

生态脆弱区道路边坡生态恢复适用技术研究

——以沙蔚铁路建设工程为例

王仁德, 钱金平

(河北师大资源与环境科学学院, 石家庄 050016)

摘要:目前国内外普遍采用的边坡生态恢复技术在生态脆弱区并不完全适用。在总结沙蔚铁路边坡生态恢复经验的基础上, 归纳了一套适用于生态脆弱区的边坡生态恢复技术, 其核心是对边坡类型进行了量化分类, 并提出了边坡生态恢复措施和植物搭配的优化模式。

关键词:生态脆弱区; 边坡生态恢复; 量化分类; 优化模式

中图分类号: X171.1; U212

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)03-0163-03

Study on the Suitable Ecological Restoring Techniques for the Sideslopes of Roads in the Ecological Fragile District

——Take the Shayu Railway for Example

WANG Ren-de, QIAN Jin-ping

(College of Resource and Environment Science, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016, China)

Abstract: It is not totally suitable in the ecological fragile district that the ecological restoring technique of the sideslopes that is generally adopted both at home and abroad at present. A set of ecological restoring techniques of sideslopes which is suitable for the ecological fragile district is set up on the basis of summarizing the ecological restoring experience of Shayu railway. The core of this technique is classifying the sideslopes in a quantitative way, and putting forward the optimized model of slope ecological restoring measures and plant collocating.

Key words: ecological fragile district; ecological restoration of sideslopes; quantitative classification; optimized model

1 引言

在道路建设的施工过程中, 许多地方都要进行填挖方, 这样就对公路沿线的原生植被造成了极大的破坏, 留下许多裸露的边坡。这些边坡普遍存在冲刷侵蚀、水土流失和浅层局部滑坡现象, 边坡植被在3~5年甚至更长的时间内都难以恢复。随着 society 对生态环保要求的提高, 对裸露边坡采用植被措施进行生态恢复日益受到重视并成为研究热点。目前国内外已经发展了多种边坡生态恢复技术, 并在实际中得到广泛应用, 取得较好的防护效果和美化效果。

我国地域辽阔, 南北气候及土壤状况的差异很大, 因此不能按照统一的模式进行边坡生态恢复, 各地必须根据自身的条件因地制宜的设计生态恢复技术和管理措施。生态脆弱区自然条件相对较恶劣, 破坏后恢复难度较大, 一些常规的边坡恢复技术在该地区并不完全适用, 有必要根据自身情况对恢复技术进行进一步优化。

沙蔚铁路位于河北省张家口市境内, 属于农牧交错的生态脆弱区。其边坡生态恢复的实践除借鉴目前国内外较先进的生态恢复技术外, 还根据当地的自然环境特点和社会经济状况进行了一定程度的优化改造, 取得了较好的生态防护效果。

2 研究区概况

2.1 自然地理条件

沙蔚铁路地处冀西北间山盆地, 属于农业区向畜牧业过渡的农牧交错地带, 平均海拔650~1480 m, 属温带半干旱大陆性季风气候。冬季受西伯利亚冷空气影响, 气候寒冷干燥, 降水量稀少, 风多, 对植物生长极为不利。夏季受东部暖气团影响, 降水比较集中。所以春季干旱多风, 夏季凉爽, 秋季短暂, 冬季漫长。路线经过地区气温最低-35.3℃, 最高33.9℃; 年平均降雨量360~450 mm, 因此雨量不足是当地植被恢复的重要制约因素。沿线植被类型包括冀西山地亚热带落叶阔叶林和冀西北间山盆地灌木草原两类。土壤类型主要包括褐土、棕壤和栗钙土3类, 占沿线土壤总面积的93.5%。

2.2 生态恢复条件

沙蔚铁路全长141 km, 所经地区为怀来盆地边缘、军都山支脉的低中山区及蔚县盆地的边缘。地势两端低中间高。沿线可划分为山前倾斜平原轻度侵蚀区、黄土丘陵中度侵蚀区、中低山中度侵蚀区等三个水土流失分区。根据现场勘察和测量, 铁路沿线共有土质边坡213处, 石质边坡20处; 路堤边坡152处, 路堑边坡106处; 宽度小于5 m边坡84处, 大于5 m边坡194处。坡度小于45°边坡108处, 大于45°边坡125处。边坡类型较齐全, 具有一定代表性。

* 收稿日期: 2006-06-14

作者简介: 王仁德(1980-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 恢复生态学。

3 生态恢复技术要点

道路边坡生态恢复具有两方面的功能:一方面,恢复工程建设中被损环境的自然生态系统及其生态功能,控制水土流失,保护路基边坡;另一方面,恢复和改善路域的景观环境,绿化美化道路沿线环境,改善道路交通环境,提高环境质量。

在生态脆弱区进行的道路边坡生态恢复工程必须考虑其自然条件的特殊性,其生态恢复技术要点主要包括以下几个方面。

(1)对边坡的自然条件进行充分调查,在掌握地理地质条件、边坡形状、土壤特性及气候环境的基础上确定总体设计方案。

(2)所选植被必须适合当地气候条件。具有根系发达,固土能力强,对环境要求不严,适应性强且分布广,易成活,长势旺盛,抗性强、耐瘠薄等特性。

(3)设计中注重乔、灌、草的有机结合,强调以灌木为主,中长期效果为主,同时兼顾前期效果,这就要求植被措施与工程措施的有机结合。

(4)生态脆弱区一般也是我国经济比较落后的地区,除国家投资的一些大型项目外,其它道路建设工程普遍存在资金紧张的问题,因此,节省投资是在进行生态恢复工程设计时首先要考虑的问题。

(5)在满足生态功能的前提下,加强道路景观设计,通过利用乡土植物,开花的树、秋叶树和花草等来创造与周围环境相融的景观空间,使道路更具有亲切感和情趣。

4 生态恢复模式的优化选择

单纯采用浆砌片石护坡和喷射水泥沙浆等防护方式完全破坏了植物生长的环境,使得由于道路开挖而破坏的自然植被永远得不到恢复,大量裸露的岩石和混凝土视觉效果非常差,是不值得提倡的防护方式。没有工程措施而仅有生物措施又具有应用面窄,见效慢的弱点,难以维护路面的畅通和安全。因此,目前普遍采用工程措施或土壤侵蚀控制技术等为植物恢复创造生长的环境条件,然后在坡面铺草植树,这样既加强了公路边坡的稳定性,又恢复和改善了公路沿线的生态环境和景观环境,二者有机结合优势互补,达到最佳效果。

沙蔚铁路边坡生态修复实践,以恢复生态学的基本原理为指导,充分考虑路域边坡自然条件和立地条件,借鉴国内外尤其是当地生态恢复的成功经验,优化选择了一批边坡生态恢复实用技术,并进行了一定创新,构建了一套完整的生态恢复模式(见表 1)。

4.1 恢复措施的优化选择

恢复措施的优化选择主要考虑边坡性状、坡度、宽度等因素。为达到较好的恢复效果并尽量节省投资,实践中主要按以下原则进行恢复措施的优化选择。

(1)自然恢复优于人工恢复。自然恢复的植被生物多样性丰富,抗干扰能力强,能自然进化演替,具有较强的水土保持能力,并且无需投资,优于人工恢复。因此对于一些坡度较小、宽度较窄,立地条件较好的土质边坡应优先选择自然恢复。实践表明,这类边坡两年便能取得较好的恢复效果。

(2)植被措施优于工程措施。植被护坡与传统的工程护坡相比,具有明显的优点。传统的工程护坡可有效减轻坡面修建初期的不稳定性 and 侵蚀,效果良好。但随着边坡岩石的风、混凝土的老化,强度降低,防护效果变弱。而植被护坡则正好相反,开始较弱,随着植物的生长,强度增加,对减轻坡面不稳定性 and 侵蚀的作用越来越大,且比工程方式造价便宜。

4.2 植物搭配的优化选择

按照“尊重自然,恢复自然”,“灌木为主,草本为辅”的最新生态恢复理念进行植物搭配的优化选择。

(1)灌木植被优于草本植被。尽管草本植物具有引种方法简单,费用低廉,早起生长快,对防止初期的土壤侵蚀效果较好,有利于初期表土层的形成等优点。但是,草本植物的根系分布单一,固持风化土层的作用差;草本植物群落易发生衰退,持续生存性差;开发利用的痕迹长期难以改变,与自然景观不协调。因此单纯的草本植物用于道路坡面的绿化并不理想。

从坡面植物的防护功能、景观特征及改善环境效果的分析表明,灌木植物均明显优于草本植物。灌木植物根系固持力强,比草本植物覆盖的坡面稳定性强,不易发生崩塌;有利于改善周围环境,可将工程构造物融入其中,容易与自然景观相协调;有利于早期恢复生态系统,特别是采用先锋树种能够加速荒废生态系统的恢复;所以坡面植物的基本类型以灌木植物群落最为理想。

(2)草木结合优于单一类型。草木结合的生物固坡技术,一方面具有见绿快、覆盖度大的特点;另一方面能很快形成比较稳定的保持水土、降低地表径流的植物群落。较之单一的种植草本植物或灌木是更有效的边坡生物防护方式。因此,最佳的植物搭配方式是在灌木植物群落的组成上考虑混生适宜的草本植物,实现从单纯性到多层次、多样性灌木林群落的营造。

表 1 道路边坡生态恢复优化模式

边坡类型	坡度	宽度/m	恢复措施	植物搭配
土质边坡	<15°	1~5	自然恢复	自然植被为主
		5~10	植被措施	灌木为主,草本为辅
		>10	植被措施为主,工程措施为辅	灌木为主,草本为辅
	15~35°	<1	自然恢复	自然植被为主
		1~5	植被措施	灌木为主,草本为辅
		5~10	植被措施为主,工程措施为辅	灌木为主,草本为辅
		>10	工程措施为主,植被措施为辅	灌木为主,草本为辅
	35~45°	<1	自然恢复	自然植被为主
		1~5	植被措施	灌木为主,草本为辅
		5~10	植被措施为主,工程措施为辅	草本为主,灌木为辅
石质边坡	45~60°	>10	工程措施为主,植被措施为辅	草本为主,灌木为辅
	35~45°	<5	植被措施	藤本为主,灌木为辅
		>5	植被措施为主,工程措施为辅	藤本为主,灌木为辅
	>60°	<5	植被措施为主,工程措施为辅	藤本为主,灌木为辅
		>5	工程措施为主,植被措施为辅	藤本为主
		>5	工程措施为主,植被措施为辅	藤本为主

4.3 植物种类的优化选择

边坡生态防护的主体是植物,植物选择得好坏直接关系到边坡生态防护的成败和效果。位于生态脆弱区的土质边坡土壤瘠薄、板结,坡度较大,而石质边坡较土质边坡坡度更大,因此用作边坡生态防护的植物应满足以下要求:

(1)以乡土植物为主,外来优良植物品种为辅,繁殖方便,适应性强;

(2)筛选、评价植物材料时以抗旱耐瘠性为主要指标,性状、生长特性为次要指标,方可确保中选植物的实用性;

(3)以用种子繁殖的种类为主,无性繁殖的种类为辅,以便进行机械化施工,减少手工操作;

(4)应具有较好的观赏价值,抗污染能力较强;

(5)能保证行车安全(如不宜种植果树和家畜喜食的种类型,以免吸引人畜进入危险路段,造成不必要的损失);

(6)经济价值较高,可获取较多的木材、果品、油料和香

料。

5 具体的生态恢复工艺

5.1 土质边坡

(1) 1~5 m 路堤边坡。以草本为主,在坡肩和坡角栽植小灌木。采用条播或者喷播方式在坡面上种植生命长短不一的各类豆科禾本科牧草。牧草应具有根系发达,固土能力强,对环境要求不严,抗性强、耐瘠薄的特征,类型可选择冰草、野牛草、羊草、紫花苜蓿、沙打旺、小冠花等。

(2) 5~10 m 路堤边坡。采取灌木为主,草本为辅的植被恢复措施。设计在坡面上以株行距 0.5 m × 0.5 m 或 0.5 m × 1.0 m 栽植灌木,品字形排列,灌木类型可选择锦鸡儿、紫穗槐、珍珠梅等。中间套种或间种生命长短不一的各类豆科禾本科牧草,草本选择沙打旺、紫花苜蓿、草木樨、无芒雀麦等。

(3) 10 m 以上路堤边坡。在采取网格面墙的工程措施稳定边坡后,再在坡面上栽植以灌木为主的护坡植物。灌木类型可选择锦鸡儿、紫穗槐、珍珠梅等。坡角或平地栽植乔木数行,树种选择山杨、杨柳、旱柳等。

(4) 路堑边坡。对于宽度小于 5 m 的路堑边坡可直接进行植被恢复,对于宽度大于 5 m 的路堑边坡应先采取修建挡土墙的方式稳定边坡后,再采取以藤本为主,灌木为辅的植被恢复措施。坡角种植 1 行藤本植物,路堑上部平坦处可栽植小灌木。藤本选用爬山虎、牵牛、蝙蝠葛、野葡萄等,灌木可选择丁香、珍珠梅、锦鸡儿等。

5.2 石质边坡

(1) 坡度 < 45°, 宽度 < 5 m 的路堑边坡。在坡角平台挖种植池,种植向上爬的攀缘植物,在边坡顶挖种植槽栽植向下垂挂的植物,造成上垂下爬的效果;按照一定图案和比例规划,在边坡上挖种植池,客土种植小灌木以点缀坡面,可形成一定的路域景观。藤本选用爬山虎、牵牛、蝙蝠葛、野葡萄

萄、大瓣铁线莲等,灌木可选择丁香、珍珠梅、锦鸡儿等。

(2) 坡度 > 45°, 宽度 < 5 m 的路堑边坡。在坡角平台挖种植池,种植向上爬的攀缘植物,在边坡顶挖种植槽栽植向下垂挂的植物,通过上爬下垂而形成覆盖整个边坡的效果。藤本选用爬山虎、牵牛、蝙蝠葛、野葡萄、大瓣铁线莲等。

(3) 宽度 > 5 m 的路堑边。较好的做法是先采取浆砌石护面墙等工程措施对边坡进行防护,再在坡角、边坡台面和坡顶种植攀缘植物和花灌木,攀缘植物最终能覆盖坡面,形成软硬质混合景观,改善视觉效果。藤本选用爬山虎、牵牛、蝙蝠葛、野葡萄、大瓣铁线莲等。

6 结 语

生态脆弱区主要分布在我国经济落后地区,这些地区不仅自然环境状况恶劣,经济技术水平也比较低。目前国内外普遍采用一些先进边坡生态恢复技术投资都比较大,对技术设施水平要求也比较高,在这些地区很难大范围推广,尤其对于一些由地方政府或企业投资建设的地方性道路工程,很难拿出大量资金用于道路边坡的生态修复工程,因此,研究适用于生态脆弱区,投资较少,技术要求不高,后期管理较粗放,且能达到较好生态恢复效果的边坡生态恢复技术具有十分重要的现实意义。

沙蔚铁路生态恢复实践中并未对边坡的生态恢复技术进行重大改革和创新,只是在充分调查道路沿线边坡立地条件的基础上,考虑经济技术可行性和企业的承受能力,按照适地适树,以乡土树种为主的原则对传统边坡生态恢复技术进行了系统优化,对适用植被进行了优化选择,形成了自己的一套完整的边坡生态恢复技术体系,对各类边坡进行了量化分类,分别采取有针对性地生态恢复技术,达到了恢复生态环境和节省投资的双重目的,具有较强的可操作性,希望能为今后生态脆弱区的边坡生态恢复实践提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 孙书存,包维楷,等.恢复生态学[M].北京化学工业出版社,2004.11.
- [2] 潘树林,王丽等.论边坡的生态恢复[J].生态学杂志,2005,(2):217-221.
- [3] 刘龙.平西高速公路生态恢复适用技术研究[J].公路,2005,(2):139-143.
- [4] 邓辅唐,吕小铃,邓辅商.高速公路边坡生态恢复研究进展[J].中国水土保持,2005,(11):48-50.
- [5] 何兵,陈其兵,曾得刚,等.高速公路建设中生态恢复理论及其应用研究[J].四川林业科技,2005,26(4):66-69.
- [6] 董建辉.山区高速公路生态恢复研究[J].陕西林业科技,2005,(3):52-54.
- [7] 王淑芬,龚雪琴.山区高等级公路边坡景观设计[J].北京工业大学学报,2005,31:61-63.

(上接第 162 页)

展为目标,既要满足湖泊生态环境需水,又要满足湖泊供水范围内的社会经济需水要求,以实现城市湖泊的生态价值和经济价值。根据城市湖泊生态系统服务功能的定位和需水量的内涵,需水量计算应遵循功能性原则、生态优先原则、兼

容性原则和动态性原则。本文探讨了城市湖泊生态系统需水量的计算方法,为城市生态湖泊的规划和生态环境效应调控提供了新的思路和方法。

参考文献:

- [1] 冷疏影,杨桂山,刘正文,等.湖泊及流域科学重点发展领域与方向[J].中国科学基金,2003,(2):82-85.
- [2] 白咸勇.以人为本,建设生态河湖——浅谈城市湖泊的规划与发展[EB/OL].<http://www.cws.net.cn/Journal/cwr/200102/35.html>.
- [3] 白咸勇.北京城市湖泊滨水地区景观设计初探[EB/OL].<http://www.cws.net.cn/CWR-Journal/200112/54.html>.
- [4] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem[M]. Washington D C: Island Press, 1997.
- [5] 郑华,欧阳志云,赵同谦,等.人类活动对生态系统服务功能的影响[J].自然资源学报,2003,18(1):118-126.
- [6] 欧阳志云,赵同谦,王效科,等.水生态服务功能分析及其间接价值评价[J].生态学报,2004,24(10):2091-2099.
- [7] 潘文斌,唐涛,邓红兵,等.湖泊生态系统服务功能评估初探——以湖北保安湖为例[J].应用生态学报,2002,13(10):1315-1318.
- [8] 杨志峰,崔保山,刘静玲,等.生态环境需水量理论、方法与实践[M].北京:科学出版社,2003.
- [9] 肖芳,刘静玲,杨志峰.城市湖泊生态环境需水量计算——以北京市六海为例[J].水科学进展,2004,15(6):781-786.