

汽 车

电

子

设 备



ICHE

DIANZI

SHEBEI

朱 积 年 编

人民交通出版社

汽车电子设备

QICHE DIANZI SHEBEI

朱 积 年 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书共分八章：交流发电机充电系统；点火系统；照明和信号系统；汽车仪表；显示系统；电子排气控制及电子控制燃油喷射；其他电子装置；试验设备。书中着重对国外汽车上已经采用的部分电子设备的结构及工作原理做了介绍，同时也介绍了与各种电子设备有关的传统设备的基本原理。

本书可供汽车设计、制造和保养、维修部门的技术人员以及具有高中文化程度的汽车电工学习使用，也可供大、中专院校汽车专业的师生作为学习参考书籍。

2744/17

汽车电子设备

朱积年 编

人民交通出版社出版
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售
人民交通出版社印刷厂印

开本：787×1092_{1/16} 印张：14.25 插页：5 字数：277千

1985年8月 第1版

1985年8月 第1版 第1次印刷

印数：0001—12,000册 定价：2.90元

目 录

序言	1
第一章 交流发电机充电系统	3
第一节 交流发电机的结构及工作原理	5
第二节 二极管及整流原理	10
第三节 交流发电机的检查及故障排除	24
第四节 交流发电机调节器	31
第五节 交流发电机充电系统的过电压保护装置	56
第二章 点火系统	71
第一节 传统的点火系统	73
第二节 点火系统工作的基本原理	94
第三节 传统的点火系统的缺点	107
第四节 电子点火系统	111
第五节 点火技术的新动态	175
第三章 照明和信号系统	183
第一节 前照灯和信号灯	185
第二节 转向信号闪光器	192
第三节 信号灯控制电路	218
第四节 前大灯的控制系统	228
第四章 汽车仪表	244
第一节 仪表的分类	244
第二节 转速表	254
第三节 指示灯系统	259
第五章 显示系统	270

第一节	显示系统的分类	272
第二节	显示系统在汽车上的应用	296
第六章	电子排气控制及电子控制燃油喷射	301
第一节	电子排气控制	301
第二节	电子控制燃油喷射	310
第七章	其他电子装置	329
第一节	防打滑制动装置	329
第二节	速度控制	337
第三节	电动汽油泵	355
第四节	间歇工作刮水器	363
第五节	逆变器	371
第六节	汽车后部照明信号监视器	374
第七节	道路结冰报警	376
第八节	挡风玻璃洗涤器及冷却系统低水位报警器	379
第九节	制动油液位监视器	382
第十节	蓄电池状态检查器	384
第十一节	机油液位检查器	386
第十二节	电子防盗装置	390
第十三节	无触点电喇叭	393
第八章	试验设备	398
第一节	点火正时的测试仪器	398
第二节	检查汽车电路用的专用电压表	413
第三节	点火分析器示波器	426
第四节	试验用稳压电源	437
第五节	汽车发电机调节器试验台	443
参考资料		449
附录		451

序 言

从六十年代以来，电子技术以惊人的速度发展，已渗透到国民经济、国防建设和人民生活的各个领域，为生产过程的自动控制及各种机器的自动化作出了重大贡献。同样，电子技术也给汽车制造业带来了重大变革，电子技术与各种机械的、气动的及液动的部件相结合，形成了各个工作系统，以执行汽车上各种系统的机能。现在，汽车上应用电子技术的产品愈来愈多，自动控制的项目也愈来愈多，已形成了一个的学科——汽车电子设备，这是当前汽车工业发展的一个新动向。

汽车上应用电子技术以后，给汽车中各个系统的工作性能带来很大的变化，对提高汽车的经济性、安全性、操纵方便性等方面起到了良好的效果。电子点火装置可以提高点火的可靠性，保证准确的点火正时，并能适应稀薄混合气的燃烧；用硅元件整流的交流发电机及电子调节器能使发电机的体积小、重量轻、接线简化、使用寿命长；信号系统采用电子技术以后，使信号系统工作更加可靠，能正确地监视汽车上各种信号的工作情况，并能自动控制某些灯光的照明；汽车上采用电子控制燃油喷射装置后，改善了发动机的性能，提高了经济性；电子排气控制装置提高了排气的净化程度。电子技术为汽车的安全性创造了良好的条件，采用电子装置可以防止汽车制动时车轮抱死，保证在任何路面条件下制动力平缓地增长；车速报警系统提高了行驶的安全性，超速时向

驾驶员发出信号；电子速度控制系统使汽车驾驶更加完善方便。

电子技术为汽车的自动化创造了有利的条件。例如，国外正在研究的“实验路线指引系统”，能自动地在关键路口向驾驶员提供至目的地沿途的路线指南，使其更有效地进行交通管理，增大交通量和方便驾驶员；“汽车接近检测系统”能检测汽车接近、超车、或在汽车尾部的左右、后面看不见的区域，用装在仪表板上的一个指示器显示这个信息，以警告驾驶员。此外还有“雷达制动系统”、“自动转向控制系统”、“多用途中心计算机系统”及其他自动控制系统等，这些自动控制系统目前国外尚处于实验阶段，未大量推广采用，本书对这部分未加叙述。但是这些自动控制系统必将逐步完善，在汽车上推广应用。

汽车上采用电子设备日益增多，本书着重对国外汽车上已经采用的部分电子设备的结构及工作原理作了介绍，同时也介绍了与各种电子设备有关的各种传统设备的基本原理，以便对某一装置有系统的了解，尤其是对点火系统作了比较详细的介绍。因为点火系统对发动机的工作性能及排气污染有直接影响，各个国家对点火系统的研究从未停止过。

现在，国外的某些汽车上已应用了电子显示技术，故本书对电子显示的一些基本原理也作了介绍。

为汽车电气设备进行试验的各种测试设备应用电子技术的也已很普遍，本书仅对一些通用的应用电子技术的设备作了介绍。

本书在编写过程中得到湖南大学赵立华同志的协助，在此表示感谢。由于本人水平有限，编写得不恰当和错误之处在所难免，望广大读者予以帮助指正。

第一章 交流发电机充电系统

早期的汽车里，用电设备是相当少的。照明是用电石灯或煤油灯，发动机的起动靠手工摇动曲柄操作，汽油箱内汽油的储存量用一木棒插到油箱内去测量，仅仅点火系统需要用电。1910年，美国通用汽车公司的凯特林 (Charles F. Kettering) 发明了利用电动机的原理来起动的发动机，并于1912年把这种用电起动的起动机装在每一辆凯迪拉克 (Cadillac) 汽车上。从此以后，汽车上就出现电力起动系统，也出现了为起动机供电用蓄电池。为了使蓄电池不断地得到补充充电，就需要有直流发电机、控制直流发电机充电电压用的调节器以及电路中的电流表等这些附加的电气装置。后来又发展用电气照明代替电石灯或煤气灯，汽车的尾灯、制动灯等也很快被采用，其他各种用电装置一个接着一个增加，使电气系统成为汽车上不可分割的一个部分。现代的汽车，各种用电设备日趋增加，对用电量的要求也就迅速提高。

上面已经提到，汽车上使用的电源，除蓄电池外，还需要有发电机。因为蓄电池的容量是有限的，起动发动机时，起动机消耗蓄电池大量的电能。当汽车停止时，汽车上其他部件（例如照明、收音机及其他辅助设备）也由蓄电池供给。因此，当汽车在运行时必需有直流发电机经常的对蓄电池进行充电，使蓄电池经常的保持在充电状态，以保证起动发动机时蓄电池有足够的电量供给起动机。同时，发电机也

供汽车上各种用电设备使用。

长期以来，汽车上采用的发电机是传统的整流子换向的直流发电机。随着现代汽车的发展，汽车上的各种设施愈来愈完善，用电设备数量也愈来愈多，例如，整车的照明及信号系统数量不断增加，电动刮水器、门窗升降电动机、座位移动电动机、空气调节器、电磁离合器、电动燃油泵以及愈来愈多的其他各种辅助用电设备都要求发电机有较大功率的输出。传统的直流发电机要提高输出功率就必须增大体积，使发电机的制造不经济，并造成在汽车上的安装困难。另外，现代汽车发动机的转速都在很宽的范围内变化，由于传统的直流发电机存在整流子的换向问题，不能在高速下运转，故它与发动机曲轴的传动比不能选择得太大。因此，发动机在低速运转时，发电机转速就很低，以致不能输出足够的电流对蓄电池进行充电。为了解决这些问题，就考虑在汽车上采用交流发电机充电系统。汽车上大量采用交流发电机是从六十年代初期开始的。在此以前，在重型载重汽车及公共汽车上，对需要大功率输出的发电机，也有不少采用交流发电机。那时把交流电变成直流电是用半导体硒整流元件，由于半导体硒整流元件尺寸大，耐电压低，耐热性能差，所以，用硒整流元件的交流发电机没有在中型及小型汽车上推广使用。随着电子技术的发展，出现硅整流元件，硅整流元件较之硒整流元件有很大的优越性，它可以做得体积很小而功率大、耐电压高、工作可靠并可以装在交流发电机内部。因此，从六十年代初起，用硅元件整流的交流发电机开始在很多国家的各型汽车上得到广泛的推广应用，而传统的直流发电机从此被逐步淘汰。

交流发电机与传统的直流发电机相比有以下几个优点：

1)汽车在低速行驶时或发动机在怠速时发电机可以向蓄电池进行充电。因为，交流发电机与发动机曲轴的传动比可以选择得比直流发电机大。发动机在较低转速时，发电机已达到起始发电转速，已有一部分电能可以输出。

2)体积小、重量轻、结构简单、维修方便、使用寿命长。由于炭刷与滑环磨损量较小，保养的时间间隔比直流发电机长。

3)与发电机相配合工作的调节器结构简化，一般仅需电压调节器就可工作，由于二极管的单向作用，就不需要截流继电器，由于交流发电机本身的限流作用，也不需要电流限制器。

4)相应的蓄电池尺寸可以减小，因为蓄电池在起动时所消耗的电量很快的被交流发电机充电补充。由于交流发电机有较大的输出功率，汽车在行驶时所需的电能可以全部由交流发电机承担。

5)由于交流发电机工作时无明显的火花，对无线电干扰的杂音比直流发电机小得多。

第一节 交流发电机的结构及 工作原理

汽车用交流发电机是一种三相同步交流发电机，经半导体二极管整流后输出直流电。图 1-1 为美国通用汽车公司台尔柯·雷米分部(Delco-Remy Division of General Motors Corporation) 带有电子电压调节器交流发电机的结构图。目前，各国生产的交流发电机，除有的调节器不装在发电机

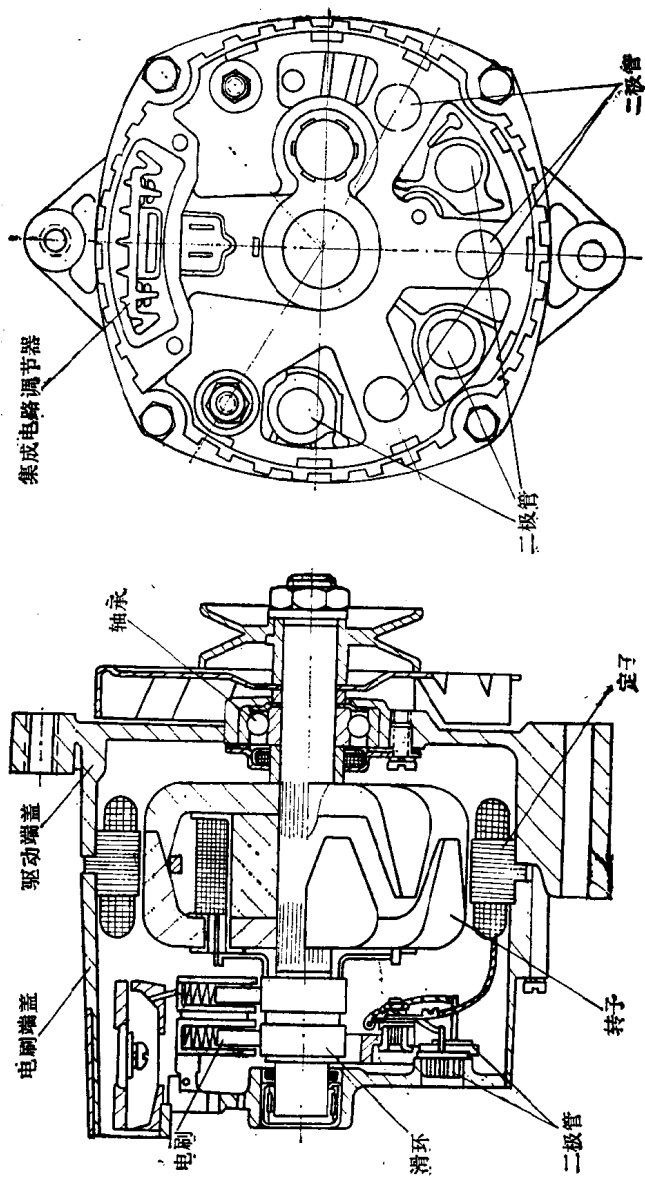


图1-1 美国通用汽车公司“台尔柯·雷米分部”
装有电子调节器的交流发电机结构图

上以外，其余部分的结构基本上是相同的。它由定子、转子、滑环、电刷（炭刷）、整流用二极管、用铝合金压铸成型的驱动端盖及电刷端盖、风扇及皮带轮等组成。定子通常是由硅钢片叠成，也有的用低碳钢板叠成，槽内放有三相绕组，三相绕组连接方法大多数为Y形，也有的用 Δ 形，如图1-2。它是发电机的电枢部分，转子是发电机的磁场部分，它

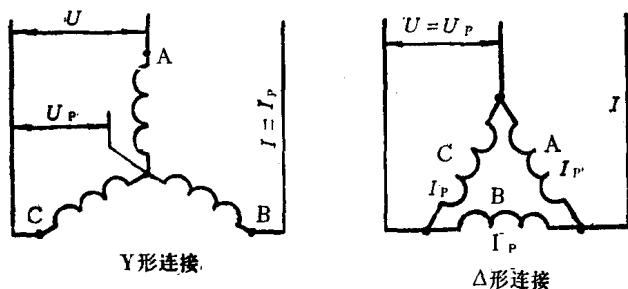


图1-2 交流发电机定子绕组的连接形式
 U -线电压； U_P -相电压； I -线电流； I_P -相电流

固定有激磁绕组、爪形磁极和磁轭。当激磁绕组通电后，一个爪极形成N极，另一个爪极形成S极，如图1-3所示。轴的一端安装两个表面光滑的滑环，激磁绕组两端引出线焊接在这个彼此绝缘的滑环上，两个炭刷与滑环接触，激磁绕组的电流通过炭刷引入。六个整流用二极管组成全波整流。三个负极二极管压装在电刷端盖上；三个正极二极管压装在另

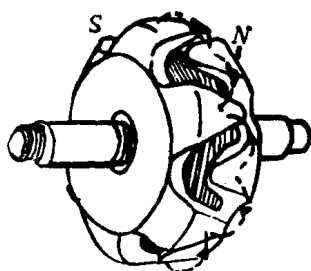


图1-3 激磁绕组通电后，一个爪极形成N极，一个爪极形成S极

一块元件板上，它与电刷端盖互相绝缘。这块元件板需有足够的散热面积，使二极管导通时产生的热量通过该元件板散去，故也有把这块安装正极二极管的元件板称为散热板，发电机的直流电就从这块元件板引出。皮带轮装在风扇的前面，通过三角皮带靠发动机曲轴传动。发电机的驱动端盖及电刷端盖用非导磁的铝合金材料压铸成型。转子爪极的形状象鸟嘴，这种形状可以使定子感应的交流电动势近似于正弦波形。磁极的对数有4对、5对、6对等，各工厂设计得不一样。我国设计的交流发电机大多数采用6对，转子每转一转，定子的每相电路上能产生6个周波的交流电动势。

汽车交流发电机转子的转速和定子绕组中产生的感应电动势的频率成一定的比例。转子的转速愈高，磁极的对数愈多，则定子绕组中感应产生的交流电的频率愈高。它们的关系是：

$$f = \frac{pn}{60}$$

式中： f ——交流电的频率；
 p ——发电机磁极对数；
 n ——发电机转速，r/min。

交流发电机定子绕组的节距一般采用1~4，每极每相槽数 q 是定子绕组的重要特性。

$$q = \frac{z}{2pm}$$

式中： z ——定子总的槽数；
 $2p$ ——发电机的极数；
 m ——发电机的相数；

目前，国产交流发电机采用的三相绕组其每极每相槽数

q 为 1，也有的国家采用 $q = 0.5$ ，以简化定子的嵌线工艺。

发电机的转子旋转时，转子的 N 极与 S 极磁通在定子齿部与轭部交替通过，它切割定子槽中的导线，定子槽中的三相绕组就感应出交变的电动势。图1-4表示 $q = 1$ 的汽车交流

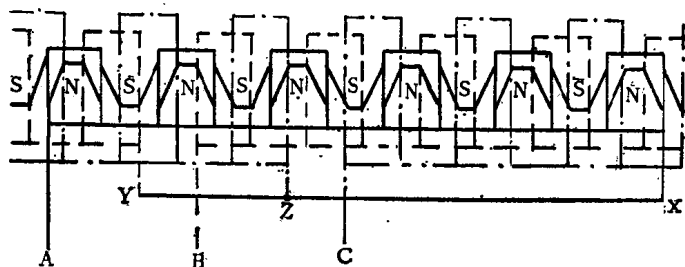


图1-4 $q = 1$ 的汽车交流发电机三相绕组分布图

流发电机定子绕组的分布图。A, B, C 表示三相绕组的起端，X, Y, Z 表示三相绕组的末端。三相绕组所产生的交流电动势的电角度相差 120° ，如图1-5所示。

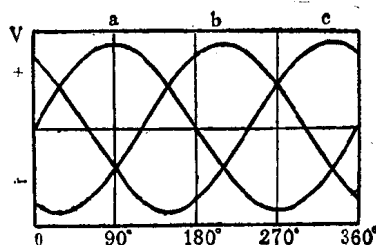


图1-5 三相交流发电机产生的感应电动势

如果已知发电机空气隙中的磁通，则可求得发电机一相绕组所产生的电动势。

$$E_{\phi} = 4.44kfW\Phi 10^{-8} \quad (\text{V})$$

式中： f ——感应电动势的频率；

W ——定子每相绕组串联匝数；

Φ ——发电机空气隙中磁通(Wb)；

k ——绕组系数。

从上式可看出，交流发电机定子绕组内感应产生电动势的大小，与每相绕组串联起来的匝数成正比，还与感应电动势的频率成正比，也就是与发电机的转速成正比。

第二节 二极管及整流原理

为了使交流发电机产生的三相交变电流变为直流电供蓄电池及其他用电设备，必须使用二极管来整流。汽车交流发电机的整流是用6个用硅元件组成的桥式全波整流电路来完成的。

汽车交流发电机用硅元件整流管的内部结构及工作原理与一般工业用硅整流二极管基本相同，它的特点是低电压大电流，它的外形结构与一般硅整流管不同，图1-6是通常使用的二极管的外形，二极管的中心电极是一电极，它的外壳是另一电极。所谓“正极”或“负极”二极管都是指二极管的中心电极，“正极”二极管是电流由中心电极流向外壳，

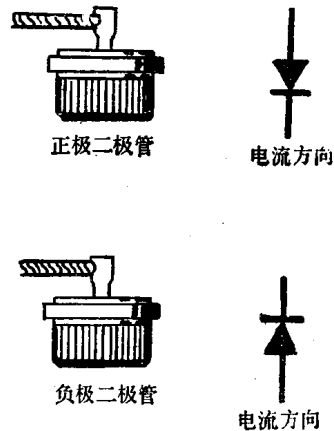


图1-6 汽车交流发电机用二极管的外形及电流方向

“负极”二极管是电流由外壳流向中心电极。国产汽车交流发电机用二极管的特性如表1-1所示。汽车用硅整流二极管的技术要求除应符合一般硅整流元件的技术要求外，还应符合汽车上使用的环境条件。它应能在 $-40\sim+75^{\circ}\text{C}$ 环境条件下长期工作，应能承受与交流发电机相同的振动和冲击技术

表1-1

型 号	额定正向 平均电流 I_F A	5 分 钟 过载倍数 %	反向不 重复峰 值电压 V_R V	反向不 重复平 均电流 I_{RS} mA	通态平均 电 压 降 V_F V	额定结温 T_{jm} °C	额定结 温 升 ΔT_{jm} °C
ZQ 10	10	125	≥ 200	≤ 2	≤ 0.6	150	75
ZQ 15	15	125	≥ 200	≤ 3	≤ 0.6	150	75
ZQ 20	20	125	≥ 200	≤ 4	≤ 0.6	150	75
ZQ 30	30	125	≥ 200	≤ 5	≤ 0.6	150	75
ZQ 50	50	125	≥ 200	≤ 6	≤ 0.6	150	75

注：反向不重复峰值电压的一半称为反向重复峰值电压或反向工作峰值电压，相应的漏电流称为反向重复平均电流。

要求。二极管底座的直径大多数采用 $1/2$ in ($\phi 12.77\text{mm}$)，我国采用 $\phi 13\text{mm}$ 。现在国外交流发电机采用小型二极管已日趋增多。小型二极管有很多种类型，如图 1-7 所示。图中 a 型是把二极管的外壳用焊锡焊到金属散热底板上；b 型是把二极管的整流结直接焊在金属散热板上；c 型是把二极管做

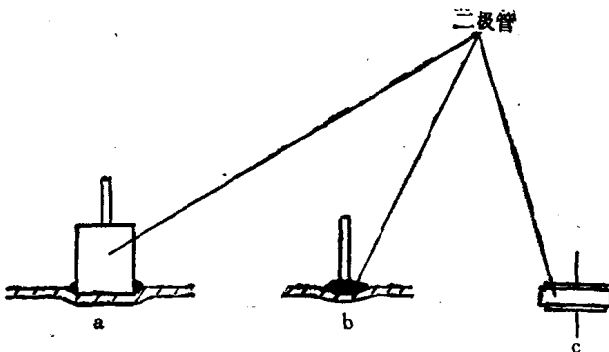


图1-7 几种小型硅整流二极管的外形

成扁圆形，可以焊在金属散热板上，也可以夹在金属散热板上，改变焊接的方向就可改变电流方向。

图 1-8 表示单个硅整流二极管的整流波形。由于二极管的单向导电作用，交变电流的负半波被截住，故整流后就成为脉动的直流电。

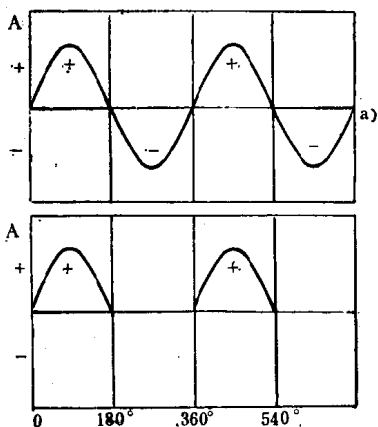


图1-8 单个二极管时的电流波形
a)交流电波形；b)整流后波形

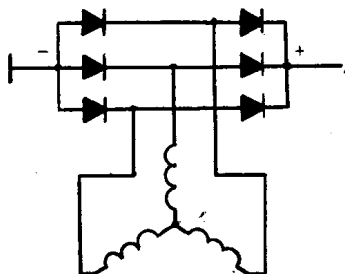


图1-9 三相桥式整流电路

为了使每相交流电的二个半波都被利用，使其得到全波整流，则在每相电路里必须用一个“正极”二极管和一个“负极”二极管。这样总计就需用 6 个二极管，如图 1-9 所示。其整流后的波形如图 1-10 所示，相 a ， b ， c 的正半波通过三个“正极”二极管，负半波通过三个“负极”二极管。

现在把用于充电电路的整流过程说明如下：

蓄电池的充电电流及其他用电负荷是从交流发电机的输出接线柱 B^+ 引出，它的电流方向如图 1-11 所示。假如电流的瞬时选择在 a 相的相角 120° ，这时 a 相绕组的输出电压是