

智能化施工设备在公路工程施工中的创新应用

王 鑫 赵军平

延安新悦交通工程有限公司 陕西 延安 716000

摘要：智能化施工设备在公路工程施工中展现出显著的创新应用。借助传感器技术、自动控制、人工智能及远程监控等先进技术，这些设备不仅实现了自动化作业，还显著提高了施工效率与质量。从路基、路面施工到桥梁隧道建设，智能化设备的应用无处不在，降低了人力成本，增强了施工安全性，并促进了施工管理的智能化与信息化。未来，随着技术的不断进步，智能化施工设备将为公路工程建设带来更多创新与进步。

关键词：智能化施工设备；公路工程施工；创新应用

引言：在公路工程施工领域，智能化施工设备的引入正引领一场深刻的技术革命。这些设备凭借先进的传感器技术、自动控制系统与人工智能算法，实现了施工过程的高度自动化与智能化，显著提高了施工效率与工程质量。本文旨在探讨智能化施工设备在公路工程中的创新应用，分析其技术特点、应用效果及面临的挑战，为公路建设的智能化转型提供理论与实践指导。

1 智能化施工设备的技术基础

1.1 传感器技术与数据收集

传感器技术是智能化施工设备的基础。通过各类传感器，如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、位移传感器等，智能化设备能够实时收集施工现场的各种物理量信息。这些传感器数据对于监测施工环境、设备状态以及施工质量至关重要。传感器技术的不断进步，使得数据的采集更加精确、实时，为后续的决策提供了可靠依据。

1.2 自动控制技术与设备精准操作

自动控制技术是智能化施工设备的核心。借助先进的自动控制系统，施工设备能够实现精准操作，减少人为误差，提高施工效率和质量。例如，智能挖掘机、压路机等设备通过集成的控制系统，能够根据预设的参数自动调整工作状态，实现精准挖掘、压实等操作。这种自动化控制不仅提高了设备的利用率，还降低了操作人员的劳动强度。

1.3 人工智能与机器学习在施工中的应用

人工智能与机器学习技术在智能化施工设备中发挥着越来越重要的作用。通过分析历史施工数据和实时监测数据，人工智能可以预测施工进度、优化资源分配，并提供实时的决策支持。此外，机器学习算法还能够根据设备的运行状态和使用历史，预测潜在的故障，提前进行维护，降低设备故障率。这些技术的应用，使得施

工管理更加智能化、精细化。

1.4 远程监控与故障诊断技术

远程监控与故障诊断技术为智能化施工设备的运维提供了重要保障。通过远程监控系统，施工人员可以实时了解设备的运行状态、工作参数以及位置信息。一旦设备出现故障，系统能够迅速发出警报，并提供故障诊断报告，指导维修人员进行快速维修。这种远程监控与故障诊断技术，不仅提高了设备的可靠性，还降低了维修成本。

1.5 高精度定位技术与无人驾驶技术

高精度定位技术与无人驾驶技术在智能化施工设备中的应用，进一步提升了施工的精度和安全性。高精度定位技术如GPS、北斗等卫星导航系统，能够实现厘米级别的定位精度，为施工设备的精准操作提供了有力支持。而无人驾驶技术则使得施工设备能够在无需人员操作的情况下自主作业，降低了人员风险，提高了施工效率。这些技术的应用，标志着施工行业向更高级别的自动化、智能化迈进。

2 智能化施工设备在公路工程中的创新应用

2.1 路基施工中的智能化设备应用

在公路工程的路基施工阶段，智能化设备的引入极大地提升了施工效率与精度，确保了工程质量。（1）挖掘机、装载机、压路机的智能化改造。挖掘机作为路基开挖的主力军，其智能化改造主要体现在自动驾驶、精准控制和远程监控等方面。通过集成高精度传感器、GPS定位系统和先进的控制算法，智能挖掘机能够自主规划挖掘路径，精确控制挖掘深度与宽度，避免了人工操作带来的误差。装载机则利用机器视觉与自动称重技术，实现了物料的智能识别与精准装载，提高了装载效率与准确性。压路机则配备了智能压实系统，能够根据路基材料特性和压实需求，自动调节压实频率与振幅，实现

均匀压实,提高了路基的稳定性和耐久性^[1]。(2)高精度定位技术在路基铺设中的应用。高精度定位技术在路基铺设中发挥着至关重要的作用。借助北斗、GPS等卫星导航系统,施工设备能够实现厘米级甚至毫米级的精确定位,确保了路基铺设的直线度、平整度和高程控制。同时,结合无人机航拍与三维建模技术,施工单位可以实时监控路基铺设进度,及时发现并纠正偏差,确保了施工计划的顺利实施。此外,高精度定位技术还为路基边坡的稳定性分析、沉降监测等提供了可靠的数据支持,提升了整体施工的安全性。

2.2 路面施工中的智能化装备实践

路面施工是公路工程中的关键环节,智能化装备的引入显著提升了施工质量和效率。(1)智能摊铺机与智能压路机的功能与应用。智能摊铺机能够根据路面设计参数,自动调整摊铺宽度、厚度和速度,确保摊铺面的平整度和均匀性。其集成的温度传感器能够实时监测沥青混合料的温度,避免过热或过冷导致的质量问题。智能压路机则能够根据压实需求,自动调整压实频率与振幅,实现精准压实,同时,其内置的压实度监测系统能够实时反馈压实效果,确保路面达到设计要求。(2)沥青混凝土拌和站与数字化智能施工集群。沥青混凝土拌和站通过智能化改造,实现了原材料的智能配比、混合料的自动生产与质量控制。数字化智能施工集群将拌和站、摊铺机、压路机等设备联网,形成一个高效协同的施工系统。该系统能够根据施工需求和实际情况,自动调整设备参数,优化施工流程,实现施工过程的数字化、智能化管理。此外,通过大数据分析技术,施工单位还能够对施工质量进行追溯与分析,为持续改进提供依据。

2.3 桥梁与隧道施工中的智能化技术

桥梁和隧道作为公路工程中的特殊结构物,其施工难度和安全风险较高。智能化技术的应用,为桥梁和隧道施工提供了有力的技术支持和安全保障。(1)桥梁施工中的智能起重机与钻机。智能起重机能够根据桥梁构件的重量、形状和安装位置,自动规划吊装路径和吊装方式,实现精准吊装和自动化作业。这大大提高了吊装效率和安全性,降低了人力成本和操作风险。智能钻机则能够根据地质条件、钻进深度和孔径要求等参数,自动调整钻进速度和钻进方式,实现精准钻进和智能化控制。这不仅提高了钻进效率和成孔质量,还降低了钻进过程中的能耗和排放^[2]。(2)隧道掘进机与智能衬砌模板的应用。隧道掘进机是隧道施工中的关键设备之一。通过智能化改造和升级,隧道掘进机实现了自主导航、

精准掘进和智能化控制。它们能够根据隧道设计参数和地质条件,自动调整掘进速度和掘进方式,确保隧道形状的准确性和稳定性。同时,智能衬砌模板能够根据隧道断面的设计参数和衬砌要求,自动调整模板形状和尺寸,实现快速、准确的衬砌施工。这不仅提高了衬砌效率和质量,还降低了人工成本和材料消耗。

2.4 施工安全与环保的智能化保障

智能化设备在提升施工效率与质量的同时,也为施工安全与环保提供了有力保障。(1)施工安全装备的智能化改造。传统施工安全装备,如安全帽、安全带等,通过智能化改造,具备了更多的安全功能。例如,智能安全帽内置传感器和通信系统,能够实时监测施工人员的生理状态和位置信息,一旦发生危险情况,能够及时发出警报并启动紧急救援程序。智能安全带则能够根据施工人员的身体状态,自动调整松紧度,确保施工过程中的安全性^[3]。(2)智能化设备在环境保护中的作用。智能化设备通过精确控制施工过程,减少了扬尘、噪音与废弃物的产生。例如,智能压路机与摊铺机通过优化压实与摊铺参数,降低了施工过程中的噪音污染;智能拌和站通过精确控制原材料配比与生产过程,减少了废弃物的产生与排放。同时,智能化监控系统能够实时监测施工现场的空气质量、水质等环境参数,一旦发现超标情况,立即启动应急响应机制,确保施工活动对环境的负面影响降到最低。

3 智能化施工设备在公路工程施工中的优势分析

3.1 提高施工效率与质量

(1)自动化作业减少人力成本。智能化施工设备,如智能挖掘机、智能压路机等,通过集成先进的自动化控制系统,能够实现自动化作业。这些设备能够按照预设的程序自动完成挖掘、装载、压实等任务,极大地减少了人工操作的需求,降低了人力成本。同时,自动化作业还提高了施工的连续性和稳定性,从而提升了整体施工效率。(2)精准控制提高施工质量。智能化施工设备具备精准控制的能力,能够根据设计要求精确调整作业参数,如挖掘深度、压实强度等。这种精准控制不仅确保了施工质量的稳定性,还提高了公路工程的耐久性和安全性。通过智能化设备的精准作业,可以有效避免施工过程中的误差和缺陷,提升工程质量。

3.2 降低施工风险与成本

(1)实时监控与故障预警降低事故风险。智能化施工设备内置了多种传感器和监控系统,能够实时监测设备的工作状态、环境条件以及潜在的安全隐患。一旦检测到异常情况,系统会立即发出预警,提醒操作人员及

时采取措施,从而降低施工事故的风险。这种实时监控与故障预警机制为施工安全提供了有力保障。(2)数据驱动的设备管理与维护优化。智能化施工设备能够实时收集并传输作业数据,通过数据分析可以实现对设备性能、健康状况的精准评估。这些数据为设备管理与维护提供了科学依据,使得维护工作更加精准、高效。通过数据驱动的设备管理与维护优化,可以有效延长设备的使用寿命,降低维护成本,进一步提高施工效益^[4]。

3.3 促进施工管理的智能化与信息化

(1)施工信息化装备的应用。智能化施工设备的应用推动了施工信息化装备的发展。例如,无人机巡检系统能够实时监测施工进度和现场情况,为施工管理提供直观、准确的信息。智能传感器和监控系统能够实时采集施工数据,为项目决策提供科学依据。(2)项目管理软件与远程监控平台。智能化施工设备与管理软件、远程监控平台的结合,实现了施工过程的可视化管理。项目管理软件能够整合施工资源、进度计划、人员安排等信息,提高管理效率。远程监控平台能够实时监测施工现场情况,及时发现并解决问题,确保施工项目的顺利进行。

4 智能化施工设备在公路工程施工中面临的挑战与对策

4.1 技术挑战与解决方案

(1)数据安全与隐私保护。智能化施工设备在工作过程中会收集大量数据,包括工程信息、设备状态以及施工人员操作记录等。这些数据的安全性和隐私保护成为首要挑战。一旦数据泄露,不仅会对施工单位的声誉造成损害,还可能影响工程进度和质量。解决方案:加强数据加密和访问控制,确保数据传输和存储过程中的安全性。同时,建立数据使用和共享机制,明确数据的使用范围和权限,防止数据滥用。此外,定期对施工人员进行数据安全培训,提高他们的安全意识和操作技能。(2)设备间通信与协同作业的标准化。在公路工程施工中,智能化施工设备之间的通信和协同作业需要标准化支持。然而,目前不同品牌、不同型号的设备之间通信协议和接口标准不统一,导致设备间难以实现无缝连接和协同作业。解决方案:推动智能化施工设备通信协议的标准化,制定统一的接口规范。同时,鼓励施工

单位采用兼容性强、可扩展性好的设备,以便于不同设备之间的协同作业。此外,还可以建立设备协同作业平台,实现设备间信息共享和协同控制。

4.2 经济与社会接受度挑战

(1)高昂的初期投资成本。智能化施工设备相比传统施工设备具有更高的购置成本,这增加了施工单位的资金压力。同时,设备的维护、升级和更新也需要一定的投入。解决方案:政府可以通过提供财政补贴、税收优惠等政策措施,降低施工单位的初期投资成本。同时,鼓励施工单位采用融资租赁等方式,减轻资金压力。此外,施工单位还可以与其他行业合作,共同推动智能化施工设备的应用和发展。(2)施工人员培训与技能提升。智能化施工设备的应用需要施工人员具备一定的技术水平和操作能力。然而,目前施工人员的技能水平参差不齐,难以满足智能化施工的需求。解决方案:加强对施工人员的培训和技能提升,提高他们的技术水平和操作能力。可以通过举办培训班、现场示范等方式,让施工人员了解设备的性能和操作方法。同时,鼓励施工人员参加相关技能认证考试,提高他们的专业素养。

结束语

智能化施工设备在公路工程施工中的创新应用,极大地提升了施工效率与精度,确保了工程质量与安全。通过集成高精度传感器、自动控制技术和人工智能算法,施工设备实现了智能化操作与精准控制,降低了人力成本,减少了施工风险。未来,随着技术的不断进步,智能化施工设备将在公路工程中发挥更加重要的作用,推动施工行业向更高效、更智能、更可持续的方向发展,为公路建设注入新的活力与动力。

参考文献

- [1]李强,周波.公路工程施工中智能化设备的应用与效率分析[J].现代化工,2020,(12):109-112.
- [2]赵刚,王超.智能化设备在公路工程施工中的应用及效率提升策略[J].中国新技术新产品,2021,(07):62-63.
- [3]朱伟.智能化施工技术在高速公路工程中的应用分析[J].工程与建设,2024,(15):170-171.
- [4]闫利平.智能化技术在公路工程机械化施工中的应用[J].集成电路应用,2023,(20):190-191.