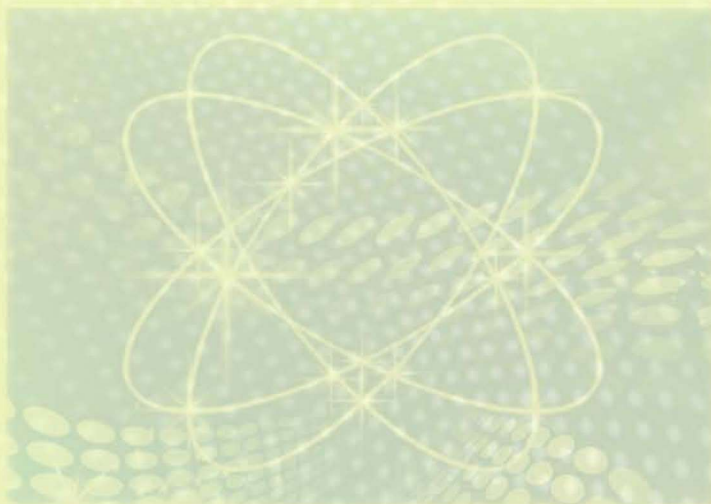


汽车发动机构造与维修实训教材

董从华 周爱华 主编



云南大学出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

汽车发动机构造与维修实训教材 / 董从华, 周爱华
主编. — 昆明: 云南大学出版社, 2010
21世纪中等职业学校实训教学系列教材. 汽修专业
ISBN 978-7-5482-0211-0

I. ①汽… II. ①董… ②周… III. ①汽车—发动机—构造—专业学校—教材②汽车—发动机—车辆修理—专业学校—教材 IV. ①U472.43

中国版本图书馆CIP数据核字 (2010) 第156171号

汽车发动机构造与维修实训教材

董从华 周爱华 主编

责任编辑: 熊晓霞 段义珍
封面设计: 王云飏
出版发行: 云南大学出版社
印 装: 云南科技印刷厂
开 本: 787mm×1092mm 1/16
总 印 张: 48
总 字 数: 1382千
版 次: 2010年8月第1版
印 次: 2010年8月第1次印刷
书 号: ISBN 978-7-5482-0211-0
总 定 价: 100.00元 (共5册)

地 址: 昆明市翠湖北路2号云南大学英华园内
邮 编: 650091
发行电话: 0871-5031071 5033244
网 址: <http://www.ynup.com>
E - mail: market@ynup.com

《汽车发动机构造与维修实训教材》编委会

丛书总主编：李华伦

主 编：董从华 周爱华

副 主 编：柏家谓 刀玉萍 张延强
林向阳 李江红 顾学梁
代庭雄 邓 涛 杨 溪

序

云南省玉溪工业财贸职教集团，在承担云南省教育科学“十一五”规划课题“项目教学法在汽车运用与维修专业中的应用”教学科研的基础上，针对教学中强调知识系统性和完整性、忽视学生技能实训、理论与实训分离的实际问题，通过两年多的实训教学探索和研究，引入项目教学法的理论，采用工作页贯通理论与实训，并通过“项目引领、任务驱动”的教学方法，构建一体化教学背景，突出对学生解决问题和实际动手能力的培养。在此思路引领下，我们编写了这套中等职业学校实训教学系列教材，《汽车发动机构造与维修实训教材》即为该系列教材的一种。

教材的编写体现了应知和应会的统一，理论知识与实训操作的统一。教材注重可读性、直观性、交互性，采用图文并茂的形式，体现了教材的创新性、开放性、互动性、趣味性、生动性和可读性的特点，是一本新课程改革的示范性教材。

教材参照国家汽车维修工应知应会的要求，主要以桑塔纳轿车为基本车型，通过对汽车系统部件基本结构、基本工作原理、维修技术及其故障诊断与排除的学习及实训，注重反映现代新知识、新技术，达到知行合一的目的。

本书还有许多缺点和不足之处，敬请各位专家、学者和广大读者给予批评指正。

编 者

2010年7月

目 录

项目一 汽车发动机总论	(1)
任务一 发动机概述	(1)
任务二 四冲程发动机工作原理	(6)
项目二 曲柄连杆机构	(11)
任务一 曲柄连杆机构构造	(11)
任务二 曲柄连杆机构工作原理	(22)
任务三 曲柄连杆机构的检修	(25)
任务四 曲柄连杆机构故障诊断与排除	(34)
项目三 配气机构	(37)
任务一 配气机构构造	(37)
任务二 配气机构工作原理	(44)
任务三 配气机构的检修	(50)
任务四 配气机构故障诊断与排除	(57)
项目四 燃料供给系	(61)
任务一 燃料供给系的构造	(61)
任务二 燃料供给系工作原理	(68)
任务三 燃料供给系的检修	(73)
任务四 燃料供给系故障诊断与排除	(77)
项目五 润滑系	(82)
任务一 润滑系的构造	(82)
任务二 润滑系工作原理	(89)
任务三 润滑系的检修	(93)
任务四 发动机润滑系故障诊断与排除	(97)

项目六 冷却系	(99)
任务一 冷却系的构造	(99)
任务二 冷却系工作原理	(103)
任务三 发动机冷却系的检修	(107)
任务四 发动机冷却常见故障诊断与排除.....	(110)
 参考文献	 (113)

项目一 汽车发动机总论

任务一 发动机概述

【任务目标】

1. 了解汽车发动机的分类和在汽车上所起的作用。
2. 掌握发动机的总体构造。
3. 熟悉发动机零件的名称。
4. 掌握汽车发动机常用名词术语及含义。
5. 学会发动机排量及气缸工作容积的计算。

【相关理论】

一、发动机的作用

发动机是汽车的动力心脏，其作用是将燃料的化学能转变为机械能，为汽车运行提供足够的动力装置（图 1-1）。

二、发动机的分类

现代汽车以复活塞式内燃发动机（内燃机）的使用最为广泛。汽车发动机种类很多，可按不同特征进行分类。

（1）按使用燃料的不同，发动机分为汽油发动机和柴油发动机。

（2）按做功冲程的不同，发动机分为四冲程发动机和二冲程发动机，其中以四冲程发动机最为常用。

（3）按冷却方式的不同，发动机分为水冷式发动机和风冷式发动机，其中以水冷式发动机最为常用。



图 1-1 发动机在汽车上的位置

三、发动机总体构造

发动机由两大机构和三大系构成。两大机构是指曲柄连杆机构和配气机构；三大系是指润滑系、冷却系和燃料供给系（图 1-2）。

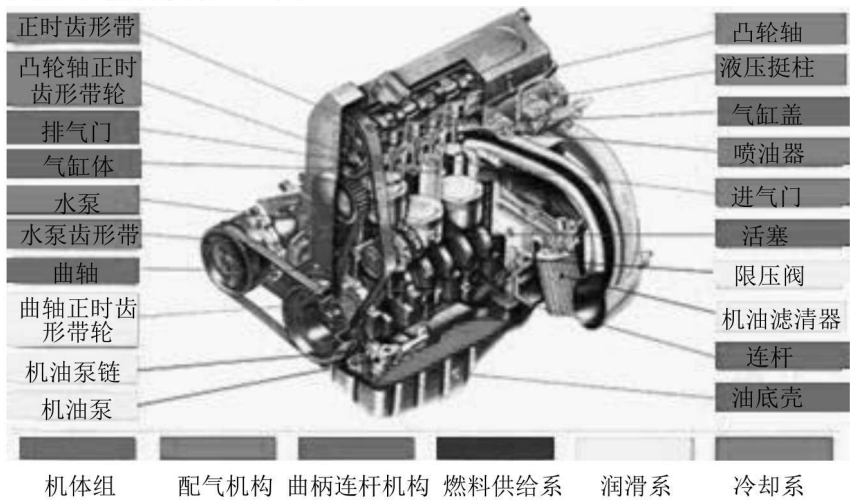


图 1-2 发动机总体构造

（一）发动机的两大机构

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三组零部件组成。

- （1）机体组：包括气缸体、气缸盖、气缸垫、缸盖螺栓、曲轴主轴承盖及螺栓等零件。
- （2）活塞连杆组：包括有活塞、活塞环、活塞销、连杆、连杆轴承等零件。
- （3）曲轴飞轮组：包括有曲轴和飞轮等零件。

2. 配气机构

配气机构由气门驱动组和气门组两组零件组成。

（1）气门驱动组：由曲轴正时齿轮、凸轮轴正时齿轮、正时齿形皮带、凸轮轴、摇臂和液压挺柱等零件组成。

(2) 气门组：由气门弹簧座、气门锁片、气门弹簧、油封、气门、气门导管和气门座圈等零件组成。

(二) 发动机的三大系

1. 润滑系

润滑系由机油盛装容器、建立油压装置、机油输送装置、机油滤清装置、安全限压装置、机油冷却装置和监测润滑系工作装置等七部分组成。

- (1) 机油盛装容器：主要指油底壳或机油箱（干式曲轴箱发动机）。
- (2) 建立油压装置：指机油泵。
- (3) 机油输送装置：指机油道。
- (4) 机油滤清装置：指机油滤清器。
- (5) 安全限压装置：指限压阀和旁通阀。
- (6) 机油冷却装置：指机油散热器。
- (7) 监测润滑系工作装置：指机油压力表、机油指示灯、机油温度表、机油尺等。

2. 冷却系

冷却系主要包括强制循环水供给装置、冷却水强度调节装置和水温指示装置三大部分。

- (1) 强制循环水供给装置：由散热器、水泵、水套、水管等组成。
- (2) 冷却水强度调节装置：由百叶窗、节温器、风扇等组成。
- (3) 水温指示装置：由水温传感器、水温表、水温警告灯等组成。

3. 燃料供给系

燃料供给系包括空气供给装置和燃油供给装置两大部分。

- (1) 空气供给装置：由空气滤清器和进气管等组成。
- (2) 燃油供给装置：汽油供给装置由油箱、油泵、滤清器、油压调节器、喷油器、燃油分配管、油管等组成；柴油供给装置由油箱、输油泵、滤清器、喷油泵、高压油管、喷油器等组成。

四、发动机常用术语

发动机常用术语是指日常人们的习惯性表述，常用术语表述如下（图 1-3）。

- (1) 上止点：指活塞上行到最高处的位置点。此时活塞顶离缸盖最近。
- (2) 下止点：指活塞下行到最低处的位置点。此时活塞顶离缸盖最远。
- (3) 活塞行程：指活塞由上止点运行到下止点（或下止点到上止点）之间的距离，用 S 表示。
- (4) 曲柄半径：指曲轴上连杆轴颈的轴线到曲轴主轴线（曲轴回转中心）之间的距离，用 R 表示。曲柄半径又叫曲柄销回转半径。
- (5) 燃烧室容积：指活塞在上止点时，活塞顶与气缸盖之间的空间容积，用 V_c 表示。
- (6) 气缸工作容积：指活塞在一个行程所扫过的容积，用 V_h 表示。
- (7) 气缸总容积：指活塞在下止点时，活塞顶上方整个空间的容积，用 V_a 表示。
- (8) 发动机排量：多缸发动机各缸工作容积之和，用 V_L 表示。又叫发动机的工作容积，单位是升（L， $1L = 1dm^3$ ）。

(9) 压缩比: 指活塞处在下止点时活塞上方的容积与活塞处在上止点时活塞上方的容积比值, 用 ϵ 表示。它实际上是气缸总容积与气缸工作容积的比值。

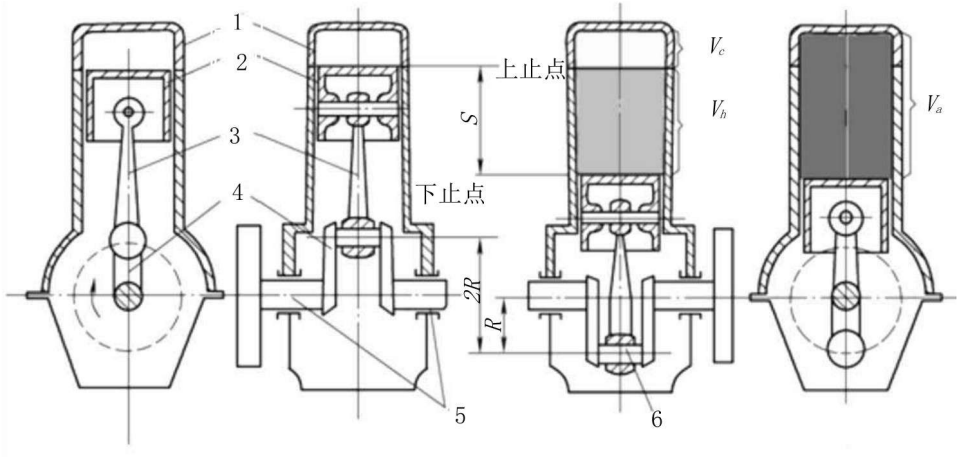


图1-3 发动机基本术语示意图

1 气缸; 2 活塞; 3 连杆; 4 曲轴; 5 曲轴主轴颈; 6 连杆轴颈。

【任务分析】

学习发动机的作用, 了解其分类, 进而认识发动机两大机构、三大系的总体构造, 并熟悉发动机的常用术语。使初涉汽车专业的同学们, 通过本任务的学习, 将以前对汽车的零散认识进一步升华到系统化、专业化, 步入汽车专业大门。

【工作页】

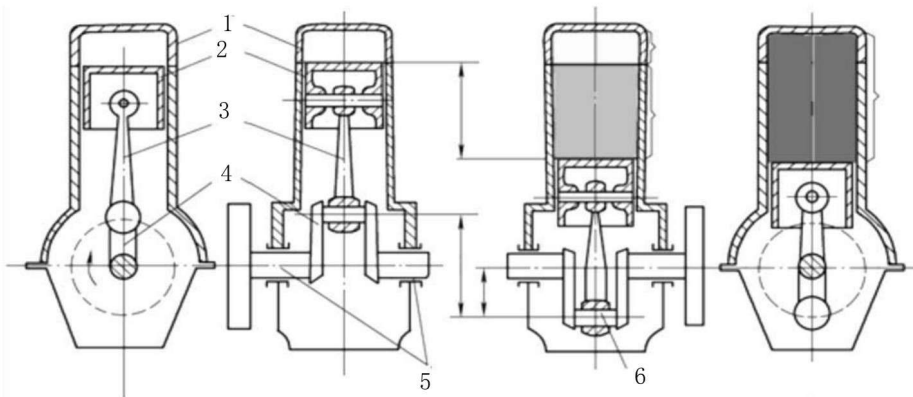
一、填空题

1. 汽车用发动机按使用燃料的不同一般分为____发动机和____发动机; 按做功冲程的多少不同分为____冲程发动机和____冲程发动机; 按发动机工作时冷却方式的不同又分为____式和____式发动机。
2. 汽车发动机概括地讲, 可分为两大机构和三大系, 两大机构是指____机构 (它包括____组、____组和____组) 和____机构 (它包括____组和____组); 三大系又是指____系 (它包括____、____、____、____、____、____、____)、____系 (它包括____、____和____) 和____系 (它包括____和____)。
3. 发动机活塞在气缸里上下运动时, 其运行到最高点的位置叫____; 运行到最低点的位置又叫____; 上下运行间的距离叫____。
4. 在发动机运转过程中, 当活塞到达最高点时, 其顶部上的空间叫____; 当活塞到达最低点时, 其活塞上方的空间又叫____; 活塞在气缸中所扫过的空间

叫。○

二、填图题

在下列图中，标示出发动机的上止点、下止点、活塞行程、工作容积、曲柄半径、燃烧室容积、总容积（每个名称只标示一次）。



三、简答题

1. 你知道汽车发动机在汽车上起什么作用吗?

2. 你还能说出两大机构的零部件吗?

3. 已知一台四缸发动机的气缸直径是 100mm，活塞由最上面运行到最下面的高度是 75mm，你是否能通过以上资料计算出这台发动机的排量？若能，结果是多少升？（提示：1 升 = 1 000 000 mm³，即 1 升 = 1 立方分米）

4. 你知道活塞在气缸内是怎样运动的吗？曲轴又是怎样运动的？连杆的运动又是怎样的呢？

通过对任务一的学习，你能给自己和老师一个评价吗？

1. 老师的讲解生动、形象, 态度和蔼可亲吗? ()
2. 工作页是独立完成的吗? 给自己一个客观的评价。()

[成绩等级]

任务二 四冲程发动机工作原理

【任务目标】

1. 掌握汽油发动机活塞在气缸内的运行过程（工作原理）。
2. 了解活塞运行中气缸内气体压力、温度的变化。
3. 学会分析发动机活塞的上、下往复运行是如何转变为曲轴的旋转运动的。

【任务分析】

学习四冲程汽油机和四冲程柴油机的工作原理，掌握一个工作循环的四个行程，并通过二者工作原理的比较，进一步加深对四冲程发动机一个工作循环的理解，比较总结二者的差异，从中得出不同的特性。学习本任务后，同学们要明白发动机的连续转动是如何分解合成的。

【相关理论】

我们所看到的汽车发动机持续运转，实际上是通过活塞的上、下往复运动来带动连杆，通过连杆又推动曲轴的旋转。活塞在上、下运动中，实际包括四个过程，完成这样一次四个过程的循环我们把它称为一个工作循环。

四冲程发动机就是由进气过程、压缩过程、做功过程和排气过程四个行程组成一次工作循环。每一个过程的开始和结束就是一个冲程，而完成这样一个行程，需要曲轴转 180° 的转角，四个冲程就要转 720° 的转角。本任务主要介绍四冲程汽油机和四冲程柴油机的工作过程和工作原理。

一、四冲程汽油机工作原理

四冲程汽油机工作原理是：当外力推动活塞，活塞沿气缸轴线做直线往复运动时，活塞通过连杆带动曲轴做回转运动（旋转）。这个过程也是燃料在气缸内将热能转换成机械能的过程。其工作原理如图 1-4，并表述如下：

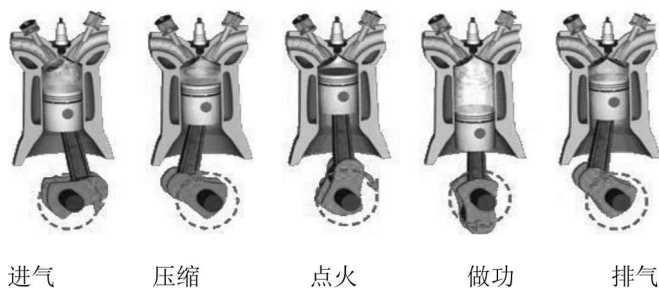


图 1-4 四冲程汽油机工作原理示意图

汽油机的四冲程是指进气冲程、压缩冲程、做功冲程和排气冲程。

（一）进气冲程

进气冲程即活塞开始时由上止点向终了时的下止点运行的全过程。在此过程中，进气门打开，排气门关闭，曲轴转过 180° 。

在进气冲程中，一方面由于活塞下行，在气缸内产生很大的真空度，在真空吸力作用下，汽油和空气混合成可燃混合气后被吸入气缸。进入缸内的可燃混合气，受缸壁、活塞等高温机件和上一循环高温残余废气的传热作用，温度升高，进一步蒸发汽化，此时的温度约为 $380\text{ K} \sim 440\text{ K}$ 。另一方面，因节气门、进气管、进气门等处有进气阻力，气缸内混合气的压力低于大气压力，约为 $70\text{ kPa} \sim 90\text{ kPa}$ 。

（二）压缩冲程

压缩冲程即活塞开始时由下止点向终了时的上止点运行的过程。在此过程中，进气门、排气门关闭，曲轴转过 180° 。

在压缩行程中，随着活塞上行，可燃混合气被压缩、气化，当活塞接近上止点时，缸内可燃混合气的密度加大，温度升高，压力增大，为点火燃烧做好准备。这时的气压约为 $600\text{ kPa} \sim 1\,500\text{ kPa}$ ，温度约为 $600\text{ K} \sim 800\text{ K}$ 。

（三）做功冲程

做功冲程也叫燃烧膨胀冲程。即进、排气门关闭，活塞被火花塞点燃的可燃混合气由上止点推向下止点运行，曲轴转过 180° 。

做功冲程中，气体瞬时压力可达 $3\,000\text{ kPa} \sim 5\,000\text{ kPa}$ ，温度可达 $2\,000\text{ K} \sim 2\,800\text{ K}$ 。

（四）排气冲程

活塞在到达下止点前，排气门打开，进气门关闭，燃烧后的废气从排气管中喷出，此后随着活塞的上行将废气挤出气缸，曲轴转过 180° 。前期为自由排气阶段，后期为强制排气阶段。

由于燃烧室占有一定的空间容积，因此，在排气终了时，不可能将废气全部排出，剩余的废气称为残余废气。排气结束时，气体压力约为 $105\text{ kPa} \sim 125\text{ kPa}$ ，温度约为 $900\text{ K} \sim 1\,200\text{ K}$ 。

重点提示

- 在一个工作循环中，只有做功冲程对外输出动力，其余三个行程都要消耗动力。这就是发动机连续运转的唯一因素，我们可以理解为 $1 > 3$ 的动力输出。
- 一个工作循环中，每个缸的进、排气门都只开闭一次。
- 多缸发动机在曲轴转两圈时，所有气缸都要做功一次，而它们的做功先后顺序就是点火顺序。

知识拓展

- 以上为单缸四冲程发动机工作过程。单缸发动机工作时，做功行程的转速比其余三个行程的转速要大，所以曲轴转速是不均匀的，故单缸发动机存在工作不平稳、振动大的缺陷。实践证明，多缸发动机能很好地解决这一问题。现代汽车多采用四缸、六缸或八缸发动机。多缸发动机每个气缸内的工作过程都是相同的，但各缸间的做功时刻是均匀错开的。其错开的角度为曲轴每转两圈，所有缸都要做一次功，即多缸发动机各缸的做功行程间隔角为 $720/i$ (i 为气缸数)。气缸数越多，发动机工作越平稳，但结构复杂，尺寸和质量增加。
- 温度的度量单位在工程和科学界里有三种，分别是摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)、华氏度 ($^{\circ}\text{F}$) 和开尔文温度 (K) 三种。它们之间的换算如下：

$$0^{\circ}\text{C} = 32^{\circ}\text{F}, 1^{\circ}\text{C} = (32 + 1.8)^{\circ}\text{F}; -273^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$$

二、四冲程柴油机工作原理

(1) 因柴油和汽油性质不同，柴油不易蒸发，但其混合气的自燃点却比汽油混合气的低（柴油为 $350^{\circ}\text{C} \sim 380^{\circ}\text{C}$ 左右，汽油为 $510^{\circ}\text{C} \sim 530^{\circ}\text{C}$ 左右）。因此，柴油机在可燃混合气的形成、着火方式等方面与汽油机有较大区别。

(2) 柴油机在混合气着火时是靠压燃（压缩后的空气温度约为 $800 \sim 1\,000\text{K}$ ，高于柴油的自燃点），而汽油机是靠火花塞产生高压电火花来点燃的。

(3) 柴油机进气冲程时，吸入气缸内的是纯空气，柴油经喷油泵将油压提高到 10MPa 以上，在压缩接近终了时通过喷油器进行气缸内喷油，在很短的时间内与压缩后的高温空气混合燃烧。因此，这种发动机的可燃混合气是在气缸内形成的。

(4) 由于柴油机压缩比高，所以压缩终了时气缸内的压力和温度都比汽油机高，压力可达 $3.5\text{MPa} \sim 4.5\text{MPa}$ ，温度高达 $477^{\circ}\text{C} \sim 723^{\circ}\text{C}$ ，远远超过了柴油的自燃点。故喷入气缸内的柴油与空气在很短的时间内雾化、蒸发、混合便立即自行着火燃烧。气缸内气压急剧上升，高达 $6\text{MPa} \sim 9\text{MPa}$ ，温度高达 $1\,723^{\circ}\text{C} \sim 2\,223^{\circ}\text{C}$ 。在高压气体的作用下，活塞向下运动并带动曲轴旋转而做功，废气同样经排气管排入环境大气。

(5) 四冲程柴油机工作原理和四冲程汽油机相似，也是以连杆为纽带，活塞与曲轴进行“你推我，我推你”的进行热能和机械能的转换过程。其工作原理如图 1-5 所示。

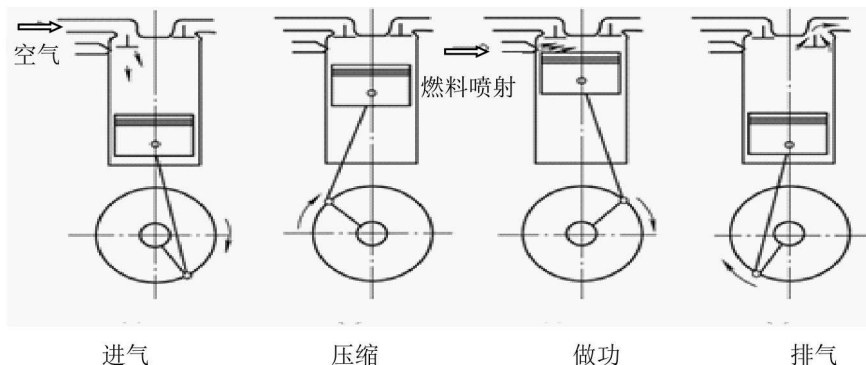


图 1-5 四冲程柴油机工作原理

（6）四冲程柴油机与四冲程汽油机一样，每个工作循环也包括进气、压缩、做功和排气四个冲程。参照汽油机工作循环的四个冲程，请同学们根据图 1-5，表述四冲程柴油机工作循环进气、压缩、做功和排气四个冲程。

三、汽油机与柴油机的比较

由四冲程汽油机和四冲程柴油机的工作过程可知，两者的工作原理基本相同，但又有些许区别，详见下表。

汽油机与柴油机的区别

具体内容 不同点	名称	汽油机	柴油机
使用燃料不同		汽油	柴油
混合气形成方式不同		在缸外，形成混合气准备的时间较长	在缸内，形成混合气准备的时间极短，在缸内形成
压缩比高低不同		汽油机压缩比一般为 7~10	柴油机压缩比一般为 16~22
着火方式不同		点燃	压燃
转速高低不同		高	低
功率不同		小	大

【工作页】

一、填空题。

- 1. 汽油机以汽油为燃料，采用_____点火燃烧；柴油机以柴油为燃料，在高温、高压下，油气混合后_____燃烧。
- 2. 由前往后看发动机时，在进气冲程的过程中，曲轴是从_____点到_____点沿着_____方向转动的，活塞则是由_____点到_____点的运行过程；而在做功冲程时，曲轴是从_____点到_____点沿着_____方向转动的，活塞则是由_____点到_____点的运行过程。
- 3. 发动机按着火方式不同，可分为_____发动机和_____发动机；按完成一个工作循环，活塞冲程数的不同分为_____发动机和_____发动机。

二、名词解释。

- 1. 上止点：
- 2. 下止点：
- 3. 活塞行程：

4. 压缩比:

5. 发动机排量:

三、问答题。

1. 简述四冲程汽油机工作原理。

2. 四冲程汽油机与四冲程柴油机工作原理有哪些不同点?

四、分析题。

有两个人进行这样的争论:一个人说汽油机比柴油机好,汽油机排出来的废气几乎看不出来烟色,污染小;另一个人说柴油机比汽油机好,柴油机省油,动强大。你能给他们评判一下吗?

通过对任务二的学习,你能给自己和老师一个评价吗?

1. 老师的讲解生动、形象,态度和蔼可亲吗? ()
2. 工作页是独立完成的吗?给自己一个客观的评价。()

[成绩等级] _____

项目二 曲柄连杆机构

任务一 曲柄连杆机构构造

【任务目标】

1. 掌握曲柄连杆机构的作用和组成。
2. 掌握曲柄连杆机构各零件的形状和功用。
3. 熟悉不同发动机上的曲柄连杆机构各零件的种类划分。

【任务分析】

学习曲柄连杆机构的整体作用及组成，进一步细分该机构中的零件归类和零件功能，并在此基础上学习它们在发动机上的真正作用及工作原理。通过本任务的学习后，使同学们真正跨入汽车专业大门的门槛。

【相关理论】

一、曲柄连杆机构的作用

曲柄连杆机构是发动机（往复式活塞式）的核心机构。其作用是将燃料燃烧后施加在活塞顶上的气体膨胀压力转变为推动曲轴旋转的转矩，并由飞轮对外输出动力。

二、曲柄连杆机构的构造

曲柄连杆机构是发动机上零部件最多、最重要的一个机构。通常由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组三部分构成。

（一）机体组

主要零部件有：气缸体、气缸盖、气缸垫、缸盖螺栓、曲轴主轴承盖及螺栓等。其中气缸体是发动机各工作机构的附件的装配基体，又是曲柄连杆机构、配气机构以及润滑系和冷却系的组成部分。气缸盖装在缸体的上部，活塞处于上止点时，气缸盖、气缸体与活塞、活塞环四者围成的空间构成燃烧室，燃料在里面燃烧产生热能。