

# 大型土压平衡顶管穿越预应力管桩施工技术

李巍 张培 姚德权

中建三局第三建设工程有限责任公司 湖北武汉 430070

**摘要:** 文章以青菱电网内径 2.7m 的大型土压平衡顶管为背景, 论述了大型土压平衡顶管过程中需要穿越预应力管桩时, 采用冲击钻破除的施工方法。重点介绍采用冲击钻破除桩使桩顶标高下降至顶管的底标高以下 2000mm 的施工技术, 可为类似工程提供参考。

**关键词:** 土压平衡; 顶管施工; 冲击钻破除; 预应力管桩; 施工技术

## Construction technology of large scale soil pressure balanced pipe jacking through prestressed pipe pile

Wei Li Pei Zhang Dequan Yao

The Third Construction Co., Ltd. of China Construction Third Engineering Bureau, Wuhan, Hubei 430074, China

**Abstract:** Based on the background of large soil pressure balanced pipe jacking with inner diameter of 2.7m in Qingryeonelectric network, this paper discusses the construction method of using percussion drill when the prestressed pipe pile needs to be crossed in the process of large soil pressure balanced pipe jacking. This paper mainly introduces the construction technology of cutting the pile top elevation to 2000mm below the bottom elevation of pipe jacking by using hammer drill, which can provide reference for similar projects.

**Keywords:** Soil pressure balance; Pipe jacking; Hammer drill break; Prestressed pipe pile; Construction Technology

### 引言

城市化进程的逐步加快, 使得各种城市管线的铺设、更换、修复工程大量涌现, 顶管法是一种非开挖地下通道施工方法, 能够很好的解决传统的开挖施工所产生的诸多弊端, 在某些特殊地段, 顶管需要穿越现有预应力管桩, 施工难度较大, 此时需要一种可以安全、快速实施的方案。

本文结合武汉青菱电网 QL1~QL2 段、QL3~QL4 段的顶管施工, 在顶管前进路线上存在既有管桩的情况下, 结合现场的实际情况, 研究制定了大型土压平衡顶管穿越预应力管桩的施工方案。

## 一、工程概况

### 1. 项目概况

武汉市洪山建设投资有限责任公司拟建青菱路电缆隧道工程位于武汉市洪山区青菱路。青菱路南起滨河路, 北至江楚大街, 设计道路长约 2578.56m, 红线宽 70m。沿线与滨河路、白沙五路、白沙四路、白沙侧路、白沙三路、规划路、白沙二路、白沙路以及江楚大街相交, 均为平交道口, 其中白沙四路、白沙三路道口为现状道口。电缆隧道工程起止点为 K0+288.717~K2+742.046, 电缆隧道总长约 2455.76m, 其中桩号 K0+288.717~K0+334.593 段采用明挖矩形电缆隧道与滨河路(现名青菱北路)现状电缆沟相接, 矩形隧道标准段横断面尺寸 BH=2.7m×2.7m,

长约 41m; 桩号 K0+334.593~K2+742.046 采用圆形顶管与杨泗港综合管廊相接, 断面内径为 2.7m, 长约 2414.76m。

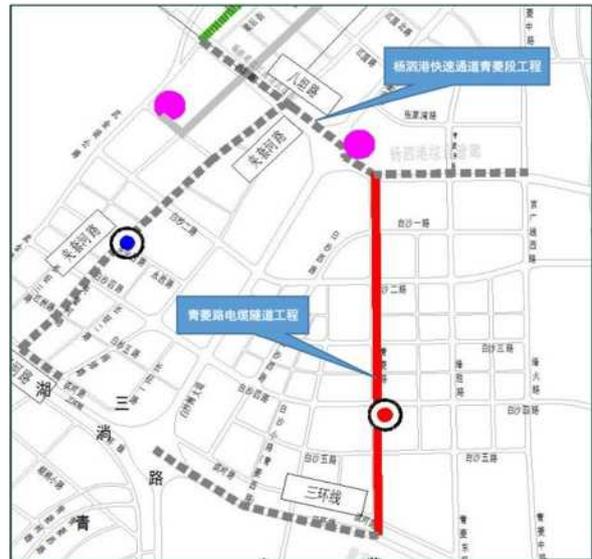


图 1 拟建项目总平图

### 2. 管桩穿越区域概况

本工程 QL1~QL3 段采用顶管施工, 其中 QL1~QL2 段管廊顶管需穿越白沙五路管桩加固区, 桩号 K0+543.24~K0+570.83, 顶管共需穿越管桩 23 根; QL3~QL4 段管廊顶管穿越白沙侧路管桩区, 桩号

K1+187.96~K1+200.15, 顶管共需穿越 12 根。

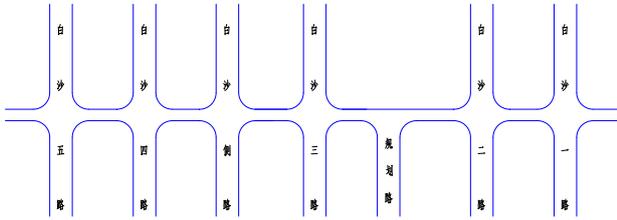


图 2 各道口位置示意图

### 1) 白沙五路概况

其中 QL1-QL2 井之间顶管穿过白沙五路。桩号 K0+543.24~K0+570.83

目前白沙五路管桩已实施完成, 道路结构已形成并已开放交通, 顶管共需穿越 23 根管桩。导致顶管施工到有管桩处无法顶进, 需拆除管桩后方可继续施工。

具体平面图如下:

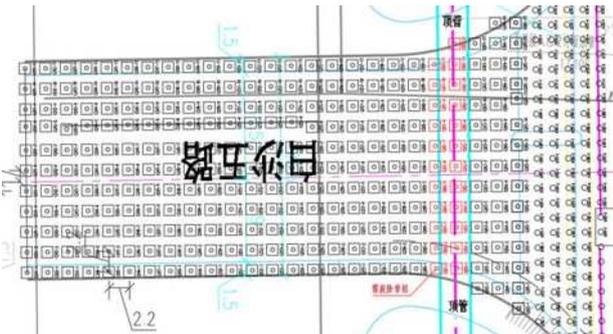


图 3 图 3 现状管桩平面图

QL1~QL2 穿越白沙五路顶管桩号 K0+543.24~K0+570.83, 该段管道内底标高 10.36m~10.596m; 管道外底标高 10.09m~10.326m, 外顶标高 13.33m~13.566m。

白沙五路管桩采用 PST-CF-400-60, 设计桩径 400mm, 桩心间距 2.2m, 桩长 16, 强度 c60, 内部采用预应力钢筋, 接高采用 8+8m, 连接方式采用焊接, 采用 C30 膨胀混凝土灌注。

### 2) 白沙侧路概况

QL3~QL4 段顶管穿越白沙侧路, 桩号 K1+187.96~K1+200.15。

目前白沙侧路仅实施管桩施打, 道路结构暂未实施, 顶管共需穿越 12 根管桩, 导致顶管施工到有管桩处无法顶进, 需拆除管桩后方可继续施工。

具体平面图如下:

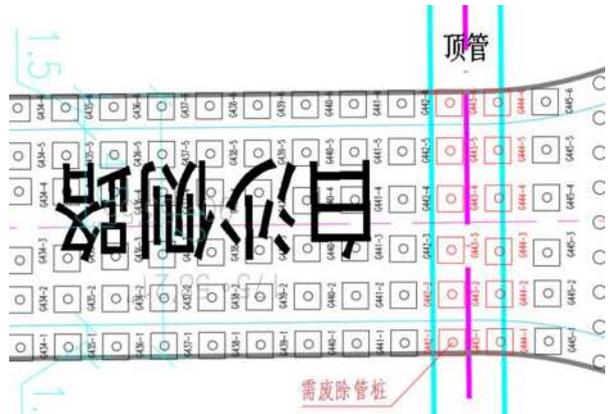


图 4 现状管桩平面图

QL3~QL4 穿越白沙侧路顶管段桩号 K1+187.96~K1+200.15, 该段管道内底标高 9.339m~9.395m, 管道外底标高 9.069m~9.125m, 外顶高程 12.309m~12.365m。

白沙侧路管桩采用 PST-CF-400-60, 设计桩径 400mm, 桩心间距 2.2m, 桩长 16, 强度 c60, 内部采用预应力钢筋, 接高采用 8+8m, 连接方式采用焊接, 采用 C30 膨胀混凝土灌注。白沙侧路仅完成管桩施工, 暂未进行排水及道路结构实施。

白沙侧路设计路面标高 20.44m, 管桩桩顶标高 18.94m, 顶管穿越管桩区域 K1+188.06~1+203.56 管节下口外边标高 9.069m, 顶管机机头外径 3.26m, 管节外径 3.24m, 则管桩桩头复打后标高需 < 9.049m, 为确保顶管顺畅不会造成机头碰撞桩体, 复打后桩头标高控制在 8.849m, 则复打深度需控制在 10.051m 以上, 复打后管桩桩底标高 -7.151m。

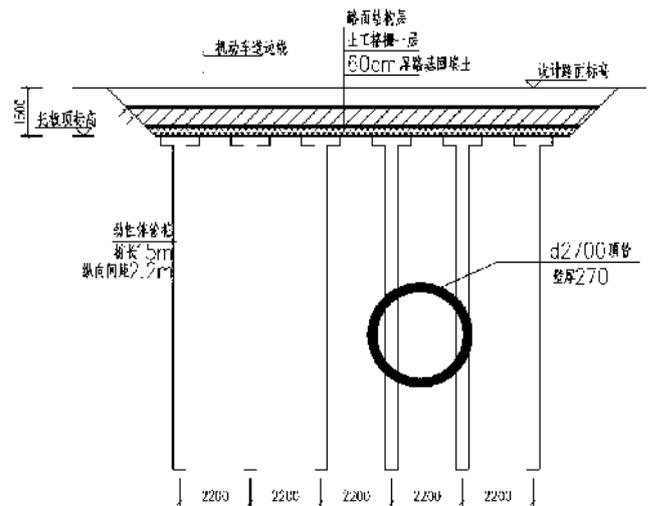


图 5 现状管桩剖面图

## 二、施工方法

### 1. 主要施工工法

经现场勘察, 白沙五路道路工程及地下管网工程已全

部完工并已全线通车,综合考虑施工方便性,经济性,社会影响及工期,结合现场实际情况,拟定采取冲击钻破除施工(通过冲击钻破除使原桩顶顶标高下降至顶管的底标高以下2000mm)。

冲击钻破除在泥浆护壁作用下,采取D800冲击钻对管桩冲击破坏,采取强磁铁捞取桩基破坏后的钢绞线碎渣。桩孔回填采用粉喷桩机利用孔内泥浆喷干粉搅拌固结泥土桩。共35根粉喷桩。

清障冲孔参数:孔径0.8m,孔中心距2.2m,冲击孔深12.0m。

粉喷桩冲孔内加固参数:在冲孔内施工粉喷桩,桩径800mm,每延米水泥掺入量20%,即200kg/m,水泥标号PSA32.5。

## 2.施工工艺流程

交通导行(仅白沙五路)→现状路面及管网破除(仅白沙五路)→桩头开挖→破头坐标复测→粘土回填→桩机就位→钢护筒防线定位安装→冲击成孔→泥浆置换、钢筋碎渣捞取→冲击成孔→终孔→冲孔内粉喷桩加固施工→现状路面及管网恢复→开放交通。

## 3.桩头开挖

目前桩头标高18.94m,地面标高20.54m,需开挖1.7m找出管桩桩头,开挖采取1:0.5放坡开挖,开挖前先根据管桩不知图纸现场防线定出管桩大致点位,挖机挖除点位周边土体,人工将桩头周边土体清除,保证桩头完整,确保复测数据准确。桩头复测完成后对周边进行回填,为确保复打过程中桩基不会出现塌孔事故,回填采用粘土回填。

## 4.冲击钻施工

### (1) 钻机定位

冲击钻:根据桩中心向四个不同方向引四个距离相同的点作为桩的控制点,相对的两个控制点用细绳连接,两线交叉点为桩位点,钻机就位后,钻机钻头中心对准桩位点,其对准误差在5mm以内。

### (2) 泥浆池设置

泥浆池的布置按照每台钻机设置一个钢制泥浆池。钢制泥浆池尺寸为3(宽)×6(长)×2(高)m,中间用钢板隔开,分为沉淀池和泥浆池。采用粘土造浆。

### (3) 泥浆制备

泥浆用土采用土性较好的粘土进行泥浆拌制。泥浆是粘土和水的拌和物,由于比重大,静水压力大,泥浆作用在井孔壁形成一层泥皮,阻隔孔外水渗流,保护孔壁免于

坍塌,同时,泥浆还起浮悬钻渣的作用,使钻孔正常进行。在钻进过程中不断对泥浆的各项性能指标进行测试,根据泥浆性能和地层情况及时调整泥浆稠度,必要时添加外加剂(化学固浆),改善泥浆性能。

泥浆循环系统由泥浆池、出浆槽、泥浆泵、沉淀池组成,泥浆池容量应满足钻孔的需求。因此,在施工过程中,使用的泥浆用优质粘土制作,当钻孔至粘土层时可原土造浆,泥浆比重的控制:在一般地层采用1.0-1.25;在松散易坍的软土地层采用1.2-1.6。施工中应经常测定泥浆比重、粘度、含砂率和胶体率,并及时调整。

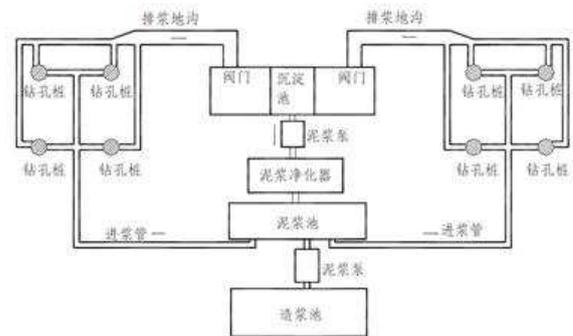


图6 泥浆循环系统平面布置图

### (4) 钢护筒设置

钢护筒采用16mm厚钢板卷制焊接,护筒埋深依据实际底层情况而定,护筒直径较桩径大40cm。护筒制作加工时其椭圆度应小于 $d/100$ 且长、短轴之差不得大于30mm;筒体端面的倾斜度允许偏差为3mm,纵轴线弯曲矢高应不大于护筒长度的0.1%且不大于30mm;护筒对接时的错边量应不大于0.2倍钢板厚度且不大于4mm。

若钻孔发现地基稳定性差,护壁能力不足,出现坍孔、缩孔时,应加深钢护筒埋深长度。

护筒埋设位置必须准确,其中心线与桩位中心线的允许偏差不得大于50mm,并应保证护筒垂直,垂直度偏差不得大于1%。根据本工程土质和地下水情况护筒埋设深度设置为4m,护筒高出地面的高度为300mm。护筒周围应用粘性土分层回填夯实,在开钻前复核一次护筒的位置。

### (5) 冲击钻冲击成孔

冲击钻进时采用钢丝绳周期性的将钻头提高孔底一定高度后,让钻头在自身重量作用下加速降落,冲击孔底,破碎管桩桩体。每次冲击后,钻头在钢丝绳带动下回转一定角度,从而形成圆形截面的钻孔。破碎的桩体一部分挤入孔壁,另一部分可以用抽砂筒抽捞。

冲击过程中,经常检查管桩破碎及桩位偏位情况,严格控制锥头始终处于管桩中心线上。

每冲击 1~2m 深度,需用吸铁石清理干净孔内的残断钢筋,直至终孔。

每根管桩破碎完成后,应仔细检查管桩破碎后孔内残渣情况,确认管桩已经破碎且无残留钢筋,然后移动钻机至下一个桩位。

#### 5. 桩孔回填施工

粉喷桩加固桩孔。粉喷桩采用干喷工艺,复搅复喷。水泥采用 PSA32.5,水泥掺入量为 20%,即沿桩长每米水泥用量 200kg;钻头直径 800mm,桩长 12m。

(1) 开工前利用基坑外的桩心定位控制线验放桩位,在桩心线上定出桩位,并做出桩心标志,桩位偏差小于 50mm。随后钻机就位,钻头对准桩心标志,钻机正、侧面用铅垂线校正机架及钻杆,使其左、右倾斜度不超过 1.0%桩长。

(2) 钻进至设计深度 12m 后,开始提升,应控制好钻杆提升速度,同时均匀喷灰,提升至设计桩顶后再次复搅复喷,确保每延米水泥量不小于 200kg,桩长误差不超过 100mm。

(3) 在施工过程中,若遇堵管、停电等其它原因而不能连续完成一根桩时,再次衔接重叠部分不少于 0.5m。

(4) 施工中经常检查每延米喷灰量是否达到设计要求,总用灰量与设计量是否相符。

### 三、结语

1、现场放出桩位后,要会同有关人员进行复测,作出复核记录,并经监理工程师复核无误后,方可埋设护筒。桩中心位置偏差 $\leq 50\text{mm}$ 。

2、桩体破碎钢绞线及钢筋采用强磁铁进行打捞,当桩机锤头冲击后回填量较大,进尺速度减缓时,吊起锤头,采用强磁铁对孔内破碎钢筋及钢绞线进行捞取,捞取 2-3 次后无大块破碎钢筋时,继续施工。

3、采取粉喷桩进行桩孔回填前,应通过试配确定水泥用量,确保回填地基质量。

#### 参考文献:

[1] 徐前卫,唐卓华,苏培森.盾构过群桩基础的托换与除桩技术及其稳定性分析[J].石家庄铁道大学学报(自然科学版). 2013,26(S2)

[2] 蓝文海.浅析地铁盾构穿越桥梁桩基的除桩与改造方案研究[J].福建建材. 2014(06)

[3] 王泽利,樊敬亮.利用旋挖钻机动力破除废旧多节管桩关键技术[J].西部探矿工程. 2020,32(08)

#### 作者简介:

李巍,男,1987.04,大学专科,工程师

张培,男,1989.12,大学本科,工程师

姚德权,男,1999.04,大学本科,工程师