

# 锚索抗滑桩在道路边坡防护中的应用

张爱祥

云南省设计院集团有限公司 云南昆明 650103

**摘要:** 在城市道路建设中,常常会遇到道路红线受限,不得不针对红线外路基边坡进行边坡防护的问题,以某县北江滨路与二环路交叉口范围红线外路基边坡防护为案例背景,探讨了锚索抗滑桩在保护古建筑地基稳定中的应用,并简要的论述了锚索抗滑桩的计算原理和方法,可供类似工程参考借鉴,具有一定的指导意义。

**关键词:** 弹性地基梁; 锚索抗滑桩; 土拱效应; 群锚效应

## 引言:

预应力锚索抗滑桩是将桩和锚索联合用于抗滑的一种新型支护结构,其主要由抗滑桩、预应力锚索、锚具等组成,锚索与抗滑桩的有机结合既增加了抗滑桩的抗滑力,又使整个滑体处于桩索结合的立体控制中,从而大大增强了滑体的稳定性。锚索抗滑桩支护结构具有在开挖过程中可直接探测到地层的地质情况和滑动面的位置,便于修改和完善设计;不受施工场地影响,桩群布置灵活;工作面多,各桩之间施工干扰小,便于争取工期;桩的适应性强,抗滑效果好,每根桩施工完成后,都能起到抗滑作用,不致引起滑体进一步滑移;可边开挖边支护,施工安全可靠等优点。因此,预应力锚索抗滑桩支护结构能够极大地节省原材料,降低造价,且可取得更好的支护与加固效果,在边坡加固和滑坡治理工程中得到了很好的应用,特别适用于处理滑动面下有稳定岩土地层的大体积深层滑坡体及复活的古滑体。预应力锚索抗滑桩施工流程较为复杂,对施工工艺标准的要求相对较高,施工易受到地质环境条件的制约,在施工过程中容易出现离析、断桩、锚索预应力损失等质量问题,很容易会发生滑坡事故,不仅会破坏公路结构,还会严重威胁道路交通安全。因此,在预应力锚索桩板墙施工的过程中,必须加强对预应力锚索抗滑桩施工过程的质量控制,确保工程顺利进行。

## 一、工程概况

北江滨路与二环路位于某县,根据道路工程规划,北江滨路、二环路、马洋桥呈十字交叉,在该交叉口西北侧有一座古建筑立雪书院,立雪书院的“立雪”出于宋游酢与杨时尊师的“程门立雪”典故。由书画家、收藏家、寿山石案头摩崖石刻创始人游嘉瑞先生创办,位于福州永泰城关风景优美的大樟溪畔,龙峰山上,占地2000多平方米,该建筑历史悠久,无法拆迁。北江滨路与二环路交叉口改造范围见图1。

按四阶段法对北江滨路进行交通量预测分析及通行能力计算,至交通量饱和设计年末,该道路高峰小时交

通量预测结果为907pcu/h。参照美国道路通行能力手册中服务水平分级表,北江滨路按双向四车考虑时,饱和和设计年末交通量饱和度为 $907/1463=0.62$ ,可维持C级服务水平,交通量为稳定车流,有一定延误。

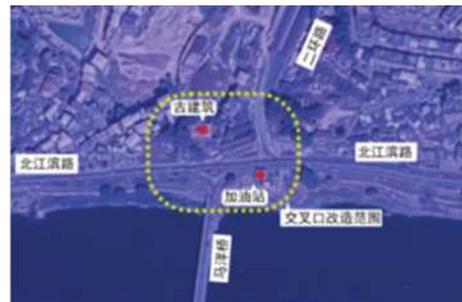


图1 道路交叉口改造范围

根据《城市道路交叉口设计规程》(CJJ 152—2010),主干路与主干路平面交叉类型采用平A1型,交通信号控制,进口道需展宽交叉口。二环路进口道和北江滨路出口道分别展宽一个车道后,道路红线进入立雪书院房屋基础范围,需对该范围内基础进行边坡防护(见图2)。



图2 交叉口平面布置图

## 二、施工技术及质量控制要点

### 1. 施工工艺

预应力锚索抗滑桩施工主要包括抗滑桩的施工及预应力锚索的施工两大部分,本工程预应力锚索抗滑桩施工工艺流程为:坡面整形→桩位定位放线→桩身开挖→护壁施工→钢筋安装→浇筑混凝土并预埋锚具→锚孔定位→成孔→锚索制作安装→锚索注浆→锚索张拉、锁定→封锚。

## 2. 抗滑桩施工

### 2.1 施工准备

修筑施工便道, 修整边坡, 平整挖孔作业平台。落实人员调配, 做好施工组织计划, 备足施工使用材料, 准备好处理施工故障的备用机具设备等, 做好井下作业和撤出人员的安全防护技术措施。

### 2.2 施工放样

边坡修整后, 根据设计图和基准点、控制点进行抗滑桩施工测量放样, 并进行护桩埋设, 做好桩位和护桩标记, 并请测量监理工程师进行桩位复核。

### 2.3 桩身开挖

(1) 开挖前平整孔口, 做好施工区的地表截、排水和防渗工作, 进行井口部分的开挖, 井口上部2m为锁口, 孔顶设置40cm锁口盘, 锁口盘采用C20混凝土。桩井开挖2m后立即施工锁口, 孔口应设置高出地面25cm的安全踢脚拦板。每开挖1m后立即施工该段混凝土护壁, 以保证施工人员安全。施工中应注意降低锚头侧边锁口高度, 以不干扰桩头锚索施工为原则。

(2) 挖孔时从两边向中间间隔开挖, 采用风镐配合人工开挖, 局部石质坚硬地段, 采用风枪钻浅眼松动爆破, 严格控制炸药用量, 尽量减少对井壁的震动。出碴采用人工装碴、吊斗配合卷扬机提升, 人工小斗车运输的方式。

### 2.4 护壁施工

(1) 护壁采用钢筋混凝土, 混凝土强度等级为C30, 使用钢模板。混凝土浇筑时串筒下料, 振捣密实。当桩身每挖掘0.5~0.8m深时, 立即支模浇筑混凝土护壁, 每节护壁高1m, 上下两节护壁间钢筋搭接长度为420mm, 护壁不得在土层变化处和滑动面处分节, 在滑动面处护壁内顺滑坡方向用临时横撑加强支护。

(2) 护壁按照设计图进行配筋, 因水平向钢筋安装困难, 可采用4根钢筋相互搭接后绑扎或焊接牢固。每段桩身开挖完成后应立即检查上层护壁完整性并及时修补, 保证护壁的完好。锁口与护壁上设置 $\Phi 14$ mm竖向钢梯, 间距为250mm。围岩松软、破碎、有水时, 护壁宜设置泄水孔。护壁贴紧围岩灌注, 浇筑混凝土前应清除孔壁上的松动石块、浮土。

### 2.5 终孔检查

经测量人员检查到开挖至设计标高后, 根据孔底岩层情况对照设计资料确定是否进行变更设计并报监理工程师检查。如符合要求随即对护壁、井底进行处理, 凿除护壁突出部分, 清除护壁、井底杂物并尽量平整井底, 以保证钢筋笼安放准确稳定。

## 三、边坡支护方案

边坡防护采用预应力锚索抗滑桩支护, 该方案一般适用于岩质滑床, 主要由抗滑桩和预应力锚索组成桩一

锚支挡体系, 共同抵御滑坡体下滑, 锚索应锚固于稳定的岩层中。这种方法已经在道路水利等边坡治理工程领域得到广泛使用。

和普通的抗滑桩受力状态不同, 它通过在桩顶施加一个拉力, 改变普通抗滑桩的悬臂受状态, 受力更加合理, 是一种主动抗滑结构, 其基本的力学模式可以等价于简支梁或者其他超静定结构, 具有桩身弯矩小, 剪力相对小, 桩身截面尺寸及配筋合理等特点。

本工程为保障立雪书院结构基础的稳定性, 初步考虑抗滑桩施工方案先开挖桩顶土石方, 形成工作面, 然后开挖基坑, 灌注桩身, 待桩身混凝土强度达到设计要求的75%, 再开挖桩前土石方。考虑到本工程施工条件较差, 推荐采用水磨钻法挖孔施工, 抗滑桩按跳桩开挖基坑, 基坑护壁采用钢套筒, 钢套筒直径1.3m, 壁厚12mm, 桩身混凝土的强度等级为C35。对于有滑动迹象、顺层、滑坡段或需快速施工时, 宜采用速凝或早强混凝土, 桩与桩之间设置软式透水管。桩顶冠梁处通长设砂夹卵石反滤层, 反滤层厚度为0.3m, 反滤层下部设置夯填黏土防渗层。抗滑桩断面布置见图3。

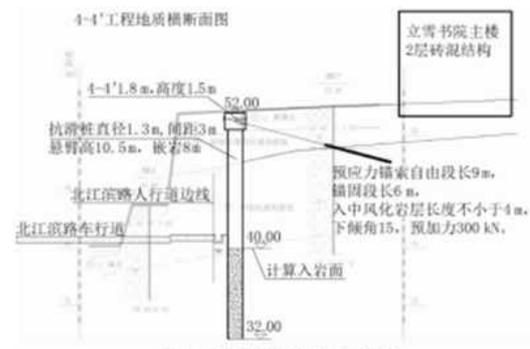


图3 锚索抗滑桩断面布置图

## 四、结束语

抗滑桩边坡防护是一种应用广泛的工法, 目前其主要的计算方法来源于弹性地基梁计算模型, 弹性地基梁是一种无穷多次的超静定结构, 和普通的梁相比, 其内力计算必须同时考虑地基的变形。通过建立弹性地基梁的挠度曲线微分方程求解结构的内力和变形。由于锚索抗滑桩与周围岩土之间的受力过程是非常复杂的, 该方法不能真实反映地基土的非弹性性质, 也未考虑岩土的分层特点, 是一种具有某些假定的数学模型。

### 参考文献:

- [1]李登峰, 赵晓彦, 胡卸文, 等. 抗滑桩截面尺寸对土拱性状的影响[J]. 工程地质学报, 2020, 26(2): 484-493.
- [2]杜华明, 张建瑞. 抗滑桩施工方法的选择及适用范围[J]. 西部探矿工程, 2020, 30(4): 1-3.
- [3]陈拓, 陈国庆, 黄润秋, 等. 考虑高边坡强卸荷的锚索锚固力耦合变化模型. 岩土力学, 2020, 11(33): 4125-4132.