

ERJI ZHUCE JIANZAOSHI
JIXU JIAOYU PEIXUN JIAOCAI
JIANZHU GONGCHENG



二级注册建造师继续教育培训教材

建筑工程

北京市建筑业联合会 主编

中国建筑工业出版社

二级注册建造师继续教育培训教材

建 筑 工 程

北京市建筑业联合会 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程/北京市建筑业联合会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 11

二级注册建造师继续教育培训教材

ISBN 978-7-112-20054-2

I. ①建… II. ①北… III. ①建筑工程-继续教育-教材 IV. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 260482 号

责任编辑: 赵晓菲 朱晓瑜

责任校对: 王宇枢 刘梦然

二级注册建造师继续教育培训教材
建筑工程

北京市建筑业联合会 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京盈盛恒通印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 24 1/4 字数: 599 千字

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷

定价: 60.00 元

ISBN 978-7-112-20054-2

(29507)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

二级注册建造师继续教育培训教材

建筑工程

编写委员会

主 编：栾德成

副 主 编：杨嗣信 冯 义 冯 跃

编 委：付敬华 刘国柱 孙秀兰 梁 锦 王庆生

张显来 谢 婧 周予启 杨震卿 于电力

李素霞 朱文键 罗淑湘

编写人员：王 昕 徐德林 焦 冉 郭 佳 康 莉

宋萍萍 郭婷婷 卢 炎 王惠杰 郑凯阳

张 弛 马 龙 李东华 史 媛 黄 勇

李 静 王爱兰 许文涛 汪啸驹 谢明泉

赵 鹏 牛彦涛 梁晓宁 屈 靖 韩 超

孙合祥 刘 冉 王先龙 王振辉 张玉品

路 强 谢 群 刘 伟

前 言

注册建造师按规定参加继续教育，是申请初始注册、延续注册、增项注册和重新注册的必要条件。

本教材是建筑工程专业二级注册建造师参加继续教育学习的使用教材。

随着经济和技术的发展，管理创新和技术创新的成果不断涌现。作为建筑专业的建造师，应不断了解和掌握相关技术以及行业延伸的有关知识。

为了进一步提高建筑工程专业二级建造师的职业素质，提升建筑工程项目管理水平，保证工程质量和施工安全，根据《注册建造师管理规定》、《注册建造师继续教育管理暂行办法》，结合工程建设特点，编写了本教材。

本教材主要包括四方面的内容：建筑工程项目管理；建筑工程新技术与项目管理；建筑信息模型（BIM）技术的推广与应用；建筑工程质量与安全生产管理。

本教材有以下特点：符合《注册建造师继续教育管理暂行办法》中对必修课内容的定位要求；具有行业特色，包含了季节施工、绿色建筑、超高层施工以及住房和城乡建设部颁布的建筑新技术等；紧密结合工程建设实践的现实状况和发展趋势，突出项目管理应用案例分析，以案例说方法，通过案例总结经验和教训；有利于创新建造师的职业化观念，为建造师拓展更广阔的职业生涯空间打下坚实的基础。

本教材，是编写组全体人员共同协作的结果。在编写过程中参考了许多专家、学者的观念和文献，得到了他们的大力支持和帮助，在此一并致谢。

本教材，虽然经较长时间准备，多次研讨、审查与修改，但是由于编者水平有限，难免存在不足之处。欢迎广大读者提出宝贵意见，以便进一步修改与完善。

编委会

2016年9月

目 录

1 建筑工程项目管理	1
1.1 建筑工程项目管理的新发展	1
1.2 建筑工程项目的设计管理	11
1.3 建筑工程项目的施工总承包管理	20
1.4 建筑工程项目承包模式	49
1.5 国际工程承包市场与承包商	55
2 建筑工程新技术及技术管理	68
2.1 建筑技术发展趋势	68
2.2 深基础工程施工技术	71
2.3 钢筋施工技术	87
2.4 模板脚手架施工技术	99
2.5 混凝土施工技术	105
2.6 钢结构施工技术	115
2.7 建筑工业化施工技术	130
2.8 高层/超高层建筑施工技术	159
2.9 外墙保温及屋面保温技术	189
2.10 防水工程	197
2.11 绿色建筑	208
2.12 绿色施工	214
2.13 冬期、雨期施工技术	221
3 建筑信息模型 (BIM) 技术的发展与应用	229
3.1 BIM 技术的概念	229
3.2 应用 BIM 的意义	241
3.3 BIM 应用条件与分类	244
3.4 BIM 案例	275
4 建筑工程质量与安全生产管理	311
4.1 建筑工程质量管理	311
4.2 建筑工程安全生产管理	349

1 建筑工程项目管理

建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主业的执业注册专业技术人员，按照住房和城乡建设部的规划，近期执业以施工管理为主。这意味着，建造师必须掌握施工管理和组织的理论知识，并应具备相应的技术和技能。同时，作为普遍发展趋势，建造师的知识和技能必须具有全面性，应具备对建筑工程项目实施全过程组织和管理的能力以及工程总承包的管理能力，这要求建造师应成为懂管理、懂技术、懂经济、懂法规，具有较高综合素质的复合型人才。为此，建造师在掌握扎实的理论和专业知识的基础上，应不断地学习，提高工程管理素养，增强工程管理能力。

1.1 建筑工程项目管理的新发展

建筑工程项目管理在建筑领域的理论和实践中，已经奠定了自己重要的地位。近年来，社会、管理、技术学科领域的一些新技术也在影响着建筑工程项目管理的理论和实践的发展，在实践中不断的积极地进行探索和发展。对于这些发展，建造师应将其看作职业发展中的机遇，努力把握发展趋势，掌握管理新理念。

1.1.1 管理新理念

建筑工程项目管理的发展，最深刻的莫过于管理理念的变化，可持续发展观、以人为本、新的价值观等新理念开始影响着建筑工程项目管理的发展，它们不仅充实、发展着建筑工程项目管理的理论基础，也促进着其方法和手段的进步。本书从管理理念、管理方法和信息技术应用三个方面，大致勾画出建筑工程项目管理领域的发展趋势（图 1-1），这些趋势集中体现了服务社会、以人为本、提高效率的管理理念，它们是：

1. 管理理念

建筑工程项目管理的发展，首先表现在建筑工程项目管理理念的变化。近年来建筑工程项目管理理念最显著的变化有三个方面：

可持续发展观：工程师们要建设具有更低生命周期成本、节约资源、有利于环境保护的建筑。建筑业要用新的、环保、清洁的技术，以及更高效的管理来取代或革新传统的生产方式。

以人为本：从产品角度而言，注重为使用者提供更舒适、更健康、更安全、更绿色的生产和生活的场所；从管理角度而言，人越来越成为工程管理中最基本的要素。

新的价值观：将安全、健康、公平和廉洁的理念运用到建筑工程项目管理的实践中。

(1) 可持续发展观

2003 年《圣保罗宣言》中提出的“新的发展观”，认为环境问题与经济社会发展问题同等重要，主张把生态、经济和社会结合起来实现“可持续的发展”。作为一个发展目标，它意味着要减少对不可再生材料和能源的大量使用；它意味着创造新材料、发明新技术，以便更有效地使用可再生和不可再生资源；它意味着存储和保护不可再生资源 and 生态

承载能力，使其满足后代及日益增长的人口需求；它意味着生产活动要关注社会、公众、健康和公平，同时为人们提供更可持续的产品。因此，“可持续的发展”寻求三种关系的平衡：经济发展、环境保护及社会公平。

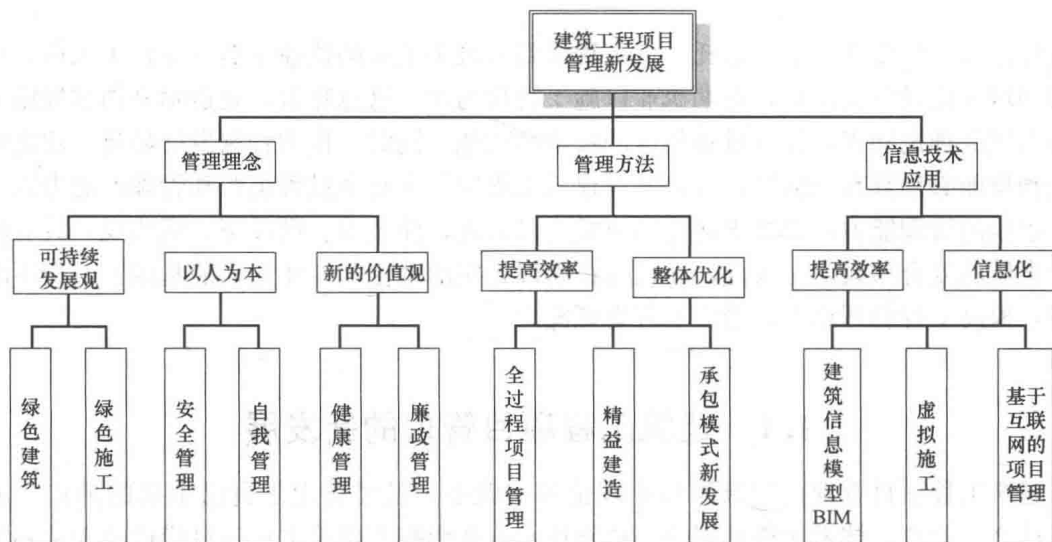


图 1-1 建筑工程项目管理新发展

为达到可持续发展的目标，工程师们必须寻找新的途径和管理方法，更多地利用可再生资源来满足社会的资源和能源需求。在可持续发展观指引下，世界范围内的建筑企业和建造师已经开始行动。

1) 公司管理：可持续发展观开始成为公司的发展战略。这一变化开始于卓有远见的承包商，他们未将新的发展观当作威胁，而是当作差异化的机遇和创新的催化剂。例如，国际一流的承包商从可持续发展趋势中看到了商业和道德价值，他们从公司管理层、项目层、职员层都对可持续发展作出了承诺。通过生产模式或服务模式的改变，不遗余力地致力于传统生产力向绿色生产力的转变，改变建筑行业传统的竞争基础。

2) 设计管理：绿色建筑作为一种建筑产品应运而生。设计者和开发者正在建造绿色建筑，设计者尽可能地在降低这些建筑的成本；同时为用户提供舒适、健康、安全的场所，更重要的是，绿色建筑是环境友好型的。设计过程中，工程管理者开始尝试用诸如全寿命周期成本等方法对设计进行评价和管理，保证这种产品名副其实。

3) 材料管理：基于绿色建材的使用评价方法。项目管理者在项目之初或建造过程中不断强调采用清洁生产技术、少用自然资源和能源、大量使用工业或城市固体废物，生产出无毒害、无污染、无放射性、有利于环境保护、节约能源和有利于人体健康的绿色建筑材料，并按照严格的标准和规范化的管理方法将绿色建筑材料应用到建筑上。

4) 施工管理：绿色施工方兴未艾。建造师在组织施工时，在保证质量、安全等基本要求的前提下，已经开始考虑如何通过科学管理和技术进步，最大限度地节约资源并减少对环境影响的施工活动，实现节能、节地、节水、节材和环境保护。

(2) 以人为本

以人为本的理念已经深入到社会生活的方方面面，它对建筑业的影响主要反映在两个

方面：一是生产的产品，要考虑为使用者创造舒适、健康、安全的场所；二是在建筑工程项目管理中要认识到，人是管理中最基本的要素。从这两个方面来看，建筑工程项目管理又有了些新的发展。

绿色建筑产品将为人们提供更舒适、更健康、更安全和更节能的居住环境为己任，追求促进社会可持续发展的崇高理想。为此，这种建筑充分利用天然条件和人工手段创造室内的合理布局，尽量减少使用合成材料，充分利用资源，为居住者创造一种接近自然的环境；另一方面，绿色建筑在建筑的全寿命周期内，尽可能地控制和减少对自然环境的使用和破坏，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材），其目的就是要成为与自然和谐共生的建筑。图 1-2 是一个绿色建筑。作为一种发展，建筑师关注的重点已经不仅仅只是单个的绿色建筑，他们认为“一枝独秀不是春，万紫千红春满园”。因此，绿色城市、生态城市开始应运而生。



图 1-2 绿色建筑——更舒适、
更健康、更安全和更节能

建筑工程项目管理中，精益建造借鉴精益生产的思想，结合建设项目的特点，对建设过程进行改造，形成以使用者为中心的管理理念。与传统的建筑管理理论和方法相比，精益建造把完全满足使用者需求作为终极目标，使建筑产品的价值得到更好的认定、创造和传递。精益建造通过建筑工程项目实现价值的转移，使得建筑工程项目实施者的目标更明确，完成的产品更符合使用者的需求。

以人为本管理的基本思想即人是管理中最基本的要素。人是能动的，与环境是一种交互作用，创造良好的环境可以促进人的发展和企业的发展。以人为本的管理实践包括在建筑工程项目组织中建立自我管理机制，围绕着激发和调动人的主动性、积极性、创造性来展开管理活动。精益建造也强调管理中人的因素，认为让施工人员自身保证产品质量的可靠是可行的，避免事后检查。通过临时会议实行全面质量管理，每个工作人员都可以各抒己见，及时解决施工过程中遇到的所有问题。

（3）新的价值观

新的价值观使得安全、健康、公平和廉洁问题在世界范围内受到空前关注。建筑师们已经开始尝试从建筑工程项目的角度，对建设过程、施工场所的安全、健康、公平和廉洁进行管理，并将它们有机集成到工程项目管理流程中，它们正在成为一个热点，建筑工程建造过程中面对的腐败问题，可以说是一个世界性的话题。建造师如何正确对待腐败问题关系到自身的职业生涯，一个公开、公平、公正的管理制度不但符合社会公众的利益，还可有效地遏制工程建设中的腐败问题，也符合建造师自身的长远利益。因此，工程职业道德建设越来越受到政府、研究者和工程管理者的高度重视。

1) 安全管理：本质安全的理念、安全保证体系、健康文明施工措施、健康制度正在被越来越多的企业接受。有关安全、健康的法律法规正在建立和健全。建立强有力的安全

管理体系已成为业内人士的共识。

2) 廉政管理：建立廉政管理的制度，形成廉政监督的法律、法规体系是建筑业廉政管理的趋势。2001 年，国际咨询工程师联合会（FIDIC）出版了工程咨询业务廉洁管理指南，提出了廉洁管理的原则和工程咨询公司的廉洁管理框架，包括道德规范、政策宣示、检查表格等可操作性的管理工具。

2. 管理方法

生产效率的提高始终是建筑工程项目管理关注的焦点，提高生产效率对于建筑企业而言，可以提供更有价格优势的产品，生产的产品更好地满足市场要求。事实上，这些年来，通过新的管理方法和模式的应用，建筑工程项目的劳动生产率已有所提高，这与建筑工程项目管理专家和实践者的努力是分不开的。

(1) 全过程项目管理：工程项目管理模式正在逐步地由单一的专业性管理向整合各个阶段管理的全过程项目管理模式发展。全过程项目管理抛弃原有概念、设计、施工的建设程序，转而采用一种更具整合性的方法。以平行模式而非序列模式来实施建设工程项目的活动，整合所有相关专业部门积极参与项目的概念、设计和施工的整个过程，强调系统集成与整体优化。图 1-3 形象地显示了全过程项目管理。

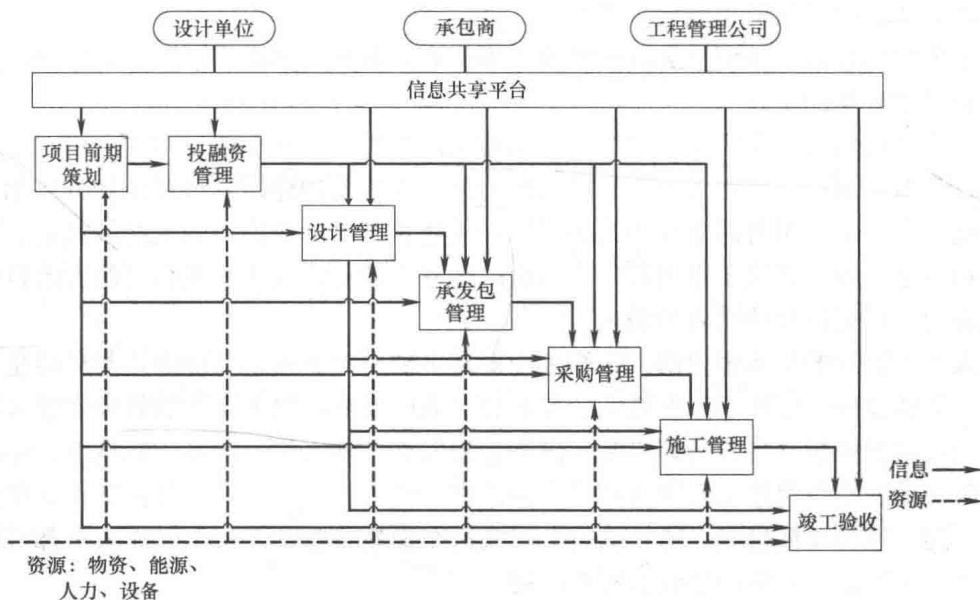


图 1-3 全过程项目管理过程

(2) 精益建造：精益建造对自动化装配企业产生了革命性的影响，现在精益建造也开始在建筑业应用，它可以最大限度地满足顾客需求；改进工程质量，减少浪费；保证项目完成预定的目标并实现所有劳动力工程的持续改进。精益建造对提高生产效率是显而易见的，可避免大量库存造成的浪费，可以按所需及时供料。它强调施工中的持续改进和零缺陷，不断提高施工效率，从而实现建筑企业利润最大化的系统性生产管理模式。精益建造更强调面向建筑产品的全生命周期进行动态的控制，更好地保证项目完成预定的目标。

(3) 承包模式：传统的建筑工程承包模式是设计—招标—施工，它是我国建筑工程最主要的承包模式。然而，变化也在慢慢开始，越来越多的业主把合作经营看作是设计、建

造和项目融资的一种方式,很多承包商开始靠提供有吸引力的融资条件,而不是更为先进的技术来赢得合同。承包商将触角伸向建筑工程的前期,并向后期延伸,目的是体现自己的技术能力和管理水平,更重要的是,这样做不仅能提高建筑工程承包的利润,还可以更有效地提高效率。

例如,工程总承包模式和施工总承包模式已成为大型建筑工程项目中广为采用的模式。对于工程项目的实践者,设计—建造模式(Design and Build,以下简称DB)和设计—采购—施工模式(Engineering Procurement and Construction,以下简称EPC)已经不是什么新鲜事物,在国外它们都经历了很长时间的的发展历程,在大型工程中使用得比较成熟。然而值得注意的是,这些承包模式的两种发展趋势:①这些通常应用于大型建筑工程项目的承包模式,开始应用于一般的建筑工程项目中;②承包模式不断地根据项目管理的发展,繁衍出新的模式。这些发展趋势说明了我国建筑工程项目管理逐渐走向成熟^①。

目前,很多项目实施代建制的模式。代建制最早起源于美国的建设经理制,是指业主委托一个称为建设经理的人来负责整个工程项目的管理,包括可行性研究、设计、采购、施工和竣工试运行等工作,但不承包工程费用。建设经理作为业主的代理人,在业主委托的业务范围内以业主名义开展工作,如有权自主选择设计师和承包商,业主则对建设经理的一切行为负责。所谓代建制则是指项目业主通过招标的方式,选择社会专业化的项目管理单位(代建单位),负责项目的投资管理和建设组织实施工作,项目建成后交付使用单位的制度。与建设经理制相比,无论是在代理人的定义上还是在选择程序上,代建制都更具科学性和先进性。

BOT模式也是近几年在基础设施建设方面较为常用的模式。BOT(Build-Operate-Transfer)即建设—运营—移交模式。这种模式是20世纪80年代国外兴起的依靠私人资本进行基础设施建设的融资和建造的项目管理模式。它是指政府开放本国基础设施建设和运营市场,吸收国外资金授给项目公司以特许权,由该公司负责融资和组织建设,建成后负责运营及偿还贷款,在特许期满时将工程移交给东道国政府。我国有一些基础设施项目已经或将要采用此方式。这对于解决基础设施瓶颈矛盾、缓解资金紧张以及加快经济发展都起到了一定的作用。

3. 信息技术应用

信息技术应用于建筑工程项目管理,其目的是提高工程建设活动的效率。随着计算机技术的成熟发展及普及,计算机的技术成果越来越多地被用于各行各业。建筑业也不例外,作为一种发展趋势,信息化是一种最直接的成果,而且其方法随着软件的不断更新换代,信息处理的成效越来越高。信息化为建筑业带来的最直接的成效是:便于信息交流,减少成本(特别是人工成本)。

(1) 建筑信息模型:建筑信息模型(Building Information Modeling,简称BIM)正在引发建筑行业一次革命性的变革。该模型利用三维数字技术,集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型,并以此对建筑项目进行设计、建造和运营管理。BIM能有效地促进建筑项目周期各个阶段的信息共享,开展更密切的合作,将设计、施工和运营过程融为一体,建筑企业之间多年存在的隔阂正在被逐渐打破,如图1-4所示。这改善了易建

^① 资料来源:林鸣,陈建华,马士华.基于“3TIMS”平台的工程项目动态联盟集成化管理模式。

性、预算的控制和整个建筑生命周期的管理，并提高了所有参与人员的生产效率。许多大型建筑通过采用建模技术以整合设计、生产和运营活动，大大提高了生产效率。BIM 最重要的优势主要与下列三个基本原理相关：

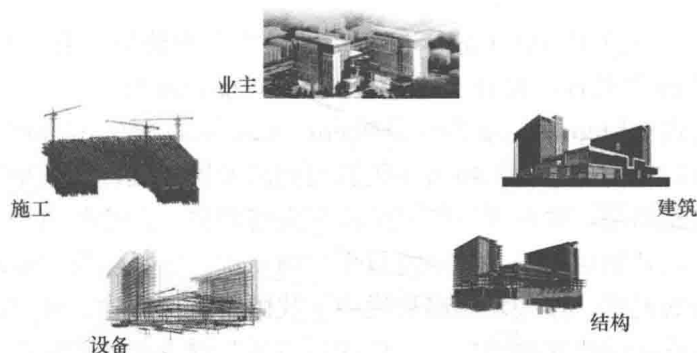


图 1-4 BIM 在建筑项目周期各个阶段的应用

- 1) 数据库替代绘图；
- 2) 分布式模型；
- 3) 工具+流程=BIM 价值。

(2) 虚拟施工：虚拟施工是 BIM 技术在施工阶段的运用，它是一种在虚拟环境中建模、模拟、分析建筑设计与施工过程的数字化、可视化技术。利用这种技术，施工现场输出的同步画面可向各方展示工程进度，其结果使参与工程各方的沟通、协调更加富有成效。当然，计算机也可以将实际施工过程虚拟实现，它采用虚拟现实和结构仿真等技术，在高性能计算机等设备的支持下对施工活动中的人、财、物、信息流动过程进行数字化和可视化模拟。虚拟施工可以优化建筑项目设计、优化施工过程、优化施工管理活动，提前发现设计和施工中存在的问题，并通过模拟找到解决问题的方法，进而获得最佳的设计和施工方案，用于指导真实的施工。虚拟施工的应用将大大降低返工成本和管理成本。

(3) 基于网络的项目管理：建筑项目管理中最为让人赏心悦目的技术是计算机、互联网和企业内部网络的应用。互联网作为一种手段，已广泛使用在同一工程上专家之间的协作、沟通与联系，不同工程项目之间的合作、协调、资源调配，以及采购必需品和服务等各个方面。基于网络的项目管理系统通过采用网络信息技术建立中心数据库，提供建筑工程的信息服务，促进建筑工程各参与方的交流与合作，并不断更新数据库中的数据，使得业主、设计师、监理工程师和承包商及时地掌握工程近况，并做出分析与决策。基于网络的项目管理为建筑企业提供了一套更广阔、完整的工具，使得建筑企业可以尝试更多地设计不同地域的工程项目。基于网络的项目管理将会对一个项目组织的技术、工作环境、人际关系、开发过程带来相当大的冲击。图 1-5 表示的是某种形式的基于网络的项目管理。

1.1.2 管理新方法

近年来出现在建筑领域新的施工和管理方法中，虚拟施工是最具代表性的一个，随着这种技术方法的成熟，它有可能革命性地变革建筑工程项目管理的方式，以及项目实施组织的模式。

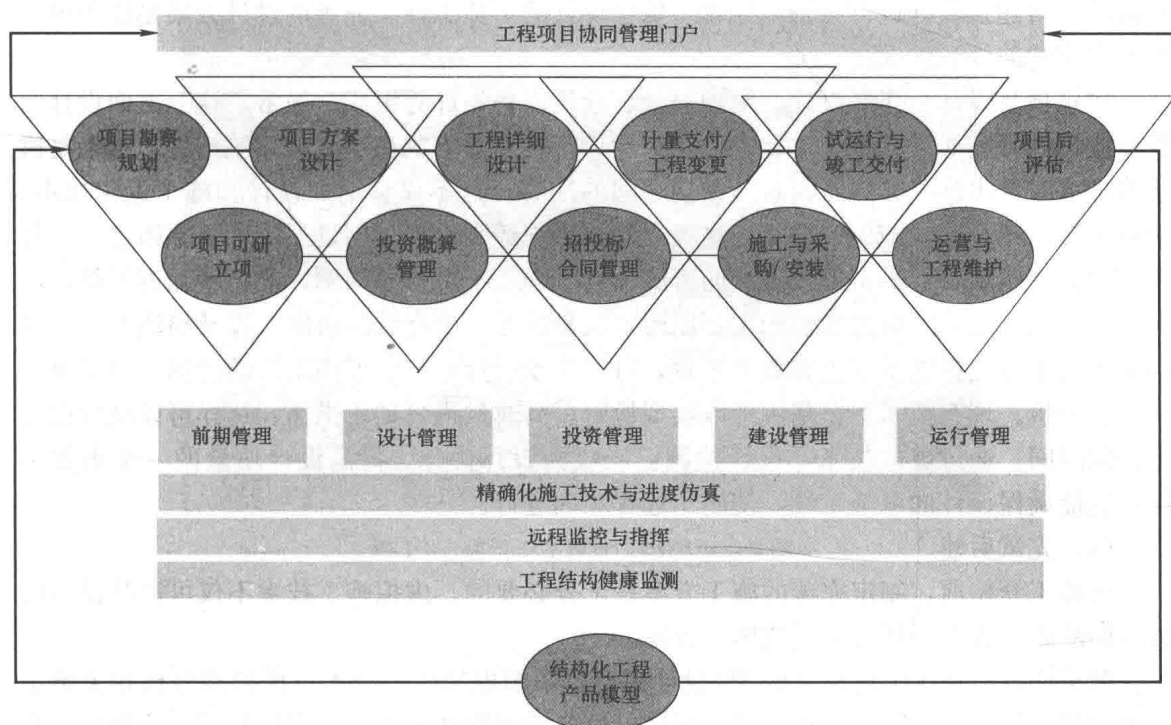


图 1-5 某种形式的基于网络的项目管理

1. 虚拟施工的定义

简单地说，虚拟施工就是“先试后建”，在工程开始施工前，对建筑项目的设计方案进行检测分析，对项目施工方案进行模拟、分析与优化，从而发现施工中可能出现的问题，在施工前就采取预防措施，直至获得最佳的施工方案，从而指导真实的施工。虚拟施工是施工领域的新方法，它将三维模型用于模拟建造一个建筑工程项目，不仅考虑时间维，还考虑其他维数，如材料、机械、人力、空间、安全等，可以扩展到“N 维”。

当前，建筑领域的可视化研究与应用有：三维（3D）建模技术或 BIM 技术，BIM 技术主要集成了建筑项目本身的相关信息，属于静态信息，主要用于项目设计分析；四维技术是基于三维模型，引入时间因素，进行施工进度可视化展示；五维技术是基于三维模型引入时间因素和资源（如成本、人员、材料）因素。图 1-6 显示的是五维技术，即三维模型+时间+成本。

2. 虚拟施工的作用

虚拟施工本身不消耗施工资源，却又能事先看到并了解施工的过程和结果，可以大大降低管理成本和返工成本，减少风险，增强管理者对施工过程的控制能力。虚拟施工的作用主要是：

（1）分析与优化

虚拟施工技术可以在建筑工程的设

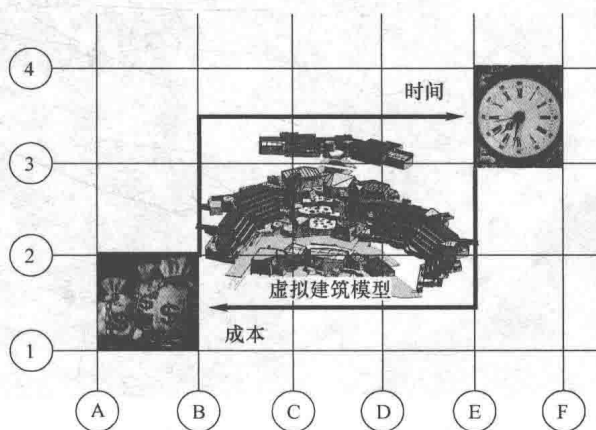


图 1-6 五维技术——三维模型+时间+成本

计阶段，对建筑设计进行分析与优化，确保设计的可施工性。完善的设计方案是建筑项目顺利实施的前提和保证。

建筑项目设计由建筑设计、结构设计、建筑设备设计等组成。通常，这三方面设计由各专业设计师完成。在施工过程中，这些设计将转变为集成在一起的建筑构件，结果是碰撞或冲突时常出现，如建筑设备与结构之间的冲突。这不仅会增加设计和施工返工成本，浪费资源，还会影响施工的进度。这也是建筑工程经常出现工期延迟的主要原因之一。对于复杂的建筑项目，经常出现设计的可施工性不强或不可行等问题，这将增加返工量，影响施工进度。造成不可施工性的主要原因，就是缺乏一个有效的协同工作及检测平台。虚拟施工技术为此提供了一个有效的平台，可以用于设计冲突、可施工性的检测，以及多方沟通、分析。现有技术下，基本可以实现检测、修改过程自动化操作，这样可以减少设计检测的时间。通过虚拟技术，设计检测已经成为设计优化、提高设计质量的一个重要手段，它能确保设计的可施工性，使施工过程顺利进行。

(2) 先试后建

在施工开始前，制定完善的施工方案是十分必要的。虚拟施工技术不仅可以测试和比较不同的施工方案，还可以优化施工方案。

简单而言，基于上述建立的 3D 设计模型，采用虚拟施工技术可模拟和分析相关施工方案。通过模拟可发现不合理的施工程序、设备调用程度与冲突、资源的不合理利用、安全隐患（如碰撞）、作业空间不充足等问题，也可以及时更新施工方案以解决相关问题。施工方案优化是一个重复的过程，即“初步施工方案—模拟—发现问题—更新方案”，直到在真实施工之前找到一个最佳的施工方法，尽最大可能实现“零碰撞、零冲突、零返工”。从而大大降低返工成本，减少资源浪费与冲突及安全问题。不仅如此，虚拟施工技术也为总承包商、分承建商、设计单位及业主提供了一个沟通与协作平台，帮助各方及时、快捷地解决各种问题，从而大大提高工作效率，节省大量的时间。

碰撞检测如图 1-7 所示，三维图与实景图如图 1-8 所示。

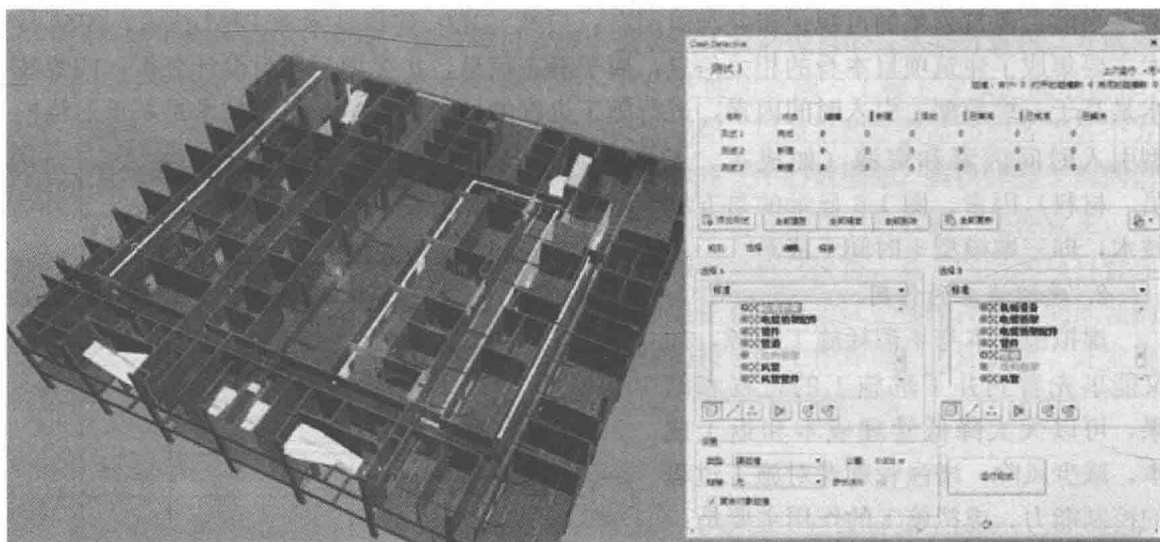


图 1-7 建筑设备碰撞检测

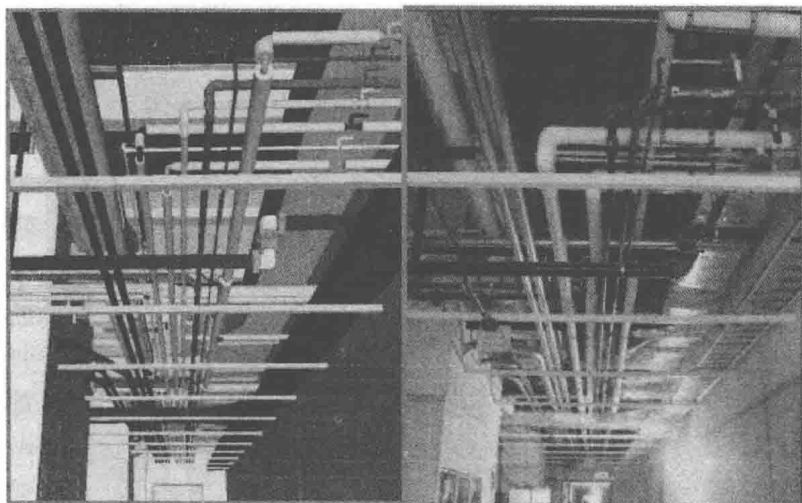


图 1-8 建筑设备设计三维图与实景图

3. 虚拟施工的应用

(1) 在施工过程控制和管理中的应用

建筑工程的施工控制和管理是复杂的、动态的、集成的，贯穿于每个工程的全生命周期，尤其是现代的大型工程项目，工期长、工程量大，涉及多工种协调，大量资金和材料调度、施工机械、设备的管理。多维技术管理信息系统有效地整合整个工程项目的信息并加以集成，实现施工管理和控制的信息化、集成化、可视化和智能化。这种技术的合成不仅是一种可视的媒介，使用户看到物体变化过程的图形模拟，而且能对整个形象变化过程进行优化和控制。这样有利于保障现场作业的安全；按时间模拟施工进度，可以对工期进行比较精确的计算和控制，有助于人、材、料的统筹和调度，实现对建筑施工的交互式可视化和信息化管理。

(2) 在施工方案的选择及优化中的应用

合理选择施工方案是工程施工组织设计的核心，它包括确定施工流向和施工程序，选择施工方法和施工机械，安排施工顺序等。对于某些结构复杂、工程量大的工程而言，在施工方案的选择上有一定的难度，然而通过虚拟现实系统，可以对各分部工程的施工方案进行虚拟施工和演示，为施工方案的选择带来极大便利。

(3) 施工场地的平面布置

传统的施工平面布置图，以图纸形式绘制，无法给人直观立体效果，也不易及时反映场地布置的动态变化，此时的施工平面布置只能根据施工经验进行。如图 1-9 所示

在虚拟现实系统中，首先建立该工程所有地上地下已有和拟建建筑物、施工设备、各场地实体、临时设施、库房加工厂、管线道路等实体的 3D 模型，通过 VRML（虚拟现实建模语言）赋予各 3D 实体动态属性，实现对各对象的实时交互及随时间的动态变化，形成 4D 场地模型，在 4D 场地模型中，可以随时修改各实体的造型和位置。

在系统中，通过建立统一实体属性数据库，存入各实体的位置坐标、存在时间及设备型号等信息，包括临时设施、材料堆放场地、材料加工厂区、仓库、生活文化区等设施实体的占地面积，能存放数量及其他各种信息。通过漫游虚拟场地，不仅可以直观地了解场

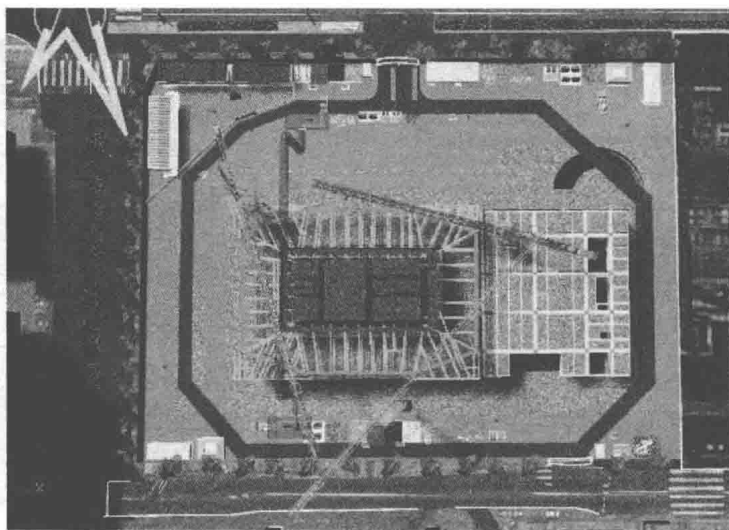


图 1-9 施工场地布置图

地布置,通过鼠标放置看到各实体的相关信息,在按规范布置场地时提供极大的方便,同时还可通过修改数据库的信息来更改不合理之处,系统还可根据存入数据库的规范信息和场地优化方案,协助组织人员确定更合理的场地位置、运输路线规划和运输方案。施工场地布置局部详图见 1-10。

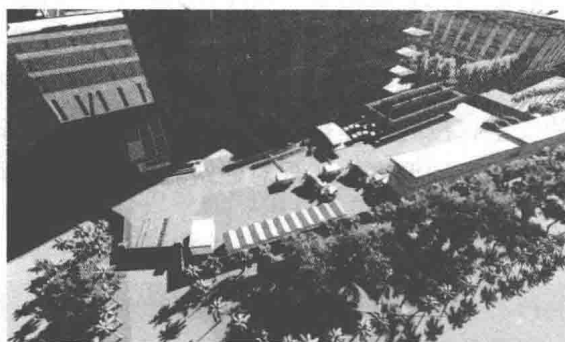


图 1-10 施工场地布置局部详图

(4) 施工过程的动态管理

施工过程的管理是保证施工进度、工程质量、安全施工的根本,传统的管理主要依靠管理者的丰富经验,在材料、人力、设备的安排上依靠事先的施工组织设计,但这在施工中不一定能满足实际情况的需要,在工程未来风险上,也只能依靠管理者的经验性预测,对于安全隐患,更不能及时反映。

在虚拟现实系统中,通过进行多次方案优化、事先已确定的虚拟施工过程,并将其与进度计划同步链接。管理者可以随时看任意时间应达到的施工进度情况,通过储存在数据库中的信息,能实现了解各个施工设备、材料、场地情况的信息,以便提前准备相关材料和设施,及时准确地控制施工进度。通过对未来状况的虚拟施工演示,可提前发现未来可能出现的施工问题和安全隐患,及时控制,以保证人员安全和避免不必要的损失。通过演示,还可发现施工方案的不足之处,以便进行修改,保证工程质量。

虚拟施工使施工变得可视化,这极大地方便了项目参建者与管理者之间的交流,特别是不具备建筑工程专业知识的业主,通过施工模拟,业主可以了解承包商所做的工作内容,以及完成建筑工程的保证措施。该建筑工程项目通过施工过程的可视化,建立了业主与承包商无障碍交流的平台。通过这种可视化的模拟,缩短了现场工作人员熟悉项目施工内容、方法的时间,大大减少了现场人员在工程施工初期犯错误的时间和成本。可视化模

型生成的施工图片，分发给分包商和施工人员可作为可视化的工作操作说明。

1.2 建筑工程项目的设计管理

在建筑工程的建设过程中需要认识到设计和施工之间的密切关系，这两者无疑应被作为一个完整的系统来看待。设计阶段的工作是一个创造性的活动，它创造了对新建筑的描述，成果表现为图纸和设计说明；施工阶段是以管理和组织为重要特征，需要界定有关活动和资源，从而将设计变为现实的过程。因而建筑师和建造师的工作彼此相互联系，建造师积极参与设计管理，能及时发现设计中存在的问题，充分发挥建造师的专业知识和技能，这对于建筑工程项目的成功能起到事半功倍的效果。

建造师适当介入建筑工程设计，可以确保建筑的可施工性，降低建造成本，提高施工质量。现在建筑业已形成的共识是：只是依靠设计方的力量来完成建筑的设计任务，往往会由于技术、经验的局限而忽略了构造、结构、功能等的合理性，可能提高建筑建造成本，给建筑的施工带来诸多的棘手问题。因此，有必要引入多方的力量参与项目的设计管理，建造师作为建筑工程建设的重要参与者，应充分发挥施工管理、技术、经验等方面的优势，积极参与建筑设计，优化建筑设计，使建筑功能得到合理的提升，增加结构的安全性，减少设计的偏差，更好地实现建筑工程的质量、成本和进度目标。

1.2.1 设计管理的目标

1. 建筑设计需要管理

建筑工程设计阶段是具体工程项目建设的起点，是项目开发目标具体化的第一步。这一阶段工作质量的好坏对于整个工程项目目标的实现，无论从工程质量还是从工程投资或进度来说，都具有重大影响和举足轻重的决定性作用。

建筑设计是实现项目蓝图的重要阶段，它将项目的概念最终转化成为设计方案和详细的施工图纸，为建筑施工提供重要依据。建筑设计是指建筑物在建造之前，设计者按照建设任务，把施工过程和使用过程中所存在的或可能发生的问题，事先做好通盘的设想，拟定好解决这些问题的办法、方案，用图纸和文件表达出来。建筑设计是工程招标投标、施工组织、材料准备、施工中各工种、各单位互相配合协作的共同依据。建筑设计使工程得以在预定的投资限额范围内，按照周密考虑的预定方案统一步调顺利进行，并使建成的建筑物充分满足使用者和社会所期望的各种要求。

2. 有效的管理能及早解决设计中的问题

建筑设计所需要的资源相对较少，但对整个工程项目的成败影响重大。来自建筑业的常识是：建筑设计费用一般只相当于建筑造价的5%以下，但正是这少于5%的费用对建筑造价的影响度却高达80%左右。因此，高质量地完成设计任务，是建筑工程项目成功的先决条件。

高质量的设计需要有效的管理机制，设计管理的核心应该是多方参与、群策群力。这需要相关的设计参与者和管理者能明确建筑工程项目的目标，尽早共享建筑工程项目的信息，在设计过程中，充分沟通、协商，将来自设计、施工、管理等不同领域参与者的知识、技能和经验恰当地反映在建筑设计中，高质量地完成设计任务。例如，2008年北京