

项目一

汽车发动机结构与检修基础

学习目标

- ◎了解汽车的组成及类型，能识别车辆铭牌及VIN的含义。
- ◎掌握工具的使用方法。
- ◎掌握发动机的类型、结构和工作原理等。
- ◎会使用车辆举升机等发动机检修设备。

相关知识

任务 1.1 汽车概述

一、汽车的概念

汽车外观如图 1-1 所示。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，汽车是由动力驱动，具有四个或四个以上车轮的非轨道承载的车辆。汽车包括主要用于载运人员和（或）货物，牵引载运人员和（或）货物，特殊用途的车辆；还包括与电力线相联的车辆，如无轨电车，以及整车整备质量超过 400 kg 的三轮车辆。



图 1-1 汽车外观

二、汽车的类型

1. 中国汽车的分类标准（根据 GB/T 3730.1—2001 划分）

(1) 乘用车。其指车辆座位不超过 9 个（含驾驶员位），以载客为主要目的的车辆。主要有多用途乘用车、普通乘用车、活顶乘用车、高级乘用车、小型乘用车、敞篷车（图 1-2）、仓背乘用车和旅行车。

(2) 商用车。其指车辆座位超过 9 个（含驾驶员位），以载货为主要目的的车辆。主要有客车（图 1-3）、货车（图 1-4）和半挂牵引车。客车可分为小型客车、城市客车和长途客车、旅游客车、铰接客车、无轨电车、越野客车和专用客车。货车可分为普通货车、多用途货车全挂牵引车、越野货车、专用作业车和专用货车。



图 1-2 敞篷车



图 1-3 客车



图 1-4 货车

2. 德系汽车的分类标准

德系车分为 A00、A0、A、B、C、D 等级别。其中，A（包括 A00、A0）级车是指小型轿车，B 级车是指中档轿车，C 级车是指高档轿车，而 D 级车指的是豪华轿车。其等级划分主要依据轴距、排量等参数。依据轴距和排量，字母顺序越靠后，该级别车型的轴距越长、排量越大，轿车的豪华程度也就越高。表 1-1 为德系汽车分类标准。

表 1-1 德系汽车分类标准

级 别	A00	A0	A	B	C	D
	微型车	小型车	紧凑型车	中型车	中大型车	豪华车
排量 / L	<1.0	1.0 ~ 1.5	1.6 ~ 2.0	1.8 ~ 2.4	>2.4	>3.0
轴距 / m	2.0 ~ 2.2	2.2 ~ 2.3	2.3 ~ 2.45	2.45 ~ 2.6	2.6 ~ 2.8	>2.8

3. 美系汽车的分类标准

美系车分类标准以通用汽车公司的分类标准为例。通用汽车公司一般将轿车分为 6 级，它是综合考虑了车型尺寸、排量、装备和售价之后得出的分类标准。

(1) Mini 级。Mini 级一般指排量在 1.0 L 以下的轿车。

(2) Small 级。Small 级一般指排量为 1.0 ~ 1.3 L 的轿车，相当于我国低端普通轿车的级别。

(3) Lowmed 级。Lowmed 级一般指排量为 1.3 ~ 1.6 L 的轿车。

(4) Interm 级。Interm 级和德国的低端 B 级车基本吻合。

(5) Upp-med 级。Upp-med 级涵盖德国 B 级车的高端和 C 级车的低端。

(6) Large/Lux 级。Large/Lux 级和中国的高级轿车相当，涵盖德国 C 级车的高端和 D 级车。

三、汽车的组成

汽车由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成，如图 1-5 所示。

(1) 发动机。发动机是汽车的动力源。

(2) 底盘。底盘的作用是支承、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。

(3) 车身。车身是安装汽车全部机件的骨架并可承载人员、储存货物，应具备安全、舒适、便捷等特性。

(4) 电气设备。电气设备为全车提供持续可靠的电源及控制装置，使汽车用电系统能正常工作。

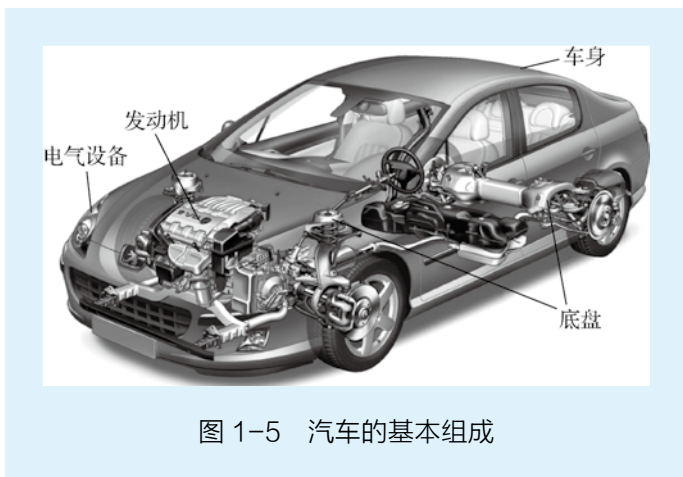


图 1-5 汽车的基本组成

四、车辆铭牌

车辆铭牌（图 1-6）上标注了车辆的基本信息，一般位于发动机机舱内或车身右侧 A 柱的下方，如图 1-7 所示。



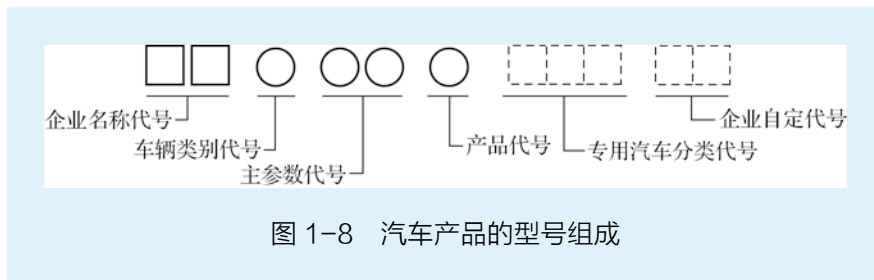
图 1-6 车辆铭牌



图 1-7 车辆铭牌位置

汽车产品的型号由企业名称代号、车辆类别代号、主参数代号和产品代号组成。必

要的时候，可以附加专用汽车分类代号和企业自定代号，如图 1-8 所示。



1. 企业名称代号

企业名称代号由 2 个或 3 个汉语拼音字母组成。

例如，CA 代表第一汽车制造厂，EQ 代表第二汽车制造厂。

2. 车辆类别代号

车辆类别代号的第一位数字代表该车的类型。表 1-2 为车辆类别代号与车辆类别的对应关系。

表 1-2 车辆类别代号与车辆类别的对应关系

车辆类别代号	车辆种类	车辆类别代号	车辆种类
1	载货汽车	5	专用汽车
2	越野汽车	6	客车
3	自卸汽车	7	轿车
4	牵引汽车	9	半挂车及专用作业车

3. 主参数代号

主参数代号代表各类汽车的主要特征参数：对于 1 ~ 5 类的“载货汽车、越野汽车、自卸汽车、牵引汽车、专用汽车”以及第 9 类的“半挂车及专用作业车”，主参数代号为车辆的总质量（单位 t）。当总质量超过 100 t 时，允许用三位数字表示。

对于第 6 类的“客车”，主参数代号表示汽车的总长度（单位 m）。当车辆长度小于 10 m 时，应精确到小数点后一位，并且以长度值（单位 m）的 10 倍数值表示。

对于第 7 类的“轿车”，主参数代号表示发动机排量。第四位代表产品的序号，用阿拉伯数字表示，数字由 0、1、2……依次使用。

当车辆的主参数有变化且变化大于 10% 时，应改变主参数代号。

4. 尾部

尾部分为两部分：前部分由汉语拼音字母组成，表示专用汽车分类代号，如 X 表示厢式汽车，G 表示罐式汽车等；后部分是企业自定代号，可用汉语拼音字母或阿拉伯数字表示。

基本型汽车的编号一般没有尾部，其变型车（如采用不同的发动机、加长轴距、双排座驾驶室等）为了与基本型区别，常在尾部加 A、B、C 等企业自定代号。有些车在四位数字后还有一些字母，这些字母没有准确的定义，是由生产厂家自定义的。

五、车辆识别代码

汽车的“身份证”就是车辆识别代码（vehicle identification number, VIN），也称为 17 位识别代码，俗称车架号。VIN 具有车辆的唯一识别性，通常，轿车在风窗玻璃（图 1-9）和车辆铭牌上都有车辆的 VIN。VIN 包含车辆的生产厂家、年代、车型、车身型式及代码、发动机代码及组装地点等信息。

如图 1-10 所示，VIN 由三部分组成。



图 1-9 车辆风窗玻璃上的 VIN

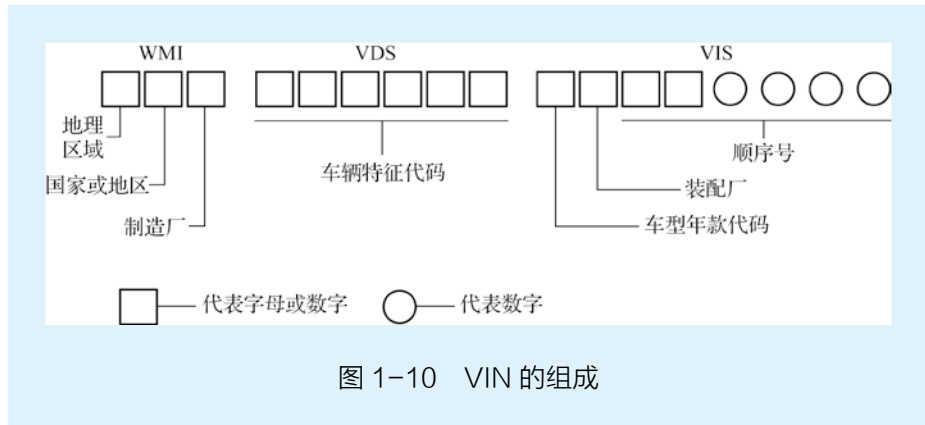


图 1-10 VIN 的组成

1. 第一部分（WMI）

第一部分为世界制造厂识别代码，必须经过申请、批准、备案后才能使用。

(1) 第一位码。第一位码标明地理区域，如非洲、亚洲、欧洲、北美洲和南美洲。

(2) 第二位码。第二位码标明特定地区内的国家代码，如表 1-3 所示。国际自动机工程师协会（SAE International）负责分配国家代码。第一、二位码的组合保证国家识别标志的唯一性。

表 1-3 生产地区代码

国 家	代 码	国 家	代 码
美国	1	德国	W
加拿大	2	韩国	K
墨西哥	3	中国	L
美国	4	英国	G
巴西	5	法国	F
澳大利亚	6	意大利	I
泰国	M	瑞典	S
日本	J	西班牙	E

(3) 第三位码。第三位码标明特定的制造厂，由各国的授权机构负责分配。如果某制造厂的年产量少于 500 辆，其第三位码就是 9。

中国汽车技术研究中心有限公司是中华人民共和国国家发展和改革委员会指定的车辆识别代码 (VIN) 工作机构，承担着企业世界制造厂识别代码 (WMI) 的申请、批准和备案等工作。

2. 第二部分 (VDS)

第二部分是车辆说明部分。此部分能识别车辆的一般特性，由 6 位字码组成，代码顺序由制造厂决定。

3. 第三部分 (VIS)

第三部分是车辆指示部分，由 8 位字码组成，最后 4 位应是数字。

(1) 第一位 (即 VIN 的第十位字码)。第一位指示年份，30 年一个循环。

(2) 第二位 (即 VIN 的第十一位字码)。第二位来指示装配厂。若无装配厂，制造厂可规定其他的内容。

(3) 如果车辆制造厂生产的完整车辆和 / 或非完整车辆年产量不少于 500 辆，VIS 部分的第三位至第八位 (即 VIN 的第十二位至第十七位) 字码用来表示生产顺序号。表示年份的代码如表 1-4 所示。

表 1-4 表示年份的代码

年 份	代 码	年 份	代 码	年 份	代 码	年 份	代 码
2001	1	2011	B	2021	M	2031	1
2002	2	2012	C	2022	N	2032	2
2003	3	2013	D	2023	P	2033	3

续表

年 份	代 码	年 份	代 码	年 份	代 码	年 份	代 码
2004	4	2014	E	2024	R	2034	4
2005	5	2015	F	2025	S	2035	5
2006	6	2016	G	2026	T	2036	6
2007	7	2017	H	2027	V	2037	7
2008	8	2018	J	2028	W	2038	8
2009	9	2019	K	2029	X	2039	9
2010	A	2020	L	2030	Y	2040	A

六、汽车的性能指标

汽车的性能指标主要有动力性、燃油经济性、制动性、操控稳定性、平顺性及通过性等。

1. 动力性

动力性用汽车在良好路面上直线行驶时所能达到的平均行驶速度来表示。汽车动力性主要由三个方面的指标来评定：最高车速、汽车的加速时间、汽车所能爬上的最大坡度。

2. 燃油经济性

燃油经济性常用一定工况下汽车行驶 100 km 的燃油消耗量或一定燃油量能使汽车行驶的里程来衡量。在我国及欧洲，汽车燃油经济性指标的单位为 L/100 km，而在美国，单位则为 MPG 或 mi/gal，即每加仑燃油能行驶的英里数。

3. 制动性

制动性是指汽车行驶时在短距离内停车且维持行驶方向稳定，以及汽车在下长坡时维持一定车速的能力。汽车的制动性能指标主要有制动效能、制动效能的恒定性、制动时汽车的方向稳定性、汽车的制动过程等。

4. 操控稳定性

操控稳定性是指驾驶人在不感到紧张、疲劳的情况下，汽车能按照驾驶人通过转向系统给定的方向行驶，而当遇到外界干扰时，汽车所能抵抗干扰而保持稳定行驶的能力。

5. 平顺性

平顺性是指保持汽车在行驶过程中乘员所处的振动环境具有一定的舒适度的性能。这与汽车的底盘参数、车身几何参数及汽车的动力性和操控性等密切相关。

6. 通过性

通过性是指车辆通过一定情况路面的能力。通过能力强的车辆，可以轻松翻越坡度较大的坡道，可以放心地驶入一定深度的河流，也可以高速地行驶在崎岖不平的山路上。

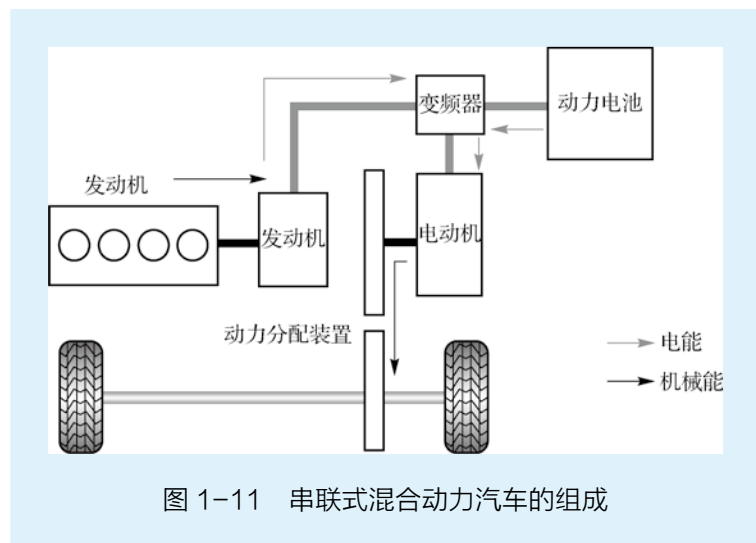
七、新能源汽车

新能源汽车包括混合动力汽车、纯电动汽车、氢燃料电池汽车等。目前，中国市场上在售的新能源汽车多是混合动力汽车和纯电动汽车。按照中华人民共和国国家发展和改革委员会公告定义，新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源（或使用常规的车用燃料，采用新型车载动力装置），综合车辆的动力控制和驱动方面的先进技术，形成的技术原理先进，具有新技术、新结构的汽车。

1. 混合动力汽车

国际电子技术委员会对混合动力汽车的定义为：在特定的工作条件下，可以从两种或两种以上的能量存储器、能量源或能量转化器中获取驱动能量的汽车。其中至少一种存储器或转化器要安装在汽车上。混合动力汽车至少有一种能量存储器、能量源或能量转化器可以传递电能。

1) 按动力系统的结构形式分类



(1) 串联式混合动力汽车 (series hybrid electric vehicle, SHEV)。串联式混合动力汽车主要由发动机、发电机和电动机三大部件组成，其能量传递路线是“发动机→发电机→电动机→驱动桥”，发动机不直接驱动车辆，而是只驱动发电机发电，发电机再驱动电动机，电动机产生机械转矩经过变速机构驱动车轮。串联式混合动力汽车组成如图 1-11 所示。发

动机驱动发电机发出的部分电能还可以为动力电池充电，从而延长混合动力汽车的行驶里程。同时动力电池还可以单独向电动机提供电能来驱动车辆，使混合动力汽车在零污染状态下行驶。

(2) 并联式混合动力汽车 (parallel hybrid electric vehicle, PHEV)。并联式混合动力汽车主要由发动机、发电机/电动机两大部件总成组成，如图 1-12 所示。并联

式驱动系统可以单独使用发动机或电动机作为动力源，也可以同时使用发动机和电动机作为动力源，两大动力总成的功率可以互相叠加，发动机功率和电动机/发电机功率之和比电动汽车所需最大驱动功率多 0.5 ~ 1 倍。因此，可以采用小功率的发动机和电动机/发电机，使得整个动力系统的装配尺寸、质量都较小，造价也更低，行驶里程也比串联式混合动力汽车更长一些，其特点更加趋近于内燃机汽车。并联式混合动力驱动系统通常被应用在小型汽车上。

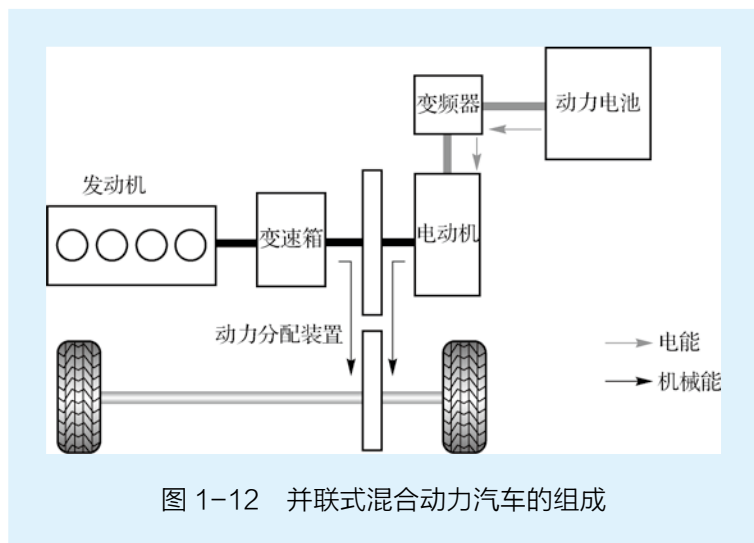


图 1-12 并联式混合动力汽车的组成

(3) 混联式混合动力汽车 (parallel series hybrid electric vehicle, PSHEV)。混联式驱动系统是串联式与并联式的综合，混联式混合动力结构一般采用行星齿轮机构作为动力分配装置，如图 1-13 所示。混联式混合动力汽车是将发动机、发电机和电动机通过一个行星齿轮装置连接起来。动力从发动机输出到与其相连的行星架，行星架将一部分转矩传送到发电机，另一部分传送到传动轴，同时发电机也可以驱动电动机来驱动传动轴。这种机构有两个自由度，可以自由地控制两个不同的速度。混联式混合动力汽车并不是串联式或者并联式，而是介于串联式和并联式之间，可充分利用两种驱动方式的优点。

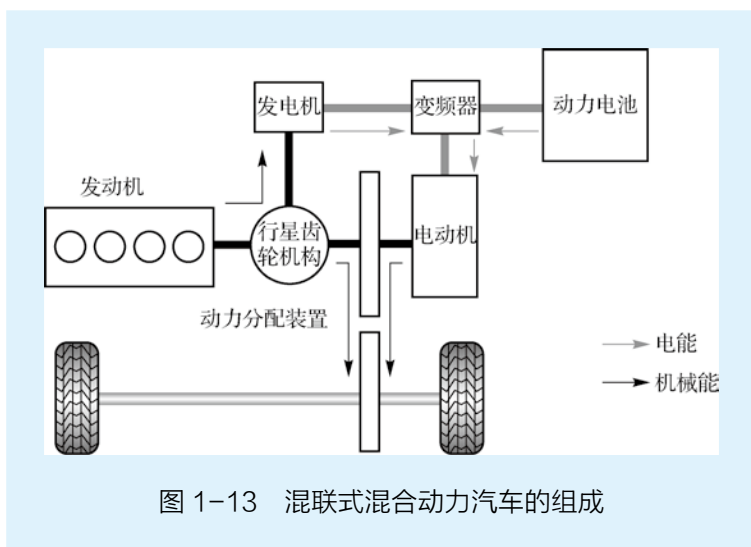


图 1-13 混联式混合动力汽车的组成

2) 按是否外接充电分类

(1) 插电式混合动力汽车。插电式混合动力汽车是一种被设计成可以在正常使用情况下从非车载装置中获取能量的混合动力汽车，荣威 E550 和比亚迪·秦都是典型的插电式混合动力汽车，如图 1-14 所示。



图 1-14 典型的插电式混合动力汽车

插电式混合动力系统的电机功率比纯电动汽车的稍小，动力电池的容量介于重混汽车和纯电动汽车之间。由于具有可利用夜间用电低谷对动力电池充电、降低排放等优势，插电式混合动力汽车已成为新能源汽车的主流发展方向之一。

(2) 非插电式混合动力汽车。非插电式混合动力汽车是一种被设计成可以在正常使用情况下从车载燃料中获取全部能量的混合动力汽车。

3) 按混合度分类

混合动力按照不同的定义可以有多种分类方式，其中一种为按照内燃机和电动机动力的混合度进行分类。目前，国内普遍采用的混动系统按混合度分类标准如下。

- (1) 微混合型。电动机峰值功率和发动机的额定功率比不大于 5%。
- (2) 轻度混合型。电动机峰值功率和发动机的额定功率比为 5% ~ 15%。
- (3) 中度混合型。电动机峰值功率和发动机的额定功率比为 15% ~ 40%。
- (4) 重度混合型。电动机峰值功率和发动机的额定功率比大于 40%。

2. 纯电动汽车

纯电动汽车 (BEV) 是指以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。纯电动汽车由电力驱动系统、电源系统和辅助系统三部分组成，如图 1-15 所示。

电力驱动系统包括电动机、控制器、功率转换器、机械传动装置和车轮等。电动机就像是传统汽车中的发动机，其主要任务是在驾驶员的控制下高效率地将动力电池存储的电能转化为车轮的动能驱动车辆，或者在制动时将车轮上的动能转化为电能反馈到动力电池中以实现车辆的制动能量回收。控制器就像人体的神经中枢，电动汽车必须通过

一个整车控制系统来进行各子系统的协调控制，从而实现整车的最佳性能。电源系统包括蓄电池组、电池管理系统（BMS）等。辅助系统包括辅助动力源、动力转向系统、空调、照明装置等。

纯电动汽车的电力驱动系统结构如图 1-16 所示。

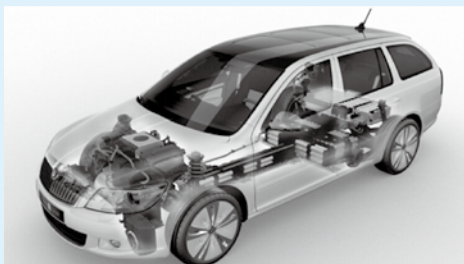


图 1-15 纯电动汽车的结构

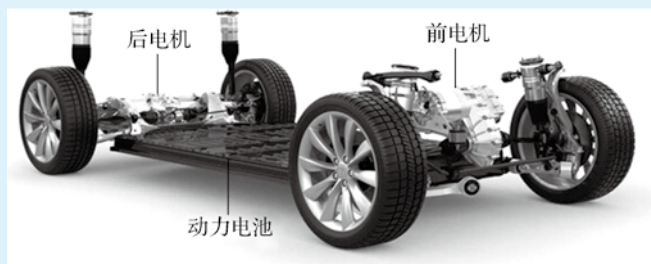


图 1-16 纯电动汽车的电力驱动系统结构

（1）电池。锂离子电池如图 1-17 所示。目前，特斯拉采用锂离子电池，比亚迪采用磷酸铁锂电池。为了提高安全性，电池组外壳进行了加强处理。锂离子电池具有工作电压高、比能量高、循环寿命长、自放电率低、对环境无污染、能够制造成任意形状等优点，因而得到广泛使用。

（2）电机。基于电动汽车的特点，需要采用效率高、功率较大、可以高速运转、可靠性好、体积小、质量轻、便于维修的电机。目前，纯电动汽车普遍采用永磁同步电机，如图 1-18 所示。



图 1-17 锂离子电池

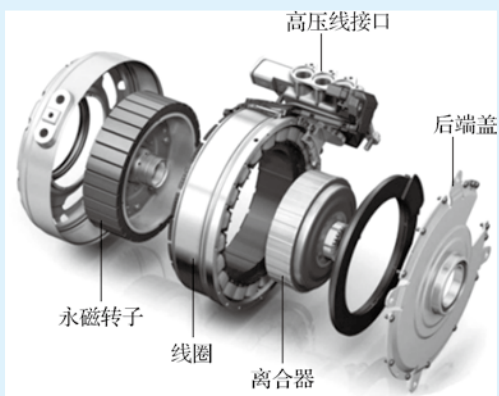


图 1-18 永磁同步电机的结构

3. 氢燃料电池汽车

氢燃料电池汽车是一种真正实现零排放的交通工具，其排放出的是纯净水，具有无污染、零排放、燃料储量丰富等优势，因此，氢燃料电池汽车是传统汽车最理想的替代

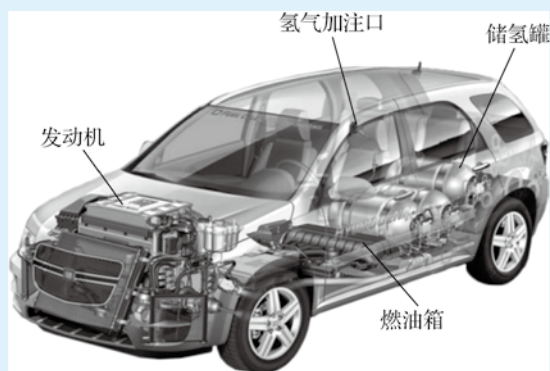


图 1-19 氢燃料电池汽车的结构

方案。氢燃料电池汽车仅需 3 ~ 5 min 就能加满氢气，加满一次的行驶里程接近传统汽油车，即 500 km 左右。氢燃料电池汽车发动机通常是双燃料发动机，既能以氢做燃料，也能燃烧汽油，这样可以弥补氢能源供应系统的不足。氢燃料电池汽车的结构如图 1-19 所示。

燃料电池是氢气与氧气发生化学反应产生电能的装置。燃料电池不像蓄电池那样是个储存电能的装置，它更像是一个发电厂，在持续的化学反应中不断产生电能，只要有源源不断的燃料就能不断发电。

拓展提升

未来，汽车电动化、汽车共享、车联网、自动驾驶四大发展趋势将会互相影响，继而影响汽车产业的发展速度。

1. 汽车电动化

汽车技术发展的趋势和越来越严格的油耗排放法规决定了电动化已是汽车不可逆转的潮流。汽车电动化不仅仅在于其自身能源结构的改变，只有在汽车电动化之后，车联网及自动驾驶才有了实现的可能，也就更有可能对现有汽车产业、市场格局产生革命性的影响。

2. 汽车共享

汽车共享其实有很多种形式，现有的拼车、分时租赁、专车、顺风车等都属于汽车共享的范畴。即使是在成熟市场，人口总量基本恒定，出行距离也相对固定，如果通过汽车共享能够提高一倍的使用率，那么从理论上说汽车保有量会减少一半。但是如果考虑到汽车的报废周期也会因此而缩短一半，那么长期来看汽车的需求并没有因此而减少。

3. 车联网

车联网的核心在于大数据，尤其是对于大数据的分析和挖掘。“大数据”用更通俗的话讲称为“自学习”。车联网的意义很大部分将体现在车辆故障诊断、预警、驾驶行为的预测及广告精确投放上。这对于提升车辆安全、降低车企召回及宣传成本、提升客户忠诚度都有积极的影响。

4. 自动驾驶

在理想情况下，实现了全自动驾驶后，将不再发生交通事故，但这显然还是相对遥

远的愿景，短期之内实现的可能性很小。在实现全方位的自动驾驶之前，配备多种主动安全技术的智能驾驶辅助系统（ADAS）将会被越来越多的车企采用，也会逐步普及到更多的汽车中。

任务 1.2 发动机概述

一、发动机的作用

发动机的作用是使输进气缸内的燃料燃烧而发出动力。

二、发动机的分类

发动机是将某一种形式的能量转变成机械能的机器，现代汽车大多采用往复式活塞式内燃机，它将燃料与空气进行混合后在发动机气缸内部进行燃烧，推动活塞往复运动并通过连杆带动曲轴旋转，从而将化学能转变为机械能向汽车提供动力。发动机是汽车最主要的总成之一，是动力的来源，其结构形式很多。汽车发动机可按以下不同方式进行分类。

1. 按所用燃料种类分类

按所用燃料种类，活塞式内燃机主要分为汽油发动机、柴油发动机和气体燃料发动机 3 类。以汽油和柴油为燃料的活塞式内燃机分别称为汽油发动机和柴油发动机，如图 1-20 和图 1-21 所示。使用天然气、液化石油气和其他气体燃料的活塞式内燃机称为气体燃料发动机。



图 1-20 汽油发动机



图 1-21 柴油发动机

2. 按气缸数不同分类

按气缸数不同，汽车发动机可以分为单缸发动机和多缸发动机。只有一个气缸的称为单缸发动机，有两个以上气缸的称为多缸发动机，现代汽车多采用四缸、六缸、八缸发动机。

3. 按气缸的排列方式分类

多缸发动机按气缸的排列方式不同可以分为直列式、水平对置式、V形排列式和W形排列式，如图1-22至图1-25所示。



图 1-22 直列式发动机

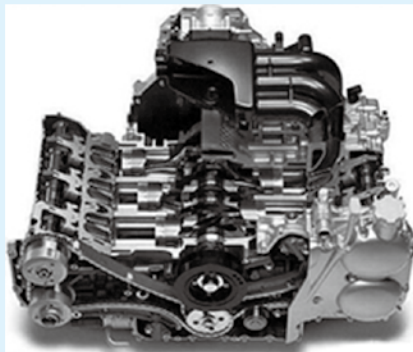


图 1-23 水平对置式发动机



图 1-24 V形排列式发动机

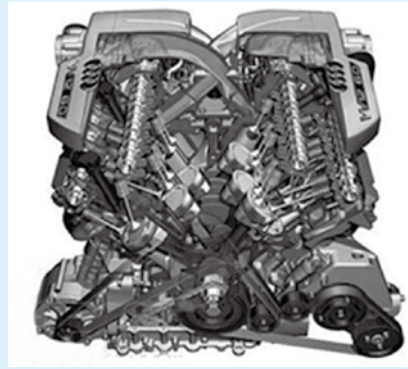


图 1-25 W形排列式发动机

4. 按冷却方式分类

发动机按冷却方式不同可以分为水冷发动机（图1-26）和风冷发动机（图1-27）。水冷发动机以水或冷却液为冷却介质，冷却均匀，工作可靠，效果好；风冷发动机以空气为冷却介质，冷却效果较差。现代汽车广泛使用水冷发动机。



图 1-26 水冷发动机



图 1-27 风冷发动机

5. 按进气方式分类

发动机按进气系统是否采用增压方式可以分为自然吸气（非增压式）发动机和强制进气（增压式）发动机，如图 1-28 和图 1-29 所示。



图 1-28 自然吸气（非增压式）发动机



图 1-29 强制进气（增压式）发动机

6. 按工作行程分类

发动机按照完成一个工作循环所需的活塞行程数可分为四冲程发动机和二冲程发动机。活塞在气缸内往复四个行程完成一个工作循环的称为四冲程发动机，活塞在气缸内往复两个行程完成一个工作循环的称为二冲程发动机。现代汽车广泛使用四冲程发动机。

7. 按着火方式分类

按着火方式不同，发动机可分为点燃式和压燃式两种。汽油发动机为点燃式发动机，混合气利用电火花点燃；柴油发动机为压燃式发动机，混合气在高温高压下自燃。

三、国产发动机型号的认识

1. 国产汽车发动机型号编制规则

国产汽车发动机型号编制规则如图 1-30 所示。

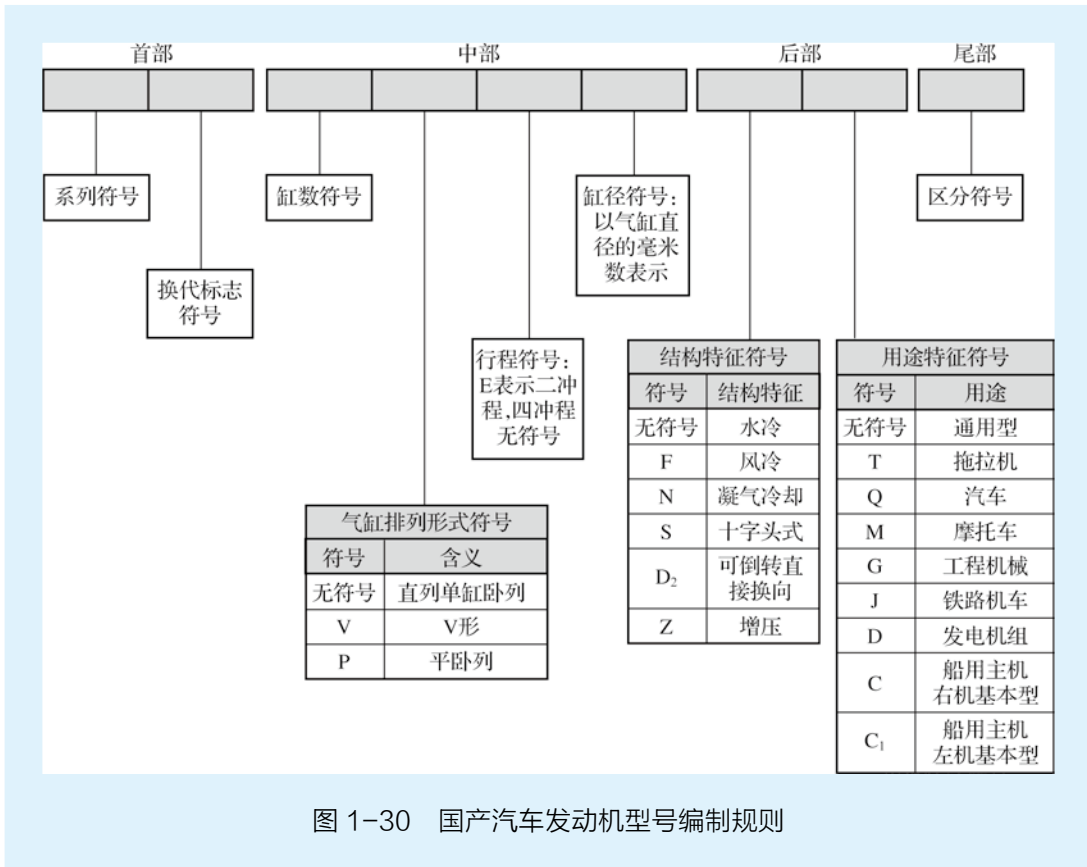


图 1-30 国产汽车发动机型号编制规则

2. 型号编制举例

汽车发动机型号编制见表 1-5，柴油发动机型号编制见表 1-6。

表 1-5 汽车发动机型号编制

型 号	含 义
1E65F	单缸，二冲程，缸径 65 mm，风冷通用型
4100Q-4	四缸，四冲程，缸径 100 mm，水冷车用，第四种变型产品
TJ376Q	三缸，四冲程，缸径 76 mm，水冷车用，T 表示系列符号
CA488	四缸，四冲程，缸径 88 mm，水冷车用

表 1-6 柴油发动机型号编制

型 号	含 义
195	单缸，四冲程，缸径 95 mm，水冷通用型
165F	单缸，四冲程，缸径 65 mm，风冷通用型

续表

型 号	含 义
6135Q	六缸，四冲程，缸径 135 mm，水冷车用
X4105	四缸，四冲程，缸径 105 mm，水冷通用型，X 表示系列符号

四、发动机的组成

发动机是由许多机构和系统组成的复杂机器，其结构形式很多。由于发动机的基本原理相似，故组成基本统一。汽油发动机由两大机构、五大系统组成。两大机构是指曲柄连杆机构和配气机构，五大系统是指燃料供给系统、冷却系统、润滑系统、点火系统和起动系统。而柴油发动机没有点火系统。奥迪 V12 四冲程发动机的结构如图 1-31 所示。

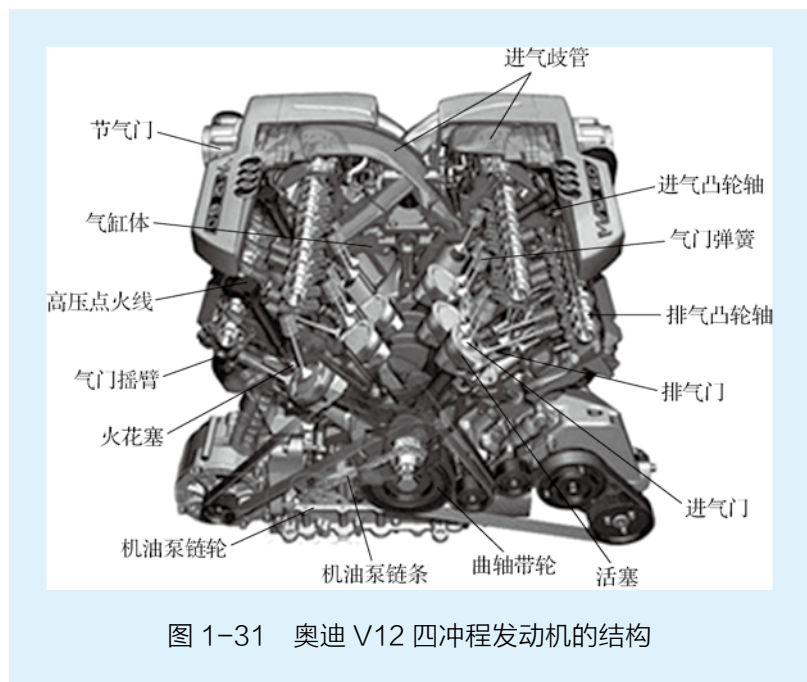


图 1-31 奥迪 V12 四冲程发动机的结构

1. 发动机的两大机构

1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构由机体组、活塞连杆组、曲轴飞轮组等组成，如图 1-32 所示。曲柄连杆机构将燃料燃烧时产生的热能转变为活塞往复运动的机械能，再通过连杆将活塞的往复运动转变为曲轴的旋转运动而对外输出动力。曲柄连杆机构同时是发动机的骨架，支撑着发动机全部的零部件，也是实现热功转换的主要装置。

2) 配气机构

现代汽车都采用顶置气门式配气机构，其主要由气门组、气门传动组组成，如图 1-33 所示。配气机构的作用是按发动机的工作顺序使可燃混合气及时充入气缸并及时将废气从气缸排出。

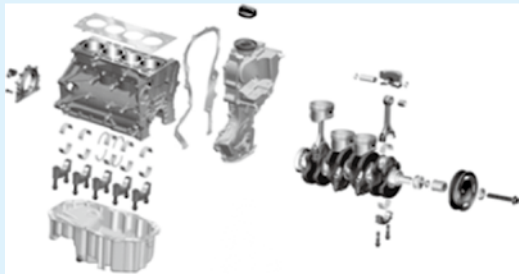


图 1-32 曲柄连杆机构的组成

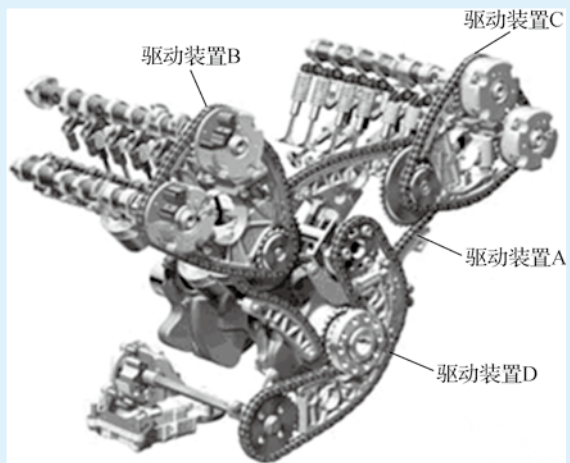
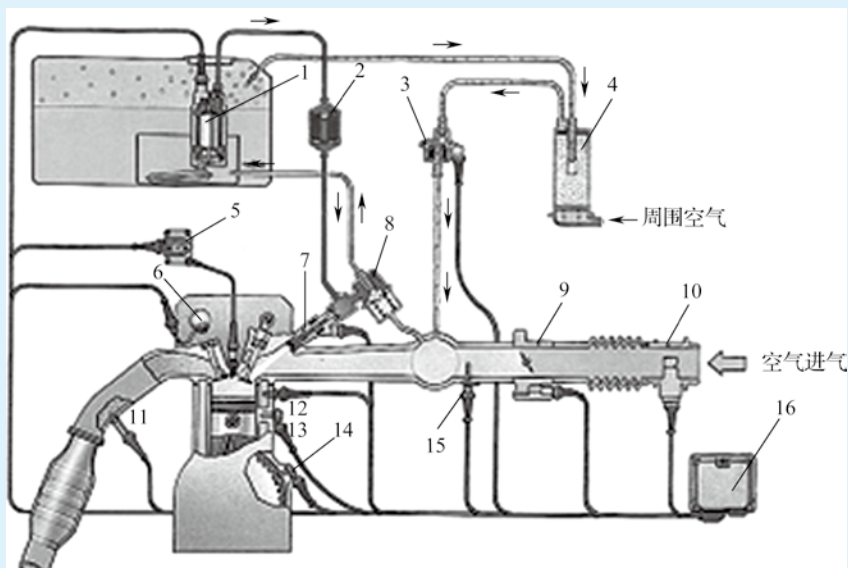


图 1-33 配气机构的组成

2. 发动机的五大系统

1) 燃料供给系统

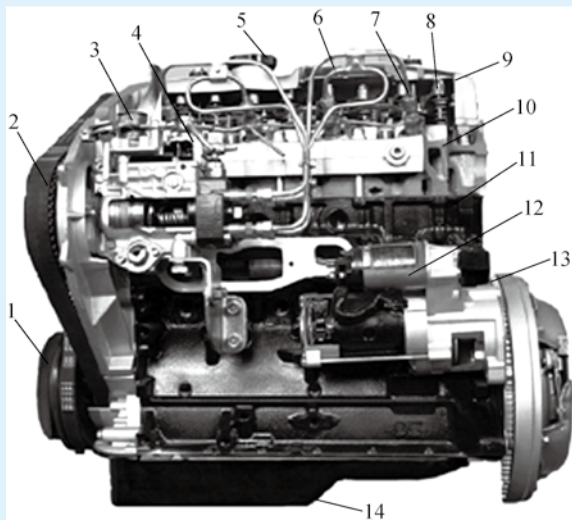
汽油发动机燃料供给系统主要由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、电喷装置、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等组成，如图 1-34 所示。其作用是根据发动机不同工况的要求向气缸内供给已配好的可燃混合气（缸内喷射式发动机为空气），并控制进入气缸内的可燃混合气的数量，以调节发动机的输出功率和转速，最后将燃烧后的废气排出气缸。



1—电动汽油泵；2—汽油滤清器；3—炭罐电磁阀；4—活性炭罐；5—点火线圈；6—凸轮轴；7—电喷装置；
8—燃油分配管；9—进气管；10—空气滤清器；11—氧传感器；12—冷却液温度传感器；
13—凸轮轴位置传感器；14—曲轴位置传感器；15—进气压力传感器；16—ECU。

图 1-34 汽油发动机燃料供给系统的组成

柴油发动机燃料供给系统主要由燃油箱、柴油滤清器、输油泵、喷油泵、喷油器、空气滤清器、进气管、排气管、排气消声器等组成,如图 1-35 所示。柴油发动机燃料供给系统定时向气缸内喷入一定数量和压力的柴油,以调节发动机输出的功率和转速,最后将燃烧后的废气排出气缸。



1—曲轴正时齿轮；2—喷油泵正时齿轮；3—喷油泵油量调节拉杆；4—喷油泵；
5—机油加注口；6—高压油管；7—喷油器；8—气门弹簧；9—气门室罩；
10—气缸盖；11—气缸体；12—起动机；13—飞轮；14—油底壳。

图 1-35 柴油机燃油供给系统的组成

2) 冷却系统

水冷发动机的冷却系统通常由散热器、水泵、风扇、水箱、冷却水套、节温器等组成。冷却系统利用冷却水冷却高温零件,并通过散热器将热量散发到大气中去,从而保证发动机在最适宜的温度范围内工作,如图 1-36 所示。

3) 润滑系统

润滑系统通常由润滑油道、机油泵、机油滤清器、油底壳和一些液压控制阀等组成,如图 1-37 所示。润滑系统将润滑油分送至各个摩擦零件的摩擦面,以减小摩擦力,减缓机件磨损,并清洗、冷却摩擦表面,从而延长发动机的使用寿命。

4) 点火系统

点火系统通常由电源、电子控制单元(ECU)、点火线圈和火花塞等组成,如图 1-38 所示。其作用是在压缩冲程接近结束时按计算机计算好的某一时刻通过火花塞向气缸内提供电火花,以点燃气缸内的可燃混合气。

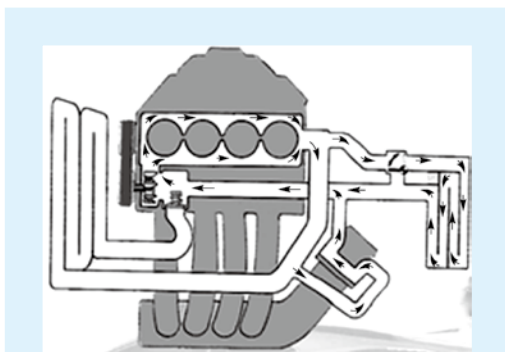


图 1-36 冷却系统

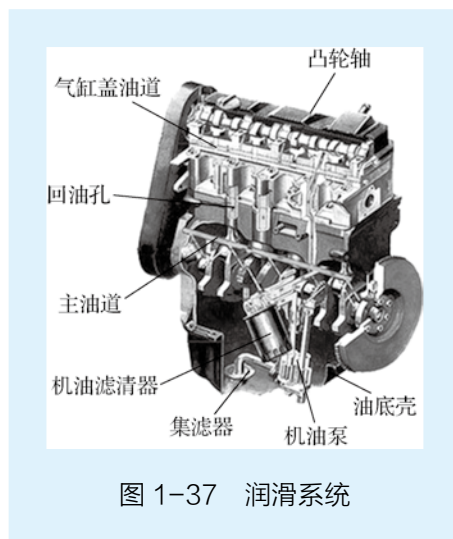


图 1-37 润滑系统

5) 起动系统

起动系统主要由蓄电池、点火开关、起动机等组成，如图 1-39 所示。起动机带动飞轮旋转以获得必要的动能和起动转速，使静止的发动机进入自行运转状态。



图 1-38 点火系统的组成

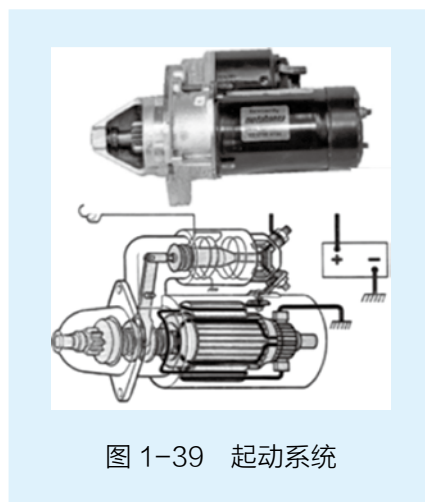


图 1-39 起动系统

五、发动机的基本术语

发动机的基本术语如图 1-40 所示。

1. 发动机工作容积

发动机工作容积是指各气缸工作容积的总和，也称发动机排量，用 V_h 表示。

$$V_L = V_h \cdot i \text{ (L)}; V_h = \frac{\pi D^2}{4} S \times 10^{-6}$$

式中， D 为气缸直径，mm； S 为活塞行程，mm； i 为气缸数。

2. 压缩比

气缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比，用 ε 表示。

$$\varepsilon = V_a / V_c = (V_h + V_c) / V_c = 1 + V_h / V_c$$