

基于遥感的耕地信息提取研究进展

李宗梅, 满旺, 聂芹, 邓富亮, 孙凤琴, 黄于同 (厦门理工学院计算机与信息工程学院, 福建厦门 361024)

摘要 从主要数据源、主要研究方法、主要研究内容 3 个方面总结了国内基于遥感的耕地信息提取的研究, 指出这 3 个方面研究的主要不足, 为进一步研究指明方向。

关键词 数据源; 耕地面积; 耕地质量; 适宜性评价

中图分类号 S126 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)31-0242-03

Research Advances of Cultivated Land Information Extraction Based on Remote Sensing

LI Zong-mei, MAN Wang, NIE Qin et al (College of Computer and Information Engineering, Xiamen University of Technology, Xiamen, Fujian 361024)

Abstract Studies on cultivated land information extraction based on remote sensing in domestic were summarized from three aspects of main data sources, research methods, contents. Limitations of main studies were proposed, which points out the direction of further research.

Key words Data sources; Cultivated land area; Cultivated land quality; Suitability evaluation

耕地是农业生产的重要资源, 是人们赖以生存的基础。耕地调查对于耕地面积统计、耕地质量评估等具有重要的作用, 对于指导“退耕还林”“退耕还草”等政策实施具有重要意义。目前, 遥感和地理信息系统的发展使得耕地的调查和研究可以大面积、快速、实时地进行, 从而节省人力、物力, 保证粮食安全、生态安全以及可持续发展。目前, 基于遥感的耕地信息提取主要是数据源、研究方法、研究内容等方面的研究。笔者综述了近 2 年国内基于遥感提取耕地信息的基本研究现状, 从数据源、研究方法和研究内容 3 个方面综述了最近研究的主要成果, 指出了研究的不足, 以期对未来研究指明方向。

1 主要数据源

目前, 基于遥感的耕地信息研究主要的数据源有 TM 数据、中分辨率数据 MODIS、高分辨率数据高分一号卫星和 SPOT 影像等^[1], 另外还有航空影像、SAR 影像、高光谱影像等。目前应用最广泛的是 TM 数据, 以 Landsat7/Landsat8 为主。其中, 在东北地区(吉林)、中原地区(济源市)、山东省(郯城县和东平县)、贵州省等, 基本都是基于 Landsat TM 遥感影像进行研究。中分辨率成像光谱仪(MODIS)数据用得最多的是 MODIS 产品, 如在关中地区, 利用 2000 年 MODIS/EVI 时间序列数据提取耕地信息^[2]。另外, MODIS 数据具有时间分辨率较高的特点, 经过重构可以得到更高时间分辨率的遥感影像, 可以提高耕地物候参数质量, 主要是基于 MODIS 双星平台植被指数的协同应用, 在最佳时序数据重构方法的支持下进行数据重构^[3]。在高分辨率遥感影像研究中, 提取我国北方耕地物候信息^[1], 应用高分辨率影像提取复杂城郊区域的耕地信息^[4]; 邓小菲^[5]采用绵阳市某县 0.5 m 分辨率的航空影像为试验数据; 钟礼山等^[6]选用 2009 年 12 月—2010 年 12 月共 11 景 ENVISAT ASAR 影像构建时间序

列, 提取江苏省徐州市耕地信息。另外, 高光谱遥感数据的应用主要是探索光谱技术在耕地土壤指标遥感定量反演中的应用^[7]。

2 主要研究方法

基于遥感研究耕地信息的方法有很多, 主要有目视解译、监督分类、面向对象方法等, 但在实际应用中, 一般都是多种方法相结合进行研究。目前应用最多的是遥感数据和野外调查数据相结合的方法。一般野外调查数据和遥感数据建立联系的方法是回归分析。武婕等^[8]基于 TM 遥感数据和耕地地力实地调查数据, 建立山东省郯城县和东平县耕地地力-植被指数模型, 对增强型植被指数与耕地地力评价结果进行相关分析。高会等^[9]采用遥感数据和野外调查数据结合的方法, 建立了基于盐碱地等级-地物标识植被特征-影像特征的滨海盐碱地分级分类解译标志系统。在大范围的应用中, 中分辨率数据与野外调查数据结合有较好的效果。张森等^[10]采用 MODIS 产品 NDVI 与地面样本数据结合, 获得有无作物种植农田的识别阈值, 基于阈值法和植被指数动态变化过程分析法, 以阿根廷 3 大主产省份为研究区, 识别有作物种植耕地和未种植耕地的精度高于 97%。在高分辨率数据的应用中, 结合野外调查数据, 研究提取耕地信息的新思路。如张兵等^[11]结合土地整治成果矢量图, 基于 High-1 高分辨率卫星影像数据, 提取新增耕地、新增道路和新增沟渠, 提取精度分别为 88.40%、97.34% 和 98.26%。研究表明, 引入先验知识有利于正确识别耕地种植制度, 可以准确提取耕地信息^[1]。这也是引入野外调查数据会使精度提高的原因。另外, 面向对象和目视解译结合的方法也有较多研究成果, 满卫东等^[12]研究 1990—2013 年东北地区耕地时空变化, 结果表明, 基于面向对象分类和目视解译相结合的方法, 可以快速提取耕地信息, 分类精度达 93%。

还有比较不同方法提取耕地精度的研究, 刘佳岐^[13]基于 Landsat8 遥感影像, 采用不同方法提取苹果园信息, 结果表明, 改进型的面向对象分类方法比监督分类、面向对象分类和决策树方法的精度高。

影像数据重构可以建立更高分辨率的数据, 在研究中具

基金项目 国家自然科学基金项目(41501448, 41501447); 厦门理工学院高层次人才启动项目(YKJ13025R, YKJ15037R)。

作者简介 李宗梅(1985-), 女, 山东日照人, 讲师, 博士, 从事生态脆弱带的生态环境研究。

收稿日期 2016-09-21

有重要意义。周玉洁等^[2]基于时间序列谐波分析法对 EVI 数据进行重构,提取的耕地总体精度为 83%。申健等^[14]以 MODIS 250 m 16 d 最大值合成的 MODIS NDVI 影像为数据源,结合 Savitzky-Golay 迭代滤波技术重构农作物 NDVI 曲线,取得了较好的效果。

在遥感方法研究中,有学者提出基于特征的一些应用,如纹理、颜色等。邓小菲^[5]运用共生矩阵分析航空影像纹理特征,在该纹理影像上运用最大似然监督分类方法自动提取耕地信息,正确率大于 90%。

高分辨率遥感影像、SAR 影像具有一些不同的应用方法。高分辨率遥感影像采用多尺度分层的耕地提取方法。陈杰等^[4]利用尺度选择工具选择耕地较佳分割尺度,再基于形状、光谱信息初步检测出耕地对象。易湘生等^[15]根据高分一号卫星 16 m 多光谱数据,采用遥感解译与 GIS 空间运算相结合的方法对线状地物进行扣除,结合布设抽样样方的方法对小地物进行扣除,精准核算研究区耕地解译面积。钟礼山等^[6]根据 SAR 影像,利用欧氏距离法、相关系数法以及动态时间弯曲法(DTW)提取江苏省徐州市的耕地,结果表明相关系数法耕地提取精度最高,正确率与完整率分别为 86.25% 和 80.70%。

在适宜性分析评价中,多应用空间插值、叠置分析、回归分析、神经网络、层次分析等方法,建立评价模型进行综合适宜性评价,评价后各耕地资源开发的适宜性等级和分布^[16]、现存耕地的合理性等。

3 主要研究内容

基于遥感研究耕地信息的主要研究内容有耕地面积变化研究、耕地质量研究、耕地适宜性评价等。国内耕地面积动态变化的研究较多,我国耕地变化存在空间差异性,2000—2010 年我国耕地面积有所减少,耕地变化在空间上呈现出西增东减、北增南减的特点。大部分省份没有实现耕地占补平衡的基本目标,全国耕地存在生态风险,对耕地的保护需要加强。国内不同区域的耕地变化不同,存在空间差异性。1990—2013 年东北耕地总量增加^[12];2000—2013 年吉林省中西部耕地总量稍有增加,耕地的增加主要是湿地和草地,耕地质量下降^[18];根据 1990、2002、2013 年 3 期遥感数据,三江平原腹地挠力河流域耕地呈现不稳定增长态势^[19];2000—2010 年贵州省耕地面积不断减少,退耕还林工程是耕地变化的主要原因^[20];2000—2013 年陕西关中地区复种指数总体呈下降趋势^[14]。李士成等^[21]研究过去百年青海、西藏的耕地面积,这 2 个省份耕地面积 1910—1950 年稳定,1950—1980 年快速增加,1980—2000 年基本稳定,略有降低。李均力等^[22]根据 1962、1977、1989、2000 和 2010 年 5 期遥感影像进行新疆玛纳斯流域土地利用制图,分析了近 50 年研究区面积变化的时空特征,结果表明该地区耕地持续增加。

在耕地质量的研究方面,构建了耕地评价指标和综合评价模型。国内有研究表明,我国耕地质量呈现下降趋势,盐碱地增加。高产田面积最大的 5 个省均位于黄淮海区域内,其面积总和占全国高产田面积的 41.75%。耕地面积位列全

国前三的黑龙江省、四川省和内蒙古自治区,其高产田面积占比均不足 15%^[23]。2000—2013 年吉林省中西部耕地质量下降^[18]。1992—2011 年黄骅市盐碱生态系统中重度和中度盐渍化耕地的面积减少,非或轻度盐渍化耕地面积增加^[9]。张瑜等^[24]从景观格局方面分析耕地的破碎化特征,结果表明,1990—2011 年新疆特克斯县耕地斑块碎化程度在逐步增大,斑块密度呈现增加的趋势,人口增长与城镇化水平提高促使耕地被改造为建设用地,导致了耕地的碎化。有些地方的耕地集约化水平有所提高,倪超等^[25]评价 1986—2008 年黑龙江省耕地利用集约度,结果表明黑龙江省耕地集约利用水平明显提高。还有从“早改水”角度研究水土资源平衡效应问题,周浩等^[26]研究 1990—2013 年挠力河流域耕地变化下的水土资源平衡效应问题,结果显示 20 多年间该地区水田、旱地间变化极为剧烈。

基于遥感和 GIS 的耕地适宜性分析评价方面,选取土壤、地质、灌溉条件等不同的评价因素,借助 GIS 和加权指数法和评价模型进行综合评价^[27]。还有根据耕地质量的内涵和土地整理项目的基本要求,调整评价因素,如加入耕地利用条件等影响因素。夏权等^[28]以安徽省含山县铜闸镇为例,采用特尔斐法与层次分析法相结合,构建基于土地整理的耕地质量评价指标体系。另外,人们对未来粮食安全的评价也有一定的研究,刘争胜等^[29]从气候条件、水土资源条件等多个方面分析了黄河流域后备耕地资源潜力,研究不同高程条件下的可新增耕地规模。

4 研究的不足

在数据源方面,对 TM 数据和 MODIS 数据的应用较多,但是对高分辨率数据、高光谱数据、主动遥感数据的应用较少,而 TM、MODIS 数据比较适合大范围耕地信息的提取,但是对于小范围的耕地信息,如研究耕地信息景观格局,需要一些高分辨率、高光谱数据;光学遥感数据更依赖天气的影响,而主动遥感数据可以全天候地提取。

在研究方法方面,基于遥感数据和野外调查数据的研究较多,但是对于大范围的自动提取的研究较少,大范围、快速、实时地提取耕地信息才是遥感监测的优势。另外,目前关于地物特征的应用较少,2016 年地理信息年会中提出对某一种类型信息的特征语义,例如居民区包含植被、道路、居民楼等,这些共同组成居民区,如何进行语义的定义从而直接提取居民区是要解决的问题。在耕地中也是如此。

从研究内容看,近年来人们对耕地现状的研究较多,但是对未来的预测较少。提取和研究耕地信息是为了找到现状存在的问题并加以解决,从而得出未来可持续发展的耕地空间格局,所以如何根据现存的问题提出指导性的建议更为重要。另外,人们对生态安全、生态修复方面的研究较少。

5 结论

根据近 2 年研究成果,综述国内基于遥感提取耕地信息的研究进展,从主要数据源、主要研究方法、主要研究内容 3 个方面分别阐述。数据源主要有 Landsat TM、中分辨率数据 MODIS、高分辨率数据、高光谱数据、SAR 影像等;研究方法

主要有遥感数据与野外调查数据结合、面向对象方法与目视解译的结合、影像数据的重构、基于特征的提取方法、高分辨率数据和 SAR 影像提取耕地方法,还有适宜性评价方法;主要研究内容有耕地面积动态变化、耕地质量评价、适宜性评价等。通过总结最新的研究成果,为学者进一步研究指明方向,更好地为农业部门出台相关政策提供依据。

参考文献

- [1] 卫伟,吴文斌,李正国,等.基于 SPOT/VGT 数据的中国北方耕地物候提取研究[J].中国农业资源与区划,2016,37(4):77-86.
- [2] 周玉洁,王卷乐,郭海会.基于谐波分析和线性光谱模型的耕地信息提取[J].遥感技术与应用,2015,30(4):706-713.
- [3] 卫伟.Modis 双星数据协同的耕地物候参数提取方法研究[D].北京:中国农业科学院,2015:1.
- [4] 陈杰,陈铁桥,刘慧敏,等.高分辨率遥感影像耕地分层提取方法[J].农业工程学报,2015,31(3):190-198.
- [5] 邓小菲.基于纹理分析的航空影像耕地信息提取[J].绵阳师范学院学报,2015,34(11):90-94.
- [6] 钟礼山,李满春,伍阳,等.利用 SAR 影像时间序列的耕地提取研究[J].地理科学进展,2015,34(7):830-839.
- [7] 陈雪荣,陈燕.基于遥感技术的耕地质量定量监测初探[J].地球,2016(5):174.
- [8] 武婕,李增兵,李玉环,等.基于 TM 影像植被指数的耕地地力状况反演研究[J].自然资源学报,2015,30(6):1035-1046.
- [9] 高会,刘慧涛,刘宏娟,等.基于改进遥感解译方法的盐碱耕地变化特征[J].应用生态学报,2015,26(4):1016-1022.
- [10] 张森,吴炳方,于名召,等.未种植耕地动态变化遥感识别:以阿根廷为例[J].遥感学报,2015,19(4):550-559.
- [11] 张兵,崔希民,赵彦博,等.基于 High-1 卫星影像的土地整治遥感监测方法研究与实践[J].农业工程学报,2015,31(20):225-233.
- [12] 满卫东,王宗明,刘明月,等.1990-2013 年东北地区耕地时空变化遥感分析[J].农业工程学报,2016,34(7):1-10.
- [13] 刘佳岐.基于 Landsat8 遥感影像的扶风县苹果园地信息提取研究

[D].杨凌:西北农林科技大学,2015:1.

- [14] 申健,常庆瑞,李粉玲,等.2000-2013 年关中地区耕地复种指数遥感动态监测[J].农业机械学报,2016,47(8):280-287.
- [15] 易湘生,马尚杰,游炯,等.遥感调查中耕地解译面积精准核算[J].农业工程学报,2016,32(S1):169-174.
- [16] 李晓东,塔西甫拉提·特依拜,范卓斌,等.基于适宜性和安全性评价的干旱区绿洲后备耕地资源开发:以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J].地理研究,2016,35(1):163-172.
- [17] 许丽丽,李宝林,袁烨城,等.2000-2010 年中国耕地变化与耕地占补平衡政策效果分析[J].资源科学,2015,37(8):1543-1551.
- [18] 欧阳玲,王宗明,贾明明,等.基于遥感的吉林省中西部耕地数量和质量空间格局变化分析[J].农业工程学报,2016,32(13):234-242.
- [19] 李娜,雷国平,张慧,等.水田化进程下挠力河流域耕地时空变化特征[J].水土保持研究,2016,23(5):63-67.
- [20] 王一凡,杨广斌.贵州省 2000-2010 年耕地动态变化遥感调查与分析[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2015,33(2):7-11.
- [21] 李士成,张德铨,何凡能.过去百年青海和西藏耕地空间格局重建及其时空变化[J].地理科学进展,2015,34(2):197-206.
- [22] 李均力,姜亮亮,包安明,等.1962-2010 年玛纳斯流域耕地景观的时空变化分析[J].农业工程学报,2015,31(4):277-285.
- [23] 冀咏赞,闫慧敏,刘纪远,等.基于 MODIS 数据的中国耕地高中低产田空间分布格局[J].地理学报,2015,70(5):766-778.
- [24] 张瑜,王天巍,蔡崇法,等.干旱区耕地景观格局碎化特征及社会经济驱动因素分析[J].水土保持研究,2016,23(4):179-184.
- [25] 倪超,杨胜天,罗娅,等.基于循环经济的黑龙江省耕地利用集约度时空差异[J].地理研究,2015,34(2):341-350.
- [26] 周浩,雷国平,张博,等.1990-2013 年挠力河流域耕地变化下水土资源平衡效应分析[J].农业工程学报,2015,31(1):272-280.
- [27] 刘军,詹然,孙蔚.基于 GIS 的天津市滨海新区耕地适宜性评价[J].国土资源遥感,2016,28(3):160-165.
- [28] 夏权,夏萍,冯东,等.安徽省含山县土地整理耕地质量评价及其变化研究[J].国土资源遥感,2015,27(1):182-186.
- [29] 刘争胜,杨立彬.基于粮食安全的黄河流域可新增耕地资源分析[J].中国农村水利水电,2015(12):75-77.

(上接第 184 页)

代、70 年代中后期及 90 年代中后期分别出现 3 次峰值,80 年代及 2000 年后变化较为平缓。最多是 1996 年(62 站次),其次是 1999 年(60 站次),最少的是 1961 年(7 站次)。

(3)从暴雨的月际分布可以看出,4 月暴雨开始明显增多,主要集中于 5—8 月,其中以 6 月最多,7 月次之,其他月份依次下降。

(4)湘西自治州暴雨具有明显的双峰态特点,按旬统计也大致可分 5 月下旬—6 月中旬、6 月下旬—7 月中旬 2 个峰值,2 个时段分别占全年暴雨和区域暴雨总数的 39.9% 和 44.3%。

(5)湘西自治州暴雨中心和大暴雨中心基本保持一致,出现频次由东部向西南部递减,永顺、古丈、泸溪 3 县是暴雨中心,凤凰暴雨出现频次是最少的。

(6)影响湘西自治州暴雨的主要天气系统是切变线、低空西南急流、高空槽、冷锋和西南涡。

参考文献

- [1] 陈晓光,郑广芬,陈晓娟,等.气候变暖背景下宁夏夏暴雨日数的变化[J].气候变化研究进展,2007,3(2):85-90.
- [2] 刘小宁.我国暴雨极端事件的气候变化特征[J].灾害学,1999,14(1):54-59.
- [3] 王亚非,高桥清利.长江中下游降水以及东亚夏季风环流的年代际变化[J].热带气象学报,2005,21(4):351-358.
- [4] 苏布达,姜彤,任国玉,等.长江流域 1960-2004 年极端强降水时空变化趋势[J].气候变化研究进展,2006,3(1):9-14.
- [5] 陈芝敏,钱永甫.长江中下游梅雨期降水与环流关系分析及模拟[J].热带气象学报,2006,22(1):26-33.
- [6] 张永领,高全洲,丁裕国,等.长江流域夏季降水的时空特征及演变趋势分析[J].热带气象学报,2006,22(2):161-168.
- [7] 程庚福,曾申江,张伯照,等.湖南天气及其预报[M].北京:气象出版社,1987:203-206.