

Research on Design of Underground Garage by Using BIM Technology

Xiaoke Li*, Quandong Wu, Shiming Liu, Dazhi He

North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan
Email: *lixk@ncwu.edu.cn, 39251099@qq.com

Received: May 5th, 2017; accepted: May 22nd, 2017; published: May 26th, 2017

Abstract

BIM technology is a hotspot of development for building trades. This paper outlines the technical characteristics of BIM, and analyzes the application of BIM technology in the processes of collision check, parking space optimization, ventilation simulation, etc. for the design of underground garage engineering. 3D BIM model construction method is proposed and compared with the traditional 2D work model. Results show that the application of BIM technology in underground garage engineering can obviously improve the management level of construction project, and transform this work into actual economic benefits.

Keywords

BIM Technology, Underground Garage, Design, Collision Check, Parking Space Optimization, Ventilation Simulation

基于BIM技术的地下车库设计研究

李晓克*, 吴泉东, 刘世明, 何大治

华北水利水电大学, 河南 郑州
Email: *lixk@ncwu.edu.cn, 39251099@qq.com

收稿日期: 2017年5月5日; 录用日期: 2017年5月22日; 发布日期: 2017年5月26日

摘要

BIM技术是建筑行业发展的热点方向。本文概要介绍了BIM技术特点, 分析了BIM技术在地下车库工程设计过程中碰撞检查、车位优化、通风模拟等的应用, 提出了基于三维的BIM建模方法, 与传统二维工

*通讯作者。

作方式进行了对比。结果表明：**BIM**技术应用于地下车库工程，可大幅提高工程项目的施工管理水平，并使其转化为实际的经济效益。

关键词

BIM技术，地下车库，设计，碰撞检查，车位优化，通风模拟

Copyright © 2017 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

1. 引言

截止到 2014 年底，我国的机动车保有量已经达到 2.64 亿辆。在城市建设中发展和利用地下空间、设置地下车库，可充分利用土地资源。在很多高层建筑及公共建筑中，地下车库也属于人防工程。由于地下车库的功能多样，造成了设计、施工条件复杂，建筑、结构、电气、消防等多专业交叉使得施工作业效率难以提高。在过去 40 年时间里，我国建筑业生产效率下滑 10% 的主要原因是信息量大、信息沟通困难等因素[1]，地下空间工程项目信息进行数字化为基于三维空间 **BIM** (Building Information Modeling—建筑信息模型) 技术提供了应用平台[2] [3]。在地下车库的设计施工过程中，应用 **BIM** 技术，将二维平面工作方式向三维模型工作方式转变，将显著提高工程作业水平。目前国内外关于 **BIM** 技术应用于地下空间的文献已较丰富，但针对地下车库的探讨却很鲜见。因此，本文结合某小区地下车库 **BIM** 技术应用案例，开展了相关应用研究。

2. 基于 **BIM** 的地下车库建模流程

2.1. **BIM** 技术概要及应用难点

BIM-Building Information Modeling 的简写，意为建筑信息模型，是指一种贯穿于建筑全生命周期的三维空间建筑信息模型。如图 1 所示，**BIM** 是从工程项目的规划开始，涉及设计、施工、运营、维护到拆除的全部过程，利用该模型可以对项目进行设计、建造和运营管理[4]。

BIM 技术的运作方式，改变了传统的建筑行业设计中各专业人员独立进行本专业二维平面设计的流程，建筑设计由多专业协同完成，结构构件及配套设施的各种空间关系在设计阶段就能够解决，具有可视化、可协调、可模拟、可优化等特点。因此，**BIM** 技术在地下车库工程设计过程中应用，可在碰撞检测，管线综合，工程算量，通风模拟，停车位优化，灾害应急模拟等方面获得预期效益。

但是，目前我国 **BIM** 技术应用尚存在一些瓶颈难题：

(1) 相关标准不统一。目前国内很多地区、企业内部都制定了属于自己的 **BIM** 标准[5]，尚未取得统一。广东省制定计划目标到 2020 年底，全省建筑面积 2 万 m^2 及以上的工程普遍应用 **BIM** 技术[6]。上海市发布意见，用于推进 **BIM** 技术的统一发展[7]。由于缺乏统一的规范，使得 **BIM** 技术的应用变得分化[8] [9]。

(2) **BIM** 技术实际应用被过分夸大。目前我国已跻身于全球五大 **BIM** 应用增长最快的地区之一[10]。但实际情况却并不理想，很多施工单位、企业都只是在做应付型的“后 **BIM** 技术”，对外宣称自己的项目应用了 **BIM** 技术，但实际上只是用软件建了一个简单的三维模型。

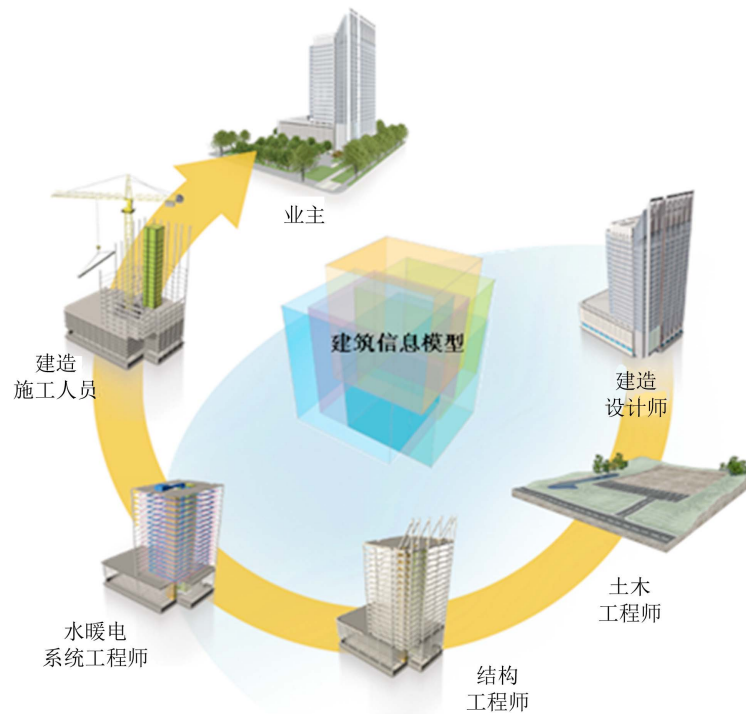


Figure 1. BIM in the whole life cycle of buildings
图 1. 建筑全生命周期中的 BIM

(3) 忽略后期运营维护。现阶段，无论是业主还是施工方，对 BIM 的认识都还局限于设计、施工阶段的便利，而忽略了 BIM 技术在建筑工程的后期运营维护方面所展现出来的巨大潜能，对应用 BIM 技术创建成长型模型、根据建筑工程的实际状态不断更新数据库、实现贯穿整个建筑生命周期的应用缺乏认识。

2.2. 地下车库 BIM 建模流程

2.2.1. 建模准备工作

(1) 充分理解设计意图。理解业主的要求与设计师的设计意图，是实现 BIM 精确建模的前提。在传统的二维设计图纸中，往往会存在某些构件需要几张图纸的拼接才能确切表达出来。构件信息的复杂交叉，使得建立精确的模型变得困难。

(2) 统一项目样板。一个好的项目样板能够为建立模型提供很多便利，例如线型、材质、族库等都会随项目样板传递下去，从而省去了后期设计人员的宝贵时间。但好的项目样板需要时间经验积累，也需要按照客户的要求定制。

(3) 各专业协同、共享。各专业的协同工作是 BIM 技术的一个特点，各专业的协同共享使得各种碰撞在设计阶段就被解决。以上海中心的地下室项目为例，应用 BIM 技术协同工作，17 万 m² 的建筑面积，在施工过程中没有发现一处碰撞问题。

(4) 建立相关族库。族文件是指 BIM 模型中的某些能够重复使用的定制构件，如门、窗、栏杆等，建立完整的族库，能够使得建模效率大大提高，节省了时间精力。

2.2.2. BIM 建模流程

如图 2 所示，完整的 BIM 建模流程应包含以下几个步骤：建立统一的项目样板，链接二维 CAD 图

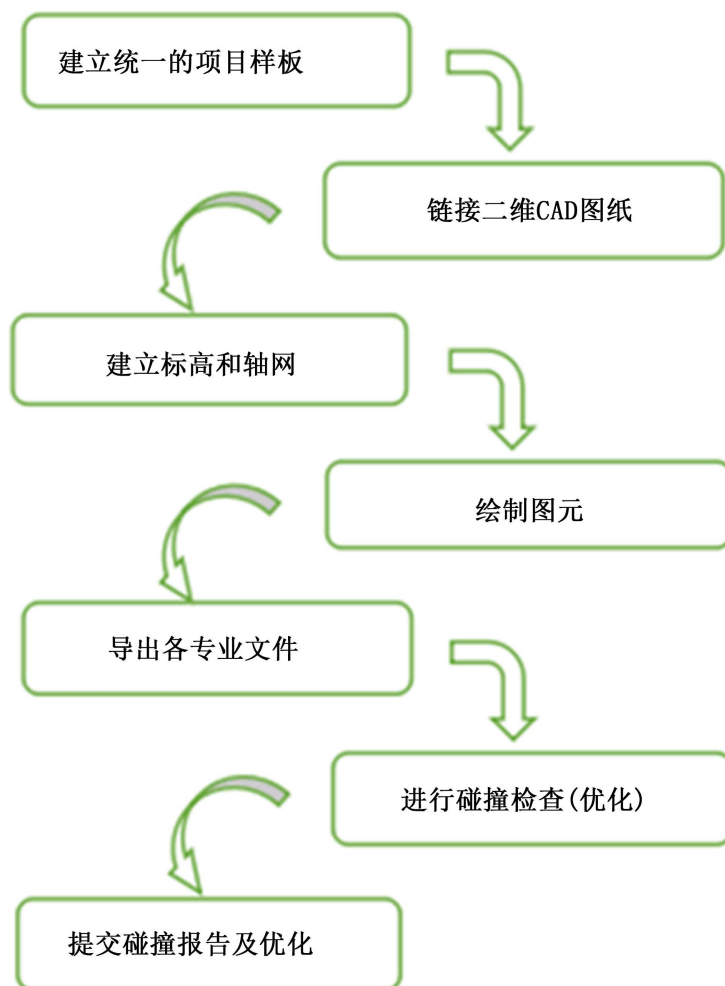


Figure 2. The process of modelling
图 2. BIM 建模流程

纸，建立标高和轴网，绘制图元，导出各专业文件，进行碰撞检查(优化)，提交碰撞报告及优化建议等。

3. 应用实例

3.1. 工程概况

本工程为某市某小区地下车库项目，地下一层，底板标高 5.800 m，建筑面积为 51730.82 m²，其中人防面积 26530.40 m²，建筑层高为 4.20 m，设计使用年限 50 年，采用框架剪力墙结构，抗震设防烈度为 7 度。设计阶段充分考虑了人车分流情况，分别设置了 3 个机动车入口，2 个非机动车坡道，5 个楼梯，预计建成后能提供 920 个机动车位，1050 个非机动车位。

3.2. 难点分析

由于本工程为地下车库兼人防工程，功能多样及多专业共同工作，使得传统的设计流程进度缓慢，交流沟通困难。并且传统 CAD 平面设计手段无法全面展示各系统、各专业之间的复杂空间关系，需借助 BIM 技术的立体建模、专业协同等功能[11]，建立三维模型，优化设计和施工方案，在设计阶段就解决各类碰撞问题，从而加快了工程进度，提高了工作效率。

3.3. 应用过程

本工程选用 Revit2016 软件(2016 版)进行建模，naviswoks2016 (2016 版)软件进行碰撞检查。

3.3.1. 定制项目样板

建立统一的项目样板是进行建模工作的前提，也是后期优化工作的关键，机电项目样板和建筑结构项目样板必须统一坐标。

根据项目要求，按原有项目样板，分别新建了建筑结构、机电的项目文件，删除原有标高和轴网，按工程实际情况添加族、材质等属性，如图 3 所示。

3.3.2. 链接二维图纸

本项目初期已经绘制好了二维的 CAD 图纸，通过链接的方式将其链接到 BIM 模型中，大大减少了重新绘制定位轴网的时间。采用 Revit2016 软件进行建模，在链接 CAD 图纸时，选用从原点到原点的定位方式，单位选择国内通用的毫米。

3.3.3. 建立标高和建轴网

链接好 CAD 图纸之后，需要在 BIM 模型中建立相应标高平面，然后通过拾取线的方式，拾取 CAD 图纸中的轴网。另外，针对前期未进行二维图纸设计的情况，也可选择用 BIM 软件直接进行模型建立，但注意要先建立标高再建立轴网，这样才能保证后建立的轴网能够覆盖到所有标高。

3.3.4. 绘制图元

绘制墙柱梁等图元。在绘制构件时，首先要对构件的类型、材质等进行定义，方便后期的渲染、优化等处理工作。如图 4~图 6 所示，本工程按照墙、柱、梁、板的顺序绘制图元。

3.3.5. 导出各专业文件

在完成模型的建立后，需要将各专业的模型文件导出。目的是为了便于深化出图，将模型细分，也为接下来的碰撞检查工作提供了便利。把各专业的模型文件独立导出为 nwc 格式，独立导出是为了减小模型，使其在碰撞检查时能够尽量少占用计算机资源。

3.3.6. 进行碰撞检查、优化、模拟

碰撞检查是检验模型合理性的工具。将各专业模型文件导入到 BIM 碰撞检查软件 navisworks2016 中，

名称	可见性	投影/表面			截面		半色调
		线	填充图案	透明度	线	填充图案	
强电桥架	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
弱点桥架	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
消防桥架	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
冷水系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
热水系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
污水系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
废水系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
雨水系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
通气系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
消防系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
喷淋系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
冷凝系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
冷媒系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
送风系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>
回风系统	<input checked="" type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>

Figure 3. Mechanical and electrical project template
图 3. 机电项目样板设置

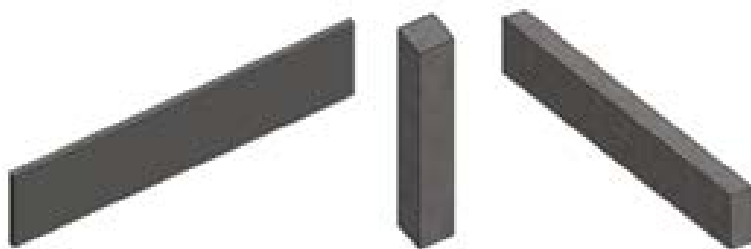


Figure 4. Wall and column and beam
图 4. 墙柱梁图元

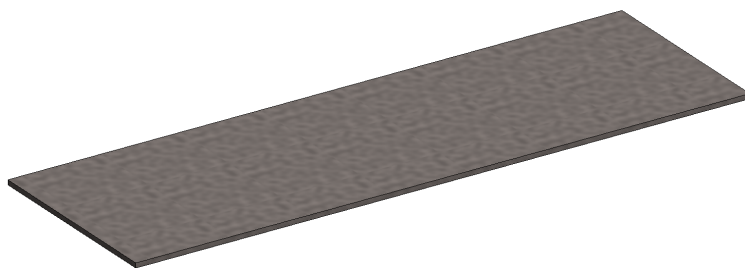


Figure 5. Floor slab
图 5. 板图元

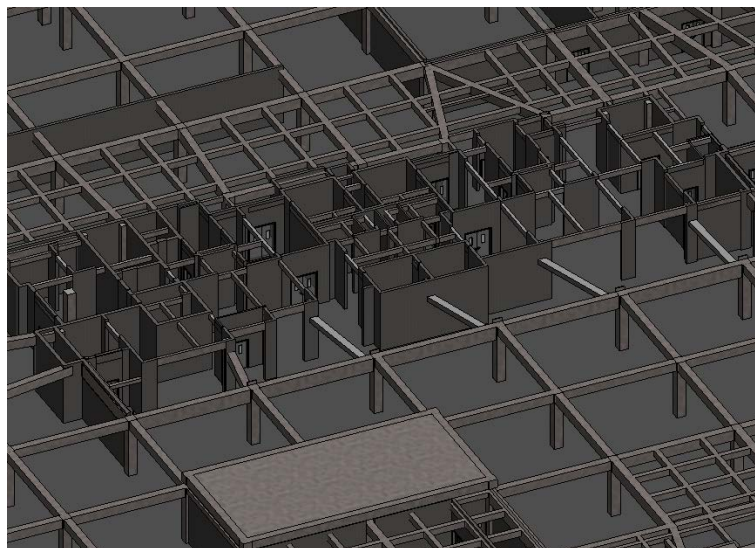


Figure 6. Component integration
图 6. 构件整合

进行构件间碰撞检查、漫游模拟，并处理模型与原设计意图不符合的部位，最后形成如图 7 所示的碰撞检查报告。

车库中的有害气体成份主要有 CO、CO₂、NO₂、HCHO，Pb，SO₂ 等，因此预先进行通风模拟是非常必要的。通过 BIM 技术的优势，对车库的通风情况进行了模拟，改善了原有通风系统的不足，使之更加有效。

3.3.7. 经济效益

停车位紧张是当下的公众热点。如表 1 所示，在本工程中，利用 BIM 技术的实景模拟功能对停车位

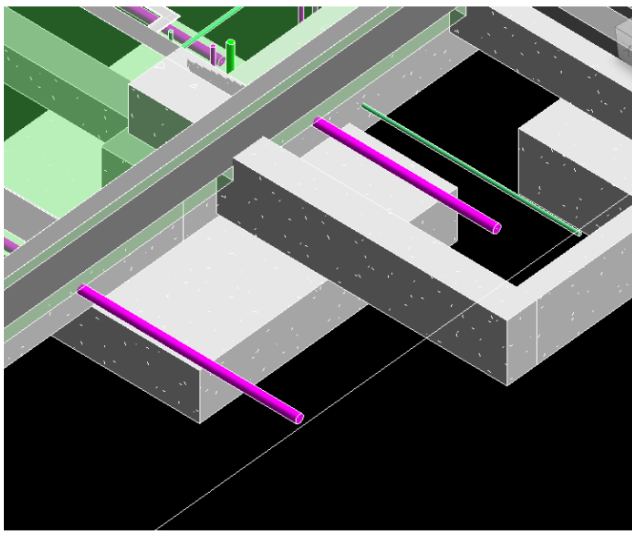
图纸名称：	首层给排水平面图	问题描述：	排水管道穿梁
问题位置：	7-7 轴/F-F 轴区间	优化建议：	是否考虑增加套管
涉及专业：	给排水、结构	设计院意见：	
问题截图：			
三维图			

Figure 7. Collision report and optimization Suggestions
图 7. 碰撞报告及优化建议

Table 1. BIM technology compared with the traditional design
表 1. BIM 技术与原有设计对比

	原有设计	BIM 技术
碰撞检测	无	53 处
工程算量	预估混凝土量 21000 m ³	实测混凝土量 12882.47 m ³
通风模拟	无	有
灾害应急模拟	无	有
停车位优化	920 个机动车位	931 个机动车位
	1050 个非机动车位	1063 个非机动车位
经济效益	适当删减某些不合理车位，增加 11 个机动车位，13 个非机动车位，带来经济效益一百三十多万。	

进行了优化，适当删减了某些不合理车位，增加 11 个机动车位和 13 个非机动车位。优化后，机动车位达到了 931 个，非机动车位达到了 1063 个。与原来相比，均提升了 1.2%，也即是说，每一百个车位中大约能优化出 1.2 个车位。由此可见，在现在停车难，商业停车位供应不足的现状下，对比传统设计，在地下车库项目中合理运用 BIM 技术能够取得良好的经济效益。

3.3.8. 提交碰撞报告及优化建议

根据 navisworks2016 软件提供的碰撞检查报告，对碰撞的类型进行归类处理，并向业主提交相应的处理建议，最终形成一份完整的碰撞检查报告。碰撞报告中除优化建议以外，还应包含如图 8 所示的漫游动画、表 2 所示的工程算量等文件。

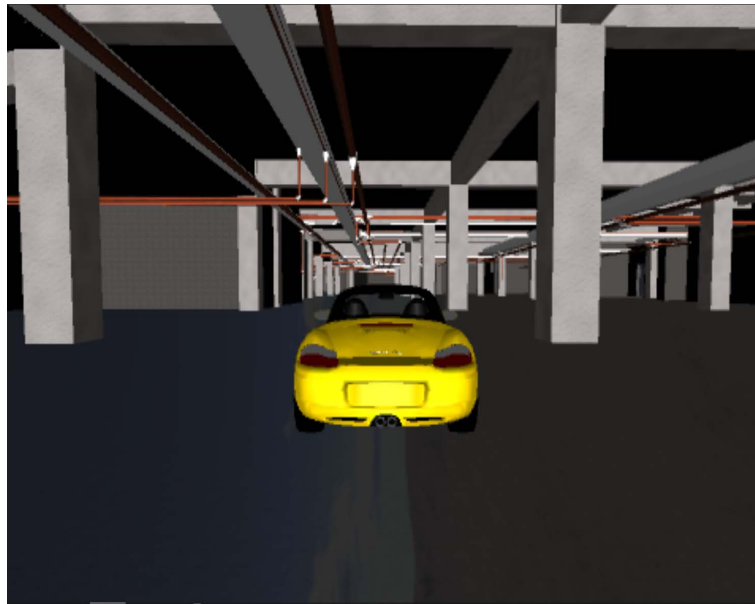


Figure 8. The garage roaming
图 8. 车库漫游

Table 2. The schedule of structural beam
表 2. 结构梁明细表

族与类型	体积(立方米)
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 200 × 540 mm	359.52
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 400 × 500 mm	2.08
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 250 × 400 mm	1.67
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 250 × 500 mm	108.47
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 250 × 1200 mm	2.79
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 300 × 500mm	0.39
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 300 × 600 mm	127.90
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 350 × 600 mm	12.31
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 350 × 700 mm	383.40
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 350 × 800 mm	20.81
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 350 × 1200 mm	15.21
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 400 × 1500mm	37.34
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 600 mm	123.23
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 700 mm	6.08
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 850 mm	768.34
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 900 mm	1221.71
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 1000 mm	47.40
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 1200 mm	332.17
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 1650 mm	95.19
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 500 × 2000 mm	27.90
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 550 × 900 mm	13.27
混凝土-矩形梁: 车库室内梁 550 × 1000 mm	80.82
总计: 3696	3788.11

4. 结论

本文将 BIM 技术应用于地下车库项目, 利用 BIM 模型可视化、可协调、可模拟、可优化等特点, 对工程项目进行管理, 着力于解决了传统设计中不能有效处理的碰撞检测, 工程算量, 管线综合, 停车位优化, 灾害应急模拟, 通风、日照模拟等技术问题, 提高了工作效率, 节约了时间成本, 具有良好的经济效益。从技术成果方面, 是一个成功在地下车库项目中应用 BIM 技术的成功范例。

从 BIM 技术在国内外工程建设中的应用情况看, 其技术优势是显而易见的, 但 BIM 技术在我国的推进, 仍需要国家政策扶持。

基金项目

河南省新型城镇建筑技术协同创新中心(教科技[2013]638 号), 河南省高校生态建筑材料与结构工程科技创新团队(13IRTSHN002)。

参考文献 (References)

- [1] 刘冬学. BIM 技术在施工、造价、项目管理中的应用[J]. 技术与市场, 2015, 22(12): 65.
- [2] 吴守荣, 刘倩. 地下空间工程全生命周期 BIM 应用探讨[J]. 建筑经济, 2015, 36(9): 126-128.
- [3] 戴林发宝. 隧道工程 BIM 应用现状与存在问题综述[J]. 铁道标准设计, 2015, 59(10): 99-102, 113.
- [4] 何关培, 王轶群, 应子垦. BIM 总论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [5] 欧阳业伟, 石开荣, 张原. 基于建筑信息模型的地铁工程建模技术研究[J]. 工业建筑, 2015, 45(10): 196-201.
- [6] 广东省住房和城乡建设厅. 粤建科函(2014)652号, 广东省住房和城乡建设厅关于开展建筑信息模型 BIM 技术推广应用工作的通知[Z]. 2014-09-03.
- [7] 上海市人民政府办公厅. 沪府办发(2014)58 号, 关于在本市推进建筑信息模型技术应用的指导意见[Z]. 2014-10-29.
- [8] 任江, 郭娜, 钟崇光. BIM 技术在城市地下空间开发利用之应用初探[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 2(3): 123-125.
- [9] 梁道, 孟聪龄. 建筑设计阶段 BIM 技术应用初探[A]. 工业建筑, 2015(增刊 I): 4.
- [10] 黄强. P-BIM, 基于工程实践的建筑信息模型实施方式[J]. 河南土木建筑, 2015, 35(146): 2-20.
- [11] 李慧. 珠海横琴口岸地下公共工程方案 BIM 设计[J]. 中国市政工程, 2015(4): 73-74, 78, 104.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org