

BIM 技术在道路桥梁工程施工中的应用

文 / 葛厚海 安徽建工水利开发投资集团有限公司

摘要：随着建筑信息模型（BIM）技术的快速发展，其在道路桥梁工程施工中的应用逐渐成为提升工程管理效率的重要手段。BIM 技术通过创建集成的三维数字模型，整合设计、施工和运营阶段的数据，优化了施工流程，减少了设计冲突，提高了资源配置效率。尤其在大型复杂项目中，BIM 技术能够有效识别潜在问题，减少施工中的返工和资源浪费，降低成本并加快工期。通过动态数据监控，BIM 还能够提供实时的质量管理和风险预警，确保项目按时高质量完成。BIM 技术在后期运营和维护中也能发挥重要作用，延长工程生命周期。

关键词：BIM 技术；数字化转型；道路桥梁工程；施工管理；项目优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.052

引言

道路桥梁作为基础设施建设的重要组成部分，其施工管理的效率和质量直接影响工程的顺利推进与后期运营。随着建筑行业信息化水平的提升，传统的施工管理模式已难以满足日益复杂的工程需求，数字化转型成为行业发展的必然趋势。在此背景下，建筑信息模型（BIM）技术作为一项革命性的数字化工具，逐渐渗透到道路桥梁工程的设计、施工和运维全过程。本研究旨在探讨 BIM 技术在道路桥梁工程施工中的应用，分析其带来的效率提升、成本控制和质量保障作用，并展望其未来发展前景。

一、道路桥梁施工中的数字化转型趋势

随着信息技术的不断发展，数字化转型已成为各行各业提升效率和创新的重要途径。对于道路桥梁施工领域来说，传统的施工管理方式已经无法满足日益复杂的工程需求，数字化转型成为推动行业发展的关键。近年来，建筑信息模型（BIM）技术的迅速兴起，使得道路桥梁工程的设计、施工和管理方式发生了深刻变化。BIM 技术通过建立一个集成的数字化模型，不仅在设计阶段提升了数据的准确性和协调性，而且在施工阶段提供了高效的可视化支持，大大提高了信息的透明度和各方协作的顺畅性。

数字化转型的核心是对传统施工流程的重新定义，BIM 技术使得各个环节能够在同一个平台上进行协同操作，消除了信息孤岛，减少了设计与施工中的冲突。通过精准的三维建模，施工人员能够提前识别出潜在的设计缺陷和施工问题，在项目实施前就进行优化和调整，避免了传统施工中经常出现的因设计变更和信息传递不畅而导致的返工和延误。同时，BIM 还通过实时数据采集和分析，实现了施工过程的动态监控，使得项目的进度、成本、质量等因素可以实时反映，提升了项目管理的智能化水平。

在道路桥梁工程中，尤其是大型复杂项目，施工周期长、环节多、人员及资源管理复杂，传统的管理方式难以高效应对。而 BIM 技术通过其高度集成的特性，不仅提高了施工现场的管理水平，还优化了资源的配置，

降低了施工成本。在施工过程中，BIM 可以通过模拟施工过程，制定合理的工期计划和资源调配方案，避免了施工中的物料浪费和时间浪费。BIM 还能够在竣工后为道路桥梁的后期运营和维护提供精准的数据支持，延长工程的使用寿命，降低维护成本。

二、当前施工管理中的主要挑战与制约因素

在当前的道路桥梁施工管理中，尽管技术不断进步，但仍面临诸多挑战和制约因素，影响着工程的进度、质量和成本控制。施工管理的复杂性源于项目本身的多变性和动态性，涉及设计、施工、资源调配等多个环节的协调，任何一个环节的滞后或不当都可能对整个项目产生严重影响。信息传递的不畅是影响施工管理效率的主要原因之一。在传统的施工管理模式下，设计方案、施工进度、质量标准等信息往往分散在不同的部门和人员之间，信息更新和共享的延迟容易导致决策失误和执行力不足。由于各部门之间的沟通障碍，施工现场往往会出现设计和实际情况不符、资源配置不合理等问题，从而影响工程的整体协调。

施工现场的不确定性也是管理面临的重要挑战。道路桥梁项目往往涉及复杂的地质条件和多变的气候环境，这些外部因素会对施工进度和施工质量产生不可预测的影响。在这种情况下，传统的施工管理方法难以有效应对现场的实时变化，无法快速做出调整和优化方案。施工队伍的组织管理也是一个关键因素。由于道路桥梁工程通常规模庞大，参与人员众多，项目中人员流动性大、技能层次不一，这为施工管理带来了额外的难度。不同工种、不同班组之间的协作如果没有有效的协调机制，容易导致工期延误和质量问题。施工过程中资源的调配和成本控制也是当前管理中的瓶颈。工程项目常常面临着施工材料、设备、人工等资源的短缺或分配不均，这使得工程的整体运作效率低下。尤其在大型复杂项目中，资源的集中调配更是挑战之一。随着项目规模的扩大，传统的管理模式无法实时反映资源使用情况，也无法进行精细化的成本控制，导致经常出现材料浪费、工期延误等现象，进而增加了项目的总成本。

质量控制的难度也不容忽视。道路桥梁施工的质量要求极高,任何细微的疏忽都可能引发严重的安全隐患。由于施工过程中涉及多个环节,任何一个环节的漏洞都可能影响最终质量的把控。如何在确保施工进度同时做到高质量的施工,仍然是项目管理中亟待解决的问题。施工管理中面临的挑战主要源自信息传递不畅、现场不

确定性、资源配置不合理以及质量控制不足等方面。如何通过更有效的管理模式和技术手段来解决这些问题,将是未来道路桥梁施工管理提升的关键。

施工管理面临诸多挑战与制约因素,图1评分表展示了各项挑战的严重程度,以便更好地理解 and 应对这些问题。

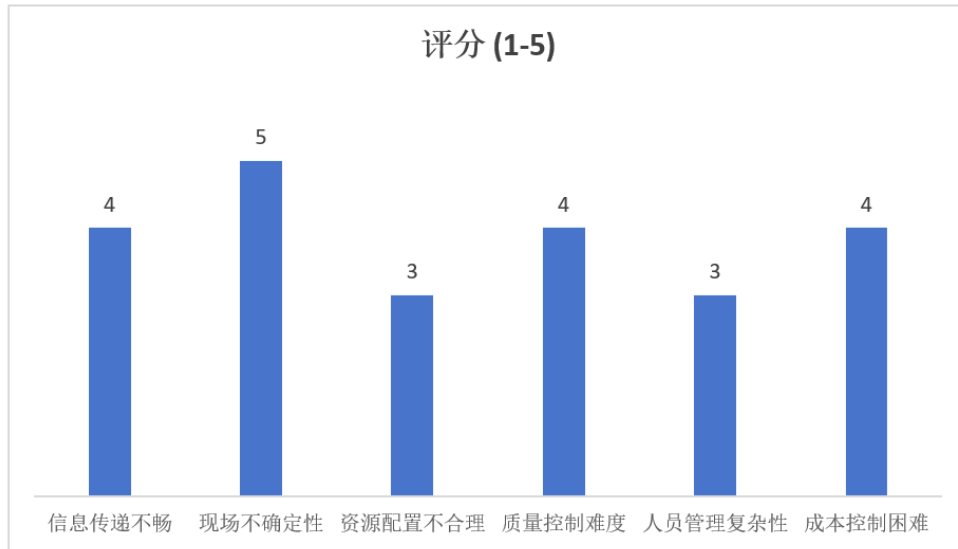


图1 施工管理挑战评分柱状图

三、建筑信息模型技术的应用路径与策略

建筑信息模型 (BIM) 技术在道路桥梁工程中的应用,不仅改变了传统施工管理的方式,也推动了项目从设计到运营全生命周期的数字化管理。通过建立统一的数字模型, BIM 技术能够有效整合各个阶段的数据和信息,实现项目全过程的协同工作,提升施工效率、降低风险,并在质量控制、成本管理方面提供有力支持。要实现 BIM 技术的成功应用,首先需要在项目初期进行充分的规划和准备,确保相关人员的技能与设备的适配。BIM 技术的应用路径应当从设计阶段开始,通过三维建模、可视化设计等手段,提前对项目进行模拟和优化,识别潜在问题,并为后续的施工阶段提供依据。

在施工阶段, BIM 技术能够对工程进度、资源配置、施工方法等方面进行动态管理,通过数字化模型实时监控施工进度和各项资源的使用情况,确保工程按计划推进。同时, BIM 技术支持的虚拟施工可帮助施工团队提前识别施工冲突,优化施工方案,从而减少现场变更和

返工,降低了施工中的不确定性。为了最大限度地发挥 BIM 的优势,项目团队应当注重跨部门协同和信息共享,确保设计、施工、采购等各环节的数据能够无缝对接和实时更新。这种信息化、透明化的管理方式极大提高了项目的整体效率,减少了人为干预和失误。

在桥梁工程的运营和维护阶段, BIM 技术同样可以发挥重要作用。通过建立全生命周期的 BIM 模型,项目的运行状况可以得到长期监控和管理,任何设施的损坏或异常都能通过数字模型进行及时诊断和预测,从而实现精准的维修和保养。这不仅提高了工程的使用寿命,也降低了后期维护成本。为了确保 BIM 技术的广泛应用,相关策略应包括技术培训、设备更新、管理制度的创新等方面。尤其是项目团队应具备一定的 BIM 技术能力,并能够熟练应用相关软件工具。企业还应加强与技术服务商的合作,确保模型的准确性和实用性。通过合理的路径和策略, BIM 技术能够有效推动道路桥梁工程的数字化转型,提升项目管理的智能化水平。

表1 国内道路桥梁工程 BIM 技术应用效果对比分析

项目类型	施工周期缩短 (%)	成本降低 (%)	设计冲突减少 (%)	质量问题减少 (%)	项目综合效益提升 (%)
高速公路桥梁项目	18	12	25	30	22
城市轨道交通桥梁项目	20	15	30	28	25
跨海大桥项目	16	10	22	18	20
高铁桥梁项目	22	14	28	26	23
山区公路桥梁项目	15	12	18	20	18

数据来源: 2023 年《BIM 技术在桥梁工程中的应用效果评估报告》, 国内知名建筑工程公司发布。

四、BIM 技术应用案例及其成效分析

在近年来多个道路桥梁工程项目中，BIM 技术的应用取得了显著成效，成功展示了其在提升项目管理水平、优化施工过程、确保工程质量等方面的独特优势。例如，在某省级高速公路桥梁建设项目中，BIM 技术的应用贯穿了项目的设计、施工及后期运维管理。该项目在设计阶段，利用 BIM 进行三维建模，提前对桥梁结构进行优化，识别出多个潜在的设计冲突，避免了施工过程中由于设计问题导致的返工。特别是在复杂地质条件和特殊气候环境下，BIM 提供的虚拟施工环境帮助施工团队有效模拟了不同条件下的施工流程，提前预测了可能的风险因素，从而采取了相应的应对措施，大幅度降低了施工延误的概率。

施工过程中，BIM 技术通过集成化的项目管理平台，实时监控了施工进度、质量、资源使用等多个维度的数据。这种数据的可视化展示让项目管理人员能够更直观地掌握施工现场的实时情况，及时调整资源调配，确保施工流程的顺畅。例如，在某段桥梁的关键结构施工中，施工队伍通过 BIM 模型对比实际施工进度与计划进度，发现了部分工序的滞后情况，立即调整了工期安排和人员部署，成功避免了工期延误。BIM 技术还优化了材料的采购和使用计划，减少了物料浪费，降低了成本支出。

在工程的质量控制方面，BIM 技术通过其精确的建模能力和可视化功能，帮助施工团队在实施过程中及时发现并解决了多个潜在的质量问题。例如，在桩基施工阶段，BIM 模型通过精确定位和空间分析，确保了桩基的垂直度和定位准确性，有效避免了施工偏差对后续施工的影响。BIM 还为项目后期的运营和维护提供了数据支持，通过建立详细的数字化模型，项目管理团队能够实时监控桥梁结构的使用状态，为日后的维修和检查提供了科学依据。这一应用案例清晰地表明，BIM 技术在提高道路桥梁工程施工效率、降低成本、提升质量控制以及优化资源配置方面都具有明显优势。

五、未来道路桥梁工程中的 BIM 技术发展前景

随着技术不断创新和工程需求的提升，BIM 技术在道路桥梁工程中的应用前景愈加广阔。未来，BIM 不仅将继续在设计、施工、运营阶段发挥重要作用，还将进一步向项目生命周期的各个环节渗透，成为工程管理中的核心工具。随着 5G、人工智能、物联网等技术的快速发展，BIM 技术与这些新兴技术的深度融合，将为道路桥梁工程的数字化转型注入更多动力。5G 技术能够实现数据的实时传输和远程监控，为施工现场的数字化管理提供强有力的支持，确保数据的快速更新和精准反馈。人工智能则通过机器学习和大数据分析，为项目提供更为智能的决策支持，帮助项目管理者根据实时数据自动优化施工方案，提前预警可能发生的风险。

在未来的道路桥梁工程中，BIM 技术将更为深入地集成到各个施工环节中，推动工程建设从传统的线性管理模式转向高度集成的协同管理模式。通过 BIM 技术，项目团队可以在同一个平台上进行信息共享、数据更新和决策协作，从而减少因信息传递不畅或数据滞后引发的施工问题。这一技术的广泛应用将大大提升跨部门、跨专业团队之间的协作效率，为项目管理者提供更加透明和实时的项目进度、质量和成本数据。BIM 技术还将在道路桥梁工程的后期运维阶段发挥越来越重要的作用。通过建立完整的数字化模型，BIM 能够实现对工程设施的实时监控和数据追踪，使得项目运营管理更加高效。随着智能化设备和传感器的普及，BIM 技术与这些智能硬件的结合，将使得工程设施的健康状况能够被实时监测和预警，为后期的维护和修复提供更为精准的依据。此举不仅提高了桥梁工程的使用寿命，还能有效降低后期维护成本。

在政策层面，随着国家对基础设施建设和数字化转型的重视，BIM 技术的应用将得到更加广泛的支持与推广。未来，政府可能会出台更多的政策和标准化文件，促进 BIM 技术在道路桥梁等基础设施建设中的应用普及。与此同时，随着 BIM 技术的不断发展，其应用场景和技术架构也将更加完善，从而促进整个工程行业的转型升级。BIM 技术的前景将不仅仅局限于项目管理的提升，更是行业向着智能化、绿色化、可持续发展的重要支撑。

结语

BIM 技术在道路桥梁工程施工中的应用，显著提升了项目管理的效率、质量与成本控制，推动了工程领域的数字化转型。通过集成化的三维建模与数据共享，BIM 有效解决了传统施工管理中的信息孤岛、设计冲突及资源浪费等问题，优化了施工过程并减少了返工与延误。同时，BIM 在项目全生命周期的管理中发挥着重要作用，特别是在后期运营与维护阶段，为工程设施的长期健康管理提供了有力保障。随着新兴技术的融合与政策的支持，BIM 技术将继续推动道路桥梁工程向更高效、智能与可持续的方向发展。

参考文献

- [1] 刘建华, 王瑞. BIM 技术在道路桥梁工程施工中的应用研究 [J]. 建筑技术, 2023, 54(4): 89-92.
- [2] 张秀萍, 赵刚. 基于 BIM 技术的桥梁施工质量管理优化探讨 [J]. 工程管理与技术, 2022, 41(6): 115-118.
- [3] 周宏亮, 刘青. 道路桥梁工程项目管理中的 BIM 技术应用及挑战 [J]. 现代建筑, 2024, 48(3): 73-77.
- [4] 王晓峰, 赵文静. 道路桥梁施工过程中的 BIM 技术应用与实践 [J]. 建筑与土木工程, 2022, 43(5): 142-146.
- [5] 陈志明, 孙明. BIM 技术对道路桥梁工程施工效率的提升作用 [J]. 施工技术, 2023, 39(7): 112-116.