

# 高速公路避险车道设置综述

陈友谅<sup>1</sup>, 肖宁<sup>2</sup>

(1. 西安方舟工程监理有限公司重庆分公司, 重庆 400700; 2. 长安大学公路学院公路CAD工作站, 西安 710054)

**摘要:** 随着山区公路运营中安全问题日益显著, 避险车道作为被动性的安全设施, 近年来得到较大关注。避险车道设置的必要性和设置地点的选择一直是工程建设中亟待解决的难题。近年来, 国内外科学家总结了工程经验法、事故率法、坡率严重度分级系统3种方案, 但这3种方案均存在考虑因素不足、实用性较低、理论性不强的缺点。拟在坡率严重度分级系统的基础上, 充分考虑各种影响因素, 制定相对完善的实施方案。

**关键词:** 坡率严重度分级系统; 刹车毂温度; 车速梯度; 事故率

文章编号: 1009-6477(2009)03-0150-04

中图分类号: U412.36+6

文献标识码: A

## Overview of Setup of Danger Shield Driveway in Expressway

CHEN Youliang<sup>1</sup>, XIAO Ning<sup>2</sup>

**Abstract:** With the increasingly prominence of safety problems in expressway operation in mountainous area, the danger shield driveway as a passive safety measure is greatly concerned in recent years. The necessity for setup of danger shield driveway and choice of setup location is always a tough problem requiring for prompt solutions during construction of projects. For the past few years, the domestic and foreign scientists have concluded three plans including project experience method, accident rate method and hierarchical system for severity of ratio of slope. All these plans, however, have shortcomings such as insufficient considerations, low practicability and low theoretical level. This paper is intended to fully take all influential factors into account and work out a relatively perfect implementation plan based on the hierarchical system for severity of ratio of slope.

**Key words:** hierarchical system for severity of ratio of slope; temperature of brake drum; gradient of vehicle speed; accident rate

### 1 国内外研究现状

世界上第1条紧急避险车道于1956年出现在美国加利福尼亚州。1956—1977年, 美国20个州先后建设了60条避险车道。1979年R. W. Eck在TRB年报中总结了美国各州建设避险车道的经验。他指出, 设置避险车道需考虑的因素包括: 货车冲出路外事故率、坡长、坡率、车型中货车所占比重、坡底状况、平均日交通量、平面线形、事故严重率、地形和R-O-W指数。

1989年, 美国联邦公路局提出了“坡率严重度分级系统”(GSRS)。这种方法根据汽车动力学原理, 计算出载重汽车在长下坡路段行驶时, 每经过一段路程(如0.8 km), 刹车毂上升的温度, 并推算出当刹车毂最终达到失效温度(260℃)时所经过的路

程。在这个过程中, 可得到载重车辆行驶的距离及初速度, 这样, 设计者就可确定避险车道的位置以及限速指标。

1990年, 美国各州公路工作者协会编写的《公路与城市道路几何设计》指出, 避险车道的设置目前并没有程式化的指南, 设置时最基本的目标就是保证其他车辆的安全、遇险驾驶员的安全以及长下坡沿线、坡底居民的安全。

1997年, 约旦的Walid Abdelwahab和加拿大卡尔加里大学的John F. Morral研究了避险车道设置的必要性以及设置地点的选择, 并且根据实践经验, 提出了一些理论方法。他们认为, 失控车辆发生事故, 必须具备3个条件: 车速超过保持横向稳定性的车速; 刹车毂失灵; 失控车辆行驶轨迹里有障碍物。表1列出了避险车道设置必要性。

收稿日期: 2008-07-23

作者简介: 陈友谅(1976-), 男, 重庆市人, 本科, 工程师。

John F. Morral 以加拿大 Flancose 湖地区的避险车道设置为例进行了说明,并且通过图表形式展示了整个过程。其设计流程如图1。

表1 避险车道设置必要性

危险类型	具体危险情况	设置必要性	优先级
$\Phi$	$T < T_0; V < V_0; J = J_0$	否	—
$V$	$T < T_0; V > V_0; J = J_0$	否	—
$T$	$T > T_0; V < V_0; J = J_0$	否	—
$J$	$T < T_0; V < V_0; J \neq J_0$	否	—
$[V, T]$	$T > T_0; V > V_0; J = J_0$	是	低
$[V, J]$	$T < T_0; V > V_0; J \neq J_0$	是	中
$[T, J]$	$T > T_0; V < V_0; J \neq J_0$	是	中
$[V, T, J]$	$T > T_0; V > V_0; J \neq J_0$	是	高

注:  $T$  为刹车毂温度;  $T_0$  为刹车毂失灵临界温度;  $V$  为下坡运行车速;  $V_0$  为横向稳定车速,即车辆在曲线上行驶,保持横向稳定的最高车速;  $J$  为下坡状态;  $J_0$  为下坡时车辆轨迹里不存在障碍物。

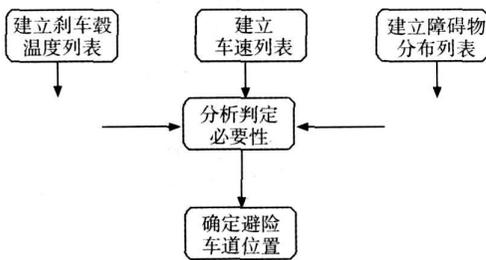


图1 避险车道设计流程

在2005年交通部公路司编写的《新理念—公路设计指南》(简称《指南》)中,总结了避险车道的设置条件、设置位置、车道长度宽度、坡床厚度及坡床集料的选择。该书3.7.1节提出“一般情况,当平均纵坡不小于4%,纵坡连续长度不小于3 km,交通组成中大、中型车辆比例较高时,应考虑设置避险车道。”这种说法不是很合理。对于高速公路、一级公路而言,平均纵坡达到3%以上,纵坡长度在3 km以上,就存在很大的不安全性,显然这个标准订得比较低;而对于2、3、4级公路来说,《指南》规定:“任意相连3 km的路段平均纵坡不宜大于5.5%。”这个标准又显得比较高。关于交通组成中大型货车、中型货车的比例,在运营之前很难确定,且这一比例并没有明确的标准。

现阶段,对于已运营道路,国内在确定是否设置避险车道时主要考虑的是失控车辆事故数。对于新建道路,在设计阶段考虑是否设置避险车道主要还是依靠设计人员的主观判断。

## 2 避险车道设置必要性及地点比选

### 2.1 避险车道设置必要性

1981年美国公路安全管理局的统计资料表明,全国一年冲出路外的事故达到2 450起,直接经济损失达到3 700万美元。其中,2 150起事故中的遇险车辆驶入了避险车道,没有引起更大的伤亡,造成的经济损失仅为100万美元。其余300起事故中遇险车辆没有相应的安全设施保护,造成的经济损失达到3 600万美元。由此看来,建设一定数量的避险车道,对于保证山区公路的安全运营是必要的。

2005年交通部公路司和公路科研所编写的《公路安全保障工程实施技术指南及技术标准实用手册》(简称《手册》)中制定了公路安全保障工程判定标准。急弯、陡坡、连续下坡、视距不良和路侧险要路段没有达到如下指标之一(表2),且2 km范围内3年发生过1起死亡3人以上的事故或500 m范围内3年发生过3起以上死亡事故的路段,作为公路安全保障工程实施的路段。

表2 公路安全保障工程判定标准

类型	公路等级	设计速度/(km/h)	判定标准
单个急弯	2	40	$R < 125\text{ m}$
	3	30	$R < 60\text{ m}$
	4	20	$R < 30\text{ m}$
连续急弯	2	40	$R < 125\text{ m}$ 且 $L < 50\text{ m}$
	3	30	$R < 60\text{ m}$ 且 $L < 35\text{ m}$
	4	20	$R < 30\text{ m}$ 且 $L < 25\text{ m}$
陡坡	2	40	纵坡 $\triangleright 6\%$
	3	30	$\triangleright 7\%$
	4	20	$\triangleright 8\%$
连续下坡(超过3 km)	2	40	纵坡 $\triangleright 4.5\%$
	3	30	$\triangleright 5\%$
	4	20	$\triangleright 5.5\%$
视距不良	2	40	会车视距 $L < 150\text{ m}$
	3	30	$L < 80\text{ m}$
	4	20	$L < 60\text{ m}$
路侧险要	不限	不限	陡崖、沟深、填方边坡高度或路肩挡墙高度 $h \geq 4\text{ m}$ 的路段,或至路肩边缘不足3 m有湖泊、铁路等路侧险要的路段

《手册》中定义了2、3、4级公路的连续下坡。对于高速公路和1级公路来说,连续下坡超过5 km,平

表3 国内几条长下坡路段交通状况

地区	道路名称	路段位置	近年来交通状况
北京	八达岭高速公路 (进京方向)	K55~K50	1988年11月开通至2003年底, 发生事故170起, 死43人, 伤111人
广东	京珠高速公路 粤北段(南行向)	K39~K52	2003年4月3日开通至2005年底, 发生事故355起, 死250人, 伤522人
青海	丹东—拉萨国道主干 线青海境内湟源 至倒淌河1级公路	K81~K67	从2003年9月建成通车到2006年9月, 不到3年时间, 共发生交通事故354起, 死亡40人, 伤363人, 直接经济损失281.384万元, 在14 km连续长大下坡路段集中了其中的大部分事故
陕西	长武县亭口坡 二级公路(南行向)	K1650~K1654	2001年发生事故47起, 死15人, 伤26人; 2002年发生事故29起, 死20人, 伤16人

均纵坡在3%以上, 就可称为长下坡路段。长下坡路段安全形势很严峻(表3), 显然满足了《手册》中设置安全设施的条件, 迫切需要在相应的路段设置避险车道。

## 2.2 避险车道地点比选

笔者通过对国内几条长下坡道路安全状况的分析, 总结了遇险车辆失事的一般过程: 由于驾驶员对于长下坡路段认识不足, 在下坡开始阶段就频繁使用制动器, 导致刹车系统效能降低。车辆在行驶过程中, 受到平交口、居民点、收费站的干扰, 行车速度发生明显下降。刹车毂经过一段时间的超负荷运转, 很容易丧失制动力、制动力矩。因此, 在这些车速突降的路段, 就出现了事故率畸高的事故黑点。所以, 建设一条合理的避险车道, 必须考虑车速突降、刹车毂温度骤升、事故频发这3个关键点。除了这些, 该地是否具备建设条件也是重要因素。下面对其进行详细阐述。

1) 刹车毂温度。载重汽车在长下坡行驶时, 当刹车毂的温度超过了一定的限度  $T_0$ , 其制动性能就会严重下降, 最终失去制动能力(制动器的温度达到  $450^\circ\text{C}$  时, 制动力矩仅为正常的25%到30%)<sup>[9]</sup>。美国联邦公路局的研究人员在应用坡度严重率分级系统的时候, 采用的失效温度是  $260^\circ\text{C}$ , 故以这个温度作为标准, 来衡量载重车辆的刹车性能。

2) 车速梯度。载重货车在行驶过程中, 受到急弯陡坡路段、平交口、居民点、收费站的干扰, 驾驶员采取减速措施, 致使运行车速产生一定梯度。当  $\Delta V_{85}$  在短时间内明显增大时, 车辆的刹车系统受损严重, 极易发生失控。从交通流的可持续性来看, 过大的速差也可导致追尾事故的发生。车速梯度控制在一定范围内, 才能确保交通流的安全、顺畅。表4给出了几种情况。通过分析,  $\Delta V_{85} > 20 \text{ km/h}$ , 是设

置避险车道的一个重要条件。

表4 相邻路段货车  $\Delta V_{85}$  对应的安全状况

$\Delta V_{85}$	安全等级	安全状况
$\Delta V_{85} \leq 10 \text{ km/h}$	优	车流顺畅
$10 \text{ km/h} < \Delta V_{85} \leq 20 \text{ km/h}$	良	车流较平稳
$\Delta V_{85} > 20 \text{ km/h}$	差	车流间断, 拥塞, 易追尾

3) 事故率。借鉴《手册》, 笔者提出: 因刹车失灵, 2 km 范围内3年发生过1起死亡3人以上的事故或500 m 范围内3年发生过3起以上死亡事故的路段, 作为避险车道安全保障工程实施的路段。

4) 建设条件。在某处设置避险车道, 当地自然条件、社会条件、环境影响、经济性都是需要考虑的因素, 见表5。

表5 建设条件考虑因子

影响因素	项目
自然条件	是否有可以借用的地形
	与筑路材料产地距离
社会条件	与居民点距离
	与收费站距离
经济性	土石方工程数量
	占用耕地数量
	拆除旧构造物数量
	拆除电力电讯设施数量
	附近是否有取土坑及弃土堆

从自然条件来讲, 最好有可以利用的小土山、台地, 附近有碎砾石、砾石、砂、豆砾石这些原材料产地, 可就近取材, 节约运输成本。从社会条件来讲, 避险车道应远离人口稠密区, 最好设置在进入居民点以前, 不致影响居民的生命财产安全。距离收费站也不能太近, 以保证收费站的安全, 避免冲站事故。设置避险车道, 经济性是必须考虑的因素, 这与土石方量、占地类型、占用耕地数量、拆除旧构造物、

拆除电讯设施关系密切。如果这些条件都较好,就具备了设置避险车道的最后条件。

避险车道设置的简易流程见图2。



图2 避险车道设置流程

### 3 结论

设置避险车道是目前解决连续长大下坡路段交通安全问题最有效的工程措施,但是由于避险车道投资巨大,维护费用高,因此,合理设置避险车道就显得尤为重要。避险车道的设置必须综合考虑车速突降、刹车毂温度骤升、事故频发和建设条件这4个方面的因素,结合路段实际情况确定设置位置和设置方式。文中对于高速公路避险车道设置的综述,为避险车道的设置提供了参考。

### 参考文献

[1] AASHTO. Policy of highways and streets[M]. Washington D. C.: AASHTO, 2004.

[2] The Institute of Transportation Engineers. Guidelines to Determine Need [A]. Washington, DC: The Institute of Transportation Engineers, 1989.

[3] AASHTO. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets[M]. Washington D. C.: AASHTO, 1990.

[4] Walid Abdel Wahab, John F Morral. Determining need for and location of truck escape ramps [J]. Journal of transportation engineering, 1997(9-10): 350-356.

[5] 周志强,等. 公路安全保障工程实施技术指南及技术标准实用手册[M]. 北京:北京腾图电子出版社, 2005.

[6] 王玉兰. 青海省长大下坡路段交通安全分析与评价方法研究[D]. 西安:长安大学, 2007.

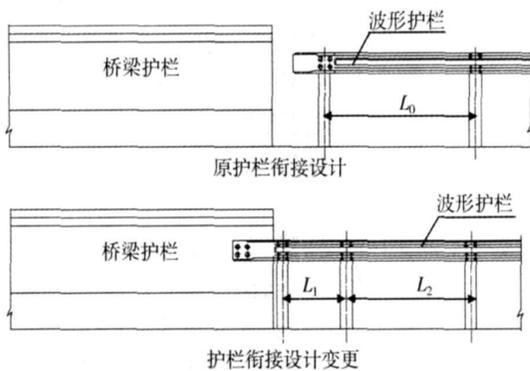
[7] 毛大德. 从汽车行驶特性分析公路弯坡路段线形设计[J]. 公路与汽运, 2001(2): 28-30.

[8] 贺玉龙,孙小端,刘小明等. 避险车道在美国山区公路上的应用[J]. 交通运输工程与信息学报, 2005, 9(3): 85-91.

[9] 交通部公路司. 新理念——公路设计指南(2005版)[M]. 北京:人民交通出版社, 2005.

[10] 交通部公路安全保障工程技术组主编. 公路安全保障工程实施技术指南[M]. 武汉:武汉大学出版社, 2007.

(上接第149页)



注:图中未标明尺寸均按规范要求设计施工。

图6 刚性护栏与半刚性护栏衔接示意

方面对其设计安全性进行了评价,鉴别了其中的安全问题,提出了改进措施。目前,这些措施已在西攀路上得到实施,从整改的效果看,上述不安全因素得到较好解决,行车安全性良好。

### 参考文献

[1] 陈胜营,汪亚干,张剑飞. 公路设计指南[M]. 北京:人民交通出版社, 2000.

[2] 华杰工程咨询有限公司. 公路项目安全性评价指南[M].

北京:人民交通出版社, 2004.

[3] 胡功宏,王小光,黄新民等. 基于行车稳定性的高速公路自由流状态下交通安全评价标准研究[J]. 公路交通技术, 2007(4): 116-118.

[4] 中交第一公路勘察设计研究院. JTG D20-2006 公路路线设计规范[S]. 北京:人民交通出版社, 2006.

[5] 高建平. 高速公路运营安全性评价与对策研究[D]. 上海:同济大学, 2006.

[6] 刘运通. 道路交通安全指南[M]. 北京:人民交通出版社, 2004.

[7] 向红艳,朱顺应. 山区高速公路曲线超高与汽车行驶安全[J]. 公路, 2007(4): 34-37.

[8] 王超,刘兆惠,侯永红. 基于交通安全的高速公路线形组合综合效应分析[J]. 中国公共安全:学术版, 2007(1): 45-47.

[9] 孟胜利,刘敏. 高速公路交通安全与几何设计[J]. 交通标准化, 2007(8): 77-79.

[10] 王建军,刘乙橙,吴宜淞. 高速公路交通安全设施系统评价指标及评价方法研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2007(4): 66-70.

[11] 肖盈. 高速公路交通安全影响因素与对策措施[J]. 公路, 2005(8): 325-327.