

# 黄土地区高水压土层中锚索支护施工技术探讨

## Discussion on the Construction Technology of the Anchor Cable Support in the High Water Pressure Soil Layer in the Loess Area

何楠

Nan He

陕西路桥集团有限公司 中国·陕西 西安 710075

Shaanxi Road and Bridge Group Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

**摘要:** 城市施工空间较小, 支护工程对深基坑施工越来越重要。论文研究结合黄土地区项目基坑的施工组织具体案例, 详细分析了当在黄土地区出现高水压时, 深基坑锚索支护施工的主要技术要点。旨在不影响周围环境水位的情况下, 确保项目的自身支护稳定。

**Abstract:** The urban construction space is small, and the supporting engineering is becoming more and more important for the deep foundation pit construction. Based on the technical organization of the foundation pit in the loess area, the main technical points of the deep foundation pit are analyzed in the loess area. The aim is to ensure the stability of the project without affecting the ambient water level.

**关键词:** 高水压土层; 锚索支护; 坑基施工

**Keywords:** high water pressure soil layer; anchor cable support; pit foundation construction

**DOI:** 10.12346/etr.v5i2.7704

## 1 引言

随着城市建设和基础设施建设的发展, 基坑开挖深度越来越大, 基坑支护的难度也越来越高。目前深基坑普遍采用锚杆支护的方法, 即在基坑坑壁上钻孔、放入预应力钢绞线, 灌入浆料, 待水泥浆形成强度后对钢绞线施加预应力, 进而对护坡桩或钢筋混凝土护坡施加拉力, 达到稳定基坑边坡的目的。

## 2 工程概况

本项目地下共计 3 层, 基坑开挖形式为坑中坑形式。±0.00 标高 403.64m, 基坑坑底长约 400m、宽 70~118m, 地下一、二层面积约 4.03 万 m<sup>2</sup>; 地下三层面积约 3.31 万 m<sup>2</sup>, 相对深度约 -17.020m。锚索施工长度约 470m, 单根锚索长 15~23m, 直径  $\phi$  15.2mm, 间距 1600mm 布置。

## 3 技术特点

### 3.1 可靠性高

在湿陷性黄土地区的高水压土层环境条件下, 锚杆钻孔时采用特殊钻杆, 即在钻杆内套用密封管, 使钻杆在钻孔过

程中增强密封性, 有效防止了钻孔时流水、喷砂。同时改善施工过程材料浪费, 发挥了密封装置安装巧妙、易于操作的优势, 大大提高施工效率, 避免材料的无用浪费。同时, 对施工环境的改善起到积极作用。

### 3.2 节约材料

与传统强劲锚索施工相比, 封口后减少一次注浆, 既单次低压低速控制注浆, 引流管配合观察, 满足封堵要求, 起到节约材料的目的。

### 3.3 稳定性高

该法利用钻头带锚固件, 钻杆套密封管的设计, 减小了钻杆与岩体的摩擦碰触, 提高了钻孔过程的安全性。

## 4 工艺原理

①自由段钢绞线涂抹黄油且通常外套  $\phi$  20PVC 波纹管, 防止自由段锚索与水泥浆接触避免预应力张拉锁定时锚索自由段无法拉伸。

②初钻孔, 钻杆加设套筒钻进, 通过向套筒刻上刻度, 控制初钻孔钻进深度, 防止超钻。

【作者简介】何楠 (1992-), 男, 中国陕西西安人, 本科, 工程师, 从事建筑工程研究。

③旋喷锚索施工为高压旋转回转钻进工艺，选用硬质合金高压旋转钻头，钻头侧翼设置喷嘴，带锚索钻进过程中打开泥浆泵，通过连接管将调配好的浆液通过钻头高压喷射钻进，同时，高压旋转钻头应均匀旋转，均匀钻进。

④棉毡缠绕成整体推入旋喷锚孔内(距距孔口0.5m处)，预防水泥浆液流失，发挥过滤作用。

## 5 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工工艺流程

清理坡面→钻机就位→初钻孔→钻杆带锚索注浆钻进→加设通长注浆管→钻杆回退、高压注浆至锚固段结→加设通长注浆管、引流管→封口堵漏→低压注浆→锚索张拉→张拉锁定→工序结束。

### 5.2 操作工艺

#### 5.2.1 清理坡面、施工准备

①调研基坑周边土层的分布情况，以确定锚索的安装位置和钻孔方法。

②检查基坑坡面，坡度符合设计要求。测定边坡及坡顶线，复核坡顶和坡脚高程<sup>[1]</sup>。

③清除坡面杂物，人工修整边坡。坡面应平整，无过大的起伏，无松散土块。

④准备至少两台套管跟进式钻机，提前检验钻机、钢绞线、锚具等材料、设备。

#### 5.2.2 初钻孔

①在开挖基坑的侧壁上钻孔。钻孔时采用预应力套管跟进钻孔技术，调整钻机钻臂架的水平位置、高度、方位，向下倾斜35°在支护面开钻，使钻杆插入套管内，套管密封管置于钻臂架上，前段对准支护面<sup>[2]</sup>。

②开动钻机，动力头交替正反转，每次正反转各180°。

③套管外壁应标有清晰的刻度。为了精确控制钻孔深度，在钻孔作业时应指派专人观察、记录钻进深度，并及时汇报钻杆操作工。钻进过程应低速、缓慢，钻进速度约为3.5m/min，在达到刻度值时，观察人员及时举手示意钻进手停止钻进。

#### 5.2.3 卸下套管、钻杆带锚索注浆钻进

①完成初钻，卸下套筒，通过钻杆外套锚盘(图1所示)，施工人员将钢绞线穿入锚盘钻进(钢绞线分为锚固段与自由段，自由段长6m且外涂黄油并外套φ20PVC波纹管)。单束锚索见图2。

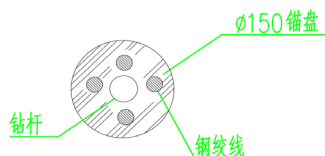


图1 锚盘示意图

②旋喷锚索施工为高压旋转回转钻进工艺，钻头选用硬质合金高压旋转钻头，钻头侧翼设置喷嘴，带锚索钻进过程中打开泥浆泵，通过连接管将调配好的浆液通过钻头高压喷

射钻进，同时，高压旋转钻头应均匀旋转，均匀钻进。

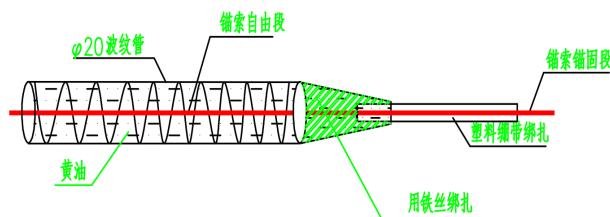


图2 单束锚索示意图

③钻头旋喷直径φ400，钻进至15m时，加大钻头旋喷压力至20~25MPa，喷嘴旋转速度至20~25r/min，高压喷浆形成扩大头，扩大头直径不小于φ500。

#### 5.2.4 钻杆回退、高压注浆至锚固段结束

①钻头旋转高压喷浆回退，锚固段旋喷直径φ400、长度9m，喷浆至锚固段结束。

②钻头回退至自由段，降低喷浆压力至1~4MPa，缓慢回退，自由段长度6m。

#### 5.2.5 加设通长注浆管、引流管

锚索锚入孔内，钻杆完全退出孔洞，作业人员立即将通常注浆管送入孔内，同时加设一根引流管。

#### 5.2.6 封口堵漏

棉毡缠绕成整体推入旋喷锚孔内(距距孔口0.5m处)，预防水泥浆液流失，发挥过滤作用。

#### 5.2.7 低压注浆

①通长注浆管低压注浆，注浆压强1.2MPa，低压缓慢注入浆液。

②注浆直至引流管益出稠浆后为止，浆液为水泥浆加水玻璃的配料，其中水灰比为1:0.8的水泥浆加入1:3的水玻璃。

③最后待浆液稳定不在流出孔道后，清理坡面，绑扎注浆管。

#### 5.2.8 锚索张拉与张拉锁定

①安装锚板、夹片、限位板、千斤顶及工具锚进行张拉，锚索正式张拉前，先对每股钢绞线施加张拉荷载进行预张拉，使锚索各钢绞线受力均匀、完全平直，张拉控制以张拉应力为主，辅以伸长值校核。

②张拉过程中当达到每一级的控制张拉力后稳定5min即可进行下一级张拉，达到最后一级张拉力后稳定30min，即可锁定。

③锚索张拉时应通知监理到场，并及时准确记录油压表编号、读数、千斤顶伸长值、夹片外露长度等。

## 6 材料与设备

①钢绞线：标准型-15.20-1860-GB，抗拉强度1860MPa。

②水泥：P.O.42.5水泥，并有出场合格证；用水pH值小于4的水；所用的化学添加剂必须有出场合格证。

③注浆：浆液为水泥浆加水玻璃的配料，水灰比为1:0.8的水泥浆加入1:3的水玻璃。

④塑料波纹管：直径 20mmPVC 波纹管，管道无破损、无裂纹。

⑤引流管：DN20 焊管。

机具设备见表 1。

表 1 机具设备表

序号	设备名称	规格型号	单位	用途
1	套管跟进钻机	XP-30	台	钻锚索孔洞
2	定位支架	—	台	定位
3	空气压缩机	威普 3HP	台	空气压缩
4	注浆泵	8PNSL-15	台	高压变频注浆
5	千斤顶	YCW-150	台	张拉
6	高压油泵	—	台	动力输出
7	锚盘	OVM15	台	锚固

## 7 质量控制

钻机在脚手架上必须固定牢固，避免因钻机固定不牢而孔位出现偏差。锚索孔径允许误差  $\pm 2\text{mm}$ ，倾角允许误差  $3^\circ$ 。锚孔要清洗干净，空中不得留有岩粉和水。锚索的编制要确保每一根钢绞线始终均匀排列、平直、不扭不叉，锈、油污要除净，对有死弯、机械损伤及锈坑的应及时剔除。对锚索按孔号相应标号，锚索下料长度允许误差  $\pm 10\text{mm}$ 。锚索的张拉要在注浆体强度达到设计要求后方可进行。张拉前必须对张拉设备进行标定，保证各级张拉的稳定性，张拉到位后用机械切除多余钢绞线，严禁电割、氧割。

## 8 安全措施

施工时，各种施工设备应处于完好状态。切割钢绞线使用的砂轮切割机要设置安全护罩，以防断片伤人。注浆管路应畅通，不得有堵塞现象，避免浆液突然喷出伤人，注浆管路不使用时要及时注压清洗冲洗干净。张拉机具各部件应牢靠，特别是高压油管的连接点，以避免突然断裂脱口喷出伤人。在张拉过程中，千斤顶前不得站人，以免锚索断裂造成事故。夜间锚索施工必须由足够的照明设备。钢绞线通过特制的放料支架下料，防其弹力将人员弹伤，往孔内安装锚索时，应由专人统一协调指挥。锚索张拉时，在千斤顶伸长端设置警戒线，以防张拉时出现异常伤人。锚索施工时，高压风管、高压油管的接头应连接牢固；造孔、张拉机械的传动与转动部分均需设置完备的防护罩。作业时，严禁上下重叠作业，所有施工人员均需佩戴安全帽、穿防滑鞋、系安全绳。钻孔施工搭设施工脚架，脚架搭设稳固，坚实的基础之上。锚索施工要做好坚持“分级开挖、分级锚固”的原则，自上而下，开挖一级，防护加固一级，严禁一挖到底<sup>[1]</sup>。

## 9 环保措施

专人负责废弃泥浆外运，需采用罐车集中运至指定地点，不得随意乱排，污染土地及水系。装卸有粉尘的材料时，采取洒水湿润或遮盖，防止沿途撒漏和扬尘。严格运输管理，

到运输过程不散落。车辆出场必须经过洗车台冲洗，禁止携土上路。施工过程做到现场布置合理、围挡规范、标牌清楚、齐全，各种标识醒目，施工场地整洁文明，对施工场地道路进行硬化。经常对施工场地、通行道路进行洒水防止尘土飞扬，污染周围环境。

## 10 效益分析

湿陷性黄土地区高水压土层中锚索支护结构经过一定时间的监测数据分析，基坑周边构筑物以及基坑边坡均未出现较大的、超过可控范围的位移或者沉降。

该工法的组织和运用，在黄土地区高水压这种地质条件下与普通锚索施工相比，造价投资 1/2，且工期缩短 1/2。通过现场试验对比旋喷锚索与普通锚索拉拔力分析两者在安全、进度与经济方面的效益区别（见表 2）。

表 2 旋喷锚索与普通锚索拉拔力分析

	地质条件	平均锚固长度 (m)	拉拔力 (kN)	平均每延米抗拔力(kN)
普通锚索	黄土地区、高水压	19	315	15.8
普通锚索	黄土地区、高水压	19	326	16.3
旋喷锚索	黄土地区、高水压	15	371	24.7
旋喷锚索	黄土地区、高水压	15	382	25.5

通过现场试验所得数据分析可知：旋喷钢绞线锚索抗拔力相比普通锚索抗拔力平均提高 1.6 倍，提高幅度 50% 左右。通过数据对比，无论抗拔力还是抵抗变形能力，在黄土地区、高水压条件下，旋喷锚索相较普通锚索在安全方面具有明显优势，通过分析上述单位力消耗的材料，可以看出旋喷锚索节省一半的材料。

## 11 结语

深基坑的施工中，难免会遇到一些复杂的地质环境，当出现高水压时，这就需要立足实际的环境状态，制定相应的技术方案，从而保证深基坑的顺利施工。论文结合黄土地区某工程深基坑施工为例，介绍了多种复杂环境条件下的施工方法，为深基坑的支护施工提供了参考的依据。同时没有对相邻建筑地下水位的变化产生明显影响，该项目基坑施工措施合理、方法科学。

## 参考文献

- [1] 杨智.深基坑承压水对地下连续墙的影响研究[D].武汉:中国地质大学(武汉),2011.
- [2] 吴会军,符晓,侯羽,等.基于敏感性分析的深基坑支护方案优化研究[J].施工技术,2019(12).
- [3] 窦艳玲,马国栋.建筑工程施工中深基坑支护施工技术探讨[J].住宅与房地产,2018(21):213.