

# 我国道路边坡治理现状及其对策

艾应伟<sup>1</sup>, 刘 浩<sup>1</sup>, 范志金<sup>2</sup>, 李绍才<sup>1</sup>

(1. 四川大学生命科学学院, 成都 610064; 2. 南开大学元素有机化学研究所, 天津 300071)

**摘 要:**我国道路边坡治理现状主要表现为:边坡绿化以草本植物为主,生态护坡的效果欠佳;边坡设计治理措施简单,自然环境的破坏严重;边坡植被恢复水平较低,生态绿化的任务艰巨。针对我国道路边坡治理现状所采取的主要对策是:边坡设计施工要以边坡稳定性和保护环境生态为前提;提高土壤植被系统的生态护坡效应;合理选择与搭配生物护坡工程的植物物种。

**关键词:**道路边坡;治理;护坡

**中图分类号:**U412

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2006)05-0222-03

## Current Situation on Road Side Slope Management and Countermeasures in China

AI Ying-wei<sup>1</sup>, LIU Hao<sup>1</sup>, FAN Zhi-jin<sup>2</sup>, LI Shao-cai<sup>1</sup>

(1. College of Life Science, Sichuan University, Chengdu 610064, China;

2. Institute of Element-organic Chemistry, Nankai University, Tianjin 300071, China)

**Abstract:** The current situation on side slope management in our country is: the herbaceous plant is the primary plant used for side slope vegetation, ecological effect on side slope protection is low; the design and management measurement for side slope is simple, the natural environment destruction is serious; the vegetation of side slope has relatively low renewing ability, there is a hard task for ecological vegetation. In view of the current situation on side slope management, countermeasures are adopted mainly as: side slope design and construction shall take the stable of side slope and the ecological environment protection as the premise; enhance the ability of soil-plantation system on ecological side slope; reasonably choose plant species used for biological slope protection project.

**Key words:** road side slope; management; side slope protection

道路建设对经济和社会的发展有显著促进作用,但同时也给环境带来一定的影响和破坏。道路工程建设对土地资源的大量使用,尤其是对山体的切坡或地形影响,经常有大量的施工开挖,所产生的道路边坡一方面会引起水土流失、滑坡、泥石流、局部小气候的恶化、光声污染及生物链的破坏,另一方面会造成道路景观环境的破坏<sup>[1,2]</sup>。人工防护和绿化是道路边坡生态恢复的重要手段,因社会对环保要求的不断提高,对裸露道路边坡的生态恢复治理问题日益引起人们的重视。随着国家对基础设施建设投资力度的加大,特别是道路建设的飞速发展,所带来的副作用会越来越严重,科学、合理治理道路边坡对公共安全、生态环境的危害,是促进我国道路建设健康发展的根本出路。针对此,本文就我国道路边坡的治理现状及其对策进行了探讨。

### 1 道路边坡种类与特点

我国是一个多山的国家,山地、丘陵和地形比较崎岖的高原所构成的山区占国土总面积的 50% 以上。为了开发山区、建设山区、改变山区经济滞后的面貌,提高人民生活水平,交通便利是一个必要的条件,公路、铁路建设对促进山区

经济和社会的发展起着十分重要的作用。近年来,随着国家对基础设施建设项目投资力度的不断加大,公路、铁路建设项目越来越多。在山区的铁路、公路工程建设中,道路多穿行于河谷山川之间,经常要开挖大量边坡,边坡的开挖破坏了原有植被覆盖层,导致出现大量的次生裸地以及产生严重的水土流失现象,造成生态环境的破坏,边坡岩土体的崩塌、滑坡、泥石流等失稳破坏形式还会给人民生命和财产带来巨大的损失<sup>[1,2,3]</sup>。

山区道路由于地形、地貌变化大,地质构造和岩土类别复杂,其边坡类型也是多种多样。目前,依据分类原则、分类标准和分类目的不同,国内外对道路边坡已有很多分类方法。关于边坡的分类,国内外提出的方法很多,分类的目的各不相同。但其共同特点是:或只着眼于变形形式的分类,或仅对某一种(或几种)边坡变形(如滑坡)按不同的准则进行细部分类。一般而言,按边坡与工程关系可分为自然边坡和人工边坡;按人工边坡的形成方式可分为填方路堤边坡和挖方路堑边坡;按边坡变形情况可分为变形边坡和未变形边坡;按边坡岩性把未变形边坡统分为岩质边坡、土质边坡和土石边坡;按边坡高度不同可分为超高边坡、高边坡、中边

\* 收稿日期:2005-11-17

基金项目:国家自然科学基金资助(40571064);四川省科技攻关计划项目(2006Z10-006)

作者简介:艾应伟(1965-),男,博士,副教授,主要从事环境生态、植物营养方面的研究。

坡、低边坡;按边坡坡度不同可分为平缓边坡、陡坡边坡、急坡边坡、悬坡<sup>[4]</sup>。

铁路、公路的道路工程建造对生态系统的破坏有工程规模大、影响不可逆、持续时间长、影响范围大等特点,不仅会产生廊道效应、接近效应、城镇化效益等造成生态环境的影响和破坏,还会导致道路边坡小气候复杂以及限制因素多<sup>[5,6]</sup>。研究表明,裸露的公路边坡风速比林地大15倍、比草地大8倍,道路边坡风蚀严重,极不利于水分保持,加之边坡土壤渗透性差等原因,边坡土壤对降水截流较小,容易产生水土流失,导致坡面土壤贫瘠,立地条件差,往往不利于植物生长<sup>[6]</sup>。公路工程、铁路工程的岩质边坡在山区道路边坡中占有相当大的比重,一般设计坡度都在1:0.75以上,有的可达1:0.3,其边坡坡度大,雨水径流速度大,在高降雨地区极易形成冲刷侵蚀,坡面自然风化的土壤颗粒很难留存,受水力和重力作用而堆积坡脚,它不同于土质边坡,不具备植被形成所必需的土壤环境,一般缺少植物生长所必需的土壤条件及养分条件,其岩体保水功能差,含有的活化养分低,很难从边坡岩层中吸收水分及养分供应植物生长发育,致使植物难以生存<sup>[2]</sup>。

## 2 道路边坡治理现状

### 2.1 边坡绿化以草本植物为主,生态护坡的效果欠佳

目前,我国在道路坡面生态工程方面虽然取得了一定的成果和效益,但由于对植被演替规律的深层次规律认识不足,我国在道路坡面生态绿化工程的实施仍带有很大的盲目性和随意性,其实施和研究尚处于初级阶段,还存在以下问题:普遍采用单一或简单的混合草种而抛弃乔灌木,草本植物在护坡前期效果不错,但由此建立的生态系统相当脆弱,很容易遭破坏;在栽种草本植物时,过多地把注意力放在国外草种的引进上,而忽视了在本地适应更好、更易于形成良好群落结构和稳定关系的地方草种<sup>[6,7,8]</sup>。

### 2.2 边坡设计治理措施简单,自然环境的破坏严重

道路边坡防护设计中大量采用浆砌片石护坡、锚索等劳动密集型的边坡防护方式。这些防护方式由于材料简单,施工干扰大,质量难以控制。许多道路建设的设计文件中都没有对环境生态进行专门设计。大量采用的浆砌片石护坡及喷射水泥砂浆等防护方式完全封闭了植物生长的环境,使得由于道路开挖而破坏的自然植被永久不能恢复。少量的绿化设计往往只是局部贴草皮,没有对边坡整个植被的逐步恢复进行考虑。缺乏植物覆盖的边坡加大了水土流失,给生态环境带来了不利影响。

我国的道路建设,特别是高速公路建设因起步较晚,建设资金有限,在观念上、技术上和建设规模上与发达国家相比都有一定的差距,在道路边坡设计、边坡防护治理措施方面普遍存在以下问题:地貌破坏,植被难以恢复,造成大量水土流失;高填深挖,边坡不稳定性增大;大量石料采用,资源紧张,成本高;路容外观较差,噪音大等<sup>[5]</sup>。相比之下,美、日等发达国家非常重视保护生态环境。这些国家建设高速公路的时间比较早,他们很早就已将生态保护和恢复措施纳入了高速公路建设之中,并且为此进行了长期的研究和实践。如今这些国家已基本废除了浆砌片石和喷射水泥砂浆护面等破坏自然环境的工艺,在边坡防护中取而代之的是各种柔性支护和绿化措施,基本上实现了全路段绿化<sup>[6,9]</sup>。

### 2.3 边坡植被恢复水平较低,生态绿化的任务艰巨

近年来,我国在道路建设中,修建高速公路比较普遍采用了三维网植草、喷混植草、客土喷播等国外的生态护坡工

程技术对高速公路岩质边坡进行防护和绿化,但其余道路边坡除少数需要浆砌片石、喷射水泥砂浆护面、浆砌挡墙、砌石护坡等传统的工程护坡方式进行边坡治理外,大部分边坡一是采取传统的树、草单种或混种的方式进行边坡治理,二是未进行人工绿化而保持原貌,这当中还包括少部分高速公路边坡<sup>[5,7,8]</sup>。建设时期久远的道路边坡,特别是较偏远的山区公路边坡除个别采取了工程护坡处理外,大多数是直接种植树、草或未作任何绿化处理,其边坡创面上的植物基本上是自然生长所形成。

随着人们对生态环境保护的要求越来越高,对我国道路边坡绿化工作提出了更高的要求,我国道路边坡种类繁多且面积大,大多边坡绿化水平还远远未达到生态恢复和边坡治理的目的。全国绿色通道建设的目标要求在2010年力争对全国所有可绿化的道路等通道实行全面绿化,这将有很大面积的道路边坡需要进行植被恢复与重建。目前全国高速公路里程已超过2.5万km,“十五”期间还将修建大量的高速公路。而全国整个道路边坡每年植被恢复与重建所需草种、生态种植基等的费用将会非常大,道路边坡生态绿化的工作任务还十分艰巨。

## 3 道路边坡治理对策

### 3.1 边坡设计施工要以边坡稳定性和保护环境生态为前提

科学合理的设计施工是防范道路边坡不稳定性、实现生态防护、提高经济效益的根本途径。道路边坡的设计施工应实施可持续发展战略,预防因规划和建设项目实施后对环境造成不良影响,促进经济、社会和环境的协调发展。在选线设计、施工建设及运营管理中,作到进行精心设计,使边坡处于安全稳定的环境中。应采用合理边坡坡率和边坡形式,充分地确保路基的稳定,充分考虑桥、涵、路的结合,减少高填深挖,设置合适的防护工程,注意防水和排水,临河路堤要防河渠水的冲刷与浸泡<sup>[3,5]</sup>。全面贯彻环境保护的思想,以平衡土石方借弃土、少占林地、少占农田、保护水源地、水源林、渔地等自然生态为目标,采用土地复垦恢复植被等一切必要的措施,恢复自然,保护环境。道路边坡设计到施工,应引入竞争机制,选择一个资质好的承包单位,先提出多个设计方案,邀请专家评审,确定最佳方案,再进行施工。施工过程中,应进行工程监理,以保证方案正确、投资合理、施工质量良好,使治理工程达到预期目的。

### 3.2 提高土壤植被系统的生态护坡效应

在维护边坡稳定与边坡生态景观恢复实践中,以植被为主体的坡面生态工程逐渐发展起来,植被越来越成为控制侵蚀和稳定边坡的一个有效措施<sup>[10,11,12]</sup>。道路边坡的不稳定性通常可分为表层不稳定性、浅层不稳定性和深层不稳定性,在我国的广大山地,表层和浅层的不稳定过程是边坡最常见的两类侵蚀类型,植被对解决这两类不稳定性具有很大潜力<sup>[10,13]</sup>。道路坡面过程受不同形态的能量驱动,其结果是以侵蚀形式发生的坡面物质的移迁。植被作为地表的保护层,能够以不同方式影响坡面侵蚀过程。决定土壤侵蚀过程的重要因素有气候、土壤、水文和地形,其中前面三个受植被的影响,草本植物及灌木的枝叶和根系集中分布于土壤表面,能够削弱有效降雨量和调节土壤的抗蚀性,植被对坡面的水文和机械保护效应所产生的深根锚固、浅根加筋、降低孔压、削弱溅蚀、控制径流的生态作用使其具备了抗蚀护坡的工程性能<sup>[8,10,14]</sup>。

道路边坡土壤是植物形成、生长、演替的基础,而植被在道路边坡防护以及生态景观恢复方面又有着不可取代的重要

作用。植被在道路边坡保护和侵蚀控制方面的功能是土壤植被系统中土壤与植被相互作用的结果。土壤植被系统是在一定地区由植物根系分布范围内的土壤、母质和岩石以及以植被为主的生物群所构成的有机整体,在系统内部,植被稳定土壤,土壤反过来养育植被,两者构成了所谓的“固结-维养关系”,使其具有克服不稳定因素、保持系统的稳定性以及保证土壤和植被之间的相互作用、促进整个系统发育演化的双重作用<sup>[13]</sup>。应充分发挥水土保持技术、地表加固技术在道路边坡防护中的作用,建立良好的土壤植被系统,提高道路边坡的生态护坡效果。通过对坡面的有效覆盖和及时地保护表土,使其免受表面侵蚀和土壤退化。通过植物根系固持土壤,降低土壤孔隙水压力来加固和提高抗滑力。水土保持技术主要包括草皮移植、草播种、乔灌播种、抗蚀网格和活枝网格,地表加固技术主要技术包括活枝扦插、枝条篱墙、活枝捆束、排水式活枝捆束、沟壑式栽种、压条和枝干篱墙等<sup>[6]</sup>。

### 3.3 合理选择与搭配生物护坡工程的植物物种

利用植物进行道路边坡坡面植被恢复、建立新的植物群落时需要合理选择植物的物种,使其具有适应性、生物多样

性、功能性。为保证有良好的植被,在植物选择上,应废除传统的单一植草观念,选择适合当地气候及地质条件以植物进行目标群落设计,以求达到恢复自然的目的。植物种类选择也有别于普通植草,植物物种可尽量采用与当地天然植被类似的种类,使植被可以实现从草坪到树林的演替,而且乡土植物更容易与自然融为一体,使得人工植被更接近原始生态。

道路边坡坡面植被重建的设计与施工过程中,所选物种必须具有耐瘠性、耐旱性、深根性、青绿期长、再生能力强、生长迅速、抗病虫害能力强、抗外界干扰能力强。生物多样性是生态系统稳定的基础,较高水平的生物多样性有利于生态系统功能的发展和优化。道路边坡应采用乔、灌、草、藤、花等植物进行合理配植,使同一群落内功能相似类群的物种多样性增加,提高生态系统对环境变化的应变性及功能性<sup>[15,16,17]</sup>。道路生态防护的植物物种选择与搭配是道路建设工程中可持续发展的对策之一。植物物种选择与搭配应使环保机能、景观机能及安全机能都相应得到提高,使其同时具有治理水土流失、绿化、美化、改善行车条件、防止眩光、降低噪音等多种功能。

### 参考文献:

- [1] Morgan R R C, Rickson R J. Slope stabilization and erosion control: A bioengineering approach[M]. London: E & E N Spon, 1995. 274.
- [2] 张俊云,周德培,李绍才. 岩石边坡生态护坡研究简介[J]. 水土保持通报, 2000, 20(4): 36 - 38.
- [3] 杨喜田,董惠英,黄玉荣,等. 黄土地区高速公路边坡稳定性的研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14(1): 77 - 81.
- [4] 姜德义,王国栋. 高速公路工程边坡的工程地质分类[J]. 重庆大学学报, 2003, 26(11): 114 - 116.
- [5] 舒翔,杜娟,曹映泓,等. 生态工程在高速公路岩石边坡防护工程中的应用[J]. 公路, 2001, (7): 86 - 89.
- [6] 王代军,胡桂馨,高洁. 公路边坡侵蚀及坡面生态工程的应用现状[J]. 草原与草坪, 2000, (3): 22 - 24.
- [7] 欧宁,李轩,陈永安. 高速公路岩质及不稳定边坡工程与生物防护结合技术研究[J]. 公路, 2003, (1): 106 - 110.
- [8] 张俊云,周德培,李绍才. 高速公路岩石边坡绿化方法探讨[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(9): 1400 - 1403.
- [9] 李旭光,毛文碧,徐福有. 日本的公路边坡绿化与防护 - 1994 年赴日本考察报告[J]. 公路科技, 1995, 12(2): 59 - 64.
- [10] Coppin N J, Richards I G. Use of vegetation in civil engineering[M]. Butterworths: CIRIA, 1990. 292.
- [11] Gray D H, Sotir B R. Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control[M]. Toronto: John Wiley & Son, 1996.
- [12] Nordin A R. Bioengineering to ecoengineering, Part one: the many name[J]. International Group of Bioengineers newsletter, 1993, (3): 15 - 18.
- [13] 周跃. 植被与侵蚀控制: 坡面生态工程基本原理探索[J]. 应用生态学报, 2000, 11(2): 297 - 300.
- [14] 台培东,李培军,贾宏宇,等. 排土场边坡人工沙棘灌丛对风滚植物的固留作用及生态效应[J]. 应用生态学报, 2001, 12(6): 833 - 836.
- [15] Tilman D, Downing J A. Biodiversity and stability in grassland[J]. Nature, 1994, 367: 363 - 365.
- [16] Karieva P. Diversity and sustainability on the prairie[J]. Nature, 1996, 379: 673 - 675.
- [17] 刘秀峰,唐成斌. 高等级公路生物护坡工程模式设计[J]. 四川草原, 2001, (1): 40 - 43.

(上接第 221 页)

### 3.3 集流梯田工程增产效果

通过修建集流梯田,提高了梯田内作物生长季节的土壤含水率,改善了土壤的理化性状,使得集流梯田单位面积产量和产值显著增加。到集流梯田工程实施的第 3 年即 2003 年,集流梯田水平地面玉米产量达到  $7\,380.3 \sim 8\,250.7 \text{ kg/hm}^2$ ,比坡耕地玉米增产  $22.22\% \sim 40.57\%$ ;同时,集流梯田的集流坡面也有一定的经济效益,板栗单产可达  $3\,132.0 \text{ kg/hm}^2$ (板栗第 3 年开始结果),平均增产  $23.2 \sim 25.4\%$ ,较大程度地提

### 参考文献:

- [1] 李发东,张万军. 太行山小流域雨水集流与节水灌溉的研究[J]. 中国生态农业学报, 2002, 10(1): 68 - 71.
- [2] 李凤,等. 坡耕地实行保土耕作的效益试验分析[J]. 水土保持研究, 2000, 7(3): 184 - 186.
- [3] 张祖新. 我国北方雨水集蓄与节水灌溉技术[J]. 节水灌溉, 2000, (3): 13 - 14.

高了板栗区的集流梯田单位面积产值,达到  $15\,907.2 \sim 18\,792.0 \text{ 元/hm}^2$ ,比坡耕地增加  $20.32\% \sim 33.49\%$ 。

## 4 结 语

坡耕地通过实行集流梯田耕作,结果证明集流梯田能够比水平梯田和坡耕地更能集蓄降雨径流,增加土壤水分,改善土壤理化性状,具有显著的保水、保土和保肥作用,并使作物产量得到提高,应大力推广应用。