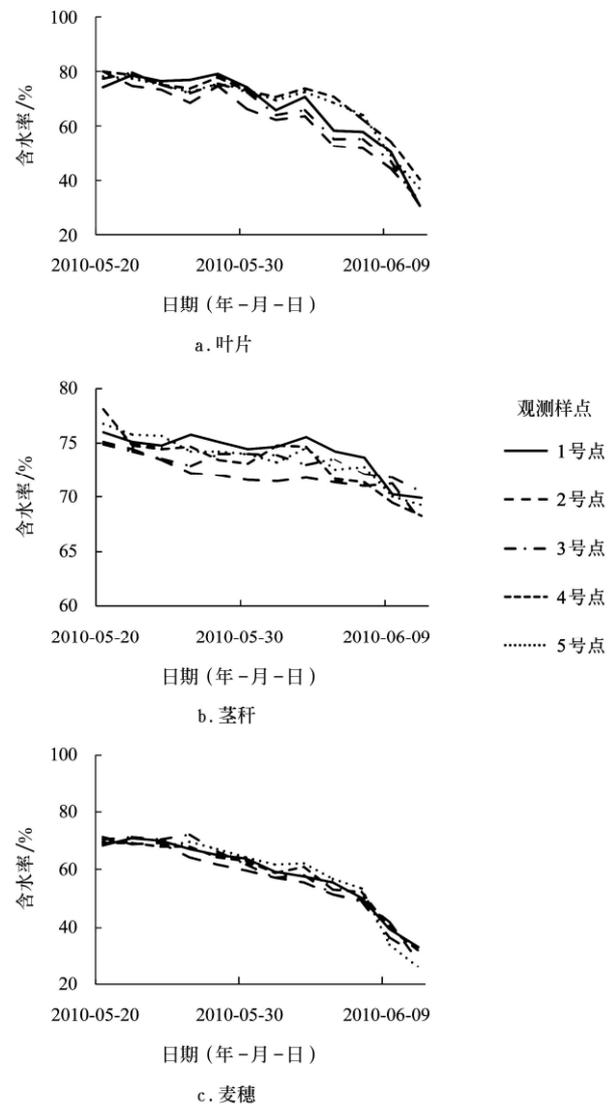


图2 冬小麦成熟期含水率变化

Fig.2 Moisture content variation of winter wheat in maturing stage

从图 2 可以看出, 随着作物成熟期的临近, 冬小麦的叶、穗、茎均表现出含水率下降的趋势, 其中叶和穗

的含水率下降明显，叶片含水率由 80% 下降到了 30%~40%，穗含水率由 70% 下降到了 25%~30%；茎含水率由 77% 下降到 68%，虽也呈现出下降的趋势，但幅度不大，而且下降主要发生在作物成熟前 10 d 内。

成熟期植株叶绿素的变化情况如图 3 所示。在冬小麦成熟期临近时，叶绿素也表现出稳定的减少趋势，但与水分的变化不同，叶绿素的变化在作物成熟前的 20 d 内表现为一个匀速变化的过程。

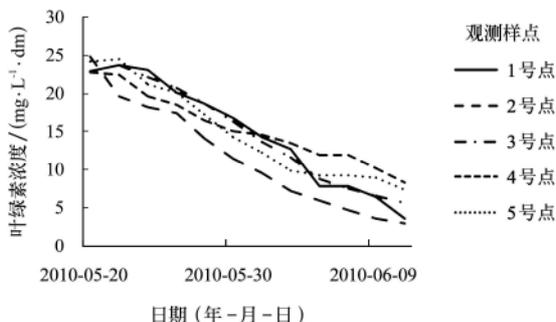


图 3 冬小麦成熟期叶绿素变化

Fig.3 Chlorophyll variation of winter wheat in maturing stage

2.2 建模方法

由于冬小麦在成熟期临近时，冠层水分和叶绿素会有明显的规律性变化，同时大量研究表明，作物叶绿素的变化可以通过近红外波段的反射率或 NDVI 进行监测^[21]，而冠层水分的变化可以通过短波红外波段的反射率变化^[22]或用其所构建的归一化水指数 (NDWI)^[23]进行监测。本研究使用 HJ-1A CCD 所构建的 NDVI 和 HJ-1B IRS 短波红外波段的反射率及其所构建的 NDWI 构建冬小麦成熟度预测模型。

$$\begin{cases} NDVI = (R_{NIR} - R_R) / (R_{NIR} + R_R) \\ NDWI = (R_{NIR} - R_{SWIR}) / (R_{NIR} + R_{SWIR}) \end{cases} \quad (1)$$

式中 R_{NIR} 、 R_R 、 R_{SWIR} 为冬小麦在近红外、红、短波红外波段的反射率。

以 2010-05-24 的 HJ-11A/1B IRS 和 2010-06-07 的 HJ-11A/1B CCD 为冬小麦成熟预测的数据源，这 2 景数据分别为距冬小麦成熟期时间距离最小的覆盖全研究区的 CCD 和 IRS 数据。

提取与地面作物成熟期观测点对应位置的遥感数据，形成遥感数据与地面观测数据的数据对，并以 NDVI 的和 NDWI 为自变量，以冬小麦成熟日期为因变量，采取多元回归的方法建立基于环境星数据的冬小麦成熟期遥感预测方法。

3 结果与讨论

3.1 相关系数

首先分析成熟日期与研究所使用的遥感数据波段反射率及 2 种指数的相关性，如表 1 所示，与成熟期相关性最高的为 NDWI 和 NDVI，相关系数分别达到了 0.413 和 0.609，高于相应波段的反射率。两个指数与冬小麦成熟期的相关性都达到了极显著相关的水平，因此，以这

两个参数为输入进行小麦成熟期估算模型的建立。

表 1 冬小麦成熟日期与遥感参量的相关系数

Table 1 Correlation coefficients between mature date and RS parameters

数据时间	遥感参量	相关系数
2010-05-24-IRS	近红外反射率	0.356
	短波红外反射率	-0.355
	NDWI	0.413
2010-06-07-CCD	绿波段反射率	-0.006
	蓝波段反射率	-0.063
	红波段反射率	-0.153
	近红外反射率	0.303
	NDVI	0.609

3.2 预测模型

研究以冬小麦成熟期为因变量，以 NDVI 和 NDWI 为自变量，通过多元线性回归的方式来建立冬小麦成熟期的预测模型

$$MD = 4.243 + 33.89 \times NDVI + 7.52 \times NDWI \quad (2)$$

式中 MD (Mature date) 为冬小麦成熟期。

拟合效果的统计分析如表 2。

表 2 拟合效果参数分析

Table 2 Parameters on regression fitting

	自由度 <i>df</i>	方差 <i>SS</i>	均方差 <i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Sig. F</i>
回归分析	2	26.490	13.245	13.647	3.64E-05
残差	37	35.910	0.971		
总计	39	62.400			

Sig.F 是在显著性水平下的 F_α 临界值，其值等于 P 值，即弃真概率，根据 F 值判断，达到了极显著相关。

3.3 预测结果及验证

应用所建立的模型开展了 2010 年禹城市冬小麦成熟期的遥感预测。

1) 小麦种植区的提取

本研究以冬小麦为监测对象，首先提取冬小麦种植区的。结合 CropWatch^[24]在作物种植面积监测中所积累的经验，利用冬小麦生长的季节规律在 HJ-1A/1B CCD NDVI 上的特征进行提取。研究使用 2009-11-22 和 2010-05-01 的两期 HJ-1A/1B CCD NDVI 数据，设置阈值进行分类以实现冬小麦种植区域的提取，阈值设置为

$$\begin{cases} NDVI_{11月下旬} \geq 0.15 \\ NDVI_{4月上旬-5月下旬} > 0.45 \end{cases} \quad (3)$$

使用如上的分类器获取的山东禹城小麦种植区域分布如图 4。因为冬小麦种植区域的提取不是本研究的重点，不再对验证与精度评价工作进行说明。

2) 小麦成熟期预测结果

使用 3.2 部分所建立的模型进行了 2010 年禹城冬小麦成熟期的预测，预测结果如图 5 所示，图中颜色由浅到深表示了小麦成熟期由早到晚的变化。2010 年禹城市冬小麦的成熟期集中在 6 月 11 日—19 日。从空间上看，没有表现出规律性的区域差异，北部辛店镇、西部的房

寺镇及中部禹石街道小麦成熟期要早于其他地区多集中在 6 月 12—15 日，中北部的张庄镇、十里望回族乡和西部的辛寨镇等地小麦成熟期则较晚，多集中在 6 月 15—18 日。

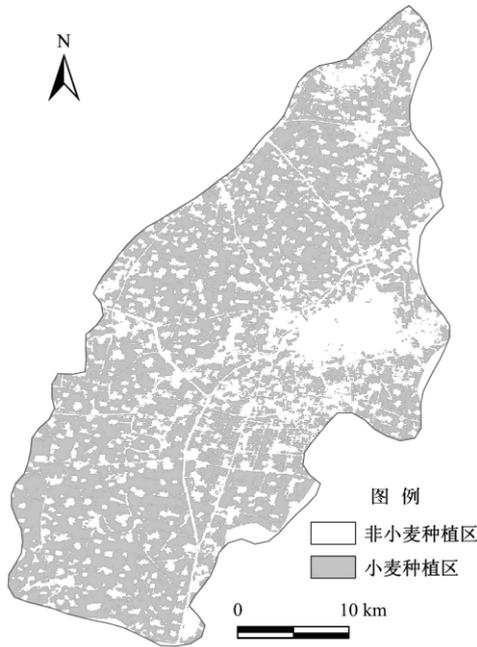


图 4 2010 年山东禹城冬小麦空间分布

Fig.4 Winter wheat map of Yucheng, Shandong province in 2010

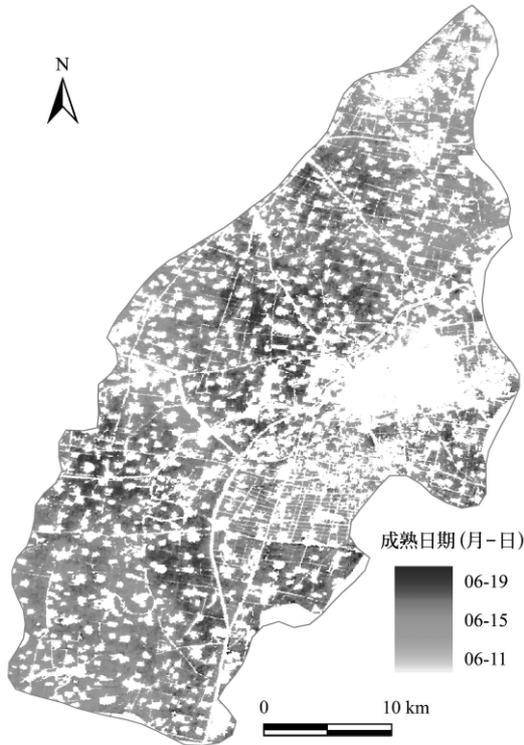
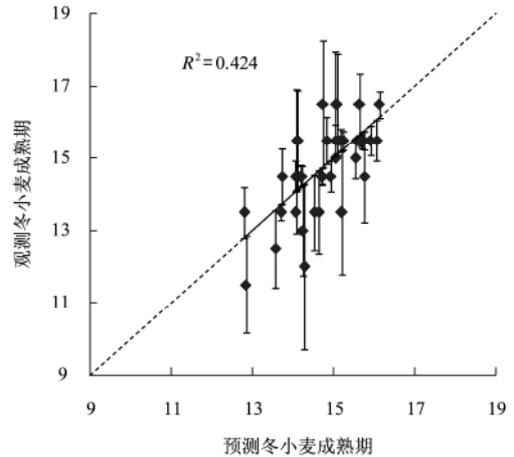


图 5 禹城市冬小麦成熟期预测结果图

Fig.5 Predicted mature date map of winter wheat in Yucheng

3) 精度评价

将估算结果与地面观测数据进行了对比，对比结果如图 6 所示。



注：坐标刻度为相应成熟期在 6 月的日期序列号

图 6 观测与预测的小麦成熟期对比

Fig.6 Comparison between estimated and observed mature date

从相关性上看，小麦成熟期的预测值与观测值的相关系数为 0.65，达到了极显著相关，预测与观测小麦成熟期的先后顺序较为一致；从绝对误差上看，40 个观测样点中只有一个样点的预测误差超过 2 d，有 13 个样点的预测误差在 1~2 d，其他样点则实现了成熟期的准确预测（26 个），预测结果的准确度为 65%。

受观测数据量的限制，未能获取独立的观测数据开展验证也是本研究的不足之一。

3.4 模型应用的讨论

本文所建立的模型同时考虑了作物在成熟过程中在冠层水分和叶绿素两个方面的变化，为精准农业中作物成熟期的遥感预测提供了理论依据。

本文更多的是探讨了使用 HJ-1A CCD 和 HJ-1B IRS 相结合进行冬小麦成熟期预测的方法，而没有发展出一个通用的预测模型，在实际的应用过程中，可能需要根据获取的时间进行模型的调整，如果根据冬小麦成熟过程中生理、生化参数的变化建立一个通用的估算方法，也是需要研究的一个内容。

监测结果还具有一些不确定性，冬小麦收获受天气的影响较大，成熟期内连续的几天晴天或几天阴雨都会使冬小麦的成熟期提前或延迟，给预测结果带来误差。但气象条件的影响是区域性的，通常情况下只会造成区域作物成熟期的总体提前或延迟，而不会改变不同地块作物成熟的先后顺序，因此监测结果仍然具有重要的指导价值。

相关分析中显示 NDVI 与成熟期的相关系数要高于 NDWI，但这并不能说明 NDVI 可以比 NDWI 更好的指示作物成熟期，而是与本文所选择的数据相关。HJ-1 IRS 数据的获取日期是 5 月 24 日，要早于 CCD 的获取日期（6 月 7 日），距离作物成熟期有 15 d 以上的时间，较早的数据获取时间会降低该指数对小麦成熟度的指示作用，如果能获取作物成熟期更临近的 IRS 数据，则可以减少监测结果中的不确定性；另外其空间分辨率为 150 m，也远低于 CCD 数据的 30 m，这会导致更为明显

的混合像元问题, 因此也会降低其指示作用。

4 结 论

随着“土地流转”的进一步加深, 中国传统小户农业也将通过转包和合作社等形式向规模化和机械化农业进行转变, 而作物成熟期的预测与监测正是规模化农业下精准农业的实施对遥感提出的新要求, 本研究面向这一要求开展了基于环境星的冬小麦成熟期遥感预测方法研究。

1) 分析了冬小麦成熟期植株不同部分的含水率和植株叶绿素含量的动态变化, 发现随着成熟期的临近, 两者都呈明显的减少趋势, 并认为这种规律性变化为冬小麦成熟期的遥感预测提供了理论依据。

2) 基于 HJ-1A/1B 数据建立了冬小麦成熟期预测模型, 模型预测结果与观测数据有较好的一致性, 表明可以使用遥感数据在冬小麦成熟前 1~2 周进行成熟期预测。

3) 开展了 2010 年禹城冬小麦成熟期的预测, 通过监测结果可以分析不同时间成熟的冬小麦空间分布格局, 精度验证显示模型准确性达到了 65%。

4) 探讨了模型的适用性和局限性, 认为相应时相遥感数据的获取和所使用数据的空间分辨率是限制作物成熟期遥感预测及其应用的主要因素, 如何发展出一个通过的预测模型将成为下一步研究的重点。此外, 还需要积累更多的观测数据以进行独立的、更大范围的验证。

志谢: 感谢中国资源卫星应用中心提供研究所用的 HJ-1 数据; 感谢中国科学院禹城综合试验站协助开展地面观测和采样化验工作。

[参 考 文 献]

- [1] Zhang Naiqian, Wang Maohua, Wang Ning. Precision agriculture - a worldwide overview[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2002, 36: 113-132.
- [2] 蒙继华, 吴炳方, 李强子, 等. 农田农情参数遥感监测进展及应用展望[J]. 遥感信息, 2010(3): 35-43.
Meng Jihua, Wu Bingfang, Li Qiangzi, et al. Research advances and outlook of crop monitoring with remote sensing at field level[J]. Remote Sensing Information, 2010(3): 35-43. (in Chinese with English abstract)
- [3] Folhes M T, Renno C D, Soares J V. Remote sensing for irrigation water management in the semi-arid Northeast of Brazil[J]. Agricultural Water Management, 2009, 96: 1398-1408.
- [4] Stone M L, Solie J B, Raun W R, et al. Use of spectral radiance for correcting in-season fertilizer nitrogen deficiencies in winter wheat[J]. Transactions of the ASAE, 1996, 39(5): 1623-1631.
- [5] Li F, Gnyp M L, Jia L L, et al. Estimating N status of winter wheat using a handheld spectrometer in the North China Plain[J]. Field Crops Research, 2008, 106(1): 77-85.
- [6] 陈兵, 李少昆, 王克如, 等. 作物病虫害遥感监测研究进展[J]. 棉花学报, 2007, 19(1): 57-63.
Chen Bing, Li Shaokun, Wang Keru, et al. Studies of remote sensing on monitoring crop diseases and pests[J]. Cotton Science, 2007, 19(1): 57-63. (in Chinese with English abstract)
- [7] Daughtry C S T, Hunt Jr E R, McMurtrey III J E. Assessing crop residue cover using shortwave infrared reflectance[J]. Remote Sensing of Environment, 2004, 90, 126-134.
- [8] Goel P K, Prasher S O, Patel R M, et al. Classification of hyperspectral data by decision trees and artificial neural networks to identify weed stress and nitrogen status of corn[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2003, 39: 67-93.
- [9] Gee C, Bossu J, Jones G, et al. Crop/weed discrimination in perspective agronomic images[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2008, 60, 49-59.
- [10] 刘良云, 宋晓宇, 李存军, 等. 冬小麦病害与产量损失的多时相遥感监测[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 137-143.
Liu Liangyun, Song Xiaoyu, Li Cunjun, et al. Monitoring and evaluation of the diseases of and yield winter wheat from multi-temporal remotely-sensed data[J]. Transactions of the CSAE, 2009, 25(1): 137-143. (in Chinese with English abstract)
- [11] Ortiz-Monasterio J I, Lobell D B. Remote sensing assessment of regional yield losses due to sub-optimal planting dates and fallow period weed management[J]. Field Crops Research, 2007, 101(1): 80-87.
- [12] 段金省. 陇东塬区冬小麦收获期预报[J]. 中国农业气象, 2007, 28(1): 17-20.
Duan Jinsheng. Harvest prediction of winter wheat in East Gansu Province[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2007, 28(1): 17-20. (in Chinese with English abstract)
- [13] Sakamoto T, Yokozawa M, Toritani H, et al. A crop phenology detection method using time-series MODIS data[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 96, 366-374
- [14] 唐延林, 王纪华, 黄敬峰, 等. 水稻成熟过程中高光谱与叶绿素、类胡萝卜素的变化规律研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 167-173.
Tang Yanlin, Wang Jihua, Huang Jingfeng, et al. Variation law of hyperspectral data and chlorophyll and carotenoid for rice in mature process[J]. Transactions of the CSAE, 2003, 19(6): 167-173. (in Chinese with English abstract)
- [15] 陈维君. 水稻成熟度和收获时期的高光谱监测[D]. 浙江大学, 2006.
Chen Weijun. Rice Maturation and Harvest time Monitoring by Hyperspectral Reflectance[D]. Zhejiang University, 2006. (in Chinese with English abstract)
- [16] François I M, Mariën E, Brijs K, et al. The use of Vis/NIR spectroscopy to predict the optimal root harvesting date of chicory (*Cichorium intybus* L.)[J]. Postharvest Biology and Technology, 2009, 53, 77-83
- [17] Peirs A, Schenk A, Nicolai B M. Effect of natural variability among apples on the accuracy of VIS-NIR calibration models for optimal harvest date predictions[J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35: 1-13

- [18] 杜鑫, 陈雪洋, 蒙继华, 等. 基于 6S 模型对环境星 CCD 数据的大气校正[J]. 国土资源遥感, 2010, 84(3): 22—25. Du Xin, Chen Xueyang, Meng Jihua, et al. 6S model based atmospheric correction of HJ-1 CCD data[J]. Remote Sensing for Land&Resources, 2010, 84(3): 22—25. (in Chinese with English abstract)
- [19] 李长林. 作物的最佳收获期[J]. 新农业, 2004(9): 13—13.
- [20] 李晓娟. 小麦适时收获对产量的影响[J]. 农村科技, 2009(10): 13—13.
- [21] Maccioni A, Agati G, Mazzinghi P. New vegetation indices for remote measurement of chlorophylls based on leaf directional reflectance spectra[J]. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2001, 61(1/2): 52—61.
- [22] Chen Daoyi, Huang Jingfeng, Jackson T J. Vegetation water content estimation for corn and soybeans using spectral indices derived from MODIS near- and short-wave infrared bands[J]. Remote Sensing of Environment, 2005, 98(2/3): 225—236.
- [23] Gao Bocai. NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space[J]. Remote Sensing of Environment, 1996, 58(3): 257—266.
- [24] 吴炳方, 蒙继华, 李强子, 等. “全球农情遥感速报系统 (CropWatch)” 新进展[J]. 地球科学进展, 2010, 25(10): 1013—1022. Wu Bingfang, Meng Jihua, Li Qiangzi, et al. Latest development of "CropWatch" - An global crop monitoring system with remote sensing[J]. Advances in Earth Science. 2010, 25(10): 1013—1022. (in Chinese with English abstract)

Predicting mature date of winter wheat with HJ-1A/1B data

Meng Jihua, Wu Bingfang^{*}, Du Xin, Dong Taifeng, Niu Liming

(Institute of Remote Sensing Applications, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Predicting crop mature date and producing harvesting order is an important field of applying remote sensing in precision farming. Current crop phenophase monitoring method with remote sensing cannot meet the needs of precision farming, due to its low spatial resolution and time lag in information acquiring. Taking Yucheng (Shandong) as study area, this paper analyzed the dynamic variation of moisture content and chlorophyll in the maturing period of winter wheat to provide theoretical basis for mature date prediction. Winter wheat mature date predicting model was developed through regression analysis by using VI from HJ-1A CCD to describe the change of chlorophyll and NDWI from HJ-1B IRS to describe the change of water content. The winter wheat mature date map of Yucheng was produced. The a correlation between predicted and observed mature dates has reached very significant level. A rather consistent maturing order could be concluded. Taking the predictions with errors less than 1 day as successful prediction, the accuracy was 65%. The study showed that HJ-1A/1B data can be effectively used for winter wheat mature data prediction, universal predicting model with remote sensing data of different temporal period will be the focus in the following research.

Key words: remote sensing, models, predictive control systems, winter wheat, mature date, HJ data

蒙继华, 等. 基于 HJ-1A/1B 数据的冬小麦成熟期遥感预测 (图 1、5)

Meng Jihua, et al. Predicting mature date of winter wheat with HJ-1A/1B data (Figure 1, 5)

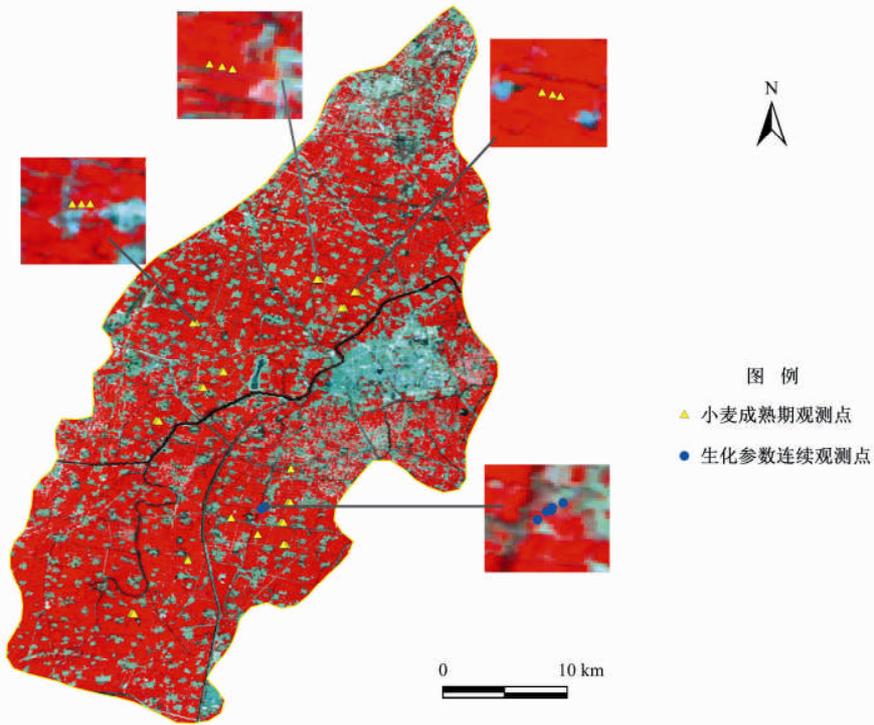


图 1 禹城实验区样点分布图

Fig.1 Observation sites map in Yucheng experimental area

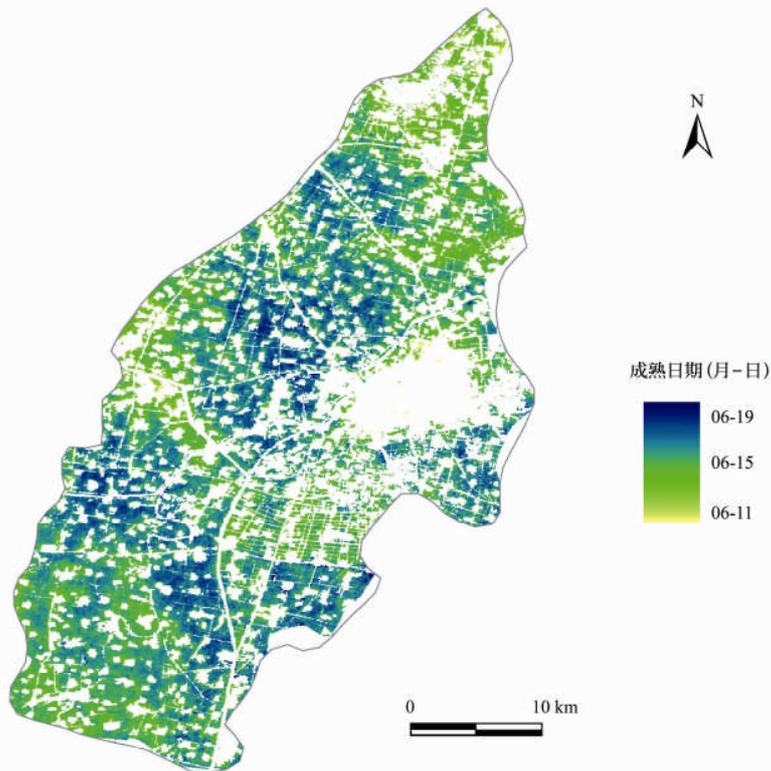


图 5 禹城市冬小麦成熟期预测结果图

Fig.5 Predicted mature date map of winter wheat in Yucheng