

双元制培训机械专业理论教材

机械工人专业工艺

——汽车机械工分册

双元制培训机械专业理论教材编委会 编



afz



机械工业出版社

本书是技工学校推行双元制办学体制的汽车专业理论教材。其内容由汽车概述、汽车发动机、汽车底盘、汽车车身和汽车电器五部分组成,分别讲述了汽车发展史及一般基础概念;发动机、底盘、车身的一般构造、工作原理和维修常识;汽车电源和用电设备。本书收集了国外现代汽车的有关先进技术信息,并与国内的汽车行业实际情况相结合,综合讲述了汽车基本的理论知识,是一本供技工学校师生及汽车修理人员、驾驶员、管理人员学习的汽车专业理论知识教材。

本书由高兰照、俞翔福主编。其中高兰照编写第1、2章;俞翔福、俞美华编写第3、4章;潘建中编写第5章。全书由李李炫主审。

图书在版编目(CIP)数据

机械工人专业工艺——汽车机械工分册/双元制培训机械
专业理论教材编委会编. —北京:机械工业出版社, 1996. 8
双元制培训机械专业理论教材
ISBN 7-111-05131-9

I. 机… II. 双… III. ①金属加工-工艺-技工学校-教材
②汽车-制造-金属加工-工艺-技术学校-教材 IV. ①TH
②U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 04712 号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码 100037)
责任编辑:吴天培 版式设计:冉晓华 责任校对:张佳
封面设计:姚毅 责任印制:卢子祥
三河永和印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
1996年8月第1版第1次印刷
787mm×1092mm/16·15.5印张·374千字
0 001—3 000 册
定价21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

双元制培训机械专业理论教材编委会

主 任 孙宝源 李李炫

副主任 董无岸 王昌平 钱鸣皋

委 员(按姓氏笔划排列)

上官家桂 王山平 吴天培

张松文 贾文鹏 蒋建华

顾 问 [德] 海因茨—京特尔·克莱姆(H—G. klem)

前 言

“双元制”是德国等发达国家发展职业技术教育的一种先进的办学体制，被誉为二战后德国经济腾飞的“秘密武器”，其特点是企业与职业学校合作共同完成培养人才的任务。培训以企业为主，因此培养出来的人才能满足企业的要求；学习理论与学习技能，以技能为主，既注重基础技能的培养，更注重专业技能的训练，培养出来的是复合型实用人才；同时注重对学生解决问题的能力 and 社交能力的培养，以适应现代化大生产共同合作完成培训任务的要求。

改革开放以来，我国许多省、市和企业先后引进或借鉴“双元制”办学经验，培养出了一大批受企业欢迎的、掌握现代科技技能的复合型技工。这株由日尔曼民族培育出的美丽奇葩，一经移栽到华夏大地的沃土之上即开放出鲜艳夺目的花朵。实践证明“双元制”基本适合我国的国情，并具有强大的生命力。但是，由于多年来没有完整的、系统的、既能反映“双元制”的特点，又适合我国国情的培训教材，已成为阻碍“双元制”在我国推广和发展的原因之一。为此天津中德培训中心和上海大众汽车有限公司在机械工业出版社的支持下编写了这套双元制机械专业理论课培训教材。它包括《机械工人专业计算》、《机械工人专业制图》、《机械工人专业制图习题集》和《机械工人专业工艺》（包括五个分册：“基础分册”、“机械切削工分册”、“工模具制造工分册”、“机械维修工分册”和“汽车机械工分册”）。在编写中我们特别注重保持“双元制”教材的特点，即保持教材内容的先进性、适用性、多样性以及形式的直观性，又特别注重结合我国的国情；注重专业理论为专业技能服务的基本原则和注重对学生专业能力、解决问题的能力 and 社交能力的培养。但是，由于我们实践的时间较短，对教材内容的选择、内容的深度和广度的把握缺乏经验，难免会详略不当、深浅不宜，对形式的选用也会有欠妥之处。因此，希望读者能提出宝贵意见，使其日趋正确、不断完善和适合读者的需要，以期为国家培养出更多、更好的复合型实用人才。

双元制培训机械专业理论教材编委会

1994年12月

目 录

前言

1 汽车概述	1
1.1 汽车的发展	1
1.2 汽车的类型、定则和概念	2
2 汽车发动机	6
2.1 发动机概述	6
2.2 四行程汽油机的工作原理	9
2.3 曲柄连杆机构	14
2.4 配气机构	27
2.5 冷却系	35
2.6 润滑系	42
2.7 燃料系	49
2.8 汽油机喷射装置	70
2.9 柴油机的基本工作原理	82
2.10 柴油机喷射装置	88
2.11 二行程发动机的基本工作	

原理与结构	100
3 汽车底盘	106
3.1 传动系	106
3.2 行驶系	151
3.3 转向系	166
3.4 制动系	174
4 汽车车身	191
4.1 车身的功用	191
4.2 车身的构成	191
4.3 车身壳体的结构及门窗	195
5 汽车电器	199
5.1 铅蓄电池	199
5.2 发电机	202
5.3 起动机	206
5.4 点火系统	211
5.5 柴油机预热系统	235

1 汽车概述

1.1 汽车的发展

人类对汽车梦想有着数千年长的历史。在发明轮子后不久(约公元前4000年),人们就从事开发一种既不靠人力也不靠畜牲,人就能够移动的车辆。

一辆最早描述的蒸汽车辆起源于1678年。图1-1是由杰西托帕特尔·费迪南德·费密兹特设计并在1775年制作的蒸汽车辆模型。

随着詹姆斯·瓦特(英国机械师和发明家,1736—1819)在1768年发明了蒸汽机以后,才开始了当今汽车的真正发展。

1769年至1770年尼古拉斯·约瑟福·柯诺特(法国工程师,1725—1804)建造了一辆由蒸汽机驱动的三轮车。这辆车的最高速度可以达到4km/h,并能运送7t以下的货物。

1801年由理查德·特雷威蒂克(英国发明家,1771—1833)建造了第一部真正的蒸汽机公共汽车用以运送乘客。

1816年发明了转向节转舵装置。

1862年尼古拉斯·奥古斯特·奥托(德国商人和发明家,1832—1891)根据四行程发动机的工作原理,制造了第一台四行程发动机,但实验证明不可靠。接着奥托转而从事汽轮机的继续研究。

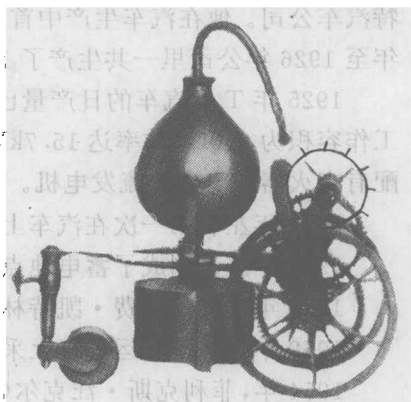


图 1-1 1775 年的蒸汽车辆模型

1867年尼古拉斯·奥古斯特·奥托和奥根·朗根(德国发明家,1833—1895)在巴黎国际展览会上展出了功率为1.5kW的气体发动机。通过燃烧时膨胀的气体高速推动活塞,使下行活塞的功率通过齿条和齿轮转换成有用功。它的缺点是发动机结构高大。

1868年西格弗里德·马尔科斯(奥地利发明家,1831—1891)设计了一台四行程汽油发动机,在1875年用这种发动机驱动车辆。但是,他的这项发明最后没有获得成功。

1875年引进了液体燃料,发明了表面蒸发式化油器。

1876年尼古拉斯·奥古斯特·奥托制造了一台可靠的四行程发动机。1877年他取得了四行程发动机的专利。

1882年哥特里伯·戴姆勒(德国工程师,1834—1900)和威尔海姆·迈巴赫(德国设计师,1846—1929)在康城建立了一个公司专门生产小型汽油发动机。

1883年哥特里伯·戴姆勒得到了最先生产高速运行汽油发动机的专利权。这种发动机的转速可以达到500~900r/min,操纵气体转换是用凸轮和气门。它的功率达0.36kW。

1885年威尔海姆·迈巴赫开发了浮子式化油器。

1885年卡尔·本茨(德国工程师,1844—1929)申请了他的世界上第一辆汽车的专利。1886年这种汽车开始试运行。这辆三轮本茨汽车有一个发动机,活塞的工作容积0.9L,转速400r/min,功率0.65kW。

同一年,哥特里伯·戴姆勒也介绍了他的四轮发动机汽车,这辆汽车的活塞工作容积 0.46L,转速 600r/min,功率 0.81kW。

1889 年邓录普公司首次在市场上推出了第一个汽车充气轮胎。

1892 年,鲁道夫·狄塞尔(德国工程师,1858—1913)最早得到了压缩点火发动机的专利。1897 年第一台狄塞尔发动机开始使用。

1900 年左右,法国开始利用戴姆勒专利批量生产了第一批汽车。在本哈特、勒伐索、雷诺特等一些公司生产的汽车已经装有圆锥形离合器、四档变速齿轮装置和链式传动。

1901 年第一辆梅赛德斯汽车驶离了戴姆勒工厂。汽车发动机的功率约 30kW,转速为 1100r/min。发动机装有节气门,并有一个电池点火装置和蜂巢式散热器。这些汽车写上了奥地利大商人埃米尔·杰里芮克的女儿梅赛德斯的名字。

1902 年罗伯特·波许(德国企业家,1861—1942)开发了第一个高压—电池点火器。

1903 年,亨利·福特(美国工程师,1863—1947)创立了福特汽车公司。他在汽车生产中首次采用了流水线作业。从 1907 年至 1926 年公司里一共生产了 1500 万辆 T 型汽车,见图 1-2。

1925 年 T 型汽车的日产量已达 9000 辆。它的发动机活塞工作容积为 2.9L,功率达 15.7kW,转速为 1800r/min。发动机配有点火器和一个交流发电机。T 型汽车的时速可达 70km/h。

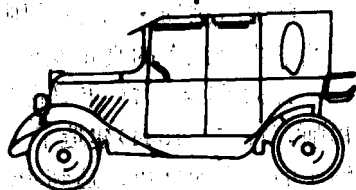


图 1-2 福特 T 型汽车

1920 年左右第一次在汽车上装有液压制动器。另外还开始用感应脉冲试验高压点火。

1925 年波许制成了蓄电池点火装置。

1926 年,查尔斯·凯特林(美国工程师,1876—1956)设计了第一个同步传动器。

1952 年在赛车和运动车上采用了汽油喷射装置。

1954 年,菲利克斯·汪克尔(德国工程师,1902 年出生)设计了一台三角转子发动机。1964 年这种发动机已批量生产。

1974 年在德国开始大规模生产无触点的晶体管点火装置。

1978 年在汽车上安装了防抱死制动装置(ABS)。

1982 年在汽车发动机上采用了 Motronic。

1984 年在欧洲市场上开发和试制了废气催化剂。引用了无铅汽油。

1.2 汽车的类型、定则和概念

汽车是机械驱动的不受轨道约束的陆上交通运输工具。

1.2.1 汽车的分类

1. 单轮辙汽车 所有双轮摩托车(包括加装跨斗车)均被视为单轮辙车辆。表 1-1 所示为双轮摩托车的不同种类和特点。

表 1-1 双轮摩托车的种类

	摩托车 并膝驾驶,用脚踏起动器曲柄的摩托车
--	----------------------------------

(续)

	小型摩托车 不用并膝，不用脚踏起动器曲柄的摩托车。
	备有辅助发动机的自行车(轻便摩托车，机动自行车) 备有有限排量，近似自行车的摩托车。

2. 多轮辙汽车 按汽车的使用目的可分为：

- (1) 轿车 是指按汽车的结构形式能运送 9 人以下及其行李的车辆。
- (2) 客车 是运送 9 人以上以及相应行李的车辆。
- (3) 货车 根据结构形式和装置用以运送货物，并按规定的载质量装载的，称为货车或载货汽车。
- (4) 专用汽车 是指按规定运送货物或人员或完成特殊工作任务的有着特别结构的汽车。
- (5) 牵引车 是主要设计用以牵引拖车车辆的汽车。

1.2.2 汽车投入运行的法定规则

在道路上运行的车辆必须得到交通管理部门的批准。获得批准的车辆须得到运行许可证及官方执照。

如果完成下列法定前提，则使用的汽车才可以在道路上行驶：

汽车驾驶员必须持有汽车驾驶执照；批准运行的汽车，还须保险和纳税。

汽车驾驶员须随身携带驾驶员执照(驾驶证)以及汽车的车辆行驶证。驾驶员须经一种或多种类型汽车的考试合格后发给驾驶员执照，见表 1-2。

汽车每年必须定期进行一次总检验。如果汽车无交通事故、运行安全并符合一般运行许可的规章，则在车辆行驶执照上加盖一块官方颁发的检验合格章。采用汽油发动机的汽车须同时进行废气排放检查。

表 1-2 驾驶员执照颁发条例

驾驶员执照等级	汽车准驾车型
A	大型客车、大型货车、小型汽车、大型拖拉机、小型拖拉机、四轮农用运输车、轮式自行专用机械
	除大型货车外的 A 级执照中的其余车辆
C	小型汽车、大型拖拉机、小型拖拉机、四轮农用运输车
D	方向把式三轮摩托车、二轮摩托车、轻便摩托车、三轮农用运输车
E	二轮摩托车、轻便摩托车
F	轻便摩托车
G	大型拖拉机、四轮农用运输车、小型拖拉机
H	小型拖拉机
K	手扶拖拉机

(续)

驾驶员执照等级	汽 车 准 驾 车 型
L	三轮农用运输车
M	轮式自行专用机械
N	无轨电车
P	有轨电车
Q	电瓶车

1.2.3 汽车的技术概念

汽车的尺寸见图 1-3。

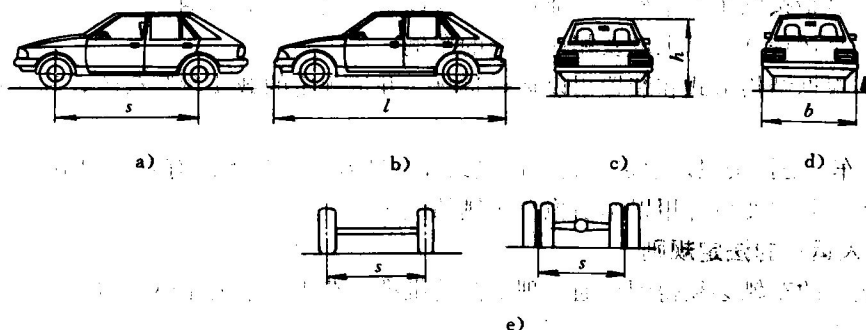


图 1-3 汽车尺寸

a) 汽车轴距 b) 汽车长度 c) 汽车高度 d) 汽车宽度 e) 轮距

净质量是指已经准备就绪即可运行的汽车质量。其中包括必要的冷却液,至少注有 90% 燃料的油箱、灭火器、备用轮胎、汽车备件及一套标准工具等。

有效载荷系指准备就绪即可运行的汽车能够装载的质量,不得超过所允许的轴载荷和允许的总质量。

汽车的允许总质量是对汽车的结构形式所规定的车辆满载时的总质量。它是车辆最大装载质量与整车整备质量之和。

允许的轴载荷是由一轴上的车轮传递到路面的载荷量。

轮胎的静态有效半径是从车轮的中心点至静止汽车支承面之间的距离,见图 1-4a。首先轮胎必须以本身所规定的承载能力加上载荷并符合标准的气压。

轮胎的动态有效半径是汽车的行驶速度在 60km/h(农业拖拉机为 30km/h)时,车轮中心至路面之间的距离,见图 1-4b。

1.2.4 汽车的组合

图 1-5 所示是将一辆汽车结构分解后的结构组合件和部件图。

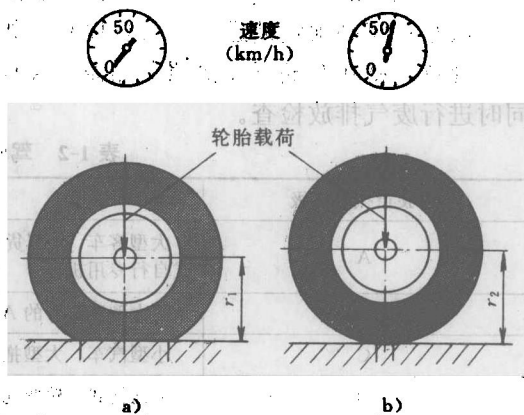


图 1-4 静态和动态的轮胎半径

a) 静态轮胎半径 b) 动态轮胎半径

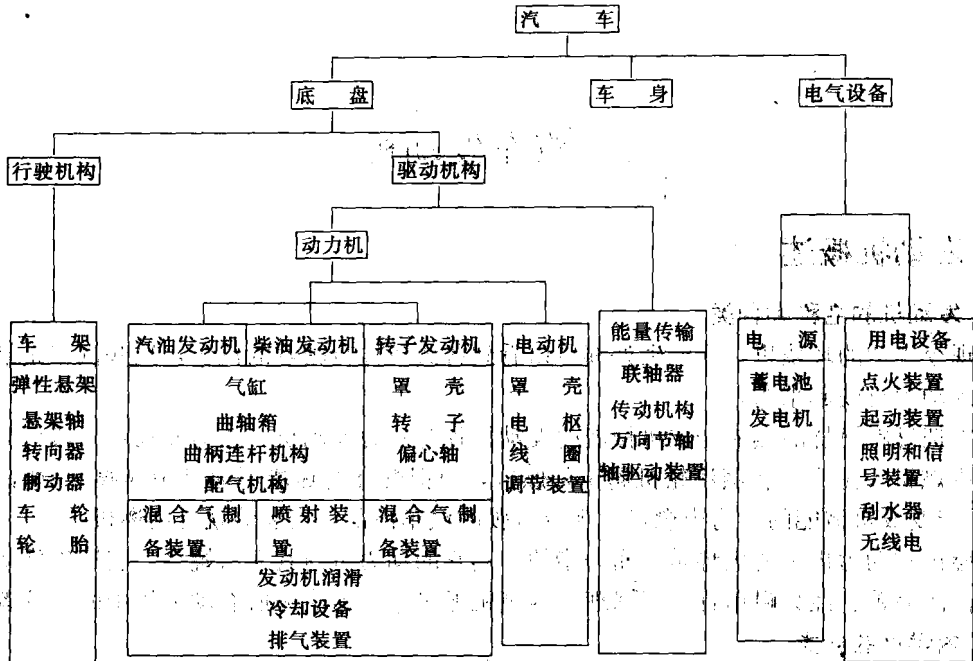


图 1-5 汽车的结构组合件和部件

习 题

1. 蒸汽机发明于哪一年？请说出发明者的姓名，并说明他生活在什么时代？
2. 请阐述奥托和郎根发明气体发动机的作用方式。
3. 请说出第一部梅赛德斯汽车的特性数据。
4. 由菲利克斯·汪克尔设计的发动机有何特点？
5. 请阐明汽车在运行之前必须完成的法定前提。
6. 一辆汽车的净质量为 1610kg，允许总质量为 2130kg，请计算该车的有效负载。
7. 请说明轮胎半径的静态和动态之间的差别。
8. 请说出汽车的三个主要结构组合件。

2 汽车发动机

2.1 发动机概述

2.1.1 发动机的名称和种类

在现今生活的环境里，人们到处都可以看到各式各样行驶着的汽车，这些汽车是借助于发动机的动力行驶起来的。

通常把燃料燃烧的热能变成机械能的发动机称为热力发动机。热力发动机一般可分为外燃机和内燃机，蒸汽机和蒸汽轮机属于外燃机，而把燃烧的热能不通过中间媒介(如锅炉设备)就直接变成机械能的称为内燃机。现今行驶的汽车内部，安装的就是内燃机。

内燃机在动力机中的优势是首屈一指的，其它的动力机与其无法媲美。它造价低廉、体积小、性能完善、经久耐用且易于修理。内燃机无可厚非地成为所有动力机中的佼佼者。

2.1.2 内燃机的分类

1. 根据混合气的构成及点火形式分类

(1) 汽油发动机 汽油发动机的可燃混合气是在气缸外部由汽油与新鲜空气混合形成的，并通过外源点火—火花塞高压火花一点燃的。

(2) 柴油发动机 柴油发动机的可燃混合气是由新鲜空气和柴油在气缸内部形成的，燃烧是在气缸内通过自然实现的。

2. 根据工作方式分类

(1) 四行程发动机 四行程发动机有一个封闭且单独的气体交换空间，每一个工作循环需要4个活塞行程，曲轴旋转2周。

(2) 二行程发动机 二行程发动机是一个开放式的气体交换形式，每一个工作循环只需2个活塞行程，曲轴旋转一周。

3. 根据冷却方式分类

(1) 液体冷却发动机。

(2) 空气冷却发动机。

4. 根据活塞运动方式分类

(1) 活塞式发动机。

(2) 转子式发动机。

5. 根据气缸排列方式分类

(1) 单排式(直立式)发动机(见图 2-1a)。

(2) 对置式(横卧式)发动机(见图 2-1b)。

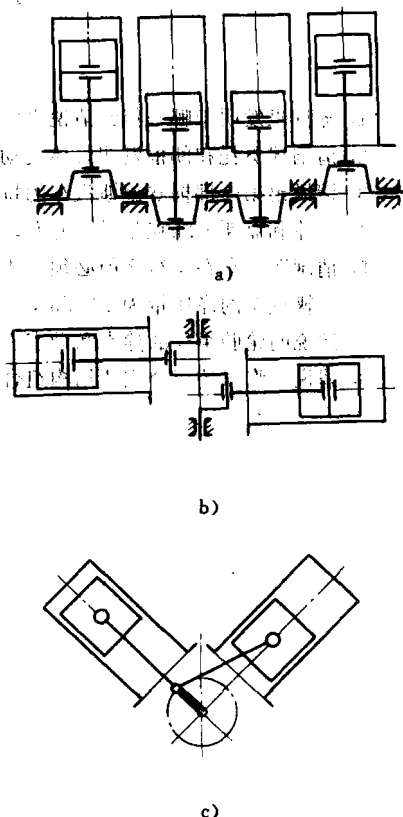


图 2-1 气缸排列方式
a)单排式 b)对置式 c)V型

(3) V 型发动机(见图 2-1c)。

2.1.3 发动机的二大技术参数

发动机的参数是一种测量值,对不同的发动机来说,可以有不同的数值。人们借助于“参数”可以对不同的发动机相互作用比较,以分析发动机的动力状况和整车的技术状况。

发动机最主要的技术参数是功率和排量。

1. 功率 发动机的功率从前是用马力(PS)为单位表示的。由于国际上的统一规定,发动机功率将用 kW 作为单位来表示。现在,这个法定计量单位,在我国也开始逐步实施。

发动机功率是评价发动机动力性能的指标之一。

为了测出发动机的功率,人们把发动机放在测功台上运转,在不改变节气门全开的情况下,让发动机全负荷运转。然后从外部向它作用很大的力,直到发动机被压到一定的转速。将发动机制动到这个转速的力,实际上是由发动机本身在这个转速下发挥出来的。对各种不同转速须重复进行多次测量,测试的结果以曲线形式记录出来,见图 2-2。通过测量曲线图,可以看到在各种不同的转速下,发动机相应地功率是多少,即有多少 kW。

2. 排量 排量是发动机除功率外的另一个重要技术参数。排量是由发动机的气缸直径、活塞行程和气缸数量决定的,见图 2-3。

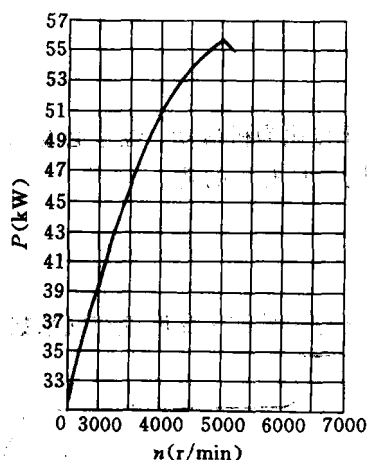


图 2-2 功率测量曲线图

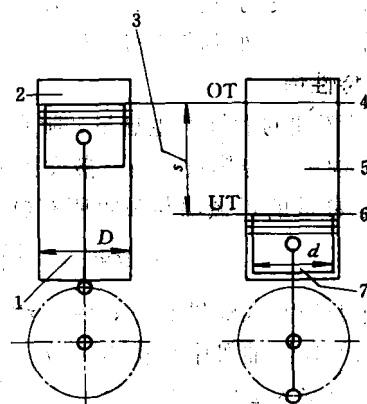


图 2-3 活塞式发动机的各部分名称

1—气缸直径(D) 2—压缩室容积(V_c) 3—活塞行程(s)
4—上止点(OT) 5—工作容积(V_h) 6—下止点(UT) 7—活塞直径(d)

两个止点之间的气缸容积是单只气缸的工作容积,这个空间是用来容纳燃油和空气所组成的混合气的,通常把这个空间称为“排量”。因为从理论上讲,在排气行程时,这一空间里经燃烧后的废气和残余物应该完全被活塞排除机外,因此亦可称为“活塞排量”。各个气缸排量的总和,称为总排量,简称为发动机排量。

一个气缸排量的大小作如下计算

$$V_h = \frac{D^2 \pi s}{4}$$

式中 V_h ——气缸排量(cm^3);

D ——气缸直径(cm);

s ——活塞行程(cm)。

如果气缸数量用 z 表示,则一台多缸发动机的总排量应为

$$V_H = V_h z$$

式中 V_H ——发动机总排量(cm^3);

V_h ——单缸排量(cm^3);

z ——气缸数量。

根据以上的计算,可以作出结论:不同的发动机,活塞行程越长,或缸径越大,或气缸数越多,那么,这台发动机的总排量就越大。一般情况是,发动机的排量越大,它所产生的功率也越大。

排量是以立方厘米为单位进行计算的,通常人们可以向上或向下取成整数以升来表示。

例如一台发动机的排量为 $1781(\text{cm}^3)$,约等于整数 1.8L 。那么在这台发动机中,可容纳 1.8L 的混合气。

在当今汽车型谱中,小轿车是以发动机排量的大小来划分级别的。下面是我国轿车分级标准:

微型轿车——发动机排量 1L 以下。

普通级轿车——发动机排量 $1\sim 1.6\text{L}$ 。

中级轿车——发动机排量 $1.6\sim 2.5\text{L}$ 。

中高级轿车——发动机排量 $2.5\sim 4\text{L}$ 。

高级轿车——发动机排量 4L 以上。

2.1.4 发动机的特性值

1. 热效率 经燃油的燃烧产生热量,所有的热量不可能全部转化为机械功。经过必要的冷却等因素,散发掉部分的热量。当然散发掉的与吸收的热量同样是有用的功。

热效率 η_{th} 等于释放的机械功与吸收所有热量的比值。

$$\text{热效率 } \eta_{th} = \frac{\text{释放出的机械功}}{\text{吸收的热量}}$$

具有理想工作循环的汽油机的热效率 η_{th} 约为 $55\%\sim 60\%$,它与压缩比 ϵ 及过量空气系数 λ 有关。图 2-4 所示的是汽油机中转化为机械功热量的比例。热效率为 $22\%\sim 26\%$ 。

2. 压缩比 活塞式发动机功率的重要影响值是压缩比。压缩比 ϵ 为气缸的燃烧室容积($V_h + V_c$)与压缩室容积(V_c)之比,见图 2-3。

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

式中 ϵ ——压缩比;

V_h ——气缸工作容积(cm^3);

V_c ——压缩容积(cm^3)。

压缩容积没有简单的几何形式,在实际
上它的大小是用 L 为单位计算的。气缸的工作容积压缩的最终容积越小,则压缩比 ϵ 越大。

3. 容积效率 容积效率常常被称作充气系数,是实际新鲜混合气的吸入量与理论上可达到的新鲜混合气量的比值

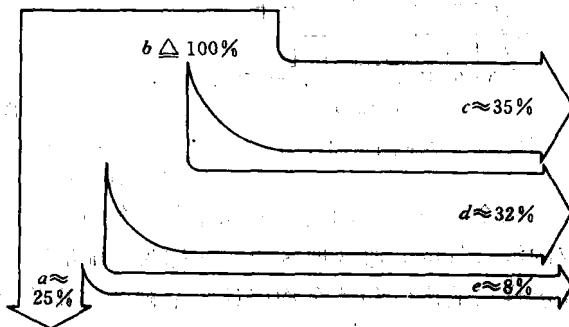


图 2-4 汽油机的热流图

a—转换成机械功的热量 b—燃料产生的热量

c—废气带走的热量 d—冷却水带走的热量

e—辐射摩擦带走的热量

$$\lambda_L = \frac{m_z}{m_{th}}$$

式中 λ_L ——容积效率；

m_z ——实际上吸进的新鲜混合气量(kg)；

m_{th} ——理论上可能的新鲜混合气量(kg)。

容积效率的大小主要由进气终了时的压力和温度来决定，它受到换气过程的影响。气门重叠(参见 2.2.4 节)时的进气门处压力高于排气门处，通过燃烧过的气体的抽吸作用，使得活塞在向下止点运动时，充气已经开始。进气门是在曲轴转角到达下止点后若干度才关闭，利用充气时 100m/s 的速度涌入时的惯性，继续增加充气的量。对于化油器式的发动机，容积效率约为 0.7~0.9，其数值决定于转数、进气管长度和形状以及空气滤清器、化油器、气门间隙的进气阻力。

为了达到尽可能好的充气情况，可以通过下列方法实现：

- 1) 短的、宽敞的、光滑的进气管。
- 2) 增加大的进气截面。
- 3) 良好的冷却。
- 4) 每个气缸有两个进气门。
- 5) 尽量少的残余气体。

通过增压，能充分有效地提高容积效率，使其比值大于 1。

习 题

1. 说出内燃机与汽油机的概念。
2. 描述发动机气缸内的各部名称。
3. 寻求发动机大排量的几个条件。
4. 写出压缩比的计算公式。
5. 解释容积效率的概念。

2.2 四行程汽油机的工作原理

汽油机是一种把化学能经燃烧转化为热能，并把热能转化为机械能的内燃机。它是 1876 年由德国工程师奥托发明并以其名字命名的。汽油发动机通常亦可叫做奥托发动机。图 2-5 所示为一台四行程汽油机的剖面图。

2.2.1 发动机的工作循环

“四行程”的含义是这样表明的：四个行程为一个循环。活塞在气缸中往复运动到达气缸的最高位置，且不能再向上运行时的终点，称为上止点；活塞到达气缸的最低位置的一点，称为下止点。活塞行程就是活塞在气缸中两个止点间经过的距离。活塞走过一个行程的距离，叫做一个冲程，此时相当于曲轴旋转半周，也就是 180°曲轴转角。

各行程之间的划分由配气相位决定。

一个工作循环必须包括所有的四个行程，以便获得功率，产生一次推动力。一个工作循环中，曲轴必须旋转两周(720°曲轴转角)。而进、排气门须各开启一次，见图 2-6。

一个工作循环的四个行程须依顺序完成下列动作：

- 1) 吸入燃油和空气混合气，进气门开启。

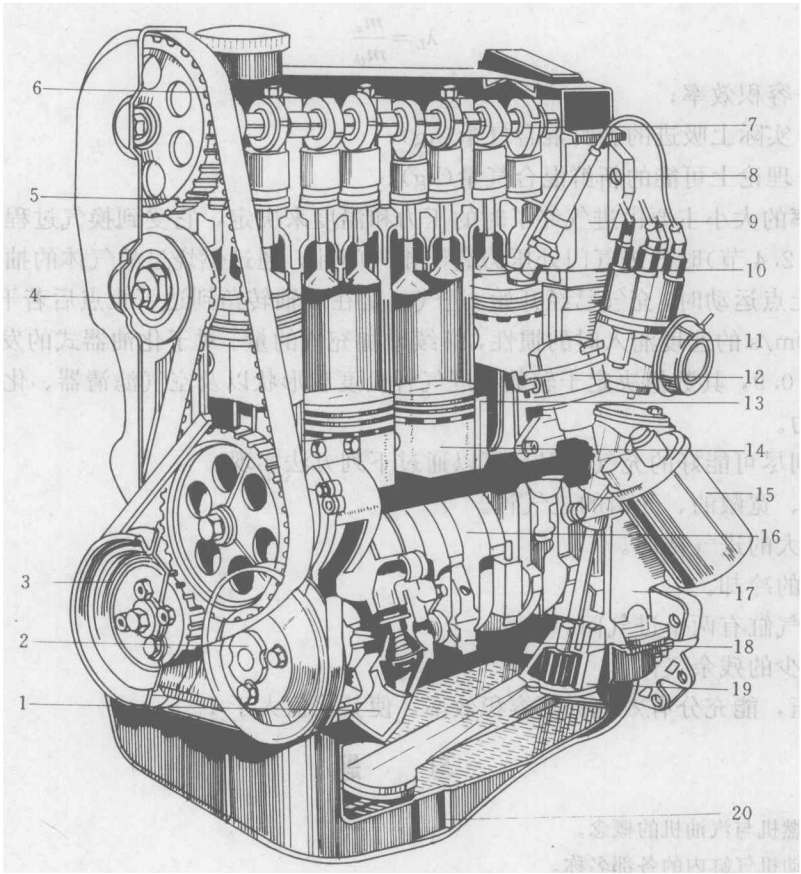


图 2-5 汽油机剖面图

- 1—冷却液泵 2—冷却液泵传动轮 3—曲轴传动轮 4—张紧轮 5—气门弹簧
6—齿形传动带 7—凸轮轴 8—挺杆 9—气缸盖 10—气门 11—分电器
12—汽油泵 13—中间轴 14—活塞 15—机油滤清器 16—曲轴
17—气缸体 18—连杆 19—机油泵 20—机油盘

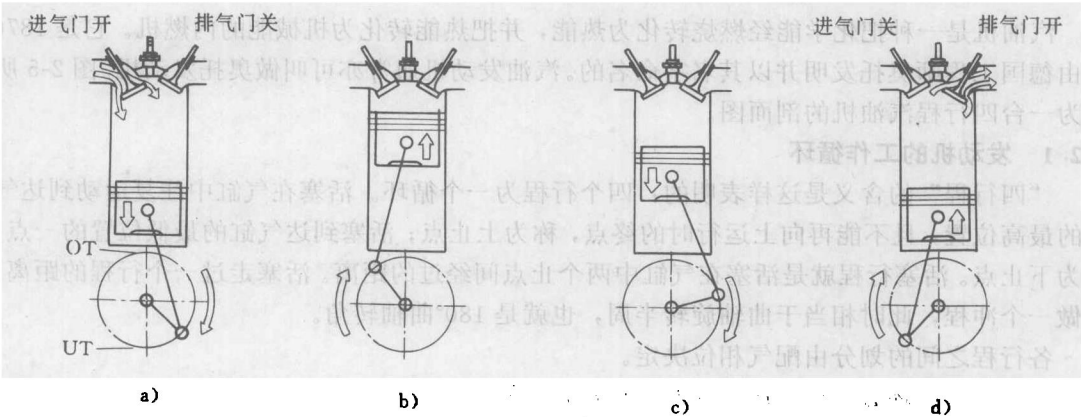


图 2-6 四行程汽油机的工作循环

- a)进气 b)压缩 c)作功 d)排气

- 2) 压缩燃油和空气混合气, 进、排气门均关闭。
- 3) 作功。将混合气燃烧, 经燃烧气体的膨胀推动活塞运动, 进、排气门关闭。
- 4) 排气门打开, 将燃烧后的废气排出。

当一台发动机处于工作状态时, 气缸里总是以进气、压缩、作功、排气的动作, 周而复始地重复进行着。在多个气缸的发动机中, 四个行程的运动是互相交叉进行的。

2.2.2 汽油机的分类和特征

四行程汽油发动机有以下三种类型:

- 1) 四行程化油器式发动机。
- 2) 四行程汽油喷射式发动机。
- 3) 带有涡轮增压器的四行程汽油喷射式发动机。

不管何种类型的汽油机, 它们都具备以下显著特征。

- 1) 外部混合气形成。气缸吸入的燃料和空气混合气的形成在燃烧室外进行。
- 2) 外源点火。燃料与空气混合气通过电火花点燃。
- 3) 混合气量的调整。发动机在任何负荷状态下, 均能改变燃油和空气混合气的量。
- 4) 等容燃烧。混合气瞬时燃烧, 而燃烧室容积几乎保持稳定。

2.2.3 汽油机的基本构造及其工作过程

四行程汽油机的结构基本分为(见图 2-5):

- 1) 气缸体曲轴箱。
- 2) 活塞、连杆、曲轴及飞轮的曲轴传动机构。
- 3) 有压缩室的气缸盖。
- 4) 带有凸轮轴、挺杆、气门弹簧及气门的发动机配气机构。
- 5) 辅助装置。化油器或电子喷射装置、冷却液泵、发电机、起动机、滤清器、油泵等。

一台发动机的机体是由一个曲柄连杆机构(动力部分)和一个配气机构(控制部分)组成的。曲柄连杆机构的工作过程由配气机构控制。

在一台发动机工作的时候, 活塞在气缸内总是在上、下止点间进行着升降运动。这些活塞的升降运动又通过连杆转换成曲轴的旋转运动。在一个多缸发动机中, 作功行程总是在每个气缸中轮流进行, 发动机作功所产生的动力通过曲轴不停地旋转而传递出去, 燃油的热能转换成了动能。

作功行程驱动着曲轴旋转, 转动着的曲轴又驱动着发动机的其它部件, 通过齿形传动带的连接也驱动着凸轮轴, 见图 2-7。由于凸轮轴的旋转运动, 进、排气门被适时地打开了。

在第一行程时, 进气门开启, 从而将燃油与空气混合气吸入气缸; 在第四行程时, 排气门开启, 从而使废气和燃烧残留物从气缸中排出。人们把在一个工作循环中, 凸

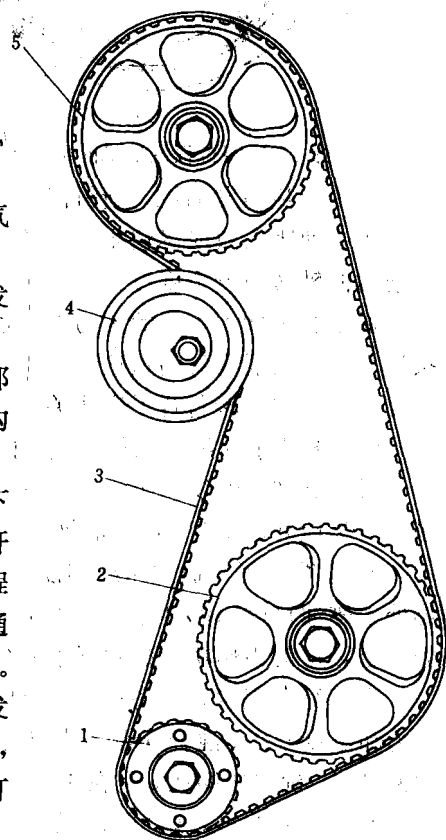


图 2-7 齿形传动带连接图

- 1—曲轴正时齿轮 2—中间轴齿形轮
3—齿形带 4—张紧轮 5—凸轮轴齿形轮

轮轴转动一周。进、排气门各开启一次的现象称为发动机配气，见图 2-8。

2.2.4 四行程汽油机的四行程过程

1. 进气行程 进气行程随着进气门在曲轴转角于上止点前若干度开启，并于下止点后关闭时进行。在进气行程时，气缸应尽可能和充分地吸进燃油与空气混合气。

当活塞向下止点移动时，气缸容积增大并使得压力下降到 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ ，见图 2-9。这时在气缸内产生了一个吸入效应的反映。燃油和空气混合气通过开启的进气门大量地涌入气缸。

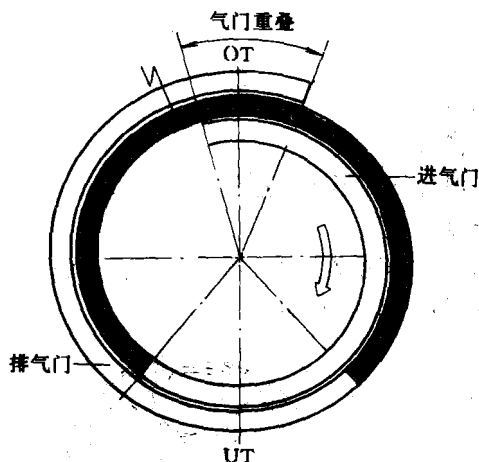


图 2-8 四行程汽油机的配气相位

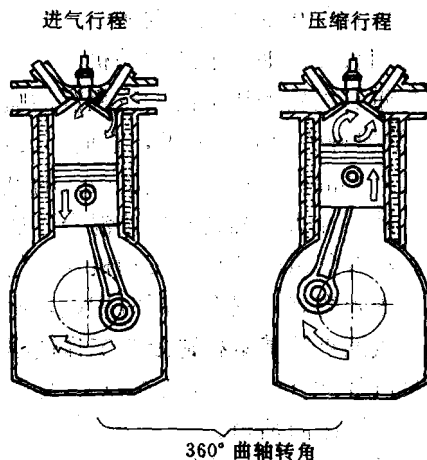


图 2-9 进气行程和压缩行程

对于走热的发动机，新鲜混合气的温度在 100°C 左右。

为了使吸入效应尽快生效，要在尽可能大的进气口截面上多进气。进气门亦必须在上止点前的曲轴转角若干度打开，见图 2-8。

通过容积增大产生的压力差，也不可能使涌入的混合气的压力取得平衡。为了使活塞在接近下止点前混合气的量达到最大，因此吸入效应时间也应尽可能延长。进气门在活塞直下下止点后的曲轴转角若干度才关闭。

图 2-8 所示的配气相位及气门的开启和关闭，均由曲轴转角确定。

对于高转速的发动机，由于气缸充气时间随着转速增高而显得极为短暂。因此，进气门必须更早地开启 (OT 前 45° 曲轴转角) 和更迟地关闭 (UT 后 70° 曲轴转角)。

2. 压缩行程 通过压缩燃油和空气混合气，达到了一个较高的气体温度，当然这个温度仍处于燃油自燃的温度之下。由于较高的气体温度，促使燃油更好地汽化，并有利于与空气的混合，这就为作功行程做好了充分准备，使燃烧能迅速而彻底地进行。

在压缩行程时，活塞从下止点向上止点移动，见图 2-9。在这段时间里，气缸容积缩小，压力和温度升高。混合气在上止点时的压缩程度用压缩比 ϵ 来表示，见 2.1.4 节。对于一台汽油发动机，确定压缩比 ϵ 是在压缩行程结束时，混合气没有自燃现象。随着抗爆燃油的产生和压缩室结构的改进，就可以不断地达到较高的压缩比 ϵ 。压缩比一般可达到 $8:1 \sim 11:1$ 之间。压缩后的温度为 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ ，这个温度是一个中间值。实际上在冷却的气缸壁上温度较低，而未冷却的零部件 (如活塞顶，排气门) 温度最高。

压缩终了时的压缩压力为 $1 \sim 1.6 \text{ MPa}$ 。高压压缩的优点是可以使燃料能源的利用率高，动