

桂东藤县宁康乡孟塘村德柜组滑坡地质灾害成灾机理及安全评价

文 / 覃仁艺 广西壮族自治区地质环境监测站

江思义 广西壮族自治区地质环境监测站

摘要:以梧州市藤县宁康乡孟塘村德柜组滑坡为例,深入分析了降雨诱发滑坡成因及机理,采用规范计算方法,分别分析了天然状态、降雨状态两种工况下滑坡的稳定性,分析了滑坡的影响因素和评估了滑坡安全稳定性。研究结果表明:原始残坡积土层和强风化砂岩层形成的斜坡处于相对稳定状态,在暴雨(局部大-特大暴雨)冲刷坡面及持续入渗的影响下,导致斜坡中的坡残积层土体局部饱和、物理力学性质降低。由于强降雨影响,坡面形成的短暂地表径流经土体空隙入渗至坡残积层内一定深度,在坡残积层内部形成了坡残积层上下部不同的岩土物理力学性质,降低了岩土体的抗剪强度,形成软弱带(面),最终上部岩土体沿软弱带(面)失稳下滑,产生滑坡。建议滑坡采取抗滑桩(桩板墙)、放(清)坡、挂网喷砂、挡土墙、攀缘植物、加筋三维植被网、排水等措施进行治理,该滑坡的形成机理可为类似滑坡的处置与防治提供工程借鉴。

关键词:藤县;安全评价;降雨;滑坡机理;稳定性分析

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.02.029

引言

目前,诸多学者针对滑坡失稳机理、稳定性分析方法展开了不计其数的研究。周金等^[1]对广西地质灾害的分布及驱动因子进行了研究;范秋雁等^[2]对某边坡进行了稳定性评价并提出了治理措施;黄希明等^[3]利用Flac3D数值模拟技术对桂东南容县平梨滑坡的成因机制及稳定性进行了评价;李志宇等^[4]对花岗岩风化土滑坡发育特征及应急治理进行了研究;江思义等^[5]对工程振动对边坡的影响进行了归纳总结;降雨对边坡稳定性的影响主要为自重的增加和土体孔隙水压力减小^[6-7],或降雨入渗导致致岩土体强度降低^[8-9]。

选取藤县宁康乡孟塘村德柜组滑坡为例,进行滑坡稳定性分析和滑坡机理研究,该滑坡的形成机理可为类似滑坡的处置与防治提供工程借鉴。

一、滑坡区地质背景

(一)地形地貌

滑坡所属区域地貌为构造侵蚀-剥蚀低山-丘陵地貌,地貌类型单一。项目区以山顶浑圆,山脊呈拱状,沟谷既有“U”型也有“V”型。低山山顶海拔高程一般500~700m,山体坡度达30°以上。丘陵山顶海拔高程一般200~500m,山坡较缓,一般10°~25°,相对高差100~200m。

微地貌特征:研究区处于丘坡地带,所在丘坡第一分水岭坡顶标高178.8m,坡脚标高120.5~124.3m,相对高差约56m,自然坡度22°~30°,主要生长杉树、竹子、低矮灌木和杂草,植被发育。丘坡坡脚为村民切坡建房,形成坡高1.5~7m、坡度50~90°、坡宽约100m的人工边坡。目前斜坡坡体自上而下出现多条开张裂缝,长度5~20m不等,裂缝宽5~20cm,最大下错距离约15cm,且裂缝有进一步扩大的趋势;斜坡中下部发育小规模滑坡,坡脚房屋后的挡土墙受滑坡挤压出现倾斜、前移了约1.5m,中部及坡脚雨天有水冒出。

(二)地层岩性及工程地质性质

勘查区各地层工程地质基本特征由新至老分述如下:

勘查区处于碎屑岩地段,出露的地层为第四系(Q₄)和寒武系黄洞组上段(∈h³),自上而下分别为:

(1)第四系(Q₄)

1)第四系滑坡堆积体(Q₄^{del})

滑坡堆积体(Q₄^{del}):分布于2-2'现状挡土墙后,层厚0.3~1.1m。主要成分为坡残积层粉质黏土,为滑坡滑动堆积形成,呈黄褐、灰褐色,稍湿,土质均匀,结构松散,孔隙度大,具高压缩性,工程性质差。

2)第四系人工填土层(Q₄^m)

素填土:分布于勘查区自然斜坡中部(3-3'剖面)及坡脚房屋后,层厚0.9~1.2m,呈褐黄、褐灰色等,主要成分为黏性土及少量砂岩碎块,经调查询问,堆填时间大于10年,基本完成自重固结。

3)第四系坡残积层(Q₄^{d1+e1})

粉质黏土:分布于斜坡中下部斜坡浅表层,岩性为粉质黏土,层厚1.5~3.7m,呈褐黄、褐灰色,硬-可塑状,切面光滑,无摇振反应,干强度较低,韧性较低。

粉质黏土:分布于自然斜坡、坡脚及下伏于粉质黏土③₁层,岩性为粉质黏土,层厚1.1~4.9m,呈褐黄、褐红色,硬塑状,切面光滑,无摇振反应,干强度中等,韧性中等。

(2)寒武系黄洞组上段(∈h³)

为下伏基岩,整个勘查区均有分布。岩性主要为砂岩,颜色主要呈褐黄色、灰褐色、青灰色,砂状结构,中~厚层状构造,岩层产状为102°∠29°,在钻孔深度范围内,根据其风化程度划分为强风化、中风化两个风化带。

(三)水文地质条件

研究区地下水类型按赋存条件、含水介质和水力特征分类,划分为碎屑岩构造裂隙水。其水文地质特征简

表 1 滑坡稳定性计算参数表

岩土名称	天然状态			饱和状态			基底摩擦系数 μ	岩土体与锚固体极限黏结强度标准值	水平地基层抗力系数 (MN/m ⁴)
	重度 γ	黏聚力 C	内摩擦角 ψ	重度 γ	黏聚力 C	内摩擦角 ψ			
	KN/m ³	KPa	°	KN/m ³	KPa	°			
素填土	*18.5	*18	*16	*18.8	*17	*15	-	-	4
粉质黏土 (浅表层滑带)	18.90	7.0	6.4	19.30	6.5	6.0	-	-	-
粉质黏土	18.80	16.41	14.62	19.20	14.27	12.30	-	-	-
粉质黏土	18.70	23.53	20.52	19.20	21.15	19.75	0.25	*60	10
强风化砂岩	19.9	51.6	29.6	20.6	44.8	26.1	*0.40	*270	50
中风化砂岩	*21.8	*200	*30	*22.3	*190	*28.0	*0.50	*600	60

强度，形成软弱带（面），最终上部岩土体沿软弱带（面）失稳下滑，产生滑坡。由于强风化砂岩埋深较深，且坡脚土岩接触带变形痕迹不明显，故滑坡沿土岩接触面产生活动的可能性较小。

综上，根据滑坡边界特征、形态特征及受力变形特征综合判定，该滑坡主要是由于强降雨时雨水入渗到斜坡表层土体，表层土体较为疏松，导致土体内部抗剪强度急剧降低，加上斜坡下部人工切坡，给滑坡创造了临空条件，前缘已经出现冒水以及明显位移，并在后缘地表出现多处拉裂缝，由此可以判定，该滑坡的类型为牵引式土质滑坡。

四、滑坡稳定性分析与评价

结合室内试验、反算法和综合类似地区勘查经验，土层物理力学参数如表1所示综合确定滑坡稳定性计算岩土物理力学参数见表1。

该滑坡土后缘自然斜坡及岩接触面在工况 I 稳定系数为1.513~1.842，在工况 II 稳定系数1.513~1.686，均处于稳定状态，滑坡沿土岩接触面产生活动的可能性较小，后缘自然斜坡也处于稳定；滑坡整体在工况 I 稳定系数为1.192~1.287，处于稳定~基本稳定状态；在工况 II 稳定系数1.017~1.087，处于基本稳定~欠稳定状态，故滑坡主要变形模式为上述第一种，即滑坡沿土体内部软弱带（面）滑动的可能性大。加上目前斜坡坡体上的裂缝有进一步扩大的趋势，斜坡中下部滑坡变形加剧、有进一步滑动的迹象，斜坡中下部及坡脚雨天有水涌出。故综合判定该滑坡目前处于基本稳定~欠稳定状态，若不及时治理，滑坡在大雨或暴雨时，易产生更深层次、更大规模的滑坡，危及坡体及其影响范围内村民生命和财产的安全，损失情况大，危险性大。

结论及建议

据本次调查和勘查并结合稳定性计算表明，藤县宁康乡孟塘村德恒组滑坡暴雨时整体处于欠稳定状态，建议尽快采取工程治理措施。

根据滑坡的变形破坏特征、滑坡的稳定性情况及其危害对象的分布范围综合分析建议采取对该滑坡采用抗滑桩（桩板墙）、放（清）坡、挂网喷砼、挡土墙、攀缘植物、加筋三维植被网、排水等措施进行治理。

参考文献

[1]周金，范秋雁，朱真.广西崩塌地质灾害的

间分布特征及驱动因子研究[J].红水河，2023，42（04）：96-100.

[2]范秋雁，何伟，刘孟瀚.某厂区边坡稳定性分析及加筋挡墙设计[J].西部探矿工程，2020，32（09）：24-27+30.

[3]黄希明，江思义，李海良.桂东南容县平梨滑坡的成因机制及稳定性评价[J].资源信息与工程，2019，34（06）：112-118.

[4]李志宇，刘小明，刘振宇.梧州地区花岗岩风化土滑坡发育特征及应急治理研究——以岑溪市三堡镇某花岗岩滑坡为例[J].南方国土资源，2021（03）：38-41.

[5]Si-yi J, Hai-liang L, Fu W, et al.Characteristics and mechanism of loess landslide induced by drill vibration[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.IOP Publishing, 2019, 304（4）：042003.

[6]Si-Yi J, Hai-Liang L.The Disaster Mechanism And Stability Evaluation Of Hanhe Landslide[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.IOP Publishing, 2020, 560（1）：012011.

[7]Si-yi J, Hai-liang L.Study on Stability Analysis and Prevention Technology of Traction Landslide[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.IOP Publishing, 2021, 768（1）：012089.

[8]Si-yi J, Hai-liang L.Disaster Mechanism and Safety Evaluation of Sihong Landslide[C]//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.IOP Publishing, 2021, 768（1）：012061.

[9]Jiang S, Chang L, Zou R, et al.Evaluation of Landslide Disaster Mechanism and Control Scheme in Beixi Village[J].Advances in Engineering Technology Research, 2023, 5（1）：295-295.

作者简介：覃仁艺（1992—），男，广西藤县人，本科，工程师，主要从事地质调查和岩土工程勘察与设计工作。