



BIM思维与技术
BIM Thinking and Technology

BIM 改变了什么

BIM + 建筑施工

程国强 主编



BIM改变未来，技术引导革命

传统建筑业正面临一场前所未有的大变局
今天你不努力再学习，明天只能努力找工作



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

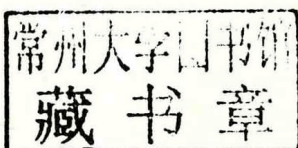
BIM 思维与技术丛书

BIM 改变了什么—— BIM + 建筑施工

主 编 程国强

副主编 宋传江

参 编 杨晓方 孙兴雷 徐树峰 马立棉
邓 海 梁 燕 张 英 孙 丹
刘彦林 贺太全 张计锋 毛新林
万雷亮



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以 BIM 技术在施工中的应用为主旨,结合工程实践和应用案例,系统地阐释了 BIM 技术及数字建造基本特点、使用价值及发展趋势, BIM 建模体系及应用准备, BIM 模型导入、检查及优化, BIM 深化设计及数字化加工, BIM 施工技术应用及 BIM 施工应用案例等内容。

本书以实际应用为主,理论说明为辅。适用于建设工程施工技术人员及工程项目管理人员,同时也可供 BIM 相关施工技术培训学校及建筑工程专业高职院校的师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 改变了什么: BIM + 建筑施工/程国强主编. —北京:机械工业出版社, 2018. 5

ISBN 978-7-111-59702-5

I. ①B… II. ①程… III. ①建筑施工—应用软件 IV. ①TU7-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 077821 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:薛俊高 责任编辑:薛俊高

责任校对:刘时光 责任印制:孙 炜

北京玥实印刷有限公司印刷

2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.75 印张 · 429 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-59702-5

定价: 55.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前言

建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）是在计算机辅助设计（CAD）等技术基础上发展起来的多维模型信息集成技术，是对建筑工程物理特征和功能特性信息的数字化承载和可视化表达。

BIM 能够应用于工程项目规划、勘察、设计、施工和运营维护等各阶段，实现建筑全生命周期各参与方在同一多维建筑信息模型基础上的数据共享，为产业链贯通、工业化建造和繁荣建筑创作提供技术保障；支持对工程环境、能耗、经济、质量、安全等方面的分析、检查和模拟，为项目全过程的方案优化和科学决策提供依据；支持各专业协同工作、项目的虚拟建造和精细化管理，为建筑业的提质增效、节能环保创造条件。

BIM 技术经过十余年的发展，已成为助推建筑业实现创新式发展的重要手段，其应用与推广对建筑业的科技进步与转型升级将产生不可估量的影响。如今各级政府、各行业协会、设计单位、施工企业、科研院校等都在积极开展 BIM 的相关推广与实践。2015 年 6 月，我国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》中明确要求：到 2020 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。这更加提升了相关单位研究、应用和推广 BIM 的积极性。

目前，我国的建筑业面临着转型升级，BIM 技术将会在这场变革中起到关键作用，也必将成为建筑领域实现技术创新、转型升级的突破口。围绕住房和城乡建设部发布的《关于推进建筑信息模型应用的指导意见》，在建设工程项目规划设计、施工项目管理、绿色建筑等方面，更是把推动建筑信息化建设作为行业发展总目标之一。国内各省市行业主管部门已相继出台关于推进 BIM 技术推广应用的指导意见，标志着我国工程项目建设、绿色节能环保、集成住宅、3D 打印房屋、建筑工业化生产等将要全面进入信息化时代。

尽管 BIM 技术进入我国已经有很长时间，但所创造的经济效益和社会效益只是“星星之火”。虽然不少具有前瞻性与战略眼光的企业领导者，开始思考如何应用 BIM 技术来提升项目的施工水平与企业核心竞争力，却面临诸如专业技术人才、数据共享、协同管理、战略分析决策等难以解决的问题。

因此，在“政府有要求，市场有需求”的背景下，如何顺应 BIM 技术在我国运用的发展趋势，是建筑人应该积极参与和认真思考的问题。推进建筑信息模型（BIM）等信息技术在工程设计、施工和运行维护全过程的应用，提高综合效益，是当前建筑人的首要工作任务之一；BIM 等信息技术是促进绿色建筑发展、提高建筑产业信息化水平、推进智慧城市建设和实现建筑业转型升级的基础性技术。

普及和掌握 BIM 技术（建筑信息模型技术）在建筑工程技术领域应用的专业技术与技

能，实现建筑技术利用信息技术转型升级，同样是现代建筑人职业生涯可持续发展的重要节点。

本书以 BIM 技术在施工中的应用为主要阐述内容，通过对 BIM 施工体系、BIM 施工方案模拟及 BIM 施工中诸多分项工程的应用讲解及案例分享来为已经在使用 BIM 技术、将要运用 BIM 技术施工的单位相关人员提供参考。

BIM 是在发展中的技术平台，鉴于时间及水平所限，书中内容难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正，感谢！

编 者

目 录

前言

第一章 BIM 技术及数字建造简介	1
第一节 BIM 技术简介	1
一、BIM 技术概念	1
二、BIM 技术的特点	2
三、BIM 技术的优势	9
四、BIM 技术给工程施工带来的变化	9
五、BIM 技术现实应用总结	10
六、BIM 技术的未来发展趋势	17
第二节 BIM 常用术语	18
第三节 BIM 数字建造简介	20
一、信息的特性	20
二、BIM 与工程建造过程	24
三、BIM 与工程管理业务系统的集成	27
四、BIM 与工程实施多主体协同	30
五、BIM 在施工中的作用与价值	31
六、BIM 在运营维护阶段的作用与价值	32
七、数字建造发展趋势	33
第二章 BIM 建模体系及应用准备	35
第一节 BIM 建模体系	35
一、BIM 应用软件分类框架	35
二、BIM 建模软件的选择原则	36
三、常见的 BIM 工具软件	37
四、工程建造过程中 BIM 技术软件的应用	39
第二节 BIM 技术应用准备	51
一、BIM 技术实施目标确定	51
二、实施总体安排	54
三、BIM 模型构建要求	60
四、模型深度划分	63
五、BIM 模型交付形式	68

六、模型更新	69
第三节 BIM 施工数据准备	69
第三章 BIM 模型导入、检查及优化	71
第一节 BIM 模型导入检查流程及要求	71
一、模型导入与检查工作流程	71
二、BIM 模型对象属性信息要求	71
三、构件的扣减交会原则	73
第二节 BIM 模型导入	75
一、模型轻量化处理	75
二、模型导出细致程度和图形质量要求	76
三、CPI 导出	77
第三节 BIM 模型检查与优化	79
一、BIM 项目新建	79
二、BIM 数据检查	79
三、与算量相关的模型检查	84
四、模型的检查和冲突报告的生成	86
第四章 BIM 深化设计及数字化加工	87
第一节 BIM 在管线综合中的深化设计	87
一、利用 BIM 技术进行管线碰撞, 分析设计图存在的问题	88
二、管线综合平衡深化设计	88
三、综合支吊架设计	89
四、管线综合平衡效果图	89
第二节 BIM 在土建结构中的深化设计及数字化加工	90
第三节 BIM 在预制混凝土构件中的深化设计及数字化加工	90
一、BIM 预制构件的深化设计	91
二、预制构件信息模型建立	92
三、预制构件模具的数字化设计	93
四、BIM 预制构件的数字化加工	94
五、BIM 预制构件的模拟运输	95
第四节 BIM 在混凝土结构工程中的深化设计及数字化加工	95
一、BIM 钢筋混凝土深化设计组织结构	95
二、BIM 模板深化设计及数字化加工	97
第五节 BIM 在钢结构工程中的深化设计及数字化加工	101
一、BIM 钢结构工程深化设计	101
二、BIM 钢结构工程数字化加工	105
第六节 BIM 在机电设备工程中的深化设计及数字化加工	107
一、BIM 机电设备安装深化设计	107
二、BIM 机电设备安装工程数字化加工	114

三、BIM 机电设备深化设计案例	120
第五章 BIM 施工技术应用	135
第一节 BIM 施工模拟	135
一、BIM 施工方案模拟	135
二、钢构件虚拟拼装	149
三、混凝土构件虚拟拼装	152
第二节 BIM 工程招标投标管理应用	153
一、BIM 在招标控制中的应用	153
二、BIM 在投标过程中的应用	153
三、机电设备工程虚拟拼装	154
四、幕墙工程虚拟拼装	156
第三节 BIM 技术的施工场地布置及规划应用	159
一、施工场地布置的重要性	159
二、基于 BIM 的施工场地布置应用研究	159
三、BIM 技术在施工场地布置中的应用案例分析	170
第四节 BIM 施工材料成本控制及应用	173
一、BIM 施工材料控制应用	174
二、BIM 施工成本控制应用	180
第五节 BIM 施工进度控制应用	183
一、BIM 施工进度控制的优势	183
二、BIM 施工进度控制流程	184
三、BIM 施工进度控制功能	184
四、BIM 施工进度控制计划要求	185
五、BIM 施工进度计划	189
六、BIM 施工进度跟踪分析	201
第六节 BIM 施工造价控制	205
一、BIM 施工造价控制的流程	205
二、BIM 施工造价控制主要内容	205
三、BIM 施工预算	207
四、BIM 施工计价	211
五、BIM 5D 模拟与方案优化	214
六、BIM 造价优化	214
七、BIM 造价过程控制	215
八、BIM 变更管理	216
九、BIM 计量支付	218
十、BIM 结算管理	219
第六章 BIM 施工应用案例	220
参考文献	275

第一章 BIM 技术及数字建造简介

第一节 BIM 技术简介

一、BIM 技术概念

BIM 的概念起始于 autodesk 的 3D、面向对象 (object-oriented)、AEC-Specific CAD, 其次是 1975 年, “BIM 之父”——乔治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授创建了建筑物产品模型 (building product model), 而产品模型就是数据模型和信息模型, BIM 技术的研究经历了三大阶段: 萌芽阶段、产生阶段和发展阶段。BIM 理念的启蒙, 受到了 1973 年全球石油危机的影响, 美国全行业需要考虑提高行业效益的问题, 1975 年 “BIM 之父” Eastman 教授在其研究的课题 “Building Description System” 中提出 “a computer-based description of a building”, 以便于实现建筑工程的可视化和量化分析, 提高工程建设效率。但在当时流传速度较慢, 直到 2002 年, 由 Autodesk 公司正式发布《BIM 白皮书》后, 由 “BIM 教父”——Jerry Laiserin 对 BIM 的内涵和外延进行界定并把 BIM 一次推广流传。然而国外推广流传之后, 我国也加入 BIM 研究的国际阵容当中, 但结合 BIM 技术进行项目管理的研究刚刚起步, 而结合 BIM 项目运营管理的研究就更为稀少。

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 概念就是期望将建筑工程中图形与非图形信息整合于数据模型中, 而这些信息不只是可以应用于设计施工阶段, 也可以应用于建筑物的整个生命周期 (Building Life Cycle)。应用 BIM 技术, 在施工前能多方审视并确认需求, 减少后续的错误。BIM 作业主要利用计算机系统的强大运算能力, 不仅是模拟绘图的一种服务, 更是能进行模型构造组件定义与检讨, 并呈现真实数量计算的设计模型。

BIM 技术从而从根本上改变从业人员依靠符号文字形式图样进行项目建设和运营管理的工作方式, 实现在建设项目全生命周期内提高工作效率和质量以及减少错误和风险的目标。

BIM 的含义有:

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, 是对工程项目设施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, 提供可自动计算、查询、组合拆分的实时工程数据, 可被建设项目各参与方普遍使用。

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。

二、BIM 技术的特点

1. 可视化

在 BIM（建筑信息模型）中，由于整个过程都是可视化的，所以，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，项目设计、建造、运营过程中的沟通、讨论、决策都在可视化的状态下进行。模拟三维的立体事物可使项目在设计、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 工具具有多种可视化的模式，一般包括隐藏线、带边框着色和真实的模型三种模式。

BIM 还具有漫游功能，通过创建相机路径，并创建动画或一系列图像，可向客户进行模型展示，如图 1-1 所示。

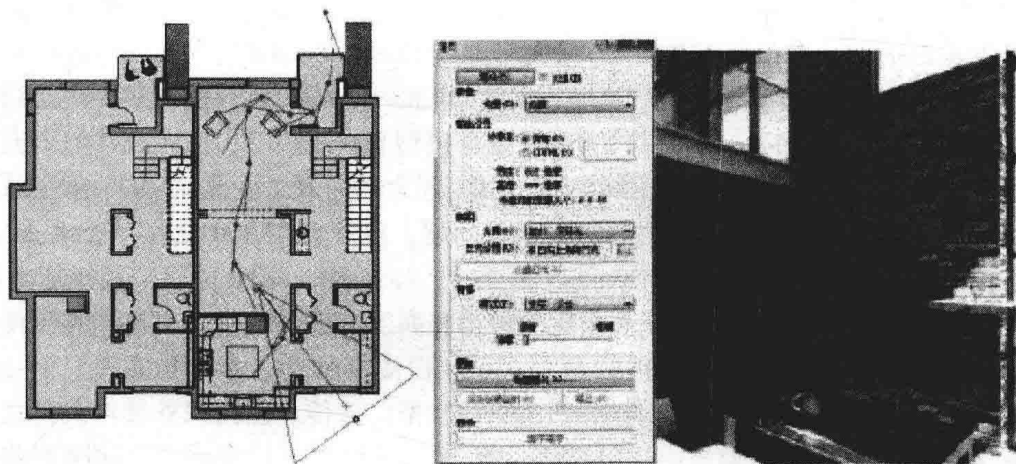


图 1-1 BIM 漫游可视化图

(1) 施工组织可视化

施工组织可视化即利用 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。通过创建各种模型，可以在电脑中进行虚拟施工，使施工组织可视化，如图 1-2 所示。

(2) 复杂构造节点可视化

复杂构造节点可视化即利用 BIM 的可视化特性可以将复杂的构造节点全方位呈现，如复杂的钢筋节点、幕墙节点等。复杂钢筋节点的可视化应用，传统 CAD 图难以表示钢筋的排布，在 BIM 中可以很好地展现，甚至可以做成钢筋模型的动态视频，有利于施工和

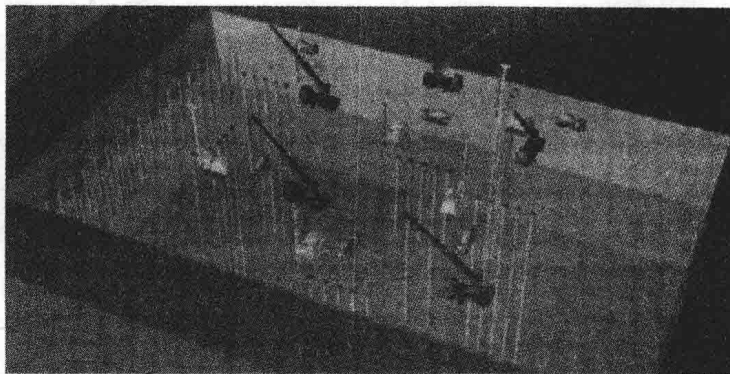


图 1-2 施工组织可视化图

技术交底。

(3) 设备可操作性可视化

设备可操作性可视化即利用 BIM 技术可对建筑设备空间是否合理进行提前检验。某项目生活给水机房的 BIM 模型如图 1-3 所示,通过该模型可以验证设备的操作空间是否合理,并对管道支架进行优化。通过制作工作集和设置不同施工路线,可以制作多种的设备安装动画,不断调整,从中找出最佳的设备安装位置和工序。与传统的施工方法相比,该方法更直观、清晰。

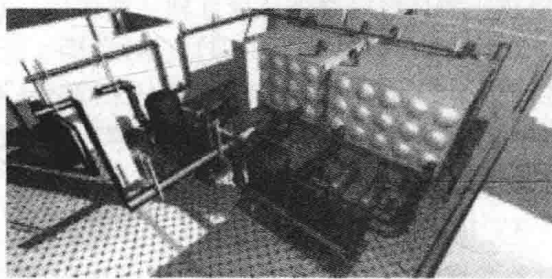


图 1-3 某项目生活给水机房的 BIM 模型

(4) 机电管线碰撞检查可视化

机电管线碰撞检查可视化即通过将各专业模型组装为一个整体 BIM 模型,从而使机电管线与建筑物的碰撞点以三维方式直观显示出来。在传统的施工方法中,对管线碰撞检查的方式主要有两种:一是把不同专业的 CAD 图叠在一张图上进行观察,根据施工经验和空间想象力找出碰撞点并加以修改;二是在施工的过程中边做边修改。这两种方法均费时费力,效率很低。但在 BIM 模型中,可以提前在真实的三维空间中找出碰撞点,并由各专业人员在模型中调整好碰撞点或不合理处后再导出 CAD 图。

2. 参数化

参数化建模指的是通过参数(变量)而不是数字建立和分析模型,简单地改变模型中的参数值就能建立和分析新的模型。

BIM 的参数化设计分为两个部分:“参数化图元”和“参数化修改引擎”。“参数化图元”指的是 BIM 中的图元是以构件的形式出现,这些构件之间的不同是通过参数的调整反映出来的,参数保存了图元作为数字化建筑构件的所有信息;“参数化修改引擎”指的是参数更改技术使用户对建筑设计或文档部分作的任何改动,都可以自动地在其他相关联的部分反映出来。在参数化设计系统中,设计人员根据工程关系和几何关系来指定设计要求。参数化设计的本质是在可变参数的作用下,系统能够自动维护所有的不变参数。因此,参数化模型中建立的各种约束关系,正是体现了设计人员的设计意图。参数化设计可以大大提高模型的生成和修改速度。

在某钢结构项目中,钢结构采用交叉状的网壳结构。图 1-4 为主肋控制曲线,它是在建筑师根据莫比乌斯环的概念确定的曲线走势基础上衍生出的多条曲线;有了基础控制线后,利用参数化设定曲线间的参数,按照设定的参数自动生成主次肋曲线;相应的外表皮单元和梁也是随着曲线的生成自动生成。这种“参数化”的特性,不仅能够大大加快设计进度,还能够极大地缩短设计修改的时间。

3. 一体化

1) 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了工程项目的全生命周期的一体化管理。BIM 的技术核心是一个由计算机三维模型所形成的数据库,不仅包含了建筑师的设

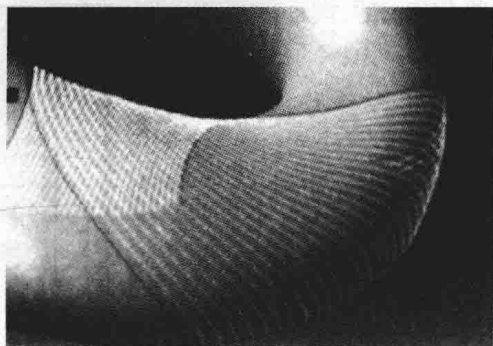


图 1-4 参数化建模图

计信息，而且可以容纳从设计到建成使用，甚至是使用周期终结的全过程信息。

2) BIM 可以持续提供项目设计范围、进度以及成本信息，这些信息完整、可靠并且完全协调。BIM 能在综合数字环境中保持信息不断更新并可提供访问，使建筑师、工程师、施工人员以及业主可以清楚全面地了解项目。这些信息在建筑设计、施工和管理的过程中能使项目质量提高，收益增加。

3) BIM 的应用不仅仅局限于设计阶段，而是贯穿于整个项目全生命周期的各个阶段。BIM 在整个建筑行业从上游到下游的各个企业间不断完善，从而实现项目全生命周期的信息化管理，最大化地实现 BIM 的意义。

在设计阶段，BIM 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。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观地显现出来，工程师们可在三维模型中随意查看，并能准确查看到可能存在问题的地方，并及时调整，从而极大避免了施工中的浪费。这在极大程度上促进设计施工的一体化过程。

4) 在施工阶段，BIM 可以同步提供有关建筑质量、进度以及成本的信息。利用 BIM 可以实现整个施工周期的可视化模拟与可视化管理。帮助施工人员促进建筑的量化，迅速为业主制订展示场地使用情况或更新调整情况的规划，提高文档质量，改善施工规划。最终结果就是能将业主更多的施工资金投入建筑，而不是行政和管理中。

5) BIM 还能在运营管理阶段提高收益和成本管理水平，为开发商销售招商和业主购房提供了极大的透明和便利。BIM 这场信息革命，对于工程建设设计施工一体化各个环节，必将产生深远的影响。这项技术已经可以清楚地表明其在协调方面的设计，缩短设计与施工时间，显著降低成本，改善工作场所安全和可持续的建筑项目所带来的整体利益。

4. 模拟性

利用四维施工模拟相关软件，根据施工组织进度计划安排，在已经搭建好的模拟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。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。

四维模拟可以使建筑的建造顺序清晰，工程量明确，把 BIM 模型跟工期联系起来，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、机械排版等各项工作的安排变得最为有效、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，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 模拟性见表 1-1。

表 1-1 BIM 模拟性

类别	内容
建筑物性能分析仿真	建筑物性能分析仿真即基于 BIM 技术建筑师在设计过程中赋予所创建的虚拟建筑模型大量建筑信息（如几何信息、材料性能、构件属性等），然后将 BIM 模型导入相关性能分析软件，就可得到相应分析结果。这一性能使得原本 CAD 时代需要专业人士花费大量时间输入大量专业数据的过程，如今可自动轻松完成，从而大大降低了工作周期，提高了设计质量，优化了为业主的服务性能分析主要包括能耗分析、光照分析、设备分析、绿色分析等

(续)

类别	内容
施工仿真	(1) 施工方案模拟优化 施工方案模拟优化指的是通过 BIM 可对项目重点及难点部分进行可建造性模拟,按月、日、时进行施工安装方案的分析优化,验证复杂建筑体系(如施工模板、玻璃装配、锚固等)的可建造性,从而提高施工计划的可行性。对项目管理而言,可直观了解整个施工安装环节的时间节点、安装工序及疑难点。而施工方也可进一步对原有安装方案进行优化和改善,以提高施工效率和施工方案安全性 (2) 工程量自动计算 BIM 模型作为一个富含工程信息的数据库,可真实地提供造价管理所需的工程量数据。基于这些数据信息,计算机可快速对各种构件进行统计分析,大大减少了繁琐的人工操作和潜在错误,实现了工程量信息与设计文件的统一。通过 BIM 所获得准确的工程量统计,可用于设计前期的成本估算、方案比选、成本比较以及开工前预算和竣工后决算 (3) 消除现场施工过程干扰或施工工艺冲突 随着建筑物规模和使用功能复杂程度的增加,设计单位、施工单位甚至业主,对于机电管线综合的出图要求愈加强烈。利用 BIM 技术,通过搭建各专业 BIM 模型,设计师能够在虚拟三维环境下快速发现并及时排除施工中可能遇到的碰撞冲突,显著减少由此产生的变更申请单,更大大提高施工现场作业效率,降低了因施工协调造成的成本增长和工期延误
施工进度模拟	施工进度模拟即通过将 BIM 与施工进度计划相链接,把空间信息与时间信息整合在一个可视的 4D 模型中,直观、精确地反映整个施工过程。当前建筑工程项目管理中常以表示进度计划的横道图,专业性强,但可视化程度低,无法清晰描述施工进度以及各种复杂关系(尤其是动态变化过程)。而通过基于 BIM 技术的施工进度模拟可直观、精确地反映整个施工过程,进而可缩短工期、降低成本、提高质量
运维仿真	(1) 设备的运行监控 设备的运行监控即采用 BIM 技术实现对建筑物设备的搜索、定位、信息查询等功能。在运维 BIM 模型中,通过对设备信息集成的前提下,运用计算机对 BIM 模型中的设备进行操作,可以快速查询设备的所有信息,如生产厂商、使用寿命期限、联系方式、运行维护情况以及设备所在位置等。通过对设备运行周期的预警管理,可以有效地防止事故的发生,利用终端设备和二维码、RFID 技术,迅速对发生故障的设备进行检修 (2) 能源运行管理 能源运行管理即通过 BIM 模型对租户的能源使用情况进行监控与管理,赋予每个能源使用记录表以传感功能,在管理系统中及时做好信息的收集处理,通过能源管理系统对能源消耗情况自动进行统计分析,并且可以对异常使用情况进行警告 (3) 建筑空间管理 建筑空间管理即基于 BIM 技术业主通过三维可视化直观地查询定位到每个租户的空间位置以及租户的信息,如租户名称、建筑面积、租约区间、租金情况、物业管理情况;还可以实现租户的各种信息的提醒功能,同时根据租户信息的变化,实现对数据及时调整和更新

5. 协调性

各专业项目信息出现“不兼容”现象,如管道与结构冲突、各个房间出现冷热不均、预留的洞口没留或尺寸不对等情况。

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者问题变更方案。

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。BIM 协调性见表 1-2。

表 1-2 BIM 协调性

类别	内容
设计协调	设计协调指的是通过 BIM 三维可视化控件及程序自动检测，可对建筑物内机电管线和设备进行直观布置模拟安装，检查是否碰撞，找出问题所在及冲突矛盾之处，还可调整楼层净高、墙柱尺寸等，从而有效解决传统方法容易造成的设计缺陷，提升设计质量，减少后期修改，降低成本及风险
整体进度规划协调	整体进度规划协调指的是基于 BIM 技术，对施工进度进行模拟，同时根据最前线的经验和知识进行调整，极大地缩短施工前期的技术准备时间，并帮助各类各级人员对设计意图和施工方案获得更高层次的理解。以前施工进度通常是由技术人员或管理层敲定的，容易出现下级人员信息断层的情况。如今，BIM 技术的应用使得施工方案更高效、更完美
成本预算、工程量估算协调	成本预算、工程量估算协调指的是应用 BIM 技术可以为造价工程师提供各设计阶段准确的工程量、设计参数和工程参数，这些工程量和参数与技术经济指标结合，可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。同时，基于 BIM 技术生成的工程量不是简单的长度和面积的统计，专业的 BIM 造价软件可以进行精确的 3D 布尔运算和实体减扣，从而获得更符合实际的工程量数据，并且可以自动形成电子文档进行交换、共享、远程传递和永久存档。准确率和速度上都较传统统计方法有很大的提高，有效降低了造价工程师的工作强度，提高了工作效率
运维协调	BIM 系统包含了多方信息，如：厂家价格信息、竣工模型、维护信息、施工阶段安装深化图等，BIM 系统能够把成堆的图样、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，可以基于这些信息进行运维协调 运维管理主要体现在以下方面 (1) 空间协调管理 空间管理主要应用在照明、消防等各系统和设备空间定位。应用 BIM 技术业主可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。如通过 RFID 获取大楼的安保人员位置。其次，BIM 技术可应用于内部空间设施可视化，利用 BIM 建立一个可视三维模型，所有数据和信息可以从模型获取调用。如装修的时候，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) 设施协调管理 设施协调管理主要体现在设施的装修、空间规划和维护操作。BIM 技术能够提供关于建筑项目的协调一致的、可计算的信息，该信息可用于共享及重复使用，从而可降低业主和运营商由于缺乏互操作性而导致的成本损失。此外基于 BIM 技术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 RFID 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 (3) 隐蔽工程协调管理 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、电线以及相关管井，并且可以在图上直接获得相对位置关系。当改建或二次装修的时候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，有变化可随时调整，保证信息的完整性和准确性 (4) 应急协调管理 通过 BIM 技术的运维管理对突发事件的管理包括：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，如果发生着火事故，在商业广场的 BIM 界面中，就会自动触发

(续)

类别	内容
运维协调	火警警报；着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
	(5) 节能减排协调管理
	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、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，比如各区域、各户主的每日用电量、每周用电量等，并对异常能源使用情况进行警告或者标识

6. 优化性

现代建筑复杂程度超过参与人员本身的能力极限。在整个设计、施工、运营的过程中，其实就是一个不断优化的过程，没有准确的信息是做不出合理优化结果的。BIM 模型提供了建筑物存在的实际信息，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。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：把项目设计和投资回报分析结合起来，计算出设计变化对投资回报的影响，使得业主知道哪种项目设计方案更有利于自身的需求，对设计施工方案进行优化，可以带来显著的工期和造价改进。

7. 可出图性

运用 BIM 技术，除了能够进行建筑平、立、剖及详图的输出外，还可以出碰撞报告及构件加工图等，见表 1-3。

表 1-3 BIM 可出图性

类别	内容
碰撞报告	通过将建筑、结构、电气、给水排水、暖通等专业的 BIM 模型整合后，进行管线碰撞检测，可以出综合管线图（经过碰撞检查 and 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）、碰撞检查报告和建议改进方案
	(1) 建筑与结构专业的碰撞 建筑与结构专业的碰撞主要包括建筑与结构图中的标高、柱、剪力墙等的位置是否不一致等
	(2) 设备内部各专业碰撞 设备内部各专业碰撞内容主要是检测各专业与管线的冲突情况，如图 1-5 所示
碰撞报告	(3) 建筑、结构专业与设备专业碰撞 建筑专业与设备专业的碰撞如设备与室内装修碰撞，如图 1-6 所示；结构专业与设备专业的碰撞如管道与梁柱冲突，如图 1-7 所示
	(4) 解决管线空间布局 基于 BIM 模型可调整解决管线空间布局问题如机房过道狭小、各管线交叉等问题
	(1) 出构件加工图 通过 BIM 模型对建筑构件的信息化表达，可在 BIM 模型上直接生成构件加工图，不仅能清楚地传达传统图样的二维关系，而且对于复杂的空间剖面关系也可以清楚表达，同时还能够将离散的二维图信息集中到一个模型当中，这样的模型能够更加紧密地实现与预制工厂的协同和对接
构件加工指导	(2) 构件生产指导 在生产加工过程中，BIM 信息化技术可以直观地表达出配筋的空间关系和各种参数情况，能自动

(续)

类别	内容
构件加工指导	生成构件下料单、派工单、模具规格参数等生产表单，并且能通过可视化的直观表达帮助工人更好地理解设计意图，可以形成 BIM 生产模拟动画、流程图、说明图等辅助培训的材料，有助于提高工人生产的准确性和质量效率
	(3) 实现预制构件的数字化制造
	借助工厂化、机械化的生产方式，采用集中、大型的生产设备，将 BIM 信息数据输入设备，就可以实现机械的自动化生产，这种数字化建造的方式可以大大提高工作效率和生产质量。比如现在已经实现了钢筋网片的商品化生产，符合设计要求的钢筋在工厂自动下料、自动成形、自动焊接（绑扎），形成标准化的钢筋网片。

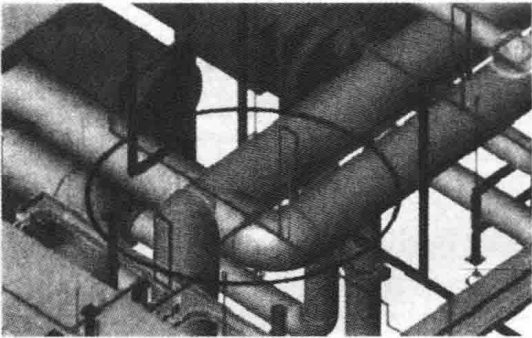


图 1-5 设备管道互相碰撞图

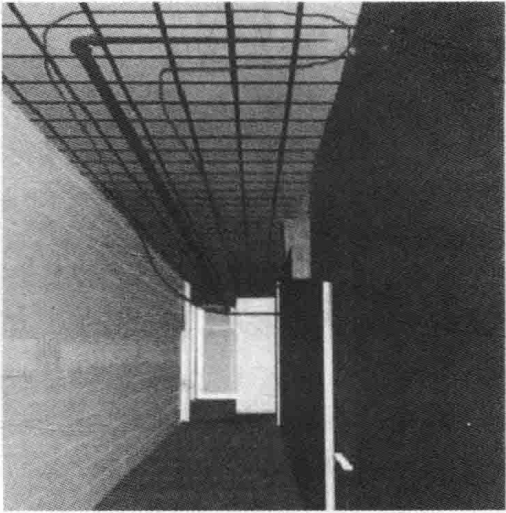


图 1-6 水管穿吊顶图

8. 造价精确性
利用 Revit, rakla, MagiCAD 等已经搭建完成的模型，直接统计生成主要材料的工程量，辅助工程管理和工程造价的概预算，有效地提高工作效率。

BIM 技术的运用可以提高施工预算的准确性，对预制加工提供支持，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。

9. 造价可控性
通过 BIM 技术可以非常准确地深化钢筋、现浇混凝土。并且所有深化、优化后的图样都可以从 BIM 模型中自动生成。就像在钢结构或预制深化中一样，使用比如 .VBS 等格式的文件将钢筋弯曲加工和数控机床很好地结合起来。

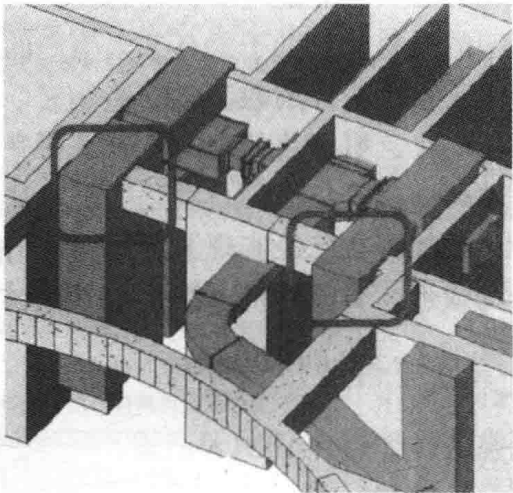


图 1-7 风管和梁碰撞图

10. 信息完备性

信息完备性体现在 BIM 技术可对工程对象进行 3D 几何信息和拓扑关系的描述以及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、质量以及人力、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；对象之间的工程逻辑关系等。

三、BIM 技术的优势

CAD 技术将建筑师、工程师们从手工绘图推向计算机辅助制图，实现了工程设计领域的第一次信息革命。但是此信息技术对产业链的支撑作用是断点的，各个领域和环节之间没有关联，从整个产业整体来看，信息化的综合应用明显不足。BIM 是一种技术、一种方法，它既包括建筑物全生命周期的信息模型，同时又包括建筑工程管理行为的模型，它将两者进行完美的结合来实现集成管理，它的出现将可能引发整个 A/E/C（Architecture/Engineering/Construction）领域的第二次革命。

BIM 技术较二维 CAD 技术的优势有：

1. 基本元素

基本元素如：墙、窗、门等，不但具有几何特性，同时还具有建筑物理特征和功能特征。

2. 修改图元位置或大小

所有图元均为参数化建筑构件，附有建筑属性；在“族”的概念下，只需要更改属性，就可以调节构件的尺寸、样式、材质、颜色等。

3. 各建筑元素间的关联性

各个构件是相互关联的，例如删除一面墙，墙上的窗和门跟着自动删除；删除一扇窗，墙上原来窗的位置会自动恢复为完整的墙。

4. 建筑物整体修改

只需进行一次修改，则与之相关的平面、立面、剖面、三维视图、明细表等都自动修改。

5. 建筑信息的表达

BIM 包含了建筑的全部信息，不仅提供形象可视的二维和三维图，而且提供工程量清单、施工管理、虚拟建造、造价估算等更加丰富的信息。

四、BIM 技术给工程施工带来的变化

BIM 技术给工程施工带来的变化见表 1-4。

表 1-4 BIM 技术给工程施工带来的变化

类别	内容
更多业主要求应用 BIM	由于 BIM 的可视化平台可以让业主随时检查其设计是否符合业主要求，且 BIM 技术所带来的价值优势是巨大的，如能缩短工期、早期得到可靠的工程预算、得到高性能的项目结果、方便设备管理与维护等