



汽车电子控制装置

QI CHE DIAN ZI KONG ZHI ZHUANG ZHI

戴 焯 编著



北京理工大学出版社

汽车电子控制装置

戴 焯 编著

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书主要包括:汽车供电系、起动系、电子点火系、汽油供给系、车身与底盘系统、工况信息显示系统及其它各类汽车电子控制装置的功能、基本结构、工作原理及典型实例,汽车电子控制装置的工作环境及抗电磁干扰技术。

本书可作为高等学校汽车电子技术课程教材,亦适用于从事汽车电系设计及汽车电子控制装置研究的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制装置/戴焯编著. —北京:北京理工大学出版社,1999.9

ISBN 7-81045-600-8

I. 汽… II. 戴… III. 汽车-电子控制-电气设备 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 45233 号

责任编辑:陈玉梅

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 15.75印张 357千字

1999年9月第1版 1999年9月第1次印刷

印数:1-4000册 定价:23.50元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

出版说明

为贯彻汽车工业产业政策,推动和加强汽车工程图书的出版工作,中国汽车工程学会成立了“汽车工程图书出版专家委员会”。委员会由有关领导机关、企事业单位、大中专院校的专家和学者组成,其中心任务是策划、推荐、评审各类汽车图书选题。图书选题的范围包括:学术水平高、内容有创见、在工程技术理论方面有突破的应用科学专著和教材;学术思想新颖、内容具体、实用,对汽车工程技术有较大推动作用,密切结合汽车工业技术现代化,有高新技术内容的工程技术类图书;有重要发展前景,有重大使用价值,密切结合汽车工程技术现代化需要的新工艺、新材料图书;反映国外汽车工程先进技术的译著;使用维修、普及类汽车图书。

出版专家委员会是在深化改革中,实行专业学会、企业、学校、研究所等相互结合,专家学者直接参与并推动专业图书向高水平、高质量、有序发展的新尝试。它必将对活跃、繁荣专业著作的出版事业起到很好的推动作用。希望各位同仁、专家积极参与、关心、监督我们的工作。限于水平和经验,委员会推荐出版的图书难免存在不足之处,敬请广大同行和读者批评指正。

本书由戴焯编著,毕常青主审,经专家委员会评审通过、推荐出版。

汽车工程图书出版专家委员会

前 言

《汽车电子控制装置》一书是经中国汽车工程学会汽车工程图书出版专家委员会评审、推荐出版,是作者多年从事汽车电子技术课程教学及科学研究经验的总结。

全书共分九章。第一章概述汽车电系基本组成及特点,以及国内外汽车电子产品发展状况。第二章到第八章按类分述现代汽车中各类电子控制装置的功能、基本结构、工作原理及典型实例,在内容的取舍上试图体现“全、实、新”的原则,即较全面地叙述现代汽车中的各类电子控制装置。各章节的内容保持各自的独立性,亦兼顾一定的连续性,以建立起一个较完整的汽车电子控制系统;所选入的典型实例,在现代汽车中或者具有较普遍的适用性,或者具有一定的先进性,尽可能地反映现代汽车电子控制技术的最新水平和发展趋势。第九章综述汽车电子控制装置的工作环境及其抗电磁干扰技术,旨在促进我国汽车电系电磁兼容性设计的研究工作。全书语言通俗、文字精练、图文并茂,便于阅读。

本书可作为高等院校本、专科高年级汽车电子技术课程教材,亦可作为从事汽车电系设计及汽车电子控制装置研究的工程技术人员参考书。

本书由武汉汽车工业大学毕常青教授主审,在编著过程中得到汪德容教授、邓楚南教授的热情支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中错误或疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

1998年9月

目 录

第一章 汽车电系电子化概述	(1)
第一节 汽车电系基本组成及特点	(1)
第二节 汽车电子技术发展简介	(2)
第三节 我国汽车电子行业的现状	(5)
第二章 汽车供电系	(8)
第一节 概述	(8)
第二节 车用交流发电机的工作原理和特性	(9)
第三节 电压调节器	(17)
第三章 起动系	(31)
第一节 起动系的工作特性	(31)
第二节 起动系传动啮合方式	(36)
第三节 起动系电磁控制装置	(40)
第四章 汽车电子点火系	(47)
第一节 汽油发动机对点火系的要求	(47)
第二节 传统蓄电池点火系工作原理	(51)
第三节 电感储能有触点电子点火装置	(56)
第四节 电容储能有触点电子点火装置	(59)
第五节 无触点电子点火装置	(65)
第六节 微机控制点火系统	(83)
第五章 电子控制汽油供给系	(91)
第一节 汽车工况对混合气成份的要求	(91)
第二节 L型电控汽油多点喷射系统	(93)
第三节 电控汽油单点喷射系统	(99)
第四节 发动机集中控制系统	(101)
第六章 车身与底盘系统的电子控制	(116)
第一节 电子控制防抱死制动装置	(116)
第二节 电子控制自动变速器	(123)
第三节 电子控制悬架系统	(129)
第四节 电子控制电动助力转向系统	(135)
第五节 电子速度控制系统	(137)
第六节 安全气囊	(139)
第七节 汽车通讯与导向系统	(144)
第七章 汽车工况信息显示系统	(147)
第一节 传统的汽车仪表	(147)
第二节 汽车电子仪表	(155)
第三节 汽车电子组合仪表	(162)
第四节 汽车电子仪表显示器	(168)

第五节 汽车报警信号装置	(172)
第六节 汽车灯光控制装置	(182)
第八章 汽车其它电子控制装置	(188)
第一节 电子电喇叭	(188)
第二节 电子控制刮水器	(190)
第三节 电动汽油泵	(198)
第四节 中央控制电动门锁	(201)
第五节 汽车空调装置	(205)
第九章 汽车电子装置可靠性设计与试验	(214)
第一节 汽车电子装置的应用环境	(214)
第二节 汽车电系电磁干扰源	(218)
第三节 汽车电系电磁干扰与电磁敏感度测试	(223)
第四节 汽车电系电磁干扰的抑制	(228)
附录 汽车电系电磁干扰与电磁敏感度测试标准及组织	(240)
主要参考文献	(242)

第一章 汽车电系电子化概述

当今世界汽车工业已成为许多工业发达国家的支柱产业,汽车工业的竞争越来越依赖于汽车电系电子化水平的提高。近十多年来,许多发达国家汽车电子工业发展迅速,新型汽车电子产品不断取代着传统的汽车电器设备,给汽车工业带来了巨大的效益,也促进了现代汽车电系电子化的发展。

第一节 汽车电系基本组成及特点

一、基本组成

按照传统的方式,汽车电系按功能不同可分为如下几个分系统,其组成结构如框图 1-1 所示。

1. 供电系

供电系由蓄电池、发电机和电压调节器组成,它是汽车电系的电源系统,为汽车电系提供足够的电功率和稳定的工作电压。

2. 起动系

起动系由起动电动机、传动机构和控制装置组成,仅用来起动汽车发动机,发动机起动后,起动系自动失电停止工作。

3. 点火系

点火系主要由点火线圈及其控制、断电器、配电器及火花塞组成,由点火系产生高压电火花,点燃发动机各气缸内汽油和空气的混合气体。

4. 仪表系

汽车仪表是用来检测并指示汽车工况及汽车性能状况的信息,常用的有车速里程表、机油压力表、水温表、燃油表、电流表等。

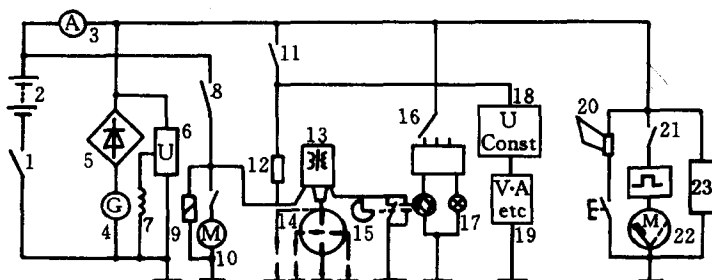


图 1-1 汽车电系基本组成框图

1—电源开关;2—蓄电池;3—电流表;4—交流发电机;5—整流器;6—电压调节器;7—发电机激磁绕组;8—起动开关;9—起动继电器;10—起动电动机;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;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—刮水电动机;23—其它

5. 灯系

灯系包括车内外照明及表示行车信号的灯具,为汽车的安全行驶提供必要的照明及信号,如照明灯、转向灯、制动信号灯、警告灯等。

6. 辅助控制装置

传统的辅助控制装置如刮水器、风窗洗涤器、电喇叭、收音机等,随着对汽车行驶的动力性、经济性、安全性和舒适性要求越来越高,车载辅助控制装置的种类也越来越多,如燃油供给系电子控制、汽车悬架系电子控制、电子式汽车防抱死制动控制、电子防盗控制等,它在一定程度上反映了汽车电系电子化水平。

二、基本特点

各种不同类型汽车,其电系有一些共同的基本特点。

1. 双电源供电

汽车供电系由蓄电池和发电机并联供电。汽车起动时,由蓄电池向起动系供电,起动发动机,发动机起动后拖动发电机发电。当发电机输出电压高于蓄电池电压时,发电机独自供电,蓄电池处于充电状态。当发电机输出电压低于蓄电池端电压时,发电机和蓄电池并联向电系供电。因而汽车电系必须有双电源。

2. 低压直流

汽车电系工况额定电压有 6 V、12 V 和 24 V 三种,最普遍的是 12 V,汽油机一般都采用 12 V,柴油机多采用 24 V,摩托车一般采用 6 V。低压的主要优点是:所需蓄电池单格数少(单格电池端电压为 2 V,如 6 V 蓄电池则要 3 只单格电池组成,12 V 蓄电池则要 6 只单格电池组成),使蓄电池的体积和质量减小;低压安全性好;白炽灯的灯丝较粗,可延长使用寿命。

采用直流系统是因为蓄电池是最方便、最可靠、最廉价的直流电源,发动机的起动电机采用直流串激电动机,具有良好的起动特性。

3. 单线制

汽车电系所有用电装置都是并联的,从电源到用电装置仅用一根导线连接,另一根用车身或金属构件代替。这种供电方式不但省了一根导线,重要的是使电路简化,便于安装和检修。单线制中直接与车身或构件相连的导线称为搭铁线,直流电源采用正极搭铁或负极搭铁从原理上讲都可以,为统一起见,国产汽车规定一律采用负极搭铁。

第二节 汽车电子技术发展简介

汽车工业迄今已有一百多年的发展历史,今天的汽车设计和机械生产工艺水平基本上达到了高度成熟的程度,因而汽车机械部分变化甚小,但汽车电系变化极大,车载电子的数量和水平都在不断地增加和提高。

一、汽车电子发展简史

汽车电子技术,即电子技术在汽车上的应用,它跟随着电子技术的发展,从电子管、晶体管、集成电路到电子计算机,走过了高速发展的 50 年。

1955 年晶体管收音机问世,采用晶体管收音机的汽车迅速增加。

1960 年由美国克莱斯勒汽车公司和日本的日产汽车公司率先采用二极管整流的交流发电机,这种交流发电机比车用直流发电机具有结构紧凑、故障少、成本低等许多优点,因而很快被世界汽车制造商所接受。我国始用于 70 年代,现在已全部取代了车用直流发电机。

1960 年美国通用汽车公司采用集成电路调节器代替电磁振动式调节器。

1967 年德国的博士(Bosch)公司首先推出了 D 型(压力型)电子控制汽油喷射系统,随后又研制出 L 型(流量型)电子控制汽油喷射系统。

1973 年美国通用汽车公司开始采用集成电路点火装置,1974 年又推出了高能点火系统。

1976 年美国克莱斯勒汽车公司首创电子控制点火系统,采用模拟计算机根据温度、转速、负荷计算最佳点火时刻。

1977 年通用汽车公司将数字计算机用于点火自动控制系统。同年美国福特公司推出同时控制点火时刻、排气再循环和二次空气喷射的发动机自动控制系统。

1979 年开发了能综合控制点火时刻、排气循环、空燃比和怠速速度,并具有自我诊断功能的计算机发动机集中控制系统。

70 年代,电子技术除了在发动机控制方面的应用之外,还开始用于汽车变速器,即电子变扭器,于 1970 年装车试用;同年福特公司还开发了电子控制防滑装置。

80 年代后,汽车电子技术获得高速全面的发展,车载电子装置越来越多,具体应用大致分为以下几个方面。

1. 汽车节油净化方面

主要有电子点火装置、电子控制燃油喷射装置、电子控制化油器、电子控制防爆震系统、强制怠速控制系统、自动变速器等。

2. 汽车工况信息方面

主要有组合式电子仪表、经济运行工况指示仪、油耗指示仪、智能化仪表及工况信息提示或报警装置。

3. 汽车安全方面

主要有电子控制防抱死制动装置、电子控制安全气囊及安全带装置、雷达防撞装置、倒车安全装置、汽车导向行驶系统、自动变光灯、刮水器电子控制、驾驶员醉酒及瞌睡检测及报警器、汽车防盗装置等。

4. 汽车乘坐舒适性方面

主要有电子控制式动力转向系统、座位自动调节器、自动空调、汽车电话、汽车音响、汽车电视及录像等。

二、国外汽车电子产品的现状

确切地说,汽车电子产品应分为两大类,即固定设备和车载装置。固定设备是指为汽车设计、制造及维修服务的电子设备,固定安装于汽车生产厂和修理厂,例如汽车设计三维空间电脑系统、汽车部件自动加工监测系统、汽车故障自诊断系统等。本文介绍的车载装置是指仅限于安装在汽车上的电子产品,这类装置品种越来越多,目前已有 60 多种,市场也越来越大。在西欧市场,汽车电子产品的价格一般均占整车总价值的 10% 以上,日本约占 15%,美国高于西欧和日本,普遍在 15% 以上,有的高级轿车电子装置的价值达整车价格的 30% 以上,这是一个惊人的数字。

据美国市场研究机构估计,1987 年美国汽车年产量下降了 6%,但由于车载电子装置的数量和质量的不断提高,致使汽车电子市场却增长了 6.5%。例如 1987 年在一辆新型汽车中,电子部件的价值超过 800 美元,1991 年已增加到 1 800 美元。

目前国外汽车电子技术已发展到第 4 代,形成以微电子技术为核心的,传感技术、自动优化控制技术、机电一体化技术相结合的多学科综合性技术系统。

1. 微电子技术

以微机或单片机为核心的微电子技术,在现代汽车中的应用越来越广泛。国外各大汽车公司自 80 年代后相继研制出适应汽车工态环境的各种汽车专用电子控制单元(ECU),并由一个 ECU 控制汽车某一部分的单独控制方式,发展到一个 ECU 控制汽车某几个部分的集中控制方式。目前比较成熟的有电子点火装置(ESA)、电子控制燃油喷射装置(EFI)、怠速控制(ISC)、废气再循环控制(EGR)、进气惯性增压控制(ACIS)、自动变速器(ECT)、防滑差速器(ASD)与加速防滑系统(ASR)、防抱死制动控制(ABS)、电子控制悬架装置(TEMS)等。单独控制具有控制灵活、结构简单、局部功能容易实现等优点,但不能实现本来就互相关联的几个部分功能的综合控制;尤其像发动机系统,它涉及点火、供油、废气排放等诸多因素;还有像底盘系统,它包括悬架、制动、转向等。集中控制的突出优点是能够综合处理各部分的相关功能;同时由于电路的集成度越来越高、微机速度不断提高和存贮容量不断增大,这样不但使总体结构尺寸缩小、价格降低,同时控制精度和工作的可靠性也大大提高。

2. 汽车传感器

汽车工况需要监视控制的大量参数都是非电量参数,因而传感器是汽车控制系统的眼睛,其质量的好坏直接影响对汽车各部位监测和控制的质量。现代汽车需要监测和控制的参数越来越多,所需的传感器数量越来越大,而质量要求越来越高,因而加速了汽车传感器的开发和应用。由于传感器及其接口技术起步较晚,比微机及接口和 IC 芯片的尺寸大,抗干扰性能差,且寿命短、价格高;而汽车上传感器不仅用量大,而且工作环境恶劣,因而汽车传感器的市场竞争十分激烈。目前世界上各发达国家都非常重视传感器的理论研究、新材料的开发,因而敏感器件的种类越来越多,捕捉信息的范围越来越宽,传感器的精度及其可靠性不断提高,并且向固体化、集成化、数字化和智能化方向发展。

3. 优化控制技术

利用现代控制理论和计算技术,建立汽车电子控制系统的数学模型,在计算机辅助设计(CAD)计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助测试(CAT)的帮助下,实现汽车电系的优化控制,这是美、日及西欧汽车制造商注重的又一个热点。汽车是一个机械与电子相互交叉耦合的典型系统,理论推导优化控制的数学模型比较困难,因此,现在一般采用实验方法找出最佳控制数据,然后存入微机内作为控制的对比参数。汽车在行驶时,微机不断检测汽车工况相关数据,与内存中相应参数对比,取其差值反馈输出,经微机接口及相应的驱动电路,控制执行机构。目前发动机点火提前角多采用这种控制方法,将实验找出的各种工况下的最佳点火提前角存入微机内,在实行控制过程中,微机不断检测发动机的工况数据,如发动机转速、负荷等,用查表的方法,查出该工况下的最佳点火提前角。优化控制的另一种方法是在线搜索法,例如车轮防抱死制动控制,要使车轮制动必须施加制动力,当制动力增加而车轮未抱死时,应再增加制动力;当增加制动力而测得车轮被抱死时应转而反向控制,使制动力不断减小;当制动力减小到使车轮纯滚动时,应返回正向控制增加制动力,使汽车的制动达到最优控制的目的。理想的优化控制应是通过系统识别,建立起正规的数学模型,但这种方法不但难以确定准确的数学模型,运算和判断程序也比较复杂,而且还有可能出现一些随机干扰因素,正因为如此,它成为美日和西欧等国在汽车优化控制领域激烈竞争的技术攻关项目。

第三节 我国汽车电子行业的现状

我国汽车电子行业的发展,如同我国汽车工业本身一样,起步较晚,与国外先进水平相比差距较大。例如,目前国际上汽车年生产能力达100~1000万辆的大汽车公司就有十几家,如美国的通用、福特和克莱斯勒,日本的丰田、日产、本田、三菱和马自达,西欧有德国大众、法国雪铁龙和雷诺、意大利菲亚特等。而我国1995年生产规模达5~20万辆的汽车公司还只有8家。相应地,汽车电子产品的研究开发和生产能力还相当薄弱,估计只相当于美国70年代初的水平。1985年统计,我国生产的汽车平均每车电子产品价值169元,而美国同期为879美元,相隔一个数量级。但是可喜的是我国已把汽车工业列为国家的支柱产业,近几年已开始形成大规模发展的势态,预计我国汽车工业生产能力到2000年可达到270万辆的水平,到时车均电子产品的价值可望超过1000元,直接经济效益超过30亿元。

一、我国汽车电子产品的现状

我国的汽车电子产品,无论是数量还是质量,近几年都有较大的发展。仅在“八五”计划期间,国家和地方就重点扶持了汽车电子产品38种,它们是国家重点扶持8种:高能无触点点火系统、电脑点火装置、制动防抱死装置、车光源、汽车空调、蓄电池、专用IC、专用传感器;省市重点扶持23种:移动通信设备、汽车收放音机、汽车电视、报警器、组合开关、接插件、汽车放像机、防侧滑装置、微特电机、变压器、场效应仪表盘、电子钟、水箱自动排水器、专用电线束、IC蜂鸣器、爆燃控制器、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;另有7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、无线自动升降天线和电子计程收费器。这些电子产品,有的已上市并在

装车使用,有的还在研制之中,可望在近几年有更多的国产汽车电子产品上市。目前与世界先进水平相比,主要差距是如下几个方面。

1. 传感器技术

汽车传感器技术是现代汽车电子技术竞争的一个主要领域,各种新材料和新工艺的应用加速了汽车传感器的发展。不但大大提高了传统汽车传感器的精度和可靠性,同时出现许多固体化、集成化传感器,而且为了满足进一步提高对汽车工况控制的需要,新开发出各类敏感传感器,如气敏、力敏、热敏、磁敏,以及高灵敏度的非接触式传感器,例如红外线、超声波、多普勒雷达等。我国在这方面除了要加强传感器新技术、新材料、新工艺的研究之外,对具有生产能力的传感器要进一步加强产品配套、提高精度和延长寿命方面的工作。

2. 集成电路技术

毫无疑问,汽车电子产品必须采用集成电路(IC)技术,才能使产品小型化、微型化,提高可靠性,降低生产成本。但 IC 技术属于智力密集型和资金密集型技术,只有高投入才能得到高回报。例如汽车仪表,国外数字化仪表越来越多,它们抗干扰能力强、误差小,且与微机有较好的接口。我国近几年也在加速电子仪表的开发,如集成电压表、数字转速表,但都还处在单件产品阶段,占据仪表板面积大,使用不方便,应向组合式集成化方向发展。

3. 微机控制技术

自 70 年代起,美日和西欧相继将微机应用于汽车电系,并由单项控制发展为如今的集中控制系统。目前在这方面我们还存在较大的差距,虽然在理论设计上基本没问题,也已取得实验室成果,但能否经受得起汽车工况的恶劣环境,还需要作大量的工作。

4. 测试设备

汽车的性能和车载电子产品的质量,需要根据相应的标准所规定的测试设备进行科学的测试和评价。我国的汽车标准可以借鉴国外的权威标准来制定,但测试设备我国的空白甚多,无论是外购还是自我开发,都需要投入大量的人力和物力;没有先进的测试技术,也阻碍了高质量的汽车电子产品的开发和生产。

二、我国汽车电子产品发展前景

我国的汽车工业近十年来发展迅速,党的十四大确立了“汽车工业是我国国民经济的支柱产业”的发展战略,1994 年我国颁布了《汽车工业产业政策》,这标志着中国汽车工业进入了发展的新阶段。我国有足以适应规模经济发展总量的国内市场,我国的综合科技能力和日益增强的综合国力可以支撑汽车工业的自主发展;汽车生产和市场的日趋国际化为我们取得国外先进技术和经验提供了有利的外部环境;国家的改革开放政策为我国汽车工业发展提供了最有利的政策环境。我们只要审时度势,抓住机遇,迎接挑战,抓紧解决制约我国汽车工业发展的问题,加快发展轿车工业,汽车工业必将成为国民经济的支柱产业。

到“八五”末期,我国汽车工业规模经济的生产能力初步形成,全国建成一汽、二汽、中汽、重汽、北京、上海、天津、沈阳等汽车企业集团及一批骨干企业,为“九五”期间我国汽车工业全

面发展创造了有利条件。据市场预测,2000年我国汽车保有量约为1 800~2 100万辆,当年汽车需求量为250~300万辆;2010年保有量为4 400~5 000万辆,当年汽车需求量为550~650万辆。而且,在汽车总量中轿车需求量将持续大幅度提高,2000年轿车保有量约600~700万辆,当年需求量为120~130万辆,接近汽车需求总量的一半;2010年轿车保有量约2 200~2 700万辆,当年需求量达350~440万辆,超过当年需求的汽车总量的一半。另外,“九五”期间摩托车需求量迅速增加,估计2000年摩托车保有量为4 500万辆,当年需求量为800~1 000万辆;2010年摩托车保有量约为1亿辆,当年需求量为1 200万辆。

为了加速我国汽车工业的健康发展,在国家汽车工业“九五”规划纲要中,对我国汽车工业2000年发展目标、发展方针与战略、发展重点,实现汽车工业基本成为国民经济支柱产业的主要措施,都作了全面的分析和部署。由此可见,虽然目前我国汽车工业与国际先进水平相比还有较大差距,但由于有国家的足够重视,市场的迫切需要、具有一定国际竞争能力的企业集团初步形成等有利条件,可以相信不久的将来,一个走自主发展的中国汽车工业必将立于世界汽车工业之林。中国汽车电子工业必将顺利发展、前景光明。

第二章 汽车供电系

第一节 概 述

为适应汽车电系的工作特性要求,供电系由蓄电池、发电机及电压调节器三部分组成,如图 2-1 所示。作为整车电源,供电系具有低压、直流和双电源并联供电特点。

一、车用蓄电池

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,称为充电;外加负载时它是电源,将化学能转为电能释放给负载,称为放电。车用蓄电池的具体作用如下:

- ① 发动机起动时,向起动系和点火系供电;
- ② 发电机不发电或输出电压低于蓄电池端电压时,向全车用电装置供电;
- ③ 发电机负荷过大,超过发电机供电能力时,协同发电机向全车供电;
- ④ 发电机负载较小而蓄电池正好充电不足时,吸收发电机多余的电能转为化学能储存起来;
- ⑤ 当供电系出现瞬间过电压时,蓄电池具有吸收高压脉冲、稳定电源电压、保护用电装置的功能。

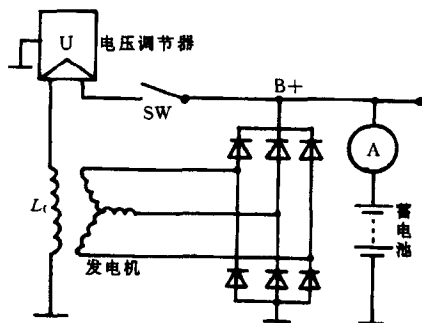


图 2-1 供电系基本组成

根据车用蓄电池的作用及其工作环境的要求,车用蓄电池必须具备如下特点:

- ① 具有足够的容量,且内阻小,能承受发动机起动时起动系瞬时几百安培的大电流要求;
- ② 具有足够的机械强度,能承受汽车行驶时的剧烈振动;
- ③ 温、湿度适应性能好,且保养简便,使用寿命长。

目前蓄电池的种类很多,但能满足上述要求的极少,作为车用蓄电池,长期以来一直采用的是铅蓄电池,其正电极材料为二氧化铅,负极为纯铅,电解液是稀硫酸水溶液。这种铅电池不但基本具有上述特点,而且原材料丰富、成本低、价格便宜。尤其是干式荷电铅蓄电池,由于其极板在制作时已保存有一定量电荷,在干燥状态下可以贮存两年,初次使用时只需灌入足够的电解液即可投入使用,而无需初充电,适于应急使用。

具有车用特点的还有锂电池和镍镉电池,这类电池具有能量密度高(一般可比铅电池高出 4 倍以上),因而容量大、体积小、质量轻,充电迅速。日本研制的镍镉蓄电池每 15 min 高速充电后,可供一辆电动轿车行驶 750 km,时速最高可达 170 km/h;且充放电可逆性好,使用寿命长。但这类电池价格昂贵,故目前尚无推广应用的价值。

二、交流发电机

发电机与蓄电池并联工作,是汽车电系的主电源,为了汽车电系安全可靠工作,对发电机有如下基本要求:

① 电压可以调节,即发动机从怠速到最高转速之间各种转速下运转时,发电机输出电压基本稳定,这是依靠电压调节器自动调节的。

② 电流可以限制,交流发电机具有自限流特性,可避免因发电机过载而烧坏电枢绕组。

③ 只允许发电机向蓄电池充电,不允许蓄电池向发电机电枢绕组放电而造成过流,烧坏电枢绕组。交流发电机输出接三相整流电路,不但能将交流发电机输出的交流电整流成直流电,而且能阻止蓄电池向发电机电枢绕组放电。

早期汽车上采用直流发电机,自 60 年代之后,各国都相继改用交流发电机,交流发电机与直流发电机相比,有如下明显的优点:

(1) 比功率大、体积小、质量轻 比功率是指发电机输出功率 P 与发电机质量 G 之比,交流发电机每 100 W 节省材料约 3 kg,如额定功率为 250 W 的直流发电机重约 11 kg,而额定功率为 350 W 的交流发电机重约 4.8 kg,因而在相同的功率下,交流发电机体积小、质量轻,而且结构简单制作、成本低。

(2) 低速行驶时的充电性能好 由于交流发电机采用整体式滑环,电刷与滑环间的磨损和烧蚀小。因而可提高发动机与发电机的传动比,使得发动机低速运转时,发电机也有较高的转速,输出电功率增加。在向负载供电的同时,可向蓄电池充电,即在发动机转速较低时,蓄电池就能被充电,从而可减小蓄电池的配额容量。

(3) 减小电磁辐射 由于直流发电机采用换向片式整流子,电刷与换向片间火花严重,火花放电形成宽带电磁辐射,污染周围电磁环境。交流发电机采用整体式滑环,不产生换向火花,因而可减小电磁辐射。

(4) 配用调节器结构简单 直流发电机配用的调节器必须具有电压调节、限制电流、截止逆电流三种功能,即必须配用包括电压调节器、限流器和截流器在内的三联调节器,因而结构复杂、体积大。而交流发电机由于其整流系统具有截止反向电流功能,且其本身具有自限流功能,因而交流发电机的调节器只要求有电压调节功能即可,故结构简单,便于微型化和集成化。

车用交流发电机因具有旋转的磁场绕组,因而必须装置滑环和电刷,长期运转使电刷和滑环磨损、接触不良,引起发电机激磁不稳定或发电不正常,需要即时检修或更换。近几年来,国内外都有人在研制无刷交流发电机,有的产品已开始装车试用。由于没有滑环和电刷,大大提高了发电机工作的可靠性和使用寿命。由于激磁绕组固定(一般固定在后端盖上或与电枢绕组一起分布在定子铁心槽中),转子的质量减轻,转子惯量减少,从而可使转速增加,使发电机的比功率进一步加大,同时克服了转动绕组可能引起的短路和搭铁故障。无刷电机主要缺点是结构较复杂,制造工艺难度大、性价比不高,因而目前尚无推广应用的价值。

第二节 车用交流发电机的工作原理和特性

汽车用交流发电机的结构形式很多,但其工作原理和特性基本相同,这里以现代汽车上用得最广泛的三相同步交流发电机为例。

一、发电原理

车用交流发电机是一种旋转磁极式三相同步交流发电机。其三相定子绕组按一定规律分布在发电机定子铁心槽中,相间互差 120° 电角度。激磁绕组固定在转子铁心上,随转子一起旋转,形成旋转磁极,激磁电流由电刷与滑环引入到激磁绕组上。硅整流二极管分别固装在元件板和后端盖上,借助元件板和后端盖散热。各部分联接如图 2-2 所示。

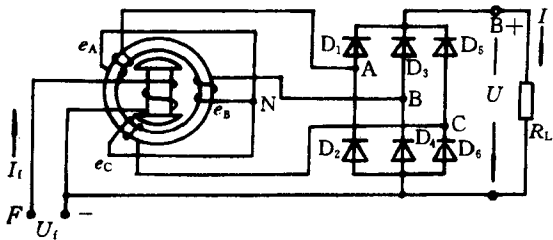


图 2-2 交流发电机工作原理图

当发电机转子按一定的传动比(发动机与交流发电机转速比通常在 1.0:2.0 左右)

跟随发动机转动时,旋转的转子磁场切割定子绕组,在定子绕组中产生三相对称电势。

$$e_A = \sqrt{2} E_\Phi \sin \omega t \quad (2-1)$$

$$e_B = \sqrt{2} E_\Phi \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (2-2)$$

$$e_C = \sqrt{2} E_\Phi \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (2-3)$$

$$e_\Phi = 4.44 K f N \Phi_m \quad (2-4)$$

式中 E_Φ ——每相电动势的有效值;

K ——绕组分布系数,交流发电机采用整距集中绕组,故取 $K = 1$;

f ——电动势的变化频率,角速度 $\omega = 2\pi f$, $f = \frac{np}{60}$,其中 p 为磁极对数, n 为发电机转速 (r/min)

N ——每相定子绕组匝数;

Φ_m ——气隙中每极下最大磁通数(Wb), $\Phi_m = \sqrt{2} \Phi$ 。

$$E_\Phi = 4.44 K N \frac{np}{60} \Phi_m = C_e \Phi n \quad (2-5)$$

式中 $C_e = 4.44 \sqrt{2} K N p / 60$,总称为发电机结构系数。

由上分析可见,发电机转子转动起来后,发电机定子绕组就产生一定量的电动势 E_Φ ,其大小正比于发电机的转速 n 和气隙中的磁通 Φ 的乘积。在直流激磁的磁路中,根据磁路欧姆定律,磁通 Φ 正比于激磁电流 I_f ,因而交流发电机的发电能力正比于激磁电流 I_f (磁路未饱和时)与发电机转速 n 的乘积。

二、整流输出电压

整流的目的是把三相交流电压转变成比较平稳的直流脉动电压。在图 2-2 整流电路中,三个正极管子(D_1 、 D_3 、 D_5)的负极联接在一起,作为交流发电机三相整流的输出端 B+,其正极端分别接在发电机三相定子绕组的首端(A、B、C),三相定子绕组的三个末端联在一起,形成星形 Y 联接方式。三个负极管子(D_2 、 D_4 、 D_6)的负极端分别接在三相定子绕组的首端上,其正极端联接在一起,作为三相整流输出的负极端。由此可见,在任何瞬时,三相整流电路中,总是承受正向电压最高的正极管子与承受负向电压最低的负极管子导通,其它管子截止,如图 2-3 所示。