

文章编号: 0451-0712(2005)07-0106-07

中图分类号: U418.55

文献标识码: A

山区公路滑坡与环境关系的探讨

刘红卫, 苏生瑞, 孙方强

(长安大学地质工程系 西安市 710054)

摘 要: 随着西部大开发的蓬勃开展, 人们普遍认识到基础设施的重要性, 这其中公路建设摆在了首要位置, 但是山区公路滑坡灾害却严重影响了公路的建设速度。以元磨高速公路为依托, 研究了山区公路滑坡与地层岩性、地质构造、地形地貌、水文地质、大气降雨、地震、植被以及人类活动等之间的关系。最终得到一个结论: 研究公路滑坡, 首先要从研究影响滑坡的基本要素入手, 这样才能标本兼治。

关键词: 山区公路滑坡; 内因; 外因; 人类活动

公路建设在国民经济发展中占有极其重要的地位。随着西部大开发的蓬勃开展, 人们普遍认识到基础设施的重要性, 这其中公路建设无疑是龙头。在“十五”规划中, 西部路网建设被摆在了一个十分突出的位置上, 西部省份一共要新建公路 15 万 km。但是, 西部的广大地区都位于丘陵和高原地区, 在山区修建公路, 必然会带来比平原地区多得多的地质灾害问题, 公路滑坡灾害是众多工程地质灾害中最为突出、最为严重的问题。例如: 云南的大(理)保(山)高速公路全长约 166 km, 共有滑坡 107 个, 平均约为 0.64 个/km; 云南的元(江)磨(黑)高速公路全长 147 km, 滑坡有 161 个, 平均为 1.10 个/km。

伴随着公路等级的不断提高, 公路造价也不断增长, 从过去单位公里造价几万元, 到现在数百万元乃至数千万元, 造价增长了千倍。因而, 公路一旦发生滑坡灾害, 将引起巨大的经济损失; 同时, 将极大地影响国家和地方的社会经济发展和人民生活。如 1996 年发生在玉溪市澄川的公路滑坡, 造成公路长期瘫痪, 合计经济损失达上亿元, 是建国以来最大的公路灾情; 2003 年 9 月, 发生在云南省新县到中课的 8 处公路滑坡堵塞, 中断公路, 造成直接经济损失 300 多万元、间接经济损失 2 000 多万元。

因此, 公路滑坡灾害已经是我国在西部高等级公路建设过程中不得不面对的重大工程地质问题。要使西部高等级公路得到长治久安, 首先要解决公路的滑坡灾害问题。

本文以元磨高速公路为例, 通过深入分析公路沿线的地形地貌、地质构造、地层岩性、地震、水文地质条件、大气降雨以及地表植被等条件, 分析统计山区公路滑坡与环境之间的关系。

1 公路滑坡产生的内在原因

1.1 公路滑坡与地层岩性密切相关^[1,3]

公路滑坡的产生与公路沿线斜坡的岩土性质关系最为密切。根据大量滑坡调查研究, 最容易产生滑坡的地层必须具有受水结构、聚水条件和软弱面。根据大量滑坡调查研究, 我国最容易产生滑坡的地层有以下几种类型。

(1) 粘性土滑坡。包括第四系冲积、湖积和残积的粘土, 上第三系~第四系下更新统杂色粘土和具有膨胀性的裂隙粘土。在粘性土层中, 一般上部地层较松散, 易渗水, 下部比较致密起隔水作用。当水下渗后, 在其分界处构成软弱滑腻面, 常使上层土体沿此结构面滑动。

(2) 黄土滑坡。包括各种成因的第四系更新统、全新统黄土, 以黄河流域中游为主。此类滑坡在云南山区很少见。

(3) 堆填土滑坡。人工填筑的路堤土及弃土, 常产生: ①路堤边坡滑坡及沿老地面滑动的堆积土滑坡; ②由风化岩石堆填斜面形成的路堤溃爬; ③因斜坡弃土产生的沿倾斜基岩顶面的滑动; ④由于基底松软潮湿, 因高路堤而产生的基底以下的滑动或挤出。

(4)堆积土滑坡。除上述 3 类以外,包括其余所有的第四系堆积物,其中常产生滑坡的有:①砾石土(洪、坡积为主);②碎石土(坡、残积为主);③碎块石土(崩积、崩—坡积、古岩质滑坡堆积)。

(5)岩石滑坡。各种较完整的岩石,其中易产生滑坡的有:①半成岩的各种沉积岩;②各种页岩、泥岩、泥灰岩、凝灰岩等软岩石,或砂岩、石灰岩和喷出岩等硬岩与其共同组合成各种岩组;③千枚岩、片岩、板岩等;④风化轻微,强度降低,但未松散破碎,岩体尚完整的各种岩石。

(6)破碎岩石滑坡。岩体失去完整性、松散破碎的各种岩石。按破碎主要原因分为:①构造破碎岩石——断层带的及强烈挤压之较小褶曲顶部的破碎岩石;②风化破碎岩石——严重风化后,松散破碎的岩石;③古岩石错落体。

根据上述滑坡的分类,在实际调查和资料整理的基础上,选择了元磨高速公路沿线 112 处滑坡路段,对地层岩性进行了分析,统计结果见表 1。

表 1 元磨高速公路沿线滑坡分类

滑坡分类	粘性土滑坡	黄土滑坡	堆积土滑坡	堆填土滑坡	岩石滑坡	破碎岩石滑坡
数量/处	9	0	27	2	53	21

从表 1 可以看出,元磨高速公路沿线以岩石滑坡发育最多,其次是堆积土滑坡和破碎岩石滑坡,没有发育黄土滑坡。

1.2 公路滑坡与地质构造有关^[2]

在漫长的地质历史时期中,地球经历千亿次不同规模的地质构造运动,才形成了现今高原、丘陵、平原和盆地等。也就是说,没有地质构造运动,就没有现在的山脉和河流。同时,也造成了各种各样的自然地质灾害(滑坡、泥石流和崩塌等),它们必然与大地的构造有着必然的内在联系。

在不同的构造单元,滑坡发生的规模和数量是不同的。

(1)活动性强的构造及不同构造单元的交接带易于产生滑坡:诸如在槽向斜、槽背斜、断褶带和块断带等活动性强的构造单元,山坡都不稳定,滑坡分布密集;不同构造单元的交接带,滑坡分布也有集中表现。

(2)大断层带附近滑坡常集中分布:大断层带附近岩层往往破碎,有利于地下水活动及滑坡产生,其滑坡类型则多属破碎的岩石滑坡或堆积层滑坡;若

公路线路平行于断层走向,常有滑坡连续分布的特点;几条断层交错,则常有大型滑坡或滑坡群分布;断层上盘,滑坡产生机率更大。

(3)褶皱轴部滑坡分布较为集中:褶皱轴部,尤其是倒转褶皱的轴部,由于岩层十分破碎,破碎岩石与堆积土集中分布,因而易于产生滑坡。

(4)各种软弱结构面上陡下缓的组合是产生滑坡的重要条件:各种不同成因的结构面,包括不同风化程度的岩体接触面,当其垂直临空面方向形成上陡($>60^\circ$)下缓($<40^\circ$)的空间组合,且因各种原因切割而暴露了该软弱结构面时,将易产生滑坡,大多数层面滑坡、构造面滑坡和接触面滑坡,都有这种结构面上陡下缓的组合规律。

由于历史上大陆板块的运动,在云南地区形成了一系列的深大断裂带,如川滇构造带和三江断裂带,它们以地震活动为代表的新构造运动十分活跃,沿带岩体破碎,区域稳定性和斜坡稳定性条件差。

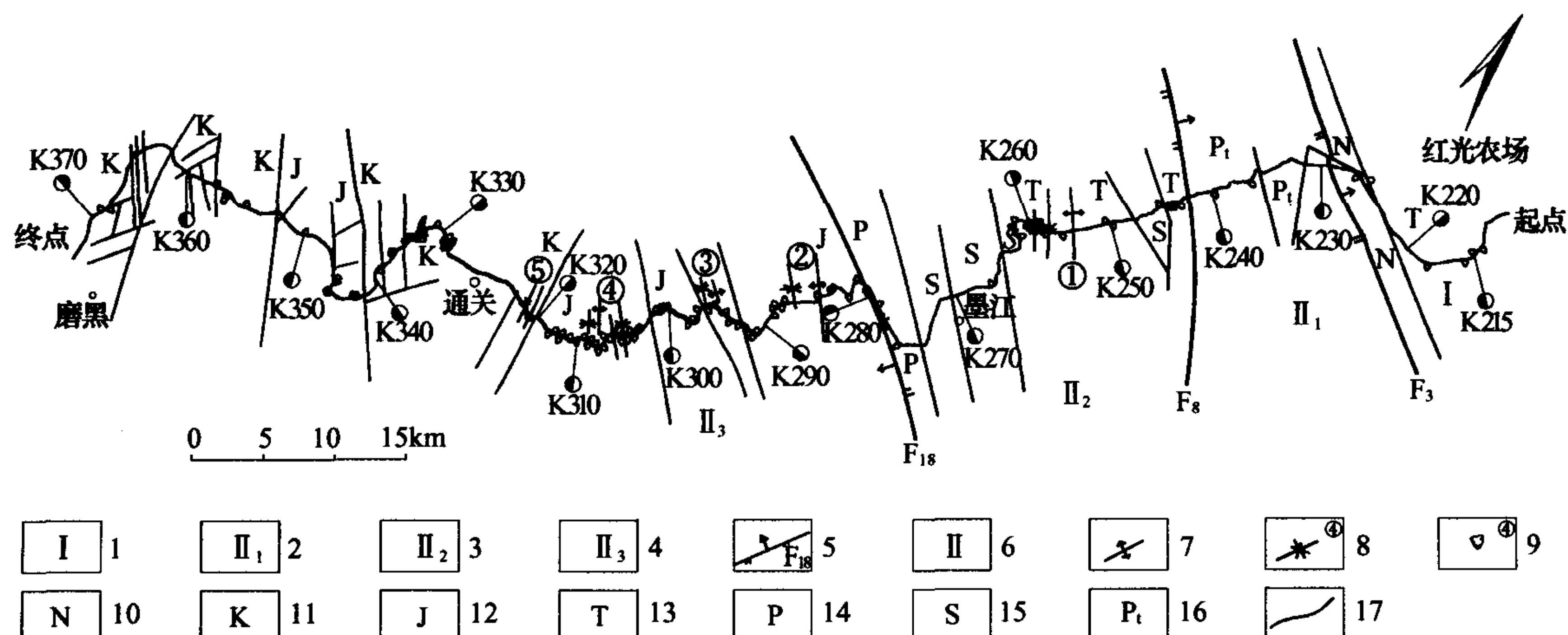
元磨高速公路跨越不同的大地构造单元。以红河深大断裂(F_3)为界,线路东部为“扬子准地台”,线路经过的大部分西部地段属“滇西准地槽”(图 1)。

红河深大断裂以东,以元古界古老的变质岩系为基底,盖层构造,以中生代盖层三叠系、侏罗系和第三系为主。接近红河深大断裂为晚第三系断裂盆地。红河深大断裂以西依次发育有哀牢山褶皱带、墨江褶皱带和滇西褶皱带。

元磨高速公路沿线范围内,从更广区域上看,以红河深大断裂为界,地质构造特征明显不同。东部地台较为稳定,褶皱宽缓,断裂不太发育;西部地槽区褶皱紧密,线状排列,区域性大断裂异常发育,并继承性活动。红河深大断裂、哀牢山深大断裂和阿墨江深大断裂等断裂长期活动,频繁的基性—超基性岩浆活动,揭示了西部地槽区硬化程度不高及后期的地壳活动性,也预示着在内、外动力地质作用联合作用下,某些地段必定有地质灾害发生。

从图 1 可以看出,96.4%的滑坡集中在红河深大断裂以西的滇西准地槽区,尤其是在哀牢山褶皱带、墨江褶皱带和滇西褶皱带最为发育,占滇西准地槽区滑坡总数的 88%。

综上所述,断裂构造对公路滑坡发育的机理可以简述为:断裂带及其附近,岩体裂隙节理发育,岩体破碎,地下水活跃及地形坡度较大,故易形成滑坡。根据构造地质学原理,在活动断裂带,断裂的端点、断裂和褶皱的拐点或交汇点以及转弯部位均是



注：1——扬子准地台；2——哀牢山褶皱带；3——墨江褶皱带；4——滇西褶皱带；5——区域性大断裂；6——性质不明断裂；7——背斜；8——向斜；9——滑坡；10——第三系；11——白垩系；12——侏罗系；13——三叠系；14——二叠系；15——志留系；16——元古界变质岩系；17——元磨公路。

图1 元磨高速公路地质构造

地应力最易释放的部位,统计资料也表明,这些部位也是公路滑坡易发生的部位。

1.3 公路滑坡与地形和地貌有关^[2]

滑坡是现代地貌发展过程的一种表现形式,滑坡的分布与地貌发展过程及地表形态有直接的关系。

(1)中等至深切割(相对高度大于500 m)的峡谷区,岸坡陡立,崩塌有之,但滑坡较少。

(2)宽谷地段,反映构造运动相对宁静和岩性软弱,多由平缓斜坡或河流阶地组成。河流阶地,滑坡一般少见;谷坡上部为冲蚀、下部为坡积的坡型,坡度为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$,一般亦无滑坡产生;重力堆积坡,是已经产生古滑坡的堆积地貌,在自然或人为因素作用下时常复活,是最不稳定的山坡。

(3)峡谷陡坡地段的局部缓坡区,是重力堆积地貌或水流—重力堆积地貌,是过去的古岩堆、古错落、古滑坡或洪积扇组成。当开挖时常出现古老滑坡的复活,古错落转为滑坡,或者出现新滑坡活动。

(4)凸形山坡或凸出山嘴,当岩层倾向临空面时,可产生层面岩体滑坡;有断层通过时,则可产生构造面破碎岩石滑坡。

(5)单面山缓坡区常产生沿层面的顺层滑坡和堆积层滑坡。单面山是由于沿岩层走向的构造线及岩性差异而形成陡崖与洼槽相间的特殊地貌,因而,当山体由软、硬相间的岩层组成时,往往会出现大量顺层滑坡;若是由软层组成的洼槽,则洼槽下往往为崩积、坡积或洪积形成的堆积物所占据,在地下水作

用下,极易产生堆积层滑坡。

元磨高速公路属于云贵高原西部、横断山脉南延地区和哀牢山中山亚区,地势东西低、中部高,无较大平坝,一般海拔2 000 m左右。线路通过主要山脉为哀牢山及无量山,近垂直穿越2座山脉,横跨山间的河谷主要是属于红河水系的元江、阿墨江和把边江,构成了二高三低的基本轮廓,使线路走廊穿越复杂的地貌单元。由于新构造运动的影响,区内高山峡谷特征明显,河流切割深,河谷呈“V”型,地形陡峻,自然边坡陡,巍峨险峻,高低悬殊,属强烈切割的高、中山地貌。

据现有元磨高速公路112个滑坡资料的统计,元磨高速公路48.3%的滑坡发育在强烈切割的高、中山地形地段;29.4%的滑坡发育在中等切割的中山地形地段;22.3%以上的滑坡发育在构造剥蚀地形地段。80%~90%的公路滑坡发生在地形坡度为 $20^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 的坡度段内(具体如图2所示)。

公路一般是沿较平缓的地面展布,也就是说主要展布于盆地、河谷地带或山顶部位。根据对元磨高速公路沿线滑坡的统计,沿河公路滑坡和山坡公路滑坡各占1/2,均为56个。

公路滑坡灾害沿公路的分布不均匀,具有相对集中的现象(图2),往往集中在2种不同地形的过渡区。综上所述,地形和地貌对元磨高速公路沿线滑坡灾害的分布具有一定的控制作用。

1.4 公路滑坡与水文地质条件有关

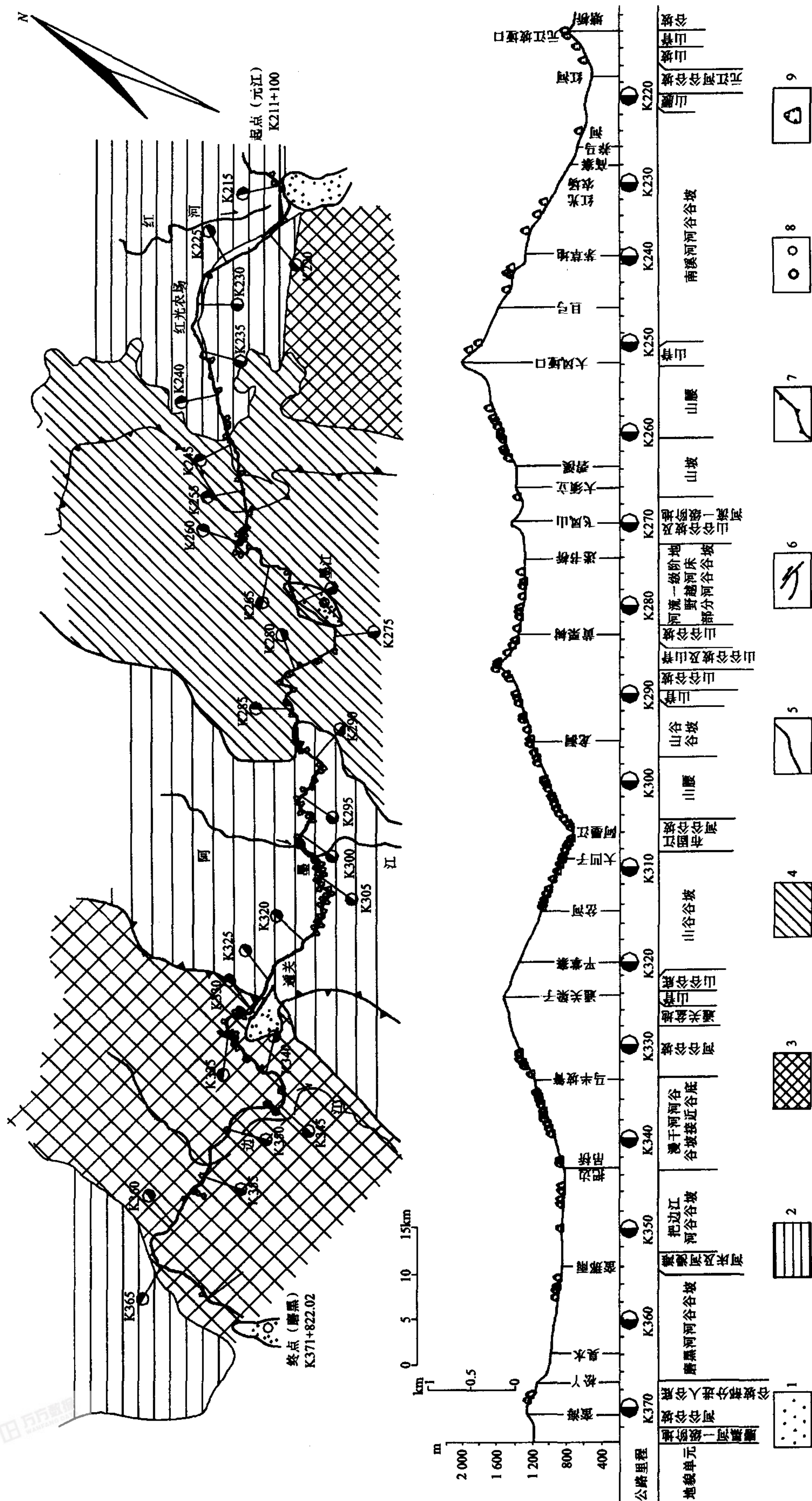


图2 元磨高速公路沿线地形和地貌

注: 1——侵蚀堆积地形; 2——强烈切割的高、中山地形; 3——中等切割的中山地形; 4——构造剥蚀地形; 5——设计公路段; 6——河流; 7——地表分水岭; 8——县城、镇; 9——滑坡。

(1)山区缓坡、凹形山坡或河谷坡上的大量第四系松散堆积土层,由于结构不均匀,常常具有多层不连续的含水层和隔水层相间的水文地质结构。而且,堆积层与其下伏基岩顶面的透水性存在明显的差异,大量地下水沿基岩顶面活动,并降低该土层(带)的强度,从而容易产生滑坡。

(2)具有地下水补给构造(如断层破碎带)或蓄水构造(如向斜轴部)的山坡,由于内部大量汇集地下水,往往产生滑坡。尤其是断层的存在,常使地下水和地表水以及不同含水带(层)之间发生水力联系,以致坡体内地下水十分丰富和复杂,常常直接导致山坡滑动。

(3)具有汇集地下水的埋藏基岩古沟槽地段,容易发生大型堆积层滑坡。这是由于要造成巨厚堆积层滑动,必须有足够的地下水活动,而埋藏于堆积层以下的基岩古沟槽则具备这种条件。

(4)地表水或基岩裂隙水渗入风化破碎岩层内,并在下伏隔水岩层顶面聚集,是产生顺层滑坡和构造面破碎岩体滑坡的条件之一。由于斜坡上部岩层风化破碎或裂隙发育,透水性强,下部岩层较完整或为相对隔水的软岩,使斜坡具有季节性充水的条件。这种季节性裂隙水是大部分沿层面滑动的岩体产生滑坡的条件之一。

元磨高速公路基本上是与河流相伴而行。K215~K219段与元江相伴而行,K220~K252段与元江支流南溪河一直相伴近于平行,K302~K307段从阿墨江旁经过,K307+500~K323+800段与阿墨江的支流大湾河近于平行,K342+700~K353段与把边江平行,在K354~K371段线路基本穿越在把边江支流磨黑河两岸。

元磨高速公路区内分布有松散岩类孔隙水、基岩裂隙水和岩溶水3大类,以基岩裂隙水分布最为广泛。松散岩类孔隙水主要分布于冲积、冲洪积砂砾石层和残坡积松散堆积物中。在盆地、河谷地段含水丰富,斜坡地带相对较少。如甘庄坝子(K211+100~K212+700)、南溪河阶地(K222+700~K227+000)、墨江碧溪至墨江坝子(K264+400~K282+100)以及通关坝子(K324+315~K327+500)等处。冲、洪积物中的地下水动态变化小,残、坡积物中的地下水动态变化大。基岩裂隙水广泛分布于沿线基岩地层之中,富水性随各段地层岩性、构造和地形而异。一般岩体上部节理裂隙发育,富水性较强。地下水多呈泉水形式从坡脚或沟谷中出露。裂隙水发育

处,往往岩体破碎,残、坡积层厚。全线除松散岩类孔隙水地段外,几乎都是基岩孔隙水发育地段。岩溶水只有K279+700~K280+900段发育。

2 公路滑坡产生的外在原因

2.1 公路滑坡与大气降雨的关系

大量的调查表明,滑坡大都与降雨有关。在降雨量较多,雨季持续时间较长的滑坡地段,大量雨水渗入滑坡体内,使岩(土)层潮湿软化,从而降低了抗剪强度,也导致容重增大,润湿了滑动面,滑带土石被软化;同时,水的浮力使被动土压力减少,水的静压力和动压力产生溶蚀作用。可见降雨对滑坡的影响,主要要具备2个条件:一是要有足够的降雨强度;二是要有较长的连续降雨时间。而且,必须是降雨转化成地下水以后才对滑坡的发生、发展起作用,因为:

(1)地下水流在土的粒子上施加压力,因而降低边坡的稳定性;

(2)地下水能够洗掉易溶的胶结物,因而使颗粒间的结合减弱,随着地下水位的增高,使土体的重度增加,浸湿范围加大,浸湿强度加剧,其结果是粘结力降低,同时内摩阻力系数降低;

(3)活动中的地下水,从边坡和地下洞穴中冲走细砂和泥质颗粒,促使土的潜蚀作用,因而降低边坡稳定性;

(4)承压地下水因上浮力作用于上覆不透水层。

元磨高速公路沿线具有亚热带气候特征,年平均降水量为1 200~1 500 mm,每年6~10月份为降水集中期,占全年降水的80%。降水量在时空分配上不均匀,具有山区立体气候的特征。雨季期间亦是滑坡自然灾害的活跃期。

元磨高速公路沿线降雨量大且集中,是导致大量滑坡出现的诱发因素之一。

2.2 公路滑坡与地震的关系^[3,4]

地震诱发滑坡,首先是使公路斜坡土石结构被破坏,在地震力的反复震动冲击之下,沿原有软弱面或新产生的软弱面产生滑坡。如1974年5月云南大关~永善段在地震时产生滑坡,其中海口一处滑坡,将200 m长一段公路推到河谷的对岸。地震促发滑坡,一般有以下规律。

(1)由地震促发产生的滑坡,一般发生在7度或7度以上地震烈度区,黄土滑坡以及其他土质松散、饱水度大的斜坡可能在6度烈度区产生滑坡。一般来讲,随着烈度的增高,产生滑坡的几率也增大。

(2)由地震促发产生的滑坡,绝大部分以薄、中小型以及松散土石滑坡为主,大多属于古老滑坡的复活。地震振动直接促发的坚硬岩石滑坡比较少见。

(3)地震促发产生的滑坡常以群状出现。滑坡群的分布范围和密度与地震等烈度图相似,一般以震中为中心向四周呈椭圆形分布。

(4)地震发生区能否产生滑坡还与岩性、土质、斜坡坡度、地下水埋深以及植被覆盖情况有关。

(5)地震时,由于斜坡获得了过剩水平加速度,因此,地震诱发的滑坡,即使垂直位移量很小,水平位移幅度也可以很大。

(6)地震发生的季节与产生滑坡的关系:只有当土体相当潮湿甚至饱和(例如雨季或春融)时,地震才可能成为诱发滑坡的因素,干旱季节发生的地震对滑坡几乎无影响。

元磨高速公路路段处于6度区和7度区,其中元江至墨江处于6度区、墨江至磨黑处于7度区。沿线滑坡均以松散的岩土体为主,根据滑坡的破坏规律判断,地震对元磨高速公路滑坡会产生很大的影响,在滑坡的设计、治理过程中要把地震的影响考虑进去。

2.3 公路滑坡与植被的关系

在现实中,人们往往只注意到地表植被是自然环境的一部分,而忽视了地表植被的毁坏也是导致许多滑坡、泥石流灾害的罪魁祸首。如:曾经是郁郁葱葱的宝塔山,现在周围的植被已经是极其稀疏,从而面临滑坡威胁;2004年6月8日的特大洪灾给陕南秦岭山区造成严重损失,究其原因,是由于大量的森林植被被毁,导致了生态平衡失调、环境恶化。

植被对滑坡的影响可概括为水文地质效应和力学效应2个方面^[5]。以树木为例,在水文地质效应方面,植被可通过树冠(或林冠)遮挡降雨以减少降水渗入量,通过根茎吸水、树叶蒸发而疏干土体和降低地下水位,既可阻滞地表径流,又降低了水的面蚀能力。在力学效应方面,根茎可起到根固土壤,提高土体抗剪强度和抗冲刷能力的作用;嵌入基岩的根茎,可起到锚筋作用,成为支撑坡体的拱座。元磨高速公路通过的许多地方都是原始森林,在修建的过程中难免会对生态环境造成一定的危害,也会导致一定的滑坡灾害。但只要在施工过程中加强植树造林和对边坡进行绿色防护,使森林植被加速恢复,并在此基础上,进一步进行封禁治理,就可以促使这一地区实现生态平衡,减少灾害。

2.4 公路滑坡与人类活动的关系

大量事实说明,自然灾害的产生并不完全出于自然因子的作用,而在相当程度上是人类的活动造成或诱发的。譬如:乱砍滥伐森林导致水土流失;无全局计划的截流使河流下游土地沙漠化;工程开挖使边坡失稳,引起滑坡;过量开采地下水造成地面沉降;工程防灾设施的人为破坏等。据统计,现已发生的各类地质灾害约有50%与人类活动有关。随着近10多年我国公路建设大规模地开展,公路边坡滑坡问题日趋严重,70%以上的滑坡病害都是因为在修筑公路过程中对自然边坡的扰动所诱发的。因此,研究自然灾害与人类社会活动的关系,普及灾害知识,是减轻滑坡病害损失的重要措施。

高等级公路的大规模修建,随之而来的是人类对自然界的剥蚀、搬运、堆积以及对地形和地貌进行的改造,使地球表面原有的自然平衡遭到破坏,在诸如水、地震等外在因素的影响下,滑坡病害时有发生。

公路建设具有战线长、规模大等特点,由于其对路线的高程与平面位置有特殊要求,故工程量较大,工程类型复杂。特别是如云南省以山区公路为主,不可避免地会引起大量深挖、高填,并需修建大量的桥梁、隧道工程,工程复杂而艰巨。山区的地质作用一般均较强烈,地层条件复杂,地质构造影响强烈,在这样的情况下,公路修建中的开挖改变了天然山体的稳定条件,岩层的软弱结构面被切断而形成各种不利组合,以及开挖面在大气与水的作用下岩体强度的降低等,都会形成对开挖边坡稳定十分不利的因素,从而为滑坡的发生提供了条件。在云南省现有的公路中,有的地段由于刷坡过高,加之采用了不合理的施工方法,以致通车运营后,产生了大量的滑坡病害,特别是在每年的雨季,滑坡病害严重地影响了公路运营安全和经济的发展。

元磨高速公路由于在修建的过程中大量开挖,共造成了349个边坡,其中161个是滑坡,占边坡总数的46%;勘察设计阶段仅有20多处滑坡,施工过程中增加了7倍。另外,大量弃方的堆放与所需填料的取用,均成为破坏自然环境的重要因素。合理调配,规范弃、取土地点与处理措施,对保护公路沿线环境具有重要意义。

3 结语

产生公路滑坡的原因是多方面的,非常复杂,不仅包括内在原因(如地层岩性、地质构造与地形地貌、水文地质)和外在原因(大气降雨、地震、植被、人

类活动),而且也有许多其他隐蔽的因素,如地应力、汽车振动及开挖方式等,这些因素都是在不断变化的。从文中的分析可知,元磨高速公路滑坡的产生是这些因素综合作用的结果。

一个滑坡的形成和发展,一般都是由于1种或2种因素为主的综合原因造成的。要想治理好滑坡,必须正确地分析和掌握滑坡的原因,对滑坡要进行详细的地质调查和勘探,包括对山坡变形历史过程的全面了解。在全面掌握材料的基础上,认真仔细地加以分析、鉴别,找出产生滑坡的主要原因,抓住问题的实质,然后采取相应的整治措施,真正地治好滑坡。

参考文献:

[1] 徐邦栋. 滑坡分析与防治[M]. 北京:中国铁道出版

社,2001.

[2] 林在贯,等. 岩土工程手册[M]. 北京:中国建筑工程出版社,1994.

[3] 罗攢锦. 公路滑坡原因初探[J]. 广东公路交通,1999, 61(增刊).

[4] 方向池. 公路水毁与地质环境[J]. 公路,1991,(11).

[5] 张倬元,等. 工程地质分析原理[M]. 北京:地质出版社,1994.

[6] 云南省公路学会,云南省公路规划勘察设计院. 云南山区高速公路建设的基本经验总结—公路勘察设计、施工主要技术管理研究报告[R]. 2003.

[7] 中国地质勘察技术院,北京勘察技术工程公司. 云南元江~磨黑高等级公路遥感工程地质调查报告[R]. 1997.

Discussion About Relation Between Highway Landslides and Enviroment in Mountain Areas

LIU Hong-wei, SU Sheng-rui, SUN Fang-qiang

(Department of Geological Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract: With the flourishing development of the western regions, people generally realize the importance of the infrastructure, the road construction is put in a primary position among them, but the calamities of highway landslides in mountain areas seriously influence the construction speed of highways. This paper depends upon Yuan(Jiang)-Mo(hei) Expressway, the relations between highway landslides in mountain areas and lithologic characters, geological structure, geomorphology, hydrogeology, atmospheric rainfall, earthquake, vegetation, relation, human activities, and so on are studied. A conclusion is got: the study of the highway landslide should be started with its basic key elements of influence, and that could be treated to both its root cause and symptoms.

Key words: highway landslide in mountain area; internal cause; external cause; human activities

欢迎订购《公路》杂志及合订本

《公路》杂志邮发代号:2—81。每期每本单价:6.80元。若错过订阅时间,可直接与本刊联系办理零售,2005年零售价全年每套96.00元(含邮寄费)。

本刊2005年上半年合订本已装订成册,欢迎订购,每本100.00元(含邮挂费)。

本刊还有《公路》2000年~2004年合订本:每年度合订本200.00元(含邮挂费)。欢迎选购。

发行部联系电话:010—65235625

联系人:叶萍

地 址:北京东四前炒面胡同33号

邮 编:100010

《公路》杂志社