

复杂环境浅埋不良地层超大断面双层初支拱盖法

贺贤群

(中铁三局集团广东建设工程有限公司, 广东 广州 510000)

摘要 双层初支拱盖法能够在浅埋不良地层超大断面的复杂环境下起到较为重要的应用作用, 对于提升工程的整体质量来说有着极其重要的意义。而广州市东起华景路站便属于复杂环境浅埋不良地层, 需要采用双层初支拱盖法来进行相应施工。本文将通过对该工程的施工前提、施工中面临的难点、解决问题的具体措施以及双层初支拱盖法施工工艺等多个方面对该工程项目进行具体的研究分析, 希望能够为其它复杂工程更好地使用双层初支拱盖法提供参考。

关键词 复杂环境 双层初支拱盖法 工程地质条件 水文地质

中图分类号: U452

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)07-0146-03

1 施工环境分析

1.1 工程概况

广州市轨道交通十一号线华景路站~华师站区间东起华景路站, 线路出车站后向西北方向沿中山大道行进, 下穿华南快速干线立交、铁路支线及华南师范大学、五山小区复建楼后于五山路东侧接入华师站。区间左线设置单停车线, 紧邻华景路西侧设置渡线, 采用矿山法施工。

大跨段紧邻华景路站, 位于中山大道西路下方, 该处为列车停靠换行区域。最大暗挖断面(321m²)为四线并行区, 长39.95m, 断面宽28.4m, 高15.0m, 采用双层初支拱盖法。

1.2 工程地质条件和水文地质

1.2.1 工程地质条件

大跨段地层依上至下主要为<1-2>填土、<4N-2>粉质黏土、<7-1>强风化砾岩、<8-1>中风化砾岩、<9-1>微风化砾岩, 场地主要地下水类型为基岩裂隙水和第四系孔隙水, 地下水对混凝土结构具有腐蚀性, 对钢筋混凝土中的钢筋具有微腐蚀性。

隧道拱顶主要位于<7-1>强风化砾岩、<7-3>强风化泥质粉砂层, 拱顶局部存在5m厚<4-2B>淤泥质土层(距离隧道最小深度7.2m)。

洞身范围主要位于微风化砾岩<9-1>、微风化泥质粉砂岩<9-3>地层, 局部<7-1>夹强风化砾岩层。拱脚主要位于<9>微风化砂岩/砾岩。

1.2.2 工程水文条件

地下水是工程施工过程中必须注意的重点问题,

一方面是因为水文条件如若较差的话那么将会对整个施工造成较大的安全隐患, 只有根据实际情况对地下水水位进行具体的判断, 才能够更好地推动工程进展; 另一方面则是因为地下水位会随着季节的变化而变化, 只有找对了根本规律, 才更有利于施工的进行, 本工程探知的大跨段地下水位埋深2.0~2.9m, 隧道拱顶距离水位线16.89m。

1.3 周边环境调查

1.3.1 周边管线情况

大跨暗挖隧道范围拱顶上方管线主要有中山大道北侧 ϕ 1m, 南侧 ϕ 1.2m; 东西向 ϕ 0.4m自来水管、3条10KV顶管高压电缆; 路中 ϕ 0.6m雨水管、 ϕ 1m雨污合流管, 南侧DN529中压燃气管。

1.3.2 周边建筑物情况

大跨暗挖隧道周边建(构)筑物主要有南方通信大厦、广东电信研究院、广运楼、华港商务大厦等, 多为桩基础形式^[1]。

2 解决双层初支拱盖施工难点的具体措施

2.1 马头门施工

马头门是使用双层初支拱盖法首先需要解决的施工难题, 因为这个地方的结构是较为复杂的, 土质也较为容易发生变动, 只有对马头门进行合理的施工, 才能够保证整体工程施工顺利地进行。在进行马头门施工时, 应加密监测频率为2次/1d。做好马头门加固是保证进洞安全的重要措施, 应对措施如下:

1. 进洞时在洞门预留长700mm管棚处, 采用工22a型钢进行加强环梁施工。

2. 马头门开洞时密排四榀型钢钢架, 并与切断的横通道钢架接成整体, 马头门施工时提高监测频率。

3. 导洞与导洞连接处, 主体大跨度导洞钢架与导洞施工预埋的钢板连接牢固可靠。

2.2 隧道上方地下管线

隧道开挖拱顶上方管线较多, 路中主要为雨水管、雨污合流管(未迁改)和给水管(已置换), 路两侧主要为燃气管(已迁改)、电力通信管等。应对措施:

1. 加强超前支护和初期支护质量, 控制和减小围岩的变形, 及时进行初支背后注浆确保初支背后密实。

2. 施工前对上方管线进行详细调查, 与隧道主体结构的关系, 做好记录。

3. 针对地下管线应有完备的应急预案, 做好充足的应急物资储备。对于给水管路, 施工前彻底摸清管网路径的阀门位置, 以备不时之需。

4. 在管线上布置适当的变形监测点, 加强施工过程中的监控量和量测数据分析, 并指导施工, 控制开挖进度, 以确保施工过程中的管线安全。

5. 导洞开挖前, 对隧道顶部的雨污合流管采用风筒布进行内套管, 施工完成后, 再进行导洞开挖。每个月对管道进行 CCTV 检测, 如施工过程中, 洞内渗水量出现多点呈现状时, 同样对管道及地面进行 CCTV、地质雷达进行检测。

2.3 管片保护

导洞开挖过程中, 盾构正在掘进, 隧道上部开挖易扰动下方已施工盾构管片, 需对管片进行保护, 采取措施如下:

1. 导洞开挖采用数码雷管进行控制爆破开挖, 靠近管片侧打设减震孔, 掏槽眼布置向外侧偏移, 大跨范围在管片内每环进行 1 道内撑, 导洞开挖后及时对导洞初支背后注浆止水。

2. 拱部导洞开挖完成后, 为防止管片底部与侧面受水压影响变形, 在管片靠隧道中线钻设排水孔泄压。

3. 现场支顶措施纵向每 1.5m 架设 1 榀, 在盾构隧道内架设临时工 22 型钢 + 工 16 型钢组成的支架, 在管片主要受力部位设立工 16 型钢背肋。

4. 各导洞爆破开挖过程中, 盾构管片加固要先施工。通过目前爆破施工回归分析管片破坏的质点振速值, 如满足不了的施工减震孔或隔离孔。

5. 大跨段开挖前对管片背后进行二次补注浆(管片间隙), 每 5m 进行一道止浆环。施工过程中根据二次注浆存在问题时设置泄水孔, 泄水孔设置在靠隧道中线一侧。泄水过程中对地面进行加密监控量测。

2.4 拱脚基岩承载力保护

大跨施工过程中, 拱脚基岩承载力的保证, 即: 拱脚基岩本身及其底部岩层的承载力、拱脚施工前浸

水泡软, 爆破造成围岩破损是控制重点, 如控制不当, 易造成失稳坍塌。

1. 底纵梁基岩保护措施: 为防止拱脚边导洞泡水软化, 在开挖前底部拱脚设置 2% 向内排水坡, 水沟置于内边角, 初支封闭前取芯验证基岩强度并进行承载试验(10m/组), 导洞底部初支与基岩接触面预留注浆孔, 喷射前清理基面, 超挖部分采用喷射混凝土回填。

2. 为防止拱脚底部围岩夹层, 采用轻型钻机在边导洞内部(10m/个)取芯及端部设取芯孔, 防止夹层影响承载力。

3. 边墙开挖过程中, 为防止开挖破坏底纵梁下部超挖破坏, 从而造成承载力损失, 拟采用密排减震孔措施进行试验, 如控制爆破效果仍不满足要求, 采用绳锯进行围岩切割隔离。

4. 拱脚岩层完整性及强度组织各参建单位现场验槽, 确认基础承载力是否满足设计要求。现场采用钢丝刷、面纱、铁簸箕等人工清渣工具, 并用高像素相机拍照存档、监理确认, 若不符合要求, 通知设计、业主。

5. 洞内钻取的地质补勘孔后需进行回灌(采用水泥浆液或混凝土)。

2.5 水处理措施

水是地下工程中具有较大安全隐患的存在, 如若不能够提前对工程水质进行很好的探测的话, 那么轻则拖延工程的整体进度, 造成一定的经济损失; 重则会使得工作人员的生命安全受到威胁, 因此在进行双层初支拱盖施工前需要采取有效的措施对水进行处理。例如在当掌子面出现线状水应启动超前小导管注浆, 初支成环后应及时进行注浆, 如采用超前小导管堵水效果不佳时, 在洞内采用径向深孔帷幕注浆。

浆材选用水泥——水玻璃双液浆。水泥浆水灰比控制在 0.8:1~1:1, 水玻璃浓度 35~40Be", 水泥浆与水玻璃的体积比为 1:0.6~1:1, 凝胶时间在 1min 左右。经过注浆, 在浆液扩散范围内, 砂石均被胶结, 7d 抗压强度达到 5~15MPa, 在隧道轮廓线外围形成了一个 0.6~1.2m 厚的硬壳^[2]。

3 双层初支拱盖法施工

3.1 管棚施工

1. 管规格: 管棚钢管外径 159mm, 壁厚 10mm。

2. 管距: 环向间距 0.35m。

3. 倾角: 外插角为 0°~1°。

4. 注浆材料: R42.5 号普通硅酸盐水泥, 水泥浆水灰比(W:C) 0.5:1~0.8:1, 初始压力控制在 0.5~1.0MPa, 终止压力 1.5~2.0Mpa; 具体注浆压力及浆液配比根据现场试验确定。注浆完成后采用水泥砂浆填充。

5. 为了防止钻孔注浆过程中涌水、突泥, 确保钻注安全和改善注浆效果, 在钻孔的孔口一般需安装比

钻孔直径稍大的孔口管,在孔口管上安装高压闸阀,一旦出现高压涌水,可立即退出孔口管,关闭高压闸阀。

6. 范围、长度:拱部 80°、整个断面共 75 根 45m 大管棚。

3.2 盾构管片支顶

由于大跨施工盾构已先行通过,为减少拱盖法上部施工对盾构隧道的影响,在盾构隧道内进行临时支顶。支顶范围为 Z(Y)DK7+885.404~Z(Y)DK7+837.454,仰拱位置设置 $\phi 32$ 中空锚杆, $L=3.5\text{m}$,纵向间距为 3m,锚杆在支顶时可不先行施作,根据监测数据,适时进行抗浮锚杆施作。

现场支顶措施纵向每 1.5m 架设 1 榀,在盾构隧道内架设临时工 22 型钢 + 工 16 型钢组成的支架,在管片主要受力部位设立工 16 型钢背肋。为保持型钢能与管片较好的连接,在型钢与管片接触部位加塞木楔子。

3.3 洞身开挖及支护施工工艺

大跨施工过程中,严格遵循“明地质、管超前、严注浆、弱爆破、短开挖、强支护、快封闭、勤量测、控变形”的原则。导洞开挖前,先施作拱部超前支护,再采用台阶法开挖。

3.3.1 超前地质预报

根据横通道的工程地质条件,初步确定采用以下方法进行超前地质预测和预报。

1. 超前水平钻探:在导洞开挖前,每个导洞钻孔 1 个(或结合管棚钻孔设置)。采用水平钻机进行水平钻探,根据钻孔资料来推断隧道前方地层完整性、构造带及地下水发育情况。单次钻探长度不大于 30m,搭接长度应不小于 5m。

2. 地质雷达:地质雷达是对地质进行检测的主要设备,其通过电磁波在地质中的传播等特性来达到对地质进行检测的目的,只有了解到地质的具体情况,才能够更好地对双层初支拱盖法施工进行规划,从而达到保证施工绝对安全的目的。但在进行地质雷达使用中要注意单次长度不大于 30m,搭接长度应不小于 5m。

3. 加深炮孔探测法:加深炮孔探测时利用风钻在隧道开挖工作面钻小孔径孔获取地质信息的一种方法。

3.3.2 马头门进洞加强环梁施工

横通道开初支扣拱马头门前,对洞门施作加强环梁。采用炮机 + 人工风镐方法破除横通道侧墙混凝土,破除部位根据技术人员测量放线定位并按照拱盖法开挖顺序分导洞进行凿除。

首先破除横通道侧壁混凝土,而后在横通道侧壁竖撑之间采用工 22a 型钢进行连接、横通道侧壁竖撑正面加强牛腿(工 22a 型钢)焊接,然后同时在预留 700mm 管棚下方处采用工 22a 型钢联立四榀并采用 $\phi 14@300\text{mmU}$ 型筋、端部设置钢筋网片,最后焊接形

成整体受力,采用喷射混凝土逐层喷射,保证环梁密实,并按拱盖法开挖步序分部分阶段割除横通道侧壁横撑。

3.3.3 拱脚梁施工

拱脚梁模板采用 15mm 钢模板,次背楞选用 $100 \times 100\text{mm}$ 方木,间距 300mm。待拱部左右侧导洞贯通后,现场绑扎钢筋,通过混凝土输送泵浇筑商品混凝土 C45、P12,插入式振捣棒振捣。拱脚梁分段施作,单段长度为 24m,具体根据现场情况调整。预留好连接钢筋。

3.3.4 型钢拱架加工及安装

隧道开挖后,先喷砼 50mm,之后挂网、架立型钢钢架(含纵向连接筋、锚杆),随即喷射砼。待第一层初支贯通后,架设第二层钢筋格栅,并模筑 C35 混凝土。考虑到施工误差及预留变形等综合因素,根据地层情况和施工水平对开挖轮廓适当进行外放,保证设计断面及净空尺寸,保证型钢拱架最外侧保护层不小于 35mm。二层初支格栅钢架为变截面,架设时临时支撑未拆除,需在型钢间穿过,施工时应尽量减少对临时支撑的影响。型钢拱架采用 Q235 级工 25b 型钢加工,纵向间距 0.5m,在集中加工厂分片加工,放大样检验,洞内安装,并使钢架与隧道轴线垂直,最后采用钢板焊接加螺栓连接的方式,使钢架成为一个整体。

每榀钢架安装时都要检测截面宽度,并及时处理欠挖或侵入的净空部分。钢架安装时必须测量好隧道中线,先确定标高,然后再确定其横向定位,不偏,不倾斜。而且提高钢架整体承载力,在两榀钢架间采用 C22 纵向连接筋焊接连接,搭接长度大于 $10d$,纵向连接筋环向间距 1m,永久支撑中内外双面交错布设,临时性支撑中单层布设^[3]。

4 结语

总而言之,双层初支拱盖法能够在复杂环境浅埋不良地层超大断面情况下起到较为重要的应用作用,对于工程整体来说也是有极大的应用意义的,能够充分保证工程的整体质量和施工效率。但是在应用双层初支拱盖法的时候也要结合实际情况进行一定程度的调整,这样才能够最完美地将双层初支拱盖法的功能作用发挥出来。

参考文献:

- [1] 陈安惠,鲁彬,邓昆,等.层状岩地层超大断面暗挖车站双层叠合初支拱盖法施工技术[J].施工技术,2018(19):29-34.
- [2] 邓昆,童建军,鲁彬,等.超大断面暗挖地铁车站双层叠合初支拱盖法施工数值模拟[J].西南公路,2016(04):89-95.
- [3] 梁胜国.复杂环境黄土地层大断面铁路隧道裸露拱盖法施工技术[J].施工技术,2019(08):118-120.