

高等院校“十二五”规划教材

汽车发动机

构造及原理



● 尉庆国 苏铁熊 董小瑞 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校“十二五”规划教材

汽车发动机构造及原理

尉庆国 苏铁熊 董小瑞 主编
王 强 王艳华 王悦芳 王 军 参编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书共分 13 章,分别为汽车发动的工作原理及总体构造、机体组、曲柄连杆机构、换气系统与换气过程、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、汽车发动机排放净化装置、发动机冷却系统、发动机润滑系统、汽车发动机增压、汽车发动机燃烧过程、典型汽车发动机介绍、汽车发动机专业英语。

本书图文并茂,紧跟汽车发展前沿技术,可作为普通高校、高职高专汽车类各专业的教材,也可作为职大、成教等汽车工程专业类的教材,还可作为从事汽车行业的相关人员及汽车爱好者的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机构造及原理/尉庆国,苏铁熊,董小瑞主编. —北京:国防工业出版社,2012.6

ISBN 978-7-118-08161-9

I. ①汽… II. ①尉… ②苏… ③董… III. ①汽车-发动机-构造
②汽车-发动机-理论 IV. ①U464

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 096013 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 14¼ 字数 323 千字

2012 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 68428422

发行邮购:(010) 68414474

发行传真:(010) 68411535

发行业务:(010) 68472764

前 言

“汽车发动机构造及原理”是汽车相关专业的一门重要的专业基础课，该书系统地介绍了现代汽车发动机的工作原理及总体构造，主要包括机体组、曲柄连杆机构、换气系统与换气过程、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、汽车发动机排放净化装置、发动机冷却系统、发动机润滑系统、汽车发动机增压、汽车发动机燃烧过程、典型汽车发动机介绍和汽车发动机专业英语。

本书图文并茂，力求言简意赅、通俗易懂、知识性与趣味性并重，为读者较为全面地了解汽车发动机知识提供帮助；本书注重实践教学和案例教学，介绍了近几年世界十佳发动机与中国十佳发动机的先进技术；增加了汽车发动机专业英语知识，力争使教材尽快跟上汽车工业发展的步伐、促进与世界的交流。

本书由中北大学车辆与动力工程系尉庆国、苏铁熊、董小瑞主编。其中绪论、第十三章由苏铁熊编写；第一章、第七章由董小瑞编写；第二章、第九章由尉庆国编写；第三章、第十章由王悦芳编写；第四章、第十一章由王艳华编写；第五章、第六章由王强编写；第八章、第十二章由王军编写。

本书是省级精品课程“汽车构造”的建设、研究成果之一；该课程课件 2005 年获全国多媒体课件大赛二等奖。

本书在编写过程中，参考了一些相关资料，在此向所有相关资料的作者表示感谢。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 3 月

目 录

绪论	1
汽车定义及组成	2
汽车发动机发展简史	3
汽车、活塞式内燃机编号规则	7
车辆识别代号 (VIN)	9
思考题	10
第一章 汽车发动机的工作原理及总体构造	11
第一节 汽车发动机的定义及分类	11
第二节 汽车发动机基本术语	12
第三节 汽车发动机工作原理	15
第四节 汽车发动机的总体构造	19
第五节 汽车发动机的主要性能指标与特性	22
第六节 汽车燃料消耗量	28
思考题	29
第二章 机体组	30
第一节 汽缸体	31
第二节 汽缸套	34
第三节 汽缸盖与燃烧室	35
第四节 汽缸盖罩与汽缸衬垫	37
第五节 油底壳	38
思考题	38
第三章 曲柄连杆机构	39
第一节 曲柄连杆机构中的运动与受力	40
第二节 活塞组	43
第三节 连杆组	50
第四节 曲轴飞轮组	54
思考题	61
第四章 换气系统与换气过程	62
第一节 换气系统的作用与组成	62
第二节 配气机构	65
第三节 配气相位	75
第四节 换气过程	77

第五节 可变进气控制技术	80
思考题	88
第五章 汽油机燃油供给系统	89
第一节 汽油机对燃油供给系统的基本要求	89
第二节 电控汽油喷射系统 (ECGI)	92
第三节 汽油直喷技术	109
思考题	111
第六章 柴油机燃油供给系统	112
第一节 机械高压油泵燃油系统组成及工作原理	112
第二节 高压共轨电子控制喷射燃油系统组成及工作原理	116
第三节 柴油机燃烧室	126
思考题	128
第七章 汽车发动机排放净化装置	129
第一节 汽车排放概述	129
第二节 汽车发动机排气净化装置	133
第三节 曲轴箱通风强制系统	137
第四节 汽油蒸发控制系统	138
思考题	138
第八章 发动机冷却系统	139
第一节 概述	139
第二节 水冷系统的组成及工作原理	141
第三节 风冷却系统	151
思考题	151
第九章 发动机润滑系统	152
第一节 概述	152
第二节 润滑系统构造及工作原理	154
第三节 润滑剂	160
思考题	162
第十章 汽车发动机增压	163
第一节 概述	163
第二节 涡轮增压	166
第三节 机械增压	173
第四节 气波增压	175
第五节 复合增压	176
思考题	176
第十一章 汽车发动机燃烧过程	177
第一节 汽油机的燃烧过程	177
第二节 柴油机的燃烧过程	182
第三节 汽油机的均质燃烧	185

思考题	187
第十二章 典型汽车发动机介绍	188
第一节 两缸机	188
第二节 三缸机	189
第三节 四缸机	189
第四节 五缸机	191
第五节 六缸机	193
第六节 八缸机	195
第七节 十缸机	195
第八节 十二缸机	196
第九节 代用燃料发动机	199
第十节 混合动力发动机	201
思考题	202
第十三章 汽车发动机专业英语	203
第一节 The Basic Components of Automobile	203
第二节 Automobile engine	206
第三节 汽车发动机专业词汇缩写	212
参考文献	218

绪 论

导入图例（图 0-1）：上海柴油机公司广告



图 0-1 上海柴油机公司广告

上海柴油机公司 Logo 释义：以上柴汉语拼音当头字母 S、C 为中心，组合成旋转图形，象征柴油机强劲运转，为社会进步输出动力；图案圆内有方，有钱币感，寓意上柴能为用户带来惠泽福祉。

导入图例（图 0-2）：“中国心”年度十佳发动机评选品牌形象标识



图 0-2 全新的“中国心”评选标识

“中国心”年度十佳发动机评选由汽车与运动杂志社于 2006 年创办，借鉴于美国权威汽车杂志《Ward's Auto World》主办的“世界十佳发动机评选”，是国内唯一的车用发动机评选活动，受到汽车行业和媒体圈的一致认可。新标识以阿拉伯数字“10”为创意基础，非常简洁明了地代表了“中国心”十佳的评选活动。同时，数字“10”还巧妙地组合成一个发动机活塞形状，十分形象地诠释了评选的实质内涵。运动的活塞似子弹飞梭而过，寓意评选活动将持续进步发展；而飘逸的尾翼，又如海上乘着东风的风帆，预示着“中国心”评选将在各大机构的强大支持和帮助下，扬帆远航，不断创造辉煌的新篇章。

汽车定义及组成

汽车的英语单词是“Automobile”，简称为“AUTO”。这个复合词是外来语——希腊语中的“Auto”（自己的）和拉丁文中的“Mobile”（会动的）构成，意思是“自己会动的车”。它是在 1895 年由法国科学院命名。日语把它译成“自动车（MOTORS）”。汉语中本来没有“汽车”这个词，最初把它称为“火轮车”，后来才叫做“汽车”。

世界上最早的汽车是蒸汽汽车、电动汽车。以内燃机作动力源，装备齐全、性能较高的现代汽车出现才 100 多年，但其所表现出来的优良性能淘汰了蒸汽汽车和蓄电池电动汽车。

通常人们所说的汽车一般指内燃机汽车。但从广义上讲，汽车应该包括蒸汽汽车、电动汽车和内燃机汽车。

按照国家标准《汽车和挂车类型的术语和定义》（GB/T 3730.1—2001）对汽车的定义：由动力驱动，具有 4 个或 4 个以上车轮的非轨道承载的车辆，主要用于：载运人员和（或）货物；牵引载运人员和（或）货物的车辆；特殊用途。本术语还包括与电力线相连的车辆（如无轨电车）、整车整备质量超过 400kg 的三轮车。

2006 年 6 月 1 日，按照《汽车产业发展政策》、《车辆识别代号管理办法（试行）》和有关国家标准的要求，三轮农用运输车更名为三轮汽车，四轮农用运输车更名为低速货车。

美国汽车工程师学会标准 SAEJ 687C 中对汽车的定义：由本身动力驱动，装有驾驶装置，能在固定轨道以外的道路或地域上运送客货或牵引车辆的车辆。

日本工业标准 JISK 0101 中对汽车的定义：自身装有发动机和操纵装置，不依靠固定轨道和架线能在陆上行驶的车辆。

汽车通常由发动机、底盘、车身、电气设备 4 部分组成如图 0-3、图 0-4 所示。

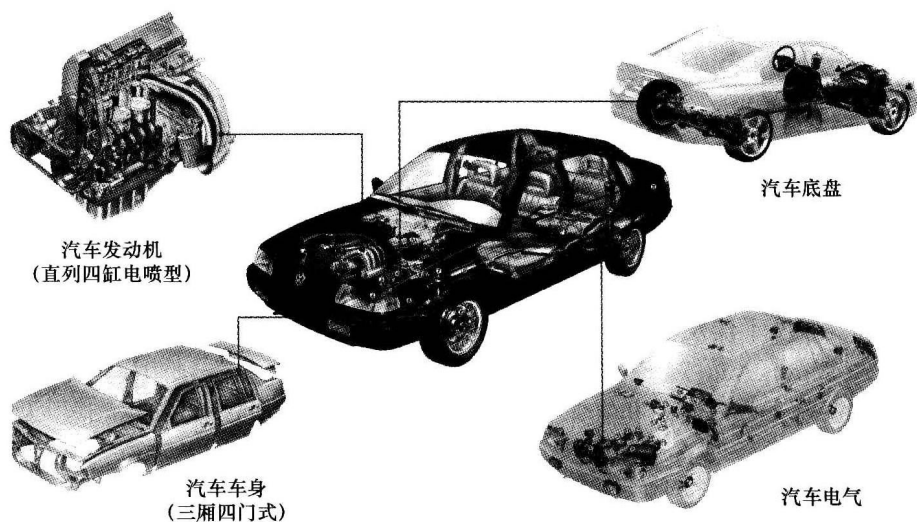


图 0-3 汽车组成

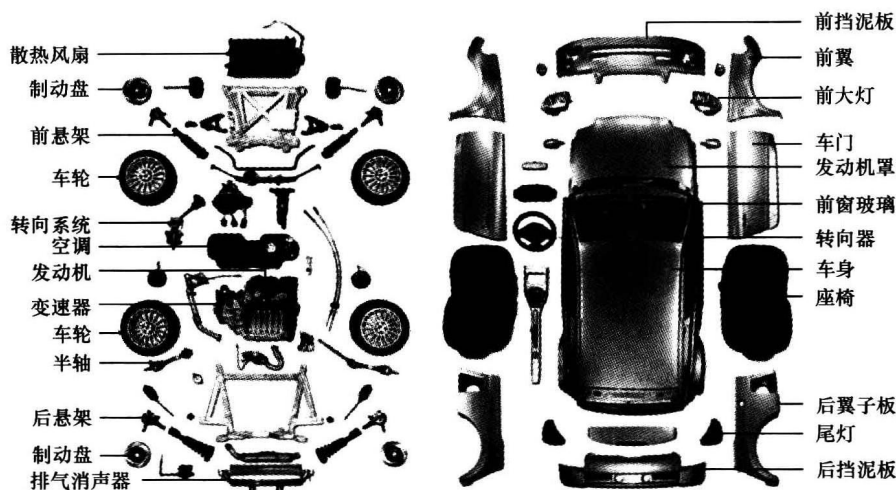


图 0-4 汽车主要组成

发动机是汽车的“心脏”。其作用是使燃料燃烧产生动力，然后通过底盘的传动系统驱动车轮使汽车行驶。发动机主要有汽油机和柴油机两种。汽油发动机由曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统、起动系统组成。柴油发动机的点火方式为压燃式，所以无点火系统。

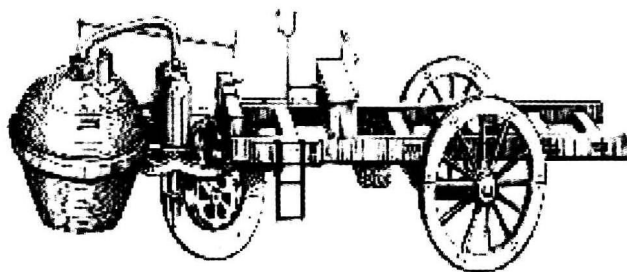
底盘是汽车的“骨架”。作用是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成，形成汽车的整体造型，并接受发动机的动力，使汽车产生运动，保证正常行驶。底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统 4 部分组成。

车身是汽车的“皮肤”。车身安装在底盘的车架上，用以驾驶员、旅客乘坐或装载货物。轿车、客车的车身一般是整体结构，货车车身一般是由驾驶室和货箱两部分组成。

电气设备是汽车的“神经系统”，由电源和用电设备两大部分组成。电源包括蓄电池和发电机。用电设备包括发动机的电控单元（ECU）、传感器、执行器、发动机起动系统、汽油机的点火系统和其他用电装置。

汽车发动机发展简史

1769 年，法国炮兵工程师尼古拉斯·古诺把蒸汽机装在一辆木制三轮车上，制成了最早的机动车（图 0-5）。蒸汽机是外燃机，燃料在汽缸之外燃烧，热效率低。



古诺的蒸汽汽车的主要技术数据：

车长：7.32m；车高：2.2m；蒸汽泡直径：1.34m；前轮直径：1.28m；后轮直径：1.5m；牵引能力：4t~5t；时速：3.5km/h~3.9km/h；连续行走时间：12min~15min。

图 0-5 最早的机动车

1860 年，法国技师埃铁米·列诺尔制成了煤气机，这是一种无压缩、电点火、使用煤气的内燃机。这台煤气机的热效率为 4% 左右。煤气机是内燃机，热效率较高并成批生产，从此使内燃机商品化。可是，列诺尔的煤气机没有压缩行程，热效率只有 3%~4%。

1866 年，德国人奥托制成了第一台四冲程往复式活塞式内燃机（单缸、卧式，以煤气为燃料，采用火焰点火，功率大约为 2.21kW，转速为 180r/min、压缩比为 2.66）。在这部发动机上（图 0-6），奥托增加了飞轮，使运转平稳，把进气道加长，又改进了汽缸盖，使混合气充分形成。热效率可达 12%~14%，相当于当时蒸汽机的 2 倍。奥托把 3 个关键的技术思想：内燃、压缩燃气、四冲程融为一体，使这种内燃机具有效率高、体积小、质量轻和功率大等一系列优点。在 1878 年巴黎万国博览会上，被誉为“瓦特以来动力机方面最大的成就”。等容燃烧四冲程循环由奥托实现，也称为奥托循环（图 0-7），为现代内燃机发展奠定了四冲程工作循环（或称奥托循环）的理论基础。

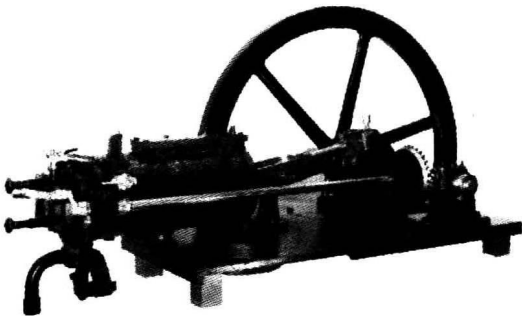


图 0-6 第一台四冲程往复式活塞式内燃机

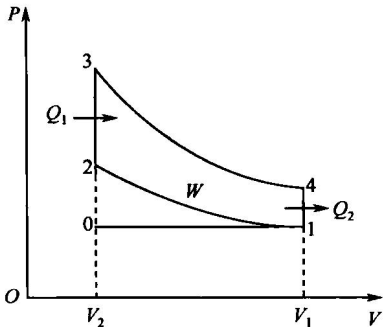
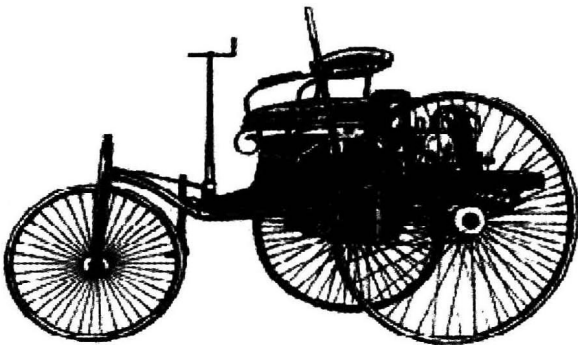


图 0-7 奥托循环 p - V 图

1872 年，奥托在德国建立道依茨（DEUTZ）发动机公司，开始批量生产内燃机。1998 年中德合资潍坊潍柴道依茨柴油机有限公司由潍坊柴油机厂与德国道依茨股份公司合资组建。2007 年，道依茨一汽（大连）柴油机有限公司成立。

1885 年，德国工程师卡尔·奔驰拆开两辆自行车，用一个钢制骨架把两个后轮和一个前轮组合在一起，前轮用于转向，后轮用于驱动，在车子后部安装了单缸四行程内燃机。设计制造了一辆三轮汽车（图 0-8），并在 1886 年 1 月 29 日获得了专利，汽车得到了第一张官方出生证明。



奔驰一号车主
要技术参数：单缸；
785mL/0.8 马力；
15km/h。

图 0-8 奔驰设计制造的三轮汽车

1886 年，德国工程师哥特里布·戴姆勒买了一辆美国制造的四轮大马车。在迈巴赫的帮助下，在前轮上安装了转向装置，后轮上安装了驱动装置，把世界上第一台立式发动机安装在车身的中部，世界上第一辆四轮汽车就这样诞生了（图 0-9）。该发动机为汽油机，化油器式电点火，质量为 60kg，功率为 0.368kW（0.5 马力），转速达到了当时创记录的 750r/min（图 0-10）。

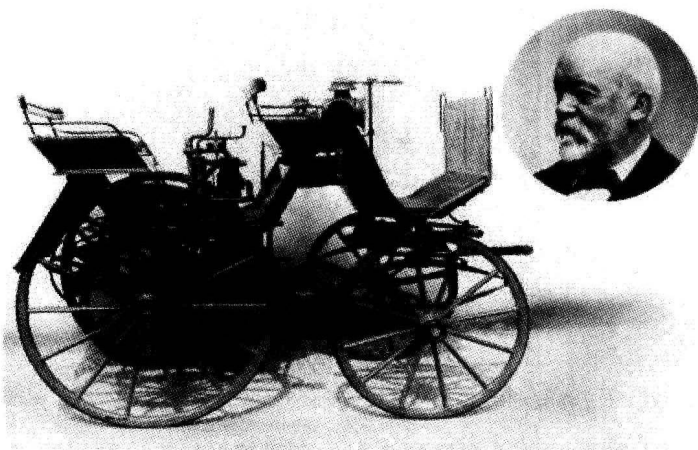


图 0-9 世界上第一辆四轮汽车



图 0-10 世界上第一台立式汽油机

1892 年，德国工程师鲁道夫·狄塞尔（Diesel）获得柴油发动机发明专利（图 0-11）。受面粉厂粉尘爆炸的启发，设想将吸入汽缸的空气高度压缩，使其温度超过燃料的自然温度，再用高压空气将燃料吹入汽缸，使之着火燃烧。于 1897 年制成了第一台具有实用价值的高压缩型自动点火内燃机，即压燃式柴油机。汽缸直径为 15cm，活塞冲程为 40cm。它加长了燃烧过程前的压缩过程，这是内燃机技术的第二次突破。曼（MAN）公司制造出了世界上第一台柴油发动机的原型机（图 0-12），并取名叫“狄塞尔”发动机。1936 年，奔驰公司制造出第一台装有狄塞尔发动机的轿车。一直到 1950 年左右，柴油机才得以广泛应用。



图 0-11 鲁道夫·狄塞尔

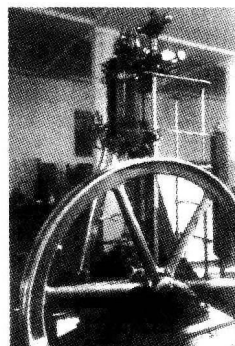


图 0-12 世界上第一台柴油机

1957 年，德国人汪克尔发明了转子活塞发动机（图 0-13），这是汽油发动机发展的一个重要分支。一般发动机是往复运动式发动机，工作时活塞在汽缸里做往复直线运动，

为了把活塞的直线运动转化为旋转运动，必须使用曲柄连杆机构。转子发动机则不同，它直接将可燃气的燃烧膨胀力转化为驱动扭矩。与往复式发动机相比，转子发动机取消了无用的直线运动，无曲轴连杆和配气机构，它的零件数比往复活塞式汽油发动机少40%，质量轻、体积小、转速高、功率大。

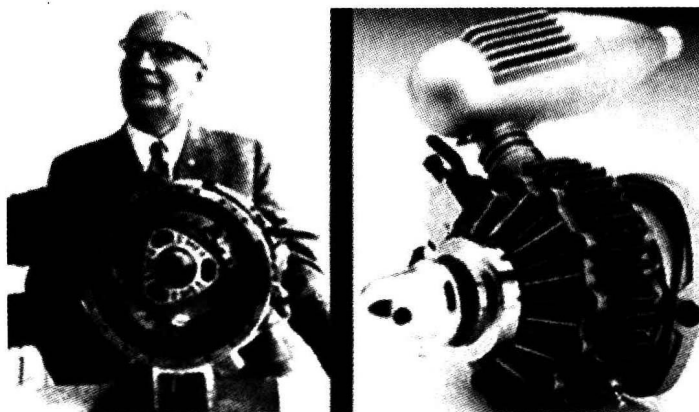


图 0-13 汪克尔发明的转子活塞发动机

1967 年，日本东洋公司（马自达公司的前身）和汪克尔公司签订协议，取得转子发动机生产权利，从汪克尔公司引进转子发动机后，马自达公司就进行了技术改进和研究，成为世界上唯一研发和生产转子发动机的汽车公司。研制成功了电子控制 6 进气口的转子发动机。这种发动机采用微型计算机控制发动机负载状态，自动调整怠速装置和废气再循环装置，使发动机工作平稳，从而降低油耗，减少废气的排出。

德国博世集团的创始人——罗伯特·博世先生，是著名的德国企业家。1902 年，发明世界上第一个具有高压电磁点火系统的火花塞（点火线圈的图形是博世公司的标志，如图 0-14 所示）；1922 年，发明机械喷射装置；1927 年，发明柴油机喷油泵；1973 年，博世公司开发 L 型电子控制汽油喷射装置，它以进气管内的空气流量做参数，可以直接按照进气流量与发动机转速的关系确定进气量，据此喷射出相应的汽油。这种装置由于设计合理，工作可靠，广泛为欧洲和日本等汽车制造公司所采用，奠定了现代电子控制燃油喷射装置的雏形。



图 0-14 博世集团的 Logo

电喷供油系统的最大优点就是燃油供给控制精确，让发动机在任何状态下都能有正确的空燃比，不仅让发动机保持运转顺畅，其废气也能合乎环保法规的规范。然而，电喷供油系统并不是最科学的。由于内燃机构造的先天限制，电喷喷嘴安装在气门旁，只有在气门打开时才能完成油气喷射，因此喷射会受到开合周期的影响，产生延迟，因而影响计算机对喷射时间的控制。

当欧美厂商意识到电喷技术的研发已经进入瓶颈期，于是缸内直喷技术成为了各大厂商的主攻方向。目前，市场上备受关注的缸内直喷发动机，包括奥迪 FSI 缸内直喷发动机、凯迪拉克 SIDI 双模直喷发动机等。

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。有些完善甚至都没办法记录。很显然，现在的发动机运转更加平顺了，抖动也不是那么激烈了，燃油经济性也更好了，马力和更足了。而这些都是依赖于新技术的运用。为了改善进气，就有了本田的 VTEC、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，就有了大众的 TFSI 分层喷射技术、VIS 可变进气管技术、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、三元催化转化器及废气再循环技术等。

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，老气的发动机技术淘汰已经成为必然，更多充分利用能源的技术也在不停的研发中。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上书写重重的一笔。

中国第一发动机品牌为奇瑞公司（CHERY）的 ACTECO（图 0-15）。ACTECO 包含 3 层含义。

ACTECO 的第一层含义是标明该发动机的技术血统。开头的字母 A 指代 Austria（奥地利）的 AVL 公司——欧洲顶级发动机制造商，也表示了其在中国的诞生地 Anhui（安徽），第二个字母 C 表示 China（中国）的 Chery（奇瑞），最后两个字母 CO 是英文单词 Cooperation（合作）的缩写，即表达了该发动机是奥地利的 AVL 公司和位于中国安徽的奇瑞汽车共同合作的技术结晶。

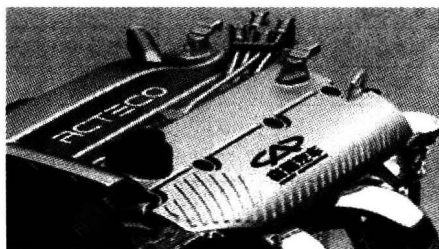


图 0-15 奇瑞公司的 ACTECO

ACTECO 的第二层含义是指产品的设计理念与性能。中间 3 个字母 TEC 是英文单词“技术”（Technology）的前 3 个字母，最后 3 个字母 ECO 既代表经济性（Economic）又表示生态环保（Ecological），最后两个字母 CO 也是英文单词 Cost（低成本）的缩写，即表示该发动机将有利于降低使用的经济成本（低油耗）和社会成本（低排放）；

ACTECO 的第三层含义集中在第一个字母 A，表达了奇瑞公司的创业理念：在汽车行业勇争第一（A）。前 3 个字母 ACT（行动）也是奇瑞对于中国人发展自己的汽车产业的鲜明态度：不管外界如何争论，用自己的行动来证明一切。

汽车、活塞式内燃机编号规则

一、汽车产品型号编号规则

按照国家标准《汽车新产品型号编制规划》（GB/T9417—1988），国产汽车型号应能表明其厂牌、类型和主要特征参数等。该型号由拼音字母和阿拉伯数字组成，包括首部、中部和尾部 3 部分。

首部——由 2 个或 3 个拼音字母组成，是识别企业名称的代号，如 CA 代表一汽、EQ 代表二汽、SC 代表重庆长安、BJ 代表北京等。2003 年，比亚迪收购西安秦川汽车有限责任公司（现比亚迪汽车有限公司），进入汽车制造与销售领域，厂牌型号还使用西安秦川汽车有限责任公司的型号 QCJ。

中部——由 4 位阿拉伯数字组成，分为首位、中间两位和末位数字 3 部分，其含义详见表 0-1。

表 0-1 汽车型号中部 4 个阿拉伯数字的含义

首位数字及含义	中间两位数字表示各类汽车主要参数	末位数字
1 表示载货汽车	数字表示汽车的总质量 (t)	表示企业自定序号
2 表示越野汽车		
3 表示自卸汽车		
4 表示牵引汽车		
5 表示专用汽车		
6 表示客车	数字×0.1m 表示汽车的总长度	
7 表示轿车	数字×0.1L 表示发动机工作容积	
8 (暂缺)		
9 表示半挂车或专用半挂车	数字表示汽车的总质量 (t)	
示例		
CA7226L	第一汽车厂生产的轿车，发动机工作容积 2.2L，序号 6 表示 5 缸发动机的车型，尾部 L 字母表示加长型。	
QCJ6480—比亚迪 M6	，比亚迪生产的客车，车长 4.8m	

二、活塞式内燃机的名称和编号

为了便于内燃机的生产管理和使用，国家标准《内燃机产品名称和型号编制规则》（GB 725—82）中对内燃机的名称和型号作了如图 0-16 所示的统一规定。

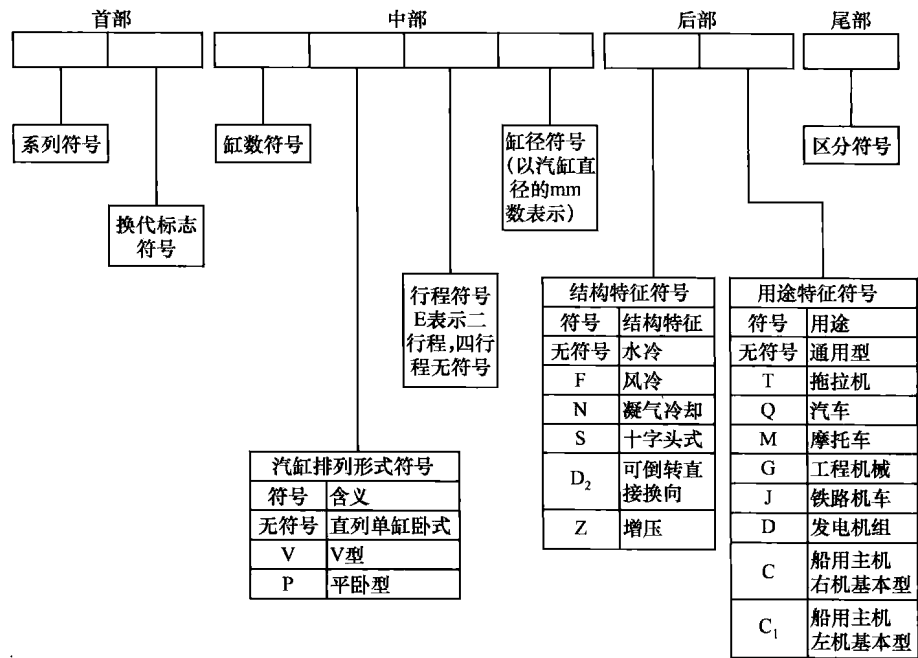


图 0-16 内燃机的名称和型号规定

1. 内燃机的名称和型号

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

2. 内燃机型号的组成

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。

三、活塞式内燃机型号编制举例（JL474Q2☆743）

JL：表示“江陵”牌的意思（现在的长安公司是由以前的江陵发动机公司和长安汽车公司联合组建而成，为了省去重复申请商标品牌的不必要费用，所以继续保留使用了“江陵”的品牌，且老“江陵”发动机，在很多用户心中已经树立了良好的口碑）。

474Q2：这第一个“4”，表示该发动机是 4 缸机；“74”表示该发动机的缸径为 74mm；“Q”表示该发动机属于汽油机；“2”表示这是本系列发动机中第二个正式型号。
743：其中的“7”表示发动机是 2007 年生产；“4”表示全年的 4 个季度；最后的“3”表示该发动机是 1.3 排量。

车辆识别代号（VIN）

车辆识别代号（Vehicle Identification Number，VIN）。由 17 位字符组成，所以俗称 17 位码。正确解读 VIN 码，对于正确地识别车型，以至进行正确的诊断和维修都是十分重要的。

车辆识别代号由 3 部分组成：世界制造厂识别代号”（WMI）、“车辆说明部分”（VDS）、“车辆指示部分”（VIS）。

第一部分“世界制造厂识别代号”（WMI），用 3 位字母来标示车辆的制造厂、品牌和类型。例如，LSV 表示上海大众汽车有限公司（图 0-17），LFP 表示中国第一汽车集团公司；LVV 表示奇瑞汽车有限公司；LS5 表示重庆长安汽车股份有限公司等。



图 0-17 上海大众车辆识别代号

第二部分“车辆说明部分”(VDS)，它提示车辆一般特征的资料，用 6 位字码代表车辆的形式、系列、车身、发动机类型、检验位等，用粗线勾画出该车辆的模型。

第三部分“车辆指示部分”(VIS)，是车辆制造厂为区别不同车辆而指定的一组 8 位字码，它包括出产年份、装配厂和产品顺序号等，这组字码与 VDS 连在一起足可以保证每个车辆制造厂在 30 年之内生产每辆车的 VIN 代号具有唯一性，决不重复。

思 考 题

1. 谈一谈学好这门课程的意义。
2. 你准备怎样学好这门课程？
3. 简述汽车发动机发展简史。
4. YZ6102Q、EQ6100-1 发动机分别表示什么意思？