

建筑暖通领域 BIM 的应用现状

阚玉红^{1,2} 李萌蒙¹ 岳书良^{1,2}

1. 中冶京诚工程技术有限公司, 中国·北京 100176

2. 北京京诚华宇建筑设计研究院有限公司, 中国·北京 100176

摘要: 随着人工智能、物联网、大数据、云计算等热门新技术在建筑全生命周期包括设计、施工和运营维护等的集成应用不断加快发展, 政府及各省市都在大力推广 BIM (建筑信息化模型) 应用, 促进建筑行业向高质量、精细化方向发展。在建筑行业中, 暖通工程信息量大, 周期长, 功能要求高, 设计、施工、运营管理均较复杂, BIM 的应用可以解决传统工程建设中带来的一些难题, 推动行业的蓬勃发展。

关键词: BIM 应用; 暖通; 全生命周期

Current Status of BIM Application in Building HVAC Field

Yuhong Kan^{1,2} Mengmeng Li¹ Shuliang Yue^{1,2}

1. MCC Jingcheng Engineering Technology Co., Ltd., Beijing, 100176, China

2. Beijing Jingcheng Huayu Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Beijing, 100176, China

Abstract: With the accelerating development of the integrated application of popular new technologies such as artificial intelligence, internet of things, big data, cloud computing, etc. in the whole life cycle of buildings, including design, construction, and operation and maintenance, the government and all provinces and cities are vigorously promoting the application of BIM (Building Information Modeling), which promotes the development of the construction industry in the direction of high quality and refinement. In the construction industry, the HVAC project has a large amount of information, long cycle, high functional requirements, and complex design, construction, operation and management, and the application of BIM can solve some of the problems brought by the traditional engineering and construction, and promote the vigorous development of the industry.

Keywords: BIM application; HVAC; full life cycle

1 BIM 发展概述

1.1 BIM 的基本概念

20 世纪 80 年代, 美国卡耐基麦隆大学的查克·伊斯曼 (Chuck Eastman) 提出“建筑描述系统” (Building Description System), 后来被称为“建筑产品模型” (Building Product Model)、“建筑模型” (Building Model)^[1]。2002 年, 欧特克 (Autodesk) 用“BIM”表示“建筑信息模型” (Building Information Modeling)^[2], 沿用至今, 被广泛接受。BIM (Building Information Modeling) 建筑信息化模型将建筑体系的物理性、功能性等进行数字信息的集成转化, 通过建立建筑和结构以及给排水、暖通、电气等模型并进行协同分析, 指导建筑整个生命周期内的高质量、精细化设计、施工及运营。BIM 三维模型可视化特点突出, BIM 可以像二维软件一样出图, 可以协调不同专业和甲方及施工方之间的矛盾, 可以辅助模拟, 辅助优化方案, 还具有信息关联、信息一致和信息完备性等特点 (见图 1)。

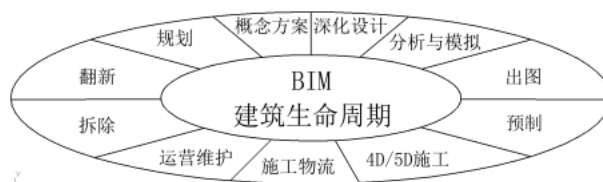


图 1 BIM 指导建筑体系在全生命周期内运行

1.2 基于 BIM 的智慧建筑技术

随着人工智能、物联网、大数据、云计算等热门新技术在建筑全生命周期包括设计、施工和运营维护等的集成应用不断加快发展, BIM 和 GIS、VR、3D 打印等的集成成为智慧建筑的研究热点^[3]。BIM 和 GIS 的集成可充分结合 BIM 的城市建筑模型数据库和 GIS 的空间数据库, 打造三维城市建筑数字模型。BIM 和 VR 的集成可充分利用 VR 的虚拟真实环境技术, 辅助建筑设计师展示成果, 通过施工工程模拟辅助施工人员进行工人安全和业务培训。BIM 和 3D 打印的集成可以创造微型建筑模型辅助审查和施工, 还可以将建筑整体 3D 打印缩短建筑从设计到竣工的漫长过程。

1.3 中国 BIM 的应用现状

欧洲、美国、韩国、日本、新加坡等国家很早由政府牵头,通过强制建筑行业应用 BIM,促进 BIM 的应用和发展。中国 BIM 应用起步相对较晚,但发展迅猛。很多大型建筑类企业大力开展 BIM 应用试点项目,各级政府近年来大力推广 BIM 应用,很多省市实行 BIM 施工图审查、出版 BIM 应用标准规范。

目前,建筑设计类企业中 BIM 应用的主要内容包括:在建筑方案阶段,应用 BIM 进行体量分析、空间分析、造型分析、能耗分析、建造成本分析等。在初步设计及施工图阶段,建立建筑、结构和机电 BIM 模型并进行结构、能耗、声光热等模拟分析和工程量的统计等。建筑施工类企业中 BIM 应用的主要内容包括:错漏碰撞检查,协同参建方模拟施工方案,通过 3D 模型渲染进行 VR 宣传展示等。建筑运维类企业中 BIM 应用的主要内容包括空间、设施及隐蔽工程的管理等。

1.4 BIM 软件

BIM 软件主要有两类:建模类和分析类。建模软件主要有 Revit (Architecture, Structural 和 MEP)、Bentley (Architecture, Structural 和 Building Mechanical Systems)、Tekla structures、CATIA、ArchiCAD^[4]。中国民用建筑设计中应用最为广泛的是 Autodesk 公司研发的 Revit 软件。BIM 分析软件包括建筑能耗、机电、结构、可持续能源分析和施工管理等方面。建筑能耗分析的软件有 IES、Echotect 和 Green Building Studio。机电分析软件有 Designmaster、Trane Trace、IES Virtual Environment、鸿业、博超。结构分析软件有 Revit Structure、PKPM、Robot。可持续能源分析软件有 Echotech、Green Building Studio、IES。施工管理软件有 Navisworks、Microsoft Project、鲁班、广联达、斯维尔等^[5]。

2 建筑暖通领域 BIM 技术的主要应用

2.1 建模和管线综合

中国民用建筑设计院暖通专业做三维设计最常用 Revit、鸿业机电、Vault 和 Naviswork 软件组合。鸿业机电是基于 Revit 软件平台二次开发的软件,类似于基于 CAD 开发的天正、鸿业软件,可以辅助设计人员更方便、快捷的操作 Revit 软件。Vault 软件可以协同更新不同专业的最新设计的 Revit 模型,促进各专业设计师协同建模。Naviswork 主要用来核查模型的碰撞,促进合理排布机电管线。

暖通模型的构建,首先需要复制监视轴网及标高,链接建筑和结构的模型,以此为基础构建暖通模型。不同于二维绘图,在一个平面上点汇成线,线汇成面,不需要赋予点、线、面的三维坐标属性,BIM 三维绘图需要赋予点、线、面的三维坐标属性,并因此可以完成在二维空间里不易完成的操作,如管线综合。特别是在一些复杂的模型里,如地下

车库,暖通的消防排烟及消防补风管、平时排风管及送风管、加压送风管、供暖空调系统中有坡度的水管,与给排水的各种水管和电气的强弱电桥架很难调开,或者把净高压的很低。这种情况下,暖通风管占用空间较大,一般暖通主导,在关键部位提前规划各种管线的相对位置,利用 BIM 三维建模的可视化可以很好的规避很多明显不合理的管道交叉,利用模型碰撞检查、三维旋转剖切和二维剖切面等方式可以很好地调整机电管线,在较小的机电管线预留空间里优化管线排布。

2.2 负荷计算、水力计算精准化

一般负荷计算需要输入围护结构的面积、朝向、传热系数以及房间的面积、高度等,往往需要消耗设计计算人员大量的时间与精力。利用 BIM 软件建立三维建筑模型后,可以直接利用建筑模型进行负荷计算,负荷中空间模型的数据会更加准确,建筑设计人员赋予围护结构的参数可以直接应用于负荷计算,计算数据会更加精准。同样对于水力计算,不管是风管还是水管,由于相应完整的管道模型已经被建立,风量和水量在建模时已经赋予在管道中,水力计算可以更方便快捷地计算出来。模型更贴近真实模型,阻力的计算会更加准确。

2.3 完善暖通产品库,指导精准施工

BIM 设计的重点工作包括利用产品库中具有合适参数的设备模型建模。丰富的暖通产品库对 BIM 暖通设计有很大帮助。将施工信息、设备信息、材料信息赋予在暖通 BIM 模型中,可以自动统计工程明细,可以精准指导施工,推进暖通和其他专业施工人员同时工作。BIM 软件一般自带有限的族库,其产品尺寸及性能参数来源于个别厂家,设计人员可以参照各种厂家样本中产品的尺寸和性能自定义族库,完善产品库。随着包括整个项目参数信息的产品库不断完善,BIM 三维模型及其包含的信息对施工的精准指导以及施工成本的控制,工作效率的提高等都是有很大意义的。

2.4 BIM 结合 CFD 软件模拟气流组织

将 BIM 模型导入 CFD 软件中,可以直接进行气流组织模拟,省去了 CFD 软件中建模的过程,节省了大量时间和精力,而且增加了模拟模型的准确性。例如,在 Ecotect Analysis 中载入 BIM 三维模型,通过计算分析可以获得建筑区域的能耗模拟数据。也可以在 CFD 软件中载入 BIM 三维模型进行相应的计算分析,将所得数据导入 Ecotect Analysis,可以获得建筑区域的流场图和温度场图。通过将 BIM 和 CFD 软件结合,可以对比不同的暖通设计方案,如控制不同的设备型号、改变风口的大小和数量等,可以得到具有最佳效果的暖通设计方案,对未来室内环境舒适度的提高有很大指导意义。目前,将 BIM 模型导入相应模拟软件优化通风、排烟设计已经成为很多学者研究关注的热点。

3 BIM 暖通设计的案例分析

3.1 项目简介

海南某广场项目的总建筑面积有五万多平米，地下二层，地上二十二层，建筑高度小于 100m，是一类高层建筑。一至四层的主要使用功能为包括餐饮的商业，五至二十二层为办公，地下一至二层为汽车库及人防。到目前为止，该项目已配合甲方和施工单位完成二维全套 CAD 施工图，三维全套成果 Revit 模型，三维机电根据净高要求、精装调整、管线碰撞、现场施工反馈等调整管综并反馈到二维图纸上。成功的将 BIM 技术应用到该项目的施工图设计阶段、机电管线综合、净高分析、配合精装及施工阶段，还要应用到以后要进行的竣工阶段，使设计指导精准施工，实现设计施工一体化（见图 2）。

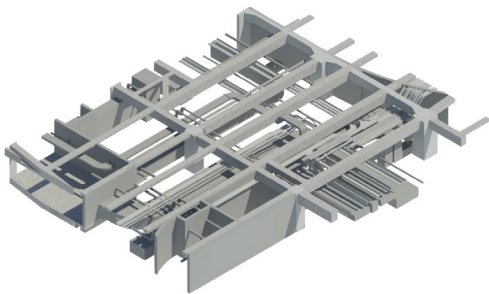


图 2 海南某广场项目 BIM 局部机电管线模型图

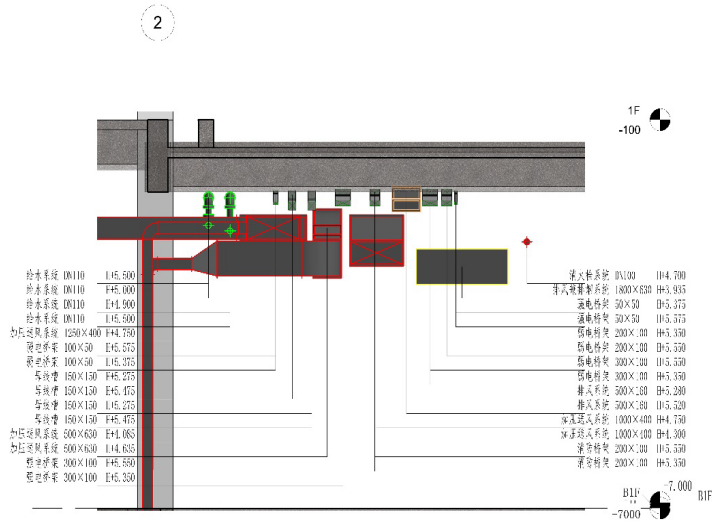


图 3 海南某广场项目 BIM 局部机电管线剖面图

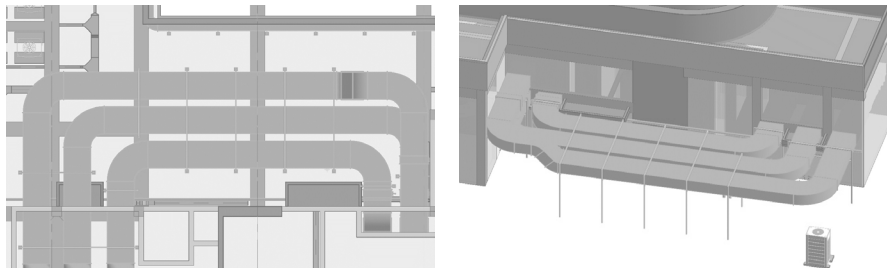


图 4 海南某广场项目 BIM 暖通管线支吊架二维、三维效果图对照

3.2 BIM 促进施工图设计优化

在海南某广场项目施工图阶段，BIM 团队首先要依据二维设计图纸进行 BIM 模型的创建。根据甲方对不同区域的净高要求，利用 BIM 模型进行不同净高区域净高不利点的模拟论证工作，为施工图的设计优化提供依据。BIM 模型可以反馈设计图纸的错漏碰缺问题，特别是幕墙部分的碰撞检查、机电管线设备的碰撞检查以及配合装配式的预留孔洞检查等。BIM 模型最突出的作用是协调机电管线综合部分，合理排布机电各个专业的管线，特别是完成重点区域机电管线综合设计，解决管线碰撞问题。借助 Revit 和鸿业软件，BIM 团队在施工图阶段创造的成果包括施工图设计阶段全专业三维模型、净高分析报告、碰撞检查报告、管线综合布置平面图和剖面图（见图 3）。

3.3 BIM 促进施工阶段的协调配合

BIM 应用在海南某广场项目暖通施工阶段的主要内容有：根据精装修施工图调整 BIM 模型设计及优化，优化整体净空，调整末端点位，包括空调室内机位置和尺寸、风口位置、数量和尺寸、风管位置和尺寸等，满足精装修需求；管线综合，管线碰撞检查，净高分析控制，得到最终 BIM 管线综合图精准指导现场施工。在施工图设计过程中利用 BIM 技术校核预留暖洞，可以实现预制板精准预留暖洞（见图 4）。

随着科技水平日新月异,暖通设计也在逐步智能化。在建筑暖通领域,BIM 的应用仍然有很多问题,如协同工作方式、电脑配置、软件和硬件条件、构件库、构件连接等限制因素。随着 BIM 暖通设计软件不断完善,暖通设计和施工的质量和效率不断提高,BIM 技术的暖通实际应用会不断优化。

参考文献:

- [1] 王新.BIM的历史[J].土木工程信息技术,2011(4):146-150.
- [2] 贺灵童.BIM在全球的应用现状[J].工程质量,2013,31(3):12-19.
- [3] 丰慧,张焱,张辰颖,等.建设工程项目管理BIM底层平台搭建研究[J].建筑经济,2023,44(9):45-52.
- [4] 李明贺.基于BIM软件选择与应用的研究[J].产业与科技论坛,2020,19(19):45-46.
- [5] 宋玉石.BIM技术在公共建筑机电设备安装工程中的应用研究[D].郑州:郑州大学,2017.