

我国高速公路建设对生态环境的影响初探

张展^{1,2}, 高照良^{1,2,3}, 宋晓强⁴, 张兴昌^{1,2,3}, 杨永峰⁵

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100; 3. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 4. 陕西省水土保持局, 陕西 西安 710004; 5. 山东省水利局, 山东 济南 250013)

摘要: 交通运输业是我国社会经济发展的基础产业, 是推动我国经济发展和社会进步的强大动力。近几年来, 我国高速公路蓬勃发展, 已成为拉动内需, 促进国民经济快速发展的重要因素之一, 受到各级政府的高度重视。伴随着高速公路的快速发展, 高速公路对生态环境、土地利用、地质水文、水土资源、声音环境、居民生产和生活等问题也日益凸现出来。通过高速公路建设对社会经济、自然、生态环境等影响因素的分析研究, 提出相应的保护措施, 以期达到可持续发展的目的。

关键词: 高速公路建设; 环境影响; 生态环境; 保护措施

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)05-0033-06

中图分类号: X171, F540

Preliminary Study of the Effects of Expressway Construction on Eco-environment in China

ZHANG Zhan^{1,2}, GAO Zhao-liang^{1,2,3}, SONG Xiao-qiang⁴, ZHANG Xing-chang^{1,2,3}, YANG Yong-feng⁵

(1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 2. College of Resources and Environment Science, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China; 3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China; 4. Shaanxi Provincial Soil and Water Conservation Bureau, Xi'an, Shaanxi 710004, China; 5. Shandong Provincial Hydraulic Engineering Hall, Jinan, Shandong 250013, China)

Abstract: Transportation is the industry foundation of economical development in China and is also the main force to promote economical development and social progress. In recent years, expressway has a great increase of thousands kilometers every year in China. Now the development of expressway has become one of important factors to broaden internal needs and promote the development of national economy and its importance has been recognized by governments. With the rapid development of expressway, environmental effects have also increased protrudes out from eco-environment, land utilization, hydrogeology, soil and water resources, sound environment, and production and living of residents. Through the analyses of the factors influencing social economy, nature, and eco-environment, relevant protection measures are proposed to reach the purpose of sustainable development.

Keywords: expressway construction; environmental impact; eco-environment; protection measure

高速公路建设是一项与自然环境密切相关的工程, 在促进经济发展与方便人民生活的同时, 在一定程度上也对自然生态环境造成影响^[1]。在其建设施工过程中, 边坡的开挖必然会破坏原有的植被覆盖层, 导致出现大量的次生裸地以及严重的水土流失现象, 破坏了生态环境, 恶化了动、植物的栖息生存环境, 加剧了生态系统的退化。由于高速公路线长、点多、跨越城市农村, 所以对环境的影响范围大, 涉及面广, 而且贯穿

于公路建设和使用的全过程。因此, 如何在公路建设的同时, 保护我们的生态环境, 进而实现交通环境的可持续发展, 是一个十分值得关注的问题。

1 我国高速公路建设现状

改革开放以来, 我国的公路建设发展迅速, 目前高速公路已突破了 4.0×10^4 km。1988 年 10 月 31 日, 上海至嘉定 18.5 km 高速公路建成通车, 使中国

大陆有了高速公路。此后 17 a 间,我国高速公路建设突飞猛进(表 1)。

高速公路的快速发展,大大缩短了省际之间,重要城市之间的时空距离,加快了区域间人员、商品、技

术、信息的交流,有效地降低了生产运输成本,正在改变着人们的时空观念和生活方式。但同时,高速公路自建设开始的整个生命周期都将对环境产生一系列强烈的负面影响^[2](表 2)。

表 1 我国高速公路建设进程

年份	1988	1999	2000	2001	2002	2004	2005
里程	18.5	1.0 ×10 ⁴	1.6 ×10 ⁴	1.9 ×10 ⁴	2.0 ×10 ⁴	3.0 ×10 ⁴	4.1 ×10 ⁴

表 2 高速公路生命周期及对应的环境污染问题

时期	主要污染类型	主要表现
建设期	生态破坏	动植物栖息地的破坏、植被破坏与减少、水土流失、占用耕地
	大气污染	粉尘污染
	噪声污染	施工噪声
	固体废气物污染	生活垃圾和建筑垃圾
运营期	生态环境污染	铅等重金属的污染
	大气污染	汽车尾气、CO、NO 等氮氧化物
	噪声污染	交通噪声
	水质污染	路面径流及危险品运输对水质的影响
	其它	生活服务区废水和垃圾

2 高速公路建设对生态环境的影响

20 世纪 80 年代以来,我国进行了世界上规模最大的高速公路交通基础设施建设,实现了高速公路交通的跨越式发展^[3]。但与此同时,高速公路建设由于其线形技术标准要求高,建设中开挖填筑、架桥挖隧、取土弃土等都不可避免地会对周围生态环境造成影响。如廊道分割效应、水文影响、植被影响、野生动物影响、水土保持影响、土地资源影响,自然保护区影响等^[4]。高速公路建设也占用了大量耕地,穿越了湿地、林地、自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区等环境敏感区,加重了对生态环境和土地资源的压力,高速公路作为人类生存和发展所必须的开发建设活动,会对周围环境产生直接或间接的影响(表 3)。

表 3 对生态环境影响的主要因素

影响因素	生物组成成分影响	生态系统影响	生态系统功能影响
土地占用	使组成成分减少	结构变化,分割景观廊道与模块变化	连通程度等多种功能
损坏植被	组成成分减少,动物因栖息地变化而减少	破坏系统结构及生产结构	多种功能损失,如绿地功能
取土挖方	由于生存条件改变而减少或迁移	物理结构破坏导致水土流失严重	多种功能损失
栖息地破坏	生物多样性降低	系统平衡改变	系统内部相互制约,功能改变或损失
土壤侵蚀	组成简单化	物理性结构破坏、淤塞	水土保持功能消弱,生产功能改变

2.1 对水土保持的影响

公路修建过程中,由于开挖路堑,开凿隧道,取土填筑路堤^[5]等,对山坡及表土搅动较大,使周围植被遭到破坏,靠自然界自身的力量恢复边坡植被需 3~5 a,甚至更长的时间^[6]。若不及时恢复,在大雨条件下,极易引起侵蚀,产生局部水土流失。公路建设改变地表径流,成为沿线水土流失的另一诱因。公路沿线桥梁、涵洞的新建和变更,将影响原有河道、沟渠的断面结构。公路建成后,取弃土场往往处于被放置的状态,成为公路沿线新增水土流失的源头之一,增加了水土流失的潜在风险。高速公路沿线水土流失敏感路段、区主要有:挖方地段,弃土石区,取土区和沿海、沿河路段。如对在福鼎分水关至宁德城关段高速

公路^[7],就上述敏感区的水土流失量进行定量分析,其计算结果见表 4。

表 4 高速公路沿线主要工程水土流失计算结果

工程特征	侵蚀面积/ 10 ⁴ m ²	侵蚀强度/ (kg · m ⁻² · a ⁻¹)	侵蚀量/ (t · a ⁻¹)
路基施工区	320	24.91	83886
取土区	60	2.89	1691
弃石、土区	50	1.36	715
合计			86292

注:表中计算结果为没有采取防护措施时的水土流失量。

2.2 对土地利用的影响

土地是不可再生的资源,公路建设在促进社会经

济发展的同时,也日益加重了土地资源的负担,因此公路建设与土地利用之间存在着复杂的双向互动关系。山区地势陡峭,受区域地形、地质、水文等条件限制,公路建设又多建在地势较平缓的土地上,而这部分土地往往又是优质农林用地,包括水田、旱地、果园、林地等。并且,公路建设在建设期要比运行期对土地的影响要大^[8]。公路建设势必占用这些农林用地,造成农村土地面积大量减少,森林覆盖率降低,造成土地利用结构发生变化,加剧人多地少的矛盾。如绥芬河至满洲里高速公路拟(扩)建公路全线占用土地 432.25 hm²,拟建项目将拆迁房屋总计 780 hm²,拟(扩)建公路全线填方总计 1.49 × 10⁶ m³,拟建项目借方 1.49 × 10⁶ m³ (折合成自然方)。拟建公路全线共设置取土场 16 处,占地约 130.39 hm²。沿线取土场的设置对自然植被、基本农田以及农业生产都会产生一定的影响^[9]。

2.3 对水环境的影响

对水资源的影响包括对地表水资源和地下水资源的影响。前者主要表现在对地表水体的水文条件产生影响,如弃渣侵占河道,沿河而建的公路,或跨越河流湖泊的桥梁都会影响河流的过水断面、流量及流速等水文条件,引起冲刷动能增大,加速河岸侵蚀,诱发洪水等不良灾害。有些公路建设还可能致使河流改道,池塘、湖泊、水库被毁,对地表水资源、水环境产生危害。公路建设工程对水环境的影响在施工期主要是施工中的水土流失对周围水环境的不利影响;施工营地的生活污水、粪便等的排放;桥梁施工扰动局部水体使河床泥沙悬浮以及钻孔泥浆、钻碴的跑漏;施工船舶人员生活污水、含油废水、机械漏油等等。在公路营运期,则主要是路面径流雨水的排放及服务生活污水的排放,可能对水环境产生影响。

2.4 对野生动、植物栖息地的影响

公路建设对动、植物的影响主要是工程行为和工程设施将改变和干扰动物的栖息环境。施工噪声将使一贯生活在宁静环境中的动物因噪声干扰而烦躁不安;局部地区树木、灌草的砍伐以及施工现场扬尘、有害气体对地表水、植被的污染,将可能导致动物因生存条件变化而迁移;公路设施将可能阻隔野生动物出息的通道和改变其活动范围等,这些均可影响其繁衍生息。此外,由于高速公路每开凿一处山槽,所改变的植被面积是平原区的 2~3 倍,因此对森林植被破坏量较大。

2.5 对大气环境的影响

公路施工期间的大气污染主要为扬尘污染。扬尘包括施工扬尘和运输车辆道路扬尘。在建设过程中,

施工材料的运输、装卸、拌合过程有大量的粉尘散落到周围大气中,建筑材料堆放期间由于风吹会引起扬尘污染,尤其是在风速较大或装卸、汽车行驶速度较快的情况下,粉尘的污染更为严重。道路扬尘是施工期间的另一种扬尘,道路的起尘量与运输车辆的车速、载重量、轮胎与地面的接触面积、路面含尘量、相对湿度等因素有关,尤其道路施工中,材料运输多行驶在土路便道上,路面含尘量很高,道路扬尘十分严重。此外,高速公路建设后,汽车尾气中 CO, NO₂, SO₂, PMIO, TSP, O₃ 等均会对大气造成污染,将上述 6 项监测评价因子划分为一级标准、二级标准、三级标准,一级至三级污染程度逐步加重(表 5)。

表 5 公路建设项目大气污染评价因子分级表

评价因子	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准
SO ₂	日平均	<0.02	0.02~0.06	>0.06
TSP	日平均	<0.12	0.12~0.30	>0.30
PMIO	日平均	<0.05	0.05~0.15	>0.15
NO ₂	1 h 平均	<0.12	0.12~0.24	>0.24
CO	1 h 平均	<10.00	10.0~20.0	>20.00
O ₃	1 h 平均	<0.16	0.16~0.20	>0.20

2.6 对沿线声音环境的影响

公路建设对声音环境的影响主要是公路产生的噪音影响。我国对城市噪声与居民健康的调查表明,地区的噪声每上升一分贝,高血压发病率就增加 3%。噪声影响人的神经系统,使人急躁、易怒。影响睡眠,造成疲倦。施工过程中,由于挖掘机、推土机、平地机、拌和机以及各种运输车辆的使用而产生的噪声污染,对施工人员影响严重。运行过程中,公路噪音除发动机和车体所产生的噪音以外,特别严重的是高速行驶时车轮与路面强烈摩擦时产生的噪音,再加上路堤提高,噪音能波及很远的地区。在公路运营过程中,汽车车体的振动、发动机运转、轮胎与路面磨擦、鸣喇叭以及公路沿线提供的各种服务的设施、设备均会产生噪声,在公路沿线形成一条噪声带。这些噪声会对附近的人群产生心理(失眠等)和生理(血管收缩、听力受损等)上的影响,降低了人们的工作效率,尤其对公路两侧人口密度较大的敏感区域(学校、住宅区、商业区、医院等)干扰更为突出。另外,交通噪音还与道路纵坡和交通量的大小及车速快慢有直接关系。

2.7 对生态脆弱区的影响

公路线路长,会穿越各种生态系统,其中不可避免地会涉及一些特殊的、敏感的生态目标或穿越此类特殊地区,例如湿地、荒地、自然保护区、天然森林、森

森林公园和水源区、风景名胜区、特殊地质地貌区以及生态十分脆弱、自然灾害多发的地区等等。在西北干旱生态脆弱区及华北平原生态脆弱区施工时,土石方开挖可能加剧风蚀作用,易引起新的土壤沙化过程,且造成的破坏难以恢复;在南方丘陵生态脆弱区施工时,应注意减少对植被和土壤的破坏和扰动,否则将加剧水土流失,诱发地质灾害;在西南石灰岩山地生态脆弱区施工时,应极力避免破坏当地植被,否则会引起水土流失的加剧,局部生态环境功能迅速退化,并向石漠化方向发展,恢复起来相当困难;同样在西南山地生态脆弱区施工时,植被一旦破坏后也很难恢复,并将引起水土流失的加剧,导致局部生态环境功能迅速退化;而在青藏高原生态脆弱区施工时,如何安全通过大面积冻土地带,摸清土壤冻融活动的规律,是保护当地生态的重要课题。对于此类敏感目标,要加强认识和识别,按照生态敏感目标的具体特点,研究应采取的保护措施。

3 优化高速公路对生态环境影响对策

随着《国家高速公路网规划》和各省公路网规划的全面实施,公路建设将进入新一轮发展周期,公路建设对土地资源的依赖性越来越大,对生态保护的要求越来越高,环境与资源两大矛盾也会更加突出。高速公路的环境保护工作是一个系统工程,贯穿于整个项目的规划、设计、施工和营运等每个阶段。因此,要实施全过程的环境保护,实现高速公路建设的可持续发展。

3.1 优化选址方案

在进行公路选线,边坡设计,滑坡治理时,综合考虑地形、土质、材料来源等情况,充分结合植被防护、工程防护、美化环境,从而保护和恢复自然。按主体施工区、土石料场区、弃渣场区、施工营地区、生活区等进行预测,优化选址方案,经过“选址、预备性调研、可研(可行性研究)”3个阶段,使方案编制原则正确。如晋城—焦作高速公路山西段在方案初步设计时,同深度比较线5段的长度为30.59 km,达到路线总长的96.7%,方案结合横断面对平面指标进行了高、中、低的尝试,为路线线位控制提供了有益的参考^[10]。结合选址方案,针对每阶段工程进展情况,分析存在的问题,统筹协调,对下阶段的工作进行了具体安排,确保各分项工程。同时达到与周围环境的协调,保持生态环境的相对平衡,美化了高速公路的效果。

3.2 提出工程的设计要求

总体方案设计应全面考虑与地形、地貌相吻合。对各类防治工程进行典型设计,计算工程量,供计算投资用;设计要求要依据充分,内容全面,项目及项目

区概况介绍要清楚,提出下阶段生态防护工程的设计要求,以指导工程设计。边坡防护方案应与自然环境相协调,避免不合理的边坡防护方案造成边坡变形、失稳等环境地质问题,从而减小山区生态环境的破坏。山区高填深挖对生态环境的影响是直接性的,边坡防护方案选择要帮助恢复自然生态,尽量减少对山体的破坏,以减少水土流失,使得公路建设对生态环境的影响降到最低。所选边坡防护方案应注重景观与绿化设计。边坡防护方案应在稳定的基础上美化道路景观,改善沿路的实际景观,保证行车视野开阔,为驾驶员和乘客提供一个良好的行车环境。

3.3 开展科学研究

高速公路按集“生态、环保、景观、旅游”于一体的概念进行全面实施,尽快进行环境保护、水土保持、景观设计的专题研究,特别是加强对生态恢复技术(主要生态恢复技术见表6)的研究,以保护高速公路周边的生态环境^[11]。如在山西省的运城—三门峡、祁县—灵石高速公路项目中,路堑边坡采用喷播植草、路基边坡采用三维植草试验成功,说明北方地区需要,也能够做好生物绿化防护^[12]。在选择防护类型时,设计人员根据沿线各段的地质、地貌、土壤、水土流失现状等情况,多次对高速公路线路进行优化调整,要充分了解地形、地质、气候条件和防护效果,应选择经济性好及施工方便的最佳防护类型。如在西汉高速公路设计中^[13],针对高填路堤与高架桥,进行了认真分析比较,用主客观综合评价法进行了综合评价。得出,高架桥>高填路堤,在此方案中高架桥优于高填路堤方案。加强设计人员特别是项目负责人、专业组长的培训,除施工技术、地质灾害、关键技术、创新技术等专业技能的培训外,强化环保意识、环保技术等综合技能的培养,真正使“环保优先”观念变为现实。运用GPS、GIS、RS集成的3S技术。结合三维数模和三维地模,选择有利的地形条件和地质条件布设线位,对重要工点建立地质—力学模型,进行针对性设计,有利于减少路基填挖,绕避地质灾害,对环境保护和水土保持工作可以起到积极的作用。

3.4 提出相应防治对策

3.4.1 防治水土流失措施 高速公路修筑时应尽量减少破坏地貌及植被。在河道和海域边筑路,不得将土石倾入水体,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,废弃物应整修加固,使之具有一定的稳定性并满足防冲要求。以高速公路建设施工区两侧为重点防治区域,采取系统防治措施。针对道路施工按挖方、填方、半挖半填

等类型,分别采取护坡、挡土墙和生物措施。修建拦渣坝,弃渣表面覆土造林,控制危害。

3.4.2 节约土地利用 临建施工项目租用民房或公房做工作生活区,不用或少用临建可以减少公路建设的临时用地;将预制场、砂石料搅拌场建在路面上;将沥青搅拌站建在弃土场。节约用地主要技术方法有以下几种。(1)低路堤;(2)以桥代路;(3)以隧代路;(4)土地复垦;(5)以挡墙替代边坡。除上述几种技术方法外,加强节约土地的规划与管理也能在公路建设中节约大量土地^[14]。

3.4.3 水资源防治措施 完善排水工程设计,不使路面径流水直接排入敏感水体。施工中,实施排水系

统及各类防护工程,以减轻水土流失。桥梁下部结构施工应在枯水季节进行,并采取措施与水体隔开。为降低桥面径流对水体水质的影响,大桥两端岸护坡坡面宜以草皮覆盖。当因公路施工而使农田排灌系统局部改变时,应予重建或改建。施工营地生活污水应经化粪池简易处理后排放,生活垃圾应及时清运。公路营运期,应设污水处理处,对污水进行处理达标后排放。对含有污染物的施工材料,堆放地点应远离河流、水库、水塘等,以防止雨水冲淋排入水域,废油、废擦布等集中处理,严禁向河道或水库弃土或倾倒施工垃圾。严禁各种泄漏、散装、超载的车辆在公路上散落物品,造成水体污染。

表6 高速公路主要生态恢复技术

地形部位	工程措施	植物选择	植物搭配	土壤措施	种植措施
上边坡	拱型窗+导流渠 矩形框+导流渠 方形框+正三角形种植 铁丝网软防护 鱼鳞坑工程	抗寒,耐瘠薄,生长迅速的当地种优先选择	灌草搭配,以草为主;禾本科与豆科植物搭配;耐旱藤本	客土改良 客土回填	播种、带土栽植、带土填播、撒播禾本科植物、喷混植生等等
下边坡	拱型窗+排水渠 菱形窗 矩形框 护坡及挡墙工程	生长迅速,抗逆性强的植物	禾、灌、草搭配,灌、草搭配,景观效果好	客土改良	播种、带土栽植、干根网状植树种草
中央隔离带		抗旱抗污染,生长迅速的植物	灌、草搭配,景观效果好	客土改良	带土栽植、播种
碎落台	排水沟	抗污力强,生长迅速的植物	灌、草搭配、辅以花木、藤本植物	客土改良	带土栽植、播种
弃渣地与隧道广场	景观工程措施	抗旱,耐瘠,抗污染,生长迅速的植物	禾、灌、草搭配,禾本科与豆科植物搭配,景观效果好	混以客土	带土栽植、播种等
隧道上方	全工程防护 铁丝网软防护 喷混植生技术		藤本为主辅以灌木草本,禾本科与豆科植物搭配	填充客土	带土栽植 带土栽植 喷混植生

3.4.4 野生动植物栖息地的保护对策 认真进行路线方案比选,尽量绕避环境敏感区,公路中心线距省级以上自然保护区边缘不小于100m。公路通过林地时,应严格控制林木的砍伐数量;经过草原时,应注意保护草原植被。公路进入法定保护的湿地时,应认真做好设计及施工方案,力求避免造成生态环境的重大改变,以保护水生生物、两栖类生物及鸟类等的生息环境。在有国家级保护的野生动物出没路段,应设置预告、禁止鸣笛等标志,并为动物设置足够数量的过路兽道。在公路用地范围内进行完善的绿化设计,中央分隔带内栽植灌木、花卉,地面铺草皮;路基边坡采用工程防护和植物防护(草、藤)相结合的方法;填方边沟外及挖方段碎落台栽植乔灌木。及时恢复因

施工而破坏的植被和生态环境。条件许可时,可在道路两侧设置一定宽度的控制绿化带。

3.4.5 大气环境防治措施 施工扬尘对施工人员和靠近施工现场的村庄居民有一定的影响。目前一方面采用在施工现场洒水,这样可使扬尘减少70%,收到较好的降尘效果。另外对运输土、砂、石的车辆要求加盖篷布,材料临时堆场也要设置洒水。根据当地气候和土壤特点,在靠近公路两侧,特别是环境敏感区附近密植乔木、灌木,这样既可以净化吸收车辆尾气中的污染物,衰减大气层中的悬浮微粒,又能起到美化环境、降低噪声以及改善公路路域景观的作用。严格执行车辆排放检验制度,利用收费站对汽车排放状况进行抽查,限制尾气排放严重超标的车辆上路。

3.4.6 噪声的防治措施 要求在施工路段,特别是周围有村庄的施工现场,自 22 时至次日 6 时停止施工;对能固定安装使用的机械,应安放在距居民点 200 m 以外的场地;对操作机械人员定时轮换,减少工人接触高噪声的时间,同时注意保养机械,使筑路机械维持其最低声级水平;对在声源附近工作时间较长的工人,应采取发放防声耳塞等保护措施,使工人进行自身保护;在整个施工期间尽量做到文明施工,使工程对周围环境的影响降到最低;加强交通管理,上路前进行车辆噪声监测;适当设置遮蔽,如修建高围墙,设置声屏障,临路两侧密集植树绿化,建筑物设置双层窗或封闭外走廊等;对超过噪声标准的路段,采取降噪措施,附近有学校的路段两端设置禁止鸣笛标志。通过以上措施,从而减少噪声对周围环境的污染。

3.4.7 生态脆弱区的防治措施

(1) 湿地。湿地对生态环境影响的大小,取决于所占用湿地的生态功能,也取决于采取的保护措施。假如一条公路必须穿越一片河口湿地,那么用桥梁跨越的生态影响就比填筑路基小得多,因为桥梁能基本保持河口湿地的水文状态,而路基则会使河口封闭和水文状态发生根本变化。所以当公路侵入湿地时,路线宜布设于湿地边缘或采用高架桥、间断修桥等方案。

(2) 荒地。高速公路设计中,为了减少耕地和林地占用,公路线位往往首选荒地通过,会对生态系统产生分割、缩小、功能降低等影响,有些动物可能因阻隔或生境恶化而绝迹。所以公路穿越大片荒地时应进行动植物多样性调查,以确定是否有需要抢救性的保护物种。

(3) 自然保护区。公路直接穿越自然保护区时,会使自然保护区的动物资源受到盗猎、偷伐、滥采滥挖的破坏,自然保护区土地亦会受到蚕食,保护区的动植物生境也因周围地带的开发利用、水文气候条件变化而逐渐恶化,产生根本性的甚至是毁灭性的影响。所以公路侵入自然保护区时,应严格控制森林的砍伐数量,在有野生动物出现路段,应设置预告、禁止鸣笛等标志,并视需要结合立体工程设置兽道,施工结束后清理河道中的工程废弃物。

4 结语

公路建设不可避免地会引发很多的生态问题,我

们要以生态学的理论和规律指导公路这一特殊生态系统的建设,在公路规划设计和建设中,将自然、人和公路进行有机的结合,融入生态设计方法,不仅要考虑到人的活动和公路之间的相互影响,而且也特别注重维护人们与生存的自然条件相互融洽和遵循其自然发展规律,形成行车安全舒适,运输高效便利,景观完整和谐的带状公路交通生态系统和区域交通生态系统,实现在现有条件下的最大生态化。

[参 考 文 献]

- [1] 巴桑顿珠. 西藏林芝地区公路建设对环境影响及对策研究:川藏公路 105 道班至鲁郎兵站段在建项目对环境的影响分析 [D]. 南京:南京林业大学,2004.
- [2] 江玉林,杜娟. 高等级公路生态环境保护问题与对策 [J]. 公路,2000(8):68—72.
- [3] 徐学珍. 云南山区公路建设项目环境影响综合评价研究 [D]. 南京:南京林业大学,2006.
- [4] 包琦玮,张均任. 道路工程技术标准体系 [C]// 第七次城市道路与交通工程学术会议论文集. 北京:中国土木工程学会,2002.
- [5] Zhao J Q. Highway Traffic and environmental protection (in Chinese) [M]. Beijing: China Communications Press, 2002: 34—39.
- [6] 姜仲连. 岩质边坡的生态恢复工程新技术研究 [J]. 地下空间, 2001(4):318—323.
- [7] 林晓青. 高速公路建设对生态环境的影响及防治对策 [J]. 福建环境,2000,17(3):6—8.
- [8] Zhao Shuqing, Cui Baoshan. Effects of highway construction on soil quality in the Longitudinal Range Gorge Region in Yunnan Province [J]. Chinese Science Bulletin, 2007, 52(2), 192—202.
- [9] 高照良. 黄土高原地区淤地坝建设及其规划研究 [M]. 北京:中央文献出版社,2007.
- [10] 姚雪平,林艳. 为高速公路按期完工打通“关节” [N]. 交通旅游导报,2007-03-04.
- [11] 樊鸿章,董建辉. 秦巴山区高速公路生态恢复规划设计研究 [J]. 水土保持研究,2007,14(4):149—153.
- [12] 赵文晋. 战略环境评价指标体系研究 [D]. 吉林:吉林大学,2004.
- [13] 刘怡林. 甘肃省黄土地区高路堤、深路堑边坡稳定性研究 [D]. 西安:长安大学,2001.
- [14] 裴文文,崔慧珊. 公路建设节约用地法 [J]. 交通标准化,2007(4):25—27.