

\* 研究简报 \*

文章编号:1671-850X(2006)05-0649-03

# 公路边坡防护技术研究

梁武星<sup>1</sup>, 屈战辉<sup>2</sup>, 徐世强<sup>2</sup>

(1. 西安公路研究所, 陕西 西安 710054; 2. 长安大学 理学院, 陕西 西安 710064)

**摘要:**边坡是公路工程中的一个重要组成部分,边坡防护的总体效果直接影响到人们对公路的总体评价.本文分析了常见坡面防护技术的防护形式、特点及其适应性,给出了边坡防护设计的基本原则,并在此基础上探讨其发展趋向.

**关键词:**公路边坡;防护技术;设计原则

**中图分类号:**公路 U 416.169 **文献标识码:**A

边坡是公路工程中最常见的形式,随着我国公路事业的快速发展,对边坡的要求也越来越高,仅仅满足边坡稳定性已不能适应公路发展的要求<sup>[1]</sup>.在现代公路修筑中,边坡的美观和环保要求越来越受到人们的重视,生态型护坡越来越多地在新建公路边坡中得到应用<sup>[2-3]</sup>.边坡防护技术主要从坡面的防护技术和坡体稳定性两方面考虑.目前,针对坡面防护主要有浆砌片石护坡、浆砌格栅拱架护坡、挂网喷射混凝土护坡以及土工格室植草护坡等几种形式.针对坡体稳定的防治措施主要有圬工支挡结构、坡体内注浆法、锚固法和坡体内打入抗滑桩等方法.本文主要对坡面防护技术进行研究,给出边坡设计的基本原则,并探讨了其适应性及发展趋向.

## 1 边坡防护形式

目前国内边坡防护的形式种类繁多,从形式上可以分为植被防护、工程防护、还有将两者结合使用的综合防护.下边介绍几种路堑边坡防护常用方法,包括工程防护、植被防护、以及两者结合的防护方式.

### 1.1 浆砌片石护坡

浆砌片石护坡是工程中坡面防护应用最多的方法,主要有片石护坡和片石护面墙两种方式.通过浆砌片石防护坡面,可防止雨水对坡面的冲刷,同时对坡体也具有一定的稳定作用.护面墙是浆砌片石的坡面覆盖层,用于封闭各种软质岩层和较破碎的挖方边坡,多用于易风化的云母片岩、绿泥片岩、泥质灰岩、千枚岩及其他风化严重的软质岩层和较破碎的岩石地段,以防止继续风化.可以有效地防止边坡冲刷,防止滑动型、流动型及落石型边坡崩坍,是上边坡最常见的一种防护形式.护面墙除自重外,不担负其他荷载,亦不承受墙后土压力,因此护面墙所防护的挖方边坡坡度应符合极限稳定边坡的要求.

浆砌片石护坡施工工艺简单,是应用较为普遍的一种边坡防护形式,但由于其形式单一,与环境协调效果差,在现代公路边坡防护中,其应用有不断减少的趋势.

### 1.2 骨架植被防护

骨架植被防护是目前应用比较广泛的方法,见图1.与浆砌片石护坡相比较,该方法在能满足坡面防

护功能的情况下,还具有节省材料、降低工程造价,对高边坡能降低坡体荷载,在格栅内种植草皮还能较好的协调周围环境等优点,因而在边坡防护工程中得到广泛应用。

骨架可以采用拱形、人字形、菱形、矩形等多种形式,但骨架形式与尺度应从美学和当地的文化背景方面多加考虑。当要突出骨架时,骨架施工应精细。骨架内的植被防护可结合边坡岩土性质、坡率,采用前述植被防护的各种措施。一般情况下,浆砌片石或混凝土骨架植被防护、多边形混凝土空心块植被防护适合于坡率缓于 1 : 0.75 的土质和全、强风化岩石边坡。

1.3 挂网喷射混凝土护坡

挂网喷射混凝土护坡也是护坡工程中常用的方法,该方法主要应用在石质边坡且岩石比较破碎的地段<sup>[4]</sup>。石质边坡,一般边度比较陡,坡体自稳性较好,当坡高很高、岩质较差、坡面岩石易风化、坡面岩石切割破碎严重、节理发育易受自然营力影响而产生危害时,或其他防护措施造价较高或难以实施时,为了防止高陡石质边坡坠石砸伤行人或车辆,采用坡面挂网喷射混凝土的方法防护。它是依靠锚杆、钢筋网和喷射混凝土共同负荷来提高边坡岩体的结构强度和抗变形刚度,以减少岩体侧向变形,增强边坡整体稳定性和耐久性。施工流程为:施工准备→搭设施工平台→修整边坡→制作安装设施排水孔→锚杆钻孔→清孔下锚杆→注浆→铺设钢筋网→加锚杆预紧力→喷混凝土→喷浆修饰坡面→养护→准备下层开挖施工。有些地段岩石较好,可不挂网,直接喷射混凝土进行防护。



图 1 边坡骨架植被护坡

1.4 土工格室植被护坡

土工格室是一种新型的土工合成材料,具有强度高、抗腐蚀、抗老化性能好等特点,其用在坡面防护方面具有独特的优势。将其张拉开固定在坡面上,在其格室内填入腐植土,种上草,不但可起到坡面防护的作用,还可起到恢复生态环境的作用。土工格室边坡绿化防护适合于坡率缓于 1 : 0.5 的各类边坡。当坡度缓于 1 : 1.0 时,采用平铺式护坡;当坡度缓于 1 : 0.5,陡于 1 : 1.0 时,采用叠砌式护坡。通常采用的土工格室高度为 80~150mm,锚杆长度为 2m。此种方法,操作简单,施工速度快,工程造价低,尤其在缺少石料或生态环境要求高的地方具有很大优势<sup>[5]</sup>。土工格室生态护坡示意图如图 2 所示。土工格室护坡设计考虑参数包括土工格室指标、护坡结构形式、铆钉材料、间距、锚固深度、填土及植被选择。施工工艺流程为边坡削坡至设计坡度→土工格室铺设→用铆钉锚固→在格室内填土压密夯实→种植坡面植被。

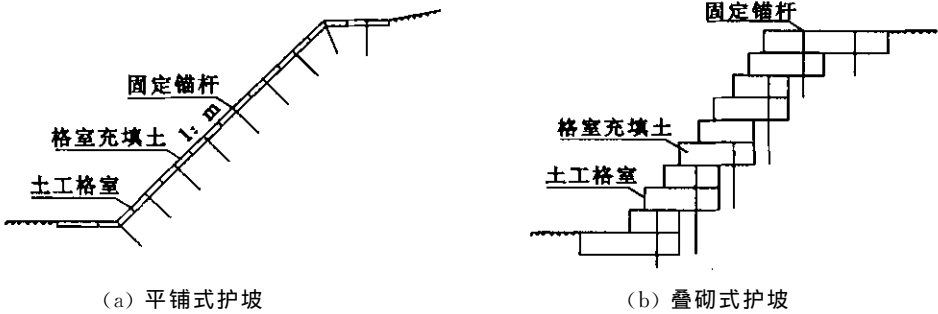


图 2 土工格室生态护坡示意图

1.5 喷混植生防护

喷混植生技术是当前工程创伤的岩石边坡生态修复的最新模式,是岩石边坡工程防护与生态绿化并重的新技术,能使植物在短时间内快速生长覆盖<sup>[3]</sup>。该技术利用锚杆加固铁丝网技术,运用特制喷混机械将土壤、有机核心料、粘结剂、植物种子等混合干料加水后喷射到岩面上,形成近 10cm 厚度的具有大小孔隙的硬化体。喷混植生技术适合地质条件恶劣的岩石坡面,采用镀锌铁丝网和钢杆锚固,抗拉力强度大,可有效地防止崩塌和碎石掉落,确保山体 and 道路长治久安。该方法适用于恶劣环境的岩石边坡,如砾石层、软岩、破碎层及较硬的基岩石等,抗侵蚀并抗水土流失。粘结剂的胶结作用使喷混基质与岩面粘结,并使喷混基质硬化,从而避免雨水等对种植基质造成冲刷侵蚀。不仅喷混基材有很强的抗侵蚀性能,在灌草植被与

基材的共同作用下,基材的抗侵蚀性又得到进一步的增强.另外可以保障植被快速成型及生态稳定性,以客土为主的喷混基层的厚度为 10cm,能确保植物安全生长的极限需求.石质边坡上喷混植生后,60d 能全面覆盖,1 年灌草立体生态成型.护坡植物的生态稳定性方面的作用有:能拦截雨水冲击,减少滴溅能量;通过吸收和蒸腾作用降低土体孔隙水压力;根系深扎交错能增加土体内聚力,提高建植层土体的凝聚强度.

该方法适用于坡率缓于 1 : 0.75 稳定土质与风化较为严重的岩石路堑边坡(见图 3).目前采用的喷混施工工艺流程为清理石质坡面—挂镀锌铁丝网—风钻锚孔和锚杆固浆—吊沙包带—喷射有机基材混合物—盖无纺布—养护管理.



图 3 混喷植生护坡

## 2 边坡防护设计的基本原则

(1) 在岩土结构稳定并满足安全要求的时候,应考虑选择刚性结构与柔性结构相结合,多层防护与生态植被防护相结合的方式,尽量避免高大的混凝土圪工或者浆砌工程在自然环境中凸现而影响美观.上边坡切忌高挡墙、护面墙进行大段落防护.路基防护应以边坡稳定为前提,只要稳定,有利于生态植被绿化,都应尽量绿化防护.在防护方案选择时,需要考虑实际工程中的边坡岩土性质、环境气候条件、排水条件等多种因素影响,选择合理的防护措施.

(2) 无论是工程防护还是植被防护都有多种防护措施可以选择.而在实际工程中,往往是两者结合使用.在满足使用功能的条件下,应从环境保护、美学观感上考虑防护措施的选择与调整.条件可以达到时,优先考虑植被防护,以期取得良好的景观效果.

(3) 贯彻协调自然的原则,应充分考虑公路与沿线景观的协调、防护措施与公路景观的协调、防护措施自身的协调.力求避免采用连续的大面积护面墙,使公路与沿线景观达到有机的协调.多种防护措施在同一边坡上采用,或相邻边坡群采用不同的防护措施时,应考虑防护措施间的协调.与沿线景观不协调的防护,既会破坏公路景观,也会破坏沿线的环境景观.稳定的岩质边坡有时不防护比进行不必要的人为防护更好.自然的边坡坡形、坡面有利于与周围环境相协调,适当保持稳定的孤石能增加公路景观的情趣.

## 3 边坡防护技术发展趋势

### 3.1 工程防护逐渐减少

工程防护形式的防护能力强,但是美化效果差.修建较早的公路边坡防护大都是不见草木,尤其在北方地区更普遍.采用浆砌片石网格、预制混凝土网格、预制混凝土六角块等相对美观,但从与周围环境相协调的角度来看,都有明显的人工迹象.随着我国公路的高速发展,对公路沿线景观的要求不断提高,美观及与自然环境相协调越来越受到人们的重视.工程防护的应用在不断减少,除了有些地方必须采用这种防护方式外,许多高速公路都尽量避免这种形式,以达到较好的环境景观效果.

### 3.2 大力发展生态型防护

生态型植被护坡不仅能起到保护边坡表面免受雨水冲刷,减缓温差及温度变化的影响,防止延缓软弱岩土表面的风化、破碎、剥蚀演变进程,保护边坡的整体稳定性,而且在一定程度上还可以兼顾美化、恢复生态环境和协调自然环境的作用.在当今全社会对环境保护非常重视的环境中,生态型护坡必然成为今后公路边坡防护的主流形式.大力发展和研究新型的边坡生态防护技术是今后发展的趋向.目前,许多高速公路边坡上还大量采用了植被防护的形式,并采用了不同的植被类型,取得了较好的环境景观效果.

## 4 结束语

边坡防护是公路工程的重要组成部分,采用合理的边坡防护技术,可以达到节省工程费用、美化环境和保护生态环境的效果.本文给出了常见的边坡防护技术,对其各自的特点及适应性进行了描述,并探讨了边坡防护技术今后的发展方向,可以看出,生态边坡防护技术是今后发展的主流.

太高,期望立竿见影,一下子就能变个模式.应充分认识到任何一种先进的教学模式都不是孤立存在的,它是对过去教学模式的继承和借鉴,并且不是固定不变的,它是动态的、发展的,在实践中需要不断的改进和完善.

参考文献:

[1] 戴维·马休斯.美国高校的体育俱乐部[J].安徽体育科技,1996(4):28-30.

## Practical study of teaching model of basketball club in university

CAO Zhi-lan, XUE Hai-hong, XIANG Hong-jun, LI Hong, SUN Min,

YUAN Zhi-yuan, HU Yong, JIA Jing, LI Zhi-xiang, LIU Li

(Physical Education Department, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

Key words: basketball; teaching club; teaching model

编辑:武 晖;校对:田 莉

.....

(上接第 651 页)

参考文献:

[1] 黄求顺,张四平,胡岱文.边坡工程[M].重庆:重庆大学出版社,2003.  
[2] 交通部公路司.新理念公路设计指南[M].北京:人民交通出版社,2005.  
[3] 高民欢,李辉,张新宇,等.高等级公路边坡冲刷理论与植被防护技术[M].北京:人民交通出版社,2005.  
[4] 张卫.挂网锚喷护坡技术在破碎岩体高边坡工程中的应用[J].公路交通文摘,2003(4):16—17.  
[5] 杨晓华,王文生.土工格室生态护坡在黄土地区公路边坡防护中的应用[J].公路,2004(8):179-182.

## Research on the technology of road side slope protection

LIANG Wu-xing<sup>1</sup>, QU Zhan-hui<sup>2</sup>, XU Shi-qiang<sup>2</sup>

(1. Xi'an Road Research Institute, Xi'an 710054, China;

2. College of Science, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Key words: side slope; protection technology; principle of design

编辑:董军浪;校对:武 晖

作者: [梁武星](#), [屈战辉](#), [徐世强](#), [LIANG Wu-xing](#), [QU Zhan-hui](#), [XU Shi-qiang](#)  
作者单位: [梁武星, LIANG Wu-xing\(西安公路研究所, 陕西, 西安, 710054\)](#), [屈战辉, 徐世强, QU Zhan-hui, XU Shi-qiang\(长安大学, 理学院, 陕西, 西安, 710064\)](#)  
刊名: [西安工程科技学院学报](#)   
英文刊名: [JOURNAL OF XI'AN UNIVERSITY ENGINEERING SCIENCE AND TECHNOLOGY](#)  
年, 卷(期): 2006, 20(5)

参考文献(5条)

1. [黄求顺](#), [张四平](#), [胡岱文](#) [边坡工程](#) 2003
2. [交通部公路司](#) [新理念公路设计指南](#) 2005
3. [高民欢](#), [李辉](#), [张新宇](#) [高等级公路边坡冲刷理论与植被防护技术](#) 2005
4. [张卫](#) [挂网锚喷护坡技术在破碎岩体高边坡工程中的应用](#)[期刊论文]-[公路交通文摘](#) 2003(04)
5. [杨晓华](#), [王文生](#) [土工格室生态护坡在黄土地区公路边坡防护中的应用](#)[期刊论文]-[公路](#) 2004(08)

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_xbfzgxyxb200605030.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbfzgxyxb200605030.aspx)