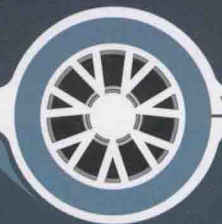


职业教育汽车专业技能培训规划教材

ZHIYE JIAOYU QICHE ZHUANYE JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI



汽车发动机 构造与检修



■ 曹翌 主编

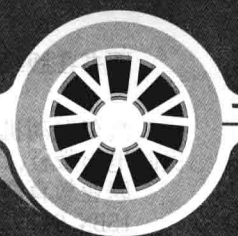
刘小兵 豆红波 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

职业教育汽车专业教材

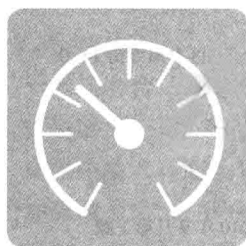
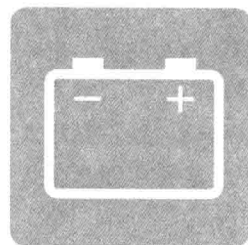
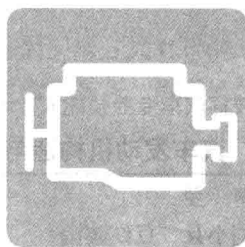
ZHIYE JIAOYU QICHE ZHUANYE JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI



汽车发动机 构造与检修

■ 曹翌 主编

刘小兵 豆红波 副主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

汽车发动机构造与检修 / 曹翌主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2010. 9 (2011.1 重印)
职业教育汽车专业技能人才培养规划教材
ISBN 978-7-115-23514-5

I. ①汽… II. ①曹… III. ①汽车—发动机—构造—职业教育—教材②汽车—发动机—车辆修理—职业教育—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第165937号

内 容 提 要

本书介绍汽车发动机的基本构造和常见故障的检修方法。本书共分为 9 个课题, 主要内容包括发动机总体构造, 曲柄连杆机构, 配气机构, 汽油机燃料供给系, 柴油机燃料供给系, 进、排气系统, 润滑系统, 冷却系统, 发动机装配与调试。

本书可作为职业院校汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车技术服务与营销、汽车制造与装配技术等相关专业的教材, 也可供汽车维修与检测技术人员参考。

职业教育汽车专业技能人才培养规划教材

汽车发动机构造与检修

-
- ◆ 主 编 曹 翌
副 主 编 刘小兵 豆红波
责任编辑 曾 斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12.75 2010 年 9 月第 1 版
字数: 326 千字 2011 年 1 月河北第 2 次印刷

ISBN 978-7-115-23514-5

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154



前言

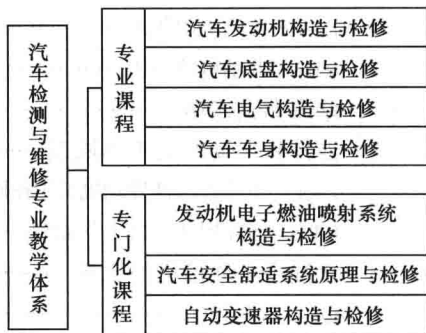
PREFACE

随着国内汽车保有量的增长和汽车制造技术的迅速提高,职业院校汽车专业课程教学存在的主要问题是传统的教学方式与现代汽车维修的职业需求差异加大。本系列教材的编写尝试打破原来的学科知识体系,按现代汽车维修职业需求来构建汽车检测与维修专业的教学体系,如下面的框图所示。

本书是依据汽车运用与维修技术领域和职业岗位的技能要求而编写的。简化了烦琐的理论分析,突出结构、维修、检测以及故障诊断内容的讲练结合,力求与职业资格标准相衔接,有较强的岗位针对性和实用性。

本书内容主要包括发动机总体构造,曲柄连杆机构,配气机构,汽油机燃料供给系,柴油机燃料供给系,进、排气系统,润滑系统,冷却系统,发动机装配与调试。通过本书的学习,学生将掌握发动机基本知识并具备基本的检修技能,掌握现代汽车的检修流程、先进的检测技术和故障分析方法。

本课程的教学时数为 54 学时,各课题的参考教学课时见以下的课时分配表。



课 题	课 程 内 容	课 时 分 配 (一体化教学)
课题 1	发动机总体构造	6
课题 2	曲柄连杆机构	10
课题 3	配气机构	10
课题 4	汽油机燃料供给系	4
课题 5	柴油机燃料供给系	10
课题 6	进、排气系统	4
课题 7	润滑系统	2
课题 8	冷却系统	4
课题 9	发动机装配与调试	4
	课 时 总 计	54

本书可作为职业院校汽车检测与维修技术、汽车电子技术、汽车技术服务与营销、汽车制造与装配技术等相关专业的教材,也可供汽车维修与检测技术人员使用和参考。

本书由曹翌任主编,豆红波、刘小兵任副主编。本书的编写得到课题组全体人员的指导和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳切希望广大读者批评指正。

编者

2010 年 6 月



课题1 发动机总体构造..... 1

1.1 发动机的作用与分类..... 1

1.1.1 发动机的作用..... 1

1.1.2 发动机的分类..... 2

1.2 基本名词术语..... 3

1.3 四冲程发动机的工作原理..... 4

1.3.1 四冲程汽油发动机的工作原理..... 4

1.3.2 四冲程柴油机工作原理..... 5

1.4 汽油机与柴油机的比较..... 5

1.4.1 相同点..... 6

1.4.2 不同点..... 6

1.5 二冲程发动机工作原理..... 6

1.5.1 二冲程汽油发动机工作原理..... 6

1.5.2 二冲程柴油发动机工作原理..... 7

1.6 发动机总体构造..... 7

1.6.1 两大机构..... 7

1.6.2 五大系统..... 8

1.6.3 发动机型号的编制规则..... 8

1.7 发动机主要性能指标及工作特性..... 9

1.7.1 发动机主要性能指标..... 9

1.7.2 发动机工作特性..... 9

课题2 曲柄连杆机构..... 12

2.1 机体组..... 12

2.1.1 气缸盖..... 13

2.1.2 气缸体..... 14

2.1.3 气缸套..... 15

2.1.4 气缸垫..... 17

2.1.5 油底壳..... 17

2.2 活塞连杆组..... 17

2.2.1 活塞..... 18

2.2.2 活塞销..... 18

2.2.3 活塞环..... 19

2.2.4 连杆..... 19

2.2.5 连杆轴瓦..... 19

2.3 曲轴飞轮组..... 20

2.4 工作原理..... 20

2.4.1 曲拐布置与多缸发动机的工作顺序..... 21

2.4.2 飞轮..... 23

2.5 发动机拆检..... 24

2.5.1 气缸盖的拆检..... 24

2.5.2 气缸体的检修..... 25

2.5.3 气缸的检修..... 26

2.5.4 活塞的检修..... 28

2.5.5 活塞环的选配..... 29

2.5.6 活塞销的检修..... 31

2.5.7 连杆的检修与装配..... 31

2.5.8 曲轴的检修..... 36

2.5.9 曲轴主轴轴承的选配..... 38

2.5.10 飞轮及飞轮壳的检修..... 38

2.6 曲柄连杆机构的异响诊断..... 40

2.6.1 曲轴主轴轴承响..... 40

2.6.2 连杆轴承响..... 41

2.6.3 活塞敲缸响..... 42

2.6.4 活塞销响..... 42

课题3 配气机构..... 44

3.1 配气机构概述..... 44

3.1.1 配气机构的功用..... 44

3.1.2 配气机构的分类..... 44

3.1.3 配气机构的组成与工作情況..... 47

3.1.4 气门间隙..... 48

3.1.5 实践	50	工作情况	87
3.2 配气相位	50	5.2 柴油机燃料供给系的拆装	87
3.3 气门组	52	5.3 柴油机燃料供给系混合气形成装置	90
3.3.1 气门	53	5.3.1 可燃混合气的形成与燃烧过程	90
3.3.2 气门座与气门座圈	56	5.3.2 燃烧室	91
3.3.3 气门导管	59	5.3.3 喷油器	93
3.3.4 气门弹簧	60	5.3.4 喷油器的拆装	95
3.4 气门传动组	61	5.3.5 喷油器的维护	97
3.4.1 凸轮轴	61	5.3.6 喷油器的检修	98
3.4.2 凸轮轴的检修	63	5.3.7 喷油泵	99
3.4.3 挺柱	63	5.3.8 柱塞式喷油泵的拆装	104
3.4.4 推杆	65	5.3.9 柱塞式喷油泵的维护	106
3.4.5 摇臂组件	66	5.3.10 柱塞式喷油泵的检修	106
3.5 配气机构的异响诊断	67	5.3.11 柱塞式喷油泵在柴油机上的安装	107
课题4 汽油机燃料供给系统	70	5.3.12 分配式喷油泵	107
4.1 燃料供给系统概述	70	5.3.13 VE 分配泵的拆装与维护	111
4.1.1 车用汽油	70	5.3.14 两速调速器	115
4.1.2 汽油机燃料供给系的功用和类型	72	5.3.15 调速器的拆装与诊断	121
4.1.3 可燃混合气的形成和燃烧过程	73	5.3.16 全速调速器	122
4.1.4 汽油机的燃烧过程	74	5.4 联轴器及供油提前角调节装置	124
4.1.5 可燃混合气浓度对发动机性能的影响	75	5.4.1 联轴器	124
4.2 现代化油器基本结构	77	5.4.2 供油提前角调节装置	126
4.2.1 主供油装置	77	5.4.3 机械离心式喷油提前角自动调节器的拆装与维护	127
4.2.2 怠速装置	78	5.5 燃料供给系辅助装置	128
4.2.3 加浓装置	79	5.5.1 输油泵	128
4.2.4 加速装置	80	5.5.2 柴油滤清器	130
4.2.5 起动装置	81	5.5.3 油水分离器	133
4.3 辅助装置	81	5.5.4 柴油机的起动辅助装置	133
课题5 柴油机燃料供给系	84	5.6 燃料供给系常见故障的诊断	134
5.1 燃料供给系概述	84	5.6.1 柴油机起动困难	135
5.1.1 柴油	84	5.6.2 柴油机动力不足	135
5.1.2 柴油机燃料供给系的功用与组成	86	5.6.3 个别缸不工作或工作不良	137
5.1.3 柴油机燃料供给系的		5.6.4 发动机转速不稳	138
		课题6 进、排气系统	140
		6.1 进、排气系统概述	140

6.2 进气系统	140	7.3.2 常见故障	171
6.2.1 进气系统的功用与组成	140	课题 8 冷却系统	174
6.2.2 进气系统的主要部件	141	8.1 冷却系统概述	174
6.2.3 进气系统的检修	145	8.1.1 冷却系统的功用	174
6.3 排气系统	145	8.1.2 冷却系统的类型、组成及 工作原理	175
6.3.1 排气系统的功用与类型	145	8.1.3 冷却液	178
6.3.2 排气系统的主要部件	146	8.2 主要机件	179
6.3.3 排气系统的检修	147	8.2.1 水泵	179
6.4 发动机进气增压	147	8.2.2 散热器	180
6.4.1 概述	147	8.2.3 膨胀水箱	182
6.4.2 废气涡轮增压	148	8.2.4 节温器	183
6.4.3 径流式废气涡轮增压器的 拆装、维护与检测	151	8.2.5 百叶窗	186
6.4.4 中间冷却器	155	8.2.6 风扇	187
6.4.5 机械增压	155	8.3 冷却系常见故障的诊断	189
6.4.6 进气谐波增压	156	课题 9 发动机装配与调试	191
课题 7 润滑系统	157	9.1 发动机的装配与调试	192
7.1 润滑系统概述	157	9.1.1 发动机装配注意事项	192
7.1.1 润滑系的功用与润滑方式	157	9.1.2 装配顺序与调整	193
7.1.2 润滑系的组成	158	9.2 发动机的磨合	195
7.1.3 润滑系的油路	159	9.2.1 发动机磨合的意义	195
7.1.4 发动机用机油	159	9.2.2 磨合试验设备	196
7.2 润滑系主要机件	163	9.2.3 磨合规范	197
7.2.1 机油泵	163	9.3 发动机总成修理监工技术条件	198
7.2.2 机油滤清器	165	9.3.1 一般技术要求	198
7.3 润滑系常见故障的诊断	170	9.3.2 主要使用性能	198
7.3.1 概述	170		

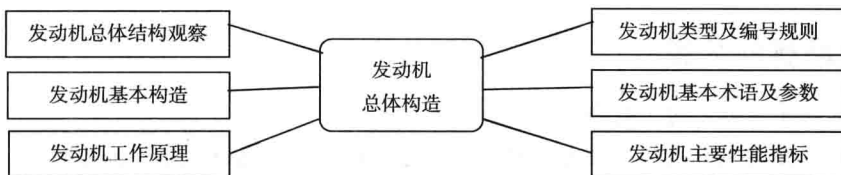
发动机总体构造



学习目标

1. 会描述往复式发动机的基本结构及工作原理。
 2. 会描述发动机的总体构造。
 3. 知道发动机的类型和编号规则。
 4. 会区分基本术语和主要技术参数。
 5. 知道发动机主要性能指标和工作特性。
- 建议完成本课题学习任务为 6 课时

任务内容组成



1.1

发动机的作用与分类

1876 年，德国人奥托发明了往复活塞式四冲程汽油机并投入使用。

1892 年，德国工程师狄塞尔发明了压燃往复活塞式四冲程柴油机并投入使用。

1956 年，德国人汪克尔发明了转子变动转子式发动机并投入使用。

1.1.1 发动机的作用

发动机（见图 1-1）是汽车的动力源，是将其他形式的能量转变为机械能的机器。

发动机的作用是把输入气缸内燃烧产生的热能转变为机械能并输出机械动力。现代汽车广泛采用往复活塞式发动机，一般由曲柄连杆机构、配气机构、冷却系统、润滑系统、燃料供给系统、点火系统（汽油发动机用）、起动系统等部分组成。



图 1-1 发动机

1.1.2 发动机的分类

发动机的分类方法有以下几种。

(1) 按使用燃料不同分为汽油发动机、柴油发动机和气体燃料发动机 3 大类。

(2) 按工作循环分为四冲程发动机和二冲程发动机两大类。四冲程发动机指发动机在一个循环工作过程中，活塞往复四个行程并对外做功一次的发动机；二冲程发动机指发动机在一个循环工作过程中，活塞往复两个行程并对外做功一次的发动机。

(3) 按气门位置分为顶置气门式发动机和侧置气门式发动机。

(4) 按气缸排列分为直列式发动机、V 型发动机和 W 型发动机。

(5) 直列式（单列式）发动机的各个气缸排成一列，一般采用垂直布置。为了降低发动机的高度，有时也把气缸布置成倾斜的（倾斜式）甚至水平的（对置式）。这种发动机气缸体结构简单，加工容易，但长度和高度较大。一般六缸以下发动机多采用单列式。V 型发动机将气缸排成两列，其气缸夹角小于 180° ，特点是缩短了发动机的长度，降低了发动机的高度，增加了气缸体的刚度，质量有所减轻，但宽度增加，形状复杂，加工困难，一般用于大功率多缸发动机上。W 型发动机是在 V 型发动机的基础上将两侧的气缸进行小角度错开而形成的。这种发动机缩短了长度，降低了高度，曲轴也可更短些，质量也可轻些，但宽度却更大了。由于发动机由一个整体分为两部分，运动时振动很大。

(6) 按气缸数分为单缸发动机和多缸发动机。

(7) 按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机。

(8) 按照进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气（非增压）式发动机和强制进气（增压式）发动机。

(9) 按活塞的工作方式分为往复式发动机和转子发动机。往复式发动机的活塞只做直线往复运动，而转子发动机则通过活塞在气缸内的旋转来带动发动机主轴旋转。

1.2

基本名词术语

(1) 上止点：活塞离曲轴回转中心最远处，即活塞的最高位置（见图 1-2）。

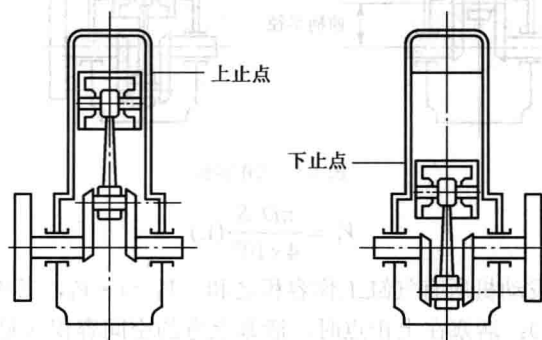


图 1-2 上止点、下止点

(2) 下止点：活塞离曲轴回转中心最近处，即活塞的最低位置（见图 1-2）。

(3) 活塞行程 S ：上止点、下止点之间的距离，单位为 mm（见图 1-3）。

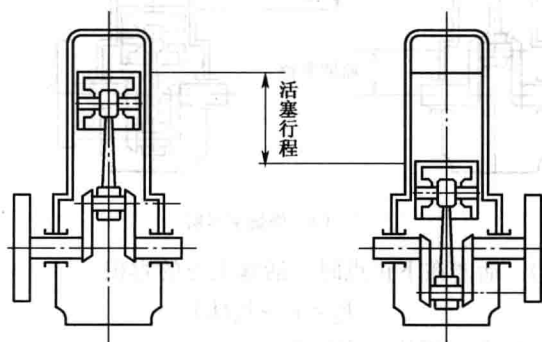


图 1-3 活塞行程

(4) 曲柄半径 R ：曲柄销中心到曲轴回转中心的距离（见图 1-4）。

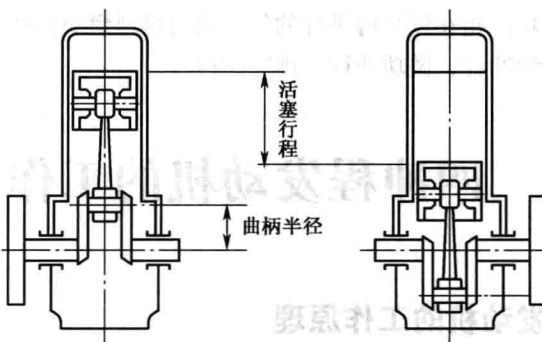


图 1-4 曲柄半径

(5) 气缸工作容积 (V_h): 活塞从上止点到下止点所让出的空间容积, 单位为 L (见图 1-5)。

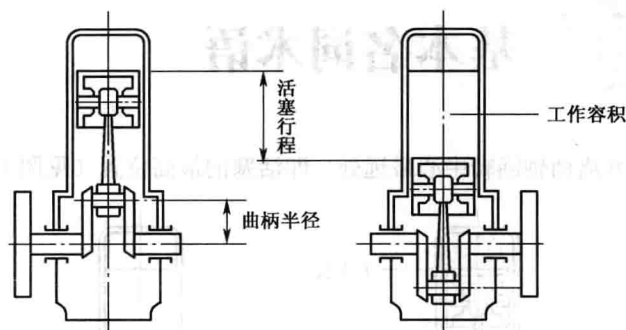


图 1-5 工作容积

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

发动机排量 (V_L): 发动机所有气缸工作容积之和。 $V_L = i \cdot V_h$, 其中 i 为缸数。

(6) 燃烧室容积 (V_c): 活塞在上止点时, 活塞上方的空间容积 (见图 1-6)。

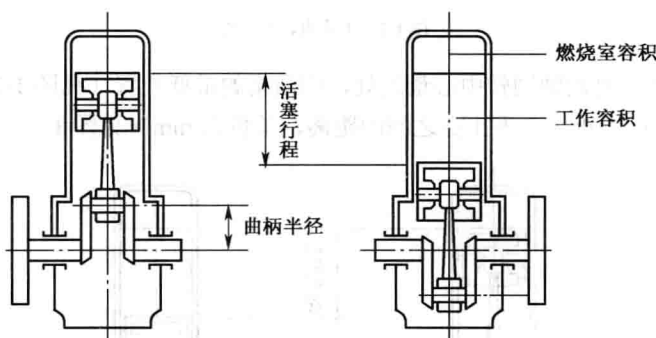


图 1-6 燃烧室容积

(7) 气缸总容积 (V_a): 活塞在下止点时, 活塞上方的容积。

$$V_a = V_c + V_h (\text{L})$$

(8) 压缩比 ε : 气缸总容积与燃烧室容积的比值。

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c} (\text{L})$$

(9) 发动机的工作循环: 指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 (进气冲程、压缩冲程、做功冲程、排气冲程)。

1.3

四冲程发动机的工作原理

1.3.1 四冲程汽油发动机的工作原理

活塞往复 4 个冲程完成一个循环的发动机称为四冲程发动机。每个循环由进气冲程、压缩冲

程、做功冲程和排气冲程 4 个冲程组成。发动机工作原理如图 1-7 所示。

ra 线：进气冲程。进气门打开，排气门关闭，活塞从上止点下行到下止点，利用真空度使可燃混合气进入气缸。此时，瞬间气体压力 $p = 0.075 \sim 0.09\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 370 \sim 440\text{K}$ 。

ac 线：压缩冲程。进气门、排气门均关闭，活塞从下止点上行到上止点，对进入气缸的混合气进行压缩。此时，瞬间气体压力 $p = 0.6 \sim 1.2\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 600 \sim 800\text{K}$ 。

czb 线：做功冲程。进气门、排气门均关闭，进入气缸的可燃混合气燃烧，产生高温高压气体使活塞从上止点迅速向下止点下行。此时，瞬间气体压力 $p = 3 \sim 5\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 2\,200 \sim 2\,800\text{K}$ 。

br 线：排气冲程。进气门关闭，排气门打开，活塞从下止点向上止点上行，将燃烧后的废气排出。此时，气体压力 $p = 0.105 \sim 0.115\text{MPa}$ ，气体温度 $T = 900 \sim 1\,200\text{K}$ 。

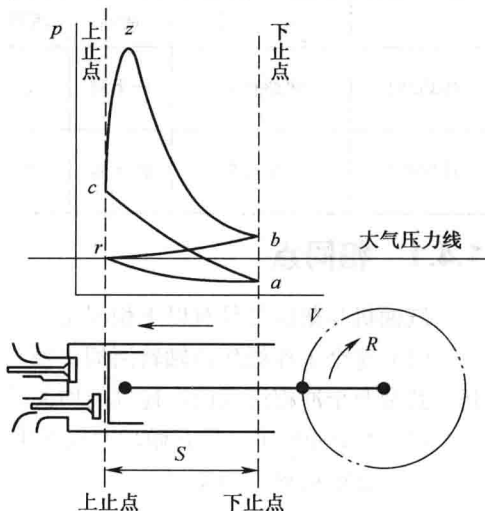


图 1-7 发动机工作原理图

1.3.2 四冲程柴油机工作原理

进气冲程：进气门打开，排气门关闭，活塞从上止点下行到下止点，利用真空度使空气进入气缸。此时，瞬间气体压力 $p = 0.075 \sim 0.09\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 320 \sim 350\text{K}$ 。

压缩冲程：进气门、排气门均关闭，活塞从下止点上行到上止点，对进入气缸的混合气进行压缩。此时，瞬间气体压力 $p = 3 \sim 5\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 800 \sim 1\,000\text{K}$ 。

做功冲程：进气门、排气门均关闭，进入气缸的可燃混合气燃烧，产生高温高压气体使活塞从上止点迅速向下止点下行。此时，瞬间气体压力 $p = 5 \sim 10\text{MPa}$ ，瞬时气体温度 $T = 1\,800 \sim 2\,200\text{K}$ 。

排气冲程：进气门关闭，排气门打开，活塞从下止点向上止点上行，将燃烧后的废气排出。此时，气体压力 $p = 0.105 \sim 0.125\text{MPa}$ ，气体温度 $T = 800 \sim 1\,000\text{K}$ 。

1.4

汽油机与柴油机的比较

汽油机与柴油机的比较如表 1-1 所示。

表 1-1

汽油（柴油）发动机工作循环情况对比表

	作 用	曲轴	活塞	进气门	排气门	压 力	温 度
进气冲程	吸入新鲜混合气	转半圈	↓	开	关	$0.075 \sim 0.09\text{MPa}$ ($0.075 \sim 0.095\text{MPa}$)	$370 \sim 400\text{K}$ ($320 \sim 500\text{K}$)
压缩冲程	提高燃烧速度	转半圈	↑	关	关	$0.6 \sim 1.2\text{MPa}$ ($3 \sim 5\text{MPa}$)	$600 \sim 700\text{K}$ ($800 \sim 1\,000\text{K}$)

续表

	作用	曲轴	活塞	进气门	排气门	压力	温度
作功冲程	燃烧作功	转半圈	↓	关	关	Max3~5MPa (Max5~10MPa)	Max2 200~2 800K (Max1 800~2 200K)
排气冲程	排出废气	转半圈	↑	关	开	0.105~0.115MPa (0.105~0.115MPa)	900~1 200K (800~1 000K)

1.4.1 相同点

汽油机与柴油机具有以下相同点。

- (1) 每个工作循环曲轴转两周，每一冲程曲轴转半周，进气冲程进气门开，排气冲程排气门开，其余两个冲程进气门、排气门均关闭。
- (2) 4 个冲程中，只有做功冲程产生动力，其余 3 个冲程消耗能量。
- (3) 必须用外力起动。
- (4) 工作循环基本内容相似，主要机件的运动相同，结构基本相同。

1.4.2 不同点

汽油机与柴油机具有以下不同点。

- (1) 混合气的形成方式不同，汽油机是缸外混合，柴油机是缸内混合。
- (2) 点火方式不同，汽油机为点燃式，柴油机为压燃式。

1.5

二冲程发动机工作原理

1.5.1 二冲程汽油发动机工作原理

二冲程汽油发动机工作循环也包括进气、压缩、做功和排气 4 个过程，但它是在活塞往复两个冲程内完成的。如图 1-8 所示为二冲程汽油发动机工作原理图。

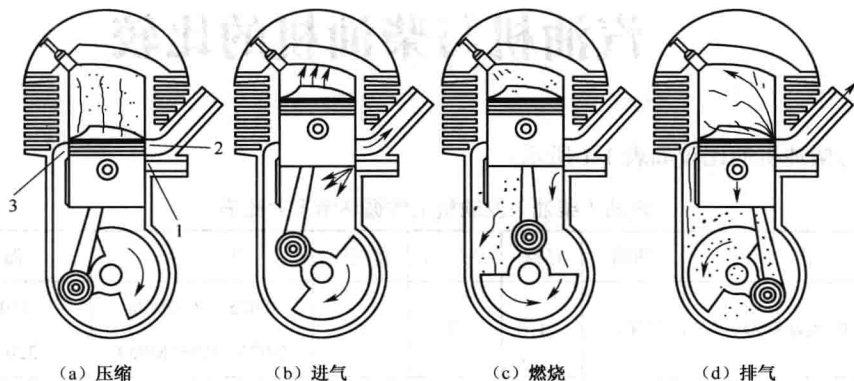


图 1-8 二冲程汽油发动机工作原理图

1—进气孔 2—排气孔 3—扫齐孔

第一冲程：活塞上方进行换气、压缩，活塞下方进气。当关闭换气孔和排气孔时，混合气开始压缩，直至上止点。活塞继续上行，进气孔打开，混合气被吸入曲轴箱内。

第二冲程：活塞上方进行做功、换气，下方预压缩。点燃混合气后，活塞下行，至开闭进气孔，压缩曲轴箱内的混合气。活塞继续下行，排气孔打开，废气排出。换气孔打开，混合气进入并扫气，直至换气孔和排气孔关闭。

1.5.2 二冲程柴油发动机工作原理

二冲程柴油机的工作原理如图 1-9 所示。它与二冲程汽油发动机的工作原理类似，所不同的是柴油机进入气缸的不是可燃混合气，而是纯空气。

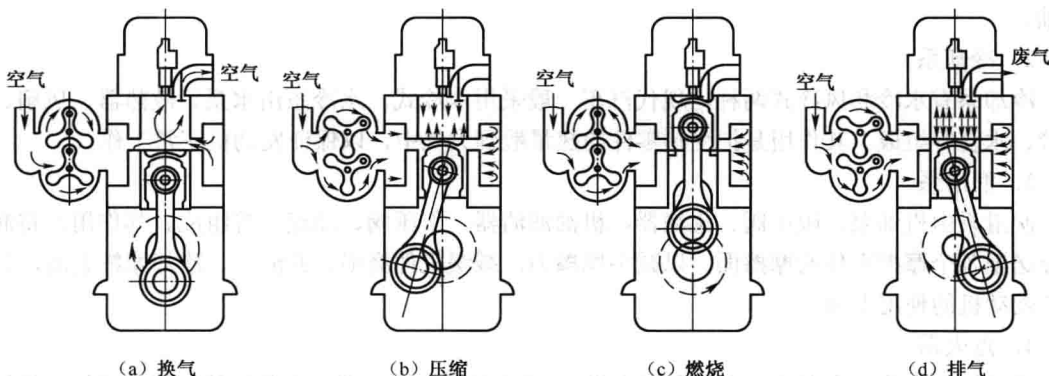


图 1-9 带扫气泵的二冲程柴油机工作原理图

第一冲程：活塞从下止点向上止点运动，进气孔和排气孔均打开，利用扫气泵压入的空气使气缸进行换气。当活塞继续向上运动至进气孔关闭，排气孔也关闭，空气受压缩，当活塞上行到上止点时，喷油器将高压柴油以雾状喷入燃烧室，与高温高压的压缩空气混合后燃烧，使缸压迅速升高。

第二冲程：活塞受压力由上止点向下止点运动，对外做功，当活塞下行到大约 $2/3$ 行程时，排气门打开，排出废气，缸内压力降低，进气孔打开进行换气，换气持续到活塞向上运行到 $1/3$ 行程时进气孔关闭结束。

1.6

发动机总体构造

发动机由“两大机构五大系统”组成，两大机构指曲柄连杆机构和配气机构、五大系统包括燃料供给系、冷却系、润滑系、点火系和起动系。

1.6.1 两大机构

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组 3 部分组成。其功用是将燃料燃烧所产生的热能由活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。

2. 配气机构

由气门组和气门传动组两部分组成。其功用是适时开关进气门、排气门，使可燃混合气及时

充入气缸并及时从气缸中排出废气。

1.6.2 五大系统

1. 燃料供给系

(1) 汽油机燃料供给系。

化油器式燃料供给系由燃油箱、汽油泵、化油器或喷油器、滤清器等组成。其作用是按需要向进气管或气缸内供应适量的燃油。

(2) 柴油机燃料系组成。

由燃油箱、喷油泵、喷油器、滤清器等组成。其作用是在规定时刻向气缸内喷入适量的柴油。

2. 冷却系

冷却系有水冷和风冷式两种，现代汽车一般采用水冷式。水冷系由水泵、散热器、风扇、分水管、水套等组成。其作用是把受热零件的热量散到大气中，以保证发动机正常工作。

3. 润滑系

润滑系由机油泵、限压阀、集滤器、机油滤清器、限压阀、油底壳等组成。其作用是将润滑油分送至各个摩擦零件的摩擦面，以减小摩擦力，减缓机件磨损，并清洗、冷却摩擦表面，从而延长发动机的使用寿命。

4. 点火系

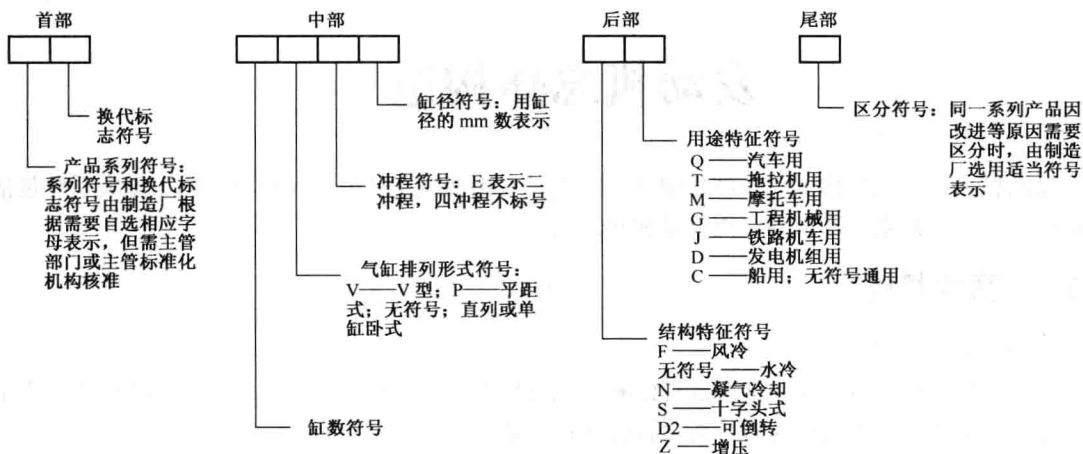
汽油机点火系由电源（蓄电池和发电机）、点火线圈、分电器、火花塞等组成，其作用是按一定时刻向气缸内提供电火花以点燃缸内的可燃混合气。

5. 起动系

起动系由起动机和起动继电器等组成，其作用是带动飞轮旋转以获得必要的动能和起动转速，使静止的发动机起动并转入自行运转状态。

1.6.3 发动机型号的编制规则

内燃机型号编制规则如下所示。



汽油机：

EQ6100-1——表示东风汽车工业公司生产，六缸，四冲程，直列，缸径 100mm，水冷，区分

符号 1 表示为第 1 种类型产品。

B1492QA——表示北京汽车制造厂生产，四缸，四冲程，直列，缸径 92mm，水冷，汽车用，区分符号 A 表示为变型产品。

1E65F——单缸，二冲程，缸径 65mm，风冷，通用型。

柴油机：

CA6110——表示第一汽车集团公司生产，六缸，四冲程，直列，缸径 110mm，水冷，基本型。

YZ6 102Q——表示扬州柴油机厂生产，六缸，四冲程，直列，缸径 102mm，水冷，汽车用，基本型。

12VE230ZCZ——12 缸，二冲程，V 型，缸径 230mm，冰冷，增压，船用主机，主机基本型。

1.7

发动机主要性能指标及工作特性

1.7.1 发动机主要性能指标

评价发动机工作性能的指标有指示指标和有效指标。以工作在气缸内对活塞做功为基础的指标称为发动机指示指标。指示指标用来评价发动机实际工作循环进行的好坏，以及燃料的热能转变为功的完善程度。指示指标在生产和使用中应用不多。以发动机曲轴对外输出功率为基础的指标称为有效指标。在实际生产和使用中，评价发动机性能好坏，以及评价发动机维修质量好坏，都使用有效指标。以下介绍常用的几个发动机有效指标。

1. 有效转矩 M_e 和有效功率 P_e

M_e 和 P_e 是有效动力性指标，用来衡量发动机动力性的大小。 M_e 和 P_e 之间有如下关系：

$$M_e = \frac{60 \times 1000 P_e}{2\pi n} = \frac{9550 P_e}{n} (\text{Nm})$$

式中： n ——发动机转速，单位为 r/min；

P_e ——单位是 kW，可利用测功机和转速计来测定 P_e 的大小。

2. 有效耗油率 g_e

g_e 是有效经济性指标，它是指发动机每发出 1kW 的有效功率，1h 内所消耗的燃油克数。

$$g_e = \frac{G_T}{P_e} \times 10^3$$

式中： G_T ——发动机工作每小时的耗油量，单位为 kg/h。

1.7.2 发动机工作特性

1. 汽油机外特性曲线分析

如图 1-10 所示为 BJ492 汽油机外特性曲线，当发动机转速 $n = n_M$ 时，发动机发出转矩最大；当 $n < n_M$ 或 $n > n_M$ 时，发动机转矩都将减小。

当 $n = n_p$ 时，发动机发出功率最大；当 $n < n_p$ 或 $n > n_p$ 时，发动机功率都减小。当 $n = n_g$ 时，发动机有效耗油率最小；当 $n < n_g$ 或 $n > n_g$ 时，有效耗油率都将增大。

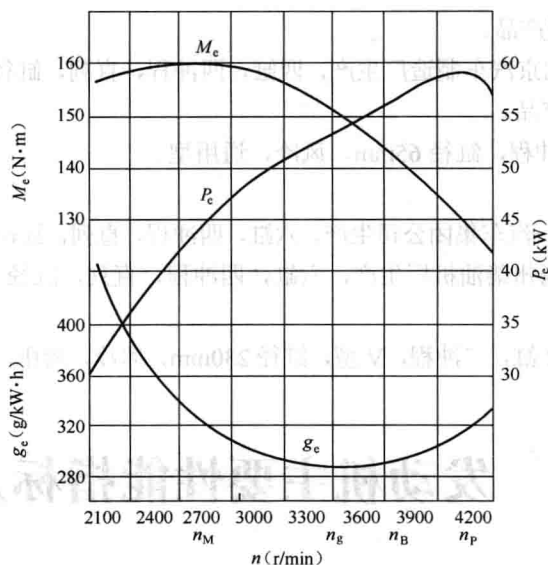


图 1-10 BJ492 汽油机外特性曲线图

由以上分析可知,一般汽油机工作范围应在 n_p 与 n_M 之间,当 $n > n_p$ 时,汽油机的动力性、经济性和可靠性均大大下降,因而不能使用;当 $n < n_M$ 时,汽油机工作不稳定,也不能使用,在 $n_p \sim n_M$ 转速范围内,从经济性角度看,其经济性较好。

2. 柴油机外特性曲线分析

图 1-11 所示为 6120Q 柴油机外特性曲线图,由图分析可知,发动机转矩 M_e 随发动机转速 n 的增加而缓慢增加,在中等转速范围内, M_e 随 n 变化很小;在高速时, M_e 随 n 的增加而降低,这样柴油机的转矩曲线就比较平缓,这对柴油机运转的稳定性和克服超载能力是不利的。为此,柴油机必须通过调速器中的油量校正装置来改造柴油机外特性转矩曲线。

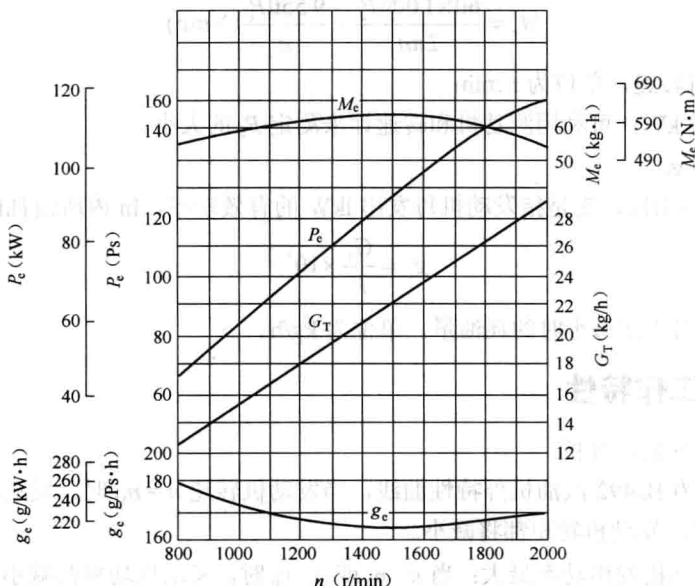


图 1-11 6120Q 柴油机外特性曲线图