

浅谈 BIM 技术在成都地铁 18 号线龙泉山隧道施工中的应用

孙慕楠，董爱斌

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620860)

摘 要:以成都地铁 18 号线龙泉山隧道项目为背景,介绍了现代化建筑信息化模型(BIM)技术在隧道及桥梁等方面的应用情况。通过 BIM 模型自带的几何数据信息建立三维模型,使用专业的算量插件工具对工程量数据进行提取和整理,利用可视化指导现场施工,既保证了工程量的准确性,也有效解决了专业之间的设计矛盾,为后期施工奠定了基础。

关键词:建筑信息化模型(BIM);隧道;桥梁;可视化;成都地铁 18 号线;龙泉山隧道

中图分类号: U21;U23;[U25];U215 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-2184(2019)增 1-0058-02

1 工程概述

龙泉山隧道为成都轨道交通 18 号线天府新站~三岔湖站区间的隧道,最大埋深 285 m,最小埋深 35 m,沿线地质条件多变,为高瓦斯隧道,是成都轨道交通 18 号线中的关键性工程。隧道分为左、右线,采用双线分修(线间距 30 m),龙泉山右线隧道工程总长 9 724 m,左线隧道工程总长 9 690 m,隧道平均断面面积约为 67.3 m²(图 1)。

该项目为 PPP 项目,项目总工期为 719 日历天。

本工程施工具有的特点和难点:

(1)施工风险高。

全隧道区域为龙泉山油气田分布区域,YDK42+455~YDK43+760、YDK44+620~YCK47+030;ZDK42+455~ZDK43+760、ZDK44+620~ZCK47+030 为高瓦斯段,隧道其余段落为低瓦斯段。隧道进口、1 号斜井、2 号斜井三个工区为高瓦斯工区,隧道出口工区为低瓦斯工区,是成都轨道交通 18 号线中的关键性工程。

(2)地势高差大。

龙泉山呈一条形山脉,地面高程为 480~985 m,由北东-南西纵贯境内,为本区最高地形。龙泉山隧道施工难度大,同时,为确保现场作业有序进行,塔吊、材料堆场、加工场地在多高差区域的合理布置和现场安全管理等是该项目的重点。工程中存在大量的回填区域,项目土方挖运

量约 63 万 m³,采用光面爆破、组织土方的挖运及堆放能够有效地缩减成本、节约工期。

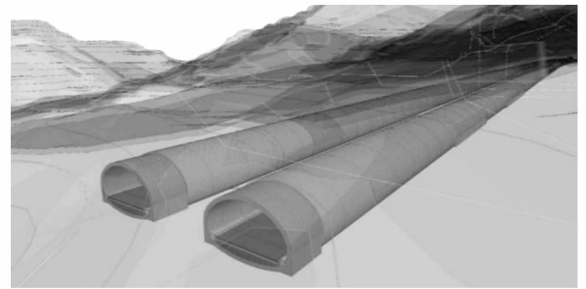


图 1 龙泉山隧道示意图

(3)作业内容多,工期紧。

该项目的承包模式为设计、采购、施工总承包(PPP),承包范围涵盖了土建、桥梁、站后工程设施,作业内容繁多,从项目开工到竣工验收共计 719 日历天,工期紧张。因此,合理组织施工成为该项目的重点。

2 BIM 技术在该工程中的应用

2.1 可视化施工

利用 BIM 技术“所见及所得”的特性,基于山地建筑标高变化繁多的特点,采用 Revite 对场地、建筑结构进行建模。该项目附属设施,如横通联络通道、过轨管线排布相对复杂,管线的安装精度要求很高。在项目初期,利用所建成的模型对设计图纸进行校对,将 Revite 模型导入 Navisworks 进行碰撞检查,发现设计图纸与现场实际

场地不符、各专业图纸存在冲突等问题将在图纸阶段予以解决,以减少设计变更及返工,提高工作效率。

在解决图纸问题后,利用建成的三维模型对管理人员及作业人员进行三维可视化交底,显示隧道不同标高的展开情况;利用 Revit 生成钢筋下料单,模板、管道构件等详图,明确详细尺寸,现场按图下料,在节约原材料的同时加快施工进度。

现场通常采用传统的二维平面进行交底,不仅效率相对较低,而且对于施工人员的认知比较麻烦。尤其是对施工过程中复杂节点处的技术交底对现场技术人员的要求较高。为了提高项目的交底效率,项目部运用 BIM 三维模型进行技术交底,建立了三维高支模模型,既直观、又方便施工人员理解,从而显著提高了交底效率,减少了因交底不明确而导致的施工错误、返工的现象,影响工期。

传统效果图、动画制作是利用 3dmaxs 进行的。3dmaxs 并非专业建筑建模软件,无法快速、准确建模。利用 Revit 强大的建筑建模能力与 3dmaxs 专业图像效果处理能力相结合建立 suite workflow,将 Revit 模型导入 3dmax 中进行效果图、动画制作,结合 Adobe After Effects CC、Adobe Premiere Pro CC 等相关视频制作软件可以建立一个完整的可视化动画制作流,实现可视化交底。

2.2 平面管理

基于该项目地势高低起伏大、传统的二维图纸难以做到高效、快速、直观的表达该项目各阶段施工现场的实际情况,无法对机械的运作、车辆的行进路线、物料的堆放、加工从时间和空间双维度进行考虑,因此,项目部引入 BIM 技术对现场进行平面管理,确保了现场各工序的穿插有条不紊的进行。

在前期建成的模型中增加了施工道路、塔吊、施工电梯、各类加工区、临建办公、临时供水、临时供电设备及管线的布置。将完成的模型以 .nwc 格式导入 Navisworks 中,再将进度计划中的 Project 与 Navisworks 进行链接,调整后即可对整个项目的生产周期进行模拟。

采用 Navisworks 完成模拟后组织项目部各部门人员进行会审,以三维动画的形式对项目的

施工部署、施工计划、施工工艺等向项目的管理人员进行展示。基于该项目多标高的情况,会审工作以施工道路布置、大型机械的布置、高边坡、现场临时排水方案、临时边坡防护等为重点进行审查,提出原定方案中的不合理处及解决方案,最终形成最优方案,确保整体施工部署、进度合理。

2.3 平衡土方

因该项目场地高差大,利用全站仪进行坐标及高程测放的土方计算方计算量大、计算精度不高、数据量大,因此决定采用 Civil 3D 进行土方量计算。Civil 3D 利用复合体积算法或平均断面算法能快速计算现有曲面与设计曲面之间的土方量,生成土方调配图表,用以分析适合的挖填距离需要移动的土方数量及移动方向,确定取土坑和弃土场。

利用大疆无人机对项目用地进行全方位的拍照记录,利用 Photocan 将照片处理成点云数据,将 Photoscan 导出的点云文件加载到 Civil 3D 中,即可得到“原始地貌模型”。采用 Civil 3D 对采集到的数据按照等高线的分布进行辨识和判断,可以查找出某个区域地形图的错误,随即进行二次修复和数据修正,形成最终的 Civil 3D“原始地貌模型”。在 Civil 3D 中利用设计图纸建立“设计地形”,通过计算两个曲面之间的体积即可得到实际挖方、填方的工程量。确定各部位土方的挖运量后结合施工模拟,可以完整地将项目土方的挖运、堆放、回填结合时间节点清晰地展示出来,合理规划土方的挖运及堆放,减少土方的二次倒运,节约工期和成本。

2.4 安全管理

因该项目承包范围为高瓦斯区间,项目各工序交叉作业的情况严重,场地的高差在带来大量边坡支护的同时也增加了安全隐患。传统地依靠管理人员的个人经验确定危险源的类型和危险程度的方法无法准确、全面地识别该项目的危险源,因此,利用 BIM 技术进行安全文明施工管理,能够确保现场安全生产。

BIM 三维模型能真实地反映各施工阶段作业场所内的真实环境信息,帮助项目管理人员对施工中的危险区域一一识别并分类,采取有效措施防止无关人员进入危险区域;同时利用三维模

(下转第 62 页)

封堵涌水突泥,然后再选用适宜的开挖方法进行开挖。

注浆范围为隧道开挖半径的 2 倍,单孔注浆有效扩散半径 R 为 3.6 m,注浆孔间距 D 为 $1.5R=5.4(\text{m})$,注浆的最终压力为水(泥)压力的 2~3 倍。注浆浆液的浓度由稀到浓,注浆压力由低到高,逐级变换。

钻孔过程中如遇到突涌水、涌砂时立即停止钻孔进行注浆。在部分涌水、突泥量较大的段落应先进行适量的排放,待水流稳定后再进行注浆封堵。

5.3 径向注浆支护施工

对于开挖后仍呈面状渗水或围岩较破碎时,对开挖部位的周边进行径向注浆加固,以达到止水 and 加固围岩的作用。

6 结 语

(上接第 59 页)

型对脚手架、各类防护进行技术交底,使搭设人员全方位查看各类防护的做法,通过模拟动画随时查看搭设要求及施工工艺,准确地反映施工要求。

在移动设备上安装好 BIM 360 Glue 应用程序,将 Revite 模型文件转化为.nwd 文件,再将该文件添加入 BIM 360 Glue 中,即可实现云端安全检查。项目管理人员只需携带移动设备进入现场进行安全检查,对有隐患的位置进行拍照记录并明确整改要求及责任人,上传云数据库,在整改完成后进行验收,进而达到隐患问题的发现与消除的闭合管理。

3 结 语

龙泉山隧道开挖现场的施工带来了一系列挑战,其设计与施工过程中均存在常规手段难以解决的技术难题。随着国民经济的发展,超高、超大的建筑将成为主流,同时,节约资源、保护环境也成为新时代的重要使命。

龙泉山隧道项目根据项目用地及承包模式特

在龙泉山隧道开挖过程中,采用了成熟的地震波反射法(TSP)进行探测。对于软弱或破碎地层,每次预报的距离采用 100~120 m,搭接长度不小于 10 m;对于岩体完整的硬质岩地层,每次预报的距离采用 120~150 m,搭接长度不小于 10 m,提前对隧道前方的地质情况进行确认,在开挖掌子面出水较大的地段采用全断面超前预注浆施工工艺,堵水效果较好,同时对围岩起到了加固作用,提高了软弱富水段隧道的开挖进度,降低了隧道开挖中涌水突泥的风险,节约了施工工期,同时也提高了经济效益。

作者简介:

张珍贵(1975-),男,四川峨边人,工程师,从事市政、铁路工程及水利水电工程施工技术与管理工
张秀敏(1987-),男,四川仁寿人,工程师,从事市政工程及水利水电工程施工技术与质量管理工作。(责任编辑:李燕辉)

点,利用 BIM 技术指导现场施工和管理、优化设计、协同设计、三维正向出图、工程量计算,提高了工作效率,降低了成本,BIM 技术在成功促进项目顺利实施的同时,也发现了 BIM 技术在实际应用过程中存在的不足之处:BIM 技术使用软件较多,管理及作业人员一时难以熟练操作;对于山地地形,Revite 难以快速、准确地进行建模,前期工作量大、技术要求高。但是,可以相信,随着 BIM 技术的不断发展,各类软件的不断完善,BIM 技术必将能更好地指导现场实际施工。

参考文献:

[1] 李华峰,崔建华,甘 明,张 胜. BIM 技术在绍兴体育场开合结构设计中的应用[J].建筑结构.2013.43(17):144-148.

作者简介:

孙慕楠(1995-),男,天津市人,助理工程师,学士,从事轨道交通工程施工技术与管理工
董爱斌(1990-),男,甘肃天水人,助理工程师,学士,从事市政工程施工技术与管理工

(责任编辑:李燕辉)

“十四五”应设立碳排放总量控制体系

历经 6 年时间酝酿和七大试点的运行,全国统一的碳排放权交易市场(下称“碳市场”)于 2017 年 12 月宣布启动。作为我国应对气候变化、降低二氧化碳排放、履行国际减排承诺的重要手段,全国碳市场一经亮相便受到世界瞩目。

(中国能源报 朱妍 2019 年 3 月 25 日第 3 版)