

# 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

中核大地生态科技有限公司 北京 100013

**摘要:** 本文主要研究如何在有限的作业空间内设计出边坡加固方案,通过对边坡加固方案的实地探究,开发出了一种可以有效的在边坡进行加固的方案,并且对其进行了实地考察。本文主要以昌平区南口农科院实验基地为例,通过设计不同的边坡加固方案,从而引出双排支撑斜桩的设计应用。

**关键词:** 有限空间;下边坡;加固方案;应用

## 引言

在边坡加固的施工环境中,有许多因素限制着边坡加固的稳定性,包括空间范围太小以及施工环境的复杂等,这些都促使开发人员设计出更加可靠的边坡加固方案。

### 1 影响边坡稳定的主要因素

#### 1.1 岩土性质

岩土的矿物质成分、岩土坚硬与否、岩土的成分结构等都是可以影响边坡加固的因素。因此,如果边坡是由抗风化性能好,质地坚硬,矿物成分高的岩石构成的,那么边坡的稳定性就比较好,反之则较弱。

#### 1.2 岩体结构

控制边坡稳定性的因素也有很多,包括组成边坡的岩体的具体类型,岩体的结构以及岩体和坡面的关系等。

#### 1.3 水文地质条件

俗话说“十个边坡九个水”,这句话充分地说明了边坡的稳定与地下水关系密切。水文的水文地质条件包括地下水的储存、补给以及径流等。边坡受到地下水的影响是因为岩体的力学性质,地下水富裕的地方就会使坡体下滑的程度提高,造成边坡的缝隙太大。此外,地下水的流动也会增加岩体的浮力,地表水对于边坡的两侧的侵蚀也不利于边坡加固。

#### 1.4 地震

当地震发生时,如果产生不利于边坡下滑方向的水平地震附加力,那么边坡的下滑力就会增大,引起边坡不稳,还会因为地震发生时产生的孔隙水压力增加以及岩体的强度变弱,从而也会引起边坡不稳的情况出现。

#### 1.5 地貌因素

如果边坡的地貌是不利于边坡稳定性的形态和规模,那么边坡的坡顶处就会产生张力,这种张力会使坡顶会出现裂缝;同时坡脚的地方也会相应地出现剪切力,这种剪切力会极大地破坏边坡的稳定性。

## 2 工况现状

### 2.1 地质环境

本文所研究的项目是位于昌平区南口农科院实验基地,这个基

地的西南方向的基地为主要实验田,这块试验田与外界用一堵围墙隔开。通过在基地外围进行调查可知,基地外围之前是一个开采厂,但是目前是以空地为主,部分地方种植树木和绿植等。基地外围与基地内形成了内高外地的陡坡,高度差约为 6~16m。这个边坡的外围有挡土墙,挡土墙以上有混凝土结构的钢筋加以防护,只不过年久失修,很多钢筋已经暴露在外面;挡土墙以下有植被覆盖,使得地质条件更为复杂,灌木丛以及草木都掩盖住了边坡坡体,加大了边坡加固难度。最北侧的围墙已经出现了边坡的塌陷情况,塌陷的深度大概为 15 米,要求对这个部位的边坡进行加固和重填。近年来天气环境复杂,降雨量逐年增加,这就导致在原本恶劣的地质条件下,围墙的生存条件更为艰难,降水导致在边坡的地表形成了蓄水通道,这个通道使得土壤流失严重,造成边坡失去稳定性,很有可能造成围墙的塌陷。如果这么高的边坡一旦失去稳定性发生塌陷,那么将会对周边的人员造成生命安全威胁。围墙外侧有常年生长的树木,植被覆盖面广,导致无法施工。边坡的下方是之前开采厂的原采石坑,坡脚处是通向村庄的简易道路,也就是小道,根本无法使用大型的机械设备,使得施工条件受限。这个边坡的坡度达到了 45 度,也就意味着需要质量更好的混凝土浇筑,这也给边坡的加固增加了难度,是这个项目的重难点。

### 2.2 水文环境

这个项目的水文环境也较为复杂。地下大概 20 米的范围内没有发现有地下水活动的存在。在施工场地的北侧建造一个水库,在东北侧构建一个水沟。这个水沟就是为这个水库提供泄洪,水沟宽度有 60 米,深度有 3 米,勘察期间河道内处于无水状态。

## 3 边坡滑移现象及稳定性分析

### 3.1 采用圆弧滑动法进行边坡稳定性分析试算

对边坡滑动程度进行检测最常用的分析方法就是圆弧滑动法,因为在勘察初期,调查人员只提供了边坡岩体的抗剪强度的参数,并没有提供其他参数,使得施工单位只能先使用圆弧滑动法进行试验。

该项目利用圆弧滑动法采用的是简易版的 Bishop 方法。根据边坡算法的统一规范,该边坡正常工况下一般是 1.30,地震下的工况一般是 1.10。该项目按照这个简易算法计算,这个边坡的稳定性系

数是符合规范,满足稳定性的要求。

### 3.2 圆弧滑动法存在的问题

因为实际情况与圆弧滑动法所算出的结果不同,实际情况是边坡的稳定性较差,但是圆弧滑动法所得出的结果是正常的,说明圆弧滑动法的准确性有待考究。具体问题分析如下:

(1)从计算模型的选择入手。从之前运用圆弧滑动法的项目来看,很多边坡都是处于地形较为平坦的地方,边坡都是土质的坡体,表面平滑度较高,使用圆弧滑动法来进行计算分析是合理的。正因如此,很多施工的工作人员容易产生惯性思维,认为所有的边坡都可以使用圆弧滑动法来计算。但是,正如目前的这个项目来看,边坡是由岩石质地构成,而且坡面的滑动性较差,使用圆弧滑动法就无法准确对其进行计算。

(2)从计算参数的选择上入手。如果在本项目中运用圆弧滑动法,那么其所依据的就是岩体的抗剪强度。根据本项目的边坡岩体来看,这个边坡的岩体抗剪强度较强,那么其边坡的安全性较高。根据所勘察的实际情况来看,这个边坡的裂缝都存在于边坡的岩石结构面,可以得出,如果想要对边坡进行准确计算,就必须要对该坡体的岩石结构面进行分析计算,才会得到合理的结果。

### 3.3 边坡稳定性重新计算

综上所述,要重新对该边坡的稳定性进行分析。这个项目的坡面属于顺向的坡面,倾斜角度较大,已经接近竖直;该边坡的岩体属于薄层与厚层互相交叉的类型,结构比较复杂。右侧的大部分节点都位于边坡线的同侧,而裂缝的倾斜角较边坡的倾斜角更大,容易引起滑动,所以这个项目的边坡属于不稳定边坡。

通过上面的描述可以看出,这个围墙的边坡在正常工况下其滑动的安全系数是1.214,在地震情况下其滑动的安全系数是1.027。根据滑动安全系数的规范来看,这个项目的安全系数是不稳定的。

## 4 加固方案设计

### 4.1 双排桩支护设计

双排桩支护设计主要由两部分构成,前后排的排桩主要采用 $\phi$ 800mm的C30混凝土、塌落度为180mm~220mm的长螺旋压灌混凝土桩,另一部分就是上部的排桩,垂直于边坡放在上部。选用的是钢筋等级为HRB400的质量有保障的钢筋来放在前后排桩上;螺旋式箍筋可以对混凝土进行更加牢固的控制,选择的是 $\phi$ 10mm的HPB300钢筋;混凝土所形成的保护层是由于钢筋产生了纵向的压力,保护层的厚度最小为50mm,并且主要使用的是焊接,使其凝固更加牢固。

### 4.2 桩锚支护方案

通过对实地进行勘察以及本项目所要求来看,需要设计排桩的桩锚支护结构。要把该施工场地的建筑物以及周边环境作为主要考虑对象,得出要从这个施工场地的基坑向外扩展0.3m作为该边坡的基坑线。这个基坑的保护桩共设置178根,混凝土强度取为C30,还有混凝土的保护层的厚度设定为50mm;除此之外还要设置加强钢筋做到保护排桩的吊起时的安全,以免发生掉落。顶部的排桩要

设置冠梁,通常包括的截面形状有两种,800×500mm(宽×高)或者1000×600mm,箍筋的设置方式采取等间距的方法。

### 4.3 挡土墙布置

#### 4.3.1 挡土墙的位置

如果是在路堑周边,那么挡土墙的位置就应该在旁边的水沟旁;如果是在山坡周边,那么挡土墙就应该设置在地基比较可靠的位置。挡土墙的最佳位置应该是在进行对比之后,将路堤墙应与路肩墙进行技术经济比较;除此之外,沿路堑周边的挡土墙的建设要尽可能的结合当地的实际情况,其中包括水文地质条件以及周边的河道工程项目等,要保证设计挡土墙之后周边的水流依旧保持顺畅。

#### 4.3.2 纵向布置

还要对挡土墙进行的布置是纵向的设置,这个过程应该在墙体的纵断面图中进行。布置的内容为:

①要确定挡土墙的出发排桩号码和挡土墙的长度;

②将挡土墙按照地基以及地形情况进行分段,确定好沉降、伸缩缝的位置;

③要着重布置好各段挡土墙的地基。挡土墙的地基要做成小于5%的纵坡;如果地基大于5%的时候,应该把挡土墙做成台阶状。在地基为岩石的情况下,虽然纵坡的地基小于5%,但是也可以将其做成台阶状,其目的是为了减少开挖的工程;

④要确定好泄水孔和护拦的位置,包括间隔、尺寸等。

## 5 结语

在面对上述问题的时候,要有针对性地去解决。在施工空间受限的情况下,排桩可以采用人工手段去挖坑,来填埋桩体。与此同时,要具体问题具体分析,根据所处环境的边坡的位置以及施工的距离,合理配置钢筋混凝土的位置以及使用合适的混凝土的灌注方法。在边坡的顶部和底部可以建设挡墙,从而减少雨水或者地下水对边坡的渗入和侵蚀,达到加固边坡的目的。

### 参考文献:

- [1]张杰.高边坡设计与加固问题研究[J].中国新技术新产品,2021,(19):100-102.DOI:10.13612/j.cnki.entropy.2021.19.032.
- [2]才永军.岩土工程中边坡加固工程施工技术[J].建筑技术开发,2021,48(17):35-37.
- [3]杨鑫.路基边坡新型加固技术研究及应用[J].黑龙江交通科技,2021,44(07):9-11.DOI:10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2021.07.005.
- [4]李玉才.复杂条件下山体边坡加固覆绿防护技术分析[J].土工基础,2021,35(03):390-392+399.
- [5]曾朋.深挖路堑边坡加固防护设计研究[J].黑龙江交通科技,2019,42(07):18-19.DOI:10.16402/j.cnki.issn1008-3383.2019.07.008.

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。