

# 水工环地质条件下边坡稳定性分析评价

何礼金

云南地质工程勘察设计院有限公司 云南 红河 661600

**摘要:** 水工环境与地质勘察项目不同于世界其他项目,最大的技术优势就在于其自身的核心技术,因为我国地质勘察项目的条件相对特殊,探明了勘查区地质面起伏变化情况,及其对地质层的风化程度和发育规模;弄清楚工程施工现场的水工环境与地下水存在条件,以及地下水对地质层的侵蚀性;对建筑施工现场进行地质工程评价;判断工程建设对地基路堤边坡所承受的能力,并合理选用建筑基础承载的地质层;对可能采用的工程地基设计方案进行分析讨论,得出正确的工程地基措施设计方案,对工程地基边坡进行了安全性分析。

**关键词:** 水工环;地质条件;基坑边坡;稳定性分析

引言:边坡稳定性,是指边坡岩、结构物在一定坡角和山高情况下的稳定性水平。不平衡的自然坡度和“设计坡角”以及过大的人工坡度,在岩石、土体的引力、水流压力、地震动力以及其他外力作用下,常引起滑动或坍塌等损伤。比较强烈的滑坡和崩塌可造成河流阻塞、交通断裂、蓄水淤积等,给人们生命和产业安全带来巨大损失。根据在中国国土资源部网站上发布的全国共发生地质灾害的相关情况,我们可以发现滑坡明显占据了较大比例。以滑坡为首的地质灾害,在历年来所造成的直接经济损失都是十分巨大的,其所造成的间接经济损失则更是无法计量。

## 1 水工环地质灾害危险性评估概述

水利工程、铁道、桥路等项目与人们的日常生活密不可分,与经济社会发展密不可分,但不管哪类项目在进行之前都必须对地质条件进行充分勘测,要掌握实施地段的环境地质及其环境的要求是否可以开展实施,对勘测后的成果加以科学分析,从而判断它有无对工程和建设项目产生影响。所以在项目建设前期,要检查整个项目范围的水质地状况,对周围的自然环境进行勘测以保证项目后期施工的顺利开展。目前由于勘察技术水平较弱,使得水工环境地质风险评价的有效性不足,同时由于人员的知识还存在部分欠缺,导致人们无法真正的预判水文灾害风险级别,对工程项目区域环境也无法进行正确的评估,也使得水工环境与地质灾害风险评价水平的准确度相对较低。根据这些状况,当前应该加强对专业型人员的培训,并引入先进的勘察仪器设备,对当前的勘察技术手段加以革新,进一步提高勘查过程中的精确度,同时必须对专业技术人员开展定期技术培训,增强人员的专业知识,以便进一步提高对水工环境及地质风险评价的准确率<sup>[1]</sup>。

## 2 水工环地质勘察技术的价值必要性

### 2.1 水文和环境问题的管理

随着新中国政策的推进和城镇化水平的提升,由于人口基数的增加,对周围环境的自然资源破坏也不断增加,但如果允许变化和发展,地下水的平衡也将保持相对稳定。企业应当通过优先保障和优化利用自然资源,间接增强地质调查的稳定性和可信度,从而促进自然资源的可持续发展与使用。

### 2.2 地质环境管理

因为自然界错综复杂,做好施工环境的地理研究十分关键,地貌研究也非常关键。这又是一个链接。模拟项目开发的评价与管理过程,从根本上去除危害环境的不利因素,以促进与大自然和人的和平共处。由于相关勘查工艺及其装备的不断完善与发展,水工环境地质勘察工艺的整体性和综合性将越来越强,从而其领域与应用范围将越来越广阔,能够为民众的工作生活提供直接的效益作用,能够有效缓解当前某些地方水资源紧缺的现象,满足当前经济社会建设的实际需要。另外,随着水工环地质勘察科技的完善与优化,进而又可以给水工环地质勘察科技提供更为宽广的发挥空间,使之得以进一步发挥功效,从而促进经济社会的发展和建设。

## 3 影响边坡稳定因素

研究区域边坡为岩质滑坡,边坡高程从20~50m不等,岩性为呈互层状的红泥岩、粉砂岩。由于同为互层状的泥岩、粉砂岩受构造作用的冲击,岩石沿坡面倾斜,近于直角的节理裂隙发育,岩块碎裂,且泥岩间有揉搓过程,夹有不连续的泥化层的嵌入,部分有擦缝,对岩石层的粘附性较差。尽管节理的裂隙明显发育,但均有较陡倾斜度(40~60°、70~90°二组节理),方向与坡度方向接近于直交,而且节理表面大多粗糙不平,对边坡

稳定性的影响也较小。所以,可认为影响边坡稳定性的最主要原因为泥石及岩层面。

通过对研究地区工程滑坡的情况分析,在强风化泥石内部及与强风泥石和中风化砂泥石之间的接触层面上,部分地区出现了程度较小的泥化夹层,构成了岩体中的软弱构造层。泥化夹层的形成,主要是因为泥岩风化强度的不平衡,再加上地表水的下渗,在表面富集,侵入、融化岩块中所产生。由于泥化层内嵌入的位置并无特定的规则,且大多分布于泥石的风化强度较好、地表水易于渗入的区域。因为与泥化层间嵌的硬度很低,在高自重情况下,基础岩块很易与泥化层间嵌产生滑动现象,这也是降低了边坡稳定性的另一个原因。水污染也是危害边坡稳定性的一种重要原因,随着地表水的渗入,侵蚀软化岩层,造成土层的抗剪硬度下降,引起边

坡损坏<sup>[2]</sup>。

#### 4 边坡稳定性评价方法及防治措施

建立估算模板。将定性分析方法应用于通过勘探钻比和允许的土坡度估算的工程或边坡塌方地形,并通过公式进行量化估算。选择计算区段:此算法通常会选择填方区间1-1'、2-2'、3-3'、4-4'等作为估算模板。上述剖面在自然、降雨和地震等条件下的稳定性系数通过极限平衡理论计算,具体计算结果见表一。(2)边坡稳定性评估(见表2)。根据上述研究的结果,再参照边坡稳定性评估指标,我们可以发现在EF、GH、IJ、MN和Op阶段,机场周边地震运行状态不稳定,暴雨运行状态暂时稳定或危急,背景条件也考虑了最恶劣的影响,五个填方区均暂时平稳-不稳定,滑坡的风险为中等-较高。

表1 典型剖面稳定性计算

剖面及编号	天然工况	暴雨工况	地震工况	备注
MN段 1-1' 剖面(南)	1.566	1.070	0.940	
OP段 1-1' 剖面(北)	1.435	1.009	0.886	
U段 2-2' 剖面	1.436	1.046	0.938	
GH段 3-3' 剖面	1.289	1.019	0.909	
EF段 4-4' 剖面	1.092	0.936	0.841	

表2 边坡稳定性评价标准

$k \geq 1.15$	$1.05 \leq k < 1.15$	$0.95 \leq k < 1.05$	$k < 0.95$
稳定状态	暂时稳定状态	临界稳定状态	不稳定

### 5 水工环地质条件下边坡稳定性分析评价

#### 5.1 边坡周围临时堆土对边坡稳定性影响

在施工过程中,基坑周围由于开挖的土方运输不及时,边坡边缘经常出现大量临时积土,堆积土对边坡的稳定性也产生了一定的影响,因此本文作者根据实际施工实践,构建了关于边坡的最大堆土荷载的数值模拟模型,按照堆垃圾的数量设计竖向荷载,并随着负荷的增大,通过测算路基的稳定性安全系数,从而估计出路基的最大堆垃圾量,在施工中对临时堆垃圾量加以适当管理,从而确保了施工时的路堤的安全性。边坡积土的最大宽度一定要低于2m,因为按照地基深度,以及基坑的放坡坡度不同,积土对地基形成的作用也有所不同,所以,在开挖时,进行对边坡积土能力的计算是十分有必要的,在现场开挖时,积土断面一般采用梯形或三角形,在本文中,为了简化计算结果,在计算截面为矩形的均布荷载时,积土长度为3m,而积土宽度则按零点2m逐层递增,由于模拟中所用的均布荷载等于了实际开挖

时的平均荷载,因此计算得到的安全系数比实际开挖安全系数还要低。临时堆垃圾的容重为十八kN/m<sup>2</sup>高,堆垃圾位置则简化为均布荷载在距边坡外缘1m高时。

#### 5.2 GPR技术

针对深部的地貌勘察,可考虑使用GPR技术。主要工作原理与实现方式为使用高频脉冲仪,使用地面反射高频脉冲波,对地质层的参数进行测量后,其相关参数信息将由地表脉冲波接收站对表现出的信号加以接收,再利用地面高频脉冲波数字电视发射台获得信息并分析。而GPR技术中所采用的高频脉冲波由于存在着高度的地面反射信号强度差,物质状态下不同时所表现的信号就存在着差异,所以分析就可以更详细掌握地质水工环境情况<sup>[3]</sup>。

#### 5.3 新型交叉实用的评价方法

##### 5.3.1 模糊综合评判法

模糊技术评价法,是利用模糊变换原则和最大隶属度原理,对边坡施工情况作出综合性评估的模糊技术。

通过建立一个包括隶属度和评价因子的统一模式加以衡量,而最关键的方法便是明确了隶属度与各个评价因子之间的比较权重,进而确定了边坡稳定性的评估结论。将此技术恰当的应用于河百高速边坡稳定性评价中,可得到在多因子、多变量影响效果的边坡稳定性研究中非常适合采用的方法,但是由于主观因素所导致的比较权重变化可能造成研究结果的某些偏差。

5.3.2 聚类分析的方法。数学分析中把最佳的事件集合视为一类,而是否归于一类的尺度则可通过测量二者的差距来判断,并通过欧式距离的方法,根据最近原则,逐渐地把所有事物划分并扩大范围,直到可以把全部事件归类。由此为前提便产生出了聚类分析的方法,并根据该方法确定了实际事件不同边坡的相似度。

### 5.3.3 神经网络方法

神经网络方法,是指通过网络等一类的辅助方法模拟生物神经网络的组织构造,以完成特定操作和进行非线性映射的实用模拟工具。这种模型能够形成非线性的映射系统,分析滑坡设计中的不确定性信息。把人工神经网络恰当的应用到滑坡安全性评估上<sup>[4]</sup>。

### 5.3.4 遗传算法

遗传算法,是在自然界生物进化活动中采用的一个自适应随机性的搜索算法。在边坡安全性评估时,一般需要首先寻找最可能的潜在滑动面,这时才能通过利用遗传算法,通过遗传学的方式进行变异匹配,从而收敛于全局的最优,以便找到最终选定的滑动面。

### 5.3.5 五可靠度法

在边坡的安全性评价方法中,通常使用“安全系数”(在滑弧上的抗滑力矩与滑动力矩的比值)来描述所要求边坡的稳定性。所以,参数的不确定性始终是现代研究的重点,涉及到岩土参数的变异性、荷载和位移不确定性、结构的不确定性等。安全性理论是以应用数学计算方法为依据,并充分考虑了影响边坡安全系数的各类随机因素的不确定性,来评价边坡设计的稳定性。

## 5.4 水工环技术在地质勘查工作中的应用

地质勘查作业是一个复杂程度较高的作业,并且风险程度也很大,所以对水工环技术的使用要求也较强。在中国目前的地质勘查工作中,对水工环技术的关注程度在不断加强,对水工环技术的实际运用技术水平也在进一步提高。水工环技术在地质勘查工作中的运用的主要工作,便是利用技术测量查找出存在地质资源可能性很大的地方,而后再利用一定时间勘探并加以确定。由于水工环科学技术的使用,其勘查精度和准确性都已有了比较显著的提高,并能够为环境地质勘查项目提供更

有效的环境勘察资源,从而大大提高了水工环境地质勘察效率<sup>[5]</sup>。其次,水工环科技的使用还能够对于开采工作进行更科学合理的技术分析,随着水工环科技在近年来的迅速发展,对地质勘察情况越来越细致,对与地下水的不同地质现象进行合理的调查,为编制采矿方案提供详实的参考资料,有效保证了地质开采项目的科学程度和效率,降低不合理的资源浪费。

## 5.5 全面推动水工环地质技术的发展速度

在水工环地质信息技术的应用进程中,必须构建起一个较为完善的现代技术工作系统,为水工环地质技术的发展奠定了良好的技术物质基础,并有效整合较为领先的现代化科技,确保水工环地质科技的发展继续向着智能化和信息化的目标继续前行。首先,一定要全面适应新时期的发展需要,并针对以往在水工环地质方法应用发展中出现的问题和不足之处加以进一步优化;然后,在水工环境地质项目的实施过程中要全面提高核心技术的研究工作力度,全面提高科研质量,要向国外先进地区引入一批比较先进的仪器设备和勘查手段,对地质现象开展全方位勘查与研究。通过采用较为完善的仪器扫描手段,有效了解各个位置的地质环境构成状况,并能够通过物理检测手段,对易发生地质的部位作出充分的地质环境认识,为今后的情况找矿研究奠定良好的物质基础<sup>[6]</sup>。

## 结语

水工地质环境下的边坡稳定性研究评价除需要进行对边坡部位的专项研究之外,还需要对拟建项目所面临的地质条件展开整体勘察,并采用一定的勘查技术,以获取有关资料数据,而全面发展水工环地质勘查工作的重要价值与意义,则需要解决当下对其所存在的普遍性问题,只有在进一步提高全国人民群众对环境勘查工作关注程度的基础上,才能实现水工环地质勘查工作的逐步完善。

## 参考文献

- [1]郭晓亮,王伟刚.黄土地区边坡稳定性分析[J].陕西地质,2019,37(02):52-57.
- [2]王伟刚,郭晓亮.隧址区稳定性分析与评价实例[J].陕西地质,2019,37(02):63-68.
- [3]令狐荣霞.水工环地质条件概述及基坑边坡稳定性分析评价[J].世界有色金属,2019(13):221-222.
- [4]龙奎,杨春,林义华,张小洪,杨福荣,芦军,杨湘,田建.重庆市顺层岩质边坡分布规律及边坡稳定性影响研究[J].矿产与地质,2018,32(06):1114-1120.
- [6]刘东伟.露天矿边坡稳定性安全因素分析[J].世界有色金属,2018(15):201+203.