

论道路建设的生态环境影响与生态道路建设

尹忠东¹,李一为¹,辜再元²,赵方莹²,赵廷宁¹,周心澄³

(1. 北京林业大学水土保持学院;2. 北京林业大学边坡绿化研究所;

3. 教育部水土保持与荒漠化重点实验室,北京 100083)

摘 要:近 20 年来,我国道路建设取得了辉煌的成就,但在其建设水平和规模巨大提高的同时,道路建设对生态环境的不利甚至负面影响也在不断加深和扩大。从生态学的角度,综合分析了道路建设对生态环境的影响,即:(1)对土、水、气、声、热等无机环境的影响;(2)对植物、动物等生命系统的影响;(3)对景观格局、过程等的影响。在此基础上运用“生命周期”概念分析并提出建设生态道路应在规划设计、建设施工、道路运营等阶段分别采取相应措施,从而达到建设和谐生态道路的目的。

关键词:生态道路;环境影响;景观;策略

中图分类号:X171.1;U411

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)04-0161-04

On the Environmental Impacts of Road Construction and Ecological Road Construction

YIN Zhong-dong¹,LI Yi-wei¹,GU Zai-yuan²,ZHAO Fang-ying²,ZHAO Ting-ning¹,ZHOU Xin-cheng³

(1. College of Soil and Water Conservation of Beijing Forestry University;

2. Solpe Revegetation Institute of Beijing Forestry University;

3. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating,
Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract:In the recent 20 years, the road construction has obtained magnificent achievement in China. Although its level and scale got huge enhancement, the negative influences of road construction to the ecological environment are also deepening and expanding unceasingly. The influences of the road construction upon the ecosystem in light of ecology are synthetically analyzed. (1) The influence to inorganic environment, such as sound, air, water and soil; (2) the influence to the life systems of plant and animal; (3) the influence to the general layout and process of landscape. On the base of the above, making use of the “life cycle” concept to analyze and propose the idea that we should use different measures on different stages in order to attain the purpose of constructing harmonious ecological road.

Key words: ecological road; environmental impacts; landscape; strategy

近 20 年来,我国道路建设取得了长足的发展,道路已经成为当今社会和经济发展的命脉。然而,在以往的道路建设观念中,道路是单纯以人类经济发展为中心而进行的前期基础设施建设,因此,建设成本与工程工期就成为工程建设的首要考虑因素,以致传统的道路设计理念中很少融入生态环保思想,故此,当道路和各种交通工具为人类社会带来巨大效益的同时,它们对自然景观和生态系统的分割、干扰、破坏和污染等各种负面影响也在不断加深和扩大。据统计,道路与路侧空间仅占许多国家国土面积的 1%~2%,但因道路系统伸入自然环境之中,与之伴随的车流却对 15%~20% 的土地造成影响。因此,面对经济社会中交通流量和道路网络快速的发展,我们有必要对道路建设及其生态环境影响进行全面分析、研究和评价,以期在追求社会效益的同时,最大限度的减少道路网络对自然生态系统的影响和破坏。

1 道路建设生态环境影响分析

关于道路建设产生的生态环境影响,我们依据其影响的不同层次和不同方面将其分为理化环境影响、生物环境影响和景观影响(见图 1)。

1.1 道路建设对理化环境的影响

路域内道路建设和运营对理化环境的影响主要表现为对土、水、气、声、热等多种环境要素的改变。

1.1.1 对土壤的影响

道路对土壤的影响主要是对土壤结构和质地的改变。道路建设对土壤的要求与种植植物要求相反,后者要求土壤疏松,有团粒结构,有机质含量高,同时保水性好,有利于根系发育,但是这样的土壤结构会对路基稳定产生不利影响,因此路基上采用的土壤主要为生土,它结构紧密,几乎不含

* 收稿日期:2005-08-11

作者简介:尹忠东(1969-),男,博士,讲师,主要研究方向为水土保持与荒漠化防治。

有机质,植物所需的营养成分更是缺乏。另一方面,路域土壤主要用于路基施工,路基挖、填和压实等过程会进一步影响和改变土壤结构,还有许多施工遗留的废弃物如水泥和石灰等也会对土壤质地产生不利影响。此外,在道路运营过程中,由于汽车尾气、泄露等因素的影响,土壤会受到铅、多环芳香烃物质、一氧化碳等物质的污染,据相关研究表明,道路对路边土壤轻度以上污染的范围可达50 m。

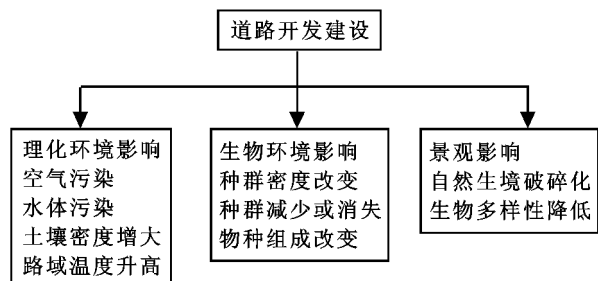


图1 道路建设生态环境影响

1.1.2 对水的影响

在道路建设期,排水和挖掘会使周围区域水位降低,而填方会使水位升高。地下水的改变会产生一系列潜在的影响,如植被的退化、供农业及饮用的水资源减少以及鱼类和野生动物生活环境的改变。此外,工程区水质也可能受到影响。由于施工管理的问题,将道路施工的弃土、弃渣等固体废弃物直接排入水体,桥梁施工过程中,施工材料落入水中、在运输施工材料的过程中,施工材料的遗洒和泄漏、施工机械的油类进入水中、施工人员的生活废弃物直接排至水中,以上都会影响地表水质量,甚至还会影响地下水质量。在道路的运行期,由于磨损、车辆漏油、运输中飞扬的微粒物质和车辆排放废气中的颗粒物质都会积聚在路面,当这些物质与降水混合形成径流时,会对沿线的水源形成污染,特别是目前国内大多道路边沟都是和沿线的农业排灌系统相联系,因而会对农作物造成一定的污染。

1.1.3 对大气的影响

在道路施工过程中,建筑材料中的石灰、水泥、粉煤灰等含有大量粉尘,如果不采取适当措施,会产生大量的扬尘,对周围空气造成污染。其二,施工中所使用的便道,特别是在干燥大风季节,经施工车辆多次碾压后,路面泥土变成粉末状,遇大风天气即会造成扬尘。此外,沥青在熬拌过程中会产生苯并芘、酚类、吡啶类和蒽萘类等对大气环境有害的沥青烟,造成空气污染。

道路运营期,大量汽车排放的尾气、烟尘、扬尘、碎落颗粒物等将会对大气造成污染。按重量计,大气污染物中的43%来自于机动车。研究表明:道路沿线空气污染程度随道路车流量增加而增大,不同路段道路污染程度、污染范围不同,以沈大高速公路为例,汽车尾气中的 NO_x 是主要的污染物质,在稳定天气条件下对空气产生污染,影响范围较大的是路肩20 m以内^[1]。

1.1.4 对声环境的影响

声环境是道路环境重要的指标。交通噪声主要是车辆行驶过程中轮胎与路面摩擦产生的,此外,车辆鸣笛也是重要的噪声来源,城市环境中76%以上的噪声是由交通引起的^[2]。对单一车辆而言,噪声主要取决于行驶速度,发动机转速、轮胎与地面摩擦等。其中,行驶速度是最关键的因素。另外,城市交通噪声不仅与车种、车速、车流量等车因子有密切关系,还与道路坡度、粗糙度等路因子有关。道路噪声通

常可达70 dB,火车经过100 m内噪音超过100 dB,而在城市中,更可高达80~150 dB。

1.1.5 对温度的影响

道路路面的组成材料往往与周围地表不同。道路多用砂石、沥青或水泥铺成,铁路由石子、木材和钢材等组成。下垫面性质不同,太阳辐射的吸收和反射作用也不同。裸露的沥青、水泥路面的热容量小,反射率大,下垫面温度高。据有关研究,白天尤其是在盛夏,水泥沥青路面的温度能很快增至40℃以上,加上道路上方空气粉尘和CO含量增高以及车辆的散热,使得道路成为一个“热浪带”。因此,道路、铁路周围多呈现出干热的小气候特征。

道路对地温同样产生一定影响。道路路面的修筑改变了地气热交换界面,打破了原有地表的热平衡。如在多年冻土区,冻土区路面下的年平均地温均明显高于相应天然地表下的地温,地温变幅远大于相应天然地表,其结果是通过路基进入多年冻土的热收支呈正平衡发展趋势,极大地改变了冻土环境,使得多年冻土退化,上限下降,诱发一系列冻胀、融沉、热融滑塌等冻融灾害,使得生态环境原本就很脆弱的寒区环境更加恶化^[3]。

1.2 道路建设对生物环境的影响

1.2.1 对植被的影响

道路通过改变局部无机环境条件,如上述的土、气、声等环境要素,对植物个体生理产生一定影响,具体表现在:汽车尾气衍生的光化学氧化剂污染物导致道路边的植物光合系统和细胞膜均产生明显变异^[4]、汽车尾气污染导致路边植物体含铅量远高于对照地区,其影响范围可达100 m、道路路基的修筑,改善了原来生态条件恶劣地带的水、土、风和光照等条件,使植物成活率提高,单株生物量提高。

道路除改变环境外,还通过改变生命系统的某个组成部分,对植物群落整体产生影响。道路施工过程中的山体切削和道路在林中穿越,将砍伐部分森林,大量人流和车流的进入,对乔木层、灌木层和草本层的破坏尤为明显,使局部群落的生物多样性降低、层次缺失和群落垂直结构发生较大改变。乔木层由于缺乏下木及灌木的保护,对环境的抵抗能力下降,易感染病害和遭受风折,植物群落对环境的适应、调节能力降低,稳定性下降,并可能导致群落演替的停止甚至逆行演替。

道路建设中的林地征用和建筑用地,将在沿道路两侧形成林间空地,林内的常绿及耐荫植物将会从群落内消失,喜阳植物将在道路两侧的林缘地带迅速生长,逐渐形成相当于“林窗”结构的植物群落结构。此外,在道路永久征地范围内,零星分布的珍稀和濒危植物个体也可能在施工中受损。

1.2.2 对动物的影响

道路建设对动物的影响主要包括致死、移动格局、过滤等方面,其影响方式主要通过植被破坏、通道阻隔、施工噪声和营运灯光等施加。

道路对动物最直接的影响就是车辆导致的死亡,即动物的道路致死。道路致死的动物数量较大,涉及的种类很广,包括脊椎动物、两栖类、爬行类和昆虫,其中两栖类动物因经常在湿地与高地之间迁移,且行动缓慢,致死率最高。道路交通量的增加已导致两栖类动物数量的衰减。道路死亡率受道路的宽度、车辆密度和道路密度影响。比较狭窄的双车道可造成两栖类和爬行动物的死亡,而高速路造成大中型动物较高的死亡率,但大多数的种群道路致死并没有造成其数量下降。

道路对动物移动格局的影响主要表现为:一方面道路作为动物运动的通道,对运动起到促进作用。另一方面,道路

改变移动格局表现为动物移动时对道路的回避。由于易被捕食和其它危险,除一些小型动物外,道路对大多数动物是比较危险的。与自然廊道相比,道路的移动通道作用相对较小。动物直接沿道路移动的概率与车辆密度以及道路两侧的生态系统类型有关。较高的车辆密度甚至影响到路旁植被中的动物移动。

过滤效应与物种流动性和行为的敏感度有关,经研究只有 10 % 的小型哺乳动物能穿越 6 ~ 15 m 宽的道路。小型哺乳动物几乎无法穿越过 15 ~ 30 m 宽的道路。中型哺乳动物几乎无法穿越过 118 ~ 137 m 的道路。

1.3 道路建设对景观的影响

从景观生态学的观点来看,道路可被视作廊道,它是具有传导或屏障功能的线状或带状景观要素,是联系孤立斑块之间以及斑块与种源之间的线性结构。道路作为典型的人工廊道还有其特殊性,其连通度为 1.0,即完全连通,所以其传导和屏障能力尤为突出。一方面道路廊道利于物种的空间运动和本来是孤立的斑块内物种的空间运动及其生存和延续,但廊道本身也有可能是一种危险的景观结构,因为它也可以引起天敌进入本来是安全的庇护所,给某些残留物种带来灭顶之灾。同时,道路作为深入景观的途径,利于人类的土地开发和利用,会造成更强烈地景观格局和过程的变化,损害斑块内部物种和稀有物种,最终导致生物多样性降低^[5]。

2 生态道路建设

2.1 生态道路概念的提出

道路建设项目在我国被国家环保总局规定为“非污染生态影响”类,这一类项目在建设过程中对生态环境造成的影响是显著的,而且在较短的时间内完全依靠自然的恢复是极其困难的。针对这种情况,目前世界各国在道路建设中,多借助人工手段,采用多种方法来促使被道路建设破坏的生态环境的恢复或重建。正因如此,在国外出现了“生态道路”的提法。我国政府也日益重视生态环境建设,国务院于 2000 年印发了《全国生态环境保护纲要》,相关部委还提出“绿色通道”的建设计划^[6]。我们认为道路工程对生态环境的影响范围应包括道路工程的整个生命周期。根据国际标准组织(ISO)的定义:“生命周期分析是对一个产品系统的生命周期中的输入、输出及潜在的环境影响的综合评估”。而道路建设是包括道路规划与经济分析、道路构筑物建设和道路附属设施建设在内的经济和建设行为,其建设过程主要经过可行性研究和道路规划阶段、工程设计阶段、工程施工阶段、运营管理阶段和工程追踪评估阶段,可见,道路建设具有明显的生命周期特征(见图 2)。因此,我们将生态道路定义为:在充分考虑道路对生态环境影响的基础上,在规划设计、建设施工、运营管理和工程追踪评估等阶段合理运用生态学原理和生态工程技术,将道路建设对生态环境的负面影响降到最低,从而建设与生态环境和谐的道路系统。

2.2 生态道路建设

2.2.1 规划设计阶段

道路设计阶段的生态环境保护应贯彻以防为主、防治结合、综合治理的原则,尽可能地改善和提高道路环境质量。也就是说,在工程设计开始即应把生态环保思想融入设计过程当中,妥善处理好主体工程与生态环境保护之间的关系,通过设计人员的努力,尽可能从路线方案和技术指标的运用上合理取舍,避免道路经过生物或自然保护区,如无法避免应尽量减少道路在保护区的密度、线路长度、等级、车流量。

合理划分道路影响区的景观斑块,为野生动植物特别是大型野生动物留下足够的生存活动空间,并在道路设计中设置动物通道。在道路的具体设计中,要包含减少环境污染的各项措施,包括采用降噪路面、隔音措施、透水性设计等。

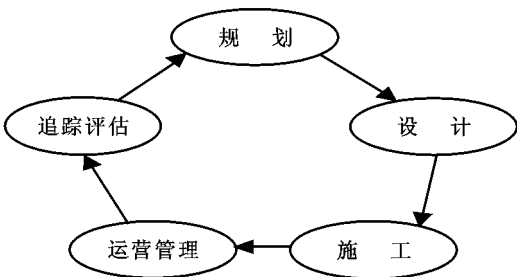


图 2 道路工程“生命周期”

在道路生态景观设计方面,要避免用视觉景观绿化设计代替生态景观设计,道路绿化的目的不仅仅是获得美好的视觉享受,视觉感觉良好的景观不一定是适宜动植物生存的生态景观。道路生态景观设计通过把握格局与过程、结构与功能、生物与环境等生态学重要问题,避免单一的、纯美的、强调人文享受的绿化景观设计思路,采用复合的、仿自然的、强调原生态的生态景观设计思路,保护道路路域生态景观。如果采用的措施不能满足生态环境保护相关功能和环境质量指标的要求时,应采用该项目经相应政府主管环保部门批复的环境影响评价报告书和水土保持方案报告书中所提出的生态环保措施与建议,拟定环境保护总体设计实施方案。

2.2.2 施工阶段

道路建设过程中,由于路基和隧道工程施工开挖山体、掩埋山坡或填高路基,造成局部地形改变,产生了挖方边坡、填方边坡、取土场或弃土、弃渣场。这些新产生的坡面,除了路面覆盖了沥青和水泥混凝土外,其他坡面在施工的前期基本上处于裸露状态,遇雨季或大风天气,极易造成水土流失。为尽量减轻由道路施工带来的水土流失危害,除在设计阶段尽量减少大填大挖路段、合理规划取弃土场外,还应依据已批复的水土保持方案报告书,做好土方平衡调配和水土保持工程的布设。

施工期噪声主要来自施工机械和运输车辆,可选用先进的装有消声装置的施工机械,并合理地安排施工时间,在不干扰居民休息的时段内进行施工。施工车辆,特别是重型运载车辆的运行路线和时间,应尽量避免噪声敏感区和敏感时段。

道路建设对大气造成的污染主要是施工所产生的扬尘和运营期车辆排放的氮氧化物(NO_x)。因此,在施工期,施工单位应对运送易产生扬尘物质的车辆覆盖篷布,避免运输过程中产生扬尘和道路遗洒。临时道路、施工便道和正在施工的道路应经常洒水,以达到抑尘、降尘的目的。在运营期对车辆排放废气中的 NO_x 等的治理,目前国内外采取在汽车上安装尾气净化装置,也采用改进汽车性能,提高技术含量,减少车辆向空气中排放 NO_x 等措施加以控制。

施工材料如沥青、油料、化学品等应远离地面水,并做好环形排水沟和渗水坑,以防意外溢出而污染地表水。施工人员的生活污水应经化粪池进行集中处理,严禁直接排入水体,严禁将废油、施工垃圾倒入水体。

2.2.3 运营阶段的环境保护措施

道路在运营期的环境保护工作,除应继续落实项目环境保护和监测方案外,还应加强环境保护设施的维护和道路路面管理,经常整修路面,保持路面平整。抓好车辆交通管理,

限制车鸣,对噪声超标的路段,应设置道路防噪声屏障。

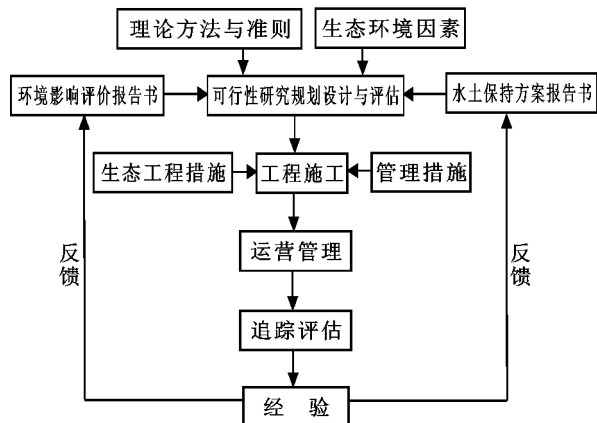


图 3 生态道路建设框架图

参考文献:

- [1] 张振维,李巍,盖勇刚. 沈大高速道路环境空气污染现状研究[J]. 环境保护科学, 2000, S1: 81 - 84.
- [2] 郭守鹏. 我国城乡生态环境存在的问题及环境治理[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2004, (1): 78 - 81.
- [3] 盛煜,刘永智,张建明,等. 青藏道路多年冻土路基内的热状况[J]. 自然科学进展, 2002, 12(8): 839 - 844.
- [4] 胡迪琴,苏行. 大气污染对白云山森林植被的损害分析[J]. 生态科学, 2000, 19(3): 67 - 72.
- [5] 李月辉,胡远满,李秀珍,等. 道路生态研究进展[J]. 应用生态学报, 2003, 14(3): 447 - 452.
- [6] 刘书套. 高速公路环境保护与绿化[M]. 北京:人民交通出版社, 2001. 106 - 116.
- [7] 赵廷宁,丁国栋,马履一. 生态环境建设与管理[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2004. 381 - 386.

(上接第 160 页)

减少径流 0.91 万 t,土壤侵蚀模数下降到 1 000 t/(km² · a),达到无明显侵蚀的程度,土地利用趋于合理,土地利用率由原来的 2.3 % 提高到 92 %,林草覆盖度由原来的 2.98 % 提高到 87.3 %,本流域治理前很少有野生动物,由于林地面积增加,生态环境好转,现在出现了野鸡、野兔、斑鸠、等十几种野生动物,生态环境趋向良性循环的发展方向。

6.2 瓦窑沟治理

6.2.1 基本情况

瓦窑沟位于西宁市城东区南部山区,属湟水一级支沟,其主沟长 8.7 km,流域面积 9.6 km²,其中沟坡面积约 7.5 km²,流经城区面积约 1 km²,近城坡面面积 1.09 km²。整个流域呈瓶状,流域内有大小沟道 30 条,主要支沟 11 条(总长度 8.85 km)。由于干旱少雨,流域内植被稀疏,水土流失相当严重,加之其特殊的流域性质每逢大雨均能成灾。

6.2.2 沟道治理方案

按照“上治、中挡、下排”的综合治理方案开展沟道治理。方案中制定的“上治”主要指在瓦窑沟上游流域内各沟道中布设谷坊群,并在坡面实施水土保持等生物措施以达到遏止沟道下切及坡面固土的目的。“中挡”指在主干沟兴建 2 座拦挡坝;“下排”主要指对苦水沟口至湟水河边 4.5 km,原泄洪沟道进行全线疏浚加固扩建,起到排泄上游洪水之目的。

6.2.3 沟道治理规模

瓦窑沟共修建谷坊 80 座,采用浆砌石结构断面形式。疏浚疏导明渠 2 880 m,公路填方涵洞 1 座,浆砌石陡坡 3 座,钢筋混凝土箱涵 1 549 m,设计流量 27.1 m³/s。

坡面治理完成高标准水平沟、阶、鱼鳞坑整地造林、种

参考文献:

- [1] 王礼先. 水土保持学[M]. 北京:中国林业出版社, 1995.

2.2.4 项目追踪评估阶段

项目追踪评估阶段是指对照项目前评估时批准的《环境影响报告书》重新审查项目环境影响的实际结果。评价的主要内容有:项目污染控制、区域环境质量、自然资源合理利用和保护、对生态平衡的影响等,其目的是总结经验教训,以完善和调整相关方针、政策和管理程序,提高决策者的能力和水平,为未来新项目的决策和提高完善提出建议^[7]。

3 结 语

道路建设与运输会给周围自然环境造成多方面的生态环境问题。因此,在道路规划、建设和管理过程中,应充分尊重并应用生态学原理,做到经济效益、生态效益和社会效益的统一。要进一步加强道路的生态环境保护和改善道路条件,健全交通法规,加强环境保护,减少道路对环境的影响,使道路运输系统真正融入自然环境之中,从而建设和谐的、可持续发展的“生态道路”。

草,累计完成治理面积 710 hm²,治理程度达到 78 %。

6.2.4 沟道治理达到的效果

经过沟道综合治理,瓦窑沟真正形成了“上拦下排,水不下山,泥不出沟”的治理模式,基本上完成了治理沟道泥石流灾害和城市防洪的目的,成为了西宁市郊流域治理的典型模式。

6.3 火烧沟治理

6.3.1 基本情况

火烧沟流域总面积 53.75 km²,地貌类型属于黄土丘陵沟壑区第四副区,流域内水土流失主要是水力侵蚀,兼有重力侵蚀,年径流模数 2.3 万 m³/km²,年土壤侵蚀模数 7 000 t/(km² · a)。

6.3.2 治理措施

结合运用生物措施和工程措施,在荒山、荒坡、荒滩地造林种草,重点通过坝系建设,发挥沟道工程拦泥、防洪和种植的综合效益。

生物措施:新增造林面积 400 hm²。

工程措施:措施主要是梯田、主要水保工程以及坝系工程,其中小型水保工程 110 座,骨干坝 2 座,中型淤地坝 5 座,小型淤地坝 7 座。

6.3.3 沟道治理效益

通过水土保持各项措施综合治理,项目实施后新增蓄水 124.87 万 m³,保土 306.7 万 m³,新增治理程度 66.88 %,林草覆盖度提高到 51.3 %,生态环境得到明显的改善,农林牧土地利用结构由原来的 27.7 %、0.37 %、0.86 % 调整为 34.7 %、36.3 %、15 %,土地生产率和劳动生产率明显提高,农民生活水平明显提高。