

地铁隧道穿越地下连续墙的处理技术

陈 馈, 李荣智

(中铁隧道集团有限公司, 河南 洛阳 471009)

[摘 要] 介绍南京地铁 TA15 标盾构隧道穿越龙蟠路隧道地下连续墙的施工技术及注意事项, 尤其是旋喷桩施工和施工监控量测中应关注的事项。

[关键词] 地铁施工; 盾构隧道; 穿越连续墙; 施喷加固; 开挖; 支护

[中图分类号] U231⁺.3; U455.43; U455.8 [文献标识码] B [文章编号] 1001-1366(2004)07-0026-03

Technology through underground continuous wall for subway tunnel

CHEN Kui, LI Rong-zhi

1 概 述

南京地铁南北线一期工程使用 4 台盾构机施工, 其中 TA15 标总长 4 574.18m, 使用 2 台盾构机施工, 是最长的一个标段。施工中攻克了三大难关: 一是隧道从玄武湖下穿过, 并且与玄武湖公路隧道最小净距仅 1.004m, 是有资料记载以来两条隧道的最近距离; 二是隧道在穿过玄武湖底后到达国家一级保护文明城墙之下, 对施工沉降要求高; 三是盾构隧道与龙蟠路隧道立体正交, 两条隧道间距仅 3.5m。

龙蟠路隧道位于南京火车站前, 南京市东西主干道龙蟠路上, 北依火车站广场, 南邻玄武湖。其地下连续墙最深达 14m, 盾构机将 4 次穿越该隧道连续墙, 龙蟠路隧道底板最低处离盾构隧道 3.5m。龙蟠路隧道本身属于一种类似“盖板”的特殊结构, 自身结构对扰动及其他特殊情况发生时的稳定性不强。龙蟠路隧道连续墙采用竖井方案明挖顺作法施工, 围护采用双排旋喷桩止水帷幕。

施工场地狭小, 交通繁忙, 人流、车流量大, 组织协调难度大; 围护结构既要满足开挖和地下连续墙凿除期的基坑安全, 又要满足盾构机能通过; 基坑开挖深, 作业空间小, 操作难度大; 距玄武湖近, 水压大, 地下水丰富; 地质差, 易产生管涌现象; 地下连续墙砼强度高且钢筋密; 地下管线较多。

2 施工方案

按照隧道穿过连续墙的位置分 4 个部分进行施工, 每 1 部分为 1 个工作井, 采用 $\varnothing 800 @ 600$ 三

重管旋喷桩止水帷幕进行围护止水。旋喷桩桩深: 右线 18m, 左线 16m。

支护形式: 护壁加型钢支撑。工作井在标高 2.75m 以上采用 20cmC20 钢筋砼护壁, 下部采用 30cmC20 砼护壁, 靠连续墙一侧采用 15cm 钢筋砼护壁。连续墙凿除面及开挖时无支撑部位采用固结注浆。

施工顺序先开挖龙蟠路南部的 2 个工作井, 凿除完连续墙后进行回填。再转入龙蟠路北端施工。

3 施工技术

3.1 旋喷桩施工

本工程旋喷桩为 $\varnothing 800 @ 600$, 采用三重管形式, 主要施工技术参数如下

水压 (MPa)	> 25
浆压 (MPa)	4
提升速度 (cm/min)	10 ~ 12
旋转速度 (rpm)	8 ~ 12
水泥掺入量 (kg/m)	700
浆液耗量 (L/m)	500

主要施工机械: XJ100 型振动钻机、ACF-700 型压浆车及配套设备、 $\varnothing 42\text{mm}$ 旋喷管 (喷口直径为 $\varnothing 3.2 \sim 24.0\text{mm}$)、高压胶管 (内径 $\varnothing 19\text{mm}$)。

施工要点: 根据施工图纸进行放样定位, 其中桩位允许误差不大于 5cm。钻机或喷射机组就位后, 应保证立轴或转盘与孔位中心对正, 成孔偏斜率应不大于 1.5%。采用水射流成孔时, 应采用低

压 (2MPa) 水流将喷管送至施工图纸规定的孔深, 经监理工程师检验合格后进行高压喷射注浆施工。

高压喷射注浆自下而上进行, 注浆过程中应注意: 高压注浆设备的额定压力和注浆量应符合施工图纸要求, 并确保管路系统的畅通和密封; 水、浆均连续输送, 水泥浆液的高压喷射作业不得停喷或中断; 中间发生故障时, 应停止提升和喷射以防桩体中断, 同时立即进行检查排除故障; 如发生浆液喷射不足, 影响桩体的设计直径时, 应进行复喷。

水泥浆液水灰比 1:1, 浆液密度 1.5g/cm³, 应进行严格的过滤, 防止喷射作业时堵塞。应按监理指示定期测试水泥浆液密度。因故停喷后重新恢复施工前, 应将喷头下放 30cm, 采取重迭搭接喷射处理后方可继续向上提升及喷射注浆, 并应记录中断深度和时间。停机超进 3h 后, 应对泵体输浆管进行清洗后方可继续施工。

施工过程中, 应经常检查泥浆泵的压力、浆液流量、钻机转速、提升速度及耗浆量, 并根据监理指示采集冒浆试样, 每种主要地层应取冒浆试件不少于 6 组。

喷射作业完成后, 应连续将冒浆回灌至孔内, 直到浆液面稳定为止。在粘土层或淤泥层内进行喷射时, 不得将冒浆回灌。旋喷完毕后, 泥浆泵和高压泵应用清水洗净, 各管路内不得有残余浆液和其它杂物。

若遇管线, 旋喷桩如图 1 布置, 且采用复旋法加大旋喷桩直径, 确保管线下旋喷桩相交。

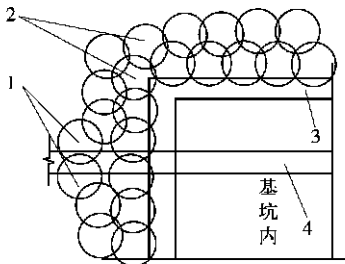


图 1 管线处旋喷桩布置

1 - 增加旋喷桩; 2 - 旋喷桩止水帷幕;
3 - 护壁; 4 - 市政管线

3.2 开挖与支护

本工程共分 4 个工作区域, 开挖深度右线 16.3m, 左线 14m, 采用人工分层分段开挖。开挖与支护交替进行, 开挖到位后马上立模浇筑砼, 时间控制在 8h 内, 以减少基坑变形。开挖到位后分层凿除连续墙, 然后回填并恢复路面。护壁在标高 2.75m 以上采用 20cm 厚 C20 钢筋砼护壁, 下部采用 30cm 厚 C20 砼护壁。

1) 基坑开挖 为方便施工, 将每一工作井以

横撑为界分成东西两段, 各段按挖孔桩形式相对独立组织施工, 两段高差不超过 50cm。分层开挖时, 在东西两端留集水坑, 开挖时人为地挖成中间高两头低, 以方便汇水。用污水泵往外抽水。开挖时, 工作井设活动盖板和活动雨棚, 避免井外土碴和雨水进入井内。

2) 支护 钢支撑采用 22b 工字钢焊制, 每层 5 根, 运到现场采用 20t 汽车起重机进行人工拼装, 接头形式采用焊接, 每层内支撑采用 4 根 16 槽钢与上一层内支撑连接。内支撑安装要点: 支点标高必须准确, 确保支撑受力在同一水平面上;

支撑可略短 1~2cm, 安装后再用木楔填实, 确保其均匀受力; 支撑连接要满焊, 确保焊接强度不小于母材。内支撑拆除时应先拆除竖向连接槽钢, 后拆支撑, 注意各个支撑应逐根拆除, 避免瞬间应力释放。

3.3 固结注浆

在以下地方采用固结注浆, 参数见表 1。

1) 开挖时无地下墙支护段, 先注浆后开挖。

2) 破除地下墙前, 在凿除砼外 1.5m 范围内, 视情况是否采用固结注浆, 以防掌子面出现涌水、涌泥造成龙蟠路及龙蟠路隧道的沉降。

表 1 注浆参数

参数名称	参数值		备注
	水泥浆	水泥玻璃双液	
适宜地质	粘土	砂性土	
水灰比	0.75~1.5:1		注浆开始时取较大值
体积比		1:1~1:0.3	掺磷酸氢二钠缓凝剂, 水泥用量的 1%~3%
胶凝时间		30~230	
注浆压力 (MPa)	初压 0.5~1.0, 稳压 2.0~3.0		
注浆速度 (L/min)	30~50		
水泥	普硅 425 #		
水玻璃浓度 Be		35	M=2.6
注浆孔	间距 800 × 800mm 梅花形布置		

3.4 地下墙砼破除

地下墙砼采用风镐凿除, 砼内的钢筋采用氧气-乙炔焰切割, 由下向上分层进行, 且凿除一层、检查一层, 合格后即回填一层, 分层厚度 20~50cm。

3.5 回填

路面下 1.5m 以下采用优质黄土分层回填, 分层厚 15~20cm; 路面下 1.5~0.8m 之间采用 7% 灰土夯填; 路面下 0.8m 以上按道路结构层施工。

乌鞘岭隧道施工设备配套与快速施工

苟 彪

(中铁一局集团公司 乌鞘岭隧道工程指挥部, 甘肃 古浪 733110)

[摘 要] 介绍乌鞘岭特长隧道出口段的整体施工方法, 重点论述了出口正洞工区设备配套原则及方案, 以及快速施工取得的效果。

[关键词] 隧道施工; 设备配套; 快速施工

[中图分类号] U455.2

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-1366(2004)07-0028-03

Complete sets of construction equipment in Wuqiaoling tunnel and its speedy construction ways

GOU Biao

1 工程概况

乌鞘岭隧道位于既有线兰新线兰武段打柴沟车站和龙沟车站之间, 设计为两座单线隧道, 各长 20 050m, 为我国最长的单线铁路隧道。隧道出口段线路位于半径为 1 200m 曲线上, 除左右线缓和曲线伸入隧道 127.29m 及 68.84m 外, 其余地段均位于直线上, 线间距为 40m; 两隧道线路纵坡相同, 主要为 11% 的单面下坡, 右线隧道较左线隧道高 0.56~0.73m; 隧道出口地形较狭窄, 施工场地和地形条件较差, 右线轨面设计高程为 2 446.80m, 隧道洞身最大埋深 1 100m 左右。

为便于施工, 全隧道除 4 个正洞口外, 还设有

13 斜 2 竖 (井) 1 横 (洞) 共计 16 个辅助坑道, 设计长度 19 852.45m, 20 个工作面, 划分为 4 个标段, 右线隧道出口段为 3 标段, 由中铁一局集团公司施工, 分 3 个施工区: 即正洞出口工区、11# 斜井工区和 13# 斜井工区, 动态施工长度为 6 190m, 见图 1 所示。正洞出口及 13# 斜井施工

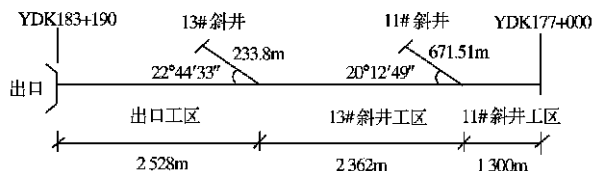


图 1 乌鞘岭隧道右线出口段施工工区分

3.6 施工监控量测

在竖井开挖过程中, 土体应力状态的改变将导致竖井围护结构产生位移和变形, 主要包括竖井结构及周围土体的侧向位移和竖向沉降, 且竖井地段的饱和软塑~流塑状粉质粘土层为高灵敏度、高压缩性地层, 根据类似地层的施工经验, 沉降及变形会较大, 这些位移超出一定范围必然对竖井围护结构和周围地下设施产生破坏, 为保证竖井围护结构的安全, 需要全过程追踪竖井周边的变形情况, 分析、判断、预测施工中可能出现的情况, 确保竖井围护结构和周围地下管线始终处于安全稳定状态。

测点布设时坚持重点与一般结合、局部与整体结合的原则, 形成一个能控制整个工程各关键部位

的监测体系。

地表沉降点在旋喷桩围护结构外侧 1m 处沿竖井井壁及在竖井施工影响范围内沿竖井轴线按 5~10m 间距布设; 管线沉降点按 10m 间隔布置在管线上; 竖井井围沉降和竖井净空位移点在井圈四侧各布设 1 个; 竖井净空位移测试每个竖井沿深度布设 2 组; 龙蟠路隧道底板沉降点沿盾构隧道轴线各布设 1 个。

(编辑 羌荣生)

[收稿日期] 2004-03-03

[作者简介] 陈 馈, (1963-), 男, 湖南新化人, 高级工程师, 持有一级项目经理资质证书, 现从事盾构施工管理工作, 洛阳市道北陵园路 3 号。