

路桥质量控制中的数字化技术应用与实践

董承昊

中交一航局总承包工程分公司 天津 300457

摘要：随着我国基础设施建设的快速发展，路桥工程在国民经济中的地位日益重要。然而，路桥工程的质量问题一直是困扰工程建设和运营的难题。为了提高路桥工程的质量，降低施工成本，保障人民群众的生命财产安全，数字化技术在路桥质量控制中的应用显得尤为重要。在当前信息化、智能化的大背景下，路桥工程质量的数字化管理已成为行业发展的必然趋势。本研究旨在探讨路桥质量控制中的数字化技术应用与实践，通过对现有数字化技术的分析，为我国路桥工程质量的提升提供理论依据和实践指导。

关键词：路桥；质量控制；数字化技术；应用

引言

路桥工程作为基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关系到人民群众的生命财产安全和社会经济的稳定发展。然而，在路桥施工过程中，由于施工环境的复杂性、施工材料的多样性以及施工工艺的繁琐性，质量控制面临诸多挑战。传统的人工检测和质量监控方法存在误差大、数据处理不及时、管理决策缺乏数据支持等问题，难以满足现代路桥施工质量控制的需求。因此，探索和应用数字化技术，提升路桥施工质量控制水平，成为当前路桥施工领域的重要课题。

1 路桥施工质量控制面临的挑战

1.1 传统质量控制方法的局限性

传统质量控制方法在路桥施工领域长期占据主导地位，但随着工程技术的不断进步和施工规模的扩大，其局限性逐渐显现。首先，传统质量控制方法往往依赖于人工经验，缺乏科学性和系统性，导致质量控制效果不稳定。其次，传统方法在信息收集、处理和传递上存在滞后性，难以实现实时监控和动态调整。再者，传统方法在质量控制过程中，往往忽视了对施工材料、工艺和人员素质的全面评估，容易导致质量隐患^[1]。此外，传统质量控制方法在应对复杂施工环境时，缺乏灵活性和适应性，难以满足现代路桥施工对质量控制的高要求。

1.2 路桥施工环境的复杂性

路桥施工环境的复杂性是质量控制面临的又一挑战。首先，路桥施工往往涉及多个专业领域，如地质、土工、结构、材料等，需要综合考虑各种因素，这对质量控制提出了较高的要求。其次，施工环境多变，如地质条件、气候条件、交通状况等，这些因素的变化会对施工质量产生直接影响。再者，路桥施工场地通常位于山区、水域等特殊地理位置，施工条件艰苦，对质量控

制提出了更高的挑战。此外，施工过程中，施工队伍、设备、材料等资源的配置和协调也增加了施工环境的复杂性，使得质量控制工作更加困难。总之，路桥施工环境的复杂性要求质量控制方法必须具备更高的适应性和灵活性，以确保施工质量。

2 数字化技术在路桥施工质量控制中的应用

2.1 数字化测量技术的应用

数字化测量技术是路桥施工质量控制中的基础环节，它利用高精度测量仪器和传感器，实时、准确地采集施工过程中的各种数据，为质量控制提供可靠依据。在路桥施工中，数字化测量技术主要应用于以下几个方面：一是地形地貌测量，通过无人机航拍、三维激光扫描等技术，快速获取施工现场的地形地貌信息，为施工方案的制定提供基础数据；二是施工放样与定位，利用全站仪、GPS等高精度测量设备，实现桥梁结构、道路线形的精确放样与定位，确保施工精度；三是结构变形监测，通过安装传感器，实时监测桥梁结构在施工过程中的变形情况，及时发现并预警潜在的安全隐患；四是施工测量数据处理与分析，利用专业软件对测量数据进行处理与分析，生成直观的图表和报告，为施工决策提供科学依据^[2]。

2.2 数字化建模技术的应用

数字化建模技术是路桥施工质量控制中的关键环节，它利用BIM（建筑信息模型）、GIS（地理信息系统）等软件进行三维建模和可视化分析，为施工方案的优化、施工过程的控制以及施工后的验收与维护提供直观、高效的工具。在路桥施工中，数字化建模技术主要应用于以下几个方面：一是设计方案的模拟与优化，通过BIM软件进行三维建模，模拟桥梁结构、道路线形等设计方案的实际效果，发现潜在的设计冲突，提前进行

优化；二是施工现场的可视化管理，利用GIS软件进行施工现场的空间定位和实时监测，将施工进度、质量、安全等信息与三维模型相结合，实现施工现场的直观展示和动态管理；三是施工模拟与碰撞检测，通过BIM软件进行施工模拟，预测施工过程中的潜在问题，如设备冲突、材料运输困难等，提前制定解决方案；四是施工后的验收与维护，利用数字化建模技术生成竣工模型，与设计模型进行对比分析，确保施工质量符合设计要求，同时，为后续的维修保养提供准确的模型支持。

2.3 数字化施工管理技术的应用

地数字化施工管理技术是路桥施工质量控制中的管理环节，它利用信息化手段实现施工信息的快速传递和共享，提高施工管理的透明度和效率。在路桥施工中，数字化施工管理技术主要应用于以下几个方面：一是施工进度管理，通过构建信息化施工管理平台，实时跟踪施工进度，对比实际进度与计划进度，及时发现并纠正偏差；二是质量管理，利用数字化技术对施工过程中的质量数据进行采集、处理与分析，生成质量报告，为质量评估和改进提供依据；三是安全管理，通过安装监控摄像头、传感器等设备，实时监测施工现场的安全状况，及时发现并处理安全隐患；四是资源管理，利用物联网技术实现施工设备的远程监控和智能调度，提高设备利用率，降低施工成本；五是施工决策支持，通过大数据分析技术对施工数据进行挖掘和分析，发现施工过程中的规律和趋势，为施工决策提供科学依据。

3 数字化技术在路桥施工质量控制中的实践

3.1 施工准备阶段

在数字化技术在路桥施工质量控制中的应用中，施工前准备阶段是至关重要的环节。这一阶段的工作主要包括以下几个方面：首先，项目策划与设计阶段是施工前准备工作的核心。在这一阶段，通过数字化技术对项目进行详细规划，包括地形地貌分析、地质勘探、设计方案的模拟与优化等。利用BIM（建筑信息模型）技术，可以实现对路桥结构的全面模拟，从而在施工前就预见可能出现的问题，为后续施工提供科学依据。其次，施工图纸的数字化处理是施工前准备阶段的关键步骤。通过对施工图纸的数字化，可以实现图纸的快速传输、共享和修改，提高施工效率。同时，数字化图纸便于施工人员查阅，减少因图纸错误导致的施工偏差。再者，施工材料的采购与管理也是施工前准备阶段的重要任务。通过数字化技术，可以实现施工材料的电子化管理，包括材料采购、验收、存储、使用等环节^[1]。这样不仅能够确保施工材料的品质，还能有效降低材料浪费，提高

资源利用率。此外，施工设备的选型与配置也是施工前准备阶段的重要内容。利用数字化技术，可以对施工设备进行性能评估、能耗分析，从而选择最适合的设备，提高施工效率，降低能耗。在施工前准备阶段，还需要对施工人员进行培训。通过数字化技术，可以实现对施工人员的技能培训、安全教育和质量意识培养。这样，施工人员能够熟练掌握数字化工具，提高施工质量。最后，施工方案的编制与优化也是施工前准备阶段的重要工作。利用数字化技术，可以对施工方案进行模拟，分析不同方案的优缺点，从而选择最优施工方案。同时，数字化技术还可以帮助施工人员实时了解施工进度，及时调整施工计划，确保施工质量。总之，施工前准备阶段是数字化技术在路桥施工质量控制中发挥作用的起点。通过充分运用数字化技术，可以确保施工前各项工作有序进行，为后续施工质量的提升奠定坚实基础。

3.2 施工过程控制

施工过程控制是路桥施工质量控制的核心环节，它涉及到施工过程中的每一个细节。数字化技术在施工过程控制中的应用，极大地提高了施工质量控制的效率和准确性。首先，数字化技术通过建立施工过程信息化管理系统，实现了施工过程的数据化、可视化和智能化。在这个系统中，施工过程中的各项数据（如材料、设备、人员、进度等）都被实时记录和更新，使得管理人员可以随时掌握施工动态，及时发现问题并进行调整。此外，通过三维模型技术，施工过程中的每一个环节都可以在虚拟环境中进行模拟和预演，从而减少实际施工中的错误和浪费。其次，数字化技术在施工过程控制中实现了质量检测的自动化和智能化。在传统施工过程中，质量检测主要依靠人工进行，存在着检测效率低、误差大等问题。而数字化技术可以通过传感器、无人机、机器人等设备，对施工过程中的关键环节进行实时监测和检测，确保施工质量符合设计要求。例如，在桥梁施工中，通过无人机对桥梁的线形、尺寸等进行检测，可以及时发现并纠正偏差，确保桥梁的施工质量。再次，数字化技术在施工过程控制中实现了施工进度的实时监控。通过建立施工进度信息化管理系统，可以实时掌握施工进度，及时发现并解决施工过程中的延误问题。同时，通过对施工进度的统计分析，可以优化施工方案，提高施工效率^[4]。此外，数字化技术在施工过程控制中还实现了施工安全的管理。通过建立安全信息化管理系统，可以实时监测施工现场的安全状况，及时发现并消除安全隐患。例如，在隧道施工中，通过传感器监测隧道内的有害气体浓度、温度等参数，确保施工人员

的安全。

3.3 施工后验收与维护

施工后验收与维护是数字化技术在路桥施工质量控制中的关键环节。在这一阶段,通过运用数字化技术,可以实现施工质量的全面评估和长效维护,确保路桥工程的安全与可靠性。首先,施工后验收阶段,数字化技术可以发挥重要作用。通过使用无人机、三维激光扫描等技术手段,可以对路桥工程的各个部位进行精确的测量和扫描,获取详细的三维数据。这些数据可以用于评估施工质量,包括结构尺寸、平整度、垂直度等方面。同时,数字化技术还可以实现验收过程的自动化和智能化,提高验收效率和准确性。其次,在施工后维护阶段,数字化技术同样具有重要意义。通过建立路桥工程信息化管理系统,可以实现工程运行状态的实时监控和预警。例如,利用传感器技术对桥梁的应力、位移、裂缝等关键指标进行监测,及时发现并处理潜在的安全隐患。此外,数字化技术还可以实现维护工作的精细化管理和优化,降低维护成本,

提高维护效率。具体来说,以下为数字化技术在施工后验收与维护方面的实践:(1)建立路桥工程数据库:收集整理路桥工程的各项设计、施工、验收和维护数据,形成完整的信息化数据库。为后续的验收、维护和决策提供数据支持。(2)应用无人机、三维激光扫描等技术进行验收:利用无人机、三维激光扫描等技术手段,对路桥工程进行全方位、高精度的测量和扫描,获取详细的三维数据。通过对比设计图纸和实际施工情况,评估施工质量。(3)建立路桥工程信息化管理系统:利用信息化技术,实现路桥工程运行状态的实时监控和预警。通过传感器技术,对桥梁的应力、位移、裂缝等关键指标进行监测,及时发现并处理潜在的安全隐患。(4)实施精细化维护管理:利用数字化技术,对路桥工程的维护工作进行精细化管理和优化^[5]。例如,通过

分析历史数据,制定合理的维护计划,提高维护效率;利用无人机等设备,对桥梁进行巡检,降低人工成本。

(5)开展风险评估与预警:基于数字化技术,对路桥工程进行风险评估和预警。通过分析历史数据、实时监测数据等,评估工程的安全风险,及时发布预警信息,确保工程安全运行。总之,数字化技术在路桥施工质量控制中的施工后验收与维护阶段具有重要意义。通过应用数字化技术,可以提高验收效率、降低维护成本、确保工程安全,为我国路桥工程的高质量发展提供有力保障。

4 结束语

综上所述,数字化技术在路桥施工质量控制中的应用与实践,不仅提高了施工精度和效率,降低了施工成本,还为路桥工程的质量控制提供了有力的技术支撑。通过数字化测量、建模和管理技术的综合运用,可以实现对路桥施工全过程的实时监测和精确控制,有效避免了施工过程中的质量问题和安全隐患。展望未来,随着数字化技术的不断发展和创新,其在路桥施工质量控制中的应用前景将更加广阔。我们将继续探索和实践数字化技术在路桥施工中的新应用和新模式,为提升路桥工程质量、保障人民生命财产安全、促进社会经济稳定发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1]李子聪.市政路桥工程中质量控制与安全管理策略[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(27):187-189.
- [2]陈永亮,王坤明,刘再宝.路桥工程施工质量缺陷及防治措施研究[J].运输经理世界,2024,(21):79-81.
- [3]刘璐.道路桥梁施工质量控制与安全管理应用研究[J].散装水泥,2024,(01):193-195.
- [4]杨康.路桥施工过程中的质量控制策略研究[J].工程与建设,2024,38(01):183-184+202.
- [5]顾浩亮.数字化技术在钢结构桥梁工程中的应用[J].建筑技术开发,2019,46(16):102-103.