

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0127-04

浅析平均速度控制理论

吴京梅

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 速度控制是指对道路交通流平均速度的控制。合理的速度控制可降低交通事故率, 提高运输效率。本文简单介绍交通流平均速度和交通事故数量及伤亡人数的关系、最佳平均速度的选择、平均速度控制的方法、限速手段等几个部分。本文的目的是将速度控制的概念灌输到道路安全运营管理中去, 改善我国道路交通事故率居高不下的现状。

关键词: 速度控制; 平均速度; 最佳速度; 限速

中图分类号: U491.112 **文献标识码:** A

Speed Control Theory and Application

WU Jing-mei

(Research Institute of Highway, Ministry of Communications Beijing 100088 China)

Abstract: Speed control refers to control average speed of road traffic stream. Speed control can reduce traffic accident rate, and increase transport efficiency. The article present the relation between average speed and numbers of traffic accident and fatalities, the choice of optimum average speeds, the means of control average speed, and the means of speed limits etc. It is the main purpose of the article to apply the speed control theory to the management of road traffic safety, and improve the situation of the high accident rate in our country.

Key words: Speed control; Average speed; Optimum speeds; Speed limits

目前, 世界各国均非常重视交通安全问题, 如何降低交通事故率及其严重性已成为道路安全研究的核心问题, 相关的研究工作已在各国展开。

交通事故的大量调查数据显示, 道路限速值的提高, 道路交通流平均速度随之增大, 交通事故数量亦增加, 而事故受伤人数和死亡人数则大幅度增加, 这表明了交通流平均速度与交通事故数量及伤亡人数有着必然的联系。

1 交通流平均速度与交通事故数量及伤亡人数的关系

在瑞典世行报告“发展中国家道路交通安全对策”中, 对发展中国家的交通状况进行调查、统计、研究、分析, 总结出交通流平均速度同交通事故及伤亡人数的关系。这组公式适用于发展中国家车况条件差, 高速行驶车辆和低速行驶车辆混行于同一道路的特有情况, 在发达国家这种混行现象几乎不存在。经

过各方面的数字调查证明这组公式可真实地表达发展中国家道路平均速度和交通事故和伤亡数量的关系, 见式 (1)、(2)、(3)。

$$A_1/A_2 = (V_1/V_2)^2 \tag{1}$$
$$I_1/I_2 = (V_1/V_2)^3 \tag{2}$$
$$F_1/F_2 = (V_1/V_2)^4 \tag{3}$$

式中, A_1 为状态 1 某路段交通事故数量; A_2 为状态 2 某路段交通事故数量; V_1 为状态 1 某路段平均速度; V_2 为状态 2 某路段平均速度; I_1 为状态 1 某路段的人员受伤人数; I_2 为状态 2 某路段的人员受伤人数; F_1 为状态 1 某路段的死亡人数; F_2 为状态 2 某路段的死亡人数。

这组公式表明交通流的事故数量、受伤人数、死亡人数与平均速度分别成 2 次方、3 次方、4 次方的关系, 即交通流平均速度较小范围增幅, 将导致交通事故数量和伤亡人数特别是伤亡人数大幅度增加。因

而控制交通流平均速度，可有效地减小交通事故及其交通事故中的伤亡人数，特别是大幅度减少交通事故中伤亡人数具有更大的成效。

上个世纪末，通过相关资料统计表明交通事故年死亡人数超过 3 000 人的有 31 个国家，而我国居首位，1999 年死亡人数为 83 529 人，2002 年死亡人数竟高达 109 381 人，数字之大令人触目惊心。在我国进行速度控制迫在眉睫。

我国道路车辆组成复杂，摩托车、农用车分别占机动车 62%、21%，而汽车仅占 17%，这说明性能良好的汽车普及率很低，而在发达国家机动车是以汽车为主；在地方低等级道路上，三轮车、马车与机动车混行的现象随处可见。在这种状况下，高速行驶的车辆会使交通流的分布范围加大，高速车辆对低速车辆造成威胁，低速车辆成为高速行驶车辆的障碍。不同性能的车辆混行于一条道路上，既影响交通流的畅通，降低车辆整体的运营效率，又增加了交通事故发生的几率。以我国目前的经济状况，短期内提高道路车辆的整体性能可能性不大。

近年来我国公路交通基础快速发展，但总体上看，我国公路基础设施依然薄弱，特别是干线公路网中，高等级公路数量不足，公路等级不合理，高速公路偏少，二级以上公路里程比重偏低，高级、次高级路面里程占公路总里程的 43%，而发达国家大多在 60%~100%。

我国公路周围居民素质有待提高，居民对公路的危险性认识不足，如许多公路被当地村民作为晒谷场，且横穿公路等现象司空见惯。我国目前现有状况，平均速度的控制显得更为重要。速度控制可保证行车安全，而速度控制过低又会影晌运输效率；速度控制和运营效益是一对矛盾关系。平均速度的选择确定应以平衡这对矛盾关系为依据。

2 最佳平均速度的选择

减少道路运输时间是道路运输发展的目标，达到这个目标需要高速行驶，这和安全运输相冲突；最佳平均速度的选择是寻找二者的平衡点，消除其间的冲突。与最低的运输费用相对应的平均速度即为最佳平均速度。为了确定不同类型道路的最佳平均速度，需要知道运输费用组成，及运输费用同平均速度的关系，换句话说，最佳平均速度的选择主要是在不同速度下，对运输时间、交通事故费用的评估。

最佳速度的选择主要综合考虑以下 3 个方面：
(1) 运输时间费用；(2) 车辆的运营费用；(3) 交通

事故造成的损失费用。

运输费用=运输时间费用+车辆运营费用+交通事故造成的损失费用。如果考虑其它费用，如道路车辆维修费用、噪音污染费用，最佳速度将采用更低数值。运输费用同车速曲线关系见图 1。

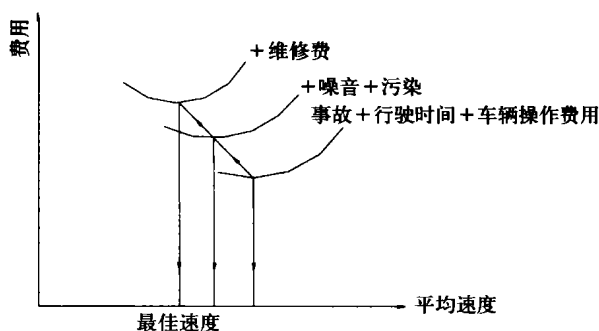


图 1 不同道路运输费用构成对最佳速度的影响

找出速度与运输费用（运输时间的费用、车辆运营费用、交通事故造成损失的费用）的关系非常重要，最佳速度即为曲线最低点相对应的速度值。最佳速度也可称为最佳经济速度。瑞典测算的本国公路的最佳速度定为：双向两车道为 60~70km/h；双向四车道高速公路为 90~100km/h。

结合国外资料考虑我国交通流实际情况，最佳速度应比瑞典制定的标准要低，主要有 3 个原因：①我国车辆运输时间的费用比发达国家少得多，因为运输时间费用是由一个国家的工资水平决定的，我国工资水平低于发达国家，这就导致了最佳速度低于发展中国家；②据统计，当速度增加，发展中国家车辆平均运营费用有一个陡峭的增长。因为发展中国家的重车（卡车、公共汽车）相对于小汽车快速增长；当平均速度增长，运营费用就会更大幅度增加。③在确定最佳速度时，我国和瑞典对交通事故费用算法不同。我国只算交通事故的车辆物损等直接经济损失，而象瑞典等工业发达国家的道路交通事故经济损失还包括工资损失、医疗损失、保险管理等。从计算结果来看，我国单一的交通事故造成的损失小于瑞典等发达国家。另一方面，我国每辆车公里交通事故率是高的，且事故的后果严重（每件事故的死亡人数和伤亡人数来评价事故的严重性）。

世行专家对发展中国家交通状况进行调查、研究得出结论：从经济角度出发，综合各方面对运输费用的影响，推荐发展中国家公路的平均速度（不是限速）不应高于以下数值：双向两车道 5~6m 碎石路面为 50km/h；双向两车道 5~7m 铺装路面为 60km/h；双向两车道 7~9m 铺装路面为 70km/h；双向两车

道 9 ~ 12m 铺装路面为 80km/h；双向四车道高速公路为 90km/h。

各国对道路分类不同，对上列数值不能生搬硬套。我国属于发展中国家，交通流平均速度的制定可参考上列推荐数值，结合不同类型道路可测算出符合我国具体情况的最佳平均速度。

3 控制平均速度的方法

控制车辆平均速度对安全行车起着重要作用，控

制交通流的平均速度最常用的方法采用限速，并结合交通法规条文制定行车速度及惩罚制度（通常为罚款及违章记分等）。限速值的确定是根据道路条件、交通流情况、车辆类型来制定的。限速可以是全路段普遍意义的限速，也可以是局部危险路段的限速。

瑞典和芬兰在发展中国家进行了限速对速度分布及平均速度的影响的研究。其基础是建立在对某路段交通流分布的研究之上。研究结果可分为 4 种情况，见图 2 及表 1。

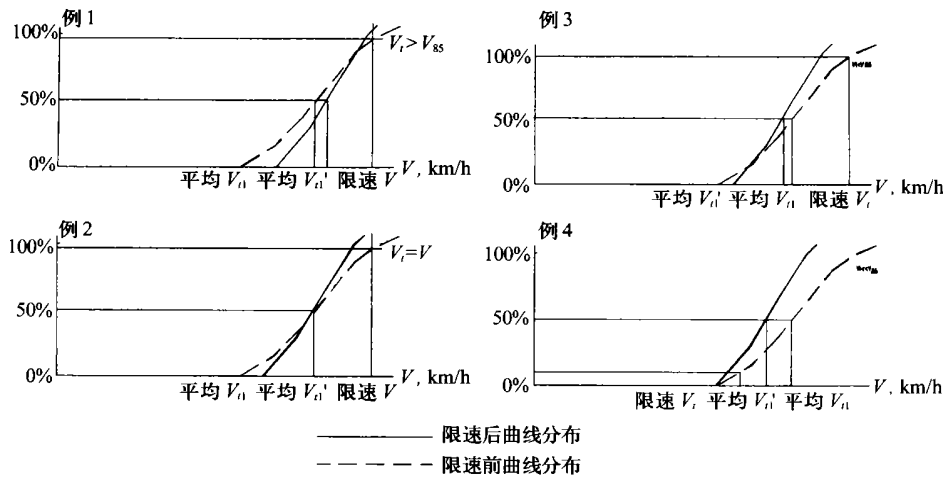


图 2 不同限速对速度分布及平均速度的影响

限速结构对照表			表 1	
限速值制定位置	速度分布范围	平均速度	事故率及严重性	驾驶员违规率
交通流分布曲线的 85% 以上	变小	增大	事故数量及严重性增大	超速违规率小
交通流分布曲线的 85%	变小	没有实质变化	事故数量没有增加严重性不大	超速违规率小
交通流分布曲线的 85% 以下	变小	减小	事故数量及严重性减小	超速行驶车辆占一定数量
远低于交通流分布曲线的 85% 以下	变小	减小	事故数量及其严重性降低	超速行驶车辆占很大比例

限速值制定在交通流速度分布曲线的 85% 以上的位置。在进行限速后，大多数车辆加快行驶速度，少数车辆速度降低。结果速度分布范围变小，但平均速度增大，事故数量及其严重性增大。驾驶员超速的违规率小。

限速值的位置在速度分布曲线的 85% 位置，进行限速后，大多数慢行车辆速度加快，少数快行车辆速度降低，平均速度没有实质性的变化，速度分布范围减小。事故数量没有变化，事故后果不是很严重，

驾驶员超速行为的比例较低。

限速值位置在速度分布曲线的 85% 以下。限速后，大部分车辆速度降低，慢速车辆提速。平均速度降低，速度分布范围变小，事故的数量、严重性降低。超速行驶的车辆到达一定数量。

限速值设置在速度分布曲线远低于 85% 以下。限速后，大部分车辆速度降低，少数慢速行驶车辆提速。平均速度降低，速度分布范围变小，事故数量及严重性降低。超速违规车辆的比例很多。

以上事例的研究结论是，限速应以道路实际车辆速度为基础依据，限速值应设在速度分布曲线的 85% 以下，但是在 85% 以下具体哪一个位置，需要综合考虑道路事故数量的减少率、道路车辆分类及其所占比例、驾驶员违规的比例、实施的可能性、强制执行的费用。

4 限速手段

交通法规对各类道路上行驶的各种车辆的行驶速度的限制都有明显的规定。要达到这个要求，国内外的实际情况证明采用下列的措施是有效的。

(1) 运用限速标志 在标志牌上标明最大行车速

度,用以提示司机降低速度。在韩国,高速公路的限速标志标明最大值和最小值,其目的是缩小交通流的分布范围,保证车辆稳定、顺畅行驶。

(2) 运用心理学原理降低车速,有如下典型的方法

连续设置同类交通标志 在我国高速公路出口设置一组出口预告(出口预告、出口 2km 预告、出口 1km 预告、500m 预告),用以提示司机距离目的地越来越近,从而给司机一种步步逼近的心理效应,自然地降低车速。在高速公路终点接地方路段(俗称断头路),是事故多发段,在设计中常常在路段连续设置标有 120、100、80、60、40km/h 的限速标志,并且在限速标志处设置减速标线,这种做法使驾驶员连续降低车速效果很好。

路旁绿化 在危险的交叉口附近种植乔木。乔木的树梢连接在一起。这样驾驶员视觉上认为道路狭窄,感觉道路受到森林地带的障碍,从而自发降低车速。

路面标识、标线 常用的路面交通标识是在行车道上施划有限制车速的数字,它主要是法规上的作用。心理上作用不明显。在路面上施划减速标线(虚线或实线)的道路交通标示,它对驾驶员产生要降低车速的明显的心理效果。就象人们在湖上划船,低头见到湖面上的水波浪一样,有一种觉得车速太快的感觉,本能降低车速。或者形似障碍物的立体图案,这种标示在日本常用,能使驾驶员产生降低车速的明显的心理效果。

彩色路面 在道路交叉口、急弯处、下坡处采用彩色路面,用以提醒司机降低车速,效果不错。

采用塑料交通警察和雷达测速区标志 这两种方法都是对驾驶员有一种威慑作用,当驾驶员看到这两种标志时,都会有一种惧怕心理,怕万一有交通警察或有固定的雷达测速,于是本能地降低了车速。

(3) 采用物理方法降低车速

铺设粗糙路面 限制车辆行驶的步行区,将原来

平整路面改为凹凸的粗糙路面,限制车辆的速度。这种路面对行人步行没有不舒适的感觉,但对车辆行驶速度确有显著的抑制作用。

震动标线 在标线上等距离设置高出路面的突起,车辆压过去的时候,会发出震动的声响,提醒驾驶员减速。在公路上及城市道路广泛使用,证明效果明显。

限速丘 路丘的设置在不损害车辆的情况下,被证实能有效地将速度减少 20~30km/h。不同类型的使车道变窄的障碍物的应用也能使车辆减速。在居民区平交口处各个车道设置停车让行的标志标线通常在美国居民区使用,有效地降低了车辆的速度。但这种限速丘对驾驶员来说,只能用适当的速度行驶,否则就造成一种不舒适感。

以上提及的标志、心理因素、物理因素的限速方法已被证明可有效地控制路段的平均速度。最佳平均速度不同于道路的设计速度,设计速度是根据道路不同等级及地形测算的速度。目前,道路的设计速度往往成为道路的限速值。最佳平均速度是道路交通流理想的平均速度。最佳平均速度不能作为限速值,限速是达到最佳平均速度的手段。值得一提的是传统的将道路设计速度作为道路限速值的常规设计方法是否恰当值得思考。

5 结束语

由于我国国民经济的持续高速增长,交通需求越大,我国道路交通事故死亡事故越来越多,交通事故特别是交通死亡事故仍处于上升趋势。2000 年,我国交通事故死亡 9.3 万人,在机动车拥有量只占 9% 的情况下,我国交通事故几乎占了全世界道路交通事故死亡人数的 1/5。减少交通事故伤亡人数,降低交通事故率已成迫在眉睫的问题。希望平均速度控制能应用到现在道路交通管理上,抑制交通事故的增长趋势,减少交通事故造成国民经济的损失。