

# 全套管全回转工法在临地铁桥梁桩基施工中的应用

肖三秀

武汉市汉阳市政建设集团有限公司 湖北武汉 430050

**摘要:** 本文依托某市政工程项目, 针对临地铁保护区桥梁桩基施工, 经多方案比选, 最终采用全套管全回转钻施工工法, 安全、优质、高效地进行临地铁高架桥梁桩基施工, 确保了桩基施工质量, 同时降低了施工期间对地铁结构及运营的影响, 保障了地铁结构、设施及运营安全。

**关键词:** 全套管全回转工法; 临地铁保护区; 桥梁桩基施工

## Application of full casing and full rotation construction method in pile foundation construction of temporary subway bridge

XIAO Sanxiu

Wuhan Hanyang Municipal Construction Group Co., Ltd Wuhan City, Hubei Province 430050

**Abstract:** This paper relies on a municipal engineering project, aiming at the bridge pile foundation construction in the subway protection area. After comparison and selection of multiple schemes, the full casing full rotary drilling construction method is finally adopted to carry out the pile foundation construction of the subway viaduct safely, high-quality and efficiently, so as to ensure the pile foundation construction quality, reduce the impact on the subway structure and operation during the construction period, and ensure the safety of subway structure, facilities and operation.

**Keywords:** Full casing and full rotation method; Adjacent to Metro protection area; Bridge pile foundation construction

### 1 引言

随着城市经济的高速发展和城市规划的扩展, 城市对大容量、高质量交通方式的需求迅速增长。城市地铁蓬勃兴起。同时, 高架路及快速路作为立体交通的重要组成部分, 也迎来快速发展阶段, 由于城市地铁和高架桥梁的特殊性、密布性, 两者在建设时不可避免的产生交集, 临近地铁结构的桥梁桩基施工也越来越多。

由于桩基施工将引起周围土体扰动甚至流动、地下水下降或流失以及施工中产生的振动等。显然会影响甚至改变其近处地铁隧道的应力应变状态。因此, 如何在运营地铁附近进行桩基础施工成为急需解决的问题, 它关系到地铁隧道的正常使用及安全性问题。既要保障地铁的安全运行, 同时还要保证桩基础正常施工。

全套管全回转钻施工工艺是指利用全回转钻机360°旋转压入钢套管, 采用旋挖钻或冲抓斗套管内取土的桩基成孔灌注施工技术, 本文结合某市政工程项目实际成功案例, 对全套管全回转钻施工工艺进行探讨分析<sup>[1]</sup>。

### 2 工程概况

该工程为城市主干道, 道路全长2.3km, 规划道路红线50~80m, 采用高架+地面辅道方式对现状道路进行快速化改造。高架主线与既有地铁线路及前后区间平行, 匝道桥上跨地铁站厅及前后区间。经与地铁运营单位共同核实, 桥梁桩基与地铁区间隧道外轮廓最小水平净距5.66m, 与地铁站厅结构设施最小水平净距3.04m。该工程位于地铁区间隧道强烈影响区范围内的桩基共有28根, 位于显著影响区范围内的桩基有9根, 位于地铁站厅强烈影响区范围的桩基共有30根。

### 3 方案比选

该工程地貌单元属长江冲积一级阶地, 基岩之上覆盖较厚粉(细)砂层, 承压地下水与长江有密切的水力联系, 承压水头较高, 水量丰富。桥梁桩基大量分布于地铁保护区范围内, 若采用常规旋挖钻及长护筒跟进工艺成孔, 在较厚砂层范围内存在护筒难以插打、塌孔、缩颈等风险, 进而影响地铁结构及运营安全。经过多方方案比选, 该工程位于地铁保护区范围内桥梁桩基施

工最终采用全套管全回转钻施工工法, 全套管护壁、旋挖钻孔内取土成孔工艺。

全套管全回转钻机施工特点:

- (1) 桥梁桩基施工时无噪音、无振动, 安全性能高。
- (2) 可以干孔作业, 钻渣较少, 作业面干净整洁, 由于钢套管全程护壁、提钻和下钢筋笼时不会刮擦孔壁, 保证成桩质量。
- (3) 全套管压入和套管内取土交替进行, 钻进速度快。
- (4) 钻进深度大, 特别对于长大桩基施工优势明显。
- (5) 方便掌握成孔的垂直度, 其精确度可以控制到1/1000。

(6) 不易产生塌孔现象, 成孔质量高, 清底干净, 速度快。

(7) 成孔直径标准, 充盈系数小, 与其它成孔方法相比, 可节约混凝土用量<sup>[2]</sup>。

#### 4 全套管全回转施工工艺

##### 4.1 施工工艺流程

全套管全回转钻成孔施工工艺分为全套管钻进成孔和全套管灌注成桩两个阶段。这两个阶段紧密相连, 套管钻进成孔和套管起拔灌注依次完成<sup>[3]</sup>。

施工放样→场地平整、地基处理→钢套管加工制作→钻机就位、校正→测量复核→吊放钢套管→旋转压入起始钢套管→套管内旋挖钻取土→钢套管加接下沉、旋挖钻取土交替进行→套管钻进至终孔→成孔质量检测→安装钢筋笼→下导管、混凝土灌注。

##### 4.2 施工准备

包括人员, 材料、机具设备、技术方面的准备工作, 施工场地布置, 机械设备拼装等施工前所有准备工作。套管钻基础采用浇筑30cm厚C30钢筋砼进行处理, 确保钻机水平及稳固。测量人员用全站仪先放样出桩的中心位置, 根据现场的中心桩位, 在地面标识出钢套管预留孔位。

##### 4.3 钢套管制作及验收

###### 4.3.1 钢套管制作

委托具有钢结构施工资质的厂家进行钢套管加工制作及现场焊接接长工作, 确保钢套管制作及焊接质量。

钢套管采用Q355D钢板卷制而成, 其在工厂加工制作, 运至现场拼接。不拔除的桩基钢套管采用壁厚40mm钢材卷制, 钢套管内径为设计桩径。

根据该工程砂层较厚的地质状况, 结合全套管全回转钻施工工艺特点, 选择合适的钢套管配型方案, 该工程钢套管底节长度10m, 标准节长度5m, 同时配备若干2.5m长的短管节以满足孔深要求及穿越砂层需要。钢套管由套管节段及套管靴组成。套管内壁光滑, 接头处无台阶, 套管接长采用焊接连接, 套管接头处设计38°坡

口, 增加焊接面积和扭力。套管每节保证同心度一致。

套管底节管设置专用管靴, 套管靴是套管柱最下面的套管钻头, 管靴由合金结构钢锻造并调制热处理。满足对地层的切割和钻进要求。套管靴上的刀头分内、中、外三圈排列, 如图1所示。



图1 套管靴(刀盘)

###### 4.3.2 钢套管验收

在钢套管出厂前和进场验收时, 进行单根钢套管顺直度检查, 钢套管原材每批次进场检验一次, 每检验批代表数量不超过60t。

钢套管进场后进行检查验收, 检查钢套管的垂直度、直径、壁厚等, 满足要求后方可用于施工。

###### 4.4 全回转钻机就位

全回转钻机移机定位, 调整钻机的水平和垂直度, 点位放出后, 吊放全回转底盘, 底盘中心要和桩中心点重合。再将主机吊装在底盘上, 最后安装反力装置<sup>[4]</sup>。

主机就位后, 吊放安装钢套管。钢套管采用90t的履带吊吊放, 对中吊放入主机垂直楔形夹套内, 套管圆周夹持力均匀, 保护套管外壁不受损伤。

###### 4.5 钢套管旋转切割切削钻进

钢套管由全回转主机驱动360°旋转切割切削钻进沉入。旋钻主机就位后, 进行回转钻进, 回转驱动套管的同时下压套管, 实现套管快速钻入地层<sup>[5]</sup>, 主机油缸设计压拔行程最大为750mm, 每次行程控制在设计最大行程80%以内。钢套管钻进时, 安排专人负责观测套管垂直度。

将钢套筒沉入到一定深度后, 扭矩较大时, 开始采用旋挖钻套管内取土, 当取土深度距离钢套筒底部少于5m时, 又开始旋转切入套管。直至钢套筒沉入到设计深度。

表1 不同土层钢套管钻进参数表

土层	下压力(kN)	回转扭矩(kN·m)
黏土层	80 ~ 90	600 ~ 1200
砂土层	90 ~ 120	1200 ~ 1800
强风化岩层	100 ~ 120	1500 ~ 2000
中风化岩层	100 ~ 120	2000 ~ 2500

###### 4.6 钢套管现场焊接

钢套管现场接长采用二氧化碳气体保护焊接工艺, 经检测合格后方可沉入该节钢套管。焊接套管对称进行, 防止因温度应力不均导致套管对位不垂直。

每节钢套管均在工厂内开好坡口, 现场焊接采用部分熔透焊, 熔深80%。

钢套管接长焊接采用GMAW焊接方法, 配备2台上海通用NB-500T二氧化碳气体保护焊机, 焊丝型号THQ-50C, 规格 $\phi 1.2\text{mm}$ 。焊接电压33~40V, 电流250~300A,  $\text{CO}_2$ 流量为15~25L/min, 焊接速度6~8mm/min。单个接头焊缝长度4960mm, 每条焊缝施焊层数5~6层, 施焊道数15~26道, 施焊时长约5h左右。

施焊完成后由具有相应资质的第三方检测单位对每条焊缝均进行了焊缝检测, 经检测焊缝质量达到Ⅱ级以上焊缝质量要求。

#### 4.7 成孔验收

钢套管沉入到位、取土至设计高程, 经对孔径、孔深、孔位、倾斜度、孔底沉渣等指标进行检查, 确认满足设计要求并经监理工程师确认后即可终孔, 进行下一道工序施工, 如图2所示。



图2 桩基终孔验收

#### 4.8 钢筋笼施工及砼灌注

全套管全回转钻成孔施工钢筋笼制作、吊装、定位施工同常规桩基施工工艺, 如图3所示。砼灌注采用商品混凝土, 泵送灌注, 并现场检测, 到场混凝土性能能够满足泵送水下混凝土性能要求, 如图4、图5所示。



图4 钢筋笼安装



图5 砼灌注

### 5 施工过程地铁结构监测情况

全套管全回转钻成孔施工期间, 经第三方监测单位全过程监测, 桩位旁地铁区间隧道结构变形监测结果均满足规范要求。如表2所示。

表2 施工期间地铁隧道监测数据统计表

监测项目	实测值		控制值	
	累计沉降量 (mm)	日变化速率最大值 (mm/d)	累计沉降量 (mm)	日变化速率 (mm/d)
隧道结构沉降	-1.78	-0.98	±8	±1
隧道道床沉降	-1.41	-0.97	±8	±1
隧道拱顶沉降	-1.54	-0.74	±8	±1
隧道洞内收敛	0.93	0.23	±5	±1
隧道侧向水平位移	-0.37	0.76	±8	±1

备注: 对于结构、道床、拱顶沉降, “-” 负值表示下沉, “+” 正值表示上抬; 对于洞内收敛, “-” 负值表示收窄, “+” 正值表示外扩; 对于侧向水平位移, “-” 指向隧道结构内测方向位移, “+” 指向隧道结构内测方向位移。

通过监测数据分析, 全套管全回转钻施工期间, 地铁隧道结构主体沉降变化较小, 轨道差异性沉降不明显, 各监测对象的变形趋势相对稳定, 累计值及变化速率在警戒控制值范围内, 隧道结构整体处于安全可控状态。

### 6 结束语

经现场各施工工艺参数检测, 临地铁桩基采用全套管全回转工法施工, 各项指标均符合设计及规范要求, 桩基工程施工质量满足设计及规范要求, 施工期间地铁结构及运营安全得到保障。本文通过对全套管全回转工法在实际工程中的应用进行总结分析, 为同类型工程施工提供参考和借鉴。

#### 参考文献:

- [1]张重伟.全回转全套管施工技术在邻近地铁桩基施工中的应用[J].建筑工程技术与设计, 2018(35): 1924.
- [2]沈保汉.盾安DTR全套管全回转钻机喀斯特地层大直径灌注桩施工工法(下)[C].第四届中国国际桩与深基础峰会论文集.2014: 1-2.
- [3]宋志彬, 冯起赠, 许本冲, 等.全套管钻进机理和全回转套管钻机的研究[J].建筑机械(上半月), 2013(12): 87-91, 95.DOI: 10.3969/j.issn.1001-554X.2013.12.041.
- [4]罗汝兴.钻孔灌注桩在路基拓宽基底加固中的应用[J].交通世界(中旬刊), 2020(4): 44-45.
- [5]从世周.鲁南高铁曲阜东站邻近京沪高铁接轨段全套管全回转钻孔灌注桩施工技术研究[J].装饰装修天地, 2019(15): 217-218.