

神府—东胜煤田开发区人为滑坡 崩塌的发生及其防治*

张平仓 王文龙 高学田

中国科学院
水利部 西北水土保持研究所·陕西杨陵·712100

摘要 本文是在考察基础上,着重对神府—东胜煤田资源开发中存在的人为滑坡、崩塌的现状和特点及其与工程建设活动的关系进行了分析研究,指出人为滑坡崩塌,目前在煤田开发区的活动是频繁的、严重的,但是可以制止和避免的。最后讨论了滑坡、崩塌的防治对策。

关键词 神府—东胜煤田 人为滑坡、崩塌 工程建设

The man-made Landslide Collapse and It's control in the Shenfu-Dongsheng Coal mining Area

Zhang Pingcang Wang Wenlong Gao Xuetian Tang Keli

(Northwestern Institute of Soil and Water Conservation, Academia of Sinica
and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract On the base of field investigation, the paper analyses the current situations and characteristics of the Man-made landslide and collapse, and their relation to engineering work in the Shenfu-Dongsheng coal field exploitation area. It is considered that man-made landslide and collapse in the coal field exploitation area are serious and frequent, but they can be controlled and avoided. Lastly, this paper descusses the defence measures.

Key words Shenfu-Dongsheng coal field man-made landslide and collapse construction activity

引言

随着人口的增加,科学技术的进步,人类的创造力与其对自然资源的消耗和对环境的破坏力,均以空前的速度急剧发展,而自然界的平衡调节则以一系列的灾害和灾难报复于人类,而且这个过程也在不断地发展和加深。考察表明,在神府—东胜煤田,由于人类突发性地掘取煤炭资源以及工矿道路的大量建设,极大地改变了地形和地质环境,改变了岩土砂石天然的平衡状态,

* 收稿日期:1994-09-10

如岩土体的结构力学特征,应力平衡状态,地下水的动力条件以及地面植物生态系统的结构和组成等,由此将诱发了大量方式和地质灾害。如滑坡、崩塌、泥石流,塌陷等侵蚀最后受灾害最深的还是人类本身,大量的事实已证明了这一点。据统计^[1],中国因大规模的矿产采掘产生的废弃物的乱堆乱放造成压占采空塌陷等损毁土地面积已在 200 万 hm^2 ,现每年仍以 2.5 万 hm^2 的速度发展,与此同时也带来了大气水体,土壤的污染,加剧水土流失和诱发塌陷、滑坡、泥石流等地质灾害的严重后果。神府—东胜煤田地下资源极为丰富,其开采将延续几个世纪,为中国的经济发展将作出巨大贡献。因此,对其开采中,已诱发的和可能开发的环境问题,必须吸取已有的经验教训,以保证煤田开发与环境建设的持续发展。

1 滑坡、崩塌发生概况

1.1 滑坡

广义的滑坡定义为形成斜坡的物质——天然的岩石、沙土以及人工堆积物或这些物质的结合体向下和向外的移动。从这个定义来讲,崩塌、岩崩、山坡滚石以及错落甚至泥石流、泥流均可以纳入广义的滑坡范围之内^[2]。为了能科学地研究坡面物质移动的特征,从物质形态、运动形式的特征出发把沿着特定的面或组合面(滑动面)产生剪切破坏的斜坡变形称为滑坡,这便是狭义的滑坡概念^{[2][3]}。大量统计资料研究表明^[4],滑坡是仅次于地震对人类威胁最大的地质灾害,如日本建设省公布的资料表明,1969—1972 的 4 年间,死于滑坡灾害的人数分别占死于全部自然灾害人数的 50%、26%、54%、44%。1958 年 Smith 估计美国平均每年滑坡灾害损失达数亿美元。有人曾估计全球滑坡有 70% 是人类活动引起的。我国尚未见有较全面的统计资料,但我国是一个多滑坡的国家,如四川省 1989 年暴雨季节,全省发生 6 万多个滑坡,其 4.6 万个造成不同程度的灾害和经济损失。举世闻名的甘肃酒勒山滑坡造成 4 个村庄被毁,数百人丧生。

榆林地区重点滑坡调查报告统计表明,在榆林地区自 1985 年大部分地区开始建设以来,至 1992 年 5 年,发生滑坡 48 处,占解放以来发生 86 处重点滑坡的 55%。压垮房屋(窑洞)157 间(孔),有 135 人因此丧生。特别是 1990 年以来,滑坡发生更加频繁,造成 44 人死亡,给当地人民生命财产带来了很大的损失。仔细研究这些滑坡,发现有 90% 以上与人类活动有着密切的关系,因此大部分均可划归为人为滑坡灾害。

神府—东胜煤田自 1986 年开发建设以来,已发生多处人为滑坡,如 1992 年 8 月 6 日发生于神府公路,店塔—府谷 7k+100m 处的基岩滑坡,面积达 4 000 m^2 ,体积约 70 万 m^3 ,将长约 200 余 m 的公路水平向孤山川河谷推移 12.5m,由于滑坡体由石基岩组成,抢修疏通路面耗资达 2 万余元,该处尚出现准滑坡面积达 6 万余 m^2 ,时刻有大面积滑动之势。1992 年 8 月 8 日,发生于该公路段 3k+900m 处的高石崖甘泥湾基岩滑坡,长约 210m,宽约 90m,厚约 3.5m,总体积达 66 万 m^3 。滑坡发生时,摧毁价值约 67.24 万元的化工厂一座,只是该滑坡速度缓慢,且发生于白天,易引起人们的警觉,才避免了人员伤亡事故。1994 年 3 月,在大柳塔矿区,山坡上由于人工堆积了大量废弃物,从而导致 1 500 m^3 的松散堆积物滑坡,直接滑入河床,大量增加河流泥沙。

1.2 崩塌

斜坡岩土剪应力大于抗剪强度时,岩土在剪切破裂面上未发生明显位移,即向临空方向突然倾倒,岩土碎裂,顺坡翻滚而下的现象称为崩塌。崩塌发生于坡角大于 60° 的陡坡上。与崩塌相应的现象还有错落即坡角岩土压缩变形引起坡上方岩土垂直下落的现象,撒落即斜坡上的岩土在强烈风化作用下,不断地产生碎块及岩屑,并向坡下坠落或滚动的现象以及山坡滚石即处于山

坡高处的准平衡状态下的块状岩体,受一定外力作用下,向下滚落的现象等,本文将这些现象统纳入崩塌范畴内来进行研究。考察中发现,在神府矿区铁、公路两岸山坡,崩塌现象可以用“屡见不鲜”来形容,数目难以统计,仅神木至店塔一段 20 余 km 长的路段,各种崩塌现象数以百计,山坡滚石经常发生,时刻危及行人和车辆的安全,并将公路砸得伤痕累累。每逢暴雨,各种基岩撒落接连不断,常常在公路面上,形成 30—120cm 厚的撒落碎屑堆积物,将宽阔的二级油路变成名符其实的“水泥”路面,给行车造成极大困难。据调查,每年发生于神木县境内的具有一定规模的崩塌现象多达 40 余处,体积从 400m³ 到 1 万 m³ 不等。如 1993 年 4 月发生于神榆公路距神木城约 3km 处的基岩错落式崩塌,体积达 20 万 m³,该公路长约 200m 以及靠河岸挡墙毁于一旦,中断交通 40 多天,虽经大量劳力 1 个星期的临时清理,由于没有采取防范保护措施,于 1994 年 7 月间,再次崩塌,体积约万余立方米。

2 人类活动在滑坡、崩塌灾害形成中的作用

滑坡、崩塌的形成必须具备复杂的构造岩性条件,适当的地形条件,地下水以及促使滑坡、崩塌暴发的外动力条件包括暴雨及剧烈的温度变化。神府—东胜煤田地处黄土高原剧烈侵蚀中心晋陕蒙接壤区,尽管侵蚀剧烈,自然环境恶劣,但由于煤田开发区主要分布于该接壤区的西北部边缘地带^[5],大部分沟谷均处于初期发展阶段^[6],沟谷的空间在一定程度上限制了大型滑坡和崩塌的发展,加之地面风沙覆盖面积达 70% 以上,因此天然状态下,典型的滑坡崩塌(特别是大规模模型的)除东部靠近府谷一带外,发育数量有限。然而矿区的大规模开发建设活动,不仅仅加剧了原有滑坡、崩塌的进一步发育,而且诱发了大量新的滑坡和崩塌。

人类活动除对暴雨本身的特征到目前为至还不能有所改变之外,对滑坡、崩塌形成的其它条件均能给予不同程度的改变和影响,包括对暴雨产生的影响。在神府—东胜矿区,人类活动包括采掘煤炭,修筑公路、铁路、采掘建筑材料,以及这里人们传统的开挖窑洞等等均在一定程度上、一定范围内加剧或诱发了滑坡和崩塌的发生。

2.1 煤炭采掘与滑坡崩塌灾害

神府—东胜煤田的开采方式主要包括两种类型,一是平硐或斜井开采,另一种是露天开采。

2.1.1 平硐或斜井开采与滑坡、崩塌 在讨论采煤塌陷问题中,我们曾指出,由于地下煤层采出后,形成采空区,而采空区顶板岩石受到应力变形之后,随之出现地面沉陷过程,在这种过程发生的初期,采空区与煤层接触的顶板首先发生塌落。这种现象在神府—东胜矿区已屡见不鲜。神木城南的大砭窑、沙沟崩、炭窑沟、蛇圪塔等矿均由于顶板塌落造成多起伤亡事故。在刘石畔煤矿采煤塌陷在沟谷坡已造成地面 20 余 cm 宽的弧形裂缝多条,进而形成滑坡。滑距达 0.5—2m。国内此类现象也曾有许多报导,如湖北运安盐池河磷矿,因地下采空区扩展而引起地下顶板大规模崩塌,不但是矿山地表设施遭毁,而且死亡 289 名人员。又如江西盘石山锡矿发生的全矿性大规模坍塌,数小时内 373 个采空区岩壁相继倒坍,万余米巷道随之报废,地表山崩地裂,4 个开采中段及采矿工艺系统毁于一旦,迫使全矿停产。

2.1.2 露天开采与滑坡、崩塌 神府—东胜矿区煤层埋藏浅,易于露天开采,不少矿区均采用露天开采的方式。露天开采一般有两种。在河道、河川地等平坦地区,多采用区域露天开采(图 1),由于神府—东胜矿区煤层水平,采用这种方法以掘沟的方式先除去覆盖层,使煤层露出,用机铲或其它铲具直接将煤层挖掘出来,在第一条沟中的煤层被采完后,又平行地掘出另一条沟,把其上的盖层堆入第一条道中成为一条弃土岗。如乌兰木伦河河床,活鸡兔沟河床及两岸阶地均采

用这种采煤方式。其结果,由于河床大量积沙而逼迫抬高,流水路则沿岸左右摆动,掏蚀两岸,造成河岸坍塌,不仅是岸上耕地受损。更为严重的是,神府—东胜煤田新修的二级、三级公路多沿岸而过,由于河岸坍塌,岸上公路甚至铁路也被毁坏,调查发现,在大柳塔至店塔一段40余km的路段,如此坍塌现象达10多处。

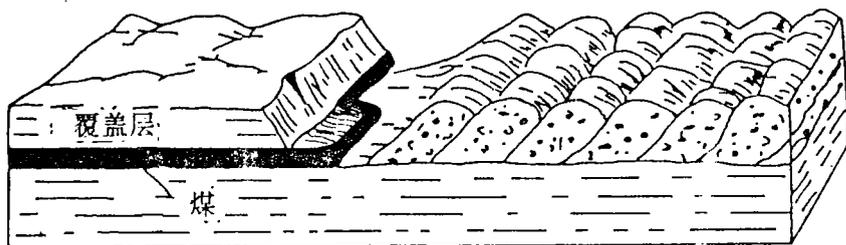


图1 谷地、沟道露天煤炭开采块状示意图

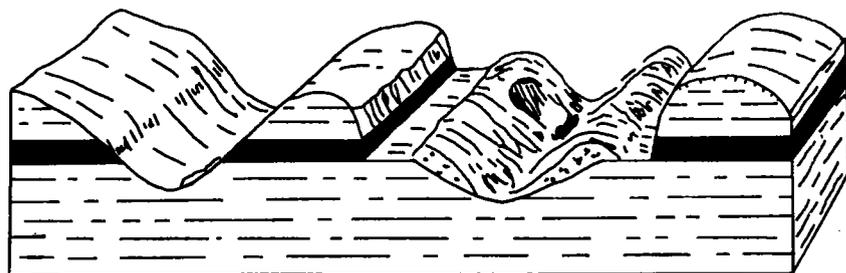


图2 谷地、沟道露天煤炭开采块状示意图

在神府—东胜煤田采取的第二种露天开采方式即在水平煤层埋深

较大的地方掘开一条坑道,如国营武家塔矿,在一条深约50m的支沟下游,直接引水改道(上游做一大坝拦水),使原沟道变为干沟,在沟床部位直接掘坑(图2),并将挖掘的覆盖层土石移至另一沟道,形成填沟造山之势,目前煤矿仅动工不久,已将原长约400m的沟道填满,而且形成了高约15m,面积约400m×500m的人造土石山体。在被挖掘沟道已形成长约600m,宽约350m,深约30m的方形坑,目前还未见到煤层,但已见新挖开的陡岩面,不时有崩塌发生。同时上部沟间地因多为流沙覆盖,由于下部挖深后形在陡岩面,所以上部流沙变成溜沙,不时地侵袭着下部工作面。

2.2 人工道路建设与滑坡、崩塌

人工修筑公路、铁路存在着挖方和垫方两种情况。人工在修筑路面的过程中,对不符合路基标准的地段直接挖掘、削坡,这样则在路面的一侧或两侧形成陡坡和陡岩。在神府—东胜煤田,由于地形复杂,在新修道路的过程中存在着许多挖方地段,大部分挖方地段均由结构疏松,力学性质极差且多为块状沙岩,泥质页岩互层构成的主要岩系组成。(详见神府—东胜煤田煤采塌陷及其防治途径一文)当这种岩层被挖掘成陡岩或者陡壁时,由于互层岩系中的泥页更易风化剥落,上部较坚硬的砂岩常处于悬空状态(图4),当条件适当时,便在凹进部位劈开形成错落或崩塌。又由于该区岩系,节理发育,受削坡影响,这种节理面(或裂隙)扩大,常使节理面发生基岩滑坡。(图3、4、5)。基本上概括了神府东胜煤田道路陡崖滑坡和崩塌的基本情况。值得指出的是,许多因早期道路建设中存在的滑坡,由于岩性力学条件差,不时存在着复活的现象。例如前面提到的府谷高石崖基岩滑坡,该滑坡最早发生于1968年,也是因修公路削坡造成。1988年,曾复活一次,而且也造成了相当的损失。但是神府公路在建设时,为施工方便,也没有考虑重新选线,而直接将老公路进行改造,使新修公路竟从滑坡体上通过,结果造成1992年8月6日一次更大的基岩滑坡复活,损失惨重。

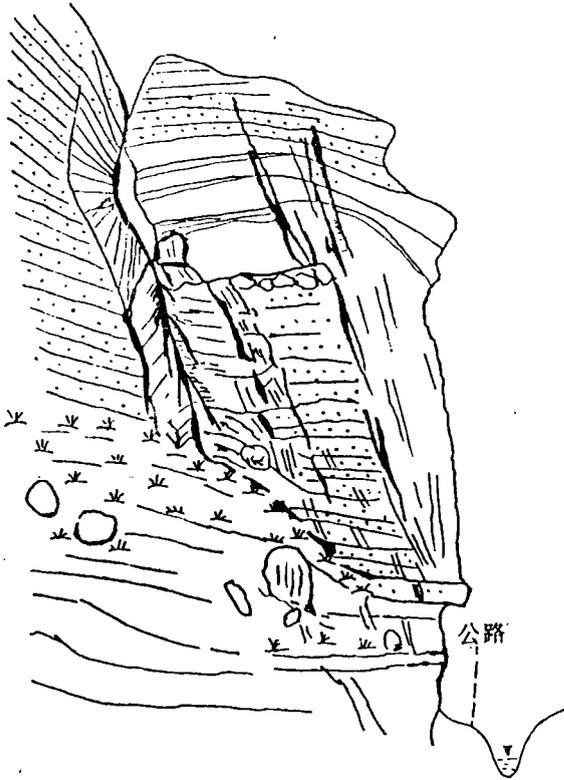


图3 公路两岸基岩滑坡示意图

神府—东胜煤田的道路建设是在时间紧,任务急的情况完成的。大量废弃物没有专门的排杂场,而是就近就方便,就省时省工随意堆放在沟谷,道路边沿的斜坡上。堆积于沟道的废弃物,一般在一两场暴雨中,形成泥石流造成灾害。而堆积于路边斜坡的堆积物则时刻有发生滑坡,土溜的隐患。据研究,由于开矿,剥离表土形成的废弃物其容重降低 $0.12\text{t}/\text{m}^3$ 意味着岩层储水量最少增加12%以上,而且还导致凝聚力相当于原来的7%—30%,内摩擦角降低 $1.4-2.7^\circ$,并随着原岩的致密程度的增加、这些物理力学指标降低更多。这样堆积于路边斜坡的松散物,由于和下部岩层物理性质不一致,表现为储水性,透水性的差异,从而极易导致暴雨期间的滑坡和土溜。大柳塔松散堆积物滑坡形成的原因便在于此。

2.3 人工建筑材料掘取与滑坡崩塌

神府—东胜煤田的开发建设,需要大量的建筑材料,其中包括大量的石料,根据《神府—东胜煤田工程地质报告》表明,大量存在于该地区的块状砂岩是用作各种建筑比较优良的材料,这也是陕北地区用石块做建筑材料的传统习惯,煤田开发之前,由于用量少,且交通不便,石料的采掘是非常有限的。然而在开发建设的初期,由于首先改善了交通状况,加之石料用量急剧增加,因此石料的采掘已成为当地许多农民收入的主要来源,在神木县中鸡乡李家畔村调查表明,该村有2/3的强壮男劳力目前主要从事采石业,该村山坡地沟谷中约15%的地段被开挖取石,极大地破坏了植被,更为严重的是破坏了岩石原有结构,促使滑坡、崩塌、泥石流大量发生。在采石部位,人

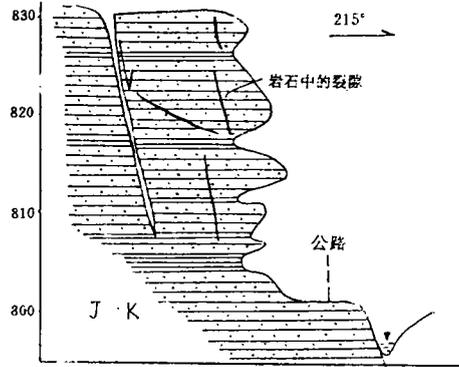


图4 公路旁岸危岩示意图

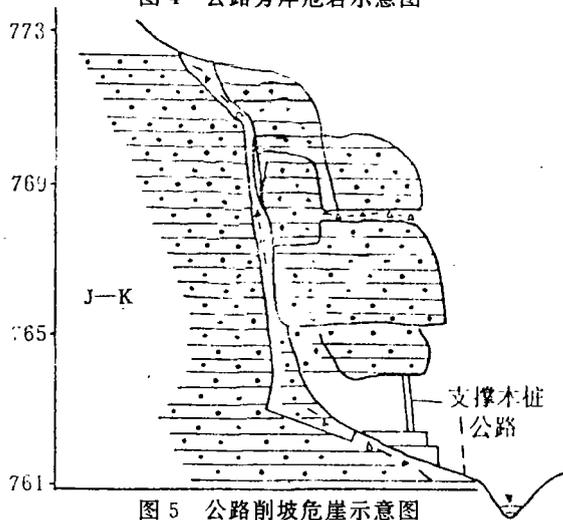


图5 公路削坡危崖示意图

们为了取得块状的石料,往往采用炸药大规模爆破,使基岩原有裂隙进一步扩大,有资料表明^[7],人类在爆破中使用炸药对岩体的破坏力要比物理风化力大许多个数量级。实际量测表明,对于原有裂隙,爆破后,靠近爆破中心的裂隙可增大 1cm 以上,有的直接崩落,有的摇摇欲坠,形成危崖。加之采石过后,更没有采取进一步的防护措施,使这些开采地段均成为危险段。另一方面,由于没有很好地规划采石场,农民采石更是图基所便,不愿去远离道路的深山处采石,而多分布于道路交通方便之处。特别是原修筑公路、铁路已掘开的地段,这就更增加崩塌,滑坡的易发生性和灾害性,在相当的程度上加剧了灾情。

2.4 人工开挖窑洞与滑坡、崩塌

开挖窑洞作为住房是陕北人民长期以来形成的居住习惯,神府—东胜煤田开发建设以来,当地许多农民经济状况好转,当其有一定经济实力之后,第一,就是修缮住房。由于陕北地形复杂,平坦地面极少,削坡造地,是为自己修建庄基,要么直接在陡崖上开挖窑洞,要么造出平地重盖窑洞,在神木县六道沟村,一个 32 人家的小村子,近年来,开山削坡造地作为庄基的约有 1 万 m²,造成的 5m 以上陡崖约 3 000 余 m²,不时的造成崩塌。统计神木县典型滑坡崩塌,约有 40% 以上,是由于开挖窑洞造成的,反过来,这些滑坡和崩塌又时刻威胁着这些新搬户的生命财产安全。调查另一个资料表明,在近年来的新搬户中,约有 60% 以上的人家受到滑坡和崩塌的威胁,图 6 是位于乌兰木伦河右岸一级阶地之上沟谷坡的孙家岔乡神树塔村的一个黄土滑坡,由于在坡下开挖窑洞,形成由沙页岩互层构成的陡崖,于 1981 年 5 月间一次暴雨之中,沿陡坎出现长约 50 余 m、宽约 0.5—0.6m,上下错开 0.5m 以上的裂缝,山坡后下方滑动近 2m,致使坡地下部 6 间房屋 3 间窑洞倒塌,部分窑洞出现裂缝而废弃。目前还威胁 3 户人家的 13 间房屋和 5 孔窑洞。

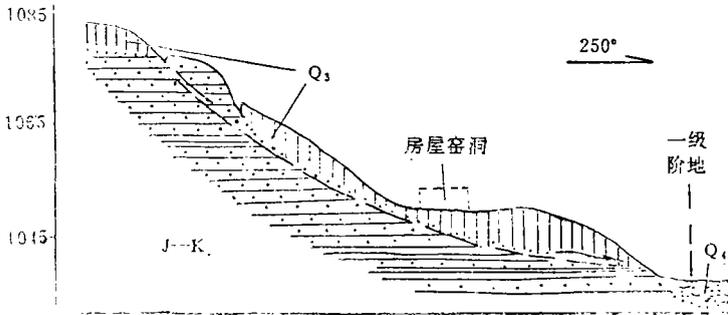


图 6 神木孙家岔神树塔黄土滑坡示意图

3 人为滑坡崩塌的特点

人类工程活动引起的人为滑坡崩塌在许多情况下和自然状态下的滑坡、崩塌相比有着相同的形成机制和相似的特征,而且二者也常常相互迭加。但人为滑坡、崩塌灾害又有着自己独特的一些规律和特点,

概括目前神府东胜煤田的人为滑坡和崩塌活动的特点,主要有以下几个方面。

3.1 人为滑坡、崩塌的分布主要受人为活动的影响,但同时又受自然环境基础的支配

神府—东胜煤田的人为滑坡、崩塌主要分布于人类扰动最强烈、最频繁和地质地貌最复杂的地段,如公路、铁路、采石场、住宅地、工地等,其中以道路两旁的滑坡、崩塌所占比例最大,约 50% 以上;其次是人工开挖窑洞的地段和采石场。但大区域上,自然环境特别是地质地貌基础仍然支配着人为滑坡和崩塌的分布特征,神府—东胜煤田的人为滑坡、崩塌,无论是在数量上,还是在规模上,主要分布于乌兰木伦河下游,孤山川中下游地段。在这里,基岩出露高度高、河流下切

• 设水的比重为 1,岩层含水量增加值为岩石总孔隙度增加量即:

$$\frac{(1 - \frac{\text{容重}2}{\text{比重}}) - (1 - \frac{\text{容重}1}{\text{比重}})}{(1 - \frac{\text{容重}1}{\text{比重}})} \times 100\% = \frac{12}{\text{比重} - \text{容重}1} \%, \text{ 比重} - \text{容重}1, \text{ 一般大于 } 0 \text{ 而小于 } 1, \text{ 所以岩石储水能力至少增加 } 12\% \text{ 以上。}$$

强烈,地形高差大、坡度陡、岩石风化强烈,大型的以人工修路开挖坡角造成的基岩滑坡、崩塌均出现在这一地段。其次是窟野河下游,黄河沿岸的黄土丘陵深切河谷地段,主要以人为开挖窑洞造成的黄土滑坡为主。在目前的煤炭开采中心地段,主要以中小型的人工修路采石、开矿造成的基岩滑坡、崩塌、撒落、以及山坡滚石为主,这主要是与地面还是大量风沙覆盖、河流发育还处于初期阶段有关。

3.2 人为滑坡崩塌发生的根本原因是人类工程活动同地质地貌环境的不协调

神府东胜煤田的开发建设工程是一项规模宏大的系统工程,人类进行的各项建设活动,其类型的多样性和地质地貌条件的复杂性相结合决定了人为滑坡崩塌的类型多,形成机制各异。但其共同原因,是人类在从事各项工程建设活动中对自然环境地质地貌条件存在的盲目的认识,往往轻视了这些条件对人类的报复性,加之工程建设任务的紧迫,考虑观察的时间仓促,从而更加剧了同地质地貌条件的不协调性。实质上,神府—东胜煤田现今存在的大量灾害性滑坡和崩塌,本来都是可以避免的,就是对这种地质地貌条件认识不足而盲目移动土石,破坏了天然岩土体的平衡,而导致了这些灾害的发生,教训是令人痛心的。

3.3 同自然灾害相比,人为滑坡、崩塌强度低、规模小、频度大,危害严重

这里所说的人为滑坡崩塌灾害强度低、规模小是指同自然状态下的滑坡和崩塌灾害的单次灾害相比较而言。从根本上来讲,人类今天改造自然的能力已经很大,但仅是同历史相比较,人类的能力还根本无法同自然力相提并论。一次自然滑坡、崩塌灾害的发生是长期时间能量的积累和释放,是人类活动无法比拟的。再比如,在府谷一带黄河沿岸存在的大型基岩滑坡和崩塌,是黄河峡谷及支流长期切割侵蚀,创造地形的结果,人类在一定范围内的活动,还不能产生如此大范围的滑坡和崩塌。目前在神府—东胜矿区还没有发现上百万立方米的大型滑坡和崩塌灾害。实际上,这也是人类只能减轻自然灾害的危害,而无法从根本上制止自然灾害的根本原因。

人为滑坡、崩塌灾害较自然状态下的滑坡崩塌灾害频度大,危害性严重,其根本原因在于人类工程活动的广度和深度在许多情况下超过自然力,而且超越了自然灾害发生的区域性规律,也就是说,在许多不能或很少发生滑坡、崩塌的区域也可发生或经常发生滑坡和崩塌灾害。如在神府—东胜煤田,目前的开采中心地段,大柳塔地区及其附近,本不是滑坡、崩塌爆发的中心区域,然而,由于近年来的各类工程建设活动的频度增加,从而使爆发了许多人为滑坡、崩塌活动。第二,人为滑坡崩塌灾害多发生于建设工程集中的区域,故其危害性,灾情均大于自然状态下的滑坡和崩塌灾害。据研究,黄土高原乃是中国滑坡、崩塌多发地区之一^[5],但造成的灾害远不如近年来研究的成昆铁路上滑坡和崩塌灾害严重,这说明,灾害造成的损失除受其类型、规模外,同时还与当地社会经济情况有直接关系。黄土高原长期以来是贫穷落后,人口稀少的区域之一,所以滑坡、崩塌造成的灾害还未引起人们的高度重视,而当今在神府—东胜矿区许多大规模的开发建设工程就位于那里,即使一些规模很小的滑坡、崩塌灾害也会引起很大的损失,这也提醒人们,在开发建设的同时,绝对不能轻视这些人为滑坡崩塌以及其它类型的人为灾害。

3.4 人为滑坡、崩塌具有可防止性

由于人为滑坡崩塌主要是人类工程活动的盲目性和不科学性造成与地质地貌环境的不协调引起的,显然,只要正确地科学地认识自然,避免这种盲目性,这种灾害是可以防止的,这是它同自然状态下的滑坡、崩塌灾害一个实质区别。在科学技术高度发展的今天,人类一方面藐视自然力,另一方面因社会或经济原因忽视自然力,导致诱发许多灾害爆发。协调人与自然的关系是摆在人类面前的长期课题,也是需要全人类共同努力才能解决的课题。

4 为滑坡、崩塌的防治对策

根据神府—东胜煤田人为滑坡、崩塌的形成特点,结合煤田地区目前的自然环境,可提出如下策略进行讨论。

4.1 普及人为灾害的防范意识,加强开发与环境建设相结合。人为灾害的严重性和危害性在神府—东胜煤田还没有被深刻地认识和防范,使许多本来可以避免的灾害,由于不顾地质地貌环境特点的工程建设活动,特别是群集而上的掠夺式的煤炭资源开发,导致灾害更加严重。只有加强这方面的科普工作,提高自觉建设保护地质环境的思想意识,把开发与建设环境有机地结合起来,才能最大限度地减轻自然灾害,制止人为灾害对人类的报复。

4.2 解决人为灾害制止与防治前期工作费用投资渠道。目前对于各种灾害一般都是,灾来了救灾,无灾而不防灾的作法,救灾有费用,而防灾无费用。很多人为灾害,包括人为滑坡、崩塌,本通过监测评价,采取必要措施后是可以避免的。如在道路建设中,本可以对于一些不稳定或半稳定的滑坡可采取避或绕或者加固,则可以避免损失,然而却为了一时的经济效益,强行从滑体通过,结果造成极大损失。大量研究表明,造成灾害后,进行治理和受灾损失费用往往是防治前期工作费用的几倍到几十倍。因此,在资金投向上,应重视以防为主,做好前期工作。

4.3 建立和加强自然灾害和人为灾害的监测站网和数据库系统。掌握地质生态环境变化规律以及各种灾害的发生发展规律和动向,为区域开发建设规划提供信息。

4.4 滑坡、崩塌防治。对于已发生滑坡、崩塌的地段,必须彻底消除其堆积物,并将清理碎屑物堆放在的排杂场,不得随意堆放,更不能将其堆放在路边斜坡,或直接堆入沟道,以避免松敏堆积物的再次滑坡各沟各泥石流的形成。对于发生滑坡、崩塌过后形成的危崖、陡壁、应采取一些工程防护措施时行处理,主要包括:

挡:是指在危崖地段修建挡土墙建筑物,挡住土体,岩体不滑,挡住再次撒落、崩落和滚落的碎屑物,使其不直接威胁路面及建筑物。

减:是改变陡壁危崖的应力状态,从上部由强削坡处理,减轻上部岩土体的重量,减缓陡崖的坡度,使之适应于碎屑物质的休止角,防止下滑和崩落。

固:是指贴着危害陡崖的崖面,修建加固建筑物,保护崖面不再下滑,增加下部悬空处或欠弱面的支撑能力,使上部岩土体加固或维持稳定。

排:指在危崖上部修建排碎屑工程或排水工程,一是使碎屑物集中指是部位散落,二是排干危险着土体的周围来水,减轻危害岩土体的重量。

滑坡、崩塌防治的工程措施一定强调与生物措施相结合。

只有这样,才使工程措施发挥长久效益,并从根本上改善当地脆弱的生态环境。

4.5 建立和加强人为工程地质灾害的科学研究体系:加强科学研究,发展环境灾害学,加强对工程地质灾害发育规律和防御体系的研究,充分认识和掌握当地地质地貌环境条件,尽可能地避免这些不利现象连续灾害的发生。在工程建设的前期阶段,必须加强调查研究,合理规则,对危险或脆弱地质条件地段,事先采取能绕则绕的原则,实在不能绕或避的,则事先采取工程防护措施,把可能发生的灾害现象消灭于发生之前。对于人工采石,或必要的采石废弃物质,要做到合理规划,前边挖、后边立即清理,并规划合理的排渣场,以使这些废弃物质有一个合理的去处。

根据矿区的环境特点和区位特征,相信只要做到不违背自然规律,合理开发、合理规划,相信工程地质灾害依如滑坡,崩塌,泥石流等均能够防止,使开发建设顺利进行。

参考文献

- 1 中国 21 世纪议程. 中国 21 世纪人口, 环境与发展白皮书. 中国环境科学出版社, 1994
- 2 A. N. 斯特拉勒, A. H. 特拉勒. 现代自然地理学. 科学出版社, 1986
- 3 杜恒俭等主编. 地貌学与第四纪地质学. 地质出版社, 1981
- 4 张威恭, 黄鼎成等. 人类活动与诱发灾害. 中国科学地质部, 中国自然灾害灾情与减灾对策, 湖北科技出版社, 1990
- 5 唐克丽主编. 黄土高原地区土壤侵蚀区域特征及其防治途径. 科技出版社, 1991, 3
- 6 张平仓等. 神木试区六道沟流域环境地貌特征. 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊, 1993, 18
- 7 陈静生编著. 环境地质学. 中国环境科学出版社, 1986

(上接第 17 页)

- 3 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区北部风沙区土地沙漠化综合治理. 科学出版社, 1991
- 4 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区综合治理开发简要报告集. 中国经济出版社, 1992
- 5 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区土壤资源及其合理利用. 中国科学技术出版社, 1991
- 6 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区工矿和城市发展的环境影响及其对策. 科学出版社, 1991
- 7 中国科学院黄土高原综合科学考察队. 黄土高原地区水资源问题及其对策. 中国科学技术出版社, 1990
- 8 中国科学院黄土高原综合考察队. 黄土高原地区能源资源的合理利用及农村能源解决途径. 科学出版社, 1991
- 9 张平仓等. 皇甫川流域河口悬移质泥沙来源数量分析. 水土保持学报, 1989(4)
- 10 任京柱等. 神府煤田开发对水土流影响的评价及预测. 神府地区资源与环境遥感调查及制图, 科学出版社, 北京, 1994
- 11 唐克丽等. 黄河中游大型煤田开发对侵蚀和产沙影响的研究. 黄河流域的侵蚀与径流泥沙变化, 中国科学技术出版社, 1994
- 12 中国科学院水利部西北水土保持研究所集刊. 第 18 集, 第 9 集, 1989, 1994
- 13 黄委会黄河中游治理局. 窟野河流域综合治理规划报告. 1989
- 14 甘枝茂. 陕晋蒙三角地区的土壤侵蚀. 水土保持学报, Vol. 2, No. 3, 1988 年 7~9 月
- 15 刘利年. 国内外开发工矿区造成的恶果和复垦经验. 水土保持通报, 1986 年第 2 期
- 16 金书源、白述英. 开发鄂尔多斯煤田, 要特别重视水土保持和环境保护. 水土保持通报, 1986. No. 2
- 17 陕西省神府煤田水土保持考察组. 神府煤田潜在危害, 综合治理刻不容缓. 水土保持通报, 1986. Vol. 6 No. 5
- 18 李学曾. 陕晋蒙能源开发区粮食基地的国土整治. 水土保持通报, 1988. Vol. 2 No. 3
- 19 谢永生等. 陕晋蒙能源开发区粮食基地的国土整治. 水土保持通报, 1988. Vol. 2 No. 3
- 20 张胜利等. 神府东胜煤田开发对侵蚀产沙的影响. 水土保持通报, 1992. Vol. 6 No. 2
- 21 侯庆春、唐克丽. 晋陕蒙接壤区水蚀风蚀交错带生态环境特征. 水土保持通报, 1994. Vol. 14 No. 2
- 22 王治国等. 黄土区大型露天矿排土场岩土侵蚀及其控制技术的研究. 水土保持学报, 1994. Vol. 8 No. 2
- 23 杨勤科等. 晋陕蒙煤田开发区的环境与农业. 西北国土开发与地理建设, 西北农业大学出版社, 北京, 1992