

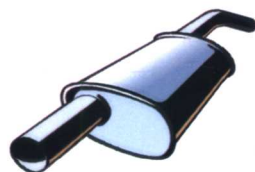
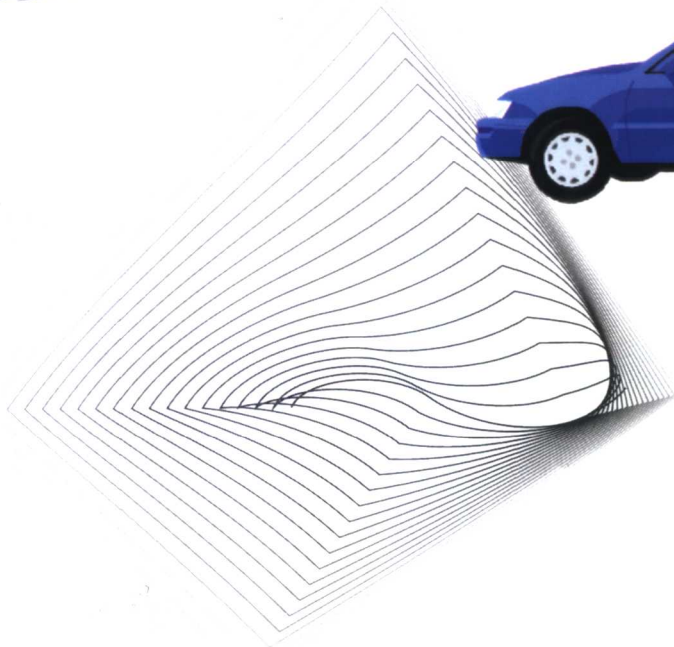


全国交通中等职业
技术学校通用教材

◎冯宝山 主编 ◎李福来 主审

汽车运用基础

(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)



人民交通出版社
China Communications Press

全国交通中等职业技术学校通用教材

Qiche Yunyong Jichu

汽车运用基础

(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)

冯宝山 主编

李福来 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是根据《汽车运用基础》教学计划与教学大纲编写的,是汽车驾驶专业的技术基础课。全书共三个单元,十一个课题,主要包括汽车的动力性、汽车的使用性、汽车的行驶安全性、汽车的操纵稳定性、汽车的通过性和平顺性、汽车运行材料的选用、汽车的选购、汽车的寿命和报废制度、汽车的保险与索赔、汽车货物运输的基本知识和汽车旅客运输的基本知识。

本书是全国交通中等职业技术学校通用教材,亦可供汽车驾驶员、汽车维修工阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车运用基础/冯宝山主编. —北京:人民交通出版社, 2004.9

ISBN 7-114-05207-3

I. 汽… II. 冯… III. 汽车—使用 IV.U471.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 085220 号

全国交通中等职业技术学校通用教材

书 名: 汽车运用基础(汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶专业用)

著 作 者: 冯宝山

责任编辑: 智景安

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 85285656, 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京明十三陵印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 9.5

字 数: 227 千

版 次: 2004 年 9 月第 1 版

印 次: 2004 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN7-114-05207-3

印 数: 0001—5000 册

定 价: 18.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

交通部于1987年成立了“交通技工学校汽车专业教材编审委员会”,(以下简称编委会),编委会先后组织编写了汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶三个专业的第一轮、第二轮、第三轮交通技工学校通用教材,基本上达到每五年更新一轮教材。编委会编写的教材体现了汽车工业发展中的新技术、新工艺等知识,为全国交通技工学校、交通职业学校提供了适合汽车专业技能型人才培养的好教材。在前几年技工学校招生、分配极度困难的时期,学校选用了体现“理实一体化”教学模式的第三轮技工教材教学后,学校的实践教学课堂化、课题化、一体化,毕业的汽车专业学生就业率非常高,甚至有的学校第二年的学生都已被用人单位提前预定,这充分说明了第三轮技工教材的改革是成功的。同时第三轮技工教材被劳动和社会保障部培训就业司评审为“全国技校教材”;《汽车构造》、《汽车维修》、《汽车电气设备》三种教材还被交通部评为“交通部‘九五’优秀教材”。

为了适应社会经济发展和汽车专业技能型人才培养的需求,交通技工学校汽车专业教材编审委员会编写了汽车驾驶、汽车维修、汽车维修与驾驶三个专业的第四轮教材,这轮教材在第三轮“理实一体化”教材模式的基础上做了进一步改革。其特点是:

1. 改革课程设置:将原有的13门课程压缩调整为10门课程,如将原来的《汽车构造》、《汽车维修》、《现代汽车技术》3门课程合并为《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》2门课程,方便了模块教学的需要。

2. 改革教材模式:可独立的部件和总成的教学内容均可一次完成,教材模式已达到和国际接轨水平。

3. 教材的通用性强:除技工学校本身很适用外,对汽车类的职业高中、中专、职工中专等都很适用。

4. 图文并茂,通俗易懂:教材内容以图代文,学生能看懂所有图文,通过识图教学,学生能自学看懂。

5. 兼顾技术等级考核:教材的深度、广度与相应的技术等级考核相吻合。

本书是根据《汽车运用基础》教学计划与教学大纲编写的,是汽车驾驶专业的技术基础课。全书共三个单元,十一个课题,主要包括汽车的动力性、汽车的使用经济性、汽车的行驶安全性、汽车的操纵稳定性、汽车的通过性和平顺性、汽车运行材料的选用、汽车的选配、汽车的寿命和报废制度、汽车的保险与索赔、汽车货物运输的基本知识和汽车旅客运输的基本知识。本书从基本概念开始,结合一定实例,由浅入深逐步地介绍汽车运用的基本知识。

本书由河南省交通技工学校冯宝山担任主编(编写单元一的课题一、课题二、课题三、课题四),由江苏省扬州汽车技工学校李福来担任主审。编写成员与分工是:江苏常州交通技工学校俞文进编写单元二的课题一、课题二;杭州汽车技工学校张汛编写单元二的课题三、课题四;河南省交通技工学校罗伟编写单元三的课题一、课题二。

本教材在编写时,得到很多交通中等职业学校、科研部门、工厂企业的支持和帮助,并提出不少宝贵意见,在此特致诚挚的谢意。由于时间仓促,加之编者水平有限,定有缺点和错误,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

2004年6月

目 录

单元一 汽车的使用性能	1
课题一 汽车的动力性	2
课题二 汽车的使用经济性	10
课题三 汽车的行驶安全性	15
课题四 汽车的操纵稳定性	21
课题五 汽车的通过性和平顺性	31
单元二 车辆管理	37
课题一 车辆的选配	37
课题二 车辆运行材料的选用	46
课题三 汽车的使用寿命和报废制度	75
课题四 车辆保险与索赔	87
单元三 汽车营运知识	102
课题一 汽车货物运输	102
课题二 汽车旅客运输	113
附录1 中华人民共和国道路交通安全法	121
附录2 中华人民共和国道路运输条例	135



单元一 汽车的使用性能

汽车使用性能是指汽车在一定的使用条件下,汽车以最高效率工作的能力。它是决定汽车利用效率和方便性的结构特征表现。

评价汽车工作效率的指标是汽车的运输生产率和成本,基于运输生产率、成本与汽车结构之间的内在联系的研究,确定汽车的主要使用量标。汽车常用的使用性能有动力性、燃料经济性、制动性、操纵稳定性、废气排放、行驶平顺性和通过性等。我国目前采用的汽车使用性能指标见表 1-1。

汽车使用性能的主要指标

表 1-1

使用性能		量标和评价参数		使用性能		量标和评价参数	
容量		额定装载质量(t) 单位装载质量(t/m³) 货厢单位有效容积(m³/t) 座位单位面积(m²/t) 座位数和可站立人数		速度性能		动力性 平均技术速度(km/h)	
使用 方 便 性	操纵方便性	每百公里平均操纵作业次数 操作力(N) 驾驶员座椅可调程度 照明、灯光、视野、信号完好		越野性、机动性		汽车最低离地间隙(mm) 接近角(°) 离去角(°) 纵向通过半径(m) 前后轴荷分配(%) 轮胎花纹及尺寸 轮胎对地面单位压力(kPa) 前后轮辋重合度 低速档的动力性 驱动轴数 最小转弯半径(m)	
	出车迅速性	汽车起动暖车时间					
	乘客上下车和 货物装卸方便性	车门和踏板尺寸及位置 货厢地板高度 货厢栏板可倾翻数 有无随车装卸机具					
	可靠性和耐久性	大修间隔里程(km) 主要总成的更换里程(km) 可靠度、故障率(次/1000km) 故障停车时间(h)		安全 性	稳定性	纵向倾翻条件 横向倾翻条件	
	维修性	维护和修理工时 每千公里维修费用 对维修设备的要求			制动性	制动效能 制动效能恒定性 制动时方向稳定性	
	防公害性	噪声级 CO、HC、NO _x 排放量 电波干扰		乘坐 舒适性	平顺性	振动频率 振动加速度及变化率 振幅	
燃料经济性	最低燃料耗量[L/(100t·km)] 平均最低燃料耗量(L/100km)		设备完备		车身类型 空气调节指标 车内噪声指标(dB) 座椅结构		

本单元主要介绍汽车的动力性、使用经济性、行驶安全性、操纵稳定性、通过性和平顺性等使用性能。

课题一 汽车的动力性

汽车的动力性是指汽车直线行驶在良好路面上所能达到的平均行驶速度,也是表示汽车在行驶中能达到的最高车速、最大加速能力和最大爬坡能力。随着我国高等级公路里程的增长、公路路况的改善,汽车的行驶车速越来越高。汽车行驶的平均技术车速越高,汽车的运输生产率就越高,所以动力性是汽车各种性能中最基本、最重要的一种性能。

一、汽车动力性的评价指标

汽车平均行驶速度是汽车动力性的总指标。为获得尽可能高的平均行驶速度,汽车的动力性主要应由汽车的最高车速、汽车的加速能力和汽车的爬坡能力这三个方面的指标来评定。

(一) 汽车的最高车速

最高车速是指汽车以额定总质量,在风速 $\leq 3\text{m/s}$ 的条件下,在干燥、清洁、平直良好路面(混凝土或沥青)上所能达到的最高稳定行驶速度,用符号 v_{amax} 表示,单位为 km/h 。它对于长途行驶车辆的平均行驶速度的影响最大。一般轿车最高车速为 $130 \sim 200\text{km/h}$,客车最高车速为 $90 \sim 130\text{km/h}$,货车最高车速为 $80 \sim 110\text{km/h}$ 。

(二) 汽车的加速能力

汽车的加速能力是指汽车在各种使用条件下迅速增加行驶速度的能力。它对于市区行驶车辆的平均行驶速度有很大影响,特别是轿车对加速能力的要求尤其重要。加速能力在理论上用加速度来评定,而在实际试验中通常用汽车加速时间来评价。

加速时间是汽车以额定总质量,在风速 $\leq 3\text{m/s}$ 的条件下,在干燥、清洁、平直良好路面(混凝土或沥青)上由某一低速加速到某一高速所需要的时间。通常用原地起步加速时间和超车加速时间来表明汽车的加速能力。

原地起步加速时间指汽车由Ⅰ档或Ⅱ档起步,并以最大的加速度(包括选择恰当的换档时间)逐步换至最高档后到某一预定的距离或车速所需的时间。一般常用原地起步行驶,以 $0 \sim 400\text{m}$ 距离所需的时间秒数来表明汽车原地起步加速能力,也有用原地起步从 $0 \sim 100\text{km/h}$ 行驶速度所需的时间来表明汽车原地起步加速能力。

超车加速时间指用最高档或次高档由某一低车速全力加速到某一高速所需的时间。因为超车时汽车与被超车辆并行,容易发生交通安全事故,所以,超车加速能力强,并行行驶时间短,行驶就安全。超车加速能力采用较多的是用高档由 $30 \sim 40\text{km/h}$ 全力加速行驶至某一高速所需的时间来表示。还有用车速—加速时间关系的加速曲线来全面反映汽车加速能力的。

加速时间对平均行驶车速影响很大,尤其是轿车,对加速时间很重视。

(三) 汽车的爬坡能力

汽车的爬坡能力是用满载时汽车在良好路面上的最大爬坡度来表示的。爬坡度可用角度 α 表示,也常用每百米水平距离内坡道的升高 h 与百米之比值 i 来表示,即: $i = h/100 \times 100\% = \tan\alpha$

最大爬坡度为 α_{max} 或 i_{max} 。

最大爬坡度 i_{max} 是指汽车满载时用变速器最低档位在风速 $\leq 3\text{m/s}$ 的条件下,在干燥、清

洁、良好的路面(混凝土或沥青)上行驶所能克服的最大道路纵向坡度。在坡度不长的道路上,利用汽车加速惯性能通过的坡度称为极限坡度。汽车的爬坡能力对于在山区行驶车辆的平均行驶速度有很大影响。各种车辆的爬坡能力不同。越野汽车要在坏路或无路条件下行驶,因而爬坡能力是一个很重要的指标,它的最大爬坡度要求达到 60% 左右即 30° 左右或更高。货车在各种路面上行驶,要求具有足够的爬坡能力,一般 $i_{\max}$ 在 30% 即 16.5° 左右。轿车主要行驶在良好路面上,车速高,加速快,不要求它的爬坡能力,但实际上它的低档加速能力大,所以爬坡能力也强。

二、汽车的驱动力与行驶阻力

要确定汽车动力性指标,首先必须对汽车在行驶过程中的受力情况进行分析。因为汽车沿行驶方向的各种运动情况,是由作用于汽车行驶方向上的各种外力的结果。作用在汽车行驶方向的外力有汽车的驱动力和行驶阻力。根据这些力的平衡关系,建立汽车行驶方程式,就可以讨论汽车的动力性。

(一) 汽车的驱动力

汽车发动机产生的有效转矩 M_e , 经过汽车传动系传到驱动轮上, 此时作用在驱动轮上的转矩 M_t 便产生一个对地面向后的圆周力 F_o 。根据作用力与反作用力原理, 地面对驱动轮产生一个向前的反作用力 F_t , F_t 即为驱动汽车的外力, 称为汽车的驱动力。如图 1-1 所示, 其大小为: $F_t = M_t / r, \text{N}$ 。

若发动机输出的有效转矩为 M_e , 变速器的传动比为 i_k , 主减速器的传动比为 i_o , 传动系的效率为 η_T , 则上式可表示为: $F_t = M_e i_k i_o \eta_T / r, \text{N}$ 。

对于装有分动器、轮边减速器和液力传动等装置的汽车, 应计入相应的传动比和机械效率。

由上式可知, 汽车的驱动力 F_t 与发动机的有效转矩、传动系的各传动比及传动系的机械效率成正比, 与车轮半径成反比。下面对公式中的 M_e 、 η_T 及 r 的取值作些讨论, 最后作出驱动力图。

1. 发动机有效转矩

发动机的有效转矩可根据其使用外特性曲线确定。使用外特性曲线是带上全部附件时发动机在试验台架做出的。

严格地讲, 台架试验是在发动机工况相对稳定, 即保持水、机油温度在规定的数值, 并且在各个转速不变的情况下测得的转矩、油耗数值。在实际使用中, 发动机的工况常是不稳定的, 发动机的热状况、可燃混合气的浓度与台架试验有显著差异。所以, 在不稳定工况下, 发动机所提供的有效功率要比稳定工况时低 5% ~ 8%, 电喷发动机要下降得少一些。但由于发动机变工况时有效功率不易测量, 所以在进行动力性估算时, 一般沿用台架试验稳定工况时所测得的使用外特性曲线中的有效功率和有效转矩曲线。

2. 传动系的机械效率

发动机的有效功率为 P_e , 经传动系在传动过程中损失功率为 P_T , 则驱动轮得到的功率仅为 $(P_e - P_T)$, 那么传动系机械效率定义为:

$$\eta_T = (P_e - P_T) / P_e = 1 - P_T / P_e$$

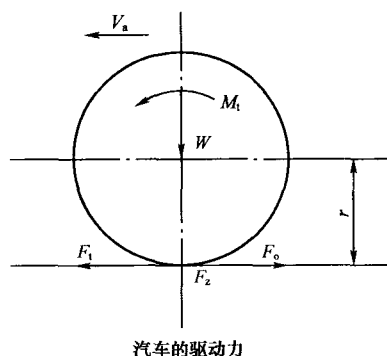


图 1-1 汽车的驱动力

传动系内损失的功率 P_T 是在离合器、变速器、传动轴、主减速器、驱动轮轴承等处机械损失和液力损失功率的总和,其中变速器和主减速器损失的功率所占比例最大。机械损失是指齿轮传动副、轴承、油封等处的摩擦损失,其大小主要决定于啮合的齿轮对数、传递转矩的大小及装配加工的精度等。液力损失是消耗于润滑油的搅动、润滑油与旋转零件表面的摩擦等的功率损失。其大小主要决定于转速、润滑油粘度、工作温度和油面的高度等。

虽然 η_T 受到多种因素影响,但在动力性计算时,只把它取为常数。一般轿车取 0.90~0.92,单级主传动载货车取 0.85,驱动形式为 4×4 的汽车取 0.85,驱动形式为 6×6 的汽车取 0.80。

3. 车轮半径

充气轮胎的车轮,在不同状况下有不同的半径。处于无负荷状态下的车轮半径称为自由半径 r_0 ;在车辆自重作用下,轮心到地面的距离称为静力半径 r_s ;在满载行驶状态,根据车轮滚过的圈数和汽车行驶过的距离计算出来的半径称为滚动半径 r_r 。显然,对汽车作运动学分析时,应采用滚动半径;而作动力学分析应用静力半径。作粗略分析时,通常不计其差别,统称车轮半径 r ,即认为 $r_r \approx r_s \approx r_0$ 。

4. 汽车的驱动力图

表示汽车驱动力与车速之间函数关系的曲线,即 $F_t - v_a$ 曲线,称为汽车的驱动力图。它直观地显示了驱动力随车速变化的规律。对应于不同的档位,有不同的驱动力图。

在发动机使用外特性曲线、传动系传动比、传动系效率、车轮半径等参数已知或确定后,就可作出汽车的驱动力图,如图 1-2 所示。

由于所作的驱动力图是根据发动机使用外特性曲线制成,它表示该档位在该速度下的最大的驱动力,当节气门开度减小时,相对应的驱动力也减小,故曲线下方的区域都可成为汽车的实际工作区。

(二) 汽车的行驶阻力

汽车在水平道路上等速行驶时必须克服来自地面的滚动阻力 F_f 和来自空气的空气阻力 F_w ;当汽车在坡道上上坡行驶时,还必须克服重力沿坡道的分力,称为上坡阻力 F_i ;汽车加速行驶时还需要克服其惯性力称为加速阻力 F_j 。因此,汽车行驶的总阻力为:

$$\sum F = F_f + F_w + F_i + F_j$$

上述诸阻力中,滚动阻力和空气阻力是在任何行驶条件下均存在的。上坡阻力和加速阻力仅在一定行驶条件下存在。在水平道路上等速行驶时就没有加速阻力和上坡阻力。

1. 滚动阻力

(1) 滚动阻力的产生

滚动阻力是当车轮在路面上滚动时,两者之间相互作用力以及相应的轮胎和支撑面变形所产生的能量损失的总和。它包括:道路塑性变形损失、轮胎弹性迟滞损失和其他损失,如轴

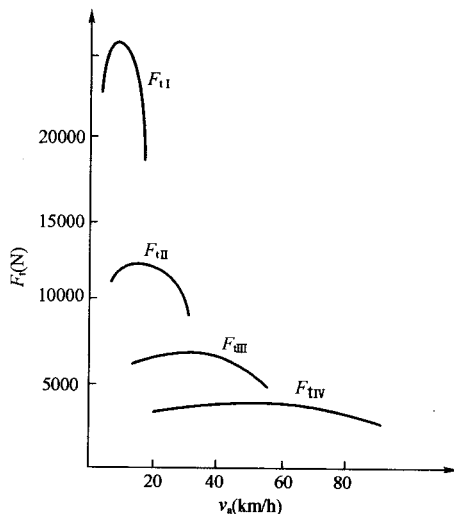


图 1-2 汽车的驱动力图

承及油封间摩擦损失、悬架零件间摩擦和减振器内损失等。

汽车在松软路面上行驶时,滚动阻力主要是由路面变形引起的,汽车在硬路面上行驶时,滚动阻力主要是由轮胎变形引起的。

(2)滚动阻力的计算

汽车滚动阻力构成非常复杂,难以精确计算,而且驱动轮与从动轮也不完全相同。在一般计算中,汽车滚动阻力以下式计算:

$$F_f = G \cdot f$$

式中: G ——汽车总质量, N;

f ——滚动阻力系数。

滚动阻力系数 f 表示了单位车质量的滚动阻力。汽车在不同路面上的滚动阻力系数值不一样。滚动阻力系数的数值由试验确定。其数值与轮胎的结构、材料、气压和道路的路面种类状况以及行驶速度等因素有关。行车速度对滚动阻力系数影响如图 1-3 所示。

2. 空气阻力

汽车在空气介质中行驶时,受到的空气作用力在行驶方向上的分力称为空气阻力。空气阻力包括摩擦阻力和压力阻力两大部分。摩擦阻力是由于空气的粘性在车身表面产生的切向力的合力在行驶方向的分力。摩擦阻力与车身表面粗糙度及表面积有关。压力阻力是作用在汽车外形表面上的法向压力的合力在行驶方向上的分力。它包括下列四部分:形状阻力、干扰阻力、诱导阻力和内循环阻力。

以上几种阻力的合力在汽车行驶方向上的分力即为空气阻力。空气阻力与空气阻力系数及迎风面积成正比。为了保证必要的乘坐空间,迎风面积不能过多地减少,所以从结构上降低空气阻力主要应以降低空气阻力系数入手。

3. 上坡阻力

当汽车上坡行驶时,汽车重力在平行于路面方向的分力,称为汽车的上坡阻力,用 F_i 表示,如图 1-4 所示。

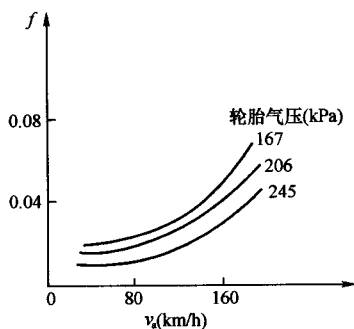


图 1-3 滚动阻力系数与行车速度的关系

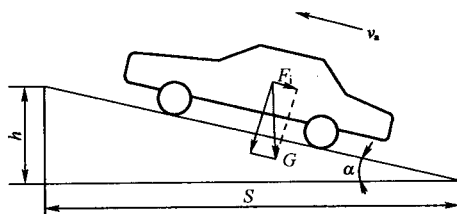


图 1-4 汽车的上坡阻力

F_i 与汽车重力及坡度角 α 的关系为

$$F_i = G \sin \alpha, \text{ N}$$

道路坡度常用高与底长之比的百分数来表示:

$$i = \frac{h}{s} \times 100\% = \tan \alpha$$

当 $\alpha < 10^\circ \sim 15^\circ$ 时,可认为 $\sin \alpha \approx \tan \alpha \approx i$, 则 $F_i = G \cdot i$

由于上坡阻力与滚动阻力均属于与道路有关的阻力,而且均与汽车质量成正比,故有时把这两种阻力合在一起称为道路阻力,用 F_φ 表示,即

$$F_\varphi = F_f + F_i$$

在坡道上

$$F_f = fG\cos\alpha$$

所以

$$F_\varphi = G(f\cos\alpha + \sin\alpha)$$

令

$$\varphi = f\cos\alpha + \sin\alpha$$

φ 称为道路阻力系数,表示单位汽车质量的道路阻力。当 α 较小时, $\varphi \approx f + i$

则

$$F_\varphi = G\varphi$$

值得注意的是,当汽车下坡时, F_i 为负值,即变行驶阻力为动力。

4. 加速阻力

汽车在加速行驶时,需要克服其加速运动时的惯性力,就是加速阻力 F_j 。为便于计算,通常把汽车的质量分为平移质量和旋转质量两部分。加速时不仅平移的质量产生惯性力,旋转的质量也要产生惯性力偶矩。为便于计算,一般把旋转质量的惯性力偶矩转化为平移质量的惯性力,并以系数 δ 作为计入旋转质量惯性力偶矩后的汽车质量换算系数,则 F_j 与 δ 成正比。 δ 主要与飞轮的转动惯量、车轮的转动惯量以及传动系的传动比有关。

三、汽车动力性分析

(一) 汽车行驶方程及驱动条件

1. 汽车的行驶方程

汽车必须有一定的驱动力,以克服各种行驶阻力才能正常行驶。表示汽车驱动力与行驶阻力之间关系的等式,称为汽车的驱动力平衡方程,即汽车的行驶方程:

$$F_t = F_f + F_w + F_i + F_j$$

上式说明了汽车行驶中驱动力与各行驶阻力的平衡关系,当上述两边的力发生变化时,则汽车的运动状态不同。若 $F_t > F_f + F_w + F_i$ 时,汽车将加速行驶;若 $F_t = F_f + F_w + F_i$ 时,汽车将等速行驶;若 $F_t < F_f + F_w + F_i$ 时,汽车将无法起步或减速行驶直至停车。所以汽车行驶的第二个条件为 $F_t \geq F_f + F_w + F_i$ 。该式被称为汽车的驱动条件,它是汽车行驶的必要条件,但还不是汽车行驶的充分条件。

当发动机的转速特性、变速器的传动比、主减速比、传动效率、车轮半径、空气阻力系数、汽车迎风面积以及汽车质量等初步确定后,便可使用此式分析在附着性能良好的典型路面(混凝土、沥青路面)上汽车的行驶能力,即确定汽车在节气门全开时可能达到的最高车速、加速能力和爬坡能力。

为了清晰而形象地表明汽车行驶时受力情况及其平衡关系,一般是将汽车行驶方程式用图解法来进行分析的。即在图 1-2 所示汽车驱动力图上把汽车行驶中经常遇到的滚动阻力和空气阻力曲线也画上,作出汽车驱动力—行驶阻力平衡图,并以它来确定汽车的动力性。

图 1-5 为一辆有五档变速器汽车的驱动力平衡图。图上既有各档的驱动力,又有滚动阻力以及滚动阻力和空气阻力叠加后得到的行驶阻力曲线。

2. 汽车的驱动力—行驶阻力平衡图分析

从汽车的驱动力—行驶阻力平衡图上可以看出不同车速时驱动力和行驶阻力之间曲线的关系。汽车以最高档行驶时的最高车速,可以直接在图上找到。显然, F_{t5} 曲线与 $F_f + F_w$ 的交点便是 v_{amax} 。因为此时驱动力和行驶阻力相等,汽车处于稳定的平衡状态。图中最高车速为

175km/h。从图中还可以看出,当车速低于最高车速时,驱动力大于行驶阻力。这样,汽车就可以利用剩余的驱动力加速或爬坡。当需要在 119km/h 等速行驶时,驾驶员可以关小节气门开度(图下部虚线),此时发动机只用部分负荷特性工作,相应地得到虚线所示驱动力曲线,以使汽车达到新的平衡。

(二)汽车行驶的附着条件及附着力

1. 汽车行驶的附着条件

要提高汽车的动力性,可以采用增加发动机转矩、加大传动系传动比等措施以增大汽车的驱动力来实现。但是这些措施只有在驱动轮与路面不发生滑转现象时才有效。如果驱动轮在路面滑转,则增大驱动力只会使驱动轮加速旋转,地面切向反作用力并不会增加,汽车仍不能行驶。这种现象说明地面作用在驱动轮上的切向反作用力受地面接触强度的限制,并不能随意加大,即汽车行驶除受驱动条件制约外,还受轮胎与地面附着条件的限制。

地面对轮胎切向反作用力的极限值称为附着力,记作 F_{φ} 。在硬路面上附着力取决于轮胎与路面间的相互摩擦,它与驱动轮法向作用力 F_z 成正比,常写作 $F_{\varphi} = F_z \cdot \varphi$ 。 φ 称为附着系数,它是由轮胎和路面的结构特性决定的,表示轮胎与路面的接触强度。

在硬路面上,附着系数 φ 反映了轮胎与路面的摩擦作用。当轮胎与路面接触时,路面的坚硬微小凸起物能嵌入变形的轮胎中,增加了轮胎与路面的接触强度,对轮胎滑转有一定的阻碍作用。在松软路面上,附着系数值 φ 不仅取决于轮胎与土壤间的摩擦作用,同时还取决于土壤的抗剪切强度。因为只有当嵌入轮胎花纹沟槽的土壤被剪切脱离基层时,轮胎在接地面积内才产生相对滑动,车轮发生相对滑转。

显而易见,地面切向反作用力不能大于附着力,否则会发生驱动轮滑转,汽车将不能行驶,即满足以下条件:

$$F_t \leq F_{\varphi} = F_z \cdot \varphi$$

此式即为汽车行驶的必要与充分条件——附着条件。将汽车的驱动条件与附着条件联写,则得

$$F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq F_z \cdot \varphi$$

这就是汽车行驶的必要与充分条件,称为汽车行驶的驱动—附着条件。

2. 汽车的附着力

汽车的附着力 F_{φ} 取决于附着系数 φ 以及地面作用于驱动轮的法向反作用力 F_z 。

(1)附着系数

附着系数主要取决于路面的种类与状况、轮胎的结构和气压以及其他一些使用因素。

①路面种类与状况。坚硬路面的附着系数较大,路面的坚硬微小凸起部分嵌入轮胎的接触面,使接触强度增大。因长期使用已经磨损和风化的路面附着系数会降低。气温升高时,路面硬度下降,附着系数也会下降。路面被细沙、尘土、油污等覆盖时,都会使附着系数下降。松软土壤的抗剪切强度较低,其附着系数较小。在潮湿、泥泞的土路,土壤表层因吸水量多其抗剪切强度更差,附着系数下降很多,是汽车越野行驶困难的原因之一。

②轮胎的结构与气压。轮胎花纹对附着系数的影响也较大。具有细而浅花纹的轮胎在硬

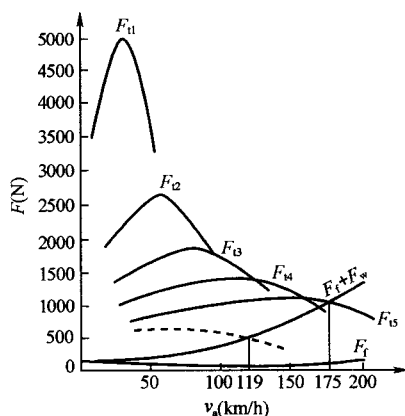


图 1-5 汽车驱动力—行驶阻力平衡图

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,由于接触面积减小,附着系数会有所下降;但在潮湿的路面上有利于挤出接触面中的水分,可以改善附着能力。

轮胎的磨损会使轮胎花纹深度减小,附着系数将显著下降。

降低轮胎气压,可使硬路面上附着系数略有增加,所以采用低压胎可获得较好的附着性能。在松软的路面上,降低轮胎气压,则轮胎与土壤的接触面积增加,胎面凸起部分嵌入土壤的数目也增多,因而附着系数显著提高。如果同时增加车轮轮辋的宽度,则效果更好。对于潮湿的路面,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,因而可提高附着系数。

③汽车行驶速度。汽车行驶速度提高时,多数情况下附着系数是降低的。在硬路面上提高行驶速度时,由于路面微观凹凸构造来不及与胎面完善地嵌合,所以附着系数有所降低。在潮湿的路面上提高行驶速度时,由于接触面间的水分来不及排出,所以附着系数显著降低。在软土壤上,由于高速车轮的动力作用容易破坏土壤的结构,所以提高行驶速度对附着系数产生极不利的影响。只有在结冰的路面上,车速高时,与轮胎接触的冰层受压时间短,因而在接触面间不容易形成水膜,故附着系数略有提高。但要特别注意,在冰路上提高行驶速度会使行驶稳定性变坏。

综上所述,附着系数受一系列因素的影响。在一般动力性计算中只用附着系数的平均值。在良好的混凝土或沥青路面上,路面干燥时附着系数 φ 值为 0.70 ~ 0.80;路面潮湿时 φ 值为 0.50 ~ 0.60;干燥的碎石路 φ 值为 0.60 ~ 0.70;干燥的土路 φ 值为 0.50 ~ 0.60;潮湿土路 φ 值为 0.20 ~ 0.40。

(2) 车轮的地面法向反作用力

附着力与地面对车轮的法向反作用力成正比。而驱动轮的地面反作用力与汽车的总体布置、行驶状况及道路坡度有关。当汽车上坡或加速时,前轮载荷减小,而后轮载荷增加;汽车下坡或减速时,载荷变化与此相反。

由此可见,在一定附着系数的路面上,不同驱动方式的汽车具有不同的汽车附着力。后轮驱动的汽车在上坡和加速时,其驱动轮的法向反作用力大,驱动轮的附着力大,能得到的驱动力大,其加速能力和上坡能力好。只有四轮驱动汽车才有可能充分利用整部汽车重力来产生汽车附着力。当四轮汽车前、后驱动轮的附着力分配刚好等于其前、后轮法向反作用力的分配时,得到的附着力最大。

(三) 汽车的功率平衡

汽车在行驶中,驱动力与行驶阻力互相平衡,在每一瞬时,发动机发出的有效功率 P_e 始终等于机械传动损失功率与全部运动阻力所消耗的功率之合,这就是汽车的功率平衡。其功率平衡方程式为:

$$P_e = \frac{1}{\eta_T} (P_f + P_w + P_i + P_j)$$

式中: P_f ——滚动阻力消耗功率, kW;

P_i ——上坡阻力消耗功率, kW;

P_w ——空气阻力消耗功率, kW;

P_j ——加速阻力消耗功率, kW;

η_T ——传动系效率。

四、影响汽车动力性的主要因素

为了提高汽车的动力性,使汽车具有合理的动力性参数,必须对影响汽车动力性的各种因素进行分析。影响汽车动力性的主要因素有:发动机特性、传动系参数、汽车质量和使用因素等。

(一)发动机特性

发动机特性受其结构形式的影响,不同种类的发动机有不同的特性。

装有活塞式发动机的汽车在车速低时后备功率小,能提供的驱动力也小,这是因为该发动机在低转速时功率较小,若不配变速器,只能通过很小的坡度。汽车上配备的发动机的功率越大,则汽车的动力性越好,但功率过大,会使经济性降低。为了评价汽车的动力性能,可用汽车的比功率作为指标。比功率是发动机最大功率 P_{emax} 与汽车总质量 m 之比,即 P_{emax}/m ,也称功率利用系数,其值大小因汽车形式的不同而异。

汽车发动机的转矩特性对汽车动力性有很大影响。低速发动机,其转矩变化较大,适应性系数稍高,在低速范围内,具有较大的转矩;但转速低将导致功率下降,降低了高速行驶的汽车动力性。高速发动机,其转矩变化较小,适应性系数稍差,但选择了适当的传动系后,可以使转矩随转速增加而下降缓慢。这样,可以保证汽车在任一档位的全部速度变化范围内均有良好的加速性。这对高速汽车尤为重要,使其具有良好的超车能力,保证高速行驶。所以现在汽车发动机多向高速方向发展。

(二)传动系参数

传动系对汽车动力性的影响取决于主减速器传动比、变速器档数与传动比等。

1. 主减速器传动比

对于装有给定发动机功率的汽车,其动力性可因改变主减速器传动比 i_0 而有所变化。图 1-6 为汽车功率平衡图,当 i_0 增加时,发动机功率曲线向左移,图中表示具有三种不同主减速器传动比的发动机外特性,其中 $i'_0 < i''_0 < i'''_0$ 。

由图 1-6a)可知,随着 i_0 的增大,汽车的后备功率加大,但汽车的最大行驶速度 v_{amax} 也发生变化。当主传动比为 i''_0 时,阻力功率曲线与发动机外特性曲线相交于最大功率处,此时的 v_{amax} 数值最高。若主传动比大于或小于 i''_0 , v_{amax} 的数值均稍有降低。从提高汽车的加速性出发, i_0 应尽可能大,但若过分增大 i_0 ,将使汽车最高速度 v_{amax} 减小,并使发动机以较高转速工作,而影响其寿命。提高 i_0 还将使汽车燃油经济性降低。此外,由于 i_0 加大,与之相应的主传动器外形尺寸加大,使结构过于复杂,并减小了驱动桥的离地间隙,影响汽车的通过性。

对于一般用途汽车,为了保证其有足够的后备功率,在选择 i_0 时,应使阻力功率曲线与发动机功率曲线交点所决定的最大速度高于最大功率时的速度,其比值为 $v_{\text{amax}}/v_{\text{ap}} = 1.10 \sim 1.25$,其中 v_{ap} 是相当于最大功率时的行驶速度,如图 1-6b)所示,但此时燃油经济性较差。

2. 变速器参数

为了扩大发动机的转矩变化范围,克服活塞式发动机特性曲线上的缺陷,汽车必须在传动系中采用变速器,从而改善了汽车的动力性。影响汽车动力性的变速器参数有变速器档数及各档传动比。

(1)变速器档数

变速器档数对汽车动力性有很大影响。装有活塞式发动机和三档变速器的汽车与装有等功率发动机汽车的动力性对比,较为接近。显然,变速器档数越多,越接近等功率发动机,若变速器档数无限增多,即采用无级变速器,则活塞式内燃机就可能总在最大功率 P_{emax} 下工作。

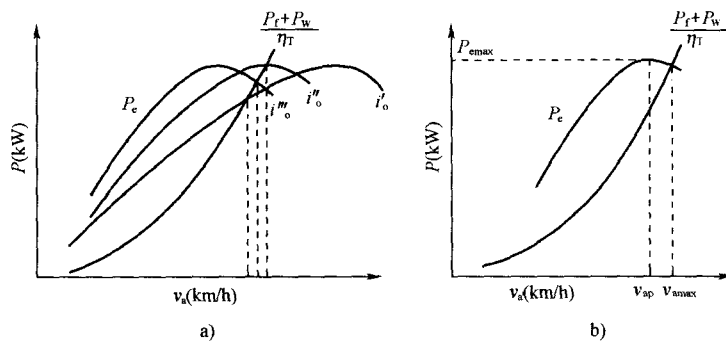


图 1-6 主传动比 i_o 对汽车动力性的影响

a) i_o 对动性影响; b) 功率平衡图

总之,增加变速器档数,后备功率可以增加,但档数增多,变速器结构变得复杂,而操纵也显得困难。因此,有级变速器的实际档数仍有所限制,一般采用三至五档变速器。

(2) 变速器传动比

变速器传动比要分别考虑最低档传动比和各档传动比。最低档传动比对汽车动力性有重大影响,最低档传动比越大,汽车所能克服的道路阻力越大,但应考虑驱动轮与道路之间的附着情况,驱动轮上的最大驱动力不能大于驱动轮与道路之间的附着力。变速器各档传动比之间的分配对汽车动力性也有影响,各档传动比要合理分配。分配得当,能使发动机经常在接近外特性最大功率 P_{emax} 处的大功率范围内运转,从而增加了汽车的后备功率,提高了汽车的加速和上坡能力。如果各档传动比分配不当,还致使换档困难,影响汽车的动力性。

(三) 汽车总质量

汽车总质量对汽车的动力性有很大影响。除了空气阻力外,所有运动阻力都与汽车总质量有关。在其他条件相同的情况下,汽车总质量增加,则汽车动力性能下降。所以,减轻汽车自身质量,会改善汽车的动力性。对具有相同载质量的不同汽车,其自身质量较小者,总质量亦较小,因而动力性较好。对于自身质量占汽车总质量比例较大的轿车,减轻自身质量所得的效果亦显著。

(四) 使用因素

汽车动力性还在不同程度上受到汽车运行条件的影响(道路、气候、海拔高度、驾驶技术、维护与调整技术、交通规则与运输组织等)。汽车在高原行驶时,随着海拔升高,气压逐渐降低,空气密度减少,使充气量下降,发动机动力降低。海拔高度每增加 1000m,大气压力下降约 11.5%,空气密度约减少 9%,功率下降约 12%,转矩下降 11% 左右。海拔高度也影响加速性能,海拔每增高 1000m,加速时间和加速距离加长 50%,最高车速下降 9% 左右。随着海拔升高的增加,大气压力降低,进气管真空度下降,发动机转速下降,致使怠速不良。海拔每增高 1000m,怠速降低 50r/min。在汽车使用过程中,加强维护,采用正确的驾驶方法,合理的运输组织,充分发挥汽车的动力性能,以提高运输速度与运输生产率。

课题二 汽车的使用经济性

汽车的使用经济性是指汽车以最小的运输消耗量完成运输工作的能力,是汽车的主要性

能之一,常以百车公里燃油量和千吨公里综合运输成本来评价。由于在汽车运输成本中,汽车燃料消耗费用占总费用的三分之一,所以,汽车的使用经济性常用汽车的燃油经济性来评价,它是指汽车以最小的燃料消耗完成单位运输工作量的能力,常用汽车行驶 100km 所消耗的燃料量(L/100km)来评价。

由于汽车燃料消耗量与发动机类型、结构、制造工艺、调整状态、燃料品质及道路条件、交通状况、气候、驾驶技术等众多因素有关,因此燃油经济性指标值要根据道路试验或室内台架试验结果来评定,也可以通过理论分析来进行估算。

一、汽车燃油经济性的评价指标

汽车燃油经济性常用一定运行工况下汽车行驶百公里的燃油消耗量或一定燃油量能使汽车行驶的里程数来衡量。

在我国及欧洲,燃油经济性指标的单位为 L/100km,即行驶 100km 所消耗的燃油升数,其数值越大,汽车的燃油经济性就越差。美国为 MPG 或 mile/Us gal,指的是每加仑燃油能行驶的英里数。其数值越大,汽车的燃油经济性就越好。

等速行驶百公里的燃油消耗量是常用的一种评价指标,指汽车在一定荷载(我国标准规定轿车为半载,货车为满载)下,以最高档在水平良好路面上等速行驶 100km 的燃油消耗量。每隔 10km/h 或者 20km/h 速度间隔测出一等速行驶百公里的燃油消耗量,然后在图上连成一曲线,称为等速行驶百公里的燃油消耗量曲线,如图 1-7 所示。

但是,等速行驶工况并不能全面反映汽车的实际运输情况,特别是在市区行驶中频繁出现的加速、减速、怠速、停车等行驶工况。因此,在对实际车辆进行跟踪测试统计的基础上,各国都制定了一些典型的循环试验工况来模拟汽车实际进行工况,并以其百公里的燃油消耗量(或 MPG)来评定相应工况的燃油经济性。

循环行驶工况规定了车速—时间行驶规范,例如,何时换挡、何时制动以及行车的速度和加速度等数值。因此,它在道路上试验比较困难,一般多规定在室内汽车底盘测功机(转鼓试验台)上进行测试;而规定在路上进行试验的循环工况均很简单。

我国规定轿车按二十五工况进行循环试验,客车按四工况进行循环试验,总质量小于 3500kg 的货车按轿车循环试验进行,总质量为 3500 ~ 14000kg 的货车按六工况进行循环试验,微型车按十工况进行循环试验。

为了节约能源,国家对现生产及计划投产的载货汽车规定了燃油消耗量限值,考核指标为比燃油消耗量 q (百吨千米的燃油消耗量)。

被考核车型要求在满足动力性的前提下,比燃油消耗量 q 应符合“载货汽车燃油消耗量限值表”的规定,见表 1-2、表 1-3、表 1-4。

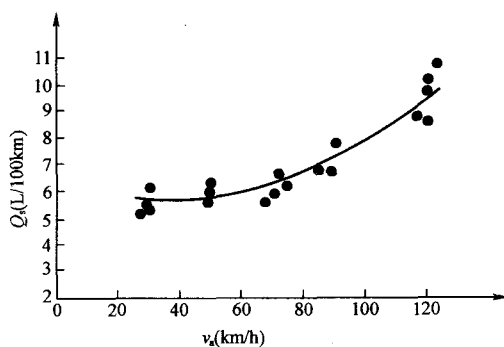


图 1-7 汽车等速行驶百公里的燃油消耗量曲线

汽油载货汽车燃油消耗量限值

表 1-2

汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)	汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)
2.5~4.0	4.05~3.17	>9.0~12.0	2.64~2.50
>4.0~6.0	3.15~2.83	>12.0~15.0	2.48~2.39
>6.0~9.0	2.85~2.65		

柴油载货汽车燃油消耗量限值

表 1-3

汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)	汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)
2.5~4.0	2.82~2.16	>9.0~12.0	1.68~1.55
>4.0~6.0	2.14~1.88	>12.0~15.0	1.53~1.43
>6.0~9.0	1.86~1.76		

重型载货汽车燃油消耗量限值

表 1-4

汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)	汽车总质量 (t)	比燃油消耗量 (L/100t·km)
>15~17	1.42~1.40	>22~26	1.37~1.33
>17~22	1.39~1.37	>26~32	1.321~1.30

欧洲经济委员会(ECE)规定,要测量车速为 90km/h 和 120km/h 等速百千米燃油消耗量和按 ECE-R.15 循环工况的百千米燃油消耗量,并各取 1/3 相加作为混合百千米燃油消耗量来评定汽车燃油经济性。美国环境保护局(EPA)规定,要测量城市循环工况(UDDS)及公路循环工况(HWFET)的燃油经济性(单位为每加仑燃油汽车行驶英里数 mile/gal),并按下式计算综合燃油经济性(单位为 mile/gal),以它作为燃油经济性的综合评价指标。

$$\text{综合燃油经济性} = \frac{1}{\frac{0.55}{\text{城市循环燃油经济性}}} + \frac{1}{\frac{0.45}{\text{公路循环燃油经济性}}}$$

二、影响汽车燃油经济性的因素

为了改善汽车燃油经济性,必须对影响燃油经济性的有关因素进行研究。影响燃油经济性的因素主要两个方面:汽车使用方面和汽车结构方面。

(一)使用方面

在使用方面影响燃油经济性的主要因素为保持汽车完好的技术状况与正确的驾驶操作。主要表现为:

1. 正确的维护

汽车的维护品质会影响到发动机的性能与汽车行驶阻力,对百公里油耗有相当影响,所以,正确的维护,对改善汽车燃油经济性有很大影响。

首先对发动机要保持良好的技术状况。对供油系进行维护与检查,防止漏油,清除滤清器中的沉淀及杂质,空气滤清器不畅通时,油耗将增加 3% 左右。要适应汽车的具体使用条件,正确的调整化油器。汽车制造厂提供的化油器及其调整数据,是针对全国各种气候、气压等使