

地铁浅埋群洞施工工序与关键技术

杨宏射

(中隧集团二处有限公司烟台项目部, 264000, 烟台 助理工程师)

摘 要 广州地铁 2 号线越秀公园站车站中部为暗挖分离式、假岛式站台, 两端为明挖 3 层结构, 站厅层和站台层采用斜通道相接, 结构型式独特。利用明挖段作为暗挖的施工作业面, 施工的转换复杂、工序多。暗挖隧道为浅埋、大跨、动载以及在软弱地层条件下修建的群洞, 施工条件困难。提出了群洞施工的合理工序。施工的关键技术是减小对夹持土体的扰动以及对土体的加固, 可采取拱部长管棚超前支护、中间土体进行注浆加固、设置锁脚锚杆或加大拱脚喷混凝土厚度等方法。

关键词 地铁, 浅埋隧道, 暗挖, “中隔壁加台阶”工法, 管棚支护, 超前支护

中图分类号 U 455.49

The Working Procedure and Key Technology in Construction of Metro Tunnel Groups

Yang Hongshe

Abstract In the construction of Yuexiu Park Station of Guangzhou Metro Line 2, the separate subsurface excavation technique is adopted, the middle platform takes a false island structure with both ends open cut, and the station hall is accessible to the platform layer through an inclined path. Because of the complicated working procedure, this paper argues that the key technology in the subsurface excavation is to avoid disturbing the tunnel body and to strengthen the platform layer by using pipe-shed support and advance support.

Keywords metro, shallow tunnel, subsurface excavation, “CRD” excavating method, pipe-shed support, advance support

Author's address Item Branch of 2nd Co., Ltd., China Railway Tunnel Groups, 26400, Yantai, China

1 工程概况

1.1 站址周边环境

广州地铁 2 号线越秀公园站长 275.8 m, 位于解放北路与流花路交叉路口下, 起于以太广场前, 沿解放北路并与其小角度斜交, 止于广州体育馆东南边的锦汉车站停车场, 大致呈南北走向。车站周围

的地面建筑主要以高档宾馆、公共建筑为主。地下管线主要有电缆线、煤气管、电信管廊、排水管、给水管、变压电缆 (220 kV), 埋深在 1.0 ~ 1.5 m 之间。工程区域内的解放北路与流花路均是广州市交通繁忙的主干道, 其中解放北路现有路面宽 35 ~ 40 m, 流花路现有路面宽 20 ~ 25 m。此外, 本工程区域内设有 5 个公共汽车站和 1 个长途客运站, 在车站北侧基本形成了一个交通集散中心。由于车站站址及施工方法的合理选择, 工程施工基本不影响地面交通。

1.2 工程地质与水文地质

场地第四系松散堆积物按成因、状态由上至下可划分为 5 层即: 1 人工填土层 (Q_4^{ml}), 2-2 湖相淤积的淤泥质土层 (Q_4^{mc}), 4-1 冲积粘性土层 (Q_3^{al}), 5-1 残积可塑层 (Q^{el}), 5-2 残积硬塑层 (Q^{el})。下伏燕山期花岗岩 (γ_3^{1-1}) 按风化程度分为 4 层: 6 全风化带, 7 强风化带, 8 中风化带, 9 微风化带。地层物理力学参数见表 1。车站隧道主要穿越残积硬塑层 5-2 和全风化带 6, 区间隧道主要穿越全风化带 6、强风化带 7 和中风化带 8。中间暗挖主隧道 13.0 ~ 14.5 m。

本场地范围第四系松散堆积物中杂填土成分杂, 均匀性差, 局部有架空现象, 透水性不均一, 局部透水性较强, 其余为弱透水性 ~ 极微透水性地层。基岩裂隙水埋藏深。稳定水位在 1.5 ~ 3.8 m。

1.3 工程结构概况

车站暗挖隧道分别包括左右线主隧道、中间纵向人行隧道和横通道共 3 种类型。各类隧道在车站不同区域又分别采用了不同的结构断面型式。主隧道开挖断面最大宽度 9 700 mm, 最大高度 9 097 mm; 超前预支护采用 $\phi 108$ 大管棚和 $\phi 32$ 小导管超前预注浆, 小导管长 3 m; 初期支护采用喷砼 C 20 厚 30 cm, 格栅钢架间距 0.5 m; 二次衬砌采用模筑砼 C 25、S 10 厚 50 cm, 采用“CRD”工法施工。隧道

结构斜通道最大宽度 8 450 mm,最大高度 8 870 mm;其超前预支护、初期支护、二次衬砌和施工方法等均与主隧道相同。

表 1 越秀公园站处的地层物理力学参数表

| 序号 | 天然含水量 / % | 天然容重 / (kN/ m ³) | 内摩擦角 / (°) | 凝聚力 / KPa | 承载力标准值 / KPa | 水平地基系数 / (MPa/ m) | 侧压力系数 |
|-------|--------------|---------------------------------|---------------|--------------|-----------------|----------------------|-------|
| 1 | | | 10 - 15 | 10 - 12 | 162 | 8 - 15 | 0.625 |
| 2 - 2 | 45.1 | 17.2 | 7 - 9 | 8 - 10 | 70 | 2 - 8 | 0.75 |
| 4 - 1 | 28.0 | 18.9 | 15 - 18 | 20 - 22 | 187 | 20 - 24 | 0.525 |
| 5 - 1 | 22.4 | 19.2 | 20 - 23 | 20 - 25 | 235 | 30 - 35 | 0.525 |
| 5 - 2 | 26.4 | 19.0 | 22 - 25 | 22 - 25 | 265 | 50 - 70 | 0.475 |
| 6 | | 20.25 | 25 - 27 | 28 - 32 | 310 | 95 | 0.44 |
| 7 | | 25 | | | 750 | 225 | 0.37 |
| 8 | | 25.25 | 40 - 42 | 3 750 | | | |
| 9 | | 26 | 40 - 42 | 4 750 | | | |

2 工程难点及特点

车站中部为暗挖分离式、假岛式站台;两端站厅层、设备层和站台层为明挖三层结构;站厅层和站台层采用斜通道相接,结构型式独特。利用明挖段作为暗挖的出碴、进料口,无其它辅助坑道,施工的转换复杂,工序多。暗挖隧道为浅埋、大跨、动载和在软弱地层条件下修建的群洞、大型地下工程,施工条件困难。

车站左右线主隧道与中间隧道之间的中壁土柱仅为 3.025 ~ 4.000 m,且中壁土柱主要为残积硬塑粘土层和花岗岩全风化带,围岩较差。隧道开挖后中壁土柱在多次扰动及地层荷载作用下极易塑化。施工过程中如何确保该中壁土柱的稳定是越秀公园站能否暗挖成功的关键技术之一。

车站明暗相接的斜通道上部结构覆土厚仅 2.5 ~ 3.0 m,斜通道洞身主要穿越淤积层、冲积层、残积层和全风化带,围岩条件较差。该区段施工的技术难度主要表现在两个方面,即施工过程中地层的安全稳定和施工引起地表沉降的控制。

3 主要施工方法及施工工序

车站隧道的施工工序见图 1,施工中的关键技术有:

(1) 拱部长管棚超前支护。斜通道上部水平段采用大管棚超前支护,同时配合小导管注浆填充加固。对南端拱顶淤泥层段,为防止漏泥冒顶,以小导管为导向管,在小导管注浆之前先施作咬合钢插板,形成护顶。

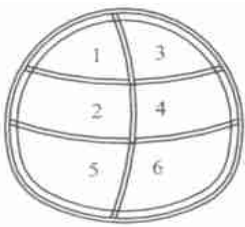


图 1 施工工序图

(2) 中间土体进行注浆加固。斜通道除拱顶超前小导管注浆外,通过先行施工的车站左右线隧道对斜坡段底部土体进行超前注浆加固,以固结斜坡段底部的土体,减小斜坡段底部的基底压缩沉降(图 2)。

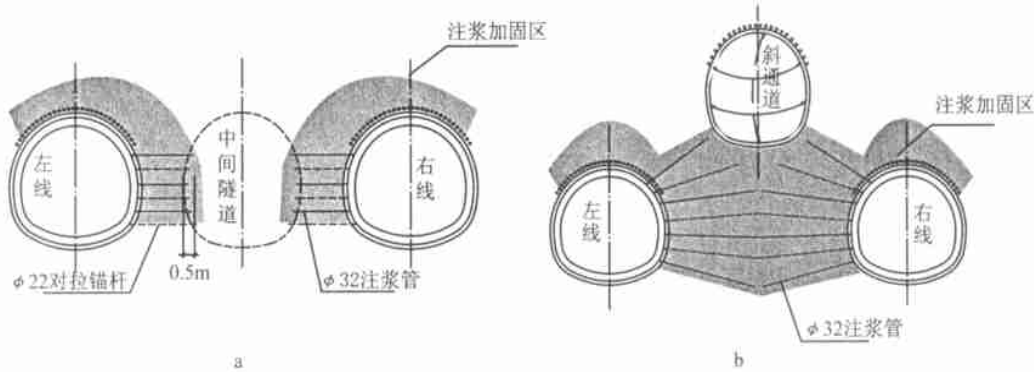


图 2 注浆加固示意图

(3) 优化施工工序。先施工车站左右线隧道,待此范围内车站左右线隧道均衬砌完成后再开挖斜通道,斜通道自上而下施工。

(4) 对斜通道的隧道断面采用扩大范围的超前地层加固。扩大范围的注浆加固主要是针对南端斜通道边较厚的淤积层采取的辅助施工措施,具体的注浆范围为拱顶及掌子面内的全部淤积层。采用超前注浆来维持淤积层掌子面的稳定,将主要借鉴在深圳市向西路过街道工程中所应用的、非常成功的类似工程经验及技术成果。

(5) “中隔壁加台阶”(CRD)工法施作,每部拱脚均加设锁脚锚杆或加大拱脚喷混凝土厚度,控制拱脚变位。

(6) 及时进行初期支护和二次衬砌背后回填注浆。

(7) 加强该施工区段地表下沉及地中变位监控。

4 施工效果及检测

地面沉降点变形和施工步曲线见图3。从现场施工的情况分析,地面建筑物和地下管线没有出现异常反映。施工期间洞内初期支护稳定,拱顶下沉和洞周收敛均在允许范围之内。地面监控量测的最大沉降值为35.7 mm,大多数沉降在25~30 mm之间。量测钢拱架应力均较小,初期支护强度满足要求(主要是刚度控制钢拱架和初期支护设计)。

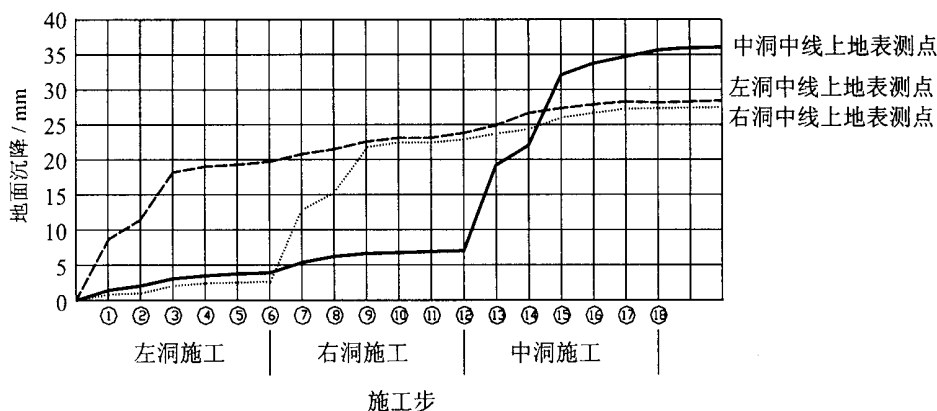


图3 地面沉降点变形和施工步曲线图

综上所述可知,对于软弱围岩小间距群洞隧道,施工的关键技术是减小对夹持土体的扰动和对土体的加固;施工中采用大管棚结合小导管注浆加固的方法,能很好地解决扰动土体的加固,保证了隧道的洞身稳定和地面沉降。对于CRD工法施工,锁脚锚杆的施设和初期支护背后注浆,对控制变形有很好的作用,施工中应加强。

参考文献

- 1 中铁隧道勘测设计院,广州地下铁道设计研究院. 广州地铁越秀公园站施工设计. 2001
- 2 中隧集团二处有限责任公司. 广州地铁越秀公园站竣工资料. 2002

(收稿日期:2003-05-26)

南京地铁1号线将进入设备安装调试阶段

南京地铁建设将迎来自开工以来投资最多、压力最大的一年。今年地铁建设将完成投资22.5亿元,地铁1号线将全面转入设备调试安装,10月份车辆上线热滑,确保明年9月1日正式通车。

据南京市地铁指挥部有关负责人介绍,预计到今年7月1日地铁1号线全线铺轨结束,7月上旬从德国进口的第一列车将到货,8月31日将全线电通,10月16日车辆上轨道热滑,全年将完成投资22.5亿元左右。目前,地铁1号线沿线约20万 m^2 的景观绿化工程已开始建设,计划在4月底前竣工。据悉,明年上半年将完成地铁运营系统联合调试,9月1日正式运行。

(摘自2004年2月1日《现代快报》,记者肖玉荣报道)