

BIM技术在桥梁设计阶段的应用探讨

何凯博

天津公路工程设计研究院有限公司 天津 300000

摘要: 本文深入探讨BIM技术在桥梁设计阶段的应用。阐述其在可行性分析中对方案的直观展示与精准评估,以及在施工图设计中对结构细节的精确把控和专业协同的促进作用。强调通过模拟场景提升设计质量的重要性,包括施工过程、交通流等模拟。还论述其在工程量统计分析和地下管线综合规划设计方面的优势,展现BIM技术对提高桥梁设计效率、质量和科学性的重要意义及广阔前景。

关键词: BIM技术; 桥梁; 设计阶段; 应用

1 BIM 技术概述

BIM技术,即建筑信息模型技术,是建筑领域的一次重大变革。它以三维模型为基础,集成了建筑项目全生命周期的各种信息,包括几何信息、物理信息、功能信息等。通过BIM技术,建筑师、工程师、施工人员等不同专业人员能够在同一个平台上进行协同工作,极大地提高了工作效率和沟通效果。它能够实现对建筑设计的可视化展示,让人们更加直观地理解和感受建筑方案。在施工前可以进行虚拟建造和模拟分析,提前发现并解决可能出现的问题,有效降低施工风险和成本。BIM技术还为建筑的运营和维护提供了有力支持,帮助管理者更好地管理和优化建筑资源。

2 BIM 技术在桥梁设计中的重要性

在桥梁设计领域,BIM技术展现出了无可替代的重要性。第一,BIM技术为桥梁设计带来了高度的可视化,设计师能够通过三维模型全方位、多角度地观察桥梁的外观和内部结构,这使得设计方案的评估和优化更加直观和准确。能够及时发现潜在的设计缺陷和不合理之处,进而进行调整,有效避免了在实际施工中才发现问题所导致的成本增加和工期延误^[1]。第二,它有助于实现精准的参数化设计。可以根据桥梁的具体要求和规范,快速生成各种精确的模型,并且能够方便地对参数进行修改和调整,大大提高了设计效率和灵活性。第三,在结构分析方面,BIM技术的优势也十分明显,通过将模型与专业的结构分析软件相结合,能够准确地模拟桥梁在各种荷载作用下的力学性能和变形情况。这为设计师提供了科学的依据,确保桥梁的结构安全性和可靠性。第四,对于复杂的桥梁项目,多专业协同设计至关重要,BIM技术搭建了一个各专业共同参与的平台,建筑师、结构工程师、电气工程师等可以在同一模型中进行协同工作,实时交流和反馈信息,避免了因专业间信息不畅通而产生

的冲突和错误。第五,BIM技术还能对桥梁的施工过程进行模拟和优化,提前预测施工难点和风险点,制定合理的施工方案和施工顺序,减少施工中的不确定性。在桥梁的全生命周期管理中,BIM技术也发挥着重要作用。从设计阶段开始积累的丰富信息,可以为后续的施工、运营、维护等环节提供有力支持,便于进行有效的资产管理和决策。

3 桥梁工程设计与施工特征

桥梁工程作为一种特殊的建筑形式,其结构设计往往呈现出高度的复杂性。这是由桥梁本身的功能需求和所处的环境条件所决定的。(1)桥梁需要跨越各种障碍物,如河流、山谷、道路等,这就要求其具备特定的跨度和高度。为了实现这些跨越,设计师需要运用各种结构形式和力学原理,如梁式桥、拱式桥、斜拉桥、悬索桥等,每种结构形式都有其独特的力学特性和设计要求。(2)桥梁所处的环境条件复杂多变。它可能面临不同的地质条件、气候条件和交通流量等。在地质条件方面,可能需要应对软弱地基、岩石地基等多种情况,这就需要在基础设计上进行精心考量和特殊处理。气候条件如大风、暴雨、温度变化等也会对桥梁的结构产生影响,需要在设计中考虑到这些因素的作用。交通流量的不同则会影响桥梁的承载能力和疲劳性能等方面的设计^[2]。(3)桥梁的结构还需要满足一系列的规范和标准,这些规范和标准涉及到结构的安全性、耐久性、适用性等多个方面,设计师必须严格遵循,以确保桥梁在其使用寿命内能够安全可靠地运行。而且,随着科技的发展和人们对桥梁功能需求的不断提高,现代桥梁的结构设计越来越趋向于创新和多样化。为了应对这些复杂因素,桥梁设计师需要具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,同时还需要借助先进的设计软件和分析工具,对桥梁的结构进行精确的分析和优化,以确保设计的合

理性和可行性。

3.2 预制构件数量较多

在桥梁工程中，预制构件的应用十分广泛，这导致预制构件数量较多成为其显著特征之一。预制构件具有诸多优势。它们可以在工厂中进行标准化、规模化生产，能够保证构件的质量和精度，减少现场施工的不确定性。通过预制，可以提前进行构件的制作，与现场施工同步进行，有效缩短施工周期。大量预制构件的存在也带来了一系列的管理和协调难题，首先是构件的生产和运输管理，需要确保预制构件在工厂中按照设计要求精确制作，同时在运输过程中不受到损坏。这需要对生产过程进行严格监控，以及对运输路线和方式进行合理规划。在施工现场，大量预制构件的堆放、安装顺序和定位都需要精确安排，一旦出现混乱，不仅会影响施工进度，还可能导致安装错误或质量问题。这就需要完善的施工组织和管理体系，对每一个预制构件进行清晰的标识和跟踪，确保其能准确无误地安装到指定位置。不同预制构件之间的连接也是一个关键环节，连接的质量直接关系到桥梁结构的整体性和稳定性，需要采用合适的连接方式和工艺，并进行严格的质量检验。这对施工技术和工艺水平提出了较高要求。预制构件数量多还意味着在设计阶段就要充分考虑其制作和安装的可行性，设计师需要与预制构件生产商密切合作，根据实际生产能力和技术条件对设计进行适当调整和优化，以确保预制构件能够顺利生产和安装。从成本角度来看，大量预制构件的生产和管理也会增加成本控制的难度。需要在保证质量的前提下，通过合理的采购、生产安排等措施来降低成本，实现经济效益的最大化^[3]。

3.3 施工现场环境复杂

桥梁工程的施工现场环境通常极为复杂。地理条件可能多种多样，如在山区、河流、湖泊等不同地形地貌中施工，面临着不同的地质状况、地势起伏和自然障碍。在山区施工可能会遭遇陡峭的山坡、不稳定的地质结构和复杂的地形，增加了施工的难度和风险；而在水域施工则需要应对水流、水深、河床条件等因素的影响。气候条件也是施工现场环境复杂的一个重要方面。可能会遇到极端天气，如暴雨、大风、高温、严寒等，这些天气状况不仅会影响施工人员的工作条件和效率，还可能对施工设备和工程结构本身造成损害。例如，暴雨可能导致施工现场积水、滑坡等问题；大风可能影响高空作业的安全性；高温和严寒则可能对建筑材料的性能产生影响。施工现场周边的环境也可能很复杂。可能临近居民区、商业区或其他重要设施，需要在施工过程

中充分考虑对周边环境的影响，采取降噪、防尘、减少交通干扰等措施。还可能涉及到与周边单位和居民的协调沟通工作，以确保施工的顺利进行。桥梁施工现场往往涉及多个工种和大量的施工人员、设备同时作业，这就需要进行高效的施工组织和协调，避免出现交叉作业冲突和安全事故。

4 BIM技术在桥梁设计阶段的应用

4.1 可行性分析阶段的应用

在可行性分析阶段，BIM技术发挥着重要作用。通过构建初始的三维模型，能够直观地展示桥梁项目的整体形态和与周边环境的关系。这有助于决策者快速理解项目的大致情况，评估项目的可行性和潜在影响。利用BIM模型，可以进行地形分析，了解桥梁建设区域的地势起伏、地质条件等关键信息，为选址和方案设计提供依据。还可以模拟不同的设计方案，对比其在成本、施工难度、对周边环境影响等方面的优劣，辅助选择最优方案。例如，分析不同跨度、不同结构形式的方案在经济和技术上的可行性，为进一步的设计工作奠定基础。BIM技术还能结合交通流量分析等功能，预测桥梁建成后对交通状况的改善效果，从更宏观的角度评估项目的价值。

4.2 施工图设计阶段的应用

进入施工图设计阶段，BIM技术的应用更加深入和精细。设计师可以基于BIM模型进行精细化的结构设计，精确确定桥梁的各个构件尺寸、形状和位置。通过参数化设计功能，可以快速调整模型参数，实现设计方案的优化和变更。BIM模型可以自动生成各种施工图纸，包括平面图、剖面图、详图等，大大提高了绘图效率和准确性^[4]。各专业之间可以在同一BIM模型中协同工作，及时发现和解决专业间的冲突和矛盾，减少设计错误和返工。例如，结构工程师和电气工程师可以在模型中协调桥梁结构与电气布线的关系，避免碰撞。利用BIM模型的分析功能，能够对桥梁结构进行力学分析、抗震分析等，确保设计满足相关规范和标准的要求，保障桥梁的安全性和稳定性。

4.3 模拟场景，提升设计质量

利用BIM技术可以进行多种场景的模拟，从而显著提升设计质量。通过施工过程模拟，可以提前预演桥梁的施工顺序和工艺，发现施工过程中可能出现的问题，如施工空间不足、工序不合理等，并及时进行调整和优化。交通流模拟可以帮助设计师了解桥梁在不同交通状况下的运行情况，评估桥面宽度、车道设置等是否合理，以便进行针对性的改进。还可以进行环境影响模拟，如分析桥梁建设和运营对周边生态、声环境、光环

境等的影响,采取相应的环保措施。风洞模拟能够模拟风对桥梁的作用,为抗风设计提供数据支持。这些模拟场景不仅有助于提高设计的合理性和可靠性,还能增强设计的创新性,使桥梁更好地适应各种复杂的使用需求和环境条件。

4.4 工程量统计分析阶段的应用

在工程量统计分析方面,BIM技术具有很大的优势。通过BIM模型,可以快速准确地统计桥梁工程所需的各种材料和工程量,如钢材、混凝土、模板等。与传统方法相比,大大提高了统计效率和准确性,减少了人为错误。还可以根据不同的设计方案或变更情况,实时更新工程量统计结果,为成本控制和预算编制提供及时可靠的数据。利用BIM模型可以对工程造价进行分析和预测,结合市场价格信息,估算项目的总投资和各项工程的费用。这有助于在设计阶段就对成本进行有效的管控,避免超预算情况的发生。工程量统计分析结果还能为施工采购提供依据,确保材料和设备的及时供应和合理配置。

4.5 地下管线的综合规划设计

在桥梁设计中,经常会涉及到与地下管线的交叉和协调。BIM技术可以在这方面发挥重要作用。通过建立包含地下管线信息的BIM模型,可以清晰地了解地下管线的分布、走向和类型。这有助于在桥梁设计时避免与地下管线发生冲突,减少施工过程中的管线迁移和损坏风险。利用BIM模型的可视化功能,可以直观地展示桥梁与地下管线的关系,便于设计师和相关部门进行沟通和协调。还可以进行空间分析,确定合理的穿越位置和方式^[5]。BIM技术可以帮助进行地下管线的综合规划设计。当存在多条地下管线时,可以通过模型进行优化布局,提高地下空间的利用效率。在施工前,可以利用BIM模型进行施工交底,让施工人员清楚了解地下管线的情况,制定更加安全可靠的施工方案。在桥梁的运营阶段,BIM模型也能为地下管线的维护和管理提供便利,方便查询和更新管线信息。

4.6 BIM技术在桥梁设计阶段的应用案例

以下是一些BIM技术在桥梁设计阶段的应用案例:柳

州白沙大桥:该桥是一座反对称结构斜拉桥,主塔最高点高达106米,线路全长1920米,主桥长400米。在设计过程中,利用BIM技术进行了三维空间量测和实景建模,确保了设备和构筑物的安全净空,并优化了场地规划和建筑与设备的关系。同时,通过施工过程交底形象化和可视化,提高了施工效率和质量。大连湾跨海通道工程:这是一项技术复杂、环保要求高的跨海集群工程。在初步设计阶段,利用BIM技术建立了参数化构件库,实现了主桥的二维出图,并结合VR技术进行了方案细节的优化。港珠澳大桥沉管隧道:作为世界上最长的公路沉管隧道,其最终接头采用了倒梯形钢壳混凝土三明治结构。在设计过程中,应用BIM技术进行了正向设计,完成了最终接头钢结构的深化设计、加工制造和焊接拼装过程,实现了BIM协同设计和数字化制造。

结束语

BIM技术在桥梁设计阶段的应用带来了诸多变革与优势。它让设计过程更加高效、精确和智能化,为桥梁工程的高质量发展奠定了坚实基础。随着技术的不断进步和完善,有理由相信BIM技术将在未来发挥更大的作用,助力桥梁建设不断迈向新的高度。设计师们应积极拥抱这一技术,不断探索和创新,充分利用BIM技术的潜力,为打造更加安全、美观、实用的桥梁贡献力量,让我们共同期待桥梁设计领域更加辉煌的明天。

参考文献

- [1]潘宇.BIM技术在桥梁设计阶段的应用探讨[J].中国设备工程,2021(17):193-194.
- [2]常诚.BIM技术在桥梁设计阶段的应用研究[J].中外公路,2021,41(04):131-134.
- [3]郭永.基于BIM技术的桥梁工程设计应用研究[J].中国水运(下半月),2021,21(08):124-126.
- [4]韩广晖.李辉.周清华.BIM技术在铁路桥梁工程中的应用及实现方法[J].铁道标准设计,2021,65(11):4.
- [5]亢文波.陈峰.陈俐光.BIM技术在东洲湘江大桥双壁钢围堰设计中的应用[J].公路,2020,65(9):6.