文章编号：1671－7244(2004)04－0392－04

宁夏山区公路的地质灾害及工程对策

李海峰， 常耀伟， 吴学华
（宁夏地质调查院，宁夏 银川 750021）

摘 要：在充分运用现有的地质、钻探、试验测试常规调查方法的基础上，采用地理信息系统（GIS）、全球定位系统（GPS）、遥感（RS）及计算机信息处理技术等高科技方法和手段，查明宁夏山区公路地质灾害与环境地质问题的类型、发育特征、分布规律、成因和危害，总结规律，进行科学分类，即从自然原因产生的地震、滑坡、崩塌、泥石流、特殊性土灾害和人为原因所产生的破坏边坡稳定、破坏植被、水土流失、侵蚀等两方面进行分析，提出了防治山区公路地质灾害的工程对策.

关键词：山区公路；地质灾害；工程对策
中图分类号：P642.2 文献标志码：A

宁夏地区的公路建设常受到地质灾害的威胁，尤其在银南山区，公路的滑坡、崩塌、泥石流、黄土的湿陷性和胀缩土等灾害，成为影响公路正常施工和安全运行中的重要因素；另一方面，工程建设也会影响地质环境，诱发地质灾害，给国家和人民生命财产造成重大损失.

1 自然原因所产生的地质灾害

自然界内外动力地质作用所产生的环境地质灾害，如地震、崩塌、滑坡、泥石流等，虽然是自然原因引起的，但它们与公路工程活动是相互联系、相互影响的，直接影响到公路的地质环境和运营环境. 宁夏特殊的地理位置、地形地貌、水文气象以及地质条件，决定了宁夏环境地质灾害的广泛性、多发性和严重性.

1.1 地震

宁夏属我国 5 个地震多发区之一，新构造运动和地震活动强烈. 地震严重影响公路的地质环境，是诱发崩塌、滑坡、泥石流的原因之一. 它可导致公路构筑物的震动性破坏，公路路基的失稳或失效，产生液化和震陷等.

1.2 崩塌、滑坡、泥石流

宁夏是崩塌、滑坡和泥石流发生频繁的地区. 据统计，全区有较大的崩塌、滑坡、泥石流 1 860 余处. 根据对全区 8 条干线公路 2 344 km 地质不良路段的统计，共有灾害工点 70 处，总长 122.393 km，灾害路段占总调查里程的 2.90%. 1990—1999 年，宁夏发生大、中型崩塌、滑坡、泥石流 86 次，高于 1980—1989 年的 55 次；其中，峰值期为 1995—1999 年，发生大、中型崩塌、滑坡、泥石流 43～58 次. 如此频繁、如此众多的崩塌、滑坡、泥石流灾害，造成 100 余座桥梁被毁，经济损失达十几亿元之多；并对 1 230 km 公路的运营构成严重威胁，对 2 500～2 800 km 公路的运营构成威胁或潜在威胁.

1.3 特殊土地质灾害

宁夏的特殊土主要有湿陷性黄土和膨胀土等，对公路的地质环境危害很大. 湿陷性黄土主要分布于山间谷地（约 40%）、山间盆地和广大的黄土丘陵区，它受振动荷载后，易产生沉陷、不均匀沉降及基底向两侧挤出等现象，不利于路基的稳定. 膨胀土主要在宁夏南部山区特别发育，主要分布于 2 级或 3 级以上的河谷阶地、盆地边缘、山前缓坡和低丘，是全国典型的膨胀土地区. 膨胀土路基一般易发生胀缩变形、路面开裂和下陷翘包，使构筑物变形，使路基滑塌，严重影响公路的运营环境.

2 人为原因所产生的环境地质灾害

公路工程作为一项庞大而复杂的跨不同地区、不同地质单元的带状系统工程，必须开挖或回填土石方，由此改变着自然生态环境，造成环境地质灾害.

2.1 修筑路基

产生的地质灾害：

(1) 截断含水层，降低地下水位. 含水层被公路截断时，浅层地下水系统便被破坏，地下水不能流向

收稿日期：2004－01－12.
作者简介：李海峰（969—），男，工程师，主要从事环境地质研究.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

下游,而在公路截挖的山腰处可能出现地下水露头,将会造成公路路基的不稳定. 如果修建公路时开挖很深的路堑,路基有可能低于该地的地下水位,从而导致整个地区的地下水位降低;其次,进入路堑中的地下水,如果不采用合适的排水系统,将会造成很大的隐患.

⑵ 淤积和侵蚀作用. 公路建设很容易使河流、沟渠或排灌系统产生淤积和侵蚀. 沉积物来自于公路新修的路段、路堤和取土坑、弃土堆,在开挖与铺砌路面之前,淤积最为严重. 公路的排水系统排出越来越多的水,以及重新分布的地表径流,能使邻区陆地和河流的侵蚀作用加强,所产生的沉积物又被带入河流中,使河床淤积,渗透率降低;还可能使天然河道改变方向,洪水灾害增加,并使供水系统中的含沙量增高. 如果设计不合理,公路还会受到河流的侵蚀,导致新的地质灾害.

⑶ 破坏边坡的稳定. 宁夏南部山区,干旱少雨,但降雨集中,风化作用强烈,公路路基开挖产生的边坡坍塌、岩崩,岩体滑动和滑塌等现象十分常见. 边坡失稳导致坡面冲刷、沟状冲刷以及机械管涌等侵蚀,会产生淤积物,堵塞排水系统和供水系统. 这种淤积物在渗透压力作用下运动得很快,同驱动力相叠加,形成潜在的滑动面,产生滑动. 特别是采用大爆破方式开挖公路边坡,会严重破坏山体的应力平衡体系,导致边坡失稳. 另外,开挖边坡时植被遭到破坏,造成水土流失,会产生泥石流,导致沿线山坡的崩塌、滑坡,使公路的地质环境和运营环境受到破坏.

2.2　开挖隧道

因为隧道完全设置于岩、土体中,隧道的位置、设计和施工主要取决于工程地质条件,工程地质条件是确定隧道性质、形状和造价的重要因素. 隧道开挖改变了山体的应力平衡体系,改变了山体的水文地质条件. 如果隧道位置选择不好,设计不合理,施工方法不得当,便会产生岩爆、冒顶塌方、地面沉陷和涌水等地质灾害. 隧道开挖出来的大量废渣若堆放不当,会造成边坡失稳,诱发崩塌、滑坡和水土流失而淤塞河道等.

2.3　修建桥梁

在修建公路桥梁时,如果桥位选择不当,桥梁修好后必然会对流水产生阻碍作用,导致河流沉积;若再加两岸防护不当,就会加重侧向侵蚀,而侧向侵蚀作用会淘空堤岸,使堤岸坍塌,洪水泛滥,大量的泥沙淤积河床,使河道淤塞而破坏农田和水利设施,破坏生态平衡.

2.4　改移河道

在公路工程中,不可避免地要进行河道改移. 改移河道主要用于公路、桥梁和其他整治目的,它是将河流加深、加宽、截弯、取直,清除草木和碎石以及堤岸削砌与防护工程等结合在一起而完成的. 河道改移后,将产生新的侵蚀—沉积旋回,加强流水的下切作用. 河流纵向侵蚀使河床刷深,将会直接威胁桥台、桥墩等公路建筑物的稳定和安全;另外,还会引起河水水位下降,造成两岸现有的排灌、供水系统失效,使两岸水文地质条件显著改变. 河流的侧向侵蚀加强,造成河床在水平方向摆动,使堤岸不断坍塌,使沿岸公路建筑物和农田受到威胁.

3　工程对策

3.1　坚持地质选线原则

公路选线应对工程地质和水文地质进行详细勘察,弄清它们对公路工程的影响和环境影响. 对于崩塌、滑坡、泥石流、黄土的湿陷性和胀缩土等严重地质灾害路段,应坚持地质选线原则. 一般情况下,路线应设法绕避;若路线必须穿越时,应根据地质情况选择合适的位置,缩小穿越范围,并采取必要的工程措施. 公路选线时应尽量保护山体平衡体系,避免大挖大填,应遵循如下的原则:①应根据地质情况确定公路等级,根据实际地形确定不同的技术指标,或采用分离式路基,设计上行、下行线,使公路相对适应地形;②少做深路堑,宜以短隧道代替,少作高路堤,宜以旱桥或高架桥代替;③以隧道方式穿越灾害群地区和较大的地质灾害区时,以长隧道代替隧道群;④以多过河为原则,充分利用河谷两岸地形展线,以避免深挖高填或绕避地质灾害区.

3.2　加强地质勘察,优化工程设计

公路环境地质灾害的产生,很大程度上与公路的工程地质、水文地质条件密切相关. 一般工程地质、水文地质条件不良地区,都是地质灾害的多发区. 为此,要求工程地质人员加强工程地质和水文地质勘察工作,应和路基设计人员互相配合,结合纵断面设计出切合实际的路基方案,避免不合理的横断面设计;应根据地质情况,因势利导设计综合排水系统,就地取材修建防护工程;并结合实际设置环保设施,作到标本兼治. 在地质灾害多发区,必须根据工程地质和水文地质条件,坚持‘以防为主,以治为辅,防治结合’的方针,应用预防、疏导、堵截、固本等工程措施,进行多方面比较,提出工程减灾技术对策,优化工程设计,作到兼顾公路的经济效益、社会效益和环境效益.

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.3 环境保护工程

在修建公路时，必须重视环境评价和环境保护工作．应遵循“三同时”原则，即公路在新建或改建时，环境保护工程必须与主体工程同时设计、同时施工、同时建成．这样才能充分发挥环境保护工程的作用和效益，减少环境地质灾害．公路环境保护工程，包括防音壁、墙、堤和净化水池、洞、渠以及绿化工程等．绿化工程对改善和提高公路环境质量起着重要的作用．它可以调节气候，防风固沙，美化环境．公路绿化的主要工程措施有：营造行道树、矮林丛、防护林带、风景林、绿化防护工程等．山区高等级公路绿化应以人工种植草皮和花卉为主；土质路堤和路堑边坡，宜种花、草、藤木和小灌木；弯道内侧、中央分隔带只宜种不影响视距的低灌木和花草，路肩上除草坪外，其他绿色植物一律不得栽种；防撞护栏可改作防撞篱笆，以保护边坡稳定，减少灾害．

3.4 施工原则

在公路修建中出现的环境地质灾害，有很大一部分是由施工方法、手段、设备、质量和工期等原因造成的．例如，开挖边坡时采用大爆破手段，导致边坡失稳；填方路基和构造物墙背的压实度不够，到工程峻工后几场大雨就会导致挡土墙倒塌、滑移，路桥分离等工程事故．所以，在公路施工期间，必须执行工程监理制度，采取综合治理．为减少环境地质灾害的发生，应遵循以下原则：

(1) 侵蚀和淤积的控制．施工单位应采取防护措施，防止因施工使河流、水道、排灌系统、供水系统和堤岸受到侵蚀和淤积，并确保排灌系统及供水系统的不可间断性．

(2) 路基边坡开挖．施工单位在路基边坡开挖过程中要严禁采用大型爆破手段，以免引起山体松动，破坏边坡稳定，造成岩体崩塌和水土流失．

(3) 采沙及取石．施工单位在河流中采沙时，应注意防止河流状态的改变；在采石时要遵守爆破安全操作规程，防止因爆破引起山体崩塌等地质灾害．

(4) 取土及弃土．施工单位应保证取土坑开挖后，不致阻碍周围地区的排水和供水系统，也不增加对天然排灌系统的侵蚀；在堆放弃土时，应防止对周围排灌渠道和水沟的污染和淤塞，防止掩埋农田和林木、淤塞河道及改变流水方向．

3.5 重视灾害预测，建立防灾系统

目前，交通部正积极参与“国际减灾十年”活动，关于公路减灾规划的文件已经颁发．建议省级交通部门把公路环境地质灾害的减灾工作有计划、有组织地纳入省级公路减灾规划内，充分运用现代科技方法和手段，积极研究环境地质灾害的综合勘察、评价和防治的工程对策．应对所有干支公路进行一次全面系统的普查，建立公路环境地质灾害信息系统及分析系统；并在此基础上，加强公路地质灾害的模式和机理研究，建立省级公路环境地质灾害的预测系统和减灾系统，以提高公路系统对环境地质灾害的反应能力，提高省公路系统的减灾能力．

参考文献：

[1] 刘传正．地质灾害勘察指南[M]．北京：地质出版社，2000：15－19.
[2] 段永候，罗元华，柳源，等．中国地质灾害[M]．北京：中国建筑工业出版社，1993：50－65.
[3] 马宗晋．自然灾害与减灾[M]．北京：地震出版社，1990：37－42.
[4] 李顺江，张军，黄育新，等．宁夏地质灾害[M]．银川：宁夏人民出版社，1991：8－26.

Geologic disaster and engineering countermeasure of Ningxia mountainous area highway

LI Hai-feng, *CHANG Yao-wei*, *WU Xue-hua*
(Ningxia Geology Survey Institute, Yinchuan 750021; China)

Abstract: Through fully utilizing previous geologic, drilling, and testing methods, adopted geographic information system (GIS), global position system (GPS), remote sensing (RS), high-tech and methods of computer information technique, fully gathering and using available materials, strengthening comprehensive analytical ability, this paper ascertained the categories, characteristics, distribution pattern, cause of formation and harmfulness of geologic disasters and environment geology of mountainous highway. Then, two types of geologic disasters of mountainous highway were suggested: ① caused by nature, such as earthquakes, landslide collapse, debris flow, and special soil disaster; ② caused by human being's activities, they are destructions of marginal slope, vegetation destroy, loss of water and erosion of soil etc. According to the above geologic disasters, engineering countermeasure was advanced in the paper to prevent and cure geologic disasters of mountainous highway.

Key words: mountainous highway; geologic disaster; engineering countermeasure

(责任编辑、校对 王岳昭)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net