

基于 BIM 的工程管理专业毕业设计改革

——以重庆大学为例

李世蓉¹ 吴承科 李 骁

(重庆大学, 重庆 400045)

【摘要】：参考国内外 BIM 教育改革与创新措施，分析国内现行 BIM 毕业设计模式的不足，并以重庆大学 BIM 毕业设计为案例，提出通过 BIM 数字化招投标将 BIM 应用与标书编制相结合，以重视沟通协同、深化 BIM 应用、强调全过程、跨专业学习为特点的毕业设计新模式，为国内高校 BIM 毕业设计改革提供建议。

【关键词】：BIM；毕业设计；工程管理；改革建议

【中图分类号】：F407.9 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1672-2442(2016)08-0057-05

DOI: 10.19298/j.cnki.1672-2442.201608057

1 引 言

缺乏专业人才现已成为阻碍国内 BIM 发展的重要原因^[1]。因此，高校相关专业（如工程管理、建筑设计等）有必要将 BIM 引入到其教学体系中，实现 BIM 的教育培训和 BIM 人才的量级突破。除满足行业需求外，BIM 同样有利于学生对专业知识的吸收。与其他专业相比，工程管理专业除要求掌握专业基础知识外，更强调沟通、协调、控制及与实践结合的能力^[2]。BIM 的仿真性和协作性在一定程度上克服了书本的局限性，在模拟工程中使学生的上述能力得到锻炼，还可实现高效的跨专业学习，与工程管理专业的教学要求与目的高度匹配。综上，在工程管理专业引入 BIM 意义重大。

BIM 教育体系包括理论教学和技能训练，其输出的人才可分为 BIM 经理、模型生产工程师、专业分析工程师等。由于我国现有教学体系下没有系统性增设 BIM 课程，国内高校 BIM 课程局限于理论教学和个别软件操作，缺乏结合理论与实践的综合性 BIM 应用练习。此外，国内高校课程严格按院系划分，对 BIM 的教学被限制于特定学科（建筑设计、土木工程等），难以进行跨专业协同学习。因此，国内 BIM 教育主要培养各专业的模型生产人员，导致熟练掌握多项 BIM 分析功能，并能与其他专业高效协同作业的 BIM 人才稀缺。

毕业设计安排在本科最后一学期，学生时间充裕，且在毕业设计中植入 BIM 无需大规模改动现有工程管理教学体系。因此本文认为开展基于 BIM 的毕业设计是国内高校工程管理专业推行 BIM 教学改革的适宜方式。但国内研究大多关注 BIM 课程引进，缺少对毕业设计的针对性讨论；虽然国外已有多所高校开展基于 BIM 的课程或毕业设计^[2, 3]，但其内容与国内工程管理专业的教学要求不符，不能照搬。BIM 数字化招投标在 BIM 应用相对成熟的国家发展迅速。该模式下设计单位向业主提交 BIM 模型和 IFC 文件，业主以模型为基础编制招标文件交予投标人^[4]。BIM 数字化招投标已被认为是未来采购模式的趋势，本着拓宽学生眼界，

¹收稿日期：2016-05-18

作者简介：李世蓉，女，生于 1957 年，重庆人，教授，研究方向：房地产经济。

激发学生创造力和求知欲的出发点，应在教学体系中适当引入。为此，本文基于国内外研究，以重庆大学 BIM 毕业设计为案例，结合 BIM 数字招投标模式，提出国内工程管理专业毕业设计的改革意见。

2 国内外 BIM 毕业设计模式

国外高校大多要求学生组队完成“综合设计项目”。这类项目按 BIM 模型的形成方式，可分为直接利用 BIM 设计建筑模型，基于竣工图修改后建模，参照竣工图翻模，以及三者结合四类，如表 1 所示。

表1 国外高校BIM综合设计项目开设情况

	代表高校	建模对象
使用BIM直接设计建筑	宾西法尼亚州立大学(美国) 塞得港大学(埃及)	多项目选题 开罗商业公园写字楼
基于竣工图纸修改后建模	费瑞斯州立大学(美国)	演讲和综合表演大厅
	新南威尔士大学(澳大利亚)	老年公寓及社区活动中心
	内布拉斯加大学林肯分校(美国) 蒙大拿州立大学(美国) 怀俄明州立大学(美国)	内布拉斯表演艺术中心(三校合作)
	奥本大学(美国)	小型商业中心
基于竣工图纸翻模	新加坡国立大学(新加坡)	设计与环境学院教学楼
三者结合模式		

无论采用何种形式，国外高校综合项目在建模对象的选择上，均倾向于体量不大，但具有一定复杂程度及特殊功能需求的建筑，体现 BIM 在复杂工程设计、施工中的优势。整个项目过程中，3D 建模作为基础工作，为分析提供依据。分析又分为所有建筑均必需的工程量提取、进度模拟、碰撞检查、能耗分析等基本项目；由建模对象功能要求决定的声光学分析、防灾逃生模拟等特殊项。新加坡国立大学 BIM 综合设计结合了这三种模式，涵盖内容丰富，操作模式较成熟，且有完善资料，具有一定代表性和概括性，其框架见图 1。

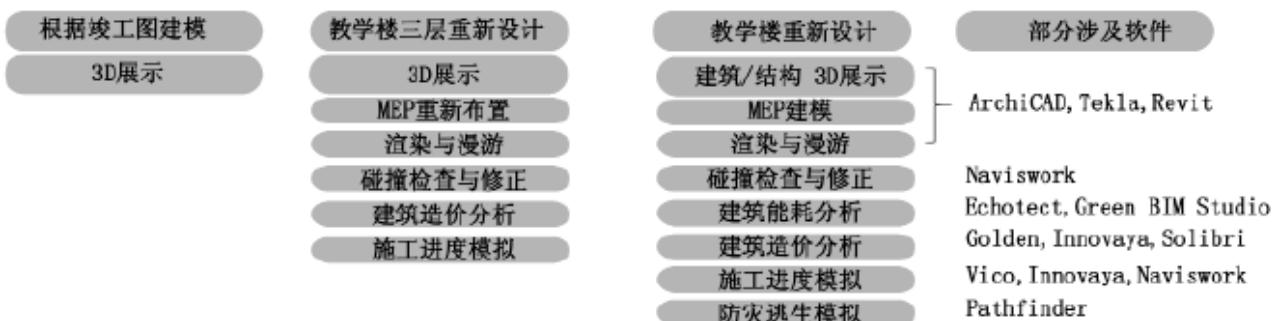


图1 国外高校BIM综合项目典型框架

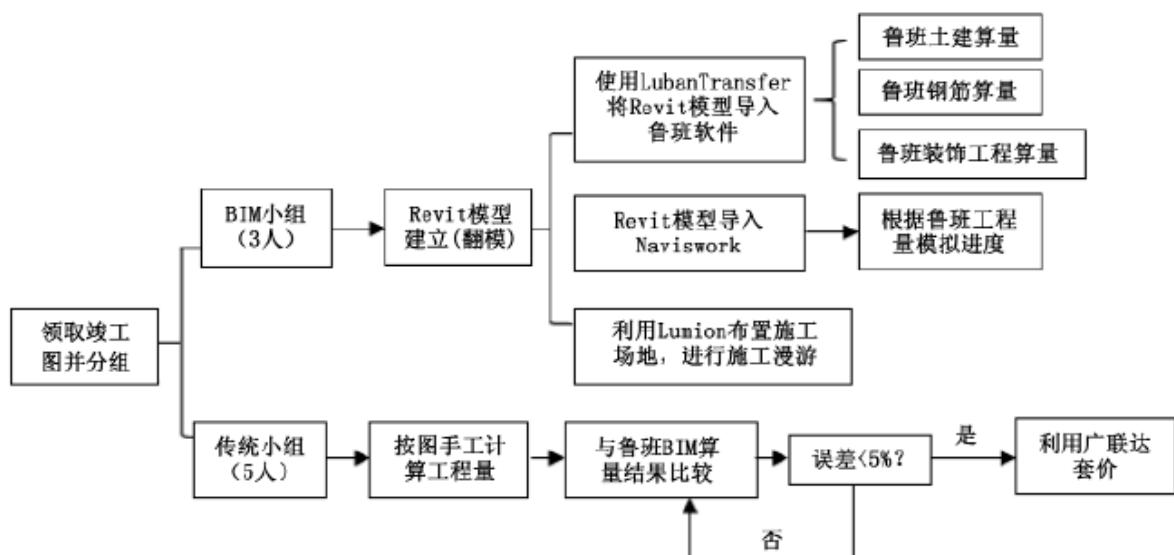
国外高校 BIM 综合项目另一显著特征是协同程度高，体现在：1) 跨专业协作，BIM 课程向多院系开放，建筑、结构、工程管理等不同专业的学生共同参与。2) 校际合作，部分高校发挥各自教学优势，组织学生共同完成一项 BIM 设计任务。3) 小组内部协作，小组制定 BIM 执行计划，为每名参与者详细分工，如 BIM 经理、建模人员、模型分析人员、模型管理人员等。项目进展过程中需记录基于模型的每次协调过程以及引起的模型变更，作为重要考核指标。相对而言，国内仅个别高校开展 BIM 毕业设计试点，且多属建筑、结构专业。如延安大学土木工程 BIM 毕业设计，要求使用 PKPM 和 SATWE8 等 BIM 软件进行结构分析^[5]；东南大学和哈尔滨工业大学 BIM 毕业设计涉及建筑、土木与工程管理专业，要求完成建筑设计、结构分析、工程算量和智能出图等任务^[6]；天津大学和重庆大学在工程管理专业引入 BIM 课程设计，要求基于 BIM 完成进度计划、施工平面布置等^[7]。但总体

而言，国内在工程管理专业开展 BIM 毕业设计的高校较少。重庆大学是率先进行该类试点的高校，其经验有较高参考价值。因此，本文以重庆大学工程管理 BIM 毕业设计为案例进行分析，并提出改进建议。

3 国内外工程管理专业 BIM 毕业设计比较分析

3.1 重庆大学现行 BIM 毕业设计

重庆大学工程管理专业传统毕业设计以招投标为核心，要求学生编制施工组织设计，完成技术标；参考合同范本完成商务标；参考工程量与造价定额，完成经济标。而现行 BIM 毕业设计试点以一栋 3 层食堂建筑为对象，将学生分为传统小组和 BIM 小组，在植入 BIM 的同时要求学生对比 BIM 与传统模式，其 BIM 的应用流程见图 2。



需注意的是，现行 BIM 毕业设计并不改变传统毕业设计要求，学生虽然应用 BIM，但最终提交的标书成果却需按照传统图纸计算作为依据编制。

连续两届引入 BIM 后，试点取得初步成果。建模方面，主要使用 Revit 系列软件，学生除基本建模技术外，进一步学习了 Revit 族编辑、模型渲染、模型漫游等技巧，模型可视化效果和精细化程度均达到较高水平。用模能力体现在工程量计量和进度模拟中。学生将 Revit 模型导入鲁班软件，自动提取工程量，避免重复手工计算。进度模拟在工程量提取完成后，采用 Naviswork 进行，主要任务包括虚拟施工、进度计划输出以及资源的合理调配。同时，通过小组间相互检查、分析对比 BIM 与传统人工算量并纠正偏差这一环节，使传统小组对 BIM 工作模式的高效实用有所认识；同时也使 BIM 小组意识到软件存在的缺陷（如工程量计算规则与教材不符，材料库不能充分涵盖工程所用建材等方面）。

3.2 现行 BIM 毕业设计优劣势分析

比较国外高校 BIM 综合设计项目与重庆大学的 BIM 毕业设计发现，前者完全基于 BIM 模型，放弃人工算量等传统方式，后者则在对比传统与 BIM 模式的基础上进行；前者涵盖多项 BIM 功能，后者集中于个别 BIM 应用；前者强调沟通协作，提交小组成果，后者强调独立工作，提交个人成果。两者各有优缺点，国内的 BIM 毕业设计不能照搬国外高校模式，见表 2。

表2 国外高校BIM综合项目与重庆大学BIM毕业设计优缺点比较

	优点	缺点
重庆大学 毕业设计	对比传统与基于BIM的工程管理模式，使学生感受BIM的实用、精确的同时认识到软件功能上的不足，且对工程量提取这一BIM功能理解较深，掌握较好 在引入BIM的同时要求编制标书，无需改变传统毕业设计模式 建模对象结构简单，工作量适中，学生压力小	BIM功能局限于施工阶段软件使用上，诸多设计分析优化功能被忽略 传统小组与BIM小组之间交流少；学生独立根据前期工作成果编制标书，组内部协同少，不能体现BIM协同工作的本质 缺乏为专门开设的必要课程，教师和业界BIM专业人士等资源未能充分利用 BIM的应用要求并未在标书编制中体现，学生无法将BIM和工程管理专业教学目的有机联系，易视建模工作为额外负担
国外BIM 综合项目	强调分工协作，小组成员交流频繁，充分体现BIM协同作业要求 BIM覆盖范围广，使学生全面了解多种BIM软件的运用 涉及多专业知识，增强学生跨专业学习与自学能力 课程设计与教学衔接紧密，教师资源得以充分利用，理论知识及时巩固	成果由小组为单位提交，容易出现“搭便车者” 教学要求与国内要求学生掌握标书编制的目标不符 放弃传统模式，不能让学生感受BIM与传统工程管理的区别 强度大、时间紧，学生压力大

基于以上分析，重庆大学工程管理专业毕业设计最大的问题是：1) 参与学生缺乏协作交流；2) BIM功能过于局限；3) BIM的运用和三大标书的编制割裂。因此，可参考新加坡国立大学BIM课程设计及BIM数字化招投标模式改进现行毕业设计，使其既符合国内工程管理专业教学目的，又较充分体现BIM特色。

4 工程管理BIM毕业设计改革建议

根据毕业设计的时间进度，BIM毕业设计改革需从以下三个阶段分别考虑（参见图3）。

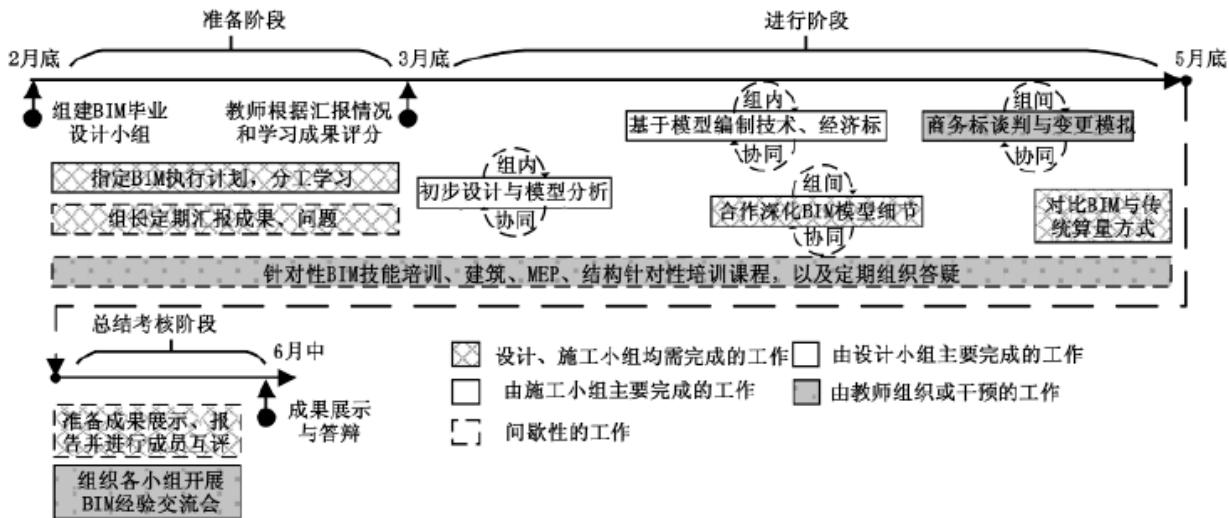


图3 BIM毕业设计流程

4.1 准备阶段

主要工作是形成小组并储备必要的BIM知识与技能。首先，将学生按10~12人分组，再细分为设计小组和施工小组。教师则作为“业主”评审双方提交的BIM模型与分析报告。该阶段主要成果是BIM执行计划。各小组需在计划中确定拟采用的BIM平台与软件；根据项目特征与“业主”要求选择合适的BIM功能；针对所需功能安排人员分工；并制定数据交换规则、协同作业流程、变更管理流程、模型构件命名规则等工作制度。另外，由于BIM应用的覆盖范围扩展到项目设计阶段，需掌握的BIM

功能增多，因此，一方面将准备阶段启动时间提前一个月，以学生分工学习，组长定期提交检查报告，教师评分的方式，督促学生自学。另一方面，教师自身或邀请 BIM 专业人士穿插开设相关课程教学与答疑。

4.2 进行阶段

为保证所有学生均能将 BIM 技术与三大标书的编制有机结合，建议模仿 DB 模式，即设计与投标小组组成联合体向业主投标。设计小组先行开展工作，完成基于 BIM 的建筑设计和前期分析（能耗、日照、朝向等）。施工小组随后介入，按照设计小组提供的 BIM 模型和数据计算工程量和造价，布置施工平面，确定进度计划，与设计小组协同作业，编制经济标和技术标初稿。之后“业主”与两小组模拟商务标谈判，强制实行部分工程变更，以模拟招投标双方基于 BIM 的协调过程，并及时修订标书、模型中相应内容，完善经济标和技术标。随后三方参照 AIAE202 与 ConsensusDOC301 等国际上用于 BIM 电子化投标的合同范本、指南，对国内施工合同范本专用条款适当调整，将 BIM 列入合同要求，规定各方项目后续阶段使用模型时的权利义务，编制双方共同认可的合同商务标。该阶段，教师必须强调各小组使用 BIM 模型进行协同的重要性，除建模准确性与功能分析的正确性外，教师应要求各组严格记录反映协同水平的过程文件，如 BIM 模型用模记录、变更流程记录、协调过程纪要等；并检查小组实际作业与其提交的 BIM 执行计划的一致性，作为考核依据。标书定稿后，还应要求每位同学选择项目的一部分模型（单层柱、单层梁等）导出图纸，按照传统方法进行手工算量、套价、编制进度计划，与 BIM 所得结果对比，提交结果分析与修正报告，使学生体会两种工作模式的特点。

4.3 总结考核阶段

此阶段一是指导教师应组织两小组进行内部交流，让使用不同 BIM 功能的同学借此机会进一步交流，教师也能更了解每个学生的参与情况与对 BIM 的掌握度。二是小组准备最终成果展示，由教师安排具有 BIM 专业知识的教师团队答辩。教师综合前两阶段的提交成果、答辩结果、小组互评结果给出每位同学成绩（参见表 3）。

表3 各阶段成果提交要求

	准备阶段	进行阶段	总结考核阶段
个人成果	每周学习报告	BIM 与传统工作模式对比分析报告	成员互评表、总结分享会心得汇报
小组成果 设计小组 BIM 执行计划； 投标小组 BIM 执行计划		设计小组提交： BIM 初步设计模型； 各项 BIM 功能分析报告，如能耗、日照、声学、空气流动等； 组内协同记录，如建筑、结构与 MEP 专业的碰撞检测协同	最终成果展示 PPT
		施工小组提交 工程量清单； 进度计划及虚拟施工方案； 施工平面布置； 经济标、技术标初稿 组内协同记录，如资源配置协同等	
		两组共同提交：经济标、技术标、商务标 组间协同工作记录报告，如细化模型过程中的碰撞检测协同、 变更记录； 可用于指导施工、运营的详细模型及相应施工文件，如漫游、灾害逃生模拟等	

5 结语

本文以重庆大学为例，对其工程管理专业现行 BIM 毕业设计进行分析，参考国外高校模式，提出了国内相关专业实行 BIM 毕业设计改革的方案。推行该模式在实践中还需注意以下几点：1) 建模选取合适。BIM 毕业设计任务重，内容新，且处于试点阶段，因此应选择体量小，结构简单的项目，但又能体现 BIM 应用特点的项目。

-
- 2) 完善考核机制。虽然最终成绩的组成应综合各阶段提交成果，但每部分权重设置还需仔细考虑。
 - 3) 提高教师参与度与积极性。教师要安排专业课程和定期答疑，同时应在小组协同、模拟谈判、修改合同标书等过程中进行干预，积极提供指导。最后，教师还需提高对毕业设计进度与学生表现的监控频率，如组织周会等，保证公平的考核结果。
 - 4) 由于涉及的 BIM 软件数量增加，软件的搭配、调试与采购成本也应予以重视。学院方应就以上问题，邀请教师与 BIM 专业人士进行讨论，制定合理有效的毕业设计制度，以保证毕业设计的顺利开展。

参考文献

- [1] 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 (1) .
- [2] 张尚, 任宏. BIM 的工程管理教学改革问题研究 (一) —— 基于美国高校的 BIM 教育分析 [J]. 建筑经济, 2015 (1) .
- [3] 张尚, 任宏. BIM 的工程管理教学改革问题研究 (二) ——BIM 教学改革的作用、规划与建议 [J]. 建筑经济, 2015 (2) .
- [4] Liu T HsiehT. BIM - based government procurement system the likely development in Taiwan [C]. Proceedings of the28thISARC, 2011.
- [5] 朱红光, 易成, 王鹤, 等. BIM 技术在土建专业教学中的应用现状及建议 [J]. 教育教学论坛, 2015 (44) .
- [6] 徐欢, 陈明玥. 毕业设计中 BIM 技术应用和教学初探 [C]. 全国建筑院系建筑数字技术教学研讨会论文集, 2013.
- [7] 钟炜, 张馨文, 姜腾腾. BIM 仿真在工程项目管理课程教学改革中的应用研究 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2013 (6) .