

浅谈岩溶地区公路建筑环境保护问题

谢立新¹, 鲁光银², 朱自强²

(1. 湖南省高速公路管理局, 长沙 410000; 2. 中南大学信息物理工程学院, 长沙 410083)

摘 要: 西部岩溶地区公路建设过程中, 必然对岩溶地区脆弱的处于一种准平衡状态生态环境系统造成严重的影响, 因此, 西部公路建设必须对环境进行严格考察和论证。就西部岩溶地区公路建设对环境保护中的水、植被和土壤的影响问题进行深入的研究, 并提出了一系列防治技术和综合评价技术。

关键词: 岩溶; 公路; 环境保护

中图分类号: S157; X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)02-0119-04

Environment Protection During Highway Construction in Karst Area

XIE Li-xin¹, LU Guang-yin², Zhu Zi-qiang²

(1. Hunan Expressway Administration, Changsha 410000, Hunan, China;

2. College of Information and Physical Engineering, Zhongnan University, Changsha 410083, Hunan, China)

Abstract: Highway construction in west karst area has brought a lot of influence on ecological environment, which is fragile on the edge balance. Therefore strict investigation and argumentation must be used during highway construction in west karst area. The problems on the water, vegetation and soil of the environment protection are discussed, then a series of protection technology and comprehensive evaluation is put forward.

Key words: karst; highway; environment protection

1 前 言

当前, 我国公路建设事业, 特别是西部大开发的公路建设蓬勃发展, 势不可挡。而西部岩溶地区的地层在地下水及地表水岩溶地质作用下, 形成了独有的高山低谷典型山区岩溶地貌, 其地势崎岖、土层浅薄、石山荒漠化和水土流失严重, 自然生态环境极为脆弱。公路建设势必对沿线的水环境、自然植被、地表覆土等产生一定的影响, 如何保护生态环境不受破坏, 如何减少或消除这种影响所带来的负作用, 减少自然资源的损失及生态环境遭受的破坏尤为重要。党中央、国务院也十分重视生态环境保护, 明文规定“开发利用自然资源, 必须采取措施保护生态环境”。

但是在岩溶地区的公路建设中, 受地形、地质和建设资金等的约束, 工程大填大挖、沿溪废方多, 对植被、耕地、水环境等有极大的影响, 再加上岩溶地区植被类型多样, 植被被破坏后难以恢复, 因而环境保护工作有着区别于平原地区的特殊性、艰巨性和重要性。因此, 正确认识岩溶地区地质特点和公路建设对其破坏作用是改善岩溶地区石山环境, 维护碳酸盐岩区域环境质量的基础。

岩溶地区是公认的脆弱生态环境, 特殊的地质条件和水

文地质条件, 长期的地质演化造就了岩溶处于一种准平衡状态。国际上, 早在 1957 年, 墨西哥召开的第 15 届国际道路会议上就成立了“道路与环境问题”工作组。在以后多次国际道路会议, 把“道路对环境保护”作为议题。使得公路工程出现了新的研究领域和新的变革。而我国在岩溶区公路建设中只零星做了一些保护水环境、防止或减少水土流失、保护土地资源的工作, 其研究的层次多数是“就事论事”, 只是针对出现的环保问题或可能预测在短期内会出现的环境问题进行工程治理, 还没有系统地开展岩溶地区公路修筑环境保护研究。因此系统地从工程地质、水文地质、环境保护科学等多学科联合攻关, 取得 1+1>2 的学科群体优势和社会效益是很有意义的。

2 公路建筑环境影响的综合评价

一般而言, 公路建设对生态环境的影响是由于大规模的土建工程所产生。这些影响包括改变地形地貌、破坏植被、污染地下水、造成水土流失等。这些不仅发生在公路建设前期, 另外, 在公路修筑过程之中和公路运营之后也会对环境产生较为恶劣的影响。因此, 公路建设的环境影响评价, 应该分为公路建筑阶段的环境影响和公路营运阶段的环境影响。公路

收稿日期: 2002-11-10

基金项目: 交通部课题“岩溶地区公路修筑技术研究”。

作者简介: 谢立新(1960-), 男, 工程师, 从事公路工程研究, 发表论文数篇。

运营阶段对环境的影响主要是交通噪声、汽车废气,以及公路运输的有害物质等,因此本文主要对岩溶地区公路修筑过程中的环境进行分析评价,对该部分不作详细探讨。

岩溶地区公路建设过程中对生态环境的影响评价,包括影响范围评价与时效性评价。必需根据有关法规和文献资料,确定合理的评价指标:植被覆盖率、水质状况、可利用水资源量、人均土地占有量、水土流失率等,提出一套快速、简便和准确的指标检测方法。环境影响预测方法与评价方法一般选用通用、成熟、简便并能满足准确度要求的方法,例如:数值模式法、物理模型法、类比调查法和专业判断法。

根据公路建设对环境影响的特点,宜采用“以点为主,点线结合,突出敏感点”的原则,对岩溶地区公路建筑中单项环境(水环境、水污染、植被环境、土地利用、水土流失)影响作出切合实际的评价。评价时注意叠加环境质量现状值;考虑环境影响的衰减能力,注意现状评价应该采用单因子评价方法。在单项评价的基础上,选择适当地环境质量参数进行多项综合评价。综合评价的评价结论仅代表环境的平均情况,不能真正的反映环境质量的好坏。

对环境影响预测评价时采用多种方法,以提高预测与评价的可靠性。同时,采用一些新技术新方法(GIS、RS技术和可视化三维技术)的应用。如果预测地下水锐减,应采取必要的工程措施。如果预测产生水土流失、滑坡、泥石流的可能性,应视规模大小采取不同对策抑制,并预测其影响范围的大小、形状。根据工程和环境的特征,布设适当的预测点,通过预测这些点所受到的环境影响,由点及面反映该范围所受到的环境影响,从而为防治与治理提供坚实的理论基础和科学依据。

3 水环境的破坏及污染特征调查

岩溶地区的水环境是导致生态环境比较脆弱的最主要因素之一,影响水环境的主要因素包括地貌类型、地质构造以及岩溶作用。通常公路建筑会使自然水文条件发生三种变化:改变地表水流;改变地下水流;水环境污染,影响水质。岩溶地区公路建筑势必破坏水平衡状态,使原本比较脆弱的生态环境进一步恶化。

因此,在岩溶地区修筑公路时,必须系统地调查公路建设对此区域水环境的影响、水环境破坏及污染特征,进而分析产生水环境破坏及污染的原因,为后续的环境保护和治理工作奠定基础。

在水环境的破坏及污染特征进行调查时,为了对裸露型岩溶和覆盖型(埋藏型)岩溶地区地面水环境和地下水环境都探测清楚,一般可以采用物探方法、天然或人工示踪试验、现代构造地质分析方法。查明地下水的补、排、径条件,地下水埋深变化、分布状况、圈定富水地段、开发治理条件,并用水文分析法作出水资源评价。查清岩溶地区公路建设不同时期水体(地表水、地下水)污染类型、污染来源和污染扩散方式、水体污染的危害程度。现场调查不同地貌类型公路建筑的水环境(地面水、地下水)破坏类型、破坏标志、破坏程度及其分析水环境破坏的主要因素。并运用抽水、动态监测等方法取得水文参数,对获取的数据(资料),提出数据分析处理

和信息综合提取的技术和策略,为采用合理的环境保护工程措施提供理论依据。

公路建设增加了地表水,岩溶地区水合理利用原则:有利于水资源向平衡状态发展;有利于改善岩溶地区生产缺水状况;有利于公路沿线生态防护工程建设。

4 自然植被的破坏作用及防治技术

岩溶地区石多土少,不连续,贫瘠,植被生长发育的基础条件差。若以封山育林方式,岩溶地区植被达到郁闭成林,发挥明显涵养水源的程度,需要 20 年的时间。不仅如此,由于原生森林被毁,土壤营养流失,岩溶地区大都植被结构简化,草本、灌丛比例增加,植物的初级生产力极低。因此,在岩溶地区修筑公路,势必对该区域的自然植被造成毁灭性的灾难,必须采取合理的技术手段和工程措施,尽可能的恢复原有的生态系统。

只有对公路建设沿线原有的自然植被充分了解的基础上,才能在工程中采取措施减少破坏。因此,必须采用收集资料、现场调查,在适当时候应用遥感技术(RS)来调查公路建筑前路域的不同地貌类型的植被覆盖度(图 1 所示)、生长情况以及石漠化程度,收集路域主要的植物种类、植物种类组合,分析优势植物种类以及研究植物种类组合的特点、植被发育与其它环境的关系。并调查公路建筑过程中不同地貌类型或筑路类型(隧道、边坡等)对自然植被的破坏方式、破坏程度和破坏界线地圈定;进一步分析产生植被破坏的主要因素以及与其它环境的关系,例如水环境改变对自然植被地影响。为后续的植被的恢复和改良提供坚实的基础。在前面工作的基础之上,通过调研和试验手段,筛选植物物种,优化植被套种,恢复破坏的植被,防治水土流失。

5 占用土地及水土流失防治技术

凡修筑公路都有个占用土地问题,特别是在西部岩溶地区,土地少,但是修筑高等级公路因路幅宽、土地占用量大,这一矛盾尤为突出。如何既保证公路建设,又做到合理利用土地,将是岩溶地区公路建筑过程中必须考虑的一个重要问题。公路建设一般分为 4 个阶段:前期阶段、测量设计阶段、公路施工阶段和路程管养阶段。合理利用土地,就必须抓住这 4 个阶段,宏观控制土地使用。例如岩溶地区公路建设在预可、工可阶段要着重抓住路线走向问题;测设极端控制占用土地总量;施工阶段减少临时用地;路程管养阶段抓紧耕复还田等。必要时可以采用先进的技术手段,例如 GIS、CAD 技术,合理利用每一寸土地。

水土流失作为岩溶地区长期存在而又未能得到很好解决的重大问题,在岩溶地区公路建设过程将更趋严重。公路建设项目一般呈线性分布,穿行于河谷山川之间,水土流失问题不容小觑,如何采取合理措施,防治水土流失,也将是岩溶地区公路建设必须优先考虑的一个问题。

造成公路建设水土流失的因素一般为:(1)在公路施工过程中,因开挖使地表植被遭到破坏,原有地表覆土与植被之间的平衡关系失调,在水流冲刷作用下产生水土流失。(2)在隧道及大挖方段施工过程中,由于路段内挖方量大于填方

量, 多余的土石方因受地形和运输条件的限制, 不便运往填方段, 不得不进行弃渣处理, 可能导致新的水土流失。(3) 施工过程中, 施工作业面土石渣料处理不当, 可能造成新的水土流失。(4) 施工完成后, 对取土坑、弃渣场等处理不当, 可能产生新的水土流失。

因此要防治水土流失, 首先必须在对公路建设前路域地表覆土类型及其分布, 地表覆土的使用情况和质量现状调查的基础上, 对沿线重点区段进一步研究地表覆土的物化性质

和结构的变化特征, 并对水土流失特征进行分类。按破坏方式分为面状水土流失、沟状水土流失和崩岗状水土流失。根据不同的水土流失类型, 综合分析水土流失的原因、特点、面积、元素及流失量, 然后再采取合理的措施进行治理。例如, 结合水土流失特征, 选择一些耐干瘦瘠的豆科和禾科草本植物, 采用乔灌木套种, 阻滞地表径流, 治理水土流失; 选择根系发达、实用性广, 具有较好固土作用的植被, 用于沟状流失治理和崩岗流失治理。

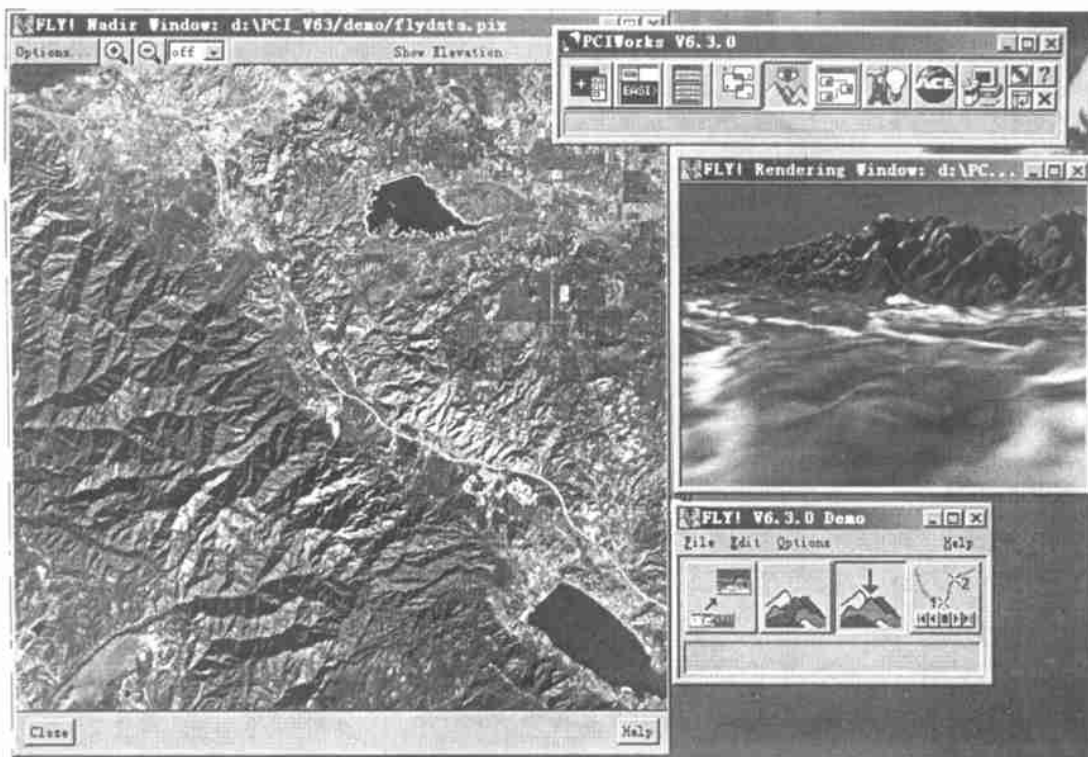


图1 采用遥感技术对公路建筑区域植被覆盖度进行解译

公路建设水土流失防治措施一般采取预防措施。从设计、施工过程中到工程竣工后都给予充分的重视。设计时尽量使挖填方平衡, 提高土、砂、石料利用率, 减少弃渣量; 修筑时应尽量减少破坏地貌及植被; 在河道两岸筑路, 不得将土石倾入河道, 应结合路基安全措施, 修筑沿河防洪堤, 废土弃石应合理堆放在指定范围内, 或用于加高堤身; 工程竣工时应搞好护坡造林和种草, 废料场应整修加固, 使之具有一定的稳定性并满足防冲要求等等。

6 结论与建议

(1) 岩溶地区公路建设是一条线, 建设区域一般跨越多种地貌条件, 对地面扰动较大, 给本来就脆弱的生态环境造成严重的破坏。若不加以防范, 将恶化生态环境, 影响沿线人

民的生产和生活环境, 必须足够重视。

(2) 岩溶地区可耕作土地本来较少, 因此, 在该区域修筑公路时必须合尽量少占用耕地和合理利用土地, 从公路设计选线到施工过程中挖方借方、料场的设计等临时用地, 以及建成管养阶段的土地复垦等都必需采取先进技术手段和有效的工程措施来节约每一寸土地。

(3) 调查和分析公路建筑区域的地表水和地下水分布状况可以在公路建设过程中防治破坏岩溶地区水环境。合理确定水土流失面积和土壤侵蚀系数, 防治水土流失, 保护地表植被, 并采取工程措施, 恢复原有的生态系统, 维护碳酸盐岩区域环境质量的基础。

参考文献:

- [1] 光耀华 广西岩溶地区水资源可持续开发利用战略研究[J]. 红水河, 2000, 2 (2): 1- 8
- [2] 王长春, 李明旭, 贾洪纪 公路建设项目水土保持方案的编制[J]. 黑龙江水专学报, 2000, 27 (2): 45- 46
- [3] 姚长宏, 杨桂芳, 蒋忠诚 贵州省岩溶地区石漠化的形成及其生态治理[J]. 地质科技情报, 2001, 20 (2): 75- 82
- [4] 郭锐, 薛志敏, 刘勇, 等 开发建设项目水土流失预测易出现的问题及其对策——以公路建设项目为例[J]. 中国水土保持, 2000, 2: 36- 37.

[5] 刘康祥, 潘高潮 论岩溶含水层地下水资源评价的概念模型[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 1998, 16(2): 29- 36

[6] 王海鹰, 施顺生 云南公路建设中的水土流失及其防治[J]. 云南环境科学, 2001, 20(1): 44- 54

[7] 李韧 皖南山岭重丘区高速公路水土保持方案设计[J]. 2001, 129(2): 73- 74

[8] 张福存 能源基地地下水污染及防治措施[J]. 1998, 28(2): 191- 194

[9] Stephenson J B, Zhou W F, Beck B F, et al Highway stormwater runoff in karst areas- preliminary results of baseline monitoring and design of a treatment system for a sinkhole in Knoxville, Tennessee[J]. Engineering Geology, 1999, 52: 51- 59

[10] White W B. , Karst hydrology: recent developments and open questions[J]. Engineering Geology, 2002, 65: 85- 105

[11] Hose L D, Palmer A N, Palmer M V, et al Microbiology and geochemistry in a hydrogen-sulphide-rich karst environment[J]. Chemical Geology, 2000 , 169: 399- 423

[12] Dufresne D P, Drake C W. Regional groundwater flow model construction and wellfield site selection in a karst area, Lake City, Florida[J]. Engineering Geology, 1999, 52: 129- 139

(上接第 95 页)

约束指标。第一时段末二级达标, 第二时段末一级达标。即:

$$5.7X_{1+} + 6X_{2+} + 32X_{3+} + 0.97X_{4+} + 1.55X_{5+} + 1.09X_{6+} > A_9$$
$$A_9 \text{ 一期为 } 627\,842\text{ kg}, \text{ 二期为 } 878\,213\text{ kg}.$$

(3) 允许最大水土流失量约束: 约束变量系数为与治理前相比的产沙率, 右端常系数为井田区产沙率的约束指标。即:

$$0.55X_{1+} + 0.5X_{2+} + 0.7X_{4+} + 0.54X_{5+} + 0.6X_{6+} + 0.02X_{7+} + 0.02X_{9+} + 0.8X_{10+} + X_{11+} + 0.8X_{12+} + 0.3X_{13+} < A_{10}$$
$$A_{10} \text{ 值一期为 } 110\,915.7, \text{ 二期为 } 95\,710.0.$$

4.3.6 资金约束

约束变量系数为单位面积治理投资定额, 右端常系数 A_{11} 为两时段可能提供的资金数, 一期为 7.99×10^6 元, 二期为 1.26×10^7 元。方程为:

$$38X_{1+} + 79.2X_{2+} + 281X_{3+} + 27X_{5+} + 16X_{6+} + 200X_{7+} + 800X_8 + 400X_{9+} < A_{11}$$

4.4 决策结果及灵敏度分析

4.4.1 决策结果分析(见表 7)

把做出的水土保持建设规划结果与现状相比较, 规划方

案的预期效果主要表现在: 土地利用结构和布局更加合理, 农、林、牧、园地、非生产用地比例由原来的 1 4 8 8 1 0 1 1.8 调整为 1 18 4 15 5 1.4 2 9, 形成坡旱地水土保持耕作化, 川台滩地水利化, 荒沙荒坡绿化美化, 休息场所公园化, 农、林、牧、粮、果、菜综合发展的土地利用新格局。土地利用效率显著提高, 由原来的 41% 提高到 85%; 林草覆盖率将由 32% 增加到 55%; 饲草达到平衡; 人均产粮超过 500 kg, 人均纯收入由原来的 285 元提高到 2 560 元, 达小康标准; 由于开矿加剧的水土流失和风蚀沙漠化得到有效控制; 环境状况明显好转。目标的实现为矿区提供了优美舒适的生活和生产环境。

4.4.2 灵敏分析 灵敏度分析是线性规划技术的新发展。土地利用规划所涉及的有关自然环境和社会经济条件等参数是系列变化中的量, 因此线性规划模型应是动态的模型, 当参数发生变化时, 应了解系统的稳定程度、各种资源在系统中的利用情况及各约束条件对系统的影响能力, 即在决策最优的情况下, 各种系数的变化范围。灵敏度分析中进行了影子价格和常系数与效益系数允许变化范围的计算。

表 7 线性规划结果表

									hm ² · 人 · 羊
项 目	灌木林 X_1	乔树林 X_2	环境绿地 X_3	天然绿地 X_4	人工草地 X_5	改良草地 X_6	果树 X_7	蔬菜 X_8	基本农田 X_9
第一时段	478050	470490	75600	1075290	244200	209325	83235	2400	36705
第二时段	719595	530880	135600	60435	467340	701025	96615	10425	75300
项目	坡旱地 X_{10}	流沙地 X_{11}	半固定沙 X_{12}	不变面积 X_{13}	农业人口 X_{14}	非农业人口 X_{15}	牲畜 X_{16}	奶畜 X_{17}	目标函数值(万)
第一时段	130485	0	0	153780	34260	65265	164640	7245	110671300
第二时段	8580	0	0	153780	39210	101190	205665	18735	13756400

5 结 语

在矿区复杂系统中, 利用系统工程理论进行水土保持和生态环境建设规划, 已经取得了实际效果, 可向同类规划中

推广。今后应在系统模型和约束条件的合理化方面做更深入的研究, 同时, 利用“3S”技术提高基础资料的准确性, 利用计算机技术提高模型解算的自动化水平, 使这一技术方法具有更高的科学性、实用性和可操作性。