

广东省陆丰市地质灾害勘查研究——以潭西镇崔陂村崩塌地质灾害隐患点为例

张艳红*,王永峰

(广东省地质局第七地质大队,广东惠州 516000)

摘要:崩塌是常见的地质灾害,介绍了陆丰市潭西镇崔陂村崩塌地质灾害隐患点的地质环境条件、基本形态特征及形成机制和防治分析与评价。

关键词:崩塌;地质环境条件;形态特征;形成机制;防治分析与评价

中图分类号:P642.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1004-5716(2024)11-0025-04

广东省陆丰市地形多为中、低山和丘陵区,人多地少,居民建房多依山而建,存在大量地质灾害隐患点,为其周边的人民群众生命财产安全带来极大隐患,勘查是地质灾害治理中的重要环节,为合理的、经济的设计和施工方案提供依据。

1 工程概况

勘查区位于陆丰市潭西镇,该区地形地貌单元为剥蚀残丘地貌,自然山体坡度为 $20^{\circ}\sim 25^{\circ}$,自然山体植被较发育。后因地方居民削坡建房,形成了高约25m,长约130m,坡度 62° ,坡向 170° 的边坡。边坡坡体为残积土和砂岩风化土,现状坡面曾发生崩塌,崩塌体主要为残积土,部分崩塌体堆积于坡脚,崩塌规模为小型。崩塌坡面裸露,无支挡措施。现边坡已经存在变形及失稳迹象,在连续降雨或强降雨条件下,有发生崩塌的危险,严重威胁坡脚居民、建筑的安全,可能造成严重社会影响。

2 工程勘查方法及工作量

本次勘查区总面积约 13018.27m^2 。勘查工作按照现行勘查规范规定进行,采用了地质灾害综合调查、工程地质测绘与调查、钻探和室内试验为主,并辅以现场原位试验等多种现场勘测手段进行工程勘察,对所取得的资料进行综合分析与研究。完成的工作量见表1。

3 工程地质环境条件

3.1 气象水文

陆丰市地处北半球北回归线以南,属亚热带海洋性气候,区内气候温和,夏长无严冬,气温偏高;春、秋、

表1 主要工作量统计表

项目	工作内容	单位	工作量
综合地质灾害调查	地形测量 1:500	m^2	13950.25
	工程地质测绘 1:500	m^2	13018.27
	地质灾害综合调查 1:500	m^2	13018.27
钻探与取样	钻孔/总进尺	个/m	4/70.9
	原状样	件	12
	地下水试样	件	2
	土腐蚀试样	组	2
	拍摄照片	张	4
收集资料	区域地质报告	份	3
	其它报告	份	1
成果	勘查报告	份	1

冬季温和、夏季较炎热。据陆丰市气象局提供的1995~2018年资料,勘查区雨量充沛,多年平均降雨量 2591.6mm ,年降雨量最多年份达 3445.5mm (2016年),最少年份降雨量为 1595.0mm (2009年),日最大降雨量为 473.1mm (2015年5月20日)。根据气象资料,对勘查区影响的灾害性天气主要是台风和暴雨,勘查区降雨量较大,降水浸蚀、冲刷坡体及干湿交替等作用,易诱发边坡失稳从而产生滑坡、崩塌或地面沉降等地质灾害。

勘查区位于潭西镇,为剥蚀残丘地貌,最高点高程 47.53m ,场地北东侧约 80m 为簕投围水库,面积约 1.2km^2 ,总库容约 2416m^3 。勘查区水文特征受大气降水的影响表现为:雨季降水集中、强度大、坡面径流大、径流时间短、水流冲刷能力强,具有短时突发性,易诱发地质灾害。

* 收稿日期:2024-05-29 修回日期:2024-06-03

第一作者简介:张艳红(1982-),女(汉族),山西五寨人,工程师,现从事水工环地质研究工作。

3.2 地形地貌

勘查区属剥蚀残丘地貌单元,山体标高约17.04~47.53m,山体自然斜坡坡角一般为 25° ~ 30° ,整体平缓,现状存在 62° 陡坡,坡向北西;山体植被整体覆盖较差,主要为低矮灌木和杂草。勘查区边坡坡脚亦有人工开挖的边坡,坡度较陡,对山体地形地貌破坏较大。场地坡体坡度的变化,以及人类工程活动的影响,为地质灾害的发生和发展提供了基础条件。

3.3 地层岩性

根据地表地质调查,勘查区出露地层为第四系残积土(Q^d)和三叠系上统大顶组(T_3d)。未见岩浆岩出露。

三叠系上统大顶组(T_3d):出露于整个勘查区内,下部岩性为粉砂岩、泥质粉砂岩、大理岩、白云质大理岩夹砾岩,上部石英砂岩、长石石英砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩夹砾岩。

第四系残积土(Q^d):出露于整个勘查区内,主要由粉质粘土组成,局部含砂砾量高,透水性较弱。

3.4 地质构造

根据区域地质资料《1:20万海丰幅区域地质调查报告》,勘查区周边未发现大的断裂构造带,未发现断裂构造经过,区内岩石节理裂隙发育一般。

3.5 区域稳定性

根据收集的有关资料,勘查区范围内没有区域活动断裂通过。勘查区所在区域的新构造运动主要表现为地壳的上升运动,喜马拉雅运动之后地壳处于上升阶段,而且有多处间歇性停顿,接近近代,上升幅度越小,停顿时间越长,体现地壳运动的不均衡性。广东省地处华南地震区沿海地震带东南沿海地震带的中部。根据已有资料记载,自1970年以来,勘查区外围100km范围内共记录到56次震级 $M_L2.0$ 以上的地震,其外围25km范围内的近场区没有破坏性地震的记录。离勘查区最近一次破坏性地震为1911年5月25日发生在海丰外海域的6级地震,勘查区到震中的距离约30km。根据《中国地震动参数区划图(GB18306-2001)》及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),勘查区抗震设防烈度为VII度,地震基本烈度为VII度,设计地震分组为第一组,基本地震加速度值为 $0.10g$ 。

3.6 工程地质条件

勘查区内岩土体可分为第四系松散层(Q^d)和风化岩类两大类(T_3d)。各类岩土体特征简述如下:

(1)粉质粘土(Q^d):土层颜色为红褐色,状态为硬

塑;岩芯用刀片切割,发现切面较光滑,光泽较差;岩芯干强度中等,韧性中等,加水进行摇振反应,无反应;岩芯遇水易软化、崩解,局部含砂砾量高。勘查区分布地段广泛,该层在所有钻孔均有揭露,揭露层厚2.8~4.8m,平均厚度3.78m,层顶标高17.78~27.58m。本土层做原位标贯试验6次,实测击数 $N=17\sim 19$ 击,修测击数 $N'=16.8\sim 18$ 击。

(2)风化岩类:①全风化砂岩(T_3d):基岩颜色为黄褐色,其原来岩体结构已经被破坏,原岩体中的矿物成分已经基本风化为坚硬土状,局部还可辨识,岩芯为残余结构强度,呈土柱状,岩芯遇水易软化。勘查区分布地段广泛,该层在所有钻孔均有揭露,揭露该层厚度7.9~9.7m,平均厚度8.68m,层顶标高13.05~24.78m。本层做原位标贯试验6次,实测击数 $N'=33\sim 38$ 击,修测击数 $N=29.3\sim 32.5$ 击。②强风化砂岩(T_3d):基岩颜色为黄褐色,原岩结构大部分破坏,矿物成分显著变化,岩芯主呈碎块状及半岩半土状,风化不均,夹含中风化块状。勘查区分布地段广泛,该层在所有钻孔均有揭露,揭露该层厚度2.4~2.9m,平均厚度2.6m,层顶标高3.85~16.88m。本层做原位标贯试验6次,实测击数 $N'=55\sim 63$ 击,修测击数 $N=41.4\sim 47.7$ 击。③中风化砂岩(T_3d):基岩颜色为青灰色,细粒结构,层状构造,原岩体中主要矿物成分为石英、长石等,原岩结构已破坏、裂隙较发育,岩芯主要呈短柱状及柱状,节长5~20cm。勘查区分布地段广泛,该层在所有钻孔均有揭露,揭露该层厚度2~3.6m,平均厚度2.67m,层顶标高1.15~14.48m。该层取2件岩样,其饱和状态下做单轴极限抗压强度单值范围:40.4~45.56MPa,平均值:42.98MPa。本层为较硬岩,岩体较完整,岩体基本质量等级为III类。

3.7 水文地质条件

勘查区内主要赋存松散岩类孔隙水和块状岩类裂隙水,各类水体特征简述如下:

(1)松散岩类孔隙水:主要赋存于第四系松散土层中,水量贫乏,埋藏深度小,主要接收大气和河流补给,后下渗至坡体深处,部分径流至基岩,少量坡脚渗出。

(2)块状岩类裂隙水:主要赋存于砂岩裂隙带中,埋藏较深,水量贫乏—中等。主要接受大气降雨补给和少量侧向补给。

(3)地下水的径流和排泄:由于勘查区地形坡度变化较大,微地貌发育。相对来说,地下水的径流条件较好。当大气降水入渗后,在高处向低处径流,至坡脚以

潜流形式排泄,

勘查区地下水对混凝土结构具有微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

3.8 人类工程活动

勘查区及其周边人类工程活动较强烈,主要为削坡建房,使自然原有地形条件发生改变,形成高陡人工边坡,人工边坡普遍未进行有效治理,坡面植被遭受破坏,不良地质作用较发育,强烈地改变了原有地形地貌,频繁的人类工程建设活动破坏了边坡的自然平衡,形成滑坡、崩塌等地质灾害隐患。因此,勘查区人类工程活动较强烈,对地形地貌景观破坏中等。

4 崩塌基本形态特征及形成机制

4.1 崩塌基本特征

现场调查发现,崩塌点边坡高度为25m,长130m,坡度62°,坡向170°,坡体主要为残积土和全一中风化砂岩,现状坡面发生崩塌,崩塌体主要为残积土和全风化砂岩,部分崩塌体堆积坡脚,崩塌规模为小型,属土质崩塌,破坏形式为滑移式。崩塌造成现状坡面形态各异,地形变化较大,崩塌坡面裸露,冲沟发育,无支挡措施,截排水系统无序。现边坡已经存在变形及失稳迹象的坡体,在连续降雨或强降雨条件下,有发生崩塌的危险,严重威胁坡脚居民、建筑的安全,可能造成严重影响。

4.2 崩塌的危害对象

该崩塌地质灾害直接威胁总人口6人,潜在经济损失约为80万元,主要威胁坡脚居民及民房。

4.3 崩塌的破坏类型

根据调查,崩塌体的物源主要由残积土组成,崩床主要为全风化砂岩。残积土和全风化砂岩具有遇水膨胀、易软化、强度降低的特性,在雨水的作用下,岩土层的自重变大,强度降低,加上人工边坡的坡度陡,边坡岩土层沿风化剥蚀界面产生滑移坠落形成崩塌,崩塌的破坏类型主要为滑移式。

4.4 崩塌形成的影响因素及形成机制

造成边坡失稳的影响因素有很多,地质构造与区域地质条件、组成边坡的岩土体强度、岩土体结构特征、岩体风化破碎程度、边坡高度和坡度等是决定边坡稳定状况的基本因素,而水的作用和人类工程活动是发生边坡失稳的诱发因素。据地质灾害调查结果分析,对边坡崩塌破坏的主要原因归纳如下:

(1)地形地貌:本区地处丘陵斜坡,相对高差大,山坡较陡峻,人工边坡坡面裸露。

(2)工程地质条件:崩塌体主要由残积土组成,具

有遇水易软化的工程地质特性,在雨水浸润的作用下,软弱面抗剪强度急剧降低,从而导致边坡失稳产生崩塌。

(3)降水:区内降水充沛,降雨期间地表水大量入渗,既增加表层坡体的重度又降低土体的力学性质,削弱抗滑能力;残积土层失水干缩,饱水软化进而崩解的工程力学性质显示强降雨的作用尤为明显。

(4)人类工程活动的影响:因用地需要开挖坡脚,造成坡脚出现临空而且没有足够有效的支护,人工陡坡导致坡脚卸荷减载,人为加速边坡失稳的发生发展。

5 地质灾害防治工程分析与评价

5.1 边坡安全等级及地质灾害防治工程分级

勘查边坡坡体属土质边坡,坡脚紧邻民居,边坡破坏后果严重,由此可确定边坡的安全等级为二级。

勘查边坡虽未造成人员伤亡事故和重大经济损失,但该地质灾害点潜在威胁坡下居民生命财产,威胁人口6人,潜在经济损失约为80万元。根据《崩塌防治工程勘查规范(试行)》(T/CAGHP011-2018),勘查区地质灾害防治工程等级为Ⅲ级。

5.2 岩土层的工程性质评价

勘查边坡坡体主要由残积土、砂岩的风化层组成,各岩土层的工程性质评价如下:

(1)粉质黏土(①):红褐色,硬塑;为下伏基岩残积层,捻面较光滑,稍有光泽,干强度及韧性中等,无摇振反应,遇水易软化、崩解,局部含砂砾量高。工程性质一般。

(2)全风化砂岩(②-1):黄褐色;原岩结构基本破坏,矿物成分基本风化成土,但尚可辨识,残余结构强度,岩芯呈坚硬土柱状,遇水易软化。工程性质较好。

(3)强风化砂岩(②-2):黄褐色;原岩结构大部分破坏,矿物成分显著变化,岩芯主呈碎块状及半岩半土状,风化不均,局部夹含中风化块状。工程性质较好。

(4)中风化砂岩(②-3):青灰色,细粒结构,层状构造,原岩结构部分破坏,主要成分为石英、长石等,裂隙发育,岩芯主呈柱状或短柱状,节长5~20cm。工程性质好。

勘查区地下水、地表水对边坡稳定性的影响主要是大气降雨形成的坡面径流及下渗导致岩土体饱和,土体容重增大,抗剪强度降低,在自重及地下水渗流作用下,易产生边坡崩塌或滑坡破坏。

5.3 边坡失稳机理分析

勘查区的强降雨时间较长,人为削坡坡度较陡,崩塌点山体相对高差较大,上部斜坡较陡,为崩塌营造良

好的动力条件;坡面植被缺失或局部缺失加之崩塌后形成的零乱形,导致强降雨期间,短时间内易形成强烈径流,当坡面植被稀少时,由于雨水受植被的截流和消能作用较小,雨水径流所产生的动能全部作用于裸露岩土体,而组成边坡的岩土体主要为残积土及砂岩风化土层,其受雨水浸泡易于软化,进而崩解,物理力学强度将显著降低,可能发生二次崩塌。预测该土质边坡的失稳形式主要是滑移式崩塌。

5.4 计算工况

本区抗震设防烈度为Ⅷ度,因此计算时选取如下两种荷载组合进行计算:

工况Ⅰ(天然工况):自重。该工况反映边坡在正常状态下的荷载组合。即边坡岩土体本身的重力。

工况Ⅱ(饱和工况):自重+暴雨。该工况反映边坡在偶遇高水位条件下的荷载。

5.5 边坡稳定性评价

根据野外勘探资料,该边坡为土质边坡,可能的破坏模式为土质边坡的近似圆弧面滑移式崩塌。在该边坡上选择剖面1-1'进行自然工况和暴雨工况稳定性计算,边坡稳定性计算结果见表2,根据滑移式崩塌稳定状态划分标准(见表3),结合边坡稳定性计算成果,勘察区边坡稳定性综合评价详见表4。

表2 边坡稳定性计算结果表

边坡剖面编号	岩土环境	滑动安全系数 F
1-1'剖面	自重(工况Ⅰ)	1.147
	自重+暴雨(工况Ⅱ)	0.978

表3 滑移式崩塌稳定状态划分标准

滑移式崩塌 稳定性系数	$F < 1.00$	$1.00 \leq F < 1.15$	$1.15 \leq F < 1.30$	$F > 1.30$
稳定状态	不稳定	不稳定	不稳定	不稳定

表4 边坡稳定性综合评价

剖面线	工况Ⅰ:自重		工况Ⅱ:自重+暴雨状态	
	稳定系数 F	评价	稳定系数 F	评价
1-1'剖面	1.147	欠稳定	0.978	不稳定

通过对勘察区内边坡进行稳定性计算,勘察区内边坡在自然状态(工况Ⅰ)下,勘探线1-1'剖面为欠稳定,勘察区内边坡在暴雨状态(工况Ⅱ)下,1-1'剖面为不稳定。

6 地质灾害治理建议

(1)截、排水工程。区内修建完整的截、排水系统,沿坡面后缘修筑截水沟,坡脚修筑排水沟,并与周边已有水沟合理连接,截、排水沟截面应满足雨季暴雨强度的要求,防止坡体出现大面积的面流冲刷情况。坡脚修建沉淀池。排水沟应定期安排人员检查,防止沟体堵塞。

(2)支挡工程。①支挡措施:坡脚设置挡土墙,墙顶设置被动防护网。②生态修复与重建:项目区坡脚为密集居民区,为实现治理与环境保护相结合,改善居民的生活环境,坡面采用植草进行生态景观重建。以上方案应通过有资质单位专门的施工图设计后再实施。

7 结论

在实际工程中由于条件的不同,我们必须具体问题具体分析,地质灾害治理方案要在勘察的基础上结合工程的难易程度、现场的施工条件、周边现有的构筑物、预算资金等情况,采取科学而谨慎的态度去对待。

参考文献:

- [1] 陈秀清,黄晓辉.滑坡地质灾害治理工程勘察的实践——以浙江省余姚市大俞村滑坡为例[J].岩土工程技术,2007,21(2):105-109.
- [2] 夏永忠,易庆林.崩塌滑坡防治施工监测与治理效果[J].中国地质灾害与防治学报,2006,17(2):4-8.
- [3] 徐开详,黄学斌,付小林等.滑坡及危岩(崩塌)防治工程措施选择与工程设置[J].中国地质灾害与防治报,2005,16(2):130-134.
- [4] 曾玲玉.广东梅州崩塌滑坡地质灾害成因及防治对策[J].四川地质学报,2007(3):198-200.
- [5] 杜兴明,邢忠信.唐山市岩溶塌陷地质灾害治理勘察工作研究[J].华北地质矿产杂志,1999,16(4):273-274.