

数字建模技术在建筑工程中的应用浅析

原民民^{1,2}, 许允华³, 刘春霞⁴

(1. 西安电子科技大学, 陕西 西安 710071; 2. 山西水利职业技术学院, 山西 运城 044004;
3. 信息产业部 电子综合勘察研究院, 陕西 西安 710054; 4. 太原科技大学, 山西 太原 030024)

摘要: 随着现代建筑创新理论和世界性建筑风格的交汇发展, 传统的建筑业也迫切地需要改革和进步。通过介绍数字建模的发展历程, 研究了当今数字建模技术在建筑业上的具体应用和优越性能, 通过利用数字建模技术的可视化方法, 可以模拟和仿真建筑工程设计、管理、施工等过程, 更好的完成各项工作的优化和管理, 帮助设计、施工单位创造最大化经济效益。

关键词: 数字建模; 可视化仿真; 建筑施工

中图分类号: TU12

文献标识码: A

文章编号: 1672—1144(2012)03—0058—03

Analysis on Application of Digital Modeling Technology in Building Construction

YUAN Min-min^{1,2}, XU Yun-hua³, LIU Chun-xia⁴

(1. Xi'an University of Electronic Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710071, China;
2. Shanxi Vocational and Technical Institute of Water Conservancy, Yuncheng, Shanxi 044004, China;
3. Comprehensive Survey and Research Institute of Electronics, Ministry of Information Industry, Xi'an, Shaanxi 710054, China; 4. Taiyuan University of Science and Technology, Taiyuan, Shanxi 030024, China)

Abstract: With the development of modern architectural innovation theory and the intersection of worldwide architectural style, it is very urgent for traditional construction to reform and progress. Here, through introducing the development of digital modeling, the specific applications and advantages of today's digital modeling technology in the construction industry are studied in detail. Through the use of digital modeling visualization method, the processes of building engineering design, management and construction can be modeled and simulated, and the optimization and management for each work can be better completed, so as to help the design and construction companies create maximum economic benefits.

Keywords: digital modeling; visual simulation; building construction

0 前言

随着城市化进程不断加快, 市场上呈现出建筑物向高、新、奇方面发展的趋势, 特别是现代高层建筑设计逐渐朝着快速、集约的方向发展, 复杂的框架结构、多变的优美线条、高耸的云梯塔楼, 对传统的建筑施工和质量控制提出了新的要求, 各种建筑的用料、布控、安装等需要严谨的预见性和计划性^[1]。当今市场激烈的竞争, 更迫使建筑业需要预知完成某项建筑工程项目的的时间和资金预算, 以保障企业的盈利目标和市场竞争力, 利用计算机辅助设计技术, 可以通过软件来模拟仿真建筑工程施工的过程,

预览建筑物的三维结构和效果, 可视化的施工过程, 还能预先发现设计上的疏忽和错误, 及时提交变更建议和对策。因此, 借助现代计算机技术和信息技术, 可以进一步完善建筑施工组织, 更好的进行过程的优化和各项工程设备筹备等工作, 提高工程设计的效率与实现协同设计变得越来越重要。

1 可视化立体辅助软件概述

1.1 三维建模

计算机图形学结合网络技术的发展, 很快在现代设计理论和方法论的研究中得到应用, 很多软件由单纯二维绘图^[1]向三维智能设计、物性分析、动态

仿真方向探索前进,几何造型、曲面造型、实体造型通过特征造型以及语义特征造型表现出来^[2]。许多创新性的理论和优秀的建模软件应运而生,理论方面如基于UG的三维建模理论、影像三维建模理论等,建模软件方面如AutoCAD、3Dmax、SolidWorks、Photo3D等,实现了集矢量、语义定义为一体的面向对象的三维GIS模型(OO3D),在动态生成LOD模型、三维表达的速度、数据存储、检索方面都有很大的突破;能够建立含拓扑关系的新型真三维广义三棱柱(GTP)模型,实现了复杂地层与巷道的一体化真三维建模与可视化操作。这些新理论、新技术的出现使得计算机技术在建筑中的应用也越来越普遍,从而使可视化三维建模在建筑业的设计自动化成为可能^[3]。软件在建筑生产中得到了广泛的应用。

1.2 四维建模

4D(4Dimension,简称4D)模型的涵义非常广泛,即在3D建筑信息模型的基础上附加任一项因素(如时间、工程造价、能量分析等),例如4D production model由三个模块组成:4D仿真器,冲突检测器,结果修改器。三个模块分别完成仿真施工过程,识别施工冲突,修改生产率与定义施工时间,实现4D模型^[4]。将模型的形成过程以动态的3D方式表现出来。4D模型不仅仅是一种可视的媒介,使用户看到物体变化过程的图形模拟,而且能对整个形象变化过程进行优化和控制。

市场经济的激烈竞争,使建筑公司要求获得更大的经济和社会效益,建筑工程项目管理向集成化发展^[1],根据关注侧重点需要做出动态和特征性的分析,二维平面图纸甚至三维的建模都无法满足某个特定要求,从这点出发,四维建模则应用显得尤为重要。例如, Frank O. Gehry 设计的新华特迪斯尼音乐厅工程,其结构的复杂度超出了人们常规的印象能力,即使是经验丰富的工程师也不可能看穿整个工程,更不用说提前发现施工中可能存在的冲突。在开工前,新华特迪斯尼音乐厅工程项目组利用4D工具,成功检测出该工程中的多处协作冲突并妥善解决,如果说不是借用4D建模,该工程施工效率会大打折扣,所以说项目组利用4D模型受益匪浅。

2 数字建模技术在建筑工程中的应用

2.1 建筑设计上的空间突破和时间穿越

建筑设计是设计师的理性思维和建筑空间需求的高度结合,特别是在前期构思阶段,需要更多建筑

效果与参数设计处理能力,数字化建筑模型综合了三维技术^[5]、网络技术、多媒体技术,收集一切关于建筑与环境的数据,为设计师提供一种可视化模型(如图1所示)。



图1 三维建模设计

2.1.1 为设计建筑提供优化决策

从建筑设计出发,建筑师需要把设计方案通过建筑表现出来。欧式风格、流线扭曲造型又需要建材的支持和力学的允许,让专业、审美、风情和最佳控制点做到完美再现,现代数字建模技术轻松帮助建筑师做到这点。例如1984年美国的Bentley公司研发MicroStation Triforma建筑设计软件,能够满足包括建筑设计、土木工程设计等需求的三维实体建模,支持对象管理、几何建模,而且有相当强大的二次开发环境。建筑师可以运用Triforma的建模工具轻松地对不同的设计方案能通过三维建模进行再现,即使是不懂设计的业主和评审人员,也能根据视觉感受评判建筑物美感差异,而对于建筑师,则是能为他们提供最佳的优化决策和方案。虚拟现实技术的应用将极大地丰富建筑师的设计方法,增强建筑设计创新的能力。

2.1.2 建筑群体工程外观形体展示

在建筑模型参数输入系统,根据输入的参数,数字建模可以生成可视化的三维建筑模型,完备各种参数信息所需的模型表现,并且对已建立好的各种建筑模型,以及新生成的模型,都应有相应的数据管理能力,以备查询和再次调用。以建筑构件中的旋转楼梯为例,只要输入一些关键性参数:中心柱的直径 D 、中心柱高度 H 、旋转楼梯扇形台阶厚度 h 、扇形台阶内侧 r 、外侧扇形 R 、旋转楼梯台阶宽度 d 等,就可以最终确定旋转楼梯的具体形状以及结构,由于楼梯是通过特征“包覆”形成的,因此与中心柱半径 D 间接关联(如图2所示)。

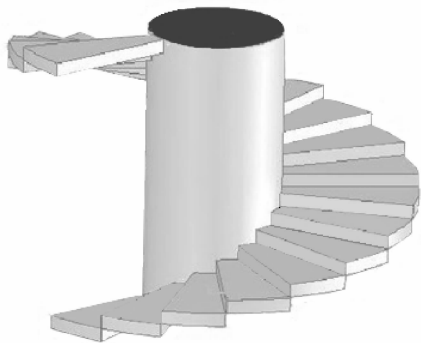


图 2 输入参数出现建筑构件模型

利用计算机建立建筑设计模型,加上现实的材质和灯光效果,使设计者从内到外、从空中到地面,即从任何需要的角度来观察建筑的外观形态、内部空间、细部设计等,以更好地从整体到细部来推敲设计,同时也带给建筑师更为逼真、生动形象的建筑观感。

数字城市^[6]是随着数字技术在城市规划设计、建设和管理中的运用而出现的专业术语,是把数字建模技术在建筑工程中的应用上升到一个小区或者是一座新建城市中去,它综合运用 GIS 及虚拟仿真等技术对城市的各种数据虚拟仿真,为认识物质城市打开了新的视野。例如城市规划师在有准确坐标、时间和对象属性的多维虚拟城市环境中,进行规划、决策和进行城市空间设计、组合配置城市资源、改善交通系统等活动。

2.1.3 对设计效果的检测和参数修改

运用虚拟现实技术,建筑师可以与设计方案中的建筑对象进行交互,这样的过程将更有助于建筑师了解形体、空间效果并做出相应的评价,见图 3。在许多情况下,准确地了解用户需求并与之达成共识是设计过程顺利进行并取得成功的关键因素,虚拟现实技术为用户参与设计过程提供了极大的方便。利用虚拟建筑的真实性和交互性,建筑师以最直观的方式向用户呈现其设计意图,而用户通过在虚拟建筑模型中漫游获得最直观的体验,用户甚至可以直接操纵电脑提出修改意见。

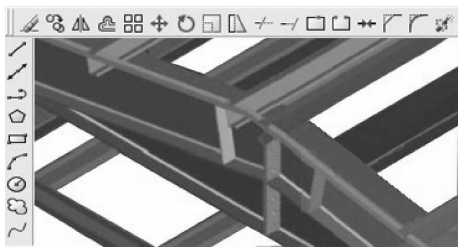


图 3 设计效果检测

例如基于 MicroStation 的软件可以方便地存取需

要的模型数据,并且结构工程师作的任何改变,软件都可以很容易地把修改的新参数合并到建筑模型中。

数字建模技术可以进行建筑抗压分析、抗震分析及复杂自然的力量分析,通过这些分析来评估建筑的优劣,同时指导建筑师进行建筑与自然交织联系的设计思考,以便更好地利用这些分析软件完成建筑设计。

2.2 建筑工程管理上的动态演绎

2.2.1 建筑管理成本的有效控制

数字建模把工程施工过程当作一个系统来处理,可视化施工进度管理,可以减少设计时间,提高工作效率,使项目管理方进行更多的全生命周期的进度分析,评价多个项目的可行性方案,减少因施工组织不当带来的进度延误的可能性,避免不必要的人力、物力的浪费。降低成本消耗,通过较为形象的网络图确定计划任务的进度安排及其各个环节之间的相互关系,并在此基础上进行系统分析,计算时间参数,找出关键性线路,然后利用时差,进一步改进实施方案,以求得工期、资源、成本等的优化。在建筑工程管理过程中,又可以通过信息反馈,不断地对实际进程进行监督、控制和调整,以保证达到预期的目标和最佳效果。

2.2.2 建筑工程造价的精确预算

发包和投标,在建筑界是最重要的活动,也是各建筑设计、施工单位竞争的起点。既要承揽工程,又要保证盈利是建筑设计、施工单位的经营宗旨,根据甲方提供的招标文件完成工程量清单报价、标底及投标文件的编制是每一个建筑设计、施工单位的必要能力。数字软件工程为建筑设计、施工单位提供最先进的树形操作方法,全面的定额指引查询库及简便的查询库维护功能。例如中国建筑科学研究院与工业和信息化部电子工程标准定额站联合研制的 PKPM 电子建设工程预算软件,专门针对建筑工程造价和预算,准备了不同省市的建筑安装工程的预算定额,软件通过建构 3D 模型,计算出工程量快速编制工程量清单,方便了招标方对投标方工程量清单报价进行审核和方案比较,实现投标方对报价风险与报价优化,方便建筑设计、施工单位发包和投标。

2.3 建筑施工过程的可视化模拟

建筑施工受各方面因素的制约,将工程施工顺序及工序进行合理的组织安排,使各分部工程、工序及机械设备、人员相互协调配合,对于加快工程建设的施工进度,降低工程造价,尽早回收资金,保证工程顺利进行非常必要。(下转第 70 页)

(上接第 60 页)

施工进度安排影响整个建筑工程的效益利润,既定的施工期限内,需要在时间安排上使各施工环节协调一致,合理制订工程施工分期和施工程序。施工进度计划的编制,与施工组织设计的其它各个组成部分既密切联系,又相互制约,可以运用数字建模技术生成可视化系统分析,合理解决建筑施工的关键问题^[7]。

数字建模技术的施工的全过程动态可视化仿真,把整个施工过程作为一个大的系统,综合考虑系统中各个单项工程之间、各个工作面之间的相互影响、相互制约的关系,分析整体的施工进度、施工强度等关键问题,获得更为真实的施工情况,对施工过程进行跟踪模拟及演示^[8]。在仿真过程中不仅可以得到施工进度的信息,同时可结合施工所用资源等方面的计算,从而得到各个时段的较全面的工程进行情况,如正在施工的工程,施工强度等等,从而达到为施工组织设计提供科学依据的目的。

3 结 语

科学技术的发展,推动人类文明的进步,数字建模技术为建筑设计、管理、施工等过程提供了一种新

的辅助设计、建造方法,有着广阔的发展前景。有理由相信,智能化、数字化、仿真可视化等辅助手段将是未来建筑的重要发展方向。

参考文献:

- [1] 赵卫军. AutoCAD 二次开发在水利工程设计中的应用[J]. 水利与建筑工程学报, 2011, 9(1): 101-103.
- [2] 袁 铭, 王建辉, 周 醉, 等. 一种古建筑三维建模方法——以苏州虎丘塔为例[J]. 苏州科技学院学报(工程技术版), 2009, 22(1): 43-45.
- [3] 丁士昭. 建设工程信息化导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 25-29.
- [4] 周曹俊. 基于 4D-CAD 的建筑工程可视化项目管理系统研究[D]. 南京: 东南大学, 2007: 14-17.
- [5] 谭荣伟. 计算机建筑应用系列 - AutoCAD 建筑三维建模十日通[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004: 21-24.
- [6] 文雪中, 潘建平, 付飞飞. 三维建模技术在数字城市中的应用[J]. 科技资讯, 2010, (2): 220-221.
- [7] 陈 鹏, 王玉喜. 浅谈 CAD 三维建模技术及其在扭坡渐变段施工中的应用[J]. 中国科技信息, 2009, (4): 64-65.
- [8] 李 坤, 侯春娇, 田兴运, 等. 剪力墙弹塑性有限元模型与建模方法[J]. 水利与建筑工程学报, 2011, 9(2): 133-138.