无人机遥感技术在农业中的发展与应用

李勇志[1],支晓栋[1],唐海龙[2],李 丹[1],赵 政[1],孙长奎[1]
(1.中国国土资源航空物探遥感中心,北京 100083;2.北京大学环境科学与工程学院,北京 100871)

摘要　无人机作为新型遥感平台,相比于传统的卫星和航空遥感,在灵活性和分辨率方面有其独特优势,而且数据信息也有相当或更高的准确度。无人机技术在遥感中的应用满足了现代农业中的监管和应用需求,完善了遥感技术的时空维度,为更多层面的信息获取和决策反应提供了支持。未来,无人机遥感技术在研发和建造成本、运行稳定性、数据信息的获取和分析处理能力等方面都亟待完善,以实现在农业科学中更广泛的应用。

关键词　无人机遥感;农业科学;时空尺度;进展
中图分类号　S127;TP79　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 - 6611(2015)25 - 350 - 02

Development and Application of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Remote Sensing in Agriculture

LI Yong-zhi[1], ZHI Xiao-dong[1], TANG Hai-long[2] et al　(1. China Aero Geophysical Survey & Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083; 2. College of Environmental Science and Engineering Peking University, Beijing 100871)

Abstract　UAV as a recently employed remote sensing plot have several advantages over satellites and piloted aircraft, including the flexibility, high resolution, as well as a fair accuracy. They can also be deployed quickly and repeatedly to meet various tasks. The application of UAVs in remote sensing expands the spatial and temporal dimension, and meets the demand of modern agriculture of the supervision and operation. Albeit the achievements of UAV remote sensing study, many challenges should be overcome to fulfill the practical application, including the reduction of cost, enhancement of the stability, as well as the improvements of the data acquiring and processing system. In summary, UAV is believed to promise more achievements in agriculture.

Key words　Unmanned aerial vehicle remote sensing; Agriculture science; Temporal and spatial scale; Progress

无人机作为新型遥感和测绘平台,相比于地面静态观测和卫星航空观测更加灵活,分辨率也更高,数据信息也具有相当或更高的准确度。无人机技术在遥感中的应用满足了遥感技术在军事、农业、矿业、环境科学等多领域的监测、管理的不同需求。无人机拓宽了遥感技术时空的尺度,可以多时段反复探测,又能满足从局部到大区域的探测需求,在精度方面可以达到0.1 m甚至0.01 m级别,通过搭载不同探测器可以获得多层面的信息数据。无人机采集信息的能力有其突出特点,数据处理、分析模型建立、信息提取转译等后续技术仍在不断研发过程之中。总体而言,无人机的广泛应用具有很好的前景。

1　无人机遥感技术的特点

传统遥感技术一般采用卫星和大型飞机作为遥感平台,可以进行大面积观测并获取丰富的综合性数据。与此同时,传统遥感在小时空尺度的数据采集分析上也存在着分辨率不足的问题。而且,航空遥感易受空间辐射和云层等因素的干扰。近些年来,小型无人机作为低成本的新型遥感平台,很好地弥补了传统遥感的缺陷,也因其特有的优势,在局部遥感和应急监测方面取得了巨大成功。无人机遥感要求装载的遥感仪器体积小、重量轻、抗震性好。无人机遥感平台的结构可以分为飞行器分系统、测控及信息传输系统、信息获取与处理系统及保障系统几个部分。

目前较为先进的无人机重量一般为10 kg左右,可以采集多波段光谱数据,搭载有合成的多功能探测器,依靠地面的操控站对无人机实施操控,对无人机传回的飞行数据进行分析处理,自动或人工对无人机实时进行任务设定、航线调整等[1]。

无人机在遥感领域的应用有很多优势:

(1)突破作业条件,可以低空、连续、低成本、低风险采集数据。无人机相对于传统航测和卫星遥感,可以进行云下低空飞行,提高了分辨率。通过地面遥控减少操作人员的训练投入和安全风险。监测区域设定更加灵活,可以连续或者周期性监测,实时传回分析数据。在成本方面,无人机运行成本明显低于卫星和载人飞机,无人作业方式大幅降低人力和安全成本。

相对于卫星遥感和大型航空遥感,无人机可以获得更为精细的数据,对地形地貌的时空变化监测精度可以到达0.01 m级别[2]。

(2)时效性,快速响应应急作业。无人机体积小,便于操作、转场,对于起降场地要求也相对弱,可以依据需求短时间准备后迅速起降,实现遥感数据的快速实时获取。

(3)使用维护便捷。无人机相对于大型飞机和卫星的使用,调试及维护都更加方便便捷,可以根据需求及时调整,使用灵活精确,出勤率高,设备维修相对容易。

无人机这种局地尺度、连续起降、多时空、多信息维度重复信息采集特点,使其在农用领域有着极大的发展空间和应用效益。

2　无人机遥感技术的农业中的应用与发展现状

对于水文地质、地形地势的信息采集分析是农业布局的基本决策前提。无人机遥感作为一种新的测绘方式具有很多优势且实际应用广泛。无人机在多时相测绘方面有独到的优势。机载激光扫描是获取数字地形模型资源信息的重要手段,但是耗费较昂贵[3-4]。利用无人机搭载移动式激光

作者简介　李勇志(1985 -),男,陕西渭南人,助理工程师,硕士,从事无人机低空遥感技术及其应用方法研究。
收稿日期　2015-07-13

扫描仪、CCD 相机、光谱仪以及热成像摄像机,不仅可以记录几何轮廓数据,还可以采集图片信息、激光背散射强度、高光谱和热信息数据。无人机可以相对廉价地多次反复采集数据,使其在多时相数据采集方面具有独有的优势。无人机技术在数字地形模型的建立中取得了巨大的成功,对裂缝和表面位移都能进行准确的监测描述[5]。

除了局地尺度测绘,无人机在更为精细的几何测量方面也有很好的应用。精细尺度的测量用于监测树木生长高度、枝叶分布密度,可以对树木的长势、林区发育情况进行监测,方便优化管理,且已有很多成功案例[6-7]。此外,在林火监测中无人机遥感有较长的应用历史,随着监测技术的不断提升,近来在国内森林资源调查方面也有有效应用[8]。无人机技术可以完美应对森林调查对时效分辨率以及场地因素的限制,为生态规划和植被管理提供了最有效的数据。

环境状况包括营养和污染现象严重影响农业管理。在环境信息获取方面,无人机遥感可以突破定点采样的局限,全面直观地表现浊度、富营养化、污染物扩散等信息,为环境污染控制和治理提供最为及时可靠的信息[9]。另外如果搭载采样器还可以实现无视地形的采样。环境信息的采集为农业管理提供了第一手决策支持。

在耕作农业方面,无人机可以采集地质、水文和作物等方面的信息,为精细农业管理控制提供准确完善的信息。无人机可以不断监测作物长势、土地条件变化、农药施用效果和虫害预防等[10]。例如,在柑橘种植过程中,通过无人机监测分析叶绿色荧光信息和光化学植被指数可以准确反映柑橘的水分含量,为合理节约灌溉提供支持[11];通过无人机的信息获取可以定量分析冠层氮密度,实现养分状况评估,合理施肥[12]。在农田除草方面,无人机遥感可以有效评估定位,合理用药[13]。在牧场的管理中无人机技术正好契合了其反复观测和地域尺度的需求,通过植被时空变化数据位牧场管理利用提供了准确信息支持,根据牧草的分布和长势趋势,合理安排畜牧,既合理保护草场又可以实现畜牧业的可持续发展[14]。另外,无人机还可用于执行海域监管信息可视化、事故发现处理、项目监测等重要任务[15]。

3　无人机技术与现代农业结合发展难点与展望

虽然,无人机技术在很多实验项目中取得了有效成果,但是无人机原始遥感数据信息到农业讯息的转译过程,也就是原始信息的农学意义的分析和确定还存在很多技术空白和技术难点。这需要技术人员和农业工作者共同协作,在数据采集、提取、处理、解译和分析等方面进行更多的方法性和可操作性的开拓工作。

灌溉管理是农业最基本的问题,合理高效灌溉,是保障作物生长和节约用水的基本准则。无人机遥感监测是现代农业一个很好的协助手段,并取得一定成功,但在响应信息解读和分析层面仍存在较大的不确定性和差异性[16]。多波段遥感信息以及热成像信息都是水分判断的主要依据,然而这些信息数据在不同作物间存在一定差异。因此,在应用遥感数据进行水分管理要因地制宜,根据具体问题建立特异的回归判断数据信息,这些信息库的建立和完善工作还有待加强。

无人机硬件条件的改进是无人机遥感发展的基础条件因素:本身材料需要改进,使得机身更加轻便,并能抵御恶劣环境干扰;设计方面也有待提高以适应保障飞行稳定性的需求。

在遥感功能方面,需要精确高效的采集设备、高效准确的信息处理系统,对于作物营养、生长的细微信息,需要更加精确地采集和分析来方便管理和操作。在田间杂草监控应用中,对于杂草分布的确定是除草剂高效发挥效用的前提[13]。

能源供给和高效利用也是无人机应用过程中亟待科研的重要环节。相比于燃料燃烧供给,电能形式供给效率更高,因此大容量电池和燃料电化学应用技术的发展都将为无人机应用带来质的飞越。

另外,从遥感方面,被动式探测手段也将节省很多能源保证无人机持久续航[17]。此外,无人机的建造成本和探测器的成本也是限制无人机广泛应用的重要因素。

4　结论

无人机遥感技术的发展及其在农业中的应用,为现代精细农业的发展提供了更为有力的技术支持。多时空尺度、多指标信息采集,高分辨率、高精度信息的获取、分析及管理促进了无人机遥感技术与现代农业结合的更好契合。

参考文献

[1] XIANG H,TIAN L. Development of a low - cost agricultural remote sensing system based on an autonomous unmanned aerial vehicle(UAV)[J]. Biosystems engineering,2011,108(2):174 - 190.

[2] HARWIN S,LUCIEER A. Assessing the accuracy of georeferenced point clouds produced via multi - view stereopsis from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery[J]. Remote sensing,2012,4(6):1573 - 1599.

[3] SHAN J,TOTH C. Topographic laser ranging and scanning:Principlesand processing[M]. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009:590.

[4] VOSSELMAN G,MAAS H G. Airborne and terrestrial laser scanning[M]. Caithes,GB:Whittles Publishing,2010:336.

[5] NIETHAMMER U,JAMES M R,ROTHMUND S,et al. UAV - based remote sensing of the Super - Sauze landslide:Evaluation and results[J]. Engineering geology,2012,128:2 - 11.

[6] EISENBEISS H,SAUERBIER M. Investigation of UAV systems and flight modes for photogrammetric applications[J]. The photogrammetric record, 2011,26(136):400 - 421.

[7] JAAKKOLA A,HYYPPÄ J,KUKKO A,et al. A low - cost multi - sensoral mobile mapping system and its feasibility for tree measurements[J]. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing,2010,65(6):514 - 522.

[8] 张园,陶萍,梁世祥,等. 无人机遥感在森林资源调查中的应用[J]. 西南林学院学报,2011,31(3):49 - 53.

[9] 朱京海,徐光,刘家斌. 无人机遥感系统在环境保护领域中的应用研究[J]. 环境保护与循环经济,2011,31(9):45 - 48.

[10] ZHANG C,KOVACS J M. The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture:A review[J]. Precision agriculture,2012,13(6):693 - 712.

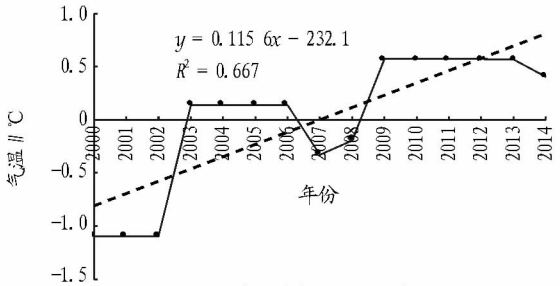
[11] ZARCO-TEJADA P J,GONZÁLEZ-DUGO V,BERNI J A J. Fluorescence,temperature and narrow - band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro - hyperspectral imager and a thermal camera[J]. Remote sensing of environment,2012,117:322 - 337.

[12] LI J W,ZHANG F,QIAN X Y,et al. Quantification of rice canopy nitrogen balance index with digital imagery from unmanned aerial vehicle[J]. Remote sensing letters,2015,6:183 - 189.

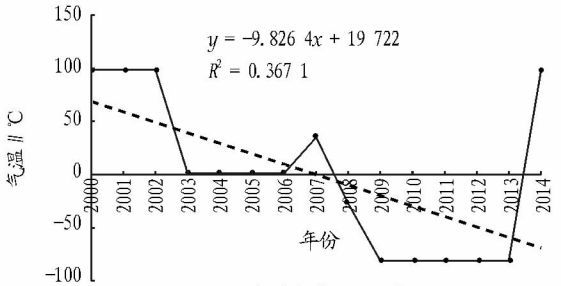
(下转第 355 页)

年最低,2014 年增幅较大。

研究发现,抚仙湖面积与年平均气温及降水量相关性较显著,气温升高引起蒸发加速,降水量下降直接导致水量减少、水位降低;可见抚仙湖水面不断缩小,与逐年上升的气温呈负相关,与逐年减少的降水量呈正相关。尤其是自 2011 年以来面积缩小明显,这与 2010 年持续至今的云南大旱有着直接的关系。云南大旱降水量减少,工农业用水紧张,抚仙湖入湖水量不能满足蒸发和人类活动的正常需要,甚至水位下降至近 10 年来最低。据气象资料,2014 ~ 2015 年 1 月降水偏多,这与抚仙湖 2015 年面积增大情况具有良好的一致性,可见云南旱情有所缓解,但仍须重视水资源合理利用及保护问题。



a 年平均气温距平曲线



b 年降水量距平曲线

图 5　2000 ~ 2014 年抚仙湖地区年平均气温和年降水量距平曲线

4　结语

通过对 ETM + 和 OLI 遥感影像进行缨帽变换及密度分割处理,可以完整准确地提取水体信息,效果良好。经统计,2000 ~ 2014 年抚仙湖水面面积总体在缩小,直至 2015 年才有所增大,并且与研究区年平均气温、年降水量变化趋势一致,说明抚仙湖水面逐年萎缩与气温、降水有着显著的关系,尤其是近几年云南省大旱对抚仙湖水域面积影响较大;2015 年抚仙湖面积增大反映了降水增多、旱情缓解的气候变化状况,也论证了湖泊对于气候变化的敏感性。综合表明,气候因子对抚仙湖水面面积变化影响较大,但人类活动影响也不容忽视;利用遥感技术进行水域面积监测对湖泊合理开发利用、环境保护等具有重要意义。

参考文献

[1] MCFEETERS S K. The use of the normalized difference water index(NDWI)in the delineation of open water features [J]. International journal of remote sensing,1996,17(7):1425 – 1432.

[2] GAO B C. NDWI – A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space [J]. Remote sensing of environment,1996,58:257 – 266.

[3] 徐涵秋. 利用改进的归一化差异水体指数(MNDWI)提取水体信息的研究[J]. 遥感学报,2005,9(5):589 – 595.

[4] 曹荣龙,李存军,刘良云,等. 基于水体指数的密云水库面积提取及变化监测[J]. 测绘科学,2008,33(2):158 – 160.

[5] 张景奇,关威,孙萍,等. 基于 K-T 变换的地表水体信息遥感自动提取模型[J]. 中国水土保持科学,2011,9(3):88 – 92.

[6] 黄金龙,陶辉,王艳君,等. 基于 MODIS 遥感影像的湖水体面积与水位关系[J]. 农业工程学报,2012,28(23):140 – 146.

[7] 姜丽光,姚治君,刘兆飞,等. 1976 – 2012 年可可西里乌兰乌拉湖面积和边界变化及其原因[J]. 湿地科学,2014,12(2):155 – 162.

[8] 白洁,陈曦,李均力,等. 1975 – 2007 年中亚干旱区内陆湖泊面积变化遥感分析[J]. 湖泊科学,2011,23(1):80 – 88.

[9] 宋开山,刘蕾,吕冬梅,等. 基于 Landsat – TM 和 MODIS 的非洲水体分布格局研究[J]. 热带地理,2014,34(3):302 – 307.

[10] 陈小林,陈光杰,卢慧斌,等. 抚仙湖和滇池硅藻生物多样性与生产力关系的时间格局[J]. 生物多样性,2015,23(1):89 – 100.

[11] 高伟,陈岩,徐敏,等. 抚仙湖水质变化(1980 – 2011 年)趋势与驱动力分析[J]. 湖泊科学,2013,25(5):635 – 642.

[12] 于洋,张民,钱善勤,等. 云贵高原湖泊水质现状及演变[J]. 湖泊科学,2010,22(6):820 – 828.

[13] 云南省统计局. 云南统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版,2001 – 2014.

[14] 玉溪市气象局. 玉溪市 2014 年气候影响评价[EB/OL]. (2015 – 01 – 16)[2015 – 04 – 22]. http://qx1.yuxi.gov.cn:81/.

[15] HUANG C Q,WYLIE B,YANG L M,et al. Derivation of a tasseled cap transformation based on Landsat 7 at-satellite reflectance [J]. International journal of remote sensing,2002,23(8):17.

(上接第 351 页)

[13] PENA J M. Quantifying efficacy and limits of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) technology for weed seedling detection as affected by sensor resolution[J]. Sensors,2015,15(3):5609 – 5626.

[14] RANGO A,LALIBERTE A,HERRICK J E,et al. Unmanned aerial vehicle—based remote sensing for rangeland assessment, monitoring, and management[J]. Journal of applied remote sensing,2009,3(1):33542 – 33556.

[15] 吴涛,张彦彦,吴立珍,等. 无人机遥感技术在海域管理中的应用[J]. 中国高新技术企业,2014(29):17.

[16] GAGO J,DOUTHE C,COOPMAN R E,et al. UAVs challenge to assess water stress for sustainable agriculture[J]. Agricultural water management,2015,153:9 – 19.

[17] STEFANIK K V,GASSAWAY J C,KOCHERSBERGER K,et al. UAV – based stereo vision for rapid aerial terrain mapping[J]. GIScience & remote sensing,2011,48(1):24 – 49.