

珠海一号

高光谱卫星数据农业遥感应用

文 | 纪婵¹ 张赫林²

1. 珠海欧比特宇航科技股份有限公司 2. 中国科学院遥感与数字地球研究所

摘要：2018年4月26日，4颗珠海一号高光谱卫星（OrbitaHyperSpectral, 简称OHS）成功发射。本文利用该卫星数据，以河北雄安新区为研究区，对珠海一号高光谱数据在农作物精细分类、作物生态物理参数反演的应用进行分析。结果显示，利用河北雄安新区OHS 8月16号的数据进行农作物精细分类，识别出来的农作物种类有花生、玉米、大豆、红薯和蔬菜5种不同的农作物，总体精度达95.94%，Kappa系数为0.95；利用已有的经验模型可定量反演不同作物的叶绿素含量、叶面积指数和冠层含氮量。说明珠海一号高光谱数据对不同农作物进行精细分类的能力和分类结果的可靠性以及在作物生态物理参数反演上的优势和潜力，为我国农业定量遥感的发展提供了一个新的技术手段。

关键词：高光谱；农业；精细分类

一、引言

高光谱遥感是高光谱分辨率遥感的简称，起源于多光谱遥感，是20世纪80年代发展起来的一种新兴遥感技术，通过成像光谱仪记录带有地物光谱信息的太阳辐射信号，在可见光、近红外、短波红外等电磁波谱范围内利用狭窄的光谱间隔成像，获取近似连续、反映地物属性的光谱特征曲线^[1]。将表征地物属性特征的光谱信息与表征

地物几何位置关系的空间信息有机结合起来，使本来在宽波段遥感中不可探测的物质在高光谱遥感中能被探测^[2]，提升了对地物的精确定量分析与细提取的能力。

近年来，利用光谱成像技术快速、动态、连续的特点对农作物识别和长势进行实时监测已成为当前农业遥感领域的研究热点^[3-5]。农作物遥感识别是遥感技术在农业领域应用的重要内容，植被光谱

不仅具有高度相似性和空间变异性，而且具有时间动态性强等特点。另外，不同农作物在其不同的生育期光谱特征曲线具有明显的差异，因此利用具有“图谱合一”特点的高光谱遥感数据识别农作物能大大提高农作物识别精度。高光谱数据窄而近似连续的波段信息，在作物生态物理参数反演与提取方面具有独特的优势，为大范围作物长势条件和营养诊断监测的难题提供了新的技术手段。

珠海一号高光谱卫星于 2018 年 4 月 26 日发射成功，4 颗高光谱卫星（OHS-2A、OHS-2B、OHS-2C 和 OHS-2D）分布在同一个轨道面上，提高了对地面的数据获取能力，十分有利于对地面农作物的定期监测。珠海一号高光谱成像仪幅宽为 150km，成像方式为推扫式成像，空间分辨率为 10m，光谱分辨率为 2.5nm，光谱范围为 400 ~ 1000nm，数据产品包含 32 个波段影像数据。珠海一号高光谱遥感数据具有时间分辨率高、幅宽大、空间分辨率和光谱分辨率高的特点，数据的优越性非常适合农业遥感的应用。

二、珠海一号高光谱数据在农业方面的应用

1. 研究区及数据介绍

雄安新区包含河北保定市的雄县、安新县和容城县及周边部分区域，地理位置为北纬 38°，东经 115°。属于暖温带季风型大陆性气候，四季分明，年平均气温 12℃，年平均降雨量 560mm，无霜期 173d。该区境内地势基本平坦，土壤肥沃，地表覆盖以农田为主，其中耕地占农用地的 93%。重要种植的农作物有玉米、小麦、红薯等粮食作物。

本实验选择 2018 年 8 月 5 日覆盖雄安新区的珠海一号高光谱数据作为遥感数据源并结合实地地物类型调研数据进行农作物的识别和精度验证。高光谱遥感数据需要经过波段匹配、辐射定标、几何纠正，并且在定标结果的基础上进行 FLAASH 大气校正等预处理。选择珠海一号高光谱数据的 b21、b16、b6 数据进行假彩色合成和地类实地调查样点如图 1 所示，样点分为分类样点和验证样点两部分。

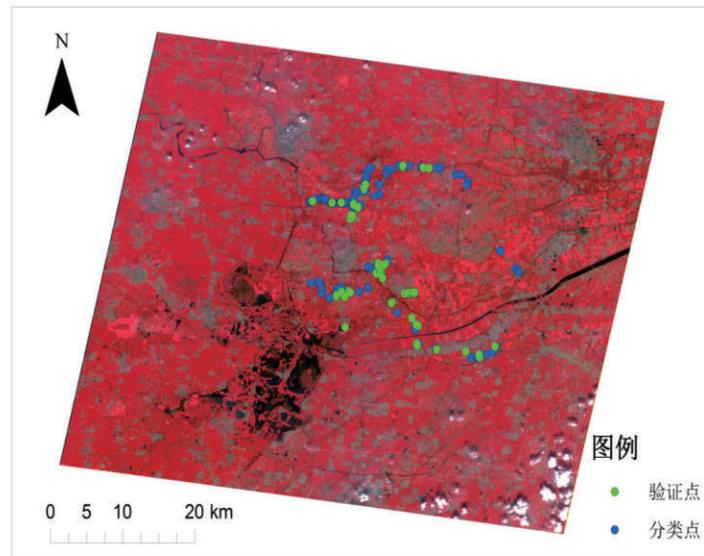


图 1 研究区原始数据 RGB (b21、b16 和 b6 合成) 和分类与验证点分布图

实际调研的地物类型包括：玉米 161 个点、红薯 32 个点、大豆 14 个点、花生 13 个点、杨树 81

个点、草地 21 个点、林地 43 个点、梨树 18 个点、蔬菜 10 个点、葡萄树 3 个点、榆树 1 个点、桃树 4

个点、山药2个点、芝麻1个点、松树2个点、葱地2个点、高粱4个点、荷塘5个点、芦苇2个点、地瓜1个点。

2. 农作物精细分类

8月15日,雄安新区地里的小麦已经收割完成,耕地里的农作物类型主要有玉米和红薯,结合实地

调研的地物类型数据,提取作物观测点多的作物类型,并根据实测地物平均光谱(如图2所示)将农作物分为玉米、红薯、大豆、花生、蔬菜、草地、林地、其他植被和非植被(水体、建筑、裸地和道路)9类。然后根据各地物光谱特征构建分类决策树进行农作物分类提取,分类结果如图3所示。

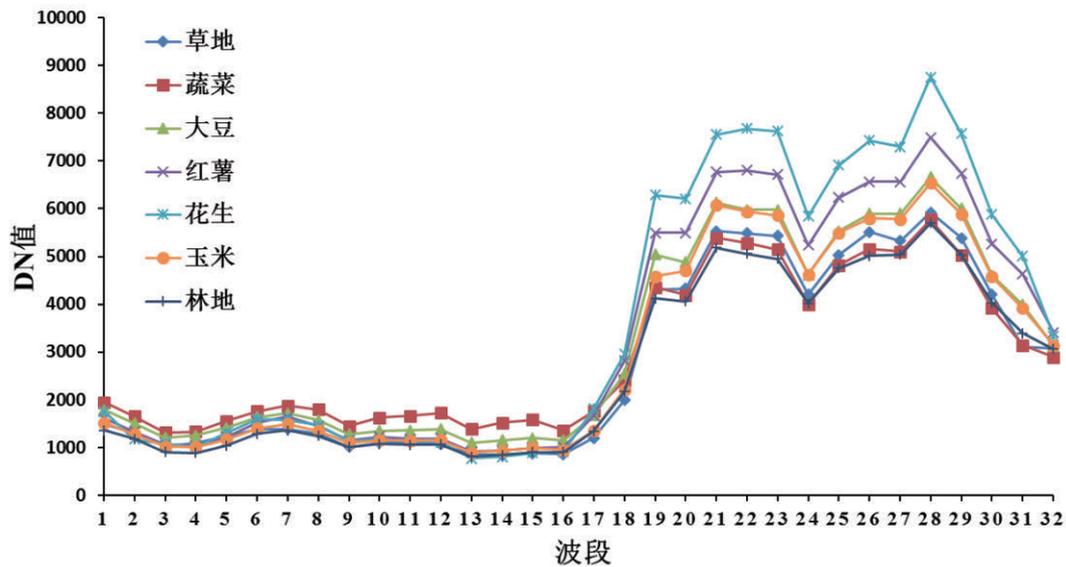


图2 研究区农作物光谱特征曲线

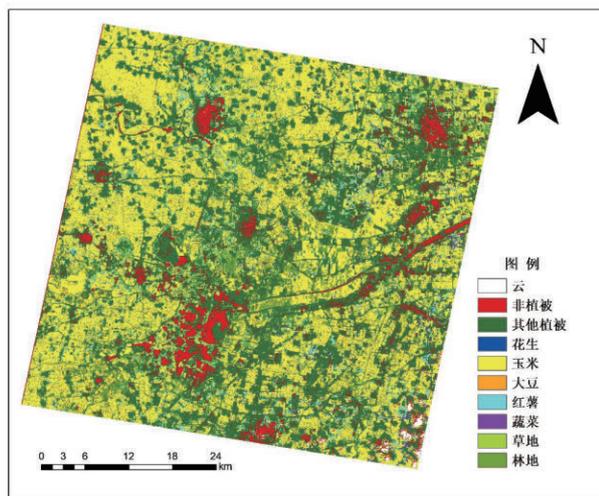


图3 雄安新区农作物分类结果

3. 作物生态物理参数反演

作物生态物理参数是描述作物生长状态的重要参量,这些参量与作物产量息息相关,传统的获取大范围内作物生态物理参数主要还是依靠田间随机取样及实验室分析方法。这种方法虽然真实可靠,但耗时、费力,且存在代表性、时效性差和主观性强等弊端,难以适应当前的业务应用需求^[6]。随着遥感技术的发展,利用遥感数据反演区域的作物生态物理参数成为一种高效的手段。大多数研究利用多光谱数据反演植被作物的生态

物理参数，如 Landsat TM/ETM+（7 个 30m 空间分辨率的多光谱波段，1 个 15m 空间分辨率的全色波段）和 Landsat OLI（8 个 30m 空间分辨率的多光谱波段，1 个 15m 空间分辨率的全色波段，1 个 30m 空间分辨率的水汽吸收波段）。而高光谱数据具有波谱分辨率高、波段数量多的特点，能够更准确地反演植被参数。珠海一号高光谱数据光谱范围 400 ~ 1000nm，且波谱分辨率为 2.5nm，涵盖了很多表征作物生长状态重要参数反演的最优波段。本文主要利用已有数据和作物参数反演经验模型，基于高光谱植被指数对研究区农作物的叶绿素含量、叶面积指数（LAI）和冠层氮含量三个参数进行反演和分析。

（1）叶绿素含量反演

根据不同作物类型进行叶绿素反演，得到研究区叶绿素含量分布图，如图 4 所示。

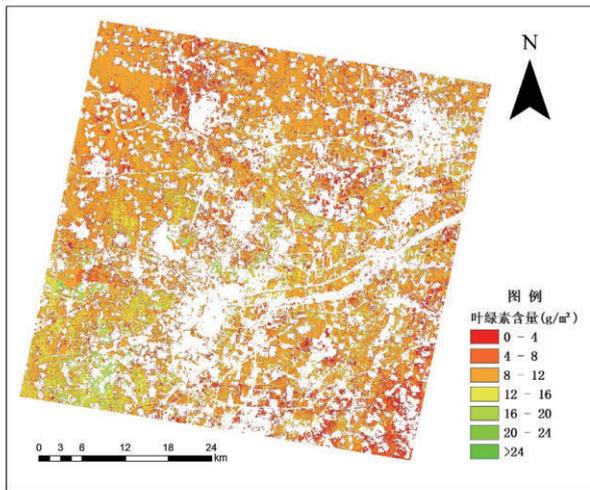


图 4 研究区农作物叶绿素含量图

（2）叶面积指数反演

根据不同作物类型进行叶面积指数的反演，得到研究区叶面积指数分布图，如图 5 所示。

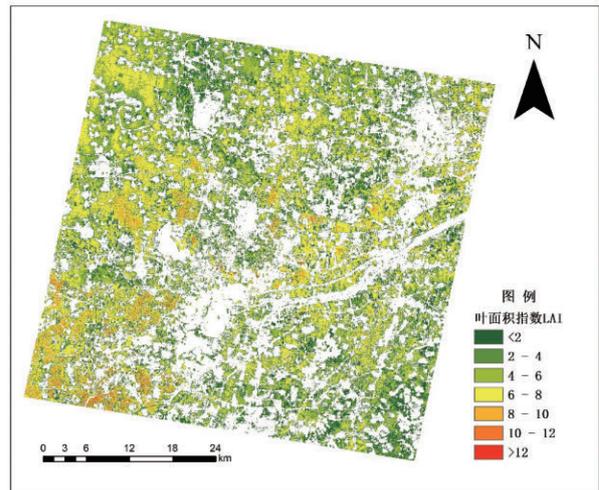


图 5 研究区叶面积指数图

（3）冠层氮含量反演

根据已有的经验模型反演研究区冠层氮含量，得到结果如图 6 所示。

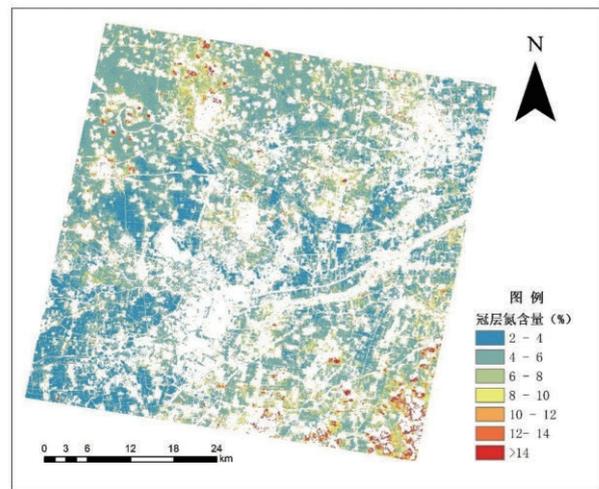


图 6 研究区冠层氮含量分布图

三、结果分析与评价

1. 分类精度评价

根据分类结果，利用验证样点基于混淆矩阵并利用实测点对分类结果进行精度验证，精度评价结果如表 1 所示，其中花生、玉米、大豆、红薯、蔬

菜具有较高的分类精度，花生和玉米存在小部分混分，由于遥感影像不可避免会存在“同谱异物”现象，导致蔬菜和其他植被存在混分现象。

根据分类结果对研究区农作物面积进行统计，利用各类别作物的像元数乘以单位像元面积得到各

作物的面积（见表2）。

从表2可以看出，研究区中玉米面积占农作物比例最大，达到65.89%，面积为997.64km²。而蔬菜面积所占比例最小，为2.53%，面积为38.32km²。

表1 分类结果精度验证 (%)

类别	花生	林地	玉米	大豆	红薯	蔬菜	草地	其他
花生	86.89	0	0	0	0	0	0	0
林地	0	96.43	0	0	0.13	0	0.45	0
玉米	13.10	0	90.74	0.04	0	0	0	0
大豆	0.01	0.17	9.21	99.96	0	0	0	0
红薯	0	0	0.03	0	97.19	0	0	0
蔬菜	0	0	0	0	0	82.11	0	0
草地	0	0	0.01	0	0.11	0	99.22	0
其他	0	3.57	0	0	2.57	17.89	0.33	100
Kappa 系数 = 0.95								
总体精度 = 95.94%								

表2 研究区农作物面积统计

作物类型	花生	玉米	大豆	红薯	蔬菜
像元数	566965	9976377	2056197	2157201	383189
面积 /km ²	56.70	997.64	205.62	215.72	38.32

2. 作物生态物理参数反演结果分析

(1) 叶绿素含量

统计各类作物叶绿素平均含量（见图7），可以看出研究区大豆的叶绿素含量平均水平要高于其他作物，而红薯的叶绿素含量最低。

(2) 叶面积指数

统计各类作物平均叶面积指数如图8所示，可以看出研究区玉米的平均叶面积指数要高于其他作物，其次是花生、蔬菜、红薯和大豆。

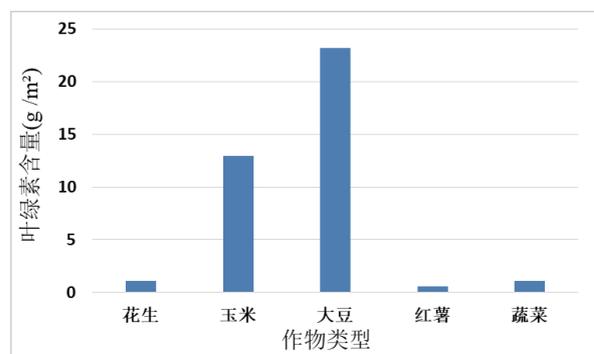


图7 研究区各类农作物叶绿素含量均值

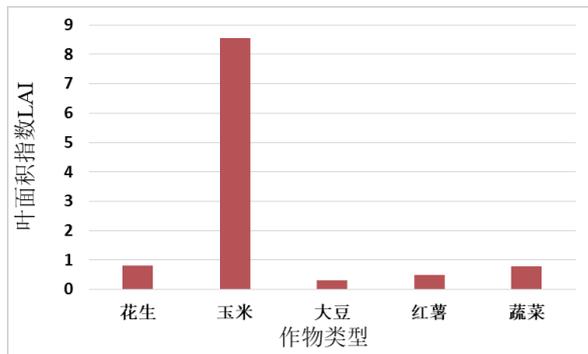


图 8 研究区各类农作物叶面积指数

(3) 冠层氮含量

研究区大部分农作物氮含量分布在 2% ~ 8% 之间, 统计各类别作物氮含量如图 9 所示, 蔬菜和红薯的氮含量高于其他农作物。

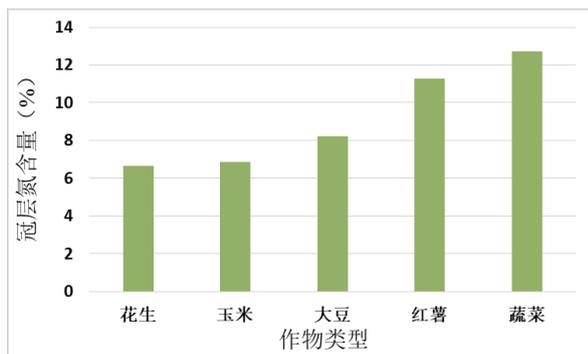


图 9 各类别作物氮含量

四、结论

本文针对珠海一号高光谱数据的特点, 以雄安新区为研究区, 结合实地调查样点对其在农业遥感应用方面进行了研究和探索, 主要包含农作物的精细分类和作物的生态物理参数反演两个方面的应用分析。1) 农作物精细分类是基于决策树分类方法, 对研究区土地覆盖类型进行分类, 经验证具有较高的分类精度, 根据结果统计研究区内各类农作物面积, 结果可靠。2) 利用研究区高光谱数据计算各

类植被指数, 对研究区农作物叶绿素含量、叶面积指数、冠层氮含量进行反演估算, 统计各作物类型的参数值, 实现农作物监测应用分析。但是由于实测数据不包括样本的光谱、叶绿素、氮含量参数, 所以只能选择已有研究中的各种经验模型对研究区农作物参数进行反演。未来, 随着对珠海一号高光谱数据潜力的不断开发, 以及结合更多地面实测样本的辅助, 珠海一号高光谱数据在作物识别以及植被生态物理参数定量反演方面将具有更广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 童庆禧, 张兵, 郑兰芬. 高光谱遥感——原理、技术与应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006: 38-44.
- [2] 洪霞, 江洪, 余树全. 高光谱遥感在精准农业生产中的应用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(1): 529-531.
- [3] 何勇, 彭继宇, 刘飞, 等. 基于光谱和成像技术的作物养分生理信息快速检测研究进展[J]. 农业工程学报, 2015, 31(3): 174-189.
- [4] 蒋焕煜, 应义斌, 谢丽娟. 光谱分析技术在作物生长信息检测中的应用研究进展[J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(6): 1300-1304.
- [5] 张晗, 赵小敏, 郭熙, 等. 基于冠层高光谱信息的水稻生长监测应用研究进展[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(12): 1-9.
- [6] 黄文江, 孔维平, 董莹莹, 等. 作物物理参数遥感定量反演[M]. 北京: 科学出版社, 2017: 3-10.