

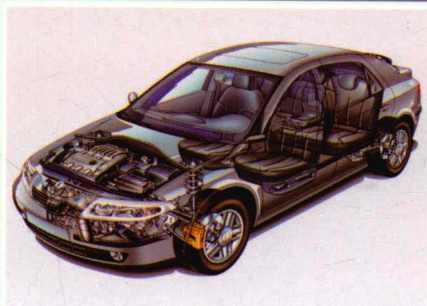
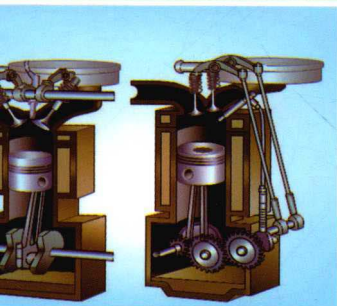


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

汽车使用性能与检测

QICHE SHIYONG XINGNENG YU JIANCE

■主编 王立超 程师苏



东北师范大学出版社
NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

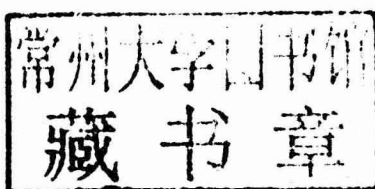
汽车使用性能与检测

主 编：王立超 程师苏

副主编：佟子鹤

编 者：程师苏 李明清 李起振 孟永帅

王立超 王鑫宇 佟子鹤 郑 涛



东北师范大学出版社

长 春

汽车使用性能与检测

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车使用性能与检测/王立超, 程师苏主编. —长春:
东北师范大学出版社, 2014. 7

ISBN 978 - 7 - 5602 - 9723 - 1

I. ①汽… II. ①王… ②程… III. ①汽车—性能
检测—高等职业教育—教材 IV. ①U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 145623 号

☐责任编辑: 吴永彤 ☐封面设计: 宣是设计

☐责任校对: 王忠山 ☐责任印制: 刘兆辉

东北师范大学出版社出版发行

长春净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)

电话: 0431-85687213 010-82893515

传真: 0431-85691969 010-82896571

网址: <http://www.nenup.com>

东北师范大学出版社激光照排中心制版

北京市彩虹印刷有限责任公司印装

北京市顺义区顺平路南彩段 5 号 (邮政编码: 101300)

2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 15 字数: 303 千

定价: 33.00 元

前 言

我国高等职业教育正处于改革时期，无论从教育人才培养模式上，还是在教学计划、课程体系、教学方法等方面均有较大幅度的改革调整。其中，教材建设也是改革的重要环节。

教材立足于社会需要，以培养高等技术应用型专业人才为目标，以培养技术应用能力为根本，加强了针对性与实用性、理论性与实践性的结合，力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力结合起来，注重对学生分析和解决实际问题能力的培养。书中内容的安排力求系统、简洁、实用，能够反映最新的汽车诊断与检测技术的发展现状。

本教材共七个教学情境，基本知识部分以汽车使用性能为主线，结合汽车新技术、先进的汽车检测设备、前沿性的检测技术，以情境教学为主导，以任务为驱动，按理论与实践一体化的教学方法来组织编写的，符合高职教育教学的特点，符合人们的认知习惯，注重技能的培养，是一种全新的高职教材模式，代表了高职教材模式的发展方向。

恳请读者对本书的内容和章节安排等提出宝贵意见，并对书中存在的错误及不当之处提出批评和指正，以便本书再版修订时参考。

编 者

2014 年 6 月

目 录

情境一 汽车发动机技术性能与检测	1
任务一 发动机性能指标	1
任务二 发动机功率检测	12
任务三 发动机气密性检测	17
情境二 汽车动力性与检测	23
任务一 汽车动力性基础	23
任务二 汽车动力性分析	35
任务三 汽车底盘测功机	49
任务四 汽车动力性检测	66
情境三 汽车制动性与检测	75
任务一 汽车制动性基础	75
任务二 汽车制动性分析	82
任务三 汽车制动性检测设备	94
任务四 汽车制动性检测	108
情境四 汽车燃油经济性与检测	114
任务一 汽车燃油经济性基础	114
任务二 汽车燃油消耗量检测仪器	126
任务三 汽车燃油经济性检测	141
情境五 汽车操纵稳定性与检测	152
任务一 操纵稳定性的研究对象与评价指标	152
任务二 轮胎的侧偏特性	156
任务三 线性二自由度汽车模型对前轮角输入的响应	161
任务四 转向特性的影响因素及改善措施	164
任务五 汽车的极限稳定性	168
任务六 转向轮的摆振及其稳定效应	172
任务七 操纵稳定性试验	176
情境六 汽车行驶平顺性与检测	201
任务一 汽车行驶平顺性评价	201
任务二 汽车行驶平顺性实验与检测	210
情境七 汽车通过性与检测	215
任务一 汽车通过性评价指标及几何参数	215
任务二 影响汽车通过性的因素	221
任务三 汽车通过性试验	226
参考文献	234

汽车发动机技术性能与检测

【情境描述】

小张毕业后将进入某企业的汽车发动机部从事发动机检测工作，为了能够快速地进行工作，为了能够快速熟悉或融入工作，小张需要掌握那些内容呢？

任务一 发动机性能指标



任务目标

1. 掌握基础知识。
2. 掌握发动机的性能指标。
3. 掌握发动机的特性曲线。



任务分析

了解发动机性能指标以及发动机特性曲线，有助于认识与匹配发动机。



任务提示

任务的主要内容为三个知识点的学习，需要学生在了解发动机工作原理的基础上，反复理解才能更好的掌握知识。



任务内容

一、发动机基础知识

发动机是汽车的核心部件总成，是整个汽车心脏，是汽车运行过程中的动力源。发动机性能的好坏将直接影响到汽车整车的性能。目前，在商用车以及乘用车上使用较为普遍的有汽油发动机和柴油发动机两种类型。汽油发动机和柴油发动机的组成均包括机体组、曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、冷却系统、润滑系统、起动系统等。汽油发动机还特别装有点火系统。

机体组：发动机各机构、各系统的装配基体。

曲柄连杆机构：把作用在活塞顶上的力转变为曲轴的转矩，对外输出机械能。

配气机构：按照发动机各缸的工作循环和点火次序，适时开启和关闭进、排气门，以便于及时吸入新鲜可燃混合气，排出废气。

润滑系统：对发动机的运动部件进行润滑，减小机件之间的摩擦，减轻磨损。

点火系统：为了在气缸中定时地产生电火花，汽油发动机设置了点火装置。

燃油供给系统：根据发动机各种工况要求，配制具有一定数量和浓度的可燃混合气供

入气缸,并将燃烧后生成的废气排出发动机。

冷却系统:使发动机保持在适当的温度范围。

起动系统:使静止的发动机起动并转入自行运转。

二、发动机的性能指标

发动机的评价指标主要有动力性指标、经济性指标、环境性指标、强化指标以及其他指标。发动机的动力性指标包括有效功率、有效转矩、发动机转速以及平均有效压力等;发动机的经济性指标主要包括有效热效率和有效燃油消耗率;环境性指标主要有排放品质和噪音水平等。

(一) 动力性指标

动力性指标是表征发动机做功能力大小的指标,一般用发动机的有效转矩、有效功率、转速等作为评价发动机动力性好坏的指标。

1. 有效功率

发动机在单位时间对外输出的有效功称为有效功率,记作 P_e ,单位为 kW。它等于有效转矩与曲轴角速度的乘积。发动机的有效功率可以用台架试验方法测定,也可用测功器测定有效转矩和曲轴角速度,然后计算出发动机的有效功率。

$$P_e = M_e \frac{2\pi n}{60} \times 10^{-3} = \frac{M_{en}}{9550} \quad (\text{kW})$$

式中 M_e ——有效转矩,单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$;

n ——曲轴转速,单位为 r/min 。

设一台发动机的气缸数为 i ,缸径为 D (cm),行程为 s (cm),每缸工作容积为 V_s (L),转速为 n (r/min),平均有效压力 P_{me} (kPa)。则每缸每循环所做的有效功为

$$W_e = P_{me} V_s = P_{me} \cdot \frac{\pi D^2}{4} s \times 10^{-3} \quad (\text{J})$$

有效功率(每秒所做的有效功)为

$$P_e = W_e \cdot i \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{2}{\tau} = \frac{P_{me} V_s i n}{30\tau} \times 10^{-3} \quad (\text{kW})$$

式中 τ ——行程数(四冲程 $\tau=4$,二冲程 $\tau=2$)。

发动机产品铭牌上标明的功率及相应的转速称为标定功率和标定转速。按内燃机台架试验国家标准规定,发动机的标定功率分为 15 min 功率、1 h 功率、12 h 功率和持续功率四种。由于汽车发动机经常在部分负荷(即较小的功率)下工作,仅在上坡和加速等情况下才短时间地使用最大功率,为了保证发动机有较小的结构尺寸和质量,汽车发动机经常用 15 min 功率作为标定功率。

(1) 15 min 功率标定法:使用时输出标定功率的时间小于 1 h 的发动机,用 15 min 功率标定法标定其功率。如汽车、运输用拖拉机、摩托车和军用车辆装配的发动机经常在短时间内使用标定功率,因此,这种方法适用于对这类车辆发动机功率的标定。

(2) 1 h 功率标定法:使用时输出标定功率的时间大于 1 h 的发动机,用 1 h 功率标定法标定其功率。这种方法适用于船舶、工程机械和农田耕作拖拉机用发动机功率的标定。

(3) 12 h 功率标定法:使用时输出标定功率的时间大于 12 h 的发动机,用 12 h 功率标定法标定其功率。这种方法适用于发电机组、抽水排灌用发动机功率的标定。

(4) 持续功率标定法：若发动机连续工作 24 h，输出功率仍能保持标定值时，用持续功率标定法标定其功率。这种方法适用于火车、船舶、发电站和农田灌溉用发动机功率的标定。

2. 有效转矩

发动机通过飞轮（曲轴）对外输出的转矩称为有效转矩，记作 M_e ，单位为 $N \cdot m$ 。发动机的转矩是由气体作用在活塞上的力通过连杆推动曲轴而产生的。有效转矩与外界施加于发动机上的阻力矩相平衡。有效转矩是衡量汽车的加速性能的关键指标。

已知发动机有效功率

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

则发动机的有效转矩为

$$M_e = \frac{30 P_e}{\pi n} \times 10^3 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

3. 发动机转速

发动机曲轴每分钟的回转数称为发动机转速，用 n 表示，单位为 r/min 。

发动机转速的高低，关系到单位时间内做功次数的多少或发动机有效功率的大小及转矩大小，即发动机的有效功率和转矩随转速的不同而改变。因此，在说明发动机有效功率和转矩时，必须同时指明其相应的转速。

4. 标定转速

发动机产品标牌上的有效功率及相应的转速分别称为标定功率和标定转速。

5. 平均有效压力 (BMEP)

单位气缸工作容积发出的有效功率称为平均有效压力。用符号 P_{me} 表示，单位为 MPa。发动机的平均有效压力越大，发动机的做功能力越强。

已知

$$P_e = \frac{P_{me} \cdot V_s \cdot i \cdot n}{30\tau} \times 10^{-3} \text{ (kW)}$$

$$M_e = \frac{30 P_e}{\pi n} \times 10^3 \text{ (N} \cdot \text{m)}$$

$$\Rightarrow P_{me} = \frac{\pi \tau M_e}{V_s \cdot i} \times 10^3 \text{ (kPa)}$$

(二) 经济性指标

发动机经济性指标主要指有效燃油消耗率。

1. 有效燃油消耗率

发动机每输出 1 kW · h 的有效功所消耗的燃油量称为有效燃油消耗率，记作 b_e ，单位为 g / (kW · h)。有效燃油消耗率越低，经济性越好。

燃油消耗率按下式计算：

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 10^3 \text{ (g/kW} \cdot \text{h)}$$

式中 B ——发动机每单位时间的耗油量，单位为 kg/h；

P_e ——发动机的有效功率，单位为 kW。

四行程汽油机一般为 270—325 g / (kW · h)；四行程柴油机一般为 190—

238 g/(kW·h)。

2. 有效热效率

燃料燃烧所产生的热量转化为有效功率的百分数称为有效热效率，用符号 η_e 表示。

为了获得一定数量的有效功所消耗的热量越少，有效热效率越高，则发动机的经济性越好。

(三) 环境指标

环境指标是用来评价发动机排气品质和噪声水平的。由于它关系到人类的健康及赖以生存的环境，因此各国政府都制定严格的控制法规，以消减发动机排气和噪声对环境的污染。排放性能指标包括排放烟度、颗粒、有害气体（CO，HC，NO_x）排放量、噪声等。

(四) 强化指标

强化指标用于表示发动机承受热负荷和机械负荷能力的评价指标，包括强化系数、升功率和比质量。

1. 强化系数

平均有效压力与活塞平均速度的乘积称为发动机的强化系数。它与活塞单位面积的功率成正比。单位面积的功率越大，发动机的热负荷和机械符合越高。发动机的发展趋势是不断提高强化程度，而提高发动机的强化系数是一个有效途径。

2. 升功率

发动机在标定工况下，单位发动机排量输出的有效功率称为升功率，用符号 N_L 表示。

$$N_L = \frac{P_e}{V_s \cdot i} = \frac{P_{me} \cdot V_s \cdot i \cdot n}{30\tau} \times \frac{1}{V_s \cdot i} \times 10^{-3} = \frac{P_{me} \cdot n}{30\tau} \times 10^{-3} \text{ (kW/L)}$$

式中 $P_{me} \cdot n$ 为发动机强化系数。

一般情况下发动机升功率越高，整体技术水平也越高，发动机对气缸工作容积的利用率越高。升功率 N_L 与平均有效压力 P_{me} 和发动机的转速 n 成正比。升功率 N_L 的数值越大，表示发动机的强化程度越高，而发出一定的有效功率的发动机结构越小，越紧凑。由公式可见，提高发动机升功率 N_L 的有效措施是提高发动机的平均有效压力和发动机的转速。

升功率往往用来衡量不同排量的发动机的技术水平。例如，福克斯 1.6 L 的最大功率为 92 kW，福克斯 1.8 L 的最大功率为 91 kW，福克斯 2.0 L 的最大功率为 125 kW，则福克斯 1.6 L 的升功率为 57.5 kW，福克斯 1.8 L 的升功率为 50.55 kW，福克斯 2.0 L 的升功率为 62.5 kW，表明福克斯三款发动机技术 2.0 L 最好，而 1.8 L 的发动机在三款发动机中技术较差。

3. 比质量

发动机的净质量与它所发出的有效功率的比值称为比质量，用符号 m_e 表示。比质量用于表征质量利用程度和发动机结构的紧凑性。

$$m_e = \frac{m}{P_e} \text{ (kg/kW)}$$

(五) 可靠性指标

可靠性指标是表征发动机在规定的使用条件下，正常持续工作能力的指标。可靠性有多种评价方法，如首发故障行驶里程、平均故障间隔里程、主要零件的损坏率等。

（六）耐久性指标

耐久性指标是指发动机主要零件磨损到不能继续正常工作的极限时间。通常用发动机的大修里程，即发动机从出厂到第一次大修之间汽车行驶的里程数来衡量。

三、发动机特性

发动机的主要性能指标有效转矩 M_e ，有效功率 P_e ，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。

发动机工作状况（简称发动机工况）：一般用发动机的功率与曲轴转速来表示；有时也用负荷与发动机曲轴转速来表示。发动机的工况在很广泛的范围内变化。当发动机的工况（即功率和转速）发生变化时，其性能（包括动力性、经济性、排放和噪声等）也随之改变。因此，在评价和选用发动机时，必须考察它在各种工况下的性能，才能全面判断其好坏及能否满足轿车的要求。例如：城市驾驶需要低转速大扭矩；高速行驶需要高转速大功率。

发动机在某一转速下的负荷：就是当时发动机发出的功率与同一转速下所可能发出的最大功率之比，以百分数表示。

发动机特性主要包括速度特性、负荷特性、万有特性和调整特性。

（一）发动机速度特性

发动机的性能指标随着转速的变化关系称为速度特性。当驾驶员将油门踏板保持在一定位置时，汽车的车速会随着阻力的不同而改变。上坡时，由于阻力增大，汽车的速度逐渐下降；下坡时汽车速度会逐渐升高，这时的发动机会随速度特性变化。

1. 汽油机的速度特性

当汽油机油门（节气门）开度不变，点火提前角和供油系统调整到最佳时，发动机的性能指标（如发动机的功率、转矩、有效燃油消耗率等）随着曲轴转速（发动机转速）变化的规律称为发动机的速度特性。根据节气门的开度，发动机速度特性分为部分速度特性和外特性。

在节气门全开时，所得到的速度特性称为发动机外特性，如图 1-1 所示。发动机外特性代表了发动机所具有的最高动力性能，确定了发动机的最大功率和最大转矩值及其相应的转速，是标定汽油发动机功率的依据。

节气门部分开启时所测得的速度特性为部分速度特性，部分速度特性可以测得无数条，如图 1-2 所示。由图可知，当节气门部分开启时，功率和扭矩曲线总是低于外特性的。且节气门开度越小，扭矩曲线下降越快，扭矩和功率最大值所对应的转速越低。当节气门开度为 75% 时，此时，加浓装置停止工作，耗油率曲线的位置达到最低。节气门开度再减小时，由于残余废气相对增多，燃烧速率下降，热效率下降，耗油率增加。

发动机转矩 M_e 的变化情况：

发动机在较低的转速下及较高的转速下，均不能充分发挥进气的气流惯性，使充气效率下降；同时，较低转速不利于混合气的形成，燃烧不佳，而转速偏高时，燃烧时间缩短，燃烧不充分，均造成燃烧效率下降；故在某一特定的转速范围内，发动机充气及燃烧达到最佳状态，而使产生的转矩最大。

发动机功率 P_e 的变化情况：

发动机发出的功率为其转速和转矩之积，两者作用的结果使功率在某一较高转速达到

最大值。

发动机的燃油消耗率 b_e 的变化情况：

对于特定的发动机，只在某一特定转速范围使混合气形成质量最佳，且燃烧最充分，造成的各种损失最小，因而使燃油消耗率达到最低的程度。

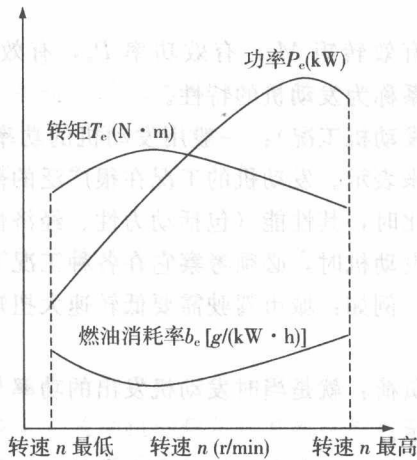
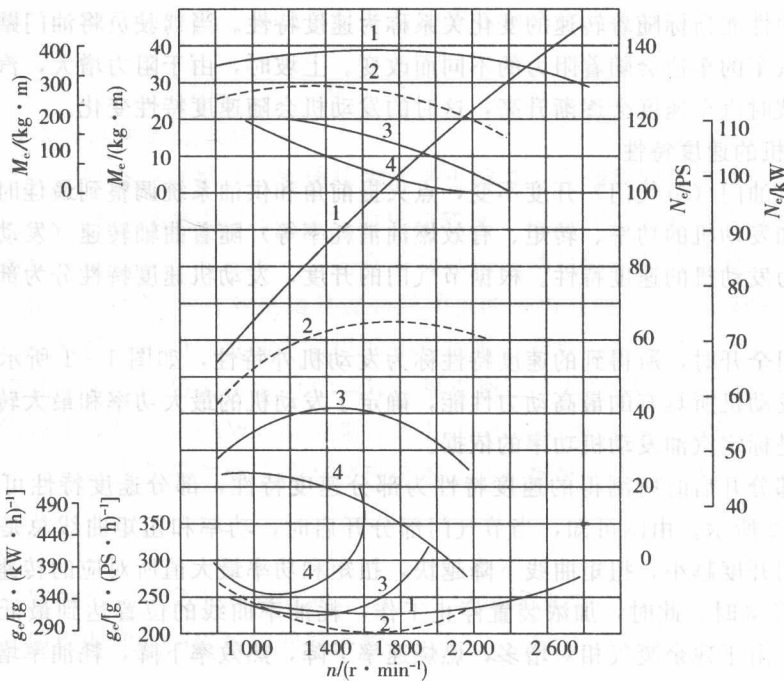


图 1-1 汽油机外特性曲线



1-全负荷 2-75%负荷 3-50%负荷 4-25%负荷

图 1-2 BJ-429 型车用汽油机特性

2. 柴油机速度特性

喷油泵油量调节拉杆（或齿条）位置一定时，柴油机的主要性能指标（转矩 M_e 、功率 P_e 、有效燃油消耗率 b_e 、小时耗油 G_T 等）随转速变化的关系称为柴油机速度特性，如图 1-3 所示。

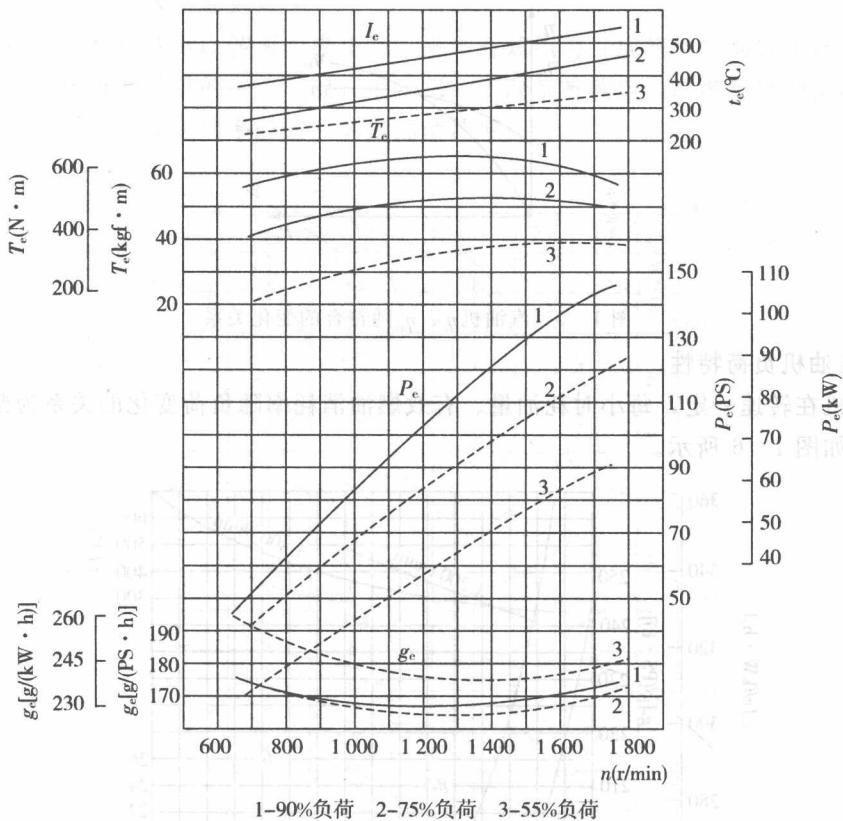


图 1-3 6135 柴油机速度特性

(二) 发动机负荷特性

发动机的负荷特性是指发动机转速一定时，其性能指标（主要是经济性能指标 G_f 、 g_e ）随负荷（如 P_e 或 M_e ）变化的规律。

1. 汽油机负荷特性

点火提前角最佳、化油器调整完好情况下，保持汽油机转速一定，每小时耗油量、燃油消耗率随负荷变化的关系称为汽油机负荷特性。如图 1-4 所示。

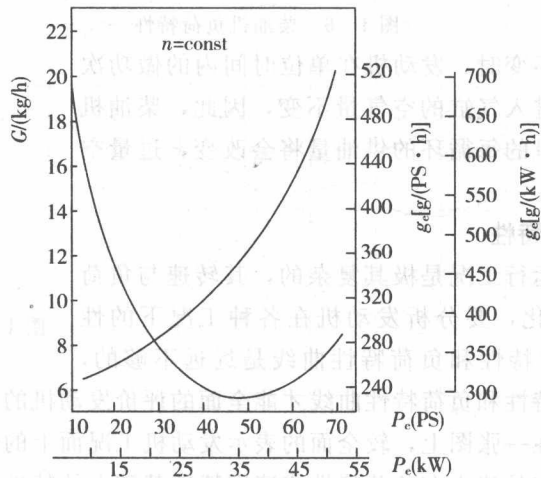


图 1-4 汽油机负荷特性

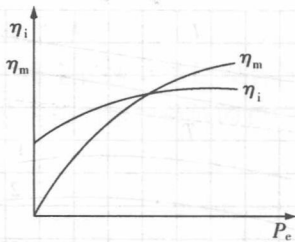


图 1-5 汽油机 η_i 、 η_m 随符合的变化关系

2. 柴油机负荷特性

柴油机在转速一定，每小时耗油量、有效燃油消耗率随负荷变化的关系为柴油机的负荷特性。如图 1-6 所示。

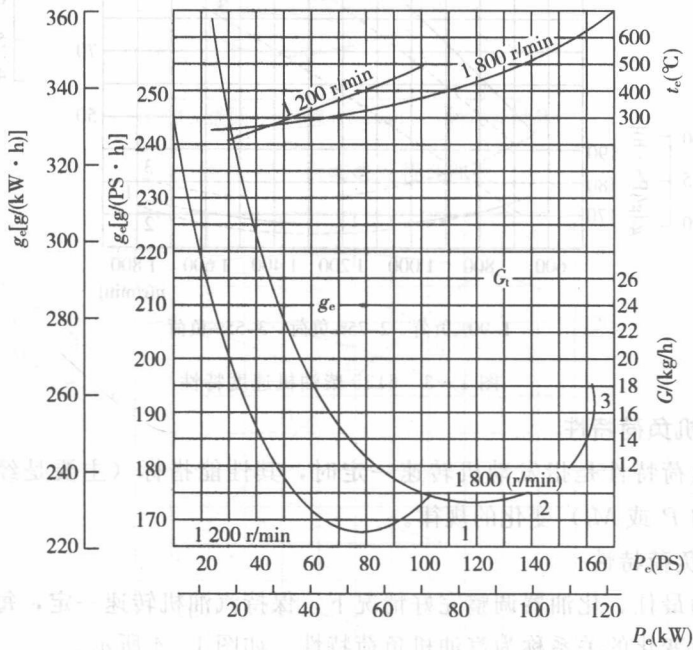


图 1-6 柴油机负荷特性

柴油机转速保持不变时，发动机在单位时间内的做功次数也保持不变，此时进入气缸的空气量不变，因此，柴油机的负荷变化时，发动机的每循环的供油量将会改变，过量空气系数也会改变。

(三) 发动机万有特性

汽车用发动机的运行工况是极其复杂的，其转速与负荷都在很大的范围内变化，要分析发动机在各种工况下的性能，仅用 1—2 条速度特性和负荷特性曲线是远远不够的，需要用一系列的速度特性和负荷特性曲线才能全面的评价发动机的性能状况，这样既不方便也不直观。为了能在一张图上，较全面的表示发动机工况面上的性能，经常应用多参数特性，即万有特性。它是建立在负荷特性或速度特性基础上的特性。通过万有特性能全面

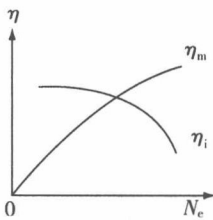


图 1-7 柴油机随符合的变化关系

的表示发动机性能参数的变化规律。

最常用的万有特性是以转速为横坐标，平均有效压力（或扭矩）为纵坐标。因此，图上的每一点都代表发动机的一个工况，由于每一工况都有确定的功率和燃油消耗率，因此可以在图上画出若干条等功率曲线、等燃油消耗率曲线。

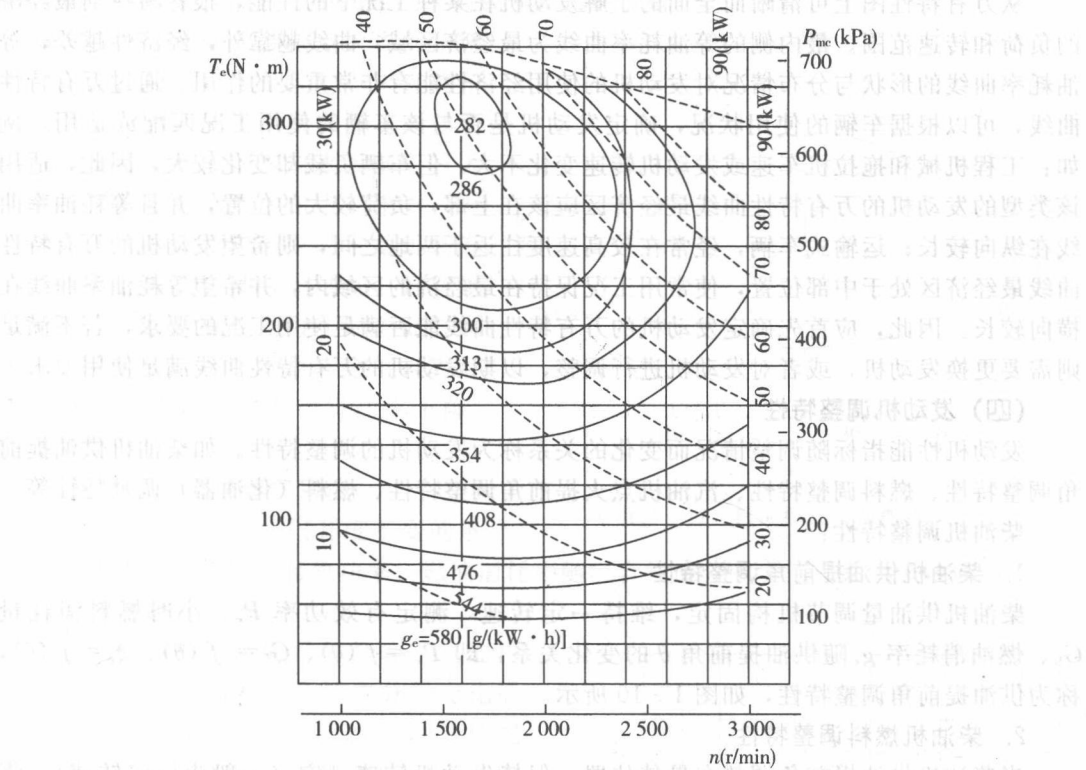


图 1-8 汽油机万有特性

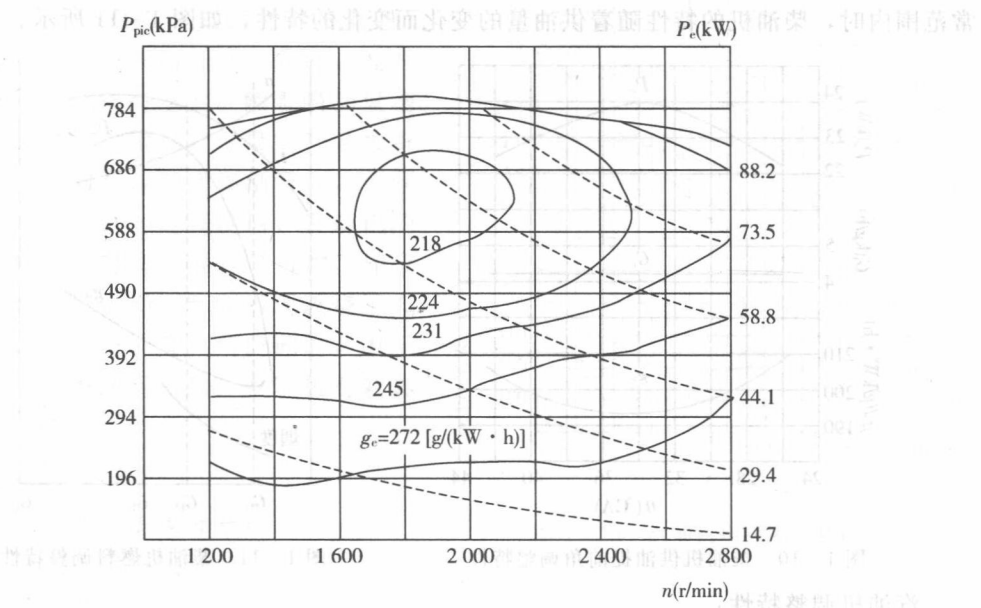


图 1-9 柴油机万有特性

汽油机万有特性与柴油机万有特性相比有如下特征：最高油耗偏高，经济区偏小；等燃油消耗曲线在低速区向大负荷收敛，说明汽油机在低速、低负荷工作时，燃油消耗率较高；等功率曲线随着转速升高而斜穿等燃油消耗线，因此当发动机有效功率一定时，发动机转速越高，油耗也就越高。

从万有特性图上可清晰而全面的了解发动机在某种工况下的性能，很容易找到最经济的负荷和转速范围。最内侧的等油耗率曲线为最经济区域，曲线越靠外，经济性越差，等油耗率曲线的形状与分布情况对发动机的使用经济性能有非常重要的作用。通过万有特性曲线，可以根据车辆的使用状况，确定发动机是否与该车辆的使用工况匹配或适用。例如：工程机械和拖拉机车速或发动机转速变化不大，但车辆负载却变化较大，因此，适用该类型的发动机的万有特性曲线最经济区应该在上部，负荷较大的位置，并且等油耗率曲线在纵向较长；运输式车辆，经常在较高速度往返于两地之间，则希望发动机的万有特性曲线最经济区处于中部位置，使常用工况保持在最经济的区域内，并希望等油耗率曲线在横向较长。因此，应首先确定发动机的万有特性曲线能否满足使用工况的要求，若不满足则需要更换发动机，或者对发动机进行调整，以期发动机的万有特性曲线满足使用要求。

(四) 发动机调整特性

发动机性能指标随调整情况而变化的关系称为发动机的调整特性。如柴油机供油提前角调整特性、燃料调整特性、汽油机点火提前角调整特性、燃料（化油器）调整特性等。

柴油机调整特性：

1. 柴油机供油提前角调整特性

柴油机供油量调节机构固定，维持一定转速，测定有效功率 P_e 、小时燃料消耗量 G_b 、燃油消耗率 g_e 随供油提前角 θ 的变化关系，即 $P_e = f(\theta)$ 、 $G_b = f(\theta)$ 、 $g_e = f(\theta)$ ，称为供油提前角调整特性，如图 1-10 所示。

2. 柴油机燃料调整特性

当柴油机供油提前角调整在最佳位置，保持发动机转速一定（一般为标定转速），将调速器与喷油泵供油拉杆的联结脱开，发动机试验过程中冷却水温、机油压力和温度在正常范围内时，柴油机的特性随着供油量的变化而变化的特性，如图 1-11 所示。

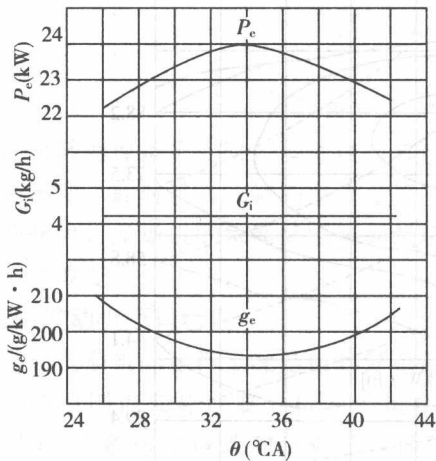


图 1-10 柴油机供油提前角调整特性

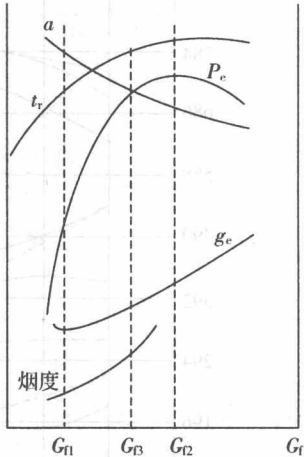


图 1-11 柴油机燃料调整特性

汽油机调整特性：

1. 汽油机点火提前角调整特性

当汽油机节气门开度、转速和混合气浓度不变条件下,汽油机有效功率 P_e 和燃油消耗率 g_e 随点火提前角 θ 变化的关系,称为点火提前角调整特性。

分析点火提前角调整特性的目的是确定汽油机的动力性和经济性随着点火提前角的变化规律,以确定汽油机在不同工况下的最佳点火提前角。

如图 1-12 所示汽油机点火提前角调整特性。由图可见,在最佳的点火提前角时,可以获得最大的发动机有效功率和最低的有效燃油消耗率。当点火提前角过大时,由于燃料燃烧已产生最大的推力,但是活塞还未到达上止点,此时发动机的有效功率下降,有效燃油效率增加,且有爆燃的倾向;当点火提前角过小时,此时燃料尚未完全燃烧,产生的最大燃气推力对活塞的作用减小,导致发动机功率下降,燃油消耗增加。

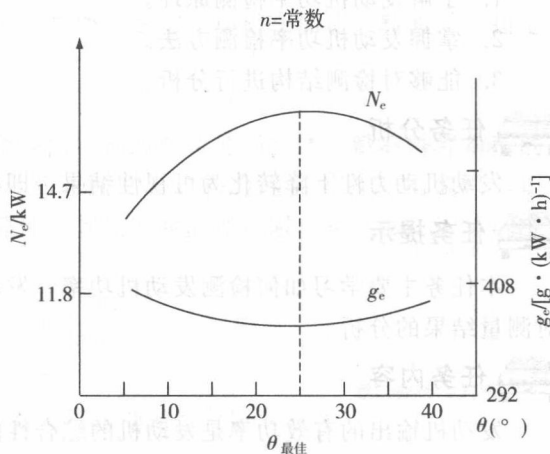


图 1-12 汽油机点火调整特性

2. 汽油机的燃料调整特性

在汽油机转速及节气门开度不变的条件下,点火提前角最佳,有效功率、燃油消耗率随混合气成分的变化关系为该转速和节气门开度的燃料调整特性。

分析燃料调整特性的目的是确定汽油机的动力性和经济性随着混合气成分的变化规律,以确定汽油机在不同工况下的最佳混合气成分,与电控发动机的燃油喷射系统匹配,确定最佳喷油量。

如图 1-13 所示汽油机燃料调整特性。当发动机转速以及节气门开度一定时,此时发动机的进气量也保持不变。随着喷油量增加即可燃混合气浓度增加,过量空气系数也将增加,发动机的有效功率逐渐升高,但到可燃混合气浓度达到一定程度后,发动机的有效功率降低。此时可燃混合气过浓,导致混合气的可燃性下降,反而出现燃烧不充分的现象,有效功率下降。与此同时,由于有效功率下降,喷油量增加,发动机有效燃油消耗量快速增加。

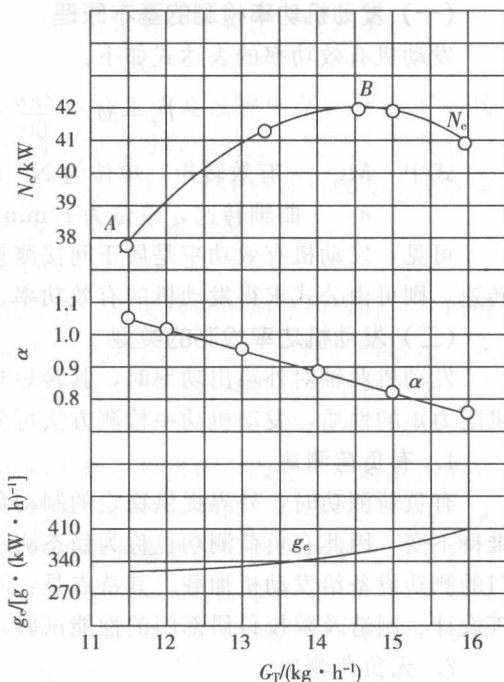


图 1-13 汽油机燃料调整特性



任务思考

1. 发动机由哪几部分组成?
2. 发动机的性能指标有哪些?
3. 发动机的特性有哪些?

任务二 发动机功率检测



任务目标

1. 了解发动机功率检测原理。
2. 掌握发动机功率检测方法。
3. 能够对检测结构进行分析。



任务分析

发动机动力性下降转化为可视性结果，即检测发动机的功率。



任务提示

本任务主要学习如何检测发动机功率，发动机功率检测仪器的使用，测量方法以及针对测量结果的分析。



任务内容

发动机输出的有效功率是发动机的综合性能评价指标，通过该指标可以定性地确定发动机的技术状况，并定量地获得发动机的动力性。因此，发动机功率检测是汽车不解体检测中最基本的检测项目。

一、发动机功率检测的基本原理和类型

(一) 发动机功率检测的基本原理

发动机有效功率的表达式如下：

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

式中 M_e ——有效转矩，单位为 $\text{N} \cdot \text{m}$ ；

n ——曲轴转速，单位为 r/min 。

可见，发动机有效功率是属于间接测量获得。只要能测出发动机的输出转矩和此时的转速，则可由公式求得发动机的有效功率。测功仪器通常是利用这一原理来测功的。

(二) 发动机功率检测的类型

发动机曲轴对外输出功率时，其转矩与外界提供的阻力矩是相互平衡的。根据外界提供阻力矩的性质，发动机功率检测方法可分为有负荷测功和无负荷测功两种类型。

1. 有负荷测功

有负荷测功时，外界提供稳定的制动负载来平衡发动机的输出转矩，此时发动机转速维持不变，因此有负荷测功也称为稳态测功。有负荷测功必须在专门台架上进行，需要专门的测功设备给发动机加载。其特点是：测功准确，测试时间长，测试费用高。对于发动机设计、制造及院校科研部门的性能试验，必须使用有负荷测功。

2. 无负荷测功

无负荷测功时，外界负载为零，只利用曲轴飞轮等旋转件的惯性力矩来平衡发动机的输出转矩，此时发动机转速必须变化，因此无负荷测功也称动态测功。无负荷测功不需将发动机从车上拆下，可实现就车不解体检测。其特点是：所用仪器轻便，价格便宜，测功速度快，方法简单，但测功精度较低。在汽车维修企业、检测站和交通管理部门，目前应