

公路边坡防护与生态恢复

李青芳,何宜典

(陕西交通职业技术学院,西安 710021)

摘 要:主要论述了公路边坡植物防护的主要形式如种草、铺草皮、液压喷播植草护坡、框格防护、合成材料植被网草皮护坡、喷混植生植物护坡、绿化笼砖护坡、香根草生物边坡防护技术、客土喷播技术等,在目前,公路防护工程设计要紧紧抓住设计对象的土质、水文、气候等特点,灵活采用不同的防护型式,确保公路边坡的可持续性。

关键词:公路;理念;植物防护;生态环境;可持续发展

中图分类号:X171.1;U412

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)06-0273-03

Highway Slope Protection and the Restoration of Ecology

LI Qing-fang, HE Yi-dian

(Shaanxi College of Communication, Xi'an 710021, China)

Abstract: The main protection methods of highway slope are discussed. For example, grow grass, spread sod, the liquid presses to spray and sow grass to protect slope, frame space protection, synthesized material, mixly spray to protect slope greening, cage brick, plant *Verviliveria zizanioides*, guest soil spraying. Now, the soil quality, hydrology and climate of the designed objects should be considered, making sure the progression of highway slope by different protection forms in the highway slope protection design.

Key words: highway; principle; plant protection; eco-environment; sustainable development

1 引 言

近年来,随着人们对生态环境重视程度的提高,以及对交通安全观念的转变,对减轻公路交通造成的污染,维护自然生态环境的愿望越来越高。公路边坡防护设计与施工越来越引起人们的重视。一些新的以“尊重环境、保护环境”为内涵的设计理念已经开始引导我们的公路设计。施工按照“最小程度的破坏和最大程度的恢复”的原则进行。美国学者提出“公路的耐久性、稳定性(可持续性),不能靠机械工程措施来保护,只能靠植物的生长来得到”。可持续发展是当今使用频率相当高的一个词汇,其基本定义可以表述为“既满足当代人的需求,又不危及后代人满足其需求的发展”。根据可持续发展内涵的要求,边坡绿化工程中应着眼于与自然生态环境(生态系统)的协调性和环保生态功能,故公路防护工程设计应在以上指导原则下,紧紧抓住设计对象的地质、水文、气候等特点,灵活采用不同的防护型式,在确保公路边坡稳定的情况下,尽可能的进行大面积的复绿,既能够美化环境,又可稳定边坡,防止水土流失,保证公路的使用寿命。

2 公路边坡常见植物防护形式

2.1 植物防护机理

采用植物防护,就是利用植物比较发达的根系,深入土层,使表土固结,植物也覆盖坡面,可以调节表土的湿润,防止扬尘风蚀;植被阻止地面径流,防止冲刷,有利水土保持。

2.2 目前公路边坡植物防护的形式及注意事项

2.2.1 种 草

种草是一种施工工艺简单、造价经济的有效坡面防护方

法,适用于草类生长的土质路堑和路堤边坡,一般要求边坡缓于 1:1.25,坡高在 6 m 以内。种草是草籽加土拌合,均匀播种在表土适当翻松的坡面上,必要时坡面加铺 5~10 cm 的种草土层,以有利种草成活和生长。草的品种以根系发达、茎秆低矮、枝叶茂盛、生长力强、多年生长为宜,常用的有:白茅草、毛丫嘴、鱼肩草、果圆、雀稗、鼠尾草和小冠花。最好采用几种草籽混合播种,使之生成一个良好的覆盖层。播种时间,宜在春秋季节内进行,不应在干燥的风季和暴雨季节播种,草籽入土深度不小于 5 cm,种完后表土耙匀拍实,洒水润湿,注意管理。

由于草籽易被雨水冲走,种草成活率低等原因,往往达不到满意的边坡防护效果,而造成坡面冲沟、表土流失等边坡病害,导致大量的边坡病害整治、修复工程,使得该技术近年应用较少。

2.2.2 铺草皮

其作用与种草相同,效果更好,且可用于较高较陡的土坡上,亦可铺在严重风化的岩层和成岩作用差的软岩层边坡上。特别是雨量较集中的地区,种草的成活率低,但当附近草皮来源较易,铺草皮更适宜。铺草皮护坡,是通过人工在边坡面铺设天然草皮的一种传统边坡植物防护措施。具有施工简单、工程造价较低等特点。适用于附近草皮来源较易、是设计应用最多的传统坡面植物防护措施之一,但由于施工后期养护管理困难,草皮易被冲走,且成活率低,工程质量往往难以保证,达不到满意的边坡防护效果,而造成坡面冲沟、表土流失、坍滑等边坡病害,导致大量的边坡病害整治、修复工程。近年来,由于草皮来源紧张,使得平铺草皮护坡的作用逐渐受到了限制。

* 收稿日期:2005-12-13

作者简介:李青芳(1976-),女,讲师,在读硕士。

2.2.3 液压喷播植草护坡

液压喷播在国际上称为水力播种 (Hydroseeding) 是美国、欧洲、日本等发达国家研究开发的一种保护生态环境、防止水土流失、稳定边坡的机械化快速植草工程。1996 年由深圳市鑫森森园林草坪有限公司等绿化企业率先引进国外技术,应用于高速公路、海岸水库堤坝、高尔夫球场、飞机场植草工程中。液压喷播植草护坡是把优先出来的绿化草种、肥料、黏着剂、保水剂、纤维覆盖物、着色剂等与水按一定比例混合成喷浆,通过液压喷播机直接喷射到待绿化区域上的一种植草方法。其特点是: 施工简单、速度快; 施工质量高,草籽喷播均匀发芽快、整齐一致; 防护效果好,正常情况下,喷播一个月后坡面植物覆盖率可达 70% 以上,2 个月后形成防护、绿化功能; 适用性广; 工程造价低。目前,国内液压喷播植草护坡在公路、铁路、路堤、城市建设等部门边坡防护与绿化工程中使用较多。

2.2.4 框格防护

框格防护是用混凝土、浆砌块(片)石等材料,在边坡上形成骨架,能有效地防止路基边坡在坡面水冲刷下形成冲沟,同时,提高了边坡表面地表粗糙系数,减缓了水流速度。一般冲刷仅限于框格内局部范围,采用框格防护与种草防护结合起来的方法,提高了防护效果,同时美化了环境。

框格防护多用于填方边坡,是一种辅助性的防护措施,框格形状可根据人们对美的追求,做出各式各样的造型,如斜 45° 框格,六角形混凝土预制块防护,浆砌片石拱形防护,浆砌片石或预制块做成的麦穗型等。其除具有对路基边坡的一定防护作用外,还有对路容的美化效果,尤其在互通立交范围内边坡应用最多。沪宁高速公路部分路段和目前即将竣工通车的贵阳至黄果树高速公路下边坡均采用了浆砌片石拱形防护,北京八达岭高速公路下边坡部分路段采用大 45° 框格内镶六角形混凝土预制块的小框格,河北省石黄高速公路部分路段的麦穗型,都给人以美的享受。

框格防护措施同时可用于挖方土质边坡防护,既增加美的效果,并可防止边坡出现冲刷,但由于框格需在挖方边坡中嵌槽镶进,施工难度大,仅在重要景点使用,一般较少采用。

2.2.5 合成材料植被网草皮护坡

合成材料植被网草皮护坡是国外近十多年新开发的一项集坡面加固和植物防护于一体的复合型边坡植物防护措施。是通过特殊工艺生产的三维立体网,可用于坡地防止水土流失,增加绿化面积,改善生态环境。在草皮没有长成之前,可以保护土地表面免遭风雨的侵蚀,同时在播种初期稳固草籽。植物生长起来后组成的复合保护层可经受高水位,大流速的雨水冲刷。目前已经可以替代混凝土、沥青、抛石等坡面防护材料,已广泛应用于公路、铁路、河道、堤坝、山坡等坡面保护。

2.2.6 喷混植生植物护坡

喷混植生植物护坡,是在稳定岩质边坡上施工短锚杆、铺挂镀锌铁丝网后,采用专用喷射机,将拌和均匀的种植基材喷射到坡面上,植物依靠“基材”生长发育,形成植物护坡的施工技术,具有防护边坡、恢复植被双重作用,可以取代传统的喷锚防护、片石护坡等土工措施。该技术使用的种植基材由种植土、混合草灌种子、有机质、肥料、团粒剂、保水剂、稳定剂、pH 缓解剂和水等组成,其种植基材的配方(基质配置)是成功的关键,良好的配方能够达到在陡于 1:0.75 的岩质边坡上既具备一定的强度保护坡面和抵抗雨水冲刷,又具有足够的空隙率和肥力以保证植物生长。除此之外,基质保护、植物选择和工后保养也不容忽视。该技术已广泛应用

于铁路、公路、水利等各类岩石边坡绿化防护工程。

2.2.7 绿化笼砖护坡

本实用新型技术是采用一种用于石质陡坡绿化的草砖。该草砖的栽培介质是用长效营养土压制而成的泥砖状土坯,在土坯的上表面种植草类植物层,把土坯装入保护网笼内。所述的保护网笼是由包胶的镀锌金属线编织而成,利用螺钉把保护网笼固定在斜坡上。该技术所提供的草砖具有防冲刷和破碎,保水保肥,即时绿化及保持时间长,安全耐用,施工管理方便等优点,特别适用于地表条件较差的石山或水泥砂浆混凝土斜坡的绿化。目前国内应用较少,还有待于在公路、铁路、堤坝、城市建设等边坡防护工程中进一步试验推广。

2.2.8 香根草生物边坡防护技术

香根草技术是指以香根草为基础植物,在根据应用现场的地理环境(如气候、降雨量、地质结构、土壤成分及边坡的坡度比等)所配置的相应植物和营养供应,加上特殊的施工养护方式而形成的综合技术方案,简称 VGT 方案 (Vliver Grass Technology)。香根草边坡绿化技术是通过种植香根草,利用其生长旺盛,根系长且深扎,兼有树木和草本的独特性质,防止土壤侵蚀,控制地面土粒的浅层移动,从而达到稳定坡面与恢复植被的目的。适用于公路或铁路的边坡保护、治理公路塌方、河流域的水土保持与防洪固堤、采石场和金属尾矿的植被恢复、垃圾场的绿化与垃圾污水的净化以及沿海地区的防风固沙与盐渍地改良。香根草属禾本科岩蓝草,多年生草本植物,具有以下特点: 适应性强,能耐 -10℃ 的严寒和 50℃ 的高温,严重干旱及水淹不死,各类土壤乃至母岩碎屑及 pH 4~11 范围内均可生长; 生长速度快,分蘖迅速,易成草篱,能有效截阻坡面径流,缓解冲刷,减少水土流失; 根系发达,固土能力强,根系深扎 2~3 m,最深可达 5~6 m。具有较强的抗剪强度与抗张强度,能有效固结土壤,稳定斜坡。京珠高速公路郴州段,湖南衡枣公路衡阳段都采用了种植香根草进行护坡,生态护坡效果显著。香根草技术解决了工程面的水土流失和浅层的滑坡与塌方,有效解决了绿化美化的景观问题,同时还恢复了工程开挖前的自然生态状况。香根草技术造价比普通喷播绿化高,基本与浆砌石方案接近,但比挂网喷播复绿和固体喷浆护坡低,其产生的环境生态、综合效益却是其他几种工程无法比拟的。目前国内应用较少,还有待于在公路、铁路、堤坝、城市建设等边坡防护工程中进一步试验推广。

2.2.9 客土喷播技术

客土喷播技术是用高次团粒剂使客土形成密实结构,植物纤维在其中起到类似植物根茎的网络作用,造就具有耐降雨侵蚀、牢固且透气、与自然表土相近的生长基础。其中客土由经过处理加工的树皮养生材料、植物种子、少量当地优质土及营养剂、粘合剂和土壤稳定剂等混合制成。该技术的特点主要有: 改良土壤结构,简化了公路植被养护管理; 能在高大边坡岩石上为植物生长创造条件,也能满足对土壤要求严格的花草生长; 边坡的绿化成林,可有效减少因水土流失而造成的灾害,且可大量吸收 CO₂, 制造 O₂, 净化空气,改善区域环境。目前,客土喷播生物防护技术加稳固的工程防护,是日本较普遍采用的边坡防护方法。虽然资金投入较大,但对环境保护可谓一劳永逸。我国广东河梅高速公路等处石质边坡防护中采用客土喷播技术也取得了良好的效果。

2.2.10 岩石边坡 TBS 植被护坡绿化技术

TBS 技术是使用经改进的混凝土喷射机将搅拌均匀的厚层基层混合物,按设计厚度喷射到岩石坡面上,通过植被

根系的力学加固和地上生物量的水文效应,达到护坡和改善生态环境的目的。可用于年降雨量 $>600\text{ mm}$,非高寒地区的以下边坡:坡度 $1:0.3$ 的稳定的硬质边坡;软质岩石边坡;开挖的土质边坡,包括瘠薄土质、酸性土质等劣质土坡;混凝土面及浆砌片石面人工绿化。与传统的浆砌片石坡技术相比,可节省投资 $20\%\sim 30\%$ 环境效益显著,能有效控制水土流失,恢复被破坏的生态环境。降低噪音、光污染,保证行车安全,净化大气,调节小气候。TBS技术是国内岩石边坡绿化的最新技术,具有广阔的前景。中铁二局机械筑路分公司,在使用该技术后证明了其在岩石上绿化的可能性和可靠性。

2.2.11 干根网状护坡法

其方法为:在坡面上挖方格或菱形网,将干材埋入土中,使干材梢或其干部间断暴露,埋入土中的干材两侧生根,暴露部分萌芽成林。干根网状护坡法埋入土中部分约占干材的 90% ,而暴露部分约占 10% ,提高了苗木的成活率。埋入土中的干材两侧生根,根系较直式发达,面积也大,且网络状本身也具有对坡面的防护作用,两相结合,起到固结土壤、防止水土流失的作用,克服了植物防护早期防护能力差的弱点,且按人的意志编织网状根系。树木生长速度快,成林早。与传统的圪工防护和植物防护相比,无论施工前后期,固土护坡和生态效益两者兼备。造价低廉,比圪工防护每平方米造价可节约防护费用 $50\%\sim 60\%$,同时兼有木材积蓄和生态优化的间接效益。

2.2.12 OH液植草护坡

该项技术是国外近十多年新开发的一项边坡化学植草防护措施。它是通过专用机械,将新型化工产品OH液用水按一定比例稀释后和草籽一起喷洒于坡面,使之在极短时间内硬化,而将边坡表土固结成弹性固体薄膜,达到植草初期

参考文献:

- [1] 李峻利,姚代禄.路基设计原理与计算方法[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [2] JTGD30-2004,公路路基设计规范[S].北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 交通部第二工程勘测设计院.公路设计手册(路基)[S].北京:人民交通出版社,1984.
- [4] 尤晓晔.现代道路路基路面工程[M].北京:清华大学出版社,北京交通大学出版社,2004.
- [5] 齐文忠.高边坡病害处治研讨[J].公路,2005,(10):115-117.
- [6] 周琳.高速公路边坡生态防护研究[J].公路,2005,(9):185-187.
- [7] 戴忠华.坚持公路建设的可持续发展[J].中外公路,2003,(8):117-118.

(上接第272页)

2.6 治理区域现状生态需水量计算

草场植被恢复建设生态需水是具有区域性的,计算应根据不同区域的典型植被类型耗水特征,结合降水补给土壤水分的实际可利用量,包括水保乔木林、防风固沙林、牧场防护林、围封草场等利用地下水量,或根据不同区域实测不同类型植被的需水量确定生态需水定额,进而根据不同植被类型的面积计算生态需水量。由表4可见,2002年、2003、2004年不同年份、不同植被在治理面积上的总的现状生态需水量分别为 $6.53\times 10^6\text{ m}^3$ (333.6 mm)、 $2.65\times 10^6\text{ m}^3$ (331.8 mm)、 $4.65\times 10^6\text{ m}^3$ (331.3 mm),同时得到3年治理面积上,平均现状生态需水量为 $3.32\times 10^4\text{ m}^3/\text{hm}^2$ (332 mm)。

参考文献:

- [1] 刘霞,王礼先,张志强.生态环境用水研究进展[J].水土保持学报,2001,15(6):58-61.
- [2] 张丽,董增川,赵斌.干旱区天然植被生态需水量计算方法[J].水科学进展,2003,14(6):745-748.
- [3] 宋炳煜,杨劼.关于生态用水研究的讨论[J].自然资源学报,2003,18(5):617-625.
- [4] 栗晓玲,康绍忠.生态需水的概念及其计算方法[J].水科学进展,2003,14(6):740-744.

边坡防护目的,3~6个月后其弹性固体薄膜开始逐渐分解,此时草种已发芽、生长成熟,根深叶茂的植物已能独立起到边坡防护、绿化双重效果,具有施工简单、迅速,不需后期养护,边坡防护、绿化效果好等特点。尽管OH液植草护坡具有理想的边坡防护、绿化效果,但由于该技术所用的这种OH液还未能实现国产化,使得其工程造价较高综合造价达 $40\text{元}/\text{m}^2$ 左右,故目前还无法推广应用。只是在京九铁路等个别工点进行了尝试性试验。

2.2.13 蜂巢式网格植草护坡

蜂巢式网格植草护坡,是一项类似于干砌片石护坡的边坡防护技术。是在修整好的边坡坡面上拼铺正六边形混凝土框砖形成蜂巢式网格后,在网格内铺填种植土,再在砖框内栽草或种草的一项边坡防护措施。该技术所用框砖可在预制场批量生产,其受力结构合理,拼铺在边坡上能有效地分散坡面雨水径流,减缓水流速度,防止坡面冲刷,保护草皮生长。这种护坡施工简单,外观齐整,造型美观大方,具有边坡防护、绿化双重效果,工程造价适中,略高于浆砌片石骨架护坡,该技术多用于填方边坡的防护。

3 结 语

边坡生态防护工程建设,应树立“尊重自然、恢复自然”的理念,采取一切措施,尽快恢复边坡原来的自然植物,使防护工程的植被与周围环境融为一体。根据当地的生态植物结构,秉承“乔、灌优先,乔、灌、草、藤相结合,坚持生物多样性、近自然性和可持续性”的新理念、合理配置,恢复其生态平衡,实现人工强制绿化向自然植被的自我繁衍。针对不同工程对象的土质、水文、气候等特点,灵活采用不同的防护型式,加强设计,加强施工建设管理,确保公路边坡稳定、安全、搞好环境保护,最终建设出一条条安全之路、生态之路、优美之路。

3 小 结

由以上计算分析可以看出,区域内的年平均降水量 346 mm ,可满足生态系统处于稳定状态时维系生态系统功能正常运行时所需水量,在植被建设生长过程中没有因受到水分的胁迫而死亡或枯萎。因此可以说明在该区域内,目前草场生态恢复植被建设所选树草种类在该地区是适宜的。

本文仅进行了2年的观测资料,对干旱半干旱内陆区草地生态建设需水研究只是初步探讨,希望有机会能与各位同行共同交流。