

## 预 应 力 锚 索 施 工

### 1、施工方法

预应力锚索加固山体。主要是通过锚索将软弱松动、不稳定的岩土体悬吊在深层稳定的岩土体上，以防止其离层滑脱，预应力锚索，一方面可直接在滑面上产生抗滑阻力，另一方面通过增大滑面上的正应力来增大抗滑摩擦阻力，从而提高边坡岩土的整体性和稳定性。

#### 1.1 立锚墩

根据设计资料，测量人员将锚索孔位钻孔方向确定后，就开始在孔位清理坡面，立模现浇锚墩，锚墩紧贴坡体，它把锚具的集中荷载传递到坡面，并起调整坡面受力方向的作用，锚墩用钢筋砼加早强剂现浇而成，锚墩中部应按设计钻孔倾角预埋塑料管形成孔道，锚墩砼养生需要一段时间，因此应先施工。

#### 1.2 钻孔

采用潜孔冲击式钻机，根据现场地形或修筑之字形便道或搭设双立柱式脚手架用于钻机行走及安放，钻孔深度应超出锚索设计长度 0.5 米，以防岩土屑沉落孔底而使孔深不够，根据钻进情况和吹出的岩粉作好详细的施工记录，主要内容包括：岩性、岩体完整性，地下水、裂隙、岩粉颜色、颗粒大小、数量、孔深、事故情况等。钻进中应经常进行高压风吹孔，堆积层（孔深 6 米以内）可采用填充粘性土进行护壁，土夹石地层，可上下来回扫孔，防止掉块堵孔。

钻孔结束，拔出钻杆钻头，用一根聚乙烯管复核孔深，并用高压风清孔，然后拔出聚乙烯管，用水泥纸塞好孔口。

#### 1.3 特殊情况的处理：

1.3.1 渗水：吹孔时吹出的都是一些大颗粒而无粉尘，说明孔内有渗水，岩粉已贴附于孔壁。这时若孔深已够，则注入清水用高压风洗孔，洗净孔壁。若孔深不够，为防止岩粉堵塞钻杆，应立即停钻，并拔出钻杆，洗孔后再钻。有时孔内渗水量大，

吹出的是泥浆和碎石，只要冲击器工作，可以继续钻，如果冲击器受淹不工作，应采取压力注浆堵水后再钻。

**1.3.2 坍孔：**钻孔遇强风化岩层或岩体破碎带时，常发生坍孔，坍孔的标志是孔中吹出黄色岩粉夹杂原状的，非钻头击碎的、非新鲜的、无光泽的石块，这时应立即停钻，拔出钻具，压浆固壁。注浆前用清水和高压风将孔内泥浆洗出，注浆压力取 0.4MPa 浆液为水泥玻璃双液注浆，24 小时后重钻。

**1.4 制作锚索：**锚索可以在现场制作也可以在外地预制后运来。锚索由 4~6 股钢绞线组成。首先根据计算长度下料，钢绞线的下料长度应为锚索设计长度，锚头高度、千斤顶长度、锚具厚度，以及张拉余量（取 20cm）的总和。用砂轮切割机截断，然后平顺放在作业台架上，在内锚固段范围内每隔 1.0~1.5 米穿一个对中隔离支架形成锚束，并使钢绞线间有一定间隙，保证压浆时能充填密实，两对中支架之间扎紧固环铁丝一道，使内锚段形成波纹形状，自由段每 1.5 米扎一道铁丝，形成直线形状，自由段采用除锈、防腐、涂黄油、穿套聚乙烯管，最后在锚索端头套上导向帽，制作完毕后按孔号编号挂标签存放，参见附图。

### 1.5 安放锚索

孔内再用高压风清孔一次，然后放入锚索，锚索外套上定位片使锚索居中，应防止锚索扭压、弯曲、注浆管应随锚索一同入孔，注浆管头部距孔底 5~10 厘米，锚索定位止浆环到达孔口时，停止推送，再检查一遍，排气管是否畅通。

### 1.6 锚固段注浆

采用排气注浆，下倾的孔砂浆由孔底注入，空气由锚索孔排出。上倾和水平孔砂浆由孔口注入，空气压向孔底，再进入排气管排出孔外，注浆压力 0.4~0.6Mpa，砂浆必须用 525# 水泥，中砂过筛，加早强剂，砂浆搅拌机搅拌均匀，浆液在初凝之前用完，并不得混入杂物，注浆到锚固段注满后即停止。

### 1.7 张拉

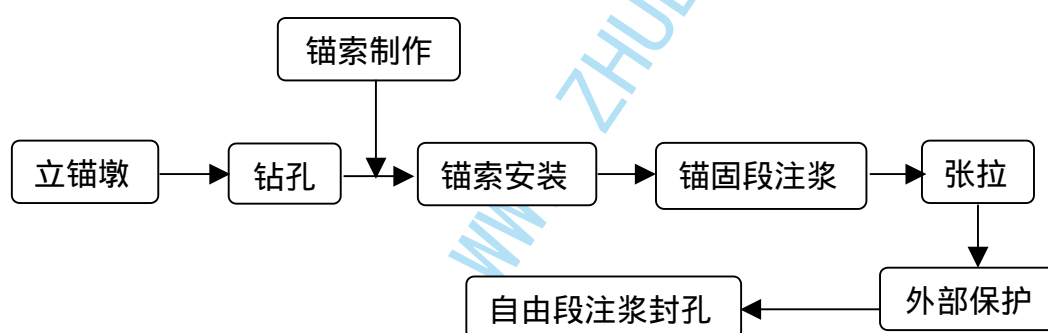
锚墩及砂浆达到 70%强度后，可进行初张拉，张拉设备仪表应事先进行标定，张拉前在锚索头部套入垫板和锚具，然后安放张拉千斤顶，轴线与锚索轴线一致，张拉采用整体分级张拉的程序，每级稳定 10min，待锚墩砼达到 100%强度后，进行末张拉，为确保预应力部分损失后不低于设计值，应进行超张拉。

### 1.8 自由段注浆、封孔

张拉完成后，通过预留注浆管，管口距原砂浆面 30 厘米，进行封孔注浆，孔中的空气由设在定位止浆环处的排气管排出，要求孔中注满浆液，然后从锚具量起留 5 厘米钢绞线，用鐮截子去多余部分，外覆 8 厘米厚的细石砼保护层。

## 2、施工工艺

工艺流程如图



控制工期的工序为钻孔及锚墩养生。

### 3. 劳动力组织及进度指标

施工安排宜在旱季，及时作好排水系统，采用全坡面范围内流水作业，网络技术组织施工，均衡生产，使立锚墩钻孔、注浆、张拉、封锚等工序互不延误。

人员配置：

钻孔：4 人

空压机司机：1 人

制作安放锚索：6 人

注浆：4 人

张拉：3 人

注浆、张拉记录：2 人

电工：1 人

进度估计：某工点边坡加固，设计 100 孔锚索，每孔深 38 ~ 45 米，施工用时 100 天完成。

#### 4、机械设备配置

机械设备应当可移动、可装配、轻型化，能满足在脚手平台上操作，并配备足够的零配件备用。

设置配置：

序号	机 械 名 称	数量
1	20 立方米内燃空压机	1 台
2	QZL-100B 潜孔钻机	1 台
3	YCM-100-200 型张拉千斤顶	1 台
4	YB4/500 油泵	1 台
5	内燃发电机	1 台
6	电动卷扬机 1 吨	1 台
7	抽水机（潜水泵）	1 台
8	100/15 隔膜式单缸单作用往复泵或 LB400 × 2 螺杆泵注浆机	1 台
9	40 钢管脚手架	若干吨
10	400 型砂轮切割机	1 台
11	砂浆搅拌机	1 台
12	电焊机	1 台

#### 5、质量控制要点

5.1 锚索孔位放线，各方向允许误差  $\pm 1$  厘米。

5.2 脚手架上安装钻机专用钢管，摆放钻机，用方向架放出锚索方位角，测角仪调整倾角，误差不超过：倾角  $\pm 0.5$  度，方位角  $\pm 1^\circ$ 。

5.3 锚索孔径误差  $\pm 2\text{mm}$ 。

5.4 高压风洗孔应干净彻底，孔中不得残留岩粉和水。

5.5 锚索制作要确保每一根钢绞线始终排列均匀、平直，不扭

不叉锈、油污要除净，对有死弯、机械损伤及锈坑者应剔除。

5.6 锚索安放要保证锚索孔壁有不少于 1 厘米的注浆厚度。

5.7 砂浆须严格控制加水量和水灰比，灰砂比允许误差为  $\pm 0.03$ 。

5.8 锚墩制作允许偏差各方向均为  $\pm 3$  厘米，先安放好孔口定位钢管，以保证锚墩与锚孔垂直。

5.9 自由段注浆必须待浆液溢出孔口稳定 1~2min 后，方可停止注浆，24 小时后还需补浆，以确保注浆饱满。

## 6、安全及环保措施

6.1 施工前进行安全技术交底，施工中明确分工，统一指挥。

6.2 各种机械机具机况良好，勤维修、勤保养。

6.3 作好安全检查工作，遵守有关安全操作规程。

6.4 机械、电器设备专人操作。

6.5 边坡加固工程钻孔通常在脚手架上作业，为确保脚架绝对安全稳定，采用双排方式，间距 1.2~1.3 米，重力集中处增设剪刀撑，并设置短锚桩，将脚手架锚固在岩壁上，扣件须专人复核拧紧。

6.6 高空作业应设安全防护设施。

6.7 风动钻机管路连接应牢靠，避免脱开出伤人。

6.8 注浆管路应畅通，不得堵塞，避免浆液喷甩出伤人。

6.9 张拉机具各部件尤其是高压油管连接点应牢靠，以避免突然断裂喷出伤人，张拉过程中千斤顶前不得站人，以防钢绞线断裂锚具飞出伤人。

6.10 夜间施工应有足够的照明。

6.11 钻孔孔口须设置粉尘收集器，使岩粉不致随风飘散，污染大气。严格按照国家环境保护有关规定施工。