

QICHE QICHE



职业技能鉴定培训教材

上海交运（集团）公司编

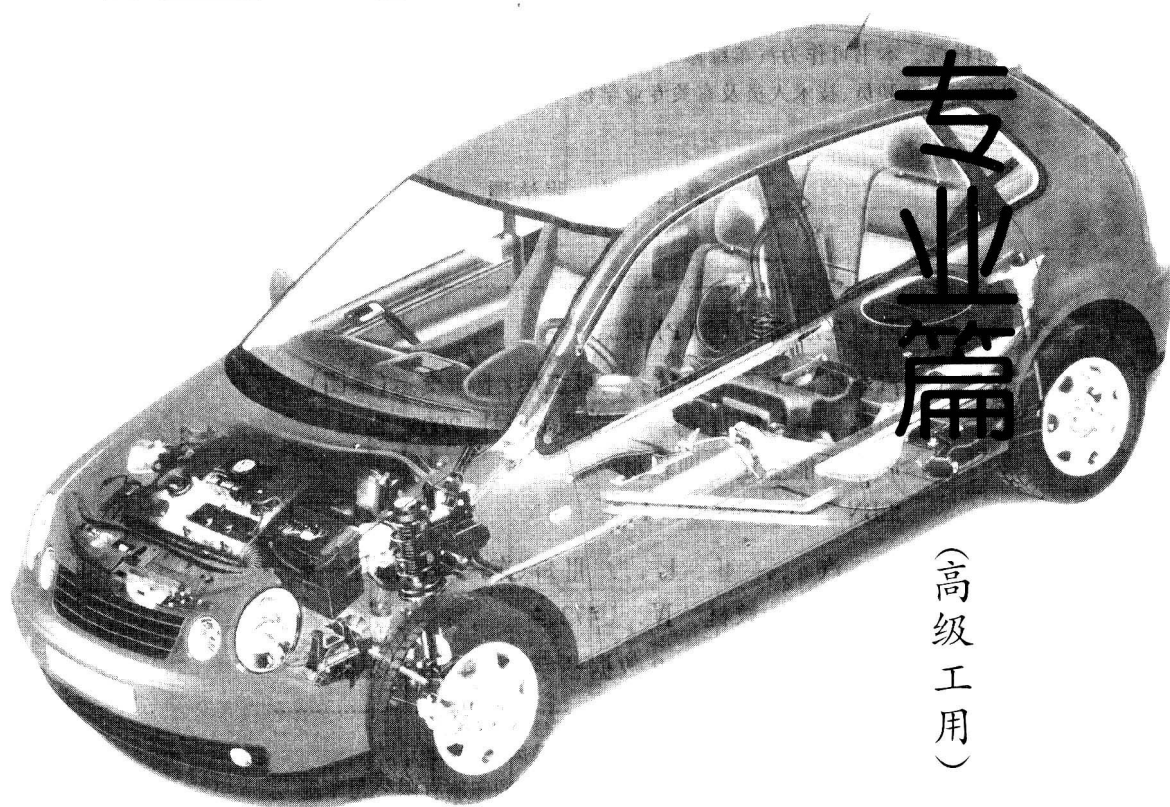
汽车 维修工

专业篇（高级工用）

上海科学技术出版社

职业技能鉴定培训教材

汽车维修工



上海交运(集团)公司 编

上海科学技术出版社

内 容 简 介

随着国家对规定的职业技能标准实行资格证书制度的实施,与职业技能鉴定考核配套的培训教材的出版就显得十分重要。本教材就是适合汽车维修高级工用的专业培训教材。第一篇发动机和汽车理论,介绍发动机性能指标及特性,汽车的动力性,汽车的燃料经济性,汽车的操纵稳定性、通过性、平顺性和制动性;第二篇现代汽车技术,介绍汽油机电控燃油喷射系统,电子控制自动变速器,防抱死制动系统(ABS),动力转向系统,汽车安全气囊,汽车空调系统,点火系,汽车新型辅助电器设备;第三篇汽车检测技术,介绍发动机的诊断和检测,底盘的诊断和检测,废气、噪声和前照灯的检测,汽油机电控系统常用检测仪;第四篇汽车技术管理,介绍车辆使用的基础管理,车辆维护技术管理,车辆修理技术管理;第五篇高级汽车维修工操作技能鉴定,列举 12 项有关高级工应会的汽车检验、车辆疑难故障诊断和排除、汽车检测设备使用和被测车的调整。

全书文字通俗易懂,条理清晰,图文并茂,对汽车维修高级工专业部分的考核针对性强。本书可作为汽车维修工高级技能鉴定考核中的专业部分培训教材,也可供汽车驾驶员、技术人员及有关专业学校师生自学阅读。

责任编辑 张洁珮

图书在版编目(CIP)数据

汽车维修工.专业篇:高级工用/上海交运(集团)
公司编.—上海:上海科学技术出版社,2005.8
职业技能鉴定培训教材
ISBN 7-5323-7702-4

I. 汽... II. 上... III. 汽车—车辆修理—职
业技能鉴定—教材 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 092188 号

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)
新华书店上海发行所经销 常熟市华顺印刷有限公司印刷
开本 787×1092 1/16 印张 28.5 字数 680 000
2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷
印数:1—2 300
ISBN 7-5323-7702-4/U·221
定价:43.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

前言

随着国家对规定的职业技能标准实行资格证书制度,我国各省、市、自治区对汽车维修工的职业技能鉴定工作正在普遍开展,这对提高汽车维修工的素质,具有十分重要的作用。

为使汽车维修工职业技能鉴定工作按照教考分离的要求顺利开展,及时地为各职业技能培训单位提供有关适合考核要求的培训教材,特组织有关工程技术人员,结合生产实践和多年技能考核的经验,编写了这套《汽车维修工职业技能鉴定培训教材》(分基础、中级专业、高级专业三本),供培训时参考使用。

本教材是根据国家交通部、劳动部颁发的《汽车维修工技术等级标准(JT/T27.18—93)》及1997年交通部、劳动部颁发的《汽车维修工职业技能鉴定规范(考核大纲)》的要求组织编写的。

本教材文字通俗易懂,条理清晰,图文并茂,既可作为汽车维修工职业技能培训教材,又可供技术人员和有关专业学校师生阅读。

本教材由上海交运(集团)公司组织编写。黄剑英同志主编,鲍贤俊同志主审。第一篇由钱兰同志编写;第二篇第一、二、三、四、五章由吕坚同志编写;第二篇第六、七、八章由金惠云同志编写;第三篇由秦如刚同志编写;第四篇由黄剑英同志编写;第五篇由唐惠江同志编写。

上海交运(集团)公司

2004年5月



目 录

第一篇 发动机和汽车理论

第一章 发动机性能指标及特性	1
第一节 发动机性能指标	1
第二节 发动机特性	4
第三节 排气污染及控制	9
第二章 汽车的动力性	17
第一节 汽车动力性指标	17
第二节 汽车行驶基本原理	18
第三节 提高汽车动力性的有效途径	27
第三章 汽车的燃料经济性	31
第一节 汽车燃料经济性指标	31
第二节 汽车燃料消耗量试验方法	32
第三节 提高燃料经济性的措施	35
第四章 汽车的操纵稳定性、通过性、平顺性和制动性	39
第一节 汽车的操纵稳定性	39
第二节 汽车的通过性	42
第三节 汽车的平顺性	46
第四节 汽车的制动性	48

第二篇 现代汽车技术

第一章 汽油机电控燃油喷射系统	57
第一节 概述	57
第二节 空气供给系统主要部件的结构和工作原理	65
第三节 燃油供给系统主要部件的结构和工作原理	75
第四节 电子控制系统主要部件的结构和工作原理	80
第五节 电控汽油喷射系统主要部件的检测	89
第六节 电控汽油喷射系统常见故障诊断和排除	98





第二章 电子控制自动变速器	106
第一节 概述.....	106
第二节 自动变速器的构造和工作原理.....	108
第三节 自动变速器的使用及维护.....	137
第四节 自动变速器常见故障的诊断和排除.....	142
第三章 防抱死制动系统 (ABS)	150
第一节 防抱死制动系统的作用、组成和工作原理	150
第二节 ABS 的使用和维护	166
第三节 ABS 常见故障的诊断和排除	171
第四章 动力转向系统	175
第一节 概述.....	175
第二节 液压动力转向装置的结构和工作原理.....	177
第三节 动力转向系统常见故障判断和排除.....	187
第五章 汽车安全气囊	191
第一节 概述.....	191
第二节 安全气囊的组成和工作原理.....	192
第六章 汽车空调系统	198
第一节 概述.....	198
第二节 汽车空调制冷系统的组成和工作原理.....	202
第三节 汽车空调制冷系统主要装置的构造和工作原理.....	203
第四节 汽车空调控制系统的控制电路.....	211
第五节 汽车空调系统的使用、维修及常见故障诊断、排除.....	217
第七章 点火系	225
第一节 无触点点火系的组成、工作原理、使用和维护.....	225
第二节 全电子点火系的组成、工作原理、使用和维护.....	228
第三节 无触点点火系及全电子点火系常见故障诊断和排除.....	233
第八章 汽车新型辅助电器设备	239
第一节 车身电子调平系统的组成及工作概况.....	239
第二节 遥控中央门锁系统的组成及工作概况.....	240
第三节 监视与警告系统.....	242

第三篇 汽车检测技术

第一章 汽车检测技术概述	248
第二章 发动机的诊断和检测	251
第一节 发动机功率的检测.....	251
第二节 车用油耗计及使用方法.....	253
第三章 底盘的诊断和检测	259
第一节 底盘输出功率的测定.....	259
第二节 车速表的检测.....	264



第三节 前轮侧滑量的检测	268
第四节 汽车制动性能的检测	271
第五节 车轮平衡度的检测	277
第四章 废气、噪声和前照灯的检测	281
第一节 汽车排放污染物的测定	281
第二节 汽车噪声的检测	289
第三节 前照灯的检测	294
第五章 汽油机电控系统常用检测仪	299
第一节 故障自诊断系统	299
第二节 汽车专用多用电表	304
第三节 V. A. G1552 诊断仪	307

第四篇 汽车技术管理

第一章 概述	336
第一节 汽车技术管理的基本任务和工作范围	336
第二节 技术管理的基本原则	338
第三节 汽车运输企业的技术管理组织和质量管理体系	340
第二章 车辆使用的基础管理	345
第一节 车辆的选配和装备	345
第二节 车辆的技术档案	346
第三节 车辆技术状况的分级与评定	350
第四节 车辆的改装、改造	356
第五节 车辆的折旧、更新和报废	357
第六节 车辆使用技术经济定额和指标管理	360
第三章 车辆维护技术管理	369
第一节 车辆维护的目的和原则	369
第二节 车辆维护制度	369
第三节 车辆维护内容及工艺组织	373
第四节 车辆维护的技术指标及维护质量监控	395
第四章 车辆修理技术管理	399
第一节 车辆修理制度	399
第二节 车辆修理工艺组织	403
第三节 车辆修理的技术指标及质量监控	408

第五篇 高级汽车维修工操作技能鉴定

第一章 高级汽车维修工操作技能鉴定项目一览表	413
第二章 高级汽车维修工操作技能鉴定内容	414
第一节 汽车大修竣工验收	414
第二节 霍尔无触点点火系故障诊断和排除	418





第三节	直接点火系故障诊断和排除	420
第四节	汽车空调故障诊断和排除	422
第五节	ABS 制动系统的故障诊断	426
第六节	自动变速器的检修	428
第七节	使用诊断仪排除电控发动机故障	430
第八节	汽车制动检测和调整	433
第九节	汽车前照灯检测和调整	435
第十节	汽车废气排放检测和调整	436
第十一节	前轮侧滑量检测和调整	438
第十二节	车轮动平衡检测和调整	439
附录	常见汽车电气设备总线路图	441
附图一	解放 CA1091 汽车全车电路原理图	441
附图二	东风 EQ1090 汽车全车电路原理图	443
附图三	上海桑塔纳 LX、GX、GX5 型轿车电路原理图	445



第一篇 发动机和汽车理论

第一章 发动机性能指标及特性

第一节 发动机性能指标

发动机的性能指标包括发动机的动力性指标、经济性指标和发动机的环境指标。发动机的动力性和经济性指标是以曲轴对外输出的功率为基础,代表了发动机整机的性能,通常称它们为有效指标。发动机的环境指标主要指排气品质和噪声,由于它们关系到人类生存的环境和健康,因此,各国都采取了许多对策并制定相应的法规,给予严格控制,排放和噪声已成为发动机的重要性能指标。

一、发动机动力性指标

1. 有效功率 P_e

发动机的指示功率 P_i 并不能完全对外输出,功在发动机内部的传递过程中,不可避免有损失,这些损失包括:

(1) 发动机内部运动零件的摩擦损失。如活塞、活塞环对缸壁的摩擦,曲柄连杆机构轴承的摩擦,气门机构的摩擦等。这部分损失所占比例最大。

(2) 驱动附属机构的损失。如驱动水泵、机油泵、喷油泵、风扇、电动机等。

(3) 泵气损失,指进排气过程所消耗的功。在实际测定时,常将泵气损失与其他损失一起测得。

上述损失所消耗的功率称为机械损失功率 P_m 。指示功率减去机械损失功率,才是发动机对外输出的功率,称为有效功率 P_e (kW),所以

$$P_e = P_i - P_m$$

发动机有效功率 P_e 由试验测得。

2. 有效扭矩 T_{eq}

发动机工作时,由功率输出轴输出的扭矩称为有效扭矩 T_{eq} 。它与有效功率 P_e (kW)之间的关系是

$$P_e = \frac{2\pi n T_{eq}}{60 \times 1000} = \frac{T_{eq} n}{9550} = 0.1047 T_{eq} n \times 10^{-3}$$

式中 T_{eq} —— 有效扭矩 (N·m);

n —— 发动机转速 (r/min)。

3. 平均有效压力 p_{me}

平均有效压力 p_{me} (MPa) 是发动机单位气缸工作容积输出的有效功。它与有效功率 P_e (kW)之间的关系是

$$P_e = \frac{p_{me} V_s i n}{30 \tau} \quad (1-1-1)$$





式中 V_s ——单缸工作容积；

i ——气缸数；

n ——发动机转速；

τ ——作功一次必须的行程数。

由式(1-1-1)得

$$p_{me} = \frac{30P_e \tau}{i V_s n} \quad (1-1-2)$$

p_{me} 值大,说明单位气缸工作容积对外输出的功多,做功能力强。它是评定发动机动力性的重要指标。

p_{me} 的一般范围是:

汽油机 $0.7 \sim 1.3 \text{ MPa}$

汽车柴油机 $0.6 \sim 1.0 \text{ MPa}$

增压柴油机 $0.9 \sim 2.2 \text{ MPa}$

二、发动机经济性指标

1. 有效热效率 η_e

η_e 是发动机的有效功 $W_e(\text{J})$ 与所消耗燃料热量 Q_1 之比值

$$\eta_e = \frac{W_e}{Q_1} \quad (1-1-3)$$

2. 有效燃料消耗率 b_e

$b_e[\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})]$ 是单位有效功的耗油量(简称耗油率),通常以每千瓦小时的耗油量表示

$$b_e = \frac{B}{P_e} \times 1000 \quad (1-1-4)$$

式中 B ——每小时的耗油量(kg/h);

P_e ——有效功率(kW)。

三、发动机强化指标

1. 升功率 P_L 和比质量 m_e

升功率 $P_L(\text{kW}/\text{L})$ 是发动机每升工作容积所发出的有效功率

$$P_L = \frac{P_e}{V_s i} = \frac{p_{me} V_s i n}{30 \tau V_s i} = \frac{p_{me} n}{30 \tau} \quad (1-1-5)$$

可见,提高 P_L 的主要措施是提高 p_{me} 和 n 。它用来衡量发动机容积利用的程度。汽车发动机发展的方向之一是继续提高升功率。

比质量 $m_e(\text{kg}/\text{kW})$ 是发动机的质量与所给出的标定功率之比,它表征质量利用程度和结构紧凑性。

$$m_e = \frac{m}{P_e} \quad (1-1-6)$$

式中 m ——发动机质量。

P_L 和 m_e 的大致范围是:



	P_L (kW/L)	m_e (kg/kW)
汽油机	30~70	1.1~4.0
汽车柴油机	18~30	2.5~9.0

2. 强化系数 $p_{me}C_m$

平均有效压力 p_{me} 与活塞平均速度 C_m 的乘积称为强化系数。它与活塞单位面积的功率成正比。其值愈大,发动机的热负荷和机械负荷愈高。由于发动机的发展趋势是强化程度不断提高,所以 $p_{me}C_m$ 值增大,也是技术进步的一个标志。

$p_{me}C_m$ 的大致范围是:

汽油机	8~17 MPa · m/s
小型高速柴油机	6~11 MPa · m/s
重型汽车柴油机	9~15 MPa · m/s

四、发动机的环境指标

1. 排放性能

发动机的排放物中含有对人类有害的有毒物质,对大气造成污染,从而形成公害。其排出的有害物分为两类:

1) 有害气体 一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)及氮氧化合物(NO_x)为三种危害最大的气体,排放量主要限制这三种。

2) 排气微粒 它指排气中除水以外的,单个颗粒大于 $0.002 \mu m$ 的任何液体或固体微粒。其中,以碳为主要成分的固体颗粒形成炭烟,是排气微粒最主要的成分,由于各国条件不同,限制法规也不一样,我国只规定炭烟限值。

2. 噪声

噪声会刺激神经,使人心情烦躁、反应迟钝,甚至引起耳聋、高血压和神经系统疾病。汽车是城市噪声源之一,发动机又是汽车的主要噪声源,故必须予以控制。我国在噪声标准中规定,轿车的噪声不得大于 84 dB。

五、机械损失和机械效率

发动机的机械损失消耗了一部分指示功率,使对外输出的有效功率减少。不同类型发动机各部分机械损失所占百分比差别很大,表 1-1-1 给出机械损失分配的大致情况。由表可见,机械损失所消耗的功率占指示功率的 10%~30%,是不可忽视的份量。故降低机械损失,特别是摩擦损失,使实际循环得到的功,尽可能转变成对外输出的有效功,是提高发动机性能的重要方面。

机械损失的大小可以用机械损失功率 P_m (kW)表示。即:

$$P_m = P_i - P_e \quad (1-1-7)$$

为了比较各种不同内燃机机械损失所占比例的大小,引入机械效率的概念。机械效率 η_m 是有效功率和指示功率的比

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = 1 - \frac{P_m}{P_i} \quad (1-1-8)$$

η_m 值愈接近 1,即 P_e 更接近 P_i ,说明用于机械损失功的比例小,发动机性能好。





表 1-1-1 机械损失分配情况

机 械 损 失 名 称	占 P_m 的百分比 (%)	占 P_i 的百分比 (%)
摩擦损失	62~75	8~20
其中 活塞及活塞环	45~60	
连杆、曲轴轴承	15~20	
配气机构	2~3	
驱动各种附件损失	10~20	1~5
其中 水泵	2~3	
风扇	6~8	
机油泵	1~2	
电器设备	1~2	
带动机械增压器损失	6~10	
泵气损失	10~20	2~4
总功率损失		11~29

机械效率的大致范围是：

汽油机

0.7~0.9

柴油机

0.7~0.85

第二节 发动机特性

当发动机工况(功率、转速等)为适应需要而变化时,其性能(包括动力性、经济性、排放性、噪声、烟度等)也随之而变。因此,评价和选用发动机时就必须考察它在各种工况下的性能,才能全面地判断它能不能满足要求。

发动机性能指标随调整情况及运转工况而变化的关系称为发动机特性,其中随调整情况而变化的又称调整特性,如柴油机供油提前角调整特性、汽油机点火提前角调整特性、化油器调整特性等均属此类;性能指标随运行工况而变化的又称性能特性。特性用曲线表示称为特性曲线,它是评价发动机性能的一种简单、方便、必不可少的形式。根据各种特性曲线,可以合理地选用发动机,并能更有效地利用它。

发动机特性的种类很多,以下主要介绍负荷特性和速度特性。

一、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扭矩,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 与有效扭矩 T_{ef} 、平均有效压力 p_{me} 互为正比,因此负荷特性横坐标——负荷可用 P_e 、 T_{ef} 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 。



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,每小时耗油量 B 和耗油率 b_e 随功率 P_e (或扭矩 T_{eq} 、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度、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气缸的混合气量,过量空气系数 α 变化不大,故这种负荷调节方法称为“量调节”。图 1-1-1 为 BN489 型汽油机负荷特性。

从图 1-1-1 可看出,随着负荷增加,节气门的开度加大,气缸内残余废气量相对减少,燃烧速度增加,而且由于相对热损失减少及燃料汽化条件改善,均使指示热效率 η_i 增大。当转速一定,负荷增加时,机械损失功率 P_m 变化不大,而指示功率 P_i 随负荷成比例加大,因此 η_m 迅速增加。发动机空转时,其指示功率完全消耗在内部损失上,即 $P_i = P_m$, $\eta_m = 0$, 此时 b_e 为无穷大(图 1-1-1)。逐渐增大节气门开度,由于 η_i 、 η_m 同时上升, b_e 迅速下降。当节气门开度增至全开度的 80% 左右,为了保证最大功率,化油器中的省油器(或多腔分动化油器中的副腔)起作用,供给 $\alpha = 0.8 \sim 0.9$ 的浓混合气,燃烧不完全, η_i 下降,使 b_e 又重新上升。

当汽油机转速一定时,每小时燃料消耗量 B 主要决定于节气门开度和混合气成分。节气门开度由小逐渐加大时,充入气缸的混合气量逐渐增多, B 也随之增加,直至混合气成分变浓后, B 上升更快一些(图中曲线变陡)。

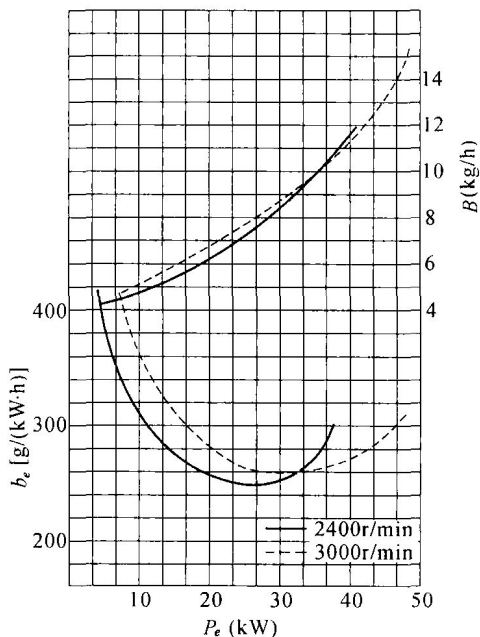


图 1-1-1 BN489 型汽油机负荷特性

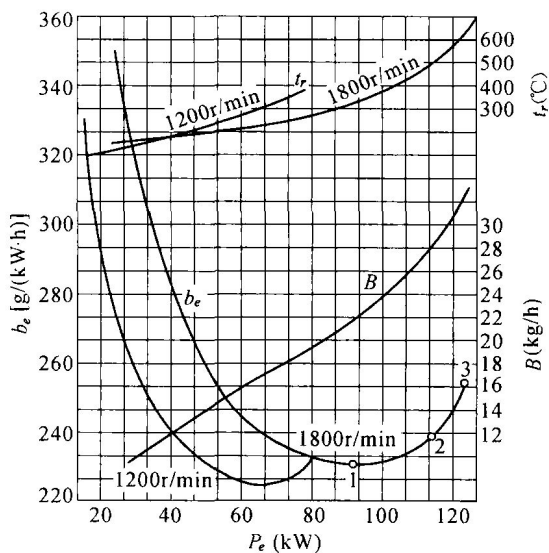


图 1-1-2 6135Q 柴油机负荷特性

2. 柴油机负荷特性

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_{eq} 、 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 1-1-2 为 6135Q 柴油机的负荷特性实例。



从图 1-1-2 可看出,随着负荷增加,每循环的供油量增加, α 值减少,超过一定负荷后, α 再减小就会引起燃烧完善程度下降, η_i 也随着降低,高负荷时下降的速度更快。 η_m 随负荷的增加而上升。当柴油机空转时, b_e 为无穷大,逐渐增加供油量,由于 η_m 迅速上升, b_e 下降,供油量增加到点 1 位置, b_e 达到最低值,再继续增加供油量时,由于过量空气系数 α 的减少,燃烧恶化,不完全燃烧及补燃增加,指示热效率 η_i 下降较快,致使 b_e 升高。当供油量增到点 2 的位置时,排气冒黑烟,达国家法规规定的烟度限值,继续加大供油量已为公害而不允许,而且柴油机大量冒黑烟,活塞、燃烧室会积炭,发动机过热将容易引起故障,影响其寿命。因此,非增压高速柴油机使用中的最大功率,受法规规定的烟度限值限制。

当转速一定时,柴油机每小时耗油量 B 主要决定于每循环供油量 Δb 。 Δb 增加, B 随之增加,当负荷接近烟度限值之后,由于燃烧的恶化,而使 B 上升更快一些。

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,需要测定不同车速下的负荷特性。

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 $b_{e\min}$ 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。

二、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,下坡时汽车速度增加,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,其扭矩 T_{qi} 、有效功率 P_e 、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。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,而外特性曲线只有一条。图 1-1-3 为汽油机外特性曲线实例。

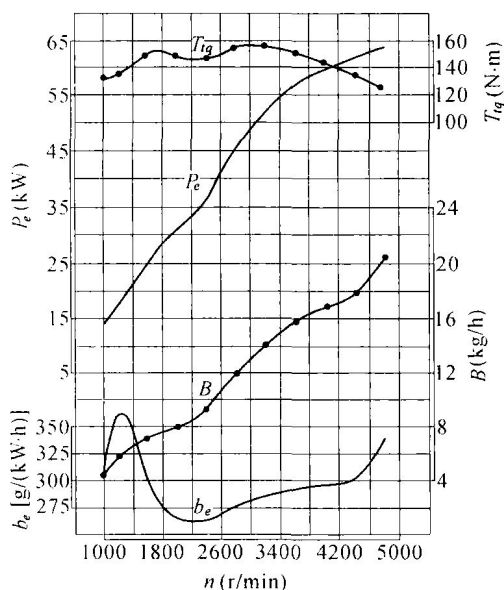


图 1-1-3 CA-488Q 汽油机外特性

1) 外特性曲线

扭矩 T_{qi} 曲线:在节气门开度一定时, α 值基本不随转速而变化,汽油机 T_{qi} 的大小主要



决定于充气效率 η_c (即实际进入气缸的新鲜工质量与进气状态下充满气缸工作容积的新鲜工质量的比值) 随 n 的变化, η_c 是在某一中间转速时最大, 这是因为在此转速下能最好地利用惯性进气, 当转速低于或高于此转速时, η_c 都将降低。指示热效率 η_i 的变化是在某一中间转速略为凸起, 在较低转速下, 因缸内气流扰动减弱, 火焰传播速度减低, 散热及漏气损失增加, 使 η_i 降低; 转速高时, 燃烧所占的曲轴转角大, 燃烧效率低, 也使 η_i 下降。不过它的变化比较平坦, 对 T_{iq} 影响较小。转速增加, 消耗于机械损失的功增加, 因此 η_m 随转速上升而下降。综合而言, 当转速由低速开始上升时, 由于 η_c 、 η_i 上升, T_{iq} 有所增加, 对应于某一转速时, T_{iq} 达最大值。转速继续提高, 由于 η_m 、 η_c 同时下降, 因此 T_{iq} 随转速升高而较快地下降, 即 T_{iq} 曲线变化较陡。

有效功率 P_e 曲线: 当转速从很低值增加时, 由于 T_{iq} 和转速同时增加, $P_e = T_{iq} n \cdot 9.550$ 迅速上升; 直至扭矩达最高点后, 再继续提高转速, 则 P_e 上升逐渐缓慢; 至某一转速后 $T_{iq} n$ 达最大值, P_e 亦不能再增加; 若转速再上升, 由于 T_{iq} 的降低已超过转速上升的影响, 所以功率 P_e 反而下降。

耗油率 b_e 曲线: 综合 η_i 、 η_m 的变化, b_e 在某一中间转速时最低; 当转速高于此转速时, 则因 η_i 、 η_m 同时下降而 b_e 上升。当转速低于此转速, 因 η_i 上升弥补不了 η_m 的下降, b_e 亦增加。由于进气管动态效应影响到 η 随 n 的变化规律, 因而 T_{iq} 、 b_e 等随 n 变化的曲线也常呈某些波动现象。

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扭矩, 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。外特性因实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、空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者使用外特性。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, 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。

2) 部分速度特性曲线 汽车大部分时间是在部分负荷下工作, 随着节气门关小, 节流损失增大, 进气终了的压力 p_a 下降, 从而引起 η_c 下降; 随着转速提高, η_c 下降的速度更快。因此, 节气门开度愈小, 扭矩 T_{iq} 随转速增加而下降得愈快, 最大扭矩点、最大功率点均向低转速方移动 (图 1-1-4)。

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、冷却水温度、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

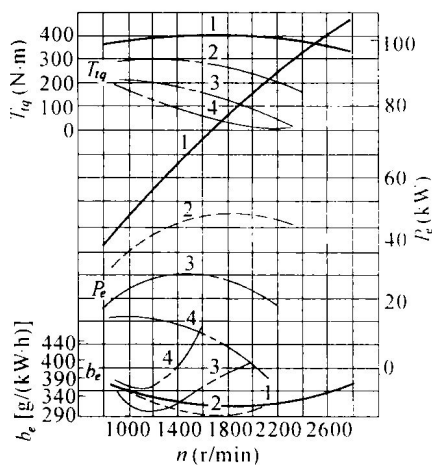


图 1-1-4 25Y-6100Q 型车用汽油机的速度特性
1—全负荷; 2—75% 负荷;
3—50% 负荷; 4—25% 负荷





定功率速度特性,习惯上亦称外特性。图 1-1-5 所示为 Audi-100 轿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 1-1-6 所示为 6135 柴油机部分速度特性。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,所有柴油机均须做标定功率速度特性。

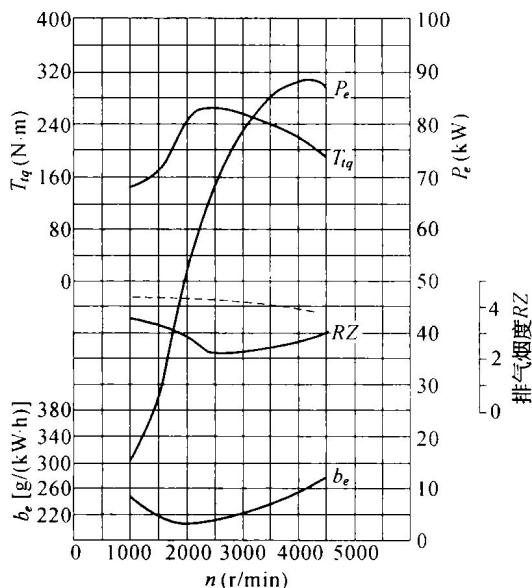


图 1-1-5 Audi-100 轿车增压柴油机外特性

图 1-1-6 6135 柴油机中 η_i 、 η_m 、 Δb 随 n 的变化趋势

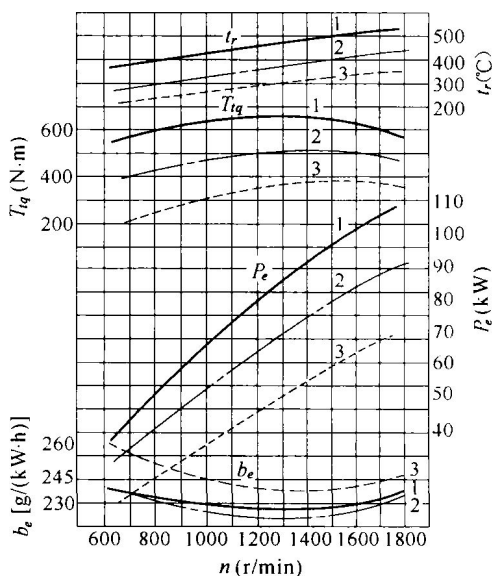
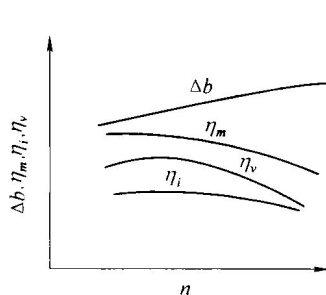


图 1-1-7 6135 型柴油机部分速度特性
1—90%负荷; 2—75%负荷; 3—55%负荷

1) 标定功率速度特性曲线 扭矩 T_q 曲线: 在柴油机中,每循环充气量的大小(即 η_v 的大小)只不过提供产生多大扭矩的可能性,在各种转速下究竟能发出多大扭矩,主要取决于每循环供油量 Δb 的多少。因此,柴油机扭矩曲线的变化趋势,很大程度上决定于每循环供油量 Δb 随转速变化的情况。

在常用的柱塞式喷油泵中,当油量调节机构位置一定而改变转速时,每循环供油量 Δb 由油泵速度特性决定,它将随转速的提高而增加。指示热效率 η_i 的变化是在某一中间转速时稍有凸起。因为在较高转速下常由于 η_v 下降和 Δb 的上升,使过量空气系数 α 下降,加上燃烧过程经历的时间缩短,混合气形成条件恶化,不完全燃烧现象增加,致使 η_i 有些下降。转速过低,也会由于空气涡流减弱,燃烧不良及传热漏气损失增





加,使 η_i 降低。但 η_i 曲线的变化趋势比较平坦。 η_m 随转速的上升而下降。由图 1-1-6 各参数的变化趋势可知,由于 Δb 随转速的增加而上升,抵消了 η_m 、 η_i 下降的影响,因而随转速上升,柴油机扭矩 T_{iq} 下降不明显,曲线变化平缓甚至有的是一直微微上倾。

有效功率 P_e 曲线:由于 T_{iq} 变化平坦,在一定转速范围内,功率 P_e 几乎与转速成正比增加。

耗油率 b_e 曲线:综合 η_i 、 η_m 的变化, b_e 是在某一中间转速时最低,但整个曲线变化并不大。

2) 部分速度特性曲线 随着油量调节机构固定位置的减小,循环供油量减小,但 Δb 随 n 的变化趋势基本相似,亦是随 n 的增加而上升,所以柴油机部分速度特性 T_{iq} 的变化基本与外特性上 T_{iq} 平行,即 T_{iq} 随转速变化不大(图 1-1-7)。

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。

第三节 排气污染及控制

内燃机至今仍然是热效率最高,性能最好的发动机。但是,内燃机汽车也有其自身的缺点,即其排气中的有害物质严重污染环境,对人类健康和植物生长构成威胁;石油资源的短缺是内燃机汽车面临的另一个严峻问题。那么,内燃机汽车是否会在较短的时期内被电动汽车或其他动力装置的汽车所取代呢?在可以预见的将来,内燃机仍将是汽车的主流发动机。鉴于上述情况,欧美发达国家及日本等都继续对内燃机汽车进行更深层次的研究,采取系列技术措施以进一步降低排放和油耗。

一、有害排放物的生成与危害

汽车发动机在燃烧过程中产生的有害成分主要为氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)、未燃碳氢化合物(HC)、硫氧化物(SO_x)、铅化合物和微粒等。其中,硫氧化物和铅化合物可以通过降低燃料中的含硫量以及采用无铅汽油来有效控制,现有的排放法规限制的是 CO 、 HC 、 NO_x 和微粒四种。还有一些目前各国法规尚未限制的排气有害成分,如磷、醛、苯等,这些污染物对人体的危害也很大。

CO 主要是在缺氧环境下的不完全燃烧产物,是一种无色无味无臭的气体,它与血色素的结合能力比 O_2 大 300 倍,人体吸入微量,将破坏红细胞携氧功能,呈中毒症状;吸入含体积浓度 0.3% 的 CO 气体,则可在 30min 内使人致命。

NO_x 主要是指 NO 和 NO_2 ,发生在与燃料燃烧反应相伴的高温与富氧的环境中, NO 的毒性比 NO_2 小,但 NO 在大气中缓慢氧化形成 NO_2 , NO_2 是褐色有刺激性的气体,空气中含有 $10 \sim 20 \times 10^{-6}$ 可刺激口腔及鼻腔黏膜; $50 \sim 300 \times 10^{-6}$ 则头痛出汗、损伤肺组织;在大于 500×10^{-6} 时,几分钟就可使人出现肺浮肿而死亡。

HC 包括未燃和未完全燃烧的燃油、润滑油及其裂解产物和部分氧化物,如多环芳香烃、醛、酮、酸等在内的 200 多种成分。 HC 中的大部分对人体健康不产生直接影响,但其中的某些醛类和多环芳香烃对人体有严重危害,如甲醛等损伤眼睛、上呼吸道及中枢神经;苯并芘是一种强致癌物质。另外, HC 可在阳光作用下与 NO_x 进行光化学反应,形成一种毒

