

镇江市滑坡规律研究及其发生原因探析

袁仁茂

李树德

陈锁忠

(北京大学城市与环境学系 北京 100871) (江苏省地质调查研究院 南京 210018)

摘要 镇江市由于地质构造、地层岩性、地下水及人为因素等的影响,使边坡失稳,形成许多新老滑坡,这些滑坡在空间上具有一定的规律性。通过对这些规律的研究以及对产生滑坡因素的分析,为镇江市的发展规划提供科学依据。

关键词 镇江 滑坡 分布规律 因素分析

Study of Distribution Laws and Genesis of Landslides in Zhenjiang City

Yuan Renmao

Li Shude

(Department of Urban and Environmental Sciences, Beijing University Beijing 100871)

Cheng Suozhong

(Jiangsu Geological Survey Institute NanJing 210018)

Abstract There were many landslides caused by tectonic, fault, lithology, groundwater and human affections in Zhenjiang city. Based on studying the laws of the landslide distribution and analyzing those factors, important scientific theory for the city's planning and development is given here.

Key words Zhenjiang landslide laws of landslide distribution factors analysis

镇江市是江苏省工业重镇,位于长江下游南岸,北与扬州隔江相望,京杭大运河交汇于此。镇江市三面环山(东、西、南),市内丘陵林立,市外群山环抱,山中有城,城中有山,享有“山林城市”之美誉,风景十分优美,是我国著名历史文化名城和风景游览胜地。然而,由于独特的自然环境条件,镇江市时常遭受到滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的威胁,其中滑坡灾害在诸类灾害中最为普遍,最为严重。本文在调查研究的基础上,对镇江市滑坡灾害规律及其发生原因进行了探讨,以期对镇江市的城市规划和发展提供基础资料。

1 镇江市滑坡灾害的分布

在历史上,镇江就是一个滑坡灾害多发的城市,但以前的记载不太详细。解放以后,尤其是80年代以来,随着城市建设的不断发展,破坏了自然环境的相对平衡,滑坡灾害发生更加频繁,强度规模也越来越大,在1991年6月14日~7月15日,由于连续降雨,市区21座山丘发生了近

200 处滑坡与塌方, 冲塌民房、厂房车间、食堂等共 511 间以及围墙等多次^[1], 造成了巨大的经济损失, 严重影响了镇江市的城市建设, 阻碍了镇江市的经济发展步伐。

镇江市的滑坡按其发生部位主要有三类: 其一为岗地斜坡滑坡, 这一部分滑坡占镇江市滑坡的绝大部分, 如镇江市周围的云台山、跑马山、狮子山、太古山、风车山等地发生的滑坡; 其二为河岸边坡滑坡, 主要分布在古运河沿岸; 其三为人工堆积物滑坡, 主要指镇江市的矿山堆积边坡的滑坡。

由于受岩土体的性质、构造、植被及人类工程等因素的影响, 镇江市滑坡的发生机率及分布状况有所不同, 滑坡以镇江市的西南面为最多, 其次为镇江市的北东面分布较多。整个镇江市滑坡分布明显地表现出了串珠状、带状分布的特点。其分布状况如图 1 所示。

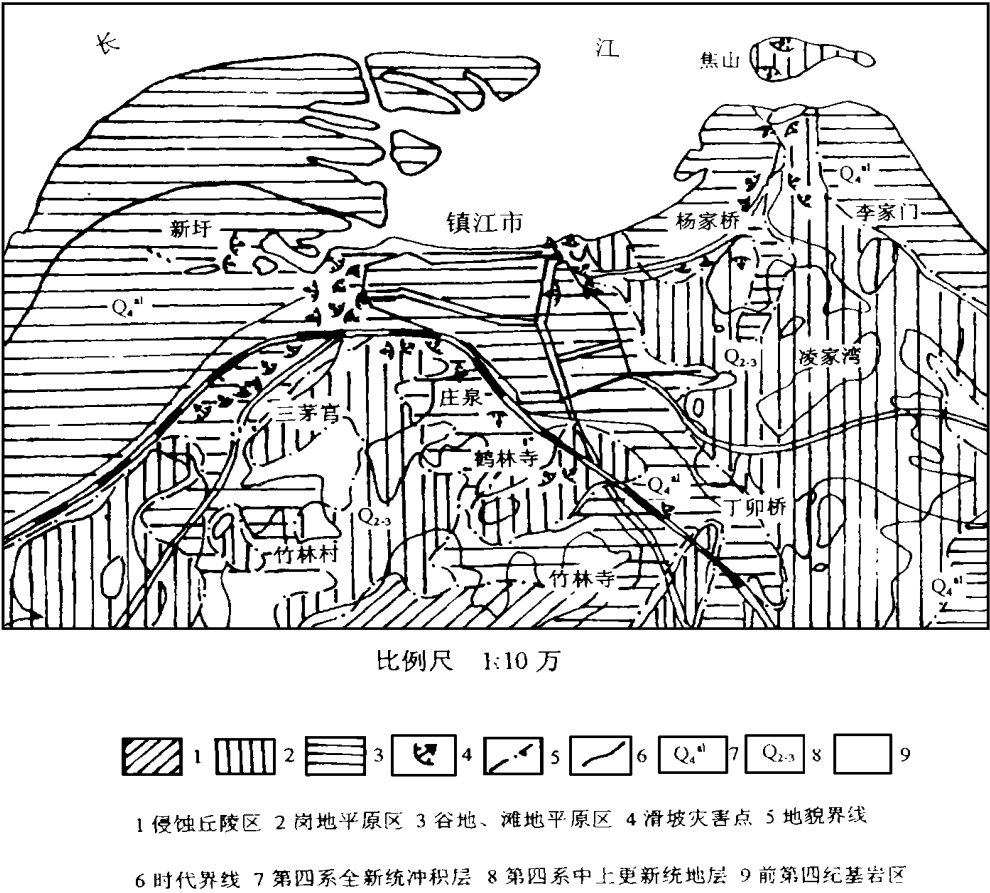


图 1 镇江市第四纪地貌及主要滑坡灾害点分布图

2 镇江市滑坡灾害规律分析

2.1 沿断裂带、褶皱带成群成带分布

调查结果表明, 镇江市滑坡虽然有三种类型, 但绝大部分是岗地斜坡滑坡, 而河岸边坡滑坡和矿山堆积滑坡较少。滑坡群分布的总体特征为呈北东向和北西向的带状交叉排列, 与镇江市内的近东西向、北西向断裂及北东东向褶皱走向具有一定的耦合关系(如图 2), 表明镇江市的滑坡

灾害分布总体上是受区域地质构造控制。地质构造从区域上控制了镇江市的山脉、岗地的走向与形态, 同时也就控制了滑坡产生的部位。据调查表明, 镇江市内的岗地斜坡滑坡时几乎都与市区的地质构造有成因上的联系。

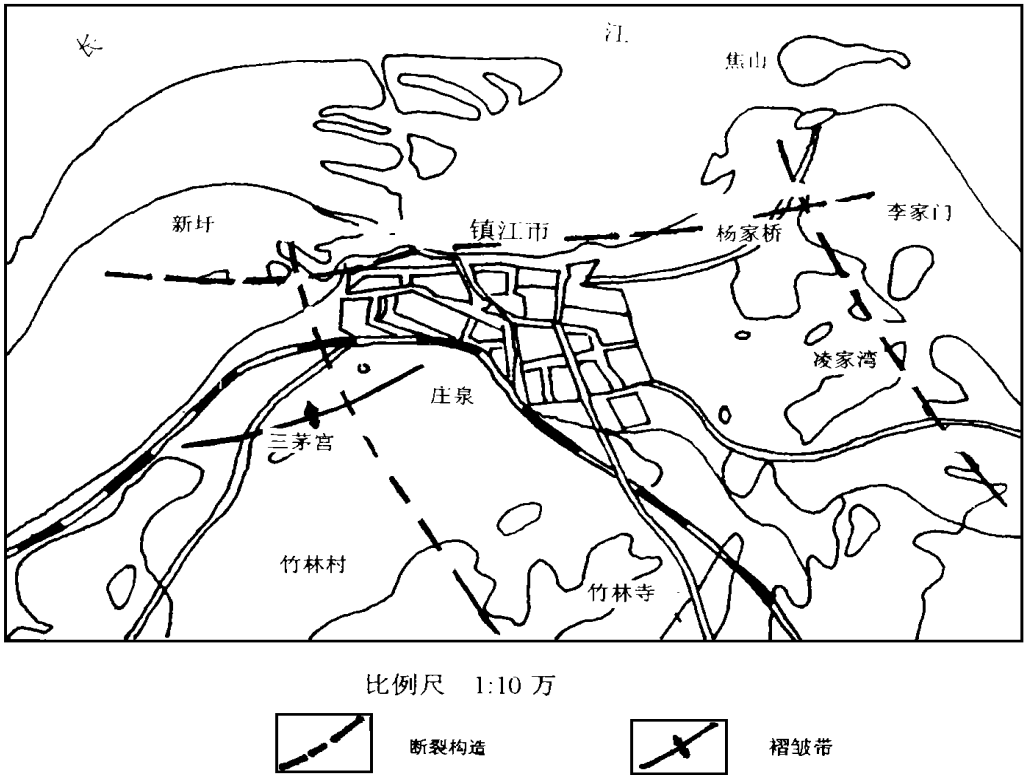


图 2 镇江市地质构造略图

2.2 滑坡几乎都发生在第四纪下蜀黄土层中

镇江市的滑坡, 除矿山堆积边坡滑坡以外, 山体滑坡都发生在第四纪下蜀黄土中。第四纪下蜀土层上覆于基岩之上形成一个不整合接触面, 这是一个软弱结构面, 在激发因素的作用下较易发生规模较大的顺层滑坡。同样由于岩性软硬相间分布, 其物理力学性质及水理性质相差较大, 沿软弱层特别是受构造作用影响发生过层间错动, 后期又经长时间风化和地下水作用形成的泥化夹层软弱带也易形成规模较大的顺层滑坡。因此, 从滑坡面的自然选择性来看, 滑坡面一般分布于第四纪土层中的软弱结构面或者第四纪土层和基岩的不整合接触面上, 也即是说, 滑坡的滑坡体都是由第四纪下蜀土组成的。

2.3 滑坡集中分布于标高 15 ~ 70 m 的岗地上

镇江市位于长江三角洲的顶端, 在江苏省地貌分区中属于宁镇扬丘陵岗地地区和长江冲积平原区。镇江市周围的丘陵岗地, 绝大部分都是由下蜀土组成的长江阶地经后期作用形成的, 这些丘陵岗地一般标高都在 10 ~ 80 m 之间(黄海高程), 岗地滑坡便发生在这些由长江阶地因后期作用而形成的岗地上。在这些地段, 一般具有上陡下缓的下滑地形, 具备产生滑坡的临界面条件, 老滑坡成群分布, 植被不太发育, 汇水条件较好, 因此是滑坡发生的集中地带。

2.4 滑坡对地形坡度具有选择性

镇江市岗地斜坡一般较陡。就总体而言, 岗地坡度愈陡就愈易发生滑坡。根据对镇江市无人

为工程活动影响的典型斜坡现场调查统计,其安全坡度一般低于 25°;而对已发生滑坡灾害的斜坡进行资料分析,则发现岗地斜坡坡度在 30~50°之间滑坡发生最为频繁(见表 1)。当地形坡度处于 30~50°之间时,在滑坡重力作用下,沿滑动面下滑力容易超过其抗滑极限强度而产生下滑,表明了滑坡对地形坡度的选择性。而当斜坡的坡度更大时,由于下蜀土的垂直节理发育,易发生崩塌等而对斜坡进行自然改造。

3 镇江市滑坡成因的探析

滑坡的产生,既有地质、地貌及气候的因素,也有人为的因素。镇江市独特的地质地貌环境条件决定了滑坡灾害的多发性,而人为因素的加入,则加速了滑坡灾害的发生速度。市区滑坡成因如下:

3.1 构造因素

镇江为扬子古陆组成部分。在远古时期,这里还是一片海洋,随着地壳不断运动,扬子古陆逐渐上升,加之长江沉积物的长期淤积,形成了镇江市独特的地貌和地质构造。镇江市有近东西向,北西向断裂和北东东向褶皱通过。在构造应力的作用下,沿断裂、褶皱带发生挤压,构造裂隙及节理裂隙极为发育,岩土体的整体性受到破坏从而导致稳定性降低,经长期的风化作用及地表水作用,一旦形成滑面就易发生滑坡。从前述的滑坡灾害分布与构造的耦合关系中可以看出镇江市滑坡与地质构造的内在联系。

3.2 地层岩性因素

镇江市地层自震旦系至第四纪地层均有分布。第四系分布广泛,遍及全区,是滑坡体的主要组成物质,自下而上可分为两部分,即上更新统和全新统。第四纪下蜀土层垂直节理发育,黏粒含量多达 30%,基本无湿陷性。其下伏基岩为砂页岩或石灰岩,两者之间为一不整合接触面。基岩表面经风化作用后形成一种几乎不透水,抗剪强度很低的高岭土滑腻层。接触面上部的下蜀土层渗水性强,岩性较软弱,稳定性极差。雨水或地表水渗至基岩风化面或相对隔水的较密实的下蜀黏土处停滞下来,长期浸泡,使土体软化,形成软弱层。当剪应力大于抗剪强度时就会发生滑坡。而且,第四纪的残、坡积物十分发育,为滑坡提供了物质条件。

3.3 地貌因素

镇江市的地貌类型主要有低山丘陵地貌、河流地貌,各种重力地貌以及人为堆积地貌,地形总体表现为南高北低、西高东低,且多呈条带状与阶梯状分布,严格受地质构造和工程地质岩组控制。市区山丘林立,岗地一般山顶平缓,斜坡陡峭,且多具双层结构。研究区北临长江,区内河流较多,大运河穿城而过,在许多山丘岗地都有老滑坡发生的痕迹,这些地段的地貌形态多呈宽阔的坳沟或圈椅状,有利于地表水的汇集,所有这些构成了镇江市滑坡灾害多发性的地貌基础。加之植被的稀疏,坡面严重受损,发育冲沟及假喀斯特地貌等,致使斜坡不稳。

3.4 大气降水

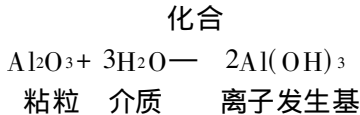
大气降水是镇江市滑坡灾害的激发因素。镇江属于北亚热带季风湿润气候,具有四季分明,

表 1 镇江市滑坡稳定性与斜坡坡度的关系				
灾害分区	分布地区	地貌位置	滑坡特征	
			坡度	斜坡稳定程度
严重灾害区	金山、焦山、北固山、云台山、跑马山	岗地	一般 35~55° 局部 60~80°	极不稳定
	古运河城区段	沿江漫滩	40 左右	不稳定
	东风煤矿矸石山、伏牛山煤矿矸石山	在丘陵山坡或岗地上人工堆积成山	35~45°	不稳定
灾害区	宝盖山、梦溪山、庄泉山、老虎山、宝塔山、镇焦山、象山、镇屏山	岗地	一般 25~50° 局部 60~80°	不稳定
轻度灾害区	五洲山、十里长山、九华山、烟墩山	低山丘陵	34~40°	较稳定
	小牛山、凤凰山、丁卯山	岗地	20~30°	较不稳定
	古运河辛丰段	沿江漫滩	40 左右	较不稳定

温暖湿润,雨量充沛的特点,年降雨量 1 063.1 mm,最大年降雨量 2 836.30 mm。降水集中在 6~9 月,占全年降水的 70% 以上。集中降雨的季节,山区坡积物及松散第四纪沉积物易被流水冲刷形成滑坡或泥石流,同时雨水的大量下渗,加速了地下水的活动,诱发滑坡产生。如 1999 年镇江云台山两侧滑坡就是在连续降雨的激发下产生的。

3.5 地下水作用

镇江市第四纪下蜀土层分布广泛,由于垂直节理发育,地表水及大气降水极易下渗,加速了地下水的活动,特别是渗入到层间软弱带或不整合地带。地下水的主要作用有:^[1] 水的溶解与胶溶作用。地下水长期作用的结果,使各种软弱夹层、不整合接触面或破碎带中起胶溶作用的 Ca、Mg、磷酸盐溶解和游离, SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 凝聚发生胶溶变化,破坏颗粒间的胶结,增强土粒分散,加强了土的物理化学活性。④由于地表水的入渗,增加了土的重量,从而增加了下滑力,同时由于下渗至滑面时,地下水起到润滑作用,减小摩擦阻力^[2]。(四)水的溶解作用。较软的夹层、不整合接触面或破碎带上的细粒物质,主要是以黏土矿物和倍半氧化物为主,在水的作用下,表面部分颗粒与水化合后生成离子发生基。如:



这种离子基在水中离解情况,随 pH 值而变化。离子发生基离解后被颗粒吸附形成双电层和结合水膜,离子发生基离解程度愈大,扩散层就愈厚,进一步削弱了土颗粒间的黏结力, c 和 φ 值降低。

3.6 河流的作用

镇江市也有一部分滑坡发生在河岸边坡上。河岸边坡滑坡的产生主要与河水位变化有关。高水位时,坡体承受了较大的浮托力和侧向压力而处于相对平衡状态,当水位迅速下降后,饱水坡体的水因下渗而产生较大的动水压力,再加上土体裂隙中的水的侧向压力作用,致使土体失稳而下滑,同时,河流对岸坡的坡脚产生侵蚀而使岸坡不稳,这是产生滑坡的原因之一。如古运河宝塔山段两岸公交停车场于 1988 年 2 月和 1991 年 2 月发生的滑坡,就是在枯水期河水位下降时发生的。

3.7 人为工程的影响

在城市的发展中,人为因素十分活跃,随着城市规模的不断扩大,城市的各种工程建设也就越来越频繁。在城市用地过程中,切坡削坡,坡顶加载的现象经常发生,斜坡平衡条件破坏,边坡失稳。例如在 1969 年的“挖洞备战”中,镇江市在云台山等地建成简易防空洞 54 000 m²。这些防空洞质量很低,至 1970 年就坍塌过半,许多地方形成了积水坑,现在损坏更加严重,增加了地表水的入渗强度,致使滑坡形成。

4 结 语

镇江市滑坡等灾害较多,但并非无规律可循。研究清楚滑坡灾害的规律及其发生的原因,对镇江市的城市规划、土地利用等具有指导作用,对保证城市向环境良好的方向发展具有重大意义。

参考文献

- 1 李钧民. 镇江市山体滑坡刍议. 滑坡文集, 北京: 中铁出版社, 1995. 83~88
- 2 杨景春. 地貌学教程. 北京: 高等教育出版社, 1984, 14~17