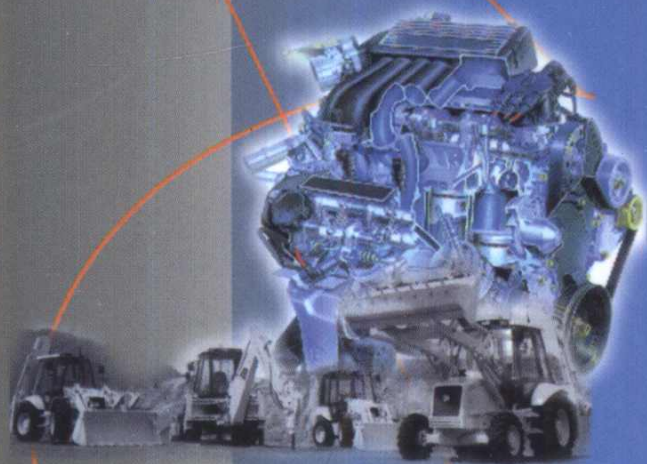


交通 **高职** 院校统编教材
高考

发动机构造与维修

(工程机械运用与维修、公路机械化施工专业用)



邹小明

主编

刘振楼

主审

● 人民交通出版社

9/10

71545-43

294

交通高职高专院校统编教材

Fadongji Gouzao Yu Weixiu

发动机构造与维修

(工程机械运用与维修、公路机械化施工专业用)

邹小明 主编

刘振楼 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书的主要内容有:发动机工作原理和总体构造、发动机维修概论、曲柄连杆机构、配气机构、柴油机燃料供给系、汽油机燃料供给系、发动机冷却系、发动机润滑系、发动机综合故障诊断与排除、发动机的装配与调试。

本书为交通高职高专院校工程机械运用与维修、公路机械化施工专业统编教材,亦可供有关技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

发动机构造与维修 / 邹小明主编. —北京: 人民交通出版社, 2002. 4
工程机械专业用
ISBN 7-114-04255-8

I.发... II.邹... III. ①发动机—构造②发动机—维修 IV.TK05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 024863 号

交通高职高专院校统编教材 发动机构造与维修

(工程机械运用与维修、公路机械化施工专业用)

邹小明 主编

刘振楼 主审

正文设计: 彭小秋 责任校对: 戴瑞萍 责任印制: 张 恺

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 24.75 字数: 620 千

2002 年 8 月 第 1 版

2002 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册 定价: 40.00 元

ISBN 7-114-04255-8

U · 03119

前 言

交通职业教育教学指导委员会交通工程机械学科委员会自 1992 年成立以来,对本学科港口机械、筑路机械两个专业的教材编写工作一直十分重视,把教材建设工作作为学科委员会工作的重中之重,在“八五”和“九五”期间,先后组织人员编写了十多种专业急需教材,供港口机械和筑路机械两个专业内部使用,解决了各学校专业教材短缺的困难。

随着港口和公路建设事业的发展,港口机械和公路施工机械的更新换代速度加快,各种新工艺、新技术、新设备不断出现,对本学科的人才培养提出了更高的要求。另外,根据目前职业教育的发展形势,部分重点中专学校已改制为高等职业技术学院(校),多数中专学校同时招收中专和高职学生,本学科教材使用对象的主体已经发生了变化。为适应这一形势,交通工程机械学科委员会于 2000 年 5 月在云南交通学校召开了二届二次会议,制定了“十五”教材编写出版规划,并确定了“十五”教材编写的原则为:

1. 教材的使用范围:本套教材主要面向高职,兼顾中专,也可用于相关专业的职业资格培训,亦可供有关技术人员参考。

2. 教材内容难易适度,改变了以往教材偏多、偏深、偏难的现象,注重理论联系实际,便于学生自学。

3. 在教材内容的取舍和主次的选择方面,照顾广度,控制深度,力求针对专业,服务专业,对与本专业密切相关的内容予以足够的重视。

4. 教材编写立足于国内工程机械使用的实际情况,结合典型机型,系统介绍工程机械设备的基本结构和工作原理,同时有选择地介绍一些国外的新技术、新设备,以便拓宽学生的视野,为学生进一步深造打下基础。

“十五”期间公开出版的筑路机械专业教材共 6 种,包括《发动机构造与维修》、《工程机械底盘构造与维修》、《公路施工机械》、《工程机械电气设备》、《工程机械管理》、《工程机械液压与液力技术》。

《发动机构造与维修》是交通高职高专院校统编教材之一,内容包括发动机工作原理和总体构造、发动机维修概论、曲柄连杆机构、配气机构、柴油机燃料供给系、汽油机燃料供给系、发动机冷却系、发动机润滑系、发动机综合故障诊断与排除、发动机的装配与调试全书共 10 章。

参加本书编写工作的有:江西交通职业技术学院邹小明(编写第一、二、三、四章),徐济宣(编写第六、九、十章)、闵思鹏(编写第五章),河北交通职业技术学院宗建明(编写第七、八章),全书由江西交通职业技术学院邹小明主编,河北交通职业技术学院刘振楼主审,内蒙古大学职业技术学院王忠觉担任责任编委。

本教材在编写过程中,得到交通系统各院(校)领导和教师的大力支持,在此表示感谢!编写高职教材,我们尚缺少经验,书中不妥和疏漏之处,敬请读者指正。

交通职业教育教学指导委员会
交通工程机械学科委员会
2001 年 7 月

目 录

| | |
|-------------------------------|-----|
| 第一章 发动机工作原理和总体构造 | 1 |
| 第一节 发动机的基本术语..... | 1 |
| 第二节 发动机的工作原理..... | 2 |
| 第三节 发动机的总体构造..... | 6 |
| 第四节 发动机主要性能指标与特性 | 10 |
| 第五节 发动机名称和型号编制规则 | 12 |
| 第二章 发动机维修概论 | 14 |
| 第一节 发动机的耗损 | 14 |
| 第二节 发动机的解体与零件的清洗 | 18 |
| 第三节 发动机零件的检验分类 | 22 |
| 第四节 发动机零件的修理方法 | 30 |
| 第五节 发动机维修工艺 | 37 |
| 第六节 修理作业的要求和安全规则 | 42 |
| 第三章 曲柄连杆机构 | 45 |
| 第一节 概述 | 45 |
| 第二节 机体组的构造 | 47 |
| 第三节 机体组的维修 | 56 |
| 第四节 活塞连杆组的构造 | 65 |
| 第五节 活塞连杆组的维修 | 83 |
| 第六节 曲轴飞轮组的构造 | 93 |
| 第七节 曲轴飞轮组的修理..... | 107 |
| 第四章 配气机构 | 116 |
| 第一节 配气机构的组成与工作原理..... | 116 |
| 第二节 配气相位..... | 118 |
| 第三节 配气机构的零件与组件..... | 120 |
| 第四节 配气机构的维修与调整..... | 133 |
| 第五章 柴油机燃料供给系 | 147 |
| 第一节 概述..... | 147 |
| 第二节 可燃混合气的形成与燃烧室..... | 148 |
| 第三节 喷油器的构造与维修..... | 154 |
| 第四节 柱塞式喷油泵的构造与维修..... | 159 |
| 第五节 分配式喷油泵的构造与维修..... | 170 |
| 第六节 调速器的构造与维修..... | 177 |
| 第七节 供油正时与喷油提前角调整装置..... | 190 |

| | | |
|-------------|---------------------|------------|
| 第八节 | 喷油泵和调速器总成的调试 | 193 |
| 第九节 | PT 燃油系统 | 201 |
| 第十节 | 柴油机的进气和排气系统 | 225 |
| 第十一节 | 废气涡轮增压 | 228 |
| 第十二节 | 柴油机供给系的辅助装置 | 234 |
| 第十三节 | 柴油机供给系常见故障诊断与排除 | 238 |
| 第十四节 | 燃油供给系统的自动控制 | 248 |
| 第六章 | 汽油机燃料供给系 | 252 |
| 第一节 | 汽油机燃料供给系的作用及组成 | 252 |
| 第二节 | 简单化油器与可燃混合气的形成过程 | 252 |
| 第三节 | 可燃混合气成分与汽油机性能的关系 | 256 |
| 第四节 | 现代化油器的基本结构 | 259 |
| 第五节 | 化油器的形式和双腔分动式化油器 | 275 |
| 第六节 | 典型化油器的构造及检修 | 278 |
| 第七节 | 汽油供给装置的构造及维修 | 291 |
| 第八节 | 汽油机供给系的故障诊断与排除 | 298 |
| 第九节 | 汽油机燃油喷射系统 | 305 |
| 第七章 | 发动机冷却系 | 320 |
| 第一节 | 水冷却系的组成及水路 | 320 |
| 第二节 | 水冷却系主要部件的构造与检修 | 322 |
| 第三节 | 水冷却系的故障诊断与排除 | 333 |
| 第四节 | 风冷却系 | 335 |
| 第八章 | 发动机润滑系 | 337 |
| 第一节 | 概述 | 337 |
| 第二节 | 润滑系的组成及油路 | 337 |
| 第三节 | 润滑系主要部件的构造与检修 | 340 |
| 第四节 | 润滑系的故障诊断与排除方法 | 349 |
| 第五节 | 曲轴箱通风与通风装置 | 351 |
| 第九章 | 发动机综合故障诊断与排除 | 353 |
| 第一节 | 发动机异响的诊断 | 353 |
| 第二节 | 发动机综合故障的诊断与排除 | 365 |
| 第三节 | 发动机的排气净化 | 371 |
| 第十章 | 发动机的装配与调试 | 380 |
| 第一节 | 发动机的装配与调整 | 380 |
| 第二节 | 发动机的磨合 | 382 |
| 第三节 | 发动机功率检测 | 384 |
| 第四节 | 发动机总成修理竣工技术条件 | 387 |
| 参考文献 | | 388 |

第一章 发动机工作原理和总体构造

发动机是将某一种形式的能量转变为机械能的一种机器。

现代工程机械用发动机多为活塞往复式内燃机,简称活塞式内燃机。它是将燃料在气缸内燃烧产生热能,并将热能转化成机械能对外输出。

现代发动机的燃料有柴油、汽油、酒精和液化石油气等。根据使用的广泛性,本书主要讨论燃用柴油发动机(简称柴油机)和燃用汽油发动机(简称汽油机)。

第一节 发动机的基本术语

在讲述发动机之前,先介绍发动机的基本术语。

在图 1-1 中,活塞 2 置于气缸 1 中,活塞可在气缸内作往复直线运动,活塞通过连杆 3 和曲轴 4 相连,曲轴可绕其轴线旋转。

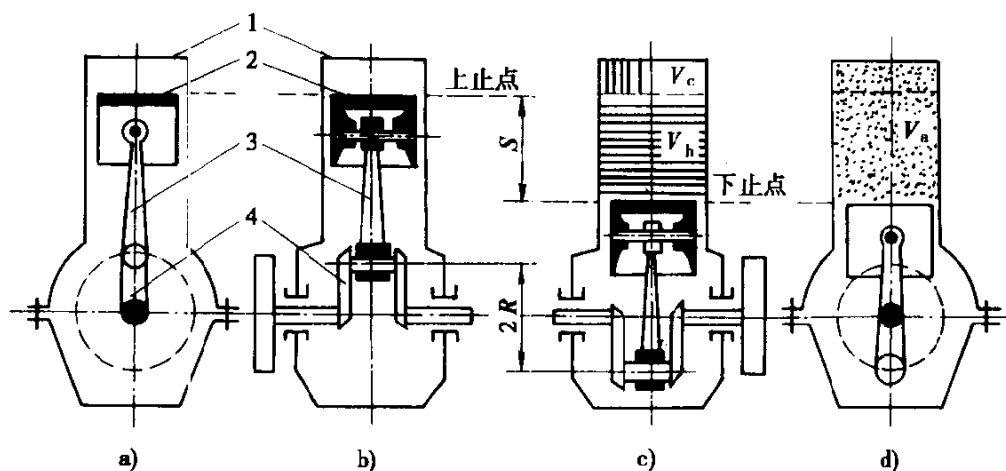


图 1-1 发动机基本术语示意图

1-气缸;2-活塞;3-连杆;4-曲轴

(1)上止点——活塞顶离曲轴回转中心最远处,通常指活塞顶上行到的最高位置,如图 1-1a)、b)所示。

(2)下止点——活塞顶离曲轴回转中心最近处,通常指活塞顶下行到的最低位置,如图 1-1c)、d)所示。

(3)活塞行程(S)——指上、下两止点之间的距离,mm。

(4)曲柄半径(R)——指与连杆下端(即连杆大头)相连的曲柄销中心到曲轴回转中心的距离,mm。

从图 1-1 中可以看出, $S = 2R$ 。曲轴每转一圈,活塞移动两个行程。

(5)气缸工作容积(V_h)——指活塞从上止点到下止点所扫过的容积,也称为气缸排量。

$$V_h = \frac{\pi D^2}{4 \times 10^6} S \quad (\text{L})$$

式中: D ——气缸直径,mm。

(6) 发动机工作容积(V_l)——发动机所有气缸工作容积之和,也称为发动机排量。设发动机的气缸数为*i*,则:

$$V_l = V_h i \quad (L)$$

(7) 燃烧室容积(V_c)——活塞在上止点时,活塞上方的空间称为燃烧室,它的容积称为燃烧室容积。

(8) 气缸总容积(V_a)——活塞在下止点时,活塞上方的容积称为气缸总容积。它等于气缸工作容积与燃烧室容积之和,即:

$$V_a = V_h + V_c \quad (L)$$

(9) 压缩比(ϵ)——指气缸总容积与燃烧室容积的比值,即:

$$\epsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

它表示活塞由下止点运动到上止点时,气缸内气体被压缩的程度。压缩比越大,压缩终了时气缸内的气体压力和温度就越高。一般柴油机的压缩比为 15 ~ 22,汽油机的压缩比为 6 ~ 10。

(10) 发动机的工作循环——在气缸内进行的每一次将燃料燃烧的热能转化为机械能的一系列连续过程(进气、压缩、作功和排气),称为发动机的工作循环。

(11) 二冲程发动机——活塞往复两个行程完成一个工作循环的发动机,称为二冲程发动机。

(12) 四冲程发动机——活塞往复四个行程完成一个工作循环的发动机,称为四冲程发动机。

第二节 发动机的工作原理

一、四冲程柴油机的工作原理

四冲程柴油机是由进气、压缩、作功和排气四个行程完成的一个工作循环,图 1-2 为单缸四冲程柴油机工作原理示意图。

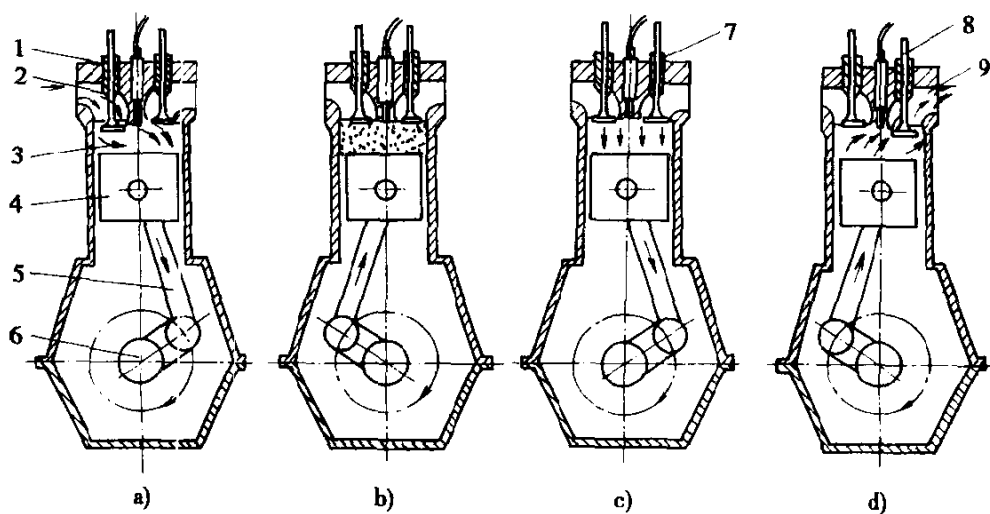


图 1-2 单缸四冲程柴油机工作原理示意图

1-进气门;2-进气管;3-气缸;4-活塞;5-连杆;6-曲轴;7-喷油器;8-排气门;9-排气管

1. 进气行程

活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动。此时,进气门开启,排气门关闭,如图1-2a)所示。由于活塞下移,活塞上腔容积增大,形成一定的真空度。在真空吸力的作用下,被滤清的纯净空气,经进气门被吸入气缸。至活塞运动到下止点时,进气门关闭,停止进气,进气行程结束。

进气行程结束时,由于进气过程中进气管、进气门等有进气阻力,气缸内压力低于大气压力,一般为 $0.08\text{MPa} \sim 0.09\text{MPa}$ 。由于气缸壁、活塞等高温机件及残留高温废气的加热,气体温度为 $320\text{K} \sim 350\text{K}$ 。

2. 压缩行程

进气行程结束时,活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动,如图1-2b)所示。此时,进、排气门均关闭。随着活塞上移,活塞上腔容积不断减小,气缸内的空气被压缩,至活塞到达上止点时,压缩行程结束。在压缩行程过程中,气体压力和温度同时升高。由于柴油机压缩比较大,在压缩终了的温度和压力均较高,压力可达 $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$,温度可达 $800\text{K} \sim 1000\text{K}$ 。

3. 做功行程

压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温空气中,柴油迅速汽化并与空气形成可燃混合气。因为此时气缸内的温度远远高于柴油的自燃温度(柴油的自燃温度为 500K 左右),柴油自行着火燃烧,且在以后的一段时间内,喷油和燃烧同时进行(即一边喷油,一边燃烧)。气缸内的温度、压力急剧升高,推动活塞下行做功,如图1-2c)所示。

此行程中,开始阶段气缸内气体压力和温度急剧上升,瞬时压力可达 $5\text{MPa} \sim 10\text{MPa}$,瞬时温度可达 $1800\text{K} \sim 2200\text{K}$ 。随着活塞的下移,压力和温度下降。做功行程终了时,气缸压力为 $0.2\text{MPa} \sim 0.4\text{MPa}$,温度为 $1200\text{K} \sim 1500\text{K}$ 。

4. 排气行程

在做功行程终了时,排气门被打开,活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动,如图1-2d)所示。废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下,自排气门排出气缸,至活塞运动到上止点时,排气门关闭,排气行程结束。

排气终了时,由于燃烧室容积的存在,气缸内还存在少量的废气,气体压力也因排气门和排气道等有阻力而高于大气压力。此时,气缸压力为 $0.105\text{MPa} \sim 0.125\text{MPa}$,温度为 $800\text{K} \sim 1000\text{K}$ 。

排气行程结束后,进气门再次开启,又开始了下一个工作循环。如此周而复始,发动机就自行运转。

二、四冲程汽油机的工作原理

四冲程汽油机和四冲程柴油机工作原理一样,每个工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个行程所组成,但汽油机和柴油机性质不同,汽油机在可燃混合气的形成、着火方式等方面与柴油机有较大的区别。下面主要介绍与柴油机工作原理不同之处。图1-3为一单缸四冲程汽油机工作原理示意图。

1. 进气行程

进气行程如图1-3a)所示。它不同于柴油机的方面是:进入气缸的不是纯空气,而是混合气。在真空吸力的作用下,被滤清的空气与化油器供给的汽油形成混合气,经进气门被吸入气缸。由于进气阻力比柴油机大,上一冲程残留的废气温度比较高等原因,进气终了的压力和温度与柴油机稍有不同,压力为 $0.075\text{MPa} \sim 0.09\text{MPa}$,温度为 $370\text{K} \sim 440\text{K}$ 。

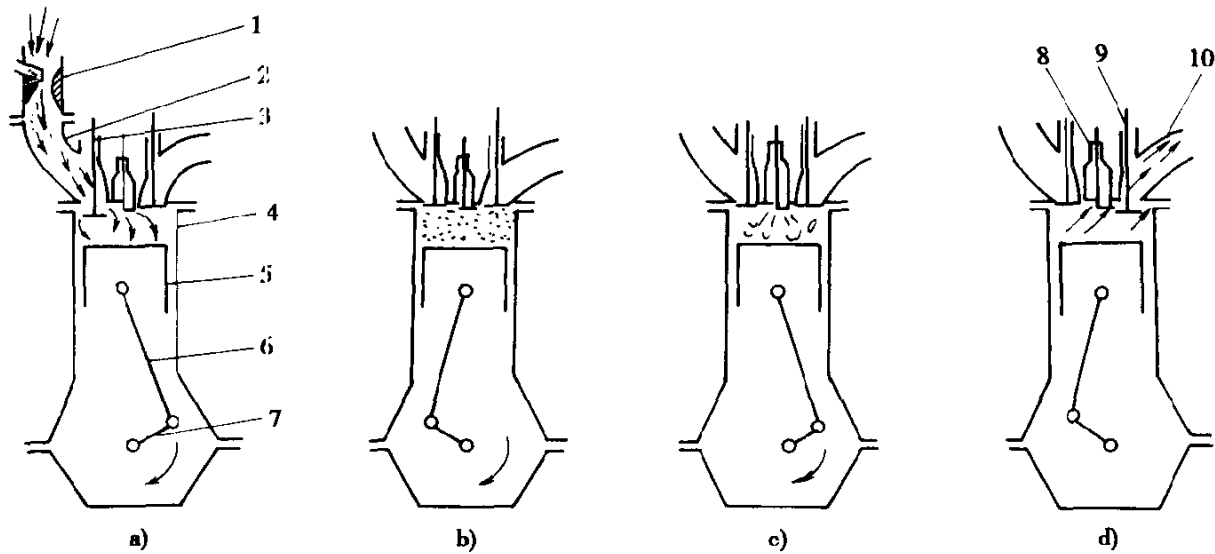


图 1-3 单缸四冲程汽油机工作原理示意图

1-化油器;2-进气管;3-进气门;4-气缸;5-活塞;6-连杆;7-曲轴;8-火花塞;9-排气门;10-排气管

2. 压缩行程

压缩行程如图 1-3b)所示。不同于柴油机的方面是:被压缩的是混合气。在压缩过程中,混合气得到进一步混合。由于汽油机的压缩比较柴油机小,所以压缩终了时,缸内的压力和温度均低于柴油机。汽油机压缩终了时,气缸内的压力为 $0.6\text{MPa} \sim 1.5\text{MPa}$, 温度为 $600\text{K} \sim 800\text{K}$, 这已远高于汽油的点燃温度(汽油的点燃温度约为 263K), 因而很容易被点燃。

3. 作功行程

压缩行程末,火花塞产生电火花,点燃气缸内的可燃混合气,并迅速着火燃烧,气体产生高温、高压。在气体压力的作用下,推动活塞由上止点向下止点运动,直至活塞到达下止点时,作功行程结束,如图 1-3c)所示。

在此行程中,瞬时压力可达 $3\text{MPa} \sim 5\text{MPa}$, 瞬时温度可达 $2200\text{K} \sim 2800\text{K}$ 。该行程终了时,压力为 $0.3\text{MPa} \sim 0.5\text{MPa}$, 温度为 $1500\text{K} \sim 1700\text{K}$ 。

4. 排气行程

排气行程如图 1-3d)所示,与柴油机的排气行程基本相同。排气行程终了,气缸压力为 $0.105\text{MPa} \sim 0.125\text{MPa}$, 温度为 $900\text{K} \sim 1200\text{K}$ 。

由上述单缸四冲程柴油机和单缸四冲程汽油机的工作原理可知:

(1)两种发动机工作循环的基本内容相似,其共同特点是:

①每个工作循环曲轴转两圈(720°),每一行程曲轴转半圈(180°)。进气行程是进气门开启,排气门关闭;排气行程是排气门开启,进气门关闭;其余两个行程进、排气门均关闭。

②四个行程中,只有作功行程产生动力,其它 3 个行程是为作功行程做准备的辅助行程,虽然作功行程是主要行程,但其它 3 个行程也是必不可少的。

③发动机运转的第一个循环,必须有外力使曲轴旋转完成进气、压缩行程,当混合气着火进入作功行程后,依靠曲轴和飞轮贮存的能量,发动机便可自行完成以后的行程进行运转。

(2)两种发动机工作循环的主要不同之处是:

①柴油机进气行程进入气缸的是纯空气,柴油是在作功行程开始阶段喷入气缸,在气缸内与空气混合,而汽油机的汽油和空气在气缸外混合,进气行程进入气缸的是可燃混合气。即柴油机和汽油机的混合气形成方式不同。

②柴油机是用高压将柴油喷入气缸内,靠高温气体加热自行着火燃烧(自燃),而汽油机是

用电火花点燃可燃混合气(点燃),柴油机和汽油机的着火方式不同。所以,汽油机有点火系,而柴油机则无点火系。

除四冲程发动机外,还有二冲程发动机,但由于二冲程发动机换气品质差,汽油机还存在可燃混合气随废气排出等缺点,所以二冲程发动机在工程机械中很少采用。

三、多缸发动机的工作

从上述各单缸发动机工作原理可知,只有做功行程产生动力,其它3个行程都要消耗动力。为了维持运动,单缸发动机必须有一个贮备能量较大的飞轮。即使如此,发动机运转仍然是不平稳的,做功行程快,其它行程慢。另外,单缸发动机还有其它缺点,使其在工程机械上的应用受到限制。

工程机械上实际使用的是多缸发动机,它由若干个相同的单缸排列在一个机体上共用一根曲轴输出动力。现代工程机械上用得较多的是四缸、六缸、八缸、十二缸等四冲程柴油发动机。

多缸发动机是在曲轴转角 720° 内,各缸都像单缸发动机一样完成一个工作循环。为了使发动机运转平稳,除少数发动机因结构限制外,各缸做功间隔角大都均等。如四冲程六缸发动机做功间隔角 φ 为:

$$\varphi = \frac{720^\circ}{6} = 120^\circ$$

即曲轴每转 120° 就有一个缸做功,各缸做功行程略有搭接,这样发动机运转较单缸发动机平稳得多。另外,由于各缸的做功行程为其它缸的准备行程提供动力,所以贮存能量的飞轮也较单缸发动机的要小得多。

多缸发动机做功行程发生的顺序称为发动机的工作顺序或点火顺序。图 1-4a)、b)、c) 分别表示四缸、六缸、八缸四冲程发动机的一种工作顺序(阴影线部分为做功行程)。可以看出,四缸发动机从理论上讲,做功行程就已连续,而六缸、八缸发动机都有做功重叠,且缸数越多,重叠得就越多,发动机运转得就越平稳。

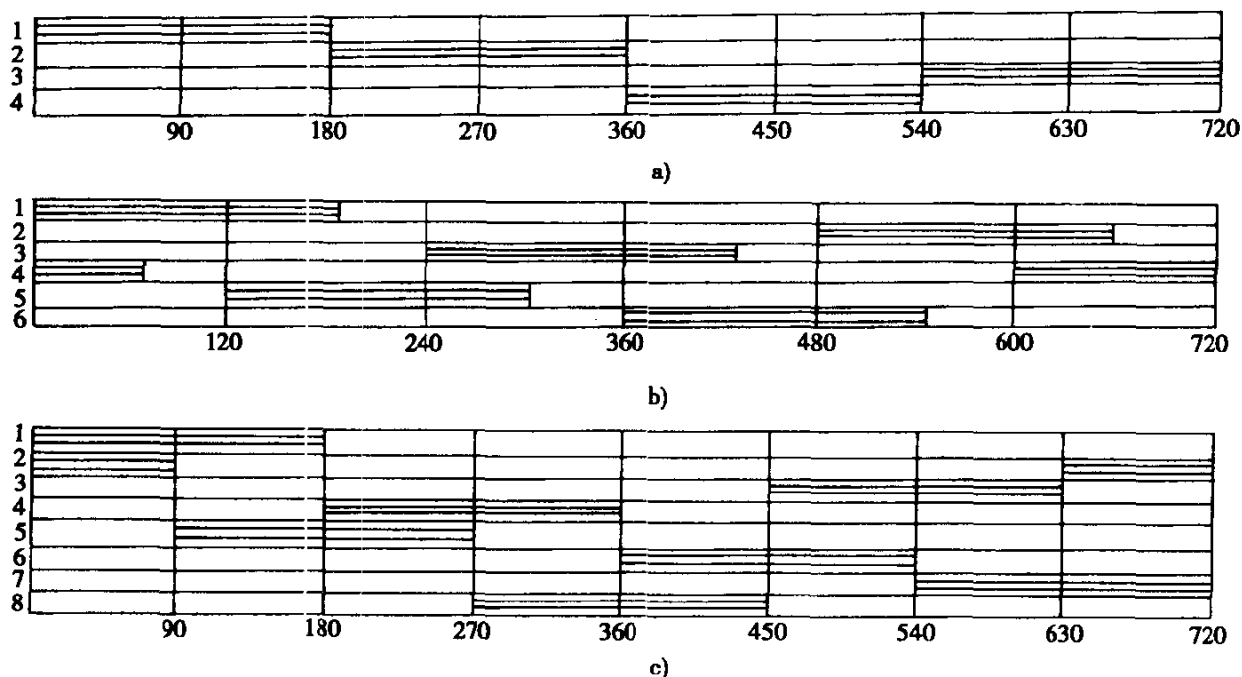


图 1-4 多缸发动机的点火顺序和做功重叠示意图

a) 四缸,工作顺序 1—2—4—3; b) 六缸,工作顺序 1—5—3—6—2—4; c) 八缸,工作顺序 1—5—4—8—6—3—7—2

多缸发动机的作功顺序应遵循一定的规律,这个规律将在第三章曲轴飞轮组的构造中介绍。

第三节 发动机的总体构造

发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。现代工程机械用发动机的形式很多,但基本构造是相似的。柴油机由二大机构、四大系统组成。汽油机由二大机构、五大系统(比柴油机多点火系)组成。

下面以 6135 型柴油机为例,介绍发动机的总体构造,如图 1-5 所示。

(一) 两大机构

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构主要由缸盖、缸体、活塞、连杆、曲轴和飞轮等组成。由前述的发动机工作原理可知,可燃混合气在气缸内燃烧产生的高压是通过活塞、连杆、曲轴等变为机械能输出,可见曲柄连杆机构是维持发动机工作循环、实现能量转换的主要机构。

2. 配气机构

配气机构主要由进气门、排气门、挺柱、推杆、摇臂、凸轮轴、凸轮轴正时齿轮等组成。其作用是:适时开关进、排气门,以便可燃混合气能及时进入气缸,废气能及时从气缸内排出。

(二) 四大系统

1. 燃料供给系

柴油机的燃料供给系主要由燃油箱、燃油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。其作用是将滤清的柴油和空气按一定的比例供入气缸,并将燃烧后的废气排出发动机。

汽油机的燃料供给系主要由燃油箱、燃油滤清器、汽油泵、化油器、空气滤清器、进排气歧管、排气消声器等组成。

2. 冷却系

冷却系主要由水泵、散热器、水套、节温器、风扇等组成。其作用是将机件多余的热量散发到大气中,以保持发动机正常的工作温度。

3. 润滑系

润滑系主要由机油泵、集滤器、润滑油道、机油粗滤器、机油细滤器、限压阀、油底壳等组成。其主要作用是减小摩擦,减缓机件的磨损,并部分地冷却摩擦零件,清洗和保护摩擦表面。

4. 起动系

起动系主要是由电源、起动机及其附属装置组成。其作用是:使静止的发动机起动,并使之转入自行运转。

汽油发动机还有点火系,主要由分电器、点火线圈、火花塞等组成。其作用是:使火花塞适时产生电火花,点燃气缸内的可燃混合气。

图 1-6 所示为 12V135 型柴油机总体结构图。

图 1-7 所示为 CA6102 型汽油机总体结构图。

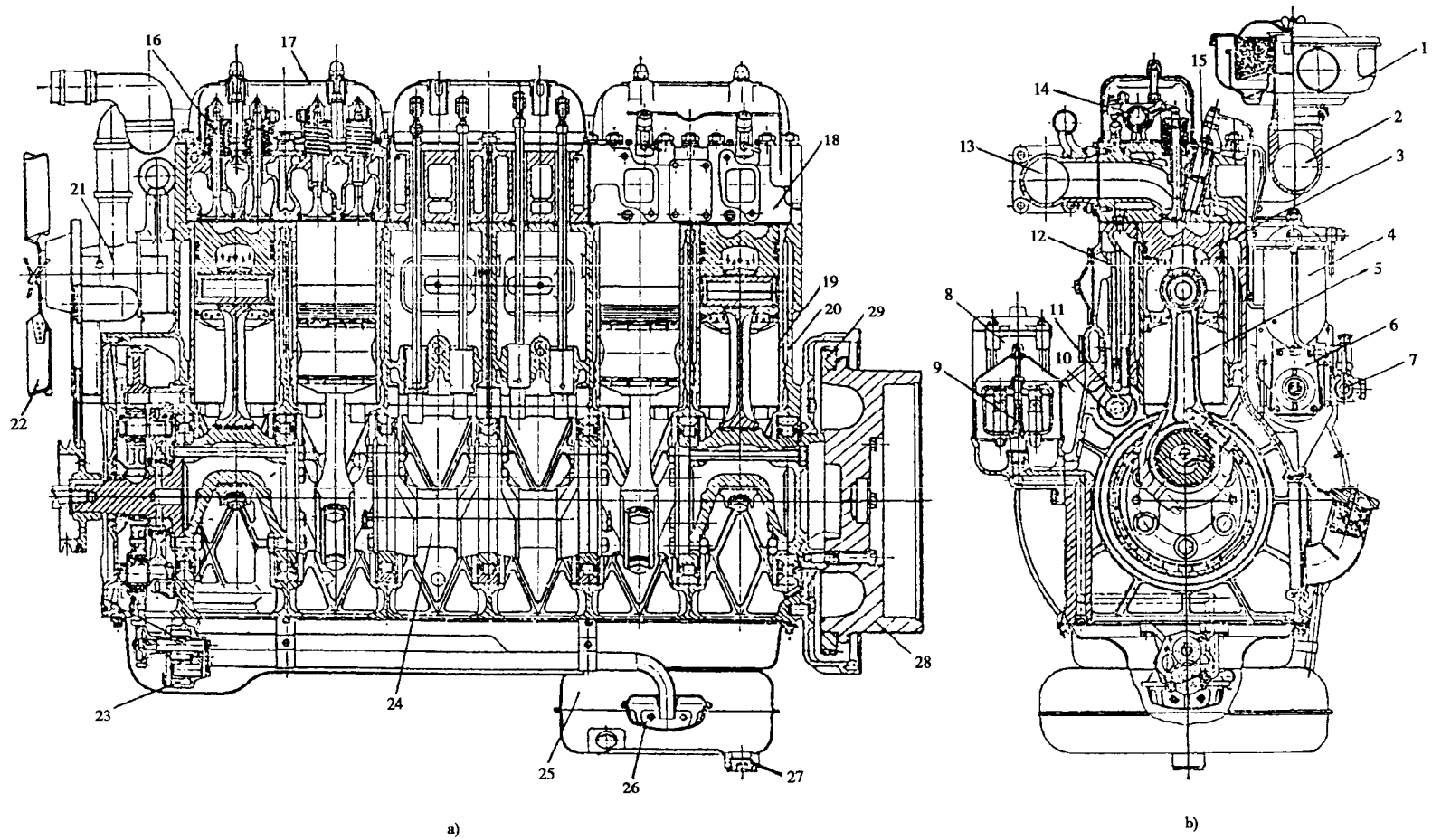


图 1-5 6135 柴油机总体结构图

1-空气滤清器;2-进气管;3-活塞;4-柴油滤清器;5-连杆;6-喷油泵;7-输油泵;8-机油精滤器;9-机油粗滤器;10-凸轮轴;11-挺柱;12-推杆;13-排气管;14-摇臂;15-喷油器;16-气门;17-气门室罩;18-气缸盖;19-气缸套;20-气缸体;21-水泵;22-风扇;23-机油泵;24-曲轴;25-油底壳;26-机油集滤器;27-放油塞;28-飞轮;29-齿圈

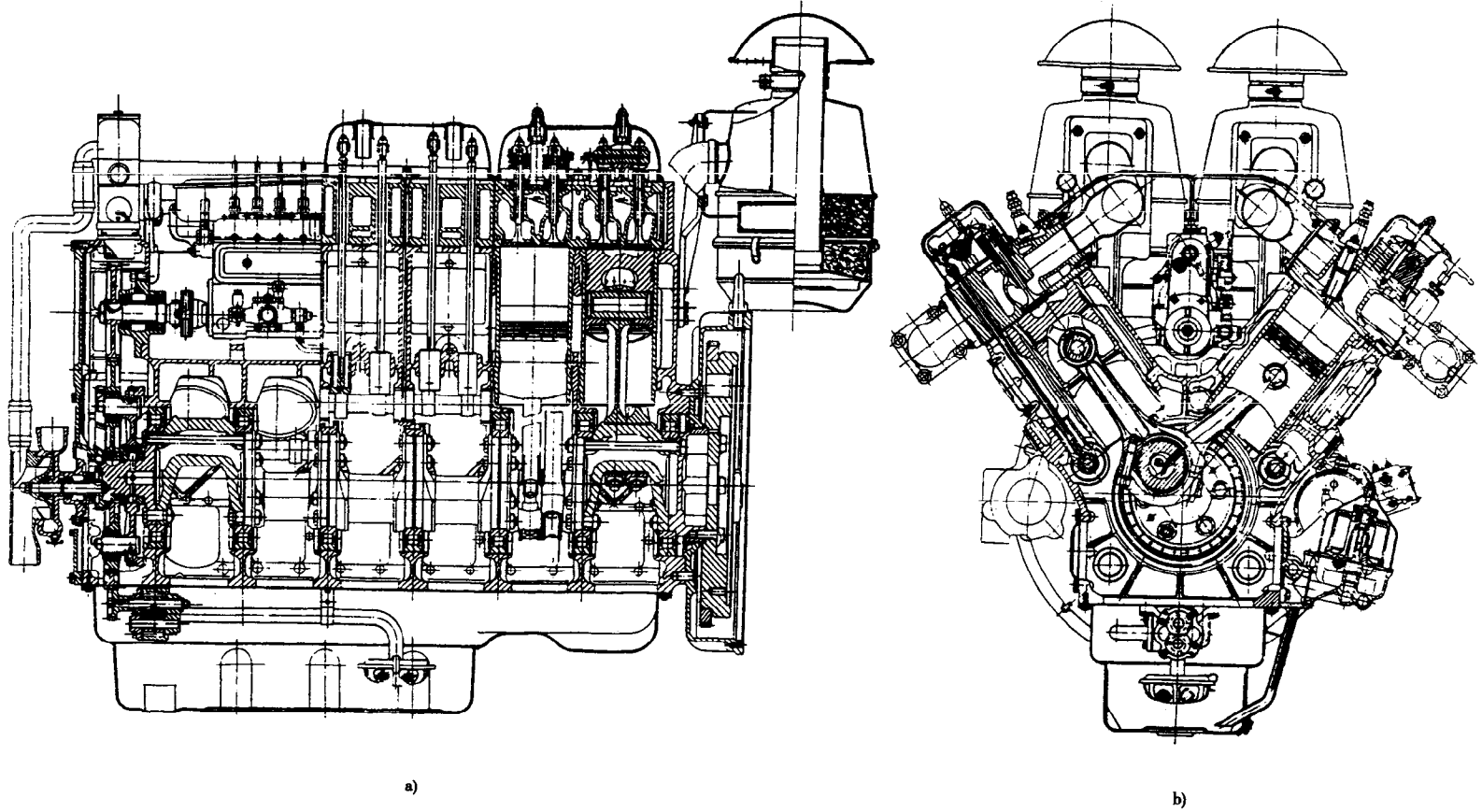
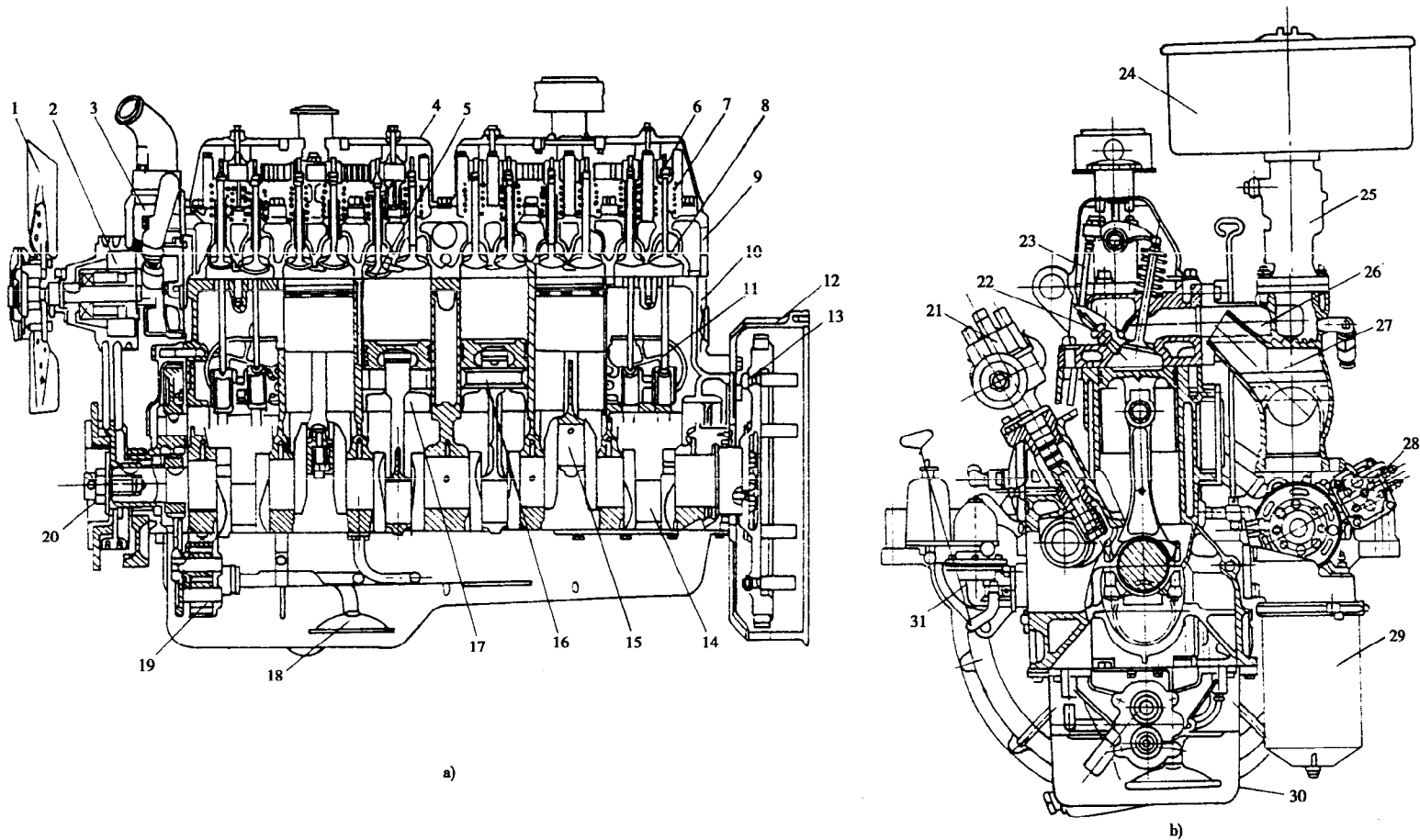


图 1-6 12V135 型柴油机总体结构图



a)

b)

图 1-7 CA6102 汽油机总体结构图

1-风扇;2-水泵;3-节温器;4-气缸盖罩;5-排气门;6-摇臂;7-气门弹簧;8-进气门;9-气缸盖;10-气缸体;11、23-推杆;12-飞轮壳;13-飞轮;14-曲轴;15-连杆;16-活塞销;17-活塞;18-机油集滤器;19-机油泵;20-皮带轮;21-分电器;22-火花塞;24-空气滤清器;25-化油器;26-进气歧管;27-排气歧管;28-发电机;29-机油滤清器;30-油底壳;31-汽油泵

第四节 发动机主要性能指标与特性

一、发动机主要性能指标

为了表征各种发动机的性能特点,比较发动机性能的优劣,有必要建立发动机性能的评价指标。发动机的主要性能指标有动力性指标和经济性指标。发动机的动力性指标有:有效转矩、有效功率和升功率等。发动机的经济性指标有:有效燃油消耗率、每小时耗油量等。

1. 有效转矩

发动机曲轴对外输出的转矩称为有效转矩,用 M_e 表示,单位为 $N \cdot m$ 。它可以用测功器测得。有效转矩与外界施加于发动机曲轴上的阻力矩相平衡。

2. 有效功率

发动机曲轴对外输出的功率称为有效功率,用 P_e 表示,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。用测功器测定有效转矩和曲轴转速,然后运用以下的公式算出发动机有效功率:

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

式中: M_e ——有效转矩, $N \cdot m$;

n ——曲轴转速, 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。按照发动机可靠性试验方法的规定,发动机应能在额定工况下连续运行 300h ~ 1 000h。

3. 升功率

在标定工况下,发动机每升气缸工作容积所发出的有效功率称为升功率,用 P_l 表示,单位为 kW/L 。

$$P_l = \frac{P_e}{iV_h} = \frac{P_e}{V_l} \quad (\text{kW}/L)$$

式中: P_e ——发动机标定功率, kW;

i ——气缸数;

V_h ——单个气缸工作容积, L;

V_l ——发动机工作容积或发动机排量, L。

升功率是从发动机有效功率出发,对其工作容积的利用率进行评价,是评价发动机整机动力性能和强化程度的指标。

4. 有效燃油消耗率

单位有效功率的耗油量称为有效燃油消耗率,也称有效比油耗或有效耗油率,用 g_e 表示,单位为 $g/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。很明显,有效燃油消耗率越低,发动机的经济性越好。

$$g_e = \frac{G_t \times 10^3}{P_e} \quad (\text{g}/\text{kW} \cdot \text{h})$$

式中: G_t ——发动机每小时耗油量, kg/h ;

P_e ——发动机有效功率, kW。

二、发动机特性

当发动机运转的工作状况变化时,其性能指标也随之变化。所谓发动机特性,即发动机性能指标随发动机调整情况和运转工作状况而变化的关系,表示其变化规律的曲线称为发动机特性曲线。

1. 发动机工况

发动机工作状况简称为发动机工况,一般是用它的功率与曲轴转速来表征的,有时也可用负荷与曲轴转速来表征。

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

在同一转速下,节气门开度愈大表示负荷愈大,但是两者并不成比例。

2. 发动机速度特性

发动机速度特性是指在负荷保持不变时,发动机的性能指标(有效转矩 M_e 、有效功率 P_e 、有效燃油消耗率 g_e 、排气温度 T_r 、每小时耗油量 G_t)随转速 n 变化的关系。

以发动机转速 n 为横坐标,以发动机性能指标 M_e 、 P_e 、 g_e 、 T_r 、 G_t 为纵坐标,可绘出发动机速度特性曲线,从而可确定在一定的负荷下,发动机性能指标与转速的关系。图 1-8 为某 6135ZG 柴油机在某一负荷下的速度特性曲线。

3. 发动机负荷特性

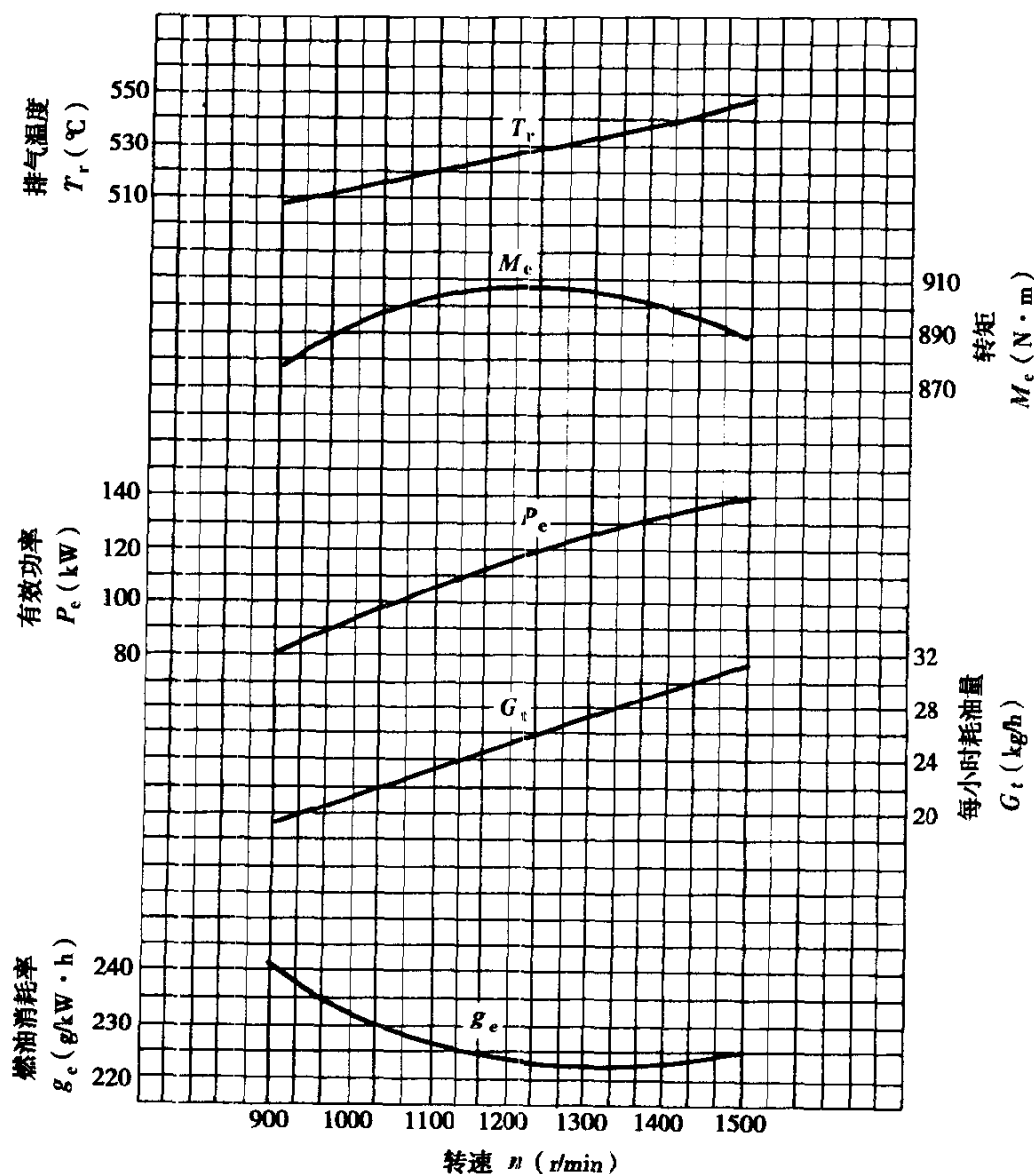


图 1-8 柴油机速度特性曲线