

第 1 章 概述

【学习目标】

本章主要介绍项目的概念、历史和发展趋势；BIM 的概念、BIM 在项目各阶段的应用价值；BIM 项目管理平台的应用。

本章包括以下学习目标：

1. 理解建设工程项目的概念、基本内容。
2. 了解建设工程项目的历史与发展趋势。
3. 掌握 BIM 技术在项目管理中的价值。
4. 坚定中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。

1.1 项目的概念、历史与发展趋势

1.1.1 项目的概念

建设工程项目管理是指运用系统的理论和方法，对建设工程项目进行的计划、组织、发挥、协调和控制等专业化活动，简称项目管理。项目管理是以项目为对象的系统管理方法，通过一个临时性的、专门的柔性组织，来对项目进行高效率的计划、组织、指挥和控制，以实现项目全过程的动态管理和项目目标的综合协调与优化。

1.1.2 项目的历史与发展趋势

近代项目管理起源于 20 世纪 50 年代，其早期主要应用于国防和军事项目，而后逐渐应用于建筑及其他领域。20 世纪 80 年代进入现代项目管理阶段，项目管理逐渐发展成为一门管理学科，其理论与实践都得到很大进步。项目管理的应用首先出现在业主方的工程管理中，而后逐步在承包商、设计方和供货方中得到推广。到 20 世纪 70 年代中期，项目管理咨询公司出现，其主要服务对象是业主，但也服务于承包商、设计方和供货方。在许多国家，项目管理的专业人士——建造师担任，建造师可以在业主方、承包商、设计方和供货方从事项目管理工作，也可以在教育、科研和政府等部门从事与项目管理有关的工作，且其业务范围并不局限于项目实施阶段的工程项目管理工作，还包括项目决策的管理工作和项目使用阶段的物业管理（设施管理）工作。

我国的项目管理理论研究起步较晚，但发展迅速，对我国经济发展做出了很大的贡献，发挥了重要的作用。20 世纪 60 年代，在华罗庚教授等的积极倡导下，网络计划

技术开始在我国推广应用,这可以认为是我国项目管理的启蒙。1980年,邓小平同志亲自主持我国与世界银行合作的教育项目——国家重点实验室建设,当时世界银行和一些国际金融机构要求接受贷款的业主方应用项目的思想、组织、方法和手段来组织实施建筑工程项目,这样项目管理才真正开始被引入国内,并应用于国内的建设项目。1983年,原国家计划委员会提出推行项目前期的项目经理负责制。1988年,我国开始推行建设工程监理制度。1995年,原建设部颁布了《建筑施工企业项目经理资质管理办法》(建建〔1995〕1号),推行项目经理负责制。2002年,为了加强建设工程项目总承包与施工管理,保证工程质量和施工安全,根据《中华人民共和国建筑法》和《建设工程质量管理条例》的有关规定,原人事部、原建设部颁布了《关于印发〈建造师执业资格制度暂行规定〉的通知》(人发〔2002〕111号),决定对建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。2003年,为了深化我国工程建设项目组织实施方式改革,培育发展专业化的工程总承包和工程项目管理企业,原建设部颁布了《关于培育发展工程总承包和工程项目管理企业的指导意见》(建市〔2003〕30号),加强对工程总承包和工程项目管理活动的指导,促进我国工程总承包和工程项目管理的健康发展。2004年,为了适应投资建设项目管理的需要,原人事部与国家发展和改革委员会颁布了《关于印发〈投资建设项目管理师职业水平认证制度暂行规定〉和〈投资建设项目管理师职业水平考试实施办法〉的通知》(国人部发〔2004〕110号),对投资建设项目高层专业管理人员实行职业水平认证制度。2017年,住房和城乡建设部发布了最新国家标准《建设工程项目管理规范》(GB/T 50326—2017),为设计施工总承包项目建立了规范和标准,大大地提高了我国建设工程项目的管理水平。

随着科技信息网络技术的广泛应用,数字化企业经济体系在全球范围内迅速崛起,所引起的新业态产品、新产值服务、新型商业模式大量涌现,云平台、大数据、物联网、移动技术以及人工智能等新兴信息技术产业也层出不穷,建筑业一直作为我国国民经济发展的重要产业,建筑项目的规模越来越大,相关的业态也越来越多,所涉及的范围越来越广,因此对技术和工艺应用的要求也越来越高,这就需要多家参建单位协同完成。同时,老旧建设管理模式的各个板块相互独立,发包模式中,虽然各单位明确了各自的工作职责,但也导致产生信息“孤岛”现象,从而影响项目管理的控制。

2011年5月,住房和城乡建设部发布《2011—2015建筑业信息化发展纲要》(建质〔2011〕67号),拉开了BIM技术在我国施工企业全面推进的序幕。2016年8月,住房和城乡建设部又发布了《2016—2020年建筑业信息化发展纲要》(建质函〔2016〕183号),旨在增强建筑业信息化发展能力,优化建筑业信息化发展环境,加快推动信息技术与建筑业发展深度融合,指出关于信息化的具体落实计划。

2017年,国务院办公厅颁布《关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发〔2017〕19号),正式提出培育全过程工程咨询计划,力争加快建筑信息技术在规划、施工、运维全过程的集成应用,实现工程项目全生命周期的数据交换和信息管理;随后,全国各地相继响应,出台一系列政策文件,大力推行全过程工程咨询试点工作和企业。

2019年3月15日,国家发展和改革委员会、住房和城乡建设部联合印发《关于推进全过程工程咨询服务发展的指导意见》(发改投资规〔2019〕515号),提出将全过程

工程咨询加速推行到底，咨询企业必须改变传统服务模式的思维方式，通过BIM、大数据、物联网等现代信息技术和资源，努力提高信息化管理和应用水平，积极推行全过程工程咨询服务模式，满足业主全方位、多层次、一体化的咨询服务，提高统筹服务水平，更好地实现投资建设意图。

2020年12月23日，为规范房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包活动，提升工程建设质量和效益，住房和城乡建设部、国家发展和改革委员会制定了《房屋建筑和市政基础设施项目工程总承包管理办法》（建市规〔2019〕12号），工程总承包单位按照与建设单位签订的合同，对工程设计、采购、施工或者设计、施工等阶段实行总承包，并对工程的质量、安全、工期和造价等全面负责。工程总承包单位应当设立项目管理机构，设置项目经理，配备相应管理人员，加强设计、采购与施工的协调，完善和优化设计，改进施工方案，实现对工程总承包项目的有效管理控制。

在国家系列政策的引导和建筑业信息化发展的必然趋势下，建筑行业目前正全面提高信息化水平，重点推进建筑企业管理与核心业务信息化建设和专项信息技术的应用。在推进的过程中，建立信息化项目管理平台，可以实现数据的协作和流转，可以有效打破传统的碎片化作业的管理模式，实现建设过程一体化。

1.1.3 我国现代项目管理的典型工程

1. 港珠澳大桥

港珠澳大桥是粤、港、澳三地首次共建的超大型跨海交通工程，是一座连接我国香港、珠海和澳门的桥隧工程，是世界上里程最长、沉管隧道最长、寿命最长、钢结构最大、施工难度最大、技术含量最高、科学专利和投资金额最多的跨海大桥，如图1.1所示。港珠澳大桥于2009年12月15日开工建设，2017年7月7日实现主体工程全线贯通，2018年2月6日完成主体工程验收，同年10月24日上午9时开通运营。港珠澳大桥的建设创下多项世界之最，体现了我国逢山开路、遇水架桥的奋斗精神，国家的综合国力和自主创新能力，以及勇创世界一流的民族志气，进一步坚定了我们对中国特色的社会主义的道路自信、理论自信、制度自信、文化自信。



图 1.1 港珠澳大桥

港珠澳大桥全长 55km，考虑香港机场航空限高和未来 30 万吨级航道预留，主通航孔采用 6.7km 沉管隧道方案，设置两个人工岛实现桥隧转换，岛隧工程是大桥的控制性工程。跨海沉管隧道工程具有高不确定性和高风险的特点，在港珠澳大桥建成之前，世界上只有美国、荷兰、日本拥有建造能力。岛隧工程项目管理面临三个方面的特殊挑战。

1) 特殊的自然环境

工程位于珠江口伶仃洋海域，毗邻香港水域，穿越主航道，地处生态极为敏感的中华白海豚自然保护区核心区；气象水文环境复杂，年均台风达 2~3 次，强对流等极端恶劣天气频发，泥沙回淤影响严重，难以预见的自然环境条件严重制约项目管理决策。

2) 特殊的作业条件

工程作业区域分散在近千平方千米的海域，6.7km 沉管隧道深水基础施工精度管理要求极高，33 节沉管水下安装对接全过程不可视，大规模海上水下特殊作业条件使得项目管理过程极易出现“盲区”和“盲点”。

3) 特有的管理要求

工程是珠江口的重要地标，要在 7 年内完成工程详勘、施工图设计、装备研发、科研和施工，要在三地共管环境下国内首次实现 120 年建设标准；工程兼具超长周期、跨海孤岛、高度分散的特点，数百艘船舶及装备协同联动、高效配合，数百道工序环环相扣，都要求做到万无一失。

岛隧工程采用设计施工总承包模式，将设计与施工融于一体，通过设计、施工、科研、装备制造联动，实现全员步调一致，催生大量技术创新。此外，在总承包环境下，总承包人与业主、外协单位和其他关心工程进展的社会各界的联动也尤为重要。全过程联动首先是统一认识，以实现工程目标为共同追求。在目标一致的前提下，项目总经理部积极做好界面协调和利益协调工作，明晰各方责权界限，平衡好各方利益，保障各主体紧密联系、团结协作。针对外海复杂环境、跨海域高度分散、海上水下大规模作业的工程条件，运用现代信息技术手段，建立了由智能化环境管理技术、智能化过程管理技术、智能化现场管理技术组成的岛隧工程智能化管理技术体系，实现可预测、管理路径可确定、精准精细高效率的高精度工程项目管理。在我国国力日益强盛的新时代，大型复杂工程日渐成为工程建设领域发展的新趋势，通过与智能化技术深度融合，更好地实现可持续、高品质、绿色生态的工程建设，这对践行工程新发展理念、推进工程建设高质量发展意义重大。

2. 北京大兴国际机场

北京大兴国际机场是国家重点工程，如图 1.2 所示，其定位为大型国际航空枢纽，创造了 40 余项国际和国内“第一”，获得 103 项技术专利、65 项新工法。2014 年 12 月 26 日，北京新机场项目开工建设；2018 年 9 月 14 日，北京新机场项目定名“北京大兴国际机场”；2019 年 9 月 25 日，北京大兴国际机场正式通航；2019 年 10 月 27 日，北京大兴国际机场航空口岸正式对外开放。北京大兴国际机场包括 143 万 m^2 的航站楼综合体，以及相应的货运、空中交通管制、航空燃油、市政配套、综合交通枢纽等设施，近期可满足 7200 万旅客的航空出行。



图 1.2 北京大兴国际机场

该项目的总体目标定位如下：建设“精品、样板、平安、廉洁”四个工程，建成“平安、绿色、智慧、人文”四型机场（简称“4+4”目标），提出了“以人为本、程序为要”的项目管理理念，实行“建设运营一体化”管理模式，形成了管理机制、流程和标准，保障了项目的成功。航站楼核心区工程作为新机场工程最大标段，由北京城建集团有限责任公司（以下简称“北京城建集团”）承接建设，工程建筑面积约 60 万 m^2 ，地下 2 层，地上局部 5 层，主体结构为现浇钢筋混凝土框架结构，局部为型钢混凝土结构，屋面及其支撑系统为钢结构，屋面为金属屋面，外立面为玻璃幕墙。在建设过程中，北京城建集团新机场航站楼工程总承包部始终坚持技术引领、智慧建造、管理创新，确保新机场建设严格按照“4+4”总体目标稳步推进，全方位推进应用各类信息化管理措施提高项目管理水平。

在航站楼工程施工过程中，建立了基于 BIM 模型的 BIM5D 管理平台，为项目的进度、成本、物料控制及时提供准确信息，帮助项目管理人员基于数据进行有效决策。将模型直接导入 BIM5D 平台，软件会根据所选的条件自动生成土建专业和机电专业的物资计划需求表，提交物资采购部门进行采购。将模型构件与进度计划相关联，实现了对施工进度的精细化管理，对工程实际进度与计划进度进行模拟比对，并进行资金、资源曲线分析。通过全方位的 BIM 技术综合应用和施工信息化管理的研发应用，极大地加强了项目管理创新能力，参与解决质量安全控制、复杂进度控制等 8 大类、30 余项重大关键难点。在世界范围内，大兴国际机场首次在史无前例的体量和复杂的工程中，全方位进行了 BIM 技术深度综合应用，创建了超大型工程信息化管理绿色节能智慧建造模式，为今后类似工程提供了优良范例。

3. 国家速滑馆“冰丝带”

2022 年冬奥会标志性建筑——国家速滑馆，是冬奥会北京城区唯一新建的竞赛场馆，于 2020 年 12 月 25 日完工，位于奥林匹克公园西侧，主场馆建筑面积约 8 万 m^2 ，高度 33m，约能容纳 12 000 名观众。其外形由 22 条晶莹美丽的“丝带”状曲面玻璃

幕墙环绕，因此，它又被称为“冰丝带”，如图 1.3 所示。国家速滑馆“冰丝带”与雄浑的钢结构“鸟巢”、灵动的膜结构“水立方”相得益彰，共同组成北京这座世界首个“双奥之城”的标志性建筑群，它不仅拥有国内跨度最大的索网结构和亚洲最大的室内冰面，还将成为具有新时代特色的智慧场馆。无论是建造技术，还是建设速度，国家速滑馆均体现了我国当前建筑行业的最高水平。

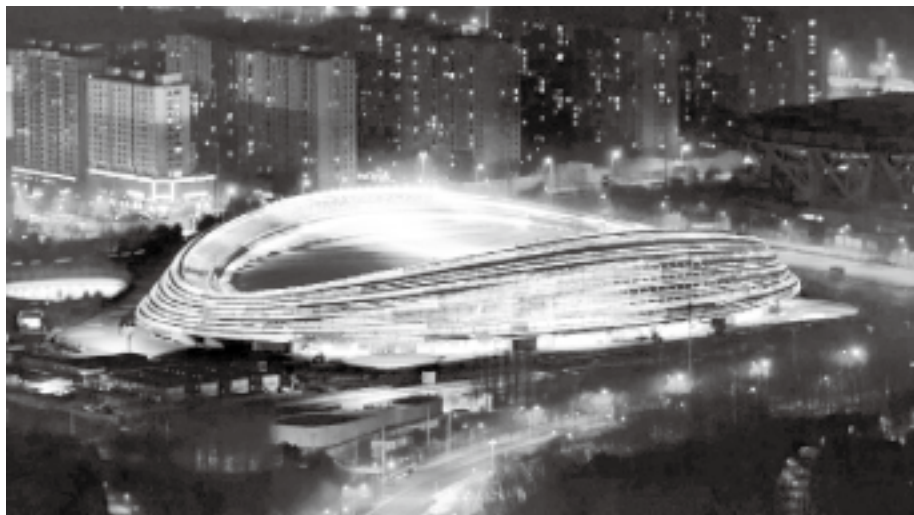


图 1.3 国家速滑馆“冰丝带”

“冰丝带”的场馆和基础设施的建设周期长、任务重、要求高，其设计新颖，建造特点鲜明，工程亮点、难点突出，项目集各方之智，汇各界之力，秉承工匠精神建造理念，将智慧化场馆、集约化建设、共享化利用作为场馆建设的内涵，打造属于 2022 北京冬奥的“中国方案”，践行了“冬奥质量”。

国家速滑馆项目利用智慧化管理手段，克服了嵌套坑多、预埋件多、混凝土标号多、钢筋翻样难、劲性钢结构施工难等挑战，确保了工程建设的顺利推进。在智慧建造方面，国家速滑馆主要采取了以下管理措施。

(1) 工程设计与仿真，实现了“(方案、初步、施工图、深化)设计+施工+运维”相结合，利用 BIM 模型对基坑排布、坐标点位等逐一深化设计，对工人进行三维可视化交底；各方参与 BIM 应用，包括建设方、设计、监理、施工、分包、运维方；业主牵头，设置管理人员管理；全链条的管理流程，建立 BIM 数据交互管理流程；4D 模拟建造漫游。

(2) 工厂预制加工，实现高效高精度安装，预制加工关键是控制测量精度、安装工序、纠偏容错。

(3) 精密测控：无人机倾斜 720° 摄影和逆向建模、点云模型+BIM 模型整合实测实量复核，通过三维扫描技术，利用点云模型反复核查图纸的匹配度。

(4) 实现动态监测：桁架、管线应力、位移全过程健康监测；智能监控，温度、噪声、风速、湿度时时监控；冰板温度分区监控。

(5) 信息化管理，基于 BIM 的信息管控、追索；基于 VR 的三维教育、培训；基

于云平台、大数据的信息存储技术；AI+ 的信息化服务系统。

“互联网+”智慧工地已成为建筑行业发展的主流趋势，它就是运用信息化手段将更多人工智慧、传感技术、虚拟现实等高科技技术植入建筑、机械、人员穿戴设施、场地进出关口等各类物体中，是解决施工规模、施工工期与施工安全、施工质量之间矛盾的有效途径之一。施工中的要素被普遍互联，形成物联网，与互联网整合在一起，实现工程管理的信息化、精细化、智能化，最终达到提升工程项目管理品质的目的。

1.2 BIM 的概念

1.2.1 BIM 的定义

建筑业信息化是建筑业发展战略的重要组成部分，也是建筑业转变发展方式、提质增效、节能减排的必然要求，对建筑业绿色发展、提高人民生活品质具有重要意义。“十三五”以来，国家层面出台一系列政策推动建筑业信息化转型，其中建筑信息模型（BIM）技术成为“十三五”建筑业重点推广的五大信息技术之首。

建筑信息模型（BIM）的英文全称为 Building Information Modeling，《建筑信息模型应用统一标准》（GB/T 51212—2016）对其的定义为：在建设工程及建设全生命周期内对其功能及物理特性进行数字化表达，并以此设计、施工、运营的过程及结果的总称。

建筑信息模型是以数字成像技术为基础的三维实体建模系统。该系统包含大量、丰富的建筑信息，是对建筑实体及构件信息的详尽表达，是数字技术在建筑领域的最高成果。它所富含的大量实体建筑信息能够给设计人员、施工人员、工程项目管理人员、业主、物业管理单位提供各类所需信息，所涵盖的领域涉及建筑设计、结构设计、施工项目管理、设备运营与维护等方面，并且是一个仍然在不断拓展的开放式系统。

1.2.2 BIM 的特性

1. 可视化

BIM 可视化即“所见即所得”的形式，对于建筑行业来说，可视化的真正运用的作用是非常大的。常规的施工图纸只是采用线条将各个构件的信息在图纸上绘制表达，其真正的构造形式则需要建筑业参与人员自行想象。对于一般的简单建筑来说，这种想象未尝不可，但是建筑形式各异，随着建筑项目的规模越来越大，建筑造型越来越复杂，完全依靠人脑想象就变得越来越困难。

如图 1.4 所示，BIM 技术提供了可视化的思路，可以将以往的线条式的构件形成一种三维的立体实物图形展示在人们面前。虽然以往建筑行业也有设计方提供效果图，但是这种效果图是识读线条式信息设计制作出来的，并不是通过构件的信息自动生成的，因此缺少了与构件之间的互动性和反馈性。在 BIM 建筑信息模型中，可视化的效果不仅可以用作效果图的展示及报表的生成，更重要的是为项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策提供依据，模拟三维事物可使项目在设计、建造、运营等整个建设过程可视化，方便进行更好的沟通、讨论与决策，下面以深化设计可视化和施工可视化简

单举例说明。



图 1.4 BIM 模型

1) 深化设计可视化

深化设计可视化是在同一个 BIM 模型中集成各专业模型，从而将机电管线与建筑物的碰撞点以三维形式直观地展现出来，对建筑设备空间是否合理进行提前检验。

2) 施工可视化

施工可视化包含以下两点：①施工组织可视化，就是利用模型进行虚拟施工模拟，使各专业施工工序与组织协调可视化；②技术交底可视化，就是如装配式结构、复杂的钢筋节点、幕墙节点等特殊部位的施工工艺、技术要求等，可以通过 BIM 三维模型、模拟视频等进行技术交底，如图 1.5 所示。

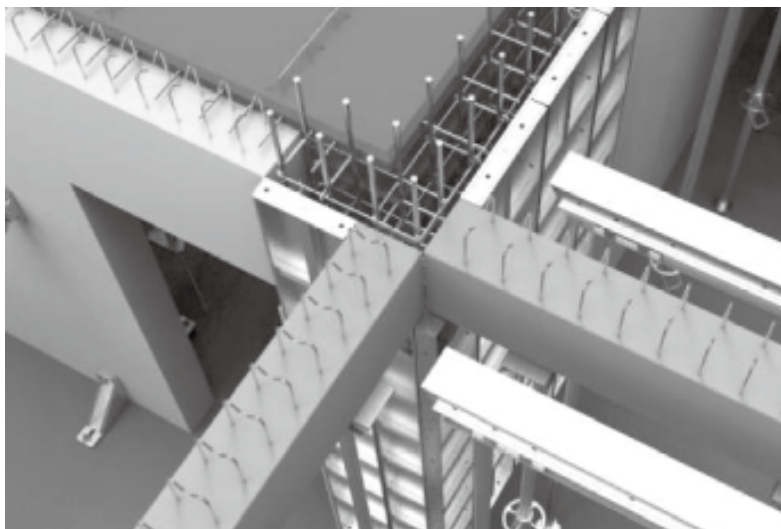


图 1.5 装配式结构节点

2. 协调性

协调管理是建筑业中的重点内容，不管是施工单位，还是业主及设计单位，都在做协调及相互配合的工作。一旦项目在实施过程中遇到问题，就要组织各方召开协调会，找

出各施工问题发生的原因，寻求解决办法，然后通过变更单或其他补救措施等解决问题。

(1) 设计协调：由于施工图纸由各专业的设计师分别绘制，在施工过程中经常发生碰撞问题，例如，在排布暖通、给排水等专业的管道时发现有结构梁等构件妨碍，这是因为各专业的设计师在设计过程中沟通不充分。协调解决类似的碰撞问题，往往只能在施工过程中进行解决。基于 BIM 技术，建筑、结构、设备的专业设计人员可以分别创建 BIM 模型，然后集成各专业的 BIM 模型后进行碰撞检查，快速生成协调数据，如碰撞报告、净高分析、孔洞预留等，找出图纸中的错、漏、碰、缺问题。各专业设计人员应有针对性地调整并优化 BIM 模型，及时消除因各专业间沟通不畅引起的图纸冲突。

(2) 整体进度规划协调：在制订工程进度计划时，可通过规划好不同工作间的逻辑关系，协调施工组织流水，优化整体施工进度计划。

(3) 成本预算、工程量估算协调。

(4) 运维协调：包括空间协调管理、设施协调管理、隐蔽工程协调管理、应急管理协调、节能减排管理协调等。

3. 模拟性

BIM 模型中包含大量的建筑信息（几何信息、材料性能、构件属性等），通过对 BIM 模型的数据分析或附加额外信息进行分析模拟，可为工程设计、建造与运维提供更可靠的决策数据支撑。如根据施工组织安排和进度计划安排，在已经搭建好的 BIM 模型上增加时间维度，分专业制作可视化进度计划，即施工模拟。

如图 1.6 所示，施工模拟可以使建筑的建造顺序清晰，工程量明确，从而使各专业施工之间的施工协调变得清晰明了，能够使设备材料进场、劳动力分配、机械排班等各项工作的安排变得更加有效、经济，为项目各参建方提供非常直观的可视化进度控制管理依据。



图 1.6 施工模拟

1) 设计阶段

在设计阶段，可借助 BIM 模型完成某些系列的模拟，如节能模拟、紧急疏散模拟、

日照模拟、热能传导模拟等。

2) 施工阶段

4D (3D 模型 +1D 时间维度) 模拟, 将三维模型与进度计划相关联进行模拟, 可实现基于 BIM 的进度管控, 如深基坑施工工况模拟、复杂节点钢筋绑扎模拟等。

5D (3D 模型 +1D 时间维度 +1D 资金维度) 模拟, 将三维模型与进度计划、资金相关联进行模拟, 可实现基于 BIM 的资金管控, 如施工前的成本预测、成本风险评估等。

3) 运维阶段

在运输阶段, 可用 BIM 模型模拟日常紧急情况的处理, 例如地震人员逃生模拟及消防人员疏散模拟等。

4. 优化性

整个工程设计、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, 但在 BIM 的基础上可以做更好的优化, 更好地做优化。优化受三个因素制约: 信息、复杂程度和时间。没有准确的信息, 做不出合理的优化结果, 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。项目越复杂, 参与人员本身的能力越无法掌握所有的信息, BIM 及其配套的各种优化工具为复杂项目的优化提供了技术支持。目前常用 BIM 优化主要包括以下几点。

(1) 项目方案优化: 把项目设计方案和投资回报分析结合起来, 实时计算出设计方案变化对投资回报的影响, 为业主选择设计方案提供决策依据, 提高效率。

(2) 特殊项目的设计优化: 例如, 我们经常在裙楼、幕墙、屋顶、大空间等处看到异型设计, 这些构件看起来占整个建筑物的比例不大, 但是往往占投资和工作量的比例很大, 而且通常是施工难度比较大和施工问题比较多的地方, 通过 BIM 技术对这些构件的设计施工方案进行优化, 可以显著改进工期和造价。

5. 可出图性

使用 BIM 绘制的图纸, 不同于常规的设计图纸, 而是对建筑物进行可视化展示、协调、模拟和优化以后, 制作出的综合管线图、综合结构预留洞图以及重难点施工部位二维与三维详图等。

1.3 BIM 在项目管理中的价值

1.3.1 BIM 技术在设计阶段的应用价值

国外的文献通常把设计阶段细分为基础设计和细部设计, 但是国内很少对二者进行明确细分。BIM 在建筑设计中的应用非常广泛, 无论是设计方案论证, 还是在协同设计、建筑性能分析, 以及在绿色建筑评估、规范验证、工程量统计等很多方面都有广泛的应用。

(1) 设计方案论证: BIM 三维模型展示的设计效果便于评审人员、业主对方案进行评估, 甚至可以就当前设计方案讨论施工可行性以及如何削减成本、缩短工期等问题, 提供切实可行的修改方案。由于是用可视化方式进行, 可获得来自最终用户和业主的积极反馈, 使决策的时间大大减少, 促成共识。