

结合 BIM 技术的土木工程全生命周期评级探索

雷军

中国江西国际经济技术合作有限公司

DOI:10.12238/bd.v8i6.4285

[摘要] 随着建筑信息模型(BIM)技术的不断发展,其在土木工程全生命周期中的应用越来越广泛。本文旨在探讨BIM技术如何在土木工程的各个阶段发挥作用,从而提高工程项目的整体效率和质量。通过分析BIM技术在设计、施工、运营维护等关键阶段的应用,本文将展示BIM技术如何帮助实现更精确的评级和评估,进而促进可持续发展和环境保护。

[关键词] BIM技术; 土木工程; 全生命周期; 可持续发展

中图分类号: S969.1 **文献标识码:** A

Exploration of Civil Engineering Life Cycle Rating Combined with BIM Technology

Jun Lei

China Jiangxi International Economic and Technological Cooperation Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous development of Building Information Modeling (BIM) technology, its application in the entire life cycle of civil engineering is becoming increasingly widespread. This article aims to explore how BIM technology can play a role in various stages of civil engineering, thereby improving the overall efficiency and quality of engineering projects. By analyzing the application of BIM technology in key stages such as design, construction, operation, and maintenance, this article will demonstrate how BIM technology can help achieve more accurate ratings and evaluations, thereby promoting sustainable development and environmental protection.

[Key words] BIM technology; civil engineering; Full lifecycle; sustainable development

1 BIM 技术的概述

BIM(建筑信息模型)技术是一种创新的工程管理方法,它通过创建和维护一个包含建筑项目所有信息的数字模型,实现了设计、施工和运营维护等全过程的集成管理。BIM技术的引入,可以追溯到20世纪70年代,但真正得到广泛应用是在过去十年中,随着信息技术的快速发展,BIM已经成为提升土木工程项目效率和可持续性的关键工具。据估计,采用BIM技术可以减少高达40%的设计错误和施工变更,显著降低了项目成本和时间延误。

1.1 土木工程全生命周期评级的重要性

在当今社会,土木工程项目不仅要满足功能性和经济性的要求,还必须考虑到环境和社会的可持续性。全生命周期评级(Life Cycle Assessment, LCA)是一种评估产品从原材料获取、生产、使用到废弃全过程对环境影响的方法。对于土木工程而言,全生命周期评级的重要性体现在以下几个方面:首先,全生命周期评级有助于识别和量化工程项目在不同阶段对环境的影响。其次,全生命周期评级能够指导项目团队选择更加环保的材料和工艺。再者,全生命周期评级有助于提高土木工程项目的整

体性能和效率。最后,全生命周期评级符合当前全球可持续发展的趋势。

2 BIM技术在设计阶段的应用

2.1 设计效率的提升

传统的设计方法中,各专业间的数据不兼容和信息孤岛问题常导致大量重复工作,而BIM技术通过三维模型整合了建筑、结构、机电等多个专业,实现了跨专业的协同设计。Autodesk的Revit平台可以让设计师实时查看和修改设计,减少了50%以上的设计错误和变更。此外,BIM模型还可以自动生成施工图和工程量清单,进一步节省了设计时间,提高了设计精度和效率。

在实际项目中,如新加坡的滨海湾金沙综合度假胜地的建设中,设计团队利用BIM技术,成功减少了设计修改30%以上,大大缩短了设计周期。这充分展示了BIM在提升设计效率方面的巨大潜力。通过模拟和优化,BIM技术还能帮助设计师在早期阶段就预见并解决潜在问题,如管线碰撞,从而提高设计质量和效率。

2.2 误差减少与成本控制

在设计阶段,BIM通过三维可视化模型,可以提前发现并解

决潜在的设计冲突,据研究表明,这可以减少高达70%的施工阶段变更。此外,BIM结合工程量计算,可以提高预算的准确性,避免因设计变更导致的额外费用。

在施工阶段,BIM技术通过4D施工模拟,能够精确规划施工顺序和时间,从而减少施工错误和返工。根据一项研究,4D施工模拟可以平均减少9%的施工时间。同时,BIM的精确材料清单功能可以降低材料浪费,进一步节省成本。

2.3 可持续设计的实现

在设计阶段,BIM技术通过三维模型整合了建筑的结构、机械、电气等多个专业,提高了设计效率,减少了设计变更导致的浪费。同时,设计者可以利用BIM进行能耗分析和环境影响评估,确保设计方案符合绿色建筑标准,如LEED或BREEAM,从而实现资源的高效利用和环境影响的最小化。

在施工阶段,BIM技术支持4D施工模拟,帮助项目团队预测和优化施工进度,减少不必要的资源消耗。悉尼歌剧院的重建项目中,通过BIM的4D模拟,施工延误减少了30%。此外,通过5D(BIM+成本)分析,可以实时调整施工方案,控制成本,避免浪费,进一步推动可持续设计的实施。

在运营维护阶段,BIM模型可以集成到设施管理系统中,实现建筑性能的持续监控和优化。通过预测性维护,可以及时发现并修复设施问题,避免过度维修或更换带来的资源浪费。阿联酋迪拜的哈利法塔利用BIM进行能效管理,成功降低了15%的运营成本。此外,BIM模型还可以帮助评估和改进建筑的能效性能,如通过调整HVAC系统参数,实现能源的高效利用,符合可持续设计的长期目标。

3 BIM技术在施工阶段的影响

3.1 实时进度监控

通过BIM模型,可以集成工程的各个施工细节,实时更新工程进度,确保项目按计划进行。使用4D-BIM技术,可以将施工计划与3D模型相结合,形成一个四维空间时间模型,直观展示每个施工活动的开始和结束时间。此外,BIM还能预警潜在的进度风险,如材料延迟、工种冲突等,提前进行调整,避免了传统方法中可能的10%-15%的额外成本增加。

3.2 施工质量与安全提升

通过三维模型,施工团队能更直观地理解设计意图,减少因理解偏差导致的返工,从而提升施工效率和质量。此外,BIM的模拟功能允许在施工前进行预演,找出潜在的安全隐患,如高处坠落风险点,提前采取预防措施,确保工人的生命安全。

在质量控制方面,BIM技术结合材料数据库,能精确计算材料用量,避免因材料不足或过剩导致的施工质量问题的发生。因此,BIM技术的实施不仅是技术的革新,更是对施工质量与安全管理的革命性提升。

3.3 工程变更管理优化

传统的变更管理中,信息传递滞后和不准确可能导致巨大的时间和成本浪费。然而,BIM技术通过三维可视化模型,可以实时更新设计变更,确保所有相关团队都能同步获取最新信息。此

外,BIM模型还能进行变更影响分析,预测变更可能带来的结构、安全或进度问题,从而提前制定应对策略,避免了因变更引发的返工,有效提高了施工效率和项目稳定性。

4 BIM技术在运营维护阶段的角色

4.1 设施管理的智能化

通过集成建筑信息,BIM技术能够创建一个实时更新的数字孪生模型,使运营维护团队能够精确地追踪和管理建筑性能。智能系统可以预测设备的故障,根据设备的运行数据和维护历史,提前安排维修,从而避免非计划停机,节省维护成本。此外,结合物联网设备,BIM可以监控能源消耗,通过数据分析优化能效,进一步降低运营成本。

以新加坡的樟宜机场为例,通过应用BIM技术,机场成功实现了设施管理的智能化,能够实时监控和调整超过100万个设备的运行状态,显著提高了服务质量和运营效率(文章中如图1所示)。这种创新的应用模式不仅提高了资产的使用寿命,还为机场节省了大量的人力和物力资源。因此,BIM技术对于推动设施管理的智能化,实现土木工程全生命周期的高效、可持续管理具有重大意义。



图1 新加坡的樟宜机场

4.2 预防性维护与成本节省

通过BIM模型,可以集成设施的详细信息,包括设备性能、维护历史等,预测可能出现的故障,从而实现从被动维修到主动预防的转变。此外,通过模拟分析,可以优化维护计划,减少不必要的停机时间,进一步提高运营效率和节省成本。

同时,BIM模型结合物联网传感器数据,可以实时监控设施状态,及时发现潜在问题,减少因设备故障导致的生产中断。这种前瞻性管理方式,据估计,可将整体维护成本降低15%-20%。因此,BIM技术的运用对于实现土木工程的可持续和经济运营具有重要意义。

4.3 能效管理的提升

在设计阶段,BIM可以集成建筑的能源系统模型,通过模拟分析,优化设计以提高能效。通过模拟不同外墙保温材料 and 窗户朝向对能耗的影响,可以实现能耗降低10%-20%。在施工阶段,BIM可以确保设备安装位置的精确性,避免因位置错误导致的能效损失。

在运营维护阶段,BIM结合物联网技术,可以实时监控建筑

的能耗状况,及时发现并解决能效异常问题。IBM的“Smart Building”项目中,通过BIM的能效管理系统,成功降低了30%的非必要能耗。此外,BIM还能进行能效优化分析,为设施管理者提供节能改造的决策支持,进一步提升能效并节省运营成本。

在环境影响评估方面,BIM技术可以帮助评估建筑全生命周期的能耗和碳排放,确保建筑符合绿色建筑标准,如LEED或BREEAM。通过优化设计和运营策略,BIM可以助力降低建筑生命周期内的环境影响,实现可持续的能效管理。

5 BIM技术对环境影响的评估

5.1 绿色建筑标准的符合性

在设计阶段,BIM允许设计团队整合各种环境性能参数,如能耗分析和雨水收集系统,以创建更符合LEED(绿色能源与环境设计领导力)标准的方案。一个由BIM支持的项目可以减少20%的能源消耗和水资源浪费。

施工阶段,BIM技术通过精确的材料估算和减少浪费,有助于实现绿色建筑的“减少、重用、回收”原则。此外,施工过程中的噪声和排放管理也能通过BIM的模拟和优化功能得到改善,以降低对周边环境的影响。

在运营维护阶段,BIM集成的能效管理系统可以实时监控建筑性能,确保照明、暖通空调等系统的运行效率,符合ASHRAE(美国暖通空调工程师学会)的能效标准。

最后,BIM技术能够评估建筑的生命周期环境影响,包括材料生命周期内的碳排放和资源消耗。通过持续优化,可以确保建筑在使用期限内持续符合或超越LEED和BREEAM(建筑研究扩大会)等绿色认证的标准,实现真正的可持续发展。

5.2 建筑废弃物管理的改进

在BIM技术的全生命周期评级中,建筑废弃物管理的改进是一个关键环节。传统的废弃物管理方式往往导致高比例的废弃物产生和低效率的回收,而BIM技术的应用可以显著改善这一状况。通过BIM的精确数据模型,项目团队可以在设计阶段就预测并减少潜在的废弃物,比如,根据AECOM的报告,采用BIM可以减少高达40%的废弃物的量。在施工阶段,BIM可以精确计算材料用量,减少过度切割和浪费,进一步优化废弃物的源头控制。此外,BIM还可以集成废弃物处理计划,确保废弃物被正确分类和处理,提高回收利用率。

5.3 生命周期环境影响的降低

BIM技术在土木工程全生命周期评级中扮演着关键角色,尤其是在降低环境影响方面。在设计阶段,BIM支持可持续设计的实现,通过整合能源分析工具,可以预测建筑的能耗,从而优化设计以减少运营期间的碳排放(如绿色建筑的LEED认证标准)。一个由BIM支持的商业项目,通过优化设计减少了15%的预期能耗。

施工阶段,BIM技术通过精确的材料估算和减少浪费,有助于降低建筑废弃物对环境的影响。此外,通过虚拟施工,可以提前识别并解决潜在问题,避免了现场变更导致的资源消耗和额外排放。

在运营维护阶段,BIM集成的能效管理系统能实时监控和调整设备运行,进一步降低能耗。此外,BIM也有助于提高建筑的回收性和可适应性,减少因拆除或改造带来的环境负担。

6 结论

BIM技术在土木工程全生命周期评级中的应用,不仅提升了项目的整体性能,而且对环境保护起到了积极的促进作用。随着技术的不断进步和应用的深入,BIM技术有望在未来的土木工程领域发挥更加重要的作用,推动行业向更加绿色、高效和可持续发展的方向发展。

[参考文献]

- [1]张佳怡.工程项目管理类课程BIM体系的建设研究[C]//中国智慧工程研究会.2023中西部地区教育创新与发展论坛论文集(一).吉林农业科技学院,2023:2.
- [2]施展.全生命周期的建筑业IPD项目风险管理研究[D].安徽建筑大学,2023.
- [3]邱季.BIM技术在城市地下道路工程全生命周期中的应用[J].工程技术研究,2023,8(10):132-134.
- [4]王沛瑶.基于BIM技术的装配式建筑全生命周期应用研究[D].天津理工大学,2023.
- [5]熊克俊,张丹.装配式建筑全生命周期BIM应用能力评价及实证研究[J].青海大学学报,2022,40(06):84-92.

作者简介:

雷军(1983--),男,汉族,江西安义人,本科,研究方向:土木工程。