

# 九眼桥站引桥管幕暗挖五洞法施工

张红军

中铁隧道局集团有限公司深圳重点指 广东 深圳 518000

**摘要:**以成都地铁13号线九眼桥站工程为背景,介绍成都首座采用“管幕暗挖五洞法”施工地铁车站。“管幕暗挖法”是一种类似“心脏搭桥手术”的地下暗挖技术,就是在车站顶板处横着先施工一圈钢管柱形成超前支护,然后像挖地道一样分多个导洞进行开挖,最后在暗挖导洞内施工车站结构。介绍了引桥暗挖大管棚及管幕施工工艺流程,五导洞开挖顺序及衬砌相关技术要求。施工遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的原则,降低开挖风险,减少交通导改、降低开挖风险,确保车站提前封顶,满足工期要求。

**关键词:**工作井开挖;大管棚施工;五导洞开挖;二次衬砌

**序言:**随着暗挖技术的发展以及城市居民生活与环境要求的提高,为了在不影响居民出行及避免长时间封闭道路情况下,九眼桥站下穿引桥段采用管幕暗挖法施工,通过九眼桥站引桥管幕暗挖隧道施工实例,详细的论述了管幕暗挖五洞法施工技术的工艺及流程,缩短工期,为类似工程施工提供借鉴。

## 1 设计概况

九眼桥站横跨一环路,车站总长218m,标准段总宽21.7m,底板埋深32.4m,顶板覆土约4.07m。车站为地下

三层箱型框架结构,采用明挖顺作法+局部暗挖法施工,车站下穿南一段引桥暗挖长52m、宽26.4m采用管幕暗挖五导洞法施工。

## 2 施工方法

1.3.5#导洞范围采用 $\phi 159@350$ 管棚+ $\phi 42@350$ 超前小导管施工,2.4#导洞范围 $\phi 402@450$ 管幕采用 $\phi 402\times 20$ mm热轧无缝钢管顶进施工。管幕施工完成后进行五个导洞开挖支护及二次衬砌施工。

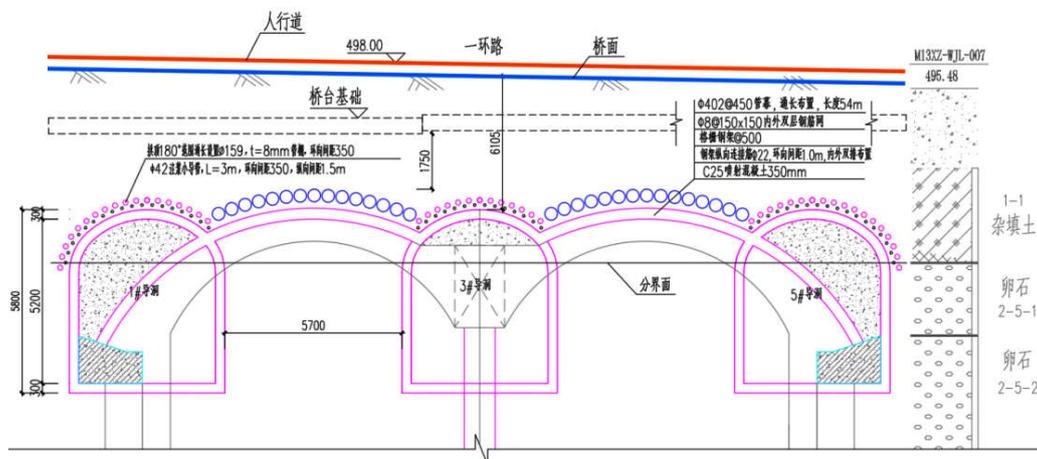


图1 管幕暗挖五导洞施工断面图

## 3 主要施工工序及方法

### 3.1 施工顺序

引桥桥台加固→两侧工作井施工→管棚施工→后背墙施工→管幕施工→1.3.5#导洞开挖及初期支护→导洞内围护结构施工→2.4#导洞开挖及初期支护→防水施工及二次衬砌施工。

### 3.2 各工序施工方法

#### 3.2.1 引桥桥台加固

基坑开挖前,对一环路南一段九眼桥引桥段桥体进行调查,并采用袖阀管预注浆对近基坑侧范围桥体挡土墙进行加固,在开挖过程中采用跟踪注浆。

#### 3.2.2 引桥段两侧工作井施工

工作井开挖前先施工围护结构,采用桩径 $\phi 1500$ mm(主体围护桩、咬合桩、部分半桩)及 $\phi 800$ mm(咬

合桩及隔离桩)。降水井需将地下水降低至导洞底以下1m, 降水井施工后对工作井分两次按照1:1放坡方式进行

土方开挖, 采用桩间挂网喷混封闭。

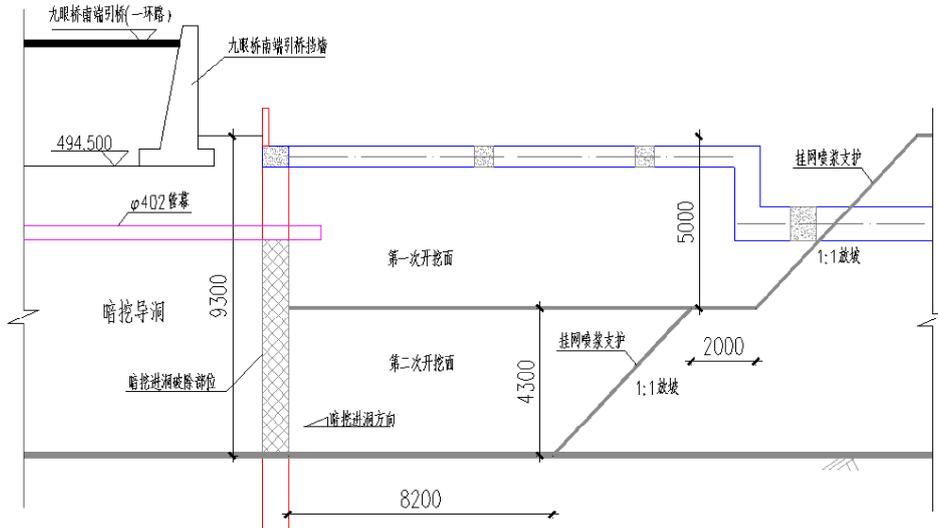


图2 工作井开挖剖面图

### 3.2.3 管棚施工

1#、3#、5#导洞范围施工 $\phi 159@350$ 长54m大管棚, 管棚施工时在二环路两侧明挖段搭设临时作业平台, 平台采用400H型钢制作+局部满铺脚手板行式进行搭设, 平台高度长度6m, 宽度9m, 高度3.6m。管棚导拱内设3榀工字18型钢钢架, 钢架脚焊接钢板, 钢架安装时脚部打设锁脚锚管, 锚管与钢架焊接后, 再采用 $\phi 22$ 横向钢筋将锁脚锚管两两搭焊, 钢架间设置 $\phi 22$ 连接钢筋, 环向间距0.5米。在其中布69个180孔口管, 孔口管与钢架焊接为整体。 $\phi 16$ 固定钢筋与孔口管、钢拱采用双面焊接, 焊缝长度不小于5d, 孔口管安装完成后支模浇筑600mm厚C30混凝土。<sup>[1]</sup>

采用地质钻机套管钻进施工, 管棚分布导洞拱顶180°范围, 外插角: 1~2°。钻机开孔时的钻速宜采用低速, 钻进20cm后转入正常钻速。钻进过程中风压根据钻进情况随时调整, 基本维持在0.8Mpa左右, 转速为40r/min, 钻压为30Mpa左右。打孔角度洞口段为1°, 钻进过程中随时对方位角进行复核, 发现偏差及时纠正, 保证管棚就位于设计位置。<sup>[2]</sup>

管棚安装后采用扩散注浆, 注浆扩散半径不小于0.25m。注浆遵循“先后后内、跳孔注浆”原则。注浆压力控制在0.2~0.4Mpa, 可根据现场实际调整。进浆量20~25L/min; 注浆压力逐步升高, 达到设计终压后稳定10min以上; 注浆结束后采用1:1水泥砂浆填充无缝钢管。<sup>[3]</sup>

### 3.2.4 后背墙施工

在2#、4#导洞范围采用叠拼钢围檩(600×700mm)

结构作为管幕施工后背墙, 满足螺旋顶管机顶力需求。叠拼钢围檩结构总长29.2m, 宽度0.7m, 高度3.6m。叠拼钢围檩施工前先施工1条600×600mm钢筋混凝土梁作为基础, 混凝土梁与钢围檩间采用螺栓连接, 钢围檩总共6层。钢围檩靠暗挖侧设置2张20mm厚钢板, 钢板设置完成后采用砂卵石+水泥拌制后进行回填。

### 3.2.5 管幕施工

在2、4#导洞范围施工 $\phi 402@450$ 长54m管幕, 导洞间拱顶126°范围设置, 环向间距450mm;  $\phi 402$ 管幕内设置I22a工字钢, 内填充C30微膨胀细石砼。

#### 3.2.5.1 管幕施工流程

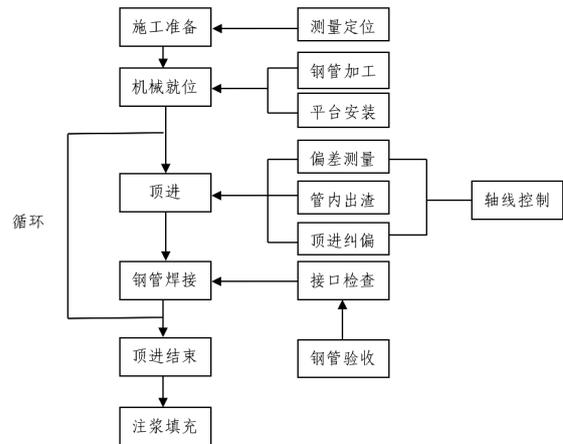


图3 管幕施工流程图

#### 3.2.5.2 钻进及顶进施工

##### (1) 导向墙施工

管幕导拱内设3榀工字18型钢架，布30个 $\phi 450$ 孔口管，孔口管采5mm厚PVC管，支模浇筑850mm厚C30砼。

### (2) 钻孔及顶进

管幕施工采用TY-LD600-1250螺旋顶管机钻孔施工，根据管幕两边公母扣性质，管幕按顺序进行施工，无需进行跳孔。管幕钢管单节顶进孔深大于其单节长度不小于0.3m，以保证顺利安装 $\phi 402 \times 16$ mm钢管。顶管机开孔时宜采用低速，顶进20cm后调整为正常顶进速度。管幕分2.0、3.0m两个规格进行顶进，相邻管幕接头错开长度为1.0m。顶进过程中顶力根据顶进情况随时调整。打孔角度洞口段为 $1^\circ$ ，顶进过程中随时对方位角进行复核，发现偏差及时纠正，保证管幕就位于设计位置。管幕连接采用二氧化碳保护焊进行焊接施工，接头处进行坡口处理，焊接宽度及厚度需满足设计及相关规范要求。<sup>[4]</sup>

### (3) 管内注浆填充

钢管顶进到位管内渣土清理完成后，在钢管内设置I22a工字钢，然后在管口采用1cm钢板封端（预留灌浆孔和排气孔，排气孔在上方、灌浆孔在下方布置），最后通过注浆机对管内灌注C30微膨胀细石混凝土。<sup>[5]</sup>

### 3.2.6 导洞开挖

暗挖段整体开挖顺序为先1#→3#→5#导洞开挖，后2#→4#导洞开挖，相邻导洞开挖距离错开不小于15m。1#、3#、5#单导洞尺寸为宽5m×高5.8m×长52m，单洞采用三台阶开挖；土方开挖前在拱顶 $180^\circ$ 范围施工 $\phi 42$ 超前小导管，超前小导管单根长3.0m，环向间距0.35m，纵向间距1.5m，外插角 $15^\circ$ 左右；小导管采用扩散注浆，注浆扩散半径不小于0.25m。2#、4#单导洞尺寸为宽5.7m×高2.35m×长52m，导洞全断面土方开挖。初期支护每榀格栅钢架进尺控制在0.5m，每闭合环5m后对初支拱背后压注水泥浆。

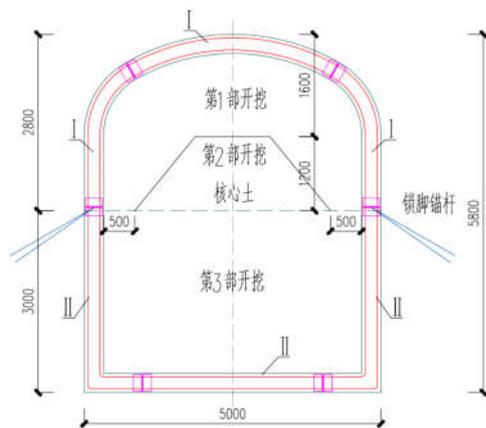


图4 1#、3#、5#导洞开挖图

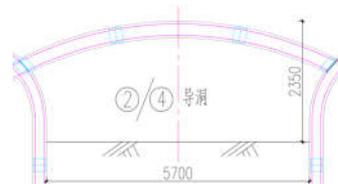


图5 2#、4#导洞开挖图

## 4 衬砌施工

二次衬砌施工前需人工破除1、3、5导洞部分初期支护，破除形式采用隔一破一，每隔9m破除一段，破除范围施工完成二次衬砌，最后破除已施工完成二衬间初期支护。暗挖段总长为52m，引桥段两侧盖板长度23.5m，总长75.5m，共分7段进行施工。首先施工中间段，然后同步向两侧施工。

衬砌施工采用600mm×600mm碗扣式脚手架支撑体系，模板采用组合钢模板，模板支撑主楞、次楞采用100mm×100mm方木，拱部采用I16a工字钢作为二次衬砌拱部支撑背楞。

钢筋制作及安装按照设计图纸，编制钢筋下料单，钢筋加工的形状、尺寸必须符合设计要求。拱墙模板安装，衬砌拱架纵向间距0.6m。衬砌完成后，进行二衬背后回填注浆，保证隧道拱部与防水层之间的空隙充填密实。

## 结束语

管幕暗挖衬砌完成后，在导洞内进行车站施工。管幕暗挖法在九眼桥站的成功运用，填补了成都轨道建设该项技术空白，管幕暗挖法减少了交通导改和管线迁改量，使九眼桥站施工效率提升近30%，工期压缩近8个月。

## 参考文献

- [1]刘宏伟.大管棚施工技术在大断面洞室工程中的应用.铁道标准设计.2006年第10期:77-79.
- [2]白文虎.大管棚超前支护施工技术研究与运用.科学技术创新.2014年第23期:260-260.
- [3]甘亮元.隧道大管棚超前支护施工技术及其质量控制要点.西部交通科技.2020年第8期:104-106.
- [4]曹保利.何占江.陈文.等.导洞内咬合大管径管幕施工工法在超浅埋暗挖地铁车站中的应用.工程建设与设计.2018年第12期:191-194.