

BIM 基本知识

学习目标

- (1) 熟悉 BIM 的基本概念和应用。
- (2) 了解 BIM 的主要特点。
- (3) 熟悉 BIM 与 Revit 软件的关系。
- (4) 了解 BIM 技术在国内外的发展现状。
- (5) 了解 BIM 的软件产品。

本章是基础理论部分,主要讲解 Revit 软件的基本知识。BIM 是社会信息技术发展的必然产物,是实现建筑信息化的必要途径。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在关注和应用 BIM 技术,使用 BIM 技术进行设计和项目管理也越来越广泛。近年来,建筑信息模型(BIM)的发展和应用引起了工程建设业界的广泛关注。各方一致的观点是其引领建筑信息化未来的发展方向,必将引起整个建筑业及相关行业革命性的变化。

1.1 BIM 概述

现代大型建设项目一般具有投资规模大、建设周期长、参建单位众多、项目功能要求高及信息量大等特点,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,信息错误传达或不完备是造成众多索赔与争议事件的根本原因,而 BIM 技术通过三维的共同工作平台及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目前存在的协调性差、整体性不强等问题提供可能。

1.1.1 BIM 简介

BIM 由 Autodesk 公司在 2002 年率先提出,目前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中国工程建设行业

实现高效协作和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,而是随着建筑全生命周期的不断发展而逐步演进的,从前期方案到设计、施工、建后维护、运营管理等各个阶段的信息都可以不断集成到模型中,如图 1-1 所示。因此,可以说 BIM 模型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时,如需要图纸、材料统计、施工进度等,都可以从该模型中快速提取出来。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 就是为了改善建筑项目全寿命周期的性能表现和信息整合。

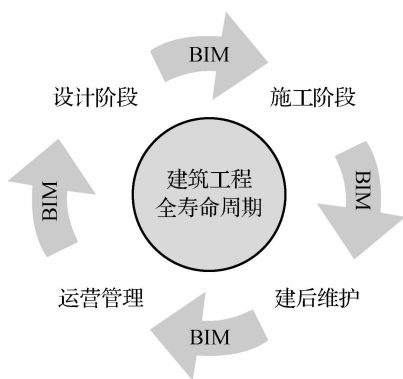


图 1-1 建筑工程全寿命周期中的 BIM

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所有的建筑信息。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,这些图形或报表都是从模型文件实时动态生成出来的,可以理解成数据库的一个视图。因此,无论在模型中进行任何修改,所有相关的视图都会实时动态更新,从而保持所有数据的一致和最新,从根本上消除 CAD 图形修改时版本不同的问题。

在理解 BIM 时,需要阐明以下几个关键理念:

(1) BIM 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能够更好地整合。

(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软件产品的相互协作,有些软件适合创建 BIM 模型(如 Revit),而有些软件适合对模型进行性能分析(如 Ecotect)或施工模拟(如 Navisworks),还有一些软件可以在 BIM 模型基础上进行造价概算或设施维护等。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 不仅是一种设计工具,更明确地说,BIM 不是一种画图工具,而是一种先进的项目管理理念。BIM 的目标是整个建筑项目周期内整合各方信息,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,并且熟练的 BIM 用户可以达到比 CAD 方式更高的出图效率,但“提高出图速度”并不是 BIM 的出发点。

(4) BIM 不仅是一个工具的升级,而且是整个行业流程的一场革命。BIM 的应用不仅会改变设计院内部的工作模式,也将改变业主、设计、施工方之间的工作模式。在 BIM 技术支撑下,设计方能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,满足业主需求。在美国,已经有一些项目开始采取 IPD 这样的新型协作模式;而在我国,随着民用建筑越来越多地开始采取总承包模式,设计和施工流程逐渐整合,BIM 逐渐发挥出它的价值。

由于 BIM 可以将设计、加工、建造项目管理等所有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。

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,减少传统模式下的项目信息丢失。

1.1.2 BIM 的基本特点

1. 可视化

可视化即“所见所得”的形式,对于建筑行业来说,可视化真正运用在建筑业的作用是非常大的。例如,对于经常拿到的施工图纸,只是各个构件的信息在图纸上的线条表达,但是其真正的构造形式就需要建筑业参与人员去自行想象了。对于一般简单的东西来说,这种想象也未尝不可,但是现在建筑业的建筑形式各异,复杂造型不断地被推出,那么这种光靠人脑去想象的东西就未免有点儿不太现实了。所以 BIM 提供了可视化的思路,将以往线条式的构件形成一种三维的立体实物图形展示在人们的面前,如图 1-2 所示。

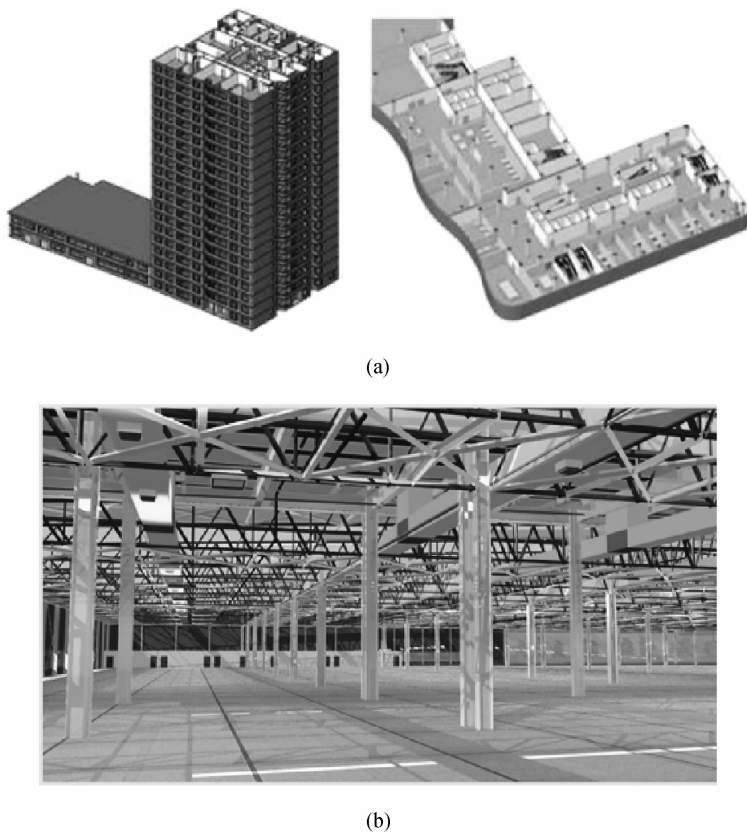


图 1-2 可视化效果图

在 BIM 的工作环境里,由于整个过程是可视化的,所以,可视化的结果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、决策都可以在可视化的状态下

进行。

2. 协调性

在建筑物建造前期对各专业的冲突问题进行协调。由于各行业项目信息出现“不兼容”。例如,管道与结构冲突,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 BIM 协调流程进行协调综合,减少不合理变更方案或问题变更方案。管道与结构冲突效果图如图 1-3 所示。

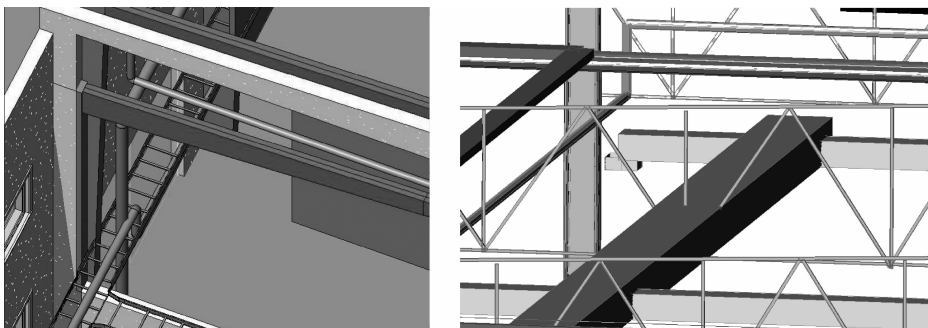


图 1-3 管道与结构冲突效果图

3. 模拟性

模拟性指并不是只能模拟设计出的建筑物模型,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、紧急疏散模拟、日照模拟(见图 1-4)、自然通风系统模拟(见图 1-5)等;在招投标和施工阶段可以进行 4D 模拟(三维模型加项目的发展时间),也就是根据施工的组织设计模拟实际施工,从而确定合理的施工方案来指导施工,同时还可以进行 5D 模拟(基于 3D 模型的造价控制),从而来实现成本控制;后期运营阶段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。

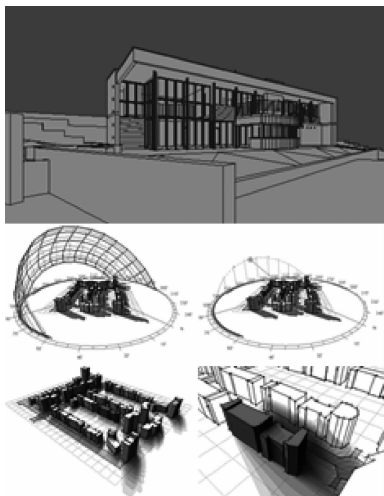


图 1-4 日照模拟效果图

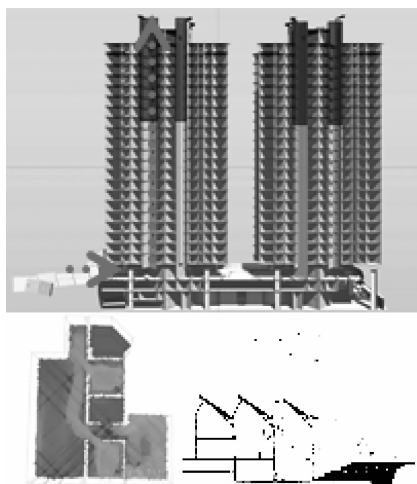


图 1-5 自然通风系统模拟效果图

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,当然优化和 BIM 也不存在实质性的必然联系,但在 BIM 的基础上可以进行更好的优化。优化受信息、复杂程度和时间的制约。没有准确的信息无法做出合理的优化结果,BIM 模型提供了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后的实际存在。复杂程度高到一定程度,参与人员无法掌握所有的信息,必须借助一定的科学技术和设备的帮助。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 及与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,如图 1-6 所示。

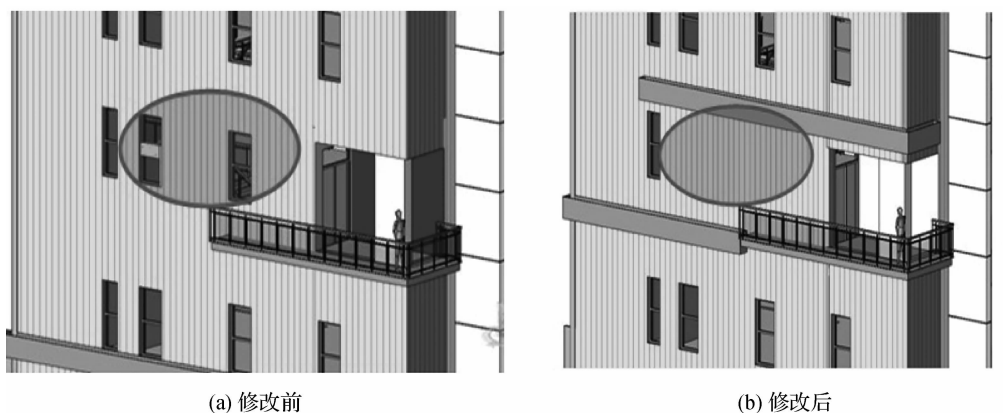


图 1-6 优化性效果图

5. 可出图性

BIM 并不是为了出日常多见的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、优化后,可以帮助业主打印出如下图纸:

- (1) 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)。
- (2) 综合结构留洞图(预埋套管图)。
- (3) 碰撞检查侦错报告和建议改进方案。

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,我国越来越多的项目参与方在关注和应用 BIM 技术,例如,著名的上海中心大厦,业主要求必须使用 BIM 进行设计、施工等各过程;奥运“水立方”的建设采用 BIM 技术;在上海世博会场馆建设中,由于其设计的复杂性,很多场馆都采用了 BIM 技术;德国的“和谐城市”馆、芬兰的“冰壶”馆等在设计和建设过程中也使用了 BIM 技术。它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和设施管理,同时打破从业主到设计、施工运营之间的隔阂和界限,实现对建筑的全寿命周期管理,其应用如图 1-7 所示。

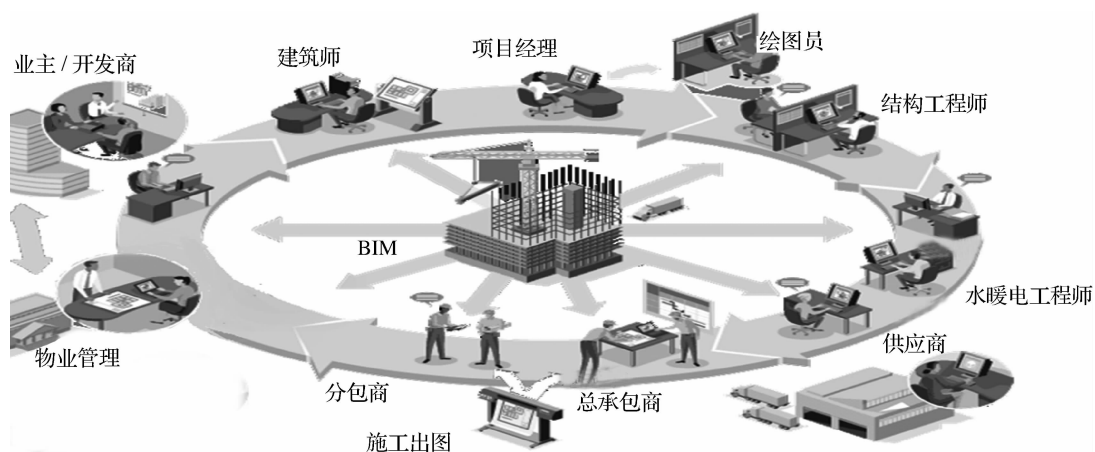


图 1-7 BIM 的应用

1.2.1 设计阶段的应用

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地显现出来，通过 BIM 进行三维碰撞检测，能及时发现问题并调整设计，从而极大地避免了施工中的浪费。此外，BIM 技术使得设计修改更容易。只要对项目做出更改，由此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、剖面图自动修改，不会出现平、立、剖面不一致的错误，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。但在尚不具备全程应用条件的情况下，局部项目、专业、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中实施 BIM。

对于设计师、建筑师和工程师而言，应用 BIM 不仅要求将设计工具实现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实现节省能源、节约成本、降低污染和提高效率。

1.2.2 施工阶段的应用

在施工阶段，可以通过 BIM 技术对施工进行模拟，这是 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整个过程进行模拟，分析不同资源配置对工期的影响，综合成本、工期、材料等得出最优的建筑施工方案，从而减少因为建筑过程中的错误造成的成本浪费，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与资金。

1.2.3 运营阶段的应用

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,对于公共建筑和重要设施而言,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,通过在建筑寿命周期中时间较长、成本较高的维护和运营阶段使用数字建筑信息,业主和运营商便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维护、重要设施维护,如对公共建筑的能耗、折旧、安全性预测、物业使用、维护、调试手册、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。

最近几年,我国的建筑业技术发展很快,“甩图板”是中国建筑业发展历程中的一大飞跃,通过这项革命,从图板时代进入计算机时代,为中国建筑业的飞速发展奠定了技术基础。建筑信息模型为建筑行业领域带来了第二次革命,不仅实现从二维设计到三维全寿命周期的革命。最重要的是,对于整个建筑行业来说,BIM 改变了项目参与各方的协作方式,改变了人们的工作协同理念,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。

1.3 BIM 在国内外的发展现状

BIM 最先从美国发展起来,随着全球化的进程,逐渐扩展到日本、韩国、新加坡等国家,目前这些国家的 BIM 发展和应用都达到了一定水平。

1.3.1 BIM 技术在美国的发展

美国是较早启动建筑业信息化研究的国家,发展至今,BIM 的研究与应用都走在了世界前列。目前,美国大多建筑项目已经开始应用 BIM,BIM 的应用点也种类繁多,且存在各种 BIM 协会,也出台了各种 BIM 标准。根据 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%,超过了建筑师(70%)及机电工程师(67%)。BIM 的价值不断地被认可。有统计数据表明,近年来,美国建筑业 300 强企业中 90% 以上都应用了 BIM 技术。

美国的经验告诉我们,虽然 BIM 这个被行业广泛接受的专业名词的出现及 BIM 在实际工程中的大量应用只有不到 10 年的时间,但是美国对这种技术的理论研究和小范围工程实践从 20 世纪 70 年代就开始了,而且一直没有中断过,佐治亚理工、斯坦福和宾夕法尼亚等大学在这方面做了大量的基础理论研究。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 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研发和销售,小型公司主导专用产品研发和销售,大型客户主导客户化定制开发。

1.3.2 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,甚至有“2009 年是日本的 BIM 元年”之说。大量的日本设计公司、施工企业开始应用 BIM,而日本国土交通省也在 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 需要多个软件来互相配合,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,成立了日本国产解决方案软件联盟。此外,日本建筑学会于 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 提供了指导。

1.3.3 BIM 技术在中国的发展

1. BIM 在中国发展存在的问题

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。虽然 BIM 将是未来建筑业发展的主流方向,但 BIM 的推广使用才刚刚起步。目前,国内 BIM 的应用主要集中于项目设计阶段,部分应用于施工阶段,维护管理阶段的应用很少,如图 1-8 所示。BIM 的功能没有充分发挥,这是由 BIM 处于推广阶段的客观实际决定的;BIM 技术本身有待完善和发展;市场和行业还没有完全接受 BIM 技术;与 BIM 相适应的管理思维、组织方式还没有形成。

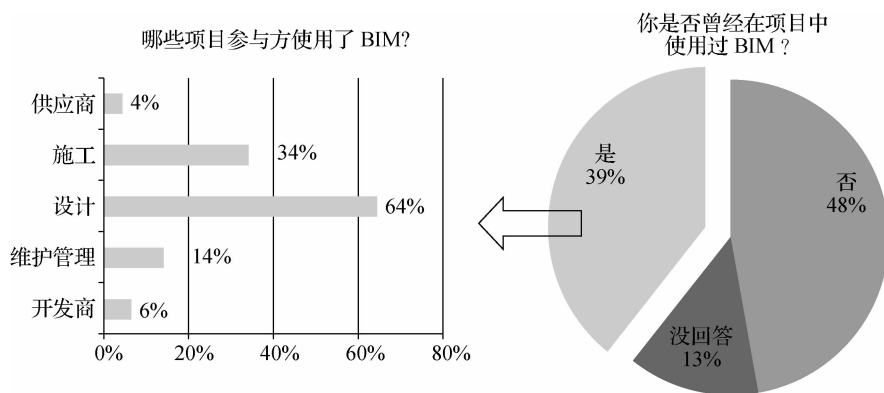


图 1-8 在项目中使用 BIM 的统计

虽然 BIM 将成为下一代主流技术,但推广应用的大环境尚不成熟。与国外相比,我国现有的建筑行业体制不统一,缺乏较完善的 BIM 应用标准,加之业界对于 BIM 的法律责任界限不明,导致建筑行业推广 BIM 应用的大环境不够成熟。国内外专家普遍认为现有我国建筑行业体制、国内标准、规范的差异是推广 BIM 应用急需突破的障碍。设计方是使用 BIM 的先行军,但目前我国只有在一些相对比较大的设计院、比较复杂的工程或在前沿的业

主要求下应用。

对一些比较小的设计院不利的问题主要是:设计单位使用 BIM 技术需投入一定的时间和资金来建立设计工作的新流程,培养具有 BIM 理念和技术的设计人员,同时要加大设施费的投入;设计方对于同一工种之间的协作设计基本都可以实现,但在不同工种之间进行协调存在一定的难度;建筑师和工程师设计理念的转变不容易。从 2D 设计到 3D 设计,从相对独立的设计到协同设计,实现 BIM 技术要求设计师们两个转变,思维定式在短时间里改变确非易事。

2. BIM 的推广应用

政府职能部门在 BIM 的推广应用过程中起着主导作用,需要政府职能部门将建筑行业各参与者联系起来,从各参与方的角度综合考虑来推动 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。

对于 BIM 标准的统一和宣传,任何技术的推广都要从理念知识开始,目前我国有一部分业主要求使用 BIM,但是其对 BIM 的了解和认识只是处于表面,对其真正的核心价值认知比较肤浅,大多数从业人员对 BIM 还缺乏足够的了解,这就需要政府职能部门加大对 BIM 研究成果的宣传力度和推广。同时,积极开展国内 BIM 应用成功案例的经验交流,用 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 BIM 推行的过程中,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、新加坡等发达国家,都有政府或行业协会在进行 BIM 标准的研究工作。因为 BIM 标准不只是针对某一项目,还要兼顾整个建筑行业的协作需求,需要各项目参与方共同完成。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。而企业需要再结合实践经验完善 BIM 标准。目前建立我国的国家 BIM 标准,是急需解决的问题,也是 BIM 广泛推广的基础。

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,能有效促进 BIM 技术在建筑行业的推广和普及。

3. BIM 在我国的发展前景

我国的建筑市场仍然处在黄金期,大量的现代化、高科技化的新型建筑出现在人们的眼前,但手工绘图和计算机绘图的习惯并没有多大的变化。而 BIM 技术的到来不仅仅只是更换了一种绘图工具,而是带来了一种新的思想。从小的层次上讲,其将改变设计人员的设计习惯、协同模式等;从大的方面讲,其将改变设计、施工、运营行业全企业链的协同作业模式、利益分配等,从而极大地促进整个行业的进一步资源优化整合。可以相信,传统制图方式会被逐渐淘汰,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。

1.4 BIM 主流软件简介

BIM 不是软件,但用 BIM 离不开 BIM 软件,对目前在全球具有一定市场影响或占有率的

BIM 软件,以及国内市场具有一定认识和应用的 BIM 软件进行梳理和分类,如图 1-9 所示。

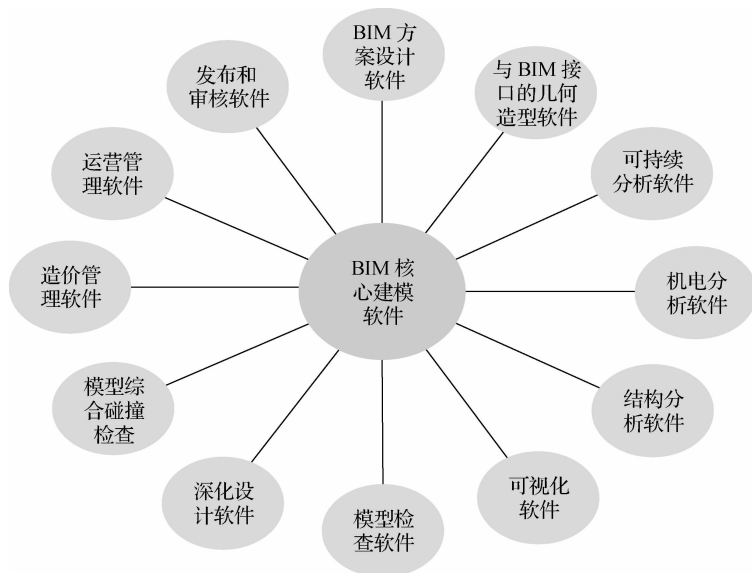


图 1-9 BIM 主流软件

1.4.1 BIM 核心建模软件

BIM 核心建模软件(BIM authoring software)是 BIM 之所以成为 BIM 的基础。换句话说,正是因为有了这些软件才有了 BIM,也是从事 BIM 的同行要碰到的第一类 BIM 软件。因此,称其为 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,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,这也是在我国普及最广的 BIM 软件。实践证明,它确实大大提高了设计效率。其优点是普及性强,操作相对简单。在民用建筑市场借助 AutoCAD 的天然优势,有相当不错的市场表现。

Bentley 软件包括建筑、结构和设备系列,在工厂设计(石油、化工、电力、医药等)和基础设施(道路、桥梁、市政、水利等)领域有无可争辩的优势。

对于一个项目或企业 BIM 核心建模软件的确定,可以参考以下基本原则:

- (1)民用建筑用 Autodesk Revit。
- (2)工厂设计和基础设施用 Bentley。
- (3)单专业建筑事务所可选择 ArchiCAD、Revit、Bentley。
- (4)项目完全异形、预算比较充裕的,可以选择 Digital Project 或 CATIA。

1.4.2 其他类型的 BIM 软件

1. BIM 可视化软件

有了 BIM 模型以后,对可视化软件的使用至少有以下优点:

- (1) 可视化建模的工作量减少了。
- (2) 模型的精度和与设计(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 模型提供的信息进行工程量统计和造价分析,由于 BIM 模型结构化数据的支持,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 5D 应用。

国外的 BIM 造价管理软件有 Innovaya 和 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

BIM 被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)的成本只占项目寿命周期成本的 25%。

BIM 模型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 模型综合碰撞检查软件

有两个根本原因直接导致了模型综合碰撞检查软件的出现:

(1) 不同专业人员使用各自的 BIM 核心建模软件建立自己专业相关的 BIM 模型,这些模型需要在一个环境里面集成起来才能完成整个项目的设计、分析和模拟,而这些不同的 BIM 核心建模软件无法实现这一点。

(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里面操作整个项目模型,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、施工及其运营状态。

模型综合碰撞检查软件的基本功能包括集成各种三维软件(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 3D 协调、4D 计划、可视化、动态模拟等。模型综合碰撞检查软件属于项目评估、审核软件的一种。常见的模型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,基本上两者之间可以实现双向信息交换,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 模型。ETABS、STAAD、Robot 等国外软件及 PKPM 等国内软件都可以与 BIM 核心建模软件配合使用。

到此为止,本书介绍了工程建设行业常用的几种 BIM 和 BIM 相关软件,除了上述介绍的产品以外,限于篇幅,其他 BIM 软件就不一一介绍了。这些软件基本上可以划分为两个大类:创建 BIM 模型的软件,包括 BIM 核心建模软件、BIM 方案设计软件和 BIM 接口的几何造型软件;利用 BIM 模型的软件,即除第一大类以外的其他软件。

BIM 技术的应用

学习目标

- (1) 熟悉 BIM 技术在工程中的应用价值。
- (2) 了解 BIM 技术在住宅设计过程中的应用。
- (3) 了解 BIM 技术在成本核算中的应用。
- (4) 了解 BIM 技术在精细化施工管理中的应用。

可以用 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过程;利用计算机技术建立 BIM 建筑信息模型,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。

2.1 BIM 技术在工程中的应用价值

加强 BIM 技术的应用,可以将设计理论贯彻到整个建筑施工的全过程,与建筑项目的管理观念基本保持一致,不断提高设计团队的内部交流和沟通效率,促使设计工作的准确性不断地提高。

2.1.1 用 BIM 进行项目管理与传统方法之间的区别

BIM 主要是以三维数字信息技术为基础,将建筑项目中各种可视化的信息集合在一起,共同构建的可视化数字建筑模型。其中 I 占据关键地位,M 属于载体。信息的整合不仅包括信息的输入,还包括信息的传输和使用。在不断变化的环境中,构建建筑模型主要以 3D 为主。但是在建筑建设需要的情况下,还能够拓展到 4D、5D 等多维状态。不管是在建筑设计阶段还是在建筑的施工阶段,建筑信息模型基本上都是以 3D 的形态呈现在大家的面前

的。随着现代信息技术不断发展,建筑模型基本上分为三个阶段。

在第一阶段中,主要进行三维构思,再进行三维透视图,最后到三维建筑实体。所谓的三维构思,就是建筑设计师将自己心中所想象的勾画出来。三维实体就是设计师在利用三维透视图的基础上建设成为真正的实体建筑。但是在这个过程中,除了用图形来表达建筑设计师的意愿之外,还应该通过语言来进行交流。在第二阶段,首先也是进行三维构思,再转向二维图纸,最后再转换成为三维建筑实体。这个阶段是当前工程建筑建设的主要形式,整个项目中各个环节的负责人之间进行交流主要是利用图纸和文字展开。建筑项目在建设的过程中涉及的专业行业较多,需要共同进行。在不断发展的过程中,专业数量逐渐增加。尤其是在社会经济快速发展的背景下,电力、空调、通信、数据、智能技术等 in 建筑工程的领域中大范围的应用,大大提高了建筑项目开发的难度。在第三阶段,首先同样是进行三维构思,然后便是建设 BIM 模型,最后建设三维建设实体。第三阶段是当前大多数建筑企业不断努力的目标。在根据客户提出的要求基础上构建 3D 模型,然后很仔细地查找错误,这样方便建筑项目建设过程中各个专业技术人员之间进行沟通交流。各个参与方应该根据实际需要输入自己所需要的信息,其他内容便可以根据后面其他环节的需要再使用这些信息,从而确保各类信息的统一性。这样不仅能够有效避免错误的发生,还能够一定程度上节省成本。

2.1.2 BIM 技术在工程中的应用价值

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,其具体选择如下:

(1)三维渲染,宣传展示。三维渲染动画给人以真实感和直接的视觉冲击。建好的 BIM 模型可以作为二次渲染开发的模型基础,提高了三维渲染效果的精度与效率,给业主更为直观的宣传介绍,提升中标概率。

(2)快速算量,精度提升。通过建立 5D 关联数据库,可以准确、快速地计算工程量,提升施工预算的精度与效率。BIM 数据库的数据粒度达到构件级,可以快速提供支撑项目各线条管理所需的数据信息,有效提升施工管理效率。BIM 技术能自动计算工程实物量,其属于较传统的算量软件的功能,在国内此项应用案例非常多。

(3)精确计划,减少浪费。施工企业精细化管理很难实现的根本原因在于海量的工程数据,无法快速、准确地获取以支持资源计划,致使经验主义盛行。而 BIM 的出现可以让相关管理方快速、准确地获取工程基础数据,为施工企业制订精确人才计划提供有效支撑,减少了资源、物流和仓储环节的浪费,为实现限额领料、消耗控制提供技术支撑。

(4)多算对比,有效管控。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 数据库可以实现任一时点上工程基础信息的快速获取,通过合同、计划与实际施工的消耗量、分项单价、分项合价等数据的多算对比,可以有效了解项目运营的盈亏,消耗量有无超标,进货分包单价有无失控等问题,实现对项目风险的有效控制。

(5)虚拟施工,有效协同。三维可视化功能再加上时间维度,可以进行虚拟施工,随时随地直观、快速地将施工计划与实际进展进行对比,同时进行有效协同,施工方、监理方甚至非工程行业出身的业主都可以对工程项目的各种问题和情况了如指掌。这样通过 BIM

技术结合施工方案、施工模拟和现场视频监控,减少建筑质量问题、安全问题,减少返工和整改。

(6)碰撞检查,减少返工。BIM 最直观的特点在于三维可视化,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,而且可以优化净空和管线排布方案。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,同时也提高了与业主沟通的能力。

(7)冲突调用,决策支持。BIM 数据库中的数据具有可计量(computable)的特点,大量工程相关的信息可以为工程提供数据后台的巨大支撑。BIM 中的项目基础数据可以在各管理部门之间进行协同和共享,工程量信息可以根据时空维度、构件类型等进行汇总、拆分、对比分析等,保证工程基础数据及时、准确的提供,为决策者制定工程造价项目群管理、进度款管理等方面的决策提供依据。

2.2 BIM 技术在住宅设计过程中的应用

随着经济的发展和生产力的提高,民众对于住宅的品质的要求日益提升。对于民用住宅而言,设计阶段在整个项目建设过程中起着重要的作用,建筑方案和结构形式的优劣影响着整个项目的设计质量和经济效益,一个好的住宅的设计方案是在经济、技术、环境等各方面进行综合比较后选出的最优结果,如何高效、合理地进行设计一直是工程技术人员孜孜以求的目标。随着计算机和信息技术在工程建设行业的应用日益增多,BIM 技术使得降低工程设计阶段中的难度成为可能。由于 BIM 技术具有数字化和可视化的特点,能够预先以数字三维形式来展示拟建建筑。相比于传统的二维设计方式,其表现结果直观且准确,能够快速进行设计指标的比选和修正,从而减少不必要的工程建造成本。

2.2.1 住宅设计过程使用 BIM 技术的必要性

传统的设计方法缺点如下:

(1)采用二维设计方式,只能提供建筑单一几何尺寸的信息,不够直观形象,设计的结果容易产生错误,设计质量无法保证。

(2)设计是分专业进行的,没有有效的沟通,这种独立的方式使得各专业之间的协同不够及时,设计信息交换不方便,缺乏有效的建筑信息表达方式,导致产生大量的设计方案修改现象,影响效率。

(3)设计结果复用性低,设计的成果无法在后续阶段建设及运营过程中得到有效的利用,设计及建造重复性高。

采用 BIM 技术进行设计,首先可以使用三维模型对整体设计方案进行分析、比选和研究,使设计方案合理,各专业设计人员在统一的模型平台上进行设计和施工方案优化,可以有效地提高设计效率,减少设计错误;其次,有三维模型作为支撑,可以更直观地与建筑各方进行沟通,容易理解设计意图,减少方案变更和设计修改;再者,方案的三维模型可以应用于施工、运营、管理和维护阶段,使得设计成果得到最大化的利用。

2.2.2 住宅设计过程使用 BIM 技术要考虑的因素

1. 住宅建筑的特性

住宅对外部造型有一定的要求,不仅要考虑到外观的美感、经济条件及实际的气候问题等,还要通过提高建筑的实用价值让住户满意。同时,也要充分考虑地形、地貌等自然因素,还有当地的风土人情及气候条件。交通流线既可以使人车分流,又可以保证居住者的人身安全。

2. 利用 3D 实现对复杂 2D 构件的简化

BIM 技术利用可视化的三维设计取代设计复杂的二维构件,在进行住宅建筑的设计时,对于各种构件的预制,如预制楼梯、预制梁、预制外墙等,都是采用标准化的插入模型,在设计阶段只需要用三维模型将二维图形导出来,然后对图面进行简单的补充处理即可,不但可以实现对构件的立、平和剖面图的设计,还可以健全相关信息的预留和预设,避免出现错漏问题,提高设计图纸的质量。

3. 基于 BIM 对住宅空间上的规划

对地形进行分析是设计的重要条件,BIM 的应用可以加快空间分析的速度,其包括可视度分析和室内视野分析两个方面。因为在层高不能做太大调整时,工程师不想因大跨度结构要求影响原设计对使用空间的要求。

4. 提供可视化的装修模型

利用 BIM 技术可以设计出不同的装修模型,通过 BIM 软件的渲染和动、漫画等功能,可以将设计师的灵感和创意形象生动地呈现出来,给用户提供可视化的装修模型,包括灯光、家具、材料、洁具和设备等。通过设计可变动的装修模块,可以灵活变动模块的色彩、风格、组合等设计,同时也可以考虑设计多种不同的方案供用户选择,对出现的问题及时进行沟通解决,对方案所涉及的数据和材料清单做好互动交流,便于在施工时使用。

2.2.3 BIM 技术在住宅建筑施工阶段的应用

1. 使用 3D 模型对现场施工进行指导

借助 3D 施工图纸和 BIM 模型的结合取代以前的 2D 施工图纸,对施工现场的装吊等工作进行指导,能有效地避免由于现场施工人员误读图纸而导致安装顺序和施工顺序的出错等问题。

2. 用 4D 模拟施工进度,优化施工方案

建筑施工企业可以通过将 BIM 模型与施工功能进度结合起来,对相关数据加以整理和集成,实现对真实施工场景和进度的模拟,预演施工过程中可能出现的情况,分析不同施工方案的优点和缺点,对不妥的地方及时采取相关措施并做好调整,选择最佳的方案进行施工。对于住宅建筑,还可以对建筑工程项目中的重点部分实施可建性的实时模拟,如安排物料的运送和安置、建筑工程施工过程中的顺序及对设备的安装调试等施工方案的优化调整。

3. 利用 5D 对施工造价进行模拟,优化施工组织

在建筑施工过程中,资金的投入是分期进行的,可以借助 BIM 技术结合施工进度,利用

5D 实现对工程造价的模拟,做到施工现场的物资都得到充分、合理的应用,提高业主的经济效益。

4. 利用 BIM 技术对异形幕墙的预制安装应用

在常见的异形幕墙制作过程中从未对模型深入地进行加工,而是先把模型展开成平面进行下料,然后用钢化炉自动拱起一个适合的弧度。此方法用到双曲面幕墙中,加工难度非常大,也容易出现幕墙渗漏等问题,这些问题也是经常返工。使用 BIM 技术预制异形幕墙,可以保证项目全寿命周期的顺利完成。BIM 是用参数化建模大大提高了工作效率,也能精细化到曲面幕墙表皮的划分,还能大大降低预制幕墙出错的概率。

5. BIM 技术在节能上的应用

BIM 辅助住宅节能设计,或是说对能力性能上的模拟和分析,是对综合数据信息的整合,通过科学手段展示出的图像显示,解读建筑性能,得到建筑性能最逼真的效果。住宅建筑的节能设计有着相对重要的地位,其主要目的就是减少建筑能耗,建筑的外形、所处位置及外部结构对建筑物与外部环境融合起一定作用。不同的建筑设计会对能源的消耗产生不同影响,建筑能量性能对建筑设计有主导作用。

设计师使用 BIM 技术后,能够大大减少工作量。因为使用 BIM 技术设计的建筑模型已经包含了建筑结构、材料等信息,直接用能耗分析软件进行分析,就能得出能耗情况,不需要花费大量时间进行数据输入,从而减少工作量和简化工作流程。

2.3 BIM 技术在成本核算中的应用

2.3.1 成本核算困难的原因

1. 数据量大

每一个施工阶段都涉及大量材料、机械、工种、消耗和各种财务费用,每一种人、材、机和资金消耗都统计清楚,数据量十分巨大。工作量如此巨大,在当前管理手段下实行短周期(月、季)成本,就变成了一种奢侈。随着进度进展,应付进度工作自顾不暇,过程成本分析、优化管理就只能搁在一边。

2. 涉及部门和岗位众多

当前情况下实际成本核算需要预算、材料、仓库、施工、财务多部门、多岗位协同分析汇总提供数据,才能汇总出完整的某时点实际成本,往往某个或某几个部门不能实行,整个工程成本汇总就难以做出。

3. 对应分解困难

一种材料、人工、机械甚至一笔款项往往用于多个成本项目,拆分分解对应好专业要求相当高,难度非常大。

4. 消耗量和资金支出情况复杂

在材料方面,有的进了库未付款,有的先预付款未进货,用了未出库,出了库未用掉;在人工方面,有的先干未付,预付未干,干了未确定工价;机械周转材料租赁也有类似情况;专

业分包,有的项目甚至未签约先干,事后再谈判确定费用。情况如此复杂,成本项目和数据归集在没有一个强大的平台支撑情况下,不漏项做好三个维度(时间、空间、工序)的对应很困难。

BIM 技术在处理实际成本核算中有着巨大的优势,基于 BIM 建立的工程 5D(3D 实体、时间、WBS)关系数据库,可以建立与成本相关数据的时间、空间、工序维度关系,数据粒度处理能力达到了构件级,使实际成本数据高效处理分析有了可能。

2.3.2 成本核算困难的解决方案

成本核算困难的解决方案有如下几个:

(1)创建基于 BIM 的实际成本数据库。建立成本的 5D(3D 实体、时间、工序)关系数据库,让实际成本数据及时进入 5D 关系数据库,成本汇总、统计拆分对应瞬间可得。

以各 WBS 单位工程量人、材、机单价为主要数据进入实际成本 BIM 中。

未有合同确定单价的项目,按预算价先进入;有实际成本数据后,及时按实际数据替换掉。

(2)实际成本数据库及时进入数据库。一开始实际成本 BIM 中成本数据以采用合同价和企业定额消耗量为依据,随着进度的进展,实际消耗量与定额消耗量会有差异,要及时调整。每月对实际消耗进行盘点,调整实际成本数据。化整为零,动态维护实际成本 BIM,大幅减少一次性工作量,并有利于保证数据准确性。

对于材料实际成本,要以实际消耗为最终调整数据,而不能以财务付款为标准,材料费的财务支付有多种情况;未定合同进场的、进场未付款的、付款未进场的按财务付款为成本统计方法将无法反映实际情况,会出现严重误差。

仓库应每月盘点一次,将入库材料的消耗情况详细列出清单向成本经济师提交,成本经济师按时调整每个 WBS 材料实际消耗。

对于人工费实际成本(同材料实际成本),按合同实际完成项目和签证工作量调整实际成本数据,一个劳务队可能对应多个 WBS,要按合同和用工情况进行分解落实到各个 WBS。

对于机械周转材料实际成本,要注意各 WBS 分摊,有的可按措施费单独立项。

对于管理费实际成本,由财务部门每月盘点,提供给成本经济师,调整预算成本为实际成本,实际成本不确定的项目仍按预算成本进入实际成本。

按本文方案,过程工作量大为减少,做好基础数据工作后,各种成本分析报表瞬间可得。

(3)快速实行多维度(时间、空间、WBS)成本分析。建立实际成本 BIM 模型,周期性(月、季)按时间调整维护好该模型,统计分析工作就很轻松,软件强大的统计分析能力可轻松满足各种成本分析需求。

基于 BIM 的实际成本核算方法,较传统方法具有以下优势:

①快速。由于建立基于 BIM 的 5D 实际成本数据库,汇总分析能力加强,速度快,短周期成本分析不再困难,工作量小,效率高。

②准确。因成本数据动态维护,比传统方法准确性大为提高。消耗量方面仍会有误差存在,但已能满足分析需求。通过总量的统计方法,消除累计误差,成本数据随进度进展准确度越来越高。另外,通过实际成本 BIM 模型,很容易检查出哪些项目还没有实际成本数据,监督各成本条线实时盘点,提供实际数据。



③分析能力强。可以多维度(时间、空间、WBS)汇总分析更多种类、更多统计分析条件的成本报表。

④总部成本控制能力大为提升。将实际成本 BIM 模型通过互联网集中在企业总部服务器。总部成本部门、财务部门就可共享每个工程项目的实际成本数据,数据粒度也可掌握到构件级。实行了总部项目部的信息对称,总部成本管控能力加强。

BIM 建筑信息模型的建立,是建筑领域的一次革命,将成为项目管理强有力的工具。BIM 建筑信息模型适用于项目建筑的各阶段,应用于项目全寿命周期的不同领域。BIM 技术应用在我国有了长足的进步,但仍处于初始阶段,未来必将成为建设工程项目管理的主流手段,提高 BIM 技术水平和应用范围,能更好地推动我国建筑业的快速发展。

2.4 BIM 技术在精细化施工管理中的应用

当前越来越多的大中型项目设计复杂、技术难点多、工序繁杂,如果依靠传统的作业方式与技术手段,必然给项目实施带来高风险。近些年来,BIM 技术飞速发展,现已成为施工精细化管理的重要技术。从企业自身利益上,BIM 技术展示了企业技术实力,提高了项目中标率;利用 BIM 技术提升企业精细化管理,提升项目利润,BIM 技术易解决复杂项目技术问题,加快项目进度,提升项目质量,使企业在竞争中占据技术优势地位。BIM 技术在我国建筑行业现阶段的应用范围主要在设计 and 施工阶段,对施工阶段开展 BIM 技术的研究,可以推进 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,从而可以提高项目管理水平,达到精细化施工管理要求。因此,对 BIM 技术在精细化施工管理进行研究是十分必要的。

2.4.1 精细化施工

所谓精细化管理,就是按照系统论的观点,对涉及工程的各种因素实施全过程、无缝隙的管理,形成一环扣一环的管理链。精细化施工指在项目实施的事前、事中、事后通过不同管理手段和管理动作进行的精细化管理,其旨在通过详细的策划和计划,通过每日标准化、流程化的管理,加大施工过程的管理广度和深度,从而取得相对应的管理效益。

精细化施工主要内容包括施工成本精细化管理、工程进度精细化管理、工程质量精细化管理以及工程安全精细化管理。其最基本的特征就是重策划、重计划、重过程、重细节、重落实,讲究专注地做好每一件事,在每一个细节上精益求精、力争最佳。

2.4.2 BIM 技术在精细化施工中的应用

(1)在成本管控上,施工单位利用 BIM 建立的工程 5D 关系数据库,与成本相关数据的时间、空间、工序维度建立关系,可以快速、准确、高效地完成模型中所有构件的计算并自动生成项目计算书,并结合 BIM 数据库中的人工、材料、机械等价格信息,分析任意部位、任何时间段的工程造价,由此快速地制订项目的进度计划、资金计划等,合理调配资源,有效指导实际生产中的施工成本,做到精细化掌管施工成本。

(2)在进度控制上,在 BIM 模型中导入施工进度计划的 4D 技术可以检查进度计划是否合理安排,以此调整项目进度计划,来满足整体时间节点要求。将调整后的三维模型和优化

过的四维虚拟建造动画展示给项目管理人员及施工人员,让他们更加直观地了解项目的具体情况和整个施工管理过程,能够使他们更深层次地理解设计意图和施工方案要求,减少因信息传达错误而给施工过程带来不必要的问题。这不仅提高了项目建造质量,而且加快了施工进度。

(3)在质量控制上,施工单位利用建立的4D信息模型虚拟施工技术,对项目的施工顺序、施工组织进行模拟和展示,同时找出其施工计划中可能出现的干涉和碰撞,直观了解施工质量控制关键点,减少了工程建设中的返工。在施工过程中,工作人员及时把工程质量问题(质量问题发生的部位、时间、处理情况)录入BIM模型中,相关工作人员可以实时跟踪,实现质量的动态过程控制,提高施工质量。

(4)在安全控制上,在模型中可以清楚看见临边洞口及多作业交叉危险区域,可提前对临边洞口做好安全防护,同时隔离多作业危险区域;在安全交底时,使得每个项目管理人员及施工人员对于危险区域做到心中有数,防患于未然。同时可以对整个施工现场的危险区域做到动态更新,实现动态安全控制。

综上所述,基于BIM技术的精细化施工管理是通过可视化技术和参数化设置,用计算机整合项目所具有的所有信息,随时可以实时查询项目上的任何信息。BIM的最终价值是提供集成化的项目信息交互环境,提高协同工作效率,在计算机中可以模拟施工现场情况,为项目管理带来可视化管理,利用BIM技术可以提高施工质量、严格控制施工进度、节约资源、缩短工期及降本增效。

Revit 建筑设计的基础操作

学习目标

- (1) 熟悉 Revit 2014 软件的操作界面。
- (2) 了解建筑设计的相关基本术语。
- (3) 掌握项目文件的创建和设置方法。
- (4) 掌握视图控制的相关方式。

Revit 是 Autodesk 公司开发的三维参数化建筑设计软件,是创建信息化建筑模型 BIM 的设计工具。Revit 具有强大的可视化功能,它以三维设计为基础理念,直接采用建筑师熟悉的墙体、门窗、楼板、楼梯、屋顶等构件作为命令对象,快速创建出项目的三维虚拟 BIM 建筑模型。用户可以在任何时候、任何地方对设计进行任意修改,真正实现了“一处修改,处处更新”,在创建三维建筑模型的同时还可以自动生成所有的平面、立面、剖面和明细表等视图,节省了大量绘制与处理图纸的时间,极大地提高了设计质量和设计效率。

3.1 Revit 软件概述

Revit 经过多年发展,功能日益完善,版本不断更新,从 2013 版本开始,Autodesk 公司将原来 Revit Architecture、Revit MEP 和 Revit Structure 三个独立的专业设计软件合为 Revit 一个行业的设计软件,方便了全专业协同设计,用户只需一次安装,就可以享有建筑、机电、结构的建模环境。在 Revit 2014 软件中,其专业的设计功能打破了传统的二维设计中平、立、剖视图各自独立、互不相关的协作模式。它以三维设计为基础理念,直接采用建筑师熟悉的墙体、门窗、楼板、楼梯、屋顶等构件作为命令对象,快速创建出项目的三维虚拟 BIM 建筑模型。

Revit 建筑设计领域(原先的 Revit Architecture 软件)是 Revit 软件针对广大建筑设计师和工程师开发的三维参数化建筑设计。利用 Revit 软件的建筑设计工具,可以让建筑师在三维设计模式下方便地草拟设计方案,快速表达设计意图,创建三维 BIM 模型,并以三维 BIM 为基础,自动生成所需的建筑施工图档,从概念到方案,最终完成整个建筑设计过程。由于 Revit 软件功能强大,且易学易用,目前已经成为建筑行业使用最广泛的三维参数化建筑设计软件。

Revit 建筑设计的基本功能主要如下：

(1) Revit 的概念设计功能提供了自由形状建模和参数化设计工具,并可以使用户在方案阶段及早对设计进行分析。

(2) Revit 的建筑建模功能可以帮助用户将概念形状转换成全功能建筑设计。

(3) 用户可以选择并添加面,由此设计墙、屋顶、楼层和幕墙系统,并可以提取重要的建筑信息,如每个楼层的总面积。

此外,用户还可以将基于相关软件应用的概念性体量转化为 Revit 建筑设计中的体量对象,进行方案设计;Revit 附带丰富的详图库和详图设计工具,能够进行广泛的预分类,并可轻松兼容 CSI 格式。用户可以根据公司的标准创建、共享和定制图库;材料算量功能计算详细的材料数量。材料算量功能适用于计算可持续设计项目中的材料数量和估算成本,显著优化材料数量跟踪流程。随着项目的推进,Revit 的参数化变更引擎将随时更新材料统计信息;用户可以使用冲突检测功能来扫描创建的建筑模型,查找构建间的冲突;Revit 的设计可视化功能可以创建并获得如照片般真实的建筑设计创意和周围环境效果图,使用户在实际动工前体验设计创意。Revit 中的渲染模块工具能够在短时间内生成高质量的渲染效果图,展示出逼真的设计作品。

3.2 初识 Revit 2014

3.2.1 初识 Revit 2014 的启动界面

和其他软件相似,Revit 2014 也提供了几种启动方法。成功安装 Revit 2014 后,系统会在桌面上创建 Revit 2014 的快捷启动图标,并在程序文件夹中创建 Revit 2014 的程序组。在学习 Revit 2014 软件之前,应了解 Revit 2014 的启动界面。Revit 2014 提供了便捷的操作工具,便于初级用户快速熟悉操作环境,同时对于熟悉该软件的用户而言,操作更加方便。

双击桌面上的 Revit 2014 软件快捷启动图标,系统将打开图 3-1 所示的启动界面。

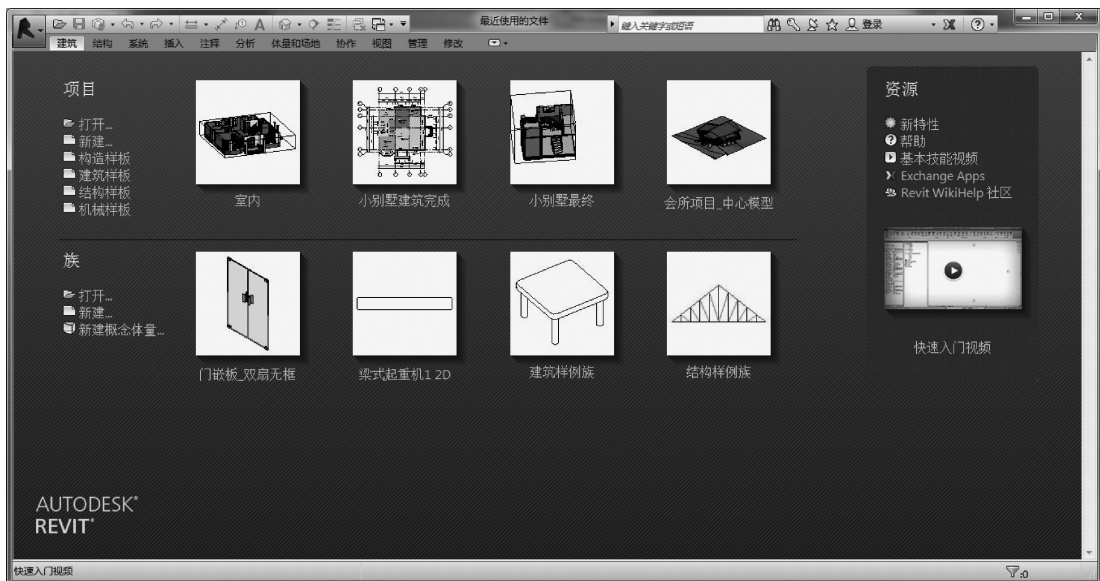


图 3-1 Revit 2014 的启动界面

在用 Revit 2014 软件进行建筑模型设计之前,需要对启动界面相关的基本专业术语有一定的了解。

1. 项目

在 Revit 2014 中,新建一个文件是指新建一个“项目”文件,这有别于传统 AutoCAD 中的新建文件,AutoCAD 中新建的是一个平面图或立面图等。“项目”是指单个设计信息数据库——建筑信息模型。项目文件包含了建筑的所有设计信息(从几何图形到构造数据),包括完整的三维建筑模型、所有设计视图(平、立、剖、明细表等)和施工图图纸等信息,且所有这些信息之间都保持着关联关系。当建筑师在某一个视图中修改设计时,Revit 会在整个项目中同步这些修改,实现“一处修改,处处更新”。项目文件也是用于最终完成并交付的文件,其后缀名为“. rvt”。

2. 图元

在创建项目时,用户可以通过向设计中添加参数化建筑图元来创建建筑。在 Revit 2014 中,图元主要分为模型图元、基准图元和视图专有图元三种,如图 3-2 所示。

(1)模型图元。模型图元表示建筑的实际三维几何图形,其显示在模型的相关视图中,包括主体和模型构件。

(2)基准图元。基准图元是可以帮助定义项目定位的图元,包括注释图元和详图。

(3)视图专有图元。该类图元只显示在放置这些图元的视图中,可以帮助对模型进行描述和归档,包括注释图元和详图。

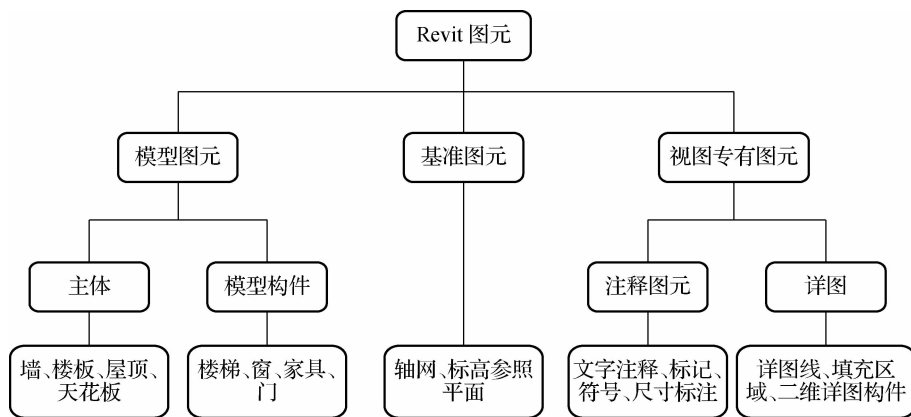


图 3-2 Revit 图元

3. 类别

类别是一组用于对建筑设计进行建模或记录的图元,用于对建筑模型图元、基准图元、视图专有图元进一步分类。例如,墙、屋顶和梁属于模型图元的类别,而标记和文字注释则属于注释图元类别。

4. 族

族是某一类别中图元的类,用于根据图元参数的共用、使用方式的相同或图形表示的相似来对图元类别进一步分组。一个族中不同图元的部分或全部属性可能有不同的数值,但是属性的设置(其名称和含义)是相同的。例如,结构柱中的“圆柱”和“矩形柱”都是柱类别中的一族。

3.2.2 Revit 2014 的操作界面

单击启动界面中最近使用过的项目文件,或者单击“项目”选项组中的“新建”按钮,然后选择一样板文件,并单击“确定”按钮,即可进入 Revit 2014 的操作界面,如图 3-3 所示。



图 3-3 Revit 2014 操作界面

Revit 2014 工作界面主要包含应用程序菜单、快速访问工具栏、功能区、选项栏、属性窗格、项目浏览器、视图控制栏、状态栏等,各部分选项的含义介绍如下:

1. 应用程序菜单

单击应用程序菜单,系统展开下拉菜单,如图 3-4 所示。该菜单提供了“新建”“打开”“保存”“另存为”“导出”“发布”“打印”“关闭”等各种常用文件操作命令。在该菜单的右侧,系统还列出了最近使用的文档名称列表,用户可以快速地打开最近使用的文件。若单击该菜单下面的“选项”按钮,系统将打开“选项”对话框,用户可以进行相应的参数设置,如图 3-5 所示。



图 3-4 应用程序菜单



图 3-5 “选项”对话框

2. 快速访问工具栏

快速访问工具栏包含一组默认工具,如图 3-6 所示。可以对该工具栏进行自定义,使其

显示最常用的工具。若单击该工具栏最右端的下三角按钮,系统将展开工具列表,如图 3-7 所示。此时,从下拉列表中选中或取消选中命令即可显示或隐藏命令。



图 3-6 快速访问工具栏



图 3-7 快速访问工具栏下拉列表

3. 功能区

创建或打开文件时,功能区会有相应的显示,如图 3-8 所示。功能区位于快速访问工具栏下方,它提供创建项目或族所需的全部工具。调整窗口的大小时,功能区中的工具会根据可用的空间自动调整大小。该功能使所有按钮在大多数屏幕尺寸下都可见。



图 3-8 功能区

(1)功能区选项卡。默认的工具具有“建筑”“结构”“系统”“插入”“注释”“分析”“体量和场地”“协作”“视图”“管理”“修改”11 个选项卡。

(2)功能区子选项卡。当选择某图元或激活某命令时,在功能区主选项卡后会增加子选项卡,其中列出了和该图元或修改命令相关的所有子命令工具,而不需要在下拉菜单中逐级查找子命令。图 3-9 所示为“注释”下的“尺寸标注”子选项卡。



图 3-9 “注释-尺寸标注”子选项卡

(3)功能视图状态。单击选项卡右侧的下拉工具按钮,可以使功能区显示在“最小化为选项卡”“最小化为面板标题”“最小化为面板按钮”和“循环浏览所有项”4种状态之间进行循环切换,效果如图 3-10 所示。

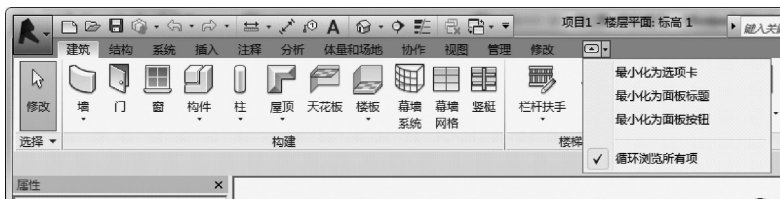


图 3-10 切换功能区视图状态

4. 选项栏

在功能区下方是选项栏,当用户选择不同的用户命令或选择不同的图元时,选项栏中将显示与该命令或图元相关的选项,可以进行相应参数的设置和编辑。

5. 属性窗格

属性窗格的主要功能是查看或修改图元属性特征,窗格会显示该图元的图元类型和属性参数等,如图 3-11 所示。

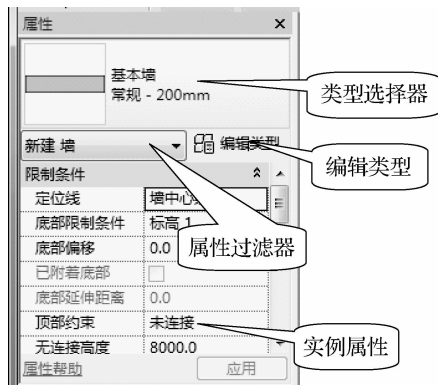


图 3-11 属性窗格

属性窗格主要由以下四部分组成:

(1)类型选择器。选项板上上面一行的预览框和类型名称即为图元类型选择器。用户可以单击右侧的下拉按钮,从列表中选择已有的合适的构件类型直接替换现有类型,而不需要反复修改图元参数。

(2)属性过滤器。在绘图区域选择多类图元时,可以通过属性过滤器选择所选对象中的某一类对象。

(3)实例属性参数。选项板下面的各种参数列表框显示了当前选择图元的各种限制条件类、图形类、尺寸标注类、标识数据类、阶段类等实例参数及其值。用户可以方便地通过修改参数值来改变当前选择图元的外观尺寸等。

(4)编辑类型。单击该按钮，系统将打开“类型属性”对话框，如图 3-12 所示。用户可以复制、重命名对象类型，并可以通过编辑其中的类型参数值来改变与当前选择图元同类型的所有图元的外观尺寸等。



图 3-12 “类型属性”对话框

6. 项目浏览器

项目浏览器用于显示当前项目中所有视图、明细表、图纸、族、组、链接的 Revit 模型和其他部分对象。项目浏览器呈树状结构，各层级可展开和折叠，显示下一层项目，如图 3-13 所示。

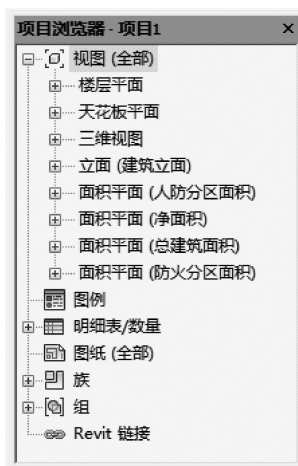


图 3-13 项目浏览器

7. 视图控制栏

视图控制栏的主要功能为控制当前视图显示样式,包括视图比例、详细程度、视觉样式、目光路径、阴影设置、视图裁剪、视图裁剪区域可见性、三维视图锁定、临时隐藏、显示隐藏图元、临时视图属性、隐藏分析模型,如图 3-14 所示。



图 3-14 视图控制栏

视图控制栏各选项说明如下:

- (1) 视图比例。用户可用视图比例对视图指定不同比例。
- (2) 详细程度。Revit 系统设置“粗略”“中等”和“精细”三种详细程度,通过指定详细程度,可控制视图显示内容的详细级别。
- (3) 视觉样式。Revit 提供了线框、隐藏线、着色、一致的颜色、真实、光线追踪 6 种不同的视觉样式,通过指定视图视觉样式,可以控制视图颜色、阴影等要素的显示。
- (4) 日光路径。开启日光路径可显示当前太阳位置,配合阴影设置可以对项目进行日光研究。
- (5) 阴影。通过日光路径和阴影的设置,可以对建筑物或场地进行日光影响研究。
- (6) 视图裁剪。开启视图裁剪功能,可以控制视图显示区域,视图裁剪又分为模型裁剪区域、注释裁剪区域,分别控制模型和注释对象的显示区域。
- (7) 视图裁剪区域可见性。视图裁剪区域可见性设置主要控制该裁剪区域边界的可见性。
- (8) 三维视图锁定。三维视图锁定功能只有在三维视图状态下才可使用,三维视图锁定开启后,三维视图只可以缩放大小,不能随意旋转改变方向,三维视图锁定后可以在该视图对图元进行标注操作。
- (9) 临时隐藏设置。临时隐藏设置分为按图元和按类别两种方式,可以临时性隐藏对象。当关闭该视图窗口后,重新打开该视图,被临时隐藏的对象均会显示出来。
- (10) 显示隐藏的图元。开启该功能可以显示所有被隐藏的图元。被隐藏图元为深红色显示,选择被隐藏图元后右击,可使用“取消在视图中隐藏”命令取消对此图元的隐藏。
- (11) 临时视图属性。开启临时视图模式,可以使用临时视图样板控制当前视图,在选择“恢复视图属性”前,视图样式均为临时视图样板样式。
- (12) 隐藏分析模型。通过隐藏分析模型可隐藏当前视图中的结构分析模型,不影响其他视图显示。

8. 状态栏

状态栏用于显示和修改当前命令操作或功能所处的状态,如图 3-15 所示。状态栏主要包括当前操作状态栏、工作集状态栏、设计选项状态栏、选择基线图元状态栏、链接图元状态栏、锁定图元状态栏和过滤状态栏等。各按钮的功能将在后面章节中进行详细介绍,在此不再赘述。



图 3-15 状态栏

3.3 项目文件

在 Revit 中,项目是指单个设计信息库——建筑信息模型。项目文件包含了建筑的所有设计信息(从几何图形到构造数据),如完整的三维建筑模型、所有设计视图(平、立、剖、明细表等)和施工图纸等信息。

3.3.1 新建项目文件

在 Revit 建筑设计中,新建一个文件是指新建一个“项目”文件,有别于传统的 AutoCAD 中的新建一个平面图或立剖面图等文件的概念。创建新的项目文件是开始建筑设计的第一步。

1. 样板文件

样板文件中定义了新建项目中默认的初始参数,如项目默认的度量单位、默认的楼层数量设置、层高信息、线型设置和显示设置等。Revit 允许用户自定义自己的样本文件内容,并保存为新的“.rte”文件。当在 Revit 中新建项目时,系统会自动以一个后缀名为“.rte”的文件作为项目的初始条件,这个“.rte”格式的文件即为样板文件。Revit 的样板文件功能与 AutoCAD 的“.dwt”文件相同。和 AutoCAD 一样,Revit 2014 自带的样板文件的标高符号、剖面标头、门窗标记等符号不完全符合中国国标出图规范要求,因此需要首先设置自己的样板文件。

在 Revit 2014 中创建项目文件时,可以选择系统默认配置的相关样板文件作为模板,如图 3-16 所示。

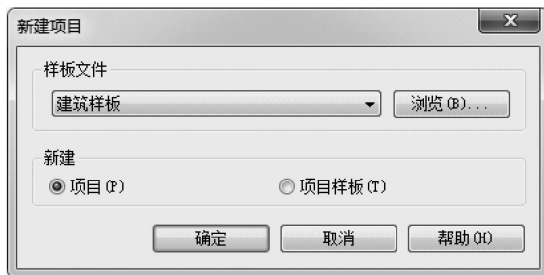


图 3-16 系统默认样板文件

2. 新建项目

在 Revit 中,新建项目有以下三种方式:

1) “最近使用的文件”主界面

打开 Revit 软件后,在主界面的“项目”选项组中单击“新建”按钮,系统将打开“新建项目”对话框。此时,在“新建”选项组中选中“项目”单选按钮,然后单击“浏览”按钮,选择最近使用的文件作为样板文件,单击“确定”按钮,即可新建相应的项目文件,如图 3-17 所示。

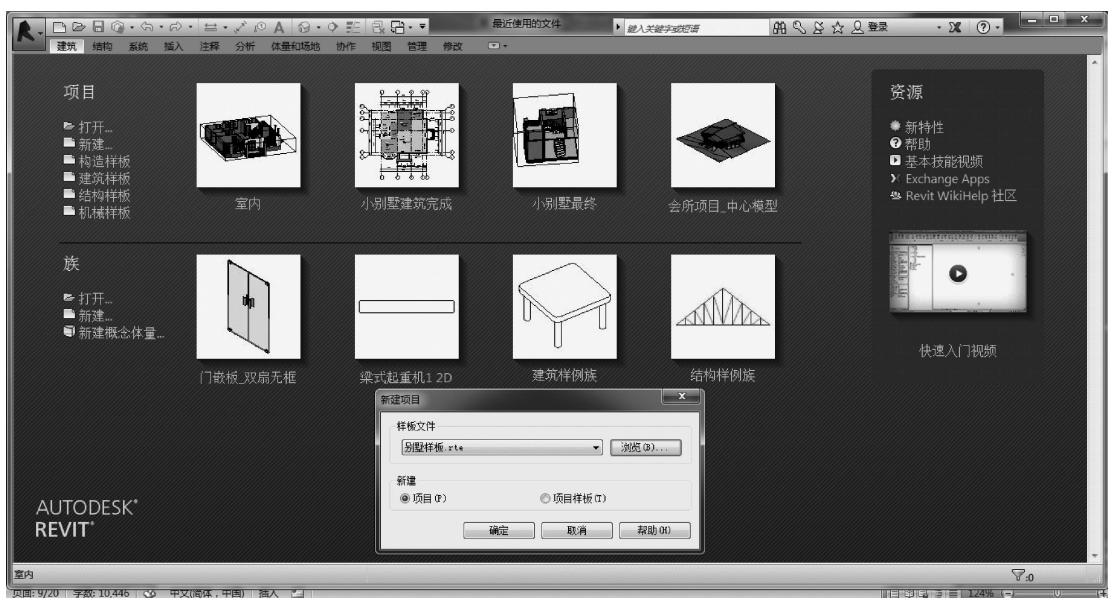


图 3-17 “新建项目”对话框

2) 快速访问工具栏

单击快速访问工具栏中的“新建”按钮,即可在打开的“新建项目”对话框中按照上述操作方法新建相应的项目文件。

3) 应用程序菜单

单击主界面左上角图标,在展开的下拉菜单中选择“新建”→“项目”选项,如图 3-18 所示,即可在打开的“新建项目”对话框中按照上述操作方法新建项目文件。



图 3-18 选择“新建”→“项目”选项

3.3.2 项目设置

和 AutoCAD 一样,在绘图以前要做好必要的准备,在新建项目文件后,先进行相应的项目设置才可以开始绘图操作。在 Revit 2014 软件中,用户可以在“管理”选项卡中通过相应的工具对项目进行基本设置。

1. 项目信息

切换至“管理”选项卡,在“设置”面板中单击“项目信息”按钮,系统将打开“项目属性”对话框,如图 3-19 所示。此时,可依次在“项目发布日期”“项目状态”“客户姓名”“项目名称”和“项目编号”文本框中输入相应信息。若单击“项目地址”参数后的“编辑”按钮,还可以输入相应的项目地址信息。

单击“能量设置”参数后的“编辑”按钮,系统打开“能量设置”对话框,用户可以设置“建筑类型”和“地平面”等参数信息,如图 3-20 所示。

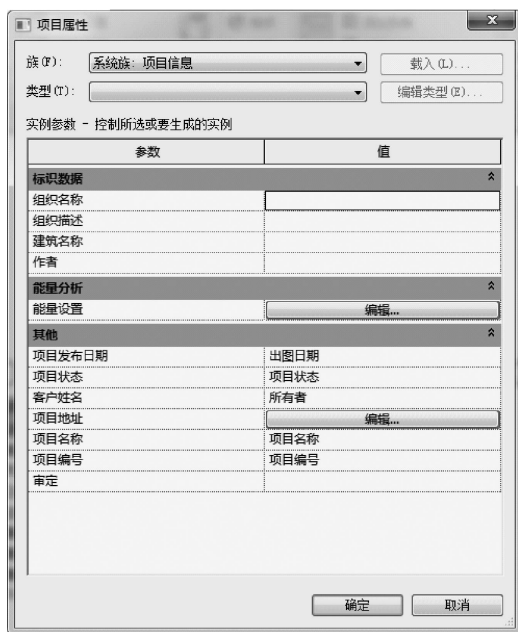


图 3-19 “项目属性”对话框



图 3-20 “能量设置”对话框

2. 项目单位

项目单位在之前的样板文件中已经完成了相应的设置,但在开始具体的设计前,用户还可以根据实际项目的要求进行相关设置。

切换至“管理”选项卡,在“设置”面板中单击“项目单位”按钮,系统将打开“项目单位”对话框,如图 3-21 所示。

此时,单击各单位参数后的格式按钮,系统打开“格式”对话框,用户可以进行相应的单位设置,如图 3-22 所示。



图 3-21 “项目单位”对话框



图 3-22 “格式”对话框

3. 项目地点

切换至“管理”选项卡,在“项目位置”面板中单击“地点”按钮,系统将打开“位置、气候和场地”对话框,如图 3-23 所示。此时,在“定义位置依据”下拉列表框中选择“默认城市列表”选项,然后即可通过“城市”下拉列表框,或“纬度”和“经度”文本框来设置项目的地理位置。



图 3-23 “位置、气候和场地”对话框

4. 捕捉设置

为在设计中精确捕捉定位,用户还可以在项目开始前或根据个人的操作习惯设置对象的捕捉功能。

切换至“管理”选项卡,在“设置”面板中单击“捕捉”按钮,系统将打开“捕捉”对话框,如图 3-24 所示。此时,用户即可设置长度和角度的捕捉增量,启用相应的对象捕捉类型。

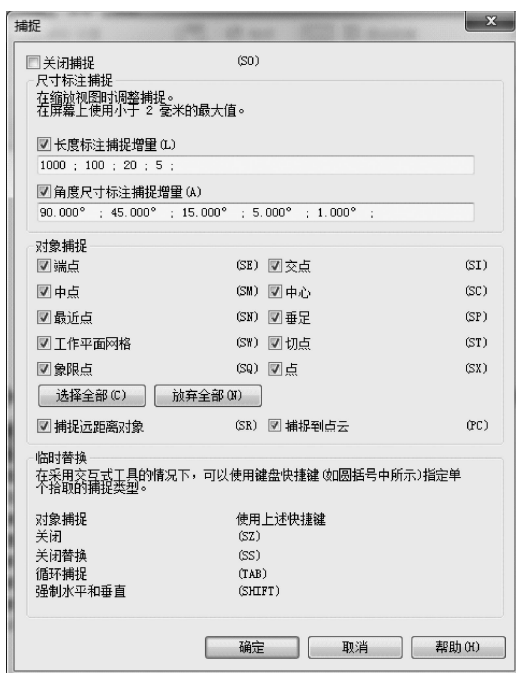


图 3-24 “捕捉”对话框

3.3.3 保存项目文件

在完成图形的创建和编辑后,用户可以将当前图形保存到指定的文件夹。此外,在使用 Revit 软件绘图的过程中,应每隔 10~20 min 保存一次所绘的图形。定期保存绘制的图形是为了防止突发情况,如电源被切断、错误编辑等故障,尽可能做到防患于未然。

完成项目文件的创建后,用户可以在快速访问工具栏中单击“保存”按钮,系统将打开“另存为”对话框,如图 3-25 所示。此时即可输入项目文件的名称,并指定相应的路径来保存该文件。



图 3-25 “另存为”对话框

除了上面的保存方法外,Revit 还为用户提供了一种提醒保存的方法,即间隔时间保存。单击主界面左上角的图标,在展开的下拉菜单中单击“选项”按钮,系统将打开“选项”对话框,如图 3-26 所示。此时,在“通知”选项组中设置相应的时间参数即可。

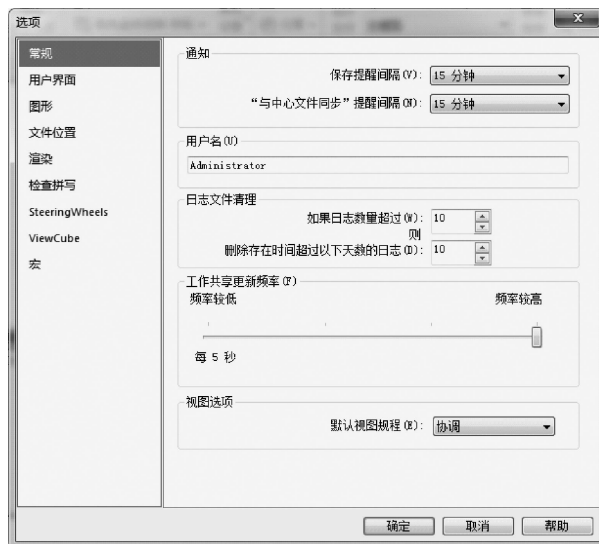


图 3-26 “选项”对话框

3.4 视图控制

在 Revit 中,视图不同于传统意义上的 CAD 图纸,它是所建项目中的 BIM 模型根据不同的规则显示的模型投影。视图控制是 Revit 中最重要的基本操作之一。

3.4.1 项目浏览器

项目浏览器是 Revit 中非常重要的一个工具,用项目浏览器可以非常方便地查看模型,寻找模型中指定的构件。Revit 将所有可访问的视图和图纸等都放置在项目浏览器中进行管理,使用项目浏览器可以方便地在各视图间进行切换操作。

项目浏览器用于显示当前项目中所有视图、明细表、图纸、族、组、链接的 Revit 模型和其他部分的逻辑层次。展开和折叠各分支时,将显示下一层项目,其组成部分见图 3-13。

3.4.2 视图浏览

在绘制三维视图时,对视图的控制、各个视图之间的切换及选择和过滤图元等是非常重要的。Revit 提供了多种视图导航工具,可以对视图进行平移和缩放等操作,一般位于绘图区右侧,用于视图控制的导航栏是一种常用的工具集。

要激活或取消激活导航栏,在“视图”选项卡的“窗口”面板中单击“用户界面”下拉按钮,在弹出的下拉列表中选中或清除“导航栏”。视图导航栏在默认情况下为 50%透明显示,不会遮挡视图,包括控制盘和缩放控制,如图 3-27 所示。



图 3-27 导航栏

其中,单击该导航栏右下角的下三角按钮,用户可以在自定义菜单中设置导航栏上显示的模块内容、该导航栏在绘图区中的位置和不透明参数等。下面主要介绍控制盘和缩放控制的使用方法。

1. 控制键盘

控制键盘是一组跟随光标的功能按钮,它将多个常用的导航工具结合到一个单一界面中,便于快速导航视图。在 Revit 中,按试用视图和使用用途,控制盘可以分为查看对象控制盘、巡视建筑控制盘、全导航控制盘和二维控制盘四种类型。其中,前三种均适用于三维视图。下面以常用的全导航控制盘为例介绍其具体的操作方法:

单击导航栏中的“全导航控制盘”按钮,系统将打开“控制盘”面板,如图 3-28 所示。



图 3-28 “控制盘”面板

该面板中各主要视图导航工具的含义如下:

(1)平移。移动光标到视图中的合适位置,然后单击“平移”按钮并按住鼠标左键不放,光标将变为十字四边箭头形状。此时,拖动鼠标即可平移视图。

(2)缩放。移动光标到视图中的合适位置,然后单击“缩放”按钮并按住鼠标左键不放,系统将在光标位置放置一个绿色的球体,把当前光标位置作为缩放轴心,同时光标将变成放大镜的形状,此时,拖动鼠标即可缩放视图,且轴心随着光标位置变化。

(3)动态观察。单击“动态观察”按钮并按住鼠标左键不放,光标将变为旋转双箭头形状,且同时在模型的中心位置将显示绿色轴心球体。此时,拖动鼠标即可围绕轴心点旋转模型。

(4)回放。利用回放工具可以从导航历史记录中检索以前的视图,并可以快速恢复到以前的视图,还可以滚动浏览所有保存的视图。单击“回放”按钮并按住鼠标左键不放,此时向左侧移动鼠标即可滚动浏览以前的导航历史记录。若要恢复到以前的视图,只需在该视图记录上松开鼠标左键即可。

(5)中心。单击“中心”按钮并按住鼠标左键不放,光标将变为一个球体,此时拖动鼠标到某构件模型上松开鼠标放置球体,即可将该球体作为模型的中心位置。在视图的控制操

作过程中,缩放和动态观察都将使用到该中心。

(6)环视。利用该工具可以沿垂直和水平方向旋转当前视图,且旋转视图时,人的视线将围绕当前视点旋转。单击“环视”按钮并按住鼠标左键不放,光标将变为左右箭头弧形状。此时拖动鼠标,模型将围绕当前视图的位置旋转。

(7)向上/向下。利用向上/向下工具可以沿模型的 Z 轴来调整当前视点的高度。单击“向上/向下”按钮并按住鼠标左键不放,此时上下拖动鼠标即可。

提示

二维控制图适用于平、立、剖等二维视图,且只有缩放、平移和回放导航功能。其操作方法与全导航控制盘中的方法一样,在此不再赘述。

此外,如果设置控制盘中的相关参数,可以单击控制盘面板右下角的下三角按钮,在展开的下拉菜单中选择“选项”选项,系统将打开“选项”对话框,并自动切换至控制盘选项卡,如图 3-29 所示。此时,用户即可对控制盘的尺寸大小和文字可见性等相关参数进行设置。

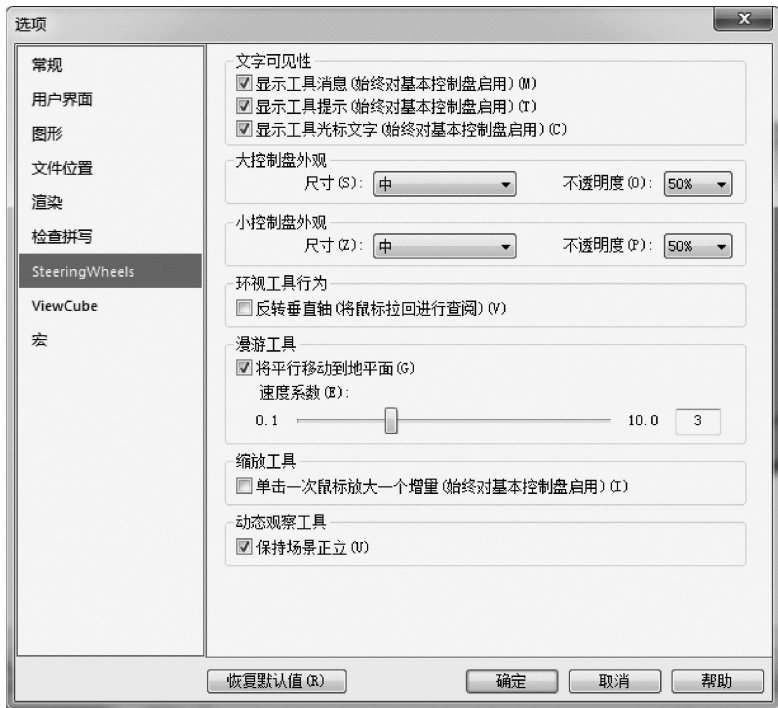


图 3-29 设置控制盘参数

提示

在任何视图中,按住鼠标中键移动鼠标即可平移视图;滚动鼠标中间滚轮,即可缩放视图;按住 Shift 键和鼠标中键,即可动态观察视图。

2. 缩放控制

缩放控制工具集位于导航栏下方,主要包含多种缩放视图方式,用户可以单击缩放工具下的下三角按钮,在展开的下拉菜单中选择相应的工具缩放视图,如图 3-30 所示。

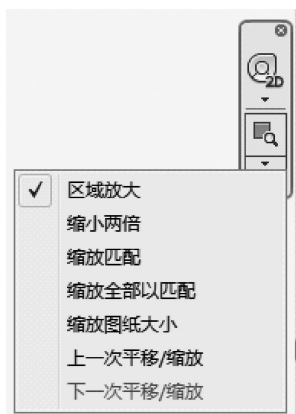


图 3-30 缩放控制

各主要工具的用法如下：

(1)区域放大。选择区域放大工具,然后用光标单击捕捉要放大区域的两个对角点,即可放大显示该区域。

(2)缩小两倍。选择缩小两倍工具,即可以当前视图窗口的中心点为中心,自动将图形缩小至原来的 1/2 以显示更多区域。

(3)缩放匹配。选择缩放匹配工具,即可在当前视图中自动缩放以充满显示所有图形。

(4)缩放全部以匹配。当同时打开显示几个视图窗口时,选择缩放全部以匹配工具,即可在所打开的窗口中自动缩放以充满显示所有图形。

(5)缩放图纸大小。选择该工具,即可将视图自动缩放为实际打印大小。

提示

在下拉菜单中选择了某一个缩放工具后,该工具即作为默认的当前缩放工具,下次使用时可以直接单击使用,而无须从菜单中选择。

3.4.3 使用 ViewCube

ViewCube 导航工具用于在三维视图中快速定向模型的方向。默认情况下,该工具位于三维视图窗口的右上角,ViewCube 工具是一种可单击、可拖动的常驻界面,用户可以用它在模型的标准视图和等轴测视图之间进行切换。ViewCube 工具不用时会在窗口一角以不活动状态显示在模型上方。ViewCube 工具在视图发生更改时可提供有关模型当前视点的直观反映。将光标放置在 ViewCube 工具上后,ViewCube 将变为活动状态,用户可以拖动或单击 ViewCube 来切换到可用预设视图、滚动当前视图或更改为模型的主视图,如图 3-31 所示。



图 3-31 ViewCube

1. 控制 ViewCube 的外观

ViewCube 工具以不活动状态或活动状态显示。当 ViewCube 工具处于不活动状态时,默认情况下它显示为半透明状态,这样便不会遮挡模型的视图。当 ViewCube 工具处于活动状态时,它显示为不透明状态,并可能会遮挡模型当前视图中对象的视图。除控制 ViewCube 工具在不活动时的不透明度级别,用户还可以控制 ViewCube 工具的大小、位置、默认方向和指南针显示。

2. 使用指南针

指南针显示在 ViewCube 工具的下方,指示模型定义的北向。可以单击指南针上的基本方向字母以旋转模型,也可以单击并拖动其中一个基本方向字母或指南针圆环以绕轴心点以交互方式旋转模型,如图 3-32 所示。

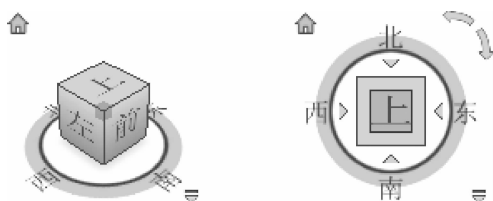


图 3-32 使用指南针

上机实训 1

1. 实训内容

Revit 2014 的操作界面是绘制图形的平台,熟悉该界面有助于用户方便、快速地绘制图形。本实训要求读者了解操作界面各部分的功能,并能够熟练打开、关闭和移动工具栏。

2. 操作提示

- (1)启动 Revit 2014,进入操作界面。
- (2)切换到“视图”选项卡,选择用户界面,将“项目浏览器”工具栏打开并移动,最后关闭。

上机实训 2

1. 实训内容

熟悉操作界面,新建文件,将文件的保存方式设置为每隔 5 min 自动保存一次。

2. 操作提示

- (1)启动 Revit 2014,进入操作界面。
- (2)单击主界面左上角图标,在展开的下拉菜单中单击“选项”按钮,系统将打开“选项”对话框,此时,在“通知”选项组中设置相应的时间参数。