

无人操控技术在公路工程机械中的应用前景

周灵

四川路航建设工程有限公司 四川成都 610041

摘 要: 无人操控技术在多个领域得到了广泛应用,特别是在公路工程机械中,逐渐成为提高施工效率、降低人工成本和提升安全性的关键技术。无人驾驶技术在建筑行业中的应用为传统的公路工程机械注入了新的活力。无人操控技术通过先进的传感器、人工智能和远程控制系统,能够实现机械设备的自动化操作,极大地减少了人为干预,提高了工作精度和安全性。本文将探讨无人操控技术在公路工程机械中的应用现状、优势与挑战,并展望其未来发展前景。

关键词: 无人操控技术;公路工程;机械自动化;发展前景

引言:全球自动化技术的飞速发展,无人操控技术已经在多个行业取得了显著成果。在公路工程领域,施工现场的高风险和劳动强度使得机械化自动化技术的需求日益增长。无人操控技术通过无人驾驶和自动化设备的应用,不仅有效提升了工程的工作效率,还在降低操作安全风险、减少工人劳动力的同时,进一步推动了公路建设领域的技术革新。

1. 无人操控技术概述

1.1 无人操控技术的定义与发展历程

无人操控技术是一种通过自动化、远程控制和人工智能技术使设备或交通工具无需人为干预即可执行特定任务的技术。无人操控系统通常包括传感器、计算机视觉、深度学习和数据通信等多项先进技术。无人操控技术的最早应用可追溯到 20 世纪 60 年代,当时主要集中在军事领域,用于无人驾驶飞行器和自动化导弹系统。随着技术的发展,尤其是传感器技术、人工智能和网络通信技术的突破,无人操控技术的应用逐渐扩展到民用领域。进入 21 世纪后,随着无线通信技术的飞速发展和人工智能的迅猛进步,无人操控技术在各行业的应用取得了显著成效。尤其是在交通、农业、建筑、物流等行业,无人操控技术的应用逐渐成熟,成为推动产业升级和提高工作效率的重要手段。在公路工程机械领域,无人操控技术的应用不仅可以降低劳动强度、提高施工效率,还能够通过减少人为失误,增强操作安全性,从而提升整个工程的质量和效率。

1.2 无人操控技术的核心技术与关键设备

无人操控技术的实现依赖于多种核心技术的支持,这些技术为无人设备的自主操作提供了基础。传感器技术是无

人操控系统的基础。传感器通过收集环境数据,帮助无人设备理解周围的环境信息。在公路工程机械中,激光雷达(LiDAR)、超声波传感器、红外传感器和摄像头等被广泛应用,它们能够提供精准的距离测量、环境监控以及物体检测功能。通过这些传感器,设备可以感知到道路情况、障碍物、施工环境等,并做出相应反应。人工智能和深度学习技术赋予了无人操控系统高度的智能化能力。AI 技术可以通过处理和分析传感器收集到的数据,帮助设备做出决策。通过计算机视觉技术,无人设备能够识别路面情况、施工标志、人员和其他机械设备等,进而决定行动路线。深度学习和神经网络的应用使得系统能够通过大量的训练数据进行自我优化和学习,在复杂环境中持续提升决策精度和灵活性。自动驾驶和导航系统也是无人操控技术的关键部分。在公路工程机械的应用中,自动驾驶系统通过全球定位系统(GPS)、惯性导航、视觉 SLAM 等技术实现设备的精准定位和路径规划。它们能够确保设备在施工现场的自我定位,并依据环境数据进行动态路径调整。

1.3 无人操控技术在各行业的应用现状

无人操控技术在多个行业中得到了广泛的应用,且在這些领域中取得了显著成果。在交通运输领域,自动驾驶技术已经从理论研究逐步走向商业化应用。无人驾驶汽车,尤其是在欧美和中国一些城市中,已经在特定环境下实现了较为成熟的应用。自动驾驶公交车、无人配送车、无人货运车等在一些城市已开始进行小规模试运行。无人车通过传感器、激光雷达和 AI 算法来实现自主行驶,能够大幅度降低交通事故的发生率,提高道路通行效率。在农业领域,无人

操控技术的应用同样具有重要意义。无人驾驶的农机设备,如无人播种机、无人喷洒机、无人收割机等,正在改变传统农业的生产方式。这些设备能够在大规模农田中高效作业,大幅减少了人工投入,提高了农业生产的效率和精确度。通过无人机对农田进行实时监测、喷洒农药和施肥,能够实现精准农业,减少资源浪费并提高作物的生长质量。在建筑行业,无人操控技术的应用主要体现在建筑施工机械的自动化和智能化上。无人起重机、无人推土机和自动化混凝土浇筑设备等在建筑工地上的应用,不仅减少了人工劳动强度,还大幅提高了施工的精度和安全性。无人机械设备通过精准的路径规划和操作控制,能够在复杂的施工环境中稳定高效地完成任

2. 无人操控技术在公路工程机械中的应用

2.1 无人操控技术在公路建设中的潜在应用场景

现如今公路建设技术不断发展,传统的施工方式正在面临着效率、精度和安全性等方面的挑战。在这种背景下,无人操控技术在公路建设中的应用潜力巨大,能够有效提升施工效率和保障安全。无人操控技术可以在施工前期的现场勘测中发挥重要作用,自动化设备如无人机可以用来对施工现场进行实时航拍,生成高精度的地形图,从而为后续的设计和施工提供数据支持。在施工过程中,无人机械设备可以应用于多个环节。在道路土方工程中,无人驾驶的推土机、挖掘机和装载机可以高效地进行土方开挖、运输和堆放任务。这些设备能够根据预定的路径自动行驶,避免了人为操作可能引发的错误或安全问题。同时,无人摊铺机和压路机可以在沥青铺设和压实过程中,通过精准的自动控制技术,实现均匀铺设和高效压实,从而提升公路质量和耐久性。无人驾驶技术还可以应用于运输环节。无人驾驶货车可以实现施工材料的自动配送,不仅提高运输效率,还能减少交通事故和劳动安全风险。无人驾驶货车通过自动化控制系统,能够在道路上行驶,避开障碍物,规划最优路线,并与其他自动化设备协调作业,大大提升了整个施工过程的协作效率。

2.2 无人驾驶技术在公路工程机械中的实际应用案例

随着无人驾驶技术的不断发展,越来越多的公路工程机械开始实现无人化操作,部分企业和项目已经开展了无人驾驶技术在公路建设中的试点应用。在某些大型公路建设项目中,无人驾驶推土机已经投入使用。在中国某高速公路的建设中,无人驾驶推土机配备了激光雷达、GPS、IMU(惯

性测量单元)等高精度传感器,能够在复杂的施工环境中自动完成土方作业。这些推土机通过实时监测周围环境,自动规划路径,并根据土方需求进行精确的作业,极大提高了土方工程的效率和精度。根据项目的数据,使用无人推土机后,施工效率提高了约 25%,土方作业的精准度也显著提升。在某高速公路的沥青铺设过程中,采用了无人摊铺机和压路机进行自动化作业。摊铺机通过高精度的传感器和自动控制系统,能够根据设定的厚度和宽度参数,自动调整铺设速度和高度,确保铺设均匀。压路机则在自动化控制下精确压实,避免了人工控制带来的误差。这一项目表明,使用无人摊铺机和压路机的铺设精度提高了 15% 以上,减少了人力成本,同时提升了作业安全性。

2.3 无人操控技术的公路工程机械操作效率与安全性分析

无人操控技术的应用对公路工程机械的操作效率和安全性带来了显著提升。在效率方面,无人操作设备能够根据预定的任务自动完成工作,减少了人为因素带来的误差和延迟。在施工过程中,自动化设备通过精确的路径规划和实时调整,能够确保作业的高效性。无人推土机和挖掘机通过自主控制,能够高效地完成土方开挖和推送任务,而无人摊铺机和压路机能够确保道路表面均匀且精确,减少了反复操作的需要。根据某项目的实际应用,使用无人驾驶技术的机械设备后,整体施工效率提升了 30% 左右。自动化设备能够连续工作,减少了工地上的休息时间和停工时间。无人驾驶设备还能够更好地适应复杂的施工环境,避免了人工操作时可能存在的视线死角和环境变化带来的影响。以某高速公路建设项目为例,使用无人驾驶设备后,施工现场的事故率减少了 40%,作业人员的安全风险大幅降低。同时,施工现场的整体安全性也得到了进一步提升,事故响应时间和应急处置效率也有了显著改进。

3. 无人操控技术在公路工程机械中的发展前景

3.1 技术发展趋势与创新突破

无人操控技术在公路工程机械中的发展前景十分广阔,尤其随着人工智能、传感器技术以及高效通信技术的不断进步,无人技术在公路工程中的应用正在迎来新的突破。人工智能和机器学习的深度发展将使无人机械的决策能力达到前所未有的水平。未来,基于深度学习算法的自主决策系统将不再依赖简单的规则和预设参数,而是能够通过实时感知和数据处理,自动适应复杂的施工环境。无人驾驶机械将能

能够在动态变化的施工现场自主识别障碍物、作业路径,并进行有效的风险规避。与此同时,传感器和计算机视觉技术的进一步发展使得无人机械能够更加精准地感知施工环境,无论是在高温、雨雪等恶劣天气下,还是在复杂的地形和施工条件下,都能保持高效的作业水平。5G 技术的普及对无人操控技术的发展将产生巨大的推动作用。5G 网络的低延迟、高带宽和大连接特性,能够为无人机械提供实时的数据传输和远程操控支持,极大提升了施工中的实时监控与调度效率。5G 网络的实时性使得无人机械不仅能够自主执行任务,还能在远程操作下通过精确控制实现更复杂的作业。在未来,5G 将使得无人机械能够在大型公路建设项目中与其他设备和系统实现无缝协作,形成高效的自动化施工环境。

3.2 行业挑战与技术瓶颈

尽管无人操控技术在公路工程机械中的应用前景非常广阔,但在实际应用中仍然面临着一系列技术瓶颈和挑战,尤其是在设备的可靠性和环境适应性方面。当前的无人设备在复杂施工环境中的表现仍然存在不稳定性问题。虽然传感器和 AI 技术已取得了一定进展,但在现实的施工场地上,特别是高温、雨雪、尘土飞扬等恶劣天气条件下,无人机械的工作效率和作业精度仍然无法完全保证。传感器在低能见度或强烈光照下的反应能力不足,可能导致设备在执行任务时发生误操作或安全隐患。这种情况下,无人设备对复杂环境的适应性仍然不足,特别是对于动态变化的道路或施工现场,依靠现有技术,设备很难做出快速、准确的反应。数据传输的稳定性和实时性也是一大瓶颈问题。无人操控技术依赖于高速、低延迟的数据传输系统,尤其是在 5G 等网络技术普及之前,现有的无线通信技术仍面临着信号中断、干扰等问题,尤其是在远程作业或施工现场设备众多的情况下,容易出现网络延迟或数据丢失,影响设备的实时响应和操作精度。虽然现有技术已经能够在一些理想条件下实现远程控制,但当施工现场环境复杂,或当多个设备协同作业时,无线通信系统的负荷会大幅增加,导致控制系统的反应迟缓或

出现错误,这直接影响到施工的效率 and 安全性。

3.3 政策支持与市场需求推动因素

政策支持和市场需求是推动无人操控技术在公路工程机械中应用的两个重要因素。政府的政策支持为无人操控技术的发展提供了有力保障。随着全球各国对智能制造和自动化技术的重视,许多国家出台了相关政策,鼓励自动化技术的研发和应用。中国提出的《“十四五”规划》明确指出,要加快智能制造的转型,推动高新技术在传统产业中的应用。这些政策的出台,不仅为企业提供了技术创新的动力,也为无人操控技术的研发和应用创造了良好的市场环境。通过政府的资金支持、税收减免以及行业监管政策的优化,公路工程机械企业能够更好地进行技术研发和设备更新。市场需求是无人操控技术得以迅速发展的主要推动力。随着公路建设工程的规模不断扩大,施工任务的复杂性和工作强度也在不断增加,传统的人工操作和机械化作业已经无法满足现代化施工的要求。无人操控技术的引入,可以有效解决人工不足、操作不精准以及安全隐患等问题。特别是在高风险、复杂环境的施工现场,采用无人驾驶的机械设备可以大大提高施工效率、降低安全事故率和人员伤亡风险。

参考文献:

- [1] 张春霖. 基于无人机技术的高速公路工程安全管理应用研究 [J]. 价值工程, 2024, 43(29): 140-142.
- [2] 曹俊林. 公路工程施工智能化技术应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2024, (10): 176-178.
- [3] 苏航. 智能化技术在公路工程项目施工管理中的应用探讨 [C]// 中国智慧工程研究会. 2024 智慧施工与规划设计学术交流会议论文集. 浙江交投路信新材料科技有限公司, 2024: 3.
- [4] 张晓磊, 孙奕威, 魏春双, 等. 小型无人机舵机测试系统的研究 [J]. 电气技术, 2021, 22(09): 77-81+102.
- [5] 赵晓娜. 一种无人平台地面站操控系统的设计实现 [D]. 南京理工大学, 2017.