

The Application of BIM for Wu Qi Museum

Rui He¹, Dai Gao¹, Kunmao Du², Xuyang Wang², Bisheng Bao², Lijia Fan³

¹Department of Engineering Graphics, Electromechanical Institute, Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang

²School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang

³School of Municipal Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang

Email: hit_herui@sina.com

Received: Nov. 5th, 2015; accepted: Jan. 23rd, 2016; published: Jan. 29th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Recent advances in Building Information Modeling (BIM) have disseminated the utilization in the construction industry. The BIM course has carried out in writers' university. Outstanding students are selected to take part in the project of national training programs of innovation and entrepreneurship for undergraduates. Building information models of architecture, structure and MEP for Wu Qi Museum in Shanxi province are established. The roaming of indoor and outdoor, collision test report, and 4D simulation of construction work are completed. The model of universities providing corresponding support for the BIM industry is explored.

Keywords

BIM (Building Information Modeling), MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) Design, Collision Test, 4D Construction Simulation, BIM Promotion

吴起博物馆BIM应用实践

何蕊¹, 高岱¹, 杜昆懋², 王旭阳², 包必生², 范丽佳³

¹哈尔滨工业大学, 机电学院, 工程图学部, 黑龙江 哈尔滨

²哈尔滨工业大学, 土木学院, 黑龙江 哈尔滨

³哈尔滨工业大学, 市政学院, 黑龙江 哈尔滨

Email: hit_herui@sina.com

收稿日期: 2015年11月5日; 录用日期: 2016年1月23日; 发布日期: 2016年1月29日

摘要

针对建筑行业新兴的BIM技术，我单位开展了高等院校BIM课程。并选拔优秀学生组成创新创业训练团队，针对陕西吴起博物馆项目，完成了BIM信息模型的建立流程，并给出了包含建筑、结构、管综的全专业BIM模型。在构建信息模基础上还完成了室内外漫游、碰撞检验报告书和四维施工模拟等工作。基于项目的学习使学生们对BIM的实践流程有了更深入的体会，为进入BIM行业打下了良好的基础，同时也对对高等院校为BIM行业人才提供相应支持的模式做出了有益探索。

关键词

BIM (Building Information Modeling), MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing)设计, 碰撞检验, 四维施工模拟, BIM推广

1. 概述

1.1. BIM 简介

BIM (Building Information Modeling)是建筑行业近几年兴起的一种新技术，它用一个涵盖了一个项目从设计施工到运维的三维虚拟模型，推进了建筑业全专业协同合作的进程。建筑过程各专业都能从 BIM 技术中发掘出传统的二维设计没有的优点，在欧美日韩等国家很快得到了应用[1]。我国北上广等地区也纷纷建立了 BIM 研究所，在实际项目的摸索中取得了宝贵的经验并正在向其他地区辐射[2]。

BIM 在设计过程中将传统的二维设计转换到三维平台。这个过程改变了传统协同设计的困难，让各专业设计师之间的沟通更趋完善，减少设计错误提高出图质量，具有可视化，协调性，模拟性，优化性和可出图性五大特点。

现阶段，我国的建筑设计大部分还采取分类、分段、分部进行的专业设计思路，这导致了很多不同专业如结构，水暖，电力等方面的冲突及不协调。而 BIM 可以进行四维模拟实际施工，以便于在早期设计阶段就发现后期真正施工阶段所会出现的各种问题，来提前处理，提高效率，降低成本。

1.2. BIM 的国外应用现状

自 2002 年以来，BIM 已经在许多发达国家有了长足发展。美国是较早启动建筑业信息化研究的国家，发展至今，BIM 研究与应用都走在世界前列。且存在各种 BIM 协会，也出台了各种 BIM 标准。2012 年工程建设行业采用 BIM 的比例从 2007 年的 28% 增长至 2009 年的 49% 直至 2012 年的 71%。其中 74% 的承包商已经在实施 BIM 了，超过了建筑师(70%)及机电工程师(67%)。

比如：HOK 公司、GHAFARI 公司两家著名的设计企业不约而同的在 BIM 实施策略上采取了一个关键的步骤，即创建了一个被称为高级技术组(ATG, Advanced Technologies Group)的独立机构，ATG 以一个单一的全球支持团队，在所有事务所部署统一的全球技术设施，这种集中的技术方案，不仅使技术部署更有效、高效，还可以使所有事务所具有某种程度的一致性和标准化[3]。

1.3. BIM 的国内应用现状

近年来，中国也在积极推广 BIM 的应用体系，并且积极建立中国 BIM 标准体系，“十二五”计划也将 BIM 的推广纳入中国建筑行业发展计划，中国建筑设计研究院等设计院等国内设计院及研究所对中国的 BIM 系统推广做了很多努力。

由于新技术推行导致大量专业人员的缺口，大量设计院成立的 BIM 项目组对人才的急切需求，高等院校应做好基础教育，为 BIM 的人才输送提供支持。

BIM 体系因其强大的优点势必在中国得到广泛的应用，目前中国 BIM 技术存在很多技术难点，作为高等院校，有责任为 BIM 中国化作出自己应尽的努力。

2. BIM 实践项目

我单位认识到 BIM 技术的普及应用成为建筑信息化时代发展的重要标志，开设了 BIM 课程以应对社会对建筑信息化人才的需求，并在课程设计环节选拔优秀学生参与 BIM 实践项目。

吴起县位于陕西省西北部的黄土高原丘陵沟壑区，在建的吴起博物馆座落于县城中心，建筑面积 3980 平方米，计划总投资 1300.8 万元。吴起博物馆背靠胜利山，南临胜利山纪念广场，主要用于县内历代文物的展藏。

吴起博物馆整套设计方案由陕西土木石建筑事务所完成，并授权作者团队完成其 BIM 实现。

3. 陕西吴起博物馆 BIM 项目的实现

土木石建筑设计院授权哈工大工程图学部对吴起博物馆项目做相关的 BIM 建模及研究。本 BIM 研究中心人员完成了吴起博物馆 BIM 模型的以下几项内容。

3.1. 建筑模型的搭建

跟国内很多事务所 BIM 设计流程相同，吴起博物馆的设计也并没有达到完全的 3D 设计，而是由 CAD 完成平面、立面、剖面及各局部设计图样，这也说明中国的 BIM 推进仍然缺少相关的技术人员。

哈工大 BIM 中心工作人员根据土木石事务所提供的 CAD 二维图纸用 Revit Architecture 软件完成了 BIM 建筑模型的搭建，并给出了室内装修及室内外漫游动画。建模后的建筑效果见图 1。

3.2. 结构模型的搭建

在进行 Revit Structure 结构建模时，需要对各个构件进行配筋。由于市场上尚无关于平法施工图与 Revit Structure 接口的软件，而可供选择的具有配筋功能的插件功能也并不齐全，因此我们决定利用基于 Revit Structure 的速博插件进行梁纵筋和箍筋的绘制，部分纵筋和腰筋则利用 Revit Structure 自带绘制功能进行绘制。模型配筋工作量巨大。但是为了后期算量的准确度，工作人员还是选择完成全部配筋。

吴起博物馆的结构模型见图 2。

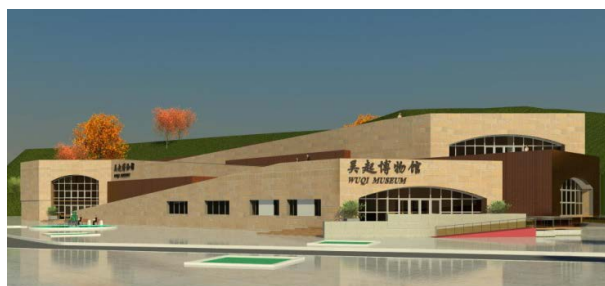
3.3. 管综模型的搭建

管线综合(MEP)是对施工设计实践操作能力要求很高的一项设计任务，我团队在充分学习机、电、风、水等管线布局的国家标准与行业规范基础上，对于所设计的管综模型过程，咨询了经验丰富的建筑设计及施工单位人员。在充分考虑了管道的保温需求、支架与吊架的安装，安装与检修的空间等施工实践需求后，最终用 Revit MEP 软件进行了项目管线综合模型的搭建。

本项目管线综合模型见图 3。

3.4. 碰撞检查

美国斯坦福大学整合设施工程中心在总结 BIM 技术价值时发现，使用 BIM 技术可以消除 40% 的预算外变更，通过及早发现和解决冲突可降低 10% 合同价格。消除变更与返工的主要手段就是 BIM 的碰撞检查。本项目应用 Autodesk Navisworks 软件进行了吴起博物馆结构主体模型与暖通管道模型之间的碰撞检查[4]。

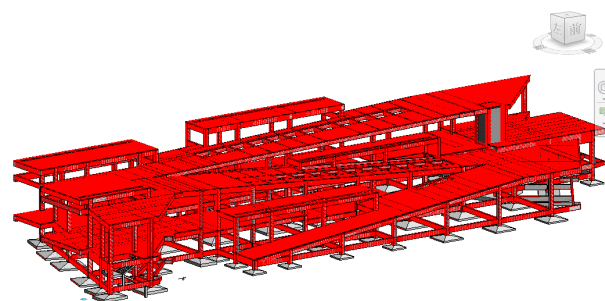


(a)

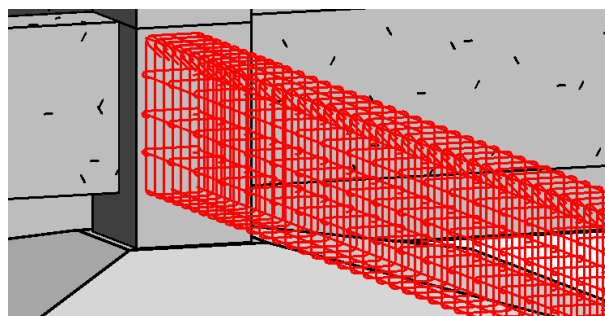


(b)

Figure 1. BIM architecture models of Wu Qi Museum. (a) Architecture model (external); (b) architecture model (internal)
图 1. 吴起博物馆 BIM 建筑模型。(a) 建筑模型；(b) 室内效果



(a)



(b)

Figure 2. BIM structure models of Wu Qi Museum. (a) Structure model; (b) partial reinforcement map
图 2. 吴起博物馆 BIM 结构模型。(a) 结构模型；(b) 配筋图局部

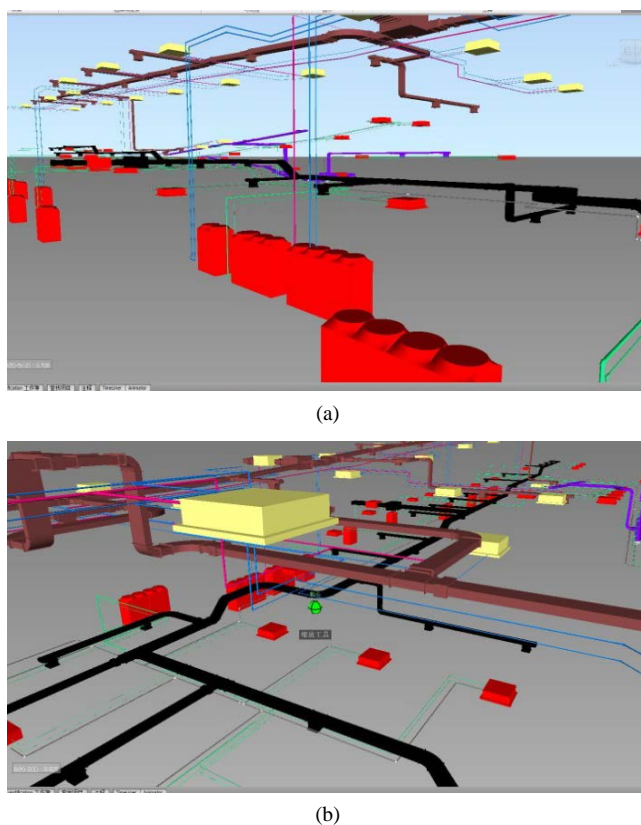


Figure 3. BIM MEP models of Wu Qi Museum. (a) NO. 1 MEP model; (b) NO. 2 MEP model

图 3. 吴起博物馆 BIM 管综模型。(a) 管线综模型 1; (b) 管线综合模型 2

首先检测了所有管线自身的碰撞问题。发现不存在碰撞问题。在进行结构主体与管线碰撞时，发现了较多碰撞。主要是通风管道与结构的碰撞问题。绿色部分表示出现碰撞的风管，红色表示梁板。没有冲突的构件只用轮廓线勾勒出。碰撞示意图及本次碰撞导出的报告局部如图 4。

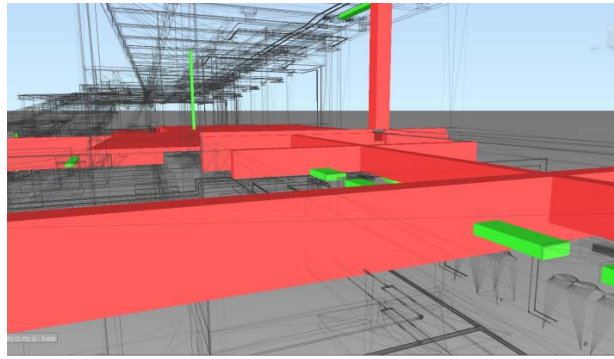
3.5. 四维施工进度模拟

在建模初期对项目施工阶段进行了设定，并对于不同施工时期的场地，将不同类别，不同施工段的结构构件，建筑模型等进行细分。然后将各工序依照建造时间先后的关系，分配调整每个任务所对应的时间。最后对于进度模拟需要展示的部分制作成以时间轴与空间轴相结合的动画模拟视频，即四维施工模拟视频。该施工模拟视频可以将建筑物从挖基坑阶段到完成阶段的施工进度进行直观的进行展示，对于工程的各阶段形态进行预演。

本项目中四维施工模拟在时间历程上各阶段到截图见图 5。

3.6. 施工图纸出图

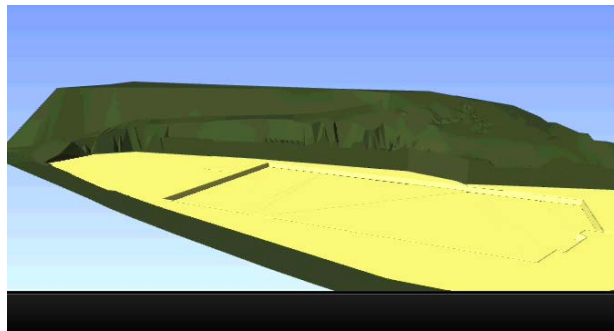
BIM 建模后生成的三维模型可以方便地生成目前行业内主流的二维施工图，并且施工图纸的修改也是随着三维模型的更改而自动更改的。这些二维施工图可直接应用于核算成本、提交主管部门审查和指导施工。本项目导出了部分 DWG 格式的二维施工图，并可继续在 CAD 软件中修订。部分相关专业图纸见图 6。



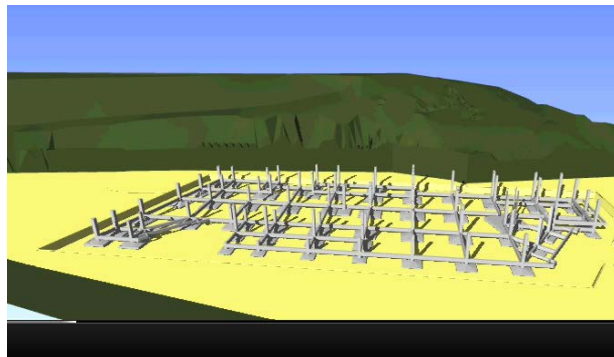
碰撞图
Collision test map

图像	碰撞名称	状态	距离	网格位置	说明	找到日期	碰撞点
	碰撞1	活动	-0.54E-12	5.200	硬碰撞	2015/4/14 08:18.26	x:114.32, y:50.34, z:5.20
	碰撞2	活动	-0.32E-14	4.800	硬碰撞	2015/4/14 08:18.26	x:135.28, y:50.69, z:5.03
	碰撞3	活动	-0.20E-13	4.800	硬碰撞	2015/4/14 08:18.26	x:126.28, y:51.05, z:4.96

Figure 4. Collision test map and report of Wu Qi Museum's structure and MEP
图 4. 吴起博物馆结构与管综碰撞示意图及报告



(a)



(b)



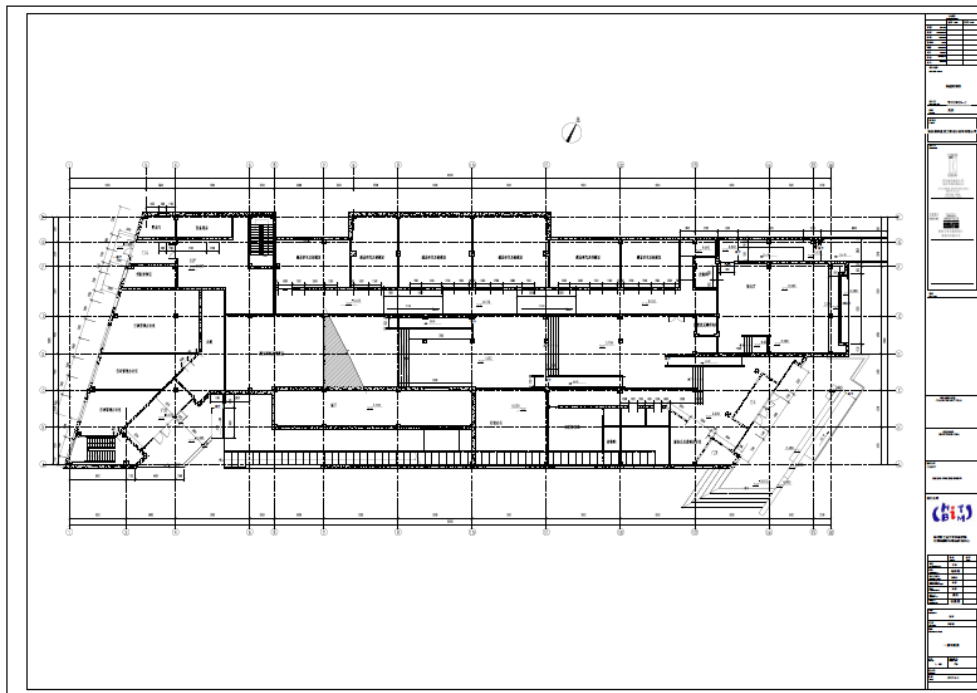
(c)



(d)

Figure 5. Four dimensional construction simulation progress. (a) Base construction; (b) main structure construction; (c) completion of main structure; (d) roofing and decoration engineering construction

图 5. 四维施工模拟进度截图。(a) 基础工程施工; (b) 主体结构工程施工; (c) 主体结构工程施工完工状态; (d) 屋面与装饰工程的施工



(a)

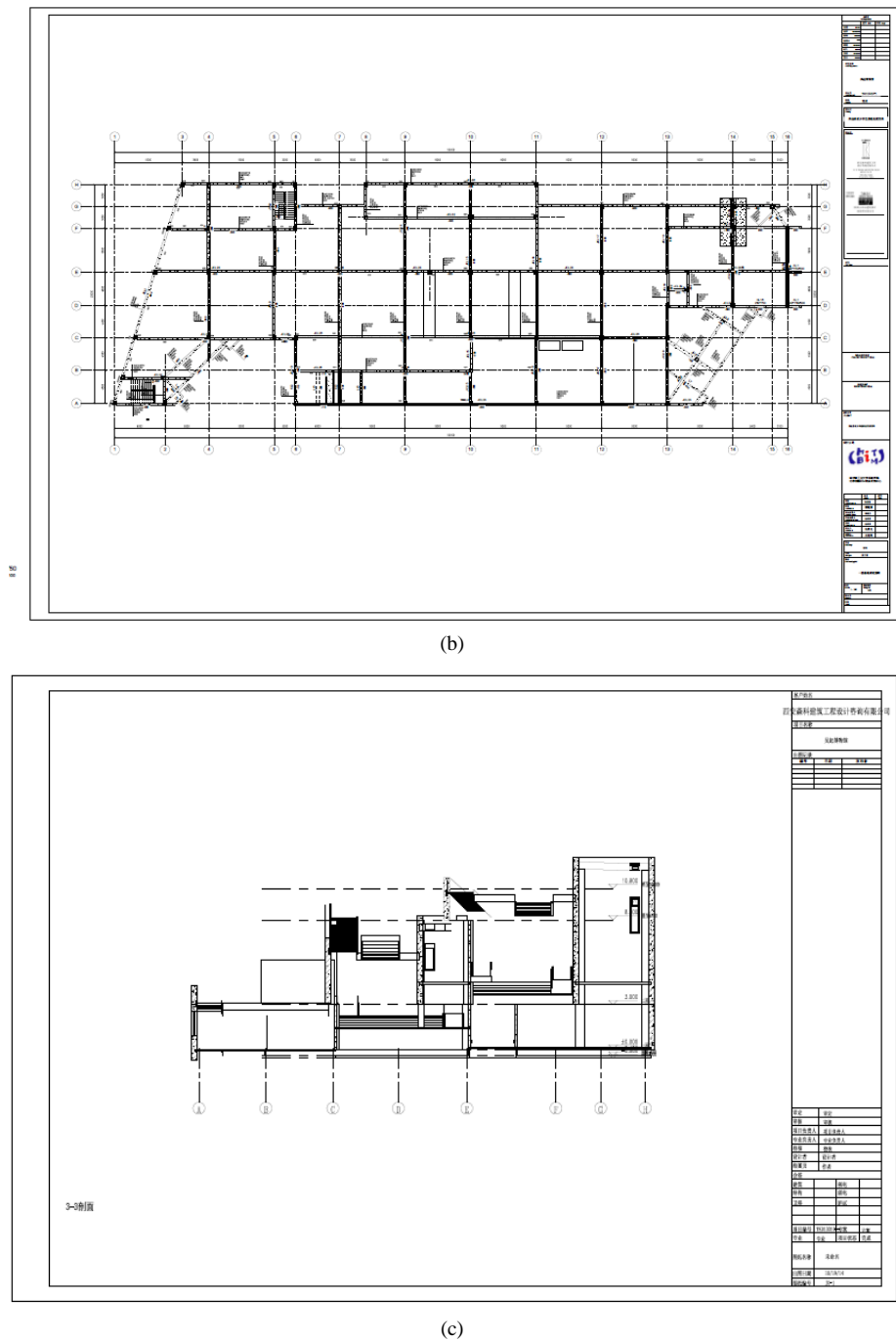


Figure 6. Working drawings. (a) First floor plan; (b) first floor base reinforcement drawing; (c) 3-3 sectional view
图 6. 施工图纸。(a) 一层平面图；(b) 一层基础配筋图；(c) 3-3 剖面图

3.7. 材料明细表

明细表是工程施工过程中作为材料统计的一种方法。本项目将 BIM 模型整合分析后，导出了主体结构中的钢筋明细表、结构框架明细表、结构基础明细表和结构区域钢筋明细表，这些明细表对于工程预算、施工进度安排、工程进度跟踪有着重要的意义。部分材料明细表见表 1~3。

Table 1. Partial structure frame list

表 1. 结构框架明细表局部

族与类型	参照标高	体积	估计的钢筋体积	长度
混凝土-矩形梁: JCL26	基础梁顶标高	0.53 m ³	12,033.37 cm ³	3000
混凝土-矩形梁: JCL28	基础梁顶标高	3.21 m ³	50,731.00 cm ³	16,360

Table 2. Partial structure base list

表 2. 结构基础明细表局部

体积	估计的钢筋体积	宽度	底部高程	族与类型	结构材质	长度	面积
13.83 m ³	88,614.68 cm ³	5200	-2100	独立基础-坡形截面: DJ-01	混凝土, 现场浇注 - C30	5200	58 m ²
11.39 m ³	72,277.85 cm ³	4800	-2100	独立基础-坡形截面: DJ-02	混凝土, 现场浇注 - C30	4800	49 m ²

Table 3. Partial reinforcement list

表 3. 钢筋明细表局部

族与类型	数量	材质	总钢筋长度	钢筋体积	钢筋直径	钢筋长度	间距
钢筋: 12 HRB400	39	钢筋 - HRB400	105,300 mm	11,909.15 cm ³	12 mm	2700 mm	100
钢筋: 12 HRB400	27	钢筋 - HRB400	105,300 mm	11,909.15 cm ³	12 mm	3900 mm	100
钢筋: 14 HRB400	40	钢筋 - HRB400	188,000 mm	28,940.35 cm ³	14 mm	4700 mm	120

4. 结论

吴起博物馆的 BIM 应用是一个实践项目, 在该项目的实施过程中, 结合国家标准、行业规范、工程经验对所学到的专业技能进行了实际演练, 并获得了项目设计单位的认可, 对 BIM 教学改革探索进行了有益的尝试。

BIM 技术具有高效、低成本、全专业数据共享等优点, 可创建于建筑设计阶段并作用于建筑的全生命周期中的各环节, 这些优势使得 BIM 的引入必将给中国建筑行业带来技术性的变革。

在大数据时代下, BIM 模型在建筑全生命周期的应用将越来越普及。相信更多的建筑设计, 施工, 运维单位会感受到 BIM 的魅力, 并转向 BIM 技术的使用。在高校中设立 BIM 专业课程正是对日趋火热的 BIM 技术专业人才培养方式的一种探索, 并通过对真实项目的设计对学生的实践能力进行培养, 对理论教学与实际操作的结合进行了有益的尝试。目前, 中国的 BIM 应用范围还比较局限于北上广等经济与科技发达地区, 其他地区很多还在起步阶段, 高等院校应结合自身的技术优势, 为 BIM 推广做出有益的贡献。

致 谢

本项目是在黑龙江省高等院校教育教学改革项目(JG2014010691)和哈尔滨工业大学青年教师教学改革项目(HIT20140105), 全国大学生创业创新训练计划(2014S34147)的共同支持下完成的。

基金项目

黑龙江省高等教育教学改革项目(JG2014010691), 哈尔滨工业大学青年教师教学改革项目(HIT20140105), 全国大学生创新创业训练计划项目(2014S34147)。

参考文献 (References)

- [1] Ghosh, A. and Chasey, A. (2013) Structuring Data Needs for Effective Integration of Building Information Modeling (BIM) with Healthcare Facilities management//ISEC 2013-7th International Structural Engineering and Construction Conference. 美国, 美国混凝土协会, 1471-1476.
- [2] 刘占省, 赵明, 徐瑞龙. BIM 技术在我国的研究及工程应用. 建筑技术. 2013, 44(10): 893-897.
- [3] Porter, S., Tanb, T., Tanc, T. and West, G. (2014) Breaking into BIM: Performing Static and Dynamic Security Analysis with the Aid of BIM. *Automation in Construction*, **40**, 84-95. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2013.12.002>
- [4] 吉久茂, 童华炜, 张家立. 基于 Solibri Model Checker 的 BIM 模型质量检查方法探究. 土木工程信息技术, 2014, 6(1): 14-19.