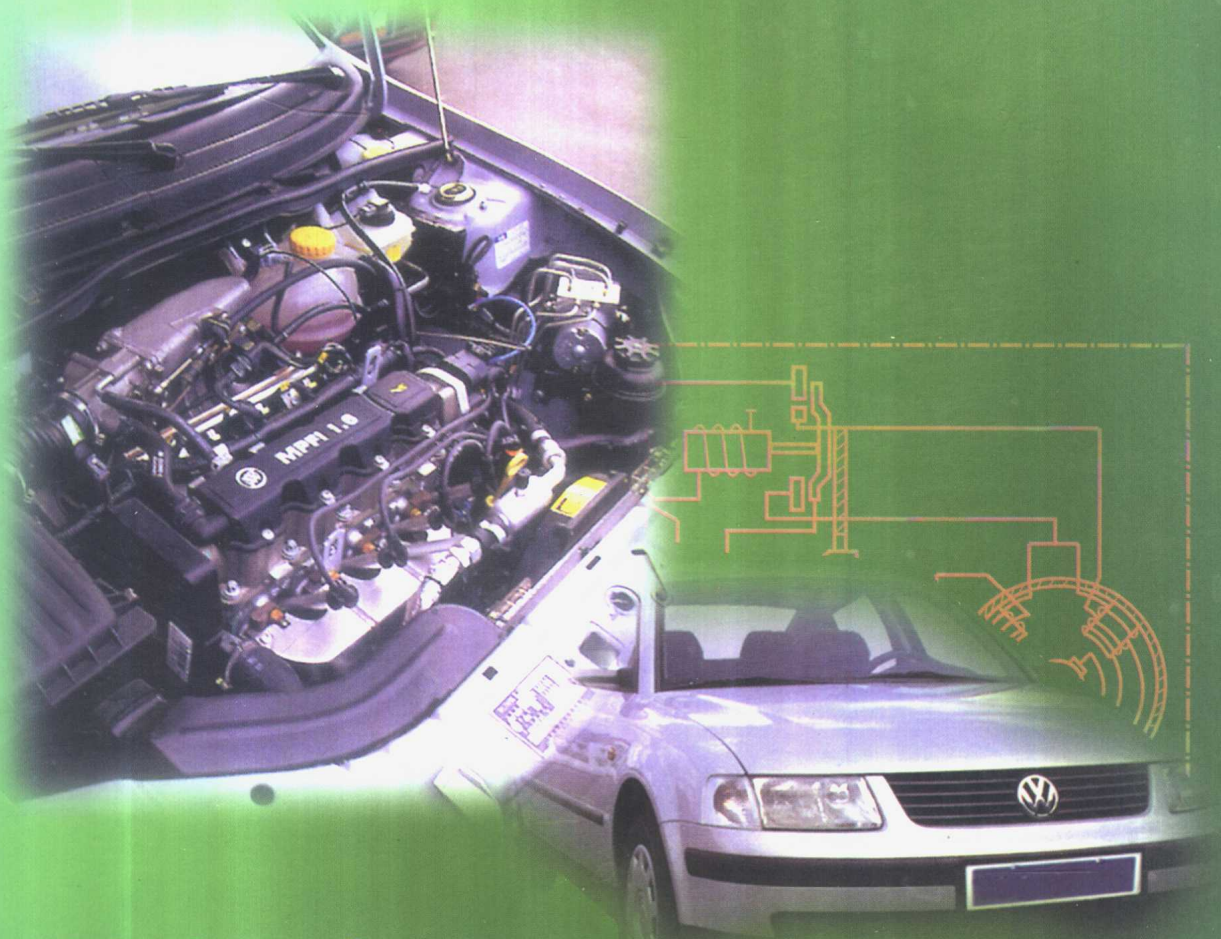


汽车运用工程专业用

汽车电器与电子技术

秦明华 编著



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等学校试用教材

汽车电器与电子技术

(汽车运用工程专业用)

秦明华 编著

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器与电子技术/秦明华编著. —北京:北京理工大学出版社,2003.6

汽车运用工程专业用

ISBN 7-5640-0140-2

I. 汽… II. 秦… III. ①汽车—电气设备—高等学校—教材
②汽车—电子技术—高等学校—教材
IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 022167 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68912824(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 27.25

字 数 / 663 千字

版 次 / 2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月第 1 次印刷

印 数 / 1 - 4000 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 43.00 元

责任印制 / 王 军

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

近半个世纪以来,汽车技术的发展主要是汽车电器与电子技术的发展。汽车电子化是汽车发展的必由之路。2001年1月1日开始,国内生产的小轿车都已装备了发动机电子控制系统(EECs),部分汽车还装备或选装了电子控制自动变速系统(ECT)、防抱死制动系统(ABS)和安全气囊系统(SRS)等电子控制系统。

本书主要介绍汽车电源系统、启动系统、电子点火系统、燃油喷射系统、微机控制点火系统、电子控制自动变速系统、防抱死制动系统、防滑转控制系统、安全气囊与安全带控制系统、电子控制悬架系统的结构组成、工作原理或控制过程、检修试验与故障诊断测试方法。

全书共分5篇18章,插图400余幅全部采用计算机描绘。在编写过程中,得到了总后勤部军事交通运输部科训局,总装备部通用装备保障部车船局,总装备部车船军事代表局,中国汽车技术研究中心,一汽、二汽和北汽等驻厂军事代表处以及军事交通学院图书馆等单位的大力支持;同时还得到了军事交通学院张春润教授、舒华教授、王志敏教授、《军用汽车》杂志社总编姚国平高级工程师、《汽车运用》杂志社总编赵露冰副教授等同志的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2003年2月于天津

目 录

概 述	(1)
-----	-----

第一篇 汽车电器技术

第一章 电源系统	(6)
第一节 蓄电池的构造与型号	(6)
第二节 蓄电池的工作原理与参数	(12)
第三节 新型电池的结构特点	(16)
第四节 交流发电机的构造与型号	(18)
第五节 交流发电机的工作原理	(26)
第六节 新型交流发电机	(31)
第七节 交流发电机电子调节器	(36)
第八节 电源系统的使用与维修	(45)
第九节 交流发电机与调节器的试验	(55)
思考题	(58)
第二章 启动系统	(59)
第一节 起动机的分类与型号	(59)
第二节 电磁式起动机	(60)
第三节 起动机的工作特性及其影响因素	(67)
第四节 启动系统的工作过程	(68)
第五节 减速式起动机	(69)
第六节 同轴移动式起动机	(72)
第七节 起动机的使用与维修	(77)
第八节 起动机试验	(80)
思考题	(83)
第三章 电子点火系统	(84)
第一节 发动机对点火系统的要求	(84)
第二节 电子点火系统的组成与分类	(89)
第三节 电子点火系统的工作原理	(90)
第四节 电子点火系统的结构原理	(92)
第五节 电子点火系统实例	(101)
第六节 电子点火系统的检修	(105)
第七节 电子点火装置试验	(110)

第八节 电子点火系统的故障诊断·····	(112)
思考题·····	(113)

第二篇 汽车发动机电子控制技术

第四章 发动机电子控制系统的组成与分类·····	(117)
第一节 发动机电子控制系统的功用与组成·····	(117)
第二节 发动机燃油喷射系统的组成与分类·····	(122)
思考题·····	(137)
第五章 发动机控制系统的传感器结构原理·····	(138)
第一节 空气流量传感器·····	(138)
第二节 曲轴与凸轮轴位置传感器·····	(151)
第三节 压力传感器·····	(159)
第四节 节气门位置传感器·····	(164)
第五节 温度传感器·····	(166)
第六节 氧传感器·····	(168)
第七节 爆震传感器·····	(174)
第八节 开关控制信号·····	(177)
思考题·····	(181)
第六章 发动机控制系统执行器的结构原理·····	(183)
第一节 电动燃油泵·····	(183)
第二节 燃油分配管与油压调节器·····	(185)
第三节 电磁喷油器·····	(187)
第四节 怠速控制阀·····	(189)
思考题·····	(195)
第七章 发动机电控单元 ECU 的结构原理·····	(196)
第一节 发动机电控单元 ECU 的组成·····	(196)
第二节 发动机电控单元 ECU 的工作过程·····	(200)
思考题·····	(201)
第八章 发动机电子控制系统的控制过程·····	(202)
第一节 喷油控制·····	(202)
第二节 空燃比反馈控制·····	(216)
第三节 断油控制·····	(219)
第四节 怠速控制·····	(221)
第五节 点火控制·····	(224)
第六节 爆震控制·····	(235)
思考题·····	(238)

第九章 发动机电子控制系统的故障诊断与检修	(240)
第一节 自诊断系统.....	(240)
第二节 故障自诊断测试.....	(245)
第三节 故障诊断与检查方法.....	(261)
第四节 电子控制系统控制部件的检修方法.....	(270)
思考题.....	(281)

第三篇 汽车变速器电子控制技术

第十章 自动变速系统的组成与分类	(284)
第一节 自动变速系统的组成.....	(284)
第二节 自动变速器的分类.....	(285)
思考题.....	(287)
第十一章 自动变速器的变速系统	(288)
第一节 锁止式液力变矩器.....	(288)
第二节 行星齿轮变速机构.....	(289)
第三节 换挡执行机构.....	(294)
第四节 行星齿轮变速器工作情况.....	(298)
思考题.....	(305)
第十二章 自动变速器的液压控制系统	(306)
第一节 液压传动装置.....	(306)
第二节 液压控制装置.....	(309)
思考题.....	(320)
第十三章 自动变速器的电子控制系统	(321)
第一节 电子控制系统的组成与功用.....	(321)
第二节 电子控制系统控制部件的结构原理.....	(322)
第三节 电子控制变速系统的控制过程.....	(327)
思考题.....	(334)
第十四章 自动变速系统的故障诊断与检修	(335)
第一节 自动变速系统的故障自诊断测试.....	(335)
第二节 自动变速系统的初步检查.....	(338)
第三节 自动变速系统控制部件的检修.....	(339)
思考题.....	(342)

第四篇 汽车安全性电子控制技术

第十五章 防抱死制动系统	(343)
第一节 防抱死制动基础知识.....	(345)

第二节	防抱死制动系统的组成与分类	(348)
第三节	防抱死制动电子控制系统	(351)
第四节	防抱死制动液压控制系统	(357)
第五节	防抱死制动系统的控制过程	(362)
第六节	防抱死制动系统的故障诊断与检修	(371)
	思考题	(383)
第十六章	防滑转控制系统	(384)
第一节	驱动轮防滑转的控制原理	(384)
第二节	防滑转控制系统的控制方式	(386)
第三节	防滑转控制系统的控制方法	(387)
	思考题	(389)
第十七章	安全气囊与安全带控制系统	(390)
第一节	安全气囊系统的组成与分类	(391)
第二节	安全气囊系统的工作原理	(393)
第三节	安全气囊系统控制部件的结构原理	(396)
第四节	座椅安全带的控制系统	(407)
	思考题	(409)

第五篇 汽车舒适性电子控制技术

第十八章	电子控制悬架系统	(410)
第一节	电子控制悬架系统的组成与分类	(410)
第二节	电子控制变高度悬架系统	(411)
第三节	电子控制变刚度悬架系统	(414)
第四节	电子控制变阻尼悬架系统	(415)
第五节	变高度变刚度变阻尼悬架系统	(420)
	思考题	(424)
	参考文献	(425)

概 述

自德国工程师卡尔·奔驰(Carl Benz)于1886年1月29日发明汽车以来,汽车作为交通工具已为人类做出不可磨灭的贡献。汽车电气系统是汽车的重要组成部分,其性能好坏直接影响汽车的动力性、经济性、可靠性、安全性、舒适性以及排放等性能。例如:为使发动机可靠启动,需要装备电源系统和启动系统;为使发动机获得最好的燃油经济性,需要点火系统在最佳时刻点火;为了保证汽车工作可靠、行驶安全,需要配装各种指示仪表、信号装置和照明装置等等。

一、汽车电器与电子技术的发展概况

20世纪60年代以来,随着汽车结构与性能的不断改进和提高,汽车上装备的传统电气设备面临着巨大的冲击与挑战。随着电子工业的发展,电子技术在汽车上的应用越来越广泛,新型车用电子装置犹如雨后春笋涌现,特别是大规模集成电路和微处理机的应用,有力的推动了汽车工业的发展,同时亦给汽车的控制装置带来了巨大的变革。在解决汽车油耗、安全、排放等问题方面,汽车电子技术正起着举足轻重的作用。如采用电子控制燃油喷射系统和电子控制点火系统,不仅可以节油5%~10%,而且还能大大提高排气净化性能;采用电子控制防抱死制动系统,不但可使汽车在泥泞路面上高速行驶,而且在紧急制动时可以防止车轮侧滑,保证汽车安全制动。此外,在实现操纵自动化和提高舒适性等方面,汽车电子控制技术也扮演着重要角色。汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物,世界汽车电子技术的发展大致可分为三个阶段:

第一阶段(1953~1980年):汽车电子设备主要采用分立电子元件组成电子控制器,从而揭开了汽车电子时代的序幕,并由分立电子元件产品向集成电路 IC(Integrated Circuit)产品过渡。主要产品有晶体二极管整流器式交流发电机、电子式电压调节器、电子点火控制器、电子式闪光器、电子式间歇刮水控制器、晶体管收音机、数字时钟等等。

第二阶段(1981~1990年):汽车电子设备广泛采用集成电路 IC 和 8 位微处理器进行控制,主要开发研究专用的独立控制系统。主要产品有电子燃油喷射系统、空燃比反馈控制系统、电子控制自动变速系统、防抱死制动系统、安全气囊系统、座椅安全带收紧系统、车辆防盗系统、巡航控制系统、电子控制门锁系统、程控驾驶系统、超速报警系统、前照灯灯光自动控制系統、自动除霜系统、车辆导航系统、故障自诊断系统、车身高度自动控制系统、数字式组合仪表盘(包括数字式车速表、里程表、转速计、燃油表、水温表)等等。

第三阶段(1991年以后):汽车电子设备广泛应用 16 位或 32 位微处理器进行控制,控制技术向智能化方向发展。主要产品有发动机燃油喷射与点火综合控制系统、牵引力控制系统、控制器区域网络 CAN(Controller Area Network)通讯系统、四轮转向控制系统、轮胎气压控制系统、声音合成与识别系统、蜂窝式电话、可热式挡风玻璃、倒车示警器、超速限制器、自动后视镜系统、道路状态指示系统、动力最优化控制系统、通信与导航协调系统、安全驾驶监测与警告系统、自动防追尾碰撞系统、自动驾驶系统和电子地图等等。

目前,汽车电子化程度的高低已经成为国际上衡量汽车先进水平的重要标志。在工业发达国家生产的汽车上,电子装置的成本已占整车成本的 30%~35%。

二、汽车电器与电子控制系统的组成

现代汽车装备的电器与电子设备很多,按其用途大致划分为以下五大部分:

1. 电源系统

汽车电源系统由蓄电池、发电机和调节器组成。在汽车上,蓄电池和发电机并联工作,发电机是汽车的主要电源,蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器,调节器的功用是在发电机转速升高到一定程度时,自动调节发电机的输出电压使其保持稳定。

2. 用电系统

汽车上的用电设备数量很多,大致可分为以下几个系统:

(1)启动系统:现代汽车普遍采用电磁控制式启动系统,其作用是启动发动机。

(2)点火系统:其作用是产生高压电火花,点燃汽油发动机气缸内的可燃混合气。点火系统分为传统点火系统、电子点火系统和微机控制点火系统。国内保有的汽车特别是载货汽车大部分采用了传统点火系统,目前已采用电子点火系统;小轿车普遍采用了电子点火系统,并开始采用微机控制点火系统。

(3)照明系统:包括车内外各种照明灯以提供夜间安全行车所必须的灯光照明,其中以前照灯最为重要。

(4)信号系统:包括电喇叭、闪光器、蜂鸣器及各种信号灯,主要用来提供安全行车所必须的信号。

(5)辅助电器系统:包括电动刮水器、风窗洗涤器、空调器、低温启动预热装置、收录机、点烟器、玻璃升降器、座椅调节器等。辅助电器有日益增多的趋势,主要向舒适、娱乐、保障安全方面发展。

3. 监测仪表与报警装置

监测仪表包括用于监视发动机及控制系统工作情况的各种监测仪表,如电流表、电压表、油压表、温度表、燃油表、车速里程表、发动机转速表等等。报警装置包括防盗报警装置、警告报警装置以及各种报警灯,如蓄电池充放电指示灯、紧急情况报警灯、油压过低报警灯、温度过高报警灯、各种电子控制系统的故障报警灯等等。

4. 配电装置

配电装置包括各种控制开关、中央接线盒、保险装置、配电线束和连接器等等。

5. 电子控制系统

汽车电子控制系统是指现代汽车装备的由微型计算机控制的机电一体化控制系统,其功用是提高汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性、操纵性、通过性和排放性能,汽车电子技术的应用情况大致如图 0-1 所示。

根据汽车总体结构,汽车电子控制系统可分为发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统三大类。如电子控制燃油喷射系统、微机控制点火系统、电子控制自动变速系统、电子控制防抱死制动系统、辅助防护气囊(安全气囊)控制系统、座椅安全带收紧系统、巡航控制系统、电子控制门锁系统、车辆防盗系统、前照灯灯光自动控制系统、超速报警系统、车身高度自动控制系统、汽车空调系统、汽车音响系统、通信与导航协调系统、安全驾驶监测与警

告系统、自动防追尾碰撞系统、自动除霜系统、数字式组合仪表盘(包括数字式车速表、里程表、转速计、燃油表、水温表)、轮胎气压控制系统、控制器区域网络(CAN)通讯系统、故障自诊断系统等等。

根据控制功能,汽车电子控制系统可分为动力性、经济与排放性、安全性、舒适性、操纵性、通过性、娱乐与信息控制系统等七种类型,控制功能与主要控制项目如表 0-1 所示。

由于电子控制系统具有综合控制功能,因此一个控制系统可能同时具有多种控制功能。例如,电子控制燃油喷射系统不仅能够控制喷油量来提高汽车的动力性,而且还能使喷射的燃油雾化良好、燃烧完全来提高汽车的经济性和排放性能;电子控制自动变速系统不仅能够调节发动机的输出转矩、控制液力变矩器锁止时机来提高汽车的动力性,而且还能根据发动机转速和节气门开度自动进行挡位变换来提高汽车的操纵方便性。

在汽车电子控制系统中,发动机电子控制系统的结构组成最复杂、控制项目最多、控制功能最强,因此通常将发动机电子控制单元 ECU(Electronic Control Unit)称为主电控单元(主 ECU 或 Main ECU)。

三、汽车电器与电子控制系统的特点

汽车电器与电子控制系统具有以下四个的特点:

(1) 低压。汽车电气系统的标称电压有 12 V、24 V 两种,汽油发动机汽车普遍采用 12 V 电系,柴油发动机汽车多数采用 24 V 电系。12 V、24 V 电气系统的额定电压分别为 14 V 和 28 V。采用低压电系的主要优点是安全。为了满足汽车电器装置日益增多、用电量愈来愈大对电源系统供电功率增大的要求,目前世界各国正在研究 48 V 电源系统,欧洲共同体计划从 2008 年开始采用 48 V 电源系统。

(2) 直流。汽车采用直流系统的原因是汽车发动机靠电力起动机启动,起动机采用直流电动机,且由蓄电池供电,而蓄电池电能消耗后又必须用直流电充电,所以汽车电气系统为直流系统。

(3) 单线制。单线制是指从电源到用电设备只用一根导线连接,而用汽车底盘、发动机等金属机体作为另一公用导线。由于单线制节省导线、线路清晰、安装和维修方便,且电器总成部件不需与车体绝缘,因此现代汽车普遍采用单线制。但是在特殊情况下,为了保证电气系统(特别是电子控制系统)的工作可靠性,也需采用双线制。

(4) 负极搭铁。在单线制中,将电器产品的壳体与车体连接作为电气回路导电体的方法,称为“搭铁”。将蓄电池的负极连接到车体上称为“负极搭铁”;反之,将蓄电池的正极连接到车体上则称为“正极搭铁”。根据中华人民共和国汽车行业标准 QC/T 413-1999《汽车电气设备基本技术条件》规定,汽车电气系统统一规定为负极搭铁。

实践证明,由于汽车行驶时的颠簸,发动机工作的振动,以及气温、湿度、灰尘的影响,加之使用不当,很容易使电器与电子设备损坏。据统计,电气系统的故障约占汽车整车故障的 20%~30%,而且呈逐年增加的趋势。由此可见,为提高汽车的完好率,不仅要求电气设备具有合理的结构和良好的工作性能,而且还要正确使用、维护和调整。因此,对从事汽车运用及管理的技术人员来说,熟悉和掌握有关汽车电器与电子设备的结构原理、性能与使用维修等方面的知识并具有一定的操作技能十分重要。

表 0-1 汽车电子控制系统控制功能与控制项目

类型	控制功能	系统名称	主要控制项目
汽车 电子 控制 系统	动力性	发动机燃油喷射系统(EFI)	喷油时刻(提前角);喷油量(喷油持续时间);喷油顺序;喷油器;燃油泵
		微机控制点火系统(ESA)	点火时刻(提前角);点火导通角;爆震控制
		怠速控制系统(ISC)	空调接通与断开;转向泵接通与切断;变速器挂挡
		电子控制变速系统(ECT)	发动机输出转矩;液力变矩器锁止时机
		进气控制系统	进气通路切换;涡流控制阀控制
		增压控制系统	泄压阀控制;废气涡轮增压器控制
	经济与 排放性	空燃比反馈控制系统	空燃比
		断油控制系统	超速断油;减速断油;清除溢流
		废气再循环控制系统(EGR)	排气再循环率
		燃油蒸气回收系统	活性炭罐电磁阀控制
	安全性	防抱死制动控制系统(ABS)	车轮滑移率;车轮制动力分配
		安全气囊控制系统(SRS)	气囊点火器点火时机;系统故障报警控制
		座椅安全带收紧系统	安全带收紧器点火器点火时机
		雷达车距控制系统	车辆距离;报警;制动
		前照灯光束控制系统	焦距;光线角度
		安全驾驶监控系统	驾驶时间;转向盘状态;驾驶员脑电图、体温和心率
		防盗报警控制系统	报警;遥控门锁;数字密码点火开关;数字编码门锁;转向盘自锁
		电子仪表系统	汽车状态信息显示与报警
		自诊断测试系统	故障报警;故障代码存储;控制部件失效保护控制;故障应急处理
	舒适性	电子调节悬架系统(EMS)	车身高度;悬架刚度;悬架阻力;车身姿态(点头、侧倾、俯仰)
		电动座椅控制系统	方向(向前、向后)控制;高低(向上、向下)控制
		空调控制系统	制冷;取暖
	操纵性	电子控制变速系统(ECT)	变速器自动换挡时机控制
		动力转向控制系统	助力油压、气压或电动机电流控制
		巡航控制系统(CCS)	恒定车速设定;安全(解除巡航状态)
		中央门锁控制系统	门锁遥控;门锁自锁;玻璃升降
	通过性	防滑转控制系统(ASR)	发动机输出转矩;驱动轮制动力;防滑转差速器锁止程度控制
		中央充放气系统	轮胎气压
		自动驱动管理系统 ADM	驱动轮驱动力控制
		差速器锁止控制系统 VDLS	差速器锁止程度控制
	娱乐与 信息	CD 音响	娱乐
		交通信息显示	交通信息;电子地图
车载电话		通讯联络	
车载计算机		车内办公	

第一篇 汽车电器技术

第一章 电源系统

汽车电源系统由蓄电池、发电机和调节器组成。汽车上配装有蓄电池和发电机两个直流电源,整车电器与电子设备均与两个直流电源并联连接,电路如图 1-1 所示。

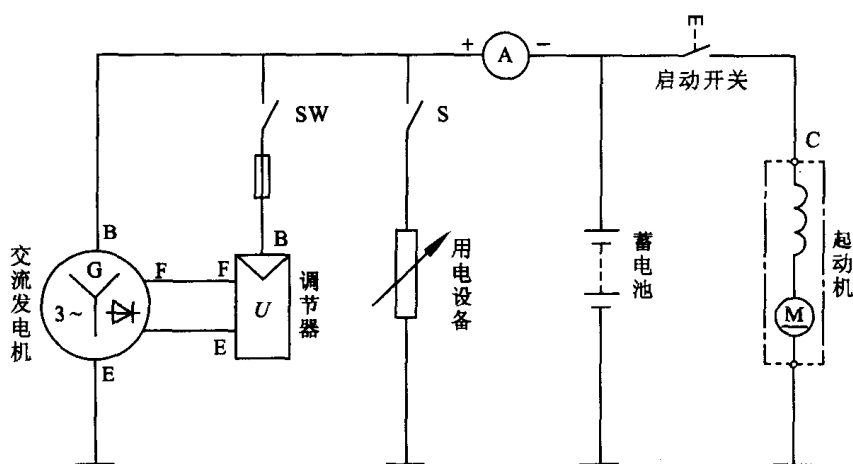


图 1-1 汽车并联电路

在汽车上,蓄电池和发电机并联工作,发电机是汽车的主要电源,蓄电池是辅助电源。发电机配有调节器,调节器的功用是在发电机转速升高到一定程度时,自动调节发电机输出电压使其保持稳定。

第一节 蓄电池的构造与型号

一、蓄电池的分类

蓄电池是一种可逆的低压直流电源。既能将化学能转换为电能,也能将电能转换为化学能。

汽车用蓄电池分为碱性蓄电池和酸性蓄电池两大类。碱性蓄电池的电解液为化学纯净的氢氧化钠溶液或氢氧化钾溶液。酸性蓄电池的电解液为化学纯净的硫酸溶液。因为酸性蓄电池极板上活性物质的主要成分是铅,所以称之为铅酸蓄电池。由于铅酸蓄电池具有内部电阻小、输出电压稳定、制造成本低、原材料丰富等突出优点,因此汽车普遍采用。

汽车目前使用的蓄电池按结构可分为橡胶槽蓄电池和塑料槽蓄电池两类,按其性能可分

为干荷电蓄电池和免维护蓄电池两类。现代汽车普遍采用干荷电与免维护蓄电池。

(1) 干荷电蓄电池。极板在干燥状态下,能在较长时间(一般 2 年)内保存制造过程中所得电量的蓄电池,称为干式荷电蓄电池,简称干荷电蓄电池。

(2) 免维护蓄电池。蓄电池在有效使用期(一般 4 年)内无需进行添加蒸馏水等维护工作的蓄电池,称为免维护蓄电池或无需维护蓄电池,英文名称是 Maintenance - Free Battery,简称 MF 蓄电池。

汽车配装蓄电池的主要目的是启动发动机,所以汽车用铅酸蓄电池又称为启动型铅酸蓄电池。为叙述方便,下面将“启动型铅酸蓄电池”简称为“蓄电池”。

二、蓄电池功用

当发动机正常工作时,用电系统所需电能主要由发电机供给,蓄电池的功用有:

(1) 启动发动机。当启动发动机时,向启动系统和点火系统供电。

(2) 备用供电。当发动机低速运转、发电机不发电或电压较低时,向交流发电机磁场绕组、点火系统以及其他用电设备供电。

(3) 存储电能。当发动机中高速运转、发电机正常供电时,将发电机剩余电能转换为化学能储存起来。

(4) 协同供电。当发电机过载时,协助发电机向用电系统供电。

(5) 稳定电源电压,保护电子设备。蓄电池相当于一只大容量电容器,不仅能够保持汽车电系的电压稳定,而且还能吸收电路中出现的瞬时过电压,防止损坏电子设备。

当接通启动开关启动发动机时,蓄电池在 3 ~ 5 s 内必须向起动机连续供给强大电流(汽油发动机汽车一般为 200 ~ 600 A;柴油发动机汽车一般为 800 A 以上),由此可见,蓄电池的主要功用是启动发动机。根据蓄电池的工作特点,对汽车用蓄电池的主要要求是:容量大、内阻小,以保证蓄电池具有足够的启动能力。如果蓄电池容量不足或内阻过大,那么就不能供给强大电流,发动机就不能启动。

三、蓄电池构造

现代汽车用蓄电池由 6 个单格电池串联而成。每个单格电池的电压约为 2 V,串联成 12 V 供汽车选用。12 V 电气系统(电系)汽车选用一只电池;24 V 电系汽车选用两只电池。各型汽车用蓄电池的构造基本相同,都是由极板、隔板、电解液和壳体四部分组成,构造如图 1-2 所示。干荷电蓄电池的主要特点是极板制造工艺有所不同,免维护蓄电池的主要特点是极板材料和通气装置有所不同。

1. 极板

极板是蓄电池的核心部件,由栅架与活性物质组成。在蓄电池充放电过程中,电能与化学能的相互转换,依靠极板上的活性物质与电解液中的硫酸产生化学反应来实现。

栅架由铅锑合金或铅钙锡合金浇铸或滚压而成,形状如图 1-3 所示。在栅架中加锑的目的是改善浇铸性能并提高机械强度。但锑有副作用,会加速氢离子析出而加速电解液中蒸馏水的消耗,还易从正极板栅架中解析出来而引起蓄电池自放电和栅架膨胀、溃烂,缩短蓄电池的使用寿命。目前国内外汽车蓄电池普遍采用干荷电与免维护蓄电池,前者的栅架采用铅低锑($w(\text{sb}) < 3\%$)合金浇铸,后者的栅架采用铅钙锡合金浇铸,从而大大减少了电解液中蒸馏

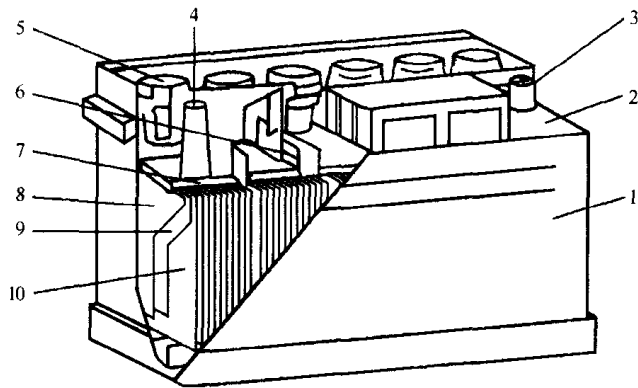


图 1-2 蓄电池构造

1—塑料电池槽;2—塑料电池盖;3—正极柱;4—负极柱;5—加液孔螺塞;
6—穿臂链条;7—汇流条;8—负极板;9—隔板;10—正极板

水的消耗。

活性物质是指极板上参与化学反应的工作物质,主要由铅粉与一定密度的稀硫酸混合而成。铅粉是活物质的主要原料,由铅块放入球磨机研磨而成。

极板分为正极板和负极板两种。将铅粉与稀硫酸混合成膏状涂在栅架上即可得到生极板,生极板经热风干燥,再放入稀硫酸中进行化成(在蓄电池生产工艺中,对极板进行充电的过程称为“化成”,一般充电 18~20 h)处理便可得到正极板和负极板。正极板上的活性物质为二氧化铅(PbO_2),呈深棕色;负极板上的活性物质为海绵状纯铅(Pb),呈深灰色。

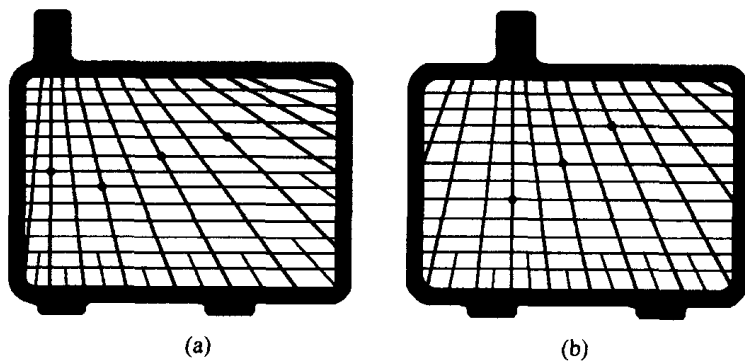


图 1-3 蓄电池栅架结构

目前国内外都采用 1.1~1.5 mm 厚的薄型极板(正极板比负极板稍厚)。薄型极板对提高蓄电池的比容量(即单位尺寸所提供的容量)和启动性能都十分有利。

将一片正极板和一片负极板浸入电解液中,便可得到 2 V 左右的电压。为了增大蓄电池的容量,将多片正、负极板分别并联,用汇流条焊接起来便分别组成正、负极板组,结构如图 1-4 所示。汇流条上浇铸有极柱;各片极板之间留有空隙。安装时,各片正负极板相互嵌合,中间插入隔板后装入电池槽内便形成单格电池。

在每个单格电池中,负极板总比正极板多一片。这是因为正极板上的化学反应比负极板上的化学反应剧烈,所以将正极板夹在负极板之间,可使其两侧放电均匀,防止活性物质体积变化不一致而造成极板拱曲。

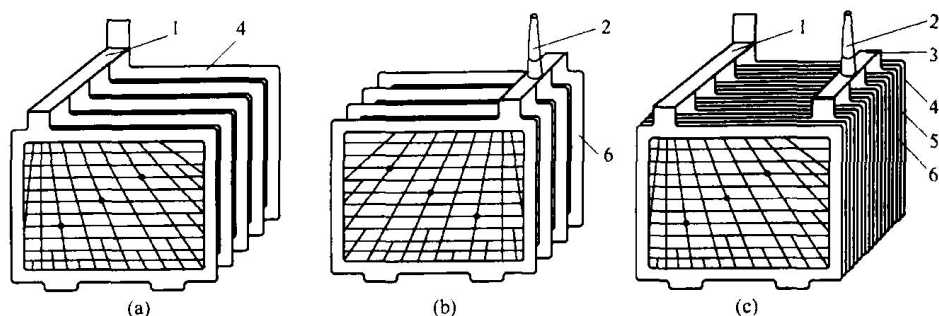


图 1-4 蓄电池极板组的结构

(a) 负极板组; (b) 正极板组; (c) 极板组嵌合情况

1、3—汇流条; 2—极柱; 4—负极板; 5—隔板; 6—正极板

2. 隔板

为了减小蓄电池的内阻和尺寸,正、负极板应尽可能靠近。隔板的功用就是将正、负极板隔开,防止相邻正、负极板接触而短路。

隔板应具有多孔性,以便电解液渗透,还应具有良好的耐酸性和抗氧化性。隔板材料有木质、微孔橡胶和微孔塑料等等。木质隔板耐酸性能差,在硫酸作用下容易炭化和变脆,且消耗木材,不符合保护环境的时代发展潮流,因此已不再使用。微孔橡胶和微孔塑料隔板耐酸、耐高温性能好、寿命长,且成本低,因此目前被广泛使用。

微孔塑料和微孔橡胶隔板的结构如图 1-5(a)所示。安装隔板时,带槽一面应面向正极板,且沟槽必须与壳体底部垂直。因为正极板在充、放电过程中化学反应剧烈,沟槽能使电解液上下流通,也能使气泡沿槽上升,还能使脱落的活性物质沿槽下沉。

免维护蓄电池普遍采用了聚氯乙烯袋式隔板,结构如图 1-5(b)所示。使用时,正极板被隔板袋包住,脱落的活性物质保留在袋内,不仅可以防止极板短路,而且可以取消壳体底部凸起的筋条,使极板上部容积增大,从而增大电解液的储存量。

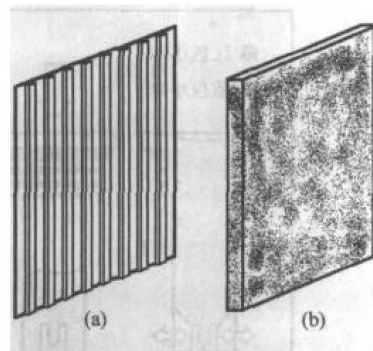


图 1-5 蓄电池隔板结构

(a) 塑料或橡胶隔板; (b) 袋式隔板

3. 电解液

电解液由纯硫酸与蒸馏水按一定比例配制而成。密度一般为 $1.23 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 。

电解液纯度是影响蓄电池电气性能和使用寿命的重要因素。因此蓄电池用电解液必须符合专业标准 ZBK84 003 - 89《铅酸蓄电池用电解液》规定,所用硫酸必须符合国标 GB4554 - 84《蓄电池用硫酸》规定,所用蒸馏水必须符合专业标准 ZBK84 004 - 89《铅酸蓄电池用水》规定。由于工业用硫酸和普通水中含铜、铁等杂质较多,会加速蓄电池自放电,因此不能用于蓄电池。

4. 壳体

蓄电池壳体由电池槽和电池盖两部分组成,其功用是盛装电解液和极板组。

蓄电池壳体应耐酸、耐热、耐振动、耐冲击等。目前使用的干荷电与免维护蓄电池普遍采用聚丙烯透明塑料壳体,电池槽与电池盖之间采用热压工艺黏合为整体结构。不仅耐酸、耐热、耐振动冲击,而且壳壁薄而轻(厚约 2 mm)、易于热封合、外形美观、成本低廉、生产效率高。