

城市轨道交通 BIM 应用 现状分析与展望

李姝君¹, 匡思羽², 邓雪原¹

(1. 上海交通大学土木工程系, 上海 200240; 2. 上海建工四建集团有限公司, 上海 201103)

摘 要: 对 BIM 技术在城市轨道交通工程及土木工程中在规划、设计、施工与维护等方面的应用进行详细调研, 为此, 查阅、研究近 10 年内逾百篇文献与资料。从研究和技术应用层面对 BIM 技术在现今国内轨道交通工程中的现状与发展进行考察, 归纳提出 BIM 技术目前主要与 GIS 结合提升方案可行性, 优化设计流程、提高设计效率、增进现场安全性、减少施工成本和降低维护难度等方面的应用。分析 BIM 技术目前存在数据基础薄弱、基本技术与通用管理系统欠缺、工程管理水平有限等瓶颈, 针对性地提出完善技术标准、提升软件通用性和数据利用能力、建设工程生命周期管理框架和融入智慧城市体系等建议。

关键词: 建筑信息模型; 轨道交通; 应用项目; 技术研究; 现状分析

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2018)04-0098-07

Analysis and Prospect of the BIM-based Applications in Urban Rail Transit

LI Shujun¹, KUANG Siyu², DENG Xueyuan¹

(1. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240; 2. Construction No. 4 (Group) Co., Ltd., Shanghai 201103)

Abstract: This study performed solid research on the application of Building Information Modeling (BIM) in the aspects of planning, design, construction, and maintenance in construction projects by reviewing many related studies. From studies on the current situation and potential development, this paper summarizes the application, including improving plan feasibility by combining BIM with GIS, optimizing progress and increasing the design efficiency, enhancing safety and reducing construction costs, and reducing the difficulty of maintenance. Moreover, this study analyzed the BIM bottlenecks, including weaknesses in the data foundation, lack of a basic technology and general management system, and limitations of project management. This paper also proposes suggestions, including improving the technical standards and the software's versatility and capability of data utilization, to build a management framework for project life cycles and integration with smart cities.

Keywords: BIM; urban rail transit; technology research; application projects; status analysis

1 BIM 概述

1.1 背景

建筑信息模型 (building information modeling,

BIM) 概念由 Eastman^[1]于 1975 年提出, 之后作为一种全新的理念和技术影响着建筑行业。美国国家 BIM 标准 (national building information modeling standard, NBIMS) 对 BIM 的定义是: BIM 是设施物理和功能特性的数字表达; 是一个共享的知识资源, 是一个分享有关这个设施的信息、为该设施从概念到拆除的生命周期中的所有决策提供可靠依据的过程; 是在项目不同阶段, 不同利益相关方通过在 BIM 中插入、提取、更新和修改信息, 以支持和反映各自职责的协同工作^[2]。

收稿日期: 2017-08-10 修回日期: 2018-01-05

第一作者: 李姝君, 女, 硕士研究生, 方向: 基于 IFC 标准的数据校验, Shujunsl@sjtu.edu.cn

通信作者: 邓雪原, 男, 副教授, 博士, 方向: 建筑 CAD 协同设计与集成、基于 BIM 技术的建筑协同平台, dengxy@sjtu.edu.cn

基金项目: 上海市科学技术委员会技术联盟计划项目 (14DZ0510500)

轨道交通工程具有规模大、专业性强、参与单位众多、建设周期长、社会影响大等特点。工程从决策建设到实施运营的物资生产、信息生成、传递、处理和应用过程均要求业主、设计单位、施工单位、监理单位、运营维护单位等参与方的沟通与协作。这与BIM技术的理念不谋而合：通过快速收集和传输信息、集中存储和共享信息，实现信息的高效传输和协同管理，提高各方的信息处理效率与管理水平。

在北京、上海、广州、深圳、天津等多个城市的轨道交通工程建设中，已开始采用 BIM 技术指导设计、施工与运维。国内关于轨道交通的大部分综述^[3-5]文献更多关注于对设计、施工阶段应用的概括，从应用层面列举、梳理与概括当前 BIM 技术的应用点，较少涉及技术层面的分析与展望。鉴于以上研究现状，需填补国内针对轨道交通工程 BIM 应用现状分析与技术展望的文献综述空白。

1.2 文献分析

截至 2017 年 12 月，综合中国知网（CNKI）、万方数据库（WANGFANGDATA）、维普数据库（CQVIP）对轨道交通、地铁、城际铁路、BIM 等关键词检索的结果（如图 1 所示），可见轨道交通 BIM 的研究应用近年持续增长，自 2015 年起呈现高速增长态势。

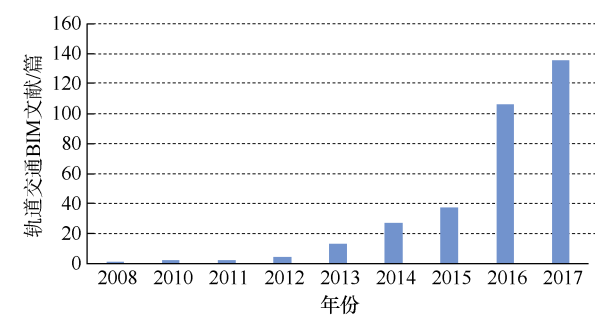


图 1 国内数据库文献数量

Fig. 1 Number of domestic database documents

考察数百篇有关轨道交通 BIM 应用的研究文章，进一步分析检索文章内容，发现在国内关于轨道交通 BIM 的研究文献中，相关应用基本覆盖轨道交通项目生命周期（见图 2），应用点存在于多个阶段，但主要的研究与应用在设计与施工阶段。

通过对 BIM 技术应用与研究和对轨道交通各阶段的文献分类整理，列举 BIM 技术在轨道交通中的应用点，总结已实现的主要功能，分析现状与不足之处并分析和阐述 BIM 中的关键技术。在此基础上讨论城市轨道交通现存的问题和 BIM 技术应用的方向。

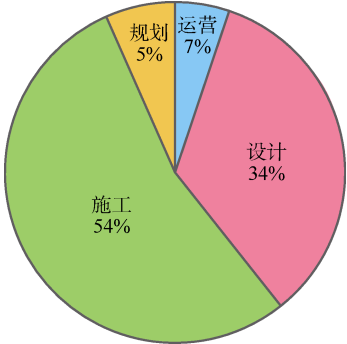


图 2 文献内容分布

Fig. 2 Distribution of the contents of the literature

2 BIM 在轨道交通中应用现状分析

2.1 技术应用

BIM 具有项目生命周期集成化管理的特征，结合美国施工行业 BIM 技术应用分类的方法^[6]，通过对调研的内容进行分类整理，其应用点如表 1 所示。

表 1 城市轨道交通 BIM 应用点分布

Tab. 1 Distribution of BIM application points in urban rail transit

应用点内容	概念研究	应用分析	实例验证
规划阶段			
组织架构		3	1
场地仿真		2	4
线路规划		3	1
设计阶段			
可视化设计	2	13	11
协同设计	1	15	5
施工图出图	1		
族库开发		5	4
结构建模		2	
结构分析		2	3
工程量统计		9	4
BIM 出图		2	1
施工阶段			
管线综合	2	15	11
碰撞检测	1	31	17
进度控制		13	6
施工模拟	1	17	10
施工工艺	1	2	3
现场管理	2		5
成本管理		5	2
质量安全管理	2	7	5
运营维护阶段			
运维系统		3	
物资管理	1	1	
生命周期			
投资管理		3	

由表1可以看出,在规划阶段应用点较少;设计阶段以“可视化设计”、“协同设计”为主;施工阶段应用点虽丰富,但成熟的应用集中于“碰撞检查”、“施工模拟应用”、“管线综合应用”;运维阶段的应用涵盖投资控制、质量控制、安全控制、监视系统,但尚无明显成功的应用案例。也有部分研究直接对生命周期的应用进行探讨^[7]。

1) 在规划阶段, BIM 软件与 GIS 的结合是一个开拓性的研究思路,可对场地实现精确测量和可视化呈现以提供更好的方案设计依据^[8]。增强现场仿真的效果,辅助业主理解项目,为决策提供更好的环境^[9]。

国内轨道交通建设规划阶段的 BIM 应用处于初步探索阶段,应用点乏善可陈,有多重原因:规划需求不明确;场地、水文等外部信息录入过慢,既有信息无法快速集成; GIS 信息或 VR 技术与 BIM 技术结合尚未成熟; BIM 应用涉及的版权归属、法律法规等还未完善。

2) BIM 技术应用给设计阶段带来了较明显的改变^[10-11]。与传统的设计工作模式相比, BIM 技术打破了时间壁垒^[12],优化了设计流程,改善了设计变更的处理^[13]。

BIM 技术提供的三维可视化建模环境,包含更丰富的几何信息与属性信息^[14],增强了信息表达,减少设计的错漏调整,为建筑师提供更直观、更方便、更合理的设计环境^[15]。

BIM 的协同设计允许不同专业在同一平台下同时工作并对项目中心文件实现共享^[16]。上海轨道交通通过使用 BIM 协同信息系统,使各参与方在不同地点均可登录该系统进行工作,以实现工作成果共享,保证各工作文件的关联性和有效性,建立项目电子档案库并进行有效管理^[17]。

BIM 技术应用于设计阶段是较成功的,但无法替代现有的设计流程,存在的不足之处有:基于 BIM 技术的族库、数据库建设不成熟,三维设计成本高,曲面、特殊构件的拟建存在较大难度; BIM 软件与我国建筑业契合度较差,二次开发需求大、成本高; BIM 技术应用的投入产出比难以衡量。

3) 施工阶段的 BIM 技术应用点涵盖众多。根据设计施工图纸建立三维多专业模型^[18],可以验证施工可行性,避开错误与碰撞。

针对实际应用中的管线综合、安装工程、多专业整合,北京、深圳、南京、厦门等城市轨道交通施工

的成功验证了 BIM 技术的有效性^[19-21]。

三维模型关联工程进度信息可形成 4D-BIM 施工模型^[20, 22],进行施工模拟,优化施工工序,减少差错;进一步虚拟施工构造的工程交底、工程验收、工程施工等信息化工作流程与工艺技术^[23],同时结合仿真模拟技术实现施工组织模拟、施工培训、现场实施预演等^[24]。4D-BIM 模型关联造价信息形成 5D-BIM 施工模型,辅助工程造价应用、物资管理、设备管理,进一步控制投资成本^[25],实现生命周期的资本控制。

BIM 与 ERP (enterprise resource planning) 技术、MR (mixed reality) 技术、RFID (radio frequency identification) 技术、3D 扫描技术的结合,可对项目施工的工程量、工期成本、物资以及工程质量实现精细化管理^[26]。

通过信息可视化、传感检测与施工模拟技术结合,可实现建筑物沉降及倾斜监控与预测、安全管理、风险管理等应用^[27],规避工程中的安全、质量等问题^[28]。

施工阶段的 BIM 应用需求明确,应用点清晰有效,但仍有不足:施工阶段的三维数据模型往往需自行拟建,耗时耗力,缺乏有效的数据来源;工程造价的应用还在起步阶段;缺乏工程管理与 BIM 技术整合的平台,且施工方多采用纸质文件归档管理,信息化难度高。

4) 运营维护阶段 BIM 的应用屈指可数。结合设施设备编码体系、可视化技术、监控系统等多项技术,建立三维运维智能化管理系统是当前思路之一^[19, 29];也有学者基于 BIM 技术建立城市轨道交通运维模型的交付标准,尝试弥补施工与运维阶段的数据交换标准的缺失^[30]。

现有的承包模式对运维阶段的忽视,是造成该环节信息孤岛的主要原因。一方面运维阶段与施工阶段脱节较为严重,施工单位的工程资料得不到有效保存与交接;另一方面运维阶段的需求不明确,缺乏统一的应用流程和工作模式。

2.2 技术研究

轨道交通 BIM 技术研究的文献内容如表2所示,下文从关键技术出发,描述现有研究中的技术难点,并与轨道交通研究现状进行比较分析。

1) BIM 技术的基础是数据标准,数据源的单一性与完备性是不同参与方在信息集成和技术应用过程中对同一数据资源进行有效利用的保证。目前国际上普遍认同的公共标准是由国际组织 buildingSMART 制

表 2 城市轨道交通中 BIM 技术研究分布

Tab. 2 Distribution of BIM technology in urban rail transit

技术点	概念研究	应用分析	实例验证
信息与模型标准		5	2
数据共享与交换		1	
信息集成管理平台		3	

定的 IFC 标准,其 IFC2×3 版本的格式已被当前主流的 BIM 软件所支持 (revit、tekla、archicad) [31]。针对该技术标准,北京、上海、深圳、苏州等城市均已编制轨道交通工程设施设备编码[30],并提出基于建筑生命周期的信息管理,对不同阶段模型的完整性、标准性、交互性进行研究[32-33]。在应用标准的制定上,我国起步较晚[34]。2014 年,住建部完成《建筑工程信息模型存储标准》、《建筑工程设计信息模型交付标准》等标准的审查,取得阶段性成果[35],而轨道交通方面的国家应用标准尚未出台。

总体而言,轨道交通的 BIM 标准应以基础标准为底层,完善技术标准,从而实现对数据的收集、存储、整合、管理与利用。在国家层面上应推动应用标准的建立,明确各阶段的需求,形成成熟的数据流与应用框架。

2) BIM 技术的核心问题是建筑生命周期的信息共享与交换[36]。轨道交通项目的建设是同一专业不同阶段、不同专业之间、不同分工方之间的数据共享与交换的过程。

不同专业在同一软件平台内集合建筑、结构、暖通等模型数据,进行冲突、碰撞检查可改善传统的作业效率。目前各分工方仍通过将纸质文档电子化交接数据,效率低,不同分工方之间数据共享依然是个难题[37-38]。

3) BIM 具有集成化管理的特征,符合生命周期管理的要求,完善的云平台与数据库是后续技术应用的保障[39]。一方面平台的架设需参照项目的组织结构,分配给不同参与方不同的权限,对工程信息与非工程信息进行合理的分类、管理、编辑等,为所有参与方提供一个适合讨论、规划和决策的环境;另一方面,平台需要整理工程信息不同阶段的数据,在概括核心数据的基础上,实现不同阶段数据的补充与扩展。

现有的 BIM 应用平台主要分为商业软件平台与自主研发平台。商业软件平台以 Autodesk 为例,涵盖 Revit Structure、Revit MEP、EnergyPlus、3DMax 等。同类型 Bentley、Graphisoft、Dassault 等也提供一整套

软件使用工具与环境。但同一软件商旗下软件的数据交换尚且无法保证数据的完整和稳定,不同软件商之间的数据更是难以有效共享[40]。

清华大学 2006 年研发了基于 IFC 标准的建筑工程 4D 施工管理系统,随后在国家体育场、青岛海湾大桥等工程中试点,验证了平台的经济价值与技术水平[41],但其功能还在进一步完善开发中[38,42]。上海交通大学自 2005 年开始研究基于 IFC 标准的建筑模型转换系统,2010 年研发出具备 IFC 通用接口及基于 IFC 标准的构件库等功能的天磁 BIM 平台管理软件,但尚未大规模的推广与应用。

综上所述,目前 BIM 管理平台技术不成熟,无法实现不同软件间数据共享的功能。而基于 IFC 开发的数据平台虽有试点应用,但功能不够完善,还需进一步开发;针对轨道交通工程建设的管理平台更需进一步研究。

3 基于 BIM 技术的轨道交通发展方向

3.1 应用障碍

目前轨道交通工程中 BIM 应用点多而广泛,但缺乏成熟且成规模的应用案例。轨道交通工程建设中的 BIM 应用不够深入,其技术原因如下:

1) 数据基础不足,相应标准不够完善。对于已有的轨道交通线路,缺乏模型数据;对于新建的轨道交通工程,缺乏统一的模型交付标准、应用标准等。

2) BIM 基础技术欠缺。轨道交通中供电、通信、环控等特有的专业工程模型构建存在较大的空白;将规划决策阶段变化的拆迁用地信息、地质勘测信息与运维阶段的维护信息、检测数据等有效保存和利用依然是个难题。

3) 缺乏合适的 BIM 信息管理系统。管理平台信息数据的输入输出功能还不完善,对多种模型无法提供完整的数据接口,难以实现数据共享和转换,管理平台外的系统能否支持数据的有效输出同样是一个难题。

4) 设计、施工阶段的数据流不连贯,规划、运维阶段需求不明确。目前工程项目 BIM 的应用在设计阶段较为成熟,但并未形成成熟的数据流与应用框架;而规划、运维阶段的需求不明确,应用模式与既有的诸多应用体系无法嵌配,导致 BIM 在规划、运维阶段的价值难以体现。

5) 管理水平有待提高。现今城市轨道交通的 BIM

技术应用往往局限于某个车站、某条线路、某项工程内,在城市层面上与个人层面上都缺乏相应的应用。现代化的管理过程对工具平台的实用性、便捷性和可靠性都提出了高要求。如何在城市层面上,对市政建设、政府决策提供必要的信息支撑,实现海量信息数据的存储与表达是一个巨大的挑战,同时针对个人用户,实时轻量化文件的传输和利用也是难点之一。

3.2 应用建议

针对 BIM 技术在轨道交通建设方面的应用,从以下几方面进行展望:

1) 技术数据和相关标准的深入。进一步完善基础标准,研究数据存储标准、数据交付标准、数据交换格式等,实现数据集成和信息管理。

2) 专业软件与通用软件的数据共享和功能结合。以现有的 BIM 软件出发,整合软件商资源,围绕轨道交通工程,开发适合其专有工程、技术特点的软件平台与工具,以轨道交通工程应用需求为推动力实时创新软件功能,包括模块框架、管理体系等;同时基于数据与模型标准,完善通用软件与专业软件之间数据的交换性、完整性和兼容性。

3) 信息管理和信息应用的融合。以数据库、数据平台为基础,结合数据的快速录入、海量数据存储、三维模型快速显示等模块,提供以云计算平台为支撑的信息管理机制,解决 BIM 信息的集成、提取和利用问题。

4) 生命周期信息管理和应用框架的建设。在城市轨道交通工程中集成生命周期的信息数据流,实现其在各个环节的完整传输和有效扩展,从而进一步解决信息不对称、数据不兼容、应用不精准的现状,形成完整的应用框架。

5) 智能交通融入智慧城市。结合信息、通信与勘探技术,将轨道交通信息整合至城市系统,实现对民生、环保、公共安全、城市服务等各种需求的智能响应,进而实现智慧交通、智慧城市等应用。针对个人出行实现数据轻量化、决策智能化、居住安全化,优化个人的生活体验,使民众安居乐业。

4 结论

近年来轨道交通行业对 BIM 技术的关注度不断提高,笔者考察了数百篇研究 BIM 技术在轨道交通中应用的文献,从技术应用与研究层面分别对其进行了总结与分析,讨论了 BIM 技术在轨道交通建设中的障碍和今后的发展方向。基于以上综述与讨论,认

为当前轨道交通建设中 BIM 应用还处于初步阶段,应用点主要集中在设计、施工阶段,但 BIM 技术还较为薄弱,面临挑战较多。因此,为进一步发展 BIM 技术在轨道交通中的应用,应加紧步伐,形成轨道交通工程的 BIM 标准体系,逐步完善软件层面的数据交换与数据共享,建立基于 BIM 技术的信息集成与管理平台,加快轨道交通工程工业化与信息化的发展。

参考文献

- [1] EASTMAN C, TEICHOLZ P, SACKS R. BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors[M]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2011.
- [2] National Building Information Modeling Standard Version 1-part 1: overview, principles, and methodologies[S]. Washington DC: National Institute of Building Sciences, 2007.
- [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, 35(10): 99-102.
DAILIN Fabao. Study on current applications and problems of BIM in tunnel engineering[J]. Railway standard design, 2015, 35(10): 99-102.
- [4] 本刊编辑部. 上海轨道交通 12 号线 BIM 应用[J]. 工程质量, 2015, 33(3): 93-96.
Editorial Department. BIM applications on Shanghai rail transit Line 12[J]. Construction quality, 2015, 33(3): 93-96.
- [5] 冀程. BIM 技术在轨道交通工程设计中的应用[J]. 地下空间与工程学报, 2014, 10(1): 1663-1668.
JI Cheng. Applications of BIM technology in the rail transportation engineering design[J]. Chinese journal of underground space and engineering, 2014, 10(1): 1663-1668.
- [6] 马智亮. 我国建筑施工行业 BIM 技术应用的现状、问题及对策[J]. 中国勘察设计, 2013(11): 39-42.
- [7] 杨国伟. 基于建筑信息模型(BIM)的轨道交通投资控制[J]. 城市轨道交通研究, 2014, 17(7): 4-7.
YANG Guowei. BIM-based investment control in rail transit engineering[J]. Urban mass transit, 2014, 17(7): 4-7.
- [8] 魏英洪. 城市轨道交通工程应用 BIM 的思考[J]. 铁路技术创新, 2017(4): 30-34.
- [9] 周鹏光, 黄杰. BIM 技术在轨道交通工程中的应用探索[J]. 武汉勘察设计, 2015(6): 37-40.
- [10] 吴凡. 建筑设计工作方法的新变革——建筑信息模型技术的思考与应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2011, 3(3): 53-56.
WU Fan. Building information modeling's application

- in architectural design[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2011, 3(3): 53-56.
- [11] 苏斌, 苏艺, 赵雪锋, 等. BIM 在地铁站点工程中的应用探索[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(6): 95-100.
- SU Bin, SU Yi, ZHAO Xuefeng, et al. The application and exploration of building information modeling (BIM) in subway station project[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2013, 5(6): 95-100.
- [12] 魏英洪. 地铁车站设计中 BIM 三维协同设计模式探讨[J]. 铁路技术创新, 2014(5): 49-52.
- [13] 冯世杰. 三维协同技术在天津站综合交通枢纽中的应用研究[J]. 铁道工程学报, 2014, 31(2): 103-109.
- FENG Shijie. Study of application of 3D collaborative technology in comprehensive transportation hub in Tianjin station[J]. Journal of railway engineering society, 2014, 31(2): 103-109.
- [14] 李坤. BIM 技术在地铁车站结构设计中的应用研究[J]. 铁道工程学报, 2014, 31(2): 103-109.
- LI Kun. The application study of BIM technology in the structure design of subway station[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2014, 31(2): 103-109.
- [15] 沈亮峰. 基于 BIM 技术的三维管线综合设计在地铁车站中的应用[J]. 工业建筑, 2013, 43(6): 163-166.
- SHEN Liangfeng. Application of three dimensional comprehensive pipeline[J]. Industrial construction, 2013, 43(6): 163-166.
- [16] 吴倩. BIM 在地铁设计中的应用探究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(8): 108-109.
- [17] 仇兆明. 建筑信息模型技术在上海轨道交通 9 号线东延伸工程建设中的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2016, 19(6): 157-160.
- QIU Zhaoming. Application of BIM in the construction of east extension project on Shanghai rail transit Line 9[J]. Urban mass transit, 2016, 19(6): 157-160.
- [18] 吴敦, 马楠, 徐宁. 轨道交通信息模型在宁波地铁建设中的应用研究[J]. 城市勘测, 2014(2): 69-71.
- WU Dun, MA Nan, XU Ning. The Application and research of rail transit information modeling in Ningbo metro construction[J]. Urban geotechnical investigation & surveying, 2014(2): 69-71.
- [19] 于金勇, 林敏. BIM 技术在地铁安装工程中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(2): 86-91.
- YU Jinyong, LIN Min. BIM applications in subway installation[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2013, 5(2): 86-91.
- [20] 赵晓娜, 严心军. BIM 技术在某地铁工程的拓展应用[J]. 建筑技术开发, 2015, 42(4): 20-22.
- ZHAO Xiaona, YAN Xinjun. Application for the BIM technology in Dalian subway engineering mechanical and electrical equipment install turnkey project[J]. Building technology development, 2015, 42(4): 20-22.
- [21] 刘卡丁, 张永成, 陈丽娟. 基于 BIM 技术的地铁车站管线综合安装碰撞分析研究[J]. 土木工程与管理学报, 2015, 42(4): 20-22.
- LIU Kading, ZHANG Yongcheng, CHEN Lijuan. Research on subway station pipeline installation collision based on BIM technology[J]. Journal of civil engineering and management, 2015, 42(4): 20-22.
- [22] 陈威, 秦雯. BIM 在陈翔路地道工程中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2012, 4(2): 88-93.
- CHEN Wei, QIN Wen. The application of BIM in EPC project[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2012, 4(2): 88-93.
- [23] 尹龙, 王启光, 路耀邦. 基于 BIM 技术的仿真模拟在地铁暗挖隧道施工中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(6): 73-79.
- YIN Long, WANG Qiguang, LU Yaobang. Analogue simulation based on BIM technology application in urban bored tunnel construction[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2015, 7(6): 73-79.
- [24] 尤旭东. 基于 BIM 的轨道交通车站施工流程再造管理[J]. 中外建筑, 2015(4): 127-129.
- YOU Xudong. BIM-based process reengineering rail station construction management[J]. Chinese & overseas architecture, 2015(4): 127-129.
- [25] 蔡蔚. 基于 BIM 的轨道交通车站动态筹划及资源管理[J]. 中国市政工程, 2014(2): 59-61.
- CAI Wei. BIM-based dynamic scheduling & resources management for rail transit station[J]. China municipal engineering, 2014(2): 59-61.
- [26] 李俊卫, 袁杰, 张文津. BIM 技术在城市轨道交通施工阶段的应用研究[J]. 建筑经济, 2017, 38(9): 80-84.
- LI Junwei, YUAN Jie, ZHANG Wenjin. Research on the application of BIM in urban rail transit in construction stage[J]. Construction economy, 2017, 38(9): 80-84.
- [27] 张成方, 李超. BIM 技术在地铁施工安全方面的应用浅析[J]. 河南科技, 2013(9): 130-131.
- [28] 蒲红克, 魏庆朝. BIM 技术在地铁施工过程周边建筑加固中的应用[C]//第十届建筑物改造和病害处理学术

- 研讨会、第五届工程质量学术会议论文集. 西安, 2014.
- [29] 张冰. 基于 BIM 的地铁车站机电设备运维管理[J]. 科学中国人, 2015(11): 58-59.
- [30] 赖华辉, 邓雪原, 陈鸿, 等. 基于 BIM 的城市轨道交通运维模型交付标准[J]. 都市轨道交通, 2015, 28(3): 78-83.
- LAI Huahui, DENG Xueyuan, CHEN Hong, et al. Research on delivery standard of maintenance model for urban rail transit based on building information modelling[J]. Urban rapid rail transit, 2015, 28(3): 78-83.
- [31] Building SMART.Certified Software [EB/OL]. [2017-06-28]. <https://www.buildingsmart.org/compliance/certified-software/>.
- [32] 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.
- OUYANG Yewei, SHI Kairong, ZHANG Yuan. Research on BIM-Based modeling technology of metro engineering[J]. Industrial construction, 2015, 45(10): 196-201.
- [33] 毕湘利, 陈鸿, 赖华辉, 等. 基于建筑信息模型(BIM)的城市轨道交通设施设备分类与编码研究[J]. 城市轨道交通研究, 2016, 19(1): 5-9.
- BI Xiangli, CHEN Hong, LAI Huahui, et al. Classification and coding for urban rail transit facility equipment based on BIM[J]. Urban mass transit, 2016, 19(1): 5-9.
- [34] 黄强. 中国 BIM 分期目标与标准体系[J]. 时代建筑, 2013(2): 22-25.
- HUANG Qiang. Phased targets and standard system of China BIM[J]. Time architecture, 2013(2): 22-25.
- [35] 易君. BIM 技术与中国国家 BIM 标准体系[J]. 铁路技术创新, 2014(2): 42-44.
- [36] 邓雪原. CAD、BIM 与协同研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(5): 20-25.
- DENG Xueyuan. The study of CAD, BIM and collaboration[J]. Journal of information technology in civil engineering and architecture, 2013, 5(5): 20-25.
- [37] 余芳强, 张建平, 刘强. 基于 IFC 的 BIM 子模型视图半自动生成[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2014, 54(8): 987-992.
- YU Fangqiang, ZHANG Jianping, LIU Qiang. Semi-automatic generation of the BIM model view definition based on the IFC standard. Journal of Tsinghua University (Science and Technology), 2014, 54(8): 987-992.
- [38] 林敏, 曾华. 设计 BIM 模型数据流转到造价 BIM 模型应用研究[J]. 工程质量, 2013, 31(12): 19-22.
- LIN Min, ZENG Hua. Data transfer from design model into cost model on BIM application[J]. Construction quality, 2013, 31(12): 19-22.
- [39] 胡振中, 彭阳, 田佩龙. 基于 BIM 的运维管理研究与应用综述[J]. 图学学报, 2015, 36(5): 802-810.
- HU Zhenzhong, PENG Yang, TIAN Peilong. A review for researches and applications of BIM-Based operation and maintenance management[J]. Journal of graphics, 2015, 36(5): 802-810.
- [40] 陈立春. IFC 数据一致性研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2016.
- [41] 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.
- LOU Zhe. Modeling of cost estimation software for buildings based on BIM techniques[D]. Beijing: Tsinghua University, 2009.
- [42] 张建平, 范喆, 王阳利, 等. 基于 4D-BIM 的施工资源动态管理与成本实时监控[J]. 施工技术, 2011, 40(4): 225.
- ZHANG Jianping, FAN Zhe, WANG Yangli, et al. Resource dynamic management and cost real-time monitoring in building construction based on 4D-BIM[J]. Construction technology, 2011, 40(4): 225.

(编辑: 王艳菊)

北京到雄安将修市域快线

从北京到雄安将规划有市域快线, 这包括两段, 北段是北京新机场线(从牡丹园到新机场), 南段是从北京新机场到雄安。

《河北雄安新区规划纲要》指出, 要实现河北雄安新区 20 min 到北京新机场, 30 min 到北京、天津, 60 min 到石家庄。其中, 强调 30 min 到北京, 指的是走京雄高铁。如果走市域快线, 从雄安新区到北京城区, 应该需要 1 h 左右。

京雄高铁需要购票和候车, 且每趟车等待时间比较长, 其使用的是高铁列车。机场快线的是一种介于高铁和市内地铁之间的一种轨道交通, 速度可以达到 100 km/h 以上, 采用的是介于高铁和城市地铁之间的一种新型列车。

摘编自 <http://www.umt1998.com/2018-04-24>