

# BIM 技术研究与应用现状

郑华海\* 刘 匀 李元齐

(同济大学建筑工程系, 上海 200092)

**摘 要** 目前,在世界各地掀起了一股研究与应用 BIM 技术的热潮。从 BIM 技术产生的原因出发,详细阐述了 BIM 的内涵;分别从 BIM 基础理论、数据交换标准 IFC 的扩展研究、BIM 软件开发的理论基础、BIM 软件开发以及 BIM 技术在国内外工程应用等方面综述了 BIM 技术的国内外研究与应用现状;通过对研究与应用现状的分析,指出了 BIM 技术研究与应用中存在的不足,并对今后的研究给出了建议。

**关键词** BIM 技术, BIM 标准, IFC 标准, 研究现状, 工程应用

DOI:10.15935/j.cnki.jggcs.2015.04.033

## A Review on Research and Application of the BIM Technology

ZHENG Huahai\* LIU Yun LI Yuanqi

(Department of Structural Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract** The BIM technology introduces the construction industry a revolution in the world. It is regarded as the core technology of BLM (Building Lifecycle Management) of the construction project to change the traditional operation mode of the construction industry, making it a fundamental solution to planning, design, construction and operation to realize the effective utilization and management of information in project lifecycle. At present, an upsurge of the BIM research and application is booming in the world. This paper begins with the origin of the BIM. It then explains the connotation of BIM. Many key issues were reviewed in the paper, including the basic theory of the BIM, data exchange standard IFC, basic theory of the BIM software, BIM software development and engineering application of the BIM technology at home and abroad, the BIM technology research and application. Based on the above analysis, key problems of the BIM technology were pointed out and suggestions were provided for future reference.

**Keywords** BIM technology, BIM standard, IFC standard, state of the art, engineering application

## 1 引 言

建筑业是专门从事土木工程房屋建设和设备安装以及工程勘察设计工作的生产部门,肩负着创造固定物质财富的任务,对世界各国的经济发展做出了巨大的贡献。从上海中心、迪拜塔、纽约帝国大厦,到慕尼黑体育场、鸟巢体育场、悉尼歌剧院,再到三峡大坝、杭州湾跨海大桥、英法海底隧道,建筑业已取得举世瞩目的成就,然而这些成

就是建立在巨大的消耗和浪费之上。一方面,建筑业消耗着世界 40% 的能源和原材料;另一方面,与其他行业相比,建筑业的效率十分低下<sup>[1]</sup>。据美国劳工部的统计数字显示,1964—2003 年间,工业与服务业的生产效率提高了 230%,而建筑业的劳动生产效率反而下降了 19.2%。另据美国建设科技研究院的统计,建筑业存在着 57% 的浪费,而制造业的浪费为 26%,两者相差高达 31%<sup>[2]</sup>。

造成建筑业当前困局的根本原因是建筑业割

收稿日期: 2013-12-10

基金项目: 国家十二科技支撑计划项目(2012BAJ16B05)

\* 联系作者, Email: zhenghuahai2008@163.com

裂的行业结构、信息流失严重、注重建造成本而忽视其生命周期的价值<sup>[1]</sup>。要改变建筑业当前低下的效率和严重的浪费现象就必须从问题的根源入手,采用先进的理念指导建设生产。近年来,建筑业从制造业、航空航天业等先进行业引进和吸收先进的理念和技术——产品生命周期管理 PLM( Product Lifecycle Management),构建建筑业的产品生命周期管理理论——建筑生命周期管理 BLM( Building Lifecycle Management),而建筑信息模型 BIM( Building Information Modeling) 技术作为实现 BLM 理念的核心技术而受到业内人士的广泛关注与研究。

## 2 BIM 概述

BIM 是以三维数字技术为基础,集成建设工程项目各种相关信息的工程数据模型,同时又是一种应用于设计、建造、管理的数字化技术。国际标准化组织设施信息委员会( Facilities Information Council) 给出比较准确的定义: BIM 是在开放的工业标准下对设施的物理和功能特性及其相关的项目全寿命周期信息的可计算、可运算的形式表现,从而为决策提供支持,以更好地实现项目的价值。

BIM 技术是继 CAD 技术之后建筑业的又一项新技术,它的应用也必将给建筑业带来革命性的变化。和 CAD 技术相比较, BIM 技术具有以下特点:

(1) BIM 是一个由计算机三维模型形成的数据库,该数据库储存了建筑物从设计、施工到建成后运营的全过程信息;

(2) 建筑物全过程的信息之间相互关联,对三维模型数据库中信息的任何更改,都会引起与该信息相关联的其他信息的更改;

(3) BIM 支持协同工作。

BIM 技术基于开放的数据标准——IFC 标准,有效地支持建筑行业各个应用系统之间的数据交换和建筑物全过程的数据管理。

## 3 BIM 技术国内外研究现状

2002 年, Autodesk 公司推出 Revit 软件并在世界范围推广 BIM 理念, BIM 技术逐渐被人们所接受,并在实际工程中得到应用。图 1 为作者通过中国知网统计的 2003—2012 年间与 BIM 相关的国内文章的数量。虽然该统计不完整,但是从

中可以看出 BIM 技术受到了国内研究人员的广泛关注,并且关注的程度呈级数增长。虽然只统计了国内的情况,但 BIM 技术发源于国外,国外的研究比国内完整且深入。

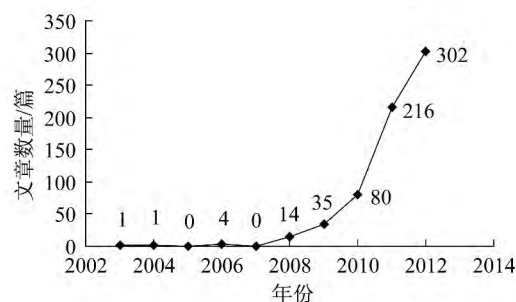


图 1 与 BIM 技术相关的国内文章的数量

Fig. 1 Numbers of BIM article in domestic

对于很多人来说, BIM 还是新事物, BIM 技术也在不断的发展,多数人尚未能够准确理解其内涵。图 2 所示的关系概括了 BIM<sup>[2]</sup>: 建筑行业由于业务的需求而引发对新技术的研究, BIM 技术因此而产生;而 BIM 技术的应用需要 BIM 标准的指导与 BIM 工具的帮助;利用 BIM 工具进行建筑建造活动创建 BIM 建筑模型; BIM 建筑模型反过来支持建筑行业的业务需求。这 4 个主体首尾相连,形成一个环形价值链,促进 BIM 不断地向前发展。

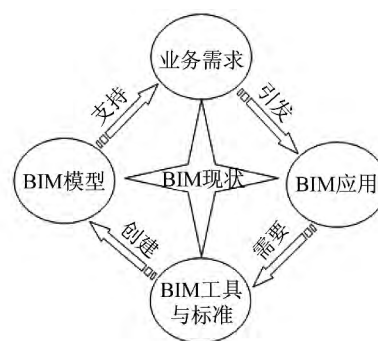


图 2 BIM 现状

Fig. 2 Current situation of BIM

总的来说,国内外研究人员对 BIM 的研究主要集中在 3 个方面:

(1) BIM 软件解决方案理论研究探讨以及 BIM 软件的开发,该方面的主要研究成果为 BIM 软件系统。

(2) BIM 基础理论的研究。表现为对 BIM 相关标准并以学术论文的形式公开发表研究成果。

(3) BIM 在实际工程的应用研究。表现为如何将已有的 BIM 软件应用于实际工程,以及解决实际应用中遇到的问题。

本文的以下内容将对 BIM 这 3 个方面的研究现状作详细的论述。

### 3.1 BIM 基础理论

如上文所述,研究人员对 BIM 基础理论的研究主要表现为对 BIM 相关标准与 BIM 软件解决方案理论等方面的研究探讨。

基于 BIM 技术的建筑工程软件遵循众多开放标准<sup>[3]</sup>,主要有两大类:一类是指导与实施标准,如 NBIMS、CBIMS、IDM 和 IFD;另一类是数据交换标准,如 IFC、gbXML、CIS/2、PCSC、COBie。指导与实施标准为建设人员利用 BIM 技术进行设计施工管理提供具体的指导,数据交换标准规定了数据交换的格式以及数据模型的描述方法。

#### 3.1.1 指导与实施标准

如表 1 所示,世界上已有多个国家颁布了自己的 BIM 指导标准。美国作为 BIM 技术的发源地,其在指导与实施标准的研究处于世界领先。其国家标准 NBIMS( National Building Information Modeling Standard) 已经发布了两个版本。除国家标准以外,还有一些地方政府发布的标准。中国在这方面的研究落后于世界,甚至落后于亚洲地区的韩国和新加坡。但目前中国香港地区的房屋署已经颁布了该地区的 BIM 指导标准,并且大陆地区在 2009 年和 2012 年启动了两项 BIM 相关标准的研究。

表 1 世界各国已颁布的 BIM 指导与实施标准<sup>[4-5]</sup>

Table 1 BIM guidance and standards

国家/地区	标准名称	发布时间
美国	General Building Information Handover Guide ,	2006
	BIM Guide Series ,	2006
	Building Information Modeling ,	2006
	NBIMS( Version 1 /2)	2007/2012
丹麦	Digital construction	2006
德国	User handbook data exchange BIM/IFC	2006
芬兰	BIM Requirement	2007
香港	BIM User Guide	2009
澳大利亚	National Guidelines for Digital Modeling	2009
韩国	National Architectural BIM Guide	2010
英国	AEC( UK) BIM Standard for Autodesk Revit	2010
挪威	Information Delivery Manual ,	2009
	Statsbygg BIM Manual 1. 2	2011
新加坡	Singapore BIM Guide	2012

#### 3.1.2 数据交换标准 IFC

IFC 是 Industry Foundation Class 工业基础类的缩写,由 IAI 组织所制定。IFC 标准是 ISO 认证的为建筑 AEC/FM 等阶段的各种应用软件提供中立的数据格式进行信息交换的数据标准,即只要按照 IFC 标准规定的规则描述表达工程信息,就可以实现不同软件系统之间的数据交换。

经过多年的发展与应用,研究者发现 IFC 标准不足之处:其一,IFC 标准并没有涵盖建筑工程的所有领域,例如 2x 版本以前,IFC 标准的重点是在工程设计领域,缺少用于工程管理领域的实体与关系类型;其二,IFC 标准在某些领域上没有适合某个国家或者地区的数据描述。近年来国内外的高校及研究机构,如清华大学、北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、中国建筑科学研究院以及美国国家标准与技术研究所、德累斯顿技术大学、南洋理工大学、不列颠哥伦比亚大学等,建立了基于 IFC 标准的结构分析信息模型、结构耐久性信息模型、建筑节能信息模型、施工信息模型、建筑成本信息模型、建筑物业管理信息模型等<sup>[6-16]</sup>。这些研究主要集中在工程设计与分析、工程施工与项目管理、设施管理等领域。

由于建设领域涉及面广、专业多、工程数据量大、关系复杂,将建设领域的各种对象都纳入 IFC 标准,是一项复杂而艰巨的工作。目前对 IFC 标准扩展的研究,其一,在纵向主要集中在建筑工程领域,且又集中在建筑工程领域的建筑结构设计与分析、工程施工方面,缺少规划、管理以及运营方面的扩展;在横向,除桥梁工程外基本没有对建筑工程领域以外的扩展,如铁路工程、道路工程、隧道及地下工程、特种工程结构、给水和排水工程、城市供热供燃气工程、港口工程、水利工程等领域的扩展。其二,已有研究在建筑工程领域的建筑结构设计与分析、工程施工方面扩展了 IFC 标准,且多数仅在理论上进行扩展,研究成果的合理性、全面性、适用性有待实践验证。

#### 3.1.3 BIM 软件基础理论

软件基础理论的研究表现为对软件进行顶层设计,通过引进 BIM 的理念思想对建筑领域需要管理大量而复杂信息领域的传统工作与交流方式进行改造,讨论了基于 BIM 理念的 BIM 软件如何在具体的实践中运用。该方面的研究仅进行了理论的探讨,可行性有待考证。

刘艺<sup>[17]</sup>提出了运用 BIM 技术实现住户参与

设计 SI 住宅的理念 ,并对该理念的相关理论和住户参与设计的流程进行了理论研究 ,认为可通过利用 BIM 技术为住户与建筑师提供一个交流平台 ,从而实现住户参与 SI 住宅前期建设与后期改造设计过程。

田飞<sup>[18]</sup>提出将 BLM 理念和 BIM 技术用于房屋设施数据的组织和管理理念:通过建立基于 BIM 技术的房屋设施数据分析、基于 BLM 理念的房屋设施数据管理、房屋设施数据库建设的房屋信息精细化管理平台 ,从而实现房屋设施从设计、安装、维修直到拆除的全过程管理。

赵景学<sup>[19]</sup>提出利用 BIM 技术记录文物建筑生命周期信息对文物进行保护的方法:建立文物的三维建筑信息模型 ,实现历史人文信息、设计与建造信息、灾害与维修信息的记录与查询、文物建筑周边环境分析、虚拟文物建筑研究、增强文物建筑保护的可视化、灾害应急模拟。

李天华<sup>[20]</sup>提出将 BIM 与 RFID 技术相结合运用到装配式建筑管理的想法:通过利用 RFID 收集建筑构件的相关信息 ,对建筑构件进行跟踪 ,关联 BIM 数据库来实现对其管理。

陆宁<sup>[3]</sup>将信息资源利用划分为信息资源提取、加工、管理和利用四个阶段 ,提出了基于 BIM 技术的信息资源利用新方法:定期从企业信息系统中提取信息资源并以标准化的形式进行统一存储与管理;开发了基于面向对象数据库的施工企业信息资源利用系统 Info Reuse。

### 3.2 软件开发

任何技术和理念的实现都需要借助一定的工具 ,BIM 软件是保证 BIM 技术在建设领域应用而不可缺少的工具。文献 [21]总结了现有的基于 BIM 的软件 ,并将其分为两大类:创建 BIM 模型的软件和利用 BIM 模型的软件 ,如表 2 所示。BIM 软件主要以国外开发的软件为主 ,国产的 BIM 软件相当匮乏。虽然国外的 BIM 软件在国内得到一定的应用 ,但是国外的 BIM 软件往往不符合我国的国情和规范要求。从国外引进的 BIM 软件往往只能应用于建筑生命周期的某个阶段 ,甚至不适用。近几年 ,一些高校、研究机构以及大型软件开发商已经开展了适合我国的 BIM 软件的研究开发工作 ,并以取得相当研究成果。如“十一五”国家科技支撑计划重点项目《建筑业信息化关键技术研究与应用》子课题“基于 BIM 技

术的下一代建筑工程应用软件研究”开始了我国的 BIM 软件研究与开发。

表 2 现有的 BIM 软件  
Table 2 Existing BIM softwares

软件类型	软件名称	国产软件
核心建模	Revit Architecture\Structural\MEP; Bentley Architecture\Structural\ Mechanical; ArchiCAD; Digital Project	无
方案设计	Onuma ,Affinity	无
几何造型	Rhino ,Sketch-up ,Form Z	无
可持续分析	Ecotech ,IES ,PKPM , Green Building Studio	PKPM
机电分析	Trane Trace ,Design Master , IES Virtual Environment ,博超 ,鸿业	博超 鸿业
结构分析	Etabs ,STAAD ,Robot ,PKPM	PKPM
可视化分析	3DS MAX ,Lightscape , Accrender ,Artlantis	无
模型检查	Sloibri	无
深化设计	Tekla Structure( Xsteel) ,探索者	探索者
碰撞检查	Navisworks ,Projectwise Navigator ,Solibri	无
造价管理	Innovaya ,Solibri ,鲁班	鲁班
运营管理	Archibus ,Navisworks	无
发布审核	PDF ,3D PDF ,Design Review	无

这方面的研究主要集中在对软件的原型系统开发和对已有 BIM 软件的二次开发 ,拓展已有软件的功能。

#### 3.2.1 软件原型系统开发

对软件原型系统开发方面 ,国内的研究集中在工程设计与管理上( AEC 阶段) ,而国外的研究则侧重于 FM 阶段和建筑的生命周期管理。

赵毅立<sup>[22]</sup>通过分析基于 BIM 建筑节能设计软件的基本需求 ,建立基于 BIM 建筑节能设计软件的总体框架模型 ,该总体框架包括 BIM 数据管理平台和建筑节能设计功能两个模块;通过详细的分析与设计 ,开发了 BIM 数据管理平台原型系统 ,该原型系统既支持软件用户访问 BIM 数据 ,又支持软件开发在其上进行 BIM 应用软件的开发。在赵毅立的研究基础之上 ,冯研<sup>[10]</sup>对其建筑节能设计功能模块进行了修改和调整 ,并对 BIM 数据管理平台的原型系统进行了改造;建立了基于 IFC 标准的建筑节能设计信息模型和基于 IDF 数据格式的建筑节能设计信息模型;以调整后的功能模型为基础 ,对系统进行了详细设计与开发。

季俊等<sup>[23]</sup>对 AutoCAD 进行二次开发 ,开发

了高层钢结构 BIM 软件; 软件可以读入相关有限元软件的计算模型, 实现了高层钢结构的有限元计算、规范校核、三维实体的数字拼装、一致性关联的施工图和加工图出图、结构材料信息的数据管理等功能。另外还开发了轻钢厂房结构 BIM 软件<sup>[24]</sup>, 该软件能够直接读入 SAP 和 ANSYS 等软件的结构模型, 实现钢结构节点的全自动交互式设计、编辑及复核, 设计结果的图形与文本查询等功能; 直接生成构件翻样图、材料表以及结构体系造价等信息、与 ERP 软件的集成。

娄喆<sup>[13]</sup>通过分析基于 BIM 的建筑成本预算软件的需求, 设计了基于 BIM 的建筑成本预算软件以及其它建筑专业软件共同进行成本预算的工作流程, 建立了基于 BIM 的建筑成本预算软件的系统模型, 并进行了详细的功能设计。张修德<sup>[14]</sup>基于娄喆和赵毅立的研究成果, 对系统的基本需求、系统模型加以调整和改进, 对系统进行了详细的设计和原型系统的开发。

张洋<sup>[25]</sup>提出了基于 BIM 的工程信息管理体系与架构, 实现了基于 BIM 的三维几何建模及模型转换、面向 BIM 子模型的信息提取与集成、BIM 数据存储与访问等关键技术, 并基于以上基础开发了 BIM 信息集成平台(BIMIIP)。

德国的 Nour<sup>[26]</sup>开发了基于 IFC 标准的动态建筑信息模型数据库, 设计人员通过数据库可以与建筑材料供应商进行沟通, 获得材料清单, 并对特殊材料进行订购。Charlie Fu<sup>[27]</sup>提出将 IFC 标准应用于项目的生命周期成本评估的建议, 并基于 ADT 平台开发了项目生命周期成本评估的原型系统, 该原型系统能够从基于 IFC 标准的建筑设计结果中提取与成本预测相关的数据并传递给其他的项目生命周期成本评估系统。Bazjanacz<sup>[28]</sup>将 BIM 模型所包含的几何属性、空间关系、地理信息、工程量数据、成本信息、建筑元素信息、材料详细清单信息以及项目进度信息等运用到项目全过程管理中, 在全过程达到信息共享与协同工作。

### 3.2.2 软件数据交换及插件开发

对已有 BIM 软件二次开发的研究侧重于实现已有的非 BIM 软件与 BIM 软件之间的数据交换, 以及开发 BIM 软件插件来实现软件功能的扩展。

中国建筑科学研究院<sup>[29]</sup>基于 EDM 平台开发了建筑工程信息共享 IFC 模型平台 CabrIFC 软

件, 初步实现了 IFC 标准与 PKPM 的企业标准 SpasCAD 之间的几何信息、材料信息的交换和共享。刘照球<sup>[30]</sup>在文献[29]的基础上, 开发了 IFC 建筑模型与 PKPM 结构模型信息集成系统, 该系统可以实现 IFC 建筑模型和 PKPM 结构模型之间的几何信息、材料信息、关系属性信息的集成。

Dimyadi<sup>[31]</sup>开发了 ifcSTEP - FDS 数据接口, 使得 FDS(Fire Dynamics Simulator) 软件能够直接输入从 IFC 模型中提取的用于火灾分析的数据软件, 从而简化火灾分析模型的建模过程。Schein<sup>[32]</sup>采用 EXPRESS - G 开发了建筑自动化系统(Building automation system) 信息模型, 建筑自动化领域的应用软件可以通过该信息模型在设计、运行及维护等阶段实现标准化的信息交换与共享。

张坤<sup>[33]</sup>提出了基于 IFC 标准的玻璃幕墙集成设计平台解决方案, 并对该集成平台的系统架构和主要的功能模块进行了设计, 实现了基于 IFC 标准的 IFC SPF 文件和 IFC XML 文件之间的相互转换。徐迪等<sup>[34]</sup>通过分析 PKPM 软件生成的建筑结构平面简图的工程对象类型和描述方式特征, 提出基于 BIM 技术的三维模型重建方法, 并讨论了从 PKPM 模型到 Revit 模型的转换策略。

软件开发方面, 已有的研究主要针对设计、项目管理、设施管理、生命周期管理、数据交换共享等方面的软件框架理论与软件系统实现。这些研究涵盖建设项目生命周期的各个阶段, 但很多研究只开发了软件原型系统, 实现了某个阶段的某方面的局部功能, 而实现的功能又仅限于处理简单的情况, 且缺少对软件功能大量的测试。软件开发需要合理科学的软件体系与架构设计支持, 以此保证所开发的软件的科学性、实用性, 避免重复开发。虽然有大量的对软件的技术实现方面的研究, 但软件架构设计不够合理。支持软件开发的理论研究显得单薄。

## 3.3 应用现状

### 3.3.1 国家制定政策促进 BIM 应用

美国是首批应用 BIM 的国家之一, 早在 2003 年美国总务管理局(GSA) 公布国家 3D、4D、BIM 计划, 目前 GSA 正在研究将 BIM 技术应用到整个项目的生命周期中。2010 年, 新加坡建筑建设局制定了 BIM 推广 5 年计划, 强制地于 2015 年执行电子化递交建筑、结构、设备的审批图。2010 年,

韩国政府供应局和韩国国土海洋部分别在建筑和土木两个领域上制定了 BIM 应用指南,计划 2016 年前全部公共工程实现 BIM 技术。英国内阁办公室于 2011 年发布《政府建设战略》文件,强制于 2016 年实现全面协同的 3D-BIM。

在国内,香港房屋署于 2006 年率先研究使用 BIM。2010 年 10 月建设部发布了关于做好《建筑业 10 项新技术(2010)推广应用的通知》,提出要推广使用 BIM 技术辅助施工管理。2011 年 5 月,住房和城乡建设部颁布了《2011—2015 年建筑业信息化纲要》(以下简称《纲要》),《纲要》把 BIM 作为支撑建筑行业产业升级的核心技术重点发展。2012 年 1 月,住建部印发了“关于 2012 年工程建设行业标准规范制定修订计划的通知”,标志着中国 BIM 标准制定工作的正式启动,并邀请了业内相关软件厂商、设计、施工等多家单位参与研究,称之为“千人千标准”模式。

2013 年 1 月,上海市规划国土资源局印发《上海市建设工程三维审批规划管理试行意见》,指出 2013 年 3 月 1 日起,对于《建设工程设计方案三维审批规划管理试点区域范围》确定的受理区域内的建设工程设计方案,试行三维审批规划管理。上海市的“建设工程三维审批规划管理试行意见”拉开了地方政府制定 BIM 政策的序幕。

政府制定政策促进 BIM 在实际工程的应用的出发点是正确的,并且十分必要。因为建筑传统的建造思想根深蒂固,BIM 技术的应用在一定程度打破传统建筑业的利益关系;另一方面,应用新技术对企业意味着更大的投入,如培训员工、购买设备、增加岗位等,对于个人则意味着需要改变原来的工作方式,既要工作又需要参加培训学习,并且这种学习在短时间内很难见到成效,因此积极性不高。

但政府在制定政策促进 BIM 应用的同时,也应该在高校开设相关专业。而实际上,如今在国内仅有几所大学开设此专业,如华中科技大学和广州大学。在 BIM 技术的教育与培训方面,政府教育部门的重视程度显然不足,导致国内 BIM 人才数量远远满足不了社会的需求。这种现象不仅不利于 BIM 技术的发展及其在工程的应用,并且使得政府所制定的促进 BIM 技术应用的一些列政策成为无水之源。

### 3.3.2 工程应用

BIM 理念的诞生至今已将近 40 年,第一款基

于 BIM 理念的工程软件的问世也过去了 26 年。BIM 技术在国内外的工程项目得到了应用,特别是发达国家,其已被应用于建设工程的生命周期。BIM 技术在建设工程领域的应用,带来了显著的经济效益、社会效益和环境效益。美国斯坦福大学整合设施工程中心(CIFE)根据 32 个项目总结了使用 BIM 技术的效果:消除 40% 预算外变更;造价估算耗费时间缩短 80%;通过发现和解决冲突,合同价格降低 10%;项目工期缩短 7%,及早实现投资回报。

在国外,据 Erabuild 基金组织 2008 年的调查:北欧四国约 20% 工程的建筑设计以及约 10% 工程的施工应用了 BIM 技术。英国 AEC 行业实际使用 BIM 的百分比已经从 2010 年的仅仅 13% 增长到 39%;在同一时期里,没有听说过 BIM 的从 43% 降到仅仅 6%。表 3 给出了国外具有代表性国家的 BIM 应用程度。具有代表性的工程案例有伦敦奥运主体育场、纽约自由塔等。美国 bSa( building SMART alliance)对 BIM 在美国 AEC 领域的应用进行了调查研究,并总结了目前 BIM 的 25 种不同应用<sup>[35]</sup>,涉及规划、设计、施工以及运营 4 个阶段。由此可见 BIM 技术在国外发达国家的 AEC 阶段已经得到广泛的应用,甚至延伸至 FM 阶段。

表 3 国外 BIM 应用程度

Table 3 The application of BIM in foreign countries

国家	美国	加拿大	英国	法国	德国	韩国	丹麦
调查年份	2012	2009	2010	2010	2010	2012	2006
应用程度	71%	49%	35%	38%	26%	85%	50%

在国内,BIM 的研究与应用处于起步阶段,很多人甚至没有听说过 BIM。据《中国建设行业 BIM 应用研究报告 2011》调查:87% 的受访者听说过 BIM,39% 的受访者使用过 BIM。尽管国内的 BIM 应用状况很不理想,但发达地区的很多项目应用了 BIM 技术,如上海世博会中国馆、天津港国际油轮码头、上海中心大厦、南京火车南站都应用了 BIM 技术。BIM 技术主要应用于复杂造型建筑的建筑设计,以提高设计效率;碰撞检查,减少图纸错误;出构件加工图,保证构件加工精确;建立建筑三维模型,指导施工。总的来说,BIM 技术在国内的应用主要是实现复杂造型建筑的设计、不同专业模型碰撞检查等,应用集中在设计阶段,施工中的应用较少,且仅用于建筑生命周

期的某个阶段,远远没有实现在生命周期应用。应用模式为设计方驱动模式,而不是业主方驱动模式。应用处于初级阶段。

## 4 展望与结语

### 4.1 展望

BIM 技术作为实现建设工程项目生命周期管理 BLM 的核心技术,正引发建筑行业一次史无前例的彻底变革。BIM 技术通过利用数字模型将贯穿于建筑全生命周期的各种建筑信息组织成一个整体,对项目的设计、建造和运营进行管理。BIM 技术将改变建筑业的传统思维模式及作业方式,建立设计、建造和运营过程的新组织方式和行业规则,从根本上解决工程项目规划、设计、施工、运营各阶段的信息丢失问题,实现工程信息在生命周期的有效利用与管理,显著提高工程质量和作业效率,为建筑业带来巨大的效益。

### 4.2 结语

国内外建设工程界已经意识到 BIM 技术将对建设领域带来的变革性作用,业内的研究人员对 BIM 技术开展了广泛且深入的研究,并已取得大量的研究成果。BIM 的理念不应该仅服务于土木工程项目的设计与建造,BIM 更是一种先进的管理理念,作者认为以下几方面有必要开展研究:

(1) BIM 与工业化建筑。工业化建筑是指采用工业化的预制装配式技术,将建筑的构件(部品)在工厂加工制作后运到现场进行组装而成的建筑。随着劳动力成本的不断提高以及劳动力数量的下降,建筑业面临着极其严峻的成本上升问题,建筑业必然走上工业化道路。BIM 的理念来源于制造业、航空航天业等行业的先进理念,PLM 工业化建筑的建造方式具有制造业的特点,BIM 与建筑的工业化特点不谋而合,将其应用于工业化建筑必将会促进建筑的工业化进程。

(2) BIM 与物联网。物联网是指通过射频识别(RFID)、红外感应器、气体感应器等信息传感设备,按约定的协议把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通讯,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。将基于 BIM 的虚拟建筑模型与物联网结合,建立 FM 阶段的运维系统,将有效解决当前运维管理靠人为简单操控的、落后的、效率低下的现状。通过物联网将

建筑物相关联,再运用 BIM 技术实现三维可视化,管理者完全可以在 BIM 提供的三维环境中实现高效的运营管理。

(3) BIM 与数字城市。数字城市是指利用空间信息构筑虚拟平台,将包括城市自然资源、社会资源、基础设施、人文、经济等有关的城市信息,以数字形式获取并加载上去,从而为政府和社会各方面提供广泛的服务。传统意义的数字城市只包含城市基础设施的外观及其地理位置信息,无法提供更进一步的详细信息。根据建筑师提供的建筑 BIM 模型,土木工程师提供的交通和市政基础设施的 BIM 模型,测绘工程师提供的地理信息数据等,政府部门通过整合这些信息,建立区别于传统意义的,含有大量真实详细信息的数字城市,为政府部门对城市进行规划、改造与管理提供有力帮助。

## 参考文献

- [1] 丁士昭. 建设工程信息化导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.  
Ding Shizhao. Introduction to information construction projects [M]. Beijing: China Structure and Industry Press, 2005. (in Chinese)
- [2] 何关培, 王轶群, 应宇墨. BIM 总论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.  
He Guanpei, Wang Yiqun, Ying Yuken. BIM Pandect [M]. Beijing: Chinese Building Industry Press, 2005. (in Chinese)
- [3] 陆宁. 基于 BIM 技术的施工企业信息资源利用系统研究[D]. 北京: 清华大学, 2010.  
Lu Ning. Study on the information resources reuse system in construction firms based on BIM technology [D]. Beijing: Tsinghua University, 2010. (in Chinese)
- [4] 杜书波. BIM 技术标准研究——以 BIM 芬兰标准为例[J]. 青岛理工大学学报, 2012, 33(1): 67-70.  
Du Shubo. A study on requirement of BIM technological standard——Focused on the analysis of Finland BIM guidelines [J]. Journal of Qingdao Technological University, 2012, 33(1): 67-70. (in Chinese)
- [5] <http://www.chinabim.com/bbs/forum.php?mod=forumdisplay&fid=7>
- [6] 刘照球, 李云贵, 吕西林, 等. 基于 IFC 标准的结构动力分析信息扩展框架[J]. 华南理工大学学报, 2010, 38(7): 122-127.  
Liu Zhaoqiu, Li Yungui, Lu Xilin, Zhang Hanyi. IFC-

- based extension framework for structural dynamic analysis information [J]. Journal of South China University of Technology 2010 38( 7) : 122-127. ( in Chinese)
- [7] Lipman P. Details of the mapping between the CIS/2 and IFC product data models for structural steel [J]. Electronic Journal of Information Technology in Construction 2009( 14) : 1-13.
- [8] 刘文鹏,叶英华,刁波. 基于 IFC 标准的结构耐久信息模型[J]. 土木建筑工程信息技术 2010 2( 2) : 22-27.  
Liu Wenpeng, Ye Yingha, Diao Bo. IFC-based structural durability information model [J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture 2010 2( 2) : 22-27. ( in Chinese)
- [9] Weise M, Katranuschkov P, Liebich T et al. Structural analysis extension of the IFC modeling framework [J]. ITcon 2003 8: 181-199.
- [10] 冯研. 基于 BIM 技术的建筑节能设计软件系统研制[D]. 北京: 清华大学 2010.  
Feng Yan. Development of building energy-efficient design software based on BIM technology [D]. Beijing: Tsinghua University 2010. ( in Chinese)
- [11] Wan C, Han P C, Tiong L K. Assessment of IFCS for structural analysis domain [J]. Information Technology in Construction 2004 9: 75-95.
- [12] 满庆鹏,孙成双. 基于 IFC 标准的建筑施工信息模型[J]. 土木工程学报 2011 44( 增刊) : 239-243.  
Man Qingpeng, Sun Chengshuang. Construction information model based on IFC [J]. China Civil Engineering Journal 2011 44( S) : 239-243. ( in Chinese)
- [13] 娄喆. 基于 BIM 技术的建筑成本预算软件系统模型研究[D]. 北京: 清华大学 2009.  
Modeling of Cost Estimation software for buildings based on BIM techniques [D]. Beijing: Tsinghua University 2009. ( in Chinese)
- [14] 张修德. 基于 BIM 技术的建筑工程预算软件研制[D]. 北京: 清华大学 2011.  
Zhang Xiude. Development of BIM-based construction cost estimating software [D]. Beijing: Tsinghua University 2011. ( in Chinese)
- [15] Yu K, Froese T, Grobler rancois . A development framework for data models for computer integrated facilities management [J]. Automation in Construction , 2000 9( 2) : 145-167.
- [16] 张建平,郭杰,王盛卫,等. 基于 IFC 标准和建筑设备集成的智能物业管理系统[J]. 清华大学学报, 2008 48( 6) : 940-942.
- Zhang Jianping, Guo Jie, Wang Shengwei et al. Intelligent facilities management system based on IFC standard and building equipment integration [J]. Journal of Tsinghua University 2008 48( 6) : 940-942. ( in Chinese)
- [17] 刘艺. 基于 BIM 技术的 SI 住宅住户参与设计研究[D]. 北京: 北京交通大学 2012.  
Liu Yi. The research of user participation design for SI house based on BIM [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University 2012. ( in Chinese)
- [18] 田飞,刘兴万,危双丰. BLM 在房屋设施信息化管理中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术 2012 4( 4) : 83-86.  
Tian Fei, Liu Xingwan, Wei Shuangfeng. Application of building lifecycle management in housing facility informatization [J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture, 2012 4( 4) : 83-86. ( in Chinese)
- [19] 赵景学,姜立,王会一. BIM 技术在文物建筑保护中的应用可能性研究[J]. 土木建筑工程信息技术 2012 4( 1) : 43-46.  
Zhao Jingxue, Jiang li, Wang Huiyi. The possibilities research of BIM technology application on heritage building conservation [J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture, 2012 4( 1) : 43-46. ( in Chinese)
- [20] 李天华. 装配式建筑寿命周期管理中 BIM 与 RFID 应用研究[D]. 大连: 大连理工大学 2011.  
Li Tianhua. BIM-and-RFID-assisted life cycle management of the prefabricated building [D]. Dalian: Dalian University of Technology 2011. ( in Chinese)
- [21] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件[J]. 土木建筑工程信息技术 2010 2( 4) : 110-117.  
He Guanpei. BIM and BIM software [J]. Journal of Information Technology in Civil Engineering and Architecture 2010 2( 4) : 110-117. ( in Chinese)
- [22] 赵毅立. 下一代建筑节能设计系统建模及 BIM 数据管理平台研究[D]. 北京: 清华大学 2008.  
Zhao Yili. Modeling of next generation energy-efficient design software for buildings and implementation of management platform of BIM data [D]. Beijing: Tsinghua University 2008. ( in Chinese)
- [23] 季俊,张其林,杨晖柱,等. 高层钢结构 BIM 软件研发及在上海中心工程中的应用[J]. 东南大学学报增刊( II) 2009 39: 205-211.  
Ji Jun, Zhang Qilin, Yang Huizhu et al. Research and development of high-rise steel structural BIM software and its application in Shanghai Center project [J].



- Journal of Southeast University ( S ) ,2009 ,39: 205-211. ( in Chinese)
- [24] 季俊 张其林. 基于建筑信息模型的轻钢厂房结构软件 [J]. 计算机辅助工程 ,2009 ,18( 3) :59-61.  
Ji Jun ,Zhang Qilin. Structural software of light steel mill building based on building information modeling [J]. Computer Aided Engineering ,2009 ,18( 3) : 59-61. ( in Chinese)
- [25] 张洋. 基于 BIM 的建筑工程信息集成与管理研究 [D]. 北京: 清华大学 ,2009.  
Zhang Yang. Research on BIM-based building information integration and management [D]. Beijing: Tsinghua University ,2009. ( in Chinese)
- [26] Nour M. A dynamic open access construction product data platform [J]. Automation in Construction ,2010 , 19( 4) :407-418.
- [27] Fu C ,Aouad G ,Marshall A ,et al. IFC implementation in lifecycle costing [J]. Journal of Harbin Institute of Technology ,2004 ,11( 4) :437-441.
- [28] Bazjanac. Applying information modeling to buildings [J]. Virtual Building Environments , 2006 , 10: 185-192.
- [29] 张剑涛 ,刁波 ,唐春风 ,等. IFC 标准在 PKPM 结构软件中的实现 [J]. 建筑科学 ,2006 ,22( 4) : 103-106.  
Zhang Jiantao ,Diao Bo ,Tang Chunfeng ,et al. The exchange of information between IFC and PKPM [J]. Building Science ,2006 ,22( 4) : 103-106. ( in Chinese)
- [30] 刘照球 李云贵 吕西林 ,等. 建筑结构信息集成的程序实现 [J]. 沈阳建筑大学学报 ,2009 ,25( 3) : 467-473.  
Liu Zhaoqiu ,Li Yungui ,Lu Xilin ,et al. Program realization for integrated information in architectural and structural design field [J]. Journal of Shenyang Jianzhu University ,2009 ,25( 3) : 467-473. ( in Chinese)
- [31] Dimyadi ,Spearpoint M J ,Amor R. Generating fire dynamics simulator geometrical input using an IFC-based building information model [J]. Information Technology in Construction ,2007 ,12:443-457.
- [32] Schein J. An information model for building automation systems [J]. Automation in Construction ,2007 ,16( 2) :125-139.
- [33] 张坤. 基于 IFC 标准的玻璃幕墙集成设计平台研究 [D]. 武汉: 华中科技大学 ,2008.  
Zhang Kun. Research for integration platform based on IFC standards and the application of glass curtain wall design [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology ,2008. ( in Chinese)
- [34] 徐迪 潘东婴 ,谢步瀛. 基于 BIM 的结构平面简图三维重建 [J]. 结构工程师 ,2011 ,27( 5) :17-21.  
Xu Di ,Pan Dongying ,Xie Buying. Three-D reconstruction of structural planimetric diagrams based on BIM [J]. Structural Engineers ,2011 ,27( 5) : 17-21. ( in Chinese)
- [35] Building SMART Alliance of National Institute of Building Sciences [J]. BIM Project Execution Planning Guide Version 1.0.