

同济大学经济与管理学院资助出版

The Empirical Study on Interaction Between
BIM Implementation and Inter-organizational
Relationships in Construction Project



同济经管
TONGJI SEM

BIM情境与建设项目 跨组织关系相互作用机理的 实证研究

谭 丹 / 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



BIM情境与建设项目 跨组织关系相互作用机理的 实证研究

谭 丹 / 著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书综合应用社会交换理论和交易成本理论等理论,通过案例研究方法和质性分析方法与工具,深入探索和科学理解BIM情境与跨组织关系的相互作用机理和行为机制,验证相互作用的理论模型和假设。识别了BIM情境→沟通行为→跨组织关系→BIM推动行为→BIM情境与跨组织关系的相互作用机制,探索了建设项目BIM成功实施路径,提出了建设项目各参与方的决策者合理规划和实施BIM策略的建议,以推动BIM在建设项目中的应用,从而改善建设项目跨组织关系。

本书可供高等院校工程管理、土木工程、建筑学等专业的师生参考使用,也可供工程建设行业专业技术人员、管理人员及政府管理人员阅读借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

BIM情境与建设项目跨组织关系相互作用机理的实证研究 / 谭丹著. —北京:北京大学出版社, 2019.1

ISBN 978-7-301-30184-5

I. ①B… II. ①谭… III. ①建设项目—项目管理—研究 IV. ①F407.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第298965号

书 名	BIM情境与建设项目跨组织关系相互作用机理的实证研究 BIM QINGJING YU JIANSHE XIANGMU KUA ZUZHI GUANXI XIANGHU ZUOYONG JILI DE SHIZHENG YANJIU
著作责任者	谭 丹 著
策 划 编 辑	赵思儒 李 虎
责 任 编 辑	赵思儒 刘健军
标 准 书 号	ISBN 978-7-301-30184-5
出 版 发 行	北京大学出版社
地 址	北京市海淀区成府路205号 100871
网 址	http://www.pup.cn 新浪微博: @北京大学出版社
电子信箱	pup_6@163.com
电 话	邮购部 010-62752015 发行部 010-62750672 编辑部 010-62750667
印 刷 者	北京虎彩文化传播有限公司印刷
经 销 者	新华书店
	720毫米×1020毫米 16开本 145印张 186千字
	2019年1月第1版 2019年1月第1次印刷
定 价	52.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话: 010-62756370

前 言

国内外大量研究表明 BIM (Building Information Modelling, 建筑信息模型) 能为建设项目带来增值作用。目前我国 BIM 应用成熟度仍处于较低水平, 存在组织相对分散、缺乏系统管理等问题, 究其原因是建筑业传统的业务模式并未随着 BIM 的引入而发生根本性的改变, 而 BIM 具有典型的跨组织特征, 影响了项目各参与方间相互依存的工作活动与流程。因此, 本书对 BIM 情境与建设项目跨组织关系之间的相互作用机理进行深入探讨, 对建筑业创新技术应用扩散与发展具有长远和深刻的理论与实践价值。

本书内容来源于作者长期从事建筑业 BIM 技术扩散领域研究的成果, 综合应用社会交换理论和交易成本理论等理论方法, 深入探索和科学理解 BIM 情境与跨组织关系的相互作用机理和行为机制。通过案例研究方法和质性分析工具验证相互作用的理论模型和假设, 发现了 BIM 情境→沟通行为→跨组织关系→BIM 推动行为→BIM 情境与跨组织关系的相互作用机制, 研究成果为临时性组织间的跨组织关系和跨组织技术创新等理论提供了有益的补充, 并以此来说明建设项目进行跨组织技术创新时必须考虑的相关因素, 为学术界提出新的思考和研究方向提供有益的参考。

本书共包括 7 章, 前 3 章在对国内外相关文献和实践经验的梳理和总结的基础上, 结合阻碍 BIM 应用因素的问卷调查与分析, 对 BIM 情境及建设项目跨组织关系的关键要素进行识别; 第 4 章, 针对上述关键要素间的相互作用方式进一步进行问卷调查与分析, 构建 BIM 情境与跨组织关系相互作用的理论模型, 并提出理论假设; 第 5—6 章, 采用多案例研究及质性研究方法, 按照逻辑复现原则,

II BIM 情境与建设项目跨组织关系相互作用机理的实证研究

通过比较和分析各个要素在不同应用范式中的异同，对 BIM 情境要素与跨组织关系要素间的相互作用方式的相关理论假设进行验证；第 7 章，基于前述的分析结果，提出中国建设项目 BIM 应用的建议和实现路径。

本书编写过程中得到了同济大学王广斌教授、贾广社教授、戚淑芳博士、曹冬平博士的倾力指导，以及建筑业各方面专家的大力支持，还得到国家自然科学基金面上项目“基于 BIM 技术的工程项目组织与流程情境仿真与优化”（项目编号：71471138）、国家自然科学基金面上项目“BIM 情境下建设项目契约治理的内在机制及结构优化研究”（项目编号：71272046）、上海市科委课题“大型主题乐园 IPD/BIM 集成建设模式关键技术及应用示范研究”（项目编号：14DZ1207104）等的资助，在此表示衷心的感谢。

限于著者的水平和调查研究有限，本书编写难免存在遗漏或不足之处，恳请广大读者批评指正。

著 者

2019 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 BIM 的出现	3
1.1.2 BIM 对建筑业的影响	7
1.1.3 BIM 应用的挑战	10
1.2 问题的提出	12
1.2.1 跨组织 BIM 协同效应的差异性	12
1.2.2 BIM 情境下跨组织关系认知的模糊性	13
1.2.3 以建设项目整体绩效为导向的 BIM 情境实证研究的匮乏	14
1.3 研究目的与意义	15
1.3.1 研究目的	15
1.3.2 研究意义	16
1.4 研究内容	17
1.5 研究方法和技术路线	19
1.5.1 研究方法	19
1.5.2 技术路线	22
第 2 章 文献综述与理论基础	24
2.1 BIM 情境的刻画	24
2.1.1 BIM 情境的内涵	24
2.1.2 我国 BIM 情境的初步分析	31
2.2 建设项目跨组织关系	38
2.2.1 跨组织关系的定义与特征	38

IV BIM 情境与建设项目跨组织关系相互作用机理的实证研究

2.2.2 建设项目跨组织关系的内涵及特征	42
2.3 BIM 情境与跨组织关系的相互影响	48
2.3.1 BIM 情境对跨组织关系的影响	48
2.3.2 跨组织关系对 BIM 情境的影响	50
2.4 BIM 情境下的建设项目整体绩效	52
2.5 文献评述	54
第 3 章 BIM 情境与跨组织关系的概念界定与关键因素分析	57
3.1 关键概念界定	57
3.1.1 BIM 情境	57
3.1.2 跨组织关系	61
3.1.3 项目整体绩效	62
3.2 关键因素分析	62
3.2.1 数据收集	63
3.2.2 可靠性分析	67
3.2.3 基于模糊理论的分析	71
3.2.4 分析结果	75
第 4 章 理论模型架构及理论假设	78
4.1 BIM 情境与跨组织关系的关联预研究	78
4.1.1 调查问卷设计	78
4.1.2 变量测量	79
4.1.3 预研究实施	81
4.1.4 数据分析	83
4.1.5 预研究分析结果	87
4.2 研究框架构建的理论基础	89
4.2.1 基于社会交换理论的探讨	90

4.2.2 基于交易成本理论的探讨	92
4.3 概念模型及理论假设	93
4.3.1 概念模型	93
4.3.2 概念模型的讨论	93
4.3.3 理论假设及深化后概念模型	97
第 5 章 案例选择与数据收集	102
5.1 案例选择	102
5.2 数据收集	109
5.3 数据编码	111
5.3.1 访谈数据编码及效度检验	111
5.3.2 编码的信度检验	115
第 6 章 案例分析结果	118
6.1 案例概述	118
6.1.1 案例概况	118
6.1.2 案例项目 BIM 应用背景	119
6.2 案例 BIM 情境的演化	122
6.3 数据编码分析	128
6.4 研究发现	134
6.4.1 各案例共同关注点	134
6.4.2 BIM 情境对跨组织关系的作用	135
6.4.3 跨组织关系对 BIM 情境的作用	148
6.4.4 项目整体绩效评价	154
6.4.5 理论假设验证结果	164
6.5 验证结果的分析	165
6.5.1 BIM 应用动机的讨论	165

VI BIM 情境与建设项目跨组织关系相互作用机理的实证研究

6.5.2 BIM 投入的讨论·····	170
6.5.3 BIM 情境与跨组织关系的相互作用过程的讨论·····	171
6.5.4 项目整体绩效评价差异的讨论·····	173
第 7 章 结论与展望 ·····	177
7.1 研究结论·····	177
7.2 研究贡献·····	179
7.3 研究展望·····	180
附录 A 调查问卷（一） ·····	182
附录 B 调查问卷（二） ·····	185
附录 C 访谈对象知情同意书 ·····	190
附录 D 访谈提纲 ·····	192
附录 E 调查问卷（三）测量量表 ·····	196
参考文献 ·····	199

第 1 章

绪 论

1.1 研究背景

国家统计局相关统计数据表明（图 1.1），2012 年我国建筑业总产值达到 137218 亿元，是“十一五”期末（2010 年）的 1.43 倍，

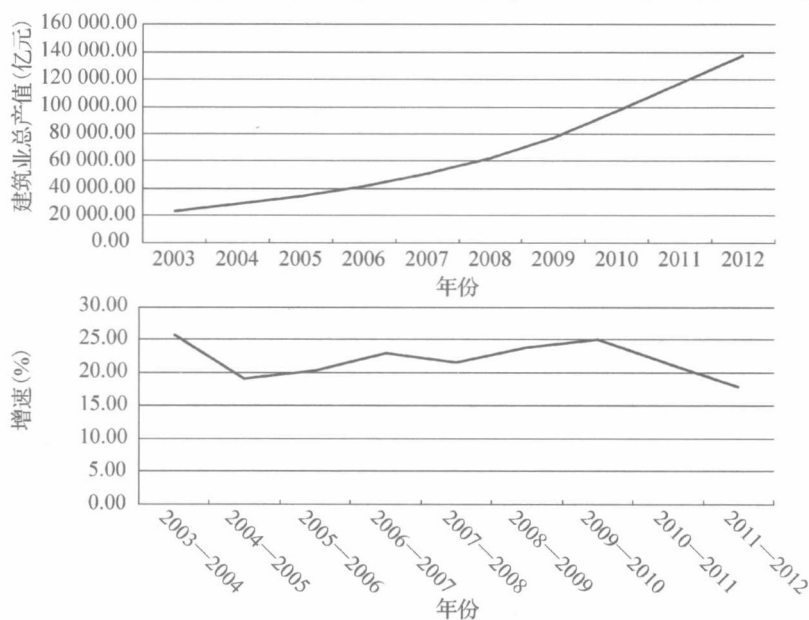


图 1.1 2003—2012 年我国建筑业总产值及其增速趋势图

（数据来源：国家统计局网站 www.stats.gov.cn，2013）

是“十五”期末（2005 年）的 3.97 倍。虽然受国家宏观经济结构调整等因素影响，自 2011 年起建筑业总产值增速连续两年放缓，但 2012 年增长幅度仍达 17.82%。上述数据表明建筑业产业规模保持着持续稳步扩大的态势。

虽然建筑业产业规模逐年扩大，但建筑业在本质上仍属于劳动密集型产业，对物资资源消耗极大，受宏观政策影响大，劳动生产率相对较低，新技术应用扩散缓慢，这也导致了建筑业长期以来呈现出低效、浪费大、控制难、信息损失大等问题。

斯坦福大学的研究数据表明，在 1964—2009 年间，非农产业的劳动生产率翻了一番，而建筑业的劳动生产率却增长缓慢（Teicholz, 2004），如图 1.2 所示。

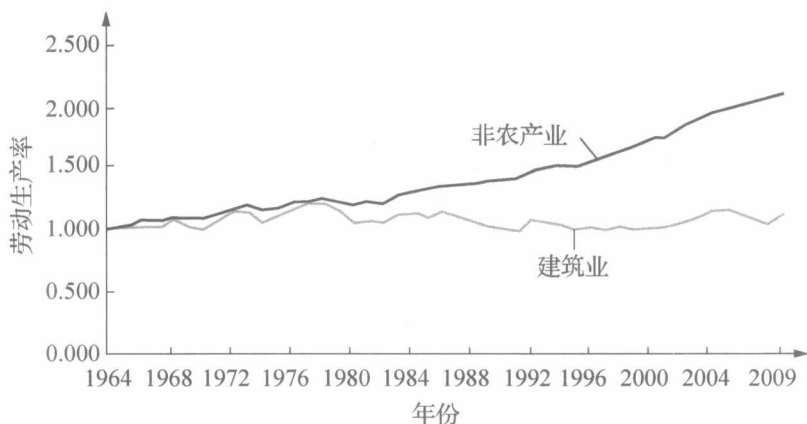


图 1.2 1964—2009 年间美国建筑业和非农产业劳动生产率比较

（数据来源：美国人口普查局、劳工统计局）

美国建筑师协会（American Institute of Architects, AIA）（2007a）报告指出建筑业存在低效和浪费现象。美国国家研究委员会（National Research Council）（2009）报告指出，每年建筑业消耗占美国基本能源消耗的 40%，并产生 40%的温室气体排放；每年新建项目耗费掉 30%的原材料、25%的水并产生 30%的垃圾。这对全球

的气候与环境有着重要影响，同时建筑业的劳动生产率与其他行业相比仍处于落后水平。

究其原因，不少研究指出是建筑行业割裂的本质阻碍了其绩效提升(Egan, 1998; Bouchlaghem et al., 2004; Kagioglou et al., 2001)。美国《经济学家》杂志 2000 年公布的数据表明：割裂的生产结构导致建筑生产过程存在巨大的浪费，创造价值活动的比例仅为 10%，而非增值活动(Non Value-adding Activities)比例却多达 57%，但制造业中同一活动的比例为 62%与 12%(Eastman et al., 2008)。

美国国家科学院和美国国家工程院 2009 年完成了如何提升美国建筑业的竞争力和效率的研究项目，研究报告指出，美国建筑业的三大主要问题：①缺乏组织、流程、技术、政策和法规对建筑业变革的支持，②缺乏负责推动变革和提高劳动生产率的主体，③缺乏基于创新技术的建筑业绩效管理 with 绩效测度体系。这些问题导致了长期以来建筑业的低效率、高浪费、缺乏竞争力和可持续性的发展(National Research Council, 2009)。

1.1.1 BIM 的出现

1. BIM 的内涵

随着时代的进步，我国出现了越来越多的特大、复杂、综合型建设项目，也催生了大批新材料、新工艺、项目管理及信息化技术(王广斌等, 2009)。美国国家科学院提出，未来 10 年提高建筑业效率和竞争力、实现可持续发展的 5 个突破性解决途径中，以 **BIM 技术** 为代表的建筑业创新是改变和提高建筑业生产效率和竞争力的首要的也是最重要的途径。其他的 4 个途径分别是通过提供更有效的组织、流程、材料、设备和信息的交互提高工作效率；应用更多的预制、预装配、模块化和非现场制造技术和流程；广泛使用创新性示范装置；有效的绩效测度体系驱动效率提升并支持创新(National

Research Council, 2009)。

不同的组织对 BIM 的内涵与外延有着不同的观点。《美国国家 BIM 标准》中主张 BIM 是建筑设施物理特性和功能特性的数字化描述, 它可以作为信息的共享源, 从项目的初期阶段开始为项目提供全寿命周期的信息服务, 这种信息的共享可以为项目决策提供可靠的支撑。该观点从三个层次揭示了 BIM 的内涵与外延: 第一层含义是作为产品的 BIM, 即指设施的数字化表示; 第二层含义是指作为协同过程的 BIM; 第三层含义是作为设施全寿命周期管理方式的 BIM (NBIMS, 2007)。Jernigan (2007) 对 BIM 的内涵与外延进行了区分: BIM 的内涵是信息管理以及社会与技术资源的复杂关系, 表现在组织与环境的复杂性、协作及相互关联, 主张在合适的时间、合适的地点获得合适的所管理项目的信息; BIM 的外延聚焦于一系列与 BIM 应用相关的软件, 如 ArchiCAD、Bently、Revit 等 BIM 工具软件。

从 BIM 的内涵看, Eastman 等 (2008) 提出 BIM 的核心技术是参数化建模技术, 不仅是对建筑设施的数字化、智能化表示, 更是对建设项目的绩效、规划、施工和运营等一系列活动进行分析管理的动态过程。它不能简单地被理解为一种工具, 它体现了建筑业广泛变革的人类活动, 这种变革既包括了工具的变革, 也包含了生产过程及组织的变革。Hardin (2009) 基于 Eastman 的观点认为 BIM 不仅仅意味着 3D 建模软件的应用, 还是在使用一种新的思维方式。Succar (2009) 提出 BIM 是在政策、流程和技术的一系列相互作用下, 用于建设项目全寿命周期项目数据数字化管理的方法。Ho (2009) 的研究报告中指出 BIM 是工程建设过程中通过应用多学科、多专业和集成化的信息模型, 准确反映和控制项目建设过程, 使项目建设目标能最好地实现。

从 BIM 的外延看, 基于产品的视角, BIM 软件供应商对 BIM 也

有着各自的定义。Autodesk (2007a) 认为 BIM 是一种用于设计、施工、管理的方法, 运用这种方法可以及时并持久地获得质量好、可靠性强、集成度高、协作充分的项目信息。Graphisoft (2007) 认为 BIM 是建设过程中唯一的知识库, 它所包含的信息包括图形信息、非图形信息、标准、进度及其他信息, 用以实现减少差错、缩短工期的目标。Bentley (2007) 认为 BIM 是一个在集成数据管理系统下应用于设施全寿命周期的数字化模型, 它包含的信息可以是图形信息, 也可以是非图形信息。

尽管不同的组织对 BIM 的内涵与外延有着不同的理解和定义, 但都从不同角度反映出 BIM 的社会-技术属性, 其应用具有明显的跨组织性 (Harty, 2005)。综上所述, 本书对 BIM 的理解是以可视化、参数化技术为基础, 在建设项目全寿命周期中跨越项目各参与方的组织边界来准确反映和控制项目建设目标的动态过程。

2. BIM 的特征

BIM 的出现不是对建筑业现有的 2D CAD (二维平面) 技术简单改进或局部修补式创新, 而是对建设项目信息表达方式、信息化工具乃至建筑业生产范式进行突破性创新 (Taylor et al., 2004; Harty, 2005)。建模技术作为 BIM 的基本内涵, 具有以下特征。

(1) 参数化。

BIM 通过智能数字化方式表示建筑构件, 并能与可计算的图形与数据属性以及参数化规则关联。参数化建模是 BIM 的核心技术特征 (Eastman et al., 2008)。参数化表示模型并非以简单的空间位置及尺寸存储, 而是按照对象、对象类型、空间定位及对象属性等结构化关联信息存储 (王广斌等, 2009a), 而这正是 BIM 最具变革性的特征。

(2) 多维化。

BIM 所记录的建设对象的属性是多维度的, 这些信息可包括空

间尺寸、材质、管理类信息等（王广斌等，2009a）。通过参数化建模，模型构件信息包含了用以描述其行为的多维化数据，可以用来进行功能分析和工作流程的安排。例如，计算工程量、规范检验和能耗分析等（Eastman et al., 2008）。

（3）一致性。

传统的 2D CAD 技术，将建筑构件的几何信息分别用平面图、立面图和剖面图表达，一旦发生变更，极易造成上述三类视图中同一构件信息的冲突。而通过参数化建模，建立了 BIM 各构件间的关联关系，从本质上确保了数据的一致性和无冗余，一旦对构件相关参数进行了修改，其相关联的信息也将同时进行修改，包括不同视图中展示的内容（例如平面图、立面图、剖面图等不同视图的信息）（Eastman et al., 2008）。因此，BIM 使得建筑构件表达的方式由二维转向参数化模型，相关的各类设计文件均由参数化模型生成，进而从源头上确保建设项目信息的一致性。

（4）可协作性。

BIM 从本质上是将建筑对象在虚拟世界进行数字化描述，与现实世界一样，同样需要建设项目的各个参与方共同完成模型。BIM 模型通过统一的数据库，可以让同一组织的不同专业，或不同的参与方基于同一个基础模型进行信息沟通与交流。从建设项目全寿命周期的角度看，不同阶段、不同参与方通过基本模型获取其所需的信息来完成与自己相关的模型工作，并通过可交互的数据格式将各自的成果反馈到基本模型中，实现建设项目全寿命周期管理（Eastman et al., 2008）。

（5）跨组织性。

正是 BIM 的上述技术特征，使得 BIM 能将异构的、没有联结的建设项目各参与方通过一个共享的数字化基础平台联结在一个协作环境中（Yoo et al., 2010）。Harty（2005）通过实证研究表明 BIM

应用在明显改变单个组织活动方式的同时，也会对项目其他参与方之间的沟通方式、权责关系以及整个行业的市场结构带来巨大变革，且 BIM 的成功应用往往需要企业内部各部门、项目各参与方乃至全行业各类从业人员的共同努力。

综上所述，BIM 之所以能作为建筑业变革的重要途径，在于 BIM 的本质是描述建筑实体的参数化多维动态模型，使用单一 BIM 模型能从理论上保证相关信息的一致性，从根本上杜绝了原来二维平面设计所带来的各种信息失真和信息损失，进而提高建筑业的生产效率，减少浪费。

1.1.2 BIM 对建筑业的影响

1. BIM 为建筑业带来的变革作用

现有的信息共享和沟通模式使得与建筑业割裂相关的问题更加严峻。Eastman (2008) 在 *BIM Handbook* 一书中指出基于纸质文档沟通的建设项目交付过程中，纸质文档的错漏导致了现场不可预料的成本、延期甚至是项目各参与方之间的诉讼。正是 BIM 技术的参数化、可视化的特征改变了建筑业工作对象的描述方式，改变了信息沟通方式，势必从根本上引起建筑业生产方式的变化。BIM 用于建设项目全寿命周期，基于信息模型进行虚拟设计与施工，将促进项目各参与方之间的沟通与交流 (Lu et al., 2011)。一方面，BIM 作为一项创新技术，为建设项目各参与方提供了一个协同工作和信息共享的平台；另一方面，BIM 作为一种集成化管理模式，需要对建设项目各参与方的工作流程、工作方式、信息基础设施、组织角色、契约行为及协同行为进行诸多的变革 (Gal et al., 2008)。Lu 等 (2011) 认为 BIM 的应用将改变传统的建筑业生产范式。BIM 对建筑业的推动作用主要体现在将依赖于纸质的工作流程 (3D CAD、过程模拟、关联数据库、作业清单和 2D CAD 图纸) 的任务自动地生

成为一种集成的和可交互协同的工作流任务模式,这是一个可度量、充分利用网络沟通能力协同合作的过程。BIM 可用来缓解建筑业的割裂,提高建筑业的效率和效益,同时也能减少软件间不兼容所产生的高成本 (Succar, 2009)。

BIM 对建筑产品、组织、过程等信息的表达及集成方式带来系统性变革,并应用于建设项目全寿命周期的各个方面。例如集成化设计与施工、项目管理及设施管理 (Azhar et al., 2008; Bazjanac, 2008; Schlueter et al., 2009),可有效解决项目生产过程及组织的信息割裂问题,进而大大提高项目生产效率 (Eastman et al., 2011)。不少学者将 BIM 视为解决建筑业日趋凸显问题的革命性技术 (Young et al., 2008; Eastman et al., 2008; Luth, 2011)。斯坦福大学针对全球 BIM 应用项目的调查研究表明,通过 BIM 有效应用可降低 40% 的设计变更 (Gao et al., 2008),施工现场的劳动生产率可提高 20%~30% (Hartmann et al., 2007),同时, BIM 的应用还有助于提高建筑产品的性能并显著促进可持续建设 (Eastman et al., 2008)。Moum (2009) 的研究表明 BIM 对项目的贡献主要体现在减少协调成本、加快信息交换、改善决策能力,从而改变建筑业内企业的竞争战略关系,改变现有关系的结构和行为,促进新的跨组织关系模式的产生等方面 (Moum, 2009)。更有学者认为 BIM 有潜力作为创新和改进跨组织间流程的催化剂 (Berente et al., 2010; Boland et al., 2007)。因此, BIM 已被广泛地视为建筑业变革的重要方向。

2. BIM 对建设项目组织的影响

随着 BIM 在全球的广泛扩散和应用, BIM 的应用对建筑业产生了一系列的影响,如基于 BIM 的跨组织跨专业集成设计、基于 BIM 的跨组织信息沟通、基于 BIM 的跨组织项目管理、基于 BIM 的生产组织及生产方式、基于 BIM 的项目交付、基于 BIM 的全寿命周期管理等。相比 2D CAD 技术,这一系列的影响均具有跨组织的特性。