

文章编号: 0451-0712(2006)01-0205-04

中图分类号: U417.9

文献标识码: B

# 高速公路侧向安全槽技术的试验应用

黄学文, 朱晓东

(安徽省高速公路总公司 合肥市 230051)

**摘 要:** 针对高速公路行车易发生侧向偏离的交通事故, 提出在安徽省合肥至徐州高速公路硬路肩位置试验应用侧向安全槽技术, 研究分析高速公路在不同车速状态下, 车辆偏离行车道行驶至安全槽时产生的振动与噪声效果, 为安全行车提供重要的警示作用。

**关键词:** 高速公路; 侧向安全槽; 应用与研究

近年来, 道路交通安全已成为我国乃至全球性的重要安全问题, 世界卫生组织在巴黎发布的《全球道路安全与伤害预防报告》指出, 世界正面临一个全球性的道路安全危机, 全世界每天多达 14 万人因交通事故受到伤害, 造成 3000 人以上死亡, 1.5 万人以上终生残疾, 被称为“永不休止的战争”。我国又是世界上道路交通事故最严重的国家之一。2003 年我国共发生一般以上道路交通事故 667 507 起, 造成约 10.5 万人死亡, 49 万人受伤, 直接经济损失 33.7 亿元; 2004 年道路交通事故下降至 517 889 起, 但死亡人数仍高达 10.7 万人, 居高不下。分析这些道路交通事故, 我们发现其中高速公路交通安全事故的伤亡损失往往非常巨大, 令人触目惊心, 究其原因就有相当部分(据调查约占 1/3 以上)属驾驶员精力不集中、昏昏欲睡、疲劳驾驶等, 车辆偏离正常车道, 形成侧向翻转而酿成恶性事故。作为一名长期从事高速公路建设管理的工作者, 笔者针对这种侧向交通安全事故发生特点, 在调研部分国内外高速公路安全设施状况后, 提出在安徽省合肥至徐州高速公路硬路肩位置试验应用侧向安全槽技术, 以期对道路安全运行提供帮助。

## 1 试验路段情况

合肥至徐州高速公路是国家规划高速公路网北京至台北的重要路段, 路线设计标准为四车道沥青混凝土路面高速公路, 设计行车速度为 120 km/h, 路基宽 28.0 m。项目分南北二期建设, 并先后于

2001 年和 2003 年建成通车。全路线区域交通量增长迅速, 现日平均通行车辆绝对数达 14 000 辆以上, 折合小客车达 25 000 辆以上。通行车辆以过境超重型车为主, 通车以来, 侧向偏离道路的交通事故时有发生。试验路段选择含有长直线高路堤、曲线超高等具有侧向偏离事故易发特征路段, 桩号 K194+000~K210+000, 计 16 km。试验段工程自 2004 年 11 月 24 日开始, 至 12 月 6 日结束。

## 2 侧向安全槽结构设计参数的确定

安全槽是通过专用铣刨机械在成型硬路肩位置铣出一定规格尺寸的槽状结构, 其结构参数主要有槽的设置间距、长度、宽度和深度。实际研究过程中, 结构参数可根据道路运行特点做一定范围内的变化, 选择合理尺寸。本文限于篇幅仅参照美国明尼苏达州和佛罗里达州标准, 采用等间距布置。详细结构设计参数如图 1 所示, 纵向槽长  $A=200$  mm; 槽间距  $B=110$  mm; 槽中心距  $D=310$  mm; 横向槽宽  $C=400$  mm; 标线边距  $F=130$  mm; 槽深  $H=13$  mm。

## 3 侧向安全槽施工方法

### 3.1 施工准备

在通行道路上施工安全槽, 首先必须严格执行交通安全管制, 按高速公路施工维修的具体规定和要求, 设置好完备的标志标牌, 引导通行车辆的正常行驶, 本次试验段临时标志牌一次性摆设长度达 4 km, 就是要确保施工期间安全畅通。其次准备好

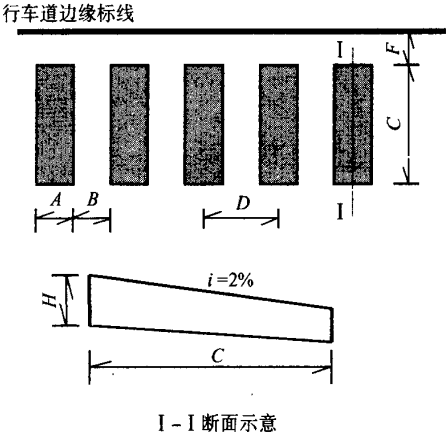


图 1 安全槽结构设置尺寸示意

配套的施工机具和组织好施工运输线路,试验段应用的设备主要有德国产 W1000L 铣刨机 1 台、装料自卸车 5 台、沥青洒布车 1 辆、洒水车 2 辆、森林灭火器 2 台等。

3.2 施工工艺流程

铣刨机设定安全槽结构参数→开始铣刨并及时收集废料至自卸车→运至场外回收地点→灭火器吹净或洒水车冲洗安全槽→晾干后喷洒乳化沥青封层→开放交通(参见图 2)。在铣刨过程中,发现成型安全槽结构尺寸发生偏差时,通知操作手及时纠正即可。整个施工过程实行流水作业,按 4 km 标志牌距离整体向前推进,施工工艺简便,每台班可完成 2 km。

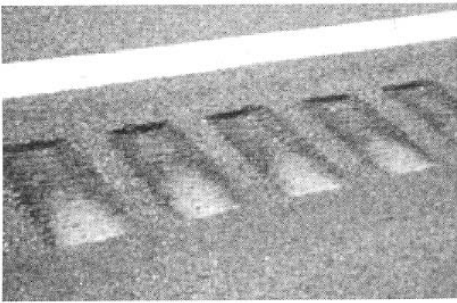


图 2 铣刨成型后的安全槽结构

对于在新建未通车路面上施工安全槽,则不需要考虑交通管制的内容,这样不仅节省了施工费用,而且大大提高了施工效率,铣刨废料还可以考虑再生利用。因此,安全槽设置宜与沥青混凝土路面表面层施工同步进行。

4 侧向安全槽对行车性能影响的研究

为研究安全槽结构对行车作用时的性能影响,

课题组委托同济大学道路与交通工程技术开发公司对试验段安全槽进行结构尺寸、车辆噪声、车辆振动的测试,考虑我国目前还没有硬路肩安全槽的相关规范和标准,本次测试分析主要与美国的一些州际公路标准和成果进行比较。

4.1 安全槽结构尺寸测试

测试共分成 4 个路段,测试结果(限于资料较多,整理部分列于表 1、表 2)表明安全槽结构尺寸与设计尺寸基本相符,变异性较小,施工控制水平较高。

表 1 安全槽结构尺寸测试结果统计分析 mm

项目	纵向长度 A	纵向间距 B	横向宽度 C	深度 H	周期长度 A+B
试验段平均值	200	116	406	13.3	316
明尼苏达州标准 <sup>[1]</sup>	180±13	130±13	400±13	13	310±25
佛罗里达州标准 <sup>[2]</sup>	180±13	120±13	400±13	13~16	300±25

表 2 第 3 测试路段安全槽结构尺寸 mm

测点序号	纵向长度 A	纵向间距 B	横向宽度 C	深度 H	标线距离 F
61/62	199/195	106/112	404/406	13/12	136/134
63/64	198/198	110/108	406/407	13/13	135/133
65/66	197/201	109/105	405/405	13/13	134/132
67/68	200/202	106/105	404/406	13/14	133/134
69/70	201/199	104/106	406/406	13/13	134/135
71/72	199/198	107/106	405/404	13/13	128/127
73/74	196/198	105/107	406/405	13/13	129/130
75/76	200/196	106/109	404/406	13/13	128/129
77/78	194/202	111/104	407/405	12/14	127/129
79/80	196/198	107/106	406/406	13/13	129/130
平均值	198.4	107	405.5	13	131.3
均方差	2.3	2.2	0.9	0.5	3.0
变异系数/%	1.14	2.09	0.23	3.94	2.27

4.2 对安全槽行车噪声的测试

选择高速公路上通行车辆的 3 种代表车型:小客车、中型货车、大型货车,不同车型采用不同的车速变化范围(50~120 km/h)。测试开始阶段,被测试车辆在正常的行车道上按测试规定的速度行驶,测试记录正常驾驶环境下的综合环境噪声值;然后,让被测试车辆逐步偏离行车道至硬路肩安全槽上,车辆发出明显的振动噪声,测试记录此时综合环境噪声值。测试结果表明(见表 3),安全槽噪声升值十分明显,计算噪声差小客车达 15 dB;中型货车达 5 dB、大型货车 3.6 dB,超过美国费吉尼亚州认可的

3 dB 噪声差标准。

表 3 对安全槽行车噪声的测试分析

车型	行车速度 km/h	行车道噪声 dB	安全槽噪声 dB	噪声差 dB	参照标准
小客车	60	64.7	81.3	16.3	美国费 吉尼亚 州认可 的噪声 差值为 3 dB <sup>[3]</sup> 。
		64.7	81.0		
		64.9	81.1		
	90	68.7	82.8	14.3	
		68.9	82.6		
		68.6	83.7		
	120	72.1	88.7	15.6	
		71.9	88.1		
		72.0	85.9		
中型货 车 4 t	50	71.4	78.0	6.6	
		71.8	78.7		
		71.5	77.8		
	80	78.4	82.4	4.8	
		78.2	83.0		
		77.9	83.6		
大型货 车 10 t	60	77.7	81.0	3.6	
		78.3	82.1		
		77.5	81.2		

4.3 对安全槽行车振动的测试

驾驶员在安全槽上的感觉是由振动频率和振动加速度两方面组成,人体对振动频率是十分敏感的。本次现场试验中以小型车为代表测试和计算了不同车速情况下车辆的振动频率(见表4)。根据车辆人机工程学的机理<sup>[4]</sup>,人体全身在 44~105 Hz 时会有触觉反应、心情不安定、手震颤以及视力受到影响等现象,这种反应会对驾驶员产生明显的刺激。

表 5 取芯路面沥青混凝土密度试验

取芯桩号	干燥试件质量/g	试件水中质量/g	试件表干质量/g	试件实测密度/(g/cm³)	压实度/%	取芯位置描述
K205+500	1 808.3	1 083.9	1 809.8	2.490	99.6	安全槽边缘
K205+500	2 574.0	1 515.4	2 575.3	2.429	97.2	硬路肩路面
K205+500	2 746.4	1 636.9	2 747.8	2.472	98.5	安全槽底部
K195+020	2 873.4	1 696.2	2 875.5	2.437	97.5	安全槽底部

4.5 安全槽与凸起振动标线的比较

国内外也有在路肩甚至路面部分设置凸起振动标线来提醒驾驶员安全减速行驶,为比较二者优劣,选择部分技术经济指标进行比较(见表7)。从表中可

表 4 不同车速通过安全槽产生的振动频率

行车速度/(km/h)	50	60	80	90	120
振动频率/Hz	44	53	70	79	105

由于路—车—人是一个非常复杂的系统,人体感受到的振动加速度在不同车辆时会有很大的区别,美国等国家也没有直接提出振动加速度的标准,只有少数以轮胎沉陷深度来表示,如明尼苏达州标准规定轮胎沉陷深度(Tire Drop)为13 mm。本次试验分别对小客车、中型货车、大型货车的轮胎沉陷深度进行测试,表明所有轮胎均与安全槽底部紧密接触(参见图3),沉陷深度与槽深相等,亦为13 mm。

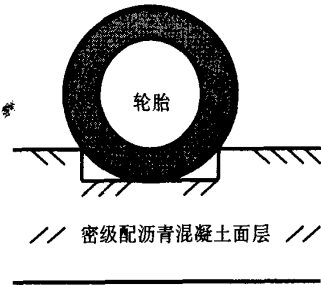


图 3 轮胎与安全槽的接触示意

4.4 安全槽结构的密度和渗水性能影响测试

为探究铣刨安全槽施工工艺是否对安全槽处的沥青混凝土密度和渗水性能产生不利影响,研究过程中对安全槽实施喷洒乳化沥青前后进行了取芯密度试验(见表5)和路面渗水仪试验(见表6),试验选择 K205+500~K207+700 段未洒乳化沥青,其余路段均洒乳化沥青。从试验结果得出:铣刨施工对面层结构沥青混凝土密度影响不大;喷洒乳化沥青对阻止安全槽底部渗水效果明显,因此,及时喷洒乳化沥青可以减少安全槽渗水损害路面的可能性。

以看,凸起振动标线的噪声差远小于安全槽,对大型货车的作用更小;凸起振动标线的费用要比安全槽高得多,经济性差且耐久性不足;但凸起振动标线也具有应用范围广和不受水影响的优点。

表 6 安全槽路面沥青混凝土渗水测试

试验位置 桩号	渗水量/ml				渗水系数 $C_w$ ml/min
	试验次数	1 min	2 min	3 min	
K205+500	1	101.3	102.5	103.6	1.20
	2	101.4	102.4	103.5	1.17
K205+700	1	101.3	102.6	103.7	1.23
	2	100.1	102.3	103.7	1.23
K201+100	1	100.1	100.2	100.2	0.07
	2	100.0	100.1	100.2	0.07
K201+500	1	100.1	100.1	100.2	0.07
	2		100.1	100.1	0.03

## 5 结语

(1)高速公路设置侧向安全槽对车辆会产生噪声和振动的突变,因而对驾驶员偏离行驶的提示警告作用是十分明显的。本次试验段的应用已通行近8个月,据现场管理处反映使用效果很好,本路段至今未见有侧向安全交通事故发生。

(2)侧向安全槽与凸起振动标线比较,具有噪声差大、振动感强、造价低廉、综合使用效果较好等优势,适宜在新建高速公路和通行高速公路进一步推广使用。

(3)采用先进设备铣刨安全槽施工工艺成熟,对路面沥青混凝土破坏性很小,通过喷洒乳化沥青能

表 7 安全槽与凸起振动标线比较

项目		振动噪声测试/dB				单价 元/m	其他比较
测试车速/(km/h)		60	80	120	噪声差		
安全槽	小型车	81.1	83.0	87.6	15.4	9~11	施工机具较多,工艺相对复杂,适合大规模施工。局部受水影响,但较小。
	中型车	80.50	83.0	—	5.70		
	大型车	81.4	—	—	3.60		
凸起振动标线	小型车	71.6	73.6	75.2	8.23	26~30	施工机械简单,可应用于路面行车道、水泥路面等较大范围,不破坏路面,不受水影响,但易老化脱落。
	中型车	75.6	77.2	—	3.50		
	大型车	80.2	—	—	2.36		

注:噪声差计算按《机动车辆噪声测量方法》(GB1496-79)进行。

有效地保护和提高安全槽底部防渗水性能。

## 参考文献:

- [1] Isackson, Cassandra. Continuous Milled Shoulder Rumble Strips; Nationwide Survey [S]. Minnesota Department of Transportation, February 2000.
- [2] State Florida department of transportation Plan

Preparation manual-Metric[S]. January 1998.

- [3] Chen. A Study of Effectiveness of Various Shoulder Rumble Strips on Highway Safety [R]. Virginia Department of Transportation, 1994.
- [4] 周一鸣,毛恩荣. 车辆人机工程学[M]. 北京理工大学出版社,1999.
- [5] JTG 059-95,公路工程路基路面现场测试规程[S].

## 川藏公路基本实现长年通车

1996 年以前,川藏公路年断通时间超过 6 个月,而现在缩短到了 7 d,基本实现长年通车。这一成绩的取得来自于养护部门寻求专家指导、加强科技装备、提高抢通效率,来自从被动抢通到主动养护的转变。

川藏公路西藏境内的竹巴龙至东久桥段平均海拔 4 000 多 m,塌方、泥石流、雪崩等自然灾害频发且道路狭窄险峻,是川藏公路全线最难养护的路段,它的通车与否直接关系到整条路是否能通车。1996 年以前,竹东段年通行时间不足 6 个月。武警交通部四支队担负该路段养护与保通任务后,制定了“冬春季破冰清雪、雨季前综合养护、雨季时抢险抢通、雨季后恢复路况”的养护机制,坚持实行 24 h 巡路制度,确保公路随时抢通。

针对病害多发的实际,该支队坚持开展学科学、用科技活动,使 70% 以上的路害都依靠官兵自己治理。近年来,该支队先后投资 4 000 万元购置和更新机械设备,并且广泛开展“小革新、小发明、小创造”活动。目前,支队拥有各种机械 325 台套,机械化施工能力大大提高,实现了从人力抢通到机械化抢通的转变。

为从根本上改变被动抢通的状况,该支队建立了全线路况数据管理系统,拟定了各种抢通预案,成立了 6 个攻关小组,取得了 10 多项科研成果,并将这些成果运用到 120 多处重点路段的整治中,使竹东段好路率由过去的 30% 提高到现在的 76%,交通安全事故降低了近 40%,大大提高了通行能力。川藏公路全线的通车时间也大大延长,基本实现长年通车。