

文章编号: 167128879(2009)040034-05

可能速度与交通事故的关系

杨少伟, 王海君, 张 驰, 潘兵宏, 赵一飞

(长安大学 特殊地区公路工程教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘 要: 为了提高公路设计的安全性, 采用试验路段交通事故的调查分析与理论分析的方法, 分析了可能速度与交通事故的关系。研究表明: 可能速度图上的速差数量、速差大小、速差位置与交通事故密切相关; 在可能速度图上所反映的交通事故安全隐患点是真实、可靠的; 从安全角度考虑, 以可能速度图为依据, 对公路线形设计成果进行检查和修改是可行的。

关键词: 道路工程; 公路线形; 可能速度; 交通事故; 行车安全; 速差量

中图分类号: U 491. 3 **文献标志码:** A

Relation between possible speed and traffic accident

YANG Shao2wei, WANG Hai2jun, ZHANG Chi, PAN Bing2hong, ZHAO Yi2fei

(Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education,
Chang'an University, Xpan 710064, Shaanxi, China)

Abstract: In order to improve the design safety of highway, the relation between possible speed and traffic accident was studied by theory analysis and investigation on a certain highway section. The results show that: the amount of speed deviation, the speed deviation value, and the site of speed deviation on the possible speed graph have a close relation to traffic accident; the traffic accident black spots on possible graph are believable; Thus, it is reliable to examine and revise design achievement based on speed graph. 4 tabs, 1 fig, 9 refs.

Key words: road engineering; highway alignment; possible speed; traffic accident; driving safety; speed deviation amount

0 引 言

可能速度是指在良好的气候条件和交通条件下, 汽车行驶只受公路本身几何条件影响, 技术熟练的驾驶人驾驶汽车沿某条公路行驶时可能达到的行驶速度^[1]。国内外研究应用的运行速度(V_{85})是通过已建公路实测得到。因实测方法样本数量所限, 一般通过实测能够建立一个线形要素与 V_{85} 的关系, 建立 2 个线形要素与 V_{85} 的关系比较困难, 而建立不同曲线半径 R 及不同纵坡 i 与 V_{85} 的关系几乎

无法实现。近年来, 关于可能速度理论和应用方面的探讨和研究也有报道。文献[1]提出了可能速度的概念及应用可能速度的公路线形设计方法, 目的是对公路线形设计进行检查和评价, 有针对性地进行修改, 使之满足线形设计连续性、均衡性和协调性的基本要求, 同时作为确定超高值、行车视距、爬坡车道、变速车道及交通安全设施等的依据。文献[2]将汽车换挡考虑进了运行速度的预测中, 与实际汽车行驶情况更相符合, 使预测结果更准确。目前, 国内外的研究中还未将可能速度和交通事故调查资料

相结合^[329]。为此, 本文通过对试验路段交通事故资料调查与分析, 论证了可能速度理论的应用。

1 试验路段概况

该试验路段为某省位于山区二级公路的 K36+400~ K43+ 900 段, 全长 7. 5 km。公路所经地段地形为山岭区, 设计速度为 40 km/h, 双向双车道, 路基宽 11. 0 m, 行车道宽 10. 0 m。公路位于沟谷地带, 地形横坡陡峻, 路线坡陡弯急, 桥梁隧道等构造物较多。试验路段为沥青混凝土路面, 标志、标线较全。试验路段海拔高度小于 800 m, 参照中国标准 3 000 m 以上考虑海拔高度影响的规定^[5], 本文采用海拔影响系数 $K=1$ 。

试验路段平面线形设有 26 个平曲线, 半径为 62~ 600 m; 纵断面线形设有 25 个竖曲线, 半径为 3 400~ 5 000 m; 连续下坡路段, 纵坡为- 1. 7%~ - 6. 5%, 坡长为 140~ 650 m。

2 试验路段可能速度

2.1 计算点

可能速度的特点为: 在同一纵坡加(减)速度为定值, 轴向行驶速度均匀变化; 在竖曲线上轴向行驶速度和竖向允许速度都是变值; 在平曲线的圆曲线内横向允许速度为定值, 但在缓和曲线内为变值。

根据可能速度特点, 当横向允许速度高于轴向行驶速度时, 按轴向行驶速度计算要求, 计算点应为路线的起讫点、换挡点^[12]、竖曲线起点、变坡点对应点、终点以及两侧各至少一个加密点; 当横向允许速度小于轴向行驶速度时, 除上述计算点外, 还应有平曲线圆缓点、缓圆点以及轴向行驶速度和横向允许速度相交点等。

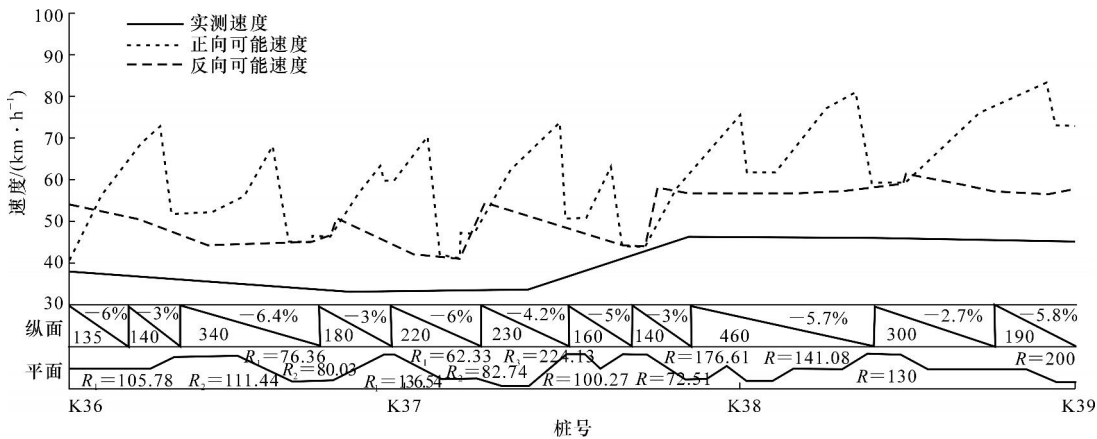
2.2 起始速度

一般起始段为调整 and 适应阶段, 起始速度的大小对后面的计算结果影响很小或没有影响。当各挡均为加速行驶时, 对同一设计车型、同一试验路段, 起始速度小时挡位则低, 加速度较大, 可以在较短时间内加速到正常行驶速度; 而当起始速度较大时则挡位较高, 加速度变小, 但与正常行驶速度的速差较小, 也可在较短时间内达到正常行驶速度。各挡均为减速行驶的情况在长距离内不存在, 否则汽车不能克服公路纵坡度而正常行驶。

2.3 可能速度图

为了减少篇幅, 本文只以载重车可能速度计算结果为例, 小型车计算方法相同, 同时略去了可能速度计算过程。

试验路段可能速度计算结果如图 1 和表 1(见下页)所示(部分)。为方便比较, 加入实测速度(台阶直线), 并采用统一坐标。



注: R_1 、 R_2 、 R_3 分别为第 1、2、3 段曲线半径; R 为曲线半径。

图 1 试验路段载重车可能速度图

3 交通事故调查分析

根据交通事故调查资料, 某公路全长 48 km, 在 2. 5 年的统计期内, 共发生各类交通事故 560 起, 死亡 81 人, 受伤 363 人。本试验路段为该公路的一部分, 长度 7. 5 km。

3.1 交通事故的地点分布

该公路交通事故的地点分布如表 2(见下页)所示。交通事故多发段主要有: K9~ K12 区段, 发生的交通事故占总数的 11%; K36~ K39 区段, 占 18. 6%; K39~ K42 区段, 占 15. 9%; K42~ K45 区段, 占 13%。其中后 3 个事故多发路段共发生交通

表 1 试验路段可能速度值						km/h
桩号	K36+ 400. 00	K36+ 471. 60	K36+ 535. 00	K36+ 596. 55	K36+ 626. 41	K36+ 654. 45
可能速度	40. 0	56. 5	64. 4	70. 7	73. 3	52. 6
桩号	K36+ 756. 52	K36+ 825. 40	K36+ 905. 17	K36+ 942. 86	K36+ 995. 51	K37+ 015. 00
可能速度	52. 6	56. 5	68. 2	45. 1	45. 1	47. 1
桩号	K37+ 052. 02	K37+ 109. 65	K37+ 175. 49	K37+ 200. 00	K37+ 285. 00	K37+ 321. 58
可能速度	47. 1	56. 5	63. 9	60. 3	70. 4	40. 8
桩号	K37+ 369. 20	K37+ 404. 01	K37+ 452. 68	K37+ 505. 00	K37+ 609. 47	K37+ 629. 97
可能速度	40. 8	46. 9	56. 5	63. 0	74. 1	51. 7
桩号	K37+ 679. 50	K37+ 744. 91	K37+ 769. 50	K37+ 829. 57	K37+ 903. 72	K37+ 945. 00
可能速度	51. 7	61. 7	44. 0	44. 0	56. 5	61. 5
桩号	K38+ 014. 43	K38+ 081. 98	K38+ 147. 94	K38+ 218. 60	K38+ 357. 95	K38+ 386. 05
可能速度	76. 1	61. 3	61. 3	77. 7	80. 7	58. 9
桩号	K38+ 468. 90	K38+ 678. 50	K38+ 833. 08	K38+ 849. 64		
可能速度	58. 9	77. 7	83. 6	73. 0		

表 2 交通事故地点分布					
事故地点	事故 次数/ 次	比例/ %	事故地点	事故 次数/ 次	比例/ %
K0~ K3	17	3. 0	K27~ K30	3	0. 5
K3~ K6	32	5. 7	K30~ K33	8	1. 4
K6~ K9	21	3. 8	K33~ K36	22	3. 9
K9~ K12	61	11. 0	K36~ K39	104	18. 6
K12~ K15	26	4. 6	K39~ K42	89	15. 9
K15~ K18	31	5. 5	K42~ K45	74	13. 0
K18~ K21	18	3. 2	K45~ K48	33	5. 9
K21~ K24	15	2. 7	合计	560	100
K24~ K27	6	1. 1			

事故 267 起, 占事故总数的 47. 4%。本试验路段为 K36+ 400~ K43+ 900, 位于后 3 个交通事故多发路段之内。

3.2 交通事故原因分布

该公路交通事故总体原因分布如表 3 所示, 其中 41% 的事故原因是超速行驶, 32% 为制动失效, 16% 为违章借道, 此 3 项原因占事故总数的 89%。

表 3 交通事故总体原因分布							
类 别	违章 借道	超速	疲劳 驾驶	制动 失效	行人 违章	非机动 车违章	没有 记录
事故次数/ 次	90	228	9. 0	182	27. 0	9. 0	15. 0
比例/ %	16	41	1. 5	32	4. 5	1. 5	2. 5

本试验路段所在的 3 个事故多发路段的交通事故原因分布如表 4 所示。事故的首要原因均为制动失效, 其次是超速行驶, 两项原因合计占交通事故总数的 85%。

3.3 交通事故原因分析

3.3.1 直接原因

(1) 该公路主要肇事车辆是大型货车, 占全部肇

事车辆的 58%; 车况差、超载是交通事故的直接原

表 4 3 个事故多发路段事故原因分布									
事故地点		违章 借道	超速	疲劳 驾驶	制动 失效	行人 违章	非机 动车 违章	没有 记录	合计
K36~	事故次数/ 次	14	33	0	53	2	0	2	104
K39	比例/ %	13	32	0	51	2	0	2	100
K39~	事故次数/ 次	9	35	2	41	0	0	2	89
K42	比例/ %	10	40	2	46	0	0	2	100
K42~	事故次数/ 次	8	28	0	31	5	2	0	74
K45	比例/ %	11	38	0	42	6	3	0	100

因之一。

(2) 正面碰撞和刮擦事故是由于不当超车和占道引起的, 而追尾、侧翻和侧滑事故与速度失控、制动失效等有关。

(3) 本试验路段的 3 个事故多发路段的交通事故, 主要原因是制动失效, 其次是超速行驶, 两项合计占 85%。

3.3.2 内在原因

交通事故一般是人、车、路 3 方面综合作用的结果。

(1) 人。引发交通事故的人主要是车辆驾驶人和行人。该路段上所发生的交通事故中, 行人违章只占总数的 4. 5%, 因此, 引发交通事故的主要因素是驾驶人; 驾驶人违章超车和超速是引发交通事故的主要原因。

(2) 车。货车超载、上坡行驶速度慢、下坡或在平坦路段上行驶速度过快和频繁使用制动, 导致车辆制动性能下降, 甚至失效; 另外, 车辆严重超载时, 使重心增高, 在一些平曲线上行驶容易发生侧滑和翻车事故。

(3)路。在下坡行驶中,车辆会以高出设计速度很多的速度行驶,而当平曲线半径较小时,允许行驶速度较低,在进入小半径平曲线前的高速与小半径平曲线所允许行驶的低速之间形成速差;该速差必须消除,否则汽车将发生侧滑、侧翻或直接冲出曲线外的交通事故。该速差消除的唯一途径是驾驶人采取制动措施,使汽车速度下降,达到平曲线允许的速度。当速差比较小时,采用制动的措施可以消除该速差;但当速差过大时,采用制动减速就比较困难,也容易发生交通事故。¹因速差所在距离较短,非急刹车不能使速度在短距离内急剧下降,导致车辆以高于平曲线允许的速度冲入该曲线,发生交通事故;²采用急刹车,由于是下坡行驶,制动前速度较高,需要的停车距离较长,而速差之间距离较短,使汽车在车轮抱死的情况下冲入平曲线,会发生制动跑偏、后轴侧滑或前轮失去转向能力,致使汽车失去控制,离开行驶方向和车道,甚至撞向对向行驶车辆、滑下山沟或山坡。这两种情况都会引起交通事故,甚至发生严重的恶性事故。另外,若连续地出现较大速差地点,车辆不得不频繁使用制动,使制动器温度过高,极易发生制动失效而引起交通事故。

4 试验路段可能速度与事故多发路段

全线后3个事故多发路段桩号为K36+000~K39+000、K39+000~K42+000和K42+000~K45+000。

4.1 第1个事故多发路段

在K36+400~K38+400的2 km路段内(图1),连续出现7处速差较大的问题,该路段也是全线交通事故出现最多的路段(104次,占18.6%),其中:

K36+626.40~K36+654.45路段的速差为73.3-52.6=20.7(km/h);

K36+905.17~K36+942.86路段的速差为68.2-45.1=23.1(km/h);

K37+285.00~K37+321.58路段的速差为70.4-40.8=29.6(km/h);

K37+609.47~K37+629.97路段的速差为74.1-51.7=22.4(km/h);

K37+744.91~K37+769.50路段的速差为61.7-44.0=17.7(km/h);

K38+064.43~K38+081.98路段的速差为76.1-61.3=14.8(km/h);

K38+357.95~K38+386.05路段的速差为

80.7-58.9=21.8(km/h)。

4.2 第2个事故多发路段

在K39+000~K41+300路段内,共有4处速差较大的问题,该路段为全线交通事故第2高发路段(89次,占15.9%),其中:

K39+174.56~K39+208.40路段的速差为82.8-47.1=35.7(km/h);

K39+564.99~K39+605.22路段的速差为76.7-41.9=34.8(km/h);

K40+271.23~K40+301.41路段的速差为86.7-61.1=25.6(km/h);

K41+204.50~K41+232.65路段的速差为95.7-63.2=32.5(km/h)。

4.3 第3个事故多发路段

在K42+587.69~K42+612.33路段只有1处速差较大,速差为104.2-80.0=24.2(km/h)。但该路段为全线交通事故第3高发路段(共74次,占13%)。主要问题是速差大,K42+587.69路段之前将近1 km内平曲线半径较大,连续下坡,几乎不限制轴向行驶速度,可能速度在80 km/h以上,最高达104.2 km/h。另外,该处已到坡底,之前连续使用制动,使制动器过热,极易产生制动失效。

5 结 语

(1)可能速度图可以直观地反映沿线的速度变化情况,速度突变的地点、速差较大的地点、速度较高或较低的路段、可能超速行驶或可能限制速度的路段等,都能得到客观的反映、定量的表述。

(2)通过对多条公路交通事故调查与分析,证明可能速度图上的速差数量、速差大小、速差位置与交通事故的数量密切相关。

(3)在可能速度图上所反映的交通事故安全隐患点是真实、可靠的。

(4)从安全角度考虑,以可能速度图为依据,对公路线形设计成果进行检查和修改是可行的。

参考文献:

References:

[1] 杨少伟,石飞荣,潘兵宏,等.可能速度及其在公路线形设计中的应用方法[J].长安大学学报:自然科学版,2004,24(3):24.

YANG Shao2wei, SHI Fe2rong, PAN Bing2hong, et al. Application of possible velocity in design for highway alignment[J]. Journal of Chang2an University:

- Natural Science Edition, 2004, 24(3): 24.
- [2] 杨少伟, 石飞荣, 慕 慧, 等. 运行车速预测中的汽车换挡[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2004, 24(2): 3436.
- YANG Sha2wei, SHI Fe2rong, MU Hui, et al. Shift2ing regulation of predicting vehicle speed[J]. Journal of Chang2an University: Natural Science Edition, 2004, 24(2): 3436.
- [3] 杨少伟, 许金良, 李 伟, 等. 路线设计中车辆行驶速度预测模型[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(3): 5255.
- YANG Sha2wei, XU Jin2liang, LI Wei, et al. Predi2tion model of vehicle speed for highway route design[J]. Journal of Chang2an University: Natural Science Edition, 2003, 23(3): 5255.
- [4] 杨少伟. 道路勘测设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [5] JT G B01- 2003, 公路工程技术标准[S].
- [6] 魏 朗, 周维新, 李春明, 等. 驾驶员道路认知特性模型[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(4): 112120.
- WEI Lang, ZHOU We2xin, LI Chun2ming, et al. Dri2ver perception model for road structure parameters[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(4): 112120.
- [7] 宋占峰, 蒲 浩. 基于约束的线路设计方案重组算法[J]. 中国公路学报, 2007, 20(4): 3640.
- SONG Zhan2feng, PU Hao. Scheme recombination a2lgorithm of constrain2based route design[J]. China Journal of Highway and Transport, 2007, 20(4): 3640.
- [8] 杨宏志, 许金良, 李建士. 基于计算机仿真的公路线形设计评价[J]. 中国公路学报, 2005, 18(1): 14218.
- YANG Hong2zhi, XU Jin2liang, LI Jian2shi. Evalua2tion of highway route design based on computer simu2lation[J]. China Journal of Highway and Transport, 2005, 18(1): 14218.
- [9] 李文权. 高速公路路侧标志遮挡问题[J]. 交通运输工程学报, 2006, 6(3): 92102.
- LI Wen2quan. Blocking problem of freeway side traffic signs[J]. Journal of Traffic and Transportation Engi2neering, 2006, 6(3): 92102.

(上接第 15 页)

- TAN Y2qiu, WANG Jia2ni, FENG Zhong2liang, et al. Ultraviolet aging mechanism of asphalt binder[J]. China Journal of Highway and Transport, 2008, 21(1): 19224.
- [2] 王秉纲, 李 平, 张争奇, 等. 矿粉对沥青老化性能的影响[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2007, 27(4): 29.
- WANG Bing2gang, LI Ping, ZHANG Zhen2qi, et al. Influence of mineral powder on aging properties of a2sphalt mortar[J]. Journal of Chang2an University: Nat2ural Science Edition, 2007, 27(4): 29.
- [3] 彭 波, 丁智勇, 戴经梁. 不同类型沥青胶浆路用性能对比[J]. 交通运输工程学报, 2007, 7(3): 6265.
- PENG Bo, DING Zh2yong, DAI Jin2liang. Road pe2formance comparison of different asphalt mastics[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2007, 7(3): 6265.
- [4] 张争奇, 梁晓莉, 李 平. 沥青老化性能评价方法[J]. 交通运输工程学报, 2005, 5(1): 125.
- ZHANG Zhen2qi, LIANG Xia2li, LI Ping. Evalua2tion method of asphalt aging properties[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(1): 125.
- [5] 汪双杰, 台电仓. 改性沥青结合料低温性能评价指标[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2007, 27(3): 2230.
- WANG Shuang2jie, TAI Dian2cang. Evaluat2ing indices for low2temperature performance of SBR modified a2sphalt binder[J]. Journal of Chang2an University: Nat2ural Science Edition, 2007, 27(3): 2230.
- [6] 马沉重. 天然盐沥青改性沥青混合料的性能研究[J]. 筑路机械与施工机械化, 2007, 24(3): 22224.
- MA Chen2zhong. Performance research of modified asphalt mixture with nature rock[J]. Road Machinery & Construction Mechanization, 2007, 24(3): 22224.
- [7] 李海军, 黄晓明, 曾凡奇. 道路沥青老化性状分析及评价[J]. 公路交通科技, 2005, 22(4): 28.
- LI Ha2jun, HUANG Xia2ming, ZENG Fa2qi. Ana2lysis and evaluation of aging behavior of road asphalt[J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22(4): 28.
- [8] Brown A B, Sparks J W, Larsen O. Rate of change of softening point, penetration, and ductility of asphalt in bituminous pavement[J]. Assoc of Asphalt Paving Technologists(AAPT), 1957(26): 66281.
- [9] Garrick N M. Nonlinear differential equation for mod2eling asphalt aging[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 1995, 7(4): 262268.