

电子点火装置 汽油喷射装置 进气控制装置
排气控制装置 怠速控制装置 电控自动变速器
电控动力转向 电控四轮转向 电控悬架
电控行驶稳定系统 发动机专用控制传感器

图解汽车电控装置

Tujie Qiche Diankong Zhuangzhi

吴基安 主 编

吴 洋 李栋梁 徐国富 副主编



广东省出版集团

广东科技出版社（全国优秀出版社）

图解汽车电控装置

吴基安 主编

吴洋 李栋梁 徐国富 副主编

广东省出版集团
广东科技出版社
广州

图书在版编目 (CIP) 数据

图解汽车电控装置/吴基安主编. —广州: 广东科技出版社, 2009.4

ISBN 978-7-5359-4743-7

I. 图… II. 吴… III. 汽车—电子控制—控制系统—图解 IV. U463.6-64

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第134441号

责任编辑: 陈毅华 (aroused_56@sina.com)

封面设计: 钟优西

责任校对: C.S.H.

责任印制: LHZH

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路11号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

<http://www.gdstp.com.cn>

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广州市官侨彩印有限公司

(广州市番禺区石楼官桥 邮码: 511447)

规 格: 787 mm × 1 092mm 1/16 印张11.25 字数230千

版 次: 2009年4月第1版

2009年4月第1次印刷

印 数: 1 ~ 5 000册

定 价: 22.00元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书共分两部分：第一部分为发动机，内容涵盖了：电子电压调节器、电子点火装置、燃油喷射装置、进气控制装置、排气控制装置、怠速控制装置以及发动机控制用传感器等。第二部分为底盘，内容涵盖了：电控自动变速器、电控制动防抱死系统（ABS）、电控驱动防滑系统（ASR/TRC）、电控动力转向系统、电控四轮转向系统（4WS）、电控稳定行驶系统（ESP/VSC）、电控悬架系统以及等速行驶控制系统（CCS）等。

图解读本，顾名思义就是以图解为主，并适当地配以少量的文字说明，力求图文结合，形象直观，通俗易懂，可供汽车维修技工、尤其是汽修电工和汽车工程技术人员阅读，也可作为大专院校汽车运用和维修专业师生的教学参考书。

前 言

近年来,我国汽车工业和交通运输业发展迅速,汽车在国民经济的各个领域和社会生活中发挥着越来越重要的作用。汽车维修方面的技术人才,尤其是汽车电工的需求也随着汽车保有量的剧增而不断增加。

电控技术在汽车上的应用越来越多,必然会给汽车的使用、维修和保养工作带来了不少困难,相当多的驾驶人和修理工面对复杂的汽车电子装置和电控系统的故障都会感到束手无策,除深感知识欠缺外也感到相关资料的匮乏。

为了满足维修行业的迫切要求,培养具有专业知识和实操技能的新一代汽车维修工(当然包括汽车电工)和汽车电子技术人员,使他们对新型汽车电子装置和系统有较全面的了解,熟悉其种类与结构,掌握常见故障的诊断与排除方法,熟练地对某个电子设备或整个总成进行检查、测量、调试和修理;同时,也为了满足广大汽车驾驶人及有关汽车技术人员的迫切需求,使大家快速地熟悉、了解和掌握汽车电气/电控系统,更好地从事汽车电气及电子装置的设计、使用、维修和保养工作,我们特编写本书。

在本书的编写过程中,曾得到中国汽车技术研究中心、天津大学、河北工业大学、天津科技大学、天津太平洋汽车服务有限公司、天津市交通局汽车维修管理处、天津开发区职业技术学院、中国人民解放军军事交通学院、出版社等单位许多同志的关心、支持和帮助,他们是:商国华、尚庆福、李月芳、杨军、于阳、许凡、冯银靖、鲍敏西、龙文翔、吴本做、李文全、刘宝金、刘春华、陈世华、李铁军、焦志勇、谈炳发、阴雨成、杨晓军、王昌军、壮惟、张春润、姜丁、杨生辉、李建文、齐志鹏、舒华、董素荣、董宏国、李良洪、杨华、许洪军、朱先民、张煜、徐有春、赵祥君、赵玉凡、常明、刘洪泉、袁一、李栓成、于坤炎、周军及田王惠等。在此,谨向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,实践经验不足,书中可能会有欠缺、不足或错误,在此我们恳请专家和广大读者批评指正。

编 者
2009年春

目 录

第一部分 发 动 机

一、电子电压调节器	(1)
1. 分立元件调节器	(1)
2. 集成电路调节器	(3)
3. 硅整流发电机	(5)
二、电子点火装置	(8)
1. 有分电器电子点火系统	(8)
2. 无分电器电子点火系统	(17)
三、燃油喷射装置	(29)
1. 电喷分类	(29)
2. 电喷组成	(30)
3. 典型电喷系统	(47)
四、进气控制装置	(65)
1. 动力阀式进气控制系统	(65)
2. 惯性增压式进气控制系统	(66)
3. 智能型可变气门正时控制系统 (VVT-i)	(66)
4. 智能型可变气门正时和气门升程控制系统 (VVTL-i)	(67)
五、排气控制装置	(69)
1. 废气涡轮增压	(69)
2. 排放控制	(71)
六、怠速控制装置	(73)
1. 节气门直动式	(73)
2. 旁通空气式	(73)
七、发动机控制用传感器	(78)
1. 空气流量传感器	(78)
2. 进气压力传感器	(81)
3. 节气门位置传感器	(82)
4. 氧传感器	(83)
5. 转速及曲轴转角传感器	(84)
6. 温度传感器	(85)
7. 爆燃传感器	(86)

第二部分 底盘

一、电控自动变速器	(87)
1. 电控液力（有级）自动变速器	(87)
2. 电控带式（无级）自动变速器	(95)
二、电控制动防抱死系统（ABS）	(99)
1. ABS的组成	(99)
2. ABS工作原理	(103)
3. ABS控制方案	(105)
4. 制动力分配的控制（EBD）	(106)
三、电控驱动防滑系统（ASR/TRC）	(109)
1. 驱动防滑系统的组成	(109)
2. 驱动防滑系统工作原理	(114)
四、电控动力转向系统	(117)
1. 动力转向系统的类型及优点	(119)
2. 电控液压式动力转向系统	(119)
3. 电控电动式动力转向系统	(128)
五、电控四轮转向系统（4WS）	(131)
1. 四轮转向（4WS）特性	(131)
2. 四轮转向（4WS）主要类型及控制	(133)
3. 应用实例	(141)
4. 四轮转向（4WS）的发展趋势	(146)
六、电控稳定行驶系统（ESP/VSC）	(147)
1. 电控稳定行驶系统的组成	(147)
2. 电控稳定行驶系统工作原理	(148)
七、电控悬架系统	(151)
1. 悬架的类型、组成及功用	(151)
2. 电控悬架及其控制	(157)
八、等速行驶控制系统（CCS）	(164)
1. CCS的组成	(164)
2. CCS的控制原理	(169)
3. 应用实例	(170)

第一部分 发 动 机

一、电子电压调节器

电子电压调节器简称电子调节器。电压调节器的功用是当发电机转速或高或低变化时，自动调节发电机输出电压，使之保持恒定，以便不致将用电设备（用电器）烧坏或能使用电设备（用电器）充分发挥作用。

电压调节器调节发电机电压的基本原理是当发电机转速变化时，自动改变发电机激磁电流 I_f ，使其输出电压 U 保持基本恒定。电子调节器按其结构可分为分立元件式和集成电路式两种类型。

（1）分立元件式调节器

利用分立电子元件组成的调节器，如解放CA1091型载货汽车用JFT106型电子调节器和东风EQ1090型载货汽车用的JFT149型电子调节器。

（2）集成电路式调节器

利用集成电路（IC）组成的调节器，目前大多数汽车〔如：捷达、桑塔纳、夏利、奥迪轿车，北京切诺基、长丰猎豹、帕杰罗（PAJERO）、斯太尔SX2190和东风EQ2102型越野汽车等〕都采用了集成电路调节器。

1. 分立元件调节器

电子调节器一般由分压电路、第一级开关电路、第二级开关电路和辅助电路元件等构成，如图1-1-1所示。

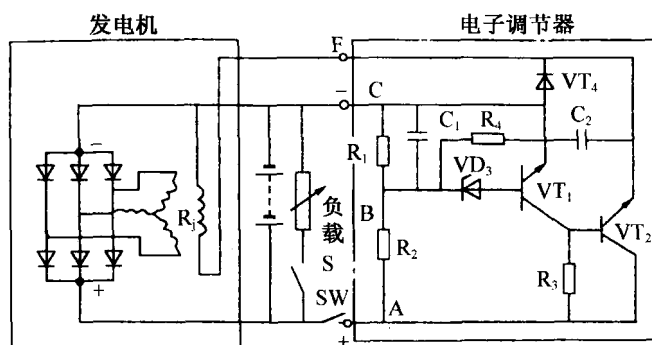


图1-1-1 电子调节器的组成和工作原理

（1）分压电路

即电压信号检测电路，通常由2~3只电阻串联或混联而成，接在调节器“+”与“-”之间。图中电阻 R_1 和 R_2 即构成分压电路，其作用是将汽车电源施加于调节器“+”与“-”之间的电压分成两部分，且所分得的电压与电源电压之间按正比例关系

变化。

(2) 第一级开关电路

信号放大和控制电路，它由至少1只稳压管和1只三极管组成。稳压管通常经三极管的发射结反向并接在分压电路的一端，三极管则串联在调节器“+”与“-”之间。图中稳压管 VD_3 和三极管 VT_1 即构成第一级开关电路，其作用是灵敏地感受电源电压的变化，使三极管 VT_1 交替地导通和截止，以控制第二级开关电路的通断。第一级开关电路的通断完全取决于发电机输出电压的高低。

(3) 第二级开关电路

大功率三极管，一般由1只大功率三极管或复合三极管构成。图中三极管 VT_2 即构成第二级开关电路，其作用是接通与切断发电机的激磁电路，以便顺利地调节激磁电流，稳定发电机输出电压。

(4) 辅助电路元器件

VD_4 为续流二极管，它与发电机激磁绕组反向并联，其作用是吸收 VT_2 截止时激磁绕组中产生的自感电动势，保护 VT_2 ，防止过电压而击穿；电容 C_1 为延时电容器，它与稳压管 VD_3 和电阻 R_1 并联，其作用是利用电容器的充、放电延时特性，即电容器两端的电压不会突变的特性，延迟稳压管 VD_3 的导通与截止时间，以降低三极管 VT_1 、 VT_2 的开关频率，减缓管子老化速度，延长调节器的使用寿命； R_4 、 C_2 构成反馈电路，其作用是提高调节器的灵敏度，改善调节器的调压质量； R_3 既是 VT_2 的基极偏置电阻，也是 VT_1 的集电极限流电阻。

电子调节器的基本工作原理是利用串联在发电机激磁电路中的大功率三极管的导通与截止（开关特性）来控制磁场电路的通断，调节磁场电流的大小，以使发电机输出电压稳定在规定的范围之内。

电子调节器按其搭铁形式可分为内搭铁式和外搭铁式两种，如图1-1-2所示。

(1) 内搭铁式调节器

与内搭铁型交流发电机配套使用的调节器，如JFT149型调节器，即其搭铁点直接与发电机激磁绕组的一端相连，如图1-1-2（a）。

(2) 外搭铁式调节器

与外搭铁型交流发电机配套使用的调节器，如JFT106型调节器，即其搭铁点不直接与发电机激磁绕组相连，如图1-1-2（b）。

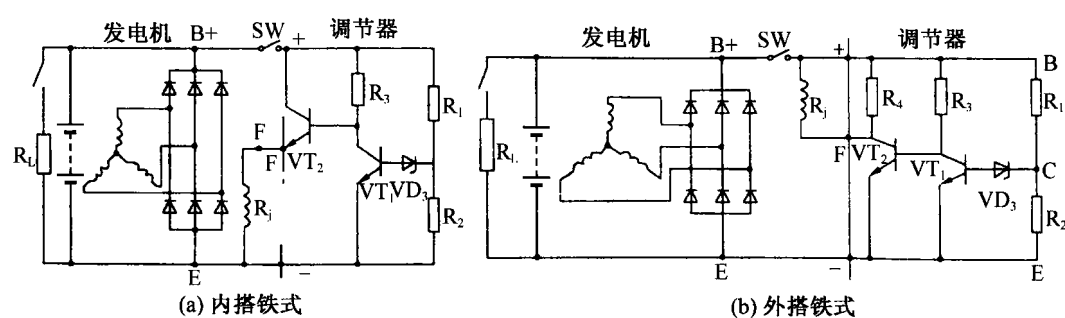


图1-1-2 电子调节器搭铁形式

1) 内搭铁式调节器的特点。第二级开关电路中的三极管 VT_2 串联在调节器的“+”与“F”之间。

2) 外搭铁式调节器的特点。第二级开关电路中的三极管 VT_2 串联在调节器的“F”与“-”之间。内搭铁式调节器只能配用内搭铁式发电机，外搭铁式调节器只能配用外搭铁式发电机，两者不可随意互换。否则，激磁电路不通，发电机不发电。

例如，JFT106型调节器即为外搭铁式（解放CA1091等车用）。如图1-1-3所示，可与14 V/750 W 9管发电机或14 V/1 000 W 6管发电机配用。 R_1 、 R_2 和 R_3 混联构成分压电路； VD_1 、 VT_6 、 VD_3 为第一级开关电路（ VD_3 为温度补偿二极管）； VT_7 、 VT_8 、 VD_4 为第二级开关电路（ VD_4 可使 VT_7 可靠截止）。 C_1 、 C_2 为降频电容器； VD_5 为续流二极管； R_8 为反馈电阻； VD_2 起过压保护作用；其他均为偏置或限流电阻。

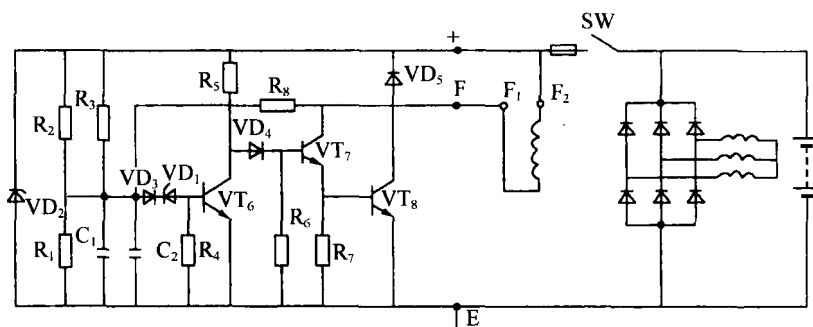


图1-1-3 JFT106型调节器

2. 集成电路调节器

集成电路调节器采用的电压取样方法分蓄电池电压检测法和发电机电压检测法。

蓄电池电压检测法：检测点“P”的电压与蓄电池端电压成正比，如图1-1-4所示。

发电机电压检测法：检测点P所检测的是发电机激磁二极管输出电压，即发电机端电压，如图1-1-5所示。

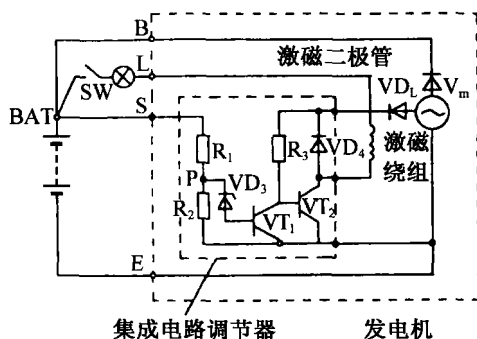


图1-1-4 蓄电池电压检测法

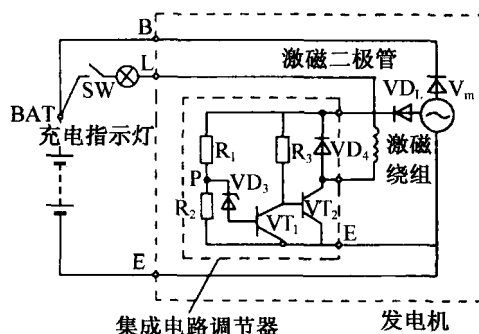


图1-1-5 发电机电压检测法

如夏利轿车, 集成电路调节器通常装在发电机内, 其接线柱B、F、P、E装配时用螺钉直接与发电机上相应接线柱相连接, 插孔IG、L通过对应的插接器与充电系统的充电指示灯、点火开关、蓄电池相连, 如图1-1-6所示。

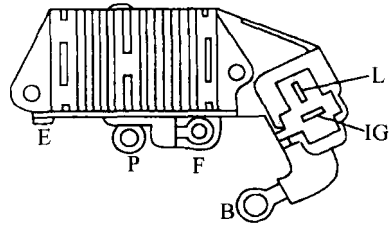


图1-1-6 夏利轿车集成电路调节器外观

调节器IG端是电压检测点, 如图1-1-7所示。通过单片集成块(IC块)控制 VT_2 的导通与截止, 以调节发电机输出电压。调节器P端检测的是由发电机某相绕组首端经半波整流后输出的电压, 该电压通过单片IC块控制 VT_1 的导通与截止, 以控制充电指示灯的亮、灭。

又例如奥迪100轿车, 如图1-1-8所示。其集成电路调节器及充电系统特点是在激磁电路中加装了3只小功率激磁二极管; 中性点加装了2只二极管 VD_7 、 VD_8 , 以充分利用中性点电压的交流分量, 发电机内部并接了1只大容量抗干扰电容器, 以抑制电磁干扰, 保护电子装置。

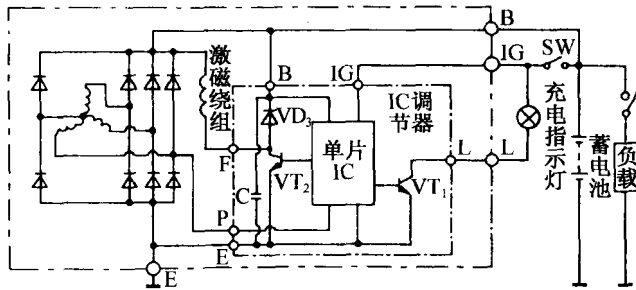


图1-1-7 夏利轿车集成电路调节器电路

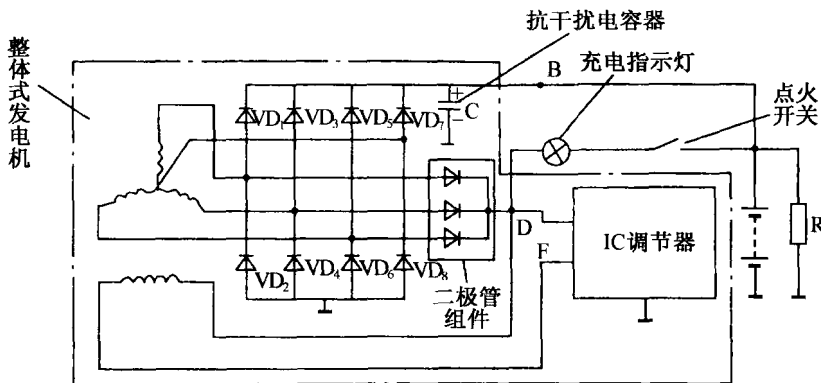


图1-1-8 奥迪100轿车充电系统

再如日产(NISSAN)·蓝鸟轿车, 如图1-1-9所示, 集成电路调节器及充电系统特点是集成电路调节器、电刷总成和外部接线插座为一注塑件总成, 该总成又与整流

器连接成一体；调节器采用蓄电池电压检测法，检测点P用一根较粗的专用导线直接接蓄电池“+”极；调节器设有备用检测点B，装配发电机时，备用检测点在发电机内部与发电机正极相连，如图1-1-10所示。

备用检测点的工作状况：当检测点P的连线正常时，分压器 R_2 、 R_3 检测的是蓄电池的端电压，电阻 R_4 不起作用；当蓄电池“+”极到检测点P的专用导线断路时，通过 R_2 、 R_3 、 R_4 及备用检测点B可检测到发电机的端电压，使调节器正常工作，此时 R_4 为分压电路电阻。由于 R_4 电阻值较小，因而对发电机输出电压影响不大。

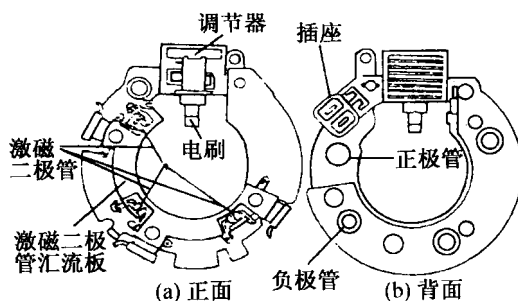


图1-1-9 蓝鸟轿车调节器、整流器和电刷架总成

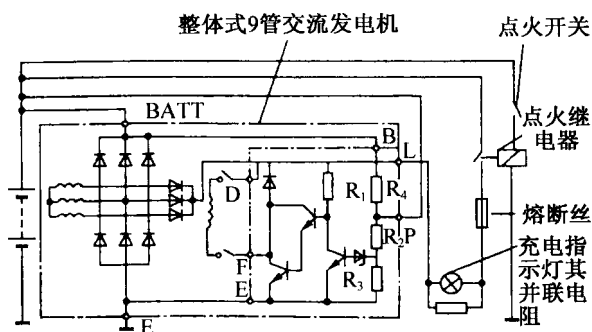


图1-1-10 蓝鸟轿车集成电路调节器电路

3. 硅整流发电机

既然电压调节器是为发电机配备的，因此很有必要让读者了解汽车发电机。

汽车发电机按总体结构分为普通式（见图1-1-11）、整体式、带真空泵式、无刷式、永磁式等多种；按激磁绕组搭铁方式又分为内搭铁式和外搭铁式；按整流二极管数目还可分为6管、8管、9管、11管等多种。

汽车发电机主要由转子、定子、整流器、端盖及电刷组件等组成。

（1）转子的功用

产生呈正弦规律变化的旋转磁场。转子有6对磁极，转子每转1圈，磁场周期性地变化6次（见图1-1-12）。

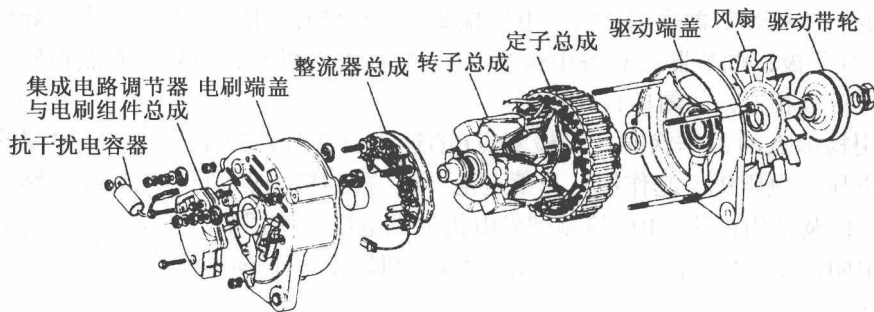


图1-1-11 车用普通交流发电机结构

(2) 定子的功用

产生三相正弦交流电。定子总成由定子铁芯和三相定子绕组组成（见图1-1-11）。

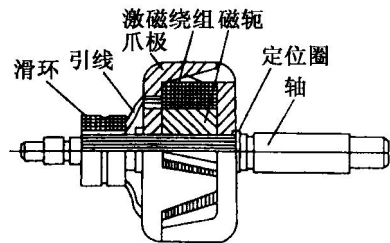
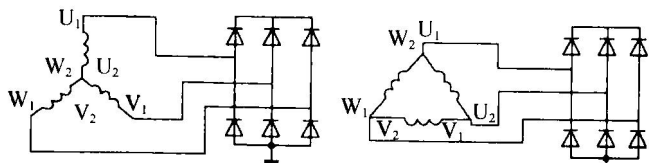


图1-1-12 转子总成



(a) 星形(“Y”)连接

(b) 三角形(“Δ”)连接

图1-1-13 定子绕组连接方式

(3) 整流器的功用

将定子绕组产生的三相正弦交流电转变成直流电。一般由6只、8只或11只硅整流二极管组成（见图1-1-14）。

发电机的前、后端盖均用铝合金压铸或用砂模铸造而成，采用铝合金材料的主要目的是减小漏磁。在后端盖上装有电刷组件。电刷组件由电刷、电刷架和电刷弹簧组成（见图1-1-15）。

夏利轿车用整体式8管发电机，其结构特点是定子总成压装在驱动端盖内，构成驱动端盖总成；整流器和调节器安装在后端盖与后罩之间；整流器为8管整体式结构，二极管 VD_1 、 VD_2 接在发电机中性点与正极和搭铁之间；在某相绕组首端抽出一接头P，以控制充电指示灯的亮、灭（见图1-1-16）。

奥迪与桑塔纳等轿车用整体式11管发电机，其结构特点是在发电机磁场电路增装了3只小功率正极管；发电机内部加装了大容量抗干扰电容器，以抑制电磁干扰，保护

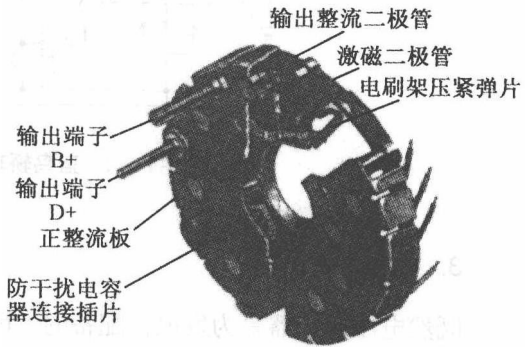


图1-1-14 整流器

电子装置（见图1-1-17）。

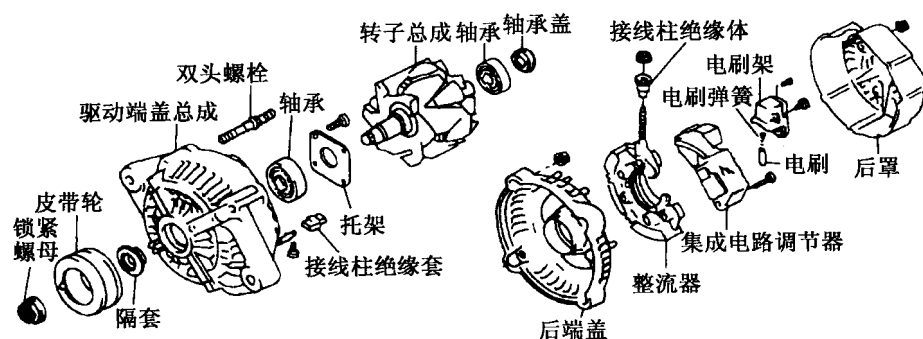


图1-1-15 发电机解体

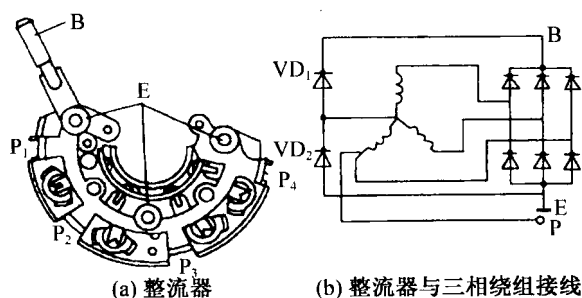


图1-1-16 夏利轿车发电机整流器与三相定子绕组接线

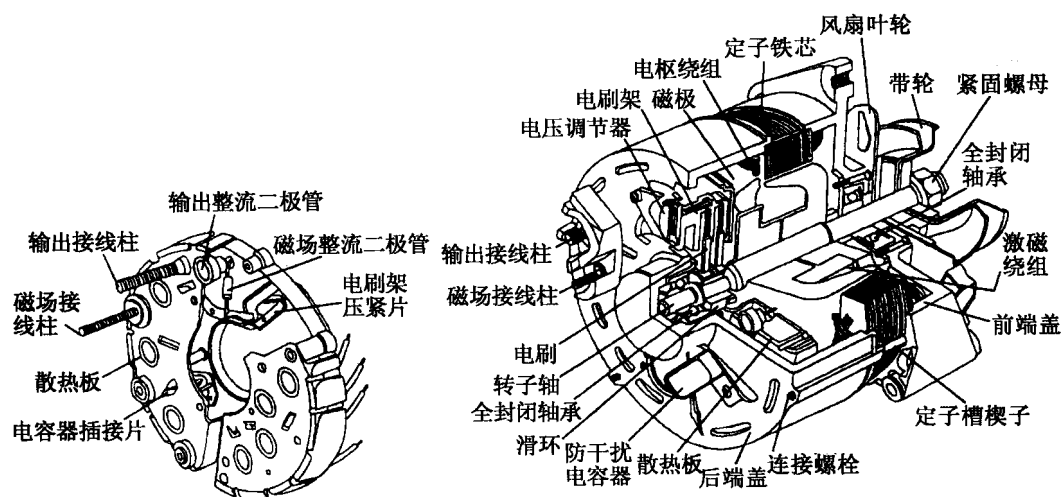


图1-1-17 整体式11管发电机结构

二、电子点火装置

电子点火系统是指利用半导体器件（如晶体三极管等）作为开关，反复交替地接通和断开点火线圈初级电路，使次级绕组中感应出高电压的点火系统，故又称为半导体点火系统或晶体管点火系统。

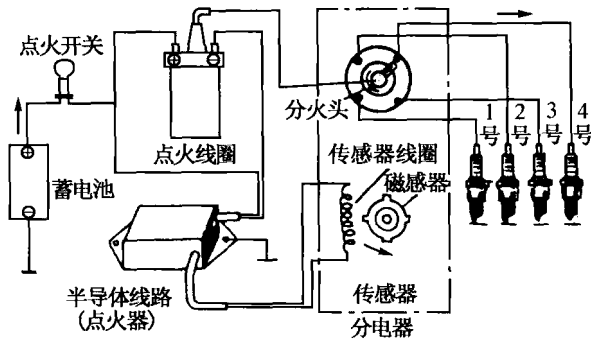


图1-2-1 电子点火系统组成

电子点火系统主要由传感器、电子点火控制器（电子点火组件或电子点火器）、专用点火线圈等组成，如图1-2-1所示。其基本工作原理是利用传感器，产生交变的触发点火电信号，并将其输入电子点火控制器，以控制与点火线圈初级绕组相串联的大功率三极管的导通和截止，从而实现初级电路的交替通断，使次级绕组感应出点火高电压，通过火花塞等实现发动机点火（见图1-2-2）。

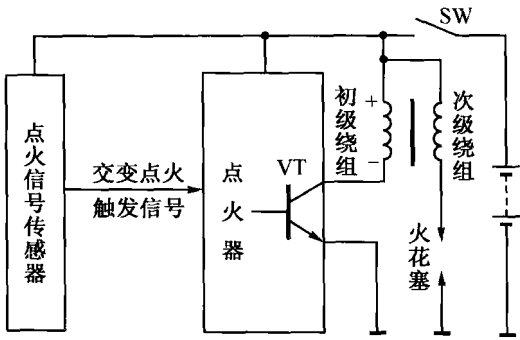


图1-2-2 电子点火系统基本工作原理

电子点火系统按传感器工作原理的不同可分为磁电式、霍耳效应式、光电效应式等多种，磁电式和霍耳效应式电子点火系统结构简单，性能可靠稳定，在国内外汽车上得到了广泛的应用；按工作时是否需要电源又可分为有源式和无源式；按整个点火系统有无分电器还可分为有分电器和无分电器式两种。

1. 有分电器电子点火系统

（1）磁电式分电器电子点火系统

国产解放CA1092型和东风EQ1090E型汽车发动机都采用磁电式分电器电子点火系统。解放CA1092型汽车的无触点电子点火系统由WFD663型磁电式无触点分电器，6T52107型电子点火器（点火组件）和JDQ 172型专用点火线圈等组成，如图

1-2-3所示。

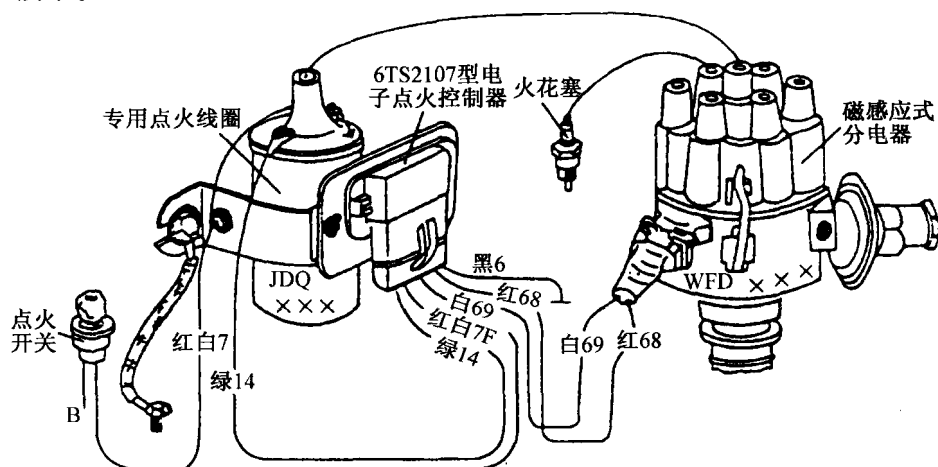


图1-2-3 解放CA1092型汽车的无触点电子点火系统的组成

该车装用的WFD663型无触点分电器仍保留了传统的配电器和离心及真空点火提前调节装置，采用磁电式传感器（磁脉冲信号发生器）取代了原分电器中的断电器。

1) 磁电式传感器。该磁电式传感器安装在分电器内，主要由信号转子、传感线圈、永久磁铁、定子铁芯等构成，如图1-2-4所示。信号转子有6个向下弯曲的转子爪，固定在转子轴的上端，随轴一起转动。定子则有6个向上弯曲的定子爪，定子的下面为永久磁铁和活动底板三者铆合成一体后套装在固定底板的轴套上，受真空提前机构的拉杆约束。在转子与定子之间绕有传感线圈，它与固定底板固定在铝质壳体内。

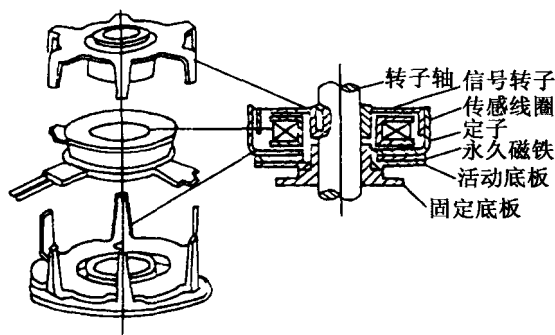


图1-2-4 解放CA1092型汽车磁电式传感器

当分电器轴（转子轴）转动时，通过离心装置带动信号转子随分电器轴旋转，此时转子爪和定子爪间的空气间隙发生周期性的变化，同时其磁路的磁阻和穿过传感线圈的磁通量也周期性地变化。根据电磁感应原理，传感线圈产生交变电动势信号。由

于转子和定子各有6个等分的爪，所以转子每转一周产生6个交变电动势信号。

2) 电控单元 (ECU)。该ECU为美国摩托罗拉 (Motorola) 公司的产品，其型号为 6TS2107，其内部电路主要由89S01型点火专用集成块和一些外围元器件组成，采用的是厚膜混合电路技术制造，全封闭结构，如图1-2-5所示。

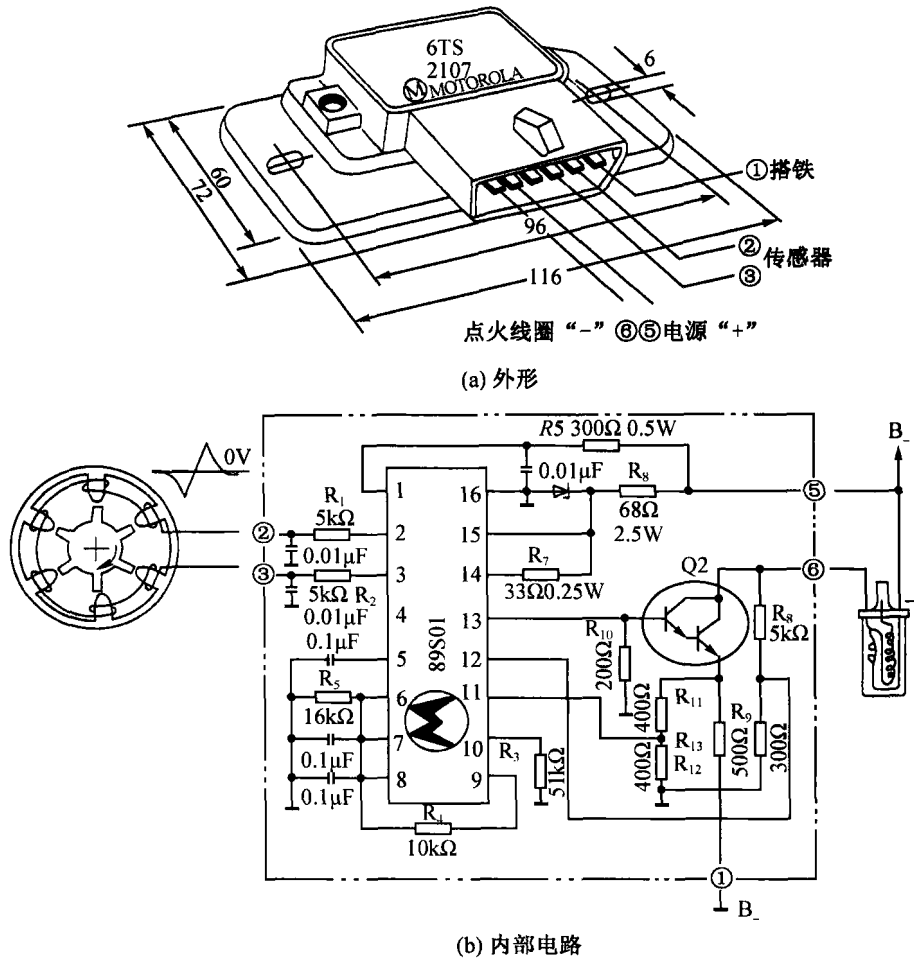


图1-2-5 电控单元

3) 点火线圈。该车点火线圈为高能点火线圈，主要区别是外面取消了附加电阻。点火线圈一次侧 (初级) 绕组的电阻值为 $0.7 \sim 0.8 \Omega$ ，二次侧 (次级) 绕组的电阻值为 $3\,000 \sim 4\,000 \Omega$ 。由于该点火线圈的一次侧电阻和电感比较小，一次侧电流比较大，而点火线圈的能量比较高，其火花能量 $\geq 70 \text{ mJ}$ 。由于点火电控器的控制作用，通过点火线圈一次侧绕组的峰值电流，被限制在 $5.5 \sim 6.5 \text{ A}$ 并保持稳定，因而在发动机全部工作转速范围内点火能量基本保持恒定。

4) 点火提前调节装置。离心式点火提前调节装置工作原理是发动机转速升高时，飞块产生的离心力大于拉簧拉力而绕柱销向外甩开，推动凸轮使转子轴相对于分电器