

BIM 的行业扩散特征及企业应用策略分析

李 恒¹ 曹冬平^{1,2} 王广斌²

(1. 香港理工大学建筑及房地产学系, 香港; 2. 同济大学经济与管理学院, 上海 200092)

【摘要】从全球范围来看, BIM 已被广泛视为集成建设项目生产流程进而解决建筑业绩效问题的重要手段, 但其应用价值的发挥仍面临技术、流程、组织、文化等多方面障碍。论文结合国内外 BIM 应用实践及我国 2D CAD 技术的应用历程, 分析了 BIM 在建筑业内的扩散特征, 并初步分析了我国建筑业企业的 BIM 应用策略。面对建设项目设计施工过程中的信息割裂问题以及行业信息技术的迅速发展, 建筑业企业需要平衡好成本领先战略和差异化竞争战略的实施, 摆脱 BIM 应用过程中的“无意识性”特征, 注重制定科学的多阶段 BIM 应用目标、系统规划 BIM 应用方案, 并有效集成企业商业流程及项目实施流程, 以更好地发挥 BIM 的应用价值。

【关键词】建筑信息模型(BIM); 建筑业; 创新扩散; 技术应用策略

【中图分类号】F406.14; TU17 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2014)02-0001-05

1 引言

长期以来, 建筑业常被与制造业等其他行业进行比较, 并饱受生产效率低下、质量能耗问题凸出等各类指责。上述绩效问题一方面与设计施工活动的一次性、项目参与主体的多元性、建设生产活动的现场性等建筑业行业特性密切相关, 另一方面则可在较大程度上归因于建筑业内相对保守的文化、以及对于新兴技术及先进生产方式的缓慢采纳速度。从 20 世纪初开始, 建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 越来越受到学术界及实践界的关注, 并被越来越广泛认为是对集成设计施工流程、进而有效解决建筑业各类绩效问题的重要方式^[1]; 而从全球范围来看, 亦有美国、芬兰、英国、韩国、新加坡等越来越多国家开始从政府层面采取各种措施促进 BIM 在行业内的应用^[2,3]。

尽管面临很高的行业期望, 当前 BIM 的有效应用仍存在软件兼容性较差、专业人才匮乏、项目各参与方协作意愿不明显、设计施工流程调整困难等诸多障碍^[4,5]。由于上述各类障碍的存在, 目前 BIM 在全球范围内的整体发展仍处于较低水平, 许

多企业及项目目前仍未涉及 BIM 应用活动, 即使对于那些顺应行业潮流已经开展了 BIM 应用的企业和项目, 仍有很大比例并未从 BIM 应用活动中获得相应的投资回报^[6,7]。基于上述背景, 本文拟结合 BIM 的内在属性及其在国内外的具体应用情况, 对 BIM 在建筑业内的扩散特征进行分析, 并初步探讨建筑业企业的相应 BIM 应用策略, 以为 BIM 价值在建筑业内的更好实现提供理论依据及现实指导。

2 BIM 的潜在价值及应用特征

Teicholz 对美国建筑业生产效率变动情况的分析表明^[8], 在 1964-1999 年期间, 美国建筑业的劳动生产率整体呈下降趋势, 年均下降率为 0.48%, 而同期其他非农行业的劳动生产率则保持稳步增长, 年均增长率达 1.71%。对 1985-2012 年我国建筑业生产效率变动情况的分析亦表明, 在扣除价格变动因素后, 虽然按增加值计算的建筑业劳动生产率呈持续增长趋势(年均增长率为 6.19%), 但与其他非农行业劳动生产率(按增加值计算, 并按 1985 年的不变价格进行折算)的变动情况相比, 其增长趋势并不明显, 且其与其他行业的差距呈逐步扩大趋势(见图 1)。

【基金项目】 国家自然科学基金面上项目(71272046); 国家国际科技合作计划项目(2011DFG73520)

【作者简介】 李恒(1963-), 男, 讲座教授, 博士。主要研究方向: 虚拟施工技术、建筑安全管理; 曹冬平(1985-), 男, 博士研究生(双学位项目)。主要研究方向: 建筑信息模型与建设工程管理; 王广斌(1967-), 男, 教授, 博士。主要研究方向: 建筑信息模型与建设工程管理。

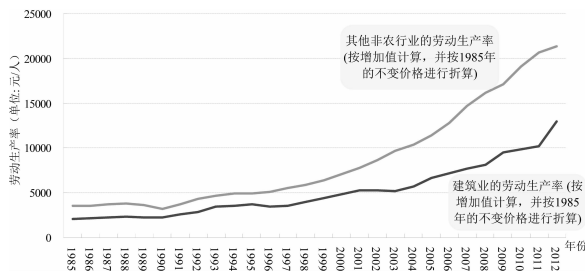


图1 1985-2012年我国建筑业及其他非农行业劳动生产率的变动情况
(数据来源:1986-2013年中国统计年鉴)

导致上述行业差距的原因较多,但信息孤岛所导致的大量工程返工、以及建设生产过程对劳动密集型现场生产活动的依赖无疑是其中的重要因素。通过对建筑产品、组织、过程等信息进行参数化及集成化的表达及管理,BIM可有效解决建设项目生产过程及组织的信息割裂问题、促进建筑业工业化生产水平进而显著提高行业生产效率^[1]。此外,基于其可视化表达及参数化分析能力,BIM还可帮助设计方、施工方及业主方更为直观地分析、比较各类设计施工方案,更为快捷有效地进行建筑能耗及项目成本、进度、安全的相关分析及控制,从而保证建设项目生产过程的增值及最终建筑产品的高效运营。

然而,BIM的应用价值远非通过简单的软件更换即可实现。作为一种系统性创新,BIM的有效应用不仅意味着单个项目参与方内建模分析软件的更换及设计施工活动方式的调整,也会在较大程度上改变建设项目各参与方之间的工作依赖关系以及建设项目的整体设计施工流程。为突出BIM应用对建筑行业生产方式的系统性影响,部分学者及行业机构甚至拓宽了BIM的涵义,Autodesk公司在《BIM白皮书》中指出,BIM不仅意味着一种技术的应用,更代表了一种全新生产范式的实施,其应用是对传统生产范式的颠覆;Eastman等在著作《BIM手册》中亦阐明^[1],BIM不能被简单地理解为一种工具,它更体现为建筑业的广泛性变革活动,这种变革既包括工具的变革,也包括生产过程及组织的变革,BIM的有效应用需要重新审视建设项目的设计施工流程设计及各参与方的责权利配置问题。

3 BIM在国内外建筑业的扩散特征

BIM的相关思想及基本原型在20世纪70年代中期便已产生,作为最早商业化BIM软件的Arch-

CAD 3.0则产生于1987年,但普遍认为,BIM在建筑业内的快速发展始于21世纪初,相比上一代类似技术Two-Dimensional Computer-Aided Design(2D CAD),BIM在全球范围内的扩散要更为缓慢。但从我国建筑业工程设计技术的应用历程看(见图2),2D CAD在行业内的扩散也同样经历了初期较为缓慢的发展过程。但自从20世纪90年代初期国家发出2000年“甩掉图板”的号召并将引进工作站作为勘察设计行业的资质评定条件后,其在行业内的应用开始快速发展,并在2000年左右基本取代了手工绘图方式。

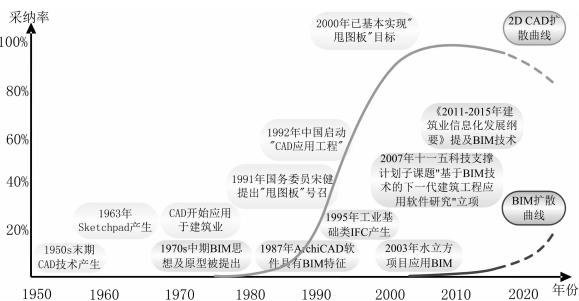


图2 我国建筑业2D CAD及BIM的技术扩散曲线

而从部分发达国家的BIM发展历程看,其BIM应用亦具有较为明显的初期发展缓慢、但在政府进行相关政策导向后呈现快速发展的特征。以美国为例,事实上其整体BIM应用要相对晚于芬兰、挪威等北欧国家,在2005年以前,BIM在美国建筑工程行业的应用还非常少见^[9]。从2006年开始,作为美国联邦政府设施运营管理机构的联邦总务局(General Services Administration,GSA)提出了在新建公共项目中进行BIM相关应用的最低要求;而从2009年开始,威斯康辛州和德克萨斯州的州政府亦开始强制要求在州属公共项目中采用BIM技术。受上述政府机构BIM政策的推动,美国建筑业的BIM应用开始迅速发展,美国McGraw-Hill Construction的年度SmartMarket报告显示,2007年被调查行业人员中BIM应用者的比例为28%,而在2012年,这一比例迅速提高为71%(如图3所示)。而在英国,内阁办公室于2011年5月发布了《政府建设战略(Government Construction Strategy)》,明确计划政府项目在2016年实现全面协同BIM应用(即所有项目及物业的相关信息、文件及数据实现电子化)的最低要求,并成立了专门的BIM任务小组(BIM Task Group),以保障相关计划的有效实施。而伴随

着上述政策的施行,英国建筑业的 BIM 应用亦开始步入快速发展阶段,根据英国 National Building Specification(NBS)的年度调查报告,2012 年行业人员中 BIM 应用者的比例(39%)较之 2010 年(13%)增长了两倍^[10]。

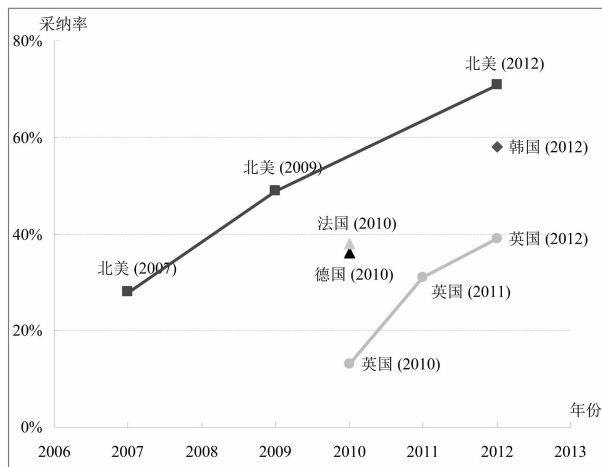


图3 BIM 在国外发达国家建筑业的扩散情况

(说明:英国的相关数据来源于 NBS 的年度调查报告 [10],而其他各国的相关数据来源于 McGraw-Hill Construction 的年度调查报告[6][7][11];由于各类调查的抽样方式存在差异,各国数据并不具备完全的可比性)

建筑业 BIM 扩散的另一特征在于行业人员 BIM 应用动机及效果的差异性。早期的 BIM 应用多由设计企业(尤其是建筑师)所主导^[12],主要用于建筑设计方案的可视化;而受自身进行碰撞检查及施工进度模拟等需求的驱动,施工企业随后在 BIM 应用方面亦发展迅速,McGraw-Hill Construction 2012 年对美国 BIM 应用情况的调查显示,施工人员中应用 BIM 的比例已经超过了设计人员的相应比例。但目前行业人员的 BIM 应用并非完全由绩效驱动,许多企业的 BIM 应用并未取得预期的效果。根据 McGraw-Hill Construction 的 BIM 应用年度调查报告,2012 年韩国仅有 59% 的 BIM 应用者认为其 BIM 投资回报率为正,而同期美国的这一比例为 62%,较之 2009 年(63%)并未有增加。

4 我国建筑业企业的 BIM 应用策略

BIM 在国外建筑业的扩散历程及 BIM 应用效果的差异性对我国建筑业企业的 BIM 应用具有重要启示。根据迈克尔·波特的竞争优势理论^[13],企业的竞争优势主要存在两种形式:成本领先与差异

化。面对我国建筑业设计施工服务市场非常微薄的利润空间,以及行业声誉及技术能力在项目竞标及工程生产服务过程中的重要作用,成本领先战略及差异化竞争战略对建筑业企业的生存及可持续发展均具有重要意义。针对 BIM 这一代表行业发展趋势但兼具高投入及投资回报周期长的系统性创新技术,设计及施工企业需要综合平衡成本领先战略及差异化战略的实施。随着工程建设环境的日益复杂及工程设计施工需求的日益多样化,建筑业企业的 BIM 应用早应远非“该不该用”的决策问题,因为尽管 BIM 应用意味着早期大量的软件购买、硬件配置、人才培养费用,但若不尽早实施 BIM,从长期看企业无疑会被置于“被差异化”的劣势地位,并最终丧失成本优势。如同 20 世纪初其他行业企业进行企业资源计划(Enterprise Resource Plan, ERP)应用的历程,日益高涨的行业应用热潮所伴随的亦常常是高居不下的 ERP 失败率,但面对行业竞争的日趋激烈及信息技术的日新月异,企业所面临的课题唯有如何结合自身特色更好更快地应用各类技术并从中获取价值,而非在技术应用浪潮中犹豫不前。

然而,许多企业在新兴信息技术的应用过程中常常具有明显的“无意识性(Mindlessness)”^[14]。这些企业或者受影响于咨询机构及软件开发商的建议、或者跟从于竞争对手及合作伙伴的技术应用风潮较为盲目地进行新兴技术的应用,认为新兴技术的应用可以自动解决企业生产经营过程中的各类问题进而带来更高的企业绩效,而较少结合企业自身特色对技术价值进行评估并明确自身的应用目标及应用方案,导致其技术应用效果并不明显。与之相反,“有意识化的(Mindful)”技术应用行为往往具有以下特征^[14]:在明确技术可能价值的同时亦清晰知晓技术的潜在应用风险、结合环境的复杂性对相关技术具有全面性而非单一性的解读、对技术与组织融合过程中的各类细节具有敏感性、能适时调整技术应用的具体目标及方案、不盲从于科层权威而注重持续学习及知识培养。结合 BIM 技术的相关应用特征及我国设计施工企业的现实情况,本文绘制了我国建筑业企业 BIM 应用框架的示意图(见图 4),并建议企业在 BIM 应用过程中注重以下应用策略:制定科学的多阶段 BIM 应用目标、系统规划 BIM 应用方案、有效集成企业商业流程及项目实施流程。

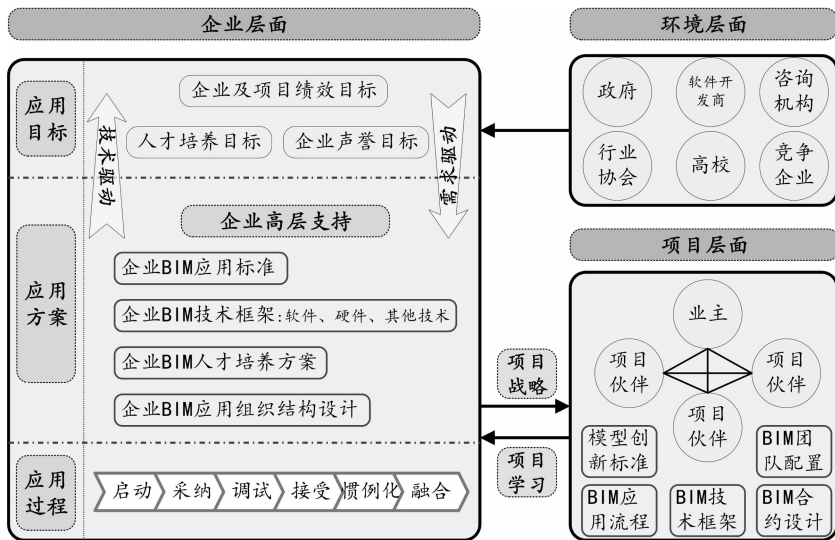


图4 我国建筑业企业的BIM应用框架

(1) 制定科学的多阶段BIM应用目标。信息技术在企业内的采纳及实施是一个较为动态、长期的过程,往往涉及启动(Initiation)、采纳(Adoption)、调适(Adaptation)、接受(Acceptance)、惯例化(Routinization)与融合(Infusion)等多个阶段^[15]。这种多阶段性在BIM这一复杂性技术的应用过程中体现得要更为明显,并导致其应用绩效的实现也往往是一个较为长期的过程。为此,设计及施工企业需要结合环境变化及自身实际情况,明确在不同采纳实施阶段的BIM应用目标(包括企业及项目绩效目标、人才培养目标、企业声誉目标等),综合平衡好企业成本领先战略及差异化竞争战略的实施,避免盲目追求BIM应用的短期效益。

(2) 系统规划BIM应用方案。BIM应用远非限于简单的设计及施工管理软件更换,其有效实施还与企业相关活动流程及组织结构的调整密切相关。结合企业及BIM应用特征,企业需要依据BIM应用目标系统规划企业在BIM应用标准制定、BIM技术框架确定、BIM人才培养、BIM应用组织结构设计等方面的具体方案,以最大化实现BIM的应用价值。上述方案的制定及有效实施必须基于企业高层的大力支持。

(3) 有效集成企业商业流程及项目实施流程。与其他行业企业相比,建筑业企业具有明显“项目型”特征,其企业发展目标的有效实现在很大程度上取决于其集成企业商业流程及各类项目实施流程的能力。根据企业在不同阶段的BIM应用目标,企业需要结合项目的类型、项目业主方特征、项目合作伙伴能力等特征确定不同项目的BIM应用战

略(如流程探索型战略、人才培养型战略及绩效追求型战略等),建立集成化的项目BIM学习机制及多项目BIM资源调配机制。

5 结论

建筑业长期面临生产效率低下等绩效问题的困扰,在设计施工过程中进行BIM应用已成为集成建筑业生产流程进而解决其绩效问题的重要途径。尽管具有巨大的潜在应用价值,BIM并非能自动解决建筑行业及企业相关绩效问题的魔术按钮,其应用价值的发挥需要进行相应组织、流程的调整,并面临技术、文化等多方面障碍。本文结合国内外BIM应用实践及我国2D CAD技术的应用历程,分析了BIM在建筑业内的扩散特征,并进一步分析了我国建筑业企业的BIM应用策略。面对建设项目设计施工过程中的信息割裂问题以及行业信息技术的迅速发展,我国建筑业企业的BIM应用早应不再是“该不该用”的决策问题,而是如何结合自身特色更好更快地应用BIM并从中获取相应价值的技术实施问题。为此,企业需要平衡好成本领先战略和差异化竞争战略的实施,摆脱BIM应用过程中的“无意识性”特征,注重制定科学的多阶段BIM应用目标、系统规划BIM应用方案、并有效集成企业商业流程及项目实施流程。

参考文献

- [1] Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Own-

- ers, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (2nd Edition) [M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [2] 王广斌,张雷,谭丹,陈天民. 我国建筑信息模型应用及政府政策研究[J]. 中国科技论坛, 2012, (8): 38-43.
- [3] 王广斌,曹冬平. 发达国家政府对建筑业信息化的作用比较[J]. 建筑经济, 2010, (3): 22-26.
- [4] 潘佳怡,赵源煜. 中国建筑业 BIM 发展的阻碍因素分析[J]. 工程管理学报, 2012, 26(1): 6-11.
- [5] 何清华,钱丽丽,段运峰,李永奎. BIM 在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012, 26(1): 12-16.
- [6] Lee G., Lee J, Jones S A. The Business Value of BIM in South Korea: How Building Information Modeling is Driving Positive Change in the South Korean Construction Industry [R]. Bedford: McGraw-Hill Construction, 2012.
- [7] Bernstein H M, Jones S A, Russo M A, et al. . The Business Value of BIM in North America: Multi-Year Trend Analysis and User Ratings [R]. Bedford: McGraw-Hill Construction, 2012.
- [8] Teicholz P, Goodrum P, Haas C. U.S. Construction Labor Productivity Trends, 1970-1998 [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2001, 127(5): 427-429.
- [9] 王新. 美国设计行业 BIM 应用历程的启示[J]. 建筑创作, 2011, (10): 167-170.
- [10] National Building Specification (NBS). National BIM Report 2013 [R]. Newcastle upon Tyne: NBS National BIM Library, 2013.
- [11] Bernstein H M, Jones S A, Gudgeon J E, et al. . The Business Value of BIM in Europe: Getting Building Information Modeling to the Bottom Line in the United Kingdom, France and Germany [R]. Bedford: McGraw-Hill Construction, 2010.
- [12] 李恒,郭红领,黄霆,陈镜源,陈景进. BIM 在建设项目中应用模式研究[J]. 工程管理学报, 2010, 24(5): 525-529.
- [13] 波特. 竞争战略[M]. 北京:中国财政经济出版社,1989.
- [14] Swanson B E, Ramiller N C. Innovating Mindfully with Information Technology [J]. MIS Quarterly, 2004, 28(4): 553-583.
- [15] Cooper R B, Zmud R W. Information Technology Implementation Research: A Technological Diffusion Approach [J]. Management Science, 1990, 36(2): 123-139.

Building Information Modeling in the Construction Industry: Diffusion Characteristics and Application Strategies

Li Heng¹, Cao Dongping^{1,2}, Wang Guangbin²

- (1. Department of Building and Real Estate, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China;
2. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Building information modeling (BIM) has been regarded worldwide as an effective tool to integrate design and construction processes and thus to address the performance problems in the construction industry, but the realization of its value still faces a variety of technical, process-related, organizational and cultural barriers. Based on the discussions on BIM application practices worldwide and the diffusion process of the Two-Dimensional Computer-Aided Design (2D CAD) technology in the Chinese construction industry, this paper analyzes the diffusion characteristics of BIM in the construction industry, and proposes some BIM application strategies for design and construction enterprises in China. In order to better realize the potential benefits of BIM, design and construction enterprises need to balance the implementations of the cost advantage strategy and the differentiation strategy, and to forgo the “mindlessness” during the BIM adoption and implementation process. Design and construction enterprises are also suggested to establish multi-stage BIM application aims, to plan systemic BIM application solutions, and to effectively integrate enterprise business processes and project processes.

Key Words: Building Information Modeling (BIM); Construction Industry; Innovation Diffusion; Technology Application Strategy