

# 公路高边坡的一种处治方法——遮挡棚

包立新<sup>1,2</sup>, 吴国松<sup>2</sup>, 徐基立<sup>3</sup>, 贺铭<sup>1</sup>

(1. 重庆交通大学 土木建筑学院, 重庆 4100060; 2. 西南交通大学 土木工程学院, 成都 610031;  
3. 重庆市渝通公路工程总公司 重庆 4100063)

**摘要:**在山区公路建设中常常遇到100 m左右的高边坡,修建的公路一侧是陡峻的高山、另一侧是深沟峡谷或者是江河。治理高边坡常见的方法可以分成柔性防护、刚性防护和直接支挡三类。文中介绍了公路高边坡支挡处治的一种方法——遮挡棚法。遮挡棚是在高边坡的坡脚处修建一个“Z”字形的挡棚。棚下通行公路、棚顶设有填土对边坡滑落的碎石起到缓冲、消能的作用,“Z”字形挡板保证了通行车辆的安全,并将堆积在棚顶的碎石自动卸到山体的另一侧,保证了棚顶的荷载不超出设计荷载。挡棚的下部结构为10 m间距的圆柱与多跨连续刚架梁,车辆通行时无须设置照明,基础为扩大基础或桩基础。施工时可以单车道通行车辆无须中断交通。在已经运营的山区公路,高边坡在治理时常希望不中断交通,也不可能进行较大的卸载。因此遮挡棚方法就成为了一种经济、有效的防治方法。

**关键词:**边坡;遮挡棚;公路;交通

中图分类号:U417.1

文献标志码:B

文章编号:1006-7329(2008)02-0146-03

## A Kind of Methods for Highway High Side Slope Treatment ——the Shed Shelter Method

BAO Li-xin<sup>1</sup>, WU Guo-song<sup>2</sup>, XU Ji-li<sup>3</sup>, HE Ming<sup>1</sup>

(1. College of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 410060, China;  
2. College of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;  
3. Chongqing Yutong Highway Project Parent Company, Chongqing 410063, China)

**Abstract:** In the highway construction in mountain area, there are often high side slopes around 100 metres high; for the highway constructed, one side is precipitous high mountain, the other side is a deep gorge or a river. The common methods for high side slope treatment can be divided into 3 kinds; flexible protection, rigid protection and direct supporting. This article has introduced a kind of highway high side slope treatment method — the shed shelter method. The shed shelter is a "Z" shape shelter constructed at the foot of the high side slope. The highway is under the shelter and on the top of the shelter there is earth filling to buffer the slipping crushed stone and dissipate the energy. The "Z" shape shed can guarantee the safety of transportation and unload the crushed stone accumulated on the top of the shed toward the other side of mountain body automatically, to avoid overloading of the shed top. The substructure is composed of cylinder columns with 10 metres span and continuous beams of rigid frame, no illumination is installed for vehicles and the foundation is an enlarged or piled one. When the shelter is under construction, a single lane traffic can be organized without stopping the traffic. For the highway of mountain area in operation, during high side slope treatment, it is hoped not to stop the traffic as well as the greater unloading. Therefore, the shed shelter method can serve as a kind of economic, effective method.

**Keywords:** Side slope; shed shelter; highway; traffic

随着经济的发展,山区公路建设的工作量大、任务艰巨。建设中常常会遇到多种边坡的病害,如:滑坡、崩塌、碎落、风化等。这些病害必须加以适当治理,才

能保证边坡的稳定,从而保证公路的通行安全、畅通,迅速地完成任务。在我国西部山区,地质复杂、环境恶劣,新建公路在修建过程中对病害边坡的处治

\* 收稿日期:2007-09-22

作者简介:包立新(1968-),男,副教授,博士,主要从事公路、桥梁结构研究,(E-mail)baoLixin1226@163.com。

常采取挡、卸、喷护或几种方法的相互结合进行综合治理,并结合边坡的排水、绿化等措施。挡就是用抗滑桩或抗滑挡墙对不稳定的边坡进行刚性支挡;卸就是对不稳定边坡进行卸载以达到其自身稳定;喷护是针对页岩、泥浆或粉质砂岩等较均匀但又易风化、剥蚀的边坡而进行的挂网喷射混凝土的一种柔性处治方法,这种方法在使用时边坡自身是稳定的,只是岩质不断风化、侵蚀反而出现碎落、崩塌,所以通过防止边坡表面进一步风化、剥蚀而让其达到自身长期稳定。当然,对自身稳定的高边坡除了喷护方法外,还有另外一种柔性防护措施,即在边坡上打入铆钉或预应力锚索,并用钢丝网或钢索网把这些铆钉联结起来,对表面易于崩落的岩石进行拦护,从而达到治理边坡的目的。

在已建成的公路上,由于修建公路时资金等原因而没有及时处治的高边坡。这样的高边坡常常是高度达 80—120 米,砂岩或页岩地质,公路在山坡上延伸,一边是高山峭壁,一边是深沟峡谷或江、河。在使用过程中随着时间的推移,这种高边坡不断地分化、剥蚀,由建设时期的稳定状态变成欠稳定的状态,常常拌有大块石头从边坡上落下,并带动大量碎石一起跨塌,对通行车辆的安全构成巨大威胁。在治理时为了保证公路的通行,以上提及的方法往往不可行。若采取对边坡进行混凝土喷护或挂网柔性支护措施,那么施工支架的架设势非常困难,而且混凝土喷护对环境破坏巨大,挂网方法难以根治这种高边坡的病害。卸载就更无法实施且不经济。因此采用遮挡棚结构就显得十分合理。

## 1 遮挡棚构造

遮挡棚是沿着公路在高边坡的坡脚处设置一个遮挡结构,对高边坡滚落的岩石进行遮挡,确保公路的行车安全,如图 1。这种方法不需要对边坡进行大量的卸载,不扰动既有的边坡,环境协调性好,80 m 以上的高边坡采取这种方法治理费用低于其他措施。

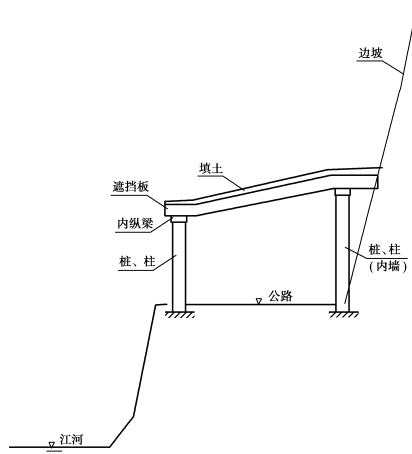


图 1 遮挡棚断面图

遮挡棚主要由桩、柱(或内墙)、内纵梁、遮挡板、回填松土组成。桩、柱可沿公路每 10 m 设置一个(靠山体

侧也可用内墙代替桩柱);内纵梁与柱固结,形成一个多跨连续刚架结构;遮挡板支撑在左、右内纵梁上。遮挡板内回填松土。高边坡崩落的岩石通过松土的缓冲作用跌落在挡板上。挡板采用水平板或“Z”字型板。“Z”字型板更为合理:当碎落的岩石超过岩石自身的休止角  $\phi$  时,便自行滑落到挡棚的另一侧,达到自动卸载保证挡棚安全的目的;当较大的岩石坠落下来后,“Z”字型挡板及其填土承受岩石的冲击作用并将岩石反弹向公路的侧面,确保过往车辆的安全;“Z”字型挡板减少了板顶荷载的分布,使得板能设计得更薄;“Z”字型挡板增大了板下车辆的通行净高。因此这种“Z”字型挡板结构更能巧妙地解决高边坡的崩落问题,边坡越高越经济。

遮挡棚的施工也很方便,可以先施工桩柱或内墙,再浇注内纵梁,然后分幅或设内通道浇注遮挡板,最后填铺棚顶松土。所以施工全过程均不会中断交通,这对已经建成通车的公路在治理后期高边坡时意义极大。但是在施工过程中要注意增设临时安全防护措施,以保证施工期间人员、行车的安全。

## 2 遮挡棚的受力分析

### 2.1 遮挡板

遮挡板可以设置成水平板或“Z”字型斜板。遮挡板简支上在内纵梁上,可以简化为一简支板,其计算简图如图 2,其上荷载由两部分组成: $q_1$ 、 $q_2$

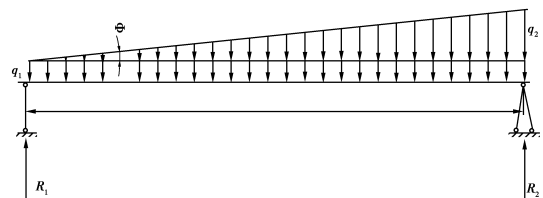


图 2 遮挡板的受力

$q_1$ ——板自重与内填土自重之和;

$q_2$ ——高边坡碎落的岩石自重,其分布呈三角形,倾角为碎落岩石的内摩擦角  $\phi$ , $\phi$  可参考岩石规范而得或实验得出。

a. 板的跨中弯距:

$$M = R_1 \cdot L/2 - q_1 L^2/4 - q_2 L^2/12 \quad (1)$$

b. 板的支点反力:

$$R_1 = q_1 L/2 + q_2 L/6 \quad (2)$$

$$R_2 = q_1 L + q_2 L/2 - R_1 \quad (3)$$

式中: $R_1$ 、 $R_2$ ——板的支点反力;

$L$ ——板的计算跨径。

1)挡边坡危岩的落石跌落至挡板时,“Z”字型板可以化解其巨大的竖向冲击力,并借助回填土的缓冲作用,大大的削弱了岩石的冲击作用,保证了板自身不会因岩石的冲击力而破坏。滚落的块石由于休止角大大减小而自动滚落到挡板的另一侧,化解了落石对挡棚威胁,保证了结构的安全。落石的受力如图 3。

$$F_1 = P \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

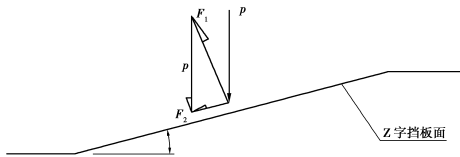


图3 落石冲击力的分解

$$F_2 = P \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

式中： $P$ ——落石作用于挡板的竖向冲击力；

$F_1$ ——垂直于板面的反力；

$F_2$ ——平行于板面的分力。

显然， $F_1 \leq P$ ，当  $\alpha = 0$  时 Z 字型板变为水平板， $F_1 = P$ ，板承受落石的所有冲击力。 $F_2$  加大了落石滑向挡棚另一侧的趋势。

2) 减轻了堆积在挡板上岩石的静载，降低了挡棚的造价。如图 3，由于板倾斜了  $\alpha$ ，能自行堆积在挡板上的碎石大小减少，只有碎落岩石的休止角  $\phi$  与板的倾斜角  $\alpha$  的差值范围内的落石才能堆积在挡板上。显然，当  $\alpha = 0$  时可堆积在当板上的碎石最多，板的静荷载最大。板的厚度、下部结构的尺寸都必须增大，整个挡棚的造价随之巨增。

可见，“Z”字型挡板较平板受力更为合理。

### 2.2 内纵梁

内纵梁为多跨连续刚架结构，其跨径的布置应注意挡棚使用过程中的采光，一般等跨布置，跨径较小。计算力学模式如图 4 所示，作用的外荷载为  $R_1$  或  $R_2$ ，即遮挡板传递的反力，另外还应考虑温度荷载； $q_0$  为自重均布荷载，其结构内力可用有限元方法计算可得。遮挡板、内纵梁均按钢筋混凝土极限状态法验算。

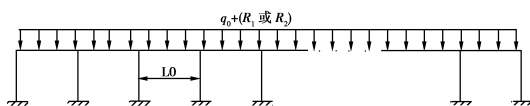


图4 内纵梁的受力模型

### 3 工程实例

某二级公路路基宽 12.5 m，右侧为乌江，路面与乌江常水位高差 50 m；左侧为高边坡，边坡高 80—120 m，坡比 1:0.2。该边坡为粉质砂岩地质，有页岩夹层，常年碎落、崩塌，已造成多起毁埋行车的重大交通事故。

在治理该边坡时，经过多种方案的比较最终采用了遮挡棚结构，“Z”字型挡板结构基本尺寸见表 1。该工程已投入使用，效果良好，每延 m 造价为 19 000 元，该挡棚的使用效果图参见图 5。

表1 遮挡棚主要尺寸

部位	桩	柱	内纵梁	Z 字型遮	内填
	圆形	圆形	高×宽	挡板/厚	土/厚
尺寸/cm	$D=130$	$D=110$	$130 \times 80$	90	60



图5 “Z”字型遮挡棚效果图

### 4 结论

遮挡棚是山区治理高边坡的一种可靠的方法，特别是对于已经建成的公路上，能确保交通不中断的前提下，对高边坡进行治理，造价低廉。遮挡棚有以下优点：

1) 受力合理，方法安全、可行；

2) 无须对高边坡进行卸载，造价低、外形美观，对环境的破坏小；

3) 施工简单，特别适应于已建公路边坡的治理，施工中不需中断交通。

几点建议：

1) 加强落石对挡棚的冲击试验研究，以进一步优化结构；

2) 在新建公路时应一并考虑高边坡的防治措施，避免使用过程出现重大病害，造成更大的浪费。

### 参考文献：

- [1] 交通部公路司. 公路工程质量通病防治指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [2] JTGB 01-2003. 公路工程技术标准[S].
- [3] 李海光. 新型支挡结构设计工程实例[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [4] 陈忠达. 公路挡土墙设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [5] 赵发章. 公路土质边坡支护方案优化方法[J]. 公路, 2004, 20(8): 87-90.  
Zhao Fa-zhang. Highway earth quality side slope pay to protect scheme optimization method [J]. Highway, 2004 20(8): 87-90.
- [6] 乔卫国. 高速公路边坡植物防护设计方案探讨[J]. 公路, 2005, 21(8): 176-178.  
Qiao Wei-guo. Highway side slope plant protection design scheme discuss [J]. Highway, 2005 21(8): 176-178.
- [7] 郭宝踪, 刘哲. 斜坡稳定性实例分析[J]. 公路, 2006, 22(8): 28-29.  
Guo Bao-zong, Liu Zhe. Slope stability example analysis [J]. Highway, 2006 22(8): 28-29.
- [8] 李泉源. 顺层滑坡路基工程施工技术[J]. 重庆建筑大学学报, 2006, 28(8): 86-89.  
Li Quan-yuan. Along layer, roadbed project construction technology [J]. Journal of Chongqing Jianzhu university, 2006, 28(8): 86-89.

(编辑 陈 蓉)