

海峡两岸 BIM 技术应用成熟度对比研究

范冰辉¹, 高志瀚², 王素裹¹, 刘益宝¹

(1.福州大学 土木工程学院, 福建 福州 350116; 2.金门大学 土木与工程管理系, 金门 89244)

摘要: BIM 技术的普遍应用已经成为我国建筑业发展的趋势。为全面揭示 BIM 技术应用的现状并提出推动 BIM 发展的部署措施,选取我国大陆代表性省份与台湾地区的工程技术人员进行问卷调查;引入成熟度模型,从5个维度对调查结果进行数据处理和分析结果表明,两岸建设行业对于 BIM 技术均有较强的需求,但目前大陆的 BIM 应用程度相对较低,在建设工程生命周期的使用中还处于初步阶段;业界对 BIM 的投资效果尚缺乏足够认同,BIM 技术的推广还有较多障碍;基于成熟度模型分析的结论,针对性地提出了发展 BIM 的措施建议。

关键词: BIM; 成熟度; 应用现状; 生命周期

中图分类号: TU17

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2017)06-0543-06

Maturity comparison of BIM technique application between Chinese Mainland and Taiwan

Fan Binghui¹, Gao Zhihan², Wang Suguo¹, Liu Yibao¹

(1. School of Civil Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350116 China;

2.Department of Civil Engineering and Construction Management, Quemoy University, Jinmen 89244)

Abstract: The universal application of BIM technique has become the new trend of Chinese construction industry. To reflect the application status of BIM throughout China and to put forward measures to promote the development of BIM, a questionnaire survey was conducted among engineers and technicians from the representative provinces of the mainland and Taiwan; the maturity model was introduced to process and analyze the results from five dimensions. It was found that the construction industry in both sides has fairly strong demand for BIM technique; however, the mainland has a comparatively low degree of BIM application, and the implementation involved in the life cycle of construction engineering is still at the initial stage; moreover, the industry has not agreed on the investment effectiveness of BIM, and there are still many obstacles to promote BIM. Based on the conclusions of the maturity model's analysis, measures and suggestions were put forward for BIM development.

Keywords: BIM; application status; maturity model; performance; deployment measures

建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 是以协同和交互的方式对建筑信息进行建模、存储、管理、交换和共享的过程^[1], 通过衔接建筑全生命周期不同阶段的数据和资源, 改变传统 2D 条件下建筑设计、施工、管理等各阶段

与各参与方各自为战形成的“信息孤岛”带来的沟通不畅、返工率高、效率低下等问题, 成为当下建设行业应用和研究的热点^[2], 被誉为建筑业变革的革命性力量^[3]。但由于我国建设行业信息化进程的相对滞后, BIM 技术的普及推广还处于

收稿日期: 2017-09-29

基金项目: 福建省中青年教育科研项目(JA13046)

通讯作者: 范冰辉(1982-), 男, 福建福州人, 讲师, 博士研究生, 研究方向: 结构工程。

起步阶段^[4]。

目前,国内已有一些文献对 BIM 现状进行了研究,何清华等^[5]对包括北京奥运会水立方等典型工程 BIM 应用阶段、参与方、成效及存在问题进行比较分析;中国房地产业协会商业地产专业委员会等机构于 2011 年通过针对中国工程建设 BIM 应用进行问卷调查,从对 BIM 项目设计、施工、运营过程中希望得到的改进、BIM 的应用计划或期望、BIM 使用情况等 5 个方面,调查了中国工程建设行业不同参与方对 BIM 在项目不同阶段的应用价值的认识及应用现状与期望^[6]。但目前国内关于 BIM 应用现状的研究一般仅就现象做阐述,未在调查结果的基础上客观分析出我国发展 BIM 过程中存在的主要问题,也未针对性给出具体可行的发展 BIM 的建议。

国际上,对于 BIM 应用程度的评价,主要是通过 BIM 成熟度 (BIM Maturity),即实施 BIM 能力中的实施质量、可重复性和优秀程度^[7-8]。Succar 在此基础上引出 BIM 成熟度指标 BIMMI (BIM Maturity Index),将 BIM 成熟度分为 5 个不同标准:初始级、可定义级、可管理级、集成级、优化级 (Optimised);进一步提出了 BIM 成熟度矩阵 BIM3 (BIM Maturity Matrix),以提供投资者评估和改进 BIM 的运用程度^[9]。美国 BSA 联盟 (Building SMART Alliance)也提出了 BIM 成熟度模型,从数据丰富程度、生命周期视角、参与角色、商业过程等 11 个维度,将成熟度分为 10 个评定等级^[10]。这 3 种模型主要是从组织或项目的微观角度进行 BIM 成熟度的评价,其指标侧重于对 BIM 流程进行细化的描述,但缺乏对于 BIM 运用背景、运用程度、运用效果和障碍等维度进行的测度,难以反映国家(地区)宏观层面的 BIM 应用状况,无法对其进行合理定位。

基于 BIM 技术的应用现状,分析其在发展过程中面临的障碍,在此基础上提出推动 BIM 技术发展的部署建议,具有很强的研究与现实意义。本文以 BIM 技术应用状况为对象,选取我国大陆代表性的省份与台湾地区的工程人员进行调研;引入成熟度模型构建评价指标体系,对两岸 BIM 应用状况进行对比和评价,在此基础上进一步调研和分析,推动 BIM 应用的部署措施。

1 研究方法

1.1 调查对象选取

为全面反映我国工程建设行业现状及 BIM 应用水平,随机选取广东省、福建省和陕西省进行调查,这 3 省 2013 年建筑业产值分别为 7 729.24 亿元、5 459.41 亿元与 3 993.81 亿元,可以代表我国大陆不同经济发展水平的省份;为做横向对比,选取了台湾地区进行调查研究,台湾建筑业在自然灾害频繁、资源短缺、劳动力不足的制约条件下历经数十年的发展,施工技术与管理水平相对成熟^[11],其 2013 年建筑业产值为 9 988 亿元新台币(约合人民币 2 220 亿元),但因总体市场规模较小,故建筑业效率仍处于较高水平;并因人文地理接近,与大陆建筑业发展有紧密的联系与相似性,其建筑业发展历程对大陆有较大的借鉴意义。经整理分析,大陆的有效问卷达 104 份,来自 3 省的样本数均各占约 1/3;台湾地区的有效问卷 75 份;受访对象的基本情况见表 1。

表 1 BIM 受访者基本情况
Tab.1 Basic information of the respondents

指标	选项	大陆		台湾	
		比例/ %	人数/ 人	比例/ %	人数/ 人
专业	结构工程师	29.0	31	4.0	3
	建筑师	21.5	23	8.0	6
	规划设计师	2.8	3	8.0	6
	BIM 工程师	0.0	0	4.0	3
	高级工程师	5.6	6	12.0	9
	项目经理	5.6	6	8.0	6
	工程造价师	5.6	6	4.0	3
	策划员	0.0	0	8.0	6
	施工主管	3.7	4	4.0	3
	施工员	5.6	6	4.0	3
	设备工程师	7.5	8	0.0	0
	软件开发员	0.0	0	4.0	3
	大学教师	0.9	1	16.0	12
	其他	12.1	13	28.0	21
从事 本专业 年限	<2 年	4.8	5	28.0	21
	3~5 年	21.2	22	16.0	12
	6~10 年	41.3	43	12.0	9
	11~15 年	8.7	9	12.0	9
	≥16 年	24.0	25	32.0	24

1.2 BIM 成熟度模型

在研究方法上,结合参考文献[7-9]的成熟度模型,提炼适合地区宏观层面的 BIM 应用成熟度模型,从影响建设工程行业效率的因素、BIM 认知与使用情况、生命周期不同阶段 BIM 的使用程度、BIM 绩效评价、BIM 应用的障碍 5 个维度构建指标体系,来反映 BIM 成熟度。采用德尔菲(Delphi)专家调查法经多轮调整与分析后,将 BIM 成熟度状况反馈给受访者,进一步对其调查 BIM 部署措施。研究模型见图 1。

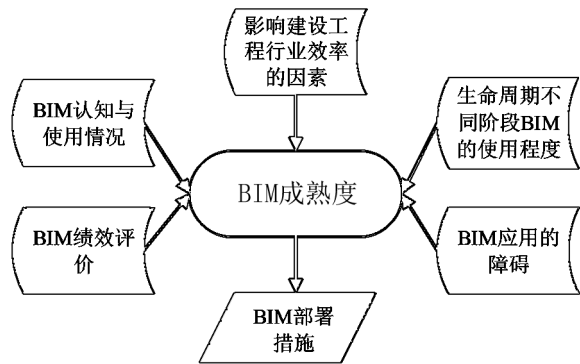


图 1 BIM 成熟度模型
Fig.1 BIM maturity model

1.3 数据分析方法

为客观反映受访者对问题选项的态度,调查问卷设计中对大部分可进行程度区分的问题,采用同意程度不同设 1~5 的选项;不适用于程度区分的,则采用定性的选项。对于前者,为描述受访者总体上对问题的反馈,引入相对重要性系数 RII^[12]:

$$RII = \frac{\sum W}{N \times A} \quad (0 < RII < 1) \quad (1)$$

其中, W 为受访者对问题的反馈,选 1 表示不赞同,5 表示很赞同的递进关系; N 为受访者总数; A 为问题选项中的最高分值,取为 5。

2 BIM 成熟度模型的调查与分析

2.1 影响建设工程行业效率的因素

英国对实施过 BIM 工程的人员进行调查时,大部分意见认为 BIM 可以改善团队沟通,提升工程质量与效率,从而整体上提升工程建设的效率^[12]。从影响工程建设行业效率的因素维度进行调查和测度,可以反映出地区业界对于导入 BIM 的需求程度。由表 2 调查可以看出,在建设

工程的工作环境方面,台湾与大陆面临类似的情况,指标中排名靠前的是项目多、复杂化;方案变化频繁;审批过程要求修改方案;管理不善。工程各参与方的沟通效率低下导致工程实施困难,以及对工程项目生命周期不同阶段的协同工作协调不善而产生的困难;从该维度对两岸进行调查分析,排序的指标接近一致。因此认为,两岸对于导入 BIM 都有迫切的需求。

表 2 建筑业对建设工程效率产生影响的因素

Tab.2 Factors that may affect the construction efficiency in the construction industry

排序	因素选项	大陆/%	台湾/%
1	项目多、复杂化	12.30	10.00
2	方案变化频繁	9.56	10.00
3	审批、图纸审查等部门要求修改方案	9.29	6.67
4	管理不善	5.19	6.00
5	建设方主观意愿要求对原方案进行修改	5.19	6.00
6	为审批所做的准备占据大量的时间	4.92	5.33
7	没按照合同执行	4.37	5.33
8	没有照图纸施工	4.10	5.33
9	软件/硬件问题	3.83	5.33
10	施工中遇到问题需要对原设计进行修改或者重新设计	3.83	3.33

2.2 BIM 认知与使用情况

该维度反映出业界对 BIM 技术的普遍掌握程度,主要通过 BIM 总体使用水平与 BIM 工具掌握程度 2 个指标来测度。图 2 对于 BIM 使用水平

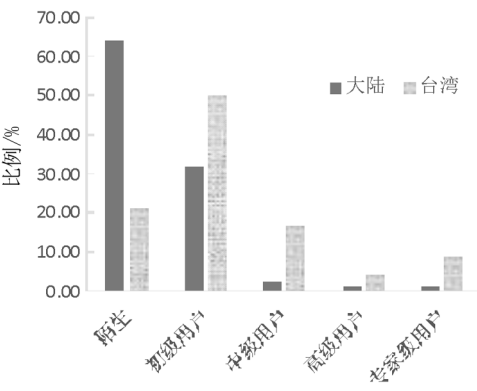


图 2 BIM 的总体使用水平
Fig.2 Overall application status of BIM

的调查显示,业界整体对于 BIM 的使用还相对落后;对 BIM 技术陌生的受访者大陆明显多于台湾,用户偏少;受访者中初级以上用户大多为设计人员(65.3%),施工人员、业主等较少,鲜见 BIM 专业工程师。对受访者(或其所在公司)通用的计算机辅助设计软件的使用进行调查见表 3,传统的软件 Autodesk AutoCAD,大陆和台湾都仍占有较高的比例;对占据市场主流的 BIM 建模软件(如 Autodesk Revit、Google SketchUp、Bentley 等),大陆的比例明显要低于台湾;而反观 BIM 模型整合浏览软件方面(Navisworks、Solibri 等),二者则相差不多。这说明在 BIM 软件的应用上,大陆的工程人员对于 BIM 成果的需求及现实应用(如模型浏览)已经体现,但对自行 BIM 建模的掌握及推广程度较低,呈现出明显的不平衡。

表 3 通用计算机辅助设计软件的使用程度
Tab.3 Application status of the general computer aided design software

选项	占受访者比例/%	
	大陆	台湾
Autodesk AutoCAD	74.0	88.0
Autodesk Revit	12.5	80.0
GoogleSketchUp	24.0	40.0
Bentley	0.0	16.0
Graphisoft ArchiCAD	1.0	4.0
Navisworks	50.0	44.4
Solibri	33.3	33.3

2.3 生命周期不同阶段 BIM 使用程度

生命周期不同阶段的应用类似于美国 BSA 联盟的 BIM 能力成熟度模型中“生命周期视角”维度^[13],对 BIM 技术在工程建设生命周期的策划、设计、施工等不同阶段的应用程度进行测度,结果见表 4。大陆排在前 5 位的是图纸设计、图纸审核、工程造价核定、项目销售、项目施工。由于 BIM 技术最早是作为建筑设计软件首先在设计单位推广使用,其成熟的碰撞检查、设计校核功能可以直接避免设计错误造成的返工浪费,所以 BIM 在设计阶段得到重视^[14];其次,大陆的 BIM 服务商大多从工程造价行业转型而来(例如广联达、鲁班),而台湾的 BIM 服务商多为咨询公司,故 BIM 在工程造价核定阶段,大陆的发展多于台

湾;项目销售中 BIM 的应用多为电子沙盘的虚拟现实展示,是因为大陆的房地产销售项目较台湾为多;BIM 技术在施工模拟与管理方面已经体现了较大的价值,台湾业界在施工阶段应用 BIM 最多,而大陆仅排在第 5。故大陆的 BIM 生命周期阶段性应用程度还有待拓展。

表 4 生命周期不同阶段 BIM 的使用程度
Tab.4 Application status of BIM during different phases of the life cycle

项目阶段	大陆		台湾	
	RII	排序	RII	排序
项目评估	0.400	11	0.522	7
审批报建	0.463	10	0.511	9
项目策划	0.510	8	0.590	3
图纸设计	0.595	1	0.579	4
图纸审核	0.581	2	0.511	10
项目施工	0.554	5	0.705	1
项目监管	0.549	6	0.578	5
项目验收	0.545	7	0.511	11
项目销售	0.562	4	0.567	6
项目资料配给	0.487	9	0.653	2
工程造价核定	0.574	3	0.522	8

2.4 BIM 绩效评价

该维度从 BIM 为工程项目带来不同方面的变化来反映投资回报。表 5 的调查结果对于大陆首先体现在投标上,访谈中投标人(大部分为设计院或施工承包商)认为采用 BIM 技术的投标方案能够实质上响应招标人的要求,获得评标加分,更有利于中标;两岸业界对于 BIM 技术提高团队间的沟通效率带来的投资回报也有共识;对于三维可视化,大陆业界认为是排在第 3 位的投资回报因素,但台湾业界认为其只是一种更直观的表达方式,不应片面夸大其三维呈现作用;大陆业界排在第 4 位的因素是提高对设计意图的理解,而台湾业界则相对靠后;降低施工现场矛盾冲突在大陆排在第 5 位,而在台湾排在第 2 位,这也归因于大陆对于 BIM 技术在施工阶段的应用程度不如台湾。

2.5 BIM 应用的障碍

该维度反映 BIM 技术在推广中存在的困难。表 6 调查结果显示,缺乏 BIM 相关培训是最主要

因素。其次是业主不愿意支付由 BIM 导致的额外费用,这一般发生在 BIM 成熟度的初期,业主无法直观看到导入 BIM 带来的效益;再次是法规

表 5 BIM 投资效果在不同方面的表现
Tab.5 Investment effectiveness of BIM in different aspects

效果因素	大陆	排序	台湾	排序
全面改进项目结果	0.550	8	0.600	5
提高对设计意图的理解	0.600	4	0.533	9
减少各种返工	0.569	6	0.575	7
降低施工现场矛盾冲突	0.571	5	0.638	2
协调方面问题	0.554	7	0.600	4
三维可视化	0.614	3	0.565	8
有利于投标	0.700	1	0.680	1
精确预算	0.528	9	0.587	6
提高团队间的沟通效率	0.649	2	0.613	3
增强施工现场的安全性	0.481	10	0.480	10

表 6 应用 BIM 技术的障碍
Tab.6 Obstacles of BIM application

排序	障碍因素	RII
1	缺乏相关培训	0.688
2	业主不愿意支付由 BIM 导致的额外费用	0.662
3	当地法规没有明确要求	0.653
4	BIM 相关管理以及高级工作人员缺乏	0.645
5	业主没有明确要求	0.632
6	成本回收周期长	0.610
7	软件成本过高	0.534

对于 BIM 使用未有明文强制规定,缺乏政策引导;第 4 位因素是 BIM 相关管理以及高级工作人员缺乏,这导致无法推动 BIM 项目运作所需的人力资源;第 5 位因素是业主对于项目的明确要求,例如在招投标时即要求投标单位使用 BIM 技术,这将予以承包商直接的动因;第 6 位因素是投资 BIM 的成本回收周期较长,且目前对于项目使用 BIM 前后的效益没有客观的对比衡量分析方法,难以界定何时收回投资,以及效益的多寡;由此很多业主会认为 BIM 平台的成本过高(第 7 位),难以获得较佳的性价比。

从以上 5 个维度反映的 BIM 应用状况表明,相对于台湾,大陆对于导入 BIM 技术已经有较强的需求,但目前使用及推广程度较低,在生命周期的使用中偏向于设计阶段,施工阶段的应用相对滞后;业界对于 BIM 的投资效果有一定的认同,但全面导入 BIM 技术仍存在较大障碍。因此,大陆 BIM 应用成熟度与台湾地区还有一定差距,BIM 的总体水平和应用层次亟待提升。

3 BIM 部署措施

综上 5 个维度的调查与分析结果,进一步设计调查问卷,针对我国推动 BIM 所需的部署措施进行调研,结果见表 7。

表 7 BIM 部署建议措施
Tab.7 Suggested measures for the deployment of BIM

排序	措施	RII
1	大力宣传	0.769
2	出台 BIM 的相关指导和标准	0.710
3	加强相关培训	0.689
4	完善 BIM 的相关政策	0.675
5	加强监督和审查	0.662
6	提供经济支持和补贴	0.639

3.1 加大宣传力度

通过政府主导来干预推动 BIM 的应用,协调专业协会、学术研究机构、设计施工企业、标准制定组织、软件开发商等相关参与主体合作开展专项宣传、技术推广、会议交流等,共同推动土木工程业界对 BIM 的认识,以奠定广泛应用的基础。

3.2 出台 BIM 的相关指导和标准

BIM 先进国家都制定了国家层面的 BIM 技术实施战略及 BIM 指南与标准^[10]。2012~2013 年,住房和城乡建设部批准了建筑工程信息模型应用统一标准、建筑工程信息模型存储标准等 6 个 BIM 国家标准,并在陆续编制与发布中。这些标准从 BIM 的建模、交付实施、数据存储等多方面的具体操作层面为我国推动 BIM 的发展奠定基础;地方标准方面,广东省于 2015 年颁布了《广东省 BIM 应用统一标准》,对建筑工程全寿命期内建筑信息模型的建立、应用和管理进行规定;这也将成为推动 BIM 发展的一个必要举措。

3.3 加强相关培训

受访者认为培训的主要内容是 BIM 工具与

软件使用,以及应用 BIM 进行工程实施的路线和方法,以直接帮助使用者提升 BIM 能力。

3.4 完善 BIM 的相关政策

美国、英国、欧洲等发达国家和地区都颁布了政府政策以保障 BIM 在行业内的发展应用。深圳市于 2015 年 5 月颁布了全国首个《政府公共工程 BIM 应用实施纲要、BIM 实施管理标准》,并制定了至 2017 年实现在市建筑工务署负责的工程项目建设和管理中全面开展 BIM 应用的阶段性目标。因此,加强政府的配套政策,在推动 BIM 发展的过程中也将发挥重要作用。

3.5 加强监督和审查

例如新加坡 2010 年开始公共工程全面以 BIM 进行设计施工,并要求 2015 年所有公私建筑均以 BIM 形式送审及修建。以 BIM 技术的实际采用作为项目审查条件,可赋予 BIM 发展强制驱动力。

3.6 提供经济支持和补贴

我国在推动建筑节能新技术和绿色建材的发展过程中,各地采用的经济支持和补贴政策曾经给予相关企业很大的动力。因此在推动 BIM 过程

中,配套政府优惠政策,可以作为有力的辅助手段。

4 结语

通过两岸 BIM 应用状况的对比分析,有利于将地区宏观的 BIM 应用状况的差异性量化,以针对性分析短板、预测趋势和提出措施,以期为发展 BIM 技术的政策制定提供参考。

本文引入 BIM 成熟度模型,选取我国大陆代表性的省份及我国台湾地区从业人员进行调查和数据分析。研究表明,两岸工程建设行业对于导入 BIM 都有迫切的需求;在 BIM 技术的认知上,大陆工程人员掌握及推广程度较低;大陆的 BIM 生命周期阶段性应用在工程造价方面多于台湾,而在施工阶段的应用程度则相对较低;对于 BIM 绩效的认可首先在于投标,而不是认为其能全面改进项目结果;BIM 技术目前推广的首要障碍是缺乏相关的培训机制;总体上,目前大陆 BIM 应用成熟度低于台湾。基于调查结果,建议推动 BIM 所需的部署举措,主要在于加大宣传力度、出台相关指标、标准和加强相关培训等措施。

参考文献:

- [1] Vanlande R, Nicolle C, Cruz C. IFC and building lifecycle management[J]. Automation in Construction, 2008, 18(1): 70-78.
- [2] 胡振中,路新瀛,张建平.基于建筑信息模型的桥梁工程全寿命期管理应用框架[J].公路交通科技,2010,27(1): 20-24.
- [3] 贺灵童. BIM 在全球的应用现状[J].工程质量,2013,31(3):12-19.
- [4] 何关培.中国工程建设 BIM 应用研究报告[R].北京:中国建筑工业出版社,2011:34.
- [5] 何清华,钱丽丽,段运峰,等. 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] 何关培.《中国工程建设 BIM 应用研究报告 2011》解析[J].土木建筑工程信息技术,2012,4(1):15-21.
- [7] Succar B. The Five Components of BIM Performance Measurement[C]//. Proceedings of 18th CIB World Building Congress, 2010, Salford, UK.
- [8] Lin S. Understanding the Effectiveness of Capability Maturity Model Integration by Examining the Knowledge Management of Software Development Processes[J]. Total Quality Management & Business Excellence, 2009, 54(5):509-521.
- [9] Succar B, Sher W, Williams A. An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application[J]. Automation in Construction, 2013, 35:174-189.
- [10] Barlish K, Sullivan K. How to measure the benefits of BIM-A case study approach[J]. Automation in Construction, 2012, 24:149-159.
- [11] 范冰辉,高志瀚,陈栋灿.闽台建筑企业伙伴评估模式构建[J].福建建筑,2011,162(12):99-101.
- [12] Eadie R, Browne M, Odeyinka H, et.al. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis [J]. Automation in Construction, 2013, 36:145-151.
- [13] National Institute of Building Science. United States National Building Information Modeling Standard, Version 1-Part 1 [R]. <http://buildingsmartalliance.org>, 2007:53.
- [14] Zuppa D, Raja R, Issa A, et.al. BIM's impact on the success measures of construction projects[J]. Computing in Civil Engineering, 2009, 346:503-512.

(责任编辑:陈雯)