

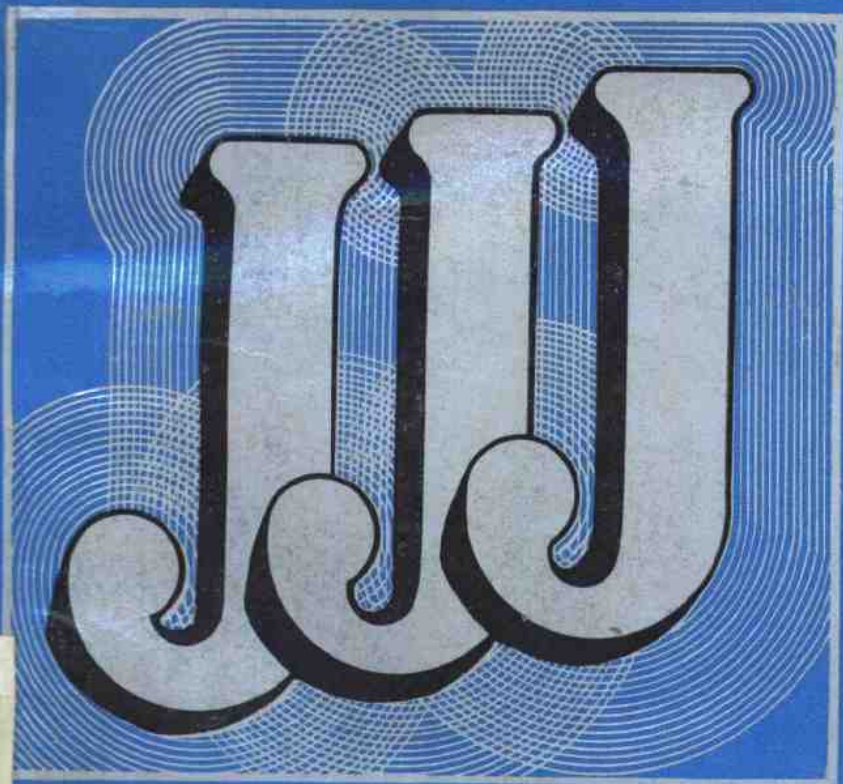
国家机械工业委员会统编

机动车修理工工艺学

(中级工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIEGONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

机动车修理工工艺学

(中级工适用)

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书主要包括：发动机特性，各总成部件的性能、工作原理及检验、维修方法和机动车大修的具体规定。

本书可作为中级机动车修理工人和中级驾驶员技术理论培训用书，还可供有关人员学习参考。

本书由沈阳矿山机器厂曹振声编写，由东北内蒙古煤炭工业联合公司沈阳汽车修配厂韩郁渤、沈阳矿山机器厂李吉顺审稿。

机动车修理工工艺学

(中级工适用)

国家机械工业委员会统编

责任编辑：齐福江 责任校对：申春香
封面设计：林胜利 方 芬 版式设计：张世琴

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经销

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $12^{5/8}$ · 字数 277 千字

1988年11月北京第一版·1988年11月北京第一次印刷

印数 09,001—37800 · 定价：4.60 元

ISBN 7-111-01200-3/U·29

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划，教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分

析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 发动机特性	1
第一节 发动机外特性曲线	1
第二节 内燃机的负荷特性	3
第三节 柴油发动机	6
第四节 内燃机功率的标定	9
复习题	11
第二章 燃烧室	12
第一节 汽油机燃烧室的结构	12
第二节 柴油机燃烧室	14
第三节 汽油的燃烧	25
第四节 发动机各工况对混合气的要求	30
第五节 柴油机的燃烧过程	32
第六节 影响燃烧过程的主要因素	35
第七节 柴油机燃烧室内的气流运动	38
复习题	40
第三章 化油器	41
第一节 简单化油器特性	41
第二节 化油器主要装置	43
第三节 化油器型式及质量要求	58
复习题	66
第四章 柴油喷油泵与喷油器	67
第一节 喷油泵的典型结构	67
第二节 喷油泵的工作原理	76

第三节	调速器	86
第四节	喷油泵和调速器的分解	88
第五节	喷油泵的检验与装配	92
第六节	喷油器	98
第七节	喷油泵的故障与排除	105
	复习题	111
第五章	起动机	113
第一节	起动机构造和型式	113
第二节	工作原理	118
第三节	起动机的检验和修理	121
第四节	电枢、驱动机构的检修	124
第五节	试验、调整及故障排除	128
	复习题	131
第六章	发电机	132
第一节	硅整流发电机	132
第二节	直流发电机	140
第三节	直流发电机的检测	144
	复习题	148
第七章	发电机调节器	149
第一节	发电机调节器的工作原理	149
第二节	断路器、节压器、节流器	152
第三节	发电机调节器的检修	155
第四节	硅整流发电机调节器	161
	复习题	164
第八章	分电器	165
第一节	分电器的组成及功用	165
第二节	分电器、点火线圈的检修	169
	复习题	174
第九章	离合器	175

第一节	离合器种类、构造及工作原理	176
第二节	湿式离合器	182
第三节	离合器的检修	186
复习题		189
第十章	变速器	191
第一节	变速器的种类、功用及构造	191
第二节	变速器齿轮及换档结构型式	193
第三节	轴的布置型式、轴承型式	198
第四节	润滑和密封及多档变速器	203
第五节	液力偶合器、液力变矩器	208
第六节	变速器检测	211
复习题		216
第十一章	减速器与差速器	218
第一节	减速器的型式及构造	218
第二节	差速器	223
第三节	减速器和差速器的装配与调整	230
复习题		237
第十二章	制动系	238
第一节	制动系的组成和类型	238
第二节	车轮制动器	242
第三节	气压制动系	249
第四节	气压制动阀构造及工作原理	251
第五节	液压制动系	255
第六节	真空液压、空气液压制动传动机构	278
复习题		279
第十三章	转向系	275
第一节	汽车转向系	275
第二节	前轮的转向与梯形结构	281
第三节	动力转向	284

第四节	转向机构的检测	289
复习题		299
第十四章	气缸的检测	300
第一节	气缸和气缸套的结构	300
第二节	气缸的磨损	303
第三节	缸体检测与修复	308
第四节	气缸的修理	313
复习题		317
第十五章	机动车大修概述	319
第一节	机动车的修理方法	319
第二节	机动车辆的大修	322
第三节	机动车大修进厂规定	324
第四节	大修车竣工出厂规定	327
复习题		330
第十六章	机动车动力性与经济性的关系	331
第一节	机动车的动力性	331
第二节	燃料的经济性	336
复习题		341
第十七章	故障与排除	342
第一节	发动机的常见故障与排除	342
第二节	离合器、变速器的故障与排除	360
第三节	传动轴、差速器、减速器的故障与排除	368
第四节	制动系的常见故障与排除	371
第五节	动力制动装置的故障与排除	380
第六节	转向机构的故障与排除	384
第七节	行走机构的故障与排除	389
复习题		392

第一章 发动机特性

发动机随着使用情况不同，它所发出的功率、扭矩和燃料消耗等也是不断变化的。这些性能指标随调整情况和工况而变化的关系，称为发动机的特性。如果用曲线的形式表示这种关系，则称为发动机特性曲线。表示发动机有效指标随转速变化而变化的关系称为速度特性。如果试验时，节气门保持全开，则所得的速度特性称为外特性，它表示不同转速下发动机所能发出的最大扭矩和最大功率，代表该发动机所能达到的最高性能。

第一节 发动机外特性曲线

一、功率与转速

发动机的功率随转速的增加而提高，也随气缸充气量的变化而变化，即充入混合气越多，则功率越大。但当达到一定的功率（最大功率）时，功率却不再与转速成正比例地增加。这是因为在转速高时，充气时间短促，使充气量逐渐减少，以致混合气燃烧后形成的平均有效压力降低，因而功率也就低落。此外，发动机内部运动零件的摩擦损失也随着转速增高而加剧，这也消耗了一部分功率。图 1-1 为 CA-10B 型发动机的外特性曲线图。

从外特性曲线图来看，发动机的功率基本上是随着发动机转速的增加而增加的，如发动机功率变化曲线 N_e 所示；当发动机在 800 r/min 时，其功率在 29.4 kW 以下；随着发动机转速的不断增加其功率也在不断的增加，当达到发动机的

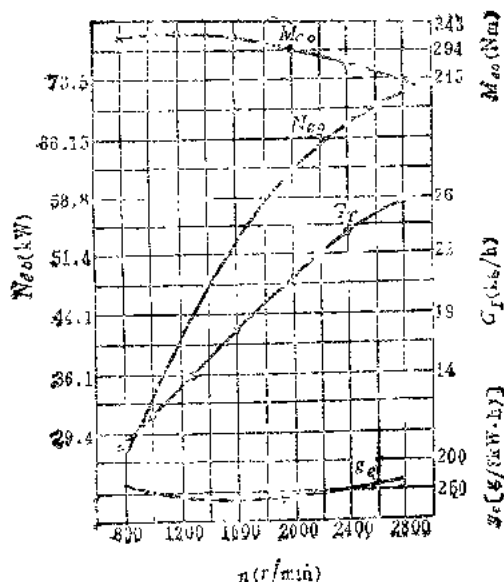


图 1-1 CA-10B型发动机外特性曲线

最高转速2800r/min时，其功率增加到69.8kW即终止，基本上是按正比例变化的。

二、转速与扭矩

从外特性曲线图中扭矩曲线 M_o 可以看出转速与扭矩的关系。发动机的扭矩并不是随着发动机转速增加而增加。当发动机转速在800r/min时，其扭矩约为313.6N·m；当转速为1200r/min时，其扭矩为333.2N·m；当发动机转速继续提高，扭矩却在逐渐减小；当发动机转速增到最高2800r/min时，其扭矩下降至245N·m。从扭矩曲线图上还可以看出，当发动机转速低于800r/min时，其扭矩是逐渐下降的。发动机最大扭矩的产生不是在低速和最高速时，而是在发动机1200r/min时产生最大扭矩。这是由于发动机在低速时涡流

减弱、火焰传播速度低、燃烧气体与缸壁接触时间长、散热损失增加、活塞运动速度低等一些原因,使发动机的扭矩不能最大。但在高转速时,燃烧所占的曲轴转角较大,燃烧损失增加,零件摩擦表面的线速度增加,因此活塞、轴瓦等运动副的机械摩擦损失增加,此时发动机也不能产生最大扭矩。

三、内燃机的使用工况与特性

内燃机的工况决定于发出的功率 N 和曲轴转速 n 。例如内燃机全负荷工作,就是指全供油(或节气门全开)时不同转速的任何工况。内燃机的其它工况则是由全负荷的百分比以及与其相应的转速来规定的。一般与不同工作机械相配合的发动机,是在不同的负荷和不同的转速下工作的,即发动机的功率和转速应该与工作机械所要求的功率和转速相适应。当内燃机在连续的工作循环中所发出的功率(或扭矩)和曲轴转速的平均值,等于工作机械所消耗的功率(或扭矩)和转速的平均值时,这一内燃机的工况称为稳定工况。但是,实际上工作机械总是在变扭矩或变转速下,或者是扭矩和转速都变化的情况下工作的,这样就使驱动它的发动机也不可能经常地在稳定工况下运转。

第二节 内燃机的负荷特性

一、汽油机的负荷特性

汽油机的负荷是通过改变节气门开度从而改变进入气缸的混合气量来调节的。因此汽油机调节负荷的方法称为量调节。

在转速一定的情况下,逐步改变负荷,每小时燃料消耗量 G_T 和有效燃料消耗率 g_e 将随负荷 N_e 改变而变化,这种变

化关系 $G_T = f(N_e)$ 、 $g_e = f(N_e)$ 称为负荷特性，也称为汽油机的节流特性。

转速一定时，每小时燃料消耗量 G_T 主要取决于节气门开度和混合气成分。随着节气门开度加大，充入气缸的混合气量迅速增加，因而 G_T 随之增加。在节气门开度增大到 70%~80% 开度以后，由于化油器中的省油器开始起作用，使混合气成分加浓，此时 G_T 增加更快些。

有效燃料消耗率 g_e 的变化，主要取决于机械效率 η_m 和指示效率 η_i 随负荷的变化。当负荷减小时，功率 N_e 与负荷成正比例地减小。由于转速一定，机械损失功率 N_m 变化不大，因此 η_m 随负荷的降低而越来越快的减小。到怠速时，指示功率完全用于克服机械损失，即 $N_i = N_m$ ， $N_e = 0$ 。此时 $\eta_m = 0$ ，见图 1-2。在化油器式发动机中，正常负荷下都供给经济混合气。当负荷增大时，由于残余废气量相对减少，燃烧速度增大，而且由于相对热损失减少以及燃料汽化条件改善，结果都使 η_i 增大。综合以上 η_m 和 η_i 的影响可知：在怠速时，

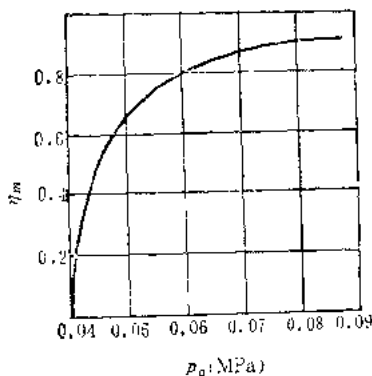


图1-2 汽油机 η_m 随负荷的变化关系

$\eta_m = 0$ ，因此 $g_e = \infty$ ；随着负荷增大，指示效率 η_i 也增大，特别是机械效率 η_m 增大，使 g_e 降低，在 η_m 、 η_i 的乘积最大时， g_e 达到最小值。在全负荷或接近于全负荷工作时，由于汽化器省油器加入工作，混合气成分加浓，燃烧不完全， η_i 减小， g_e 又增大。

发动机的负荷特性可以

表示不同负荷下的经济性。对于固定式发动机，只要在标定转速下测定负荷特性，即可评定不同负荷下的经济性。对于汽车发动机，由于工作时转速是变化的，需要测定不同转速下的负荷特性，才能全面评定不同转速及不同负荷下发动机的经济性。负荷特性曲线上最低燃料消耗率 $g_{e\min}$ 越低， g_e 随负荷变化越小，即 $g_e = f(N_e)$ 曲线越平坦，则发动机工作经济性越好。

二、柴油机的负荷特性

柴油机的负荷特性与汽油机相似，也是在转速保持一定的情况下逐步改变负荷，即改变喷油量。每小时燃料消耗量 G_T 和燃料消耗率 g_e 随柴油机负荷（ N_e 或 p_e ）改变而改变，其关系为 $G_T = f(N_e)$ 、 $g_e = f(N_e)$ 。由于在一定转速下，空气充入量是一定的，改变喷油量也就是改变了混合气的成分，即平均过量空气系数 α 。因此这种调节负荷的方法称为质调节。

转速一定时，柴油机的每小时燃料消耗量 G_T 主要决定于每循环供油量 Δg ，因此，负荷（ N_e 或 p_e ）增加时， Δg 随之增加， G_T 就成正比地增加（图1-3）。燃料消耗率 g_e 同样也决定于 η_i 与 η_m 的乘积。在空转时 $N_e = 0$ ， $N_i = N_e$ ，这时 $\eta_m = 0$ ，故 $g_e = \infty$ 。逐渐增大负荷，由于机械效率 η_m 增加， g_e 迅速减小。当喷油量增加到点1的位置，即对应 $\eta_i \eta_m$ 乘积为最大值时， g_e 达到最低值。如再增加喷油量，则空气利用的程度提高，功率继续提高。但由于燃烧不完全，补燃增加， η_i 降低较多， g_e 开始上升。当喷油量超过点2时，排气中就出现黑烟，对应这点的喷油量称为“冒烟界限”。喷油量再增加到3时，功率 N_e 达到最大值。如继续增大喷油量， g_e 显著增高， N_e 反而下降。所以实际上柴油机每循环

的标定供油量都限定在冒烟界限和最低燃料消耗点之间，即点1和点2之间。

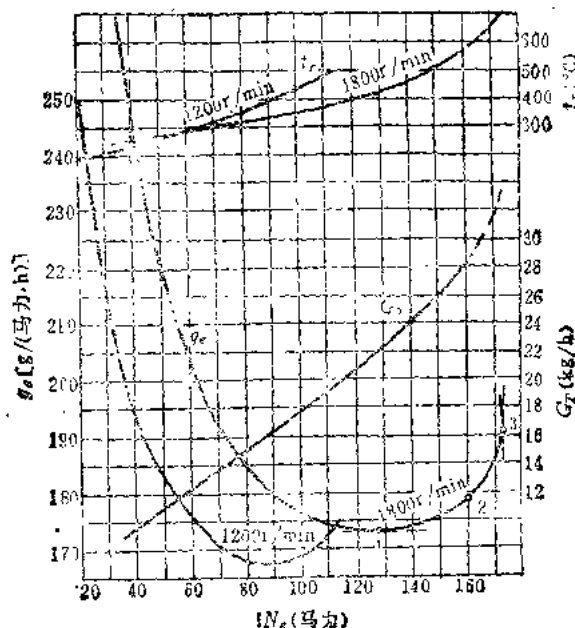


图 1-3 6135Q型轴柴油机负荷特性

第三节 柴油发动机

一、柴油发动机外特性曲线

为了确定发动机在不同的负荷和转速下工作时的功率和经济性，往往用试验的方法来求得一系列的曲线，这种曲线即为发动机外特性曲线。图1-4为6135Q型发动机全负荷转速特性曲线。

通过特性曲线图可以看出：柴油发动机的扭矩=转速关

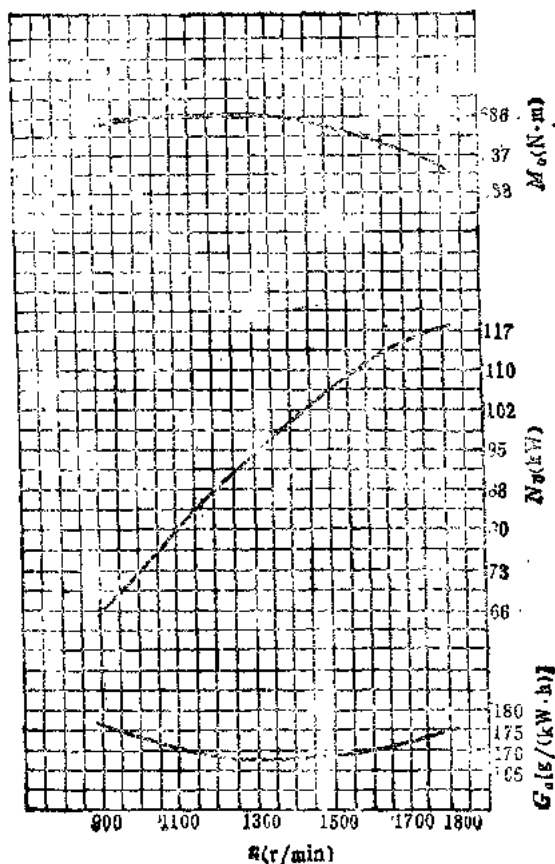


图 1-4 6135Q型发动机全负荷转速特性曲线

系曲线,比汽油发动机的扭矩-转速关系曲线较为平坦。也就是说,柴油发动机的适应性系数比汽油发动机小。所谓适应性系数(或稳定系数),就是发动机的最大扭矩和它发出最大功率时的扭矩的比值。

发动机的适应性系数的大小，与它能否承受过载有密切关系。适应性系数大，汽车能适应阻力波动较大的工作情况。就此而言，汽油发动机比柴油发动机优越。

二、发动机的热效率

燃料燃烧所发生的热量损失情况和实际的热效率见表 1-1。

表 1-1 所列数值的变动范围相当大，它们与发动机的型式、转速、气缸尺寸、冷却系及其他很多因素有关。

表 1-1 发动机热量损失及实际热效率

发 动 机 型 式		化油器式	压 燃 式
项 目			
热量损失 (%)	冷却水传出	25~30	20~25
	废气带走	40~45	35~40
	辐射摩擦等损耗	5	5
实际热效率 (%)		20~30	30~40

热效率是内燃机实际输出功相当的热量和所消耗的燃料完全燃烧所应放出热量的比值，表明了热量有效利用的程度。

三、充气系数

在每一次循环过程中，实际进入气缸内的可燃混合气的重量，与在一个大气压力和温度为 15°C 时，充满气缸容积的可燃混合气的重量的比值，即为充气系数，或称为容积效率。它是衡量发动机进气过程完善程度的重要参数。充气系数越