

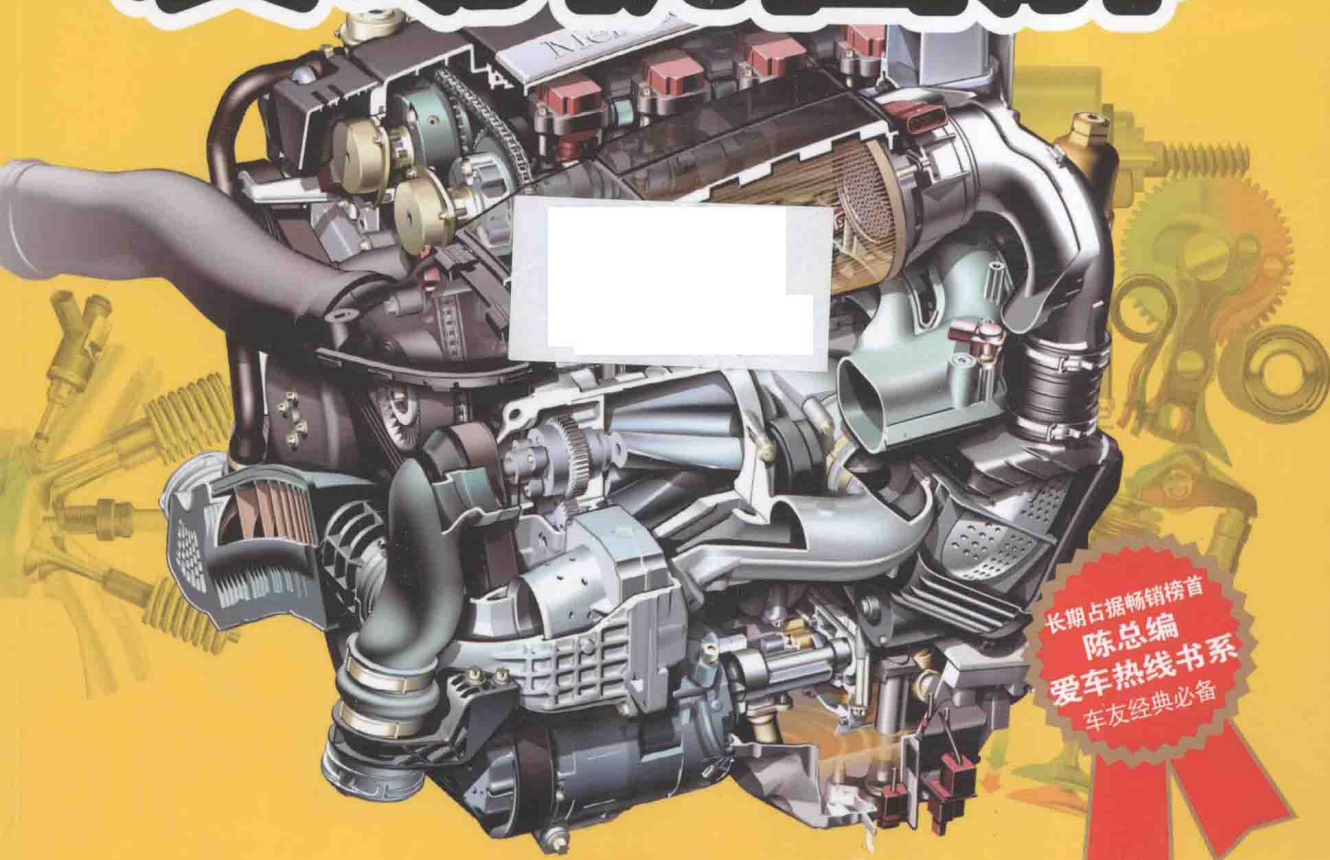
陈总编爱车热线书系

2010、2012~2013 年度中国书刊发行协会全行业优秀畅销书
2011 年全国十大科普图书
升级版

汽车为什么 会跑

陈新亚 编著

发动机图解



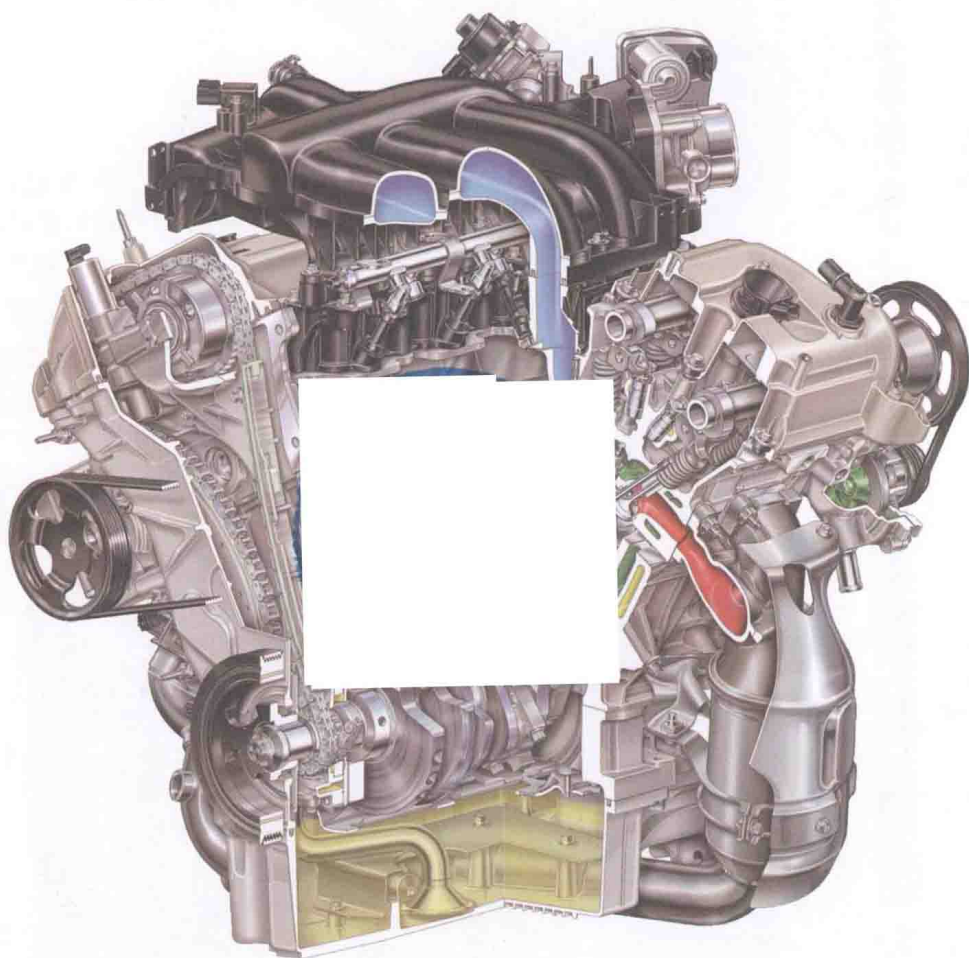
长期占据畅销榜首
陈总编
爱车热线书系
车友经典必备

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

陈总编爱车热线书系

汽车为什么会跑 发动机图解

陈新亚 编著



本书是《汽车为什么会跑：图解汽车构造与原理》升级版的发动机分册。它在原来基础上增加了许多汽车发动机构造与原理知识介绍，并且仍以大量图画的方式进行讲解。文字通俗易懂，图画形象具体，可以让读者更快、更深入地了解汽车发动机的构造与原理。本书不仅介绍普通发动机的构造与原理，还介绍了发动机燃烧理论、发动机新技术、节能和新能源动力等。

本书适合汽车专业人士、汽车从业人员、汽车相关专业学生及汽车爱好者等阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车为什么会跑：发动机图解 / 陈新亚编著. — 北京：
机械工业出版社，2014.12
(陈总编爱车热线书系)
ISBN 978-7-111-48748-7

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车—发动机—图解
IV. ①U463-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第282711号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
责任编辑：李 军 责任校对：高 华 责任印制：乔 宇
北京画中画印刷有限公司印刷
2015年1月第1版第1次印刷
184mm×260mm·8.5印张·241千字
0001-4000册
标准书号：ISBN 978-7-111-48748-7
定价：39.90元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务

社服务中心：(010) 88361066
销售一部：(010) 68326294
销售二部：(010) 88379649
读者购书热线：(010) 88379203

网络服务

教材网：<http://www.cmpedu.com>
机工官网：<http://www.cmpbook.com>
机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版



向汽车专家再靠近点

自《汽车为什么会跑：图解汽车构造与原理》出版后，好评如潮，一版再版，一印再印，至今仍在新华书店、当当网、卓越网、京东商城等高居汽车类畅销书榜首。然而，也有读者认为内容还不够解渴，希望对汽车的构造与原理有更深入的了解。为此，在原来的基础上，又增加了更深层次的内容，并使图片更丰富多彩，由原来的一册内容扩充到一套四册。

《汽车为什么会跑：发动机图解》从发动机的燃烧原理开始，详细介绍发动机的基本构造与原理，以及混合动力和新能源技术等。

《汽车为什么会跑：底盘图解》则主要介绍变速器、传动系统、悬架系统、转向系统与制动系统等。

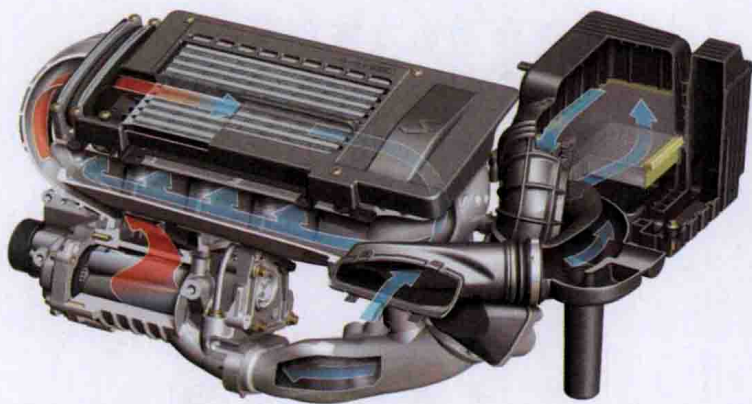
《汽车为什么会跑：车身图解》的内容更丰富，包括车身结构、车身附件、内饰件、灯光、空调、座椅、驾驶辅助、车轮和轮胎等。

《汽车为什么会跑：设计制造图解》则主要介绍汽车是怎样设计和制造的，包括设计流程、设计方法和手段、样车测试、装配过程等。

阅读这四册书，不仅可以让你对汽车构造与原理有更进一步的认识，而且可以使你成为真正的汽车专业人士，并向汽车专家又靠近了一步。

270963083@qq.com

2015年1月 北京



目录 CONTENTS

前言

第一章 汽车能量从哪里来/1

人的能量 VS 汽车的能量 / 1

人体能量 VS 汽车能量 / 2

石油 VS 燃油 / 3

石油资源 VS 新能源 / 4

内燃机 VS 外燃机 / 5

大炮 VS 气缸 / 5

燃烧 VS 爆炸 / 6

爆炸 VS 排放物 / 7

爆炸次数 VS 发动机转速 / 8

第二章 发动机基本构造/9

运动部件 VS 固定部件 / 9

气缸数 VS 性能要求 / 11

V12型发动机 VS 旗舰车型 / 12

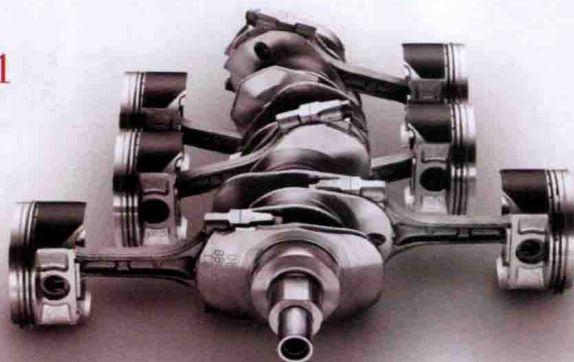
气缸 VS 发动机心脏 / 14

发动机 VS 零部件数 / 17

第三章 发动机分类/20

气缸数量 VS 气缸排列 / 20

V型发动机 VS 先进发动机 / 25



拳击手 VS 水平对置发动机 / 26

W型发动机 VS 四排气缸 / 28

工作行程 VS 四行程发动机 / 30

柴油发动机 VS 压燃式内燃机 / 32

狄塞尔 VS 柴油发动机 / 33

柴油发动机 VS 汽油发动机 / 35

转子式发动机 VS 往复式发动机 / 36

第四章 发动机主运动部件/38

旋转运动 VS 直线运动 / 38

活塞 VS 心脏中的心脏 / 40

排气量 VS 压缩比 / 41

大型发动机 VS 高速发动机 / 42

长行程发动机 VS 短行程发动机 / 43

马力 VS 马的力量 / 44

转矩 VS 转速 / 45

曲轴 VS 曲拐 / 46

平衡重 VS 平衡轴 / 47

飞轮 VS 陀螺 / 48

第五章 配气和正时机构/50

进气门大 VS 排气门小 / 50



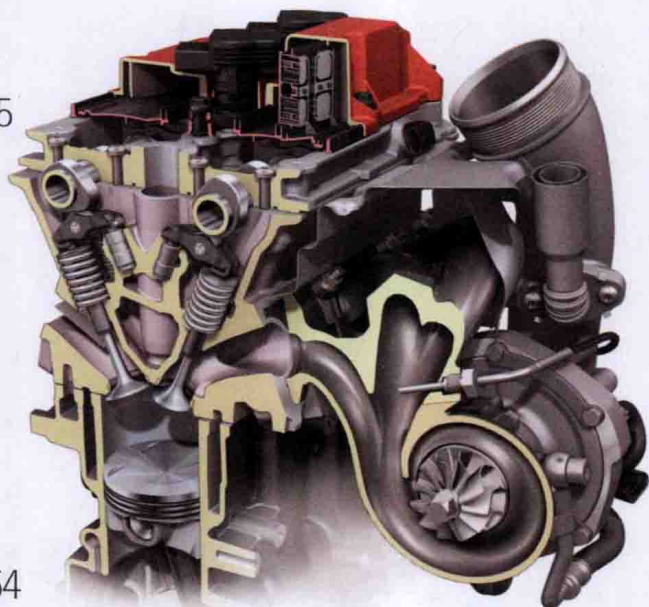
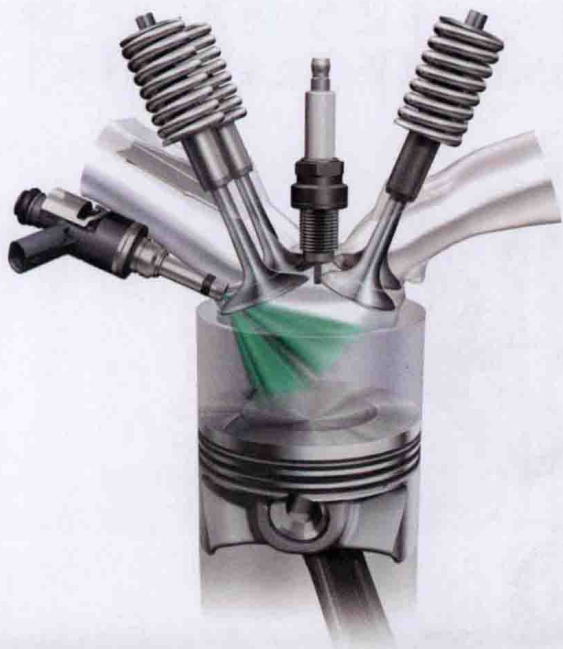
- 气门多 VS 气门少 / 51
- 凸轮轴 VS 正时指挥棒 / 52
- 顶置凸轮轴 VS 双顶置凸轮轴 / 53
- 可变气门 VS 发动机呼吸 / 54
- 无级可变气门 VS 宝马 Valvetronic / 55
- 两级可变气门 VS 奥迪 AVS / 56
- 两级可变气门 VS 本田 VTEC / 57
- 可变气缸 VS 可变排量 / 58

第六章 进气和排气系统 / 60

- 进气系统 VS 排气系统 / 60
- 节气门 VS 加速踏板 / 62
- 电子节气门 VS 机械节气门 / 63
- 不可调进气歧管 VS 可变进气歧管 / 64
- 排气歧管 VS 排气管 / 65
- 前氧传感器 VS 后氧传感器 / 66

第七章 发动机增压器 / 68

- 理想空燃比 VS 空气吸入量 / 68
- 自然吸气 VS 增压进气 / 69
- 增压动力来源 VS 涡轮增压器 / 70



- 涡轮增压器 VS 鼓风机 / 71
- 涡轮增压器 VS 中冷器 / 72
- 中冷器 VS 散热器 / 73
- 旁通控制 VS 涡轮增压器 / 74
- 双涡轮增压 VS V型发动机 / 76
- 双涡轮单涡轮增压 VS 宝马发动机 / 78
- 机械增压 VS 涡轮增压 / 80
- 机械增压优点 VS 机械增压缺点 / 82
- 风冷式中冷器 VS 水冷式中冷器 / 85
- 水冷式中冷器 VS 机械增压 / 86
- 涡轮增压 + 机械增压 VS 双增压 / 88

第八章 燃油供给系统 / 89

- 多点喷射 VS 单点喷射 / 89
- 缸外喷射 VS 缸内直喷 / 90
- 垂直喷射 VS 倾斜喷射 / 91
- 压电式喷油器 VS 高压油轨 / 92
- 塑料燃油箱 VS 金属燃油箱 / 94
- 燃油供给路线 VS 炭罐作用 / 95

第九章 启动和点火系统/96

点火 VS 启动 / 96

起动机 VS 电磁离合器 / 98

电动启动 VS 手摇启动 / 99

火花塞 VS 闪电 / 100

蓄电池 VS 发电机 / 101

第十章 冷却和润滑系统/102

水冷却 VS 风冷却 / 102

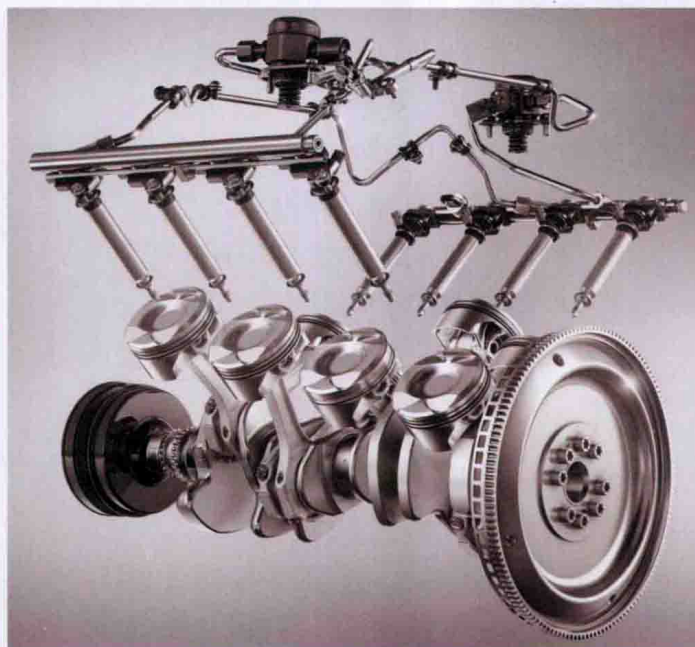
冷却循环 VS 水泵 / 104

润滑系统 VS 机油循环 / 106

润滑系统 VS 机油滤清器 / 108

机油循环 VS 水平对置发动机 / 109

湿式油底壳 VS 干式油底壳 / 110



第十一章 发动机透视图/113

动力组合 VS 奔驰发动机 / 113

变缸发动机 VS 奥迪 W12 / 114

气缸盖 VS 奔驰 SLS / 115

可变气门 VS 讴歌发动机 / 116

柴油发动机 VS 通用汽车 / 117

水平对置 VS 斯巴鲁发动机 / 118

第十二章 节能技术和新能源/120

强混合动力 VS 轻混合动力 / 120

轻混合动力 VS 盘式电动机 / 122

混合动力 VS 散热 / 125

插电式混合动力车 VS 纯电动车 / 126

增程式电动车 VS 纯电动车 / 127

氢动力汽车 VS 燃料电池汽车 / 128

燃油效率低 VS 节能潜力大 / 130



第一章 汽车能量从哪里来

人的能量 VS 汽车的能量

世间万物所获得的能量，其实都来自于太阳，包括我们人体和汽车。

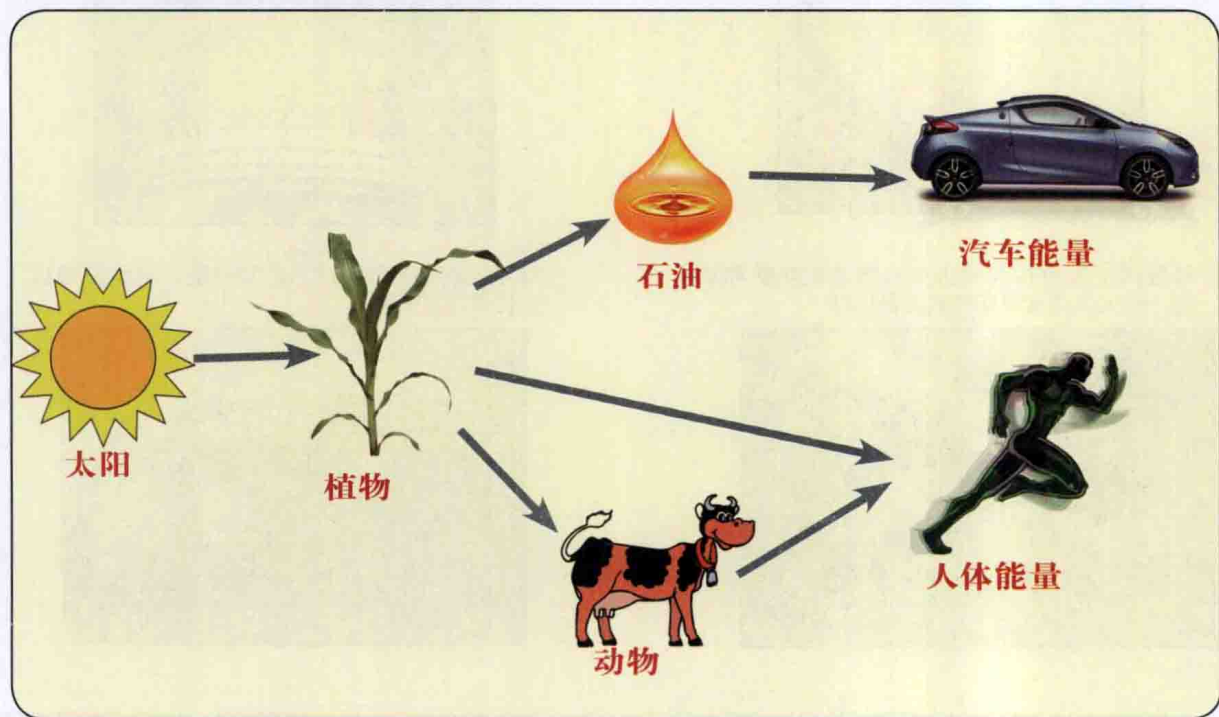
太阳普照大地，利用光能促进万物生长，并将光能以分子的形式储存在植物中。这些植物直接成为我们人类的食物，或作为我们所食动物的食物间接为我们人体提供能量，提供我们身体需要的热量，使我们能走路和跑步。

而数百万年前地球上的植物要比现在多得多，但在地壳变动后它们都被埋在了地下，经数百万年的储藏，如今已变成了近百美元一桶的石油，并不断地由现代人开采出来炼成汽油或柴油，作为驱动汽车前进的能源。

这个能量转变过程也符合能量守恒定律：能量既不会凭空产生，也不会凭空消灭，它

只能从一种形式转化为其他形式，或者从一个物体转移到另一个物体，在转化或转移的过程中，能量的总量不变。

学过化学的人都知道，当分子由一种形式转变为另一种形式时会吸收或释放能量。我们人体和汽车的能量来源其实是一样的，几乎经历同样的化学反应过程。



汽车和人类所需能量来源示意图

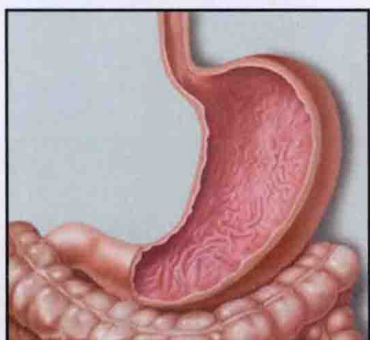
人体能量 VS 汽车能量

人体获取能量的过程

吃食物——不论人类吃的是植物还是动物，它们都是含有碳元素的碳水化合物



食物到胃中后与吸入的氧气进行化学反应，使食物中的分子结构被打破，碳元素重新排列，然后生成含有碳元素新分子的物质。在重新排列碳元素的过程中就会释放出能量



释放的能量再转变成人体所需要的热能和动能，使人体具有温度并有力量运动



化学反应后产生的二氧化碳等，通过肺部排放出去

汽车的能量转换过程

吸入汽油或柴油，它们的成分也主要是由大量碳元素组成的碳氢化合物



燃油进入到气缸后与氧气进行化学反应，使燃油中的分子结构被打破，碳元素重新排列，然后生成含有碳元素的新分子的物质。在重新排列碳元素的过程中就会释放出能量



释放的能量再转化成热能和动能，驱动发动机运转和汽车前进



化学反应后产生的二氧化碳等，通过排气管排放出去

人体和汽车获得能量过程比较示意图

石油 VS 燃油

目前汽车的主要燃料是汽油和柴油。它们都是由地下开采出的原油炼制而成的。

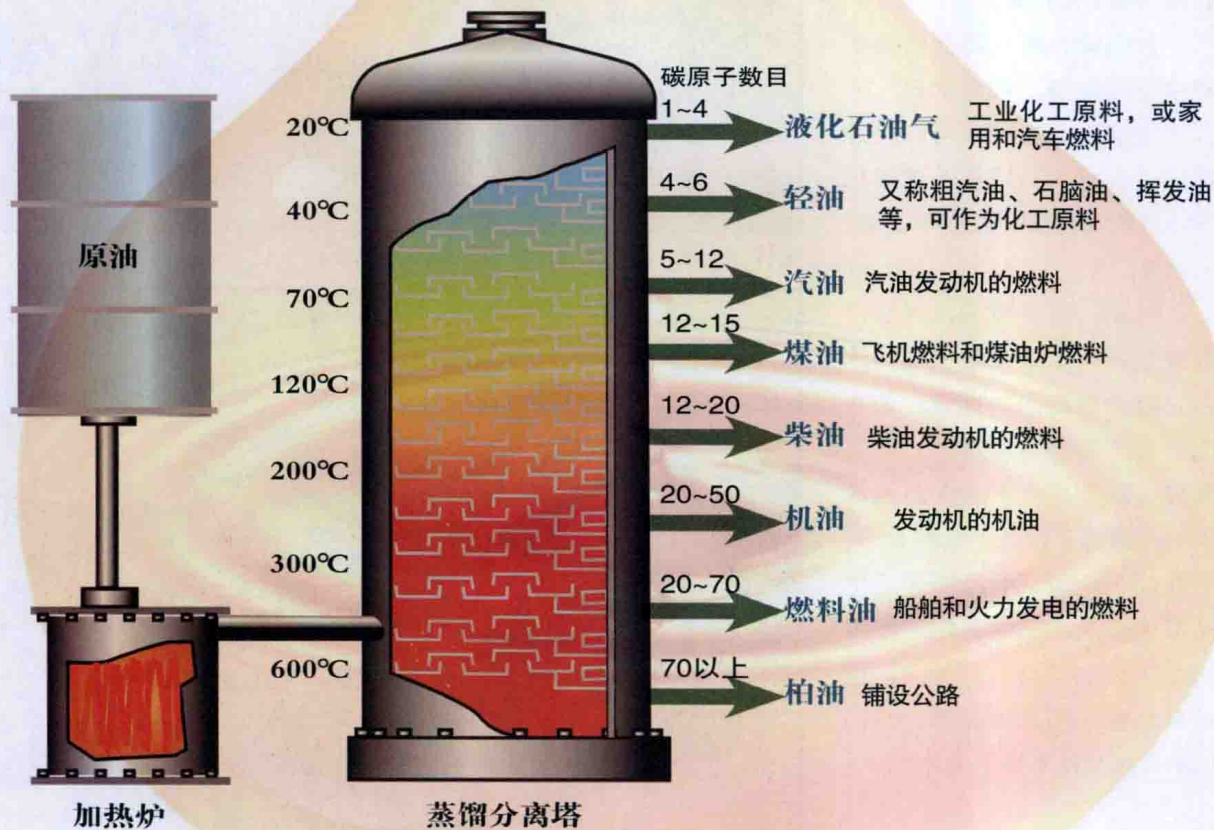
燃油的炼制原理其实非常简单，就是加热、蒸馏，先把原油加热到沸腾，把蒸发的蒸汽送入蒸馏塔。根据蒸汽中各种成分比重的不同，可以分成多个种类。

石油中含有数百种不同的化学物质，但这些化学物质都有一个共同点——都是由碳

原子和氢原子结成的分子链组成。我们把这些分子称为碳氢化合物。但这数百种物质的区别是它们的碳氢分子链的长度不同，或者说它们各自的分子中所含的碳原子数目不同，比如汽油分子含 5~12 个碳原子，柴油分子含 12~20 个碳原子。也正是由于所含碳原子数目的不同，才导致它们的比重不同，从而在进行蒸发时能从轻到重分离出来。比重最轻的从最上

面出来，比重最大的则留在最下面。

汽油比较轻，它会跑到上面，经冷却后便会从上面流出来；其次是柴油和煤油，它们跑到中间就不会再上升了，冷却后便会从中间的管子里流出来；比重最大的是重油，它到了蒸馏塔的底部就不再上升，冷却后就成了重油；最后剩下的就是石油残渣或不能用作燃料的机油等。



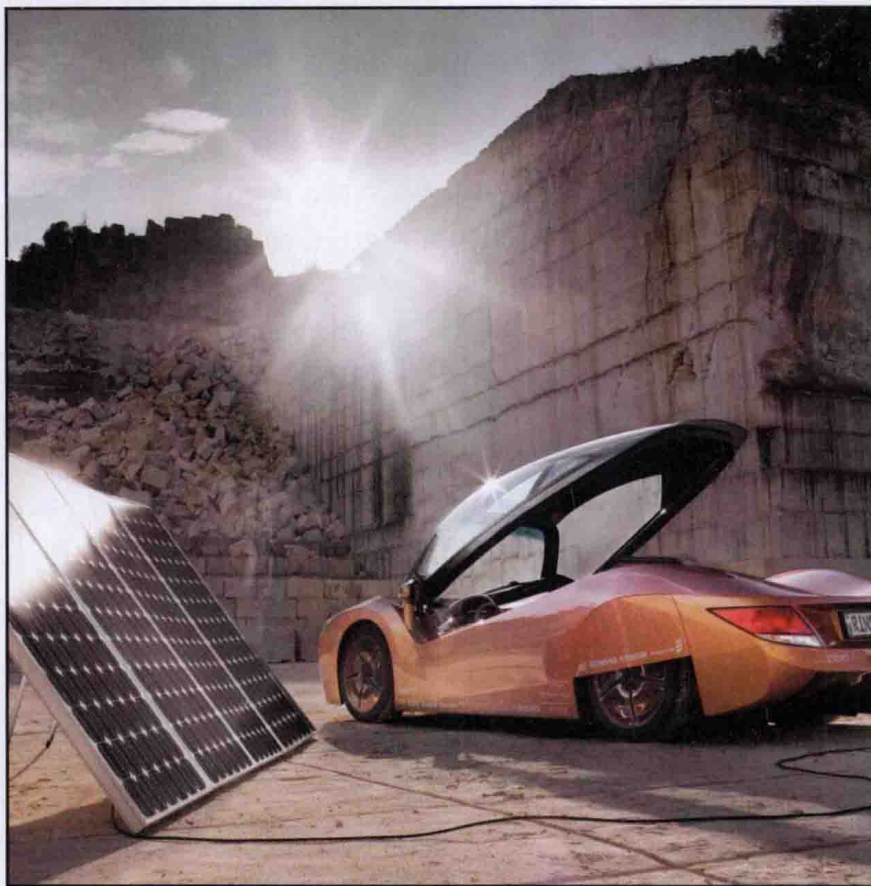
石油炼制原理示意图

石油资源 VS 新能源

石油很珍贵，被称为“黑色的金子”、“工业的血液”。然而，这些隐藏在地下的资源正在一天天变少，而且是不可再生性地逐渐枯竭。现在全世界平均每天消耗 8700 万桶石油，而且这个数字每天都在增长，以满足越来越多的汽车、工业原料、燃油发电厂等的需要。现在地球上已探明可供开采的石油还有约 1.2 万亿桶，加上还可能被发现的石油资源在内，据估计，地球上的石油资源只能维持使用到 2100 年，到时石油资源将可能枯竭。

我们或许能从其他碳氢矿物中提取能量，如含油砂、油页岩或煤矿。我们也可以另辟蹊径，寻找和利用其他可替代石油的能源，如太阳能、原子能、风能等。

然而，目前看来，汽油仍是最合适的车辆能量来源，因为它蕴含着巨大的能量，或者说它的能量密度非常大。同等重量情况下，汽油所含的能量大约是糖的 3 倍、木头的 5 倍、电池的 200 倍。所以要想用电池取代汽油，还需要电池技术研发人员加倍努力。总之，面对日渐枯竭的石油资源，我们的前景越来越不妙了。



或许有一天，我们再也不用到加油站买汽油了

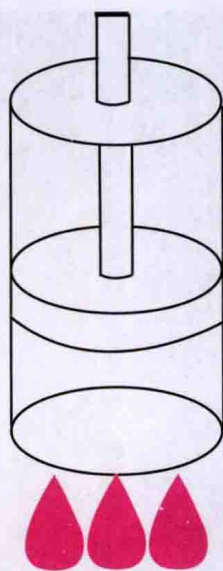


宝马i3纯电动车，续航里程160公里

内燃机 VS 外燃机

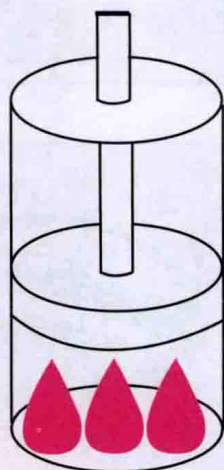
现在，把汽车的发动机也称为内燃机，难道还有外燃机？是的，真有外燃机，比如原来火车上用的蒸汽机、火力发电厂和轮船上使用的汽轮机等，都是外燃机。它们是利用燃料在发动机气缸的外部燃烧来产生动力的发动机。如早期的蒸汽机，它利用燃料（木材、煤、煤气、柴油等）烧开锅炉中的水，使之产生高压蒸汽并进入气缸内，利用蒸汽压力推动活塞做功，从而产生动力。由于燃料在气缸外燃烧，因此称为外燃机。

内燃机则是相对早期的外燃机而言，它的燃料是在气缸内燃烧，如现在的汽油机和柴油机，都是内燃机。



外燃机

外燃机工作原理示意图



内燃机

内燃机工作原理示意图



大炮 VS 气缸

大炮与气缸有什么关系？确实有，最早的气缸就是由大炮的炮筒演变而来的。

内燃机的最初设想由荷兰科学家霍因斯于1680年提出。他是受大炮发射炮弹的原理启发，因此，他一开始也用火药作为燃料，将炮弹改

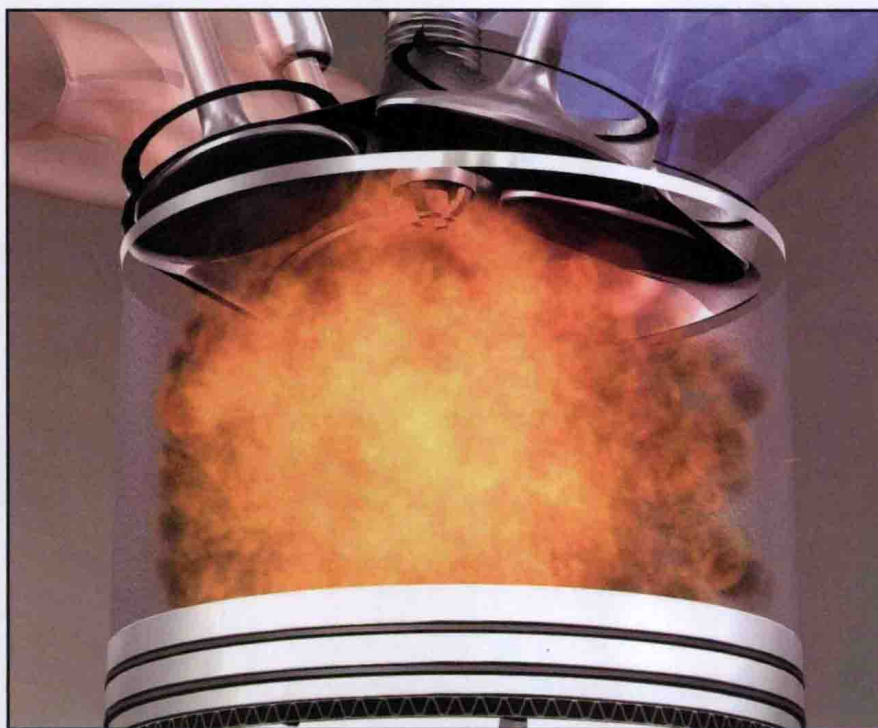
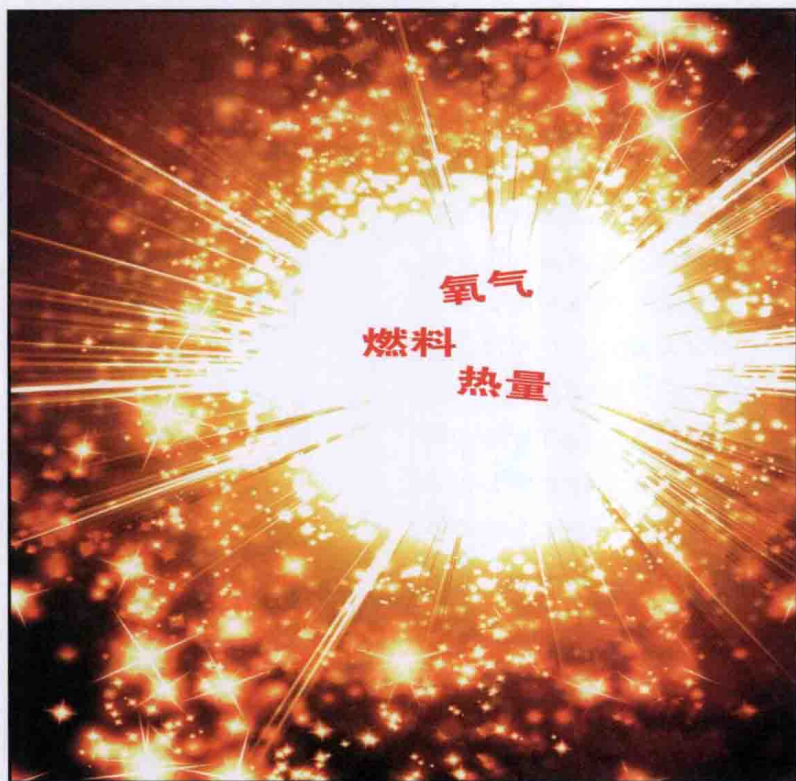
成“活塞”，炮筒改成“气缸”，并开一个单向阀，当点燃火药后，火药猛烈爆炸燃烧，推动活塞运动，以产生动力。当然，他最后没有成功。但后人在霍因斯“大炮式发动机”的基础上不断改进，才产生了驱动汽车高速前进的现代内燃机。

燃烧 VS 爆炸

燃烧是物体快速氧化而产生光和热的过程，而燃烧必须在三个条件同时满足时才能发生。这三个条件是可燃物（如燃料）、助燃物（如氧气）及温度要达到燃点，即热量。它们被称为燃烧三要素，也称“火三角”。

在发动机中，燃油进入气缸后与氧气进行化学反应，使燃油中的分子结构被打破，碳元素重新排列，然后生成含有碳元素的新物质。在重新排列碳元素的过程中，就会释放出光能和热能。

气缸是汽车产生动力的源点。这个源点的中心是燃烧室。与其说是燃烧室，不如说是爆炸室，因为汽油或柴油在燃烧室中并不是“燃烧”，而是爆炸。在汽油机燃烧室中，当汽油和氧气混合在一起并被压缩到一个封闭狭小的空间时，用火花塞上的高压电火花突然点燃混合气，高速的化学反应并伴随着巨大能量的释放，就形成了爆炸，而且在每秒内产生数百次的微爆炸。其实我们听到的汽车发动机声音，基本就是气缸内发生的爆炸声。这种爆炸一旦停止，也就意味着汽车发动机熄火了。正是这种强烈的爆炸产生的力量推动活塞上下运动，然后再通过一系列的动力传递，最终推动车轮旋转。



爆炸 VS 排放物

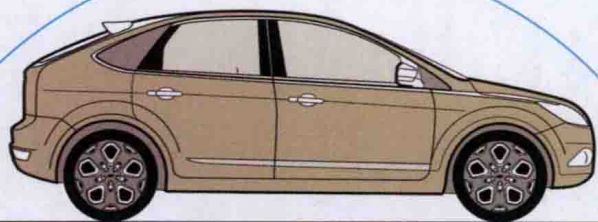
汽油中最主要的成分是碳氢化合物，这种物质分子中只含有碳和氢两种原子。在汽油爆炸燃烧时，碳氢化合物与吸入空气中的氧产生化学反应，其中1个碳原子和2个氧原子化合生成1个

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。如果吸入的空气量不足，那么和碳原子结合的氧原子就会显得少，这样就不会完全生成二氧化碳，便会生成一部分一氧化碳。在爆

炸燃烧的过程中，由于温度极高，还会造成空气中的氮原子被氧化生成一氧化氮和二氧化氮。因此，汽车排气中的主要成分就是一氧化碳、二氧化碳、一氧化氮和二氧化氮等。



燃油和氧气一起燃烧爆炸，释放能量来驱动汽车前进，同时还排放出水和二氧化碳等物质



驱动汽车前进的能量



水



二氧化碳

汽油蕴含巨大能量

汽油中蕴含巨大的能量，同等重量情况下，汽油所含能量大约是糖的3倍，木头的5倍，电池的200倍。所以要想用电池取代汽油，还需要电池技术研发人员加倍努力。



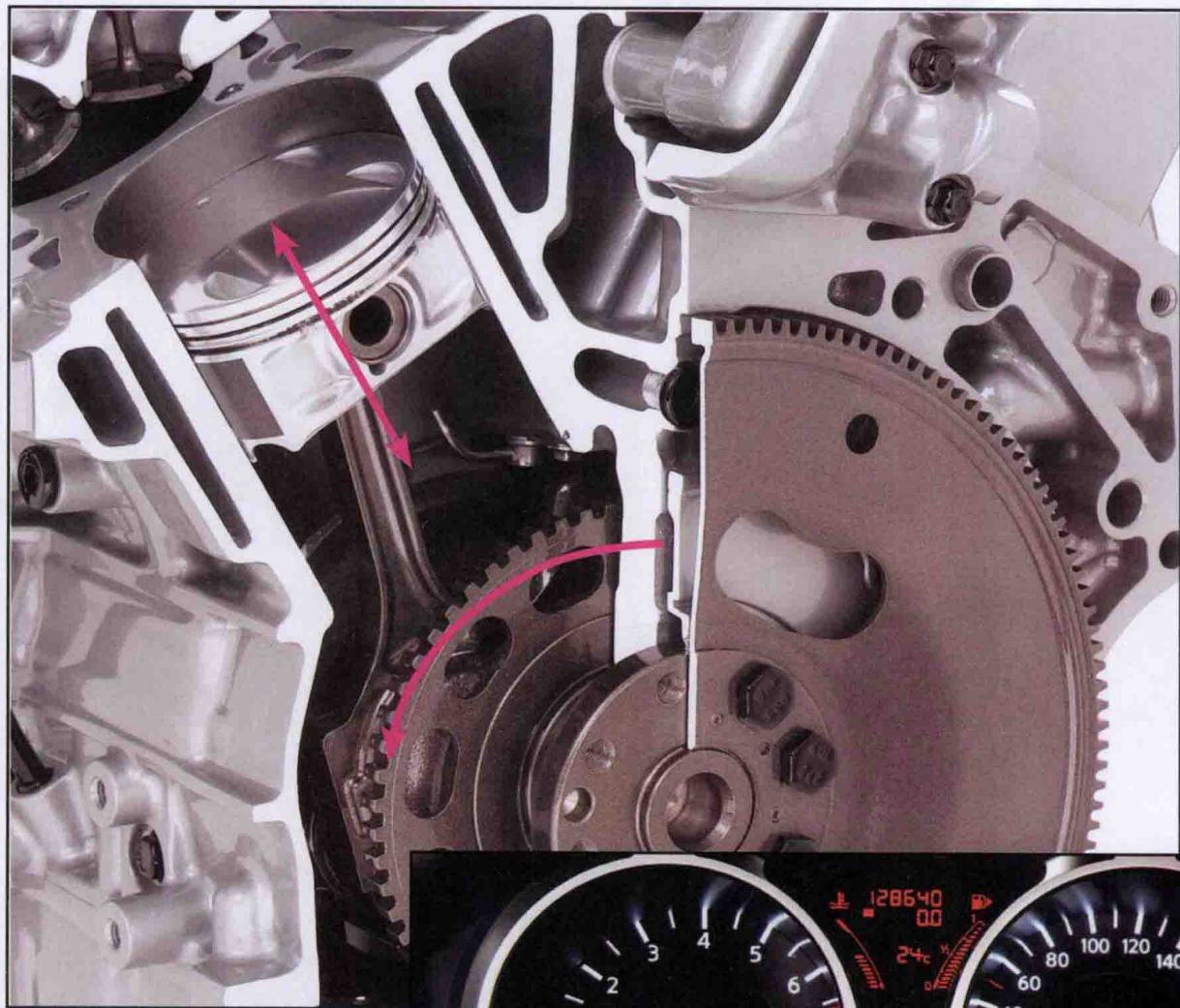
爆炸次数 VS 发动机转速

活塞在气缸中要完成吸气、压缩、燃烧和排气四个行程才算是完成一个工作循环，在此期间，活塞要在气缸内上下各两次，曲轴则同时要旋转两周。

看一下你汽车上的转速表就会知道这个过程有多快。如果转速表的指针指向6，则表明此时的发动机转速为每分钟6000转，合计每秒钟100转，那么一个活塞每秒钟就要完成50个工作循环（一个工作循环内曲轴要转两周），也就

是说在一个气缸内要爆炸50次。如果是一台4缸发动机，那么在1秒内4个气缸则要产生200次爆炸。

同理，如果转速表指针指向3，则表明此时发动机转速为每分钟3000转，合计每秒钟50转，那么一个活塞每秒钟就要完成25个工作循环，也就是说在一个气缸内要爆炸25次。如果是一台4缸发动机，那么在1秒内4个气缸则要产生100次爆炸。



转速表表面上反映的是发动机转速，但实际上它是发动机气缸内爆炸次数的体现。转速越高，说明发动机内发生的爆炸次数越多，动力输出就越大

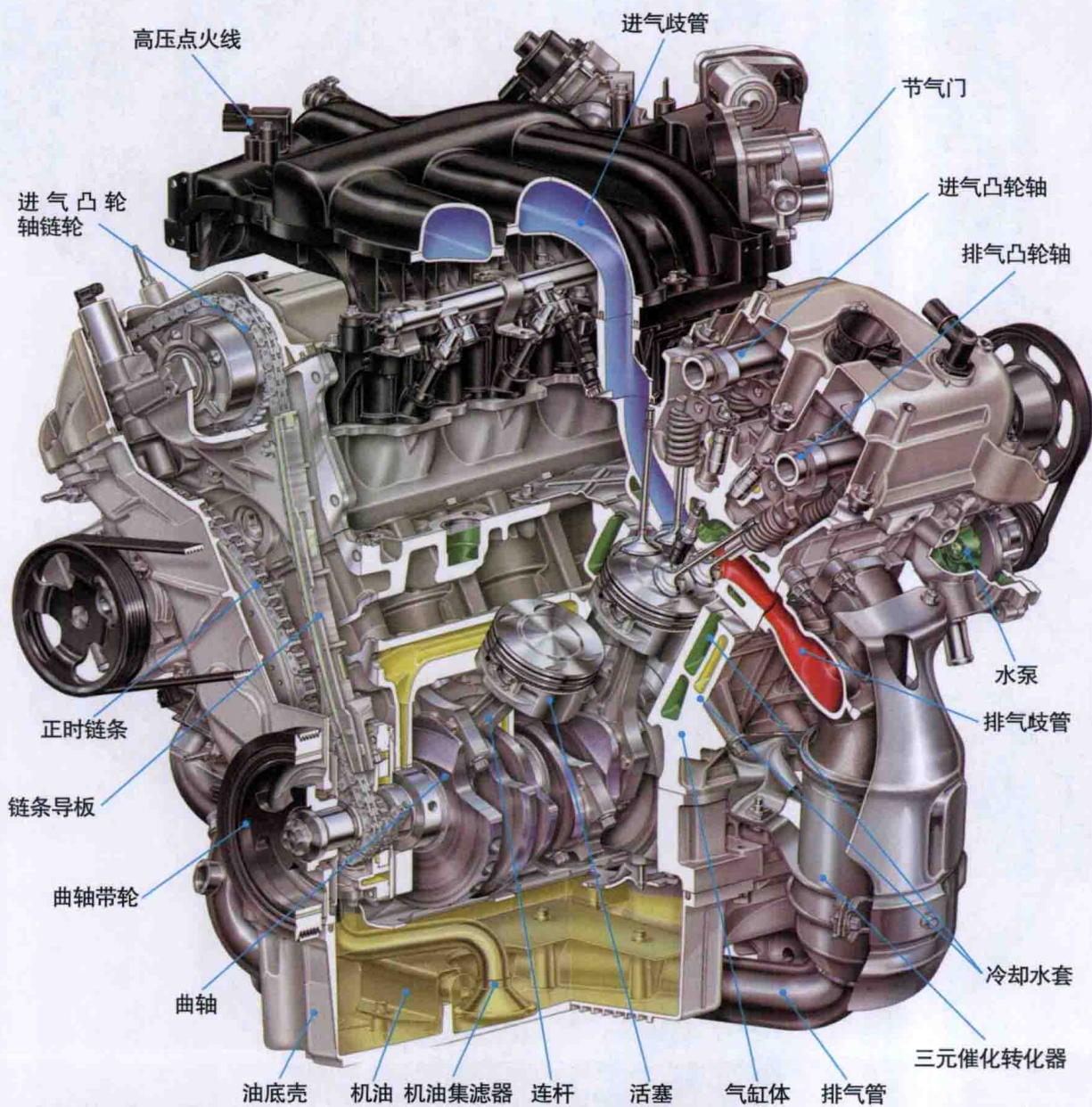


第二章 发动机基本构造

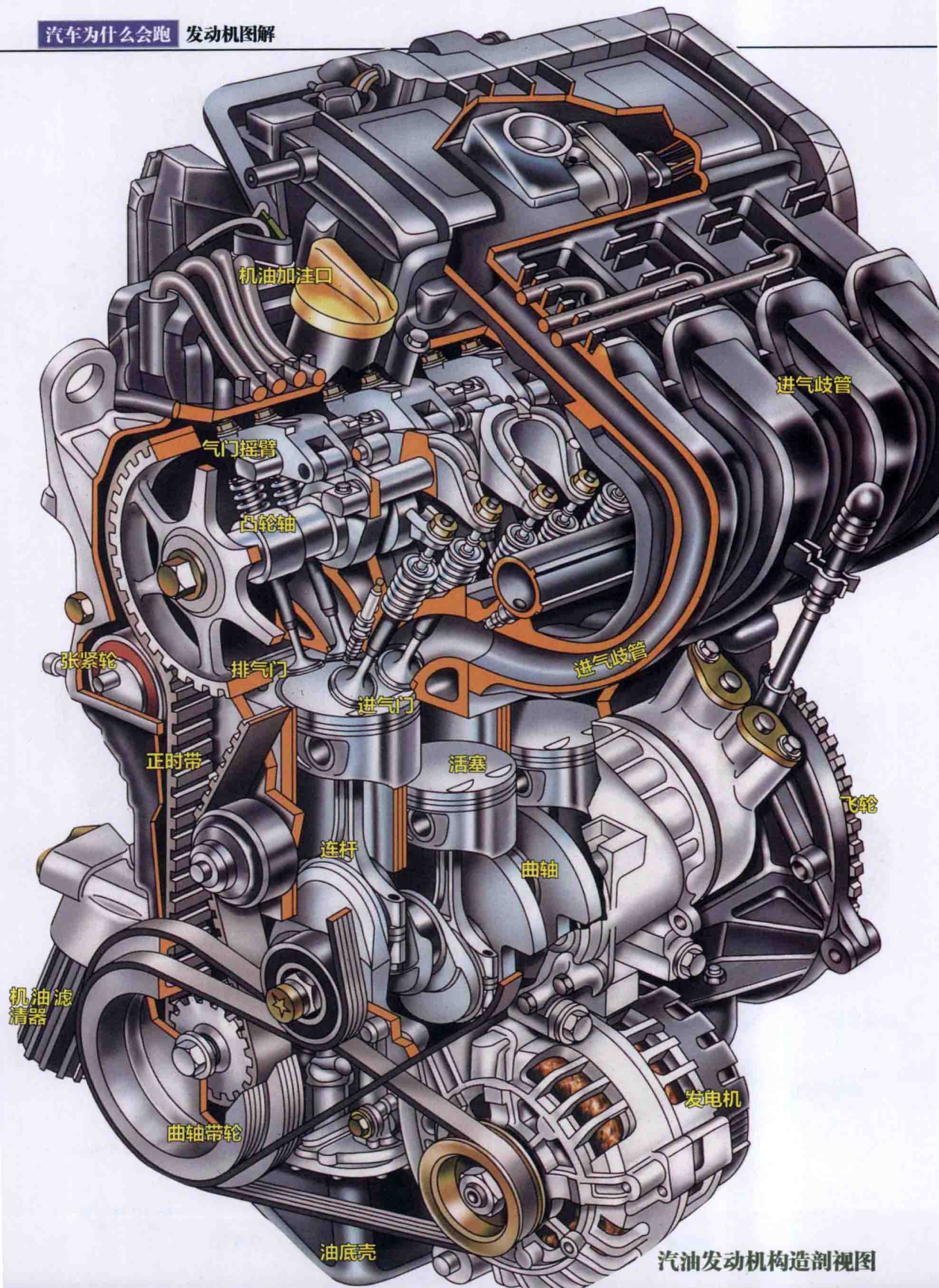
运动部件 VS 固定部件

汽车发动机的基本结构可以分成运动部件和固定部件两大类。其中，运动部件主要包括凸轮轴、气门、活塞、连杆、曲轴、飞轮、风扇、正时链条或正时带、水泵、燃油泵等；固定部件则

主要包括气缸体、气缸盖、进气歧管、排气歧管等。也可以按总成机构分，如进气和排气系统、配气和正时系统、缸内运动系统、冷却系统、润滑系统、燃油供给系统、点火系统和电脑控制系统等。



汽油发动机构造剖视图



汽油发动机构造剖视图