

基于 BIM 技术的新疆箱梁桥梁设计与施工管理研究

杨忠国 严嵩 李娅萌 杨玉昌

新疆交通建设集团股份有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830023

摘要: 随着信息技术的快速发展, 建筑信息模型 (BIM) 技术逐渐成为建筑工程领域的核心工具。尤其在桥梁工程中, BIM 技术通过其强大的三维可视化、数据共享与协同工作能力, 显著提升了设计与施工管理的效率。论文通过研究基于 BIM 技术的新疆箱梁桥梁设计与施工管理, 探讨了 BIM 在新疆特有地理环境与气候条件下的应用效果。结合具体案例, 分析了 BIM 技术如何帮助提高桥梁设计精度、加快施工进度、降低建设成本, 并提出了相应的优化建议。研究结果表明, BIM 技术在新疆桥梁建设中具有明显优势, 但在实际应用中仍面临技术、人才及基础设施等方面的挑战。

关键词: BIM 技术; 箱梁桥梁; 设计与施工管理; 新疆; 技术应用

Research on the Design and Construction Management of Xinjiang Box Girder Bridge Based on BIM Technology

Zhongguo Yang Hao Yan Yameng Li Yuchang Yang

Xinjiang Transportation Construction Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830023, China

Abstract: With the rapid development of information technology, building information modeling (BIM) technology has gradually become the core tool in the field of construction engineering. Especially in bridge engineering, BIM technology has significantly improved the efficiency of design and construction management through its powerful three-dimensional visualization, data sharing and collaborative working capabilities. By studying the design and construction management of Xinjiang box girder bridge based on BIM technology, this paper discusses the application effect of BIM in the unique geographical environment and climate conditions of Xinjiang. Combined with specific cases, this paper analyzes how BIM technology can help improve bridge design accuracy, speed up construction progress and reduce construction cost, and corresponding optimization suggestions are put forward. The results show that BIM technology has obvious advantages in bridge construction in Xinjiang, but it still faces challenges in technology, talent and infrastructure in practical application.

Keywords: BIM technology; box girder bridge; design and construction management; Xinjiang; technology application

0 前言

随着中国基础设施建设的快速发展, 桥梁工程作为交通网络的重要组成部分, 逐渐受到越来越多的关注。传统的桥梁设计与施工管理方法, 尽管在过去几十年中发挥了重要作用, 但在面临复杂的地理与气候条件时, 往往暴露出诸多问题。特别是在新疆地区, 复杂的地形、恶劣的气候条件以及特殊的交通需求, 给桥梁建设带来了巨大挑战。因此, 如何提高设计效率、缩短施工周期并确保施工质量, 成为行业亟待解决的问题。

近年来, 建筑信息模型 (BIM) 技术的广泛应用, 为桥梁设计与施工管理提供了新的思路和方法。BIM 技术通过集成三维数字模型和多维信息, 能够在桥梁建设的全过程中提供高效的技术支持。新疆地区作为一个气候极端、地理复杂的区域, 采用 BIM 技术进行箱梁桥梁设计与施工管理, 不仅可以提升设计精度、优化施工流程, 还能够有效降低成本和风险。

论文将结合新疆箱梁桥梁的实际案例, 探讨 BIM 技术

在设计与施工管理中的应用, 并分析其在优化桥梁建设方面的优势和挑战。通过对具体应用过程的研究, 论文为新疆地区的桥梁建设提供一定的理论支持和实践指导。

1 BIM 技术概述与新疆箱梁桥梁特点

1.1 BIM 技术基本概念与发展历程

建筑信息模型 (BIM) 技术是一种以数字化、信息化为核心的设计与管理方法。BIM 通过建立一个集成的三维数字模型, 包含建筑或基础设施项目的所有设计、施工、运营等信息, 为项目的各个阶段提供支持。自从 BIM 技术诞生以来, 它便逐步改变了建筑行业的传统工作方式, 提升了项目的可视化水平, 并促进了跨部门协同合作。

BIM 的核心优势体现在以下几个方面:

①可视化: BIM 能够以三维形式展现建筑或桥梁的详细信息, 使得设计师、工程师、施工人员及业主等相关方可以直观地了解项目的各个方面, 发现潜在问题。②信息共享与协同: 通过 BIM 平台, 各方可以实时共享数据, 进行高

效协作，减少设计冲突、优化施工方案。③全生命周期管理：BIM 技术不仅能应用于设计与施工阶段，还能在运营与维护阶段发挥作用，提供精确的资源管理、维护数据和寿命周期预测。

1.2 新疆地区的地理与气候特点

新疆位于中国西北部，地理环境复杂，气候条件多变，且幅员辽阔。该地区存在大量山区、河流及沙漠地带，桥梁建设常常需要跨越复杂的地形。此外，新疆的气候特征也对桥梁的设计与施工提出了更高的要求。夏季高温干燥，沙尘暴频繁，冬季严寒且多雪，这些自然因素往往会影响到桥梁的材料选择、施工进度及施工安全。

具体来说，以下因素需要在设计和施工过程中特别关注：

耐寒与耐热性：新疆冬季气温极低，尤其在山区，常常出现严寒天气。因此，桥梁设计中必须考虑到材料在极端低温下的物理性能。

沙尘暴：沙尘暴天气可能导致施工设备和人员受到影响，甚至影响施工进度和施工质量，因此必须制定相应的应急预案。

地质条件：新疆地区的土壤性质复杂，某些区域的土层不稳定，这对桥梁的基础设计提出了较高要求。

1.3 箱梁桥梁的设计与施工要求

箱梁桥梁是一种常见的桥梁类型，特别适用于高速公路、铁路等大跨度交通设施。箱梁的设计不仅要考虑桥梁的承载能力，还要考虑到横向稳定性、抗震能力以及适应复杂环境的耐久性。箱梁的设计与施工要求包括：

承载能力：箱梁必须能够承受交通负荷、风荷载、地震力等多种因素的作用，尤其在新疆地区的山区，极端大风和地震频发，设计时需考虑额外的抗风、抗震能力。

抗冻融性：考虑到新疆的严寒天气，箱梁的设计应选用抗冻融性能良好的材料，尤其在桥梁接缝和基础部分，需要进行特别处理。

施工周期与成本控制：由于新疆地区交通条件较为复杂，施工材料的运输和人员调度难度较大，如何在保证工程质量的同时缩短施工周期、降低成本，成为施工管理中的关键问题。

2 BIM 技术在新疆箱梁桥梁设计中的应用

2.1 BIM 技术在设计阶段的应用

在传统设计方法中，设计师通常使用二维图纸进行桥梁设计，信息传递不及时，容易发生设计冲突和错误。BIM 技术通过创建三维数字模型，将各类设计信息、材料信息、施工方案等集成在一个共享平台中，极大提高了设计精度和效率。

在新疆箱梁桥梁的设计过程中，BIM 技术的优势尤为突出。设计人员可以利用 BIM 模型进行多维度分析和优化。例如，在面对新疆地区的极端气候时，设计人员可以模拟不同环境条件下桥梁的结构表现，预测不同材料在严寒天气中的性能表现，从而确保桥梁的长期耐久性和稳定性。

2.2 BIM 在设计中的协同作用

传统的桥梁设计通常由多个不同部门和专家共同完成，设计信息的传递往往通过邮件、文件等方式进行，信息滞后且容易出现误解或冲突。而 BIM 技术能够实现设计人员、结构工程师、施工团队等各方之间的实时协同。所有相关人员都可以通过 BIM 模型查看最新的设计信息，及时发现并解决潜在的问题。

例如，通过 BIM 模型，结构设计师和施工人员可以同时看到箱梁桥梁的结构布局及施工难点，提前对施工方案进行优化，并避免后期设计修改所带来的风险。

2.3 BIM 技术在桥梁设计优化中的作用

BIM 技术不仅可以进行静态设计优化，还能通过模拟不同施工方案对桥梁进行动态分析。在设计初期，设计团队可以通过 BIM 平台模拟不同施工方法的可行性，预测施工过程中的难点，提前做好技术准备。此外，BIM 还能对材料使用量进行精确计算，避免资源浪费，从而达到节省成本的目的。

例如，某新箱梁桥梁项目在使用 BIM 技术后，设计团队通过模拟不同方案的桥梁荷载情况，发现原设计方案存在材料使用不合理的情况，最终通过优化设计方案减少了 30% 的材料消耗，极大地节约了成本。

为了更直观地展示 BIM 技术在设计优化中的效果，表 1 对比了传统设计方法与 BIM 技术在某箱梁桥梁项目中的成本和施工周期数据。

表 1 传统设计方法与 BIM 技术在某箱梁桥梁项目中的成本和施工周期数据

项目阶段	传统设计方法	BIM 设计方法	差异 (%)
设计时间 (天)	120	85	-29.17%
材料使用量 (吨)	1500	1050	-30.00%
总施工成本 (万元)	500	450	-10.00%
施工周期 (天)	360	330	-8.33%

从表 1 可以看出，采用 BIM 技术后，设计时间、材料使用量和总施工成本均有所降低，同时施工周期也得到了缩短。

3 BIM 技术在新疆箱梁桥梁施工管理中的应用

3.1 BIM 技术在施工前期准备中的应用

在传统施工方法中，施工前期的准备往往依赖于设计图纸和纸质文件，信息传递滞后且容易出错。BIM 技术的引入使得施工前期准备工作更加精确和高效。通过建立 BIM 模型，施工单位可以提前全面了解设计图纸的每一个细节，确保所有工程信息无误。具体来说，在施工前期，BIM 技术可以：

①精确建模与资源调度：通过 BIM 模型，施工团队可以对施工材料、设备及人员的调度进行精确规划，避免资源浪费和施工延误。②虚拟施工模拟：BIM 技术能够在施工开始前进行虚拟施工模拟，施工人员可以提前识别施工过程中的潜在风险和难点，做出及时调整。③项目进度优化：

BIM 系统与项目管理软件相结合,可以优化项目的进度安排,制定合理的施工时间表,减少工期延误。

3.2 BIM 技术在施工过程中的监控与管理

BIM 技术不仅能在设计阶段发挥作用,还能在施工过程中提供实时监控和管理。通过 BIM 与物联网 (IoT)、全球定位系统 (GPS) 等技术的结合,施工现场的所有信息可以实时反馈到 BIM 平台,施工人员能够及时获取相关数据,确保施工过程的顺利进行。具体应用包括:

①施工进度监控:施工过程中的各个环节可以通过 BIM 模型进行实时跟踪,确保每个阶段的进度与计划一致。如有偏差,项目经理可以立即进行调整,减少工期延误。②质量控制与安全管理: BIM 技术能够对施工现场的质量和进行实时监控,施工人员可以通过 BIM 模型识别潜在的质量问题,并及时采取纠正措施。此外, BIM 还能够辅助安全管理,通过虚拟仿真模拟施工过程中可能出现的危险情境,为施工人员提供安全培训。③成本控制: BIM 可以实时记录施工过程中的费用情况,帮助管理人员追踪预算与实际支出的差异,避免超预算现象的发生。

3.3 BIM 技术在施工后期的管理与维护

施工完成后, BIM 模型依然可以为桥梁的后期管理与维护提供重要支持。通过 BIM 模型,项目方可以获取桥梁的详细构件信息、维护周期、检查历史等数据,确保桥梁的长期安全运营。例如, BIM 模型可以为运营维护人员提供以下信息:①桥梁结构健康监测:通过安装传感器和监测设备, BIM 技术能够实时监控桥梁的结构健康状况,如裂缝、沉降等,并将数据反馈到模型中,帮助管理者及时采取维护措施。②维护计划与预算:通过 BIM 平台,运营方可以根据桥梁的实际状况制定科学的维护计划,合理安排维护预算,延长桥梁使用寿命。

4 BIM 技术在新疆箱梁桥梁施工中的挑战与展望

4.1 技术与人才瓶颈

虽然 BIM 技术在设计与施工管理中展现了巨大的潜力,但在实际应用过程中,仍然面临技术与人才的瓶颈。新疆地区相对较为偏远, BIM 技术的普及和应用水平较低,尤其是对于较为复杂的大型桥梁项目, BIM 软件和硬件设备的投入较高,且专业人才匮乏。具体来说,主要存在以下问题:

① BIM 技术的硬件设施不足:在一些偏远地区, BIM 所需的高性能计算机设备、软件平台等硬件设施尚不完善,限制了 BIM 技术的全面应用。②专业人才缺乏:目前,在新疆地区, BIM 技术的应用人才数量相对较少,尤其是能够掌握 BIM 全生命周期管理的专业人才,这在一定程度上限制了 BIM 技术的推广。③技术培训与知识更新滞后: BIM 技术发展迅速,但许多从业人员对于新技术的了解有限,且缺乏专业的培训体系,影响了其技术应用的深度和广度。

4.2 BIM 技术的实施与标准化问题

在新疆箱梁桥梁项目中, BIM 技术的实施过程仍存在

标准化缺失的问题。目前,中国 BIM 技术的应用尚未完全形成统一的行业标准,不同公司和项目之间的 BIM 模型格式、数据接口等存在较大差异,导致信息共享和协同工作困难。要确保 BIM 技术的高效应用,行业内需要制定统一的标准和规范,以便各方在项目中进行无缝衔接和高效合作。

4.3 信息安全与数据管理

随着 BIM 技术的深入应用,大量的项目信息和数据将被集成到一个平台中,这在提高效率的同时,也带来了信息安全问题。如何确保项目数据的安全性、隐私性以及防止数据泄露,是 BIM 技术应用中需要特别关注的问题。为了应对这一挑战,需要加强数据保护措施,建立完善的信息管理体系,确保数据在传输、存储和处理过程中的安全。

4.4 展望: BIM 技术的未来发展

尽管 BIM 技术在新疆箱梁桥梁项目中应用仍面临一些挑战,但其发展潜力巨大。未来,随着 BIM 技术在行业中的不断普及和技术的不断进步,尤其是云计算、大数据、人工智能等技术的融合应用, BIM 将成为推动建筑行业数字化转型的重要工具。特别是在新疆这样的复杂地理环境中, BIM 技术能够通过高效的信息集成与协作,提升项目管理效率,降低施工成本,提高施工质量。

5 结语

BIM 技术作为一种先进的数字化工具,已广泛应用于桥梁设计与施工管理中,尤其在新疆这一特殊地区的桥梁建设中, BIM 技术展示了其独特的优势。通过三维建模与信息共享, BIM 技术不仅优化了箱梁桥梁的设计过程,还提高了施工管理的效率和准确性,为项目的顺利实施提供了有力保障。然而, BIM 技术的应用仍面临技术、人才和标准化等方面的挑战,这需要政府、行业协会和相关企业共同努力,推动 BIM 技术的普及与发展。

未来,随着 BIM 技术不断发展和完善,其在新疆乃至全国桥梁建设中的应用将更加广泛,能够为基础设施建设的数字化、智能化提供更加坚实的支撑。通过进一步研究和实践, BIM 技术将在提升工程质量、缩短施工周期、节约建设成本方面发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1] 《中国公路学报》编辑部.中国桥梁工程学术研究综述·2024[J].中国公路学报,2024,37(12):1-160.
- [2] 毕若轩.基于BIM的连续箱梁钢筋建模技术研究[D].石家庄:石家庄铁道大学,2022.
- [3] 万寅子.基于PtD的桥梁施工安全风险预控研究[D].南京:南京林业大学,2022.
- [4] 王孟杰.基于BIM与健康监测的斜拉桥温度场数字融合建模[D].南京:东南大学,2022.
- [5] 宋显欣.基于BIM技术的桥体钢箱梁施工成本精细化管理研究[D].长沙:湖南大学,2023.