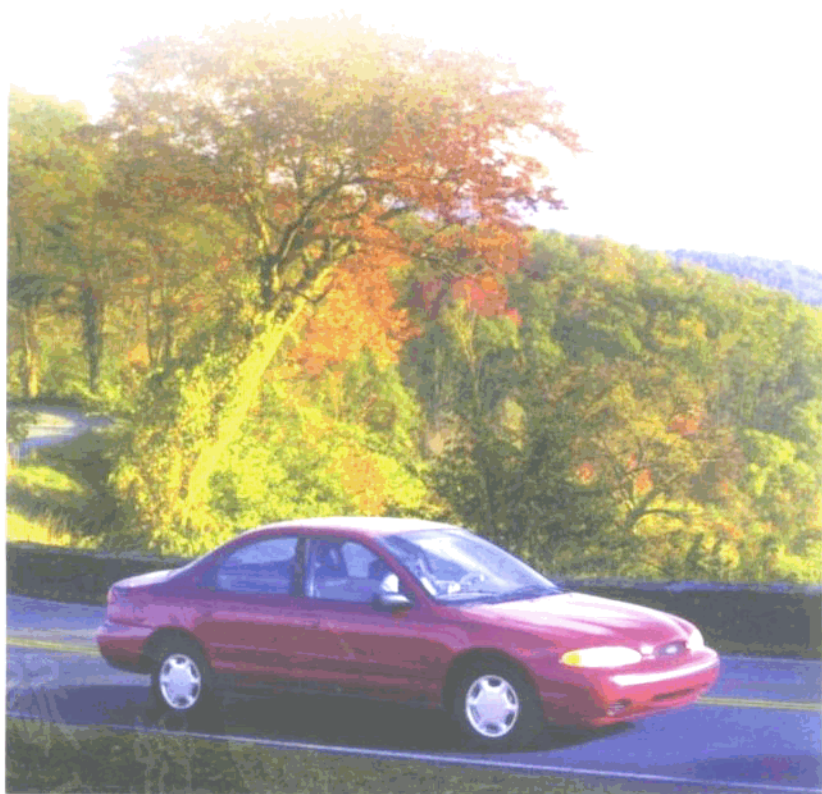


新编 汽车构造

唐艺 编



机械工业出版社

前 言

随着我国社会主义建设事业的不断发展和改革开放的不断深入，汽车工业已成为国民经济的一个重要支柱。汽车运输是交通运输方面的一种重要运输方式，也是人们所喜爱的一种交通工具，给人们以更高的运行速度和工作效率。

为了使人们对汽车有深入的了解，以便经济、安全、高效地完成汽车使用、修理工作，结合目前汽车从业人员的实际情况和实际需要，对现代汽车最新的结构、最新的修理工艺和最新的驾驶方法，分《新编汽车构造》、《新编汽车修理工艺》和《新编汽车驾驶员读本》三册，予以系统、全面地介绍。

本册为《新编汽车构造》，内容分汽车发动机、汽车底盘两大部分。汽车整车构造是按汽车结构系统地分类，对中国、日本和欧美型汽车进行了详细的介绍，对其总成、组件的结构、性能、作用和工作原理等作了精辟的剖析。

尽管汽车机型、车型甚多，但其构造都大同小异。本书特点是以中外典型汽车结构为例，举一反三、触类旁通，可适用于任何机型、车型。

此册中配有400余幅插图，图文并茂，通俗易懂，使读者对汽车有较详尽的了解，适合广大汽车爱好者，汽车从业人员以及培训教学之用，特别是汽车驾驶和汽车修理人员更为需要。不足之处，殷切期望读者指正。

唐 艺

1997年5月于长沙交通学院艺斋

目 录

前言

第一部分 发 动 机

第一节 概述	1	(二) 柴油发动机燃烧室	37
一、从圆木运输到蒸汽机车	1	七、气缸盖罩及衬垫	38
二、从外燃机到内燃机	1	第六节 曲轴、连杆机构	39
三、从汽油发动机到柴油发动机	2	一、活塞、连杆组	39
四、燃气轮机和转子发动机	4	(一) 活塞	39
第二节 汽车发动机的构造与工作原理	6	(二) 活塞环	42
一、四行程汽油发动机	6	(三) 活塞销	44
二、四行程柴油发动机	7	(四) 连杆	45
第三节 汽车发动机的分类及结构组成分析	9	二、曲轴、飞轮组	47
一、汽车发动机的分类	9	(一) 曲轴	48
二、汽车发动机结构组成分析	9	(二) 飞轮	53
第四节 发动机的整体机械结构	11	第七节 配气机构	55
一、六缸顶置气门发动机	11	一、配气机构的类型	55
二、四缸顶置气门发动机	11	(一) 顶置式	55
三、六缸侧置气门发动机	11	(二) 侧置式	57
四、四缸柴油发动机	11	(三) 混合式	57
五、六缸柴油发动机	16	二、配气机构的组成	57
六、四缸上置配气机构发动机	16	(一) 气门组	58
七、四缸斜置发动机	16	(二) 气门传动组	60
八、汽油发动机结构分解	16	三、配气机构的布置和传动方式	63
九、柴油发动机结构分解	16	(一) 顶置式配气机构	63
十、国内外部分汽车发动机主要结构简介	16	(二) 侧置式配气机构	65
第五节 机体	31	四、气门的数目及排列方式	65
一、气缸体	32	五、可变气缸数的配气机构	66
二、气缸	32	(一) 结构	66
(一) 气缸的类型	32	(二) 工作原理	66
(二) 气缸的排列	32	六、配气相位	67
(三) 气缸的数目	33	第八节 冷却系	69
三、气缸套	33	一、水冷却	69
四、曲轴箱	34	(一) 水套	69
五、气缸盖及衬垫	34	(二) 水泵	69
六、燃烧室	36	(三) 风扇及风扇离合器	72
(一) 汽油发动机燃烧室	36	(四) 散热器	73

二、气冷却	78	(二) 机械控制喷射系统	111
第九节 润滑系	79	(三) 喷射系统的优点	111
一、润滑系的作用	79	七、汽油表、传感器	112
二、润滑系的供给方式	80	八、进、排气歧管及消声器	112
(一) 飞溅润滑	80	(一) 进气歧管与排气歧管	112
(二) 压力润滑	80	(二) 消声器	112
(三) 综合润滑	80	(三) 催化转换器	114
三、润滑系的组成机件	81	第十一节 柴油机燃料系	115
(一) 机油泵	81	一、输油泵	115
(二) 机油集滤器	84	二、柴油滤清器	117
(三) 机油滤清器	84	三、喷油泵总成	118
(四) 机油散热器、冷却器	85	(一) 喷油泵	118
(五) 限压阀	86	(二) 调速器	121
(六) 机油压力表、传感器	87	(三) 联接器	123
(七) 量油尺	87	(四) 自动定时器	123
(八) 润滑系循环油路	87	四、喷油器	124
四、曲轴箱通风	89	(一) 针栓式喷油器	125
(一) 自然通风	89	(二) 节流式喷油器	125
(二) 强制封闭式通风	89	第十二节 点火系	127
(三) 单向阀通风	89	一、点火系的组成	127
第十节 汽油机燃料系	91	(一) 传统点火系	127
一、汽油箱	91	(二) 电子点火系	127
二、汽油滤清器	93	二、蓄电池	128
三、汽油泵	93	三、点火线圈	129
(一) 机械驱动膜片式汽油泵	93	四、火花塞	130
(二) 晶体管电动汽油泵	95	五、分电器	131
四、空气滤清器	96	(一) 传统分电器	132
(一) 湿式空气滤清器	96	(二) 电子分电器	134
(二) 干式空气滤清器	97	六、发电机及调节器	135
五、化油器	97	(一) 交流发电机及调节器	136
(一) 简单化油器	98	(二) 直流发电机及调节器	138
(二) 单腔化油器	99	七、起动机	139
(三) 双腔化油器	104	(一) 单向滚柱式啮合器	141
(四) 化油器附加装置	106	(二) 起动机开关	141
六、汽油机喷射系统	110	八、点火开关	142
(一) 电子控制喷射系统	110	九、电流表	142

第二部分 汽车底盘

第一节 汽车底盘机械结构及其分类	143	(四) 从动盘	150
一、汽车底盘的机械结构	143	(五) 离合器液压操纵机构	151
二、汽车底盘各组成部分及零件的划分	144	二、手动变速器	152
第二节 传统系统	147	(一) 变速器的作用	152
一、离合器	147	(二) 变速器的基本原理	153
(一) 膜片弹簧式离合器	147	(三) 变速器的构造及工作情况	153
(二) 单片干式离合器	147	(四) 轿车手动变速器	156
(三) 双片干式离合器	149	(五) 同步器	158

(六) 换挡操纵机构	159	(三) 滑柱连杆式独立前悬架	191
(七) 变速箱	161	(四) 柱杆式独立前悬架	192
三、自动变速器	161	(五) 关节式独立前悬架	192
(一) 自动变速器的组成	161	四、后悬架	194
(二) 液力耦合器和液力变矩器	161	(一) 非独立后悬架	194
(三) 行星齿轮机构	162	(二) 独立后悬架	196
(四) 液力变矩器的分类及分解	164	(三) 减振器	197
(五) 自动变速器的控制机构	165	五、车轮与轮胎	201
四、分动器	167	(一) 车轮盘	201
(一) 前后桥主动分动器	167	(二) 轮毂	202
(二) 前桥和双后桥主动分动器	168	(三) 轮胎	202
五、传动装置	170	(四) 子午线轮胎	207
(一) 万向节	171	(五) 无内胎轮胎	208
(二) 转向万向节	172	(六) 活胎面轮胎	209
(三) 传动轴、伸缩套	174	第四节 控制系统	210
(四) 中间轴承	175	一、转向装置	210
六、主减速器和差速器	176	(一) 转向装置的构造	210
(一) 单级主减速器	176	(二) 转向梯形机构	210
(二) 双级主减速器	177	(三) 转向器	211
(三) 差速器	178	(四) 转向盘与转向杆柱	214
七、半轴和半轴套管	180	(五) 转向联动装置	216
(一) 半轴	180	(六) 液压转向助力器	220
(二) 半轴套管	180	二、制动装置	224
第三节 行驶系统	181	(一) 液压式制动系统	225
一、车架与车身	181	(二) 制动总泵	225
(一) 对车架的要求	181	(三) 制动分泵	226
(二) 车架的类型	181	(四) 液压式车轮制动器	226
(三) 小客车的车身	185	(五) 液压式制动加力器	228
(四) 大客车的车身	186	(六) 气压制动系统	230
(五) 载重货车的车身	186	(七) 空气压缩机	231
二、车桥	187	(八) 贮气筒	231
(一) 前桥	187	(九) 制动阀	232
(二) 前桥主动桥	187	(十) 制动气室、制动臂	234
(三) 支持桥	188	(十一) 气压式车轮制动器	235
(四) 后桥	188	(十二) 双管路气压制动系统	235
三、前悬架	189	(十三) 气压调节器	235
(一) 非独立前悬架	189	(十四) 气压式制动加力器	236
(二) 独立前悬架	190	(十五) 手制动器	238

第一部分 发 动 机

第一节 概 述

一、从圆木运输到蒸汽机车

人类从利用圆木运输，逐渐发展到利用圆形轮子，把圆形轮子应用到车辆上经过了漫长岁月。几千年来都是由人力、牲畜力而使车辆行动的，随着社会的发展，这些原动力已逐渐不能适应生产的需要，引起人们不断地寻求和探索其他的原动力。

曾出现过不用牲畜力而利用绳索带动滑轮，通过齿轮传给车轮的滑轮车辆。利用自然风力的风力车辆，是1600年荷兰人西蒙·斯蒂芬仿照帆船的式样，装上轮子，挂起风帆，靠风力来驱动。1649年，德国人汉斯·赫丘成功地制造了一辆利用发条弹力转动车轮做原动力的车辆等。虽然这些原动力都不理想，但人们已经在自然界与机械力之间，探索着自动式的车辆了。

在18世纪，人们终于获得了划时代的原动力，那就是机器的力量——首先是蒸汽机的诞生。

1765年，英国人詹姆斯·瓦特（James Watt, 1736~1819）在纽可门·托马斯（Newcomen Thomas 1663~1729）蒸汽抽水机的基础上，作了一系列的研究和改进，使蒸汽机成为工业上可用的发动机。同时，有许多人也在研究用蒸汽机作为自动式车辆的原动力。

法国人尼古拉·约瑟夫·居纽（Nicolas Joseph Cugnot 1725~1804）是法国陆军炮兵军官，军事工程师，当时他研究用于牵引大炮的蒸汽机车，在1769年成功地研制出世界上第一辆完全依靠自身的动力行驶的蒸汽机车。这辆蒸汽机车，有3个大车轮，沉重的锅炉放置在车前，气缸和驱动机构均压放在前车轮上，所以操纵和转向困难，不幸的是这辆车在转弯时又撞到圣奴兵工厂的墙上而无法修复。

英国人理查德·特雷威蒂克于1803年制造了形状类似公共马车的蒸汽机车，它能乘坐8人和运输物品，速度9.6km/h，在坡道上可持续行驶6.4km，创造了新纪录。至此，蒸汽机车逐渐成熟，跨进了实用阶段。

二、从外燃机到内燃机

蒸汽机是利用水蒸气做工作介质，把热能转变为机械能的热力发动机。

蒸汽机有不少缺点，它必须用体积庞大而又笨重的蒸汽锅炉，燃料的热能要使水变为蒸汽进入气缸转化为机械功，因而效率低。效率低的根本原因是锅炉和气缸分开，是外部燃烧放热，

热能消耗大。也就是说与气缸外部的燃烧方式有关，这种燃烧方式，简称为“外燃式”。

在蒸汽机发展的同时，有人开始研究使“外燃”改变为“内燃”的可能性，也就是不用蒸汽做工作介质，而是设法把燃料燃烧放热都放在气缸内部进行，即利用燃料在气缸内燃烧后的热能无损失地直接推动活塞运动而作功。这种燃烧方式，简称为“内燃式”。

当时，对内燃机工作原理的研究相当少，还没有寻求到提高效率的途径。对内燃方式引起和燃料有关的很多问题也未解决，例如：煤很难在短时间里迅速燃烧和产生推动活塞运动的具有一定压力的气体。用煤气做燃料，受到气源的限制，不但效率低，而且不经济等。

直到石油的发现和大量的开采，以及石油工业的发展，给内燃机创造了合适的燃料来源。汽油的出现促成了汽油发动机的产生，柴油的出现促成了柴油发动机的产生。从此，汽油和柴油成为一种可以广泛应用的新燃料。给汽车发动机发展开阔了美好的前景。

三、从汽油发动机到柴油发动机

1824年，法国科学家尼古拉·勒昂纳·萨迪卡诺（Nicolas Léonard Sadi Carnot，1796～1832年）研究热力学时曾涉及到一些内燃机的基本原理，从理想热机的研究中，建立了热力循环的概念，建立了热和功之间的联系，也设想了高压压缩型自燃热机的可能性。

1862年，法国人阿尔方斯·比奥·德罗夏（Alphonse Beau De Rochas）发表了等容燃烧的四行程内燃机理论，阐述了取得最高效率和最佳经济性能所需要的条件。这些条件是：点火前要有高温高压，可燃气体要能迅速燃烧、膨胀，达到最大的膨胀比等。并且提出了实现这些条件的具体步骤，就是把活塞运动分为四个行程，即进气、压缩、作功、排气四个过程。德罗夏提出这四个行程和四个工作过程，并没有实际制造出内燃机实体。

1876年，德国工程师尼古拉·奥古斯特·奥托（Nikolaus August Otto 1832～1891年）应用德罗夏的理论，设计制造了第一台四行程煤气的内燃发动机，并提出内燃机工作循环理论，就是将活塞运动分四个行程：第一行程，活塞下行，吸进燃气；第二行程，活塞上行，压缩燃气、点火，气体迅速燃烧而膨胀；第三行程，活塞下行，气体膨胀而作功；第四行程，活塞上行，排出废气。如此重复循环，进行不息。

这个工作循环理论，即著名的“奥托循环”，至今仍是制造内燃机所遵循的基本原理。他制造的这台内燃机，在1877年获得了专利权，因此，人们把四行程内燃机的发明归功于他。

奥托内燃机的出现，使人类进入了一个新的原动力时代，为汽车制造业的发展开辟了广阔的道路。

奥托内燃机先使用煤气，后改用汽油做燃料，因此称为汽油机。

1881年，英国人德·克拉克制造了一台二行程发动机。它是采用曲轴箱换气的方法，在曲轴每旋转一周，活塞经过两个行程来完成一个工作循环，如图1-1-1所示。

发动机气缸体上设有3个孔，它们分别在一定的时间内为活塞所封闭和开启。孔3与化油器相通，可燃混合气经此进入曲轴箱（曲轴箱是封闭型的），再经孔1进入气缸内，废气则经孔2与排气管连通而排出。

第一行程——活塞自下止点向上行，到活塞将3个孔都被关闭时，开始压缩已经进入活塞上方气缸内的可燃混合气，同时在活塞下方的曲轴箱内形成真空度。当活塞继续上行时，进气孔3开启，在大气压力作用下，可燃混合气便自化油器进入曲轴箱内。在活塞将接近上止点时，2、1孔均关闭，火花塞发出电火花点燃被压缩后的混合气。

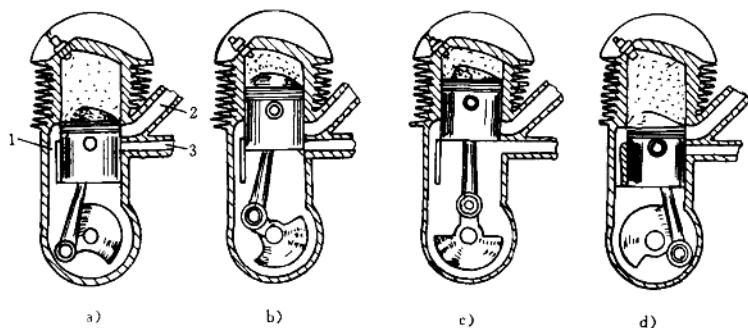


图 1-1-1 二行程汽油机工作示意图

a) 进气 b) 压缩 c) 作功 d) 排气

1—换气孔 2—排气孔 3—进气孔

第二行程——混合气点燃后，高温、高压气体膨胀使活塞下行而作功。随着活塞下行，进气孔 3 逐渐被关闭，进入曲轴箱的混合气因受活塞的下行而预受压缩。当活塞接近下止点时，排气孔 2 开启，废气经孔 2、排气管、消声器排到大气中。同时，受到顶压的新鲜混合气便自曲轴箱经换气孔 1 进入气缸内，并驱逐废气，自此，第一行程又开始，循环不息。

二行程汽油机在换气时，有一部分新鲜混合气随同废气排出，所以经济性差，在汽车上未被普遍使用。由于构造简单，制造费用低，体积小，重量轻，所以在摩托车上被广泛地使用。

1885 年，德国人卡尔·弗里德里克·本茨 (Karl Friedrich Benz 1844~1929) 制成了第一辆单缸水冷却汽油内燃机的三轮汽车。由于本茨在 1886 年 1 月 29 日在柏林皇家专利局获得了专利权，并于 7 月 3 日首次公开试车成功，因此，把这一天定为汽油机汽车的生日，公认本茨是第一辆汽油发动机汽车的制造者。

柴油的大量生产，促使人们研究柴油作为内燃机的燃料。柴油发动机的出现，是动力工程方面的一项卓越的发明。

1892 年，德国工程师鲁道夫·狄塞尔 (Rudolf Diesel 1858~1913) 在卡诺指出的热机循环和可逆的概念，设想高压压缩型自燃热机的思想指导下，提出了在内燃机使用高压压缩比自燃着火的专利。

1897 年，狄塞尔成功地制造出了第一台实用的四行程压燃式（自燃）的内燃机，也就是通常所称的柴油发动机。后人为了纪念他的功绩，用他的名字命名为“狄塞尔发动机”。

柴油机与汽油机的差别，在于柴油机混合气在气缸内形成，靠气体压缩时产生的高温由喷油泵将柴油喷入而自行着火，因而不需要化油器和电火花点火，故柴油机又称为压燃式发动机。

1898 年，在德国慕尼黑展览会上，柴油机引起了美国人阿尔道夫·布什的浓厚兴趣，他成功地将柴油机装在汽车上使用，自此以后，柴油机迅速地在汽车、拖拉机、轮船、坦克和各类工程机械上得到了广泛的应用。

柴油机汽车出现后，汽车动力逐渐朝着“柴油化”的方向发展，大有取代汽油机的趋势。

二行程柴油机的工作过程和二行程汽油机相似，所不同的是进入的不是可燃混合气而是纯空气，再经油泵、喷油器喷入雾状的柴油而自燃。

通常使用的二行程单流换气式的压燃式发动机工作原理，如图 1-1-2 所示。

二行程柴油发动机的曲轴连杆机构与四行程发动机相同，配气机构只控制排气门的启闭，没有进气门，新鲜空气经增压器由贮气室气缸壁周围的换气窗孔进入。

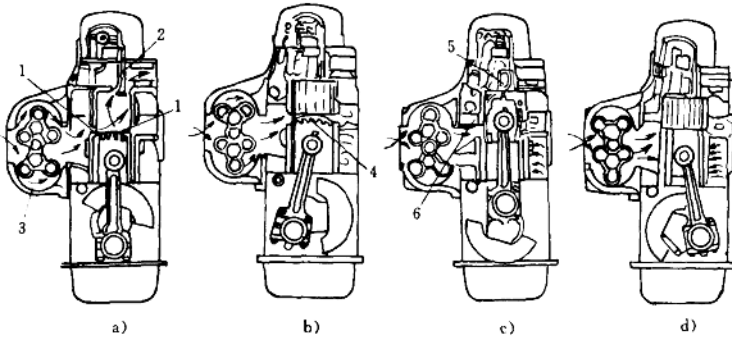


图 1-1-2 二行程单流换气压燃式发动机工作示意图

第一行程: a) 进气 b) 压缩 第二行程: c) 作功 d) 排气

1—进气孔 2—排气孔 3—增压器 4—活塞 5—喷油器 6—贮气室

增压器的压力约为 $0.1 \sim 0.14 \text{ MPa}$ 。在压缩终了时, 由油泵、喷油器的作用, 使柴油以极高的压力 (2000r/min 时, 达 140 MPa) 喷射进入气缸燃烧。

这种型式发动机的工作循环, 是当活塞在下止点时, 排气门与换气窗孔均开启, 空气因增压器的压力作用, 经气缸壁上换气窗孔进入气缸, 同时将废气自气缸经排气门排出 (图 1-1-2a)。

当活塞上行时, 换气窗孔及排气门即关闭, 空气随着活塞的上行而被压缩 (图 1-1-2b)。

当活塞接近上止点时, 柴油经油泵、喷油器以高压力喷入气缸自燃燃烧, 这时气缸内气体温度及压力剧增, 推动活塞而作功 (图 1-1-2c)。

当推动活塞自上止点下行接近到达下止点时, 排气门开启, 废气经排气门排出。此时, 换气窗孔开启, 空气又由增压器压入气缸, 并排出残余废气 (图 1-1-2d)。自此, 第二个工作循环又接着开始。

单流换气式二行程柴油机与同样工作容积及同样气缸数的四行程发动机相比较, 它具有较高的功率和较好的运转均匀性。由于二行程柴油机用的是纯空气与柴油高度压缩自燃, 没有燃料损失, 经济性较好, 所以在拖拉机及载货汽车上得到使用, 并向轿车方面扩展。

四、燃气轮机和转子发动机

1950 年, 英国罗巴公司试制成功了第一台燃气轮机汽车。燃气轮机是一种热机, 利用燃料与空气在燃烧室中燃烧将膨胀能转变成推力或轴功率。其工作原理如图 1-1-3 所示。

空气经压气机压缩后进入热交换器 2, 空气被加热经管道 3 输送到燃烧室 5 内。同时由输油泵 7 供给的液体燃料压送至喷射器 6 喷入燃烧室, 与其中的空气混合并连续燃烧, 生成高温高压燃气。

高温高压燃气通过喷嘴 4 高速射向压缩涡轮外缘的叶片, 在气流冲击下, 压缩涡轮和同轴的压气机一起高速旋转。再通过一系列固定的导向叶片冲向动力涡轮叶片, 使动力涡轮高速旋转。涡轮转子通过齿轮减速器带动输出轴, 向汽车驱动轮输出动力。

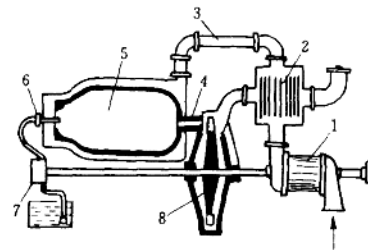


图 1-1-3 燃气轮机工作示意图

1—压气机 2—预热器 (热交换器) 3—管道

4—喷嘴 5—燃烧室 6—喷射器

7—输油泵 8—压缩涡轮叶片

美国通用汽车公司和福特汽车公司都生产有燃气轮机的汽车。法国塔尔伯特公司生产的“男爵”小客车，也装用了燃气轮机。

1954年，西德工程师费利克斯·汪克尔(Felix Wankl)提出了一个气密封系统的三角转子发动机的方案。它以双弧外旋线为缸体，三弧内包络线为活塞，图1·1-4所示为其结构和工作原理。

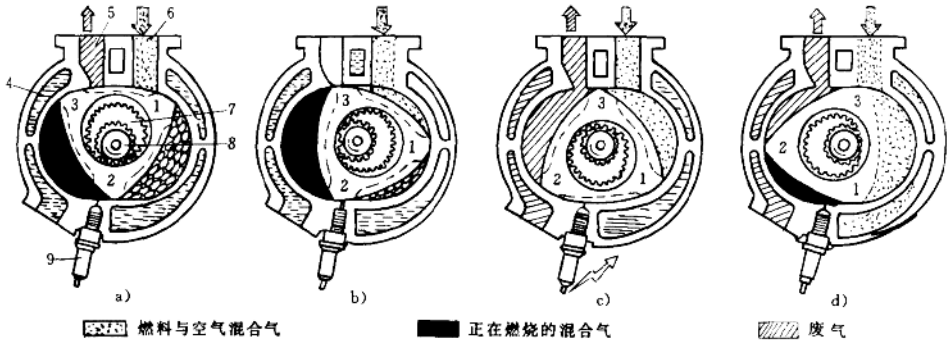


图1·1-4 转子发动机工作示意图

1、2、3—三角活塞 4—缸体 5—排气口 6—进气口 7—偏心轴 8—输出轴 9—火花塞

a) 进气自1与3之间开始；压缩在1与2之间发生；动力在2与3之间产生；排气在3与1之间完成 b) 进气在1与3之间继续；压缩在1与2之间继续；动力在2与3之间完成 c) 进气在1与3之间完成；电火花在1与2之间产生；排气在2与3之间发生 d) 进气在1与3之间完成；动力在1与2之间产生；排气在2与3之间继续

活塞装在输出轴（即主轴）的偏心轴颈上，并绕该轴颈中心自转，偏心轴颈绕主轴中心公转。活塞三个顶端装密封片与缸壁接触；两端面每弧用密封条与缸盖相接触。缸体一侧开有进、排气口，其对侧装有火花塞。当活塞运动时，3个分隔开的工作腔容积发生周期变化，形成四行程循环。每当主轴旋转三周，活塞自转一周，火花塞点火3次，3个工作腔分别完成三次四行程循环。由于无往复运动件及气门机构，因此，结构简单，零件少，体积小。

1964年，西德纳苏公司首先将其装在小轿车上作为正式产品。日本马自达汽车公司生产的“宇”、“罗德佩瑟”汽车都装用了水冷转子发动机。

未来的发动机，已有很多新的设想，正在不断地研制。

第二节 汽车发动机的构造与工作原理

目前，汽车发动机广泛采用的是往复式四行程化油器式发动机（汽油机）和四行程压燃式发动机（柴油机）。

一、四行程汽油发动机

四行程汽油发动机的构成并不复杂，其基础零件如图 1·2-1 所示。

四行程汽油发动机的工作原理是，发动机的每个气缸中有一个活塞，每个活塞用连杆与一个共用的曲轴（多缸机）相连接，它在气缸内作往复运动。

1. 几个有关名词的解释（图 1·2-2）。

(1) 止点——活塞在气缸内的极端位置。活塞顶在气缸的最上端位置为上止点；活塞顶在气缸的最下端位置为下止点。

(2) 活塞行程——活塞在气缸内由一个止点移到另一个止点间的距离。曲轴每转半周（ 180° ），相当于一个活塞行程，亦称冲程，以 S 表示。

(3) 工作容积——活塞在气缸内由上止点移到下止点时，所让出来的空间，即称为气缸的工作容积，以 V_h 表示。

(4) 压缩容积——当活塞在气缸内位于上止点时，在活塞顶上的全部空间，称为压缩容积或称燃烧室容积，以 V_c 表示。

(5) 气缸总容积——活塞在下止点时，在活塞顶上的全部容积，也就是压缩容积（ V_c ）和工作容积（ V_h ）的总和，以 V_s 表示。

(6) 发动机排量——多缸发动机全部气缸的工作容积的总和，称为发动机的排量，单位为 L，以 V_e 表示。

(7) 压缩比——气缸总容积与压缩容积的比值，称为压缩比，以 ϵ 表示。压缩比是一个抽象的数值，它表示着气体当活塞在下止点到上止点时所缩小的比数。例如气缸总容积为 1.2L，压缩容积为 0.2L，压缩比即为 6:1 或 6，即气体被压缩到原来体积的 1/6。

(8) 工作循环——是由进气、压缩、作功和排气四项工作组成，每完成这四项工作就完成了一个工作循环。工作循环分别地在每一个气缸内进行，而与发动机的气缸数无关。

2. 四行程汽油发动机的工作原图 1·2-3。

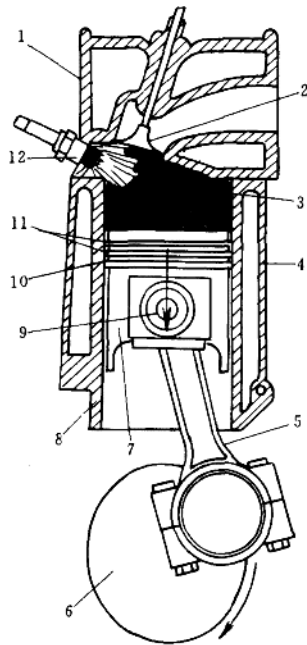


图 1·2-1 四行程汽油发动机的构成

- 1—气缸盖 2—气门 3—燃烧室
- 4—气缸体 5—连杆 6—曲轴
- 7—活塞 8—气缸 9—活塞销
- 10—油环 11—气环 12—火花塞

(1) 第一行程——进气(吸气)。活塞由上止点向下止点移动,即曲轴由 0° 沿顺时针方向转到 180° 。此时,进气门开启,排气门关闭。当活塞下行时,在活塞上面的气缸内,便形成一定的真空。在真空作用下,可燃混合气由化油器(汽化器)通过正开着的进气门而被吸入气缸中。进入气缸的混合气与热的气缸壁接触并与上一行程残余的高混废气混合,提高了温度,形成了工作混合气。

(2) 第二行程——压缩。活塞由下止点向上止点移动,即曲轴由 180° 转到 360° ,进、排气门都关闭。随着容积的减小和气流的扰动,气缸内的工作混合气进一步完善,压力和温度也随之增高,因而很容易被电火花点燃而迅速燃烧。

(3) 第三行程——作功(燃烧和膨胀)。进、排气门都关闭。压缩行程终了,活塞接近上止点时,被压缩的工作混合气温度骤增,经火花塞电火花点燃,使其迅速燃烧而放出大量的热能,因此,气缸内气体的温度和压力均急剧上升。在膨胀气体压力的作用下,推动活塞从上止点下行,通过连杆使曲轴由 360° 旋转到 540° 。在此行程中,由于气体膨胀作了有用的功,所以称为作功行程或工作行程,也称动力行程。

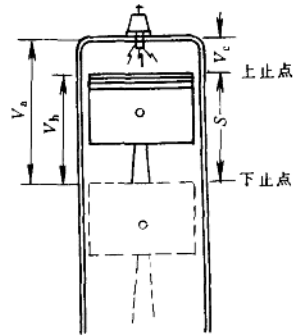


图 1·2-2 活塞运动的有关名词
S—活塞行程 V_h —工作容积
 V_c —压缩容积 V_a —气缸总容积

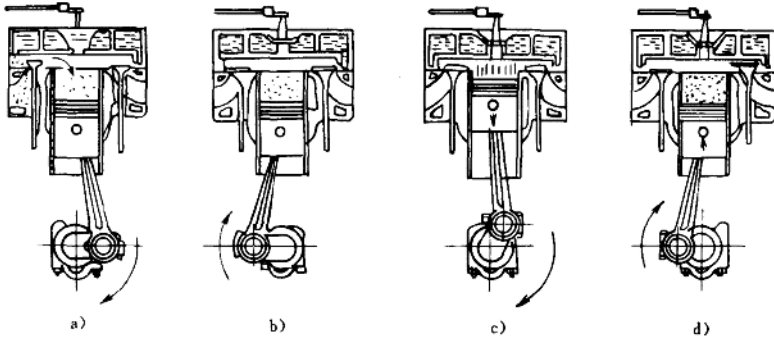


图 1·2-3 四行程汽油发动机的工作原理

a) 进气行程 b) 压缩行程 c) 作功行程 d) 排气行程

(4) 第四行程——排气。曲轴由 540° 旋转到 720° 。活塞由下止点向上止点移动。此时,进气门关闭,排气门开启。活塞向上行,将气缸内燃烧后的废气挤压,而加速其从排气门经排气歧管和排气管至消声器排放到大气中。

当活塞到达上止点后,排气门关闭,进气门开启,活塞继续向下移动,又开始了下一个工作循环。如此重复,循环不已。

二、四行程柴油发动机

四行程柴油发动机的构成和工作原理基本上与汽油发动机相同。由于使用的燃油不同,柴油机没有化油器和分电器以及火花塞等,而是设置了喷油泵和喷油泵系统,如图 1·2-4 所示。

四行程柴油发动机和四行程汽油发动机一样，每个工作循环也是进气、压缩、作功和排气四个连续过程，曲轴旋转两周，活塞行程运动四次。其不同之处在于混合气的形成和着火的方式。汽油发动机混合气的形成主要是在气缸外部的化油器中形成，而柴油发动机混合气是在气缸内部形成。汽油发动机是由电火花点火，而柴油发动机则是由压缩高温着火自燃。

四行程柴油发动机的工作原理如图 1·2-5 所示。

(1) 第一行程——进气。吸进气缸中的是纯空气。

(2) 第二行程——压缩。纯空气被压缩（压缩比比汽油发动机高），温度必须增高到高于柴油的自然燃温度（约为 400℃ 左右）。

(3) 第三行程——作功（燃烧和膨胀）。喷油泵将柴油压力提高到 10MPa 以上，把一定量的柴油经喷油器呈雾状喷射入气缸中，在燃烧室与高温空气相接触而着火自燃，放出大量热能，气体膨胀力推动活塞而作功。

(4) 第四行程——排气。将燃烧后的废气排入气缸外。

如此循环不已。

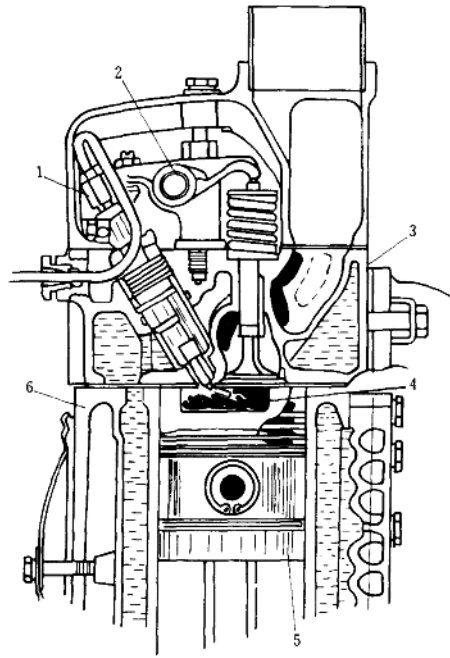


图 1·2-1 四行程柴油发动机的构成

- 1—喷油器 2—摇臂 3—气缸盖
4—燃烧室 5—活塞 6—气缸体

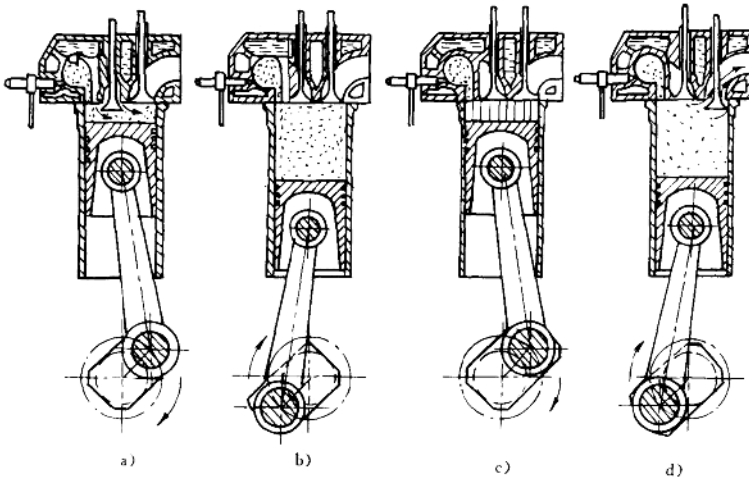


图 1·2-5 四行程柴油发动机的工作原理

- a) 进气行程 b) 压缩行程 c) 作功行程 d) 排气行程

第三节 汽车发动机的分类及结构组成分析

一、汽车发动机的分类

汽车发动机可从以下几个方面来分类：

- (1) 根据活塞的运动方式来分，可分为往复活塞式和旋转活塞式发动机。
- (2) 按完成一个工作循环所需要的行程数来分，可分为四行程和二行程发动机。
- (3) 按所使用的燃料来分，可分为化油器式汽油发动机和压燃式柴油发动机，其中包括多种燃料的发动机。
- (4) 按配气机构布置型式来分，可分顶置式配气机构发动机和侧置式配气机构发动机。
- (5) 按冷却方式来分，可分为水液冷却和空气冷却发动机。
- (6) 按气缸数来分，可分为单缸、双缸、三缸、四缸、六缸、八缸等多缸发动机。
- (7) 按曲轴连杆轴颈的排列，可分为左式和右式两种发动机。
- (8) 按气缸排列布置来分，可分为立式、卧式及V式发动机。
- (9) 按进气时是否增压来分，可分为增压式或非增压式发动机，还有这两种形式都采用的复合式发动机。

二、汽车发动机结构组成分析

现代汽车发动机机械结构组成大同小异，选择一种典型机型示范，其他机型可由此及彼，触类旁通。

常用的汽车发动机是四行程往复活塞式、化油器式或压燃式、水冷却、顶置配气机构或侧置配气机构、立式排列的多缸汽油发动机和柴油发动机。

汽车发动机的结构组成分析，可简化为以下几个组成部分：

- (1) 机体——发动机的主体基础件。发动机的全部机件和附件都装置在机体上。由气缸体、气缸套、曲轴箱，以及与气缸体相配的气缸盖、气缸盖罩、气缸盖衬垫等组成。
- (2) 曲轴、连杆机构——承受气缸内工作混合气燃烧后膨胀作功的气体压力，使活塞直线往复运动转换为曲轴的旋转运动，是发动机产生动力和传递动力的机构。由活塞、连杆组、曲轴和飞轮组等组成。
- (3) 配气机构——按照发动机工作循环，及时正确地使可燃混合气（汽油发动机）或新鲜空气以及燃油（柴油发动机）进入气缸；使燃烧后的废气在一定时刻排出气缸。由进气门、排气门、气门座圈、气门导管、气门弹簧、弹簧座、锁块（销）、推杆、挺杆（柱）、摇臂、摇臂轴、正时齿轮或链条、凸轮轴等组成。
- (4) 冷却系——将发动机多余的热量散发到大气中去，以保持发动机在适当的温度范围内工作。有水液冷却和空气冷却两种。由散热器、风扇、流体联轴节、水泵、水套、节温器、空气冷却的散热片等组成。

(5) 润滑系——输送润滑油到发动机各运动机件,减少机件的摩擦阻力和耗损,并起冷却和清洗摩擦表面的作用。由机油集滤器、机油泵、润滑油道、限压阀、机油滤清器、机油散热器、机油盘等组成。

(6) 燃料系——供给发动机燃烧所需要的燃油混合物。

汽油发动机由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器、化油器、进气歧管、排气歧管、排气管、消声器等组成。

柴油发动机由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器、增压器、进气歧管、排气歧管、排气管、消声器等组成。

(7) 点火系——保证汽油发动机按规定的时刻用电火花点燃气缸内被压缩的工作混合气而作功。由点火线圈、分电器、电容器、导线、火花塞、点火开关,以及相关的蓄电池、发电机、起动机等组成。

柴油发动机是压缩自燃,没有点火系。

第四节 发动机的整体机械结构

一、六缸顶置气门发动机

六缸顶置气门发动机气缸体的一侧仅有供推杆运动的孔道，因而气缸体比较狭窄。进气门、排气门及气道均设置在气缸盖上，因而整个发动机机体较高。此类发动机具有结构紧凑、体积小、重量轻等特点，是被汽车广泛采用的发动机的一种机型。

解放 CA1090 (CA141) 型、东风 EQ1090E (EQ140) 型汽车发动机都采用了六缸顶置气门发动机。

图 1·4-1 所示为六缸顶置气门发动机。

二、四缸顶置气门发动机

四缸顶置气门发动机机械结构与六缸顶置气门发动机基本相同，只是使用了四个气缸，体积较小，它多应用在小客车上。如日本丰田 TOYOTA 的 R 系列 5R 的发动机，就是一种比较典型的四缸顶置气门的机型，结构紧凑，小巧玲珑。

日本丰田生产的皇冠、戴娜、托约—艾斯等汽车均装用此种机型的发动机。

图 1·4-2 所示为四缸顶置气门发动机。

三、六缸侧置气门发动机

六缸侧置气门发动机的气缸体一侧有气门室，用以安装配气机构的机件，气门室的上部有进气门、排气门、气道口，气门座圈嵌装在气缸体的上平面上，气门导管镶嵌在气缸体上。气缸盖的厚度则较薄，因此，机体较顶置气门发动机的要宽，高度要低。由于它的机械结构简单，制造和修理都较方便，某些车型仍在采用。

解放 CA10B 型汽车即采用此型发动机，见图 1·4-3。

四、四缸柴油发动机

四缸柴油发动机也是顶置气门机构的发动机，SOHC 发动机机械结构的特点是凸轮轴直接驱动进气门和排气门；由于结构简化，反应较灵敏，性能较好，省油耐用；使用胶带传动，运动时噪声非常小；可以不需调整气门间隙，因而更加简便，是一种较先进的柴油喷射发动机机型。

SOHC 型四缸发动机（图 1·4-4）为欧美型，台湾的福特六和载卡多汽车装用此型。

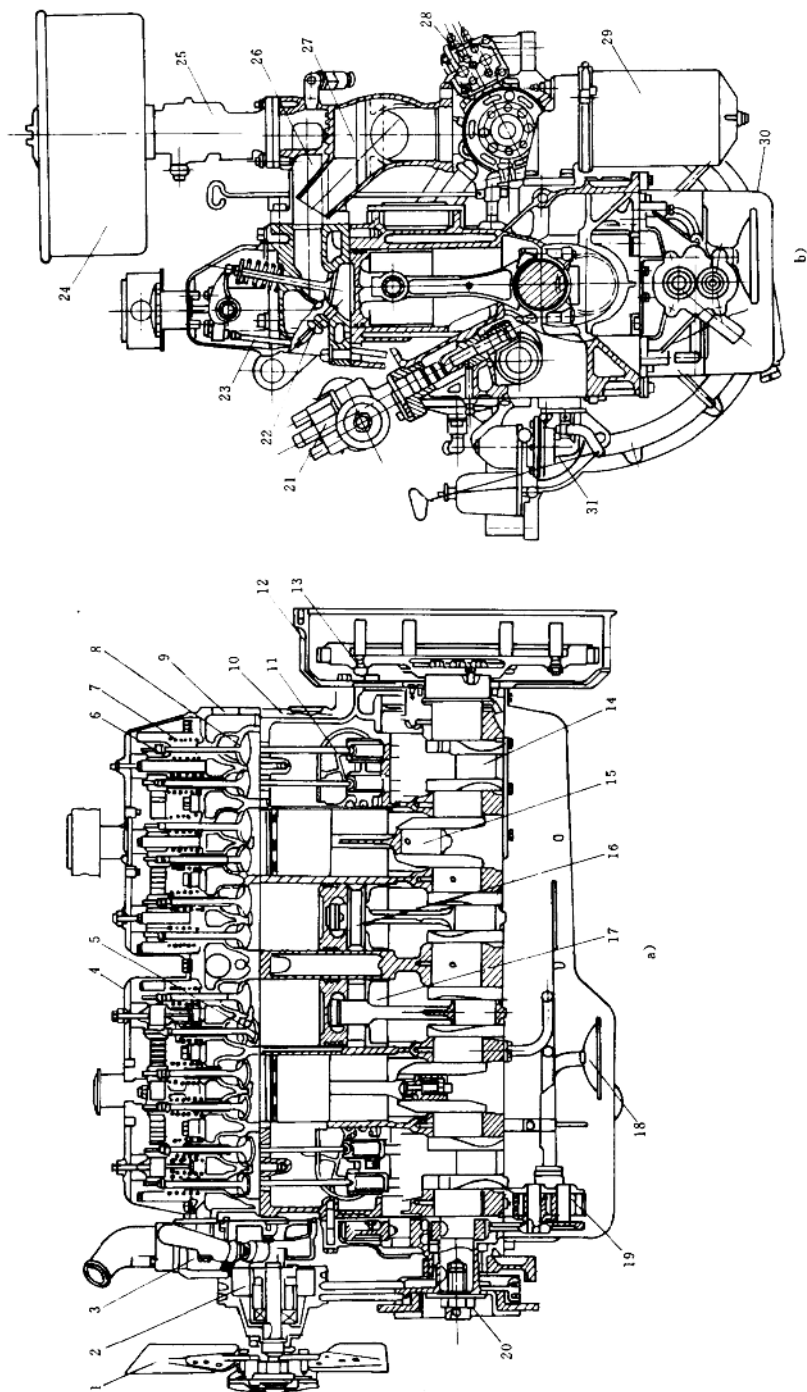


图 1-4-1 六缸顶置气门发动机 (解放 CA6102 型)

- 1—风扇 2—水泵 3—节温器 4—气缸盖罩 5—排气门 6—摇臂 7—气门弹簧 8—进气门 9—气缸盖 10—气缸体
 11、23—推杆 12—飞轮壳 13—飞轮 14—曲轴 15—连杆 16—活塞销 17—活塞 18—机油集滤器 19—机油泵
 20—带轮 21—分电器 22—火花塞 24—空气滤清器 25—化油器 26—进气歧管
 27—排气歧管 28—交流发电机 29—机油滤清器 30—机油盘 31—汽油泵