

浏阳市浅变质岩区滑坡地质灾害成灾规律分析

伍贵华 焦春春 章靖 陈余生 孔亮 宋音
湖南省地质调查所

DOI:10.12238/gmsm.v7i4.1776

[摘要] 浏阳市隶属湖南省长沙市,地处湖南省东部罗霄山脉北段,区内地层由青白口系至第四系均有出露。其中以青白口系出露最广,岩性主要为板岩、浅变质砂岩等,占全市总面积的62.64%。据统计,区内52.6%的滑坡、崩塌等地质灾害分布在该套浅变质岩组中。为全面掌握浏阳市地质灾害形成条件,依托“浏阳市1:10000地质灾害调查和风险评估”项目,系统总结浏阳市浅变质岩区地质灾害变形破坏模式及成灾规律,为后续地质灾害有针对性进行防治提供依据。

[关键词] 浅变质岩; 地质灾害; 成灾规律分析; 滑坡

中图分类号: P5 文献标识码: A

Analysis of geological hazard characteristics and disaster formation laws in shallow metamorphic rock areas of Liuyang City

Guihua Wu Chunchun Jiao Jing Zhang Yusheng Chen Liang Kong Yin Song
Geological Survey of Hunan Institute

[Abstract] Liuyang City belongs to Changsha City, Hunan Province, and is located in the northern section of the Luoxiao Mountains in the eastern part of Hunan Province. The strata in the area are exposed from the Qingbaikou System to the Quaternary System. Among them, the Qingbaikou Formation is the most widely exposed, mainly composed of slate, shallow metamorphic sandstone, etc., accounting for 62.64% of the total area of the city. According to statistics, 52.6% of geological hazards such as landslides and collapses in the area are distributed in this set of shallow metamorphic rock formations. In order to comprehensively grasp the formation conditions of geological disasters in Liuyang City, relying on the "1:10000 Geological Disaster Investigation and Risk Assessment in Liuyang City" project, the deformation and failure modes and disaster laws of geological disasters in shallow metamorphic rock areas of Liuyang City are systematically summarized, providing a basis for targeted prevention and control of subsequent geological disasters.

[Key words] Shallow metamorphic rocks; Geological hazards; Analysis of disaster patterns; landslide

引言

浏阳市地区地质灾害主要为滑坡、崩塌、地面塌陷及泥石流,据统计,浏阳市363处地质灾害中,滑坡点295处,占灾害点总数81.3%,区内浅变质岩易风化,裂隙较为发育,遇水易软化,工程地质条件较差,成为滑坡、崩塌地质灾害的典型高发区,52.6%的滑坡地质灾害发布在其内。因此,对区内浅变质岩地质灾害形成机理、成灾规律的分析具有重要的社会意义,可以为地质灾害预防治理提供重要的科学依据。

1 地层分布特征及工程特性

1.1 地质条件

区内出露的浅变质岩地层主要为南华纪大塘坡组,青白口纪五强溪组、马底驿组、横路冲组、小木坪组、黄浒洞组及雷神庙组,其中黄浒洞组及雷神庙组占浏阳市全域面积的58.76%。

岩性主要为浅灰-灰褐色板岩、浅变质砂岩、杂砂岩等,节理裂隙普遍较发育,地表风化强烈,强风化带厚度一般0.3~5米。

1.2 岩土体工程地质条件

1.2.1 岩体工程地质类型及特征

市域内依据岩石的岩性、结构、固结程度及物理力学性质等,划分出七个工程地质岩组,其中浏阳浅变质岩区属坚硬至较坚硬厚层至薄层浅变质岩岩组。

1.2.2 土体工程地质类型及特征

板岩残积单层结构土体:成因以坡积、残积为主,成分以块石及碎石为主,多呈棱角状,含量>50%,碎石成分较复杂。块体大小不一、土层厚度不均匀,透水性强,抗剪强度高,易发生崩塌、滑坡和泥石流灾害。

2 地质灾害类型及分布特征

浏阳市363处地质灾害中,滑坡点295处,占灾害点总数81.3%,其中以板岩、浅变质砂岩为主的浅变质岩区,52.6%的滑坡、崩塌等地质灾害分布在其内。

3 成灾规律分析

3.1 地质灾害成灾时间

区内地质灾害发灾月份主要集中在4~7月,其中5月和6月发生的地质灾害最多,最少的为12月,说明发生地质灾害的时间分布规律受降雨周期及降雨量影响明显。

3.2 地质灾害与地形地貌

浏阳市滑坡隐患点主要分布在低山区,其次为丘陵区,这些区域残坡积层发育,人类活动强烈。中山区植被发育,人类活动微弱,地质灾害不发育;而平原区受地形坡度影响,地质灾害发育较少。

3.3 地质灾害与工程地质岩组

区内浅变质岩属坚硬至较坚硬厚层至薄层浅变质岩岩组,岩性主要为一套青白口系的浅变质砂岩、板岩、绢云母板岩与条带状粉砂质板岩。该岩组通常经历了较为复杂的构造活动,节理发育,岩性较破碎,在新近形成的高陡边坡中,该岩组易于沿节理裂隙面发生崩滑。区内有191处滑坡、崩塌地质灾害发生于该岩组分布区,占当前调查地质灾害隐患点总数的52.6%。

3.4 地质灾害与人类活动

主要表现为城镇建设、道路建设、花炮生产、矿产资源开发、水利水电建设、旅游资源开发、居民建房等。根据统计,全市因人为因素或者包含人为因素所引发的地质灾害达344处,占灾害总数的94.7%。

4 地质灾害成灾模式分析

成灾模式是形成地质灾害的地质条件组合关系、演化规律及其造成危害的典型方式。市域浅变质岩区内滑坡成灾模式主要有2大类。

4.1 土质类滑坡

浏阳市土质类滑坡为主要滑坡类型,土体类型通常为残坡积成因的粉质粘土、粘土、含碎石粘土、含碎石粉质粘土、碎石土等,滑坡的发生取决于土的性质或天然休止角。

(1) 土层内散裂-溜滑型。该种类型在自身重力的作用下,斜坡表层岩土体长期处于蠕滑或潜移状态,当遇到降雨或振动工况,克服了坡面摩阻,在水力运移的参与下,沿坡面溜滑,可演化为坡面泥流类。占滑坡总数的2.4%。

(2) 土层内蠕滑-拉裂型。斜坡变形破坏其变形演化过程包括:表层蠕滑:土体向坡下蠕变,后缘拉应力产生;后缘拉裂:通常形成反坡台坎,由于后缘拉应力释放,潜在剪切面上的剪应力集中程度加大,此外,外营力进入后缘拉裂缝,使斜坡条件进一步恶化,更加促进剪切面的变形;潜在剪切面剪切扰动:随剪切变形进一步发展,中部剪切带扰动扩容,变形体下半部隆起,随变形体沿剪切扰动带转动滑移,上部下沉,后缘拉裂缝闭合,岩体进入累进性破坏阶段,一旦剪切面被剪切贯通,滑坡发生。占滑坡总数的15.9%。

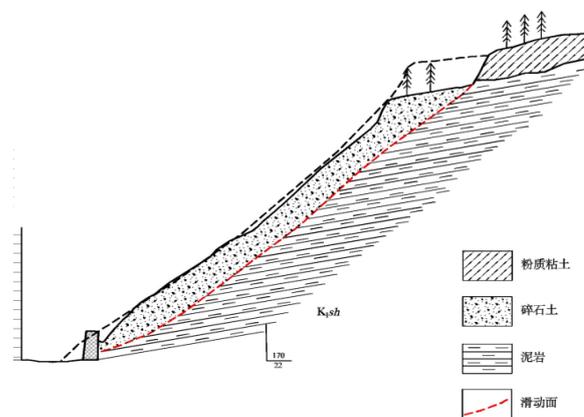
(3) 基覆界面滑移-拉裂型。浏阳市该种类型滑坡占滑坡总数的58.6%。土体在应力长期作用下产生缓慢而持续的变形,加之斜坡体有着向坡前临空面方向产生剪切蠕变的趋势,坡体随着蠕变的发展而不断松弛,其后缘逐渐发育由坡面向深部发展的拉裂,后缘发生下沉进一步挤压前方土体产生剪切破坏。在降雨或暴雨条件下,雨水下渗至基覆界面,岩土体容重增加,坡体下滑力增大,抗剪强度降低,抗滑力减小,直至坡体内部沿基覆界面形成贯通的剪切滑移面时产生整体滑动破坏。区内该类滑坡规模大小不一,滑面坡度 15° ~ 60° 均有发育,与斜坡结构类型关系不大,下伏基岩有变质岩、碎屑岩、碳酸盐岩、花岗岩等。

4.2 岩质类滑坡

(1) 全-强风化基岩内蠕滑-拉裂型。该模式同土质类滑坡类似,与斜坡结构类型关系不大,变形破坏的位置位于基岩的全-强风化层内。此类滑坡因厚度通常不大,故规模以小型为主,其变形破坏及失稳机理为:初始状态下,表层多为1~5m厚的土层+全-强风化岩,下部为大型节理发育较少、结构相对完整的中风化基岩,自然状态下斜坡保持稳定状态。人工开挖形成临空面后,遇连续降雨或暴雨,增加了表层岩土体的自重,同时降雨渗入至中风化层,因下部基岩相对隔水,水体沿风化差异界面向下流动、冲蚀,斜坡局部发生滑塌破坏,产生“裂口”,“裂口”逐步拓展延伸,当表层岩土体向下运移、堆积到临界条件时,随即发生整体滑动失稳,该类型具有渐进性、累进性的特点。

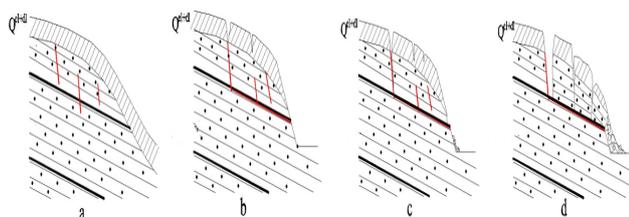


新屋组滑坡



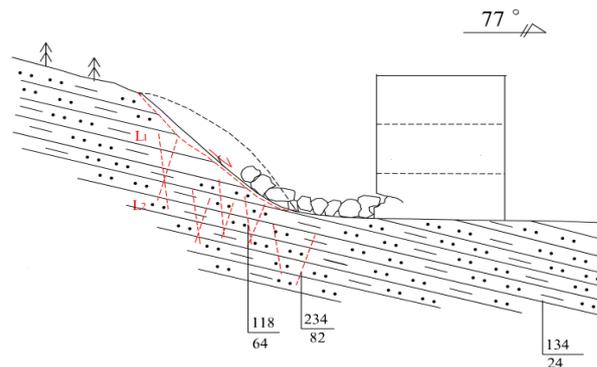
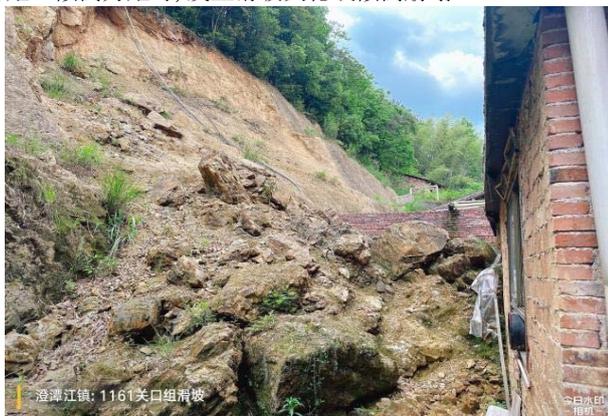
全-强风化基岩内蠕滑-拉裂型示意图

(2)缓倾外层状斜坡滑移-拉裂型(主控结构面倾角 $5\sim 30^\circ$ \leq 坡度)。浏阳市该类滑坡主要发育于青白口系雷神庙组、黄浒洞组及小木坪组地层分布区的顺向结构斜坡中,基岩为浅变质砂岩夹绢云母板岩或者二者互层,浅变质砂岩和板岩差异性风化明显,后者可视为软弱夹层,斜坡岩体沿下伏软弱面(板岩)向坡前临空方向滑移,并使滑移体拉裂解体,作为滑移面的软弱面的形状与特性控制着滑坡的形成和发展。其变形破坏模式可以分为四个阶段:(a)主要发育顺坡向和近垂直坡向两组优势结构面,与岩层共同切割岩体,形成楔形、板状不稳定块体,由于原始坡面较缓,坡度一般为 $10^\circ \sim 25^\circ$,自然状态下,坡体较为稳定;(b)由于坡脚开挖,形成陡直临空面;(c)受风化、卸荷作用,节理裂隙不断拓展延伸,坡体变形效应增加,在反复的降雨作用下,坡体后缘拉张裂缝逐步贯通,坡体发生蠕滑;(d)随雨水渗透、侵蚀,滑面处锁固体加速变形,坡体表现为匀速变形状态,由于时间效应,水-岩作用加剧,顺层面或结构面岩土体力学参数降低,逐步形成统一滑面,当滑块下滑力大于抗滑力,滑体就会瞬间发生滑动、失稳。



缓倾外层状斜坡滑移-拉裂型岩质滑坡成灾模式示意图

(3)陡倾外层状斜坡滑移-拉裂型(主控结构面倾角 $30\sim 60^\circ$ \geq 坡度)。浏阳市岩质滑坡多属于此类,共53处,占区内滑坡总数的18.8%,主控结构面多为节理裂隙面或软弱夹层,发灾区域多在浅变质岩、红层、花岗岩分布区。岩体通常发育两组及以上大型节理,多组大型节理结合层面将岩体切割成板柱状、菱形块体,在降雨及开挖卸荷作用下,节理发生张裂,同样在当抗倾力矩 $<$ 倾倾力矩时,发生滑坡失稳或倾覆崩塌。



上关口组滑坡

5 结论

(1)浏阳市浅变质岩区属坚硬至较坚硬厚层至薄层浅变质岩岩组,岩性主要为一套青白口纪的板岩、浅变质砂岩等,占全市总面积的62.64%。区内地质灾害类型以滑坡为主,占比82%。

(2)浏阳市滑坡隐患点主要分布在低山区,其次为丘陵区,受降雨影响较大,雨季期间频发,与人类工程活动(如切坡建房、道路建设、厂房建设及矿产活动等)关系密切。

(3)浅变质岩区滑坡主要有两类,土质滑坡及岩质滑坡,土质滑坡多为基覆界面滑移-拉裂型,土体在应力长期作用下产生缓慢而持续的变形,加之斜坡体有着向坡前临空面方向产生剪切蠕变的趋势,坡体随着蠕变的发展而不断松弛,其后缘逐渐发育由坡面向深部发展的拉裂,后缘发生下沉进一步挤压前方土体产生剪切破坏;岩质滑坡多为陡倾外层状斜坡滑移-拉裂型(主控结构面倾角 $30\sim 60^\circ$ \geq 坡度),岩体通常发育两组及以上大型节理,多组大型节理结合层面将岩体切割成板柱状、菱形块体,在降雨及开挖卸荷作用下,节理发生张裂,同样在当抗倾力矩 $<$ 倾倾力矩时,发生滑坡失稳或倾覆崩塌。

【参考文献】

- [1]蒙元达.来宾市兴宾区某滑坡地质灾害特征及防治方法探讨[J].工程技术研究,2024,9(153):201-203.
- [2]吉海.某地滑坡地质灾害发育特征及稳定性分析[J].西部探矿工程,2024,36(2):44-47.
- [3]何雨霖.某地滑坡地质灾害发育特征及形成条件分析[J].冶金与材料,2023,43(6):124-126.
- [4]郭颖.浅谈黄土-基岩接触面滑坡地质灾害形成机理及治理[J].以石楼县某滑坡为例,2023,4(115):137-143.
- [5]陈思尧,刘虹强,袁兆平,等.宣化县滑坡地质灾害孕灾地质条件分析[J].四川地质学报,2023,43(3):476-482.

作者简介:

伍贵华(1986--),男,汉族,湖南邵阳人,硕士、矿产地质工程师,从事矿产地质、水文地质等工作。