

## SNS 系统在公路工程建设中的应用

宋碧宏<sup>1,2</sup>, 朱蔚蔚<sup>2</sup>, 李茹<sup>2</sup>, 李殿海<sup>2</sup>, 朱丹<sup>2</sup>

(1. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400045; 2. 西北核技术研究所, 西安 710024)

**摘要:**文中主要阐述了 SNS 系统的概念、类型、工作原理、性能及施工工艺等, 分析了它在公路工程建设中的应用前景。SNS 系统具有简单易行、技术先进、安全可靠、经济合理的边坡防治系统, 已经在部分高等级公路建设中得以应用。

**关键词:** SNS 系统; 边坡; 主动防护系统; 被动防护系统

**中图分类号:** U417

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-4764(2012)S2-0065-03

## Safety Netting Systems in the construction of highway engineering application

SONG BiHong<sup>1,2</sup>, ZHU Weiwei<sup>2</sup>, LI Ru<sup>2</sup>, LI Dianhai<sup>2</sup>, ZHU Dan<sup>2</sup>

(1. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400045 China;

2. Northwest Institute of Nuclear Technology, Xi'an, 710024 China)

**Abstract:** The Safety Netting Systems has developed products for geotechnical protection works abroad. This article focuses on the concept of The Safety Netting Systems, types, working principle and performance. The Safety Netting Systems has a simple, technologically advanced, safe, reliable, economical and reasonable. The system has been applied in the part of the highway construction. This article discusses the prospects of its application in the highway construction.

**Key words:** safety netting systems; slope; active protection system; passive protection system

SNS 系统(safety net system), 即安全防护网系统。1956 年首先由瑞士布鲁克集团研制开发并应用于雪崩防护。进入 20 世纪 80 年代后, 该系统在技术上日趋成熟, 形成了一种地质灾害防治工程领域内成熟的柔性防护新技术, 产品类型的开发也越来越多并实现了标准化, 在斜坡安全防护, 特别是崩塌落石防护领域方面得到了大量推广应用。该系统自 1995 年引入中国以来, 已成功地应用于铁路、公路、水电站、矿山和市政工程的大量工点, 尤其适合整体稳定性较好, 但有落石或小型塌落可能存在的高、陡、破碎坡面加固, 可以在不破坏原坡面的条件下进行防治。

### 1 SNS 系统概况

#### 1.1 系统简介

SNS 系统以高强度柔性网(钢丝绳网、环形网、高强度钢丝绳格栅)作为主要构成部分, 并以笼盖(主动防护)和拦截(被动防护)两大基本类型来防治各种斜坡坡面地质灾害和雪崩、岸坡冲刷、爆破飞石、坠物等危害的新型柔性防护结构, 它是一种构件设计与加工、系统配置设计与定型、现场设计选型、现场布置与施工设计的系统化技术。其被动防护系统首先应用于雪崩防护, 经由不断的实践和探索, 该技术在边坡防护领域得到了更为广泛的应用, 形成了一种坡面地质灾害防治工程领域内安全可靠、简朴易行、环保经济的柔性防护新技术。

#### 1.2 工作原理及应用范围

SNS 系统的基本工作原理是利用钢丝绳网、钢立柱、钢丝绳格栅及锚固系统等材料, 通过覆盖、锚固等方法来保护山体、斜坡的稳定, 防止崩塌、浅层滑坡等环境工程地质问题的发生。

目前, SNS 系统主要应用于 5 个方面:

- 1) 浅层滑坡、原岩风化剥落防护。
- 2) 崩塌、落石防护。
- 3) 斜坡保护系统。
- 4) 雪崩防护。
- 5) 爆破安全防护。

#### 1.3 系统分类

##### 1.3.1 主动防护系统

主动防护系统是用以钢丝绳网或高强度钢丝绳格栅为主的各类柔性网覆盖或包裹在需防护的斜坡或危石上, 以限制坡面岩土体的风化剥落或破坏以及危岩崩塌(加固作用), 或者将落石控制在一定范围内运动(围护作用)。主要应用于防治浅层滑坡、边坡加固、防止风化剥落及海岸、库岸的侵蚀。

##### 1.3.2 被动防护系统

被动防护系统是将以钢丝绳网或环形网为主的柔性栅栏设置于斜坡上一定位置处, 用于拦截斜坡上的滚落石(或落物)以避免其破坏拟保护的物体, 因此也称为拦石网; 当设置于泥石流区内时, 便可形成拦截泥石流体内固体大颗粒的柔性格栅坝。该系统主要用于防治岩崩、落石、雪崩等不良

地质灾害,按其能量级别不同共分为4大类:

- 1)“RX”系统:防护能量从250~1 500 kJ不等。
  - 2)“AX”系统:防护能量从40~300 kJ不等。
  - 3)“CX”系统:防护能量从300~500 kJ不等。
  - 4)“CAN”系统:防护能量从1 500~2 350 kJ不等。
- 其中以“RX”系统应用最为普遍。

## 2 主要性能及使用范围

### 2.1 主动防护网

主动防护网主要分斜坡保护系统和滑坡风化剥蚀防护系统2种,如图1所示。

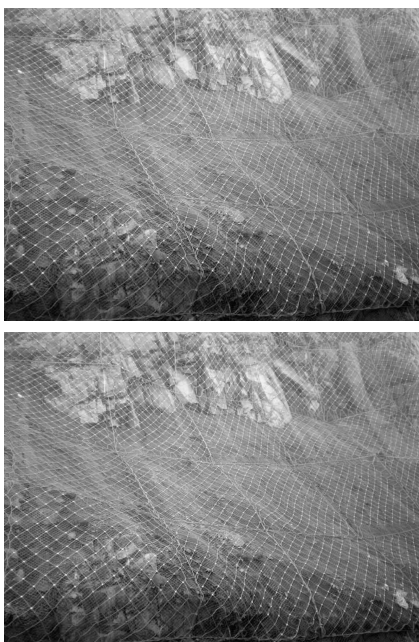


图1 主动防护网

#### 2.1.1 斜坡保护系统

斜坡保护系统是由土体、插入式暗笋管和表面覆盖的防护网共同作用而组成的一个复合系统,它能解决许多斜坡非稳定性问题。暗笋管和钢绳网相结合的防护系统可以有效阻止表层土体蠕动,同时能够绿化坡面,防止水土流失,美化环境。

斜坡保护系统由3部分构成:

- 1)插入式暗笋管:用于地下加固,直径50~76 mm,管壁有众多穿孔,其长度和级别按实际情况确定。它们被放入预先打好的钻孔内( $\Phi=90$  mm)或用重锤击入地下。
- 2)锚索:由1~4根抗腐蚀钢索组成,用于固定安装钢绳网,被放入暗笋管中,然后灌注水泥砂浆。
- 3)钢绳网:用抗腐蚀防护钢绳呈对角线编制而成的网,对地形、植物层和建筑物有很好的适应性,防护网相互张拉,防止了单根暗笋管的移动。

#### 2.1.2 滑坡、风化剥落防护系统

滑坡、风化剥落防护系统的工作原理、主要性能和施工工艺同斜坡保护系统基本一致,其主要差别是为了增加防护网的强度用锚杆和钢绳格栅代替了斜坡防护系统的暗笋管和连接索。锚杆长度一般在5 m以上,可以深入基岩或风化残积层底部,通过技术处理把锚索固定在锚杆上。钢绳格栅

就是比连接索强度更高的钢索,以使钢绳网张力更大。通过这两种材料的使用,系统的强度提高了2~10倍,能更有效地固定滑坡体和风化剥落山体。

### 2.2 被动防护网

被动防护网是一种能拦截和堆存落石的柔性防护网,主要分钢绳拦石网系统和雪崩防护系统两种,如图2所示。



图2 被动防护网

#### 2.2.1 钢绳拦石网系统

以落石所具有的冲击动能这一综合参数作为最主要的设计参数,避开了传统结构设计中以荷载作为主要设计参数时所存在的冲击动荷载难以确定的问题。实现了结构定量设计,防护能量为40~3 000 kJ,也能对5 000 kJ的更高能级进行特殊设防。

主要由钢绳网、钢立柱、钢绳格栅、减压环、锚索、锚固节头等部分组成,其中的钢绳网、锚索、钢绳格栅和斜坡保护系统中的相应部件完全一致。

1)钢立柱:是由方钢管构成,一般高2~4 m之间,用于固定钢绳网和钢绳格栅,其端部被锚固于地基中。钢立柱下部配有活动螺栓,使其可以前后摆动,目的是为了同减压环共同配合缓冲并承担岩块的冲击力。

2)减压环:其两端接锚索,锚索一端接钢立柱,另一端接锚固节头。它通常布置在钢绳网的一侧,也可以同时固定于钢绳网两侧。当与减压环相连的钢丝绳所受拉力达到一定程度时,减压环启动并通过变形位移来吸收能量,从而实现其过载保护作用功能;撞击结束后,减压环又能最大限度地收缩锚索,使钢立柱在承受岩块静压力的状态下尽可能保持直立状态。通过减压环的作用,钢绳网承受撞击能力提高了2~5倍。

3)锚固节头:主要用于固定锚索,构造简单,用混凝土灌注于地基中。锚固节头、锚索与减压环共同组成了钢绳网的锚固系统。

### 2.2.2 雪崩防护系统

雪崩防护系统的应用面较窄,其工作原理和钢绳拦石网系统大体一致。雪崩防护网系统主要由钢架结构构成。由于雪崩灾害通常是大面积沿坡面运动,能量极高,因此对雪崩的防护必须是多级拦截削能。

### 2.3 主—被动防护网

主—被动防护网就是综合主动防护网和被动防护网共同起作用,治标治本,效果更显著。可以应用于规模较大的崩塌、滑坡等环境工程地质问题的治理,特别适用于大爆破安全设计,但此系统工程量较大,造价也较贵。

## 3 SNS系统在公路工程建设中的应用前景

### 3.1 适用范围

随着社会经济的发展,公路逐渐向山区延伸,进入山区的公路由于其强烈的人为地质作用,破坏了原生工程地质环境,产生了大量的次生环境工程地质问题,如诱发顺层滑坡、古滑坡复活,引起大型崩塌和落石、泥石流等。对这些环境工程地质问题的处理已经成为影响公路设计和施工的主要因素之一。

SNS系统以其对岩土安全防护独到的适用性在公路建设中有着明显的应用天地,特别是不良地质灾害的处理和路基边坡防护等方面。主动防护网能够用于挖方路堑边坡的防护,治理浅层滑坡、原岩风化剥蚀防治和水土保持;被动防护网可以治理崩塌和落石、泥石流、雪害等不良地质灾害,能够代替明洞、防雪走廊等构造物;主—被动防护网可以用于大爆破防护等。

### 3.2 应用优势

1) SNS系统是处理某些不良地质问题的有效手段,在大多数情况下可以代替起防护作用的砼工程物。它对道路工程中经常遇到的浅层滑坡、大型崩塌、风化剥落等环境工程地质问题处理有很强的针对性,在实际工作中对这些环境工程地质问题的处理有设立挡墙、浆砌片石护坡、抹面等常规方法,效果未见理想。斜坡保护系统是目前了解到的能够进行水土保持的最佳办法。

2) 充分利用系统的柔性和施工布置的灵活性来最大限度地适应各种复杂的地形地貌环境,尽可能降低因开挖所造成的环境破坏和对边坡的危害,以及对其他工程和周边建筑物正常运营的干扰,可以同步或超前于土石方主体开挖工程的施工,即能实现逆作法施工或平行功课。

2) 能够节约造价,用 SNS系统代替明洞或防雪走廊等构造物,造价可以节约 80%以上。

3) 施工工艺简便, SNS系统施工只需极少数工作人员和设备,施工期一般在 10~30 d 之内。只要提供必要的装置和

技术咨询,任何承包人都可以进行施工,而以往的砼工程物施工手段繁琐,工期长。

4) 产品美观大方,结构轻盈,极富时代感,和环境相融和谐,在起防护作用的同时,可以美化环境,特别适用于高等级公路这样的大型带状交通基础设施。

5) 能够局部代替封闭高等级公路所用的隔离栅,可以省掉部分交通工程的费用。

6) 便于公路养护,通过定期的清理积石、修理或更换损坏构件等工作,道路养护变的易于操作。

### 3.3 国内外应用情况

SNS系统已获 SQS产品质量国际标准认证,并广泛地应用于国外的公路、铁路及水电工程建设中。国内应用目前处于起步阶段,主要项目有大河口水电站左岸边坡防护、宝成铁路复线爆破安全防护、重庆机场路边坡防护、怀新高速公路边坡防护、沈本高速公路边坡防护等。在以上的项目应用中, SNS系统比砼工程物的优越性得到了充分体现。

## 4 结 语

SNS系统是国外早已发展起来的用于岩土防护工程的产品,国内尚处于起步发展阶段,它具有适用性强、施工简便、占地少、美观耐用等砼工程物无法比拟的优点。SNS系统在公路建设上有广阔的使用面,特别是对浅层滑坡、崩塌、雪崩等不良地质处理有理想的效果,同时能够保持水土,有利于美化环境,这在高等级公路建设中愈来愈重视环境保护的形势下有着其特殊的意义。因此, SNS系统在道路工程中有着良好的应用前景,应当迅速地给予推广和普及。

### 参考文献:

- [1] JTJD30—2004 公路路基设计规范[S]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 赵明阶,何光春,王多垠. 边坡工程处治技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [3] 杨航宇,颜志平,朱赞凌,等. 公路边坡防护与治理[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [4] 胡厚田. 崩塌与落石[M]. 北京:中国铁道出版社,1989.
- [5] 徐卫亚. 边坡及滑坡岩石力学与工程研究[M]. 北京:中国环境科学出版社,2000.
- [6] 蒋忠信,陈光曦,吴宗俭,等. 中国山区道路灾害防治[M]. 重庆:重庆大学出版社,1996.
- [7] 王恭先. 滑坡防治工程措施的国内外现状[J]. 中国地质灾害与防治学报,1998.
- [8] 贺咏梅,阳友奎. SNS边坡柔性防护系统的标准化问题[J]. 路基工程,2002.

(编辑 陈移峰)