BIM技术在地铁车站施工管理中的应用研究

□ 阮晓晨　袁龙泉

[摘　要] 随着城市化进程的加快，越来越多的城市开始发展城市轨道交通，地铁车站施工是城市轨道交通建设中非常重要的一部分。本文以广东省广州地铁18+22号线番禺广场站为例，介绍地铁车站明挖法施工的技术措施，并通过BIM技术对车站结构进行了模拟。通过实践研究发现，BIM技术在明挖法施工中的应用提高了施工安全管理、成本管理、进度管理、质量管理的效率。

[关键词] BIM；地铁车站；明挖法；施工技术

随着城市化进程的加快，各城市的汽车保有量迅速增加，导致城市道路日益拥堵，汽车排放的尾气也带来了温室效应、全球变暖等环境问题。为了缓解城市交通拥堵，改善空气质量，许多城市开始发展城市轨道交通。在城市轨道交通的建设中，地铁车站施工是非常重要的一个环节，明挖法施工在此得到了广泛的应用。传统的施工方法是通过二维CAD图纸指导现场施工，但近年来BIM技术在地铁施工中的应用已逐渐兴起。

1 BIM技术简介

BIM技术，其英文全称为Building Information Modeling，其中文全称为建立建筑信息模型，主要通过采集建筑工程项目中的各种相关工程信息数据，进行建筑模型的三维图像建立，并运用信息数字化的三维几何建模方式呈现建筑物的实际状况。建筑三维立体模型通过将工程项目中从设计到施工运营整个过程所含有的数字信息、功能要求和性能等建筑信息整合集成，将数字信息化管理应用于整个建筑项目全生命周期中。在借助BIM技术前提下所构建出来的建筑设计形态属于三维立体模型，可以最大限度地将实体建筑的各种信息予以全面地反映出来；而在应用表现方面，其所具有的特点不仅包括协调性、优化性及可出图性，同时还包括可视化、模拟性。在工程项目各阶段，都可借助BIM技术将项目未完成的部分绘制出来，从而将与之相关的数据信息反映出来，并基于数字化信息集成的管理思路来对工程项目前期设计、中期施工以及后期运营的全过程展开管理[1]。

从地铁施工的实际流程来看，通过BIM技术构建专门的施工管理体系，使整个工程以更为安全的姿态运作，保证相应的职能人员以动态化的方式了解当下地铁施工的全部情况，确保各项策略输出更为安全可靠且高效。BIM技术应用在地铁施工的流程中，不仅能在原有的基础上加强安全性，还能不断提高工程的效率和质量，控制施工成本，对潜在的施工隐患做到第一时间发现与优化，确保整个工序的稳定性。在地铁项目立项以后，首先应当借助BIM技术绘制该项目的三维模型，然后基于这一模型所提供的数字化信息集成来对整个地铁项目展开管理[2]。

2 工程概况

工程项目为广州地铁18+22号线番禺广场站。番禺广场站属于大型换乘车站，从该车站的南部方位出发，可以换乘18号线，换乘车站名称为横沥站；从该车站的北部方位出发，既可以换乘18号线，换乘车站名称为南村万博站，也可以换乘22号线，换乘车站名称为祈福站；此外，通过该车站也可以换乘到地铁3号线与17号线。该车站因入口处建设在广州市番禺区的番禺广场而得名。

就地下结构而言，番禺广场站属于典型的五层三柱四跨式的结构，车站的长度总计为540m；就标准段宽而言，则为52.25m。由于属于换乘车站，所以建设有相应的换乘通道。供乘客进出车站口的总数量为4个；设有安全出入口7个；低风亭的数量为3组；冷却塔数量为1座。值得一提的是，在车站的换乘通道当中，经过改造后连通了地铁3号线的A号出入口，并且新增了排风口1个，车站的4个出入口均为侧出。车站内的7个安全出入口中1—5号安全出口为主体结构顶出，6—7号安全口为侧出。3组低风亭均为车站顶出，1座冷却塔设置在负一层楼板上。

在番禺广场站的主体基坑方面，开挖深度以标准五层段为准，为39.82m，盾构扩大头段为41.7m；在基

[作者简介] 阮晓晨，武汉交通职业学院，教师，硕士。
袁龙泉，中铁十一局集团第四工程有限公司，高级工程师。

坑支护方面，既采取了五道内支撑式的支护技术，同时也建设了连续墙，规格为1200mm；墙的嵌固深度达到4.5m，长度达到了42m。

在支撑支护方面，为便于施工专门设置了临时型钢立柱的设计，立柱桩的直径达到1600mm；其嵌固深度达到8m，长度达到48m。在车站主体施工方面，设计出明挖顺法施工方案，在车站中间位置的纵向方位与横向方位分别建设施工栈桥，其中纵向栈桥的数量为1道，其宽度达到12m；纵向栈桥的数量为3道，其宽度达到9m，在交叉栈桥的支撑下开展各项建设工作。

番禺广场站的附属结构在负三层与其主体结构相接，埋深达到22m，在支护方面与车站主体的结构设计大体一致，既采取了五道内支撑式的支护技术，同时也建设了两种规格的连续墙，一种规格是1000mm，另一种规格是600mm。就墙的嵌固深度而言，在达到全风化岩层以后，再向前深入7.5m，进入中风化岩层约3.5m。换乘通道最低处，其地板的标准高度为-14.336m。其中，在负一层段同样采取了临时型钢立柱的施工方案，立柱桩的规格为1200mm。

3 施工的重难点及保证措施

3.1 地连墙施工

由于地连墙厚度1200mm，且岩层强度大，成槽困难，需采用型钢接头。施工中先用成槽机挖至中分化花岗岩，再用双轮铣施工成槽。

3.2 土石方开挖

番禺广场站面积较大，为540m×52.25m。基坑开挖深度为40m，土方为46万m^3，石方为70万m^3，建筑面积为14万㎡，工程量较大。开挖时可利用施工钢栈桥，从横向切入，以纵向开挖，分节段多个工作面同时开挖。

石方开挖岩层较硬，主要为中风化花岗岩，强度达到30MPa～50MPa，局部存在微风化花岗岩，强度达123MPa。施工时采用静态爆破、破碎锤配合液压劈裂机和平地王施工配合作业，以保证工程进度。静态爆破属于高危作业，施工时必须由经过专业培训，持证的专业人员操作。

3.3 车站主体

地铁车站为三跨四柱五层结构，属于超宽大跨结构，采用碗扣式脚手架施作主体，主体施工缝和结构防水数量多，处理困难。

3.4 暗挖区间

暗挖隧道断面的面积较大，在150m^2～220m^2范围内，且番祈区间下穿地铁3号线，隧道结构离3号线仅有2m，岩层大部分为全风化花岗岩，围岩自稳性差。需采用超前地质预报预测地质情况，确保施工顺利进行。同时还要加强地下地上及周边监控量测，发现特殊情况立即停工，并及时上报处理。

3.5 管线迁改

在番禺广场站的北部方位，与清河东路连接；在车站南部方位，与东兴路相邻；在车站的西侧方位，与广场西路靠近；在车站的东侧方位，与广场东路濒临。此外，车站与广州市政府的距离也比较近，车辆往来比较频繁，周围各种管线密布，且横穿兴泰路，管线迁改难度大。施工区域影响最大的为兴泰路DN2000罗家涌与沙墟涌连接管（不与其他排水管道接驳，埋深约5.5m）和清河东路南侧辅路番禺电信主干线路，施工时需提前做好管线交通疏解，对涉及范围进行物探，并联系各自管线产权单位标明该段管线走向，施工时开挖人工探槽，确保安全后方可施工。

4 BIM技术在施工管理中的应用

4.1 BIM模型的建立

利用三维建模软件，根据施工图纸，建立车站结构的三维BIM模型。地下车站施工模型包括维护结构、支撑体系、土方开挖、主体结构以及相关附属结构，通过整体建模以达到信息集成的目的。要求在工程项目开展的前中期，对施工中各个环节存在的风险进行模拟，对施工过程中存在的风险和质量问题进行预测，在具体落实过程中着重监控，减少施工过程中存在的安全隐患。车站结构模型见图1。

图1 车站结构模型图

4.2 建模软件汇总

在建模软件使用方面，可通过Infraworks、Civil3D等软件对地形进行处理，以Revit、Bently对整体模型进行创建，用Navisworks进行碰撞检查，借助3D Ma×、Lumion等进行图形渲染，再用万彩动画大师等软件进行动画制作，最后依靠Audition、Premiere等软件进行动画视频剪辑。不仅可通过三维制图软件将车站结构信息化，同时还可用视频制作将车站结构和施工过程动态化，将BIM手段运用到项目开展的各个阶段，使管理人员更加直观准确地对项目的成本、进度、质量、安全进行管理。建模软件汇总见表1。

表1 建模软件汇总表

序号	类别	软件
1	地形处理	Infraworks、Civil3D
2	模型创建	Revit、Bently、Tekela、3D Ma×
3	碰撞检查	Navisworks
4	模型渲染	3D Ma×、Lumion、Fuzor、Enscape、Twinmotion
5	动画制作	万彩动画大师、3D Ma×、Lumion、Fuzor、Twinmotion
6	视频剪辑	Autition、Premiere、会声会影

4.3 施工现场重难点工作监控

对于该项目中施工过程的重难点，如地下连续墙的成槽、土石方开挖面积较大、主体结构施工超大跨度结构、地层围岩稳定性较差以及地下管线的迁改工作，需要重点进行监控。尤其是在BIM建模过程中，对于重难点工作进行着重模拟。另外，在人员、机械、设备入场施工后，重难点工作施工的过程中要及时记录施工数据，如有异常情况要及时进行反馈，确保工程项目的顺利进行。

4.4 施工现场实时数据收集比对

在进行BIM建模后，施工过程中要对现场的实时数据进行收集，以便与BIM信息进行比对，及时发现施工中可能存在的问题。为此，项目施工管理人员需每天在现场进行旁站，记录施工过程中项目进度、质量及安全方面的实时信息。在地铁工程施工质量管理中，应用BIM技术能够通过相应的模型信息向第三方管理平台输入有关信息，以便实施施工管理。而管理人员仅需利用计算机或移动终端，便能够收集与录入工程质量管理的数据信息，并利用互联网上传相关数据信息至管理平台。工作人员可以有效比较与识别该类信息和之前上传到管理平台的BIM模型，以便及时发现质量问题并给予解决。而不同部门的管理人员可以凭借其相应的账号与密码登录管理平台，以便能够及时接收与查询工程的相关质量信息。一旦出现任何质量问题，系统都会进行智能识别，并将这一信息自动反馈给专门负责该问题的人员，由后者处理。在处理问题的过程中，有专门有监督人员在旁负责全程监督，直到在工程质量不受影响的前提下将该问题全面解决[3]。如此一来，不但能够有效提高工程质量信息的真实性与可靠性，而且还能让工程施工质量问题在第一时间内获得有效处理，确保整体工程施工质量。

4.5 对施工现场数据和BIM信息比对做出响应

当现场人员将现场数据上传至BIM信息化平台之后，管理人员可以通过已经完成的BIM模型信息与现场信息进行比对。如果信息出现偏差，要及时分析BIM信息与施工现场数据存在误差的原因，找出现场的不可控因素或建模中可能存在的问题，如果现场施工存在问题，可及时调整施工方案，并给出合理的解决方案。若由于特殊原因现场施工方案无法调整，则要对BIM建模信息进行及时更改，确保BIM信息与施工现场信息的统一。

5 结语

通过BIM技术，利用计算机或移动客户端将现场出现的质量问题精确定位记录在建筑物的BIM模型上，可直观查阅问题出现的位置和结构，同时管理人员还可以将在施工现场所收集的照片、录音等信息全部输入该系统当中，为相关人员借助该系统更加快速、有效地将问题予以识别出来提供了信息依据[4]。

利用软件的模型和数据库动态可视化功能，结合动态管理理论，能够对地铁工程较好地实现动态优化控制，并对工程项目施工建设的全过程展开全面化、立体化以及高效化的管控，包括对施工资源的合理配置、对施工质量与建设速度的合理控制等，尽可能地将项目建设的时间予以缩短，将项目建设的成本降到最低[5]，有效提高整个项目在成本管理方面、施工质量与安全管理方面、施工进度管理方面的效率水平。

[参考文献]

[1]刘聃,鹿毅.浅谈BIM与CAD在建筑工程制图中的联系与区别[J].广西城镇建设,2021(2):56-57+68.

[2]姜鸿臣.BIM技术在地铁施工安全方面的应用[J].科技经济导刊,2021,29(2):56-57.

[3]岳玉星.BIM在地铁工程施工管理中的应用思考[J].现代物业(中旬刊),2018(8):64.

[4]王春明,魏想明.BIM技术在地铁工程施工质量管理中的应用研究——以上海地铁13号线东明路站为例[J].中国市场,2017(12):132-135.

[5]王鑫,段士清,肖作明,等.BIM的地铁盾构区间下穿海河施工技术研究[J].广东土木与建筑,2021,28(3):4-6.