

文章编号:1006-7639(2005)-01-0063-05

兰州市区地质灾害与暴雨强度

吴 红¹,邵 亮¹,陆登荣²

(1. 兰州市气象局,甘肃 兰州 730020;2. 兰州中心气象台,甘肃 兰州 730020)

摘 要:对兰州市区地质灾害的分布、成因、特点进行了分析,着重研究了兰州市区山洪灾害和强度暴雨的时空分布、产生强度暴雨的天气系统以及山洪灾害和暴雨强度之间的关系,确定了临界降雨量指标,提出了防治对策,这对我市开展地质灾害气象预报预警工作是十分必要的。

关键词:兰州;地质灾害;暴雨;强度

中图分类号:P458

文献标识码:A

引 言

我国地质环境复杂,自然变异强烈,已成为世界上地质灾害多发的国家之一,每年因此而造成的经济损失占各种自然灾害的 1/5 到 1/4^[1]。山洪灾害是最典型的地质灾害,是指由于降雨在山丘区引发的洪水及由山洪诱发的泥石流、滑坡等对国民经济和人民生命财产造成损失的灾害,具有突发性、水量集中、破坏力大等特点。近年来因山洪灾害造成的死亡人数占洪灾死亡人数的一半以上,已成为我国经济社会发展的重要制约因素和当前防洪减灾中的突出问题^{*}。由于暴雨是诱发地质灾害的关键因素,针对“以防为主、防治结合”的地质灾害防治方针,开展地质灾害气象预报的监测预警工作已成为地质灾害防治的重要任务之一,具有十分重要的现实意义。2003 年 8 月 1 日开始省气象局与省国土资源厅联合开展地质灾害气象预报预警工作,今年,兰州市气象台与市规划国土资源局也将开展地质灾害气象预报预警工作,本文对兰州市区地质灾害分布、成因、特点等进行探讨分析,为业务开展做一些工作。

1 地质灾害特征及分布

兰州市地处我国黄土高原西部,区内山高坡陡、

沟壑密布,山地、半山地占 85%,受南北两山地形的控制,城市用地非常紧张,其城区人口与建筑密度已远大于国内同类城市,造成城市人口与建筑蚕食坡地,切割坡脚,破坏了滑坡或斜坡的稳定性,近些年由于人口的急剧增加、城市建设的迅速发展和人类活动的加剧,每年地质灾害都造成人员伤亡和财产损失,其发生频度与危害性,居全国各大城市之首,并且,随着城市的发展,与坡争地的现象会愈来愈突出,兰州市地质灾害将会越来越活跃。滑坡(坍塌)是兰州市区最严重的地质灾害类型之一,滑坡是指大量的岩体或土体在重力作用下,沿一定的软弱面整体向下滑动和位移的物理地质现象,在顷刻间可造成重大的经济损失和人员伤亡,具有数量多、规模大、突发性、历时短、破坏力强的特点。

1.1 滑坡灾害

根据滑动面所在位置,滑坡又可分为黄土滑坡、接触面滑坡、黄土基岩滑坡和基岩滑坡。

1.1.1 黄土滑坡

主要分布于黄土梁地区,具有孕育时间长,规模大,地表变形迹象明显,一旦失稳,变形突增,滑动速度大,有巨大的摧毁力,往往直接造成大范围的毁灭性灾难,如在沟中,则堵塞沟道形成堰塞湖,决堤后形成更大的次生泥石流灾害。

1.1.2 接触型滑坡

收稿日期:2004-05-31;改回日期:2004-08-03

基金项目:甘肃省自然科学基金 甘肃省地质灾害业务系统研究”项目资助

作者简介:吴红(1967-),女,四川绵阳人,工程师,从事业务管理和气候预测研究。

* 见全国山洪灾害防治规划任务书,技书大纲,2003.

主要分布于黄河南岸的山地一带,其特点是上覆黄土在雨水的作用下,沿与沟坡一致的软化后泥岩层面滑动,该类滑动具有间歇性及逐级牵引的特点,其直接危害不大,但可源源不断地向沟道提供丰富的松散固体物质,每遇较大的集中降雨,均会产生次生的泥石流灾害。

1.1.3 黄土基岩滑坡

分布于切割较深的沟道中及面向兰州市的高大山坡上,有规模大、成群分布的特点,其滑动明显受基岩中软弱结构面的控制。

1.1.4 基岩滑坡

滑动速度较小,但松动后落在居民区仍会造成较大损失。

1.2 坍塌灾害

主要分布于各级阶地的外缘及黄土梁峁坡区。坍塌体由黄土组成,具有规模小、数量多、分布广泛、危害大等特点。由于城市扩展,居民居住于陡峭的黄土陡崖下,一旦坡体失稳,其所具有的突发性将使影响区居民及财产来不及撤离,往往造成毁灭性的灾难。从发生时间看,有逐年增多的趋势。

1.3 兰州市区灾情分布

兰州市区滑坡灾害最多最严重的地区为城关区和七里河区。城关区主要分布在伏龙坪、白塔山东西两侧和叶家台、和平台、王保保城、李家湾等地带;七里河区主要分布在五星坪、华林坪台缘及阿干镇雷坛河两岸的地带;安宁区滑坡主要分布在十里店深沟、向阳新村、里城沟、幸福巷山坡地带;西固区滑坡主要分布在达川乡张家台台缘;红古区主要分布在窑街锚儿坪前缘和享堂峡 4~7 km 处*。

2 地质灾害的主要成因

(1) 与特定的地貌地形条件、不良的岩土性质和气候有关。兰州市新构造运动强烈上升,地形起伏大、山高坡陡,为滑坡发育提供了有利地形条件,松散的黄土泥岩广布,其本身强度低,抗水性差,地表径流量大,一般性强降水就能够破坏山体的平衡状态,是滑坡发生的物质基础;而兰州市气候干旱,植被很不发育,年降水量仅为 311.7 mm,受季风影响,雨量年内分配很不均匀,降水量主要集中在 5~9 月,占年降水量的 83%,而主汛期(7~8 月)降水又占全年雨量的 45%,且主汛期雨量又往往集中在几次

大、暴雨过程上,局地性暴雨多,因此植被稀疏和多暴雨为滑坡的发育提供了有利条件。

(2) 人为因素所致。主要表现是人为开挖坡脚、台塬漫灌、乱排废水等因素引起滑坡发生,近年兰州市已发生的地质灾害和面临的灾害险情,有相当一部分是由人类活动引起,因此不合理的人类活动也是诱发滑坡的重要原因。

3 山洪灾害与暴雨

3.1 山洪灾害的时空分布

我们主要对 1974~2003 年 30 a 间市局有记录的兰州市区山洪灾害资料进行分析,30 a 内兰州市区由于暴雨、强降水引发山洪、滑坡灾害共有 25 次,每次的灾害损失都很严重,其中还有 7 次造成人员伤亡。

3.1.1 时间分布

在表 1 中可以看出,兰州市区山洪灾害主要出现在 6~8 月,其中 8 月最多,高达 56%;7~8 月出现达 84%。

表 1 兰州市区山洪灾害的时间分布(1974~2003)

Tab.1 The temporal distribution of the geological calamity in Lanzhou city(1974~2003)

时间	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
总次数	1	2	7	14	1
占百分率(%)	4	8	28	56	4
最早、迟日期	5.29				9.1

我们分年代际计算了相应时段内平均每年发生山洪灾害的次数,20 世纪 70 年代为 0.2 次/a,80 年代为 0.4 次/a,90 年代为 1.6 次/a,进入新世纪到目前为 1.0 次/a,可见,70 年代发生次数较少,90 年代发生频率最高。

3.1.2 地理分布

根据表 2 看兰州市区山洪灾情在城关区和七里河区发生次数最多,达 76%;并且市区大范围出现灾情的次数不多,只有 1 次。

表 2 兰州市区山洪灾害的地理分布(1974~2003)

Tab.2 The spatial distribution of the geological calamity in Lanzhou city(1974~2003)

时间	城关区	七里河区	西固区	安宁区	红古区
总次数	16	12	3	2	4
占百分率(%)	43	33	8	5	11

* 见兰州市滑坡(坍塌)危险区险情调查报告,1997.

从以上分析可以看出兰州市区山洪灾害具有局地性强、成灾率高、逐年增多的特点。

3.2 强度暴雨的时空分布

按我国气象部门规定:日降水量(24 h,日界为20~20时) ≥ 50 mm即为暴雨,从兰州市30 a的暴雨灾害资料分析,达到暴雨标准的只有4次,其中有2次造成人员伤亡、房屋倒塌、设施冲毁等,损失惨重,另外2次只造成部分道路坍塌、积水,交通阻塞。其余大部分暴雨灾害是因为降水产生的时段比较集中,强度较大,从强度标准来讲,接近或达到了暴雨,这种强度意义上的暴雨产生的灾情同样惨重,可见山洪灾害大多是由短时间内的强降水造成的。为分析方便,参照业务规定及同一场降雨过程中雨强和历时之间的关系定义:10 min降水量 ≥ 8 mm或30 min降水量 ≥ 12 mm或1 h降水量 ≥ 16 mm或3 h降水量 ≥ 20 mm或6 h降水量 ≥ 24 mm,即为暴雨。

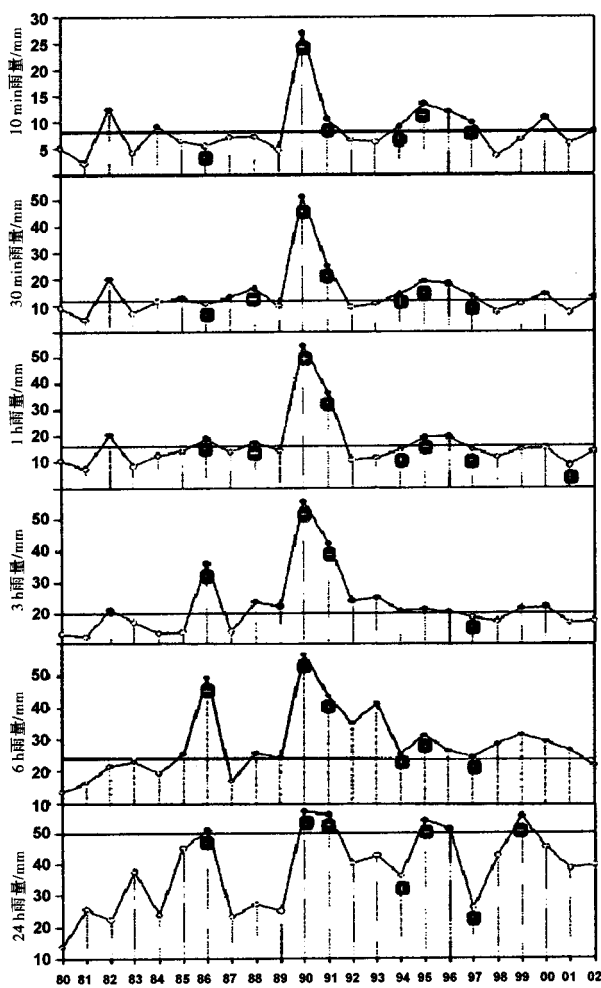


图1 兰州市区多年各时段最大降水量(1980~2002)

Fig.1 The maximum precipitation in each phase during 1980~2002 in Lanzhou city

为了解市区暴雨强度的时空分布,我们对1980~2002年23 a中逐年10 min、30 min、1 h、3 h、6 h及24 h气象站(五里铺)观测到的最大降雨量特征值进行分析(不考虑日界),见图1(横线为暴雨标准线,黑点为达到暴雨强度,⊕符号表明此次降水造成了灾害)。在23 a中,6 h、3 h以及30 min时段内的年极端最大降雨量更容易达到强度暴雨的标准,几率分别为65.2%、56.5%和52.2%,而10 min和1 h时段内的年极端最大降雨量达到强度暴雨标准的几率也在30%以上;并且从图中也可直观看出进入20世纪90年代以后,由强度暴雨造成的地质灾害明显增多。

结合表3也可以看出:兰州市区日降雨量 ≥ 50 mm的暴雨日数很少,平均4 h才出现1次,但强度意义上的暴雨次数却很多,平均每年要3次左右,考虑到这只是对单点逐年历时最大雨量的特征值进行分析,加之暴雨的局地性等,市区实际每年平均强度暴雨要超过10次。强度暴雨的日际变化明显,午后到前半夜出现强度暴雨的几率高达72.4%,后半夜至上午出现的几率较少,分别为15.5%和12.1%。并且,强度暴雨还具有很强的季节性,集中在5~10月之间,最早为5月5日,最迟为10月4日,7月出现的几率最大,高达41%,8月次之,为22%,9月、10月最少。

表3 兰州市区多年各时段暴雨的时间分布(1980~2002)

Tab.3 The temporal distribution of heavy rain in each phase during 1980~2002 in Lanzhou city

时间	5月	6月	7月	8月	9月	10月	上午 (8~12时)	下午 (12~20时)	前半夜 (20~2时)	后半夜 (2~8时)
10 min	0	1	1	4	4	0	0	7	2	1
30 min	1	2	6	2	1	0	0	6	5	1
1 h	1	1	4	1	0	0	0	3	3	1
3 h	3	2	5	2	0	1	3	3	5	2
6 h	3	2	6	4	0	1	4	2	6	4
24 h	0	1	4	1	0	0	/	/	/	/
合计	8	9	26	14	5	2	7	21	21	9

3.3 暴雨强度与山洪灾害

按照暴雨时空尺度特征,大致可以分成2种类型:一类为局地性暴雨,历时短,中心强度大,所造成的灾害也是局部性的;另一类为大面积暴雨,这类暴雨过程历时长,暴雨覆盖面广,造成的灾害面也广。由于选择的是每年历时最大降雨量的特征值,加之暴雨具有局地性,单点记录很难代替整个市区情况,

并且受灾情记录所限,分析难免不全面,好在市区灾情主要出现在城关区和七里河区,所以还是有一定代表性的。

从表 4 中可以看出,强度暴雨很容易引发山洪灾害,其中长时间暴雨(24 h)引发率最高,为 83%,其次是 1 h 的强度暴雨,为 71%,而 10~30 min 极短时间的强度暴雨引发比例也在 50%,因此,如果在 6~8 月能准确预报出暴雨及强度暴雨的出现时段,对兰州市地质灾害的防御具有十分重要的作用。

表 4 兰州市区强度暴雨与山洪灾害(1980~2002)

Tab.4 The intense rainstorm and the geological calamity in Lanzhou city(1980~2002)

时间	10 min	30 min	1 h	3 h	6 h	24 h
暴雨次数	10	12	7	13	16	6
对应的灾害次数	5	6	5	3	6	5
百分率(%)	50	50	71	23	38	83

3.4 强度暴雨产生的天气系统

从表 5 中强度暴雨的降雨性质分析,达到强度暴雨的 82.8%为阵性,其中伴有雷暴或冰雹的占 75%,特别是 1 h 及以内的短时强降水 100%伴有雷暴或冰雹,可见强对流天气系统容易引发兰州市区的山洪灾害。通过对产生强度暴雨的环流背景进行研究,发现主要有 3 种天气系统:一种是兰州位于副热带高压边缘暖湿气流中,产生持续时间长的大降水;另一种为西北气流中的扰动造成兰州局地强降水,多伴有雷暴、冰雹;还有一种为高原低涡前部的强辐合,也可以造成局地强降水。

表 5 兰州市区强度暴雨的降雨性质(1980~2002)

Tab.5 The kind of the intense rainstorm in Lanzhou city (1980~2002)

时间	10 min	30 min	1 h	3 h	6 h	24 h
稳定降雨次数	0	0	0	6	5	0
伴有雷暴、冰雹次数	10	12	7	7	8	4
阵性降雨次数(不含雷暴、冰雹)	0	0	0	0	3	2

4 临界降雨量指标

降雨是导致山洪灾害的最主要因素,降雨量、降雨强度的控制指标即临界雨量或临界雨强,它们是实时山洪灾害预报预警业务中诊断山洪灾害是否可能发生、并及时采取相应预防措施的关键性指标。临界雨量是指可能导致山洪灾害发生的一定时段的

最小雨量。不同气候、不同地域、不同地形地貌、不同植被环境,临界降雨量指标是不同的,需要根据实测、调查资料及对比分析,深入研究降雨量、降雨历时、降雨强度与山洪及其诱发的泥石流、滑坡灾害之间的成因关系,综合分析确定临界雨量指标。

关于临界雨量,谭炳炎等研究结果^[2]:10 min 为 5 mm,1 h 为 15 mm,24 h 为 25 mm(西北地区),根据兰州市区有记录出现山洪灾害时的最小降雨量,结合强度暴雨标准、兰州市区的实际情况、相关研究结果等确定了市区的临界雨量:10 min 为 5 mm,30 min 为 7 mm,1 h 为 8 mm,3 h 为 18 mm,6 h 为 24 mm,24 h 为 25 mm。

5 防治对策

(1) 认真保护山洪易发区的植被条件,在植被覆盖率低及无植被覆盖区,应加强植树、植草等绿化工作。

(2) 加强管理力度,对现有的险情滑坡(坍塌)区要统一规划、综合治理,如对人工斜坡要加以整治,要加强山洪易发区的水利建设,疏通地表水的排泄条件,及时将暴雨时期的降水引入排水通道。

(3) 加强监测,在兰州市区建立预报预警系统,提高防御山洪灾害的能力。

(4) 加强山洪灾害风险宣传教育,提高人们防灾、避灾意识,采取主动避让措施,减少山洪灾害造成的人员伤亡。

6 小 结

(1) 兰州市地质灾害发生频度与危害性居全国各大城市之首,滑坡是兰州市区最严重的地质灾害类型之一,具有数量多、规模大、突发性、历时短、破坏力强的特点;兰州市区灾害最多最严重的地区为城关区和七里河区。

(2) 兰州市区山洪灾害主要出现在 6~8 月,其中 8 月最多,有局地性强、成灾率高、逐年增多的特点,并且大多是由短时间内的强降水造成的,受强度暴雨较强的日际变化和季节性影响显著。

(3) 结合降雨预报和临界雨量,可开展地质灾害气象预报预警工作,提高防御山洪灾害的能力,保护人民生命财产安全。

引起地质灾害的原因是非常复杂的,受资料所限,分析难免不全面,同时仅仅探讨了地质灾害与强度暴雨之间的关系,没有探讨与连阴雨、前期过程

