

道路施工中的自动化设备应用技术

郭峰

张家口路缘公路工程有限责任公司, 河北 张家口 076250

摘要： 随着道路施工技术的不断进步，自动化设备的应用逐渐成为提升施工效率、确保工程质量的重要手段。现代道路施工中，自动化设备广泛应用于测量、铣刨、摊铺、压实等多个环节，通过精确控制和智能化操作，不仅缩短了施工周期，还有效降低了人工成本和安全风险。此外，自动化设备的智能化发展趋势使得施工过程更加精细化、可控化，为道路建设的可持续发展提供了技术保障。

关键词： 道路施工；自动化设备；施工效率；智能化；工程质量

Application Technology of Automation Equipment in Road Construction

Guo Feng

Zhangjiakou Luyuan Highway Engineering Co., Ltd. Zhangjiakou, Hebei 076250

Abstract: With the continuous progress of road construction technology, the application of automation equipment has gradually become an important means to improve construction efficiency and ensure project quality. In modern road construction, automation equipment is widely used in surveying, milling, paving, compaction, and other links. Through precise control and intelligent operation, it not only shortens the construction cycle but also effectively reduces labor costs and safety risks. In addition, the intelligent development trend of automation equipment makes the construction process more refined and controllable, providing technical support for the sustainable development of road construction.

Keywords: road construction; automation equipment; construction efficiency; intelligence; engineering quality

引言

随着科技的迅猛发展，自动化技术逐渐渗透到各个行业，尤其在道路施工领域，自动化设备的应用成为提升工程效率和质量的重要推动力。传统的道路施工方式往往依赖人工操作，存在着效率低、误差大和安全隐患等问题，而自动化设备通过智能控制和精准操作，不仅大幅提升了施工精度，也大大缩短了工期。自动化技术的普及与创新，为现代道路建设带来了前所未有的变革，推动了行业的高效发展。

一、自动化设备在道路施工中的应用现状

随着道路建设需求的不断增长，传统的人工操作方式已逐渐无法满足现代施工的高效性与精确性要求，自动化设备在道路施工中的应用愈加广泛。目前，自动化设备已涵盖了道路施工的各个环节，包括测量、挖掘、摊铺、压实、养护等多个阶段。这些设备通过智能化控制系统，能实时获取施工现场的数据，快速进行精准调整，显著提升了施工精度和施工效率。例如，在道路摊铺过程中，自动摊铺机能够精确控制摊铺的厚度、宽度和速度，保证道路表面平整度和厚度的一致性，大大减少了人工操作的误差，降低了返工率。

随着科技的发展，自动化设备在道路施工中的应用正逐步实现高精度、低能耗和智能化。特别是在路面铣刨、压实以及测量等环节，智能化设备的引入使得施工更加高效、环保。例如，智

能铣刨机通过传感器和控制系统，可以自动调整工作深度和速度，提高了铣刨作业的均匀性和效率^[1]。与此同时，智能压路机配备的自动控制系统能够实时监测地面压实状态，根据现场变化自动调整压力，确保压实质量的同时降低能耗，减少对环境的影响。

尽管自动化设备在道路施工中的应用取得了显著成效，但也面临着一些挑战。首先，自动化设备的高昂投资成本使得许多中小型施工企业难以承担，限制了其普及速度。其次，设备的技术要求较高，操作人员需要具备一定的专业技能，这对工人的培训提出了更高的要求。此外，自动化设备的维护与保养也是一个不容忽视的问题，设备的稳定运行需要定期的检查与维修。因此，为了进一步推动自动化设备的普及与应用，相关技术的研发、设备的成本控制以及人员的培训等方面都需要得到加强。随着技术的不断创新与应用模式的不断完善，未来自动化设备将在道路施

工中发挥更大的作用，为行业的发展带来更为深远的影响。

二、自动化设备对施工效率和质量的提升作用

自动化设备在道路施工中的引入显著提高了施工效率，缩短了工程周期。传统道路施工方式往往依赖人工操作，施工速度相对较慢，且容易受到天气、人员熟练度等因素的影响。自动化设备的应用使得各项施工环节能够高效而精确地执行。比如，在摊铺作业中，自动化摊铺机通过精准的控制系统调节摊铺厚度、宽度及速度，确保每一次摊铺的均匀性和一致性，而不必依赖经验丰富的工人来进行复杂的手动调整。这种高效的作业方式不仅减少了施工时间，而且提高了工程整体的完成速度，从而大大缩短了项目的工期^[2]。

自动化设备的应用大大提升了施工质量，减少了人为操作的误差。以压实作业为例，智能压路机能够通过实时监控地面压实状态，根据实际情况自动调整工作压力和速度，确保每一段路面的压实效果达到设计标准。这种设备能够进行精确的质量控制，消除人工操作带来的不均匀压实和遗漏现象，避免了传统压实方式中可能出现的低压或过压情况，提升了路面质量的稳定性和耐久性。此外，自动化设备配备的传感器和数据分析系统，能够持续检测并记录施工过程中的各种参数，使得施工过程更加透明和可追溯，一旦出现问题，能及时发现并纠正，防止因质量不合格而需要返工，进一步确保了施工质量^[3]。

自动化设备的精确性和智能化程度不仅提高了施工质量，还对施工安全性起到了积极作用。传统的道路施工中，许多高风险环节都依赖人工操作，如高空作业、重物搬运等。自动化设备能够通过遥控或预设程序完成这些高风险工作，减少了人员在危险环境下的工作时间，降低了安全隐患。例如，在复杂的山区或桥梁施工中，自动化设备能够在高空或狭窄空间内执行精准操作，而无需工人进入危险区域，极大地减少了事故的发生概率^[4]。同时，设备的智能化也能够实时监控施工现场的安全状况，通过传感器监测施工过程中的异常情况，一旦发现潜在的安全隐患，系统会自动报警，避免了因人为疏忽而导致的事故。通过引入自动化设备，施工现场的安全性得到了显著提升，人员的伤害风险大大降低，保障了施工人员的生命安全。

三、自动化技术在不同施工环节中的应用分析

自动化技术在道路施工中的广泛应用，极大地推动了各个施工环节的技术进步，尤其是在测量、摊铺、铣刨、压实等多个关键工序中。以测量为例，传统的道路施工中，测量往往依赖人工操作，效率较低且容易出现误差。自动化技术引入后，激光扫描仪和自动化全站仪等高精度设备被广泛应用。这些设备能够迅速获取大量现场数据，并通过自动化系统进行分析与调整，确保每一项工程都能够精确到位。此外，自动化测量设备不仅能够提高数据采集的精确性和效率，还能实时监控施工过程中的变动，确保设计与实际施工状态之间的一致性。

在摊铺环节，自动化技术同样起到了至关重要的作用。传统的摊铺作业依赖于经验丰富的操作工人，而自动化摊铺机则能够在没有人工干预的情况下，精准控制摊铺的厚度、宽度以及摊铺速度。这种设备能够根据施工环境的不同，自动调节摊铺参数，以应对不同地质和气候条件的变化。智能摊铺机配备的传感器系统还能够实时监控路面状态，在施工过程中自动进行微调，确保摊铺效果的均匀性和稳定性^[5]。相比传统人工操作，自动化摊铺机不仅提高了摊铺作业的精确度，还大幅提高了施工效率，减少了工程延误的风险。

压实作业是道路施工中至关重要的一环，直接影响到路面的质量与耐用性。传统的压路机需要依赖人工判断压力大小，常常出现压实不均匀或过度压实的问题。而自动化技术的引入，使得智能压路机成为现代道路施工中不可或缺的设备。这些压路机通过内置传感器监控土壤的湿度、密实度等关键参数，并通过自动控制系统调整施加的压力，确保压实过程的高效与均匀性。智能化的压实技术还能够根据施工现场的实时情况调整工作进度和压实力度，避免了人工操作时的误差，极大地提高了压实质量。同时，智能压路机还能够实时记录工作数据，施工方可以随时查看施工进度与质量情况，确保整个压实过程的可追溯性和透明度。

自动化技术在铣刨、养护等其他施工环节中的应用同样展现了巨大的优势。铣刨机能够根据预设的铣刨深度和宽度自动工作，极大地提升了工作精度与效率^[6]。在养护阶段，自动化设备也能够根据天气和施工环境的变化，智能调整养护措施，确保路面保持最佳状态。

四、智能化发展趋势对道路施工自动化设备的影响

随着智能化技术的不断发展，道路施工自动化设备的功能和应用范围也在持续拓展，推动了道路施工行业的技术革新。智能化的发展使得自动化设备不仅具备更高的精度，还能够适应更加复杂和多变的施工环境。通过大数据、云计算和人工智能等技术的融合，现代自动化设备能够进行实时数据采集与分析，动态调整施工参数，从而提高施工精度和效率^[7]。例如，智能化摊铺机可以根据路面状况和施工进度自动调整摊铺速度和厚度，确保路面的均匀性和稳定性，同时减少施工过程中的资源浪费。智能化技术使设备更具自主性，减少了对人工的依赖，也减少了由于人为操作不当导致的误差。

智能化技术不仅仅体现在设备的自主控制上，还在信息共享和协同作业方面发挥了重要作用。通过物联网技术，施工现场的各类设备可以相互连接，实时共享数据，形成一个高度集成的信息网络。在这种智能化的施工环境中，施工现场的管理者可以通过移动设备或控制中心实时监控施工进度、设备状态和质量指标。一旦发现施工偏差或设备故障，系统可以迅速发出警报，提前预防潜在风险。这种信息化管理模式极大提升了施工过程的透明度和可控性，使得施工过程中每一个环节都能得到精准监控和调整，进一步提高了施工效率和质量。

智能化发展趋势还促进了自动化设备的智能化维护与自我优

化。传统设备在使用过程中往往需要依赖人工进行维护和修理，而智能化设备则具备自我诊断功能，通过传感器和数据分析技术实时监控设备的运行状态，及时发现潜在故障并进行预警。这不仅能减少设备因故障停工的时间，还能有效延长设备的使用寿命。此外，智能化技术还可以根据施工环境的变化对设备进行自动优化调整，例如自动调节施工参数以适应不同土壤条件或气候变化，从而确保施工质量始终处于最佳状态^[8]。随着智能化技术的不断进步，未来的道路施工自动化设备将更加智能、精确、可靠，并在提升施工效率、降低成本、保障安全等方面发挥更大的作用。

五、道路施工自动化设备的未来发展与挑战

道路施工自动化设备在过去几年中取得了显著进展，未来的发展潜力巨大。随着智能化技术、物联网、大数据分析和人工智能等技术的不断融合，自动化设备的功能将更加全面和高效。未来的自动化设备将能够通过更加精准的数据采集与分析，进一步提升施工精度和质量。例如，通过 AI 技术的深度学习，设备将能够从历史数据中不断优化自己的工作模式，精确适应不同地质、气候和环境条件。智能化的道路施工设备能够更好地与施工现场其他设备协同工作，实现信息共享与动态调整，从而大大提高施工效率，减少人工干预，降低操作误差。此外，随着技术的不断成熟，设备的智能化程度将进一步提高，从单一功能向多功能整合方向发展，逐步实现更加智能化和无人化的施工过程^[9]。

尽管自动化设备在道路施工中具有巨大潜力，未来的普及与发展仍面临挑战。首先，高昂的初期投资成本是中小型企业的主要障碍，限制了设备的普及。其次，设备智能化程度提高带来了

更高的操作和维护技术要求，施工人员需要接受专业培训，增加了企业的人力资源负担。此外，设备在复杂环境下的适应能力和稳定性仍需改进，尤其在恶劣天气或极端地形中，设备表现可能受限。因此，技术创新、人员培训和设备适应性提升是未来发展的关键。

设备的维护与管理也是未来发展过程中需要重点关注的问题。虽然自动化设备具备自我诊断和智能优化功能，但它们仍然需要定期进行维护和保养。随着设备数量的增加和施工现场的复杂性提升，如何有效管理和维护这些设备，确保它们始终处于最佳运行状态，将是一个严峻的挑战。同时，自动化设备在长期使用过程中，可能会出现硬件老化、软件更新滞后等问题，这需要相关企业和研发机构加强设备的技术支持和服务保障^[10]。面对这些挑战，未来的道路施工自动化设备发展将更加依赖于技术创新、成本控制和人员培训等多方面的综合推动。只有在不断克服这些挑战的过程中，自动化设备才能在未来的道路施工中发挥更大的作用，进一步提升施工效率、降低成本、确保施工安全。

六、结语

自动化设备在道路施工中的应用显著提高了施工效率、质量和安全性，推动了行业的技术革新。随着智能化技术的不断发展，未来的自动化设备将更加高效、精确，进一步优化施工过程，减少人工干预。然而，高成本、技术要求和设备维护等挑战仍需克服。通过持续的技术创新、人员培训和管理提升，自动化设备将在未来道路建设中发挥更大作用，助力实现高质量、高效率的施工目标，推动行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 宗学军, 袁德成, 褚飞辉. 沥青拌和设备的机电一体化设计技术 [J]. 沈阳电力高等专科学校学报, 1999(02): 35-37.
- [2] 徐松南, 韩大明. 城市道路施工机械综述 [J]. 林业机械与木工设备, 2003(02): 9-11.
- [3] 张夏威. 太原道路施工养护机具及新技术、新工艺的发展 [J]. 科学之友, 2010(05): 40-41.
- [4] 高畅. 基于 CBR 的道路施工方案智能生成研究 [D]. 华中科技大学, 2021. DOI: 10.27157/d.cnki.ghzku.2021.005673.
- [5] 郑思洽. 市政道路施工中沥青路面摊铺技术应用研究 [J]. 新城建科技, 2024, 33(08): 149-151.
- [6] 邹兆政, 王睿. 基于人工智能的市政道路智能化施工技术研究 [J]. 建设科技, 2024(15): 72-74. DOI: 10.16116/j.cnki.jskj.2024.15.018.
- [7] 安永. 市政工程城市道路施工技术探讨 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024(08): 118-120. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202408040.
- [8] 苏培元. 市政工程道路施工质量控制与管理研究 [J]. 运输经理世界, 2024(20): 55-57.
- [9] 王文光. 无人压实技术在路面施工的研究及应用 [J]. 四川建材, 2024, 50(08): 212-215.
- [10] 乔震霖. 基于多智能体强化学习的道路施工自动化监控系统 [J]. 电子设计工程, 2024, 32(23): 85-88+93. DOI: 10.14022/j.issn1674-6236.2024.23.018.