

Research on Comprehensive Forward Design of Metro Pipeline by Using BIM Technology

Feng Shan

Liaoning Provincial Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract

BIM technology, as an integrated and visual and efficient solution for large projects, has shown great advantages in various stages of project planning, design, construction, operation and maintenance. It has been widely used in the field of urban rail transit in China. Almost all the new planning and subway projects under construction have introduced the BIM technology based on Revit software in design stage. This paper studies the process and difficulties of subway pipeline comprehensive forward design, and discusses the development direction of multi-dimensional BIM technology.

Keywords

BIM forward design; pipeline synthesis; multi-professional collaboration; Revit software; rail transit

利用 BIM 技术实现地铁管线综合正向化设计的研究

单峰

辽宁省交通规划设计院有限责任公司, 中国·辽宁 沈阳 110000

摘 要

BIM技术作为大型工程集成化、可视化的高效解决方案,在项目规划、设计、建设、运营和维护等各个阶段都展现出了巨大的优势。其在中国城市轨道交通领域已经得到了广泛的应用,几乎所有新规划和在建的地铁项目均在设计阶段中引入了基于Revit软件的BIM技术。论文深入研究了地铁管线综合正向设计的流程及重难点,并探讨多维化BIM技术的发展方向。

关键词

BIM正向设计; 管线综合; 多专业协同; Revit软件; 轨道交通

1 引言

BIM技术的核心部分由可视化3D模型与集成数字化信息共同组成。该技术集多部门多业务协作、软硬件信息升级、数据管理与共享为一体,并贯穿于设计施工管理的全部环节中。城市轨道交通的BIM发展基本分为三个阶段:

第一,管线综合的三维化,用以指导现场设备安装,减少返工,保障工期,节约成本等实际效益为开端;

第二,选取典型车站进行BIM深入应用,进行一体化BIM模型建设,开展各阶段研究,形成全生命周期的BIM数据传递,共享,应用体系;

第三,推广本地区BIM技术的应用,形成地方标准,并实施常态化BIM管理^[1]。

目前地铁站的BIM设计都是基于Revit平台完成,该软件所建立的是参数化与可视化的建筑模型。建模完毕后,围绕建筑单体的平剖面视图,各节点详图,与设备参数进行

深化。地铁工程空间局限性大,局部管线排布密集,各系统繁杂,采用BIM技术可以有效地优化各系统管线之间的立体空间布局,平面路由等。

2 BIM技术在地铁设计、施工中的现状

住房和城乡建设部于2011年5月初步发布了《2011—2015年建筑业信息化发展纲要》,将BIM纳入建设信息化标准。不久之后,于2016年8月发布了另一个2016年至2020年的纲要,强调BIM是“十三五”规划中信息技术的高优先度发展事项。在国家及各省市政策的支持下,各地地铁承建方先后在设计阶段使用BIM技术,如上海地铁9号线、长沙地铁3号线、沈大连地铁5号线等,呼市1、2号线更是搭建了用于运维管理的BIM平台。

BIM技术最初是为了构建全生命周期的建筑环境而发展起来的。然而,中国地铁在过去的十年中大多遵循传统的设计管理模式。如今,越来越多的地铁建设利用BIM对管线综合进行优化,使用分专业施工图来建立三维模型,整个过程却非正向设计。即使翻模形成的3D模型避免了所有管线的物理冲突,而这种所谓的建筑信息建模无疑失去了其最

【作者简介】单峰(1989—),男,中国辽宁沈阳人,硕士,工程师,从事暖通空调研究。

重要的信息特征。

3 地铁管线综合正向 BIM 设计流程

3.1 建模标准制定及信息收集

在地铁线路的规划及前期准备阶段, BIM 管理单位应制定一系列相关准则来指导全线车站区间的 BIM 模型按照同一标准交付,并确保 BIM 成果在整个项目流程中满足质量管理体系的全部要求。目前多地已根据实际情况出台了专门的轨道交通 BIM 建模标准、交付标准、统一设备族库等。一般情况下, BIM 设计总体针对模型交付所做出的要求,包括但不限于系统管线的布置原则、预留空间要求、可视化过滤器设置、视图范围、统一设备族库,各专业与管线综合的协作流程。

与民用建筑相比,地铁工程所涉及的系统更为繁杂,共计十数个专业。地铁车站前期设计,各系统几乎不会考虑本专业管线与其他专业的交叉及检修安装空间预留。一旦 BIM 介入施工图设计,专项设计组就以下四个问题与其他部门做好协调:管综专业采用何阶段的提资作为原始设计输入资料;确定与系统专业相互反馈的时间节点;多专业配合解决管线碰撞的流程;系统施工图应在多大程度上与 3D 模型保持一致。

目前较为前沿的 BIM 全生命周期的管理是基于 Autodesk 的一系列软件。对于地铁线路规划,应用激光扫描和航拍技术获取地理信息。利用 Recap 和 Remodeling 收集和处理信息,利用 Dynamo Studio 实现隧道可视化编程。对于特定的地铁车站,Revit 被广泛用于模型创建,Navisworks 用于检测物理冲突和模拟施工进度。

3.2 各专业模型构建

REVIT 软件正向设计建模通常应按照如下顺序:①柱网与标高;②结构柱梁、基础、框架;③建筑外围护结构与楼板;④内隔墙、门窗、构造柱;⑤站台安全门,强弱电柜等设备;⑥机械设备、管线与配件、末端。

首先收集土建施工图建立模型的三维轴网与标高线。下翻梁、腋角、纵梁及各类桁架严格按照结构专业图纸翻模,吊顶形式及其他内部装饰按照总体院的统一标准或精装修单位出具的图纸执行^[2]。通常 BIM 模型只能体现结构部件的几何特性,而更细化的配筋方式,节点详图则无法表示。土建翻模后的输出成果应确保各专业构件的完整性、准确性。设备专业中环路风管对于车站空间影响巨大,建模时除基本的管道外还应充分考虑保温,防火板,风口遮挡,阀门执行机构等额外要素。对于强弱电和动照系统, BIM 模型只表达桥架和照明灯具的布置,若对设计深度另有要求,则在线槽基础上补充电缆的设计。

根据不同管线各自的性质、功能和施工要求并结合车站的装修造型,进行统筹化的管线排布,合理分布各专业管线、桥架的位置,最大限度实现施工图设计阶段至施工阶段

的过度。通过模型的建立,能熟悉图纸并发现更深层次的设计缺陷,模型建立后对于工程量的统计查找更加直观、准确、快捷。

3.3 管综图纸绘制、条件反馈及预留预埋

作为地铁项目正式施工图的一部分,管综图纸的绘制通常由该站 BIM 设计人完成。传统管综图纸将各专业平面图无序堆叠至目标布局中,粗略整合优化物理空间中横纵向位置,并与其他专业进行形式上的会签。应用 REVIT 软件之后,由于该模型已与各专业协调完毕并检查碰撞,设计人只需要调整图面,即可完成管综图纸。该模式极大程度优化了传统的管线综合专业的出图流程,并保证空间预留的准确性、合理性以及提供分析任一剖面节点的可行性。

地铁项目引入 BIM 参与设计管理的目的是解决传统设计流程中易出现的“错、漏、碰、缺”的通性问题,保证各系统专业施工图与 BIM 模型的一致性。模型由设计阶段移交施工阶段后,在设计的基础上进行施工深化,包括机械设备细化,管线预制加工,综合支吊架的排布,管线末端,墙体洞口预留等。该过程由施工单位与设备供应商结合现场实际情况再行确定。竣工封模由项目全部参与方共同进行模型及关联信息的完善,保证所交付的 BIM 模型与实际情况相符合,便于后续 BIM 数字化管理的数据移交。

3.4 构建多维模拟及成果审查

建筑信息模型的核心是多维“信息”的输入。在 3D 模型的基础上,可以针对特定构件赋予其参数信息,生成所谓的 4D 模型,如水泵的扬程流量、功率、重量,以及配套的轴承、密封圈、叶轮等信息。当到达设备使用年限或损毁需要更换时,可在基于 BIM 的管理平台追溯为其服务的电缆、线槽、接线盒、配电箱、变压器等全套设备^[3]。将车站纳入管理的原件全部录入 BIM 模型中,生成材料清单,极大方便了施工阶段的采购与预制,运营阶段则按照清单进行设备材料的维修保养。BIM 模型多维度信息的特性对于施工进度管理尤为重要。系列软件可将地铁建设分段展示,随着流程的推进,连续呈现出不同阶段的施工状态,现金流和劳动力需求。这些目标的实现需要搭建多参数的 BIM 运维管理平台。

BIM 模型完成后应组织各系统专业分别与管线综合会签,以保证所有设计参与方对模型的最终版本没有任何异议。以三维模型作为多方会审的沟通媒介,检测设计碰撞、核查设计问题及施工可行性等问题。国家质量管理体系规定,设计阶段的输出成果必须经过高级别工程师的审核和批准。此外,地铁建设的常规进程要求地方财政局进行财务审计。全生命周期的 BIM 平台建立后,所有核查和审批活动均可实现网上操作,有利于节省时间,提高准确性。

4 管线综合正向设计重难点剖析

4.1 设计阶段易出现的问题

地铁车站的顶板、中板通常有下翻结构梁,此处层高

降低对综合管线布置方案有较大影响,在实际设计中可能会局部压缩电缆桥架安装检修空间。此外,局部空间狭窄的情况在站台层端门、轨顶风道处也较为常见。车站管线自上至下须遵照风管、桥架、水管的顺序排布,其中水管接头及阀门等易漏液的管件严禁设置在桥架上方。根据现场反馈,出入口、换乘通道与车站主体接驳处,桥架水管三通较多且环控大系统风管下空间狭促,易出现水管局部敷设在桥架上方的情况。在预留墙洞时,由于软件功能的限制,只能自动生成直管段穿越墙体的孔洞,弯头、三通、倾斜管道与墙体交汇处则需手动开洞。

作为负责统筹全局的 BIM 专业,需要与建筑结构、强弱电、环控、给排水、限界等几乎所有专业沟通协调。管线综合牵一发而动全身,空间紧张的节点往往每条管线都按照极限距离排布,一旦有所变动,例如管线尺寸的调整,增加分支都会对模型本身有不小的影响,因此及时从各专业获取最新施工图,落实调整后再反馈给相关专业,双方达成一致,这一过程至关重要。资讯互通,高效沟通与信息对接是在规定时间节点完成设计任务的前提条件。

4.2 正向设计推广的困境

传统的设计院和咨询公司习惯于将设计成果以二维文件的形式呈现。在这种情况下,可能需要在员工培训和软件版权方面投入大量资金,以适应这种新开发的技术。产业转型升级导致时间和资金成本因此急剧增加。从施工方的角度来看,BIM 的全生命周期很难给实际施工带来明显的利润。虽然很多研究和实践证明在施工阶段使用 BIM 可以节约 10% 的成本,但很多施工方并没有为此改变的意愿,其更愿意要求追加投标或设计变更以谋求更多的利润^[4]。另一个制约 BIM 管线综合正向设计的因素是缺乏对 BIM 特定合同的支持。如果没有国家奖励政策或地方政府的压力,大多数承建方为 BIM 专项支付额外费用的意愿极低。尽管 BIM 技术在目前整个建筑行业的认可度很高,仍需要更多的理由或动机说服各方接受 BIM 并致力于推广。

5 BIM 技术展望

5.1 实现 BIM 技术的全方位应用

现阶段地铁项目的设计重点集中于模型本身,而针对于信息化的关注度较少。BIM 可实现的数字化信息对于施工、管理、运营、维护有着巨大的优势。以环控环控柜为例,该装置为环控系统中参数及测点较多的重要设备。其完整的设计流程应为:①按照环控施工图翻模,含所有风管、通风空调设备、风管道件、末端等物理模型;②在 REVIT 中将各元素融合为一完整系统;③风机、空调箱等设备编号,键入必要参数;④利用软件的分析特性;⑤产品型号、制造商、部件材质等。目前国内地铁的 BIM 设计深度只到第二步,后续方面暂未涉及。

在设计阶段为后期运维预留接口,将所有构件的详细信息

输入到模型或转移到资产管理平台,管理人员可以通过单一数字模型管控整个车站,而非众多图纸或无序文件,并将所有活动都记录到平台上。对于电气设备,建议采用信号反馈机制,建立智能报警系统。将地铁的 BAS 系统嵌入 4D 模型中,可以监控各个机电设备的运行状态^[5]。发生类似管线泄露、设备损毁等事故时,通过监测点的反馈数据实现问题节点的精准定位。增设烟雾探测器及红外线温度探测仪与消防控制系统相连,可以在模型中实时监测火点,为消防扑救提供快捷准确的信息。

5.2 BIM 与数字化城市的连携

4D 地铁车站模型可以直观地展示火灾场景下的逃生路线,并配合火灾报警系统(FAS),利用各种探测器快速定位火灾位置。利用 CFD 技术模拟排烟场景,优化建筑布局和通风系统方案^[6]。如今,由于城市发展的需要,地铁车站的规划位置往往位于客流密集区域,而地铁区间又要穿过既有市政建筑数量巨大的繁华城区。通过 BIM 技术可以很容易分析出,新建线路与既有建筑和管道之间的界面关系,这就是智慧城市和物联网给传统建筑行业带来的好处。对于城市长远发展而言,在 5G 技术推广的形势下,地铁项目与物联网的有机结合,有助于经济由粗放型向集约型增长。

6 结语

BIM 技术不再是简单的优化整个设计施工过程的工具,而是建筑与物联网之间的桥梁。建筑业作为传统行业,正逐步向数据化转型。科技的蓬勃发展正在改变着设计、建造和管理的运行方式。轨道交通管线综合的 BIM 应用也正从简单的翻模向着正向设计不断发展推进。受制于传统的建造业模式,BIM 的正向设计和全生命周期平台虽具有重大的发展潜力,同时也面临着挑战。

参考文献

- [1] CHENG D L, SHEN P, LI W, et al. Application Research of BIM in the Whole Life Cycle of Metro Station[J]. International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS), 2019(6): 10-23.
- [2] 余元波. 基于 Revit 的地铁车站工程 BIM 正向设计方法探讨[J]. 现代城市轨道交通, 2021(9): 23-24.
- [3] 李扬. 基于 Revit 软件和 Dynamo 可视化编程的地铁车站通风系统正向设计[J]. 铁路技术创新, 2021(5): 63-65.
- [4] Ding L Y, Xu X. Application of Cloud Storage on BIM Life-cycle Management, International Journal of Advanced Robotic Systems[Z].
- [5] Guo H L, Li H, Skitmore M. Life cycle management of construction projects based on Virtual Prototyping technology[J]. Journal of Management in Engineering, 2016(26): 3.
- [6] 吴贤国, 王雷, 陈虹宇, 等. 基于 BIM 技术的物联网运营地铁结构健康监测系统设计及实现[J]. 隧道建设(中英文), 2020(6): 52-53.