

北京市西山地区道路边坡生态环境调查及修复对策

宋桂龙^{1,2}, 高小虎², 韩烈保², 荆立波³, 魏天兴³

(1. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 北京林业大学 草坪研究所, 北京 100083; 3. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘 要: 调查了北京市西山地区的 G108, G109 国道和通往妙峰山、东灵山、百花山、谭柘寺、戒台寺各景区路段的道路生态环境。调查对象主要包括道路沿线的地质地貌、气候及土壤条件、植被情况、道路边坡的破坏情况及修复现状等。对道路边坡进行了科学评价, 提出了适合北京市西山地区道路边坡生态修复对策及技术方案, 可以为北京西山地区公路边坡的治理与生态恢复提供必要的科学指导。

关键词: 北京西山地区; 道路边坡; 生态环境调查; 生态修复

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)02-0112-04

中图分类号: S157, U412

Eco-environmental Investigation and Countermeasures of Ecological Recovery for Roadside Slope in West Mountain Area of Beijing City

SONG Gui-long^{1,2}, GAO Xiao-hu², HAN Lie-bao², JING Li-bo³, WEI Tian-xing³

(1. Key Laboratory of Silviculture and Conservation of the Ministry of Education, Beijing 10083, China;

2. Institute of Turf grass Science, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

3. College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Eco-environment of the main road was investigated, including G108 national road, G109 national road, and the road connecting to Miaofeng Mountain, Dongling Mountain, Baihua Mountain, Tanzhe Temple, and Jietai Temple in the west mountain area of Beijing City. The investigated objects included geography, climate and soil, vegetation, destroyed conditions and restoration of roadside slope. Based on the investigation, evaluation and restoration policies were conducted for roadside slope, which will provide scientific guidance for the restoration of roadside slope in the west mountain area of Beijing City.

Keywords: the west mountain area of Beijing City; roadside slope; eco-environmental investigation; ecological recovery

北京市西部山地, 属太行山脉。北以南口附近的关沟为界, 南抵房山区拒马河谷, 西至北京市界, 东临北京小平原。面积约 3 000 km², 占全市面积的 17%。地势由西北向东南逐级下降, 依次有东灵山—黄草梁笔架山; 百花山—髻髻山—妙峰山; 九龙山—香峪大梁; 大洼尖—猫耳山等 4 列山脉, 永定河横切山体, 是北京市西面的生态屏障和旅游胜地。近些年, 由于旅游资源的不断开发和人们对生态旅游的热衷, 使得北京市西山地区旅游业发展十分迅速, 仅北京市门头沟区的旅游景点就有 20 多处。随着旅游业的发展, 人们对该地区的道路状况及道路安全日益关

注。在修筑公路时挖方、填土使公路沿线的原有地表植被遭到破坏。没有植被覆盖的边坡, 经过风吹日晒雨淋加剧了边坡的风化。同时, 在开山修路时, 必然会改变原地面底层结构的受力状态, 原来处于稳定状态的坡面可能由于开挖而引起不平衡。新填筑的路堤可能由于水流冲刷和入渗而强度下降产生沉降松散。经过日晒雨淋或岩石风化引起滑坡等灾害^[1]。道路边坡基本上是由于修建道路等人为原因造成的, 原生植被遭到极大破坏, 恢复起来十分困难。而西山地区旅游景点较多, 这些道路都是通往旅游景区的必经之路, 道路状况与景区景观极不协调, 必将给游客

收稿日期: 2007-10-02

修回日期: 2007-11-28

资助项目: 北京市科委项目“门头沟区生态修复总体规划及技术方案研究与科技示范工程”(D0605046040191)

作者简介: 宋桂龙(1976—) 男(汉族), 河北省沧州市人, 博士, 主要从事边坡生态修复技术及运动场草坪研究。E-mail: syihan@163.com。

带来视觉上的不舒适感,极大地削弱了道路沿线的旅游功能。

本研究主要调查了分布在北京市西山地区的G108、G109两条国道和通往妙峰山、东灵山、百花山、潭柘寺、戒台寺各景区道路的生态环境,主要调查对象包括道路沿线的地质地貌、植被情况、自然条件、道路边坡的破坏情况及修复现状等,并在调查的基础上对道路边坡的现状进行了科学评价,提出了北京西山地区道路边坡生态修复对策及技术方

1 调查内容及方法

1.1 调查路线及范围

调查对象为北京市西山地区在门头沟境内的主要道路,包括G108、G109国道在门头沟区境内的路段和通往妙峰山、东灵山、百花山、潭柘寺、戒台寺各景区的路段沿线50 m以内范围。

1.2 调查内容

(1) 道路边坡地质地貌;(2) 道路沿线自然条件;(3) 道路沿线的植被情况;(4) 道路边坡的破坏情况及修复现状。

1.3 调查方法

于2005年10—11月,2006年3—5月不同时段对G109国道、G108国道及通往潭柘寺、戒台寺、妙峰山、东灵山、百花山5大景区的主干道路进行逐点逐段详尽的调查。调查主要以现场调查和收集资料为主,包括对边坡的拍照、测量、记录,典型地区、路段气候观测,土石样采集及植被调查,边坡修复工程点调查。

2 结果与分析

2.1 地质地貌

西山地区地势西北高,东南低,地形骨架形成于中生代的燕山运动。其中的G108国道和G109国道最高海拔1 002 m,位于西北部东灵山路段,最低海拔74 m,位于东南部的兔儿庄。道路边坡多为石质山地,G108国道主要以纯石灰岩为主,部分地块及下层由砂页岩和煤层组成。G109国道从西到东,多次穿越断层破碎带,龙泉镇—军庄镇以砂岩、页岩、煤层为主;雁翅镇路段以灰岩为主,清水斋堂有砂砾岩及碳酸盐浅变质岩等;岩性复杂,存在不稳定因素。通往妙峰山景区道路沿线主要为纯石灰岩,部分地块及下层由砂页岩组成。通往东灵山景区道路沿线地质构造属于华北陆台中部的燕山沉降带,地貌类型为侵

蚀构造山地,地势陡峻,河流下切深。通往百花山景区道路沿线在地质构造上同样也属于华北陆台中部的燕山沉降带,其中北部属于北京北山隆起构造区的青白口穹窿区,南部属于北京西山凹陷构造区的西山褶皱隆起区。

2.2 自然条件

北京市西山地区所在区域气候属温带东岸大陆性气候,年均气温5~10℃,无霜期约195 d。降水量自东向西逐渐减少,受中纬度大气环流的不稳定和季风影响,降水量年际变化大,最多为970.1 mm(1977年),最少为377.4 mm(1997年),年平均降水量约600 mm。以西北、北风为主;气候因地形的变化较大,以杏树初花为准,平原与山区相差10 d左右,阴坡与阳坡相差5 d左右。进行生态修复应以秋季为最佳季节,春季干旱少雨,对修复效果影响较大。

土壤以淋溶褐土和碳酸盐褐土为主;从东至西还有耕种褐土、典型褐土、以及山地棕壤等。百花山和东灵山海拔较高地区,还分布有山地草甸土。

2.3 植被状况

初步统计门头沟区境内道路沿线有高等植物161种(不包括蕨类植物),分别隶属于41科102属,最大的科有松柏科、菊科、禾本科、蔷薇科、豆科、毛茛科、唇形科、百合科、木犀科、莎草科等。植被属于暖温带落叶阔叶林类型,仅在深山区有残存的次生桦、杨林,一般林地均为灌木林或杂木混交林,森林覆盖率在40%~60%之间。东灵山、黄草梁等山顶地区,因气候寒冷,多为草甸,以白草(*Pennisetum centrasianicum* Tzvel.)为主。村庄附近植被破坏严重,一般覆盖率约20%~40%。经调查发现,G108国道沿线植被情况较好,G109国道沿线植被状况复杂,人为破坏因素影响较大;通往妙峰山、东灵山、百花山景区的道路沿线,边坡破坏严重,植被覆盖率低,一般在0~50%之间,以灌草群落为主。

根据分布的位置不同,可将道路沿线优势植物种分为两种情况,即道旁优势种和边坡优势种。道旁优势种主要以多年生人工种植大型乔木和野生乔灌木为主,如油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)、侧柏(*Platycladus orientalis* L.)、臭椿(*Ailanthus altissima* Mill.)、核桃(*Juglans regia* L.)、槲树(*Quercus dentata* Thunb.)、山杏(*Prunus armeniaca* L.)、蒿柳(*Salix viminalis* L.)、桦树(*Betula platyphylla* Suk.)等。边坡优势种主要以野生灌草种和极少量小型乔木为主,如荆条(*Vitex chinensis* Mill.)、酸枣(*Ziziphus spinosa* Hu.)、拂子茅[*Calamagrostis*

epigejos(L.) Roth.]、球穗莎草(*Cyperus glomeratus* L.)、白蒿(*Artemisia sieversiana* Ehrh. ex Willd.)、白草(*Pennisetum centrasiaticum* Tzvel.)、毛榛(*Corylus mandshurica* Maxim.)、白蜡(*Fraxinus chinensis*)、爬山虎(*Parthenocissus tricuspidata* Planch.)等^[2-3]。

2.4 道路边坡现状分析

裸露边坡的调查按照公路下边坡和公路上边坡两部分分析。重点对调查范围内遭到破坏而且需要治理或继续治理的道路边坡进行了调查研究。将所调查的道路边坡分为土质边坡、石质边坡、土石混合边坡和碎石边坡 4 类,其中遭风化的石质边坡比例最大。

2.4.1 公路上边坡 上边坡是人工开挖的斜坡,其强度应满足稳定边坡的要求,这样的稳定边坡在降雨、融雪、冻胀,及其它形式的风化等作用下,主要破坏形式为冲刷、崩塌等^[4]。边坡的崩塌,一般又分为 3 类,即落石型、滑坡型、流动型,有时在一次崩塌中会同时具有这 3 种形式。

调查结果表明,西山地区的道路边坡中,上边坡主要为石质边坡和土石混合边坡。其中石质边坡占上边坡的 73.5%,在各个主要道路上均大量分布。土石混合边坡占 24.1%,主要分布在通往景区妙峰山、东灵山、百花山景区的道路上。而且这些道路沿线的岩石风化比较严重,一些地段岩石节理严重破坏,坠石时有发生,在调查时多处见有坠落在路边的大石。且有一处曾发生过滑坡,而且还有发生滑坡的可能,给交通安全带来了隐患。

2.4.2 公路下边坡 路基下边坡一般为填土路基,受力稳定的路堤边坡破坏形式主要表现为边坡坡面及坡脚的冲刷。坡面冲刷主要来自大气降水对边坡的直接冲刷,使路基边坡沿坡面流水方向形成冲沟,冲沟不断发展导致路基发生破坏,所以应及时采取治理措施。

调查结果表明,西山地区道路边坡中,下边坡主要为土石混合边坡和碎石边坡类型,二种边坡类型面积几乎均等,共计 80 830 m²。土石混合的下边坡主要分布在 G109 国道和通往百花山的道路上。碎石边坡主要分布在 G109 国道和通往东灵山的道路上,分别占到了边坡总量的 65.1%和 24%。

调查还发现,西山地区道路边坡破坏主要有 3 方面原因,即道路建设、岩石风化和取土采石。目前边坡防护措施主要是单纯的工程防护或植物防护,效果并不理想。

3 道路生态环境存在的主要问题

(1) 在修筑公路时挖方、填土使公路沿线的原有地表植被遭到破坏。在所调查路段,修路对其边坡周围植被的破坏至今没有得到恢复,同时没有植被覆盖的边坡经过风吹日晒雨淋加剧了边坡的风化。

(2) 在开山修路时,改变原地面底层结构的受力状态,原来处于稳定状态的坡面由于开挖而引起不稳定。新填筑的路堤可能由于水流冲刷和入渗而强度下降产生沉降松散。经过日晒雨淋和岩石风化引起滑坡等灾害。在通往东灵山的公路 K10 处就曾发生过滑坡,且有再次发生的可能。

(3) 在修路时将大量弃石倾入河谷,使河床变窄,易引发山洪等灾害。在黄土台桥附近,有弃石倾入河道。

(4) 所调查路段沿线植被多为野生灌木,乔木稀少,生态景观较差。一些地段,如黄土台、斋堂水库等地段山体裸露,边坡破坏严重,直接影响景观效果。

4 生态修复对策

4.1 生态修复原则

对道路工程形成的边坡进行生态修复时,应充分考虑到道路的交通功能、景观功能、生态功能,在提高边坡稳定性和恢复自然景观的同时,还要最大程度上实现生态稳定性^[5]。因此,在边坡生态修复设计时,应遵循以下原则。

(1) 充分考虑公路的特色,提高边坡稳定性,满足公路交通功能。

(2) 以生态学理论为依据,尊重自然,正视自然,保护自然,恢复自然。

(3) 兼顾生态效益,经济效益和社会效益。

(4) 统筹规划,分段设计,突出重点,注重特色。

(5) 因地制宜,适地适树,景观协调,易于管理。

(6) 乔、灌、草、藤、花合理配置,保证景观的连续性和多样性。

(7) 在树种选择上,应注意选择抗逆性强,病虫害少,易于繁殖,水土保持效益好的树种,尤其要注重乡土树种的应用。

(8) 尽量考虑降低整体造价和后期绿化养护管理费,植物材料选择适应性强,管理粗放,价格低廉的树种。

对于通往妙峰山、东灵山、百花山各景区道路的边坡的治理我们采取“点、线、面”有机结合,局部路段过渡处理的设计原则,即局部路段重点防护、绿化和

美化,对边坡破坏比较严重的路段重点治理。如,通往妙峰山景区的道路前段边坡状况较好,越往上走边坡状况越差,岩石风化较严重,且修路对边坡的破坏也很严重,坠石时有发生,所以应重点治理 K9 至 K15 段。

4.2 修复工程技术推荐

对于低矮的土质边坡,坡比范围为 $1:1 \sim 1:1.5$ 以上,可直接采用液压喷播技术;对于土质下边坡或坡脚不够稳定的上边坡,应推荐采用蜂巢式网格植草护坡技术、浆砌石护坡技术、植生袋技术等。

石质边坡由于缺乏植物生长的基质,恢复难度最大。对于已经风化的石质边坡,且坡度较缓,可采用挂网液压喷播技术、客土喷播技术、土工格室挂网喷播技术;对于弱风化或没有风化的石质边坡,可采用厚层基材喷播技术和喷混植生技术。对于高陡并且凹凸不平的微风化岩和中风化岩边坡的生态修复,可采用藤本植物垂直绿化。

对于土石混合边坡和碎石边坡,可采用客土喷播技术、喷混植生技术、蜂巢式网格植草护坡技术^[1,6]。

4.3 植物配置方式

要尽快在陡峭而且贫瘠的坡面上进行自然生态恢复,植物品种的选择和配比是关键。植物的配置,应综合考虑边坡类型、坡度和当地的气候等多种因素,同时还要考虑坡面的前期效果和后期效果。如纯草本护坡,虽然前期容易出效果,并且费用比较低廉,但由于草本植物的根系一般比较浅,抗拉强度比较小,护坡的效果相对比较差。同时草本植物容易退化,造成斑秃,再加上草本的绿期短,枯黄期长,到了秋冬季节效果不理想。若纯灌木护坡,因灌木成苗速度相对较慢,前期效果不够理想。所以,在实际操作中根据当地的气候和土质情况选择乔、灌、草相结合的立体配置的混合植物种类,做到初期以草本为主(确保前期效果),中、后期以灌木、乔木为主,其中乔木多采用人工栽植的方式,保证四季常绿^[7]。在一些风化程度较低的岩石坡面和护面墙上,考虑到藤本植物比较适合高陡且凹凸不平的微风化岩和中风化岩边坡的生态修复,可采用藤本垂直绿化模式,保证后期形成以藤本为主的生态防护。

西山地区道路工程生态修复过程中,建议采用的植物种类详见表1。在生态修复过程中,植物选择首先应考虑乡土植物,但同时还要考虑其植物种源和景观效果。因此,推荐草本以狗尾草、莎草、苔草、茵陈蒿等为主,灌木以荆条、酸枣、丁香等为主,乔木以椿

树、槐树、侧柏、榆树等为主,适当增加一些景观效果较好的种类,如草本的高羊茅、多年生黑麦草等,灌木的连翘、铺地柏等,乔木的油松、白蜡等。

表1 西山地区道路边坡生态修复备选植物

草本植物	灌木植物	乔木植物	藤本植物
狗尾草	荆条	油松	五叶地锦
球穗莎草	酸枣	侧柏	爬山虎
白草	铺地柏	臭椿	—
苔草	紫穗槐	槐树	—
高羊茅	连翘	榆树	—
茵陈蒿	火棘	白蜡	—
多年生黑麦草	丁香	—	—

5 结论

北京市西山地区的道路边坡地形、地势复杂,挖填方较多。山体主要以石质山为主,占道路边坡的70%以上,岩石节理遭破坏,岩体松散、坠落。道路沿线植被以灌木为主,但种类较单一。已经进行生态修复的路段,以松、柏、杉类乔木为主,较陡道路边坡主要以穴植爬山虎类藤本植物为主。这些道路都是通往旅游景区的必经之路,道路状况与景区景观极不协调,很大程度上影响了道路安全和旅游业的发展。

对北京市西山地区道路边坡生态修复的重点是石质边坡的植被恢复,推荐工程技术有客土喷播技术、土工格室挂网喷播技术、厚层基材喷播技术、喷混植生技术和藤本植物垂直绿化技术。而对于稳定性差的土质边坡、碎石边坡和土石混合边坡可采用工程技术与植被恢复技术相结合的恢复模式。生态修复时,植物种类应以当地的乡土植物为主,并适当增加一些景观效果好的植物种类。

[参考文献]

- [1] 周德培,张俊云. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [2] 贺士元. 北京植物志[M]. 北京:北京出版社,1993.
- [3] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:北京科学出版社,1990.
- [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] 刘春霞,韩烈保. 高速公路边坡植被恢复研究进展[J]. 生态学报,2007,27(5):2090—2098.
- [6] 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.
- [7] 艾应伟,刘浩,范志金,等. 我国道路边坡治理现状及其对策[J]. 水土保持研究,2006,13(5):222—224.