



中国图学学会
BIM 专业委员会

第二届全国 BIM 学术会议论文集

Proceedings of the 2nd National BIM Conference

2016 年 11 月 12-13 日 广州

主办单位：中国图学学会 BIM 专业委员会

承办单位：广州地铁集团有限公司

广州轨道交通建设监理有限公司

协办单位：清华大学（土水学院）- 广联达软件
股份有限公司 BIM 联合研究中心

中国建筑工业出版社

第二届全国 BIM 学术会议论文集

Proceedings of the 2nd National BIM Conference

中国图学学会 BIM 专业委员会 主编

2016 年 11 月 12—13 日 广州

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

第二届全国 BIM 学术会议论文集/中国图学学会 BIM
专业委员会主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 10
ISBN 978-7-112-19778-1

I. ①第… II. ①中… III. ①建筑设计-计算机辅助
设计-应用软件-文集 IV. ①TU201.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 213585 号

中国图学学会建筑信息模型 (BIM) 专业委员会是中国图学学会所属分支机构, 在中国图学学会的指导下, 中国图学学会建筑信息模型 (BIM) 专业委员会每年组织举办全国 BIM 学术会议。第二届全国 BIM 学术会议于 2016 年 10 月在广州市召开, 本书收录了大会的 53 篇优秀论文。

本书可供建筑信息模型 (BIM) 从业者学习参考。

责任编辑: 李天虹

责任校对: 李欣慰 张 颖

第二届全国 BIM 学术会议论文集

Proceedings of the 2nd National BIM Conference

中国图学学会 BIM 专业委员会 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

龙达图文制作有限公司制版

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 21¼ 字数: 667 千字

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月第一次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978-7-112-19778-1

(29309)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

引领着建设领域第二次信息化革命的 BIM 技术，经过最近十年的发展，已在我国工程建设全行业迅速推进，为工程项目实现全生命期的信息共享、提升全生命期的可预测性和可控制性起到至关重要的作用，进而促进生产方式的改变、推动建设行业工业化的发展。目前，BIM 技术的研究已在政策法规、标准体系、关键技术和系统研发等多个方面深入展开，其应用也从建筑工程扩展到地铁、铁路、道路、桥梁、隧道、水电、机场等基础设施领域，并通过与大数据、云计算、物联网、移动互联网、虚拟/增强/混合现实、人工智能等技术融合，实现了信息技术在传统土建行业的深度应用，体现了信息资源的巨大应用潜能。

中国图学学会建筑信息模型（BIM）专业委员会（以下简称“BIM 专委会”）是中国图学学会所属分支机构，致力于促进 BIM 技术创新、普及应用和人才培养，提升行业科技水平，推动 BIM 及相关学科的建设发展。BIM 专委会于 2015 年 10 月 31 日至 11 月 1 日在北京举办了“第一届全国 BIM 学术会议”，其论文集收录学术论文 34 篇，参会人数超过 250 人。该会议是国内首次以 BIM 为主题的大型学术会议，其圆满成功的举办，为将其打造成在全国具有广泛影响力的 BIM 学术交流平台奠定了基础。“第二届全国 BIM 学术会议”将于 2016 年 11 月 12~13 日在广州举办，由广州地铁集团有限公司和广州轨道交通建设监理有限公司承办。本届会议已被中国知网纳入全国重要学术会议名录，论文集由“中国建筑工业出版社”正式出版，分为常规投稿与广州地铁篇两大部分，共收录了 53 篇学术论文，内容涉及 BIM 相关的教学模式、基础研究、技术创新、系统研发、项目级和企业级的 BIM 实施与建设等，跨越了设计、施工和运维等阶段，反映了 BIM 技术在工程建设领域中的研究与应用现状，展示了丰富的研究成果。

值此第二届全国 BIM 学术会议论文集出版之际，希望行业相关技术管理人员共同努力，开拓创新，进一步推动我国 BIM 技术在工程建设领域的深度应用和发展。衷心感谢国内外专家学者的大力支持！

中国图学学会 BIM 专业委员会张建平主任委员

目 录

工程管理专业 BIM 教学模式探索研究——基于产学研相结合的视角	冯领香 (1)
上海水利行业 BIM 技术标准体系研究	张吕伟 (6)
BIM 技术在机电安装工程中的应用	方速昌 (12)
基于 BIM 的植物构件信息模型数据库的建立及应用	林洪杰, 汤 辉, 林泽鹏 (19)
城市高架工业化建造全过程信息化精益管理系统架构研究	余芳强, 高 尚, 曹 强 (24)
面向结构性能的桥梁 BIM 信息管理研究	何 畏, 陈莎莎, 朱殷桥 (29)
BIM 技术在非对称外倾拱桥施工中的应用	马也犁, 李亚东, 姚昌荣 (34)
基于 BIM 技术的大跨弦支梁屋盖施工过程仿真分析	刘占省, 汤红玲, 王泽强, 芦 东 (39)
基于 IFC 标准的典型梁柱构件工程量自动计算方法研究	匡思羽, 张家春, 邓雪原 (44)
基于建筑领域本体的 BIM 族库模糊语义检索研究	吴松飞, 申琪玉, 王 亮, 吴观众, 张昊天, 吉 嘉, 邓逸川 (51)
基于 IFC 标准的二维施工图尺寸标注自动生成方法研究	黄静菲, 赖华辉, 邓雪原 (57)
建筑信息模型 (BIM) 技术在型钢混凝土结构施工中的应用分析	吴荫强 (64)
“中电建三亚天涯度假酒店升级改造工程” BIM 应用实践与思考	沈耀东, 李援转, 何 波 (68)
基于 BIM 建筑智能运营维护管理系统 (一期) 关键技术研究 and 软件实现方法介绍	邱奎宁, 曾涛, 邹宇亮, 何 波 (73)
基于 IFC 标准的 BIM 构件库建设方案研究	周洪波, 施平望, 邓雪原 (79)
BIM 在国内预制构件设计中的应用研究	谢 俊, 胡友斌, 张友三 (86)
BIM 技术在市政道路设计中全过程应用	侯兆军 (92)
城市安居保障房项目 BIM 应用实例	朱 骏 (98)

BIM 从试验性应用走向生产性应用

- 何关培 (103)
- 关于 BIM 技术在电力工程应用落地的思考
- 高来先, 张永炘, 张建宁, 黄伟文, 张帆, 李佳祺 (110)
- 应用离散傅里叶变换的 BIM 监测数据智能分析和展示
- 彭阳, 胡振中 (115)
- 基于 IFC 的工程项目信息交付方法研究
- 徐照, 陈茜, 李启明 (121)
- 一种基于 BIM 的可视化协同设计新方法
- 杨麒麟, 文志彬, 杨万理, 吴龙旺, 王宁, 王广俊 (133)
- BIM 技术在施工管理中的落地实施
- 姚建文, 王璇一, 王闹, 王轶峰 (140)
- 基于 BIM 的剧场地板座椅送风口定位优化施工技术
- 蒋养辉 (146)
- 预制构件生产与装配一体化跟踪方法研究
- 杨之恬, 马智亮, 张友三 (152)
- 基于 BIM 与 GIS 集成的城市地下管线运维管理系统选型
- 马智亮, 任远, 宋学峰 (157)
- 一般 BIM 模型中招投标成本预算所需判别信息的提取
- 刘喆, 马智亮, 侯杰 (162)
- 基于 BIM 的标准部品库管理系统
- 马智亮, 蔡诗瑶 (167)
- Revit mep 和 Navisworks 在天津大悦城 B3 区管网综合设计中的应用
- 于培民, 冯领香, 史宏丽, 李娜, 陈瑶 (172)
- 施工过程智能化模拟主体及基础活动研究
- 郭红领, 任琦鹏 (177)
- 基于 BIM 与物联网的钢构桥梁跨平台物料管理方法研究
- 何田丰, 姚发海, 林佳瑞, 张建平, 陈辉 (185)
- 基于 BIM 的水电工程全生命期管理平台架构研究
- 张志伟, 文桥, 张云翼, 冯奕, 林佳瑞, 张建平 (190)
- 企业 BIM 平台架构研究与设计
- 林佳瑞, 杨铭, 周一, 张云翼, 张晓洋, 张建平 (195)

广州地铁篇

- BIM 技术在城市轨道交通建设工程质量与安全管理中的落地应用
- 陈前, 张伟忠, 王玮 (202)
- BIM 在地铁项目精细化施工管理中的应用案例研究
- 田佩龙, 胡振中, 王珩玮, 张建平, 邹东 (210)
- 基于 BIM 的施工现场质量安全动态管理

..... 王珩玮, 王洪东, 胡振中, 张建平 (218)	
BIM+RFID 技术在机电工程中的应用设想	
..... 黄惠群, 滕君祥 (226)	
数字化移交在广佛线中的应用与探讨	
..... 庄 超 (233)	
BIM 应用中建模问题及解决方式	
..... 梁 焘 (242)	
打破边界: 基于 BIM 与物联网的城市轨道交通机电工程管理“云+端”系统构建探索	
..... 邹 东, 李俊贤, 王 玮, 张 锐 (250)	
“机电工程信息模型管理系统”在广州地铁轨道工程施工管理中的应用	
..... 马润韬 (257)	
基于 BIM 技术的施工组织设计与工作分解结构	
..... 姜亚楠 (263)	
基于 BIM 在地下空间孔洞预留的规划探讨	
..... 李雄炳 (269)	
结合机电工程信息模型管理系统在机电工程项目的二维码应用	
..... 李雄炳 (277)	
BIM 技术在地铁既有结构保护中的研究	
..... 张伟忠, 胡绮琳, 杨远丰 (283)	
BIM 技术在广州轨道交通建设中机电安装监理的应用	
..... 张东哲 (295)	
对 BIM 技术落实在施工生产管理和现场操作中的探索应用	
..... 李 阳 (300)	
基于 BIM 的站内用房的物料临时存储的实施规划探讨	
..... 黄伟雄 (303)	
基于机电工程信息模型管理系统的人员管理体系研究——车站篇	
..... 孙有恒 (309)	
BIM 应用+工厂 ERP 和 MES 形成机电工程智慧制造的探索及应用	
..... 洪毅生 (317)	
浅谈 BIM 技术在地铁车站装修设计过程中的应用——以广州市轨道交通 7 号线鹤庄站为例	
..... 马 竞 (321)	
BIM 技术在广州地铁十四号线高架车站设计阶段的实践与应用	
..... 叶 春 (327)	

工程管理专业 BIM 教学模式探索研究 ——基于产学研相结合的视角

冯领香

(天津财经大学商学院, 天津 300222)

【摘要】高等院校 BIM 教学改革是解决 BIM 人才缺乏问题的根本。通过分析当前 BIM 教学现状和现实中存在的困难,从产学研相结合的视角,探讨了工程管理专业 BIM 教学模式、课程体系和相关课程教学内容的改革,提出工程管理专业 BIM 教学内容体系和基本要求。

【关键词】工程管理专业;建筑信息模型;教学模式;产学研相结合

1 引言

BIM (Building Information Modeling, 建筑信息模型) 是工程项目或其组成部分在全生命周期中物理特征、功能特性及管理要素的数字化表达,是在工程建设领域应用信息技术,实现对设计、施工和管理过程仿真和模拟的一种技术和管理方法^[1]。BIM 因具有三维可视化、多专业高效协同设计、提高效率等优点受到行业瞩目。BIM 最先从美国发展起来,已经扩展到了英国、芬兰、日本、韩国、新加坡等国家,在这些国家 BIM 发展和应用都达到了一定水平。中国各地正开展大量各类世界级建筑工程,并且越来越多地借助 BIM 来应用创新流程,住房和城乡建设部及各省市出台了多项法律法规和行业标准,加快推广 BIM 技术^[2-4]。《2015 中国 BIM 应用价值研究报告》给出统计数字和预测,2016 年将有 75% 以上的设计企业和 90% 以上的施工企业 BIM 应用率高于 15%^[6]。对未来的工程从业者来说, BIM 技能不可或缺。

建筑信息化快速发展,行业需要越来越多的 BIM 人才,而缺少 BIM 人才是工程建设业应用 BIM 技术的最大限制因素^[7]。BIM 人才培养有 2 条路,职业培训和高等院校教学改革,解决 BIM 人才缺乏问题的根本仍在于后者^[8-9]。工程管理专业是土木工程的相关学科,其目标是培养高级工程管理人才。随着 BIM 技术在勘察设计、造价、施工、运营维护等领域的应用推广和落地,工程管理专业在教学体系中增加相应的课程或就相关专业展开教学改革已成为必然。

2 BIM 教学现状

适应行业发展,探索 BIM 教学模式并开设课程,是目前高等院校土木建筑及工程管理专业教学团队面临的共同问题。已经有多所高校在 BIM 的教学和科研中做了大量工作,在师资力量和教学硬件、软件方面具备了 BIM 教学条件,例如清华大学、同济大学、华中科技大学、大连理工大学、天津大学、天津理工大学等,也有一些学校在不具备教学条件的前提下,借助 BIM 培训机构服务于教学,但更有不少高校工程管理专业未开设 BIM 课程。

BIM 的教学改革处于不断探讨之中,例如以 BIM 平台为基础的工程造价管理课程的教学改革^[10]、BIM 教学案例^[11]、以产学结合为基础的设备、电气、给排水和消防专业协同 BIM 教学^[12]、行业对 BIM 教学的期望^[13]、BIM 技术的研究和教学现状、BIM 教学的教学方式、教学内容、教学时间和师资集成的

【基金项目】2015 年天津财经大学教育教学改革项目 (JGY 2015-27)

【作者简介】冯领香 (1979-),女,讲师,博士。主要从事工程项目管理、建筑信息模型研究。E-mail: f_lingxiang@163.com

建议^[14]、基于美国高校的 BIM 教学改革经验 BIM 教学改革规划^[15,16]、BIM 教学的 SPC (Study-Practice-Competition) 模式^[17]。一般认为 BIM 课程架构可分为理论和案例两个部分,理论中着重对多维数据信息模型、信息集成、协同工作、可视化等技术进行细致讲解,案例可通过对支持 BIM 不同阶段的各种设计软件、BIM 工程应用等内容的讲解以及 BIM 讲座来实现^[18]。

由于师资力量和教学条件的不足,在 BIM 教学开展初期,通常采用以下一种或多种产学研相结合的做法:

(1) 高薪聘请 BIM 培训师或校企合作的方式,将专业人才请入大学讲堂为学生授课,既引进了 BIM 技术,实现了人才培养目标和教学改革,又带动了教学团队的建设,一举多得。在校企合作各种形式的交流中,高校得以获取行业对 BIM 人才需求及 BIM 设计师职业岗位素质能力的信息,构建适应行业发展的工程管理专业人才培养方案。

(2) 一些职业院校,直接把学生送到 BIM 培训机构,取得了不错的教学效果,学生毕业之后成为专业的 BIM 工程师。据了解,早些年送到培训机构的学生,培训机构免收学费。

(3) 为高年级学生提供去企业实习的机会。通过行业企业基地真实的工作环境,参与行业前沿发展,切实加强了学生的 BIM 应用技能和就业优势,同时促进 BIM 教学团队建设和科学研究选题。

(4) 参加 BIM 大赛,通过比赛项目的设计、制作和参赛过程,实现教学与行业实践的对接,促进兄弟院校之间 BIM 应用和教学的交流和学习。近年来 BIM 校园大赛举办较多,例如工程建设 BIM 应用大赛、广联达校园 BIM 技能大赛、“龙图杯”校园 BIM 技能大赛、“创新杯”建筑信息模型 (BIM) 设计大赛、“百川杯”高校 BIM 技术应用大赛等。

3 产学研相结合的教学模式

不同院校的 BIM 教学水平存在巨大的差距,部分高校已经具备了较强的师资力量、教学硬件等办学条件,成立了 BIM 研究中心或培训中心,甚至有多达百人的研究生队伍,形成了研究团队,并为社会提供 BIM 咨询或培训服务。但多数院校仍然存在师资力量和教学资源的不足。BIM 教学实施面临一些困难:

(1) 师资力量不足,主要表现为 BIM 专任教师数量不足和质量不高两个方面。高校教师岗位一般要求具有博士学位,而 BIM 教学在高校中的实施时间尚短,少有 BIM 领域博士毕业生被输送到教师岗位。

(2) 缺乏教学工具,主要指 BIM 相关软件。随着 BIM 的迅猛发展,常用的 BIM 软件数量已有几十种之多^[19],除欧特克公司为在校学生及教育机构提供限时的免费软件 (Revit、Navisworks 等) 之外,大部分的软件需要高额的教育经费支持进行采购。

(3) 计算机硬件有待升级。BIM 教学需要应用的软件为三维设计及动画展示,这对计算机硬件水平提出了较高要求,64 位系统和 16G 内存为最低配置,电脑运行速度还需成倍提高。

(4) BIM 教学深度不够。一些已开设 BIM 课程的高校,教学内容停留在概念阶段,课程仅限于 BIM 概论,没有把它融合在更多的专业课程中去,将 BIM 技术前沿引入课堂尚需时间。

2015 年 10 月 31 日,在全国第一次 BIM 学术会议上,清华大学张建平老师在评价参会论文时提出,应形成从 BIM 基础、理论、软件到应用的课程体系,与原有的画法几何、CAD、工程项目管理课程相互衔接,并让学生进入课题组,参与 BIM 科学研究与工程实践,形成产学研相结合的教学模式。我校工程管理专业教学团队在 BIM 教学模式探索中,尝试了产学研相结合的方法,并组织学生参加了“第二届‘百川杯’高校建筑信息模型 (BIM) 应用技能大赛”,在参赛过程中,不仅获得了主办方的技术支持,还促进了我校工程管理专业与兄弟院校的沟通交流。

产学研相结合的教学模式,包括入研、入企、协同三种合作教育模式,根据企业的需要开设课程,定向培养人才,促进科研与教学互动、教师参与企业的研发,企业接受大学生的实习与就业。高校与企业联合办学,共同制订教学计划,对于提升高校教育教学水平和人才培养质量具有重要意义^[20-23]。BIM 技术推广过程中,部分大型设计院、房地产开发商、施工企业作为 BIM 技术的最先采纳者,成立了专业

的 BIM 小组,并将 BIM 技术应用于建筑生命周期的部分阶段,成为 BIM 技术的权威专家。在当前 BIM 人才现状条件下,产学研相结合的教学模式,有利于推进学校与企业在 BIM 领域的广泛合作,协同创新,促进学科发展与技术合作,有利于高校师生参与行业前沿发展,促进教学团队建设,提高培养学生的水平,加强学生专业技能和就业优势。

4 工程管理专业 BIM 课程体系

工程管理专业的培养目标是培养适应现代化建设需要,德智体全面发展,具备工程技术及经济管理、法律等基本知识,获得工程师基本训练,具有较强实践能力、创新能力、组织管理能力的高级工程管理人才。工程管理专业与国家注册监理工程师、国家注册造价工程师的知识结构相接轨,专业方向涵盖工程项目管理、房地产管理经营、工程投资与造价管理、国际工程承包等方向。毕业生可从事工程咨询、工程项目施工、房地产开发与经营的相关工作。当前,BIM 技术已经落地,从设计阶段的三维建模出图技术,逐渐嵌入到施工和工程管理流程当中,演变为项目管理和房地产开发管理手段,在不久的将来,BIM 数据将作为企业资产^[24-27],被用于物业运营管理和资产管理。因此 BIM 在工程管理教学体系改革中,已不是做不做的问题,而是如何做的问题。

何关培认为,BIM 专业应用人才的能力由工程能力和 BIM 能力两部分构成,BIM 是行业从业人员可以使用的第 19 般兵器,BIM 技术是在原来的学科基础上用这种建筑业信息技术来提高完成专业任务的效率和任务^[28]。工程管理专业 BIM 课程体系的内容应根据人才培养的目标和工程管理专业人才能力构建体系科学设计,正确处理教学内容传承与更新的关系,在保持课程基本内容整体框架的基础上,增加新知识和新项目的比重。在课程组织上,突出课程的重点和难点,加大实践课时,突出建筑施工项目进课堂,以培养学生的实践应用能力为主线,通过上述细化安排,突出主要矛盾,分层次建设,避免精力均分,提高 BIM 课程建设效果。

美国国家 BIM 标准(NBIMS Part 1 Version1)把与 BIM 有关的人员分成如下三类:BIM 用户、BIM 标准提供者、BIM 工具制造商^[29]。BIM 用户指的是 BIM 应用人才,即应用 BIM 支持本人专业分工的人才。工程建设行业的 BIM 人才需求部门包括政府、科研、业主、设计、施工、运维、软件厂商、设备制造以及预制工厂等。BIM 专业应用人才有 5 种类型的职业:BIM 战略总监(企业级 BIM 人才)、BIM 项目经理(项目级 BIM 人才)、BIM 专业分析工程师、BIM 模型生产工程师、BIM 信息应用工程师。高校人才的培养也应从低到高进行梯次提升,学生从会建模到会应用,毕业后能够快速适应基于 BIM 的项目管理,并在企业中经过项目实践应用后逐步发展到能够进行业务集成的高级 BIM 管理人才。由此可见,高校本阶段人才培养应以 BIM 应用型初级人才的培养为基础和起点。

工程管理专业 BIM 课程体系的设计,应以 BIM 理论为基础,以 BIM 软件为手段,强调 BIM 在工程建设项目全生命周期的应用,穿插引入基于工程项目实践的教学内容。BIM 软件数量已达几十种之多,这也反映了 BIM 技术发展的热度。例如 Autodesk Revit、Autodesk Navisworks、Bentley、Nemetschek ArchiCAD/AllPLAN/VectorWorks、Dassault CATIA、Tekla,以及国内的 PKPM、鲁班、广联达、斯维尔等。所谓巧妇难为无米之炊,软件建模是 BIM 应用的基础,是 BIM 入门必学内容。

BIM 应用方面:工程建设行业 BIM 技术的应用已经覆盖工程项目全生命周期,BIM 建筑方案设计、场地分析、结构详图模拟、管线综合、协同设计、建筑性能分析、算量统计、施工进度控制、施工组织设计、竣工模型交付、资产管理、空间管理、灾害应急模拟等^[31,32]。可以看出 BIM 应用与工程管理课程体系中的多门课程相关,例如计算机辅助设计、房屋建筑学、建筑结构、建筑施工、智能建筑、工程造价、房地产营销等。BIM 课程内容的设计,应以工程管理专业 BIM 课程体系整体改革为目标,根据专业特点进行课程结构的整体调整,对相关课程的内容进行重新设计。充分考虑相关课程在时间和内容上的衔接关系,重新修订教学大纲,确定 BIM 教学内容在课程体系中应占的比重,对整个 BIM 课程体系进行整体规划。

综合 BIM 人才需求、工程管理专业培养目标、既有课程体系及 BIM 相关软件功能特点,给出 BIM

教学内容、相关课程、教学要求及软件类别如表 1 所示。

BIM 教学体系及教学要求

表 1

教学内容	相关课程	软件类别	教学要求
BIM 理论	—	—	BIM 的概念、BIM 的起源与发展, BIM 在工程项目全生命周期的应用框架, 基于 BIM 的工程项目 IPD 模式 ^[33]
BIM 标准	—	—	企业级 BIM 实施标准、项目级 BIM 实施标准、BIM 应用的质量控制标准
BIM 工程识图与制图	画法几何 计算机辅助设计 房屋建筑学 工程结构	Revit、Navisworks、GICD 结构施工图、Tekla 钢结构设计	通过各 BIM 软件的学习应用, 以及素材案例的学习, 使学生能识读建筑专业施工图、结构专业施工图、结构详图、节点详图, 并与三维视图进行对比视图, 能领会设计意图, 阅读和引用标准图集, 并能使用专业软件绘制建筑、结构施工图
BIM 算量与工程造价管理	工程造价 工程招投标	Revit 明细表 土建算量 GDL、钢筋算量 GGJ、安装算量 GQI、计价软件 GBQ、结算管理 GES、比目云 5D 算量	以实际工程案例教学形式, 及配套的教材、评分标准、案例图集等, 既使其掌握软件功能操作, 又使其工程造价业务能力大幅提升。 招投标课程: 通过情景模式仿真的形式, 体验工程项目从招标至竣工的全过程, 使学生清楚工程项目招投标全业务流程, 具备编制招标文件、投标文件的能力
BIM 工程项目管理	工程项目管理	广联达 BIM5D、Navisworks	以建筑信息模型为基础, 整合成本、进度、质量、资源、安全等工程管理核心内容, 通过实际案例进行项目管控, 实现模拟多方沟通与协作, 学习运用 BIM5D 技术进行工程管理 ^[34]
BIM 施工组织设计	建筑施工组织方案 设计与仿真工地模拟	三维场地布置 GSL、脚手架模板设计软件	虚拟仿真模拟一个标准的安全文明施工工地, 以多人在线的形式, 学生通过任务式的引导进行体验式的互动学习、考核, 最终使学生掌握安全施工、文明施工、绿色施工在真实工地的体现, 全面认识施工现场

5 总 结

BIM 的应用是推进中国建筑业信息化变革、加速产业结构升级的过程, BIM 已成为工程建设行业信息化发展的方向, BIM 人才缺乏成为制约行业发展的最主要因素。当前 BIM 技术正在落地, 高校工程管理专业教学改革是行业需求, 也是教学发展的必然选择。本文探讨了当前 BIM 教学的常见模式以及存在的主要问题, 以适应行业发展对 BIM 人才的需求为出发点, 提出产学研相结合的教学模式适合当前 BIM 教学改革的特点, 之后, 基于 BIM 人才需求和工程管理教学目标, 提出了对工程管理专业 BIM 教学课程体系设计和相关课程教学内容改革的思考, 构建了既有教学体系中相关课程的 BIM 教学内容、软件配置及教学要求。

参 考 文 献

- [1] 住房和城乡建设部. 关于推进建筑信息模型应用的指导意见 [R]. 2015.
- [2] 住房和城乡建设部. 2011-2015 年建筑业信息化发展纲要 [R]. 2011.
- [3] 上海市城乡建设和管理委员会. 上海市建筑信息模型技术应用指南 (2015 版) [S]. 2015.
- [4] 北京市规划委员会. 民用建筑信息模型设计标准 [S]. 2014.
- [5] 深圳市建筑工务署. 深圳市建筑工务署 BIM 实施管理标准 [S]. 2015.
- [6] 欧特克. 2015 中国 BIM 应用价值研究报告 [R]. 2015.
- [7] 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, 01: 12-16.
- [8] N. W. Young, S. A. Jones, H. M. Bernstein, J. Gudgel. Smart Market report on Building Information Modeling (BIM): transforming design and construction to achieve greater industry productivity [R]. New York. McGraw-Hill Construction, 2009.
- [9] R. Sacks, R. Barak. Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education [J]. Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2010, 136 (1): 30-38.
- [10] 米旭明. 基于 BIM 平台的工程造价管理课程教学研究 [J]. 中国科技信息, 2011, 16: 165.
- [11] 赵晓刚, 周力坦. 将学习进行到底——BIM 为建筑院校构建完整教学案例 [J]. 建筑技艺, 2011, Z1: 121-125.

- [12] 卡罗琳娜·M·克莱温格尔, 史蒂芬尼·卡雷. 产学结合: 开发以 BIM 为基础的设备、电气、给排水和消防专业协同教学单元 [J]. 建筑创作, 2012, 10: 48-57.
- [13] 克里斯托弗·帕韦尔科, 阿兰·D·切西. 当今大学本科课程中的 BIM 课程 [J]. 建筑创作, 2012, 10: 20-29.
- [14] 刘红勇, 何维涛, 黄秋爽. 普通高等院校 BIM 实践教学路径探索 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 05: 98-101.
- [15] 张尚, 任宏, Albert P. C. Chan. BIM 的工程管教学改革问题研究 (一)——基于美国高校的 BIM 教育分析 [J]. 建筑经济, 2015, 01: 113-116.
- [16] 周建亮, 吴跃星, 鄢晓非. 美国 BIM 技术发展及其对我国建筑业转型升级的启示 [J]. 科技进步与对策, 2014, 11: 30-33.
- [17] 甘荣飞, 曹文龙, 孙靖立. BIM 在建筑类本科院校的实践探索 [A]. 第十六届中国科协年会——绿色设计与制造信息技术创新论坛论文集 [C]. 中国科学技术协会、云南省人民政府, 2014, 4.
- [18] 刘照球, 李云贵. 土木工程专业 BIM 技术知识体系和课程架构 [J]. 建筑技术, 2013, 10: 913-916.
- [19] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 04: 110-117.
- [20] 黄大明, 黄俊明, 黄伟, 杨春兰. 改革与创新实践教学模式 推进校企合作平台的建设 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 06: 140-143.
- [21] 鲍文博, 金生吉, 宁宝宽. 产学研合作实践教学模式探讨 [J]. 高等建筑教育, 2012, 04: 111-113.
- [22] 步德胜. 基于产学研合作的人才培养模式研究——以青岛科技大学为例 [J]. 中国高校科技, 2015, 03: 32-33.
- [23] 杨艳敏, 郭靳时, 王勃. 土木工程结构实验教学体系的改革与实践 [J]. 实验科学与技术, 2015, 02: 66-67+144.
- [24] Becerik-Gerber B, Jazizadeh F, Li N, et al. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management [J]. Constr. Eng. Manage., 2012, 138 (3): 431-442.
- [25] Lucas J, Bulbuh T, Thabet W, et al. Case Analysis to Identify Information Links between Facility Management and Healthcare Delivery Information in a Hospital Setting [J]. Archit. Eng., 2013, 19 (2): 134-145.
- [26] Davies R, Harty C. Implementing "Site BIM": A Case Study of ICT Innovation on a Large Hospital Project [J]. Automation in Construction, 2013, 30: 15-24.
- [27] Marzouk M, Abdelaty A. BIM-based Framework for Managing Performance of Subway Stations [J]. Automation in Construction, 2014, 41: 70-77.
- [28] 张建平, 刘强, 张弥等. 建设方主导的上海国际金融中心项目 BIM 应用研究 [J]. 施工技术, 2015, 06: 29-34.
- [29] 何关培. 如何让 BIM 成为生产力 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [30] The Computer Integrated Construction Research Program of the Pennsylvania State University. Building Information Modeling Execution Planning Guide, Version 2.0 [EB/OL]. [2010-09-02]. <http://bim.psu.edu/>.
- [31] 李建成, 王广斌. BIM 应用. 导论 [M]. 上海: 同济大学出版社, 2015.
- [32] 刘济瑀. 勇敢走向 BIM2.0 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2015.
- [33] 马智亮, 张东东, 马健坤. 基于 BIM 的 IPD 协同工作模型与信息利用框架 [J]. 同济大学学报 (自然科学版), 2014, 09: 1325-1332.
- [34] 黄强. 论 BIM [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016.

上海水利行业 BIM 技术标准体系研究

张吕伟

(上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海 200092)

【摘要】 BIM 技术标准不仅仅是一个数据模型传递数据的格式标准或者分类标准, 还包括对 BIM 各参与方进行数据交换或数据模型交付所需要的内容、节点、深度和格式的规定, 对实践流程与管理的规定等。本研究内容结合上海市水利工程特点, 并参考上海市已经完成的 BIM 应用标准, 提出上海市水利行业的 BIM 技术应用标准体系, 为上海市水利行业的 BIM 技术标准编制提供参考依据。

【关键词】 水利行业; BIM; 标准体系

1 研究背景

随着 BIM 技术在中国被逐渐认识与应用, 特别是在国内工程建设行业高速发展的背景下, BIM 已在国内一些大型工程项目中得到积极应用, 涌现出很多成功案例, 充分展现了 BIM 技术在建设工程行业的应用价值。

2014 年 10 月 29 日, 上海市出台了《关于在本市推进建筑信息模型技术应用的指导意见》(沪府办发〔2014〕58 号), 旨在推广建筑信息模型(BIM)在上海市建筑行业的应用。《意见》明确了 BIM 推进工作的指导思想、基本原则和主要目标, 对 BIM 推进工作中的重点任务进行了部署。最后提出了完善的保障措施, 力求政策能够落到实处。《意见》的出台将极大地推动 BIM 技术在上海的应用, 为 BIM 进一步在全国的推广起到示范作用。

2 研究意义

BIM 技术的推广已成为工程技术发展必然的趋势。目前 BIM 技术在国内水利行业的应用尚处于起步阶段, 通过工程案例来看, 虽然一些大型专业设计院已采用 BIM 技术进行大中型水电工程的规划、设计。但水利行业仍普遍采用 AutoCAD 进行二维设计。BIM 技术则主要是采用 Civil 3D 软件完成一些较为简单的渠道、堤防、土石坝等任务, 无法充分发挥 BIM 技术的强大优势。因此 BIM 技术在水利行业的推广应用仍需进一步努力。

水利工程中的 BIM 技术应用在国内尚属起步阶段, 本研究内容结合上海市水利工程特点, 并参考上海市已经完成的 BIM 应用标准, 提出上海市水利行业的 BIM 技术应用标准体系, 为上海市水利行业的 BIM 应用标准编制提供参考依据。

3 上海水利行业 BIM 应用现状

上海市大部分设计施工企业已经有意识地开展水利工程行业 BIM 技术应用, 绝大部分企业都认为 BIM 技术是未来行业发展趋势, 但目前在企业中推广 BIM 技术进展缓慢, BIM 技术作为一项新兴的技术手段, 还存在诸多亟待解决的瓶颈问题。体系编制过程中, 广泛调研分析目前上海市水利行业 BIM 应用状况, 可以将问题归总到四个层面: 体制、标准、技术和人才。

【作者简介】 张吕伟(1960-), 男, 教授级高级工程师。从事 CAD/BIM 技术研发和应用。E-mail: zhanglvwei@smeci.com

3.1 体制

政策层面的问题为 BIM 技术应用最为突出、企业最为关注的瓶颈问题。具体可以分为以下几点：

(1) 建设、设计、施工、运维单位分离。BIM 技术的特长在于贯穿工程的全生命周期中的模型和信息的唯一性和持续性，而往往工程项目从立项到建设审批，再到运营单位移交的过程中，每个阶段对工程项目的资料要求不完全一致，导致 BIM 模型在每个阶段均需要进行大量的修改和调整以满足各个不同管理部门的需求，BIM 模型的唯一性和持续性面临较大挑战。

(2) 企业或公司在探索 BIM 技术应用过程中，都建立了各自的 BIM 构件库和模板库，但不同企业或公司之间通常由于市场竞争关系彼此保密，导致很多简单基础性的构件或模板会有不同的 BIM 版本，犹如一个个 BIM 资源孤岛，背离了 BIM 技术应用的初衷，实质是一种低水平重复的劳动，浪费大量时间和精力。

(3) 实际工程往往需要历经层层专家评审，并反复地调整修改，而工程的时间期限一般不会更改，从而造成设计和施工企业的工期非常紧张，这是水利建设工程行业必须面临的一种常态。

3.2 标准

标准层面问题为 BIM 技术应用中最为普遍最为基础的问题，也是最为棘手的问题，具体可以分为以下几点：

(1) 在上海市水利行业 BIM 技术作为刚刚起步的新兴技术手段，其应用成功的案例比较少，而且覆盖的专业比较少，BIM 技术应用的程度也比较浅，很难有丰富的实例经验作为制定标准体系的依据。

(2) 目前主要是国外软件为主导占据市场，势必存在本地化程度不高、使用习惯不完全符合要求等问题，更加难以做到软件之间无缝传导信息数据。

(3) 应用 BIM 技术，必然需要将 BIM 模型作为阶段的交付物，但针对 BIM 模型尚无一套有效的审核管理流程予以保障，导致边界模糊，责任也无法明确，工程的安全可靠无法得到保证，也无法顺利推进。

3.3 技术

技术问题是制约 BIM 技术应用最为关键问题之一，具体可以分为以下几点：

(1) 在水利建设工程行业，BIM 技术更是处于起步的概念阶段，很多企业是抱着试试看的心态进行探索研究，真正投入大量人力物力的企业还是凤毛麟角。

(2) 水利建设工程行业的特点之一就是情况因素复杂多变，由此产生的设计变更往往比较频繁，并且设计变更的时间都比较紧张。因此在设计频繁变更的情况下，BIM 模型往往很难保证实时同步修改，并且由于前期考虑不足，BIM 模型很大程度上需要重新建立，导致最终 BIM 模型相对工程项目的准确性和可用性也大打折扣。

(3) BIM 模型的检查和审阅手段还没有建立一套行之有效的流程，但对于工程所需要的各种规范检查、尺寸审核而言，三维模型有时反而不如传统的二维图纸那么直观和方便，甚至有时也需要从三维模型中通过剖切或投影方式重新得到二维图纸。

3.4 人才

任何新技术的应用都离不开人才的储备和培养，专业 BIM 技术应用人才也逐渐成为不可忽视的限制因素。

(1) 水利建设工程项目设计人员的工作量很大，要求设计人员改变常规思路，另辟蹊径采用 BIM 技术解决问题比较困难，设计人员往往不会主动在工程项目中运用 BIM 技术。

(2) 目前市场上具备完善的专业工程背景和 BIM 应用能力的复合型人才十分稀缺，这也导致在工程项目上 BIM 技术的应用水平和程度较低，无法真正体现 BIM 技术的价值所在。

4 上海水利行业 BIM 推广应用对策研究

4.1 BIM 推广应用模式

政府牵头，组织 BIM 技术专家，成立团队，根据国内外的广泛调研和国家发展战略要求，结合水利

建设工程行业 BIM 技术应用的成功案例，因地制宜制定水利工程领域 BIM 近期实施（三年行动）和远期发展规划。通过示范工程 BIM 技术应用的推进和实施，逐步积累 BIM 技术应用经验，引导政府主管部门正确理解 BIM 技术应用的能力和水平，从而能够理性提出对 BIM 技术应用的要求和愿景。

同时逐步建立政策性、指导性和可操作性的水利建设工程行业 BIM 技术应用指南或指导意见，引导水利建设行业的 BIM 技术应用稳步推进。

通过水利建设工程示范工程有效经验的逐步积累和总结，组织专家会同参与 BIM 技术应用工程的企业人员，按照国家标准制定情况，参考国际标准共同制定 BIM 技术应用统一基础标准、应用技术标准以及评价标准体系。

由政府牵头，组织参与 BIM 技术应用的单位和 BIM 技术专家，通过水利建设工程示范工程，按照国家审核流程和国际先进的 BIM 模型审查制度，逐步制定模型审核的流程与规定、模型存档管理办法。

4.2 BIM 推广技术路线

BIM 技术应用与设计同步考虑，建立的 BIM 模型能基本体现设计要素并具有一定可调整的参数。通过水利建设工程示范工程逐步积累相应的 BIM 模板，针对设计变更能达到快速修改的效果

通过水利建设工程示范工程由各参与企业逐步探索符合水利建设工程发展要求基于 BIM 技术的审批与监管流程，组织 BIM 技术专家进一步完善审批与监管流程，并在实际 BIM 技术应用工程中实施以检验效果。

4.3 BIM 推广应用标准研究

通过水利建设工程示范工程有效经验的逐步积累和总结，组织专家会同参与 BIM 技术应用工程的企业人员，按照国家标准制定情况，参考国际标准共同制定 BIM 技术应用统一基础标准、应用技术标准以及评价标准体系。

参考相关中国编码规范，借鉴国际项目经验，制定不同专业的信息编码、信息交付标准，建立信息交换平台。借鉴国际先进 BIM 技术要求，逐步制定存储 BIM 模型数据的统一标准格式。

由政府牵头，组织参与 BIM 技术应用的单位和 BIM 技术专家，通过水利建设工程示范工程，按照国家审核流程和国际先进的 BIM 模型审查制度，逐步制定模型审核的流程与规定、模型存档管理办法。

5 上海水利行业 BIM 标准体系研究

BIM 标准体系反映了标准与行业规范间的关系，还有各层次标准间的关系，包括国内外标准之间的关系、国家与上海市标准之间的关系，以及基础标准与应用标准之间的关系。

5.1 BIM 标准体系架构

上海水利行业 BIM 标准序列应分为三个层次：

第一层，上海水利行业 BIM 标准。作为一种行业标准，应该满足和遵守国家 BIM 标准的相关要求和规定。同时水利工程 BIM 标准体系内一些对其他行业领域具有强制要求、指导或借鉴意义的规定可以上升为国家标准。

第二层，企业 BIM 标准。水利工程设计、施工、建设管理、运营企业，在 BIM 国家标准、行业标准、地方标准的约束指导下，为实施本单位 BIM 项目制定工作手册或作业指导书。

第三层，企业项目团队针对具体的建设项目制定具有高度项目相关性的项目 BIM 工作原则。

上海水利行业 BIM 标准序列与中国国家 BIM 标准、地方 BIM 标准和相关行业领域间的关系。如图 1 所示。

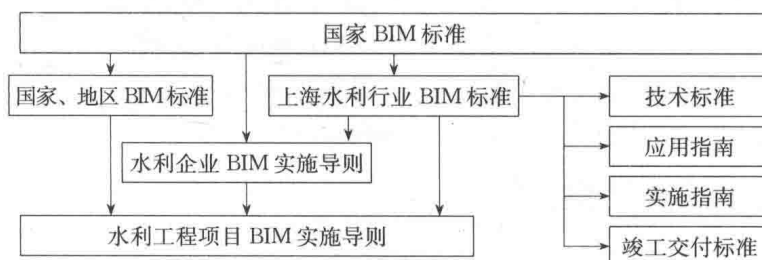


图 1 上海水利行业 BIM 标准体系架构

5.2 总体指导思想

参照国家、上海市已经完成 BIM 标准，根据上海市水利行业特点补充部分内容，完成上海市水利行业 BIM 标准体系。

5.3 标准参照关系

参照国家、上海市已经完成 BIM 标准，根据上海市水利行业特点补充部分内容，完成上海市水利行业 BIM 标准体系（图 2）。

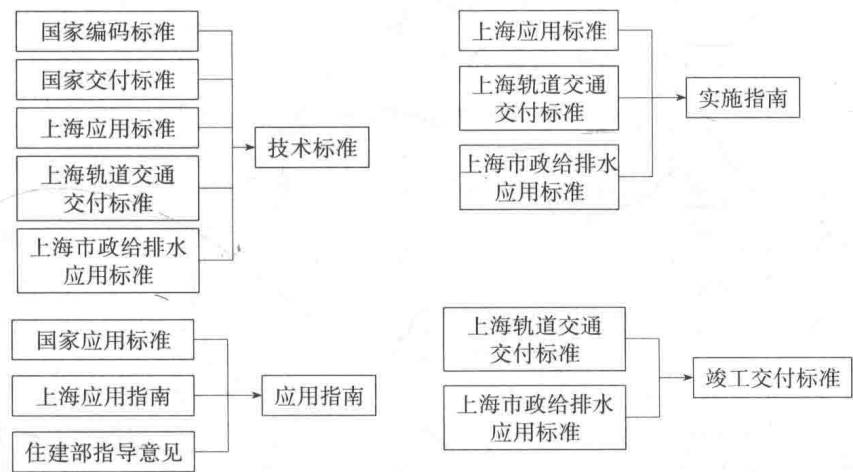


图 2 上海水利行业 BIM 标准体系参照关系

5.4 数据分类与编码

将水利工程中所涉及的对象进行分类，参照国家标准《建筑工程设计信息模型分类和编码标准》中的建筑信息分类编码表。针对水利领域制定并作为信息分类的标准原则使用，贯穿了整个建筑生命周期。

5.5 模型深度等级要求

BIM 几何模型与几何相关的信息按工程项目发展阶段表达为五个深度等级（表 1）。

深度等级表 表 1

深度要求			BIM 应用
L1	模型	具备基本外轮廓形状,粗略的尺寸和形状	1. 概念建模(整体模型) 2. 可行性研究
	信息	包括非几何数据,仅长度、面积、位置	3. 场地建模、场地分析 4. 方案展示、经济分析
L2	模型	近似几何尺寸、形状和方向,能够反映物体本身大致的几何特性。主要外观尺寸不得变更,细部尺寸可调整	1. 初设建模(整体模型) 2. 可视化表达 3. 性能分析、结构分析 4. 初设图纸、工程量统计
	信息	构件宜包含粗略几何尺寸、材质、产品信息	5. 设计概算
L3	模型	物体主要组成部分必须在几何上表述准确,能够反映物体的实际外形,保证不会在施工模拟和碰撞检查中产生错误判断	1. 真实建模(整体模型) 2. 专项报批 3. 管线综合
	信息	构件应包含几何尺寸、材质、产品信息(例如电压、功率)等。模型包含信息量与施工图设计完成时的 CAD 图纸上的信息量应该保持一致。包括所有详图	4. 结构详细分析,配筋 5. 工程量统计、施工招投标
L4	模型	详细的模型实体,最终确定模型尺寸,能够根据该模型进行构件的加工制造	1. 详细建模(局部模型)
	信息	构件除包括几何尺寸、材质、产品信息外,还应附加模型的施工信息,包括生产、运输、安装等方面	2. 施工安装模拟 3. 施工进度模拟
L5	模型	土建设施和各类设备的实际尺寸与位置	1. 养护管理
	信息	水利项目所要求交付的管理信息,可供水利项目运维管理各业务应用	2. 资产管理与统计 3. 设备集成及监控

5.6 协同总体规则

(1) 水利设施在全生命周期内的模型信息创建、编辑与使用方,通常包括业主、政府部门、工程管理方、设计方、施工方、供应商、运维方等。

(2) 模型创建者是创建和维护具体模型,使之到达规定的建模深度的责任方。将模型提供给使用者前模型创建者应对所创建的模型进行质控检查。

6 上海水利行业 BIM 标准体系编制大纲

6.1 《上海水利行业信息模型技术标准》编制大纲 (表 2)

《上海水利行业信息模型技术标准》编制大纲

表 2

编写大纲	编写内容
总则	适用于本市新建、改建、扩建和大修的水利工程,在规划、设计、施工、运维阶段 BIM 技术应用基础标准
基础数据	分类编码(原则、方法,在《竣工交付标准》中具体化) 数据交互(数据传递的格式,在《应用标准》中具体化) 数据交付(数据交付方式,在《应用标准》中具体化)
建模规定	模型体系(构筑物构件分解和命名) 模型和信息深度(模型 5 个等级、信息 5 个等级) 建模方法(正向设计) 构件创建原则(参数规划)
协同设计	工作流程(角色、活动、逻辑、时限设置要求) 协同平台(编辑区、共享区、发布区、归档区功能要求)
信息共享平台	GIS 整合、模型管理、模型服务、项目管理、基础信息服务

6.2 《上海水利行业信息模型应用指南》编制大纲 (表 3)

《上海水利行业信息模型应用指南》编制大纲

表 3

编写大纲	编写内容
概述	适用于本市新建、改建、扩建和大修的水利工程,规范在规划、设计、施工阶段 BIM 技术应用点目标、技术要求、工作流程和交付要求
应用总览	明确适合本市水利行业 BIM 技术应用点目标(区分成熟应用和建议应用)
方案设计阶段应用	规划方案表现、场地分析、方案比选
初步设计阶段应用	管线搬迁道路翻交、场地现状仿真
施工准备阶段应用	大型设备运输路径检查、施工方案模拟
施工实施阶段应用	管线综合与碰撞检查、工程量计算与复核、工程进度模拟
运行维护阶段应用	资产管理与统计、养护管理、运维管理、应急事件处置、设备设施运行监控

6.3 《上海水利行业信息模型实施指南》编制大纲 (表 4)

《上海水利行业信息模型实施指南》编制大纲

表 4

编写大纲	编写内容
概述	适用于本市新建、改建、扩建和大修的水利工程,在规划、设计、施工阶段 BIM 技术实施过程管理
组织架构	管理组织(业主、总体实施单位,各实施参与单位工作职责) 应用规划(总体实施方案,实施应用点、实施进度、实施流程)
模型管理	模型命名、构件命名、系统命名
协同管理	子模型划分和分工、坐标和高程系、单位与度量、建模协同流程和平台
过程控制	成果交付及验证流程、模型责任方和验收标准、模型版本管控机制、沟通方式、文件传递方式、实施过程记录内容方式,模型成果的所有权和使用权