

汽车发动机构造与维修



前 言

汽车行业就业机会多，发展前景好，因而受到了社会各界的广泛关注。但随着中国汽车工业的迅速发展以及与汽车相关的技术的不断进步，对汽车行业从业人员的素质要求也越来越高。因此，教育部将汽车运用与维修专业人员列为当前四大技能型紧缺人才之一，并启动了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。

“汽车发动机构造与维修”主要培养学生熟练掌握汽车发动机机械构造的主要操作技能和故障检测、诊断、分析和解决的能力。这些都是汽车维修岗位最为重要和基本的能力，因此“汽车发动机构造与维修”在汽车运用与维修专业中处于非常重要的地位，应当作为汽车类专业的核心课程和必修课程来进行教学。

本书共分七个部分，内容涵盖了发动机整体构造及结构认识、曲柄连杆机构的构造与维修、配气机构的构造与维修、汽油机燃料供给系统的构造与维修、冷却系统的构造与维修、润滑系统的构造与维修和发动机的装配与调试等。

教材内容紧密结合生产实际，融“教、学、做”为一体，力求体现能力本位的现代教育思想和理念，突出中职教育中实践技能训练和动手能力培养的特色，注重实用性、先进性、通用性和典型性，是适合中职院校师生使用的理论和实践一体化的教材。

本书由广州合赢教学设备有限公司组织编写；由惠州商贸旅游高级职业技术学校的程树青主编；同时还邀请了汽车专业里的多名优秀教师一起参与编写工作，在此一并向参与本书编写工作的相关人员表示感谢。

限于编者的水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者不吝赐教！

编 者

目 录

项目一 发动机整体构造及结构认识

- 学习任务一 发动机舱观察
- 学习任务二 发动机解剖模型的观察认知
- 学习任务三 气门室罩分总成的拆装

项目二 曲柄连杆机构的构造与维修

- 学习任务一 汽缸盖总成的拆装
- 学习任务二 机体组的分解
- 学习任务三 汽缸体平面度测量
- 学习任务四 汽缸的测量
- 学习任务五 活塞连杆组的整体拆装
- 学习任务六 活塞的检测
- 学习任务七 活塞环的拆装
- 学习任务八 活塞环的检测
- 学习任务九 连杆的拆装
- 学习任务十 曲轴飞轮组的认识及拆装

项目三 配气机构的构造与维修

- 学习任务一 配气机构的拆装
- 学习任务二 气门组的拆装
- 学习任务三 气门密封性检查
- 学习任务四 气门传动机构的拆装
- 学习任务五 配气相位的认知

项目四 汽油机燃料供给系统的构造与维修

- 学习任务一 燃料供给系统的认知
- 学习任务二 燃油滤清器的检查与更换



项目五 冷却系统的构造与维修

学习任务一 冷却系统认识及元件识别

学习任务二 冷却系统元件的检修

项目六 润滑系统的构造与维修

学习任务一 润滑系统认识及元件识别

学习任务二 润滑系统主要元件的检测及故障分析

项目七 发动机的装配与调试

学习任务一 发动机总成的吊装

学习任务二 发动机的大修与检验



项目一 发动机整体构造及结构认识

学习目标

能力目标

- (1) 能掌握发动机舱体的正确开启和关闭的方式。
- (2) 能针对不同车型的发动机舱特点，熟练叙述发动机舱中主要元件名称及其功能。
- (3) 能基本识别发动机两大机构和五大系统的位置。
- (4) 能基本认识与发动机维护相关的常用工具。
- (5) 能正确区分不同类型的发动机。

知识目标

- (1) 理解发动机的整体结构。
- (2) 理解汽油机、柴油机的基本工作原理。
- (3) 理解发动机各组成部分的功能。
- (4) 了解发动机的主要技术参数和各参数的含义。

学习任务一 发动机舱观察

任务目标

- (1) 能正确操作发动机舱的开启和关闭。
- (2) 能准确叙述发动机舱中主要元件的位置及其基本功能。

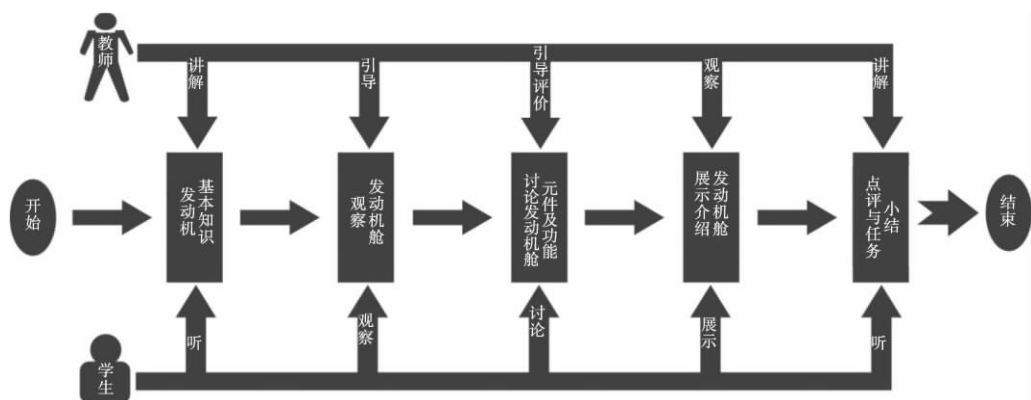


- (3) 能准确找到车辆识别代号的位置，并能识别其基本信息。
- (4) 能准确叙述制动液、冷却水的液面检查的基本方法。

学习任务描述

一辆卡罗拉 1.6 L 轿车，行驶了 75000 km，发生过碰撞事故，发动机舱盖变形，需对发动机舱盖进行检查和更换。

任务实施流程图



一、资料收集

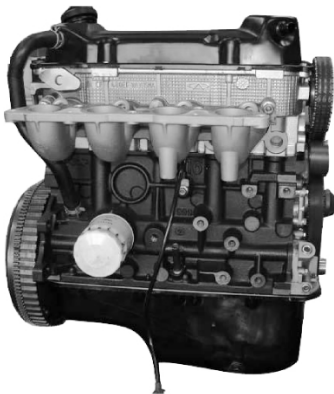
► 引导问题 1 发动机的功用是什么？

发动机是汽车的动力源，是将其他形式的能量转变为机械能的机器。迄今为止，除为数不多的电动汽车外，汽车发动机都是热能动力装置（简称热机）。热机的作用是把输入汽缸内的燃料燃烧产生的热能转变为机械能并输出机械动力。现代汽车发动机中应用最广泛、数量最多的是水冷式四冲程往复式内燃机，其具有结构紧凑、体积小、质量轻和容易起动等许多优点。因此，内燃机尤其是活塞式内燃机被极其广泛地用作汽车动力装置。

一般来说，多数型号汽车的发动机通常安装在发动机舱中（俗称车头箱），如图 1.1（a）所示，它们的外形如图 1.1（b）所示。



(a)



(b)

图 1.1 汽车发动机位置及外形

► 引导问题 2 发动机如何进行分类？

发动机的分类方法很多，按照不同的分类方法可以把发动机分成不同的类型（见表 1.1）。

表 1.1 发动机（内燃机）的分类

类 别		特点及应用场合
按使用燃料分类	汽油发动机	点燃式，优点是易起动，质量小，噪声低；缺点是动力储备较小，排气污染较重，经济性较差；适用于中、小型车辆
	柴油发动机	压燃式，优点是动力性好，经济性好，排气污染较轻；缺点是质量大，噪声大，维修复杂；适用于中型及以上载重车
	其他燃料发动机	燃料经济性好，排气污染小；适用于轿车和城市客车
按照工作行程分类	二冲程发动机	在一个循环工作过程中，活塞往复两个行程并对外做功一次的发动机；其结构简单，经济性差，排气污染较重；适用于轻便摩托车
	四冲程发动机	在一个循环工作过程中，活塞往复四个行程并对外做功一次的发动机；其动力性好，经济性好，排气污染较轻；广泛用于各种车辆
按照冷却方式分类	水冷发动机	利用在汽缸体和汽缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却的发动机；水冷发动机冷却均匀，工作可靠，冷却效果好；广泛地应用于现代汽车上
	风冷发动机	利用流动于汽缸体与汽缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却的发动机
按照汽缸数目分类	单缸发动机	仅有一个汽缸的发动机称为单缸发动机
	多缸发动机	有两个及以上汽缸的发动机称为多缸发动机，如双缸、三缸、四缸、五缸、六缸、八缸、十二缸等都是多缸发动机；现代汽车多采用四缸、六缸、八缸发动机



续表1. 1

类 别		特点及应用场合
按照汽缸排列方式分类	直列式发动机	各个汽缸排成一列，一般是垂直布置，但为了降低发动机的高度，有时也把汽缸布置成倾斜的（倾斜式）甚至水平的（对置式）；这种发动机汽缸体结构简单，易加工，但长度和高度较大
	V 型发动机	V 型发动机将汽缸排成两列，汽缸夹角小于 180° ；其特点是缩短了发动机的长度，降低了发动机的高度，增加了汽缸体的刚度，质量有所减轻，但宽度增加，形状复杂，加工困难
	W 型发动机	W 型发动机是在 V 型发动机的基础上将两侧的汽缸进行小角度地错开而形成的；这种发动机缩短了长度，降低了高度，曲轴也可更短些，质量也可轻些，但宽度却更大了，同时由于发动机由一个整体分为两部分，在运动时振动很大

►引导问题 3 发动机的基本术语有哪些？

发动机的基本术语如图 1. 2、1. 3 所示。

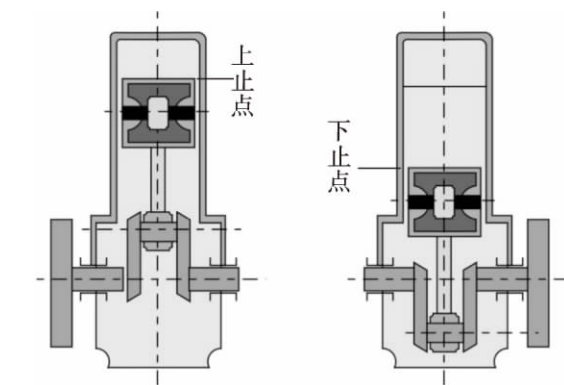


图 1. 2 上、下止点示意图

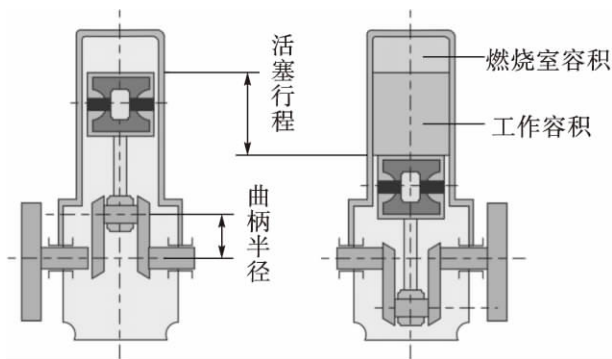


图 1. 3 发动机相关术语示意图

(1) 工作循环。活塞式内燃机的工作循环是由进气、压缩、做功和排气等四个工作过程组成的封闭过程。每次经过这四个工作过程，发动机就将燃料燃烧产生的热能转变



为机械能，整个工作过程称为发动机的一个工作循环。

(2) 上、下止点 (如图 1.2 所示)。活塞顶离曲轴回转中心最远处为上止点, 即活塞最高位置 (Top Dead Center, 简称 TDC); 活塞顶离曲轴回转中心最近处为下止点, 即活塞最低位置 (Lower Dead Center, 简称 LDC)。在上、下止点处, 活塞的运动速度为零。

(3) 活塞行程。上、下止点间的距离 $\textcircled{④}S\textcircled{⑤}$ 称为活塞行程。一个活塞行程, 曲轴旋转 180° 。

(4) 曲轴半径。曲轴半径为曲柄销中心到曲轴回转中心的距离。曲轴每回转一周, 活塞移动两个活塞行程。对于汽缸中心线通过曲轴回转中心的内燃机, 其 $\textcircled{④}S=2R\textcircled{⑤}$ 。

(5) 汽缸工作容积 ($\textcircled{④}V_h\textcircled{⑤}$)。上、下止点间所包容的汽缸容积称为汽缸工作容积, 一般用 $\textcircled{④}V_h\textcircled{⑤}$ 表示, 单位为 L。

$$V_h = \frac{\pi D^2 S}{4 \times 10^6} (\textcircled{⑤}L\textcircled{④})$$

式中: $\textcircled{④}D\textcircled{⑤}$ ——汽缸直径 (mm);

$\textcircled{④}S\textcircled{⑤}$ ——活塞行程 (mm)。

(6) 燃烧室容积 ($\textcircled{④}V_c\textcircled{⑤}$)。活塞位于上止点时, 活塞顶面以上、汽缸盖底面以下所形成的空间称为燃烧室, 其容积称为燃烧室容积, 也叫压缩容积。

(7) 汽缸总容积 ($\textcircled{④}V_a\textcircled{⑤}$)。活塞在下止点时, 活塞上方的容积称为汽缸总容积。显然, 汽缸工作容积与燃烧室容积之和为汽缸总容积。

$$V_a = V_c + V_h$$

(8) 压缩比 ($\textcircled{④}\epsilon\textcircled{⑤}$)。汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。压缩比的大小表示活塞由下止点运动到上止点时, 汽缸内的气体被压缩的程度。压缩比越大, 压缩终了时汽缸内的气体压力和温度就越高。

$$\text{压缩比} = \frac{\text{总容积}}{\text{燃烧室容积}} = \frac{\text{燃烧室容积} + \text{工作容积}}{\text{燃烧室容积}} = 1 + \frac{\text{工作容积}}{\text{燃烧室容积}}$$

通常, 汽油机的压缩比为 6~10, 柴油机的压缩比为 16~22。

(9) 发动机排量 ($\textcircled{④}V_l\textcircled{⑤}$)。内燃机所有汽缸的工作容积的总和称为发动机排量。

$$V_l = V_h \cdot i$$

式中: $\textcircled{④}i\textcircled{⑤}$ ——汽缸数目。

(10) 工况。发动机在某一时刻的运行状况简称工况, 以该时刻发动机输出的有效功率和曲轴转速表示。曲轴转速即为发动机转速。

二、实施作业

► 引导问题 4 发动机舱盖如何开启?

发动机舱盖机构一般包括发动机舱盖、支撑器、发动机舱盖锁、拉线及操纵手柄。打开发动机舱盖主要有三个重要步骤: 发动机舱盖锁的开启、发动机舱盖锁钩的脱出及发动机舱盖的支撑。



(1) 发动机舱盖锁的开启。

发动机舱盖锁受与拉线远端相连的操纵手柄控制，一般找到操纵手柄就可以打开。大多数车辆的发动机舱盖锁操纵手柄位于车舱内仪表台左下方，且有特定的标识（如图 1.4 所示）。需要注意的是，这些操纵手柄的外形会有所区别，但基本都是通过外拉的方式开启。拉动拉杆，会听到车外有一种锁被打开的声音，同时观察发动机罩轻微弹起，此时发动机舱盖锁开启。



图 1.4 发动机舱盖开启拉杆

(2) 发动机舱盖锁钩的脱出。

为了防止驾驶员在车辆行驶时误操作发动机罩开启按钮，造成发动机罩弹起，在发动机罩前方，通常安装有发动机舱盖锁钩（如图 1.5 所示）。车辆的发动机舱盖锁钩的脱出方式多种多样，一般扳动锁钩开启扳手即可使发动机舱盖锁钩脱出。

(3) 发动机舱盖的支撑。

发动机罩固定支撑杆主要用来维持发动机罩敞开的状态。打开发动机舱盖后，应找到正确的支撑位置，将发动机舱盖支撑好（如图 1.6 所示）。



图 1.5 发动机舱盖锁钩及开启扳手

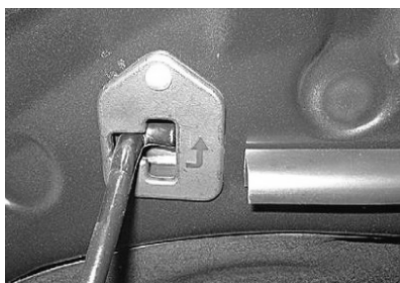


图 1.6 发动机舱盖的支撑

► 引导问题 5 发动机舱中有哪些主要的元件？观察其位置并叙述其功能。

发动机舱中一般有发动机、空气滤清器、蓄电池、发动机进排气系统、补偿水箱、制动真空助力泵、制动液存储罐、车窗玻璃清洗液储液罐、保险丝盒等主要元件。发动机舱内部元件位置示意图如图 1.7 所示。

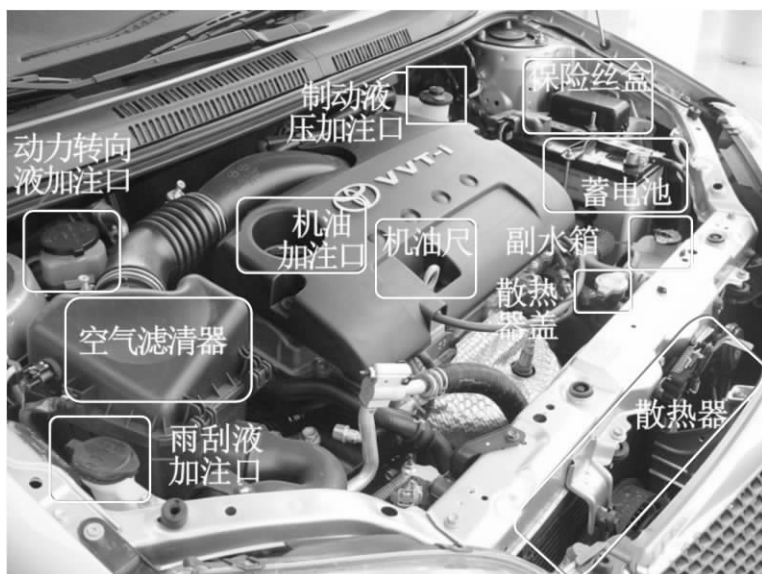


图 1.7 发动机舱内部布置示意图

发动机整体的一般检查分为静态检查和动态检查两个方面。

静态检查是指车辆停止运行时的发动机检查，主要检查发动机表面的油污程度，固定支架的修复痕迹等。

动态检查一般在停车状态下，使发动机处于怠速运行状态，仔细听发动机无负荷下的工作声音。正常状态下的发动机应发出平顺而稳健的轰鸣声，没有任何杂音。同时，可用手指轻轻触碰发动机表面，感觉发动机工作时的震动。若发动机明显有强烈的抖动，说明发动机出现运行不良状态，有可能是断缸（三个缸或多个缸中有一个或几个缸不工作）造成的，也有可能是其他问题。

（1）机油加注口。机油加注口是添加发动机润滑油（机油）的位置，若机油加注口的周围有渗油的现象，可能是两种原因导致的：一是机油加注口的盖上面的密封圈密封不严；二是加注机油时有机油洒在机油加注口周围。

（2）蓄电池。蓄电池是电池的一种，它的作用是把有限的电能储存起来，在合适的地方使用。目前，家用乘用车普遍使用 12 V 蓄电池。

（3）冷却液补偿水箱。冷却液补偿水箱又称副水箱（如图 1.8 所示），主要作用是补充冷却液。当发动机温度高时液体膨胀，那么一部分防冻液通过水箱盖流入副水箱；当温度下降时冷却系统压力为负值，系统通过水箱盖把副水箱里的防冻液吸入冷却系统。副水箱上面有两条刻度线，一条 MIN，一条 MAX，标示液位的高低，以便能直观地观察冷却液的液注情况，该液位不能高过上线，也不能低于下线。静态检查时一定要注意液面高度。

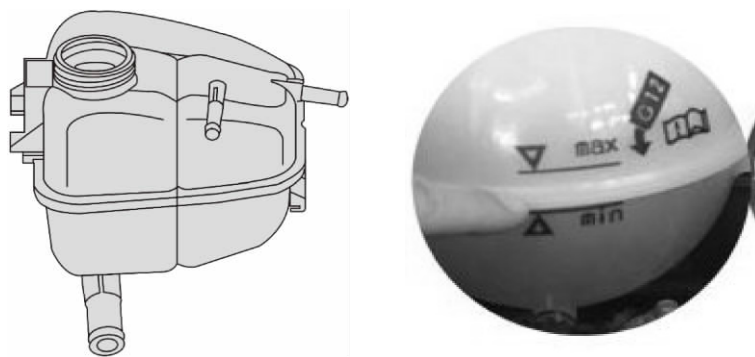


图 1.8 补偿水箱

(4) 玻璃清洗液储液罐。玻璃清洗液储液罐（玻璃清洗液储液罐盖如图 1.9 所示）用于存储车窗玻璃清洗液体（俗称玻璃水）。优质的汽车挡风玻璃水主要由水、酒精、乙二醇、缓蚀剂及多种表面活性剂组成。若长期使用由洗洁精、洗涤剂、洗衣粉等兑水的玻璃水，会造成橡胶管腐蚀，堵塞喷水口，加速催化雨刮器胶条的硬化，进而加速挡风玻璃表面被刮毛、刮花。因此，建议使用专用玻璃水。



图 1.9 玻璃清洗液储液罐盖

(5) 制动液存储罐。制动液存储罐用于存储制动液，它一般位于正对刹车的地方。制动液是汽车液压制动系统中传递制动压力的液态介质，对汽车制动液的性能要求是粘温性好，凝固点低，低温流动性好；沸点高，高温下不产生气阻；使用过程中品质变化小，并不引起金属件和橡胶件的腐蚀和变质。制动液偏少或制动液陈旧容易导致制动系统在紧急制动时失效。一般情况下，制动液的更换周期为 2 年。

制动液存储罐上面有两条刻度线，一条 MIN，一条 MAX，标示液位的高低，以便能直观地观察制动液的液位情况，该液位不能高过上线，也不能低于下线。

三、评价与反馈

对本学习任务进行评价（见表 1.2）。



表 1.2 评分表

考核项目	评分标准	分数	学生自评	小组互评	教师评价	小计
团队合作	是否协调	5				
活动参与	是否积极主动	5				
安全生产	有无安全隐患	10				
现场 5S 管理	是否做到	10				
任务方案	是否正确、合理	15				
操作过程	开启发动一机舱盖， 发动机舱元件认知	30				
任务完成情况	是否圆满完成	5				
工具和设备使用	是否规范、标准	10				
劳动纪律	是否能严格遵守	5				
工单填写	是否完整、规范	5				
总分		100				
教师签字：_____年 月 日					得分	

四、学习拓展

（一）车辆识别代号

车辆识别代号（Vehicle Identification Number，简称 VIN）也叫车辆识别码或车架号。它由 17 位字符组成，所以又称 17 位码，包含了车辆的生产厂家、年代、车型、车身型号及代码、发动机代码及组装地点等信息。车辆识别代码经过排列组合，可以使同一车型的车在 30 年之内不会发生重号现象，具有对车辆的唯一识别性，因此可称为汽车身份证号。

我国已于 1996 年底颁布了相关标准，并于 1997 年开始实行，1999 年 1 月 1 日以后被初次登记的车辆必须拥有车辆识别代码。

1. VIN 可能所在的位置

VIN 应位于不移动车辆的任何零件就易于读出的位置（如图 1.10 所示），常见的部位如下。



图 1.10 VIN 码示意图

- (1) 仪表板左侧、挡风玻璃下面。
- (2) 前挡风下仪表与前挡风左下角交界处。
- (3) 驾驶员左腿前方。
- (4) 门铰链柱、门锁柱或与门锁柱接合的门边之一的柱子上，接近于驾驶员座位的地方。
- (5) 发动机室内的各种铭牌上。
- (6) 机动车行驶证上，新的行驶证在“车架号”一栏一般都打印 VIN 码。

2. VIN 的组成

VIN 包括三个部分，分别是世界制造厂识别代号（WMI）、车辆特征代号（VDS）和车辆指示代号（VIS）。

(1) 世界制造厂识别代号（WMI）为 1~3 位，是由制造厂以外的组织预先指定的，用来代表生产国、厂家和车辆类型。其中第 1 位为生产国代码，如 1 为美国、J 为日本、W 为德国、L 为中国；第 2 位为汽车制造商代码，如 B 为 BMW、D 为 Mercedes、G 为 General（包括所有属于通用汽车的品牌，如 Buick、Cadillac、Chevrolet 等）；第 3 位为汽车类型代码，该位不同的厂商有不同的解释，如 WBS 为德国宝马、LFV 为中国一汽大众等。

(2) 车辆特征代号（VDS）为 4~8 位，表示车辆的一般特征，其代码及顺序由制造厂决定。

(3) 车辆指示代号（VIS）为 9~17 位，其中第 9 位为校验位，按标准加权计算（参见《世界汽车识别代号（VIN）资料手册》）；第 10 位为车型年款，如 B 为 1981、C 为 1982、1 为 2001、4 为 2004；第 11 位为装配厂代号；第 12~17 位为车辆生产序号。

3. VIN 示例

中国一汽大众汽车有限公司生产的捷达汽车上的 VIN 码参见表 1.3。

表 1.3 捷达汽车上的 VIN 码

L	F	V	B	A	1	1	G	9	4	3	1	3	3	4	2	5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17



第1位：生产地理地区代码，由ISO统一分配，亚洲地区代码为“J~R”，中国定为“L”。

第2位：生产国家代码，由ISO统一分配，中国的代码为“0~9”和“A~z”，一汽大众汽车有限公司使用“F”。

第3位：生产厂被批准备案的车型类别代码，“V”。

第4位：厂定最大总质量分级代码，“B”。

第5位：车型种类（按驱动车轮和转向盘位置不同）代码，“A”。

第6位：装配类型代码，“1”指装配线上装配。

第7位：车身类型代码，“1”。

第8位：发动机类型代码，“G”表示汽油机。

第9位：工厂检验代码，“9”。

第10位：车辆年度型（年款）代码，“4”指2004年。

第11位：装配工厂代码，“3”。

第12~17位：出厂顺序号代码。第12位为日历年的末位数字，如2001年第12位为1，2006年第12位为6，以此类推；第13~17位按照每个日历年的生产顺序从00001~99999顺序编排（顺序号根据不同装配线和非装配线装配车辆分别编号，可由所在装配车间控制）。

（二）发动机识别代号

通常，汽车在出厂的时候，发动机都带有自身的铭牌，从铭牌上一般可以看出汽车生产厂家的名称或品牌图案、生产日期、汽车型号、主要参数等内容，汽车修理工和其他从业人员有时可以通过查看发动机铭牌，确认某些参数。

发动机编号或铭牌一般位于发动机机体上（如图1.11所示），为了方便内燃机的生产管理和使用，国家标准（GB725—82）《内燃机产品名称和型号编制规则》中对内燃机的名称和型号进行了统一规定。

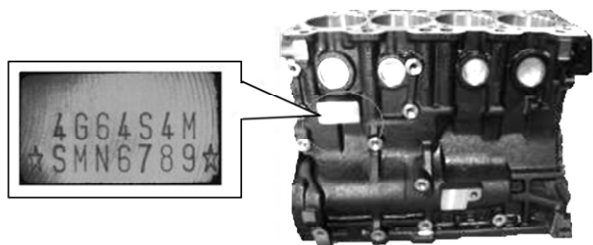


图 1.11 发动机编号位置

（1）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。

（2）内燃机型号由阿拉伯数字和汉语拼音字母组成。

（3）内燃机型号由以下四部分组成：

①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。

②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。

③后部。结构特征和用途特征符号，以字母表示。

④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。

例如，某发动机铭牌标识为 XG491Q—ME，其含义如图 1.12 所示。

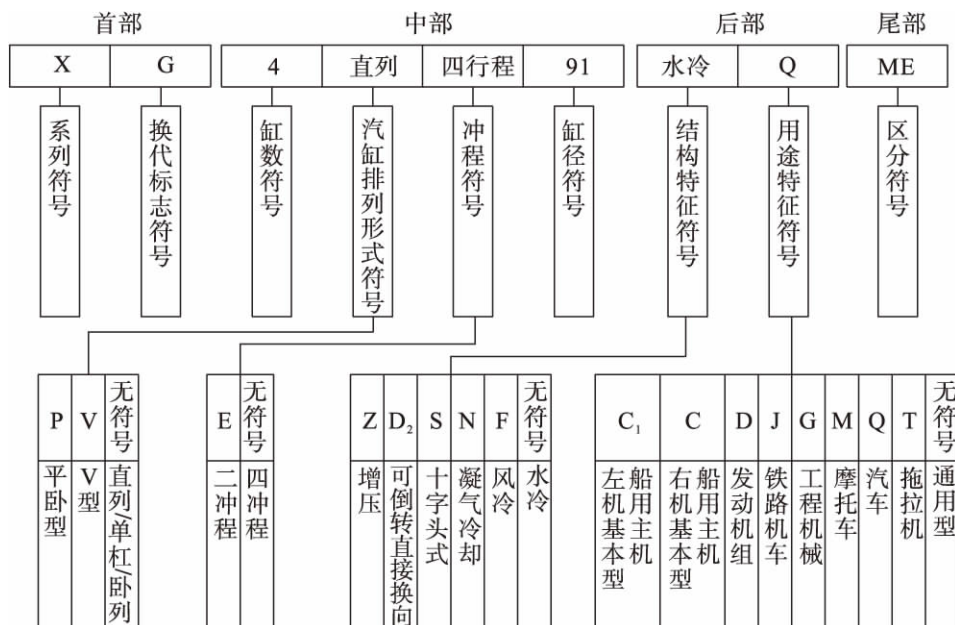


图 1.12 发动机编号组成示例

(三) 发动机的维护内容

1. 日常维护

日常维护是汽车发动机例行的维护作业，可由驾驶员在驾驶前、驾驶中及驾驶后进行。

(1) 驾驶前维护作业。

①检查冷却水量（通过补偿水箱检查）、机油量（通过机油尺观察）、燃油量（通过仪表盘油量指示器观察），必要时进行添加。

②检查发动机有无漏水、漏油和漏电现象。

③起动发动机预热后，再起步。

(2) 行驶途中维护作业。

①观察各仪表的工作是否正常，各报警灯是否点亮，若有异常，应立即靠边停车检查。

②检查发动机有无异响或异味，严重时应停车排除。



(3) 驾驶后的维护作业。

①清洁发动机外表。

②寒冬季节当冷却系统未加防冻液时，应放尽散热器和水套中的冷却水。

2. 发动机一级维护内容

汽车发动机一级维护周期一般以汽车行驶里程达 5000 km 为基准。其作业内容以紧固、润滑为主。

(1) 清洁发动机曲轴箱通风装置及空气滤清器，并用不大于 0.5 MPa 的压缩空气由里向外吹净尘埃物质。

(2) 更换机油及机油滤清器，并检查机油液面，其高度应符合规定。

(3) 检查散热器，调整水泵、风扇皮带的松紧度状态。

(4) 检查并紧固进、排气管螺栓，检查燃油分配总管等部件的状态。

学习任务二 发动机解剖模型的观察认知

任务目标

(1) 能正确识别发动机两大机构、五大系统的位置。

(2) 能准确叙述发动机系统的工作原理。

学习任务描述

一辆丰田威驰轿车，行驶了 86000 km，车主反映行驶途中水温过高，其后突然出现异响，要求检查发动机是否出现了拉缸的严重事故。

任务实施流程图

