

文章编号: 1673-6052(2023)04-0084-03

DOI:10.15996/j.cnki.bfjt.2023.04.022

“天-空-地”一体化监测技术在高速公路智慧养护中的应用

金国平

(南平武夷集团有限公司 南平市 353000)

摘要: 针对目前高速公路养护任务及养护成本迅速增加的问题,分析了卫星遥感、无人机遥感、物联网监测等先进技术优势,提出了“天-空-地”一体化监测模式,介绍了其在日常养护巡察、路域生态环境监测、预防性养护智能决策、应急救援和损毁评估等方面的应用。在此基础上,研发高速公路智慧感知与分析平台,并建立应用示范。

关键词: 高速公路;智慧养护;卫星遥感;无人机遥感;物联网监测

中图分类号: U495

文献标识码: B

0 引言

随着我国现代化建设的高速发展,现代化交通事业也取得长足进展。作为现代化交通重要形式的高速公路经过一个快速发展时期,取得了巨大成就。高速公路通车里程的快速增长,极大地方便了人民生活,创造了可观的社会经济价值。但是随着服务时间的推移和交通量的增长,养护需求和成本也迅速增长。利用现代科技力量全面提升养护效率有着重要的现实意义。基于此,结合卫星遥感、无人机遥感、物联网、大数据、人工智能等技术,构建“天-空-地”一体化的监测模式,分析其在现代高速公路智慧养护中的应用,并建立应用示范。

1 “天-空-地”一体化监测技术

1.1 卫星遥感技术

卫星遥感是一门集中了空间、地学、光学、电子、通信和计算机等学科成就的综合性科学技术。遥感卫星通过搭载的传感器来感知观测目标所辐射和反射的电磁波信号。由于卫星在空间飞行的稳定性,遥感卫星可以为很多行业应用提供稳定的数据来源^[1]。遥感卫星数据具有观测覆盖范围大、能够真实反映地物地质信息、获取方便、成本低等优点,在勘察设计、建设施工、运营维护等公路全生命周期中

有广泛的应用前景^[2]。在高速公路运营维护阶段,卫星遥感技术广泛应用于地质灾害监测与评估、路域生态环境监测与评价、应急救援、公路形变监测等方面。

1.2 无人机遥感技术

无人机遥感技术是利用先进的无人机遥感系统,能够自动快速地获取空间遥感信息,并进行实时处理、应用建模和分析的一门综合技术^[3]。无人机遥感系统则是以无人驾驶飞行器为平台,以各类成像或非成像传感器为主要任务载荷,具备飞行、控制及空间遥感信息的获取、处理、传输等功能的无人航空遥感与摄影测量系统^[4]。无人机遥感技术具有灵活度高、时效性好、成本低等优点,在公路领域的设计、施工、运营、维护等阶段逐渐得到广泛应用。无人机遥感技术不受地形限制,不受气象、地理条件影响,可实现快速巡查、快速获取遥感信息、实时回传与决策,效率远高于人工巡查^[5]。因此,该技术在高速公路智慧养护应用中比传统人工方式有较大优势。其应用于日常养护巡查,可以减少巡查人员数量和保障人员安全,发现地质灾害及道路病害时,可以通过 GPS 精准定位以及通过成像传感器获取高分辨率的影像数据,为养护决策提供数据和技术

※基金项目:南平市资源化学产业科技创新联合资助项目(N2020Z016)

支持^[6]。

1.3 物联网技术

物联网技术是传感器、电子、通信、计算机等信息技术发展进步的产物。它利用传感器技术、射频识别技术、互联网技术、通信技术,让所有能够被独立寻址的物理对象联成网络,实现智能化感知、识别、管理和控制^[7]。物联网技术的出现以及高速发展,为高速公路养护智能化发展提供了崭新的机遇。物联网技术应用于高速公路养护体系,可以改变传统被动养护模式,建立“预防为主,主动养护”的新模式。从高速公路规划施工开始,就应该基于物联网技术在桥梁、隧道、路基路面、边坡等关键部位或控制性截面预埋传感设备,建立公路状态数据采集网络,为高速公路养护决策提供数据支撑^[8]。

1.4 “天-空-地”一体化监测技术

卫星遥感、无人机遥感具有大尺度和中尺度的宏观观测特性,而物联网技术具有小尺度微观观测特性。如果将三者互相结合,构建“天-空-地”一体化的监测体系,能够全天候、实时地提供多种对地观测数据,为应用领域提供高时效性和高精度的数据处理与分析应用。三者相互结合的技术应用到高速公路智慧养护领域,可实现公路路域植被环境、大气环境、水环境等生态环境的监测与评价;实现山体滑坡、泥石流、水毁等地质灾害的监测与评估;实现对道路变形、路面病害、桥梁隧道结构性病害等方面的监测与预警。

2 “天-空-地”一体化监测技术在高速公路智慧养护中的应用

2.1 日常养护巡查

日常养护巡查是养护公司常规任务,通过巡查,掌握路面动态,建立病害台账,及时处理存在的问题,确保高速公路基础设施的完好,维护高速公路畅、洁、绿、美的行车环境。然而目前这项工作主要是通过巡逻车或人工徒步完成,主要存在以下问题:

(1)人工巡查比较危险,特别是高速路面病害检测或环境恶劣的边坡灾害检测,需要检测人员到实地观察测量,人员安全得不到有效保障。

(2)由于工程技术人员较少,检测人员的专业知识不够,日常检查,可能对桥梁、路面、边坡的病害或灾害判断不足。

施工建设阶段预先建立的物联网监测网络与无人机遥感技术相结合,用于边坡灾害、路面病害以及桥梁隧道结构性病害等日常养护巡查,可以高效地掌握灾害或病害情况,建立相关台账,提高巡查效率,还可以减少人员实地观察,提高人员安全保障。此外,物联网监测数据与无人机遥感数据相融合,通过大数据处理与分析技术,也提高了灾害或病害判断的科学性和准确度。

2.2 路域生态环境监测

高速公路作为人工建造物,无论是在施工建设还是运营维护阶段,都对沿途路域的生态环境产生较大的干扰和影响。在施工建设阶段,修筑路基、挖方取土、边坡防护、临时活动场及设施修建等都会破坏原始地貌和植被、沿途景观和生态环境,引发水土流失。在运营维护阶段,汽车排放的废气以及服务区产生的生活垃圾会对路域周边的大气、水以及土壤环境造成污染;交通工具本身以及轮胎与地面接触、摩擦产生的噪声,造成噪声污染。高速公路建设运营与生态环境保护这一矛盾共同体,一直受到国内外专家学者的广泛关注。利用卫星遥感探测范围广、重访周期短的特点,可以对高速公路整个路域的生态环境,进行宏观、连续、快速、动态地监测;利用无人机即时性强、空间分辨率高、灵活方便等优点,可以实现对高速公路重点区域的生态环境监测;采用多源遥感数据同时配合地面物联网监测手段,对高速公路沿线的植被、大气、水、土壤等环境进行监测,构建一体化监测平台,实现高速公路沿线生态环境动态监测与评价。

2.3 预防性养护智能决策

预防性养护是目前国内外用于高速公路延缓路面性能衰退、减少资产损失、延长路面使用寿命的主要养护技术。通过预防性“早养护”实现“少养护”,通过“早投入”实现“少投入”。然而,目前预防性养护决策受管理者人为经验影响较大,当遇到道路新状况或者相应的养护规范标准等发生变化时,管理者的经验可能不能完全适用,因此,预防性养护决策的科学性需要进一步增强。“天-空-地”一体化的监测技术通过卫星遥感、无人机遥感、地面物联网监测等途径,采集高速公路路域生态环境、病害灾害等多源监测数据,形成养护大数据,为预防性养护智

能决策提供数据支撑。

2.4 高速公路灾害应急救援和损毁评估

我国是一个多山的国家,有 2/3 的陆地面积是丘陵、山地和高原,因此,有大量的高速公路修建在山区。公路施工挖掘破坏原来的地质结构,切割山体形成许多边坡。这些边坡结构不稳定,在受到暴雨、地震等外界因素诱发时,容易发生泥石流、山体滑坡、开裂、塌陷等地质灾害。综合利用卫星遥感覆盖区域广、全天候监测以及无人机遥感灵活度高、实时性好的特点,构建高速公路灾害监测与应急响应平台,灾害发生前提供预警,灾害发生后提供应急响应和损毁评估等功能。平台利用多源遥感影像处理以及 GIS 综合分析技术,制作对比灾前、灾后专题图,可以快速准确地掌握灾害发生的位置及范围,为抢险救援提供辅助决策服务。同时,也可以分析公路受损程度,制作灾害评估专题图和灾害损失报告。

3 “天-空-地”一体化的高速公路智慧感知与分析平台及其应用示范

综合应用遥感图像处理、地理信息系统、大数据处理、人工智能以及“天-空-地”一体化监测等技术,研发了“天-空-地”一体化的高速公路智慧感知与分析平台,并在武邵高速 KB122+400 段建立应用示范点。该平台的系统架构如图 1 所示,由感知层、传输层、支撑层、应用层四个部分组成。感知层通过地面物联网监测传感器、地面视频监控设备、卫星遥感传感器、无人机遥感传感器、智能移动设备等监测设备,感知和采集高速公路养护相关的数据。传输层通过无线通信网、互联网等通信网络,将采集到的相关数据传输到支撑层。支撑层通过数据库、大数据处理、人工智能、遥感图像处理、地理信息系统等技术,为应用层提供支撑服务。应用层通过 PC 客户端、Web 客户端、APP 客户端、微信小程序客户端等应用程序,提供养护巡查、养护智能决策、公路灾害监测、灾害损毁评估、公路灾害监测与预警、灾害应急救援与损毁评估等智慧养护应用。

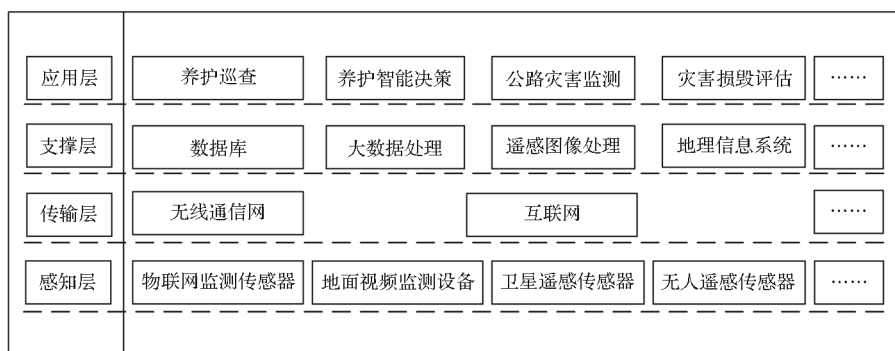


图 1 高速公路智慧感知与分析平台系统架构

4 结论

随着我国高速公路建设的快速增长,养护任务和成本也迅速增长。综合利用卫星遥感、无人机遥感以及物联网等先进技术的优势,提出“天-空-地”一体化监测模式,分析了其在高速公路智慧养护中的应用,并建立应用示范,可以提高养护效率、降低养护成本、保障人员安全,还可以为预防性养护决策提供数据支撑。

参考文献

- [1] 梁爱学. 卫星遥感技术在公路生态环境监测中的应用[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2014(5): 174-176+197.
- [2] 杨贯伟. 卫星遥感技术在公路全生命周期建设中的应用[J]. 数字通信世界, 2020(10): 48-49+81.

- [3] 李德仁,李明. 无人机遥感系统的研究进展与应用前景[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2014(5): 505-513.
- [4] 郑亮,董卫艳,原保成. 无人机遥感在海外高速公路勘测中的应用[J]. 测绘通报, 2017(7): 81-84.
- [5] 常德强,黄海峰. 小型无人机在公路巡查中的应用前景展望[J]. 科技视界, 2014(20): 319-320.
- [6] 栗学铭,孟祥晨,王亮,等. 无人机遥感技术在公路领域的应用进展研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2020(4): 348-351.
- [7] 刘陈,景兴红,董钢. 浅谈物联网的技术特点及其广泛应用[J]. 科学咨询, 2011(9): 86.
- [8] 李娜. 基于物联网技术的智慧高速公路建养技术研究[J]. 大众标准化, 2020(10): 49-50.

(下转第 90 页)

Research on the Development of Rolling and Drop and Pull Transportation for Marine Cargos in Liaoning Province

Zhao Xin

(Liaoning Transportation Affairs Service Center, Shenyang 110003, China)

Abstract Based on the high – quality development needs of transportation in the new development stage, and from the perspective of promoting "carbon peaking and carbon neutrality" and "dual circulation", the important significance and development opportunities of the advanced multimodal transport mode of marine rolling and drop and pull transportation in Liaoning's initiative to integrate into the "the Belt and Road" strategy and build a major sea – land channel in northeast China are fully demonstrated. Through combing the development status of marine rolling and drop and pull transportation in Liaoning and Shandong in recent years, the comparative advantages of marine rolling and drop and pull transportation compared to traditional highway transportation in terms of transportation distance, transportation cost, green and low – carbon, and transportation efficiency are fully analyzed. The systematic analysis on the development shortcomings of current marine rolling and drop and pull transportation is made, and the suggestions for building a multimodal transport corridor of rolling and drop and pull transportation for cargos in Liaoning and Shandong during the "14th Five Year Plan" period are put forward through the research.

Key words Logistics transportation; Drop and pull transportation; Large transport corridor of rolling and drop and pull transportation for marine cargos in Liaoning and Shandong

.....
(上接第 86 页)

Application of "Sky – Air – Ground" Integrated Monitoring Technology in Expressway Intelligent Maintenance

Jin Guoping

(Nanping Wuyi Group Limited Liability Company, Nanping 353000, China)

Abstract In view of the rapid increase in maintenance tasks and maintenance costs of the expressway at present, the advantages of advanced technologies such as satellite remote sensing, unmanned aerial vehicle remote sensing, monitoring of Internet of Things are analyzed, and the "sky – air – ground" integrated monitoring mode is put forward, and its application in daily maintenance inspection, ecological environment monitoring of road area, intelligent decision – making of preventive maintenance, emergency rescue and damage assessment and so on are introduced. On this basis, the intelligent perception and analysis platform for the expressway is developed and the application demonstration is established.

Key words Expressway; Intelligent maintenance; Satellite remote sensing; Unmanned aerial vehicle remote sensing; Monitoring of internet of things