

◆ CNKI 中国期刊全文数据库收录期刊 ◆ 中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊  
◆ 中文科技期刊数据库收录期刊 ◆ 万方数据——数字化期刊群收录期刊

ISSN 2096-2789  
CN 44-1727/N

# 工程技术研究

Engineering and Technological Research



港珠澳大桥

ISSN 2096-2789  
9 772096 278212 01 >

主管单位 广东省冶金工业总公司  
主办单位 广东工程职业技术学院  
广州市金属学会

2021  
总第 81 期



# 承压水作用下细颗粒土层锚索施工关键技术研究

马杰朋, 王永杰, 吉正勇, 杨海星, 普健涛

四川志德岩土工程有限责任公司, 四川 成都 610051

**摘要:** 预应力锚索是支护结构的重要组成部分, 在工程支护体系中发挥着关键作用。在一些特殊地质条件下, 地质情况对施工工艺及质量会产生较大影响。拟建项目在锚索施工过程中, 受到承压水作用而造成细颗粒粉土层发生涌水、涌砂现象, 项目部采取了有效措施, 确保了工程的顺利进行。文章结合项目实际案例提出了锚索施工中处理细颗粒土层涌水、涌砂的措施, 希望能够给类似施工提供参考。

**关键词:** 预应力锚索施工; 细颗粒土层; 涌水; 涌砂; 基坑支护

中图分类号: TV551.4; U455.7

文献标志码: A

文章编号: 2096-2789 (2021) 01-0035-02

DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2021.01.013

在一些软土地区, 为了避免地下水流失对周边环境造成影响, 基坑支护常采用止水帷幕控制地下水。锚拉排桩支护具有施工速度快、经济性高的优点, 目前, 软土地区很多基坑项目尝试采用此支护方式。由于采用止水帷幕, 基坑周边地下水位通常很高, 给锚索施工造成了很大的影响, 特别是承压水地段, 粉土、粉砂等细颗粒土层区域, 锚索施工难度更大, 文章通过针对此类地层锚索施工技术的研究, 总结出了一套适应于此类地层的锚索施工方法。

## 1 项目简介

拟建项目位于昆明市巫家坝旧机场内, 占地 24933m<sup>2</sup>, 基坑平面呈规则长方形, 周长 545m, 基底大面标高 1876.5m, 基坑开挖深度为 14.13 ~ 16.5m, 拟建建筑主要由低层商业、高层住宅、公寓、超高层写字楼组成。基坑支护形式采用锚拉排桩支护, 桩顶 5m 左右放坡喷锚, 采用三轴深层搅拌桩止水。排桩直径为 1.2m, 锚索孔径为 200mm, 杆体为高强度、低松弛  $\phi 15.2$ mm 钢绞线, 锚索设

计长度为 32.5 ~ 36.5m, 拉力设计值为 300kN。

## 2 项目地质条件

项目场地处于昆明盆地东南部, 属于冲湖积盆地地貌, 场地地层分布有素填土、黏土、泥炭质土、粉质黏土、粉土、有机质土。其中, ⑥<sub>1</sub>层粉土呈多层分布, 厚 0.5 ~ 6.5m, 颜色呈灰色、浅蓝灰色, 饱和, 密实状, 颗粒均匀, 级配较差, 摇振反应慢, 粉砂主要以透镜体状分布于粉质黏土中, 厚度一般不超过 1m。根据勘察报告显示, 场区内地下水类型主要为上层滞水、孔隙型潜水、基岩裂隙水; 场地地下水埋深在地面标高以下 0.4 ~ 2.3m, 黏性土为相对隔水层, 地下水主要赋存于粉土、粉砂层中, 水量较大, 具有一定的承压性。地质剖面图如图 1 所示。

## 3 锚索施工技术

### 3.1 预应力锚索施工工艺

该工程锚索施工涉及土层中含密实的粉土、可塑状态

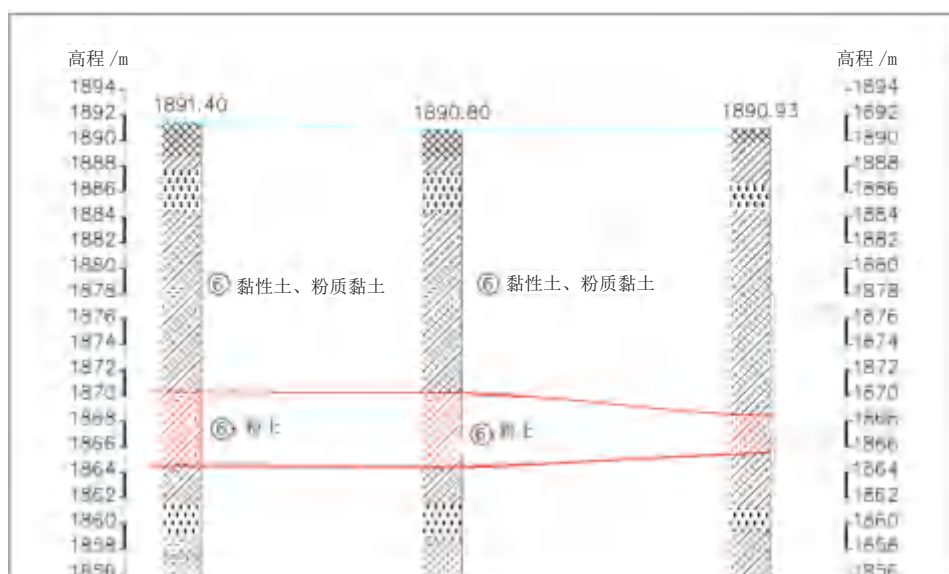


图 1 典型地质剖面图

黏土，且多位于地下水位以下施工，锚索成孔选用宇通履带式 DL-180 液压钻机进行钻孔和套管护壁成孔工艺，跳打施工，张拉机进行预应力后张拉。锚索施工前，详细了解并查清周边管线及周边建（构）筑物基础的位置和埋深，逐根施工，避开管线及相应基础。采用二次注浆工艺，锚索末端锚固段设置注浆孔，孔间距 500 ~ 800mm，每个注浆截面设置注浆孔 2 个，二次压力注浆浆液宜采用水灰比为 0.5 ~ 0.55 的水泥浆；二次注浆管固定在杆体上，注浆管的出浆口设置逆止构造，二次压力注浆在水泥浆初凝后、终凝前进行，终止注浆压力不小于 1.5MPa。

该工程在施工第 5 排锚索时，当钻孔钻穿双排支护桩钻至锚索设计标高，钻工拆除双套管内钻杆后，由于土层与钻孔之间存在水压差，粉土中细颗粒粉砂在地下水渗流作用下从钻杆套管中涌出，涌砂量较大、速度较快，长度为 36m、直径为 200mm 的套管被涌砂堵塞，细颗粒粉砂涌至孔口堆积，导致成孔后锚索束体无法放入孔内。

结合施工现场场地、地质条件及工期等因素综合考虑，无法通过修改锚索设计参数避开粉土等细颗粒地层，项目部采取调整锚索施工角度、调整施工孔深、更换锚索钻头钻具等措施分别进行试验，锚索成孔角度由原设计 25° 调整为 15°、30°，成孔深度由 33.5m 调整至 36m，根据调整进行相关成孔试验后均存在涌水、涌砂现象。现场涌水、涌砂照片如图 2 所示。



图 2 现场涌水涌砂照片

### 3.2 锚索改进技术

处理细颗粒土层施工涌水涌砂常规方法以引、排、堵、截为主，如采用引、排法，钻孔停滞涌水、涌砂量会持续增加，大量引排后可能会对上部已施工完成的 4 道锚索锚固体造成破坏，严重时会导致地面下沉或塌陷，影响基坑支护结构安全，故引、排法不宜采用，只能采用堵、截法，其中，注浆固结堵截法较为经济合理、快速高效、安全可靠；通过注浆固结压制，达到快速封堵的效果。经过认真分析论证和现场反复试验实践，最终采取在锚索钻机钻进成孔完成后沿内钻杆内壁注浆封堵涌砂的方式，通过注浆减小粉土内承压水的流量及流速，待浆液在孔底初凝固结，达到压制细颗粒土层涌水、涌砂的效果。

钻孔采用全套管跟进水冲法成孔，供水选用 7.5kW 高

功率增压水泵，锚索钻机就位后校正孔位，调整角度，安装套管、钻杆开始钻孔，钻至锚索设计底标高后超钻 0.5 ~ 0.8m（沉淀段）停钻，停钻后内钻杆不拆卸，钻头保持压置于细颗粒土层上，利用内钻杆内壁注水转换接头连接注浆机，注入水灰比为 0.5 : 1 的纯水泥浆，注至孔口溢浆后保持继续注入 5 ~ 10min，确保返浆正常后停止注浆。钻孔过程中需提前将水泥浆搅拌好，钻孔完成后用清水反复清洗孔内泥皮及沉渣，确保钻孔孔内清洁，孔壁无污染物，注浆时压力不超过 0.5MPa，注浆完成后快速拆除双套管内钻杆，拆管时将制作完成的成品锚索抬至孔口，6 名钻工将锚索置于孔口垂直方向，拆管完成后将成品锚索沿套管内壁放入孔内，放置过程需连贯迅速，确保入索一次性完成。改进后锚索施工流程如图 3 所示。



图 3 改进后锚索施工流程图

### 3.3 锚索改进施工效果

这种采用双套管钻杆内壁注浆压制封堵细颗粒土层涌水、涌砂方式在该工程取得了良好效果，在后续锚索成孔施工过程中均未再出现涌水、涌砂现象。通过双套管钻杆内壁注浆，既减少了对细颗粒土层的扰动，也对孔底进行了加固，提高了锚固体拉拔力。基坑开挖后经项目部及第三方监测单位监测，数据显示周边道路、地面沉降观测数据正常，锚索张拉力均达到设计锁定值，锚索验收试验及蠕变试验结果均无异常，锚索内力监测测试值满足规范及设计要求。

## 4 结论

当锚索设计钻孔底标高位于富水粉土（砂）层或施工穿越细颗粒土层时，常规采用单套管或双套管护壁成孔方式无法避免粉土（砂）等细颗粒从套管端部进入钻孔中。实践证明，采用双套管成孔工艺在拆除双套管内钻杆前通过钻杆内壁对钻孔底部进行注浆可以很好地封堵细颗粒土层涌水、涌砂，能够取得良好工程效果，可以作为锚索穿越粉土（砂）等细颗粒土层中处理涌水、涌砂的施工工艺经验。

### 参考文献：

- [1] 中冶集团建筑研究总院. 岩土锚杆（索）技术规程：CECS 22:2005[S]. 北京：中国计划出版社，2005.
- [2] 中冶建筑研究总院有限公司. 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范：GB 50086—2015[S]. 北京：中国计划出版社，2015.
- [3] 中国建筑科学研究院. 建筑基坑支护技术规程：JGJ 120—2012[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2012.

作者简介：马杰朋，男，本科，工程师，研究方向为岩土工程。