

文章编号: 1002-0268 (2001) 04-0089-03

高速公路加减速车道合流分流特征分析

李铁柱¹, 李文权¹, 周荣贵², 石小法¹, 赵 春¹

(1 东南大学, 江苏 南京 210096; 2. 交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 根据实际调查, 分析在高速公路加减速车道的合流(分流)区车辆的速度、加速度、减速度、合流点分布、汇入间隙等交通特征。为高速公路加减速车道长度的设置、出入口控制策略的制定, 提供分析基础。
关键词: 高速公路; 加速车道; 减速车道; 合流; 分流
中图分类号: U412 366 **文献标识码:** A

Traffic Characteristics Analysis for Merging and Diverging in Acceleration and Deceleration Lane of Expressway

LI Tie-zhu¹, LI wen-quan¹, ZHOU Rong-gui², SHI Xiao-fa¹, ZHAO Chun¹

(1. Southeast University, Jiangsu Nanjing 210018 China;
2. Research Institute of Highway, Ministry of Communications P. R. C, Beijing 100088 China)

Abstract: On the basis of investigation, the traffic characteristics such as speed, acceleration, deceleration, the distribution of merging points and merging gap of ramp vehicles in the merging (diverging) zones of acceleration (deceleration) lanes of expressway are analyzed which is the analytical foundation about setting length of acceleration and deceleration lane and control policies of freeway ramp.
Key words: Expressway; Acceleration lane; Deceleration lane; Merging; Diverging

0 引言

在高速公路加减速车道上, 车辆合(分)流行为比较复杂。一般认为, 加速车道上, 车辆在汇入主路的过程中以恒定的加速度行驶, 直到汇入主路; 减速车道上, 车辆在分流过程中, 以恒定的减速度驶离主路, 例如文献 [1~3]。实际中, 车辆的合流分流行为, 受道路条件、交通条件、驾驶员等多种因素的综合影响, 其合流分流行为很复杂。对分、合流区车辆运行特征的研究已引起专业人士的关注, 例如文献 [4] 对合流运行模式进行了探讨。

根据实际调查, 本文对车辆在加减速车道上的车头时距、速度、加速度、减速度、合流(分流)点、汇入间隙等的变化规律进行了初步分析, 并对加减速车道长度的设置提出建议, 为高速公路加减速车道长

度的设置及出入口控制等进一步研究提供分析基础。

1 加速车道

1.1 速度和加速度

表1和表2分别是京津塘高速公路天津段宜兴埠北京方向入口——平行式加速车道(总长230m)和杨村天津方向——直接式加速车道(总长215m)的断面的平均速度和平均加速度值。

表1中5个断面的加速度平均值中出现了负值。负值出现在匝道和加速车道的过渡区。在现场测量, 这一段是一比较大的弯道, 线形曲率较大, 所以, 车辆从匝道进入加速车道时速度反而降低了。进入加速车道平曲线部分车辆才开始正常加速, 加速车道中间部分车辆加速度比较低, 是由于车辆在这一部分, 寻找接受间隙, 等待安全汇入。加速车道末端, 由于车

辆迫于汇入，因而，加速度比较大。因此，在加速车道的后部分，车辆采用的加速度要大于早期合流所采用的加速度。

宜兴埠北京入口平行式加速车道 表 1

序号	断 面	平均速度 (km/h)	平均加速度 (m/s ²)
1	入口处	55	
2	距离鼻端 24m	35	- 1.35
3	距离鼻端 75m	51	1.03
4	距离鼻端 123m	58	0.59
5	距离鼻端 180m	73	1.47

杨村—天津直接式加速车道车速统计 表 2

序号	断 面	平均速度 (km/h)	平均加速度 (m/s ²)
1	开始端	58.59	
2	距离开始端 41m	67.54	1.06
3	距离开始端 92m	73.43	0.63

表2 结果说明，车辆刚进入加速车道时由于从匝道驶出时速度低，要加速到与主线速度一致，因此，开始段加速度较大，中间部分加速度较低，驾驶员等待安全汇入。

以上说明车辆合流过程一方面受道路条件的影响，另外车辆的加速度值在加速车道内存在不均匀分布。加速过程受人、车、路综合影响。

1.2~1.4 是以北京大羊坊北京开发区—北京入口平行式加速车道为例分析，所采样本为 470 个。

1.2 可接受插入间隙

加速车道上的车辆要与高速公路上直行车辆合流，驾驶员要寻找主路交通流中能够使其安全汇入主路的空隙。这种间隙称为可接受插入间隙。可接受插入间隙是一随机变量，它不仅与交通流状态、车速、车辆特性、路面情况等有关，而且还与驾驶员的性格、判断能力、操作水平有关^[5]。可接受插入间隙的大小由驾驶员的性格、驾驶技术、驾驶风格决定，但随着匝道与主线结合处的设计、跟随车辆车型与速度而变，而且，还与其它因素有关，如天气^[6]。

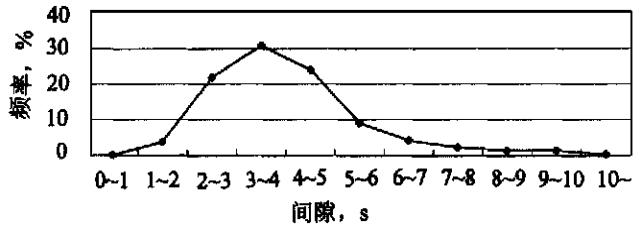


图 1 合流区车辆可接受插入间隙分布图

从图 1 来看，合流区汇入间隙，车辆可汇入间隙为 3~4s 间出现频率最高。另外对样本分析，可知小型车汇入间隙均值为 3.96s，中型车为 4.28s，大型车

为 5.04s。

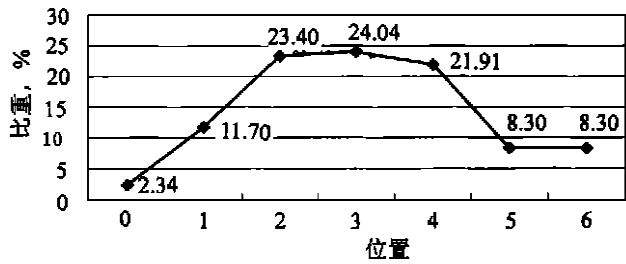


图 2 合流点统计分布

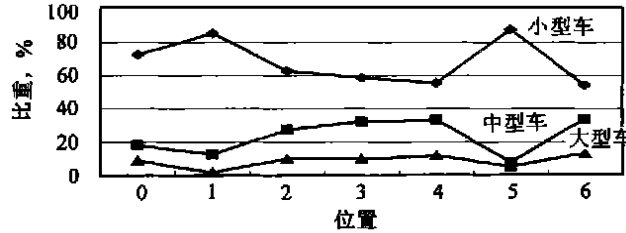


图 3 合流点车型分布

1.3 合流点分布

从图 2 曲线看（0 表示鼻端处；1 表示 0~30m 区间；2 表示 30~60m 区间；3 表示 60~90m 区间；4 表示 90~120m 区间；5 表示 120~150m 区间；6 表示 150m 以后的区间），车辆汇入点主要集中于 3 个区间，即 30~120m，基本是加速车道的中间部分。3 个区间合流比重综合 69.35%。尽管合流点的位置与许多因素有关，例如，匝道入口的几何设计，匝道车辆的速度，匝道车辆与主线车辆的相对速度和相对位置，驾驶员的性格和技术等。但设立加速车道目的之一是使匝道车辆安全、舒适地汇入主线。车辆在加速车道始端进入主线发生于低流量、低密度的情况下，在加速车道末端汇入主要是驾驶员迫于汇入。驾驶员通过寻找可接受间隙、车辆加速等一系列过程而从容汇入主线，是比较安全、舒适的。因此，可以认为车辆在加速车道的中间区域汇入是比较安全、舒适的。

1.4 合流点与车型关系分析

加速车道区间车型构成 (%) 表 3

代号	加速车道区间	小型车	中型车	大型车
0	鼻端	73	18	9
1	0~30m	85	13	2
2	30~60m	63	27	10
3	60~90m	58	32	10
4	90~120m	55	33	12
5	120~150m	87	8	5
6	150m 以上	54	33	13

图 3、表 3 表示加速车道不同区间 3 种车型的组成，在各区间中小型车占绝大部分，只有在 30~

120m 区间，中型车和大型车比重有所增加。小型车的加速性能比较好，在加速车道的始端和末端比较多；由于中型车和大型车加速性能的差异，这两种车型主要在加速车道的中间区域汇入主线。

2 减速车道

以天津段宜兴埠出口直接式减速车道为例，主线流量为 560veh/h。

分流区车道速度、减速度统计数据 表 4

断面		速度 (km/h)				减速度 m/s ²
		均值	样本数	最大值	最小值	
1 主线分流开始端	主线 1 车道	78.52	722	156	50	
	主线 2 车道	98.64	826	159	9	
2 距分流始端 71m	主线 1 车道	82.48	440	127	50	
	主线 2 车道	117.75	784	169	67	
	减速车道	76.37	498	120	21	0.18
3 距分流始端 122m	主线 1 车道	88.21	388	176	26	
	主线 2 车道	122.74	704	161	62	
	减速车道	71.99	460	97	49	0.49
4 分流结束断面	主线 1 车道	91.56	412	149	13	
	减速车道	64.9	457	92	38	0.73

从分流开始端开始，主线两车道 4 个断面的平均车速由低逐渐升高，减速车道车速逐渐减小。除了主线道路线性（此段是大桥下坡的底部平曲线）的影响外，分流车辆对主线车辆有较大影响。在分流开始前，分流车辆驾驶员看到标识牌，就开始减速，作分流准备，影响其后跟随不分流车辆的正常行驶。在分流始端影响较大，随着分流车辆的分流结束，主线车速逐渐增加。

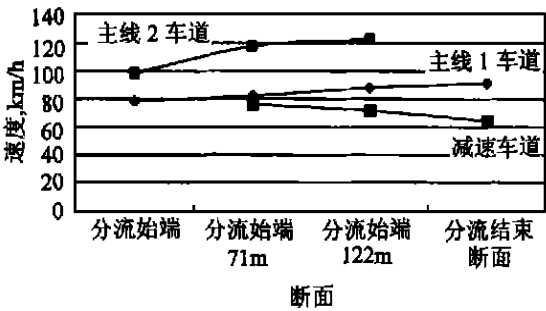


图 4 分流区主线、减速车道断面速度变化
减速车道车辆的减速度由 0.18m/s² 到 0.49m/s²

再增加到 0.73m/s²，减速度逐渐由小变大，说明减速车道上的减速度分布是不均匀的。车辆减速度的大小受道路的线形标准、车辆性能、驾驶员的性格，以及当时的交通条件等多方面的影响。一般分布规律是：在减速车道的前半段，由于道路线形标准较高，行车视距等条件较好，车辆速度较快，采用的减速度较小；而在减速车道的后半段，受线形等多方面的约束，车辆行驶速度较慢，采取的减速度较大^[9]。

3 结论

- (1) 加速车道车辆由于受入口初速度、主线交通量、道路线形、驾驶员等多因素的影响，不一定始终处于加速状态，有可能还会出现减速现象；并且，加速度是不均匀的。
- (2) 减速车道车辆由于受主线交通量、主线速度、道路线形、驾驶员等多因素的影响，不一定始终处于减速状态，有可能还会出现加速现象；并且，减速度是不均匀的。
- (3) 加速、减速车道上车辆的加速度、减速度与主线交通量、车型构成、道路线形、驾驶员驾驶行为等多种因素有关。
- (4) 合流过程的穿插间隙一般在 3~4s 之间。
- (5) 加速车道安全、舒适的合流区域应是加速车道的中部。

感谢交通部科公路学研究所道桥部路线组的同志，做了许多调查工作。

参考文献:

[1] D E Blumenfeld, G H Weiss. Merging from an acceleration lane. Transportation Science, 1971, 5 (2): 161—168.

[2] A Polus, M Livneh. Comments on flow characteristics on acceleration lanes. Transportation Research (A), 1987, 21 (1): 39—46.

[3] 李硕, 张样. 高速公路主线流量对加速车道设计影响分析. 中国公路学报, 2000, 13 (2): 108—111.

[4] 罗霞. 混合车流合流运行模式研究. 西南交通大学学报, 2000, 35 (1): 36—39.

[5] Chen-Chen Kou, Randy Machemehl. Modeling Driver Behavior During Merge Maneuvers Research Report SWUTC/ 97/ 472840—00064 Southwest Region University Transportation Research The University of Texas at Austin, Texas 78712 1997-09.

[6] 常华. 高速公路互通式立交分、合流区辅助车道设置长度的研究. 东南大学硕士学位论文, 2000-01