

DOI: 10.7672/sjgs2013180091

BIM 技术全寿命周期一体化应用研究*

刘占省,王泽强,张桐睿,徐瑞龙

(北京市建筑工程研究院有限责任公司,北京 100039)

[摘要] 针对 BIM 技术在我国的发展及应用情况,对该技术的优势进行了阐述;研究给出了 BIM 辅助项目实施目标、技术路线、建模流程及其具体实施内容。以预应力钢结构等复杂工程为例,分别对 BIM 技术在工程设计、施工及运营维护等阶段的应用内容进行了详细的介绍。

[关键词] 信息化; BIM; 全寿命周期; 设计; 施工; 运营; 维护

[中图分类号] TU17; TU71

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2013)18-0091-05

Study on the Application of Whole Life Cycle of BIM Technology

Liu Zhansheng, Wang Zeqiang, Zhang Tongrui, Xu Ruilong

(Beijing Building Construction Research Co., Ltd., Beijing 100039, China)

Abstract: In view of the development and application of BIM technology in our country, the advantages of this technology are expounded. The project goals, technical route, modeling process and implementation content of BIM technology are researched. Taking prestressed steel structures as examples, the application of BIM technology was respectively introduced in engineering design, construction, operation and maintenance.

Key words: information; building information modeling; whole life cycle; design; construction; operation; maintenance

0 引言

BIM 技术 (building information modeling, 建筑信息模型) 是近年来在计算机辅助建筑设计领域出现的新技术,它是利用数字模型对建筑进行规划、设计、建造和运营的全过程。采用 BIM 技术可使整个工程项目在设计、施工和运营维护等阶段都能够有效地实现建立资源计划、控制资金风险、节省能源、节约成本、降低污染和提高效率^[1,2],从真正意义上实现工程项目的全寿命周期管理。

欧美、日本和新加坡等国家已制定了相关的国家 BIM 技术标准, BIM 技术普及率达 60% ~ 70%^[3]。2012 年 3 月 28 日中国 BIM 发展联盟成立,已将 BIM 技术应用于建筑设计阶段、施工过程及后期运营管理阶段,主要进行协同设计、效果图及动画展示和加强设计图的可施工性,以及三维碰撞检查、工程算量、虚拟施工及 4D 施工模拟等^[4]。

但是,我国各研究机构对 BIM 技术的研究相对

比较分散,没有形成一套完整的技术体系;各企业也只是将 BIM 应用到某一个或某几个项目的部分建设过程中,还不能在设计、施工管理及运营等整个寿命周期连续应用 BIM 技术。因此,有必要对 BIM 技术的优势进行论述,对具体实施内容进行研究,对 BIM 技术在建筑结构规划设计、施工管理及运营维护中的应用进行总结,为 BIM 技术在我国继续推进和更深入的应用提供重要参考。

1 BIM 技术优势

BIM 技术改变了传统的 2D、3D 的建模,实现了到 4D、5D 的信息建模的技术革命,从而真正实现了协同设计。通过技术的推广与应用,成为业主决策阶段的有效辅助工具,设计和施工单位承接大项目的必备能力。同时,也是未来建筑设计、施工与运营管理的必然发展趋势^[5-7]。具体技术优势如下:

- ①对业主方而言,采用 BIM 技术,可实现规划方案预演、场地分析、建筑性能预测和成本估算等。
- ②对设计方而言,采用 BIM 技术,可实现可视化设计、协同设计、性能化设计、工程量统计和管线综合等。
- ③对施工方而言,采用 BIM 技术,可实现施工进度模拟、数字化建造、物料跟踪、可视化管理和施工配

* 北京市博士后工作经费资助项目(2012ZZ-A07);北京市科技新星计划(Z121106002512099)
[作者简介] 刘占省,博士, E-mail: lzs4216@163.com
[收稿日期] 2013-04-16

合等。④对运营维护阶段而言,采用 BIM 技术,可实现虚拟现实和漫游、资产、空间等管理,建筑系统分析和灾害应急模拟等。

2 BIM 技术具体实施内容研究

针对 BIM 技术的需求,本研发课题组以北京建工集团 BIM 技术中心为依托,以大型仿真分析中心为技术优势。在 BIM 技术研发过程中,承担了“建筑结构全寿命安全性诊治综合服务体系建设项目(中关村自主创新示范区现代服务业资助项目)”、“基于 BIM 的超高层建筑施工控制及健康监测成套技术研究(北京市科委新星计划资助项目)”和“基于 BIM 的预应力钢结构全过程施工控制及监测技术研究(北京市博士后科研经费资助项目)”等多项与 BIM 技术相关的课题研究工作。

基于研发的 BIM 技术,在盘锦体育场(超大跨度空间张拉索膜结构,长轴 267m,短轴 234m)和徐州体育场(超大规模索承网格结构,长轴 263m,短轴 243m)等复杂预应力钢结构工程中进行了具体应用和实施。在课题研究及工程项目实施过程中,提出了 BIM 辅助项目实施目标,确定了 BIM 实施技术路线,制定了 BIM 建模流程,并建立了 BIM 族标准及族库等内容。

1) BIM 辅助项目实施目标

根据应用过程中的需求,课题组确定了 BIM 辅助项目实施的 6 大目标:建筑性能化分析、结构参数化设计、建造可视化模拟、施工信息化管理、安全动态化监测、运营精细化服务。

2) BIM 实施技术路线

针对具体工程的 BIM 实施目标和内容,确定了 BIM 实施技术路线,详细步骤如图 1 所示。

3) BIM 建模流程

由于目前工程的设计基本都采用 CAD 出图,为此在 BIM 实施过程中,针对已有完整的 CAD 图的情况,对于 BIM 模型的建立,特制定了 BIM 建模流



图 1 BIM 实施技术路线

Fig.1 Technology route of BIM

程:相应族的建立→CAD 轴线图导入 Revit Structure →将建立的族导入项目中→根据构件尺寸进行参数化建模→模型搭建完成→深化设计及施工模拟。

4) BIM 族标准制定及族库建立

目前 BIM 族的标准还没有完全统一,对于如预应力钢结构等复杂建筑结构,相应的族库需要专门的建立,为此在 BIM 实施过程中,进行了族库标准的制定,包含尺寸、材质、密度和造价等参数化数据,并开发了预应力钢结构专用族库,含工装、索具和索夹等,具体如图 2 所示。

3 BIM 技术在规划与设计中的应用研究

BIM 技术首先在建筑设计领域得到了应用,不只是充当画图的工具,而是已成为一种设计理念,可为设计师想象力的发挥提供极大的空间。在设计中,BIM 技术主要包含规划方案预演、效果图、协同设计及可施工性的加强等^[8]。

3.1 规划方案预演及效果图设计

BIM 系列软件具有强大的建模、渲染和动画技术,通过 BIM 可以将专业、抽象的二维建筑描述通

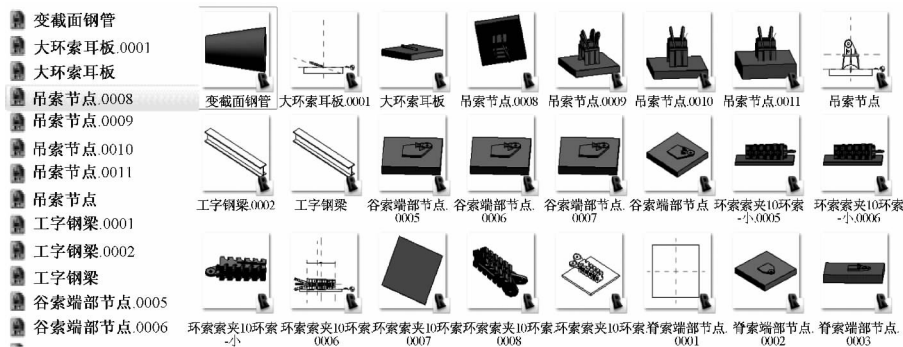


图 2 预应力钢结构专用族库

Fig.2 Special database for prestressed steel structure

俗化、三维直观化,使得业主等非专业人员对项目功能性的判断更为明确、高效,决策更为准确。从而使规划方案能够进行预演,方便业主和设计方进行场地分析、建筑性能预测和成本估算,对不合理或不健全的方案进行及时的更新和补充。

基于已有 BIM 模型,可以在设计意图或者使用功能发生改变时,在很短时间内进行修改,从而能够及时更新效果图和动画演示。并且,效果图制作功能是 BIM 技术的一个附加功能,其成本较专门的效果图的制作大大降低,从而使得企业在较少的投入下获得更多的回报。

3.2 协同设计及结构设计

随着建筑工程复杂性的不断增加,学科的交叉与合作成为建筑设计的发展趋势,这就需要协同设计。基于 BIM 技术,可以使建筑、结构、给排水、暖通空调、电气等各专业在同一个模型基础上进行工作。从而使设计信息得到及时更新和传递,提高建筑设计的质量和效率,实现真正意义上的协同设计。对于复杂的预应力钢结构工程,其结构的设计是否安全合理是重中之重,真实的结构信息也能为相应的结构设计分析提供良好的基础。通过文中所述的技术路线和建模流程图,建立的 BIM 结构模型如图 3 所示。

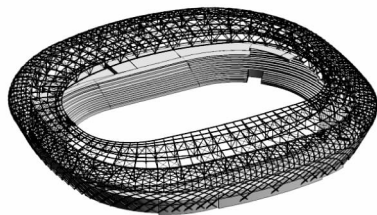


图 3 徐州体育场 BIM 结构模型
Fig. 3 BIM modeling of Xuzhou Stadium

同时,基于建立的 BIM 结构模型,提取其中的信息,与 ANSYS 和 Midas 等有限元计算软件进行交流和传递,进行相关结构分析与计算。如可以基于 Revit 模型接口 ANSYS 对索系进行找形;根据 ANSYS 数据,利用 FT 软件进行膜找形;ANSYS 根据反馈的资料输入 Revit,重新找形,实现结构的合理分析设计。也可以基于 Revit 模型接口 Midas 对钢结构进行设计分析;基于 Revit 模型接口 ANSYS 对索网系结构进行设计;根据设计分析结果资料输入 Revit,更新 BIM 模型。同时,BIM 模型也可导出到相关软件进行专业分析,如建筑耗能分析(DOE-2/EnergyPlus)、自然采光分析(IES/Radiance)、CFD 模拟和分析(STAR-CD)和照明优化工具(IES)等。

3.3 图纸可施工性与模型试验

由于欠缺施工经验,设计师在设计中对于结构

实施施工的难易性难以考虑周全,从而导致施工难度的增加,按照设计图纸,施工人员很难进行施工。利用 BIM 技术,让施工人员提前参与设计阶段,与设计人员加强交流,及时交互设计信息,对施工方案进行预演,从而降低施工难度,使得图纸的可施工性大大加强,这也改变了传统的设计模式。

对于盘锦体育场这种复杂的结构,其施工难度很大,需要的施工技术不同于以往现有的预应力施工技术,结构施工方案的合理性与施工技术的安全可靠性都需要验证,为此利用 BIM 技术建立试验模型,对施工方案进行动态展示,从而为试验提供模型基础信息。

4 BIM 技术在施工中的应用研究

据统计,全球建筑行业普遍存在生产效率低下的问题,其中 30% 的施工过程需要返工,60% 的劳动力被浪费,10% 的损失来自材料的浪费^[4]。BIM 应用系统创建的虚拟建筑模型,可以将模型同时间、成本结合起来,从而对建设项目进行直观的施工管理,主要包含施工深化设计、施工动态模拟和三维碰撞检查等技术。

4.1 施工深化设计

通常设计院出的图纸达不到直接施工的深度,或者是节点选用不符合施工单位的习惯、工艺,通常需要施工单位二次深化设计。传统的二次深化设计需要单独用专业软件,且需要根据已有图纸进行再次绘图,造成深化设计成本的增加和时间的延长。采用 BIM 技术,可以克服上述缺点。因此,在盘锦体育场和徐州体育场的结构深化设计采用了 BIM 技术,进行了复杂节点及工装设计(见图 4)。在建立三维深化设计模型后,平立剖模型能够自动生成,可三维动态展示,方便了加工制造,从而降低了深化设计成本。

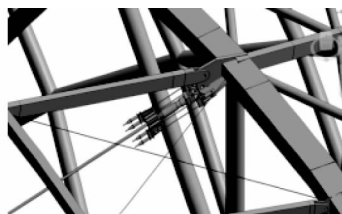


图 4 基于 BIM 的节点和工装深化设计
Fig. 4 Detailed design for joints and components installation with BIM

4.2 施工可视化动态模拟和管理

采用 BIM 技术建立虚拟建筑模型,从不同的角度观察虚拟模型,对建筑物的外观、环境功能、施工等方面进行交互的建模与分析;然后,进行施工方法试验、施工过程模拟及施工方案优化,对比分析

不同施工方案的可行性,实现施工可视化动态模拟。将施工现场 3D 模型与施工进度相结合,并与施工资源与场地布置信息集成一体,引入时间维度,可以实现基于 BIM 技术的 4D 施工模拟,图 5 为徐州体育场施工模拟示意。通过 4D 施工模拟,可以动态展示施工界面和顺序。例如将 4D 施工模拟与施工组织相结合,则可以使设备材料进场、劳动力配置、机械排班等各项工作安排的更加经济合理。

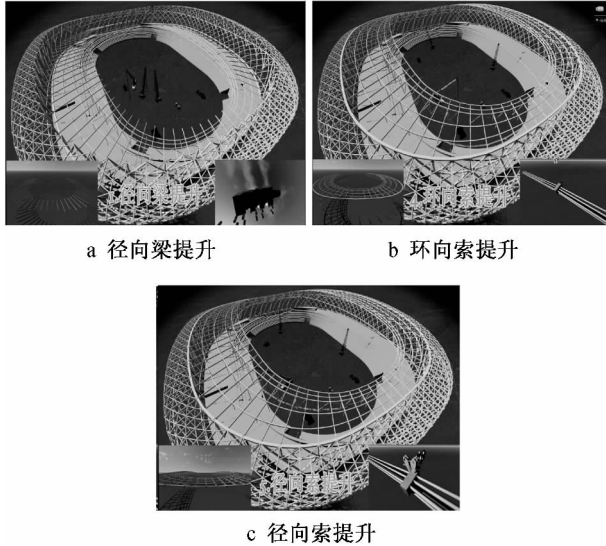


图 5 徐州体育场 4D 施工模拟

Fig. 5 4D construction simulation for Xuzhou Stadium

4.3 方案比选与预演

预应力钢结构的关键构件及部位的安装相对比较复杂,合理的安装方案很重要,正确的安装方法能够省时省费用,传统方法是在工程实施时才能得到验证,这就造成了二次返工等问题。同时,传统方法是施工人员在完全领会设计意图之后,再传达给建筑工人,相对专业性的术语及步骤对于工人来说难以完全领会。基于 BIM 技术,能够提前对重要部位的安装进行动态展示,提供施工方案讨论和技术交流的虚拟现实信息,如图 6 所示。同时,也能对关键部位进行施工方案预演和比选,实现三维指导施工,从而更加直观化地传递施工意图。

4.4 碰撞检查与施工布置优化

传统的二维图纸设计中,碰撞检查需要在各专业设计图纸汇总后才能实施,这将耗费大量时间,影响工程进度。采用 BIM 技术,如设计阶段的 Navisworks,可以在建造前就对建筑的管线等进行碰撞检查,优化净空和管线排布方案,消除硬碰撞并尽可能地避免软碰撞,减少错误损失和返工。同时,基于建立的 BIM 三维模型,可以对施工场地进行优化布置,合理安排塔式起重机、库房、加工场地

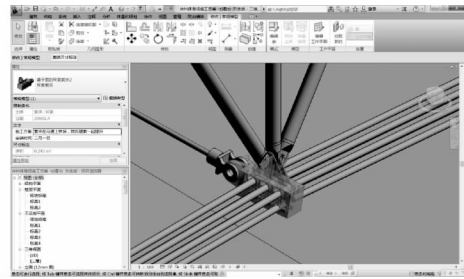


图 6 关键部位施工信息提示

Fig. 6 Construction information suggestion for key components

和生活区等的位置,优化施工路线,如图 7 所示。

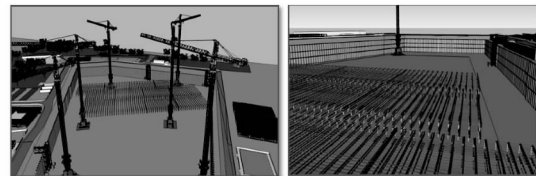


图 7 施工场地优化布置

Fig. 7 Construction site optimal layout

5 BIM 技术在运营维护中的应用

建筑物的运营维护通常包括监控、通信、通风、照明和电梯等系统,上述设备和管线如果发生故障都有可能影响建筑的正常营业,甚至引发安全事故。运用 BIM 技术,可以对这些隐患进行及时处理,从而减少不必要的损失,并且能对突发事件进行快速应变和处理,快速准确掌握建筑物的运营情况。

5.1 基于 BIM 技术的建筑监控及应急管理系统

基于建筑物完整的 BIM 信息模型,可以关联摄像头进行现场监控,从而建立建筑监控系统,通过数据来分析目前存在的问题和隐患,优化和完善现管理。通过配备监控大屏幕可以对整个视频监控系统进行操作,如图 8 所示,从而与其他子系统进行突发事件管理。突发事件的响应能力对于人流密集的区域非常重要,基于 BIM 技术可以消除任何管理的盲区。主要包括:预防、警报和处理。以消防事件为例,如果发生着火事故,会自动进行火警



图 8 视频监控系统

Fig. 8 Video monitoring system

警报;着火的三维位置和房间立即进行定位显示,为及时疏散和处理提供信息。

5.2 基于 BIM 技术的物业管理及维护

通过点击 BIM 模型可以查阅设备的信息,如使用期限、维护情况、所在位置和供应商情况等,能够对寿命即将到期的设备进行预警,提醒运营商及时进行更换;也可准确定位虚拟建筑中相应的设备,并对设备是否正确运行提供信息。通过基于 BIM 的物业管理系统可以管理复杂的地下管线并直接查看相互位置关系,从而为管网维修、设备更换带来更多方便。

通过 BIM 系统可以对能源消耗情况进行自动统计分析,比如各区域的每日或每月的用电量等,并对异常能源使用情况进行警告或者标识。通过 BIM 模型的管理可以使得空间设施可视化,如二次装修的时候,哪里有管线,哪里是承重墙不能拆除,这些在 BIM 模型中一目了然,也可在 BIM 模型中看到不同区域属于哪些租户,以及这些租户的详细信息。

6 结语

针对 BIM 技术在我国的发展及应用情况,本文对该技术的优势进行了阐述,并给出了 BIM 的具体实施内容,分别对 BIM 技术在预应力钢结构等复杂工程中的设计、施工及运营维护等阶段的应用内容进行了详细介绍,且得到以下结论。

1) BIM 技术可以实现整个建筑工程寿命周期的集成管理,但是该技术的研发需要计算机、有限元法、控制理论及数据库管理等多学科的交叉。

2) 族是 BIM 系列软件中最基本的参数化单元,好的族库会带来很大的应用效率。预应力钢结构构件族由于参数化的性质而具有很大的拓展空间,对于大型复杂建筑结构,族的标准性和通用性亟待进一步的开发研究。

3) 利用 Navisworks 可以进行施工模拟及施工管理,选择最优的施工方案。施工模拟的技术也给企业带来了效益,值得推广应用。

4) 运用 BIM 导出的数据可以实现各单位之间的数据共享及协调管理,从而很好地解决了现场加工场地狭小、垂直运输困难、加工质量难以控制等问题。

5) 基于 BIM 的多维管理技术是未来工程管理所必需的辅助工具,项目管理的模式必将由三维(3D)、四维(4D)发展到多维技术,可以大大提高工程管理水平,从而实现真正意义上的项目精细化管理。

参考文献:

- [1] 张建平,胡振中,王勇. 基于 4D 信息模型的施工冲突分析与 管理[J]. 施工技术,2009,38(8):115-119.
- [2] 刘晴,王建平. 基于 BIM 技术的建设工程生命周期管理研究 [J]. 土木建筑工程信息技术,2010,2(3):41-45.
- [3] Chris Allen, John Smallwood. Improving construction planning through 4D Planning [J]. Journal of Engineering, Design and Technology, 2008, 6(1): 7-20.
- [4] 刘照球,李云贵. 建筑信息模型的发展及其在设计中的应用 [J]. 建筑科学,2009,25(1):99-102.
- [5] 刘占省,李占仓,徐瑞龙. BIM 技术在大型公用建筑结构施工及管理中的应用[C]//第四届全国钢结构工程技术交流会论文集,2012.
- [6] 刘照球,李云贵,吕西林,等. 基于 BIM 建筑结构设计模型集成框架应用开发[J]. 同济大学学报:自然科学版,2010,38(7):948-953.
- [7] 张昆. 基于 BIM 应用的软件集成研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2011,3(1):37-42.
- [8] 张建平,余芳强,李丁. 面向建筑全生命期的集成 BIM 建模技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术,2012,4(1):6-14.

(上接第 85 页)

4 结语

1) 相对以往所采用的临时钢管架,本辅助装置可在工厂加工,批量生产,反复应用,并能够适应梁高变化进行施工。

2) 施工工艺简单,操作方便,有利于保证梁钢筋的绑扎质量。

3) 单支架承载力较大,稳定、可靠。

参考文献:

- [1] 田利民. 全现浇框架钢筋绑扎施工质量控制[J]. 工程质量,1996(1):12.
- [2] 牛玉青. 对沉梁法施工的探讨[J]. 山西建筑,2006,32(8):108-109.
- [3] 舒安,洪琦,田艰坚. 一种可重复使用的钢筋笼抬升装置:中国,201120303273[P]. 2012-05-02.
- [4] 北京钢铁设计研究总院. GB50017—2003 钢结构设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003.
- [5] 中国建筑科学研究院. JGJ/T152—2008 混凝土中钢筋检测技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

