

文章编号: 0451-0712(2004)07-0132-06

中图分类号: U491

文献标识码: B

高速公路养护维修作业区行车速度控制方法探讨

吴新开, 吴 兵

(同济大学交通运输工程学院 上海市 200092)

摘 要: 行车速度控制对提高高速公路养护维修作业的安全性起着巨大的作用。控制养护作业工作区车速的方法包括交通标志牌、旗手、交通警察(警车)、车道变窄、“颠簸”车道、视觉限速标线等。文章结合国内外在相关领域的大量研究,详细分析了各种速度控制方法,并对其中某些方法进行了综合和改进。

关键词: 高速公路; 养护维修作业区; 速度控制

随着我国高速公路的发展,养护维修工作日益繁重:一是早期修建的高速公路大多接近使用年限,需要维修和改建;二是近期修建的高速公路,由于超载、不恰当使用等原因,也出现了不同程度的损坏;三是高速公路管理工作相对滞后,因此,将会有越来越多的养护维修作业区在高速公路上出现。而保证这些工作区的安全,成为高速公路管理工作中最重要的事情。

根据美国运输部统计资料(见图 1)表明^[1],养护维修作业区的事故率有上升的趋势。在 1999 年,因道路养护维修而死亡的人数达到了历史最高水平的 868 人,而因道路养护维修而受伤的人数达到了

39 000 人。在我国,虽然没有这方面的详细资料,但是,我国的道路交通事故率一直居高不下却是不争的事实。从图 2 可以看出^[2],我国的公路交通事故死亡人数远远高于其他国家。尽管由于道路养护维修作业引起的事故只占其中的一小部分,但是,随着我国高速公路的发展,随着养护维修工作区的增多,特别是开放交通的养护维修工作区的增多,如果不采取有效的措施,事故率必然会上升,必然会给国家带来巨大的损失。因此,关于提高高速公路养护维修作业区安全性的问题应该受到高度重视。

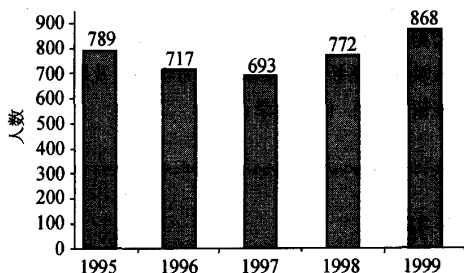


图 1 因道路养护维修作业死亡人数比较(1995~1999)

1 车速控制在高速公路养护维修作业中的重要意义

1.1 车辆速度控制是降低养护维修作业区的事故率的重要措施

超速行驶一直是高速公路事故的重要原因。以

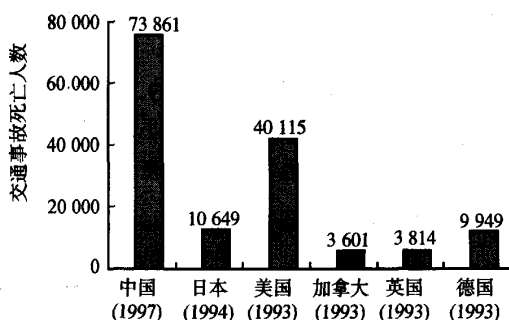


图 2 部分国家交通事故死亡人数统计

沈大高速公路 1992 年发生的交通事故的统计为例^[3],事故总数 593 起,死亡 108 人,其中:(1)违章 195 起占 32.9%,死亡 34 人占 31.5%;(2)超速 186 起占 31.4%,死亡 20 人占 18.5%;(3)疲劳及酒后

驾驶 56 起占 9.4%,死亡 32 人占 29.6%;(4)措施不当 35 起占 5.9%,死亡 6 人占 5.6%;(5)疏忽大意 34 起占 5.7%,死亡 8 人占 7.4%;(6)机械故障 73 起占 12.3%,死亡 2 人占 2%;(7)其他 14 起占 2.4%,死亡 6 人占 5.6%。从以上数据可以看出,超速引起事故占了 30%以上。虽然以上数据不是针对养护维修工作的,但是,其引起事故的机理是一样的。而且由于道路的养护维修,引起养护维修区的行车条件恶化,在这样的情况下,如果再超速行驶的话,必将导致事故率大大上升。

而且,高速公路发生事故,很大原因是因为车辆之间速度的不一致导致的。在工作区,如果不进行限速,必将导致车辆之间的速度更加不均衡,在这种情况下,速度之间极大的不均衡,加上因养护维修工作而引起的许多危险因素,如:工作人员在路上、车道被封闭、车道变窄等,必将导致事故率的大大上升。因此,缩小车辆之间的速度差距,使车辆以平均车速前进,将会使事故率明显下降。

1.2 车辆速度控制是消除工作区交通堵塞、减少损失的重要措施

高速公路的养护维修,会引起此范围内道路通行能力的大大下降。表 1 是在美国德克萨斯州观测的几个作业现场的平均通行能力^[4]。从表 1 可以看出,养护维修作业区的通行能力大大下降,特别在(3,1)(即 3 条车道封闭 2 条)的情况下最为严重。这样,高速公路养护维修作业区成了整条道路的“瓶颈”地段。

表 1 观测的作业区的平均通行能力(美国德克萨斯州统计资料)

车道数		调查次数	平均通行能力	
A	B		辆/h	辆/h/车道
正常	开放			
3	1	7	1 170	1 170
2	1	8	1 340	1 340
5	2	8	2 740	1 370
4	2	4	2 960	1 480
3	2	9	2 980	1 490
4	3	4	4 560	1 520

另外,从交通流理论中速度和流量的关系可以看出,在接近道路的通行能力附近,速度的提高将会引起通过的车流量的下降。因此,若车辆以过高的速度通过作业区这段“瓶颈”地段,将不能及时地排净到达的车流,从而形成排队和堵塞。一旦在高速公路作业区堵塞,排队将会延续到作业区的上流,其造成

的损失是巨大的。

从上面分析可以看出,适当地限制车辆通过作业区的速度,能够及时地排清到达的车流,消除交通堵塞,从而减少损失。

2 影响高速公路养护维修作业区车速度的因素分析

影响速度变化的因素有很多,包括人的因素(驾驶员的技术、年龄及驾驶员的生理、心理状态等)、车的因素(车型、车龄等)、路的因素(道路等级、道路的平纵曲线、线形、车道、视距及路面状况等)、交通因素(交通量、交通组成及交通管理措施等)及环境因素(季节、气候、时间及沿线道路街道化的程度等)等等^[5]。但在高速公路养护维修作业区,控制速度的方法主要是通过人为采取一些措施来提醒驾驶员降低行车速度,能够起作用的因素不多,主要如下。

2.1 道路条件

道路条件中的许多因素都能影响车辆速度,但是,能够人为地改变、用于降低高速公路上车辆行车速度的因素主要有 2 个:车道宽度和路面状况。

(1)车道宽度。

车道变窄,在一定程度上,能有效地降低行车速度。由于车道变窄,车与车或车与障碍物横向间距缩小,驾驶员必须考虑旁边事物的影响,不能以理想的速度前进。美国 1994 年高速公路通行能力手册(1994 Highway Capacity Manual)中,把 12 英尺(约为 3.66 m)作为理想的车道宽度,手册认为,当把车道宽度下降为 11 和 10 英尺(约为 3.36 m 和 3.3 m)时,车流的速度相应地下降了 1.9 mph(约为 3.06 km/h)和 6.6 mph(约为 10.62 km/h)。我国车道的标准宽度为 3.75 m,在交叉口、进出口处,将车道宽度缩小,也是起到降低车速的作用。

(2)路面状况。

路面的平整度、滑溜程度等因素与速度密切相关。但是,改变路面的滑溜程度会引起事故率的急剧上升,因此,在作业区,用于控制车速的措施主要为改变路面平整度。当汽车驶过不平整的路面时,会引起颠簸和噪音,造成不舒服感,迫使驾驶员降低车速。而且,由于车轮接触不平整表面时,振动与速度的平方成正比,所以,速度越高的车辆。路面平整度对其影响程度越大。因此,通过人为地改变路面的平整度,能有效地降低车速。

2.2 交通条件

交通条件中的交通管理措施对速度控制起着重要的作用。严格地说,高速公路上限制车速的措施,都属于交通管理的范围。由于大多数交通管理措施都具有法律效力,所以,这些措施的限速效果都很明显。

3 高速公路养护维修作业区速度控制方法

有许多方法可用来控制进入作业区的车辆速度,主要如下。

3.1 交通标志牌

利用交通标志牌来降低作业区的车速是最常用的方法。在美国,用于降低车速的交通标志分为两

类:规定限速标志(Regulatory)和推荐限速标志(Advisory)。其中,规定限速标志是法律强制执行的,在限速上起着较大的作用。而推荐限速标志虽然也是法律规定实施的,但其法律效应没有规定限速标志强,在控制工作区车辆速度上起的作用也较小。

我国用于限速的标志属于禁令标志,是法律强制执行的,其效果相当于美国的规定限速标志(见图 3a)。当然,还有一些警告标志(见图 3b)及施工安全标志(见图 3c),这些标志只起警告和提醒的作用,其限速作用比禁令标志低得多。



图 3 我国的限速标志

但是,交通标志属于能吸引瞬间注意力并很快被忘记的客体,很多试验表明,驶过标志 0.5~1 km 以后,在很多情况下,驾驶员已不能记起曾从旁边驶过的交通标志^[6]。一项澳大利亚的研究表明^[7],限速标志能够使车辆的平均时速下降 6.4~8.5 km,但是,80%~95%的车辆速度仍然高于设定的限制速度。

因此,在工作区,为了提高标志的指令力,可采取以下几种办法。

(1) 重复设置。

国外一些研究表明,在 200~250 m 的距离内,连续设置限速标志牌,能起到较好的效果^[6]。

(2) 将一些简单标志进行组合。

这种不标准的标志形式,使标志传达的信息更醒目和明警。上海在养护维修工作区采取如图 3d

的组合标志牌,事实表明,比起单独使用施工安全标志(图 3c)的效果来得好。

(3) 将交通标志牌和其他速度控制方法结合。

如和旗手配合使用或者放在警车旁边,效果会增强很多。具体见下面的介绍。

3.2 旗手

旗手也是在作业区常用的控制速度的方法。许多试验表明,旗手的作用比交通标志大。美国的统一交通管理设施手册(Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD))中对旗手的动作做了规定(见图 4),Benekohal 和 Kastel 的研究表明^[8],未经训练的旗手,能分别使小汽车和货车的平均时速下降 18.8 km 和 14.6 km;但是,经过 MUTCD 对旗手训练后,小汽车和货车的平均时速分别下降了 24.0 km 和 19.1 km。



图 4 MUTCD 对旗手动作的规定

另外有些研究表明,旗手的一些有创意性的动作,加上交通标志牌,能够更有效地降低作业区车辆的平均速度。Richards, Wunderlich 和 Dudek 的研究表明^[9],在作业区采用创意性的旗手动作,州际乡村公路上车辆的平均时速下降了 11.3~20.9 km,两车道高速公路上车辆的平均时速下降了 16.0~25.7 km,城市主干道上车辆的平均时速下降了 20.9 km,城市高速公路车辆的平均时速下降了 6.4~8.0 km。

虽然旗手的作用很大,但旗手工作需要人整天站在危险的高速公路上,因此,旗手的安全是很重要的。在工作时,旗手必须穿着带有反光标志的桔红色工作装,以保护自己的安全。MUTCD 还设计了相应的旗手警告标志(见图 5),用于保护旗手的安全。

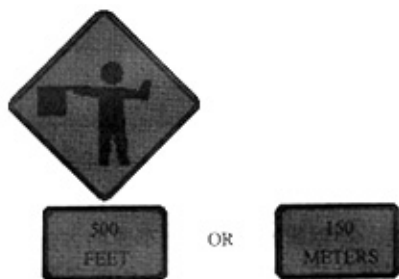


图 5 MUTCD 旗手警告标志

我国在这方面的研究比较少,国标(GB5768—1999《道路交通标志和标线》)中也没有相应的标志的设定,这对于养护维修工作是不利的。这方面的问

题有待于进一步完善。

3.3 交通警察(警车)

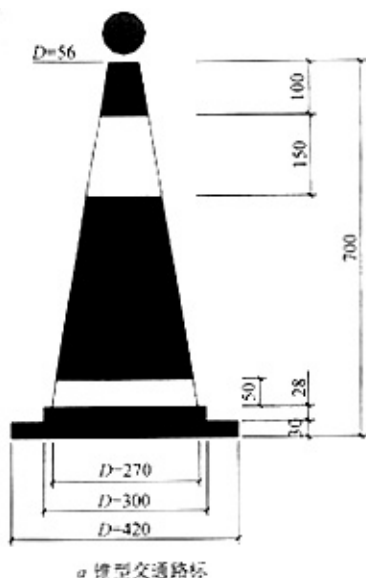
利用交警来达到控制速度的目的,是速度控制最有效的措施之一。根据交警工作的形式,可分为两类:动态的和静态的。动态的即交警在作业区范围内巡逻;静态的为警车或交警停在路旁。

相对来说,静态的交警(警车)起的作用比巡逻的警车来得大。因为当巡逻车在现场时,车辆的速度会明显下降,但当巡逻车离开现场,车速又会上升。Richards et al. 的研究表明^[10],静态交警(警车)能使车辆的平均时速下降 6.4~19 km,而巡逻车只能使其下降 3.2~4.8 km/h。

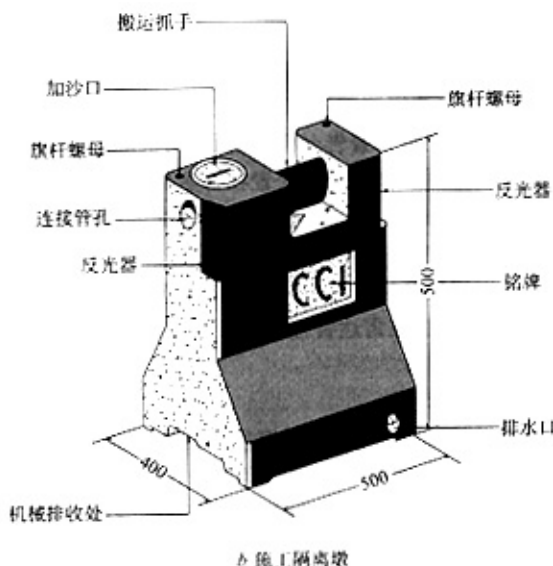
同样,多种限速方法的结合会起到更好的效果。交警(警车)和交通限速标志的配合、交警(警车)和雷达测速警报装置的配合,其效果比单独使用交警(警车)来得好。

3.4 车道变窄

车道变窄属于改变道路条件进行限速的方法。车道变窄能够有效地降低作业区内的车辆的速度,但车道变窄所起的限速效果和它采用的分隔车道的安全工具有很大的关系。锥型交通路标(见图 6a)能有效地降低进入区域的车辆速度,但是锥形路标需要摆成一条直线,其安置和维护都较费时费力;相对来说,防撞桶(墙)及施工隔离墩(见图 6b)的安置和维护所需的劳力和物力就比较小,而且效果也比较好。



a 锥型交通路标



b 施工隔离墩

单位:mm

图 6 车道变窄所用的安全作业设施

另外,车道变窄一般用于长期的养护维修作业中,对于短期施工,由于设施的安置和维护需要耗费大量的人力,一般不宜采用。

3.5 “颠簸”(或“嘈杂”)车道

通过人为改变路面的平整度,设计成“颠簸”(或“嘈杂”)车道来使车辆减速的方法,被称为“当其他减速措施失效时,唯一有效的减速方法”。由于横条太高对行车很危险,必须谨慎地设置横条的高度。颠

簸带应当不是很高,研究表明^[6],前 3 道的高度不应超过 1.5~2 cm,后面的不应超过 3 cm。当横条高度达到 5~7.5 cm 时,对摩托车很危险,货车驶过时货物常常损坏。

利用“颠簸”(或“嘈杂”)车道来减速的效果,与横条的数目及横条之间的距离有密切关系。相应的研究^[6]得出的速度降低的百分比和横条数及横条间距离的关系见表 2。

表 2 “颠簸”(或“嘈杂”)车道横条设计与降低车速的关系

速度降低的百分比/%	必要的横条数	相邻横条之间的间距/m							
		1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9
10	2	20	—	—	—	—	—	—	—
20	4	20	15	10	—	—	—	—	—
25	5	20	15	10	6	—	—	—	—
30	6	20	15	10	6	6	—	—	—
40	8	20	15	10	6	6	3	3	—
50	9	20	15	10	6	6	3	3	3

另一个必须注意的问题是,由于设置“颠簸”(或“嘈杂”)车道是临时措施,在工作结束后必须除去。因此,这些设置必须在不损伤路面的情况下,能很容易地设置及除去。

“颠簸”(或“嘈杂”)车道与旗手配合使用,会收到更好的效果。爱荷华州的试验表明^[11],在旗手前 500 英尺(约为 153 m)左右设置“颠簸”(或“嘈杂”)车道,效果最佳。

3.6 雷达警报器

这是利用微波频率段来传递信息的电子雷达系统。它对安装有雷达探测装置的车辆发出“嗡嗡”的警告声,就像交警在路旁警告一样,从而使司机降低车速。雷达警报器可以很方便地安置在许多地方,如闪光箭头标志板、防撞桶等。雷达警报器和交警(警车)配合使用,能更有效地降低车辆的速度。

但是,过度使用会使雷达警报器的效果下降。因为,司机会渐渐明白,在雷达警报器旁很少会真正有交警。

3.7 速度追踪显示屏

这是 20 世纪 80 年代新兴的速度控制的工具。它通过雷达测速,然后把测得的速度显示在显示屏上。司机看到显示器上显示自己超速了,自然会降低车速。

速度追踪显示器的效果和它的大小及位置等因素都有关系。

3.8 视觉限速标线

这是一种创新的用于限制车速的方法。它利用司机的视觉效应,使司机产生他们的车速过快的错觉,从而降低他们的车速。主要用于转弯路段及事故高发路段。从使用的方式来看,主要有以下 3 种。

(1) 逐渐减短路面标志、短线的长度。

试验表明,对于大多数驾驶员,标志、短线与其间隙闪现的频率不超过 3 Hz 的行车速度为最佳^[6],减小标志、短线及其间隙的长度,便增加了驾驶员眼里闪现的频率,会给驾驶员造成行车速度过快的错觉,从而降低车速。

(2) 路面上画横线,并逐步减小横线的间距。

同样会使司机误以为自己的车速过快,进而减速。试验表明^[12],这样的方法使平均车速下降了 22.6%,而且,明显降低了事故的发生率。

(3) 在弯道上画角度越来越大、而间距不变的“V”形标线。这种方式,对于高事故率的弯道特别有效。

和“颠簸”(或“嘈杂”)车道一样,视觉限速标线在作业完后必须除去,因此,也面临安置和维护的问题。设计出简单、方便的“标线”,对推广这种有效的方法是很重要的。

4 结语

高速公路养护维修作业问题应该摆在高速公路养护维修管理工作首位。由于我国部分高速公路

现在的流量还小,而且我国还处于高速公路的建设期,养护维修作业问题还不是很突出。但是,随着高速公路的发展,养护维修作业问题必定越来越重要。特别在沿海地区,由于高速公路的流量非常大,关于养护维修的问题已经提上了日程。因此,及早地重视和研究这个问题,对高速公路的发展、对减少国家的损失都有极其重要的意义。

车辆速度控制对建立安全、高效的作业区有着非同一般的意义。我国在作业区内速度控制的方法主要为交通标志、旗手和交通警察(警车)。而这些方法中,前者效果不好,后两者太耗费人力。因此,借鉴国外一些有效的作业区车辆速度控制的方法,研究出适合我国高速公路作业区车辆速度控制的方法,已经是迫在眉睫的事了。

参考文献:

- [1] Testimony of the American Road & Transportation Builders Association John Wight, 2001 Chairman Before the House Transportation and Infrastructure Committee Subcommittee on Highways and Transit Roadway Work Zone Safety Issues Hearing. July 24, 2001.
- [2] 陆化普,编著. 解析城市交通[M]. 北京:中国水利水电出版社.
- [3] 我国高速公路建设中的问题、对策、经验[R].
- [4] 任福田,等. 道路通行能力手册(美1985年版)[M].

北京:建筑工业出版社,1986.

- [5] 李作敏,主编. 交通工程学[M]. 北京:人民交通出版社.
- [6] [苏]B. φ 巴布可夫,著. 景天然,译. 道路条件与交通安全[M]. 上海:同济大学出版社.
- [7] Jarvis J R. The Effectiveness of Road Work Speed Limit Signs [J]. Australian Road Research, 1983, 13 (3).
- [8] Benekahal R F, L M Kastel. Evaluation of Flagger Training Session on Speed Control in Rural Interstate Construction Zones [J]. Transportation Research Record, 1991, (1304).
- [9] Richards S H, Wunderlich R C, Dudek C L. Controlling Speeds in Highway Work Zones. Report FHWA-TX-84/58+292-2. Texas Transportation Institute, College Station, TX, 1984.
- [10] Richards S H, Wunderlich R C, C L Dudek. Field Evaluation of Work Zone Speed Control Techniques [J]. Transportation Research Record, 1985, (1035).
- [11] Stout D, Graham J, Migletz J, Fish J, F Hanscom. Maintenance Work Zone Safety Devices Development and Evaluation. Report SHRP-H-371. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, DC, 1993.
- [12] Denton G G. The Influence of Visual Pattern on Perceived Speed. Report LR-409. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire, England, 1971.

Discussion About Speed Control Measures in Work Zone of Highway Maintenance and Construction

WU Xin-kai, WU Bing

(School of Traffic and Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Vehicle speed control plays an important role in improving the safety of highway maintenance and construction work. The techniques of speed control in work zone include traffic signs, flaggers, police enforcement, reduced the land width, rumble strips and optical speed bars and so on. Combined with many researches in this field at home and abroad, all the measures of speed control in work zone are analyzed and some methods improved.

Key words: expressway; work zone of maintenance and construction; speed control