

模块 1

BIM 基础知识



学习目标

- (1) 正确理解 BIM 的基本概念。
- (2) 了解 BIM 的基本特点。
- (3) 熟悉 BIM 的基本应用。
- (4) 了解 BIM 技术在国内外的的发展情况。
- (5) 了解 BIM 的核心建模软件。

思政卡片

收集相关资料,了解我国改革开放以来的建设成就都有哪些? 在这些年的发展过程中,我国在技术层面有哪些改进和提升?

BIM 全称为 building information model,其中文含义为建筑信息模型。目前,BIM 正如火如荼地在我国的工程建设领域中开展着,已经涵盖了从前期策划到设计、施工、运营维护等建筑全生命周期的方方面面,基于 BIM 的信息化建设已成为当前行业的新的热点。装配式建筑的发展更进一步带动了 BIM 的应用,BIM 已经成为装配式建筑管理环节中必不可少的手段。BIM 发展到今天,已经成为推动建筑业发展、促进建筑业发生革命性变化的重要理念。

1.1 BIM 概述

BIM 是当前工程建设行业中最炙手可热的技术,BIM 技术正在以破竹之势在工程建设行业中引起一场信息化数字革命。现代大型建设项目一般都具有投资规模大、建设周期长、参建单位众多、项目功能要求多及信息量大等特点,建设项目设计及工程管理工作极具复杂性,传统的信息沟通和管理方式已远远不能满足要求。实践证明,信息的错误传达或不完备是造成众多索赔与争议事件发生的根本原因,而 BIM 技术通过三维的共同工作平台和三维的信息传递方式,可以为实现设计、施工一体化提供良好的技术平台和解决思路,为解决建设工程领域中存在的协调性差、整体性不强等问题提供可能。



1.1.1 BIM 简介

BIM 的概念最早由被称为“BIM 之父”的美国的查克·伊士曼(Chuck Eastman)于 1975 年提出。伊士曼在美国建筑师协会发表的论文中提出了一种名为建筑描述系统(building description system,BDS)的工作模式,该模式中包含了参数化设计、由三维模型生成二维图纸、可视化交互式数据分析、施工组织计划与材料计划等功能。各国学者围绕 BDS 概念进行研究,后来在美国将该系统称为建筑产品模型(building product model,BPM),在欧洲被称为产品信息模型(product information model,PIM)。经过多年的研究与发展,学术界整合了 BPM 与 PIM 的研究成果,提出了 BIM 的概念,并沿用至今。从 BIM 的发展历史可以看到,BIM 经历了由最初关注于建筑模型,到后来关注于建筑模型和建筑信息,再到最后关注 BIM 方法的认识历程。目前,BIM 已在全球范围内得到业界的广泛认可,被誉为工程建设行业实现可持续设计的标杆。BIM 概念和解决方案将是我国工程建设行业实现高效、协作和可持续发展的必由之路。

从理念上说,BIM 试图将建筑项目的所有信息纳入一个三维的数字化模型中。这个模型不是静态的,而是随着建筑全寿命周期的不断发展而逐步演进,从设计阶段到施工阶段,再到建后维护和运营管理等阶段的信息都可以不断地被集成到模型中,如图 1-1 所示。因此可以说,BIM 就是真实建筑物在计算机中的数字化记录。当设计、施工、运营等各方面人员需要获取建筑信息(如图纸、材料统计量、施工进度等)时,都可以从 BIM 中快速提取出来。BIM 由三维 CAD 技术发展而来,但它的目标比 CAD 更为高远。如果说 CAD 是为了提高建筑师的绘图效率,那么 BIM 则是为了改善建筑工程在全寿命周期中的性能表现和信息整合。

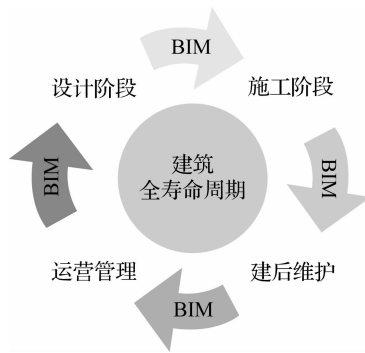


图 1-1 建筑全寿命周期中的 BIM

从技术上说,BIM 不像传统的 CAD 那样,将建筑信息存放在相互独立的成百上千的 DWG 文件中,而是用一个模型文件来存储。当需要呈现建筑信息时,无论是建筑的平面图、剖面图还是门窗明细表,这些图形或者报表都是从模型文件中实时动态生成的,可以理解成数据库的一个视图。因此,在模型中进行任何修改,所有相关的视图都会实时随之更新,从而保持所有数据的一致性,从根本上消除 CAD 图形修改时版本不一样的现象。

为了更好地理解 BIM,须阐明如下几个关键理念。

(1)BIM 既不等同于三维模型,也不仅仅是三维模型和建筑信息的简单叠加。虽然称

BIM 为建筑信息模型,但 BIM 实质上更关注的不是模型,而是蕴藏在模型中的建筑信息,以及如何在不同的项目阶段由不同的人来应用这些信息。三维模型只是 BIM 比较直观的一种表现形式。如前文所述,BIM 致力于分析和改善建筑在其全寿命周期中的性能,并使原本离散的建筑信息更好地整合在一起。

(2)BIM 不是一个具体的软件,而是一种流程和技术。BIM 的实现需要依赖于多种(而不是一种)软件产品的相互协作,有些软件适合创建 BIM(如 Revit),而有些软件适合对模型进行性能分析(如 Ecotect)或者施工模拟(如 Navisworks),还有一些软件可以在 BIM 的基础上进行造价概算或者设施维护,等等。一种软件不可能完成所有的工作,关键是所有的软件都应该能够依据 BIM 的理念进行数据交流,以支持 BIM 流程的实现。

(3)BIM 不仅仅是一种设计工具,更准确地说,BIM 不是一种画图工具,而是一种先进的项目管理理念。BIM 的目标是整合整个建筑工程在全寿命周期内的所有信息,优化方案,减少失误,降低成本,最终提高建筑物的可持续性。尽管 BIM 软件也能用于输出图纸,并且熟练使用 BIM 可以获得比使用 CAD 更高的出图效率,但“提高出图速度”并不是 BIM 的出发点。

(4)BIM 不仅仅是一个工具的升级,而是整个行业流程的一种革命。BIM 的应用不仅会改变设计院内部的工作模式,而且会改变业主、设计方、施工方之间的工作模式。在 BIM 技术支撑下,设计方能够对建筑的性能有更高的掌控,而业主和施工方也可以更多、更早地参与到项目的设计流程中,以确保多方协作创建更好的设计,满足业主的需求。在美国,已经有一些项目开始采用集成产品开发(integrated product development, IPD)这种新型的协作模式;而在我国,随着民用建筑数量的增多,也越来越多地开始采用总承包模式,设计和施工流程愈加整合,BIM 也更能发挥其价值。

(5)由于 BIM 可以将设计、加工、建造项目管理等所有的工程信息整合在统一的数据库中,所以它可以提供一个平台,保证从设计、施工到运营的协调工作,使基于三维平台的精细化管理成为可能。

(6)BIM 正在改变企业内部及企业之间的合作方式。为实现 BIM 的最大价值,设计人员需要重新思考各专业的的设计范围和工作流程,通过协同工作实现信息资源的共享,减少传统模式下项目信息丢失的情况。

1.1.2 BIM 的基本特点

1. 可视化

可视化即“所见即所得”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施工人员自行想象。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,这种光靠人脑来想象是不现实的,如图 1-2 和图 1-3 所示。所以 BIM 提供了可视化的思路,能让人们将以往线条式的构件以一种三维的立体实物的图形展示出来。

在 BIM 的工作环境中,由于整个过程是可视化的,所以可视化的结果不仅可以用来汇报和展示,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。

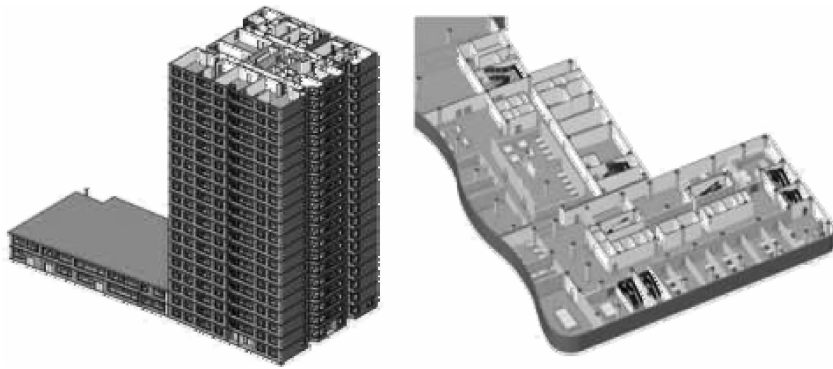


图 1-2 可视化效果图



图 1-3 可视化效果图

2. 协调性

在建筑物建造前期需要对各专业的碰撞问题进行协调。各行业的项目信息会出现“不兼容”，如管道与结构冲突(见图 1-4)、预留的洞口没留或尺寸不对等情况，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。使用有效的 BIM 协调流程进行协调综合，可以减少不合理变更方案或问题变更方案。

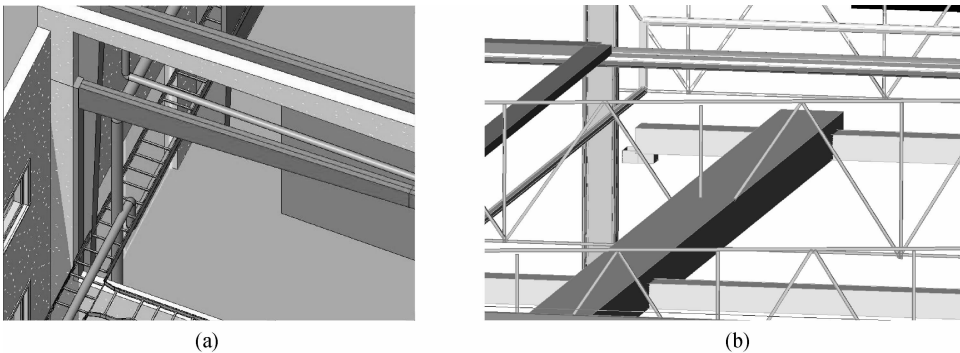


图 1-4 管道与结构冲突

3. 模拟性

模拟性并不是只能模拟设计建筑物模型,还可以模拟不能在真实世界中进行操作的事物。在设计阶段,BIM可以对设计上需要模拟的一些东西进行模拟实验,如节能模拟、紧急疏散模拟、日照模拟(见图1-5)、自然通风系统模拟(见图1-6)、热能传导模拟等;在招投标和施工阶段,BIM可以进行四维模拟(三维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还可以进行五维模拟(基于四维模型的造价控制),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。

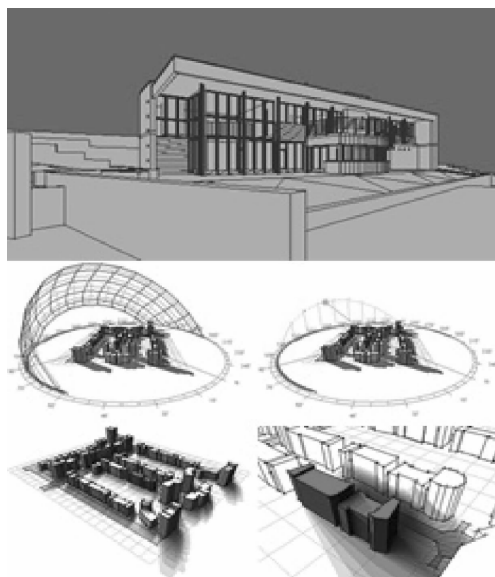


图 1-5 日照模拟

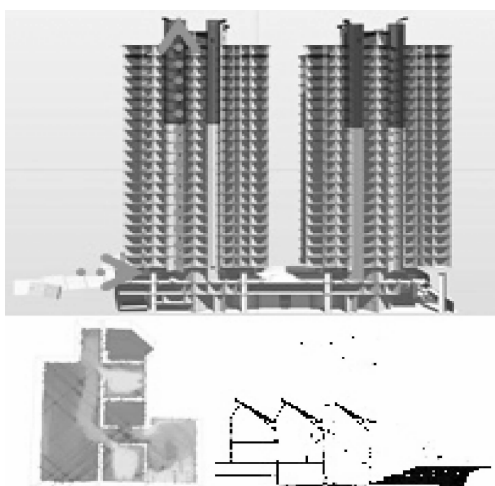


图 1-6 自然通风系统模拟



4. 优化性

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。优化主要受到以下两方面因素的制约。

(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。现代建筑物的复杂程度大多超过参与人员本身的能力极限,BIM 与其配套的各种优化工具为复杂项目的优化提供了可能,优化性效果如图 1-7 所示。

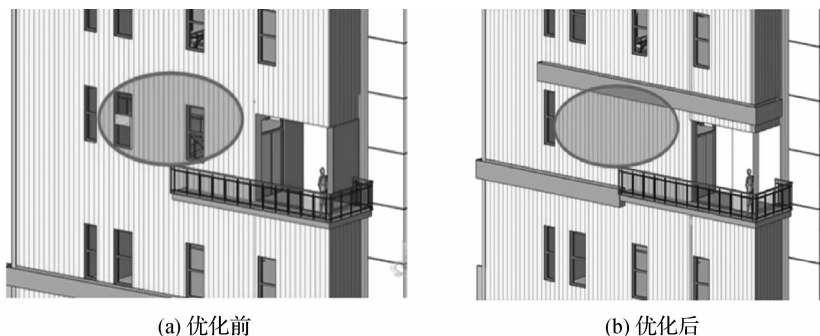


图 1-7 优化性效果

5. 可出图性

BIM 并不是为了出建筑设计院所出的建筑设计图纸及一些构件加工图纸,而是通过对建筑物进行可视化展示、协调、模拟、优化,帮助业主出如下图纸:综合管线图(经过碰撞检查和设计修改,消除了相应错误以后)、综合结构留洞图(预埋套管图)、碰撞检查侦错报告和建筑设计改进方案。

1.2 BIM 的基本应用

近年来,随着大型复杂建筑项目的兴起及 BIM 应用软件的不断完善,越来越多的项目参与方正在关注和应用 BIM 技术,其在项目中的应用也渗透到了项目的各个阶段。

在项目概念阶段,BIM 主要用于项目选址模拟分析、可视化展示等;在勘察测绘阶段,BIM 主要用于地形测绘与可视化模拟、地质参数化分析与方案设计等;在项目设计阶段,BIM 主要用于参数化设计、日照能耗分析、交通线规划、管线优化、结构分析、风向分析、环境分析等;在招标投标阶段,BIM 主要用于造价分析、绿色节能分析、方案展示、漫游模拟等;在施工建设阶段,BIM 主要用于施工模拟、方案优化、施工安全检查、进度控制、实时反馈、供应链管理、场地布局规划、建筑垃圾处理等;在项目运营阶段,BIM 主要用于智能建筑设施、大数据分析、物流管理、智慧城市、云平台存储等;在项目维护阶段,BIM 主要用于 3D 点云数据收集、维修检测、清理修整、火灾逃生模拟等;在项目更新阶段,BIM 主要用于方案优化、结

构分析、成品展示等；在项目拆除阶段，BIM 主要用于爆破模拟、废弃物处理、环境绿化、废弃物运输处理等。

从工程的质量、进度、成本三方面来说，BIM 主要应用在以下几个方面。

1.2.1 BIM 在建设工程质量管理中的应用

1. BIM 是建筑设计人员提高设计质量的有效手段

目前，建筑设计专业分工比较细致，一个建筑物的设计需要由建筑、结构、安装等各个专业的工程师协同完成。由于各专业工程师对建筑物的理解有偏差，专业设计图之间“打架”的现象很难避免。将 BIM 应用到建筑设计中，计算机将承担起各专业设计间“协调综合”工作，设计工作中的“错、漏、碰、缺”问题可以得到有效控制。

2. BIM 是业主理解工程质量的有效手段

业主是高质量工程的最大受益者，也是工程质量的主要决策人。但是，受专业知识限制，业主与设计人员、监理人员、承包商之间的交流存在一定困难。当业主对工程质量要求不明确时，会造成工程变更多，质量难以得到有效控制。BIM 为业主提供了形象的三维设计，业主可以更明确地表达自己对工程质量的要求，如建筑物的外观、使用的材料和设备等，有利于各方开展质量控制工作。

3. BIM 是项目管理人员控制工程质量的有效手段

由于采用 BIM 设计的图纸是数字化的，计算机可以在检索、判别、数据整理等方面发挥优势。无论监理工程师还是承包商的项目管理人员，都不必拿着厚厚的图纸反复核对，只需要通过一些简单的操作就可以快速、准确地得到建筑物构件的特征信息，如钢筋的布置、设备预留孔洞的位置、构件尺寸等，在现场及时下达指令。而且，利用 BIM 和施工方案进行虚拟环境数据集成，对建设项目的可建设性进行仿真实验，可在事前发现质量问题。

1.2.2 BIM 在建设工程进度管理中的应用

有时，人们将基于 BIM 设计称为四维设计，增加的一维信息就是进度信息。从目前看，BIM 技术在建设工程进度管理中的应用主要有以下三个方面。

1. 可视化的工程进度安排

建设工程进度控制的核心技术是网络计划技术。目前，该技术的利用效果在我国并不理想。究其原因，可能与平面网络计划不够直观有关。在这一方面 BIM 有优势，通过与网络计划技术的集成，BIM 可以按月、周、天直观地显示工程进度计划。一方面便于工程管理人员进行不同施工方案的比较，选择符合进度要求的施工方案；另一方面便于工程管理人员发现工程计划进度和实际进度的偏差，及时进行调整。

2. 对工程建设过程的模拟

工程建设是一个多工序搭接、多单位参与的过程。工程进度计划是由各个子计划搭接而成的。传统的进度控制技术中，各子计划间的逻辑顺序需要人来确定，难免出现逻辑错误，造成进度拖延。而通过 BIM 技术，用计算机模拟工程建设过程，项目管理人员容易发现在二维网络计划技术中难以发现的工序间的逻辑错误，优化进度计划。



3. 对工程材料和设备供应过程的优化

当前,项目的建设过程越来越复杂,参与的单位越来越多,如何安排设备、材料供应计划,在保证工程建设进度的前提下,节约运输和仓储成本,正是“精益建设”的重要问题。BIM为“精益建设”思想提供了技术手段。通过计算机的资源计算、资源优化和信息共享功能,可以达到节约采购成本、提高供应效率和保证工程进度的目的。

1.2.3 BIM在建设工程投资(成本)管理中的应用

BIM比较成熟的应用领域是投资(成本)管理,也被称为5D技术。其实,在CAD平台上,我国的一些建设管理软件公司已经对这一技术进行了深入的研发。在BIM平台上,预计这一技术可以有更广的发展空间。

1. BIM使工程量计算变得更加容易

在使用CAD绘制的设计图中,想通过计算机自动统计和计算工程量时必须执行这样一个程序:由预算人员告诉计算机它存储的那些线条的属性,如是梁、板或柱,这种“三维算量技术”是半自动化的。在BIM平台上,设计图的元素不再是线条,而是带有属性的构件。

2. BIM使投资(成本)控制更易于落实

对业主而言,投资控制的重点在设计阶段。运用BIM技术,业主可以便捷、准确地得到不同建设方案的投资估算或概算,比较不同方案的技术经济指标。而且,由于项目投资估算、概算比较准确,业主可以降低不可预见费比率,提高资金使用效率。同样,由于BIM可以较准确、快捷地计算出建设工程量数据,承包商依此进行材料采购和人力资源安排,也可节约一定成本。

3. BIM有利于加快工程结算进程

一方面,BIM有助于提高设计图质量,减少施工阶段的工程变更;另一方面,如果业主和承包商达成协议,基于同一BIM进行工程结算,那么结算数据的争议会大幅度减少。

1.3 BIM在国内外的的发展

BIM最先从美国发展起来,随着全球化进程的向前推进,逐渐扩展到欧洲、中日韩等国家,目前这些国家BIM的发展和应用都达到了一定水平。

1.3.1 BIM在我国的发展

新中国成立以来,一个个地标建筑拔地而起。这些矗立的“石头书”折射出一个民族日益自信开放的姿态,一个国家不断求索、不懈奋斗的历史。目前,中国已经成为发展应用BIM最快的国家之一,如“水立方”、上海世博展览馆、北京大兴国际机场、港珠澳大桥等,都是我们中华儿女的骄傲。

我国的建设市场仍然处于黄金期,大量的现代化、高科技化的新型建筑出现在人们的眼前,手工绘图和计算机绘图的习惯并没有太多的改变。而BIM技术的到来不仅仅是更换了一种绘图工具,而是带来了一种新的思想。从小的方面讲,BIM将改变设计人员的设计习

惯、协同模式等；从大的方面讲，BIM 将改变设计、施工、运营行业全企业链的协同作业模式、利益分配等，从而可以极大地促进整个行业的进一步的资源优化整合。可以看到，传统制图方式将被逐渐淘汰，以 BIM 为开端的设计革命已经悄然开始，可以说建筑行业已经进入 BIM 设计应用时代。虽然 BIM 技术在国外应用已经有十余年历史，但最终将在中国取得突破性进展。

近年来，BIM 在我国建筑业中形成一股热潮，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。虽然 BIM 将是未来建筑业发展的主流方向，但是 BIM 的推广使用在开始阶段起步艰难。开始阶段，我国 BIM 的应用主要集中在项目设计阶段，部分应用于施工阶段，在维护管理阶段应用得很少，如图 1-8 所示。BIM 的功能没有得到充分发挥的主要原因有四点：一是由 BIM 处于推广阶段的客观实际决定的，二是 BIM 技术本身有待完善和发展，三是市场和行业还没有完全接受 BIM 技术，四是与 BIM 相适应的管理思维、组织方式还没有形成。

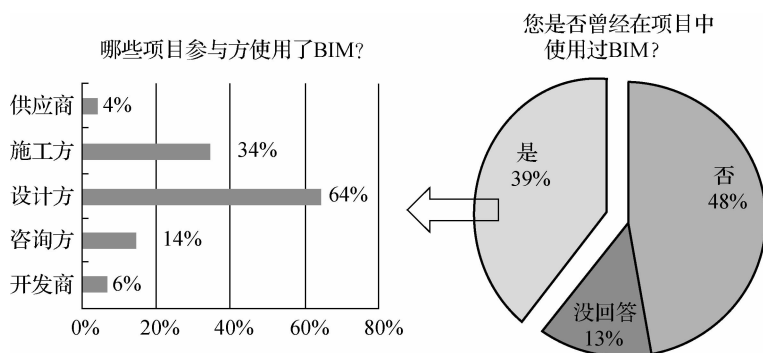


图 1-8 是否在项目中使用过 BIM

政府职能部门在 BIM 的推广应用过程中起到一个主导作用，他将建筑行业内的各参与方联系起来，从各参与方的角度综合考虑完成 BIM 的推广，达到一个互利共赢的局面。另外，政府部门需要继续加大对建筑信息化的投入力度。

任何技术的推广都要从理念知识开始。目前，在我国有一部分业主要求使用 BIM，但是他们对 BIM 的了解和认识只是流于表面，对其真正核心价值的认知还比较肤浅，这就需要政府职能部门加大对 BIM 研究成果的宣传和推广，同时积极开展国内 BIM 应用成功案例的经验交流，通过 BIM 成功应用带来的高效率和高效益，充分调动建筑业界各方面尤其是受益最大的业主方的积极性。

在国外，BIM 已经被普遍推广而且比较成熟，其中最主要的一个原因就是国外针对 BIM 制定了统一的标准。所以，在推行 BIM 的过程中，仅仅依靠建筑设计企业加强 BIM 标准的研究是不够的。在美国、英国、新加坡等国家，都由政府或行业协会进行 BIM 标准的研究工作。因为 BIM 标准不只是针对某一项参与方的标准，还要兼顾整个建筑行业的协作需求，需要项目各参与方共同完成。政府或行业协会的 BIM 标准将对建筑设计企业开展 BIM 工作起到指导性作用。而企业需要结合实践经验完善 BIM 标准。目前，建立我国的 BIM 标准是急需解决的问题，也是 BIM 广泛推广的基础。

国家应加强科研单位、高校对 BIM 的理论研究。科研院校需要承担更多的 BIM 技术基础理论研究的任务，推动 BIM 技术取得实质性进展。同时，高等院校应将 BIM 技术教育纳



入课程体系,培养 BIM 技术人员,提高 BIM 从业人员的素质,有效促进 BIM 技术在建筑行业的推广和普及。

1.3.2 BIM 技术在欧美国家的发展

美国的建筑信息化建设起步较早,也是目前世界各国中 BIM 技术研究和应用较成熟和领先的国家之一。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,而且存在各种 BIM 协会,并出台了各种 BIM 标准。根据美国麦格劳·希尔公司(McGraw Hill)的调研,2012 年工程建设行业采用 BIM 的比例从 2007 年的 28% 增长至 2009 年的 49%,直至 2012 年的 71%。其中 74% 的承包商已经在实施 BIM,超过了建筑师(70%)及机电工程师(67%)使用的比例。BIM 的价值正在不断被认可。有统计数据表明,近年来,美国建筑业 300 强企业中 90% 以上都在应用 BIM 技术。

美国和欧洲国家的经验告诉我们,虽然 BIM 这个被行业广泛接受的专业名词的出现以及 BIM 在实际工程中的大量应用,但是美国和欧洲国家对这种技术的理论研究和小范围工程实践从 20 世纪 70 年代就已经开始了,而且一直没有中断过,美国佐治亚理工学院、美国斯坦福大学和美国宾夕法尼亚大学在这方面都做了大量的基础理论研究工作。如果从具有市场影响力的 BIM 核心建模软件来看,ArchiCAD 是 20 世纪 80 年代的产品,Bentley Architecture(Triforma)、Revit 和 Digital Project 则起始于 20 世纪 90 年代。

美国和欧洲国家形成了一个 BIM 软件研发和推广的良性产业链:大学和科研机构主导 BIM 的基础理论研究,经费来源于政府支持和商业机构赞助;大型商业软件公司主导通用产品的研发和销售;小型公司主导专用产品的研发和销售;大型客户主导客户化定制开发。

1.3.3 BIM 技术在日本的发展

在日本,BIM 应用已扩展到全国范围,并上升到政府推进的层面,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,而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。

日本的软件业较为发达,在建筑信息技术方面也拥有较多的国产软件。日本 BIM 相关软件厂商认识到,BIM 是需要多个软件互相配合的,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》,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和施工企业应用 BIM 提供指导。

1.4 BIM 主流软件简介

目前 BIM 软件很多,尤其是在我国所谓的 BIM 软件更多如牛毛,外加软件厂商自行的二次开发更是让人眼花缭乱,不知道该如何选择。选择 BIM 软件一定要根据自身企业的业务特点和技术人员文化程度以及使用习惯,软件特性,成本做综合考虑,否则就是事倍功半。目前在全球具有一定市场影响率或占有率的 BIM 主流软件,如图 1-9 所示。

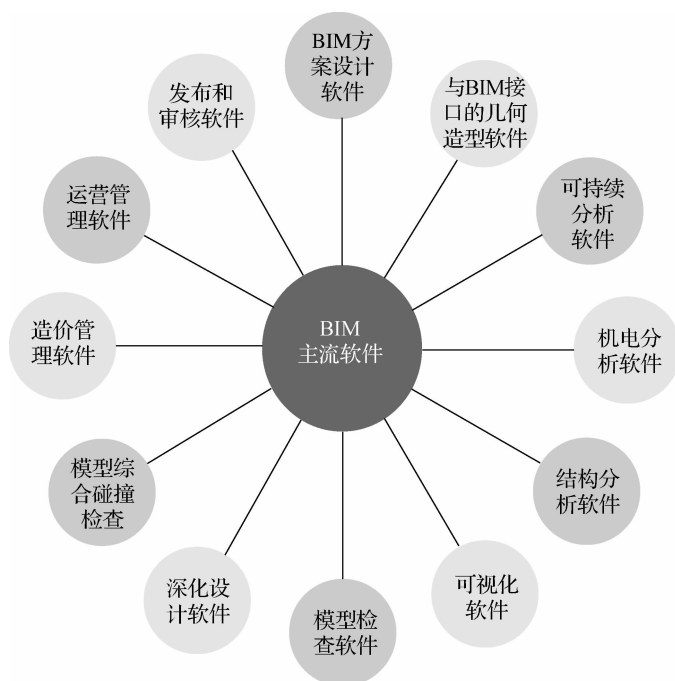


图 1-9 BIM 主流软件

1.4.1 BIM 核心建模软件

BIM 核心建模软件的英文通常翻译为 BIM authoring software, 是 BIM 的基础, 换句话说, 正是因为有了这些软件才有了 BIM, 因此我们称它们为 BIM 核心建模软件, 简称 BIM 建模软件。

Revit 建筑、结构和机电系列是 Autodesk 公司的 BIM 软件, 它针对特定专业的建筑设计和文档系统, 支持所有阶段的设计和施工图纸, 从概念性研究到最详细的施工图纸和明细表。Revit 平台的核心是 Revit 参数化更新引擎, 它可以自动协调在任何位置(如在模型视图或图纸、明细表、剖面、平面图中)所做的更改, 这也是我国普及最广的 BIM 软件。实践证明, 它具有普及性强、操作相对简单的优点, 可以大大提高设计效率。

Bentley 建筑、结构和设备系列产品在工厂(石油、化工、电力、医药等)设计和基础设施(道路、桥梁、市政、水利等)领域有着无可争辩的优势。

确定一个项目或企业 BIM 核心建模软件时可以参考以下基本原则。

- (1) 对于民用建筑, 使用 Autodesk Revit。
- (2) 对于工厂设计和基础设施, 使用 Bentley。
- (3) 对于单专业建筑事务所, 可选择使用 ArchiCAD、Revit、Bentley。
- (4) 对于完全异型、预算比较充裕的项目, 可以选择使用 Digital Project 或 CATIA。

1.4.2 工程建设行业常用的 BIM 软件

1. BIM 可视化软件

有了 BIM 以后, 对可视化软件的使用至少有以下三点好处。



- (1)可视化建模的工作量减少了。
- (2)模型的精度与设计(实物)的吻合度提高了。
- (3)可以在项目的不同阶段及各种变化情况下快速产生可视化效果。

常用的 BIM 可视化软件包括 3ds Max、Artilantis、Accurender 和 Lightscape 等。

2. BIM 造价管理软件

造价管理软件利用 BIM 提供的信息进行工程量统计和造价分析,在 BIM 结构化数据的支持下,基于 BIM 技术的造价管理软件可以根据工程施工计划动态提供造价管理需要的数据,这就是所谓的 BIM 技术的五维应用。

国外的 BIM 造价管理软件有 Innovaya、Solibri、RIB iTWO 等,鲁班、广联达、斯维尔等软件是国内 BIM 造价管理软件的代表。

3. BIM 运营管理软件

把 BIM 形象地比喻为建设项目的 DNA,根据美国国家 BIM 标准委员会的资料,一个建筑物全寿命周期成本的 75% 发生在运营阶段(使用阶段),而建设阶段(设计、施工)的成本只占项目全寿命周期成本的 25%。

BIM 为建筑物的运营管理阶段服务,是 BIM 应用重要的推动力和工作目标。在这方面,美国运营管理软件 ArchiBUS 是最有市场影响力的软件之一。

4. BIM 综合碰撞检查软件

以下两个根本原因直接导致了 BIM 综合碰撞检查软件的出现。

(1)不同专业人员使用各自的 BIM 核心建模软件建立与自己专业相关的 BIM,这些模型需要在一个环境里集成起来,才能完成整个项目的设计、分析和模拟。

(2)对于大项目来说,硬件条件的限制使得 BIM 核心建模软件无法在一个文件中操作整个项目模型,但是又必须把这些分开创建的局部模型整合在一起,研究整个项目的设计、施工及运营状态。

BIM 综合碰撞检查软件属于项目评估、审核软件的一种,其基本功能包括集成各种三维软件(包括 BIM 软件、三维工厂设计软件、三维机械设计软件等)创建的模型,进行三维协调、四维计划、可视化、动态模拟等。常见的 BIM 综合碰撞检查软件有 Autodesk Navisworks、Bentley Projectwise Navigator 和 Solibri Model Checker 等。

5. BIM 结构分析软件

结构分析软件是目前 BIM 核心建模软件集成度比较高的产品,基本上可以实现结构分析软件与 BIM 核心建模软件之间的双向信息交换,即结构分析软件可以使用 BIM 核心建模软件的信息进行结构分析,分析结果对结构的调整又可以反馈到 BIM 核心建模软件中去,自动更新 BIM。ETABS、STAAD、Robot 等国外软件以及 PKPM 等国内软件都可以跟 BIM 核心建模软件配合使用。

模块 2

BIM 在建筑全寿命周期的应用



学习目标

- (1) 了解 BIM 在设计阶段的应用。
- (2) 了解 BIM 在施工阶段的应用。
- (3) 了解 BIM 在造价管理阶段的应用。
- (4) 了解 BIM 在运营维护阶段的应用。

思政卡片

收集相关材料,了解我国 BIM 市场发展情况及在世界上所处的地位,从中体会我国工程技术及管理人员所表现出来的专业素质、拼搏精神和创新能力。

BIM 不仅改变了建筑设计的手段和方法,而且通过在建筑全寿命周期中的应用,为建筑行业提供了一个革命性的平台,并将彻底改变建筑行业的协作方式。按照建设项目从规划、设计、施工到运营的发展阶段组织,有些 BIM 应用跨越一个到多个阶段,有些 BIM 应用仅局限于某一个阶段。大量的项目实践表明,BIM 大大促进了建筑工程全寿命周期的信息共享,建筑企业之间多年存在的信息隔阂被逐渐打破。这大大提高了业主对整个建筑工程全寿命周期的管理能力,提高了所有利益相关者的工作效率。

BIM 的全面应用将大大提高建筑业的生产效率,提高建筑工程的集成化程度,使设计、施工到运营整个全寿命周期的质量和效率显著提高、成本降低,给建筑业的发展带来巨大效益。采用 BIM 技术,不仅可以实现设计阶段的协同设计,施工阶段的建造全过程一体化和运营阶段对建筑物的智能化维护及设施管理,而且打破了业主、设计方、施工方、运营方之间的隔阂和界限,实现了建筑的全寿命周期管理,如图 2-1 所示。



图 2-1 BIM 的应用

2.1 BIM 在设计阶段的应用

2.1.1 BIM 在设计阶段的应用价值

BIM 技术使建筑、结构、给水排水、空调、电气等各个专业基于同一个模型进行工作,从而使真正意义上的三维集成协同设计成为可能。在二维图纸时代,各个设备专业的管道综合是一个烦琐、费时的的工作,做得不好甚至经常引起施工中的反复变更。而 BIM 将整个设计整合到一个共享的建筑信息模型中,结构与设备、设备与设备间的冲突会直接被显现出来,通过 BIM 进行三维碰撞检测,能及时发现并调整设计,从而极大地避免施工中的浪费。此外,BIM 技术使得设计修改更加容易。只要对项目做出更改,由此而产生的所有结果都会在整个项目中自动协调,各个视图中的平、立、剖面图会自动修改,不会出现平、立、剖面图不一致的错误;在建筑设计阶段实施 BIM 的最终结果,一定是所有设计师将其应用到设计全程的结果。但在尚不具备全程应用条件的情况下,局部项目、局部专业、局部过程的应用将成为未来过渡期内的一种常态。因此,根据具体项目的设计需求、BIM 团队情况、设计周期等条件,可以选择在不同的设计阶段实施 BIM。

对于设计师、建筑师和工程师而言,应用 BIM 不仅要求实现设计工具从二维到三维的转变,更需要在设计阶段贯彻协同设计、绿色设计和可持续设计的理念。其最终目的是使整个工程项目在设计、施工和使用等各个阶段都能够有效地节省能源、节约成本、减少污染和提高效率。在建筑项目设计中实施 BIM 的最终目的是要提高项目设计质量和效率,从而减少后续施工期间的洽商和返工,保障施工周期,节约项目资金。

(1) 概念设计阶段:在前期概念设计中使用 BIM,在完美表现设计创意的同时,还可以进行各种面积分析、体系系数分析、商业地产收益分析、可视度分析、日照轨迹分析等。

(2) 方案设计阶段:此阶段使用 BIM,特别是对复杂造型设计项目将起到重要的设计优化、方案对比(如曲面有理化设计)和方案可行性分析作用。同时,建筑性能分析、能耗分析、采光分析、日照分析、疏散分析等都将对建筑设计起到重要的设计优化作用。

(3)施工图设计阶段:对复杂造型的异形建筑,承载的信息较多,传统二维软件无法表达。BIM 是最佳的解决方案。当然,在当前 BIM 人才紧缺,施工图设计任务重、时间紧的情况下,不妨采用 BIM+AutoCAD 的模式,前提是基于 BIM 成果用 AutoCAD 深化设计,以尽可能保证设计质量。

(4)专业管线综合:对大型工厂,机场、地铁等交通枢纽,医疗、体育、剧院等公共项目的复杂专业管线设计,BIM 是最高效的途径。

(5)可视化设计:效果图、动画、实时漫游、虚拟现实系统等项目展示手段也是 BIM 应用的一部分。

2.1.2 项目类型和介入点

1. 住宅、常规商业建筑项目

项目特点:造型规则,有以往成熟的项目设计图等资源可以参考利用;使用常规三维 BIM 设计工具即可完成。此类项目是组建和锻炼 BIM 团队或在设计师中推广应用 BIM 的最佳选择。从建筑专业开头,从扩初设计或施工图阶段介入,先掌握最基本的 BIM 设计工具的基本设计功能、施工图设计流程等,再由易到难逐步向复杂项目、多专业、多阶段及设计全程拓展。

2. 体育场、剧院、艺术中心等复杂造型建筑项目

项目特点:造型复杂或非常复杂,没有设计图等资源可以参考利用,传统 CAD 二维设计工具的平、立、剖面等无法表达其设计创意,现有的 Rhino、3ds Max 等模型不够智能化,只能一次性表达设计创意,当方案变更时,后续的设计变更工作量很大,甚至已有的模型及设计内容要重新设计,效率极其低下;专业间管线综合设计是其设计难点。此类项目可以充分发挥、体现 BIM 设计的价值。为提高设计效率,建议从概念设计或方案设计阶段介入,先使用可编写程序脚本的高级三维 BIM 设计工具或基于 Revit 等 BIM 设计工具编写程序、定制工具插件等完成异型设计和设计优化,再在 Revit 系列中进行管线综合设计。

3. 工厂、医疗等建筑项目

项目特点:造型较规则,但专业机电设备和管线系统复杂,管线综合是设计难点。此类项目可以在施工图设计阶段介入,特别是对于总承包项目,可以充分体现 BIM 设计的价值。不同的项目设计师和业主关注的内容不同,将决定在项目中实施 BIM 的内容(异型设计、施工图设计、管线综合设计、性能分析等)。

2.1.3 BIM 中的协同设计与协同作业

1. 协同设计

协同设计可细分为 2D 协同设计和 3D 协同设计,这是设计软件本身具备的协同功能。

(1)2D 协同设计。2D 协同设计是以 AutoCAD 外部参照功能为基础的. dwg 文件之间的文件级协同,是一种文件定期更新的阶段性协同设计模式。例如,将一个建筑设计的轴网、标高、外立面墙与门窗、内墙与门窗布局、核心筒、楼梯与坡道、卫浴家具构件等拆分为多个. dwg 文件,由几位设计师分别设计,设计过程中根据需要通过外部参照的方式将其链接组装为多个建筑平(立)面图,这时如果轴网文件发生变更,所有参照该文件的图纸都可以自



动更新。

(2)3D 协同设计。3D 协同设计在专业内和专业间的模式不同。

①专业内 3D 协同设计。它是一种数据级的实时协同设计模式,即工作组成员在本地计算机上对同一个 3D 工程信息模型进行设计,每个人的设计内容都可以及时同步到文件服务器上的项目中心文件中,甚至成员间还可以互相借用属于对方的某些建筑图元进行交叉设计,从而实现成员间的实时数据共享。

②专业间 3D 协同设计。当每个专业都有了 3D 工程信息模型文件时,即可通过外部链接的方式在专业模型(或系统)间进行管线综合设计。这个工作可以在设计过程中的每个关键时间点进行,因此专业间 3D 协同设计和 2D 协同设计同样是文件级的阶段性协同设计模式。

除上述两种模式外,不同 BIM 设计软件间的数据交互也属于协同设计的范畴。例如,在 Revit 系列、AutoCAD、Navisworks、3ds Max、SketchUp、Rhino 等工具间的数据交互,都可以通过专用的导入/导出命令、dwg/dxf/fbx/sat/ifc 等中间数据格式进行交互。

2. 协同作业

协同作业是设计之外的各种设计文件和办公文档管理、人员权限管理、设计校审流程、计划任务、项目状态查询统计等与设计相关的管理功能,以及设计方、业主、施工方、监理方、材料供应商、运营商等与项目相关各方,进行文件交互、沟通交流的协同管理系统。它是提升全产业链各环节效率的重要手段,在设计企业中协同平台为生产管理系统的核心部分。

2.2 BIM 在施工阶段的应用

在施工阶段,通过 BIM 技术对施工进行模拟是 BIM 技术的重要应用之一,模拟施工的目的是在施工前对施工的整个过程进行模拟,分析不同资源配置对工期的影响,通过综合成本、工期、材料等得出最优的建筑施工方案,从而减少建筑过程中的错误所造成的成本浪费,甚至可以帮助人们实现建筑构件的直接无纸化加工建造,实现整个施工周期的可视化模拟与可视化管理。施工人员可以迅速为业主制定展示场地使用情况或更新调整情况的规划,从而和业主进行沟通,将施工过程对业主的运营和施工人员的影响降到最低。BIM 还能提高文档质量,改善施工规划,从而节省施工中在过程与管理问题上投入的时间和资金。在项目施工阶段建立以 BIM 应用为载体的项目管理信息化,可以提升项目生产效率、提高建筑质量、缩短工期、降低建造成本。具体体现在以下几个方面。

1. 直观的视觉效果,充分展示企业实力

三维渲染动画给人以真实感和直接的视觉冲击,主要应用于施工组织设计及施工方案的展示,在招投标过程中能够充分展示施工企业的能力,也能够将施工组织设计的精髓体现得淋漓尽致。

2. 提升算量效率,提高工程量计算精度

BIM 可以准确、快速地计算工程量,提升施工预算的精度与效率。

3. 精确计划, 实时控制

BIM 的出现可以让管理者快速、准确地获得工程基础数据, 为施工企业制订精确的人、财、物计划提供有效支撑, 为实现限额领料、消耗控制提供技术支撑。

4. 实时对比, 动态管控

项目管理的基础就是工程基础数据的管理, 及时、准确地获取相关工程数据就是项目的核心竞争力。BIM 技术可以实现任一时点上工程基础信息的快速获取, 可以用模型形象地反映出工程实体的实况, 精确统计出各步工作的实际数据。通过计划与实际的对比, 可以有效了解项目的盈亏、是否偏离目标等问题, 实现对项目成本风险的有效管控。

5. 实现虚拟施工, 便于多方协同

虚拟模型可将时间与三维可视化功能相关联, 可以进行虚拟施工。通过 BIM 技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监控, 可以大大减少建筑质量问题、安全问题, 减少返工和整改。

虚拟施工还可以实现可视化的设计交底。设计人员可以通过模型实现向施工方的可视化设计交底, 能够让施工方清楚地了解设计意图, 了解设计中的每一个细节。交底过程中施工方也可以从施工的角度提出意见和建议, 并实时更改、优化设计方案。

6. 解决传统碰撞检查难题, 减少返工

施工过程中相关各方有时需要付出巨大的代价来弥补由设备管线碰撞等引起的拆装、返工和浪费。传统的二维图设计中, 由于采用二维设计图进行会审, 人为的失误在所难免, 使施工出现返工现象, 造成建设投资的极大浪费, 并且还会影响施工进度。利用 BIM 的三维技术在前期可以进行碰撞检查, 优化工程设计, 减少在建筑施工阶段可能存在的错误损失和返工的可能性, 而且优化净空, 优化管线排布方案。最后, 施工人员可以利用碰撞优化后的三维管线方案进行施工交底、施工模拟, 提高施工质量, 同时也可以提高与业主沟通的能力。

7. 实体建筑过程中的技术应用

(1) 实现钢结构的预拼装。

(2) 实现构件工厂化生产, 可以基于 BIM 设计模型对构件进行分解, 在工厂加工好后运到现场进行组装, 精准度高, 失误率低。

(3) 整合各方数据, 自动分析, 为技术人员提供参考。

(4) 随着施工技术的发展, 各种新技术、新材料、新工艺层出不穷, 导致各类规范、图集频繁更新; 整合了相关数据的 BIM 体系, 能够精确指出项目所需的技术资料, 便于技术人员有目的地学习, 提高了学习效率。

(5) 实时数据共享平台提高了工程数据的透明性, 既提升了办公效率, 又避免了后期人为干预造成的弄虚作假现象。

(6) BIM 管理系统集成了对文档的搜索、查阅、定位功能, 并且所有的操作都在基于四维 BIM 可视化模型的界面中, 充分提高了数据检索的直观性, 提高了工程相关资料的利用率, 施工结束后自动形成的完整的信息数据库可以为工程运营管理人员提供快速查询定位功能。



2.3 BIM 在造价管理阶段的应用

2.3.1 BIM 在造价管理中的应用价值

就提升工程造价水平、提高工程造价效率、实现工程造价,乃至整个工程全寿命周期信息化的过程而言,BIM 具有无可比拟的优势。

1. BIM 数据库的时效性

BIM 的技术核心是一个由计算机三维模型形成的数据库,该数据库中的信息在建筑全寿命周期中是动态变化的,随着工程施工及市场变化,相关责任人员会调整 BIM 数据,所有参与者均可共享更新后的数据。这大大提高了造价人员所依赖的造价基础数据的准确性,从而提高了工程造价的管理水平,避免了传统造价模式与市场脱节、二次调价等问题。

2. BIM 形象的资源计划功能

利用 BIM 提供的数据库,项目管理者可以合理安排资金计划、进度计划等资源计划,合理调配资源,并及时、准确地掌控工程成本,高效地进行成本分析及进度分析,提高了项目的管理水平。

3. 造价数据的积累与共享

在现阶段,造价机构与施工单位完成项目的估价及竣工结算后,相关数据基本以纸质载体或 Excel、Word、PDF 等载体保存,要么存放在档案柜中,要么存储在硬盘里,孤立存在。有了 BIM 技术,便可以使工程数据形成带有 BIM 参数的电子资料,存储便捷,同时可以准确地调用、分析,利于数据共享和借鉴经验。BIM 这种统一的项目信息存储平台实现了经验、信息的积累、共享及管理的高效率。

4. 项目的 BIM 模拟决策

BIM 数据模型结合可视化技术、模拟建设等 BIM 软件功能,为项目的模拟决策提供了基础。目前,施工管理中的限额领料流程、手续等制度虽然健全,但是效果并不理想,原因在于配发材料时,由于时间有限及参考数据查询困难,审核人员无法判断报送的领料单上的每项工作消耗的数量是否合理,只能凭主观经验和少量数据大概估计。随着 BIM 技术的成熟,审核人员可以调用 BIM 中同类项目的大量详细的历史数据,利用 BIM 的多维模拟施工计算,快速、准确地拆分、汇总并输出任一细部工作的消耗量标准,真正实现限额领料。

5. BIM 的不同维度多算对比

造价管理中的多算对比对于及时发现问题并纠偏,降低工程费用至关重要。多算对比通常从时间、工序、空间三个维度进行分析对比,要求不仅能分析一个时间段的费用,还要能将项目实际发生的成本拆分到每个工序中;又因项目经常按施工段、按区域施工或分包,这又要求能按空间区域统计、分析相关成本要素。要实现快速、精准地多维度多算对比,必须基于 BIM 处理中心及使用 BIM 相关软件。另外,可以对 BIM-3D 模型中的各构件进行统一编码并赋予工序、时间、空间等信息,在数据库的支持下,以最少的实现 4D、5D 任意条件的统计、拆分和分析,保证了多维度成本分析的高效性和精准性。

2.3.2 BIM 在造价管理中的发展趋势

BIM 技术在造价管理中的发展目标不仅仅是个人的高效率工具,而且是企业进行成本管理的现代化方式。以 BIM 技术作为基础,可以将各造价人员所掌握的造价信息汇集到 BIM 数据库中,通过 BIM 多维计算处理,对这些数据进行统计、分析,最后在企业内部作为一个数据平台而共享,极大提高了各部门的工作效率,同时还可以根据不同级别设定不同的数据查阅权限,不仅能够满足不同岗位、不同部门人员从中调用信息的需要,而且有利于对关乎企业生产、发展的核心数据进行保密。

2.4 BIM 在运营维护阶段的应用

BIM 自引入我国工程建设领域以来,带给行业的变革不仅体现在技术手段上,还体现在管理过程中,并贯穿于建筑全寿命周期,其价值逐渐被认知并日益凸显。公共建筑和重要设施在设施运营和维护方面耗费的成本相当高。BIM 的特点是能够提供关于建筑项目的协调一致、可计算的信息,通过在建筑全寿命周期中时间较长、成本较高的运营维护阶段使用数字建筑信息,业主和运营商可大大降低由于缺乏互操作性而导致的成本损失。目前,在运营维护阶段,BIM 的应用需求非常大,尤其是对于公共设施和重要设施的维护,如对公共建筑的能耗、折旧、安全性预测,物业使用、维护、调试、物业变化前的原始信息,建筑使用情况或性能,其创造的价值不言而喻。

近几年,我国的建筑业技术发展很快,“甩图板”是我国建筑业发展历程中的一大飞跃。通过这项革命,我国建筑业从图板时代进入计算机时代,为我国建筑业的飞速发展奠定了技术基础。BIM 为建筑行业领域带来了第二次革命,它不仅实现了从二维设计到三维全寿命周期的革命,最重要的是改变了项目各参与方的协作方式,改变了人们的工作协同理念。BIM 引发了建筑行业一次脱胎换骨的技术性革命,BIM 理念正在逐步深入人心。

2.4.1 运营维护管理的定义

运营维护一般意义上是运用一组特定的流程与策略,通过对有限资源的利用,实现最大的经营目标并力图持续地维护这种能力的存在。运营维护管理系统说得简单点就是物业管理的扩展和延伸,它结合了智能建筑中智能化、网络化、数字化技术以实现数字化管理。数字化管理是运营维护管理数字化技术的核心内容。利用信息技术,通过互联网和计算机局域网运营和维护管理中心的各项业务是重要的数字化应用,这种数字化应用,达到提高效率、规范管理、向客户提供优质服务的目的。

2.4.2 运营维护管理包含的功能

运营维护管理系统是对智能建筑物内所有运行设备的档案、运行、维修、保养进行管理,主要包括设备运行管理、设备维修管理、设备保养管理、维修申请/工作单管理等方面。软件系统可以实时地获取建筑内各种机电设备的运行状态和参数,以方便设备的维修保养等;同时提供技术手段为办公的特殊要求提供服务。运营维护管理系统充分利用智能化、网络化、数字化技术以及网络、计算机、软件、数据库等资源,搭建物业经营管理系统。该系统不仅可



以简化、规范运营维护管理公司的日常操作,全面管理企业的运行,提高企业的管理水平和工作效率,为企业提供决策的信息支持,为企业创造理想的经济和社会效益,促进物业公司向现代化的管理企业迈进。

2.4.3 BIM 在运营维护管理中的作用

BIM 运用于运营维护管理系统实现了内部空间设施可视化。现代建筑业发端以来,信息都存在于二维图纸和各种机电设备的操作手册中,需要使用的时候由专业人员自己去查找信息、理解信息,然后据此决策并对建筑物实施一个恰当的动作。利用 BIM 可建立一个可视三维模型,所有的数据和信息可以从模型中调用。BIM 在运营维护管理中可分为多项系统工作,如设备运行管理、能源管理、租户管理、安保系统、应急管理。

用 BIM 技术对项目进行设计、建造和运营管理,将各种建筑信息组织成一个整体,贯穿于建筑全寿命周期。利用计算机技术建立的 BIM 可对建筑空间几何信息、建筑空间功能信息、建筑施工管理信息,以及设备等各专业相关数据信息进行数据集成与一体化管理。BIM 技术的应用将为建筑业的发展带来巨大的效益,使得规划设计、工程施工、运营管理乃至整个工程的质量和管理效率得到显著提高。

应用 BIM 技术,能改变传统的建筑管理理念,能引领建筑信息技术走向更高层次,它的全面应用将大大提高建筑管理的集成化程度。