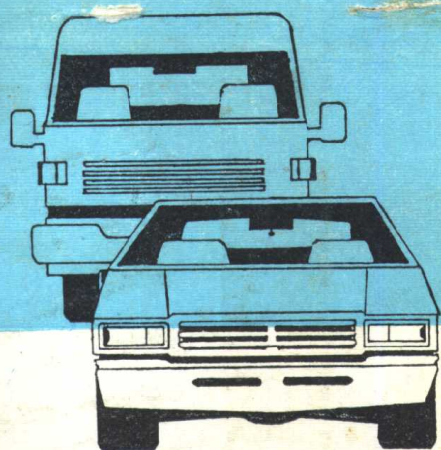


汽车 电子技术

曲秀云 张质莹 王增一 译



電子工業出版社

汽车电子技术

曲秀云 张质莹 王增一 译

电子工业出版社

内 容 提 要

本书较全面地介绍了国外电子技术在汽车上的应用,主要内容有:交流发电机电子调压器;电子点火系统;控制喷油的电子系统;汽车制动力矩电子调节器;电子检测、信号和辅助系统;电子控制和调整系统以及汽车的自动驾驶。

本书可供汽车专业、内燃机设计、制造及汽车电子技术研制的技术人员阅读,也可作为与汽车、内燃机有关的各专业师生的参考书。

汽车电子技术

曲秀云 张质莹 王增一 译

责任编辑:宋玉升

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

山东电子工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 5.8125 字数: 100千字

1988年7月第一版 1988年7月第一次印刷

印数: 1—6500册 定价: 1.90元

ISBN 7-5053-0303-1/TN·132

原 书 引 言

60年代初,首次在汽车上采用锗二极管组成三相桥式电路,用以变交流发电机所产生的电流为直流。后来陆续出现了各种汽车电子装置。目前除了分立半导体器件外,还采用了集成电路。

用电子系统控制和调整各种物理过程,可以改善汽车的机械性能,提高工作可靠性,简化操作,减轻驾驶员的负担,为司乘人员提供全面的汽车状态信息。

汽车上电子装置的工作环境很差。例如环境相对湿度高;温度变化大($-40\sim 150^{\circ}\text{C}$);在较宽的转速范围工作时产生的最大加速震动载荷达50克;瞬时脉冲电压可能有数百伏;电源电压波动很大(当蓄电池为12伏时,电压波动范围在9.5~15.5伏之间);在产生自感电动势时形成很强的电磁场;发动机周围的污染也很严重。因为维修人员对机械系统已习以为常(如变换电源电压极性),所以不能排除保养不善、维修水平不高的可能性。为了实现各种保护功能,与一般电路比较,汽车电子系统使用的元器件较多。所以在力争最大可靠性的同时,设计和制造电子装置会增加一些费用。

从工作的可靠性和保护周围环境不受污染的观点出发,对汽车提出了更严格的要求,从而加速了电子系统在汽车上的应用。例如从安全上考虑,采用能发出安全带未扣好状态信号和限制发动机起动的电子系统。为了降低空气污染、改

善点火控制系统和燃料供应控制系统等，要求用脉冲发生器控制的、能满足各种最优化需要的电子点火系统来代替触点控制的点火系统。

目前交流发电机的电子调压器，晶体管和可控硅点火系统，控制喷油的电子系统，各种检测、信号和辅助系统(例如转向和事故信号指示器、雨刷器和转速计)都得到了广泛的应用。预计，汽车制造业可成为电子工业的第二大销售市场，汽车电子技术将得到广泛的应用。

译者前言

电子学在各个领域的应用，已显示出重大的社会效益，它在汽车制造业方面的应用也不例外。

早在1958年就开始在汽车上采用电子装置，1967年出现电子燃料喷射系统，70年代出现晶体管点火系统。

目前，随着电子技术的迅速发展，汽车电子化的程度越来越高。尤其是集成电路技术出现之后，在扩展电子系统各部分功能的同时减小电子设备的体积和重量，又推动了各种传感器、执行机构和指示器的发展。一种从本质上创新的可能性是实现汽车部件和系统的车内诊断检查，其中包括电子系统本身的诊断检查。

汽车采用电子系统的优点主要在于使汽车安全行驶处于最佳工况，降低油耗，为驾驶者提供所需的汽车各部分信息。

1981年在巴黎召开的“汽车电子学”国际会议上，反映出了电子装置在汽车制造业中应用的效果和发展远景。法国所有汽车发电机和调压器都采用了电子电路；37.4%的汽车装设晶体管点火系统；21.6%装设节油的测量器等。西德戴姆勒-奔驰公司和BM·W公司的高级汽车上，安装了内燃机监测、电器、制动器和控制仪表等集成电路电子系统。意大利许多型号的轿车上安装了采用微处理机的全套电子系统。在美国利用电子技术保证了限制排气毒性的严格的联邦标准。日本也将电子系统安装在各种型号的轿车上。

由于采用了电子技术，使汽车技术中某些原先难以实现的问题得到了解决。

国外汽车工业专家认为，未来的汽车没有电子装置是不可思议的。

本书的翻译工作得到了黑龙江省电子技术情报站的支持和鼓励，对此表示感谢。

译者水平有限，错误在所难免，请读者指正。

1984. 8. 25

目 录

原书引言	(i)
译者前言	(iii)
第一章 交流发电机和电子调压器	(1)
§ 1.1 交流发电机	(1)
§ 1.2 电子调压器	(8)
第二章 电子点火系统	(33)
§ 2.1 晶体管点火系统	(36)
§ 2.2 可控硅点火系统	(61)
§ 2.3 各种点火系统的比较	(69)
第三章 控制喷油的电子系统	(72)
§ 3.1 根据进气歧管的压力控制燃料的喷射 (“D Jetronic”系统)	(73)
§ 3.2 根据吸入的空气量控制燃料的喷射 (“L Jetronic”系统)	(81)
第四章 汽车制动器的制动力矩电子调节器	(88)
§ 4.1 车轮与路面的附着性指标	(89)
§ 4.2 制动力矩调节装置	(96)
第五章 电子测量、信号和辅助系统	(102)
§ 5.1 转向指示器和事故信号装置的电子断路器	(102)
§ 5.2 雨刷器和玻璃清洗器的电子控制系统	(114)
§ 5.3 电子防盗装置	(121)
§ 5.4 车灯电子转换开关	(125)
§ 5.5 电子转速计和里程速度计	(131)

§ 5.6	安全带扣好状态的检测系统.....	(142)
§ 5.7	液面指示器.....	(147)
§ 5.8	关于蓄电池状态的电子信号系统.....	(151)
第六章	电子控制系统和电子调节系统	(154)
§ 6.1	电子控制换档.....	(154)
§ 6.2	车前灯状态的电子控制.....	(156)
§ 6.3	冷却系统风扇的电子转速调节器.....	(159)
§ 6.4	电子控制的汽车供暖系统.....	(160)
§ 6.5	汽车发动机的自动起动电子系统.....	(162)
第七章	电动汽车的动力电子系统	(167)
§ 7.1	电动机的无级调速.....	(168)
第八章	汽车的自动驾驶	(174)

第一章 交流发电机和电子调压器

发电机是向汽车电器供电和给蓄电池充电用的。汽车电器需要直流电，所以交流发电机发出的电流必须经过整流。以前汽车使用的直流发电机是机械方法——整流子整流。目前已基本采用半导体二极管作整流器。

发电机由汽车发动机驱动，其转速变化范围较大，电压波动也很大。发电机的电压是用自动调压器来稳定的。

§ 1.1 交流发电机

交流发电机在汽车上的广泛应用首先决定于能够制造较便宜、功能可靠的半导体整流器。但是与直流发电机相比，交流发电机还有其它一些优点。其中最重要的是：转速范围大，寿命长，耗油率低，噪声小，不需要限流器和逆流继电器，维护简便。

如果把功率相等的直流发电机和交流发电机的表征负载电流与转速之间关系的负载特性曲线(图1.1)做一比较，可以看出，在转速很小

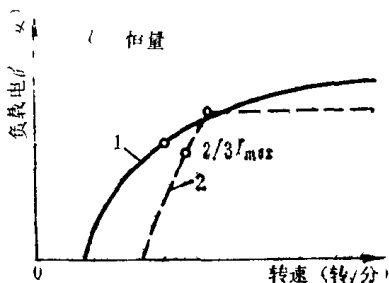


图1.1 交流和直流发电机的负载特性曲线

1—交流发电机；2—直流发电机。

时，交流发电机也能承受一定的负载。这就明显地改善了以中、低速行驶且停车次数多的城市运输车辆用的蓄电池的充电情况。增加定子绕组匝数可以扩大交流发电机的转速范围，而直流发电机却不行，因为绕组中积蓄的电感能量与匝数成比例，转速高时，电刷将产生强热的火花，而转速太低时，整流就不可靠了^[*]。

在结构上，交流发电机属于同步电机系列。同步发电机产生的电压频率和转速间的关系是恒定的，这种恒定关系取决于发电机的极数。汽车交流发电机采用显极星形转子。发电机的转子由相同的两半部分组成，与激磁绕组同时旋转，产生旋转磁场，并在定子绕组中感应出交流电压。定子绕组做成三相绕组。

由发电机或蓄电池供给一个较小的激磁电流，经电刷和滑环流入转子的激磁绕组。而直流发电机的情况则相反，产生感应电动势的电枢绕组是旋转的，而激磁绕组是固定的。图 1.2 是显极交流发电机的磁路图。由 3、4 和 7、9 两半部分组成的发电机转子包括激磁绕组 8 和轴套 2。

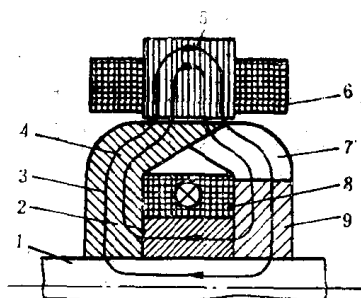


图 1.2 显极交流发电机磁路图

1—轴；2—轴套；3和7—左、右极盘；4和7—爪形极；5—混合材料定子；6—定子绕组；8—激磁绕组。

滑环流入转子的激磁绕组。而直流发电机的情况则相反，产生感应电动势的电枢绕组是旋转的，而激磁绕组是固定的。图 1.2 是显极交流发电机的磁路图。由 3、4 和 7、9 两半部分组成的发电机转子包括激磁绕组 8 和轴套 2。磁通(图 1.2 用箭头表示)沿轴向流经轴套 2，

[*] 校者注：原文此处为：“转速小时，电刷产生强烈的火花，转速大时整流不可靠。”

然后沿径向流经极盘3和磁爪4，再经气隙进入定子5。磁通移动一个极距后，从硅钢片叠成的定子5出来，经气隙到转子的右半部7、9，再经轴套2闭合。

图1.2介绍的显极交流发电机磁路图，同时也指出交流发电机和直流发电机的直径与长度比不同。

交流电的整流采用三相全波电路，就是说每相在正、负半周期中均导电，用半导体硅二极管整流。在开启电压作用下，二极管导通(此时电阻为几欧姆)，当电压方向相反时，二极管截止(此时电阻由10千欧增到10兆欧)，有最小反向电流流经二极管。二极管导通需要的门限电压约0.6伏。为了避免损坏二极管，必须限制反向电压值，在汽车整流器中这个值通常不超过100伏。

二极管的一个电极直接焊接在二极管的管壳上，而另一个电极引出。半导体二极管过热会损坏管子，所以必须散热，热量是由二极管的内阻产生的。二极管装在散热片上散热。三相全波整流电路的特点是，必须把三个二极管的正输出端或负输出端分别连在一起。所以二极管的正输出端组或负输出端组都固定在公共支撑板上。另一方面，发电机的结构取决于激磁绕组供电的方式。如果激磁绕组由蓄电池供电，则为他激发电机；如果由发电机本身供电，则为自激发电机。

自激发电机电流流入激磁绕组，不经过功率输出二极管，而用三个小功率二极管补充建立一个并联激磁电路，它是由定子绕组的输出端分出来的支路。图1.3示出了三个辅助二极管电路及其在发电机中的放置情况。辅助二极管与正端二极管装在一块散热板上。图1.4所示的是用辅助二极管激磁的交流发电机电路图。激磁绕组OB经调压器VR与负端

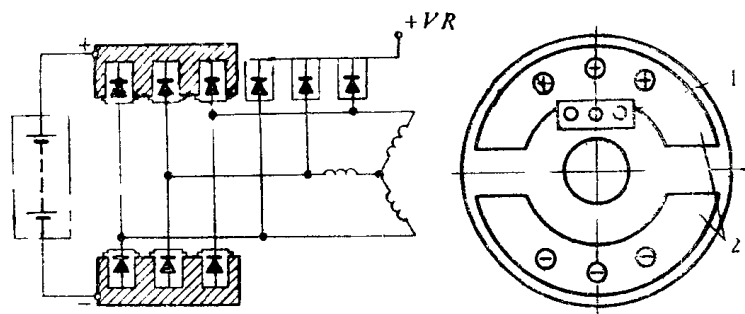


图1.3 发电机励磁电路二极管的连接和配置线路图(“鲍许”公司)

1—励磁电路二极管, 2—支撑板。

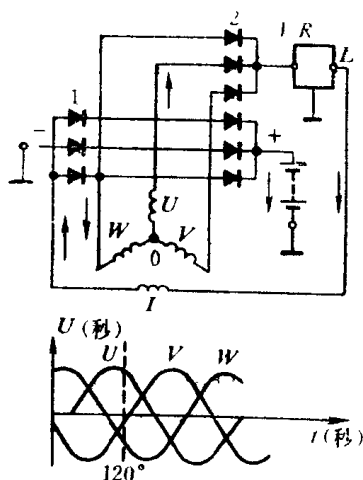


图1.4 由辅助二极管励磁的交流发电机电路图

1—角端二极管; 2—辅助二极管。

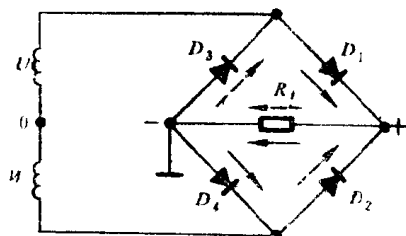


图1.5 两相全波桥式整流电路,

二极管1闭合。图中还示出了定子三个绕组中感应电压随时间变化的曲线。图1.4中曲线表示的瞬间, 在相绕组U中是电

压正半波。绕组W中是电压负半波，而绕组V中没有电压。电流方向如箭头所示，由绕组U的末端经二极管正端与发电机的“+”接线端，流向蓄电池或与蓄电池并联的负载。充电电路经发电机的“-”接线端，连接二极管负极和相绕组W。因而，在该瞬间，整流器系统归结为两相系统，并可以由图1.5所示的电路代替。电流在实线箭头所示的方向上流经负载 R_L 。如果激磁电压变换符号，则二极管 D_2 、 D_3 取代二极管 D_1 和 D_4 导通，但负载电流仍按原(虚线箭头)方向流动。

当考虑电路在另一个瞬时工作时，条件就有些复杂了，但总可以认为，当相绕组中电压的方向和大小一直在变化时，经发电机的“+”接线端流向蓄电池和负载的电流方向不变。把按相位移动的正负半波电压(见图1.4)相加，得到波形如图1.6所示的直流电压。这种电压波形不会引起阻碍，因为汽车蓄电池和用电器形成由电阻和电容组成的滤波电路，使电压格外平滑。蓄电池在某种程度上可减少二极管的负载，因为蓄电池的电压是反方向加在二极管上的，所以二极管只能在相电压超过蓄电池接线端上电压的瞬间才导通。

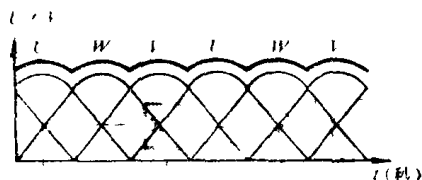


图1.6 整流后交流发电机的电压

我们再回到图1.4所示的激磁电路上来，电路的激磁电流通路如下：相绕组——辅助二极管——发电机端子“+VR”——调压器“+”端——调压器端子L——激磁绕组L——发电机“-”端——负端二极管——相绕组W——

零点。

自发电机在软磁钢转子的剩磁作用下，在定子绕组中感应出电压。感应电压增大引起激磁电流增大，进一步使激磁磁通和感应电压值增强，此后激磁电流被建立起来。

在交流发电机激磁电路中有六个二极管：三个辅助二极管和三个负端二极管，如果发电机电压超过串联的两个二极管的门限电压(约1.2伏)，自激才有可能。因转子剩磁量不大，只有在转子转速比较高时，才有可能形成阈值电压。所以，为了易于自激，采用预先由外部激磁的方法，通过充电指示灯EL预先激磁，如图1.7所示。预激磁的电流路径是：蓄电池“+”——点火开关S——充电指示灯EL——调压器VR——激磁绕组L——蓄电池“-”。预激磁电流受指示灯EL阻值的限制，所以在更换灯泡时，必须注意指示灯的功率。当发电机发出的电压达到蓄电池电压时，预激磁自动停止。

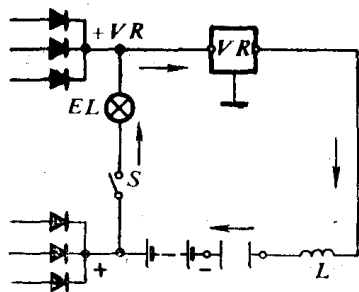


图1.7 发电机的外部预激磁电路

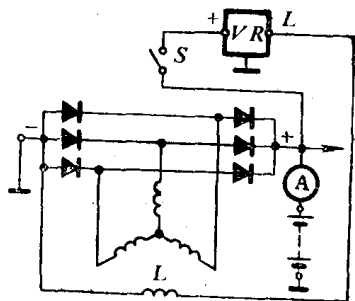


图1.8 外激磁交流发电机的电路图

图1.8示出外激磁发电机的一般电路。在这个电路里，电流由发电机和蓄电池的公共正端，经点火开关S和调压器

VR, 流入激磁绕组。因此, 当起动电动机时, 发电机的激磁电流几乎达到最大值, 所以很快就形成了工作电压。电路中用电流表检查蓄电池充电电流和负载电流的大小。

外激磁发电机的指示灯常用继电器K接通, 继电器K装在零点和点火开关S之间, 如图1.9所示(根据“菲亚特”公司特许生产的汽车)。当工作状态在零点和蓄电池正端之间时, 可以测定发电机电压的一半, 这是因为位于相绕组出端和发电机壳体之间的电阻相同的二极管组成了分压器^[*]。当发动机不转或发电机转速小的时候, 在零点和蓄电池正端之间没有电势差, 所以指示灯经继电器常闭触点得到电流。在这种情况下, 发电机不发电, 蓄电池在二极管上产生截止电压, 继电器也不吸合。当发动机转速增大使电势差达到5.5伏时, 继电器触点断开, 指示灯电流消失, 灯熄灭。

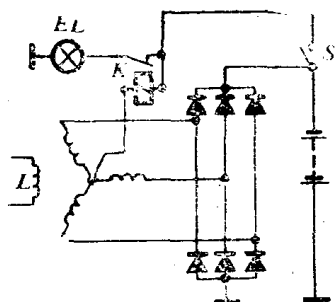


图1.9 充电指示灯在有零线的交流发电机上的接法

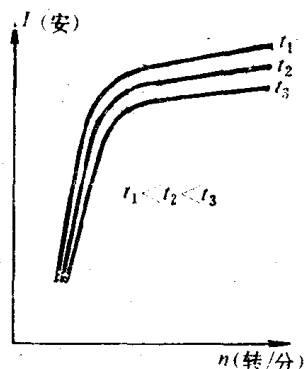


图1.10 发电机的负载特性与温度的关系

交流发电机的负载特性如图1.1所示。曲线表示汽车所

〔*〕校者注：此时这三个二极管并不起分压作用，而是起隔离作用，它们承受着大小等于蓄电池电势的反向电压。

需的端电压恒定时，输出电流与发电机转速的关系。根据负载特性可以确定，在什么样的转速下，开始输出电流，同时还能确定最大电流值和所对应的发电机转速。既然特性曲线是在发电机电压恒定的情况下获得的，那么它同时还能估计发电机的功率值。随着明显的饱和状态的出现，特性曲线逐渐变化缓慢，在转速增大时，负载电流增加得不多或大体上没有增加。发电机的这种特性在设计时就考虑了。因为电流不超过最大允许值，所以从发热观点看，最大电流并不危险，不必设置专门的限流器。这能明显地简化调节器的结构，保证发电机的工作。

负载特性在一定程度上也与周围空气的温度有关。这一点可由图1.10所示的特性曲线得到证实。当温度增高时，发电机的输出电流值减小，其原因是由于绕组电阻变化，内部损耗增加。

§ 1.2 电子调压器

汽车发电机是在特殊条件下工作的。汽车发电机的转速每时每刻都在改变。负载也随着用电设备的多少强烈地波动着。蓄电池的充电程度在很大范围内变化。这时，要使发电机的端电压不变，蓄电池必须由与蓄电池状态相应的电流充电才能保证发电机的正常工作，这些要求只有采用继电调压器才能解决。

发电机的空载电压(当无负载时)与转速和激磁电流大小有关。如果转速增加，激磁电流值减小，则电压保持不变。通常调压器感受的并不是转速的变化，而是发电机电压的变化。在调压作用下，当转速增大时，激磁电流不断减小，发电