

基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统设计

刘神斌¹ 尹紫钰² 黄庆业³

1. 浙江数智交院科技股份有限公司; 2. 中国联合工程有限公司; 3. 浙江交工集团股份有限公司设计院分公司

摘要: BIM (Building Information Modeling) 技术作为一种全新的数字化建造技术, 在桥梁建造与维护管理领域也开始得到广泛的应用。本文旨在探讨基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统的设计与实现。首先, 通过对BIM技术的介绍, 分析其在桥梁建造与维护管理中的优势和应用情况; 其次, 针对目前桥梁建造与维护管理中存在的问题, 设计出基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统的框架, 包括系统的功能和技术实现方式; 最后, 通过实际案例分析, 得出结论和展望。

关键词: BIM技术; 桥梁建造; 维护; 管理

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.106

一、引言

BIM技术 (Building Information Modeling) 是一种基于数字模型的建筑信息管理方法, 可以将建筑设计、施工、运维等全过程进行数字化管理, 提高建筑工程的效率和质量, 降低成本, 实现可持续发展。桥梁作为重要的交通基础设施, 其建造和维护管理对于社会和经济的发展至关重要。BIM技术可以将桥梁的设计、施工和运维全过程数字化, 有利于优化设计方案, 提高工程质量, 减少设计错误和施工缺陷, 从而保证桥梁的安全性和可靠性。BIM技术可以实现多方协作, 包括建筑师、结构工程师、土木工程师、机电工程师、施工人员和运维人员等, 通过数字化协作可以提高工程效率, 节约时间和人力成本。IM技术可以实现工程全过程的数字化管理, 包括材料采购、设备管理、施工进度和质量监控等, 通过数字化管理可以减少浪费, 降低成本。BIM技术可以实现工程全过程的数字化管理, 包括能源利用、废弃物处理和环境保护等, 可以促进桥梁的可持续发展, 减少对环境影响。基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统的设计研究具有重要的意义, 可以提高工程质量、工程效率和可持续发展水平, 从而为社会和经济的发展做出积极贡献。

BIM技术还可以优化桥梁的维护管理。桥梁的维护管理需要大量的数据支持, 包括桥梁的结构、材料、测量数据等等。使用BIM技术, 可以将这些数据集成在一个数字化模型中, 并进行实时监测和分析。这样, 维护人员可以更加直观地了解桥梁的状况, 并及时进行维护和修复, 从而提高桥梁的可靠性和安全性。BIM技术可以为桥梁建造和维护管理提供全面的信息支持, 从而优化桥梁的设计、施工和维护管理过程, 提高桥梁的效率和可靠性。设计一款基于BIM技术的桥梁建造和维护

管理系统, 将为工程师、建筑师和项目管理人员提供强大的工具, 以实现数字化建模、优化施工管理和维护管理。

二、BIM技术在桥梁建造与维护管理中的应用

1. BIM技术的基本原理和特点

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 技术是一种通过数字化模型来实现建筑设计、施工和运营管理的技术。它可以将建筑物的各个部分、各种信息和各个阶段的过程集成到一个数字化的模型中, 方便管理和协调。BIM技术的基本原理是将建筑物的各种信息和数据统一管理, 将建筑物的各个部分进行数字化建模, 并通过软件进行数据的协同和共享。通过这样的方式, BIM技术可以实现对建筑物从设计到运营全过程的数字化管理, 包括建筑物的形状、结构、材料、构件、设备、工序等各个方面。在BIM技术中, 每个构件都有自己的数字化模型, 这些数字化模型可以进行3D、4D、5D甚至6D建模, 从而实现各个方面的协调和优化。

BIM是建筑信息模型 (Building Information Modeling) 的缩写, 是一种基于数字化技术的建筑设计与管理方法。BIM技术以三维建模为基础, 可以直观地呈现建筑物的各个部分。通过BIM技术, 可以在三维模型中添加详细的构造信息, 比如材料、尺寸、质量等, 帮助设计师更好地预测建筑物的性能和行为。BIM技术可以使用参数化设计, 即在设计过程中通过设定参数, 快速地生成不同方案, 使设计师更容易地对设计方案进行比较和选择。通过参数化设计, 可以大大提高设计效率和精度。BIM技术可以支持协同设计, 即多个设计师可以同时参与同一个项目的设计工作。不同设计师可以在同一个模型中进行设计, 可以及时地发现设计冲突, 避免重复设计, 提高设计效率。

BIM技术可以支持建筑生命周期管理, 即从建筑物的设计、建造、运营、维护到拆除, 都可以通过BIM技术进行管理和控制^[1]。通过BIM技术, 可以更好地控制建筑物的成本、时间和质量。BIM技术具有三维建模、参数化设计、协同设计、信息集成、可视化分析、数据共享、建筑生命周期管理等特点, 可以为建筑设计和管理带来很多优势。

2. BIM技术在桥梁建造中的应用

BIM技术可以在整个建筑生命周期中进行数字化建模、分析和管理, 以提高设计效率、减少错误、优化构建过程并降低成本。在桥梁建造中, BIM技术可以发挥重要作用, 具体包括以下方面:

(1) 设计阶段: BIM可以帮助设计师进行可视化建模, 让设计师更好地了解桥梁的结构和构造, 从而优化设计方案。在设计过程中, BIM可以支持多个设计方案的比较和评估, 从而选择最优方案。

(2) 施工阶段: BIM可以帮助施工人员在施工前进行预测和分析, 确保施工过程的安全性和有效性。例如, BIM可以提供三维模型, 以展示每个施工步骤, 从而预测可能出现的问题, 并进行虚拟仿真来优化施工过程。

(3) 质量控制: BIM可以帮助实现桥梁建造的精细化和标准化。BIM可以提供详细的桥梁模型, 以便检查模型的每个细节。通过模拟和分析数据, 可以在建造过程中追踪和监控工作的质量, 并及时纠正任何问题。

(4) 维护和管理: BIM可以帮助桥梁的维护和管理。通过建立数字模型, 维修人员可以更好地了解桥梁的结构和构造, 并在必要时进行修复和更换。此外, BIM还可以提供有关桥梁使用寿命的信息, 从而帮助决策者制定更有效的维护计划。

综上所述, BIM技术在桥梁建造中的应用非常广泛。它可以帮助设计师优化设计方案、支持施工过程中的决策、提高质量控制和管理效率, 并为桥梁的维护和管理提供重要信息。

3. BIM技术在桥梁维护管理中的应用

BIM技术(建筑信息模型技术)在桥梁维护管理中的应用可以大大提高桥梁维护的效率和质量。BIM技术可以帮助工程师和技术人员对桥梁进行建模, 包括各种细节、结构和材料。通过BIM技术, 桥梁的各个部分可以被精确地建模, 包括其外观、内部结构和所有相关信息。这些数据可以存储在单个模型中, 并通过云端技术和移动设备进行访问和共享。此外, BIM技术还可以实现数据的实时更新和更改, 确保数据的准确性和可靠性^[2]。

三、基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统设计

1. BIM技术维护管理系统功能需求分析

BIM技术是一种数字化建造技术, 用于设计、建造和维护建筑物。BIM技术维护管理系统是基于BIM技术的一种管理软件, 用于维护和管理建筑物的运营和维护。BIM技术维护管理系统应能够管理建筑物中的各种设备, 包括设备的位置、状态、运行记录等信息, 方便维护人员及时进行维修和保养。系统应能够对建筑物的维护任务进行有效的分配和管理, 包括任务的进度、负责人、紧急程度等信息, 确保任务能够及时完成。系统应能够将建筑物的相关信息共享给维护人员和其他相关人员, 方便他们更好地了解建筑物的情况, 提高维护效率和准确性。

系统应能够根据建筑物设备的运行状态和维护历史记录, 进行预防性维护的计划和安排, 以提高设备的可

靠性和延长使用寿命。能够生成维护和运营的相关报告, 包括维修报告、设备运行报告等, 方便管理人员了解建筑物的维护情况和设备的运行状况。以图形化方式显示建筑物设备的位置和状态, 方便维护人员进行操作和管理。对建筑物设备的运行数据进行分析, 提取有价值的信息, 为决策提供参考依据。对建筑物设备进行安全管理, 包括安全隐患排查、安全预警等, 确保建筑物设备的安全运行。BIM技术维护管理系统的功能需求分析主要包括设备管理、任务管理、信息共享、预防性维护、报告管理、可视化管理、数据分析和安全管理等方面。这些功能将有效提高建筑物的运营效率和设备可靠性, 降低运营成本, 为建筑物的维护和管理提供有力支持。

2. BIM技术维护管理系统技术架构设计

BIM技术维护管理系统是一种集成了建筑信息模型(BIM)技术、维护管理系统和 workflow 管理的综合性管理系统。该系统可以帮助建筑行业的专业人士对建筑进行全生命周期管理, 包括设计、施工、维护和拆除等不同阶段。BIM技术维护管理系统的技术架构设计是基于BIM技术的基础上, 通过集成多种软件系统和技术手段实现的。其架构设计包括前端应用程序、后端服务、数据库、云服务平台等多个组成部分。前端应用程序是BIM技术维护管理系统的用户交互界面, 负责接收用户的输入和显示系统输出。该应用程序主要由Web前端技术和移动端应用技术组成。Web前端技术采用HTML、CSS和JavaScript等技术实现, 可以通过浏览器访问系统。移动端应用技术则通过iOS和Android等移动操作系统上的应用程序实现。

后端服务是BIM技术维护管理系统的核心部分, 它负责处理用户的请求和管理系统的数据。该服务可以采用.NET、Java、Python等多种编程语言实现。后端服务可以分为多个模块, 每个模块实现不同的功能, 如数据管理、权限管理、workflow管理等。同时, 后端服务还可以集成第三方服务, 如图像处理、文本识别等服务, 以扩展系统的功能。数据库是BIM技术维护管理系统的数据存储和管理平台, 它负责存储系统的数据和元数据。该数据库可以采用关系型数据库和非关系型数据库等多种数据库管理系统实现。通过数据库, 系统可以实现数据的增删改查等操作, 并支持数据备份和恢复等功能。云服务平台是BIM技术维护管理系统的基础设施, 它负责提供系统的网络服务和运行环境。云服务平台可以采用Amazon Web Services、Microsoft Azure、Google Cloud等云服务提供商提供的云服务实现。通过云服务平台, 系统可以实现高可用性、弹性伸缩、安全性等功能^[3]。

3. BIM技术维护管理系统界面设计

四、BIM技术的桥梁建造案例和维护管理分析

1. BIM技术的桥梁建造案例

该桥梁位于中国广东省深圳市南山区，是一座名为蛇口东角头海上隧道桥的公路桥梁。该桥梁是连接深圳市南山区和蛇口半岛的重要交通枢纽，总长4.4公里，其中主桥长2.4公里，采用双塔单索面斜拉桥结构，设计和建造工作由中国中铁二局集团承担。在设计和建造过程中，中铁二局集团使用BIM技术来实现桥梁的数字化建模。通过将所有桥梁的结构和部件纳入一个三维模型中，设计师和工程师能够更好地理解桥梁的结构和性能，从而更好地规划和设计施工方案。在施工阶段，BIM技术也被广泛应用。建筑团队使用BIM模型来帮助他们更好地规划施工过程，并预测任何潜在的施工问题。工人使用BIM模型作为施工指南，确保每个部分都按照规划进行，并及时发现和解决施工中的问题。在建成后，BIM模型仍然非常有用。维护人员可以使用模型来了解桥梁的设计和结构，帮助他们更好地规划和执行维护工作。BIM模型还可以用来指导未来的桥梁升级和扩建。通过BIM技术的应用，中铁二局集团成功地完成了蛇口东角头海上隧道桥的建造，同时提高了工作效率，降低了成本，并保证了施工和建造的质量。

(1) 杭州湾跨海大桥

杭州湾跨海大桥是连接浙江省宁波市和上海市的一座公路和铁路双层跨海大桥，全长36公里，是世界上最长的跨海大桥之一。BIM技术在该项目中的应用覆盖了桥梁结构设计、施工计划、安全评估等多个环节。通过BIM模型，设计人员可以快速模拟不同方案下的结构表现和承载力分布，提高了设计效率和精度；施工方面，BIM技术可以帮助建筑师准确制定施工计划，并且优化现场布局，提高了施工效率和质量。

(2) 岭南半岛高速公路通海段大桥

岭南半岛高速公路通海段大桥是一座单跨斜拉桥，全长1272米，是中国最长的单跨斜拉桥。BIM技术在该项目中的应用主要集中在结构设计、施工过程模拟和安全评估等方面。设计人员通过BIM模型可以直观地了解结构的承载能力、疲劳状态等信息，并在设计中进行优化。施工方面，BIM模型可以模拟桥梁的施工过程，辅助施工人员预测并避免潜在的施工问题，提高了施工效率和安全性。

(3) 成都市双流机场城际铁路崇州大桥

成都市双流机场城际铁路崇州大桥是一座全长2140米的高速公路铁路双层桥，是中国首座采用BIM技术设计的铁路桥梁。在设计中，BIM技术不仅帮助设计人员优化结构设计，还可以在设计过程中预测桥梁的施工难度，辅助施工方案的制定。

2. BIM技术的桥梁维护管理案例

广东省交通集团在维护广州市南沙大桥时，采用了BIM技术进行建模和管理。南沙大桥全长12.89公里，是连接广州市和南沙新区的重要桥梁，承担着巨大的交通压力。传统的桥梁管理方式难以对其进行全方位、多层次的管理，而BIM技术则可以实现精准建模和数据分析。南沙大桥BIM模型可以实现对桥梁结构、荷载、疲劳、腐蚀等各个方面的数据收集和分析，为后续的桥梁维护管理提供了重要依据。同时，BIM技术还可以对桥梁的损伤情况进行智能分析和预测，及时发现问题并采取措​​施，保障桥梁的安全稳定运行。

江苏省交通集团在维护盐城市东盐大桥时，采用BIM技术实现了数字化管理。东盐大桥全长1540米，是中国东部地区的重要交通枢纽，承担着沿海经济带的货运和物流任务。通过BIM技术，东盐大桥的管理工作实现了数字化，各项工作得以系统化、规范化，提高了管理效率和工作质量。BIM技术可以对桥梁的设计、施工、运营、维护等各个环节进行数字化管理，实现信息的共享和协同，避免信息孤岛和数据冗余，提高了管理效率和决策水平。

福建省交通运输集团在维护福建南安隧道时，采用BIM技术实现了智能化管理。南安隧道是中国东南地区最长的公路隧道之一，全长12.9公里，由于隧道建设环境复杂，管理难度大，传统的管理方式难以满足其要求。通过BIM技术，南安隧道实现了智能化管理。BIM技术可以实时监测隧道内部的温度、湿度、氧气浓度等各项参数，并对数据进行分析和处理，发现异常情况。

五、总结

基于BIM技术的桥梁建造与维护管理系统可以提高桥梁建造和维护管理的效率、质量和安全性。通过BIM技术，可以实现桥梁建造过程中的三维模型设计、模拟施工和资源调配，可以提前发现潜在问题，减少设计、施工和运维过程中的错误和漏洞，降低建设成本。在桥梁维护管理方面，BIM技术可以实现桥梁的数字化建模和维护管理，包括桥梁的结构、材料和维护历史等信息的收集和整合。通过BIM技术，可以预测和诊断桥梁的结构和功能问题，提高维护的准确性和效率。同时，也可以为桥梁的维修和更新提供便利和安全的支持。

参考文献

- [1] 周定权. 基于绿色生态理念的公路桥梁施工技术探析[J]. 交通节能与环保, 2018(03), 88-90.
- [2] 柯晓峰. BIM技术在潮白河特大斜拉桥梁工程的建造技术应用研究[D]. 武汉轻工大学, 2018.
- [3] 秦亮. 基于信息技术的桥梁建造管理系统的实现[J]. 信息通信, 2014(02), 107.