

武汉地铁5号线区间暗挖横通道下穿房屋保护

李 刚

北京城建设计发展集团股份有限公司武汉分公司 湖北 武汉 430063

摘 要：结合武汉地铁5号线彭~司区间暗挖横通道下穿房屋，分析了暗挖施工对房屋的影响，阐述了暗挖施工中采取的保护措施。为避免房屋不均匀沉降，对横通道采用地面旋喷桩加固+洞内注浆加固、洞顶采用 $\phi 108$ 大管棚+ $\phi 42$ 小导管注浆加固、CRD法施工。结果表明，所采取的保护措施有效地减小了房屋沉降，确保了房屋安全和地铁隧道的顺利施工。

关键词：暗挖横通道；房屋保护；加固；监测

引言

随着城市建设的发展，房屋拆迁的进度与地铁建设的进度不匹配，为保证地铁施工进度，需采用暗挖法下穿房屋，为确保房屋安全，一般采用地层预加固、预支护等措施。在武汉地铁彭~司区间暗挖横通道下穿房屋的施工中，采用地面旋喷桩加固+洞内注浆加固、洞顶采用 $\phi 108$ 大管棚+ $\phi 42$ 小导管注浆加固、CRD法施工，取得了良好的效果，可为类似的工程提供参考。

1 工程概况

彭刘杨路站~司门口站区间始于彭刘杨路站北端，向北敷设下穿大片的1~4层房屋，侧穿两栋7层的房屋，沿线下穿黄鹤楼干道人防、半山桥桥桩、武珞路、黄鹤楼景区、蛇山人防、京广铁路、民主路，在民主路北侧到达司门口站。

本区间蛇山硬岩段采用矿山+盾构空推拼装管片，在蛇山以北设置矿山法竖井及横通道。

彭~司区间原设计方案该区间左右线矿山法隧道各设置一个明挖竖井。右线明挖竖井已经完成围护结构施工，但左线竖井受现场房屋拆迁影响无施工条件。为确保5号线彭~司区间节点工期，取消左线隧道明挖竖井，右线施工竖井采用明挖法施工，在右线竖井西侧施作暗挖横通道，施工左线隧道^[1]。

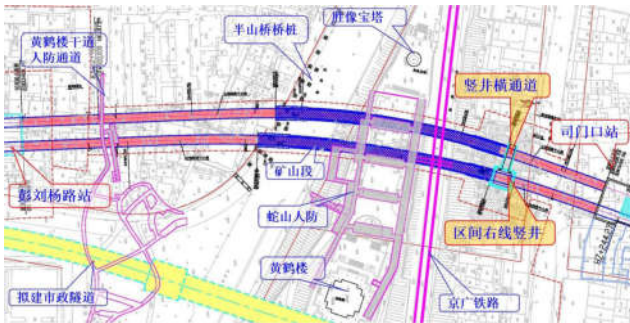


图1 彭~司区间总平面图

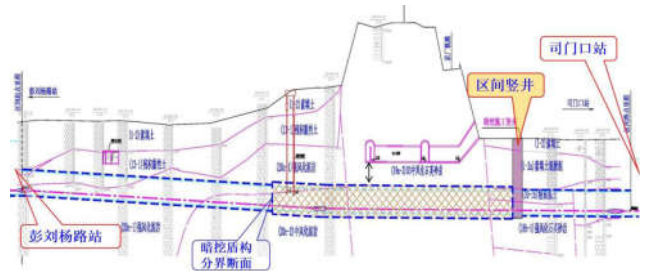


图2 彭~司区间纵剖面图

1.1 暗挖横通道基本情况

暗挖横通道长度为17.4m，宽度为5.9m，高度约为8m~10.4m，横通道结构为单层单跨拱顶直墙结构，复合式衬砌(初期支护+二次衬砌)。初期支护由喷射混凝土、钢筋网及型钢拱架组成，二次衬砌为模筑钢筋混凝土，初期支护与二次衬砌均为临时性构件，可不设置防水。

横通道洞身主要位于(13-1)残积黏性土、(10-1b)粉质黏土层及(00b)接触破碎带。洞顶位于(1-2a)素填土混淤泥层，埋深约为10m~12m。

1.2 暗挖横通道与房屋的位置关系

暗挖横通道上方有部分1~4层房屋，砖混结构，浅基础，基础埋深约为0.5~0.7m，已纳入拆迁计划，目前未拆迁。

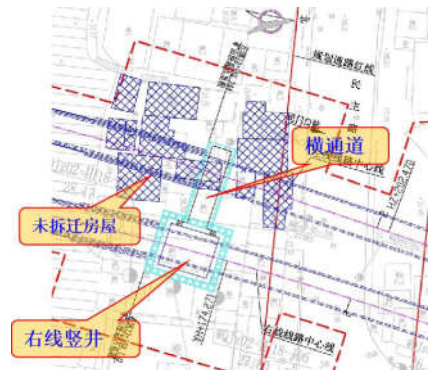


图3 彭~司区间与房屋位置关系图

2 暗挖横通道施工对房屋的影响

暗挖施工可能造成地面房屋不均匀沉降甚至坍塌，施工风险较大。

3 计算分析

采用adis有限元软件对横通道开挖对地面沉降及临近房屋不均匀沉降计算分析，计算结果如下：

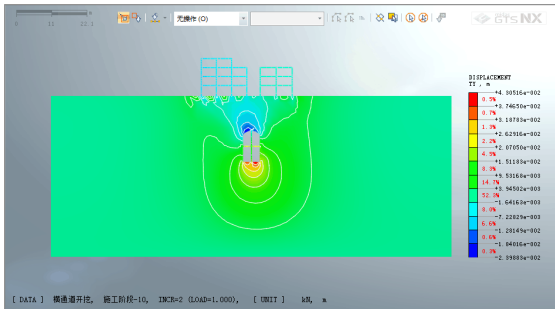


图4 横通道开挖完成后地面拱顶及地面沉降云图

导洞开挖完成后拱顶最大沉降23.988mm < 30mm，地面沉降槽最大沉降12.815mm < 30mm，满足规范要求。

导洞开挖完成地面房屋竖向最大位移为10.5mm，最大相对竖向位移值为4.434mm，最大倾斜约为0.0007L < 0.002L，满足规范要求。

4 保护措施

横通道根据地面条件采用地面旋喷桩加固+洞内注浆加固。洞顶采用φ108大管棚+φ42小导管注浆加固，初期支护采用型钢钢架+双层钢筋网片喷射混凝土初支厚350mm，采用CRD法施工。横通道二次衬砌为模筑钢筋混凝土，厚600mm。

4.1 地层加固

横通道根据地面条件采用地面旋喷桩加固+洞内注浆加固。

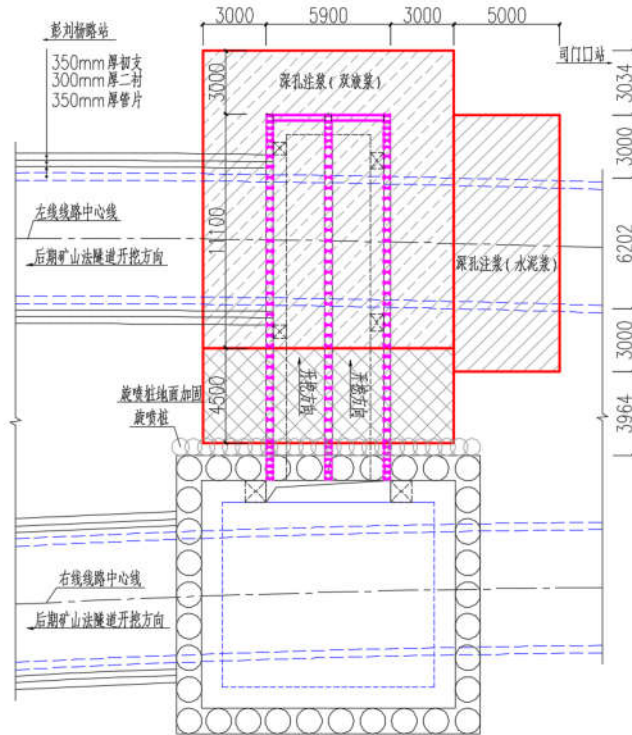


图5 暗挖横通道地层加固平面图

4.1.1 地面旋喷桩加固

右线竖井开马头门风险较大，根据现场测量，目前右线竖井围护桩距离房屋边缘的最小距离约为5.0m，可在进洞处地面施作4.5m的φ800@600旋喷桩加固，加固范围为通道初支外3m范围，旋喷桩须在进洞之前完成。

4.1.2 横通道全断面深孔注浆（双液浆）

横通道上方部分房屋还未拆迁，无地面加固条件，竖井横通道在房屋下方采用全面断面深孔注浆加固。注

浆管采用φ42、3.5mm热轧钢花管。注浆孔布置由工作面向开挖方向呈辐射状，孔位间距为800mmx800mm梅花形布置，浆液扩散半径0.5m，保证注浆充分，不留死角，浆液为水泥水玻璃双液浆^[2]。注浆方式为后退式分段注浆，注浆加固长度为自竖井横通道地面旋喷桩加固端头至堵头墙初支外3m（共14.1m），与旋喷桩搭接长度不小于200mm。横通道拱部加固范围为初支开挖面外5m，边墙加固范围为初支开挖面外3m，底板以下加固深度为1m。

4.1.3 横通道全断面深孔注浆(单液浆)

横通道施工完成且左线隧道矿山段施工完成后,盾构空推时需破除横通道大里程端左线隧道范围内型钢钢架,为保证拆除初支过程中横通道安全,横通道左线大里程端地层进行全断面注浆加固,注浆工艺同横通道全断面深孔注浆工艺,浆液为水泥浆。注浆方式为后退式分段注浆,加固范围为左线线路大里程隧道轮廓外3m,纵向长8m。

4.2 超前预支护

4.2.1 超前大管棚

横通道施工前采用超前管棚预支护,超前管棚采用 $\phi 108 \times 8$ 热轧无缝钢管,净距0.3m,横通道拱顶一次性打设完成,管棚需一直打设至端墙外侧3m,管棚上注浆孔径10mm,孔间距300mm,管棚尾部留不钻孔止浆段300mm,管内注水泥浆,间隔注浆,并压注密实。

4.2.2 超前小导管

横通道采用小导管预支护,小导管选用 $\phi 42$ 的热轧钢管, $t = 3.5\text{mm}$,长度3.0m,外插角 $5^\circ \sim 10^\circ$,每1m打设一排。环向间距0.3m,管壁每隔100mm~200mm交错钻眼,眼孔直径6~8mm。注浆浆液根据地层情况选用水泥浆液。

4.3 初期支护

(1)型钢钢架:每榀型钢拱间距0.5m,局部加密,型钢采用工28a工字钢。(2)钢筋网:钢筋网为双层 $\phi 8 @ 150 \times 150$ 。(3)钢拉杆:前后榀型钢内外侧均设钢拉杆,钢拉杆为 $\phi 25$ 钢筋,单侧环向间距1.0m,内外交错布置。(4)锁角锚管: $\phi 42 \times 3.5$ 热轧钢管,每榀钢架设置。锁脚锚管注浆采用单液浆,注浆压力0.5~0.8Mpa,浆液扩散半径0.3m。

4.4 横通道开挖

基本原则:隧道开挖及初期支护的基本原则:应遵循“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤测量”八字方针,尽量少扰动土体,短进尺,尽快施作初期支护,并使每步断面及早封闭,采用信息化施工,勤量测和反馈以指导施工。

(1)掌子面封堵:施工过程中需密切注意地质情况,根据地下水及掌子面稳定的情况,可考虑采用临时喷射混凝土封堵、超前注浆加固等措施,确保施工安全,掌子面在工序转换时间较长无法开挖或停工时用早强混凝土封闭(厚度10cm)。(2)横通道采用CRD法分四个导洞。需一侧上下两导洞均初衬封闭后,方能施作另外一侧导洞。各导洞开挖均需保留核心土(纵向长度2~3m,高1m);上下导洞前后步距 $\leq 6\text{m}$,左右导洞前后步距 $\leq 6\text{m}$ 。(3)初支格栅破除施工要求。左线大里程端在盾构出洞前需破除

型钢钢架,拔出锁角锚管,拔除小导管,破除时需分段破除,每破除一榀钢架(同时拔出锁角锚管、破除小导管)就采用C20素混凝土将横通道破除范围填满,并逐步将左线范围内钢架、所脚锚管、小导管全部破除,并完成回填。破除范围不得影响后期盾构施工^[1]。

4.5 施工监测

施工监测与横通道施工是不可分割的重要组成部分,在施工的全过程中需进行系统的施工监控量测,目的是为了及时获取施工有关信息,作为工程建设预测预估的依据,及时采取相应的工程措施,以保证相邻建筑物的安全和周围地层的稳定;同时为后继工程施工提供有价值的经验和第一手资料。

(1)矿山法施工监测项目。洞内外观察,地表沉降,临近建(构)筑物,地下管线的沉降与位移,初期支护变形、地下水位等。(2)横通道上方房屋监测。根据《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB50911-2013)浅基础沉降控制值为+10~-30mm,变化速率控制值为1~3mm/d,差异沉降控制值为0.001L~0.002L(L为相邻基础的中心距离)。

本横通道上方房屋沉降控制值为30mm,隆起控制值为10mm,变化速率控制值为2mm/d,差异沉降控制值为0.002L(L为相邻基础的中心距离)。

预警值为控制指标值的70%,警戒值为控制指标值的80%。

5 施工效果

目前,武汉地铁5号线彭刘杨路站~司门口站区间暗挖横通道已施工完成,5号线地铁已通车运营。由于采取了一系列有效的技术措施,在整个暗挖施工过程中,取得了较好的效果,房屋沉降均控制在要求范围内。

结束语:(1)房屋拆迁尽量与地铁建设相匹配,若拆迁滞后,可采用暗挖法下穿房屋。(2)暗挖下穿房屋的施工中,对暗挖影响范围,可采用地面加固或洞内加固、大管棚或小导管预支护等措施,尽量减少房屋沉降。(3)在暗挖施工过程中,加强对房屋及横通道的监测,动态监测,动态施工。

参考文献:

[1]北京城建设计发展集团股份有限公司.武汉市轨道交通5号线工程施工图设计.第十册彭刘杨路站~司门口站区间.第十二分册暗挖横通道施工图.2019.

[2]张航.小净距浅埋暗挖隧道下穿密集房屋安全性分析[J].铁道工程学报,2014,31(9):6.

[3]韦青岑,何基香.广州地铁五号线文冲站折返线暗挖段房屋保护方案设计[J].现代隧道技术,2007,44(3):6.