

铜川市的斜坡稳定性与城市建设

钟立勋 (中国地质科学院地质力学所)

铜川市是以采煤工业为主的新兴工矿城市。本文除对市区川口变电站斜坡变形进行分析研究外,还对该市范围内存在的、大量的、潜在的滑坡及其与城市规划、工矿建设的关系提出意见,以供有关部门参考。

一、概述

铜川市位于渭北黄土高原西部河谷地带。整个城市依山傍水镶嵌于黄土高原之中,属暖温带、半湿润区。据中央气象局资料,1961—1983年23年平均降水量为546.53毫米,年蒸发量1400—1500毫米。雨季多集中于8、9月。河流少,径流量小。本区有属泾河水系的漆水河及其支流王家河流经。本文谈及的变电站斜坡,即处于黄土梁斜坡上。由梁顶至王家河,高差100米,斜坡坡度20—25度。坡面已垦为梯田,采用农灌方式耕种,坡脚有王家河曲绕而过。几年来,先后于坡下新建楼15幢、平房8幢,及其它建筑物。

本区地表为黄土复盖,表层的马兰期黄土具大孔隙,厚度2—4米。其下为中更新世老黄土,岩性为石质黄土,含数层古土壤及钙核或钙板层,出露不全,厚度不清。黄土下伏石炭、二迭系砂页岩及中奥陶系石灰岩,岩层平缓,在附近沟谷中显现出宽缓的背斜构造—黄堡背斜,构造线方向为北东。未发现较大的断裂构造。经实地调查和了解附近钻孔资料,推测该斜坡地质剖面如图1所示。

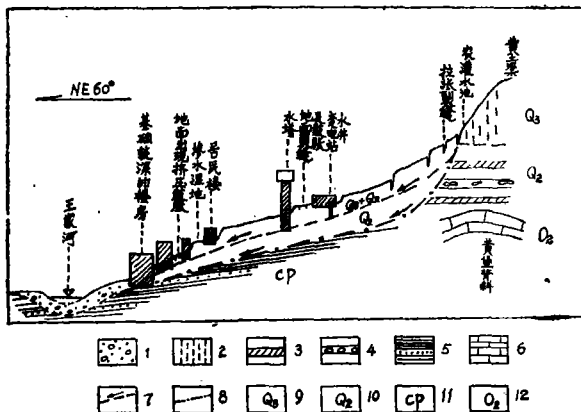


图1 铜川市川口变电站斜坡变形示意剖面图

1—全新世砂砾石, 2—黄土, 3—粘性土(古土壤);
4—钙核(钙板层), 5—页岩夹砂岩, 6—石灰岩;
7—新滑动面, 8—老滑动面, 9—晚更新世, 10—中更新世, 11—石炭二迭系, 12—中奥陶系

本区的降水是地下水的唯一补给来源。斜坡全为黄土复盖,有利于降水渗透。斜坡北侧冲沟下端原出露下降泉(流量很小),1970年后,因附近陆续建房,该泉水断流干涸。在其它地方出露地下水,都与斜坡变形有关,后面将述及。但其深处的粘性土(古土壤)层、钙板层及石炭、二迭系砂页岩均属隔水层位。总的来看,组成斜坡的地层岩性具有多层结构,透水层与不透水层交替出现,而且其倾向又与斜坡面一致。这些特点均有利于斜坡土体向下滑动。

渭北黄土高原地质构造简单,新构造以大面积缓慢上升为主,差异性活动微弱。历史上及现今地震频度低,强度小。铜川附近地震震级小于4级。据省地震局统计,自公元前1157—1980年,铜川发生过有感地震。因此,可以排除该区因地震诱发滑坡之可能性。

二、川口变电站的斜坡变形

1984年3月笔者等去现场调查时,斜坡上部形成数条呈弧形延伸的锯齿状或雁行状拉张裂缝。其走向以北西310—340度为主,一般开口宽0.2—0.3米,多数裂缝之东盘均下错,两盘形成明显的错台,错距一般0.6—0.7米,最大可达1.2米,个别裂缝出现西盘下错现象,即反向错台。说明斜坡上部为拉张—陷落变形。裂缝面壁均粗糙不平,近于直立。前期发育的裂缝经1983年丰沛的雨季之后,1984年春又有新裂缝产生,麦地被裂缝分割成长条、棱块或带状。电线杆不仅歪斜,而且脱离线路。斜坡中部变形不如上部明显,表现为一系列相互平行的拉张裂缝。以变电站4条平行裂缝最典型,从地面至墙壁,裂缝一直贯通。其次,局部地形陡峭处有黄土崩塌出现,以小学校最严重,不仅楼房向东水平位移300毫米,而且崩塌体掩埋学生致使多人死、伤。另外水塔西侧地面发生膨胀和张裂。斜坡下部的变形明显,主要表现为地面膨胀、隆张裂缝、水平挤压。比如1—8号砖楼被挤裂、歪斜,公路隆起,污水沟挤歪、变窄,油库拱顶挤裂、坍塌,王家河岸边公路护坡向东挤出、裂开,水管弯曲等(图1)。从斜坡上的水文地质现象看出,由于大气降水和农灌致使大量的地表水渗入地下。特别是雨季,土体达到饱和甚至过饱和状态,形成了具有粘塑性—流塑性的滑动带,并在黄土中出现了较稳定的地下水流。如变电站水井深5米,潜水位埋深

1—推测的滑坡后缘; 2—推测的滑坡边界; 3—地表拉张裂缝; 4—下降泉; 5—渗水湿地; 6—崩塌; 7—地面鼓胀; 8—水井; 9—自然冲沟; 10—建筑物及编号; 11—拔海高程(米); 12—黄土梁; 13—推测主滑方向; 14—有水空洞 (该图根据矿务局 1:1000 地形图缩编而成)

关于变形性质,自1976年雨季至1982年11月六年
间,关瀝水池裂开(水平位移)0.25米,下错(垂直
位移)0.17米;小学楼房位移0.3米;王家河沿公路
护坡挤裂位错0.05—0.07米;几处楼房裂缝位错
0.03—0.04米;污水沟边墙位移0.2—0.3米;地面
高度0.1—0.2米;再结合斜坡土体的粘塑性性质考
虑,显然斜坡土体属于一种缓慢的、不等速的、长期
的蠕变变形。从地表变形形式、地下水的出露情况和
地层结构分析,滑动带较浅,应是中更新统上部粘土
层(古土壤),倾角小,据类推测为7—12度变化,埋
深5—6米。滑动带以上的黄土,在降水和地表水作
用下,经过充分饱和,形成了饱水的主动滑动盖层,在
自重作用下,主动地、缓慢地向下流动和滑动,即蠕
动。这种蠕变变形是受各种外界条件因素影响的。

通过现场调查,认为对该斜坡的变形产生直接影响(或作用)的因素主要有大气降水、人为灌(排)水、建筑物加载三种。

2. 人们灌(排)水的影响 农田灌溉水和居民生活用水的入渗,其作用都是增大土体(滑体)的孔隙水压力,降低滑动带的抗剪强度(C 、 ϕ 值),对斜坡稳定性是不利的。

- 15 -

上述三种影响因素中,降水是主要的。而后两种也是不可忽视的重要因素。为了控制或减轻其变形,可以进行合理的排、导,尽可能减轻其危害。在目前的斜坡上,必须控制农田灌溉和居民生活污水的排放。如改变斜坡上的水浇地为种植果树或其它经济林,修筑能防渗的污水排泄沟等,尽量避免在斜坡上部、中部修建工程建筑物和堆放废渣,严禁在坡脚开挖、修渠等。

四、铜川市的工程地质环境保护问题

经初步调查,在铜川市的城市建设和工矿发展过程中,存在可能或已经破坏工程地质环境并容易导致斜坡变形的几种人为经济工程活动(即人为工程地质作用)有下列类型:

1. 人为灌(排)水 前已述及,从略。

2. 开挖斜坡脚 典型实例是铜川市东北的王石凹煤矿风井滑坡,因切坡脚而复活。该处在老滑坡体前缘联筑公路开挖边坡,形成高达7米的临空面,致使滑动面及含水层临空。后又在后缘堆放煤矸石数万方,增加了滑体的荷载,造成剧烈滑动。将直径4米、总长220米的风井(竖井)井筒于18米深处错动295毫米。造成重大经济损失。铜川的其它地点也有建筑物施工过量切割坡脚引起事故的现象。

3. 采空区塌陷 普遍采用矿块崩落采矿法的煤矿区,往往形成很多很大的空间和围岩松动圈。如不及时回填或采取别的措施,容易在地表形成塌陷区,进而触发老滑坡复活。典型例子是铜川市东北的金华山煤矿广场滑坡,原系老滑坡的局部复活,已发生缓慢变形、位移。后由于该滑坡前部为地下采空区塌陷范围,地表塌陷促使滑坡剧烈移动,半年内水平位移量超过1米,下沉量约1米,致使大部分建筑物严重破坏。此外,陈家河滑坡、老河沟滑坡也有类似情况。

4. 弃渣加载 指不适当地堆放煤矸石、废渣等物,加载于滑体上,造成快速滑动,带来危害。典型

实例是铜川市区近旁的桃源煤矿矸石堆加载滑坡。因在其后部堆放20余万方煤矸石,重约50万吨,加大了滑坡的下滑力,导致老滑坡复活,使整个生产系统的上部结构(翻车机、上煤转运站等)受到破坏。经矿务局钻探和长期监测(见表)结果表明,这种滑坡在不同部位的变形、破坏形式不一(见下表),

桃源煤矿矸石加载滑坡变形表

项	部 位	后 缘		
		中部	前 缘	
地貌特征	黄土塬边	斜坡	坡角至阶地	
加载部位	加载50吨	未加载	未加载	
变形特征	以沉陷为主	平推滑移	挤压—隆起	
变形量 (毫米/日)	水平位移量	1.29	1.67	0
	垂直位移量	-3.37	-0.61	+0.43

说明:该监测工作系铜矿务局用经纬仪进行地面观测,地下埋设压力盒进行监测,地面沉陷时为负值,地面隆起时为正。

上述四种人为工程地质作用和问题都是铜川市的城乡、工矿建设与规划中需要重视的环境工程地质问题。铜川市的建设与规划中应注意的问题有:(1)在工程与建筑物选址(选线)时,要注意斜坡的稳定性,查明是否存在老滑坡;(2)斜坡上凡出现泉水、湿地者,需查明是否存在潜在的活性性滑坡;(3)一般地说,黄土塬斜坡不宜布设建筑物。需注意居民区生活污水下渗,会加剧斜坡失稳;(4)严禁在修建铁路、公路、营建房屋时,开挖“敏感带”的坡脚,“敏感带”内不宜农灌、耕种,可考虑改植果树经济林木。更要吸取弃渣(矸石)堆放致滑的教训。

工作中曾得到西安煤矿设计研究院王泰书同志的帮助、铜川矿务局柴光远同志的支持与协助,赴现场调查的还有我所的尚树棠、贾家麟同志,在此一并表示感谢。

环境地质咨询服务部在京成立

中国地质学会科技开发咨询服务中心环境地质咨询服务部(以下简称咨询部)于1986年3月13日在京举行了成立大会。中国地质学会秘书长王泽九同志到会作了即席讲话。会议在听取了咨询部筹备经过和参加青海省格尔木城市环境地质咨询工作情况以及会后工作的设想后,进行了热烈地讨论。到会专家们一致指出“环境地质是一门与人类活动密切相关的地质学科,是与国民经济发展密切相关

的应用地质学科,也是一门新兴的亟待探索和发展的学科。”

为了尽快推动该学科的发展,咨询部将努力成为该学科横向联系的纽带,并愿接受各级政府、企业事业单位、社会体以及国际组织或个人的委托,提供决策与科技咨询。

(石泉)