

文章编号: 1002-0268(2003) 01-0155-04

驾驶行为对车辆燃料消耗和污染物排放的影响研究综述

李世武¹, 蒋彬², 初秀民¹, 王云鹏¹, 许洪国¹, 隗海林¹

(1 吉林大学交通学院, 吉林 长春 130025; 2 长春工程学院, 吉林 长春 130011)

摘要: 驾驶行为对车辆燃料消耗量和污染物排放具有重要的影响。本文在收集国内外大量研究文献的基础上, 定义驾驶行为的概念, 系统地综述驾驶行为对车辆燃料消耗量和污染物排放的影响及节油辅助驾驶的国内外研究进展, 并提出进一步开展该项研究的建议。

关键词: 汽车燃料消耗; 汽车污染物排放; 驾驶行为; 辅助驾驶

中图分类号: U471.23

文献标识码: A

A Review of Driving Behavior Influence on Fuel Consumption and Exhaust Emission of Vehicle

LI Shi-wu¹, JIANG Bin², CHU Xiu-min¹, WANG Yun-peng¹, XU Hong-guo¹, KUI Hai-lin¹

(1. Traffic and Transportation College, Jilin University, Jilin Changchun 130025, China;

2 Changchun Institute of Technology, Jilin Changchun 130011, China)

Abstract: Driving behavior have important effect on fuel consumption and exhaust emission. This paper defines driving behavior concept, based on the various research literatures, and systematically introduces the state of research on driving behavior and driving support. Furthermore, The paper brings forth the suggests for further study.

Key words: Fuel consumption; Exhaust emission; Driving behavior; Driver support

0 前言

汽车做为一种便捷的现代化交通工具, 给人们的生活带来了极大便利, 但同时也给人类所面临的能源问题和环境问题带来了严重的威胁。人类正面临着能源危机, 只有尽可能地节约能源, 才能延缓石油枯竭的时间, 以完成新能源的替代工作。同时, 汽车的迅猛发展也带来了严重的环境问题。据不完全统计, 城市70%以上的大气污染物来源于汽车。1998年北京三环路内测表明, 车辆排放的3种污染物CO、HC和NO_x已分别占大气中总污染的74.8%、39%和46.2%。汽车是人类文明发展的标志之一, 人们没有理由因为能源问题和环境问题而废弃汽车, 这就要求必须采取一定的措施, 最大限度降低汽车燃料消耗和污染物排放。

因此, 从不同角度研究车辆污染物排放的影响因素和寻求交通环境治理的途径、方法已成为交通运输工程学科领域的重要研究内容。

当前, 世界各国都在致力于汽车节能降耗的开发与研究, 其工作主要从以下3个角度进行: ①从汽车单车的角度出发, 采用汽车新技术达到节能和环保的目的, 包括采用新能源汽车、电动汽车、汽车的电喷、尾气净化、汽车巡航等技术, 选用先进的汽车材料、先进的汽车设计方法来降低汽车的滚动阻力、空气阻力和提高传动系效率等。一般来说, 采用汽车新技术可使汽车燃料消耗大幅度降低, 但开发汽车新技术所需的周期较长, 并且需要大量的资金。②从道路和交通管理的角度出发, 包括修建新的交通设施, 如高等级公路、汽车专用道路等。通过交通控制使车辆顺畅运行, 也可以在一定

程度上达到节能和环保的目的。③从驾驶员的角度出发,驾驶员是汽车操纵的主体,不同的驾驶员有着不同的驾驶行为、驾驶习惯,如对转向盘、离合器、换档杆、加速踏板的控制,好的驾驶行为会降低汽车的燃料消耗和污染物排放。据有关专家预测,驾驶员采用合理的驾驶行为进行操作,可使汽车燃料消耗降低 15% 左右^[1,2],同时可使污染物排放大幅度减少。

随着我国进入 WTO,国内私人汽车保有量日渐增大,私人汽车驾驶员大部分为非专业驾驶员,其驾驶行为是否合理将对汽车节能和环保产生较大的影响,因此研究驾驶员的驾驶行为对汽车燃料消耗、污染物排放的影响规律,并寻求驾驶行为的控制策略,开发辅助驾驶系统对于汽车的节能降排具有重要的现实意义。此外,研究驾驶行为对于其他研究,如交通微观模拟、道路环境评价、驾驶员培训等同样具有重要的意义。本文主要针对国内外关于驾驶行为对车辆燃料消耗和污染物排放的影响研究进行综述。

1 驾驶行为

汽车驾驶行为并不是一种简单、重复的体力劳动,而是一门涉及学科较多,综合性、系统性较强,脑力与体力相互协调的操作技术。汽车驾驶操作的过程是驾驶员不断收集和处理各种道路交通环境信息,及时调整人-车-道路交通环境的过程,即根据其所驾驶车辆所处道路交通环境条件及其变化的趋势,经过分析判断对车辆进行正确的驾驶操作,使之不断适应所处道路交通环境的条件,也是汽车驾驶员、车辆、交通环境条件之间不断调节的动态过程^[3]。驾驶员的驾驶行为可参见图 1 所示。

驾驶行为可分为操作层和决策层,驾驶操作主要是指驾驶员动作,如换档、加速踏板、离合器等的操作。而驾驶决策主要是指驾驶员根据交通环境和车辆状况选择适当的驾驶工况,即确定汽车等速、加速、减速、怠速、停车等驾驶工况。

2 驾驶操作对汽车燃料消耗的影响

2.1 驾驶操作对汽车运行燃料消耗的影响

据研究人员^[3]对我国 10 省区 13 个专业运输汽车运行的调查分析表明:各专业运输企业汽车驾驶员之间的百公里燃料消耗差值为 2.34~ 6.81L/100km,燃料消耗水平相差 7.46%~ 22.35%;汽车运行百公里燃料消耗最低的为 19.5~ 20.73L/100km,最高的为 44.74~ 46.22L/100km。上述数据,充分说明汽车驾驶员操作技术对汽车运行燃料消耗有着重要的影响。

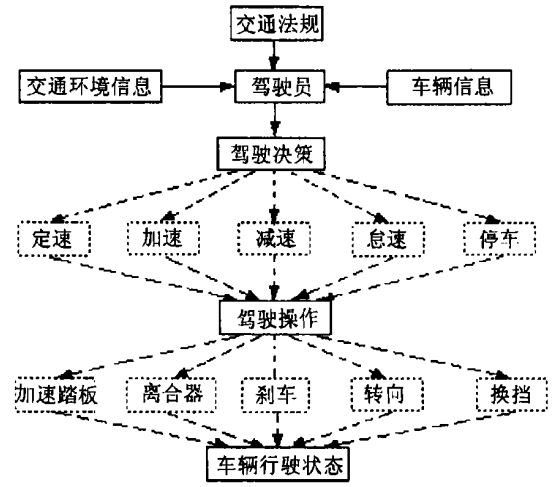


图 1 驾驶行为框图

20 世纪 90 年代初交通部《汽车驾驶节油操作技术的试验研究》课题组对此进行了深入研究,根据汽车驾驶节油技术的试验研究,各地汽车驾驶员的节油驾驶经验和有关汽车驾驶的技术规范,提出了汽车驾驶节油的操作模式,并对发动机起动、汽车起步加速、换档操作、车速控制、离合器运用、节气门控制、水温控制、安全滑行等汽车驾驶过程中加速踏板、换档、离合器操作的动作、时机进行了定性或定量描述。该项研究所确定的驾驶节油技术在许多地区的交通系统进行了试验,从试验结果来看:汽车驾驶操作技术较好的驾驶员,按照汽车驾驶节油要点可节油 2%~ 4%;汽车驾驶技术一般的驾驶员,按照汽车驾驶节油要点可节油 4%~ 7%;汽车驾驶技术较差的驾驶员,按照汽车驾驶节油要点可节油 7%~ 12%。国外的许多学者也对汽车驾驶节油技术进行了大量的研究,Evans(1979)研究了在城市交通条件下驾驶行为对汽车燃料消耗的影响规律,指出避免汽车频繁加速、使车速平稳、避免停车,驾驶员可在不增加旅途时间的前提下节油 14%^[4]。Hooker(1988)详细地分析了驾驶行为与汽车油耗的关系,揭示与汽车换档、速度选择、加速、减速有关的驾驶操作是影响汽车油耗的主要因素,提出了汽车节油驾驶操作建议^[5]。总之,研究和推广汽车节油驾驶操作是非常必要的,汽车驾驶操作技术具有相当大的节油潜力。

2.2 汽车节油辅助驾驶装置

使驾驶员达到理想驾驶动作的方法很多,其中最有效的方法是提供给驾驶员驾驶动作反馈信息。Seliman(1978)曾对人们心理现象调查发现:当人进行动作时,如果能给一个及时反馈的信息,将有助于提高人对动作的控制。而且,反馈信息不但有助于人们达到理想的动作,同时还有助于长时间保持这种动作状态。

人们开发了许多辅助驾驶装置,向驾驶员提供必要驾驶反馈信息。如在1973~1974年的石油危机后,歧管真空表、加仑/公里燃油表、巡航控制等汽车节油辅助驾驶装置得到应用。然而,Barth(1981)在研究后发现这些装置对人们的驾驶行为改变很小,主要是由于这些装置有时不能向驾驶员提供准确的信息,也没有考虑汽车当前所处的空间位置和汽车状况,许多改变驾驶行为的时机被错过了。此外,在城市交通中,驾驶员为了防止分散精力,往往忽略使用这些节油辅助驾驶装置。但是,在城市交通环境中汽车的油耗是最多的。为此,van der Voort(1997)在总结现存的汽车节油辅助驾驶装置不足的基础上,提出了新一代汽车节油辅助驾驶装置的特征:

- 能向驾驶员提供清晰、准确、不自相矛盾的信息;
- 充分考虑汽车所处的交通背景;
- 不要影响驾驶员实际的驾驶任务;
- 可在城市和非城市交通环境中工作。

同时开发出新型汽车节油辅助驾驶装置,该装置并不是一个闭环控制系统,只是一个纯粹的驾驶指导器,驾驶员可以自主确定是否接收驾驶建议。该装置包括3部分:传感器、数据处理模块、人-机交互接口。其中,传感器主要检测车速、发动机转速、离合器的接合、档位、加速踏板位置、制动力、转向角、行车路线。数据处理模块功能模型如图2所示。

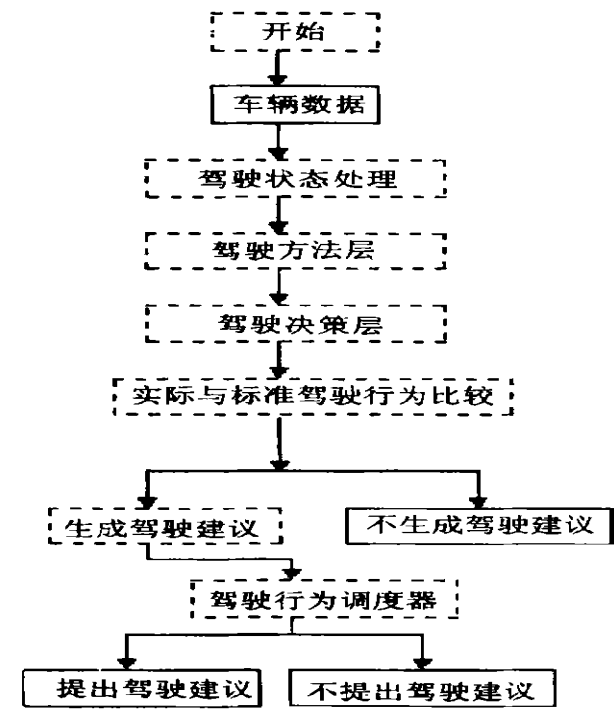


图2 总体模型流程

在模型中将一定交通背景中理想的驾驶行为的范围称为状态。通过将实际的驾驶行为与理想的驾驶行为进行比较,即可确定实际驾驶行为是否符合理想的驾驶行为,并生成驾驶建议,通过人机交互接口提供给驾驶员。驾驶行为调度器决定是否或何时提供驾驶建议。驾驶行为调度器包括安全检查,它将安全驾驶放在首要地位,如果驾驶建议导致行车危险将被取消。驾驶方法层以最近的驾驶行为数据为基础,驾驶决策层则使用较长时间内的驾驶行为数据。人机交互接口为6英寸(1英寸=2.54cm)的LED屏幕。在荷兰TNO人类工效学研究所汽车模拟驾驶器上,利用该辅助驾驶装置进行了燃料消耗试验,模拟的交通环境为城市交通。实验表明,采用该装置可节油14%以上。van der Voort在文献[2]中同时也指出该装置数据处理模块中的模型以及算法还有待进一步完善和拓广。

3 驾驶决策对燃料消耗和排放的影响

3.1 驾驶工况的影响因素

驾驶员的驾驶决策是指对驾驶工况的选择。许多因素都影响着驾驶工况,如道路类型、车道数量、交通条件、车型、驾驶员性别、交通法规等。但目前关于驾驶工况影响因素的知识极为有限,因此研究这些因素对驾驶工况的影响得到广泛的关注。Kenworthy等人(1986)研究发现驾驶工况与城市布局、地区环境、行车时间有关。Andre(1998)在研究中按照汽车专用公路、高速公路、城市道路等来划分驾驶工况,并调查了城市各种道路驾驶工况的差别。驾驶工况通常由车速来描述,这具有一定的局限性。Gurnslerdu(1993)对此进行了详细的分析,提出不同的驾驶工况应该用不同的参数。Weijer(1997)最早提出了描述驾驶工况的各种参数。Eva Ericsson在文献[2]中详尽地列出了影响驾驶工况的因素,参考图3。并根据实际城市交通中驾驶工况数据,制定了26个参数,参考表1,用来描述驾驶工况,准确地分析了道路环境、驾驶员、交通条件对驾驶工况的影响。到目前为止,各种因素对于驾驶工况影响研究大多为定性研究^[6,7]。

3.2 驾驶工况对于汽车燃料消耗和排放的影响

驾驶工况如车速、加速度的变化等影响着汽车的燃料消耗和污染物排放,影响着汽车运行经济性和环境保护。国内外许多学者在此领域进行了广泛的研究。潘玉利等选用5种国产汽车进行野外实车油耗试验。试验中考虑了汽车类型、载重、车速、道路等因素的影响。在理论指导下进行试验标定,建立了理论-试验油耗模型,得出油耗与车速的关系。对于平整路段,

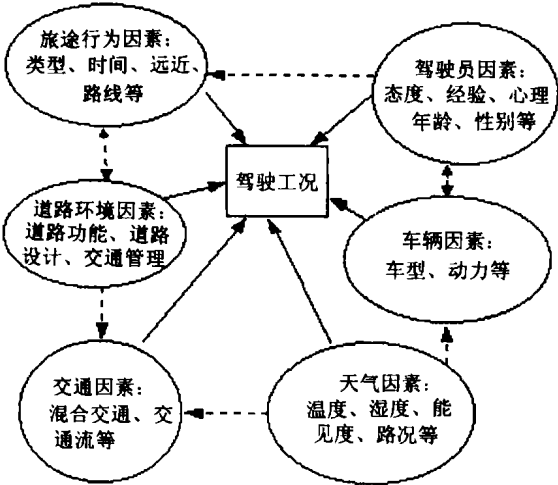


图 3 驾驶工况影响因素

最佳经济速度为 42km/h(轻型载货汽车)、30km/h(中型载货汽车)、28km/h(重型载货汽车)、40km/h(公共汽车) 和90km/h(小汽车) [8]。赵慧等建立了一套用于气体排放测量的数据采集系统。利用这套系统可以直接、连续地测量道路行驶中气体排放的浓度。在实际的道路试验中测量了发动机转速、油耗、汽车的档位, 从测量数据中计算出汽车尾气排放的排放因子(g/km), 得到废气排放量与车速、加速度、负载、档位的关系[9]。Eva Ericsson 等使用 5 台不同型号的汽车, 进行了18 945km 的实车驾驶试验。每台汽车配有 GPS 在内的数据采集系统, 并借助 GIS 系统将车辆行驶过程中地理信息如车辆当前的位置、道路、交通状况等记录下来。一共采集了19 230种驾驶工况。运用层次分析法从 62 个驾驶工况参数中确立了 16 个独立的参数描述驾驶工况。最后, 利用回归分析发现加速、停车、车速变化、换挡时机不当、发动机转速大于3 500rpm 等因素会增加汽车的燃料消耗和污染物排放。而车速在 50 ~ 70km/h 以及发动机中速运转, 选用 2~ 3 档时, 会有利于降低汽车的燃料消耗和污染物排放[7]。

描述驾驶工况的参数 表 1

标准量参数	变动量参数	分布量参数
平均车速和车速标准差	> 2~ 10km/h 最大和最小值的频率	不同车速间隔百分比
平均加速度和加速度标准差	加速度平方积: $1/(\int a^2 dt)$ 积分的倒数	不同加速度间隔百分比
平均减速度和减速度标准差	相对正加速度: $\frac{1}{x} \cdot \int va^+ dt$	不同减速度间隔百分比

4 结语

驾驶行为对车辆的燃料消耗和污染物排放有着重要的影响, 笔者认为在进一步开展该领域研究时应注意以下几点:

- 1) 在人-车-路系统中任何一个要素都会对驾驶行为构成影响, 并将间接地影响到车辆的燃料消耗和污染物排放。因此, 应从系统工程的观念出发研究驾驶行为。
- 2) 应结合我国的道路、交通法规、驾驶员、车辆等实际状况开展该项研究, 不能照搬国外的研究成果。
- 3) 可以采用台架试验与道路运行试验相结合的方式开展研究。
- 4) 采用虚拟现实技术模拟交通环境, 利用底盘测功机模拟汽车运行的各种阻力, 进而可实现虚拟交通环境下车辆运行的室内台架模拟。
- 5) 采用先进的建模理论与方法, 如人工智能、神经网络等, 建立驾驶行为与汽车燃料消耗和污染物排放的关系模型, 进而开发节能降排辅助驾驶装置。

参考文献:

[1] Eva Ericsson. Independent Driving Pattern Factors and Their Influence on Fuel-use and Exhaust Emission Factors[J]. Transportation Research, 2001, D6: 325- 345.

[2] Mascha Van der Voort, Mark S Dougherty. A Prototype Fuel-efficiency Supp. Ont Tool[J]. Transportation Research, 2001, C9: 279- 296.

[3] 黎铁良, 孟昭福. 汽车驾驶与安全[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.

[4] Evans L. Driver Behaviour Effects on Fuel Consumption in Urban Driving [J]. Human Factors, 1997, 21(4): 389- 398.

[5] Eva Ericsson. Variability in Urban Driving Pattern[J]. Transportation Research, 2000, D5: 337- 354.

[6] Hooker J N. Optimal Driving for Single-vehicle Fuel Economy[J]. Transportation Research, 1998, A 22(3): 183- 201.

[7] M Andre, U Hammarstrom. Driving Speed in Europe for Pollutant Emissions Estimation[J]. Transportation Research, 2001, D5: 321- 335.

[8] 潘玉利. 路面管理系统原理[J]. 北京: 人民交通出版社, 1998-06.

[9] 赵慧, 张镇顺, 等. 实际道路行驶中汽车排放特性的研究[J]. 燃烧科学与技术, 1999(5): 100- 107.