

汽车电路图识读 入门到精通

实战篇

蔡永红 主编



化学工业出版社

汽车电路图识读 入门到精通

实战篇

蔡永红 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电路图识读入门到精通. 实战篇 / 蔡永红主编. —北京: 化学工业出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-122-22661-7

I. ①汽… II. ①蔡… III. ①汽车-电气设备-电路图 IV. ①U463.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 309126 号

责任编辑: 周 红
责任校对: 边 涛

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 北京画中画印刷有限公司
880mm×1230mm 1/16 印张10¹/₄ 字数265千字 2015年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00元

版权所有 违者必究

前言

PREFACE

随着汽车市场的繁荣和汽车保有量的不断攀升,汽车维修行业也蓬勃发展,维修队伍不断壮大。虽然维修人员众多,但技术水平却参差不齐,一个普遍的问题就是相当一部分人看不懂电路图。

现今汽车的电控技术已达到相当高的水平,看图修车已成为汽车维修人员必须具备的基本技能,只有读懂电路图,才能快速、准确地判断故障,找到故障点,从而排除故障。

由于汽车电子技术的发展,汽车电路图变得越来越复杂,再加上汽车品牌众多,各生产厂家电路图的绘制风格各异,电路图图形符号、标注也不尽相同,这给电路图的识读增加了很大的困难。看电路图,特别是电路原理图,对于相当一部分入门级水平的汽车维修人员来说,是一件头疼的事情。为满足广大维修工作人员的需要,特编写了《汽车电路图识读入门到精通——基础篇》和《汽车电路图识读入门到精通——实战篇》这套书。本册是《汽车电路图识读入门到精通——实战篇》,特点如下:以实例的方式介绍典型车型电路的识读方法,分析各品牌车型电路的相同点与不同点,让读者能举一反三,学会识读汽车电路,并能运用到实际维修中,解决电路故障。

本书特别适合有志从事汽车维修的初学者自学、进修使用,也可作为大、中专及中、高职汽车维修专业的培训教材和参考书。

本书由蔡永红主编,参加编写的人员还有肖永波、曾宪忠、黄富君、朱万海、王家富、辜学均、曾凡彬、罗艳、王挺、兰燕琼、陈正莲、宋秋虹、肖良军、蒋群芳、程远东、肖翠英、李莹等。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,希望广大读者批评指正。

编者

目录

CONTENTS

第一章 充电系统	1
第一节 充电系统的组成及工作原理	1
一、充电系统概述	1
二、发电机	1
三、充电指示灯电路	7
四、蓄电池	7
第二节 充电系统电路识读示例	9
一、大众汽车充电系统电路识读	9
二、上海通用汽车充电系统电路识读	12
三、北京现代汽车充电系统电路识读	14
四、东风日产汽车充电系统电路识读	17
五、丰田汽车充电系统电路识读	18
六、本田汽车充电系统电路识读	20
七、长安福特汽车充电系统电路识读	22
八、宝马汽车充电系统电路识读	24
九、奔驰汽车充电系统电路识读	25
第三节 充电系统电路故障检修	26
第二章 启动系统	28
第一节 启动系统的组成及工作原理	28
一、启动系统概述	28
二、启动机的组成及工作原理	28
第二节 启动系统电路识读示例	31
一、大众汽车启动系统电路识读	31
二、上海通用汽车启动系统电路识读	35
三、北京现代汽车启动系统电路识读	37
四、东风日产汽车启动系统电路识读	40
五、丰田汽车启动系统电路识读	44
六、本田汽车启动系统电路识读	48
七、长安福特汽车启动系统电路识读	50
八、宝马汽车启动系统电路识读	52
九、奔驰汽车启动系统电路识读	54
第三节 启动系统故障检修	55

第三章 发动机电控系统 56

第一节 发动机电控系统的组成及工作原理	56
一、发动机电控系统简述	56
二、传感器部件	56
三、控制单元ECU	60
四、执行器	61
五、发动机ECU生产厂商	62
第二节 发动机电控系统电路识读示例	63
一、大众汽车发动机电控系统电路识读	64
二、上海通用汽车发动机电控系统电路识读	76
三、北京现代汽车发动机电控系统特点	87
四、东风日产汽车发动机电控系统特点	88
五、丰田汽车发动机电控系统特点	90
六、本田汽车发动机电控系统特点	92
七、宝马汽车发动机电控系统特点	93
八、奔驰汽车发动机电控系统特点	95
第三节 发动机电控系统故障检修	96

第四章 自动变速器电控系统 99

第一节 自动变速器电控系统的组成及工作原理	99
一、自动变速器电控系统的组成	99
二、自动变速器控制单元	99
三、信号输入装置	100
四、执行器	101
第二节 自动变速器电控系统电路识读示例	101
一、大众汽车自动变速器电控系统电路识读	102
二、上海通用汽车自动变速器电控系统电路识读	107

第五章 ABS/ASR/ESP车辆制动控制系统 111

第一节 ABS/ASR/ESP车辆制动控制系统的组成及工作原理	111
一、车辆制动控制系统简介	111
二、ABS的组成	112
三、ASR的组成	113
四、ESP的组成	113
第二节 ABS/ASR/ESP车辆制动控制系统电路识读示例	114
一、丰田卡罗拉ABS电路的识读	114
二、丰田卡罗拉ABS(带TRAC和VSC系统)电路的识读	116
第三节 ESP故障检修	118

第六章 空调系统 119

第一节 空调系统电路识读	119
一、汽车空调的组成	119

二、汽车空调系统电路的识读	119
第二节 空调系统电路检修	122
第七章 中控与防盗系统	124
第一节 中控门锁电路	124
一、中控门锁的组成	124
二、中控门锁电路识读	124
三、中控门锁电路故障检修	126
第二节 防盗系统电路	127
一、电子式防盗系统的组成	127
二、汽车防盗电路识读	127
三、防盗系统故障检修	132
第八章 照明与信号系统	133
第一节 前照灯电路	133
第二节 雾灯电路	135
第三节 车外灯电路	136
第九章 仪表与报警系统	140
第一节 仪表与报警系统的组成	140
一、仪表系统	140
二、报警灯	140
第二节 仪表与报警系统电路的识读	141
一、仪表与报警系统电路识读方法	141
二、仪表与报警系统电路识读示例	141
第十章 安全气囊系统 (SRS)	144
第一节 安全气囊系统 (SRS) 的组成及工作原理	144
一、安全气囊系统 (SRS) 的组成	144
二、安全气囊系统 (SRS) 的工作原理	144
第二节 安全气囊系统 (SRS) 电路识读与故障检修	145
一、安全气囊系统 (SRS) 电路识读	145
二、安全气囊系统故障检修	146
第十一章 基本电器	147
一、电动刮水器	147
二、电动车窗	149
三、电动天窗	152
四、电动后视镜	154
五、电动座椅	156
参考文献	158

第一章 充电系统

第一节 充电系统的组成及工作原理

一、充电系统概述

当发动机停机时，蓄电池向电气设备供电或向启动机提供能量。当发动机慢速运转或一些电气负载开启时（比如照明和车窗除雾器）仍然需要蓄电池电流。但是发动机高速运转时，充电系统会提供汽车所需的所有电流，满足汽车上的这些系统所需后，充电系统会把电流输入到蓄电池进行充电。

汽车充电系统由蓄电池、交流发电机及调节器、点火开关、充电指示灯（在仪表盘内）及线路组成，如图1-1所示。

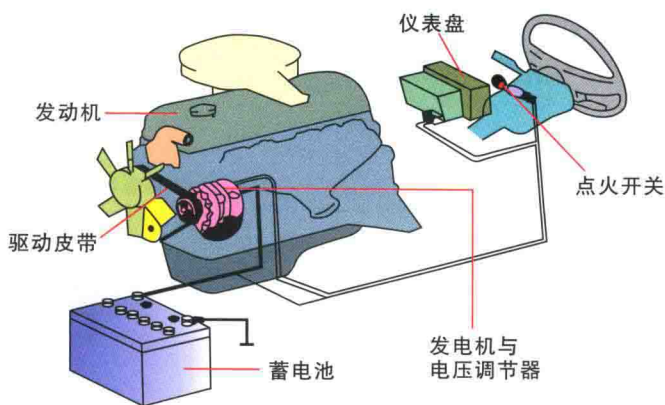


图1-1 充电系统的组成

二、发电机

发电机是汽车充电系统的核心部件，也是汽车的主要电源，它的作用是在发动机正常运转时（怠速以上），向所有用电设备（启动机除外）供电，同时向蓄电池充电。汽车上的发电机大多为三相交流发电机，图1-2所示为2014年款一汽大众宝来发电机实物及安装位置。

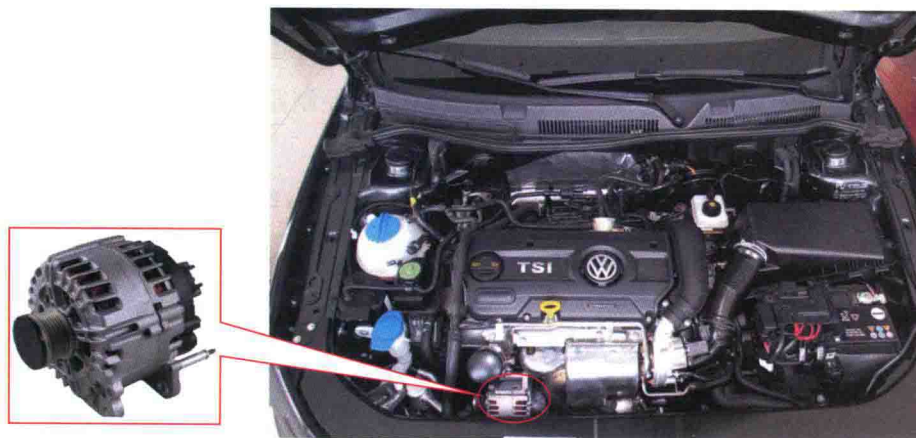


图1-2 2014年款一汽大众宝来发电机实物及安装位置

现代汽车发电机均采用硅整流交流发电机，它主要由转子、定子、整流器、电压调节器、前后端盖、风扇、带轮等组成，如图1-3所示。

发动机传动皮带驱动发电机，当转子旋转时，它将使定子线圈产生交流电（AC）。然后，交流电压通过整流器整流，转换成供车辆电气系统使用的直流电（DC），以维持电气负载和蓄电池充电。电压调节器与发电机控制装置集成为一体，控制着发电机的输出。

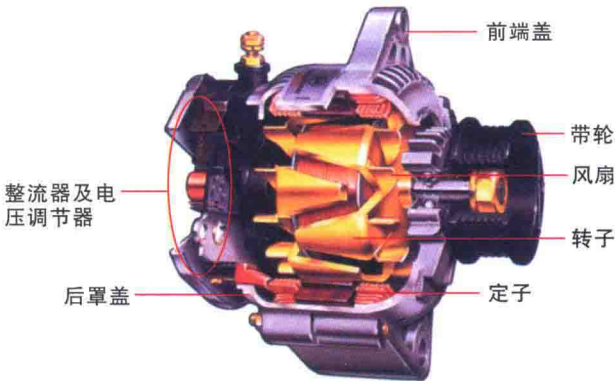


图1-3 发电机的内部结构

✿ 1. 转子

转子的作用是产生磁场。转子主要由两块爪极、励磁绕组、铁芯、转子轴和集电环（也称滑环）等组成，如图1-4所示。

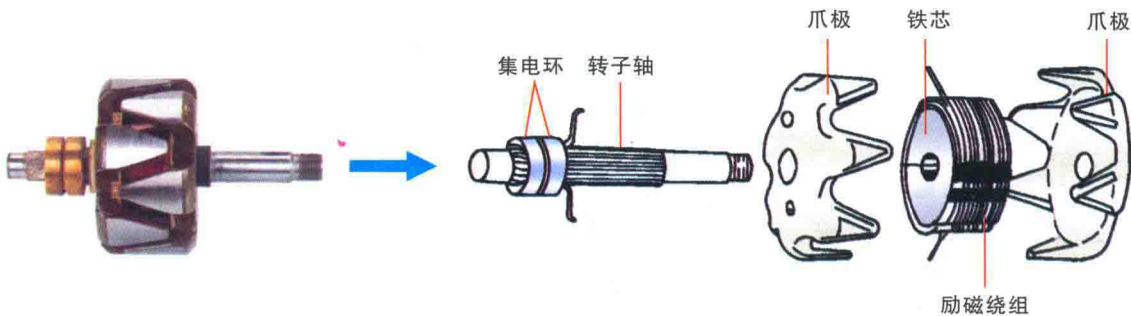
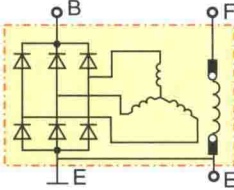


图1-4 转子的构造

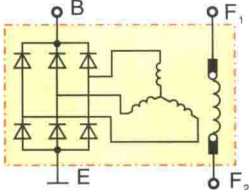
转子轴上压装有两块爪极，两块爪极上各有六个鸟嘴形磁极，在两块爪极的空腔内装有导磁用的铁芯，铁芯上绕有励磁绕组（又称磁场绕组或转子线圈）。励磁绕组的两引出线分别焊在与转子轴绝缘的两个集电环上，集电环与装在后端盖上的两个电刷接触。当两电刷与直流电源接通时，励磁绕组中便有磁场电流通过，产生轴向磁通，使得一块爪极被磁化为N极，另一块爪极被磁化为S极，从而形成了相互交错的磁极。

硅整流交流发电机按励磁电流的控制形式来分有两种，即内搭铁型发电机和外搭铁型发电机。内搭铁型发电机控制励磁电流的火线，其搭铁可以通过发电机机体直接搭铁，我们通常称这种控制方式为内搭铁，如图1-5（a）所示；外搭铁型发电机控制励磁电流的搭铁，我们通常称这一种控制方式为外搭铁，如图1-5（b）所示。

内搭铁型发电机：
磁场绕组（两个电刷）中的负电刷直接搭铁（和壳体直接相连）的发电机



（a）内搭铁控制形式



外搭铁型发电机：磁场绕组（两个电刷）都和壳体绝缘的发电机。外搭铁型发电机磁场绕组的负极接入调节器，通过调节器后再搭铁

（b）外搭铁控制形式

图1-5 励磁电流的控制形式

※ 2. 定子

定子的作用是产生交流电。定子由定子铁芯和定子绕组组成。定子绕组按连接方式分为星形连接和三角形连接两种，如图1-6所示。

※ 3. 整流器

整流器的作用是将发电机定子绕组产生的三相交流电变换为直流电。整流器由不同数目的二极管组成，这样整流器的功能也不同。整流器一般由6只硅整流二极管接成三相桥式全波整流电路，这样的整流器称为6管整流器（如一汽大众宝来、捷达及丰田凯美瑞汽车上都有采用）。6管整流器如图1-7所示。

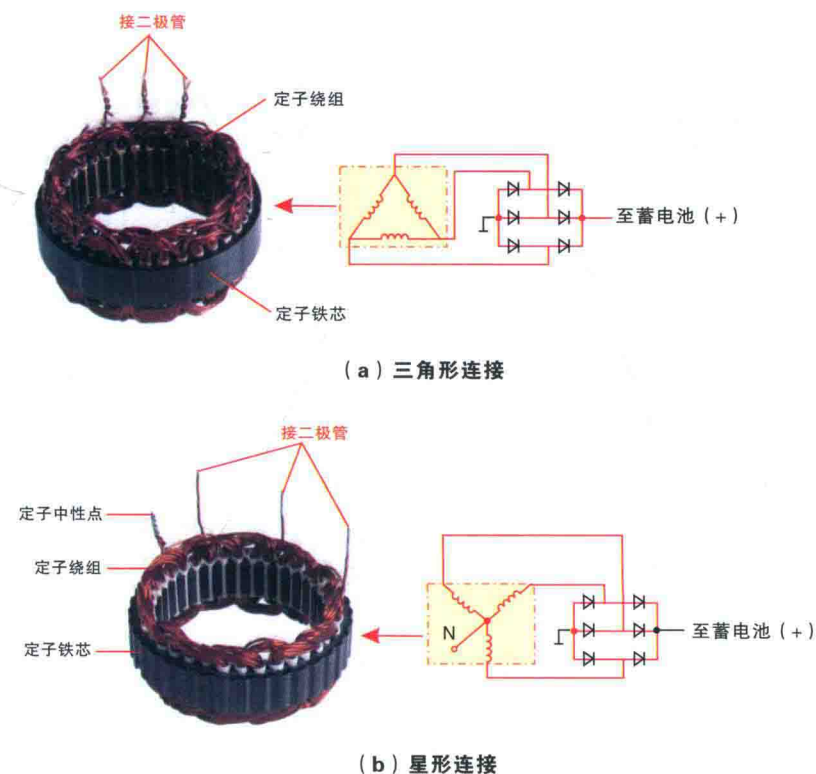


图1-6 发电机定子绕组连接图



(a) 实物图

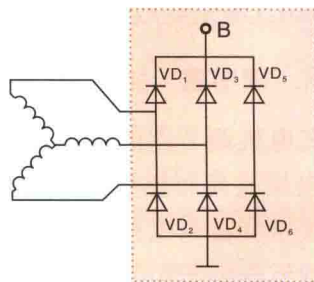


图1-7 6管整流器

有些交流发电机上，为了利用发电机定子线圈中性点的电压，提高发电机的输出功率，在原来6管整流器的基础上又增加了两只专门对中性点进行整流的二极管，组成8管整流器（如金杯海狮、帕萨特B5、天津夏利等汽车上都有使用）。8管整流器如图1-8所示。

8管整流器特点：电路中采用了8只硅整流二极管，其中6只组成三相全波桥式整流电路，还有2只是中性点二极管，1只正极管接在中性点和正极之间，1只负极管接在中性点和负极之间，对中性点电压进行全波整流。



(a) 实物图

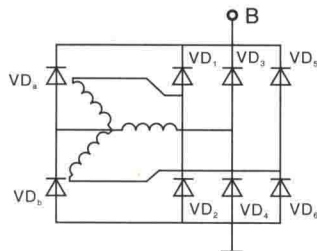


图1-8 8管整流器

为了提高发电机电压调节的精度，有些交流发电机在6管整流器的基础上又增加了3只专门用来调节励磁线圈电流的二极管，组成了9管整流器（如在捷达、东风悦达起亚赛拉图、三菱欧蓝德、富康等汽车上都有使用）。9管整流器如图1-9所示。

9管整流器特点：6只大功率整流二极管组成三相全波桥式整流电路，对外负载供电。3只小功率管二极管与3只大功率负极管也组成三相全波桥式整流电路专门为发电机磁场供电，所以称这3只小功率管为励磁二极管。

为了使发电机同时具有8管整流器和9管整流器的优点，有些交流发电机使用了11管整流器（如奥迪、桑塔纳、捷达时代超人等汽车上都有使用）。11管整流器如图1-10所示。

11管整流器特点：由8只大功率整流二极管（其中有2只中性点二极管）和3只磁场二极管组成。

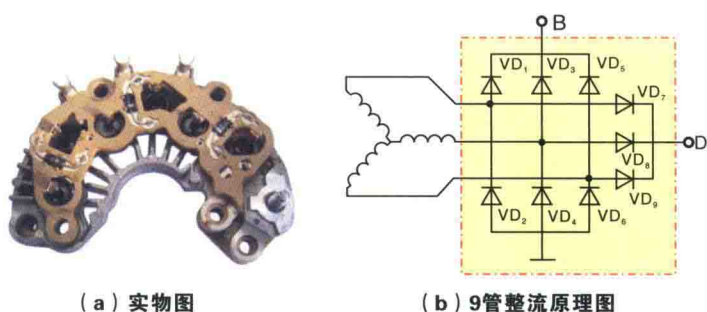


图1-9 9管整流器

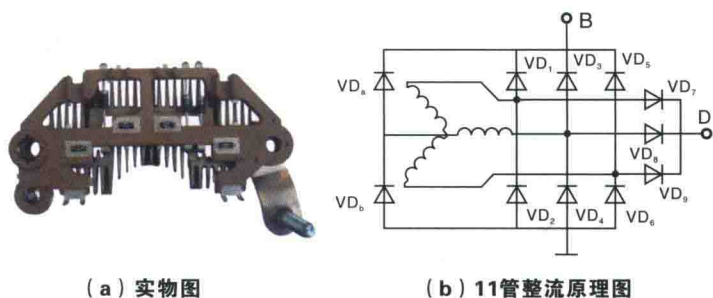


图1-10 11管整流器

✿ 4. 调节器

发电机调节器的作用是在发动机转速变化时，能自动控制发电机电压，使其保持稳定，防止发电机电压过高而烧坏用电设备和导致蓄电池过量充电，同时也防止发电机电压过低而导致用电设备工作失常和蓄电池充电不足。

调节器按元件性质来分可分为触点式和电子式两种，现在常用的主要是电子式。电子式电压调节器又分为晶体管调节器、集成电路调节器和电脑控制调节器。电子式电压调节器按其搭铁形式来分又可分为内搭铁式和外搭铁式两种。

（1）晶体管调节器

晶体管调节器将三极管作为一只开关串联在发电机的磁场电路中，它根据发电机输出电压的高低，控制三极管的导通和截止，以调节发电机的励磁电流，使发电机输出电压稳定在规定的范围之内。晶体管调节器广泛应用于东风、解放及多种中低档汽车中，且一般采用整体封装型式。晶体管调节器有内搭铁式和外搭铁式两种。

内搭铁式晶体管调节器：调节器内的功率三极管串联在发电机励磁绕组与点火开关之间，发电机励磁绕组有一端搭铁。

采用内搭铁时，调节器的“F”（磁场）接线柱与发电机的“F”（磁场）接线柱相接，“-”接线柱与发电机的“-”接线柱相接，“+”接线柱接至点火开关。内搭铁式晶体管调节器如图1-11所示。

外搭铁式晶体管调节器：调节器内的功率三极管串联在发电机励磁绕组与搭铁之间，发电机励磁绕组无搭铁端，调节器控制励磁绕组搭铁。

采用外搭铁时，调节器的“F”（磁场）接线柱与发电机的“F₂”（磁场）接线柱相接，“-”接线柱

搭铁, “+”接线柱除与点火开关相接外, 另加一根导线与发电机磁场绕组的另一端 (“F₁”) 相接。外搭铁式晶体管调节器如图1-12所示。

(2) 集成电路电压调节器

集成电路电压调节器也称IC调节器, 装于发电机内部, 构成整体式交流发电机, 发电机外部有2个或3个接线柱。集成电路电压调节器工作原理与晶体管电压调节器相同, 即通过稳压管感应发电机的输出电压信号, 利用三极管的开关特性控制发电机的励磁电流, 使发电机的输出电压保持恒定。

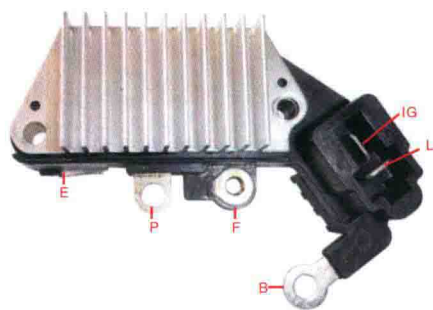
集成电路调节器装在发电机上, 根据电压检测点的不同, 可分为发电机电压检测型和蓄电池电压检测型两种。

发电机电压检测型: 直接在发电机上检测发电机的输出电压。图1-13中加在分压器 R_2 、 R_3 上的电压是磁场二极管输出端L的电压 U_L , U_L 和发电机B端的电压 U_B 相等, 检测点P的电压为 U_P , 由于检测点P加在稳压管 VD_2 两端的反向电压与发电机的端电压 U_B 成正比, 所以称为发电机电压检测型。

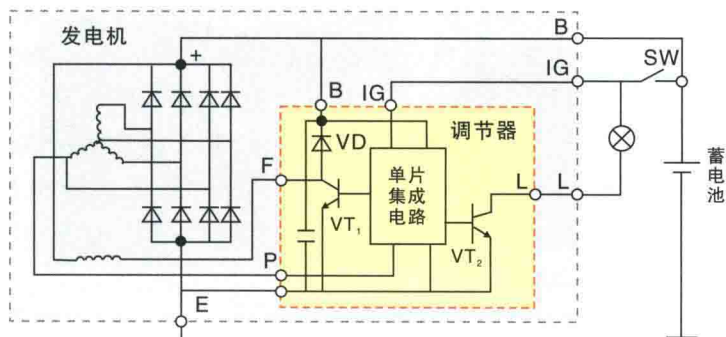
图1-14所示为夏利发电机电压调节器, 该调节器为内装式外搭铁发电机电压检测型。

该调节器有6个接线端子, F、P、E三个端子用螺钉直接和发电机连接, B端用螺母固定在发电机的输出端子B上, IG、L两个端子用金属线引到调节器的外部接线插座上。

调节器内有一单片集成电路, 它的IG端经点火开关SW接到蓄电池正极, 用于检测蓄电池和发电机电压, 从而控制晶体管 VT_2 的导通和截止。它的P端接至发电机定子绕组某一相上。单片集成电路调节器从P端检测到硅整流发电机的电压, 从而控制晶体管 VT_1 的导通和截止。



(a) 调节器实物图



(b) 电路原理图

图1-14 夏利发电机电压调节器

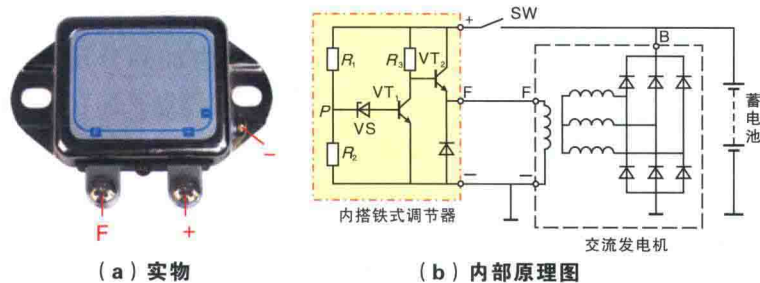


图1-11 内搭铁式晶体管调节器

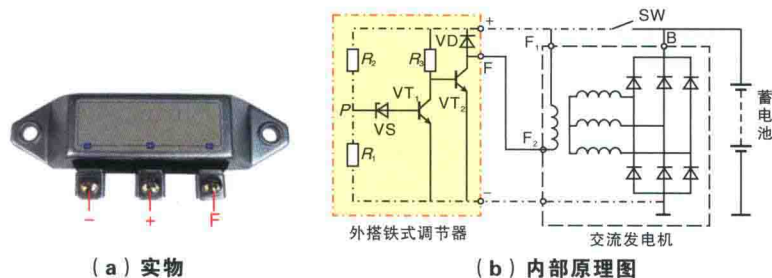


图1-12 外搭铁式晶体管调节器

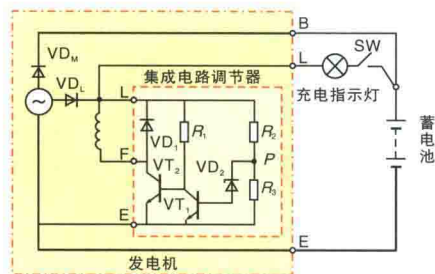


图1-13 发电机电压检测型集成电路电压调节器

蓄电池电压检测型：通过连接导线检测蓄电池端电压的变化来调节发电机的输出。图1-15中加到分压器 R_2 和 R_3 上的电压为蓄电池端电压，由于检测点 P 加在稳压管 VD_2 上的反向电压与蓄电池端电压成正比，所以称为蓄电池电压检测型（检测点在蓄电池上）。

图1-16所示为丰田发电机电压调节器，该调节器为内装式外搭铁蓄电池电压检测型。

交流发电机有以下几个端子：B、IG、S、L和P。

当点火开关为开时，通过连接在点火开关和端子IG之间的导线为调节器提供蓄电池电流。

当交流发电机充电时，端子B和蓄电池之间的导线有电流流过。同时，单片集成电路调节器通过端子S监视蓄电池电压。通过这样，调节器根据需要增大或减少转子磁场能量。指示灯电路通过端子L连接起来。如果无输出，转子磁场线圈连接到P，这样通过交流发电机输出信号可以达到测试目的。

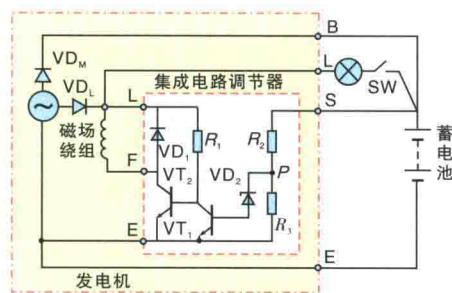
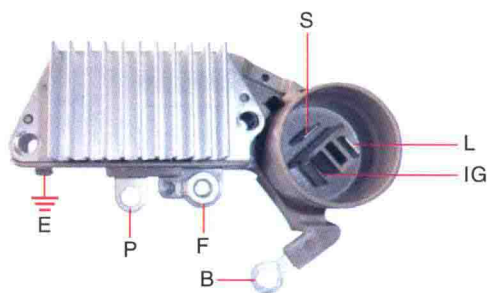
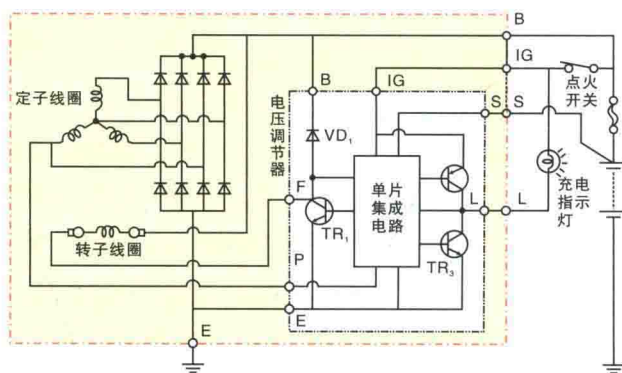


图1-15 蓄电池电压检测型集成电路电压调节器



(a) 调节器实物图



(b) 电路原理图

图1-16 丰田发电机电压调节器

(3) 电脑控制调节器

现在轿车采用的一种新型调节器，由电气负载检测仪测量系统总负载后，向发动机电脑发送信号，然后由发动机电脑控制发电机电压调节器，适时地接通和断开磁场电路，既能可靠地保证电气系统正常工作，使蓄电池充电充足，又能减轻发动机负荷，提高燃料经济性。如上海别克、广州本田等轿车发电机上使用了这种调节器。

图1-17所示为本田雅阁汽车发电机电子调节器，该调节器与发动机电脑（ECM）相连接并受发动机电脑（ECM）的控制，除具有电压调节功能外，还具有充电指示灯控制、过电压保护、发电机故障检测和信号传输等功能。

该调节器具有八个接线端，其中，B、P、F、E端子用螺钉直接与发电机相连，接线插座内的IG、L、C、FR用插接器导线引出，IG接点火开关端，L接充电指示灯端，C接发动机电脑（ECM）控制端，FR接发动机电脑（ECM）信号端。

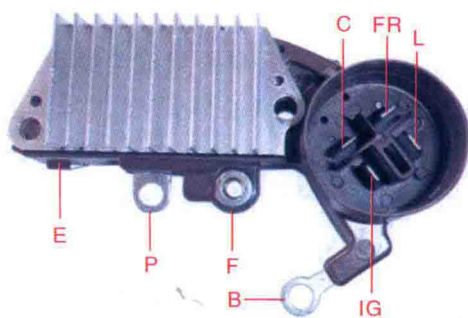


图1-17 本田雅阁汽车发电机电子调节器

三、充电指示灯电路

目前国内外大多数汽车上,均装有充电指示灯(属于报警装置),用来监测充电系统的工作情况。一般情况下,当接通点火开关时,充电指示灯亮,而当发动机启动后,交流发电机正常工作时,充电指示灯熄灭(只有极个别的车型例外)。因此,当发动机正常工作时,若充电指示灯突然点亮,则表示充电系统有故障,提醒驾驶员注意及时维修。

充电指示灯电路如图1-18所示,其工作情况如下。

在发动机启动期间,发电机电压 $U_{D+} <$ 蓄电池电压时,整流二极管截止,发电机不能对外输出,由蓄电池供给磁场电流。
路径为:蓄电池正极→点火开关SW→充电指示灯→电压调节器→磁场绕组→搭铁→蓄电池负极。充电指示灯亮。

当发动机转速升高到怠速及其以上时,发电机应能正常发电并对外输出,此时,发电机电压 $>$ 蓄电池电压,发电机自励, $U_{B+} = U_{D+}$, 充电指示灯两端压降为零,充电指示灯熄灭。若充电指示灯没有熄灭,说明发电机有故障或充电指示灯电路有搭铁。

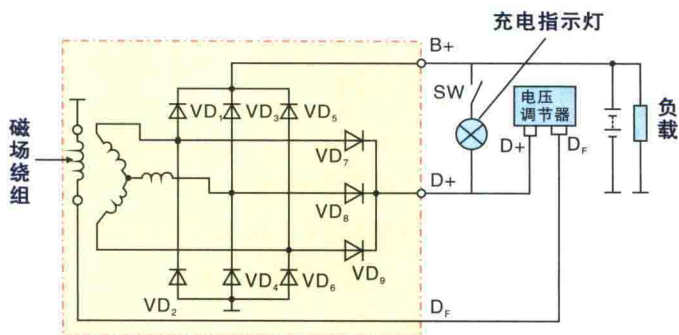


图1-18 交流发电机充电指示灯工作原理

四、蓄电池

※ 1. 蓄电池的概述

蓄电池是汽车上的初始电源,是一种将化学能转换为电能的装置。在汽车上与发电机并联,向全车用电设备供电,它的作用如下。

- ① 发动机不工作时:为照明或者其他附属系统提供电源。
- ② 发动机启动时:使启动机运转并为点火系统提供电流。
- ③ 发动机工作时:当车上电气负载超过充电系统供给能力时可能需从蓄电池获得能量。
- ④ 蓄电池还可以吸收汽车电气系统中不正常的瞬间电压,而作为电压稳定器或者大滤波器。如果没有蓄电池的保护,一些电气或电子元件极有可能因为这些高电压而损坏。

铅蓄电池在汽车上的安装位置根据汽车制造厂车型结构设计而定,一般轿车装在发动机舱内(如图1-19所示)。

汽车广泛应用的是铅酸蓄电池,常用的铅酸蓄电池主要有普通铅酸蓄电池、免维护蓄电池、干荷电蓄电池等。



图1-19 蓄电池的安装位置

※ 2. 蓄电池的结构

蓄电池的结构如图1-20所示,普通铅酸蓄电池由极板、隔板 and 电解液、外壳及联条等组成。

汽车蓄电池(12V电池)由6个单格组合而成。每个单格由若干片正极板与若干片负极板(负极

板比正极板多一片)间隔重叠而成,中间用超细玻璃纤维隔板隔离。数片正极板用铅合金焊接在一起组成正极群,同样数片负极板用铅合金焊接在一起组成负极群,正、负极群装于电池槽内组成单体蓄电池。单体电池之间用铅零件或联条从单格之间的电池槽隔板顶端(或穿孔穿壁焊)以串联形式连在一起。电池槽盖用密封胶粘接。首尾单格作引出端子,引出正、负极。

❁ 3. 蓄电池的工作原理

蓄电池的工作过程就是化学能与电能相互转化的过程:当蓄电池将化学能转化为电能时,蓄电池向外供电,称为放电过程;而当蓄电池与外部直流电源相连,将电能转化为化学能时,称为充电过程。蓄电池的工作过程如图1-21所示。

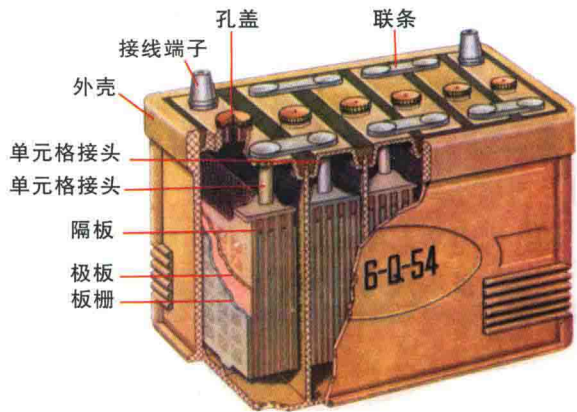


图1-20 蓄电池结构示意图

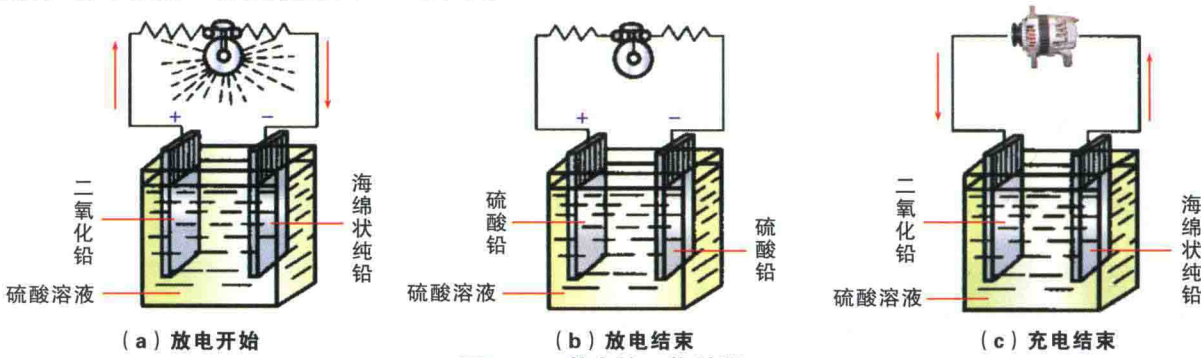


图1-21 蓄电池工作过程

放电过程:蓄电池与外电路接通后,在极板电位差的作用下,电流从蓄电池的正极流出,经过灯泡流向蓄电池的负极,使灯泡发光,这一过程称为放电。蓄电池的放电过程是化学能转变为电能的过程。

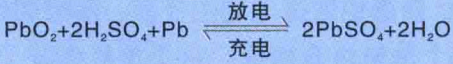
放电时,正极板上的二氧化铅(PbO_2)和负极板上的海绵状纯铅(Pb),都与电解液中的硫酸(H_2SO_4)反应生成硫酸铅(PbSO_4),沉附在正、负极板上。电解液中 H_2SO_4 不断减少,密度下降。

充电过程:如果把放电后的蓄电池接一直流电源,使蓄电池正极接上直流电源的正极,蓄电池的负极接直流电源的负极。当外加电源电压高于蓄电池电动势时,电流将以与放电电流相反的方向流过蓄电池,使蓄电池正、负极发生与放电相反的化学反应,这一过程称为充电。

在充电过程中,正极板活性物质由硫酸铅转变为二氧化铅,负极板上的活性物质由硫酸铅转变为纯铅,电解液中消耗了水,生成了硫酸,电解液密度逐渐上升。只要充电过程进行,上述电化学反应就不断进行。当极板上的物质全部转变完成后,蓄电池就充足了电。

提示

放电时,正极板上的 PbO_2 和负极板上的 Pb 都变成 PbSO_4 ,电解液中的 H_2SO_4 减少,密度减小。充电时按相反的方向变化,正负极板上的 PbSO_4 分别变成原来的 PbO_2 和 Pb ,电解液中的 H_2SO_4 增加,密度增大。总的反应式如下:



第二节 充电系统电路识读示例

一、大众汽车充电系统电路识读

1. 大众汽车充电系统电路特点

一汽大众/上海大众常见车型发电机电路图如图1-22所示,从图中可以看出,一汽大众、上海大众汽车充电系统电路比较相似,发电机有三个接线端子,分别是B+端、L端和DFM端,其中L、DFM端通过一个2针插件与控制系统连接。发电机及端子实物如图1-23所示。

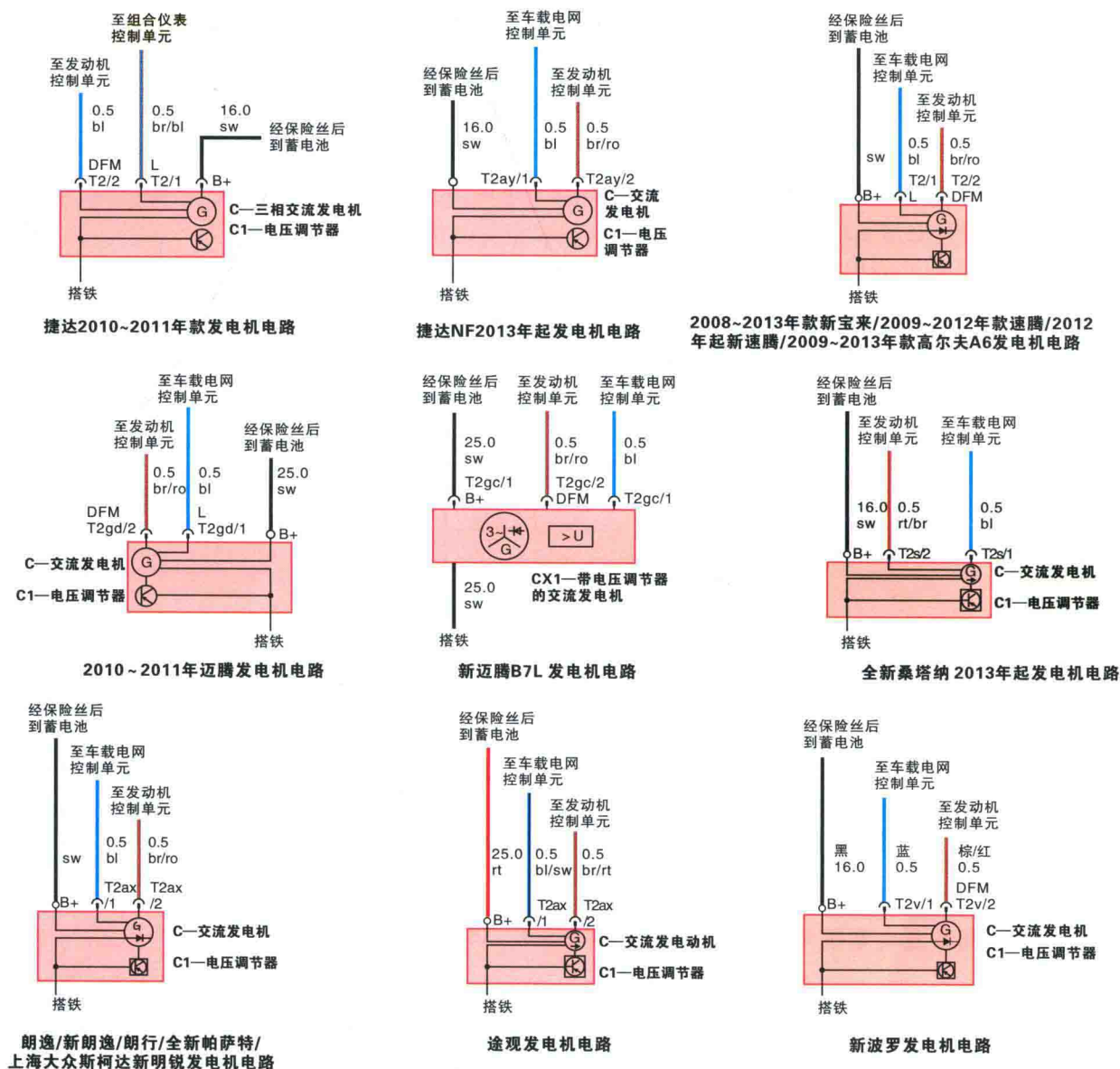


图1-22 一汽大众/上海大众常见车型发电机电路图

B+端：是发电机正电源输出，通过一个保险丝与蓄电池正极相连，发电机的负极通过搭铁的方式与蓄电池负极连接。

DFM接线端：为发电机负载报告接口，以脉宽调制的方式，向发动机控制单元（ECU）报告自己当前转速下的负荷。ECU会通过负荷数据来调整发动机转矩和转速。如发电机报告负荷接近100%，则ECU会提高发动机转速，以提升发电量，降低发电机相对负荷值。

L接线端：在早期的发电机中，L接线端（即D+/61端）提供发电预励磁电流，同时也提供仪表告警功能，发电机内部电路图如图1-24所示。当点火开关位于ACC后，仪表盘充电指示灯点亮，蓄电池电流通过L线进入发电机励磁线圈进行预励磁。发动机启动后，在曲轴皮带轮的带动下，发电机转子旋转，发电机开始发电，发出的电流通过二极管进入励磁线圈，开始自励磁，当发电机L线侧电位不低于蓄电池电压时，蓄电池灯熄灭。如果发电机工作异常，输出电压低于蓄电池电压，则充电指示灯点亮进行告警。

新一代的发电机采用了带电脑控制的调节器（如图1-25所示），稳压模块使用了MCU控制，励磁电流通过MCU直接进行调节，L线主要用于控制组合仪表内的充电指示灯的亮、灭。

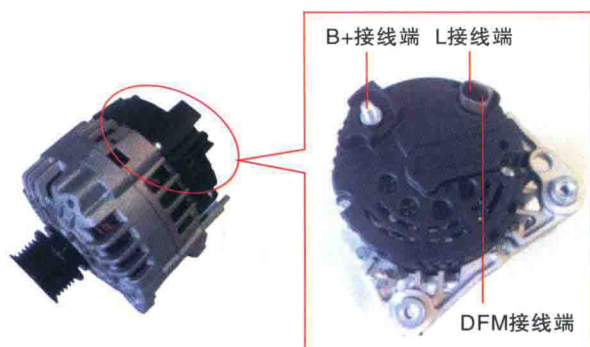


图1-23 发电机及端子

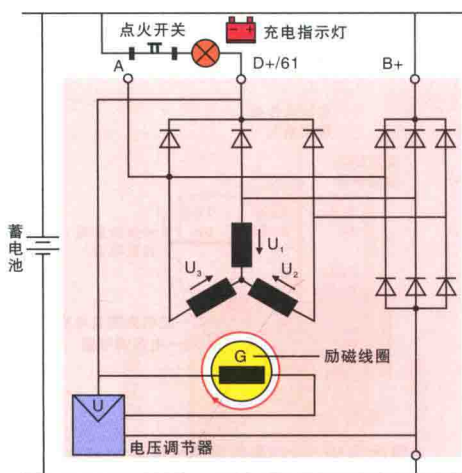


图1-24 旧款发电机内部电路图

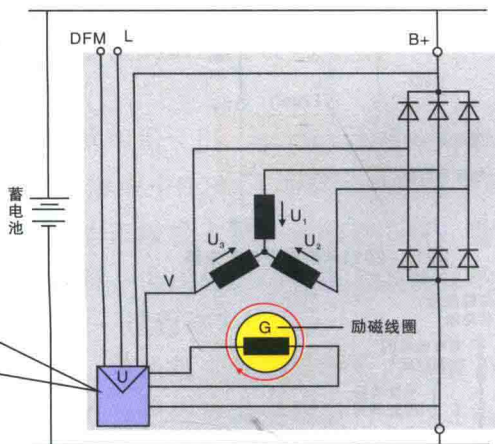
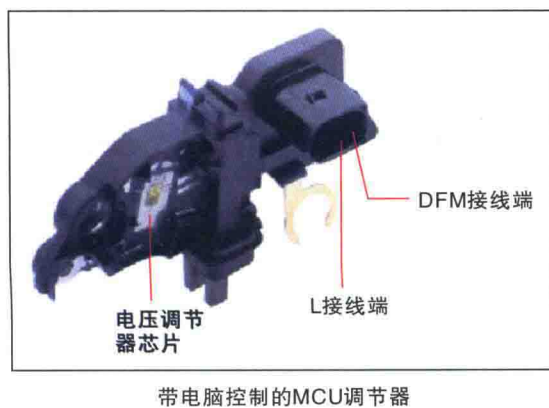


图1-25 新型发电机内部电路图

✳ 2. 大众汽车充电系统电路识读示例

由于一汽大众、上海大众汽车充电系统电路比较相似，因此读懂了任一款典型车型的电路，就能读懂其他车型的电路，下面以2013款新朗逸充电系统电路为例进行讲解，电路如图1-26所示。其中交流发电机的B+端为电压输出端；T2ax/1端为充电指示灯控制端；T2ax/2端为交流发电机反馈信号输出端。