



BIM工程应用系列图书

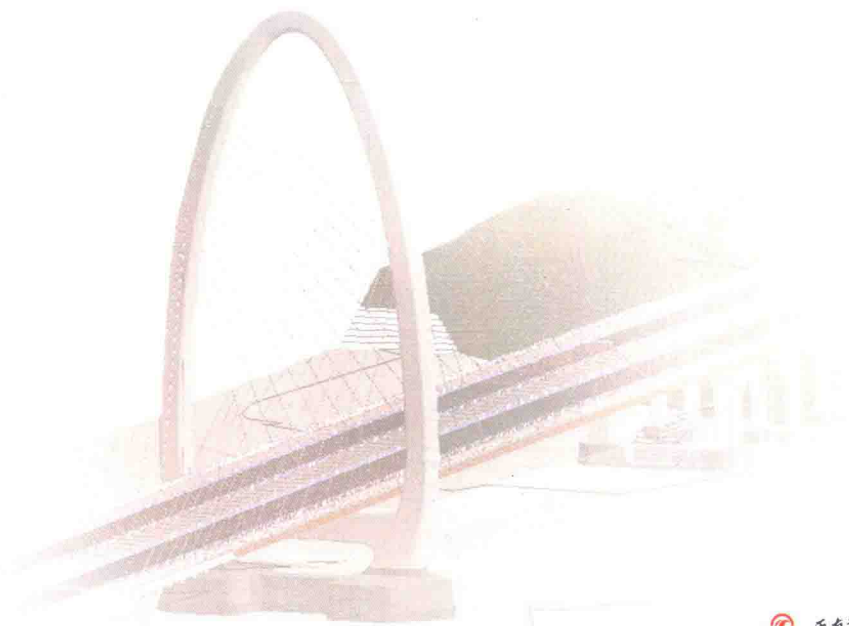
BIM GONGCHENG YINGYONG XILIE TUSHU

BIM
GONGCHENG GAILUN

BIM

工程概论

主 编 ○ 袁 翱
副主编 ○ 胡 屹 袁 飞



东南大学出版社



BIM 工程概论

主 编 袁 翱

副主编 胡 屹 袁 飞

西南交通大学出版社
· 成都 ·

内容提要

本书以理论和实践相结合的方式全面介绍了 BIM (建筑信息化模型) 的产生、现状和发展, 并阐述了 BIM 技术在土木工程行业的项目全生命周期的应用技术和方法, 同时对与 BIM 技术相关的 GIS (地理信息系统)、VDC (虚拟建造)、VR (虚拟现实) 等前沿技术的交叉应用作了分析和研究, 也对行业内从事 BIM 技术的趋势做了预测。本书的出版有助于土木工程类专业学习者全面、深入理解 BIM 技术, 对进一步学习 BIM 技术技能奠定理论基础。

本书共分九章, 分别为 BIM 概论、BIM 相关软件、BIM 技术特点、BIM 与设计及招标、BIM 与施工管理、BIM 与运营维护、BIM 与工程运用、BIM 与相关技术、BIM 与职业环境。

本书可作为本科、大专、高职等院校土木工程类专业各方向的 BIM 入门教学用书, 也可作为 BIM 专业培训机构用书, 并且适合从事土木工程的施工技术、施工管理人员自学 BIM 技术使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

BIM 工程概论 / 袁翱主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2017.9

(BIM 工程应用系列图书)

ISBN 978-7-5643-5650-7

I. ①B… II. ①袁… III. ①建筑设计—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TU201.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 186429 号

BIM 工程应用系列图书

BIM 工程概论

袁翱 / 主 编

责任编辑 / 姜锡伟

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 成都勤德印务有限公司

成品尺寸 210 mm × 285 mm

印张 23.25 字数 704 千

版次 2017 年 9 月第 1 版 印次 2017 年 9 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-5650-7

定价 69.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

建筑信息模型 (Building Information Modeling), 简称 BIM, 是一种全新的建筑设计、施工、管理的方法, 以三维数字技术为基础, 将规划、设计、建造、营运等各阶段的数据资料, 全部包含在三维模型之中, 让建筑物整个生命周期中任何阶段的工作人员在使用该模型时, 都能拥有精确完整的数据, 帮助项目工程师提升项目管理的效率与正确性。

国外以 Autodesk Revit 为代表的三维建筑信息模型 (BIM) 软件已经普及应用。相关调查结果显示: 目前, 北美的建筑行业有一半以上的机构在使用建筑信息模型 (BIM) 或与 BIM 相关的工具的使用率在过去两年里增加了 75%。在欧洲、日本、新加坡及我国香港地区, BIM 技术已广泛应用于各建筑类型。BIM 技术将引领建筑信息技术走向更高层次, 被认为将为建筑界的科技进步产生无可估量的影响, 甚至被称为工程行业第三次革命。

国内近几年 BIM 的应用和发展也日渐成熟, 从住房和城乡建设部到各省市建设主管部门陆续发布了 BIM 强制应用的政府规定和相关标准及规范。国内先进的建筑设计团队、地产公司、高校等机构纷纷成立 BIM 中心。在整个建筑项目生命周期的各个阶段, 包括策划、设计、招投标、施工、租售、运营维护和改造升级等阶段, 都实现了 BIM 应用的突破。

本书编者作为 BIM 重点实验室负责人, 从事 BIM 技术研究和应用 8 年, 培养的 BIM 人才超过千人, 应用 BIM 技术实施工程项目 10 余项, 并带领 BIM 团队获得全国、省市 BIM 专业比赛特等奖、一等奖 30 余项。在培养过程中发现一般培训机构或培训教材均只关注于 BIM 技能的练习, BIM 从业人员对 BIM 的应用范围和相关技术概念非常不清晰, 导致学习目的不明确, 达不到预期效果, 因此萌生编著本书的想法。本书全方位介绍了 BIM 在行业的各方面的应用情况, 让初学者能够把握好学习的方向和目的, 已经从事 BIM 工作的专业人员也可以通过阅读本书理清思路, 为进一步提高 BIM 技术能力奠定基础。

本书由袁翱主编, 胡屹、袁飞任副主编。编写人员如下: 袁翱编写第 1、2、3 章, 胡屹编写第 4、5 章, 袁飞编写第 6 章, 戴燕华编写第 7 章, 龚宇巍编写第 8 章, 陈艳君编写第 9 章。

本书在编写过程中借鉴了相关国家标准、规范和相关教材。由于 BIM 技术属于新兴技术, 大家都在探索阶段, 因此采用了大量市面的应用 BIM 探索案例, 包括编者团队和其他我们认为比较成功的案例供读者参考, 应用的案例尽量标注出处, 在此表示感谢。如有案例制作人认为不同意应用, 敬请联系编者, 将予以修正。

由于编写时间紧促, 书中难免存在问题, 恳请各位读者提出批评指正。联系邮箱: 1751312@qq.com。

编者

2017 年 9 月

目 录

第一章 BIM 概念	1
1.1 BIM 的起源	1
1.2 BIM 概念及特点	8
1.3 BIM 运用的重要性	9
1.4 BIM 的现状与发展	14
1.5 BIM 的应用体现小结	20
第二章 BIM 相关软件	23
2.1 Autodesk 系列软件	24
2.2 Bentley 系列软件	38
2.3 Nemetschek Graphisoft	50
2.4 Grey Technology Dassault	57
2.5 国产软件	65
第三章 BIM 技术特点	75
3.1 BIM 技术相关概念	75
3.2 BIM 的技术特点	98
3.3 BIM 的关键技术	102
3.4 BIM 的关键价值	103
第四章 BIM 与设计及招投标	109
4.1 BIM 与规划设计	109
4.2 BIM 与建筑设计	121
4.3 BIM 与结构设计	144
4.4 BIM 与招投标	157
第五章 BIM 与施工管理（工程项目管理）	164
5.1 BIM 与进度管理	164
5.2 BIM 与工程质量管理	172
5.3 BIM 与成本管理	187
5.4 BIM 与现场管理	192
第六章 BIM 与运营维护	215
6.1 BIM 与建筑运营维护	215
6.2 空间管理	233
6.3 隐蔽工程管理	246
6.4 应急与安全管理	248

第七章 BIM 与工程运用	265
7.1 BIM 与房屋建筑工程	265
7.2 BIM 与道路桥梁工程	275
7.3 BIM 与岩土隧道工程	281
7.4 BIM 与水利水电工程	290
第八章 BIM 与相关技术	295
8.1 BIM 与 GIS	295
8.2 BIM 与 VDC	298
8.3 BIM 与 RFID	302
8.4 BIM 与 3D 打印技术	306
8.5 BIM 与 AR、VR	309
8.6 BIM 与绿色建筑	315
8.7 BIM 与装配式建筑	320
8.8 BIM 与管廊	324
第九章 BIM 与职业环境	328
9.1 BIM 职业环境	328
9.2 BIM 与相关证书	349
9.3 BIM 的未来发展预测	358
参考文献	365

第一章 BIM 概念

1.1 BIM 的起源

城市是人类文明发展的产物，在与大自然不断适应和抗争的漫长过程中，人类逐渐意识到只有团结才能取得胜利。历经数千年文明的发展，工业化让城市普遍成为文明的中心，随着城市化进程的日益推进，人们对“城市让生活更美好”的真正渴望也日益突显。人口增长、资源缺口、环境污染以及能源危机都给城市带来了巨大的压力。拥堵不堪的交通、匮乏的水资源、令人窒息的空气，都与人类理想的城市生活格格不入。一边是人类要求更适宜的居住环境，更高生活质量的梦想和渴望；另一边是不堪重负的城市承载力，巨大矛盾是对城市设计能力的考验，更是机会。持续高速的城市发展，催生了对建筑行业设计的能力进一步提高的需求。“工欲善其事，必先利其器”，如同二维 CAD 技术的出现，给工程设计带来的第一次信息化革命一样，建筑信息模型（Building Information Modeling）必将引领工程设计的第二次信息革命。

自 1975 年“BIM 之父”——乔治亚理工大学的 Chunk Eastman 教授（见图 1-1）创建 BIM 理念至今，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 的概念起始于 autodesk 的 3D、面向对象（object-oriented）、AEC-specific CAD，之后美国乔治亚理工大学的 C. M. Eastman 教授 20 世纪 70 年代提出建筑物产品模型（building product model），而产品模型就是数据模型（data model）或者信息模型（information model）。图 1-1 Chunk Eastman 教授 Eastman 教授是《建筑物信息仿真手册》（BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, 2008）的主要作者。在此之后的近 40 年，他致力于著作及讲授虚拟设计与施工，认为 BIM 是为设计与施工而数位化仿真建筑物，让模型性质与属性成为工程计划的记录信息。之后，J. Laiserin 认为 BIM 在建筑物兴建过程中是按数位格式交换及沟通信息的。根据他的文献，1987 年在 Virtual building concept by Graphisoft's ArchiCAD 下首次出现名称 BIM。

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。我国在 2001—2002 年 BIM 萌芽，之后一直处于懵懂期，但在近几年有了快速的发展。BIM 技术作为促进我国建筑业发展创新的重要技术手段，其应用与推广将对建筑业的科技进步与转型升级产生无可估量的影响，同时也给施工企业的发展带来巨大效益，将大大提高建筑工程管理的集成化程度和



图 1-1 Chunk Eastman 教授

交付能力，使工程质量和效率显著提高。

>> 1.1.1 BIM 产生的必然性

1. 现代建筑业发展的趋势

现代建筑行业的发展成为现代社会经济发展最重要的力量之一。BIM 的应用和发展也不自觉地植根于现代建筑业发展的土壤之中。随着社会经济的发展，现代建筑业发展的主要趋势为以下三个方面：

1) 全球化

建筑业全球化的标志在于工程项目从咨询、融资到采购、承包、管理以及培训等各个方面的参与者来自于不止一个国家，投资方、咨询公司和承包公司等在本国以外参与投资和建设。故随着全球化的进展，大型项目为了能达到预定的进度、质量、投资和安全目标，越来越感觉到传统的工程项目管理模式已经满足不了要求。而能适应当今竞争激烈的国际环境的虚拟建设这一工程项目管理新模式，能运用虚拟组织原则，借助现代信息技术和通信技术的强大支持，采用无层级、扁平化的管理方式，且通过基于网络的共享项目信息系统，使项目得以有效沟通，缩短管理链条，提高管理效率，实现工程项目建设成本低、质量好、进度快、协调好，运用消息和知识使建筑产品增值的目的。因此 BIM 必将在全球化的背景下快速发展。

2) 城市化

城市化是社会经济变化的过程，其中包括城市人口规模不断扩张、城市用地不断向郊区扩展、城市数量不断增加等。这对于建筑业有很大的影响。随着我国城市化的不断推进，乡镇城区改、扩建项目的上马，以及保障性住房的大面积开工，建筑业将继续保持稳定发展的形势。都市圈、城市群、城市带和中心城市的发展预示了我国城市化进程的高速起飞，这些利用传统的技术很难实现，所以作为一种新的技术及理念的建筑信息模型（BIM）有很大的发展空间。通过 BIM 技术完成规划设计，可更直观地及早做好整体规划。

3) 可持续发展

随着经济的发展和人们生活水平的提高，人类的生存环境也面临着越来越严峻的挑战。地球资源锐减，“三废”污染严重加剧，环境不断恶化。维护生态平衡日益受到人们的关注，绿色建筑、生态建筑的概念开始被越来越多的人所接受，并成为建筑的可持续发展趋势。论及“可持续发展建筑”，容易产生一个误解是将它单纯地理解为某种具体的建筑类型。实际上，“可持续发展建筑涵盖并远远超越了具体建筑实体所具有的时空。它包括宏观与微观两个层面的意义”。可持续发展建筑宏观方面的意义在于，它必须着眼于未来，着眼于社会、经济持续发展的全局。在可持续发展的大前提下，未来一切将建筑的物态构成加入到社会、经济多产业的物质大循环中，使建筑业与其他方面相互融合、渗透，并最终构成有似生态食物链的连接，才有可能为将来的建筑发展寻求到新的能源、材料途径，并为超过使用寿命期的建材提供物尽其用的渠道。可持续发展建筑微观方面的意义在于，在特定时期内有具体的存在形式。我们完全可以立足于当前，在现有条件下通过总结已有的实践经验，发挥现有技术的潜能，将可持续发展的观念最大限度地落实于当前建筑，而这正是摆在我们面前的极为紧迫的任务。可持续发展已成为全球各国的行动纲领，生态世界观成已为人与自然和谐共处的行为准则。可持续建筑的含义是建筑及其环境应能做到：

综合用能，大力发展节能科技，回收室内余热；

多能转换，利用建筑物相应的构件成为多种能量形式的转换器；

建筑多种使用功能，节约用地；

三向发展，即向天空、海洋、地下发展；

自然空调，包括大环境和单体环境等；

立体绿化，有利于维护生态平衡，即做好输入、输出物流的良性循环和能量形式的良性转换；

持续发展，美感、卫生、安全。

因此，在不久的将来人们就可能做到有效地发挥可持续发展建筑正确的物质功能和精神功能的作用。可持续发展建筑应当立足于综合环境效益的提高，给人们提供一个经济、舒适、具有环境感与文化感的场所。可持续发展建筑设计不仅是场所本身的特性，更是对场所以外更大环境的影响，特别是对生态与资源的特性的影响。可持续发展建筑是创造与环境融为一体的有机体建筑，并实现“零能耗”。建筑设计要保证对自然环境的冲击最小，利用可再生能源，低耗能，保证室内环境健康、质量高，并能给予人精神享受。因此，保护环境，实现建筑可持续发展必然离不开“生态建筑”与“绿色建筑”的理念，这也将成为建筑发展的必然和趋势。



引申阅读一：
全球十大绿色
生态建筑

>> 1.1.2 现代建筑业面临的问题和挑战

近些年来，随着我国建筑行业的飞速发展，建筑业的技术水平和管理能力不断提高，以北京奥运、上海世博会为契机，涌现出了一大批以高、大、精、深为特征的标志建筑，建造技术水平居世界前列，如图 1-2 所示。此外，公路、铁路、港口、机场等大量基础设施的建筑，掀起了我国工程建设的热潮。同时，建筑行业也存在一些问题，特别是当今经济形势多变，建筑行业的不确定因素增多，加剧了原先存在的问题的严重性并产生了一些新的问题。



图 1-2 世博会中国展馆和鸟巢

比如，建筑业效率低下，粗放型的增长方式没有得到根本转变，建筑能耗高、能效低，就是建筑业可持续发展面临的一大问题。同时，建筑业信息化水平也还比较低。虽然近些年来我国建筑业信息化水平得到大幅度提高，但整体还处于初级发展水平，与国外信息化程度有较大差异。目前，我国建筑企业的科技投入仅占企业营业收入的 0.25%，施工过程中应用计算机进行项目管理的不到 10%。

我国随着建筑业全球化、城市化进程的发展，以及可持续发展的要求，将不可避免地面临众多挑战。应用 BIM 技术，对建筑全生命周期进行全方位管理，是实现建筑业信息化跨越式发展的必然趋势；同时，也是实现项目精细化管理、企业集约化经营的最有效途径。

1. 建筑业效率问题

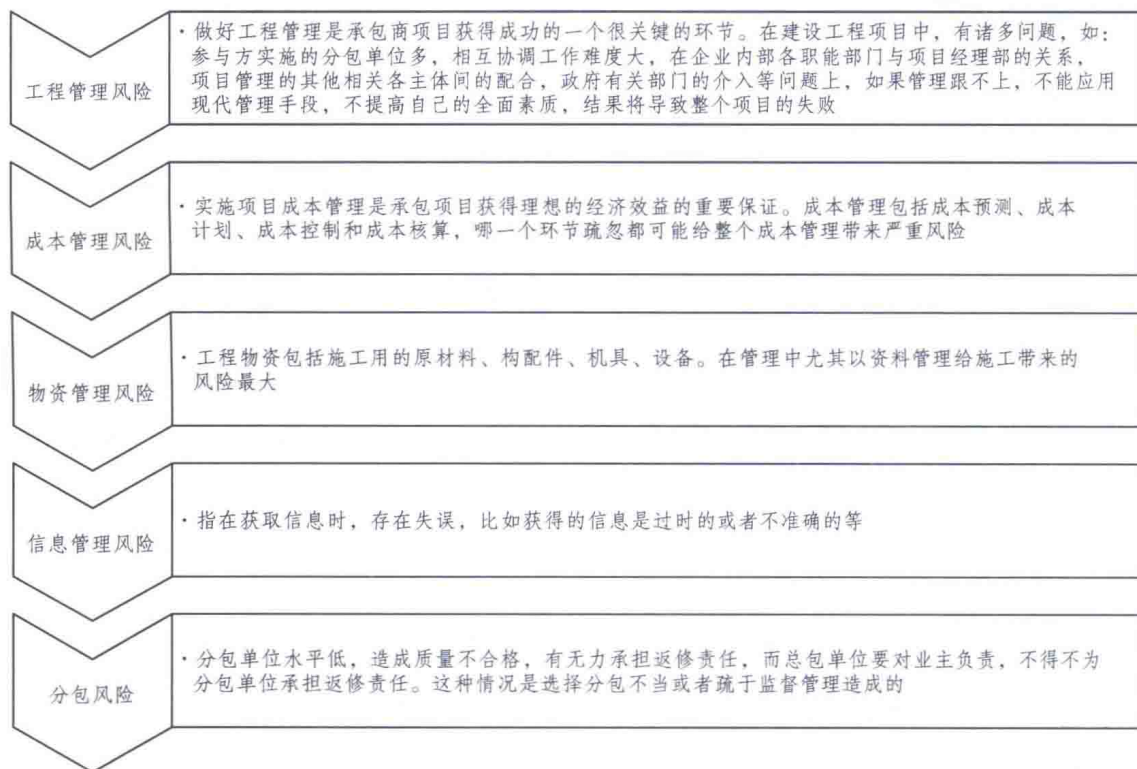
1964—2003 年，美国的大多数行业极大地提升了生产效率，而且生产效率的提高速度较快。而我国建筑业劳动生产率却成下降趋势，并与发达国家和地区的劳动生产率有着较大差距。信息化应用水平落后是造成这一差距的主要原因。信息技术的广泛应用，不仅改变了人们的生产和生活方式，而且成为推动传统产业不断升级和提高社会劳动生产率的新动力。信息技术及其应用已成为建筑产业和企

业竞争力的核心来源。

2. 风险控制能力问题

建设工程由于具有投资大、工期长、施工难度大、技术复杂以及工程参与方众多的特点，在建筑过程中不可预见的因素较多。所以工程施工是一个高风险的过程，工程建设参与方均不可避免地面临着各种风险，如不加以防范，很可能会影响工程建设顺利进行，甚至酿成严重后果。

常见的风险如下：



3. 缺乏全生命周期理念和手段

建筑物从规划设计、施工建造到竣工交付运营的全生命周期当中建筑运营周期达到几十年甚至更长，是时间最长的阶段；同时，运营阶段的投入也远比建筑投资大。尽管建筑物竣工以后的运营管理不属于传统的建筑业范围，但是建筑运营阶段所发现的问题绝大部分可以从前期——设计阶段和建造阶段找到根源。可以从以下两个方面来说明：

一方面，普遍缺乏全生命周期的理念。在设计建造阶段往往不关注设施的全生命周期费用，不考虑今后运营时的节约和便利，而过多地考虑如何节省一次性投资，如何节省眼前的时间和精力，且设备供货方往往较少考虑系统集成的协调和匹配。

另一方面，目前没有足够的有效手段来应对这种需求。全生命周期的必要前提是信息共享和运用。建设行业中各参与主体间的信息交流主要基于纸质介质，这种方式会形成各专业系统间的信息断层，不仅使信息难以直接再利用，而且其链状的传递难免会造成信息的延误、缺损甚至丢失。在设计阶段，设计者无法利用已有的信息，设计信息的可利用价值大大降低；在施工阶段，由于传统设计信息表达的缺陷，信息传递手段的落后，施工单位在投标时无法完全掌握设计信息，在施工时无法获取必要的信息，在项目交付时无法将信息交给业主，从而造成大量有用信息的丢失；在建筑物使用阶段，积累到新的信息，但这些信息仍然以纸质保存或存在于管理人员的头脑中，没有和前一阶段的信息进行集成。运营阶段的信息和经验很少再应用于新工程的设计和施工中，信息丢失严重，建设工程生命周期中信息的再利用水平极低。

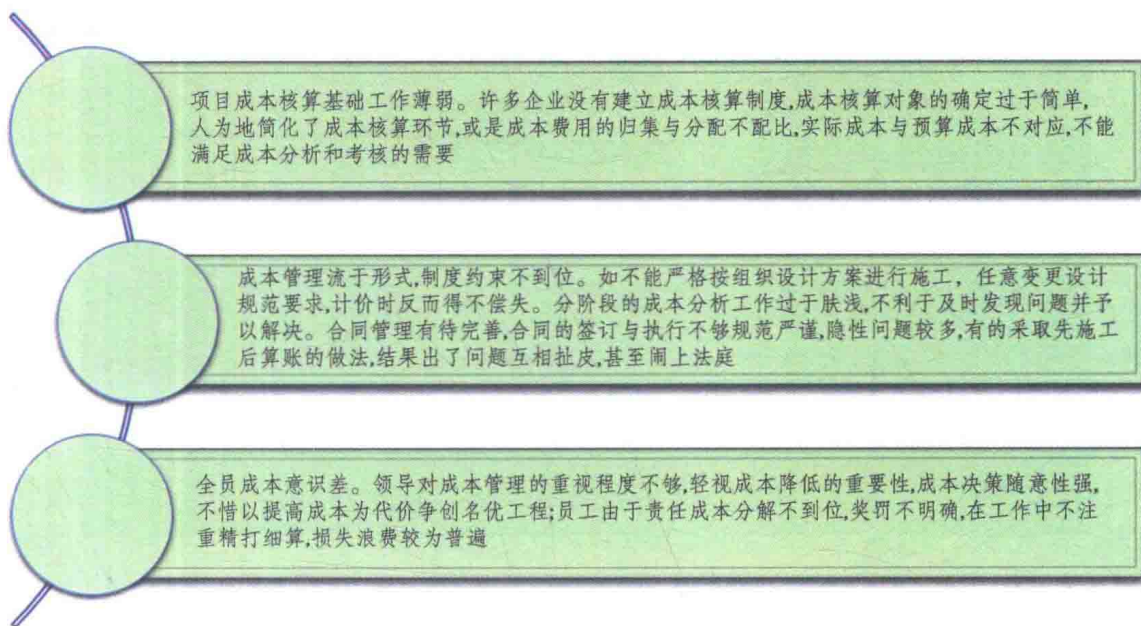
工程项目是一个复杂、综合的经营活动，参与者涉及众多专业和部门，工程建设项目的生命周期包括了建筑物从勘测、设计、施工到使用、管理、维护等阶段，时间跨度长达几十年甚至上百年。如何从根本上解决项目规划、设计、施工以及维护管理等各阶段应用系统之间的信息断层，实现建设项目生命周期各阶段的信息共享和充分利用，在项目建设过程中优化设计、合理制订计划、精确掌握施工进度、合理使用施工资料以及科学地进行场地布置，以缩短工期，降低成本，提高质量，已成为投资者、设计机构和施工承包商共同面临的挑战，也是当前我国建设领域信息化亟待解决的问题。

4. 建筑项目本身的挑战

随着科技的飞速发展，建筑项目本身也发生着巨大变化，建筑造型日趋复杂；快节奏的都市生活催生了城市综合体的发展，人们希望能在方便、经济、集多种功能于一体的综合空间里享受高效率的生活和工作，从而对建筑综合性的要求越来越高；对于机场、港口、园区、交通枢纽等一些投资额越来越大的基础设施建设项目，建筑面积越来越大，建设周期也相对较长，这使得建设单位管理的成本相对较高，也易导致投资成本失控。

5. 施工生产环节存在的问题

目前，一些企业在施工过程中主要存在以下三方面的问题：



>> 1.1.3 适应时代的 BIM

建筑业面临的上述挑战，BIM 正好拥有一系列相对较好的解决方法。当前，建筑业已步入计算机辅助技术的引入和普及阶段，例如 CAD 的引入解决了计算机辅助绘图的问题。而且这种引入方式良好地适应了建筑市场的需求，设计人员不用再手工绘图（见图 1-3），并解决了手工绘制和修改易出现错误的弊端；同时也不必再将各专业图纸进行重叠式的对图了。这些 CAD 图形（见图 1-4）可以在各专业间相互利用，给人们带来便捷的工作方式，减轻劳动强度。所以计算机辅助绘图一直受到人们的热烈欢迎。2D 图纸是绝大多数建筑设计企业最终交付的设计成果，这是目前的行业惯例。因此，其生产流程的组织与管理均围绕着 2D 图纸的形成来进行。2D 设计通过投影线条、制图规则及技术符号表达设计成果，图纸需要人工阅读才能解释其含义。2D CAD 平台起到的作用是代替手工绘图，即我们常说的“甩图板”。除了日益复杂的建筑功能要求之外，人类在建筑创作过程中，对于美感的追求实际

上永远是放在第一位的。尽管最能激发想象力的复杂曲面被认为是一种“高技术”和“后现代”的设计手法，但实际上甚至远在计算机没有出现，数学也很初级的古代，人类就开始了对于曲面美的探索，并用于一些著名建筑之中。因此，拥有现代技术的设计师们，自然更加渴望驾驭复杂多变、更富美感的自由曲面。

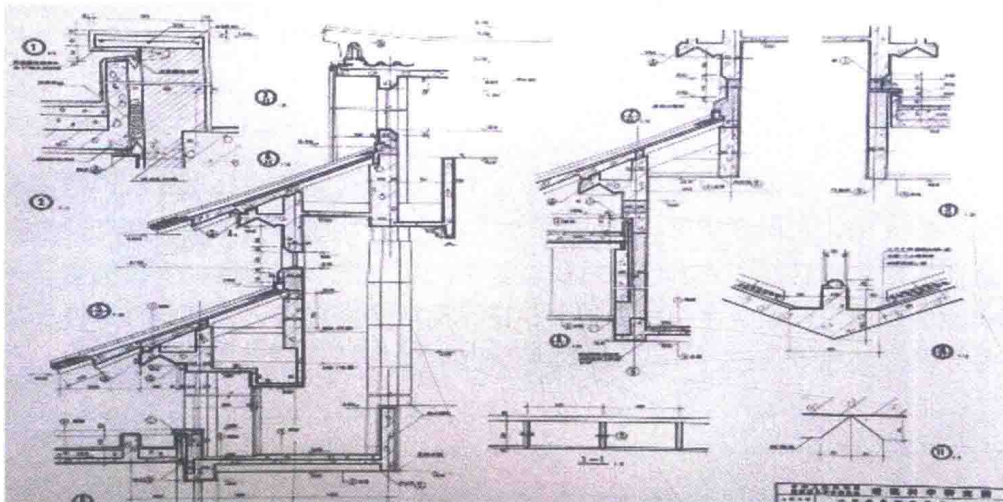


图 1-3 手工绘制的图纸

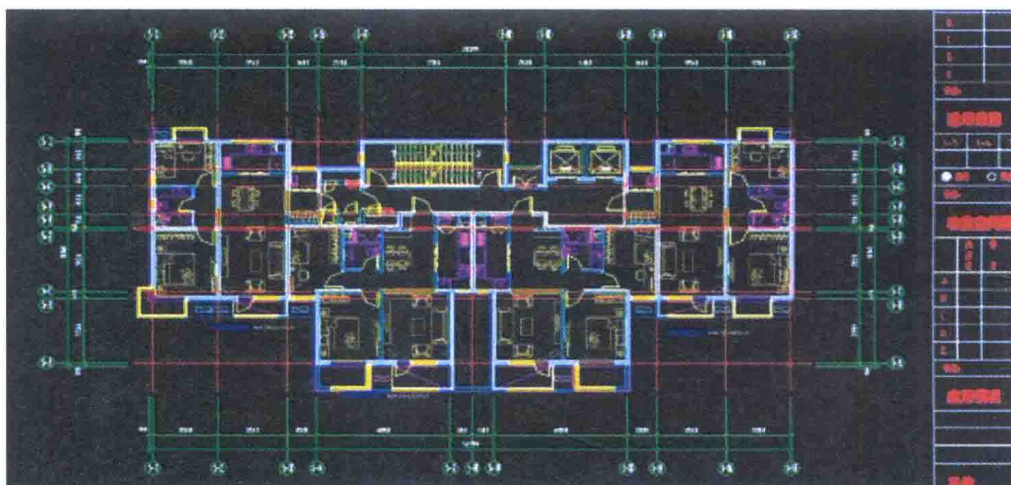


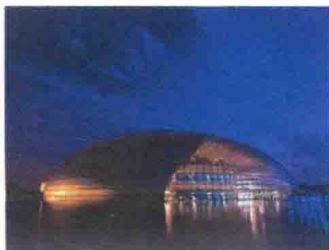
图 1-4 CAD 绘制的平面图

然而，2D 设计技术甚至连建筑最基本的几何形态也无法表达出来。在这种情况下，3D 设计应运而生。3D 设计能够精确表达建筑的几何特征，相对于 2D 绘图，3D 设计不存在几何表达障碍，对任意复杂的建筑造型均能准确表现。在评选出的“北京当代十大建筑”中，首都机场 3 号航站楼、国家大剧院、国家游泳中心等著名建筑名列前茅（见图 1-5），这些建筑的共同特点是无法完全由 2D 图形进行表达，这也预示着 3D 将成为高端设计领域的必由之路。3D 是 BIM 设计的基础，但不是其全部。通过进一步将非几何信息集成到 3D 构件中，如材料特征、物理特征、力学参数、设计属性、价格参数、厂商信息等，使得建筑构件成为智能实体，3D 模型便升级为 BIM 模型。BIM 模型可以通过图形运算并考虑专业出图规则自动获得 2D 图纸，并可以提取出其他的文档，如工程量统计表等；还可以将模型用于建筑能耗分析、日照分析、结构分析、照明分析、声学分析、客流物流分析等诸多方面。纯粹的 3D 设计，其效率要比 2D 设计低得多。地标性建筑可以不计成本，不计效率，但大众化的设计则不可取。为提高设计效率，主流 BIM 设计软件如 Autodesk Revit 系列、Bentley Building 系列以及 Graphisoft 的 ArchiCAD 均取得了不俗的成绩。这些基于 3D 技术的专业设计软件，

用于普通设计的效率达到甚至超过了相同建筑的 2D 设计。目前 BIM 所取得的成就预示着 BIM 软件发展是势在必行的。



首都机场 3 号航站楼



国家大剧院



国家游泳中心

图 1-5 北京当代著名建筑

除此之外，目前所说的协同设计，很大程度上是指基于网络的一种设计沟通交流手段，以及设计流程的组织管理形式。包括：通过 CAD 文件之间的外部参照，使得工种之间的数据得到可视化共享；通过网络消息、视频会议等手段，使设计团队成员之间可以跨越部门、地域甚至国界进行成果交流、开展方案评审或讨论设计变更；通过建立网络资源库，使设计者能够获得统一的设计标准；通过网络管理软件的辅助，使项目组成员以特定角色登录，可以保证成果的实时性及唯一性，并实现正确的设计流程管理；针对设计行业的特殊性，甚至开发出了基于 CAD 平台的协同工作软件，等等。

BIM（建筑信息化模型）的出现，从新的角度带来了设计方法的革命，其变化主要体现在以下几个方面：从二维（以下简称 2D）设计转向三维（以下简称 3D）设计；从线条绘图转向构件布置；从单纯的几何表现转向全信息模型集成；从各工种单独完成项目转向各工种协同完成项目；从离散的分步设计转向基于同一模型的全过程整体设计；从单一设计交付转向建筑全生命周期支持。BIM 带来的是激动人心的技术冲击，而更应值得注意的是，BIM 技术与协同设计技术将成为互相依赖、密不可分的整体。协同是 BIM 的核心概念，指同一构件元素，只需输入一次，各工种就可共享该元素数据，可于不同的专业角度操作该构件元素。从这个意义上说，协同已经不再是简单的文件参照。可以说 BIM 技术将为未来协同设计提供底层支撑，大幅提升协同设计的技术含量。BIM 带来的不仅是技术，也将是新的 workflow 及新的行业惯例。

因此，未来的协同设计，将不再是普通意义上的设计交流、组织及管理手段，它将与 BIM 融合，成为设计手段本身的一部分。借助于 BIM 的技术优势，协同的范畴也将从单纯的设计阶段扩展到建筑全生命周期，需要设计、施工、运营、维护等各方的集体参与，因此具备更广泛的意义，从而带来综合效率的大幅提升。

总之，如图 1-6 所示，建筑业对技术、管理、协作等方面的需求（无论是主动需求还是被动需求）引发了 BIM 的应用，BIM 应用又不得不依靠 BIM 工具和 BIM 标准，业务人员使用 BIM 工具和标准从而产生了 BIM 模型及信息，BIM 模型和信息又进一步支持着业务需求高效、优质地实现。BIM 的世界就由此得以诞生和不断地发展壮大。

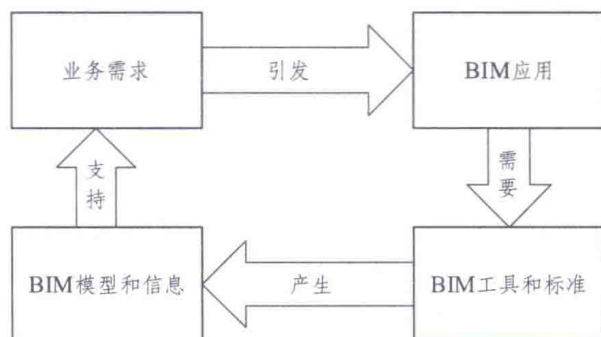


图 1-6 BIM 技术应用流程

1.2 BIM 概念及特点

对 BIM 的定义或解释有多种说法, McGraw. Hill (麦克格劳·希尔) 在 2009 年名为 “The Business Value of BIM” (BIM 的价值) 的市场调研报告中对 BIM 的定义比较简练, 认为: BIM 是利用数字模型对项目进行设计、施工和运营的过程。相比较, 美国国家 BIM 标准对 BIM 的定义比较完整: BIM 是一个设施 (建设项目) 物理和功能特性的数字表达; 是一个共享知识资源, 是一个分享有关设施的信息, 为该设施从概念到拆除的全生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程; 在项目不同阶段, 不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改消息, 以支持和反映其各自职责的协同作业。但目前, 较为人们所接受的解释是: BIM 全名是 Building Information Modeling (建筑信息模型), 是以建筑工程项目的各项相关信息数据作为模型的基础, 进行建筑模型的建立, 通过数字信息仿真模拟建筑物所具有的真实信息。换句话说, BIM 是以三维数字技术为基础, 集成了建筑工程项目各阶段工程信息的数字化模型及其功能特性的数字化表达, 旨在实现建筑全生命周期各阶段和各参与方之间的信息共享, 明显提高工程建设管理的信息化水平和效率。



BIM 是对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。一个完善的信息模型, 是对工程对象的完整描述, 能够连接建筑项目生命期不同阶段的数据、过程和资源, 可被建设项目各参与方普遍使用 (见图 1-7)。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, 支持建设项目生命期中动态的工程信息创建、管理和共享。建筑信息模型同时又是一种应用于设计、建造、管理的数字化方法, 这种方法支持建筑工程的集成管理环境, 可以使建筑工程在其整个进程中显著提高效率和大幅降低风险。

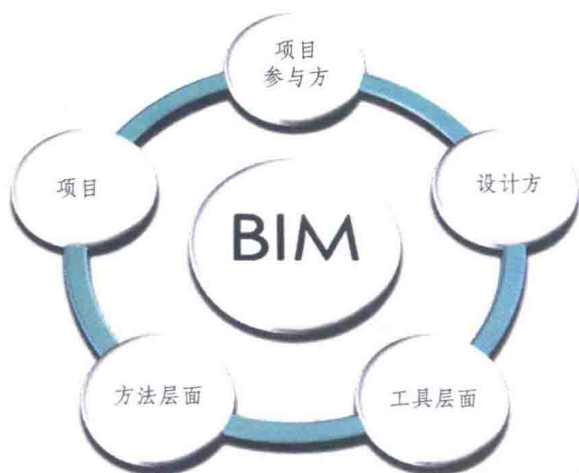


图 1-7 BIM 与各层面的关系

然而在实际应用层面, 从不同的角度, 对 BIM 又有着不同的解读:

(1) 应用到一个项目中, BIM 代表着信息管理, 信息被项目所有参与方提供和共享, 确保正确的人在正确的时间得到正确的信息。对于建筑施工企业, BIM 可以模拟实际施工, 便于能够在早期发现后期施工阶段可能出现的各种问题, 以便提前处理, 指导后期实际施工; 也可作为可行性指导, 优化

施工组织设计和方案，合理配置项目生产要素，从而最大限度地实现资源的合理利用，对建造阶段的全过程管理发挥巨大价值。

(2) 对于项目参与方，BIM 代表着一种项目交付的协同过程，定义各个团队如何工作，多少团队需要一起工作，如何共同去设计、建造和运营项目。

(3) 对于设计方，BIM 代表着集成设计，鼓励创新，优化技术方案，提供更多的反馈，提高团队工作水平。

(4) 工具层面，CAD 如 Word，BIM 如 Excel。

(5) 方法层面，CAD 是“我根据我想的给你做衣服”，BIM 是“我根据你的身体做衣服”。见图 1-8。

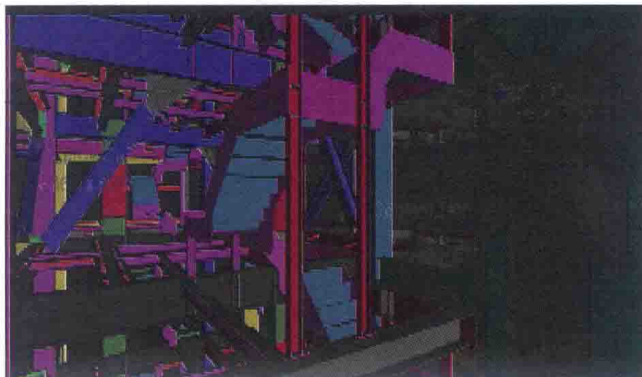


图 1-8

1.3 BIM 运用的重要性

BIM 技术在建筑工程项目的规划设计阶段、施工阶段以及运维阶段等全建筑生命周期管理过程中，都能够通过自身的优势使建筑工程项目达到缩短工期、节约成本的理想目标。下面从各个角度作介绍。

>> 1.3.1 政府及行业部门的强制推广

我国住房和城乡建设部在 2012 年发布的《2011—2015 年建筑业信息化发展纲要》中推广的主要新技术之一就是建筑信息化模型 BIM 技术。

分工细致、劳动力密集型的建筑业对信息的依赖度越来越大，信息已成为企业的一种重要资产，必须加以充分利用和妥善地保护。通常，每项建筑工程包括立项、设计、施工至维修保养等多个不同阶段，每个阶段又需要多个位于不同地点和具有不同性质的公司和机构参与设计及施工的全过程。实施的全过程往往需要经过多年才能完成，参与人数众多，工序繁复，其间涉及大量的文件及图纸往来，急需协调管理。

大型智能建筑工程的现代化管理，需要在内、外部参与者之间相互交换处理的信息量十分庞大，包括设计阶段的各种图纸、进度控制，施工阶段的人员、物料、进度、质量和经济等数据，以及各类政府批文和法律文件等。建设单位繁多、高效的信息交流与共享管理，已成为优质完成现代化建筑工程的关键之一。

此外，建筑工程具有的分散性、移动性和一次性等特点意味着如果没有一个整合的信息系统工程，

相关的信息将不能很好地保存起来，更难于转化成有用的知识以供将来借鉴。通过大量社会调查发现，工程管理人员往往需要花费多达 50% 的工作时间来搜查必要的信息，这将显著地降低了工程管理的效率。但是 BIM 技术的应用完整地解决了这些问题，解除了信息孤岛现象，可以让工程利益所有相关方在同一平台、统一数据库更新、储存、管理、应用这些信息。

BIM 能够在综合数字环境中保持信息不断地更新，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够加快决策进度、提高决策质量，从而使质量提高、收益增加。近些年，BIM 在设计阶段的应用促进了设计信息化的跨越式发展，建筑师通过可视化功能创建并获得如照片般真实的经过渲染的建筑设计创意和周围环境效果图，实现了 BIM 的社会化，尤其是虚拟现实的应用可以减少人力、缩短工期，有效节约成本。BIM 技术是项目精细化管理最有力的技术支撑手段，因而，近些年来各地方政府部门纷纷出台 BIM 应用的相关鼓励以及强制应用的文件和规定。

目前，BIM 在国内市场的主要应用典例是：BIM 模型维护、场地分析、建筑策划、方案论证、可视化设计、协同设计、性能化分析、工程量统计、管线综合、施工进度模拟、施工组织模拟、数字化建造、物料跟踪、施工现场配合、竣工模型交付、维护计划、资产管理、空间管理、建筑系统分析、灾害应急模拟。从以上 20 种 BIM 典型应用中可以看出，BIM 的应用对于实现建筑全生命期管理，提高建筑行业规划、设计、施工和运营的科学技术水平，促进建筑业全面信息化和现代化，具有巨大的应用价值和广阔的应用前景。

BIM 的应用和推广将在企业的科技进步和转型过程中起到一定的促进作用；也将给行业的发展带来巨大的推动力，支撑工业化建造、绿色施工、优化施工方案；促进工程项目实现精细化管理，提高工程质量，降低成本和工程风险；提升工程项目的效益和效率。BIM 建筑信息模型在建筑工程行业各阶段的推广和应用，是建设工程领域的一次革命，是项目精细化管理最有力的技术支撑手段。BIM 技术可以使企业集约管理、项目精益管理落地，也将改变项目各参与方的协作方式。

>> 1.3.2 BIM 对各方的影响

1. 对建筑施工企业

BIM 对建筑施工企业的影响为，实现集成项目交付 IPD (Integrated Project Delivery) 管理。具体包括：把项目主要参与方在设计阶段就集合在一起，着眼于项目的全生命期，利用 BIM 技术进行虚拟设计、建造、维护及管理；实现动态、集成和可视化的 4D 施工管理；将建筑物及施工现场 3D 模型与施工进度相链接，并把施工资源和场地布置信息集成一体，建立 4D 施工信息模型；实现建设项目施工阶段工程进度、人力、材料、设备、成本和场地布置的动态集成管理及施工过程的可视化模拟；实现项目各参与方协同工作，项目各参与方信息共享；基于网络实现文档、图档和视档的提交、审核、审批及利用；项目各参与方通过网络协同工作，进行工程洽商、协调，实现施工质量、安全、成本和进度的管理与监控；实现虚拟施工；在计算机上执行建造过程，虚拟模型可在实际建造之前对工程项目的功能及可建造性等潜在问题进行预测，包括施工方法实验、施工过程模拟及施工方案优化等。

对于传统 CAD 时代存在于建设项目施工阶段的 2D 图纸可施工性低、施工质量不能保证、工期进度拖延、工作效率低等劣势，BIM 技术体现出了巨大的价值优势：施工前改正设计错误与漏洞；4D 施工模拟、优化施工方案；使精益化施工成为可能。BIM 模型由于可以反映完整的项目设计情况，因此 BIM 模型中的构件模型可以与施工现场中的真实构件一一对应。我们可以通过 BIM 模型发现项目在施工现场中出现的错、漏、碰、缺的设计失误，从而达到提高设计质量，减少施工现场的变更，最终缩短工期、降低项目成本的预期目标。

在项目的施工阶段，施工单位通过对 BIM 建模和进度计划的数据集成，可实现 BIM 在时间维度基础上的 4D 应用。通过 BIM 技术 4D 应用的实施，施工单位既能按天、周、月看到项目的施工进度，又可以根据现场实时状况进行实时调整，在对不同的施工方案进行优劣对比分析后得到最优的施工方案；同时也可以对项目的重难点部分按时、分，甚至精确到秒进行可建性模拟，四维模拟实际施工，在早期的设计阶段发现后期施工阶段会出现的各种问题，便于提前处理，为后期活动打下坚固的基础。并在后期施工时能作为施工的实际指导，也能作为可行性指导，以提供合理的施工方案及人员，合理配置使用的材料，优化施工组织设计和方案，合理配置项目生产要素，从而最大限度地实现资源的合理利用，为建造阶段的全过程管理发挥巨大价值。例如，对土建工程的施工顺序、材料的运输堆放安排、建筑机械的行进路线和操作空间、设备管线的安装顺序等施工安装方案的优化。

随着我国建设工程规模越来越大、建筑高度越来越大、体型越来越复杂、功能越来越智能，工程项目的信息对整个建筑物的工程周期乃至生命周期都会产生重要影响。BIM 为建设工程领域带来二维图纸到三维设计和建造的革命，在上海金融中心、深圳平安金融中心、港珠澳大桥、上海迪士尼等一大批国家重点工程中，BIM 技术的数字化建造都取得了卓有成效的探索和成果，有效推动了项目管理水平的提升，逐渐成为企业转型升级的主要推力。

2. 对勘测设计单位

BIM 可以贯穿整个设计地形勘测、初步方案、深化设计、施工图设计以及施工阶段的设计服务内容，同时对预算编制、管线综合等各具体步骤有着非常明显的节约时间、提高效率的作用。

传统 CAD 时代在建设项目设计阶段存在的诸如 2D 图纸冗繁、错误率高、变更频繁、协作沟通困难等缺点都将为 BIM 所解决，BIM 所带来的价值优势是巨大的。

推动现代 CAD 技术的应用，建筑师们不再困惑于如何用传统的二维图纸表达复杂的三维形态这一难题，深刻地对复杂三维形态的可实施性进行了拓展。摒弃传统 CAD 用点、线、符号等简单元素表示某元件的理念，而采用面向对象的数据表达形式来描述项目的每一个组成部分。例如，不再用平行的线段表示电缆，而是在设计工具中创建一个电缆类的实例，每个实例都有其特有的属性，包括位置、尺寸、组成和型号等。这样的模型承载的信息比平面图加电缆清册要丰富得多，全面支持数字化的、采用不同设计方法的工程设计，并尽可能采用自动化设计技术，实现设计的集成化、网络化和智能化。可视化，使得设计师对于自己的设计思想既能够做到“所见即所得”，而且能够让业主捅破技术壁垒的“窗户纸”，随时了解到自己的投资可以收获什么样的结果。

BIM 帮助实现三维设计，能够根据 3D 模型自动生成各种图形和文档，而且始终与模型逻辑相关，当模型发生变化时，与之关联的图形和文档将自动更新；设计过程中所创建的对象存在着内部的逻辑关联关系，当某个对象发生变化时，与之关联的对象随之变化。同时，实现不同专业设计之间的信息共享。各专业 CAD 系统可从信息模型中获取所需的设计参数和相关信息，不需要重复录入数据，避免数据冗余、歧义和错误。还有实现各专业之间的协同设计，某个专业设计的对象被修改，其他专业设计中的该对象会随之更新。总之，BIM 可实现虚拟设计和智能设计，实现设计碰撞检测、能耗分析、成本预测等。

另外，对比传统的竣工图纸，通过竣工模型能更直观、准确、快速地找寻物件的所有相关信息，便于了解现场环境；能省去不必要的找寻翻阅资料、查阅图形和学习认识的时间。对比传统 2D 的竣工图与文档模式，竣工模型在实现共享信息、协同管理、提高运营效率方面有着巨大的优势。这是因为建筑周期从设计到施工完成，中间产生的海量变更信息，都可以事无巨细地存储在模型中，并且实时更新。

对于一开始就用 BIM 贯彻整个建筑周期的项目，工程竣工时，所更新的模型就是竣工模型，而且用模型更新更改信息保证了各个平面图、直观图、剖面图的一致性，省去了查验比对一致性的一个复杂环节（一般查验过程占整个建筑施工周期的 20%）。而传统的 2D 图只能是



引申阅读二：
竣工模型的建立