

现代汽车电器电子系统

沙奇林 沙 莉 编著

中国地质大学出版社

蒙宇登燕 (腰)

现代汽车电器电子系统

沙奇林 沙 莉 编著

本书主要介绍现代汽车电器电子系统的基本原理、结构、工作过程及故障诊断与排除方法。全书共分10章,主要内容包括:汽车电源系统、汽车点火系统、汽车照明系统、汽车信号系统、汽车仪表系统、汽车空调系统、汽车防抱死制动系统、汽车安全气囊系统、汽车防盗系统、汽车电子控制系统等。本书可作为高等院校汽车专业及相关专业的教材,也可供从事汽车工作的工程技术人员参考。

责任编辑

徐成发

封面设计

张金明

中国地质大学出版社

地址:北京市地质研究所院内 邮编:100029 电话:64611111

发行所:地质出版社发行部 电话:64611111

印刷厂:地质出版社印刷厂 电话:64611111

定价:15.00元

ISBN 7-116-01111-1

中国地质大学出版社

中国地质大学出版社

· (鄂)新登字第12号 ·

内 容 简 介

本书是为适应现代汽车所装备的电器种类大量增加且日益电子化,全新的电子系统也正逐步推广应用的新特点而编写的。全书共十三章,除对传统汽车电器系统的基本原理、结构特点进行了全面系统的分析外,还以大量篇幅对电子点火系及点火时刻的电子控制、燃油供给系统的电子控制技术、电子式制动防抱死系统、电子控制主动悬挂、电动动力转向系统、汽车电系的总体设计基础以及汽车电器电子系统的环境因素与可靠性的丧失、容差技术、试验设计等内容进行了阐述。内容丰富实用,选题精当,分析透彻,而且包含有大量先进的设计思想、设计依据及设计方法的介绍,其中许多为第一手国外90年代资料,新颖翔实,富有较高参考价值。

本书具有较高理论价值和实用意义,可作为高校汽车类专业教学用书,亦可供汽车电器电子行业的工程技术人员和广大的汽车用户及维修保养人员参考使用。

现代汽车电器电子系统

沙奇林 沙莉 编著

出 版 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码·430074)

责任编辑 刘先洲 阳 沛

责任校对 胡延松

印 刷 国营三〇九印刷厂

发 行 中国地质大学出版社出版发行

开本 787×1092 1/16 印张 10.5

字数 265 千字

1993年1月第1版 1993年1月第1次印刷

印数 1-3000 册

ISBN 7-5625-0722-8/U·1

定价 9.50 元



录

第一章 汽车电器的基本构成及其电子化	1
§ 1-1 传统汽车电器的基本构成及使用特点	1
§ 1-2 汽车电器的电子化与新型电子系统	3
1-2-1 应用于发动机的综合控制	3
1-2-2 底盘系统的电子控制	4
1-2-3 电源仪表与行车信号系统的电子控制 和电子化	6
1-2-4 车内环境及其它辅助系统	6
§ 1-3 我国汽车电子行业的现状	7
§ 1-4 影响汽车电子技术应用的因素	8
§ 1-5 汽车电子技术的未来发展	8
第二章 汽车供电系	10
§ 2-1 车用蓄电池	10
2-1-1 车用蓄电池的种类	10
2-1-2 铅酸蓄电池的构造	10
2-1-3 蓄电池的规格	12
2-1-4 铅酸蓄电池的工作原理	12
2-1-5 蓄电池的容量	13
2-1-6 干式荷电铅酸蓄电池	13
§ 2-2 车用三相交流发电机及其整流系统	14
2-2-1 对发电机系统的基本要求	14
2-2-2 三相同步交流发电机的结构	15
2-2-3 三相同步交流发电机的工作原理	16
2-2-4 同步交流发电机的励磁	17
2-2-5 三相同步交流发电机的特性	17
2-2-6 交流发电机整流系统的设计及 提高输出功率的措施	19
2-2-7 国产车用三相同步交流发电机 的型号	22
§ 2-3 三相交流发电机调节器	22
2-3-1 电磁振动式电压调节器的构造与设计 要点	22
2-3-2 晶体管调节器及集成电路调节器的原 理与设计	26
2-3-3 国产交流发电机调节器的型号	28
§ 2-4 供电系的过电压保护	28
2-4-1 稳压管保护电路	29
2-4-2 稳压管加继电器保护电路	29
2-4-3 可控硅保护电路	30
第三章 汽车电系的总体设计基础	31
§ 3-1 供电系统的功率匹配	31
3-1-1 供电系统的电能平衡	31
3-1-2 发电机功率的选择	32
3-1-3 发动机至发电机的传动比设计	34
§ 3-2 连接导线的选择与布置	34
3-2-1 导线截面积的选择	34
3-2-2 线路中接触点的电阻	35
3-2-3 车用连接导线的种类与标识	36
§ 3-3 汽车电器的相容性	37
第四章 起动系统	38
§ 4-1 起动系统的结构分类	38
§ 4-2 起动系统的工作性特	39
4-2-1 起动力矩与负载的关系	39
4-2-2 起动力矩与转速的关系	40
4-2-3 起动机功率及其影响因素	41
§ 4-3 起动系统的主要结构设计	41
4-3-1 起动机功率的选择	41
4-3-2 传动啮合机构	42
4-3-3 操纵控制机构	43
§ 4-4 起动系统的保护机构设计	45
第五章 照明与行车信号	46
§ 5-1 照明和行车信号系统的分类与功用	46
5-1-1 照明灯	46
5-1-2 标识灯	46
§ 5-2 灯具的构造与要求	47
5-2-1 普通大灯	47
5-2-2 隐蔽式大灯	49
5-2-3 雾灯	50
5-2-4 日光灯式车厢灯	51
5-2-5 小灯	51
§ 5-3 照明与行车信号的控制原理与设计	51
5-3-1 大灯控制及自动电子变光开关	52
5-3-2 转向信号闪光器	53
5-3-3 制动信号灯开关和监视电路	56
第六章 传统蓄电池点火系统	58
§ 6-1 蓄电池点火系的组成及工作原理	58
6-1-1 蓄电池点火系的组成及其改善性能 的结构	58
6-1-2 蓄电池点火系的工作原理	62
§ 6-2 点火正时机机构	63
6-2-1 点火正时的必要性	63
6-2-2 转速变化对点火提前的要求	64
6-2-3 负荷变化对点火提前的要求	64
6-2-4 燃油品质变化对点火提前的要求	65
6-2-5 抑制有害排放物对点火提前的要求	65
§ 6-3 传统蓄电池点火系的性能讨论 及若干设计因素	66
6-3-1 影响次级电压的因素	66
6-3-2 点火能量的问题	68
6-3-3 机械性能问题	68

第七章 电子点火系及点火时刻的

电子控制	69
§ 7-1 电子点火系概述	69
§ 7-2 晶体管点火系	69
7-2-1 有触点晶体管点火系	69
7-2-2 无触点晶体管点火系及性能设计	70
§ 7-3 可控硅电容放电点火系统	75
§ 7-4 压电式点火简介	76
§ 7-5 各种点火系的比较	77
7-5-1 性能上的比较	77
7-5-2 结构的比较	78
7-5-3 电子点火系统的发展趋势	79
§ 7-6 点火时刻的电子控制	79
7-6-1 点火时刻的模拟电路控制	80
7-6-2 点火时刻的数字电路控制	81

第八章 汽车仪表和辅助电器

§ 8-1 传统汽车仪表	84
8-1-1 双金属片式仪表	84
8-1-2 电磁式仪表	86
§ 8-2 电子式汽车仪表	88
8-2-1 指针式电子车速里程表的设计	89
8-2-2 电子式仪表的显示与要求	91
§ 8-3 汽车仪表的照明	93
§ 8-4 仪表稳压器	94
8-4-1 双金属片式仪表稳压器	94
8-4-2 电子式仪表稳压器的典型应用	95
§ 8-5 辅助电器	95
8-5-1 电喇叭	96
8-5-2 刮水器	97
8-5-3 风窗洗涤器	100
8-5-4 电动汽油泵	100
§ 8-6 监视和报警装置	103
8-6-1 后部灯光信号监视检查	103
8-6-2 液位监视检查	103
8-6-3 蓄电池状态监视检查	104
8-6-4 电子防盗装置	105

第九章 汽油供给系统的电子控制技术

§ 9-1 电子燃油喷射系统	107
9-1-1 分类	107
9-1-2 进气管喷射式——多点喷射式 电子燃油喷射系统	109
9-1-3 节气门喷射式——单点喷射式 电子燃油喷射系统	116
§ 9-2 电子式化油器	118
9-2-1 化油器的功用及电子控制的一般方式	118
9-2-2 通用汽车公司的电子式化油器	119

第十章 电子式汽车制动防抱死系统

§ 10-1 概述	121
-----------------	-----

§ 10-2 电子制动防抱死系统的设计思想	122
-----------------------------	-----

§ 10-3 电子制动防抱死系统的主要组件与 工作原理	124
--------------------------------------	-----

§ 10-4 制动防抱死系统的后备功能设计	126
-----------------------------	-----

第十一章 电子控制悬架系统

§ 11-1 半主动及主动式悬架系统的设计思想 与工作原理	128
--	-----

11-1-1 半主动式悬架的控制原理	129
--------------------------	-----

11-1-2 主动悬架的分类与工作原理	130
---------------------------	-----

11-1-3 主动悬架系统的控制逻辑	132
--------------------------	-----

§ 11-2 主动式悬架系统的基本构造	135
---------------------------	-----

11-2-1 刚度与阻尼调节系统的基本构造	135
-----------------------------	-----

11-2-2 车身高度控制系统	139
-----------------------	-----

11-2-3 主要传感器和微机系统	140
-------------------------	-----

§ 11-3 主动式悬架的性能	142
-----------------------	-----

第十二章 计算机辅助电动力转向系统

§ 12-1 对转向系统的要求及电动力转向的 原理特点	143
--------------------------------------	-----

12-1-1 对转向系统的要求	143
-----------------------	-----

12-1-2 电动力转向的原理与特点	144
--------------------------	-----

§ 12-2 电动力转向组件的结构与原理	144
----------------------------	-----

12-2-1 转向传感器	144
--------------------	-----

12-2-2 电动机、离合器、减速机构	145
---------------------------	-----

12-2-3 控制装置的控制逻辑	146
------------------------	-----

§ 12-3 电动力转向系统性能的评价	147
---------------------------	-----

12-3-1 动力转向性能的主要评价参数	147
----------------------------	-----

12-3-2 电动力转向的评价	147
-----------------------	-----

第十三章 汽车电器电子产品的

可靠性设计与试验	149
----------------	-----

§ 13-1 使用环境对汽车电器电子产品可靠 性的影响	149
--------------------------------------	-----

13-1-1 温度、湿度环境及其影响	149
--------------------------	-----

13-1-2 汽车的振动及对电子产品的可靠性 影响	151
------------------------------------	-----

13-1-3 汽车电系电压波动及其对电器电子 产品可靠性的影响	152
--	-----

13-1-4 其它环境	153
-------------------	-----

§ 13-2 汽车电子产品的可靠性设计	153
---------------------------	-----

13-2-1 汽车电子产品的可靠性设计步骤	153
-----------------------------	-----

13-2-2 第一可靠性设计——故障避免设计	154
------------------------------	-----

13-2-3 后备可靠性设计——容差技术	155
----------------------------	-----

§ 13-3 汽车电子产品的实验室可靠性试验 及其强化	157
--------------------------------------	-----

13-3-1 汽车电子产品可靠性试验的抽样 与判别	157
------------------------------------	-----

13-3-2 可靠性强化试验	159
----------------------	-----

主要参考文献	162
--------------	-----

后记	163
----------	-----

第一章 汽车电器的基本构成及其电子化

现代汽车上的电器电子技术装备越来越丰富，它们对于提高汽车产品的质量和性能的重要性与日俱增，且技术上的应用和发展十分迅速，使现代汽车工业充满了活力和革命精神。实际上，汽车电器电子技术今天已正在汽车技术领域形成一个独立的分支学科。

§ 1 - 1 传统汽车电器的基本构成及使用特点

传统汽车电器，习惯上是按功能把它们区分为几个不同的系统。汽车电子技术的应用，相当大的程度上也是对这些系统的电子化改造或创新。

图 1 - 1 所示的框图，大致概括了传统汽车电器的基本构成，从左至右，它们可分为五个系统。

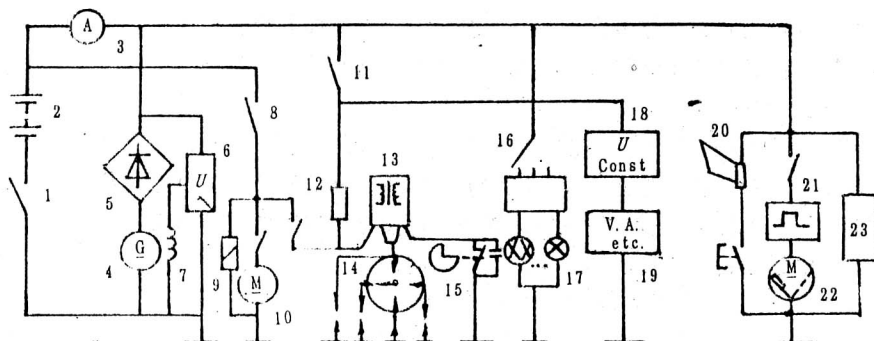


图 1 - 1 传统汽车电器的基本构成

- 1-总电源开关；2-蓄电池；3-电流表；4-三相交流发电机；5-整流器；6-电压调节器；
7-发电机励磁线圈；8-起动开关；9-起动继电器；10-起动电机；11-点火开关；
12-点火线圈附加电阻；13-点火线圈；14-配电器；15-断电器；16-灯光控制器
(闪光器、减光开关等)；17-照明与信号系统；18-仪表稳压器；19-仪表系统；
20-电喇叭；21-刮水器控制器；22-刮水电机；23-其它

1. 供电系统 包括蓄电池，发电机及其电压调节装置。它是全车电器的电源系统。其中，电池与发电机是并联工作的。

随着现代汽车对各种性能要求的提高，用电器总功率有日益增大的趋势，因此，对供电系统也相应地有增加容量和提高电压以及增加故障自检和自我保护功能的新要求。

2. 起动系统 包括起动电动机，传动机构及其操纵装置，用以实现汽车发动机的随时起动。

3. 点火系统 汽油发动机具有此系统，传统点火系统主要由点火开关、点火线圈、分电器、火花塞以及点火正时机构构成，以实现发动机各缸油气混合体的有序点火。

现代汽车由于对动力性、经济性~~及有害排放物~~的控制标准日益提高,因此,对燃烧过程的控制也十分细致和深入。包括汽油供给、点火正时、排放过程的反馈控制手段逐步完善、各种不同于传统发动机燃烧系的新型燃烧技术相继投入使用,这一切都对点火系统的性能提出了新要求,尤其是对点火的精确性(点火时刻的实时调控)和点火的可靠性(提高点火能量)的要求比较显著。传统的点火系统由于性能结构上的固有限制已不能适应这些要求,所以,各种新型的电子点火系统已在现代汽车上得到了比较普遍的应用。

4. 照明和信号系统 包括照明和标识各种行车信号的大小灯具若干套(只),以提供安全行车所必要的灯光和信号。

该系统的设置,技术指标一般由相应的安全法规规定。80年代以来,随着车速和车辆保有量的迅速增加,一些与照明和信号有关的安全问题相继出现,因此,美、欧及日本等汽车大国相继批准了一些与照明及信号系统有关的法规条款,一些新的照明与信号灯具(如转向照明灯、高位制动灯、后雾灯等)正在形成。

5. 仪表系统及其它辅助电器设备 仪表系统包括车速/里程表、油量表、机油压力表、水温表、制动气压或油压表、电流表等。辅助设备例如刮水器、风窗洗涤器、电喇叭、收音机等。

传统的汽车仪表,以热效应(双金属片)及电磁式等机电式仪表为主,它们虽然简单、直观,但一般精度与可靠性较差,且由于体积、结构、种类等方面的原因,并不都适应现代汽车的要求,而且有些仪表的设置并不是十分合理。如电流表,现在大多数国外汽车上,一般以电压表或充电指示灯取代。因此,现代汽车已开始采用各种电子式仪表。组合式电子仪表的发展也十分迅速。

辅助电器的种类则有日益增多的趋势。空调器的应用正在向普通车型上扩展。中央门锁、自动玻璃升降器、各种防盗装置、风窗玻璃加热、座椅调节等项目也在发展。一般地讲,辅助电器中正在增加的内容朝着舒适、娱乐、保安方面的发展比较活跃。

这些电器设备安装在汽车上,有下列使用特点:

(1) 双电源 即蓄电池和发电机。

(2) 低压直流 汽车电器用电电压一般为6、12、24伏三种。由于有电池供电及供其充电,故为直流电源。

(3) 单线、并联制连接 所有电器并联连接,并以车身金属结构作为一条公用导线,称搭铁。固而是单线连接。但也允许有少数例外。如某些轿车结构,其发动机与车身之间由于采用了某些避振等措施而不能形成可靠回路时,也采用单独的公共导线。

(4) 国产汽车一律负极搭铁。

汽车电器的上述使用特点及其生产与安装都必须接受一定的规范约束。在我国,当前的指导规范是国家专业标准ZB T 35 001-87《汽车电气设备基本技术条件》。

从运输总体格局上看,由于公路运输具有便捷、灵活、运输质量和资金周转等综合经济效益比较好的特点,所以在现代技术和经济高度发展的今天,交通运输中公路运输的比重呈现出日益增大的趋势。因而对汽车的技术水平 and 应用性能指标提出了更高的要求。这些要求总体上是:提高功率和速度;降低油耗;减少排气污染和噪声;提高可靠性和行驶安全性;减少繁重的技术保养服务和改善驾驶员的工作条件;提高乘员舒适水平等等。

如前所述,传统的技术装备许多已不能适应上述要求,而现代汽车已大量地应用电子技术,从而大大地丰富了传统汽车电器的内容。这些装备,一方面用来改进和完善传统的汽车

电器的质量和性能,乃至取代它们。例如发电机的电子电压调节器、电子点火装置、晶体管闪光器等。另一方面则大大应用于传统电器设备所无法进入或难以胜任的工作。例如电子制动防抱死装置,电子控制燃油喷射系统等等。它们是新的汽车电器电子系统。

§ 1-2 汽车电器的电子化与新型电子系统

汽车电器的电子化及新型汽车电子系统,可以由电子技术在汽车上应用的历史与发展来反映。电子设备本身具有许多优点。从性能上讲,电子设备精确、可靠、无机械磨损、维修周期长等等;从生产工艺和结构上讲,它比机械部件具有更高的可集成性和通用性,即它比机械部件具有更好的可移植性,这样更有利于在旧产品的改型和新产品的研制中缩短周期、降低成本和提高效益。随着现代技术的发展,电子产品的成本也在下降,环境耐受能力亦大大加强,因此,也促进了其在汽车上的应用与发展。并且汽车电器电子化的趋势也在日益加强,如图1-2

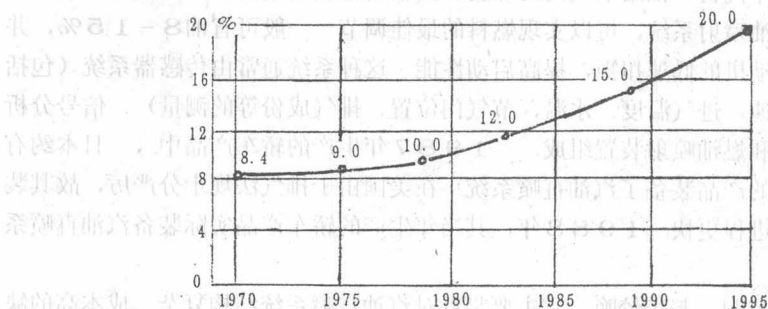


图1-2 汽车电器电子化的历史与未来

(资料来源:大众汽车公司研究部)

总体上,我们可以将电子技术在汽车上的应用归纳为如下几个方面。

1-2-1 应用于发动机的综合控制

这种应用主要集中在燃油供给、燃烧过程及有害排放物抑制、汽油机的点火正时等方面。

1. 电子点火系统

首先实现的是电子点火电路。技术的进步是惊人的,晶体管于1948年问世,生产化油器的美国公司Holley在1953年便申请了晶体管点火的专利。1973年,克莱斯勒公司生产的全部车型上都装用了晶体管点火电路。

但严格地说,通常所谓的电子点火系统,包括晶体管式电感放电点火装置和可控硅式电容放电点火装置,还仅仅是用电子元件来改造传统的蓄电池电感放电点火系统,以提高其可靠性和有效性。它们远远不是电子控制的点火系统。当然只是在有了上述电子点火电路后,才有了实现电子控制点火的电子系统。

真正的电子控制点火系,是由美国克莱斯勒汽车公司首创于1976年,名为ELBS(电子式稀混合燃烧系统),它根据进气温度、水温、转速和负荷等由控制器计算出最佳点火时刻,指令点火。但该系统的电子控制器是模拟电子电路。

已知最早的数字控制点火系统,是通用公司1977年推出的迈塞(MISAR)微机点火

与自动调节系统。

采用电子控制点火，其优点在于发动机在任何转速下都可以把点火时间调整到所要求的时刻。当然实际上各次点火都会产生一个误差，使点火时刻与理论值有一个离散区间。但现在微机控制的点火系统可以使这个区间不大于1度曲轴转角。正确的点火时刻，有利于改善燃烧过程，防止爆燃，减少油耗和抑制排放和提高热效率。

2. 电子控制的燃油供给

电子控制的燃油供给是发动机电子控制的关键环节。它包括电子控制汽油喷射、传统化油器的电子化控制以及柴油机的电子化控制。它提供最佳和最经济的燃油供给，提高动力性、燃油经济性和实现排气的有效净化。

电子控制燃油喷射的最初设想，是在Bosch公司于1952年成功地将汽油机实现了直接喷油后，1957年由Bendix公司始创。但真正批量实现的产品则是Bosch公司的D型喷射装置（1967）。它根据进气歧管的压力（真空度）控制燃油喷射。早期的D型系统精度稍差，排放也难以控制。所以5年后，便推出了JL型喷射装置。该系统直接测量进气量以控制燃油喷射。80年代初，根据节气门的开度和曲轴转速确定喷射的M型系统问世。

采用电子控制的燃油喷射系统，可以实现燃料的最佳调节。一般可省油8-15%，并减少排气污染，增大发动机的低速扭矩，提高启动性能。这种系统通常由传感器系统（包括对空气的计量、曲轴转速、进气温度、水温、节气门位置、排气成份等的测量）、信号分析控制系统（微处理器）和燃油喷射装置组成。1987年生产的轿车产品中，日本约有42%，西欧约25%的产品装备了汽油直喷系统。在美国由于排气法规十分严厉，故其装备电子汽油喷射系统的进程更快，1988年，其当年生产的轿车产品实际装备汽油直喷系统的约占90%。

对化油器的电子化控制，起步较晚。它主要是针对汽油直喷系统结构复杂、成本高的缺点而发展的。今天已达到的目标是实现了具有闭环控制的油量供给和排放抑制，在一般工况下，其性能已接近汽油喷射系统。

对柴油机的电子化控制，则主要集中在改善其冷起动性，提高比功率（增压技术控制）、抑制烟度、改善调节的灵敏度（控制游车）、怠速调节等等。所有这些均是以控制油量和喷油正时为首要目标的。

3. 电子增压控制

现代汽车由于使用增压技术，随之也带来了抑制振动和噪声的问题。增压压力电子控制系统便随之出现。其主要组成便是爆震传感器和微处理器。一旦测得信号与标准存储信号相比被判定产生了爆燃，则自行减小增压压力和改变点火提前。

事实上，现在广泛采用的发动机电子控制系统，通常都是可以完成上述大部分或全部功能的集成化控制系统，从而大大地提高了综合性能，降低了总成本。如日产公司的ECCS系统，具有综合控制点火时刻、燃油喷射、废气再循环、怠速等功能。有些系统还具有自我故障诊断功能，如三菱的ECI。

1-2-2 底盘系统的电子控制

底盘系统的电子控制，可以大致分为：对行驶系的控制——大的技术装备有电子制动防抱死装置（ABS）、半主动悬挂、车高自动调节、自动行驶、电动转向以及对传动系统的控制——电子变扭器（自动变速箱）、电子离合器等。

1. 对行驶系的电子控制

(1) 电子制动防抱死装置 它是底盘上最早实现电子化的装备之一。最初应用于二次世界大战时舰载飞机的起落架上。1969年福特汽车公司首先装备于其Continental Mark II型载货车上,实现了后轴的制动防抱死。这种系统的设计思想是通过机电装置的一系列动作,控制制动时车轮过大的滑转率,使其保持在最大附着力点附近,从而提高制动效能和制动安全性。理论上只要能实时地测量得到制动时的轮边线速度和车身平动速度之差,即可得到滑转率,从而可以实施防抱死控制。但由于结构和成本的原因,现在得到实际应用的电子防抱死装置,大多是通过安装在各个车轴上的传感器获得制动减速度(Bosch式)或前后轮速度差(本田型)等制动参数,经过微处理器的计算分析,指令制动装置不断地放松和加强,以调节各个车轮的制动力从而不被抱死,以避免轮子在地面上打滑甚至失去侧向控制力的危险(参见第十章)。

(2) 半主动悬挂 这是一种可以由微处理器随时改变悬挂的刚度与阻尼,从而改变悬挂特性的悬挂系统。法国雪铁龙汽车公司于1955年首先在其DS车上应用了油气悬挂,不过那时尚未实施电子控制,是完全的被动悬挂。

现在的半主动悬挂系统,一般有两个或三个悬挂状态:分通常状态,硬状态或软、通常、硬三个状态。微处理器在收集到来自车速、方向盘转角及转速、油门踏板位置(加速)、制动踏板位置(或制动压力)、横向稳定杆跳动(车身游隙)等信号后,与预先存储的标准信号比较,作出是否改变悬挂特性的指令。指令的执行通常由电磁阀完成,接通或切断辅助油气通道和贮备室(参见第十一章)。

而现在许多装备半主动悬挂的车型,同时也具备车高自动调节功能,两者作用原理及使用的系统相同。

(3) 中央轮胎充气系统 作为对行车安全的一种有效补充控制,现在在国外已研制并试用了自动轮胎中央监控与安全系统。如法国Michellin公司的MTM系统。雪铁龙 Activa I样车上即装备有该系统。

(4) 电动转向系统 这种系统一般采用计算机辅助转向方式,步进电机按计算机发出的转向指令驱动转向桥。往往在电动转向系统中,还配有电子车速传感器,因此,可以产生适应各种车速的转向动力,比液压助力转向更轻便、紧凑和可靠(参见第十二章)。

2. 对传动系统的控制

当前电子化的产品主要有电子变扭器、电子分动箱和电子差速器等。

(1) 电子变扭器 变扭器电子化控制首先开始于1969年法国的雷诺汽车公司。其设想动机,可概括为:①发动机的有效功率,只有以最高效率传递至行驶系统,燃油经济性才得以有效实现,为此必须设计最短和摩擦损失最小之动力传递路线,发动机前置前驱动是其实现方法之一;②汽车的实际油耗,依驾驶方法的不同而有很大差别。有经验的驾驶员能省油的道理便是如此。如图1-3,如果能事先把省油的操作规范编进传动系里,

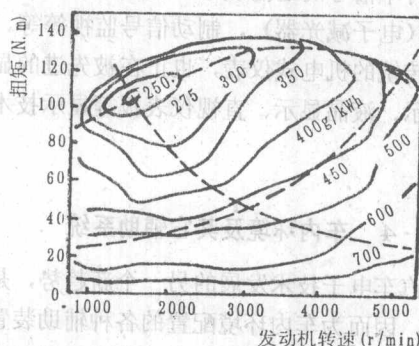


图1-3 某2L发动机的工作特性曲线

那么将获得最有效率的动力和最佳油耗。理论上,自动变速器可实现这种设想。液力变扭器由于有自动的减速增扭功能,因此,首先被用在传统的自动变速器中。但由于液力变扭器以油为动力介质,内部损失大,故传动效率反而十分低下,除了方便驾驶外,与省油的目标背道而驰。电子控制的自动变速器的设想因而很自然的萌生,即电子变扭器。

现在已知的电子变扭器,大致有四种工作原理。①对传统的液力变扭器实施电子操纵,提高其传动效率。这种原理的电子控制形式,一是采取更多的超速传动以尽可能地使发动机工作在低速区;二是采用液力变扭器锁止机构(锁止离合器为执行元件),现在实现的产品一般是分段锁止。②电磁操纵行星轮系(或有级齿轮减速系)自动变速器。在相当于静止的太阳轮和活动的系杆边缘均装有绕组。绕组通电,即可以自动变速换档,通电的指令由电子控制器下达。法国的Chatelet-Michellet牌自动变速器即是这一原理。③电磁离合器偶合方式。即将机械有级减速器与减速器和磁粉离合器配合使用,电脑操纵,如雷诺公司装用的杰克耳牌和日本富士重工的同类产品。④电子控制皮带传动无级自动变速。其原理是通过电子控制器连续改变V型皮带轮的直径而达到无级变速变扭的功能。这种方式目前尚无实用产品,主要问题是皮带的寿命。

(2) 电子分动箱 装于四轮驱动汽车上,用以根据道路和前后轮的附着情况,自动地调整前后驱动桥的扭矩分配。比较有影响的如日产公司的ETS(电子扭矩分配系统),其扭矩的自动分配靠电子操纵的液体压力由安装于前后桥之间的中央差速器中的湿式离合器实现。

(3) 电子差速器 它是在传统的差速器中增设了电子操纵的湿式离合器,以根据左右两驱动轮的附着情况自动修正左右轮的功率分配,从而达到最佳驱动,如日产的LSD(电子控制滑移差速器系统)。日产公司的阳光牌GTI-RS车正是由于安装了上述两个电子系统因而在1991年世界各种汽车拉力赛中领尽风骚。

1-2-3 电源、仪表与行车信号系统的电子控制和电子化

汽车电源,包括蓄电池和发动机。蓄电池的状态检测及充电电路故障主要靠电子电路实现。至于发电机,自60年代以来,已逐步采用三相交流发电机,直流发电机正在退出应用。三相交流发电机的整流,电压调节,供电系统的过电压保护等,国外已普遍采用电子电路,如法国的此类产品,在1980年时即已全部电子化。国产汽车使用电子电压调节器也很广泛。

行车信号的电控或电子化进程也很快,普及程度很高,如电子转向信号,灯光自动切换开关(电子减光器),制动信号监视等等。

传统的机电式仪表,也正在被先进的显示方式、精确的电子仪表取代。发光二极管、荧光显示、液晶显示、直视仪表板等显示技术正得到应用和发展,电子车速里程表的应用也很普遍。

1-2-4 车内环境及其它辅助系统

汽车电子技术发展的另一个新趋势,是为了提高商品的竞争能力和体现电子时代的汽车形象,因而为车内环境配置的各种辅助装置也越来越多,如车内舒适性装备(空调、灯光、座椅等)、通信与娱乐、安全警报、甚至导航等设备也开始有应用的倾向。新产品的开发竞争十分激烈。国外有文献列举了已应用于汽车的电子产品达到60余种。

著名的Bendix公司的总裁在1990年举行的国际汽车电子学大会上的报告称今天汽车

电器的发展已经进入了第三阶段，即微计算机的汽车电器阶段。

§ 1-3 我国汽车电子行业的现状

我国汽车电器电子行业的发展，如同我国汽车工业本身一样，起步比较晚，与当前国际先进水平相比，还有一定差距。主要体现在产品几十年一贯制，没有大的突破和创新，装备因此比较陈旧，产品种类比较少。据统计，国产汽车上电子产品应用得比较少。1985年，平均每车电子产品的产值仅169元（人民币），1990年也不过两百多元。而美国同期1985年为879美元，1990年则上升到1875美元，约为整车平均成本的15%。

但是，也应该看到，近年来，随着国家对汽车工业的支持，轿车产品“三大三小”基地的基本形成，大大地推动了汽车工业的发展，汽车电器电子行业也十分活跃。短短几年来，国内已有数百家企业相继投入到汽车电器电子行业，产品除了交流发电机整流器、电子电压调节器、晶体管闪光器、间歇刮水继电器、倒车示警蜂鸣器等低技术产品外，也有利用引进技术生产的点火电路、无触点分电器等产品。汽车电子组合仪表也已有应用。尽管目前开发的产品从技术的角度看，真正能提高汽车动力性和燃油经济性的产品极少或真正能投入实用的也很有限，但发展的势头是可喜的。未来几年内，国内将有几个大型的汽车电器电子工程建成。其中，具有年产260万电压调节器和点火电路专用IC芯片的长沙韶光电子厂，年产10万台汽车空调的上海新新机器厂等。1991年7月著名的美国motorola电子公司已天津签约租用土地，首期投资约1.2亿美元，以生产车载蜂窝式电话、集成寻呼机为主的电子工程已在天津技术开发区动工。这将拉开我国汽车电子行业规模发展的序幕。

总体上看，我国汽车电子行业正在兴起，前景也十分广阔。展望我国汽车工业的生产能力，估计2000年可望达到170万辆的水平，如果那时车均电子产品的产值到1000元（人民币），直接经济效益可达17亿。事实上，1992年在长春一汽组装的少量Audi 2.2E轿车上，就装备有汽油喷射、电子点火和制动防抱死系统。这对于积累经验，促进我国自己的高技术的汽车电子产品发展具有重要的现实意义。

同时，在机电部八五规划中对汽车电子产品的初步设想中，共列举了38种重点发展产品，其中由国家重点扶持的第一层次产品8种，它们是：高能无触点点火系统、电脑点火装置、制动防抱死系统、车光源、汽车空调、蓄电池、专用IC、专用传感器。由省市重点扶持的第二层次产品23种，它们是：移动通信设备、汽车收音机、汽车电视、报警器、组合开关、接插件、汽车放像机、防测滑装置以及各种微特电机、变压器、场效应仪表盘、电子钟、水箱自动排水口、专用电线束、IC蜂鸣器、爆燃限制器、汽车安全字幕显示器、电压调节器、电子继电器、电子式仪表、电子化油器、刮水器、电子门锁等。其余尚有七种市场调节产品：倒车闪光器、电喇叭、车窗自动升降器、电子点烟器、自动安全装置、无线自动升降天线、电子计程收费器。

至于电子汽油喷射技术，其主要的相关技术关键，如高精度的曲轴转角传感器、排气成份敏感元件等，则已在1992年机电部下达的重要科技指南中下达。

因此，我国的汽车电子行业大有可为。问题是要尽快结束当前蜂涌而起，小打小闹的局面，尽快形成规模经济。同时，对汽车行业各个层次人员的设计、使用、维护电子产品的知识与能力的教育也亟待进行和提高。

§ 1-4 影响汽车电子技术应用的因素

汽车是一种对质量和可靠性要求均十分严格的产品,故对零部件的要求则更高(系统的可靠性是子系统可靠性的连乘积)。据称,美国当前对汽车电器电子产品的可靠性要求接近宇航级水平,为99.99%。但由于汽车电子产品特定的使用环境和工作条件十分恶劣(运动、振动、干燥与潮湿及高温与寒冷的变化范围大),因此,多年来,对于电子产品在汽车上的应用,各大生产厂家都持慎重的态度。只是当人类的生活与生产环境受到日益的恶化与威胁,汽车的排气净化成了不能回避的当务之急;只是当随着汽车保有量的迅速增长使行车安全与技术维护问题日益突出;只是当能源危机问题也尖锐起来的时候,电子技术在汽车上的应用才得以飞跃发展。

阻碍电子设备在汽车上的应用且至今仍未得到满意解决的另一个问题是,电子设备与机械零部件之间的相互连接问题,即机电一体化问题。

第三个问题是随着电子设备的日益增多,结构也越来越复杂,从而导致故障的诊断和处理困难增加,因此,对于汽车电器的设计,往往要使汽车电子部分在控制多个电机、继电器和电磁阀时,一旦出现故障,要能保护自己,同时还能与中央控制装置通讯,这反过来又增加了结构的难度。

在我国,影响汽车电子电器产品应用的第四个因素,是缺乏很好地了解汽车综合性能与设计的应用电子设计人员。同时,一般汽车使用者由于缺乏基本的电子设备使用与维护知识,对汽车电子产品存在严重的不信任感,一些进口车型上的电子装备往往被完整地以国产非电子产品替代(如点火系),这是当前需要努力解决但也需要有足够时间解决的重要问题,它终将是一个市场的问题。

但是,更多地和更大量地采用电子化的电器产品,却是适应现代经济生活和人类生存环境保护对汽车的新要求的大趋势。解决好上述问题,从而也成为汽车电器电子行业发展的关键之一。

§ 1-5 汽车电子技术的未来发展

综观当今世界汽车工业一百多年的发展历史,已使今天的汽车设计和机械生产工艺水平达到了高度成熟和高度完善的程度。仅仅依靠提高机械设计和生产工艺来满足无止境的对汽车性能的完美性的追求,相对来说,已经比较困难。因此,今后的汽车工业将更多地依赖于电子化水平的提高。这将是造就汽车电器电子技术更快发展的大趋势。这个趋势可以从两个方面加以概括:

在长期的、总的技术发展上,国际上90年代以后的汽车电器,将着重突出智能化发展,即汽车“不仅是自动的车(Auto-mobile)而且是自己驾驶的车(autodirigee- the car that drives itself)”。而大规模的专用或通用的可编程只读存储器,32位微处理器将得到应用和发展,甚至微波技术也可能用于汽车通信与导航。1990年第四届国际汽车电子学大会充分肯定了这一趋势,并称此以智能化为代表的汽车电器是汽车电器发展的第四阶段。

而在短期的、具体的应用开发上,近几年将在几大主要门类有市场上的大突破。首先是

动力及其传动系统的电子产品,如电子汽油喷射、自动变速器等。其次是ABS及半主动悬挂系统。在某些西欧国家,甚至考虑由立法强制将它们变为某些车型上的标准装备。然后是车载信息、导航及提供舒适安全等的设备。据一份题为“美国非娱乐性汽车电子市场”的报告显示,在1990年,美国的汽车电子市场营销总额为50.6亿美元,而在1994年,预计将达到80亿美元。其它的一些相应预测分析,也充分地展示了汽车电子产品的市场发展趋势。这对于正在突飞猛进的我国汽车工业,则既是机遇,也是压力。可见,在汽车设计、运用等专业学生以及我国汽车行业各个层次的人员中及早进行有关汽车电器电子产品的设计、使用与维护的知识的教育,对于提高我国汽车电器电子行业的设计生产水平和维护使用水平,都具有十分重要的意义,以更好地把握这一行业的发展与机遇。

第二章 汽车供电系

汽车的供电系主要由蓄电池、发电机及其调节器构成。作为整车电源，其低压、直流和单线供电的特点决定了汽车电器的若干使用特点。

在有些参考文献上，也将发电机及其调节器单独称为充电系统。

§ 2-1 车用蓄电池

2-1-1 车用蓄电池的种类

蓄电池是可逆直流电源。外加电源时，它是负载，将电能转为化学能贮存起来。外加负载时，它是电源，将化学能转化为电能释放。

蓄电池一般由电极、电解液和壳体等组成。

根据组成电极的材料，可以将车用蓄电池分为铅电池、锂电池、镍镉电池等。锂电池和镍镉电池的性能好，能量密度高（一般可以比铅电池高出4倍以上），因而容量大、体积小、重量轻；又因其可逆性好，因而充电快、寿命长。日本研制的车用镍镉蓄电池每15min高速充电后，可供一辆电动轿车行驶750km，而时速最高可达170km/h。但价格昂贵，生产要求高，内阻较高，故当前还达不到推广车用的要求。目前车用蓄电池主要是铅电池。

按电解液的酸碱度，又可将车用蓄电池分为酸性电池和碱性电池两类。碱性电池主要是镍镉电池、银锌电池等，采用氢氧化钾电解液为主，近年来发展在汽车上的应用，减小了操作污染和腐蚀作用，有较好的应用前景。但当前应用的仍主要是酸性电池。

按整体结构的封装形式，车用蓄电池又可分为普通电池与免维护电池两类。免维护电池具有很好的密封性和保护性，在相当长的时间里无须作添加电解液等维护，在国外先进车型上应用较多。

综上，当前国产汽车以使用普通铅酸蓄电池为主。我们将着重介绍其结构，性能及设计使用参数。

铅酸蓄电池具有内阻小，起动性能好（在5-10s内能供给200-600A的电流）、电压稳定、制造简单、成本低廉等优点，所以在汽车上得到广泛的应用。其缺点是体积大、比能低、寿命短。

蓄电池在汽车上的主要作用有：

- (1) 当发电机不发电（包括发动机起动时）或发电机电压较低时，向用电装置供电。
- (2) 当用电装置同时接入过多时，协助发电机供电。
- (3) 把发电机多余的发电能量变为化学能贮存起来。
- (4) 吸收电路中的瞬间过电压，保护电器，起到电容器的作用。

2-1-2 铅酸蓄电池的构造

图2-1是一个车用铅酸蓄电池的简图。由6个单格电池串连组成。由于每个单格电压约为2V，将数个单格电池串连后即可得到所需要的6V或12V电压。

单格电池则是由两个不同的正负极板组相互嵌接而成，各个极板组均由横条焊接，使其并联，以增加表面积（提高容量）。国产蓄电池极板面积与容量已统一，每对极板的容量为15Ah。

单格电池的组成结构特点如下：

1. 极板组

正、负极板均由栅架和活性物质两部分构成，如图2-2所示。

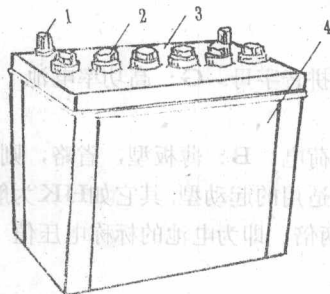


图2-1 蓄电池

1-接线柱；2-带通气孔的加液表；3-上盖；4-壳体

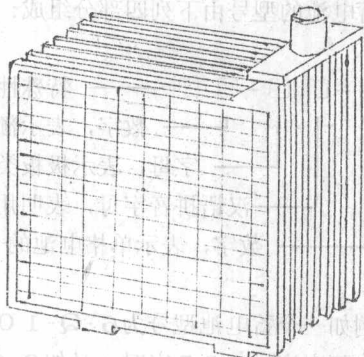


图2-2 极板栅架

栅架一般由铅-锑合金（或由铅-锑-锡合金）铸造而成。把铅粉氧化后用稀硫酸搅拌成糊状，涂在栅架的两面，经充电处理后就得到了活性物质。为了提高负极板的多孔性，减少其收缩，在负极板的活性材料中还加入少量的纤维性物质、炭黑等添加剂。经过充电处理后，正极板的活性物质为褐红色的二氧化铅（ PbO_2 ），负极板活性物质为灰色的海绵状铅（ Pb ）。

为了提高容量，单格电池的两极总是由多片正、负极板相间组成正负极板组。每个单格电池内正极板的片数一般为3-5片，最多可达14片。负极板一般比正极板多一片，这样可以使电化学反应均匀，以便减少正极板的变形和活性物质脱落，并最大限度地增大参加电化学反应的极板面积。

2. 隔板

通常，汽车（尤其是小轿车）的空间结构极为紧凑，故要求蓄电池的体积也应尽可能地小。因此，极板安装就应尽可能靠近，为避免由此引起的极板接触短路，就在相邻的正、负极板之间插入多孔性、耐腐蚀的绝缘板，称为隔板。隔板可为离子运动提供通路，并能防止正、负极板之间短路。隔板有槽的一面应对准正极板，并使槽垂直于壳底，以便使极板上脱落的活性物质可以沉到蓄电池的底部。

正极板的活性物质容易受到振动而脱落，为了延长蓄电池的寿命，国外的一些高级蓄电池上，还在正极板的两面蒙上一层玻璃纤维薄膜。

3. 电解液

铅蓄电池用电解液是纯硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成，在完全充电的状态下，相对密度一般为1.26（20℃时）。但因使用温度不同而不同。任意温度下的电解液相对密度 d_t 可换算为标准状态下（20℃）的电解液相对密度 d_{20} ：

$$d_{20} = d_t + 0.0007(t - 20)$$

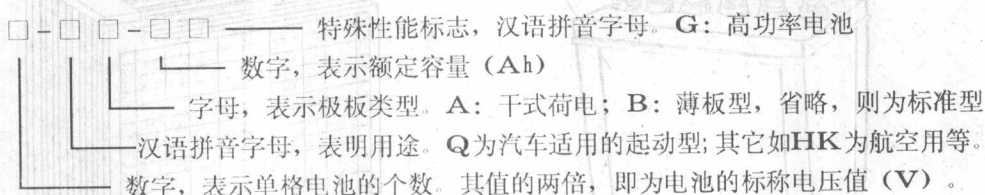
（2-1）

通常，由测定电解液相对密度的方法，可以判断蓄电池的剩余容量，在同一温度下，相对密度每下降1%，则容量下降6%。

为了保证性能，每个单格电池中的电解液密度应相等，且高于极板10-15cm左右。工业用硫酸与普通水均含有杂质，绝对不可以作为电解液加入，否则容易引起自放电，并损坏电池。

2-1-3 蓄电池的规格

蓄电池的型号由下列四部分组成：



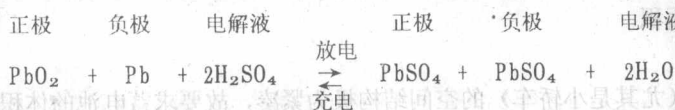
例如一个蓄电池型号为6-Q-105，即表示它有6个单格电池、额定电压12V、起动型、额定容量105安时。又如6-QB-35的第三个符号B表示薄板型，其他符号如前所述。

如果用6V电池供给12V负荷，将两个电池串连使用即可。但需注意，串联电路虽然电压叠加，但电流不叠加，故容量不迭加。两个不同容量的蓄电池串联使用时，其容量将与其中容量较小者相同，因此，只有容量相同的电池串联使用才比较经济。

2-1-4 铅酸蓄电池的工作原理

1. 放电过程的工作原理

放电过程是一种把化学能转变为电能电化反应过程，可以用下述化学反应式表达：



从式中可见，当铅酸蓄电池充满电后，正极板上的活性物质是二氧化铅 (PbO_2)，负极板上的活性物质为海绵状纯铅 (Pb)，电解液中含有大量的氢 (H^+) 和硫酸 (SO_4^{2-})。

在负极板上的活性物质由铅与电解液中的硫酸作用生成硫酸铅 $PbSO_4$ ；在正极板上的活性物质也由氧化铅与电解液中的硫酸作用生成硫酸铅。由于放电过程消耗了硫酸，生成了水，所以电解液的相对密度是下降的，蓄电池的电动势也随之下降。放电时间越长，电动势下降越多。在放电过程中，正负极板都生成硫酸铅，所以该理论称为双硫化理论。

在理论上这种反应过程将进行到极板上所有活性物质转变成硫酸铅为止。但实际上电解液不可能渗透到活性物质的最内层，所以通常蓄电池放完电时，极板上的活性物质只有20-30%变成硫酸铅。因此，从技术上讲，发展薄片极板及增加极板的疏松性，可提高铅酸蓄电池的容量。

2. 充电过程的工作原理

放电完毕的铅蓄电池，其正、负极板上附着大量的硫酸铅 $PbSO_4$ ，电解液的相对密度