

文章编号: 0451-0712(2006)02-0168-04

中图分类号: U491.5+9

文献标识码: B

# 公路安全钢索护栏的研究

罗建设<sup>1</sup>, 李彦<sup>1</sup>, 谭诗樵<sup>2</sup>

(1. 四川大学制造科学与工程学院 成都市 610065; 2. 四川科力道路养护机械有限公司 成都市 610031)

**摘要:** 简要分析了各个类型的护栏使用状况, 回顾了国内外柔性护栏的发展概况, 解释了安全钢索护栏的作用原理, 描述了安全钢索护栏的总体结构, 总结了安全钢索护栏的特点, 最后和国内现有的缆索护栏进行了对比。

**关键词:** 柔性护栏; 安全钢索护栏; 缆索护栏

众所周知, 在公路上设置合适的护栏对交通事故的防治尤其是对特、重大恶性交通事故的防治具有相当重要的意义。

护栏作为高等级公路、桥梁等的重要安全附属设施, 只有进行正确的设计和设置, 才有可能直接削减交通事故的伤亡率。因此, 护栏的设置对提高公路运营的经济效益和社会效益有至关重要的作用, 对于行车安全、行车舒适度、公路沿线景观和工程造价都具有一定的影响。所以, 必须充分认识各种护栏的特性, 合理设置护栏。

护栏的分类方法很多, 按路段可分为一般路段护栏和桥梁护栏, 按设置位置可分为路侧护栏和中央分隔带护栏, 按受力力学特性可分为刚性护栏、半刚性护栏和柔性护栏<sup>[3]</sup>。

刚性护栏和半刚性护栏在我国较为常见。大家也比较了解, 在此, 我们着重介绍柔性护栏。

柔性护栏的主要形式有缆索护栏等。缆索护栏是一种具有较大缓冲能力的韧性护栏, 它是一种以数根施加初张力的缆索固定于立柱上的结构, 它主要是靠缆索的拉应力来抵抗车辆的碰撞, 吸收碰撞能量。

柔性护栏的另一种, 在国内还没有研究和应用的例子, 即本文所指的公路安全钢索护栏, 主要以英国布瑞芬公司 1989 年开发的安全钢索护栏为代表<sup>[5]</sup>。如图 1 所示, 它由 4 根钢索布设在立柱上, 汽车撞到护栏时依次倒下的立柱和 4 根钢索吸收了汽车的能量, 让汽车缓慢的回到车道上, 使可能致命的车祸转化为较小伤害甚至是无伤害的小事故, 它的事

故记录一直很好。

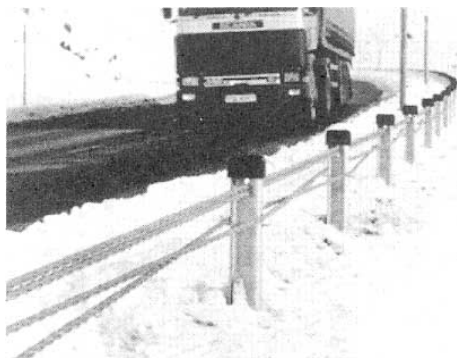


图 1 英国布瑞芬安全钢索护栏

## 1 国内外柔性护栏的发展概况

英国、美国、日本等国使用柔性护栏的历史较长, 并且一直进行着护栏的碰撞试验和研究工作, 其产品和安装设备也有一定的市场。柔性护栏的发展经历了一系列的变化, 现在性能最好的是英国布瑞芬公司的安全钢索护栏, 由于它独特的作用原理和钢索布设方式, 即较低两根钢索采用互相交叉的布设方式, 使得性能得到很大的提高, 现在包括英国、美国、澳大利亚、法国、捷克、印尼、中东、新西兰、泰国、马来群岛、斯堪的纳维亚、南非等 30 多个国家和地区在使用, 总长度超过 3 000 km。比如, 美国 2000 年 9 月开始安装使用, 2001 年 4 月通过美国联邦公路局的 NCHRP350-TL3 验证, 2005 年 3 月通过美国联邦公路局的 NCHRP350-TL4 验证, 2003 年获

得美国国家高速路安全奖(National Roadway Safety Award),该奖项奖励通过改善公路的设计、施工和全面计划而拯救生命的积极行为。

我国在柔性护栏方面的研究时间很短,甚至可以说基本没有研究。1988年开始设计时,主要是借鉴日本、美国的一些产品宣传资料。1992年竣工的合宁(合肥至南京)高速公路合肥至周庄段(102 km)就首次在路侧和中央分隔带采用了缆索护栏。1994年发布的《高速公路交通安全设施设计及施工技术规范》(JTJ 074-94)所规定的缆索护栏的设计、生产和安装均借鉴这次安装使用的经验。随后在安徽、湖北和江苏等地的汽车专用公路上也相继设有缆索护栏。最近的一次是2004年国庆节前夕,109国道北京市“安保工程”试验段安装的1 420 m缆索护栏,如图2所示。我国的道路条件及各种汽车组成比例与国外有较大差异,因此如何使柔性护栏符合我国国情,以及如何在我国推广使用柔性护栏,还有待于进一步研究<sup>[7]</sup>。



图2 国内安装的缆索护栏

## 2 安全钢索护栏的作用原理

安全钢索护栏卓越的安全性能在于其独特的作用原理。如图3为汽车和安全钢索护栏相撞的俯视图,其中只画出了一条钢索,立柱用符号 $\times$ 表示,矩形代表汽车。当汽车撞上护栏时,汽车与护栏的接触点前后两根立柱 $f1$ 和 $r1$ 之间的钢索就随着汽车的逐渐深入而产生拉伸变形,高度张紧的钢索将逐渐增大的拉力直接作用在立柱 $f1$ 和 $r1$ 上,迫使立柱产生弹性变形,继而产生塑性变形。当拉力达到一定程度时,立柱偏斜到一定角度,4条钢索就依次从立柱上脱落下来。在这一过程中,汽车的撞击能量就被逐渐地消耗。当钢索从 $f1$ 或 $r1$ 上脱落后,拉力就将直接作用到 $f2$ 或 $r2$ 上面, $f2$ 和 $r2$ 的变化将如

$f1$ 和 $r1$ 。位于汽车行驶方向上的 $f1$ 将被汽车撞倒,这时的撞击力是很小的,已不足以对汽车造成重大损害。在这个过程中,汽车的运动基本是保持在路面上的,即不会出现翻车等情况;同时,汽车的尾部逐渐靠近钢索,当汽车的整个侧面都与钢索接触时,汽车就不能再继续穿越护栏,而是在钢索收缩的作用下逐渐远离护栏,从而平稳的回到车道边缘<sup>[8]</sup>。整个过程中,4根钢索和依次倒下的立柱逐渐吸收了汽车的碰撞能量,让汽车缓慢地回到车道上,使可能致命的车祸转化为较小伤害甚至是无伤害的小事故。

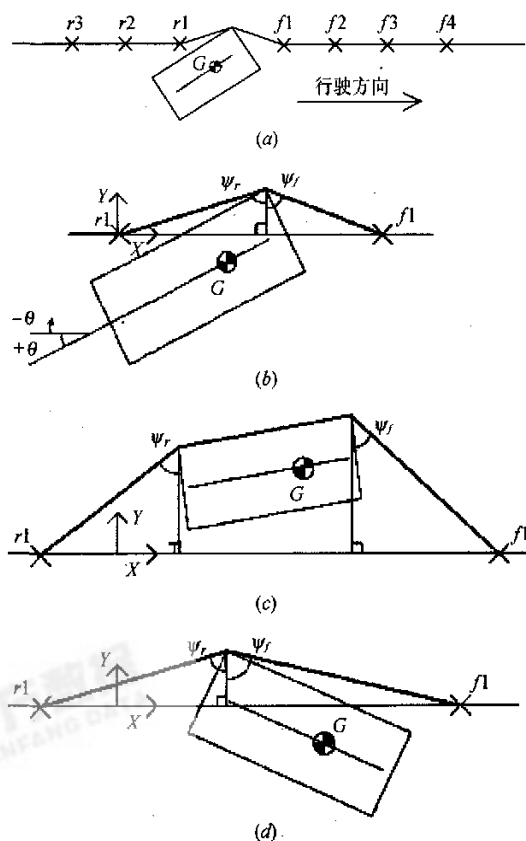


图3 汽车和安全钢索护栏相撞的俯视示意

## 3 安全钢索护栏的总体结构

安全钢索护栏的总体结构如图4<sup>[9]</sup>和图5所示,该护栏包括4根张紧的镀锌钢索,较高钢索高度为585 mm,较低钢索高度为490 mm,钢索由间距为2.5 m或3.2 m的镀锌钢立柱支承。立柱底部插入到混凝土基础中,立柱顶装有立柱帽。2根较高钢索位于立柱顶上的开槽里,2根较低钢索在护栏方向的每根立柱间交叉布设。整个护栏长度方向上的钢索由长度不超过154 m单根钢索连接而成,连接装

置为装配螺钉并起到张紧钢索的作用。钢索的末端固定于埋入地下或装配在地表的锚桩上。当护栏长度超过1 385 m时,就需要设置中间锚桩。为了提高护栏的连续性,4根钢索中的2根(较高的一根和较低的一根)连接到中间锚桩上。在每根钢索和锚桩的连接设计上,应能够做到当汽车撞击锚桩并处于楔入状态时,钢索将脱离锚桩,而脱离钢索的运动将受到安全控制钢索的限制。

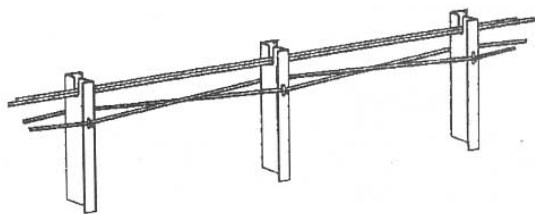


图4 安全钢索护栏立柱和钢索布设示意

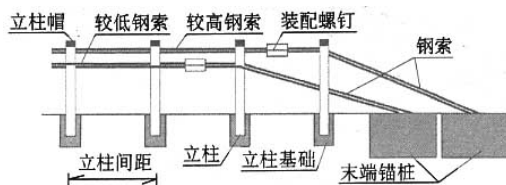


图5 安全钢索护栏局部构造示意

由于篇幅所限,本文就不详细地介绍具体的结构方面的内容。

#### 4 安全钢索护栏的特点

布瑞芬安全钢索护栏因为其独有的性能在一般公路、专用公路、高速公路上没有可以与其匹敌的竞争对手。这也是我们设计护栏的最终目的。

(1)快捷容易的、不需要大型设备或专用设备的安装;

(2)很低的维护费用,维修可以快捷简单地由人工完成而不需要大型或专用设备;

(3)每单位护栏的购买和安装费用和单面护栏差不多;

(4)每单位护栏的购买和安装费用比双面护栏明显少很多;

(5)性能已经通过英国、美国、瑞典和法国的撞击测试标准,也是唯一的在护栏旁边紧接着就是峭壁的通过测试的护栏;

(6)在超过30年的30多个国家的安装使用中,没有一例死亡事故,这个纪录是其他护栏不能匹

敌的;

(7)撞击通常的结果是对汽车的损害很低且对司乘人员的伤害也很低;

(8)对路侧护栏和中央分隔带护栏的立柱是分别设计的,通常在护栏的两端分别设置两个锚桩,最大限度地保证公路使用者在汽车撞击时和撞击后的安全;

(9)相互交叉的钢索布设方式降低和控制了钢索的偏移,撞击后,钢索通常不需要重新张紧;

(10)所有的金属部件都是镀锌的,有很高的抗腐蚀性,使用寿命一般为20年;

(11)狭窄的中央分隔带和路肩宽度可以通过减小立柱间距来达到所需设计速度可接受的护栏偏移量;

(12)护栏的结构能够防止大雪或风沙的堆积;

(13)护栏的外形美观,有多种可供选择的颜色,与环境相得益彰。

#### 5 安全钢索护栏与缆索护栏的比较

柔性护栏一般指缆索护栏,是一种以多根施加了预应力的缆索固定于支柱上的结构,完全依靠缆索的拉应力来抵抗车辆碰撞,形式美观,行驶时没有压迫感,但视线诱导性较差,造价较高,一般不用。这是国内大多数业内人士的看法。但是,本文所描述的安全钢索护栏与国内的缆索护栏有很大的不同,下面是比较的结果。

(1)安全钢索护栏两个末端锚桩间的最大距离可以达到1 385 m,超过这个值才需要增加中间锚桩;缆索护栏两个末端锚桩间的最大距离只有200~300 m,超过这个值就要增加中间锚桩。

(2)作为中央分隔带护栏时,前者只需要安装4根钢索;后者需要在护栏的两侧各安装4根缆索。

(3)作为路侧护栏时,前者只需要安装4根钢索,甚至在低速、车流量小的公路上,还可以只安装3根钢索;后者需要安装5根或6根缆索。

(4)前者可以通过调整立柱间距,在半径值大于50 m的路段都可以使用,更适合我国多山的地形;后者在路线半径值小于120 m时,就不能使用。

(5)前者的立柱是弱支承形式,汽车一旦撞击到立柱,立柱就很容易倒塌,不会对汽车造成很大的伤害,从而也真正保护了司乘人员的安全;如果汽车撞击到后者的托架和立柱,就会对汽车造成很大的损害,以致殃及到司乘人员。

(6)前者安装快捷简单,不需要大型或专用设备,所以安装费用低;后者安装费用较高。

(7)前者维修很简单,只需要一个人即可很快地完成,并且不需要大型或专用设备,维修费用很低;后者一旦被撞击损坏,维修费用很高。

## 6 结语

在公路上设置合适的安全护栏对于公路使用者来说意义重大,但是我国的护栏设置现状不容乐观。随着我国各个等级公路的迅猛发展及服务水准的提高,护栏的市场将是巨大的。安全钢索护栏由于其卓越的性能将会受到有关部门和公路使用者的关注。

## 参考文献:

- [1] 雷正保. 大力开展半刚性护栏防撞新机理的研究[J]. 振动与冲击, 2002, (1).
- [2] JTJ 074-94, 高速公路交通安全设施设计及施工技术规范[S].
- [3] 何勇. 我国的护栏设计条件及波形梁护栏结构机理[J]. 公路交通科技, 1994, (2).
- [4] 新型护栏及沥青路面下封层技术应用研究[EB/OL]. <http://www.southcn.com/news/gdnews/hotspot/ygzl/kjky/200402241116.htm>
- [5] 杨军. 编译. 澳大利亚新型布瑞芬金属索护栏装置的使用[J]. 公路运输文摘, 2002, (9).
- [6] 田金梅. 具有纵向约束波形护栏的能量吸收特性研究[D]. 广州: 华南理工大学固体力学系, 2002.
- [7] 孙月长. 缆索护栏的设计与应用[J]. 公路, 1996, (1).
- [8] M B Bateman, I C Howard, A R Johnson, J M Walton. Computer simulation of the impact performance of a wire rope safety fence[J]. International Journal of Impact Engineering, 2001, (25).
- [9] Andrew G. Stacey. Safety Fences[P]. United States Patent, Patent Number: 5,039,066. Aug. 13, 1991.
- [10] 徐柳青. 高速公路安全护栏设计[J]. 公路与汽运, 2003, (10).

## “十一五”新改建农村公路 120 万 km

基本实现全国所有具备条件的乡镇、建制村通公路, 同时实现路通车通

“十一五”期, 交通部将加快推进“通达工程”和“通畅工程”建设, 五年增加县乡公路 30 多万 km, 新改建农村公路 120 万 km, 基本实现全国所有具备条件的乡镇、建制村通公路, 95% 的乡镇和 80% 的建制村通沥青(水泥)路。

“十五”期, 是我国历史上农村公路发展最快、最好的时期, 农村公路建设成为交通发展的突出亮点。五年全国共完成农村公路建设投资 4 178 亿元, 是“九五”期的 3 倍, 新改建农村沥青(水泥)路 30 多万 km, 农村沥青(水泥)路总里程发展到 63 万 km, 又有 278 个乡镇和 3.6 万个建制村实现通公路, 全国乡镇、建制村通公路率分别达到 99.8% 和 94.5%。但是, 我国农村路网和运输服务体系起点很低, 覆盖能力和技术状况方面都面临着相当大的压力, 还有 70 个乡镇、近 4 万个建制村不通公路, 近 1 万个乡镇、30 多万个建制村不通沥青或水泥路。

2006 年是“十一五”的开局之年, 今年国家将进一步增加对农村公路建设的投资, 计划新改建农村公路 18 万 km, 其中沥青(水泥)路约 13 万 km, 同时加快革命老区、民族地区、边疆地区、贫困地区以及粮食主产区农村公路建设, 加强农村公路渡口、渡船改造, 大力发展农村客运。

为此, 交通部要求各地交通主管部门重点抓好五项工作。第一, 按照“政府主导、分层负责、统筹规划、因地制宜、建养并重、协调发展”的原则, 加强领导, 完善机构, 科学组织, 有序推进农村公路建设。第二, 合理把握标准, 注重环境保护和节约用地。要修实用之路、安全之路、资源节约之路。第三, 落实建设资金, 加强资金监管。建立健全农村公路建设资金管理制度, 尤其要加强对中央补助资金使用情况的监管, 保证国家补助资金真正用到农村、用到项目, 防止中间截留、挤占和挪用。第四, 加强质量管理, 确保工程质量。“宁可慢一点, 也要好一点”, 决不能留下质量隐患。第五, 加强养护管理, 大力发展农村客运, 充分发挥农村公路效益。要理顺农村公路管理体制, 落实养护责任, 健全养护机制, 特别是要落实地方政府财政预算内资金的投入。各地要按照“路、站、运一体化”的发展思路, 继续组织好农村客运网络化实施工作, 推广经济实用车型, 合理安排线路, 推进城乡客运一体化进程, 让农民群众乘上方便车、放心车。