

现代汽车、摩托车
图解丛书

4

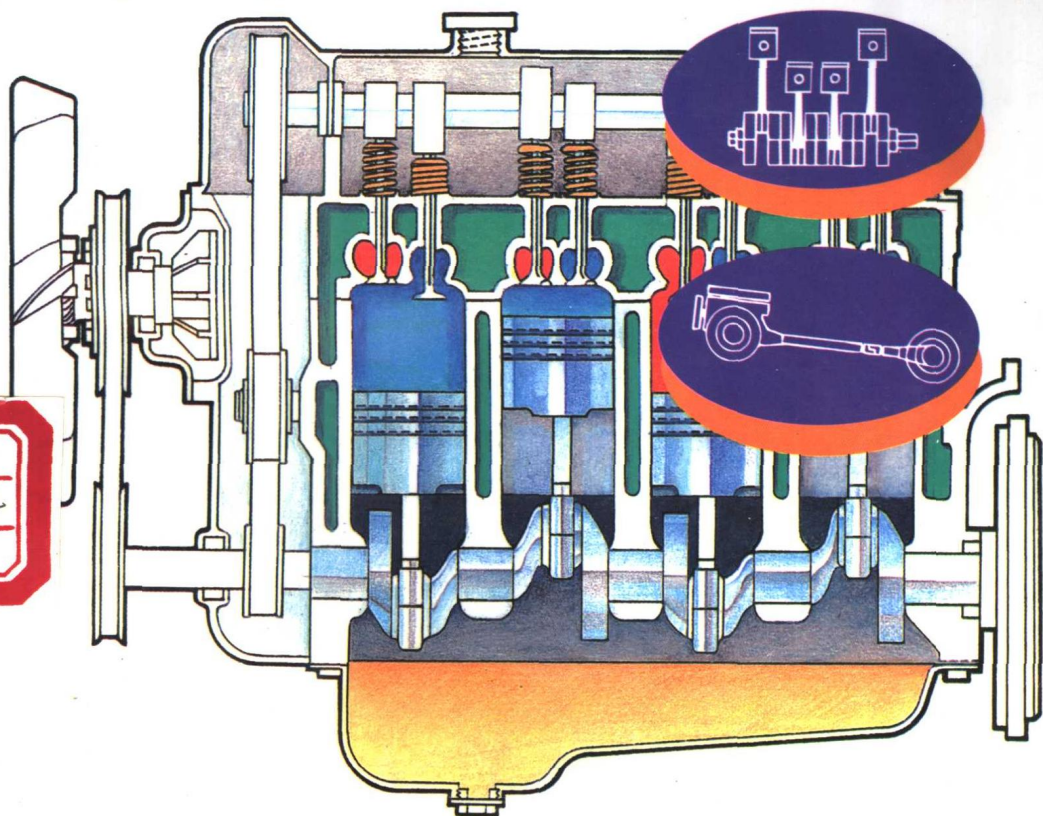
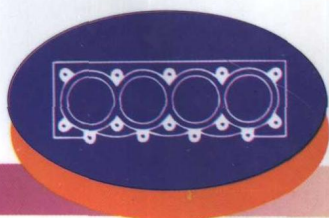
● 日本权威系列读物中文版

汽车发动机图解

[日] GP企画室编 刘若南译

吉林科学技术出版社
香港万里机构

联合出版



内 容 简 介

汽车发动机图解

本书以国际流行汽车为中心，简单明了地介绍了发动机的结构：发动机本体系统，主运动系统，配气系统，进排气系统，增压器，燃料供给系统，电气系统，冷却和润滑系统，离合器及变速器。同时讲解了汽车传动系的结构。汽车传动系承担着把动力从发动机传给车轮的重要任务。

本书图文并茂，通俗易懂。并与同一丛书里的《汽车车身底盘图解》一书为关系密切的姊妹篇，读者如能互相参照阅读，将会获得更大的收益。

读者对象：汽车驾驶员、汽车修理人员、工程技术人员、汽车爱好者。

现代汽车、摩托车图解丛书

摩托车驾驶技术图解



摩托车发动机图解



摩托车构造图解



汽车发动机图解



汽车车身底盘图解



汽车构造图解



四轮驱动汽车构造图解

ISBN 7-5384-1454-1



9 787538 414547 >



吉林科学技术出版社

ISBN 7-5384-1454-1/J. 96

定价 15.70

现代汽车摩托车图解丛书

汽车发动机图解

[日] GP 企画室 编

刘若南 潘力本 译

吉林科学技术出版社
香港万里机构出版有限公司

原作名:ライディング事始あ
原作者名:村井真十つじ・つかさ
原出版社名:株式会社グランプリ出版
本中文版经日本综合著作权代理公司仲介出版

总策划:曾协泰 赵玉秋

汽车发动机图解

[日] GP 企画室 编 刘若南 潘力本译

责任编辑:滕少伍

封面设计:香港万里机构制作部

出版 吉林科学技术出版社 880×1230 毫米 32 开本 7.375 印张
香港万里机构出版有限公司 插页 4 160 000 字

1995 年 1 月第 1 版 1999 年 6 月第 5 次印刷

发行 新华书店总店北京发行所

定价:15.70 元

印刷 长春大学印刷厂

ISBN 7-5384-1454-1/U·96

前 言

现代日本汽车深受世人之瞩目，这是因为它有性能卓越的发动机做后盾。日本发动机布置紧凑、重量轻、采用了各种先进技术，从而极大地提高了日本汽车的可靠性。

汽车等级的分类主要是根据该车所装用的发动机排量大小来决定的，这一点充分地说明了发动机的重要地位。

在选择汽车时，人们最关心的是什么呢？是汽车的动力性还是使用方便性，是燃油消耗量还是汽车是否增压，总之选择条件很多。但大多数人更看重的是汽车的动力性和燃油消耗量，并希望汽车具有良好的可靠性。当然在选购汽车时也应考虑其他互相矛盾的因素，权衡利弊之后做出决断。

在发动机的早期历史上技术进展缓慢。现在，为了满足人们对动力性、经济性和使用方便性的不断高涨的要求，有关技术人员做出了不懈的努力，其结果使各种新发动机不断地进入了市场。在这种背景下，日本各厂家生产的发动机技术水平不断提高，特别在电控技术方面已经凌驾于欧美各汽车厂厂家之上了。

一进入 20 世纪不久，发动机的基本结构就大体完成了，该技术被认为是一项成熟的技术，目前不过是如何更好地应用这项技术罢了。确实如此，例如 4 气阀发动机早在 1910 年前后就出现过了，但其大量生产的历史却很短，至今不过 10 年左右而已。

汽车生产讲究规模效益，发动机更是如此，为了使新研制的发动机能达到规模效益必须进行大规模投资。这要求所研制的发动机具有较高的技术水平，至少在 10 年之内不至落后。它表明了目前所使用的发动机都是凝结了各厂家大量心血的结

晶。

在生产方面,日本各厂家的发动机使用了最先进的技术,以便满足客户对性能的不断高涨的要求,同时力求降低成本。不仅如此,日本各生产厂家在科研领域里也取得了长足的进展,例如本田汽车厂所研制的F—1发动机,在80年代后期成为世界一时的热门话题广为人知。

本书以大量生产的汽车为中心,力求简单明了地介绍一下发动机的结构。同时讲解一下汽车传动系的结构,该传动系承担着把动力从发动机传给车轮的重要任务。由于各机构相互之间关系复杂,难以说明之处在所难免,希望诸位能从整车角度抓住问题的要害,可能会有所裨益。此外本书和“汽车车身底盘图解”一书是关系密切的姊妹篇,如能互相参照阅读,本人深感幸甚。

最后,本书在编写过程中,大量地使用了汽车制造厂和零部件生产厂各厂家的有关资料,并参考了许多名家的著作,在此谨致谢意。

目 录

第一章 发动机的基础知识	(1)
一、发动机的分类	(2)
二、汽油机的基本构造	(5)
三、燃烧机理	(9)
四、四冲程发动机的工作原理	(14)
五、发动机性能和气缸布置	(18)
第二章 发动机本体系统	(31)
一、气缸体	(31)
二、气缸盖	(39)
第三章 主运动系统	(44)
一、活塞及活塞环	(44)
二、连杆和曲轴	(49)
第四章 配气系统	(57)
一、凸轮轴传动方式	(58)
二、凸轮轴	(62)
三、进排气阀	(66)
四、与气阀有关的零件和装置	(75)
五、配气相位和可变配气相位控制机构	(78)
第五章 进排气系统	(84)
一、进气系	(84)
二、排气系	(88)
第六章 增压器	(93)
一、涡轮增压器	(93)
二、机械增压器	(100)
第七章 燃料供给系统	(105)
一、化油器和汽油喷射装置的差别	(105)
二、化油器的结构和工作原理	(108)
三、特殊结构的化油器	(119)

四、汽油喷射的特征	(122)
五、电控汽油喷射系统的组成	(127)
六、电控装置的组成	(136)
第八章 电气系统	(142)
一、点火系及其分类	(143)
二、点火系的主要装置	(146)
三、电气装置	(152)
第九章 冷却和润滑系统	(155)
一、冷却系及其组成装置	(155)
二、润滑和发动机机油	(165)
三、润滑系及其组成	(171)
第十章 离合器及变速器	(181)
一、离合器的分类和工作原理	(182)
二、变速器	(192)
三、手动变速器	(194)
四、自动变速器	(205)
第十一章 传动系	(214)
一、传动系的装置	(214)
二、牵引力控制系统	(226)

第一章 发动机的基础知识

在汽车刚问世时,人们把汽车叫做无马马车。19世纪末期汽车开始在欧洲出现了。在此之前人们所使用的交通工具主要是马车。自家用马车相当于现代的家庭轿车,街头马车相当于出租车,多人共用的马车相当于公共汽车,此外邮局用马车和拉货马车则相当于今天的卡车了。

在当时,马车是人们日常生活中的重要交通手段,如果某人某一天看到一

个无马的马车行驶在街头的話,你一定能想象出这是多么令人兴奋的事吧。

诸位读者可以设身处地地想一想,如果你处于那个时代,一定会为好奇心所吸引跑去追上马车,看一看这部无马马车的结构到底是怎么回事儿,如果弄明白了足够你兴奋一辈子。

发动机是汽车的心脏,可以不客气地说,不论什么东西只要是能动,把发动机装在它上面就是汽车。

1880年前后的马车

这种小型马车相当于现代轿车,在1880年前后是一种最常见的马车式样。早期汽车的式样和分类大都是以马车为参考。后来才逐渐按汽车的用途进行分类

图 1-1



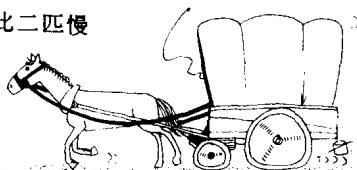
戴姆勒汽车

该汽车是戴姆勒在1886年制造的,在汽车底板下装用了一台新研制的发动机,该发动机排量为0.462升,功率为0.81千瓦(1.1马力)

图 1-2



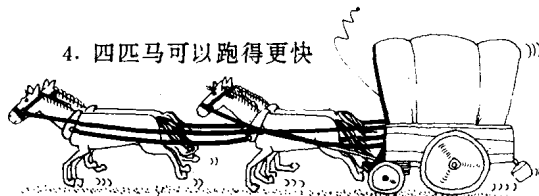
2. 一匹马比二匹慢



3. 二匹马比三匹慢



4. 四匹马可以跑得更快



提高马车动力的方法

为了使马车行驶得更快,拉的货更多,就必须增加马匹的数量。

图 1-3

本书的重点是讲解发动机的结构,并以例图为中心,详细介绍发动机各基本组成部分的结构和功能。

在日本把发动机叫做内燃机关。马拉的车是马车,牛拉的车是牛车,在日本汽车本来应该叫内燃机关车,但是在德川幕府后期火车已经先一步出现了,日

本人把火车叫做机关车。所以日本人在翻译时把汽车叫做自动车,取其自动运动之意吧。

总之,无论汽车的其他总成如何,只因为有了发动机才成为汽车,没有发动机就不是汽车,为了掌握好汽车的有关知识,必须首先学好发动机的结构。

一、发动机的分类

汽车所使用的发动机种类繁多。其中大多使用石油液体燃料,使用各种方法使液体燃料气化并和空气混合、燃烧、膨胀产生驱动汽车的动力。

●汽油机和柴油机

发动机按所使用的燃料进行分类,

可以分为汽油机和柴油机,燃用汽油的为汽油机,燃用柴油的为柴油机,汽油和柴油都是石油精炼时所得到的产品,化学成分十分相似。汽油沸点低、容易气化和点燃、点燃温度比柴油低。

汽油机利用电火花点火,使空气和汽油蒸气所组成的混合气燃烧。柴油点

燃温度高,而且需要较强的点火能量,否则很难点燃。

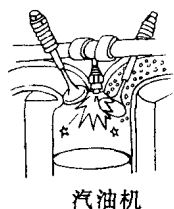
大家都知道,空气被压缩之后温度将升高,使用自行车打气筒给轮胎充气时,打气筒会变热就是这个道理。出于同样的道理,柴油机采用压缩空气的办法提高空气温度,使空气温度超过柴油的自然温度,这时再喷入柴油、柴油喷雾和空气混合的同时自己点火燃烧。

德国人狄塞尔想出了这个办法并取得了专利权,所以柴油机又叫狄塞尔发动机。

和汽油机相比,柴油机的优点是柴油价格便宜,但柴油机缺点也较多。例如由于工作压力过大,所以要求各有关零件具有较高的结构强度和刚度。使柴油机和同等水平的汽油机相比重量重、尺寸大。为了把燃料强力地喷入到高压空气中去,需要装用高精密的高压喷射油泵,这将增加柴油机的制造成本。此外柴油机工作粗暴、振动和噪声大。

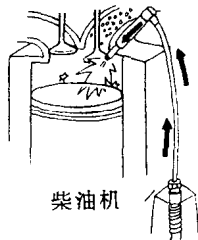
汽油机利用火花塞点火,
柴油机利用压燃点火

汽油机和
柴油机的
点火方式



汽油机

图 1-4



柴油机

柴油机构造例图
大发小型增压柴油机

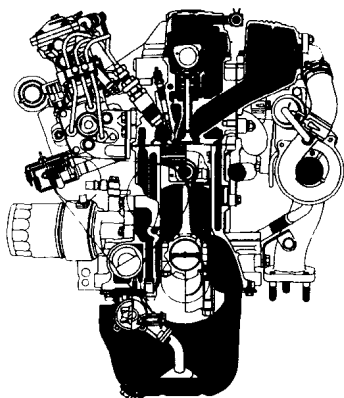


图 1-5

由于上述原因,目前小轿车主要装用汽油机。

此外也有人按点火方式把发动机分为两大类,即把汽油机叫做火花点火式发动机,把柴油机叫做压燃点火式发动机。

●转子发动机

汽油机是一种往复运动式发动机。工作时活塞在气缸里做往复直线运动,为了使活塞的直线运动转化为旋转运动,必须使用曲轴。转子发动机则不同,它不使用曲轴,直接将可燃气的燃烧膨胀力转化为驱动扭矩。

和往复式发动机相比,转子发动机取消了无用的直线往复运动,因而同样功率的转子发动机尺寸较小,重量轻,而且振动和噪声低,具有较大的优势。

但是转子发动机在技术上有其独特的困难。转子发动机工作时其转子前端沿壳体壁面滑动,受燃烧气体冲刷使润滑油的消耗量较大,此外尚有其他一些

技术问题尚待解决。目前松田公司大体解决了这些问题，并在世界上首次批量生产了转子发动机。但总的来说转子发动机还远远没有被普遍使用。

为什么除松田公司之外其他汽车厂都不生产转子发动机呢？原因大体有三个，其一是转子发动机结构独特，和现有的往复式发动机完全不同，如果投产转子发动机的话，很难利用现有设备，必须大量添置专用设备，这使转子发动机生产所需要的投资加大。其二是涉及到某些专利权问题。其三是现有的往复式发动机经过不断地改造发展，其性能已大

可和转子发动机相媲美了。

●二冲程发动机

往复式发动机按其工作循环分类，可分为二冲程发动机和四冲程发动机。

有关工作循环概念将在后面讲解。当曲轴每转一圈时，发动机能同时完成进气、压缩、燃烧和排气工作过程的为二冲程发动机。四冲程发动机在曲轴转一圈时只完成进气和压缩工作行程，在曲轴转第二圈时才完成燃烧和排气工作行程。

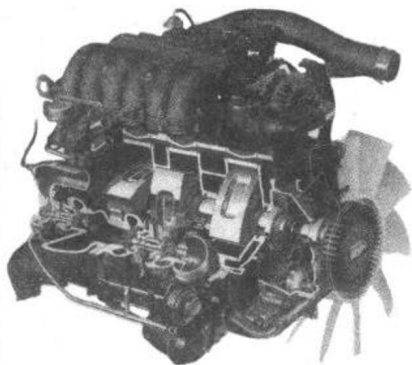
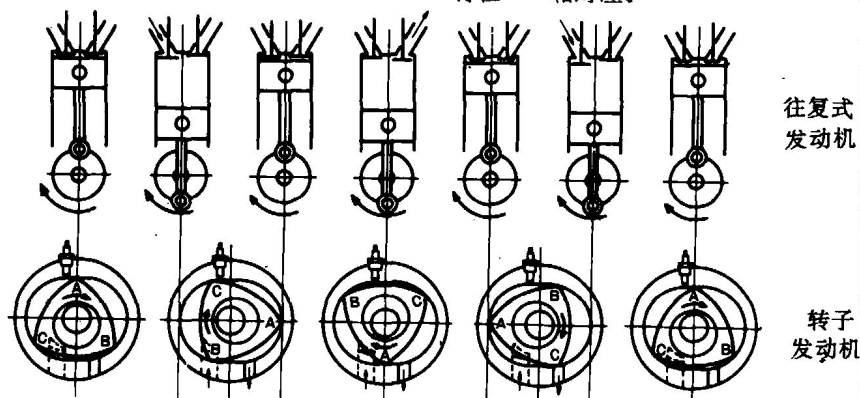


图 1-6 转子发动机

松田 20B-REW 发动机有三个转子，每个转子排量为 0.654 升，最大功率为 205.9 千瓦(280 马力)

转子发动机工作容积的变化过程如下图所示，转子发动机工作容积的变化可以和往复式发动机的各工作行程——相对应。



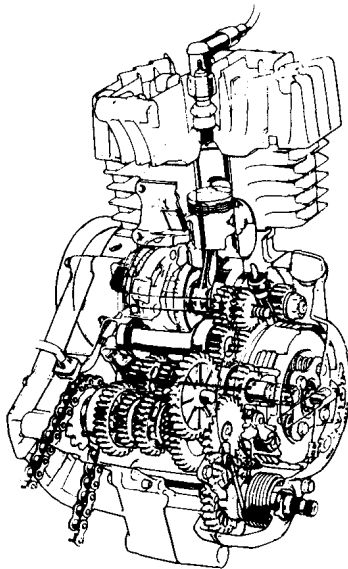
和四冲程发动机相比,二冲程发动机结构简单、重量轻、成本低,同时单位重量功率(通称重量比功率)大。

二冲程汽油机排气的时候也正是新鲜混合气吸入的时候,这使废气和可燃气互相混杂,结果导致一部分新鲜混合气白白地被排出了发动机之外。

由于上述缺点,二冲程汽油机排量都不大,一般多用于摩托车或小型机动船上。在中大型船舶上使用的都是二冲程柴油机。

上面向诸位介绍了几种常见的发动机,由于篇幅所限,不能对上述所有种类的发动机一一加以介绍。下面我们仅以轿车常用的四冲程汽油机为主进行介绍,希望读者能和其他类型的发动机相比较加深理解。

图 1-7 空冷二冲程发动机



二、汽油机的基本构造

首先介绍一下四冲程汽油机的构造。现在轿车最常用的是水冷直列 4 缸汽油机,在图 1-10 上展示了一台这种布置的汽油机,下面以这台汽油机为例进行介绍。

● 本体系统

在图 1-10 上有 4 个纵向的筒状物,这是气缸,气缸是气缸体的一部分,气缸体是汽油机的本体,约占汽油机总重的 15%~30% 左右。

气缸体顶上是气缸盖,在气缸盖上布置了一些控制进排气的零件,此外火花塞也布置在气缸盖上。

在气缸体的下面布置了一个曲轴。为了给曲轴转动留出空间,气缸体下面

变得十分宽大。这部分是气缸体的曲轴箱部分。在气缸体的最下端是油底壳,油底壳是汽油机润滑油的贮油器。上述部分是发动机的主体,所以把本部分叫做发动机的本体系统。

● 主运动系统

活塞位于气缸筒之中。在发动机工作时,受燃烧气体压力作用向下运动。该压力经过连杆传递给曲轴,曲轴将活塞的往复运动变成旋转运动。

曲轴的后端是飞轮,飞轮的作用是利用其转动惯性平稳发动机的转速。曲轴的前端装有正时齿形带轮或正时链轮,通过正时齿形带或链条,驱动装在气缸盖上的凸轮轴,同时也驱动发电机,冷

日产 PLASMA-VG30DE 型 V6 汽油机的组成零件图

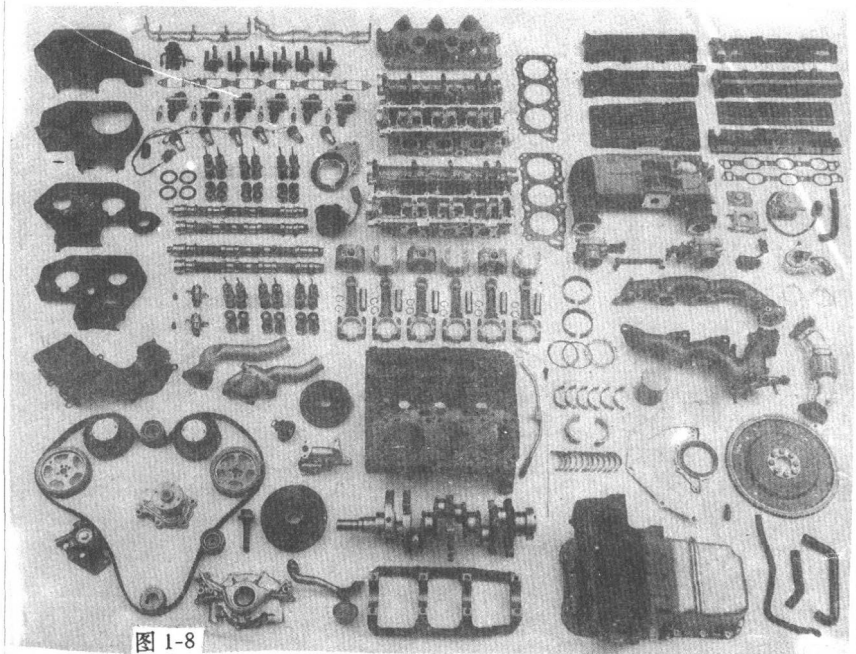


图 1-9

4 缸 4 气阀汽油机的横剖面图

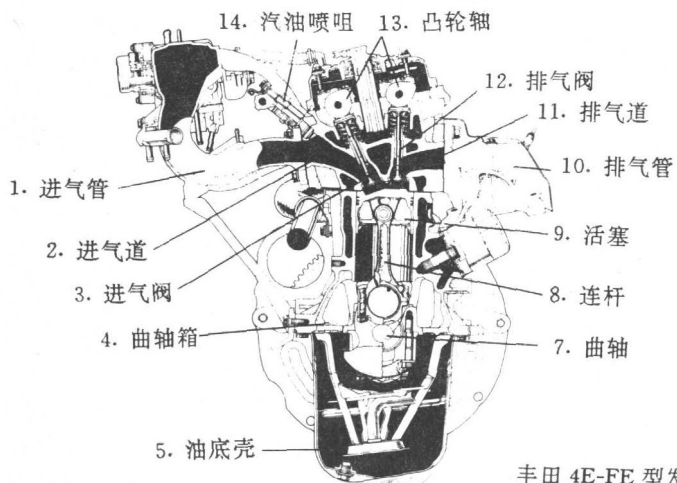
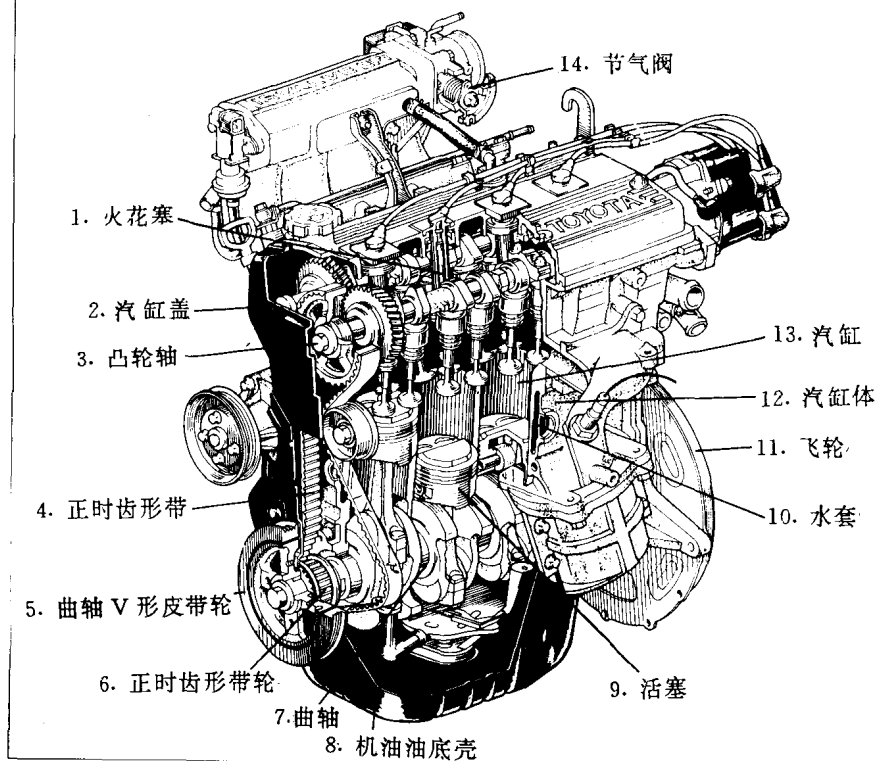


图 1-10

4缸4气阀汽油机的立体剖面图(丰田 4E-FE)



却风扇等附件。

●配气系统

在气缸盖上有可燃气的通道,叫做进气道。在进气道上布置了控制进气作用的进气阀。

同样在气缸盖上有废气的出口,叫做排气道,在排气道上布置了排气阀。为了使进气阀和排气阀按时开闭,在气缸盖上布置了凸轮轴。凸轮轴前端装有正时齿形带轮或正时链轮,通过齿形带或链条,和曲轴的正时齿形带轮或正时链轮相连接。曲轴转动时驱动凸轮轴一起转动。以上各零件属于配气系。

●进气系统

发动机吸入的空气经空气滤清器滤清,然后在化油器处和汽油混合,最后经进气管进入燃烧室。

为了调整进入气缸中的空气量,在进气通道中布置了节气阀,节气阀开度大小决定了汽油机的马力大小。

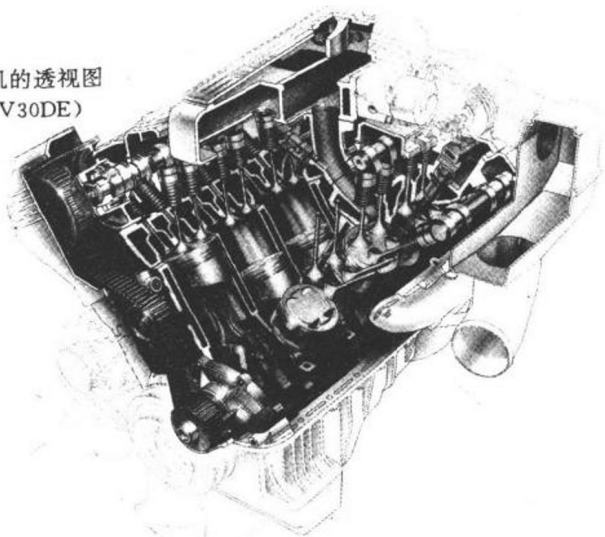
汽车驾驶室内司机脚下有一个油门踏板,俗称加速踏板。油门踏板和节气阀之间用拉线连在一起。

●排气系统

在燃烧室内燃烧过的废气经发动机

图 1-11

V6 24 气阀汽油机的透视图
(日产 PLASMA-V30DE)



排气管进入排气总管，经消声器降低排气噪声之后排到大气中去。也有的汽油机在排气系统中布置了各种排气净化装置。

●燃烧供给系统

储存在汽油箱中的汽油，经燃油滤清器除掉汽油中的粒状杂质，经汽油泵送到化油器或汽油喷射装置中去。

化油器利用喷雾原理将汽油混入到吸入的空气中，汽油喷射装置的作用是将适量的汽油喷进进气道内。最近汽油喷射装置大都采用了计算机控制。

●冷却系统

燃烧和空气形成的可燃气在气缸内燃烧做功，其做功部分只占燃烧总能量的 25%~30% 左右，剩余的 70%~75% 的能量有一半左右随排出的废气排到发动机外，另一半被燃烧室壁面、气缸筒壁面和活塞顶面所吸收。这些壁面如果不

加以冷却将使其温度过高，甚至使吸入的混合气一下子燃烧起来，这将破坏发动机的工作过程。

因此必须对燃烧室和活塞周围进行冷却。一般采用水冷却，为此在气缸体和气缸盖中必须布置水流的通道，这部分结构叫水套。水在水套中被加热之后进入散热器和水泵，为了吹送冷风使用了风扇，为了调节工作中的冷却液温度，在冷却系中布置了恒温器。

●润滑系统

发动机是由大量金属零件组装成的制品，为了润滑各部分运动零件使用了润滑油。

机油泵把机油加压送往需要润滑的部位，循环后的机油最终落入机油油底壳内。

机油被机油泵吸入加压，通过机油滤清器滤清，可以反复使用。某些零件特别是活塞只靠冷却水套的冷却还不够，

必须使用机油冷却。在赛车的汽油机上,为了冷却机油还装用了机油冷却器,冷却器的功能及原理和冷却系的散热器十分相似。

●电气系统

在汽油机上必须装用点火系统。点火系统的功能是准时地把高压电送给火

花塞,在火花塞电极之间产生火花,正时地点燃吸入气缸内的混合气。

此外电气系统还包括蓄电池。在发动机运转时也同时驱动发电机工作,发电机的作用是补充蓄电池消耗掉的电能。此外,为了起动汽油机使用了电动机,一般叫起动机。

三、燃 烧 机 理

汽油机工作过程是使汽油燃烧放出热量做功。为了使汽油机工作得更好,必须详细地了解汽油的燃烧过程。

●燃烧是一种什么现象

简单地说燃烧就是物质的氧化现象。各种物质都是由该物质所特有的分子组成的,而分子是由不同原子化合而成的。物质被加热之后,分子内部不同原子之间的结合力变弱,氧原子乘虚而入形成了新物质,这就是燃烧现象。

■碳氢化合物的燃烧

汽油是石油精炼后的液体产品,它是由数千种不同的化合物组成的,其中除去极少量的不纯物质外,其余全都是碳氢化合物。碳氢化合物是指该物质分子中只含有碳和氢两种原子,由于碳氢原子结合方式不同就形成了不同的化合物。

汽油在燃烧时,其中的1个碳原子和2个氧原子化合生成1个二氧化碳分子,2个氢原子和1个氧原子化合生成1个水分子。

众所周知,二氧化碳能促进地球的温暖化,而水对人畜都是无害的。

总之,汽油如果完全燃烧是不会产生大气污染等公害问题的。这一点很重要,希望诸位能确实地加以理解。

下面以汽油中的丁烷为例说明一下

汽油燃烧的机理。丁烷在常温下是气体,丁烷中的碳氢结合方法有两种,即正丁烷和异丁烷,两种丁烷化学性质不相同。

氢元素以H表示,一个丁烷分子中有10个氢原子,和4个碳原子,专业书将其分子式写成 C_4H_{10} 。一般都用 C_mH_n 来表示烷类物质的分子式。该分子式表明该物质的分子是由 m 个碳原子和 n 个氢原子组成的。

丁烷在燃烧时,每个分子中的4个碳原子和8个氧原子化合生成4个二氧化碳分子,10个氢原子和5个氧原子结合生成5个水分子。

上述的氧原子存在于大气之中,如果空气量相对于汽油的量不足的话,和碳原子结合的氧原子相对地显得不足,这时就不会生成二氧化碳分子而只能生成一氧化碳分子。二氧化碳对人是无害的,而一氧化碳对人则是有害的。

■排出废气的成分

想来大家都听过三元催化器这回事儿。汽油机排气中有各种各样有害气体,但主要的有三种,它们是一氧化碳,未燃碳氢化合物和氮氧化合物。三元催化器的功能就是能把这三种有害物质一齐消除掉。

在排气中含有未燃的碳氢化合物很好理解,因为燃烧不可能十分完全,总会因某些因素使一部分碳氢化合物未经燃