

Research on the Construction Method of Underground Excavation Subway Station Construction Channel and Station Transition Section

Xinliang Zhao

Sichuan Tieke Construction Supervision Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 611700, China

Abstract

At present, the transition section of underground stations generally adopts a gate shaped ramp, but there are too many conversion steps. Introducing a new sector shaped ramp can make it simpler. In this context, through the analysis of engineering examples such as underground engineering tunnels and underground engineering tunnels, corresponding design schemes have been proposed. On this basis, finite element numerical simulation was used to calculate it. Using the Midas-GTS NX finite element analysis software, numerical simulation and analysis were conducted on the deep excavation of the station end, providing a technical foundation and guarantee for the implementation of the project, achieving the goals of ensuring safety, optimizing design, and guiding construction, it also provides theoretical and technical references for the design and construction of future urban underground spaces.

Keywords

communication base station; moving ring system; remote monitoring

暗挖地铁车站施工通道与车站转换段施工方法研究

赵新亮

四川铁科建设监理有限公司, 中国 · 四川 成都 611700

摘 要

目前, 地下车站转换段普遍采用的是门形坡道, 但是转换步骤太多, 引入一种新的扇形坡道, 可使其变得简单。在此背景下, 通过对地下工程隧道、地下工程隧道等工程实例的分析, 并提出了相应的设计方案。在此基础上, 利用有限元数值模拟的手段对其进行了计算。利用Midas-GTS NX有限元分析软件, 对车站端头的深度挖掘进行了数值模拟与分析, 为该项目的实施提供了技术基础与保证, 达到了保证安全、优化设计、指导施工的目标, 并为未来的城市地下空间的设计与施工提供了理论与技术的借鉴。

关键词

通信基站; 动环系统; 远程监控

1 引言

在轨道交通日益紧张的今天, 大量的地铁建设项目工程正在兴起, 地铁已经成为中国居民的主要交通方式。因此, 在现代社会, 地铁作为一种新型的、具有现代意义的轨道交通。为了降低对周边环境和居民的正常生活造成的冲击, 暗挖法已经渐渐变成了地铁项目工程中的一种重要的施工方式。与传统的交叉隧道不一样, 暗挖地铁车站转换段是从一个小断面的施工通道, 进入一个大断面的车站隧道中, 由于施工通道与车站隧道的截面存在着巨大的差异, 这就造成暗挖地铁车站转换段的施工方法与传统的交叉隧道存在着很大的差异。所以, 为了保证工程质量, 项目业主将对其进行

现场测试, 从而获得相应的施工工艺, 为中国城市轨道交通的发展提供技术支撑。

2 施工背景

深挖地下铁路车站转换段主要指在一个相互交叉的线路上, 转换段一般是指列车的通过轨道与施工道路之间的连接部位, 从几何的观点出发, 它是指二条相互垂直的圆柱体所交叉的地方。和其他跨线的转换路段一样, 在地下轨道交通项目中, 由于地下铁路工程中的通过轨道与列车的直径尺度差别很大, 使得地下轨道交通站点转换段的建设难度较大。然而, 在该工程的建设中, 因其复杂的地形和地质情况, 以及前期的测量结果不准确, 导致该工程的塌方和大变形。尤其是在施工过程中, 施工条件的不确定性、施工过程的复杂性和工期的紧迫性, 都增加了施工难度。由于受技术手段和施工措施的限制, 当前, 中国对于暗挖地铁车站转化段的

【作者简介】赵新亮(1988-), 男, 中国山西霍州人, 本科, 工程师, 从事地铁车站施工通道与车站转换段施工研究。

施工方法还比较单一,主要是使用了两种技术手段,分别是门型爬坡法和扇形扩挖法。以下内容将以实际工程应用为例,对其进行说明和分析。

3 暗挖地铁站工程概况

北京地铁 10 号线“国际贸易站”坐落在建国门外街与东三环中路交会处,也就是已有一号线的北面,其主要结构为北南向,穿越已有大桥下的桩群。该站为分体式,两条旅客走路、一条设备走路路相连通;外部设有风亭 3 座,风道 3 座,出入口 5 座,换乘联系通道 1 座。换乘连接通道设在东三环中部建外大道与国家贸易主大桥之间的辅道之下,并连接已有的一号线国家贸易站的站厅楼层。换乘通道可以划分为三个部分,即换乘通道的主体通道、换乘通道的分支通道和疏散通道。

换乘隧道主体隧道长度为 97.566m,隧道宽度为 8.50m,隧道高度为 5.90m。采用地下开挖的 CRD 方法。换乘隧道分洞全长 63.282m,洞体高 4.20m,建筑物宽度 4.0m;在大北窑桥的 DB134、DB135、DB142 三个桥墩与地基之间进行了暗开挖。该出口位于一号线一期国贸车站的东北出口,在该出口的转角处,土壤呈“孤立”的状态。在地铁换乘隧道工程中,主要的技术难点是:地铁换乘隧道工程中,采用复合锚杆桩法对隧道结构进行加固;对换乘隧道结构的主洞、支洞和出口的分岔部位进行了群体洞口影响的控制;在悬空部分进行支洞和撤离通道的安全管理。在此基础上,引入 BIM 技术,以提升建筑的设计与建造的品质,便于建筑的精确表达,减少建筑的碰撞与建筑的空间布置。相关的交通运输方式,将待项目的可行性研究通过后,在具体的规划中加以考虑。为了保证轨道交通的安全性,建设者将进行一次特殊的野外实验,对有关的施工参数进行研究,并据此制订出一套适合轨道交通的施工方案。

4 有限元数值模拟和有效性验证

4.1 有限元模型建模

论文主要针对工程建设中的隧道及换乘区,利用 Midas-GTS NX 建立了隧道及换乘区的有限元计算模型。为了减小边界条件对数值模拟结果的影响,采用了 160m 的数值模拟方法,并在隧洞的左边和右边各设了三个洞径^[1]。在工程地质情况的基础上,对施工方案的经济性和现场实施的可行性进行了全面的分析,并对施工方案进行了优化,从而有效地解决了工期紧、地质复杂、地势险要、安全风险高、施工工艺精细、施工组织困难等问题。在每一个桥墩基础上,均使用 52 根 $\phi 150\text{mm}$ 的内外双排复合锚杆,用作既有桥桩的围护结构,并对柱底进行注浆加固,以加强既有桥桩桩底。在此基础上,针对工程实际,提出了一套提高混凝土强度的设计方法。在墩柱施工之前,项目部对管理人员和施工人员进行多次的“墩身施工工艺及外观混凝土质量控制”方面的培训,以保证在施工过程中,模板、混凝土及振捣工

艺都能达到要求,从而保证了墩柱的顺利施工。同时为了更有效地反映在建造过程中转换阶段受力方向和位置的变化,将模型纵向的计算长度取值为 80m,最上表面确定为自由面,同时为了克服边界效应的干扰,在此基础上,在纵向上,隧道与地面之间的距离为 3~5 倍。

4.2 关键参数的计算

经实地考察,该隧道的围岩以砂、泥为主,局部有较厚的砂岩层位,属于 I、IV 级。采用莫尔-库伦比的本构关系来模拟岩土,采用物理单元来计算返修结果^[2]。在施工阶段,采用 C25 初期支护,厚度 300mm。初始支护,也就是锚杆,是由平面面板单元和一维线单元构成的。为保证隧道二次衬砌结构的安全,在进行二次衬砌结构设计时,不进行二次衬砌结构设计。在数值模拟中,对于底部和左右两侧的边界,均使用了固定的位移边界,而在数值模拟中,则以计算中的岩石的自重力为主。对于复杂地质条件下,施工进度与安全受到很大的压力,如何加快施工进度,确保施工质量与安全,也是一个很好的借鉴。

4.3 正确性检验

采用门爬升方法和扇展开方法对转换区进行了数值计算,选取了五个特征点进行了数值计算。在数值仿真中,通过调整对应的岩体元参数来仿真二衬层,通过活化补强区的物质来仿真锚固,通过活化对应仿真喷浆,并通过对模型上部的加载来仿真隧道的埋藏情况。在此基础上,将实测资料与仿真结果进行对比,以保证仿真结构及参数选取的合理性。在此基础上,结合大跨空间结构的特征及在施工中引起的内力变化,确定最优的分段位置,并考虑到施工中的变形。在隧道开挖后,隧道与站场相交部位的岩体变形较大,且与站场相交部位的变形较大。在竖向变形 6.27mm 的情况下,拱顶最大沉降量发生在拱底开口处。最大的侧向位移量是 2.52mm。通过对这些问题的分析,发现因为拱顶监测点是在初期支护后进行布置的,监测数据存在一定的损失,所以监测数据与数值模拟结果相比,只有 1.12mm,相差数据范围较小。因此,上述模型及参数可以对工程实际情况做出反应^[1]。

5 暗挖地铁车站转换段施工方法

5.1 门型爬坡法

门型爬坡法是当前国际上较为普遍的一项暗挖铁路车站转换段施工技术,其第一项任务就是对施工隧道实行完全施工,在施工隧道靠近地铁隧道边时,通常在车站隧道边和施工隧道交叉的地方,都设有门型拱架加以支撑。给门装上一个“横梁”,用钢筋加固,这样就能够将从上面传下来的荷载转移到门上。在门口设置了一条用混凝土固定的“横梁”,以分散开来的上面的荷载,该隧道采用了“表层处理→套拱→超前支护→基坑→预支护→防排水→衬砌”的施工工艺。门式攀爬方法将转换段分为八个部分,在隧道基坑开

挖后,通过对门式拱的支承,使正在建设的隧道向轨道交通基坑顶部延伸,封闭成环,直到轨道交通施工段到达轨道交通基坑边缘。目前,由于“门式爬升”施工工艺较为繁琐,工期较长,施工难度大,因此,目前在北京地铁10号线国贸站中,大部分车站均没有使用“门式爬升”的施工工艺。

5.2 扇形扩挖法

在地下工程中,扇形扩挖技术可以极大地减少工程的施工难度和造价,已成为目前我国城市轨道交通建设中的主流技术。施工通道采用全断面法,在靠近地铁隧道边沿时,在边沿处设置门形支撑,并将开挖部位抬升到车站拱顶。将转换段施工划分为三个扇形区域,分别进行挖掘,转换段的挖掘宽度与施工通道的宽度相同,在转换段开挖后,使用门型支护来保护,随着挖掘面的向前移动,架设环形钢梁来支撑,直至车站顶部的拱架封闭成型^[2]。从工程技术的观点来看,扇形扩挖法最大的优点是,它的特点是:一次开挖的土方面积较大,施工设备切换较少,因为扇形法不需要沿着一定的坡度向上开挖,所以可以避免增大开挖难度,当道路状况比较复杂时,可采取立体分流模式,缓解各种车流的冲突。此外,该隧道还可以对一些不良地质情况进行预先处理,加快施工进度,对某些不利条件下的地质条件进行预处理,从而达到加速和确保工程进度的目的。

5.3 暗挖地铁车站转换段技术参数

北京地铁10号线国贸站目前已经完成了二次衬砌的扣拱式(相当于挖洞),目前正在进行附属工作。但是,由于它与一般的建筑物有很大的不同,所以需要选择它,而且等待的时间也很长。本项目以PBA暗挖为主,采用扣拱处二次衬砌,内埋钢柱,采用洞外降水的方法进行施工。在隧道开挖时,在临近洞口的一侧埋设测斜管道,以获取洞口附近的深部土的水平变形。据了解,北京地铁10号线国贸站的施工工序为反向,也就是前面一层,后面一层,和明挖车站的工序正好相反。在隧道的建设中,采用了全断面开挖法,以5m为一个施工进度单元,开挖后即进行支护。为节省工期,减少施工工艺难度,在此基础上,与实际工程相结合,对深埋地下洞室的设计方案展开了进一步的改进,在暗挖施工之前,需要针对施工路段的复合锚杆桩进行桥桩加固,并在7天后进行CRD法开挖,需要向上调高开挖8.1m。其次,挑高角度设置为30°,每段以1.0~1.5m为一个施工进

度单位时,这样可以保证加固效果能够达到预期效果。同时,在开挖后要对其进行及时的支护,另外,在车站隧道的中间段,采用台阶法进行施工,两段台阶之间的支护距离设置为10m^[3]。

6 施工效果

在该项目中,采用双列组合锚杆,对其进行灌浆,在一定程度上实现了对桩身的加固,降低了桩身周围的土质疏松,降低了摩擦力的损耗。与此同时,对桩底层进行注浆,可提高桩端承载力,可有效抑制暗挖引起的既有桥梁桩的变形,降低既有桥梁桩结构的沉降量,适用于在城市暗挖施工、地基结构加固等领域中的推广。利用快速通过上断面法,进行同向、近距离、平行、暗挖的施工,可以降低沉降,保证在多次扰动的路段,地表沉降以及周围的环境安全。采用二次衬砌分阶段进行,以减少建筑物的沉降量;在第二次基坑工程之前,进行局部基坑工程,以降低群坑效应,并对沉降进行了有效的控制。自北京地铁第一次采用洞桩技术以来,该技术已被中国各大城市普遍采用,并逐步发展为一种主要的地下开挖方式。

7 结语

总的来说,论文通过实际案例分析,以及对隧洞站建设施工工艺及站位转换段建设工艺的仿真分析,最终得出相对于门形攀登法、扇形扩展法而言,洞桩法更利于增强北京地铁10号线国贸站的结构稳定性。并且在经过多年的技术改良后,国际上建设地铁车站的施工方法已从最初的单一的明挖法发展到现在的暗挖、浅埋暗挖、盾构法等多种方式并存,施工技术也在不断发展和提高,并已初步形成了一个专业的施工体系,但仍然存在技术短板,相关技术研发人员仍需跟进地铁车站施工技术的开发,为人们的日常出行作出重要贡献。

参考文献

- [1] 李亚勇,邓怡虎,靳晓光,等.暗挖地铁车站施工通道与车站转换段施工方法研究[J].铁道科学与工程学报,2016,13(7):7.
- [2] 祥海.地铁暗挖车站施工通道选取及附属建筑物设置方式的研究[J].交通世界(下旬刊),2022(11):37-39.
- [3] 杨超.试析暗挖地铁车站施工通道与车站转换段施工方法[J].居业,2019(6):2.