

岩土工程中边坡地质灾害的防治措施

刁峰

浙江公铁建设工程有限公司

摘要：文章阐述了岩土工程边坡地质灾害的种类，分析了岩土工程边坡地质灾害防治的重要性，列举了岩土工程边坡稳定性的影响因素，探究了岩土工程边坡地质灾害发生的原因，提出了岩土工程边坡地质灾害的防治措施。

关键词：岩土工程；地质灾害；边坡

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.016

前言：岩土工程是城市经济发展的重要保障，因此对岩石和泥土的需求量极大。在岩土工程的施工过程中，倘若不对环境进行保护，就会导致边坡处发生地质灾害。因此，应重视岩土开挖引起的边坡地质灾害，通过开展有针对性的防控工作，降低边坡地质灾害风险。

一、岩土工程边坡地质灾害的种类

（一）滑坡

滑坡是岩土边坡受到河流冲刷、地震、地下水活动等的影响，导致边坡岩土的软弱带通过整体或分散的方式往下滑动的自然现象。即山腰某一侧的岩石和土壤因山腰土壤的冲击和压力增大而松动，从而导致其持续下降，山体滑坡对山下居民的生命和财产安全有着严重的威胁。

（二）崩塌

崩塌是陡坡上被直立裂缝分割的岩土体，因其根基不牢固、虚空而导致岩土地质出现局部移滑，从而向下倾倒，堆积在边坡脚下的边坡地质现象。简单而言，就是由于山脉下部空缺过多或陡坡上部不稳定，导致山脉下部无法承受其上部压力的一种地质灾害现象。

（三）泥石流

泥石流是因为降雨、积雪融化或者暴雨等导致边坡出现夹带大量泥土、砂石等物质的特殊洪流，是具有高浓度的固体和液体的混合颗粒流。如果斜坡上有大量沙石混合颗粒流，当遇到强降雨和大冰雪融化在山谷中时，斜坡上原本稳定的沙石块会随着雨水或冰块溶解滑落，从而形成泥石流。

（四）地面变形

土体变形是岩土边坡工程中常发生的地质灾害。地面变形是指地面向下沉、地面塌陷等。目前，我国多个省市发生过地面向下沉的情况，最大沉降量将近3m。这些城市的下沉现象有的是孤立存在，有的则是密集相连形成广阔的地面沉降区。

二、岩土工程边坡稳定性的影响因素

（一）地形

通过对边坡稳定性的影响因素进行分析可知，地形地貌的实际影响因素主要体现在构造应力场和岩石的实际结构上，而这个因素是自然地质演化过程中自然产生

的。在基于地形地貌评估边坡稳定性时，可以分析山体走向、土壤裂谷层、山体结构特性等，研究不稳定区的发展规律，主动识别潜在的地质灾害隐患，避免土木工程施工过程中边坡发生相关地质灾害，影响施工质量和岩土工程安全。

（二）地下水

地下水可以改变地形的基本物理性质，影响岩土中的应力环境。例如，地下水会产生流体动压，并直接破坏岩石和土壤结构的稳定性。通过分析地下水性质对岩土硬度的影响结果可知，地下水的整体作用主要表现在两个方面。一是结合水的变化。由于岩土中存在结合水，在矿物亲水因子的作用下，岩土使水颗粒进一步膨胀。此时，岩土结合水的水膜厚度也逐渐增大，在这种变化的影响下，岩土会发生一定程度的膨胀，岩土之间会发生相应的水楔变化，随着复合含水量的增减，岩土结构强度会有所降低，从而影响岩土边坡的稳定性和安全性。二是自由水的实际作用。在静水压力的作用下，岩土颗粒处于漂浮状态，这种岩土结构降低了岩土的整体应力强度。根据岩土有效应力的理论分析可知，随着有效应力的减小，岩土表面的法向应力也在一定程度上有所减小，从而减小了岩土的剪切力。在自由水的渗透作用下，将直接影响岩土结构，一旦岩土的结构稳定性和强度不足以支撑岩土的重量，就会发生崩解或滑坡。

（三）岩石性质

边坡岩土的岩石性质直接影响着岩土边坡的稳定性。硬度较低的岩石和土壤可以形成低而平缓的斜坡，因此，不同地区的堤防会有所不同，对此要充分考虑岩土结构特性，评价岩土边坡的稳定性和发生地质灾害的可能性。沉积岩斜坡的独特之处在于，沉积岩具有层理特性，其可以有效提高斜坡的稳定性。如果沉积岩中夹杂着粉砂岩或落叶岩等软弱岩层，内部软岩往往会形成相应的滑动面，从而降低边坡的稳定性，缓坡也会因黏土的膨胀和收缩而引发地质灾害。通过对黄土边坡的研究分析可知，黄土边坡以垂直陡坡为主，地质灾害以对环境影响较大的塌陷滑坡为主；通过岩土工程边坡稳定性和岩石性质的分析可知，黏土、黄土、软弱岩、砂板岩等岩土结构属于滑溜地质，对地质稳定性有一定的影响。为避免岩土边坡发生地质灾害，在岩土工程的开发建设中，有必要对岩土结构和地质环境进行全面有效的勘察分析，以期对岩土边坡开展全面有效的地质灾害防治工作。

三、岩土工程边坡地质灾害发生的原因

（一）发生滑坡的原因

造成滑坡的主要原因是地震造成的水土流失、大规模或连续性降雨以及山脚下的大规模采矿。一般来说，

高差较大的地区发生滑坡的可能性较大。另外，主河、水库、江边等岸坡地带以及地形落差较大的峡谷地带以及山区的公路、铁路等地方也容易发生边坡滑坡。除此以外，如果工程正好处于地质构造带上，如地震带、断裂带或暴雨多发地区等也都很容易引发边坡滑坡。

（二）出现崩塌的原因

崩塌现象主要是由于人们无节制的开采，在山脚下过度挖掘、破坏、随意堆放造成的。崩塌出现的原因主要有采挖矿石资源、道路开挖边坡等。塌方会严重影响整个工程的施工，甚至危及施工人员的生命安全，造成巨大损失。

（三）出现泥石流的原因

导致泥石流出现的因素有很多，如不合理的开挖、弃石、滥伐等。在泥石流的形成过程中，主要是人为因素的影响，例如山地开挖时采用不恰当的开挖方式，或开挖后随意堆放废弃的岩石和岩土，或随意砍伐树木，造成山地崩塌。泥石流灾害一旦发生，会对地势较低的居民构成严重威胁，对其人身和财产安全造成重大影响。

（四）出现地面变形的原因

导致地面出现变形的原因有三点：第一，不合理地开采地下矿物资源；第二，岩溶的表面活动导致的塌陷；第三，不节制地抽取地下河水导致地面下沉。其中，最主要的原因就是对地下资源的过度开发，如对地表岩溶、地下活水等资源的过度开发。因此，在岩土工程施工前，必须做好地质调查工作，根据施工现场的实际地质情况，采取科学、充分的防治措施，避免土体变形灾害的发生，确保土体施工的安全性。

四、岩土工程边坡地质灾害的防治措施

（一）排水

（1）地下排水。影响坡度的主要因素是地下水，据实地调查，无论是斜坡的前缘还是斜坡的主体，均有地下水呈面状或点状流出，浅井及钻孔揭露地下水埋深浅，上层滞水发育，坡体抗剪强度低，考虑修筑盲沟，于滑坡中前缘取土的情况，不利于滑坡的稳定性。

（2）地表排水。由于地下水对斜坡坡度的影响很大，而地下水因降雨而流动，因此通过修建排水沟来减少水的入渗和侵蚀是提高边坡稳定性的最有效途径之一。此外，挖沟也是边坡施工中广泛使用的工程技术，其特点为简单、性价比高、效果显著和维护方便。但要在边坡坡体上修建排水沟，不仅要确保该区为缓坡地形，方便修筑，而且要保证场区内规划河道为良好的排泄通道，以及时地将边坡体上的地表水排放到下游河道。

（3）削方减载。其适用于坡度大、坡体大的斜坡。一方面，在建筑物很少或没有建筑物的地区，侧挖和低压可以保证滑动稳定性并降低处理成本；另一方面，在斜坡被切割后，将建造另一个空板，空板会导致新斜坡不稳定，因此需要一个合适的土壤储存区。本工程局部场地较开阔，且场平区内设置了临时弃土场，因此可采用此放坡开挖处理方法。

（4）抗滑支挡。抗滑式工程类型包括防滑桩、挡土墙、锚固设计等，每个项目都有不同的坡度和边界条件。

（二）滑坡防治

针对滑坡的处理方法主要有三种：第一，减少水对滑坡的影响；第二，对滑坡进行全局改变，使滑坡的抗滑性最大化；第三，改变滑坡的土壤条件。采用以上三种方案均可以有效控制和解决滑坡问题。为了减少水对滑坡的影响，应重点分析地下水源。由于岩土地质不同于其他地质，可通过灌溉改变土壤的性质，降低土壤的含水量，从而减少对滑坡的干扰。对于一些比较大的滑坡，在岩土施工时应尽量避免，以免出现不必要的问题。

（三）崩塌防治

防治坍塌的主要目的是对较危险的岩石物体进行加固。与解决山体滑坡相比，防止坍塌显然更容易。节点裂缝和组合结构层级的坍塌原因是裂缝之间的膨胀和压缩。在一些危岩区和裂缝较多的泄水缝中，可清理该区域内的一些危岩，然后将其余部分用吊网加固，以在一定程度上缩小缝隙的范围，起到加固的作用。高坡、陡坡的危险岩质边坡直接加固的难度较大，成本较高，因此不建议采用该办法。相反，应使用保护和避免的方法防治崩塌。这种方法常用于不同公路和铁路之间，效果比较理想。

（四）泥石流防治

在泥石流发生前可触发适当的报警系统，以有效预防灾害，减少受灾人数。此外，在原有的泥石流防治过程中，多采用挖沟、筑堤等方法。现阶段，山区等地的泥石流防治主要包括加固坡床、挖沟疏导泥石流和利用网状结构加固坡面。在简单的区域，应选择更简单的方法，如稳定河床、加固堤坝及减少泥石流，以在一定程度上疏导雨水；在水土流失严重的地区，则需建设护坡和冲积扇，人为地控制泥流水位。此外，及时预警泥石流的发生，从而及时疏散泥石流潜在危险区域内的所有居民，这也是减少即时人员伤亡和财产损失的最有效措施。

（五）地面变形防治

通过植树造林、种草护坡等方式可防止边坡地质地面变形。该种方式不仅有应用范围广、投资金额小的优势，还能促进生态环境的平衡，有效改善自然环境。另外，其防治作用持续时间较长。根据对以往的地面变形地质灾害特点的调查结果显示，在地面塌陷地区使用植树造林、种草护坡的方式，能减少地质灾害的发生，从而避免人们的经济损失。

五、实例分析

某大型工程建设区域之内存在不稳定的滑坡与斜坡，地质灾害的发生概率较高，特别是工程两侧1~3#位置不稳定斜坡较为严重，现场施工作业环境差，危险性极高，需要采取加固措施。根据该项目二期工程项目施工边坡开挖需求，通过现场勘查完善施工图，分析边

坡稳定性情况,按照变形情况,总结防治措施,最终保证后期工程建设整体的安全性。

(一) 边坡风险分析

施工区域降雨量高发期在7~9月份,强降雨和暴雨出现概率较高,而且斜坡土体属于风积黄土,以颗粒为主,因此容易向地表下渗,同时,土体结构存在垂直发育节理,如果坡面受到降雨冲刷,就会产生径流,向低洼之处汇集,产生侵蚀沟谷,导致坡体表层出现流坍,坡面也会出现失稳问题。区域为黄土土质,土体内部存在含水层,发生降雨时径流和渗流量相对较大,土体的植被覆盖率较低,可能导致坍塌风险。斜坡较陡,施工区域可能出现坍塌或者变形问题,增加地质灾害严重性。1~2#位置不稳定斜坡受到冲刷以后,稳定性持续下降;3#斜坡工况不稳,将浅层滑体清除之后,反压坡脚土体不断减少,还可能形成37m高边坡,使得结构稳定性不断变弱,不稳定斜坡还会导致土体内部出现弧形破坏。上述斜坡不稳定工况会对施工活动造成严重影响,还有可能继续变形和发展,导致大规模滑动或者坍塌事故发生。

(二) 施工技术应用

根据该项目斜坡失稳工况和其他活动对于边坡造成的影响,秉承综合治理之原则,分别从地形特点、失稳影响因素、发展趋势和危害对象各方面出发,统筹规划,采取如下岩土施工措施:

1. 削坡施工

由于原来坡面位置存在坑洼不平的问题,导致雨水快速汇集,向下方渗透,对于坡体稳定性造成影响,因此,需要采取削坡施工措施,以分级方式完成,将坡体整平,使坡体稳定性提升,按照坡形特点,在滑坡的后缘位置,从上到下展开分级,共分为6级,每级坡高度均10m,保持坡率为1:1.25,分解之后进行削坡。

2. 锚索施工

因为1#位置存在一级和三级不稳定的斜坡面,2#位置存在一级和二级不稳定的斜坡面,在上述斜坡面应该分别设置预应力锚索,数量3排,采取防护措施,1#处锚索的长度从上到下分别为第1排长度24m,第2排23m,第3排22m,2#处锚索第1排长度17m,第2排16m,第3排15m,保证锚固段的长度10m,控制锚索的倾斜角度 25° ,水平间距3m,垂直距离3.3m,选用材料 $3\Phi 15.24\text{mm}$,抗拉强度1860MPa预应力钢绞线,设置钻孔,直径130mm,使用C30标号的钢筋砼框架作为锚索端部,控制其截面尺寸 $400\text{m}\times 500\text{m}$ 。还需要在1#和2#不稳定斜坡面位置分别设计锚杆3排,每根锚杆长度15m,利用1根螺纹钢,型号 $\Phi 32\text{mm}$ 组成,保证锚孔直径110mm,倾角 25° ,与坡面垂向距离3m,沿坡面间距3m,在锚杆的端部设置型号C25钢筋砼框架,尺寸 $300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。在3#失稳坡面需要设置锚杆3排,长度9m,用 $\Phi 32\text{mm}$ 螺纹钢组成,控制锚孔直径110mm,倾斜角度 25° ,坡面间距3m,保持垂向距离3m,在锚杆端部使用型号C25的钢筋砼框架,控制截面尺寸

$300\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。利用上述锚固体系,对于失稳位置进行加固。

3. 截排水渠施工

由于刷坡过程会对原有截排水渠造成破坏。因此,在主体施工结束以后,可以在坡口线上方位置对于截排水渠进行重新修筑,以保证排水渠的截面尺寸和一期项目施工质量相同。之后,使用机械拆除被破坏的框架结构。

4. 植草护坡

刷坡施工结束以后,对于锚索和锚杆的框架格,可使用穴播植草的方式进行防护,控制植草行距20cm,共计植草面积1.5公顷。

(三) 治理结果分析

该项目失稳之处主要集中在1~2#北侧斜坡处,2#东侧,将坡面削方以后,当外界发生降雨,就会出现斜坡不稳问题,主要是场地内部黄土受到破坏,对于场地施工人员安全产生严重威胁,失稳以后还会产生临空面,也会对后部的斜坡稳定造成影响。根据稳定性计算,1~2#不稳斜坡处于天然环境之下可能存在失稳问题,在暴雨发生时,稳定度能够降到不足1.05。因此,为了提高边坡安全性,需要相关人员重点关注松散岩体,通过集中处理,将地质结构完整性提升,控制滑坡造成的危害。使用削坡处理和锚索框架等施工方式,能够提升边坡稳定性,让地质灾害的治理过程更加高效,最终保证工程施工期间的安全性。

结语:

综上所述,在岩土边坡地质工程中最重要就是地质灾害的防治。边坡地质灾害的频繁发生不仅会影响人们的正常生产生活,还会造成社会和家庭经济的损失,阻碍社会的可持续发展。对此,一方面要探究其灾害的成因,另一方面则要找到有效的防治措施,降低自然灾害的发生概率,防止其对人和环境造成危害。只有这样,才能推动我国经济的发展。

参考文献

- [1]刘乾.分析地质灾害治理工程施工中边坡稳定问题及滑坡治理方法[J].世界有色金属,2019(15):254,256.
- [2]向小伟.地质灾害治理工程施工中边坡稳定问题及滑坡治理方法[J].有色金属文摘,2019,34(2):179-180.
- [3]宁方舟.地质灾害治理中边坡稳定问题及滑坡治理方法分析[J].商品与质量,2019(6):100.
- [4]肖祖未.高陡岩质边坡地质灾害勘察新技术新方法[J].生态环境与保护,2020,3(8):31-32.
- [5]罗西.岩土工程地质灾害防治技术及预控分析[J].建筑工程技术与设计,2018(31):3703.
- [6]任霞.岩土工程地质灾害防治技术及防治措施研究[J].世界有色金属,2020(8):242-243.
- [7]顾兢.岩土工程地质灾害防治技术及防治措施[J].世界有色金属,2020(3):268-269.