

# 山区公路滑坡灾害及防治研究

方向池

(云南省公路规划勘察设计院, 昆明, 650011)

**摘 要:** 随着山区公路的大规模建设, 发生了大量的滑坡等地质灾害。文章对云南省公路建设中遇到的滑坡, 分别阐述了自然滑坡、断裂带滑坡和顺层滑坡的分布规律和特征, 并通过实例分析了滑坡的成因和滑坡防治的措施。

**关键词:** 山区公路; 滑坡; 治理

## 引言

滑坡, 作为一种主要地质灾害, 由于其产生的条件、作用因素、运动机理的多样性、复杂性和多变性, 预测的困难, 治理费用的昂贵, 一直是世界各国研究的主要地质和工程问题之一。由于它经常中断交通、堵塞河流、摧毁厂矿、破坏村庄和农田, 造成人员伤亡和重大经济损失而受到世界各国的关注。2002 年雨季, 我省的国道 320 线楚大高速公路、国道 213 线玉元高速公路, 因山体滑坡而中断交通, 云南昭通和楚雄因滑坡造成人员伤亡和财产损失, 中央电视台都作了报道。山区公路建设和养护中所遇到的滑坡灾害比比皆是。1995 年以来, 云南公路建设中治理的滑坡近 400 个, 投入的费用超过 10 亿人民币。从这些实例, 可以看出滑坡危害的严重性和治理费用的昂贵。

随着高速公路建设向山区的发展, 特别是党中央决定向西部大开发战略的实施, 山区公路建设得到了快速发展。云南省山区和丘陵占全省总面积的 94%, 公路建设基本全部在山区进行。公路在山区进行建设, 不可避免地遇到

大量的地质病害, 如滑坡、泥石流等, 同时在山区公路建设过程中, 造成了植被破坏、水土流失等一系列问题。如大量的高填深挖, 破坏了原有的环境平衡、地质平衡, 导致大量的坍塌、滑坡、泥石流, 造成人为的地质病害。在山区进行高等级公路和高速公路的建设, 由于复杂的地形地质条件, 决定了其存在大量地质病害的必然性。本文以云南山区公路建设过程中所遇到的滑坡灾害为例进行研究。

## 1 山区公路滑坡的分布特征和规律

从云南省的地形、地貌、地质、水文、气候条件可以看出, 云南省存在大量滑坡等地质灾害的条件。当我们在山区进行公路的建设中不可避免会遇到大量的滑坡等地质灾害的危险性。

云南省自二十世纪八十年代开始建设高等级公路和高速公路以来, 特别是 1995 年开始建国道 320 线楚雄~大理高速公路, 我省进行了大量的公路滑坡治理工作。目前已统计到的主要公路的长度、处治的数量和费用见表 1。

表 1

部分公路路段滑坡的数量和治理费用

公路名称	该段公路 长度 (km)	已处治的 滑坡 (个)	处治滑坡投 入的费用 (万元)	每千米投入 的处治费用 (万元)	每个滑坡投 入的治理费 用(万元)	备注
G213 元江~磨 黑高速公路	147	147	60000	408.16	408.16	
312 大理~保 山高速公路	165.84	91	25000	150.75	274.73	
G213 玉溪~元 江高速公路	112	10	6989	62.40	698.90	
G213 嵩明~待 补高速公路	120	10	10150	84.58	1015.00	
G213 昭通~麻 柳湾二级公路	70.39	16	16000	22.74	1600.00	
省道羊头岩~ 耿马二级公路	119	16	3400(估计)	28.00	212.5	

根据已建成的许多高速公路发生滑坡地段的统计分析,公路滑坡的分布有以下特征和分布规律。

### 1.1 自然滑坡的特征和分布规律

这一类是大家所熟知,公路穿过原有的古滑坡或潜在的滑坡,地形一般呈凹地,为残坡积体或破碎松散岩体,厚度厚薄不一,地下水丰富。该类滑坡勘察设计和施工前易于发现,也比较好处治。滑坡分布特征和规律,地形明显,地下水出露易发现,滑坡范围、界线、要素特征明显,沿公路分布较离散。这一类在我省公路建设中随处可见。

### 1.2 断裂带滑坡的特征和分布规律

断层是指由于地球的构造运动,造成地层错断部位,一般呈线状或带状分布。断层,特别大断层,其断裂带的宽度,一般从几米至数千千米,甚至数千千米。我们在山区建设公路往往穿越断裂带或顺断裂带延伸,对我们公路建设的危害性极大。

断裂带的滑坡,一般原有地形破碎,残坡层厚,分布有原生的古滑坡(群);或断裂带的岩体破碎,原地形呈山脊状,残坡积物少。公路建设中,一旦开挖切坡,就有大量成群成带发生滑坡的可能性。从地形上看,这一类滑坡既可发生在凹部、沟槽中,也发生在山脊、山脚部位。这类滑坡一般发生在断裂带及其附近断裂影响带内。滑坡一般成群成带发生,易发生岩质滑坡。

### 1.3 顺层滑坡的特征及分布规律

该类滑坡是沿顺岩层面(或结构层)而发生顺层滑动所形成的滑坡。顺层滑坡发生在有倾向临空面的软弱层面(带)所导致,软弱层面(带)为岩层层面(带),节理裂缝面(带)等。这类滑坡发生在挖方地段,地形地质条件较好,主要在公路路线方向一般顺岩层(结构面)走向延伸而发生。多数情况下,是由于选线技术人员对地质知识了解的深度不够所导致。

## 2 公路滑坡成因分析

### 2.1 公路滑坡的特征

滑坡一般指斜坡上的岩土沿坡内一定的软弱带(或面)作整体地向前向下移动的现象。滑坡包括滑体、滑动面(带)、滑床、滑坡壁、滑坡舌、滑坡裂缝等要素。

滑坡从平面上看,一般具有一定的几何形态,如椭圆形、三角形、箕形及其它几何形态或不规则形态。各类滑坡在主轴断面上,其滑动面与水平面的夹角各个段落是不同的。各类滑坡的滑体,绝大多数都是松散体,或已解体的岩体,滑坡面都是软弱带(面),地下水一般沿此面渗流。

公路工程滑坡的滑出方向,绝大多数是与路线方向垂直或近于垂直,少数滑坡滑动方向与公路路线方向斜交。公路规模有大有小,小型滑坡与坍塌在山区公路建设过程中随处可见。从成因方面分析,公路滑坡大多数是在施工过程中发生,超过 50% 的滑坡是由工程而引发的,有一部分为古滑坡 30% 在工程建设过程



中复活,再有一部分约 20%是勘察设计中已发现而路线实在无法绕避的滑坡。

随着我国高等级公路和高速公路向山区延伸,公路滑坡治理费用愈来愈高。公路滑坡有一个共性,就是超过 90%的滑坡是由于公路开挖产生临空面或加载造成的。

## 2.2 公路滑坡的成因分析

公路沿线滑坡的产生,地质构造,地层岩性及地下水是主控因素,地形、气候等是次要因素,人类工程活动等是诱发因素。

### 2.2.1 地形及气候

自然滑坡或潜在滑坡,以及多数工程滑坡,从局部地形看,都是下陡中缓上陡的山坡上部成为马蹄形或宽缓低凹的槽状或圈椅状的环状地带,且汇水面积较大。沿滑坡方向常为直线和凹形坡,而周围地形较为高陡。一般发生滑坡地带的自然地形坡度为  $15^{\circ} \sim 42^{\circ}$  之间。

当气候炎热干燥,使岩土产生龟裂,雨季时,降水深入地下,使岩土软化,岩土的抗剪强度降低,当地表水下渗引起岩土体的饱和,滑动面上的抗滑力减少而下滑。云南全年可以分为干湿两季,每年的 5~10 月为雨季,持续时间长,雨量集中,由于雨水渗入岩土体,使岩土体易发生滑坡。据统计,云南省公路发生滑坡等地质灾害的时间,一般集中在每年的 7—11 月份,也就是说在每年进入雨季 2 个月,说明滑坡活动与气候变化有密切的关系。

### 2.2.2 水的作用

水的作用,包括地表水和地下水。公路沿线滑坡一般集中发生在雨季,这说明,滑坡的产生与降水密切相关。降水渗入地下,使地下水源源不断地得到补给,产生两方面的作用,一是使岩土体软化,强度降低,二是使地下水渗入岩土体后,产生静水压力,当裂隙水与地下水渗流连通时,又产生动水压力和上浮力,从而诱发或促进滑坡的发生。绝大多数滑坡的发生都有水的参与作用。

### 2.2.3 地质条件

滑坡发生的地质条件,是滑坡发生的内因。地质条件包括地层岩性、地质构造等。易产生滑坡的地层从老到新都有,岩性包括残坡积土类、黄土类、砂泥岩类、页岩、片岩等软质岩类,以及软硬互层类地层,是滑坡产生的

内在条件。从近 400 个滑坡的统计分析表,大多数滑坡都发生在断裂带中及其附近,即使不是发生在断裂部位,岩体中的节理裂缝也极为发育,岩体破碎。地质条件是滑坡发生的主控因素。

### 2.2.4 人类工程活动

大量的事实说明,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工程活动造成或诱发的。据统计,现在发生的各类地质灾害约有 50% 与人类活动有关,公路地质灾害 70% 以上,而公路滑坡则 85% 以上是由于公路路线走向不合理,工程设计不合理和公路建设过程中施工方案不当等因素所造成或诱发的。

公路所经过的岩土体,在形成过程中,就残留着一个相当复杂的残余应力,该应力在不受外力的影响和破坏时,维持着岩土体的自然平衡稳定。修筑公路在开挖或填筑路基的过程中,不管采取什么样的施工步骤和方式,它都不同程度范围内改变了斜坡岩土体的原有形状和自然平衡,所以,人工边坡为达到地应力的平衡,在新修公路范围内就可能发生滑坡。

## 3 滑坡的防治措施

随着我国高等级公路和高速公路向山区延伸,公路的建设大规模地改变了土地の利用方式,挖填方等土石方工程日益增大,随之而来的是滑坡灾害日益严重。山区公路建设中,滑坡灾害是分布得最广泛的,凡是有较陡的地方均可发生。对滑坡的防治,我们应因地制宜,经济合理,讲求实效的原则进行防治。

### 3.1 预防为主的原则

复杂大型的滑坡和成群成带分布的滑坡,因处治技术难度大,勘察施工周期长,工程量和投资大,应以绕避为上策。因此,在滑坡地区选好路线走向和线位,对防治滑坡有事半功倍之效。在某些工程地质条件特别差,有崩塌滑坡相连地区,难以绕避时,我们要避重就轻,路线放在相对有利部位。在具备易滑地形、地质条件和地下水丰富的地段,应尽量避免和减轻人为作用的影响,如尽量减少切坡与加载,以及减少爆破的影响。

### 3.2 滑坡的治理



# 嵩待高速公路滑坡设计与处治探索

王 高

(云南嵩待高速公路建设指挥部, 云南嵩明, 650000)

**摘 要:** 公路建设产生的滑坡越来越多, 投资比重越来越大, 造成的防治工程艰巨, 勘察工作繁重, 已引起公路建设单位及工程技术人员的高度重视。本文就嵩待公路滑坡工程勘察与处治, 提出一些看法与认识, 仅供参考。

**关键词:** 嵩待公路; 滑坡; 勘察设计; 处治; 探索

## 1 工程地质概况

嵩待高速公路工程处于云南高原东北部, 属于滇东北喀斯特高原地貌单元的接壤地带, 区内山脉和主干河流受构造控制明显, 山川呈南北延伸, 东西排列, 呈现出高原峡谷交替出现逶迤连绵的地貌景观。总体地势北高南低, 地面高程一般在 1800~3000m, 路线最高点为打鹰山垭口, 高程 2952m, 最低点为功山坝子, 高程为 1872m, 相对高差达 1080m, 因而形成典型的立体气候, 沿线呈树枝状冲流, 小

支流发育, 均属金沙江水系。

嵩待公路工程处于区域性小江断裂东支~寻甸~功山断层附近。该断层走向近 SN 向延伸长达 75km, 总体上以压性为主, 兼具扭性沿断裂第四系盆地与湖泊呈串环状分布, 功山盆地也是受这一大断层活动而形成的。据有关地震资料寻甸~功山大断层是一条规模巨大, 长期活动, 性质复杂的断层, 因而形成了嵩待公路滑坡, 软弱地基较多, 对工程有直接的影响。针对破碎而复杂的地质, 为了确保工程质

收稿日期: 2002-12-14

整治已发生的滑坡或防治潜在滑坡的发生, 主要任务是在于减少推动滑坡发生的力(滑动力)和加大阻止滑坡发生的力(抗滑力), 从而提高滑坡的稳定性。能完成上述任务的治理工程措施可分为两类, 即减滑工程和抗滑工程。减滑工程的目的在于改变滑坡的几何形态(如削坡减载)、排水(如排除地下水等)的状态等, 而使滑坡运动得以停止和缓和; 抗滑工程则在于用抗滑桩等支挡结构, 用锚索与锚杆等进行斜坡内部加固等措施来阻止滑坡的发生。国道 320 线大理~保山高速公路(165.84km)处治滑坡 91 个, 使用抗滑桩达 36788.58m/1646

棵, 平均每千米使用抗滑桩 221.8m/9.9 棵, 最大桩径达 3.5m×3m, 最大长度达 42.5 米。国道 213 线元江~磨黑高速公路(147km), 到目前为止, 已处理滑坡 147 个, 仅预应力锚索就使用 263500m, 平均每千米使用预应力锚索 1792.5m; 使用锚杆 51537m, 平均每千米使用锚杆 350.6m; 使用抗滑桩 1305 棵, 每千米使用抗滑桩 8.9 棵。据不完全统计以上两段公路投入治理滑坡的费用为 8.5 亿元人民币, 每千米投入的费用为 272 万元人民币。从以上几组数据可以看出, 云南山区高速公路建设中滑坡治理的工程量和费用都相当惊人的。