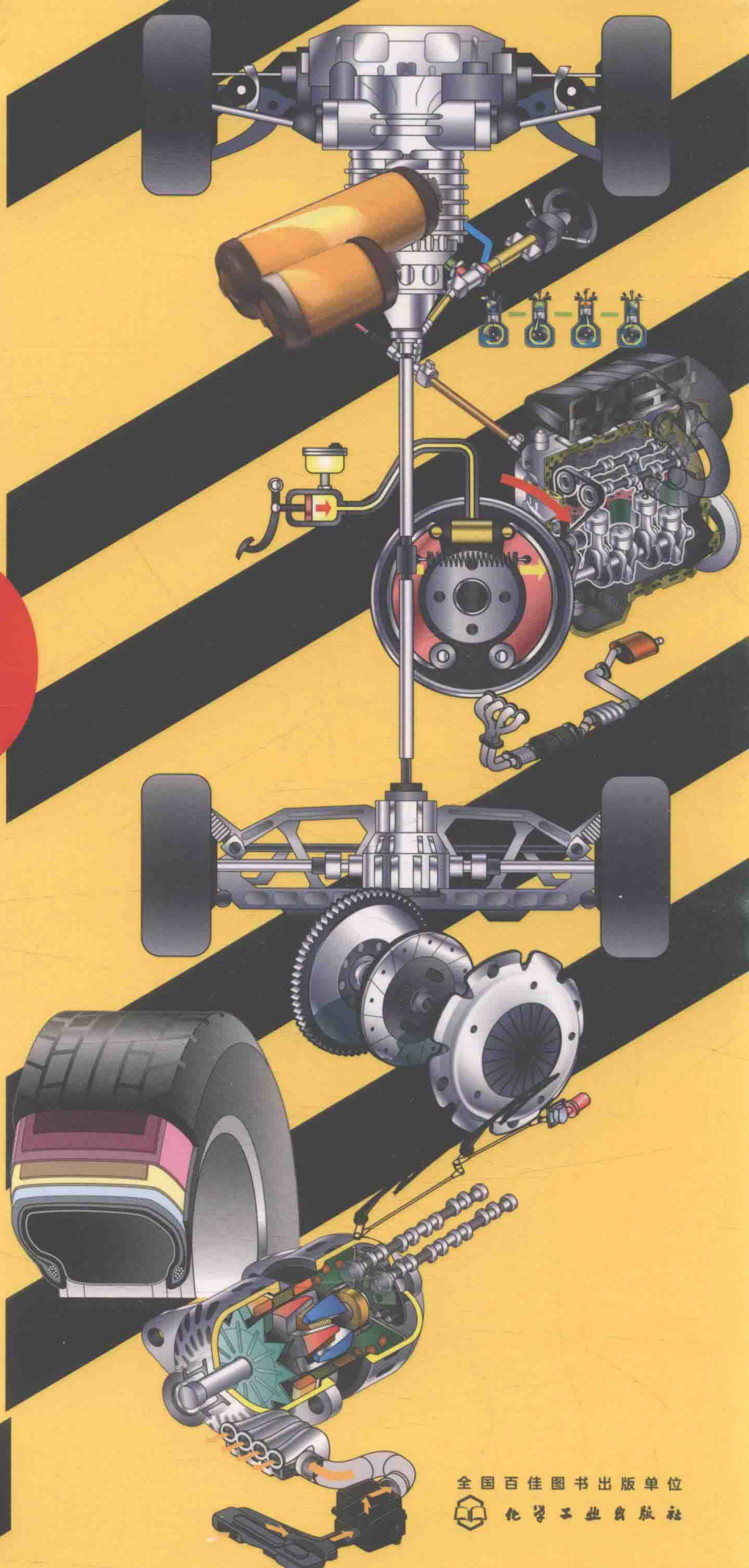


图解汽车结构·原理·制造

汽车解剖书

(日) 繁浩太郎 著
金春实 译



全国百佳图书出版单位
化学工业出版社

汽车解剖书

图解汽车结构·原理·制造

(日) 繁浩太郎 著
金春实 译



化学工业出版社

· 北 京 ·

这是一本汽车知识的科普书，本书通过图解的方式，系统介绍了汽车的发展历史、结构组成、工作原理、生产制造、未来新技术以及新能源汽车。每两页一个主题，系统全面，设有知识链接小专栏，为读者提供延伸阅读。

本书以精美细致的图片，向读者解剖汽车的方方面面，既可帮助汽车爱好者系统了解汽车知识，也可供汽车行业从业人员、汽车编辑记者、汽车专业学生等阅读学习。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车解剖书：图解汽车结构·原理·制造 / (日) 繁浩太郎著；
金春实译. —北京：化学工业出版社，2018.1
ISBN 978-7-122-31147-4

I. ①汽… II. ①繁…②金… III. ①汽车-结构-职业教育-图解
②汽车-理论-图解③汽车-生产工艺-图解 IV. ①U46-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第302313号

JIDOSHA KAIBO MANUAL by Kotaro Shige

Copyright © 2015 Kotaro Shige

All rights reserved.

Original Japanese edition published by Gijyutsu-Hyoron Co., Ltd., Tokyo

This Simplified Chinese language edition published by arrangement with Gijyutsu-Hyoron Co., Ltd., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo through Beijing Kareka Consultation Center, Beijing

北京市版权局著作权合同登记号：01-2016-6899

责任编辑：陈景薇
责任校对：宋 夏

装帧设计：尹琳琳

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011）

印 装：北京东方宝隆印刷有限公司

787mm × 1092mm 1/16 印张8 字数235千字 2018年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：58.00元

版权所有 违者必究

前言

汽车产业作为日本基础产业之一，在20世纪的高速成长期引领了整个日本工业。现在仍然作为基础输出产业进军海外，在全球汽车市场上持续成长。

汽车作为先进产业，引领各时代的先进技术。汽车的生产制造采用了多种先进技术，从钢铁、塑胶的加工技术到计算机互联网技术。

汽车除了由汽车主机厂完成组装制造，还有很多部件是在其他零部件供应商处完成制造的。直接给汽车主机厂提供零部件的叫作一级供应商；一级供应商会从很多二级供应商处购买零部件；以此类推，二级供应商从三级供应商处购买产品的零部件……像这样，分工专业化的很多零部件制造商组成金字塔型结构分别协作运行，最终制造出一辆成品车，形成汽车的产业链。

汽车由多种原材料制成，如铁、铝、稀有金属、树脂、玻璃、橡胶、油漆、布料等。因此各零部件供应商和各种各样的原材料厂商合作生产汽车零部件，且制造方法也多种多样。在制造阶段，汽车主机厂、原材料供应商及众多零部件供应商，都在通过减少二氧化碳的排放等方式为保护环境做出努力。

汽车作为陆地交通，在酷暑地区、寒冷地区、沙漠及高原都能畅通行驶。因为汽车搭载的是人，是与生命有关的产品，所以在设计、制造、销售过程中需要格外的谨慎细心。

现如今，汽车产业是与人们的生活息息相关的产业，其规模也很大。本书就是对汽车的结构、原理与制造进行详细解说，希望能够帮助大家了解更多的汽车知识。

繁浩太郎

阅读说明

本书通过图片向读者展示汽车的相关知识，边看边学习。书中主要内容有汽车各部分的组成零部件及其结构、汽车制造工序流程、新能源环保汽车等知识。每一页由文字说明和相对应的结构原理图及实物照片图组成，帮助读者更好地了解汽车的世界。

主题

每两页一个主题，每翻一页就可以学到一个主题的相关知识

发动机的基本原理

混合气体燃烧所爆发出的能量使活塞上下移动，从而带动曲轴等部件进行旋转运动

上下移动转换为旋转运动

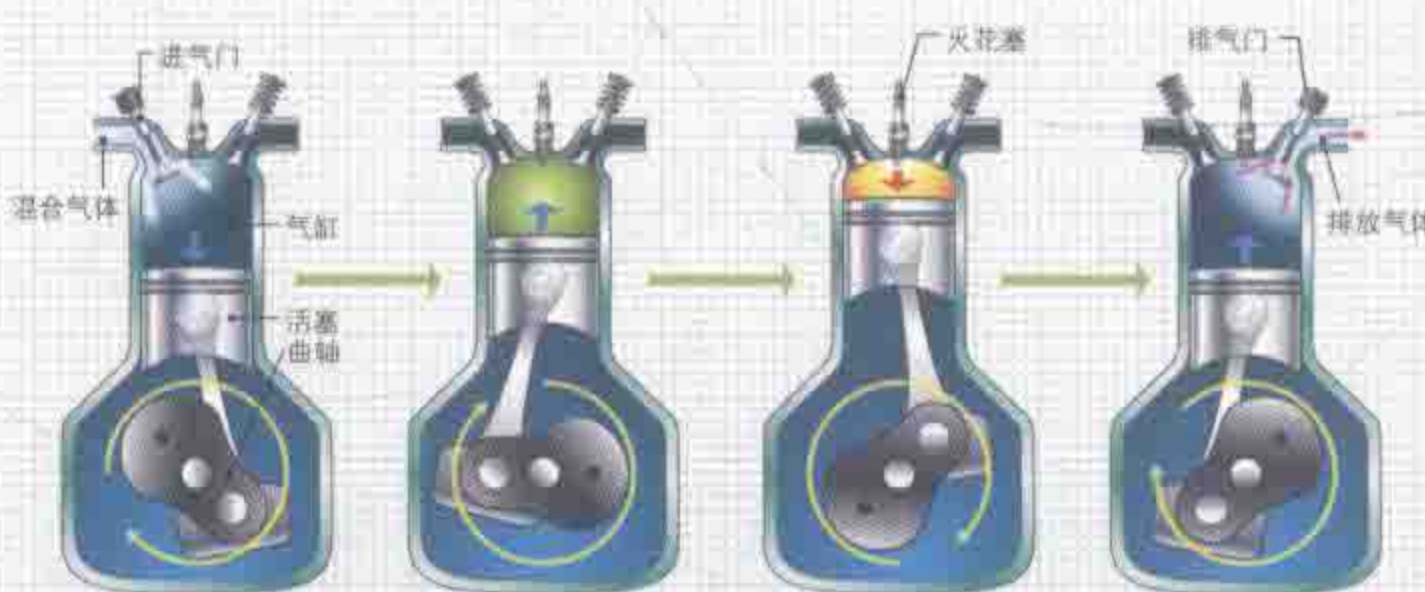
空气由进气歧管供给，燃油从喷油器中喷出，将空气和燃油充分混合后通过进气门输送至气缸。混合气体在气缸内经火花塞点燃后燃烧，气体的体积急剧膨胀，压力和温度迅速升高。在气体压力的作用下，活塞迅速向下移动，随后因废气的排出又向上移动。与活塞相连接的连杆同时也固定在曲轴上，通过连杆可以将活塞的上下移动转换为曲轴的旋转运动。

活塞的上下移动分为进气、压缩、做功、排气四个冲程，拥有这四个冲程的发动机就称为四冲程发动机。

气缸周边的零部件



发动机的冲程



1. 进气冲程 曲轴的旋转运动传到凸轮轴时，进气门开启，同时活塞在曲轴的带动下向下移动，混合气体进入气缸。

2. 压缩冲程 随着曲轴的旋转，进气门关闭，活塞向上移动，压缩气缸内的混合气体。

3. 做功冲程 压缩的混合气体被火花塞点燃后开始燃烧，气体体积急剧膨胀，压力迅速升高，推动活塞向下移动，从而使曲轴快速旋转。

4. 排气冲程 随着曲轴的旋转运动，排气门开启，燃烧后的剩余气体通过排气门排出，曲轴继续旋转，活塞再次向上移动。

旋转的零部件

活塞

活塞要承受气缸内混合气体燃烧所产生的高压和高温，因此对活塞的强度有特别的要求。活塞需要上下移动，为了提高其移动的效率，活塞应选用较轻的材料，且与气缸壁之间的移动阻力要尽量小。另外，为了保证气缸的套筒与活塞间存在一定的阻力，还需要在活塞上安装活塞环。



▲ 活塞

连杆

连杆是连接活塞和曲轴的棒状零部件。连杆的小端连接活塞，大端连接偏置曲轴的旋转部位，因此将活塞的上下移动传递到了曲轴上。同活塞一样，为了提高效率，要求连杆的材料也拥有轻量、高强度、低移动阻力的性能。



▲ 连杆

曲轴

曲轴通过连杆接受活塞传递来的上下移动，并将其转变为旋转运动。连杆将上下移动传递到曲轴上距离旋转中心偏移的部位，因此需要曲轴具有较大的刚性。曲轴将旋转运动传递到飞轮上，成为发动机的驱动力。曲轴运转的同时，气门也将随着正时皮带(正时链条)的联动而开启和关闭。



▲ 曲轴

飞轮

气缸内混合气体燃烧后产生高压，施加在活塞上带动曲轴旋转，但曲轴旋转存在不均匀的现象，所以需要飞轮作为维持惯性的工具，保证曲轴平顺的运转。飞轮越重，就越能使带惯性的发动机更加平滑地运转，但这样却不利于急剧的转速改变，因此选择飞轮时一定要考虑平滑旋转的扭矩和转速改变等性能上的平衡。



▲ 飞轮的切割模型

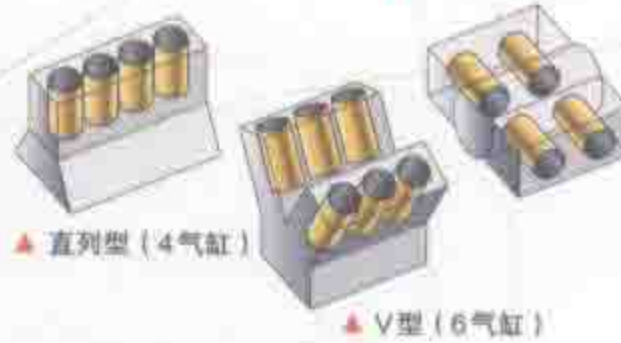
知识链接

气缸的排列

往复式发动机的活塞和气缸相互配合，其数量和排列形式根据用途分为多个种类。小排量发动机多为2-3气缸，1-2L的发动机为4气缸。较大排量的发动机是6气缸。要想使活塞平滑移动，则需要更大的旋转扭矩，但由于直列型气缸的重量大且价格高，因此6缸发动机大多采用V型。水平对置型发动机的优点是振动少，中心高度低，缺点是加工工艺复杂。

气缸排列的种类

▼ 水平对置型(4气缸)



▲ 直列型(4气缸)

▲ V型(6气缸)

解说

从汽车的基本结构到深入的工作原理，采用图片与文字相结合的方式详细解说

知识链接

正文解说中没有涉及的内容或延伸小知识，都将会在知识链接的小专栏中进行介绍

目 录

绪论 汽车的历史

汽车的发展历程	2
汽车的零部件	4
汽车的驱动方式	6
汽车的动力源	8
小专栏 多种多样的车型	10

第1章 汽车的结构原理

发动机的结构	12
发动机的工作原理	14
配气机构	16
喷油系统	18
点火系统	20
进气系统和排气系统	22
启动系统和充电系统	24
冷却系统和增压器	26
变速器——手动变速器	28
变速器——自动变速器	30
变速器——无级变速器和双离合 自动变速器	32

底盘——基本构造	34
底盘——动力总成	36
底盘——轮胎	38
底盘——车轮	40
底盘——前悬架	42
底盘——后悬架	44
底盘——转向系统	46
底盘——行车制动系统	48
底盘——驻车制动系统	50
车身——结构和材料	52
车身——车门和保险杠	54
车身——车窗和安全车身	56
汽车装备——构成和内饰	58
汽车装备——座椅和后视镜	60
电气设备——电气元件和车灯	62
电气设备——仪表和雨刷	64
电气设备——汽车导航系统和安全 气囊	66
主动安全系统	68
小专栏 小排量涡轮增压技术	70

第2章 汽车的生产制造

汽车的制造	72
车身制造——冲压	74
车身制造——焊接	76
车身制造——涂装	78
车身制造——总装	80
辅助生产线——发动机	82
辅助生产线——车门和仪表板 总成	84
成品车的检验	86
小专栏 汽车碰撞安全	88

第3章 新能源汽车

纯电动汽车——构造	90
纯电动汽车——电动机	92
混合动力汽车——构造	94

混合动力汽车——驱动联结方式·····96

混合动力汽车——工作原理·····98

插电式混合动力汽车·····100

燃料电池汽车·····102

燃料电池和蓄电池·····104

环保汽车面临的问题·····106

小专栏 解决环保问题的历史·····108

第4章 汽车未来的发展

汽车的未来——氢能源	110
汽车的未来——无人驾驶	112
汽车的未来——车联网	114
驾驶的乐趣	116

索引

绪论

汽车的历史

如今，汽车与我们的生活息息相关，人们上班、上学、旅游时需要轿车、公交车或出租车；货物运输需要卡车；还有些特种汽车用于紧急特殊的状况，如急救车和消防车等。社会的方方面面已离不开汽车。在绪论中，将介绍自汽车诞生以来所经历的变化以及汽车的各零部件，从多个方面讲述汽车的历史。



汽车的发展历程

汽车诞生于18世纪中期，至今为止经历了很多的变化；如今，汽车仍然在不停地发展变化中



▲ 1771年修复的2号车

1769年，蒸汽驱动的汽车在法国诞生，它最初的作用是牵引大炮，所以也被称为“居纽的炮车”

（图片来源：PPS通讯社）

汽车的诞生与发展

汽车诞生后很快就取代了马车成为人们日常出行的交通工具。汽车虽然与马车一样使用了轮子，但汽车轮子的形状和动力源有了很大的变化。

世界上最早的汽车是由法国制造的蒸汽汽车，以蒸汽机为动力，诞生于1769年。100多年后的19世纪80年代初，德国的戴姆勒和奔驰在同一时期完成了最早的汽油发动机汽车。1913年，美国的福特开发了通过传送带批量生产汽车的流水线，因此汽车的价格大幅下降，随后在全球范围内广泛推广。汽车以批量生产为基础，它的行驶、转向、制动等基本功能以及舒适性也有了飞快的发展。

2010年，全球汽车的保有量超过10亿辆。汽车可以提高交通运输的便利性，它与社会生活密切相连，不可分割。

持续发展的汽车

虽然电动汽车很早就已出现，但汽油机和柴油机的汽车依然占据了汽车发展历史的舞台。

20世纪末，汽油和柴油的短缺几度成为热门话题，由于石油资源的耗尽，它们的价格也大幅上涨。大气污染及二氧化碳大量排放导致的全球变暖问题也成了人们关注的焦点。因此



▲ 奔驰1号 (Benz Patent-Motorwagen) 的复制品
汽油机汽车, 1886年德国制造

(图片来源: 丰田博物馆)



▲ 丰田普锐斯
世界第一辆混合动力汽车, 1997年丰田制造

(图片来源: 丰田汽车公司)



▲ 福特T型车
1909年款, 美国福特批量生产的车型

(图片来源: 丰田博物馆)



▲ 宝马i3
电动汽车, 2013年宝马制造

(图片来源: 宝马公司)



▲ 福特野马
轻便、性能高、广受欢迎的轿车 (20世纪60 ~ 70年代, 汽车性能在欧美地区快速提高)

(图片来源: 丰田博物馆)

在20世纪末, 汽车企业开始研发耗油量少的汽车。

21世纪初, 人们的关注焦点更上一层, 除了要节省能源外, 还要考虑保护地球环境, 因此电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车备受瞩目。此外, 在互联网化的社会中出现了智能都市、智能家居等, 人们也开始逐步探索汽车的存在形式。

知识链接

爱迪生和电动汽车

20世纪初, 发明家托马斯·爱迪生制造出了电动汽车。他改良了汽车的蓄电池, 设计出3辆装有“爱迪生电池”的电动汽车 (“爱迪生电池”使用铁和镍作为电极)。1910年, 电动汽车通过反复充电, 完成了从纽约州到新罕布什尔州的行驶。



▲ 托马斯·爱迪生和他设计的电动汽车





汽车的零部件

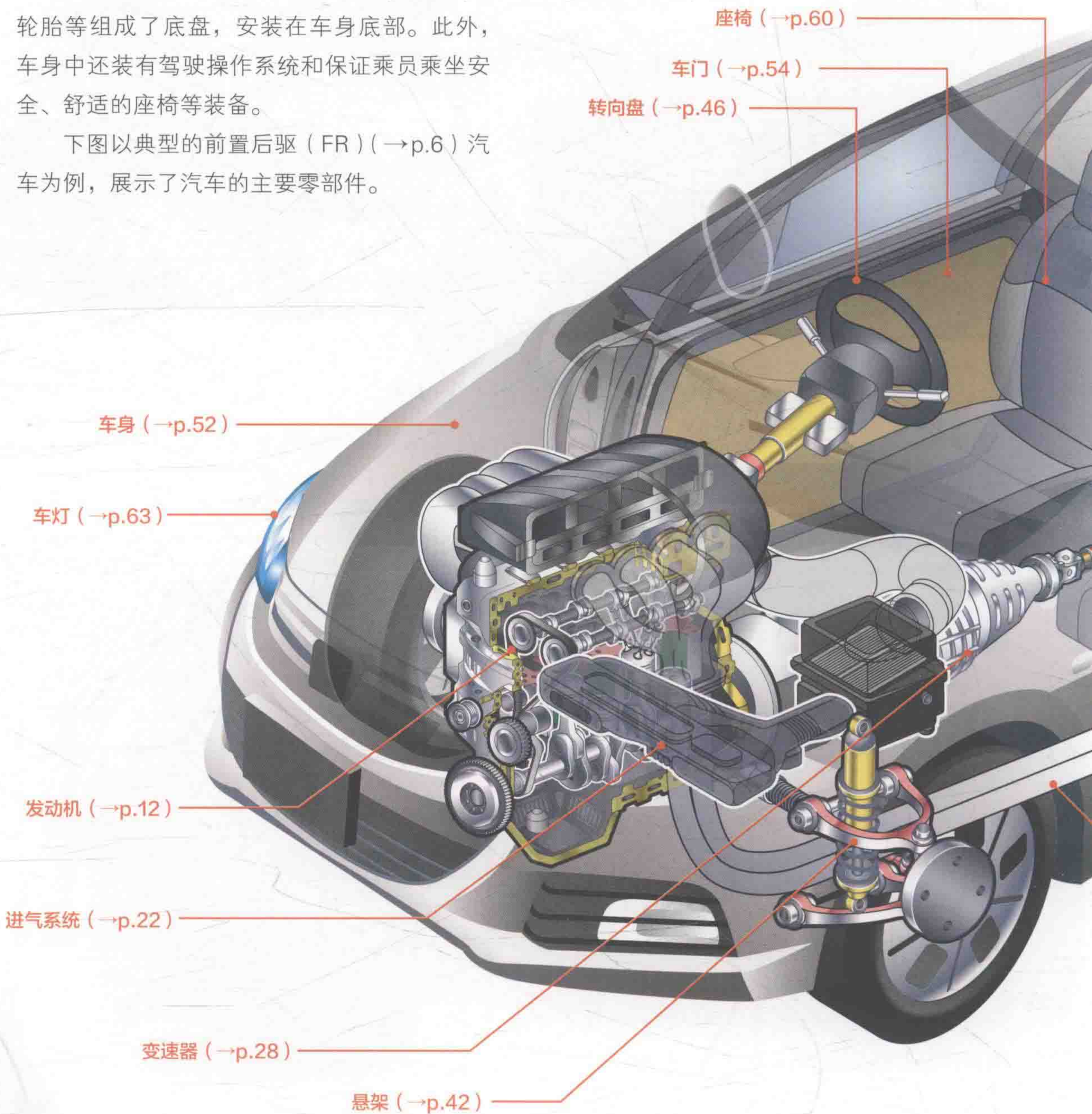
构成汽车的零部件有2万~3万个

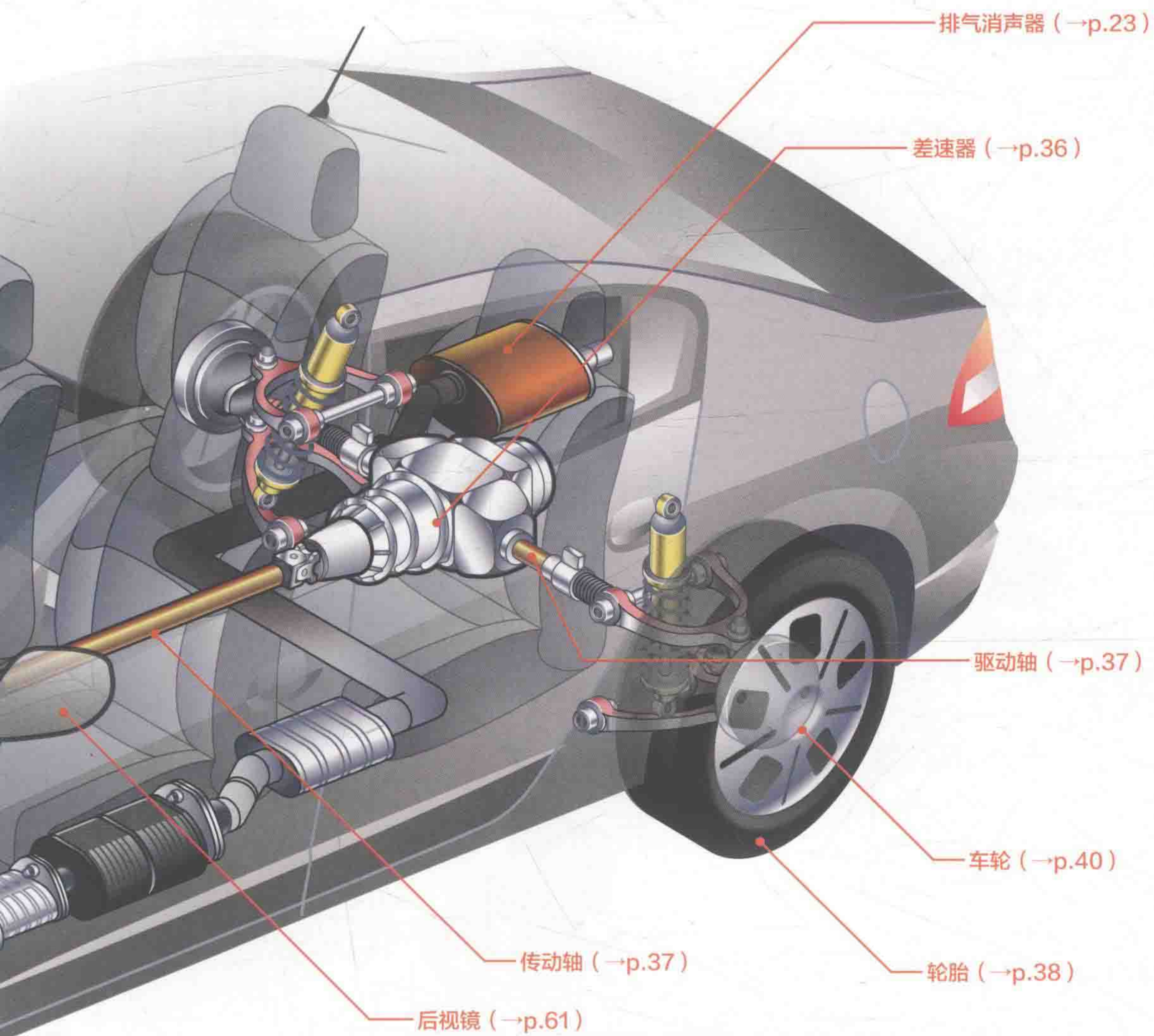
构成汽车的零部件

汽车（汽油机驱动）的动力源是发动机，发动机产生的旋转动力通过驱动轴传到轮胎，驱动汽车行驶。传递动力的传动系统与悬架、轮胎等组成了底盘，安装在车身底部。此外，车身中还装有驾驶操作系统和保证乘员乘坐安全、舒适的座椅等装备。

下图以典型的前置后驱（FR）（→p.6）汽车为例，展示了汽车的主要零部件。

■ 汽车的主要零部件





动力传递方式

驱动方式为前置后驱 (FR) 的汽车, 驱动力从前置发动机开始, 经过变速器、传动轴、差速齿轮、驱动轴等传递至两个后轮。发动机排出的气体经过排气歧管、排气消声器, 最终排放到大气中。



汽车的驱动方式

动力从发动机传递到轮胎的方式有很多种

5种驱动方式

驱动轮是指接收从发动机传递而来的动力的轮子，它的配置方式称为驱动方式。驱动方式有四轮驱动和两轮驱动，其中两轮驱动又分为前轮驱动（FWD）和后轮驱动（RWD）。

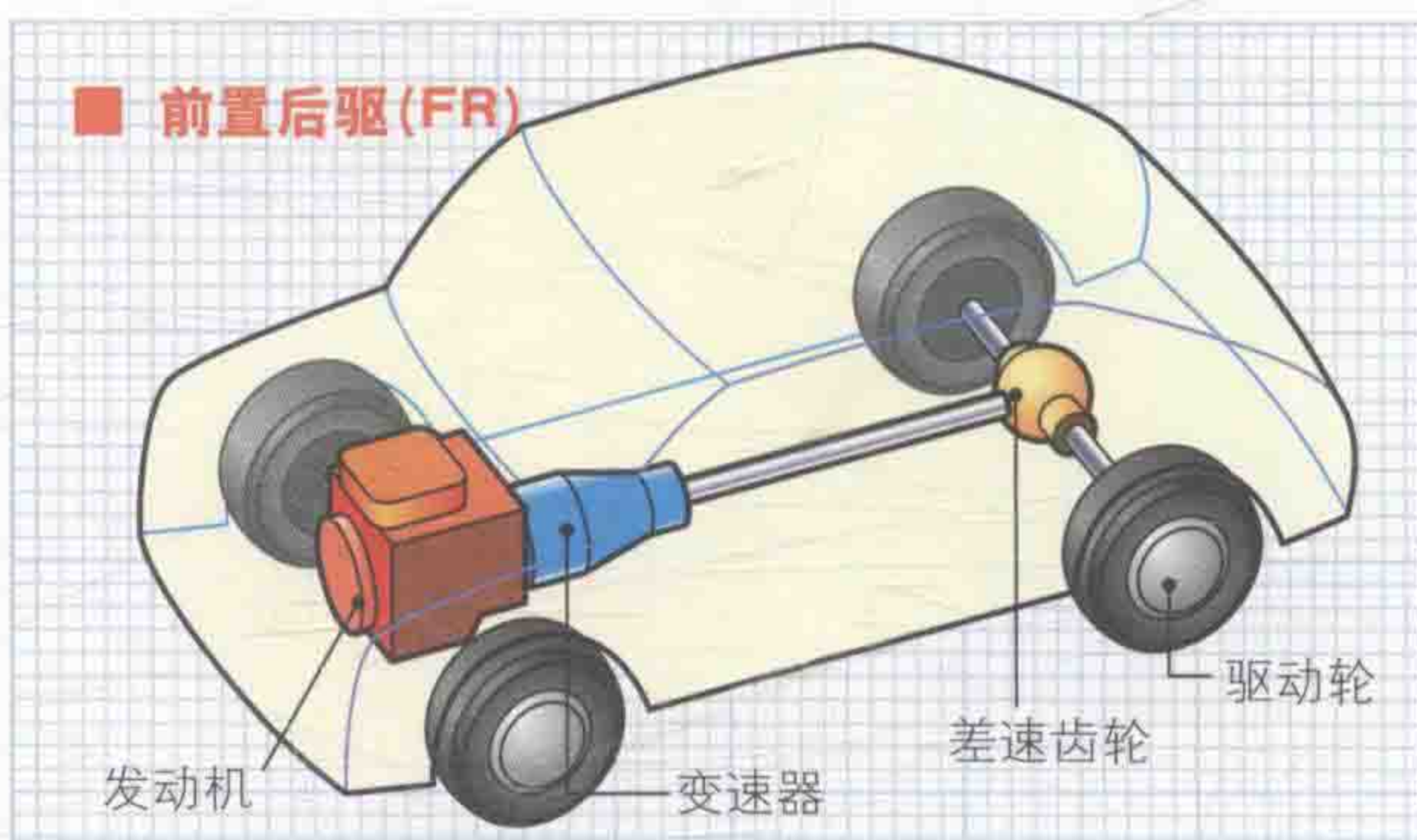
根据发动机放置位置的不同，驱动方式还可以有多种分类方式。两轮驱动可分为前置后

驱（FR）、前置前驱（FF）、中置后驱（MID）、后置后驱（RR）。发动机的配置不仅与放置的位置有关，还与放置的方向有关，这些都会影响汽车的特性。发动机的旋转轴置于汽车前后方向的称为纵置，置于左右方向的称为横置。

前置后驱（FR）

前置后驱是指发动机前置（起源于马车时代，牵引车子的马在前方），由后轮驱动的驱动方式。发动机是纵向放置的。前置后驱的优点是前后重量分配合理，具有良好的操纵稳定性；缺点是驾驶室的空间变小，因为变速器和传动轴都要置于驾驶室的下方。

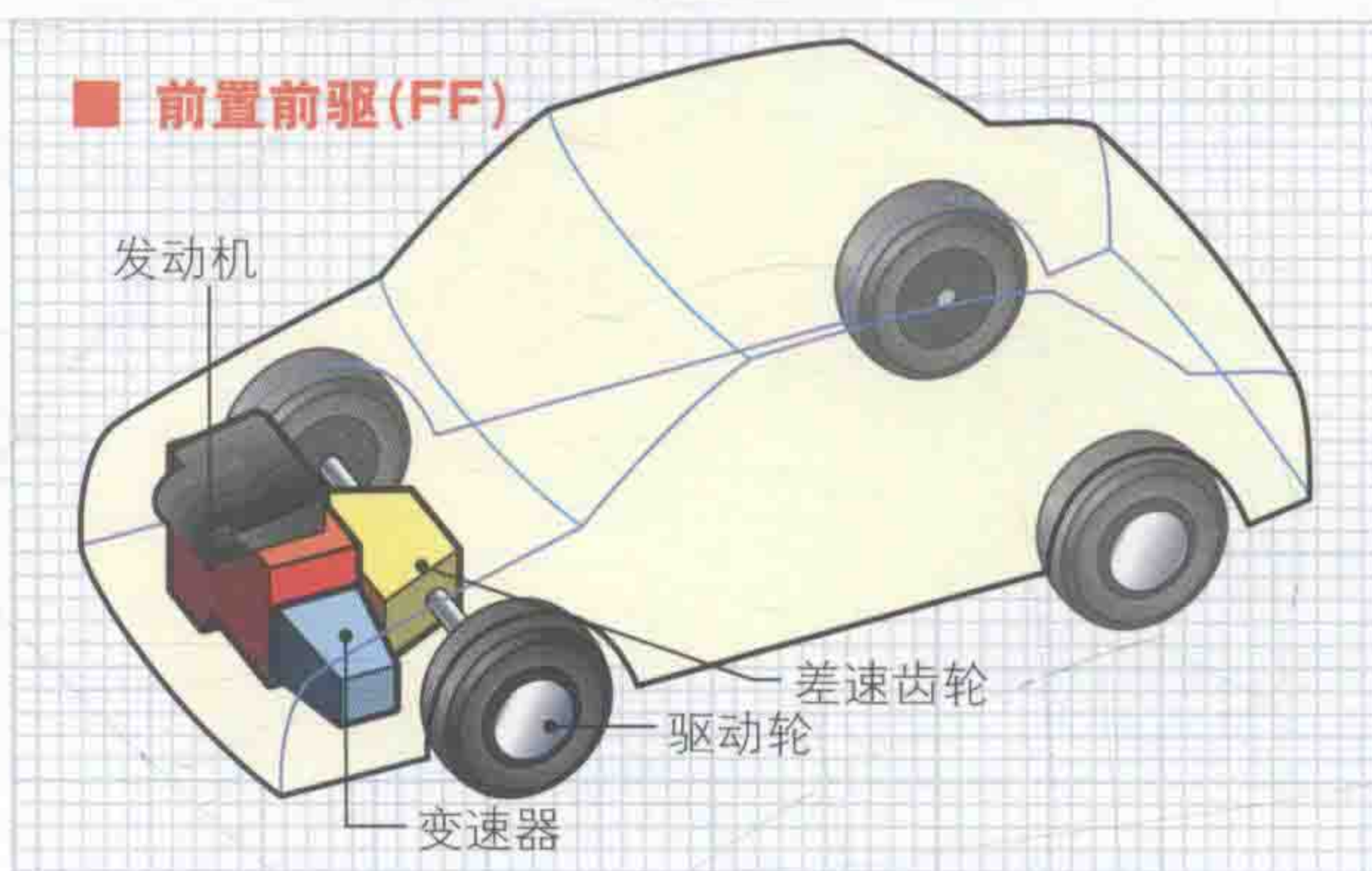
20世纪70年代以前，几乎所有的乘用车都使用前置后驱，这种由前排车轮负责转向的驱动方式十分普遍。



前置前驱（FF）

前置前驱是指发动机前置，由前轮驱动的驱动方式。发动机以横向放置为主。因为发动机、驱动轮、转向系统都集中在前端，因此汽车重心前倾，构造也较复杂。前置前驱的优点是驾驶室的空间大，且由于主要系统集中在前方，因此整个车身较轻。

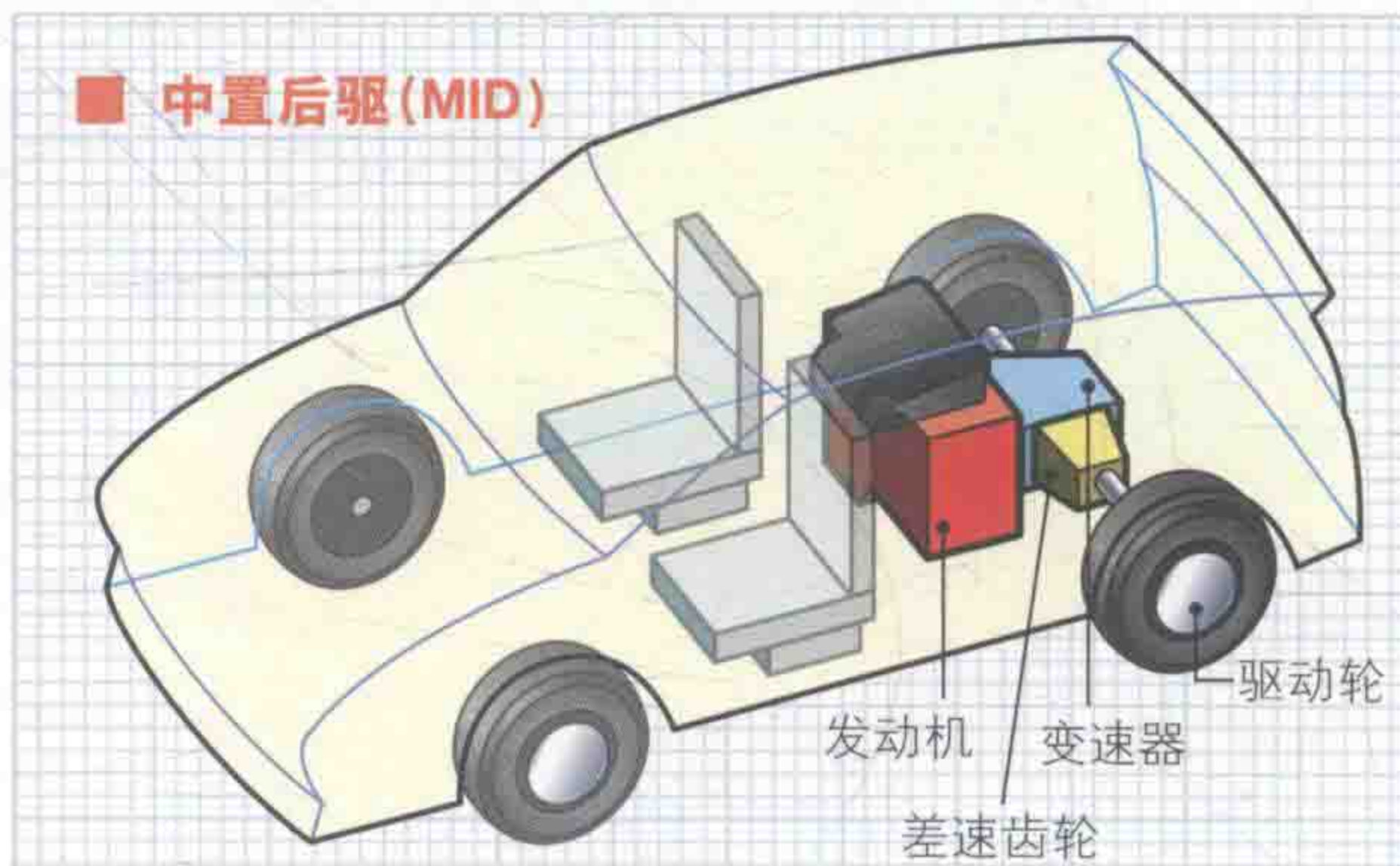
进入20世纪80年代，前置前驱成为了小型汽车的主要驱动方式。如今，较大的汽车也逐渐采用前置前驱的驱动方式。



中置后驱（MID）

中置后驱是指较重的发动机和变速器都置于前后车轴中间位置的驱动方式。发动机以横向放置为主。

由于驾驶室内空间变小，一般采用中置后驱的多为两座汽车。对于车体较高的汽车，也有把发动机安装在升高的地板下面，然后再设置后座。

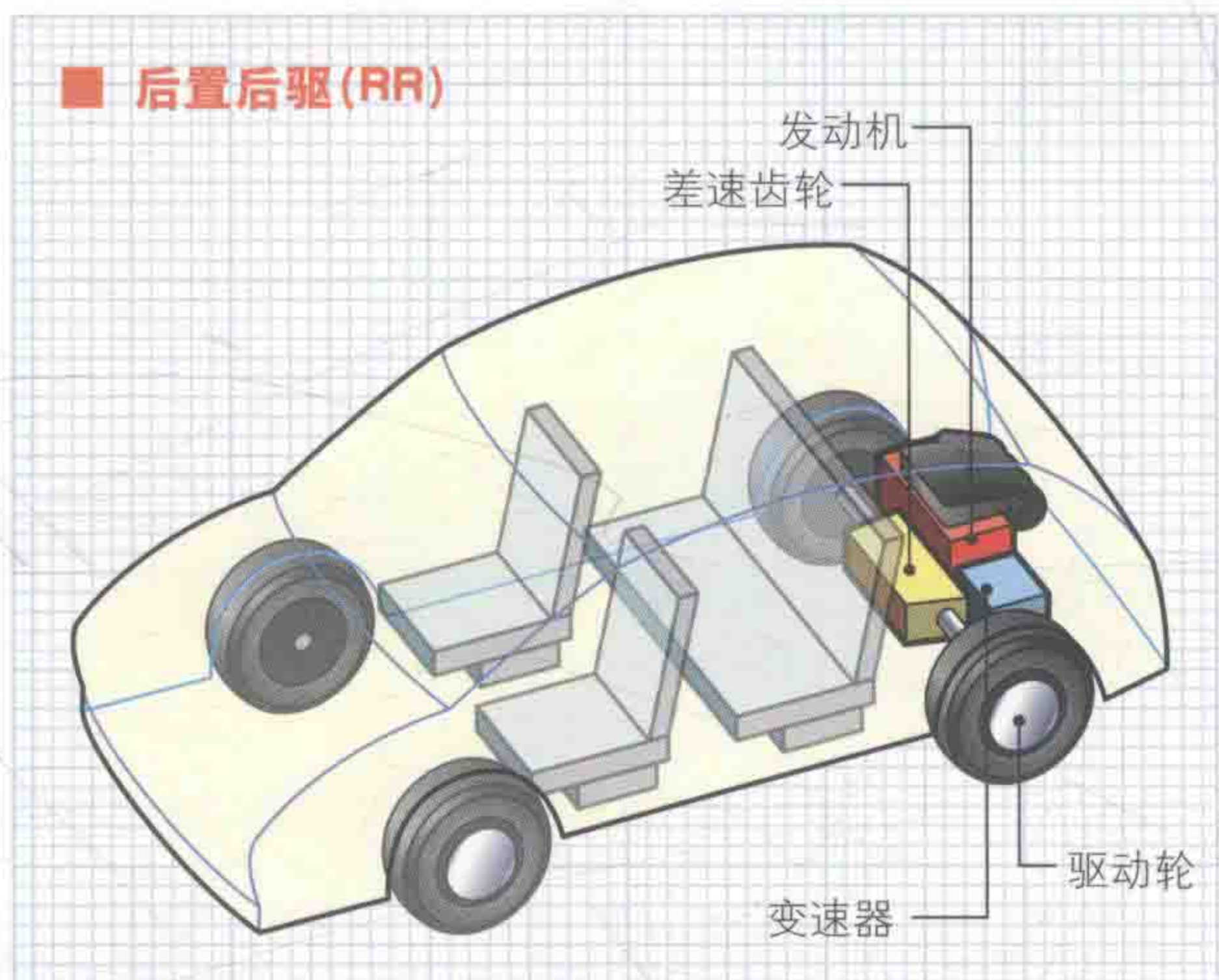


■ 后置后驱 (RR) ■

后置后驱是指发动机置于后车轴的后侧，由后轮驱动的方式。发动机纵向和横向放置均可。

驱动系统集中在汽车后端，因此驾驶室的空间变大，但行李厢置于转向前轮的前端，从而导致其空间变小。较重的机构都集中在后端，汽车前端变轻，所以负责转向的前轮的负载较少，这对汽车高速行驶时的稳定性有较大影响。

到20世纪70年代末，小型、轻量型的风冷发动机汽车多采用这种驱动方式。具有代表性的是大众1型（甲壳虫）、菲亚特500、日本的轻型汽车（360cc时代）。如今，轿车基本不采用后置后驱方式，只有大型的大巴还在采用这种驱动方式。

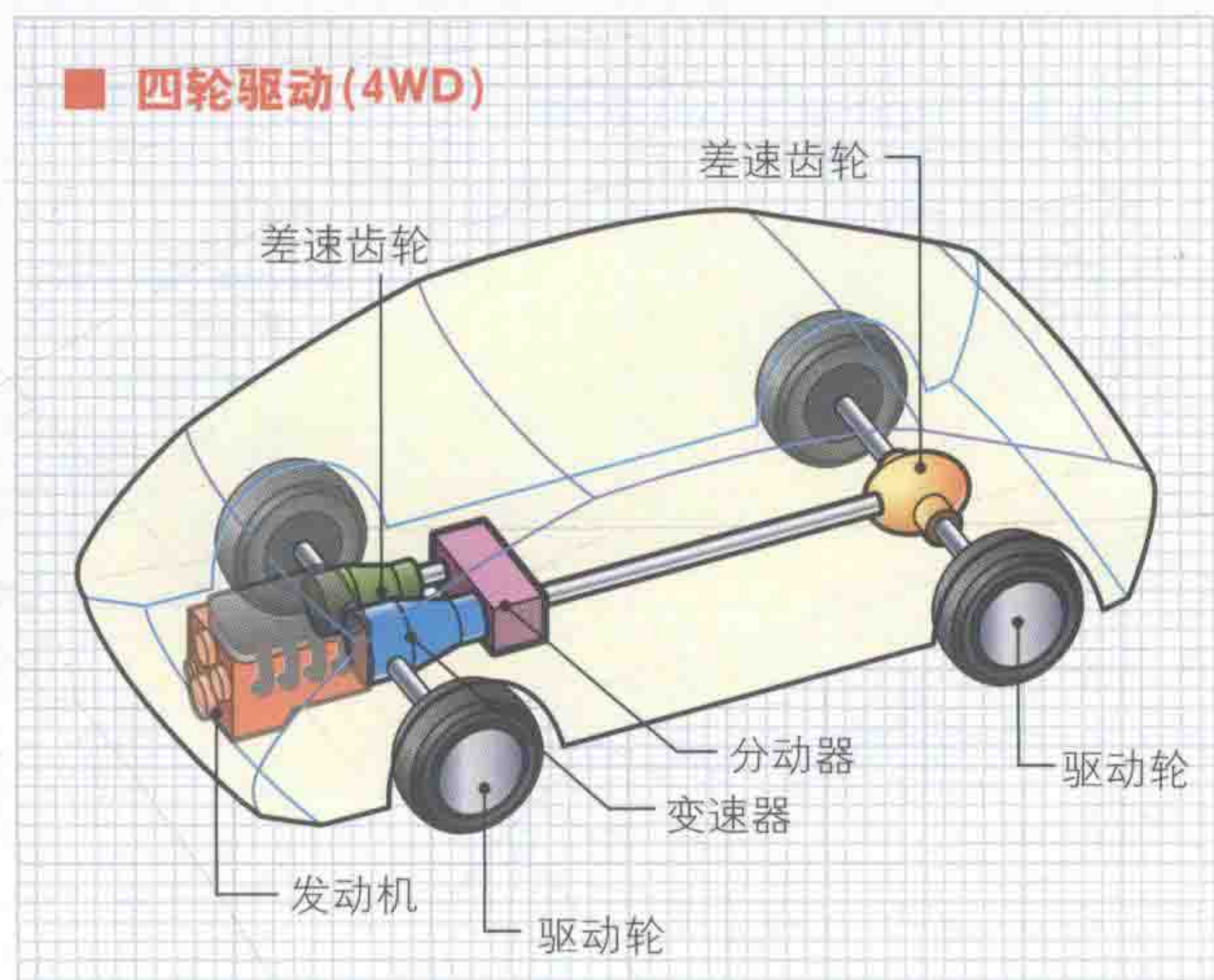


■ 四轮驱动 (4WD) ■

四轮驱动是指将发动机的驱动力传递到前后4个车轮的方式。四轮驱动的汽车在雪地和野外的穿越性较好，因此四轮驱动方式能在非常规道路上发挥它的价值，广泛应用于越野车上，如吉普。

如今，采用四轮驱动不仅是为了提高在野外行驶时的穿越性，还要提高在普通道路行驶时的操纵稳定性。

有些车型的四轮驱动也叫全时四驱 (AWD)，这种驱动方式以前置前驱和前置后驱为基础，发动机配置也有纵置和横置两种。



知识链接

乘用车的节能化

20世纪70年代，在石油危机到来之前，大型汽车是富有的象征。但是在石油危机后，为了节省耗油量，汽车趋于小型化、轻量化。然而客户依然需要较大的驾驶室空间，因此就有了“车身小型化、驾驶室扩大化”的概念，从而推进了前置前驱的发展。与前置后驱的主流驱动方式相比，前置前驱曾有运动性能差、前轮轮胎磨损快等问题，但这些问题如今大都已解决。



▲ 1973年款本田思域
很受欢迎的小型乘用车，发动机耗油量低，污染少

汽车的动力源

汽车的动力源多种多样，最有代表性的是汽油发动机、柴油发动机以及电动机

发动机

汽油发动机燃烧的是汽油，柴油发动机燃烧的是柴油，两者都是将燃烧时的膨胀压力转换为动能，但燃烧的方式不同。

汽油发动机是先将汽油和空气混合，然后用火花塞点燃混合气体；而柴油发动机是在压缩空气中喷入柴油，从而使混合气体燃烧。

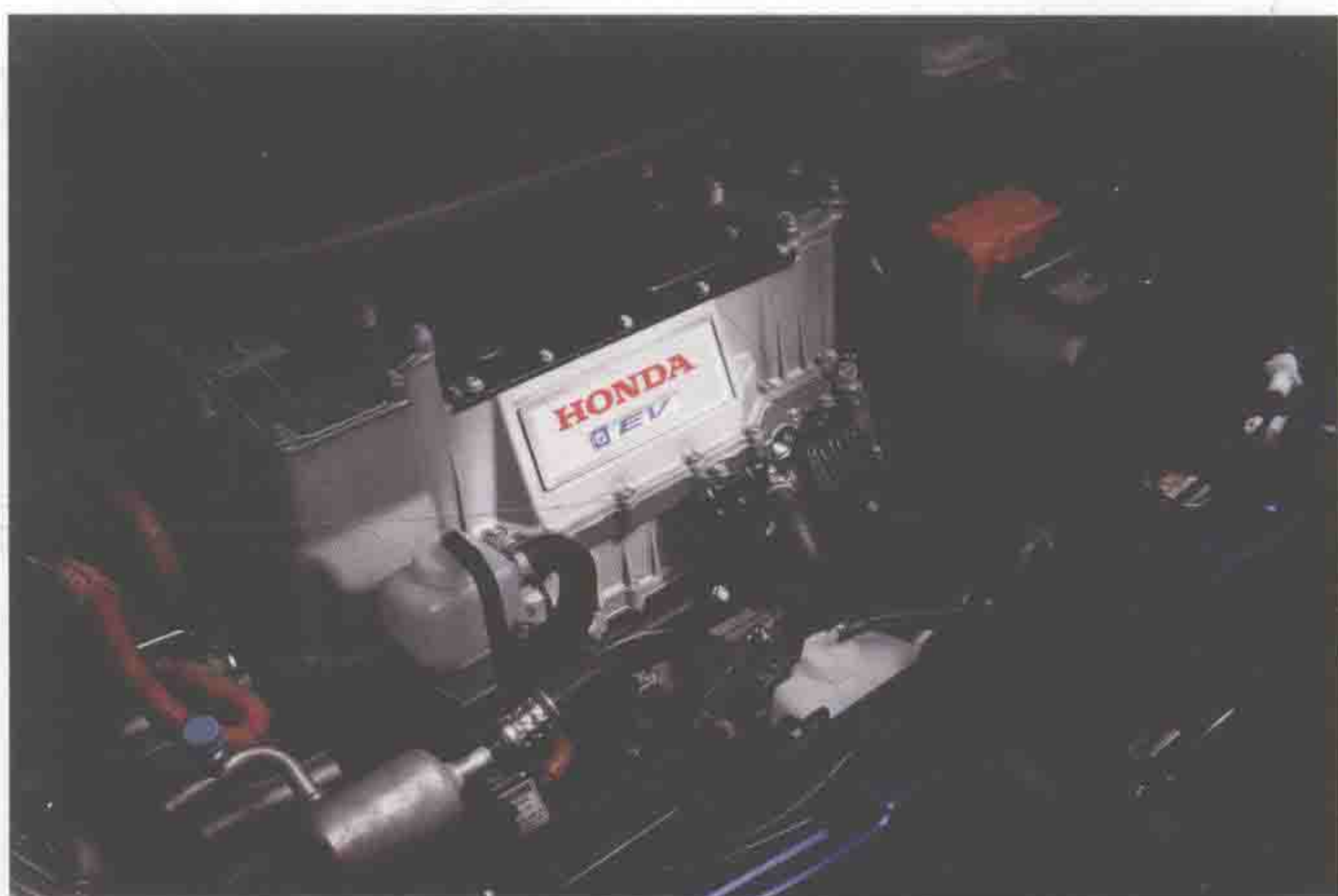


▲ 汽油发动机汽车的发动机舱

电动机

电动汽车、混合动力汽车及燃料电池汽车等都是以前电池里的电能为动力。

电动机是把电能转换成动能的设备。装载电动机的汽车在行驶过程中没有废气排出，电动机的运转声音较小，而且在灾难时还能将电动机当作发电机使用，提供电能。



▲ 汽车中的电动机

扭矩与马力

扭矩也称转矩。马力=扭矩×转速，是汽车行驶的动力。没有马力汽车就不能爬坡，也不能快速行驶。

以自行车为例来说明马力是什么。自行车前进的动力是人用脚踏踏板而产生的，力气大的人在上坡时能迅速骑上去，但力气小的人却不能。这里踩踏板的力相当于发动机的气缸内压下活塞的爆发力。踩踏板的力乘以踏板的长度等于转矩（扭矩， $\text{kg} \cdot \text{m}$ ），踩踏板的力量小则转矩（扭矩）小，力量大则转矩（扭矩）大。发动机的扭矩=爆发力×曲轴旋转轴中心到连杆接合部的距离（曲轴偏移的距离）。

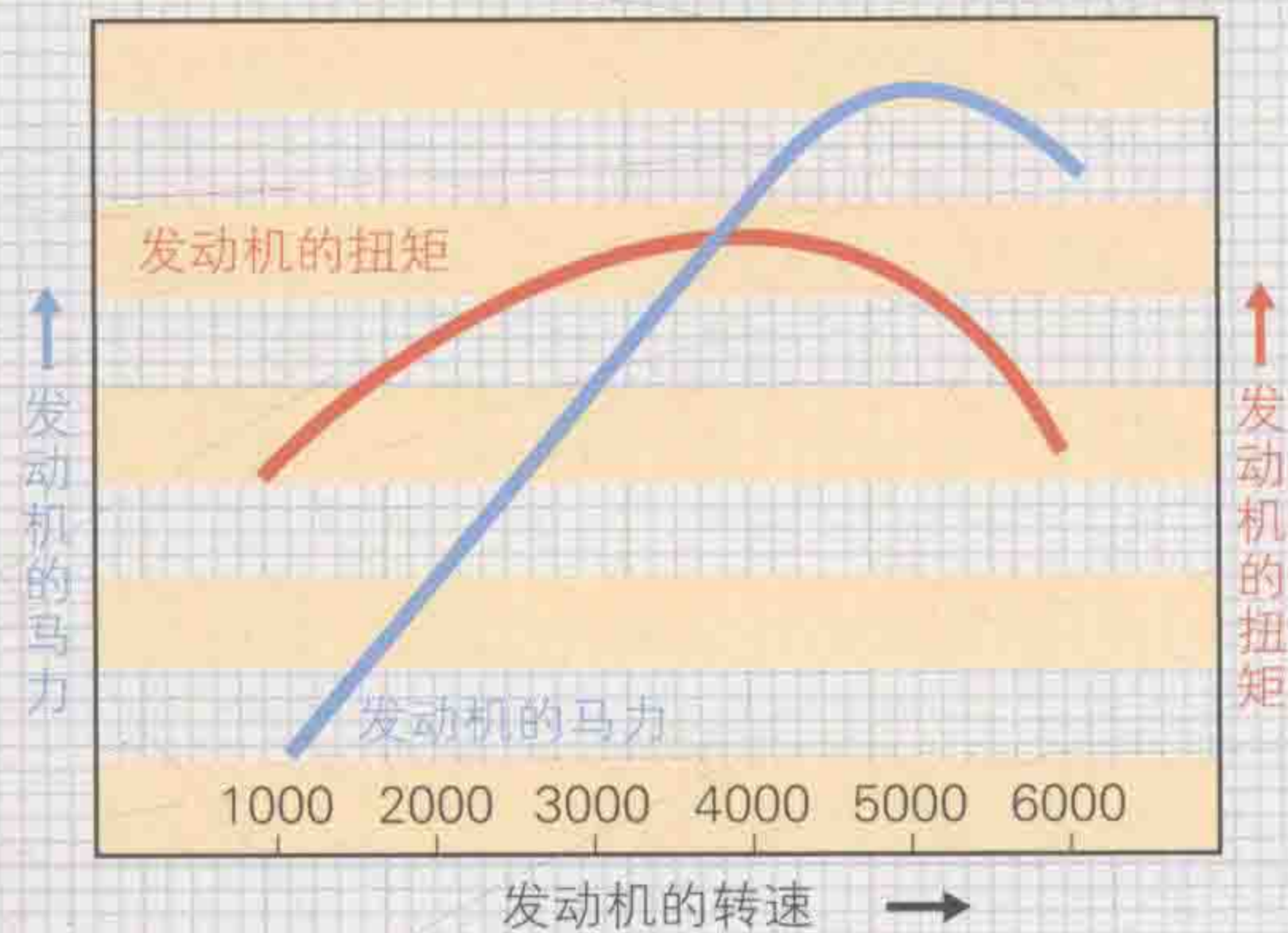
人对踏板施力时，踏板的转速无论大小，人的力量是不变的。但是发动机在转速非常低或非常高的时候，扭矩会下降。对于汽油发动机来说，出现最高扭矩较多的情况是转速为3500~4000r/min时，汽车在起步时一般要将转速提高到2000r/min，这样做是为了满足

汽车行驶时所需的马力。

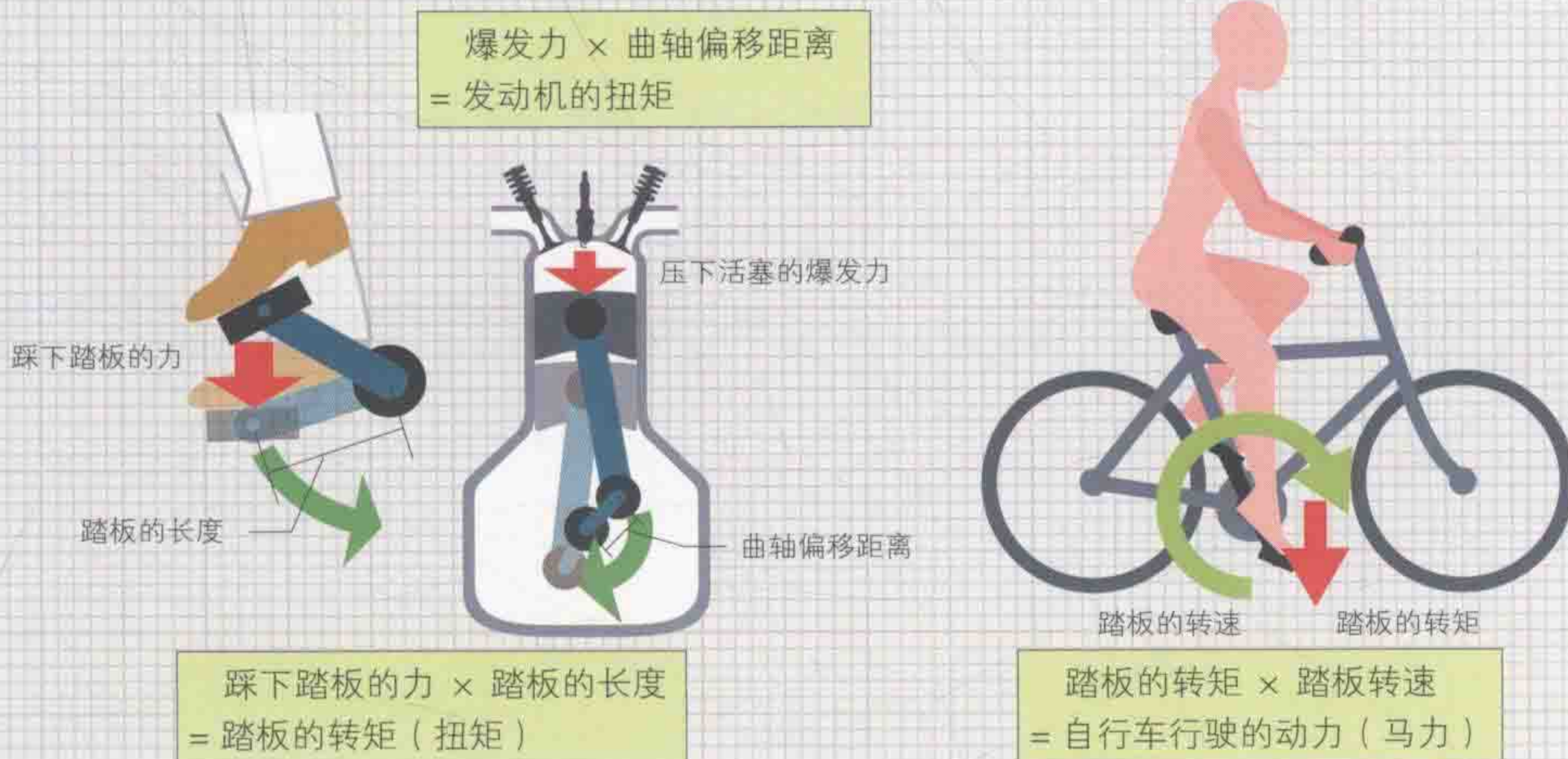
自行车的马力=踏板的转矩（扭矩）×踏板的转速。接近坡道时，踩下踏板的势头猛则爬坡力（马力）大，相反则爬坡很吃力，就和没有马力的发动机一样。

总之，踩下踏板的力×踏板的长度=踏板的转矩（扭矩），踏板的转矩×踏板的转速=自行车的行驶动力（马力）。踩下踏板的力较大的人，就像爆发力大的发动机，能够使踏板的转速提高到快速行驶的状态，即产生大马力的状态。

■ 转速·扭矩·马力



■ 扭矩与马力——以自行车为例



多种多样的车型

汽车的种类有很多。在汽车发明之前所使用的马车有乘用型和搬运型等，而早期的汽车大部分都是乘用型，由车头部分、车室部分和后侧的小行李厢构成，其中车头内安装有发动机和变速器等。

随后的车型以轿车型的乘用车为主，除此之外还有卡车、巴士等多用途汽车。

乘用车在发展过程中又出现了以露营、旅行为目的的旅行轿车 (Station wagon)。为了装更多的行李，人们在设计旅行轿车时将行李厢拉长。另外还出现了厢式客车 (Van)，增加了车厢高度，从而能够搭载更多的人和行李。有的人觉得厢式客车太大了，所以设计出了小型的厢式客车，这类客车最初出现在美国市场。小型厢式客车在日本人眼里其实并不小，但它是从美国引进的，就沿用了最初的名字。

此外，还出现了可以穿越荒山野岭的四驱车 (4WD)，称为SUV (Sport Utility Vehicle)，这类车型的车室比普通的旅行轿车还要高。在SUV中有一类车型与卡车类似，拥有敞开式的货厢，称为轻型货车 (Pickup Truck)。当更多的客户提出要求：“我需要这些车型的中间车型”，汽车也朝着多样化的方向发展。这些要求不仅体现在轿车或旅行车的外形设计上，还体现在汽车功能的智能性和内饰的时尚性上。特别是从四驱车发展而来的SUV，曾经仅仅是面向荒山野岭的越野车，如今已变成既拥有力量、又能在城市中使用的智能汽车。从外形上来看，SUV的车室变小了，后面行李厢部分也变低了。

汽车的种类最初是根据使用目的而分类和进化发展的，但近年来车型的改进设计受到了多种因素的影响，如降低耗油量、空气动力学设计、用户越来越时尚的喜好等，这些影响因素使各车型本有的功能更加优化。