



汽车构造简明教学套书

汽车电器与 电控系统 简明教学图解

主编 / 张美娟

副主编 / 廖学军 梁文家

■ 简明概括 重点突出

■ 结构典型 举一反三

■ 解读汽车 掌握汽车



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

第2版 全国高等职业院校汽车类专业规划教材

汽车电器与 电控系统

简明教学图解

主编 王 强 副主编 王 强 王 强 王 强 王 强



机械工业出版社



汽车构造简明教学套书

汽车电器与电控系统 简明教学图解

主编 张美娟

副主编 廖学军 梁文家

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书以图解的方式系统地介绍和描述了现代汽车电器与电控技术、空调装置的组成、结构、基本工作原理以及电器元件在车上的安装位置和连线,尤其对汽车影音系统作了详细全面的介绍。其内容丰富实用、取材新颖广泛、重点突出、条理清楚、图文并茂、以图说话、易于理解和接受,适用于汽车驾驶员、汽车维修工、汽车技术管理人员以及大中专、技工学校有关专业的师生阅读和参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电控系统简明教学图解/张美娟主编. —北京:电子工业出版社,2004.5
(汽车构造简明教学书)
ISBN 7-120-00041-1

I. 汽… II. 张… III. ①汽车—电气设备—图解②汽车—电子系统:控制系统—图解 IV. U463.6—64
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046074 号

责任编辑:李 洁

印 刷:北京市天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:9.75 字数:208 千字

印 次:2004 年 11 月第 2 次印刷

印 数:2 000 册 定价:15.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前言

随着我国经济的发展和人们物质生活水平的提高,汽车作为一种现代化的代步工具已进入寻常百姓家庭。结构复杂、类型繁多的汽车正朝着高科技化和自动化的方向发展,现代汽车已成为高科技含量的产品,这使得汽车使用、维修、管理者和汽车爱好者,了解、学习和掌握汽车结构和工作原理更加困难。为了满足广大读者的迫切需要,在短期内掌握现代汽车电器与电控装置,我们以图解的方式编写了此书。

本书系统清晰地介绍和描述了现代汽车电器与电控技术以及空调装置的组成、结构、基本工作原理以及电气元件在车上的安装位置和连线等,尤其对汽车影音系统作了详细介绍,其内容丰富实用、取材新颖广泛、重点突出、条理清楚、图文并茂、以图说话、易于理解和接受,适用于汽车驾驶员、汽车维修工、汽车技术管理人员以及大中专、技工学校有关专业的师生阅读和参考。

全书由张美娟主编,廖学军、梁文家副主编,参加编写的人员还有郭志信、王养民、亓淑敏、王蓓、付宝琴、骆雨、冯伟萍等。在编写本书时,我们参阅和引用了一些文献资料,在此对这些文献资料的作者表示诚挚的谢意。

限于编者的水平,书中难免有错误和缺点,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

汽车电器与电控系统的组成和

特点	1
蓄电池的结构	2
交流发电机的分类和结构 (一)	3
交流发电机的分类和结构 (二)	4
电子式调节器分类和型号	5
电子调节器的结构和基本工作	
原理 (一)	6
电子调节器的结构和基本工作	
原理 (二)	7
集成电路调节器 (一)	8
集成电路调节器 (二)	9
充电指示灯及磁场控制电路	10
起动机类型和结构	11
常用典型起动机控制电路 (一) ...	12
常用典型起动机控制电路 (二) ...	13
传统蓄电池点火系统主要部件	
结构 (一)	14
传统蓄电池点火系统主要部件	
结构 (二)	15
电子点火系统组成和工作原理	16
磁感应式电子点火系统组成和工作	
原理 (一)	17
磁感应式电子点火系统组成和工作	
原理 (二)	18
宝马 3/5 系列汽车磁感应式电子点火 (TCI) 系统	19
霍尔点火信号发生器的结构和工作	
原理	20
霍尔效应式电子点火系统 (一) ...	21
霍尔效应式电子点火系统 (二) ...	22
光电效应式电子点火系统	23
红旗轿车 CA488、CA4GE 系列	
发动机电控系统组成	24
红旗轿车 CA488、CA4GE 系列	
发动机电控系统电路图	25

典型车用发动机电控系统主要部件

布置图	26
典型车用发动机电控系统组成图 ...	27
典型车用发动机电控系统电路图 ...	28
丰田 2TZ-FE 发动机电控系统组	
成	29
电控汽油喷射系统类型	30
电控汽油喷射系统组成	31
电控汽油喷射系统空气供给	
系统	32
电控汽油喷射系统汽油供给系统	
组成	33
电动汽油泵的结构和工作原理 ...	34
常见电动汽油泵控制电路 (一) ...	35
常见电动汽油泵控制电路 (二) ...	36
电磁式喷射器的结构和工作	
原理 (一)	37
电磁式喷射器的结构和工作	
原理 (二)	38
空气流量传感器 (一)	39
空气流量传感器 (二)	40
进气管压力传感器	41
节气门位置传感器	42
氧传感器	43
发动机转速及曲轴转角传感器	44
温度传感器和爆震传感器	45
电控汽油喷射系统喷油量控制	46
电控点火系统组成和类型	47
有分电器式电控点火系统	48
无分电器式电控点火系统 (一) ...	49
无分电器式电控点火系统 (二) ...	50
无分电器式电控点火系统 (三) ...	51
电控怠速系统 (一)	52
电控怠速系统 (二)	53
电控怠速系统 (三)	54
电控废气涡轮增压系统	55

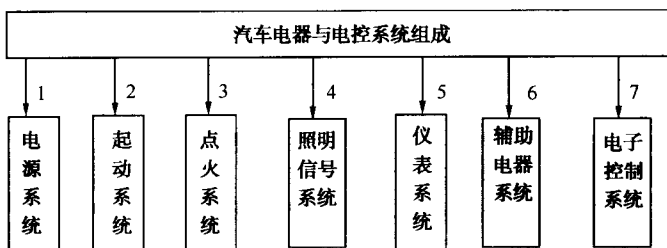
动力阀式进气控制系统	56	汽车灯具的组成和结构	85
惯性增压控制进气系统	57	普通载货汽车照明信号系统电路	
电控排放控制系统	58	分析	86
电控 ABS 系统的组成和工作		轿车照明信号系统电路	87
过程	59	闪光器及转向灯电路	88
电控 ABS 系统的类型和控制		电喇叭及其控制电路	89
方案	60	电动风窗刮水器	90
智能型可变气门正时控制系统		电动风窗除霜器	91
(VVT-i)	61	电动车窗及其控制电路	92
智能型可变气门配气正时和		电动天窗及其控制开关	93
气门升程电子控制系统		电动座椅及其控制电路	94
(VVTL-i)	62	电动后视镜及其控制电路	95
电控 ASR 系统的组成和控制		遥控门锁的组成与工作原理	96
方式	63	电控门锁系统的组成	97
电控自动变速器的组成和控制		电控门锁系统控制电路	98
原理	64	防盗系统组成与工作原理 (一) ...	99
电控自动变速器的主要开关	65	防盗系统组成与工作原理 (二) ...	100
电控动力转向系统的组成和工作		机电模拟式汽车仪表 (一)	101
原理	66	机电模拟式汽车仪表 (二)	102
电控悬架系统的功能和组成	67	机电模拟式汽车仪表 (三)	103
电控悬架主要执行机构	68	机电模拟式汽车仪表 (四)	104
电控安全气囊 (SRS)	69	电子式汽车仪表 (一)	105
电子控制制动力分配系统		电子式汽车仪表 (二)	106
(EBD)	70	电子式汽车仪表 (三)	107
自动收紧式安全带	71	多路传输系统的组成和原理	108
电控巡航系统 (CCS)	72	汽车影音系统的组成和基本工作	
电控 ESP 系统的功能和组成	73	原理	109
电控 ESP 系统的控制原理	74	汽车影音系统主机	110
汽车空调系统的组成和类型	75	汽车影音系统功率放大器	111
典型汽车空调系统主要部件		扬声器	112
布置图	76	CD 换碟机	113
汽车空调制冷系统的组成和		汽车影音系统前级设备	114
工作原理	77	分音器	115
汽车空调制冷压缩机	78	视频系统	116
汽车空调换热器和膨胀节流装置 ...	79	线材、保险和电容	117
汽车空调制冷系统自动控制与调		典型汽车影音系统	118
节装置	80	汽车 GPS 导航信息系统的工	
轿车空调控制电路分析	81	原理	119
轻型客车空调控制电路分析	82	普通汽车总线路	120
全自动空调控制电路分析 (一) ...	83	东风汽车总电路接线图	121
全自动空调控制电路分析 (二) ...	84	东风汽车总电路原理图	122

电控汽车总线路·····	123
搭铁线及导线颜色代号·····	124
蓄电池、起动机、发电机·····	125
MPFI 控制单元、喷油器、霍尔 传感器、点火线圈、进气温度 传感器·····	126
MPFI 控制单元、点火线圈功率放大 器、怠速开关、爆震传感器、怠速 稳定阀、节气门电位计·····	127
MPFI 控制单元、点火正时传感器、 发动机转速传感器·····	128
MPFI 控制单元、燃油泵继电器、 λ 传感器、 λ 传感器加热控制 单元、冷却液温度传感器·····	129
发动机冷却系·····	130
冷却系监测系统、制动监测系统、 仪表板·····	131
仪表板、车速表、燃油表·····	132

仪表板、转速表、机油压力控制 单元、时钟·····	133
仪表板、附加仪表·····	134
转向灯、制动灯、转向灯开关、警报灯 开关、警报灯继电器、尾灯·····	135
点火开关、车灯开关、X 触点继 电器、警报蜂鸣器·····	136
前照灯·····	137
防雾灯·····	138
牌照灯、行李箱照明灯、发动机 照明灯、倒车灯·····	139
前风窗刮水器和清洗器、喇叭·····	140
带车窗天线的后风窗加热器、 鼓风机·····	141
点烟器、烟灰盒照明灯、 收音机·····	142
阅读灯和内部照明灯·····	143
防抱死制动系统 (ABS)·····	144

汽车电器与电控系统的组成和特点

现代汽车配装的电器与电子装置大致可分为七大部分。



电源系统由蓄电池、发电机及调节器等组成，两者并联，其作用是向全车用电设备提供低压电能。

起动系统主要由起动机和起动继电器等组成，其作用是起动发动机。

点火系统主要由点火线圈、分电器、点火器、火花塞等组成，其作用是产生高压电火花，在压缩行程接近上止点时点燃汽油机气缸中的可燃混合气。

照明信号系统包括各种照明及信号灯、电喇叭、蜂鸣器等，其作用是确保车内外照明，提供安全行车所必需的信号，以保证各种运行条件下的人车安全。

仪表系统主要有电流表、机油压力表、水温表、燃油表、车速里程表、发动机转速表和各种报警灯等，其作用是监视汽车上各系统的运转和运行状况。

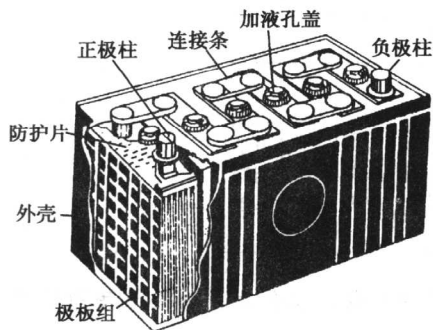
辅助电器系统主要包括空调装置、音响视听装置、电动刮水器、风窗洗涤器、点烟器、防盗装置、门窗玻璃升降器、座椅调节器等，其作用是向驾驶员和乘客提供舒适、方便、娱乐的环境。

电子控制系统即计算机控制系统，是指由微机控制的装置，包括发动机电控系统、底盘电控系统、车身电控系统、空调控制系统和其他控制系统。其中发动机电控系统主要有电控汽油喷射、电控点火、怠速控制、排放控制、进气控制等；底盘电控系统主要有防抱死制动控制、驱动防滑控制、电控自动变速器、电控悬挂系统、电控动力转向系统、电控巡航系统等；车身控制系统主要有安全气囊控制系统、电子灯光控制系统、信息显示系统等。

汽车电气系统的特点：1) 低压——汽车电系的额定电压为 12V 或 24V；2) 直流——蓄电池为直流电源，其放电后必须用直流电对其充电，故汽车电系为一直流电系；3) 单线制——从电源到用电设备只用一根导线连接，而将发动机、底盘等金属机体作为公共导线；4) 负极搭铁——采用单线制时将电源的负极接到车架上，俗称负极搭铁。

蓄电池的结构

现代汽车用起动型铅酸蓄电池主要有干封式、干式荷电式和免维护式等。



干封式

将正、负极板隔离，防止互相接触而短路。常用隔板有微孔塑料、玻璃纤维、微孔橡胶、纸质、木质等。

电解液由纯硫酸（相对密度为 1.84）和蒸馏水按一定比例配成，其相对密度一般为 1.24~1.28。

外壳用于盛放极板组和电解液，其材料有硬橡胶和聚丙烯（工程）塑料。加液孔螺塞上的通气孔应保持畅通。

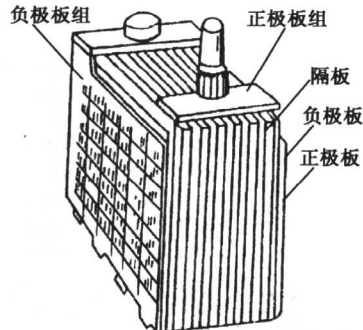
联条用于将各单格电池串联起来，以提高蓄电池端电压，其连接方式有外露式、跨接式、对焊式三种。

极柱有正极柱（刻有“+”号并涂红色）和负极柱（刻有“-”号不涂色）。

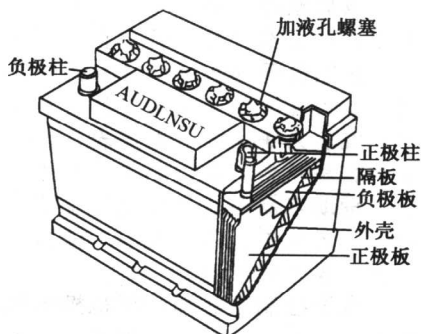
蓄电池由极板组、隔板、电解液、外壳、联条和极柱等组成。

极板由栅架和活性物质组成。正极板上的活性物质为二氧化铅（ PbO_2 ）；负极板上的活性物质为海绵状纯铅（ Pb ）。

隔板的作用是



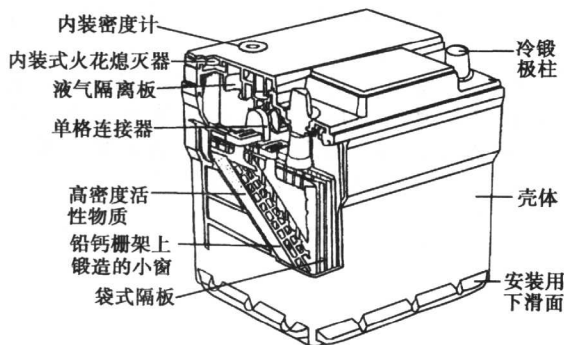
极板组



干式荷电式

干式荷电式蓄电池负极板配方和制造工艺特殊。因而极板在完全干燥状态下能长期（一般 2 年）保存化成中得到的电量，使用时只要加入规定密度的电解液，搁置 20~30min 即可。

免维护蓄电池结构特点：池内装有液气隔离板；正极板装于袋式隔板中；栅架采用铅—钙—锡合金；内部装有温度补偿型密度计和火花熄灭器；通气塞装有催化剂钯（Pd）等。

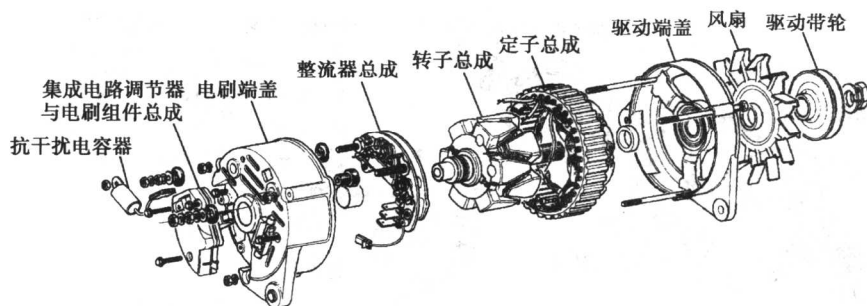


免维护式

交流发电机的分类和结构 (一)

交流发电机按总体结构分为普通式、整体式、带真空泵式、无刷式、永磁式等多种；按磁场绕组搭铁方式分为内搭铁式和外搭铁式；按整流二极管数目分为6管、8管、9管、11管等多种。

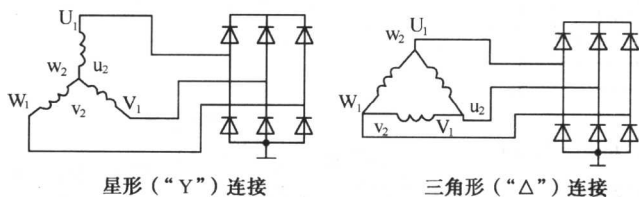
交流发电机主要由转子、定子、整流器、端盖与电刷组件等组成。



普通交流发电机结构

转子的作用是产生呈正弦规律变化的旋转磁场。转子每转1圈，磁场周期地变化6次。

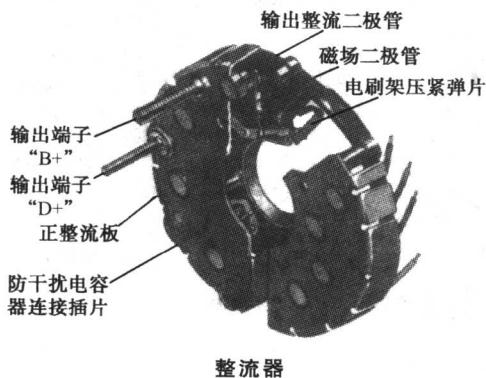
定子的作用是产生三相正弦交流电。定子总成由定子铁心和三相定子绕组组成。



星形("Y")连接

三角形("Δ")连接

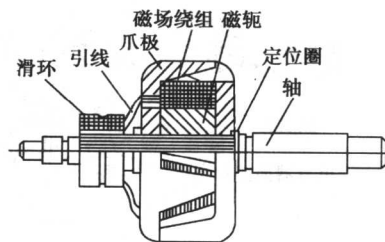
定子绕组连接方式



整流器

整流器的作用是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只或8只硅整流二极管组成。

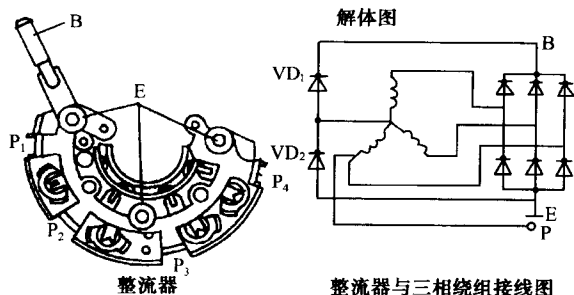
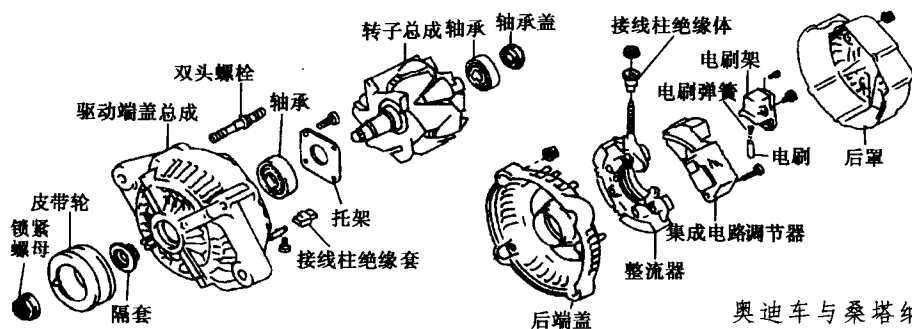
交流发电机的前、后端盖均用铝合金压铸或用砂模铸造而成，采用铝合金材料的主要目的是减少漏磁。在后端盖上装有电刷组件。电刷组件由电刷、电刷架和电刷弹簧组成。



转子总成

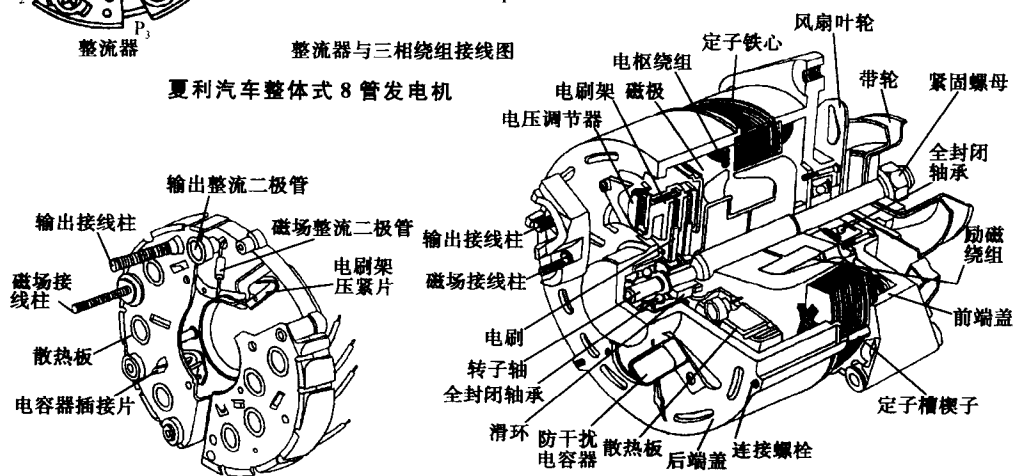
交流发电机的分类和结构 (二)

夏利车用整体式 8 管交流发电机，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，以控制充电指示灯亮熄。



夏利汽车整体式 8 管发电机

奥迪车与桑塔纳等轿车用整体式 11 管交流发电机，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，保护电子装置。



11 管整体式发电机结构

电子式调节器分类和型号

调节器的作用是当发电机转速变化时，自动调节发电机输出电压，使之保持恒定。

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，自动改变发电机励磁电流 I_f ，使其输出电压 U 保持恒定。

电子式调节器**按结构**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：即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 JFT149 型电子调节器。

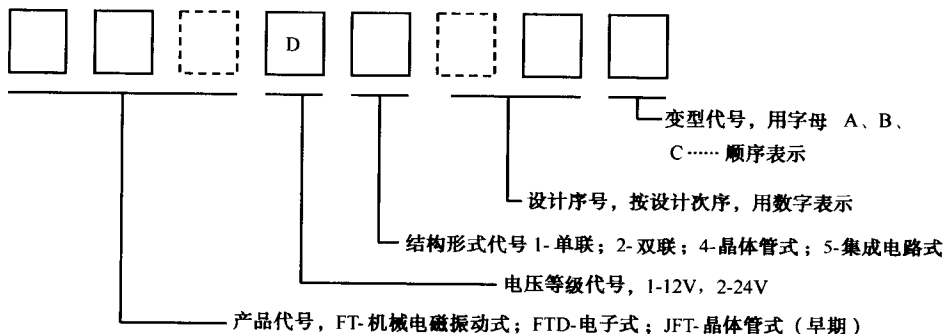
(2) 集成电路式调节器：即利用集成电路 (IC) 组成的调节器，目前大多数汽车 (如捷达、桑塔纳、天津夏利、奥迪轿车，北京切诺基、长丰猎豹 PAJERO 汽车、斯太尔 SX2190 和东风 EQ2102 型越野汽车等) 都采用了集成电路调节器。

电子式调节器按搭铁形式可分为内搭铁型和外搭铁型两种。

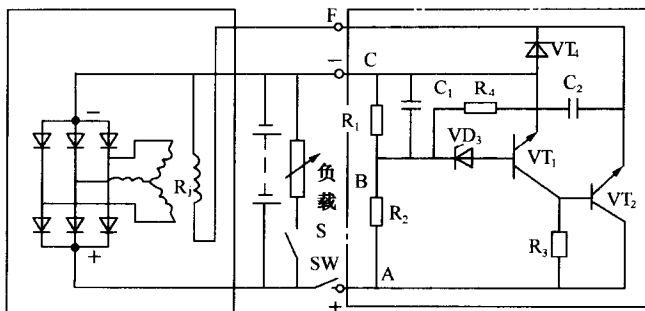
(1) 内搭铁型调节器：是指与内搭铁型交流发电机配套使用的调节器，如 JFT146 型调节器；

(2) 外搭铁型调节器：是指与外搭铁型交流发电机配套使用的调节器，如 JFT106 型调节器。

调节器型号编制方法如下：



电子调节器的结构和基本工作原理 (一)



电子调节器的组成和工作原理

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元器件等构成。

分压电路：电压信号检测电路，一般由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，且所分电压与电源电压之间按正比例关系变化。

第一级开关电路：信号放大和控制电路，它至少由一只稳压管和一只三极管组成。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高低。

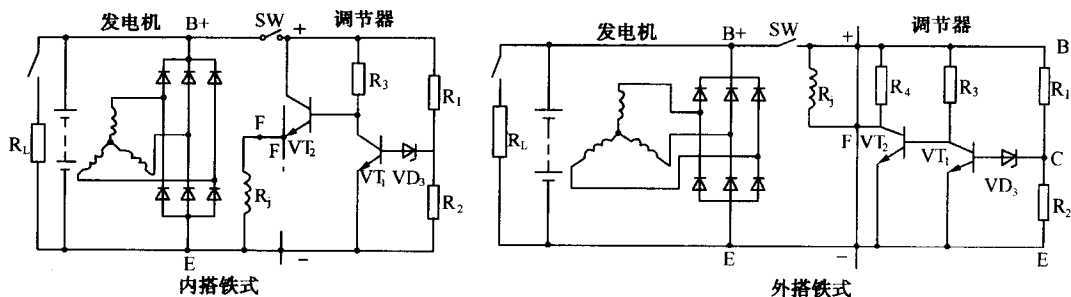
第二级开关电路：功率开关三极管，一般由一只大功率三极管或复合三极管构成。图中三极管 VT_2 即构成第二级开关电路，其作用是接通与切断发电机的励磁电路，以调节励磁电流，稳定发电机输出电压。

辅助元器件及电路： VD_4 为续流二极管，它与发电机磁场绕组反向并联，其作用是吸收 VT_2 截止时磁场绕组中产生的自感电动势，保护 VT_2 ，防止过电压击穿； 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跃变的特性，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励磁电路中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，使发电机输出电压稳定在规定值范围内。

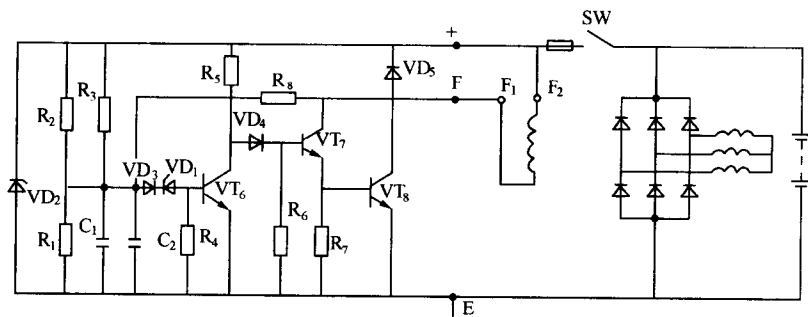
电子调节器的结构和基本工作原理 (二)

内搭铁式调节器特点：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。**外搭铁式调节器特点：**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，励磁电路不通，发电机不发电。



电子调节器搭铁形式

JFT106 型调节器为外搭铁式，可与 14V/750W 九管发电机或 14V/1000W 六管发电机配用。 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。



JFT106 型调节器

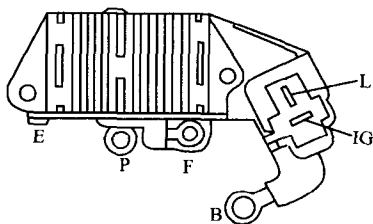
集成电路调节器 (一)

集成电路调节器即 IC 调节器, 其基本工作原理与分立元件式调节器完全一样。但它体积、质量更小, 故可直接装在发电机内部或壳体上构成整体式发电机, 这样可省去调节器与发电机间连线, 减少线路损耗, 提高调节精度 (可达 $\pm 0.3V$); 耐高温性、耐振、防潮、防尘性能好, 寿命长。

集成电路调节器按结构可分为全集成电路式和混合集成电路式。

集成电路调节器采用的电压取样方法分为蓄电池电压检测法、发电机电压检测法和综合电压检测法三种。

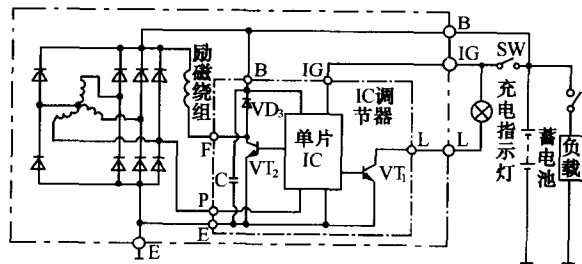
蓄电池电压检测法: 检测点“P”的电压与蓄电池端电压成正比; 发电机电压检测法: 检测点“P”检测的是发电机励磁二极管输出电压, 即发电机端电压。



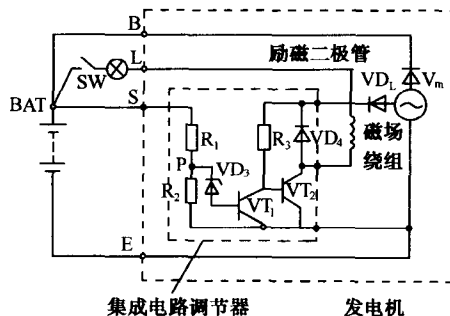
夏利轿车集成电路调节器外形

夏利汽车集成电路调节器装在发电机内, 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。

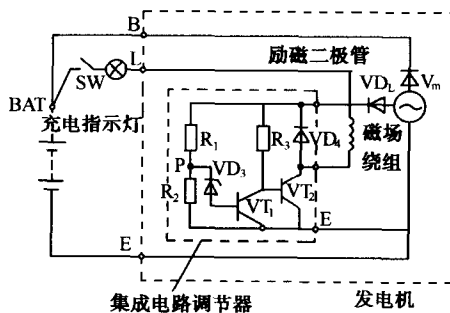
调节器“IG”端是电压检测点, 通过单片 IC 块控制 VT_2 的导通与截止, 以调节发电机输出电压。调节器“P”端检测的是由发电机某相绕组首端经半波整流后输出的电压, 该电压通过单片 IC 块控制 VT_1 的导通与截止, 以控制充电指示灯的亮熄。



夏利轿车集成电路调节器电路



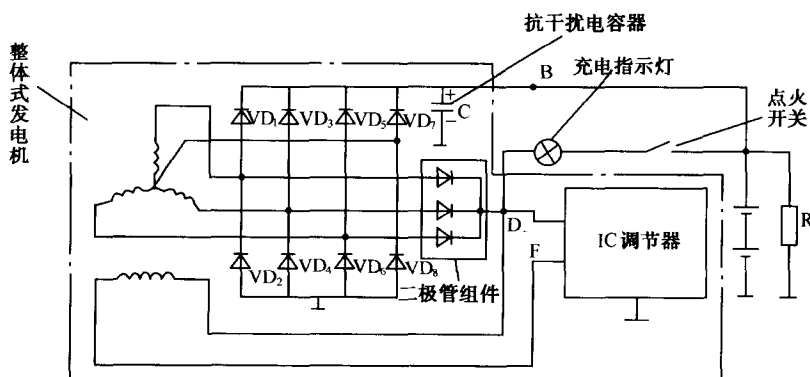
蓄电池电压检测法



发电机电压检测法

集成电路调节器 (二)

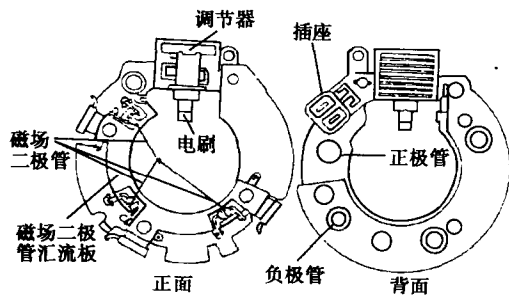
奥迪 100 轿车集成电路调节器及充电系统特点：在励磁电路上加装了 3 只小功率励磁二极管；中性点加装了 2 只二极管以充分利用中性点电压的交流分量；发电机内部并接了 1 只大容量抗干扰电容器，以抑制电磁干扰，保护电子装置。



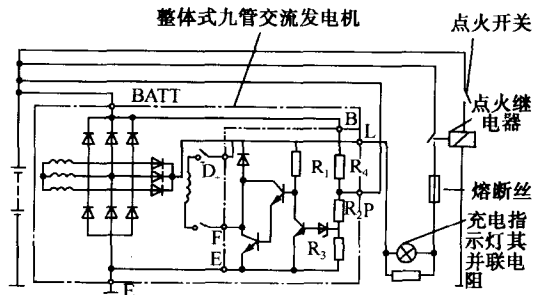
奥迪 100 型轿车充电系统

日产蓝鸟轿车集成电路调节器及充电系统特点：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。

备用检测点工作状况：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。



蓝鸟车调节器、整流器和电刷架总成



蓝鸟汽车集成电路调节器电路原理