

目录

项目一 汽车基础知识	001
任务一 汽车总体构造	001
任务二 汽车分类方法	005
任务三 汽车识别代号	007
项目二 发动机性能指标	011
任务一 发动机性能指标	011
任务二 发动机特性	012
任务三 发动机台架性能实验	018
项目三 汽车使用性能指标	021
任务一 汽车的动力性	021
任务二 汽车的燃油经济性	024
任务三 汽车的制动性	028
任务四 汽车的平顺性	032
任务五 汽车的操纵稳定性	035
任务六 汽车的通过性	038
项目四 汽车常用运行材料	044
任务一 汽车燃料及其使用	044
任务二 汽车润滑材料及其使用	050
任务三 汽车特种液及其使用	059
任务四 汽车轮胎及其使用	063
项目五 汽车公害及其控制	068
任务一 汽车排放污染物及其控制	068
任务二 汽车噪声及其控制	076

项目六 汽车的选配与新车使用	079
任务一 汽车的选配	079
任务二 汽车选配主要技术指标	083
任务三 新车的启用	085
任务四 汽车走合期的使用	086
项目七 汽车的户籍管理与保险	089
任务一 汽车的户籍管理	089
任务二 汽车的保险	095
任务三 保险责任与理赔	100
项目八 汽车技术状况及其更新	105
任务一 汽车技术状况变化的特征与原因	105
任务二 汽车技术状况变化的影响因素	107
任务三 汽车技术状况变化的规律	109
任务四 汽车技术状况的分级与评定	112
任务五 汽车的使用寿命与更新	114
项目九 汽车维修管理	118
任务一 汽车维修管理基础知识	118
任务二 汽车维修技术标准	120
任务三 汽车维修企业管理制度	124
项目十 汽车技术管理	128
任务一 汽车技术管理概述	128
任务二 汽车的技术经济定额管理	131
任务三 汽车技术档案	134
任务四 汽车停驶、封存与租赁	137
任务五 汽车改装与改造	138
任务六 汽车折旧、更新与报废	140
任务七 汽车鉴定估价	142
项目十一 汽车配件管理	152
任务一 汽车配件的分类和编号	152
任务二 汽车配件目录的使用	155
任务三 汽车配件仓储管理	156

项目十二 汽车行驶安全	159
任务一 道路交通事故概述	159
任务二 机动车运行安全技术条件概述	162
任务三 车辆的装备装载与安全	170
任务四 汽车安全行驶与日常维护	174
参考文献	177

江苏凤凰教育出版社

项目一 汽车基础知识

知识要点

1. 掌握汽车的总体构造；
2. 掌握汽车的分类方法；
3. 国产汽车产品型号编制规则；
4. 掌握汽车识别代号的含义。

知识目标

1. 掌握汽车基本构造和基本工作原理；
2. 学会用不同方法对汽车进行分类；
3. 掌握汽车识别代码的组成及各组成部分表达的含义；
4. 懂得汽车识别代码的作用及意义。

任务一 汽车总体构造

现代汽车是由多个装置和机构组成的。不同型号、不同类型及不同厂家生产的汽车其基本构造都相同，主要由发动机、底盘、车身和电气设备四部分组成。

一、发动机

发动机是为汽车行驶提供动力的装置。现代汽车广泛采用往复式内燃发动机。它是通过可燃混合体在汽缸内燃烧膨胀产生压力，推动活塞运动并通过连杆使曲轴旋转来对外输出功率的。汽油机主要包括两大机构和五大系统，它们由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和启动系统组成(图 1-1)。

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环，完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成(图 1-2)。

2. 配气机构

配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入汽缸，并使废气从汽缸内排出，实现换气过程。进、排气门的

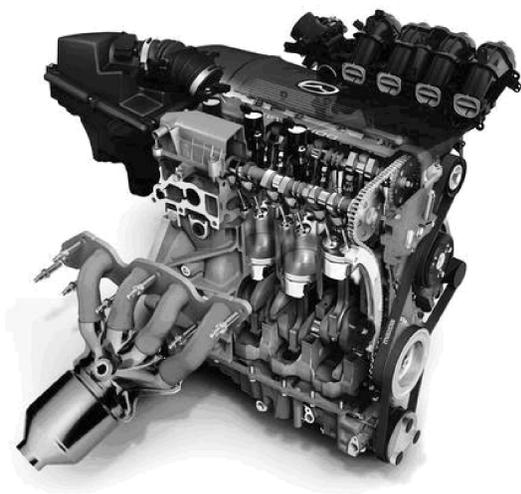


图 1-1 发动机总成

开闭由凸轮轴控制。凸轮轴由曲轴通过齿形带或齿轮或链条驱动。进、排气门和凸轮轴以及其他一些零件共同组成配气机构(图 1-3)。

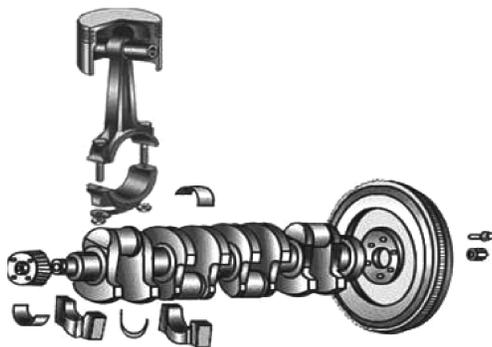


图 1-2 曲柄连杆机构

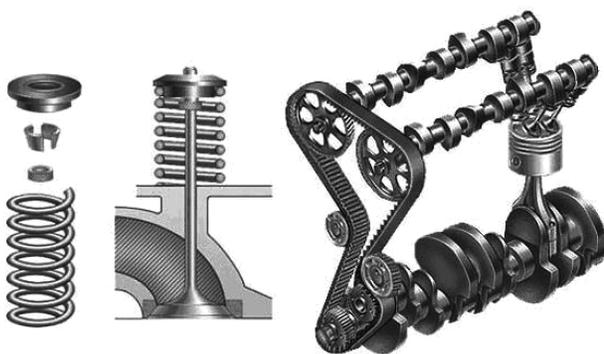


图 1-3 配气机构

3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求,配制出一定数量和压力的混合气,供入汽缸,并将燃烧后的废气从汽缸内排出到大气中去(图 1-4)。

4. 润滑系统

润滑系统的功用是向相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油,以实现液体摩擦,减小摩擦阻力,减轻机件的磨损,并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成(图 1-5)。

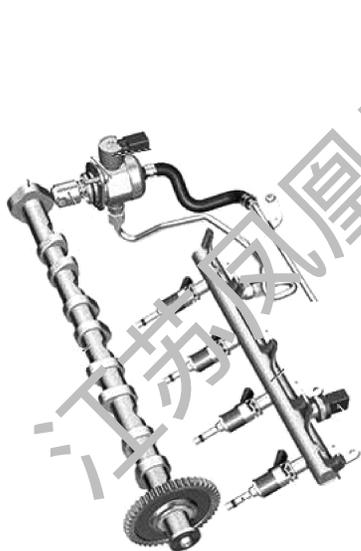


图 1-4 燃料供给系统

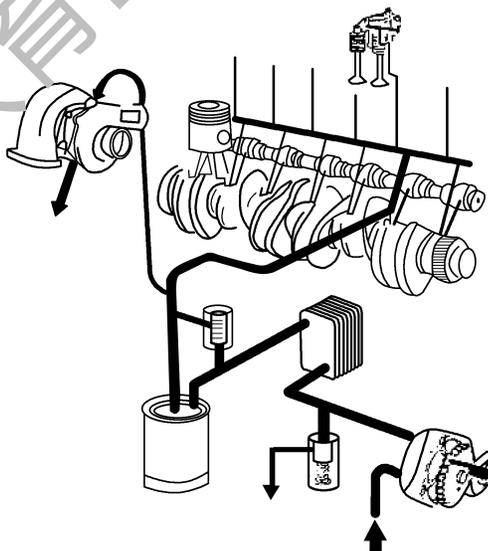


图 1-5 润滑系统

5. 冷却系统

冷却系统的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去,保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成(图 1-6)。

6. 点火系统

在汽油机中,汽缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的,为此在汽油机的汽缸盖上装有火花塞,火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系统,点火系统通常由蓄电池、

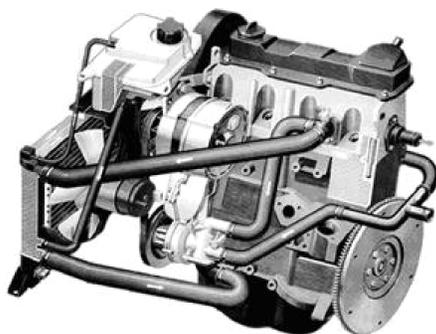


图 1-6 冷却系统

发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成(图 1-7)。

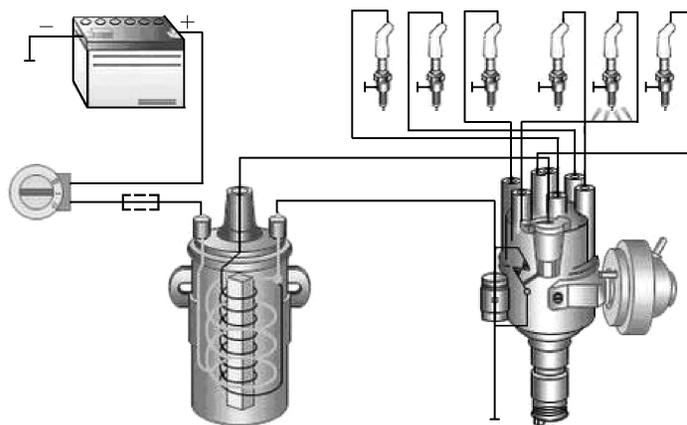


图 1-7 点火系统

7. 启动系统

曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程,称为发动机的启动。完成启动过程所需的装置,称为发动机的启动系统(图 1-8)。

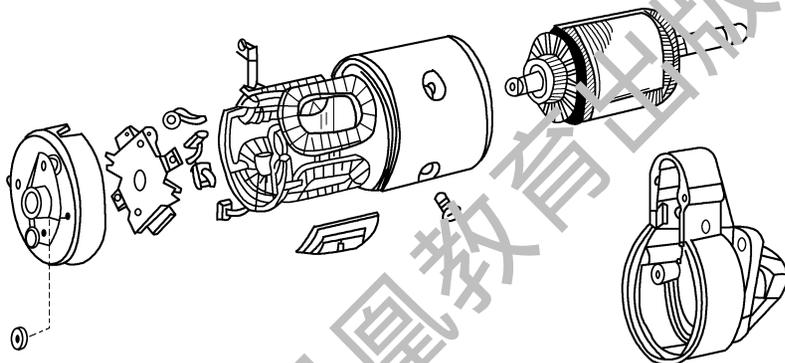


图 1-8 启动机

二、汽车底盘

底盘的作用是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成,形成汽车的整体造型,并接受发动机的动力,使汽车产生运动,并保证汽车按照驾驶员的操纵正常行驶。底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成(图 1-9)。

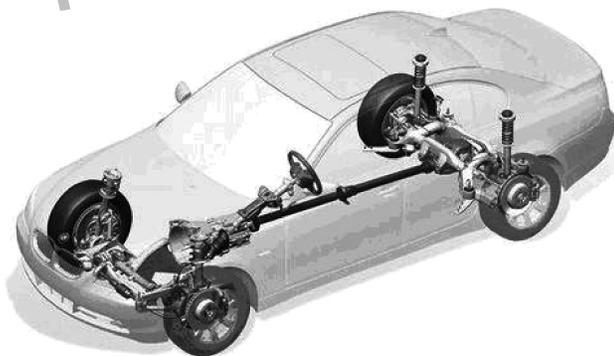


图 1-9 汽车底盘

1. 传动系

传动系一般由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴等组成。汽车发动机所发出的动力靠传动系传递到驱动车轮,传动系具有减速、变速、倒车、中断动力、轮间差速和轴间差速等功能,与发动机

配合工作,能保证汽车在各种工况条件下的正常行驶,并具有良好的动力性和经济性。传动系可按能量传递方式的不同,划分为机械传动、液力传动、液压传动、电传动等。

在机械式传动系中常见布置形式主要与发动机的位置及汽车的驱动形式有关。可分为:

① 前置后驱。FR,即发动机前置、后轮驱动,这是一种传统的布置形式。国内外的大多数货车、部分轿车和部分客车都采用这种形式。

② 后置后驱。RR,即发动机后置、后轮驱动,在大型客车上多采用这种布置形式,少量微型、轻型轿车也采用这种形式。

③ 前置前驱。FF,即发动机前置、前轮驱动,这种形式操纵机构简单、发动机散热条件好。但上坡时汽车质量后移,使前驱动轮的附着质量减小,驱动轮易打滑;下坡制动时则由于汽车质量前移,前轮负荷过重,高速时易发生翻车现象。现在大多数轿车采取这种布置形式。

④ 全轮驱动。越野汽车一般为全轮驱动,发动机前置,在变速箱后装有分动器将动力传递到全部车轮上。目前,轻型越野汽车普遍采用 4×4 驱动形式,中型越野汽车采用 4×4 或 6×6 驱动形式;重型越野汽车一般采用 6×6 或 8×8 驱动形式。

2. 行驶系

行驶系由汽车的车架、车桥、车轮和悬架等组成。行驶系的功用是:接受传动系的动力,通过驱动轮与路面的作用产生牵引力,使汽车正常行驶;承受汽车的总重量和地面的反力;缓和在不平路面对车身造成的冲击,削减汽车行驶中的振动,保持行驶的平顺性;与转向系配合,保证汽车操纵稳定性。

3. 转向系

汽车上用来改变或恢复其行驶方向的专设机构称为汽车转向系统。它主要由转向操纵机构、转向器、转向传动机构三部分组成(图1-10)。

4. 制动系

汽车上用以使外界(主要是路面)在汽车某些部分(主要是车轮)施加一定的力,从而对其进行一定程度的强制制动的一系列专门装置统称为制动系统(图1-11)。

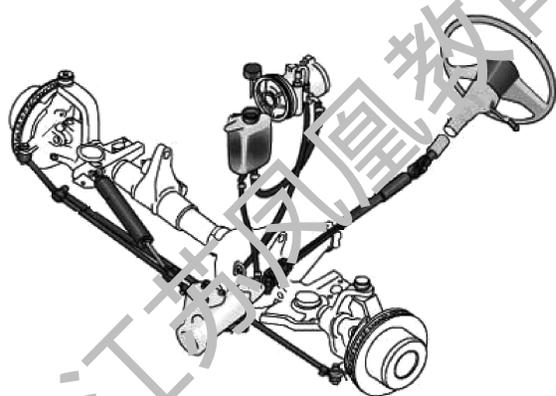


图1-10 转向系统

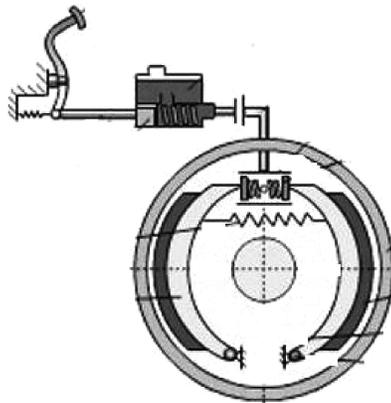


图1-11 制动系统

三、汽车车身

车身是驾驶员工作的场所,也是装载乘客和货物的场所。车身应为驾驶员提供方便的操作条件,以及为乘客提供舒适安全的环境或保证货物完好无损。车身主要包括车顶盖、发动机盖、行李箱盖、翼子板、前围板等几部分。如图1-12所示。

四、电气设备

在现代汽车上愈来愈多地装用各种电子设备:微处理机、中央计算机系统及各种人工智能装置等,显著地提高了汽车的性能。汽车电气与电子设备种类繁多,功能各异,按其作用不同可分为以下几个部分:



图1-12 车身

1. 电源系统

由蓄电池、发电机、调节器及工作情况指示装置(电流表、充电指示灯等)等组成。其作用是向全车提供稳定的低压直流电能。

2. 启动系统

由启动机、启动继电器、启动开关及启动保护装置等组成。其作用是启动发动机。

3. 点火系统

由点火线圈、分电器、点火控制器、火花塞、点火开关等组成的电路。此外,采用由发动机控制单元进行点火控制时,可以不使用分电器。其作用是适时、可靠地向发动机各缸提供具有一定能量的高压火花,点燃混合气做功。

4. 照明与信号系统

由前照灯、雾灯、示廓灯、转向灯、制动灯、倒车灯、控制继电器和开关等组成。其作用是为用户提供照明和指示信号。

5. 仪表警报系统

由仪表、传感器、各种报警指示灯组成的电路。其作用是为用户提供显示工作状态。

6. 辅助电气系统

一般由车窗刮水装置和启动预热装置等组成的电路。其作用是为用户提供良好的视野、启动性能等。

7. 空调系统

由制冷、采暖、通风和空气净化等装置组成。其作用是使车辆驾驶室内能够保持适宜的温度和湿度,使车内空气清新。

8. 电子控制系统

电子控制系统是指微机控制的各个系统,主要由微机、传感器、执行器及控制线路等组成。其作用是实现对发动机、底盘和工作装置进行自动控制、自动报警、自动诊断等功能。

任务二 汽车分类方法

一、汽车的分类方法

为区别不同用途和类型的汽车,根据有关标准分类如下。

1. 汽车

汽车分为乘用车和商用车两大类,见表 1-1。

表 1-1 汽车的分类

汽车类别	汽车类型	汽车类别	汽车类型	
乘用车 (不超过 9 座)	普通乘用车	商用车	小型客车	
	活顶乘用车		城市客车	
	高级乘用车		长途客车	
	小型乘用车		旅游客车	
	敞篷车		铰接客车	
	舱背乘用车		无轨客车	
	旅行车		越野客车	
	多用途乘用车		专用客车	
	越野乘用车		普通货车	
	短头乘用车		多用途货车	
	专用乘用车(如旅居车、防弹车、救护车、殡仪车等)	商用车	货车	全挂牵引车
				越野货车
				专用作业车
			专用货车	
			半挂牵引车	

(1) 乘用车。乘用车指在设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和/或临时物品的汽车,包括驾驶人座位在内最多不超过九个座位,也可以牵引一辆挂车。

(2) 商用车。商用车指在设计和技术特性上用于运送人员和货物的汽车,并且可以牵引挂车。主要包括:

① 客车。客车指在设计和技术特性上用于载运乘客及其随身行李的商用车辆,包括驾驶人座位在内座位数超过九座。客车有单层的或双层的,也可以牵引一辆挂车。

② 半挂牵引车。半挂牵引车指装备有特殊装置用于牵引半挂车的商用车辆。

③ 货车。货车指一种主要为载运货物而设计和装备的商用车辆。

2. 挂车

挂车需由牵引才能正常使用,是一种无动力的道路车辆。主要用于载运人员和/或货物及特殊用途。主要包括:

(1) 牵引杆挂车。牵引杆挂车是至少有两根轴的挂车。结构特点:一轴可转向;通过角向移动的牵引杆与牵引车连接;牵引杆可垂直移动,连接到底盘上,因此不能承受任何垂直力。包括客车挂车、牵引杆货车挂车、通用牵引杆挂车、专用牵引杆挂车。

(2) 半挂车。半挂车指车轴置于车辆重心(当车辆均匀受载时)后面,并且装有可将水平或垂直力传递到牵引车的连接装置的挂车。包括客车半挂车、通用货车半挂车、专用半挂车、旅居半挂车。

(3) 中置轴挂车。该类挂车的牵引装置不能垂直移动(相对于挂车),车轴位于紧靠挂车的重心(当均匀载荷时)。其中一轴或多轴可由牵引车来驱动。主要有旅居挂车。

3. 汽车列车

汽车列车指一辆汽车与一辆或多辆挂车的组合。主要包括乘用车列车、客车列车、货车列车、牵引杆挂车列车、铰接列车、双挂列车、双半挂列车、平板列车等。

二、根据按 GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》分类

GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》把机动车辆和挂车分为 L 类、M 类、N 类、O 类和 G 类。

1. L 类

L 类机动车辆指两轮或三轮机动车辆。

① L₁ 类:若使用热力发动机,其气缸排量不超过 50 mL,且无论何种驱动方式,其最高设计车速不超过 50 km/h 的两轮车辆。

② L₂ 类:若使用热力发动机,其气缸排量不超过 50 mL,且无论何种驱动方式,其最高设计车速不超过 50 km/h,具有任何车轮布置形式的三轮车辆。

③ L₃ 类:若使用热力发动机,其气缸排量超过 50 mL,或无论何种驱动方式,最高设计车速超过 50 km/h 的两轮车辆。

④ L₄ 类:若使用热力发动机,其气缸排量超过 50 mL,或无论何种驱动方式,最高设计车速超过 50 km/h,三个车轮相对于车辆的纵向中心平面为非对称布置的车辆(带边斗的摩托车)。

⑤ L₅ 类:若使用热力发动机,其气缸排量超过 50 mL,或无论何种驱动方式,最高设计车速超过 50 km/h,三个车轮相对于车辆的纵向中心平面为对称布置的车辆。

2. M 类

M 类机动车辆指至少有四个车轮并且用于载客的机动车辆。

① M₁ 类:包括驾驶人座位在内,座位数不超过九座的载客车辆。

② M₂ 类:包括驾驶人座位在内座位数超过九个,且最大设计总质量不超过 5 000 kg 的载客车辆。

③ M₃ 类:包括驾驶人座位在内座位数超过九个,且最大设计总质量超过 5 000 kg 的载客车辆。

3. N 类

N 类机动车辆指至少有四个车轮且用于载货的机动车辆。

① N₁ 类:最大设计总质量不超过 3 500 kg 的载货车辆。

② N₂ 类:最大设计总质量超过 3 500 kg,但不超过 12 000 kg 的载货车辆。

③ N₃ 类:最大设计总质量超过 12 000 kg 的载货车辆。

4. O 类

O 类机动车辆指挂车(包括半挂车)。

① O₁ 类:最大设计总质量不超过 750 kg 的挂车。

② O₂ 类:最大设计总质量超过 750 kg,但不超过 3 500 kg 的挂车。

③ O₃ 类:最大设计总质量超过 3 500 kg,但不超过 10 000 kg 的挂车。

④ O₄类:最大设计总质量超过 10 000 kg 的挂车。

5. G类

G类机动车辆指满足特殊条件要求的 M类、N类的越野车。

任务三 汽车识别代号

一、国产汽车产品型号编制规则

国标 GB 9417—1988《汽车产品型号编制规则》基本示意图如下图 1-13 所示,国家汽车型号均由汉语拼音和阿拉伯数字组成。主要包括产品型号由企业名称代号、车辆类型代号、主要参数代号和产品序号组成,必要时附加企业自定代号。它主要包括首部、中部和尾部三部分,基本形式如图 1-13 所示。

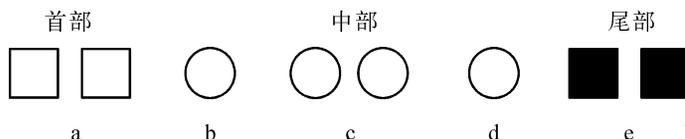


图 1-13 国产汽车产品型号编制

a: 企业名称代号; b: 车辆类别代号; c: 主参数代号; d: 产品序号; e: 企业自定代号

(1) 首部

是企业的识别代号,由 2 个或 3 个汉语拼音字母组成,如 CA、EQ、SH、NJ、JN、JL、SP、CQ、SX、LZW 等。

(2) 中部

由 4 位阿拉伯数字组成,其含义见表 1-2。

表 1-2 汽车型号中 4 位阿拉伯数字代号的含义

首位数字表示车辆类别	中间两位数字表示各类汽车的主要特征参数	最末位数字表示
载货汽车	1	企业自定产品序号
越野汽车	2	
自卸汽车	3	
牵引汽车	4	
专用汽车	5	
客 车	6	
轿 车	7	
(暂 缺)	8	
半挂车及专用半挂车	9	

* 当汽车总质量大于 100 t 时,允许用 3 位数字。

** 当汽车总长度大于 10 m 时,计算单位为 m。

(3) 尾部

分为两部分,前部由汉语拼音字母组成,表示专用汽车分类代号;后部是企业自定代号。

如: CA7200 中国第一汽车集团公司生产的轿车,发动机排量为 2.0 L,第一代产品;

BJ2020SJ 北京汽车制造厂生产的越野汽车,厂定总质量为 2 吨,第一代产品;

EQ1092 东风汽车公司生产的载货汽车,厂定总质量为 9 吨,第三代产品。

二、车辆识别代号 (VIN)

VIN (Vehicle Identification Number), 中文名叫车辆识别代号, 又称 17 位识别代码。车辆识别代号经过排列组合, 可以使车型生产在 30 年之内不会发生重号现象, 这很像我们的身份证不会产生重号一样, 它具有对车辆的唯一识别性, 因此又有人将其称为“汽车身份证”。车辆识别代号中含有车辆的制造厂家、生产年代、车型、车身形式、发动机以及其他装备的信息。

车辆识别代号由三个部分组成:第一部分,世界制造厂识别代号(WMI);第二部分,车辆说明部分(VDS);第三部分,车辆指示部分(VIS)。

对完整车辆和/或非完整车辆年产量 ≥ 500 辆的车辆制造厂,车辆识别代号的第一部分为世界制造厂识别代号(WMI);第二部分为车辆说明部分(VDS);第三部分为车辆指示部分(VIS)(图 1-14)。

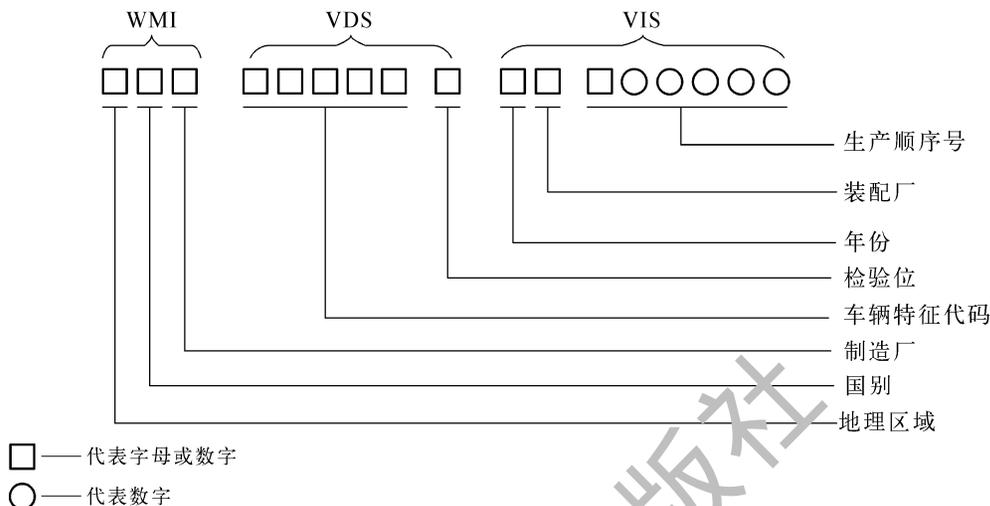


图 1-14 车辆识别代号(年产量 $n \geq 500$ 辆)

对完整车辆和/或非完整车辆年产量 ≤ 500 辆的车辆制造厂,车辆识别代号的第一部分为世界制造厂识别代号(WMI);第二部分为车辆说明部分(VDS);第三部分的第三、四、五位与第一部分中的三位字码一起构成世界制造厂识别代号(WMI),其余五位为车辆指示部分(VIS)(图 1-15)。

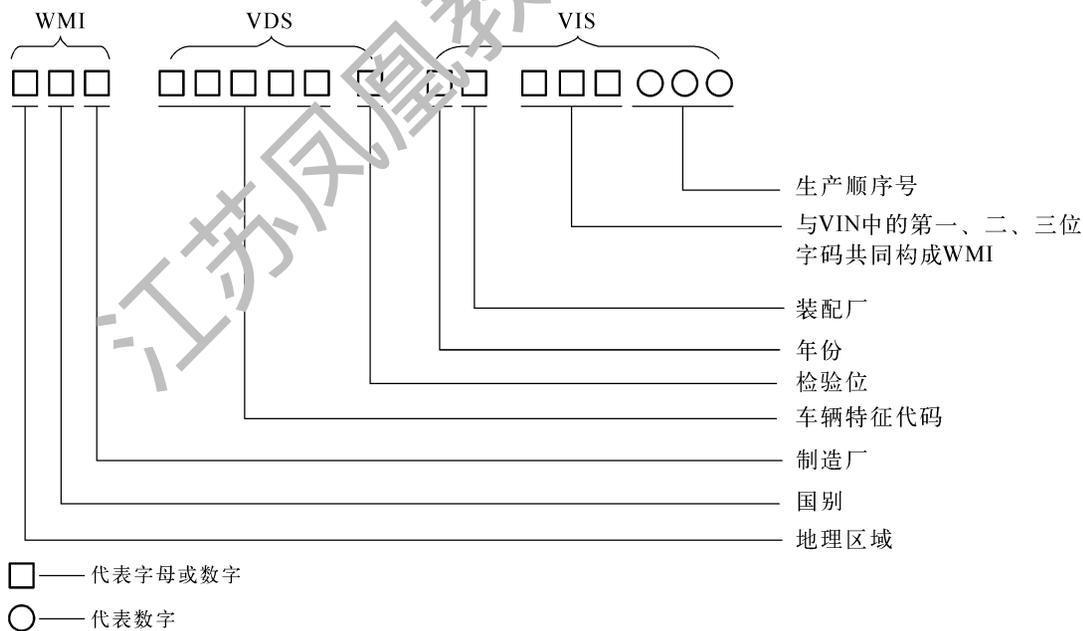


图 1-15 车辆识别代号(年产量 $n \leq 500$ 辆)

1. 世界制造厂识别代号(WMI)

世界制造厂识别代号,第 1~3 位,国际标准化组织按地理区域分配给各国,各国再分配给本国的制造厂,所有的 WMI 代号由美国汽车工程师学会(SAE)保存并核对。中国由天津汽研中心标准所代理,国家经贸委备案。

2. 车辆描述部分(VDS)

第 4~9 位,车辆的类型和配置。若其中的一位或几位字符不用,必须用选定的字母或数字占位。

一般包含以下信息:

- ① 轿车: 种类、系列、车身类型、发动机类型及约束系统类型;
- ② MPV: 种类、系列、车身类型、发动机类型及车辆额定总重;
- ③ 载货车: 型号或种类、系列、底盘、驾驶室类型、发动机类型、制动系统及车辆额定总重;
- ④ 客车: 型号或种类、系列、车身类型、发动机类型及制动系统。

3. 车辆指示部分(VIS)

第 10~17 位, 制造厂为了区别每辆车而指定的一组字符, 最后四位字符应是数字。一般包含以下信息:

- ① 车型年代(表 1-3): 第 10 位, 车型年份, 即厂家规定的型年(Model Year), 不一定是实际生产的年份, 但一般与实际生产的年份之差不超过 1 年。

表 1-3 标示年份的字母

年代	代码	年代	代码	年代	代码	年代	代码
2001	1	2011	B	2021	M	2031	1
2002	2	2012	C	2022	N	2032	2
2003	3	2013	D	2023	P	2033	3
2004	4	2014	E	2024	R	2034	4
2005	5	2015	F	2025	S	2035	5
2006	6	2016	G	2026	T	2036	6
2007	7	2017	H	2027	V	2037	7
2008	8	2018	J	2028	W	2038	8
2009	9	2019	K	2029	X	2039	9
2010	A	2020	L	2030	Y	2040	A

- ② 装配厂: 第 11 位, 字母或数字。

③ 第 12~17 位: 顺序号, 一般情况下, 汽车召回都是针对某一顺序号范围内的车辆, 即某一批次的车辆。如果制造厂生产的某种类型的车辆产量 ≥ 500 辆, VIS 的第 3~8 位表示生产顺序号; 如果制造厂的产量 < 500 辆, 则此部分的第 3、4、5 位与 WMI 中的第 3 位字母一起来表示一个车辆制造厂。

4. VIN 标牌的位置

VIN 标牌的位置各大汽车厂不完全一样, 一般在:

- ① 左风挡仪表盘上。
- ② 门柱上。
- ③ 防火墙上。
- ④ 发动机、车架等大部件上。
- ⑤ 左侧轮罩内。
- ⑥ 转向柱上。
- ⑦ 散热器支架上。
- ⑧ 发动机前部的加工垫上。
- ⑨ 质保和保养手册、车主手册上。

5. 车辆识别代号(VIN)实例

【例 1】风神蓝鸟车型代码

L G B C 1 A E 0 6 3 R 0 0 0 8 1 4

L G B: 代表东风汽车公司

C: 表示品牌系列。C——风神“蓝鸟”EQ7200 系列, E——NISSAN SUNNY 2.0 系列;

1: 表示车身类型。1——四门三箱, 2——四门二箱, 3——五门二箱, 4——三门二箱;

A: 表示发动机特征。A——2.0 L, B——待选;

E: 表示约束系统类型;

0: 表示变速箱形式。0——AT, 2——MT;

6: 为检验位;

3: 表示年份;

R: 表示装配厂, R——风神一厂(襄樊), Y——风神二厂(花都);

000814: 表示生产序号。

6. 车辆识别代号(VIN)的作用和意义

现在国外各汽车公司生产的汽车都使用了 VIN(Vehicle Identification Number)车辆识别代号。VIN 的每位代码代表着汽车的某一方面信息参数。按照识别代号编码顺序,从 VIN 中可以识别出该车的生产国家、制造公司或生产厂家、车的类型、品牌名称、车型系列、车身形式、发动机型号、车型年款(属哪年生产的年款车型)、安全防护装置型号、检验数字、装配工厂名称和出厂顺序号码等等。

在我国,原机械部汽车司制定的 CMVRA01《车辆识别代号管理规定》已于 1997 年 1 月 1 日生效,1999 年生产的所有汽车、挂车、摩托车都必须拥有车辆识别代号。VIN 具有很强的唯一性、通用性、可读性以及最大限度的信息载量和可检索性。VIN 编码一般以标牌的形式,张贴在汽车的不同部位。VIN 识别代码可用于:

- ① 车辆管理: 登记注册、信息化管理的关键字,美国 DMV 的 VDS。
- ② 车辆检测: 年检和排放检测。
- ③ 车辆防盗: 识别车辆和零部件,盗抢数据库。
- ④ 车辆维修: 诊断、电脑匹配、配件订购、客户关系管理。
- ⑤ 二手车交易: 查询车辆历史信息。
- ⑥ 汽车召回: 年代、车型、批次和数量。
- ⑦ 车辆保险: 保险登记、理赔、浮动费率的信息查询。
- ⑧ 利用 VIN 数据规定还可以鉴别出拼装车、走私车。因为拼装的进口汽车一般是不按 VIN 规定进行组装的。



思考与练习

1. 汽车由哪几部分构成,各部分有什么功用?
2. 汽车发动机有哪两大机构和五大系统?
3. 汽车的分类方法有哪些?
4. 我国汽车按 GB/T 3730.1—2001 分为哪几种?其中商用车又分为哪几种?
5. 汽车识别代号由哪几部分构成?
6. 试解释汽车 CA7460 和 BJ2120 两种型号各部分的含义。
7. 某汽车的汽车识别代号为 LGPE2AE066R000512,请问此车是哪一年生产的?
8. 汽车识别代号有哪些作用?

项目二 发动机性能指标

知识要点

1. 掌握发动机的性能指标；
2. 掌握发动机负荷特性；
3. 掌握发动机速度特性；
4. 掌握发动机万有特性；
5. 发动机台架性能实验。

知识目标

1. 掌握有效指标的分析与提高发动机动力性和经济性的技术措施；
2. 明确速度、负荷特性的概念；
3. 学会速度和负荷特性曲线的分析；
4. 懂得研究速度和负荷特性的意义；
5. 掌握发动机台架性能实验方法。

任务一 发动机性能指标

一、发动机的指示性能指标

发动机的性能指标是用来衡量发动机性能好坏的标准。发动机的主要性能指标有：动力性能指标、经济性能指标和排放性能指标。

发动机性能指标分为指示指标和有效指标。

指示指标是指以工质在汽缸内对活塞做功为基础，评价工作循环的质量。

用平均指示压力及指示功率评定循环的动力性即做功能力。用循环热效率及燃料消耗率评定循环的经济性。

1. 平均指示压力 P_{mi}

一个实际循环工质对活塞所做的有用功称为指示功，用 W_i (kJ) 表示。平均指示压力 P_{mi} (MPa) 是发动机单位汽缸工作容积的指示功。

$$P_{mi} = \frac{W_i}{V_s}$$

P_{mi} 是衡量实际循环动力性能的一个重要指标，它的一般范围是：

汽油机	0.8~1.5 MPa
柴油机	0.7~1.1 MPa
增压柴油机	1~2.5 MPa

2. 指示功率

定义：发动机单位时间所做的指示功，称为指示功率 P_i 。

$$P_i = W_i \frac{n}{60} \cdot \frac{2}{\tau} \cdot i = \frac{P_{mi} V_s \cdot i \cdot n}{30\tau}$$

3. 指示热效率和指示燃料消耗率

指示热效率 η_i 是实际循环指示功与所消耗的燃料热量之比值。

$$\eta_i = \frac{W_i}{Q_1}$$

指示燃料消耗率(简称指示比油耗)是指单位指示功的耗油量,通常以每千瓦小时的耗油量表示。

b_i 、 η_i 是评定发动机实际循环经济性的重要指标。它们的大致范围是:

	η_i	b_i [g/(kW·h)]
汽油机	0.3~0.4	205~320
柴油机	0.4~0.5	170~205

二、发动机的有效指标

有效指标是指以曲轴上得到的净功率为基础,评价整机性能。

1. 动力性能指标

动力性能指标指曲轴对外作功能力的指标,包括有效扭矩、有效功率和曲轴转速。

(1) 有效扭矩

指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的扭矩,通常用 T_e 表示,单位为 N·m。有效扭矩是作用在活塞顶部的气体压力通过连杆、传给曲轴产生的扭矩,并克服了摩擦、驱动附件等损失之后从曲轴对外输出的净扭矩。

(2) 有效功率

指发动机通过曲轴或飞轮对外输出的功率,通常用 P_e 表示,单位为 kW。有效功率同样是曲轴对外输出的净功率。它等于有效扭矩和曲轴转速的乘积。发动机的有效功率可以在专用的试验台上用测功器测定,测出有效扭矩和曲轴转速,然后用下面公式计算出有效功率。

$$P_e = T_e \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} \cdot 10^{-3} = \frac{T_e \cdot n}{9550} \text{ (kW)}$$

式中 T_e ——有效扭矩,单位为 N·m;
 n ——曲轴转速,单位为 r/min。

(3) 转速

指发动机曲轴每分钟的转数,单位为 r/min。发动机产品铭牌上标明的功率及相应转速称为额定功率和额定转速。按照汽车发动机可靠性试验方法的规定汽车发动机应能在额定工况下连续运行 300~1 000 h。

2. 经济性能指标

通常用燃油消耗率来评价内燃机的经济性能。燃油消耗率是指单位有效功的燃油消耗量,也就是发动机每发出 1 kW 有效功率在 1 h 内所消耗的燃油质量(以 g 为单位),燃油消耗率通常用 g_e 表示,其单位为 g/kW·h,计算公式如下:

$$g_e = \frac{1000 G_T}{P_e} \text{ (g/kW·h)}$$

式中 G_T ——每小时的燃油消耗量,kg/h;
 P_e ——有效功率,kW。

很明显,有效燃油消耗率越小,表示发动机曲轴输出净功率所消耗的燃油越少,其经济性越好。通常发动机铭牌上给出的有效燃油消耗率 g_e 是最小值。

3. 排放性能

排放性能指标包括排放烟度、有害气体(CO, HC, NO_x)排放量、噪声等。

任务二 发动机特性

发动机的主要性能指标有效扭矩 T_e 、有效功率 P_e 和有效耗油率随其运转工况(负荷、转速)变化而变化的关系称为发动机的特性。其性能指标随发动机曲轴转速变化的关系称为发动机的速度特性,而性能指标随

负荷变化的关系称为发动机的负荷特性。为了直观显示发动机的特性,常以曲线形式表示,称为发动机的特性曲线。发动机特性是对发动机性能进行全面评价和鉴定的依据。

一、发动机的速度特性

发动机性能指标随转速变化的关系称为速度特性。若驾驶员将油门踏板位置保持一定,由于道路阻力不同,汽车行驶速度也会改变,上坡时汽车速度逐渐降低,下坡时速度增加,这时发动机即沿速度特性工作。

1. 汽油机的速度特性

汽油机节气门(油门)开度固定不动,其有效功率 P_e 、转矩 T_{tq} 、耗油率 b_e 、每小时耗油量 B 等随转速变化的关系称为汽油机速度特性。此时是用调整测功器,如逐渐改变水力测功器水量来改变汽油机的转速。测取前,应将点火提前角、化油器调整完好;测取时,应按规定保持冷却水温度、润滑油温度在最佳状态。

节气门保持全开,所测得的速度特性称为外特性。节气门部分开启时所测得的速度特性称部分速度特性。由于节气门的开启可以无限变化,所以部分速度特性曲线有无数条,而外特性曲线只能有一条。图 2-1 为汽油机外特性曲线示意图。

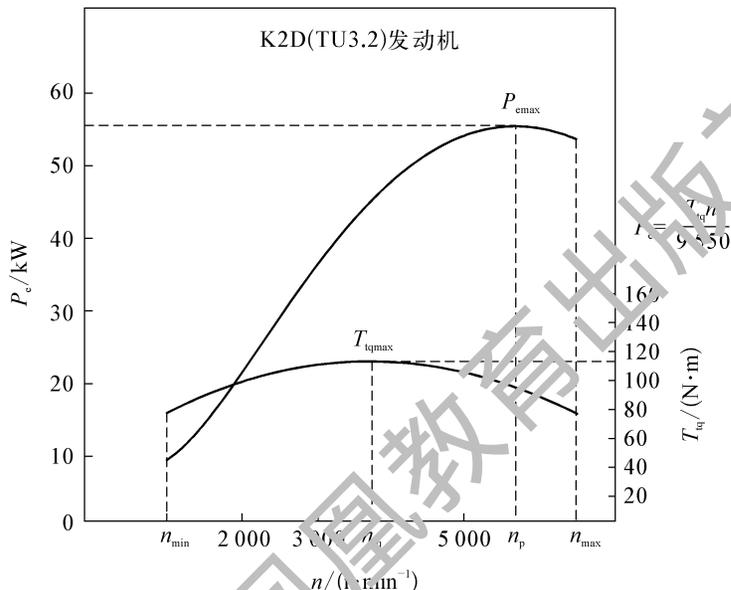


图 2-1 汽油机外特性曲线示意图

汽油机外特性是在节气门全开时测得,曲线上每一点表示它在此转速下的最大功率及转矩,所以代表发动机最高动力性能,所有汽油机均须作外特性曲线。

外特性因试验条件不同而有两种:

① 发动机仅带维持运转所必需的附件时所输出的校正有效功率称总功率。例如,试验时可不装风扇、打气泵或空滤器以及消声器等附件(各国标准均有规定)。我国发动机特性数据多属这一种。

② 试验时发动机带全套附件时所输出的校正有效功率称净功率或使用外特性。显然,后者功率较低而油耗较高。汽车发动机标定功率又称为额定功率(JB 3743—1984),它是制造厂根据发动机具体用途在规定的额定转速下所规定的功率。

汽车大部分时间是在部分负荷下工作,节气门开度愈小,转矩 T_{tq} 随转速增加而下降得愈快,最大扭矩点及最大功率点均向低转速方向移动(图 2-2)。

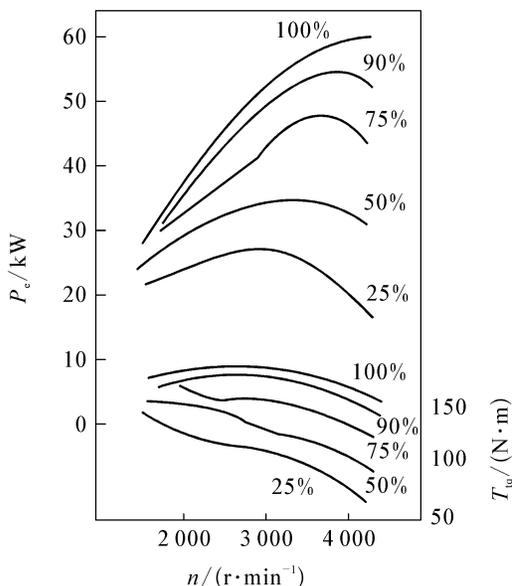


图 2-2 汽油机外特性及部分速度特性曲线示意图

2. 柴油机的速度特性

喷油泵的油量调节机构(油门拉杆或齿条)位置固定不动,柴油机性能指标(主要是 P_e 、 T_{iq} 、 B 、 b_e)随转速 n 变化的关系称为柴油机速度特性。测取时,应将供油提前角、冷却水温、润滑油温度等调整在最佳状态。

当油量调节机构固定在标定(或称额定)功率循环供油量位置时,测得的速度特性为标定功率速度特性,习惯上亦称外特性。图 2-3 所示为车用柴油机标定功率速度特性实例。当油量调节机构固定在小于标定功率循环供油量各个位置时,所测得的速度特性称为部分速度特性。图 2-4 所示为 6135 柴油机部分速度特性。图 2-5 为两种货车用增压柴油机的外特性示意图。

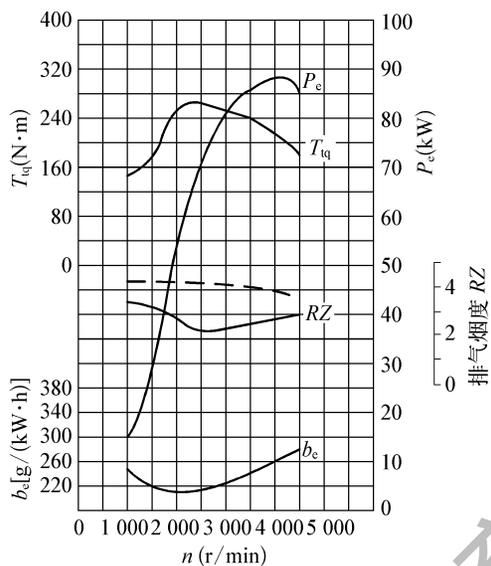


图 2-3 Audi-100 轿车增压柴油机外特性

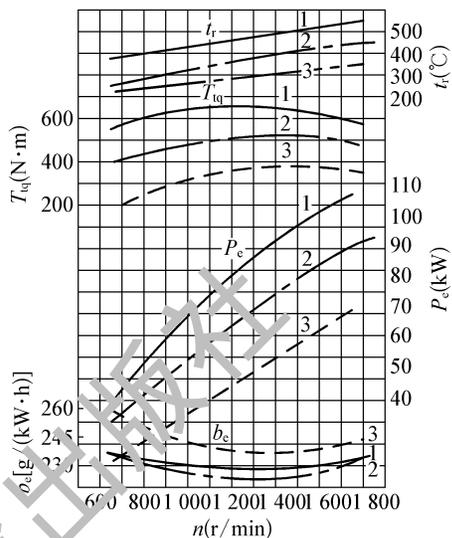


图 2-4 6135 柴油机部分速度特性

1—90%负荷;2—75%负荷;3—55%负荷

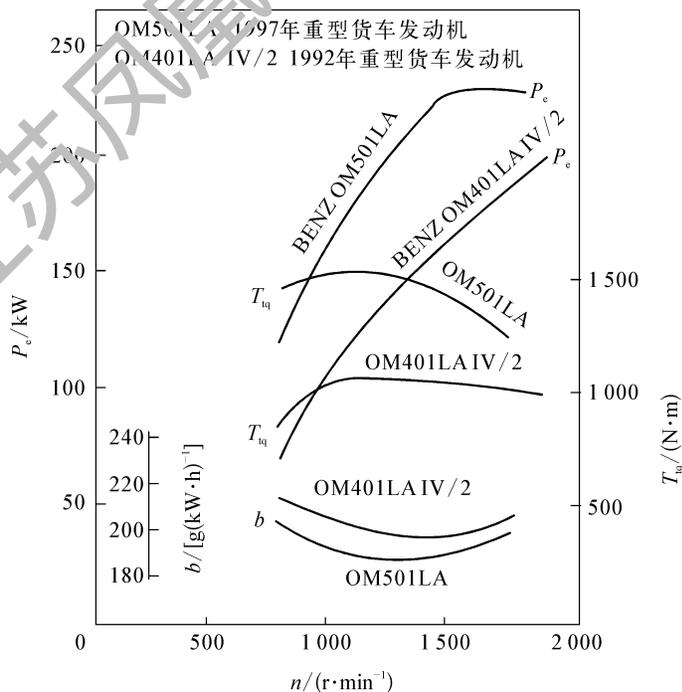


图 2-5 两种货车用增压柴油机的外特性示意图

标定功率(或称额定功率)可以理解为使用中允许的最大功率,它是根据用途、使用负荷的情况等确定的。对一具体使用的柴油机标定功率速度特性(或称外特性)亦只有一条,它代表该机在使用中允许达到的最高性能,所有柴油机均须作标定功率速度特性。

随着油量调节机构固定位置的减小,循环供油量减小,柴油机部分特性 T_{tq} 的变化基本与外特性上 T_{tq} 平行,即 T_{tq} 随转速变化不大。

对于经常在部分负荷下工作的汽车发动机,还应作负荷为 90%、75%、50%、25% 的部分负荷速度特性或万有特性。

二、发动机的负荷特性

负荷特性是指发动机转速不变,其经济性指标随负荷而变化的关系,以曲线表示,则称为负荷特性曲线。当汽车以一定的速度沿阻力变化的道路行驶时,就是这种情况。此时必须改变发动机油门来调整有效转矩,以适应外界阻力矩的变化,保持发动机转速不变。

当转速不变时,有效功率 P_e 与有效转矩 T_{tq} 、平均有效压力 p_{me} 互成正比,因此负荷特性横坐标——负荷可用 P_e 、 T_{tq} 或 p_{me} 表示。纵坐标主要是每小时燃料消耗量 B 或燃料消耗率 b_e 。根据需要还可以绘出排气温度 t_r 、烟度、机械效率等。

1. 汽油机负荷特性

当汽油机保持某一转速不变,而逐渐改变节气门开度(同时调节测功器负荷,如改变水力测功器水量,以保持转速不变),每小时耗油量 B 和耗油率 b_e 随功率 P_e (或转矩 T_{tq} 、平均有效压力 p_{me}) 变化的关系称为汽油机负荷特性。测取前应将化油器、点火提前角调整完好;测取时应按规定保持冷却水温、润滑油温度在最佳状态。由于汽油机负荷调节是靠改变节气门开度来直接改变进入汽缸的混合气量, α 变化不大,故这种负荷调节方法称为“量调节”。图 2-6 为汽油机负荷特性实例。

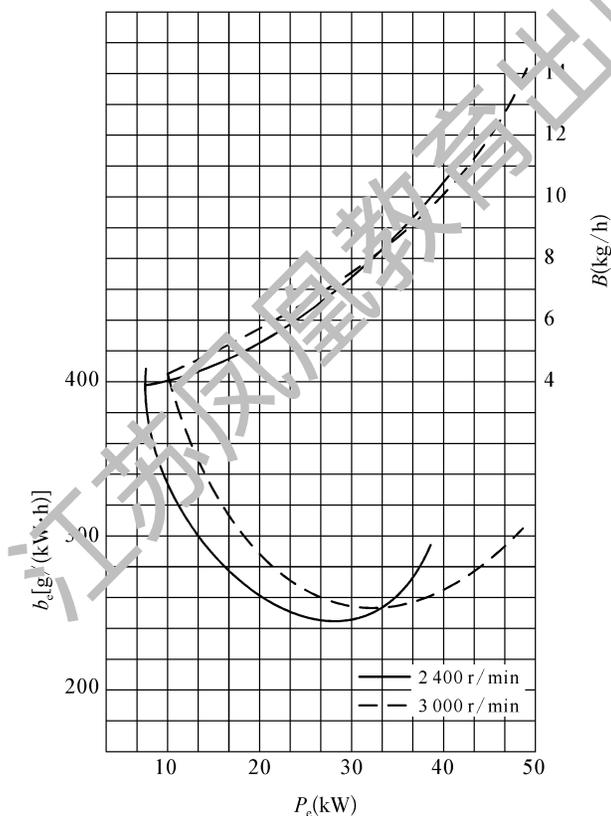


图 2-6 汽油机负荷特性

2. 柴油机的负荷特性

当柴油机保持某一转速不变,而移动喷油泵齿条或拉杆位置,改变每循环供油量 Δb 时, B 、 b_e 随 P_e (或 T_{tq} 、 p_{me}) 变化的关系即柴油机负荷特性。测取时,应将柴油机的供油提前角、冷却水温度、润滑油温度等调整到最佳状态进行。由于柴油机只是改变循环供油量(空气量变化不大)来调节负荷,因此,也改变了缸内混合气的浓度,即过量空气系数 α ,这种负荷调节方法称为“质调节”。图 2-7 为柴油机的负荷特性实例。

一般发动机只测标定转速下的负荷特性,对于汽车发动机,由于工作时转速经常变化,需要测定不同转速下的负荷特性。

负荷特性是发动机的基本特性,用以评价发动机工作的经济性。特别对于柴油机,由于它容易测定,在性

能调试过程,如选择气道、燃烧室结构,调整燃油喷射系统等,常用负荷特性作为比较标准。

由负荷特性可以看出:①同一转速下的最低耗油率 b_{\min} 愈小,曲线变化愈平坦,经济性愈好。②耗油率 b_e 随负荷的增加而降低,在接近全负荷(常在80%负荷率左右)时 b_e 达到最小。在低负荷区曲线变化得更快一些,汽油机曲线变化比柴油机陡。

三、发动机的万有特性

负荷特性和速度特性只能表示某一转速或某一齿条位置(或节气门开度)时发动机参数间的变化规律,而汽车的工况变化范围很广,要分析各种工况下的性能就需要许多张负荷特性或速度特性图,这样做极不方便,也不清楚。

为了能在一张图上较全面地表示发动机的性能,经常应用多参数的特性曲线,称为万有特性。应用最广的万有特性是以转速为横坐标,以平均有效压力(或转矩)为纵坐标,在图上画出许多等耗油率曲线和等功率曲线,根据需要还可以画出等过量空气系数曲线、等进气管真空度曲线、冒烟极限等。

1. 万有特性等耗油率曲线的制取

等耗油率曲线可以根据各种转速下的负荷特性曲线用作图法得到。如图2-8所示,万有特性等耗油率曲线的制取具体方法如下:

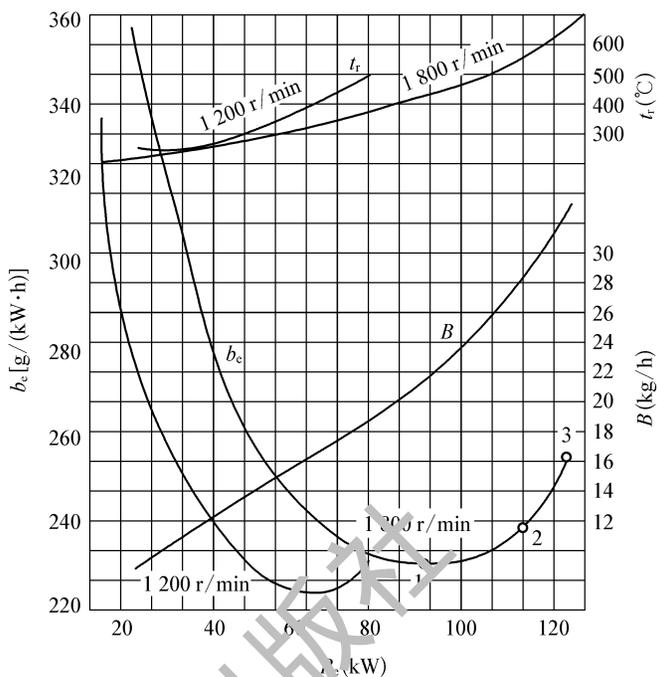


图 2-7 6135Q 柴油机负荷特性

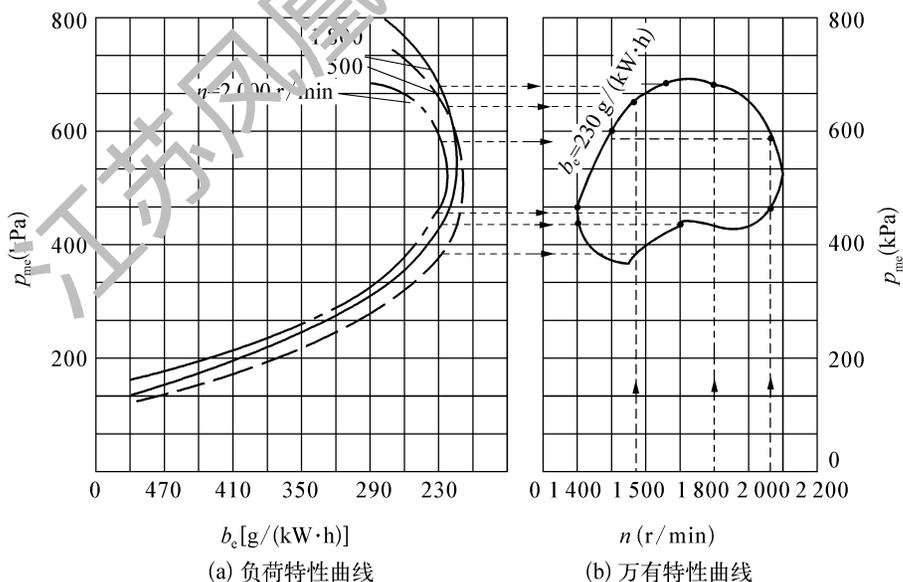


图 2-8 万有特性图的作法

- ① 将不同转速的负荷特性以 p_{me} 为横坐标, b_e 为纵坐标,用同一比例尺画在一张坐标图上。
- ② 在万有特性图的横坐标轴上,以一定比例标出转速数值。纵坐标 p_{me} 的比例应与负荷特性 p_{me} 的比例相同。
- ③ 将负荷特性图横放在万有特性图左方,并将与负荷特性曲线上耗油率 b_e 相等的各点移至万有特性图中,标上记号,再将 b_e 值相等的各点连成光滑曲线,即等耗油率曲线。

等功率曲线根据

$$P_e = k \cdot p_{me} \cdot n$$

公式作出,在 $p_{me} - n$ 中,它是一组双曲线。将外特性(或标定功率速度特性)中的 p_{me} (或 T_{iq}) 曲线画在万有特性图上,构成上边界线,如图 2-9 所示。

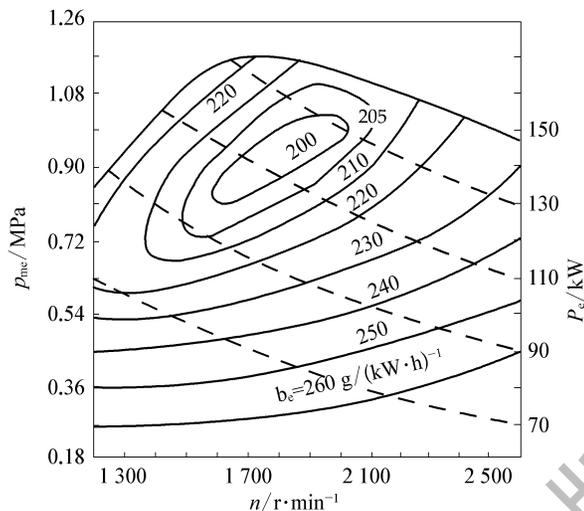


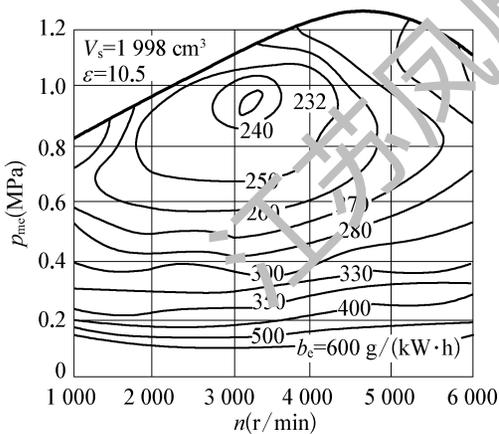
图 2-9 万有特性曲线示意图

要想获得光滑的万有特性曲线图,必须在测录各种转速的负荷特性时,保持发动机水温 and 全损耗系统用油的温度稳定,大气条件尽可能接近。

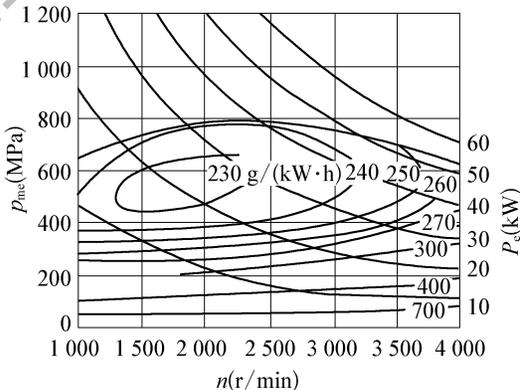
在万有特性图中,最内层的等耗油率曲线是最经济的区域,耗油率最低。曲线愈向外,经济性愈差,从中很容易找出最经济的负荷和转速。

2. 汽油机与柴油机万有特性(经济性)比较

如图 2-10 所示,汽油机与柴油机万有特性(经济性)比较的特点如下:



(a) 2 L 级轿车汽油机万有特性举例



(b) Sofim 柴油机万有特性

图 2-10 汽油机与柴油机万有特性(经济性)比较

- ① 首先,汽油机的燃油消耗率比柴油机高。
- ② 其次,汽油机的最经济区域处在偏上的位置,即高负荷区,随负荷降低,油耗增加较快,而柴油机的最经济区域则比较适中,负荷改变时经济性能变化不大。
- ③ 由于车用汽油机常在较低负荷下工作,燃油消耗率较大,故其使用经济性能不佳。
- ④ 对于车用柴油机而言,由于多数用于载货汽车、工程机械、矿山车辆等场合,负荷率高,从万有特性上可以看出其使用经济性较好。

因此,在万有特性图上,最内层的等燃油消耗率曲线相当于发动机运转的最经济区域,等值曲线越向外,经济性越差。

对于汽车用发动机,最经济区域应大致在万有特性的中间位置,这样常用转速和负荷就可以落在最经济区域内,并希望等燃油消耗率曲线在横向较长。对于拖拉机以及工程机械用内燃机,其转速变化范围较小而负荷变化范围较大,最经济区域应在标定转速附近,并沿纵向较长。

任务三 发动机台架性能实验

发动机各项性能指标、参数以及各类特性曲线,通常都是在发动机试验台架上按规定的试验方法进行测定。

一、试验台装置

典型发动机试验台的组成及布置简图如图 2-11 所示。它主要包括:

- ① 试验台架。
- ② 辅助系统。
- ③ 各种测量仪器、仪表及操纵台。

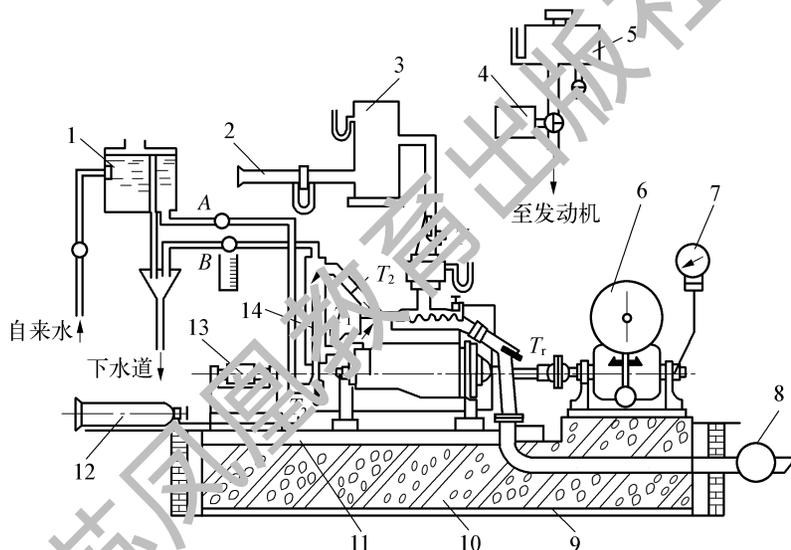


图 2-11 发动机试验台架简图

- 1—冷却水箱;2—空气流量计;3—稳压筒;4—量油装置;5—燃油箱;6—测功器;7—转速表;
8—消声器;9—垫层;10—基础;11—底板;12—高压气瓶;13—示功器;14—混合水箱

二、制动测功装置——测功器

测功器是用来吸收试验发动机发出的功,改变其负荷及转速,模拟实际使用的各种工况;同时,测定发动机输出转矩。若输出转速由各类转速表测得,则由公式 $P_e = \frac{T_{tq}n}{9550}$ 求出功率。

常用测功器有水力测功器、平衡式直流电力测功器和电涡流测功器三种。

三、耗油率的测量

耗油率的测量可分容积法和质量法。

1. 容积法

容积法是通过测定消耗一定容积 V_T (mL) 的燃油所需的时间 t (s), 然后按下式算出

$$B = 3.6 \frac{V_T \rho_f}{t}$$

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 1000$$

式中 ρ_f ——燃油密度(g/mL);
 P_e ——消耗容积为 V_T 的燃油时,测得的发动机有效功率(kW);
 B ——小时耗油量(kg/h);
 b_e ——耗油率[g/(kW·h)]。

其装置示意图如图 2-12 所示。试验时操作如下:

- ① 打开油箱开关,三通阀处于位置 A。
- ② 测量前将三通阀旋至位置 B,油箱同时向发动机和量瓶供油,直到量瓶油面高于选定圆球容积的刻线,将三通阀仍置于位置 A 等待测量。
- ③ 测量时,将三通阀旋至位置 C,发动机直接由量瓶供油,量瓶油面下降,记录燃油流过所选圆球上部刻线间容积 V_T 所用时间 t ,同时测量功率 P_e 。
- ④ 将量瓶再次充满燃油(三通阀旋至位置 B)后准备下一次测量。

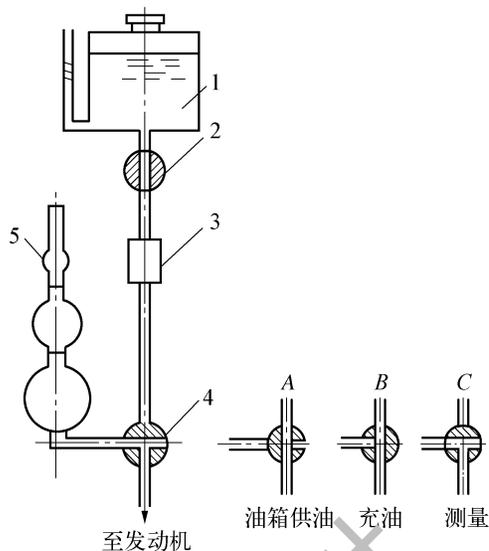


图 2-12 容积法测量燃油消耗量图

1—油箱;2—开关;3—滤油器;
 4—三通阀;5—量瓶

2. 质量法

质量法是通过测量消耗一定质量 m 的燃油所花费的时间 t ,然后按下式计算

$$B = 3.6 \frac{m}{t}$$

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 1000$$

式中 t ——消耗 m (g)燃油所需时间(s);
 P_e ——消耗 m (g)燃油时测量的有效功率(kW);
 B ——小时耗油量(kg/h);
 b_e ——耗油率[g/(kW·h)]。

其装置示意图如图 2-13 所示。测量方法基本同前。

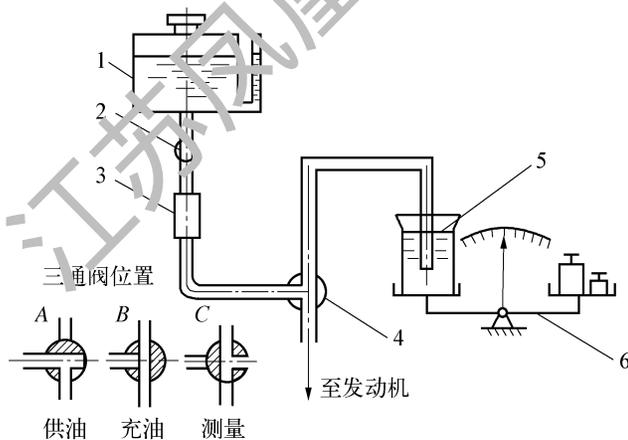


图 2-13 质量法测量燃油消耗量图

1—油箱;2—开关;3—滤油器;4—三通阀;5—油杯;6—天平

四、台架试验综述

1. 概述

发动机使用中允许的最大功率与下列外界因素有关:

- ① 发出相应功率的持续时间。
- ② 测定时的大气状况。
- ③ 发动机所带附件。
- ④ 进气管和空气滤清器阻力、排气背压等。

因此,各标准对上述问题都作了严格规定,并且对测量仪器的精度、重要参数的测量精度等也有规定。

2. 功率标定

在发动机铭牌上标定的功率,均为使用中允许的最大功率。国家标准规定,按用途和使用特点,功率可分为以下四种:

① 15 min 功率:为发动机允许连续运转 15 min 的最大有效功率。

例如,可用于汽车、摩托车、摩托艇等发动机的功率标定。

② 1 h 功率:为发动机允许连续运转 1 h 的最大有效功率。

例如,可用于拖拉机、工程机械、船舶等发动机的功率标定。

③ 12 h 功率:为发动机允许连续运转 12 h 的最大有效功率。

例如,可用于拖拉机、农业排灌、电站等发动机的功率标定。

④ 持续功率:为发动机允许长期连续运转的最大有效功率。

例如,可用于农业排灌、电站、船舶、铁路牵引等发动机的功率标定。

工厂根据发动机的使用特点,考虑其可靠性和寿命,标出相应的功率及其转速。

3. 大气修正

大气状况是指发动机运行地点的环境大气压力、大气温度和相对湿度。当大气压力降低、大气温度升高和相对湿度增大时,吸入汽缸的干空气量都要降低,所以功率会减少,这就使同一台发动机由于在不同大气状况下使用,其性能差别很大。为了使功率标定不至于混乱,产品质量有统一的检验标准,同时也为了比较和选用发动机方便,需要规定一种标准大气状况,并且还应有种办法,把在不同大气状况下试验所得的结果,换算成标准大气状况下的数值。

国家标准规定了一般用途的往复式柴油机和汽油机的标准环境状况是:大气压 $p_0 = 100 \text{ kPa}$,相对湿度 $\phi_0 = 30\%$,环境温度 $T_0 = 298 \text{ K}$ 或 25°C 。

如果试验现场的环境状况与标准环境状况不符合,其功率和燃油消耗率应按规定进行校正。



思考与练习

1. 发动机的性能指标有哪些?
2. 何谓汽油机的负荷特性?简要分析汽油机负荷特性曲线的历程。
3. 何谓柴油机的负荷特性?简要分析柴油机负荷特性曲线的历程。
4. 何谓汽油机总功率特性(外特性)?简要分析汽油机总功率特性各曲线的历程。
5. 试比较汽油机负荷特性曲线和柴油机负荷特性曲线的差别,并说明为什么。
6. 汽车发动机的万有特性曲线如何制取?

项目三 汽车使用性能指标

知识要点

1. 掌握汽车动力性及其评价指标;
2. 掌握汽车燃油经济性及其评价指标;
3. 掌握汽车制动性及其评价指标;
4. 掌握汽车平顺性及其评价指标;
5. 掌握汽车操纵稳定性及其评价指标;
6. 掌握汽车通过性及其评价指标。

知识目标

1. 掌握汽车各使用性能的评价指标;
2. 掌握汽车各使用性能的影响因素;
3. 能够分析汽车各使用性能异常的原因和解决措施。

任务一 汽车的动力性

一、汽车的动力性指标

汽车动力性,是指在良好、平直的路面上行驶时,汽车由所受到的纵向外力决定的、所能达到的平均行驶速度。

汽车动力性直接影响汽车平均技术速度,动力性越好,汽车以最快的运输速度完成运输工作的能力越高。因此,动力性是汽车的重要使用性能之一。

汽车动力性的好坏通常以汽车加速性、最高车速及最大爬坡度等项目作为评价指标。动力性代表了汽车行驶可发挥的极限能力。在评价汽车动力性时,由于汽车用途和使用条件的不同,要求也不一样。

1. 汽车的最高车速

汽车的最高车速是指汽车以厂定最大总质量状态在风速 ≤ 3 m/s的条件下,在干燥、清洁、平坦的混凝土或沥青路面上,汽车能够达到的最高稳定行驶速度。

2. 汽车的加速能力

汽车的加速能力是指在行驶中迅速增加行驶速度的能力。通常用汽车加速时间来评价。

加速时间是指汽车以厂定最大总质量状态在风速 ≤ 3 m/s的条件下,在干燥、清洁、平坦的混凝土或沥青路面上,由某一低速加速到某一高速所需的时间,汽车加速时间分原地起步加速时间与超车加速时间两种。

原地起步加速时间指汽车由低挡起步,并以最大的加速度逐步换至最高挡,达到某一距离或车速所需的时间。一般常用原地起步行驶,以 $0 \rightarrow 400$ 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 $0 \rightarrow 100$ m/s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挡或次高挡由某一较低车速全力加速至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,并行时间短,行驶就安全。超车加速能力采用较多的是用最高挡或次高挡由 $30 \sim 40$ km/h全力加速行驶至某一高速所需的时间来表示。

3. 汽车的最大爬坡度

汽车的上坡能力是用满载时汽车在良好路面上的最大爬坡度 i_{\max} 来表示的。常用每百米水平距离内坡道的升高与百米之比值来表示。

最大爬坡度,是指汽车满载时,以 I 挡在良好路面所能爬上的坡度。它是载货汽车动力性的评价指标。它代表了汽车的极限爬坡能力。轿车动力性较载货汽车的好,爬坡能力强,且主要在良好路面行驶,一般不强调其爬坡能力。载货汽车经常在各种不同道路行驶,必须要求有足够的爬坡能力。载货汽车的最大爬坡度一般约为 30% 即 16.5° 左右。

越野汽车有时需要在恶劣的坏路或无路条件下行驶,需要克服松软坡道路面的较大阻力以及凹凸不平路面的局部大阻力,如图 3-1 所示该车的最大爬坡度可达 45°。



图 3-1 越野汽车最大爬坡度

二、汽车的驱动力和行驶阻力

汽车的动力性是由汽车纵向受力条件所决定的。汽车行驶纵向作用有各种外力,包括驱动力和其他行驶阻力。

1. 汽车的驱动力

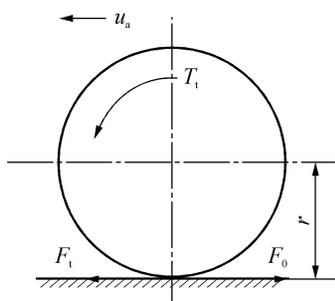


图 3-2 汽车驱动力示意图

汽车驱动力 F_t 是发动机曲轴输出转矩经离合器、变速器(包括分动器)、传动轴、主减速器、差速器、半轴(及轮边减速器)传递至车轮作用于路面的力 F_0 ,而由此面产生作用于车轮圆周上切向反作用力 F_t ,如图 3-2 所示。习惯将 F_t 称为汽车驱动力。如果忽略轮胎和地面的变形,则

汽车的驱动力,单位为 N,

$$F_t = \frac{T_t}{r}$$

式中 T_t ——作用于驱动轮上的转矩,单位为 $N \cdot m$;
 r ——车轮半径,单位为 m 。

若令 T_{tq} 表示发动机转矩, i_g 表示变速器的传动比, i_g 表示主减速器的传动比, η_T 表示传动系的机械效率,则有 $T_t = T_{tq} i_g i_g \eta_T$

驱动力(单位为 N)为

$$F_t = \frac{T_{tq} i_g i_g \eta_T}{r}$$

2. 汽车行驶阻力

汽车在水平道路上等速行驶时,需要克服地面滚动阻力 F_f 和空气阻力 F_w 。当汽车上坡行驶时,需要克服重力沿着坡道的分力,即坡道阻力 F_i 。汽车加速行驶时,需要克服加速惯性阻力,即加速阻力 F_j 。

只要汽车运动,滚动阻力和空气阻力就存在;而坡道阻力和加速阻力仅在一定的行驶条件下才存在。等速行驶时,就没有加速阻力 F_j ;在平直道路上行驶时,坡道阻力 F_i 就不存在。

(1) 滚动阻力

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承面变形所产生的能量损失的总称。它包括:道路塑性变形损失;轮胎弹性迟滞损失;其他如轴承、油封损失、悬架零件间摩擦和减震器内损失等。

汽车在松软路面上行驶时,滚动阻力主要是由路面沉陷变形引起的;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) 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。

(3) 坡道阻力

汽车上坡时,其重力在平行于路面方向的分力与汽车前进方向相反,称为坡道阻力 F_i ,如图 3-3 所示。即

$$F_i = G \sin \alpha = mg \sin \alpha$$

式中 G ——汽车的重力；
 m ——汽车的质量；
 g ——重力加速度；
 α ——坡度角。

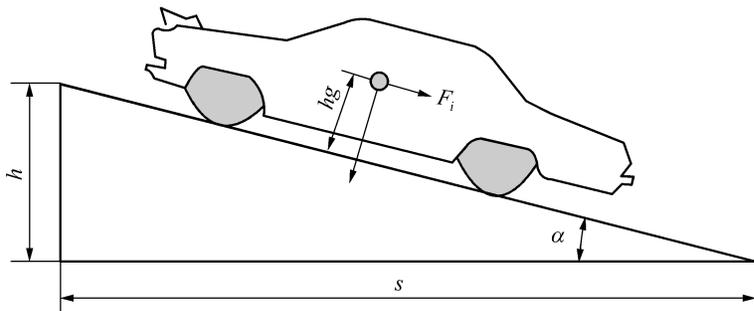


图 3-3 汽车行驶的坡道阻力

由于坡度阻力与滚动阻力都是与道路有关的阻力,而且都和汽车重力成正比,所以可将这两种阻力合在一起考虑,称为道路阻力。

(4) 加速阻力

汽车加速行驶时,需要克服本身质量加速运动的惯性力,该力称为加速阻力。加速时平移质量产生平移惯性力,旋转质量产生旋转惯性力偶矩。

三、汽车行驶的驱动条件与附着条件

1. 汽车行驶的驱动条件

汽车正常行驶时驱动力必然与各行驶阻力相平衡(图 3-4),即

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

汽车等速行驶时 ($F_j = 0$)

$$F_t = F_f + F_i + F_w$$

汽车加速行驶时

$$F_t > F_f + F_i + F_w$$

汽车无法开动或减速行驶时

$$F_t < F_f + F_i + F_w$$

可见,汽车行驶的必要条件是

$$F_t \geq F_f + F_i + F_w$$

也就是说,汽车行驶时其驱动力必须大于或等于由滚动阻力、空气阻力和坡道阻力组成的汽车阻力,即 $F_t \geq F_f + F_w + F_i$ 称为汽车行驶的驱动条件。

2. 汽车行驶的附着条件

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 F_φ ,在硬路面上它与驱动轮法向反作用力 F_z 成正比,常写成:

$$F_{x\max} = F_\varphi = F_z \varphi$$

式中 F_z ——接触面对车轮的法向反作用力；
 φ ——滑动附着系数。

常见路面的平均附着系数见表 3-1 所示。

影响附着系数的主要因素有路面的种类与状况、轮胎的结构和气压以及其他一些使用因素。

把驱动条件和附着条件连起来写,则有 $F_f + F_w + F_i \leq F_t \leq F_\varphi$,这才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。

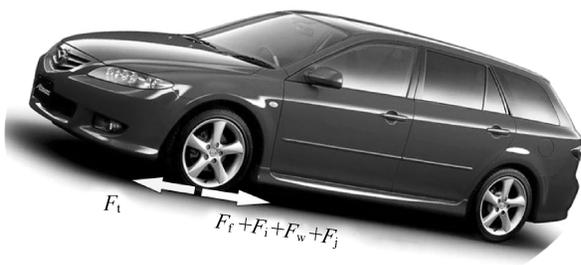


图 3-4 汽车驱动力的组成

表 3-1 常见路面的平均附着系数

路面条件	附着系数
干沥青路面	0.7~0.8
湿沥青路面	0.5~0.6
干燥的碎石路	0.6~0.7
干土路	0.5~0.6
湿土路	0.2~0.4
滚压后的雪路	0.2~0.3

因此,汽车行驶的约束条件为车轮驱动力大于或等于行驶阻力,要同时小于或等于附着力。当车轮驱动力大于附着力时,车轮将发生滑转现象。

四、影响汽车动力性的主要因素

1. 发动机性能

发动机功率愈大,汽车的动力性越好。设计中发动机最大功率的选择必须保证汽车预期的最高车速。

最高车速愈高,要求的发动机功率愈大,其后备功率也越大,加速爬坡能力必然越好。但发动机功率不宜过大,否则在常用条件下,发动机负荷过低,燃料消耗增加。

2. 传动系的参数

传动系机械效率和变速器的挡数对汽车动力性有较大影响。

发动机的动力在传递过程中必然存在损失,动力损失越小,发动机有效功率就会更多地转变为驱动功率,说明传动系机械效率越高,汽车动力性越好。

变速器挡数增加,发动机在接近最大功率工况下工作的机会增加,发动机的平均功率利用率高,可得到的后备功率大。例如,在两挡变速器的一挡与直接挡之间增加两个挡位时,汽车的最高车速和最大爬坡度均不变。但在一定的速度范围,可利用的后备功率增大了,有利于汽车的加速和上坡。

3. 汽车总质量

汽车总质量对汽车的动力性有很大影响。除了空气阻力以外,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,减轻汽车自重,会改善汽车的动力性。对具有相同载质量的不同汽车,其自重较小者,总质量亦较小,因而动力性较好。对于自重占汽车总质量比例较大的轿车,减轻自重所得的效果亦显著。在货车中,为了提高运货量,采用挂车,则汽车总质量增加,汽车动力性变差,即汽车带上挂车后的平均行驶速度将有所降低,但由于运货量增加,只要运输生产率增加,对汽车运输仍是有利的。

4. 使用因素

汽车的动力性还在不同程度上受到汽车运行条件的影响,如道路、气候、海拔高度、驾驶技术、技术维护与调整、交通规则与运输组织等。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。

任务二 汽车的燃油经济性

一、汽车燃油经济性的评价指标

汽车燃油经济性,是指汽车以最少的燃油消耗完成单位运输工作量的能力。

汽车发动机燃油经济性通常用有效燃料消耗率 g_e 或有效效率 η_e 评价。但它们均不能反映发动机在具体汽车上的功率利用情况及行驶条件的影响。所以,它们不能直接用于评价汽车燃油经济性。

汽车的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来衡量。

在我国及欧洲,燃油经济性指标为百公里燃油消耗量,即行驶 100 km 所消耗的燃油量,单位为 L/100 km,其数值越大,汽车的燃油经济性就越差。在美国燃油经济性指标为 MPG 或 mile/USgal,指的是每加仑燃油能行驶的英里数,其数值越大,燃油经济性就越好。

百公里燃油消耗量分为等速行驶百公里燃油消耗量和循环工况行驶百公里燃油消耗量。

1. 等速行驶百公里燃油消耗量

等速行驶百公里燃油消耗量是常用的一种评价指标,它是汽车在一定载荷(我国标准规定轿车为半载、货车为满载)下,以最高挡在水平良好路面上等速行驶 100 km 的燃油消耗量。选择一段无坡度的平坦水泥路面或沥青路面,汽车以最高挡分别以不同车速(可每隔 10 km/h 或 20 km/h 的车速取一个点)等速行驶完这段路程,往返一次取平均值(消除风和坡度影响),记下燃油消耗量,便可获得不同车速下汽车百公里燃油消耗,即所谓等速百公里燃油消耗。在以行驶速度为横坐标,百公里燃油消耗量为纵坐标的图上连成曲线,便可得到等速百公里燃油消耗量曲线,如图 3-5 所示。

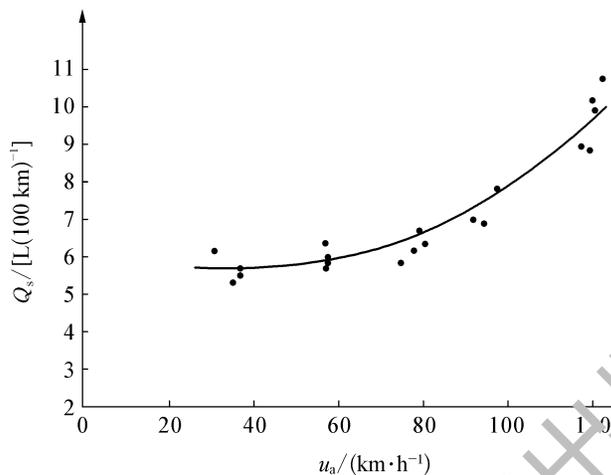


图 3-5 等速百公里燃油消耗量曲线

2. 循环行驶试验工况

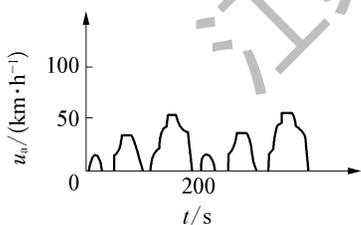
等速行驶燃油经济性不能全面考核汽车运行燃油经济性,它只能作为一种相对比较性的指标。因为等速燃油经济性试验缺乏有关动力性要求的检验指标,容易造成试验汽车的动力性要求与燃油经济性匹配不合理的现象;此外,等速行驶燃油经济性不能反映汽车实际行驶中频繁出现的加速、减速等非稳定行驶工况。

(1) 欧洲经济委员会(ECE)

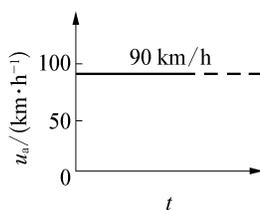
图 3-6 给出了联合国欧洲经济委员会及我国法定的测定燃油经济性的循环行驶工况图。

欧洲城市: 2×ECE-R.15 循环
2.026 km

等速: 2 km



热起动, 在汽车测功器上试验



在汽车测功器或在路上试验

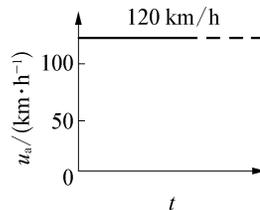


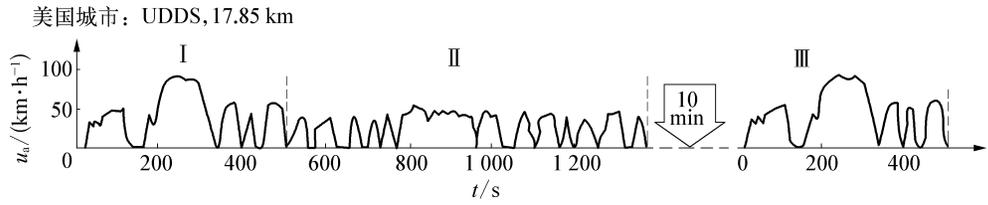
图 3-6 欧洲经济委员会测定汽车燃油经济性的循环行驶工况图

以 L/100 km 计的 1/3 混合油耗为:

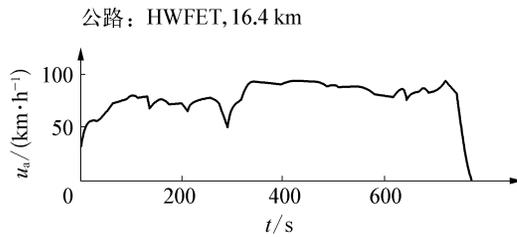
$$\frac{1}{3} \text{混合} = \frac{1}{3} \text{ECE} + \frac{1}{3} \times 90 \text{ km/h} + \frac{1}{3} \times 120 \text{ km/h}$$

(2) 美国环境保护局(EPA)

图 3-7 给出了美国环境保护局法定的测定燃油经济性的循环行驶工况图。



I 为冷启动, III 为热启动, 在汽车测功器上试验



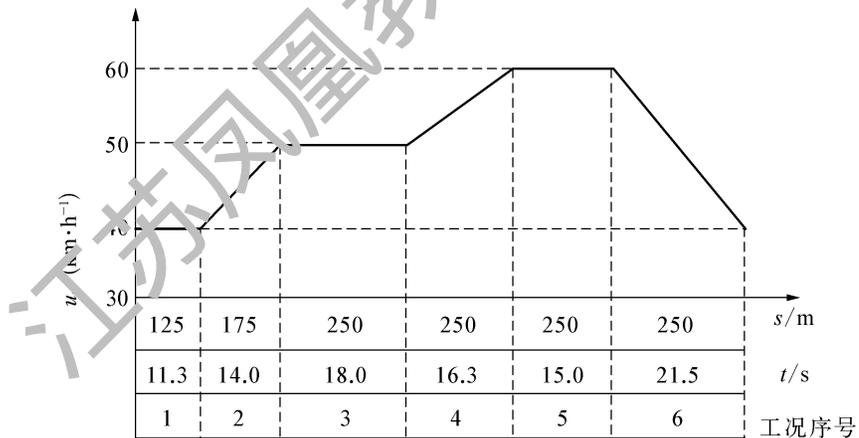
热启动, 在汽车测功器上试验

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

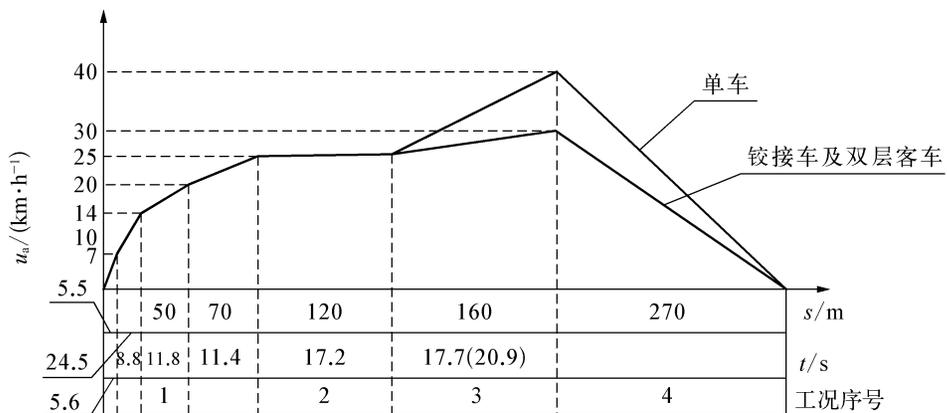
图 3-7 美国环境保护局法定的测定燃油经济性的循环行驶工况图

(3) 中国相关规定

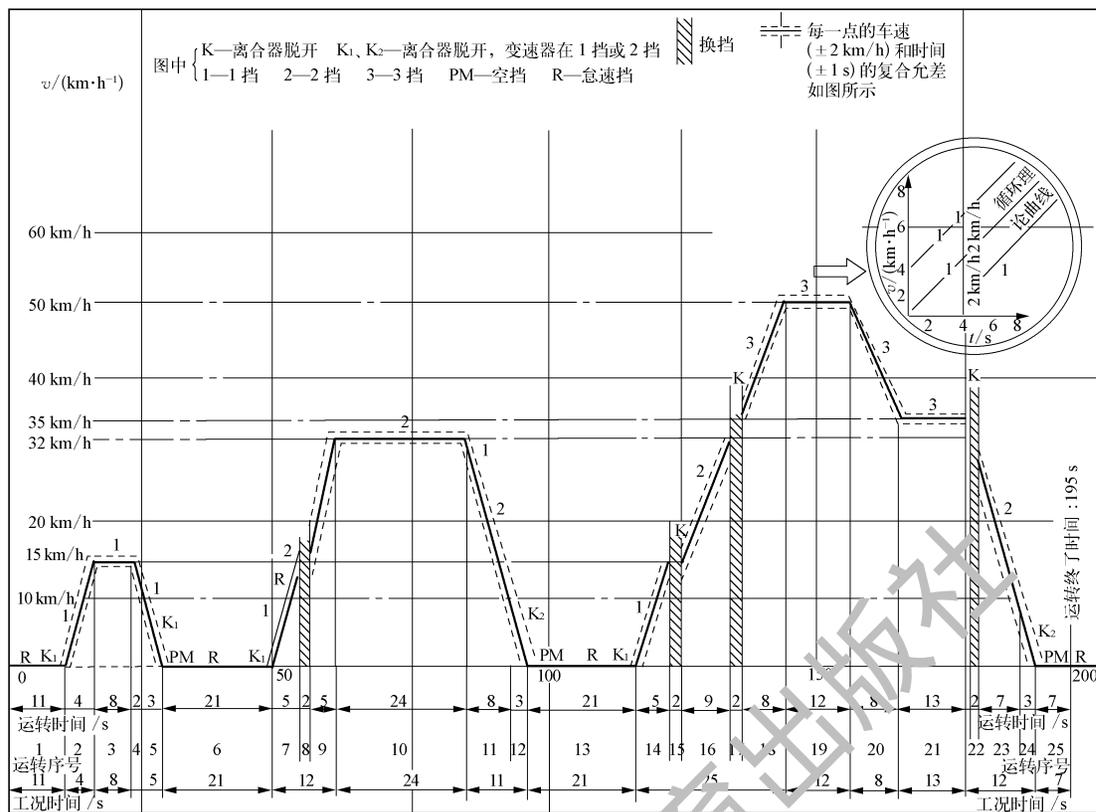
我国针对载货汽车、城市公共汽车和乘用车提出了相应的燃油经济性试验规范。载货汽车“六工况燃油测试循环”、城市公共客车“四工况燃油测试循环”和乘用车“十五工况燃油测试循环”, 将此六工况循环或四工况循环的累计耗油量折算成算术平均百公里耗油量测定值, 图 3-8 给出了我国法定的测定燃油经济性的循环行驶工况图。



商用车六工况测试循环图



城市公共客车四工况测试循环图



乘用车十五工况循环试验规范

图 3-8 中国法定的测定燃油经济性的循环行驶工况图

二、影响燃料经济性的因素

影响燃料经济性的因素很多,汽油的燃油经济性主要取决于发动机的特性和汽车的自重、车速及各种运动阻力,如空气阻力、滚动阻力和爬坡阻力等大小、传动系的效率及减速比等。我们主要从结构因素和使用因素进行分析。

1. 汽车结构因素的影响

(1) 发动机

发动机的油耗对汽车的油耗有决定性的影响,而发动机的油耗决定于发动机的结构。

(2) 底盘系统

汽车底盘系统的传动系对汽车的燃油经济性有重要影响。

变速器挡位越多,不但汽车换挡平顺,而且使发动机增加了处于经济工况下运行的机会,有利于提高燃油经济性。

底盘系统中轮胎对燃油经济性有较大影响。轮胎结构对滚动阻力影响很大,改善轮胎的结构,可以减少汽车的油耗。美国环保局的试验表明,滚动阻力减少10%,油耗可降低2%。采用子午线胎,提高轮胎气压,是减少滚动阻力的主要途径。试验表明,大型货车装用子午线胎后,滚动阻力可减少15%~30%,节油5%~8%,轿车子午线轮胎的汽车节油率为6%~9%。

提高轮胎气压,使汽车行驶时轮胎变形减少。因此汽车的滚动阻力随轮胎气压的增加而减少。据美国NHTSA研究表明,将轮胎气压由166.6 kPa提高到215.6 kPa,滚动阻力减少30%,油耗降低3%。但轮胎气压提高后,又带来舒适性降低、悬架动载荷变大等问题,并且轮胎气压的提高受到有关道路法规的限制。

(3) 汽车总质量

汽车行驶时,汽车功率消耗与汽车行驶阻力有关。除空气阻力外,其他阻力都与汽车总质量有关。因此,减轻汽车整备质量,是降低油耗最有效的重要措施之一。据有关资料介绍,汽车整备质量每增加25%,油耗增加8%;汽车整备质量减轻10%,油耗可减少8.5%。汽车轻量化的目的,主要在于提高燃油经济性。据资料介绍,铝制车身可减少重量约15%,油耗降低约5%~8%,图3-5为全铝制车身的等速百公里燃油消耗量曲线。

当前,减轻自重的主要方法:一是尽量减少零件数量,如新车身骨架的零件数量,由400个减到了75个,重量减轻30%;二是大量采用轻质合金及非金属材料。

(4) 汽车的外形

汽车速度不高时,空气阻力对汽车的燃料消耗影响不大,但当车速超过50 km/h,空气阻力对汽车燃料经济性的影响逐步明显。减少空气阻力主要是通过减少汽车的空气阻力系数来实现,汽车制造厂通过整车的风洞试验研究使汽车外形接近最优化,研究表明,空气阻力系数每降低10%,可使汽车燃料经济性提高2%左右。

2. 汽车使用因素的影响

(1) 汽车的技术状况

汽车随着使用时间的增长,其性能也在逐步发生变化,当感觉车辆有异样时,应立即对车辆进行检查。车辆的技术状况差、故障多,对汽车的行驶油耗影响很大。

(2) 车辆运行条件

车辆的使用状况也是影响汽车油耗的主要因素之一。如汽车在高原使用,由于进气量下降,导致燃料燃烧不完全,汽车的油耗必然增加。

(3) 驾驶操作

熟练的驾驶技术是开车节油的前提,同一车型,使用条件基本相同,不同的驾驶,汽车油耗可相差20%以上。

任务三 汽车的制动性

汽车的制动性能是指汽车在行驶中能强制地降低行驶速度,以至视需要停车且维持行驶方向稳定性,或在长下坡时维持一定行驶速度的能力。

一、制动性的评价指标

汽车的制动性主要由下列三方面来评价:

- ① 制动效能,即制动距离与制动减速度。
- ② 制动效能的恒定性,即抗热衰退性能。
- ③ 制动时汽车的方向稳定性,即制动时汽车不发生跑偏、侧滑以及失去转向能力的性能。

1. 制动效能

汽车制动效能是指汽车迅速降低车速直至停车的能力。汽车制动效能的评价指标是制动距离和制动减速度。

制动距离是指汽车以给定的初速,从踩到制动踏板至汽车停住所行驶的距离。制动距离与踏板力(或者制动系管路压力)以及地面的附着情况有关,也与制动器的热工况有关。制动减速度是地面制动力的反映,而地面制动力与制动器制动力有关。

2. 制动效能的恒定性

制动效能的恒定性,是指抗热衰退性能和抗水衰退性能。

(1) 热衰退现象

汽车在繁重的工作条件下,例如高速制动或下坡制动时,制动器就要较长时间实施高强度制动,使得制动器温度迅速上升,摩擦力矩显著下降,这种现象通常称为热衰退现象。

制动器抗热衰退性能是指汽车高速行驶制动或下坡时制动性能的保持程度。

衰退现象是高速制动或山区行车不可避免的问题,有些国家规定大型货车必须装备辅助制动器。

(2) 水衰退现象

当汽车涉水后,因水进入制动器,短时间内制动效能的降低,称为水衰退现象。汽车应能在短时间内迅速回复制动效能。

制动器抗水衰退性能是指汽车涉水后对制动效能的保持能力。

3. 制动时方向的稳定性

汽车制动方向稳定性,是指汽车在制动过程中维持直线行驶或按预定弯道行驶的能力。制动时汽车方向稳定性,是指汽车制动过程中不发生跑偏、侧滑以及失去转向能力的性能。

制动方向不稳定是造成交通事故的重要原因。据统计,冰雪道路交通事故70%以上与侧滑有关,而其中

50%是由制动侧滑引发的。

(1) 制动跑偏

制动跑偏是指汽车在制动过程中自动向左或向右偏驶的现象。汽车制动跑偏有两个主要原因：因制造或调整误差造成汽车左、右车轮，特别是左、右前轮制动器制动力不相等；因结构设计原因，使汽车制动时悬架受力状态发生变化，造成悬架导向杆系在运动学上不协调。制动跑偏如图3-9(a)所示。

(2) 制动侧滑

制动侧滑是指制动时汽车的某轴或多轴发生横向移动的现象。制动时发生侧滑，尤其是后轴侧滑，会引起汽车急剧的回转运动，严重时可使汽车调头，造成严重交通事故。严重的跑偏必然侧滑，对侧滑敏感的汽车也有跑偏的趋势。通常，跑偏时车轮印迹重合，侧滑前后印迹不重合。制动侧滑如图3-9(b)所示。

(3) 失去转向能力

前轮失去转向能力，是指制动时汽车不再按原来弯道行驶而沿切线方向驶出，或者汽车直线行驶时转动转向盘仍按直线行驶的现象。

制动时若后轴比前轴先抱死拖滑，就可能发生后轴侧滑。若前、后轴同时抱死，或者前轴先抱死而后轴后抱死或不抱死，则能防止汽车后轴侧滑，但是汽车会丧失转向能力。表3-2列出一些国家乘用车制动规范对行车制动器制动性的部分要求。

表3-2 乘用车制动规范对行车制动器制动性的部分要求

项 目	中国 ZBT 24007—1989	欧洲共同体 (EEC) 71/320	中国 GB 7258—2004	美国 联邦 135
试验路面	干水泥路面	附着良好	≥ 0.7	Skid no81
载 重	满载	一个驾驶员或满载	任何载荷	轻、满载
制动初速度	80 km/h	80 km/h	50 km/h	96.5 km/h(60 mile/h)
制动时的稳定性	不许偏出 3.7 m 通道	不抱死跑偏	不许偏出 2.5 m 通道	不抱死偏出 3.66 m(12 ft)
制动距离或 制动减速度	≤ 50.7 m	≤ 50.7 m, ≥ 5.8 m/s ²	≤ 20 m ≥ 5.9 m/s ²	≤ 65.8 m(216 ft)
踏板力	≤ 500 N	< 490 N	≤ 500 N	66.7~667 N (15~150 lbf)

二、汽车制动时车轮的受力

汽车受到与行驶方向相反的外力时，才能从一定的速度制动到较小的车速或直至停车。这个外力只能由地面和空气提供。但由于空气阻力相对较小，所以实际上外力是由地面提供的，我们称之为地面制动力。地面制动力愈大，制动减速度愈大，制动距离也愈短，所以地面制动力对汽车制动性具有决定性影响。

1. 制动器制动力

轮胎周缘克服制动器摩擦力矩所需的力称为制动器制动力，以符号 F_{μ} 表示。

$$F_{\mu} = \frac{T_{\mu}}{r}$$

式中 T_{μ} ——制动器(摩擦片与制动鼓或盘相对滑转时)的摩擦力矩，单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ 。

由上式可知，制动器制动力不仅由制动器结构参数所决定，即取决于制动器的形式、结构尺寸、制动器摩

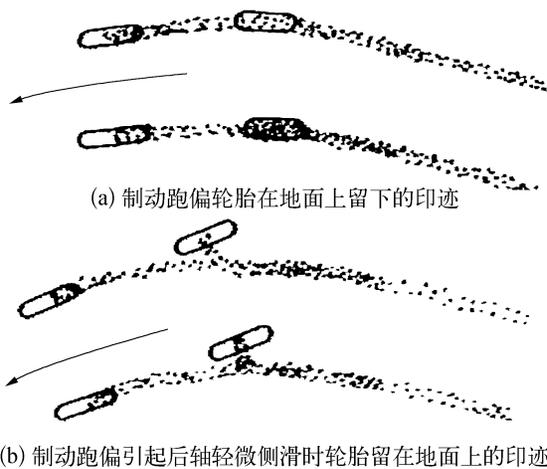


图3-9 制动跑偏示意图

摩擦副的摩擦因数以及车轮半径,并与制动踏板力,即制动系的液压或空气压力成正比,如图 3-10 所示。

2. 地面制动力

地面制动力是实际使汽车减速行驶的外力。地面制动力的数值取决于两个摩擦副的作用,一是制动器内制动蹄摩擦片与制动鼓间的摩擦力,另一个是轮胎与地面间的附着力。如图 3-10 所示。

汽车的地面制动力首先取决于制动器制动力,但同时又受地面附着条件的限制。所以只有汽车具有足够的制动器制动力,同时地面又能提供足够的附着力时,才能获得足够的地面制动力。从力矩平衡得到

$$F_{xb} = \frac{T_{\mu}}{r}$$

式中 r ——车轮半径,单位为 m。

3. 地面制动力、制动器制动力与附着力之间的关系

车轮滚动时的地面制动力就等于制动器制动力,但地面制动力是滑动摩擦的约束反力,它的值不能超过附着力,即 $F_{xb} \leq F_{\varphi} = F_z \varphi$ 或最大地面制动力 F_{xbmax} 为 $F_{xbmax} = F_z \varphi$,当制动力踏板力或制动系压力上升到某一值(图 3-11 中制动系液压力为 p_a),地面制动力 F_{xb} 达到附着力 F_{φ} 值时,车轮即抱死不转而出现拖滑现象。制动系液压力 $p > p_a$ 时,地面制动力 F_{xb} 达到附着力 F_{φ} 的值,就不再增加。

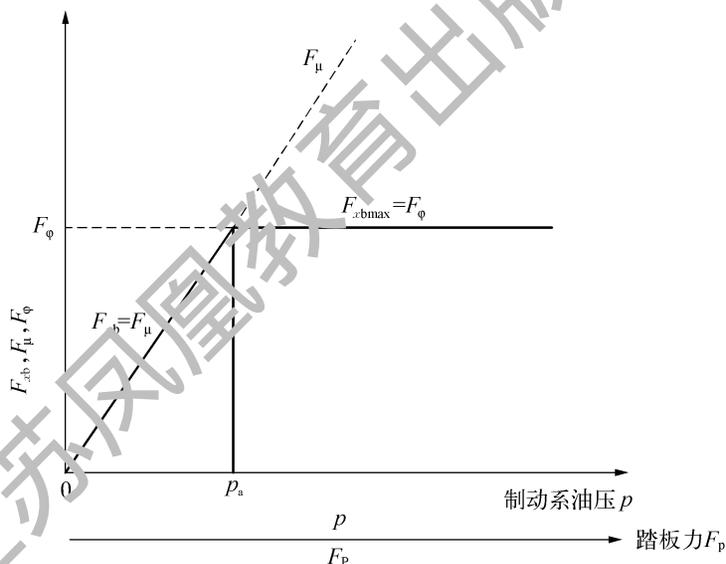


图 3-11 制动过程中地面制动力、制动器制动力及附着力的关系

汽车的地面制动力首先取决于制动器制动力,但同时又受地面附着条件的限制,所以只有汽车具有足够的制动器制动力,同时地面又能提供高的附着力时,才能获得足够的地面制动力。

4. 硬路上的附着系数

附着系数在制动过程中并不为常数,它不仅与轮胎结构及路面状况有关,也与车轮的运动状态有关。

(1) 车轮的三种运动状态

仔细观察汽车制动过程,发现胎面留在地面上的印痕从车轮滚动到抱死拖滑是一个渐变的过程。图 3-12 是汽车制动过程中逐渐增大踏板力时车轮留在地面上的印痕。

第一阶段: 车轮作单纯滚动时,印痕的形状与轮胎胎面花纹基本一致。

第二阶段: 车轮处于边滚边滑状态,印痕内还可以辨认出轮胎花纹,但花纹逐渐模糊。轮胎已不再作单纯的滚动,胎面与地面发生一定程度的相对滑动。

第三阶段: 车轮抱死滑拖,印痕粗黑,看不出轮胎花纹。

(2) 滑移率

从这三阶段的变化情况可以看出,随着制动强度增加,车轮滚动成分逐渐减少,滑移成分逐渐增加。上述过程中滑动成分的多少,一般用滑移率来说明。

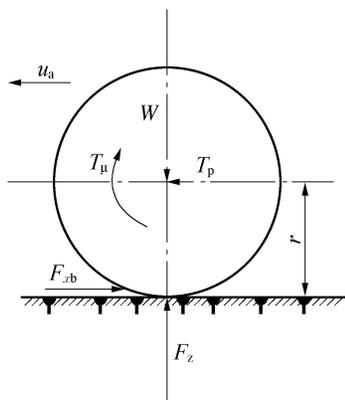


图 3-10 车轮在制动时的受力情况

纯滚动时,滑移率为0;纯滑动时,滑移率为100%;边滚边滑时, $0 < \text{滑移率} < 1$ 。滑移率说明了车轮运动中滑移万分所占的比例:滑移率越大,滑动成分越多。

滑动率的定义是:

$$s = \frac{u_w - r_0 \omega_w}{u_w} \times 100\%$$

若令制动力与垂直载荷之比为制动力系数 φ_b ,则在不同滑动率时, φ_b 的数值不同。图3-13给出了试验所得的制动力系数曲线,即 $\varphi_b - s$ 曲线。曲线在OA段近似于直线,随 s 的增加而迅速增大。过A点后上升缓慢,至B点达到最大值。制动力系数的最大值称为峰值附着系数 φ_p ,一般出现在 $s = 15\% \sim 20\%$ 。滑动率再增加,制动力系数有所下降,直至滑动率为100%。 $s = 100\%$ 的制动力系数称为滑动附着系数 φ_s 。

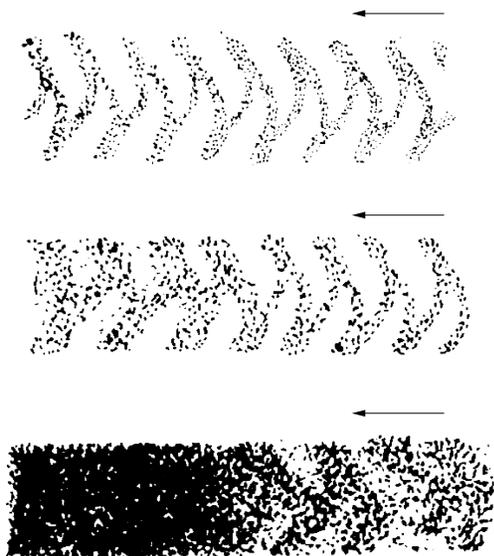


图3-12 制动时轮胎留在地面上的印痕

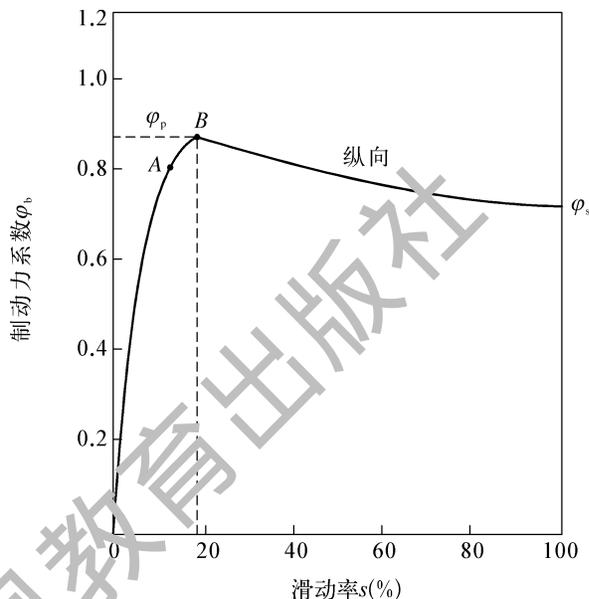


图3-13 制动力系数与滑移率的关系曲线

附着系数的数值主要决定于道路的材料、路面的状况与轮胎结构、胎面花纹、材料以及汽车运动的速度等因素。

汽车行驶时可能遇到两种附着能力很小的危险情况:一是刚开始下雨,路面上只有少量雨水时;另外一种情况是高速行驶的汽车经过有积水层的路面,出现了滑水(Hydroplaning)现象。

三、影响汽车制动性的主要因素

汽车的制动性与汽车的结构及其使用条件有关。诸如车轴间负荷的分配、载质量、利用发动机制动、制动系统结构、行驶速度、道路情况、驾驶方法等都对制动性能有很大的影响。

1. 轴间负荷的分配

为了提高制动效果,充分利用各个车轮的附着能力,希望汽车在紧急制动时前、后车轮均能接近滑移状态。因而制动传动装置分配至前、后的制动力就必须与各轮承受的重力成比例,方能实现全轮同时制动的目的。当汽车制动时,将发生轴间负荷再分配现象:前轴负荷增加,后轴负荷减小。

前、后轮制动力最佳分配的比值,是随着重心的位置和附着系数的改变而发生变化的。现在大部分汽车在一定的制动踏板力下,其前、后轮制动力矩是一个常数,不可能发生变化,因而汽车总的最大制动力很难达到理论的最佳数值。为了克服上述缺陷,目前许多汽车都装配了EBD(Electric Brake force Distribution)“电子制动力分配系统”。

当前、后轮制动力不能随着附着系数的变化而得到调整时,往往不是前轮先开始滑移,就是后轮先开始滑移。当前轮滑移时,汽车不能改变行驶方向,破坏了汽车的操纵性;当后轮滑移时,汽车可能发生甩尾,而失去稳定性。

2. 制动力的调节和车轮防抱死

(1) 制动力的调节

为了防止制动时后轮抱死而发生危险的侧滑,有的汽车制动系采用压力调节装置来调节前、后轮的制动力。

常见的压力调节装置有限压阀、比例阀、载荷控制比例阀、载荷控制限压阀。

(2) 车轮的防抱死

为了充分发挥轮胎与地面间的潜在附着能力,全面满足对汽车制动性的要求,目前大量的汽车上都安装了自动防抱死装置(ABS)。有了防抱死装置,在紧急制动时,能防止车轮完全抱死,而使车轮处于滑动率为15%~20%的状态。此时,纵向附着系数最大,侧向附着系数也很大。从而使汽车在制动时不仅有较强的抗后轴侧滑能力,不仅能保证汽车的行驶方向稳定性和良好的转向操纵性,也能充分发挥制动效能,提高制动减速度和缩短制动距离。

3. 汽车载重量的影响

对于载重量较大的汽车,因前、后轮的制动器设计,一般不能保证在任何道路条件下使其制动力都同时达到附着极限,所以汽车的制动距离就会由于载重量的不同而发生差异。实践证明,对于载重量为3t以上的汽车,大约载重量每增加1t,其制动距离平均要增加1.0m。即使是同一辆汽车,在装载质量和方式不同时,由于重心位置变动,也会影响汽车的制动距离。

4. 车轮制动器的影响

车轮制动器的摩擦副、制动鼓的构造和材料,对于制动器的摩擦力矩和制动效能的热衰退有很大影响。

制动器的技术状况不仅和设计制造有关,而且和使用维修情况有密切关系。制动摩擦片与制动鼓有接触面积不足或接触不均匀,将降低制动摩擦力矩;制动摩擦片的表面不清洁,如沾有油、水或污泥,则摩擦系数将减小,制动力矩即随之降低,如汽车涉水之后水渗入制动器,其摩擦系数将急剧下降20%~30%。

制动器的间隙过大,制动反应时间将加长,汽车的制动距离将增加。左、右车轮制动器的技术状况不平衡,将引起汽车制动时跑偏。

5. 制动初速度的影响

制动初速度越高,需要通过制动消耗的运动能量越大,通过制动器转化产生的热量会越多,制动器的温度也越高,制动蹄片的摩擦性能会随温度的升高而降低,导致制动力衰减,制动距离增长。

6. 道路条件的影响

道路的附着系数限制了最大制动力,故它对汽车的制动性有很大的影响。

由于冰雪路面上的附着系数特别小,所以制动距离增大。特别要注意冰雪坡道上的制动距离,并应利用发动机制动。有计算表明,在冰雪路面上,利用发动机制动的辅助作用可使制动距离缩短20%~30%。

在冰雪路面上制动时方向稳定性也变坏。当车轮被制动到抱死时,侧滑的危险程度将更大,而且与道路的侧坡有关。汽车在冰雪路面上行驶时,应加装防滑链。

7. 驾驶技术的影响

驾驶技术对汽车制动性有很大的影响。制动时,如能保持车轮接近抱死的状态,便可获得最佳的制动效果。经验证明,在制动时,如迅速地踩下和放松制动踏板,即可提高其制动效果。因为,此时车轮时滚时滑,轮胎着地部分不断更换,故可避免由于轮胎局部剧烈发热胎面温度上升而降低制动效果。在紧急制动时,驾驶员如能急速踩下制动踏板,则制动系的协调时间将缩短,从而缩短制动距离。在滑溜路面上不可猛踩制动踏板,以免因制动力过大而超过附着极限,导致汽车侧滑。

任务四 汽车的平顺性

一、汽车的平顺性概念

汽车的平顺性主要是保持汽车在行驶过程中产生的振动和冲击环境对驾驶员舒适性的影响在一定界限之内,不致因车身的振动而引起乘客疲劳、不舒适、健康损害,因此平顺性主要根据驾驶员主观感觉的舒适性来评价,对于载货汽车还包括保持货物完好的性能,由于平顺性主要是根据乘坐者的舒适度来评价的,所以有时又称为乘坐舒适性,它是现代高速汽车的主要性能之一。

汽车行驶时,由路面不平及发动机、传动系和车轮等旋转部件激发汽车振动。通常,路面不平是汽车振动的基本输入,故平顺性主要指路面不平引起的汽车振动,频率范围约为0.5~25 Hz。

汽车的平顺性可由图3-14所示的“路面-汽车-人”系统的框图来分析。

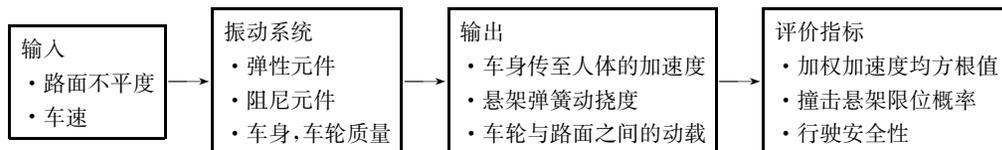


图 3-14 “路面-汽车-人”系统的框图

二、人体对振动的反应

人体是一个复杂的机械振动系统,人体对振动的反应既与振动频率及强度、振动方向和暴露时间有关,也与人的心理、生理状态有关。

通过大量的振动试验表明,人体对不同方向的振动反应存在差异,对上下振动忍耐性最强,其次是前后振动,对左右振动最敏感。图 3-15 为人体坐姿受振模型。

ISO 2631—1 规定,舒适性评价时,考虑座椅支承处的 3 个线振动和 3 个角振动,靠背和脚支承处各 3 个线振动,共 12 个轴向振动。健康影响评价时,仅考虑座椅支承处的 3 个线振动 x_s 、 y_s 、 z_s 。

对不同频率的振动,人体敏感度也不一样。例如,人体内脏在椅面 z 向振动 4~8 Hz 发生共振,8~12.5 Hz 对脊椎影响大。椅面水平振动敏感范围在 0.5~2 Hz。

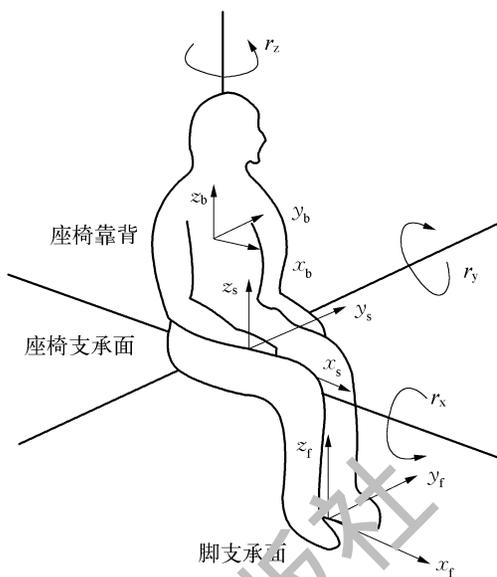


图 3-15 人体坐姿受振模型

三、汽车行驶平顺性的评价指标

汽车行驶平顺性的评价方法,通常是依据人体对振动的反应,及对保持货物完整的程度来制定的。目前对汽车行驶平顺性有不同的评价方法。

1. ISO 2631 评价标准

国际标准化组织(ISO)在综合大量有关人体全身振动研究成果的基础上,制定了 ISO 2631—1978E《人体承受全身振动评价指南》,已被许多发达国家采用作为本国的国家标准。国际标准化组织通过全面修订;于 1997 年公布了 ISO 2631—1:1997(E)《人体承受全身振动评价——第一部分:一般要求》。许多国家都参照它进行汽车平顺性的评价。

ISO 2631 标准用加速度的均方根值,给出了 0~80 Hz 振动频率范围内,人体对振动反应的三个不同的感觉界限,即暴露界限、疲劳-工效降低界限、舒适降低界限。

(1) 暴露界限

当人体承受的振动强度在这个极限之内,将保持健康和安。通常把此极限作为人体可以承受振动量的上限。

(2) 疲劳-工效降低界限

这个界限与保持工作效率有关。当驾驶员承受振动在此极限以内时,能保持正常的驾驶操作,不致太疲劳以致工作效率降低;若超过这个界限,则意味着人的感觉疲劳和工作效率的降低。

(3) 舒适降低界限

该界限与保持舒适有关,在这个界限之内,人体对所暴露的振动环境主观感觉良好,成员能在车上进行吃、读、写等动作。

2. 我国的评价标准

(1) 汽车平顺性评价

我国依据 ISO 2631—1978E 标准并对相应标准进行了修订,公布 GB/T 4970—1996《汽车平顺性随机输入试验方法》,并提出了“车速特性的概念”。车速特性是指平顺性评价指标随车速变化的关系。用车速特性评价汽车的平顺性要比在某一车速评价汽车的平顺性更符合实际。

通常客车和轿车采用“舒适降低界限”车速特性。当汽车速度超过此界限时,就会降低乘坐舒适性,使人感到疲劳不舒服。该界限值越高,说明平顺性越好。

货车采用“疲劳-工效降低界限”车速特性。

高速汽车尤其是轿车要求具有优良的行驶平顺性。轮胎的弹性、性能优越的悬挂装置、座椅的降震性能以及尽量小的非悬挂质量,都可以提高汽车的行驶平顺性。

(2) 车身的固有频率评价

汽车车身的固有频率也可作为平顺性的评价指标。从舒适性出发,车身的固有频率在 600~850 Hz 的范围内较好。

人体器官自幼即已习惯于行走所引起的垂直振动频率(一般在 1.1 Hz 至 1.5 Hz 之间)。当车身振动频

率在此范围内,则人体器官感到习惯,不会感到不舒适;当车身的振动频率偏离该范围,人体则会感到不舒适。当车身的振动频率低于 1 Hz 时,会引起乘员晕车和恶心;当频率高于 1.5 Hz 时,人体会明显感受到冲击感,会引起成员的疲劳和不舒适感。

3. 汽车行驶平顺性的感觉评价

汽车行驶时,来自路面的冲击以及汽车行驶系和传动系中作用力的大小、方向不断变化,汽车会发生各种振动。这些冲击、振动引起乘坐者的不舒适与疲劳感觉。汽车乘坐是否舒适,与交通情况、汽车性能、设备状况、气候条件、视野、振动与噪音等情况有关,也与乘坐者本身的心理、生理状况有关。因而平顺性的好坏,可以根据乘坐者主观感觉的舒适程度来评价。这种主观感觉,可以根据所受振动的程度,划分成三种感觉:

(1) 正常

振动很小时,人们感到比较舒适,感觉正常,超过此范围,就会感到不舒服。

(2) 可接受

振动加大,人们感到不大舒服,但还能保持正常的驾驶,不致感到疲劳。

(3) 可忍受

振动更大,人们感到疲劳,影响正常的驾驶,效率降低,但尚可忍受,不致影响健康和安全。

如果振动再加大,人们就无法忍受,以至影响健康和安全,这在汽车上是不允许的。

四、影响汽车行驶平顺性的主要因素

1. 悬架的影响

(1) 悬架结构

悬架结构主要有弹性元件、导向装置与减振装置,其中弹性元件与悬架系统中阻尼影响较大。

悬架结构的设计应使悬挂上质量的固有频率尽可能在 1~1.6 Hz 范围内,前、后悬挂上的固有频率应有适当的匹配,应有合适的动挠度。

固有频率是指弹性系统在偶发性干扰的作用下离开静平衡位置,受弹性恢复力作用而产生的振动称为自由振动,其振动频率称为系统的固有频率。以次/min 或 Hz(次/s)为单位。

弹性元件是悬架的主要组成部分,其刚度和弹性特性是影响平顺性的主要因素。减少悬架刚度,即增大静挠度,可提高汽车行驶平顺性。但刚度降低会增加非悬挂质量的高频振动位移。而大幅度的车轮振动有时会使车轮离开地面,前轮定位角也将发生显著变化,在紧急制动时会产生严重的汽车“点头”现象。转弯时因悬架侧倾刚度的降低,会使车身产生较大的侧倾角。

为了使悬架既有大的静挠度又不影响其他性能指标,可采取一些相应措施,如采用悬架刚度可变的非线性悬架。

(2) 悬架系统的阻尼

悬架系统应有适当的阻尼。其作用是:衰减车身的自由振动;在受到不平路面振动时,减少车轮及车身的共振,以减小车身垂直振动的加速度,减小车轮的振幅,减小车轮对路面压力的变化,防止车轮跳离路面。

悬架系统阻尼的来源有:相对运动摩擦副中的摩擦,其中最主要的是钢板弹簧叶片间的摩擦;轮胎变形时的橡胶分子间的摩擦;减振器的阻尼。

对于各种悬架结构,以钢板弹簧悬架系统的干摩擦最大,钢板弹簧叶片数目越多,摩擦越大。干摩擦过于严重时,增加了车身的自振频率,路面的冲击也易于传给车身。

减振器可提高汽车行驶平顺性,还可增加悬架的角刚度,改善车轮与道路的接触条件,防止车轮离开路面,因而可改善汽车的稳定性,提高汽车的行驶安全性。改进减振器的性能,对提高汽车在不平道路上的行驶速度有很大的作用。

2. 轮胎的影响

轮胎对行驶平顺性的影响取决于轮胎的径向刚度、轮胎的展平能力及轮胎内摩擦引起的阻尼作用。

减小轮胎的刚度,可使悬架的换算刚度降低,提高汽车行驶平顺性。试验证明,采用子午线轮胎能有效降低车身固有频率。

3. 座椅的布置

座椅布置对乘员的疲劳程度有很大影响,实际感受和试验表明:座位越接近车身的中部,乘员感到振动越小。座位位置常由它与汽车质心间的距离来确定,用座位到汽车质心距离与汽车质心到前(后)轴的距离之比评价座位的舒适性。该比值越小,车身振动对乘客的影响越小。

对载货汽车和公共汽车,座位在高度上的布置也是重要的。为了减小水平纵向振动的振幅,座位在高度方面与汽车质量中心间的距离应该不大。

座垫弹簧的刚度的选择要适当,座椅阻尼有减少乘员振动固有频率的作用,如果再把人体本身的减振效

果考虑进去,固有频率还会降低。

防止因乘客在座位上的振动频率与车身的振动频率重合而发生共振。对于具有较硬悬架的汽车,可采用较软的座垫。对于具有较软悬架的汽车,可采用较硬的座垫。

4. 非悬挂质量

减小非悬挂质量可降低车身的振动频率,增高车轮的振动频率。这样就使低频共振与高频共振区域的振动减小,而将高频共振移向更高的行驶速度,对行驶平顺性有利。

其次减小非悬挂质量,还将引起高频振动的相对阻尼系数增加,因而减振器所吸收的能量减少,工作条件可以获得改善。独立悬架相对于非独立悬架其非悬挂质量小,其行驶平顺性好。

任务五 汽车的操纵稳定性

一、汽车的操纵稳定性的概念

汽车的操纵稳定性是指在驾驶者不感到过分紧张、疲劳的条件下,汽车能遵循驾驶者通过转向系及转向车轮给定的方向行驶,且当遭遇外界干扰时,汽车能抵抗干扰而保持稳定行驶的能力。

汽车的操纵稳定性不仅影响到汽车驾驶的操纵方便程度,也是决定高速汽车安全行驶的一个主要性能,成为现代汽车的重要使用性能之一。

二、汽车操纵稳定性包含的内容

通常认为汽车的操纵稳定性包含互相联系的两个部分:一是操纵性,二是稳定性。操纵性是指汽车能够确切地响应驾驶员转向指令的能力;稳定性是指汽车受到外界扰动(路面扰动或突然阵风扰动)后恢复原来运动状态的能力;两者很难断,难分开。稳定性好坏直接影响操纵性的好坏,因此,通常只笼统地称为操纵稳定性。

汽车操纵稳定性需要采用较多的物理参量从多方面来进行评价。表3-3给出了汽车操纵稳定性的基本内容。本任务只讨论汽车操纵稳定性的基本部分:转向盘角阶跃输入下的稳态响应和瞬态响应。

表3-3 汽车操纵稳定性的基本内容

	基本内容	意义
1	转向盘稳态和瞬态响应	汽车在转向盘输入或外界侧向干扰输入下的侧向运动响应
2	转向盘中间位置操纵稳定性	高速行驶时的操纵稳定性
3	回正性	直线行驶时的稳定性
4	转向半径	汽车机动性
5	转向轻便性	在原地、低速、高速行驶时转动转向盘轻便程度
6	直线行驶性能	直线行驶性、侧向风稳定性、路面不平度稳定性时的稳定性
7	典型行驶工况性	蛇行、移线、双移线转向性能和稳定性
8	极限行驶能力	汽车在处于正常行驶与异常危险运动之间的运动状态下的特性,它表明了汽车安全行驶的极限性能

在汽车操纵稳定性的研究中,常把汽车作为一控制系统,求出汽车曲线行驶的时域响应与频率响应特性,并以它们来表征汽车的操纵稳定性能。

汽车曲线行驶的时域响应系指汽车在转向盘输入或外界侧向干扰输入下的侧向运动响应。方向盘输入有两种形式:给方向盘作用一个角位移,称为角位移输入,简称为角输入;给方向盘作用一个力矩,称为力矩输入,简称为力输入。

转向盘角阶跃输入下进入的稳态响应及转向盘角阶跃输入下的瞬态响应,就是表征汽车操纵稳定性的转向盘角位移输入下的时域响应。回正性是一种转向盘力输入下的时域响应。

横摆角速度频率响应特性是转向盘转角正弦输入下,频率由 $0 \rightarrow \infty$ 时,汽车横摆角速度与转向盘转角的振幅比及相位差的变化图形。它是另一个重要的表征汽车操纵稳定性的基础特性。

转向半径是评价汽车机动灵活性的物理参量。

转向轻便性是评价转动方向盘轻便程度的特性。

三、车辆坐标系与转向盘角阶跃输入下的时域响应

1. 车辆坐标系

汽车的运动是借固结于运动着的汽车上的动坐标系——车辆坐标系来描述的。图 3-16 所示固结于汽车上的 $oxyz$ 直角动坐标系就是车辆坐标系。

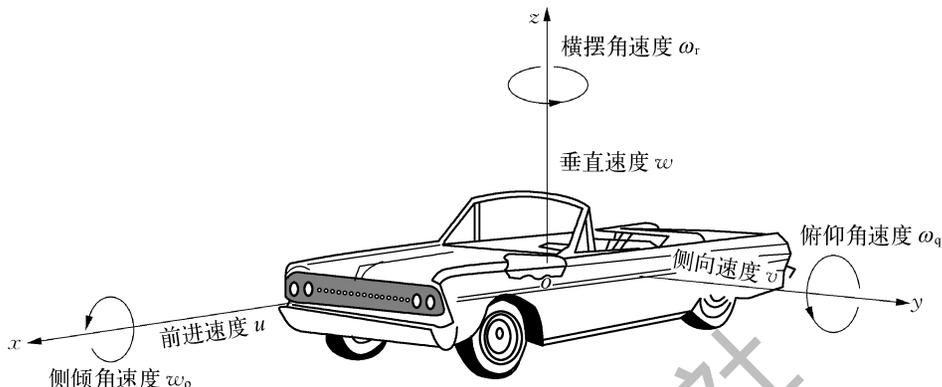


图 3-16 车辆坐标系与汽车的主要运动形式

xoz 处于汽车左右对称的平面内。当车辆在水平路面上静止状态下, x 轴平行于地面指向前方。 z 轴通过质心指向上方, y 轴指向驾驶员的左侧, 坐标系的原点 o 常令其与质心重合。与操纵稳定性有关的主要运动参量为, 车厢角速度在 z 轴上的分量——横摆角速度 ω_r 等等。

2. 时域响应的分类

汽车的时域响应可分为不随时间变化的稳态响应和随时间变化的瞬态响应。

(1) 不随时间变化的稳态响应

汽车转向盘稳态响应, 虽然在实际行驶中不常出现, 却是表征汽车操纵稳定性的一个重要的时域响应, 一般也称它为汽车的稳态转向特性。

汽车等速直线行驶是一种稳态, 给汽车以方向盘角阶跃输入, 一般汽车经短暂时间后便进入等速圆周行驶, 这也是一种稳态, 称为方向盘角阶跃输入下进入的稳态响应。

汽车的等速圆周行驶, 即汽车方向盘角阶跃输入下进入的稳态响应。一般也称它为汽车的稳态转向特性。

汽车的稳态转向特性分为三种类型: 不足转向、中性转向和过多转向, 如图 3-17 所示。这三种不同转向特性的汽车具有如下行驶特点: 在转向盘保持一固定转角下, 缓慢加速或以不同车速等速行驶时, 不足转向汽车的转向半径增大; 中性转向汽车的转向半径维持不变; 而过多转向汽车的转向半径则愈来愈小。

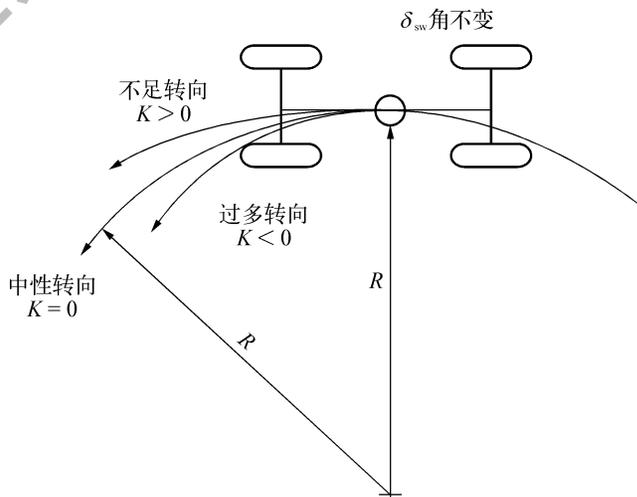


图 3-17 汽车的三种稳态转向特性

操纵稳定性良好的汽车应具有适度的不足转向特性。一般汽车不应具有过多转向特性,也不应具有中性转向特性,因为中性转向汽车在使用条件变动时,有可能转变为过多转向特性。

常用方向盘角阶跃输入下的瞬态响应来表征汽车的操纵稳定性。

(2) 随时间变化的瞬态响应

在等速直线行驶与等速圆周行驶这两个稳态运动之间的过渡过程便是一种瞬态,相应的瞬态运动响应称为方向盘角阶跃输入下的瞬态响应。

图 3-18 上画出了一辆等速行驶汽车在 $t=0$ 时,驾驶员急速转动方向盘至角度 δ_{sw0} 并维持此转角不变时的汽车瞬态响应曲线。

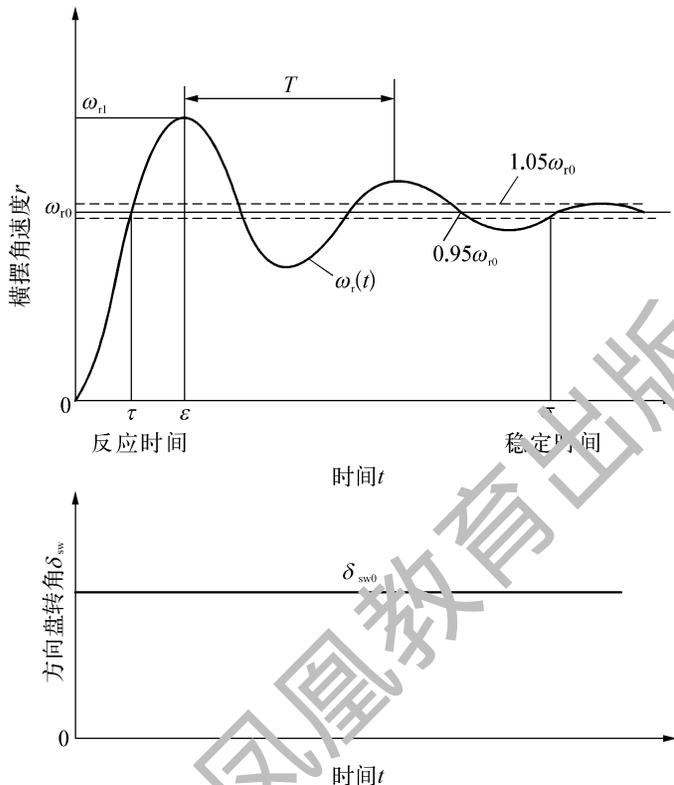


图 3-18 方向盘角阶跃输入下的瞬态响应

汽车的瞬态响应,它具有如下几个特点:

- ① 时间上的滞后。
- ② 执行上的误差。
- ③ 横摆角速度的波动。
- ④ 进入稳态所经历的时间。

四、人-汽车闭路系统

在对汽车时域响应的讨论中,假定驾驶者的任务只是机械地急速转动转向盘至某一转角并维持此角度不变,而不允许根据汽车的转向运动作出任何操纵修正动作,即不允许驾驶者起任何反馈作用。因此,汽车的时域响应只是把汽车作为开路控制系统的控制特性。它们完全取决于汽车的结构与参数,是汽车本身固有的特性。汽车作为开路系统的时域响应可以通过建立数学模型进行理论分析,也可以使用测试设备在试验中客观地进行测量。

但是,汽车的操纵稳定性最后应该是由驾驶者来评定的,操纵稳定性与驾驶者的操作特性又是紧密相关的。因此操纵稳定性和研究对象应该是把驾驶者与汽车作为统一整体的人-汽车系统(图 3-19),而不能忽略驾驶者的反馈作用。在汽车行驶中,驾驶者根据需要,操纵转向盘使汽车作一定的转向运动;路面的凹凸不平、侧向风等亦影响汽车的行驶。与此同时,驾驶者根据随之出现的道路、交通等情况和通过眼睛、手及身体感知到的汽车运动状况,经过头脑的分析、判断,修正他对转向盘的操纵。如此不断反复循环,驾驶者操纵汽车行驶前进。由此可见,在人-汽车系统中,通过驾驶者把系统的输出参数反馈到输入控制中去,所以人-汽车系统是一个闭路系统。不过驾驶者的反馈作用十分复杂,目前对于人-汽车闭路系统的理论研究还很不成熟,

人-汽车系统的汽车操纵稳定性还只能用试验方法来实际测定。试验时令汽车以一定车速,或以驾驶者感到安全的最高车速通过试验通道。试验可以对汽车的横摆角速度响应、车厢侧倾等进行综合评价。

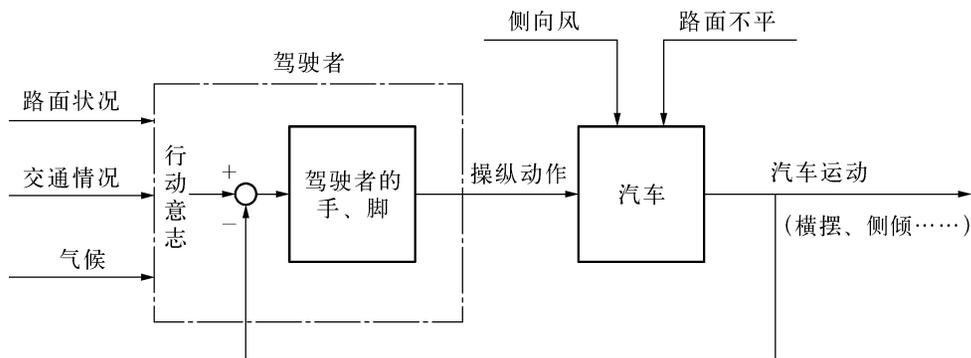


图 3-19 人-汽车系统简图

尽管试验得到的人-汽车闭路系统的性能真实地反映了汽车的操纵稳定性能,但是由于进行试验的驾驶者的操作特性起了反馈作用,所以客观性及再现性就不如开路系统汽车的时域响应好。还应指出,人-汽车系统的操纵稳定性只能在已具有实际车辆的条件下通过试验求得,目前还不能做到通过理论分析与计算来进行准确的预测。所以,在产品开发阶段,广泛应用的理论分析对象仍然只能是开路系统汽车的时域响应。

五、汽车操纵稳定性试验评价评价方法

汽车性能最后应通过试验来进行测定与评价。试验中的性能评价有主观评价和客观评价两种方法。

1. 主观评价法

主观评价法就是感觉评价,其方法是让试验评价人员,根据试验时自己的感觉来进行评价,并按规定的项目和评分办法进行评分。

主观评价受到评价者个人主观因素的影响,不同评价者可能给出差别较大的评价结果;一般情况下,它不能给出“汽车性能”与“汽车结构”两者之间有冲联系的信息。但汽车是由人来驾驶的,因此主观评价法始终是操纵稳定性的最终评价方法。

有经验的测试者在进行主观评价试验时,还能发现仪器所不能检验出来的现象。通常先由试验者的感觉发现问题,然后再用仪器测试。

2. 客观评价法

客观评价法是通过测试仪器测出表征性能的物理量,如横摆角速度、侧向加速度、侧倾角及转向力等来评价操纵稳定性的方法。

客观评价试验中的评价指标,可以通过理论分析确定它们与汽车结构参数的函数关系,因此客观评价试验可以指出改变汽车结构及结构参数以提高性能的具体途径。

任务六 汽车的通过性

所谓汽车的通过性是指汽车在不平道路、坏路和松软道路上克服各种障碍行驶的能力。不同用途的汽车对通过性的要求也不同,高级轿车和公共汽车主要在城市行驶,由于路面条件甚好,所以对汽车通过性的要求不突出。对于军用、农用、林区、厂矿用的汽车,由于道路条件较差,其通过性就显得十分重要。汽车的通过性主要决定于汽车内的几何参数和支承参数及动力参数,也与汽车的动力性、视性能有密切的关系。

汽车通过性可分为支承通过性和几何通过性。

汽车支承通过性(越野性)是指它能以足够高的平均车速通过各种坏路和无路地带(如松软地面、凹凸不平地面等)的能力。

汽车几何通过性是指它能以足够高的平均车速通过各种障碍(如陡坡、侧坡、壕沟、台阶、灌木丛、水障等)的能力。

一、汽车支承通过性评价指标

目前,常采用牵引系数、牵引效率和燃油利用指数三项指标来评价汽车的支承通过性。

1. 牵引系数 TC

单位车重的挂钩牵引力(净牵引力)。表明汽车在松软地面上加速、爬坡及牵引其他车辆的能力。表达式为:

$$TC = F_d / G$$

式中 F_d ——汽车挂钩牵引力;
 G ——车重。

2. 牵引效率(驱动效率)TE

驱动轮输出与输入功率之比。反映了车轮功率传递过程中的能量损失。表达式为:

$$TE = \frac{F_d u_a}{T_w \omega} = \frac{F_d r(1 - s_r)}{T_w}$$

式中 u_a ——汽车行驶速度;
 T_w ——驱动轮输入转矩;
 ω ——驱动轮角速度;
 r ——驱动轮动力半径;
 s_r ——滑转率。

3. 燃油利用指数 E_f

单位燃油消耗所输出(牵引)的功。表达式为:

$$E_f = F_d u_a / Q_t$$

式中 Q_t ——单位时间内的燃油消耗量。

二、汽车通过性的几何参数

由于汽车与地面间的间隙不足而被地面托起,无法通过的情况,称为“间隙失效”。当车辆中间底部的零件碰到地面而被顶住时,称为“顶起失效”;当车辆前端或尾部触及地面而不能通过时,则分别称为“触头失效”和“托尾失效”。显然,后两种情况属同一类失效。

与间隙失效有关的汽车整车几何尺寸,称为汽车通过性的几何参数。这些参数包括最小离地间隙、接近角、离去角、纵向通过角、最小转弯直径等。

1. 最小离地间隙

汽车满载、静止时,支承平面与汽车上的中间区域最低点之间的距离。它反映了汽车无碰撞地通过地面凸起的能力。离地间隙越高其通过性越好,不过离地间隙过高也会造成车辆重心偏高,稳定性下降。如图 3-20 所示。

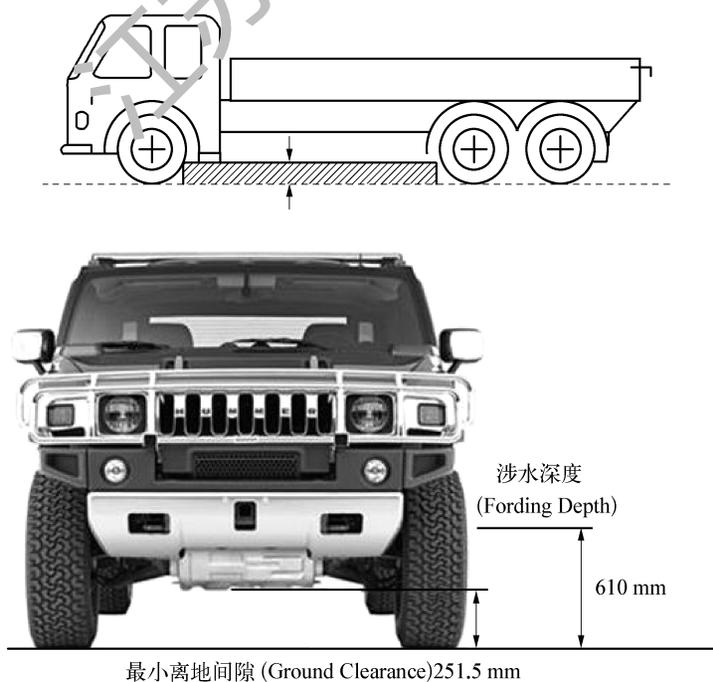


图 3-20 最小离地间隙示意图

2. 接近角

汽车满载、静止时,前端突出点向前轮所引切线与地面间的夹角。接近角越大,越不易发生触头失效。前轴前面任何固定在车辆上的刚性部件不得在此平面下方,如图 3-21 和图 3-22 所示。

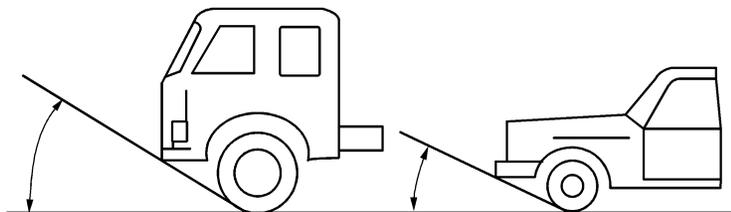


图 3-21 接近角示意图



图 3-22 离去角示意图

3. 离去角

汽车满载、静止时,后端突出点向后轮所引切线与地面间的夹角。离去角越大,越不易发生托尾失效。如果车辆的离去角比较小,在下坡的时候很容易把后保险杠卡住。位于最后车轴后面的任何固定在车辆上的刚性部位不得在此平面的下方,如图 3-22 和图 3-23 所示。

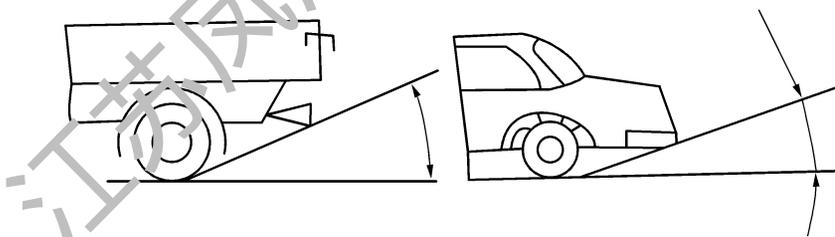


图 3-23 离去角示意图

4. 纵向通过角

汽车满载、静止时,分别通过前、后车轮外缘作垂直于汽车纵向对称平面的切平面,当两切平面交于车体下部较低部位时所夹的最小锐角。它表示汽车能够无碰撞地通过小丘、拱桥等障碍物的轮廓尺寸。纵向通过角越大,顶起失效的可能性越小,汽车的通过性越好,如图 3-22 和图 3-24 所示。

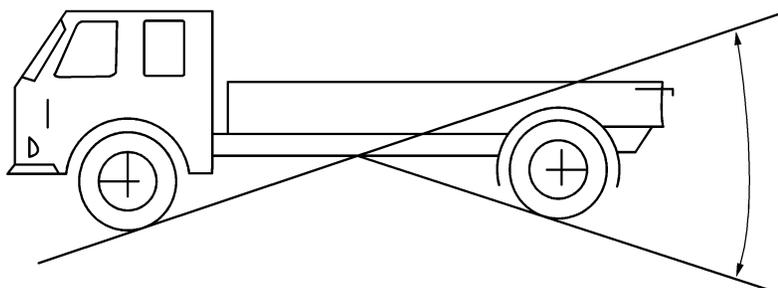


图 3-24 纵向通过角示意图

5. 最小转弯直径

当转向盘转到极限位置、汽车以最低稳定车速转向行驶时,外侧转向轮的中心平面在支承平面上滚过的轨迹圆直径。它在很大程度上表征了汽车能够通过狭窄弯曲地带或绕过不可越过的障碍物的能力。最小转弯直径越小,汽车的机动性越好,如图 3-25 所示。

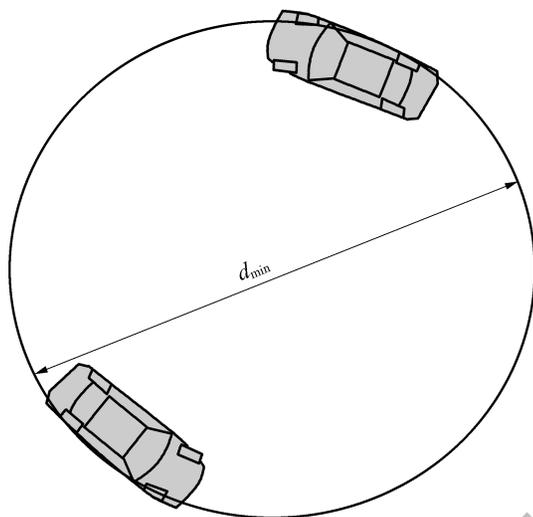


图 3-25 最小转弯直径示意图

6. 转弯通道圆

当转向盘转到极限位置、汽车以最低稳定车速转向行驶时,车体上所有点在支承平面上的投影均位于圆周以外的最大内圆,称为转弯通道内圆;车体上所有点在支承平面上的投影均位于圆周以内的最小外圆,称为转弯通道外圆。车辆有左和右转弯通道圆。转弯通道圆的最大内圆直径越大,最小外圆直径越小,车辆所需的通道宽度越窄,通过性越好。如图 3-26 所示为某车的转弯通道圆示意图。

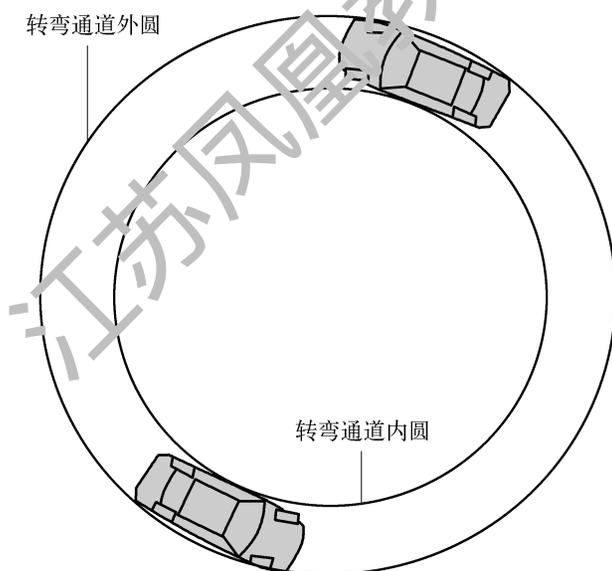


图 3-26 转弯通道圆示意图

7. 最大涉水深度

最大涉水深度是指车辆能通过的最深水域,也就是可以保证车辆在不会熄火的情况可安全通过的水面深度。如图 3-27 所示为奔驰 G 级越野车的最大涉水深度示意图。

现代各种汽车通过性几何参数的数值范围如表 3-4 所示。

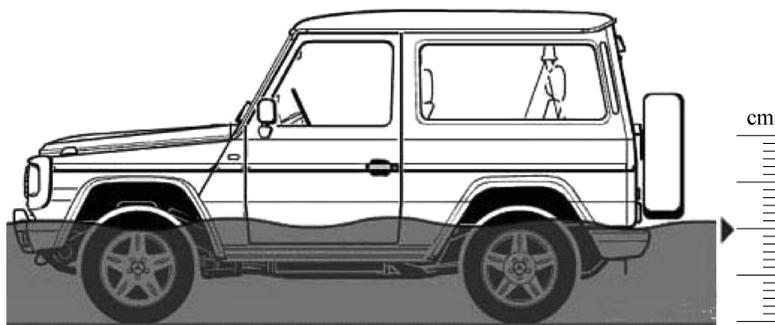


图 3-27 奔驰 G 级越野车的最大涉水深度示意图

表 3-4 部分汽车的通过性几何参数

汽车类型	驱动形式	最小离地间隙/mm	接近角(°)	离去角(°)	最小转弯直径/mm
轿车	4×2	120~200	20~30	15~22	7~13
	4×4	210~370	45~50	25~40	10~15
货车	4×2	250~300	25~60	25~25	8~14
	4×4, 4×6	260~350	45~60	35~45	11~21
越野车	4×4	210~370	45~50	35~40	10~15
客车	6×4, 4×2	220~370	10~40	6~20	14~22

三、影响汽车通过性的主要因素

1. 使用因素

(1) 轮胎气压

汽车在松软路面上行驶时,降低轮胎气压,可以使轮胎与路面接触面积增加,从而降低轮胎对路面的单位压力,使路面变形减小,轮胎受到的滚动阻力下降。而在硬路面上行驶时,适当提高轮胎气压,可以减少轮胎变形,使行驶阻力减少,因此有的越野汽车装有中央充气系统(CTIS),在雪地、沙地和泥地,获得额外的牵引力是必需的,轮胎放气,以增大轮胎和地面的附着力,当路面情况好转的时候,就可以为轮胎再次充气。

(2) 轮胎花纹

常用的子午线轮胎:耐磨性好、弹性大、行驶里程长;滚动阻力小、节约燃料;承载能力大、减振性能和附着性能好、胎面耐刺穿和自重轻等。越野汽车轮胎:具有宽而深花纹的轮胎,这是因为在松软地面上行驶时,轮胎花纹嵌入土壤,使附着能力提高;而汽车在潮湿路面上行驶时,只有花纹的凸起部分与路面接触,提高了单位压力,有利于挤出水分,提高附着系数。

(3) 拱形轮胎

在专用越野车上,不少使用了超低压的拱形轮胎。在相同轮辋直径的情况下,超低压拱形轮胎的断面宽度比普通轮胎要大 2~2.5 倍,轮胎气压很低(29.4~83.3 kPa)。若用这种轮胎代替并列双胎,其接地面积可增加 3 倍。拱形轮胎在沙漠、雪地、沼泽、田间行驶有良好的通过性,但在硬路面上行驶,会使行驶阻力增加,且易损坏轮胎。

(4) 驾驶技术

① 汽车通过松软地段时,应尽量使用低速挡,以使汽车具有较大的驱动力和较低的行驶速度;尽量避免换挡和加速,尽量保持直线行驶。

② 驱动轮是双胎的汽车,如因双胎间夹泥而滑转,可适当提高车速,以甩掉夹泥。

③ 若传动系装有强制锁止式差速器,应在汽车进入车轮可能滑转地段之前挂上差速锁。如果已经出现滑转再挂差速锁,土壤表面已被破坏,附着系数下降,效果会显著下降。当汽车离开坏路地段,应及时脱开差速锁,以免影响转向。

④ 汽车通过滑溜路面,可以在驱动轮轮胎上套上防滑链条,提高车轮的附着力。

2. 结构因素

(1) 发动机的功率与扭矩

汽车通过坏路或无路地带时,要克服较大的道路阻力。为此,要提高汽车的通过性,就必须提高汽车发动

机扭矩,这是提高汽车最大动力的基础。

(2) 传动系传动比

要提高动力因数,需增大传动系传动比,故越野车均设有副变速器或使用两挡分动器。越野汽车增加传动系总传动比的另一个作用是降低最低稳定车速,以减小车轮对松软路面的冲击,从而减少由此引起的土壤剪切破坏的概率,提高汽车通过坏路或无路地段的能力。

(3) 液力传动

装有液力变矩器或液力耦合器的汽车,起步扭矩增加平缓,避免了路面的冲击,同时,不用换挡也能提高扭矩,能提高汽车的通过性。

(4) 差速器

普通锥齿轮式差速器,由于具有驱动轮间平均分配扭矩的特性,当一侧车轮出现滑转时,另一侧车轮只能产生与滑转车轮相等的驱动力,使总驱动力不能克服行驶阻力,汽车不能前进。

采用高摩擦差速器,可以使转得较慢的车轮得到较大的驱动力,从而使总驱动力增加,有利于提高汽车的通过性。若采用差速锁,两边车轮的驱动力可以按各自的附着力来分配,改善汽车通过性的作用更明显。

(5) 前、后轮距

若前、后轴采用相同的轮距,且轮胎宽度相等时,后轮可以沿前轮压实的辙辙行驶,从而使全车的行驶阻力减小,提高通过性。所以现代越野汽车普遍采用单胎,各轴轮距相等。

(6) 驱动轮的数目

增加驱动轮的数目,可以提高相对附着重量,获得较大的驱动力。越野汽车均采用全轮驱动。图 3-28 为六轮越野汽车。

(7) 涉水能力

为了提高汽车的涉水能力,应注意发动机的分电器、火花塞、蓄电池、曲轴箱通风口、机油尺等处的防水密封,并保证空气滤清器不进水。



图 3-28 六轮越野汽车

思考与练习

1. 汽车动力性评价指标有哪些?
2. 汽车行驶的驱动条件与附着条件有哪些?
3. 影响汽车动力性的主要因素有哪些?
4. 汽车燃料经济性评价指标有哪些?
5. 影响燃料经济性的因素有哪些?
6. 制动性的评价指标有哪些?
7. 影响汽车制动性的主要因素有哪些?
8. 滑动率与车轮的运动状态有何关系?
9. 什么叫汽车的平顺性?
10. 汽车行驶平顺性的评价指标有哪些?
11. 影响汽车行驶平顺性的因素有哪些?
12. 什么是汽车操纵稳定性?
13. 影响汽车操纵稳定性的因素有哪些?
14. 什么是间隙失效,它包含哪些?
15. 汽车通过性的几何参数有哪些?
16. 影响汽车通过性的主要因素有哪些?