

植被护坡技术的研究

孔东莲, 郭小平, 赵廷宁

(北京林业大学水土保持学院, 北京 100083)

摘要:文章阐述了植被护坡理论和技术的发展历史。介绍了两种不同类型的边坡,在此基础上,提出了植物品种的选择应以边坡特殊的立地条件为依据,遵循适地适植物的原则,同时也提出了目前植物选择所存在的几个误区。最后,结合我国植被护坡的发展现状,展望了植被护坡的研究方向。

关键词:边坡;植被护坡;植物选择

中图分类号:S157

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)01-0069-03

Study on Slope Vegetation

KONG Dong-lian, GUO Xiao-ping, ZHAO Ting-ning

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

Abstract: The history of slope vegetation is stated. Through the analysis on the two type side-slope, the principle of selection plant which is on the base of the particular growth environment of side-slope is put forward, at the same time, some mistakes in plant selection are presented. In the end, according to the current situation of research on slope vegetation in China, the prospects of development direction of slope vegetation are described.

Key words: side-slope; slope vegetation; selection of plant

近年来,随着我国基础设施的不断建设,如高速公路的相继开通、铁路的不断延伸、各类矿山的持续开采等,在很大程度上破坏了自然生态,形成了许多无植被覆盖的裸露边坡,导致了严重的水土流失。以往通常采用单纯的工程防护,如浆(干)砌片石、喷锚防护等,这些工程措施都导致原有植被破坏、水土流失、滑坡、边坡失稳等一系列生态环境和工程问题。生态平衡问题是当前生态科学必须重视的并有责任承担的研究任务^[1,2]。为实现经济效益、社会效益与生态效益的和谐统一,国家已经十分重视生态环境问题,国务院下达了[2000]31号文件“关于进一步推进绿色通道建设的通知”^[3],这对边坡的生态恢复有很大的推动作用。近年来,植被护坡越来越受到人们所倡导和应用。

1 国内、外边坡植被护坡的发展历史

植被护坡的历史源远流长。最早有记载的植被护坡应用出现在1591年的中国^[4]。在如此久远的年代,柳树等已用于河岸边坡的加固与保护。在17世纪,中国就利用植被护坡技术保护黄河河岸。1633年,日本人采用铺草皮、栽树苗的方法治理荒坡,成为日本植被护坡的起源。到了20世纪30年代,这种生物途径首次引入中欧,得到迅速发展并在欧洲盛行,主导着世界植被护坡的研究与应用。20世纪60年代以后,植被护坡技术已推广到世界许多国家。在北美,植被护坡运用历史可以追溯到1926年,而且承袭了中欧的经验,主要致力于与农林业和道路建设有关的侵蚀控制。在英国,这个方法始于20世纪40年代末,用于陆地景观的稳定、堤岸和交通线路边坡的稳定等^[5]。欧美国家主要是围绕

着防止坡面遭受雨水侵蚀的目的而进行,主要应用于公路边坡的植被防护及河堤防护。

在日本,用于植被护坡的液压喷播技术自20世纪50年代发明后,至今已获广泛应用。在日本,植被护坡与道路建设同时发展,至今已有半个多世纪的历史,开发出众多适应其气候、地质等特性的植被护坡技术,远远领先于欧美国家^[6]。由于日本是一个国土狭窄、人口多、地震、火山、台风、暴雨等自然灾害多发的岛国,它的开发建设是在这种恶劣条件下进行的,因此,其防灾和绿化理论、技术,较欧美国家的研究更加系统、先进。1960年,日本从美国引进了喷播机(hydroseeder),并把先进的液压喷播技术广泛应用于高速公路路堤边坡的绿化。1973年开发出的纤维土绿化工法(fiber-soil greening method),标志着岩体绿化工程的开始,它也是日本最早开发的厚层基材喷播工法。以后技术上不断改进,在20世纪80年代,获得广泛应用^[7]。日本于1976年首先开发出厚层基材喷射护坡技术,主要用于软弱岩石边坡的生态防护。20余年来,此项技术在日本得到不断的改进、完善。20世纪80年代至今,日本在本国及国际上注册的植被防护的专利技术就多达40多项^[8],目前,喷射绿化技术已成为日本应用最为广泛的生态护坡技术^[9]。

而我国在这方面的研究起步较晚。植被护坡技术在现代中国始于20世纪50年代,一般多采用撒草种、穴播或沟播、铺草皮、片石骨架植草等护坡方法。70年代开始,植被护坡在中国得到了进一步的发展^[4],我国开始借鉴和引用国外先进的技术和成功的经验,逐步从传统的边坡防护方式向边坡绿色防护方向转变,从传统的撒草籽、铺草皮绿化方式

* 收稿日期:2006-02-24

作者简介:孔东莲(1981-),女,山西省昔阳县人,在读硕士,研究方向:边坡绿化;郭小平(1962-),男,副教授,研究方向:林业生态工程、水土保持和边坡绿化。

向现代的液压喷播、土工网垫植草、草皮卷植草等新型绿色防护技术转变^[8]。1989 年,广东省水利水电科学研究所从香港引进 1 台喷播机,开始在华南地区进行液压喷播试验。1993 年,我国引进土工材料植草护坡技术,随后土木工程界与塑料制品生产厂家合作,开发研制出了各式各样的土工材料产品,如三维植被网、土工格栅、土工网、土工格室等,结合植草技术在铁路、公路、水利等工程的边坡中陆续获得应用。1997 年以后,国内不少科研单位针对岩石边坡的植被防护,也开始进行较为广泛的应用研究,开发出喷混植生护坡、植被混凝土护坡、厚层基材植被护坡、喷射种植混合基材植被护坡等适用于岩石边坡的技术,统称为客土喷播技术^[7]。植被护坡技术在国内经过十余年的发展和不断完善,目前已形成多种多样的植被护坡技术。随着经济的发展和人民生活水平的提高,人们对环境的要求也越来越高,在中国的一些地区,特别是经济发达地区,植被护坡已从单纯的水土保持转向水土保持与景观改善的结合,有些地方,景观改善已成为植被护坡的重要方面^[10]。

然而,植被护坡形成一门学科,还是近十几年的事,至今还没有一个固定成形的术语,国外一般把植被护坡定义为:“用活的植物,单独用植物或者植物与土木工程和非生命的植物材料相结合,以减轻坡面的不稳定性 and 侵蚀”^[11]。英文有称 Biotechnique, Soilbioengineering, Vegetation 或 Revegetation 等,国内也有植被护坡、植被固坡、坡面生态工程等名称^[12~14]。

2 植被护坡的植物选择

2.1 几种不同类型的边坡

(1) 岩石边坡:岩石边坡一般属高陡边坡。无植物生长的条件,绿化时需要客土。对于节理不发育,稳定性良好的岩坡,可考虑藤本植物绿化;方法是在边坡附近或坡底置土,在其上栽种藤本植物,藤本植物生长、攀援、覆盖坡面。对于节理发育的岩坡,应充分考虑坡面防护。一般采用植生砼绿化,方法是先在岩坡上挂网,在采用特定配方的含有草种的植生砼,用喷锚机械设备及工艺喷射到岩坡上,植生砼凝结在岩坡上后,草种从中长出,覆盖坡面。

(2) 土质边坡:由土构成,分为黏土土质和松散的土质边坡。在开发建设施工和生产运行中,开挖地面而形成的这些边坡,坡面的植被破坏比较严重,土壤情况比较复杂,土壤坚硬、干燥、贫瘠,保水保肥性能差,播种难度较大;或者土壤比较松散。对其进行植被恢复时,首先要平整边坡,然后再根据边坡的立地条件,选择护坡植被进行绿化。

2.2 边坡植物选择的原则

裸露边坡植物的选择要根据边坡的特殊的立地条件,以水土保持学、生态学、草坪学、岩土力学等为指导依据,根据树木的生物学、生态学特性,结合当地气候、土壤条件加以选择。遵循适地适植物的原则,合理配置,才能很好的恢复边坡的植被。

根据边坡特殊的立地条件,在生态修复过程中要遵循以下的原则:

(1) 选择适合于当地气候条件的植物。选择适合于当地生长的植物是关键环节。在选择绿化材料时首要考虑的是气温。最高气温决定植物是否能安全越夏,而最低气温决定能否安全越冬。因此,在北方应选择冷季型植物,如高羊茅(*Festuca elata*)、多年生黑麦草(*Lolium perenne*)等都是适宜的草种。而在南方应选择暖季型植物,如狗牙根(*Cynodon dactylon*)、假俭草(*Eremochloa ophiuroides*)等都是适宜的草种。

(2) 选择根系发达、分生能力强的植物:植物根系的好坏直接关系到固土能力。选择具有根状茎的植物,如狗牙根、

假俭草,可以达到目的。

(3) 选择抗性强、耐瘠薄的植物:边坡土壤一般较为贫瘠,因此,应选择较耐瘠薄的植物。同时由于养护强度低,还要求植物具有较好的抗病性。在温带和寒带,可选用草地早熟禾(*Poa pratensis*)、黑麦草(*Lolium perenne*);在半干旱地区可选择野牛草(*Buchloe dactyloides*)、冰草(*Agropyron cristatum*);在亚热带地区可选择狗牙根、结缕草(*Zoysia japonica*)。高羊茅草可用于亚热带和温带的过渡地带。

(4) 采用混播技术:一种草往往不能满足各方面的要求,单一植被易退化,且难以恢复。而多种植物混合可以增加群体的生物多样性和稳定性,因此可将不同的草种按一定的比例混合起来,使其在不同的阶段发挥作用^[13]。以多年生豆科牧草与多年生禾本科牧草混播为主,选择由 3~4 个草种组成的混播组合;本地优良种和外来种混播;暖地型草和冷地型草混播,遵循灌木、草本、藤本相结合,适当的添加一些草花,效果会更好。

2.3 植被护坡在植物选择上存在的误区

2.3.1 过分强调草本植物的功能,忽视木本植物的作用

由于草本引种方法简单、对侵蚀地适应性优于乔灌木,而普遍采用多为单一或简单的混合草种,这类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。这是由于草本植物在水土保持功能上有一定的缺憾:根系分布单一,固持风化土层的作用差;开发利用的痕迹长期难以改变,与自然景观不协调;还容易成为葛藤等藤本植物滋生的温床,使植被演替停滞^[15]。因此单纯的草本植物用于坡面的绿化并不理想。从坡面植被的防护功能、景观特征及改善环境效果的分析表明,木本群落均明显优于草本群落,但单一的木本植物群落也易产生表土侵蚀,对初期的水土保持不利。因此,在边坡植被护坡过程中,应该以草本植物和木本植物配合为宜,二者结合,可营造稳定的植物群落,可起到快速持久的护坡效果。

2.3.2 大量使用外来物种

广泛使用外来物种来恢复退化的植被,这种努力有时可以取得短期的成功,但是诸如生长缓慢、火灾和病虫害等问题亦随之而来。由于外来种常常失去其固有的自然控制因素,使种群增长异常迅速,这些自然控制因素在其原产地可能是控制其种群数量的关键因子,因此,新的栖息地缺少这些自然控制因素,生态免疫能力弱,可能对本地物种带来毁灭性的灾害。如扶芳藤(*Euonymus fortunei*)可形成厚密的植被层,影响本地种的生存,同时会影响到生态系统的渗透进程^[17]。由此可见,外来种可能会给生态系统带来“侵入”的后果,危及到本地物种的生存。

2.3.3 对草种混播品种及比例缺乏研究

由于各地区间的气候、土壤、地形差异大,不同生态条件下适宜的植物选择与合理配置已经成为制约植被恢复的关键,如灌草种类的选择、配比和种子喷施量等。目前,这方面的研究还较少,仅凭经验甚至盲目的施工,而不是在科学选种的基础上按适宜的混播比例进行实施,只考虑单个植物的生态习性^[16],没有充分考虑物种间的竞争关系以及不同地域不同气候条件的影响。

3 今后的研究方向

3.1 关于植被护坡的区域性研究

不同的区域,气候条件不同,植被群落不同。不同的岩土,土壤特性不同,提供给植物生长的条件不同^[17]。针对不同区域的气候和土壤特性,主要应从植物根系、植物扩张性、

生长速度、抗逆性、生长年限、适应土壤范围以及气候带等来开展工作,选择适应的土壤改良措施和合理的植物组合。品种选择应注意外来种与当地种的差异,必须对当地植物群落进行调查,选择一些与当地种接近植被或野生植被则比较理想,这有利于保护本地植物生态群落,否则会影响本地植物群落正常生长,破坏生态平衡。

3.2 适应于各种环境的草种、花树种混播组合的研究

选择优良的组合,首先应注意草种之间的混播,豆科和禾本科结合,冷、暖季节草种结合。其次再考虑草与花以及和树的混播效果,使植物群落生长达到优势互补,形成长期稳定的植物群落。要逐步转变绿化观念,植物组合已从“草+草”模式,转变为“草+灌木”,让草本作为先锋植物,为灌木的生长提供必要的生境^[19]。在近年的整治过程中有趋向于乔木优先,乔、灌、草、藤、花等相结合的组合模式,形成既具有护坡功能,又具有优美和协美学价值的坡面生态景观,力求达到近自然的生态景观^[20]。

3.3 野生植物品种在边坡中的应用研究

目前植被护坡中主要采用外来品种,然而野生品种的抗逆性和适应性比任何外来品种都强。若能利用野生植物品种来进行边坡绿化将有着深远的意义。野生资源品种是丰富多彩的,若能选择一些景观效果较好、容易繁殖的野生植被,加速人工植物群落向天然植物群落的过渡,加快坡面生态恢复与重建。虽然日本在植被护坡方面技术领先,但我们不能照搬,因为日本的气候温暖湿润,有利于植物生长,同时每平方米的工程造价是我国目前国情难以承受的^[11]。因此中国的植被护坡应走自己的路,从国内丰富的野生植物资源中寻找突破。

3.4 植被护坡与工程措施的结合

进一步加强植被护坡与工程措施的结合,并努力寻求在创造植被生存环境的过程中,尽量减少人工雕刻的痕迹,即未来的植被护坡将更加重视提高生物措施的技术水平,以减

少对工程措施的依赖,应对不同的边坡,找出工程护坡和植被护坡二者有机结合的最佳结构形式^[18]。

3.5 进一步加强植被护坡的理论研究

这方面的工作主要包括植被根系与边坡表层相互作用关系的研究,边坡植被的演替研究,植被护坡的生态环境效益研究等,不断充实植被护坡的理论基础,使其更好地服务于植被护坡的应用。

4 结 语

植被护坡仍被看作一门相对年青的技术领域,它涉及地球科学、生命科学和工程科学。近年来,植被护坡受到了越来越多人的关注,它的应用已有相当多的经验积累,很多研究成果和文献记录,其原理和方法也在世界范围内得到迅速的发展和应用,但还基本上限制在定性的和经验的发展阶段,对它的理论认识还落后于它的基本工程概念的实践^[20]。对植被作用的研究,特别是定量的研究,还不足以从理论上支持这一生物学途径,人们还不能用严密的科学理论来描述植被护坡的原理。

世界许多经济发达国家如日本、美国、德国、法国和瑞典等,已形成一整套成熟的边坡生态防护施工工艺,有的还形成了设计施工规范或指南^[21-23]。在此方面,我国虽进行了某些探索或跟踪研究,但总体上目前仍处于起步阶段。因此,结合我国实际情况,对国内外的边坡生态防护方法进行研究总结,加强植被护坡的规范化和标准化的研究,具有深远的现实意义。

由于我国地域辽阔,各地气候、土壤、地形差异大,不同生态条件下适宜的植物选择与合理配置已成为制约植被恢复的关键因子,如灌草种类的选择、配比和种子喷施量等均是目前急需解决的问题,正在被人们所重视,亦是植被护坡发展的重要方向。

参考文献:

- [1] 王加真. 关于边坡植被恢复的思考[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(5): 935 - 936, 938.
- [2] 马世俊主编. 生态学研究系列专著 I. 现代生态学透视[M]. 北京: 科学出版社, 1990.
- [3] 李燕君, 刘宜海. 边坡生态防护工程现状与可持续发展的探讨[J]. 中国交通, 2005, 9(3): 25 - 29.
- [4] 方华, 林建平. 植被护坡现状与展望[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3): 283 - 286.
- [5] 周跃, Watts D. 欧美坡面生态工程原理及应用的发展现状[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(1): 79 - 85.
- [6] 张连云, 李绍才, 等. 岩石边坡植被护坡技术(1)——植被护坡简介[J]. 路基工程, 2000, 92(5): 1 - 4.
- [7] 郭小平, 朱金兆, 周心澄, 等. 植被护坡技术及其应用[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(4): 112 - 116.
- [8] 冯俊德. 路基边坡植被护坡技术综述[J]. 路基工程, 2001, 9(5): 20 - 23.
- [9] 叶建军, 许文年, 鄢朝勇, 等. 边坡生物治理回顾与展望[J]. 水土保持研究, 2005, 12(1): 173 - 176.
- [10] 方华, 欧阳育林, 林建平, 等. 采石场生态整治的技术与行政措施[J]. 水土保持研究, 2004, 11(1): 171 - 173.
- [11] 李西, 罗承德, 陈其兵. 岩石边坡植被护坡植物选择初探[J]. 中国园林, 2004, (9): 52 - 53.
- [12] Ministry of works and transport (Nepal) [A]. Use of bio-engineering in the road sector (Geo - environmental unit) [C]. 1999.
- [13] (日) 仓田益二郎. 绿化工程技术[M]. 顾宝衡译. 成都: 四川科技出版社, 1983.
- [14] (日) 安保昭. 坡面绿化施工法[M]. 周庆桐译. 北京: 人民交通出版社, 1985.
- [15] 宋林旭, 汪婷, 周明涛, 等. 灌木在边坡生态防护中的作用[J]. 中国水土保持, 2005, (7): 34 - 35.
- [16] 马海天才, 廖心北. 边坡生物防护研究现状初探[J]. 四川草原, 2003, (3): 15 - 16.
- [17] 胥晓刚, 吴彦奇. 暖季型草坪冬季枯黄原因及对策探讨[J]. 草业科学, 2000, 17(2): 43 - 49.
- [18] 魏永幸. 植被护坡技术发展趋势初探[J]. 路基工程, 2004, 112(1): 41 - 43.
- [19] 王永喜, 王丽坤. 石质边坡生态修复技术[J]. 中国城市林业, 2004, (4): 42 - 43.
- [20] Coppin N J, Richards I G. Use of Vegetation in Civil Engineering[M]. CI RIA, Butterworths, 1990.
- [21] 周跃. Effects of the Yunnan Pine (*Pinus yunnanensis* French) on Soil Erosion Control and Soil reinforcement in the Hutiaoxia Gorge, Southwest China[D]. University of Hull, 1997.
- [22] 周跃, D Watts. 坡面生态工程及其发展现状[J]. 生态学杂志, 1999, 18(5): 68 - 73.
- [23] 张华君, 吴曙光. 边坡生态防护方法和植物的选择[J]. 公路交通技术, 2004, (2): 84 - 86.