

高等学校教材(试用)

汽车行驶 基本原理 与性能

(公路、桥梁及交通工程专业用)

晏克非 主编



人民交通出版社

U461
Y08

437844

高等学校教材(试用)

Qiche Xingshi Jiben Yuanli yu Xingneng

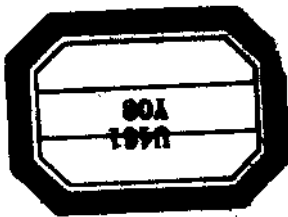
汽车行驶基本原理与性能

(公路、桥梁及交通工程专业用)

Yan
晏克非 主编



00437844



5

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车行驶基本原理与性能/晏克非主编. —
北京:人民交通出版社,1997

高等学校教材 试用

ISBN 7-114-02486-X

I. 汽… II. 晏… III. ①汽车-运行-原理-高等学校-教材 ②汽车-性能-高等学校-教材
IV. U461

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 17691
号

高等学校教材(试用)

汽车行驶基本原理与性能
(公路、桥梁及交通工程专业用)

晏克非 主编

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京市牛山世兴印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:10 字数:238 千

1997 年 6 月 第 1 版

1997 年 6 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—5000 册 定价:9.80 元

ISBN 7-114-02486-X

U·01746

前 言

本书是根据高等学校公路、桥梁与交通工程专业教材编审委员会第三届第一次扩大会议通过的“交通工程专业参考性教学方案”和 1987~1992 年教材编写计划编写的。本教材的教学大纲(草案)经过二轮修定与补充,广泛征求了相关院校的意见。教学大纲是按 32 学时安排的(不包括实践性环节)。使用本教材时,可根据教学时数和具体要求不同,对教学内容进行取舍。

我国的汽车道路交通面临着崭新的发展形势。国家颁布的《汽车工业产业政策》(国务院[1994]17 号文)以法的形式明确了汽车工业作为国民经济支柱产业的重要地位。国家把交通运输作为战略重点,将以更大的规模和更快的速度发展道路事业。国家级的公路干线网(高速公路和高等级公路)、城市干道网络系统(高架道路、快速干路、环路与立体交叉)等交通设施建设方举未艾,为汽车道路交通发展奠定了基础。

本书内容吸取了国内外的经验与成果,结合汽车学和交通学两类学科的基本理论、基本知识和基本方法,试图从交通工程的角度阐述汽车的构造原理和行驶过程。全书共分九章。其中第三章由西安公路交通大学刘希柏编写;第五、六章与第三章第一节由同济大学陶君梅编写;第七、八章由同济大学周嗣鹤编写;第九章第二~六节由公安交通大学刘浩学编写;第一、二、四章由同济大学晏克非编写。全书由晏克非主编,吉林工业大学王志新、宋景禄主审。经高等学校公路、桥梁与交通工程专业教材编审委员会审查,同意作为高等学校试用教材出版发行。

在编写过程中,参阅了大量国内外文献资料,未能全部列出,在此向原作者致谢。

限于编者水平,错误与不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
1996 年 4 月

目 录

| | |
|---------------------------------------|------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 我国汽车道路交通发展概况 | (1) |
| 一、我国汽车与汽车工业的发展概述..... | (1) |
| 二、我国汽车道路交通发展面临的主要问题..... | (2) |
| 三、我国汽车道路交通发展前景..... | (2) |
| 第二节 本课程的性质、内容与特点 | (4) |
| 一、本课程的性质..... | (4) |
| 二、本课程内容安排..... | (4) |
| 三、本课程的特点..... | (4) |
| 第三节 本课程的重要性 | (5) |
| 第二章 汽车行驶过程的系统简析 | (6) |
| 第一节 “人—车—路”系统的构成要素及其特征 | (6) |
| 一、“人—车—路”系统的组成..... | (6) |
| 二、“人—车—路”系统的综合特征..... | (7) |
| 第二节 “人—车—路”系统中驾驶员的交通特性分析 | (8) |
| 一、驾驶员感觉特性..... | (8) |
| 二、驾驶员的反应操作特性..... | (10) |
| 三、驾驶员的心理特性..... | (11) |
| 四、驾驶员的生理特性..... | (11) |
| 五、关于驾驶适性..... | (13) |
| 第三节 汽车的结构与交通功能特性 | (15) |
| 一、汽车分类参数..... | (16) |
| 二、汽车的总体结构与居住性功能改善..... | (16) |
| 三、汽车行驶特性..... | (19) |
| 第四节 道路交通环境概述 | (20) |
| 一、道路特性..... | (20) |
| 二、其它交通环境特征..... | (21) |
| 第三章 汽车主要组成系统及其功能 | (22) |
| 第一节 汽车的总体构造 | (22) |
| 一、汽车总体结构..... | (22) |
| 二、汽车的类型..... | (23) |
| 三、我国汽车产品的编号规则..... | (24) |
| 第二节 汽车传动系统 | (26) |
| 一、汽车传动系统的组成与功用..... | (26) |
| 二、离合器..... | (26) |
| 三、变速器..... | (28) |
| 四、万向传动装置..... | (31) |

| | |
|--------------------------|-------------|
| 五、驱动桥 | (32) |
| 第三节 汽车行驶系统 | (35) |
| 一、车架 | (35) |
| 二、车桥 | (35) |
| 三、车轮与轮胎 | (38) |
| 四、悬架 | (38) |
| 第四节 汽车转向系统 | (42) |
| 一、汽车转向系统的组成及功用 | (42) |
| 二、转向器 | (43) |
| 三、转向传动机构 | (43) |
| 第五节 汽车制动系统 | (46) |
| 一、汽车制动系的作用与组成 | (46) |
| 二、行车制动装置 | (46) |
| 三、停车制动装置 | (48) |
| 四、辅助制动装置 | (49) |
| 第六节 汽车电气系统 | (49) |
| 一、汽车电气系统的组成及特点 | (49) |
| 二、电源装置 | (50) |
| 三、起动装置 | (51) |
| 四、点火装置 | (52) |
| 五、照明与信号装置 | (52) |
| 六、辅助电气设备 | (53) |
| 第四章 汽车行驶力学分析和动力性能 | (55) |
| 第一节 汽车驱动力 | (55) |
| 一、发动机的转速特性 | (56) |
| 二、传动效率 | (57) |
| 三、车轮工作半径 | (57) |
| 四、传动系传动比 | (57) |
| 第二节 汽车行驶阻力 | (57) |
| 一、滚动阻力 | (57) |
| 二、空气阻力 | (60) |
| 三、坡道阻力 | (61) |
| 四、惯性阻力 | (61) |
| 第三节 汽车行驶驱动附着条件 | (62) |
| 第四节 汽车的动力特性分析 | (63) |
| 一、汽车动力因数 | (63) |
| 二、汽车动力特性曲线 | (63) |
| 第五节 汽车行驶速度和加速性能 | (66) |
| 一、汽车行驶速度 | (66) |
| 二、汽车加速性能 | (67) |

| | |
|-----------------------------|-------|
| 第六节 汽车爬坡性能和滑行性能 | (69) |
| 一、汽车爬坡性能 | (69) |
| 二、汽车滑行性能 | (70) |
| 第五章 汽车的操纵性能 | (71) |
| 第一节 汽车操纵稳定性和轻便性 | (71) |
| 一、概述 | (71) |
| 二、操纵稳定性和轻便性的评价参数及其含义 | (72) |
| 三、方向稳定性和位置稳定性 | (78) |
| 第二节 影响汽车操纵性能的因素 | (83) |
| 一、车身侧倾 | (83) |
| 二、转向轮的摆振 | (84) |
| 三、汽车转向沉重和单向跑偏 | (86) |
| 第六章 汽车的制动性能 | (87) |
| 第一节 汽车的制动过程与制动性能的评价指标 | (87) |
| 一、汽车的制动过程 | (87) |
| 二、制动性能的评价指标 | (88) |
| 第二节 制动力及其分配 | (88) |
| 一、制动力 | (88) |
| 二、制动力的分配 | (90) |
| 第三节 制动效能分析 | (94) |
| 一、制动减速度与减速率 | (95) |
| 二、制动时间与制动距离 | (95) |
| 三、制动效能的热稳定性 | (96) |
| 第四节 汽车制动的方向稳定性 | (97) |
| 一、汽车的制动跑偏 | (97) |
| 二、制动时后轮的侧滑 | (98) |
| 三、汽车制动方向稳定性的评价方法 | (101) |
| 第五节 影响汽车制动性能的因素 | (101) |
| 第七章 汽车燃料经济性 | (105) |
| 第一节 汽车运行燃料耗消评价指标 | (105) |
| 第二节 汽车运行燃料消耗量的计算 | (107) |
| 一、图解计算法 | (107) |
| 二、额定计算法 | (107) |
| 第三节 影响燃料消耗量的因素及改善措施 | (110) |
| 一、道路条件与荷载等使用因素 | (110) |
| 二、汽车结构因素 | (112) |
| 三、其它措施 | (116) |
| 第八章 汽车的通过性和平顺性 | (117) |
| 第一节 汽车的通过性 | (117) |
| 一、汽车通过性的几何参数 | (117) |

| | |
|----------------------------------|-------|
| 二、汽车通过性的评价指标 | (118) |
| 三、汽车的越障能力 | (118) |
| 第二节 影响汽车通过性的主要因素 | (122) |
| 一、汽车总体型式 | (122) |
| 二、汽车的最大单位驱动力 | (123) |
| 三、行驶速度 | (123) |
| 四、汽车轮胎 | (124) |
| 五、液力传动 | (126) |
| 六、差速器 | (127) |
| 七、悬架 | (127) |
| 八、拖带挂车 | (127) |
| 九、驾驶方法 | (128) |
| 第三节 汽车行驶平顺性 | (128) |
| 一、汽车行驶平顺性的评价指标 | (129) |
| 二、影响汽车行驶平顺性的因素 | (131) |
| 第九章 汽车驾驶基本操作和行驶性能检验 | (133) |
| 第一节 汽车驾驶基本操作 | (133) |
| 一、起动与起步 | (133) |
| 二、变速换档 | (134) |
| 三、转向 | (134) |
| 四、掉头 | (134) |
| 五、制动与停车 | (135) |
| 第二节 汽车动力性能检验方法 | (135) |
| 一、汽车动力性道路试验 | (135) |
| 二、汽车动力性室内试验 | (136) |
| 第三节 汽车制动安全性检验方法 | (137) |
| 一、道路检验方法 | (137) |
| 二、室内检验方法 | (139) |
| 第四节 操纵稳定性检验方法 | (140) |
| 一、操纵稳定性试验项目 | (140) |
| 二、汽车操纵稳定性总评价 | (142) |
| 第五节 燃料经济性试验方法 | (143) |
| 一、不控制的道路试验 | (143) |
| 二、控制的道路试验 | (143) |
| 三、道路循环试验 | (144) |
| 四、底盘测功机循环试验 | (145) |
| 第六节 其它性能检验概述 | (145) |
| 一、汽车平顺性试验方法 | (145) |
| 二、汽车通过性试验方法 | (146) |
| 参考文献 | (148) |

第一章 绪 论

1886年德国工程师本茨(1844~1929)发明了世界上第一辆装用汽油发动机的汽车。1908年美国机械学徒出身的福特(1863~1947)首先开创了第一条汽车生产的流水线,为世界汽车普及作出了历史性贡献。100多年来,随着社会经济的发展和科学技术进步,汽车品种越来越多,汽车性能日臻完善,汽车产量空前增长。汽车运输为主的道路交通已成为世界交通运输最重要的组成部分。对于交通工程相关专业的技术人员,了解我国汽车与汽车道路交通发展状况,学习掌握现代汽车行驶原理和性能,无疑对从事交通现代化事业具有重要意义。

第一节 我国汽车道路交通发展概况

一、我国汽车与汽车工业的发展概述

1901年袁世凯为慈禧购买了第一辆进口汽车,这是在我国国土上出现的第一辆汽车。在20世纪50年代前,我国没有自己的汽车制造业。据资料记载,1920年全国汽车总数为1329辆,至1950年全国有各类汽车5.7万辆。这与西方主要发达国家比较,我国汽车工业落后30~50年。

从50年代到70年代,我国长期处于传统计划经济模式下发展汽车工业,速度缓慢。到80年代初,全国机动车年产量只有20多万,1982年机动车总保有量为550万辆,其中民用汽车约215万辆。按每千人的汽车拥有量比较,我国的拥有量指标是相当落后的,见表1-1-1和表1-1-2。

各国1983年车辆拥有量概况

表1-1-1

| 国名(地区名) | 美国 | 法国 | 英国 | 前联邦德国 | 意大利 | 日本 | 前苏联 | 波兰 | 新加坡 | 巴西 |
|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----|-----|----|
| 辆数/千人 | 550 | 377 | 277 | 378 | 286 | 202 | 39 | 73 | 50 | 70 |

我国几个主要城市80年代初车辆拥有量

表1-1-2

| 城市名 | 上海 | 北京 | 天津 | 广州 | 西安 | 中国(平均) |
|-------|-----|----|-----|----|-----|------------|
| 辆数/千人 | 9.7 | 20 | 4.7 | 13 | 8.9 | 2.12(1982) |

1979年以来,在党的改革开放政策指引下,我国的汽车工业发展出现了一个新的历史时期。1985年国家作出了将轿车工业作为国民经济支柱产业发展的重大决策,改革开放促进了社会经济的迅猛发展和人民生活水平的大幅度提高。国家规划布局的一汽、二汽和上海等轿车工业基地生产量迅速提高。我国民用机动车拥有量已从80年代初的200多万辆,猛增到90年代初的700万辆,1993年,我国汽车生产总量达到128万辆。许多大城市的机动车年增长率超过10%~15%。1994年国家颁布《汽车工业产业政策》,提出了国家鼓励个人购买汽车,轿车产

量要满足进入家庭需要的政策。我国汽车工业今后 15 年的发展目标是：到 2010 年，全国将形成 600 万辆生产能力，其中轿车年底达 400 万辆；汽车工业产值将超过 4 000 亿元。年出口将达 40 万辆，创汇达 66 亿美元。近年来，我国汽车生产的“八大集团”在国民经济中地位不断上升，全国 500 家大企业中国汽车行业占 10%。人们的观念也在起变化，认为汽车是一种高效的生产工具，而不是单纯的消费品；汽车如同计算机扩大了人的大脑功能一样，将大大增强人们脚和腿的功能，扩大人们的活动空间。我国存在着一个巨大的潜在的购车市场。据最近的公安交通管理部门统计，全国已有 3 000 万人怀揣“驾驶证”，其中非职业驾驶员已占很大比例。随着政策法规的不断完善，预示着我国的汽车道路交通已进入一个大发展阶段。

二、我国汽车道路交通发展面临的主要问题

①汽车工业起点较低，且生产规模小，效益不高。如前所述，我国汽车千人拥有量是世界上最低的国家之一，这是长期以来汽车工业没有作为国民经济支柱产业发展的结果。综观世界各国汽车工业发展历程。现代汽车工业成功发展的基本规律是：经济批量、集中生产，专业协作，高技术、国际化。高质、低廉、大批量、国产化的汽车是未来道路交通的主体，然而我国当前的汽车生产除了一汽、二汽、上海、北京、天津、广州、重庆等地形成一定规模效益的基地，许多地方还存在着到处开花，投资分散，效益低下的情况。以 1991 年为例，我国汽车生产企业达 2 600 余家，其中汽车整车企业达 120 个，全年总产量只有 71 万辆，当年年底 5 万辆以上的企业仅 2 家，而同年美国通用汽车集团公司的年产量就达 700 万辆。

②我国道路交通设施落后，难以承担轿车迅猛发展的需要。其原因有：第一，我国道路总长只有 107 迈出 km(1993 年)，只占同期全世界道路总长 2 300 万 km 的 4.6%。我国人均道路面积只有 6.5 m²，而一些发达国家达到人均 20~40 m²；第二我国 70% 以上城市未形成完善的公路与城市道路网络，我国的道路网密度是 0.112 km/km²，只是美国的 1/6，全国的道路面积率仅 4%，而发达国家一般达到 20% 左右；第三，停车场建设的严重滞后。无论是大城市或重要交通枢纽，无论是车辆拥有的出行终端“自备车位”或是车辆使用过程的社会停车场(库)严重不足，规划落后、资金困难、法规不严、管理混乱，将对汽车道路交通发展产生抑制作用。

③交通事故严重是我国汽车道路交通发展的重大难题。汽车问世 100 余年，全世界已有 3000 余万人死于车祸。近年来每年死亡人数达 50 万人。与发达国家比较，我国每年由于交通事故而造成的经济损失超过 100 亿元，事故死亡的人数居世界首位，达 6 万人，占 14% 以上，万车与亿车公里死亡率比发达国家高出几倍乃至几十倍。究其原因，除了道路交通设施落后与交通组成复杂的原因外，还有一个重要因素就是驾驶员的文化素养与心理素质偏低。汽车原理与性能基本知识缺乏和现代交通意识薄弱。汽车既给人类创造了机动性，高效率 and 就业机会，也给人类带来悲剧，在关键时刻可以把人们抛进医院与地狱还可造成人类环境的污染和噪声影响。

因此，汽车生产、道路设施和交通事故是我国汽车道路交通发展上亟待解决好的三个问题。

三、我国汽车道路交通发展前景

综观世界各国汽车化的发展道路，汽车化进程与人均国民生产总值(GNP)、人均国民收入有着密切的关系。图 1-1-1 和表 1-1-3 显示了各国经济水平与车辆拥有量的关系。

由此可见：人均年国民收入达 500 美元时，轿车开始进入家庭，在 500~1 500 美元/人·年

时,家庭普及速度明显加快。日本、韩国以及欧、美国家都是从这一经济状态下开始高速增长趋势

部分国家 1988 年 GNP 和汽车保有水平

表 1-1-3

| 国家 | GNP/人 (美元/人) | 轿车/千人 | 汽车/千人 | 轿车/汽车总量 | 国家 | GNP/人 (美元/人) | 轿车/千人 | 汽车/千人 | 轿车/汽车总量 |
|------|-----------------|-------|-------|---------|-------|-----------------|-------|-------|---------|
| 印度 | 340 | 2 | 4 | 0.5 | 西班牙 | 7 740 | 276 | 328 | 0.84 |
| 巴基斯坦 | 350 | 4 | 7 | 0.57 | 英国 | 12 810 | 373 | 429 | 0.87 |
| 菲律宾 | 630 | 6 | 15 | 0.4 | 意大利 | 13 330 | 409 | 444 | 0.92 |
| 埃及 | 660 | 8 | 13 | 0.61 | 法国 | 16 000 | 400 | 454 | 0.88 |
| 墨西哥 | 1 760 | 67 | 96 | 0.70 | 加拿大 | 16 960 | 454 | 593 | 0.77 |
| 巴西 | 2 160 | 71 | 89 | 0.80 | 前联邦德国 | 18 480 | 475 | 505 | 0.94 |
| 阿根廷 | 2 520 | 131 | 177 | 0.74 | 美国 | 19 840 | 573 | 749 | 0.77 |
| 韩国 | 3 600 | 27 | 48 | 0.56 | 日本 | 21 020 | 251 | 427 | 0.59 |
| 希腊 | 4 800 | 145 | 213 | 0.68 | | | | | |

的,这是受经济规律支配的结果。到本世纪末,我国人均国民收入将达到 800 美元,这预示着私人轿车的生产和销售将进入一个高速增长期。我国专家预测,如果一个家庭年收入 5 万元能有条件购买轿车,则现在我国这样的家庭不低于 30 万户,约占全国 2.7 亿户的 1.1%,到 2000 年和 2010 年具备购买能力与意向的家庭将分别达到 280 万户和 3 200 万户,专家们认为我国轿车基本普及将在 2010 年前后。

汽车的增长与国家汽车工业产业政策有关,国家制定了鼓励引进外资发展汽车工业的政策,国际上的投资合作无疑是促进我国汽车产量增长的重要因素。我国幅员辽阔,人口众多,是全球最有潜力的汽车市场,许多外商对中国这个汽车市场早就十分关注。近年来,德国大众、奥迪,法国标致、雪铁龙,日本的大发、五十铃,美国的福特、通用、克莱斯勒等汽车制造商先后到我国寻求合作伙伴。上海大众与德国大众公司近 10 年来建设的上海桑塔纳轿车生产基地,年产量已突破 20 多万辆,整车国产化率突破 80%,这是我国引进外资,加快汽车工业发展的范例。由于国家《汽车工业产业政策》法的形式将从国民经济支柱产业来发展轿车,这将促进汽车在道路交通中的主体地位。尽管上海综合交通规划中确立了发展多平面公共交通为主的战略,但是汽车为主的机动车增长加快是毋庸置疑的。专家们研究表明,本世纪末上海的机动车(不包括摩托车)将从目前的 43 万辆迅增至 80 万辆以上,到 2010 年全市将再增 1.5 倍,拥有量将达 180~200 万辆。

我国汽车道路交通前景看好的另外一个因素是国家高等级公路建设的迅速发展和各大中城市干道网建设的完善。截止 1994 年,全国公路总长已超过 110 万 km,其中高速公路达 1 200

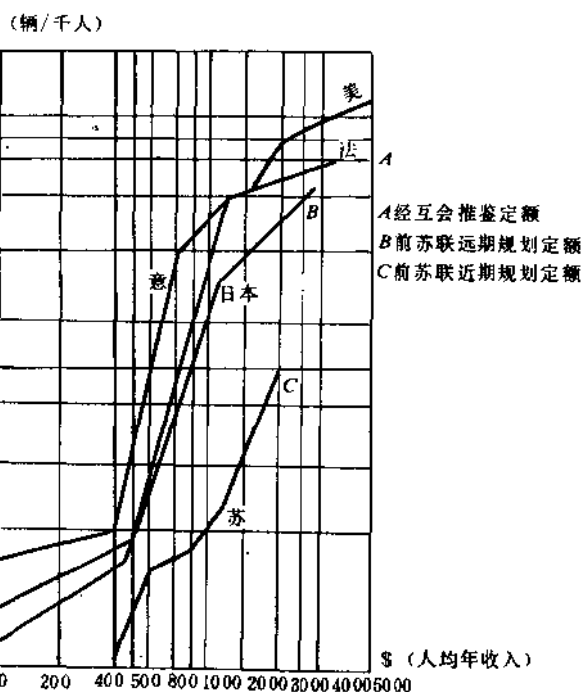


图 1-1-1 各国经济水平与车辆拥有量的关系

km,高等级公路超过5 000 km。在“九·五”期间,一个以国道为经纬干线的公路网络在进一步形成,国家利用外资兴建连贯东西南北的黑龙江至三亚、北京到珠海、连去港至新疆、上海到成都途经20个省(区)、100多个重要城市的国家干线将于本世纪末完成。目前全国拟建与在建高速公路达26条,高等级公路62条(其中一级公路15条)。例如:北京在“九·五”期间将投资200多亿元进一步完善干道网络系统,新增建设道路总长达200 km,道路面积800万m²,使道路面积率增长超过5%。

我国汽车道路交通的发展前景可以用“起步虽晚,方兴未艾”八个字来概括。

第二节 本课程的性质、内容与特点

一、本课程的性质

高等学校路、桥及交通工程教材编审委员会确定的教学计划中规定:“汽车行驶原理与性能”是交通工程专业(本科)的必修课,交通土建工程专业和其它相近土建类专业的选修课。可以在基本课阶段或专业课阶段中讲授,要求学生能掌握汽车构造、原理和性能方面的基本知识,获得驾驶技能的初步训练。这是拓宽知识面,改变专业教学计划过窄、过细,驾驶学生实践与适应技能,进行专业教育改变的重要措施。

二、本课程内容安排

本课程主要内容有两部分:第一部分是汽车行驶基本原理,是本课程的重点,包括汽车行驶过程系统简析、汽车构造和汽车动力性能、操纵性能、制动性能、经济性、通过性等;第二部分为基本操作和性能检验概述,是实践性部分,只作概略性介绍。本课程按教学计划规定为60学时。其中讲课36~40学时,实习20~24学时。具体教学授课内容,重点和实习安排,各院校可根据具体专业计划情况作相应的变更。

三、本课程的特点

本课程要求从交通工程的角度认识汽车的构造原理和行驶过程。具有两个显著特点:

①要求在学习中运用系统分析方法认识人一车一路行驶过程的构成要素及其特征。讲授汽车构造、功能和性能时紧密联系实际,强调驾驶员在交通中的主导地位及其心理素质的重要性。

②本课程融合了汽车学(汽车理论、汽车设计、汽车运用与修理等)多门课程的知识,以适合非汽车类专业的重要,力求深入浅出地介绍汽车行驶基本原理,回答汽车如何能够行驶以及汽车应具备哪几项良好的性能。课程内容较多,涉及面宽,授课学时偏紧这是学习的难点。因此应强调实践性教学环节(包括汽车解体参观、试验和有条件的加强训练)的重要性。

由于交通工程和道路、桥梁、市政工程、城镇规划与建设专业(本科、专科与研究生)的多门专业课程都涉及到汽车为主的交通规划、设计与管理,涉及到汽车的各项参数与性能指标。因此,本课程的开设应先于主要专业课,如道路工程学、桥梁工程学、交通规划学、交通工程学以及交通管理与控制、交通安全学、交通设施设计、交通法规学等。学习本课程的先修课有数学、力学、运筹学、系统工程学、交通调查与分析等。

第三节 本课程的重要性

交通是城市四大功能之一。现代汽车道路交通知识已渗透到城市规划、交通土木工程(规划、设计、管理、施工、营运)的各个方面。一个与交通土建相关专业的工程师,应该具备现代汽车基本理论和驾驶技能的知识。

交通的现代化对传统的汽车工程学提出了许多新课题。汽车面临着改进性能、提高效益、减少污染的挑战,汽车多样化、高效化对使用者提出了新要求,人们必须掌握汽车的基本原理,更好地使用汽车;另外汽车普及对道路工程、城市规划与设计也提出更高的要求,汽车出行的比重在我国将有大幅度提高,学习本课程知识就显得更为迫切与重要。

第二章 汽车行驶过程的系统简析

道路交通是由参与交通的人、车辆和交通环境这三个要素组成的相互关联又相互影响的复杂系统。高效、安全、舒适是系统的整体目标。而每一参与交通的人、车辆及其相关的道路环境均为一个子系统。汽车驾驶员在行驶过程中必须随时掌握车辆、道路及交通变化特征,不断作出正确的判断与反应,操纵方向,控制行车速度,以适应该系统的动态运行过程。本章将对“人—车—路”系统的构成要素及其特征作重点介绍,并阐明各要素在行驶过程的地位与作用。

第一节 “人—车—路”系统的构成要素及其特征

图 2-1-1 是汽车行驶过程中由驾驶员、汽车和道路交通环境组成的回路系统示意图。

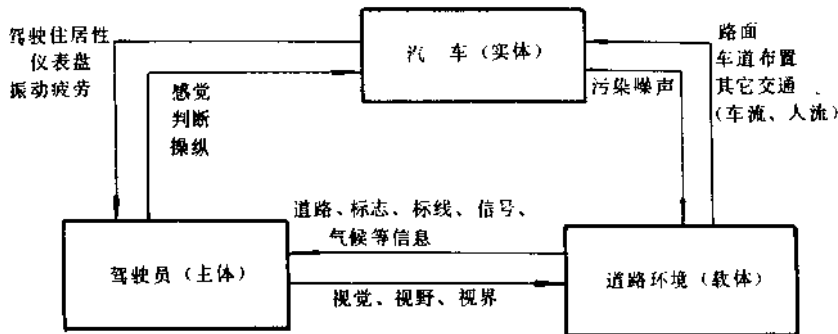


图 2-1-1 汽车行驶过程回路系统示意图

一、“人—车—路”系统的组成

(1) 驾驶员:是“人—车—路”系统的主体。驾驶员在系统中始终处于主导的位置。汽车行驶过程(见图 2-1-1)就是驾驶员通过感觉器官(眼、耳、鼻、手、脚、五部分)完成视觉、听觉、嗅觉、触觉功能,不断获取来自道路交通环境的信息(信号、标志、道面、气候以及相关车流情况)以及自身车辆的信息(仪表、声音、振动等),完成分析判断、进行决策操纵过程。一辆技术性能良好的汽车能否发挥其运输功能和作用,关键在于驾驶员能否正确驾驶。而决定驾驶员驾驶技术并对车辆实施控制的有以下几方面的素质与特性:

①感觉特性:感觉是人体的一种生理机能,是行驶过程中直接作用于眼、耳、鼻、手、脚器官的外界刺激在人脑中的整体反应。视觉可以使驾驶员获得最重要、最广泛的信息,因此视觉特性是驾驶员特性中最基本的特性。

②心理特性:心量是感觉、知觉、思维、反应、情感、性格和能力的总称、心理素质是驾驶员素质高低的决定性因素。心理素质包含了智力品质(观察力、注意力、记忆力、思维力、想象力)、情绪情感品质、意志品质、能力品质、气质和性格五方面的内容。

③生理特性:生理是指身体条件(体力、健康)、年龄、性别、血型等先天性特征及其节律变

化特性。

(2)汽车:是“人—车—路”系统中的运动实体。它的构造、功能和各项特性对行驶过程的安全与效率具有重要意义。汽车对行驶过程最密切的特性主要有:

①汽车的类型及其设计几何尺寸

②汽车的构造系统和保证正常驾驶工作的若干结构措施。包括不同汽车的发动机选型、底盘、车身、电气设备以及传动系、行驶系、操纵系、制动系的设置,还有驾驶室空间的居住性、仪表设施的视认性和驾驶视界的改善等。

③汽车的运行特性,即汽车行驶的基本性能,包括动力性能、制动性能、操纵稳定性、平顺性、燃油经济性等等。

如图 2-1-1 所示。汽车作为道路交通的实体,直接接受道路与交通环境的提供信息与施于的影响,不断地传递至系统的主体驾驶员,通过驾驶操作与控制,以达到行驶过程的系统动态平衡。

(3)道路交通环境:是“人—车—路”系统中的载体,是保证汽车正常行驶过程的基础。其组成的子系统分两部分,一是道路设施,即道路网络系统、道路路面结构、道路的平、纵、横几何设计特征,另一部分即与汽车行驶过程相关联的交通环境特征,如自行车交通、行人交通、有轨交通、沿途的交通管理设施(标志、标线、信号等)以及沿线的土地开发程度、建筑、绿化、广告乃至气候变化等。

二、“人—车—路”系统的综合特征

图 2-1-1 的汽车行驶过程回路系统中,人、车、路分别作为系统的主体、实体和载体是相互关联的。汽车是道路交通的基本要素,因为车辆形成了道路交通的流量、密度和速度,但是车辆是由人驾驶的,车辆的安全行驶和高效运行,离不开驾驶员的主导作用,而驾驶员的主导作用又受到道路、车辆环境因素的影响和制约。长期以来,交通领域比较偏重车辆技术性能和道路因素的环境,对人的因素,对“人—车—路”作为一个系统来综合考虑不够。本章将从系统工程观点对汽车行驶过程的特征作进一步阐述。并在后面各节中分别从人、车、路(环境)在系统中的地位介绍各自的功能与特性,这对学习现代汽车的原理、增进现代交通意识是十分重要的。

“人—车—路”系统的综合特征表现在三方而

(1)系统的整体性:汽车行驶过程整体性功能和目标十分明显。车辆安全行驶必须是人、车、路几个要素相互协调和动态适应的结果。安全好、速度快、通过量大、环境污染少就是系统追求的整体目标。

(2)系统的递阶性:道路交通可以分解为汽车行驶、自行车行驶和人行等次一级系统。每辆汽车行驶就是一个子系统,而驾驶员、车辆、道路环境又是处于更征一级的子系统,交通标志、标线与信号设施更是次一级的系统等。例如一个驾驶员为主体的行驶过程的知觉——反应——控制系统框图如图 2-1-2。该系统可分解为驾驶员的感觉(视觉和听觉)到大脑一系列综合反应产生知觉(即形成对信息的综合认识)系统,按一定知识与经验作业分析判断的系统,由一定心理、生理素质决定的操作行为系统,以上各子系统的影响要素还可以继续分解。这种逐级分解的系统特征,可以方便我们搞清汽车行驶系统内部的结构、相互的联系以及外界的影响,这正是动态开放系统的递阶性特征。

(3)系统的相关性:“人—车—路”系统的第三个特点就是相关性。汽车行程过程,各要素本身就是一个多级的子系统,相互间的关联与作用是自始到终存在的。驾驶员作为主体,通过操

作控制车辆行进的方向与速度,使车辆与外界的其他交通流、道路环境保持最安全的适应状

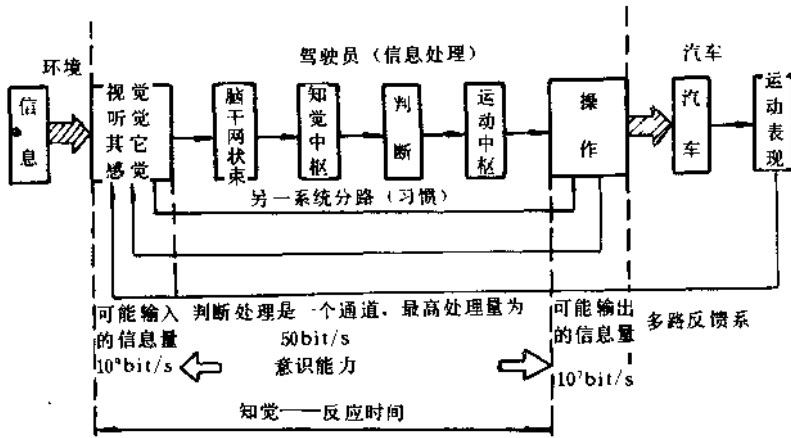


图 2-1-2 驾驶员子系统示意图

态。而车辆各部件的子系统(驾驶室空间、仪表装置、操纵、车身、传动、悬挂行走等)和道路交通环境系统(路面、线形、交通标志标线气候变化等)都随时施影响于驾驶员,这种多级递阶系统的相关性则是另一个重要的综合性特征。

第二节 “人—车—路”系统中驾驶员的交通特性分析

一、驾驶员感觉特性

1. 视觉特性

眼睛是驾驶员在汽车行驶过程中最重要的功能器官,驾驶员的视觉能获得 80% 的信息。对于驾驶员的视觉机能,主要从以下几方面考察:

1) 视力 视力是指眼睛分辨两物点间最小距离的能力。视力可分为静视力、动视力和夜间视力:

(1) 静视力 即静止时的视力。按照国际眼学会制定的视力测定方法,对于距离视力测定表 5 m 情况下能辨认宽为 1.5 m 的缺口时,视力为 1.0。我国规定,对于驾驶人员的视力要求是两眼均为 0.7 以上(矫正视力)。

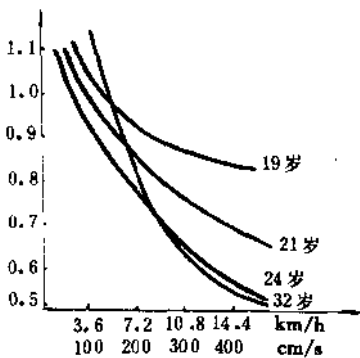


图 2-2-1 动视力与年龄、速度的关系

(2) 动视力 驾驶员在行驶中的视力。动视力随着车辆行驶速度的变化而变化,车速愈高,视力愈下降。例如,汽车以 60 km/h 速度行驶,驾驶者能看清前方 240 m 的标志,而车速提高到 80 km/h 时,同样的标志要接近 160 m 处才能看清。试验表明,车速提高 33%,视认距离要减少 36%,汽车行驶的最高速度受到人的动视力限制。

驾驶员的动视力与年龄有一定的关系,年龄越大,视力低落的幅度也越大,如图 2-2-1 所示。

(3) 夜间视力 视力与照度有关,照度加大可以增长视力。照度在 0.1~1 000 m 烛光(勒克司)的范围内,两者成线

性关系。黄昏光线较暗,而汽车开头灯时,其照度与周围照度差不多,驾驶员的视力最不易分清周围的车辆、行人环境,因为此时的物体对比度小,此时行车最不安全。

夜间视力一般也是随着年龄的增大而降低,随着速度增加而大幅度下降。另外,由于夜间照明弱,视网膜上的圆锥细胞不能工作,视力主要靠网膜边的圆柱细胞活动,其分辨颜色的能力很弱。在无外部照明情况下,驾驶员只用前灯对不同颜色辨认距离见表 2-2-1。

夜间驾驶员辨认距离

表 2-2-1

| 衣物的颜色 | 白 | 黑 | 乳白 | 红 | 灰 | 绿 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|
| 能发现某种颜色的距离(mm) | 82.5 | 42.8 | 76.6 | 67.8 | 66.3 | 67.6 |
| 能确认是某种物体的距离(mm) | 42.9 | 18.8 | 32.1 | 47.2 | 36.4 | 36.4 |
| 能断定其移动方向的距离(mm) | 19.0 | 9.6 | 13.2 | 24.0 | 17.0 | 17.8 |

2) 色彩视觉 对交通另一个有重要意义的视觉概念叫色彩。对人的视觉有色彩感的波长在 380~780 nm 之间,这段波长的电磁波称为可见光线,其颜色从波长短的紫色,依次蓝、青、绿、黄、橙、到波长最长的红色。波长在此范围以下为紫外线,在此范围以上为红外线。颜色有三个属性:色相、明度和彩色。色相即是上述各种具体色彩而貌的质方而特性,明度为彩色的明暗程度,新度指颜色的纯度。根据色彩的心理性和生理性效果,红色刺激性最强,易见性高,使人产生兴奋、警觉;黄色反射光强度大,明亮,易唤起人们注意;绿色光柔和,给人以平静安全感。因此世界各城市交通管理中将红色作为禁令、黄色作为警告、绿色作为放行信号与标志设置的依据。

3) 视野 两眼注视某一目标,注视点两侧可以看到的范围叫双眼视野。与汽车行驶过程最有关的是水平视野。将头部与眼球固定,同时能看到的左右范围称静视野;若将头部固定,眼球自由移动,同时能看到的左右范围称动视野。动视野比静视野左右宽大 15°,正常人双眼的视野可达 160°。驾驶员的视野与行车速度有密切关系,随着车速增大,视野明显变窄,注视点随之远移,两侧的景物则变得模糊,见表 2-2-2。

驾驶员视野与行车速度的对应关系

表 2-2-2

| 行车速度 (km/h) | 注视点在汽车前方 (m) | 视野 (°) |
|----------------|-----------------|-----------|
| 40 | 183 | 90~100 |
| 72 | 366 | 60~80 |
| 105 | 610 | 40 |

4) 视觉暗适应和亮适应 由一般经验,从亮处到暗处,由于高觉的惯性,视力恢复需要时间,我们称眼睛的这种特性为暗适应;同理,由暗处到亮处,视力恢复也需要时间,这种特性叫亮适应。暗适应比亮适应所需要的时间长。入暗室时,暗适应时间要 15 min 以上,而亮适应时间一般只要几秒钟到 1 min。尽管眼睛由瞳孔活动和网膜的灵敏度能对亮、暗适应进行调节。但汽车行驶过程若处于明暗急剧变化的道路上,由于视觉不能立即适应,极易造成视觉危害。因此,为了减少由亮到暗引起的落差,通常采取渐变减缓照明度措施,例如在城区与郊区的交界处将路灯的距离慢慢拉长,直到郊区人烟稀少处才不设置路灯,又如高(快)速道路进入隧道人口附近由于白天人口处与隧道内明暗差可达几万勒克司,极易发生 10 s 左右的视沉危害,相当于在 200~250 m 距离内眼睛不能适应,故应在人口处采取相应的过渡段设计和管理措施。

2. 听觉与其它感觉特性

听觉是由于物体振动发出音波作用于耳器官引起的。听觉是驾驶员在行驶过程获取外界信息的主要通道。驾驶员可以凭借车辆传动系、制动系、发动机等不同的声音差异来判别车辆技术状态和安全的程度。听觉有音高、响度和音色的区别,频率和响度是声音两项重要指标。人