

农业遥感

农村宜居环境遥感监测内容分析及初步方案设计*

刘佳, 王利民^{*}, 唐鹏钦, 高建孟

(中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081)

摘要:【目的】面向农村绿色发展的需要, 为推动农村宜居环境遥感监测业务的开展提供依据。【方法】在农村宜居环境遥感监测内容分析基础上提出初步的建设方案。【结果】农村宜居环境遥感监测内容应包括农村居民点本底调查遥感监测、农村居民点景观监测和农村宜居环境评价3个部分。第一项内容属于资源清查性质的监测, 是后续遥感监测与评价的基础, 可以采用国产中空间分辨率高分卫星数据为主、机器识别与目视判读相结合的农村居民点本底调查遥感监测方案。第二项内容是村落内格局的监测, 属于动态监测范畴, 可以采用亚米级无人机影像为主、目视判读结合统计外推技术的农村居民点景观遥感监测方案。第三项内容可以采用遥感监测结果为主、结合综合权重打分的宜居环境评价方案。【结论】文章提出的技术方案充分考虑了农村宜居环境监测的紧迫性以及遥感技术的潜力, 是今后较长时期内农村宜居环境遥感监测方案建设的主要趋势。

关键词: 农村; 宜居环境; 遥感监测; 需求分析; 业务内容; 设计

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20180505

0 引言

“以建设美丽宜居村庄为导向, 以农村垃圾、污水治理和村容村貌提升为主攻方向, 开展农村人居环境整治行动, 全面提升农村人居环境质量”, 是中国今后较长时期内农村建设的重点^[1]。开展农村人居环境研究, 将为解决农村问题提供可靠的依据。农村宜居环境问题的研究由来已久, 涉及农村环境问题的各个方面, 如污染来源、污染对策、综合评价指标等方面; 所采用的方法主要以地面调查、统计数据为主, 由于调查与研究方法的限制, 研究结果多具有宏观指导意义, 治理措施的针对性显得不足。采用遥感技术开展农村人居环境的研究也有相关报道, 主要集中在新农村规划、居民点识别、农村聚落面积、农村用地信息提取、农村公路识别、农村环境污染及农村垃圾场监测等方面。

收稿日期: 2018-09-07

第一作者简介: 刘佳(1968—), 女, 汉族, 湖南茶陵人, 硕士、研究员。研究方向: 农业遥感监测业务运行。
Email: liujia06@caas.cn

* 通信作者简介: 王利民(1968—), 男, 蒙古族, 内蒙古宁城人, 博士、副研究员。研究方向: 农业遥感监测业务运行。Email: wanglimin01@caas.cn

* 基金项目: 高分辨率对地观测系统重大专项(民用部分)(09-Y20A05-9001-17/18)

2018年10月

在新农村规划方面,陈方强^[2]认为遥感技术的合理应用对农村建设有着极大的促进作用。在居民点识别方面,董光龙等^[3]通过得到的农村居民点类型,进一步分析农村居民点集约利用水平和用地变化等的差异性;陆尘等^[4]提出一种基于监督分类的街区式农村居民地提取方法;蒋旭东等^[5]利用遥感技术对1993年和2003年农村居民点用地面积及其变化情况进行了监测。何英彬等^[6]对居民点遥感研究进展进行了概述,分析了农村居民点研究中主要存在的问题,并提出了该领域未来的发展方向。在农村聚落研究方面,杨存建^[7]等根据农村聚落面积和农业人口数等进行相关性分析,并对农业人口进行了估算。在农村用地信息提取方面,陈冬梅等^[8]基于面向对象的方法对农村的空心村信息进行了提取,精度在75%以上。王宏胜等^[9]基于无人机影像利用一种基于改进的种子区域生长算法对农村房屋信息进行了提取。在农村公路提取方面,Li等^[10]提出了公路地物提取的遥感监测方法。李程^[11]利用遥感技术,结合外业终端采集数据对农村公路路网进行核查与统计分析。在农村环境污染方面,朱彬等^[12]综合利用地面空气污染监测资料、卫星遥感火点监测资料、气象观测资料对苏中、苏北地区秸秆焚烧产生的大气污染物情况进行了监测,并认为秸秆焚烧是造成南京及周边区域空气污染的重要原因之一。蒋明等^[13]利用高分辨率卫星影像和高程数据对农村农膜使用面积进行了监测,认为监测结果可以为邻苯二甲酸酯类污染状况的分析提供参考。谭衢霖等^[14]对遥感监测技术在水环境污染、大气环境污染中的应用进行了总结,指出了我国环境污染遥感监测技术存在的问题和发展趋势。农村垃圾场监测方面,刘亚岚等^[15]基于北京1号小卫星,在对非正规垃圾场的影像特征分析的基础上,建立了非正规垃圾场在小卫星影像上的判读标志,对非正规垃圾场进行了识别。

从上述关于农村宜居环境的简要概述可以看出,从宏观尺度开展人居环境评价的研究较为成熟,而采用比较微观的调查数据开展针对性治理研究还较少。这主要是由于采用人工调查的方式开展该类研究,存在标准不统一、工作量大等实际困难。为高效开展农村宜居环境监测与评价工作,文章从农村宜居环境监测需求出发,结合当前遥感技术的实际满足能力,提出了基于遥感技术开展农村宜居环境遥感监测业务的具体内容。

1 农村宜居环境遥感监测内容分析

农村宜居环境是综合性的概念,要实现具体的遥感监测,需从遥感监测能力角度对具体的宜居指标进行分析。从目前对农村宜居环境的认识能力来看,宏观上需要对村庄分布环境开展监测,微观上需要对村庄的内部格局开展监测,经济上需要对村庄的经济发展状况进行监测。村庄的经济发展条件属于社会属性,尽管其中有些内容可以依靠具体的建设内容来表达,但多数遥感技术不能满足,村庄的经济属性暂时不在遥感监测的范围内。因此,农村宜居环境遥感监测的内容可以从村庄空间分布、村庄所处环境、村落景观以及由此衍生的宜居环境评价等方面进行分析。

村庄空间分布是指村庄在某个行政单元、自然地理单元中的数量与位置。村庄所处环境是村庄周边环境因子的监测,这其实是其他自然资源、社会资源监测领域的内容,

作为宜居环境监测评价因子，需要从其他渠道获取，不宜采用遥感技术作为独立的监测内容进行获取。村落景观是指村落内房屋、街道、垃圾点、水体等内部地物的数量、形状、空间位置信息。宜居环境评价则是在遥感监测获取的空间信息支持下，结合其他方式获取的社会、经济、环境数据，通过设置合理的权重指标体系构建评价模型，开展宜居等级、程度、能力评价的工作。

综合考虑宜居环境遥感技术监测可行性，按照农村宜居环境遥感监测内容的属性以及监测业务的共性特征，农村宜居环境遥感监测内容可以概括为农村居民点本底调查遥感监测、农村居民点景观监测、农村宜居环境评价等 3 个部分。农村居民点本底调查属于资源清查性质的监测内容，当前主要包括农村居民点空间分布、农村道路分布 2 项内容的遥感监测。农村居民点景观监测属于动态监测性的内容，包括村落内的街道分布、房屋状况、垃圾堆放点、厕所分布、露天水体和其他公共基础设施等 6 项内容的遥感监测。农村宜居环境评价属于综合性评价的内容，可以理解为遥感技术深入应用的内容，当前主要有宜居环境评价 1 项内容。

2 农村宜居环境遥感监测方案设计

按照农村宜居环境遥感监测内容分析的结果，针对农村居民点本底调查遥感监测、农村居民点景观监测、农村宜居环境评价 3 个内容进行遥感监测方案的设计。

2.1 农村居民点本底调查遥感监测方案

农村居民点本底调查具有属性变化相对缓慢，但全覆盖要求较高的特征，目前主要包括农村居民点空间分布、农村道路分布 2 项内容，可以采用相同的技术方案进行，主要差别在于提取的专题特征不同。

遥感数据以优于 30 m 空间分辨率的遥感数据为主，具体的遥感数据可以 16 m 空间分辨率的 GF-1/WFV、GF-6/WFV 数据为主，以 10 m 空间分辨率的 Sentinel 数据、30 m 空间分辨率的 Landsat 8/OLI 数据为辅。监测方法主要采用多时相遥感数据决策树的方法，并采用目视判读修正的方法作为辅助以提高识别精度。监测对象是省级尺度、国家尺度的全覆盖监测。监测结果是居民点数量、空间位置以及村落间的道路分布等内容。监测频率至少是 1 次/年。监测精度预期在 85% 以上，误差的来源主要是遥感数据分辨率带来的测量误差，也就是 30 m 左右空间分辨率数据的面积量算误差。图 1 给出了雄县 1 m 空间分辨率 GF-2/PMS 影像图以及根据该影像识别的村庄空间分布结果。

2.2 农村居民点景观遥感监测方案

农村居民点景观遥感监测具有属性变化较快、实时性要求高的特征，目前主要包括村落内的街道分布、房屋状况、垃圾堆放点、厕所分布、露天水体监测和其他公共基础设施等 6 项内容，均可采用类似的技术方案开展，主要差别在于具体识别的专题特征不同。

遥感数据以优于 1 m 空间分辨率的亚米级数据为主，包括航天遥感数据和卫星遥感数据，如无人机影像、Worldview 系列数据等。监测方法主要采用典型村落遥感监测、

2018年10月

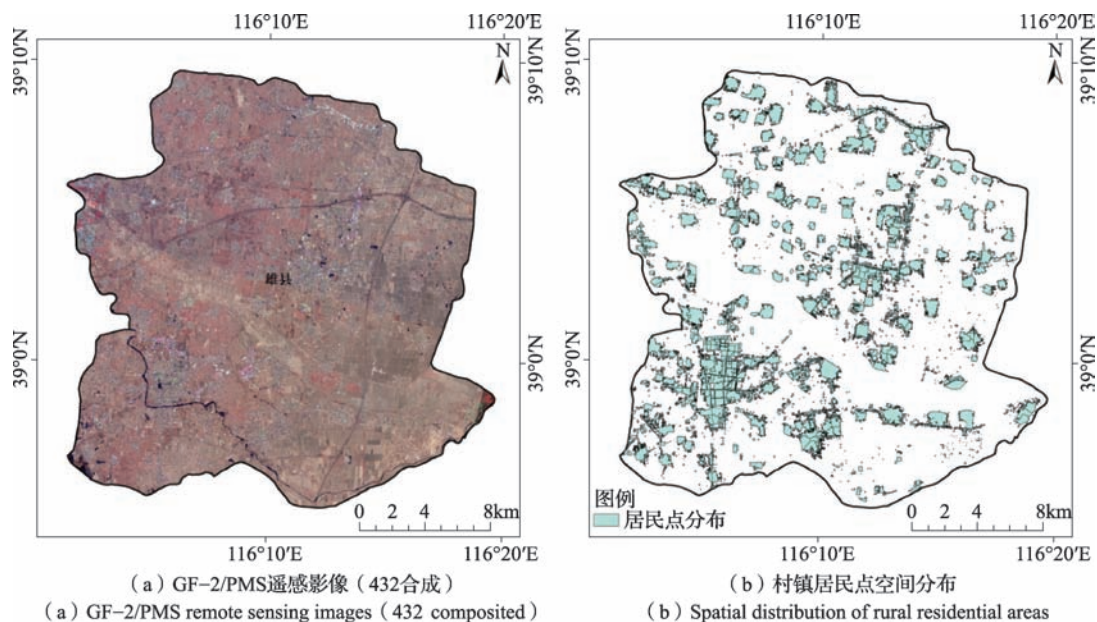


图1 雄县 GF-2/PMS (432) 遥感影像及村庄识别结果

Fig.1 GF-2/PMS (432) remote sensing images and village identification results of Xiong County

全局抽样外推的监测方案；典型村落遥感监测识别方法主要采用目视解译的方法进行识别；当无法对监测范围内每个村庄景观格局进行获取时，需要按照统计抽样的原则对典型村落进行遥感监测，并统计外推到监测全局范围内。监测范围是监测区域内的典型村落。监测结果是典型村落的景观格局线画图以及行政单元尺度上的村庄景观格局特征数量统计结果。监测频率推荐是4次/年，即每个季度1次。监测精度预期在98%以上，误差来源主要是无人机影像精度带来的测量误差。图2给出了河北省枣强县苏家庄村0.1 m空间分辨率无人机影像以及根据该影像识别的房屋建筑及道路景观的结果。

2.3 农村宜居环境遥感监测评价方案

农村宜居环境具有典型的多项因子综合评价特征，目前对农村宜居环境的评价尚没有比较规范化的标准，需要根据具体情况制定合理的评价标准，可以从环境要素获取、权重因子设置、评价结果统计发布3个方面开展。

环境要素获取是指采用遥感技术、统计调查、地面观测等方式获取对宜居环境有重要影响的因子，如上述的农村居民点景观遥感监测要素以及目前遥感技术尚不能有效获取的社会、经济要素如人口、收入等等。在环境要素有效获取的基础上，需要采用专家知识、层次加权、复杂度分析等权重赋值的方法，对环境要素进行加权以获取综合性宜居环境评价结果。综合评价结果要具有明确的导向性、综合性和公平性，目标是鼓励不同宜居水平的农村居民点稳步发展，综合评价结果可以采取空间分布图、数量统计等方式发布，同时也要提出发展建议及提升对策。

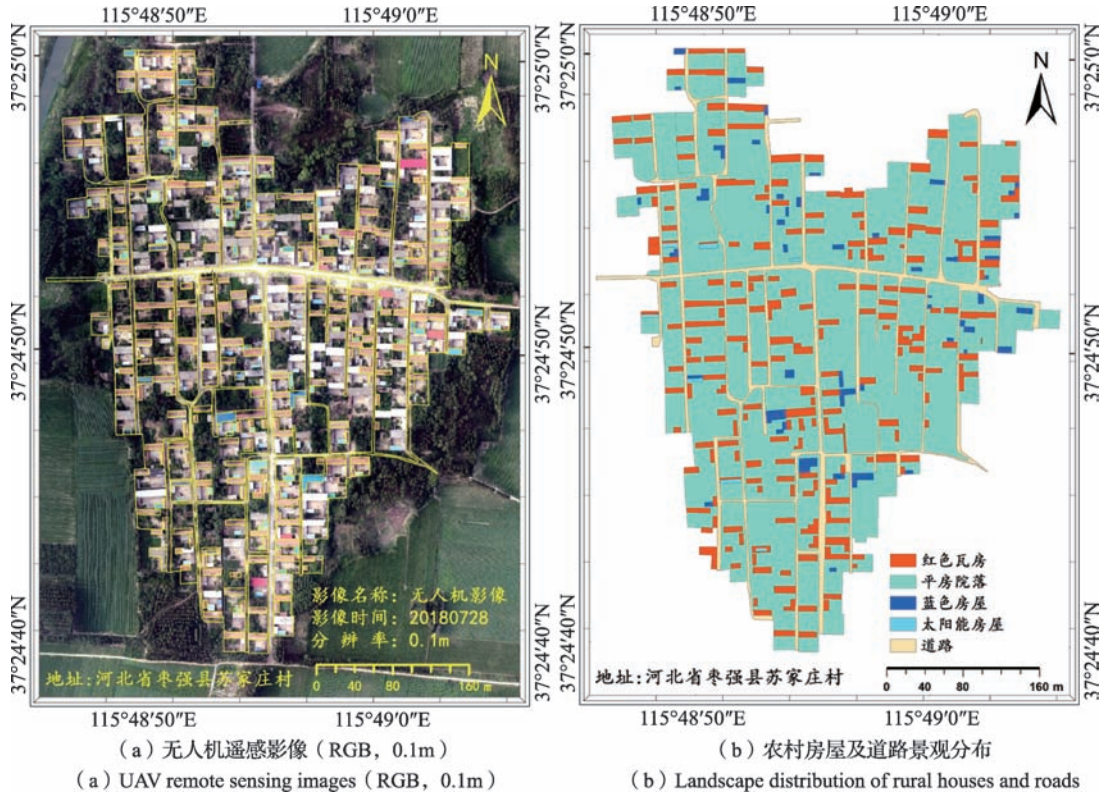


图 2 枣强县苏家庄村 0.1 m 空间分辨率无人机影像及农村景观识别结果

Fig.2 UAV images of Sujiazhuang Village of Zaoqiang County, with spatial resolution of 0.1 m, as well as the results of rural landscape identification

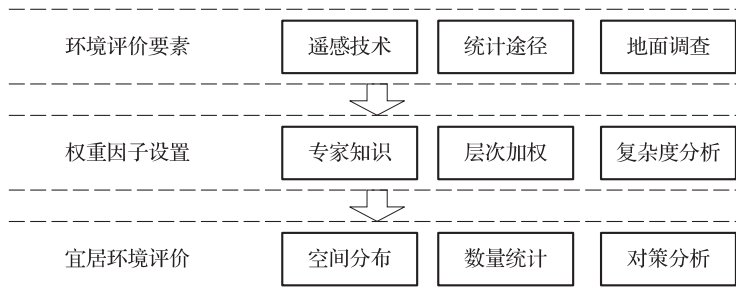


图 3 农村宜居环境遥感监测评价技术方案

Fig.3 Technical solution of rural livable environment remote sensing monitoring evaluation

3 讨论与展望

面向农村绿色发展的需要，立足遥感技术监测能力，该文提出了农村宜居环境遥感监测内容包括农村居民点本底调查遥感监测、农村居民点景观监测、农村宜居环境评价 3 部分。第一项内容属于资源清查性质的监测，是后续遥感监测与评价的基础；第二项内

2018年10月

容是村落内格局的监测,属于动态监测范畴;第三项内容是以遥感数据为基础,多项指标综合型评价的过程。这些内容的提出,给农村宜居环境遥感监测业务的开展提供了依据。

为深入推动农村宜居环境遥感监测业务的开展,该文也提出了以国产中空间分辨率GF卫星数据为主、机器识别与目视判读相结合的农村居民点本底调查遥感监测方案,以厘米级无人机影像为主、目视判读结合统计外推技术的农村居民点景观遥感监测方案,以遥感监测结果为主、结合综合权重打分的宜居环境评价方案。这些技术方案,充分考虑了农村宜居环境监测的紧迫性以及遥感技术的潜力,是今后较长时期内农村宜居环境遥感监测方案的主要内容。

需要特别说明的是,农村居民点本底调查、农村居民点景观监测两项内容并没有本质的差异,仅仅是受遥感技术发展水平限制而硬性区分的。如果采用无人机影像对居民点景观进行全尺度、全要素监测,其监测结果本身就构成了本底调查的内容。限于当前的技术水平,特别是人力、物力的限制,采用无人机技术对监测区域,如省级、国家尺度上全覆盖监测是不可能完成的。因此,针对本底调查、动态监测两项内容提出了使用不同遥感数据源开展监测的方案。

参考文献

- [1] 新华社. 中共中央、国务院关于实施乡村振兴战略的意见. <http://www.gov.cn/zhengce/2018-02/04/content>, 2018.
- [2] 陈方强. 测绘新技术在新农村建设与城市扩张安全格局规划中的应用. 中国新技术新产品, 2018, 14: 8-9.
- [3] 董光龙, 许尔琪, 张红旗. 黄淮海平原不同类型农村居民点空间分布及变化特征研究. 资源科学, 2017, 39(7): 1248-1258.
- [4] 陆尘, 杨晓梅, 王志华. 基于样本自动扩充的街区式农村居民点遥感提取方法. 地球信息科学学报, 2018, 20(9): 1306-1315.
- [5] 蒋旭东, 王鹏, 马众模. 遥感图像自动识别监测平原地区农村居民点用地变化. 长江流域资源与环境, 2008, 5: 740-745.
- [6] 何英彬, 陈佑启, 唐华俊, 等. 中国农村居民点研究进展. 中国农学通报, 2010, 26(14): 433-437.
- [7] 杨存建, 白忠, 贾月江, 等. 基于多源遥感的聚落与多级人口统计数据的关系分析. 地理研究, 2009, 28(1): 19-26.
- [8] 陈冬梅, 冯策元, 周建民, 等. 面向对象的农村用地信息遥感提取技术应用——以宁夏西吉为例. 城市发展研究, 2017, 24(9): 133-138, 167.
- [9] 王宏胜, 李永树, 谢嘉丽. 一种基于改进种子区域生长的农村房屋提取. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(10): 40-42, 47.
- [10] Peikang Li, Yu Zang, Cheng Wang. Road network extraction via deep learning and line integral convolution. *Geoscience and Remote Sensing Symposium/IEEE*, 2016: 1599-1602.
- [11] 李程. 遥感技术在农村公路核查中的应用研究. 测绘与空间地理信息, 2018, 41(5): 48-49, 52.
- [12] 朱彬, 苏继锋, 韩志伟, 等. 秸秆焚烧导致南京及周边地区一次严重空气污染过程的分析. 中国环境科学, 2010, 30(5): 585-592.
- [13] 蒋明, 李维, 文建辉. 卫星影像和高程数据在农村环境质量监测中的应用. 环境研究与监测, 2014, 27(1): 57-60.
- [14] 谭衢霖, 邵芸. 遥感技术在环境污染监测中的应用. 遥感技术与应用, 2000(4): 246-251.
- [15] 刘亚岚, 任玉环, 魏成阶, 等. 北京1号小卫星监测非正规垃圾场的应用研究. 遥感学报, 2009, 13(2): 320-326.

Analysis of the contents of rural livable environment remote sensing monitoring and its preliminary design

Liu Jia, Wang Limin^{*}, Tang Pengqin, Gao Jianmeng

(Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: [**Purpose**] The purpose of the paper is to provide a basis for promoting the implementation of rural livable environment remote sensing monitoring operation. [**Method**] The paper proposes a preliminary construction solution based on the analysis of rural livable environment remote sensing monitoring contents. [**Results**] Contents of rural livable environment remote sensing monitoring should include three parts of remote sensing monitoring: (1) background of rural residential areas, (2) landscape monitoring of rural residential areas, (3) the evaluation of rural livable environment. The first one is a survey about the nature of resource, which is the foundation of the follow up remote sensing monitoring and evaluation. The rural residential area background survey can be conducted by utilizing the Chinese medium spatial resolution GF satellite data, supported by the combination of machine cognition and visual interpretation. The second part is the dynamic monitoring of the internal layouts of rural villages, which should mainly use the centimetre-level UAV images, supported by the visual interpretation combined with extrapolation technique. The third part mainly employs remote sensing monitoring results, combined with comprehensive weighted rating. [**Conclusion**] The study results show that, the technical solution proposed by the paper has fully considered the urgency of rural livable environment monitoring, and the potential of remote sensing technologies, and it will be the major solution for rural livable environment remote sensing monitoring operation in the long term future.

Key words: rural; favorable environment; remote sensing monitoring; demand analysis; operational system; design