

浅析沥青路面领域研究应用无人设备现状

马广文

[上海浦东路桥(集团)有限公司,上海市 200135]

摘要:以沥青路面施工领域为例,梳理与探讨近两三年来该领域研究与应用无人智能施工设备技术成果现状,希冀一方面为工程行业人员提供参考,另一方面为工程建设行业向无人化、智能化方向快速迈进提供思路。

关键词:沥青路面;施工;无人;设备;智能;劳动力

中图分类号: TU689

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2022)05-0212-02

0 引言

目前我国导航、物联网、人工智能、网络信息和5G等技术快速发展,并且延伸至工程建设的各个领域,如沥青路面施工领域,以无人机、无人驾驶铺装机械(摊铺机、压路机)为代表的智能化系统与设备技术逐步开始推动着沥青路面施工向更加安全、经济、环保和高效的方向发展。

本课题组在大量调研基础上,系统性地梳理了近年来,尤其是近两三年内沥青路面领域智能化施工技术研究与应用的成果,以期为行业持续、高速向无人化、智能化方向转变提供参考。

1 无人机应用研究

当前用无人机辅助沥青路面施工的研究与应用尚处于初步阶段,多以搭载满足某些单一功能信息采集设备或系统为主。

1.1 搭载红外系统

在河惠莞高速公路紫惠段的沥青面层施工过程中,相关研究人员将红外探测系统安装于无人机上,用于探测实时沥青路面施工材料温度,并指导施工人员实测温度信息,微调施工参数,如摊铺速度、碾压跟进速度等,以达到均匀控制施工材料温度目的。熊春龙等^[1]利用无人机搭载红外摄像机,全方位、多角度拍摄压路机压实沥青路面过程中的路表红外图像,用于获取沥青路面压实信息并及时调整施工工艺,以提高沥青路面压实施工质量。

1.2 搭载激光雷达

孙权等^[2]借助无人机搭载激光雷达,对部分沥青道路的路面状况进行遥感数据收集,并结合随机森林分类算法,构建用于识别沥青路面病害的遥感模型。该研究成果在新疆石河子市与沙湾县交界处一段县级沥青道路的实践表明,利用无人机和随机森林分类算法所构建模型对塌陷、坑洞等病害目标的识别精度高达92.3%。

此外,还有少数研究人员尝试让无人机直接参与沥青路面施工。常虹^[3]利用无人机倾斜摄影或三维扫描仪创建基于前一施工基础面的三维BIM模型,并联合放样机器人修正基础面的平整度,以达到精准有效控制沥青路面铺装厚度目的。邱海云^[4]开发了利用无人机拍摄功能(搭载多个摄像头和导航装置),协助具有自动熔化破损沥青路面、下料、压实修补等功能的智能沥青修补系统,实现了智能修复沥青路面。

2 无人铺装设备应用研究

近几年来,国内一些大型工程机械企业联合高校、施工企业,初步开发出主要包含了卫星接收机、5G通讯芯片、微波通讯主机、信号接收天线、处理器、交换机、软件、避障雷达、温度探测装置、测距传感器等组部件的沥青路面智能化施工系统。该类系统一般涉及振动、行走、转向、制动和其他辅助功能中的几种功能,且具有单机区域定位、移动定位、姿态感知、障碍感知等特色。

2.1 研究情况

李青洋等^[5]研究了由摊铺机械、压路机、基站和控制程序等组成的沥青路面智能化施工系统,不仅使设备使用功能智能化,而且智能化控制了沥青路面的施

收稿日期:2021-10-31

作者简介:马广文(1971—),男,本科,高级工程师,从事施工技术管理工作。

工作业,施工结果满足沥青路面设计规范要求。谢锐^[6]以某高速公路 500 m 沥青路面试验段为载体,阐述与分析了由智能化成套设备与数字化施工平台组成的沥青路面智能施工系统。该体系借助北斗导航系统,根据道路设计数据,不仅实现了自动驾驶,而且在 3D 激光找平系统协助下完成了沥青混凝土材料的摊铺及压实作业。卞永明等^[7]针对无人驾驶压路机所出现的路径跟踪误差影响整体压实质量问题,提出了基于模糊算法的路径跟踪控制方法,并开展了控制模型仿真与现场自动压实试验对比研究,研究结果表明该算法对无人驾驶碾压有更为良好且有效的控制性能。李晓腾^[8]研究与设计出一套基于数传电

台的无人驾驶压路机远程监控系统,其中包括针对无人驾驶压路机整车性能的评价指标体系和评价方法,以及与无人驾驶压路机相配套的整车性能评价模型。

2.2 应用试验

随着沥青路面施工领域无人摊铺与碾压设备、系统及评价方法等方面研究的快速稳定与成熟,近 2 年来,沥青路面无人智能化施工试验呈现出井喷趋势,无人铺装沥青路面应用屡见于高速公路或市政道路项目(见表 1),且应用效果非常好,不仅路面施工质量满足规范和设计要求,而且充分验证了无人智能化施工沥青路面设备、系统的可行性与可靠性。

表 1 近 2 年来国内应用无人铺装沥青路面代表性项目统计表

编号	时间	应用项目	应用情况	应用效果
1	2019-12	上海朱建路道路改建工程	1 台无人摊铺机引路,2 台无人压路机紧随其后,往复碾压刚刚摊铺完成的路面	避障功能强,能避让最短相距 1.5 m 的障碍物,减少 30%人力投入
2	2020-05	攀大高速公路新建工程	于仁和区段开展了 500 m 的无人试验,1 台摊铺机引路,5 台无人驾驶压路机相继完成了初压、复压和终压	工程质量完全满足沥青混凝土路面施工规范要求
3	2020-08	京雄高速公路新建工程	3 台摊铺机与 6 台压路机组成无人智能化集群	精度高,轨迹跟踪误差不超过 5 cm;毫米级雷达能够捕捉到靠近无人压路机 1 m 范围内障碍物,压路机自动减速停车
4	2020-09	闵浦三桥	桥面沥青摊铺首次采用了无人摊铺机编队	沿着预先设定路径分组进行多个工序的沥青摊铺施工,实现了无人驾驶摊铺的应用场景拓展
5	2021-04	北横通道新建 1 期(西段)、2 期工程、天目路立交高架段	2 台摊铺机与 5 台压路机组成无人智能化集群	充分收集施工过程中所采集的环境温度、路面温度、碾压速度等数据,更精确地提高沥青摊铺的质量和寿命
6	2020-12	昌宁至保山高速公路项目	No.4 标清水沟 K79+440~K79+940 施工段 2 台摊铺机与 5 台压路机组成无人智能化集群	车辆运行精度控制在 5 cm 以内,施工平整精度实现毫米级,精度较人工作业提高了 50%以上,路面平整度、稳定性和效率都大大提高
7	2021-06	郑西高速公路	栾双段路面分部 K109+994~K111+000 左右幅的摊铺碾压施工	沥青路面渗水、平整度、摩擦系数、厚度、压实度等指标的检测结果均符合规范要求
8	2021-09	G315 线民丰至洛浦段高速公路项目	1 台无人摊铺机与 2 台无人压路机完成 3 km 路面沥青摊铺、压实工作	无人机械摊压施工平整精度控制在 50 mm 以内
9	2021-09	津歧公路(东风大桥-南堤路)拓宽改造工程	1 台无人摊铺机与 2 台无人压路机搭配	将作业人员由 21 人减至 6 人

3 结 论

(1)利用无人机搭载相关监测设备的研究与应用相对比较成熟,可辅助完成对沥青路面铺装厚度、压实度、温度等方面的质量控制,以及沥青路面病害识别。

(2)无人机直接参与沥青路面施工还处于研究阶段,尚无应用。

(3)无人驾驶沥青路面摊铺与碾压设备的系统研究已向更加深入、系统和全面等方向发展,已有研究者提出如无人驾驶设备整车评价方法、指标和模型等研究成果。

(4)国内少数大型工程机械企业不但开发出无人

驾驶的沥青路面摊铺及碾压设备,还于近 2 年内进行了集中路试,实施结果基本达到了预期目标,即控制精度更高、更安全、经济和环保。

参考文献:

[1] 熊春龙,聂文,江财峰,等.基于无人机的沥青路面压实方法,装置,计算机设备:中国,201910962969.X[P].2020-01-31.
[2] 孙权,程俊毅,田绍鸿,等.基于无人机 LIDAR 数据多尺度特征的沥青路面病害提取方法[J].石河子大学学报(自然科学版),2019(1): 1-11.
[3] 常虹.一种基于 BIM 技术的道路沥青面层厚度精确控制方法:中国,202010329135.8[P].2020-08-07.
[4] 邱海云.一种基于无人机协作的智能沥青修补系统及其工作方法:中国,201710691060.6[P].2017-10-24.



图 6 检修夹层

但具备可靠的防渗效果。

本工程防渗系统主要防渗结构为 HDPE 膜,防渗效果可靠,如图 7 所示。但由于 HDPE 膜材料具有一定硬度,在池体内部铺设具有一定难度,此外锚固也较为繁琐。建议日后同类项目可尝试采用新型防渗材料,在保证防渗效果的同时,给施工作业带来便捷。



图 7 填埋单元防渗图

(4)固定雨篷及防雨百叶,具备很好的防雨效果。

本工程设置刚雨棚,并在侧面设置固定挡雨板,有效防止雨水进入填埋库区的同时,还可满足一定雨天作业的需求,如图 8 所示。若是将防雨百叶制成移动式将提高运行管理效率。

(5)渗沥液产量基本很少,和设计相符,重力导



图 8 固定雨棚及挡雨板图

排可靠。

4 结 语

阜宁刚性填埋场项目在库区构建、防渗设计与填埋作业方式等方面有机结合,提出了完整的新标准解决方案。在库区防渗、防腐和渗滤液导排设计中首次采用新材料、新工艺,为确保刚性填埋场的环境安全及有效降低工程造价提供实例示范。

经过两年多的实际运行,项目在填埋作业工艺、雨篷、结构体系、防渗、渗沥液收集导排等方面运行可靠、高效,取得较好环境效益和经济效益。

今后刚性填埋场需在智慧作业、无人操作等方面加大研究,以进一步提升作业与管理水平。

参考文献:

- [1] 董学光,苏红玉,范晓平.沿海工业园区危险废物刚性填埋场设计研究[J].环境卫生工程,2020,28(2):55-58.
- [2] 任晓亮.危险废物刚性填埋场设计——以阿拉善盟危险废物安全填埋处理工程为例[J].清洗世界,2020.6(13):80-85.
- [3] 生态环境部有关负责人就新版《危险废物填埋污染控制标准》答记者问[J].城市道桥与防洪,2020,1(15):224-225.
- [4] 裘晓鹏,罗小勇,陈亮,等.危险废物刚性填埋场设计与经济性分析[J].环境卫生工程,2020,28(6):80-85.

(上接第 213 页)

- [5] 李青洋,刘天云,王澄.沥青路面智能化施工系统研究[J].公路,2020(11):87-90.
- [6] 谢锐.浅谈沥青路面成套设备智能化施工技术[J].价值工程,2021(9):129-131.
- [7] 卞永明,方晓骏,杨濛,等.基于模糊算法的无人驾驶压路机自动碾压控制[J].同济大学学报(自然科学版),2017,45(12):1830-1838.
- [8] 李晓腾.无人驾驶压路机远程监控系统与整车性能评价研究[D].天津:天津大学,2020.