

# 陕南滑坡、泥石流的形成条件及防治措施

吴占凯

(河北省地质矿产局第九地质队)

## 一、前言

1981年秋季,陕西南部一带连降暴雨,遭受了百年不遇的洪涝灾害,随之而产生的滑坡、泥石流,给国家财产和人民生命造成重大损失。据凤县、留坝、略阳、宁强等县的不完全统计,共发生滑坡、泥石流约2万处,规模大者约3,000处,摧毁房屋1.6万多间,死亡人数占洪涝灾害死亡人数的46%,经济损失达11亿元以上。

党中央对灾区人民十分关心,派出了以杨静仁副总理为首的中央慰问团对灾区人民进行慰问和视查,同时派有关单位的科研人员对灾区的滑坡、泥石流进行了调查。本文即是在陕西省地质矿产局第一水文地质队对凤县、留坝、略阳等县灾区进行野外调查的基础上,经过综合分析研究后撰写的,着重探讨滑坡、泥石流的形成条件及防治措施。

## 二、滑坡、泥石流的形成条件

任何滑坡、泥石流的形成都有它的孕育、发生、发展及消亡过程,而且是在多种因素综合作用下的结果,其中主要的因素则是地质、地貌及气象等。

(一)地质条件。滑坡、泥石流多发生在第四纪松散堆积物和基岩风化壳地区。根据其组成物可分为黄土滑坡及泥流、基岩滑坡及泥石流。

1、黄土滑坡及泥流。黄土滑坡的堆积物以淡黄、棕黄色的风积黄土为主,极少为冲积砾卵石。它的后缘多与基岩接触。由于黄土的垂直节理及大孔隙发育和遇水后具湿陷性等特点,因此,易接受降水和地下水的补给。当降雨后,降水除一部分以地表迳流形式排泄外,另一部分则通过基岩风化壳及破碎带转为地下径流,沿基岩层理、裂隙及断裂等通道不断流入基岩与黄土接触处,使黄土饱和而具湿陷性,破坏了黄土原有的稳定性,很容易形成滑坡、泥石流。地下水同时起到润滑剂作用。

滑坡发生后,多有泉水出露,流量一般小于1升/秒,但滑坡体内部的土体却是干燥的。它说明,滑坡的产生是在地下水作用下的结果。

泥流的堆积物同黄土滑坡。当滑坡发生后,如前面是冲沟,且坡度很陡( $>15^\circ$ ),在地下水、地表水及重力作用下,以稀泥状向前流动,即成为泥流。流动距离视地形条件的不同可达数百米至上千米以上。

2、基岩滑坡及泥石流。基岩滑坡的组成物一种是以残积、坡积的块石、碎石及泥质物等组成,碎石、块石占50—80%以上,分布在基岩山麓斜坡处;另一种滑坡发生在基岩风化壳,由于岩层倾向与地形坡度一致,滑坡体(风化壳)沿岩层的层理倾向向下滑动,往往发生规模巨大的滑坡。

如凤县河口公社高松树滑坡，岩层倾向NW50°，山坡倾向NW40°，二者近乎一致。本区的基岩为白垩纪砾岩夹砂岩及薄层黑色碳质泥岩、页岩，滑坡体以底部不稳定的薄层黑色碳质泥岩、页岩为滑动面向下滑动，形成规模巨大的基岩滑坡。滑坡发生后，顶面上的所有房屋、农田被毁。

滑坡的前舌形成很多鼓丘和巨石，巨石大者可达数十立方米，致使安河被堵，上游河道变成水库，在滑坡后缘的滑壁下形成了马蹄形洼地，并有少量地下水出露。

泥石流多发生在冲沟的沟脑，组成物由坡积和残积的碎石、块石、泥土等组成，其中粗块状物占40—70%。一般可流经数百米至数千米。流经距离决定于形成区的高程及堆积物的数量和地形条件，往往在坡缓的开阔处堆积下来。当它进入河流，这些物质对桥涵、堤坝等设施有极大的撞击力而使之遭到破坏，或造成河流堵塞致使改道，形成洪水泛滥，因而它具有巨大的破坏性。

在基岩山区，薄层状岩层比块状岩层易发生滑坡。如千枚岩及泥页岩分布区的滑坡、泥石流最多且最严重。上述地区由于风化严重，风化层的厚度大，厚者可达数十米，表部岩性呈疏松状，加之薄层千枚岩本身所具有的油脂光泽、易碎等特点，使它的抗压、抗剪强度很弱，因此千枚岩分布区最易发生滑坡、泥石流，其破坏性也最严重。另在构造破碎带和新构造活动地带的滑坡、泥石流也较多。

**(二) 地貌条件。**调查区为中山区，山势陡峻，构造复杂，相对标高一般在200—600米，表面坡角多在15—40°以上，为滑坡、泥石流的发生提供了有利的地貌条件。

1、泥石流发生区。根据泥石流所处地貌部位可分为形成区、流通区和堆积区。

形成区分布在地形较高的冲沟的沟脑部位。一般高出河床200—400米，多呈前低后高的圈椅形凹谷，坡角10—20°。它的汇水面积较大，一般在1平方公里以上。由于基岩不断地被风化和坡积、崩塌等，堆积了大量的疏松物质，厚度可达数米至数十米，为泥石流的形成提供了充足的物质基础。

流通区分布在形成区下游的沟谷。一般长达数百米至数公里，沟谷纵向坡角6—20°，泥石流发生前，谷底多呈“U”字型，发生后即成“V”字型，是泥石流流经的通道。

堆积区在沟谷谷口与河流交汇处，或是宽谷及开阔地带，是泥石流的堆积区。泥石流所携带的大量物质，随着地形坡度变缓和能量的逐渐消失而在此堆积下来。

2、滑坡发生区。滑坡常发育在河流的Ⅱ—Ⅴ级阶地、冲沟的两侧以及山麓的山坡地带，特别是黄土覆盖区更为多见。滑坡发生的位置一般高出河床50—200米，表面坡角20—40°，当坡角超过50°时最易发生滑坡。

在河流与冲沟交汇处，由于水流的冲刷、切割，也往往形成滑坡。

值得指出的是，在一些基岩山区，虽然植被覆盖很好，但因坡陡和连降暴雨，也发生了滑坡或滑溜现象。但与植被覆盖不好所形成的滑坡（或滑溜）的规模和危害程度有明显差异。前者呈线状分布，后者呈面状分布。这些滑溜一般是基岩风化壳的表皮滑动，厚度一般1—2米，表面坡角一般大于40°。

**(三) 气象条件。**长期连续降雨是滑坡、泥石流发生的诱发因素。调查区内自7月中旬至8月中旬持续以小雨为主，8月14日至9月13日持续以大雨和暴雨为主，总降雨量为750毫米，占年平均降水量的85—90%。其中8月21日8点至20点的降雨量达100—145毫米，雨强为8—12毫米/时。由于降雨持续时间过长，降雨量较大，除一部分以地表迳流排入河流中外，有相当数量的降水沿岩石的裂隙、孔隙进入地下，使疏松岩石逐渐达到饱和，自重增加，内摩擦系数减

小，降低了岩石和土体的抗滑强度，发生了滑坡、泥石流。因此，地下水对滑体起到了润滑剂作用，这是产生滑坡、泥石流的诱发因素。

**（四）人为因素。**除上述的几种主要因素之外，人为因素对滑坡、泥石流的发生也有十分重要的作用。建国以来，随着工农业生产和国防建设的迅猛发展，大量地修筑了铁路、公路、桥涵、厂矿、楼房，施工中的人工爆破和农业上的毁林开荒、修造梯田、兴修水利等，破坏了自然植被和地形、地貌，这是诱发滑坡、泥石流发生和发展的人为因素。例如，原来很狭窄的河道，因某种工程的需要而大量地开挖山体，使边坡坡角变成陡壁，降低了岩体的稳定性；山区土地稀少，凡有疏松土的地方都开荒种地、修造梯田，严重地破坏了地表植被，使大量的降水渗入地下，破坏了土体原有的稳定性，加剧了滑坡、泥石流的发生。

综上所述，滑坡、泥石流发生的原因不是单一的，它是在多种因素综合作用下的结果。就本次大规模滑坡、泥石流的发生来看，原地质、地貌条件并未发生明显变化，其主要原因则是长期、连续的降雨。

### 三、滑坡、泥石流的预防及治理

滑坡、泥石流的发生给国家和人民的生命、财产造成极其惨重的损失。为此，我们应加强滑坡、泥石流的预防及治理。任何滑坡、泥石流的形成都有它的发展规律，既有自然规律，也有人为因素，必须吸取教训，制订措施，防患于未然，以减少国家财产的损失和对人民生命的危害。

1、加强对滑坡、泥石流的调查研究，建立滑坡、泥石流动态监测网，掌握变化规律，积极开展预报工作，加强滑坡、泥石流的理论研究，服务于民。

2、在山区，加强植树造林，植草护坡，保护自然生态的宣传教育，搞好水土保持。

3、对边坡陡坎和有滑坡迹象区以及现有的滑坡、裂缝等不利地段都要填平、补齐、夯实，不留沟槽，以防水流渗入。

4、在滑坡后缘滑坡弧上及黄土与基岩接触处修排水渠、排导沟等工程。地表的斜坡及冲沟用石衬砌加水泥灌注，已有的水泥沟槽如发现裂缝要及时修整。

5、对规模大、威胁严重的滑坡应进行勘探，以查明滑坡坡床位置及地下水位、水量，采取工程措施进行处理。对于水位浅的滑坡在其两侧剪切谷及前舌打平洞或大口径辐射井等，排泄地下水，降低地下水位至安全部位。

6、在滑坡分布多且严重的地区，为防止河流侵蚀、切割岸边坡角，可在上游凿洞迫使河流改道。

7、对小型滑坡可在前舌修筑挡土墙（石砌），防止下滑，挡土墙尽量坐落在基岩上，且要坚实、宽大。

8、为防止泥石流破坏桥涵、铁路、公路等，可在上游设置不同距离的挡土墙、排导沟等工程设施，以减缓泥石流的冲击力。

9、对不稳定的滑体和大块石等应剥除，消除隐患。

10、避免对山体开挖过深、过陡，尽量保护山体自然坡角不受破坏，以保持其稳定性。

11、提倡“以防为主，防治结合”的方针。