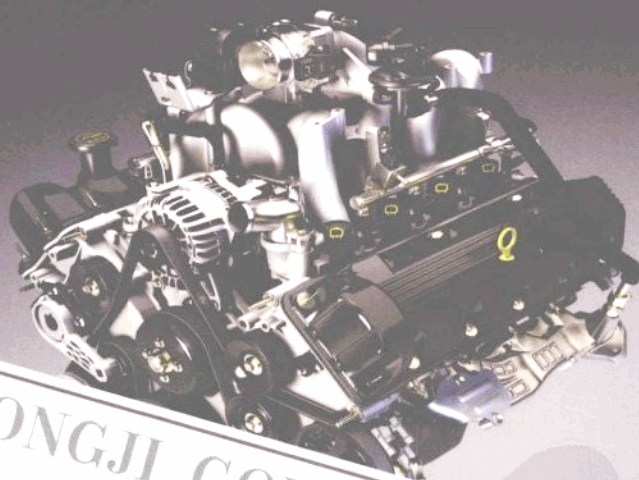




21世纪高职高专系列规划教材

主编 王立军

汽车发动机 构造与维修



QICHE FADONGJI GOUZAO YU WEIXIU



西南师范大学出版社

编写说明

作为高等教育的重要组成部分,高等职业教育是以培养具有一定理论知识和较强实践能力,面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育,是职业技术教育的高等阶段。目前,高等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据国家教育部关于要求发展高等职业技术教育,培养职业技术人才的大纲要求,我们组织编写了这套《21世纪高职高专系列规划教材》。本系列教材坚持以就业为导向,以能力为本位,以服务学生职业生涯发展为指导思想,以与专业建设、课程建设、人才培养模式同步配套作为编写原则。

从专业建设角度,相对于普通高等教育的“学科性专业”,高等职业教育属于“技术性专业”。技术性专业的知识往往由与高新技术工作相关联的那些学科中的有关知识所构成,这种知识必须具有职业技术岗位的有效性、综合性和发展性。本套教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性,而且突出知识的实用性、综合性,把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融会于教材之中。

从课程建设角度,现有的高等职业教育教材从教育内容上需要改变“重理论轻实践”、“重原理轻案例”,教学方法上则需要改变“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”,考核评价上则需改变“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向。针对这些情况,本套教材力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容,加强实践性教学环节,注重案例教学,注重能力的培养,使职业能力的培养贯穿于教学的全过程。同时,使公共基础类教材突出职业化,强调通用能力、关键能力的培养,以推动学生综合素质的提高。

从人才培养模式角度,高等职业教育人才的培养模式的主要形式是产学结合、工学交替。因此,本教材为了满足有学就有练、学完就能练、边学边练的实际要求,纳入新技术引用、生产案例介绍等来满足师生教学需要。同时,为了适应学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的情况,教材的编写注重采用新知识、新工艺、新方法、新标准,同时注重对学生创造能力和自我学习能力的培养,力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了更好地落实指导思想和编写原则,本套教材的编写者既有一定的教学经验、懂得教学规律,又有较强的实践技能。同时,我们还聘请生产一线的技术专家来审稿,保证教材的实用性、先进性、技术性。总之,该套教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果,希望本套教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

这就是我们编写这套教材的初衷。

前 言

为了适应并推动高等职业技术教育的发展,以及社会经济发展和汽车专业技能型人才培养的要求,使汽车专业学习人员能够了解汽车发动机的结构、原理、使用和维修技术,我们参考了国内外有关资料,并结合实际工作积累的经验编写了本书。

本书坚持以“实际、应用、实践”为原则,同时注重知识的应用价值、可操作性在教材中的科学体现,基本做到了理论与实践的紧密结合,系统介绍了高级技术人员所必需的汽车发动机及各组成部分的结构、工作原理、维修、检测、故障诊断与排除等知识。

本书共分十章,内容包括发动机总体构造与工作原理、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机供给系、柴油机供给系、点火系、润滑系、冷却系、启动系的构造与维修。本书按照在汽车发动机领域常用的两大机构、五大系统分类方式,着重介绍了发动机各系统的组成、功用以及各零部件的结构与维修。

通过本课程的学习,要求掌握汽车发动机的构造、工作原理,掌握汽车发动机的正确使用、维修、检测、故障排除的方法,具有分析、判断和排除常见故障的能力。

本书由王立军任主编,李春彦、郭鹏江和张治龙任副主编。在本书编写的过程中,我们参考了大量资料和文献,在此对原作者一并表示深切的谢意。

由于时间仓促,水平有限,书中难免有缺点甚至错误,欢迎读者批评指正。

编 者

2008年1月

目 录

第一章 发动机总体构造与工作原理	1
第一节 发动机的分类	1
第二节 发动机总体构造	4
第三节 发动机的工作原理	7
第四节 国产发动机型号编制规则	10
[本章思考题]	11
第二章 曲柄连杆机构	13
第一节 机体组	13
第二节 活塞连杆组	17
第三节 曲轴飞轮组	29
第四节 曲柄连杆机构的维修	35
[本章思考题]	55
第三章 配气机构	56
第一节 气门组	58
第二节 气门传动组	60
第三节 配气相位和气门间隙	63
第四节 配气机构零件的维修	65
[本章思考题]	81
第四章 化油器式汽油机供给系	82
第一节 化油器式汽油机供给系的组成与燃料	82
第二节 简单化油器原理及混合气形成	83
第三节 可燃混合气成分及其对汽油机性能的影响	84
第四节 化油器各工作系统	87
第五节 化油器结构	92
第六节 汽油供给装置	93
第七节 空气滤清器及进、排气装置	95
第八节 化油器式汽油机供油系维修	97
[本章思考题]	102
第五章 汽油机电子控制燃油喷射系统	103
第一节 概 述	103
第二节 电子控制汽油喷射系统的主要部件	104
第三节 电子控制汽油喷射系统发动机的故障诊断	127
[本章思考题]	133

第六章 柴油机供给系	134
第一节 柴油机供给系的组成及燃料	134
第二节 可燃混合气的形成、燃烧及燃烧室	135
第三节 喷油器	140
第四节 喷油泵	142
第五节 调速器	145
第六节 喷油提前角调节装置	146
第七节 柴油机供给系的维修	148
[本章思考题]	155
第七章 发动机点火系	156
第一节 概 述	156
第二节 蓄电池点火系的组成及其工作原理	157
第三节 点火提前	158
第四节 蓄电池点火系的主要元件	159
第五节 电子点火系	162
第六节 点火系故障与维修	166
[本章思考题]	169
第八章 发动机润滑系	170
第一节 概 述	170
第二节 润滑系的组成及油路	171
第三节 润滑系的主要零部件	173
第四节 润滑系的维修	178
[本章思考题]	181
第九章 冷却系	182
第一节 概 述	182
第二节 水冷系的组成和水路	182
第三节 水冷系主要部件的构造	184
第四节 风冷却系	189
第五节 水冷却系的维护与修理	190
[本章思考题]	194
第十章 发动机启动系	195
第一节 发动机的启动	195
第二节 启动辅助装置	196
第三节 启动机	197
[本章思考题]	204
参考文献	205

第一章 发动机总体构造与工作原理

汽车的动力源是发动机，发动机是将某一种形式的能量转化为机械能的机器。

凡是把燃料燃烧时所放出的热能转化为机械能的机器，统称为热机发动机（简称热机）。发动机是热机的一种，它区别于其他形式热机的特点是燃料在机器内部燃烧，燃料燃烧时放出大量的热量，使燃烧后的气体（简称燃气）膨胀推动机械做功。发动机具有热效率高、体积小、质量小、便于移动以及启动性能好等优点，因而广泛应用于飞机、船舰以及汽车、拖拉机、坦克等。

发动机根据其将热能转化为机械能的主要构件的形式，可分为活塞式发动机和燃气轮机两大类。前者又可按活塞运动方式分为往复式活塞式和旋转活塞式两种。目前在汽车上广泛应用的是活塞式发动机。本章主要介绍常用的活塞式发动机的总体构造及其工作原理。

第一节 发动机的分类

车用发动机根据不同的特征可以分别进行以下分类。

1. 按所用的燃料分类

可分为液体燃料发动机（汽油机、柴油机等）和气体燃料发动机（如天然气发动机、液化石油气发动机等）。

2. 按发火方式分类

可分为压燃式发动机与点燃式发动机（图 1-1）。

这主要是针对不同燃料的特征分别设计的发动机形式。

柴油的特性是在同样的条件下其自燃点比汽油的自燃点低，因此采用压燃式（自燃式）发火。它一般可通过喷油泵和喷油器将柴油直接喷入发动机的汽缸内，在汽缸内与压缩空气均匀混合后，在高温下得以自燃。这种发动机称为压燃式发动机，又称柴油机。

汽油的特性是其自燃的温度比柴油的要高，因此常采用点燃式发火。利用火花塞发出的电火花强制点燃汽油，使其发火燃烧，这种发动机称为点燃式发动机，又称汽油机。

汽油机和柴油机各有其特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，启动容易，制造成本低；柴油机压缩比大，热效率高，经济性能和排放性能都比汽油机好。

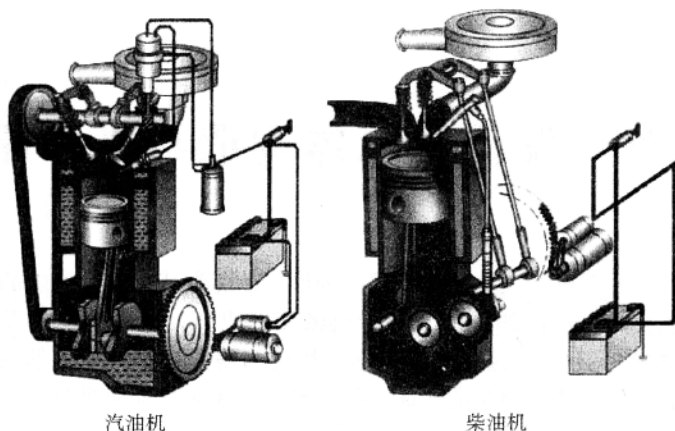


图 1-1 压燃式发动机与点燃式发动机

3. 按工作循环的冲程数分类

在发动机内，每一次将热能转变为机械能都必须经过吸入空气、压缩和输入燃料，使之发火燃烧而膨胀做功，然后将生成的废气排出这样一系列连续的过程，我们称之为一个工作循环。对于往复式活塞式发动机，可以根据每一工作循环所需活塞行程数来分类。凡活塞往复四个单程完成一个工作循环的称为四冲程发动机，活塞往复两个单程即完成一个工作循环的称为二冲程发动机，如图 1-2 所示。

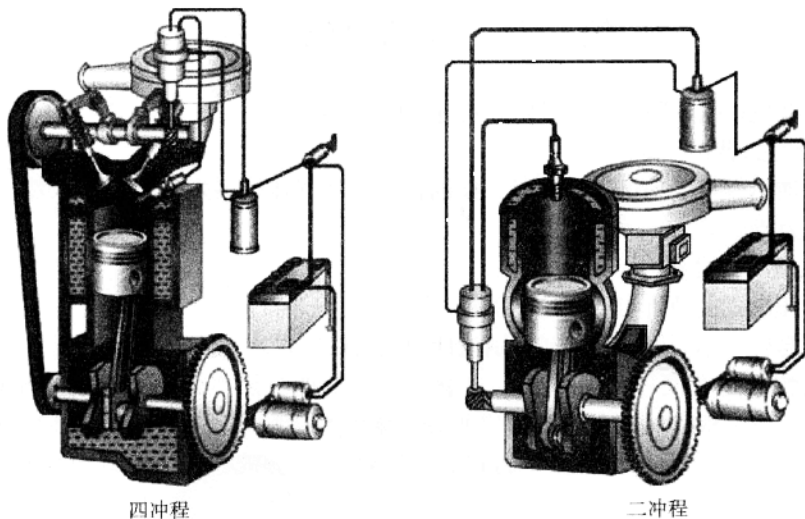


图 1-2 四冲程发动机和二冲程发动机

4. 按汽缸数分类

仅有一个汽缸的称为单缸发动机，有两个以上汽缸的称为多缸发动机。

单缸发动机运转平稳性较差，功率较小。为了使运转平稳，单缸机一般都装有一个大飞轮。而多缸发动机的做功行程是岔开的，因此，运转平稳，振动小。缸数越多，做功间

隔角越小,同时参与做功的汽缸越多,发动机运转也就越平稳。多缸机使用最多的有四缸发动机、六缸发动机和八缸发动机。

5. 按汽缸排列方式分类

发动机按照汽缸排列方式不同可以分为直列式和 V 型(图 1-3)。直列式发动机的各个汽缸排成一列,一般是垂直布置的,但为了降低高度,有时也把汽缸布置成倾斜的甚至是水平的;V 型发动机是把汽缸排成两列,若两列之间的夹角为 180° 时,这种 V 型发动机又被称为对置式发动机。

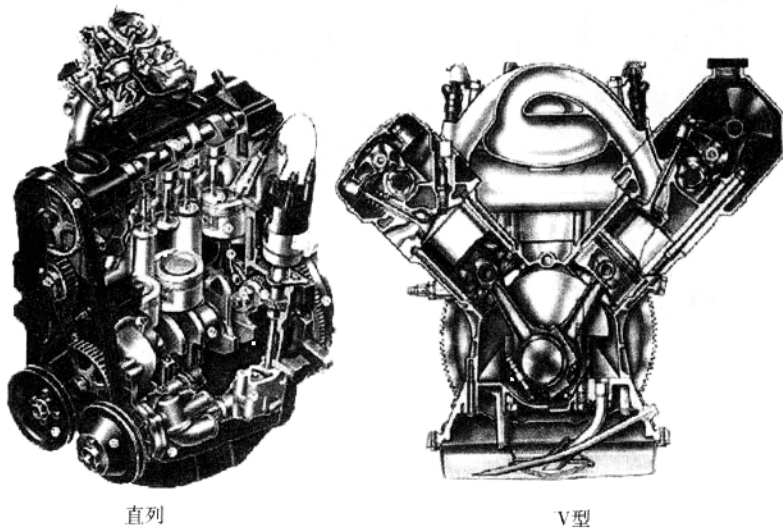


图 1-3 直列式发动机和 V 型发动机

6. 按冷却方式分类

发动机按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机(图 1-4)。水冷发动机是利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却的;而风冷发动机是利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的。水冷发动机冷却均匀,工作可靠,冷却效果好,被广泛地应用于现代车用发动机。

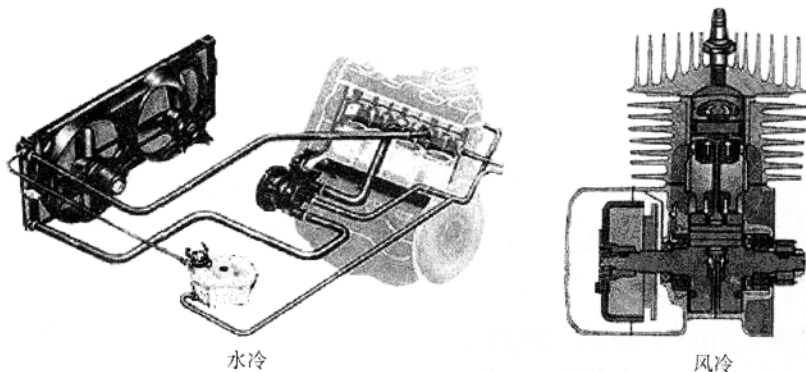


图 1-4 水冷发动机和风冷发动机

7. 按进气方式分类

发动机不装增压器，空气是靠活塞的抽吸作用进入汽缸内的，这种发动机称为非增压式发动机或自然吸气式发动机；发动机上装有增压器，空气通过增压器可以提高进气压力，这种发动机称为增压式发动机。如图 1-5 所示。

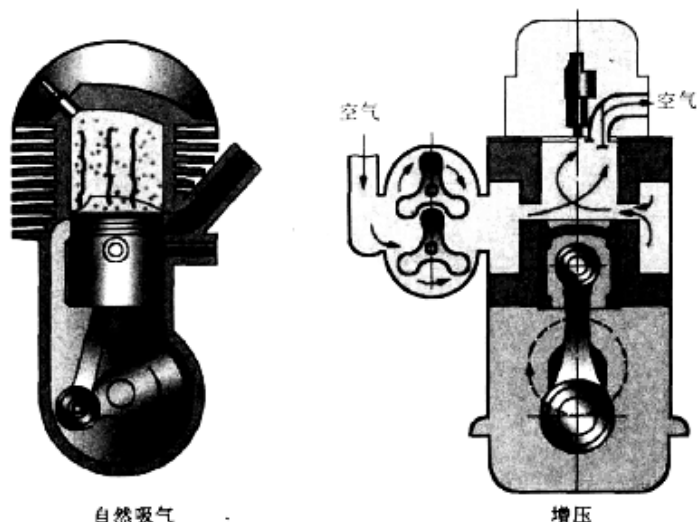


图 1-5 自然吸气式发动机和增压式发动机

第二节 发动机总体构造

图 1-6 是一台四冲程汽油机的立体结构总图，从图中可以看出，发动机是一部由许多机构和系统组成的复杂机器。现代汽车发动机的结构形式很多，即使是同一类型的发动机，其具体构造也是各种各样的。但无论是何种形式的发动机，要完成能量转换，实现工作循环，保证长时间连续正常工作，都必须具备以下一些机构和系统。

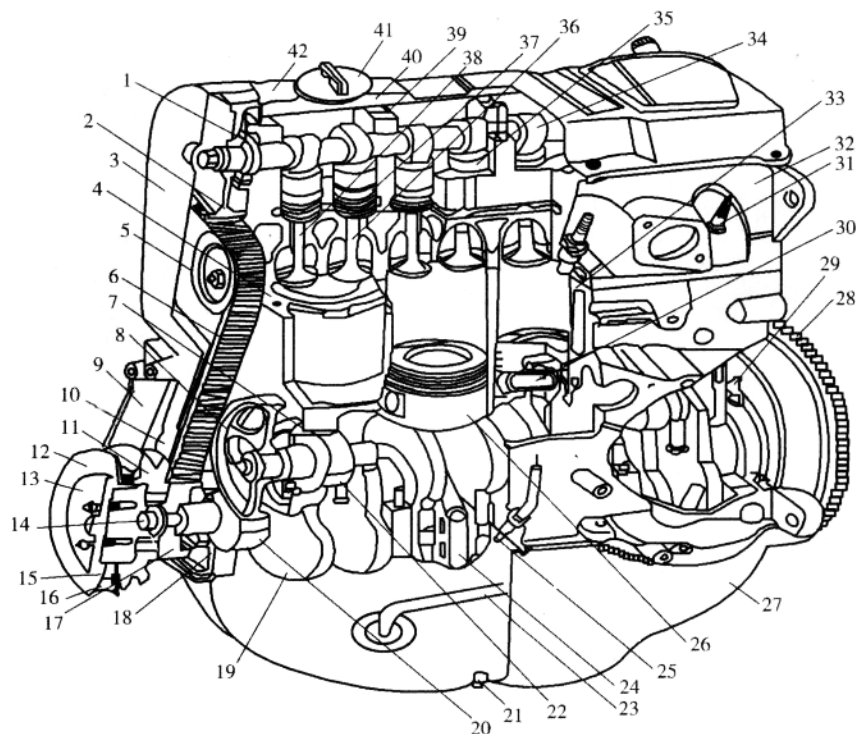
一、曲柄连杆机构

曲柄连杆机构（如图 1-7 所示）是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成。在做功行程中，活塞承受燃气压力在汽缸内作直线运动，通过连杆转换成曲轴的旋转运动，并从曲轴对外输出动力；而在进气、压缩和排气行程中，飞轮释放能量又把曲轴的旋转运动转化成活塞的直线运动。

二、配气机构

配气机构（如图 1-8 所示）的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入汽缸，并使废气从汽缸内排出，实现换气过程。配气机构大多采用顶置气门式配气机构，一般由气门组、气门传动组和气门驱动组

组成。



1-凸轮轴前端油封；2-凸轮轴正时齿轮；3-上罩盖；4-气缸体；5-张紧轮；6-正时平带；7-中间轴；8-中间轴正时齿轮；9-支架；10-正时齿轮下罩盖；11-曲轴带轮；12-空气压缩机带轮；13-压紧盖；14-正时齿轮拧紧螺栓；15-垫片；16-皮带；17-曲轴正时齿轮；18-曲轴前端挡油板；19-曲轴；20-主轴承；21-放油螺钉；22-中间轴轴承；23-集滤器；24-连杆总成；25-游标尺；26-活塞；27-油底壳；28-飞轮；29-曲轴后端挡油板；30-活塞销；31-火花塞；32-气缸盖；33-气缸垫；34-凸轮轴；35-液力挺杆；36-进气门；37-气门弹簧；38-排气门；39-凸轮轴轴承；40-挡油板；41-加油盖；42-凸轮轴罩盖

图 1-6 四冲程汽油机的立体结构总图

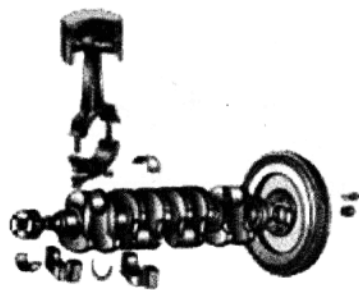


图 1-7 曲柄连杆机构

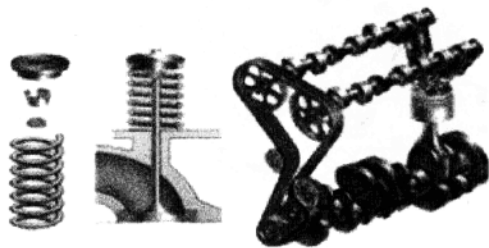


图 1-8 配气机构

三、燃料供给系

汽油机燃料供给系（如图 1-9 所示）的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和

浓度的混合气供入汽缸，并将燃烧后的废气从汽缸内排出；柴油机燃料供给系的功用是把柴油和空气分别供入汽缸，在燃烧室内形成混合气并燃烧，最后将燃烧后的废气排出。

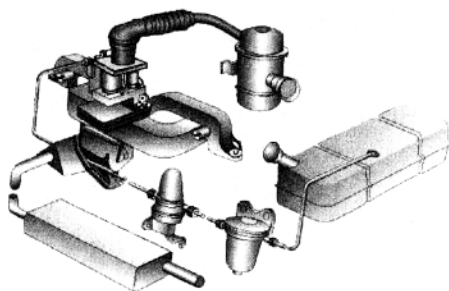


图 1-9 汽油机燃料供给系

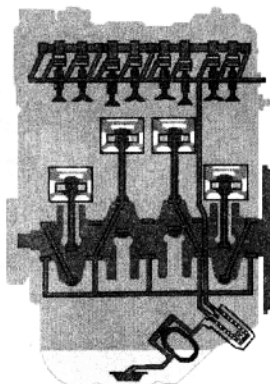


图 1-10 润滑系

四、润滑系

润滑系（如图 1-10 所示）的功用是向作相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油，以实现液体摩擦，减小摩擦阻力，减轻机件的磨损，并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和一些阀门等组成。

五、冷却系

冷却系的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去，保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机（如图 1-11 所示）的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成。

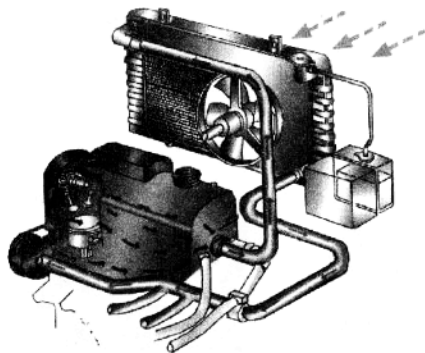


图 1-11 水冷发动机冷却系

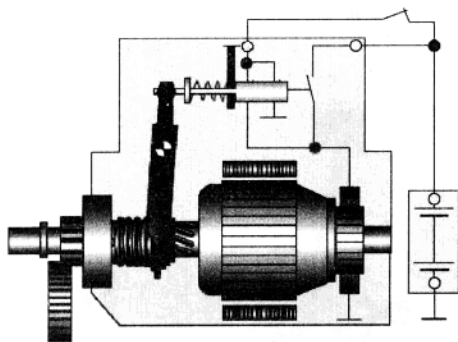


图 1-12 启动系

六、启动系

启动系结构如图 1-12 所示。要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活塞作往复运动；汽缸内的可燃混合气燃烧膨胀做功，推动活塞向

下运动使曲轴旋转，发动机才能自行运转，工作循环才能自动进行。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的启动。完成启动过程所需的装置，称为发动机的启动系。

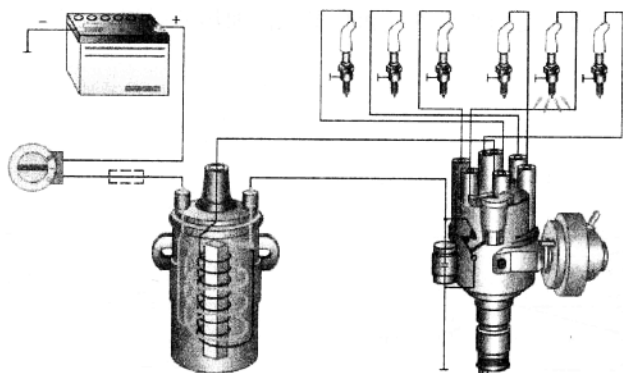


图 1-13 点火系

七、点火系

图 1-13 为点火系示意图。在汽油机中，汽缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的，为此在汽油机的汽缸盖上装有火花塞，火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系，它通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成。柴油机是压燃的，所以不需要点火系。

因此，汽油机是由以上两大机构、五大系统组成；柴油机是由两大机构、四大系统组成。

第三节 发动机的工作原理

发动机从工作行程上可以分为四行程发动机和二行程发动机两种；从发火方式上又可以分为压燃式（柴油机）和点燃式（汽油机）。这些发动机的工作原理是不同的。

一、四行程汽油机的工作原理

四行程汽油机是按进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程的顺序不断循环往复运行的。

1. 进气行程（图 1-14）

由于曲轴的旋转，活塞从上止点（活塞最高位置）向下止点（活塞最低位置）运动，这时排气门关闭，进气门打开。进气过程开始时，活塞位于上止点，汽缸内残存有上一循环未排净的废气，因此，汽缸内的压力稍高于大气压力。随着活塞下移，汽缸内容积增大，压力减小，当压力低于大气压时，在汽缸内产生真空吸力，空气经空气滤清器并与化

油器或喷油器供给的汽油混合成可燃混合气,通过进气门被吸入汽缸,直至活塞向下运动到下止点。在进气过程中,受空气滤清器、化油器(若为电控喷射式汽油机,则为节气门体)、进气管道、进气门等阻力影响,进气终了时,汽缸内气体压力略低于大气压,为 $0.075\sim 0.09\text{ MPa}$,同时受到残余废气和高温机件加热的影响,温度达到 $370\sim 400\text{ K}$ 。

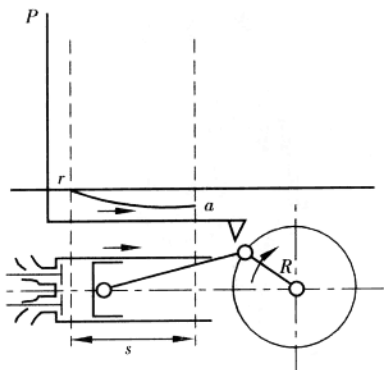


图 1-14 进气行程

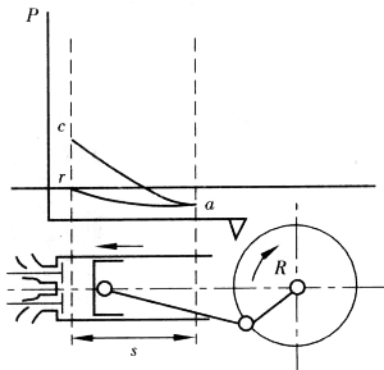


图 1-15 压缩行程

2. 压缩行程 (图 1-15)

曲轴继续旋转,活塞从下止点向上止点运动,这时进气门和排气门都关闭,汽缸内成为封闭容积,可燃混合气受到压缩,压力和温度不断升高,当活塞到达上止点时压缩行程结束。此时气体的压力和温度主要由压缩比的大小而定,可燃混合气压力可达 $0.6\sim 1.2\text{ MPa}$,温度可达 $600\sim 700\text{ K}$ 。压缩比定义为,汽缸总容积与燃烧室容积(活塞运行到上止点时的汽缸容积)之比。压缩比越大,压缩终了时汽缸内的压力和温度越高,燃烧速度越快,发动机功率也越大。但压缩比太高,容易引起爆震。所谓爆震,就是由于气体压力和温度过高,可燃混合气在没有点燃的情况下自行燃烧,且火焰以高于正常燃烧数倍的速度向外传播,造成尖锐的敲缸声。此时发动机表现为过热,功率下降,油耗增加,甚至会造成机件损坏。所以,汽油机的压缩比一般为 $6\sim 10$ 。

3. 做功行程 (图 1-16)

做功行程包括燃烧过程和膨胀过程。在这一行程中,进气门和排气门仍然保持关闭,当活塞位于压缩行程接近上止点(即点火提前角)位置时,火花塞产生电火花点燃可燃混合气,可燃混合气燃烧后放出大量的热使汽缸内气体温度和压力急剧升高,最高压力可达 $3\sim 5\text{ MPa}$,最高温度可达 $2200\sim 2800\text{ K}$ 。高温高压气体膨胀,推动活塞从上止点向下止点运动,通过连杆使曲轴旋转并输出机械功,除了用于维持发动机本身继续运转外,其余用于对外做功。随着活塞向下运动,汽缸内容积增加,气体压力和温度降低,当活塞运动到下止点时,做功行程结束,气体压力降低到 $0.3\sim 0.5\text{ MPa}$,气体温度降低到 $1300\sim 1600\text{ K}$ 。

4. 排气行程 (图 1-17)

可燃混合气在汽缸内燃烧后生成的废气必须从汽缸中排出去以便进行下一个进气行程。当做功接近终了时,排气门开启,进气门仍然关闭,靠废气的压力先进行自由排气;活塞到达下止点再向上止点运动时,继续把废气强制排出到大气中去;活塞越过上止点后,排气门关闭,排气行程结束。实际汽油机的排气行程也是排气门提前打开,延迟关闭,以便排出更

多的废气。由于燃烧室容积的存在,不可能将废气全部排出汽缸。受排气阻力的影响,排气终止时,气体压力仍高于大气压力,为 $0.105\sim 0.115\text{ MPa}$,温度为 $900\sim 1200\text{ K}$ 。曲轴继续旋转,活塞从上止点向下止点运动,又开始了下一个新的循环过程。

四行程汽油机经过进气、压缩、做功、排气四个行程完成一个工作循环,这期间活塞在上、下止点之间往复运动了两次,相应地曲轴旋转了两圈。

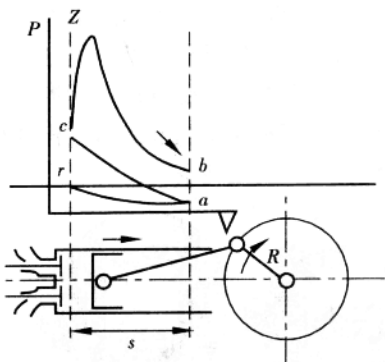


图 1-16 做功行程

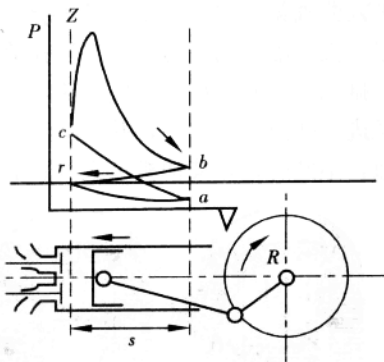


图 1-17 排气行程

二、四行程柴油机的工作原理

四行程柴油机每一个工作循环同样包括进气、压缩、做功和排气四个行程,但由于柴油机使用的燃料——柴油与汽油有较大的差别,如柴油黏度大,不易蒸发,自燃温度低,所以可燃混合气的形成、着火方式、燃烧过程以及气体温度、压力的变化都和汽油机不同。

四行程柴油机在进气行程中被吸入汽缸的是纯空气而不是可燃混合气,在进气通道中没有供油系统和节气门,进气阻力小,进气终了时气体压力略高于汽油机而气体温度略低于汽油机(气体压力为 $0.0785\sim 0.0932\text{ MPa}$,气体温度为 $300\sim 370\text{ K}$)。

柴油机在压缩行程压缩的也是纯空气。在压缩行程接近上止点时,喷油器将高压柴油以雾状形式直接喷入燃烧室,柴油和空气在汽缸内形成可燃混合气并着火燃烧。柴油机的压缩比比汽油机的大很多(一般为 $16\sim 22$),压缩终了时气体温度($750\sim 1000\text{ K}$)和压力($3.5\sim 4.5\text{ MPa}$)都比汽油机高,大大超过了柴油机的自燃温度。所以,柴油机是压缩后自燃着火的,不需要点火系统,故柴油机又叫压燃机。

柴油机的可燃混合气是在汽缸内部形成的,而不像汽油机那样,混合气主要是在汽缸外部的化油器中形成的。柴油机燃烧过程中汽缸内出现的最高压力要比汽油机高得多,可达 $6\sim 9\text{ MPa}$,最高温度也可达 $2000\sim 2500\text{ K}$;做功终了时,气体压力为 $0.2\sim 0.4\text{ MPa}$,气体温度为 $1200\sim 1500\text{ K}$ 。

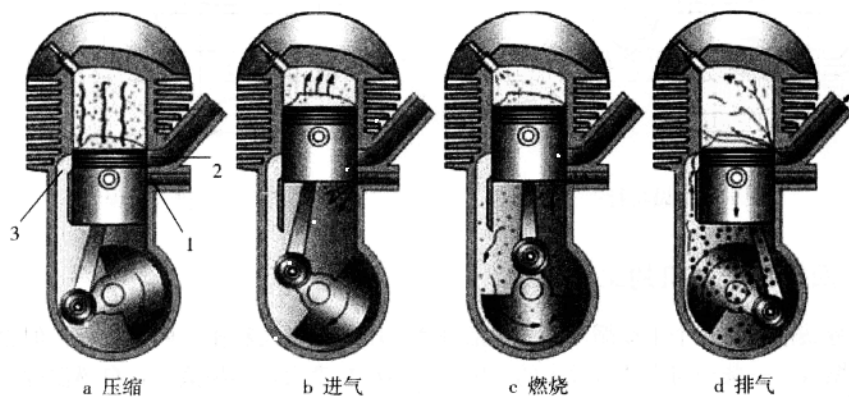
与汽油机相比,柴油机的压缩比高,热效率高,燃油消耗率低,因此,柴油机的燃料经济性好,排气污染少。但它的主要缺点是转速低、质量大、噪声大、振动大、制造和维修费用高。

三、二行程发动机的工作原理

二行程汽油机的工作循环也是由进气、压缩、燃烧膨胀、排气过程组成,但它是在曲

轴旋转一圈（ 360° ）、活塞上下往复运动的两个行程内完成的。因此，二行程发动机与四行程发动机工作原理不同，结构也不一样。

例如，曲轴箱换气式二行程汽油机汽缸上有三排孔，利用这三排孔分别在一定时刻被活塞打开或关闭进行进气、换气和排气。其工作原理如下：图 1-18a 表示活塞向上运动，将三排孔都关闭，活塞上部开始压缩；当活塞继续上行时，活塞下方打开了进气孔，可燃混合气进入曲轴箱（图 1-18b）；活塞接近上止点时（图 1-18c），火花塞点燃混合气，气体燃烧膨胀，推动活塞向下运动，进气孔关闭，曲轴箱内的混合气受到压缩；当活塞接近下止点时，排气孔打开，排出废气，活塞再向下运动，换气孔打开，受到压缩的混合气便从曲轴箱经进气孔流入汽缸内，并扫除废气（图 1-18d）。二行程柴油机和二行程汽油机工作原理类似，不同的是，柴油机进入汽缸的不是可燃混合气，而是纯空气。



1-进气孔；2-排气孔；3-扫气孔
图 1-18 二行程发动机的工作原理

第四节 国产发动机型号编制规则

为了便于发动机的生产管理 and 使用，国家标准（GB 725—82）《发动机产品名称和型号编制规则》对发动机的名称和型号作了统一规定。

发动机名称均按所使用的主要燃料命名，例如汽油机、柴油机、煤气机等。发动机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

发动机型号由以下四部分组成：

首部：为产品系列符号和换代标志符号，由制造厂根据需要自选相应字母表示，但需主管部门核准。

中部：由缸数符号、冲程符号、汽缸排列形式符号和缸径符号等组成。

后部：结构特征和用途特征符号，以字母表示。

尾部：区分符号。同一系列产品因改进等原因需要区分时，由制造厂选用适当符号表示。

具体的发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义如图 1-19 所示。

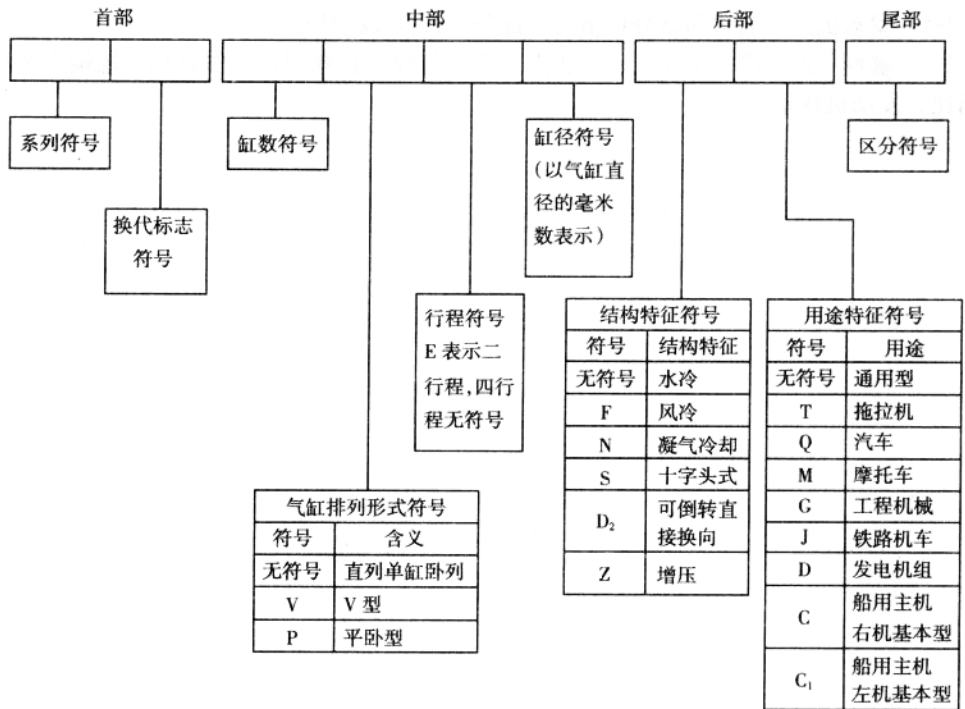


图 1-19 发动机型号的排列顺序及符号所代表的意义规定

例如：

汽油机

1E65F：单缸，二行程，缸径 65 mm，风冷通用型。

4100Q：四缸，四行程，缸径 100 mm，水冷车用。

4100Q-4：四缸，四行程，缸径 100 mm，水冷车用，第四种变型产品。

CA6102：六缸，四行程，缸径 102 mm，水冷通用型。CA 表示系列符号。

8V100：八缸，四行程，缸径 100 mm，V 型，水冷通用型。

柴油机

195：单缸，四行程，缸径 95 mm，水冷通用型。

165F：单缸，四行程，缸径 65 mm，风冷通用型。

495Q：四缸，四行程，缸径 95 mm，水冷车用。

X4105：四缸，四行程，缸径 105 mm，水冷通用型。X 表示系列符号。

[本章思考题]

1-1 简述发动机的基本构造。

1-2 何谓发动机的工作循环？简述四行程汽油机的工作过程。

- 1-3 试分析汽油机与柴油机的特点和区别。
- 1-4 发动机产品名称和型号包括几个部分？其含义是什么？
- 1-5 解释下列名词：上止点、下止点、活塞行程、总容积、工作容积、燃烧室容积、压缩比、发动机排量。