

doi: 10.3969/j.issn.1002-0268.2019.01.019

基于运行速度的高海拔地区一级公路长 直线路段限速值

田林¹, 许金良², 贾兴利², 房建宏³

(1. 烟台大学 土木工程学院, 山东 烟台 264005; 2. 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; 3. 青海省交通科学研究院, 青海 西宁 810007)

摘要:为减少高海拔地区一级公路长直线路段因汽车超速行驶引发的交通事故, 提出高海拔地区长直线路段合理限速值, 以提高高海拔地区公路长直线路段汽车运行安全, 在高海拔地区不同海拔区间长直线路段进行汽车运行速度样本测试试验, 采用雷达测速枪采集高海拔地区不同海拔区间(3 000~3 500 m, 3 500~4 000 m, 4 000~4 500 m, 4 500~5 000 m)一级公路长直线路段汽车运行速度样本, 利用SPSS软件对高海拔地区长直线路段不同海拔区间运行速度样本进行统计处理, 分别绘制了不同海拔区间运行速度累计频率曲线, 计算得到不同海拔区间长直线路段运行速度 V_{85} , 分别为: 98 km/h (3 000~3 500 m), 91 km/h (3 500~4 000 m), 88 km/h (4 000~4 500 m), 和 84 km/h (4 500~5 000 m), 建立了运行速度 V_{85} 与海拔之间的关系模型。结果显示: 高海拔地区长直线路段运行速度 V_{85} 随着海拔的升高呈现降低的趋势, 基于运行速度提出了高海拔地区一级公路长直线路段限速值为80 km/h, 限速值的提出将为高海拔地区一级公路长直线路段限速和设置相应交通安全设施提供理论依据, 以期减少高海拔地区因汽车超速行驶引发的交通事故。

关键词: 交通工程; 限速值; 行车试验; 运行速度; 长直线路段; 高海拔地区

中图分类号: U412.36

文献标识码: A

文章编号: 1002-0268(2019)01-0138-05

Speed Limit of Long Straight Section of First Class Highway Based on Operating Speed in High-altitude Area

TIAN Lin¹, XU Jin-liang², JIA Xing-li², FANG Jian-hong³

(1. School of Civil Engineering, Yantai University, Yantai Shandong 264005, China;

2. Key Laboratory for Special Area Highway Engineering of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an Shaanxi 710064, China;

3. Qinghai Provincial Transport Research Institute, Xining Qinghai 810007, China)

Abstract: To reduce the traffic accidents caused by vehicle overspeed and to propose the reasonable speed limit value in long straight sections of first class highway in high-altitude area, and to improve the traffic safety in long straight sections of highway in high-altitude area, the vehicle operating speed sample test in long straight sections in high-altitude area within different altitude intervals is conducted. The vehicle operating speed samples in long straight sections of first class highway within different altitude intervals (3 000–3 500, 3 500–4 000, 4 000–4 500, 4 500–5 000 m) are collected by radar speed measuring gun, which are statistically processed by SPSS software, and the cumulative frequency curve of operating speed within different altitude intervals are plotted, the values of operating speed V_{85} in long straight sections within different altitude intervals, i. e., 98 km/h (3 000–3 500 m), 91 km/h (3 500–4 000 m), 88 km/h (4 000–4 500 m), and 84 km/h (4 500–5 000 m), are calculated, and the model of

收稿日期: 2017-09-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(51508033)

作者简介: 田林(1986-), 男, 山东沾化人, 博士。(changantianlin@126.com)

relationship between operating speed V_{85} and altitude is built. The result shows that the operating speed V_{85} in long straight sections of highway within different altitude intervals tends to decrease with the increase of altitude, it is proposed that to take 80 km/h as the speed limit of long straight section of first class highway in high-altitude area based on operating speed. The speed limitation provides theoretical basis for the appropriate speed limit and setting traffic safety facilities in long straight sections within different altitude intervals, so as to reduce traffic accidents caused by overspeed in high-altitude area.

Key words: traffic engineering; speed limit; driving test; operating speed; long straight section; high-altitude area

0 引言

我国青海、西藏等高海拔地区自然环境极端恶劣,空气稀薄缺氧,空气含氧量随着海拔的升高逐渐降低,导致驾驶员血氧量降低。医学研究表明,人体血氧量随着海拔的升高而不断降低,人体血氧量低易导致机体疲劳,反应迟钝。高海拔地区地势空旷,长直线路段较多,交通量较小,且长直线路段路侧景观单调无变化,研究表明长直线单调性驾驶环境易导致驾驶员麻痹迟钝^[1]。驾驶员在高海拔地区长直线路段行车,在缺氧恶劣环境和长直线单调性耦合作用下,极易导致驾驶员行车疲劳,且驾驶员在交通量较小的长直线路段行车速度较快,存在严重超速行驶现象,驾驶员在疲劳状态下超速行驶极易引发恶性交通事故,严重影响了长直线路段交通安全^[2]。对高海拔地区长直线路段进行合理限速对提高高海拔地区长直线路段公路交通安全具有重要意义。

Jack Stuster 和 ZailCoffan 研究表明,车辆以最接近平均速度的速度运行时,事故率最低,运行速度与平均速度相比过高或过低事故率都会增加,事故率会随速度差的增加而增加^[3]。Lave 和 Elias 研究发现:交通事故发生的可能性随着车速离散性减小而降低,车速限制应基于车速的离散性而设置^[4]。Fitzpatrick 等人认为即使在设计速度低于运行车速的路段,85%位车速也是最为合适的车速限制值^[5]。HC Joksch 通过统计大量的交通事故数据,研究交通事故造成的人员伤亡率和肇事车辆行车速度之间的关系,得到了两者之间的关系式,人员伤亡率和行车速度之间呈现出指数关系^[6]。长安大学杨少伟教授以现行限速方法为基础,提出以可能速度作为限速依据,并提出了基于可能速度的限速界和限速标志位置^[7]。湖南大学唐敏文分析设计速度、期望速度、运行速度和限制速度之间关系,提出小型车最高限速值和最低限速值分别为85%位车速和25%位车速^[8]。交通运输部公路科学研究院李长城总结了

当前国内外主要的限速方法,结合中国实际提出以 V_{85} 速度作为一般路段初始限速值,根据运行状况对初始限速值进行动态修正^[9]。交通运输部公路科学研究院唐铮铮在研究国外成果基础上,阐述了车速与安全的关系、限速与车速的关系^[10]。重庆交通大学的李娟分析了85%位车速与圆曲线的曲率变化率 CCRs 关系,建立85%位车速与 CCRs 的回归模型,并提出了高速公路直线段和曲线段限速值建议^[11]。西南交通大学罗良鑫基于人机工程学,分析驾驶员信息处理过程,提出了道路限速设置方法^[12]。孙静怡通过分析快速路上的主线车速及进出口匝道车速特性,提出基于安全性主线车速的约束条件^[13]。夏荣霞构建了公路平曲线路段客车发生侧滑的运行速度计算模型,并计算了不同道路条件下大型客车在平曲线路段最大运行速度^[14]。本研究采用雷达测速枪采集青海省国道214试验路段长直线路段汽车运行速度样本,利用 SPSS 计算得到不同海拔长直线路段运行速度 V_{85} ,基于运行速度提出了高海拔地区长直线路段限速值。

1 试验设计与数据处理

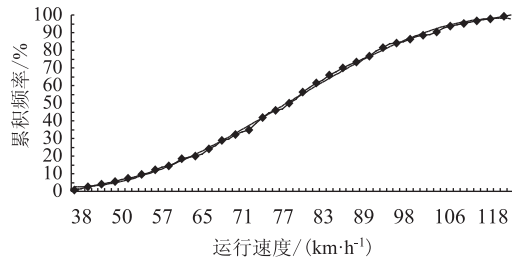
1.1 试验设计

为研究高海拔地区长直线路段汽车运行特征,在高海拔地区长直线路段进行运行速度采集试验。采用 Bushnell 手持式雷达测速仪采集青海省国道214试验路段3 000~3 500 m,3 500~4 000 m,4 000~4 500 m,4 500~5 000 m,这4个不同海拔直线路段汽车运行速度,4个长直线路段的地理环境较为单调,地势空旷,有利于运行速度的采集。运行速度的采集采用 Bushnell 手持式雷达测速仪,测速单位:KPH (km/h);测速精度:±2 KPH (km/h);测速范围:车类:16~322 km/h,设备参数满足试验要求。运行速度采集位置为国道214试验路段3 000~3 500 m,3 500~4 000 m,4 000~4 500 m,4 500~5 000 m,这4个不同海拔直线路段起点1 000 m 附近,保证采集的运行速度反映长直线路段速度特征。

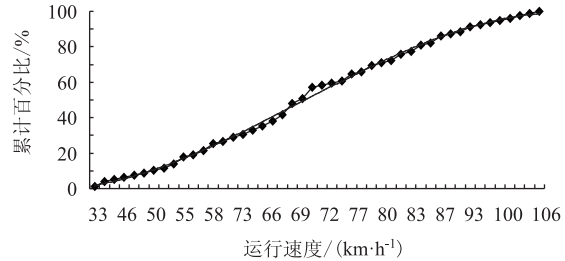
试验人员实时记录雷达测速仪的测量数据,作为计算运行速度 V_{85} 的基础数据。

1.2 不同海拔运行速度 V_{85} 计算

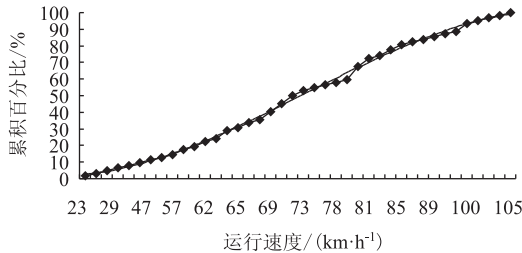
利用 SPSS 统计软件对不同海拔直线段运行速度进行计算^[15-18],绘制不同海拔区间直线路段运行速度累积频率曲线,从而得到不同海拔区间直线路段运行速度 V_{85} 。



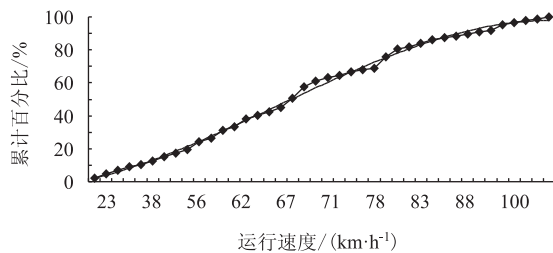
(a) 海拔3 000~3 500 m



(b) 海拔3 500~4 000 m



(c) 海拔4 000~4 500 m



(d) 海拔4 500~5 000 m

图1 直线路段运行速度累计频率曲线

Fig.1 Cumulative frequency curve of operating speed in straight section

2 高海拔地区长直路段汽车运行速度分析

高海拔地区长直路段交通量较小,汽车运行速度较快。由图2可看出,不同海拔运行速度变化趋势规律总体呈现出随着海拔升高运行速度 V_{85} 逐渐减小,高海拔地区寒冷缺氧环境对汽车动力系统也存在影响,在缺氧环境中,汽车燃料燃烧不充分,对汽车的动力性能产生一定的影响,随着海拔的升高空气含氧量逐渐降低,汽车动力性能受影响程度逐渐增大,汽车运行速度随着汽车动力性能的降低

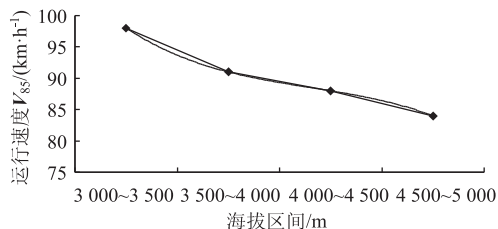


图2 不同海拔区间运行速度变化图

Fig.2 Vehicle operating speed curve within different altitude intervals

将采集的海拔3 000~3 500 m, 3 500~4 000 m, 4 000~4 500 m和4 500~5 000 m直线路段小汽车速度样本利用 SPSS 处理,得到运行速度累积频率曲线如图1所示,由运行速度累积频率曲线可看出海拔3 000~3 500 m, 3 500~4 000 m, 4 000~4 500 m和4 500~5 000 m直线路段小汽车运行速度 V_{85} 为98, 91, 88 km/h和84 km/h。

而略有减小。汽车运行速度 V_{85} 与海拔高度 H 的关系模型如式(1)所示,相关分析及回归模型参数如表1和表2所示。

$$V_{85} = -7 \times 10^{-9} H^3 + 8 \times 10^{-5} H^2 - 0.309 3H + 504. \quad (1)$$

表1 运行速度 V_{85} 与海拔高度相关性分析表

Tab.1 Analysis of correlation between operating speed

V_{85} and altitude

变量	V_{85}	H
V_{85}	Pearson 相关性	1
	显著性 (双侧 t 检验)	—
H	Pearson 相关性	-0.862
	显著性 (双侧 t 检验)	0.009

表2 回归模型参数

Tab.2 Regression model parameters

方程	模型参数				
	R	系数1	系数2	系数3	常数
三次	-0.862	-7×10^{-9}	8×10^{-5}	-0.309 3	504

3 高海拔地区长直线路段限速值

国外大多采用运行速度 V_{85} 作为限速值, 85% 位限速值也符合国外法律宗旨。国外研究发现采用运行速度 V_{85} 作为限速值, 可保障道路交通安全, 满足驾驶员对行程时间的心理期望。故本研究借鉴国外研究成果, 针对高海拔地区长直线路段进行实测, 不同海拔路段自由流条件下的地点汽车运行速度, 利用 SPSS 等软件进一步分析和计算地点速度累积频率的 85% 分位速度, 采用 85% 分位速度作为高海拔地区长直线路段及大半径路段的限速值。

通过以上分析, 海拔 3 000 ~ 3 500 m, 3 500 ~ 4 000 m, 4 000 ~ 4 500 m 和 4 500 ~ 5 000 m 直线路段小汽车运行速度 V_{85} 为 98, 91, 88 km/h 和 84 km/h, 为保障不同海拔区间长直线路段交通安全, 减少因超速引发的交通事故, 取高海拔长直线路段限速值为 84 km/h, 取整为 80 km/h。

4 结论

采用雷达测速枪采集高海拔地区不同海拔区间长直线路段汽车运行速度样本, 利用 SPSS 计算得到不同海拔长直线路段运行速度 V_{85} , 运行速度 V_{85} 随着海拔的升高而逐渐降低, 基于运行速度提出了高海拔地区长直线路段限速值 80 km/h, 以期减少因超速行驶导致的交通事故。由于设计资料及恶劣自然条件的限制, 海拔区间间隔较大, 后续研究将细化海拔区间研究不同海拔的运行速度变化规律。

参考文献:

References:

- [1] 毛科俊. 道路环境单调性对驾驶疲劳的影响机理及对策研究 [D]. 北京: 北京工业大学, 2011.
MAO Ke-jun. Research on Mechanism and Countermeasure of Driving Fatigue: Effects of Road Environment Monotony [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2011.
- [2] 田林, 许金良, 贾兴利. 基于驾驶员心率的高海拔地区平曲线半径及车速研究 [J]. 南京理工大学学报, 2015, 39 (4): 506 - 510.
TIAN Lin, XU Jin-liang, JIA Xing-li. Horizontal Curve Radius and Vehicle Speed in High-altitude Area Based on Driver's Heart Rate [J]. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2015, 39 (4): 506 - 510.
- [3] STUSTER J, COFFMAN Z. Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Management, FHWA-RD-98-

- 154 [R]. Washington, D. C.: Federal Highway Administration, 1998.
- [4] LAVE C, ELIAS P. Did the 65 mph Speed Limit Save Lives? [J]. Accident Analysis and Prevention, 1994, 26 (1): 49 - 62.
- [5] FITZPATRICK K, BLASCHKE J D, SHAMBURGER C B, et al. Compatibility of Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed, 1465 - 2F [R]. College Station: Texas Transportation Institute, 1995.
- [6] JOKCSH H C. The Relation between Motor Vehicle Accident Deaths and Economic Activity [J]. Accident Analysis and Prevention, 1984, 16 (3): 207 - 210.
- [7] 杨少伟. 可能速度与公路设计方法研究 [D]. 西安: 长安大学, 2004.
YANG Shao-wei. Research of Possible Velocity and Highway Alignment Design Method [D]. Xi'an: Chang'an University, 2004.
- [8] 唐敏文. 高速公路速度限制标准与方法研究 [D]. 长沙: 湖南大学, 2008.
TANG Min-wen. Research on the Standards and Methods for Freeway Speed Limitation [D]. Changsha: Hunan University, 2008.
- [9] 李长城, 张高强, 刘兴旺. 南友高速公路限速方法研究 [J]. 公路, 2009 (10): 141 - 146.
LI Chang-cheng, ZHANG Gao-qiang, LIU Xing-wang. A Study on Speed Limits Setting for Nanning - Youyiguan Expressway [J]. Highway, 2009 (10): 141 - 146.
- [10] 唐铮铮. 限速、车速与安全 [J]. 公路交通科技, 2005, 22 (3): 97 - 100.
TANG Cheng-cheng. Speed Limit and Safety [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2005, 22 (3): 97 - 100.
- [11] 李娟, 姬为宇, 蔡加发. 高速公路分段限速值研究 [J]. 公路交通技术, 2007, 22 (3): 117 - 119.
LI Juan, JI Wei-yu, CAI Jia-fa. Study on Speed Limiting Value on Sections of Expressways [J]. Technology of Highway and Transport, 2007, 22 (3): 117 - 119.
- [12] 罗良鑫, 李相勇, 段力. 基于信息处理的道路限速设置探讨 [J]. 人类工效学, 2004, 10 (4): 42 - 44.
LUO Liang-xin, LI Xiang-yong, DUAN Li. Discussion on Set of Road Speed Limit Based on Information Processing [J]. Ergonomics, 2004, 10 (4): 42 - 44.
- [13] 孙静怡, 沈俊江, 刘拥华, 等. 城市快速路可变限速策略 [J]. 公路交通科技, 2012, 29 (11): 98 - 103.
SUN Jing-yi, SHEN Jun-jiang, LIU Yong-hua, et al. Variable Speed Limits Strategy of Urban Expressway [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2012, 29 (11): 98 - 103.

- [14] 夏荣霞, 吴德华, 何杰, 等. 平曲线处大型客车最大安全运行速度计算模型研究 [J]. 公路交通科技, 2016, 33 (1): 140 - 146.
- XIA Rong-xia, WU De-hua, HE Jie, et al. Research on Calculation Model of Maximum Safe Driving Speed of Coach at Highway Horizontal Curve [J]. Journal of Highway and Transportation Research and Development, 2016, 33 (1): 140 - 146.
- [15] 刘先勇, 袁长迎, 段保福, 等. SPSS10.0 统计分析软件与应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2001: 258 - 259.
- LIU Xian-yong, YUAN Chang-ying, DUAN Bao-fu, et al. SPSS10.0 Statistical Analysis Software and Application [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2001: 258 - 259.
- [16] 何晓群, 何文卿. 应用回归分析 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2001.
- HE Xiao-qun, HE Wen-qing. Applied Regression Analysis [M]. Beijing: China Renmin University Press, 2001.
- [17] 彭艳斌, 艾解清. 基于相关向量机的协商决策模型 [J]. 南京理工大学学报, 2012, 36 (4): 600 - 605.
- PENG Yan-bin, AI Jie-qing. Relevance Vector Machine Based Negotiation Decision Model [J]. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2012, 36 (4): 600 - 605.
- [18] 杨赛, 赵春霞. 基于空间概率乘积核函数的图像分类算法 [J]. 南京理工大学学报, 2014, 38 (3): 325 - 331.
- YANG Sai, ZHAO Chun-xia. Image Classification Algorithm Based on Spatial Probability Product Kernel [J]. Journal of Nanjing University of Science and Technology, 2014, 38 (3): 325 - 331.

(上接第93页)

- [14] SUKUMAR N, PREVOST J H. Modeling Quasi-static Crack Growth with the Extended Finite Element Method. Part I: Computer Implementation [J]. International Journal of Solids & Structures, 2003, 40 (26): 7513 - 7537.
- [15] 李录贤, 王铁军. 扩展有限元法 (XFEM) 及其应用 [J]. 力学进展, 2005, 35 (1): 5 - 10.
- LI Lu-xian, WANG Tie-jun. The Extended Finite Element Method and Its Applications: A Review [J]. Advances in Mechanics, 2005, 35 (1): 5 - 10.
- [16] 李立寒, 曹林涛, 罗芳艳, 等. 沥青混合料劈裂抗拉强度影响因素的研究 [J]. 建筑材料学报, 2004, 7 (1): 41 - 45.
- LI Li-han, CAO Lin-tao, LUO Fang-yan, et al. Research on the Factors Affecting on the Split Tension Strength of Asphalt Mixes [J]. Journal of Building Materials, 2004, 7 (1): 41 - 45.
- [17] 金光来, 黄晓明, 梁彦龙. 两种不同模式下的沥青混合料断裂过程研究 [J]. 湖南大学学报: 自然科学版, 2014, 41 (6): 120 - 124.
- JIN Guang-lai, HUANG Xiao-ming, LIANG Yan-long. A Numerical Analysis of the Fracture Behavior of Asphalt Concrete under Two Different Modes [J]. Journal of Hunan University: Natural Science Edition, 2014, 41 (6): 120 - 124.
- [18] 张晓东. 基于扩展有限元法及虚拟裂缝模型的混凝土断裂过程区分析 [J]. 计算机辅助工程, 2016, 25 (1): 62 - 65.
- ZHANG Xiao-dong. Analysis on Concrete Fracture Process Zone Based on Extended Finite Element Method and Fictitious Crack Model [J]. Computer Aided Engineering, 2016, 25 (1): 62 - 65.