

建筑施工企业 BIM 应用障碍研究

何清华, 张 静

(同济大学经济与管理学院, 上海 200092)

[摘要] 对建筑施工企业 BIM 的应用障碍进行分析, 利用解释结构模型描述不同层次的障碍因素之间的关系。根据模型结果, 提出在建筑施工企业推广 BIM 实施的措施, 包括完善 BIM 软件, 改善 BIM 软件在可操作性与易操作性等方面的不足。解决了与 BIM 相关的管理问题, 填补 BIM 在法律责任、合同管理等方面的空白, 施工单位自身也应当积极配合 BIM 的实施等。

[关键词] 信息化; BIM; 建筑施工企业; 结构模型; 研究

[中图分类号] TU717

[文献标识码] A

[文章编号] 1002-8498(2012)22-0080-04

Study on Barriers of Building Information Modeling Application in Building Construction Enterprises

He Qinghua, Zhang Jing

(School of Economy and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on the analysis of barriers of building information modeling (BIM) application in construction enterprises, the interpretative structural model was used to describe the relationship among the barrier factors in different levels. According to the results of the model, some measures were proposed to promote BIM's adoption in building construction enterprises, including refining BIM software, improving the operability and maneuverability of BIM software, solving BIM-related management issues, filling in the gaps of legal responsibilities and contract management, and obtaining construction enterprises cooperation to BIM's implementation, etc.

Key words: information; building information modeling; building construction enterprises, structural model; research

0 引言

近年来, 建筑信息模型 (building information modeling, BIM) 在我国建筑行业得到更加全面的推广, 其影响也越来越大, 在很多重大项目中都得到了成功应用, 如上海世博会芬兰馆、上海世博会德国馆、世博会国家电网企业馆等^[1-3]。

根据麦格劳-希尔建筑信息公司在中国发布的首份关于 BIM 的中文调研报告《建筑信息模型: 设计与施工的革新、生产与效率的提升》显示, 承包商用户的使用频率仍然较低, 在设计师、工程师、承包商和业主中, 承包商的使用频率最少, 45% 的人使用 BIM 的项目不超过 15%, 在 60% 以上的项目中使用 BIM 的承包商只占 23%^[4]。国内外已有的 BIM 调研报告和学术论文中, 对 BIM 在建筑行业推

广的影响因素已有较全面的研究, 但对于这些因素的相互关系的研究仍然较少。本文先是建立 BIM 在建筑施工企业应用的影响因素的解釋结构模型, 在分析各影响因素的相互关系的基础上对 BIM 在建筑施工企业的应用提出建议。

1 BIM 在施工企业应用的障碍因素

麦格劳-希尔建筑信息公司在其发布的 BIM 调研报告中指出^[4-5], 采用 BIM 的障碍主要包括: 大量充足的培训, 高级管理层统一认识, 软件成本高昂, 硬件升级所需的成本高, 缺乏客户需求, 缺少足够时间来评价 BIM 应用效果。2011 年, 皇家特许测量师协会 (RICS) 发布的 BIM 调研报告显示^[6], 工料测量师和建筑测量师使用 BIM 的障碍因素主要有: 缺少客户需求, 缺少培训, 缺少标准, 对数据所有权和责任的不确定性缺少政府指导, 缺少 IT 基础设施, 缺少新的或修订的施工合同, 缺少应用接口以及当前的职业责任保险条款不完善等。2007 年, 美

[收稿日期] 2012-06-11

[基金项目] 中央高校基本科研项目 (1200219168)

[作者简介] 何清华, 博士生导师, 教授, E-mail: heqinghua@263.net

国钢结构学会 (AISC) 和美国建筑业律师协会 (ACCL) 组织了 BIM 研讨会并发布了会议报告, 报告中承包商列举了实施 BIM 的障碍主要包括: 现有的 BIM 软件过于复杂, 不能同时追踪进度和成本, BIM 的实施缺乏相应的法律和保险框架^[7]。

在学术文献中, 也有多位学者对 BIM 的应用障碍进行了研究。Han Yan 和 Peter Damian^[8]指出, BIM 应用的障碍有: 浪费时间和人力资源, 目前的技术已足够, 人们拒绝学习, 对项目不合适, 以及需要大量的培训。Salman Azhar 等^[9]认为, 在 BIM 的实施和使用中, 对如何实施和使用 BIM 没有清晰的共识, 不能明确 BIM 数据的所有权以及如何通过版权和法律来保护这种所有权, 缺乏 BIM 过程的标准性和 BIM 实施的指南方针, 对 AEC 行业由谁 (业主、设计师和承包商) 来建立和完善 BIM 模型、建立和完善 BIM 模型的费用如何分配没有定论。Taochiu Kenny Tse 等^[10]通过问卷调查的方式得出, 没有采用 BIM 最主要的原因是客户和项目团队成员没有要求采用 BIM, 2/3 的问卷回复者认为现有的 CAD 系统已经可以满足设计和绘图的要求; 1/2 的问卷回复者指出 BIM 无法减少绘图的时间; 1/3 的问卷回复者则认同缺乏合适的技能或培训和 BIM 的本身特征或灵活性是导致 BIM 不被采用的两大原因, 其中一位回复者表示 BIM 软件的价格应当降低以便刺激这种新技术的推广。Phillip G. Bernstein^[11]提出 BIM 在建筑行业实施的相互影响的三大障碍为: 交易业务流程演化, 数字设计资料的可计算性及数据互操作性。Chuck Eastman 等^[12]认为, BIM 实施障碍主要是员工的思维习惯、工作流程、模型管理以及成熟的互通性工具, BIM 对如何进行设计和施工要求采用新的思维方式, 对员工的再训练不仅是学习, 且需要抛弃旧的工作习惯, 这一点难度甚大; 缺乏受过培训的人员仍是阻碍 BIM 实施的一个主要原因, 使得很多公司停留在原来的 CAD 技术上。张建新^[13]认为, 现有建筑行业体制、行业规程及法律责任界限不明等障碍是现阶段建筑行业亟待突破的。王广斌等^[14]统计分析了 BIM 在施工前各阶段应用过程中项目各参与方的受益情况, 分析结果表明, 业主和设计方是最大的受益方, 且受益程度要明显高于其他参与方。

对以上 BIM 实施障碍进行总结, 再结合施工企业本身的特点, 归纳得出以下影响因素: ①业主未对施工单位提出明确的使用 BIM 的要求, 缺乏客户需求; ②政府推行 BIM 力度不够, 缺少政府的指导/方向; ③BIM 实施未得到高层领导的鼓励和支持, 要求高级管理层统一认识, 用足够的时间来评价

BIM 的应用效果; ④BIM 软件本身存在技术问题, 不能很好地为施工单位所用, BIM 软件的可操作性与易操作性差, 数字设计资料的可计算性, 有意义的数据互操作性, 现有的 BIM 软件过于复杂, 不能同时追踪进度和成本, 缺少应用接口; ⑤实施 BIM 的成本太高, 软件成本高昂, 包括 IT 基础设施的投入, 硬件升级所需的成本, 进行大量充足的培训等; ⑥从业主、设计到施工对模型的信息共享度太低, 最终的 BIM 模型需要行业各专业人员的共同努力和投入, 承包商没有从设计方得到 BIM 模型, 而是从传统的设计方拿到资料自己去建立模型; ⑦现有的业务流程制约了 BIM 应用; ⑧与 BIM 相关的行业规程及法律责任界限不明, 不能明确 BIM 数据的所有权及如何通过版权和法律保护这种所有权, 缺乏相应的法律和保险框架, 当前的职业责任保险条款不完善, 对数据所有权和责任存在不确定性; ⑨建筑行业缺乏针对 BIM 应用的标准合同语言, 缺乏 BIM 过程的标准性和 BIM 实施的指南方针, 对 AEC 行业由谁 (业主、设计师和承包商) 来建立和完善 BIM 模型、建立和完善 BIM 模型的费用如何分配没有定论; ⑩施工单位的 BIM 受益程度相对较低; ⑪BIM 在施工单位没有得到广泛推广。

2 解释结构模型的建立^[15]

2.1 建立连接矩阵

用邻接矩阵 A 表示影响 BIM 在施工企业推广因素之间的直接相互关系, 0 表示没有相互影响, 1 表示存在相互影响。如此可得连接矩阵 A 如下:

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
9	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2.2 计算可达矩阵

对上述邻接矩阵加上单位矩阵得到矩阵 $(A + I)$, 采用布尔运算规则进行 $(A + I)^n$ 计算, 直到 $(A + I)^{n-1} \neq (A + I)^n = (A + I)^{n+1} = M$ 为止, M 即为所求的可达矩阵, 用来表示影响 BIM 在施工企业中推广因素间的所有关系。可达矩阵 M 如下:

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1
5	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1
6	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
7	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
8	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
9	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
10	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

2.3 对可达矩阵进行层级分解

根据可达矩阵,归纳各因素的可达集合(用 $R(i)$ 表示)和先行集合(用 $A(i)$ 表示),如表 1 所示。

表 1 各元素的可达集合和先行集合

Table 1 Reachability sets and first sets of each element

序号	$R(i)$	$A(i)$	$R(i) \cap A(i)$
1	1, 3, 11	1, 8, 9	1
2	2, 3, 11	2, 4, 5, 8, 9	2
3	3, 11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	3
4	2, 3, 4, 10, 11	4	4
5	2, 3, 5, 10, 11	5	5
6	3, 6, 10, 11	6, 7	6
7	3, 6, 7, 10, 11	7	7
8	1, 2, 3, 8, 9, 11	8	8
9	1, 2, 3, 9, 11	8, 9	9
10	3, 10, 11	4, 5, 6, 7, 10	10
11	11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	11

根据表 1,以 $R(i) \cap A(i) = R(i)$ 确定第 11 号因素为最上位等级要素,将它从表中划掉,再用同样方法求得下一级各要素,以此类推,便可把各要素按等级划分,对其主要影响因素的可达矩阵进行重新排列。重新排列后的可达矩阵为:

	11	3	1	2	10	4	5	6	9	7	8
11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
5	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
6	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
9	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0
7	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0
8	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1

根据层级划分,可得 BIM 在施工企业推广的影响因素的解釋结构模型,如图 1 所示。

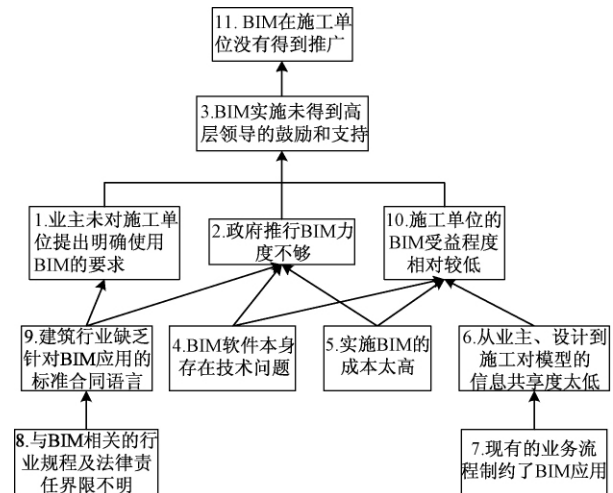


图 1 影响因素的解釋结构模型

Fig. 1 Interpretative structural modeling of influence factors

3 BIM 在建筑施工企业应用障碍因素分析

由图 1 可知,BIM 在建筑施工企业推广应用的影响因素是一个五级的递阶系统。从第 1 级因素分析,阻碍 BIM 在建筑施工企业推广应用的最直接的因素是 BIM 实施未能得到施工企业高层领导的鼓励与支持。面对新的技术和理念,如果潜在的实施主体主观上不愿意采纳这种新事物,则势必会影响其在主体内的推行。

从第二级因素分析,BIM 实施的客观环境导致施工企业高层领导没有鼓励和支持,包括业主未对施工企业提出明确的使用 BIM 的要求,政府推行 BIM 力度不够及施工单位的 BIM 受益程度相对较低。业主若没有对设计院或者施工企业提出明确的采用 BIM 的要求,设计院可能延续以往的工作习惯在 2D 的图纸上进行设计,没有现有的 3D BIM 模型,施工单位只能自己尝试去建立 BIM 模型,或者干脆按照以往的方式进行施工,无法感受到 3D 建筑模型给施工带来的优越,高层领导推广 BIM 的积极性必然会降低。目前,有些建筑施工企业仍对 BIM 知之甚少,主要原因是 BIM 理念没有得到足够的宣传,政府在整个建筑行业宣传和推广的力度还不够。最后,BIM 的碰撞检查功能能够有效地减少因设计冲突而导致的设计变更次数,按照目前的行业现状,很多建筑施工单位就是通过设计变更来获得更多的利润,BIM 的实施,减少了返工的次数,施工单位从中获利的机会也相应减少。

从第 3 级因素分析,政府没有在建筑行业大力推行 BIM 是由于 BIM 本身还存在很多的问题,如 BIM 不能与其他软件进行很好的数据互通;其实施成本太高,需要大量的软、硬件及 IT 基础设施的投入;与

BIM 相关的管理问题也亟待解决,如缺乏针对 BIM 应用的标准合同语言等。BIM 软件本身的技术问题影响了其功能的发挥,加上高成本的投入,势必会造成企业的 BIM 受益程度降低。因尚未开发出针对 BIM 应用的标准合同语言,业主对采用 BIM 的热情也会降低,以免带来不确定的组织间责任分工。从业主、设计到施工的对模型的低信息共享度会阻碍 BIM 功能的充分发挥。信息共享度低,设计院完成的 3D BIM 模型不能很好地指导施工,模型的信息不能完整、及时地传递至施工单位,施工单位从 BIM 的三维模型中的受益程度也会相应降低。

从第 4 级因素分析,与 BIM 相关的行业规程及法律责任界限不明直接影响针对 BIM 应用的标准合同语言的建立,现有的项目流程直接影响项目各参与方对 BIM 模型的信息共享度。最终的 BIM 模型需要行业各专业的共同努力和投入,但承包商常常无法从设计方得到 BIM 模型,而只能拿到资料后自己着手去建立 BIM 模型^[7]。在目前的 BIM 工作流程中,业主对设计方提出采用 BIM 的要求,设计单位完成 BIM 模型后交由施工单位进行施工,这种串联式的工作方式使得在施工单位仅能获得 BIM 模型,却不能从设计方获得很好的关于 BIM 模型的施工指导,直接导致了较低的 BIM 受益度。

4 结语

影响 BIM 在施工企业推广的因素很多,运用解释结构模型能够比较清晰、直观地看出各影响因素之间的层级关系及相互影响。在模型的基础上,就 BIM 在建筑施工企业中的推广困境提出建议和对策使逻辑更加清晰,更加具有针对性。

通过解释结构模型可知,BIM 在建筑施工单位推广应用的影响因素既有技术方面的因素(BIM 软件本身的技术问题、实施成本),也有管理方面的因素(业务流程、行业规程及法律责任界限)。因此,要促进 BIM 在建筑施工单位的实施需从技术和管理两方面着手。首先,努力完善 BIM 软件,加紧确定统一的 BIM 交换标准,使得 BIM 软件可以和能耗软件、CAD、造价管理等软件实现数据的互转,让建筑施工企业能够通过 BIM 的采用实现更加科学的施工作业和施工管理。其次,开发与 BIM 相适应的管理模式。当前 BIM 应用更关键的是管理和实践问题。如何对 BIM 环境下项目组织人员责任进行明确、如何确定 BIM 模型中数据的版权、如何设计新的工作流程、如何建立针对 BIM 应用的标准合同语言等都是亟待解决的问题。最后,外在的技术和管理方面的原因最终导致了实施主体在采用 BIM 行动中的缓慢,施工单位自身(高层领导)也应积极

配合 BIM 的实施,政府应大力宣传和倡导 BIM 的应用,引导施工企业接受这一新技术。

总之,建筑信息模型是信息时代的产物,BIM 理念如今受到越来越多的重视。然而,这样一个跨时代的技术,在实施过程中仍然面临诸多困难和挑战,使得建筑施工企业未能很好地采纳和实施 BIM。本文利用解释结构模型对 BIM 在施工企业的推广应用影响因素进行分析,并根据解释结果提出了相应建议。随着 BIM 技术的不断完善和人们对 BIM 管理研究的不断加深,BIM 技术必将得到广泛应用。

参考文献:

- [1] 苏骏,叶红华. 基于 BIM 的设计可视化技术在世博会德国馆中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2009(1): 87-91.
- [2] 过俊. 运用 BIM 技术打造绿色、亲民、节能——上海世博会国家电网企业馆[J]. 土木建筑工程信息技术, 2010(2): 63-67.
- [3] Tekla Structures 在上海世博会芬兰馆中的 BIM 实践[J]. 建筑技艺, 2011(1): 152-153.
- [4] Smart Market Report. 建筑信息模型: 设计与施工的革新、生产与效率的提升[R]. 2009.
- [5] Smart Market Report. The business value of BIM in Europe[R]. 2010.
- [6] RICS 2011 BIM survey report[R]. 2011.
- [7] Timo Hartmann, Martin Fischer. Applications of BIM and hurdles for widespread adoption of BIM: 2007 AISC-ACCL econstruction roundtable event report[R]. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering. 2007.
- [8] Han Yan, Peter Damian. Benefits and barriers of building information modeling [C] // 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. 2008.
- [9] Salman Azhar, Michael Hein, Blake Sketo. Building information modeling (BIM): benefits, risks and challenges [C] // Proceedings of the 44th ASC Annual Conference (on CD ROM). 2008.
- [10] Taochiu Kenny Tse, Kamdin Andy Wong, Kwanwah Francis Wong. The utilisation of building information models in nD modeling: a study of data interfacing and adoption barriers[J]. Journal of Information Technology in Construction, 2005(10): 85-110.
- [11] Bernstein Phillip G, Pittman Jon H. Barriers to the adoption of building information modeling in the building industry [J]. Autodesk Building Solutions Whitepaper 2005.
- [12] Eastman C, Teicholz P, Sacks R, et al. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors[M]. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2008.
- [13] 张建新. 建筑信息模型在我国工程设计行业中应用障碍研究[J]. 工程管理学报, 2010, 24(4): 387-392.
- [14] 王广斌, 张洋, 姜阵剑, 等. 建设项目施工前各阶段 BIM 应用方受益情况研究[J]. 山东建筑大学学报, 2009, 24(5): 387-392.
- [15] 唐幼纯, 范君晖. 系统工程: 方法与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2011.