

模块 1 BIM 概述

内容导读

本模块主要从 BIM 的发展历史、BIM 的应用现状、BIM 的未来展望及 BIM 工程师职业发展这四个方面对 BIM 进行概述。首先,对 BIM 的发展历史和应用现状做基本概述,介绍 BIM 在美国、英国、新加坡、日本、韩国、中国等国家的发展及应用现状;其次,通过 BIM 技术与项目管理、云计算、物联网、数字化加工、智能型全站仪、地理信息系统、3D 扫描、虚拟现实、3D 打印等的集成解释了 BIM 技术的深度应用方向;最后,从应用领域及应用程度两个方面对 BIM 工程师进行分类,并为 BIM 工程师的职业发展规划提供参考意见。

学习目标

- (1) 了解 BIM 在国内外的的发展历史及应用现状。
- (2) 了解 BIM 与其他技术集成的深度应用情况。
- (3) 了解 BIM 工程师的职业发展规划。

1.1 BIM 的发展历史

BIM 作为对包括工程建设行业在内的多个行业的工作流程、工作方法的一次重大思索和变革,其雏形最早可追溯到 20 世纪 70 年代。美国佐治亚技术学院(Georgia Tech College)建筑与计算机专业的查克·伊斯曼(Chuck Eastman)博士提出一个概念——建筑信息模型(building information modeling, BIM);20 世纪 70 年代末至 80 年代初,英国也在进行与 BIM 类似的研究和开发工作,当时,欧洲习惯把它称为产品信息模型(product information model),而美国通常称之为建筑产品模型(building product model)。

1986 年,罗伯特·艾什(Robert Aish)在其发表的一篇论文中首次使用 building information modeling 一词。他在这篇论文中描述了 BIM 知识和实施的相关技术,并通过 PUCAPS 建筑模型系统分析一个案例来表达他的想法。

21 世纪前的 BIM 研究受到计算机硬件和软件水平的限制,使得 BIM 仅能作为学术研究的对象,很难在工程实际应用中发挥作用。

21 世纪以后,计算机软、硬件水平的迅速发展及人们对建筑生命周期的深入理解,推动



了 BIM 技术的不断发展。自 2002 年 BIM 这一方法和理念被提出并推广以来, BIM 技术变革风潮便在全球范围内席卷开来。

1.2 BIM 的应用现状

1.2.1 BIM 在国外的发展现状

1. BIM 在美国的发展现状

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,其对 BIM 的研究与应用都走在世界前列。目前,美国的大多数建筑项目已经开始应用 BIM。BIM 的应用种类繁多,而且存在诸多 BIM 协会,并出台了各种 BIM 标准。美国有以下几大 BIM 的相关机构:

(1)GSA。2003 年,为了提高建筑领域的生产效率,提升建筑业信息化水平,美国总务署(General Service Administration,GSA)下属的公共建筑服务(Public Building Service)部门的首席设计师办公室(Office of the Chief Architect,OCA)推出了全国 3D-4D-BIM 计划。从 2007 年起,GSA 要求所有大型项目(招标级别)都需要应用 BIM,最低要求是空间规划验证和最终概念展示都需要提交 BIM。所有 GSA 的项目都被鼓励采用 3D-4D-BIM 技术,并且根据采用这些技术的项目承包商的应用程序不同,给予不同程度的资金支持。目前,GSA 正在探讨在项目生命周期中应用 BIM 技术,包括空间规划验证、4D 模拟、激光扫描、能耗和可持续发展模拟、安全验证等,陆续发布各领域的系列 BIM 指南,并在官网可以下载,这对于规范 BIM 在实际项目中的应用起到了重要作用。

(2)USACE。2006 年 10 月,美国陆军工程兵团(U. S. Army Corps of Engineers, USACE)发布了为期 15 年的 BIM 发展路线规划,为 USACE 采取和实施 BIM 技术制定战略规划,以提升规划、设计和施工质量及效率(见图 1-1)。在规划中,USACE 承诺未来所有军事建筑项目都将使用 BIM 技术。

<p>初始操作能力</p> <p>2008年,8个COS(标准化中心),BIM具备生产能力</p>	<p>建立生命周期数据互用</p> <p>2010年,90%符合美国BIM标准;美国地区所有BIM标准具备生产能力</p>	<p>完全操作能力</p> <p>2012年,BIM标准作为政府项目合同公告、发包文件、报告的一部分</p>	<p>生命周期任务自动化</p> <p>2020年,利用美国BIM标准数据将大大降低建设项目的成本和时间</p>
---	---	--	--

图 1-1 USACE 的 BIM 发展

(3)bSa。building SMART 联盟(building SMART alliance,bSa)致力于 BIM 的推广与研究,使项目的所有参与者在项目生命周期阶段能共享准确的项目信息。通过 BIM 收集和共享项目信息与数据,可以有效地节约成本、减少浪费。美国 bSa 的目标是在 2020 年之前,

帮助建设部门节约 31% 的浪费或者节约 4 亿美元。bSa 下属的美国国家 BIM 标准项目委员会(the National Building Information Model Standard Project Committee-United States, NBIMS-US)专门负责美国国家 BIM 标准(National Building Information Model Standard, NBIMS)的研究与制定。2007 年 12 月,NBIMS-US 发布了 NBIMS 第一版的第一部分,主要包括关于信息交换和开发过程等方面的内容,明确了 BIM 过程和工具的各方定义、相互之间数据交换要求的明细和编码,使不同部门可以开发充分协商一致的 BIM 标准,更好地实现协同。2012 年 5 月,NBIMS-US 发布 NBIMS 第二版的内容。NBIMS 第二版的编写过程采用了一个开放投稿(各专业 BIM 标准)、民主投票决定标准的内容(Open Consensus Process),因此,也被称为是第一份基于共识的 BIM 标准。

2. BIM 在英国的发展现状

与大多数国家不同,英国政府要求强制使用 BIM。2011 年 5 月,英国内阁办公室发布了政府建设战略(Government Construction Strategy)文件,明确要求到 2016 年,政府实现全面协同的 3D-BIM 和全部文件的信息化管理。

政府要求强制使用 BIM 的文件得到了英国建筑业 BIM 标准委员会[AEC(UK) BIM Standard Committee]的支持。迄今为止,英国建筑业 BIM 标准委员会已发布了英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK) BIM Standard]、适用于 Revit 的英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK) BIM Standard for Revit]、适用于 Bentley 的英国建筑业 BIM 标准[AEC(UK) BIM Standard for Bentley Product],并还在制定适用于 ArchiACD 和 Vectorworks 的 BIM 标准。这些标准的制定为英国的 AEC 企业从 CAD 过渡到 BIM 提供了切实可行的方案和程序。

3. BIM 在新加坡的发展现状

在 BIM 这一术语引进之前,新加坡当局就注意到信息技术对建筑业的重要性。早在 1982 年,建筑管理署(Building and Construction Authority,BCA)就有了人工智能规划审批(artificial intelligence plan checking)的想法。2000—2004 年,发展 CORENET (Construction and Real Estate NETwork)项目,用于电子规划的自动审批和在线提交,是世界首创的自动化审批系统。2011 年,BCA 发布了新加坡 BIM 发展路线规划(BCA's building information modelling roadmap),明确整个建筑业在 2015 年之前广泛使用 BIM 技术。为了实现这一目标,BCA 分析了面临的挑战,并制定了相关策略,见表 1-1。

表 1-1 新加坡 BIM 发展策略

挑 战	缺乏需求	固守于二维实践	学习曲线陡峭	缺乏 BIM 人才
策 略	政府部门带头	扫除障碍	建立 BIM 能力与产品	
	树立标杆	鼓励早期 BIM 应用者		

在创造需求方面,新加坡政府部门带头在所有新建项目中明确提出 BIM 需求。2011 年,BCA 与一些政府部门合作确立了示范项目。BCA 从 2013 年起强制要求提交建筑 BIM,从 2014 年起强制提交结构与机电 BIM,并且最终在 2015 年前实现所有建筑面积大于



5 000 m² 的项目都必须提交 BIM 的目标。

在建立 BIM 能力与产量方面,BCA 鼓励新加坡的大学开设 BIM 课程,为毕业生组织密集的 BIM 培训课程,为行业专业人士设立 BIM 专业学位。

4. BIM 在北欧国家的发展现状

北欧国家(如挪威、丹麦、瑞典和芬兰)是一些主要的建筑业信息技术软件厂商所在地,因此,这些国家既是全球最先一批采用基于模型设计的国家,又推动了建筑信息技术的互用性和开放标准的发展。北欧国家冬天漫长多雪,这使得建筑的预制化非常重要,这也促进了包含丰富数据、基于模型的 BIM 技术的发展,并导致这些国家及早地进行 BIM 的部署。

北欧四国政府并未强制要求全部使用 BIM,由于当地气候的要求及先进建筑信息技术软件的推动,BIM 技术的发展主要是企业的自觉行为。如 2007 年,Senate Properties 发布了一份建筑设计的 BIM 要求(Senate Properties' BIM Requirements for Architectural Design,2007)。自 2007 年 10 月 1 日起,Senate Properties 的项目仅强制要求建筑设计部分使用 BIM,其他设计部分可根据项目情况自行决定是否采用 BIM 技术,但目标是全面使用 BIM。同时还提出,在设计、招标阶段将有强制的 BIM 要求,这些 BIM 要求将成为项目合同的一部分,具有法律约束力;建议在项目协作时,创建通用的视图和准确的定义;需要提交最终 BIM,且建筑结构与模型内部的碰撞需要进行存档;建模流程分为四个阶段: Spatial Group BIM、Spatial BIM、Preliminary Building Element BIM 和 Building Element BIM。

5. BIM 在日本的发展现状

在日本有“2009 年是日本的 BIM 元年”之说。2009 年,日本大量的设计公司和施工企业开始应用 BIM,日本国土交通省也曾在 2010 年 3 月表示,已选择一项政府建设项目作为试点,探索 BIM 在设计可视化、信息整合方面的价值及实施流程。

2010 年,日经 BP 社调研了 517 位设计院、施工企业及相关建筑行业从业人士,了解他们对于 BIM 的认知度与应用情况。调研结果显示,BIM 的知晓度从 2007 年的 30% 提升至 2010 年的 76%。2008 年的调研显示,采用 BIM 的主要原因是 BIM 绝佳的展示效果,而 2010 年人们采用 BIM 的目的主要是提升工作效率,仅有 7% 的业主要求施工企业应用 BIM,这也表明日本企业应用 BIM 更多是企业的自身选择与需求。据不完全统计,日本已有 33% 的施工企业开始应用 BIM,而这些企业中的近 90% 是在 2009 年之前就开始使用 BIM。

日本的 BIM 相关软件厂商认识到,BIM 的实现是需要多个软件来互相配合的,而数据集成是基本前提,因此多家日本 BIM 软件商在 IAI 日本分会的支持下,以福井计算机株式会社为主导,成立了日本国产 BIM 解决方案软件联盟。此外,日本建筑学会还于 2012 年 7 月发布了《日本 BIM 指南》,该指南从 BIM 团队建设、BIM 数据处理、BIM 设计流程、应用 BIM 进行预算和模拟等方面为日本的设计院与施工企业应用 BIM 提供了指导。

6. BIM 在韩国的发展现状

韩国在运用 BIM 技术上十分领先,多个政府部门都致力制定 BIM 标准。2010 年 4 月,

韩国公共采购服务中心(Public Procurement Service, PPS)发布了 BIM 发展路线(见表 1-2), 内容包括:2010 年,在 1~2 个大型工程项目中应用 BIM;2011 年,在 3~4 个大型工程项目中应用 BIM;2013—2015 年,超过 500 亿韩元的大型工程项目都采用 4D-BIM 技术(3D+成本管理);2016 年以后,全部公共工程应用 BIM 技术。2010 年 12 月,PPS 发布了《设施管理 BIM 应用指南》,针对施工图设计、施工等阶段的 BIM 应用进行指导,并于 2012 年 4 月进行了更新。

表 1-2 韩国 BIM 发展路线

期 限	短期(2010—2012 年)	中期(2013—2015 年)	长期(2016 年以后)
目 标	通过扩大 BIM 应用来提高设计质量	构建 4D 设计预算管理系统	设施管理全部采用 BIM,实行行业革新
对 象	500 亿韩元以上“交钥匙”工程及公开招标项目	500 亿韩元以上的公共工程	所有公共工程
方 法	通过积极的市场推广,促进 BIM 的应用;编制 BIM 应用指南,并每年更新;BIM 应用的奖励措施	建立专门管理 BIM 发包产业的诊断队伍;建立基于 3D 数据的工程项目管理系统	利用 BIM 数据库进行施工管理、合同管理及总预算审查
预期成果	通过 BIM 应用提高客户满意度;促进民间部门的 BIM 应用;通过设计阶段多样的检查校核措施,提高设计质量	提高项目造价管理与进度管理水平;实现施工阶段设计变更更少化,减少资源浪费	革新设施管理并强化成本管理

2010 年 1 月,韩国国土海洋部发布了《建筑领域 BIM 应用指南》,该指南为开发商、建筑师和工程师在申请四大行政部门、16 个都市及 6 个公共机构的项目时,提供采用 BIM 技术时必须注意的方法及要素的指导。该指南应该能在公共项目中系统地实施 BIM,同时也为企业建立实用的 BIM 实施标准。

1.2.2 BIM 在我国的发展现状

1. BIM 在香港的发展现状

香港的 BIM 发展也主要靠行业自身的推动。早在 2009 年,香港便成立了香港 BIM 学会。2010 年,香港的 BIM 技术应用已经完成从概念到实用的转变,处于全面推广的最初阶段。香港房屋署自 2006 年起率先试用建筑信息模型;为了成功地推行 BIM,自行订立了 BIM 标准、用户指南、组建资料库等设计指引和参考。这些资料有效地为模型建立、管理档案及用户之间的沟通创造了良好的环境。2009 年 11 月,香港房屋署公布了 BIM 应用标准。2014—2015 年,BIM 技术覆盖了香港房屋署的所有项目。



2. BIM 在我国内地的发展现状

近年来 BIM 在我国内地建筑业形成一股热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁外,政府相关单位、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推广 BIM。2010 年和 2011 年,中国房地产业协会商业地产专业委员会、中国建筑业协会工程建设质量管理分会、中国建筑学会工程管理研究分会、中国土木工程学会计算机应用分会组织并发布了《中国商业地产 BIM 应用研究报告 2010》和《中国工程建设 BIM 应用研究报告 2011》,它们在一定程度上反映了 BIM 在我国工程建设行业的发展现状(见表 1-3)。根据两届的报告,关于 BIM 的知晓程度从 2010 年的 60% 提升至 2011 年的 87%。2011 年,共有 39% 的单位表示已经使用了 BIM 相关软件,而其中以设计单位居多。

表 1-3 BIM 使用调查

项目参与方	开发商	咨询单位	设计单位	施工单位	供应商
参与度	6%	14%	64%	34%	4%

2011 年 5 月,住房和城乡建设部发布的《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》中明确指出:在施工阶段开展 BIM 技术的研究与应用,推进 BIM 技术从设计阶段向施工阶段的应用延伸,降低信息传递过程中的衰减;研究基于 BIM 技术的 4D 项目管理信息系统在大型复杂工程施工过程中的应用,实现对建筑工程有效的可视化管理等。这拉开了 BIM 在中国应用的序幕。

2012 年 1 月,住房和城乡建设部《关于印发 2012 年工程建设标准规范制订修订计划的通知》(建标〔2012〕5 号)宣告了中国 BIM 标准制定工作的正式启动,其中包含五项 BIM 相关标准:《建筑信息模型应用统一标准》《建筑工程信息模型存储标准》《建筑工程设计信息模型交付标准》《建筑工程设计信息模型分类和编码标准》《制造业工程设计信息模型应用标准》。其中,《建筑信息模型应用统一标准》的编制采取“千人千标准”的模式,邀请行业内相关软件厂商、设计院、施工单位、科研院所等近百家单位参与标准研究项目、课题、子课题的研究。至此,工程建设行业的 BIM 热度日益高涨。

2013 年 8 月,住房和城乡建设部发布《关于征求〈关于推进 BIM 技术在建筑领域应用的指导意见(征求意见稿)〉意见的函》,其中明确指出,2016 年以前,政府投资的 $2 \times 10^4 \text{ m}^2$ 以上大型公共建筑及省报绿色建筑项目的设计、施工均采用 BIM 技术;截止到 2020 年,完善 BIM 技术应用标准、实施指南,形成 BIM 技术应用标准和政策体系。

2014 年,我国各地方政府关于 BIM 的讨论与关注更加活跃,上海、北京、广东、山东、陕西等各地相继出台了具体的政策来推动和指导 BIM 的应用与发展。

2015 年 6 月,住房和城乡建设部在《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》中明确了 BIM 的发展目标:到 2020 年年末,建筑行业甲级勘察、设计单位以及特级、一级房屋建筑施工企业应掌握并实现 BIM 与企业管理系统和其他信息技术的一体化集成应用。

1.3 BIM 的未来展望

1.3.1 BIM 市场的需求预测

目前 BIM 市场主要存在 BIM 技术应用覆盖面较窄、涉及项目的实战较少、专业的 BIM 工程师较缺乏等现象,结合行业管理体制,可对 BIM 市场的需求做出如下预测:

1. 个性化开发

基于建设工程项目的具体需求,可能会逐渐出现针对解决具体问题的各种个性化且具有创新性的新 BIM 软件、BIM 产品及 BIM 应用平台等。

2. 全方位应用

项目各参与方将可能会在各自的领域中应用 BIM 技术进行相应的工作,包括政府、业主、设计单位、施工单位、造价咨询单位及监理单位等;BIM 技术可能将会在项目全生命周期中发挥重要作用及价值,包括项目前期方案阶段、招投标阶段、设计阶段、施工阶段、竣工阶段及运维阶段;BIM 技术可能将会应用到各种建设工程项目中,包括民用建筑、工业建筑、公共建筑等。

3. 市场细分

未来市场可能会根据不同的 BIM 技术需求及功能出现专业化的细分,BIM 市场将会更加专业化和秩序化,用户可根据自身具体需求方便、准确地选择相应市场模块进行应用。

4. 多软件协调

未来 BIM 技术的应用过程将可能出现多软件协调,各软件之间能够轻松实现信息的传递与互用,项目在全生命周期中将会多软件协调工作。

1.3.2 BIM 技术的深度应用

“互联网+”的概念被正式提出后迅速发酵,各行各业纷纷尝试借助互联网思维推动行业发展,建筑施工行业也不例外。随着 BIM 应用逐步走向深入,单纯应用 BIM 的项目越来越少,更多的是将 BIM 与其他先进技术集成或与应用系统集成,以期发挥更大的综合价值。例如,BIM+PM、BIM+云计算、BIM+物联网……其中“BIM+”中的“+”是什么?怎么“+”?我们通过梳理《中国建筑施工行业信息化发展报告(2015)》,在 BIM 与技术集成应用的理论与实践寻找答案。

1. BIM 技术与项目管理

项目管理(project manager, PM)是在限定的工期、质量、费用目标内对项目进行综合管理以实现预定目标的管理工作。BIM 与 PM 集成应用,是通过建立 BIM 应用软件与项目管



理系统之间的数据转换接口,充分利用 BIM 的直观性、可分析性、可共享性及可管理性等特性,为项目管理的各项业务提供准确、及时的基础数据与技术分析手段,配合项目管理的流程、统计分析等管理手段,实现数据产生、数据使用、流程审批、动态统计、决策分析的完整管理闭环,以提升项目综合管理能力和管理效率。

BIM 与 PM 集成应用,可以为项目管理提供可视化管理手段。例如,两者集成的 4D 管理应用可以直观反映出整个建筑的施工过程和形象进度,帮助项目管理人员合理制订施工计划,优化使用施工资源。同时,两者集成应用可为项目管理提供更有效的分析手段。例如,针对一定的楼层,在 BIM 集成模型中获取收入、计划成本,在项目管理系统中获取实际成本数据,并进行“三算”对比分析,辅助动态成本管理。此外,两者集成应用还可以为项目管理提供数据支持。例如,利用 BIM 综合模型可以方便、快捷地为成本测算、材料管理及审核分包工程量等业务提供数据,在大幅提升工作效率的同时,有效提高决策水平。

针对超高层施工难度大、多专业施工立体交叉频繁等问题,广州周大福国际金融中心项目与广联达软件股份有限公司合作开发了东塔 BIM 综合项目管理系统,实现了 BIM 与项目管理中各种数据的互联互通,有效降低了成本,缩短了工期,大大提升了项目管理水平,成为 BIM 与 PM 集成应用于超高层建筑施工的典范。

据预测,基于 BIM 的项目管理系统将越来越完善,甚至完全可代替传统的项目管理系统。基于 BIM 的项目管理也会促进新的工程项目交付模式——项目集成交付(integrated project delivery, IPD)的推广和应用。IPD 是在工程项目总承包的基础上,要求项目参与各方在项目初期介入,密切协作并承担相应责任,直至项目交付。参与各方着眼于工程项目的整体过程,运用专业技能,依照工程项目的价值利益做出决策。在 IPD 模式下,BIM 与 PM 集成应用可将项目相关方融入团队,通过扩展决策圈,拥有更为广泛的知识基础,共享信息化平台,做出更优决策,实现持续优化,减少浪费而获得各方收益。因此,IPD 模式将是项目管理创新发展的重要方式,也是 BIM 与 PM 集成应用的一种新的应用模式。

2. BIM 技术与云计算

云计算是一种基于互联网的计算方式,以这种方式共享的软硬件和信息资源可以按需提供给计算机和其他终端使用。BIM 技术与云计算集成应用,是利用云计算的优势将 BIM 应用转化为 BIM 云服务,目前我国尚处于探索阶段。

基于云计算强大的计算能力,可将 BIM 应用中计算量大且复杂的工作转移到云端,以提升计算效率;基于云计算的大规模数据存储能力,可将 BIM 模型及其相关的业务数据同步到云端,方便用户随时随地访问并与协作者共享;云计算使得 BIM 技术走出办公室,用户在施工现场可通过移动设备随时连接云服务,及时获取所需的 BIM 数据和服务等。

天津高银金融 117 大厦项目在建设之初启用了广联云服务,将其作为 BIM 团队数据管理、任务发布和信息共享的数据平台,并提出基于广联云的 BIM 系统云建设方案,开展 BIM 技术深度应用。广联云为该项目管理上万份工程文件,并为来自 10 个不同单位的项目成员

提供模型协作服务。项目部将 BIM 信息及工程文档同步保存至云端,并通过精细的权限控制及多种协作功能,满足项目各专业、全过程海量数据的存储、多用户同时访问及协同的需求,确保工程文档能够快速、安全、便捷、受控地在团队中流通和共享,大大提升了管理水平和工作效率。

根据云的形态和规模,BIM 技术与云计算的集成应用将经历初级、中级和高级的发展阶段。初级阶段以项目协同平台为标志,主要厂商的 BIM 应用通过接入项目协同平台,初步形成文档协作级别的 BIM 应用;中级阶段以模型信息平台为标志,合作厂商基于共同的模型信息平台开发 BIM 应用,并组合形成构件协作级别的 BIM 应用;高级阶段以开放平台为标志,用户可根据差异化需要从 BIM 云平台上获取所需的 BIM 应用,并形成自定义的 BIM 应用。

3. BIM 技术与物联网

物联网是通过射频识别、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议将物品与互联网相连而进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。

BIM 技术与物联网集成应用,实质上是建筑全过程信息的集成与融合。BIM 技术发挥了上层信息集成、交互、展示和管理的作用,物联网承担着底层信息感知、采集、传递、监控的功能。两者的集成应用可以实现建筑全过程“信息流闭环”,实现虚拟信息化管理与实体环境硬件之间的有机融合。目前,BIM 技术在设计阶段的应用较多,并开始向建造和运营维护阶段延伸。物联网的应用目前主要集中在建造和运营维护阶段,两者的集成应用将会产生极大的价值。

在工程建设阶段,两者的集成应用可以提高施工现场的安全管理能力,确定合理的施工进度,支持有效的成本控制,提高质量管理水平。例如,临边洞口防护不到位、部分工作人员高处作业不系安全带等安全隐患在施工现场时常存在,基于 BIM 技术的物联网应用可实时发现这些隐患并报警提示;在高空作业人员的安全帽、安全带、身份识别牌上安装的无线射频识别设备可在 BIM 系统中实现精确定位,如果作业行为不符合相关规定,身份识别牌与 BIM 系统中的相关定位会同时报警,管理人员可精准定位隐患位置,并采取有效措施避免安全事故的发生。在运营维护阶段,两者的集成应用可以提高设备的日常维护效率,提升重要资产的监控水平,增强安全防护能力,并支持智能家居。

上海浦江大型 PC 保障房项目将 BIM 技术与物联网集成应用,基于 BIM 技术构建起预制建筑建造信息管理平台,研究制定了构件编码规则,结合射频识别技术对预制构件进行动态管理,尝试了 BIM 技术在预制混凝土装配式建筑的设计、生产及施工全过程管理中的应用,实现了预制构件生产、安装的信息智能、动态管理,提高了施工管理效率。

BIM 技术与物联网的集成应用目前尚处于起步阶段,缺乏数据交换、存储、交付、分类和编码、应用等系统化、可实施操作的集成和实施标准,且面临法律法规不规范、建筑业现行商



业模式不支持、BIM 应用软件不成熟等诸多问题,但这些问题将会随着技术的发展及管理水平的不断提高而得到解决。

BIM 技术与物联网的深度融合与应用,势必将智能建造提升到智慧建造的新高度,开创智慧建筑新时代,这是未来建设行业信息化发展的重要方向之一。未来,建筑智能化系统将会出现以物联网为核心,以功能分类、相互通信兼容为主要特点的建筑“智慧化”大控制系统。

4. BIM 技术与数字化加工

数字化是将不同类型的信息转变为可以度量的数字,先将这些数字保存到适当的模型中,再将模型引入计算机进行处理的过程。数字化加工则是在已经建立的数字模型的基础上,利用生产设备完成对产品的加工。

BIM 技术与数字化加工的集成意味着将 BIM 中的数据转换成数字化加工所需要的数字模型,制造设备可根据该模型进行数字化加工。目前,BIM 技术与数字化加工集成的主要应用有以下两方面:一是工厂精密机械自动完成建筑物构件的预制加工,不仅可使制造出的构件误差小,而且可以大幅提高生产效率;二是建筑中的门窗、整体卫浴、预制混凝土结构和钢结构等许多构件,均可先在异地加工,再被运到施工现场进行装配,这样既可缩短建造工期,又容易掌控质量。

深圳平安金融中心为超高层项目,有十几万平方米的风管加工制作安装量,如果采用传统的现场加工制作安装,不仅大量占用现场场地,而且受垂直运输的影响,效率低下。为此,该项目探索基于 BIM 的风管工厂化预制加工技术,将制作工序移至场外,由专门加工流水线高效切割完成风管的制作,再运至现场的指定楼层完成组合拼装。在此过程中依靠 BIM 技术进行预制分段和现场施工误差测控,大大提高了施工效率和工程质量。

未来,将以建筑产品的三维模型为基础,进一步加入资料、构件制造、构件物流、构件装置及工期、成本等信息,以可视化的方法完成 BIM 技术与数字化加工的融合。同时,更加广泛地发展和应用 BIM 技术与数字化技术的集成,进一步拓展信息技术、智能卡技术、家庭智能化技术、无线局域网技术、数字卫星通信技术、双向电视传输技术等与 BIM 技术的融合。

5. BIM 技术与智能型全站仪

施工测量是工程测量的重要内容。施工测量包括施工控制网的建立、建筑物的放样、施工期间的变形观测和竣工测量等内容。近年来,外观造型复杂的超大、超高建筑日益增多,测量放样主要使用全站型电子测速仪(以下简称全站仪)。随着新技术的应用,全站仪逐步向自动化、智能化方向发展。智能型全站仪由电动机驱动,在相关应用程序的控制下,在无人干预的情况下可自动完成多个目标的识别、照准和测量,且在无反射棱镜的情况下可对一般目标直接测距。

BIM 技术与智能型全站仪的集成应用通过对软件和硬件进行整合,将 BIM 带入施工现场,利用模型中的三维空间坐标数据驱动智能型全站仪进行测量。BIM 技术与智能型全站仪的集成应用,可将现场测绘所得的实际结构信息与模型中的数据进行对比,核对现场施工

环境与 BIM 之间的偏差,为机电、精装、幕墙等专业的深化设计提供依据。同时,基于智能型全站仪高效精确的放样定位功能,结合施工现场的轴线网、控制点及标高控制线,可高效快速地将设计成果在施工现场进行标定,实现精确的施工放样,为施工人员提供更加准确、直观的施工指导。此外,基于智能型全站仪精确的现场数据采集功能,在施工完成后对现场实物进行实测实量,通过实测数据与设计数据的对比,检查施工质量是否符合要求。

与传统放样方法相比,BIM 技术与智能型全站仪集成放样,精度可控制在 3 mm 以内,而一般建筑施工要求的精度为 1~2 cm,远超传统施工精度。传统放样最少要两人操作,BIM 技术与智能型全站仪集成放样,一人一天就可完成几百个点的精确定位,效率是传统放样的 6~7 倍。

目前,国外已有很多企业在施工中将 BIM 技术与智能型全站仪集成应用进行测量放样,而我国尚处于探索阶段,只有深圳市轨道交通 9 号线、深圳平安金融中心和北京望京 SOHO 等少数项目采用。未来,BIM 技术与智能型全站仪的集成应用将与云技术进一步结合,使移动终端与云端的数据实现双向同步;还将与项目质量管控进一步融合,使质量控制和模型修正无缝融入原有的工作流程,进一步提升 BIM 的应用价值。

6. BIM 技术与地理信息系统

地理信息系统(geographic information system, GIS)是用于管理地理空间分布数据的计算机信息系统,它以直观的地理图形方式获取、存储、管理、计算、分析和显示与地球表面位置相关的各种数据。BIM 技术与 GIS 的集成应用是通过数据集成、系统集成或应用集成来实现的,可在 BIM 应用中集成 GIS,也可在 GIS 应用中集成 BIM,或是 BIM 与 GIS 深度集成,以发挥各自优势,拓展应用领域。目前,BIM 技术与 GIS 的集成在城市规划、城市交通分析、城市微环境分析、市政管网管理、住宅小区规划、数字防灾、既有建筑改造等诸多领域中均有所应用;与它们各自单独应用相比,在建模质量、分析精度、决策效率和成本控制水平等方面都有明显的提高。

BIM 技术与 GIS 的集成应用可以提高长线工程和大规模区域性工程的管理能力。BIM 技术的应用对象往往是单个建筑物;利用 GIS 宏观尺度上的功能,可将 BIM 技术的应用范围扩展到道路、铁路、隧道、水电、港口等工程领域。例如,邢汾高速公路项目利用 BIM 技术与 GIS 的集成应用,实现了基于 GIS 的全线宏观管理、基于 BIM 技术的标段管理及桥隧精细化管理相结合的多层次施工管理。

BIM 技术与 GIS 集成应用可以增强大规模公共设施的管理能力。现阶段,BIM 技术应用主要集中在设计、施工阶段,而两者集成应用可解决大型公共建筑、市政及基础设施的 BIM 运维管理,将 BIM 应用延伸到运维阶段。例如,昆明新机场项目将两者集成应用,成功开发了机场航站楼运维管理系统,实现了航站楼物业、机电、流程、库存、报修与巡检等日常运维管理和信息动态查询。

BIM 技术与 GIS 集成应用还可以拓宽和优化各自的应用功能。导航是 GIS 应用的一个重要功能,但仅限于室外。两者集成应用,不仅可以将 GIS 的导航功能拓展到室内,还可



以优化 GIS 已有的功能。例如,通过 BIM 技术对室内信息的精细描述来保证火灾发生时规划的室内逃生路径是最合理的,而不再只是路径最短。

随着互联网的高速发展,基于互联网和移动通信技术的 BIM 技术与 GIS 的集成应用,将会改变两者的应用模式,使其向着网络服务的方向发展。当前,BIM 技术和 GIS 不约而同地开始融合云计算这项新技术,分别出现了“云 BIM”和“云 GIS”的概念。云计算的引入将使 BIM 技术和 GIS 的数据存储方式发生改变,数据量级得到提升,应用得到跨越式发展。

7. BIM 技术与 3D 激光扫描技术

3D 激光扫描是集光、机、电和计算机技术于一体的高新技术,主要用于对物体的空间外形、结构及色彩进行扫描,以获得物体表面的空间坐标。3D 激光扫描具有测量速度快、精度高、使用方便等优点,且其测量结果可直接与多种软件接口。3D 激光扫描技术又被称为实景复制技术,它采用高速激光扫描测量的方法大面积、高分辨率地快速获取被测量对象表面的 3D 坐标数据,为快速建立物体的 3D 影像模型提供了一种全新的技术手段。

3D 激光扫描技术可有效且完整地记录工程现场复杂的情况,通过与设计模型进行对比,直观地反映出现场真实的施工情况,为工程检验等工作带来巨大帮助。同时,针对一些古建类建筑,3D 激光扫描技术可快速准确地形成电子化记录,形成数字化存档信息,方便后续的修缮、改造等工作的开展。此外,对于现场难以修改的施工现状,可通过 3D 激光扫描技术得到现场真实信息,以便为其量身定做装饰构件等材料。BIM 技术与 3D 激光扫描技术的集成,是将 BIM 与所对应的 3D 扫描模型进行对比、转化和协调,达到辅助工程质量检查、快速建模、减少返工的目的,可解决很多传统方法无法解决的问题。

BIM 技术与 3D 激光扫描技术的集成,正越来越多地被应用到建筑施工领域,在施工质量检测、辅助实际工程量统计、钢结构预拼装等方面体现出较大价值。例如,将施工现场的 3D 激光扫描结果与 BIM 进行对比,可检查现场施工情况与模型和图纸的差别,协助发现现场施工时存在的问题。再如,针对土方开挖工程中较难统计和测算土方工程量的问题,可在开挖完成后先对现场基坑进行 3D 激光扫描,基于点云数据进行 3D 建模,再利用 BIM 软件快速测算实际模型体积,并计算现场基坑的实际挖掘土方量。此外,通过与设计模型进行对比,还可以直观地了解基坑挖掘质量等其他信息。

例如,上海中心大厦项目引入大空间 3D 激光扫描技术,通过获取复杂的现场环境及空间目标的 3D 立体信息,快速重构目标的 3D 模型及线、面、体、空间等各种带有 3D 坐标的数据,再现客观事物真实的形态特性。同时,将依据点云建立的 3D 模型与原设计模型进行对比,检查现场施工情况,并通过采集现场真实的管线及龙骨数据来建立模型,作为后期装饰等专业深化设计的基础。BIM 技术与 3D 激光扫描技术的集成应用,不仅提高了该项目的施工质量检查效率和准确性,而且为装饰等专业深化设计提供了依据。

8. BIM 技术与虚拟现实技术

虚拟现实,也称为虚拟环境或虚拟真实环境,是一种三维环境技术,它集先进的计算机技术、仿真技术、传感与测量技术、微电子技术等为一体,借此产生逼真的视、听、触等三维感

觉环境,形成一种虚拟世界。虚拟现实技术是人们运用计算机对复杂数据进行的可视化操作,与传统的人机界面及流行的视窗操作相比,其在技术思想上有着质的飞跃。

BIM技术的理念是建立涵盖建筑全生命周期的模拟信息库,并实现各个阶段、不同专业之间基于模拟的信息集成和共享。BIM技术与虚拟现实技术集成应用的主要内容包括虚拟场景构件、模拟施工进度、模拟复杂局部的施工方案、模拟施工成本、多维模拟信息的联合模拟及交互方式场景漫游,其目的是应用BIM信息库,辅助虚拟现实技术更好地服务于建筑全生命周期。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用,可以提高模拟的真实性。传统的二维、三维表达方式只能传递建筑物单一尺度的部分信息,而使用虚拟现实技术可以展示一栋活生生的虚拟建筑物,使人有身临其境之感。并且,它可以将任意相关信息整合到已建立的虚拟场景中,通过多维模拟信息联合模拟,实时、任意视角地查看各种信息与模拟的关系,指导设计和施工,辅助监理、检测人员开展相关工作。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用,可以有效支持项目成本管控。据不完全统计,一个工厂项目大约有30%的施工过程需要返工、60%的劳动力资源被浪费、10%的材料被损失和浪费。由此不难推算,在庞大的建筑施工项目中每年约有万亿元的资金流失。BIM技术与虚拟现实技术的集成应用,通过模拟工程项目的建造过程,在实际施工前即可确定施工方案的可行性及合理性,减少或避免设计中存在的大多数错误;可以方便地分析出施工工序的合理性,生成对应的采购计划和财务分析费用列表,高效地优化施工方案;还可以提前发现设计和施工中的问题,对设计、推算、进度等属性及时更新,保证获得数据信息的一致性和准确性。两者集成应用,在很大程度上可减少建筑施工行业中普遍存在的低效、浪费和返工现象,大大缩短项目计划和预算编制的时间,提高计划和预算的准确性。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用,可以有效提高工程质量。施工前,将施工过程在计算机上进行三维仿真演示,可以提前发现并避免在实际施工中可能遇到的各种问题,如管线碰撞、构件安装等,以便指导施工和制定最佳的施工方案,从整体上提高建筑施工效率,确保工程质量,消除安全隐患,有助于降低施工成本和减少时间耗费。

BIM技术与虚拟现实技术的集成应用,可以提高模拟工作中的可交互性。在虚拟的三维场景中,可以实时地切换不同的施工方案,在同一个观察点或同一个观察序列中感受不同的施工过程,有助于比较不同施工方案的优势和不足,以确定最佳施工方案;同时,还可以对某个特定的局部进行修改,并实时地与修改前的方案进行分析比较。此外,还可以直接观察整个施工过程的三维虚拟环境,快速查看不合理或错误之处,避免施工过程中出现返工。

虚拟现实技术在建筑施工领域中的应用将是一个必然趋势,在未来的设计、施工中的应用前景广阔,必将推动我国建筑施工行业迈入一个崭新的时代。

9. BIM技术与3D打印技术

3D打印技术是一种快速成型技术,是以三维数字模拟文件为基础,通过逐层打印或粉末熔铸的方式来构造物体的技术,是一种综合数字建模技术、机电控制技术、信息技术、材料



科学与化学等方面的前沿技术。

BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用,主要是在设计阶段利用 3D 打印机将 BIM 微缩打印出来,供方案展示、审查和模拟分析之用;在建造阶段,采用 3D 打印机直接将 BIM 打印成实体构件和整体建筑,部分替代传统施工工艺来建造建筑。BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用,可谓是两种革命性技术的结合,为建筑实现从设计方案到实物的过程开辟了一条“高速公路”,也为复杂构件的加工制作提供了更高效的方案。

目前,BIM 技术与 3D 打印技术的集成应用有以下三种模式:

(1)基于 BIM 技术的整体建筑 3D 打印。应用 BIM 技术进行建筑设计,将设计模型交付给专用 3D 打印机,打印出整体建筑。利用 3D 打印技术建造房屋,可有效降低人力成本,作业过程基本不产生扬尘和建筑垃圾,是一种绿色环保的工艺,在节能降耗和环境保护方面较传统工艺有非常明显的优势。

(2)基于 BIM 技术和 3D 打印技术制作复杂构件。采用传统工艺制作复杂构件,受人为因素影响较大,精度和美观度不可避免地会产生偏差;而 3D 打印机由计算机操控,只要有数据支撑,便可将任何复杂的异型构件快速、精确地制造出来。BIM 技术与 3D 打印技术集成进行复杂构件的制作,不再需要复杂的工艺、措施和模具,只需将构件的 BIM 发送给 3D 打印机,在短时间内即可将复杂构件打印出来,缩短了加工周期,降低了成本,且精度非常高,可以保证复杂异型构件几何尺寸的准确性和实体质量。

(3)基于 BIM 技术和 3D 打印技术的施工方案实物模型展示。用 3D 打印技术制作的施工方案微缩模型,可以辅助施工人员更为直接地理解方案内容,携带和展示不需要依赖计算机或其他硬件设备,还可以 360°全视角观察,克服了打印 3D 图片和三维视频角度单一的缺点。

随着各项技术的发展,现阶段 BIM 技术与 3D 打印技术集成存在的许多技术问题都将得到解决,3D 打印机和打印材料的价格也将趋于合理,3D 打印技术的应用范围也会随着应用成本的下降得到扩大,施工行业的自动化水平也会得到提高。虽然在普通民用建筑大批审查的效率和经济性方面,3D 打印建筑较工业化预制生产没有优势,但在个性化、小数量的建筑上,3D 打印的优势非常明显,随着个性化定制建筑市场的兴起,3D 打印建筑的市场前景将非常广阔。

10. BIM 技术与绿色建筑

绿色建筑是指在建筑全生命周期内最大限度地节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境和减少污染,提供健康适用、高效使用、与自然和谐共生的建筑。

BIM 最重要的意义在于它重新整合了建筑设计的流程,其所涉及的建筑生命周期管理(building lifecycle management, BLM)又恰好是绿色建筑设计所关注和影响的对象。真实的 BIM 数据和丰富的构件信息给各种绿色分析软件以强大的数据支持,确保了结果的准确性。BIM 的某些特性(如参数化、构件库等)使建筑设计及后续流程针对上述的分析结果有着非常及时和高效的反馈。绿色建筑设计是一个跨学科、跨阶段的综合性设计,而 BIM 刚好顺应需求,实现了在单一数据平台上各个工种的协调设计和数据集中。BIM 的实施能将

对建筑各项物理信息的分析从设计后期往前提,有助于建筑师在方案甚至概念设计阶段进行与绿色建筑相关的决策。

另外,BIM 技术提供了可视化的模型和精确的数字信息统计,将整个建筑的建造模型摆在人们面前,立体的三维感增强了人们的视觉冲击和图像印象。而绿色建筑则是根据现代的环保理念提出的,主要是利用自然资源,通过运用高科技设备实现人与自然的和谐共处。基于 BIM 技术的绿色建筑设计应用主要通过数字化的建筑模型、全方位的协调处理、环保理念的渗透三个方面来进行,实现绿色建筑的环保和节约资源的原始目标,对于整个绿色建筑的设计有很大的辅助作用。

总之,结合 BIM 技术进行绿色建筑设计已经是一个受到广泛关注和认可的系统性方案,也让绿色建筑事业进入一个崭新的时代。

11. BIM 技术与装配式建筑

装配式建筑是指用预制的构件在工地装配而成的建筑,它是我国建筑结构发展的重要方向之一。装配式建筑有利于我国建筑工业化的发展,有利于提高生产效率、节约能源,有利于发展绿色环保建筑,并且有利于提高和保证建筑工程质量。

与现浇施工工法相比,装配式建筑有利于实现绿色施工,因为装配式建筑更能符合绿色施工的节地、节能、节材、节水和环境保护等要求,降低施工对环境的负面影响,包括降低噪声,防止扬尘,减少环境污染,清洁运输,减少场地干扰,节约水、电、材料等资源,遵循可持续发展的原则;而且,装配式建筑可以连续地按顺序完成工程的多个或全部工序,从而减少进场的工程机械的种类和数量,消除工作衔接的停闲时间,实现立体交叉作业,减少施工人员的数量,从而提高工效,降低物料消耗,减少对环境的污染,为绿色施工提供保障。另外,装配式建筑在较大程度上减少了建筑垃圾(占城市垃圾总量的 30%~40%),如废钢筋、废铁丝、废竹木材、废弃混凝土等。

2013 年 1 月 1 日,国务院办公厅转发的《绿色建筑行动方案》中明确指出将“推动建筑工业化”列为十大重要任务之一。随着政府对建筑产业的不断推进,建筑信息化水平低已经成为建筑产业化发展的制约因素,如何应用 BIM 技术提高建筑产业信息化水平,推进建筑产业化向更高阶段发展,已经成为当前一个新的研究热点。

利用 BIM 技术能有效地提高装配式建筑的生产效率和工程质量,将生产过程中的上、下游企业联系起来,真正实现以信息化促进产业化。借助 BIM 技术三维模型的参数化设计,使图纸设计、修改的效率有了大幅度的提高,克服了传统拆分设计中的图纸量大、修改困难的缺点。钢筋参数化设计提高了钢筋设计的精确性,加大了可施工性;加上时间进度的 4D 模拟,进行虚拟化施工,可以提高现场施工管理的水平,缩短施工工期,减少图纸变更和施工现场的返工,节约投资。因此,BIM 技术的使用能够为装配式建筑的生产提供有效的帮助,使装配式工程精细化更容易实现,进而推动现代化建筑的发展,促进建筑业发展模式的转型。

12. BIM 技术与工程总承包

工程总承包(engineering procurement construction, EPC)是指工程总承包企业按照合



同约定,承担工程项目的设计、采购、施工、试运行服务等工作,并对所承包工程的质量、安全、工期、造价全面负责。EPC 是以实现项目功能为最终目标的,是我国目前所推行的总承包模式中最主要的一种。

与传统设计和施工分离承包模式相比,采用 EPC 模式,业主方能够摆脱工程建设过程中的杂乱事务,避免人员和资金的浪费;总承包商能够有效减少工程变更、争议、纠纷和索赔的耗费,使资金、技术、管理等环节的衔接更加紧密;同时,更有利于提高分包商的专业化程度,从而体现 EPC 模式的经济效益和社会效益。因此,EPC 越来越受到发包人、投资者的欢迎,同时也被政府有关部门看重并得到大力推行。

近年来,随着国际工程承包市场的发展,EPC 模式也得到越来越广泛的应用。对技术含量高、各部分联系密切的项目,业主往往更希望由一家承包商完成项目的设计、采购、施工和试运行。大型工程项目多采用 EPC 模式,这对业主和承包商提出了新的更高的要求,因为工程项目建设的成功与否在很大程度上取决于项目实施过程中各参与方之间的信息交流的透明性和时效性是否能得到满足。工程管理领域中的许多问题,如成本的增加、工期的延误等都与项目组织中的信息交流有关。传统工程管理组织中信息内容的缺失、扭曲,以及传递过程的延误和信息获得成本过高等问题都严重阻碍了项目各参与方的信息交流和沟通,这就给基于 BIM 技术的工程项目管理提供了很好的机会。把采用 EPC 模式的工程项目全生命周期中所产生的大量图纸、报表数据融入以时间、费用为维度进展的 4D、5D 模型中,利用虚拟现实技术辅助工程设计、采购、施工、试运行等诸多环节,整合业主、总承包商、分包商、供应商等各方的信息,增强项目信息的共享和互动,不仅是必要的而且是可能的。

1.3.3 BIM 技术的发展趋势

随着 BIM 技术的发展和完善,BIM 的应用还将不断扩展,BIM 将永久地改变项目设计、施工和运维管理方式,使得传统低效的方法、岗位等逐渐退出历史舞台。BIM 技术的发展趋势主要体现在以下几个方面:

(1)BIM 技术应用将有力促进建筑工业化发展。BIM 技术与某些技术的集成应用将完成更大和更复杂建设项目的预制构件工业化、产业化、一体化,且进度、质量、成本都具有可观的经济性。未来,BIM 技术能应用到各类工程的全生命周期,实现建筑行业由劳动密集型向技术密集型转移。集成应用方面的突破可能使 BIM 技术发挥很大作用。

(2)BIM 技术支持一体化项目交付。新的承包方式的出现是基于 BIM 技术的协同功能,使各参与方共同决策、互利互惠。

(3)BIM 技术将优胜劣汰一批企业和从业人员。教育机构和企业都在将 BIM 技术基础、建模等内容融入课堂和培训。

(4)BIM 技术的应用范围将快速扩展。随着 BIM 技术给项目带来的效益逐步得到认可,有创新理念的公司正探索将其应用到更大的范围。

1.4 BIM 工程师职业发展

1.4.1 BIM 工程师概述

1. 职业定义

建筑信息模型是一种应用于工程设计建造管理的数据化工具。建筑信息模型系列专业技能岗位是指工程建模、BIM 管理咨询和战略分析方面的相关岗位。从事 BIM 相关工程技术及其管理的人员,称为 BIM 工程师。

BIM 工程师通过参数模型整合各种项目的相关信息,在项目策划、运行和维护的全生命周期过程中进行共享和传递,使工程技术人员对各种建筑信息做出正确理解和高效应对,为设计团队及包括建筑运营单位在内的各方建设主体提供协同工作的基础,使 BIM 技术在提高生产效率、节约成本和缩短工期方面发挥重要作用。

2. 岗位分类

1) 根据应用领域分类

根据应用领域的不同,可将 BIM 工程师主要分为 BIM 标准管理类、BIM 工具研发类、BIM 工程应用类及 BIM 教育类等,见表 1-4。

表 1-4 根据不同应用领域划分 BIM 工程师岗位

种 类	含 义	具体岗位	岗位职责
BIM 标准管理类	主要负责 BIM 标准研究管理的相关工作人员	BIM 基础理论研究 研究人员	负责了解国内外 BIM 发展动态(包括发展方向、发展程度、新技术应用等),负责研究 BIM 基础理论,负责提出具有创新性的新理论等
		BIM 标准研究 人员	负责收集、贯彻国际、国家及行业的相关标准,负责编制企业 BIM 应用标准化工作计划及长远规划,负责组织制定 BIM 应用标准与规范,负责宣传及检查 BIM 应用标准与规范的执行,负责根据实际应用情况组织 BIM 应用标准与规范的修订等
BIM 工具研发类	主要负责 BIM 工具设计开发的工作人员	BIM 产品设计 人员	负责了解国内外 BIM 产品概念,包括产品设计、应用及发展等;负责 BIM 产品概念设计;负责 BIM 产品设计;负责 BIM 产品投入市场的后期优化等
		BIM 软件开发 人员	负责 BIM 软件设计,负责 BIM 软件开发及测试,负责 BIM 软件维护工作等



续表

种类	含义	具体岗位	岗位职责
BIM 工程应用类	应用 BIM 支持和完成工程项目全生命周期过程中各种专业任务的专业人员	BIM 模型生产人员	负责根据项目需求建立相关的 BIM 模型,如场地模型、土建模型、机电模型、钢结构模型、幕墙模型、绿色模型及安全模型等
		BIM 专业分析人员	负责利用 BIM 模型对工程项目的整体质量、效率、成本、安全等关键指标进行分析、模拟、优化,从而对项目承载体的 BIM 进行调整,以实现高效、优质、低价的项目总体实现和交付;对工程进行性能分析及虚拟建造模拟等
		BIM 信息应用人员	负责根据项目 BIM 完成各阶段的信息管理及应用的工作
		BIM 系统管理人员	负责 BIM 应用系统、数据协同及存储系统、构件库管理系统的日常维护、备份等工作,负责各系统的人员及权限的设置与维护,负责各项目环境资源的准备及维护等
		BIM 数据维护人员	负责收集、整理各部门、各项目的构件资源数据及模型、图纸、文档等项目交付数据;负责对构件资源数据及项目交付数据进行标准化审核,并提交审核情况报告;负责对构件资源数据进行结构化整理并导入构件库,并保证数据的良好检索能力;负责对构件库中构件资源的一致性、时效性进行维护,保证构件库资源的可用性;负责对数据信息的汇总、提取,供其他系统及应用使用等
BIM 教育类	在高校或培训机构从事 BIM 教育及培训工作的相关人员	高校教师	负责 BIM 研究;负责 BIM 相关教材的编制,以便课程教学的实施;负责面向高校学生讲解 BIM 技术知识,培养学生运用 BIM 技术的能力;负责为社会系统地培养 BIM 技术专业人才等
		培训机构讲师	负责面向学员进行相关 BIM 软件培训,培养及提高学员 BIM 软件应用技能;负责面向企业高层进行 BIM 概念培训,帮助企业更好地运用 BIM 技术提高企业效益等

2) 根据应用程度分类

根据应用程度的不同,可将 BIM 工程师主要分为 BIM 操作人员、BIM 技术主管、BIM 项目经理及 BIM 战略总监等,见表 1-5。

表 1-5 根据不同应用程度划分 BIM 工程师岗位

种类	含义	岗位职责	所属阶段
BIM 操作人员	进行实际 BIM 建模及分析的人员	负责创建 BIM、基于 BIM 创建二维视图及添加指定的 BIM 信息;配合项目需要,负责 BIM 可持续设计,如绿色建筑设计、节能分析、模拟漫游、建筑动画等	BIM 工程师职业发展的初级阶段
BIM 技术主管	在 BIM 项目实施过程中负责技术指导及监督的人员	负责对 BIM 项目在各阶段实施过程中进行技术指导及监督,负责将 BIM 项目经理的项目任务安排落实到 BIM 操作人员,负责协同各 BIM 操作人员的工作内容等	BIM 工程师职业发展的中级阶段
BIM 项目经理	负责 BIM 项目实施管理的人员,属于项目级职位	负责对 BIM 项目进行规划、管理和执行,保质、保量实现 BIM 应用的效益,能够自行或通过调动资源解决工程项目 BIM 应用中的技术和管理问题;负责参与 BIM 项目决策,制订 BIM 工作计划;负责设计环境的保障监督,监督并协调 IT 服务人员完成项目 BIM 软硬件及网络环境的建立,确定项目中的各类 BIM 标准及规范;负责对 BIM 工作进度的管理与监控等	BIM 工程师职业发展的高级阶段
BIM 战略总监	负责制定 BIM 发展及应用战略的人员,属于企业级职位,可以为部门或专业级的 BIM 专业应用人才或企业各类技术主管等	负责制定企业、部门或专业的 BIM 总体发展战略,包括组建团队、确定技术路线、研究 BIM 对企业的质量效益和经济效益、制订 BIM 实施计划等;负责企业 BIM 战略与顶层设计、BIM 理念与企业文化的融合、BIM 组织实施机构的构建、BIM 实施方案的比选、BIM 实施流程的优化、企业 BIM 信息构想平台的搭建及 BIM 服务模式与管理模式的创新等	BIM 工程师职业发展的高级阶段

1.4.2 BIM 工程师在项目全生命周期各阶段的作用

BIM 技术可应用于项目全生命周期各阶段中,包括项目各参与方,因此 BIM 技术应用领域较多,应用内容较丰富(项目的全生命周期概念可参见本书第 2.3.1 节的相关内容)。



1. BIM 工程师与工程招投标

BIM 工程师在工程招投标管理中的作用主要体现在以下几个方面：

(1) 数据共享。BIM 的可视化能够让投标方深入了解招标方所提出的条件,避免信息孤岛的产生,保证数据的共通共享及可追溯性。

(2) 经济指标的控制。控制经济指标的精确性与准确性,避免建筑面积与限高的造假。

(3) 削减招投标成本。削减招投标成本可实现招投标跨区域、低成本、高效率、更透明和现代化,大幅度削减招投标人力成本。

(4) 整合招投标文件。整合所有招标文件,量化各项指标,对比论证各投标人的总价、综合单价及单价构成的合理性。

(5) 评标管理。基于 BIM 技术能够记录评标过程并生成数据库,对操作员的操作进行实时监督,评标过程可事后查询,最大限度地减少暗箱操作、虚假招标、权钱交易,有利于规范市场秩序、防止权力寻租与腐败,有效推动招投标工作的公开化、法制化,使招投标工作更加公正、透明。

(6) 无纸化招投标。实现无纸化招投标,从而节约大量纸张和装订费用,真正做到绿色低碳环保。

2. BIM 工程师与工程设计

BIM 工程师在工程设计中的作用主要体现在以下几个方面：

(1) 通过创建模型,更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求。

(2) 利用模型进行专业协同设计,可减少设计错误,通过碰撞检查,把类似空间障碍等问题消灭在出图之前。

(3) 可视化的设计会审和专业协同,基于三维模型的设计信息的传递和交换将更加直观、有效,有利于各方沟通与理解。

3. BIM 工程师与工程施工

BIM 工程师在工程施工中的作用主要体现在以下几个方面：

(1) 利用模型进行直观的“预施工”,预知施工难点,最大限度地消除施工的不确定性和不可预见性,降低施工风险,保证施工技术措施的可行、安全、合理和优化。

(2) 在设计方提供的模型基础上进行施工深化设计,解决设计信息中没有体现的细节问题和施工细部做法,更直观、更切合实际地对现场施工工人进行技术交底。

(3) 为构件加工提供最详细的加工详图,减少现场作业,保证质量。

(4) 利用模型进行施工过程荷载验算、进度物料控制和施工质量检查等。

4. BIM 工程师与工程造价

BIM 工程师在工程造价中的作用主要体现在以下几个方面：

(1) 在项目设计阶段,BIM 工程师对工程造价进行预估,应用 BIM 技术提供各设计阶段准确的工程量、设计参数和工程参数,将工程量和参数与技术经济指标结合,以计算出准确

的估算、概算,再运用价值工程和限额设计等手段对设计成果进行优化。

(2)在合同管理阶段,BIM 工程师通过对细部工程造价信息的抽取、分析和控制,从而控制整个项目的总造价。

5. BIM 工程师与工程运维

BIM 工程师在工程运维中的作用主要体现在以下几个方面:

(1)数据集成与共享化运维管理。把成堆的图纸、报价单、采购单、工期图等统筹在一起,呈现出直观、实用的数据信息,并基于这些信息进行运维管理。

(2)可视化运维管理。基于 BIM 三维模型对建筑运维阶段进行直观的、可视化的管理。

(3)经济管理决策与模拟。提供实时的数据访问,在没有获得足够信息的情况下,做出应急响应的决策。

可见,BIM 在工程的各个阶段都能发挥重要的作用,项目各方都能加以利用。各参与方在项目各阶段使用 BIM 的情况见表 1-6。

表 1-6 各参与方在项目各阶段使用 BIM 的情况

项目阶段	相关企业单位	工作应用
BIM 与工程招投标	房地产开发公司	负责招标、开标及评定标等
	施工单位	负责投标,利用 BIM 等相关软件提高中标率和投标质量
	设计院	负责投标,基于 BIM 技术给招标方提供技术标书及表述、演示视频等
BIM 与工程设计	设计院	负责建筑方案前期构思、三维设计与可视化展示、设计分析,协调设计及碰撞检查,出具相关施工图
	研究院	负责对基于 BIM 技术的设计方法进行研究及创新,以提高项目设计阶段的效益
BIM 与工程施工	施工单位	负责虚拟施工管理、施工进度管理、施工成本管理、施工过程安全管理、物料管理、绿色施工管理、工程变更管理、施工协调工作等
	研究院	负责对基于 BIM 技术的设计方法进行研究及创新,以提高项目设计阶段的效益
BIM 与工程造价	房地产开发公司	负责项目投资控制、进度款拨付、结算等
	设计院	负责配合设计各阶段计算投资
	施工单位	负责投标报价、施工过程中进度款申请、变更洽商、造价编制、工程结算等
	造价咨询单位	负责项目及工程造价的编制、审核



续表

项目阶段	相关企业单位	工作应用
BIM 与工程运维	房地产开发单位	负责空间管理、资产管理、维护管理、公共安全管理、耗能管理等
	市政单位	负责应用 BIM 技术对建筑及城市进行规划管理



训练与提升

一、单项选择题

- 下列关于国内外 BIM 发展状态的说法,不正确的是()。
 - 美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,其对 BIM 的研究与应用都走在世界前列
 - 与大多数国家相比,新加坡政府要求强制使用 BIM
 - 北欧国家包括挪威、丹麦、瑞典和芬兰,是一些主要的建筑业信息技术的软件厂商所在地,如 Tekla 和 Solibri,而且对发源于邻近匈牙利的 ArchiCAD 的应用率也很高
 - 近年来,BIM 在国内建筑业形成一股热潮,除了前期软件厂商的大声呼吁外,政府相关单位、各行业协会与专家、设计单位、施工企业、科研院校等也开始重视并推广 BIM
- 应用 BIM 支持和完成工程项目全生命周期过程中各种专业任务的专业人员指的是()。
 - BIM 标准研究类人员
 - BIM 工具开发类人员
 - BIM 工程应用类人员
 - BIM 教育类人员
- 下列主要负责根据项目需求建立相关的 BIM,如场地模型、土建模型、机电模型、钢结构模型、幕墙模型、绿色模型及安全模型的是()。
 - BIM 生产工程师
 - BIM 专业分析工程师
 - BIM 信息应用工程师
 - BIM 系统管理工程师
- 下列选项进行实际 BIM 建模及分析人员,属于 BIM 工程师职业发展的初级阶段的是()。
 - BIM 操作人员
 - BIM 技术主管
 - BIM 标准研究类人员
 - BIM 工程应用类人员
- 下列选项体现了 BIM 在施工中的应用的是()。
 - 通过创建模型,更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求
 - 可视化运维管理基于 BIM 三维模型对建筑运维阶段进行直观的、可视化的管理
 - 应急管理决策与模拟,提供实时的数据访问,在没有获取足够信息的情况下,做出应急响应的决策
 - 利用模型进行直观的“预施工”,预知施工难点,最大限度地消除施工的不确定性和不

可预见性,降低施工风险

6. 房地产开发公司在 BIM 与招投标方面的应用主要体现在()。

- A. 负责投标工作,基于 BIM 技术对项目工程量进行估算,做出初步报价
- B. 负责投标工作,利用 BIM 数据库,结合相关软件完成数据整理工作,通过核算人、材、机的用量,分析施工环境和难点
- C. 负责招标、开标及评定标等工作
- D. 负责对基于 BIM 技术的设计方法进行研究及创新,以提高项目设计阶段的效益

二、多项选择题

1. BIM 技术给工程建设带来的变化主要包括()。

- A. 更多的业主要求应用 BIM,更多地服务于绿色建筑
- B. BIM 4D 工具成为施工管理新的技术手段
- C. 工程人员的组织结构与工作模式逐渐发生改变
- D. 一体化协作模式的优势逐渐得到认同
- E. 企业资源计划(ERP)逐渐被承包商广泛应用

2. BIM 工程师职业岗位中的教育类可分为()。

- A. 高校教师
- B. 培训讲师
- C. 标准制定人员
- D. 理论基础研究人员
- E. BIM 专业分析人员

3. 根据 BIM 应用程度的不同,可将 BIM 工程师职业岗位分为()。

- A. BIM 战略总监
- B. BIM 项目经理
- C. BIM 技术主管
- D. BIM 操作人员
- E. BIM 系统管理人员

4. BIM 工程师的职业发展方向包括()。

- A. BIM 与工程招投标
- B. BIM 与工程设计
- C. BIM 与工程施工
- D. BIM 与工程造价
- E. BIM 与工程运维

5. 下列选项属于当前 BIM 市场的主要特征的是()。

- A. BIM 技术应用覆盖面较窄
- B. 涉及项目的实战较少
- C. BIM 普及程度较高
- D. 缺少专业的 BIM 工程师
- E. 多软件协调应用充分

6. 下列可能是 BIM 未来发展模式的特点的是()。

- A. 个性化开发
- B. 全方位应用
- C. 单方位应用
- D. 市场细分
- E. BIM 与多软件协调

模块 2 BIM 基础知识



内容导读

本模块主要从 BIM 的概念理解、BIM 的主要特征、BIM 与模型信息、BIM 价值分析这几个方面对 BIM 的基础知识进行介绍。



学习目标

- (1) 掌握 BIM 的基本概念, BIM 的主要特征, 对 BIM 有全面、正确的认识。
- (2) 熟悉 BIM 的应用领域及优势, 熟悉 BIM 在项目全生命周期中的应用价值。
- (3) 了解 BIM 信息的特性和传递, 认识到 BIM 对于建筑行业的重要意义。

2.1 BIM 技术概述

2.1.1 BIM 的概念

BIM 是以建筑工程项目的各种信息数据作为模型的基础, 而后进行模型的建立并使用数字仿真技术来模拟建筑物的真实信息情况。BIM 不仅仅是简单地将数字信息进行集成, 更是一种数字信息的应用, 可广泛应用于建筑规划、设计、建造和管理的数字化方法。

近年来, 随着我国建筑行业的快速发展, BIM 的发展和应用引起了业界的广泛关注。各方一致的观点是 BIM 技术引领建筑信息化未来的发展方向, 同时也将引起整个建筑业及其相关行业革命性的变化。通过深入分析目前各种各样的应用实例和研究成果, 不难发现其中存在着一个基础性的问题, 即如何正确认识 BIM, 如何正确定义 BIM 的概念范围。对于上述问题如不能通过深入的分析来有效解决, 必将会影响 BIM 的发展, 进而会给整个建筑业的发展带来负面影响。

BIM 的概念最早可以追溯到 20 世纪 70 年代, 是伴随着信息技术在建筑业的深入运用而产生和发展的, 从单一建筑模型(single building model, SBM)、集成建筑模型(integrated building model, IBM)、通用建筑模型(generic building model, GBM)到虚拟建筑模型(virtual building model, VBM)。

通过分析有关资料可以发现, 与中文名词“建筑信息模型”相对应的英文名词有两个:

Building Information Modeling 和 Building Information Model。这两个名词的缩写均为 BIM,其中文对应都可以翻译为建筑信息模型。对于这两个专业名词,Building Information Model 在以前使用较多,而现在一般用到 BIM 的地方如果没有特别指出,一般都是使用 Building Information Modeling 一词。

1. 关于 BIM 的不同定义

各方对 BIM 有着不同角度的定义,查阅资料、汇总分析一些较为权威的关于 BIM 的定义如下:

(1)BIM 是一种与数据库相联系基于模型的项目信息技术。(AIA,美国建筑师协会)

(2)BIM 是出于可视化、工程分析、冲突分析、规范标准检查、成本分析、竣工验收、预算及其他多种目的而建立一个设施电子化模型的行动。(NIBS,美国国家建筑科学研究院)

(3)BIM 作为一个动词或形容词用来描述关于工具、过程和技术,其通过数字化的、机器可读的文档对一个建筑物的性能、规划及其运营维护来实现。因此,BIM 用来描述一种活动,而不是一个对象,为了描述建模活动的结果,我们使用建筑信息模型或建筑模型。(Charles Eastman,Georgia Institute of Technology)

(4)BIM 是开发和使用一个多方面的计算机软件数据模型,该模型不止用来存储新建或改扩建项目的设计文档,还可以用来对其建设和运营进行模拟。由此产生的建筑信息模型是一个数据丰富、对象化、智能化和参数化的设施数字表现,来自不同用户的适当的需要,可以提取和分析,以产生反馈并对设施的设计进行改进。(GSA,美国总务管理局)

(5)BIM 是一种建筑设计和文档化的方法,其主要特征是在建设项目的的设计、建设阶段创建和使用协调的、内部一致性的、可计算的信息。(Autodesk)

(6)BIM 是为了项目的设计、建造和运营等需要而创建和使用数字化模型的过程。(McGraw-Hill)

(7)BIM 是一个在分布化的数据库管理系统中建立包含整个建设项目生命周期的图形化和非图形化方面信息的模型的过程。(Bentley)

(8)BIM 是一个包含图形文件(图纸)及非图形文件(合同、进度计划和其他数据)的单一知识库。(Graphisoft)

2. 对 BIM 的认识差异

以上所列出的关于 BIM 定义的来源包括科研院所、行业协会、政府部门及商业机构。通过以上对 BIM 定义的分析可以看出不同定义主体考虑的侧重点不同,其对 BIM 的认识存在着一定的差异,主要可以划分为以下三种类型:

(1)技术论。技术论认为 BIM 是一种实现建设工程信息管理的具体技术或方法。BIM 首先是一种技术,是数字技术在建筑工程中的直接应用,以解决建筑工程在软件中的描述问题,使设计人员和工程技术人员能够对各种建筑信息做出正确的应对,并为协同工作提供坚实的基础。

(2)过程论。过程论认为 BIM 既是一种建筑信息管理的过



造、管理的数字化过程。它可以支持建筑工程的集成管理环境,可以使建筑工程在其整个进程中显著提高效率和大量减少风险。

(3)实体论。实体论认为 BIM 是一个模型或知识库,其中包含建筑物的各类几何信息(几何尺寸、标高等)与非几何信息(建筑材料、采购信息、耐火等级、日照强度等),涉及整个建设工程生命期的信息。

3. 对 BIM 概念的总结

在思考上述问题的基础上,还应该思考的是 BIM 的基本含义和本质特点。对于 BIM,要有充分的理解,不但要知道 BIM 的含义,还要清楚 BIM 应用的含义。尤其是领会 BIM 的信息结构化能力支持计算机自动处理及信息的可视化能力支持人类快速理解两个本质特点。同时也要清楚 BIM 的两个基本理念:一是信息在第一次产生的时候被收集起来,二是项目利益相关方可以方便地使用已经收集起来的信息。

根据以上种种讨论,可将 BIM 的概念总结如下:

(1)BIM 是以三维数字技术为基础,集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,是对工程项目实体与功能特性的数字化表达。

(2)BIM 是一个完善的信息模型,能够连接建筑项目生命期不同阶段的数据、过程及资源,是对工程对象的完整描述,提供可自动计算、查询、组合拆分的实时工程数据,可被建设项目各方广泛使用。

(3)BIM 具有单一工程数据源,可解决分布式、异构工程数据之间的一致性和全局共享问题,支持建设项目全生命周期中动态的工程信息创建、管理和共享,是项目实时的共享数据平台。

2.1.2 BIM 的主要特征

通过对上述的 BIM 概念的分析可以看出,BIM 不只是一个简单的技术、模型实体或者实现的过程,而应该是一个综合多种维度不同因素的集合体。BIM 的主要特征包括以下几个方面:

1. 可视化

BIM 提供了可视化的思路,能让人们将以往的线条式构件以一种三维立体实物的图形展示出来。可视化即“所见所得”的形式。对于建筑行业来说,可视化真正运用的意义非常大。例如,施工人员经常拿到的施工图纸只是用线条来表达各个构件的信息,而构件的真实构造形式就需要其自行想象。对于一般简单的东西来说,这种想象也未尝不可,但是现在的建筑形式各异,复杂造型不断推出,那么光靠人脑来想象是不符合现实的。

以前,建筑业也会制作设计方面的效果图,但是这种效果图是分包给专业的效果图制作团队,根据线条式信息识读设计制作出来的,并不是通过构件的信息自动生成的,因此缺少同构件之间的互动性和反馈性,这当然也属于可视化的范畴,但 BIM 的可视化远不止效果图那么简单。BIM 提供的可视化是一种能够使同构件之间形成互动性和反馈性的可视化,

在 BIM 的工作环境中,由于整个过程都是可视化的,所以可视化的结果不仅可以用于效果图的展示及报表的生成,更重要的是项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论和决策都可以在可视化的状态下进行。模拟三维的立体事物可以使项目在设计、建造、运营等整个建设过程中可视化,方便进行更好的沟通、讨论与决策。BIM 可视化能力的价值在 BIM 整体应用价值中占有重要地位。BIM 的可视化特征表现如图 2-1 所示。

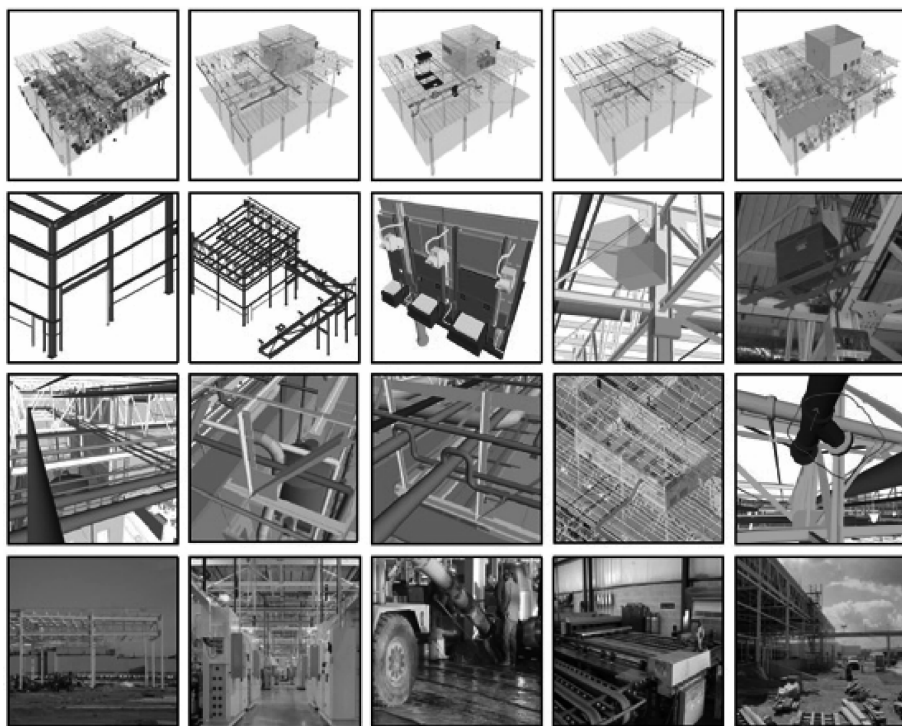


图 2-1 BIM 的可视化特征表现

2. 协调性

基于 BIM 的三维设计软件在项目紧张的管线综合设计周期里,提供清晰、高效率的与各系统专业有效沟通的平台,更好地满足工程需求,提高设计品质。协调性是建筑业中的重点内容,无论是施工单位还是业主及设计单位,都在做着协调及相互配合的工作。一旦在项目的实施过程中遇到问题,就要将各有关人士组织起来开协调会,找出施工问题发生的原因及解决办法,然后做出相应的变更,采取相应补救措施等来解决问题。那么,问题的协调真的就只能等出现问题后再进行吗?在设计时,由于各专业设计师之间的沟通不到位,往往会出现各专业之间的碰撞问题。例如,在对暖通等专业中的管道进行布置时,可能遇到由结构设计的梁等构件阻碍管线布置的情况,这就是施工中常遇到的碰撞问题。像这样的碰撞问题的协调解决就只能在问题出现之后再解决吗? BIM 的协调性服务就可以帮助处理这种问题,也就是说, BIM 可在建筑物建造前期对各专业的碰撞问题进行协调,生成协调数据。当然, BIM 的协调作用也并不是只能解决各专业间的碰撞问题,它还可以解决诸如电梯井布



置与其他设计布置及净空要求的协调,防火分区与其他设计布置的协调,地下排水布置与其他设计布置的协调,等等。图 2-2 为世博场馆的管线综合布置 BIM 应用,体现了 BIM 的协调性。



图 2-2 世博场馆的管线综合布置 BIM 应用

3. 模拟性

利用四维施工模拟相关软件,根据施工组织安排进度,在已经搭建好的模型的基础上加上时间维度,分专业制作可视化进度计划,即四维施工模拟。通过四维施工模拟,一方面可以知道现场施工,另一方面为建筑、管理单位提供非常直观的可视化进度控制管理依据。四维施工模拟可以使建筑的建造顺序清晰,工程量明确,把 BIM 和工期结合起来,直观地体现施工的界面、顺序,从而使各专业施工之间的施工协调变得清晰明了。通过四维施工模拟与施工组织方案的结合,能够使设备材料进场、劳动力分配、机械排班等各项工作安排变得最为有效、经济。在施工过程中,还可将 BIM 与数码设备相结合,实现数字化的监控模式,更有效地管理施工现场,监控施工质量,使工程项目的远程管理成为可能,便于项目各参与方的负责人能在第一时间了解现场的实际情况。

BIM 并不是只能模拟设计出建筑物的模型,还可以模拟不能够在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段,BIM 可以对设计上需要进行模拟的一些东西进行模拟实验,如节能模拟、日照模拟、热能传导模拟等;在招投标和施工阶段,BIM 可以进行 4D 模拟(3D 模型加项目的发展时间),也就是根据施工组织设计模拟实际施工,从而确定合理的施工方案。同时,BIM 还可以进行 5D 模拟(4D 模型加造价控制),从而实现成本控制;在后期运营阶段,BIM 可以模拟日常紧急情况的处理方式,如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。图 2-3 为 BIM 4D 时间模拟,图 2-4 为 BIM 日照模拟,图 2-5 为 BIM 热能环境模拟。

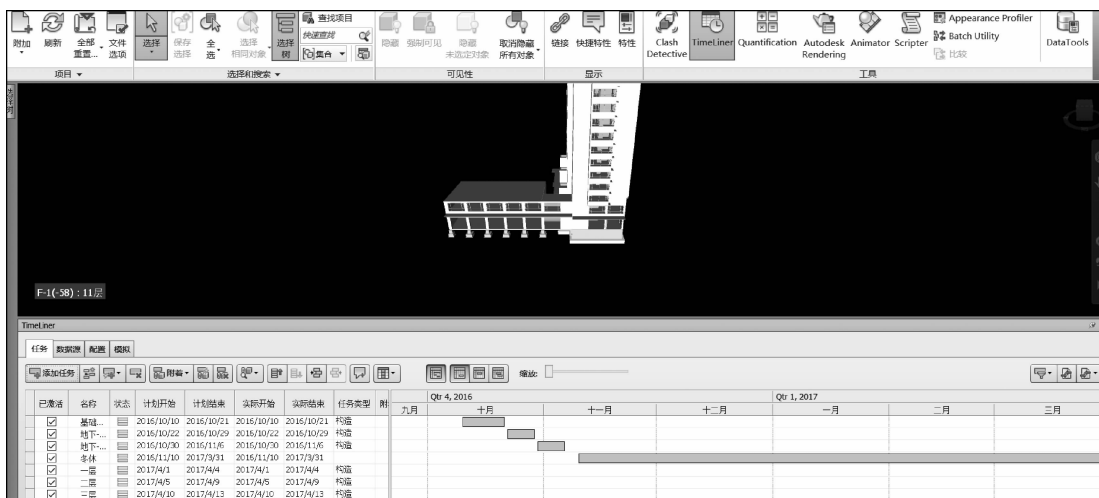


图 2-3 BIM 4D 时间模拟

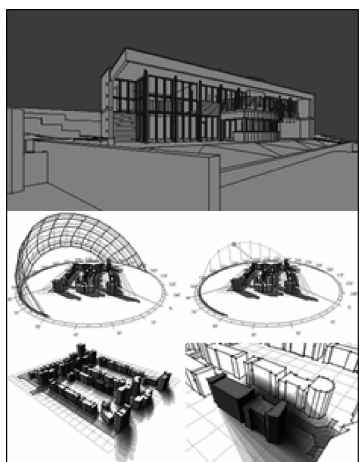


图 2-4 BIM 日照模拟

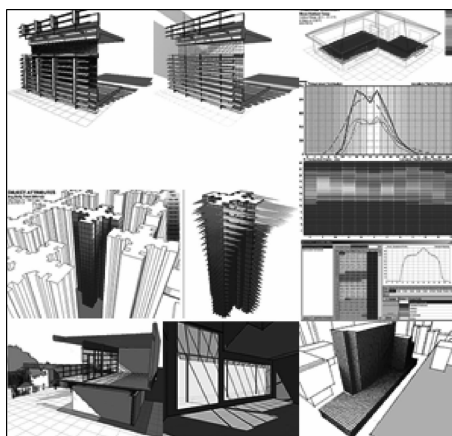


图 2-5 BIM 热能环境模拟

4. 优化性

现代建筑的复杂程度大多超过参与人员本身的能力极限, BIM 及其配套的各种优化工具提供了对复杂项目进行优化的可能。

事实上, 整个设计、施工、运营的过程就是一个不断优化的过程。虽然优化和 BIM 不存在实质性的必然联系, 但是在 BIM 的基础上可以进行更好的优化。

(1) 优化主要受到以下因素的制约:

①信息。没有准确的信息就得不到合理的优化结果, BIM 不但提供了当前建筑物实际存在的信息(包括几何信息、物理信息、规则信息), 还提供了建筑物变化以后的实际存在的信息。



②复杂程度。当建筑物的复杂程度达到一定值时,单靠参与人员本身的能力已无法掌握所有的信息,必须借助一定的科学技术和设备。

(2)目前,基于 BIM 的优化可以做以下工作:

①项目方案的优化。把项目设计和投资回报分析结合起来,可以实时计算出设计变化对投资回报的影响。这样业主对设计方案的选择就不会主要停留在对形状的评价上,而是哪种项目设计方案更有利于自身的需求。

②特殊项目的设计优化。在大空间到处可以看到异型设计,如裙楼、幕墙、屋顶等。这些内容看起来占整个建筑的比例不大,但是占投资和工作量的比例往往很大,而且通常是施工难度比较大和施工问题比较多的地方,对这些内容的设计施工方案进行优化,可以显著地改善工期和造价。

5. 可出图性

BIM 并不是为了出人们日常多见的类似于建筑设计院所出的建筑设计图纸及一些构件加工的图纸,而是通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟和优化,帮助业主出如下图纸:综合管线图(经过碰撞检查 and 设计修改,消除了相应错误)、综合结构留洞图(预埋套管图)、碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

6. 信息完备性

BIM 除了包括对工程对象进行三维几何信息和拓扑关系的描述外,还包括完整的工程信息描述,如对象名称、结构类型、建筑材料、工程性能等设计信息,施工工序、进度、成本、质量及人力、机械、材料资源等施工信息,工程安全性能、材料耐久性能等维护信息,以及对象之前的工程逻辑关系,等等。

7. 信息关联性

信息模型中的对象是可识别且互相联系的,系统能够对模型的信息进行统计和分析,并生成相应的图形和文档。如果模型中的某个对象发生变化,那么与之关联的所有对象都会随之更新,以保持模型的完整性。

8. 信息一致性

在建筑全生命周期的不同阶段,模型信息是一致的,同一信息无须重复输入,而且信息模型能够自动进行演化,模型对象在不同阶段可以简单地进行修改和扩展而无须重新创建,避免了信息不一致的错误。

BIM 的特征主要强调的是对整个建设项目全生命周期中来自各个阶段、各个专业、各个参与方的信息的集成,信息的集成化程度越高,其效能的发挥也就越显著。集成则是强调对 BIM 要从技术、合同、管理等多角度入手,而不应孤立地将 BIM 视为一个单纯的技术过程,就技术而论技术,忽略了其中更为复杂的法律和管理问题,这可能会导致 BIM 应用产生适得其反的效果。分析国内外 BIM 应用的案例,特别是一些 BIM 应用失败的案例,是不难发现这一点的。同时,由于 BIM 及其应用所涉及的问题处在一个不断发展演化的过程中,所以还要以动态、发展的眼光来看待其中的问题。

2.1.3 BIM 的应用领域

1. BIM 在项目规划领域的应用

无论在城区内新建建筑还是对既有建筑进行维护改造都会受到很多因素的影响,传统的规划,考虑问题可能不够全面,很多影响因素不易量化,在此情况下可以建立以 BIM 为主的可视化技术。因为该模型的仿真性能较好,能优化项目方案的决策及规划,并为其提供有利的实施条件。项目投资及规划阶段,应结合建筑物的 BIM 标示现有的数据图形,然后利用原有与拟建工程项目中的相似点进行工程数据改造。例如,项目所在地的基本建材或人力的价格统计;在模拟输出时完善类似于工程的单方面造价信息等内容;在使用 BIM 技术时改变项目的总投资额度,然后对项目进行规划,这样就能在项目的决策阶段为其提供有效的数据支持。根据业主要求建立 BIM,将 BIM 应用到建筑方案的讨论、确定中,实现三维可视化,更有助于满足业主要求,提高沟通效率。

2. BIM 在项目设计领域的应用

在建筑工程的设计阶段中应用 BIM 技术,该技术是信息的载体,可以建立一个完整、丰富的建筑结构模型,而不再是一个空壳,既可以呈现出建筑物的外观,又可以体现出建筑物总体的布局,包括房间、走廊等。所以,在建筑工程设计中应用 BIM 技术可以模拟出建筑结构的真实情况。

就当前的建筑工程设计工作而言,由于设计人员在建筑结构模型的建立工作中,只从一个方面进行,导致很多设计的深度不够。而 BIM 技术的应用能够有效掌握界面的大小,进而深入分析建筑结构的设计。就深化建筑设计来说,BIM 技术一般通过碰撞检查的方法,使其具有很大的检查优势。该技术可以为建筑工程设计提供便捷的协作体系,实现相关人员在同一平台上工作,加强沟通交流力度,提高工作效率,实现信息共享。此外,设计人员还能够在一个位置上对设计图纸进行不同的修改,而中心文件能够对变更的内容进行同步处理,所以,其他人员可以及时获得更改的数据,缩短了信息传递的周期,提高了建筑工程设计工作的效率和质量。

就我国现阶段的建筑设计而言,大多数依然是使用图纸,利用建筑各个角度的图纸来呈现建筑设计的情况。而 BIM 技术的应用,可以把整个建筑视为一个统一的整体,并对建筑结构的真实情况进行有效的模拟。在建筑施工的过程中,可以在 BIM 技术构建的模型中获取所需要的信息,设计人员把原来的设计方案、施工图纸等信息集中于 BIM 中,施工人员可以及时提取有效的信息,实现信息的共享。

BIM 重新整合了建筑设计的流程,使其在实现绿色设计、可持续方面具有明显的优势,包括建筑、结构、暖通、电气等方面。其协同设计功能,实现了单一数据平台上各个工种的协调设计和数据集中。同时,结合 Revit、Navisworks 等软件加入 4D 信息,使跨阶段的管理和设计完全参与到信息模型中来。

3. BIM 在项目施工管理领域的应用

作为建设项目全生命周期中至关重要的施工阶段,BIM 的运用将给施工企业的生产带



来深远的影响。

(1)降本增效,低碳施工。BIM 在施工阶段给施工企业的发展带来三方面的影响:一是设计效果可视化,二是模型效果检验,三是四维效果的模拟和施工的监控。在利用专业软件为工程建立三维信息模型后,可以得到项目建成后的效果,BIM 为我们展现了二维图纸所不能给予的视觉效果和认知角度,同时它为有效控制施工安排、减少返工、控制成本、创造绿色环保及低碳施工等方面提供了有力的支持。

以往做设计尽管考虑得比较周到,但是还有一些地方有遗漏。不同专业、不同系统之间的错漏缺将严重影响到施工设计和成本。一般情况下,施工设计人员会在施工前进行管线设计并解决大量的管线碰撞问题。二维图纸往往不能全面反映个体、各专业、各系统之间碰撞的可能;同时由于二维设计的离散行为的不可预见性,也使设计人员漏掉一些管线碰撞问题,因此可以在做管线综合平衡设计时,利用 BIM 的可视化功能进行管线的碰撞检测,将碰撞点尽早地反馈给设计人员,为实际解决问题提供信息参考,在第一时间尽量减少现场的管线碰撞和返工现象,以最实际的方式体现降本增效,践行低碳施工的理念。因此,通常是在模型检验通过后才用模型导出深化设计施工图,这样各方面的施工就不会再有碰撞的问题发生。

以往四维施工模拟是用 3ds Max 来做的,做完后并没有起到实际指导施工的作用。现在用 BIM,可以多次使用,可以利用模型来做预制加工,提高工作效率,也方便日后业主的维修维护,从而起到数据信息共享的作用。将 BIM 与建筑信息相结合,即可实现四维施工模拟。设备吊装方案及一些重要的施工步骤,都可以用四维施工模拟的方式很明确地向业主方、审批方展示出来。

在施工质量与进度控制方面,BIM 也有其独特的魅力。在施工过程中,可将 BIM 与数码设备相结合,实现数字化的监控模式,更有效地管理施工现场,监控施工质量,这种模式使现场管理人员不用花费大量的时间进行现场的巡视监控,而是腾出更多的精力完成对现场实际情况的提前预控和对重要部位、关键产品的严格把关等准备工作。这不仅提高了工作效率,减少了管理人员的数量,还可以帮助管理人员尽早发现并防止质量问题的发生。同时,BIM 使工程项目的远程管理成为可能,项目各参与方的负责人都能在第一时间了解现场的实际情况。

(2)数据共享,协调管理。BIM 技术的运用可以提高施工预算的准确性,为预制加工提供支持,有效地提高设备参数的准确性和施工协调管理水平。充分利用 BIM 的共享平台,可以真正实现信息互动和高效管理。

①BIM 被誉为参数化的模型,提高了施工预算的准确性。在建模的同时,各类构件就被赋予了尺寸、型号、材料等约束参数。由于 BIM 是经过可视化设计环境反复验证和修改的成果,所以由此导出的材料设备数据有很高的可信度,应用 BIM 导出的数据可以直接应用到工程预算中,为造价控制、施工决算提供有力的依据。以往,施工决算都是拿着图纸进行测量的,现在有了 BIM 以后,数据完全自动生成,做决算、预算的准确性得到大大提高。各施工单位会将大量的构件,如门窗、钢结构、机电管道等进行工厂化预制后再到现场进行安装,运用 BIM 导出的数据可以极大程度地减少预制架构的现场测绘工作量,同时有效提高

构件预制加工的准确性和速度,使原本粗放性、分散性的施工模式变为集成化、模块化的现场施工模式,从而很好地解决现场加工场地狭小、垂直运输困难、加工质量难以控制等问题,对提高工作效率、降低工作成本起到关键作用。

②BIM 可以有效地提高设备参数复核的准确性。在机电安装过程中进行管线综合平衡设计及精装修时会对部分管线的行进路线进行调整,由此增加或减少的部分管线的弯头数量会对原有的系统复核产生影响。利用 BIM 的准确信息对系统进行复核计算,就可以得到更为精确的系统数据,从而为设备参数的选型提供有力的依据。

③BIM 使施工协调管理更为便捷。信息数据共享、四维施工模拟、施工远程的监控,BIM 在项目各参与者之间建立了信息交流平台,尤其像上海国际金融中心这样一个结构复杂、系统庞大、功能众多的建筑项目,各施工单位之间的协调管理显得尤为重要。有了 BIM 这样一个信息交流平台,可以使业主方、设计院、顾问公司、施工总承包、专业分包、材料供应商等众多单位在同一个平台上实现数据共享,使沟通更为便捷、协作更为紧密、管理更为有效。

BIM 施工图模型作为建筑信息的载体,集成了建筑工程项目施工阶段的各种内部和外部信息,可大大提高信息的使用效率,避免重复劳动,减少能源和材料的浪费,提高工程质量,降低工程成本。此外,BIM 技术还可以提前预知后期施工的建筑各项物理信息,以便对有可能出现的不利于施工的因数和风险采取有效的预防措施。施工项目部的信息枢纽如图 2-6 所示。

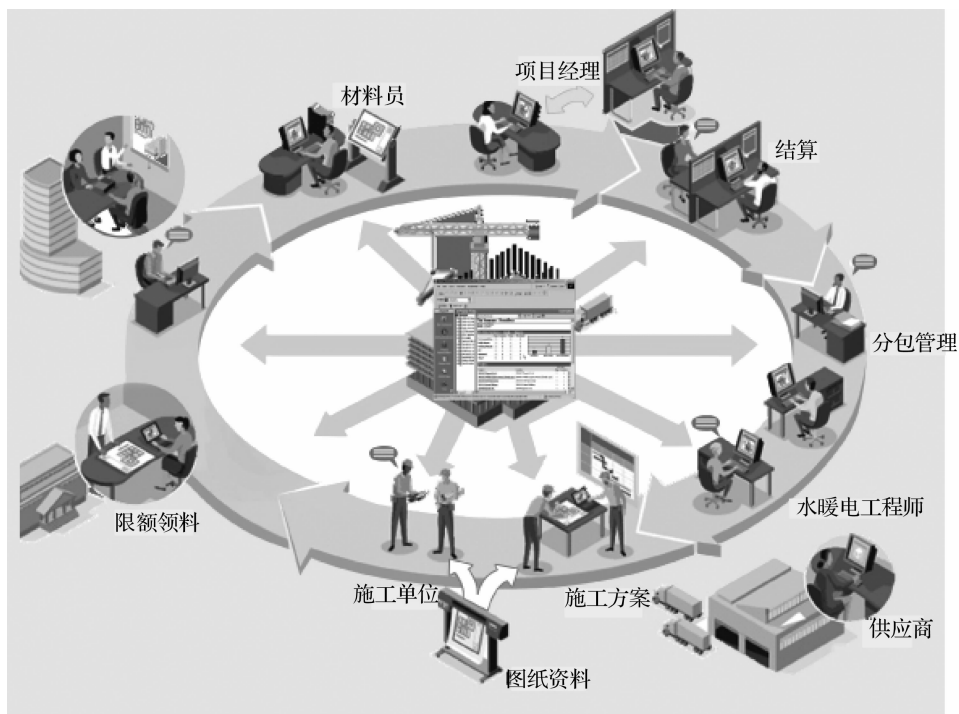


图 2-6 施工项目部的信息枢纽



据 Autodesk 公司的统计,利用 BIM 技术可以提高项目产出 79%和加强团队合作,三维可视化更便于沟通,提高企业竞争力 66%,减少 50%~70%的信息请求,缩短 5%~10%的施工周期,减少 20%~25%的各专业协调时间。

4. BIM 在项目运营管理领域的应用

运营管理是现代工程项目管理最为重要的阶段,它直接决定了该建筑的成败。设施管理综合利用管理科学、建筑科学、行为科学和工程技术等多种学科理论,将人、空间与流程相结合进行管理。设施管理服务于建筑全生命周期,在规划阶段充分考虑建设和运营维护的成本及功能要求。运用 BIM 技术,可以实现运营期的高效管理。

(1)空间管理。空间管理主要应用于照明、消防等各系统和设备的空间定位。获取各系统和设备空间位置信息,把原来编号或者文字表示变成三维图形位置,直观、形象且方便查找。例如,通过射频识别获取大楼的安保人员的位置;消防报警时,在 BIM 上快速定位所在位置,并查看周边的疏散通道和重要设备等。其次,空间管理应用于内部空间设施可视化。传统建筑业信息都存在于二维图纸和各种机电设备的操作手册上,需要使用的时候由专业人员自己去查找信息、理解信息,然后据此决策对建筑物进行一个恰当的动作。利用 BIM 建立一个可视三维模型,所有的数据和信息都可以从模型中获取和调用,如装修时,可快速获取不能拆除的管线、承重墙等建筑构件的相关属性。

(2)设施管理。在设施管理方面,主要包括设施的装修、空间规划和维护操作。美国国家标准与技术研究院(NIST)于 2004 年进行了一次研究,业主和运营商在持续设施运营和维护方面耗费的成本几乎占总成本的 2/3。这次统计反映了设施管理人员的日常工作烦琐、费时,如手动更新住房报告;通过计算天花板瓦片的数量,计算收费空间的面积;通过查找大量的建筑文档,找到关于热水器的维护手册等。而 BIM 技术的特点是,能够提供关于建筑项目的协调一致的、可计算的信息,因此该信息非常值得共享和重复使用,且业主和运营商可降低由于缺乏互操作性而导致的成本损失。此外,还可对重要设备进行远程控制。把原来商业地产中独立运行的各设备通过射频识别等技术汇总到统一的平台上进行管理和控制。通过远程控制,可充分了解设备的运行状况,为业主更好地进行运维管理提供良好条件。设施管理在地铁运营维护中起到了重要作用,在一些现代化程度较高、需要大量高新技术的建筑(如大型医院、机场、厂房等)中也应用广泛。

(3)隐蔽工程管理。在建筑设计阶段会有一些隐蔽的管线信息是施工单位不关注的,或者说这些资料信息可能在某个角落里,只有少数人知道。但是随着建筑物使用年限的增加,这些安全隐患日益突出,有时直接导致悲剧酿成。例如,2010 年在对南京市某废旧塑料厂进行拆迁时,因对隐蔽管线信息了解不全,工人不小心挖断地下埋藏的管道,引发了剧烈的爆炸,此次事件造成了巨大的伤害,引起了社会的强烈反响。目前,我国正在大力推进地下综合管廊建设,基于 BIM 技术的运维可以管理复杂的地下管网,如污水管、排水管、网线、电线及相关管井,并且可以在图上直接获得相对位置关系;当改建或二次装修时,可以避开现有管网位置,便于管网维修、更换设备和定位。内部相关人员可以共享这些电子信息,根据

变化可随时调整,保证信息的完整性和准确性。

(4)应急管理。基于 BIM 技术的管理不会有任何盲区。公共建筑、大型建筑和高层建筑等人流聚集区域,对于突发事件的响应能力非常重要。传统的突发事件处理仅仅关注响应和救援,而通过 BIM 技术的运维管理可以对突发事件进行管理,如预防、警报和处理。以消防事件为例,该管理系统可以通过喷淋感应器感应信息;如果发生失火事故,在商业广场的 BIM 信息模型界面中就会自动触发火警警报;对失火区域的三维位置和房间立即进行定位显示;控制中心可以及时查询相应的周围环境和设备情况,为及时疏散人群和处理灾情提供重要信息。类似的还有水管、气管爆裂等突发事件;通过 BIM 系统我们可以迅速定位控制阀门的位置,避免在浩如烟海的图纸中寻找信息,导致救援处理不及时,酿成灾难性事故。

(5)节能减排管理。通过 BIM 结合物联网技术的应用,使得日常能源管理监控变得更加方便。通过安装具有传感功能的电表、水表和煤气表后,可以实现建筑能耗数据的实时采集、传输、初步分析、定时定点上传等基本功能,并具有较强的扩展性。系统还可以实现室内温(湿)度的远程监测,分析房间内的实时温(湿)度变化,配合节能运行管理。在管理系统中可以及时收集所有能源信息,并且通过开发的能源管理功能模块,对能源消耗情况进行自动统计分析,如各区域、各户主的每日用电量和每周用电量等,并对异常能源使用情况进行警告或标识。

鉴于 BIM 技术的重要性,我国从“十五”国家科技攻关计划中已经开始了对于 BIM 技术相关研究的支持。经过多年的发展,BIM 技术在设计和施工阶段已经被广泛应用,而在设施维护中的应用案例并不多,尚未被广泛应用。但相关专家一致认为,在运维阶段,BIM 技术的需求量非常大,尤其是对商业地产的运维将创造巨大的价值。随着近几年物联网的高速发展,BIM 技术在运维管理阶段的应用也将迎来一个新的发展阶段。我们相信将物联网技术和 BIM 技术相融合,并引入建筑全生命周期的运维管理阶段,将会带来巨大的经济效益。

2.1.4 BIM 的优势

CAD 技术和 BIM 技术对整个工程建设行业来说都是一个非常大的推动与变革,这两项技术有相同之处,即信息化技术,都是以信息化技术来推动产业变革的。它们之间也有不同,CAD 技术作为一次技术变革,它所发挥的作用仅限于一个闭合的环境,没有触及和改变整个产业流程及产业的组织结构;而 BIM 技术则是对整个行业工作流程及理念进行变革。过去反映的事物一般都是离散的,而 BIM 技术是在参数化关系下反映事物,所有事物之间是联系的,这对于整个行业的变革将起到极其深远的影响。BIM 技术的优势主要体现在以下几个方面:

1. 参数化设计

一直以来,设计师是使用绘图和实物模型的方法向项目决策人员传递他们的构思和思想的。但如果用 BIM 软件来进行建筑设计,由于 BIM 软件与传统绘图软件的区别是 BIM 针对的对象不再是点、线、面这些简单的几何对象,而是墙体、门、窗、梁、柱等建筑构件;其建



立和修改的也不是那些没有建立起关联关系的点和线,而是由建筑构件组成的建筑物整体。因此,整个设计过程是采用参数化设计方式全面、不断地确定与修改建筑构件的各种参数,达到最终结果。

2. 构件关联性设计

构件关联性设计是参数化设计的附属衍生设计。就是当建筑模型中的构件都是由参数来表示时,如果将这些参数串联起来,那么就实现了关联性设计。也就是说,当工程师修改相关构件时,建筑模型也会在相应的位置上进行修改,并且这种修改是相互关联的。例如,在实际工程中会遇到修改楼层高度的情况,在 BIM 中如果对每层楼面的标高进行修改,那么所有相对应的墙、柱、门的标高都会发生改变,因为这些构件的参数设计都与楼层标高相关联,并且这种改变是准确而同步的。关联性不仅使设计的工作效率大大提高,而且解决了图纸之间信息的漏、缺等问题。此外,随着设计的变化,构件能够对自身参数进行适当的调整,以适应新的设计。

仅仅依赖一个 BIM 工具并不能完成所有的设计工作。现如今有两种基本的 BIM 工具类型——设计与分析。BIM 所运用的是一种将设计工具的价值与分析工具的能力相结合的“分布式”方法。在分布式 BIM 环境下,单独的模型通常由各自的设计单位和施工单位负责制作。单独的模型可能包括设计模型(建筑、结构、水暖电和基础设施)、施工模型(将设计模型细分为施工步骤、施工进度)、项目管理模型(将工程细分结构与模型中的项目要素联系起来)。这种“分布式”方法与传统做法有很大的区别,因为这些模型都是数据库,可以被作为一个整体来鉴别“冲突”(如建筑、结构和水暖电系统间的几何学冲突),而我们可以通过虚拟方式来提前发现这些冲突并加以解决,从而避免实际操作中的失误,造成不必要的损失。

3. 协同设计与 BIM 技术的融合

一直以来,建筑行业呈现筒状结构,各自都有着自己的范围,通常一个工程由设计、施工和运营几个独立的团队完成,但这种方式在一定程度上限制了各组成部分的协作,不利于工程作业中信息的交流。

BIM 解决方案能够改善这种脱节的状况,通过统一的数字模型技术将建筑各阶段相互联系在一起,从各工种单独完成项目转化成各工种协同完成项目。它主要包括两种方式:一是异地设计并采用不同应用软件,使生成文件之间的数据能够进行转换与共享;二是不同工种之间的数据传递和共享,即把不同专业、不同功能的软件系统,如结构、给排水等系统有机地结合起来,在设计期间采用非冲突、协作的方式,用统一的平台来规范各种信息的交流,保证系统内信息流的正常、通畅。从这个意义上说,协同已经不再是简单的文件参照过程,而是能为未来的协同设计提供底层技术支撑,大幅提升协同设计的技术含量。

BIM 技术所具有的种种优势必然会给工程参建各方带来巨大的益处,具体见表 2-1。

表 2-1 BIM 技术给工程参建各方带来的益处

使用方	带来的益处
建设单位	实现规划方案预演、场地分析、成本估算和建筑性能预测
设计单位	实现可视化设计、协同设计、性能化设计、工程量统计
施工单位	实现模拟施工、数字化建造、物料跟踪、可视化管理
运营管理单位	实现虚拟现实和漫游、资产、空间等管理及灾害应急模拟

2.1.5 BIM 对建筑业的意义

建筑企业要在激烈的市场竞争中生存和发展除了要解决自身存在的问题外,还必须对传统建筑业的生产方式和管理方式进行一场深刻的变革,通过引入新的办法和工具对传统建筑业进行一场结构性的改造。

BIM 自问世以来,作为创新的工具和管理方式,已经在欧美发达国家被无数实践证明其具有巨大的价值。住房和城乡建设部发布的《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》明确提出,将 BIM 作为设计和施工企业信息化发展的核心技术,并要求施工企业将“在施工阶段开展 BIM 技术的研究与应用”作为首要的战略目标。

随着 BIM 技术在我国快速普及,业内人士普遍感受到 BIM 技术对建筑业的影响是深远的。BIM 技术会给建筑业带来以下重大影响:

1. 将建筑业带入大数据时代

建筑业本质决定了建筑业是最大的大数据行业。但到目前为止,建筑业还是最没有数据的行业。建筑企业数据中心的企业服务器里,还数据寥寥。很重要的原因,建筑产品是单产品生产,且每个产品的数据量是海量的,不是以往技术手段所能展现的。BIM 技术将使我们具备这样的能力。

2. 带来建筑业的透明化

BIM 带来了建筑业的透明化,相关管理人员和管理部门有了强大的信息对称能力,很多项目管理、企业管理和行业管理的难题将迎刃而解。这也是在行业高速增长时期,BIM 技术推广最为主要的阻力之一,但今后也会在行业慢速时期成为最大的推动力。

3. 发展可视化建造技术(从 2D 到 3D、4D)

可视化建造技术从 2D 进步到 3D,历经了很多年才得以实现。这个 1D 的进步,是前所未有的革命性进步。3D 加上时间维度是 4D 建造技术,它所带来的管理和技术体验是难以形容的。

4. 实现精细化和低碳化

设计方案更优化,建造方案更优化,变更、返工大幅减少,对当前的地球生存环境来说具有重要意义。



据不完全统计,我国建筑工程每年消耗的木材占全球森林砍伐量的 50%,水泥消耗占全球的 60%,建筑钢材占全球的 50%。BIM 技术将在可持续发展中起到卓越的作用。

5. 实现互联网化

建筑业是典型的远程管理,一个建筑公司的项目可以是遍布全球的。互联网化的项目管理对建筑企业来说非常需要,而这在过去是不可能的,只能靠招标管理、承包制和飞行检查。今后一个虚拟的建筑在云端,所有管理决策者对远程的项目都可了如指掌。

6. 加快建筑工业化进程

建筑工业化是低碳建造的另一法宝,是建筑业可持续发展的另一必由之路。要实现建筑业的工业化、产业化,BIM 技术的支撑十分重要。BIM 可以大大加快建筑工业化的步伐,实现工业化和信息化的融合,将工业化的优势更充分地发挥出来。

7. 催生新商业模式

BIM 技术的出现,可以使原有的一些产业机制得到很大的改进。旧有的生产关系将被瓦解,催生出一批新的商业模式。建筑业的规模经济将得到充分发展。

8. 加快产业整合进化,改变产业生态

中国建筑业当前的生态是初级的,市场集中度很低,带来了行业的混乱。BIM 技术对建筑业的规模经济起到了强大的支撑作用,将促进行业整合速度的加快和市场集中度的快速提升,对弱小企业的淘汰也会加速,有利于整个行业生态的良性进化。

9. 使智慧建造成为现实

智慧建造,意味着良好的品质和可持续发展能力,与社会、大自然更为和谐。BIM、互联网技术和先进的行业理念,将帮助我们实现真正的智慧建造。

10. 实现智慧建筑

BIM、物联网、智能系统,三者对智慧建筑的实现都不可或缺。BIM 将成为建筑数据和运维数据的承载平台,助力实现智慧建筑系统更人性化、更低碳化的远景。

11. 实现智慧城市

实现智慧城市,需要先实现城市的数字化,或将一个数字化城市建设起来。BIM 将每栋建筑的数字模型(数据库)建立起来,累加形成一个城市级的建筑数据库,就可以实现很多城市级的应用。BIM 数据库将成为智慧城市的关键数据库。

BIM 既包含模型定义标准,又包含对各种现有技术的使用,是一种全新的综合性技术。BIM 及其相关技术对建筑业的作用和意义是革命性的,把对 CAD 的理解应用到 BIM 上面是不合适的。鉴于 BIM 的复杂性,其在工程项目中的应用是一个循序渐进的过程,只有实现不同阶段不同参与者之间信息的高效共享,BIM 的真正价值才能更好地体现出来。工程建设过程的每一个阶段需要解决的问题不同,各阶段的已知条件和未知条件也不相同,随着工程项目建设的不断深入,前一阶段的结果将是后续阶段的已知条件,BIM 在设计和施工阶

段的价值体现在能够很好地解决两个阶段的数据信息无缝共享的问题,实现协同设计和虚拟建造,减少重复工作,降低成本并提高工程的建造品质。BIM 具有很长的生命周期,是顺应数字化时代应运而生的,它的潜力是无限的,它对整个行业产生的影响也是巨大的,同时也为行业带来更多的创新。下一阶段,BIM 将更多地融合新技术,实现用产业化的方式来进行建设,这势必会对整个产业产生颠覆式的影响。

2.2 BIM 与模型信息

2.2.1 信息的种类与特性

信息是对客观世界中各种事物的运动状态和变化的反映,是客观事物之间相互联系和相互作用的表征,表现的是客观事物运动状态和变化的实质内容。信息是经过加工的数据,能对接收者的行为产生影响,对接收者的决策具有价值。信息具有的特征包括事实性、等级性、可压缩性、扩散性、传输性、分享性和增值性。这些特征和属性也是对管理信息系统提供信息的要求。

工程项目信息为经过加工处理的、对工程项目的各种具体活动有参考价值的数据资料。

1. 信息的种类

通常,项目中的信息大致有以下几种:

(1)项目基本状况信息。它主要存在于项目建议书、可行性研究报告、项目手册、各种合同、设计和计划文件中。

(2)现场实际工程信息。现场实际工程信息如实际工期、成本、质量、资源消耗情况的信息等,主要存在于各种报告,如工程的月报,重大事件报告,设备、劳动力、材料等使用报告及质量检验报告中。

(3)各种指令、决策方面的信息。

(4)其他信息。其他信息即外部环境向项目系统输入的环境信息,如市场状况、气候、外汇波动、物价、政治社会动态等。

信息化是指利用网络、计算机、通信等现代信息技术,挖掘先进的管理理念,整合现有的生产、经营、设计、制造、管理等内容,及时地为决策层提供准确而有效的数据信息,以便对外界需求做出迅速的反应,其主要目的是加强企业的“核心竞争力”。工程项目信息化管理的本质,是在工程项目管理中通过充分利用包括计算机技术、网络技术、数据库等在内的科学方法对信息进行收集、存储、加工、处理并辅助决策,以便提高管理水平,降低管理成本,提高管理效率。

2. 信息的特性

随着市场经济的发展,工程项目的管理信息变得越来越复杂,主要表现为以下三个



特性:

(1)涉及面广。工程项目管理涉及业主、设计、监理、施工单位等多方,是一个多部门、多专业的综合全面的管理。它不单包括施工过程中的生产管理,还涉及技术、质量、材料、计划、安全和合同等诸多方面的管理。

(2)工作量大。工程项目的建设过程涉及大量的人力、物力和财力,对其进行有效的计划、组织和控制,是提高工程项目管理效率的关键。

(3)信息流量大。工程项目管理涉及的部门多、环节多、用途多、渠道多、形式多。由于建设工程的复杂性和多变性,给信息的定义和归类带来了很大的困难,特别是有些信息还需要在业主、承包商和监理方中周转。因此,不容易通过很简单的方式把所有的信息反映到一个平台中去,也不容易找到一个统一的标准去衡量各种信息的效用。对工程项目实行信息化管理,有助于通过信息的共享和互访为项目参与方提供一个良好的协同工作环境,减少由于信息传递障碍造成的管理失误和决策失误,提高项目的整体经济效益和工作效率。

在现代工程项目中,业主要求建筑业也能像其他工业部门一样,能够提供以最终使用功能为主体的服务。全寿命管理的理念要求工程项目的建设和管理要在考虑工程项目全生命周期过程的这样一个平台上进行,在工程项目全生命周期内综合考虑工程项目建设的各种问题,使得工程项目的总体目标达到最优。反映在管理信息系统的建设上,就是管理信息系统的建设不仅仅是为了保证工程项目的顺利实施,同时还应考虑管理信息系统在工程竣工后纳入企业运行阶段的应用。

2.2.2 信息的作用与传递

信息在人们的社会生活中具有十分重要的作用。例如,科学研究,既要及时获得别人研究的成果,又要及时把自己的研究成果进行发表、告诉别人,只有通过这样相互交流信息,科学才能不断发展;战争,必须及时获得有关敌人兵力布置的信息,还必须把各种作战命令及时传达给官兵;经商,必须及时了解各地市场的信息,才能确定进什么货,从哪里进货,到哪里去卖,卖什么;日常生活,必须及时获得有关天气、商品、文体活动、亲朋好友工作生活情况的信息,并经常把自己的工作、生活情况告诉亲朋好友。总之,人们之间只有不断交流信息,才能使生产、生活等活动正常进行,人们一时一刻也离不开信息。同样,工程项目管理的成功也高度依赖于信息的传递。但工程项目信息流涉及许多相关方,信息的数量和类型是极其巨大的,信息传递也受到各种条件的限制。这直接导致了参与各方在项目知识和组织目标上的割裂,造成信息沟通和组织协调上的巨大困难。据统计,工程项目中10%~33%的成本增加都与信息沟通问题有关,而在大中型工程项目中,信息沟通问题导致的工程变更和错误占工程总成本的3%~5%。

目前,在我国的工程项目实践中信息的保存方式仍是以纸张为主。即使某些建设单位已经应用计算机进行一定程度上的信息处理,但其主要的信息传递方式仍然是纸张的形式。

这些传统的信息沟通方式已远远不能满足现代大型工程项目管理的需要。建筑工程项目在建设全生命周期各阶段产生的大量信息由于形式和格式不统一,无法与其他参与方交换和分享,造成信息散失、信息孤岛等问题,严重影响信息的有效互用。如何有效提高信息沟通的效率,改进信息沟通的质量,降低信息沟通的成本,成为工程项目管理的一个突出问题。

工程项目中的信息传递包括两个最主要的信息交换过程:

(1)项目与外界的信息交换。工程项目作为一个系统,具有系统的开放性,它与外界有大量的信息交换,其中包括由外界输入的信息,如环境信息、物价变动信息、市场状况信息、周边情况信息及外部系统给项目的指令或干扰等;项目向外界输出的信息,如项目状况的报告、请示、要求等。

(2)项目内部的信息交换。即项目实施过程中项目组织成员和项目管理各部门因进行沟通而产生的大量信息,主要包括自上而下的信息流(决策、指令、通知、计划)、由下而上的信息流(各种实际工程的情况信息)、横向或网络状信息流。

由此可见,工程项目管理是一个庞大的信息体系,它应该集成工程建设中的所有信息,包括业主、承包商及监理部门,包括项目组织、计划、财务、资源、控制等体系,包括建设工程设计、施工、竣工验收等各阶段,包括地基基础、主体工程、装饰装修工程等工程进展各分项等。所有这些信息的发生,往往不是独立的而是彼此联系的,一个信息经常要涉及数个部门,横跨多个进展阶段。因此,工程管理信息系统就需要对每个信息的发生和经过有较为明确的定义与梳理,整合信息流量,从而化零为整地处理信息。怎样才能将业主、设计、监理、施工单位的各种信息统一起来,形成对工程质量、成本、进度、施工合同及物资设备采购的适时监控,是工程项目管理迫切需要解决的问题。

解决建筑工程中的信息互用难题,实现项目各参与方在建设全生命周期的信息共享和流转,可有效促进项目各参与方的信息协同,提高沟通效率。开展建筑工程 BIM 信息交换研究,明确建筑工程的信息分类体系,确定信息交换工作流程,定义信息交换的相关方与信息类型,是实现信息交换的有效途径。BIM 技术可以面向建筑全生命周期,实现建筑各阶段和各参与方之间的信息集成和共享,解决“信息断层”和“信息孤岛”的问题,提高建筑产业效率和建筑产品质量。BIM 的核心是从根本上解决建筑全生命周期的信息在各专业、各阶段之间的有效流转与共享利用,在建筑全生命周期内使用 BIM 被认为是解决目前建筑业信息互用效率低下的有效途径。

2.3 BIM 价值分析

2.3.1 项目的全生命周期

项目作为一种创造独特产品与服务的一次性活动是有始有终的,项目从始到终的整个



过程构成了一个项目的全生命周期。美国项目管理协会对项目的定义是:项目是分阶段完成的一项独特性的任务,一个组织在完成一个项目时会将项目划分成一系列的项目阶段,以便更好地管理和控制项目,更好地将组织的日常运作与项目管理结合在一起。项目的各个阶段放在一起就构成了一个项目的全生命周期。研究项目的周期性和阶段性并得出带有规律性的认识,对合理安排、管理资源,有效推进并控制项目的进程具有重大的意义。

工程建设项目全生命周期可用两种常见的方式(四阶段表达方式和三阶段表达方式)来表达。其中,四阶段表达方式是将项目建议书及包括项目方案设计(工程方案)在内的项目可行性研究报告编制、审定、批复过程合一,作为项目的决策阶段,亦即第一阶段;将勘察设计作为独立的第二阶段;将施工作为此后的第三阶段;而将运营维护作为工程建设项目的最后一个阶段,亦即第四阶段。而三阶段表达方式则是将项目的决策阶段称为项目前期管理阶段,将项目竣工后的保修期称为项目后期管理阶段,而将项目的工程设计期与施工期合一称为建造期或建设期管理阶段,这样的两期合一与国际工程管理界习惯的定义与称谓完全一致。

通过 BIM 技术的使用,项目在全生命周期内可以实现网络协同工作,各参与方信息共享,基于网络实现文档、图档和视档的提交、审核、审批及利用,建造过程中无论是施工方、监理方,甚至是非行业出身的业主领导都会对工程项目的各种问题和情况了如指掌。BIM 技术可以实现对项目全生命周期的基础数据全过程服务,在项目过程中依据变更单、技术核定单、工程联系单、签证单等工程相关资料实时维护、更新 BIM 数据,并将其及时上传至 BIM 云数据中心的服务器中,管理人员即可通过 BIM 浏览器随时看到最新的数据。客户可以得到从图纸到 BIM 数据的实时服务,利用 BIM 数据的实时性和便利性实现最新数据的自助服务。BIM 技术服务于建筑工程项目全生命周期的各个环节,它为项目各参与方提供了协同设计、交流工作的平台,在节约成本、保证进度和质量、保证施工安全、变更管理、设施管理、节能建筑等方面都能发挥巨大的优势。

下面就 BIM 在项目全生命周期的各个阶段所产生的价值进行分析。

2.3.2 BIM 在项目决策阶段的价值分析

1. 方案论证

在方案论证阶段,项目投资方可以使用 BIM 来评估设计方案的布局、视野、照明、安全、人体工程学、声学、纹理、色彩及规范的遵守情况。BIM 甚至可以做到建筑局部的细节推敲,迅速分析设计和施工中可能需要应对的问题。

方案论证阶段还可以借助 BIM 提供方便的、低成本的不同解决方案供项目投资方进行选择,通过数据对比和模拟分析,找出不同解决方案的优缺点,帮助项目投资方迅速评估建筑投资方案的成本和时间。

对设计师来说,通过 BIM 来评估所设计的空间,可以获得较高的互动效应,以便从使用

者和业主方获得积极的反馈。设计的实时修改往往基于最终用户的反馈,由于项目各方关注的焦点问题在 BIM 平台上比较容易得到直观的展现并迅速达成共识,因此相应的需要决策的时间也会减少。

在方案设计阶段,工程信息往往依附于功能空间,除此以外没有更多具体信息,因此空间是方案比选的基础。假设空间满足功能要求,则方案比选的具体对象就是空间上的成本分析。在 BIM 的方案比选中,首先将空间划分为具有不同功能的区域,再通过 BIM 成本数据库对不同方案的功能区域成本进行对比,从而选出最低成本的方案。具体到 Revit 软件,则是通过区域命令(Area)和统计功能实现区域划分及成本分析。区域命令可将建筑物划分成以不同颜色区分的功能区域,再利用 Revit 的成本数据库和统计功能将各个功能区域的属性值(如面积、成本等)进行输出,供方案间进行成本比较。

2. 建筑策划

建筑策划是在总体规划目标确定后,根据定量分析得出设计依据的过程。建筑策划利用对建设目标所处社会环境及相关因素的逻辑数理分析,研究项目任务书对设计的合理导向,制定和论证建筑设计依据,科学地确定设计的内容,并寻找达到这一目标的科学方法。在这一过程中,除了运用建筑学的原理,借鉴过去的经验和遵守规范,更重要的是要以实态调查为基础,用计算机等现代化手段对目标进行研究。BIM 能够帮助项目团队在建筑规划阶段通过对空间进行分析来理解复杂空间的标准和法规,从而节省时间,并提供对团队更多增值活动的可能。特别是在客户讨论需求、选择及分析最佳方案时,能借助 BIM 及相关分析数据做出关键性的决定。

在项目的规划策划阶段,建设方要对建设项目进行技术上和经济上的可行性论证,由于参与部门较多且各职能部门都有各自很强的专业性,从而导致各自的数据缺乏关联,但在项目规划策划阶段,某部门的数据往往要做出调整,其他部门的数据也要相应地更新。如果没有良好的信息沟通载体,这些变化将导致大量低效率的重复劳动。BIM 的出现不仅可以成为各部门信息沟通的纽带和数据载体,还能为业主提供概要模型,对建设项目方案进行分析、论证,提高论证的准确性和可靠性。

2.3.3 BIM 在勘察设计阶段的价值分析

BIM 技术在工程勘察设计阶段的益处是非常多的,且应用的广度和深度也是在建筑工程各阶段中体现最好的,下面介绍几种 BIM 在勘察设计阶段最具有价值的表现。

1. BIM 促进了设计的集成化

建筑设计过程一般分为方案设计和工程设计。方案设计比较注重造型设计和粗略的功能布局,工程设计则显得更为精细,往往两种设计是由不同的团队完成的,容易造成设计的脱节。例如,方案设计常见的立面窗户与内部功能冲突,建筑设计师因为实际工程要求而要修改方案和图纸,建筑构件常因结构或构造原因不能与方案设计一致等。通过 BIM,一方面



可以减少不同专业图纸间的“错、漏、碰、缺”，另一方面可以让建筑设计师减少重新修改的工作量，让其对建筑细节设计有更强的把控能力。

3ds Max、SketchUp 这些三维可视化设计软件的出现有力地弥补了业主及最终用户因缺乏对传统建筑图纸的理解能力而造成的和设计师之间的交流鸿沟，但这些软件在设计理念和功能上的局限，使得这样的三维可视化展现不论用于前期方案推敲还是用于阶段性的效果图展现，与真正的设计方案之间都存在着相当大的差距。对于设计师而言，除了用于前期推敲和阶段展现外，大量的设计工作还是要基于传统 CAD 平台，使用平、立、剖三视图的方式表达和展现自己的设计成果。这种由于工具原因造成的信息割裂，在遇到项目复杂、工期紧的情况时非常容易出错。BIM 的出现使得设计师不仅拥有三维可视化的设计工具，所见即所得，更重要的是通过工具的提升，使设计师能使用三维的思考方式来完成建筑设计，同时，也使业主及最终用户真正摆脱技术壁垒的限制，随时知道自己的投资能获得什么。

2. BIM 与管线综合

在大型、复杂的建筑工程设计中往往会出现管道、管线与结构之间的冲突，或影响室内高度和空间的效果，或给施工造成麻烦，导致返工或浪费，甚至可能存在安全隐患。BIM 技术在管线综合设计过程中的价值具体体现在以下几方面：

(1) BIM 集合了整个项目各个专业的数据信息，可进行管线碰撞的检测，可全面、快捷地检测管线之间、管线与建筑、结构之间的所有碰撞问题。

(2) 建筑、结构、机电全专业建模并协调优化，通过全方位的三维空间模型在任意位置上多角度地观察、审阅或进行漫游浏览，对管线关系一目了然。

(3) 能以三维 DWF/PDF 等格式提交设计成果，可以非常直观地表达所有管线的变化及各区域的净高，用于审阅或施工配合。

(4) 随着建筑物规模和使用功能复杂程度的增加，无论是设计企业还是施工企业，甚至是业主对机电管线综合的要求都愈加强烈。利用 BIM 技术，通过搭建各专业的 BIM，设计师能够在虚拟的三维环境下方便地发现设计中的碰撞冲突，从而大大提高管线综合的设计能力和工作效率，及时排除项目施工环节中可能遇到的碰撞冲突，显著减少由此产生的变更申请单，从而大大提高施工现场的生产效率，降低由于施工协调造成的成本增加和工期延误。

3. BIM 与协同设计

CAD 是目前工程师最常用的设计工具，它通过二维图像表达建筑的设计信息。但现在大量使用的基于二维 CAD 模式下的协同，更多地体现在制图标准和文献标准及文档管理的协同上，这是一种低技术含量的集成。它虽然在一定程度上提高了效率，但对提高设计质量，提高专业间的技术协作效率，效果并不显著。其原因在于二维 CAD 工作环境不能提供一个良好的协作平台，二维 CAD 绘制的图纸都是相对独立的信息，不具有关联性，如平

面、立面、剖面是无法被同步修改的。而 BIM 的出现,则从全新的角度带来了协同设计的革命。

协同设计是一种新兴的建筑设计方式,它可以使分布在不同地理位置的不同专业的设计人员通过网络的协同展开设计工作。现有的协同设计主要基于 CAD 平台,并不能充分实现专业间的信息交流,这是因为 CAD 的通用文件格式仅仅是对图形的描述,无法加载附加信息,导致专业间的数据不具有关联性。而 BIM 使得协同不再是简单的文件参照,它为协同设计提供了底层支撑,大幅提升了协同设计的技术含量。

利用计算机进行建筑物理性能化分析始于 20 世纪 60 年代甚至更早的 CAD 时代,无论什么样的分析软件都必须通过手工的方式输入相关数据才能开展分析计算,而操作和使用这些软件不仅需要经过培训的专业技术人员才能完成,同时由于设计方案的调整,造成原本就耗时耗力的数据录入工作需要经常性的重复录入或校核,导致包括建筑能量分析在内的建筑物理性能化分析通常被安排在设计的最终阶段,成为一种象征性的工作,使建筑设计与性能化分析计算之间严重脱节。利用 BIM 技术,只要将建筑师在设计过程中创建的包含大量设计信息(几何信息、材料性能、构件属性等)的虚拟建筑模型导入相关的性能化分析软件,就可以得到相应的分析结果,使得原本需要专业人士花费大量时间输入大量专业数据的过程,通过 BIM 技术就可以自动完成,从而大大缩短了性能化分析的周期,提高了设计质量,同时,也使设计公司能够为业主提供更专业的技能服务。

BIM 是以三维信息模型所形成的数据库为基本集成平台的,模型中所有的数据信息都是相互关联的,改变模型中的某一部分,所有与其相关的内容都会发生相应的变化。所以,BIM 在技术上更适合协同工作的模式,更适合于在技术模型上的协同工作,甚至可以这样说,BIM 和协同设计是分不开的,因为相同的模型基于 BIM 进行工作,从而使三维集成的协同设计在真正意义上成为可能,新的工作方法和工作模式将彻底改变传统的单兵作战。借助 BIM 的技术优势,协同的范畴也从单纯的设计阶段扩展到建筑全生命周期,需要规划、设计、施工、运营等各方的参与,因此具有了更广泛的意义,由此带来的综合效益也大幅提升。

2.3.4 BIM 在施工阶段的价值分析

当前国内外施工阶段的 BIM 应用主要借助专业的 BIM 团队完成 BIM 建模,通过中性的 IFC 文件或软件开发商提供的特定文件格式(如 rvt 格式),将 BIM 中的相关数据导入某些施工应用软件中,实现施工阶段的局部信息共享。当前施工阶段 BIM 应用的价值主要体现在以下几个方面:

1. 基于 BIM 的设计可视化展示

按照 2D 设计图纸,利用 Revit 等系列软件创建项目的建筑、结构、机电 BIM,可对设计结果进行动态的可视化展示,使业主和施工方能直观地理解设计方案,检验设计的可施工性,在施工前能预先发现存在的问题,与设计方共同解决。



2. 基于 BIM 的碰撞检测与施工模拟

将所创建的建筑、结构、机电等 BIM 通过 IFC 或 rvt 文件导入专业的碰撞检测与施工模拟软件中,进行结构构件及管线综合的碰撞检测和分析,并对项目的整个建造过程或重要环节及工艺进行模拟,以便提前发现设计中存在的问题,减少施工中的设计变更,优化施工方案和资源配置。目前常用的碰撞检测与施工模拟软件主要有 Autodesk Naviswork、Bentley Navigator 及清华大学研发的基于 BIM 的工程项目 4D 动态管理系统。

3. 基于 BIM 的工程深化设计

利用结构、设备管线 BIM 进行工程深化设计,是当前施工阶段 BIM 应用的重要体现。其应用方法有两种:一是将所创建的模型通过 IFC 或 rvt 文件导入专业设计软件中进行深化设计,如利用 Tekla 进行钢结构及其复杂节点的深化设计,利用 CATIA 进行复杂异型结构、幕墙的深化设计等;二是根据碰撞检测的分析结果,直接在 BIM 建模软件中对结构、水暖电管网及设备等专业设计进行调整、细化和完善,如利用 Revit Architecture/Structure/MEP 进行建模和深化设计,利用 Naviswork 进行碰撞检测。

4. 基于 BIM 的施工项目管理

目前,国内外软件厂商尚未推出商品化的 BIM 施工项目管理软件,而被业内认可并广为应用的是清华大学课题组研发的基于 BIM 的 4D 施工管理系列软件。该研究将 BIM 与 4D 技术结合起来,通过建立基于 IFC 的 4D 施工信息模型,将建筑物及其施工现场 3D 模型与施工进度相连接,与施工资源、安全质量及场地布置等信息集为一体,实现了基于 BIM 和网络的施工进度、人力、材料、设备、成本、安全、质量和场地布置的 4D 动态集成管理及施工过程的 4D 可视化模拟。目前,通过进一步扩展信息模型、管理功能和应用范围,该系统不仅用于建筑工程,而且已推广至桥梁、风电、地铁隧道、高速公路和设备安装等工程领域,在上海国际金融中心、昆明新机场设备安装、邢汾高速公路等多个大型工程项目中得到推广和应用。

在传统的工程建造过程中,施工阶段和设计阶段是相互独立的,对于施工过程中发现的设计不合理,需要重新回到设计阶段进行变更,而设计变更所导致的附加成本要占项目投资额的 20%左右,有些复杂项目甚至高达 30%~40%。同时,施工阶段所产生的大量的表单,人员、材料、机械等的会签由于传统方法信息集成度不高,而经常发生错、漏现象,导致施工管理混乱,进度计划布置不合理。另外,针对工程的造价分析,施工中主要部件节点与设备管线等非主要部件之间的施工冲突等也是突出的问题。基于 BIM 的集成化施工管理有效提高了项目各参与方之间的交流和沟通,通过对施工信息模型的信息扩展、实时信息查询,提高了施工信息管理的效率。利用建筑结构、设备管线 BIM 进行构件及管线综合的碰撞检测和深化设计,可提前发现设计中存在的问题,减少“错、缺、漏、碰”和设计变更,提高设计效率和质量。通过直观、动态的施工过程模拟和重要环节的工艺模拟,比较多种施工及工艺方

案的可实施性,为方案优选提供决策支持。基于 BIM 的施工安全与冲突分析有助于及时发现并解决施工过程及现场的安全隐患和矛盾冲突,提高工程的安全性。精确计划和控制每月、每周、每天的施工进度,动态分配各种施工资源和场地,可以减少或避免工期延误,保障资源供给,可以按相对施工进度对工程量及资源、成本进行动态查询和统计分析,有助于全面把握工程的实施和进展及成本的控制。施工阶段建立的 BIM 及工程信息可用于项目运营维护阶段的信息化管理,为实现项目设计、施工及运营管理的数据交换和共享提供支持。

2.3.5 BIM 在运营维护阶段的价值分析

有观点认为,一个建筑项目,在建成之后交付给运营阶段,这是一般意义上的运营管理的开始,但是在这个建筑的全生命周期内,只是下一时间段上的运营管理,尽管它占据着最长的一段建筑寿命(也消耗着 70% 的建筑总拥有成本)。现代运营管理体系不仅是指建成后的运营管理(post-construction),它还包括常规设计前的针对业主需求的项目策划(planning and programming,项目规划和建筑规划,这个阶段也称为前设计,pre-design)。两个运营管理虽然在时间上是先后发生的,但是在专业上和理念上是一致的,都属于业主方的企业运营管理工作,都是作为业主方的业务需求和建筑专业之间的桥梁而发挥作用的,不仅对于理解运营管理,还对 BIM 在建筑全生命周期内的价值也很重要。

在运营管理阶段,借助信息量强大的 BIM,在设施管理理论的指导下开展资产管理工作。基于可视化数据模型,对资产管理对象设施信息进行有效管理。BIM 中含有大量的数据信息,可以将建筑工程项目的二维、三维信息及材料设备、价格、厂家等信息全部包含在模型中,全面与现实相匹配,避免信息的分离及丢失,为全面维护管理提供基础信息。应用数字化技术,通过互联网和智慧化物联网处理物业管理过程中的各项日常业务,达到提高效率、规范管理、向客户提供优质服务的目的。物业管理软件应具有高可靠性、安全性,操作方便,采用中文、建筑信息模型图形页面。物业管理软件应能与数字化设施监控管理、综合安防管理、客户的信息服务等数据库实现数据交互和共享。

基于 BIM 的设备信息资料统计,可以制订设备维护保养计划,及时对设备进行更新、维护;BIM 技术可通过专门的接口与设备连接,将设备信息实时反映到模型上,根据设备的运行参数指标来了解设备的运行情况,科学、合理地制订维护计划。企业或组织可以用所有的资产建立三维信息模型,通过对模型中所有资产信息的统计,及时更新、汇总资产盘点情况,以便于对资产进行统一经营与管理,形成战略规划,提高资产利用率,使资产增值,创造更大效益。通过智慧化系统物联网与物业管理信息网络的融合,将楼宇机电设备及设施运行状态和故障报警信息,以及计量表读数上传至物业管理应用数据库。设施及设备运行与建筑设备监控系统(building automation system, BAS)监控的建筑信息模型图形页面进行超链接及显示。建立设施及设备档案,自动生成系统保养计划,对设施及设备运行数据进行采集和记录。此外, BAS 还有综合能源管理子系统功能、应急处理调度子系统功能、设施使用预



订服务子系统功能、来访者登记服务子系统功能、计量收费子系统功能等。

要充分发挥 BIM 在维护阶段的价值,在建模时就要考虑,但只有建设自用建筑的业主才会考虑,因此目前推动 BIM 在维护阶段的价值延伸仍然是业主。鉴于这种情况,我们建议 BIM 在运维阶段还可以做以下工作:

(1)基础技术和相关标准的深入。由于运维期 BIM 相关的数据和技术标准均不完善,因此还需要继续研究数据存储标准和应用框架的实现,并诉求于进一步的工具整合。此外,仍需构建与本体论、语义挖掘、人工智能、移动互联网、物联网、云计算、大数据分析等关键技术集成的 BIM 应用模式和技术框架。

(2)宏观管理和精细化管理的功能结合。面对实际的运维管理需求及管理工具的发展,BIM 技术将会与地理信息系统(GIS)技术进行深度融合,应用于运维管理。其中,GIS 宏观模型为区域管理、系统宏观平面化管理、房间管理等提供基础;BIM 精细化模型则应用于设备设施管理、维护维修管理和应急管理。

(3)信息管理和信息应用的集成与融合。以传感网络为基础的物联网技术,结合建筑自动化中的监控系统,将为信息的持续自动获取提供途径;以云计算平台为支撑的信息管理机制可以提供 BIM 大数据的高效存储与管理,解决 BIM 信息管理中的集成、提取和共享等问题;以应用需求为推动的功能创新作为信息应用的表现,将是 BIM 运维技术推广的真正原动力,这些应用包括系统逻辑、维护、维修、巡检、能耗、安全、应急、逃生等。

(4)动态监测和实时评价的工具整合。运维管理的目的是使建筑物的安全和使用性能满足内部人员的需求,需要运维管理平台能提供建筑实时状况的分析、表达、控制和反馈。在运维 BIM 中通过自动化系统、模拟和预测分析工具、虚拟现实和增强现实技术,以及无线传感和智能控制技术,实现建筑性能的动态监测、实时分析和可视化展现,进而辅助快速决策,保障人财安全,优化建筑物性能。



训练与提升

一、单项选择题

1. 下列选项中关于 BIM 在设计阶段中的应用说法不正确的是()。
 - A. 通过创建 BIM 能够更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求
 - B. 利用模型进行专业协同设计,可减少设计错误,如通过碰撞检查可以把类似空间障碍等问题消灭在出图之前
 - C. 基于三维模型的设计信息传递和交换将更加直观、有效,有利于各方可视化会审和专业协同
 - D. 利用模型可进行直观的“预施工”,预知施工难点,从而更大程度地消除施工的不确定性和不可预见性

2. 下列对 BIM 的含义理解不正确的是()。

A. BIM 是以三维数字技术为基础且集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达

B. BIM 是一个完善的信息模型,能够连接建筑项目生命周期不同阶段的数据、过程和资源,是对工程对象的完整描述,其提供的可自动计算、查询、组合拆分的实时工程数据,可被建设项目各参与方普遍使用

C. BIM 是一种仅限于三维的模型信息集成技术,可以使各参与方在项目从概念产生到完全拆除的整个生命周期内都能够在模型中操作信息和在信息中操作模型

D. BIM 具有单一工程数据源,可解决分布式、异构工程数据之间的一致性和全局共享问题,支持建设项目全生命周期中动态的工程信息创建、管理和共享,是项目实时的共享数据平台

3. 下列选项关于 BIM 的特性说法不正确的是()。

A. 施工组织可视化指的是利用 BIM 工具创建建筑设备模型、周转材料模型、临时设施模型等,以模拟施工过程,确定施工方案,进行施工组织

B. 施工仿真指的是建筑师基于 BIM 技术在设计过程中赋予所创建的虚拟建筑模型大量建筑信息(几何信息、材料性能、构件属性等),然后将 BIM 导入相关性能分析软件,就可得到相应分析结果

C. 一体化指的是基于 BIM 技术可进行从设计到施工再到运营,贯穿工程项目全生命周期的一体化管理

D. 可出图性主要体现在运用 BIM 技术,除了能够进行建筑平、立、剖及详图的输出外,还可以输出碰撞报告及构件加工图等

4. 下列选项不属于 BIM 在施工阶段的价值的是()。

A. 能耗分析

B. 辅助施工深化设计或生成施工深化图纸

C. 施工工序模拟和分析

D. 施工场地科学布置和管理

5. 下列选项不属于 BIM 技术在设计阶段的应用的是()。

A. 可视化设计交流

B. 安全管理

C. 协同设计与冲突检查

D. 施工图生成

6. 下列选项说法不正确的是()。

A. 设计阶段是把规划和计划阶段的需求转化为对这个设施的物理描述

B. 施工阶段是把对设施的物理描述变成现实的阶段



C. 施工阶段的主要成果是施工图和明细表

D. 试运行是一个确保和记录所有的系统及部件都能按照明细和最终用户要求以及业主运营需要执行其相应功能的系统化过程

7. 下列选项体现了 BIM 技术在施工中的应用的是()。

A. 通过创建模型,更好地表达设计意图,突出设计效果,满足业主需求

B. 可视化运维管理,基于 BIM 三维模型对建筑运维阶段进行直观的、可视化的管理

C. 应急管理决策与模拟,提供实时的数据访问,在没有获取足够信息的情况下做出应急响应决策

D. 利用模型进行直观的“预施工”

8. 下列不属于 BIM 技术在运维阶段中的应用的是()。

A. 租赁管理

B. 资产设备管理

C. 工程量自动统计

D. 能耗管理

9. 建筑工程信息模型的信息应包含几何信息和()。

A. 非几何信息

B. 属性信息

C. 空间信息

D. 时间信息

10. BIM 的中文全称是()。

A. 建设信息模型

B. 建筑信息模型

C. 建筑数据信息

D. 建设数据信息

二、多项选择题

1. 下列选项属于 BIM 技术的特点的是()。

A. 可视化

B. 参数化

C. 协调性

D. 仿真性

E. 自动化

2. BIM 技术的仿真性主要体现在()。

A. 建筑物性能分析仿真

B. 施工方案仿真

C. 施工进度仿真

D. 运维仿真

E. 安全疏散仿真

3. 项目全生命周期主要包括()。

A. 规划和计划阶段

B. 设计阶段

C. 施工阶段

D. 项目交付和试运行阶段

E. 项目运营和维护阶段

4. BIM 技术在运维阶段的具体应用主要包括()。

A. 空间管理

B. 资产管理

C. 工程变更管理

D. 公共安全管理

E. 能耗管理

5. 建筑工程设计文件一般分为()。
- A. 初步设计
 - B. 详细设计
 - C. 施工图设计
 - D. 机械设计
 - E. 结构设计
6. BIM 技术在设计阶段中的设计分析包括()。
- A. 协同设计
 - B. 节能分析
 - C. 安全疏散分析
 - D. 结构分析
 - E. 资产设备分析

模块 3 BIM 应用软件

内容导读

本模块主要从 BIM 应用软件的发展、BIM 应用软件的种类、BIM 软件在工程建设过程中的应用这三个方面进行概述。首先,对 BIM 应用软件的发展历程做出了基本概述,介绍 BIM 应用软件发展的起点,以及在 20 世纪 60~90 年代的发展历程;其次,对 BIM 应用软件按其功能分为 BIM 基础软件、BIM 工具软件和 BIM 平台软件进行了介绍;最后,对工程建设不同阶段中 BIM 软件的应用情况进行阐述。

学习目标

- (1)了解 BIM 应用软件的发展历程。
- (2)熟悉 BIM 软件分类。
- (3)掌握深化设计阶段的 BIM 工具软件应用。
- (4)掌握招投标阶段的 BIM 工具软件应用。
- (5)掌握施工阶段的 BIM 工具软件应用。

3.1 BIM 应用软件的发展

BIM 应用软件的发展经历了如下几个阶段:

1. 发展起点

BIM 软件的发展离不开计算机辅助建筑设计(computer-aided architectural design, CAAD)软件的发展。1963 年,美国麻省理工学院的博士研究生伊凡·萨瑟兰(Ivan Sutherland)发表了他的博士学位论文《Sketchpad:一个人机通信的图形系统》,并在计算机的图形终端上实现了用光笔绘制、修改图形和图形的缩放。这项工作被公认为计算机图形学方面的开创性工作,也为以后计算机辅助设计技术的发展奠定了理论基础。1985 年,美国的埃勒贝建筑师联合事务所装置了一台 Bendix G15 的电子计算机,进行了将电子计算机运用于建筑设计的首次尝试。

2. 20 世纪 60 年代

20 世纪 60 年代是信息技术应用在建筑设计领域的起步阶段。当时比较有名的 CAAD 系统首推 Souder 和 Clark 研制的 Coplanner 系统,该系统可用于估算医院的交通问题,以改

进医院的平面布局。当时的 CAAD 系统所应用的计算机为大型机,体积庞大,图形显示以刷新式显示器为基础,绘图和数据库管理的软件比较原始,功能有限,价格也十分昂贵,应用者很少,整个建筑界仍然使用“趴图板”方式进行建筑设计。

3. 20 世纪 70 年代

20 世纪 70 年代,随着 DEC 公司的 PDP 系列 16 位计算机的问世,计算机的性价比大幅度提高,这大大推动了计算机辅助建筑设计的发展。美国波士顿出现了第一个商业化的 CAAD 系统——ARK-2,该系统运行在 PDP15/20 计算机上,可以进行建筑方面的可行性研究、规划设计、平面图及施工图设计、技术指标及设计说明的编制等。这时出现的 CAAD 系统以专用型的系统为多,同时还有一些通用型的 CAD 系统,如 COMPUTERVISION、CADAM 等,被用作计算机制图。

这一时期的 CAAD 图形技术还是以二维为主,用传统的平面图、立面图和剖面图来表达建筑设计,以图纸为媒介进行技术交流。

4. 20 世纪 80 年代

20 世纪 80 年代,对信息技术发展影响最大的是微型计算机的出现。由于微型计算机的价格已经降到人们可以接受的程度,因此建筑师们可将设计工作由大型机转移到微机上。基于 16 位微机开发的一系列设计软件系统就是在这样的环境下出现的,AutoCAD、ArchiCAD、MicroStation 等软件都是应用于 16 位微机上具有代表性的软件。

5. 20 世纪 90 年代

20 世纪 90 年代以来,是计算机技术高速发展的年代,其特征技术包括高速且功能强大的 CPU 芯片、高质量的光栅图形显示器、海量存储器、互联网、多媒体、面向对象技术等。随着计算机技术的快速发展,计算机技术在建筑业得到了空前的发展和广泛的应用,开始涌现出大量的建筑类软件。随着建筑业的发展及项目各参与方对工程项目新的更高的需求的增长,BIM 技术应用已然成为建筑行业发展的趋势,各种 BIM 应用软件随即应运而生。

3.2 BIM 应用软件的种类

BIM 技术在建筑全生命周期中的应用情况较多,如 4D 进度管理软件可以直观地展示施工进度,进行施工进度管理;BIM 5D 施工管理软件在 4D 模型的基础上增加施工成本信息,实时把握资金的动态需求,进而实现更全面的施工管理。

BIM 应用软件是指基于 BIM 技术的应用软件,亦即支持 BIM 技术应用的软件。一般来讲,BIM 应用软件应该具备四个特征,即面向对象、基于三维几何模型、包含其他信息、支持开放式标准。

伊士曼(Eastman)等将 BIM 应用软件按其功能分为三大类,即 BIM 环境软件、BIM 平台软件和 BIM 工具软件。在本书中,我们习惯将其分为 BIM 基础软件、BIM 工具软件和



BIM 平台软件。

3.2.1 BIM 基础软件

1. BIM 基础软件概述

BIM 基础软件是指可用于建立能为多个 BIM 应用软件所使用的 BIM 数据的软件。例如,基于 BIM 技术的建筑设计软件可用于建立建筑设计 BIM 数据,且该数据能被用在基于 BIM 技术的能耗分析软件、日照分析软件等 BIM 应用软件中。除此之外,基于 BIM 技术的结构设计软件及建筑设备与管道(mechanical, electrical & plumbing, MEP)软件也包含其中。目前,BIM 基础软件的应用情况见表 3-1。

表 3-1 BIM 基础软件的应用情况

序 号	公 司	使用软件	备 注
1	美国 Autodesk 公司	Revit 软件	包含建筑设计软件、结构设计软件及 MEP 设计软件
2	匈牙利 GraphiSoft 公司	ArchiCAD 软件	

2. BIM 基础软件的特征

BIM 基础软件具有以下几个特征:

- (1)基于三维图形技术,支持对三维实体创建和编辑的实现。
- (2)支持常见建筑构件库。BIM 基础软件包含柱、梁、墙、板、楼梯等建筑构件,用户可以应用其内置构件库进行快速建模。
- (3)支持三维数据交换标准。BIM 基础软件所建立的三维模型可以通过 IFC 等标准输出,为其他 BIM 应用软件所使用。

3. BIM 基础软件的优势

BIM 基础软件主要是建筑建模工具软件,其主要目的是进行三维设计,所生成的模型是后续 BIM 应用的基础。

在传统二维设计中,建筑的平、立、剖面图是分别进行设计的,往往存在不一致的情况。同时,其设计结果是 CAD 中的线条,计算机无法对其做进一步的处理。而三维设计软件改变了这种情况,通过三维技术确保只存在一个模型,平、立、剖面图都是三维模型的视图,解决了平、立、剖面图不一致的问题。同时,其三维构件也可以通过三维数据交换标准被后续 BIM 应用软件应用。

4. BIM 基础建模软件简介

(1)BIM 概念设计软件。BIM 概念设计软件用在设计初期,是在充分理解业主设计任务书和分析业主的具体要求及方案意图的基础上,将业主设计任务书里面基于数字的项目要求转化成基于几何形体的建筑方案,此方案用于业主与设计师之间的沟通和方案的研究

论证。论证后的成果可以转换到 BIM 核心建模软件里面进行设计深化,并继续验证所设计的方案能否满足业主要求。目前主要的 BIM 概念设计软件有 SketchUp Pro 和 Affinity 等。

SketchUp 是诞生于 2000 年的 3D 设计软件,因其上手快速、操作简单而被誉为电子设计中的“铅笔”;2006 年,被 Google 收购后推出了更为专业的版本 SketchUp Pro,它能够快速创建精确的 3D 建筑模型,为业主和设计师提供设计、施工验证和流线、角度分析,方便业主与设计师之间的交流和协作。

Affinity 是一款注重建筑程序和原理图设计的 3D 设计软件,在设计初期通过 BIM 技术将时间和空间相结合的设计理念融入建筑方案的每一个设计阶段中,结合精确的 2D 绘图和灵活的 3D 模型技术,创建出令业主满意的建筑方案。

其他的概念设计软件还有 Tekla Structure 和 5D 概念设计软件 Vico Office 等。

(2)BIM 核心建模软件。BIM 核心建模软件既是 BIM 应用的基础,又是在 BIM 应用过程中碰到的第一类建模软件,简称 BIM 建模软件。BIM 核心建模软件公司及旗下软件情况见表 3-2。

表 3-2 BIM 核心建模软件公司及旗下软件情况

序号	公司	软件	软件功能	软件选用基本原则
1	Autodesk 公司	Revit Architecture、 Revit Structural、 Revit MEP	Autodesk 公司的 Revit 是运用不同的代码库及文件结构区别于 AutoCAD 的独立软件平台。Revit 具有全面创新的概念设计功能,可进行自由形状建模和参数化设计,并且能够对早期设计进行分析。通过 Revit 可以自由绘制草图,快速创建三维形状,交互地处理各个形状;可以利用内置的工具进行复杂形状的概念澄清,为建造和施工准备模型,从概念模型到施工文档的整个设计流程都在一个直观环境中完成。 该软件还包含绿色建筑可扩展标记语言模式,为能耗模拟、荷载分析等提供工程分析工具,并且与结构分析软件 ROBOT、RISA 等具有互用性。与此同时,Revit 还能利用其他概念设计软件、建模软件(如 SketchUp)等导出的 DXF 文件格式的模型或图纸输出 BIM	民用建筑可选用 Autodesk Revit,单专业建筑事务所选择 Revit 有可能成功



续表

序号	公司	软件	软件功能	软件选用基本原则
2	Bentley 公司	Bentley Architecture、 Bentley Structural、 Bentley Building-Mechanical Systems	<p>Bentley 公司的 Bentley Architecture 是集直觉式用户体验的交互界面、强大的概念及方案设计功能、灵活便捷的 2D/3D workflow 建模及制图工具、宽泛的数据组及标准组件库制定技术于一身的 BIM 建模软件,是 BIM 应用程序集成套件的一部分,可针对设施的整个生命周期提供设计、工程管理、分析、施工与运营之间的无缝集成。</p> <p>在设计过程中,Bentley Architecture 不但能让建筑师直接使用许多国际或地区性的工程业界的规范标准进行工作,更能通过简单的自定义或扩充来满足实际工作中不同项目的需求,让建筑师能拥有进行项目设计、文件管理及展现设计思想所需要的所有工具。Bentley Architecture 目前在一些大型复杂的建筑项目、基础设施和工业项目中应用广泛</p>	工厂设计和基础设施 可选用 Bentley,单专业建筑事务所选择 Bentley 有可能成功
3	GraphiSoft 公司	Archi CAD、 AlliPLAN、 Vector Works	<p>ArchiCAD 是 GraphiSoft 公司的产品,其基于全三维的模型设计,拥有平、立、剖面施工图设计和参数计算等自动生成功能,以及便捷的方案演示和图形渲染功能,是一款强大的图形设计工具。</p> <p>ArchiCAD 拥有开放的架构并支持 IFC 标准,它可以轻松地与多种软件连接并协同工作。以 ArchiCAD 为基础的建筑方案可以广泛地利用虚拟建筑数据并覆盖建筑工作流程的各个方面。作为一个面向全球市场的产品,ArchiCAD 可以说是最早的一款具有市场影响力的 BIM 核心建模软件</p>	单专业建筑事务所选择 ArchiCAD 有可能成功

续表

序号	公司	软件	软件功能	软件选用基本原则
4	Gery Technology 公司	Digital Project、CATIA	Digital Project 是 Gery Technology 公司在 CATIA 基础上开发的一个面向工程建设行业的应用软件(二次开发软件),它能够设计出任何几何造型的模型,且支持导入特制的具有复杂参数的模型构件,如支持基于规则的设计复核的 Knowledge Expert 构件,根据所需功能要求优化参数设计的 Project Engineering Optimizer 构件,跟踪管理模型的 Project Manager 构件。 另外,Digital Project 软件支持强大的应用程序接口,建立了本国建筑业建设工程项目编码体系的许多发达国家,如美国、加拿大等,可以将建设工程项目编码体系(如美国所采用的 Unifomat 和 Masterformat)导入 Digital Project 软件,以方便工程预算	项目完全异型、预算比较充裕的可以选择 Digital Project

5. BIM 基础建模软件的选择

在 BIM 实施中会涉及许多相关软件,其中最基础、最核心的是 BIM 建模软件。建模软件是 BIM 实施中最重要的资源和应用条件,无论是项目实施 BIM 应用还是企业 BIM 实施,选择好 BIM 建模软件都是第一步要做的工作。应当指出,不同时期软件的技术特点和应用环境及专业服务水平的不同,选择 BIM 建模软件也有很大的差异。

BIM 建模软件投入是一项投资大、技术性强、主观难以判断的工作,因此在选用软件上应采用相应的方法和程序,以保证所选用的软件符合项目和企业的需要。对具体 BIM 基础建模软件进行分析和评估,一般需要经过初选、测试及评价、审核批准及正式应用等阶段。

(1)初选。初选应考虑四个因素,即初选的建模软件是否符合企业的整体发展战略规划,初选的建模软件可能对企业业务带来的收益产生的影响,初选的建模软件部署实施的成本和投资回报率估算,企业内部专业设计人员接受的意愿和学习难度等。在初选的基础上,形成建模软件的分析报告。

(2)测试及评价。测试及评价由信息管理部门负责并召集相关专业参与,在分析报告的基础上选定部分建模软件进行使用测试。测试的过程包括:

①建模软件的性能测试,通常由信息部门的专业人员负责。



- ②建模软件的功能测试,通常由抽调的部分设计专业人员进行。
- ③有条件的企业可选择部分试点项目进行全面测试,以保证测试的完整性和可靠性。在上述测试工作基础上,形成 BIM 应用软件的测试报告和备选软件方案。在测试过程中,通常包括 7 个评价指标(见表 3-3)。

表 3-3 测试的评价指标

序 号	评价指标	指标内涵
1	功能性	是否适合企业自身的业务需求,与现有资源的兼容情况进行比较
2	可靠性	软件系统的稳定性及业内成熟度的比较
3	易用性	从易于理解、易于学习、易于操作等方面进行比较
4	效率	资源利用率等的比较
5	维护性	对软件系统是否易于维护,故障分析、配置变更是否方便等进行比较
6	可扩展性	应适应企业未来的发展战略规划
7	服务能力	软件厂家的服务质量、技术能力等

(3)审核批准及正式应用。审核批准及正式应用由企业的信息管理部门负责,将 BIM 软件分析报告、测试报告和备选软件方案一并上报给企业的决策部门审核批准,经批准后列入企业的应用工具集,并全面部署。

个别有条件的企业,可结合自身业务及项目特点进行建模软件功能的定制开发,提升建模软件的适用性和有效性。

3.2.2 BIM 工具软件

1. BIM 工具软件概述

BIM 工具软件是指利用 BIM 基础软件提供的 BIM 数据开展各种工作的应用软件。例如,利用建筑设计 BIM 数据进行能耗分析的软件、进行日照分析的软件、生成二维图纸的软件等。目前,BIM 工具软件的应用情况见表 3-4。有的 BIM 基础软件除了提供用于建模的功能外,还提供了一些其他功能,所以其本身也是 BIM 工具软件,如 Revit 软件提供了生成二维图纸等功能。

表 3-4 BIM 工具软件的应用情况

序 号	公 司	使用软件	备 注
1	美国 Autodesk 公司	Ecotect 软件	
2	美国 Autodesk 公司	Revit 软件	包含建筑设计软件、结构设计软件及 MEP 设计软件
3	中国软件开发公司	成本软件	

2. 常见的 BIM 工具软件

BIM 工具软件是 BIM 软件的重要组成部分,常见的 BIM 工具软件初步分类及举例见表 3-5。

表 3-5 常见的 BIM 工具软件初步分类及举例

序号	BIM 核心建模软件	常见 BIM 工具软件	功 能
1	BIM 方案设计软件	Onuma Planning System、Affinity	把业主设计任务书里面基于数字的项目要求转化成基于几何形体的建筑方案
2	与 BIM 接口的几何造型软件	SketchUp、Rhino、FormZ	其成果可以作为 BIM 核心建模软件的输入
3	BIM 可持续(绿色)分析软件	Ecotect、IES、Green Building Studio、PKPM	利用 BIM 提供的信息对项目进行日照、风环境、热工、噪声等方面的分析
4	BIM 机电分析软件	Design Master、IES、Virtual-Environment、Trane Trace	
5	BIM 结构分析软件	ETABS、STAAD、Robot、PKPM	结构分析软件和 BIM 核心建模软件两者之间可以实现双向信息交换
6	BIM 可视化软件	3ds Max、Artilantis、AccuRender、Lightscape	减少建模工作量,提高精度与设计的吻合度,可以快速产生可视化效果
7	二维绘图软件	AutoCAD、MicroStation	配合现阶段 BIM 软件的直接输出,还不能满足市场对施工图的要求
8	BIM 发布审核软件	Autodesk Design Review、Adobe PDF、Adobe 3D PDF	把 BIM 成果发布成静态的、轻型的,可供项目参与方进行审核或利用
9	BIM 模型检查软件	Solibri Model Checker	用来检查模型本身的质量和完整性
10	BIM 深化设计软件	Xsteel、Autodesk Navisworks、Bentley ProjectWise、Navigator、Solibri Model Checker	检查冲突与碰撞,模拟分析施工过程,评估建造是否可行,优化施工进度及三维漫游等
11	BIM 造价管理软件	Innovaya、Solibri、鲁班软件	利用 BIM 提供的信息进行工程量统计和造价分析
12	协同平台软件	Bentley ProjectWise、FTP Sites	将项目全生命周期中的所有信息进行集中、有效的管理,提升工作效率及生产力



续表

序号	BIM 核心建模软件	常见 BIM 工具软件	功 能
13	BIM 运营管理软件	ArchiBUS	提高工作场所利用率,建立空间使用标准和基准,建立和谐的内部关系,减少纷争

3.2.3 BIM 平台软件

BIM 平台软件是指能对各类 BIM 基础软件及 BIM 工具软件产生的 BIM 数据进行有效管理,以便支持建筑全生命周期 BIM 数据共享应用的软件。该类软件一般为基于 Web 的应用软件,能够支持工程项目各参与方及各专业工作人员之间通过网络高效地共享信息。目前,BIM 平台软件的应用情况见表 3-6。

表 3-6 BIM 平台软件的应用情况

序 号	公 司	使用软件	备 注
1	美国 Autodesk 公司	BIM360 软件	包含一系列基于云的服务,支持基于 BIM 的模型协调和智能对象数据交换
2	匈牙利 Graphisoft 公司	Delta Server 软件	包含一系列基于云的服务,支持基于 BIM 的模型协调和智能对象数据交换

3.3 BIM 软件在工程建设过程中的应用

3.3.1 深化设计阶段 BIM 工具软件的应用

深化设计是在工程施工过程中,在设计院提供的施工图设计基础上进行详细设计以满足施工要求的设计活动。BIM 技术因其直观形象的空间表达能力,能够很好地满足细部构造的深化设计,是 BIM 技术应用最成功的领域之一。

基于 BIM 技术的深化设计软件包括机电深化设计、钢结构深化设计、模板脚手架深化设计、幕墙深化设计及碰撞检查等软件。

1. 机电深化设计软件

机电深化设计是在机电施工图的基础上进行二次深化设计,包括安装节点详图、支吊架、设备的基础图、预留孔图、预埋件位置和构造的补充设计,以满足实际施工要求。国内外常用的机电深化设计软件是 MEP。

机电深化设计主要包括专业深化设计与建模、管线综合、多方案比较、设备机房深化设计、预留预埋设计、综合支吊架设计、设备参数复核计算等。机电深化设计的难点在于处理复杂的空间关系,特别是对地下室、机房及周边的管线密集区域的处理尤其困难。传统的二维设计在处理这些问题时严重依赖于工程师的空间想象能力和经验,经常因为设计不到位而使管线发生碰撞,从而导致施工返工,造成资源浪费、工程质量降低及工期拖延。

基于 BIM 技术的机电深化设计软件具有以下主要特征:

- (1) 基于三维图形技术。
- (2) 可以建立机电包括通风空调、给排水、电气、消防等多个专业管线、通头、末端等构件。
- (3) 设备库的维护。常见的机电设备种类繁多,具有庞大的数量。对机电设备进行选择,并确定其规格、型号和性能参数,是机电深化设计的重要内容之一。
- (4) 支持三维数据交换标准。深化设计软件需要通过建筑设计软件导入建筑模型,以辅助建模;同时,还需要将深化设计结果导出到模型浏览、碰撞检查等其他 BIM 应用软件中。
- (5) 内置支持碰撞检查功能。在建筑项目设计过程中,大部分冲突及碰撞发生在机电专业。越来越多的机电深化设计软件内置支持碰撞检查功能,将管线综合的碰撞检查、整改及优化的整个流程在同一个机电深化设计软件中实现,使得用户的工作流程更加顺畅。
- (6) 机电设计校验计算。在机电深化设计过程中,往往需要对设备的位置、系统的线路、管道和风管等的相应移位或长度进行调整,这会导致运行时电气线路压降、管道管路阻力、风管的风量损失和阻力损失等发生变化。机电深化设计软件应该提供校验计算功能,核算设备能力是否满足要求,如果能力不能满足或能力有过量富余,则需对原有设计选型的设备规格中的某些参数进行调整。
- (7) 绘制出图。国内目前设计所依据的还是二维图纸,现场施工工人也习惯于参考图纸进行施工,因此,深化设计软件需要提供绘制输出二维图纸的功能,实现二维图纸的表达。

目前,常用的机电深化设计软件见表 3-7。

表 3-7 常用的机电深化设计软件

序号	国家	软件名称	主要功能
1	芬兰	MagiCAD	基于 AutoCAD 及 Revit 双平台运行;具有很强的专业性,功能全面,提供了风系统、水系统、电气系统、电气回路、系统原理图设计、房间建模、舒适度及能耗分析、管道综合支吊架设计等模块,提供了剖面、立面出图功能,并在系统中内置了超过 100 万个设备信息;支持 IFC 文件的导入、导出;支持模型与其他专业及其他软件进行数据交换



续表

序号	国家	软件名称	主要功能
2	美国	Revit MEP	在 Revit 平台的基础上开发;主要包含暖通风道及管道系统、电力照明、给排水等专业;与 Revit 平台操作一致,并且可与建筑专业 Revit Architecture 数据互联互通;支持 IFC 文件的导入、导出;支持模型与其他专业及其他软件进行数据交换
3	美国	AutoCAD MEP	在 AutoCAD 平台的基础上开发;操作习惯与 AutoCAD 保持一致,并提供剖面、立面出图功能;支持 IFC 文件的导入、导出;支持模型与其他专业及其他软件进行数据交换
4	中国	天正给水排水系统 T-WT、天正暖通系统 T-HVAC	基于 AutoCAD 平台进行研发;包含给排水及暖通两个专业,含管件设计、材料统计、负荷计算、水路、水利计算等功能
5	中国	PKPM 设备系列软件	基于自主图形平台进行研发;专业划分比较细,分为多个专业软件,组成设备系列软件,主要包括给水排水绘图软件(WPM)、室外给水排水设计软件(WNET)、建筑采暖设计软件(HPM)、室外热网设计软件(HNET)、建筑电气设计软件(EPM)、建筑通风空调设计软件(CPM)等
6	中国	理正机电、理正给水排水、理正暖通	基于 AutoCAD 平台进行研发;包含电气、给水排水、暖通等专业;包含建模、生成统计表、负荷计算等功能;理正机电软件目前不支持 IFC 标准
7	中国	鸿业给水排水系列软件、鸿业暖通空调设计软件 HYACS	基于 AutoCAD 平台进行研发;鸿业软件的专业区分比较细,分为多个软件,包含给水排水、暖通空调等专业软件

2. 钢结构深化设计软件

(1) 钢结构深化设计的目的主要体现在以下几个方面:

①材料优化。通过深化设计计算杆件的实际应力比,对原设计界面进行改进,以降低结构的整体用钢量。

②确保安全。通过深化设计对结构的整体安全性和重要节点的受力进行验算,确保所有杆件和节点满足设计要求,确保结构使用安全。

③构造优化。通过深化设计对杆件和节点进行构造的施工优化,使杆件和节点在实际的加工制作和安装过程中变得更加合理,提高加工效率和加工安装精度。

④工厂化生产。通过深化设计,对螺栓连接处的连接板进行优化、归类和统一,减少品

种和规格,对杆件和节点进行归类编号,形成流水加工,大大提高加工速度。

(2)钢结构深化设计因具有突出的空间几何造型特性,故平面设计软件很难满足其要求,而 BIM 应用软件自出现后,便在钢结构深化设计领域中得到快速的应用。

基于 BIM 技术的钢结构深化设计软件具有以下主要特征:

①基于三维图形技术。由于钢结构的构件具有显著的空间布置特点,因此钢结构深化设计软件需要基于三维图形进行建模及计算。大多数的钢结构都是基于空间进行建模的。

②支持参数化建模,可以用参数化方式建立钢结构的杆件、节点、螺栓。例如,杆件截面形式包括 I 形、L 形、口字形等,用户只需要选择截面形式,并设置截面的长、宽等参数信息即可确定构件的几何形状。

③支持节点库。节点设计是钢结构设计中比较烦琐的过程。智能的钢结构设计软件,如 Tekla,内置支持常见的节点连接方式,用户只需要选择需要连接的杆件,并设置节点连接的方式及参数,系统就可以自动建立节点板、螺栓,大量节省用户的建模时间。

④支持三维数据交换标准。钢结构深化设计与建筑设计导入其他专业模型以辅助建模,同时还需要将深化设计结果导出到模型浏览、碰撞检测等其他 BIM 应用软件中。

⑤绘制出图。国内目前设计所依据的还是二维图纸,现场施工工人也习惯于参考图纸进行施工,因此,深化设计软件需要提供绘制输出二维图纸的功能,实现二维图纸的表达。

(3)常用的钢结构深化设计软件见表 3-8。

表 3-8 常用的钢结构深化设计软件

序 号	国 家	软件名称	主要功能
1	德国	BoCAD	三维建模,双向关联,可以进行较为复杂的节点、构件的建模
2	芬兰	Telda(Xsteel)	三维钢结构建模,得到零件、安装、总体布置图及各构件参数立体建模,零件数据、施工详图的自动生成,具备校正检查的功能
3	英国	StruCad	三维构件建模,进行详图布置等,复杂空间结构建模困难,复杂节点、特殊构件难以实现
4	美国	SDS/2	三维构件建模,按照美国标准设计的节点库
5	中国	PKPM STS 钢结构设计软件	可满足设计院的需求

3. 模板脚手架设计软件

模板脚手架设计是施工项目重要的周转性施工措施。模板脚手架的设计细节繁多,施工单位采用传统方法难以进行精细设计。基于 BIM 技术的模板脚手架设计软件可以在三维图形技术的基础上进行模板脚手架的高效设计及验算,提供准确的用量统计,与传统方法相比,极大地提高了工作效率。



基于 BIM 技术的模板脚手架设计软件具有以下主要特征：

- (1) 基于三维建模技术。
 - (2) 支持三维数据交换标准。工程实体模型需要通过三维数据交换标准从其他设计软件中导入。
 - (3) 支持模板和脚手架的自动排布。
 - (4) 支持模板和脚手架的自动验算及材料统计。
- 目前,常用的模板脚手架设计软件见表 3-9。

表 3-9 常用的模板脚手架设计软件

序号	国家	软件名称	主要功能
1	中国	广联达模板脚手架设计软件	支持二维图纸识别建模,可以导入广联达算量产生的实体模型辅助建模,具有自动生成模架、设计验算及生成计算书的功能
2	中国	PKPM 模板脚手架设计软件	可建立多种形状及组合形式的脚手架三维模型,生成脚手架立面图、施工图和节点详图;可生成用量统计表;可进行多种脚手架形式的规范计算;提供多种脚手架施工方案模板。模板设计软件适用于大模板、组合模板、胶合板和木模板的墙、梁、柱、楼板的设计、布置及计算,能够完成各种模板的配板设计、支撑系统计算、配板详图、统计用表及提供丰富的节点构造详图
3	中国	筑业脚手架、模板施工安全设施计算软件	汇集了常用的施工现场安全设施的类型,能进行常用计算,以及常用数据参考。脚手架工程包含落地式、悬挂式、满堂式等多种搭设形式,以及相应模板支架计算。模板工程包含梁、板、墙、柱模板及多种支撑架计算,包含大型桥梁模板支架计算
4	中国	恒智天成安全设施软件	能计算和设计多种常用形式的脚手架,如落地式、悬挑式、附着式;能计算和设计常用类型的模板,如大模板、梁、墙、柱模板等;能编制安全设施计算书;能编制安全专项方案书;能同步生成安全方案报审表、安全技术交底;能编制施工安全应急预案;能进行建筑施工技术领域的计算

4. 幕墙深化设计软件

幕墙深化设计主要是对建筑幕墙进行细化补充设计及优化设计,如幕墙收口部位的设计、预埋件的设计、材料用量的优化、局部的不安全及不合理做法的优化等。幕墙设计非常

烦琐,深化设计人员对基于 BIM 技术的幕墙深化设计软件呼声很高,市场需求较大。

5. 碰撞检查软件

碰撞检查也叫多专业协同模型检测,是在一个多专业协同检查过程中将不同专业的模型集成在同一平台中进行专业之间的碰撞检查及协调。碰撞检查主要发生在机电的各个专业之间,机电与结构的预留预埋、机电与幕墙、机电与钢筋之间的碰撞也是碰撞检查的重点及难点内容。

在传统的碰撞检查中,用户将多个专业的平面图纸叠加,并绘制负责部位的剖面图,判断是否发生碰撞。这种方式不仅效率较低,而且很难准确地对多专业碰撞及冲突进行检查。基于 BIM 技术的碰撞检查软件具有显著的空间能力,可以大幅度提升工作效率。

基于 BIM 技术的碰撞检查软件具有以下主要特征:

(1)基于三维图形技术。碰撞检查软件基于三维图形技术,能够应对二维技术难以处理的空间维度冲突,这是显著提升碰撞检查效率的主要原因。

(2)支持三维模型的导入。碰撞检查软件自身并不能建立模型,只有从其他三维设计软件(如 ArchiCAD、Revit、MagiCAD、Tekla、Bentley 等建模软件)中导入三维模型。因此,广泛支持三维数据交换格式是碰撞检查软件的关键能力。

(3)支持不同的碰撞检查规则。碰撞检查规则(如同文件的模型是否参加碰撞、参与碰撞的构件的类型等)可以帮助用户精细化控制碰撞检查的范围。

(4)具有高效的模型浏览效率。碰撞检查软件集成了各个专业的模型,比单专业设计软件需要支持的模型更多,对模型的显示效率及功能要求更高。

(5)具有与设计软件交互的能力。碰撞检查的结果如何返回到设计软件中,帮助用户快速定位发生碰撞的问题并进行修改,是用户关注的焦点问题。目前,碰撞检查软件与设计软件的互动方式分为以下两种:

①通过软件之间的通信。同一台计算机上的碰撞检查软件与设计软件进行直接通信,在设计软件中定位发生碰撞的构件。

②通过碰撞结果文件。将碰撞检测的结果导出为结果文件,在设计软件中加载该结果文件,定位发生碰撞的构件。

目前,常用的基于 BIM 技术的碰撞检查软件见表 3-10。

表 3-10 常用的基于 BIM 技术的碰撞检查软件

序号	国家	软件名称	主要功能
1	美国	Navisworks	支持市面上常见的 BIM 建模工具,包括 Revit、Bentley、MagiCAD、ArchiCAD、Tekla 等。“硬碰撞”效率高,应用成熟
2	美国	Tekla BIMSight	与 Tekla 钢结构深化设计集成接口好,可以通过 IFC 导入其他建模工具生成的模型



续表

序号	国家	软件名称	主要功能
3	芬兰	Solibri	与 ArchiCAD、Tekla、MagiCAD 接口良好,可以导入支持 IFC 的建模工具。Solibri 具有灵活的规则设置,可以通过扩展规则检查模型的合法性及部分的建筑规范,如无障碍设计规范等
4	中国	广联达 BIM 审图软件	与广联达算量软件有很好的接口,与 Revit 有专用插件接口,支持 IFC 标准,可以导入 ArchiCAD、Tekla、MagiCAD 等软件的模型数据。除具有“硬碰撞”功能外,还支持模型合法性检测等“软碰撞”功能
5	中国	鲁班碰撞检查	属于鲁班 BIM 解决方案中的一个模块,支持鲁班算量建模结果
6	美国	MagiCAD 碰撞检查模块	属于 MagiCAD 的一个功能模块,将碰撞检查与调整优化集成在同一个软件中,处理机电系统内部碰撞的效率很高
7	美国	Revit MEP 碰撞检查功能模块	属于 Revit 软件的一个功能,将碰撞检查与调整优化集成在同一个软件中,处理机电系统内部碰撞的效率很高

碰撞检查软件除了可以判断实体之间的碰撞(“硬碰撞”)外,还有部分软件可以检测模型是否符合规范和施工要求(“软碰撞”)。例如,芬兰的 Solibri 软件在“软碰撞”方面功能丰富,其提供了缺陷检测、建筑与结构的一致性检测、部分建筑规范(如无障碍规范)的检测等。目前,“软碰撞”检查还不如“硬碰撞”检查成熟,是将来发展的重点。

3.3.2 招投标阶段 BIM 工具软件的应用

招投标阶段的 BIM 工具软件主要是各个专业的算量软件。基于 BIM 技术的算量软件是我国最早规模化应用的 BIM 软件,是最成熟的 BIM 应用软件之一。

1. 算量软件

算量工作是招投标阶段最重要的工作之一,对建筑工程建设的投资方及承包方来说均具有重大意义。但工程量统计方法效率较低,误差较大。基于 BIM 技术的算量软件能够自动按照各地清单、定额规则,利用三维图形技术进行工程量自动统计、扣减计算,并进行报表统计,大幅度提高算量的工作效率。

按照技术实现方式划分,基于 BIM 技术的算量软件分为两类:基于独立图形平台的和基于 BIM 基础软件进行二次开发的。这两类软件的操作习惯有较大的区别,但都具有以下主要特征:

(1)基于三维模型进行工程量计算。为了快速建立三维模型,并且与二维软件用户的工作习惯保持一致,多数算量软件依然以平面为主要视图进行模型的构建,并且可以使用三维的图形算法完成复杂的三维构件的计算。

(2)支持按计算规则自动算量。基于 BIM 技术的算量软件与其他 BIM 应用软件的主要区别在于是否可以自动处理工程量计算规则。计算规则即各地清单、定额规范中规定的工程量统计规则。计算规则的处理是算量工作中最为烦琐的内容。目前,专业的算量软件一般都能够比较好地自动处理计算规则,并且大多内置了各种计算规则库。同时,算量软件一般还提供工程量计算结果的计算表达式反查、与模型对应确认等专业功能,让用户复核计算规则的处理结果。

(3)支持三维模型数据交换标准。算量软件以前只是作为一个独立的应用,包含建立三维模型、进行工程量统计、输出报表的完整应用。随着 BIM 技术的应用普及,算量软件导入上游的设计软件建立的三维模型、将所建立的三维模型及工程量信息输出到施工阶段的应用软件,进行信息共享以减少重复工作的功能已经逐步成为人们对算量软件的一个基本要求。

目前,我国招投标阶段常用的 BIM 应用软件见表 3-11。

表 3-11 我国招投标阶段常用的 BIM 应用软件

序号	国家	软件产品	软件名称	主要功能
1	中国	广联达土建算量 GCL、鲁班土建算量 LubanAR、斯维尔三维算量 THS-3DA、神机妙算算量、筑业四维算量等	土建算量软件	统计工程项目的混凝土、砌体、门窗等建筑及结构部分的工程量
2	美国	广联达钢筋算量 GCJ、鲁班钢筋算量 LubanST、斯维尔三维算量 THS-3DA、神机妙算算量钢筋模块、筑业四维算量等	钢筋算量软件	由于钢筋算量的特殊性,钢筋算量一般单独统计。国内的钢筋算量软件普遍支持平法表达,能够快速建立钢筋模型
3	芬兰	广联达安装算量 GQI、鲁班安装算量 LubanMEP、斯维尔安装算量 THS-3DM、神机妙算算量安装版等	安装算量软件	统计工程项目的机电工程量



续表

序号	国家	软件产品	软件名称	主要功能
4	中国	广联达精装算量 GDQ、筑业四维算量等	精装算量软件	统计工程项目室内装修,包括墙面、地面等装饰的精细计量
5	中国	广联达钢结构算量、鲁班钢结构算量 YC、京蓝钢结构算量等	钢结构算量软件	统计钢结构部分的工程量

2. 造价软件

国内造价类软件主要分为算量和计价两类软件(见表 3-12)。

表 3-12 国内造价类软件的基本情况

序号	软件名称	基于平台	说明
1	广联达	自主开发	软件均基于三维技术,可以自动处理算量规则。同时,计价软件遵循各地区的定额规范,鲜有国外竞争
2	鲁班		
3	斯维尔	AutoCAD 平台	
4	神机妙算		
5	品茗		

下面以一个算量软件为例,说明算量软件的主要操作流程。

(1)设置工程基本信息及计算规则。计算规则按梁、墙、板、柱等建筑构件进行设置。算量软件内置了全国各地的清单及定额规则库,一般情况下可以直接选择地区来设置规则。

(2)建立三维模型。建立三维模型包括手工建模、CAD 识别建模、从 BIM 设计模型导入等多种模式。

(3)进行工程量统计及报表输出。目前多数的算量软件已经实现自动工程量统计功能,并且预设了报表模板,用户只需要按照模板输出报表即可。

3.3.3 施工阶段 BIM 工具软件的应用

施工阶段的 BIM 工具软件,包括施工阶段用于技术的 BIM 工具软件和施工阶段用于管理的 BIM 工具软件。

1. 施工阶段用于技术的 BIM 工具软件的应用

施工阶段用于技术的 BIM 工具软件是近年来日益发展起来的,主要包括施工场地布置、模板脚手架设计、钢筋翻样、变更计量、5D 施工管理等软件。

(1)施工场地布置软件。施工场地布置是施工组织设计的重要内容。在工程红线内通过合理划分施工区域,减少不同施工区域间的干扰;同时,合理布置场地,便于运输,满足安

全、防火、防盗的要求。

基于 BIM 技术的施工场地布置是基于 BIM 技术提供的内置的构件库进行管理的,用户可以用这些构件进行快速建模,并且可以进行分析及用料统计。

①基于 BIM 技术的施工场地布置软件的主要特征。

a. 基于三维建模技术。

b. 提供内置的、可扩展的构件库。基于 BIM 技术的施工场地布置软件提供施工现场的场地、道路、料场、施工机械等内置的构件库,可以和使用工程实体设计软件一样,利用这些构件库在场地中布置并设置参数,快速建立模型。

c. 支持三维数据交换标准。场地布置可以通过三维数据交换导入拟建工程实体,也可以将场地布置模型导出到后续的 BIM 工具软件中。

②我国常用的三维场地布置软件(见表 3-13)。

表 3-13 我国常用的三维场地布置软件

序 号	软件名称	主要功能
1	广联达三维场地布置软件 3D-GCP	支持二维图纸识别建模,内置施工现场的常用构件库,如板房、塔吊、施工电梯、道路、大门、围栏、标语牌、旗杆等,建模效率高
2	PKPM 三维现场平面图软件	支持二维图纸识别建模,内置施工现场的常用构件数据库,可以通过拉伸、翻样支持较复杂的现场形状,如复杂基坑的建模;具有视频制作、贴图功能
3	斯维尔平面图制作系统	基于 CAD 平台进行开发,属于二维平面图绘制工具,不是严格意义上的 BIM 工具软件

③施工现场的布置软件的主要操作流程。下面以一个三维场地布置软件为例,讲述施工现场的布置软件的主要操作流程。

a. 导入二维场地布置图。导入二维场地布置图可以帮助用户快速、精准地定位构件,大幅度提高工作效率。本步骤为可选步骤。

b. 利用内置构件库快速生成三维现场布置模型。内置的场地布置模型包括场地、道路、施工机械布置、临水临电布置。

c. 进行合理性检查,包括塔吊冲突分析、路线规划分析、违规提醒等。

d. 输出临时设施工程量统计表。通过软件可以快速统计施工场地中临时设施的工程量,并输出。

(2)模板脚手架设计软件。下面以一个模板脚手架设计软件为例,介绍模板脚手架设计软件的主要操作流程。

①导入二维平面图。导入二维平面图可以帮助用户快速、精准地定位,大幅度提高工作效率。



- ②模板、脚手架自动排布。
- ③模板、脚手架自动安全验算。
- ④输出安全验算书。

(3)钢筋翻样软件。钢筋翻样软件利用 BIM 技术和钢筋平法对钢筋进行精细布置及优化。由于钢筋翻样软件能够显著提高钢筋翻样工作人员的工作效率,因此推广应用较快。

①基于 BIM 技术的钢筋翻样软件的主要特征。

a. 支持建立钢筋结构模型或者通过三维数据交换标准导入结构模型。钢筋翻样是在结构模型的基础上进行钢筋的详细设计。结构模型可以从其他软件,包括结构设计软件或算量模型导入。部分钢筋翻样软件也可以从 CAD 图纸中直接识别建模。

b. 支持钢筋平法。钢筋平法已经在国内设计领域得到广泛的应用,它能够大幅度地简化设计结果的表达,大幅度地提高工作人员输入钢筋信息的效率。

c. 支持钢筋优化断料。钢筋翻样需要考虑如何合理利用钢筋原材料,减少钢筋的余料、废料,降低损耗。钢筋翻样软件通过设置模数和提供多套原材料长度自动优化方案,最终达到废料、余料最少,节省钢筋的目的。

d. 支持料表输出。钢筋翻样普遍将钢筋料表作为钢筋加工的依据。钢筋翻样软件支持料单输出,生成钢筋需求计划等。

②常用的钢筋翻样软件(见表 3-14)。

表 3-14 常用的钢筋翻样软件

序 号	国 家	软件名称	主要功能
1	国内	广联达施工翻样软件 GFY、 鲁班钢筋软件	建立钢筋结构模型,详细设计;优化断料,减少废料、余料,降低损耗;生成钢筋需求计划
2	国外	Revit 土建模块、 Tekla 土建模块	

(4)变更计量软件。基于 BIM 技术的变更计量软件的主要特征有以下几点:

①支持三维模型数据交换标准。变更计量软件可以导入其他 BIM 应用软件模型,特别是基于 BIM 技术的算量软件建立的算量模型。

②支持变更工程量自动统计。变更工程量计算可以细化到单构件,由用户根据施工进度情况判断变更工程量的统计方法,包括对已经施工部分、已经下料部分、未施工部分的变更分别进行处理。

③支持变更清单汇总统计。变更计量软件可以支持按照清单的口径进行变更清单的汇总输出,也可以直接输出工程量到计价软件中进行处理,形成变更清单。

(5)5D 施工管理软件。

①基于 BIM 技术的 5D 施工管理软件的主要特征。

a. 支持施工流水段及工作面的划分。工程项目比较复杂,为了保证有效利用劳动力,施