

工矿区铜川市的滑坡、崩塌灾害及其对策

张秉文 韩恒悦

(铜川市地震办公室) (陕西省地震局)

陕西省的重要工矿区铜川市是滑坡、崩塌的重灾区,已引起了有关部门和学者、专家们的重视。为了分析研究滑坡、崩塌的分布特征和形成原因,有效地开展预测预防和整治工作,尽量避免和减缓对当地居民的危害,我们对铜川市区滑坡、崩塌、陷落等重力构造进行了系统全面的调查,研究了防范措施,经实践已取得了显著的成效。

一、滑坡、崩塌概况

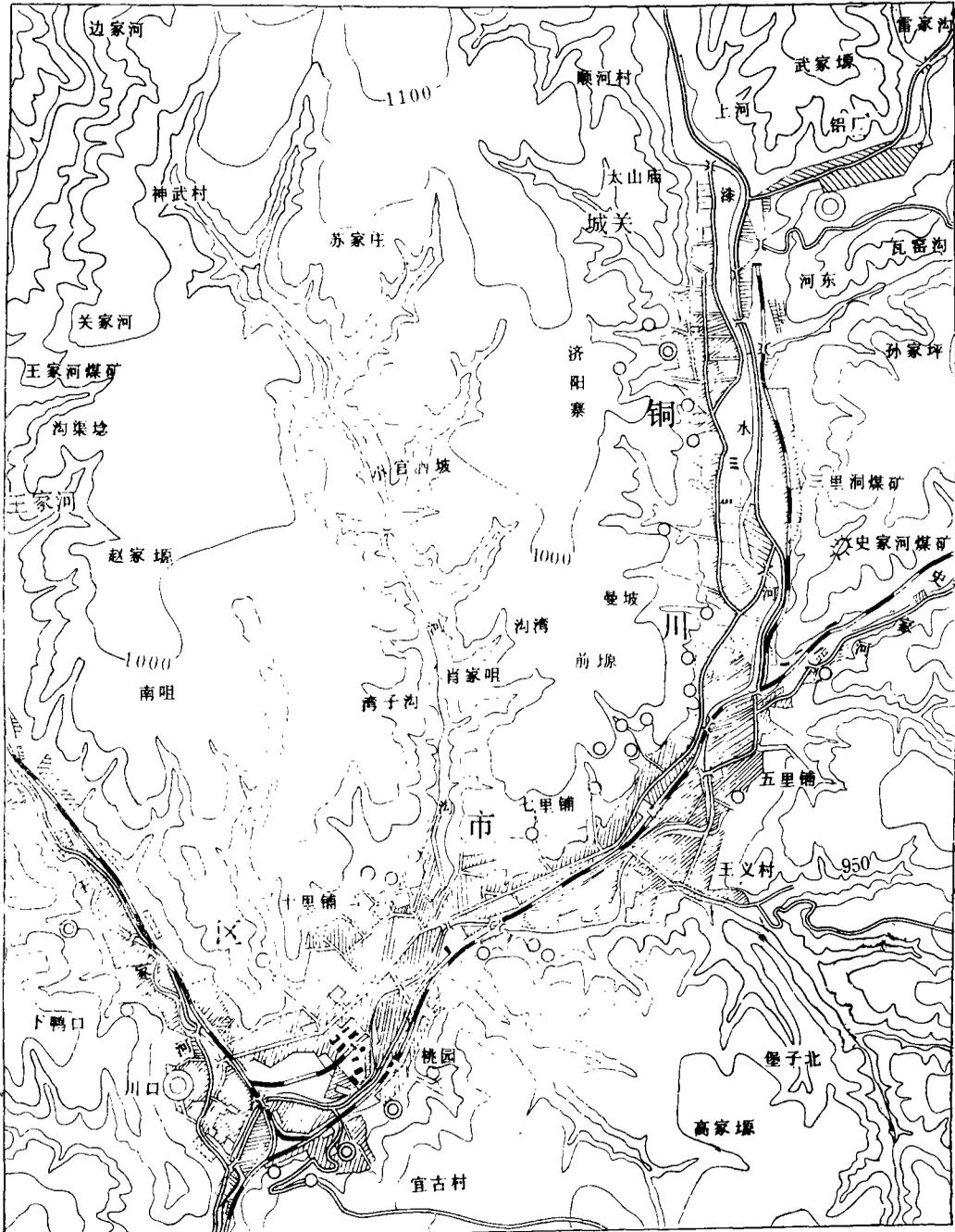
铜川市地处渭北黄土高原,市区沟谷狭窄,地形陡峻,某些地段上的塬梁靠边坡稳定性差,滑坡、崩塌活动频繁,近年来尤为突出。市区滑塌面积约2平方公里,占整个市区总面积的20%,严重地威胁着工矿建设、农牧业生产和人民生命的安全。部分滑崩体已造成建筑物毁坏,人身伤亡事故,给城市建设和生活带来了很大的危害。据不完全统计,1982年至1985年,市区(包括郊区)内发生滑坡、崩塌,造成人身伤亡事故20次,共计死亡122人;经济损失达1,000万元之多。如1982年11月8日孕育形成中的川口大滑坡,滑体局部发生滑塌,推倒学校教室两栋,死亡4人,伤15人,滑体上大部分建筑物毁坏,309户职工无法居住。1984年10月2日铜川南关边坡崩塌,毁坏平板房23间,窑洞3孔,死亡50人;同日,王益乡、高楼河乡、黄堡乡相继发生3次崩塌,使12人丧生。

铜川市区滑坡、崩塌、陷落的数量多,分布广,危害大(见陕西省铜川市区滑坡、崩塌分布图)。目前,川口滑坡、铝厂滑坡、杨貶滑坡正处在加速蠕滑阶段,滑体后缘的弧形裂缝已基本贯通,有的连接成带,裂缝最宽处达3米,垂直落差2.8米,滑体上裂缝纵横交错,广泛密布,下陷、隆起、鼓胀变形显著,滑体上绝大部分建筑物已遭毁坏,险情日益增加;印台、济阳寨、南关、北沟、西沟、老科沟、老苗沟、东风居委、新川水泥厂等居于市区两侧的边坡和冲沟的崩塌和陷落亦在发展,崖体出现裂缝、陷落和局部滑塌,个别窑、房倒塌,大部分居民窑洞都出现了不同程度的裂缝和变形。

二、滑坡、崩塌成因分析

铜川市区的滑坡、崩塌多发生在厚层黄土内,是在特定的地质地貌、水文地质和气象条件下,由自然因素和人为因素综合酿成的。从调查资料看,主要是人为的因素起主导作用,在资源开发、工程建设、住宅扩建等经济活动中,缺乏科学性,盲目施工,破坏了环境地质,导致成后患。

1、铜川市区广泛存在着滑坡、崩塌的孕育和发生条件。自第四纪中更新世晚期以后，铜川以上升隆起为主的新构造活动甚为强烈，上升幅度达200—300米，巨厚的黄土广泛而连续的分佈，厚度约为60—80米。黄土结构疏松，因受强烈的切割侵蚀，崩梁、冲沟甚为发育。这种地形



◎ 大型滑坡 ◎ 中小型滑坡 ○ 陷塌、崩塌 0 0.5 1 (KM)

陕西省铜川市区滑坡、崩塌分布图

地貌稳定系数小，一般处于极限平衡状态，易于产生滑坡和崩塌。在第四纪黄土堆积层之下，是平缓的二叠纪至石炭纪沙页岩和含煤地层，其中石炭纪煤层经多年开采，已大部分采空，有的顶板已经发生塌陷。在第三纪之上有一层粘土，为古风化土的一部分，局部地方尚有第三纪粘土存在。这层粘土表面光滑，透水性能差，其物理力学性质同上覆第四纪黄土层差异甚大，深层滑坡的滑带主要发生在这一粘土层上。

2、水是形成滑坡、崩塌的主要因素。本区属大陆性半干旱气候，年降水量约500毫米。近几年来，雨量剧增，1981—1984年年平均降水量为745.3毫米，1983年降水量高达888.8毫米，比1955年以来26年的平均值(583.2毫米)还多300余毫米，而且降雨季节性很强，多集中在每年6—9月；近4年来，每年6—9月降雨量几乎相当于前26年的年平均值，大量降雨诱发和加速了滑坡、崩塌的发生。调查结果表明，市区大滑坡、崩塌多在降雨峰期之后的数天或半月，小的局部滑塌、崩塌多在雨期或雨后2—4天。如市铝厂1982年、1983年、1984年局部滑坡崩塌，都在雨期后的10月初发生；南关1984年10月2日崩塌也在9月份大降雨(降雨量247.8毫米)之后。从统计分析上看，滑坡、崩塌发生时间与大降雨期存在着稍滞后的正相关关系。

农田灌溉。川口、铝厂、杨树沟、老科沟等滑崩体均为旱地改水田，使过量水向下漏渗，导致土体饱和，促使老滑坡复活和产生新的滑塌。

坡脚河水的强烈冲刷侵蚀，降低了山体的稳定度。川口滑坡Ⅱ号滑体、铝厂滑坡和劳保商店滑体活动的加剧，与前舌河道水流侵蚀有关。测量资料表明，坡脚河水对滑坡形成和发生的加速作用不可低估。如铝厂滑坡体上的铝厂滑体和劳保商店大滑体，虽同处一大滑坡体上，但因劳保商店滑体前舌受武家河河水冲蚀，铝厂滑体则远离河床，其变化差异甚大；1978—1985年，劳保商店滑体向前滑动10米，而铝厂滑体位移量仅1米多。坡脚河水甚至有牵制滑体改变滑动方向的作用。

地表排水设施不健全，大量地表水，生产、生活用水，污水等沿裂缝灌入滑体。川口滑坡、铝厂滑坡、杨树沟滑坡排水设施几乎全部损坏，又因修护坡未留排水孔，堵塞了地下水的通道。

3、地下煤层的采空，破坏了上覆岩土层的结构，地基失稳，造成滑坡、陷落和崩塌的发生。众所周知，铜川是驰名全国的煤炭基地，随着采煤工业的发展，此类灾害是很难避免的。如印台、济阳寨、北沟和南关等处的崩塌、陷落与三里洞煤矿煤层采空密切相关。三里洞煤田在采掘前，对地表黄土斜坡自然状态稳定性进行过检算，其结果是采动后下沉量为400毫米，从理论上证明黄土斜坡是稳定的，尽管斜坡地形、地貌具备滑坡条件，但影响微弱。事实上并非如此。原因是在稳定性检算中，其物理力学性质是自然状态下的，一旦采动后，地面下沉，发生裂缝，地表水渗入，破坏黄土结构，对黄土强度的降低程度和次生影响未加考虑，致使采空后数年出现较大面积边坡陷塌、崩塌事件的频频发生。

4、开挖坡脚，切削高陡边坡，加速边坡的失稳变形。南关、三里洞、五一路、东风居委等处的单位和居民建房、打窑、开挖地基、崖窑削坡等加大了边坡的坡度，有的甚至成直立，减小了边坡的稳定性，南关、三里洞、桃园南小沟等处崩塌主要是因此而引起的；铝厂、杨贬在老滑坡坡脚挖地基、建房、扩大建筑面积，桃园南山在坡脚削坡修筑公路，结果是老滑坡复活。

5、滑体上增加荷载，使原坡体失去平衡。桃园煤矿广场东侧，在老滑坡体上堆放煤矸石30多万立方米，加大土体压力，使老滑坡发生蠕动变形。川口滑坡、杨贬滑坡的复活与在滑体前缘活动带上建筑、施工加载有直接关系。

6、断层蠕动及小地震振动，造成新的崩塌和老滑坡复活。铜川市区地质构造较为复杂，在川口、铝厂附近都有小断层露头，近年来亦有活动。据了解，川口滑坡是1976年四川松潘7.2级地震后

发现滑动的，铝厂滑坡是1980年附近两次小震（2.1级和1.6级）后开始变形的。这几次地震，市区震感较强，故地震对这两处古滑坡复活有一定影响。

7、市政建设管理比较紊乱，不重视环境地质工作，缺乏技术性的规范。在审批城市建设项目时，忽视了环境工程地质可行性的技术论证和评价，在不该建的地方批准，在可建的坡地不作必要的工程防范措施，致使自招后患。

铜川市区滑坡、崩塌、陷落的分布有一定的规律性，市区南北两端平缓（坡度不大于20°）、开阔的边坡地段以滑坡为主，五里铺以北煤田采空区的边坡以陷落为主，七一路和红旗街两侧的沟壑陡壁及铁路沿线以崩塌为主。

三、滑坡、崩塌的初步对策

滑坡、崩塌是一种常见的自然现象，在人类长期生活、生产实践中，积累了不少与滑坡灾害斗争的经验。滑坡是可以预测预报的，也是可以防治的。铜川市市区狭窄，城市建设、工矿企业规划、国土整治、环境保护等都需要全面考虑，综合治理。根据市区滑坡、崩塌的现状，应进行以下的应急工作。

1、滑坡、崩塌是铜川市长期突出的地质灾害，市政府应设滑坡防治专门的领导和管理机构，负责全市范围内的滑坡防治工作。同时，设立（或附设在有关业务部门）研究机构，专门负责技术工作，进行监测和研究，积累资料，总结经验，有效地推动滑坡研究和防治工作的深入开展。

2、在普查滑坡、崩塌过程中，对每个滑崩的孕育点，根据形成演化的具体情况，初步进行稳定性评价，对未来的危害程度和影响范围进行估计，进一步划分出危险区和监测范围，并提出具体的应急治理意见。危险区内单位、居民限期全部搬迁，停止一切施工和灌溉，拆除危房，进行相应的治理和专业监测。监测区注意观测异常动态变化过程，如有危险信号，迅速撤离。

3、对危害严重的川口、铝厂、杨贬、桃园南山等4个滑坡，除加强监测和采取应急措施外，应筹集经费，进行必要的勘测，提出可行的治理方案。南关、三里洞、老科沟、老苗沟、东风居委等有治理价值的崩塌险区，应立即切削坡面，整治边坡。

4、组织培训观测人员，建立观测网点，进行宏观、微观观测，分析资料，研究险情变化，做好滑坡的预测预报工作。

5、城市建设规划应以环境地质情况、斜坡稳定性评价为科学依据，杜绝盲目批准，随意施工。制定城建“规范”，辅之以法制。审批地基建厂、建房，要考虑环境地质，进行综合平衡。在不良地质地段建筑时，除对场地进行勘察外，要对边坡稳定性作出评价，先治理，后施工；在老滑坡体上及附近施工时，没有专门鉴定不能批准；居民和农民的房基、窑址除按规定审批外，应对坡体稳定性进行考证，尽可能避开危险地段或采取必要的防范措施。

6、退耕还林，绿化边坡。从长计议，铜川市区周围边坡不宜再进行农业耕种，尤其是川口、铝厂及高边坡应弃农种草种树，还牧还林，保水固土。

7、铜川矿务局应根据煤层开采后对地面破坏的实际情况，重新分析研究市区地下开采对地面的影响，作出新的稳定性评价，妥善解决好煤炭开采和城市地面安全之间的矛盾。

8、做好科学知识的普及宣传工作。利用电台、广播和报刊宣传滑坡、崩塌知识，举办讲座，编印滑坡资料，提高人们对滑坡的认识和抗灾能力。