

# 深基坑专项施工技术应用

## Application of Special Construction Technology for Deep Foundation Pit

杨洋

Yang Yang

安徽省公路桥梁工程有限公司 中国·安徽 合肥 230022

Anhui Provincial Highway and Bridge Engineering Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230022, China

**摘要:** 论文使用工程实例, 并基于多年的工作经验, 浅谈本工程隧道深基坑支护施工技术, 与同行共同探讨。希望对以后的工作提供借鉴和建议。

**Abstract:** This paper discusses the construction technology of deep foundation pit support for tunnels in this project through engineering examples and years of work experience, and explores it together with peers. I hope to provide reference and suggestions for future work.

**关键词:** 深基坑; 施工技术; 隧道

**Keywords:** deep foundation pit; construction technology; tunnel

**DOI:** 10.12346/etr.v5i5.8072

## 1 引言

对于施工单位来说, 必须加强施工技术的规范化管理, 确保施工质量满足工程要求。其中, 深基坑支护是工程常见的施工方法之一, 深基坑支护施工存在一定的难度, 要针对施工具体内容展开有效的控制管理, 保证工程项目的质量<sup>[1]</sup>。

## 2 工程概况

本标段项目北接现状包公大道立交, 南至新安江路, 桩号 3+80 至桩号 27+78 (包括明皇路节点改造等), 总长约 2.398km, 规划红线宽 60m, 规划绿线宽度 10m, 为城市快速路。明黄路至大成段地面高速公路约 0.4km, 大成路至新安江段高架高速公路约 1.883km。

## 3 深基坑支护施工方案

深基坑支护施工流程如下: 管线迁改、复测—咬合桩施工—地面截水沟、降水井施工—旋喷桩施工—第一次开挖至冠梁底标高—冠梁 (盖梁) 及临时钢支撑施工—开挖至设计基底标高—垫层及地系梁施工—主体结构施工—拆除钢支

撑—其他附属工程施工。

### 3.1 管线迁改、复测

与地方相关单位现场确认施工范围内管线位置并提前完成迁改, 待迁改完成后开始进行混凝土路面破除、场地平整工作。提前完成管段导线点的复测工作, 并形成复测报告报送监理单位审批后实施。

### 3.2 咬合桩施工

咬合桩施工工艺流程: 平整场地—测量和放线桩位—混凝土导墙施工—将套管钻机放置到位—放置第一段套管—垂直度的测量和控制—压入第一节套管—检查垂直度—抓土压下套管—测量钻孔深度—清理空地—吊装钢笼—浇筑混凝土浇筑导管—浇筑混凝土, 逐渐拉出套管—测量混凝土表面—移动钻机。

#### 3.2.1 备场地、工作平台

首先, 进行场地平整和压实工作。根据施工图提供的有关资料, 计算桩位坐标和方位, 报监理审查, 用全站仪准确放样桩位, 监理复测合格后埋设保护桩。保护桩在施工过程中应妥善防护, 不得移位或丢失, 以便于钻孔时对桩位进行复核。超缓凝混凝土施工前需进行配合比实验, 并经理工

【作者简介】杨洋 (1990-), 男, 中国河南巩义人, 本科, 从事路桥工程研究。

工程师验证合格。

### 3.2.2 导墙施工

为了提高钻孔联锁桩孔口的定位精度和效率,应在桩顶顶部修建混凝土导墙,这是钻孔联锁桩施工的第一步。导向壁上预留定位孔的直径应比钻机套管外壁的直径大2~4cm。混凝土的强度、厚度和铺设范围应根据现场地质条件、钻机类型、重量和外形尺寸综合确定,以确保混凝土导墙在钻机施工过程中具有足够的强度、刚度和稳定性<sup>[2]</sup>。

### 3.2.3 钻机就位

在导向壁具有足够的强度后,钻机就可以就位,把钻头吊起进行钻机对中、整平工作,确保套管钻机管架的中心线位于导向壁孔的中心。

### 3.2.4 取土成孔

首先压入第一段套管(每段长度约7~8m),深度约2.5~3.0m。然后,用抓斗将泥土从套管中取出,同时抓住泥土并向下按压套管。套管底部始终保持在土壤表面的前面,深度不小于2.5m;第一节套管完全压入土壤后(应保持在离地面1.2~1.5m的位置,以便于连接),应测试孔的垂直度。如果不合格,应进行纠正和调整;检查合格后,安装第二节套管,进行土壤压实和提取,直到达到设计孔底标高。

### 3.2.5 安放钢筋笼

钢筋笼吊装采用25t吊车吊装。A桩设置圆形钢筋笼,单根A桩钢筋笼重量为3.2t,B桩设置扁形钢筋笼,单根B桩钢筋笼重量为4.6t。首先,根据图纸要求和分配的长度,对钢筋进行调直、切割、弯曲和绑扎。钢筋笼在钢筋加工厂制成骨架后,用拖车运输到钻机上。钢筋笼的存放区域应平整,以确保其不损坏或变形。骨架的长度由起重设备的高度控制,吊车吊装前需清理周边管线,确保上部无高压线等障碍物。一般每7~9m做成一节,骨架一般分段焊接,钢筋笼的接长,采用套筒连接。放置钢筋笼时,必须严格控制其标高。从钢筋笼顶部到套管顶部的长度必须根据套管上部开口的高程和钢筋笼的总长度计算。应根据此长度制作四个钢筋吊环,并将其焊接到钢筋笼的上部开口上。应使用吊环将钢筋笼固定在钻机底盘上,以确保钢筋笼的准确定位,并防止钢筋笼在混凝土浇筑过程中漂浮。钢筋笼应点焊,并在其周围设置保护层。

### 3.2.6 灌注混凝土

混凝土采用导管法浇筑,导管内径为25~35cm。在使用导管之前,必须进行闭水试验(水密性、耐压性和接头张力)。只能使用合格的导管。导管应稳定地放置在中心,不得与钢筋笼接触,以避免在吊装过程中吊装钢筋笼。导管可以挂在钻机顶部的滑轮上,也可以用夹具挂在孔上。导管底部到桩底的距离应符合规范要求,通常导管顶部储料斗中的混凝土体积应为0.25~0.4m<sup>3</sup>,并且必须满足第一次浇筑剪切球后导管底部可埋入混凝土0.8~1.2m的要求。施工前,应仔细计算储料斗的体积,并在剪切平衡后将混凝土浇筑到导管中。

## 3.3 地面截水沟和降水井施工

### 3.3.1 地面截水沟的施工

为防止地表水流入基坑,在基坑外侧1.5m设截水沟,排水沟坡度为1%,将截水排至市政排水系统,截水沟采用C15素混凝土,每隔30m设置一处集水井,集水井设置沉淀池,对排水沟外2m范围内采用100mm厚C15素混凝土护面。

### 3.3.2 降水井施工。

降水井直径为0.7m,井管直径为0.4m,井深以基坑底下9m,最大深度为22m,井底设0.15m的滤水层,每个降水井应配备一台离心泵,水泵扬尘不小于15m,水泵流量不小于10m<sup>3</sup>/h,水泵集排水同时进行,严禁排水回流基坑。备用水泵不少于2台,并根据雨季施工需要提供足够的排水设施。

## 3.4 旋喷桩施工

高压旋喷桩施工工艺流程图如图1所示。具体施工方法如下。

### 3.4.1 钻机就位、钻孔

根据现场放线移动钻机,将钻杆头对准孔位中心。同时,为了保证钻机满足设计对垂直度的要求,钻机就位后必须进行水平校正,使其钻杆轴线与钻孔中心位置垂直对准,确保钻孔垂直度不超过1%。在矫直和校正检查中,使用垂直球(高度不小于2m)从两个垂直方向进行检查。如果发现任何偏差,在机座下面加一个薄木块进行调整。严格按照指定的桩位钻孔,平面位置偏差不大于50mm。采用原土泥浆护壁。

### 3.4.2 插管、试喷

钻完导向孔后,插入旋转喷嘴。旋喷桩的初步施工参数为:每米水泥用量不小于150kg,水泥水灰比为1:1,采用42.5级普通硅酸盐水泥,并添加2.4%~3.4%的水玻璃。喷涂压力不小于20MPa,提升速度不大于10~25cm/min。渗透层需要重新喷涂且重新喷涂提升速度为100cm/min,在正式施工前需要进行试喷确定相关参数。旋喷桩要求28天无侧限抗压强度 $\geq 8.0\text{MPa}$ 、渗透系数 $\leq 10^{-6}\text{cm/s}$ 。

### 3.4.3 高压旋喷注浆

施工前应提前做好泥浆排水沟和泥浆池的准备工作。施工过程中,废泥浆应引入或排放到泥浆池中,经沉淀和冷凝后,运至室外储存或处置。

旋转喷涂前,检查高压设备和管道系统,确保压力和流量符合设计要求。灌浆管和喷嘴内不得有碎屑。灌浆管接头的密封圈必须处于良好状态。记录每个钻孔的位置,包括实际钻孔位置、钻孔深度、每个钻孔中的地下障碍物和灌浆量。

当注浆管穿入土壤,喷嘴达到设计标高时,可根据确定的施工参数进行注浆。喷射时,应先达到预定的喷射压力,然后在量正常后逐渐升高灌浆管,并自下而上旋转灌浆<sup>[3]</sup>。

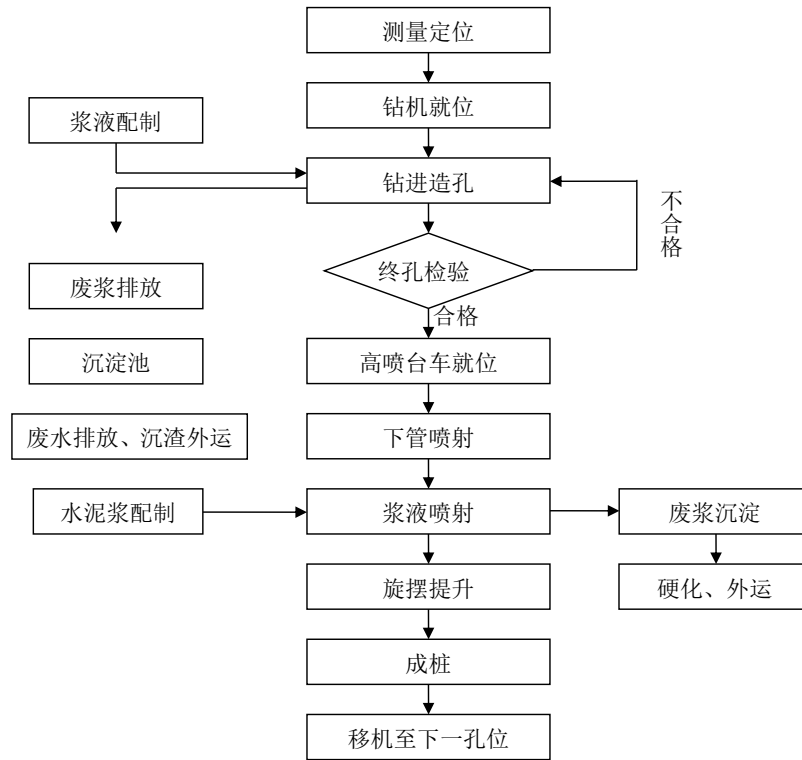


图 1 高压旋喷桩施工工艺流程图

#### 3.4.4 废弃浆液处理

在喷射灌浆施工过程中，会产生大量的废浆。为保证场地的清洁和施工的顺利进行，施工前计划在场内地内设置一个泥浆坑。施工时将泥浆泵入泥浆池排放，待泥浆固化后再外运处理。

#### 3.4.5 冲洗机具、移机

高压喷射灌浆完成后，应迅速拔出灌浆管，并彻底清洁灌浆泵，以防止浆液凝固堵塞（当泵体和灌浆管道在因故障停机 3 小时后得到适当清洁时）。

### 3.5 冠梁（盖梁）施工

#### 3.5.1 测量放样

根据施工图纸混凝土支撑及冠梁的位置进行实地放样，确定混凝土支撑及冠梁的轴线及边线位置，采用水准仪测量混凝土支撑及冠梁的底、顶面高程，确定标示出土方开挖及桩（墙）头混凝土凿除位置和范围，土方开挖及基底处理完成后，进一步复核其轴线和高程，确保施工的准确性。

#### 3.5.2 土方开挖

土方开挖将采用挖掘机手动进行，挖掘机挖至比设计混凝土支撑梁底高程高出 20~30cm 时，采取人工开挖清理至设计高程，避免超挖。

#### 3.5.3 连接部位清理、凿除

桩顶由人工配合小型机具（空压机、风镐）进行桩顶浮浆及超灌混凝土的凿除，凿至冠梁设计底高程及密实混凝土。并将桩顶凿除混凝土块清理干净，调直桩顶锚固冠梁钢

筋，并确保钢筋锚固长度满足设计要求。清除混凝土浮渣，并用高压水枪冲洗混凝土接茬面，施工冠梁前需要 100% 对咬合桩进行低应变检测，确保桩体质量满足要求。

#### 3.5.4 场地处理及底模设置

土方开挖至设计高程后根据基底土质及密实情况对基底进行平整夯实处理，浇筑 10cm 厚砂浆垫层或细石混凝土，作为混凝土支撑梁的底模，垫层标高要符合图纸要求，并按设计要求设置预拱度，垫层表面铺设塑料薄膜或其他隔离剂，不可把垫层作为混凝土支撑结构的一部分。也可以采用直接铺设方木、模板作为支撑梁底模。

#### 3.5.5 钢筋加工、绑扎

钢筋等原材进场后首先进行检查验收，并按照规定要求进行取样送检，复试合格后才能进行使用。确保使用的钢筋表面清洁、无损伤、无油漆和锈蚀。钢筋的等级和直径符合设计要求。按结构要求进行下料，分层、分批进行安装，绑扎钢筋之前，在底模上弹出混凝土支撑及围檩的轴线、边线，按照位置进行钢筋绑扎，梅花形布置保护层垫块，保证钢筋保护层符合要求。纵向受力钢筋接头宜采用机械连接或焊接，不建议重叠。受力钢筋的接头位置应设置在受力较小的位置，一般设在跨中 1/3 净跨范围内，接头位置相互错开。

当使用搭接接头时，在距离任何已安装接头中心 1.3 倍搭接长度的范围内，或在距离较大钢筋直径 35 倍的范围内以及距离任何焊接接头和机械连接中心不小于 500mm 的范围内。

钢筋焊接要同心焊接,焊条、焊接长度符合要求;焊缝饱满,无夹杂、气泡现象,清除焊渣。钢筋绑扎完成后,重点检查钢筋的规格、数量、位置、间距、接头形式、接头质量和位置、保护层厚度。钢筋的弯曲及末端弯钩应符合图纸及规范要求。

### 3.5.6 模板安装、检查

按照底模上弹出的模板边线安装侧模,模板拼缝处填塞双面胶,模板与底模之间的缝隙采用同标号的砂浆填塞,做到严密不漏浆。模板加固采用拉杆和支架斜撑相结合的方式,保证模板的稳固。模板安装完毕后,重点检查模板内的结构尺寸、顺直度、垂直度、接缝情况及加固情况。模板安装要求稳固、不变形。

### 3.5.7 混凝土浇筑、拆模及养护

浇筑 C30 混凝土,插入式振捣棒加强混凝土的振捣,同时避免过振,振捣时要快插慢拔,达到混凝土不再下沉、冒泡和混凝土表面泛浆时即可,必须连续浇筑,避免出现冷缝。浇好后,用木抹子把它抹平。在混凝土初凝前,用铁抹子进行两次以上的修整操作,以消除混凝土表面的收缩裂缝。

混凝土浇筑完成后,表面应覆盖塑料薄膜,以防潮。混凝土终凝后,应立即用亚麻布、草席或土工布覆盖,进行浇水养护,以确保混凝土表面均匀湿润。当一天的平均温度低于 5℃ 时,不允许进行水养护,改用塑料薄膜包裹覆盖,并增加覆盖棉被等保温措施,在混凝土强度达到 30% 前避免受冻。混凝土在强度达到 2.5MPa 以后,可以拆除侧模,拆模过程中防止发生掉块掉角现象。

## 3.6 钢支撑安装及拆除

### 3.6.1 钢支撑安装

钢支撑长度为 15.9m,支撑由活动、固定端头和中间节点组成,各节点均采用螺栓连接,支撑采用  $\Phi 609$ ,  $t=16$  的钢管。钢支撑横向间距为 4m。

安装时分固定端头直接焊接在冠梁提前预埋的钢板上或腰梁上,另一端采用 2 台 100t 的千斤顶进行施加预应力,千斤顶需提前进行标定,两台千斤顶同步施加顶力,达到设

计值后,在拆除千斤顶前拧紧钢楔。

### 3.6.2 钢支撑拆除

钢支撑的拆除施工工艺:支架吊装和紧固—施加预应力—拆除钢楔—拆卸千斤顶—吊出支架。

钢支撑的拆除方法:当钢支架下的结构放置在钢支架上,混凝土达到一定强度时,可以拆除钢支架。钢支撑拆除时应与设计协商确定。拆除钢支架前,应在每根钢管与钢管的连接处搭设支架固定钢管。然后,应拆除预施加端的钢楔。此时,可以松开每根钢管接头处的螺栓。拆下螺栓后,用小型滑轮吊架吊动钢管将钢管吊到地上,然后滚动到吊点,用起重机将钢管吊出基坑。钢管与顶梁(埋件)或腰梁之间的固定端可通过氧气焊接切断并拆除。单根钢管的重量为 3.7t,吊离钢管采用 25t 的吊车,最大起吊点距离为 12m。依照吊车参数,25t 吊车可满足要求,具体见 25t 吊车参数表。

拆除注意事项:施工时,钢支撑轴线与承压钢压条板中心的偏差不得过大,必须控制在规范要求范围内。施加预加压力时,必须在千斤顶顶柱和钢管之间的接触处放置压力表,以控制预加压力。焊接应符合 JGJ81-91《建筑钢结构焊接规范》的有关规定。直接加压钢板应铣平,铆接时必须拧紧螺栓。

## 4 结语

在道路桥梁工程中,深基坑施工技术应用广泛,存在坍塌、滑移等安全风险,需做好深基坑专项支护施工是非常重要的。

## 参考文献

- [1] 崔宪泉.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理研究[J].门窗,2019(17).
- [2] 任道凤.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术探讨[J].地产,2019(22).
- [3] 柴东旺.市政工程深基坑支护的难点与解决措施[J].散装水泥,2022(3).