

BIM技术在建筑设计领域的应用

本章主要介绍 BIM 技术在方案设计阶段、技术设计阶段和施工阶段的应用。BIM 提供了统一的数字化模型表达方式,在设计过程中,通过规范构建 BIM 模型的标准,从而充分利用 BIM 模型所含信息进行协同工作,实现各专业和各设计阶段间信息的有效传递。BIM 技术可以在真正意义上支持多专业团队协同工作、共享信息的并行工作模式。

BIM 在设计阶段的应用是目前最为广泛的,同时也是技术应用的关键阶段。传统二维设计技术提供的是一种基于图纸的信息表达方式,该方式使用分散的图纸表达设计信息,所表达的设计信息之间缺少必要和有效的自动联系,各专业、各设计阶段的信息是孤立的,难以共享。这导致设计人员无法及时参照他人的中间设计成果,因而通常采用分时、有序的串行工作模式,通过定期、节点性的方式互提资料从而实现信息交换。与传统的方案设计工作不同,采用 BIM 技术,可以有效地提升方案设计的效率。设计师可以将更多的精力投入设计创意中,平立剖等二维视图可通过 BIM 模型自动生成,设计质量和效率均得到了显著提升。同时,面对复杂的建筑形体设计,采用 BIM 技术,可使建筑师更加自由、充分地表达其设计意图,通过三维模型的可视化,能够更理想地表达建筑师的意愿及方案本身的特性,这也提升了与政府、业主等相关方的沟通效率,使设计师的创意表达方式更多样。对于那些在设计阶段应用传统二维设计技术时出现的图纸繁多、错误频繁、变更复杂和沟通困难等问题,应用 BIM 技术可以最大限度地避免,体现出其显著的价值优势,见图 3-1。以下根据典型的建筑设计过程:方案设计阶段、技术设计阶段和施工图绘制阶段介绍 BIM 技术在建筑设计领域的应用。

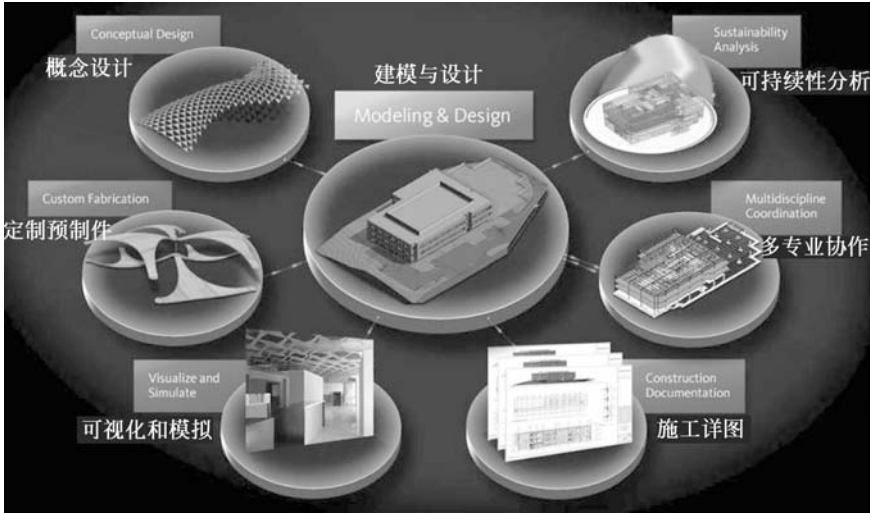


图 3-1 BIM 技术的优势(来源: Autodesk 公司 BIM 应用及案例概览)

3.1 方案设计阶段

BIM 模型将建筑内全部构件、系统赋予相互关联的参数信息,并直观地以三维可视化的形式进行设计、修改和分析,形成可用于方案设计、建造施工和运营管理等建筑的全生命周期所参考的文件,见图 3-2。其中,方案设计阶段的工作主要是依据设计要求,建立建筑

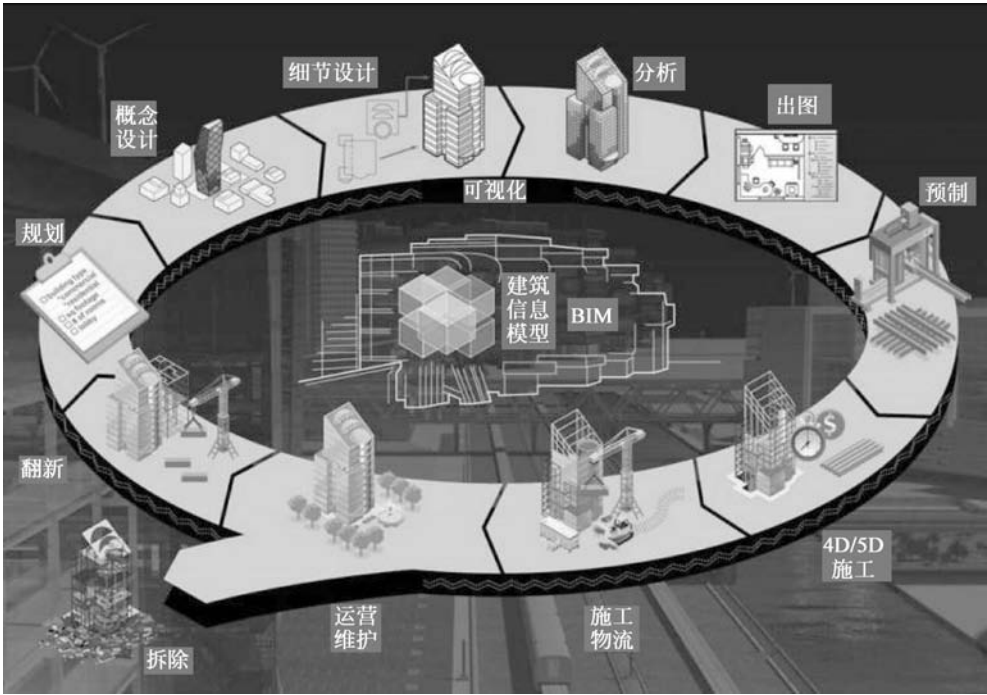


图 3-2 BIM 应用贯穿建筑全生命周期(来源: Autodesk 公司 BIM 应用及案例概览)

与设计环境的基本关系,提出空间建构设想、创意表达形式及结构方式、机电方案的初步解决方法等,目的是为建筑设计后续阶段的工作提供依据及指导性文件。方案设计阶段的主要内容包括场地分析、建筑策划和方案论证,以下按设计的先后顺序分别阐述其主要内容。

3.1.1 场地分析

不只是在预制混凝土(precast concrete, PC)建筑中,对几乎所有的建筑,空间特性主要表现在场地分析、建筑造型、建筑景观和交通流线几个方面。其中,场地分析是进行规划设计的首要步骤。通过 BIM 技术可以对建筑项目现有基地和周边的地形地貌、植被以及气候条件等因素进行分析,以便设计人员对项目的整体地形有一个直观的了解,从而为后续方案设计中确定建筑的空间方位、建筑与周边地形景观的联系等奠定良好的基础。尤其是在周边环境复杂的情况下,详细的场地分析是进行规划设计的首要条件,利用 BIM 技术结合地理信息系统可以快速实现对现有空间分析以及场地分析可视化,如坡度和坡向分析等,见图 3-3 和图 3-4。

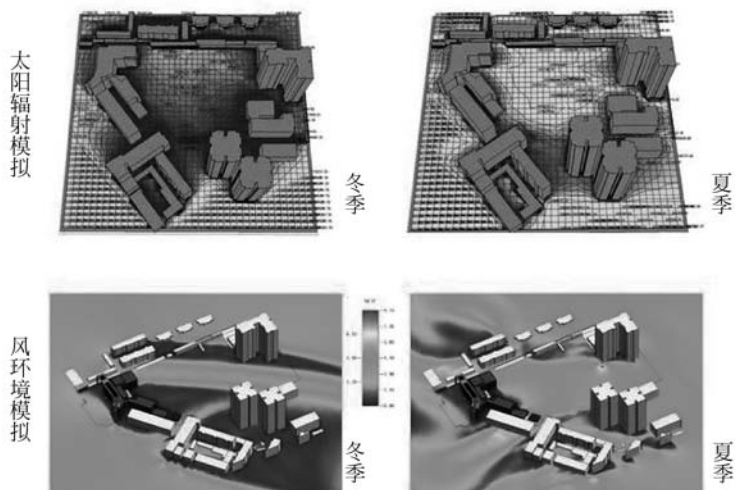


图 3-3 利用 BIM 模型进行场地环境模拟

来源: 卢婉玫. BIM 技术及其在建筑设计中的应用研究[D]. 天津: 天津大学, 2014

3.1.2 建筑策划

BIM 策划书由项目 BIM 经理制定, 策划书中给出了项目整体的设计操作规范和相关标准, 但是在结构专业这一设计部分并未给出详细的结构设计流程。按照某设计研究院制定的《BIM 标准 2.0》执行原则, 每个项目设计前, 须由 BIM 经理制定一份《项目 BIM 策划书》, 策划书的内容需包含项目 BIM 设计相关标准、软件平台、项目相关方、项目交付成果、项目特性、共享坐标、数据拆分、审核/确认、数据交换和项目会审日期等内容。

以下根据某总装车间 BIM 设计策划书为例进行简要介绍。

(1) 本 BIM 项目设计参考标准为该院《BIM 设计标准 2.0》、《BIM 管道汇总流程及标准》以及《2015 BIM 设计操作要点》。

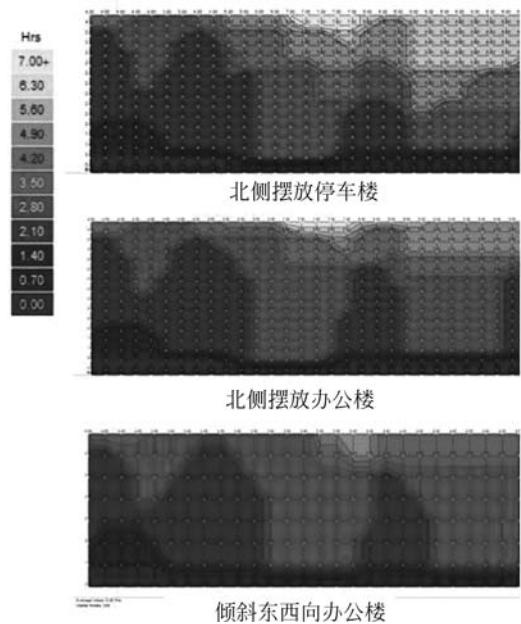


图 3-4 利用 BIM 模型进行日照分析

(2) 该项目所使用的软件及协作平台：各专业(包括结构专业 BIM 结构建模)所使用的设计软件,均通过公司信息系统“BIM 云平台”进入公司“BIM 门户”使用 Autodesk Revit 建模。

(3) 项目需交付的 BIM 成果为：建筑、给排水、暖通及动力专业和管道汇总设计直接采用 Revit 建模设计并直接导出施工图；结构专业设计部分,主体结构及基础平面布置图、管道支架平面布置图由 Revit 所建模型生成,其余图纸可在 Autodesk CAD 中绘制完成后导入 Revit；桥架及主设备平面布置图在 Revit 内生成；Revit 除模型文件存档外,需转化为 DWG 和 DWF 或 PDF 格式存档。

(4) 项目各专业间协同方式：由于项目体量不大,决定采用工作集协同共享设计方式,即中心文件方式。各专业(包括结构专业)均须将中心文件复制到本地后,创建模型“本地”副本,创建工作集,将工作集按标准添加后缀后,在各自工作集中进行建模工作；软件设置定时同步更新至中心文件。中心文件创建即项目信息设计由建筑专业负责,项目代码为 SDGJ,子项代码为 PW(冲焊)、PA(涂装)、AF(总装),中心文件名称为 GJ_S01_XX(冲焊)、GJ_S02_XX(涂装)、GJ_S03_XX(总装)。

(5) 工作集命名标准(结构专业工作集命名代码为 S)：

① 文档目录及名称。

中心文件位置 V: \BIMPROJECT\S2015-N009 SDGJ\子项代码\01-WIP\BIM_Models\子项图号 CENTERAL.rvt

本地文件位置 W: \BIM\子项图号 LOCAL_用户名.rvt

② 文件命名及设计输入等放置位置规定如下。

WIP: 进行中工作

[强条执行]

V: \BIMProject \S2015 - N009 SDGJ\子项代码\01 - WIP\..	[进行中的工作]
\BIM_ models	[模型文件]
\CAD_ Data	[CAD 文件, 包括接收的资料图]
\Export	[过程输出文件, 包括未确认提出的资料图]
\Families	[本工程新建族]
\WIP_ TSA	[临时共享文件]
Shared: 共享文件	
V: \BIMProject \S2015 - N009 SDGJ\子项代码\02 - Shared\..	[本专业校审后的数据, 含确认后资料和汇总用模型]
\BIM_ models	[模型文件]
\CAD\DWG	[DWG 格式电子文件]
\CAD\DWF	[DWF 格式电子文件]
\Coord_ models	[根据需要的汇总模型]
Publ ished: 打印出版	
V: \BIMPROJECT\S2015 - N009 SDGJ\子项代码\03 - Published.\..	[打印出版]
\DWF	[打印文件]
\DWG	[可能有标注或线型等图面缺陷, 允许]
\Ot her	[截图、动画等非 SDGJD 文件]
Archived: 存档文件	
V: \BIMPROJECT \S2015 - N009 SDGJ\子项代码\04 - Archived.\..	[存档文件]
\BIM_ Models	[模型文件]
\DWF	[DWF 格式电子文件]
\DWG	[DWG 格式电子文件]
\Other	[其他]

3.1.3 方案论证

进入结构初步设计阶段后,结构专业和建筑专业以及其他专业首先互相提交方案模型,然后根据其他各专业的方案模型并结合项目实际地勘报告情况和荷载信息,实现建筑方案论证。应用 BIM 设计的不同方案见图 3-5。

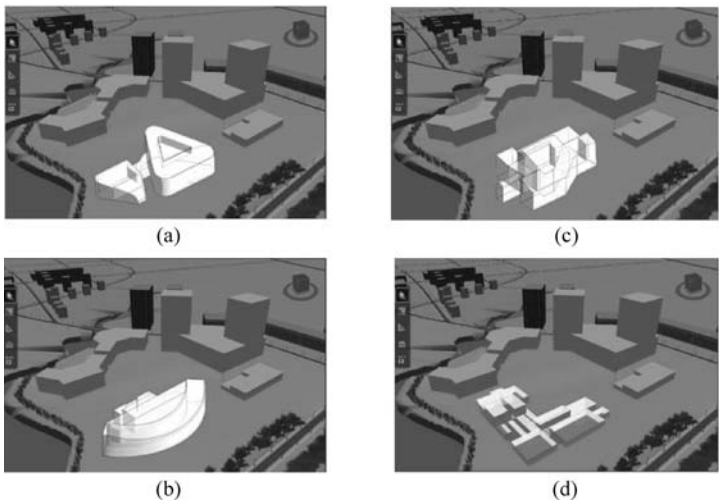


图 3-5 BIM 设计的不同类型的柱

(a) 方案一：三角柱型；(b) 方案二：半圆柱型；(c) 方案三：Z 型；(d) 方案四：L 型

3.2 技术设计阶段

在技术设计阶段,各设计人员根据之前的方案设计内容,深化细致地进行建筑建模,其主要内容包括可视化设计、协同设计和性能化分析。

3.2.1 可视化设计

BIM 模型的可视化可谓 BIM 技术中最为显著的一个特点。由于之前的传统二维设计方式的局限性,在面对现阶段一些大型建筑或异形建筑的复杂结构时,根本无法将建筑结构构件在空间的位置以及具体形式准确地表达出来。然而 BIM 技术的三维建模能力则可以很好地解决这个问题,可以完全将建筑结构构件的空间位置形式准确而真实地展现在设计人员面前,并且还能从东南西北上下左右各个角度对构件进行观察,分析建筑构件的功能布局以及构件之间的空间联系,考察建筑构件尺寸及空间布置的合理性,优化结构设计方案,提高设计质量。在建筑的规划设计阶段需要进行三维可视度分析,也就是对建筑外部的布局规划以及建筑室内空间的视野分析,所以进行三维可视度分析一般从室外规划的宏观角度和室内视野的微观角度两方面进行。利用 BIM 技术可以快速完成对建筑三维可视度的分析。应用 BIM 技术对建筑的可视化表达见图 3-6。

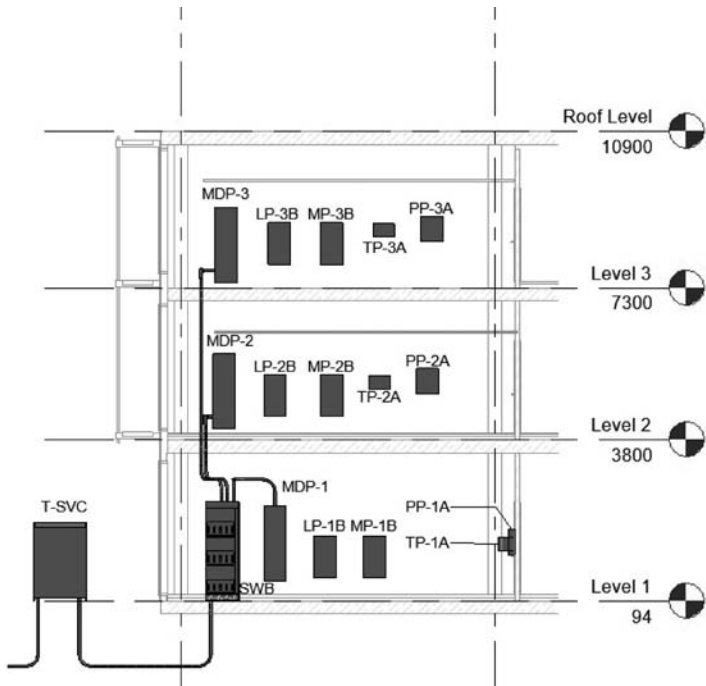


图 3-6 更加清晰和生动的图纸表达

不仅如此,基于 BIM 平台可视化特点,也有助于其他专业的工程师提高工作效率。例如,结构工程师可以直接在建筑师拟定的建筑模型中提取结构分析所用的数据,加以修改后进行计算;结构工程师也可以直接在建筑模型轮廓内部布置结构构件,迅速建立结构初步

模型,经过计算比较,确立最终的结构施工图模型;结构工程师还可以将修改后的最终结构模型提交建筑师,建筑师针对经过碰撞检测后的模型,在建筑三维模型中进一步优化建筑模型和施工图。水、暖、电等设备专业可以在链接的建筑三维模型中布置相关专业的管线和设备等。

3.2.2 协同设计

一个完整的建筑设计过程,包含了各个专业各个部门的共同努力和分工协作,每个专业也由数位设计人员组成。以往的设计过程中,由于团队设计成员数量多,设计任务繁重,设计过程交错,导致现有的建筑设计流程很难保证建筑专业团队内部各设计人员之间,还有整个建筑专业与其他专业之间,及时准确地进行信息共享和信息互换,造成各专业构件间的错漏碰缺等设计错误。各种建筑设计软件所产生的电子文件,随意储存在不同设计人员的计算机中,使得设计人员要进行设计沟通和文件传输时,还要费时间去查找所需要的文件或数据,最终导致数据传递慢、更新不及时等问题,降低了数据的利用率。这些问题都会给设计工作带来或多或少的困扰。但是基于BIM的协同化设计为这些问题提供了很好的解决办法。

与传统二维设计不同,应用BIM技术进行协同设计的工作模式将基于统一的BIM模型数据源,保持数据良好的关联性和一致性,完成高度的信息数据共享,实现对信息的充分利用。因此,此工作模式对于BIM模型数据的存储与管理的要求比传统方式的要求更高,单纯依靠单一人工管理无法达到效果。此时,设计单位搭建基于BIM的协同平台成为BIM技术应用的重要条件。BIM协同平台可以在BIM项目实施中有效控制和管理各种数据,并通过BIM设计中各专业、各相关参与方的协同工作,实现相关数据存储的完整性和传递的准确性。同时,BIM协同平台还可以为工程项目的业主、设计、施工、顾问和供应商提供协同工作环境,保证相关方数据和信息的准确、统一。BIM协同平台可以采用信息化平台方式或共享文件夹的方式实现,为各专业提供一个统一的工作环境,在协同平台内置各种设计标准与流程,提高各专业的配合效率,并有利于提高设计质量。BIM协同平台包含的主要内容包

- (1) BIM协同平台内置相关的设计标准和业务流程;
- (2) BIM设计过程中的用户管理;
- (3) BIM设计内容共享授权管理;
- (4) BIM实施中的工作流程管理,如专业配合、质量控制、进度控制、成果发布等;
- (5) BIM项目的多参与方数据共享管理;
- (6) BIM交付数据或模型的生成与交付管理;
- (7) BIM项目的归档与再利用管理等。

在协同平台,各专业设计人员分别在网络终端进行设计建模。由于终端计算机的运算性能局限了数据模型的承载力,在初期的中心文件创立方面可以采取分专业的模式,划分建筑专业、结构专业和设备专业三个中心文件,通过三个中心文件的相互“复制监视”的方式实现各专业实时协同。复制监视是BIM软件提供的一种功能,可以及时地发现被复制监视的文件的各种改动变化,达到数据传递的关联性、及时性和一致性,实现信息共享。

综上,BIM技术提供了统一的数字化模型表达方式,在设计过程中,通过规范构建BIM

模型的标准,从而充分利用 BIM 模型所含信息进行协同工作,实现各专业、各设计阶段之间信息的有效传递。BIM 技术可以在真正意义上支持多专业团队协作工作,共享信息的并行工作模式,见图 3-7。

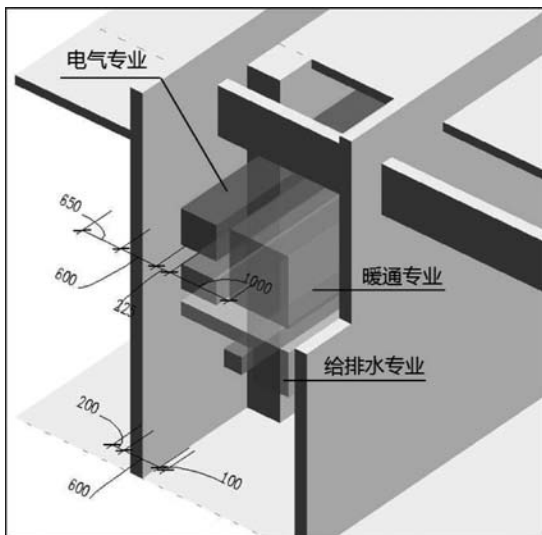


图 3-7 优化各专业的协同工作

3.2.3 性能化分析

建筑性能化分析是 BIM 区别于传统 2D 模式的一大特点。随着国内建筑对于性能方面要求不断提高,BIM 应用点也逐渐增多。BIM 性能化分析包括以下几个方面。

1) 建筑物动态热模拟

建筑物动态热模拟主要是运用 BIM 软件强大的分析能力,模拟建筑物与外部环境之间的能量传递,例如热能、风能等,即基于 BIM 软件建筑设计,建立一个关于建筑物自身的 3D 可视化信息模型,对建筑物自身数据和外部数据进行收集和分析。例如,模拟太阳对构件项目的整体辐射,计算建筑结构的导热对项目全年暖通空调设备的能耗,以此为依据制定设计方案与设备选择方案等。此项功能对于建筑节能非常重要。

2) 日光与阴影模拟

通过建立模型,将项目整体与日光及光影的投射效果进行模拟演示。通过收集天空辐射的部分数据进行分析计算,以此确定某时间段自然光对建筑的影响。也可以通过模拟确定建筑物接收到的室外光的时间,用来观察建筑项目中房屋朝向等问题。

3) CFD 分析模拟

CFD 即流体动力学,被广泛应用在航空、航天项目。近年来,由于建筑项目的要求日益增高,该分析技术也被引入建筑业中。其主要内容是,配合相关的 BIM 软件建立模型,对流动与传热进行有效的分析与模拟,可以收集空调空间的气流计算、暖通设备的优化以及风力与浮力双重作用的自然通风、排烟通风程度等数据信息,大大提高设计品质,改善业主居住环境。

4) 火灾与疏散分析

如今,具有应对火灾或突发事件的能力是对建筑物的新要求。过去面对火灾或者突发

事件,在处理及疏散方面往往存在指挥不当或无从下手等问题。现在可以将火灾或突发事件导入 BIM 模型中一并进行提前预演,制定出一套切实可行的方案,实现及时疏散,降低人员和财产损失,提高逃生概率。

5) 建筑声环境分析

建筑项目在施工期间难免会对周边的环境造成影响,最严重的就是交通及噪声污染。通过 BIM 模型配合 GIS 系统,模拟建筑周边的交通状况、居民小区排布和居民居住情况等,通过 BIM 模型的分析,合理安排车辆进出现场,确定施工时间,错开早晚高峰及人群,最大限度地降低噪声对周边的影响,实现绿色施工、低碳施工。

除了以上可视化设计、协同设计和性能化分析的优势,应用 BIM 技术创建的建筑信息模型,包含了必要的几何参数等属性信息,这些信息可以用于各类分析软件中,为方案设计阶段的比选和优化提供了数据基础和量化依据,见图 3-9。

3.3 施工图绘制阶段

进入施工图设计阶段后,需要结合前述两个阶段一起确定建筑形体,依据建筑结构施工图设计,其最终效果的体现即构建合理的 BIM 模型施工图。这种 BIM 模型是着眼于具体的应用进行分析,了解后续施工对于该模型提出的需求,并以此为目标进行分析,建立模型,实现最大限度提升其应用价值效果。Revit 是一款基于 BIM 的参数化建筑设计软件,是有效创建项目的三维虚拟 BIM 建筑模型的工具。

使用 Revit 进行施工图绘制时,在 Revit 中并没有严格意义上的先后设计流程,一切按照设计的具体情况和建筑师的设计习惯为准。图 3-8 所示为施工图绘制阶段绘制的建筑形体。

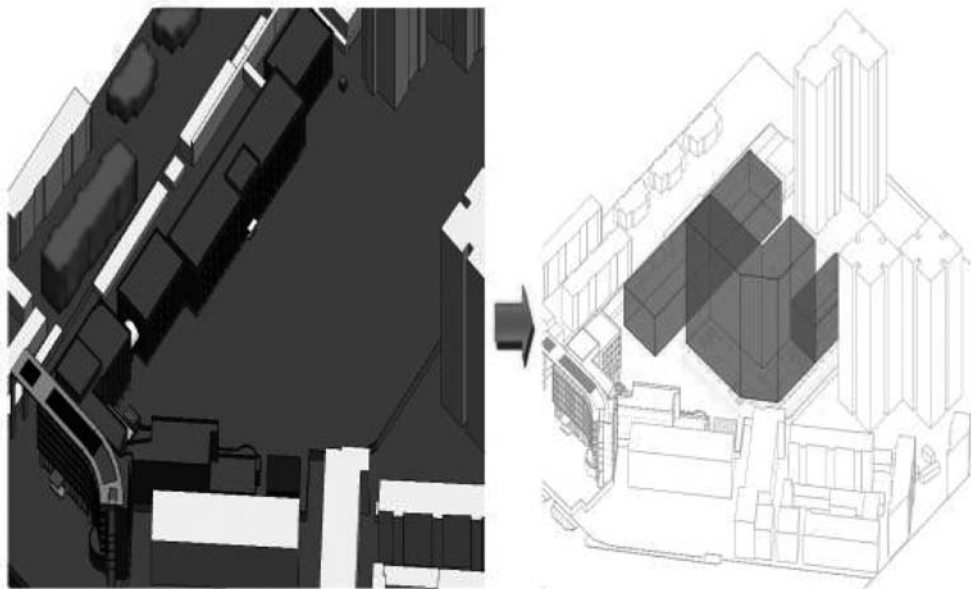


图 3-8 综合考虑确定建筑形体

3.3.1 施工进度模拟

施工进度是项目管理者 and 参与方有效开展各项工作的基础和依据。能否实现项目前期规划的进度目标对于项目的成败至关重要,项目进度的拖延会产生巨大的附加成本。如果进度控制不利,不但业主无法在可控的时间内收回投资,施工单位也存在巨大的被索赔风险。

传统的施工进度控制主要是依靠施工图纸所提供的工程量清单和根据经验形成的施工必要工作时间形成的。由于对某些部位的工程量清单在施工组织设计的过程中无法准确预估,再加上工程变更较多,使得施工作业量无法准确获得,导致施工进度难以准确预估,工程项目管理者被动地一再修改工期。另外,靠传统经验或者定额决定的施工必要劳动时间也是不可靠的因素。实际上,一个行业的施工必要劳动时间是随着社会的发展时刻变化的。靠经验取得的定额数据不能及时反映这种变化,项目管理者常常在施工明显拖延的情况之下才匆匆采取措施,临时找来施工队加入施工,虽然在一定程度上弥补了工期,但又给工程项目增加了很多规划外的附加成本。

BIM 模型的引入降低了对项目进度控制的难度。进度规划的基础除了里程碑事件的进度要求外还有总工期的要求,工程量清单则是进度规划和控制的最重要依据。这项工作传统项目管理中主要依靠手工完成,繁琐且不够准确。BIM 模型的工程量清单是计算机通过对建筑物构件的精确计算得到的建筑物所需要的人财物等,不仅方便快捷,准确无误,而且执行工程变更比较容易,再结合相关专业的国家、企业定额规范可以准确地编制出施工进度规划,还可以在各参与方充分交流的基础上建立设计阶段的 BIM 模型,通过将施工进度信息与模型对象相关联,形成具有时间维度的 4D 模型,通过 4D 模型可以实现对工程进度度的可视化管理,同时也减轻了项目管理者对施工进度掌控和物料采购部门采购计划的难度。不仅是 4D 模型,BIM 模型也可以与 RFID(radio frequency identification)技术结合。RFID 技术,又称无线射频识别技术,可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据,该技术主要应用于项目物流管理和进度管理中。BIM 模型与 RFID 技术结合后,可以提前布置施工场地,确保施工工作的有序开展。其优势体现在: BIM 的信息共享机制可以降低信息传递过程中的有效信息衰减,提高施工质量,加强施工过程中的进度管理;通过移动设备,如平板电脑、手机等结合 RFID 技术、云端技术,施工指导人员可以远程指导关键施工,帮助现场人员对构件的定位、吊装,也可以实时地查询吊装构件的各类参数属性、施工完成质量指示等信息,之后将竣工数据上传至项目数据库,便可以实现施工进度的记录和追溯查询。

3.3.2 施工组织模拟

在职能组织结构中,管理层以职能划分来设计职位和部门,每个职能部门根据自己的管理职能向下属发布指令。每个具体的工作单位在工作中可能会涉及多种职能,所以具体的工作单位可能会接到不同部门发布的管理指令。如果多部门下达的指令不统一,很容易造成管理运行的混乱。应用 BIM 技术在施工组织中统一协调工序安排、资源组织、平面布置和进度计划等工作事宜。例如,在施工组织模拟 BIM 应用中,可基于施工图、施工组织设计文档等创建施工组织模型,并将工序安排、资源组织和平面布置等信息与模型关联,输出施