



# 汽车运用与基本构造

## 篇首语

有了汽车，我们的生活增添很多的乐趣；有了汽车，我们之间的距离就不再那么遥远；有了汽车，我们就仿佛有了满满的力量……

汽车是我们日常生活中最为复杂的用具，它几乎包含了生活中所有的技术。真正懂得了汽车，就等于懂得了全世界……



# 目录

第一章 汽车文化	1
第一节 世界名车	2
第二节 汽车名人	9
第三节 机动车发明史探索	21
第四节 世界汽车工业发展史	34
第五节 中国汽车工业发展史	42
第二章 汽车基本构造	46
第一节 汽车发动机	47
第二节 汽车底盘	52
第三节 汽车车身	54
第四节 新能源汽车	59
第三章 汽车的使用	63
第一节 汽车驾驶操作	64
第二节 车身电器的使用	75
第三节 汽车车门、油箱盖、引擎盖、后备箱的开启	80
第四章 汽车电工基础及信息传递	84
第一节 汽车电工基础知识	85
第二节 汽车上信息的传递	88

# 目 录

第五章 充电系统	90
第一节 发电机	91
第二节 调节器	97
第三节 整体式发电机	99
第四节 微机式电源管理系统	107
第六章 蓄电池	109
第一节 蓄电池的作用和构造	110
第二节 电池的型号	114
第三节 电池的检测与维护	115
第七章 启动系统	120
第一节 概述	121
第二节 起动机	122
第三节 减速起动机	130
第四节 点火开关	131
第五节 启动电路	132
第六节 启停电路	136
第八章 点火系统	139
第一节 概述	140
第二节 点火系统主要部件	143

# 第1章

## 汽车文化



1. 了解名车及汽车名人
2. 理解机动车发明历史
3. 理解世界汽车工业发展史
4. 掌握中国汽车工业发展史



## 第一节 世界名车

### 一、保时捷 PORSCHE

1. 保时捷创建于 1930 年，它与德国大众汽车公司同“父”——即德国的费迪南·保时捷博士，是世界上知名度最高的汽车生产商之一。

保时捷的英文车标采用公司创始人费迪南德·保时捷的姓氏。图形车标采用公司所在地斯图加特市的盾形市徽。商标中的“STUTTGART”字样在马的上方，说明公司总部在斯图加特市；商标中间是一匹骏马，表示斯图加特这个地方盛产一种名贵种马；商标的左上方和右下方是鹿角的图案，表示斯图加特曾是狩猎的好地方；商标右上方和左下方的黄色条纹代表成熟了的麦子颜色，喻指五谷丰登，商标中的黑色代表肥沃土地，商标中的红色象征人们的智慧和大自然的钟爱。由此组成一幅精湛意深、秀气美丽的田园风景画，这一切组成了一幅美丽的田园风景画，象征“保时捷”辉煌的过去和美好的未来。

2. 卡宴（图 1-1-2）最早亮相于 2002 年 3 月的日内瓦车展。卡宴家族先后推出：

- Cayenne
- Cayenne S（混合动力）
- Cayenne Turbo（涡轮增压）
- Cayenne Turbo S
- Cayenne S Hybrid（混合动力豪华版）
- Cayenne GTS（汽油直喷运动版）

由于出身于以生产超级跑车著称的保时捷公司，Cayenne 虽然身为 SUV，却也不可避免地带有许多跑车的特质。因此也成为世界上速度最快的越野车，成为了越野世界中的一个飞驰的“辣椒”。（保时捷卡宴在西班牙语中，是“辣椒”的意思。）而这款著名跑车生产厂家生产的越野车无论是外在还是内在，也确实像一支火辣辣的辣椒，吸引着人们的目光。

#### 3. Cayenne 特性

·Cayenne 超级增压 3.0 升 V6 发动机（图 1-1-3）配有直接燃油喷射系统（DFI）、进气门可变正时功能以及可变谐振进气歧管，能够提供极高的输出功率和出色的燃油经济性。最大扭矩为 440Nm，输出功率为 245kW（333hp），最高时速为 239km/h，百公里加速仅需 7.0 秒。

保时捷牵引力控制管理系统（PTM）将带自锁式中央差速的恒时四轮驱动系统、自动制动差速（ABD）以及加速防滑系统（ASR）结合在一起，从而将动力高效传送到路面。无论是长距离笔直行驶、急转弯，还是在不同摩擦系数的道路上行驶，PTM 均可确保向四个车轮完美分配驱动扭矩，从而实现动态操控



图 1-1-1 保时捷车标

并提高牵引力。带有方向盘换挡控制按钮的 8 速手自一体 变速箱作为标准配置提供，能够将驱动力平稳、精确地传送至路面。



图 1-1-2 保时捷卡宴



图 1-1-3 保时捷发动机



图 1-1-4 保时捷车轮

除了标准装备的 18 英寸 Cayenne 车轮（图 1-1-4）和新的加大制动器之外，Cayenne 还可选装保时捷陶瓷复合制动系统（PCCB），以提供出色的制动性能。与普通的铸铁制动盘相比，其主要优点在于总重量减轻了大约 50%。

一系列的标准配置包括部分真皮座椅、自动气候控制、带导航模组的保时捷通讯管理系统（PCM）、巡航定速控制系统、Servotronic（伺服电子系统）和具有大灯自动启用功能的双氙气大灯。为了增强舒适性，还提供了“回家照明”功能。如果您在黑夜里抵达目的地，大灯可继续点亮一段时间，在您下车后为您提供道路照明。

和任何一款保时捷一样，新款 Cayenne 的内饰设计 Cayenne 保留了保时捷的典型特征 5 个圆形仪表组成的仪表组（图 1-1-5），但却以全新形式展现，它们都从仪表板上略微向上突起。高分辨率 4.8 英寸 TFT 彩色显示屏显示来自 PCM（带有导航模组）的信息以及来自导航系统的地图数据。



图 1-1-5 保时捷仪表

## 二、西尔贝

西尔贝是 Shelby Supercars (又简称 SSC) 的中文译文, 后面还有个 Supercars, 表明公司的成立旨在只打造高端的超级跑车系列。公司于 1999 年由美国的汽车爱好者 Jerod Shelby 成立, 总部设在华盛顿。

2011 年 8 月 5 日, 作为来自美国的超级跑车制造商, 西尔贝超跑 (SSC) 携品牌旗下新一代超级跑车 Tuatara (图 1-1-6) 亮相上海恒隆广场进行为期三天的展示活动, 同时宣布品牌正式进军中国市场。动力方面, 这款车搭载的是 SSC 自主研发的 7.0 升 V8 双涡轮增压发动机, 最大功率可达 1350 马力, 极限扭矩 1733N·m。匹配 7 速 SMG 序列式或 7 速手动 H 型变速箱。这一动力系统将使得 Tuatara 的百公里加速时间在 2.78 秒, 最高时速可达 275 英里 / 小时 (约合 443 公里 / 小时), 能够使 SSC 再次登上吉尼斯世界最快速量产车的宝座。



图 1-1-6 Tuatara

## 三、法拉利 LaFerrari

1. 法拉利 (Ferrari) 是一家意大利汽车生产商, 1929 年由恩佐·法拉利 (Enzo Ferrari) 创办, 主要制造一级方程式赛车、赛车及高性能跑车。法拉利是世界闻名的赛车和运动跑车的生产厂家。法拉利汽车大部分采用手工制造, 产量很低, 截至 2011 年法拉利共交付 7195 台新车, 为法拉利史上最佳销售业绩。公司总部在意大利的马拉内罗 (Maranello)。

2. LaFerrari (图 1-1-7) 是法拉利推出的一款旗舰级超级跑车, 于 2013 年 3 月在日内瓦车展首次亮相, 以取代法拉利 Enzo 车型, 仅限量 499 台。

LaFerrari 采用被称为 HY-KERS 的混合动力系统, 一台 6.3 升 V12 自然吸气引擎可输出 588 千瓦的最大功率, 电动机独立输出 120 千瓦动力, 使得 LaFerrari 的联合输出功率高达 708 千瓦。LaFerrari 的 0-100km/h 加速时间 <3 秒, 0-200km/h 加速 <7 秒, 0-300km/h 更只需 15 秒, 极速高达 350km/h 以上。LaFerrari 拥有超凡极致的性能表现、空气动力效率以及操控性, 为超级跑车树立了新的标杆。



图 1-1-7 LaFerrari

## 四、科尼赛克

1. Koenigsegg (科尼赛克) 是一家来自瑞典的超级跑车制造商, 1994 年由 Christian von Koenigsegg

创立，致力于生产出世界级的跑车。Koenigsegg 一词为“刀锋”的意思，作为略带瑞典皇家色彩的跑车，其标志同瑞典皇家空军相同，主图案为一幽灵造型，因此也有很多车友称它为“幽灵”跑车。

2. 在 2015 年日内瓦车展上，克里斯蒂安·冯·科尼赛克与他的超级团队带来了一辆令全世界疯狂的冰蓝色跑车（图 1-1-8），它的疯狂之处并不仅仅在于它的速度，与之相对的还有绝无仅有的工程设计。



图 1-1-8 Regera

它有一台 5.0L V8 双涡轮增压发动机，最大功率达到 1115Ps (820kW)、最大扭矩 1250N·m。此外还拥有 3 台电动机和一个锂电池组，对了，它没有变速箱，只有一个挡位可用。它就是“幽灵”军团的最新插电混动新人——Regera。据科尼赛克官方的说法，“Regera”这个名字来自于瑞典语的“统治”，不过从车辆的外形来看，似乎并没有之前的 One:1 那样充满了暴力的基因，反而显得有些复古意味，整车线条尽显优雅，它在各个方面都追求极致，拥有完美的工程学、极端优秀的性能、高品质的做工，产量少的可怜，价格高的惊人。

## 五、兰博基尼

1. 兰博基尼汽车有限公司（英语：Automobili Lamborghini S.p.A.，意大利语：Lamborghini）是一家集设计、工程、制造与销售于一身的超级跑车制造商，坐落于意大利圣亚加塔·波隆尼。1963 年由费鲁齐欧·兰博基尼创立。

2. 该公司的第一款车型，生产于 20 世纪 60 年代中期，并以精致，性能和舒适著称。兰博基尼在 1966 年因 Miura 跑车而获得了广泛好评，该车配有中置引擎和后轮驱动，此后成为超级跑车的标准配置，兰博基尼 Veneno 还是保存了兰博基尼公司一贯使用的 V12 引擎，其强大的输出功率让所有兰博基尼的超级跑车拥有强大的动力。

在 2013 年日内瓦车展上展出了兰博基尼一个纪念版（图 1-1-9）的新型号，只生产三辆的兰博基尼 Veneno 被展出和出售。它的设计是兼顾了最佳空气动力学性能和过弯的稳定性，给 Veneno 真正的高速赛车的独特体验，并且具有良好的道路适应性。兰博基尼 Veneno 最大输出功率为 552 千瓦 /740 匹马力，从 0-100 公里 / 小时加速只有 2.8 秒，设计最高速度为 354 公里每小时。它的售价为 300 万欧元且不含税，所以三台已经被抢订一空。



图 1-1-9 Veneno

## 六、迈凯轮

迈凯伦集团总部位于英国沃金（Woking），在 2012 年 9 月末的巴黎车展上迈凯伦推出了 P1 概念

跑车（图 1-1-10）已经全球首发。该车拥有超过 900 匹马力，百公里加速仅耗时 2.8 秒，极速被电脑限定 350km/h，未限速极速 380km/h 以上。该车将搭载 3.8L V8 发动机，最大功率 737 马力，通过在 F1 赛车上已经应用的 KERS 动能回收系统，还可以获得 179 马力的额外功率，因此迈凯轮 P1 的最大总功率为 916 马力。



图 1-1-10 P1 概念跑车

### 七、宾利慕尚

1. 宾利汽车公司（Bentley Motors Limited）是举世闻名的豪华汽车制造商，总部位于英国克鲁。1919 年 1 月 18 日，公司由沃尔特欧文本特利创建。一战期间，宾利公司以生产航空发动机而闻名，战后，则开始设计制造汽车产品。

2. 慕尚（图 1-1-11）是 2010 年推出的一款旗舰豪华车。其偏长的引擎盖、较短的前悬部分、后轮上部突出的肌肉线条充满的力量感，具有代表性的圆形车前灯和圆格栅都是对品牌辉煌过去的礼赞。作为近八十年来第一款由宾利自主设计的旗舰车型，慕尚以法国勒芒赛道的传奇性弯道（Mulsanne）命名，并毫无争议地荣登宾利家族至高无上的旗舰宝座。从外观到内饰，慕尚的每个细节都精益求精。凝聚宾利设计团队多年的热忱与心血，它是优雅气质和运动精神的完美平衡，这两种分属于超级豪华轿车和纯种赛车的品质毫不费力地汇聚于慕尚。沿袭 1950 年宾利 S 型的设计特点，慕尚采用强劲而独特的前脸设计，同时保留格拦圆顶和圆形车灯这两大宾利的标志性设计。从超长的发动机舱、极短的前悬到微微下沉的车尾，勾勒出从前向后优雅延伸的车身线条。一直以营造优雅精致的豪华氛围而著称的宾利，在慕尚车身内部的精致和奢华上自然更臻完美。在慕尚车身内部首次运用了“环回木饰”的设计，使用整块高品质木材嵌入车厢内壁并环绕一周，彰显了车厢卓尔不群的优雅气质。丰富多彩的照明工具配合不同的座椅与装饰，让车主得以拥有极具个人风格的私人空间。



图 1-1-11 慕尚

动力方面，慕尚完美的沿袭了宾利的赛车血统。采用重新设计的 6.4 升 V8 发动机，拥有 512 匹的强大动力，和高达 1,020 牛顿米的输出扭矩，成为多年来宾利汽车的卓越工程和专业技术的巅峰之作。最新的 V8 发动机除了搭配全新的 8 速自动变速箱以外，还引进两大相辅相成的新控制技术：凸轮定相技术能够保证发动机即使在转速较低的状态下也能产生巨大的扭矩输出；而首次被引入超豪华车领域的气缸钝化技术则能够在某些驾驶模式时自动关闭 V8 发动机八个汽缸中的四个，借助中断燃料供应使耗

油量降低了 15%。

慕尚融合了先进科技与精湛手工艺，是一部完全现代化的旗舰车型。它性能卓越，驾驶室豪华舒适，操控轻松自如，无愧于一款承袭英伦皇室风范，继承悠久竞赛血脉，演绎宾利品牌精髓的完美车型典范。

## 八、帕加尼 ZONDA TRICOLORE

1. 帕加尼 (Pagani Automobili S.p.A.) 是一家世界知名的超级跑车制造商，公司创始人为奥拉西欧·帕加尼 (Horacio Pagani)。与大名鼎鼎的法拉利一样，诞生于素有超跑之乡美誉的意大利小镇摩德纳 (Modena)。帕加尼所生产的超级跑车以极致的性能、大量采用纯手工打造的精湛工艺、昂贵的售价以及订单生产的稀有产量闻名于世。

2. 帕加尼 ZONDA TRICOLORE (图 1-1-12) 很有可能将是 Zonda 系列的最后一款车型，此后帕加尼将会推出全新的 C9 系列作为 Zonda 的替代产品。也正因如此，仅限量生产 3 台的 Zonda Tricolore 显得异常珍贵，未含税价格更是高达 130 万欧元。



图 1-1-12 ZONDA TRICOLORE

这款新车在 Zonda Cinque 的基础上增加了代表意大利的三色旗车身拉花，引擎舱盖上方新增了一个类似战机垂直尾翼的扰流板，两侧新增了凸起的进风口。pagani zondaTricolore 以碳钛合金 (Carbon-Titanium) 制造车身，其动力部分搭载：

AMG 7.3L V12 自然吸气引擎，最大马力输出 678ps@6, 150rpm，扭矩峰值亦增至 780Nm@4, 000rpm；

六前速序列式波箱，MR 驱动布局；

0-100km/h 加速仅需 3.4 秒，

0-200km/h 加速 9.6 秒，极速超过 350km/h；

Zonda Cinque 制动反应时间同样惊人，100-0km/h 只需 2.1 秒，200-0km/h 亦只需 4.3 秒。

基于 Cinque 打造的 Tricolore 采用了蓝色车身涂装，并且增加了意大利国旗颜色 (红、白、绿) 的条文装饰。当然，既然是基于 Cinque 打造，其碳钛纤维的车身仍是新车轻量化和高性能的保证。特别工艺带来的蓝色车身颜色以及红白绿三色的拉花，设计来自意大利三色箭飞行表演队的飞机涂装。

## 九、布加迪威龙

1. BUGATTI 是由意大利人埃多尔·布加迪 (Ettore Bugatti) 在 1909 年创造的，专门生产运动跑车和高级豪华轿车。这个创立至今已经有百余年历史的法国跑车品牌。提起奢侈品，大家肯定会联想到来自法国的各种奢侈品牌。而汽车中的奢侈品——布加迪 (Bugatti) 无疑是其中法国奢侈品牌中重要的一员。早期的布加迪品牌将艺术与技术相融合，并在赛场上战绩辉煌，但在第二次世界大战后渐渐衰落并几经转手，1998 年大众集团收购并复兴了布加迪品牌，将其确立为一个独立运营的法国汽车品牌。现在布加迪的总部依然设立在法国的莫尔塞姆。

2. Bugatti Veyron (图 1-1-13) 中国市场登记命名为布加迪威航，即布加迪威龙，世界顶级超跑车的典范，最普通款型的中国市场价也要 2500 万元，高性能版本的售价则更是在 3500 万以上。



图 1-1-13 Bugatti Veyron

3. 威航是 Veyron 的正式中文名，不过众多车迷更愿意称之为“威龙”。威航系列主要有

- .uperSport
- .GrandSport
- .Vitesse 威速
- .爱马仕特别版
- .陶瓷特别版等

以上车型，均搭载 8.0L W16 四涡轮增压发动机，极速 434km/h。

4. 顶级超跑品牌布加迪就特意为迪拜车展带来了三款特别版车型。首先，是一款价值 215 万美金（约人民币 1363 万）的外表有明黄漆面和碳纤维组成的布加迪威航，内饰与外观相映成趣，采用了黄色座椅以及碳纤维饰板。其次是一款价值 237 万美金（约人民币 1500 万）的蓝色碳纤维 + 抛光铝装饰外观威航，车厢内配有橙色真皮座椅和靛青色仪表板。最后是一款绿色碳纤维外观 + 抛光铝装饰的布加迪威航，车厢内采用灰色皮革座椅和绿色碳纤维饰板，价值同样为 237 万美金。

## 十、黄金跑车

黄金跑车（价格：28.5 亿元）阿拉伯一富豪 2 亿 8 千万欧元打造出来的，全世界仅一辆（图 1-1-14）。



图 1-1-14 黄金跑车

这是目前世界上造价最为昂贵的汽车，该车的主体材质全部是黄金，配备 8 缸发动机，1000 马力，最高时速 120 公里。

黄金跑车的消耗也是全世界最贵的，平均每跑 100 公里将磨损掉近 50 克黄金。



## 第二节 汽车名人

### 一、卡尔·本茨及夫人

卡尔·本茨 (Karl Benz, 1844-1929, 见图 1-2-1) 发明了世界上第一辆三轮汽车, 人称“汽车之父”。

卡尔·本茨 1844 年出生于德国, 父亲是火车司机。从中学时期, 本茨就对自然科学产生了浓厚的兴趣, 1860 年进入一所综合科技学校学习发动机制造等课程。

1872 年组建了“奔驰铁器铸造公司”, 1879 年 12 月制造出第一台单缸煤气发动机, 1883 年创建奔驰公司和莱茵煤气发动机厂, 研制成单缸汽油发动机, 安装在自己设计的三轮车架上, 于 1886 年 1 月 29 日取得了世界上第一个“汽车制造专利”(图 1-2-2)。

汽车刚开始由于经常抛锚, 本茨不敢驾驶它上街。宗教界认为他造了一个怪物, 企图毁灭人类, 要将本茨送到宗教审判台进行审判, 本茨得到消息后逃到瑞士避难。

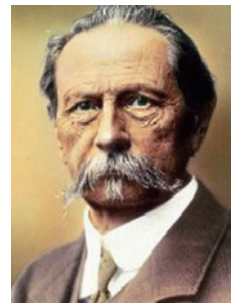


图 1-2-1 卡尔·本茨

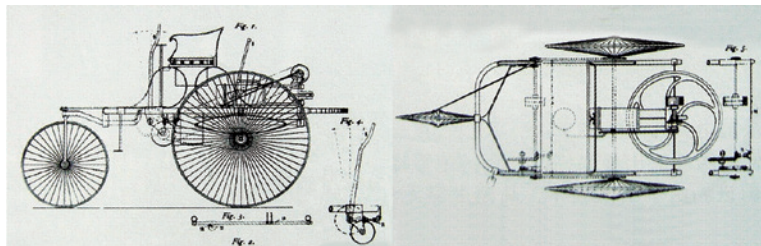


图 1-2-2 世界上第一个汽车制造专利

卡尔·本茨的妻子贝尔塔·本茨(图 1-2-3)对本茨的汽车事业给予极大的支持。她对两个孩子说:“如果你们的爸爸没有勇气把汽车开上街, 那么我来开。”

1888 年 5 月清晨, 丈夫还在梦乡中, 贝尔塔便唤醒了 15 岁和 13 岁的两个孩子, 把汽车推出试验室, 然后启动发动机, 她要把它从曼海姆城开到 100 多公里之外她的娘家普福尔茨海姆(图 1-2-4)。



图 1-2-3 贝尔塔·本茨



图 1-2-4 贝尔塔驾驶奔驰汽车

马路两旁早起的人们一听到机器的响声都从窗口伸出头看热闹。忽然，汽车停住了，她发现油箱里没有燃料了，只好推着汽车走了一段路到维思洛赫的一家医院药房，买了几十小瓶汽油倒入油箱，这里变成了世界第一个加油站（图 1-2-5）。后来，制动不灵了，是皮革做的制动器磨损了，临近中午才找到皮匠把制动器修好。布鲁赫萨尔的一个铁匠帮助她修补了链条。汽化器被堵塞了，她用帽子上的发针将其修好。点火导线发生短路，聪明的她用吊袜带作绝缘垫将导线绝缘。历尽波折到目的地，已经是傍晚时分，她的娘家人以及成千上万的人对贝尔塔的勇气行动惊叹不已，贝尔塔被称为世界上第一个开汽车的女人。兴奋的贝尔塔立即给丈夫大拍了一个电报：“汽车经受了考验，请速申请参加慕尼黑博览会。”

贝尔塔这次行程意义重大，一是大力宣传了汽车，二是帮助本茨改进完善了汽车。后来贝尔塔所走过的路被命名为贝尔塔·本茨纪念之路，以此纪念贝尔塔和她的历史性创举。2008年2月25日，由德国政府正式批准认可贝尔塔·本茨纪念之路为旅游观光路线，成为了全长 194km 的德国工业文化动态纪念碑。

## 二、戴姆勒

戈特利布·戴姆勒（Gottlieb Daimler, 1834-1900，见图 1-2-6），世界上第一辆四轮汽车的发明人，与本茨同称“汽车之父”。

戴姆勒于 1834 年 3 月 17 日出生在如今德国西南部巴符州中部的一个名叫朔恩多夫的小镇，出身于一个面包师的家庭，毕业于斯图加特技术学校。他从小热爱机械，特别对发动机有浓厚的兴趣，学徒后即能制造双管手枪。1877 年，戴姆勒还制作了 1.1kW 的小型发动机，带有摩擦离合器的最早的四轮货物汽车和汽艇。

曾就职于奥托建立的道依茨发动机公司，改进了奥托四冲程发动机。1884 年 5 月制造出一台立式发动机（图 1-2-7）转速达到 800r/min，奠定了现代高速发动机的基础，取名“立钟”，并于 1885 年 4 月 3 日取得德国专利，成为世界上第一台立式发动机。

1885 年 8 月 29 日，戴姆勒将它安装在一辆车子上，取得“骑士式双轮车”专利权，它实际上是世界上第一辆摩托车（图 1-2-8）。



图 1-2-8 世界上第一辆摩托车

1886 年，为了庆祝妻子埃玛 43 岁生日，戴姆勒将该发动机装



图 1-2-5 世界上第一个“加油站”和贝尔塔·本茨纪念雕塑

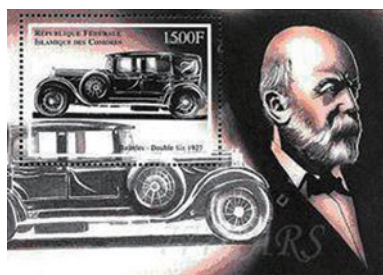


图 1-2-6 戈特利布·戴姆勒纪念邮票



图 1-2-7 戴姆勒立式发动机

在一辆四轮马车上，成为世界上第一辆四轮汽车。

1890年戴姆勒汽车公司成立，主要生产发动机，并在英国和奥地利开设分公司。戴姆勒不断改进发动机，1899年改进了点火装置，从热管型改成了电点火，化油器也从表面型改成喷雾型，是一个名副其实的发明家。从这时起，不仅是汽车，在飞机上也应用了这种汽油发动机。图1-2-9是1899年的戴姆勒汽车。

1926年6月29日，戴姆勒公司与奔驰公司合并改名为戴姆勒-奔驰汽车公司。遗憾的是，虽然戴姆勒和卡尔-本茨居住的两座城市仅相距80km，但他们素未谋面。各自的公司在他们去世后由各自的继承人掌管。第一次世界大战之后通货膨胀，汽车销售陷入的困境，在这样的背景下，戴姆勒-奔驰公司由激烈竞争转为强强联合，开创了世界大公司联合的先河，一直至今。

### 三、奥托

尼古拉斯·奥托(Nicolais August Otto, 图1-2-10)，德国工程师。22岁时弃商，开始从事煤气发动机的试验工作。

1866年，奥托研制出具有划时代意义的立式活塞式四冲程奥托内燃机，转速达到80—100r/min。翌年，此物荣获巴黎博览会金质奖章。

1876年，奥托对四冲程内燃机又作了改进，试制出第一台实用活塞式四冲程内燃机，转速提高到250r/min。1877年8月4日取得专利，并成批投入生产(图1-2-11)。

奥托还提出了内燃机的工作原理，即“奥托循环”(图1-2-12)，可燃气体先在气缸中压缩，在点燃压缩可燃气体时产生较强的爆发力，提高了内燃机的热效率和输出功率。同时，他利用活塞的四个冲程，把进气、压缩、做功及排气融为一体，使内燃机的结构紧凑和简化，从而推动了小型内燃机的实用化。奥托创建的内燃机工作原理，一直在现代汽车发动机上沿用至今。

1886年，奥托宣布放弃自己所获得的四冲程发动机专利，任何人都可根据需要随意制作。因为他看到了法国工程师罗彻斯写的一本小册子，在奥托发明四冲程内燃机之前出版的，比较完整地提出了四冲程内燃机的原理，奥托这种尊重科学、实事求是的精神受到大家的一致赞赏。但是，第一个研制出这种内燃机的人却是奥托，所以后来人们仍然一直把四冲程循环称为奥托循环原理，把四冲程汽油机称为奥托机。

### 四、狄塞尔

鲁道夫·狄塞尔(Rudolf Diesesel, 1858-1913, 图1-2-13)，德国工程师，柴油机发明人。

1858年3月18日生于巴黎，在伦敦读了职业学校，并作为成绩最优秀的学生毕业。1875年，他获得奖学金，进入慕尼黑科技大学读机械制造专业，喜欢物理和热力学，成绩优异，颇受著名的机械教授林德的器重。

1879年，21岁的狄塞尔毕业，在瑞士温特图尔一家机械厂任零件设计员，两年后转巴黎任林德冷藏企业热机工程师、安装工和推销员。在工作中，他深感蒸汽机的效率低下，于是萌发了设计新型发动机的念头，并开始积蓄资金。1885年，他辞去制冷工程师职务，在巴黎设立了自己的发动机实验室。



图1-2-9 1899年的戴姆勒汽车



图1-2-10 尼古拉斯·奥托纪念邮票

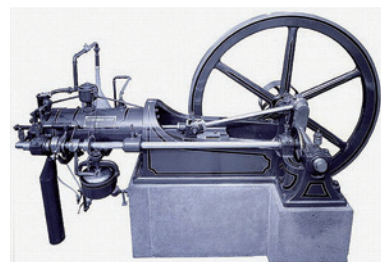


图1-2-11 奥托研制的内燃机

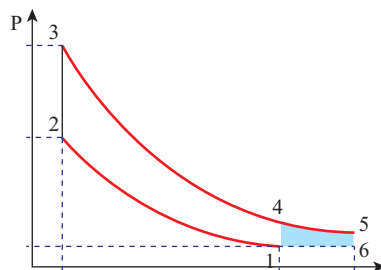


图1-2-12 奥托循环

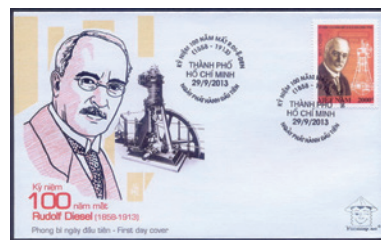


图1-2-13 鲁道夫·狄塞尔纪念邮票

1892年，狄塞尔经过多年潜心研究，在题为“转动式热机的原理和结构”的论文中，第一个提出了压燃式柴油机的理论。在1892年1月28日向柏林皇家专利局申请了发明专利，并于2月27日取得了柴油机的专利权（图1-2-14）。

1893年与奥格斯堡机器制造厂老板签订了试制合同。于当年试制出了试验柴油机。其缸径为150mm，行程400mm。试验时，首先用传动机带动运转，待运转趋向平稳时喷入燃料，不料刹那间像开炮似的一声轰鸣，装上面的测功指示器像炮弹一样飞去，排气管内喷射出浓烟，不断地“乒乓”作响，火花四溅，吓得在场人员纷纷逃开，第一台样机失败了。1894年2月17日，狄塞尔将改进后的柴油机再次试验，仅运行了1min，但有人称之为划时代的1min。

1897年，狄塞尔制成了完全依靠压缩点火燃烧、以柴油为燃料的四冲程柴油机，功率为18.5kW，热效率高达24%。这是一项震惊世界的卓越发明，1898年投入商业性生产（图1-2-15）。



图1-2-14 狄塞尔的专利证书

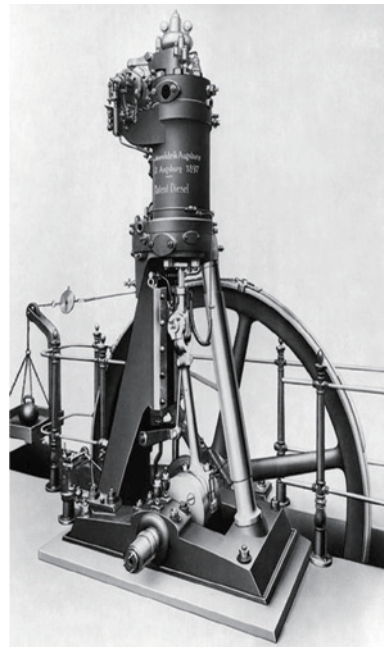


图1-2-15 狄塞尔研制的柴油机

遗憾的是狄塞尔晚年穷困潦倒，债务重重。1913年9月27日狄塞尔去伦敦旅行，两天后在船上突然失踪，谜一般地死去了。人们为了纪念发明者，将柴油机称为“狄塞尔发动机”，获得了“人类最伟大的发明”金银纪念币奖（图1-2-16）。该套纪念币介绍了世界18项伟大的发明和他们的发明者，我国的蔡伦造纸术、毕昇活字印刷术、张衡的地动仪、祖冲之的圆周率、指南车和指南针名列其中。

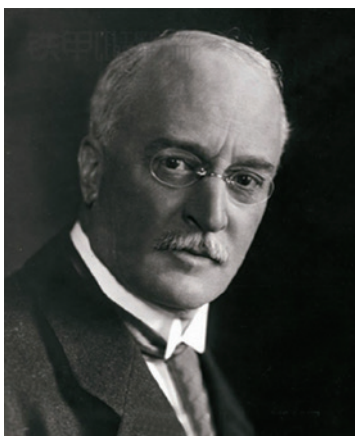


图1-2-16 “人类最伟大的发明”金银纪念币奖

## 五、福特

亨利·福特（Henry Ford，1863-1947，图 1-2-17），美国福特公司创始人，人称“汽车大王”。

1863 年 7 月 30 日出生于美国密歇根州，其父是位农场主。福特从小就对机械充满了浓厚的兴趣，17 岁去密歇根汽车制造公司工作，别人需要花好几个小时才能修复的机器，他只要 30min 就修好了。后来到爱迪生电气公司边工作边学习电气知识。

1893 年，他制成汽油发动机，1896 年开始设计汽车。1899 至 1902 年之间，他两次创建自己的公司，由于缺少经验都失败了。1903 年第二次创业，与 11 位投资者筹措 2.8 万美元，在底特律的一间窄小工厂中，创建了福特汽车公司，投产 A 型车（图 1-2-18）。1906 年，生产 N 型车，售价定为 500 美元，比其他公司上市的车价便宜 30%，很受欢迎。

1908 年，举世闻名的 T 型车问世（图 1-2-19），为农民而设计，大车轮，多用途、高强度、低价格。福特公司为 T 型车做的广告词是“1908 年美国重大事件之一，T 型车进农家”。他建市了 8000 个经销点，样车每到一处，订单纷至沓来，T 型车供不应求，促使公司改进生产技术。福特从生猪屠宰场流水线（图 1-2-20）得到启发，采用流水线生产汽车（图 1-2-21）。以前装配一辆汽车要 12h 28min，到 1920 年，实现了每分钟生产 1 辆汽车，大大降低成本，每辆车售价降至 360 美元，使大多数人都能买得起。工厂实行 5 美元/工作日（相当于原工资的 2 倍），极大调动了工人积极性。T 型车至 1928 年停产，共生产 15456868 辆，创当时单车型生产世界纪录。1908 ~ 1920 年，全世界汽车数量的 50% 是 T 型车，为“装在汽车轮上的美国”立下不朽功勋。1999 年，《财富》杂志将他评为“20 世纪商业巨人”，以表彰他和公司对汽车工业发展所做出的杰出贡献。福特先生成功的秘诀只有一个：尽力了解人们内心的需求，用最好的材料，由最好的员工，为大众制造人人都买得起的好车。

但是，由于福特得意忘形，固步自封，坚持单一车型，无视富裕了的美国人民要求，没有进一步推出新的车型，而通用汽车公司及时推出许多时髦多样和先进豪华的汽车，使福特汽车滞销，汽车市场占有率从最高时期的 70% 下降到不足 20%，1945 年亨利·福特让位于福特二世。

1947 年 4 月 7 日，亨利·福特因脑溢血在底特律逝世，终年 83 岁。

## 六、杜兰特

威廉·杜兰特（William Crapo Durant，1861-1947，图 1-2-22），美国通用汽车公司创始人，历史上一位传奇式的人物。

1861 年出生于美国的波士顿市，自小就和其母一起被嗜酒成性的父亲丢弃，住在家境颇为富裕的外婆家，受到了外婆的精心教导。

1886 年创建杜兰特马车公司，经过 15 年在全美范围内推销各种款式和颜色的马车，他将最初的 2000 美元变成了 200 万美元。并且，他的马车业务也走向了世界，成为当时美国最大的马车制造商。他是一个超级的推销员、一个不知疲倦的经营者、一个白手起家的百万富翁（图 1-2-23）。

1904 年，他果断地投资 50 万美元给经营陷入了困境的别克汽车公司，逐步控制了这家公司。

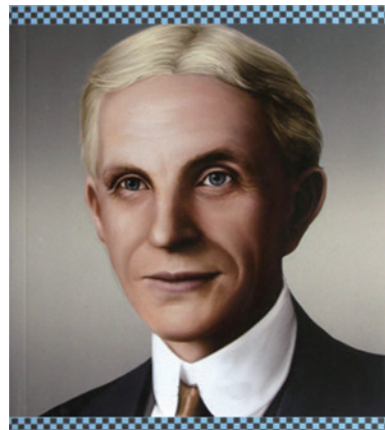


图 1-2-17 亨利·福特



图 1-2-18 福特 A 型车



图 1-2-19 福特 T 型车



图 1-2-20 生猪屠宰场流水线



图 1-2-21 福特流水线

1908年，杜兰特将别克公司并入早期的通用汽车公司（图1-2-24），之后通过股票调股票的办法，将20多家汽车公司（包括奥兹莫比尔、凯迪拉克、庞蒂克等知名汽车企业）合并成立了今天名震全球的通用汽车公司，自己任总经理。可惜由于过分扩张，经营不善，下属各企业是各自独立的经营单位，没有建立必要的公司管理机构，也没有建立必要的现金储备，公司出现了严重的资金危机，杜兰特被迫辞职。

杜兰特并不甘心于自己的失败，他与路易斯·雪佛兰组成了雪佛兰汽车公司（图1-2-25），励精图治，取得了辉煌的经营成就，于1916年将通用汽车公司从银行家的控制下重新夺了回来，重新获得了通用公司的领导权。

由于杜兰特只热衷于公司规模扩大（在他担任总经理的4年时间内，“通用”的规模扩大了8倍），而不去协调各经营部门相互之间的关系，导致分公司各自为政。他不去关心公司的整个产品战略规划，以致分公司之间的产品相互重复。一系列的失误，导致了通用汽车公司濒临倒闭，所以人称杜兰特是“聚财能手、经营白痴”。在公司上下的一片反对中，杜兰特被迫于1920年11月辞职，永久地离开了“通用”，在默默无闻中度过了他的余生。



图1-2-22 威廉·杜兰特



图1-2-23 年轻时的杜兰特



图1-2-25 杜兰特与雪佛兰组建了雪佛兰汽车公司

## 七、斯隆

阿尔弗雷德·斯隆（Alfred Sloan, 1875-1966，图1-2-26），1923年开始担任通用汽车公司总经理，极善经营管理，被誉为企业“经营之神”，是车界企业家十巨头之一，第一位成功的职业经理人，20世纪最伟大的CEO。

斯隆毕业于麻省理工学院，电气工程师，原本供职于联合汽车公司，因公司并于“通用”，于1919年任“通用”副总经理。

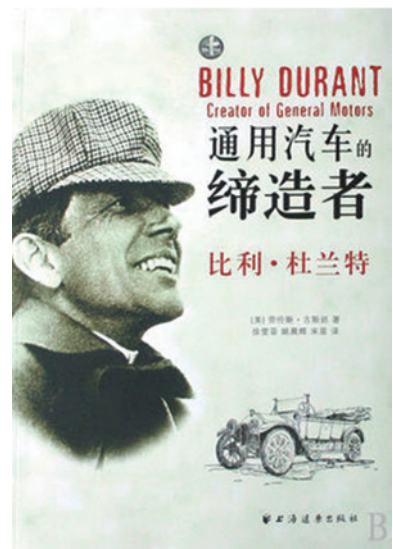


图1-2-24 杜兰特创建了通用汽车公司

1923年受命于危难之时，担任通用总经理，任总裁32年，一直到1966年91岁高龄离开人世，始终担任着“通用”的总经理、董事长、名誉董事长等职，为“通用”的振兴、发展和壮大立下汗马功劳（图1-2-27）。



图 1-2-26 艾尔弗雷德·斯隆



图 1-2-27 《时代周刊》封面人物艾尔弗雷德·斯隆

面对濒临倒闭的“通用”公司，斯隆进行了一系列的整顿与改革，提出了“集中政策、分散经营、财务独立”的经营管理体制。对产品生产进行专业化分工，标准化生产，协作价结算。建立了公司计划制度和报表制度（旬报），形成了公司完整的管理体系。

根据市场需求，生产不同档次和价格的汽车，最大限度满足市场竞争的需要，提出著名的“不同的钱包、不同的目标、不同的车型”“汽车越造越好，附件越来越全，革新越来越多，使汽车不仅是交通工具”的产品战略。“设想一对新婚夫妇，先买一辆雪佛兰，几年后，折旧换回一辆庞蒂克车，然后根据条件不断换通用新车，终点是气派到非凡的凯迪拉克。”针对当时美国人生活富裕，要求提高的需求，采用新发明的杜邦漆生产出色彩丰富的雪佛兰等车，成为抢手货。使通用汽车公司从濒临倒闭变成世界巨头，1923年通用汽车在国内市场占有率为12%，1956年为53%，成为世界最大的汽车公司。

改革使通用下属各分公司的经营积极性充分地调动起来，又在公司的总体控制下进行分工合作，运作有序，汽车产量逐年上升。通用自1928年超过“福特”之后，一直稳居世界首位，其国内市场占有率也由1923年的12%增加到1941年的44%。斯隆所建立的管理体系，被后人称为企业管理上的一场革命，有极强的生命力，至今受世界各国所效仿（图1-2-28）。

斯隆自传《我在通用汽车的岁月》（图1-2-29）等著作里有大量成功的管理经验，值得一读。

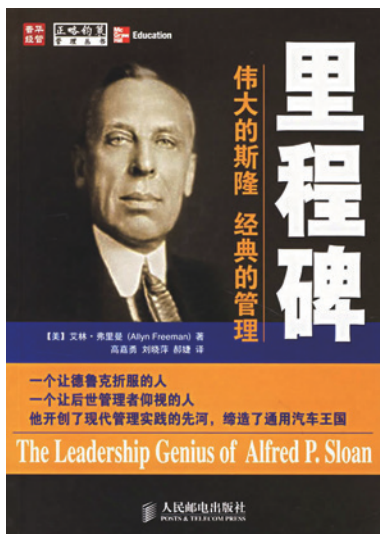


图 1-2-28 斯隆的经典管理

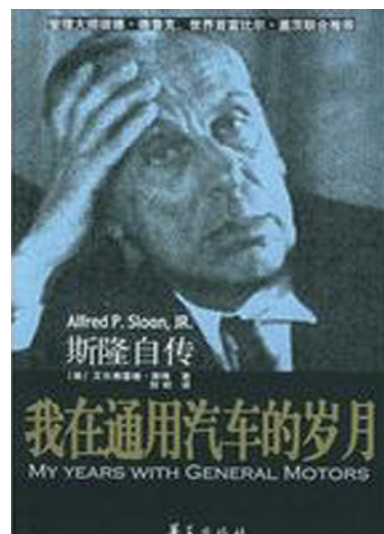


图 1-2-29 斯隆的自传

## 八、艾柯卡

李·艾柯卡（Lee Iacocca，1924-，图 1-2-30），1970～1978 年担任福特公司总裁，1981 年开始担任克莱斯勒公司总裁，人称“世界汽车巨子”。

1924 年 10 月出生于美国宾夕法尼亚州艾伦敦。艾柯卡大学是学工科的，却对推销很感兴趣，认为销售是企业的精华。22 岁进入福特汽车公司后，创造性提出购车分期付款的方案，获得了很大成功，被福特公司作为全国性的销售策略。1960 年担任福特汽车公司轿车部经理，1970 年荣升福特汽车公司总裁（图 1-2-31）。在他就任的 8 年里，为福特汽车公司净挣了 35 亿美元的利润，在该公司的历史上留下了最辉煌的业绩。但成功招致忌妒，1978 年被亨利·福特二世解雇。

1981 年，当时正值克莱斯勒公司濒临破产之时，艾柯卡受命于危难之际，担任克莱斯勒公司总裁（图 1-2-32），大智大勇、大刀阔斧地进行一系列惊人的改革，改组领导班子，辞退了 35 个副总裁中的 33 个，关闭了公司的 20 个工厂，3 年裁员 7.4 万人，削减高级职员 10% 的薪金，他自己也主动放弃每年 36 万美元的年薪，只领取 1 美元象征性工资。艾柯卡取得了美国政府的 15 亿美元贷款，开发了新型轿车，“道奇 400”新型敞篷车畅销市场。艾柯卡还经常下厂与工人直接对话，促进劳资双方通力合作。

艾柯卡通过上述一系列改革，使克莱斯勒汽车公司起死回生，经过三年的努力，公司扭亏为盈，1984 年一年盈利 24 亿美元，比克莱斯勒此前 60 年利润总和还要多，提前 7 年偿还了 12 亿美元政府担保贷款。1986 年，公司股息增长 860%，1996 年销售收入为 613.97 亿美元，纯利润为 35.29 亿美元，居当年全球最大 500 家公司的第 26 位。艾柯卡也成为美国家喻户晓的大人物，美国人心目中的英雄。

《艾柯卡自传》（图 1-2-33）在全球已发行 700 多万册，书中有大量成功经验，值得一读。

## 九、保时捷

费迪南德·保时捷（Ferdinand. Porsche，1875-1952，图 1-2-34），甲壳虫汽车设计者，世界著名的豪华跑车保时捷公司的创始人，获 20 世纪最佳工程师称号。



图 1-2-34 费迪南德·保时捷

1875 年 12 月 3 日出生在奥地利，父亲是一个白铁工。费迪南德从小就喜欢干白铁工的活，同时对电工也感兴趣，15 岁时进入夜大学。后来，一边在维也纳工学院学习，一边在火电厂工作。22



图 1-2-30 李·艾柯卡



图 1-2-31 艾柯卡担任福特公司总裁



图 1-2-32 艾柯卡担任克莱斯勒公司总裁



图 1-2-33

岁获得汽车混合传动系统专利，1900年发明了电动汽车（图 1-2-35），名扬四海，25岁设计出第一部保时捷汽车。1905年任戴姆勒汽车分公司技术部经理，1923年晋升为戴姆勒总厂的总工程师。1926年保时捷向奔驰公司建议生产一部大众都买得起的轿车，遭到董事会的否决，这使得保时捷不得不挂冠而去。

1931年3月6日，保时捷在几位投资者的帮助下，在斯加图特建立了一家设计公司，专门开发汽车、飞机及轮船的发动机，设计出16缸增压发动机的赛车，打破了8项世界纪录，被民众誉为“银箭”车（图 1-2-36）。

1938年，保时捷父子俩开发出高性能大众化的“甲壳虫”汽车（图 1-2-37），减少风阻和车尾气体涡流，受到国内外的的好评。该车由大众公司制造生产，从1936-1973年共生产2150万辆，创单产世界纪录。

由于二战期间保时捷参与过德军坦克的研制工作，为希特勒设计了威震欧洲战场的虎式坦克（图 1-2-38），二战结束后被美国人逮捕，后交给了法国，坐了两年牢，于1947年8月获释，重操旧业。

1948年设计的“保时捷356”型跑车（图 1-2-39），先后进行过356次设计变动，在一次重大比赛中战胜了许多欧美名车，成为妇孺皆知的英雄。

1952年1月30日，保时捷病逝，终年77岁。

1982年，公司推出的保时捷956（图 1-2-40），连续四年夺得勒芒24h耐力赛冠军，1983年一举包揽前10名中的9个座次，书写了前无古人后无来者的辉煌战绩。

## 十、法拉利

恩佐法拉利（Enzo Ferrari, 1898-1988, 图 1-2-41），意大利车手，企业家，法拉利公司的创始人，人称“赛车之父”。



图 1-2-41 恩佐·法拉利

恩佐法拉利1898年2月18日出生于意大利北部莫德拉(Modena)的一个小钣金工厂主的家中，他的父亲阿勒法多(Alfredo)，不仅是一个技艺超群的铸铁好手，而且是一个如醉如痴的“赛车迷”。法拉利10岁那年，他的父亲带他到波伦亚观看了一场汽车比赛，赛车场那种惊心动魄的场面深深地吸引了他，他盼望着自己也能成为一名优秀赛车手。法拉利13岁就能单独驾驶汽车，在阿尔法·罗密欧汽车厂先后干过技工、试车员、赛车手（图 1-2-42）。

1916年，凭借着赛车的狂热，怀着“钟爱跑车胜家人和挚友，跑车是生命不可分割的一部分”的痴恋，法拉利自费参加了森姆尼赛车队（Costruzione Meccaniche Nazionalia），第一次体验了赛车



图 1-2-35 1900年保时捷电动车



图 1-2-36 保时捷“银箭”车



图 1-2-37 1938年甲壳虫汽车



图 1-2-38 虎式坦克



图 1-2-39 1948年推出保时捷356



图 1-2-40 1982年保时捷956跑车

运动独具的疯狂刺激（图 1-2-43）。他在 22 岁那年的大奖赛中夺得亚军，并得到了阿尔法·罗密欧汽车制造公司老板的垂青，成为一名“拿生命开玩笑”的试车员。



图 1-2-42 年轻时的恩佐·法拉利



图 1-2-43 法拉利第一次体验了赛车

1929 年，法拉利回到家乡创建了“法拉利赛车俱乐部”，他对汽车工程和驾驶技巧充满天分，而且处事认真。1947 年，生产出第一辆以自己名字命名的法拉利汽车，积极参加各种汽车大赛，赢得了 14 次勒芒 24h 耐力赛冠军和 9 次 F1 总冠军，被誉为“赛车之父”。他设计的 F1 赛车在世界上共夺得 100 多次胜利，至今无人打破这个记录。

法拉利汽车集技术性、艺术性于一体，采用了类似于劳斯莱斯、保时捷等世界名车那样的半机械、半手工化的加工工艺精心制作，质量一丝不苟，堪称稀世珍品（图 1-2-44、图 1-2-45）。

1988 年 8 月 4 日，恩佐·法拉利走完了他辉煌的一生，终年 90 岁。



图 1-2-44 法拉利跑车 1



图 1-2-45 法拉利跑车 2

## 十一、 丰田喜一郎

丰田喜一郎（Kiichiro Toyoda, 1894-1952, 图 1-2-46），丰田公司的创建者，创造了风靡全球的“丰田生产方式”。



图 1-2-46 丰田喜一郎

出生于 1895 年，父亲是日本有名的纺织大王，自动纺织机的发明者。丰田喜一郎在东京帝国大学工学系机械专业毕业后，到父亲的工厂当机师，经过 10 年磨炼，担任管技术的常务经理。他继承父亲

研究与创造的精神，毕生致力于汽车的创造，提出“不是照搬美国，而要结合本国国情创造性地运用批量生产方式，生产出性能和价格两方面都能与外国车抗衡的国产车”的思想。

1933年，公司设立汽车部，通过拆装、研究美国雪佛兰汽车（图 1-2-47），于1935年8月造出了第一辆 A1 型汽车（图 1-2-48）。



图 1-2-47 研究雪佛兰汽车



图 1-2-48 丰田 A1 型汽车

1937年8月28日，正式成立“丰田汽车工业株式会社”。从20世纪50年代起，公司开始快速发展，1955年生产出第1辆皇冠轿车（图 1-2-49），以后又陆续生产出雷克萨斯、佳美等著名轿车。1957年出口汽车到47个国家，1959年在巴西建立第一个国外汽车生产基地。2004年汽车产量达754.7万辆，居日本第一，世界第二。是世界上出口汽车最多的公司。

另一项重大贡献在于对生产过程的合理组织和科学管理，创造了风靡全球的“丰田生产方式”（TPS，图 1-2-50），通过“准时化生产、全面质量管理、并行工程”等一系列方法，最终达到企业利润的最大化和成本的最低化，成为世界许多国家争相学习的先进经验。

1952年3月27日，丰田喜一郎患脑溢血去世，终年57岁。



图 1-2-49 第一辆皇冠轿车



图 1-2-50 丰田生产方式

## 十二、饶斌

饶斌（1913-1987，图 1-2-51），曾任中国第一、第二汽车制造厂厂长，中国汽车工业总公司董事长、国家机械工业部部长，是中国汽车工业的奠基人。



图 1-2-51 饶斌



图 1-2-52 第一汽车制造厂

饶斌原名饶鸿喜，1913年1月26日生于吉林市。曾任中共吉林市委书记、省委委员。

1952年12月，任第一汽车制造厂厂长，带领一汽职工，用三年的时间，高速度、高质量建成中国第一座汽车制造厂（图 1-2-52），生产出我国第一辆解放牌汽车（图 1-2-53）和红旗牌轿车，结束了中国不能生产汽车的历史。1965年

任第二汽车制造厂党委书记（图 1-2-54），带领二汽职工，生产出东风牌汽车和越野车。

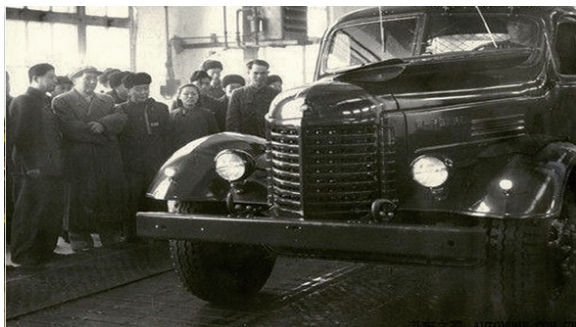


图 1-2-53 第一辆解放牌汽车下线

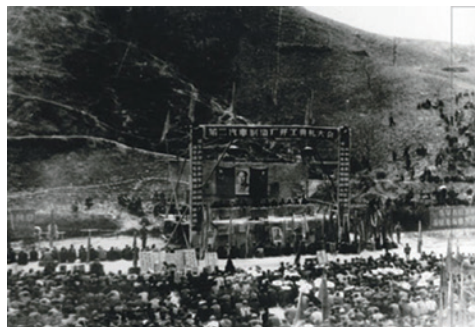


图 1-2-54 第二汽车制造厂

20世纪80年代初，饶斌先后担任第一机械工业部部长和中国汽车工业总公司董事长。主持并推进了汽车工业的技术引进、中外合资经营，提出了汽车工业调整改组和发展规划方案，加速产品换型，结束了汽车产品几十年一贯制的局面。指挥全国汽车行业建立起一个“重、中、轻、微”的货车系列布局。

退居二线后，饶斌仍然为推进中国汽车工业的改革和发展，深入基层，实地考察，调查研究，直到生命的最后一刻。1987年8月，饶斌在上海考察工作期间突然患病，经抢救医治无效，在上海逝世，终年74岁。

### 十三、孟少农

孟少农（1915-1988，图 1-2-55），汽车专家，中国科学院院士。祖籍为湖南省桃源县，童年在北京度过的，1921年入北京北师大附小读书，1927年进北师大附中。1930年，孟少农考入长沙岳云中学，1932年进长沙高中。高中毕业全省会考，他获第一名。

1940年毕业于清华大学机械系（图 1-2-56），后考取留美研究生，曾任美国福特汽车公司工程师。1946年回国，在清华大学机械系任副教授、教授，创办了汽车专业。

新中国成立后，任重工业部汽车工业筹备组副主任（图 1-2-57）、一汽副厂长兼副总工程师、二汽第一副厂长兼总工程师，中国科学院学部委员。

在一汽，主持和组织引进前苏联技术和消化吸收及人员培训，为解放牌汽车性能改进和质量提高，为一汽新产品的开发，特别是为军用越野车的研制，为“东风”“红旗”高级轿车的开发做出了贡献。

在二汽，以渊博的常识和丰富的经验，大胆决策，攻克了产品质量、产品滞销和工厂组建三大难题。总结出世界汽车工业发展许多共性规律，为中国汽车工业发展方向提出许多精辟的见解，对中央决策起了重要的作用。1985年荣获全国“五一”劳动奖章，1988年1月15日在北京逝世。



图 1-2-55 孟少农



图 1-2-56 1935年清华大学机械系学习



图 1-2-57 1950-1952年担任重工业部汽车工业筹备组副主任



## 第三节 机动车发明史探索

### 一、机动车初探

#### 1. 设想汽车

公元7世纪，我国唐代天文学家僧一行（原名张遂，683～727年，见图1-3-1），第一个提出“激铜轮自转之法，加以火蒸汽运，名曰汽车”。他是世界上设想汽车的第一人。



图 1-3-1 僧一行



图 1-3-2 达·芬奇

#### 2. 发条车

15世纪，意大利文化巨人达·芬奇（Leonardo Da Vinci，图1-3-2），开始设计发条汽车（图1-3-3）。他是汽车、飞机、潜水艇、自行车、蒸汽机等机械的初始设计者。

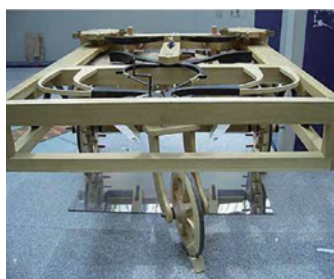


图 1-3-3 达·芬奇设计的发条汽车

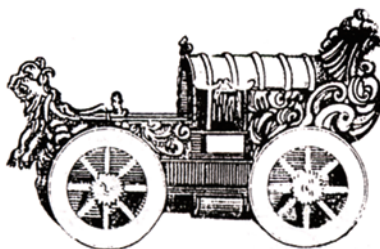


图 1-3-4 达·芬奇设计的发条汽车



图 1-3-5 双桅风力帆车

#### 3. 赫丘的发条车（图1-3-4）

1649年，德国的钟表匠汉斯·赫丘根据达·芬奇的设计图试制成功一辆依靠发条驱动的四轮车，行驶速度达1.6km/h，每走230m要上一次发条。在当时是一件稀世珍宝，被瑞典王子卡尔古斯塔夫用重金购买。

#### 4. 双桅风力帆车 (图 1-3-5)

1600年,荷兰物理学家西蒙·斯蒂芬制造。他把木轮装到船上,凭借风力驱动帆车行进,行驶速度达24km/h。但是没有风,车就不能开动。况且,风和道路的方向会不断变化,所以这是一辆“不听话的汽车”。

## 二、蒸汽汽车发明史

### 1. 冲动式汽轮机和蒸汽射流原理

1629年,意大利工程师布兰卡(Branca)发明了利用蒸汽冲击风轮旋转的机器,这是冲动式汽轮机的雏形(图1-3-6)。

1663年,英国大科学家牛顿(Isaac Newton)(图1-3-7)提出按“蒸汽射流”原理制造蒸汽机汽车。

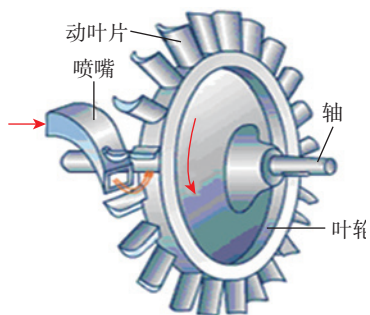


图 1-3-6 冲动式汽轮机原理



图 1-3-7 牛顿



图 1-3-8 冲动式蒸汽汽车

### 2. 蒸汽射流式的蒸汽汽车

1668年,比利时传教士南怀仁(康熙皇帝的数学老师)在北京成功制造一辆蒸汽射流式的蒸汽汽车(图1-3-8),车身中安装一个煤炉,加热水,利用一定温度和压力的水蒸气的喷射作用,推动叶轮旋转,从而带动车轴转动,推动汽车前进。

### 3. 纽柯门蒸汽机

1712年,英国工程师纽柯门(Thomas Newcomen)综合前人试验,成功制造第一台实用的大气式蒸汽机(图1-3-9)。蒸汽通入气缸后推动活塞上行,接着在气缸内部喷水使它冷凝,造成气缸内部真空,气缸外的大气压力推动活塞向下,再通过杠杆、链条等机构带动水泵活塞提升做功。热效率低,燃料消耗量大,在欧洲流行60年,主要用于矿井排水。

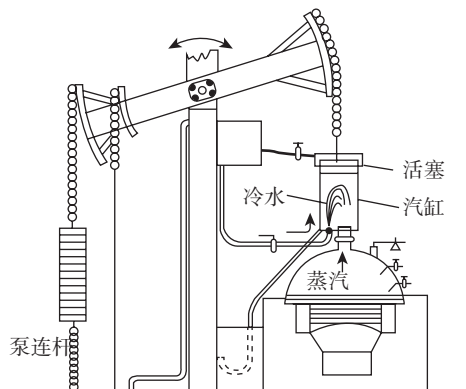


图 1-3-9 纽柯门蒸汽机

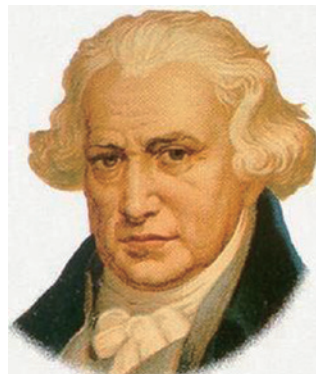


图 1-3-10 瓦特

### 4. 瓦特蒸汽机

1765年,英国的詹姆斯·瓦特(James Watt)(图1-3-10)在修理纽柯门蒸汽机时,发现气缸一会儿

被加热，一会儿又被冷却，白白浪费了很多热量，于是研制成功分离冷凝器的单动式蒸汽机，让气缸始终是热的，负责做功，让另一个容器始终是冷的，负责使蒸汽冷凝，比纽柯门的蒸汽机节约煤 75%，1769 年取得专利。之后，又研究制造了蒸汽机的曲柄连杆机构、行星齿轮机构、四连杆机构、配气机构、飞轮、离心调速器、压力表等，历经 20 余年不懈研究，取得了多个专利。1781 年瓦特的双作用式蒸汽机（图 1-3-11、图 1-3-12）广泛运用于火车、轮船、采矿、冶金等行业，极大地推动了世界各国生产力发展。恩格斯评论“蒸汽机是第一个真正国际性的发明”。为了纪念这位伟大的发明家，人们把常用的功率单位定为“瓦特”（W）。

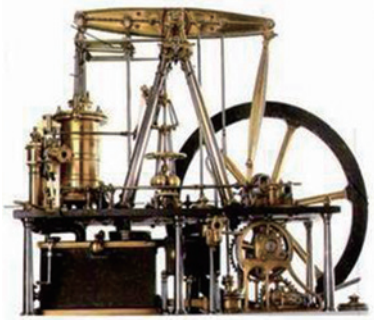


图 1-3-11 瓦特发明的蒸汽机

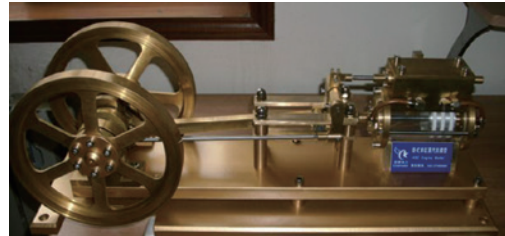


图 1-3-12 双作用式蒸汽机

### 5. 第一辆蒸汽三轮汽车

1769 年，法国炮兵大尉卡格诺(N. J. Cugnot)奉命研制大炮的牵引车，研制出第一辆蒸汽三轮汽车(图 1-3-13)。该车前面支撑着一个梨形大锅炉，后边有两个气缸，锅炉产生的蒸汽送进气缸，推动气缸里面的活塞上下运动，再通过曲柄把动力传给前轮前进，时速 4km/h 左右。试车时，由于下坡操纵不灵，撞到兵工厂墙上，成为世界上第一起机动车车祸。

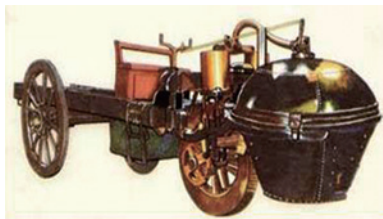


图 1-3-13 第一辆蒸汽三轮汽车

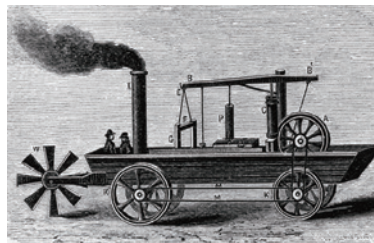


图 1-3-14 水陆两用蒸汽汽车图



图 1-3-15 现代水陆两用汽车

### 6. 水陆两用蒸汽汽车

1805 年，美国的爱文思 (Oliver Evans) 制造了水陆两用蒸汽汽车 (图 1-3-14)，并申请了专利。该车下面有 4 个轮子，后面还有一个蹼轮。在陆地靠车轮行走，在水里靠蹼轮驱动，成为现代水陆两用汽车 (图 1-3-15) 的先驱。

### 7. 蒸汽火车

1814 年，英国人史蒂芬逊 (G. Stephenson)，制造了蒸汽火车 (图 1-3-16)。由于蒸汽机在前进时不断从烟囱里冒出火来，所以人们称它为“火车”，它能拖得动三十多吨货物。

### 8. 第一辆正式运营的蒸汽公共汽车

1825 年，英国的嘉内 (G. Gurney) 公爵制造了世界上第一辆正式运营的蒸汽公共汽车 (图 1-3-17)，18 座，时速 19km/h。该车的发动机后置，后轴驱动，前轴采用了巧妙的专用转向轴设计，使前面两个轮不承担车重，转向可以轻松自如。

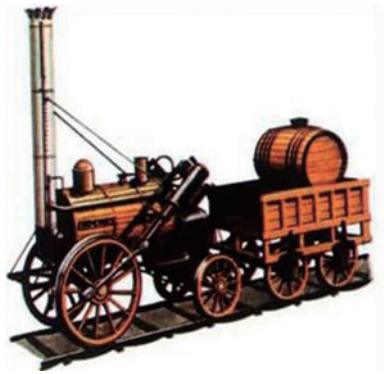


图 1-3-16 蒸汽火车



图 1-3-17 第一辆蒸汽公共汽车

### 9. 苏格兰蒸汽汽车公司

1833年4月，英国人汉考克（Walter Hancock）用制造的“企业”号蒸汽汽车（图1-3-18），成立了世界上最早的公共汽车运输公司——“苏格兰蒸汽汽车公司”，进行固定线路收费的公共汽车运输服务。该车可承载14名乘客，时速可达32km。

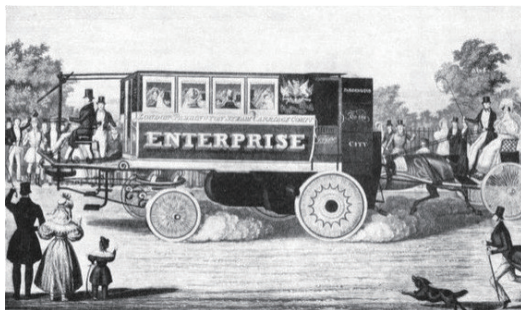


图 1-3-18 “企业”号蒸汽汽车



图 1-3-19 英国政府的“红旗条例”

### 10. 英国政府的“红旗条例”

1861年，由于蒸汽汽车存在的缺点和保守势力的反对，英国政府通过了一项《机动车道路法案》，规定蒸汽车辆的时速在乡村不得超过16km，在城镇不得超过8km。4年以后，这种时速限制就缩小到乡村时速不超过6.4km，城镇不超过3.2km。并且，一辆车须有两名驾驶员，手执红旗的车务员（“红旗条例”由此得名）必须走在车前20m处警告行人注意安全（图1-3-19），并负责限制车速。严禁驾驶员鸣笛放汽，以免惊吓马匹。与马车“狭路相逢”时，要为马车让路。

## 三、 内燃机发明史

### 1. 火药机

17世纪80年代，荷兰物理学家、天文学家、数学家惠更斯（Christiaan Huygens，图1-3-20）设计出一台火药机（图1-3-21），靠少量的火药在气缸里燃烧来提升活塞。当气体冷却时，大气压力便再次将活塞向下推，靠此来提起重物做功，被认为是内燃机的鼻祖。由于火药危险性大，火药机没有成功，但为后来的内燃机的问世准备了条件。

### 2. 煤气机

1860年法国工程师雷诺尔（E. Lenoir，图1-3-22）制成了用电火花点燃煤气和空气混合物的煤气机（图1-3-23），结构类似蒸汽机，由水平放置的一个气缸和双侧做功的活塞组成，用滑阀开闭控制进气和排气，没有压缩，热效率只有3%，产量达300~400台。



图 1-3-20 惠更斯

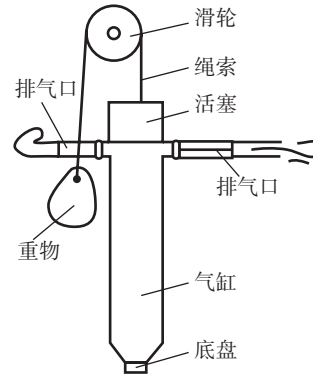


图 1-3-21 火药机



图 1-3-22 雷诺尔

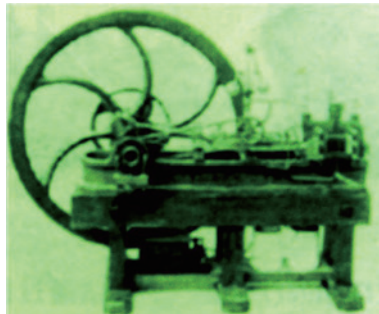


图 1-3-23 煤气机



图 1-3-24 自由活塞发动机

### 3. 四冲程原理和自由活塞发动机

1861 年，法国工程师罗彻斯（A.E.B de Rochas）提出了著名的内燃机四冲程理论，即活塞在气缸中上下移动 4 次，完成进气、压缩、做功、排气一个循环，可以有效提高热效率。100 多年来的往复式汽车发动机，都是采用该四冲程原理。

1866 年，德国发明家奥托（N.Otto）和兰根（E.Langén）合作制造了大气发动机，也称自由活塞发动机（图 1-3-24）。

### 4. 奥托四冲程内燃机

1876 年，奥托（Otto）制成了一台往复式、单缸、卧式、3.2kw 的四冲程煤气内燃机（图 1-3-25），压缩比为 2.66，热效率达到 14%，比没有压缩行程的发动机提高了 3 倍，有力证明了科学技术是第一生产力这个真理，也结束了 200 年来人们寻找小型汽车动力的历史。

### 5. 奥托四冲程内燃机专利与放弃

奥托（图 1-3-26）四冲程发动机于 1877 年 8 月 4 日获得德国专利，专利号 532。新型内燃机在 1878 年巴黎万国博览会上赢得了工程技术界的普遍称赞，认为它是“自瓦特以来在动力方面取得的最大成就”。然而，奥托却在 1886 年放弃自己所获得的四冲程发动机专利，提出任何人都可根据需要随意制作。因为，他看到了法国工程师罗彻斯写的一本小册子，在他发明四冲程内燃机之前已经比较完整地提出了四冲程内燃机的原理。奥托的高尚品德博得了人们的高度赞誉。同时，大家认为第一个研制出这种内燃机的人是奥托，所以后来人们仍然一直把四冲程循环称为奥托循环原理。

### 6. 第一台四冲程往复式汽油机

1883 年 8 月 15 日，德国的汽油机发明家戈特里布·戴姆勒（G. Daimler，图 1-3-27）与威廉姆·迈巴赫（Wilhelm.Maybach，图 1-3-28）合作，成功制造出世界上第一台四冲程往复式汽油机。此发动机上安装了迈巴赫设计的化油器，还用白炽灯管解决了点火问题。它的特点是轻型和高速。当时，其他内燃机的转速不超过 200r/min，它却一跃而达到 800 ~ 1000r/min，它的特点是功率大、质量轻、体积小、转速快和效率高，特别适用于交通工具。

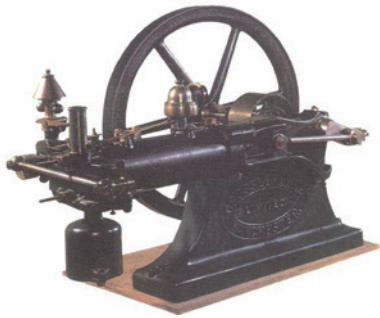


图 1-3-25 奥托内燃机



图 1-3-26 奥托

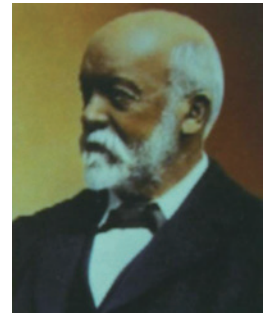


图 1-3-27 G-Daimler

### 7. 世界上第一台风冷立式单缸二冲程汽油机

1885 年，戴姆勒与迈巴赫又研制出世界第一台风冷立式单缸二冲程汽油机，功率 809W，1885 年 4 月 3 日获得专利。由于外形缘故，该专利又被称为“老爷钟”（Grandfather Clock）。之后，他们又把它装在两轮自行车上，制成世界上第一台摩托车（图 1-3-29），于 1885 年 8 月 25 日获得德国专利，成为世界摩托车的鼻祖，而迈巴赫成为第一位摩托车手。该摩托车采用橡木车架，真皮坐垫，木制车轮，带传动，利用压带轮控制带转动，一级齿轮变速，最高车速可达 11.2km/h。



图 1-3-28 Wilhelm. Maybach



图 1-3-29 戴姆勒摩托车



图 1-3-30 狄塞尔

### 8. 狄塞尔发明柴油机

1890 年，德国工程师鲁道夫·狄塞尔（Rudolf. Diesel，图 1-3-30）第一个提出压燃式内燃机原理。1892 年 2 月 27 日取得了专利（图 1-3-31），1894 年造出样机（图 1-3-32），1898 年投入商业性生产，热效率达 26%，比汽油机高得多。这是一项震惊世界的卓越发明，狄塞尔为此获得了“人类最伟大的发明”金银纪念币奖（图图 1-3-33）。



图 1-3-31 狄塞尔柴油机专利

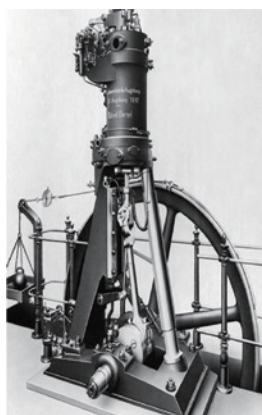


图 1-3-32 狄塞尔柴油机

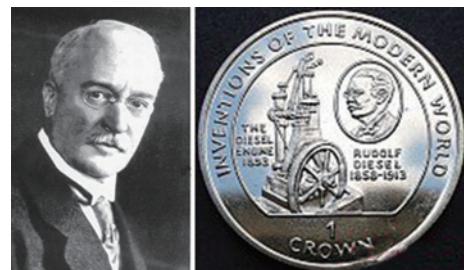


图 1-3-33 “人类最伟大的发明” 金银纪念币奖章

## 四、内燃机汽车发明史

### 1. 世界上第一辆三轮汽车

1886年1月29日，德国工程师卡尔·本茨（Karl. Benz, 图 1-3-34）将其研制的汽油机装在一辆三轮车上，成为世界上第一辆三轮汽车（图 1-3-35），并申请了专利，专利号为 37435（图 1-3-36），专利名称“气态发动机”。为此，这一天被后人称为现代汽车诞生日，本茨也被誉为“汽车之父”。

该汽车装用单缸水冷四冲程汽油机，排量 0.954L、发动机转速 300r/min、功率 660W，蓄电池与高压线圈点火，有散热器，发动机放在后面车架上。车身采用金属管架，辐条式橡胶车轮，前面一个小轮，靠操纵杆控制方向，首次采用齿轮齿条转向器。后面两个大轮，装有世界上最早的差动齿轮装置（差速器），还装有变速器和制动器，在车架和车轴之间，还首次装有弹簧悬架，使乘坐舒适。该车已经具备了现代汽车的一些基本特点，最高车速达 16km/h。



图 1-3-34 卡尔·本茨



图 1-3-35 世界上第一辆三轮汽车

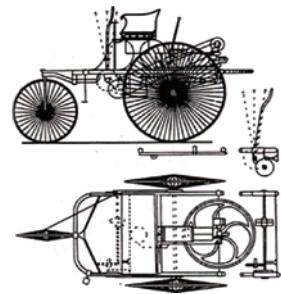


图 1-3-36 第一辆汽车专利

### 2. 世界上第一辆四轮汽车

1886年，德国发明家戴姆勒（G. Daimler）成功制造了第一辆四轮汽车（图 1-3-37），后人把他与本茨同称为“汽车之父”。

该汽车采用单缸四冲程水冷汽油机，功率 1.1kW，发动机后置。后轮驱动，前轮转向杆转向，最高车速达 14.4km/h。

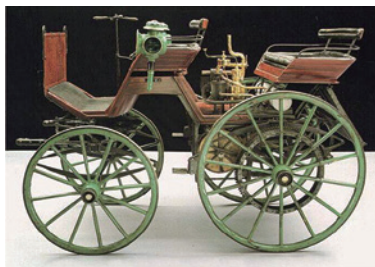


图 1-3-37 世界上第一辆四轮汽车



图 1-3-38 标致马车形汽车



图 1-3-39 奥兹莫比尔弯挡板马车形汽车

## 五、车身变化史

### 1. 马车形车身

从 19 世纪末到 20 世纪初，早期生产的汽车外形基本上沿用了马车的造型。因此，当时人们把汽车称为“无马的马车”。

图 1-3-38 所示是标致工厂 1891 年为摩洛哥王族生产的马车形汽车，图 1-3-39 是 1901 ~ 1905 年在美国最畅销的奥兹莫比尔弯挡板马车形汽车。

### 2. 箱形车身

为了提高发动机的功率和汽车的速度，发动机的尺寸越变越大，在座位下面已经无法容纳，只好布

置在汽车的最前面。这使得汽车的形状变成发动机舱和客舱两个方正部分，像个箱子，这就是箱形汽车造型。

图 1-3-40 是戴姆勒汽车公司 1901 年推出的梅赛德斯箱形汽车，图 1-3-41 是福特汽车公司 1908 年推出的生产量达 1546 万辆的 T 型箱形汽车。

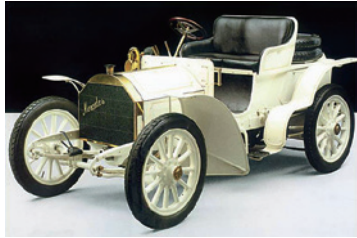


图 1-3-40 梅赛德斯箱形汽车

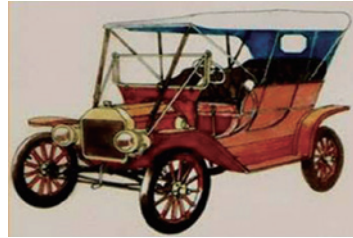


图 1-3-41 T 型箱形汽车

### 3. 甲壳虫形汽车

随着车速日益提高，箱形车身空气阻力大的缺点突出表现出来。汽车空气动力学的研究表明，汽车风阻随汽车速度呈平方增长，当车速超过 100km/h 后，汽车发动机功率大部分消耗在空气阻力上。而流线型车身可以大大降低风阻。

1934 年，德国著名汽车设计大师费迪南德·保时捷（Ferdinand Porsche，图 1-3-42）仿照甲壳虫外形设计汽车，人们称这种车为“甲壳虫”汽车。1935 年制造出第一辆样车，1939 年正式投产。由于其流线型设计，风阻小，而且外观时尚（图 1-3-43、图 1-3-44），价格便宜，共生产 2150 多万辆，创单产世界纪录。

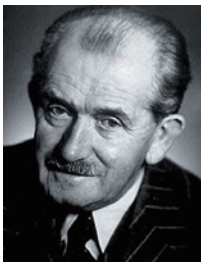


图 1-3-42 保时捷



图 1-3-43 最早的甲壳虫汽车



图 1-3-44 当代的甲壳虫汽车

### 4. 船形汽车

福特汽车公司 1949 年推出具有历史意义的 V8 型汽车，明显地分为发动机舱、乘客舱、行李舱三个部分，中部突起，就像是一条船，人们称之为船形汽车（图 1-3-45），这也是现代三厢式（Three Box Type）轿车的先河。

福特船形汽车的出现，成为当时压倒一切的轰动事件，在经销商正式销售前便收到了 130 万张订单，从 20 世纪 50 年代至今，船型汽车已成为世界上数量最多的一种车型。



图 1-3-45 船形汽车



图 1-3-46 别克牌小汽车

### 5. 鱼形汽车

船形汽车的尾部过分地伸长，形成了阶梯状，高速行驶时会产生较强的空气涡流，因此影响了车速的提高。为克服这个缺点，设计者将汽车后窗倾斜，形成斜背式，类似鱼形，所以被称为鱼形汽车。

最初的鱼形汽车是1952年美国通用汽车公司生产的别克牌小汽车（图1-3-46），图1-3-47是1960年款的雪铁龙DS19“鱼形”汽车。



图 1-3-47 雪铁龙 DS19 “鱼形” 汽车

### 6. 楔形汽车

鱼形汽车缺点是汽车后窗倾斜大、面积大，强度有所下降，而且汽车在高速行驶时易产生很大的升力。有的在汽车尾部安装了一个翘起的“鸭尾”，也可以克服部分升力（图1-3-48）。

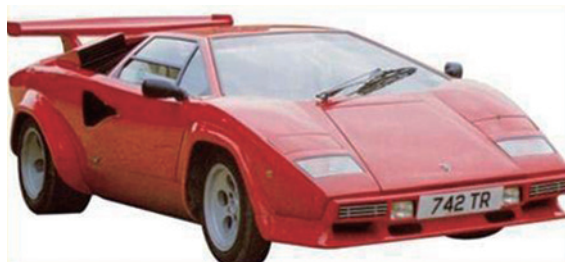


图 1-3-48 楔形汽车

### 7. 现代汽车造型特点

现代汽车造型，是机械工程学、人机工程学、空气动力学和现代制造方法的有机结合。作为轿车，其车身造型风格渐变圆润饱满（图1-3-49），车身的各个构件尽量靠近车身表面，三厢车明显的阶梯感已弱化。



图 1-3-49 现代汽车造型特点

## 六、汽车主要部件发展史

### 1. 汽车轮胎的发明与发展

轮胎是汽车的重要部件，对汽车的行驶的稳定性和行驶速度影响巨大。1888 年，英国人约翰·伯德·邓洛普发明了充气轮胎，申请了专利。图 1-3-50 是第一个充气轮胎。

1889 年，法国的安德烈·米其林和爱德华·米其林两兄弟的米其林公司，发明了首条自行车可拆卸轮胎。1895 年制造了首条轿车用充气轮胎，极大地改善了汽车的行驶性能和速度，影响了整个世界。图 1-3-51 为米其林轮胎人广告。

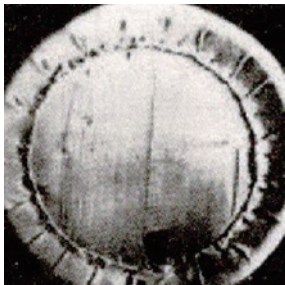


图 1-3-50 第一个充气轮胎



图 1-3-51 米其林轮胎人

1908 年，米其林公司研制出了双式车轮，有效地解决了重型汽车的轮胎负荷问题。  
1937 年，米其林公司又研制出了子午线轮胎，极大地改善了轮胎行驶方向的稳定性。  
1981 年，英国邓洛普公司又发明了一种在穿孔的情况下汽车仍可继续行驶新型轮胎。

### 2. 汽车变速器的发明与发展

1889 年，戴姆勒在他的汽车上采用装有滑动小齿轮的 4 速齿轮变速器。手动变速器（图 1-3-52）结构简单，但操作复杂。

1939 年，美国通用汽车公司的奥兹莫比尔汽车采用了自动变速器 AT（图 1-3-53）。它是利用液力结合机械手段实现换档功能，取消了离合器踏板，使汽车的操控变得简单，安全性好，而且传动平稳。



图 1-3-52 手动变速器



图 1-3-53 自动变速器

1969 年出现的电子控制变速器（AMT），采用先进的电子控制单元（ECU）控制汽车速度。

1987 年，福特汽车公司首次在市场上推出金属带式无级变速器（CVT），能在一定范围内进行无级调节传动比，相当于有无数个档位，它是变速器中最先进的一种，具有变速平稳、加速快、油耗低、结构简单、体积小、重量轻等优势。图 1-3-54 是日本 NISSAN 公司的 CVT 无级变速器。

2000 年，保时捷公司发明了一种手动 / 自动一体化变速器，这是将汽车的手动换档和自动换档结合在一起，装在同一辆车上的变速方式（图 1-3-55）。



图 1-3-54 CVT 无级变速器



图 1-3-55 手动 / 自动一体化变速器变速杆

### 3. 汽油机燃料供给系统的发明与发展

1892 年，美国人杜里埃发明喉管型喷雾化油器（图 1-3-56），成为其后上百年使用化油器的先河。

1945 年，汽油的喷射系统开始应用于军用战斗机。

1953 年，美国本迪克斯（Bendix）首先开发了电子喷射器（Electrojector）。

1954 年德国奔驰公司在奔驰 300SL 上安装了机械式汽油喷射系统（K 型）。



图 1-3-56 喉管型喷雾化油器

1967 年，德国博世（Bosch）公司推出电控燃油喷射装置（Electronic Fuel Injection, EFI），其原理见图 1-3-57，成为内燃机发展史上又一重大突破。

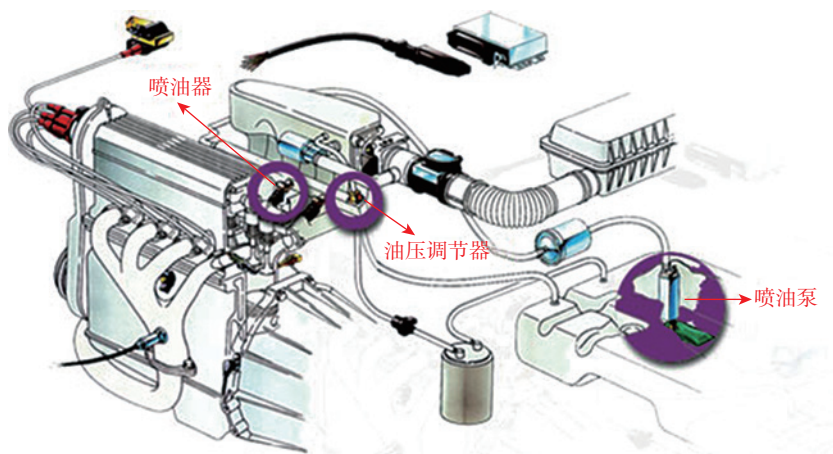


图 1-3-57 EFI 工作原理

#### 4. 柴油机燃料供给系统的发明与发展

柴油汽车燃料供给系统也经历了机械式和电子喷射两大阶段。传统机械式主要靠高压喷油泵（图 1-3-58）和喷油器对柴油进行雾化，控制精度低，反应不灵敏。柴油机电控喷射（图 1-3-59）能够自由控制喷油量、喷油压力、喷油正时和喷油（速）率，控制精度高，反应速度快。

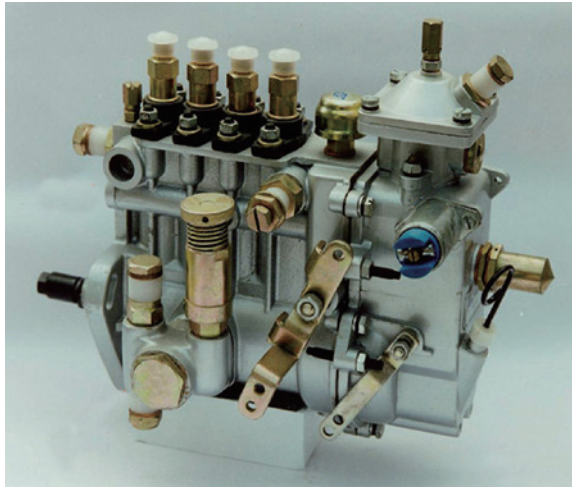


图 1-3-58 喷油泵

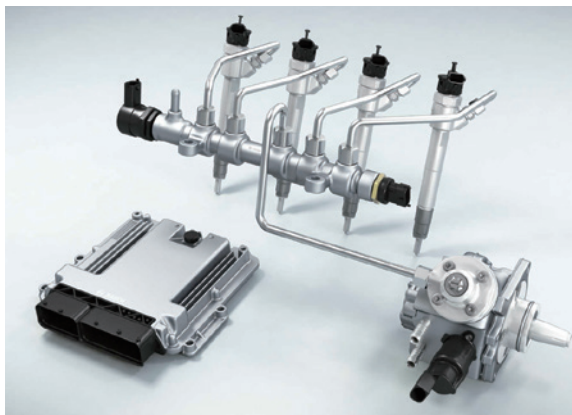


图 1-3-59 柴油机电喷系统

20 世纪 60 年代后期，瑞士的 Hiber 教授研制了柴油机电控共轨系统。

1995 年末，日本电装公司将 ECD-U2 型电控共轨系统成功应用于载重汽车柴油机上，并批量生产。

#### 5. 汽车点火系统的技术发明与发展

1796 年，意大利科学家沃尔兹发明了世界上第一台蓄电池，为汽车的电点火和起动奠定了基础。

1838 年，英国发明家亨纳特发明了世界第一台内燃机点火装置，该项发明被世人称之为“世界汽车发展史上的一场革命”。

1858 年，法国工程师洛纳因发明了世界上第一只用陶瓷绝缘制成的电点火火花塞（图 1-3-60）。

1883 年，德国人戴姆勒（Daimler）制成了第一台四冲程往复式汽油机，采用白炽灯管点火。

1901 年，德国博世公司发明高压磁电机点火装置。

1953 年，晶体管被应用于汽车点火系统。

20 世纪 70 年代后期，微机点火系统被应用于汽车点火系统（图 1-3-61），能够精确控制点火时间，使发动机在功率、加速性能和排放等方面达到最优。

#### 6. 汽车制动装置的发明与发展

1902 年，盘式制动器专利被英国人获得（图 1-3-62）。鼓式制动器专利由法国人雷诺获得（图 1-3-63）。



图 1-3-60 火花塞

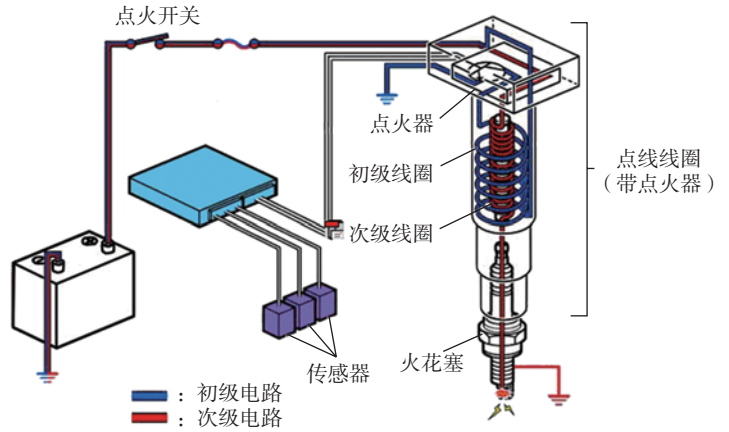


图 1-3-61 微机点火系统

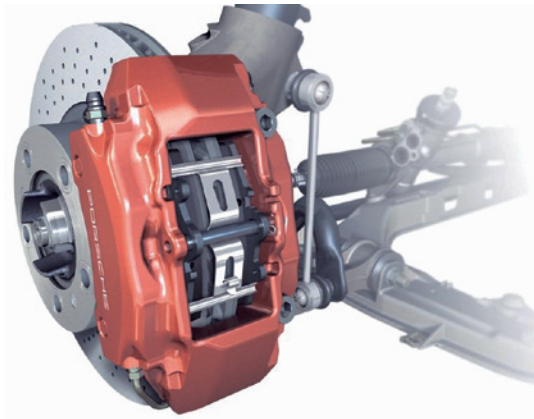


图 1-3-62 盘式制动器



图 1-3-63 鼓式制动器

1904 年，气压制动系统开始被采用。

1918 年，美国人麦克姆·罗西德制成四轮液压制动器并获专利。

1936 年，双管路紧急制动系统问世。

1936 年，德国公司博世（Bosch）公司开始研发 ABS（Antilock Braking System），申请了“机动车辆制动防抱死装置”的专利。

1966 年，博世公司成功制造了世界上第一个 ABS，应用于铁路车辆和航空器。

1978 年，博世公司首先推出了采用数字式电子控制装置的制动防抱死系统，并将该装置安装在奔驰轿车上，揭开了现代 ABS 发展的序幕（图 1-3-64）。



图 1-3-64 制动防抱死系统



## 第四节 世界汽车工业发展史

汽车诞生于德国，却成长于法国(德国与法国地图见图1-4-1)，成熟于美国，兴旺于欧洲，挑战于亚洲，充满了神奇色彩，而又遵循着深刻的经济社会发展哲理。

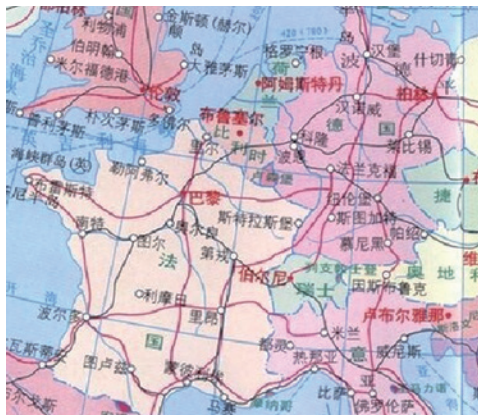


图 1-4-1 德国与法国地图

### 一、汽车诞生于德国（1876—1890）

#### 1. 现代汽车发动机的发明来自德国

1876年，德国发明家奥托（Otto）制成了往复式活塞式汽油机（图1-4-2），为现代汽油汽车的发明奠定了基础。

1892年，德国工程师狄塞尔（Diesel）发明了柴油机（图1-4-3），取得了专利。

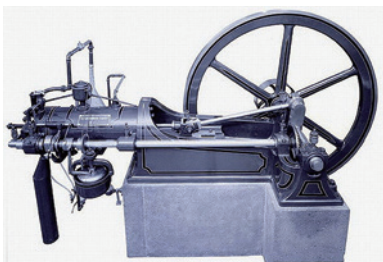


图 1-4-2 奥托汽油机



图 1-4-3 狄塞尔柴油机



图 1-4-4 第一辆三轮汽车

## 2. 现代汽车的发明来自德国

1886年，德国工程师本茨（Benz）发明了世界上第一辆三轮汽车（图 1-4-4）。  
1886年，德国发明家戴姆勒（Daimler）制造了世界上第一辆四轮汽车（图 1-4-5）。

## 3. 世界最早的汽车制造公司来自德国

1883年，本茨成立了奔驰合伙公司——莱茵燃气发动机厂。  
1890年，德国戴姆勒汽车公司创立。1901年，第一辆梅赛德斯轿车（图 1-4-6）诞生，年产量 96 辆。  
1894年，奔驰汽车公司开始生产的威罗（Velo）牌汽车（图 1-4-7），至 1899 年累计生产了 1200 辆。

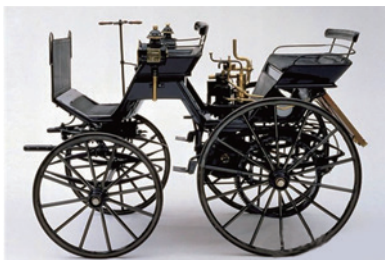


图 1-4-5 第一辆四轮汽车

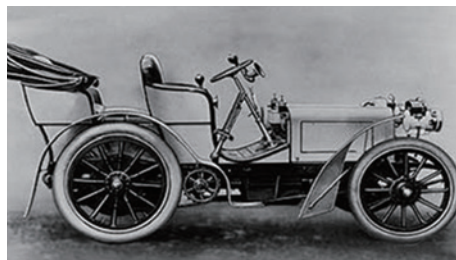


图 1-4-6 第一辆梅赛德斯轿车



图 1-4-7 威罗（Velo）牌汽车



图 1-4-8 法国举行汽车赛

## 二、汽车成长于法国（1891—1907）

### 1. 法国的社会经济环境

德国刚独立，经济不如法国，人们购买力低，公路差。  
法国经济财力雄厚，修建公路网，举行汽车赛（图 1-4-8）并进行宣传。  
奔驰和戴姆勒公司把大部分生产移植到法国。  
从 1891 年起，法国占据了汽车制造的领先地位。

### 2. 较早出现了著名的汽车及其配件公司（图 1-4-9）



图 1-4-9 法国著名的汽车及其配件公司

1896年，法国标致汽车公司正式成立。  
1898年，法国雷诺汽车公司成立。  
1889年，米其林公司成立。

### 3. 法国人善于学习和创新

1891 年，法国 P&L 公司采用了前置发动机后轮驱动的标准形式（图 1-4-10），改善了汽车行驶性能，被全世界广泛仿效。

1889 年，法国的标致公司成功研制了齿轮变速器和差速器。图 1-4-11 是该公司 1891 年安装有 4 速变速器的标致 III 型汽车。

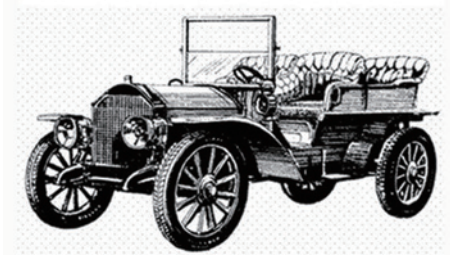


图 1-4-10 1891 年 P&L 公司生产的汽车



图 1-4-11 标致 III 型汽车

1895 年，法国人米其林兄弟发明充气式橡胶轮胎，为汽车的性能提高做出了重要贡献。

1898 年，法国雷诺汽车公司将万向节首先应用在汽车传动系统中，还发明了锥齿轮式主减速器。

1902 年，鼓式制动器专利由法国人雷诺获得。后桥独立式悬架被法国人装于赛车，使汽车的性能得到进一步的提高。

### 4. 法国的汽车产量增长较快

1900 年标致汽车公司第 1000 辆汽车下线。图 1-4-12 是 1900 年生产的标致 28 型汽车，该车速度已达 35km/h。

1904 年，法国汽车厂达 350 家，年产量达 17000 辆。



图 1-4-12 标致 28 型汽车

## 三、汽车成熟于美国（1908—1946）

### 1. 美国的社会经济发展

美国人口众多，地大物博。

独立战争结束了殖民统治，南北战争扫除了奴隶制度（图 1-4-13），随着社会经济的发展，美国对汽车的需求量越来越大。



图 1-4-13 独立战争与南北战争

## 2. 美国三大汽车公司创立（图 1-4-14）

1903 年，美国福特汽车公司成立。

1908 年，美国通用汽车公司成立。

1925 年，美国克莱斯勒汽车公司成立。



图 1-4-14 美国三大汽车公司商标

## 3. 福特汽车公司成功开发 T 型车

1908 年，福特汽车公司成功开发了举世闻名的 T 型车（图 1-4-15），该车发动机 4 缸、15kW、2.884L、1600r/min，可燃烧劣质油，发动机可拆卸，用于抽水，锯木等作业。整车尺寸小，重量轻，易修理，经济实用，无华而不实之物。《福特传》称“这种车只有骨头和肌肉，没有一点脂肪”。每辆售价最终降到 265 美元，一个工人工作不到四个月就可以买一辆 T 型车，深受人们欢迎，供不应求。

T 型车至 1927 年共生产 1546 万辆，创下当时汽车单产世界纪录。从 1908 ~ 1920 年，全世界汽车保有量的 50% 是 T 型车，为“装在汽车轮子上的美国”立下了不朽功勋。福特也被誉为美国“汽车大王”。图 1-4-16 是当时美国街头 T 型车盛况。



图 1-4-15 福特 T 型车

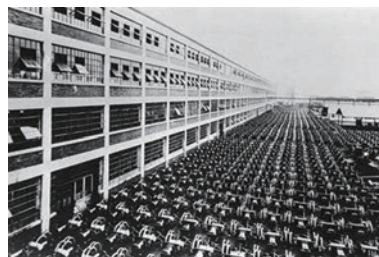


图 1-4-16 T 型车盛况

## 4. 福特汽车公司的流水生产线

1913 年建成了世界上第一条汽车流水生产线（图 1-4-17），创造了日产汽车 10877 辆的世界纪录，每辆 T 型汽车的组装时间由原来的 12h 28min 缩短至 10s，生产效率提高了 4488 倍，创造了世界汽车生产史上的奇迹。

## 5. 通用汽车公司组建现代化集团公司

通用汽车公司（图 1-4-18）先后兼并凯迪拉克、别克、雪佛兰、庞蒂克、欧宝、莲花等 30 多个汽车公司，进行集团化生产管理。政策集中制定，分散执行，分工协作，跨国综合经营。先后推出数十款品牌汽车，在全球 30 多个国家建立了汽车制造业务，1928 年后，一直是美国和世界最大汽车公司。

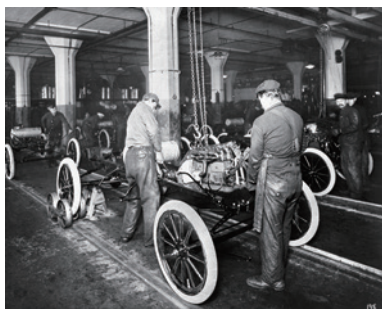


图 1-4-17 T 型汽车流水生产线



图 1-4-18 美国通用汽车公司总部

## 6. 克莱斯勒汽车公司汽车品牌

克莱斯勒不断创新，推出闻名于世的汽车品牌及独特的工程理念。率先采用“液压式”制动系统；开发了气流型小汽车（图 1-4-19），前置式驾驶室设计、高压压缩比发动机。作为世界上越野车的开山鼻祖，其 Jeep 系列的越野车（图 1-4-20）和 SUV 运动型多功能车已奔驰在 100 多个国家，超过 900 万辆。首创的厢式旅行车车型，已畅销全世界，超过 1100 万辆。



图 1-4-19 气流型小汽车



图 1-4-20 Jeep 系列的越野车

## 7. 美国汽车产量与普及（图 1-4-21）

1918 年，美国登记客车数超过 500 万辆，居世界第一。  
1920 年，美国每 7 个人就拥有一辆汽车，普及率居世界第一。  
1939 年，美国汽车产量达到 750 万辆，居世界第一。

## 四、汽车兴旺于欧洲（1946—1975）

### 1. 二战结束后欧洲著名汽车公司重振雄风

欧洲著名汽车公司有德国大众、戴姆勒—奔驰、宝马、保时捷等公司，法国标致、雪铁龙、雷诺等公司，意大利菲亚特、法拉利、阿尔法—罗密欧、兰博基尼等公司，英国劳斯莱斯、摩根、莲花、罗孚等公司，瑞典沃尔沃等公司。二战结束后，各公司都在战争的废墟上大力重建汽车工业，为欧洲汽车兴旺做出重要贡献。欧洲著名汽车公司商标见图 1-4-22。



图 1-4-21 美国汽车普及



图 1-4-22 欧洲著名汽车公司商标

### 2. 欧洲微型汽车开发取得重大成功

针对美国车型体积大、油耗高、价格贵等弱点，欧洲开发了多姿多彩的微型汽车，符合二战后欧洲

的经济条件和人们需要。

法国雷诺汽车公司 1946 年开发了著名的 4 缸 0.760L 排量的 4CV 微型汽车（图 1-4-23），十分畅销，1954 年 4CV 的产量达到 50 万辆。

法国雪铁龙公司于 1948 年开发了 0.375L 排量的 2CV (Deux Chevaux Vehicle, 意思是指两匹马拉的车) 微型汽车，俗称丑小鸭（图 1-4-24）。但它丑而不陋，功能多，乘车空间宽敞、舒适。车窗、车头盖、翼子板等都能随意拆解，车顶的布篷则可以后卷，被誉为“四个轮子一把伞”。维修容易，价格便宜，推出后风靡世界市场数十年。1949 年至 1990 年累计产量 500 余万辆。

意大利菲亚特公司 1955 年开发了 0.479 ~ 0.597L 排量 500 微型汽车（图 1-4-25），尽管输出仅为 9.6 ~ 15.4kw，极速却能达到 85 ~ 105km/h。从 1955 年到 1972 年，一共生产了 360 多万台，与大众甲壳虫、英国的“迷你”、雪铁龙 2CV 被推举为欧洲四大民用经典车之一。



图 1-4-23 4CV 微型汽车



图 1-4-24 雪铁龙 2CV 微型汽车



图 1-4-25 菲亚特 500 微型汽车

### 3. 英国罗孚公司“迷你”微型汽车

1959 年，英国罗孚公司开发了“迷你”（Mini）型微型汽车（图 1-4-26），该车三围为长 3.05m，宽 1.41m、高 1.35m。质量 608kg，发动机 0.8L 排量、25kw。前轮驱动，溜背式的车尾和小得不能再小的铝合金车轮，动感十足，乘坐舒适。这一设计理念还被人们称为汽车技术发展史上的六大里程碑之一。当时售价为 790 美元，深受欢迎，40 年来售出超过 500 万辆以上，成为英国历史上单一品牌车型产量最大的车型。



图 1-4-26 (Mini) 型微型汽车

### 4. 高尔夫牌轿车生产量超过 3000 多万辆

德国大众汽车公司 1973 年开发出高尔夫（Golf 牌轿车（图 1-4-27）。采用水冷四缸发动机，1.1L 排量，前轮驱动，轻量化底盘，两厢，溜背式造型。内部空间宽敞，最高车速达到 140km/h，后来换装了 1.5L 发动机，极速上升到 160km/h。由于性能良好，价格比较低廉，深受人们欢迎。在德国，几乎每个家庭都购买一辆高尔夫轿车。迄今为止，高尔夫已生产第七代（图 1-4-28），生产量超过 3000 多万辆，超过甲壳虫，创下了历史纪录。



图 1-4-27 第一代高尔夫轿车

### 5. 欧洲汽车产量猛增（图 1-4-29）

第二次世界大战结束后，仅西欧汽车产量就由战前的 80 万辆猛增到 750 多万辆，增长了近 10 倍。

1966 年，欧洲汽车产量突破 1000 万辆，超过北美汽车产量。

1973 年，欧洲汽车产量 1500 万辆，世界汽车工业中心由美国转回欧洲。



图 1-4-28 第七代高尔夫汽车

## 五、汽车挑战于亚洲（1976—2014）

### 1. 亚洲著名汽车公司（图 1-4-30）

亚洲著名汽车公司有日本丰田、日产、本田、马自达、铃木、三菱、



图 1-4-29 欧洲汽车产量猛增

五十铃等汽车公司，韩国现代、起亚、大宇等汽车公司，中国一汽、东风、上汽等汽车集团，印度塔塔等汽车公司。



图 1-4-30 亚洲著名汽车公司商标

### 2. 日本汽车工业崛起

国家制定汽车保护和发展政策，在银行贷款和税收方面对汽车制造公司实行优惠，鼓励汽车大量出口。

丰田汽车公司创始人丰田喜一郎（图 1-4-31）及其继承人创造了风靡全球的“丰田生产方式”（TPS），也称精益生产方式（LP），被世界各国企业界所仿效。

正确决策，不断创新。开发出皇冠（图 1-4-32）、雷克萨斯（图 1-4-33）、佳美等著名品牌，获得极大成功。

1980 ~ 1993 年，2006 ~ 2007 年，日本汽车年产量居世界第一。



图 1-4-31 丰田喜一郎



图 1-4-32 2004 年日本第 12 代皇冠

### 3. 韩国汽车工业崛起

韩国政府对汽车工业实行指导和扶持政策。20 世纪 70 年代政府实行“汽车国产化”政策，80 年代又实施出口导向战略。汽车工业沿着 KD 装配→零部件国产化→自主开发的发展道路，成功地实现技术跨越，创出伊兰特（Elantra）（图 1-4-34）、雅绅特（Accent）等一批汽车品牌。2007 年，汽车产量达 408.6 万辆，居全球排名第五位。



图 1-4-33 2001 年日本雷克萨斯汽车



图 1-4-34 伊兰特轿车

#### 4. 中国汽车工业崛起

国家重视汽车工业。1985年，我国在“七五”规划中，已把汽车工业列为国家支柱产业。

改革开放政策，引进了发达国家的汽车制造先进技术和管理经验，促进了我国汽车工业的重组和快速发展，形成了一汽、东风、上汽三大汽车集团和北汽、广汽等六大骨干轿车企业，出现了红旗（图1-4-35）、奇瑞、吉利等自主品牌汽车。

我国汽车产量快速增长（图1-4-36），从2009年至今的汽车产量一直居世界第一。



图 1-4-35 红旗轿车

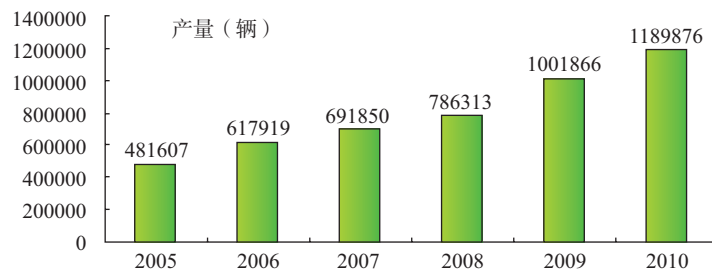


图 1-4-36 中国汽车产量



## 第五节 中国汽车工业发展史

### 一、慈禧太后与中国第一辆汽车

1901年，直隶总督袁世凯为了讨好慈禧，用1万两白银购进一辆第二代奔驰牌小轿车（图1-5-1）作为慈禧六十大寿的贡礼送给了慈禧太后。这开创中国历史上拥有汽车的先河。后来慈禧就对汽车失去了兴趣，因为她不能容忍司机坐在她面前开车，她认为司机应跪着。因此这辆车被弃置一旁。后来，此车作为皇宫遗物在紫禁城闲置起来。



图 1-5-1 慈禧与中国第一辆汽车

辛亥革命后，这辆汽车又从紫禁城移到颐和园至今。经专家鉴定，这是我国进口的第一辆汽车，距今已整整100年，成为一辆世界罕见的老爷车，受到世人瞩目。而今，这件珍贵的汽车文物——“中国头号汽车古董”，仍然静静地停放在北京颐和园的“德和园”。

### 二、张学良与中国制造的第一辆汽车

中国首先提出制造汽车的是张学良。当时张学良从海外留学回来，对中国没有自己的汽车制造业深有感触。进口汽车不仅价格昂贵，更令人头疼的是，维修时常困扰于配件，因此张学良心里早有建立中国汽车制造业的想法。

1929年5月，张学良将奉天迫击炮厂改为辽宁迫击炮厂，从美国购进“瑞雷号”载货汽车散件，通过大量的拆装试验，又根据国内道路情况和实际需求，仿制出两种型号的载货汽车：一种为100型，载重量为3吨，适合道路条件较差的地区；另一种为75型，载重量2吨，适合路况较好的城镇。

经过两年多的不懈努力，1931年5月31日，民生牌75型载货汽车（图1-5-2）终于问世。《交通史料》记载，民生工厂所制的这辆车为75型65马力、载重量为4000磅（约1.82吨），最高车速为每小时40公里。自行设计的缓冲式后轴也有自己的特点，水箱分为4部，即使一部损坏，汽车仍然照常行驶。

民生牌汽车在国内引起很大反响。可惜民生牌生不逢时。6天后，“九一八”事变爆发，沈阳沦入日寇的铁蹄下。第一辆汽车试制成功时，工厂已经准备好了50辆左右的零部件。然而工厂被日军侵占，即将完成的首批汽车及零件被日军全部拖走，刚刚萌芽的中国民族汽车制造业就这样被扼杀了。

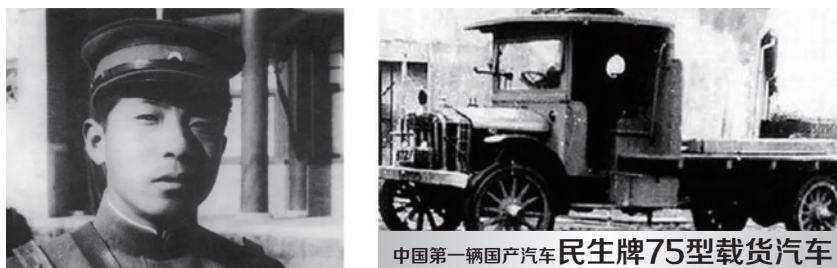


图 1-5-2 张学良与中国制造的第一辆汽车

### 三、 艰苦创业（1953—1992）

#### 1. 创建第一汽车制造厂

第一汽车厂于1953年7月在长春破土动工（图 1-5-3）。

1956年7月生产出第一辆“解放”牌载重汽车（图 1-5-4）。

1958年5月生产出第一辆“东风”牌轿车（图 1-5-5），8月生产出第一辆“红旗”牌轿车。



图 1-5-3 第一汽车制造厂（长春）



图 1-5-4 第一辆“解放”牌汽车



图 1-5-5 第一辆“东风”牌轿车

#### 2. 创建第二汽车制造厂

第二汽车制造厂于1967年4月在湖北十堰动工兴建（图 1-5-6）。

1975年6月东风两吨半越野车投产，1978年7月东风五吨载货车（图 1-5-7）投产。

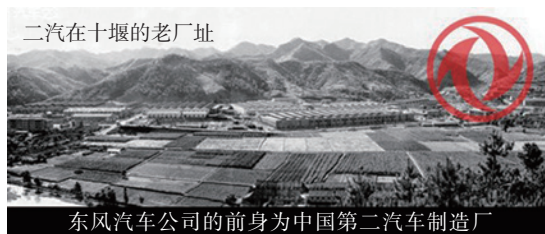


图 1-5-6 第二汽车制造厂（十堰）



图 1-5-7 东风牌载货汽车

#### 3. 两次“汽车热”

由于“大跃进”和“文化大革命”运动的影响，先后形成了两次“汽车热”，全国各省市自治区都办起了汽车厂，全国汽车企业达2000余家。

大多数汽车厂产品重复、“小而全”、质量差。产品类型主要是中型货车，出现“缺重少轻，轿车基本空白”的局面。

#### 4. 调整与改革

1985 年，中央在“七五”规划中，把汽车工业列为国家支柱产业。

1987 年，我国政府确定了重点发展轿车工业的战略决策。

产品升级换代。1987 年，解放 CA141 汽车批量生产（图 1-5-8），结束了生产解放 CA10B 汽车 30 年一贯制的历史。

增加重型汽车生产（图 1-5-9）。

加强轻型（含微型）汽车生产（图 1-5-10、图 1-5-11）。



图 1-5-8 解放 CA141 汽车



图 1-5-9 斯达——斯太尔重型汽车



图 1-5-10 江铃轻卡



图 1-5-11 “长安之星”微型汽车

建设轿车工业。1985 年，上海大众公司成立（图 1-5-12），与德国大众合资生产桑塔纳系列轿车，拉开了大量生产轿车的序幕。其后，一汽大众（图 1-5-13）、二汽雪铁龙、广州本田等中外合资轿车项目纷纷启动，填补了我国轿车基本空白的局面，

1992 年，历经 40 年，汽车产量突破 100 万辆。



图 1-5-12 上海大众公司成立



图 1-5-13 一汽大众公司签约

### 四、 改革开放与改组兼并（1993—2000）

1. 1994 年，国务院颁布《汽车工业产业政策》，提出汽车产业“到 2010 年成为国民经济的支柱产业”的奋斗目标。

2. 改革开放进一步深入。截至 2000 年，我国先后与大众、通用等十多家国际大汽车集团公司合资。

3. 改组兼并，扩大规模经营。一汽组建第一汽车集团公司（图 1-5-14）。二汽组建东风汽车集团公司（图 1-5-15）。上汽与德、美、日、英、法和意大利等国家合资，图 1-5-16 为 1995 年上海大众第 50

万辆桑塔纳轿车下线情景。

4.1998年，国内14家企业集团（公司）生产148.5万辆，占全国当年汽车产量的91.21%，初步形成了汽车产业的组织结构优化调整。至2000年，历经8年，我国汽车年产量翻一番，达到207.7万辆（图1-5-17），全球排名第8位。



图 1-5-14 一汽总部大楼图



1-5-15 东风总部大楼



图 1-5-16 第 50 万辆桑塔纳轿车下线

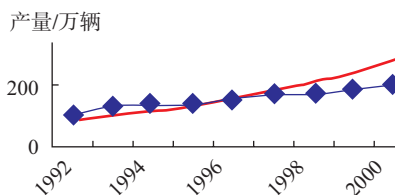


图 1-5-17 1992—2000 年我国汽车年产量变化

## 五、汽车产量跨越式增长（2001—2009）

1. 中国汽车年产量连续 8 年实现跨越式增长（图 1-5-18），年均增长速度高达 25%。
2. 2004 年，国家新《汽车产业发展政策》发布。
3. 2009 年国家出台《汽车产业振兴规划》，汽车年产量达 1379 万辆，居世界第一。
4. 国内汽车企业进一步改组兼并，强强联合。十大汽车企业销售量占全国汽车销售总量的 87%。
5. 汽车新产品、新技术大量推出，自主品牌汽车市场份额扩大，每年都有几十到上百款新车投放市场，2009 年推出 100 多款轿车新车型。

## 六、稳步发展（2010—2013）

1. 这 4 年汽车产销量稳中有增（图 1-5-19）。
2. 企业经济效益持续向好。2013 年 17 家重点企业（集团）累计完成工业总产值同比增长 18.1%，完成利税总额同比增长 24.7%。
3. 大企业集团产业集中度进一步提高。2013 年销量前十名的企业集团销售汽车占汽车销售总量的 88.4%。

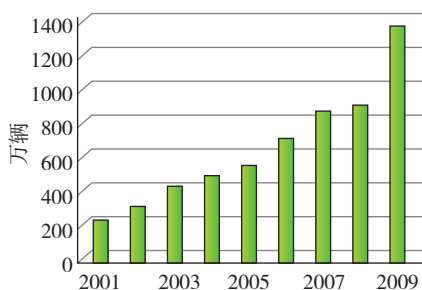


图 1-5-18 汽车年产量跨越式增长

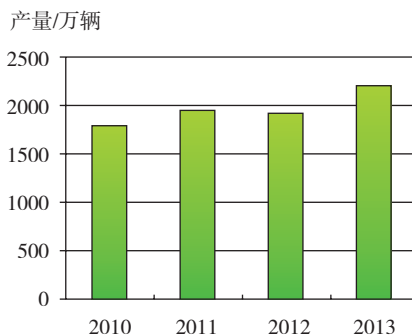


图 1-5-19 2010—2013 我国汽车产量

# 第2章

## 汽车基本构造



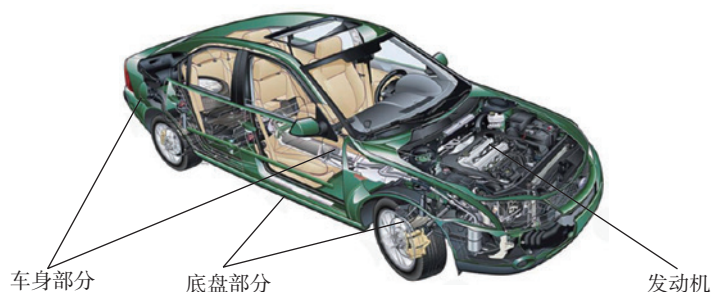
1. 掌握汽车发动机基本结构
2. 掌握汽车底盘基本结构
3. 理解汽车车身电器基本结构
4. 了解新能源汽车基本结构



## 第一节 汽车发动机

汽车既可跑得飞快，又可慢如蜗牛，可进可退，又可以发光、发声，可冷可热，还可以导航，奥妙无穷，是名副其实的高科技产品。一辆汽车有上万个零部件，集声、光、机、电、热、电子、化工、美工于一身，有的汽车甚至装有 20 多个微电脑。

汽车由发动机、底盘和车身三大部分组成。



1. 发动机—它是汽车的动力源。
2. 底盘—负责将发动机的动力进行传递和分配，并按驾驶人要求行驶（加速、减速、转向、制动等）。
3. 车身—是驾驶人操作和容纳乘客及货物的场所。由车体、门、窗、行李箱或货箱、座椅、安全带、安全气囊、仪表灯光、刮水器、空调等组成。

### 一、汽油发动机基本组成（如图 2-1-1）

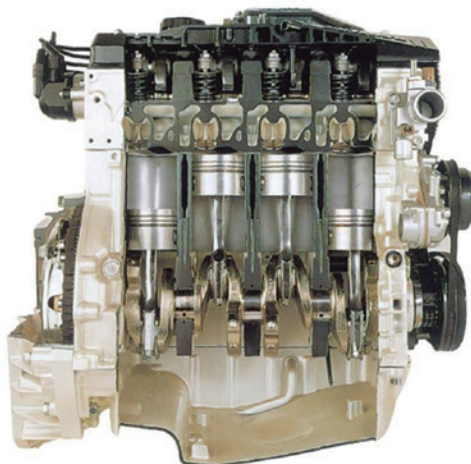


图 2-1-1 汽油发动机基本组成

由多个相同的单缸机组成，活塞在气缸中做往复运动，并通过连杆推动曲轴转动。气缸上方装有气缸盖，气缸盖上方有进、排气道，并分别由进气门和排气门控制开闭，气缸盖上还安装有火花塞和电控喷油器等。

## 二、四冲程汽油机基本工作原理

四冲程汽油发动机工作时，活塞在气缸内上下往复运动。活塞运动的上限称作上止点，下限称作下止点。活塞在气缸内上下往复运动的过程称作行程。在四个行程中完成一个做功循环的（进气、压缩、做功、排气）的发动机为四冲程发动机。四冲程发动机的工作顺序是进气、压缩、做功和排气。

### 1. 进气行程

活塞由曲轴带动从上止点前 10 度左右，向下止点运动。此时，进气门打开，排气门关闭（如图 2-1-2 所示）。由于活塞下移，活塞上腔容积增大，形成一定真空度，在真空吸力的作用下，可燃混合气经进气门被吸入气缸（柴油机进气吸入的是纯净空气），至活塞运动到下止点后约 40 度左右，进气门关闭，停止进气，进气行程结束。在进气过程中，受空气滤清器、进气管道、进气门等阻力的影响，进气终了时，气缸内的气体压力略低于大气压力，一般为  $0.075\text{MPa} \sim 0.09\text{MPa}$ 。

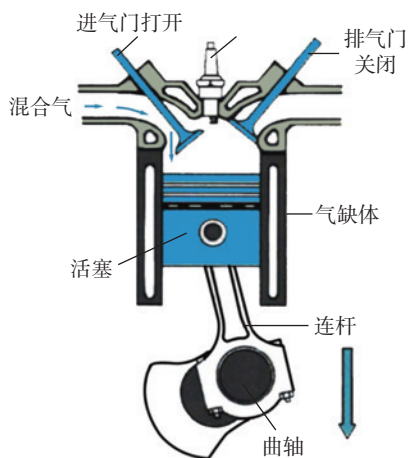


图 2-1-2 进气行程

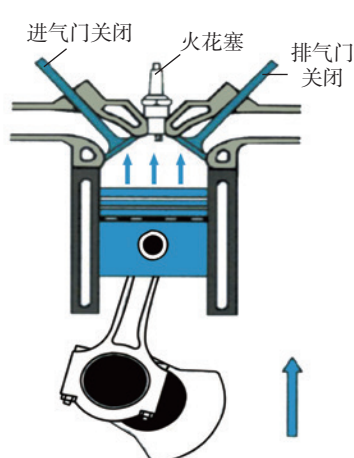


图 2-1-3 压缩行程

### 2. 压缩行程

进气行程结束时，活塞在曲轴的带动下，从下止点向上止点运动（如图 2-1-3 所示）。此时，进、排气门均关闭，随着活塞上移、活塞上腔容积不断减小，混合气被压缩，至活塞到达上止点时，压缩行程结束。在压缩行程中，空气和燃油混合气实际上已经被压缩作用加热，就像用气泵给轮胎打气一样。当空气在气泵底部被压缩时，空气的温度升高。如果压缩比太高，燃烧室内的温度可能会点燃燃油，这个过程被称为早燃，会导致敲缸。也就是燃烧室内的爆炸在活塞到达上止点前就开始了。

### 3. 做功行程

压缩行程末（如图 2-1-4 所示），（汽油发动机）火花塞产生电火花，点燃气缸内的可燃混合气（柴油机是喷油泵将柴油泵入喷油器，并通过喷油器喷入燃烧室，与气缸内空气形成可燃混合气），并迅速着火燃烧，气体产生高温、高压，在气体压力的作用下，活塞由上止点向下止点运动，再通过连杆驱动曲轴旋转向外输出做功，至活塞运动到下止点时，做功行程结束。在做功行程，整个燃烧室必须密封，不能有任何泄漏点，泄露可能会损失掉燃油中的部分能量，从而降低向下推动活塞的动力。

### 4. 排气行程

在做功行程终了时，排气门被打开，活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动（如图 2-1-5 所示）。废气在自身的剩余压力和活塞的作用下，由排气门排出气缸，至活塞运动到上止点后 10 度左右时，排气门关闭，排气行程结束。排气行程结束后，进气门再次开启，又开始了下一个工作循环，如此周而复

始，发动机工作就开始自行运转。排气终了时，由于燃烧室容积的存在，汽缸内还存有少量的废气，气体压力也因排气门和进气道等有阻力而略高于大气压。此时，压力约为  $105\text{kPa} \sim 125\text{kPa}$ 。

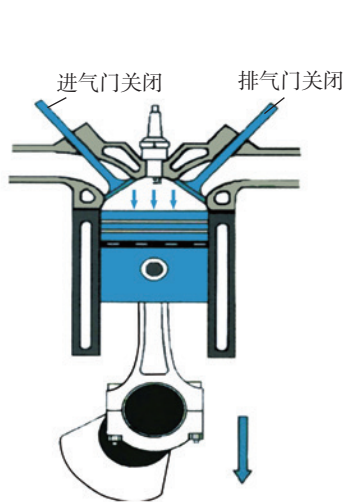


图 2-1-4 做功行程

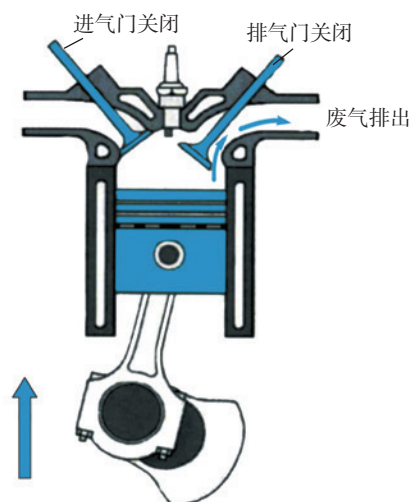


图 2-1-5 排气行程

### 三、发动机的结构

发动机由两大机构和五大系统组成。两大机构为曲柄连杆机构和配气机构，五大系统为启动系统、燃油供给系统、点火系统、冷却系统和润滑系统。

#### 1. 发动机两大机构

##### (1) 曲柄连杆机构

曲柄连杆机构是发动机实现工作循环，完成能量转换的主要运动零件。它由机体组、活塞连杆组和曲轴飞轮等组成。在作功行程中，活塞承受燃气压力在气缸内作直线运动，通过连杆转换成曲轴的旋转运动，并从曲轴对外输出动力。而在进气、压缩和排气行程中，飞轮释放能量又把曲轴的旋转运动转化成活塞的直线运动（如图 2-1-6 所示）。



图 2-1-6 曲柄连杆机构

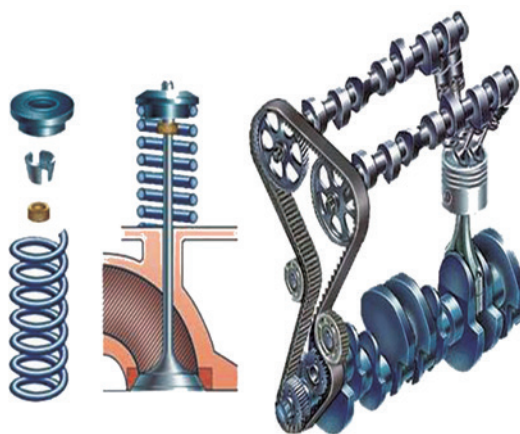


图 2-1-7 配气机构

##### (2) 配气机构

配气机构的功用是根据发动机的工作顺序和工作过程，定时开启和关闭进气门和排气门，使可燃混合气或空气进入气缸，并使废气从气缸内排出，实现换气过程。配气机构大多采用顶置气门式配气机构，一般由气门组、气门传动组和气门驱动组组成（如图 2-1-7 所示）。

## 2. 发动机的五大系统

### (1) 起动系统

要使发动机由静止状态过渡到工作状态，必须先用外力转动发动机的曲轴，使活塞作往复运动，气缸内的可燃混合气燃烧膨胀作功，推动活塞向下运动使曲轴旋转。发动机才能自行运转，工作循环才能自动进行。因此，曲轴在外力作用下开始转动到发动机开始自动地怠速运转的全过程，称为发动机的起动。完成起动过程所需的装置，称为发动机的起动系（如 2-1-8 所示）。

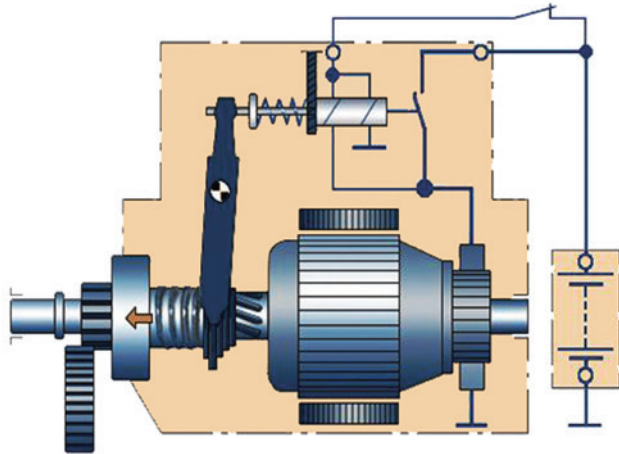


图 2-1-8 起动系统

### (2) 燃油供给系统

汽油机燃料供给系统的功用是根据发动机的要求，配制出一定数量和浓度的混合气，供入气缸。化油器式燃油供给系统由油箱、汽油滤清器、汽油泵、化油器、空气滤清器和进气歧管等组成。电控燃油供给系统由汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、燃油分配管、油压调节器、喷油器、冷起动喷嘴和输油管等组成。柴油机与汽油机不同，它烧的是柴油，柴油粘度大，不易挥发，一般不能通过化油器在气缸外部形成均匀的混合气，故采用高压喷射的方法。在接近压缩行程上止点时，柴油以高压喷入气缸，直接在气缸内部形成混合气，压缩燃烧、作功，最后将燃烧后的废气排出。因此，柴油机燃油供给系统的组成、构造及工作原理。与汽油机燃油供给系统有较大区别（如图 2-1-9 和 2-1-10 所示）

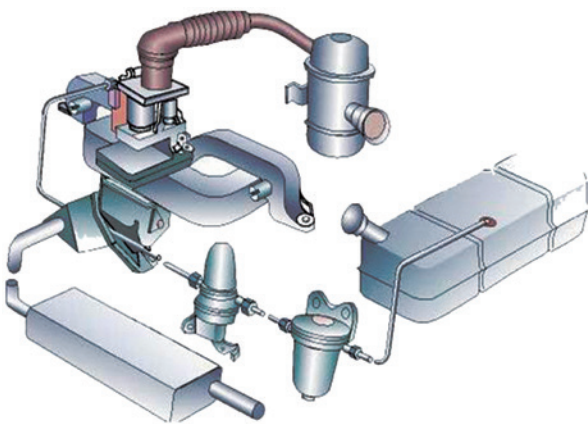


图 2-1-9 汽油机燃油供给系统

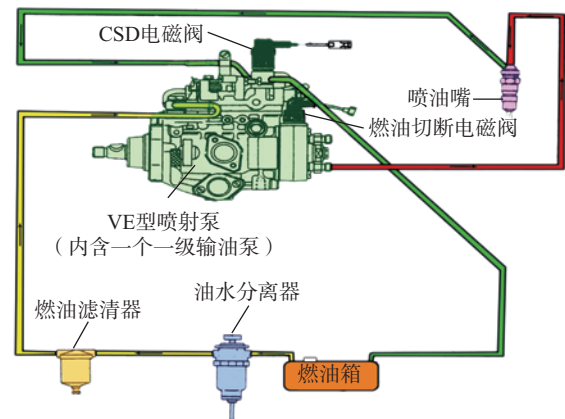


图 2-1-10 柴油机燃油供给系统

### (3) 点火系统

在汽油机中，气缸内的可燃混合气是靠电火花点燃的，为此在汽油机的气缸盖上装有火花塞，火花塞头部伸入燃烧室内。能够按时在火花塞电极间产生电火花的全部设备称为点火系。点火系通常由蓄电池、分电器、点火线圈和火花塞等组成。柴油机是压燃的，不需要点火系统（如图 2-1-11 所示）。

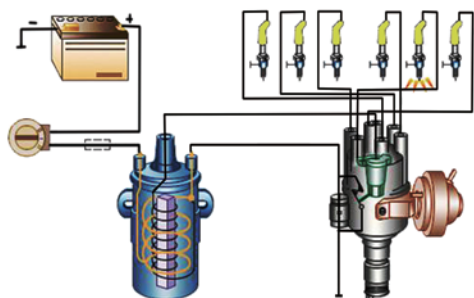


图 2-1-11 点火系统

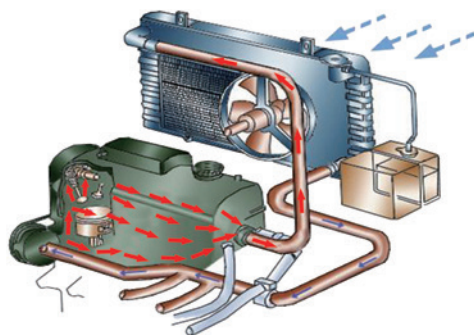


图 2-1-12 冷却系统

#### (4) 冷却系统

冷却系的功用是将受热零件吸收的部分热量及时散发出去,保证发动机在最适宜的温度状态下工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成(如图 2-1-12 所示)。

#### (5) 润滑系统

润滑系的功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油,以实现液体摩擦,减小摩擦阻力,减轻机件的磨损。并对零件表面进行清洗和冷却。润滑系通常由润滑油道、机油泵、机油集虑器、机油滤清器和一些阀门等组成(如图 2-1-13 所示)。

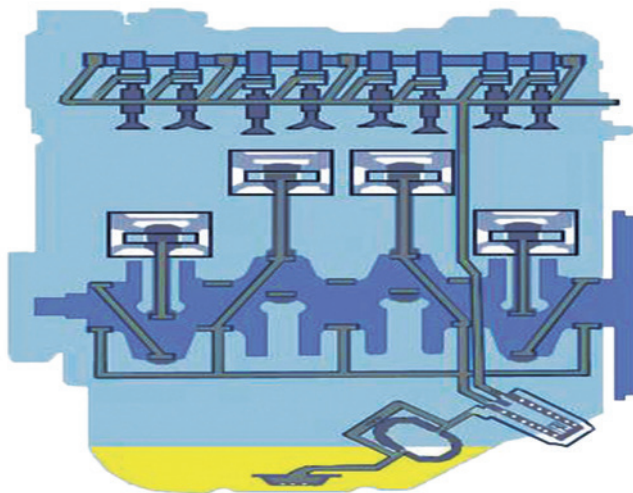


图 2-1-13 润滑系统



## 第二节 汽车底盘

现代汽车虽然种类繁多，但以内燃机为动力装置的汽车而言，它的构造和组成基本都是一样的。都是由发动机、底盘、车身、电气系统四大部分组成。自上个世纪 50 年代后，各类汽车基本已经定型，总体结构除了布置方式有所差别，但结构组成都基本一致。作为专业的汽修从业人员，必须了解这一点，熟知汽车的结构和组成。

汽车底盘的作用是支撑、安装汽车发动机及其各部件、总成，形成汽车的整体。并接受发动机的动力，是汽车产生运动，保证汽车的正常行驶。汽车底盘性能的优劣可以直接影响汽车的行驶性能和稳定性能。汽车底盘由传动系、行驶系、转向系、制动系等四部分组成。如图 2-2-1。

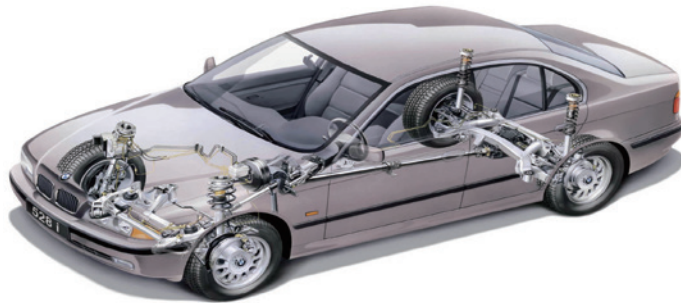


图 2-2-1 汽车底盘

### 一、传动系统

汽车传动系（图 2-2-2）连接发动机和驱动轮，传递动力，传动系的作用是将发动机的动力经过变速、变距、变向之后，传给驱动车轮，产生驱动力，还可以切断动力传递，能保证汽车在各种工况下的这正常行驶，并具有良好的动力性和经济性。

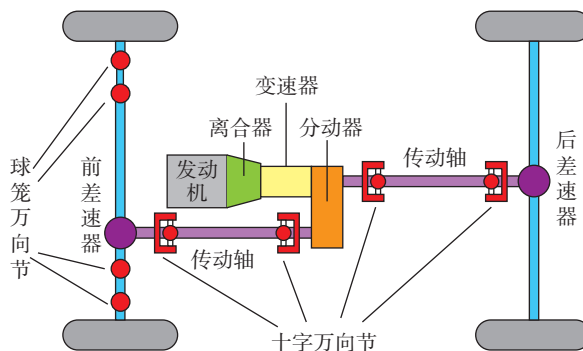


图 2-2-2 传动系统

## 二、行驶系统

汽车行驶系(图 2-2-3)的功用是接受发动机经传动系传来的转矩,并通过驱动轮与路面间附着作用,产生路面对汽车的牵引力,以保证整车正常行驶;传递并承受路面作用于车轮上的各向反力及其形成的力矩;缓和各种冲击和振动,保证汽车平顺行驶,并且与汽车转向系很好地配合工作,实现汽车行驶方向的正确控制,以保证汽车操纵稳定性。



图 2-2-3 行驶系统

## 三、转向系统

当汽车需要改变行驶方向时,必须使转向轮绕主销主轴线转一定角度,直到新的行驶方向符合驾驶员的要求时,再将转向轮恢复到直线行驶的位置。在汽车直线行驶时,往往转向轮也会受到路面侧向干扰力的作用,自动偏转而改变行驶方向。此时,驾驶员也可以利用这套机构使转向轮向相反的方向偏转,从而使汽车回复原来的行驶方向。这种由驾驶员操纵,转向轮偏转和回位的一整套用来改变汽车行驶方向的专设机构,称为汽车的转向系,如图 2-2-4 所示。汽车转向系统的功用是保证汽车按驾驶员的意愿进行直线或转向行驶。

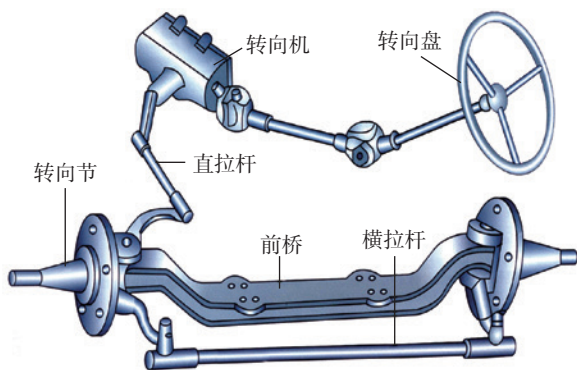


图 2-2-4 转向系统

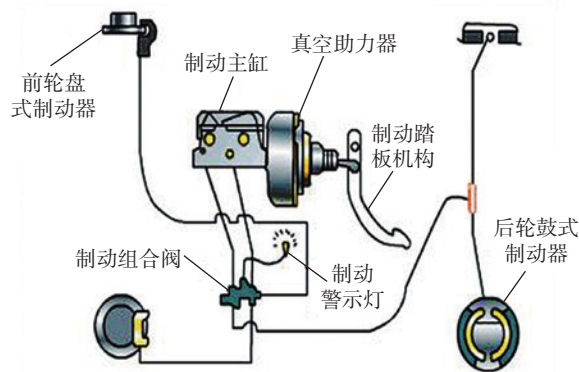


图 2-2-5 制动系统

## 四、制动系统

驾驶员根据道路和交通情况,利用装在汽车上的一系列专门装置,迫使路面在汽车车轮上施加一定的与汽车行驶方向相反的外力,对汽车进行一定程度的强制制动。这种可控制的对汽车进行制动的的外力称为制动力,用于产生制动力的一系列专门装置称为制动系统,如图 2-2-5 所示。

制动系的作用是:使行驶中的汽车减速甚至停车,使下坡行驶的汽车速度保持稳定,以及使已停驶的汽车保持不动,这些作用统称为汽车制动。汽车制动系是指在汽车上设置的一套(或多套)能由驾驶员控制的,产生与汽车行驶方向相反外力的专门装置。其作用是:使行驶中的汽车按照驾驶员的要求进行适时减速、停车或驻车,以及保持汽车下坡行驶速度的稳定性。



## 第三节 汽车车身

### 一、车身本体与开启件

由车架、各种门、窗、行李箱和车顶盖等组成（图 2-3-1）。

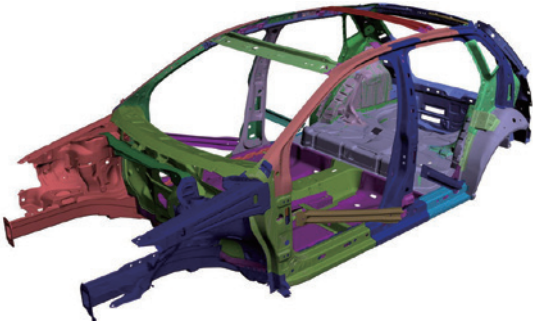


图 2-3-1 汽车车身



图 2-3-2 汽车刮水器

### 二、刮水器

用于清除玻璃外表面的雨水、雪及灰尘的装置，以保证驾驶人在雨雪天行驶有良好视野。其基本结构如图 2-3-2 所示。

### 三、风窗洗涤器

其功用是将清洁的水或洗涤液喷射到风窗玻璃上，在刮水器的作用下，清洗风窗玻璃上的尘土和污物，使驾驶人有良好的视野，如图 2-3-2 所示。

### 四、风窗除霜（雾）装置

其作用是在较冷的季节，有雨、雪或雾的天气，防止水蒸气在风窗玻璃上凝结成细小的水滴甚至结冰。该装置是在装有空调或暖风装置的汽车上，通过风道向前面及侧面风窗玻璃吹热风以加热玻璃，对后风窗玻璃的除霜，常常是利用电热丝加热实现，如图 2-3-3 所示。



图 2-3-3 后风窗玻璃电热丝

### 五、安全带（图 2-3-4）

用于汽车急剧向前冲撞时产生束紧力，保护乘员，避免发生碰撞事故。

### 六、安全气囊（图 2-3-5）

作用是减少汽车在发生剧烈碰撞时对乘员造成伤害。



图 2-3-4 安全带



图 2-3-5 安全气囊

### 七、汽车空调

作用是实现对车厢内空气进行制冷、加热、换气和空气净化的装置。主要由制冷系统、供暖系统、通风和空气净化装置及控制系统组成（图 2-3-6）。

制冷系统主要由压缩机、冷凝器、膨胀阀、储液干燥器、蒸发器等组成。



图 2-3-6 汽车空调系统

### 八、汽车仪表系统

包括各种仪表和指示灯（图 2-3-7），用来反映汽车的一些重要运行状态参数，必要时提出警示，保证汽车可靠而安全行驶。驾驶人行车时应该予以注意。汽车常用仪表系统组成见表 2-3-1，仪表板常见符号的含义见表 2-3-2 所示。



图 2-3-7 汽车仪表

表 2-3-1 汽车常用仪表














	<p>车速里程表实际上由两个表组成。一个是车速表，另一个是里程表。车速表实时显示汽车的行驶速度，汽车里程表显示汽车自出厂后行驶的里程数，汽车上里程表还可以显示小计里程，既可以通过设置按钮任意设定小计里程的初始点。</p>
	<p>发动机转速表指示当前发动机转速，单位为 rpm，即每分钟转数。通过指示的转速，可以了解发动机是否在最佳经济区工作，便于驾驶员选择发动机的最佳速度范围，把握好换挡时机，以及充分利用经济车速等。</p>
	<p>水温表是显示冷却水温度的仪表，指针指向“c”，表示低温，指向“H”，表示高温。以前汽车发动机的冷却水都是用自来水来充当，目前汽车发动机冷却系统都用专门的冷却液，因此也称为冷却液温度表。</p>
	<p>燃油表是显示油箱内的油量的仪表，指针指向“F”，表示满油，指向“E”，表示无油；也有用 1/1、1/2、0 分别表示满油、半箱油和无油。</p>

表 2-3-2 汽车常用指示灯

 手刹指示灯 驻车指示灯	<p>驻车制动手柄（即手刹）拉起时，此灯点亮。手刹被放下时，该指示灯自动熄灭。在有的车型上，刹车液不足时此灯会亮。</p>
 电瓶指示灯	<p>显示蓄电池工作状态的指示灯。接通电门后亮起，发动机启动后熄灭。如果不亮或长亮不灭应立即检查发电机及电路。</p>
 刹车盘指示灯	<p>显示刹车盘片磨损情况的指示灯。正常情况下此灯熄灭，点亮时提示车主应及时更换故障或磨损过渡刹车片，修复后熄灭。</p>
 机油指示灯	<p>显示发动机机油压力的指示灯，本灯亮起时表示润滑系统失去压力，可能有渗漏，此时需立即停车关闭发动机进行检查。</p>
 水温指示灯	<p>显示发动机冷却液温度过高的指示灯，此灯点亮报警时，应即时停车并关闭发动机，待冷却至正常温度后再继续行驶。</p>
 安全气囊指示灯	<p>显示安全气囊工作状态的指示灯，接通电门后点亮，约 3-4 秒后熄灭，表示系统正常，不亮或常亮表示系统存在故障。</p>

 ABS 指示灯	接通电门后点亮，约 3-4 秒后熄灭，表示系统正常。不亮或长亮则表示系统故障，此时可以继续低速行驶，但应避免急刹车。
 发动机自检灯	发动机工作状态的指示灯，接通电门后点亮，约 3-4 秒后熄灭，发动机正常。不亮或长亮表示发动机故障，需及时进行检修。
 燃油指示灯	提示燃油不足的指示灯，该灯亮起时，表示燃油即将耗尽，一般从该灯亮起到燃油耗尽之前，车辆还能行驶约 50 公里左右。
 车门状态指示灯	显示车门是否完全关闭的指示灯，车门打开或未能关闭时，相应的指示灯亮起，提示车主车门未关好，车门关闭后熄灭。
 清洗液指示灯	显示风挡清洗液存量的指示灯，如果清洗液即将耗尽，该灯点亮，提示车主及时添加清洗液。添加清洁液后，指示灯熄灭。
 电子油门指示灯	本灯多见于大众公司的车型中，车辆开始自检时，EPC 灯会点亮数秒，随后熄灭，出现故障，本灯亮起，应及时进行检修。
 前后雾灯指示灯	该指示灯是用来显示前后雾灯的工作状况，前后雾灯接通时，两灯点亮，图中左侧的是前雾灯显示，右侧为后雾灯显示。
 转向指示灯	转向灯亮时，相应的转向灯按一定频率闪烁。按下双闪警示灯按键时，两灯同时亮起，转向灯熄灭后，指示灯自动熄灭。
 远光指示灯	显示大灯是否处于远光状态，通常的情况下该指示灯为熄灭状态。在远光灯接通和使用远光灯瞬间点亮功能时亮起。
 安全带指示灯	显示安全带状态的指示灯，按照车型不同，灯会亮起数秒进行提示，或者直到系好安全带才熄灭，有的车还会有声音提示。
 O/D 挡指示灯	O/D 挡指示灯用来显示自动档的 O/D 挡（Over-Drive）超速挡的工作状态，当 O/D 挡指示灯闪亮，说明 O/D 挡已锁止。
 内循环指示灯	该指示灯是用来显示车辆空调系统的工作状态，平时为熄灭状态。当打开内循环按钮，车辆关闭外循环时，该指示灯自动点亮。

 示宽指示灯	示宽指示灯是用来显示车辆示宽灯的工作状态，平时为熄灭状态，当示宽灯打开时，该指示灯随即点亮。
 VSC 指示灯	该指示灯是用来显示车辆 VSC（电子车身稳定系统）的工作状态，多出现在日系车上。当该指示灯点亮时，说明 VSC 系统已被关闭。
 TCS 指示灯	该指示灯是用来显示车辆 TCS（牵引力控制系统）的工作状态，多出现在日系车上。当该指示灯点亮时，说明 TCS 系统已被关闭。

## 九、汽车照明系统

用于保证汽车在夜间及能见度较低的情况下安全、高速行驶。主要由电源、照明装置及其控制部分组成。照明装置具体组成与作用见表 2-3-3。

表 2-3-3 汽车照明装置组成及作用

照明装置		作用
车外照明装置	前照灯	夜间行驶时照明，可发出远光和近光两种光束
	前小灯（示宽灯）	夜间示宽、近距离照明等
	后灯	红色，起警示作用，兼作牌照灯
	雾灯	黄色，在有雾、下雪、暴雨或尘埃弥漫时行车照明，具有信号作用
	倒车灯	倒车时车后照明，并起信号作用
	牌照灯	照明汽车后牌照
车内照明装置	仪表灯	仪表板照明
	顶灯	车内照明
	阅读灯	乘客阅读照明
工作照明装置	行李箱灯	夜间行李箱门打开时照明
	发动机舱灯	夜间发动机舱打开时照亮发动机

## 十、汽车信号装置

用于向行人和车辆发出警告，以保障行车安全。常见的有喇叭、转向灯、制动灯、倒车信号和危险警告信号装置等。

# 4 第四节 新能源汽车

## 一、纯电动汽车

### 1. 纯电动汽车（EV）含义

是指利用蓄电池作为动力，用电动机驱动的汽车。它具有零排放，能量的利用率高，制动能量可再生回收，结构简单等优点。

### 2. 纯电动汽车基本结构

主要由电池组、控制系统及驱动系统等组成（图 2-4-1）。

### 3. 纯电动汽车的基本工作原理

当汽车行驶时，电池组输出的直流电经逆变器变为交流电后供入交流电动机，电动机输出的转矩经传动系统驱动车轮。

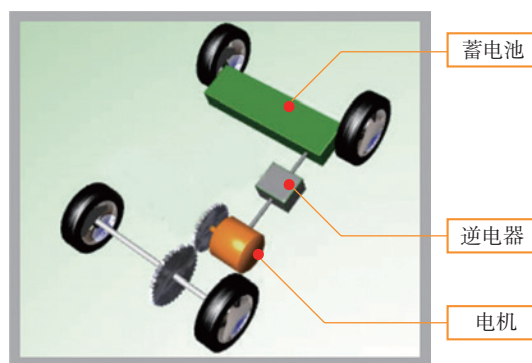


图 2-4-1 蓄电池电动汽车结构组成

## 二、混合动力电动汽车

### 1. 混合动力电动汽车（HEV）含义

使用蓄电池、内燃机两种以上动力源进行组合或转换的汽车。

### 2. 混合动力电动汽车基本结构

主要由电池组、辅助动力系统（汽油机等）、控制系统（控制器等）、驱动系统（驱动电机）等部分构成（图 2-4-2）。

### 3. 混合动力电动汽车的基本工作原理（以比亚迪 F3DM 为例）

（1）纯电动模式。发动机不工作，仅蓄电池提供电能驱动电机使车辆起步和行驶（图 2-4-3）。

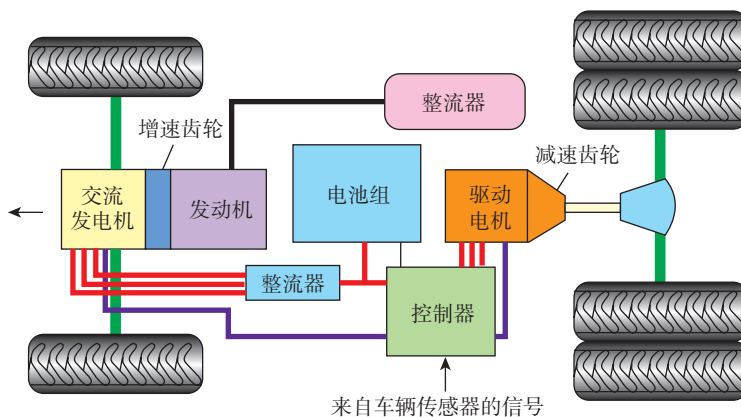


图 2-4-2 混合动力汽车组成

(2) 混合动力模式。发动机起动，带动发电机 M1 发电，对电池充电，车辆由 M2 驱动（图 2-4-4）。

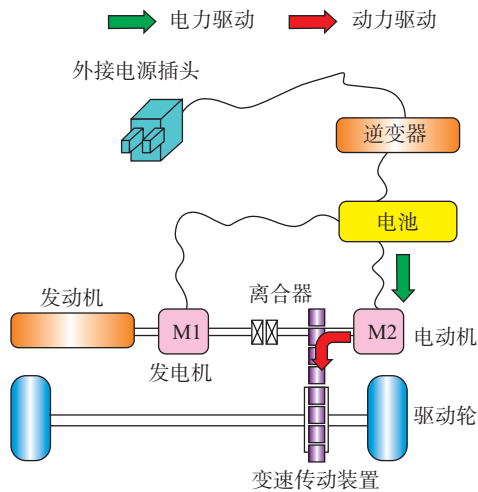


图 2-4-3 纯电动模式

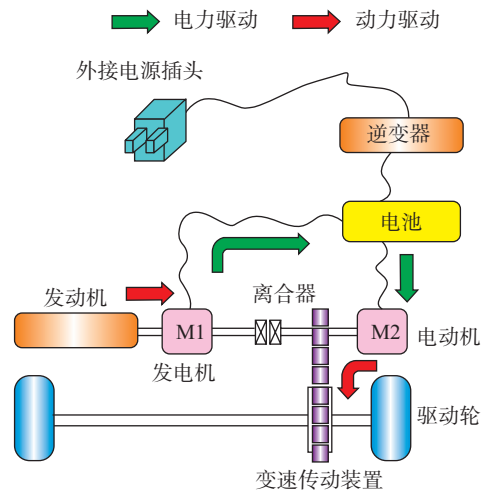


图 2-4-4 混合动力模式

(3) 加速模式。发动机起动，发电机 M2 提供部分功率辅助车辆加速（图 2-4-5）。

(4) 减速模式。也称减速（制动）模式。发动机关闭不工作，电机 M1 进行再生制动向蓄电池充电（图 2-4-6）。

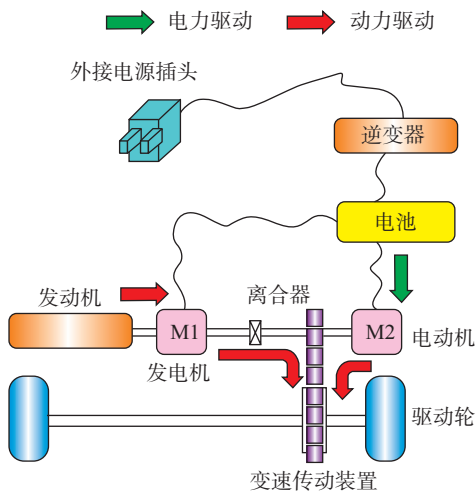


图 2-4-5 加速模式

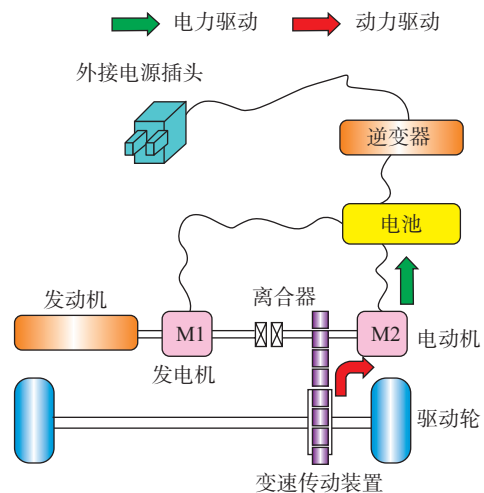


图 2-4-6 减速模式

### 三、燃料电池电动汽车

#### 1. 燃料电池电动汽车（FCEV）含义

指通过电化学反应将燃料的化学能直接转变为电能的高效发电装置。

#### 2. 燃料电池电动汽车基本结构

主要由燃料电池组、控制系统、驱动系统、辅助动力系统和蓄电池组等部分构成（图 2-4-7）。

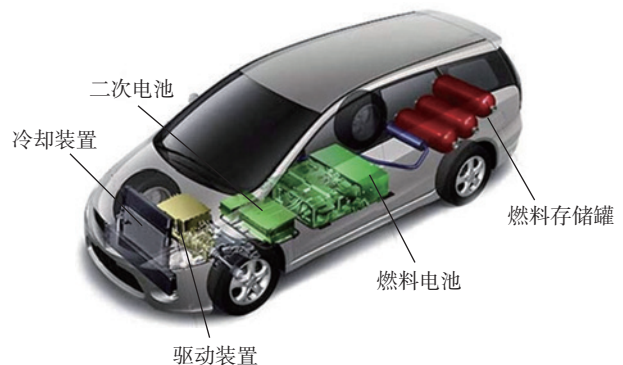


图 2-4-7 燃料电池电动汽车的组成

### 3. 燃料电池电动汽车的基本工作原理

工作时，外界不断供给负极氢气，供给正极空气（图 2-4-8），在催化剂（铂、多孔石墨等）作用下，氢原子中的电子被分离出来，在正极吸引下，在外电路形成电流，失去电子的氢离子，在正极与氧及电子结合为水。

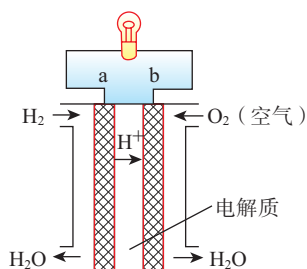


图 2-4-8 燃料电池工作原理



图 2-4-9 燃气汽车

## 四、燃气汽车

以燃气为燃料的汽车称为燃气汽车（图 2-4-9）。目前，常用的有压缩天然气汽车（CNGV）和液化石油气汽车（LPGV）。它们分别以压缩天然气和液化石油气为燃料。它们具有有害气体排放低，节约能源等优点。

## 五、太阳能汽车

### 1. 太阳能汽车含义

太阳能汽车（如图 2-4-10）指将太阳能转化为电能的汽车。太阳能是取之不尽、价格低廉、零污染的理想能源。



图 2-4-10 太阳能汽车

### 2. 太阳能汽车基本结构

主要由太阳能电池组、自动阳光跟踪系统、驱动系统、控制器等组成。

## 六、生物燃料汽车

### 1. 醇类燃料汽车

醇燃料是指甲醇、乙醇、丙醇、丁醇及其异构物等。醇燃料原料极其丰富，生产工艺成熟，能较好

地适应汽车使用的要求。

### 2. 二甲醚（DME）燃料汽车（图 2-4-11）

二甲醚是由  $H_2$  和  $CO$  通过化学反应合成的，排气烟度及微粒、 $CO$  及  $HC$  排放都很低，比较容易达到超低排放标准。



图 2-4-11 二甲醚（DME）燃料汽车

### 3. 灵活燃料汽车（图 2-4-12）

也称变燃料汽车，主要是指能使用纯汽油、纯醇燃料以及不同比例的汽油及醇燃料的混合燃料汽车。可以因地制宜，灵活使用多种燃料。



图 2-4-12 灵活燃料汽车

# 第 3 章

## 汽车的使用



1. 理解驾驶证类别及考证基本内容
2. 掌握汽车驾驶基本操作要领
3. 了解汽车节能驾驶要点
4. 了解汽车道路驾驶应急处理方式
5. 掌握汽车各种电器的操作
6. 掌握汽车车门、油箱盖、引擎盖、后备箱的开启操作



## 第一节 汽车驾驶操作

### 一、汽车驾驶与考证

#### 1. 汽车驾驶证

根据《机动车驾驶证申领和使用规定》，驾驶机动车，应当依法取得机动车驾驶证（图 3-1-1）。

申请机动车驾驶证，应当符合国务院公安部门规定的驾驶许可条件（如年龄条件、身体条件等）。经考试合格后，由公安机关交通管理部门发给相应类别的机动车驾驶证。

我国汽车准驾车型及代号见表 3-1-1。



图 3-1-1

表 3-1-1 准驾车型及代号

准驾车型	代号	准驾的车辆	准予驾驶的其他准驾车型
大型客车	A1	大型载客汽车	A3、B1、B2、C1、C2、C3、C4、M
牵引车	A2	重型、中型全挂、半挂汽车列车	B1、B2、C1、C2、C3、C4、M
城市公交车	A3	核载 10 人以上的城市公共汽车	C1、C2、C3、C4
中型客车	B1	中型载客汽车（含核载 10 人以上、19 人以下的城市公共汽车）	C1、C2、C3、C4、M
大型货车	B2	重型、中型载货汽车；大、重、中型专项作业车	
小型汽车	C1	小型、微型载客汽车以及轻型、微型载货汽车、轻、小、微型专项作业车	C2、C3、C4
小型自动变速器汽车	C2	小型、微型自动变速器载客汽车以及轻型、微型自动变速器载货汽车	
低速载货汽车	C3	低速载货汽车（原四轮农用运输车）	C4
三轮汽车	C4	三轮汽车（原三轮农用运输车）	
残疾人专用小型自动变速器载客汽车	C5	残疾人专用小型、微型自动变速器载客汽车（只允许右下肢或者双下肢残疾人驾驶）	
普通三轮摩托车	D	发动机排量大于 50ML 或者最大设计车速大于 50km/h 的三轮摩托车	E、F
普通二轮摩托车	E	发动机排量大于 50ML 或者最大设计车速大于 50km/h 的二轮摩托车	F
轻便摩托车	F	发动机排量小于等于 50ML，最大设计车速小于等于 50km/h 的摩托车	
轮式自行机械车	M	轮式自行机械车	
无轨电车	N	无轨电车	
有轨电车	P	有轨电车	

## 2. 驾驶考试科目

驾驶人考试分三部分，即道路交通安全法律、法规和相关知识考试科目（简称“科目一”）、场地驾驶技能考试科目（简称“科目二”）、道路驾驶技能考试科目（简称“科目三”）和安全文明驾驶常识考试科目（简称“科目四”），驾驶人考试时是按科目顺序依次过关。

小型汽车驾驶人科目二考试项目共五项，分别为倒车入库、坡道定点停车和起步、侧方停车、曲线行驶、直角转弯（图 3-1-2）。

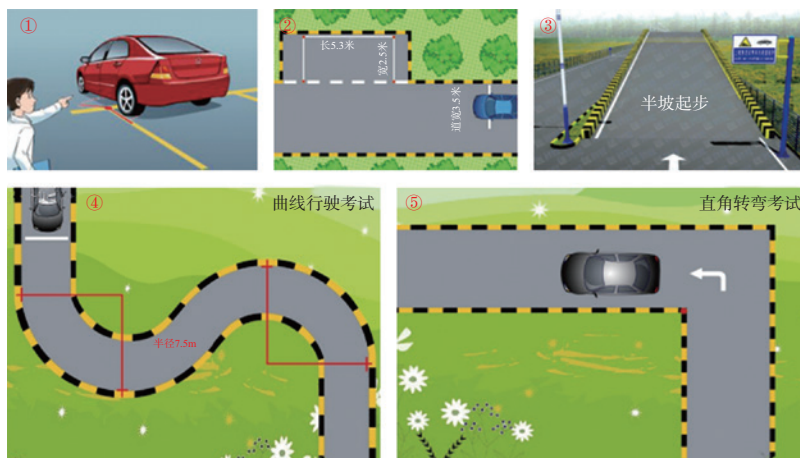


图 3-1-2

## 二、汽车驾驶的基本操作

不同型号汽车操纵机构及其使用有所不同，这里以新桑塔纳汽车为例，介绍汽车主要操纵机构使用方法。

### 1. 汽车座椅使用

汽车座椅可以通过相关的拨杆或按钮（图 3-1-3）进行座椅的前后调整、上下调整、座椅靠背角度调整、腰部支撑调整和头枕调整。



图 3-1-3 座椅的调整



图 3-1-4 汽车安全带

### 2. 汽车安全带使用（图 3-1-4）汽车安全带

（1）系上安全带。缓慢拉出安全带舌片，将其通过胸部，然后将其插入座椅侧的锁止机构，直至听到啮合声。

（2）取下安全带。按下锁止机构上的橘黄色按钮以取出安全带，舌片会弹出。用手将舌片送向车门使回位器卷起安全带，挡板会将舌片保持在合适的位置。

### 3. 驻车制动器使用（图 3-1-5）

（1）制动。将手柄向上拉，必须紧紧拉足，以防汽车自动滑移。如果在接通点火开关时使用驻车

制动器，制动警告信号灯会点亮。

(2) 松制动。将手柄略朝上拉，按下锁钮并将驻车制动杆向下推足。



图 3-1-5 驻车制动器使用



图 3-1-6 汽车离合器、制动、油门踏板

#### 4. 离合器踏板使用

离合器踏板位置如图 3-1-6 所示，它由左脚控制。踩离合器要踩到底，放离合器要缓慢，以免汽车起步冲击。对于配置自动变速器的汽车，则没有离合器踏板。

#### 5. 制动踏板使用（图 3-1-6）

用来施行汽车制动，由右脚控制，非紧急情况下，不要进行紧急制动，一般采用点制动。

#### 6. 加速踏板使用（图 3-1-6）

加速踏板俗称“油门”，用来控制发动机转速，由右脚控制。右脚掌轻放于加速踏板 2/3 处，根据道路、车载及环境情况确定油门大小。

#### 7. 方向盘使用

使用时左手轻握方向盘左上方，右手轻握方向盘右上方，左手和右手大拇指自然伸直靠于方向盘轮缘上部，其余四指应由外向内轻握，如图 3-1-7 所示。



图 3-1-7 汽车方向盘使用

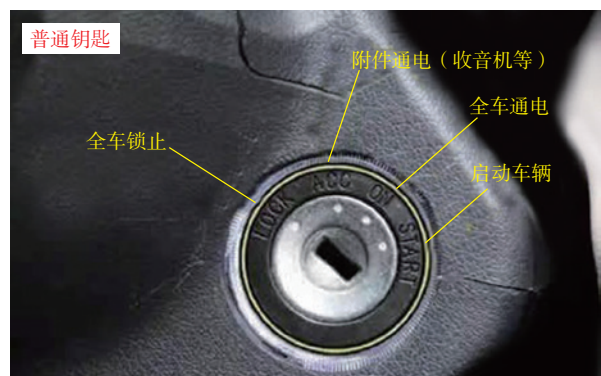


图 3-1-8 汽车点火开关使用

#### 8. 点火开关使用

点火开关有三个位置（图 3-1-8），处于位置 1 时，点火开关断开。处于位置 2 时，点火开关接通。处于位置 3 时，可以起动发动机。

#### 9. 变速器操纵杆使用

(1) 手动变速器。桑塔纳汽车手动变速器如图 3-1-9 所示，有 5 个前进档和一个倒档。

换挡动作依次为：踩离合同时松加速踏板→从原档位经空档拨入另一档位→适当加油→松离合器，挂入倒档时，应在车辆静止时，将变速杆按下，再挂入倒档。



图 3-1-9 汽车手动变速杆



图 3-1-10 自动变速器变速杆

(2) 自动变速器。一般有 5~7 个档位，P（驻车档）、R（倒档）、N（空档）、D（前进档），有的前进档中包括 D、3、2、1 档，如图 3-1-10 所示。前进档高档位向下兼容，低档位不能自动向上换挡。

自动变速器汽车正确的驾驶方法是将变速杆放在 P 位后启动发动机，要踩下制动踏板，方可由 P 位转入其他档位，起步时要将变速杆推到较低档位（即 2、1 或 3 档），待车速提高到一定程度后，再转入 D 位进入正常行驶。当车辆下长坡时，严禁 N 位滑行，应换入 2 档或 1 档，借用发动机制动，以避免制动器过热失效，也容易控制车速，避免事故。倒档与前进档的转换一定要在车辆停止状态下进行，绝对不能在车轮转动时挂入 R 位。

#### 10. 转向信号灯及变光拨杆使用

转向信号灯及变光拨杆结构如图 3-1-11 所示。

(1) 转向信号灯使用。点火开关接通后，当拨杆朝上时右转向灯亮，拨杆朝下时左转向灯亮。转向后，转向灯自动熄灭。

(2) 前照灯近光、远光变换。拨杆朝右抬起，可以进行前照灯近光、远光变换。拨杆朝右轻轻抬起，前照灯远光闪烁，当作用力解除后拨杆自动回到零位。

(3) 变换车道信号。可根据车辆需要变换的车道，操作拨杆，操作方法与转向灯操作相同，但不必到底，当作用力排除后，拨杆自动回位。

(4) 停车灯。在点火开关关闭之后，拨杆向上，右停车灯亮；拨杆向下，左停车灯亮。

#### 11. 风窗刮水及洗涤系统使用

图 3-1-12 所示为汽车风窗刮水及洗涤系统共用拨杆，用于操纵风窗刮水器运动和洗窗装置。



图 3-1-11 汽车转向信号灯及变光拨杆



图 3-1-12 风窗刮水及洗涤系统使用

(1) 风窗刮水系统使用。设有4个档位，手柄处于“OFF”档时刮水器停止运动，处于“1x”档时，刮水器点动刮水，处于“—”档时间歇速刮水，处于“LOW”档时，低速刮水，处于“HIGH”档时，高速刮水，冰冻季节在起动刮水器开关前应检查刮水片是否与玻璃冻在一起。

(2) 自动洗窗装置使用。朝上抬起刮水开关拨杆，刮水器及洗窗器即开始工作。复原拨杆，洗窗器停止而刮水器继续工作约4s。

#### 12. 暖风、通风及空调使用

汽车暖风、通风及空调控制装置如图3-1-13所示，使用方法如下：

- (1) 打开开关E，空调开始工作。
- (2) 旋转开关D，可以调节鼓风机转速。
- (3) 左右拉动拨杆A和B，可以开闭各出风口，调节空气在车箱里的分布。
- (4) 左右拉动拨杆C，可以进行温度选择，拨杆C向右，温度提高；向左，温度降低。



图3-1-13 汽车暖风、通风及空调控制

### 三、汽车驾驶节油技术

汽车油耗高低很大程度上与驾驶人的驾驶技术有关，同一辆车，不同驾驶人驾驶，耗油量的差别可达8%~15%。驾驶应注意的主要问题有以下几个方面。

#### 1. 适宜的发动机冷却液温度

发动机正常的冷却液温度应保持在80~90℃之间，过高或过低都会使油耗增加。

#### 2. 合适的轮胎气压（图3-1-14）

时常检查保持轮胎气压在最佳状态，气压不足会增加耗油量，还会增加轮胎磨损。



图3-1-14 合适的轮胎气压

### 3. 暖车起步

汽车冷启动时，应使发动机原地怠速运行一段时间，俗称暖车。再使汽车起步，由低档到高档，逐渐转入正常工作状态，可达到有效节油和延长汽车寿命之目的。

### 4. 经济车速运行

汽车说明书提供了最省油的速度区间，行驶时，在遵守高速限速的前提下，利用发动机油门和汽车档位配合，使汽车尽量在经济车速下行驶。

### 5. 空挡滑行节油

在平路上，先将汽车加速到经济车速上限，然后挂空档，让汽车利用惯性滑行，至车速降至经济车速的下限，再加油门，使车速恢复到经济车速上限的一种方法，可以达到有效节油效果。

## 四、汽车道路驾驶应急处理

汽车驾驶过程中，可能会发生一些意想不到的事件，作为一名驾驶人应掌握先避人后避物的处理原则和一些应急处理措施。

### 1. 爆胎应急处理

- (1) 马上把危险报警闪光灯打开，让后车知道出现紧急情况。
- (2) 不要急踩制动踏板，应采用逐级退档到3档，靠发动机怠速把车速拖慢并配合点制动，但一定要轻，车速降到60km/h后，可适当增加制动力度，靠路边停车。
- (3) 在作退档减速的同时，一定要把住方向盘，爆胎后，车会出现方向跑偏、甩尾，这时一定不能猛打方向，因为车速很快时，高速猛打方向会造成失控。

### 2. 制动失灵应急处理

首先，应该打开警告灯（俗称双闪），然后根据情况处理。

- (1) 当路况风险较小时，可逐级迅速从高档换入低档，用发动机怠速拖慢车速到30km以下时采用驻车制动方式将车停下来。
- (2) 当下坡而路况不好时，应尽量跳档换入低档后配合驻车制动。
- (3) 在高速时勿采用驻车制动，尽可能不采用靠蹭路边障碍物的方法使车辆停止，除非不得已。

### 3. 车辆着火应急措施（图 3-1-15）



图 3-1-15 车辆着火应急措施

- (1) 立即停车，打开危险报警闪光灯。
- (2) 尽快取下车载灭火器灭火，若无灭火器可用湿棉被、衣服、毛巾灭火。
- (3) 若无法灭火立即拨打119或122报警。
- (4) 树立警示标志，疏散过往车辆和行人，避免发生意外爆炸。

### 4. 交通事故应急处理

- (1) 马上停车保持现场，并打开危险报警闪光灯、树立警示标志。
- (2) 有人受伤较重时，应立即拨打120急救，并尽可能就地施救。
- (3) 拨打122电话报警并报保险公司前来处理。
- (4) 疏散过往车辆和行人，避免造成交通堵塞。

#### 5. 转向突然不灵、失控时应急处理（图3-1-16）

(1) 装有助力转向装置的车辆，出现转向不灵或转向困难时，尽快减速，选择安全地点停车，查明原因。

(2) 发现车辆转向失控，应采取平衡制动方法控制车辆，切不可对转向失控的高速行驶车辆使用紧急制动，这样很容易造成翻车。



图3-1-16 转向突然失控时应急处理



图3-1-17 车辆侧滑应急处理

#### 6. 车辆侧滑应急处理（图3-1-17）

(1) 紧急制动导致车辆发生侧滑时，应立即松开制动踏板。同时，向侧滑的一方转动方向盘，并及时回正进行调整，修正方向后继续行驶。

(2) 车辆在泥泞路上发生侧滑时，应向侧滑的一侧转动方向盘适量修正，紧急制动或猛打方向易导致失控，甚至造成翻车、坠车或碰撞事故。

(3) 若车辆因转向或擦撞引起的侧滑，应先控制车辆前进方向后制动。

#### 7. 发动机突然熄火应急处理（图3-1-18）



图3-1-18 发动机突然熄火应急处理

行车中发动机突然熄火后，若不能再次起动应开启右转向灯，将车缓慢滑行到路边停车检查熄火原因。

## 8. 车辆落水应急处理（图 3-1-19）

车辆落水，车门受水压力难以打开，应迅速开启车窗（天窗）或用粗重的物体敲碎车窗玻璃（必要时可用脚踹），快速逃生。不得采用关闭车窗阻挡车内进水或打急救电话告知救援人员等错误方法。不要过于惊惶，意外落水通常会有 3 ~ 5min 的时间逃生。



图 3-1-19 车辆落水应急处理

## 9. 高速公路应急处理

（1）车辆在高速公路行驶不准停车上下人员或者装卸货物，应选择服务区停车，当发生故障必须停车检查时，应逐渐向右变更车道在紧急停车带停车（图 3-1-20），并打开危险报警闪光灯、树立警告标志。



图 3-1-20 在紧急停车带停车

（2）在高速公路上，发现突然有人或动物横穿时，应果断采取损失小的避让措施。紧急避险措施不应超过必要的限度，因避险不当造成损害的，紧急避险人要承担民事责任。

（3）车辆在高速公路急转弯，极易造成侧滑碰撞或翻倾的事故。因此，在高速公路上发生紧急情况，应首先采取制动减速。车辆在高速公路意外撞击护栏时，应稳住方向，适当修正，切忌猛转转向盘。

（4）雨天在高速公路行车，为避免发生“水滑”现象而造成方向失控，应保持较低的车速。发生“水滑”现象时，应握稳方向，逐渐降低车速。不得迅速转向或急踏制动踏板减速。

（5）雾天行车应打开防雾灯和车尾雾天信号灯（图 3-1-21）。大雾天在高速公路遇事故不能继续行驶时，须开启危险报警闪光灯和尾灯，按规定设置警告标志，驾乘人员尽快从右侧离开车辆并量站到防护栏以外，不得在高速公路上行走。



图 3-1-21 雾天行车

(6) 车辆在高速公路行至隧道出口或凿开的山谷出口处，可能遇到横风，当感到车辆行驶方向变化时，应双手稳握方向盘，进行微量修正，适当减速。

## 五、汽车日常维护

### 1. 汽车油料选用

汽车常用油料有汽油、柴油、发动机润滑油、润滑脂等。不正确的选用油料或劣质油料，会极大影响汽车的动力性能、经济性能、排放性能、可靠性和耐久性。

#### (1) 汽油

我国车用汽油按研究法辛烷值分 90 号、93 号、97 号三个牌号，有些地区分为 92 号、95 号，汽油牌号的选择应根据使用说明书要求进行。

#### (2) 柴油

我国车用柴油按等级分 3 级，每级又按凝点分 6 个牌号。柴油牌号的选择应根据气温进行（表 3-1-2）。

#### (3) 发动机润滑油（机油）

我国汽车润滑油分为 4 类和若干等级（表 3-1-3）。每一种级别又有若干种单一粘度等级（如 30、40 和 50 号）和多粘度等级（如 5W-30、10W-30、15W-40 等）。单一粘度等级的润滑油粘温性较差，只适应某一温度范围使用。多粘度等级的润滑油粘温性好，适应温度范围宽。

表 3-1-2 我国柴油分类与选择

等级	牌号	气温 /℃
优等品	10 号	>15
	0 号	>5
	-10 号	>-5
	-20 号	>-15
	-35 号	>-30
	-50 号	>-45
一等品	10 号	>15
	0 号	>5
	-10 号	>-5
	-20 号	>-15
	-35 号	>-30
	-50 号	>-45
合格品	10 号	>15
	0 号	>5
	-10 号	>-5
	-20 号	>-15
	-35 号	>-30
	-50 号	>-45

润滑油的选用按照使用说明书进行，选用原则是汽油机选择汽油机机油，柴油机选择柴油机机油，通用油适用于汽油机与柴油机，再根据气温选用适当粘度等级的润滑油。

表 3-1-3 机油分类

种类	等级
汽油机油	SE、SF、SG、SH (GF-1) SJ (GF-2)、SL (GF-3)、SM (GF-4)、SN (GF-5)
柴油机油	CC、CD、CF、CF-2、CF-4、CG-4、CH-4、CI-4、CJ-4
通用油	如 SJ/CF-4
农用柴油机油	用于农用柴油机及其低速货车

#### (4) 自动变速器油

我国自动变速器油分为 6 号、8 号两个牌号，6 号油主要用于内燃机车、载重汽车及工程机械，8 号油主要用于轿车。

#### (5) 汽车润滑脂（俗称黄油）

润滑脂分类比较复杂，选用按各种汽车使用说明书要求进行。目前，普遍推荐使用的是通用锂基润滑脂。

### 2. 汽车磨合

#### (1) 汽车磨合意义

是指新购的汽车或大修后的汽车在投入满负荷工作前，按一定的规程所进行的适应性运转。它可以有效减轻汽车磨损、延长汽车寿命，提高汽车功率、降低汽车油耗、减少汽车排污。

#### (2) 汽车磨合的方法

总的磨合原则是发动机转速及车速由低到高，负荷由小到大。变速器各档位应进行适当时间磨合，及时更换润滑油，注意发现和排除异常现象。磨合期长短随车型有所不同，按使用说明书要求进行。如，轿车一般在 1000 ~ 1500km。

#### (3) 汽车磨合期使用注意事项

- 1) 正确驾驶操作。暖车升温，平稳起步，缓踩加速踏板，不越级减档，避免紧急制动。
- 2) 减轻负荷。新车开始使用的 1000km 内，不能超过汽车额定载质量的 80%。
- 3) 限制车速。一般不得超过发动机最高转速的 80%，不要使发动机急剧增速，新车不能用来跑长途。
- 4) 选择道路。尽量选择平坦良好的道路行驶。
- 5) 注意及时发现和排除故障。
- 6) 更换润滑油。新车磨合结束，应及时更换发动机机油和变速器齿轮油，更换滤清器。

### 3. 汽车维护

“三分修、七分养”，说明了汽车平时维护的重要性。

#### 日常维护

在每天出车前、行车中和收车后进行。日常维护以清洁、补给和安全检视为作业中心内容，由驾驶人负责执行。

日常维护的具体内容如下：

- (1) 对汽车外观、发动机外表进行清洁，保持车容整洁。
- (2) 对汽车各处润滑油（图 3-1-22）、燃油、冷却液（图 3-1-23）、制动液（图 3-1-24）、各种工作介质、轮胎（图 3-1-25）及其气压（图 3-1-26）进行检视补给。



图 3-1-22 机油检查



图 3-1-23 冷却液检查

(3) 对汽车制动、转向、传动、悬架、灯光、信号等安全部位和位置以及发动机运转状态进行检视、校准，确保行车安全。



图 3-1-24 制动液检查



图 3-1-25 清除轮胎杂物



图 3-1-26 轮胎气压检查



## 第二节 车身电器的使用

### 一、灯光开关的操作

#### 1. 示宽灯开关的操作

示宽灯的操作方法如图 3-2-1 所示。

从 OFF 位置顺时针旋转一个档位即打开示宽灯，此灯多用于傍晚行车或夜间停车使用。

#### 2. 前照灯开关的操作

前照灯的操作方法如图 3-2-1 所示，从 OFF 位置顺时针旋转两个档位，即接通前照灯接通，此灯用于傍晚行车或雨、雾天行车形式。



图 3-2-1



图 3-2-2

变光的操作如图 3-2-2 所示，将方向盘下方的灯光开关向上或向下移动即可实现远近光变光

#### 3. 转向灯开关的操作

转向灯的操作方法如图 3-2-3 所示。

在中间位置时，向前移动一个档位即可接通右侧转向灯，向后移动一个档位则可以接通左侧转向灯，此灯可在转弯时或超车时使用。

#### 4. 雾灯开关的操作

雾灯开关的操作方法有三种：

(1) 雾灯开关操作方法如图 3-2-4 所示。



图 3-2-3

打开示宽灯以后再向外拉出一档即可接通前雾灯，拉出两个档位即可接通前、后雾灯。此灯多用于雾天、雨天等能见度不高的天气情况下。



图 3-2-4

(2) 雾灯开关的操作方法如图 3-2-5 所示。

打开前照灯以后，再向前旋转前照灯开关外套一档即可接通前雾灯，旋转两个档位即可接通前、后雾灯。此灯多用于雾天、雨天等能见度不高的天气情况下。

(3) 雾灯开关的操作方法如图 3-2-6 所示。

打开示宽灯以后再按下上方雾灯开关即可接通前雾灯，按下两个开关即可接通前、后雾灯。此灯多用于雾天、雨天等能见度不高的天气情况下。



图 3-2-5



图 3-2-6

### 5. 应急灯开关的操作

应急灯开关的操作方如图 3-2-7 所示。



图 3-2-7

按下此开关即可接通左右转向灯，在发生交通事故或者汽车出现故障及拖动汽车是均需按下此开关。

## 6. 室内灯开关的操作

室内灯开关的操作方法如图 3-2-8 所示。

按下相应的按钮就可以打开相应的室内灯，此灯主要是用于晚间车内照明使用，还可用于提醒驾驶员车门关闭状态。

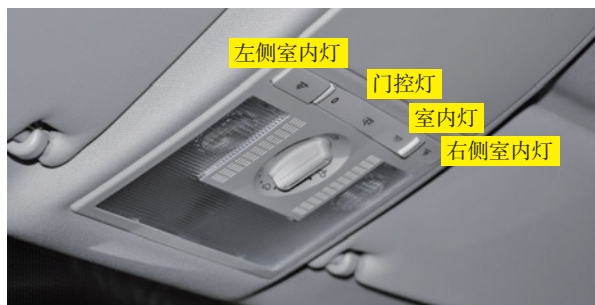


图 3-2-8



图 3-2-9

## 二、雨刷开关的操作

1. 前雨刷开关的操作方法如图 3-2-9 所示。

从 OFF 位置向上推一档为间歇档，二挡为低速挡，三挡为高速挡，向转向盘方向推为前风窗洗涤。

2. 后雨刷开关的操作如图 3-2-10 所示。

从 OFF 位置向下推一档为后雨刷工作档，二挡低速挡为雨刷工作加洗涤工作档。



图 3-2-10



图 3-2-11

## 三、空调开关的操作

空调开关的操作方法如图 3-2-11 所示。

在发动机工作状态下，可以通过温度旋钮调节车内温度在冷与热之间变化，通过出风模式旋钮调节出风位置，如吹脚、吹脸、前风窗除霜等。鼓风机转速旋钮可以调节空调出风量在最小与最大之间变化。制冷开关是在夏季空凋制冷或前风窗除雾、除霜时使用。内外循环开关是在交换车内外空气时使用。后风窗加热开关是在后车窗结冰或者有雪的时候使用，按下此按钮即可接通后风窗加热。

## 四、后视镜开关的操作

后视镜开关使用方法如图 3-2-12 所示。

从中间位置可向左右侧进行选择，在通过上下左右按钮就可以进行后视镜的调节

## 五、解锁及上锁开关的使用

解锁及上锁开关的使用方法：



图 3-2-12

1. 双按键式：（图 3-2-13）
  2. 单按键式：（图 3-2-14）
- 按下此开关即可上锁，再次按下即可解锁。



图 3-2-13



图 3-2-14

## 六、座椅调节开关的使用

座椅调节开关的使用方法如图 3-2-15 所示。

操作横向开关：前后移动调节座椅前后，上下移动调节座椅高度  
操作纵向开关：顺时针或逆时针可以调节座椅靠背角度。



图 3-2-15



图 3-2-16

## 七、车窗开关的使用

车窗开关的使用方法如图 3-2-16 所示。

通过操作此开关向上或向下，可以控制车内四门玻璃的升降，同时还具有锁止后窗开关的功能，以防儿童进行操作。

## 八、天窗开关的使用

天窗开关分为两种类型：一种是翘板式如图 3-2-17 所示，一种是旋钮式如图 3-2-18 所示。

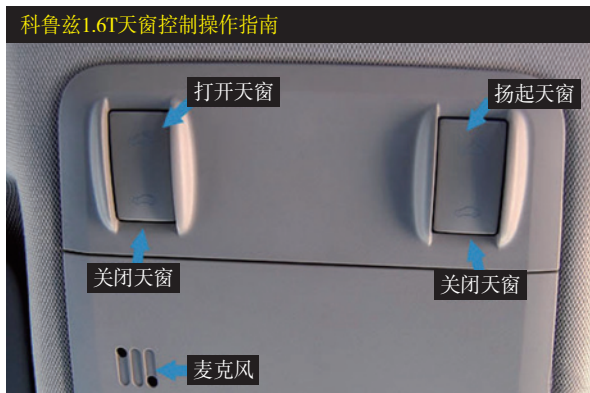


图 3-2-17



图 3-2-18

## 九、音响开关的操作

音响开关的操作方法如图 3-2-19 所示。



图 3-2-19

- 电源开关及音量：可以打开、关闭音响系统及调节音响音量大小。
- 模式转换键：可以在 USB、收音机、CD、AUX 等模式下进行转换。
- 电台存储键：可以存储常用电台。
- 出仓键：按下此按键可以退出仓内光盘。
- 快进键 / 下一曲：按下此按键可以将播放的歌曲进行快进或下一曲。
- 快退键 / 上一曲：按下此按键可以将播放的歌曲进行快退或上一曲。



## 第三节 汽车车门、油箱盖、引擎盖、后备箱的开启

### 一、车门开启与关闭

#### 1. 车门的解锁

- (1) 智能钥匙解锁的方法：如图 3-3-1 所示。  
当靠近车门附近时，用手直接拉动车门即可打开车门。
- (2) 遥控器解锁的方法：如图 3-3-2 所示。  
按下解锁按键即可解锁车门，按下上锁按键即可锁止车门。



图 3-3-1



图 3-3-2

- (3) 要钥匙解锁车门方法：如图 3-3-3 所示。  
顺时针旋转 90 度即锁止车门，逆时针旋转 90 度即可解锁车门。



图 3-3-3

## 2. 正确上、下车

进入驾驶室前，应认真观察车辆周围和道路上的情况，绕车辆一周确认安全后按以下要求进行操作

### (1) 上车的方法

步骤 1：要注意车的周围如图 3-3-4 所示，特别是后方来的车辆，有手轻轻打开车门，不要将车门开得过大图 3-3-5 所示。

步骤 2：左手扶车门，右手扶转向盘上部，按右脚、腰、上身的顺序进入车内

步骤 3：轻关车门，为了防止车门关不严，最好在门关到还 10cm，左右时停一下，在用力关上。

步骤 4：确定已经管好车门后，按下车门锁止按钮并系好安全带（图 3-3-6）再启动。



图 3-3-4



图 3-3-5



图 3-3-6

### (2) 下车的方法

下车前要拉手刹，熄灭发动机，将变速杆放到空挡，停车操作完成后，才能下车如（图 3-3-7）所示。



图 3-3-7

步骤 1: 注意周围特别是后方的交通情况, 观察左中右后视镜如图 3-3-8 所示。

步骤 2: 车门少开一点, 再次确认交通情况如图 3-3-9 所示。

步骤 3: 打开车门, 迅速下车, 注意车门不要开的过大

步骤 4: 轻轻关好车门, 同上车时的关门方法相同, 在车门关到还差 10 厘米时, 用力关上。



图 3-3-8



图 3-3-9

## 二、引擎盖的开启方式

目前市面上绝大多数的车子引擎盖开关都在驾驶员侧下护板处, 那里有个拉手一样的东西如图 3-3-10 所示, 只需要轻轻一拉, 引擎盖就会响一下, 然后再到引擎盖处找到一个伸出来的开关即可打开引擎盖了。

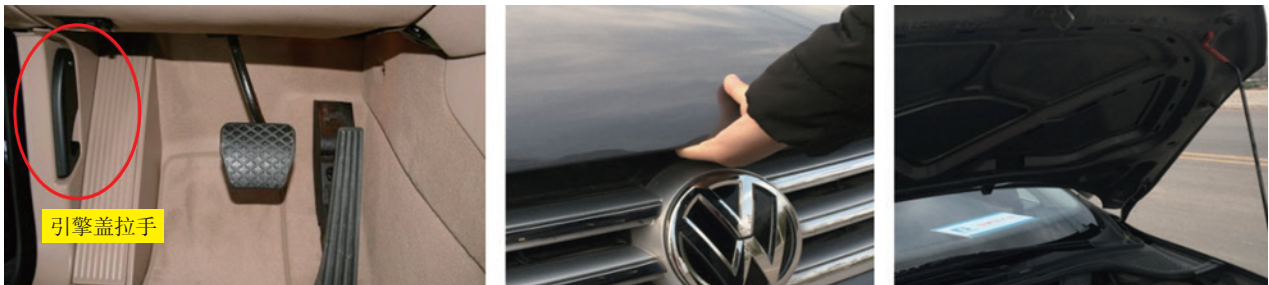


图 3-3-10

打开引擎盖向后翻转至预定角度, 不应与前挡风玻璃接触, 应有一个约为 10 毫米的最小间距, 并用支撑杆进行支撑。

## 三、油箱盖开启方式

### 1. 机械钥匙打开式

一般家用轿车开启油箱盖的方式不外乎用钥匙开、车内有开关和直接按压打开三种。机械钥匙开启的方式比较复杂, 所以现在很少有家用车使用了。

### 2. 车内开关式

现在比较常见的是车内置有开关的方式, 与机械钥匙打开的方式相比更加方便, 此种方式很早以前就已经在车上普及了。打开方法如图 3-3-11 所示向上抬起或按下即可打开油箱盖。

### 3. 直接按压式

直接按压开启的方式, 这种方式是三种油箱盖开启方式中最为方便的, 在车辆解锁状态下, 直接按压油箱盖即可打开如图 3-3-12 所示。

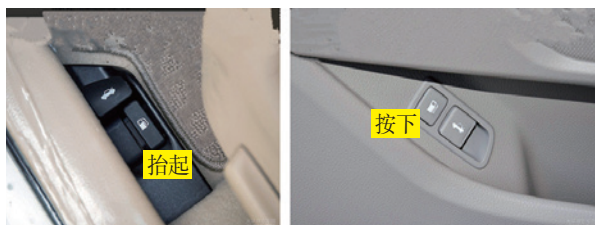


图 3-3-11



图 3-3-12

## 四、汽车后备箱的开启

### 1. 车外开启

(1) 遥控开启后备箱的方法：

在车辆附近按压遥控器上的后备箱按键保持 3S 以上就可以开启后备箱如图 3-3-13 所示。

(2) 另外还有一种配备了智能感应钥匙的车型如图 3-3-14，只要遥控钥匙在一定的范围内（一般为 1 米左右），按下尾箱上的开关，就可以直接打开后备箱



图 3-3-13



图 3-3-14

### 2. 车内开启

(1) 车内按钮开启后备箱方法：

后备箱开启开关按键位于方向盘左边或是中控区域，只要按下就可以打开后备箱如图 3-3-15 所示。

(2) 车内开启之拉杆

在驾驶座的左下侧或者方向盘的左下侧，上面会有一个汽车尾箱翘起的图标。通常和油箱盖拉杆在一起如图 3-3-16 所示，只要拉起就可以打开后备箱。



图 3-3-15



图 3-3-16

# 第4章

## 汽车电工基础及信息传递



1. 理解汽车电路基本知识
2. 掌握万用表的使用方法
3. 理解汽车信息传递的方式



## 第一节 汽车电工基础知识

### 一、电流

电在日常生活中广泛的应用，我们已经无法想象没有电的世界是什么样子，汽车上如果没有了电更是寸步难行。使用电进行运行的部件被称为用电器，用电器之所以能够工作，就是因为用电器内部有电流通过。电流用字母  $I$  表示。

#### 1. 电流的方向

用电器中电流的方向是由电源的极性决定的，汽车上的电能由蓄电池提供，汽车用电器中电流的方向是从蓄电池的正极经过用电器流向蓄电池的负极。

#### 2. 电流的大小

电流的大小的单位为安培，简称安，用字母  $A$  表示，另外还有毫安 ( $mA$ )，千安 ( $KA$ )。

$1KA=1000A$   
 $1A=1000mA$

#### 3. 电流的分类

大小和方向是电流的两个重要表征，根据电流的大小和方向不同，可将电流分为直流电、交流电。

若电流的大小和方向不随着时间的变化而变化，为直流电；若电流的大小和方向都随着时间的变化而变化成为交流电。

还有一种电流，其大小随着时间的变化而变化，方向不随着时间的变化而变化，这种电称为直流脉冲电，汽车上一些信息传递时很多用这种电。

### 二、电压

电压是用电器中产生电流最根本的因素，电压是使用电器里电子改变运动状态的动力。电压的单位用伏特表示，简称伏，用字母  $V$  表示。

电压同样分为交流电压、直流电压、脉冲电压。由于电压是产生电流的要素，所以，在我们维修中，一般通过检查电压来检查电路的情况。

在汽车上，使用的是直流电，以发电机和蓄电池为电源，电源电压为  $12V$ 。在汽车维修测量时，一般以蓄电池负极为基准，测量用电器各部位的电压值。电压测量要使用万用表，使用万用表测量电压的步骤如下：

1. 将红表笔插入“ $V/S2$ ”，黑表笔插入“ $COM$ ”插孔。

2. 确定所测电压的种类。

3. 估算电压高低，选择量程，若估算不准则从大量程开始测量。

4. 将黑表笔接触电源负极，或用电器负极一端，将红表笔接触所要测量的位置或用电器正极一端，注意两手不要接触表笔。

5. 读出读数，即为此位置或用电器两端的电压。

### 三、电阻

电阻。通常用“R”表示。表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大，表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体，电阻一般不同，电阻是导体本身的一种特性。电阻将会导致电子流通量的变化，电阻越小，电子流通量越大，反之亦然。而超导体则没有电阻。电阻元件的电阻值大小一般与温度，材料，长度，还有横截面积有关，电阻的主要物理特征是变电能为热能，也可说它是一个耗能元件。

电阻的单位是欧姆，简称欧，符号是  $\Omega$ 。比较大的单位有千欧 ( $k\Omega$ )、兆欧 ( $M\Omega$ ) 他们的换算关系是：

$$1M\Omega = 1000K\Omega \quad 1K\Omega = 1000\Omega$$

在汽车的维修中，测量电器元件的组织有着很重要的作用。测量电阻时不可带电测量，用万用表测量电阻的方法如下：

1. 将红表笔插入“V/ $\Omega$ ”，黑表笔插入“COM”插孔。
2. 估算所测用电器组织高低，选择量程，若估算不准则从小量程开始测量。
3. 将两表笔接触所测用电器的两端，注意两手不要接触表笔。
4. 读出读数，即为此位置或用电器的阻值。

### 四、欧姆定律

欧姆定律是研究纯电阻电路中电压、电阻、电流三者关系的定律。欧姆定律主要有两项内容：

当电压一定时，电阻越大电流越小，即电流与电阻成反比；当电阻一定时，电压越大，电流越小，即电流与电压成正比。

欧姆定律用公示表示为：电阻 (I) =  $\frac{\text{电压 (U)}}{\text{电阻 (R)}}$

### 五、简单电路及单线制

电路或称电子回路，是由电气设备和元器件，按一定方式联接起来，为电荷流通提供了路径的总体，也叫电子线路或称电气回路，简称回路。

具有最基本的电路特征的电路为简单电路，简单电路有电源、开关、用电器、保险丝和导线组成，电路如图 4-1-1 所示。

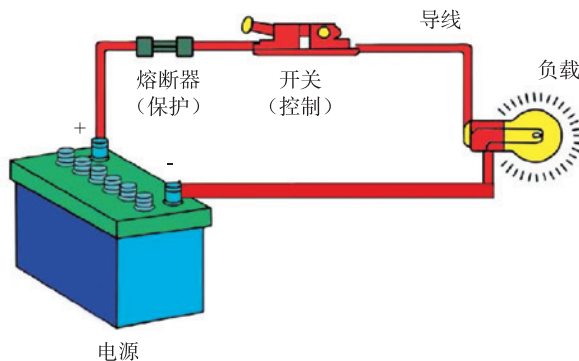


图 4-1-1

汽车上的电路具有低电压、直流电、单线制的特点。所谓的低电压是指汽车上的电压一般为 12V，直流电是指汽车上的电源是蓄电池，任何蓄电池的电均为直流电。将蓄电池的负极与汽车大架相连（称为接地，也称为搭铁），这样整个汽车大架就是蓄电池的负极，将用电器的一端与汽车大架相连（搭铁），则只需向用电器引一条正线就可以工作，这种方式称为单线制。如图 4-1-2 所示。

电路出现的故障大致有断路（开路），短路，搭铁，接触不良几种情况。下面逐一进行说明。

#### 1. 断路（开路）

断路是指电路中某一位置断开，不能是电流通过。在电路中，无论什么位置出现断路，均不能使用

电器正常工作。在电路的断开点以前是电源电压，断电之后没有电压，根据这一特征，我们可以检测出断点的位置。简单电路中，开关、保险、用电器以及导线都是可能断路的地方。

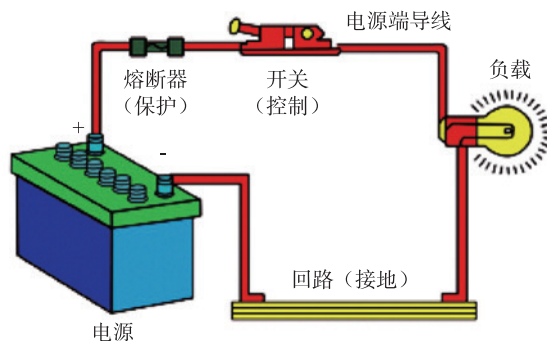


图 4-1-2

## 2. 短路

短路是指电流绕过一些电路元件的现象，根据短路的部位不同，导致结果也会不同。短路要有一定的条件，就是短路部位离得很近，在汽车上，开关、保险、用电器是容易短路的部位。不同的短路的部位导致的现象也不一样，开关短路会使用电器失去控制作用，保险短路不会导致用电器不工作，但会使电路失去保护功能，用电器短路会使电路电流过大，使保险烧坏。

## 3. 搭铁

搭铁是电路中很容易出现的故障，一般是由导线损坏接触大架所致。搭铁的本质是短路，所不同的是直接与电源的负极短路。根据搭铁的位置不同，导致的现象也不一样。在保险之前搭铁，会导致烧损导线，在保险和用电器之间搭铁，会烧损保险丝。

## 4. 接触不良

接触不良是电路中常见的现象，当电路接触不好时会使电路中的电流不稳定，用电器不能正常工作。接触不良的部位阻值会变大，电流通过时会产生一定的热量。根据这个特征，可以帮助我们找到接触不良的位置。



## 第二节 汽车上信息的传递

汽车上有很多的元器件，这些元器件之间需要复杂的协同工作，这样才能保证汽车各功能正常的运转。若要保证汽车各部件可以协同工作，必须在这些部件之间传递信息，信息传递的方式有机械传递和电传递。机械传递很容易理解，比如变速器通过传动轴将动力传给后桥，继而通过半轴将动力传给车轮。机械传递本身结构复杂物理空间较大，一般用作力的传递，并且在汽车上逐渐被电传递取代，如加油口盖的拉索控制改为电动控制（如图 4-2-1）、油门的拉索控制改为电子节气门控制（如图 4-2-2）等。本节重点讲解电信号的传递。



图 4-2-1



图 4-2-2

### 一、电力信号传递

电力信号传递很简单，比如一开车灯开关车灯就亮，其原理是在开关和灯泡之间连接一根导线。如果要控制三个灯泡，则需要三个开关连接三根线。如图 4-2-3 所示。

## 二、模拟电压信号传递

如图 4-2-3 所示，要点亮 3 个灯泡需要三根导线，如果点亮更多的灯泡就要使用更多的导线，

况且汽车上不单单只有灯泡，还有更多的用电器，这样就导致线束的庞大。

模拟电压信号传递是用电压的高低来表示不同的信号，使用一根导线就可以控制三个灯泡，如图 4-2-4 所示，如果三个开关（K1、K2、K3）分别控制三个灯泡（L1、L2、L3）。分别按下三个开关，导线上的电压对应的电压为：K1-6V，K2-8V，K3-9V。当电子模块收到相应的信号后，就点亮相应的灯泡。

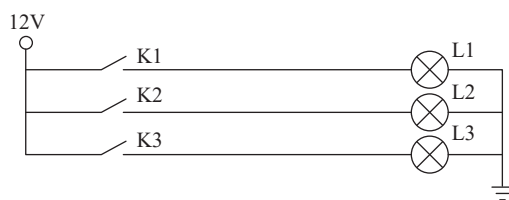


图 4-2-3

## 三、数字信号传递

如图 4-2-4 所示，如果要同时点亮 2 个或 3 个灯泡，这种信号传递方式就无能为力。数字信号就能解决这样的问题。

要弄清数字信号就要先认识“1”和“0”，在数字电路中，“1”一般代表“有电”，“0”一般代表“无电”，有电和没电按时间排列就形成了一串用“1”和“0”表示的数据，不同的数据串就可以代表不同的信息。比如如图 4-2-5 所示，若让 K1 对应 001，K2 对应 010，K3 对应 101。这样当按下不同的开关，电子模块 1 就向电子模块 2 传递相应的数据串，电子模块 2 就点亮相应的灯泡。

这种信号传递方式还有一个好处就是不单单电子模块 1 可以向电子模块 2 传递信号，电子模块 2 也可以向电子模块 1 传递信号，比如灯泡点亮与否、是否出现故障等信息。

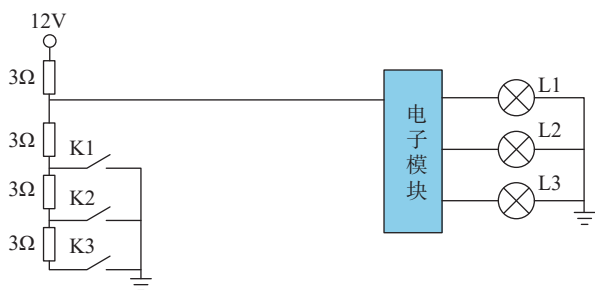


图 4-2-4

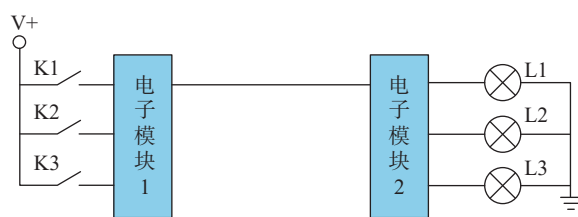


图 4-2-5

## 四、总线技术

汽车上部件很多，这些部件按系统、功能、安装位置等方式组合，可以使用不同的电子模块控制，这些电子模块共同使用一根（有的两根）导线连接，则这些电子模块就可以相互传递信息，这种技术称为总线技术，如图 4-2-6 所示。总线技术可以节约导线的数量，并能确保信息的通畅，并有利于各模块间信息的沟通和共享，更有助于汽车故障的监测和诊断。

各系统模块之间需要高速的信息传递，这种高速的总线成为 CAN 总线；有时，系统内也需要总线传递，这种总线要求的速度较低，称为 LAN 总线，如图 4-2-6 所示。

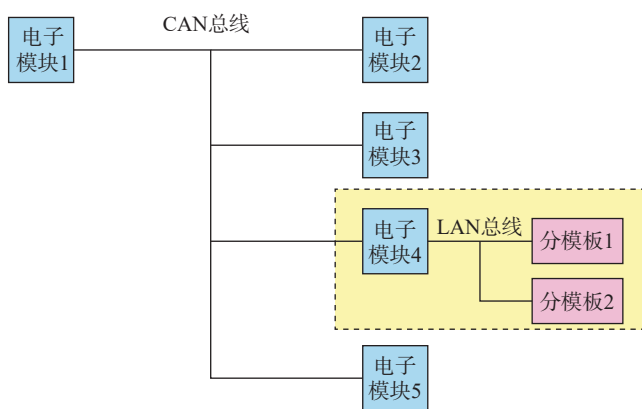


图 4-2-6

# 第5章

## 充电系统



1. 掌握发电机基本构造及发电原理
2. 掌握发电机的检测方法
3. 掌握调节器的工作原理及检测方法
4. 掌握整体式发电机的特点及检测方法
5. 了解微机式充电系统的工作特点

在汽车上，为了保证在汽车任何时候都有电能的供应，使用了两个电源，一个蓄电池，一个是发电机。在车辆未运转时，由蓄电池向全车用电器供电，在发动机运转后，发电机开始发电，全车用电器开始使用发电机所发的电。由于在未着车时蓄电池所储存的电能有所损耗，为了保证蓄电池由充足的电能，在发动机运转后，发电机所发的电还有一部分向蓄电池充电。蓄电池与发电机相互配合，从而保证了汽车上的电能供应。完成这项工作的汽车部件就组成了充电系统，又称电源系统。

汽车的充电系统由蓄电池、发电机、点火开关、电压调节器、充电指示灯组成。在充电系统中，发电机和蓄电池为电源，电压调节器起到对发电机发电量的控制作用，充电指示灯则可以指示充电系统是否工作正常。



## 第一节 发电机

依靠电生磁的原理产生电能的设备称之为发电机，发电机区别于蓄电池，蓄电池是将化学能转变为电能的设备，发电机则是通过电生磁的原理将机械能转化为电能。汽车上发电机发电的机械能来自发动机，通过皮带和皮带轮进行动力的传递。

电生磁需要两个必须的条件，一个是必须有感应线圈，另一个是要有变化的磁场。汽车上发电机的感应线圈为定子线圈，变化的磁场由转动的转子提供。汽车的用电为直流电，但发电机所发的电为交流电，这个工作由整流器来完成。因此，汽车发电机有转子、定子、整流器等组成。

### 一、发电机的构造

目前国内外生产的交流发电机其结构基本相同，如图 5-1-1 所示。主要由转子、定子、整流器、电刷架、前端盖、后端盖、皮带轮以及散热风扇等部件组成。对于整体式交流发电机而言，其内部还包含电压调节器。

#### 1. 转子

交流发电机转子的作用是在通电后形成电磁场，并在旋转中形成电磁涡流。如图 5-1-2 所示。转子主要由磁轭、磁场绕组、爪极和集电环组成。

转子线圈的磁场来自于磁场绕组，磁场绕组通电后产生磁场，然后被磁轭增强。

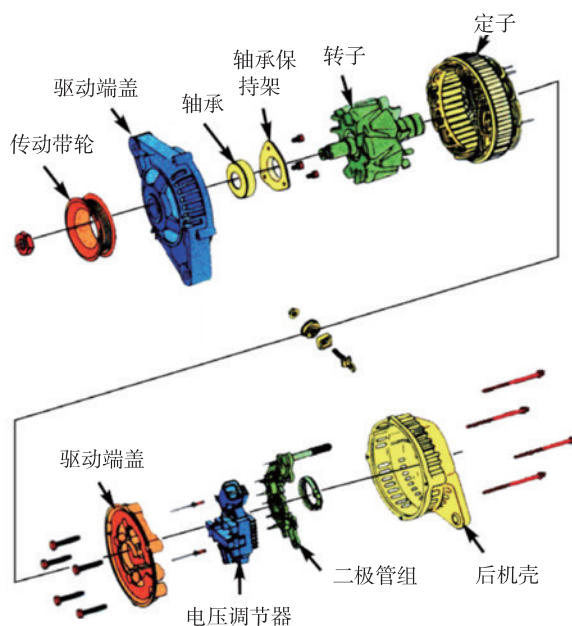


图 5-1-1 交流发电机的结构

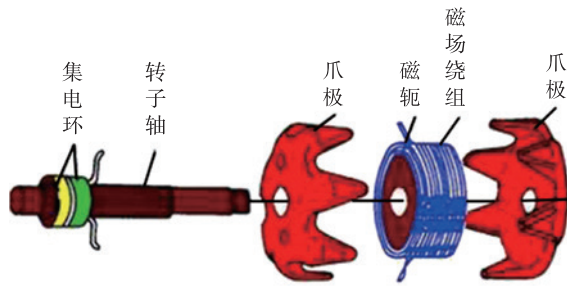


图 5-1-2 转子的组成

在磁轭的两端有爪极，两边的爪极分别为两个磁场的两个极，每边爪极有六个磁爪，这样，就相当于在转子的周围均匀分布着六对磁铁，如图 5-1-3 所示。

为了保证在转子转动时给磁场线圈供电，在转子的轴上装有集成环，集成环又称滑环由两个彼此绝缘的铜环组成，滑环压装在转子轴的一端，并分别与磁场绕组线两端相连。

集成环与碳刷配合工作，碳刷压在集成环上，当转子转动时，集成环处于转动状态，碳刷不动，碳刷与铜环进行滑动接触，这样，通过给碳刷接通电源，就可以给磁场绕组供电。

如图 5-1-4 所示，当红色碳刷带正电，绿色碳刷带负电时，电流就会经过红色碳刷→红色滑环→磁场绕组→绿色滑环→绿色碳刷搭铁构成回路。这时磁场绕组内有电流经过就会产生磁，即电生磁。同时两块爪极也被磁化，在磁极上形成相互交错的 N 极和 S 极，当转子旋转时就会形成旋转磁场。

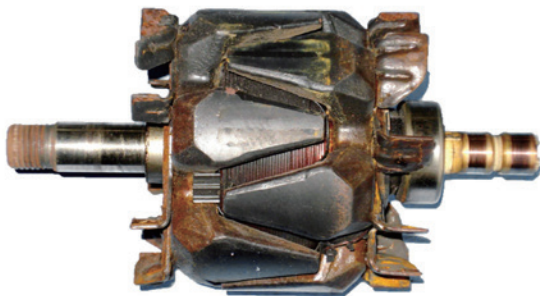


图 5-1-3 转子

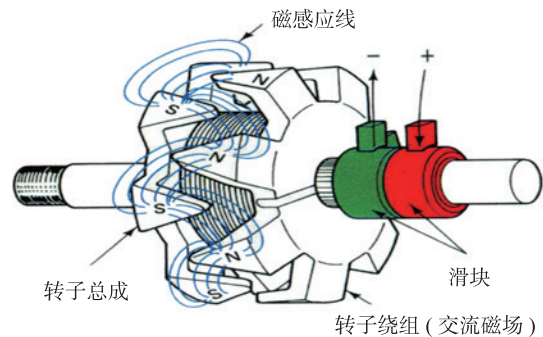


图 5-1-4 碳刷与集成环

### 转子的检测：

转子的检测分为机械检测和电路检测。

机械检测主要观察转子的爪极、集成环和转子轴之间是否松动，如若松动则必须更换，再者观察磁爪外围是否有摩擦的痕迹，如有摩擦的痕迹，说明转子扫膛，需要更换轴承，当然，即便是不扫膛的状态下也要检查轴承的性能。

电路的检查首先要保证集成环的清洁，去除铜环表面的油污和杂质，并检查碳刷和接线的状况，检查碳刷的长短摩擦面的状态以及碳刷弹簧的强度，以保证碳刷和铜环必须保持良好的接触。然后要检查磁场绕组，可用万用表测两铜环，测试磁场绕组的阻值，应在标准范围内，如果阻值过小，说明转子绕组短路，如果不通证明转子绕组开路，如果阻值过大，证明转子老化。最后，要用万用表 200k $\Omega$  档位测铜环和转子轴，以确定其是否搭铁。

### 转子的故障：

转子的电路故障一般为转子绕组的短路、老化、开路、和搭铁。当转子短路或老化时，会导致发电机发电量小，当转子绕组开路后，会导致不发电，当转子绕组搭铁后，会导致发电量低或者高，烧保险丝等故障。

## 2. 定子

交流发电机中定子的作用是切割磁力线并产生电流，定子由铁芯和定子绕组组成，如图 5-1-5 所示。铁芯由内圆带槽的环状硅钢片叠制而成，定子绕组由三相对称绕组绕成，安装在铁芯的内槽中。



图 5-1-5 定子铁芯与定子绕组

在发电机定子铁芯上有 18 个线圈，其中每六个线圈为一组，共三组。每一组的六个线圈均匀地分布在定子内部。把发电机转子放入定子中，每一对磁爪对应一个线圈，则六对磁爪同时对应这一组的六个线圈。当转子旋转起来时，则这组六个线圈内部的磁场发生变化，同时发电。由于线圈的磁场有增强和减弱的变化，因此，这组线圈的电压方向也会变化，这就是交流电。

在定子中，三组线圈错位放置，则三组线圈相继发电，这就是三相交流电。

定子绕组的三相绕组由三根线绕成，所以定子绕组有六个抽头，三个是首头和三个尾头，我们分别用 a、b、c 表示三个首头，用 a'、b'、c' 表示三个尾头，如图 5-1-6 所示。

定子绕组有星形（Y）和三角形（ $\Delta$ ）两种连接方式。目前汽车用的交流发电机多是采用星形接法，只有少数大功率发电机使用三角形接法。

定子每相绕组线圈的个数、每个线圈的匝数、每根导线的粗细都相等。三个首头在定子槽内有序排列并间隔  $120^\circ$ ，三个尾头连接在一起，连接在一起的尾头被称为定子的“中性点”，用字母 N 表示，如图 5-1-7 所示。

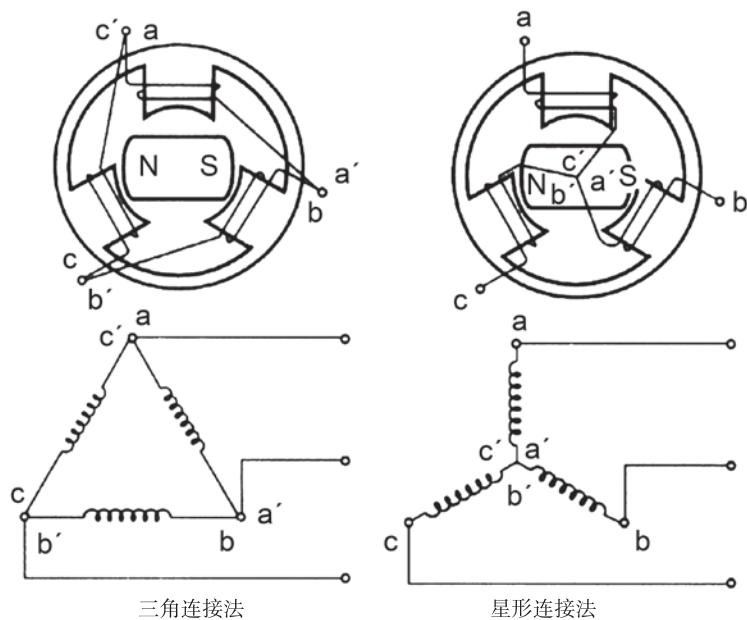


图 5-1-6 定子绕组连接方式

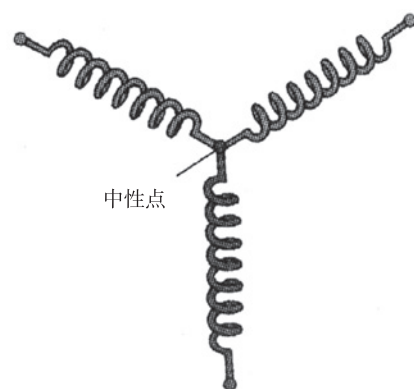


图 5-1-7 中性点

中性点的特点是在发电机发电时有电，不发电时没有电，因此，通常使用中性点控制充电指示灯。

定子的检测：

定子的检测也分为机械检测和电路检测。

机械检测主要是检查定子绕组相对于铁芯是否松动，如有松动则要加固。电路检查主要是检查定子绕组是否组间短路和与铁芯搭铁。

定子的故障：

定子的组间短路会导致发电机发电量小，定子搭铁会导致发电机不发电、发电量小、烧定子线圈。

### 3. 整流器

整流器的主要作用就是整流，即将定子绕组产生的三相交流电变成直流电输出；另外，还可阻止蓄电池的电向发电机倒流。交流发电机的整流器通常由六支大功率的整流二极管组成，如图 5-1-8 所示。



图 5-1-8 整流器

如图 5-1-9 所示，六支二极管中三支是正二极管安装在正整流板上；另三支是负二极管安装在负整流板上，正极管为红色，负极管为绿色或蓝色。在正整流板上有发电机电压输出柱“电枢柱”，也称为“A”柱、“+”柱、或“B+”柱，负整流板与发电机外壳相连接。整流板也对二极管起到散热的作用，整流二极管与整流板有的是焊接成为一整体，有的是用机械冲压在整流板上的。

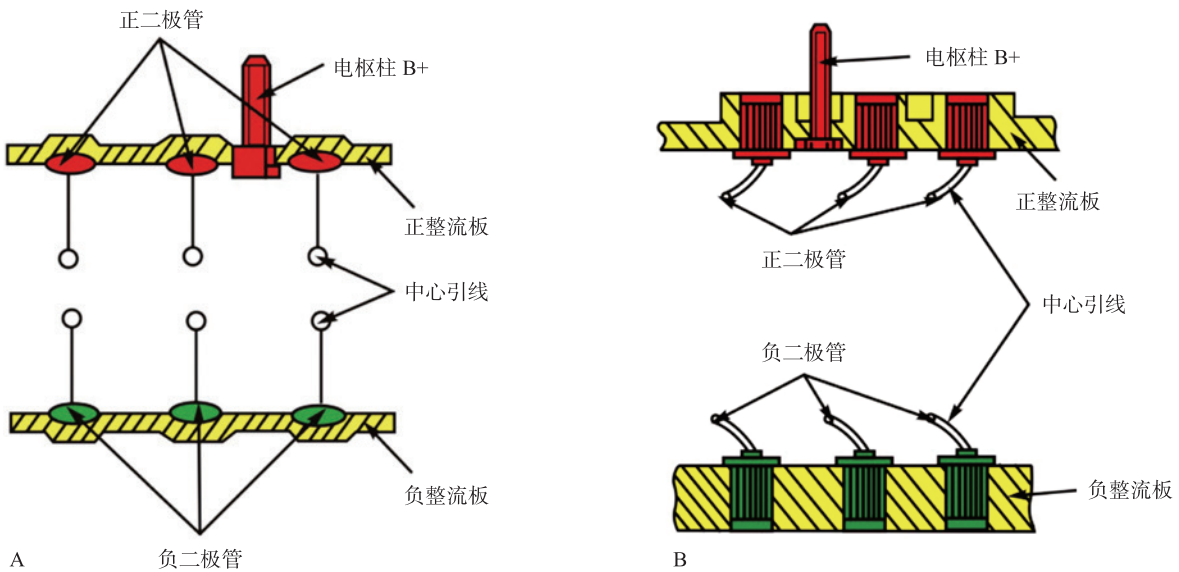


图 5-1-9 正负整流板

交流发电机定子三相绕组的三个首头，分别连接在整流器正负整流板中间。如图 5-1-10 所示，A、B、C 三相绕组所感应出的交流电通过整流器完成整流，由交流电变成直流电。

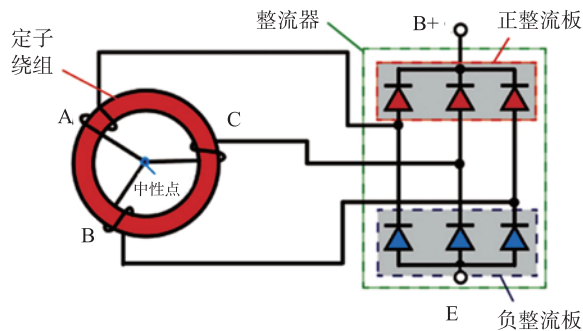


图 5-1-10 定子与整流器的连接

有些交流发电机为了提高发电量，让中性点的电流也参加整流。因为中性点输出的电流是发电机额定输出电流的 1/2，中性点参加整流可以提高发电机发电量的 15% 左右，因此在整流器上多安装了两只二极管，如图 5-1-11 所示。

还有的交流发电机整流器采用 9 只二极管，增加的是 3 只小功率励磁二极管，专门为转子绕组提供磁场电流，如图 5-1-12 所示。

整流器的检测与故障：

整流器检测事实上就是二极管的检测，在检测是将万用表打到二极管管档，测二极管的两端，对换表笔测一次，应该一次通一次不通，如果两次都通，证明此二极管短路，如果都不通证明开路，二极管出现故障后，会导致发电机发电量不正常。需要注意的是，在测量整流器时一定要将整流器和定子分开。

除此之外还要检查整流板正板和电枢柱的接触情况，以及负板和发电机外壳的接触情况。以及正板与负板、中性点之间的绝缘情况。

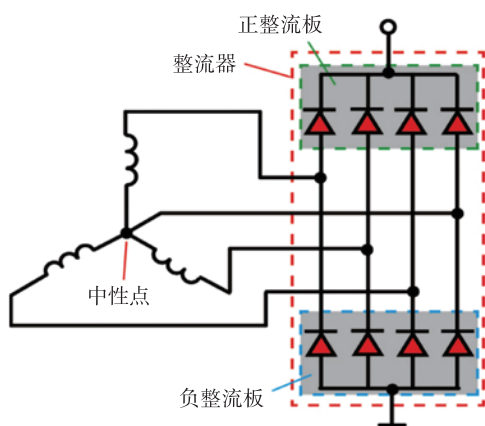


图 5-1-11 八管整流器

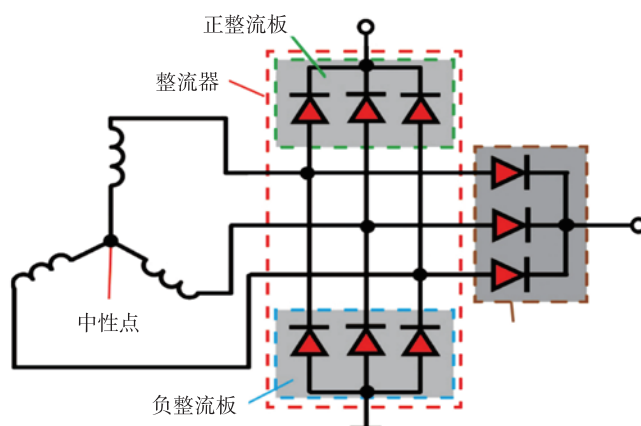


图 5-1-12 九管整流器

#### 4. 皮带轮及风扇

交流发电机的前端装有皮带轮，由发动机通过皮带带动发电机旋转。在皮带轮的后面装有叶片式风扇，前后端盖上有进、出风口。当发动机带动发电机高速旋转时，空气从发电机内部流动进行冷却。有的高档轿车发电机功率大、体积小，为了加强散热效果一般装有两个风扇，并且将风扇直接焊装在转子上，如图 5-1-13 所示。



图 5-1-13 转子及风扇

## 二、发电机总工作原理

发电机工作原理图如图 5-1-14 所示。当通过碳刷和集电环给转子线圈供电后，转子线圈产生磁场，并在磁爪的作用下产生 6 对磁极，转子转动后，六队磁极分别感应定子绕组的三组线圈，定子绕组产生三相交流电，并在整流器的作用下整流成直流电。

## 三、交流发电机的型号

根据中华人民共和国汽车行业标准 QC/T73-93《汽车电器设备产品型号编制方法》中的规定，汽车交流发电机型号组成如下：

### 1. 产品代号

发电机的产品代号用中文字母表示，具体表示方式如下所示：

JF—普通交流发电机；

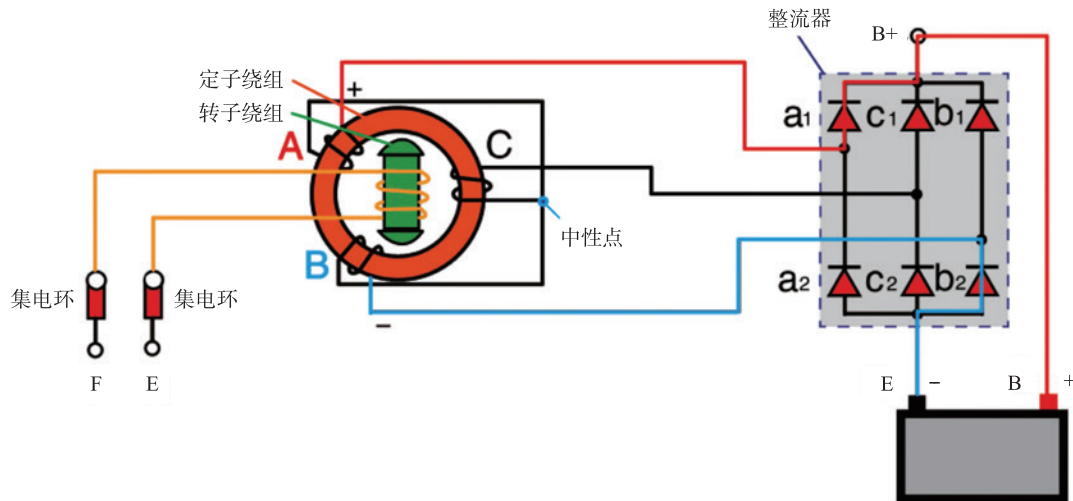


图 5-1-14 发电机工作原理图

JFZ—整体式（调节器内置）交流发电机；

JFB—带泵的交流发电机；

JFW—无刷交流发电机。

## 2. 电压等级代号

1 表示 12V 系统；2 表示 24V 系统；6 表示 6V 系统。

## 3. 电流等级代号

电流等级代号也用一位阿拉伯数字表示，其含义如下表所示：

1—10 ~ 19A；2—20 ~ 29A；3—30 ~ 39A；8—80 ~ 89A；9— $\geq 90A$ 。

## 4. 设计序号

设计序号用 1 ~ 2 位阿拉伯数字，表示产品设计的先后顺序。

# 四、发电机的拆装和检查

目前各车型的发电机构造有所差异，但基本相同，拆装步骤也基本相似，现在介绍拆装发电机的一般步骤：

1. 拆碳刷：一些车要先将发电机后面的塑料壳打开才能将碳刷拆掉，有些车型则可以直接拆下。
2. 分解转子和定子：注意转子和前盖一同取下，定子和后盖一起取下。
3. 拆下整流器：整流器一般和定子焊接在一起，拆装时注意不得损坏接头。
4. 解体转子和前盖、皮带轮。
5. 检查：检查轴承的性能，检查转子、定子、整流器、碳刷及碳刷架的电路及机械性能，检查各部位连接情况及绝缘状况。
6. 按反顺序安装发电机。

# 五、从车上拆卸发电机

1. 拆下蓄电池负极
2. 拆下发电机外围导线
3. 松开发电机的固定螺丝
4. 松开发电机调整螺丝
5. 松开皮带，将旧皮带拆下
6. 拆下固定和调整螺丝，取下发电机



## 第二节 调节器

汽车发动机启动后，全车用电设备所用的电都由发电机供给，车上的用电设备需要一个稳定的工作电压。但是，交流发电机是靠发动机带动旋转发电的，由于发动机转速变化较大，所以发电机所发出的电压变化范围也很大，这样就不能满足汽车电器设备工作的需要。因此交流发电机必须配用电压调节器，保证发动机无论在什么工况下，发电机输出的电压都保持恒定。

调节器由电子元件制成，目前的调节器都是由集成电路控制，为了更简单的说明调节器的工作原理，下面介绍一下晶体管调节器的控制电路。

在晶体管电路中，有两个重要的电子元件：三极管和稳压二极管。

半导体三极管又称“晶体三极管”或“晶体管”（如图 5-2-1 所示）。三极管有三个极，分别叫基极 B、集电极 C 和发射极 E，是能起放大、振荡或开关等作用的半导体电子器件。

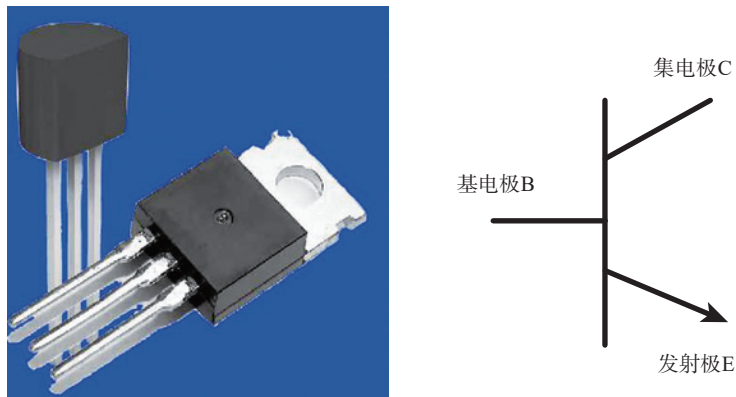


图 5-2-1 三极管

三极管的特点是从集电极到发射极的导通状况要受到基极电压的控制，如果给基极提供一定的电流则大电流可以从集电极到发射极导通，否则截止，这是三极管的开关特性。电路如图 5-2-2 所示。

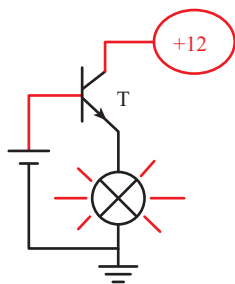


图 5-2-2 三极管电路



图 5-2-3 稳压二极管及其符号

稳压二极管（如图 5-2-3 所示）是一种直到临界反向击穿电压前都具有很高电阻的半导体器件，在这临界击穿点上，反向电阻降低到一个很小的数值，在这个低阻区中电流增加而电压则保持恒定，也就是说当稳压二极管的反向电压高于某一数值时，可以反向导通。稳压二极管是根据击穿电压来分档的。

晶体管调节器正是利用稳压二极管的特点来控制发电机发电量的，其原理图如图 5-2-4 所示。

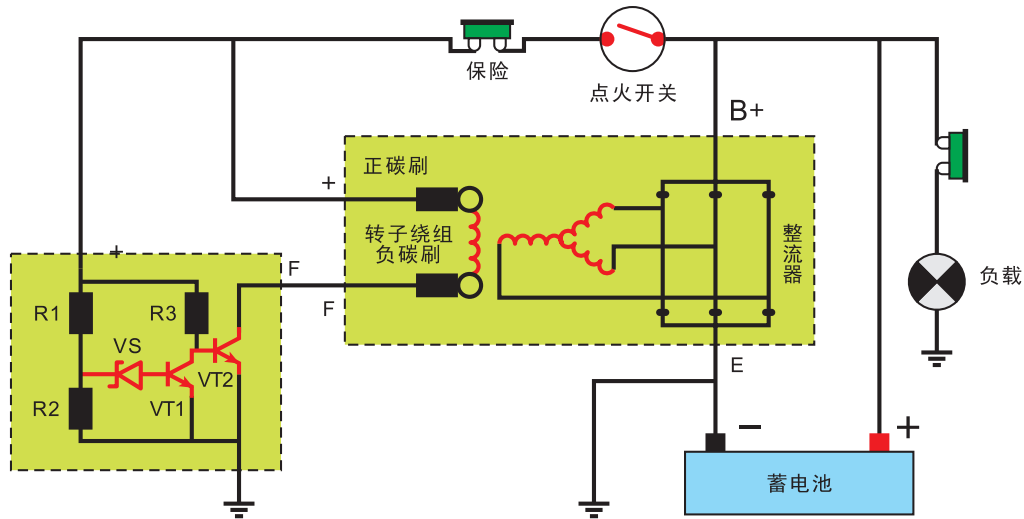


图 5-2-4 晶体管调节器工作原理图

#### 晶体管调节器工作原理

晶体管调节器又称电子调节器，电子调节器有三个接线柱分别是“+”、“F”、和“E”柱，“+”柱与点火开关相接；“F”柱接发电机转子绕组；“E”柱接搭铁线。

在发动机启动前全车用电器由蓄电池供电，闭合点火开关，电流由蓄电池→保险→点火开关→调节器“+”柱，一路经电阻 R2 到达三极管 VT2 基极。另一路经电阻 R1 到稳压二极管 VS。此时由于电压低，稳压二极管 VS 不能被击穿，三极管 VT1 处于截止状态。

而三极管 VT2 因基极上有电压达到导通状态，发电机“+”柱上的电流→正电刷→转子绕组→负电刷→发电机“F”柱→调节器“F”柱→三极管 VT2 →调节器“E”柱→搭铁构成回路。此时发电机转子绕组内有电流经过产生磁场，为发电做好准备。

当发动机启动后发动机带动发电机旋转发电，随着发动机转速上升，发电机输出的电压在不断升高，电流在不断增大。此时电阻 R1 和 R3 之间的电压已经达到稳压二极管 VS 的击穿电压，稳压二极管 VS 被击穿。因稳压二极管 VS 被击穿，三极管 VT1 基极上有了导通电压而导通。三极管 VT1 导通时，三极管 VT2 因基极上的电压下降而截止。此时发电机转子绕组内电流消失，发电量下降。

当发电机发电量下降时，电阻 R1 和 R3 之间的电压同时下降，稳压二极管 VS 由击穿变状态为截止，三极管 VT1 因基极上电压消失也变为截止，三极管 VT1 截止三极管 VT2 导通。此时发电机转子绕组内又有电流经过，发电量上升。

综合上述，电子调节器根据发电机的发电量的不同，其电子电路以每秒开关 10 ~ 7000 次的频率，控制着转子绕组内电流的导通与截止，从而把发电机的发电量调节在适合全车用电器工作的安全范围之内，如图 5-2-5 所示。

调节器是通过控制转子线圈电流的大小来控制发电机发电量的，当转速越高时，流过转子线圈的电流越小。所以，对于外搭铁调节器来说，F 柱的电压特征是随着转速的升高而升高的。

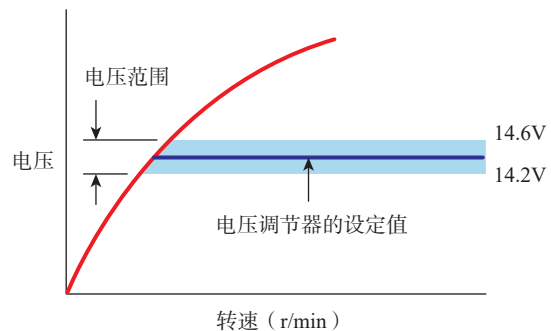


图 5-2-5 电压调节器的调压范围



## 第三节 整体式发电机

### 一、丰田车型充电系统

丰田发电机为整体式交流发电机，发电机使用的为集成电路调节器，装在发电机内部，如图 5-3-1 所示，整流器为中性点参加整流的八管整流器。发电机后端盖外部有一个接线柱和一个接线插空，接线柱为发电机 B+ 柱，接线插孔上有三个端子分别为 L、IG 和 S。发电机内部有两个散热风扇焊接在转子上，此发电机体积小发电量高，各部件损坏时只能更换。

汽车通过充电指示灯（如图 5-3-2）对充电系统监控、指示。当闭合点火开关时充电指示灯点亮，指示发电机没有发电；当发动机启动后且发电机的发电量高于蓄电池电压时充电指示灯熄灭，指示充电系统工作正常。

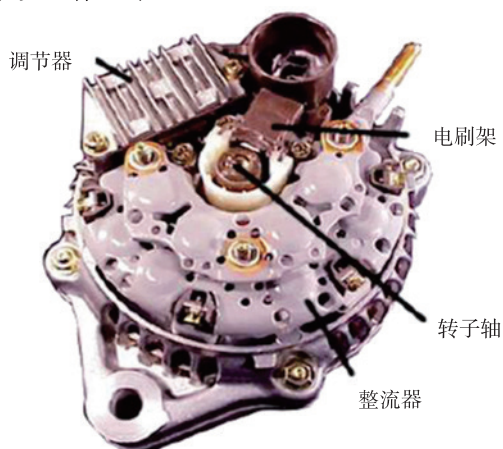


图 5-3-1 丰田整体式交流发电机



图 5-3-2 充电指示灯

丰田发电机的 IG 集成电路调节器工作原理，如图 5-3-3 所示。

#### IG 集成电路调节器工作原理

当点火开关闭合时 IG 端子给电压调节器的 IC 集成电路芯片一个电源信号，IC 集成电路芯片接此信号后三极管 VT1 和 VT2 导通。三极管 VT1 导通时，电流→点火开关→充电指示灯→L 线→三极管 VT1→搭铁构成回路，充电指示灯点亮，指示发电机没有发电。三极管 VT2 导通时，电流从蓄电池正极→发电机 B+ 柱→转子绕组→调节器“F”端→三极管 VT2→搭铁构成回路，发电机转子绕组内有电流经过产生磁场。当发动机启动后发电机发电，电压调节器的 IC 集成电路芯片。当发电机发电后 P 端电压高于规定电压值后，IC 集成电路芯片使三极管 VT1 截止，充电指示灯熄灭表示发电机发电。

发电机发电后 S 端子监控发电机的发电量，当发出的电压超出调节器的调压范围时，IC 集成电路芯片使三极管 VT2 截止，发电机转子绕组的电流消失，发电机的发电量下降从而达到调压的目地。

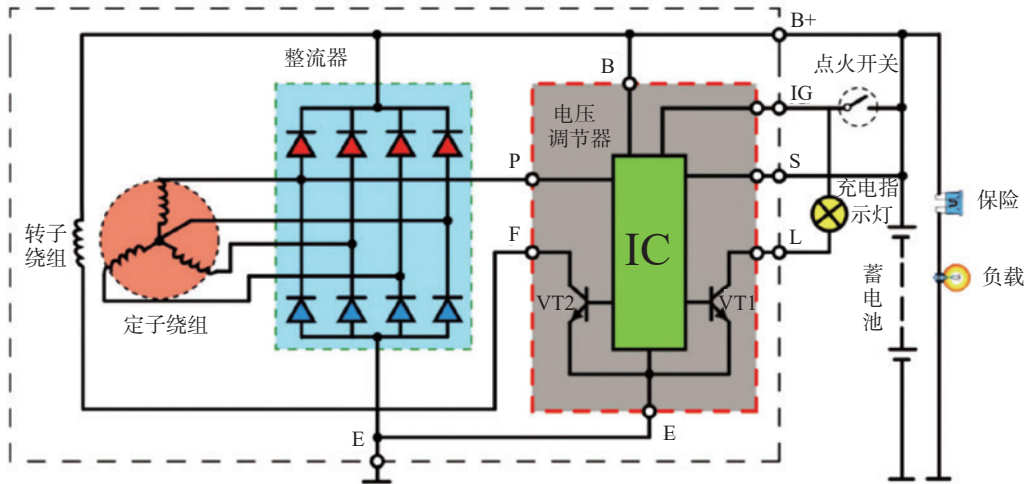


图 5-3-3 丰田整体式交流发电机电压调节原理图

### 丰田发电机调节器

丰田发电机调节器的结构如图 5-3-4 所示。

接线柱及接点说明如下：

B+ 发电机输端子

L 充电指示灯控制

IG 点火开关的电源

P 发电量监测端子

S 蓄电池电压监测端子

F 磁场绕组正极

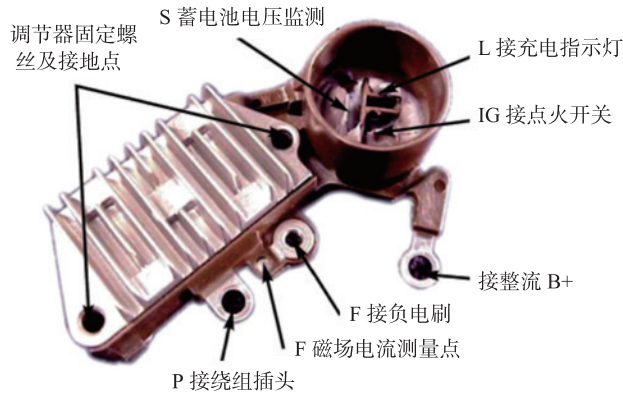


图 5-3-4 丰田交流发电机 IG 集成电路调节器

### 丰田调节器检测

丰田调节器有两个功能，一个是控制充电指示灯，一个是控制转子线圈磁场，我们分别对其两个功能做基本检测。

#### 1. 充电指示灯线路检测

- (1) 将调节器 E 柱接蓄电池负极；
- (2) 用一仪表灯泡作试灯，将试灯一端接蓄电池正极，一端接调节器 L 柱；
- (3) 将调节器 IG 柱接蓄电池正极，此时试灯应亮；
- (4) 将 P 柱接蓄电池正极，此时试灯应灭。

## 2. 控制转子线圈功能检测

- (1) 将调节器 E 柱接蓄电池负极；
- (2) 用一仪表灯泡作试灯，将试灯一端接蓄电池正极，一端接调节器 F 柱；
- (3) 将调节器 IG 柱接蓄电池正极，此时试灯应亮。

## 3. 调节器性能测试

发电机被发动机带动旋转发电，一般来说发电机的转速是发动机的 2 ~ 3 倍。在常温下当发电机转速 5000r/min，发电机输出电压应 14.2 ~ 14.6V；当发电机速度在 2000r/min 至 15000r/min 之间变化时，输出电压允许变化量为  $\pm 0.2V$ ；如果在测试中不能满足以上条件应对发电机分解检测。

### 丰田充电系统故障诊断

#### 1. 不发电

现象：蓄电池亏电，直至全车用电器不能工作。

原因：线路故障、调节器故障、转子线圈故障、定子和整流器故障

检测：

- (1) 打开点火开关用铁器试转子线圈磁场，如果有磁场，说明定子整流器故障。
- (2) 如果没有磁场，拔下插头，测试 IG 线，应有电，如果无电为 IG 线路故障。
- (3) 如果 IG 线有电，拆开发电机后盖，用电阻挡测两个碳刷的接线柱，如阻值正常为调节器故障，如不通，则检查碳刷和转子线圈。

#### 2. 发电量高

现象：灯光或仪表灯亮度明显高、蓄电池亏水严重

原因：调节器故障、调节器 F 柱有杂质导致搭铁

检测：拆开发电机后盖检查 F 柱有无搭铁现象，若 F 柱正常，则为调节器故障。

## 二、大众车系充电系统

大众充电采用整体式发电机(如图 5-3-5 所示)，调节器按装于发电机内部，在仪表上装有充电指示灯。大众发电机的电容内部装有电容，电容起到稳定电枢电压的作用。

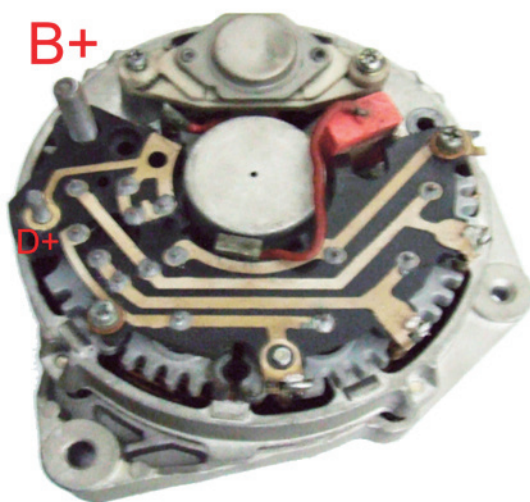


图 5-3-5 大众发电机

大众充电系统采用自激磁的方式，也就是说发电机的转子线圈的电源来自于发电机，大众充电系统原理如图 5-3-6 所示。

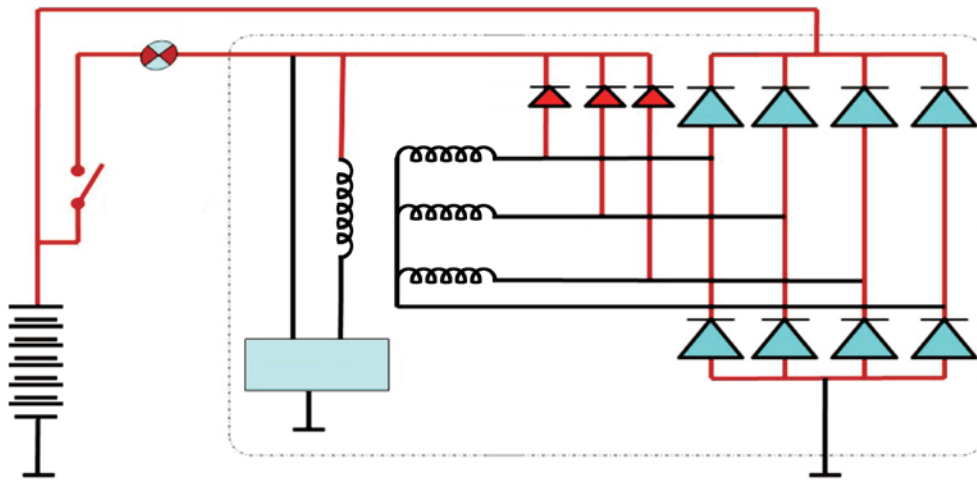


图 5-3-6 大众充电系统原理图

### 大众充电系统原理

**激磁电路：**打开点火开关后，电流从蓄电池正极通过点火开关和充电指示灯经过发电机 D+ 柱到调节器，调节器通电后使转子线圈电流经过调节器搭铁，此时，转子线圈产生微弱磁场。发电机发电后，三个小二极管开始向转子线圈提供大的电流，使转子磁场增强，进而增加发电量，依次反复，直至发电机能够向蓄电池充电。

**充电指示灯控制：**打开点火开关后，充电指示灯点亮，发电机发电后，随着 D+ 柱电压的升高，充电指示灯两端电压最终相等，充电指示灯熄灭。

**发电量的控制：**发电机发电后，通过 D+ 柱电压控制发电机的发电量。

### 大众充电系统原理

**激磁电路：**打开点火开关后，电流从蓄电池正极通过点火开关和充电指示灯经过发电机 D+ 柱到调节器，调节器通电后使转子线圈电流经过调节器搭铁，此时，转子线圈产生微弱磁场。发电机发电后，三个小二极管开始向转子线圈提供大的电流，使转子磁场增强，进而增加发电量，依次反复，直至发电机能够向蓄电池充电。

**充电指示灯控制：**打开点火开关后，充电指示灯点亮，发电机发电后，随着 D+ 柱电压的升高，充电指示灯两端电压最终相等，充电指示灯熄灭。

**发电量的控制：**发电机发电后，通过 D+ 柱电压控制发电机的发电量。

### 大众车系调节器

大众车系调节器如图 5-3-7 所示，调节器与碳刷装为一体，在调节器上有三个柱如下：

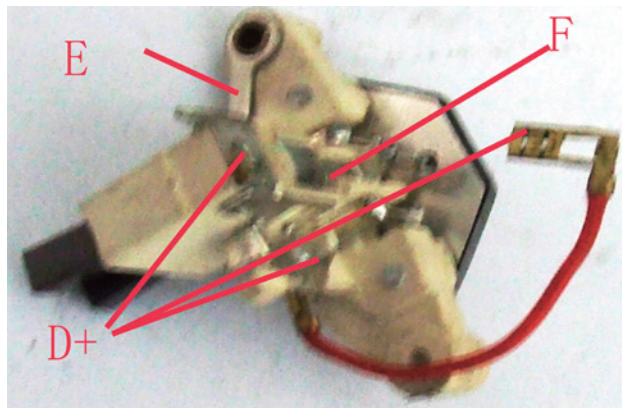


图 5-3-7 大众车系调节器

- D+ 连接激磁二极管和充电指示灯
- F 连接转子线圈
- E 连接发电机外壳

### 大众车系调节器的检测

1. 将调节器 E 柱接蓄电池负极；
2. 用一仪表灯泡作试灯，将试灯一端接蓄电池正极，一端接调节器 F 柱；
3. 将调节器 D+ 柱接蓄电池正极，此时试灯应亮。

### 大众充电系统故障

#### 1. 不发电

现象：蓄电池亏电，直至全车用电器不能工作。

原因：打开点火开关充电指示灯不亮时：充电指示灯线路开路、调节器故障。

打开点火开关充电指示灯亮时：线路故障、调节器故障、转子线圈故障、定子和整流器故障。

检测：

(1) 打开点火开关充电指示灯不亮时：将 D+ 柱搭铁，充电指示灯亮为调节器故障，不亮为充电指示灯及其线路故障。

(2) 打开点火开关充电指示灯亮时：短接 B+、D+ 柱用铁器试转子线圈吸力，如有吸力为定子、整流器故障。如果没有吸力将 F 柱搭铁再试吸力，如有吸力为调节器故障，如无吸力为碳刷和转子故障。

#### 2. 着车后充电指示灯不熄灭，加油门后熄灭

原因：线路老化、调节器老化、发电机老化。

检修：可以在充电指示灯上并联电阻解决。但充电系统能够正常运行，可以不进行维修。

### 三、凯越充电系统

凯越汽车采用整体式发电机（如图 5-3-8 所示），调节器按装于发电机内部，在仪表上装有充电指示灯。

凯越调节器采用内搭铁充电系统，也就是说调节器控制转子电流的输入，和外搭铁充电系统刚好相反。

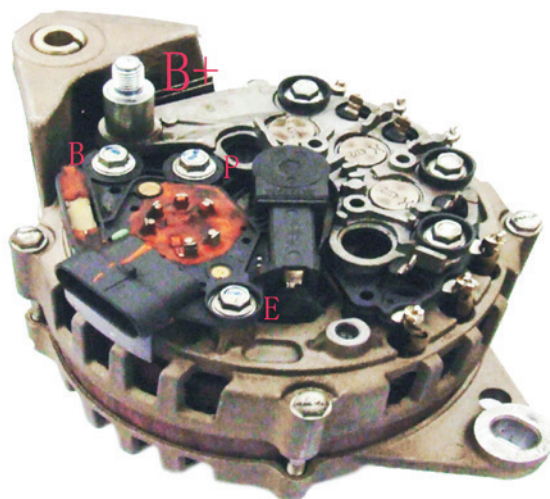


图 5-3-8 凯越发电机

对于内搭铁发电机，调节器 F 柱电压在着车后蓄电池充电完成的情况下是随着发动机转速的上升而下降的。

凯越发电机为 6 管整流，凯越充电系统原理图如 5-3-9 所示。

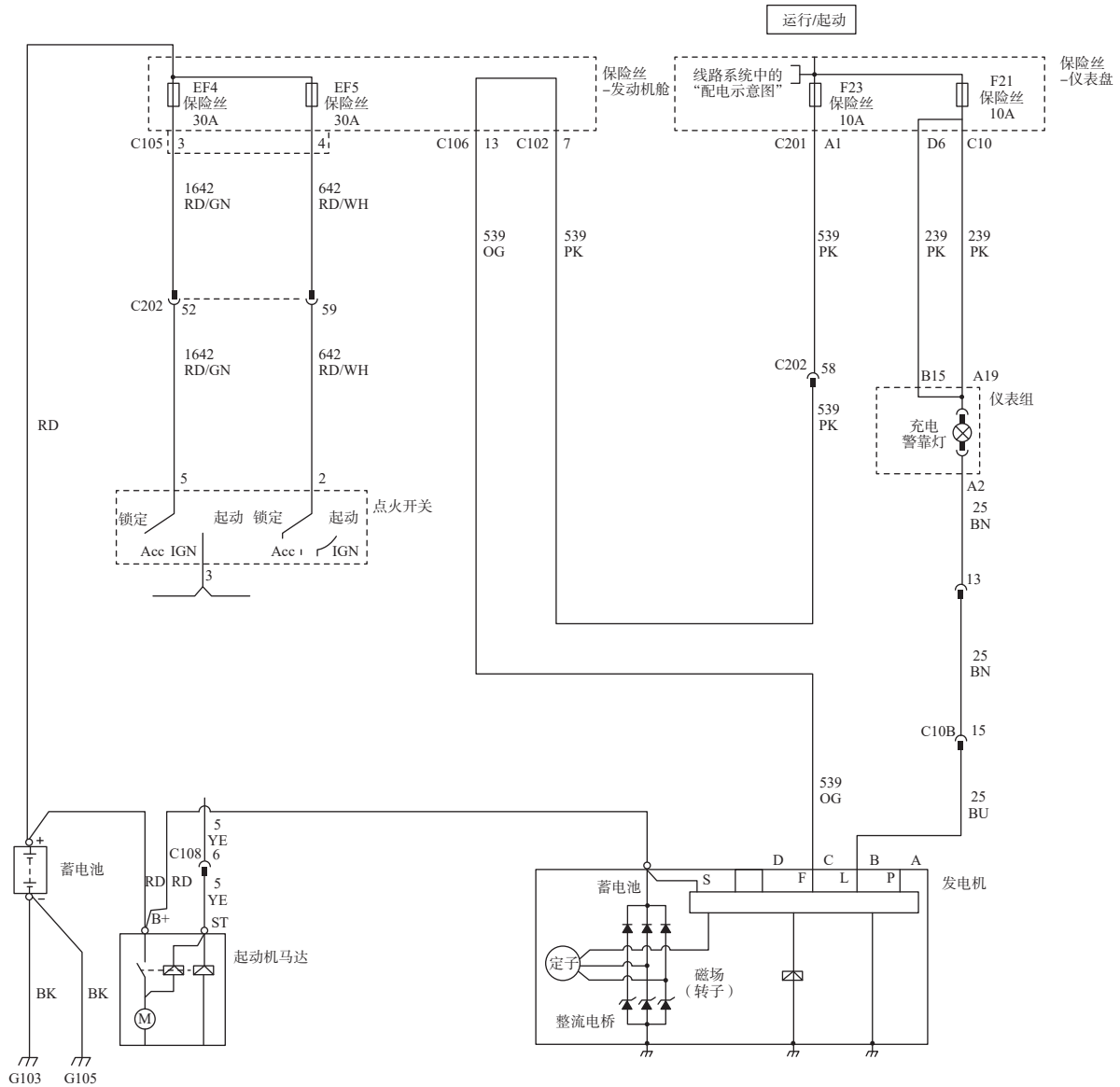


图 5-3-9 2013 款凯越充电系统

### 凯越汽车调节器

凯越汽车调节器如图 5-3-10 所示，调节器与碳刷装为一体，在调节器上有三个柱如下：

- B 连接发电机电枢柱，为调节器参考电压
  - S 来自蓄电池正极
  - L 来自充电指示灯
  - P 来自定子绕组，控制充电指示灯
  - E 搭铁，连接发电机外壳
- 调节器 F 柱直接通过碳刷连接转子线圈。

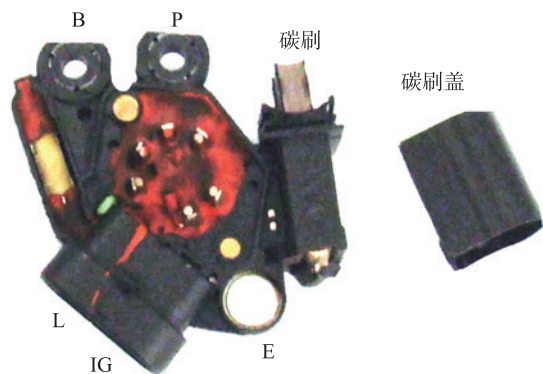


图 5-3-10 凯越发电机

### 四、现代车型充电系统

伊兰特汽车采用整体式发电机(如图 5-3-11 所示), 调节器安装于发电机内部, 在仪表盘上装有充电指示灯。

伊兰特发电机为 9 管整流, 三个小二极管为转子线圈提供磁场, 当打开点火开关后, 调节器工作, 伊兰特充电系统原理图如 5-3-12 所示。

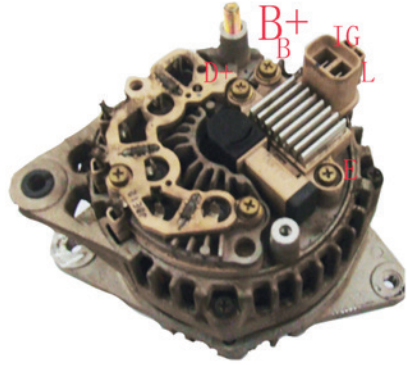


图 5-3-11 现代发电机

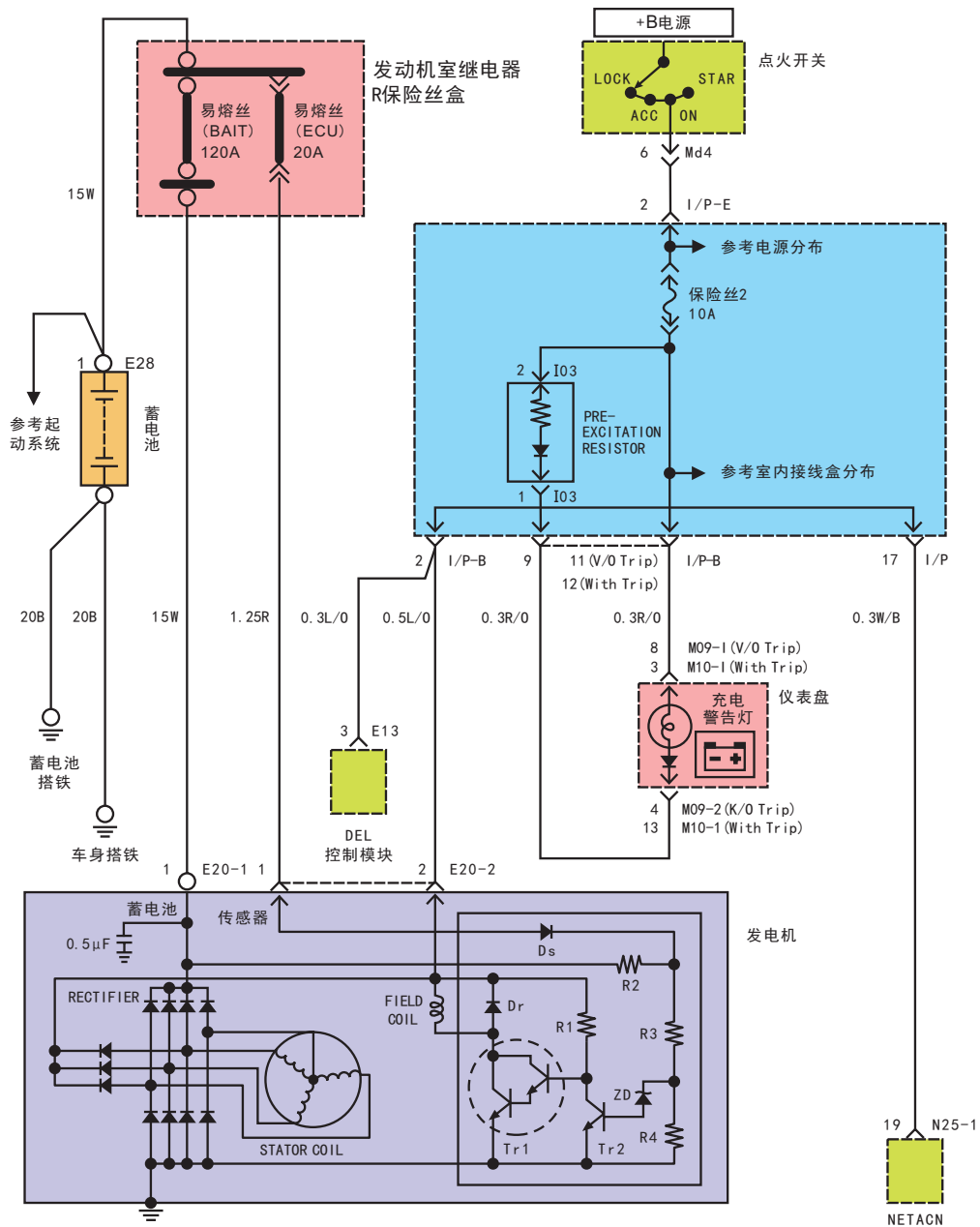


图 5-3-12 现代充电系统

### 现代调节器

伊兰特调节器如图 5-3-13 所示，调节器与碳刷装为一体，在调节器上有三个柱如下：

- B 连接发电机电枢柱，为调节器参考电压
  - S 来自蓄电池正极 L：来自充电指示灯
  - D+ 激磁二极管并与 L 柱相连
  - E 搭铁，连接发电机外壳
- 调节器 F 柱直接通过碳刷连接转子线圈。

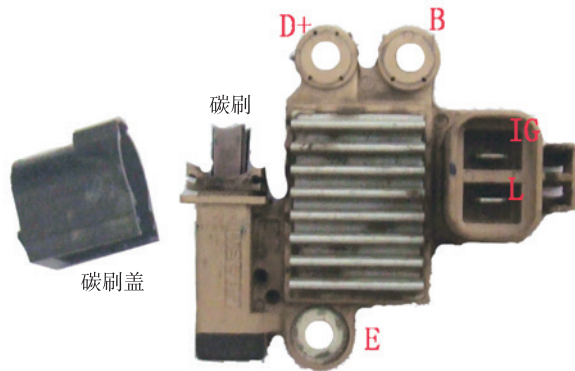


图 5-3-13 现代调节器

## 五、内置调节器式发电机的总结

### 1. 整流器

整流器有两种形式：

(1) 整流电流只用于向汽车电器输电，这种整流方式用六管或八管整流。对于这种整流方式，其充电指示灯必须由电子设备进行控制，并有定子的一个输出端子（P）来给电子设备提供发电机发电的信号。

也就是说其调节器必须为双联调节器。如丰田、凯越车型。

(2) 是整流出的大电流用于向汽车电器输电，另使用三个小二极管给励磁线圈供电，这种整流方式用九管或十一管整流。对于这种整流方式，其充电指示灯可以通过电压两端相等来控制，不必使用电子设备。其调节器为单联调节器。如大众、现代车型。

### 2. 调节器工作电源

(1) 对于双联调节器，其工作电源来自点火开关，如丰田、凯越车型。

(2) 对于单联调节器，在发动机未发电时其工作电源来自充电指示灯和励磁电阻，在发电机发电后由励磁二极管供电，如大众、现代车型。也有车型工作电源来自点火开关。

### 3. 励磁电源

(1) 对于双联调节器，励磁电源由整流器正极板提供，如丰田、凯越车型。

(2) 对于单联调节器，励磁电源在发动机未发电时由自充电指示灯和励磁电阻提供，在发电机发电后由励磁二极管提供，如大众、现代车型。

### 4. 调节器参考电压

参考电压来自三处：

(1) 来自整流器正极板，如凯越车型。

(2) 来自蓄电池正极输出电线，如丰田、现代车型。这种参考电压有利于检测全车用电器用电的情况。

(3) 来自励磁二极管，如大众车型。

### 5. 调节器控制类型

(1) 控制励磁线圈的输入

这种方式也称为内搭铁式，这种方式其两个碳刷有一个与“E”相连，另一个与调节器相联，如凯越车型。

(2) 控制励磁线圈的输出

这种方式也称为外搭铁式，这种方式其两个碳刷有一个与“B”“D+”相连，另一个与调节器相联，如丰田、现代、大众车型。



## 第四节 微机式电源管理系统

随着总线技术的广泛应用，汽车电气系统总的发展趋势是分布式控制系统代替集中式控制系统，且智能化器件越来越多。在这样的系统中，可以使电力线束与信号（通信、控制）线束互相独立，从而为汽车的电源网络作为一个相对独立的系统创造了条件。

在电源网络管理系统中，充电系统不再是以一个独立的单元而存在，它和电源的载荷、燃油的消耗、大负荷用电器的工作等紧紧的联系在一起，对发电机的控制也更加精准。以下仅以福特蒙迪欧做简单介绍，详细的知识等到大家掌握了更多的发动机及电控知识后，在电控发动机课程中讲解。

福特蒙迪欧充电系统有发动机电脑控制，充电系统原理如图 5-4-1 所示。

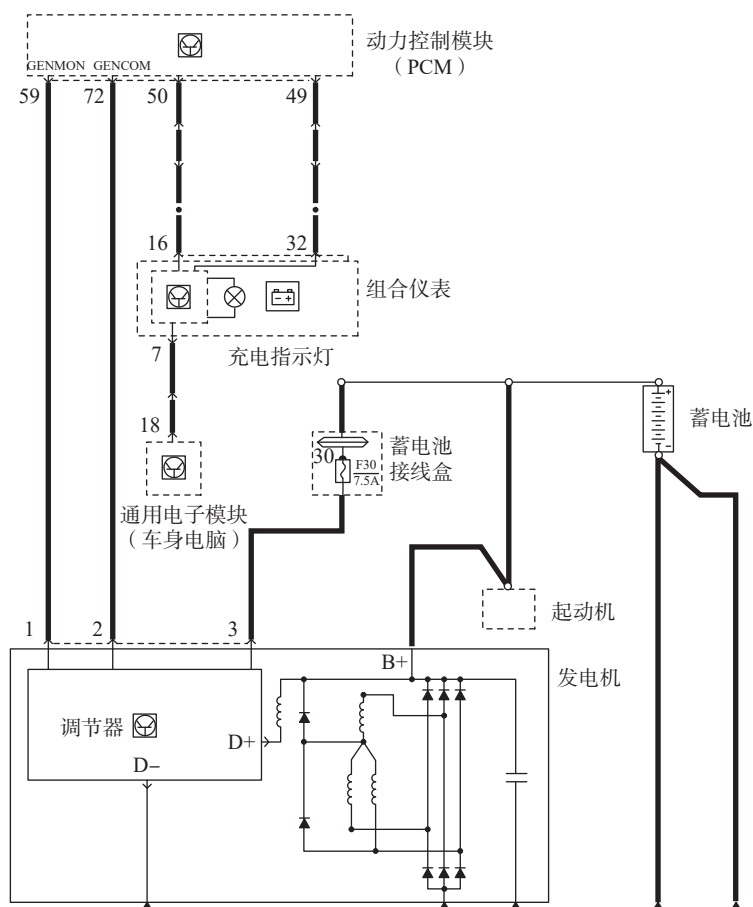


图 5-4-1 福特蒙迪欧充电系统

动力控制模块(PCM)与发电机电压调节器之间有 2 条单向通讯线,这两条线路均采用脉宽调节控制。发电机控制通讯线(GEN COM)传送 PCM 给电压调节器的电压控制信息。发电机监控电路(GENMON)将发电机负载和发电机的故障信息传送给 PCM。电压调节器的第 3 个针脚即 A 电路针脚,是专用的蓄电池电压监测线。

PCM 采用可校准算法估算蓄电池的温度,降低由于过充电或充电不足造成的蓄电池损害。使用这种算法 PCM 为充电系统确定最佳的电压设定值,并将最佳设定值的信息通过发电机通讯电路传送到电压调节器。与此同时,动力控制模块还监控发电机通讯电路,监测充电系统信息,如瞬时负载或故障。

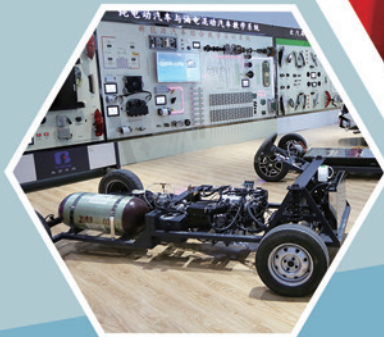
当充电系统瞬时电气负载增加(瞬时电气负载会导致怠速不正常)动力控制模块会调节喷油器的喷油时间消除对怠速的影响。在这种情况下,动力控制模块会保持稳定的怠速。

PCM 检测到充电系统故障,PCM 会通过计算机控制局域网络通讯电路发送 CHARGING SYSTEM STATE STATUS (充电系统状态)信息,使仪表板上的充电指示灯点亮。

PCM 在 500ms 内检测不到发电机监控线路的信号,充电指示灯也会点亮。充电指示灯点亮表示动力控制模块检测到存在电压过大的情况。为延长起动机和相关系统的工作寿命,动力控制模块在初始时使用发电机通讯电路,确定一个较低的电压设定值使起动机的机械负荷降低。

每当点火开关拧到 ON 位置时,仪表板上的充电指示灯会点亮进行灯泡检查。如果充电系统工作正常,PCM 会发送 CHARGING SYSTEM STATE STATUS-OK (充电系统状态 - 正常)的信息。发动机运转时 PCM 确定充电系统工作正常后将立刻发送该信息。如果仪表板没有接收到充电系统工作正常的信息,仪表板将一直点亮充电系统警告灯。配备信息中心显示屏的车辆,在充电系统存在故障时,信息中心显示屏上会显示 CHECK CHARGING SYSTEM (检查充电系统)字样。

# 蓄电池



1. 理解蓄电池的构造
2. 掌握蓄电池的检测保养方法



## 第一节 蓄电池的作用和构造

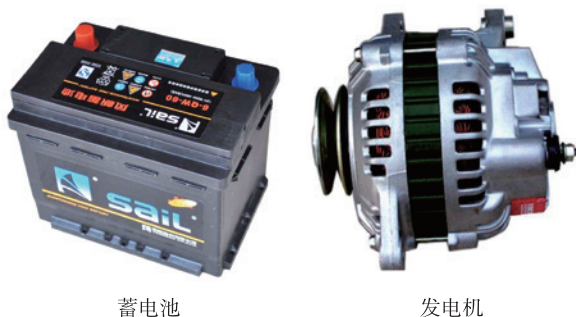
### 一、蓄电池的作用

汽车不但行驶中需要用电停车时也需要用电，因此汽车上必须装有电源。汽车上的直流电源系统一般包含有两个电源如图 6-1-1 所示，一个是发电机一个是蓄电池，蓄电池与发电机并联连接。在发电机没有发电的情况下蓄电池作为电源向全车用电设备供电；在发动机正常工作时则发电机作为电源向全车用电设备供电，同时对蓄电池充电。

蓄电池的主要作用包括以下几个方面：

- (1) 在发动机启动期间能够为起动机提供较大的电流，同时为点火系统、电子燃油喷射系统及其它用电设备供电。
- (2) 在发电机不发电时向全车用电设备供电，保证车上用电设备正常工作。
- (3) 蓄电池相当于一个大的电容器，当电源系统中的电压过高时它能够缓和冲击电压，保护汽车上的电子设备。
- (4) 在发电机正常工作时蓄电池将发电机发出多余的电储存起来，以备后用。

按照车辆设计的不同蓄电池安装的位置也不尽相同，大多数汽车的蓄电池安装在发动机舱内，如图 6-1-2 所示。其他安装位置有后备箱内、后排座椅下或车架附近等位置。



蓄电池 发电机

图 6-1-1 汽车上的直流电源



图 6-1-2 蓄电池在车上的安装位置

### 二、蓄电池的构造

#### 1. 普通铅酸蓄电池的结构

大多数汽车蓄电池的外壳体由聚丙烯材料制成（轻而又有强度的塑料），目前国内汽车大多选用 12V 蓄电池（24V 的车型多为两个 12V 的蓄电池串联而成）。

12V 蓄电池内部是由 6 个电压为 2.1V 的单元电池串联而成，如图 6-1-3 所示。



图 6-1-3 单元电池

蓄电池主要由极板、隔板、电解液、外壳、蓄电池盖和接线柱组成，如图 6-1-4 所示。

极板是蓄电池的核心部分，蓄电池充电、放电的过程中电能与化学能相互转换，是依靠极板上的活性物质与电解液中硫酸的化学反应来实现。极板由栅架和活性物质组成，形状如图 6-1-5 所示。

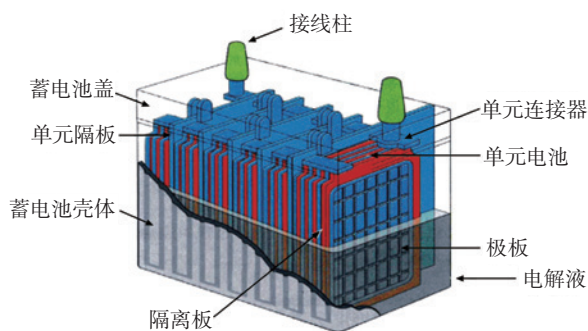


图 6-1-4 蓄电池内部结构

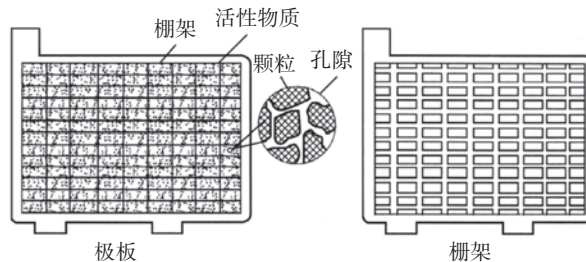


图 6-1-5 极板由栅架

### (1) 极板

分为正极板和负极板，如图 6-1-6 所示。在栅架表面铺上二氧化铅，这样的极板称为正极板。二氧化铅能与电解液中的硫酸进行化学反应，其颜色为暗褐色；在栅架表面铺上纯铅，这样的极板称为负极板，其颜色呈灰色。如图 6-1-7 所示，由于单片极板所存储的电量少，为增大蓄电池的容量，通常将多片正、负极板分别并联并焊接在一起组成正、负极板组。

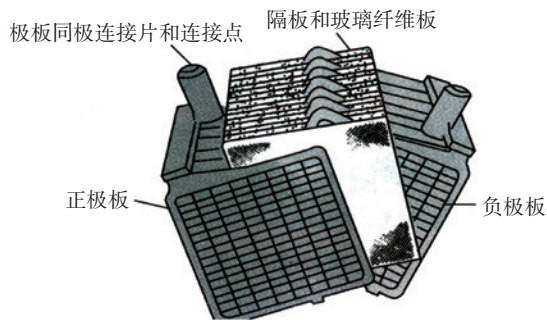


图 6-1-6 正负极板及连接方式

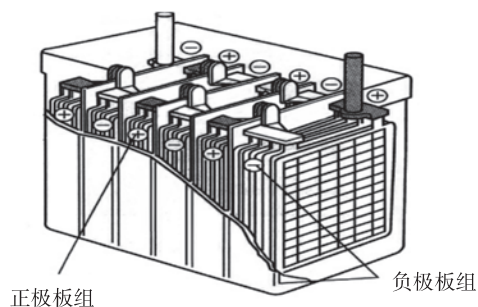


图 6-1-7 正负极板及连接方式

### (2) 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸，蓄电池的正、负极板会靠得较近，为了防止相邻的正、负极板彼此接触而短路，正、负极板之间使用隔板隔开，如图 6-1-8 所示。隔板应具有多孔性以便电解液透过，还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等。安装隔板时带槽的一面应面向正极板，且沟槽必须与外壳垂直。因为正极在充、放电过程中化学反应剧烈，沟槽既能使电解液上

下流通，也能使气泡沿槽上升，还能使脱落的活性物质沿槽下沉。

### (3) 电解液

电解液是蓄电池内部发生化学反应的主要物质，如图 6-1-9 所示，它是由 36% 专用硫酸和 64% 蒸馏水组成的溶液。工业用硫酸含铜、铁量较高，普通用水含杂质较多，所以不能用于蓄电池，否则会缩短蓄电池的使用寿命。

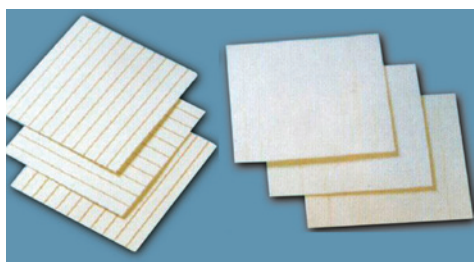


图 6-1-8 隔板

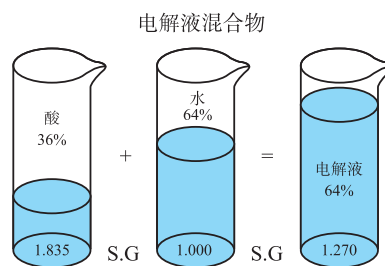


图 6-1-9 电解液的配制

蓄电池第一次注入电解液后，过段时间会发现电解液面下降这是正常的。因为蓄电池在充电时会消耗一部分电解液中的水，所以往蓄电池中加注的必须是蒸馏水，千万不要再加注电解液。

### (4) 蓄电池外壳

如图 6-1-10 所示，蓄电池外壳的作用是盛装电解液和极板组，外壳有硬橡胶和塑料壳两种。由于塑料外壳不仅耐酸、耐热、耐振动冲击，而且壳壁薄、质量轻、且容易热封合，生产效率被广泛的应用。

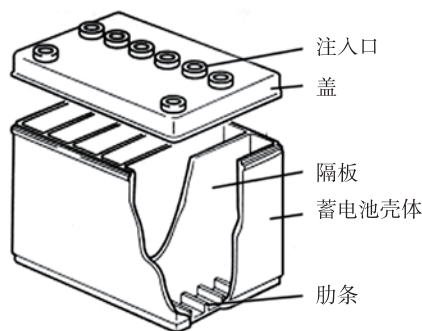
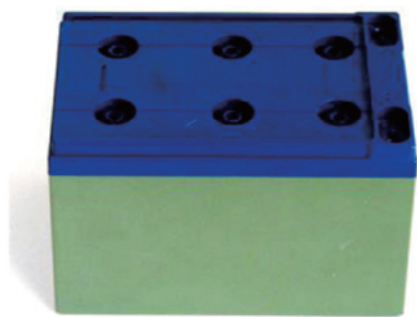


图 6-1-10 蓄电池的外壳及结构

## 2. 干荷式蓄电池

如图 6-1-11 所示，干荷蓄电池和普通蓄电池的区别在于其极板在干燥的状态下，能够长时间的保存在制造过程中存储的电荷（通常可以存储两年）。干荷式蓄电池主要是负极板在制作工艺上与普通蓄电池不同。如果干荷式蓄电池需要使用，只需在加入符合规定的电解液后搁置 15 ~ 20 分钟，不需要充电即可使用。目前汽车上使用的绝大多数都是干荷式蓄电池，其结构与我们前面讲的普通蓄电池相同。

## 3. 免维护蓄电池

免维护蓄电池其结构特点如图 6-1-12 所示。

(1) 极板栅架采用合金制造。

(2) 将正极板放入隔板袋中，防止活性物质脱落和正负极板短路。

(3) 通气孔塞采用安全装置，内部装有过滤器和催化剂，避免蒸气与外部火花接触发生爆炸，同时催化剂还能将蒸气中的水分离出来，让它再次流回蓄电池内部而减少水分的消耗。

(4) 外壳热压成型，增加了 30% 左右的空间，使



图 6-1-11 干荷式蓄电池

电解液的储存量增大。

- (5) 自身装有充电指示器，通过颜色的变化可以准确判断出蓄电池的充电状态。
- (6) 充电指示器

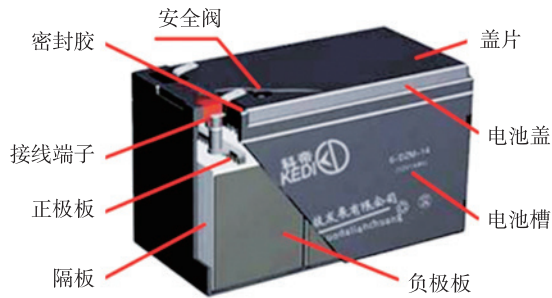


图 6-1-12 免维护蓄电池

观察蓄电池充电指示器，如图 6-1-13 所示，如果电解液相对密度低（蓄电池亏电），那么从观察孔中就看不到小球。当蓄电池充电充足时小球会浮起，通过观察孔可以看出小球的颜色，绿色为正常，黑色表示蓄电池电量偏低需要充电，无色或黄色表示蓄电池需要更换。

从蓄电池的剖面图上可以看到充电指示器，如果电解液的液面低于棱镜的底部，观察孔看起来会很透明。多数蓄电池制造商提醒用户对于免维护的蓄电池，只要发现电解液的液面较低就需要立即更换蓄电池。因为对这样的蓄电池充电会释放气体甚至能引起爆炸。

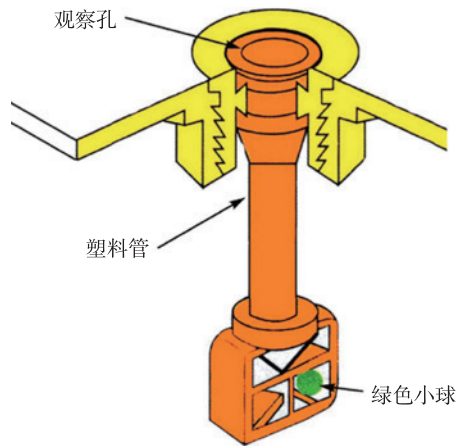


图 6-1-13 蓄电池充电指示器



## 第二节 电池的型号

按机械行业标准 JB2599-85《铅蓄电池产品型号编制方法》的规定，铅蓄电池产品型号由串联单格数、蓄电池类型与特征和额定容量三部分组成，各部分之间用破折号分开。

### 1. 串联单格电池数

串联单格电池数是指该电池总成所包含的单格电池数目，用阿拉伯数字表示。

### 2. 电池类型

根据其主要用途划分，起动型铅蓄电池用“Q”表示，代号Q是汉字“起”的第一个拼音字母。不同用途蓄电池字母的含义见表6-2-1。

电池特征为附加部分，仅在同类用途的产品具有某种特征，而在型号中又必须加以区别时采用，见表6-2-2。

### 3. 额定容量

额定容量是指20h放电率时的额定容量，用阿拉伯数字表示。额定容量的单位为A·h（安·时），电瓶额定容量单位符号在电瓶型号中可略去不写。有时在额定容量后面用一个字母表示特殊性能，G-表示高起动率、S-表示塑料外壳、D-表示低温起动性能好。

例如：6-QW-90，表示6个单元电池组成；额定电压12V；Q起动用；W免维护型蓄电池；额定容量为90A·h。

蓄电池额定容量A·h的意义如下：

1) 蓄电池每个单元的标称电压为2.0V～2.1V，12V的蓄电池就有6个单元电池组成。蓄电池放电时其电压不断下降当电压降到每个单元1.75V时就不可以再放电了，否则就过放电而损坏蓄电池。

2) 为了设定统一的条件首先根据电池构造特征和用途的差异，设定了若干个放电时率，最常见的有20小时率、10小时率、电动车专用电池为2小时率，汽车蓄电池多采用20小时放电时率，即20h放电率。20h率容量是指在20小时内将电正常放（用）完，则放出的电量大于或等于蓄电池的电容量。

3) 例如，一个汽车启动用的蓄电池容量为90Ah，放电时率为20小时，写做90Ah<sub>20</sub>，它的额定放电电流为90(Ah)/20(h)=4.5A。换一个角度讲这种蓄电池如果用4.5A的电流放电，则应该能持续20小时才下降到所设定的电压，即每个单元的电压从2.0V～2.1V下降到1.75V。

表 6-2-1 不同用途蓄电池的字母含义

序号	蓄电池类型（主要用途）	代号
1	起动用	Q
2	固定型	G
3	（电力）牵引用	D
4	内燃机车用	N
5	铁路客车用	T
6	摩托车用	M
7	航标用	B
8	船舶用	C
9	阀控型	F
10	储能型	U

表 6-2-2 不同用途蓄电池的字母含义

序号	蓄电池类型（主要用途）	代号
1	密封式	M
2	免维护	W
3	干式荷电	A
4	湿式荷电	H
5	防酸式	F
6	带痕式	Y

# 3 第三节 电池的检测与维护

## 一、蓄电池的状态检查

### 1. 蓄电池的检测流程

正确的检测方法和流程是故障判断的第一步，下面对蓄电池的检测流程以图片的形式进行说明，如图 6-3-1 所示。

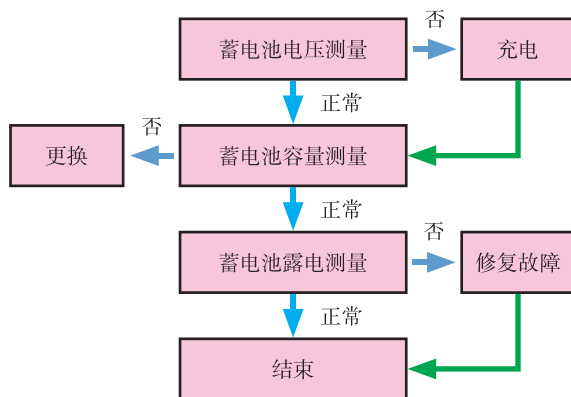


图 6-3-1 蓄电池的检测流程

### 2. 蓄电池电压的检测

(1) 检测蓄电池电压时将蓄电池从汽车上卸下，使其电压稳定至少 10min 后在无负载情况下进行测量。

(2) 对于需要蓄电池不断给计算机控制装置、钟表和附属设备供电的汽车，从车上拆卸蓄电池时必须先拆下蓄电池的搭铁电缆。

(3) 对于刚充完电的蓄电池，应接通大负载 15s，消除蓄电池的虚电压，然后使蓄电池达到稳定状态后再进行测量。用电压表测量蓄电池的电压时读数应精确到 0.1V，如图 6-3-2 所示，然后参照表 6-3-1 的数据，根据测量的电压判断蓄电池的状态。

### 3. 蓄电池负荷检测

负荷检测可以确定各类蓄电池的性能好坏，即确定蓄电池提供起动电流和维持足够点火系统工作电压的能力。检测蓄电池的负荷时可以将蓄电池装在汽车上进行，也可以将其从汽车上拆下后进行，检测时蓄电池必须处于完全充电状态下进行。

(1) 蓄电池负荷检测需要使用带有碳极的蓄电池检测仪，这种检测仪的电路连接如图 6-3-3 所示。

表 6-3-1 不同用途蓄电池的字母含义

蓄电池电压 (V)	蓄电池状态
$\geq 12.6$	100%
12.4-12.6	75% ~ 100%
12.2-12.4	50% ~ 75%
12.0-12.2	25% ~ 50%
11.7-12.0	0% ~ 25%
$\leq 11.7$	电全部放完

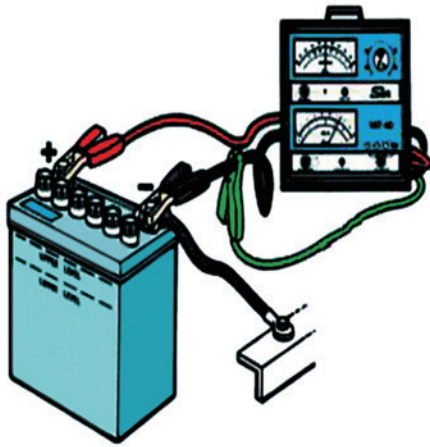


图 6-3-2 蓄电池电压的检测

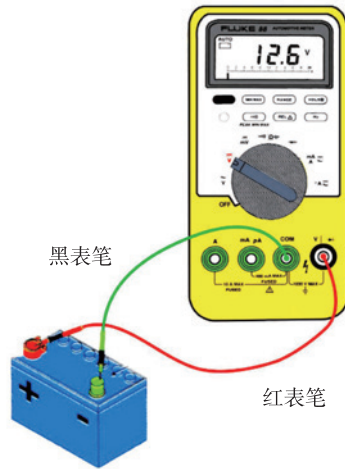


图 6-3-3 检测仪与蓄电池连接示意图

(2) 蓄电池负载检测步骤如下:

- 1) 必须使感应夹环绕在检测仪负极电缆周围。
- 2) 极性要连接正确, 确认检测导线与蓄电池极柱接触良好。
- 3) 旋转负载控制旋钮, 使蓄电池的放电电流达到额定电流的 3 倍。
- 4) 维持负载 15s, 并观察检测仪上的电压表。
- 5) 放电 15s 后拆开负载。
- 6) 在蓄电池放电 15s 时的电瓶电压不应低于 9.6V。

#### 4. 蓄电池静态放电检测

如图 6-3-4 所示, 进行蓄电池静态放电检测之前, 把电压表设置在直流低压档, 将电压表负极表笔接在蓄电池负极接线柱, 然后将电压表的正极表笔在蓄电池壳体顶面和侧面滑过。如果电压表有电压显示则说明蓄电池有漏电现象, 应该清理蓄电池。

如果蓄电池清理完毕后仍有漏电现象说明蓄电池壳体渗漏严重或破裂, 应该更换蓄电池。蓄电池在短时间内没有使用就没电了, 可能是电流泄漏导致的。导致电流泄漏问题的常见原因是照明灯没有关闭, 例如手套盒、行李箱内的照明灯没有熄灭。

蓄电池持续小电流放电会出现多种问题, 蓄电池电压过低会导致计算机设置故障码, 或者计算机为补偿电压过低而提高发动机怠速转速。检测蓄电池静态放电电流时, 一般是将电流表串接在负极电缆中, 或者将钳式电流表卡在负极电缆上, 如图 6-3-5 和 6-3-6 所示, 如果电流表所测得数值等于或大于 0.25A, 这说明电路中存在漏电现象。

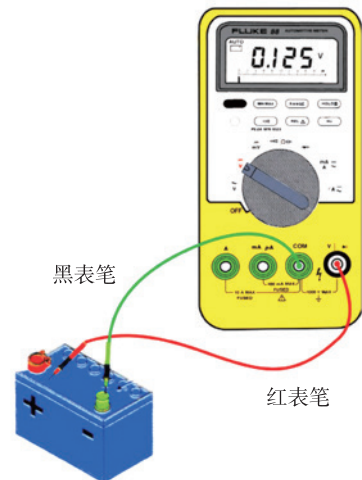


图 6-3-4 蓄电池静态放电检测



图 6-3-5 电流表串接在负极电缆中检测



图 6-3-6 钳式电流表卡在负极电缆上检测

蓄电池静态放电检测注意事项如下：

- (1) 不能对刚充足电的铅酸蓄电池进行漏电测试。
- (2) 不能启动发动机或打开工作电流超过 10A 的辅助电器进行漏电测试。
- (3) 很多车载计算机的工作电流是 10mA 或更高，把万用表打到直流安培档。

拆掉蓄电池负极电缆，并按图 6-3-7 所示连接线路，逐一拔掉熔断器，通过万用表上显示的电流值确定引起漏电的电路。

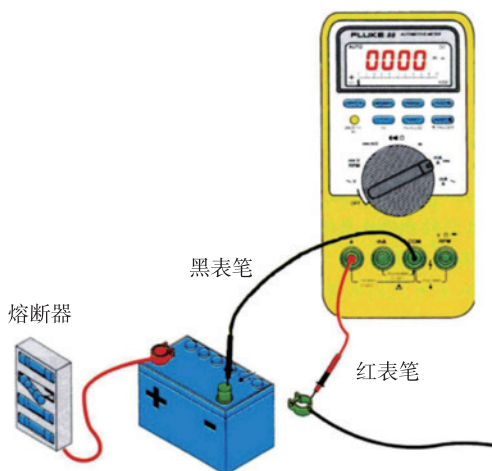


图 6-3-7 蓄电池漏电检测

## 二、蓄电池的充电

根据蓄电池的技术状态不同，充电工艺分为初充电、补充充电和去硫化充电三种。由于现在多采带储存的免维护蓄电池，无法对蓄电池进补液或换液，所以不再对初充电和去硫化充电方法进行说明。

### 1. 补充充电

蓄电池使用后的充电称为补充充电。汽车发电机对蓄电池的充电，只恢复蓄电池容量的 90% 左右，所以每隔二到三个月对车用蓄电池进行一次补充充电，以改善其性能和使用寿命。

#### (1) 慢速恒流充电

慢速充电以 5A ~ 15A 的弱电流对蓄电池进行充电。针对不同容量的蓄电池，慢速充电可能需要 5 ~ 30 小时，慢速充电是最安全和最简便的充电方法。实际上很多快速充电机都可以调整成慢速充电机。对蓄电池进行慢速充电时，按照单元电池中每个正极板 1A 来确定充电电流。

#### (2) 快速恒流充电

快速充电器较为常用，用快速充电器对蓄电池充电时充电效率较高。12V 蓄电池一般采用 40A 电流充电，6V 蓄电池一般采用 20A 电流充电，以这种电流充电，大多数蓄电池可以在 1 小时左右充足电。但是蓄电池必须处于能够接受快速充电的良好状态。在快速充电时如果蓄电池的极板存在硫化，将会导致过度气化、电解液沸腾和热量聚积等问题。在蓄电池出现硫化或隔板损坏时，禁止对蓄电池进行快速充电。

### (3) 定压充电

在充电过程中电源电压始终保持恒定不变的充电方法，叫做定压充电。定压充电时各蓄电池需要并联，所以也称为并联充电。定压充电的电流刚开始很大，随着蓄电池电压的上升，电流逐渐减小最后至零。定压充电单元电池电压需达到 2.5V，对于 12V 的蓄电池来说充电电压应选择在 15V 左右。

## 2. 充电机的使用及充电方法

充电机的种类繁多在使用时需阅读使用说明书，下面以三星 QGB-1500XA 型充电机为例进行说明，如图 6-3-8 所示。

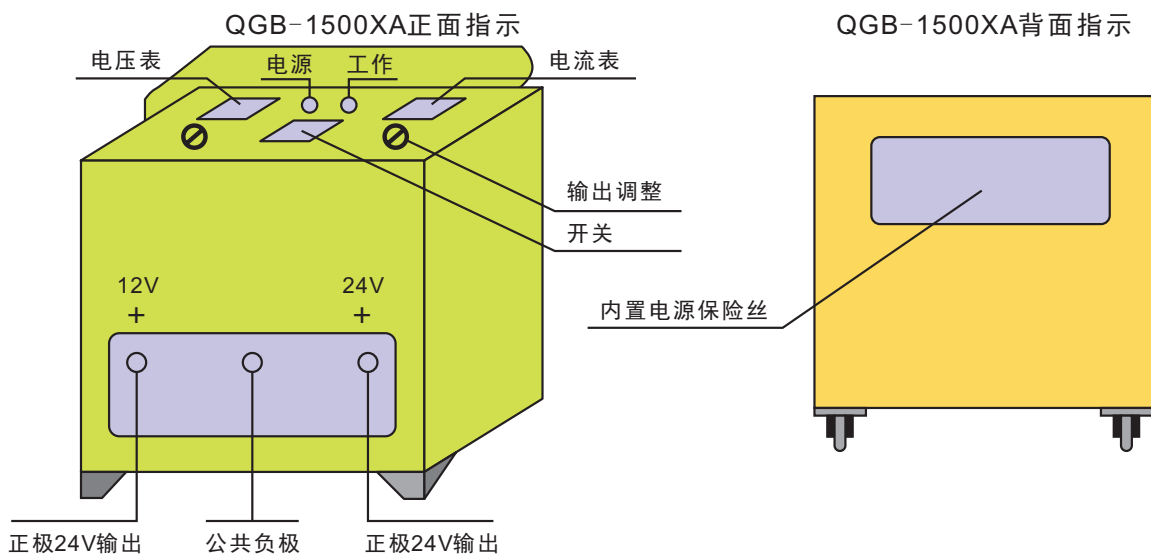


图 6-3-8 三星 QGB-1500XA 型充电机

### (1) 电源及电压的使用

- 1) QGB-1500XA 型充电机，输入电源使用 380V/ 三相。
- 2) QGB-1500XA 型充电机，要求输入电源线使用 7KW 以上，即每相 4mm<sup>2</sup> 以上的铜芯线，长度可根据使用场地而定，但切勿太长，注意使用场地的安全性。
- 3) 保险丝使用范围为 30A ~ 60A。
- 4) 直流输出电源线要求 30mm<sup>2</sup> 以上的电缆软线，正、负线缆不应超过 3 米，如需增长应同时加大线径。
- 5) QGB-1500XA 型充电机，对应 12V、24V 蓄电池进行充电，输出电压 9V ~ 18V、18V ~ 32V。

### (2) 充电方法及步骤

蓄电池补充充电，既可以利用定流充电，也可以利用定压充电。

- 1) 从汽车上拆下蓄电池，清除蓄电池上的脏污，疏通加液盖上的通气小孔，消除极柱上的氧化物。
- 2) 检查电解液的密度和液面高度，如密度不符合用蒸馏水调配，使电解液液面高出极板上沿 15mm。
- 3) 如果采用定流充电将蓄电池的正极与充电机的正极相连，负极与充电机的负极相连，12V 的蓄电池正极接充电机 12V 接线柱，负极接充电机公共负极。充电过程分成两个阶段，第一阶段的充电电流调整到约为蓄电池额定容量的 1/10，单元电池电压充至 2.3V 左右时进入第二个阶段，将充电电流调整到蓄电池额定容量的 1/20，使单元电池电压充至 2.6V，并且在 2 ~ 3 小时之内稳定不变。

当蓄电池内产生大量气泡，电解液成“沸腾”状态时表明电已充足，整个过程大约在 15 小时左右。

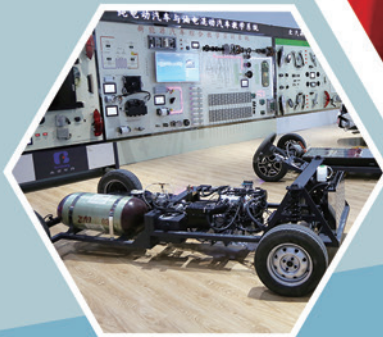
4) 如果采用定压充电将蓄电池的正极与充电机的正极相连，负极与充电机的负极相连，12V 的蓄电池正极接充电机 12V 接线柱，负极接充电机公共负极，如果为 12V 蓄电池将充电电压调整到 15V 左右，当蓄电池内产生大量气泡，电解液成“沸腾”状态时表明电已充足，整个过程大约在 5 ~ 6 小时左右。

#### (3) 充电注意事项

- 1) 充电的地方要通风良好，严禁有明火。
- 2) 充电过程中要密切注视蓄电池的自身温度及电压变化。
- 3) 蓄电池与充电机连接时，要先断掉充电机的电源，等连接好后再接通。
- 4) 调整充电电流或电压时要由小到大、由低到高逐渐调整到合适的档位。
- 5) 充电完毕后要断掉充电机的电源，再拆除蓄电池与充电机的连接线，严防产生火花、发生危险。

# 第7章

## 启动系统



1. 掌握起动机结构原理
2. 掌握起动机检测方法
3. 理解减速起动机原理特点
4. 掌握开关电路图识别
5. 掌握常见启动电路故障的诊断方法
6. 理解启停电路的作用



## 第一节 概 述

汽车的动力来自发动机，但静止的发动机不能直接运转，必须依靠外力才能发动，当发动机运转后，会产生动力并依靠自身惯性维持动力的持续，这时便不需要外力。启动系统就是在发动机运转前为其提供外力，并在发动机运转后自动退出工作的设备。

目前汽车启动主要依靠电机的带动，电机的运转靠点火开关的控制，汽车启动系统主要由蓄电池、点火开关、起动机以及继电器、A/T 开关等组成。如图 7-1-1 所示。

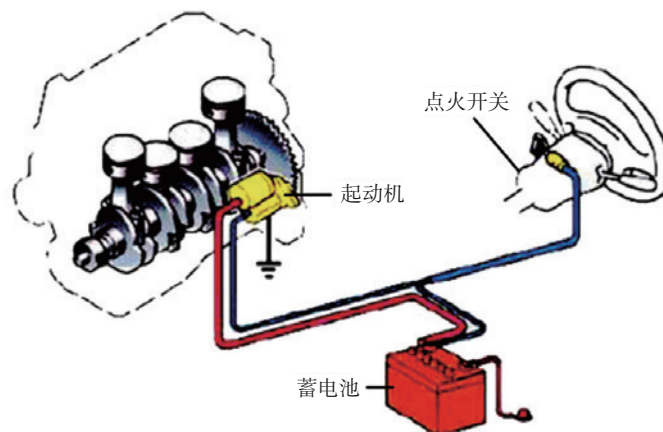


图 7-1-1 启动系统



## 第二节 起动机

汽车发动机从静止状态进入正常的工作状态必须借助外力来起动，起动机的作用就是以蓄电池为电源带动发动机转动并进入工作状态。电起动简单可靠、操纵方便、可随时工作、便于远距离控制。

如图 7-2-1 所示，汽车起动机由电磁开关、直流电动机、传动机构三部分组成。不同类型的汽车上使用的起动机尽管形式不同，但就其直流电动机部分基本相似，主要的区别就在于传动机构和控制装置各有差异。

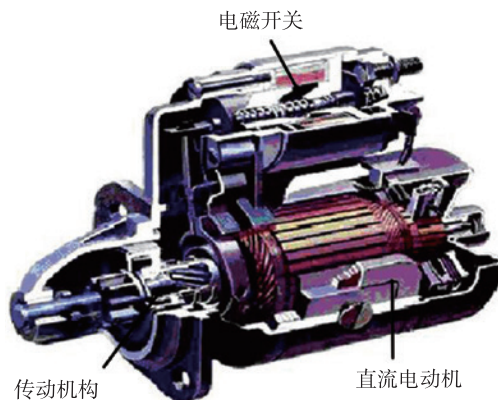


图 7-2-1 起动机结构

### 一、起动机结构

#### 1. 电磁开关

如图 7-2-2 所示，电磁开关是起动机的控制装置，它的作用是控制驱动齿轮与飞轮齿环的啮合与分离，控制电动机电路的接通与切断。

如图 7-2-2 所示，电磁开关内部的铜套上绕有吸引线圈和保持线圈两个线圈，吸引线圈导线粗匝数少，一端接起动柱，另一端接电机柱，经过电机内部搭铁。保持线圈导线细匝数多，一端也接起动柱，另一端直接搭铁。在绕有线圈的铜套内装有活动铁芯，活动铁芯的前端装有接触盘，尾部与拨叉连接。

当给电磁开关的起动柱接通电源时，吸引线圈和保持线圈会同时产生磁力吸引铁芯前移，当活动铁芯前移时接触盘会连接电磁开关的电源柱和直流电机柱，同时拉动拨叉。当电源柱与电机柱接通后，吸引开关两端电压相等，线圈内没有电流通过，此时铁芯依靠保持线圈维持在吸合状态。

#### 电磁开关的检测

电磁开关的外形如图 7-2-3 所示，检测方法如下：

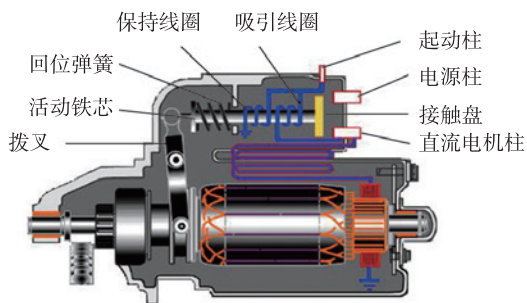


图 7-2-2 电磁开关的结构及原理

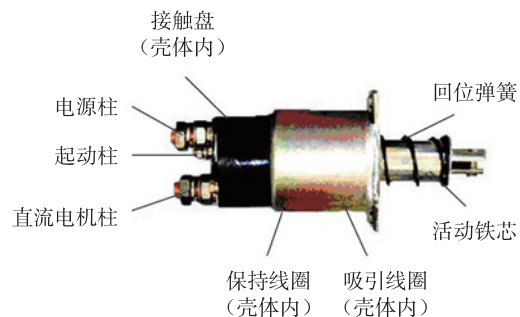


图 7-2-3 电磁开关

- (1) 将铁芯接入电磁开关，用万用表二极管档测电源柱和电机柱应通，不通为触点烧蚀。
- (2) 将电机柱接蓄电池负极，启动柱接蓄电池正极，应将铁芯吸入，如不能吸入，为吸引线圈故障。
- (3) 将外壳接蓄电池负极，启动柱接蓄电池正极，用手将铁芯推入，铁芯应不能弹出，如铁芯弹出吸入，为保持线圈故障。

### 电磁开关故障

#### (1) 接触触点烧蚀

现象：电磁开关吸合起动机不运转

检测：短接电磁开关电源柱和电机柱，如电机运转为电磁开关触点烧蚀。

#### (2) 吸引线圈开路

现象：电磁开关不能吸合

检测：用万用表电阻档测启动柱与电机柱，应为规定阻值，如不通，为吸引线圈开路。

#### (3) 保持线圈开路

现象：铁芯持续吸进放开动作，发出“嗒”、“嗒”、“嗒”的声音。

检测：用万用表电阻档测启动柱与外壳，应为规定阻值，如不通，为保持线圈开路。

## 2. 直流电动机

直流电动机的作用是产生电磁转矩，如图 7-2-4 所示。直流电动机的构造主要是由电枢、磁场绕组、电刷架及电刷、端盖和外壳等部件组成。

### (1) 电枢

电枢俗称起动机转子，由铁芯、绕组、电枢轴和换向器等部件组成，如图 7-2-5 所示，其作用是产生电磁扭矩。

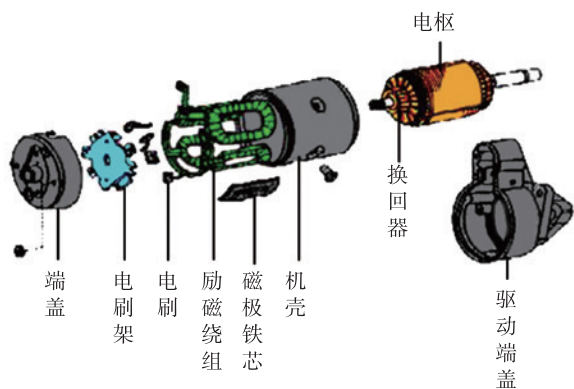


图 7-2-4 直流电动机的构造

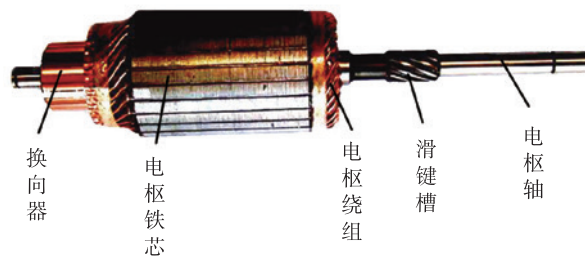


图 7-2-5 电枢

如图 7-2-6 所示，电枢铁芯由硅钢片迭压而成，内以花键固定在轴上，铁芯的外槽内绕有绕组，绕组用粗大的矩形截面铜条绕制成波形。为防止铜条间短路用绝缘纸隔开，为防止铜条在离心力作用下甩出，在槽口两侧的铁芯上用轧纹挤紧。

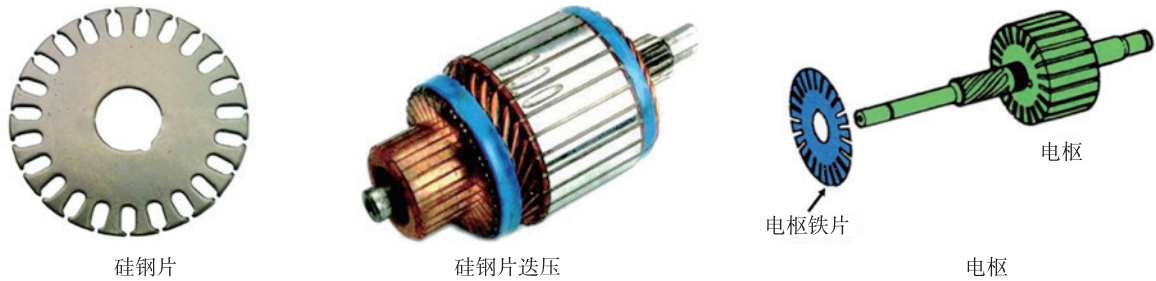


图 7-2-6 电枢的结构

换向器由铜片和云母片迭压而成，铜片之间用云母片绝缘压装于电枢轴的一端，换向器与电枢轴绝缘。电枢绕组的各端头均匀地焊接在换向器上，如图 7-2-7 所示，通过换向器和电刷的接触，将蓄电池的电能引入电枢绕组。同时换向器不断的改变电枢绕组中电流的方向，使电枢绕组所产生的磁极不断的变化。

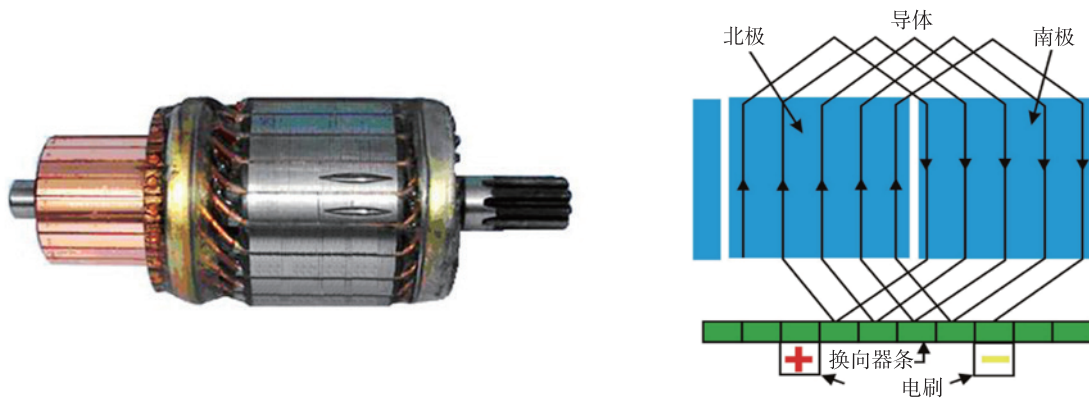


图 7-2-7 换向器及换向原理

如图 7-2-8 所示，电枢轴的另一端制有滑键槽，用于与单向离合器配合。滑键槽分为直键槽和螺旋键槽两种，采用螺旋键槽的目的在于发动机起动过程中，加速单向离合器驱动齿轮和飞轮的啮合和分离。电枢轴与后端盖之间装有止推垫圈，以调整轴向间隙。

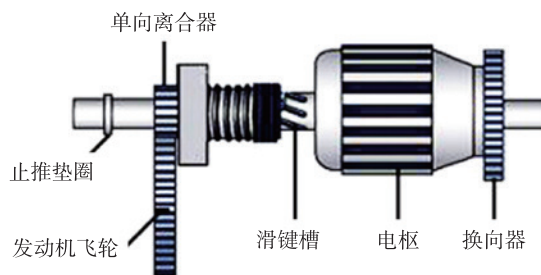


图 7-2-8 啮合和分离结构

### 电枢的检测

1) 机械检查：首先检查电枢外圈有无摩擦的痕迹，如有摩擦的痕迹，证明电枢扫膛，应检查铜套和电枢轴的间隙。安装完毕后，应检查电枢的轴向间隙，如过紧或过松，则调整电枢轴和后盖的垫片。

2) 电路检查：首先检查换向器片表面是否脏污，如脏污清理干净，再检查换向器片之间有无导电介质，如有进行清理，最后用万用表 200K 欧姆档测换向器片与电枢轴之间是否相通，如相通证明搭铁，需要更换电枢。

#### (2) 磁场绕组

磁场绕组由磁极铁芯、励磁绕组和机壳组成。磁极铁芯用螺钉固定在机壳的内壁上，为加强磁场增

大转矩通常采用四个磁极铁芯，大功率电动机也有采用六个磁极铁芯的。每个磁极铁芯上套装励磁绕组，由于各绕组绕线的方向不同，因此，经通电励磁后所产生的磁极 N、S 极相间排列，如图 7-2-9 所示。

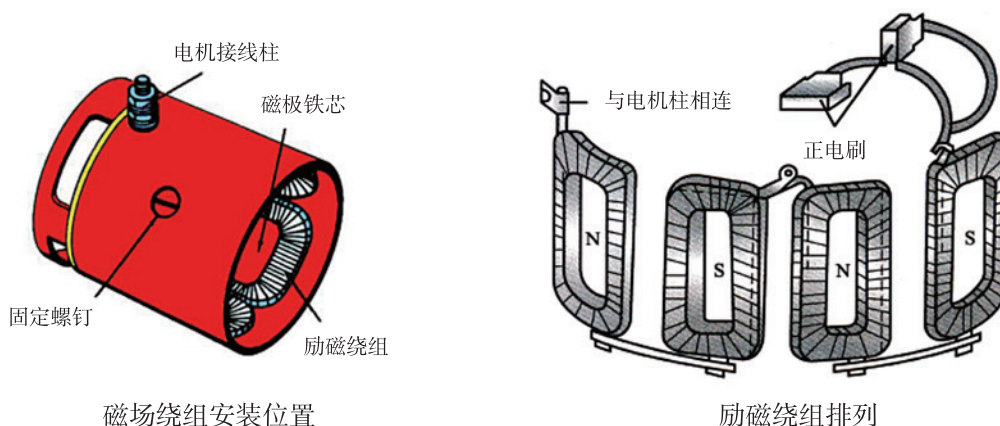


图 7-2-9 磁场绕组的排列及安装

由于电动机工作电流大、转矩大、工作时间短一般为 5s ~ 10s，因此，要求零件的机械强度高电路电阻小。为获得最大的转矩起动机一般均采用“串励”方式，所谓“串励”就是指磁场绕组和电枢绕组串联。

磁场绕组的一端接在机壳的绝缘接柱上，另一端与绝缘电刷相接后再与电枢绕组串联连接，如图 7-2-10a 所示。也有的先将两个磁场绕组分别串联后，再并联为两路，如图 7-2-10b 所示，这样可以在绕组铜条截面尺寸相同的情况下增大起动电流，从而增大转矩。也有的两个磁场绕组分别串联后，再分别经两路连接电枢，如图 7-2-10c 所示，这样和 7-2-10b 作法基本一致，可以在绕组铜条截面尺寸相同的情况下增大起动电流，从而增大转矩。

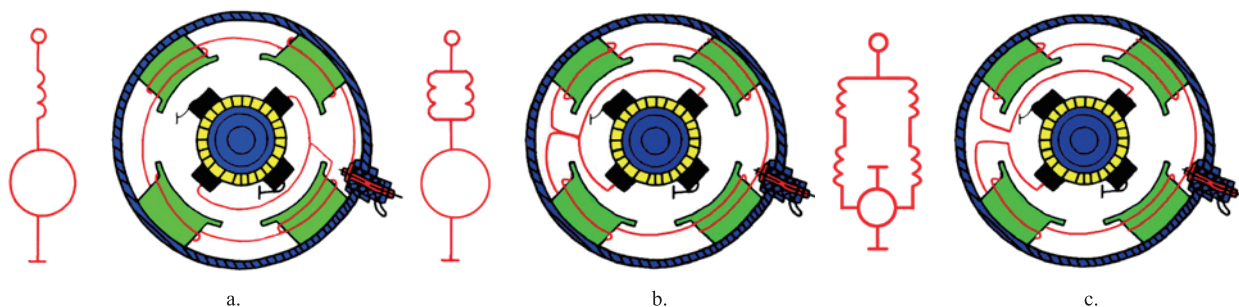


图 7-2-10 磁场绕组串接形式

### 磁场绕组的检测

#### 1) 机械检查

检查磁场绕组是否相对于铁芯及外壳松动，如有松动则进行加固或更换。

#### 2) 电路检查

首先检查磁场绕组铜线之间焊接、连接情况，连接不实进行加固，然后用万用表 200K 欧姆档测引线与外壳之间是否相通，如相通证明搭铁，需要绝缘处理或更换。

#### (3) 电刷与电刷架

如图 7-2-11 所示，电刷与电刷架的作用是将电流引入电动机使电枢产生转矩。电刷用铜和石墨粉压制而成，一般含铜 80% ~ 90%，石墨 10% ~ 20%，有利于减小电刷电阻并增加其耐磨性。电刷个数等于磁场绕组个数一般为四个，两个直接搭铁的电刷为负电刷，两个绝缘的电刷为正电刷。电刷架装于端盖上，电刷装于架内并由弹簧压紧在换向器上。



图 7-2-11 电刷与电刷架

### 电刷与电刷架的检测

#### 1) 机械检查:

检查碳刷架是否松动, 检查碳刷弹簧是否过软。

#### 2) 电路检查:

首先检查碳刷的磨损状态以及和换向器的接触面是否良好, 再检查正碳刷架绝缘的状况, 然后检查负碳刷架的搭铁处理。

#### (4) 直流电机工作原理

通过磁力开关给电机接线柱供电后, 电流从接线柱流入磁场绕组, 从磁场绕组流出后在经过正碳刷流向电枢铜条再经过负碳刷搭铁。

如此, 磁场绕组通电后产生强大磁场, 电枢铜条通电后在强大磁场的作用下产生运动, 从而推动电枢运转。由于换向器的作用, 始终保持在同一磁场绕组的周围的电枢铜条电流始终保持同一方向, 也就决定了电枢始终按照同一方向运转, 如图 7-2-12 所示。

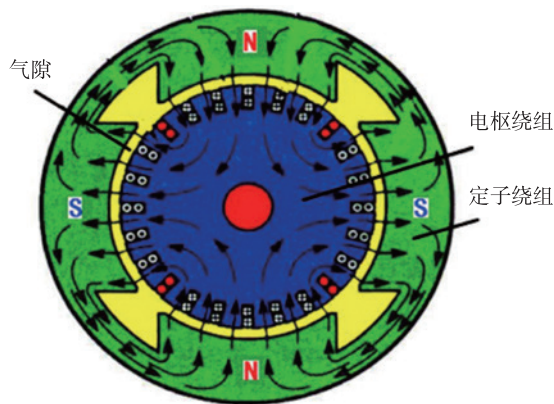


图 7-2-12 磁场绕组和电枢绕组之间形成的磁路

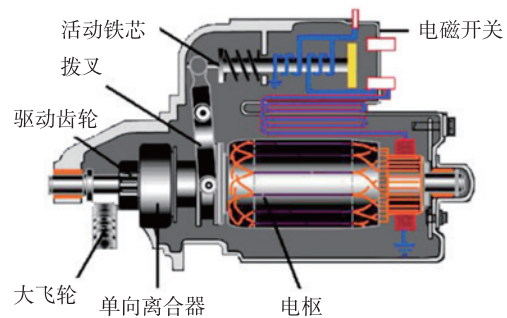


图 7-2-13 传动机构

### 3. 传动机构

如图 7-2-13 所示, 传动机构的作用是起动发动机时使单向离合器的小齿轮与大飞轮啮合, 将起动机的转矩力传递给发动机曲轴; 发动机启动后又能使单向离合器的小齿轮与大飞轮及时分离, 防止电枢绕组因被发动机带动超速旋转而损坏。传动机构一般由单向离合器、拨叉组成。单向离合器为传动机构中的重要组件, 其特点为正方向锁止转动, 反方向打滑空转。

单向离合器有滚柱式、摩擦片式和弹簧式等几种类型。下面以滚柱式单向离合器为例对其结构与工作原理进行说明, 如图 7-2-14 所示。

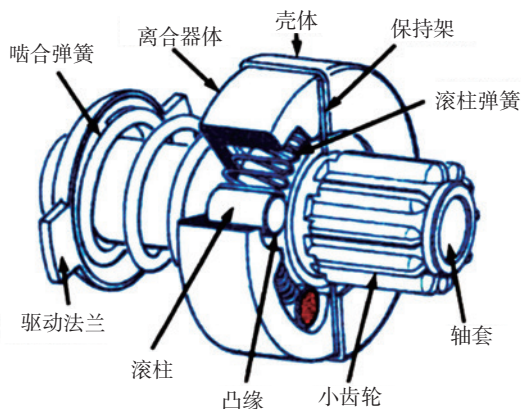


图 7-2-14 滚柱式单向离合器

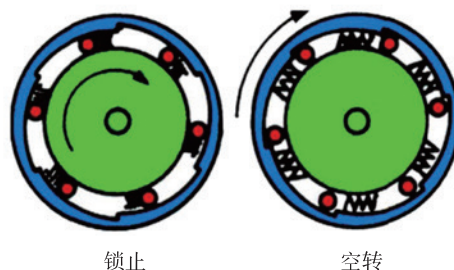


图 7-2-15 滚柱式单向离合器工作原理

如图 7-2-15 所示，起动发动机时在驱动齿轮的摩擦力和弹簧压力作用下，滚柱进入楔形腔室较窄的一端，将外座圈和驱动齿轮尾部卡紧成一体，驱动齿轮随电枢轴转动并带动飞轮旋转。发动机起动后由于飞轮齿环带动驱动齿轮高速旋转且比电枢的转速高得多。驱动齿轮尾部的摩擦力带动滚柱克服弹簧张力，使滚柱滚进入楔形腔室较宽的一端，驱动齿轮空转避免了电枢超速飞散的危险。

### 单向离合器的检查

检查离合器和驱动齿轮是否严重损伤或磨损，如有损坏应进行更换。如图 7-2-16 所示，将离合器驱动齿轮夹在台钳上在花键套筒中套入花键轴，将扳手接在花键轴上，测得力矩应大于规定值，否则说明离合器打滑。反向转动离合器应不卡滞，否则应更换离合器总成。

### 单向离合器的故障

#### 1) 单向离合器打滑

现象：起动机不能带动发动机运转

#### 2) 单向离合器卡死

现象：起动机带动发动机着车后，不能退出工作，一直运转。



图 7-2-16 单向离合器和驱动齿轮的检修

## 二、起动机工作原理

### 1. 未起动状态

如图 7-2-17 所示，点火开关关闭电磁开关的吸引线圈和保持线圈均未通电，电磁开关内活动铁芯在弹簧力下回位，电磁开关内触点断开，起动机驱动齿轮与飞轮齿圈没有啮合。

### 2. 起动状态

如图 7-2-18 所示，接通点火开关起动机电路通电，电磁开关的吸引线圈和保持线圈通电产生很强的磁力，吸引活动铁芯右移并带动拨叉绕其销轴转动，使单向离合器齿轮移出与飞轮齿圈啮合。齿轮与飞轮迅速啮合后，当活动铁芯移动到使接触盘接通电源柱和直流电机柱的位置时，吸引线圈被短路失去作用，保持线圈所产生的磁力足以维持活动铁芯处于开关吸合的位置。强大的电流通过电源柱、接触盘和直流电机柱进

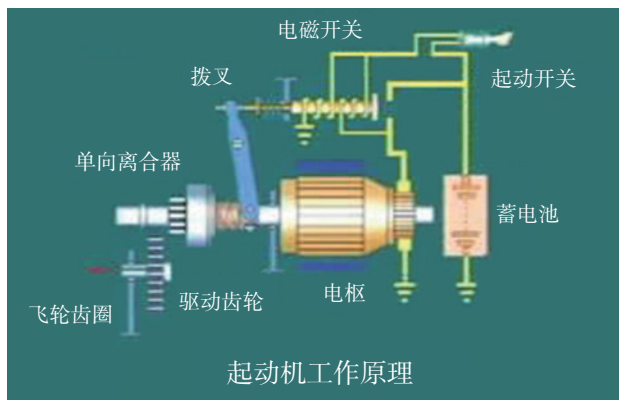


图 7-2-17 未起动状态

入定子和转子，起动机高速旋转发动机被起动。

### 3. 分离状态

如图 7-2-19 所示，发动机工作后曲轴高速旋转单向离合器立刻打滑，防止发动机飞轮带动电枢高速旋转，造成电枢绕组“飞散”的故障。点火开关起动档断开时保持线圈磁力消失，活动铁芯在回位弹簧的拉力下左移并带动拨叉绕其销轴转动，使单向离合器齿轮移出与飞轮齿圈分离。当活动铁芯左移时接触盘断开电源柱和直流电机柱的连接，直流电动机的定子和转子内电流消失，起动机停止旋转退出工作。

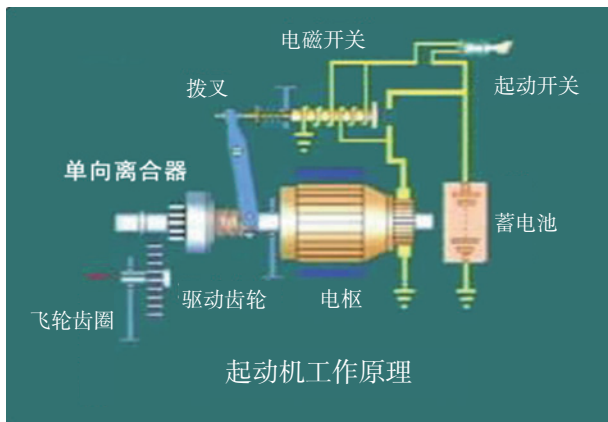


图 7-2-18 起动状态

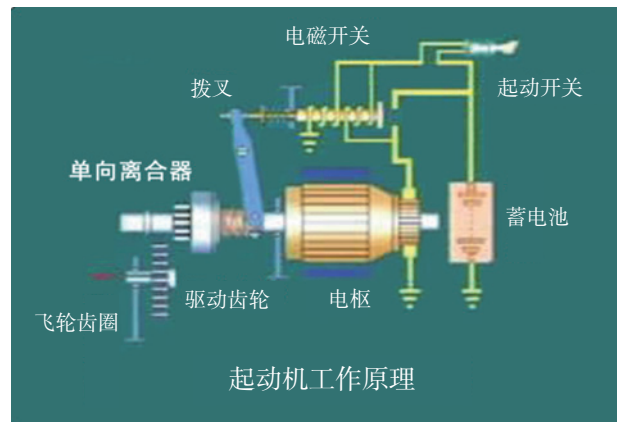


图 7-2-19 分离状态

## 三、起动机的检测

将起动机电源柱接蓄电池正极，将起动机外壳接蓄电池负极，找一引线从蓄电池正极接起动机启动柱，起动机应运转轻松、平稳、强劲，声音悦耳，无噪音，否则为起动机故障。

## 四、起动机故障

起动机最常见的故障是转动无力，就起动机自身而言，可能导致这种故障的原因如下：

电磁开关触点轻微烧蚀、保持线圈吸力不足、电机柱与电机导线连接松动、磁场绕组间接触不良、磁场绕组搭铁、正碳刷与磁场绕组接触不良、负碳刷与碳刷架接触不良、正碳刷搭铁、碳刷架松动、碳刷弹簧过软、碳刷磨损严重或与换向器接触面失常、电枢换向器片脏、电枢搭铁、碳刷架和后盖接触不良、后盖和定子外壳接触不良、定子外壳和前盖接触不良、铜套过紧、铜套过松、穿心丝搭铁、电枢轴向间隙过大或过小等。

## 五、起动机的分解

### 1. 吸力开关的拆卸

用扳手旋下电磁开关的接线柱的螺母，取下导线，拆卸吸力开关固定螺栓，取下吸力开关，如图 7-2-20 所示。

### 2. 起动机衬套及端盖的拆卸

旋下起动机贯穿螺钉和衬套螺钉，取下衬套座和端盖，取出垫片组件和衬套，如图 7-2-21 所示。

### 3. 起动机电刷架及定子线圈拆卸

取下定子时注意定子与前壳体的位置，如图 7-2-22 所示。

### 4. 起动机转子拆卸

拆下拨叉固定螺栓、取下转子、取下转子时注意拨叉的方向及位置，如图 7-2-23 所示。

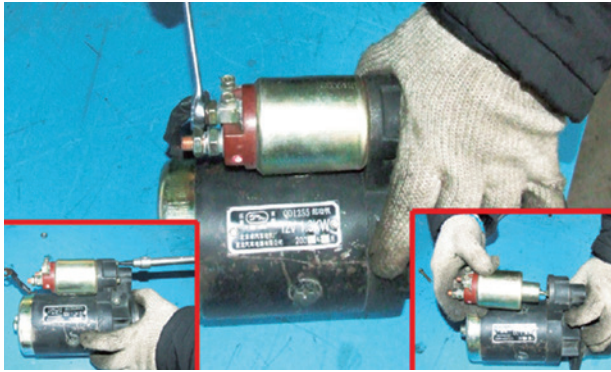


图 7-2-20 拆卸吸力开关

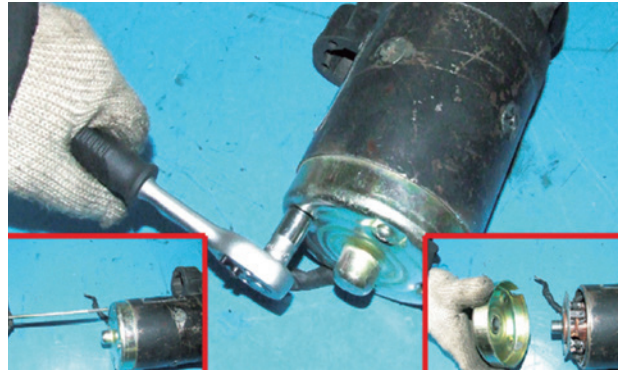


图 7-2-21 拆卸衬套及后端盖



图 7-2-22 拆卸电刷架及定子线圈

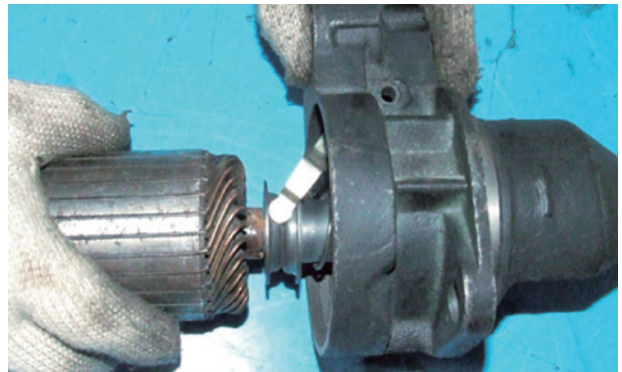


图 7-2-23 拆卸转子

## 六、起动机的组装

起动机的组装可按起动机的分解相反顺序进行，但应注意以下事项：

- 安装时，衬套中应涂上润滑脂。
- 用止推垫圈调整驱动齿轮的轴向间隙，推到极限位置后标准值为  $0.3\text{mm} \sim 1.5\text{mm}$ 。

## 七、从车上拆下起动机

根据车型的不同，一些车可以在汽车上方拆卸起动机，有些则需在汽车下方拆卸，但拆卸步骤基本一致，拆卸过程如下：

- 拆下电源负极；
- 拆下起动机引线；
- 先拧松起动机固定螺栓，再将其逐一拧下；
- 取出起动机。



## 第三节 减速起动机

有些汽车采用齿轮减速式起动机，从而达到增加扭矩减小体积、减速增扭的目的，如图 7-3-1 所示。

齿轮减速式起动机最大特点是电枢不直接带动单向离合器小齿轮，而是电枢的小齿轮与一个大齿轮常啮合。根据需要常啮合齿轮的减速比在 2:1 和 3.5:1 之间，增加减速比使小型起动机能高速运转而在耗电较少的条件下得到较大的转矩。

减速起动机采用直流电动机，根据其输出功率不同选用励磁磁场和永久磁场。电机功率大于 1.9KW 时使用励磁磁场，小于 1.9KW 时使用永久磁场。现代轿车中起动机大多采用永久磁场，所以在现代轿车维修时不能敲击起动机。



图 7-3-1 减速起动机

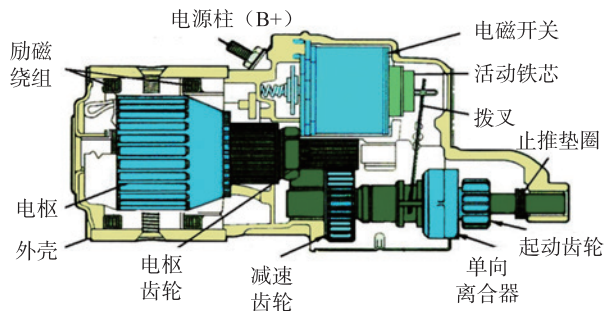


图 7-3-2 外啮合齿轮减速起动机剖面图

### 一、外啮合齿轮减速起动机

如图 7-3-2 所示，使用小齿轮驱动大齿轮，增大起动机输出扭矩。

### 二、行星齿轮减速起动机

如图 7-3-3 所示，使用太阳轮输入，固定外齿圈，行星架减速输出。



图 7-3-3 行星齿轮减速起动机剖面图

# 4 第四节 点火开关

## 一、点火开关作用及安装位置

如图 7-4-1 所示，点火开关是汽车大部分电器系统的电源分配点，同时也控制着汽车的起动和其它的一些特殊功能。点火开关一般安装在转向管柱或方向盘的周围，当安装在转向管柱上时可对方向盘机械锁止。



安装在转向管柱上

安装在仪表台上

图 7-4-1 点火开关安装位置

## 二、点火开关的档位

点火开关一般有五个档位，如图 7-4-2 所示。

1. LOCK—锁止档：此档位对方向盘进行机械锁止，对汽车起到安全保护作用。
  2. OFF—关闭档：此档位切断所有由点火开关提供的电源。
  3. ACC—专用档：此档位专门为收音机、录音机、CD、DVD 等附件提供电源。
  4. ON—点火档：此档位给发动机点火系统等及附件提供电源。
  5. START—起动档：此档位给起动机磁力开关上的起动机柱提供电源，使发动机起动。
- 点火开关是利用锁芯内的旋转划片跟随钥匙旋转，接通内部的不同触点来实现档位变换的。

## 三、点火开关电路图解

在汽车电路图上经常用到开关图解，开关图解可以清晰的展现开关各档位各接线柱的关系，点火开关图解如图 7-4-3 所示。



图 7-4-2 点火开关

	火线柱	专线柱	点火柱	启动柱
锁止档	●			
关闭档	●			
专用档	●	●		
点火档	●	●	●	
起动档	●		●	●

图 7-4-3 点火开关图解



## 第五节 启动电路

起动机启动状态由点火开关控制，常见的启动电路有直接启动电路、继电器启动电路、自动变速器启动电路等。

### 一、直接启动电路

直接启动电路如图 7-5-1 所示，由蓄电池、点火开关、起动机组成。

直接启动电路起动机直接由点火开关控制，打到点火开关启动档，点火开关直接给起动机电磁开关供电，起动机工作，当着车后，点火开关回到点火档位置，起动机退出工作。

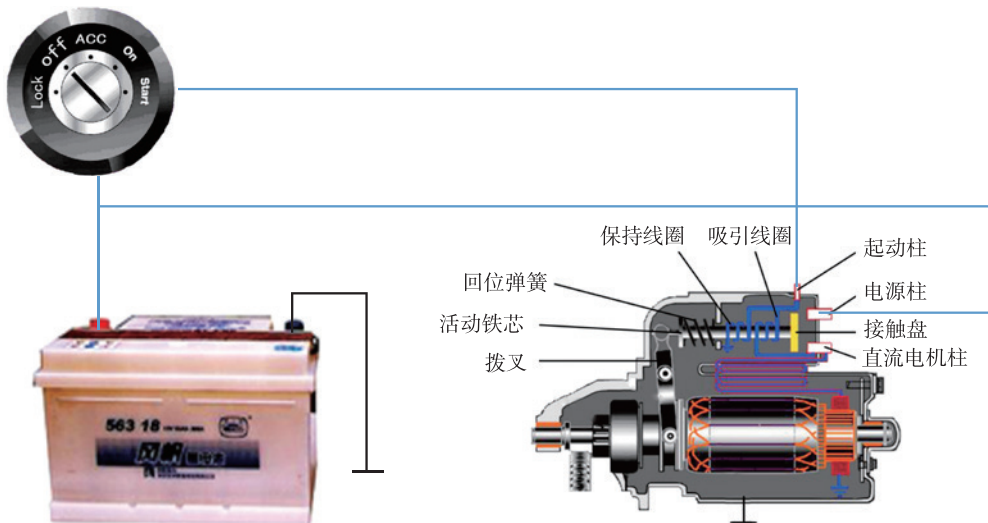


图 7-5-1 点火开关图解

### 直接启动系统故障

#### 1. 点火开关启动档起动机无反应

原因：点火开关故障、起动机故障

检测：打到点火开关启动档，测起动机启动线，如果有电为起动机故障，如果无电为点火开关故障。

#### 2. 起动机常转

现象：打到开关启动档着车返回，起动机不停止工作

原因：点火开关连电 起动机单向离合器卡死或电磁开关触点烧连

检测：首先以最快速度拆下电瓶线，然后拆下启动柱引线，试接触电瓶线，如起动机继续运转，为电磁开关触点烧连，若不运转，测启动线，有电为点火开关烧连，若无电，为单向离合器卡死（单向离合器卡死后，断开电源停转后会退回）。

## 二、设有继电器的启动电路

在汽车启动电路中为了保护点火开关，一般在电路中设有启动继电器。设有继电器的启动电路由蓄电池、起动机、点火开关、启动继电器组成如图 7-5-2 所示。

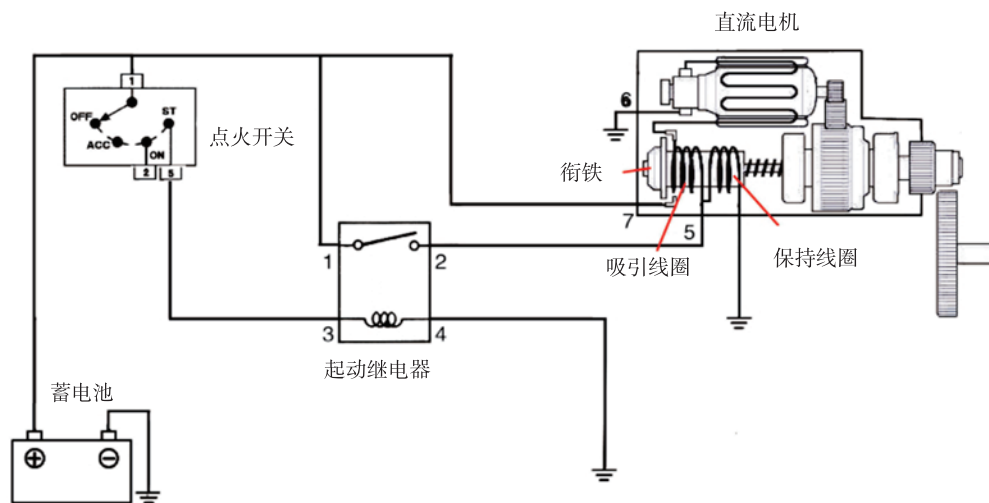


图 7-5-2 设继电器的启动系统原理图

### 工作原理

当点火开关打到 ST 启动档时，电流从蓄电池正极→点火开关火线柱→点火开关启动柱→启动继电器 3 柱→电磁线圈→启动继电器 4 柱→搭铁构成回路，此时启动继电器触点吸合。

当启动继电器触点吸合时，电流走从蓄电池正极→启动继电器 1 柱→闭合触点→启动继电器 2 柱→起动机电磁开关启动柱→吸引和保持两个线圈搭铁构成回路，此时起动机工作。

发动机启动后点火开关退出 ST 启动档，启动继电器电磁线圈磁场消失触点断开，起动机退出工作。启动继电器有四个柱，功能如下：

- B 柱：接蓄电池正极，继电器内部接继电器触点。
- S 柱：接启动启动柱，继电器内部接继电器触点。
- Sw 柱：接点火开关启动档，继电器内部接继电器线圈。
- E 柱：接搭铁，继电器内部接继电器线圈。

### 继电器启动系统故障

点火开关启动档起动机无反应

原因：点火开关故障 继电器线圈故障 继电器触点烧蚀 起动机故障

检测：打到点火开关启动档，听继电器有无吸合声。如有吸合声，测起动机继电器 S 柱，如果有电为起动机故障，如果无电为启动继电器触点烧蚀故障；如无吸合声测起动机继电器 Sw 柱，如果有电为启动继电器开路故障，如果无电为点火开关故障。

## 三、自动挡汽车的启动电路

自动挡汽车为了安全在前进挡和倒档是不允许启动汽车的，在启动电路中间都设有空档启动开关，在启动车辆时需挂入空档或停车挡位置，否则启动无反应。这种启动电路一般由蓄电池、起动机、点火开关、启动继电器档位开关等组成。

### 档位开关

一般的自动挡汽车上的档位共有六个位置，从上到下分别为：P、R、N、D、2、1，如图 7-5-3 所示。

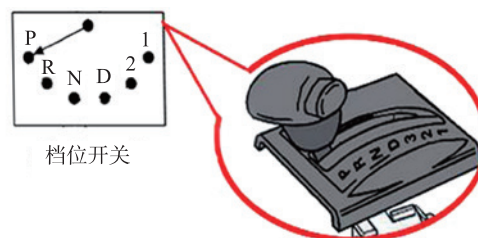


图 7-5-3 档位开关

P—泊车档，当停车时档杆在此位置，车轮处于机械抱死状态，可以防止溜车。

R—倒车档，倒车时用。

N—空档，暂时停车时（如红灯）用此档位。

注意，此档位表示空档为防止车辆在斜坡上溜动，一定要踩着刹车。

D—前进档，也称驱动档，就是车辆前进时用此档位。

2—低速档，在上很大的斜坡时或者在比较倾斜的坡度上启动时，可以用此档起步前进。把档杆放在此位置可以限制汽车只在低档位（相当于手动档汽车的一档和二档）上切换，以保证汽车获得较大前进动力。

1—低速档，在下山或者下长距离的斜坡时把档位挂在这里，可以限制汽车的档位只在最低档（相当于手动档汽车的一档）上，可以使得汽车在下坡时使用发动机动力进行制动，驾驶员不必要长时间踩刹车导致刹车片过热而发生危险。

### 启动电路工作原理

自动档汽车的起动电路原理图如图 7-5-4 所示，当点火开关打到 ST 起动档时，电流从蓄电池正极→点火开关火线柱→点火开关启动柱→起动继电器电磁线圈→档位开关 1 柱→P 档柱→档位开关 2 柱→搭铁构成回路，此时起动继电器触点吸合。

当起动继电器触点吸合时，电流走从蓄电池正极→起动继电器闭合触点→起动机电磁开关启动柱→吸引和保持两个线圈搭铁构成回路，此时起动机工作。发动机起动后点火开关退出 ST 起动档，起动继电器电磁线圈磁场消失触点断开，起动机退出工作。

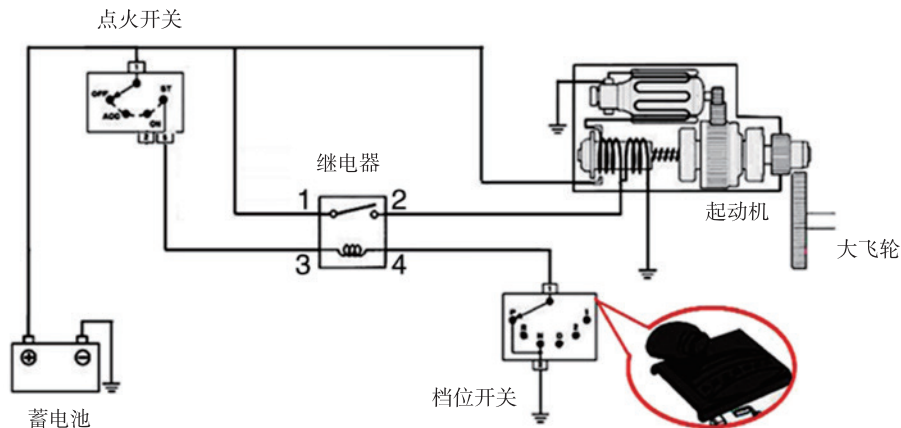


图 7-5-4 自动档汽车的起动系统控制原理图

### 四、无钥匙启动系统

无钥匙启动系统即启动车辆不用掏拧钥匙，把钥匙放在包内或口袋里，按下车内按键或拧动导板即可使发动机点火。无钥匙启动系统由蓄电池、起动机、点火开关、启动继电器、启动按钮（图 7-5-5）、智能卡（图 7-5-6）、识别电脑、发动机控制单元、档位开关等组成。



图 7-5-5 启动按钮



图 7-5-6 智能卡

君威无钥匙启动系统如图 7-5-7 所示。

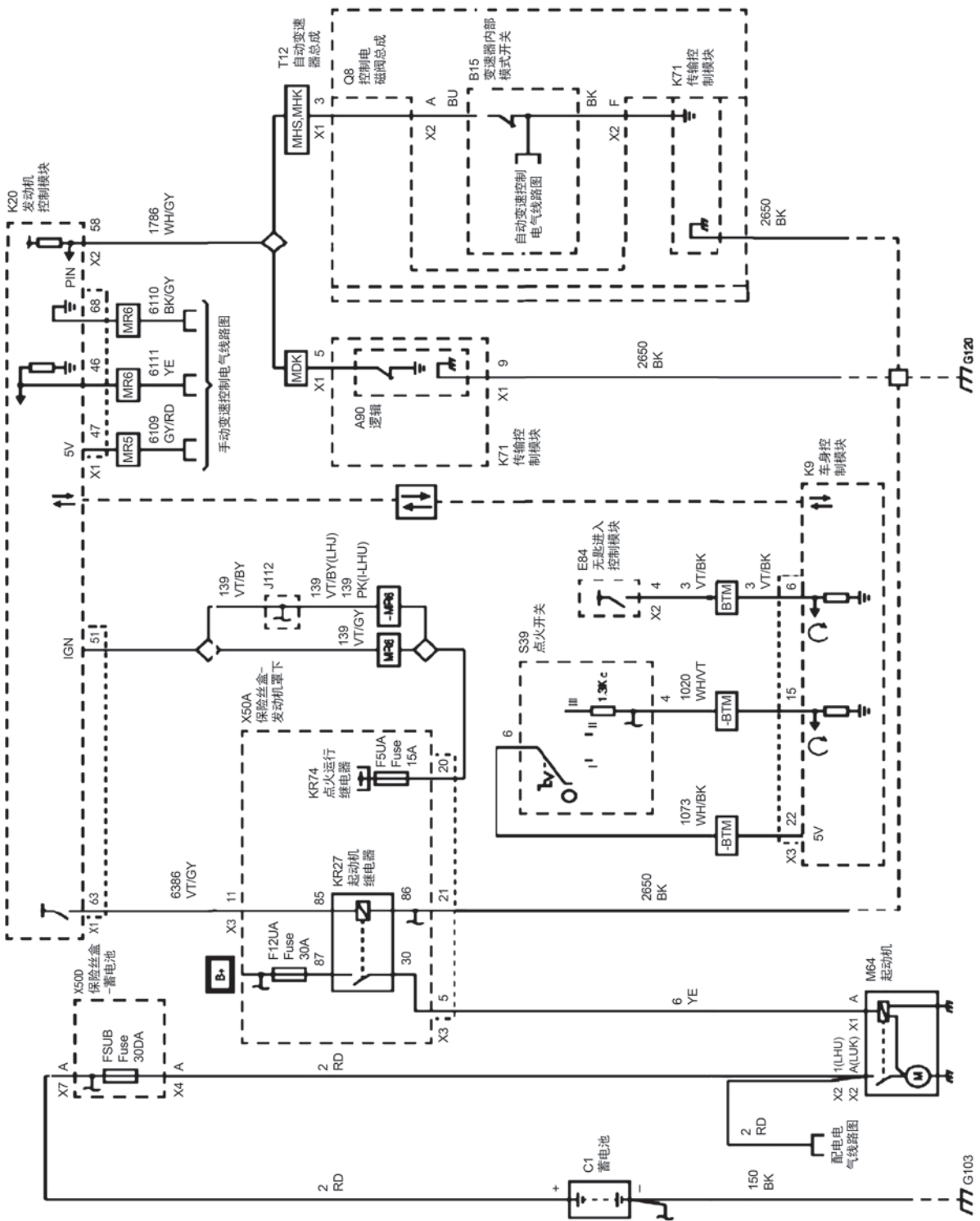


图 7-5-7 君威无钥匙启动系统

### 启动电路工作原理

以君威汽车为例，司机走近汽车时，无钥匙识别电脑将对司机所携带的智能卡进行识别，确认信息正确后，将信息传递给车身电脑，车身电脑控制车门开锁。当需要启动车时，司机按下启动按钮，启动按钮将信号传给车身电脑，车身电脑通过 CAN 线将信息传给发动机电脑，发动机电脑通过档位开关信号确定变速器在空档或锁止档状态后，通过启动继电器控制起动机运转。



## 第六节 启停电路

发动机怠速自动启停是指在车辆行驶过程中临时停车（例如等红灯）的时候，自动熄火。当需要继续前进的时候，系统自动重启动发动机的一套系统。发动机怠速自动启停系统可以节省不必要的燃油消耗，特别是对城市工况有更大潜力可达 8%-15%。

启停功能在实际应用中，会受到汽车上诸多方面的限制，比如发动机是否挂挡，车速是否为零，电源能量是否能够保证下次启动等。这些信息的传递与计算，得益于汽车总线传输系统。

启停系统是汽车上较复杂的系统，这里仅对其启动电路做一下介绍，今后的较高层次的教材中，将对其进行详细讲解。

由于启停系统频繁的使用启动机，因此就需要使用增强型的电池与增强型起动机。以丰田卡罗拉为例，其启停系统的起动机就有着鲜明的特点。

对于一般的起动机而言，磁力开关工作时，同时推出单向啮合器和接通电动机电源，这就使得单向啮合器在推出过程中已经旋转，如此会导致与齿圈结合时导致摩擦，加速磨损。丰田卡罗拉启停系统的起动机则是在在起动机上加装了起动机侵入电流消减继电器，这样以来磁力开关先工作，负责把单向啮合器推出与齿圈啮合，随后起动机侵入电流消减继电器工作，接通电动机电源，电动机运转。

### 卡罗拉启停起动机构造

卡罗拉启停起动机如图 7-6-1 所示，其构造如图 7-6-2 所示。

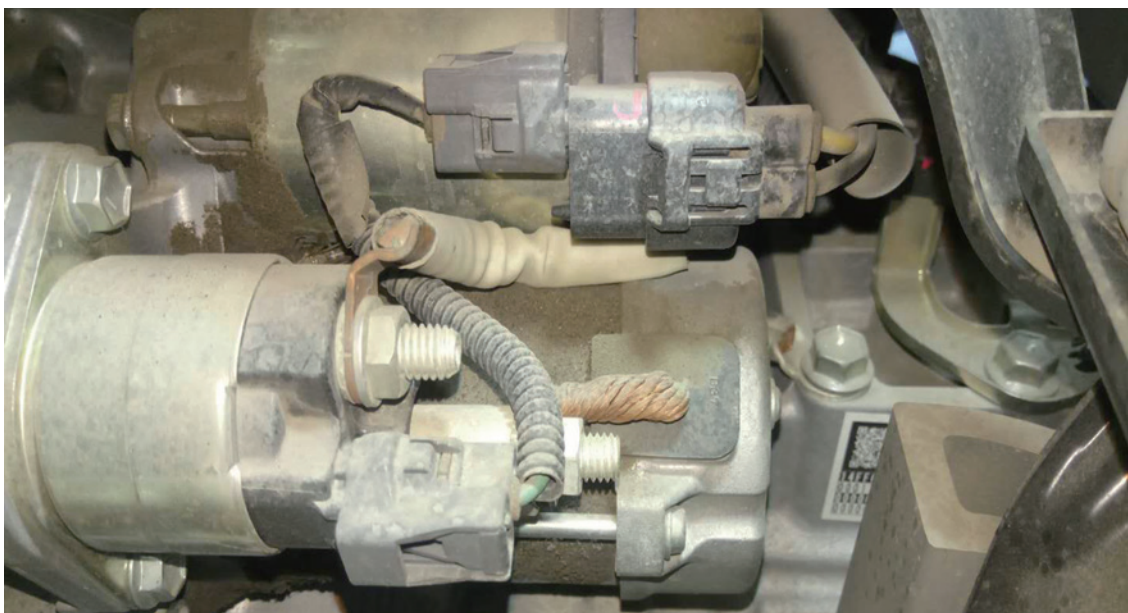
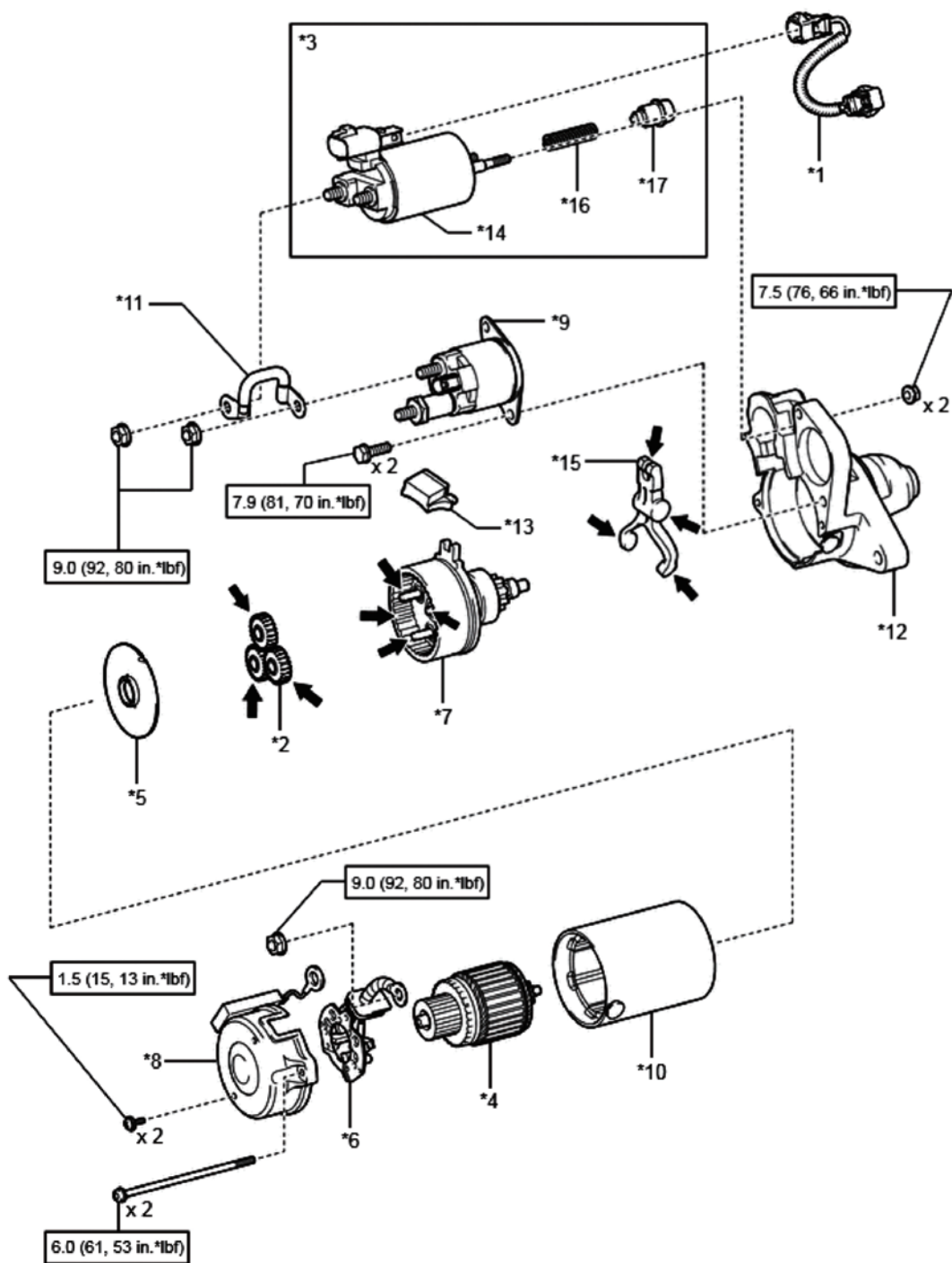


图 7-6-1 卡罗拉启停起动机



- |                  |              |                 |
|------------------|--------------|-----------------|
| *1 线束            | *2 行星齿轮      | *3 起动机磁力开关      |
| *4 起机电枢总成        | *5 起机电枢板     | *6 起机电刷架总成      |
| *7 起动机中间轴承离合器分总成 | *8 起动机换向器架总成 | *9 起动机侵入电流消减继电器 |
| *10 起动机磁轭总成      | *11 线束       | *12 起动机驱动端壳总成   |
| *13 橡胶密封         | *14 电磁开关     | *15 小齿轮驱动杆      |
| *16 回位弹簧         | *17 铁芯       |                 |

图 7-6-2 卡罗拉启停起动机构造

启停起动机电路

卡罗拉启停起动机电路如图 7-6-3 所示。

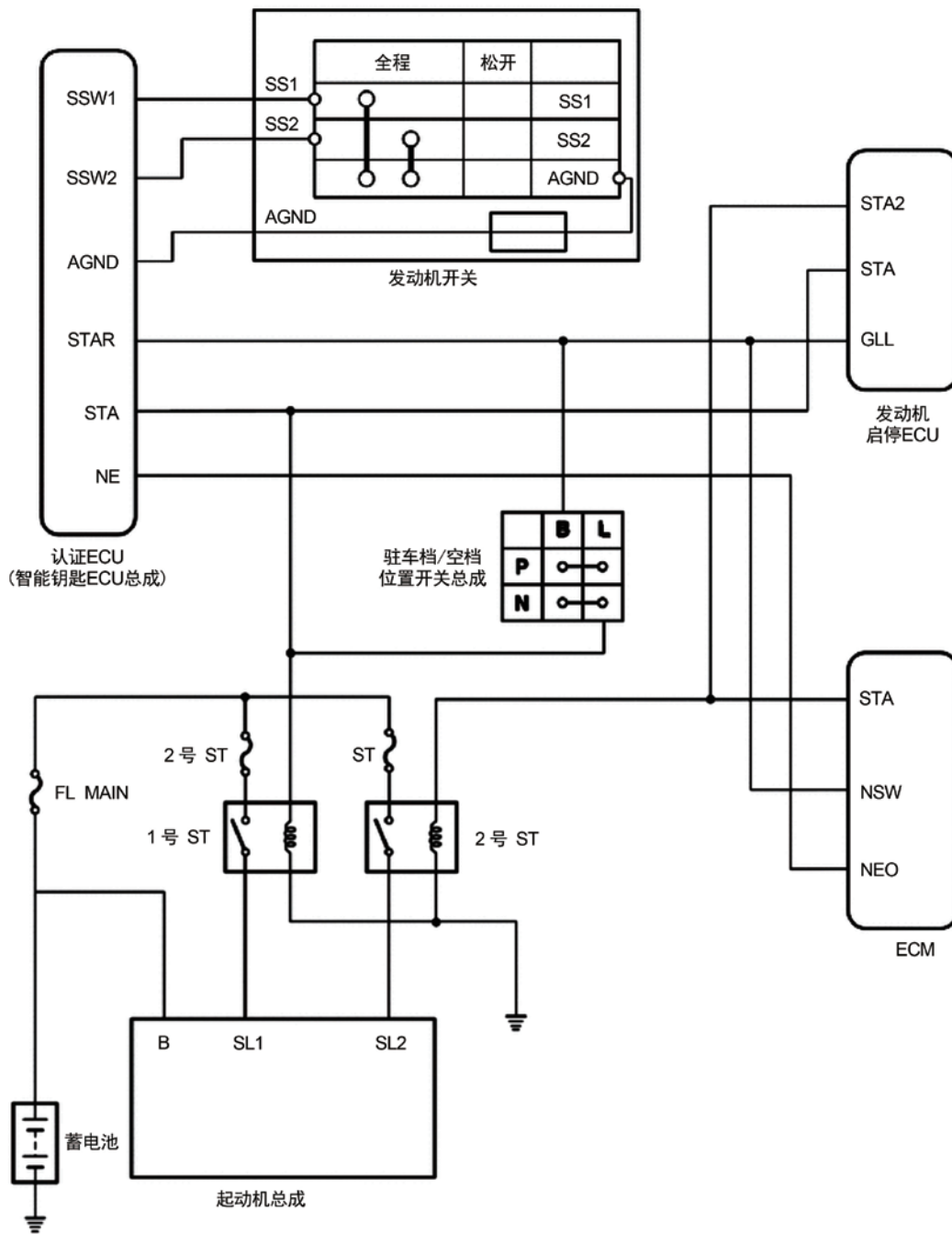


图 7-6-3 卡罗拉启停起动机

1号启动继电器给起动机磁力开关供电，启动器磁力开关的作用是推出小齿轮。2号启动继电器给起动机侵入电流消减继电器供电，起动机侵入电流消减继电器工作后，直流电机运转。发动机开关打到启动档后，1号启动继电器工作，发动机启停 ECU 收到启动信号 (STA) 后迟缓 0.03 至 0.06 秒后，通过 STA2 控制 2号继电器工作，这种电路称为启动延迟电路。这种电路可以先使小齿轮啮合，再使直流电机运转，如此在启停系统启动频繁的要求下，有效保护小齿轮及齿圈。

发动机启停 ECU 出现故障后，会导致启动 0.03 至 0.06 秒延迟功能丧失，如此会导致小齿轮和齿圈较早磨损。

# 第 8 章

## 点火系统



1. 掌握点火线圈的结构原理
2. 掌握点火线圈、点火器、高压线、火花塞的检测方法
3. 理解点火时间对发动机工作性能的影响
4. 掌握点火系统的工作原理



## 第一节 概 述

内燃机的起燃方式有两种：一种是压燃式，另一种为点燃式。汽油的特点是燃点高，燃烧速度快。如采用压燃气缸内温度过高会发生爆震，所以汽油机采用点燃式，同时也有助于发动机转速的提高。

如图 8-1-1 所示，汽油机活塞在压缩行程接近上止点时，可燃性混合气体由火花塞点燃并推动活塞做功，因此，汽油机的燃烧室中都装有火花塞。能够将 12V 的蓄电池电压转变 8 ~ 20KV 的高压，并准时将高压电供入相应气缸的全部设备称为发动机点火系统。

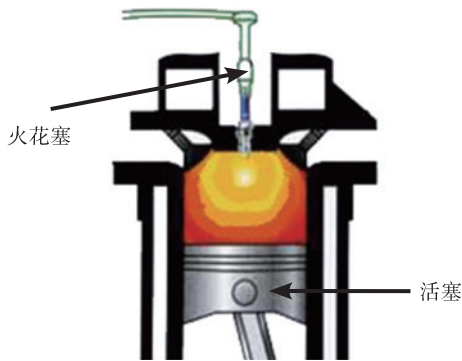


图 8-1-1 火花塞点燃混合气

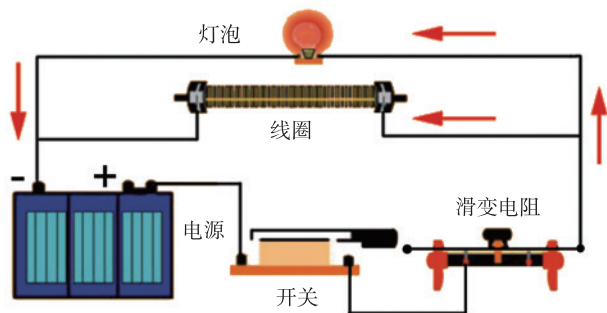


图 8-1-2 闭合电路

### 一、自感和互感

#### 1. 自感

如图 8-1-2 所示，当闭合开关时，电流从电源→开关→滑变电阻，一路经线圈构成回路；另一路经灯泡构成回路，灯泡点亮。

如图 8-1-3 所示，当开关断开时，电源的电流会马上消失，但灯泡不立即熄灭，而是逐渐熄灭，这是为什么呢？

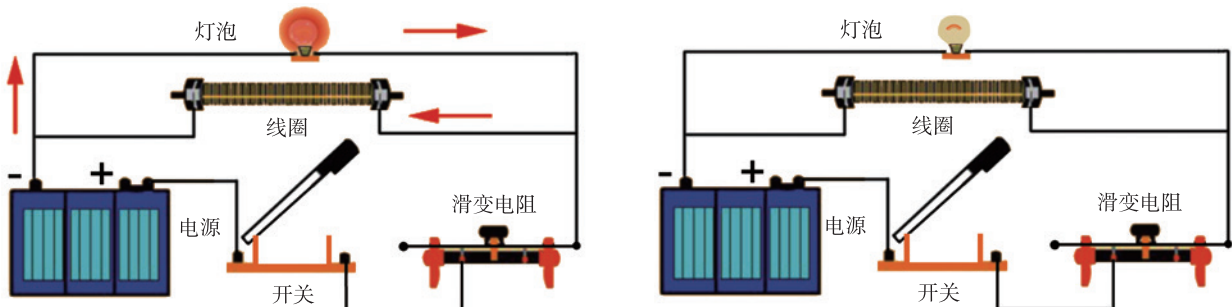


图 8-1-3 断开电路

如图 8-1-4 所示，当开关 S 断开的瞬间通过线圈 L 的电流突然减弱，给线圈通电在线圈的周围会产生磁场（电生磁），如果线圈内的电流有强弱变化时，它所产生的磁场也有强弱的变化。

当线圈周围有强弱的磁场变化时，线圈的自身会感应出电来（磁生电），也就是说虽然开关 S 断开了，但线圈 L 自身感应出来的电会与灯泡 HL 组成闭合电路，在这个电路中有感应电流通过，所以灯泡不会立即熄灭，这种现象叫自感。

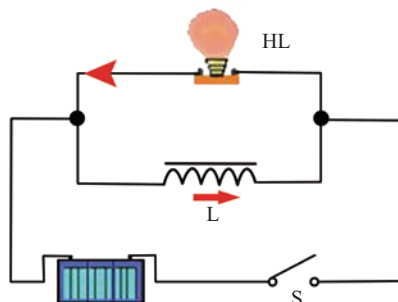


图 8-1-4 自感电动势

## 2. 互感

如图 8-1-5 所示，把 A、B 两个线圈绕制在同一铁芯上，当给 A 线圈通电时，A 线圈产生磁场同时将铁芯磁化，磁力线从 N 极到 S 极，此时 B 线圈周围存在磁场。如果我们把 A 线圈称为初级线圈，把 B 线圈称为次级线圈，如图 8-1-6 所示，当初级线圈内的电流断开时次级线圈周围的磁场由强变弱，此时次级线圈内部会感应出电流，这种现象被称为互感，电压变压器就是利用互感原理研制的。

次级线圈感应出来的电压高低与以下因素有关：

- (1) 初级线圈产生的磁场越强，次级线圈感应出的电压越高。

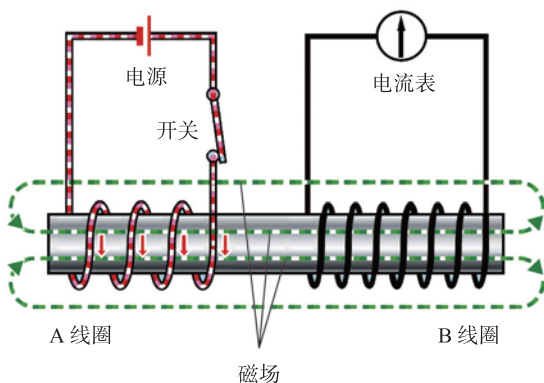


图 8-1-5 A 线圈闭合

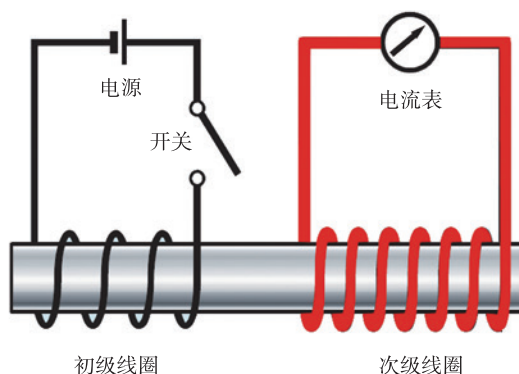


图 8-1-6 A 线圈断开

- (2) 初级线圈内部电流通断的频率越快，次级线圈感应出的电压越高。

- (3) 次级线圈的匝数越多，次级线圈感应出的电压越高。

汽油机活塞在压缩行程接近上止点时，可燃性混合气体是由火花塞点燃并推动活塞做功，为此汽油机的燃烧室中都装有火花塞，能够将 12V 的蓄电池电压转变 8KV ~ 20KV 的高压，并准时将高压供入相应的气缸的全部设备，此过程称为发动机点火系。有些点火系统可以为火花塞提供高达 40KV 的高压。如图 8-1-7 所示。

## 二、点火系统的组成

汽车点火系统经历了传统白金点火、电子点火、分电器型微机控制点火、分组点火、独立点火等阶段。传统白金点火、电子点火、分电器型微机控制点火都装有分电器，在目前汽车上都不再使用。

目前汽车的点火系统由凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器、电脑、点火线圈、点火器、高压线、

火花塞组成。汽油机活塞在压缩行程接近上止点时，可燃性混合气体是由火花塞点燃并推动活塞做功。点火线圈是利用互感原理将 12V 的蓄电池电压转变 8KV ~ 20KV 的高压电。高压线是将点火线圈产生的高压电传给火花塞。

点火器的作用是控制点火线圈产生高压火花的时间。点火系统若要在活塞到达压缩上止点之前点火，就要精确的判断出活塞的位置，这项工作由凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器来完成。

电脑则是根据凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器判断活塞运动的位置，以此来控制点火器点火。

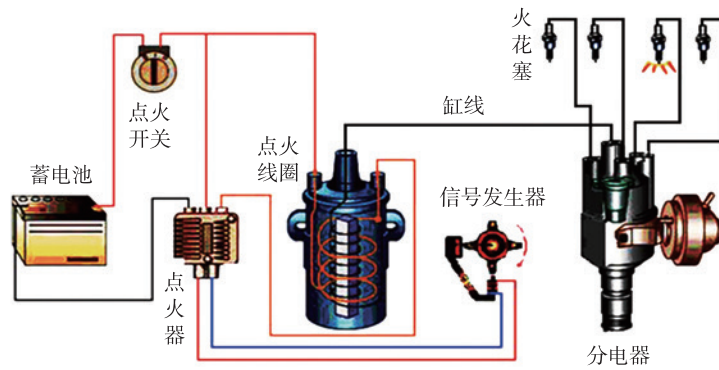


图 8-1-7 点火系统



## 第二节 点火系统主要部件

### 一、点火线圈

#### 1. 点火线圈的作用及原理

点火线圈的作用是产生高压火花，利用电磁原理在线圈断电后磁场会迅速减弱使磁通量增大，同时在线圈中感生出一个足够能量的高压电。通电时在初级线圈产生磁场，初级线圈断电后磁场消失在次级产生高压火花。常见点火线圈如图 8-2-1 所示。



湿式开磁路点火线圈



干式闭磁路点火线圈



双缸点火线圈



点火器一体式双缸点火线圈



独立开磁路点火线圈



独立闭磁路点火线圈

图 8-2-1 常见点火线圈的种类

#### 2. 点火线圈结构

点火线圈按磁路结构形式的不同，分为开磁路和闭磁路两种，其中开磁路点火线圈在传统点火系统中广泛采用。

传统的开磁路点火线圈中次级绕组在铁心中的磁通通过导磁钢套构成回路，磁力线的上、下部分从空气中通过，磁路的磁阻大，磁通损失大，转换效率低（约 60%）；因此现代车型多采用闭磁路点火线圈，如图 8-2-2 所示。闭磁路点火线圈的铁心是“日”字形或“口”字形，铁心内绕有初级绕组，在初级绕组外面绕有次级绕组，其铁心构成闭合磁路，磁路中只设有一个微小的气隙，其磁路如下图所示。闭磁路点火线圈漏磁少，磁阻小，能量损失小，变换效率高，次级线圈感应出的电压高。同时可使点火线圈小型化。

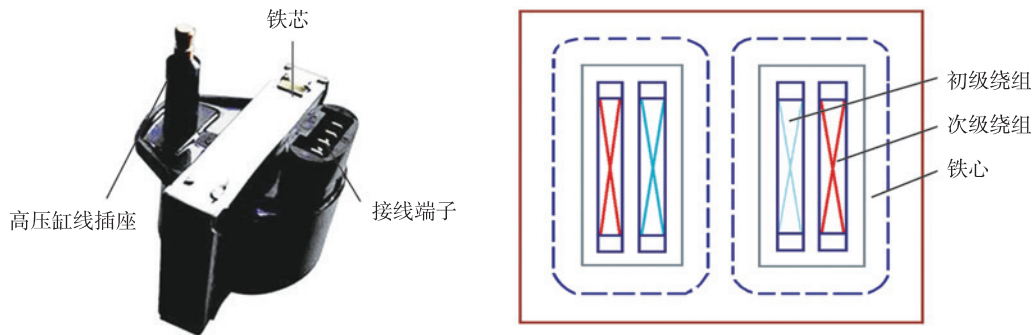


图 8-2-2 闭磁路点火线圈

### 3. 点火线圈检测

点火线圈的检测可以通过对绕组阻值的检测来判别，不同车型的点火线圈阻值要求不相同，应该严格按照维修手册说明进行测量。

## 二、点火器

点火器称为电子点火器（如图 8-2-3），是通过内部的大功率三极管使点火线圈的初级电路导通和截止。点火器用在电子点火和微机点火系统，点火器内部的控制电路分别根据传感器和微机的信号触发大功率三极管工作。

断电装置的作用是使点火线圈的初级电路按照活塞的运动位置适时的产生通断电流。

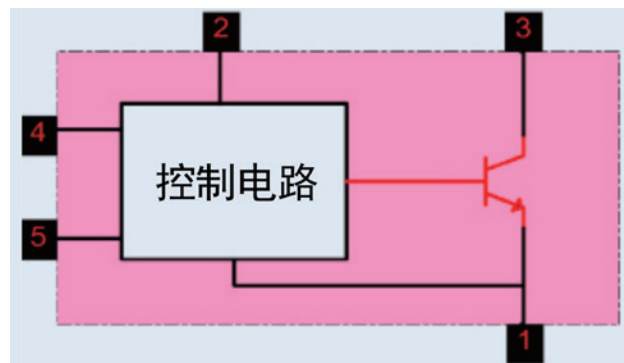


图 8-2-3 点火器

## 三、高压缸线

### 1. 高压缸线的作用

缸线外观如图 8-2-4 所示，高压缸线即高压导线，它将点火线圈产生的高压电流传送到分电器，再从分电器转送相应气缸的火花塞。



图 8-2-4 高压缸线

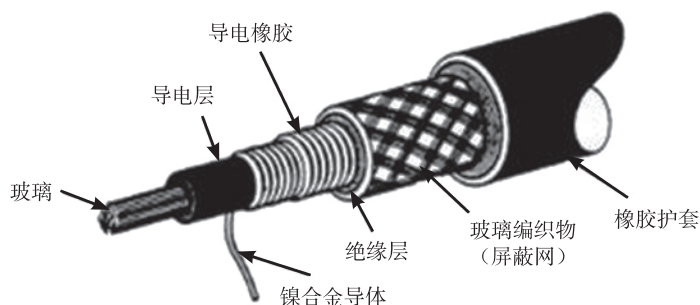


图 8-2-5 缸线的结构

## 2. 缸线的结构

高压导线必须具备电流损耗小, 高压电传输过程产生的电磁干扰小两个条件, 其结构如图 8-2-5 所示。电流损耗会使高压火花变弱, 影响发动机的燃烧和动力。高压电在传输过程中所产生的电磁干扰会影响到电子组件的正常工作, 所以缸线一般都会设计成有一定的电阻以避免电磁干扰。普通缸线由于包覆材质所限, 约有 5 千欧姆的电阻值。

由于缸线的工作环境非常恶劣, 所以缸线除了需要保证良好的电流传导性外, 本身还需要适合各种恶劣环境的高强度。因此线芯在橡胶材料外面采用了玻璃纤维的编织层, 这种玻璃纤维能使线身整体抗拉力强度高达普通高压线的 3 倍以上。

## 四、火花塞

### 1. 火花塞的作用及要求

火花塞外观如图 8-2-6 所示, 火花塞的功用是将点火线圈产生的脉冲高压电引入燃烧室, 并在其两个电极之间产生电火花以点燃可燃混合气。火花塞工作的好坏对汽车的动力有着非常直接的影响, 所以对火花塞要求很高。

- 混合气燃烧时火花塞下部将承受高压燃气的冲击, 要求火花塞必须有足够的机械强度。
- 火花塞承受着交变的高电压要求它应有足够的绝缘强度, 能承受 30kV 高压。
- 混合气燃烧时燃烧室内温度很高, 可达 1500 ~ 2200℃, 进气时又突然冷却至 50 ~ 60℃, 因此要求火花塞不但耐高温而且能承受温度剧变。
- 混合气的燃烧产物很复杂含有多种活性物质, 如臭氧、一氧化碳和氧化硫等, 易使电极腐蚀, 因此要求火花塞要有耐腐蚀性。
- 火花塞的电极间隙影响击穿电压, 所以要有合适的电极间隙。火花塞安装位置要合适以保证有合理的着火点, 火花塞气密性性能要良好, 以保证燃烧室不漏气。



图 8-2-6 火花塞

## 2. 火花塞的结构

火花塞主要由接触头、瓷绝缘体、中心电极、侧电极和壳体等部分组成，如图 8-2-7 所示。在钢质外壳的内部固定有陶瓷绝缘体，在绝缘体中心孔的上部有金属杆，杆的上端有接线螺母用来接高压导线，下部装有中心电极。金属杆与中心电极之间用导体玻璃密封，铜质内垫圈起密封和导热作用。钢质外壳的上部有便于拆装的六角平面，下部有螺纹以便旋装在发动机气缸盖内，外壳下端固定有弯曲的侧电极。

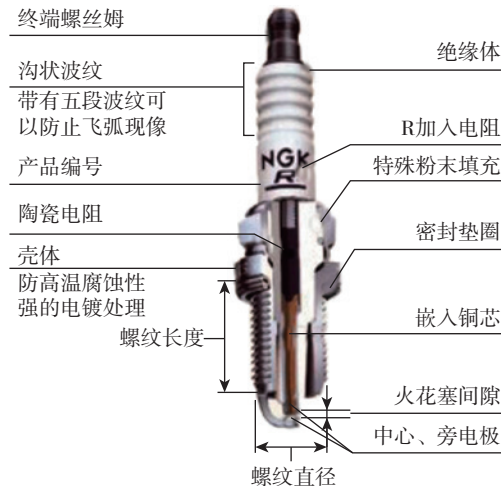


图 8-2-7 火花塞的结构

电极一般采用耐高温、耐腐蚀的镍锰合金钢或铬锰氮、钨、镍锰硅等合金制成，也有采用镍包铜材料制成，以提高散热性能。火花塞中心电极与侧电极之间的间隙称为火花塞间隙，火花塞间隙对火花塞及发动机的工作性能均有很大影响。间隙过小，火花微弱，并容易产生积炭而漏电；间隙过大，火花塞击穿电压增高，发动机不易起动，且在高速时容易发生“缺火”现象。因此，火花塞间隙的大小应适当，火花塞电极间隙多为 0.6 ~ 0.7mm，电子点火其间隙可增大至 1.0 ~ 1.2mm。

火花塞与气缸盖座孔之间应保证密封，密封方式有平面密封和锥面密封两种。平面密封时在火花塞与座孔之间应加装铜包石棉垫圈；锥面密封是靠火花塞壳体的锥形面与气缸盖之间相应的锥形面进行密封。

## 3. 火花塞的热特性

要使火花塞能正常工作其下部绝缘体裙部的温度应保持在 500 ~ 700℃，这样才能使落在绝缘体上的油滴立即烧掉，不至于形成积炭，通常称这个温度为火花塞的“自净温度”。如果温度低于自净温度就可能使油雾聚积成油层，引起积炭而不能跳火；如果温度过高，例如超过 850℃，会形成炽热点发生表面点火，导致“早燃”，使发动机遭受损坏。

火花塞裙部的工作温度取决于火花塞热特性和发动机气缸的工作温度。火花塞热特性就是指火花塞发火部位的热量向发动机冷却系统散发的性能。影响火花塞热特性的主要因素是火花塞裙部的长度。裙部较长时受热面积大，吸收热量多，而散热路径长散热少，裙部温度较高，把这种火花塞称为“热型”火花塞。反之，当裙部较短时吸热少，散热多裙部温度较低，把这种火花塞称为“冷型”火花塞。裙部长度介于冷型与热型之间的火花塞，称为中型或普通型火花塞。如图 8-2-8 所示。

火花塞裙部温度还与发动机气缸内的工作温度有关。对于大功率、高压比和高转速的发动机来说燃烧室内温度高，火花塞裙部温度就高。反之，小功率、小压缩比、低转速发动机的燃烧室内温度低，火花塞裙部温度就低。因此，不同类型的发动机应选用不同热特性的火花塞。

## 4. 火花塞的型号

根据 1989 年 ZBT37003-1989 标准规定，火花塞的型号由以下三部分组成：

### a. 第一部分

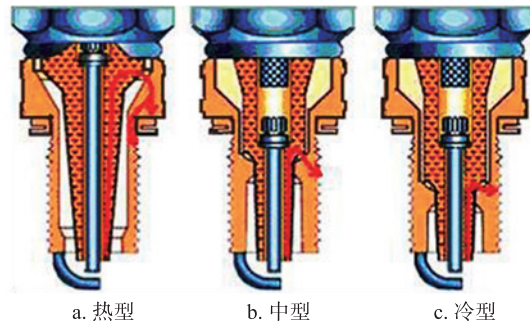


图 8-2-8 火花塞的热特性

用汉语拼音字母表示火花塞结构类型及主要尺寸，见表 8-2-1 所示。

表 8-2-1 火花塞结构类型

代表字母	螺纹规格	安装座形式	安装螺纹旋合长度	壳体六角对边
A	M10×1	平座	12.7	16
C	M12×1.25	平座	12.7	17.5
D	M12×1.25	平座	19	17.5
E	M14×1.25	平座	12.5	20.8
F	M14×1.25	平座	19	20.8
(G)	M14×1.25	平座	9.5	20.8
(H)	M14×1.25	平座	11	20.8
(Z)	M14×1.25	平座	11	19
J	M14×1.25	平座	12.7	16
K	M14×1.25	平座	19	16
L	M14×1.25	矮形平座	9.5	19
(M)	M14×1.25	矮形平座	11	19
N	M14×1.25	矮形平座	7.8	19
P	M14×1.25	锥座	11.2	16
Q	M14×1.25	锥座	17.5	16
R	M18×1.5	平座	12	20.8
S	M18×1.5	平座	19	(22)
T	M18×1.5	锥座	10.9	20.8

注：（ ）表示非标准的保留产品，不推荐使用。

b. 第二部分

用阿拉伯数字表示火花塞热值，国产火花塞热值分别用 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、… 阿拉伯数字表示。1、2、3 为低热值火花塞；4、5、6 为中热值火花塞；7、8、9 及以上为高热值火花塞。热值数越高，表示散热性越好。因而，小数字为热型火花塞，大数字为冷型火花塞。

c. 第三部分

用汉语拼音字母或通用符号字母表示火花塞产品结构特征、发火端特征、材料特性及特殊技术要求，无字母者为普通型火花塞。若用两个以上字母表示火花塞特征及特殊技术要求时，按下列先后次序排列：

- |             |             |
|-------------|-------------|
| P—屏蔽型火花塞    | R—电阻型火花塞    |
| B—半导体型火花塞   | T—绝缘体突出型火花塞 |
| Y—沿面跳火型火花塞  | J—多电极型火花塞   |
| H—环状电极火花塞   | U—电极缩入型火花塞  |
| V—“V”型电极火花塞 | C—复合电极火花塞   |
| G—贵金属电极火花塞  | F—非标准火花塞    |

【例 1】“A5”型火花塞：螺纹旋合长度 12.7mm，壳体六角对边 16mm，热值为 5 的 M10×1 平座火花垂。

【例 2】F5RTC 型火花塞：螺纹旋合长度为 19mm，壳体六角对边 20.8mm，热值为 5 的 M14×1.25 带电阻及镍铜复合电极、绝缘体突出型平座火花塞。

### 5. 火花塞的检测

(1) 测量火花塞的电极间隙，火花塞电极间隙多为 0.6mm ~ 0.7mm，电子点火其间隙可增大至 1.0mm ~ 1.2mm。测量时应该参照车型维修手册中规定的数值范围。

(2) 观察电极的外观（如图 8-2-9 所示），通过对外观的检查能发现发动机的工作状态及运行情况。

- 1) 工作正常的火花塞电极应为褐色。
- 2) 电极为白色的火花塞说明所使用的燃油中有水分。
- 3) 如果电极间隙为黑色且有积碳，说明发动机燃烧不充分或火花塞型号不对。



工作正常的火花塞

燃油中有水分的火花塞

燃烧不充分的火花塞

图 8-2-9 不同工况的火花塞

## 版权说明

● 北方国际汽车教育对本教材或课件（包括但不限于相关的产品、服务、信息、材料）拥有版权等知识产权，受法律保护。

● 未经北方国际汽车教育书面许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对上述教材或课件（包括但不限于产品、服务、信息、材料）的任何部分进行使用、复制、修改、抄录、传播或与其它产品捆绑使用、销售。

● 凡侵犯北方国际汽车教育版权等知识产权的，公司必依法追究其法律责任。

中职北方智扬（北京）教育科技有限公司

## Copyright Notice

All reserved by Beifang International Automobile Education. Any reproduction, dissemination, transmission, forwarding, publishing, and using or selling the bundled with other products is strictly prohibited without the express written permission of Beifang International Automobile Education.

Chian Vocational Training beifang Zhiyang (Beijing) Education Technology Co., Ltd.