

无人驾驶压路机在公路工程中的应用

陈科 王捷 王彤

江苏省交通运输厅公路事业发展中心 江苏南京 210000

【摘要】为了解决目前路基土石方碾压施工漏压、欠压、过压、施工效率低,以及强烈的振动环境,降低操作人员的身心舒适度,而引起的施工质量下降等问题。基于高精度卫星定位技术和智能传感技术,开发无人驾驶压路机,并将无人驾驶压路机在依托工程中实际应用,并最终实现了压路机的无人驾驶精准作业。为无人驾驶机械在路基智能化施工中提供实践经验。

【关键词】无人驾驶;压路机;系统开发;工程应用

1 前言

由于公路工程在国民经济发展中起着越来越重要的作用,与人民的工作、生活息息相关,是经济发展必不可少的部分。随着科学技术的不断发展,公路工程的施工质量要求也在不断地提高,传统的公路手动机械施工已难以满足当前施工要求,施工质量得不到保证,因此,公路工程机械自动化的应用已成为硬性需要,如何在新一轮的公路工程建设高潮下实现机械施工的自动化,提高企业的市场竞争力,已成为当前施工企业发展的重要目标^[1]。目前,道路自动化施工机械的研究多集中在路面部分,比如可以纵向和横向自动调平的摊铺机,可以实时监测压实质量的压路机等设备。而路基作为道路的重要结构,其施工质量是影响道路承载力、耐久性、平整度的重要影响因素,而振动压路机的自动化施工技术,目前研究内容相对较少,目前压路机依靠人工作业,压实质量很大程度上取决于驾驶员本身的技术与经验水平,容易出现过压、欠压、漏压的现象,导致施工质量不均匀^[2]。此外人工作业通常还存在无法连续作业、夜间作业困难、人身安全等问题,使碾压效率和质量受到很大的限制。而无人驾驶压路机可实现路基碾压自动化施工,施工过程中无人驾驶压路机可实现远程操控,完成点火、起步、转弯、制动等动作^[3];可根据现场作业环境和预设的碾压轨迹、碾压速度、碾压遍数、振频、振幅等施工参数,自动驶入施工区域、自动变道、自动碾压,避免了因人为因素造成漏碾、过碾、超速、遍数不够的现象,可在规划施工区域连续24小时不间断施工,可缩短工期,提升施工质量和速度。

2 无人驾驶压路机技术原理

2.1 技术原理

无人驾驶压路机是综合利用高精度GPS(北斗)定位技术、惯性导航技术、障碍物识别技术,为设备提供行驶路径引导与控制信号,控制设备各工作系统动作,完成既定的行驶、转向、工作装置作业等任务。同时,利用RFID、3G/4G、WIFI、局域组网等技术手段,实现将数据回传服务平台,利用大数据分析,结合作业业务,提供实时监控、数据展现、远程控制、压实管理、统计报表等功能。

2.2 系统组成

压路机无人驾驶系统可分为环境感知、决策规划和运动控制三大部分。

环境感知系统的主要目的是获取并处理环境信息,利用多传感器目标检测与融合等技术,获取压路机周围环境信息,为系统其他部分提供周围环境的关键信息,感知层将处理后的信息发送给决策层。

决策规划系统综合施工环境信息及压路机车身信息,使无人驾驶压路机产生安全、合理的驾驶行为,指导运动控制系统对压路机进行控制。根据感知层输出的信息合理决策出当前压路机的行为,并根据碾压施工工艺确定轨迹规划的约束条件,指导轨迹规划模块规划出合适的路径,以及施工工艺确定的碾压遍数、速度、振频振幅等信息,发送给控制层。

运动控制系统接收决策规划层的指令并控制车辆响应,保证控制精度,对目标碾压速度、碾压遍数、碾压轨迹、振频振幅等进行跟踪。

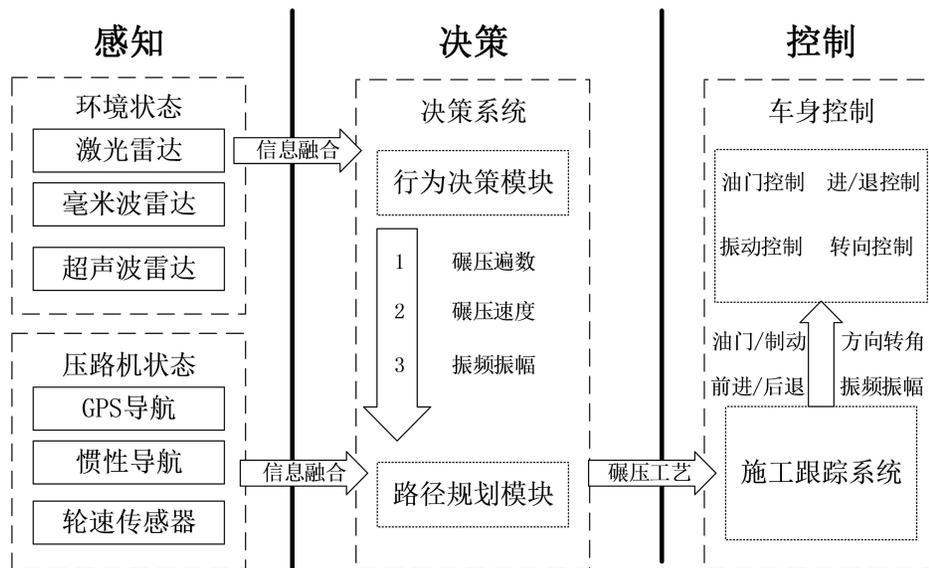


图1 压路机无人驾驶控制系统架构

3 工程应用

3.1 试验方案

为了对比无人驾驶施工技术和传统的路基施工技术在人员、油耗、效率、安全、质量等几个方面的差异。选取某干线公路 K6+300 到 K7+500 为试验段落,压实区域为 96 区,试验段无构造物施工,路基连续。本次实施段落分为两段。K6+300-K7+300 为无人驾驶压路机施工。K7+300-K7+500 为原无人驾驶压路机改为人工操作施工方式。

3.2 试验数据采集方案

3.2.1 油耗数据采集

机械油耗的统计,以每施工 200 米为一个段落,采集无人驾驶施工和传统施工两种状态下压路机的用油量。采集方法为在施工前加满油箱,施工结束后将油箱续满,以续满油箱的加油量为油耗。

3.2.2 运行轨迹监测

运行轨迹监测,以每施工 200 米为一个段落,采集无人驾驶施工和传统施工两种状态下压路机的施工时间。利用施工轨迹监控系统对两种施工方法的运行轨迹进行监测,以运行轨迹累计长度为评价指标。

3.2.3 压实度检测

采用灌砂法评价无人驾驶压路机和人工操作压路机的碾压质量,每 200 米采集 15 点,分别为左幅 5 点、路中 5 点、右幅 5 点。

4 试验数据分析

4.1 油耗分析

通过现场记录施工后续满机械油箱的油量,获得无人驾驶施工和传统施工的施工油耗。具体数据见表 1。由表可知,采用无人驾驶施工技术,每施工 200m 油耗分为 163L;采用传统施工技术,每施工 200m 油耗分为 154L。因此,采用无人驾驶施工技术,油耗降低了 5.5%。表明无人驾驶施工技术可以降低油耗,具有可观的经济效益。

表 1 每完工 200m 油耗

项目	综合油耗(L)
无人驾驶施工	154
传统施工	163

4.2 运行轨迹分析

由表 2 可知,每施工 200m 无人驾驶压路机工作时间和运行轨迹分别是 3.61h 和 14102m,而传统施工方法的工作时间和运行轨迹分别是 4.24h 和 17598m,通过对比可知同样的施工条件下无人驾驶施工的工作时间和运行轨迹分别是传统施工方法的 85% 和 80%。表明无人驾驶施工技术可以提高施工效率,缩短工期。

表 2 每完工 200m 所需时间、轨迹监测

项目	完工时长(h)	运行轨迹累计长度(m)
无人驾驶施工	3.61	14102
传统施工	4.24	17598

4.3 压实度数据分析

利用灌砂法对压实后的路基进行压实度的测试,共获得30组数据,具体数据见表3。由表可知,采用无人驾驶施工技术和传统施工技术压实度代表值均大于96,压实质量均合格。但是无人驾驶施工

区域压实度的标准差为0.334,远小于传统施工区域压实度的标准差0.599,这是因为无人驾驶压实过程速度、遍数、振频、振幅保持一致,压实质量较为均匀。

表3 压实度检测数据

无人驾驶施工			传统施工		
测点位置		压实度(%)	测点位置		压实度(%)
桩号	位置		桩号	位置	
K6+700	左幅	96.7	K7+300	左幅	97.1
	路中	97.1		路中	96.7
	右幅	97.1		右幅	97.4
K6+750	左幅	97.2	K7+350	左幅	97.1
	路中	97.5		路中	96.7
	右幅	97.3		右幅	95.7
K6+800	左幅	97.3	K7+400	左幅	96.0
	路中	97.4		路中	96.7
	右幅	96.6		右幅	96.4
K6+850	左幅	96.5	K7+450	左幅	96.7
	路中	96.9		路中	95.6
	右幅	96.9		右幅	97.2
K6+900	左幅	96.6	K7+500	左幅	96.3
	路中	97.5		路中	96.2
	右幅	97.1		右幅	95.5
数据类型	测点数(点)	规定值(%)	平均值(%)	标准差	代表值(%)
数字施工	15	96	97.0	0.334	96.9
传统施工	15	96	96.5	0.599	96.2

5 结论

无人驾驶压路机实现了碾压速度、碾压遍数、振频、振幅、搭接宽度等的精确控制,实现碾压施工的标准化作业,避免了路基过压、欠压、漏压的现象,保证施工质量的均匀性,避免了返工,也避免了强烈振

动环境对操作人员的伤害,保护了操作人员的健康。采用无人驾驶压路机施工可以降低油耗、提高施工效率、缩短工期,实现路基施工的数字化管理,推动了施工机械装备的技术进步,其经济和社会效益显著,具有较广阔的推广应用前景。

【参考文献】

- [1] 史海燕. 浅析公路施工中填石路基施工技术及综合施工方案[J]. 技术与市场, 2017(1):46-46.
- [2] 王勋, 刘大明. 公路工程路基压实方面常见问题分析[J]. 工程技术研究, 2019(15):208-209.
- [3] 卞永明, 方晓骏, 杨濛, et al. 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).