

汽车发动机拆装与检修

主编：林清 黄桑



四川大学出版社



责任编辑:梁 平
责任校对:陈 怡
封面设计:原谋设计工作室
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机拆装与检修 / 林清, 黄桑主编. —成都:
四川大学出版社, 2014. 12
ISBN 978-7-5614-8232-2

I. ①汽… II. ①林… ②黄… III. ①汽车—发动机—
—装配(机械)—中等专业学校—教材②汽车—发动机—
检修—中等专业学校—教材 IV. ①U464.06②U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 290132 号

书名 汽车发动机拆装与检修

主 编	林 清 黄 桑
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5614-8232-2
印 刷	绵阳永安印制有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	14.5
字 数	350 千字
版 次	2014 年 12 月第 1 版
印 次	2014 年 12 月第 1 次印刷
定 价	27.00 元

版权所有◆侵权必究

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。

电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

前 言

随着我国汽车工业的迅速发展以及汽车技术的不断进步，汽车行业从业人员的素质也越来越高。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。

汽车发动机拆装与检修需要培养学生熟练掌握汽车发动机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，汽车发动机拆装与检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。

本书共分为7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。

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教材。

本书由广州合赢教学设备有限公司组织编写，由广东湛江高级技工学校林清老师、黄桑老师共同主编；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，在此一并向相关作者、编者表示感谢。

限于编者的水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请读者们不吝赐教！

编 者

目 录

任务一 吊装发动机总成、分解各部件	(1)
学习活动一 发动机基本信息收集与介绍	(1)
学习活动二 发动机总体构造认知	(15)
学习活动三 发动机工作原理认知	(25)
学习活动四 工具使用及吊装发动机总成项目训练	(32)
学习活动五 发动机各部件分解拆装	(44)
任务二 冷却系统机件引起发动机水温高的拆检	(67)
学习活动一 发动机冷却系统结构的认知	(67)
学习活动二 水泵和节温器的更换项目训练	(80)
任务三 汽缸压力低引起发动机不易启动的拆检	(93)
学习活动一 曲柄机组的认知和检测	(93)
学习活动二 活塞连杆组拆装检测	(105)
学习活动三 曲轴飞轮组检测	(120)
学习活动四 配气机构拆装	(126)
学习活动五 量具认知及测量汽缸压力	(146)
任务四 润滑系统引起的机油故障灯亮的拆检	(155)
学习活动一 润滑系统的结构认识	(155)
学习活动二 润滑系统部件拆装与检修	(161)
任务五 燃料供给系统引起发动机不能启动的拆检	(171)
学习活动一 燃料供给系统的结构认知	(171)
学习活动二 燃料供给系统各部件拆装与检测	(181)
任务六 点火系统引起发动机不能启动故障的检修	(191)
学习活动一 点火系统的结构组成	(191)
学习活动二 点火系统各部件检修	(200)
任务七 发动机故障码的读取与清除	(211)
学习活动一 发动机故障码的读取方法	(211)
学习活动二 X431 电脑检测仪的使用	(217)
参考文献	(225)



任务一 吊装发动机总成、分解各部件

工作情境描述

客户的卡罗拉轿车在使用中不小心碰撞到油底壳，造成机油泄漏完；拖车回 4S 店要求做全面检查。经核实，该车辆既不到维护的时间，也不到维护的里程，根据车辆使用手册及维修手册要求，属于人为故障。目前该车辆须进厂吊装发动机总成并分解各机械部件，找出受损零部件，再进一步处理，以保证车辆的正常、安全使用。工作人员可指导客户了解吊装发动机总成维修项目的具体事宜。

学习活动一 发动机基本信息收集与介绍

学习目标

1. 能查阅用户手册，收集汽车发动机基本信息。
2. 能对车辆发动机各部分进行认识。
3. 能正确使用常用工具与用品。
4. 能通过发动机基本信息收集与介绍，为吊装发动机总成的维修工作作业做好准备。

建议学时

12 学时。

在教师的指导下，收集汽车发动机相关的知识，识别不同类型的发动机。



工作准备

1. 汽车常用维修工具。
2. 各型号发动机。
3. 举升机。
4. 物料。
5. 车辆防护用品。
6. 实操车间、课室。



工作流程与活动

1. 识读汽车吊装发动机总成的维修项目派工单。
2. 查阅资料，收集相关信息。
3. 完成工作页的准备内容，实现对车辆发动机的总体认识。
4. 制定课题项目单，利用课件或解剖发动机演示工作原理。
5. 制定作业流程。
6. 按认识能力由教师进行示范，示范过程注重学生反应，激发学生学习积极性。
7. 小组互评，教师点评，现场清理。

相关知识

一、发动机的功用

发动机的功用是将燃料在燃烧室中燃烧产生的热能转变为驱动功率的机械能。其原理是液体或气体的化学能通过_____后转化为热能，再把热能通过膨胀转化为_____并对外输出动力，使汽车行驶。发动机机舱和发动机见图 1-1。



图 1-1 丰田卡罗拉发动机舱和发动机

确认：发动机是将燃料转换成热能和机械能的装置。

发动机的类型：现代汽车所用的发动机，除个别是_____式发动机外，大多数是往复_____式内燃机。其分类如下：按完成一个工作循环活塞的往复次数不同，分为_____和_____。四行程发动机：曲轴旋转_____圈，活塞在汽缸内上下往复运动_____个行程，完成一个工作循环。两行程发动机：曲轴转_____圈，活塞在汽缸内上下往复运动_____个行程，完成一个工作循环。如图 1-2 所示。

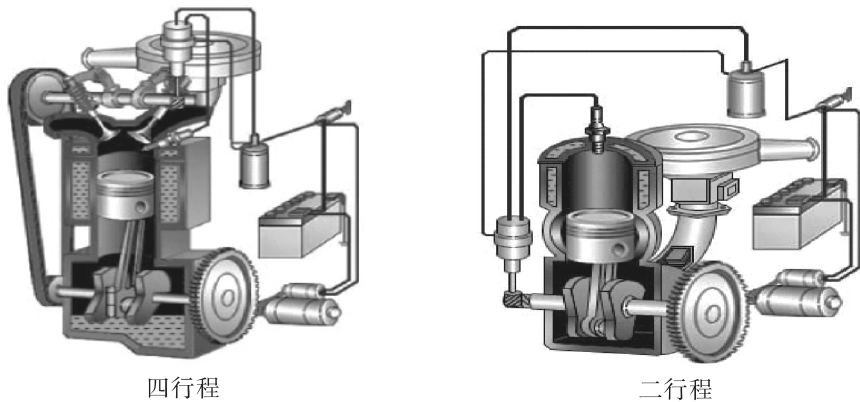


图 1-2 发动机冲程分类

相关链接：

720°的工作循环：发动机的每一个工作循环要求曲轴转_____，即 720°（360°×2 = 720°）。汽缸数越多，做功冲程出现的时间间隔越短。连续做功的两个汽缸之间间隔角度为：_____ ÷ 汽缸数。

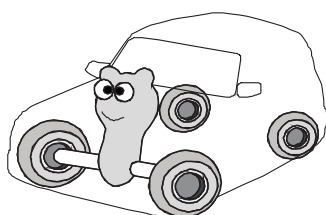
注意：车用发动机绝大多数都是四行程发动机。

二、发动机的安装位置及传动形式

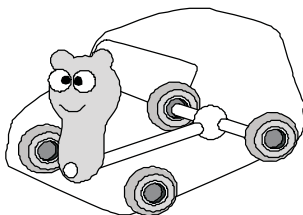
图 1-3 所示为常见轿车发动机的安装位置。发动机在车上有多种布置及传动形式，如图 1-4 所示。常见的轿车以发动机前置后轮驱动（FR）、前置前轮驱动（FF）和后置后轮驱动（RR）为主。



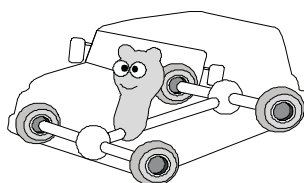
图 1-3 发动机的安装位置



FF 型——前置前驱
整车重量轻
驾驶室空间大
行李箱空间大
直线行驶稳定性好
前轮负荷较大



FR 型——前置后驱
整车重量较大
驾驶室空间受到影响
行李箱空间受到影响
前后车轮负荷均匀
多被高档车采用

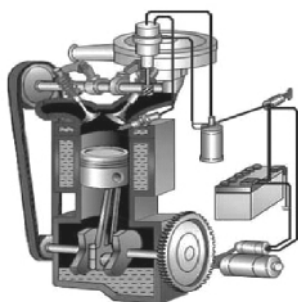


4WD 型——四轮驱动
较好的驱动性能
较好的通过性能
直线行驶性能极佳
结构比较复杂
整车重量较大

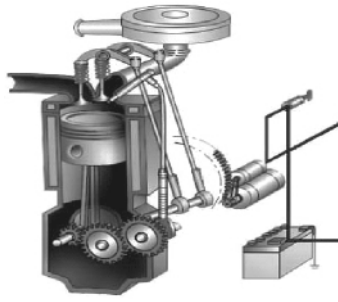
图 1-4 发动机的安装位置及传动形式

三、发动机的种类

(1) 按照所使用的燃料或动力源不同，可以分为_____发动机、_____发动机和其他燃料发动机。其中_____发动机和_____发动机最为常见，如图 1-5 所示。



汽油机

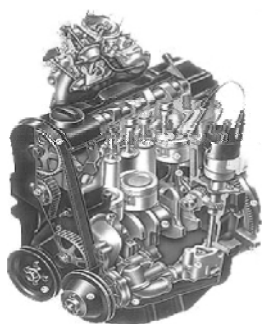


柴油机

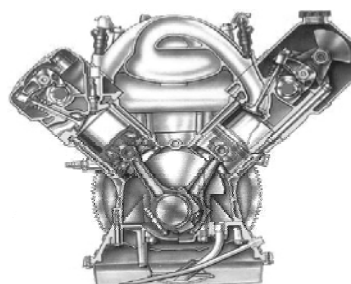
图 1-5 发动机的种类

讨论：汽油机与柴油机相比较，各有什么特点？

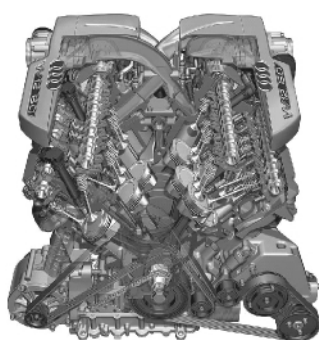
(2) 按照汽缸排列方式的不同，可以分为_____发动机、_____发动机、_____发动机和 W 型发动机 4 类，如图 1-6 所示。



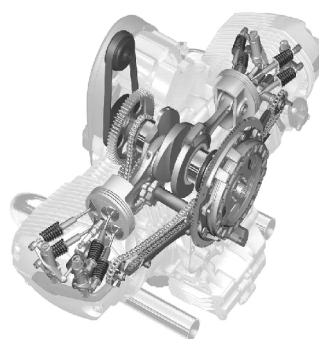
直列



V型



W型

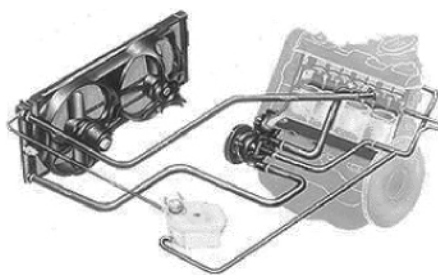


水平对置式

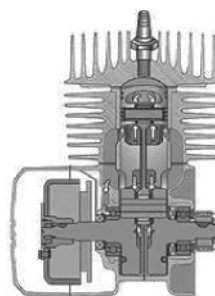
图 1-6 发动机的排列方式

操作：观察不同发动机的汽缸排列，并说明分属于哪种类型？

(3) 按照冷却方式的不同，可以分为_____和_____发动机，如图 1-7 所示。



水冷



风冷

图 1-7 发动机的冷却方式

讨论：为什么水冷发动机的冷却效果好于风冷发动机？

(4) 按照汽缸数的不同，可以分为单缸发动机和多缸发动机，最常见的是_____缸发动机，如图 1-8 所示。

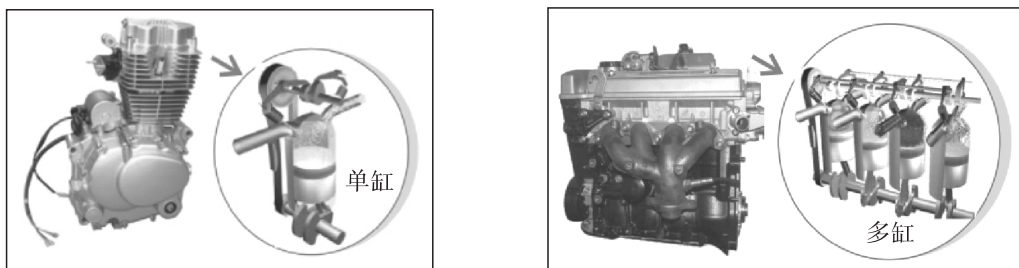


图 1-8 单缸和多缸发动机

(5) 按照进气系统是否采用增压方式, 可以分为自然吸气和_____进气发动机, 如图 1-9 所示。

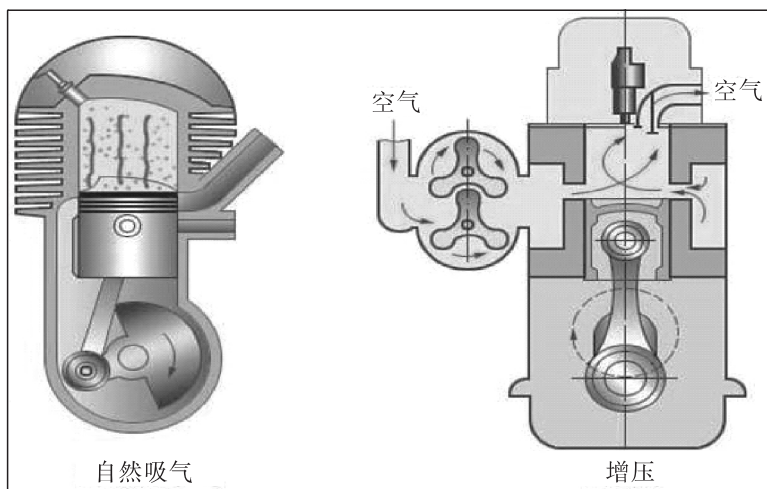


图 1-9 发动机的进气方式

操作: 观察自然吸气和增压发动机的区别。

学习拓展

采用涡轮增压的汽车有什么优点?

小词典

(1) 上止点: 活塞顶部在汽缸内的最高位置, 即_____距离曲轴回转中心最远处。

(2) 下止点: _____顶部在汽缸内的最低位置, 即活塞距离曲轴回转中心最近处。

(3) 活塞行程 S : 指汽缸上、下两止点间的距离, 单位为 mm 。

(4) 曲柄半径 R : 曲轴连杆轴颈中心至曲轴主轴颈中心的距离。由图 1-10 可知, 活塞移动一个行程, 曲轴转过半圈 (180°), 即 $S=2R$ 。

(5) 汽缸工作容积 V_h : 活塞从一个止点运动到另一个止点所扫过的容积。

(6) 发动机排量亦称发动机工作容积 V_L : 多缸发动机各汽缸工作容积的总和。一



般用 V_L 表示：

$$V_L = V_h i$$

式中： V_h ——汽缸工作容积；

i ——汽缸数目。

(7) 燃料室容积 V_c ：活塞在上止点时，活塞顶部以上的空间。

(8) 汽缸总容积 V_a ：活塞位于下止点时，其顶部与汽缸盖之间的容积。显而易见，汽缸总容积就是汽缸工作容积和燃烧室容积之和，即

$$V_a = V_c + V_h$$

式中： V_a ——汽缸总容积；

V_h ——汽缸工作容积；

V_c ——燃烧室容积。

(9) 压缩比是发动机中一个非常重要的概念，压缩比表示了气体的压缩程度，它是气体压缩前的容积与气体压缩后的容积之比值，即汽缸总容积与燃烧室容积之比称为压缩比。一般用 ϵ 表示。

通常汽油机的压缩比为 6~10，柴油机的压缩比较高，一般为 16~22。

发动机常用术语示意图见图 1-10。

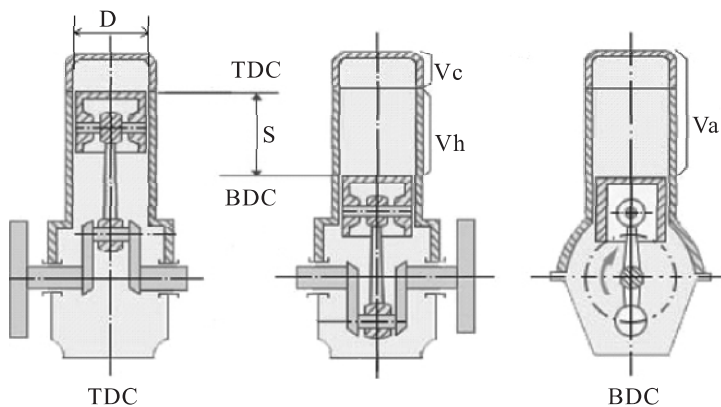


图 1-10 发动机常用术语示意图

(10) 空燃比是指混合气中空气的质量和混合气中燃料的质量的比值。理论上，空气与汽油两种材料完全燃烧时的比例应该为 14.7 : 1。

(11) 点火顺序。

汽车发动机大都是多缸发动机，常见的轿车发动机是 4 缸和 6 缸。发动机必须具有一个能够平衡曲轴运转的点火顺序。通常采用如下的点火顺序：

直列式 4 缸发动机：1-2-4-3 或 1-3-4-2。

直列式 5 缸发动机：1-2-4-5-3。

直列式 6 缸发动机：1-5-3-6-2-4 或 1-4-2-6-3-5。

(12) 发动机的性能指标。

性能指标用来衡量发动机性能好坏的标准。发动机的主要性能指标有动力性能指



标、经济性能指标和排放性能指标。

动力性能指标：曲轴对外做功能力的指标，包括有效转矩、有效功率和曲轴转速。

经济性能指标：通常用燃油消耗率来评价内燃机的经济性能。燃油消耗率是指单位有效功的燃油消耗量，也就是发动机每发出 1 kW 有效功率在 1 h 内所消耗的燃油质量，其单位为 $\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 。

排放性能指标：排放性能指标包括排放烟度、有害气体（CO、HC、NO_x）排放量、噪声等。

常识：

汽车排放标准：

汽车排放是指从废气中排出的 CO（一氧化碳）、HC+NO_x（碳氢化合物和氮氧化物）、PM（微粒、碳烟）等有害气体。

基本参数的解释：

【功率】：功率是指物体在单位时间内所做的功。功率越大，转速越高，汽车的最高速度也越高，常用最大功率来描述汽车的动力性能。最大功率一般用马力（PS）或千瓦（kW）来表示，1 马力等于 0.735 千瓦。

（1）升功率。

升功率表示单位汽缸工作容积的利用率，升功率越大表示单位汽缸工作容积所发出的功率越大。

（2）比功率。

比功率是衡量汽车动力性能的一个综合指标，具体是指汽车发动机最大功率与汽车总质量之比。一般来讲，对同类型汽车而言，比功率越大，汽车的动力性能越好。

【扭矩】：扭矩是使物体发生转动的力。发动机的扭矩就是指发动机从曲轴端输出的力矩。在功率固定的条件下，它与发动机转速成反比关系。转速越快，扭矩越小；反之越大。它反映了汽车在一定范围内的负载能力。

【最高车速（km/h）】：汽车在水平良好路面上能达到的最快行驶车速。

【加速时间】：汽车的加速性能，包括汽车的原地起步加速时间和超车加速时间。原地起步加速时间，指汽车从静止状态下，由第一挡起步，并以最大的加速强度（包括选择最恰当的换挡时机）逐步换至高挡后，到某一预定的距离或车速所需的时间。目前，常用 0~96 km 所需的时间（秒数）来评价。超车加速时间是指用最高挡或次高挡全力加速至某一高速所需要的时间。加速时间越短，汽车的加速性就越好，整车的动力性随即提高。

【平均燃料消耗量（L/100 km）】：汽车在道路上行驶时每百公里平均燃料消耗量。

常见问题：发动机在什么位置停止运动？

当点火系统关闭，火花塞停止点火时，发动机由于惯性会继续运转并逐渐停止。最大的阻力出现在压缩冲程中，通常发动机在某一汽缸处于压缩行程上止点前 $70^\circ \pm 10^\circ$ 停止转动，这可以解释为什么 4 缸发动机的启动齿圈总是在两个位置磨损严重。

学生分组实施施工

在教师的引导下将全班分为 3~6 个小组，各组选出一名组长，组长负责协调本组成员，合理分工。以小组为单位，查阅维修手册和使用手册，每位同学负责一部分内容，相互协作、相互提问、相互考核，最终完成任务。任务完成后组员间相互评价。

一、识别汽车发动机机舱的零部件

打开发动机舱，如图 1-11 所示，请说出零部件的名称和作用。

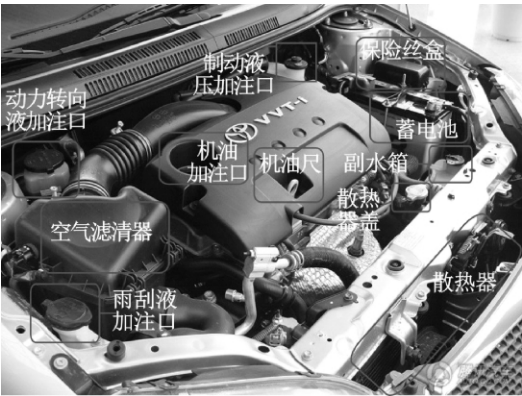


图 1-11 发动机机舱

二、认识车辆识别代号

阅读相关知识，请说明你实训用的车辆的 VIN 码的含义。

小词典

车辆识别代号（Vehicle Identification Number，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。它包含了车辆的生产厂家、年代、车型、车身形式及代码、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可以易于读出的位置，常见的部位如下：

- (1) 仪表板左侧、风挡玻璃下面。



- (2) 前风挡下仪表与前风挡左下角交界处。
- (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，它们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），如图 1-12 所示。



图 1-12 VIN 码示意图

(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—美国、J—日本、W—德国、L—中国等。第 2 位为汽车制造商代码，如 B—BMW、D—Mercedes、G—General（所有属于通用汽车的品牌：Buck、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—德国宝马、LFV—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—1981、C—1982、1—2001、4—2004 等；第 11 位为装配厂代号；第 12~17 位为车辆生产顺序号。

3. VIN 示例

表 1-1 是一汽大众汽车有限公司生产的捷达车上的 VIN 码。

表 1-1 捷达车上的 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。亚洲地区代码从 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：（按驱动车轮和转向盘位置不同）车型种类代码，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）。

三、认识发动机识别代码

请找出你实训车辆的发动机识别代码（如图 1－13 所示），根据下面的知识说明发动机型号信息。

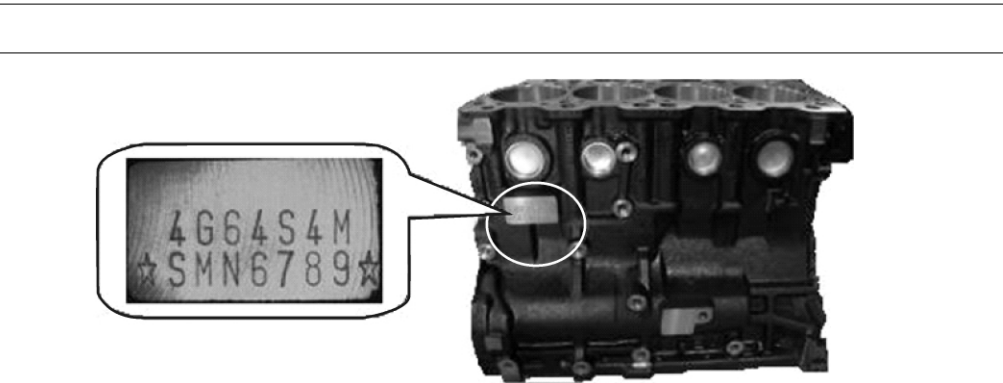


图 1－13 发动机编号位置

内燃机型号的排列顺序及符号所代表的意义如图 1－14 所示。

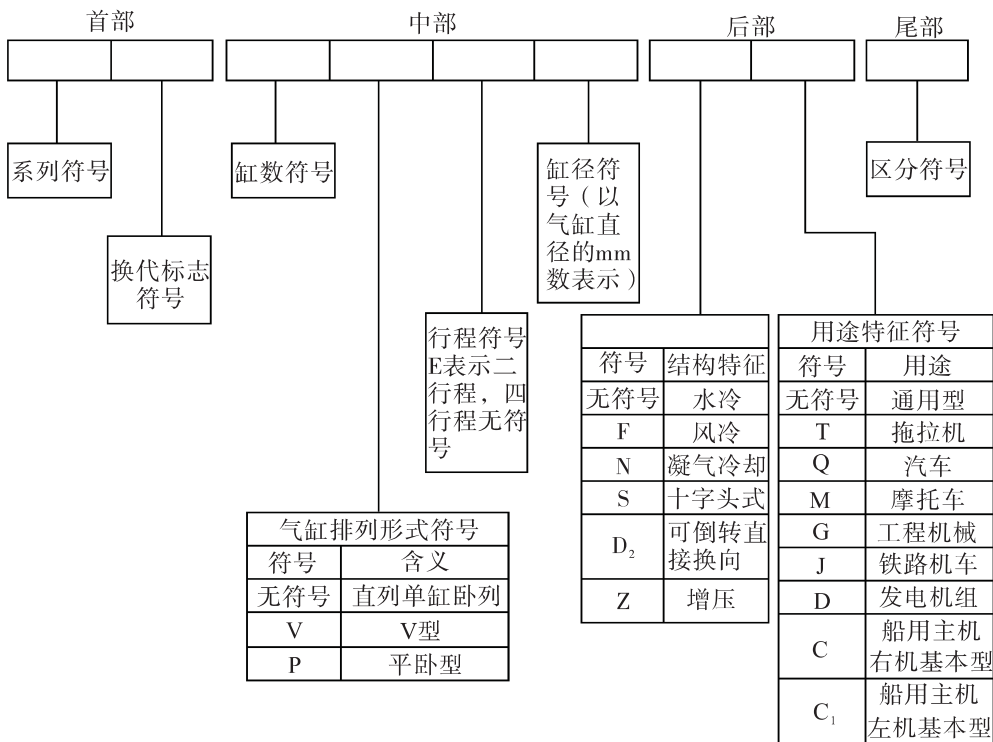


图 1-14 内燃机型号诠释

(1) 汽油机。

1E65F: 表示单缸, 二行程, 缸径 65 mm, 风冷通用型。

4100Q: 表示四缸, 四行程, 缸径 100 mm, 水冷车用。

4100Q-4: 表示四缸, 四行程, 缸径 100 mm, 水冷车用, 第四种变形产品。

CA6102: 表示六缸, 四行程, 缸径 102 mm, 水冷通用型, CA 表示系列符号。

8V100: 表示八缸, 四行程、缸径 100 mm, V 型, 水冷通用型。

TJ376Q: 表示三缸, 四行程, 缸径 76 mm, 水冷车用, TJ 表示系列符号。

CA488: 表示四缸, 四行程, 缸径 88 mm, 水冷通用型, CA 表示系列符号。

(2) 柴油机。

195: 表示单缸, 四行程, 缸径 95 mm, 水冷通用型。

165F: 表示单缸, 四行程, 缸径 65 mm, 风冷通用型。

495Q: 表示四缸, 四行程, 缸径 95 mm, 水冷车用。

6135Q: 表示六缸, 四行程, 缸径 135 mm, 水冷车用。

X4105: 表示四缸, 四行程, 缸径 105 mm, 水冷通用型, X 表示系列代号。

四、查阅相关资料, 说明发动机和整车性能参数

示例: 常见汽车和发动机性能参数见表 1-2。



表 1-2 夏利 2000 型轿车性能参数表 (8A 发动机)

序号	项目	参数
1	车辆类型	4×2 前桥驱动，前置发动机
2	发动机型号	8A
3	发动机形式	四缸直列，水冷，四行程，闭环电控燃油喷射汽油机
4	最大功率 (kW/r·min ⁻¹)	63/6300 (86 马力)
5	最大扭矩	110/5200
6	缸径×行程 (mm×mm)	78.7×69
7	气门结构	齿轮驱动双顶置凸轮轴，16 气门
8	发动机排量 (L)	1.342
9	压缩比	9.3
10	外形尺寸 (长×宽×高) (mm)	4145×1660×1510
11	室内尺寸 (长×宽×高) (mm)	1855×1380×1265
12	轴距 (mm)	2370
13	前/后轮距 (mm)	1450/1430
14	整车整备质量 (kg)	970
15	最大总质量 (kg)	1345
16	前悬/后悬	800/975
17	行李舱容积 (m ³)	464
18	乘员数 (人)	5
19	最高车速 (km/h)	≥170
20	变速器	手动五挡
21	最小离地间隙 (mm)	155
22	最小转弯半径 (mm)	≤5
23	燃油箱容量 (L)	45
24	百公里油耗 (4 挡 60 km/h 等速) (L)	≤5

如果一辆小轿车安装有 8A 或 5A 发动机，学习后，请你找出与发动机有关的参数，并将已经了解的参数填写到表 1-3 里，已经理解的打“√”，不理解的打“×”。