

交通技工学校
通用教材

● 汽车驾驶

汽车驾驶理论

刘奎文 主编
魏 岩 主审



QICHE JIASHI

LILUN

人民交通出版社

U471.1

L68

交通技工学校通用教材

QICHE JIASHI LILUN

汽车驾驶理论

(汽车驾驶专业用)

刘奎文 主编

魏 岩 主审

人民交通出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车驾驶理论/刘奎文编. —北京:人民交通出版社,
1996.7 重印

交通技工学校通用教材 汽车驾驶专业用

ISBN 7-114-02074-0

I. 汽… II. 刘… III. 汽车-驾驶术-技工学校-教材
IV. U471.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 10741 号

交通技工学校通用教材

汽车驾驶理论

(汽车驾驶专业用)

刘奎文 主编 魏 岩 主审

插图设计: 佘文利 正文设计: 崔凤莲 责任校对: 尹 静
责任印制: 孙树田

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

北京云浩印制厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.25 字数: 204 千

1995 年 6 月 第 1 版

1998 年 1 月 第 1 版 第 4 次印刷

印数: 80 101—95 100 册 定价: 10.60 元

ISBN 7-114-02074-0

U · 01401

内 容 提 要

《汽车驾驶理论》的主要内容包括：汽车行驶的理论常识，汽车驾驶基础训练，一般道路驾驶，城市、复杂山路驾驶，夜间和重车驾驶，特殊条件下驾驶，恶劣气候中驾驶，牵引驾驶，节约燃料和轮胎驾驶，综合场地式样驾驶，其他车型的使用常识及综合复习驾驶，是交通系统技工学校汽车驾驶专业的教材，也可供汽车驾驶培训和个人自学使用。

DW 79 / 11

交通技工学校教材工作领导小组成员

组 长：程景琨
成 员：李家本 沈以华 卢荣林

交通技工学校汽车专业教材编审委员会成员

主任委员：卢荣林
副主任委员：陈鸣雷
委 员：邵佳明 刘奎文 赵 玢 魏 岩 高凤岭
 李景秀 李福来 刘洪禧 杨 信 魏自荣
 王 彤 张洪源 丁丰荣 阎东坡
秘 书：卢文民 马步进 戴育红

前 言

在交通部 1987 年成立的“交通技工学校教材编审委员会”领导组织下，于 1990 年陆续编审出版了适用于汽车驾驶、汽车修理两个专业 11 门课程的配套专业教材，共 22 种。这是建国以来第一轮正式出版的交通技工学校汽车运输类专业教科书，各教材发行量已近 20 万册，受到读者的欢迎，满足了各交通技工学校用书和社会各层次读者的需要。

随着改革开放和建设一个具有中国特色的社会主义总方针的进一步深入贯彻，汽车工业正在迅猛发展，汽车车型、结构、工艺、技术和材料也在不断发展。为适应汽车运输生产需要，根据交通部教育司 [1993] 185 号文件精神，在交通部教育司“技工学校教材工作领导小组”领导下，成立了“交通技工学校汽车运输类专业第二轮教材编审委员会”，主要负责五个专业（工种）第二轮教材组织编审工作。编委会对第一轮教材使用中社会反映做了调查工作，并根据 1993 年由交通部重新修订的《汽车驾驶员、汽车修理工教学计划和教学大纲》及新制定的《汽车电工、汽车钣金工、汽车站务教学计划和教学大纲》（试用）组织第二轮教材编写工作。修订再版和新编的教材有《汽车运输职业道德》、《机械识图》、《机械基础》、《汽车材料及金属加工》、《汽车构造》、《汽车电气设备》、《汽车维护与故障排除》、《钳工教学实习》、《汽车驾驶理论》、《汽车驾驶教学实习》、《汽车修理工艺》、《汽车交通安全》、《汽车运输管理知识》、《汽车维修企业管理》以及与各科配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共 14 门课的教材；其它三个专业的新编教材是《汽车概论》、《汽车车身与附属设备》、《汽车钣金》、《钣金机械设备》、《汽车钣金实习》、《识图》、《汽车电气设备维修》、《汽车电气设备拆装实习》、《汽车电气设备维修实习》、《站务英语》、《交通地理》、《旅客心理学》、《汽车运输企业管理》、《汽车站务业务》、《汽车站务实习》以及配套的“实习教材和习题集及习题集答案”共 15 门课的教材。以上教材将陆续出版，其中有些教材适用于不同专业。

编委会根据《交通部教材编审、出版试行办法》和交通部教育司教高字 [1993] 190 号“关于 1994 年教材交稿计划的通知”精神积极组织教材编写和出版工作。在教材编写中着重注意了交通职业技术教育目的和各专业、各学科的具体任务的要求，做到科学性和思想性相结合，并注意选择最基本的科学知识和理论，使学生获得本门学科的基础知识以及运用的能力。

教材的内容翔实，反映了最新科技成就，其针对性、实用性较强。并以国产东风 EQ1092、解放 CA1092、东风 HZ1110G（柴）和解放 CA1091K8（柴）等新型汽车为主，适当介绍了轿车的新结构。同时介绍了国内外的新工艺、新结构、新技术、新材料以及传统的和先进的工艺。突出技工学校特点，加强基本技能训练，并注意教学内容的系统性，同时注意到各门学科之间的联系性。教材文字精炼，通俗易懂，图文并茂。

《汽车驾驶理论》是交通技工学校汽车驾驶专业用以指导实际操作的一门专业理论课，其任务是加深汽车驾驶理论的探讨，使学生有一定深度的、较系统的理论知识，从而掌握汽车的技术性能、驾驶特点、合理的操作方法，为汽车驾驶教学、生产实习打下良好的理论基础。

《汽车驾驶理论》的主要内容包括：汽车行驶的理论常识，汽车驾驶基础训练，一般道路驾驶，城市、复杂山路驾驶，夜间、重车驾驶，特殊条件下驾驶，恶劣气候中驾驶，牵引驾驶，节约燃料和轮胎驾驶，综合场地式样驾驶，其他车型的使用常识及综合复习驾驶。

《汽车驾驶理论》由山东省潍坊交通技工学校刘奎文主编，沈阳交通技工学校魏岩主审，编写分工：贵州省驾驶技校段中源编写四、六章，潍坊交通技校刘奎文编写第一章；杭州交通技校费建利编写二、五、八章；杭州交通技校张小明编写三、十一章；杭州交通技校杨承明编写七、九、十章。

本系列教材在编写中参考了第一轮教材的有关部分，并得到很多兄弟技工学校、科研单位和有关工厂企业的关怀和大力支持，许多同志提供了丰富的资料和经验，并提出了不少宝贵意见，同时还引用了前辈们已取得的众多成果，使本教材更为丰富、充实，在此致以深切谢意。但由于编写时间仓促，加之编者水平有限，定有不少缺点和错误，诚望读者批评指正。

交通技工学校汽车专业教材编审委员会

1994年5月

目 录

第一章 汽车行驶的理论常识	1
第一节 汽车行驶时的主要作用力.....	1
第二节 汽车的稳定性和通过性.....	7
第三节 汽车的制动性	12
第四节 汽车的行驶平顺性和燃料经济性	15
第五节 道路路面对制动的的影响分析	18
第二章 汽车驾驶基础训练	22
第一节 预备教学	22
第二节 原地驾驶	29
第三节 基础驾驶	33
第四节 场地基础式样驾驶	39
第三章 一般道路驾驶	41
第一节 干线公路驾驶	41
第二节 支线公路驾驶	46
第三节 一般山路驾驶	49
第四节 高速公路驾驶	52
第五节 道路上各种情况的分析、判断及处理	56
第六节 综合式样驾驶	61
第四章 城市、复杂山路驾驶	63
第一节 城市驾驶	63
第二节 复杂山路驾驶	67
第五章 夜间、重车驾驶	71
第一节 夜间驾驶	71
第二节 重车驾驶	73
第六章 特殊条件下驾驶	75
第一节 桥梁、隧道、涵洞	75
第二节 狭路、凹凸路及障碍	76
第三节 泥泞路	78
第四节 沙漠与森林道路	80
第五节 涉水与过渡	81
第六节 上、下火车	83
第七节 进出装卸现场	84
第八节 走合期	84
第七章 恶劣气候中的驾驶	86

第一节	大雨、雾中的驾驶	86
第二节	严寒地区与冰雪道路驾驶	87
第三节	炎热气候下的驾驶	91
第四节	高原驾驶	92
第八章	牵引驾驶	94
第一节	牵引的种类与方法	94
第二节	全挂车驾驶	95
第三节	半挂车、长料挂车、平板车的驾驶	96
第四节	软、硬连接牵引驾驶	98
第九章	节约燃料、轮胎的驾驶	100
第一节	节约燃料驾驶	100
第二节	节约轮胎驾驶	103
第十章	其他车型的使用常识	106
第一节	平头车	106
第二节	柴油车	106
第三节	越野车	109
第四节	自动倾卸车	109
第五节	起重车	110
第六节	轿车及常见进口车	112
第十一章	综合复习驾驶	117
第一节	综合复习驾驶	117
第二节	考试时的注意事项	118
第三节	机动车驾驶员考试办法	119

第一章 汽车行驶的理论常识

第一节 汽车行驶时的主要作用力

汽车在行驶过程中，要受到多种外力作用，沿汽车行驶方向作用于汽车的外力有驱动力和行驶阻力；在垂直于地面方向作用于汽车的外力，有重力垂直于地面方向的分力和地面对车轮的法向反作用力。此外，还有在汽车横向平面内水平方向上的侧向力。

汽车行驶的各种运动状态取决于作用在汽车上的各种外力之间的关系。本节着重阐述汽车的驱动力、各种行驶阻力的产生、作用规律及附着力、地面法向作用力之间的关系，作为讨论汽车稳定性、通过性、制动性、平顺性以及燃料经济性和汽车驾驶操作的基础。

一、汽车的驱动力

汽车发动机产生的扭矩 M_e ，经传动系传至驱动轮上，此时作用于驱动轮上的扭矩为 M_t ，使车轮对地面产生一个圆周力 F_o ，路面同时产生一个对驱动轮大小与 F_o 相等、方向与 F_o 相反的反作用力 F_t ，这就是作用于驱动轮上，推动汽车前进的驱动力（图 1-1）。其数值为：

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{M_t}{r} \\ &= \frac{M_e i_g i_o \eta_T}{r} \quad (\text{N}) \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中： r ——驱动车轮的半径，m；

i_g 、 i_o ——变速器传动比和主减速器传动比；

η_T ——传动系的机械效率。

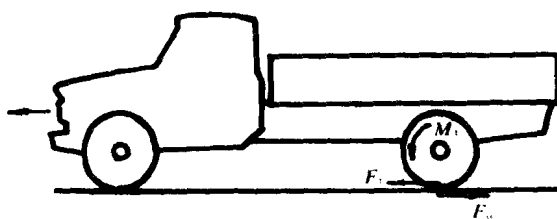


图 1-1 驱动力产生原理示意图

当发动机的扭矩 M_e 的单位以 $\text{N} \cdot \text{m}$ 表示，发动机的功率 P_e 的单位用 kW 表示，转速 n 的单位以 r/min 表示时，发动机的扭矩与功率之关系为：

$$M_e = 9550 \frac{P_e}{n} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \quad (1-2)$$

将式 (1-2) 代入式 (1-1)，得：

$$F_t = 9550 \frac{P_e i_g i_o \eta_T}{r n} \quad (\text{N}) \quad (1-3)$$

式(1-1)与式(1-3)告诉我们：汽车的驱动力(F_t)与发动机的扭矩、传动系的各传动比及传动系的机械效率、车轮的半径以及与发动机的功率和转速之间的关系，供我们驾驶实践中应用。譬如：踏下加速踏板增大节气门开度，以取得发动机较大的功率来加大汽车的驱动力；变换变速器的档位，即改变变速器的传动比，也会引起汽车驱动力的成倍变化；发动机转速达“最大功率转速” n_{pmax} 后， F_t 与 n 成反比等等。

二、汽车的行驶阻力

汽车行驶的过程中所遇到的阻力可分为四种：滚动阻力 F_f 、空气阻力 F_w 、坡度阻力 F_i 和加速阻力 F_j 。滚动阻力和空气阻力是在任何行驶条件下均存在的。坡度阻力和加速阻力仅在一定行驶条件下存在。如在水平道路上等速行驶时就没有坡度阻力和加速阻力。

1. 滚动阻力

汽车行驶时，轮胎与路面的接触区域产生相互作用力以及轮胎和路面的变形，是产生滚动阻力的主要原因，当汽车以均匀的低速在平直的道路上行驶时所受到的阻力便是滚动阻力。

车轮在硬路面上（混凝土或沥青等人工路面）滚动时，滚动阻力主要是因轮胎弹性变形使轮胎的各部分相互间的摩擦以及橡胶、帘布等物质的分子间的相互摩擦消耗能量所致。车轮在软路上（土路、沙地、积雪等）滚动时，滚动阻力是由于路面变形时微粒间的机械摩擦消耗能量和轮胎弹性变形消耗能量两个因素所致，所以软路面上滚动阻力显著增大（图1-2）。

汽车滚动阻力的计算公式为：

$$F_f = fG \quad (\text{N}) \quad (1-4)$$

式中： f ——滚动阻力系数，即车轮在一定条件下滚动时，单位车重所需之推力；

G ——汽车重力，N。

滚动阻力系数 f 的数值是实验确定的，其数值与轮胎（结构、材料、气压）、道路（路面的种类与状况）及使用条件（行驶速度与受力情况）有关。如：在保证轮胎有足够强度和寿命的前提下，减少帘布层数，使轮胎体减薄，能减小滚动阻力系数。子午线轮胎较一般轮胎滚动阻力系数小，且随车速的变化也小。胎面花纹磨损的轮胎，比新轮胎的滚动阻力系数小。轮胎气压降低时，在硬路面上轮胎变形大，因此滚动阻力系数增大。坚硬平整而干燥的路面，滚动

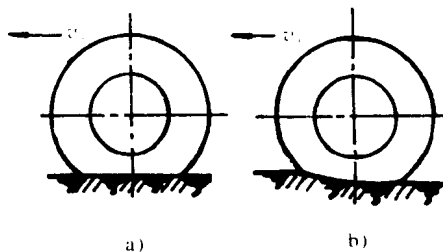


图1-2 车轮在路面上滚动及产生滚动阻力示意图
a) 弹性车轮在硬路面上滚动；b) 弹性车轮在软路上滚动

阻力系数最小。路面不平，滚动阻力系数将成倍增长。松软路面的变形使滚动阻力系数增加很多（表1-1）。车速在50km/h以下时滚动阻力系数变化不大。在100km/h以上时增长较快。

滚动阻力系数 f 的数值

表1-1

路面类型	滚动阻力系数
良好的沥青或混凝土路面	0.010~0.018
一般的沥青或混凝土路面	0.018~0.020
碎石路面	0.020~0.025
良好的卵石路面	0.025~0.030
坑洼的卵石路面	0.035~0.050
压紧土路：干燥的	0.025~0.035
雨后的	0.050~0.150

路面类型	滚动阻力系数
泥泞土路（雨季或解冻期）	0.100~0.250
干砂	0.100~0.300
湿砂	0.060~0.150
结冰路面	0.015~0.030
压紧的雪道	0.030~0.050

车速达 150~200km/h 高速时，滚动阻力系数迅速增长。当有侧向力作用时，地面对轮胎产生切向反作用力，引起轮胎切向变形，滚动阻力系数也将增加。例如在转弯行驶时，滚动阻力系数大幅度增加。

2. 空气阻力

汽车在空气中行驶，行驶的汽车与周围的空气发生相对移动，从运动的相对性来看，相当于空气流环绕汽车流动，如图 1-3。所以在汽车的前面会受到迎面空气流的“压力”；空气流过车身表面时，沿汽车表面又产生了“摩擦力”；在汽车后面空气稀薄处引起涡流，产生“吸力”。这里的压力、摩擦力、吸力就是空气产生的阻碍汽车行驶的阻力，我们称为空气阻力，用 F_w 表示。

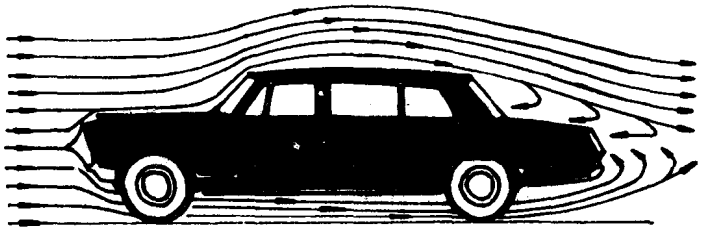


图 1-3 空气流环绕汽车流动示意图

空气阻力 F_w 的大小与汽车的正面面积、行驶的速度、流线型程度及风力和风向有关；与正面面积成正比，正面面积越大空气阻力越大；与车速的平方成正比，当车速提高至两倍时，空气阻力将是原来的四倍。克服空气阻力所需的功率，则与车速的立方成正比，即当车速提高至两倍时，克服空气阻力所消耗的功率将是原来的八倍；环绕汽车的空气流线愈匀顺，表示汽车的流线型程度愈好，同样行驶速度和正面面积的情况下所受的空气阻力愈小，当 A 代表汽车的正面面积 (m^2) v 代表其行驶速度 (m/s) 时，其数学表达式可写成：

$$F_w \propto Av^2$$

$$\text{或} \quad F_w = KA v^2 \quad (\text{N}) \quad (1-5)$$

假如汽车行驶遇有风速 v_a 时，则公式 (1-5) 变成：

$$F_w = KA(v \pm v_a)^2 \quad (\text{N}) \quad (1-6)$$

式中：“+”——逆风行驶；

“—”——顺风行驶。

K 为空气阻力系数，主要取决于汽车流线型程度。其物理意义是表示一定形状的汽车单位车速 ($1m/s$) 行驶时，在每平方米正面面积上所受的空气阻力。常用汽车的空气阻力系数一般是：轿车 0.3~0.6，货车 0.8~1.0，大客车 0.6~0.7。

(1-5) 式表明：空气阻力与空气阻力系数 K 及正面面积成正比，所以以汽车结构方面降低空气阻力主要从降低 K 入手。而 K 值的大小与车身的主体形状及车身的表面质量有关，即车身外形（车头、车尾的形状及组合）挡风玻璃的倾角，还有突出车身表面的门扒手，后视镜、翼子板、驱动轴等引起的“不平滑”，是影响空气阻力的主要因素。式 (1-5) 中还表明空气阻

力与汽车行驶速度的平方成正比。随着国民经济的发展,汽车的动力性和公路条件越来越好,汽车的吨位和行驶速度越来越高,空气阻力越来越大,空气阻力相对滚动阻力的比率显著增加。据实验资料表明:32t的汽车在车速为90km/h时,空气阻力的影响,在汽车总阻力的比率中是占多数的,克服空气阻力所消耗的功率已超过了克服滚动阻力与传动系损失之和。可见改进车身形状设计,降低汽车的空气阻力是非常必要的。在车身和驾驶室的设计上应有造型美观、线条简单、挺拔整洁的外形。轿车的车头趋向扁平,车身高度降低,行李箱门(盖)与后视窗连成一体,呈半斜顶式和斜顶式的尾部及车的前端和后端设置阻风板或在后端加添鸭尾式结构等对减少空气阻力都有一定作用,近几年已颇为流行。对于货车、牵引车——半挂车、汽车列车的空气阻力,随着长途汽车运输事业的发展亦倍受重视,象采用平头型可翻式前棱角设计合理的驾驶室已成为人们的共识;在重型牵引车——半挂车、汽车列车装上成套的附加装置(图1-4),空气阻力可望减少39%。

汽车列车的空气阻力,一般按每节挂车的空气阻力为其牵引车的20%进行近似计算。即:

$$F_w = KAv^2(1 + 0.2n) \quad (\text{N}) \quad (1-7)$$

式中: n ——挂车节数。

3. 坡度阻力

当汽车在坡度为 θ 角的道路上行驶时,如图1-5所示其重力 G 分为两个分力:分力 $G\cos\theta$ 垂直路面,它决定和影响该坡道上汽车滚动阻力的大小($F_f = fG\cos\theta$);另一分力 $G\sin\theta$ 与路面平行,它在汽车上坡行驶时起阻碍作用,故称它($G\sin\theta$)为坡道阻力,以 F_i 表示,即:

$$F_i = G\sin\theta \quad (\text{N}) \quad (1-8)$$

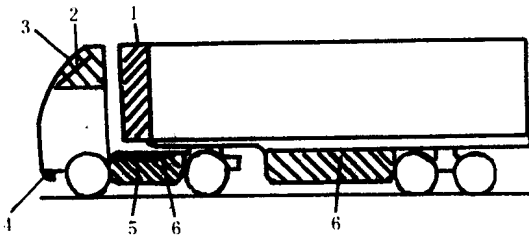


图1-4 重型牵引车——半挂车、汽车列车的附加装置
1-间隔封罩; 2-车顶导流板; 3-车顶流线型罩壳; 4-绕流器;
5-底板填充物护板; 6-侧裙

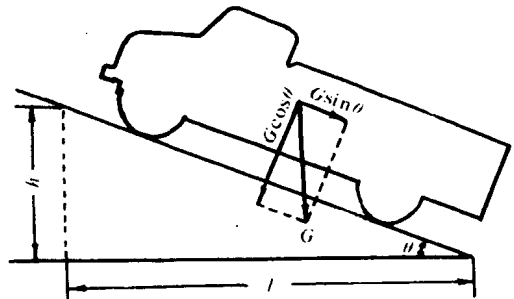


图1-5 汽车的坡度阻力

坡道的陡缓程度用坡度 i 表示,且规定:

$$i = \frac{\text{道路坡高}}{\text{道路坡底长}} = \frac{h}{l} = \text{tg}\theta \quad (1-9)$$

据我国交通部颁布的公路工程设计准则, I级公路路面允许最大坡度为4% ($\theta_{\max} = 2.2906^\circ$) IV级路面(较差的路面)允许的最大坡度为9% ($\theta_{\max} = 5.14276^\circ$),所以在一般的路面上坡度较小,当 $\theta \leq 10^\circ \sim 15^\circ$ 时, $\sin\theta \approx \text{tg}\theta$,所以一般公路上坡 $i = \text{tg}\theta \approx \sin\theta$,则:

$$F_i = G\sin\theta = G\text{tg}\theta = Gi \quad (\text{N}) \quad (1-10)$$

由于坡度阻力与滚动阻力均属于与道路有关的阻力,而且均与汽车重力成正比,故有时把这两种阻力合在一起称作道路阻力,用 F_ϕ 表示,即:

$$F_\phi = F_f + F_i$$

在坡道上,

$$F_{\phi} = fG\cos\theta + G\sin\theta \\ = G(f\cos\theta + \sin\theta)$$

因为一般路面上坡度较小，即 θ 角很小，所以

$$\cos\theta \approx 1$$

$$\sin\theta \approx i$$

$$\text{所以道路阻力 } F_{\phi} = G(f+i) \quad (\text{N}) \quad (1-11)$$

4. 加速阻力

汽车同所有的物件一样，具有保持原来运动状态不变的特性，即具有惯性。所以，当汽车加速行驶时，需要克服其质量加速运动时的“惯性力”，我们称之为加速阻力，用 F_j 表示。

汽车的质量分为平移质量（汽车的整体质量）和旋转质量（发动机的飞轮带离合器、变速器轴及齿轮、万向节及传动轴、主减速器、半轴及车轮等旋转部件的质量）两部分。汽车加速行驶时，不仅平移质量产生惯性力，旋转的质量也要产生惯性力矩，计算时可将其转化为平移质量的惯性力。总的加速阻力就是由上述两部分惯性力组成的。

全面衡量汽车总的加速阻力较为复杂，已超出我们所掌握的文化知识范围，汽车平移质量加速运动时产生的惯性力是加速阻力的主要方面（在不同档位时，一般占总加速阻力的 65%~95%），下面仅以平移质量的加速阻力为例来说明影响加速阻力的因素及其规律。

据动力学定律

$$F = ma$$

可知

$$F_j = \frac{G}{g} \cdot a \quad (\text{N}) \quad (1-12)$$

式中： G ——汽车重力，N；

a ——汽车加速度， m/s^2 ；

g ——重力加速度， 9.8m/s^2 。

从式 (1-12) 中可以看出：汽车的加速阻力同汽车重力 G 成正比，同汽车的加速度 a 成正比，表明了大型车、重车、汽车列车的加速阻力大于小型车、空车、单车的加速阻力。在很短的时间内，要把汽车行驶速度很快提高（即加速度 a 大）则加速阻力大；当汽车等速行驶时，汽车的加速度为零，加速阻力即为零；当汽车减速行驶时，加速度为负值，加速阻力也为负值，即这时加速阻力方向与汽车行驶方向一致，也即保持原来行驶的惯性阻碍了汽车的减速，利用惯性滑行就是这个道理。

三、地面对车轮的法向反作用力

在垂直路面方向汽车所受的力，有重力在垂直路面方向的分力和地面对车轮产生法向反作用力。即汽车的重力在垂直路面方向上的分力经过车轴、悬架、轮胎等作用到路面上，于是地面对车轮产生一个法向反作用力，这个反作用力的大小等于分配在该轴上负荷的大小，它与汽车质心位置、行驶情况及道路的坡度有关。

汽车在水平路面上静止时，前后车轮受地面法向反作用力的大小只与汽车质心位置的前后有关，离质心距离小的轴，车轮地面法向反作用力大，反之则小。

汽车行驶时，作用于前、后轮的地面法向反作用力与汽车在水平路面上静止时是不同的。起步加速时，因前轴的部分负荷向后轴转移，前轮地面法向反作用力减小，后轮增大；制动、减速时与加速行驶情况正好相反。

汽车上坡时，前轮的法向反作用力减小，后轮的法向反作用力增大；汽车下坡时地面法向反作用力的变化情况与汽车上坡相反。这一变化的大小与坡度角的大小以及汽车质心位置的高低有关：坡度角越大，或质心位置越高，地面法向反作用力的变化亦越大。

不论什么情况下，各轴的地面法向反作用力总是与汽车各轴对地面的正压力大小相等、方向相反。

四、驱动车轮的附着力

当汽车的驱动力 F_t 小于滚动阻力 F_f 、空气阻力 F_w 和坡度阻力 F_i 之和时，汽车无法开动，正在行驶的汽车将减速行驶以至停车。驱动力等于三个阻力之和时，保持原来的运动状态，正在行驶的汽车将等速行驶。在驱动力大于三个阻力之和时汽车将加速行驶，可见汽车行驶的必要条件是：

$$F_t \geq F_f + F_w + F_i \quad (1-13)$$

式 (1-13) 称为汽车的驱动条件。它反映了汽车本身的行驶能力。据式 (1-1) 可知，可以采用增大发动机转矩，加大传动比的方法来增大汽车的驱动力。但是这些办法只有在驱动轮和路面不发生滑转时才有效。在一定的轮胎和路面条件下，当驱动力增大到一定程度，超过地面对轮胎切向反作用力的极限值时，驱动轮将出现滑转现象，再继续采取增大驱动力的办法，只会加速驱动轮的滑转，地面切向反作用力即汽车的驱动力并不会增加，这种现象表明：汽车行驶除受驱动条件制约外还受轮胎与路面附着条件的限制。

我们定义地面对轮胎切向反作用力的极限值为汽车驱动轮的附着力，简称附着力，一般用符号 F_φ 表示。其大小为：

$$F_\varphi = Z\varphi \quad (\text{N}) \quad (1-14)$$

式中： φ ——车轮与路面的附着系数，它表示轮胎与路面的接触强度；

Z ——地面对驱动车轮法向反作用力，N。

因为路面对轮胎切向反作用力（即 F_t ）受附着力的限制，所以：

$$F_t \leq F_\varphi \quad (1-15)$$

否则汽车车轮将产生滑动，汽车将不能行驶，故称式 (1-15) 为汽车行驶的附着条件。

把式 (1-13) 和 (1-15) 联写，则有

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq F_\varphi \quad (1-16)$$

式 (1-16) 称为汽车行驶的驱动与附着条件，也是汽车行驶的充分必要条件，它证明了汽车行驶必须有大于 $F_f + F_w + F_i$ 三阻力之和的驱动力作用，且汽车驱动力的最大值要受附着力的限制 ($F_t \leq F_\varphi$)。从而说明了附着力并不是地面对车轮作用的一个力，而是限制驱动力大小的一个界限。

结构总布置和装载等均相同的汽车的附着条件，是由附着系数决定的。影响附着系数的主要因素是：路面的种类和状况，轮胎的结构和气压、汽车行驶的速度等，具体驾驶中必须认识它、掌握它。

路面方面：在硬路面上行驶，轮胎的变形较路面变形大的多，路面的坚硬凸起部分嵌入轮胎的接触表面，使轮胎与路面接触强度增大；在松软路面上行驶时，松软土壤等与轮胎间的摩擦作用小，抗剪切强度低，其附着系数较小。尤其潮湿、泥泞土路、土壤表层因吸水量多、抗剪强度更差，被剪下来的泥、雪等会将轮胎凹纹糊满，使胎面与路面间的摩擦作用更小、附着系数大大下降。路面被污物（细砂、尘土、油污、泥）覆盖时，路面的凹凸不平被

填充，或路潮湿时有水起润滑作用，都会使 φ 值下降20%~60%，甚至更多。气温升高，路面强度下降（尤其油量过大的沥青路面和渣油路面），附着系数下降；长期使用已压实磨光或风化的路面，附着系数也会降低。

轮胎方面：轮胎的花纹对 φ 值影响较大，具有细而浅花纹的轮胎在硬路面上有较好的附着能力。具有宽而深花纹的轮胎，在软路面上使附着能力有所提高。增加胎面的纵向花纹，在干燥的硬路面上， φ 值有所下降；但在潮湿的路面上有利于挤出接触面中的水分能改善附着能力。近代采用的轮胎胎面有纵向曲折大沟槽，胎面边缘上有横向沟槽，使轮胎在纵向横向均有较好的抓地能力，同时还提高了在潮湿路面上的排水能力，因而会提供足够的附着力。轮胎的磨损也会影响附着能力，随着胎面花纹深度减小， φ 值将显著下降。宽断面和子午线轮胎、低压胎（降低轮胎气压）由于与地面的接触面积增大，在硬路面上 φ 值较高。但对于潮湿路面，适当提高轮胎气压，使轮胎与路面的接触面积减小，有助于挤出接触面间的水分，使轮胎得以与路面较坚实的部分接触，从而可提高附着系数。

汽车行驶速度提高时，多数情况下附着系数是下降的，这一点对于汽车的高速制动尤为不利。

第二节 汽车的稳定性和通过性

一、汽车的稳定性

汽车的稳定性是指汽车抵抗倾覆和侧滑的能力，包括纵向稳定性和横向稳定性两个方面。

1. 纵向稳定性

汽车的纵向稳定性是指汽车不致绕前、后轴倾覆的能力。

汽车下陡坡时使用紧急制动（坡度阻力和加速阻力都是负值，与汽车行驶方向一致且数值较大）可能会使汽车失去纵向稳定性，产生向前倾覆的“危险”。当车辆因装载原因而质心过高，质心至前轴距离过小，“危险”性就更大；或在高速行驶中突然撞到大障碍物时（相当于突然“制动”加速度的负值极大，即使在平路上发生此情况，“危险”性也很大。）会使车辆向前纵向倾覆。如图1-6所示。

纵向倾覆也可能上坡时发生，坡度阻力仍是纵向倾覆力的重要构成部分，尤其当车辆载物的质心过高且过于偏后情况下的上坡行驶“危险”性很大，猛然起步或加速，不仅坡度阻力且加速阻力也很大，两者共同作用，使汽车产生纵向向后倾覆的可能，如图1-7所示。汽车纵向向后倾覆，在平路上也有发生：如装载货物的质心至后轴距离很小，甚至正在后轴上（单车装长料物质时屡有出现），在通过不平路面时，前钢板弹簧共振使前轮离开地面而造成

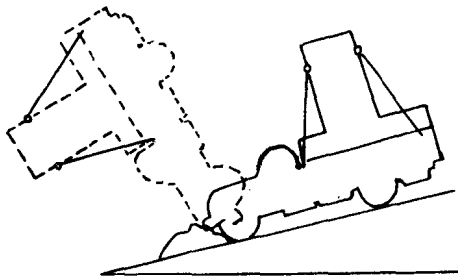


图1-6 汽车向前纵向倾覆

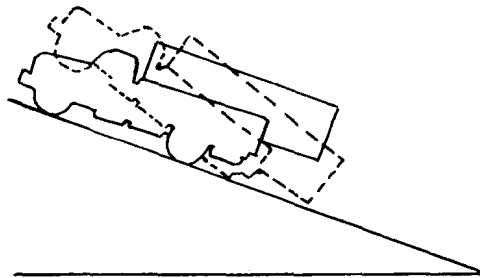


图1-7 汽车向后纵向倾覆

纵向仰翘。

2. 横向稳定性

横向稳定性是指汽车在横向方向上不产生侧滑和不至于以左（或右）轮的支承线为支点而倾覆的能力。

当汽车在具有很大横向坡度的道路上直线行驶时（或停车时）由于道路的横向坡度角很大，（如图 1-8 中之 β ）致使重力通过一侧车轮的支承线，而另一侧车轮的地面法向反作用力等于零（即如图中汽车的重力全通过左侧轮胎压在路面上，右侧轮胎对地面无压力），这时汽车可能绕一侧车轮支承线发生横向倾覆。

如上述的情况中，载荷分布不当，致使质心过高或过多偏左，倾覆的危险性会更大。所以，驾驶员在遇有横向坡度的道路上行驶和停车时一定要注意坡度角（ β ）的大小和装载质心的高度（ h_g ），一般不得在有较大横向坡度的路上停车。

汽车在弯道上行驶，当载货质心偏高或行驶速度过快或转弯半径太小时，就会引起横向倾覆。原因主要是车辆转弯时产生的离心力的作用，如图 1-9 所示。据动力学的原理，汽车转弯时产生的离心力的大小，可由下式确定：

$$F_{\text{离}} = mv^2/r \quad (\text{N}) \quad (1-17)$$

式中： m ——整车质量，kg；

v ——汽车行驶速度，m/s；

r ——汽车转弯半径，m。

离心力 $F_{\text{离}}$ 与汽车质心高度 h_g 的乘积为横向倾覆力矩（参看图 1-9），即

$$M_{\text{倾}} = F_{\text{离}} h_g$$

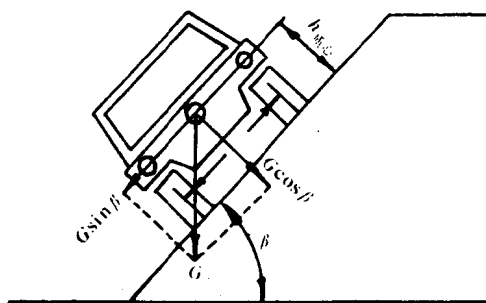


图 1-8 汽车在具有很大横向坡度的道路上直线行驶或停车时的示意图

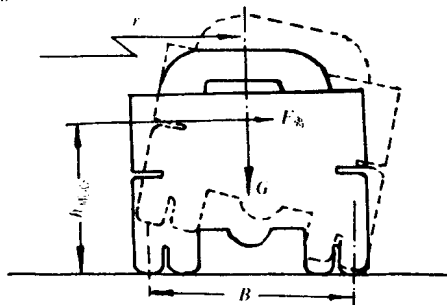


图 1-9 汽车在弯道上行驶时的离心力

汽车重力的回复力矩为：

$$M_{\text{回}} = mg \frac{B}{2} \quad (\text{或} \quad G \frac{B}{2}) \quad (\text{N} \cdot \text{m})$$

式中： B ——后轮轮距（若后轮为双胎，则为两外档轮胎之轮距）

当 $M_{\text{倾}} \geq M_{\text{回}}$ 亦即

$$F_{\text{离}} h_g \geq mg \frac{B}{2}$$

或

$$\frac{mv^2}{r} h_g \geq mg \frac{B}{2} \quad (1-18)$$

汽车便要发生横向倾覆。

由上述分析得知，汽车在弯道上行驶时，要想不发生横向倾覆，必须使横向倾覆力矩减小，即一是要降低车速，二是在弯道上尽可能选择半径大的路线（高速行驶中不能急打转向