

文章编号:0451-0712(2007)02-0020-05

中图分类号:U418.55

文献标识码:B

浅析思茅农村公路滑坡的原因与处治

杨忠恒

(云南省思茅公路规划勘察设计院 思茅市 665000)

摘 要: 从思茅的地形条件、水文、气候、地质结构、自然条件等的影响,对思茅地区农村公路的滑坡从设计、施工、养护等不同阶段分析公路工程滑坡产生的主要原因,滑坡的预防以及滑坡的处治措施。

关键词: 思茅农村公路; 滑坡; 预防处治; 措施

思茅全区山区面积占 98% 以上,三级及三级以下农村公路占全市通车里程的 98.69%,地面横坡陡,地质结构复杂,地表水、地下水发育丰富,每条公路均有若干段路基滑坡产生,上坍下滑的地段较为普遍,很多乡村公路和部分县乡公路旱季通车,雨季交通中断,严重影响农村生产、生活和地方经济的发展。本文从思茅农村公路设计、施工、养护等不同阶段,分析农村公路滑坡产生的原因,滑坡的预防措施以及滑坡的主要处治方案,希望把农村公路的建设和养护质量再提高一个层次,早日实现农村公路晴雨通车,加快地方社会经济的快速发展,为广大农村地区早日实现脱贫致富奔小康,全面建设社会主义新农村提供交通保障。

收稿日期:2006-09-25

半刚性基层沥青混凝土路面是我国普遍采用的路面结构,适合于各地区和各等级道路。半刚性基层是主要承重层,要求按照“强基、薄面、稳土基”的原则进行设计。组合式沥青混凝土路面适合于寒冷地区的道路。小城镇柔性路面主要采用沥青贯入碎石、级配碎石、砂砾等粒料作为底基层和基层,且用于多雨地区交通量较轻的道路。

5 结语

本文通过对小城镇客观环境的分析,总结了小城镇的交通特性,并给出适用的路面结构类型。

(1)分析了小城镇的交通特性,确定了累计当量轴次的范围。应用弹性层状理论体系,进行了交通等级划分,并将交通等级与道路等级对应起来,见表1。

1 思茅地区工程滑坡原因和主要特点

1.1 水文、气候特征

思茅全区地处云贵高原的西南部,哀牢山、无量山、怒山三大山脉由北向南纵贯全境,红河、澜沧江、怒江三大水系顺势南下流经东南亚,注入太平洋和印度洋。地域范围在北纬 $20^{\circ}02'$ 至 $24^{\circ}50'$,东经 $99^{\circ}09'$ 至 $102^{\circ}19'$ 之间,总面积为 $45\,385\text{ km}^2$,为云南省土地面积最大的一个地区。主体环境处于南亚热带山地湿润季风气候区,北回归线纬度 $23^{\circ}27'07''$,从其中部横穿而过。由于南靠印度洋和孟加拉湾,受潮湿的印度洋季风影响,东西的哀牢山、无量山阻挡了西伯利亚寒流侵袭,形成了温暖潮湿、静风的主要气候特征。年平均降雨量为 $1\,580.6\text{ mm}$,主要集中于5月至

(2)提出典型路面结构确定要遵循主导因素原则、相似性原则和适当超前的原则。

(3)在对小城镇各级道路的交通特性分析的基础上,给出了各结构层适宜类型,以及路面组合结构类型,见表3和表4。

参考文献:

- [1] 中国城市规划设计研究院,等. 小城镇规划标准研究[M]. 中国建筑工业出版社,2002.
- [2] 陈忠达. 干线公路沥青路面典型结构的研究[J]. 公路交通科技,2001,(4).
- [3] 孙家骝,高建平. 道路设计资料集4——路面设计[M]. 人民交通出版社,2003.

9月,其间的降雨量占全年降雨量的85%以上,年平均气温在15.3~20.2℃之间,年平均湿度在75%~85%之间,由于雨季集中,降雨量大,5月至10月间公路坍塌、滑坡灾害发生也较多。

1.2 地形、地质特征

思茅地区地形受三大山脉影响,整个地区均属山岭重丘区,山区面积占98.3%,高山峡谷,沟谷众多,地面横坡较大,地表水丰富,容易汇积形成冲沟,泥石流、地下水发育丰富,且水位较高,由于地形地貌千变万化,地质结构复杂。在思茅地区修建公路时遇到的工程滑坡地段较多,有原来的古滑坡,有工程施工时产生的滑坡,有交付使用后产生的滑坡,公路两侧农田、水利、通讯设施、养殖业的开发等人为活动也会导致滑坡的产生。

1.3 工程滑坡的危害

(1)增加投资。

由于工程滑坡主要在施工时发生,事先无法预测,且治理滑坡费用很高,造成投资增加。

(2)影响工程施工进度。

产生滑坡后必须重新勘察、勘探、设计后才能进行施工,造成工期延误。

(3)危害运输安全。

由于部分工程滑坡在公路交付使用后才发生,而有部分工程滑坡属于施工期间由于各种原因,滑坡处治不彻底,只作为过渡式路面遗留下来,交付给养护单位,公路通车后,一旦发生滑坡,对行车安全将造成巨大的危害,并可能造成严重的人身安全和财产损失,影响行驶车辆及人畜的正常通行。

(4)破坏生态环境。

由于大面积山体滑坡,破坏森林、农田、耕地,大量的废土进入箐沟和江河,造成水土流失及堵塞河道等,对环境产生危害。

1.4 工程滑坡形成的主要因素

工程滑坡的产生原因主要有两大类:一类属地质结构不良产生的滑坡;一类是由于地表水冲刷和地下水作用产生的滑坡。

工程滑坡的发生和发展是由于结构层各种内、外因素错综复杂、相互作用促成的,其中人为因素和水的影响起了主要作用。例如:公路明槽边坡(滑坡)坍塌一般是因为路基开挖形成临空面,破坏了山坡植被和山体结构的自然平衡状态,在地表水和地下水的共同作用下,造成路堑边坡变形、开裂、滑动;

路堤地段或是半填半挖路段的滑坡是因地表下有软弱倾斜的结构层和隔水层,基底横坡较大,由于大量填土增加荷载,雨季地表水渗透使填土容重增大,加大地下水的作用,使滑动带土体物理力学指标变化形成滑坡;公路沿河地段、河道急弯处,受河水冲刷路基而产生滑坡;公路沿线植被破坏,产生新滑坡;在公路沿线随意进行作业经营,堵塞地面排水沟渠,损坏路基、路面,以致产生新的滑坡。

2 对思茅农村公路滑坡的预防与处理

2.1 设计阶段应采取的措施

设计阶段应选择好路线走向方案,尽量避开古滑坡地带通过的走向,对有古滑动产生地段,原地貌冲积沟、地下水较丰富的地段,应反复进行调查、踏勘,并扩大观察踏勘的纵、横向范围,认真调查地质、水文情况,采取多种调查方法,综合分析后,确定滑坡范围,路线应尽量避免绕开滑坡范围,经技术经济论证后路线确实无法避让的,应采取必要的技术措施加以防治。

对于农村公路的滑坡处治,由于受投资规模的限制,不可能像高等级公路那样,采取设置抗滑桩、锚索桩、锚索、锚杆、桩板墙等永久性抗滑、彻底处治的设计方案。但应充分了解滑动产生的原因后采取综合处治方案。如在滑坡四周设置地表排水沟、截水沟,根据实际情况可设置浆砌或人工挖土沟,尽量截断地表水或主要地下水源。路基范围内设置地下排水设施,如盲沟、暗沟等,把地下水截断后排出路基滑坡范围以外。这种设计方案,投资少、效果好、施工工艺简单,应积极推广运用于农村公路。

另外,一般滑坡地段,主要是土质松散,地下水较多,在滑坡地段的公路两侧滑动面范围内栽种根长、根多而易成活的树木,如柳树、车树、核桃树等,柳树、车树的根长、茂密,容易成活,在公路边坡上栽种也容易成活,并且它的根比枝长而茂密,可把公路边坡编织成各种形式的树根网,有效防护边坡,对稳定边坡、防止滑坡具有一定的作用,并且栽树造价低,施工工艺简单。其次,若是浅层滑坡,应采取彻底处理、一次性根治的设计方案,清除滑动面以上部分土层,设置盲沟、暗沟和支挡构造物后,重新填筑路基。对上边坡滑动或松散的部分进行清除、减载、放缓边坡比。在上边坡顶设置截水沟、排水沟,把地表水排至路基滑坡区以外。

景谷县纸厂进厂三级公路,全长12 km,2001年

9 月初思茅公路规划勘察设计院进入工地现场,对纸厂公路进行一阶段施工图设计外业勘察测量。景谷造纸厂进厂三级公路属钟益公路中的部分路段,公路沿威远江东岸顺江而下,经纸厂生产区,跨越威远江后与景碧公路连接。本段公路的改建为景谷纸厂基础设施建设的重要组成部分,原有弹石路面于 1997 年建成,已基本达到使用年限,现大部分路面已变形,原有路面已不能满足纸厂建设的需要。本线路不仅是纸厂原材料和成品运输的必经之路,同时还是景谷县主要县乡公路中的一段,该项目改建为沥青混凝土路面,对景谷纸厂的建设和促进地方经济的发展都具有十分重要的意义。

景谷纸厂进厂三级公路路线经过区属南亚热带山地湿润季风气候区,多年平均气温 20°C ,最热月平均气温 24.7°C ,最冷月平均气温 13°C ,多年平均降水量 $1\,253.4\text{ mm}$,年平均相对湿度 78% ,地形地貌属景谷平地边缘山前丘陵、威远江阶地。地形平缓,属平地、缓坡、斜坡。公路最高点在 $\text{K}8+380$ 处,高程为 $1\,010.99\text{ m}$,最低点在 $\text{K}5+840$ 处,高程为 918.98 m ,相对高差为 92 m 。路线纵坡平缓,公路两侧均为农田、甘蔗地等经济作物种植区和厂矿、农民住宅区。公路沿线地质结构复杂,地下水发育丰富,路线经过区的地层主要有第四系新统 Qal_4 冲积、 Qedl_4 残坡积,第三年中新统 N_1 粘土岩。经地质勘探部门勘探调查,全线发现路基滑坡地段 5 段,全长约 400 m ,弱膨胀土 5 段,全长约 $4\,600\text{ m}$ 。

根据外业勘察测量收集资料和地质勘探部门提供的岩土工程勘察报告对本项目路基、路面、桥梁、

涵洞、排水和交通工程设施进行综合设计,设计重点放在路基处治方案上。勘察报告中提供的工程滑坡地段为 $\text{K}0+630\sim 880$ 、 $\text{K}2+930\sim 960$ 、 $\text{K}3+200\sim 230$ 、 $\text{K}7+885\sim 945$ 、 $\text{K}10+817\sim 843$ 共 5 段,全长约 400 m 。地质勘察单位建议将 $\text{K}0+630\sim 880$ 、 $\text{K}10+817\sim 843$ 两段较深层滑坡段处理方案设计为永久性钢筋混凝土抗滑桩,加强两段路基排水工程设计,降低地下水位。其余三段均为浅层滑坡,作清除滑动面以上土石方,重新填筑路基,完善地表排水设施和地下排水设施即可。根据勘察部门的建议,设计单位对以上滑坡地段经过全面调查和综合评价分析后做设计方案。5 段滑坡的处治均按地勘报告提供的有关要求和参数进行设计,结合投资规模和地质水文资料的实际情况,除 $\text{K}0+630\sim 880$ 段外,对其余 4 段设计方案为:清除滑动面以上土石方后,在填方底设置片石盲沟,排除和降低地下水,设置路堤重力式挡土墙后,重新用天然砂砾石填筑路基,在路肩外设置 $0.4\text{ m}\times 0.6\text{ m}$ 的梯形边沟,在边沟底设置 $0.6\text{ m}\times 0.8\text{ m}$ 的复式片石盲沟,以截断全部地表水和主要地下水,把地表水和地下水送出滑坡范围以外。

$\text{K}0+630\sim 880$ 段滑坡设计上考虑了两个方案:推荐方案与其余 4 段方案相同;比较方案为在滑坡范围内设置两排钢筋混凝土抗滑桩,在填方路基有效范围内翻压路基,增加填方密实度。比较方案经专家审查施工图设计后,认为投资增加较大,未被采用,施工时按设计单位推荐方案进行施工。本工程完工 3 年来,经过了 3 个雨季的考验,路基稳定,路面完好。

表 1 部分滑坡段有关岩土力学数据表

| 滑坡位置 | 滑面及滑体岩土抗剪强度 | | | 下伏稳定岩土层抗剪强度 | | |
|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------|
| | 天然密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$ | 摩擦角 $\varphi/(^{\circ})$ | 粘聚力 C/kPa | 天然密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$ | 摩擦角 $\varphi/(^{\circ})$ | 粘聚力 C/kPa |
| $\text{K}0+630\sim 880$ | 1.86 | 2.4 | 22.6 | 2.02 | 22 | 30 |
| $\text{K}2+930\sim 960$ | 1.86 | 2.8 | 13.2 | | | |
| $\text{K}3+200\sim 230$ | | | | | | |
| $\text{K}10+817\sim 843$ | 1.95 | 5.6 | 25 | | | |

2.2 施工阶段对工程滑坡的处理

在施工时,必须严格按设计图及施工规范进行施工,对特殊地段路基设计均附有施工注意事项或说明,应严格执行。对路堑高边坡的施工不得进行放大爆破作业,防止上边坡松动,引起新的滑坡。在施工过程中,一旦产生工程滑坡,应立即停止施工,积

极配合现场设计代表、监理工程师,认真调查分析工程滑坡产生的内、外因素,并采取必要的防止滑坡扩大的措施,工程滑坡产生后若仅当作一般的表面坍塌处理或继续施工,会造成滑坡体范围扩大,滑坡性质发生变化,由一般的牵引式滑坡演变成推移式深层滑坡,导致处治费用成倍增加。施工时新产生的滑

坡,应根据工程地质、水文情况,在认真调查落实和分析的基础上采取科学、合理、经济的防治技术措施。由于农村公路受投资的限制,必须采取与投资规模基本适应的防治措施,首先是截断地表水、地下水的水源,使滑坡段不再受水侵害;其次,人工或机械挖探槽,探明滑动面的深度、范围,分析产生滑坡的原因。在充分调查研究分析后,确定科学、适用、经济合理的技术处理方案。

如元磨高速公路改213线把边江吊桥至新桥段三级公路K2+820~K3+000段滑坡,原设计只在边江——该段路基边坡脚设置护岸墙,一是防冲刷,二是支挡边坡防止滑坡外移,但由于滑动面较深,支挡护岸墙未能抵挡滑动。在施工时,经有关专家反复调查、落实后改变原设计方案,把原护岸墙变更为泡笼支砌,防止江水冲刷路基,公路上边坡60~100 m处,人工挖两条截水沟(土沟)以截断滑坡段地面水和主要地下水源。其次,公路左侧支砌边沟,边沟底设置1.0 m×1.0 m的纵向片石盲沟及每隔10 m设置横向片石盲沟,以达到截断或排除主要地下水的目的。把路面水泥稳定基层变更为级配碎石基层的过渡式路面处理,工程造价降低,交付使用两年来,基本能满足使用要求。

镇沅县恩乐至曼连河三级公路全长57.6 km,在通县沥青路实施之前,路基下滑地段较多,其中有路基整体下滑的,也有半幅路基下滑的,其滑坡的规模大小不等。经设计单位认真调查落实,产生滑坡的原因,均是地表水、河水冲刷和地下水作用影响造成的。如K8+040~200, K9+200~300, K14+050~160等段落,在铺筑沥青混凝土路面之前的路基均有不同程度的下滑沉降,沉降最大处为1.2 m,并且为全幅滑动、外移,在2002年7月~9月份的雨季期间路基滑坡外移更为明显。经设计单位与建设单位等工程技术人员反复进行现场调查后发现,产生滑坡的主要原因为公路右侧排水不畅,右侧边坡脚积水引起路基外移。所以在病害处置施工时在公路右侧路肩外1 m处设置1.0 m宽,2.0 m深的截水土沟,把公路右侧的地表水及地下水截断后,全部排出滑坡范围以外,对沉落外移的路基松动部分进行翻压处理后铺筑了水泥稳定基层及沥青混凝土路面。开放交通以来经过两个雨季,原来滑动和外移的路基已全部稳定,高级路面完好,公路竣工验收质量评定为优良,交付使用后能满足使用要求。

我们认为思茅地区农村公路的路基病害及滑坡

的原因,绝大部分情况属于地表水、地下水及江河水的作用引起,治理滑坡的基本措施应是治理水的问题,只有把侵害路基的水的问题处理好,路基滑坡及路基病害问题才能解决好。

2.3 养护阶段

滑坡地段的公路养护工作应从以下几个方面重点落实:

(1)加强地面排水工作,保证原设置的排水设施畅通无阻,是防止工程滑坡的关键;

(2)及时修复路面,防止路面损坏后出现坑塘积水,影响边坡的稳定,再次引发新的滑坡;

(3)加强植树造林和保护好公路沿线植被,特别应栽种一些根深而茂密且易成活的树种,如柳树、车树、核桃树等;

(4)公路上边坡100 m范围,下边坡50 m范围内,地面横坡大于25°的地段,应尽量采取退耕还林的措施,种植一些根长、根多,易成活的树木,不得种植如香蕉、芭蕉等易涵养水源的植物。

省道楚雄至江城公路0538线泗南江~李仙江段自20世纪60年代建成通车以来,直到20世纪90年代中期,公路线形直顺,纵坡平缓,路基稳定,路面平整,使用30多年来,对思茅地区社会经济的发展发挥了巨大的作用,是一条思茅地区,特别是江城县和墨江县的重要经济干线公路。泗南江~李仙江段全长50多km,均属沿河线,沿线气候炎热,地面横坡较陡,地质结构复杂,地下水发育丰富,适宜种植热带经济作物如橡胶、香蕉、芭蕉等。本段公路进入20世纪90年代以来,公路两侧为开发热带经济作物,原有植被严重破坏,公路沿线原有的植物被基本砍光后,种植了橡胶、香蕉、芭蕉等经济作物。至今,公路两侧种植香蕉、芭蕉已成规模,根据多年来的反复调查、落实后发现,凡是公路沿线大面积种植香蕉、芭蕉的地段,公路两侧均有不同程度的滑坡,且滑坡范围越来越大,泥石流汇积,形成冲沟,毁坏路基、路面,地表水、地下水发育丰富,公路上坍下滑严重,近10年来,本段公路在7月~10月份基本上中断交通。在公路沿线特别是上边坡未种植香蕉、芭蕉林地段或是种植橡胶林等其他经济作物地段,基本上没有滑坡产生,公路路况完好,路基稳定。香蕉树、芭蕉树根少且短,不能稳定边坡,且它本身含水量极高,容易涵养水源,本段公路两侧地面横坡较陡,香蕉、芭蕉林大面积种植后发育大量地下水,由于地面横坡较陡,大量地下水往公路边坡脚汇积,形成冲

沟,雨季期间,在地表水和地下水的共同作用下,凡是种植香蕉林、芭蕉林的地段,大部分均产生不同程度的滑坡。彻底根治本段公路滑坡的根本方法是把原来种植的香蕉、芭蕉林除掉,改种橡胶树等其他经济作物,尽量在公路两侧用地范围内种植车树,以起到稳定边坡的作用。

3 滑坡治理与公路沿线退耕还林

思茅市农村公路均为山岭重丘区盘山公路,公路等级低、标准低,公路两侧坡陡。雨季持续时间长,雨量集中。公路修建时,造价高、投资大,公路养护费用较高,很多公路旱季畅通,雨季断路的现象经常发生,交通事故频繁。导致以上现象出现的原因很多,但主要的因素还是由于滑坡产生,上坍下滑,箐沟泥石流冲积、堵塞和水毁。为了有效防止公路滑坡,除设计、修建时应充分考虑不良因素外,还应倡导社会力量,各级政府行动起来,各方面协调配合,加大资金投入,具体从以下几方面做好工作。

(1)积极做好公路两侧土地的退耕还林工作,特别是横坡较陡,土质松散,地质结构复杂,地下水发育地段,公路上下两侧 50~100 m 范围内必须尽快恢复固土植被,变耕地、农田为树林。地方财政应适当安排资金给予补助并做好爱路护路宣传教育工作,加强《公路法》宣传工作,切实搞好地方公路养护和路政管理工作。

(2)农田水利设施和电力、电讯设施的规划应充分考虑公路的使用功能,综合考虑后实施,以免影响公路的稳定性。水利设施工程在公路沿线通过时应充分考虑防止漏水或避免引起沟渠堵塞;电力通讯设施在公路沿线经过需设置电杆、砍伐公路沿线树林,设计规划时应采取必要的措施,防止损坏路基、路面,导致产生新滑坡。

(3)积极宣传《公路法》,加强路政管理力度,彻底杜绝公路两侧占路作业、占路经营的现象。

(4)地方各级政府、交通主管部门应制定相应的配套政策措施,协调好交通、水利、林业、电力、电信等部门的关系,适当加大退耕还林工程投资力度,同时也能减少公路养护费用,保障公路畅通,促进地方

经济发展。

(5)公路养护部门应重点养护公路滑坡地段和路基病害地段,特殊路基及滑坡地段的养护重点在排水工作和退耕还林工作上。

4 思茅农村公路滑坡治理中存在的问题

由于农村低等级公路工程投资不足,防护工程、排水工程、桥涵工程等配套工程设计不够完善,给路基、路面的长期稳定带来一定的隐患,要解决好必要的配套工程,保证路基、路面基本稳定,达到农村公路晴雨通车,发挥公路使用功能,必须增加资金投入。

思茅农村公路滑坡治理的最大困难是公路建设资金投入不足,对沿河线公路受河水、江水急弯处冲刷路基边坡脚引起的工程滑坡治理难度较大。河水、江水冲刷路基引起的工程滑坡,必须设置防护工程,才能防止冲刷。处治方案常用以下几种:一是设置丁坝、驳岸墙、护岸墙等构造物,圬工砌体标号不得低于 7.5 号,设计圬工砌体断面尺寸、埋置深度、标高及平面布置情况,需根据河水最大洪水位及河水流量、路基滑坡规模情况具体计算确定;二是设置泡笼,泡笼分竹笼、铁丝笼、钢筋泡笼等,泡笼造价比圬工砌体的造价低,但泡笼为临时性工程,使用年限较短,应该多做水泥砂浆支砌的永久性圬工砌体。思茅农村公路滑坡治理难度最大的是受河水冲刷引起的滑坡,应给予重点关注。

总之,思茅地区经济的发展离不开公路建设的发展,中央加大农村公路建设力度,广大农民脱贫致富以及全面进入建设社会主义新农村均离不开公路建设的发展。公路建设离不开各级政府及有关部门的理解和支持,一条公路建成后,应充分发挥出它的使用功能,应做到修建时为优良,使用期间也应力求达到优良工程,一条公路不但旱季能通车,雨季也必须能通车;设计时速为 20 km/h 的公路,交付使用后,也应该达到 20 km/h。这样才能发挥其经济效益和社会效益。修建一条公路,从设计到建成通车,要投入巨大的人力、财力,一条公路的建成来之不易,只有把每条公路的主要病害解决了,才能发挥它长期的使用功能。