



构建天空地一体化的农村人居环境监测体系研究*

董春岩

(农业农村部信息中心, 北京 100125)

摘要:【目的】农村人居环境整治是实现乡村振兴战略的重要任务,对整治工作取得的成果进行有效监测和监督日益迫切,这事关农村人居环境整治工作的成效。【方法】文章通过文献梳理,整理了我国农村人居环境整治工作所取得的进展,结合调查研究及工作中汇聚的时空数据资源,提出构建天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台的思路,将对农村人居环境整治成果进行有效的监督和核查。【结果】该文提出了构建农村人居环境数据资源库、农村人居环境监测系统、农村人居环境举报核查系统、农村人居环境整治评估系统的建设思路,从而形成天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台,将为做好农村人居环境监测体系建设提供支撑。【结论】利用基于遥感、大数据、人工智能等现代信息技术手段,构建天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台,对农村人居环境整治成效进行有效监督和核查,实现整治效果全过程的在线监管,充分发挥信息化助力农村人居环境整治工作的独特作用。

关键词: 农村人居环境; 天空地一体化; 大数据监测平台; 地理信息

DOI: 10.12105/j.issn.1672-0423.20200506

0 引言

农村人居环境整治是实现乡村振兴战略的重要任务,也是一项长期性工作。自2018年1月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《农村人居环境整治三年行动方案》以来,全国各地深入推进农村生活垃圾、厕所粪污、农村生活污水的治理,提升了村容村貌,强化了村庄规划管理,农村人居环境得到了极大改善,生态宜居、乡风文明、治理有效的总要求正在逐步实现,农民群众增强了获得感和幸福感,农民生活正悄然发生着变化^[1-3]。截至2019年底,全国90%以上的村庄开展了清洁行动,农村卫生厕所普及率超过60%,农村生活垃圾收运处置体系已覆盖全国84%以上的行政村,86%的非正规垃圾堆放点已完成整治,约30%农户生活污水得到有效管控,农村厕所改好了、垃圾清理了、河塘变清了。

农村人居环境整治工作成效得益于《农村人居环境整治三年行动方案》的有序推进、全国各地的通力协作以及农民群众的大力支持^[4]。2020年是农村人居环境整治3年行动

收稿日期: 2020-06-05

作者简介: 董春岩(1987—), 工程师、硕士。研究方向: 农业农村信息化、时空数据平台。Email: dongchunyan@agri.gov.cn

* 基金项目: 财政运行保障经费支持



2020年10月

的收官之年,对农村人居环境整治的成效检验尤为关键,这关乎整治工作的持续全面实施。在整治成效基础上,形成全国农村人居环境监测体系,查找整治中群众反映的问题和意见,了解社情民意,及时进行整改,有利于让农村人居环境整治工作发挥实效。随着现代信息技术的发展和应用,遥感、人工智能、大数据等现代信息技术可以对农村人居环境整治成果进行实时监督,对各类农村人居环境举报问题进行初步核实,有助于构建天空地一体化的农村人居环境监测体系。因此,现代信息化技术将是农村人居环境整治成效监测的重要技术手段,也是农村人居环境整治工作的重要发展方向^[5-6]。

文章以农村人居环境整治工作成效监测作为切入点,提出了对农村人居环境整治成果监测思路,结合工作实际,阐述了构建天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台的方法^[7],梳理了构建农村人居环境数据资源库、监测系统、举报核查系统、评估系统的流程,总结了农村人居环境监测工作的有关政策建议和下一步工作展望。基于遥感、大数据、人工智能等现代信息技术手段,构建天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台,实现对农村人居环境的实时监测、应急管理和可视化展示,将对农村人居环境整治成效进行有效的监督和核查,实现整治效果全过程的在线监督,充分发挥信息化助力农村人居环境整治工作的独特作用,这对推动农业绿色发展、持续改善农村人居环境至关重要^[8]。

1 天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台构建

农村人居环境整治是一项长期工作,需要借助遥感、大数据、物联网、人工智能等现代信息技术手段,实现农村人居环境全要素、全方位、全覆盖监测及监测结果在线化,才有利于不断巩固整治成果和成效。该文设计利用3~5年时间,以亚米级卫星遥感和厘米级无人机航摄影像资源,建成全国农村人居环境监测体系。综合考虑当前遥感数据源的满足程度、技术水平,可以利用高分卫星影像数据为主、村庄本底调查为辅,在1~2年时间内建设遥感抽样与统计调查相结合的全国农村人居环境本底一张图,并逐步构建全要素、全方位、全覆盖的亚米或厘米级遥感监测体系,加强农村人居环境整治成果的监督和核查,构建天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台。

1.1 构建农村人居环境数据资源库

以2 m以上高分辨率遥感影像为主,构建以全国农村人居环境空间分布一张图为核心的农村人居环境数据资源库。以国产高分2米空间分辨率遥感影像为主,以亚米级卫星影像、厘米级无人机航摄影像为辅,获取全国农村人居环境空间分布一张图,每年对一张图进行更新,结合监控摄像头、人工调查等多种采集方式,获取农村人居环境数据资源,建设农村人居环境数据资源库,包括影像数据库、本底数据库和业务数据库。影像数据库包括高分系列2 m级遥感影像、亚米级遥感影像、无人机航摄影像等;本底数据库包括居民点空间分布数据、行政区划、基础地理信息、地名地址等内容,并逐步完善基本农田及道路、池塘、养殖场、垃圾堆放地等农村基础数据;业务数据库包括举报信息和污染源信息等业务数据,其中举报信息包含时间、地点、经纬度、照片、语音、

文字描述等属性信息。

1.2 建设农村人居环境监测系统

借助语义、语音以及遥感分析、机器学习等手段，自动识别出农村人居环境问题举报地区、事件发生地区，将分析结果通过地图、图表综合展示。

(1) 利用遥感技术实现主动监测。针对农村人居环境监测中的举报热点区域，根据农村垃圾点的纹理、空间及光谱等特征，构建高分辨率遥感影像垃圾提取模型，同时利用遥感技术反演水体叶绿素、水体悬浮物及水体饱和度等指数，构建基于光谱的水污染识别模型。通过垃圾提取、水污染识别等遥感计算模型，实现举报热点区域的垃圾、水体污染状况可视化分析展示，以此为依据，评估农村人居环境垃圾和水污染的状况，核查举报信息是否真实。

(2) 基于抽样点的主动监测。利用无人机航测、视频监控及人工采集等技术手段，在试点范围内建立农村水体、垃圾和厕所定点抽样监测制度，快速精细获取农村人居环境监测主体更新情况，供相关部门进行月度、季度及年度人居环境改善情况考核。依托农村人居环境监测系统，以“精准测、按时报、高效管”为行动原则，实现全国行政区四级管理的农村人居环境定点抽样主动监测体系，为宏观决策提供支持。

(3) 建立污染源举报信息一张图。针对农村人居环境整治举报的问题进行实时采集，基于国家农业农村时空数据服务平台，直观展示全国范围内的农村人居环境问题分布，包括污染源定位（地名地址、坐标位置、举报时间等）、污染源属性（污染类别、涉及范围、严重程度等）；按照垃圾、厕所粪污、污水三种污染源分类，对时间、空间、主体、污染程度等不同维度进行多维分析，建立全国污染源举报信息热力分布图，直观显示农村垃圾、厕所粪污和污水等问题重点发生区域。

1.3 建设农村人居环境举报核查系统

针对农村人居环境群众举报系统中的农村生活垃圾、水体污染、厕所改造 3 类信息，采用卫星遥感、无人机等多源数据，利用人工智能技术，开展对 3 类举报信息的验证工作。针对全国农村生活垃圾、污染水体、农村厕所举报信息的验证结果，采用大数据分析可视化技术，形成农村人居环境举报核查一张图，并实时更新和动态发布。

(1) 举报信息 AI 智能识别。针对手机 APP 上报的农村污染数据，根据其类别划分为语音、图像及文本信息，分别采用语音识别系统、图像分类系统和自然语言处理模型，对举报信息数据进行智能识别。语音数据方面，直接抓取举报电话中的地理位置，将语音信息转成语谱图，利用模型系统对电话举报信息进行分类，确定污染类型及污染程度。图像数据方面，采用卷积神经网络模型对图像数据进行分类，判断举报区域是否被污染，抓取图中被污染区域进行智能识别（图 1）。针对举报的文本信息，采用智能分词技术，提取文本信息中污染位置、污染类型与污染程度等信息。

(2) 农村水体污染遥感核查。针对农村水体污染举报信息，采用高空间分辨率和高光谱分辨率卫星遥感数据，构建基于遥感光谱的水污染识别模型，通过工程化大批量遥感数据处理及机器学习算法，实现农村水体污染的快速解译和水体污染等级的自动化划分，为核查水污染举报信息真实性提供决策依据。

2020年10月



图1 智能识别垃圾图像

Fig.1 Intelligent recognition of garbage image

(3) 农村生活垃圾遥感核查。针对农村生活垃圾举报信息,采用高分辨率卫星遥感数据,利用目标探测法,实现农村生活垃圾的自动定位、自动识别,核查垃圾举报信息真实性(图2)。



图2 遥感技术核实垃圾影像

Fig.2 Remote sensing technology to verify garbage image

(4) 无人机遥感核查。使用无人机遥感数据进行大、中规模污染核查,无人机数据相比于手机图像视野更加开阔,单张图像中可能包括多种污染类型,每种污染类型可能覆盖多处。基于数据特点,采用计算机视觉技术对无人机数据进行污染类别划分,判断无人机遥感数据中每个像素点所属污染类别,并对图像中每个像素进行标注,可直接计算出各类污染所占比例,得出污染严重程度等相关数据,方便进一步核查。

1.4 农村人居环境整治评估系统

举报信息得到验证后,需要对农村生活垃圾、水体污染、厕所改造3类信息整改过程进行持续监测,监督整改进度、评估整改效果,推进生态宜居乡村建设。

(1) 农村水体污染整治评估。基于高分辨率卫星影像数据构建基于光谱的水污染识别模型,选择治理前和治理后的不同时相遥感影像数据,通过工程化大批量遥感数据处理及机器学习算法,评估治理前污染等级及治理后的污染程度,实现对农村水体污染整治过程与结果的全程监测。

(2) 农村生活垃圾整治评估。利用高分辨率卫星影像数据，有针对性选择治理前和治理后的不同时相遥感影像数据，通过工程化大批量遥感数据处理及机器学习算法，对于整改前后的信息进行遥感监测对比分析核实，评估整改结果（图 3）。

(3) 开展绩效考核。利用农村人居环境整治评估结果，对各地区农村人居环境整治工作进行绩效考核，形成农村人居环境整治成效红黑名单制度，及时向社会进行通报，对各地好经验好做法进行及时推介。

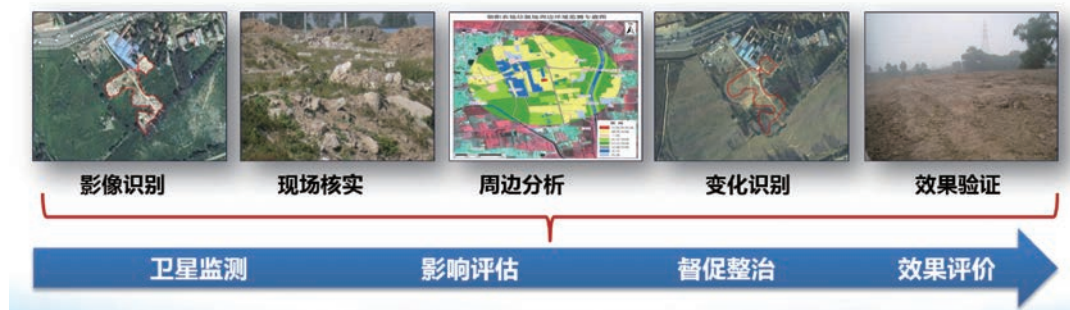


图 3 整改效果全程评估监测过程

Fig.3 The whole process evaluation and monitoring of rectification effect

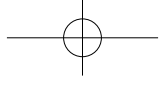
2 政策建议

农村人居环境整治工作应该强化责任落实，做好农村人居环境监测体系的人才队伍建设，加强天空地一体化的农村人居环境监测技术研发、推广和应用，强化农村人居环境监测工作的资金支持力度，发挥市场在资源配置中的决定性作用，全社会共同努力做好农村人居环境监测体系建设。

(1) 做好农村人居环境监测体系人才培养。农村人居环境监测工作人才是关键，要强化农村生活垃圾和生活污水的治理监测，做好本地监测人员的技能培训，充分发挥手机是农民新农具的作用，利用手机移动端采集、上传治理情况，结合大数据和人工智能技术分析研判农村人居环境治理成效，做好监督检查。要加强交流合作，通过农村人居环境监测案例评选、监测技术交流、监测人才评价等方式，选拔一批监测体系完善、监测工作到位的带头人和先进典型，推动全国农村人居环境监测体系健康发展。

(2) 加大对农村人居环境监测技术的研发力度。农村人居环境监测工作技术是核心，我国幅员辽阔，行政村数量多、分布广、类型复杂，宜居要素分布规律、分布规模差异大，要逐步构建亚米级卫星影像为主、厘米级无人机航摄影像为辅的全国农村人居环境全要素、全方位、全覆盖的遥感监测技术体系，加快建设天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台，实现对农村人居环境监测评估、比对、核实及全过程管理。

(3) 加强农村人居环境监测工作的资金保障。农村人居环境监测工作需要持续的资金保障，政府部门不但要抓好整治工作成效，更要做好农村人居环境监测所需的资金保



2020年10月

障,要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,激活企业参与农村人居环境监测工作的内生动力,鼓励有条件的地方建设区域级监测体系,并与国家农村人居环境大数据监测平台对接,对监测体系完善、监测成效显著的村镇,政府部门应适当给予奖励,同时要做好监测资金的管控,防止资金跑冒滴漏,确保专款专用。

(4)制定农村人居环境监测长效机制。2020年是农村人居环境整治3年行动方案的收官之年,国家和地方都出台了一系列的政策措施确保收官之年取得实效,同时要对农村人居环境监测工作常抓不懈,建议国家和地方出台农村人居环境监测制度,构建天空地一体化的农村人居环境监测体系,确保农村人居环境监测工作制度化、规范化、常态化。

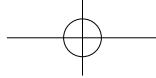
3 结论与讨论

农村人居环境整治是一项长期性工作,构建农村人居环境数据资源库、监测系统、举报核查系统、整治评估系统,形成天空地一体化的农村人居环境大数据监测平台,从而实现农村人居环境全要素、全方位、全覆盖监测及监测结果在线化,应用前景可期。随着3年行动方案的有效实施,农村人居环境整治工作取得了一定成绩,要持续巩固并拓展整治成效,运用遥感、大数据、物联网、人工智能等现代信息技术手段,对整治工作中的重点、难点、堵点进行监测和回头看,不断加强农村人居环境整治成果的监督和核查。

党的十九大报告中明确提出实施乡村振兴战略,改善农村人居环境、建设美丽宜居的乡村是落实十九大精神,实施乡村振兴战略的一项重要任务,事关广大农民群众的根本利益。农村人居环境整治工作是一项复杂的系统工程,需要全社会共同努力,不断开展好农村人居环境监测体系的人才队伍建设、加强监测技术研发、强化资金支持力度、充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,推动农业高质、高效、绿色可持续发展。

参考文献

- [1] 于法稳,郝信波.农村人居环境整治的研究现状及展望.生态经济,2019,35(10):166-170.
- [2] 张荣彬,王华,毛健,等.新时期农村人居环境建设现状分析与建议.安徽农业科学,2019,47(6):252-255.
- [3] 王祺斌,夏嘉呈,于立芝,等.农村人居环境质量客观评价指标体系研究.农学学报,2020,10(8):71-77.
- [4] 王薇,刘世华.农村人居环境协作治理的实践路径.广西社会科学,2020,300(6):52-56.
- [5] 张焯,董春岩.地理信息系统在农业决策服务中的应用.中国农业资源与区划,2017,38(9):49-55.
- [6] 董春岩.国家农业农村地理信息服务平台建设展望.中国农业信息,2018,30(5):110-117.
- [7] 孙慧波,赵霞.中国农村人居环境质量评价及差异化治理策略.西安交通大学学报(社会科学版),2019,39(157):105-113.
- [8] 朱琳,孙勤芳,鞠昌华,等.农村人居环境综合整治技术管理政策不足及对策.生态与农业环境学报,2014,30(6):811-815.



Reflections on the construction of the monitoring system of rural human settlements with the integration of space–sky–terrestrial

Dong Chunyan

(Information Center of Ministry of Agriculture and Rural Affairs , Beijing 100125 , China)

Abstract: [**Purpose**] The renovation of rural human settlements is an important task to realize the strategy of Rural Revitalization. It is increasingly urgent to effectively monitor and supervise the achievements of the renovation work, which is related to the effectiveness of the renovation work of rural human settlements. [**Method**] Through literature review, this paper summarizes the progress of rural human settlements improvement in China, and proposes to build a big data monitoring platform of rural human settlements integrated with sky and earth, which will effectively supervise and verify the results of rural human settlements improvement. [**Result**] This paper proposes to build the data resource database of rural human settlements, the monitoring system of rural human settlements, the reporting and verification system of rural human settlements, and the remediation and evaluation system of rural human settlements, so as to form the big data monitoring platform of rural human settlements with the integration of sky and earth, and gives some policy suggestions for the construction of rural human settlements monitoring system. [**Conclusion**] By using modern information technologies such as remote sensing, big data and artificial intelligence, the construction of a sky ground integrated big data monitoring platform for rural human settlements will effectively supervise and verify the effect of rural human settlements remediation, realize online supervision of the whole process of remediation effect, and give full play to the unique role of informatization in rural human settlements remediation.

Key words: rural human settlements; the integration of space–sky–terrestrial; big data monitoring platform; geographic information