

# 一种在有限作业空间工况下边坡加固方案的研究应用

陈昌龙

中勘华兴(北京)岩土工程有限公司 北京 100013

**摘要:** 通过对比桩锚支护三种方案, 选定了昌平区南口农科院试验基地的边坡加固工程双排桩支护方案进行加固。文章对方案的稳定性计算、经济成本考虑等进行了详细介绍, 最终确定了包括混凝土等级、关键工艺、具体施工方案等在内的建筑方案。在有限的作业空间内, 提出了人工挖孔桩施工作业, 钢筋笼合理吊装, 混凝土灌注等技术。同时, 还提到了坡面挂网锚喷、斜剖撑支护及混凝土分段浇筑、坡顶路面混凝土硬化措施等重点技术, 加强了坡面稳定性。

**关键词:** 有限作业空间; 边坡; 加固

## 引言

昌平区南口农科院试验基地边坡加固工程涉及地质环境条件复杂, 需要综合考虑工程稳定性、经济成本、施工条件等因素, 选择合适的加固方案。通过对三种加固方案的比较, 选择了双排桩支护方案, 并对其稳定性测算和经济费用进行了详细分析。在有限的作业空间内, 施工难度较大, 因此为了保证加固工程的质量和效果, 提出了人工打孔桩、合理吊装、灌注混凝土等关键技术。该文旨在为工程提供科学可行的施工方案, 保证加固边坡工作顺利实施。

## 1 工程概况



图1 蜜蜂楼北滑坡区

由于施工条件地质复杂, 边坡滑坡面积较大, 需要结合边坡加固方案进行加固。

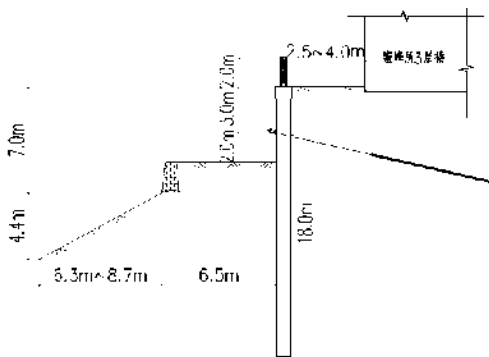


图3 桩锚支护方案

## 2 方案选择

### 2.1 桩锚支护方案

工程选用的桩锚支护方案, 在实施过程中, 需要对现状边坡土体进行大量的挖掘和铲除, 从而使原坡面状态发生根本性变化。在挖掘的过程中, 难免会在一定程度上影响到周围的环境和土地结构。一是大规模挖土作业可能造成土体松动、崩塌, 破坏周边植被

和地貌, 工程生态危险性增大。其次, 挖土过程可能会造成原有地质条件的改变, 造成土体沉降或不稳定等问题, 这些潜在的危险都需要有效监测, 并加以应对。此外, 由于工法的特殊性, 包括与邻近建筑物、基础设施的沟通, 以及环境保护等问题, 都需要与周围环境进行复杂的协调。在项目实施过程中, 外部协调关系的复杂性将成为一个值得关注的难题, 需要周密的计划和协调才能保证项目的稳定性以及周边环境的可持续性。如图3所示。



图2 蜜蜂楼现状

和地貌, 工程生态危险性增大。其次, 挖土过程可能会造成原有地质条件的改变, 造成土体沉降或不稳定等问题, 这些潜在的危险都需要有效监测, 并加以应对。此外, 由于工法的特殊性, 包括与邻近建筑物、基础设施的沟通, 以及环境保护等问题, 都需要与周围环境进行复杂的协调。在项目实施过程中, 外部协调关系的复杂性将成为一个值得关注的难题, 需要周密的计划和协调才能保证项目的稳定性以及周边环境的可持续性。如图3所示。

### 2.2 双排桩支护方案

蜜蜂所处边坡的加固方案, 在计算和考核时, 安全总体稳定系数、经济成本等重点指标都得到了综合考虑。经精密计算, 得出总体稳定安全系数  $K_s$  为 3.99, 远高于 1.30 的规范最低要求, 保证了项目的稳定性。这意味着, 在对抗地质力和外部环境的影响时, 选用的双排桩支护方案显示出了良好的安全性, 为项目的持续发展提供了可靠的保证。同时, 该方案的经济成本在比较的三个方案中居于中等水平, 使成本与工程稳定性之间的关系得到平衡。在模拟开挖状态下, 坡顶最大相对水平位移仅为 4.5 毫米, 进一步证实了该工程对现有三层建筑影响不大。这说明, 所选方案在实施过程中既能保证项目的安全性, 又能最大程度地降低对周边建筑的不良影响, 体现了科学、节约、切实可行的通盘考虑。此为最佳支护加固方案。

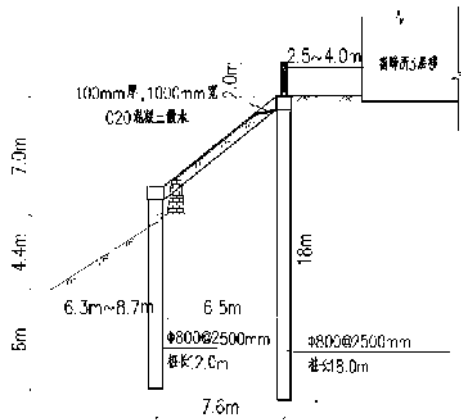


图4 双排桩支撑方案

### 2.3 混凝土挡墙支撑方案

经过详细测算和综合评估,选用的混凝土挡墙支撑方案呈现出3.85的总体稳定安全系数,远远超过1.30的规范要求,保证了工程在稳定性方面的合格。但值得注意的是,虽然总体稳定性达到预期标准,但与其他两种方案相比,经济成本却是方案中最高的。这意味着,在选择这一选项时,项目的财务费用增加,需要更多的资金投入。另外,同样需要对现状边坡土体进行大量挖除的混凝土挡墙支撑方案,导致了原来的坡面状态。外部协调关系在这一工法的实施过程中显得相当复杂,处理与周围环境、建筑等有关的问题可能需要更多的资源和时间。在模拟开挖状态下,虽然坡顶的相对水平位移只有4.5毫米,对现有三层建筑影响较小,但考虑到整体造价较高,工法复杂,在实施前需慎重权衡利弊,确保工程既经济高效,又稳定可靠。

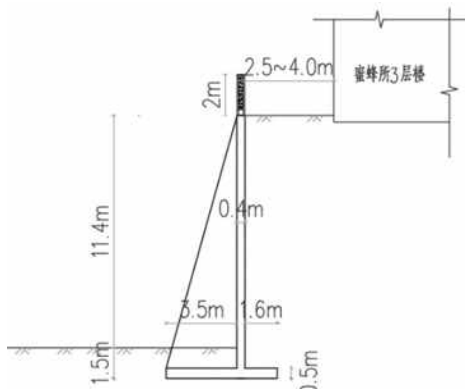


图5 混凝土挡墙支撑方案

## 3 蜜蜂所边坡加固采用设计方案具体内容

### 3.1 混凝土等级

在蜜蜂研究所所处位置的边坡加固工程中,为了保证工程的稳定性,设计考虑了多项重要参数的围墙底支护桩是关键的支撑结构。具体地说,支护桩的桩体混凝土强度采用C30,是指在地质环境的挑战下,桩体混凝土的抗压强度足够。桩径0.8米,桩长18米,桩间距3.5米,这样的设计是为了提供充足的垂直支撑整个支撑结构的稳定性。

支护桩的细节设计包括精确的钢筋用量,其中钢筋保护层厚度为50mm,钢筋笼直径为0.7m。主筋为HRB400级,直径 $\phi 25$ ,加强筋为HRB400级 $\phi 16@2000$ ,箍筋为HPB300级 $\phi 8@200$ ,保护筋为 $4\phi 8@4000mm$ 。以HRB400为主筋,这种设计既考虑了钢筋的数量和大小,又充分考虑了它们的排列方式,使支护桩的整体强度和抗震性得到最大程度的提高。另外,墙底灌注桩和前排支座桩冠梁

的设计也非常关键,其尺寸为 $600mm \times 600mm$ ,主筋混凝土保护层厚度为50mm,混凝土强度等级为C30。这些支撑结构通过精心设计和施工,在整个工程中发挥了重要作用,对边坡的稳固和加固效果起到了有力保障。

### 3.2 关键技术

蜜蜂研究所选址的边坡加固项目,在地理和环境上面临着多重复杂的挑战。首先,该楼紧靠围墙内侧,间距只有3-5米,施工难度加大。围墙的外侧是一个陡坡,而围墙与蜜蜂研究所之间则布满了茂密的树木。树木的存在使得移栽成为一种不可行的选择,所以在施工时需要对周边植被的保护进行慎重考虑。更为复杂的是,边坡下方原本是采石坑,虽然底部已略有平整,并种植了人工林,但这种地质特征使建设所需的支护工程更具挑战性。在坡脚处,有一条由所在村庄沿边坡走向修建的简易便道,大型机械设备因场地所限,难以进入进行支护桩施工,需要在工程手段上更加精巧巧妙。此外,考虑到坡度比较陡,大概在45度左右,这就使得相应的钢筋绑扎、斜剖撑、模版支撑以及控制混凝土浇注等环节变得格外重要。施工中需要保证这些关键步骤的准确实施,防止坡面出现塌方,保证整个工程的安全和稳定。

### 3.3 施工方案

在作业空间有限的情况下,选择支护桩定为人挖孔桩,这样的施工方式可以有效应对空间受限的挑战。施工方案重点对吊装钢筋笼、混凝土灌注等进行合理配置,确保支护桩牢固耐用。通过人挖孔桩的施工,在减少对周围环境干扰的同时,能更灵活地适应现有的施工空间。为加强边坡整体稳定性,通过这一措施,计划对边坡进行挂网锚喷,增强,增强边坡土体的抗冲刷性能。随后,还将开展斜面支护作业,通过斜面支护结构设置在坡体使坡体的自由滑行趋势得到有效缓解。将采用分段浇筑的方式,确保每个阶段都能达到设计要求,从而增强整体支护结构的可靠性,以保证斜剖撑混凝土的质量。

在坡顶与蜜蜂研究所之间,采取混凝土硬化路面的措施,目的是为了阻隔坡体渗入坡体。这样既有利于防止水蚀坡体结构,又可以有效减少坡体表面的冲刷和损失,使坡体长期稳定性得到提高。

## 4 结语

双排桩支撑方案是在研究有限作业空间条件下的边坡加固方案时,从稳定性、经济成本、施工条件等方面综合考虑,选用的方案,本文结合具体工程项目,针对边坡存在的问题,提出相应的施工方案。施工中,人挖孔成桩、合理吊装、混凝土灌注等关键发挥关键作用,确保工程顺利实施。研究对边坡加固工程提供了有益的经验,类似于有限的作业空间。

### 参考文献:

- [1]尹俊俊.基于预应力锚索参数优化的边坡加固方案研究[J].水利科技与经济,2023,29(12):17-20+34.
- [2]郑俊清.锚管框架在堆填土高边坡加固中的应用[J].公路工程,2023,48(06):94-99.
- [3]杨自广,王保武.公路高边坡加固方案优化设计[J].中国高新科技,2023,(19):135-137.
- [4]程岗,陈铭铭.高填方边坡加固方案的对比分析[J].土工基础,2023,37(04):574-578.
- [5]张学洋,孙涛,蔡响晓.岩土工程中边坡加固施工技术要点探究[J].建筑机械,2023,(08):30-33.

作者简介:陈昌龙(1977-),男,汉,黑龙江人,中级,硕士,主要研究方向:岩土工程。