

doi: 10.3969/j.issn.1000-7695.2015.06.035

国内 BIM 技术研究现状

纪博雅, 戚振强

(北京建筑大学经济与管理工程学院, 北京 100044)

摘要: 以中国期刊全文数据库 (CNKI) 为文献来源, 根据期刊文献定量分析得出近三年有关 BIM 的研究文献多, 大量跨学科研究, 要了解实际研究内容和重点需要从新归类分析的结论。以文献内容为基础, 分析各类 BIM 研究的研究现状并进行评述。根据 BIM 成熟度图的划分, 得出我国 BIM 研究处于第二阶段和第三阶段间, 研究局限于 BIM 定义和 BIM 价值等一般性内容描述的结论, 并给出未来研究方向的建议。

关键词: BIM, 研究现状, 研究分类, 研究阶段

中图分类号: TU71

文献标志码: A

文章编号: 1000-7695 (2015) 06-0184-07

BIM Technology Research Status in China

JI Boya, QI Zhenqiang

(School of Economics and Management Engineering, BUCEA, Beijing 100044, China)

Abstract: According to the quantitative analysis on CNKI journal articles on BIM in nearly three years, the paper carries out interdisciplinary study on the actual research contents and key needs. A conclusion is made on new classification. On the basis of document content, the research status quo on various BIM is analyzed. According to the maturity and domestic literature research content, the paper concludes that the BIM development in our country is at the second stage and third stage. Finally, the paper points out that the previous research was lacking the mature road map. Suggestions are proposed accordingly.

Key words: BIM; research present; research classification; research phase

1 BIM 概论

1.1 BIM 概念的历程

BIM 的研究是一个不断发展的过程。当前, 广泛认可 BIM 起源于 1974 年 Chuck Eastman 提出的“Building Description System”, 他提出在考虑建筑属性的基础上, 利用信息技术对图形进行编辑和元素组成的处理, 并指出对建筑的不同属性进行功能排序的发展方向^[1]。

20 世纪八十年代, Graphisoft 公司提出 VBM (Virtual Building Model, 虚拟建筑模型) 理念, 初步开展了 BIM 技术研究的。并推出 ArchiCAD 软件, 让更多的企业进入到 BIM 的研究领域^[2]。美国学者罗伯特·艾什 (Robert Aish) 更准确的提出了“Building Modeling”概念。

20 世纪九十年代, G. A. van Nederveen 和 F. P. Tolman 正式为 BIM 命名——Building Information Model, 提出要项目参与者整合各层面、各视角的信息, 以满足各专业和各功能提取信息的需要^[1]。

21 世纪初, 在大量软件开发商介入 BIM 技术的研发后, BIM 的研究在建筑领域迅速推广。2003 年

Autodesk 在《BIM 白皮书》中, 对“Building Information Modeling”做了全面的阐述, 标志着 BIM 的研究进入白热化阶段^[3]。如图 1 所示。

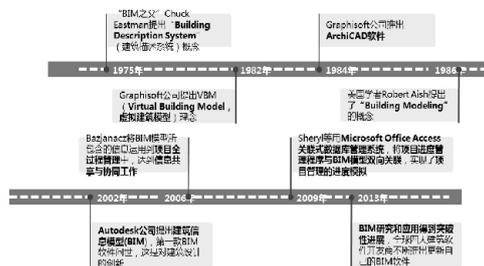


图 1 BIM 研究历程图

1.2 BIM 概念的定义

Autodesk 公司定义 BIM 是一种建筑软件的应用, 是对传统二维图纸为主的信息载体模式进行颠覆, 同时也代表了一种新的思维方法和工作方式。美国建筑师学会 (AIA) 认为, BIM 是一种模型技术要求能够结合工程项目资讯资料。美国国家建筑科学院 (NAS) 给 BIM 的定义较为全面, 认为 BIM 即可以认为是信息建筑模型, Building Information Model; 另一方面, 也可以被理解为建筑信息建模, Building

收稿日期: 2014-07-01, 修回日期: 2014-12-01

Information Modeling。由于两个词的中文翻译后的意思差异并不明显, 所以目前国内普遍建议不对 BIM 进行翻译, 如 CAD 一样, 仅作为代称, 也可以合理表达 BIM 双重含义: 信息模型和信息建模过程。

Eastman 定义 BIM 是, 建筑信息模型是将项目的整个生命周期内的所有信息集合在一个模型中, 并包含施工进度, 建造过程, 运营维护等全部过程, 并集合了所有几何信息、功能要求和构件性能^[4]。Laiserin 认为, BIM 不只是一个系统或者软件, 更是一个业务流程^[5]。张建平教授曾引用美国国家标准技术研究院 (NBIMS) 对 BIM 定义, 在国内普遍被认可, 认为 BIM 是以三维数字技术为基础, 集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型, 对工程项目设施实体与功能特性的数字化表达。

虽然对 BIM 的定义, 各个机构组织、国内外专家并未统一, 但基本可以把 BIM 定义为既包括建筑模型结果, 又包含建筑建模过程的一个“动名词”。因此, 本文参考各家意见, 认为 BIM 是利用一个包含了建设项目物理特性与功能特性的数字模型, 并考虑该模型的信息共享和互用性技术服务于建设项目的全生命周期的决策与分析。

2 BIM 研究数量分析

2.1 BIM 研究期刊论文发展情况

本研究借助于文献产出指标来对 BIM 研究情况进行分析, 数据来源于已收录在中国知网 (CNKI) 的数据库, 包含从开始有文献记载到 2013 年底的所有数据。检索所有篇名包含“BIM”的期刊文献作为样本, 经过逐一识别后, 剔除不表示“建筑信息模型”的文章。查证后发现, 中国的 BIM 技术研究第一次出现在学术期刊中在 2003 年, 即 Autodesk 公司发布 BIM 白皮书之后。开始研究热情不高, 03、04 年仅有 1 篇介绍性文章发表, 05 年更缺乏以 BIM 为题的研究文献, 06、07 年介绍 BIM 的论文分别为 6 篇和 1 篇。表明虽然 2003 年颁布了《2003-2008 年全国建筑业信息化发展规划纲要》, 提出了技术信息化是关键, 但 BIM 技术研究重视度还是较低。2008 年和 2009 年, “中华建筑报”、“建筑时报”、“中国房地产”先后报道了 29 篇关于 BIM 技术的报道, 响应“十一五”发展建筑信息化的要求, 引起了学术界关注。同时, 2008 年和 2009 年分别有 10 篇和 16 篇学术论文以 BIM 作为篇名发表, BIM 研究初步引起国内学者关注。2010 年, BIM 研究的数量出现激增, 共有 63 篇以 BIM 为篇名的论文得以出版, BIM 的研究热情有所提升。2011 年—2013 年, 开启了 BIM 研究的热潮, 分别有 155, 299, 384 篇。如图 1 所示。BIM 在国内研究热情的变化, 一定程度上反应了 BIM 技术在我国的发展。当前面对 BIM 研究信息爆炸的情况, 对当前研究方向进行了分类了解具有现实意义。

解具有现实意义。

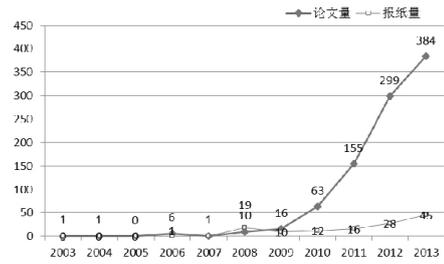


图 2 BIM 研究期刊及报纸数量变化图

2.2 BIM 研究期刊论文分布情况

近 3 年来, 主题包含“BIM”的各类文献, 共包括工程科技方面期刊 831 篇, 博硕士学位论文 64 篇; 信息技术方面期刊 437 篇, 博硕士学位论文 23 篇; 经济与管理科学方面期刊 339 篇, 博硕士学位论文 18 篇; 还有少量其他方面的论文。如图 2 所示。部分论文属于跨学科研究, 分属不同类别期刊, 在数量统计过程累计统计在内。BIM 作为建筑科学与工程和信息技术的交叉学科, 大量论文属于跨学科研究, 多数论文分类号多于 1 中。由于期刊论文学科分类可靠性相对学位论文较低, 故而仅参考学位论文也可以发现, 跨学科研究较为普遍, 其中跨四种学科的学位论文有 1 篇, 跨三种学科的学位论文有 3 篇, 跨两种学科的学位论文 17 篇。如图 3 所示。

BIM 研究的侧重方面很多总结为: 工程科技、信息技术、经济与科学管理等。较多文献分数交叉学科, 跨多个学科; 研究内容实践程度、理论深度也各不相同。因此, 对于 BIM 研究侧重类别界定较为模糊, 缺少系统的总结。目前对 BIM 概念的来源较为明确, 但 BIM 概念定义却并未统一, 对 BIM 各类研究的分析和评述尚缺整体上的分类和总结。为深入了解国内 BIM 研究重点, 了解 BIM 研究所处的阶段, 需要对 BIM 研究现状进行分析与总结。

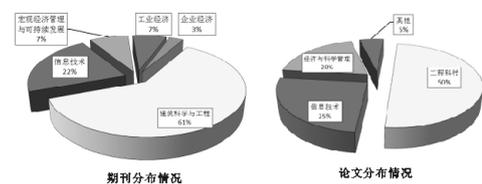


图 3 2011—2013 年 BIM 研究学科分布

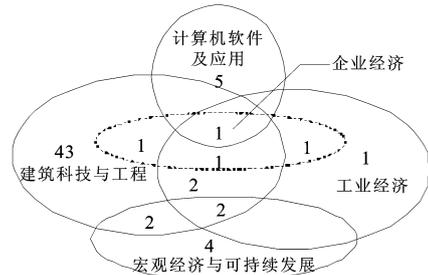


图 4 2011—2013 年 BIM 学位论文分属学科状况

3 BIM 研究内容分析

由于“中国知网”文献收录过程,对 BIM 研究成果的分类仅按照学科分类。阅读中会发现大量文献有多个分类号,在系统了解 BIM 后,也很难完全认同的学科分类号的分类方式。本文认为 BIM 的研究内容分类可以从 BIM 的定义出发,将对 BIM 的研究内容分为 BIM 技术研究(建筑信息模型)和 BIM 管理研究(信息模型的创建、传递和共享)。但是, BIM 技术是将信息技术应用到建筑行业、跨学科科学研究是 BIM 的本性。大多数研究细分专业边界界定困难,分类结果还需考虑。因此,由于国内 BIM 研究存在很大的政策导向性,所以本文具体分类,考虑按照国家重点项目“建筑业信息化关键技术研究和应用”的主要目标,将 BIM 研究分为四大类:中国 BIM 标准研究类、国内 BIM 应用软件研究类、基于 BIM 的工程管理类、BIM 经验总结类。再进一步按照文献讲述内容、已实现程度和文章的目的,将四大类 BIM 研究进一步细分。

3.1 BIM 标准体系研究

从“十五”规划起,我国 BIM 研究就考虑为了辅助 BIM 软件应用的管理,进行信息化标准化的研究,以方便建筑业各相关产业的各环节共享和应用 BIM。2011 年,清华大学 BIM 组对 BIM 标准框架的研究初具成果,从宏观上为中国 CBIMS 标准进行定位,构建 CBIMS 体系结构,将 BIM 工具的规范主要分为技术标准和实施标准,提出从资源到交付物完整过程的信息传递保障措施^[6]。其中,依照标准通用程度,将 BIM 标准分体系框架为三层,包括专用基础标准、专业通用标准和专业专用标准。王勇,张建平对 IFC 数据标准实际应用于建筑施工中进行研究,建立 IFC 数据扩展模型,编制 IFC 数据描述标准,实例验证了 IFC 标准的可实施性^[7];李犁,邓雪原认为 BIM 的核心在于信息共享和交换,分析 BIM 技术发展的当前问题,提出需要基于 IFC 标准并验证其可行性^[8-9];周成,邓雪原还补充,用 IDM 标准可以弥补 IFC 标准开发特定软件时,存在数据完备与协调性不足的缺点^[10]。从 2012 年,建筑信息模型(BIM)标准研讨会成功召开,建筑工程信息应用统一标准相关课题相应成立,到 2013 年,中国 BIM 系列标准编制工作正式启动,中国有望在短期内正式出台中国 BIM 标准体系。

3.2 国内 BIM 应用软件研究

3.2.1 基于 BIM 的应用软件实例研究。BIM 作为核心建模软件,何关培根据认识和经验总结过 BIM 软件,虽然很丰富,但不够系统。本文将把基于 BIM 技术的各软件按应用阶段、主体指标和专业进行划分。如表 1 所示。

表 1 BIM 核心软件分类表

BIM 核心软件		按项目目标划分软件				
		成本	质量	进度		
按项目阶段划分软件	决策				发布和审核	
					BIM 方案设计	
	设计	设计功能类	模型检查			规划微环境
						可视化
		专业设计类				深度设计
						绪构设计
	施工	模型综合碰撞			机电设计	
					管线综合	
	运营				设备管理	
					运营管理	
其他		造价管理		施工组织安排		
					BIM 软件接口	

在项目管理过程中结合实例考察 BIM 软件的研究成果和价值,通常专业软件的设计与工程目标或工程阶段的功能相结合,包括机电、安装和幕墙等。尹奎等分析拟建的嘉里建设广场项目的 BIM 模型,证明了 BIM 的对于物业管理和设备维护的价值^[11]。游洋选择基于理想化的状态从机电专业观察 BIM 应用可能出现的问题,并总结了施工过程的一些影响^[12]。裴以军等以一个运用 BIM 的机电设计工程实例检验 BIM 应用情况^[13]。陈钧利用 BIM 技术进行设备房安装的模拟操作,展现 BIM 的绘制要点以及设备房模型对全生命期的作用^[14]。龙文志提出建筑幕墙行业应推行 BIM 的重要,并论述幕墙行业应用 BIM 后可帮助企业成为高科技含量,强融资能力高管理水平,提高行业水平^[15-17]。结构工程作为建筑工程最重要的一部分,有大量学者为 BIM 有助于结构施工提供理论支持。吴伟以北京谷泉会议中心为例,说明 BIM 应用大大提高工作效率^[18]。姬丽苗介绍预制装配式建筑设计中应用 BIM 的优势以及存在 PC 技术不成熟的问题^[19]。苗倩利用 BIM 可视化技术,认为水利水电工程应用 BIM 仿真效果较为显著^[20]。此类研究,通过实例研究,验证 BIM 软件功能与专业结合后的价值和缺陷。

此外,还有很多 BIM 在国内应用成功案例可做研究参考,包括上海世博,杭州奥体中心主体育场,重庆国际马戏城等等, BIM 成功案例,证明了 BIM 应用的价值,也发现了 BIM 技术的不足。

3.2.2 基于 BIM 技术的应用探索。目前,国内外 BIM 技术研究重点集中在虚拟设计、虚拟施工和仿真模拟,国内研究停留在分析阶段。赵彬,王友群等将 4D 虚拟建造技术应用在进度管理中,并与传统进度管理进行比较,论证 4D 技术的优越性^[21]。张建平在先前建筑施工支护系统研究过程,引入 4D-BIM 技术,生成随进度变化的支护系统模型,验证 4D-BIM 技术用于施工安全的可行性;随后又针对成本超支的现象,研究 4D-BIM 为提高管理水平提供新方法^[22]。赵志平等就平法施工图表达不清的问题,验证 BIM 进行虚拟设计与施工的效果,并提出了相应人才培养的模式^[23]。柳娟花等分析国内外虚

拟施工研究现状, 最后对虚拟施工在建筑施工应用进行研究^[24]。

因为 BIM 对硬件软件要求较大, 云技术的发展为 BIM 提供更大的平台, 实现更大的规模效应。陈小波考虑用“云计算”为 BIM 的协同提供便捷, 三个层次满足信息共享、企业权限需求和数据动态更新的问题^[25]。何清华提出基于“云计算”的 BIM 实施框架, 用“云计算”的优势解决 BIM 的缺点, 构建系统的实施五层框架^[26]。

BIM 技术的研究在一定程度上, 为其他建筑理念服务。绿色建筑是当前建筑技术研究的重要方向, 基于 BIM 技术开展绿色建筑建设的设想与应用成为一项重点。除刘超进行结合 BIM 技术的建筑设计外^[27], 考虑基于 BIM 技术的绿色件数预评估系统, 考虑运用 BIM 技术分析建筑性能, 实现低耗节能的绿色建筑设计都成为深化绿色技术的方向。李慧敏等还以绿色建筑为设计目标, 从被动式建筑设计角度论证应用 BIM 的重要性^[28]; 刘芳也较为简洁的总结 BIM 对绿色建筑产生的积极意义进行探讨^[29]。针对建筑节能, 邱相武采用 BIM 技术的建筑节能设计软件的开发, 建立便捷的设计建筑模型, 并分析相关功能^[30]; 云朋分析 BIM 与生态节能协同设计的框架, 并提出还需解决的问题^[31]; 肖良丽对 BIM 在绿色节能方面发挥的作用进行说明, 并虚拟模型控制一系列事件, 达成建筑节能设计^[32]; 徐勇戈提出 BIM 技术在运营阶段对设备运行控制、能耗监测和安全疏散提供的技术价值^[33]。

贾晓平认为, 建筑的智能化是“智慧城市”的核心, 智慧城市是新一代信息技术支撑, 而 BIM 等先进的信息化技术是智慧建造的重要支撑。卫校飞声称 BIM 技术将会是智慧城市的重要支撑, BIM 和 GIS 的融合在智慧城市中应用显著^[34]。智慧城市将在未来对 BIM 技术的发展指出一定的方向。

3.3 基于 BIM 的工程管理研究

基于 BIM 的工程管理包括: 对项目管理模式的研究, 对项目目标的管理研究, 对项目全寿命过程的管理研究。如图 4 所示。

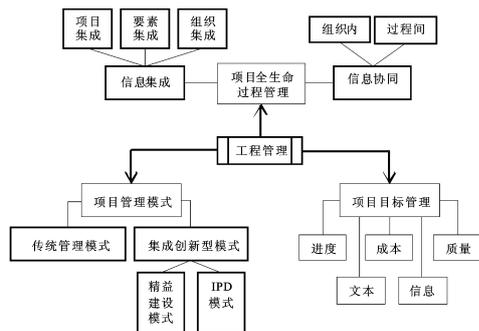


图 4 BIM 应用于工程管理的研究方向图

3.3.1 基于 BIM 的项目管理模式研究。张德凯认为

BIM 技术为建筑项目管理模式提供更有优势的选择, 分析各管理模式与 BIM 融合后的优缺点, 为 BIM 项目管理模式提出建议^[35]。其中 IPD 模式、精益建造模式、Partnering 模式作为新型的集成创新模式, 强调从团队合作、组织结构的沟通和风险共担等方式实现集成化管理。BIM 技术为项目的集成化管理提供支撑, 建设生产效率得以提高并帮助业主实现经济效益最大化。BIM 的充分应用可为集成创新模式提供组织集成、信息集成、目标管理、合同等各方面提供支持。赵彬等考虑 IPD 模式与精益建造模式的交互意义, 考虑基于 BIM 技术的两种模式协同应用^[36]。马智亮总结 IPD 的实践问题, 归纳采用 BIM 技术可提升 IPD 实施效果的可行途径, 构建了 BIM 技术在 IPD 中的应用框架^[37]; 包剑剑等, 研究 IPD 模式下 BIM 结合精益建造理念的管理实施, 将顾客愿望也通过 BIM 归纳到 IPD 管理中^[38]; 滕佳颖, 郭俊礼等比较传统模式和基于 BIM 的 IPD 模式信息流传递与共享方式及效率, 研究 BIM 在项目及各阶段的应用并提出相应建模策略和具体应用方法, 并在此基础上, 进一步构建以 BIM 为基础的 IPD 信息策略以及信息策略七个基础模型, 提出以多方合作为基础的 IPD 协同管理框架^[39-40]; 徐齐升, 苏振民等从并行工程、持续改进、价值管理等与 BIM 集成等方面分析 IPD 模式下精益建造关键技术与 BIM 的集成应用, 并进行实例分析^[41-42]; 徐韞玺, 王要武等提出以 BIM 为核心构建建设项目 IPD 协同管理框架^[43]。

3.3.2 基于 BIM 的项目目标管理研究。从工程项目关键目标的角度, BIM 技术为建筑产品全生命周期提供信息服务, 协助质量, 进度, 成本, 安全以及文档合同的管理。赵琳等论证了 BIM 技术为进度管理提供的便捷^[44]; 何清华谈到进度管理系统本身的问题, 应用 BIM 技术后可优化进度管理, 并对工作流程进行设计^[45]。李静等提出基于 BIM 对生命周期的造价管理研究, BIM 应用可以有效控制全过程的“三算”^[46]; 张树建分析当前造价管理存在的问题, 以及 BIM 相应的应用价值^[47]; 苏永奕同样分析 BIM 在全过程造价控制中各个阶段的不同作用, 分析 BIM 应用形式及难点^[48]。李亚东指出了 BIM 应用在质量管理方面的实施要点和关键数据处理^[49]。姜韶华根据 BIM 可支持建筑全项目周期信息管理, 提出了一个系统化的建设领域非结构化文本信息的管理体系框架^[50]; 许俊青, 陆惠民提出将 BIM 应用于建筑供应链的信息流管理, 并设计了供应链的信息流模型基本架构^[51]。

3.3.3 基于 BIM 的全生命过程管理的研究。全生命过程的管理, 包括全生命期内的信息集成与全生命过程不同阶段的协同研究, 既包括不同参与方的信息集成与协同, 又包括不同阶段的信息集成与协同。

利用 BIM 技术展开的信息集成化管理, 为建筑业的企业管理带来了新的思路和方法, 改变施工企业的传统管理模式, 实现建筑企业集约化管理。潘怡冰认为大型项目群利用信息集成管理可以使得组织高效, 而信息集成管理的核心是 BIM, 运用 BIM 构建了包括项目产品、全寿命过程和管理组织的大型项目群管理信息模型^[52]; 吕玉惠, 俞启元等研究利用 BIM 技术进行施工项目多要素的集成管理, 提出相应的系统架构^[53]; 张建平通过研究集成 BIM 基本结构、建模流程、应用架构以及建模关键技术, 开发 BIM 数据集成与服务平台原型系统^[54]; 张昆从接口集成和系统集成两大方面, 对 BIM 软件的集成方案进行初步的研究^[55]。

全生命过程的协同, 重点研究设计和施工的协同, 考虑设计阶段和施工阶段 BIM 的应用价值和潜力, 完善协同工作平台, 实现无缝连接, 提高设计和项目施工的工作效率、生产水平和质量。BIM 技术作为设计企业的核心竞争要素, 王雪松、丁华从空间造型能力、流程控制、沟通效率三方面探讨了 BIM 技术对设计方法的冲击^[56]; 张晓菲强调 BIM 对设计阶段流程优化的作用^[57]; 王陈远分析 BIM 和深化设计的应用需求, 设计基于 BIM 的设计管理流程^[58]; 王勇, 张建平研究 BIM 在建筑结构施工图设计中的数据需求和描述方法, 开发相应设计系统。张建平探讨 BIM 在工程施工的现状, 将 4D 和 BIM 相结合, 提出工程施工 BIM 应用的技术架构、系统流程和应对措施^[59-60]; 刘火生等提出 BIM 为施工现场的可视化管理提供便捷^[61]。满庆鹏, 李晓东将普适计算和 BIM 结合研究以信息管理为基础的协同施工^[62]; 修龙总结设计单位提供的设计模型在施工过程, 因 BIM 模型精度需求不同, 缺乏完善手段, 效益归属不明确等原因造成的无法直接使用^[63]。部分单位已经尝试应该 BIM 提升项目的协同能力, 如机械工业第六设计院进行恒温车间的改造, 昆明建筑设计研究院进行的医院项目三维协同设计等。

3.4 BIM 应用经验总结研究

3.4.1 国外 BIM 应用本土化。关于美国的 BIM 研究认识, 王新从 2011 年起翻译了一系列“BIM 教父”杰里·莱瑟林关于 BIM 的认识和研究。详细讲述 BIM 的历史、BIM 的定义、认为 BIM 不只是技术更是过程, 研究 BIM 的过程的自动化和过程的创新, 确定 BIM 自动化的质量等方面, 说明 BIM 是什么, 在做什么, 以及能做什么。总结 BIM 软件分类学的问题, 结合 BIM 过程的创新, 质量和软件知识, 建立三维模型, 最后对 BIM 研究进行展望^[64]。整个系列转述完整, 构建合理, 对 BIM 认识比较到位, 深入浅出, 有很高参考价值。王新还总结了美国设计行业 BIM 应用的历程, 了解美国设计业 BIM 应用同样存在问题, 为国内应用提供参考借鉴^[65]。杨宇,

尹航结合美国和中国绿色 BIM 应用部分, 全面进行现状分析和对比, 提出中国向美国借鉴过程的特点和要点^[66]。张泳介绍了美国建筑学会 (AIA) 和 Consensus DOC Consortium 分的 BIM 合同文件, 并对其进行比较, 为中国建立 BIM 合同提供建议^[67]。吴吉明就 BIM 的本土化进行策略研究, 分析 BIM 在全球和中国的发展机遇, 提出包括过渡期, 实践过程, 系统化建设等各部分管理策略, 提供 BIM 推进需要注意的问题思考^[68]。

3.4.2 BIM 应用阻碍研究。BIM 技术进入中国本土, 在适应实际建造过程中, 出现软件、硬件、组织人员以及制度标准上的很多问题。部分学者着重研究各种应用情况的问题, 为下一阶段发展 BIM 提供新思路。其中, 张春霞也分别从各参与方的角度, 具体分析各方在面对 BIM 遇到的障碍^[69]。潘佳怡和赵源煜总结了国内外学者文献中涉及 BIM 应用阻碍的部分, 将 BIM 应用问题分为技术类, 经济类, 操作类和法律类, 基本概括了所有实例中 BIM 应用的问题, 较为完整。但问卷调查部分数据较少, 因而采用层次分析出的阻碍因素阻碍程度结果是否可靠有待商榷^[70]。何清华等从实例成果出发, 总结了 BIM 在国内外应用的现状, 并进行问题总结。针对建筑企业的 BIM 应用, 提出软件方面的不足和以及法律方面与合同管理的空白, 影响 BIM 实施^[71-72]。周毅等则讨论在工程设计中 BIM 的主要障碍与对策^[73]。

3.4.3 BIM 实施策略研究。部分学者从宏观上考虑对 BIM 发展策略的研究, 考虑 BIM 的分期目标, 发展路线图以及有关实施策略。何关培在其著书中对 BIM 发展战略模式进行探讨, 分析了最大受益方是业主, 动力在施工方; 人才是技术发展的关键, 价值是市场开拓的关键; BIM 战略发展要从应用、工具和标准三方面进行规划, 并对三方面现状进行探讨^[74]。耿狄龙在 BIM 工程实施中总结了问题, 提出了 BIM 服务团队各自利弊, 指出有业主主导最为合理的策略^[75]。程建华列举了 25 种 BIM 在建筑行业的应用, 认为建设监理单位作为 BIM 技术推广的推手最为合适^[76]。黄亚斌, 以中建西南设计院实例作支撑, 从企业级的角度明确提出 BIM 应用实施分为: 战略实施规划, 建立实施标准和流程^[77]。王广斌, 刘守奎为提出建设项目 BIM 实施策划的意义, 并探讨策划的框架及主要步骤^[78]。

4 BIM 研究所在阶段与发展方向

根据 Bilal Succar 教授对 BIM 成熟度的划分, 前 BIM 时代主要是 CAD 技术, 数据传递基本是靠图纸等。后 BIM 时代, 为全生命周期数据的管理。从前 BIM 时代到后 BIM 时代, 总共经过三个阶段 (stage): S1 以主体为基础的模型 (object-based

modelling)、S2 以模型为基础的协同 (model - based collaboration)、S3 以网络为基础的集成 (network - based intergration) [79]。如图 5 所示。

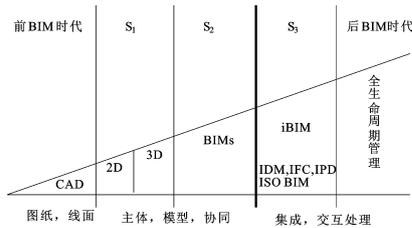


图 5 BIM 成熟图

以 BIM 成熟度的划分方式, 我国 BIM 技术的研究已经初具规模, 国内 BIM 的研究处于在 S2 和 S3 阶段之间: 技术性问题, 主要集中在设计阶段和施工阶段的协同, 包括 4D 虚拟施工等, 需要更多的技术指导为 BIM 发展做支撑。管理性问题, 主要集中在信息集成, 全生命周期管理的研究, 并考虑相应的项目管理交付方式, 并与精益建造等理念相结合。学者提出多种管理模式为 BIM 管理提供支持, IPD 支付模式优势较为明显, 但是否存在更合适更实用的管理, 尚在研究中, 还需要更多的实验和更深入的思考。随着 BIM 技术研究的深入, BIM 标准需要逐步规范, 包括基于 IFC、IDM 的 BIM 标准研究。整个过程, BIM 标准的研究和确定需要相应法律法规政策的支持, 这是国内科技研究的关键。如今因为实际经验较少, 学者对 BIM 应用障碍进行的总结分析尚缺系统性, 还需要配合相应合理的理论逐步总结。目前, 国内的 BIM 实施策略研究较少, 在本土化之后的 BIM 发展方向和发展战略是否可以依照国外经验, 还需结合中国特色, 合理规划。制定更有效的 BIM 战略为 BIM 的相关政策制定、研究重点确定和 BIM 标准和法律规范提供有效的支持和引导。

因此, 未来对 BIM 的研究, 技术上, 一方面应侧重于功能需求的发现, 与功能需求的满足, 更多的进行虚拟施工, 使 BIM 不囿于单纯的理念和设想, 另一方面, 应降低 BIM 应用对高技术设备的依赖, 在满足 BIM 功能的基础上更低耗, 如, 云平台的引入。管理上, 一方面应规范 BIM 技术的衔接标准和法律规范, 另一方面应研究政策与市场, 内因与外力对 BIM 应用的实际参与者的引导与激励, 解决管理组织上的障碍, 完成项目的集成化, 推进建筑业向技术密集型的转型。

参考文献:

[1] 纪博雅, 戚振强, 金占勇. BIM 技术在建筑运营管理中的应用研究——以北京奥运会奥运村项目为例 [J]. 北京建筑工程学院学报, 2014 (1): 68 - 72

[2] ATUL P, HEWAGE K N. Building Information Modeling - Based Analysis to Minimize Waste Rate of Structural Reinforcement [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2012 (9): 943 - 954

[3] AUTODESK. Building Information Modeling [M]. San Rafael, CA, Autodesk, Inc, 2013: 1

[4] EASTMAN C, TEICHOLZ P, SAEKS R, et al. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors [J]. Published: March 31, 2008, Publisher: John Wiley & Sons Inc., Chapter 1, PP (vii): 13 - 14, 285 - 286

[5] 莱瑟林, 王新. BIM 的历史 [J]. 建筑创作, 2011 (04): 146 - 150

[6] 清华大学 BIM 课题组. 中国建筑信息模型标准框架研究 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011: 3 - 12

[7] 王勇, 张建平, 胡振中. 建筑施工 IFC 数据描述标准的研究 [J]. 土木工程信息技术, 2011, 3 (4): 9 - 15

[8] 李犁, 邓雪原. 基于 BIM 技术的建筑信息平台的构建 [J]. 土木工程信息技术, 2012 (02): 25 - 29

[9] 李犁, 邓雪原. 基于 IFC 标准 BIM 数据库的构建与应用 [J]. 四川建筑科学研究, 2013 (03): 296 - 301

[10] 周成, 邓雪原. IDM 标准的研究现状与方法 [J]. 土木工程信息技术, 2012 (04): 22 - 27

[11] 尹奎, 王兴坡, 刘献伟, 等. 基于 BIM 的机电设备设施管理系统研究 [J]. 施工技术, 2013, 42 (10): 86 - 88

[12] 游洋. 从机电专业观察 BIM 技术在工程建设行业的全产业链应用 [J]. 安装, 2011 (12): 57 - 59

[13] 裴以军, 彭友元, 陈爱东, 等. BIM 技术在武汉某项目机电设计中的应用 [J]. 施工技术, 2011 (21): 94 - 97

[14] 陈钧. 利用 BIM 技术进行安装设备房建模的操作要点 [J]. 施工技术, 2013 (S1): 509 - 511

[15] 龙文志. 中国建筑幕墙行业应尽快推行 BIM [J]. 建筑节能, 2011 (01): 53 - 56

[16] 龙文志. 建筑业应尽快推行建筑信息模型 (BIM) 技术 (续完) [J]. 建筑技术, 2011 (02): 102 - 107

[17] 龙文志. 建筑信息模型 (BIM) 与幕墙行业应用 [J]. 建设科技, 2011 (04): 82 - 84

[18] 吴伟, 原波, 曹雪菲, 等. BIM 技术在山地异型结构施工中的应用 [J]. 建筑技术, 2013 (01): 25 - 27

[19] 姬丽苗, 张德海, 管栎瑜, 等. 基于 BIM 技术的预制装配式混凝土结构设计方法初探 [J]. 土木工程信息技术, 2013 (01): 54 - 56

[20] 苗倩. BIM 技术在水利水电工程可视化仿真中的应用 [J]. 水电能源科学, 2012 (10): 139 - 142

[21] 赵彬, 王友群, 牛博生. 基于 BIM 的 4D 虚拟建造技术在工程项目进度管理中的应用 [J]. 建筑经济, 2011 (09): 93 - 95

[22] 张建平, 范喆, 王阳力, 等. 基于 -4D - BIM 的施工资源动态管理与成本实时监控 [J]. 施工技术, 2011 (4): 37 - 40

[23] 赵志平, 贾俊礼, 张现林. 基于 BIM 的钢筋混凝土框架结构的虚拟现实表现 [J]. 土木工程信息技术, 2011, 3 (4): 72 - 75

[24] 柳娟花, 李艳妮. 基于 BIM 的虚拟施工技术应用探究 [J]. 电脑知识与技术, 2011, 7 (29): 7266 - 7268

[25] 陈小波. “BIM&云”管理体系安全研究 [J]. 建筑经济, 2013 (7): 93 - 96

[26] 何清华, 潘海涛, 李永奎, 等. 基于云计算的 BIM 实施框架研究 [J]. 建筑经济, 2012 (5): 86 - 89

[27] 刘超. 建筑信息建模技术 (BIM) 与绿色建筑 [J]. 绿色建筑, 2011 (4): 48 - 49

[28] 李慧敏, 杨磊, 王健男. 基于 BIM 技术的被动式建筑设计探讨 [J]. 建筑节能, 2013 (01): 62 - 64

[29] 刘芳. 关于 BIM 技术对绿色建筑产生的积极意义的探讨 [J]. 中外建筑, 2013 (6): 60 - 61

[30] 邱相武, 赵志安, 邱勇云. 基于 BIM 技术的建筑节能设计软件

- 开发研究 [J]. 建筑科学, 2012 (06): 24-40
- [31] 云朋, 吴海斌. BIM 与建筑的生态节能分析与设计 [J]. 时代建筑, 2013 (02): 44-47
- [32] 肖良丽, 吴子昊, 方婉蓉, 等. BIM 理念在建筑绿色节能中的研究和应用 [J]. 工程建设与设计, 2013 (03): 104-107
- [33] 徐勇戈. 基于 BIM 的商业运营管理应用价值研究 [J]. 商业时代, 2013 (18): 87-88
- [34] 卫校飞. 智慧城市的支撑技术——建筑信息模型 (BIM) [J]. 智能建筑与城市信息, 2013 (01): 96-100
- [35] 张德凯, 郭师虹, 段学辉. 基于 BIM 技术的建设项目管理模式选择研究 [J]. 价值工程, 2013 (05): 61-64
- [36] 赵彬, 牛博生, 王友群. 建筑业中精益建造与 BIM 技术的交互应用研究 [J]. 工程管理学报, 2011 (05): 483-486
- [37] 马智亮, 马健坤. IPD 与 BIM 技术在其中的应用 [J]. 土木工程建筑信息, 2011 (3): 36-41
- [38] 包剑剑, 苏振民, 王先华. IPD 模式下基于 BIM 的精益建造实施研究 [J]. 科技管理研究, 2013 (03): 219-223
- [39] 滕佳颖, 吴贤国, 翟海周, 等. 基于 BIM 和多方合同的 IPD 协同管理框架 [J]. 土木工程与管理学报, 2013 (02): 80-84
- [40] 郭俊礼, 滕佳颖, 吴贤国, 等. 基于 BIM 的 IPD 建设项目协同管理方法研究 [J]. 施工技术, 2012 (22): 75-79
- [41] 徐奇升, 苏振民, 金少军. IPD 模式下精益建造关键技术与 BIM 的集成应用 [J]. 建筑经济, 2012 (05): 90-93
- [42] 徐奇升, 苏振民, 王先华. 基于 BIM 的精益建造关键技术集成实现与优势分析 [J]. 科技管理研究, 2012 (07): 104-108, 117
- [43] 徐福玺, 王要武, 姚兵. 基于 BIM 的建设项目 IPD 协同管理研究 [J]. 土木工程学报, 2011 (12): 138-143
- [44] 赵彬, 王友群, 牛博生. 基于 BIM 的 4D 虚拟建造技术在工程项目进度管理中的应用 [J]. 建筑经济, 2011 (09): 93-95
- [45] 何清华, 韩翔宇. 基于 BIM 的进度管理系统框架构建和流程设计 [J]. 项目管理技术, 2011 (09): 96-99
- [46] 李静, 方后春, 罗春贺. 基于 BIM 的全过程造价管理研究 [J]. 建筑经济, 2012 (09): 96-100
- [47] 张树建. BIM 在工程造价管理中的应用研究 [J]. 建筑经济, 2012 (02): 20-24
- [48] 苏永奕. 建筑信息模型在建设项目全过程造价控制中的应用研究 [J]. 洛阳理工学院学报 (社会科学版), 2012 (03): 68-71
- [49] 李亚东, 郎灏川, 吴天华. 基于 BIM 实施的工程质量管理 [J]. 施工技术, 2013 (15): 20-22, 112
- [50] 姜韶华, 张海燕. 基于 BIM 的建设领域文本信息管理研究 [J]. 工程管理学报, 2013 (04): 16-20
- [51] 许俊青, 陆惠民. 基于 BIM 的建筑供应链信息流模型的应用研究 [J]. 工程管理学报, 2011 (02): 138-142
- [52] 潘怡冰, 陆鑫, 黄晴. 基于 BIM 的大型项目群信息集成管理研究 [J]. 建筑经济, 2012 (03): 41-43
- [53] 吕玉惠, 俞启元, 张尚. 基于 BIM 的施工项目多要素集成管理信息系统研究 [J]. 建筑经济, 2013 (8): 35-38
- [54] 张建平, 余芳强, 李丁. 面向建筑全生命期的集成 BIM 建模技术研究 [J]. 土木工程建筑信息, 2012 (01): 6-13
- [55] 张昆. 基于 BIM 应用的软件集成研究 [J]. 土木工程建筑信息, 2011 (3): 37-42
- [56] 王雪松, 丁华. BIM 技术对传统建筑设计方法的冲击 [J]. 四川建筑科学研究, 2013, 39 (3): 271-274
- [57] 张晓菲. 探讨基于 BIM 的设计阶段的流程优化 [J]. 工业建筑, 2013 (7): 155-158
- [58] 王陈远. 基于 BIM 的深化设计管理研究 [J]. 工程管理学报, 2012, 26 (4): 12-16
- [59] 王勇, 张建平. 基于建筑信息模型的建筑结构施工图设计 [J]. 华南理工大学学报, 2013 (3): 76-82
- [60] 张建平. BIM 在工程施工中的应用 [J]. 施工技术, 2012 (16): 10-17
- [61] 刘火生, 张燕云, 杨振钦, 等. 基于 BIM 技术的施工现场的可视化应用 [J]. 施工技术, 2013 (S1): 507-509
- [62] 满庆鹏, 李晓东. 基于普适计算和 BIM 的协同施工方法研究 [J]. 土木工程学报, 2012 (Z2): 311-315
- [63] 修龙, 赵昕. BIM——建筑设计与施工的又一次革命性挑战 [J]. 施工技术, 2013 (11): 1-4
- [64] 杰里·莱瑟林, 王新. BIM 软件分类学, 第一部分: 矩阵 [J]. 建筑创作, 2012 (Z1): 368-374
- [65] 王新. 美国设计行业 BIM 应用历程的启迪 [J]. 建筑创作, 2011 (10): 167-170
- [66] 杨宇, 尹航. 美国绿色 BIM 应用现状及其对中国建设领域的影响分析 [J]. 中国工程科学, 2011 (08): 103-112
- [67] 张泳, 付君, 陈伟. 美国的 BIM 应用合同文件及其启示 [J]. 特区经济, 2013 (2): 61-64
- [68] 吴吉明. 建筑信息模型系统 (BIM) 的本土化策略研究 [J]. 土木工程建筑信息, 2011, 3 (3): 45-52
- [69] 张春霞. BIM 技术在我国建筑行业的应用现状及发展障碍研究 [J]. 建筑经济, 2011 (09): 96-98
- [70] 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 (01): 6-11
- [71] 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 (01): 12-16
- [72] 何清华, 张静. 建筑施工企业 BIM 应用障碍研究 [J]. 施工技术, 2012 (22): 80-83
- [73] 周毅, 李曦, 陈永祥. 工程设计中应用建筑信息模型的主要障碍与对策 [J]. 建筑经济, 2012 (11): 101-104
- [74] 何关培. BIM 总论 [M]. 1 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011: 114-118
- [75] 耿跃龙. BIM 工程实施策略分析 [J]. 土木工程建筑信息, 2011, 3 (2): 51-54
- [76] 程建华, 王辉. 项目管理中 BIM 技术的应用与推广 [J]. 施工技术, 2012 (8): 18-21, 60
- [77] 黄亚斌. 企业级 BIM 应用实施步骤 (一) [J]. 土木工程建筑信息, 2011, 3 (2): 56-61
- [78] 王广斌, 刘守奎. 建设项目 BIM 实施策划 [J]. 时代建筑, 2013 (2): 48-51
- [79] BILAL S, WILLY S, ANTHONY W. Measuring BIM performance: Five metrics [J]. Architectural Engineering and Design Management, 2012 (8): 2, 120-142

作者简介: 纪博雅 (1990—), 女, 北京人, 硕士研究生, 主要研究方向为工程项目管理, 建筑业信息化, BIM 管理与应用; 戚振强 (1973—), 男, 广西陆川人, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为工程项目管理、房地产经济、城市数字化。