

汽车发动机构造 与维修

● 主 编 杨 波 王泌宝 张 莉

“互联网+”教材



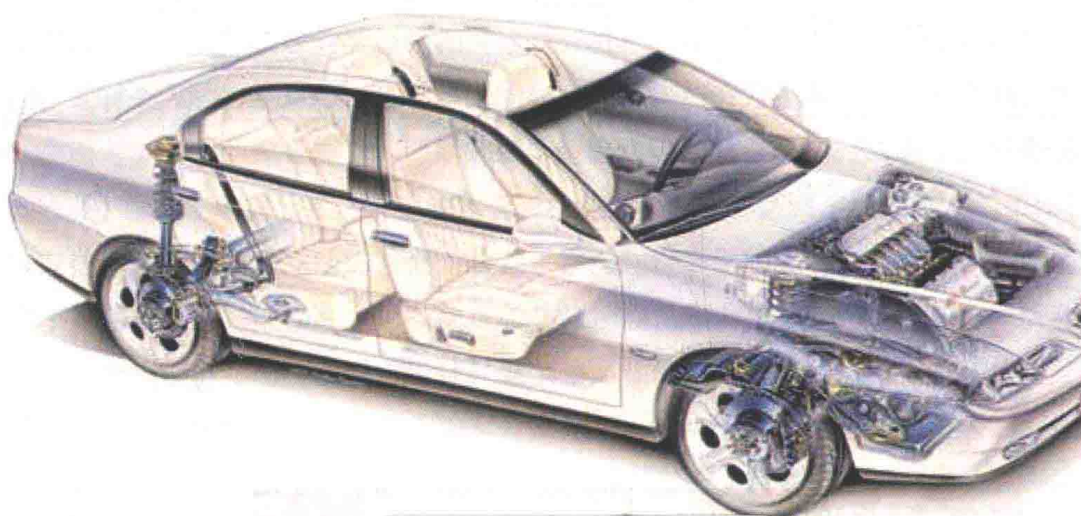
全书视频资源

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

Qiche Fadongji Gouzao Yu Weixiu

汽车发动机构造与维修

主 编 杨波 王泌宝 张莉
副主编 林倩 白秀秀 鲁言超
参 编 牛志明 卢昭安 孙云鹏
主 审 刘叶鹏



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书通过典型工作过程的分析,结合实践应用,系统阐述了汽车发动机各部分的构造与故障诊断和排除过程,主要包括发动机总体结构认知、曲柄连杆机构故障的检测与维修、配气机构故障的检测与维修、燃油供给系统故障的检测与维修、冷却系统故障的检测与维修、润滑系统故障的检测与维修、发动机调试与磨合各部分的构造和故障诊断与排除过程。

本书内容新颖全面、图文并茂、通俗易懂、易学好教。

本书可作为高等院校汽车专业的教材,也可作为各类汽车从业人员的业务参考书和培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造与维修 / 杨波, 王泌宝, 张莉主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.3

ISBN 978-7-5682-3738-3

I. ①汽… II. ①杨… ②王… ③张… III. ①汽车—发动机—构造②汽车—发动机—车辆修理 IV. ①U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 038855 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 365 千字

版 次 / 2017 年 3 月第 1 版 2017 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 57.00 元

责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

本书中的工作页呈现源于典型工作任务的学习任务，通过体系化的引导问题，指导学生在完整的行动中进行理论实践一体化的学习，在培养专业能力的同时，帮助学生学习工作过程知识，促进关键能力和综合素质的提高，实现工学一体化教学目标。

本书所整理、编辑的学习项目都是来自于汽车维修企业一线维修案例，学习项目的设置遵循分析与检查、方案制定、方案实施、完工检验、成果展示与交流的形式，引导学生形成工作的逻辑思路，增进学生汽车维修的感性认知。这些学习项目中所使用的工作页将学习与工作紧密结合，以学习的内容是工作，通过工作实现学习为宗旨，促进了学习过程的系统化，使教学内容更贴近企业生产实际。本书的学习突出了工作页对学生实操过程的指导作用，并将工作过程的关键步骤具体标明，以达到只要学生依据工作页便可基本独立完成整个工作过程操作的效果。学生可以从初步制订工作计划，大致确定所需的工、用具及维修资料入手，直到整个工作任务的所有操作与分析诊断环节开展，在本书的工作页中皆有体现，其中相关项目完成后实操场地的整理和清洁，逐步按照质量管理的7S管理理念——整理、整顿、清洁、清扫、素养、安全及节约的标准规范执行。学习工作过程中，学生记录、填写的所有内容都应该是从工作操作中实际获取的数据、相关诊断分析思路及其技术方面的评价，也有综合技能的考核；既有个人的自我总结，也有小组的相互点评；评价方式有写的也有说的，评价形式多样，全面考查学生的综合能力。课后的评价是让学生总结自己在完成本工作任务之后获得了哪些收获、掌握了哪些技能、有哪些体会及经验教训、是否达到了预先制定的工作目标。这样，可以让学生养成事后总结的习惯，有利于锻炼与提高学生的写作水平和展示能力。

《汽车发动机构造与维修》采用以项目教学为主线，采用基于工作过程和工作活动为目标的行动导向典型任务学习方法进行设计，整个学习领域由七个模块组成。

本书由杨波、王泌宝、张莉主编，编写分工如下：模块一由杨波编写；模块二由杨波、鲁言超编写；模块三由王泌宝、牛志明编写；模块四由张莉、卢昭安编写；模块五由张莉、孙云鹏编写；模块六由林倩、白秀秀编写；模块七由林倩、杨波编写。刘叶鹏对本书内容进行了审查。

由于编者能力和水平有限，书中难免有不妥乃至错误之处，敬请广大读者提出宝贵意见，在此深表感谢。



模块	项目	学时	权重
模块一 汽车发动机总体认知		4	6
模块二 曲柄连杆机构	项目一 机体组的拆装与检测	6	12
	项目二 活塞连杆组的拆装与检测	6	12
	项目三 曲轴飞轮组故障的检测与维修	6	12
模块三 配气机构	项目一 配气机构的拆装与检测	6	12
	项目二 气门组的检测	6	12
	项目三 气门传动组的检测		
模块四 燃油供给系统故障的检测与维修	项目一 汽油机燃油供给系统故障的检测与维修	4	6
	项目二 柴油机燃油供给系统故障的检测与维修	4	6
模块五 冷却系统故障的检测与维修	项目一 冷却系统故障的检测与维修	4	6
模块六 润滑系统故障的检测与维修	项目一 润滑系统的拆装	4	6
	项目二 润滑系统主要部件的拆检		
	项目三 润滑系统常见故障及诊断		
模块七 发动机调试与磨合	项目一 发动机整体拆装与检验	8	6
	项目二 发动机磨合与调试	6	4
共计		64	100

编 者

模块一 汽车发动机总体认知	1
模块二 曲柄连杆机构	21
项目一 机体组的拆装与检测	22
项目二 活塞连杆组的拆装与检测	60
项目三 曲轴飞轮组故障的检测与维修	88
模块三 配气机构	111
项目一 配气机构的拆装与检测	112
项目二 气门组的检测	132
项目三 气门传动组的检测	140
模块四 燃油供给系统故障的检测与维修	147
项目一 汽油机燃油供给系统故障的检测与维修	148
项目二 柴油机燃油供给系统故障的检测与维修	163
模块五 冷却系统故障的检测与维修	191
项目一 冷却系统故障的检测与维修	192
模块六 润滑系统故障的检测与维修	203
项目一 润滑系统的拆装	204
项目二 润滑系统主要部件的拆检	211
项目三 润滑系统常见故障及诊断	219
模块七 发动机调试与磨合	225
项目一 发动机整体拆装与检验	226
项目二 发动机磨合与调试	234



附 录	240
参考文献	242

模块一 汽车发动机总体认知

本模块主要介绍发动机历史，了解发动机分类，掌握发动机工作原理，认知发动机整体构造及发动机术语和性能指标，让同学们知道发动机是如何产生以及如何进化成现代发动机的。

 学习要求

能力目标	知识目标	权重
认识发动机的布置形式	了解发动机历史	10%
认识发动机的构造	了解发动机的分类	10%
	理解发动机工作原理	40%
	掌握发动机术语	20%
	了解发动机性能指标	20%

汽车发动机总体结构如图 1.1 所示。

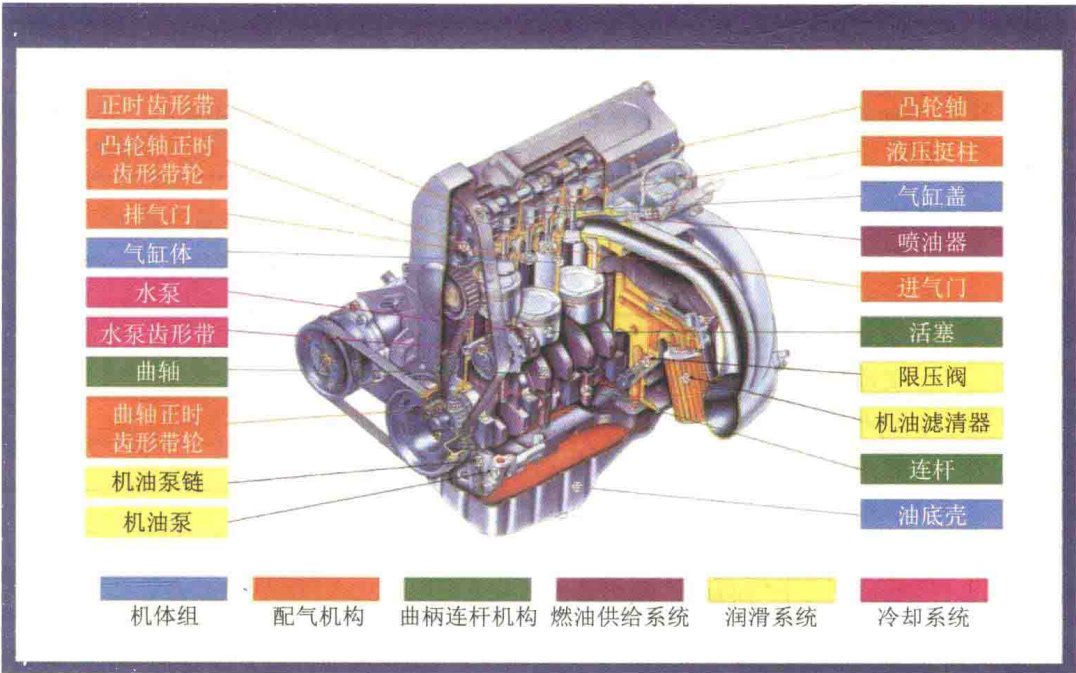


图 1.1 汽车发动机结构



发动机



一、汽车发动机的发展史

1. 发动机探索阶段（见表 1.1）

表 1.1 发动机探索阶段

时间	人物	国籍	事件
18 世纪中叶	瓦特	英国	发明了蒸汽机
1770 年	居纽	法国	制作了世界上第一辆蒸汽汽车
1858 年	里诺	法国	发明了煤气发动机
1867 年	奥托	德国	提出了内燃机的四冲程理论，研发出立式活塞式四冲程奥托内燃机

2. 发动机发展阶段（见表 1.2）

表 1.2 发动机发展阶段

时间	人物	国籍	事件
1885 年	戴姆勒	德国	发明世界上第一辆摩托车
1886 年	卡尔·本茨	德国	第一辆汽车诞生
1892 年	狄塞尔	德国	研制出压燃式柴油机
1926 年	布希	瑞士	提出了废气涡轮增压理论，成为内燃机发展史上的第三次重大突破
1956 年	汪克尔	德国	发明了转子式发动机，1964 年，德国 NSU 公司首次将转子式发动机安装在轿车上
1967 年	博世 (Bosch) 公司	德国	首次推出由电子计算机控制的汽油喷射系统，成为内燃机发展史上第四次重大突破

3. 发动机升华阶段（见表 1.3）

表 1.3 发动机升华阶段

时间	国籍	事件
1967 年	美国	进行了一次氢气汽车行驶的公开表演
1978 年	日本	研究成功混合动力汽车，即内燃机—电力汽车
1979 年	巴西	制造出以酒精为燃料的汽车
1980 年	美国	试制成功了一种锌氯电池电动汽车
1980 年	西班牙	试研制成功了一种太阳能汽车
1984 年	苏联	研制出一种双重燃料汽车

4. 发动机新技术的不断涌现

在发动机的工作方式和喷油方式确定后，发动机的进化之路并没有终止，在发动机技术的完善上，一代一代的汽车人在做着不懈的努力。现在的发动机运转更加平顺，抖动也没有那么激烈，燃油经济性也更好了，马力更足了，而这些都是依赖于新技术的运用。为了改善进气，就出现了本田的 ECVT、丰田的 VVT-I、现代的 CVVT、通用的 DVVT 等可变气门正时技术；为了获得更好的空燃比，就出现了大众的 TFSI 分层喷射技术、VIS 可变进气道技术、涡轮增压中冷技术等；为了使环境污染最小，在排气管里又增加了氧传感器、

三元催化转化器，并应用了废气再循环技术。

目前，由于环境污染的恶劣影响，对汽车尾气排放的要求也越来越高，老式发动机技术淘汰已经成为必然，更多地充分利用能源的技术正在研发当中。同时由于全球能源危机的巨大影响，更加节能的新能源技术必将在发动机技术的发展史上书写重重的一笔。

二、发动机布置形式

发动机是汽车上最重要的部分，而它的布置形式对于汽车的性能具有重大影响。对于轿车来说，发动机的布置位置可以简单地分为前置、中置和后置三种，如图 1.2 所示，目前市面上绝大多数车型都是采用的前置发动机，中置和后置发动机只在极少数的性能跑车上使用。

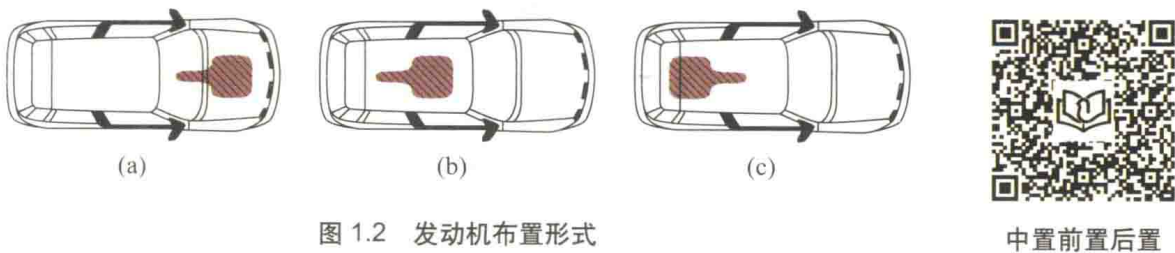


图 1.2 发动机布置形式
(a) 前置；(b) 中置；(c) 后置

在前置发动机中，根据发动机放置方向的不同，还可以分为纵置和横置两种。大多数紧凑型车和中型车都采用横置发动机，而大多数的大型豪华轿车都采用纵置发动机。

三、汽车发动机分类

内燃机的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把内燃机分成不同的类型，下面让我们来看看内燃机是怎样分类的。



发动机的分类

1. 按照所用燃料分类

内燃机按照所使用燃料的不同可以分为汽油机和柴油机，如图 1.3 所示。使用汽油为燃料的内燃机称为汽油机；使用柴油为燃料的内燃机称为柴油机。汽油机与柴油机比较各有特点：汽油机转速高，质量小，噪声小，起动容易，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。

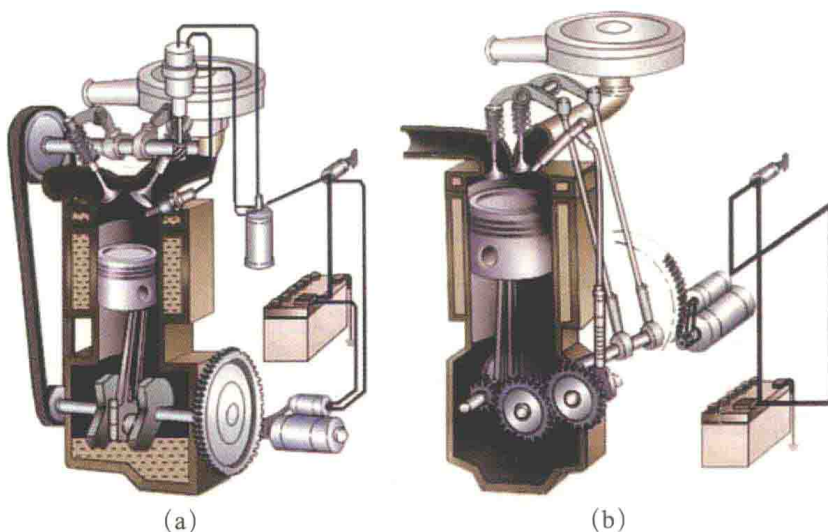


图 1.3 汽油机和柴油机

(a) 汽油机；(b) 柴油机

2. 按照行程分类

内燃机按照完成一个工作循环所需的行程数可分为四行程内燃机和二行程内燃机，如图 1.4 所示。把曲轴转两圈 (720°)，活塞在气缸内上下往复运动四个行程，完成一个工作循环的内燃机称为四行程内燃机；而把曲轴转一圈 (360°)，活塞在气缸内上下往复运动两个行程，完成一个工作循环的内燃机称为二行程内燃机。汽车发动机广泛使用四行程内燃机。

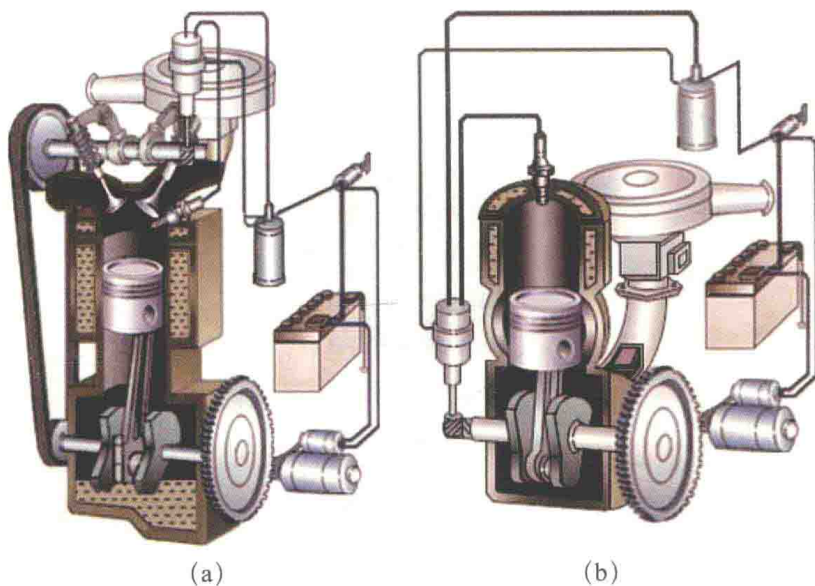


图 1.4 发动机行程

(a) 四行程；(b) 二行程

3. 按照冷却方式分类

内燃机按照冷却方式不同可以分为水冷发动机和风冷发动机，如图 1.5 所示。水冷发动

机是利用在气缸体和气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发动机；而风冷发动机是利用流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的发动机。水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好，被广泛应用于现代车用发动机中。

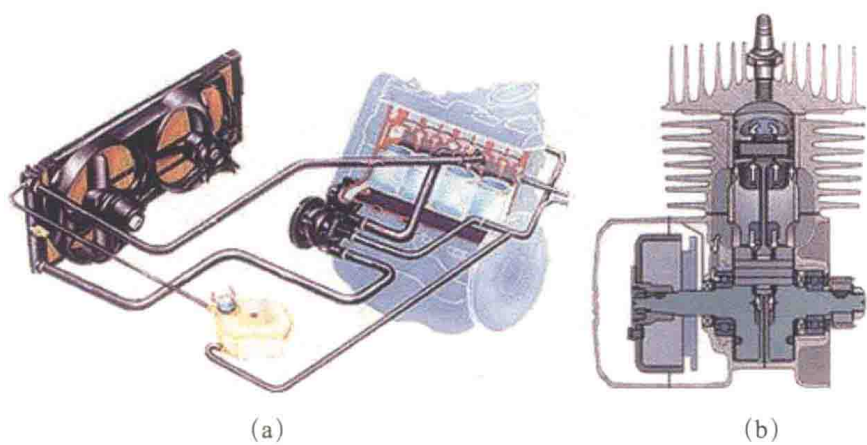


图 1.5 发动机冷却方式

(a) 水冷；(b) 风冷

4. 按照气缸数目分类

内燃机按照气缸数目不同可以分为单缸发动机和多缸发动机，如图 1.6 所示。仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机；有两个或两个以上气缸的发动机称为多缸发动机。如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等发动机都是多缸发动机。现代车用发动机多采用四缸、六缸和八缸发动机。

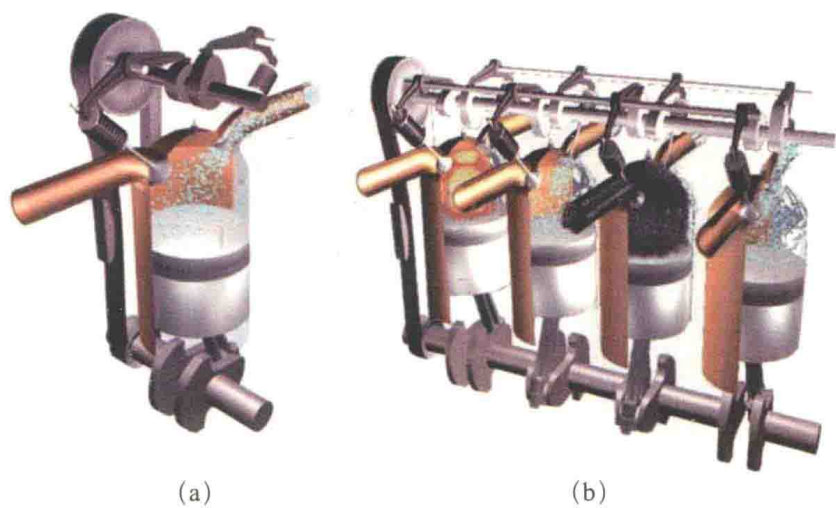


图 1.6 发动机气缸数目

(a) 单缸；(b) 多缸

5. 按照气缸排列方式分类

内燃机按照气缸排列方式不同可以分为单列式和双列式，如图 1.7 所示。单列式发动机



的各个气缸排成一列，一般是垂直布置的，但为了降低高度，有时也把气缸布置成倾斜甚至是水平的。双列式发动机把气缸排成两列，两列之间的夹角 $< 180^\circ$ （一般为 90° ），称为V型发动机；若两列之间的夹角等于 180° ，则称为对置式发动机。

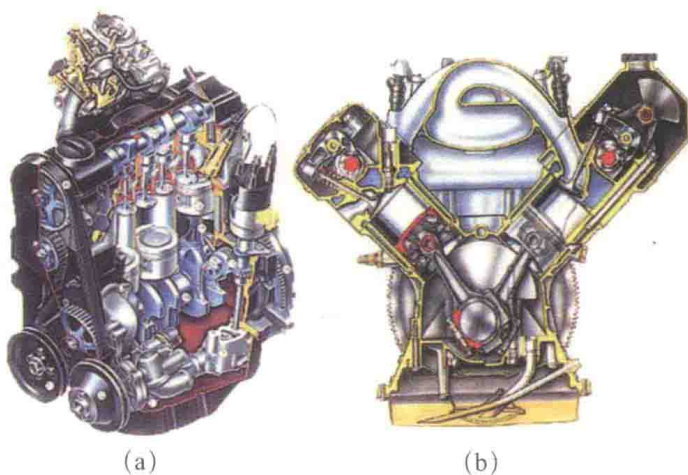


图 1.7 发动机气缸排列方式

(a) 单列式；(b) 双列式（V型）

6. 按照进气系统是否采用增压方式分类

内燃机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）式发动机，如图 1.8 所示。汽油机常采用自然吸气式；柴油机为了提高功率有采用强制进气式的。

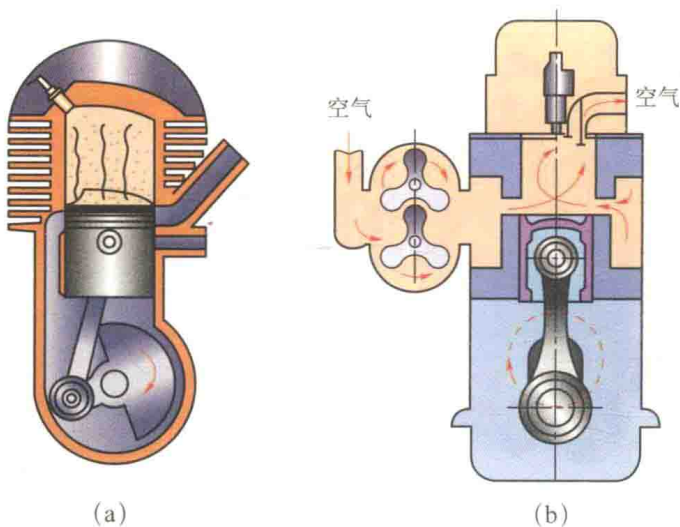
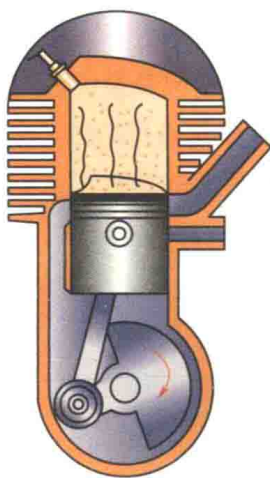


图 1.8 发动机进气形式

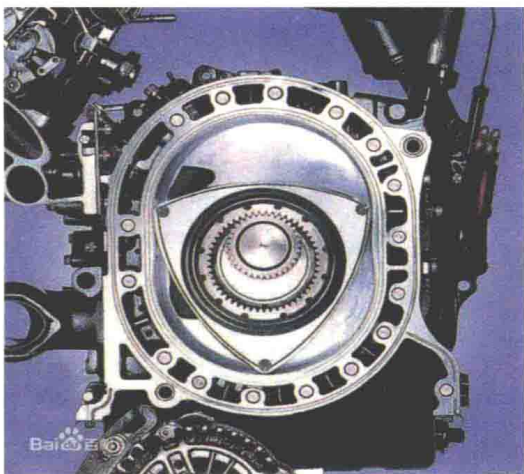
(a) 自然吸气式；(b) 强制进气式

7. 根据活塞运动方式

内燃机根据活塞运动方式不同可分为往复活塞式和旋转活塞式两种，如图 1.9 所示。



(a)



(b)



转子发动机

图 1.9 发动机活塞运动方式

(a) 往复活塞式；(b) 旋转活塞式

四、发动机基本结构

发动机是一种由许多机构和系统组成的复杂机器。无论是汽油机还是柴油机，无论是四行程发动机还是二行程发动机，无论是单缸发动机还是多缸发动机，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。汽油机由两大机构和五大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统和起动系统组成；柴油机由两大机构和四大系统组成，即由曲柄连杆机构、配气机构、燃料供给系统、润滑系统、冷却系统和起动系统组成。柴油机是压燃的，不需要点火系统。图 1.10 所示为往复活塞式发动机基本结构。

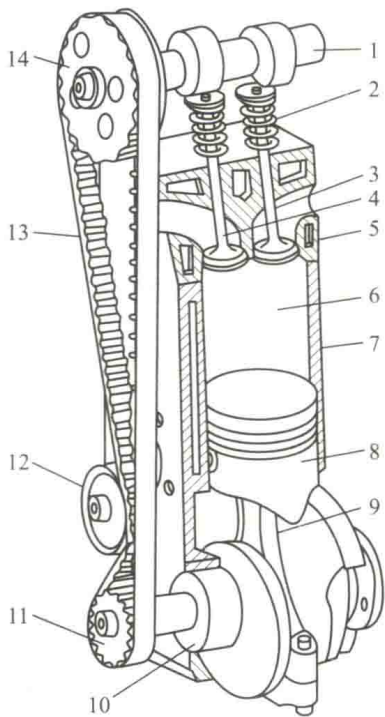


图 1.10 往复活塞式发动机基本结构

1—凸轮轴；2—气门弹簧；3—进气门；4—排气门；
5—气缸盖；6—气缸；7—气缸体；8—活塞；9—连杆；
10—曲轴；11—曲轴正时带轮；12—张紧轮；13—正时
皮带；14—凸轮轴正时带轮

1. 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件，由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮组等组成，如图 1.11 所示。在做功行程中，活塞承受燃气压力在气缸内做直线运动，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。

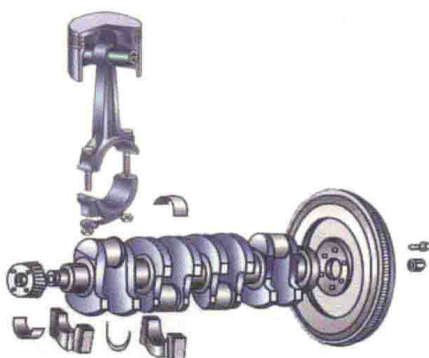


图 1.11 曲柄连杆机构

2. 配气机构

配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启与关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从气缸内排出，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、气门传动组组成，如图 1.12 所示。

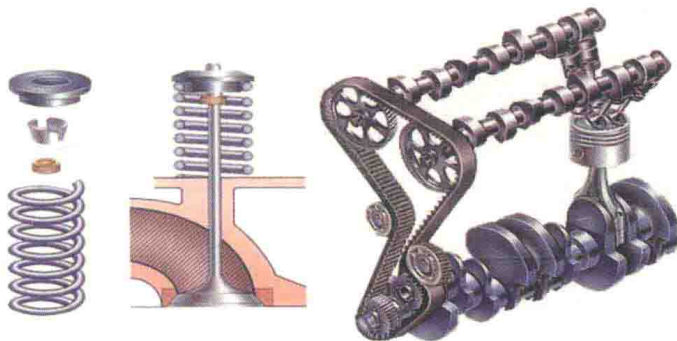


图 1.12 配气机构

3. 燃料供给系统

汽油机燃料供给系统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，供入气缸，并将燃烧后的废气从气缸内排到大气中去；柴油机燃料供给系统的功用是把柴油和空气分别供入气缸，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 1.13 所示为汽油喷射式汽油机燃料供给系统。

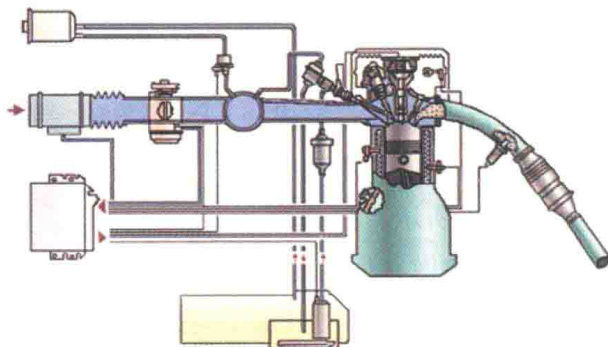


图 1.13 汽油喷射式汽油机燃料供给系统



4. 润滑系统

润滑系统的功用是向做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。润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器和阀门等组成，如图 1.14 所示。

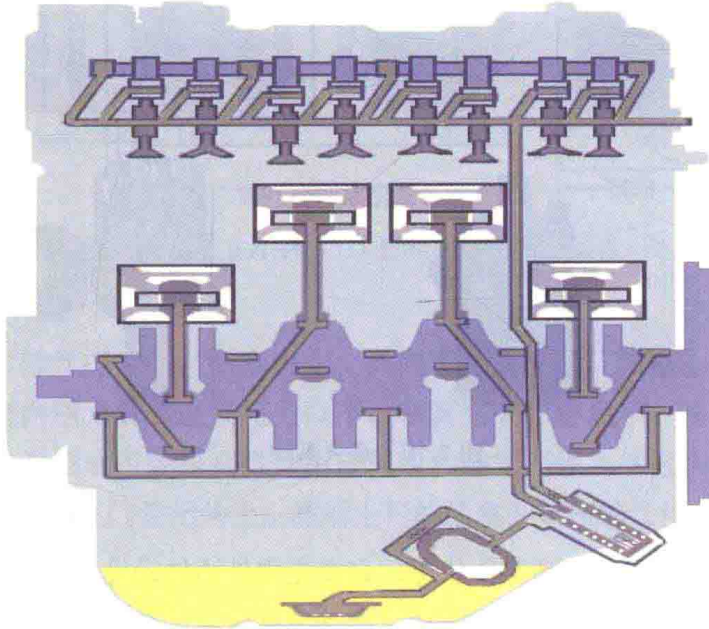


图 1.14 润滑系统

5. 冷却系统

冷却系统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。水冷发动机的冷却系统通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱和节温器等组成，如图 1.15 所示。

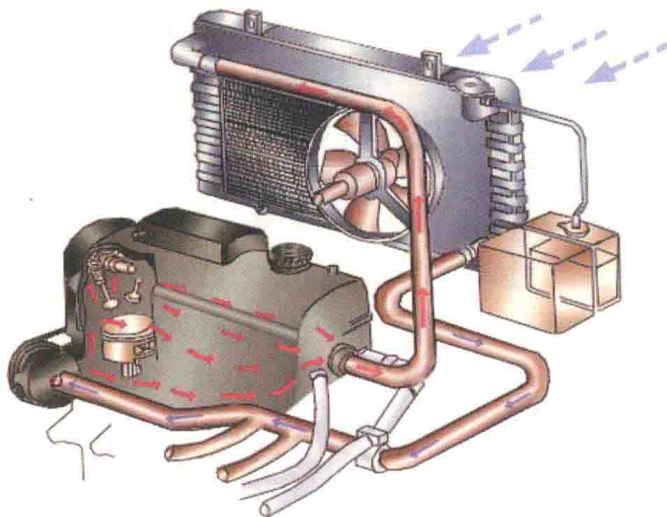


图 1.15 冷却系统



6. 点火系统

在汽油机中，气缸内的可燃混合气是由电火花点燃的，为此在汽油机的气缸盖上装有火花塞，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统，点火系统通常由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成，如图 1.16 所示。

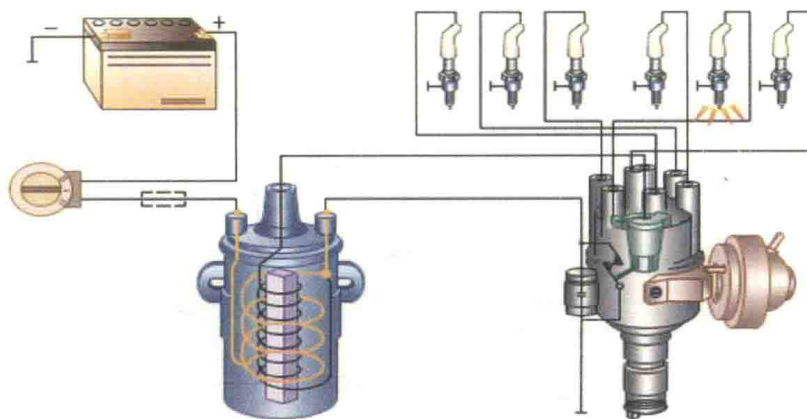


图 1.16 点火系统

7. 起动系统

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，使活塞做往复运动，气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，称为发动机的起动过程。完成起动过程所需的装置称为发动机的起动系统，如图 1.17 所示。

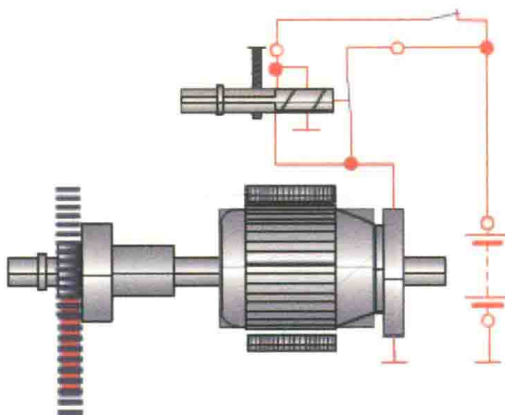


图 1.17 起动系统

五、工作原理

1. 四行程汽油机

四行程汽油机的工作循环由 4 个活塞行程组成，即进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程，如图 1.18 所示。