

# 兰州市区滑坡泥石流危害、成因及其防治对策

畅 俊 杰

(黄委会上游水文水资源局, 甘肃 兰州 730030)

**摘 要:** 兰州地处我国地理中心, 国家重要的工业基地和经贸中心。在今天的西部大开发中, 兰州具有“承东启西”的战略地位, 肩负着经济建设和战略转移的重任, 是国家开发西部的重要窗口, 已成为西北区域联结内陆城市的桥梁和基地, 也是西北最具有发展潜力的城市。同时兰州又是在中国各大城市中, 滑坡泥石流频率较高, 受危害最严重的城市之一。近 50 年来, 就有 300 多人死于滑坡泥石流灾害, 财产损失也极为惨重, 滑坡泥石流等地质灾害直接威胁着这一省会城市经济、社会可持续发展。通过对兰州市区地形、地貌特点和滑坡泥石流危害及成因分析, 提出了防治对策。

**关键词:** 兰州市区; 滑坡泥石流; 危害; 成因; 对策

**中图分类号:** P642 22; P642 23

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2003)04-0250-03

## Formative Causes of Landslide and Debris Flow in Lanzhou City and Preventives

CHANG Jun-jie

(Hydrology and Water Resources Bureau of the Yellow River Conservancy Committee, Lanzhou 730030, Gansu, China)

**Abstract:** Lanzhou, located in the middle of our country, is the center of industry, economy and trade in China. At present, Lanzhou is an important city in the strategy of developing western area and has the greatest potential to develop. Meanwhile, Lanzhou is one of the cities that severely threatened by landslide and debris flow. Over the past 50 years, 300 died of landslide and debris flow, and damage was great in property. The disasters such as landslide and debris flow directly threaten the economy and sustainable development of this city. The author advances controlling measures for these disasters by analyzing Lanzhou's topography, the harm of disasters and its formative causes.

**Key words:** Lanzhou City; landslide and debris flow; harm; formative cause; preventives

### 1 概 况

兰州地处中国的地理中心, 是西北地区的重镇。它位于黄河上游的黄土高原, 黄河自西向东纵贯全市。市区西起河口, 东至桑园峡口的包兰线铁路桥, 全长约 50 km。市区面积 180.5 km<sup>2</sup>, 人口 312.5 万人。黄河南北两岸高山对峙, 市区座落在大小不等的河谷盆地上, 是一个典型河谷带状城市。兰州市中心海拔在 1520 m 左右, 城南的制高点—皋兰山海拔 2129 m, 城北最高点九州台, 海拔 2067 m, 相对高差 600 m 左右。市区河谷盆地南北最宽处为 8 km, 最窄处距离不足 1 km 和峡谷。兰州市地处青藏高原和黄土高原的交汇部位, 地质构造复杂, 黄土厚度居世界之最, 九州台黄土厚度达 336 m, 七里河西津村达 401 m。兰州属温带半干旱气候, 年平均气温 9.3℃, 最热月(7 月)平均气温 22.6℃, 最冷月(1 月)平均气温 -6.7℃, 多年平均降水量 330 mm, 年径流深

90~100 mm。

### 2 兰州市滑坡泥石流危害

兰州市是我国大城市中受滑坡泥石流危害最严重的城市。市区两岸山区是滑坡泥石流的形成区, 而市区则是泥石流沉积区和泛滥区。兰州市区自河口至桑园峡, 有流域面积大于 0.03 km<sup>2</sup> 的沟道 252 条, 其中泥石流沟 94 条。随着市区人为经济活动向深度和广度的不断加强和扩大, 兰州市区滑坡泥石流危害呈日趋严重趋势。主要危害表现在: 危害人民生命, 造成人员伤亡; 危害民居, 毁坏房屋; 危害城镇, 破坏建设; 危害工厂, 造成停工停产, 带来经济损失; 危害铁路、公路, 中断交通; 危害农田, 淤毁土地, 导致农业减产; 危害市政工程, 冲毁排洪设施等。近 50 年来, 兰州市有四处发生过较大规模泥石流, 给兰州市社会、经济发展和人民生命财产带来严重威胁。

收稿日期: 2003-02-05

作者简介: 畅俊杰(1955—), 男, 甘肃兰州人, 高级工程师, 现任黄委会上游水文水资源局局长。

(1) 兰州火车站至焦家湾之间泥石流灾害。在此地段内有大致为南北走向的四条间歇性流水沟谷,自西向东分别为狼沟、大洪沟、小洪沟和滥泥沟。这四条泥流沟都具有明显的供给区、流通区、沉积区,在沟口处形成大面积的冲积扇,东西方向由天水路至滥泥沟约 5.5 km,南北方向由皋兰山山脚至东岗东路长约 1.5 km 范围内均受泥流的威胁。1951 年 8 月 14 日,一次降雨 76 mm,1 h 最大雨量 27 mm,东岗一带发生大规模泥流,仅上述 4 条沟谷就流出泥沙 56 万  $m^3$ 。泥流携带粒径 2 m 的大石块和粒径 2.5 m 的大泥球,有的泥球冲到了东岗东路的附近,将 1.6  $km^2$  的街区淤埋,死亡 50 人。

(2) 西固洪水沟泥流灾害。位于西固南部的洪水沟是一条危害严重的泥流沟,据有关资料记载,近 120 多年来,发生过 7 次较大的泥流,平均 17 年一次。解放后的 50 年代和 60 年代发生频率较高。其中 1953 年 7 月 20 日的泥流淹埋耕地 66  $hm^2$ 。1964 年 7 月 20 日、8 月 12 日和 19 日连续三次发生泥流,尤以 7 月 20 日的泥流最为严重,拱水沟地区 4 h 降雨 150 mm,夜间泥流冲出沟口漫溢排洪道,冲进工人住宅和陈官营火车站,将 20 余栋平房冲毁和埋没,137 人死亡,并淹没陈官营火车站,淤埋铁路 3.36 km,使兰新铁路中断运行 34 h;还将与其平行的公路冲毁,使 40 多  $hm^2$  农田废弃,造成了严重的损失。

(3) 黄河北岸大砂沟-盐场堡泥流灾害。大砂沟系黄河一级支流,发源于大砂坪以北,自西北向东南流经皋兰县的水泉、忠和乡,在城关区盐场堡注入黄河。1966 年 8 月 8 日晚,这个地区 1 h 降雨 50 mm。大砂沟暴发大规模的泥流,沿沟和低洼地冲桥毁路,淹埋街道民房和工厂,使盐场堡一带 4  $km^2$  内倾刻变为泽国,死伤 134 人,冲毁房屋 766 间,生产队温室 98 间,单位围墙 2 280 m,损坏大型机械设备 100 多台,直接财产损失 400 余万元,并使省电台中断播音。经济损失和社会影响都很大。

(4) 徐家湾泥石流灾害。东起白塔山,西至十里店的徐家湾地区,是兰州市区内惟一出露寒武系皋兰群古老地层的地区。1978 年 8 月 7 日凌晨,兰州在 3 h 左右的时间内降雨 90 mm,这个地区的 14 条沟同时暴发泥石流。拱北沟冲出泥砂 1.5 万  $m^3$ ,埋没沟口楼房,冲毁农田数千顷;单家沟流出泥砂 2.5 万  $m^3$ ,沟口 20 余间民房被淤埋,街道化工厂库房全部被毁,1 人死亡;半截沟泥石流冲毁水工机械厂防洪墙进入厂房,使该厂停产数天;水车沟泥石流破坏了沟口农副公司仓库的一部分。这次本区泥石流暴发有 15 处堆积于公路上,阻断交通 56 h。由于这次暴雨量大,来势猛,兰州整个市区也发生了泥流,仅城关区的主要街道就积水长达 36 h,积水量 11.6 万  $m^3$ ,淤积泥沙 3.5 万  $m^3$ 。市内溢洪道淤积泥沙达 7.5 万  $m^3$ ,仅清理费达 100 余万元。同时,由于泥石流破坏了油库阀门,发生漏油,引起仓库起火的次生灾害。1986 年 6 月 28 日,由于不到 1 h 降雨 28.9 mm,徐家湾地区 6 条沟谷暴发泥石流,冲出泥砂 6 万余  $m^3$ 。其中 7 000 多  $m^3$  流入工厂仓库及居民住宅,1.2 万  $m^3$  堆积于道路上,并有 6 处堵断公路,中断交通三天,仅清除泥石流堆积物的费用达 60 余万

元,给附近工厂带来的经济损失也很大。

兰州类似滑坡的坍塌、黄土崩落等现象比较多,南北两山的支沟向源头侵蚀速度也明显加快,黄土剥落、漏水洞、陡坎、崩塌等现象到处可见。其中主要的几处滑坡灾害是:

皋兰山北侧,从东起火车站西至西北民族学院之间的滑坡群。该区由于构造断裂比较发育,沟谷切割深,边坡自然坡度一般多大于 40°;沟谷多为 V 形或 U 形谷,所以,滑坡比较发育,几乎每条沟的两侧均有分布。在本区范围内的五泉山一带也有许多居民住宅。由于居民盲目扩大地盘,开挖山坡,挖掘窑洞,以及生活用水的不合理排放,造成边坡不稳,产生许多黄土坍塌。如伏龙坪、五泉山以及范家台等地的黄土边坡均出现大量坍塌。

白塔山东西两侧的滑坡等灾害。由于这里构造活动及地质的岩层情况,原先这里的滑坡并不发育,但由于人为活动的频繁,特别是 50 年代建成的白塔山公园后,用大量的水灌溉树木,滑坡问题日趋突出起来。1986 年 11 月 9 日 18 时 30 分,距白塔山公园门口约 200 m 的白塔山 186 号大院内发生滑坡,造成 7 人死亡,1 人重伤,10 间房屋被毁。该滑坡长 31 m,宽 31.7 m,总方量约 2 500  $m^3$ 。

徐家大山、干岔沟及常湾庄等处的滑坡灾害。徐家大山北 500 m 处为 V 形沟谷,1983 年 5 月,两侧同时产生滑坡。干岔沟于 1977 年 7 月,因阴雨连绵数日,雨水沿黄土裂缝和落水洞下渗,使边坡土体重量增加,抗滑能力降低,而形成了滑坡。常湾庄 1979 年 6 月发生大面积滑坡,使 6 人受伤。据分析,这次滑坡是由于 1977 年这里建成了引黄浇灌工程,渠水的下渗和较长时间的降雨,使基岩接触面的黄土接近饱和形成软弱面,边坡失去稳定而引起的。

### 3 滑坡泥石流形成条件

兰州市滑坡泥石流的形成,仅仅不是地表径流严重侵蚀裸露坡面,促使大量松散土石等物质随水下泻的结果,而主要是表层径流的作用造成了坡面或沟槽土壤层崩塌、下滑,在下滑的过程中又带动流路上大量土石等物质随之而下泻,使流动的水、土、石越来越多,加之沟道比降大,冲力越来越大,致使发展成较大规模的滑坡泥石流。它的整个发展过程是:表层径流的形成、汇集,造成源区崩塌、下滑,发展成为泥石流,当大量固体沉积后,又变为一般洪水。泥石流形成必须是在所需条件同时具备的情况下才可能形成,其中暴雨是触发条件,地形、地质、土壤、植被、人为活动是潜在条件。

#### 3.1 触发条件的作用

兰州属半干旱区,多年平均降水量 330 mm 左右,年际年内变化较大,最大最小年降水量相差 2.5 倍,降雨年内分配极不均匀,汛期 6~9 月份降水量占全年降水量 70% 以上,且多以暴雨形式出现。暴雨是形成兰州市滑坡泥石流的触发条件,也是造成滑坡泥石流灾害的主要因素。也就是说,没有能引起土壤层崩塌的暴雨,尽管地形、地质、土壤、植被、人为活动等潜在条件都具备,也不会发生泥石流。在兰州市区发生的滑坡泥石流,都是由于暴雨形成的。兰州市区已发生的滑坡泥石流资料分析,当两岸山区暴雨强度大于 25 mm/h 时,就会发生滑坡泥石流。黄土下部岩石比较软弱,大

部分是泥岩和砂岩,遇水极易软化,并且相对隔水,在水积累到一定程度后将冲破隔水层,形成破体,引发滑坡灾害。又因地势陡峻,一遇超标准暴雨,下滑速度很大,便沿途的大量土石物质随之下泻,形成滑坡泥石流。

### 3.2 滑坡泥石流潜在条件作用

滑坡泥石流潜在条件的作用:能使大量降雨形成表层径流迅速集中到泥石流源区;表层径流沿岩层表面流动,不能排出坡面形成地表径流,又不能下渗成为地下水;崩塌后大量土、石、水等物质能快速运动,并带走沿途大量物质。滑坡泥石流发生区域的地形一般是山高、坡陡、谷深。

兰州市位于黄土高原西部丘陵沟壑区,两岸山区植被稀少,沟壑纵横,水源贫乏,灾害频繁,暴雨集中,水土流失严重,年侵蚀模数为 $5\,000\sim 8\,000\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,大部分属强度侵蚀区。城市建设基础面与南北两山的相对高差达 $400\sim 600\text{ m}$ ,又处于青藏高原和黄土高原的交汇部位,地质构造复杂,构成兰州市南北两山主体的是上覆第四系黄土的新生界红色碎屑岩类。按地质分类属于松散岩土,其结构非常疏松,加之高差大,形成的垂直截立面比较多,降雨后雨水大量入渗黄土,由坡角渗出导致破体,引发滑坡泥石流灾害。另外这种黄土质地疏松,主要靠碳酸钙胶合起来,而碳酸钙又易溶于水,故遇水又很容易冲刷、侵蚀,产生湿陷性洞穴和陡坡坍塌,因而在市区二山区相对高差较大阶地上发育着众多的沟壑、陡崖,也易引发滑坡泥石流灾害。

### 3.3 人类活动对滑坡泥石流作用

兰州是一个历史悠久的古城,是古丝绸之路上的要冲。兰州别名金城,就是因为汉代在此设金城关而得名。公元314年,兰州开始有城廓出现;公元583年,即隋文帝开始正式命名兰州,迄今已有1400多年的历史。但直至到1949年,兰州仍破败不堪,没有什么现代工业,市区人口不过19.5万人,兰州市面积约 $170\text{ km}^2$ ,建设面积 $200\text{ 万 m}^2$ 左右,大部分为土木结构的简陋平房。许多滑坡泥石流发育地方,不是荒无人烟,就是居民点很少,滑坡泥石流危害不明显,影响较小。中华人民共和国成立后,国家将兰州列为重点建设城市之一。现在兰州已成为拥有300多万人口的新兴工业城市。市区面积和建筑面积都比1949年以前增加许多倍。市区人口密度达 $1.30\text{ 万人}/\text{km}^2$ 。由于兰州特殊地形条件,四周被滑坡泥石流包围,面对这样一个工厂林立,人口稠密、交通繁忙城市,一旦泥石流冲进市区,其危害程度是相当严重的。

随着兰州市区人类活动向深度和广度不断加强和扩大,兰州市区在空间上向外无法扩展的情况下,城市建设向南北两岸高阶地和河道扩展,不仅在河漫滩和I级阶地上搞建筑,并向III、IV级以上高阶地扩展。许多滑坡、泥石流行洪断面和流路被侵占、缩窄;傍山施工时盲目开挖坡角,导致山坡整体失去稳定性;在高阶地形成坡体居民群,伏龙坪、华林坪、白塔山等;公路、厂矿基建的弃石弃土和废渣,不断向沟

谷倾倒,不作任何安全处理。此外市区周边地区城镇企业顺沟弃倒的废渣、垃圾,侵占河道,行洪能力降低,也是形成泥石流的物源,这类松散物最容易被山洪挟持,形成泥石流。

## 4 对策

### 4.1 开展滑坡泥石流等自然灾害发展规律及其与可持续发展的关系研究

兰州市滑坡泥石流等自然灾害的发生与兰州特定的地质地貌、气候和人类活动等多种因素的综合作用有关,开展多学科的综合研究,不仅要研究灾害的一般特点、发生和发展规律,还要全面研究灾害发生的程度、频度和成灾规律,以及灾害之间的相互影响、相互制约的关系。同时,要进一步研究自然灾害与区域可持续发展的关系,开展自然灾害对资源环境破坏与影响的综合评价,为防灾减灾提供科学依据。

### 4.2 把减灾纳入兰州市可持续发展战略及国民经济总体规划之中

滑坡、泥石流等自然灾害破坏资源与环境,制约了兰州市社会经济可持续发展。因此,必须把防灾减灾纳入可持续发展战略及国民经济总体规划之中,把经济建设、社会发展与防灾减灾紧密结合起来,统筹规划,合理安排,分步实施,实现区域经济可持续发展。

### 4.3 加强减灾防灾宣传教育,转变观念

要加强防灾减灾的宣传力度,普及地质灾害的科普知识,提高全民防灾减灾意识和能力,把防灾减灾、保护环境作为群众的自觉行动。要进一步转变观念,克服无力投入防灾减灾等只顾眼前利益和局部利益的错误认识,使人们认识到减灾能力与区域经济社会发展成正相关,牢固树立可持续发展的思想,增加减灾投入,包括资金、技术等。

### 4.4 建立健全防灾减灾机构,用法律法规来防止滑坡泥石流的发生

对兰州这样一个受多种地质灾害危害的大城市,应建立健全专门的防灾减灾机构,积极筹备出台相应的可操作性强的地方法规,针对兰州市滑坡泥石流特点,对滑坡泥石流防治作出细致的规定。

### 4.5 加强滑坡泥石流治理和预防监督工作

在活动断裂带附近、滑坡体及前缘等处不布设重要设施,并限定人类活动强度和范围。对坡体和沟道两侧的居民群应总体规划,解决供水和排水问题,对于不适合居住的坡体应予搬迁,划分出危险区域和安全区域,同时切断人为工程活动对两山破坏的根源。对重点区域内坡期和沟道进行分期、分批治理,同时要确保行洪标准和工程质量。对于南北二山新上建设项目,要严把水土保持方案的审批关,还要加强方案的全面落实的督查,严厉查处破坏水土保持案件力度,做到有法必依、执法必严。编制兰州市不同防灾目标的自然灾害综合防御规划。

## 参考文献:

- [1] 杜一. 灾害与灾害经济[M]. 北京: 中国城市经济社会出版社, 1998. 307- 322
- [2] 杜榕桓. 中国西部经济开发必须注意山地灾害[A]. 见: 中国科学技术协会学会工作部. 我国西部地区经济发展战略研讨会论文集[C]. 北京: 测绘出版社, 1996. 343- 346
- [3] 谭万沛. 中国泥石流危害的现状[J]. 水土保持通报, 1989, 9(6): 10- 14