

北京工业大学博士科研启动基金项目资助

建设工程全面信息管理 理论和方法研究

Study on Theory and Method of Building Total Information Management

赵雪锋 著

北京工业大学博士科研启动基金项目资助

建设工程全面信息管理 理论和方法研究

Study on Theory and Method of Building Total
Information Management

赵雪锋 著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程全面信息管理理论和方法研究/赵雪锋
著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-112-14827-1

I. ①建… II. ①赵… III. ①基本建设项目-信
息管理-研究 IV. ①F284

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 252707 号

本书运用项目信息门户 (Project Information Portal, PIP)、建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 和物联网 (Internet of Things, IOT) 等技术, 在建设工程全寿命期、全方位、全要素管理等理念的指导下, 对建设工程全面信息管理 (Building Total Information Management, BTIM) 的理论和方法进行了研究。本书分为 7 章, 包括绪论、基础理论和方法、建设工程全面信息管理 (BTIM) 的提出、BTIM 发展路径、BTIM 系统建设、BTIM 系统运行、结论和展望。力求对 BTIM 系统有一全面的介绍。本书可供工程管理、土木工程专业师生及相关科研人员等学习和使用。

* * *

责任编辑: 牛 松 田立平 蔡文胜
责任设计: 张 虹
责任校对: 姜小莲 刘 钰

建设工程全面信息管理理论和方法研究

赵雪锋 著

*

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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 8½ 字数: 204 千字

2013 年 2 月第一版 2013 年 2 月第一次印刷

定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-14827-1

(22899)

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)

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究的背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	4
1.2 国内外研究综述	5
1.2.1 建设工程全寿命期管理研究现状	5
1.2.2 建筑信息模型研究现状	7
1.2.3 物联网研究现状	12
1.2.4 研究现状评述	18
1.3 本书结构和内容	19
1.3.1 本书逻辑结构	19
1.3.2 本书主要内容	19
第 2 章 基础理论和方法	21
2.1 建设工程管理有关理论和方法	21
2.1.1 建设工程全寿命期管理	21
2.1.2 建设工程全方位管理	22
2.2 信息化有关理论和方法	23
2.2.1 信息论	23
2.2.2 建筑信息模型 (BIM)	24
2.2.3 项目信息门户 (PIP)	25
2.2.4 物联网 (IOT)	26
2.2.5 准时生产方式 (JIT) 与精益管理	28
2.3 系统有关理论和方法	29
2.3.1 系统工程方法论	29
2.3.2 动态规划	31
2.3.3 协同理论和方法	32
2.4 本章小结	33
第 3 章 建设工程全面信息管理 (BTIM) 的提出	34
3.1 建设工程信息的特点	34
3.1.1 建设工程信息的总体特点	34
3.1.2 建设工程各阶段信息的特点	36

3.2 建设工程信息管理的内容	37
3.2.1 时间维	38
3.2.2 实体维	39
3.2.3 主体维	40
3.2.4 建设工程信息的多维融合	42
3.3 BTIM 概念模型	43
3.3.1 BTIM 总体概念	43
3.3.2 BTIM 的内涵	46
3.4 本章小结	49
第4章 BTIM 发展路径	50
4.1 BIM 应用路径分析	50
4.1.1 BIM 数据流	51
4.1.2 前 BIM 阶段	52
4.1.3 BIM 应用阶段 1: 基于对象的建模	52
4.1.4 BIM 应用阶段 2: 基于模型的协作	54
4.1.5 BIM 应用阶段 3: 基于网络的集成	55
4.1.6 一体化项目交付	56
4.1.7 BIM 应用阶段跃迁步骤	57
4.2 IOT 应用路径分析	58
4.2.1 IOT 演进路线分析	59
4.2.2 IOT 应用路径分析	61
4.3 BTIM 总体路径分析	63
4.3.1 分离阶段	64
4.3.2 融合阶段	64
4.3.3 一体化阶段	64
4.4 本章小结	64
第5章 BTIM 系统建设	65
5.1 BTIM 系统建设的要求和体系架构	65
5.1.1 BTIM 系统建设的要求	65
5.1.2 BTIM 系统建设的体系架构	68
5.2 BTIM 系统建设的实现方法	70
5.2.1 采用 IOT 技术进行数据采集	71
5.2.2 采用文档管理服务器和工程数据库进行数据管理	72
5.2.3 采用模型服务器进行特定模型信息的处理	73
5.2.4 采用中间件等实现分布式异构多应用程序集成	75
5.2.5 采用 PIP 实现分布式协同工作	77
5.2.6 采用统一的信息分类与编码体系实现 ILM	80

5.3 本章小结	82
第6章 BTIM 系统运行	83
6.1 BTIM 功能	83
6.1.1 质量管理	83
6.1.2 进度管理	84
6.1.3 造价管理	85
6.1.4 安全管理	86
6.1.5 环保管理	86
6.2 BTIM 运行机制	88
6.2.1 广泛集成	88
6.2.2 精益管理	94
6.2.3 动态优化	98
6.3 BTIM 实现建设工程增值的机理	103
6.3.1 信息集中共享	103
6.3.2 信息的再利用	106
6.3.3 优化信息编码	107
6.3.4 扩展信源信宿	110
6.4 本章小结	111
第7章 结论与展望	112
7.1 本书的主要工作	112
7.2 研究展望	113
参考文献	114
附录：英文缩写索引	120

第 1 章 绪论

1.1 研究的背景和意义

1.1.1 研究背景

1. 建设工程信息管理面临挑战

建筑业是国民经济的重要物质生产部门，它与整个国家经济的发展、人民生活的改善有着密切的关系。改革开放 30 多年来，国民经济和社会发展取得了巨大成就，建筑业对国民经济的拉动作用不断增强，已经成为国民经济的重要支柱产业。但是建筑业的效率不容乐观，根据美国商务部的统计数据，在过去的 40 年当中，美国建筑业生产效率指数下降了 20% 左右，而其他非农业的生产指数却提高了 100% 以上，如图 1-1 所示。我国也同样如此，国家统计局 2009 年统计表明¹，2008 年建筑业人均年产值为 18.7 万元，而其他工业为 57.4 万元，建筑业生产效率极低。

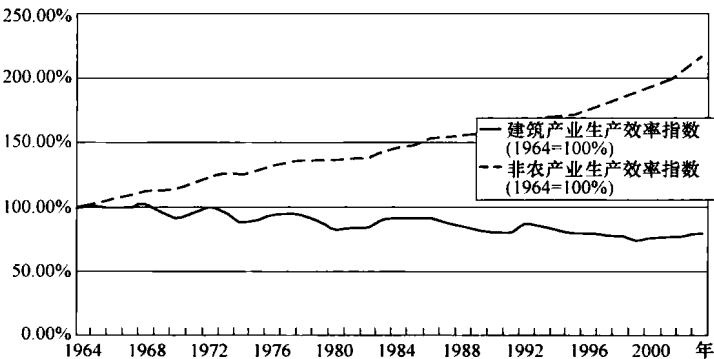


图 1-1 美国建筑业和非农业生产效率指数比较

Figure1-1 Declining Productivity in the AEC Industry of USA

(资料来源：Stanford Center for Integrated Facility Engineering.)

一方面建筑业效率不佳，另一方面人们对于建设工程的要求却是在不断

¹ 根据国家统计局编制《中国统计年鉴—2009》中表 13-1、表 14-1 数据计算得出。

提高。以北京奥运工程为例，其结构造型复杂、科技含量高、使用要求高、设计理念超前、施工工艺复杂，给建筑的设计、施工以及运营都带来了巨大挑战。就奥运工程的运营而言，奥运村中的 42 栋建筑在奥运会结束的 26 个小时后就迎来了残奥会，其运营方案必须精确、快速，各方必须密切协同。

先进的 IT 技术是提高建筑业效率的有效手段，然而现阶段以二维图表为主要信息表现形式的建设工程信息管理理念和手段在人们对建设工程日益提高的要求面前显得有些力不从心。据统计，一个典型的 1 亿美元的工程项目会产生 15 万份资料信息，包括图形资料、法律文件、采购单、工期安排等，而且大部分资料信息之间彼此孤立，没有体现彼此之间的关联，形成了一个信息孤岛。另外，在二维图表的信息表示条件下建设工程不同阶段之间信息传递存在的问题，图 1-2 的折线形象地描述了目前建设工程不同阶段之间信息传递存在的问题，其中横坐标是时间轴表示建设工程全寿命期，纵坐标是信息和知识积累轴表示该建设工程积累的信息和知识。从图 1-2 中可以看到，在不同阶段的交接处出现了信息“回流”的现象，建设工程在前面阶段积累起来的信息和知识面临损失，而上面那条曲线才是我们期望的信息和知识积累曲线。

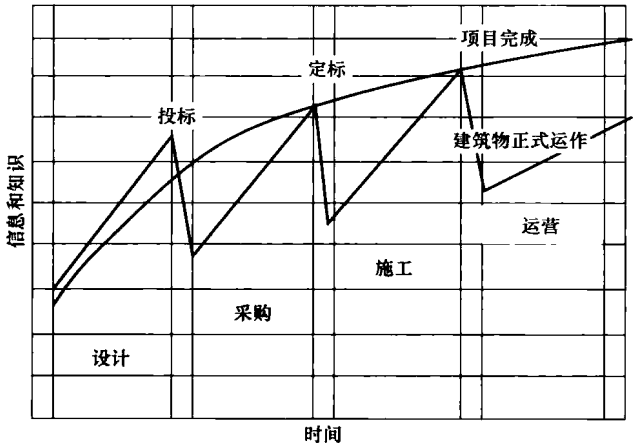


图 1-2 建设工程不同阶段之间的信息回流

Figure1-2 Loss of Information over the Project Lifecycle

(资料来源: www.autodesk.com.)

现有的建设工程信息管理手段和方式不仅造成了建设工程不同阶段之间的信息回流现象，还造成了不同组织、不同专业、不同过程之间的信息壁垒，如图 1-3 所示，严重阻碍了建设工程管理乃至建筑业效率的提升。

2. 建设工程信息管理存在机遇

尽管建筑业面临诸多挑战，同时也存在很多的机遇。其中一个巨大机遇

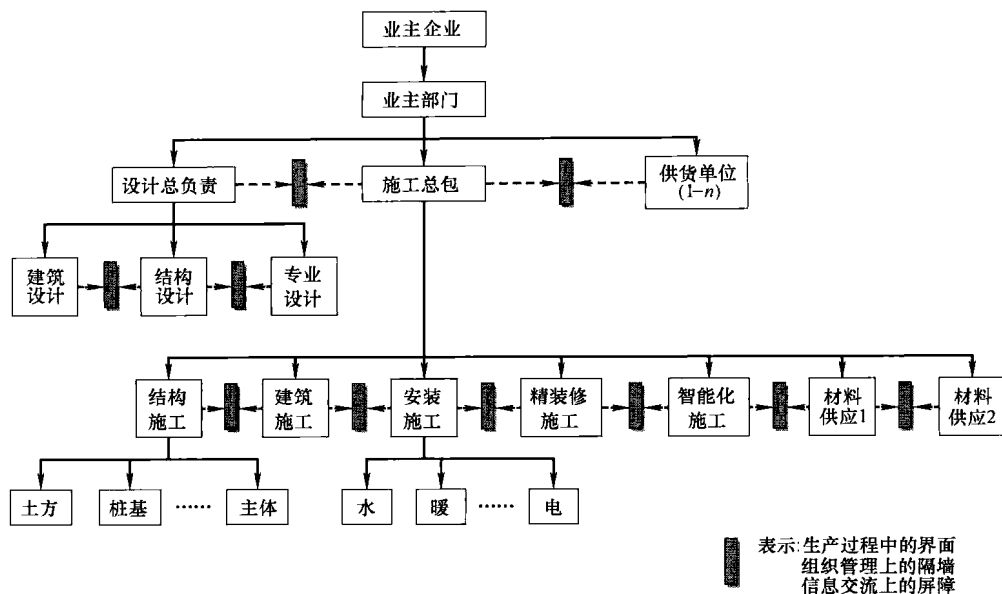


图 1-3 建设工程管理中的信息壁垒^[1]

Figure1-3 Information Barriers in the Management of Construction Project

来自于信息技术的快速发展。在这方面，制造业树立了榜样。制造业生产效率的提高很大程度上就是得益于先进信息技术的应用，例如在物料需求计划（Materials Requirement Planning, MRP）、制造资源计划（Manufacturing Resources Planning, MRP II）、企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）、即时管理（Just In Time, JIT）、柔性制造系统（Flexible Manufactures Systems, FMS）和计算机集成制造（Computer Integrated Manufactures, CIM）等理念和技术的应用中，信息技术发挥了关键作用。近年来，制造业提出的产品生命周期信息管理（Product Lifecycle Management, PLM），能通过产品定义和相关信息的集成，实现覆盖整个产品生命周期信息的创建、管理、分发、共享和使用，从而减少变更、降低成本、缩短研发和上市时间、提高客户满意度，并带来了极大的经济和社会效益。相对于制造业，建筑业在信息技术上的投入还远远不够，美国制造业在信息技术方面的花费几乎超过建筑业 6 倍^[2]。毫无疑问，先进信息技术的运用对于解决建筑业所面临的问题同样也至关重要。在众多信息技术中，下列 3 个技术对提高建设工程管理水平作用尤为突出。

（1）互联网技术。互联网技术深刻地改变了人类信息交流的深度、广度和准确程度。互联网技术在建设工程中的运用同样深刻地改变了建设工程各参与方的信息交流方式，使得远程、实时、全天候的信息共享和协作得以实现。现阶段，互联网技术在建设工程中运用的典型模式是项目信息门户

(Project Information Portal, PIP), 本书将直接以 PIP 为研究对象。

(2) 建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术。该技术是将建筑物及其构件的信息处于一个中心数据库中, 并且建筑及其构件的各种属性完全数字化, 这样就保证了建筑信息的内在统一和可计算, 避免了现行的二维图表所带来的“信息孤岛”现象。

(3) 物联网 (Internet of Things, IOT) 技术。这是一种能够实现人与人、人与机器、人与物乃至物与物之间直接沟通的全新网络构架^[3], 它也将改变建筑物、建筑材料、建筑工具与人以及它们之间信息交流的方式。

如何抓住机遇, 迎接挑战, 也就是如何运用好信息技术特别是 PIP、BIM 和 IOT 等关键技术, 来突破建设工程管理中的种种壁垒, 全面提升建设工程管理效率是摆在我们面前非常现实、非常重要, 同时也是非常迫切的一个问题。

1.1.2 研究意义

1. 理论意义

我国建设工程信息管理起步于 20 世纪 80 年代, 经过近 30 年的发展, 尽管信息技术在建设工程管理的应用中得到大大拓展和深化, 但由于种种原因, 总体上缺乏理论方面的指导。在理论研究方面, 大部分研究囿于对某个理念或某项技术进行分析和研究, 没有形成完善的理论研究体系。

本书力图通过应用建设工程管理、信息化和系统的有关理论和方法, 结合国际建设工程信息管理经验和我国建设工程信息管理的具体实践, 围绕如何打破建设工程管理中各阶段、各专业、各主体间的信息壁垒, 构建基于全寿命期、全方位、全要素管理理念和 PIP、BIM、IOT 技术方法的建筑工程全面信息管理 (Building Total Information Management, BTIM) 框架体系, 为建设工程信息化深入发展提供理论依据; 同时为先进 IT 技术在建设工程管理中应用提供理念引导, 为先进的管理理念在建设工程管理中实现提供技术支撑。该框架体系具有一定的科学性、系统性、先进性和可操作性, 将对我国建设工程管理理论体系的拓展和完善起到抛砖引玉的作用。

2. 现实意义

(1) 连接信息孤岛, 减少信息壁垒

本书提出在时间维实行全寿命期管理, 在实体维实行全要素管理, 在主体维实行全方位管理, 从而形成全面信息管理, 通过多维度信息集成、精益的管理、动态的调整, 连接信息孤岛, 打破信息壁垒, 使建设工程管理在广度、精度和时效性上有大幅度的提升。

(2) 完善提升建设工程管理理念

本书全寿命期、全方位和全要素相融合的管理理念, 全面覆盖建设工程管理的时间维、主体维和实体维, 完善建设工程管理理念。在全要素管理

中,除造价、质量和进度外,还突出了安全和环保管理要素,在微观层面上有利于建设工程各方承担相应的社会责任和历史责任,宏观层面上有利于社会全面协调可持续发展。

(3) 更新建设工程管理手段

BIM 和 IOT 是近年来出现的新技术,它们是引领建筑业信息技术走向更高层次的新技术,它们的全面应用,将为建筑界的科技进步产生无可估量的影响,大大提高建设工程的数字化、集成化、自动化程度,为建筑业的发展带来巨大的效益。

(4) 推动建设工程管理与时俱进

建设工程管理融合多领域知识,具有交叉性特点。本书吸收 IT 技术、工程管理和系统科学等多个领域较新的研究成果,推进建设工程管理与时俱进。

1.2 国内外研究综述

尽管本书研究将涉及项目信息门户、建筑信息模型、物联网等信息技术以及建设工程全寿命期管理、全方位管理和全要素管理等管理理念,由于项目信息门户技术是以互联网技术为其核心技术,非常成熟,在这里就不再赘述;建设工程全方位管理的理念非常清晰,即立足于建设工程全部参与方的角度进行项目管理,其内涵在后面基础理论中详述;建设工程全要素管理的提法很少,本书将在第 3 章中提出建设工程全要素概念时对其内涵做详细分析。

1.2.1 建设工程全寿命期管理研究现状

1. 国外研究现状

(1) 美国对建筑寿命期管理信息化的研究

美国建筑寿命期管理信息化源于建设项目信息化管理。

20 世纪 80 年代,美国军方启动了连续获取和寿命期支持(Continuous Acquisition and Lifecycle Support, CALS)项目。这个项目针对项目的全寿命期(包括军需品的建议、报价、设计、制造、提交、支付等阶段)中的各阶段实施无纸化。通过项目实施,减小了文档的体积和重量,方便文档的传递、修改和查询,并实现项目信息的及时共享。据报道,美国军方实施 CALS 项目后,平均成本降低了 30%^[4~7]。

20 世纪 90 年代末,受政府资助的美国建筑业研究所(Construction Industry Institute, CII)提出了全面集成及自动化项目过程(Fully Integrated and Automated Project Processes, FIAPP),即以信息技术为手段,实现项目从规划到建成运营管理完全集成和自动化,达到全寿命期数据管理目的,以满足业主、设计者、建造者的需求。FIAPP 项目^[8]拓展了 CAD 技术,进

行了把 3D CAD 与建筑活动相结合以便展示整个建造过程进展的虚拟 4D 模型、虚拟团队和电子商务的研究。

2003 年,美国斯坦福大学的设施集成工程中心(Center for Integrated Facility Engineering, CIFE)开发了基于 IFC 标准的 4D 产品模型^[9](Product Model and Fourth Dimension, PM4D)系统,该系统可以快速生成建筑物的成本预算、施工进度、环境报告以及成本分析等信息,还可以通过虚拟现实技术实现产品模型的 3D 可视化以及 4D 施工过程模拟,并将 4D 概念应用于整个 AEC 领域中,应用先进的计算设备与交互工具,构建一个全数字交互工作室(Interactive Room),使建设项目各参与方能够实时的展开协同工作,为全寿命期管理奠定了基础。

后来,美国主要软件开发商如 Autodesk^[10]和 Bentley Systems^[11]公司等都明确地提出了基于 IFC2x 的建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)和建筑寿命期管理(Building Lifecycle Management, BLM)的概念。

(2) 英国对建筑全寿命期信息管理的研究

20 世纪 70 年代中期,由于美国 IBM 微型计算机的出现,剑桥(ARC)大学开始研究大系统建筑应用程序,即计算机辅助设计、分析。

1990 年,受建筑工业局的支持,Construct IT^[12]论坛举行了建筑 IT2000(Building IT 2000)论坛,对建筑业进行了 10 年展望,内容包括如何利用网络实现数据共享和交换。1995 年,由 DOE 出版的《Construct IT—Bridging the Gap》,研究了建筑业中现代技术的应用及项目数据库的整合等^[13]。

20 世纪 90 年代中期,计算机集成建造、电子数据的传递及建筑寿命期管理^{[14][15]}成为建筑业信息技术的研究重点。Colin Gray 教授认为^[16],为实现建筑可持续发展,建筑业必须转变为强化知识管理的发展模式。

目前在英国 AEC 行业广泛应用的 BIW Information ChannelTM,是受英国政府部门——环境交通地区部资助的,由于其数据共享服务是面向整个建筑寿命期,因此又称为 BIW 信息渠道。BIW 信息渠道是基于网络的供应链集成通信平台,使用该平台用户可以从被动地接受信息转变为按需索取,从而提高了信息利用的效率和准确性。BIW 信息渠道创造一个统一的数据标准,这也就意味着在供应链的各个层次上得到的文件信息都是一样的。始建于 1834 年的英国 HCD 建筑事务所应用 BIW 系统可以把所有的图画放到“信息渠道”,加快项目信息交流和提高其质量。分享设计数据只是建筑寿命期的一小部分,BIW 所获得的信息不仅只在建筑阶段使用,还便于业主进行更有效的运营维护。BIW 信息渠道已经在 2000 个左右的项目上使用,实现了累计 150 亿英镑的价值^[17]。

(3) 新加坡对建筑寿命期管理信息化的研究

1991 年,新加坡 IT2000 总体规划启动,其中就有关于建筑和房地产部门的增值计算机网络——CORENET 的规划,该网络的目标是使建筑和房地产业的公共部门和私人组织连接到自动规范的审批程序上。CORENET 的一个主要项目是整合建筑规划和建筑服务系统 (IBP/IBS),该项目通过四个关键系统整合建筑寿命期主要过程,提供一站式提交中心推动通过互联网电子提交、处理和审批建设项目文档^[18~20]。

(4) 日本对建筑寿命期管理信息化的研究

20 世纪 90 年代后期,日本建设领域信息化实施“建设 CALS/EC (Continuous Acquisition and Lifecycle Support/Electronic Commerce)”^[21],实际上就是日本式的建筑业信息化。其核心内涵是:以项目的全寿命期为对象,全部信息实现电子化;项目的有关各方利用网络进行信息的提交、接收;所有电子化信息均存储在数据库中便于共享、利用。它的最终目的是降低成本,提高质量,提高效率,并最终增强行业的竞争力。

(5) 其他国家对建筑寿命期管理信息化的研究

澳大利亚建筑革新合作研究中心在对房地产和建筑业的 2020 年展望中提出的九项发展计划中就有四项直接与信息技术相关联,如发展建筑业应用信息、通信技术,设计、制造和运营管理的虚拟原型和满足客户需求建造可持续建筑^[22]。

在 Roger Flanagan, Carol Jewell 等对瑞士建筑业进行 2020 年展望^[23]中,指出 6 大方面是建筑业将来的发展方向——新的、聪明材料,生物模拟技术,纳米技术,嵌入系统,电子商务和人力资本的变革。电子商务提供了新的工作方式,电子市场为建筑业提供了新的贸易方式。嵌入系统帮助人与建筑沟通;人力资本革新实质是对建筑从业人员的要求。

2. 国内研究现状

同济大学的丁士昭提出了建设工程全寿命期管理概念模型,并得到了广泛的关注^[24]。南开大学的戚安邦在其著作中提出了工程项目全面造价管理^[25],李明友在前者基础上对全寿命期成本管理内涵及组织方式进行探讨^[26]。东南大学的陈光和成虎构建了建设项目全寿命期目标体系^[27]。王增忠在其博士学位论文中基于混凝土耐久性进行了建筑工程项目全寿命经济分析^[28]。张亚莉、杨乃定和杨朝君从风险管理角度研究了项目的全寿命期管理^[29]。黄继英、海燕和甄兰平、邵惠鑫从不同方面探讨了面向全寿命期的设计管理理念和方法^{[30][31]}。

1.2.2 建筑信息模型研究现状

1. 国外研究现状

有资料指出,建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM)

理念是由佐治亚理工学院（Georgia Institute of Technology）的 Charles M. Eastman 教授提出的^[32]。这种观点是基于建筑信息模型等同于建筑产品模型（Building Product Model），Charles M. Eastman 教授在 20 世纪 70 年代所出版的书籍和论文中用到了建筑产品模型的概念^[33]，但是这个概念实质上更接近于制造业的产品数据模型（Product Data Model, PDM）。相比之下，人们更认同的是 Jerry Laiserin 提出的 BIM 概念，因为在他的文章中已经赋予 BIM “以数字形式表现建设过程和设施管理，同时也是以数字形式进行建设过程以及设施管理的信息交流和互操作”的内涵^[34]。根据有关研究报告^{[35][36]}，符合 BIM 内涵的首次实践探索是在 1984 年 Graphisoft 依托其软件产品 ArchiCAD 提出来的虚拟建筑（Virtual Building）理念。

BIM 技术以及这种特定的称谓是在 2002 年由 Autodesk 公司率先提出，并逐渐得到世界建筑行业的普遍接受^[37]，同时基于 BIM 技术的 BLM 理念也开始被关注。

支持 BIM 技术的主流软件 表 1-1
Some Popular Software Supporting BIM Table 1-1

公司	Autodesk	Bentley	Graphisoft
产品	Revit Architecture; AutoCAD Civil 3D; Revit Structure; Revit MEP; NavisWorks; 3ds Max; Buzzsaw; Autodesk Design Review	MicroStation; ProjectWise; Bentley Redline; Bentley View; Asset Lifecycle Management ProjectWise Lifecycle Server	ArchiCAD; Graphisoft ArchiFM; Graphisoft Constructor; Graphisoft Estimator ArchiGlazing; Artlantis 4.5 for ArchiCAD; Artlantis Shaders; Ductwork

就技术方面而言，已经有比较多的软件支持 BIM 理念，表 1-1 是当今比较主流的 BIM 软件提供商所开发的系列软件。以 Autodesk 软件公司的产品为例，它们能够实现大部分 BIM 的理念，如图 1-4 所示。相对于主流软件公司，有许多独立软件开发者和小软件公司开发许多插件使得这些主流软件对 BIM 理念的支持更加完备。

在学术研究方面，BIM 是研究热点。前几年由于技术的不成熟和应用范围的狭窄，BIM 研究集中在单项目的案例研究，如 Collier and Fischer 1995; Griffis et al. 1995; Fischer et al. 1998; Koo and Fischer 2000; Coble et al. 2000; Riley 2000; Schwegler et al. 2000; Bergsten and Knutsson 2001; Whyte 2001; Rischmoller et al. 2001; Messner and Lynch 2002; Roe 2002; de Vries and Broekmaat 2003; Kam et al. 2003; Hastings et al. 2003; O’ Brien 2003; Staub et al. 2003; Haymaker et al. 2004; McQuary 2004; Webb

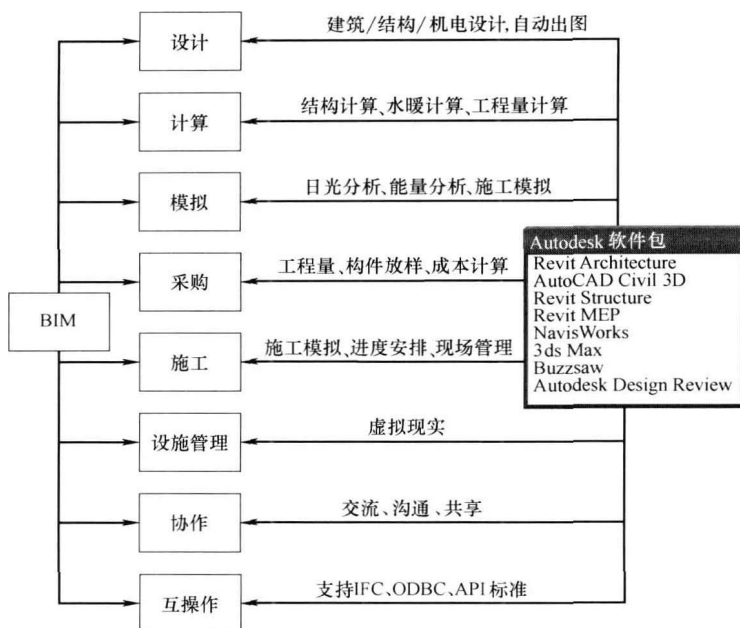


图 1-4 Autodesk 软件包实现 BIM 理念示意图

Figure1-4 Supporting BIM by Autodesk Software Package

and Haupt 2004; Sersy 2004; Cunz and Knutson 2005; Bedrick and Davis 2005; Eberhard 2005; Gonzales 2005; Hagan and Graves 2005; Hamblen 2005; Holm et al. 2005; Joch 2005; Jongeling et al. 2005; Khanzode et al. 2005; Koerckel 2005; Sampaio et al. 2005; Sawyer 2005; Majumdar and Fischer 2006。这些研究主要集中在以下方面：首先是分析案例中 BIM 技术在建筑设计、结构设计、施工组织方面应用的好处和不足。其次是量化分析 BIM 应用的成本效益。第三是研究 BIM 技术方面的进展，如系统的互操作性、数据库管理等。第四个方面的研究集中在组织方面，主要探讨在建设工程中成功应用 BIM 技术需要的组织保障和流程方面的变化。

当前，国际上对于 BIM 的研究热点已由单项目的经验总结转向多项目的规律分析。本书参考文献 [38] ~ [40] 就是对于多项目横向比较分析。本书参考文献 [39] 就系统分析了世界范围内 32 个使用 BIM 技术的工程项目，从中总结出大量规律，并将这些规律和之前人们的普遍认识进行了比较，从而澄清了人们对于 BIM 技术认识的许多误区。

在 BIM 技术的推广方面，各国政府、行业协会、相关学会以及一些研究机构都积极参与。表 1-2 所列举的是部分美国有关组织所编撰的关于 BIM 的指南、报告、标准等文献。

组织名称	项目名称	文献类型
总务管理局 (General Services Administration, GSA)	3D-4D-BIM 项目	指南—2006, 7 个系列 ^[41]
美国国家标准技术研究院 (National Institute of Standards and Technology, NIST)	国家 BIM 标准	标准—2007 (183 页) ^[42]
美国军队工程师协会 (US Army Corps of Engineers, USACE)	BIM 应用路线图	BIM 应用路线图 ^[43]
美国海岸警卫队 (US Coast Guard, USCG)	BIM 用户指南和标准	BIM 用户指南和标准 (部分公开) ^[44]
美国总承包商协会 (Associated General Contractors, AGC)	承包商 BIM 应用指南	指南 第一版, 2006 年 9 月 (48 页) ^[45]
美国建筑师协会 (American Institute of Architects, AIA)	一体化交付 (Integrated project Delivery, IPD)	指南—2007 (62 页) ^[46]

2. 国内研究现状

从 2004 年起, Autodesk 公司实施与中国大学的“长城”合作项目, 在这个项目中, Autodesk 公司通过赠送专业软件 and 提供相应技术的方式, 在中国同济大学、清华大学、哈尔滨工业大学、华南理工大学四所大学内, 支持建立跨学科的 BLM 联合实验室并开设 BLM 课程。2004 年, 中国首个建筑寿命期管理 (Building Lifecycle Management, BLM) 实验室在哈尔滨工业大学成立, 并召开了 BLM 国际论坛会议^[47]。华南理工大学、清华大学、同济大学也在 2004~2005 年间先后成立了 BLM 实验室。BLM 正是 BIM 技术的一个重要的应用领域。

2005 年 10 月, “长城”合作项目出版了“建设工程信息化——BLM 理论与实践丛书”, 该丛书包括四本:《建设工程信息化导论》、《信息化建筑设计: Autodesk Revit》、《工程项目信息化管理: Autodesk Buzzsaw》、《信息化土木工程设计: Autodesk Civil 3D》。该丛书除《工程项目信息化管理: Autodesk Buzzsaw》是主要介绍 Autodesk 的一个 PIP 软件产品 Buzzsaw 外, 其他三本都用大篇幅介绍了 BIM 理念及 Autodesk 对实现 BIM 理念的软件工具, 并认为 BIM 技术是实现 BLM 的核心^{[2][48~50]}。这套丛书某种意义上起到了 BIM 理念的启蒙作用, 此后国内对 BIM 的研究逐渐增多, 下面将国内一些学者的观点进行总结。

国内较早的研究是张建平等 (2004) 开发的一种智能物业管理系统^[51]。该系统综合应用了建筑业国际工业标准 (Industry Foundation Classes, IFC)、BIM、中间件、Web Service、系统集成等技术, 建立基于 IFC 标准

的建筑物业信息模型和 IFC 数据交换接口,实现了建筑物业管理阶段与设计阶段、施工阶段的信息交换和共享。

肖伟等(2008)分析了国有大型设计企业在未来面临的新的机遇和挑战,以此为背景介绍了 BLM/BIM 基本原理的先进性,并分析提出了 BLM/BIM 在建筑设计中的五个运用步骤^[52]。

张泳等(2008)认为应用建筑信息模型可以解决建设项目全寿命期管理中对信息的需求,使信息的传递渠道、累积方式等多方面发生根本性的变化。并构建相关的模型,对设计、施工和运营维护阶段应用建筑信息模型实现有效的管理进行分析^[53]。

杨宝明(2008)分析了 BIM 技术在建筑业中广泛应用,提出 BIM 与 ERP 结合的施工企业信息化思路^[54]。

齐聪和苏鸿根(2008)简要分析了以 Revit 为平台的 ODBC 数据库结构、Revit 建筑模型的信息共享以及当前 Revit 平台的使用情况。探讨了以 Revit 为平台开发工程量计算软件的技术可行性。对比当前其他平台的工程量计算软件的优缺点,提出了一种新的基于 BIM 模型的建筑软件开发平台模式^[55]。

李永奎(2007)在其博士论文中从组织、过程、信息与系统集成等多个角度系统阐述了建设工程寿命期信息管理(BLM)的理论与实现方法研究,其中 BLM 的核心技术是 BIM 和 PIP^[56]。

同时我国政府也非常重视 BIM 技术的研究。2007 年 8 月 30 日,住房和城乡建设部发布“十一五”国家科技支撑计划重点项目“建筑业信息化关键技术研究与应用”课题申请指南,将重点开展以下 5 个方面的研究与开发工作:

课题一:建筑业信息化标准体系及关键标准研究

课题二:基于 BIM 技术的下一代建筑工程应用软件研究

课题三:勘察设计企业信息化关键技术研究与应用

课题四:建筑工程设计与施工过程信息化关键技术研究与应用

课题五:建筑施工企业管理信息化关键技术研究与应用^[57]

2009 年 5 月 18 日,“十一五”国家科技支撑计划重点项目“建筑业信息化关键技术研究与应用”在北京启动^[58]。

2009 年 9 月由麦格劳-希尔建筑信息公司和 Autodesk 公司联合发布了《建筑信息模型——设计与施工的革新,生产与效率的提升》。该报告详细介绍了 BIM 的主要理念、BIM 在中国的影响以及 BIM 在中国的应用情况,并汇集了麦格劳-希尔建筑信息公司针对中国市场的十多场专家访谈和案例采编,全面反映了 BIM 在中国的应用现状^[59]。