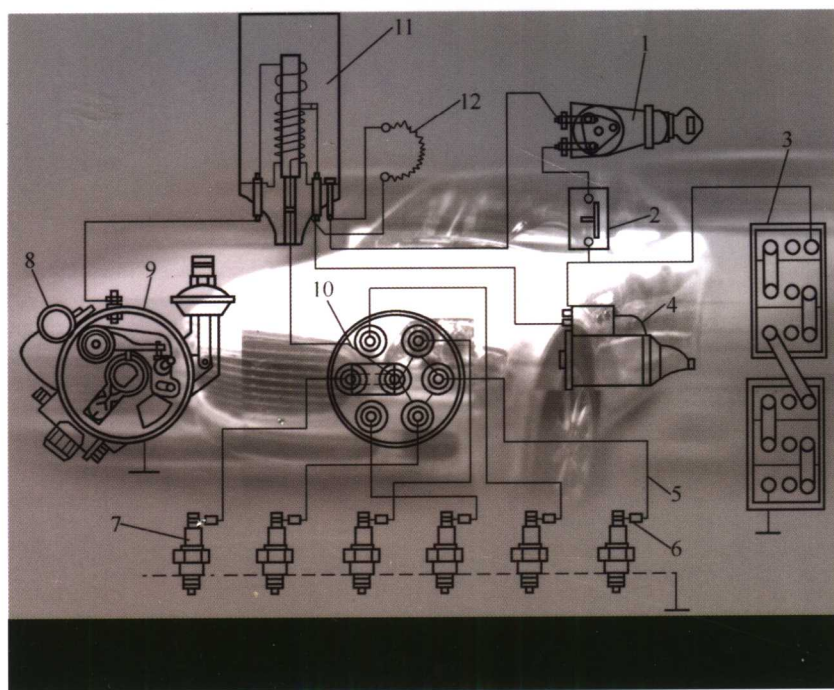


李炎亮 高秀华 成凯 等编著

# 汽车电子技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社  
工业装备与信息工程出版中心

# 汽车电子技术

李炎亮 高秀华 成凯 等编著



化学工业出版社  
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

**图书在版编目 (CIP) 数据**

汽车电子技术/李炎亮,高秀华,成凯等编著. —北京:化学工业出版社,2005.6  
ISBN 7-5025-7217-1

I. 汽… II. ①李…②高…③成… III. 汽车-电子技术 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 063201 号

---

**汽车电子技术**

李炎亮 高秀华 成凯 等编著

责任编辑:任文斗

文字编辑:宋 薇

责任校对:陈 静 宋 玮

封面设计:尹琳琳

\*

化学工业出版社 出版发行  
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销  
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 486 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7217-1

定 价:39.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

# 前 言

汽车工业是国民经济发展的命脉,从某种意义上讲,汽车技术的发展水平即代表了当今科技发展的水平。电子技术是汽车工业发展的重要动力源泉。随着电子信息技术的广泛应用和快速发展,电子技术和产品在汽车上应用的比例越来越大。我国汽车工业面临入世的巨大冲击,在未来的世界汽车业竞争中能否掌握主动权,很大程度上取决于是否能在电子技术上占领制高点。加快汽车电子技术领域的研究应用是我国汽车工业发展的当务之急。

近年来,现代汽车为提高汽车动力性、经济性、安全性、舒适性以及减少废气排放污染,从发动机的燃油喷射、点火控制、进气控制、排放控制、故障自诊断到底盘的传动系统、转向与制动系统以及车身辅助装置等无一不采用电子控制技术,而且已经发展到行驶姿态、通信与GPS以及转向、制动等全方位的综合控制。虽然由于国外整车和零部件企业纷纷进入中国,国内汽车电子控制技术应用速度得到了明显的加快,但是与国外汽车技术水平相比还有很大的差距。

我们编写这本书旨在能够较全面反映现代汽车技术的更新状况,希望能对从事和喜爱汽车技术的人有所裨益。

本书对当代采用的汽车电子技术做了较详细的介绍,知识新、内容丰富、深入浅出、并注重实际应用。本书试图让读者在了解汽车基本电器和电气线路的基础上,能够深入理解各电控系统的结构和控制原理,同时还介绍了一些典型控制系统实例。对于只是想了解各系统组成结构的读者,书中的公式和原理可以仅作参考。

全书共分12章,其中第1章介绍了汽车电子技术目前的应用现状和发展趋势;第2章和第3章为汽车基本电器线路原理以及电路识图;第4章阐述了汽车电子控制系统的组成和理论基础;第5章~第9章重点讲解了现代电子控制技术在汽车发动机、底盘以及车身上的应用;第10章讲述了汽车电子控制系统的维护和保养;第11章主要介绍目前汽车电子的热门技术——总线技术;最后第12章讨论了汽车电子技术的未来发展。

本书由李炎亮、高秀华、成凯等编著,参加编写工作的还有王力群、于国飞、黄大维、张春秋、李林森、刘洪涛、韩冬、王雪、李宝林、冯增铭、张永智、陈向东、耿岚、周桂红、王云超、唐力、刘新华、姜爽、高照森、于亚平、史玉梅等,全书由唐向阳主审。

本书在编写的过程中得到了各界同仁和朋友的大力支持、鼓励和帮助,并参阅了大量有关生产厂家及公司的相关资料和文献,其中绝大部分已在参考文献中注明,但也有些因找不到原始出处而不能注出,在此一并表示感谢!

书中纰漏与错误之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

作 者

2005年4月于长春

## 内 容 提 要

本书首先介绍了汽车电子技术的发展概况、汽车基本电器、电器设备线路和汽车电子控制系统的基础知识,然后详细阐述了汽车发动机电子控制、自动变速器电子控制、制动防抱死系统、驱动防滑系统、电子控制悬架、动力转向电子控制、巡航控制、安全气囊、电动天窗、电动座椅、电子防盗和导航系统以及故障诊断等,最后简单介绍了汽车总线技术和汽车电子新技术。书中内容新颖、系统、实用性强,图文并茂、通俗易懂。

本书可供汽车电子等行业的技术人员和维护技术人员使用,也可作为大中专院校汽车相关专业的教材。

# 目 录

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>第 1 章 绪论</b>         | 1   |
| 1.1 汽车电子技术应用现状          | 1   |
| 1.2 汽车电子技术发展趋势          | 3   |
| 1.3 国内汽车电子产业状况          | 7   |
| <b>第 2 章 汽车电器</b>       | 8   |
| 2.1 蓄电池                 | 8   |
| 2.2 发电机及调节器             | 12  |
| 2.3 启动机                 | 19  |
| 2.4 汽油机点火系统             | 25  |
| 2.5 照明与信号系统             | 31  |
| 2.6 汽车仪表与报警装置           | 32  |
| 2.7 汽车辅助电器设备            | 34  |
| 2.8 汽车音响                | 35  |
| 2.9 汽车空调                | 36  |
| 2.10 汽车内的无线电干扰源         | 39  |
| <b>第 3 章 汽车电器设备线路</b>   | 41  |
| 3.1 汽车电路元件              | 42  |
| 3.2 汽车电路组成              | 45  |
| 3.3 汽车电路图               | 45  |
| 3.4 汽车电路分析              | 56  |
| <b>第 4 章 汽车电子控制系统基础</b> | 63  |
| 4.1 汽车电子控制系统概述          | 63  |
| 4.2 控制理论简介              | 71  |
| 4.3 汽车电子控制技术相关基础知识      | 77  |
| <b>第 5 章 发动机电子控制技术</b>  | 85  |
| 5.1 电控发动机的控制功能          | 85  |
| 5.2 发动机电控系统的组成及功用       | 86  |
| 5.3 发动机传感器              | 87  |
| 5.4 发动机执行器              | 106 |
| 5.5 汽油机燃油喷射系统           | 112 |
| 5.6 汽油机点火控制系统           | 116 |
| 5.7 排放控制                | 122 |
| 5.8 怠速控制                | 127 |
| 5.9 进气控制                | 133 |
| 5.10 其他控制系统             | 135 |

|             |                           |     |
|-------------|---------------------------|-----|
| 5.11        | 柴油机控制                     | 136 |
| 5.12        | 电喷发动机故障诊断                 | 139 |
| 5.13        | 典型发动机控制系统                 | 141 |
| <b>第6章</b>  | <b>自动变速电子控制系统</b>         | 147 |
| 6.1         | 自动变速器的分类                  | 148 |
| 6.2         | 电子控制自动变速器的组成              | 150 |
| 6.3         | 电子控制自动变速器的控制原理            | 157 |
| 6.4         | 无级变速电子控制系统                | 161 |
| 6.5         | 丰田 A340E 电子控制自动变速器        | 168 |
| 6.6         | 电控自动变速器故障排除原则及方法          | 176 |
| <b>第7章</b>  | <b>汽车主动安全控制技术</b>         | 180 |
| 7.1         | 汽车安全技术概论                  | 180 |
| 7.2         | 制动防抱死系统 (ABS)             | 182 |
| 7.3         | 驱动防滑/牵引力控制系统 (ASR/TCS)    | 196 |
| 7.4         | 汽车稳定性控制系统 (ESP/ VSC)      | 199 |
| 7.5         | 电子控制悬架系统                  | 200 |
| 7.6         | 动力转向和四轮转向                 | 208 |
| 7.7         | 巡航控制系统                    | 218 |
| <b>第8章</b>  | <b>汽车被动安全控制技术</b>         | 226 |
| 8.1         | 被动安全技术概述                  | 226 |
| 8.2         | 汽车安全带                     | 227 |
| 8.3         | 汽车安全气囊                    | 229 |
| <b>第9章</b>  | <b>车身电子电控制技术</b>          | 238 |
| 9.1         | 电动座椅                      | 238 |
| 9.2         | 电动门窗                      | 240 |
| 9.3         | 电子防盗系统                    | 242 |
| 9.4         | 汽车卫星导航系统                  | 248 |
| <b>第10章</b> | <b>汽车电控系统的维护与检修</b>       | 251 |
| 10.1        | 汽车电控系统维护概述                | 251 |
| 10.2        | 汽车电控系统诊断设备                | 252 |
| 10.3        | 汽车电控系统的故障诊断原理与操作          | 253 |
| 10.4        | 汽车电控系统的故障诊断与检修实例          | 257 |
| 10.5        | 欧洲车载诊断技术                  | 271 |
| <b>第11章</b> | <b>汽车总线技术</b>             | 274 |
| 11.1        | 汽车总线技术概述                  | 274 |
| 11.2        | 汽车电控系统的主要通信协议             | 276 |
| 11.3        | CAN 总线                    | 279 |
| <b>第12章</b> | <b>汽车电子未来新技术</b>          | 283 |
| 12.1        | 汽车双电压方案                   | 283 |
| 12.2        | 汽车动力电子新技术                 | 284 |
| 12.3        | 新型汽车智能装备                  | 286 |
| <b>附表1</b>  | <b>汽车电路图常用电路图形符号</b>      | 288 |
| <b>附表2</b>  | <b>汽车电子控制技术常用缩略语英汉对照表</b> | 295 |
| <b>参考文献</b> |                           | 303 |

# 第 1 章 绪 论

汽车电子技术是汽车技术与电子技术相结合的产物,汽车电子化被认为是汽车技术发展进程中的一次革命。在现代汽车上,电子技术的应用越来越广泛,汽车已经由单纯的机械产品发展为高级的机电一体化产品,成为所谓的“电子汽车”。

20 世纪 50 年代,电子管收音机和晶体管收音机相继在汽车上安装,这是电子技术在汽车上应用的开始。60 年代,汽车上应用了硅整流交流发电机、晶体管调节器和晶体管点火装置。70 年代以后,为了解决汽车安全、污染和节能 3 大问题,电子技术得到了更广泛的应用。特别是微机在汽车上的应用,给汽车工业带来了划时代的变革。

随着汽车工业和电子工业的不断发展,20 世纪 90 年代,汽车电子技术进入其发展的第三个阶段,超微型磁体、超高效电机及集成电路的微型化,为集中控制汽车提供了基础(例如制动、转向和悬架的集中控制以及发动机和变速器的集中控制)。同时,智能化集成传感器和智能执行机构也已付诸实用,数字式信号处理方式也应用于声音识别、安全碰撞、适时诊断和导航系统等。

目前汽车电子技术已发展到第四代,即包括电子技术(含微机技术)、优化控制技术、传感器技术、网络技术、机电一体化等技术的综合系统,并且已经从科研阶段进入了商品生产的实用阶段。

在汽车上大量应用电子装置及控制技术的优点如下。

- a. 电子装置运行十分精确,本身又无磨损,因而将电子器件应用于控制和监测时,汽车产生的误差会受到限制,改善了功能效用,并延长了维修周期。
- b. 有利于改善汽车的燃油经济性、安全性、噪声和排放。为了使汽车在任意车速下,自动控制系统都能保证油耗最低、废气污染最低、噪声最小,并保证最大安全性,系统的各种参数都必须受到限制,采用电子装置远比机械装置优越得多,有时机械装置甚至是无能为力的。
- c. 采用电子装置对于交通情况和汽车状况的大量数据进行处理,向汽车提供广泛的信息,使驾驶员能全面按照运行工况和要求选择适当的运行速度。
- d. 在汽车生产和维修方面,采用电子部件比机械部件更容易装配,方便维修。
- e. 采用电子电路能够做到更高的集中程度。另外,它们很少受到原材料的限制,因而从长远看,其成本将会降低。

## 1.1 汽车电子技术应用现状

据统计,从 1989 年至 2000 年,平均每辆车上电子装置在整个汽车制造成本中所占的比例由 16% 增至 23% 以上。在一些豪华轿车上,使用单片微型计算机的数量已经达到 48

个,电子产品占到整车成本的50%以上,目前电子技术的应用几乎已经深入到汽车所有的系统。

按照对汽车行驶性能作用的影响划分,可以把汽车电子产品归纳为两类:一类是汽车电子控制装置,它要和车上机械系统进行配合使用,即所谓“机电结合”的汽车电子装置,例如电子燃油喷射系统、制动防抱死控制、防滑控制、牵引力控制、电子控制悬架、电子控制自动变速器、电子动力转向等;另一类是车载汽车电子装置,它是在汽车环境下能够独立使用的电子装置,和汽车本身的性能并无直接关系,包括汽车信息系统(行车电脑)、导航系统、汽车音响及电视娱乐系统、车载通信系统、上网设备等。

目前汽车电子技术正向集中综合控制发展:将发动机管理系统和自动变速器控制系统集成为动力传动系统的综合控制(PCM);将制动防抱死控制系统(ABS)、牵引力控制系统(TCS)和驱动防滑控制系统(ASR)综合在一起进行制动控制;通过中央底盘控制器,将制动、悬架、转向、动力传动等控制系统通过总线进行连接,控制器通过复杂的控制运算,对各子系统进行协调,将车辆行驶性能控制到最佳水平,形成一体化底盘控制系统(UCC)。

由于汽车上的电子电器装置数量急剧增多,为了减少连接导线的数量和质量,网络、总线技术有了很大的发展。通讯线将各种汽车电子装置连接成为一个网络,通过数据总线发送和接收信息。电子装置除了独立完成各自的控制功能外,还可以为其他控制装置提供数据服务。由于使用了网络化的设计,简化了布线,减少了电气节点的数量和导线的用量,使装配工作更为简化,同时也增加了信息传送的可靠性。通过数据总线可以访问任何一个电子控制装置,读取故障码对其进行故障诊断,使整车维修工作变得更为简单。

### 1.1.1 在发动机上的应用

#### (1) 电子控制喷油装置

在现代汽车上,机械式或机电混合式燃油喷射系统已趋于淘汰,电控燃油喷射装置因其性能优越而得到了日益普及。电子喷油装置可以自动保证发动机始终工作在最佳状态,使其在输出一定功率的条件下最大限度地节油和净化空气。经过实验并修正得到发动机最佳工况时的供油控制规律,事先把这些客观规律编成程序存在微机的存储器中,当发动机工作时,根据各传感器测得的空气流量、排气管中含氧量、进气温度、发动机转速及工作温度等参数,按预先编好的运算程序进行运算,然后和内存中的最佳工况的参数进行比较和判断再调整供油量。这样就能够使发动机一直在最优工作状态下运行,从而使发动机的综合性能得到提高。

#### (2) 电子点火装置(ESA)

它由微机、传感器及其接口、执行机构等几部分构成。该装置可根据传感器传递的发动机各项参数进行运算、判断,然后进行点火时刻的调节,这样可以节约燃料,减少空气污染。此外,新型发动机电子控制装置还有自适应控制、智能控制及自诊断操作等。一般认为,发动机电子控制装置的节能效果在15%以上,而效果更明显的则是在环境保护方面。

除此之外,在发动机部分利用电子技术的内容还有:废气再循环(EGR)、怠速控制(ISC)、电动油泵、发电机输出、冷却风扇、发动机排量、节气门正时、二次空气喷射、发动机增压、油气蒸发及系统自我诊断功能等,它们在不同的车型上都或多或少地被应用。

### 1.1.2 在底盘上的应用

#### (1) 电控自动变速器 (ECAT)

ECAT 可以根据发动机的载荷、转速、车速、制动器工作状态及驾驶员所控制的各种参数,经过计算机的计算、判断后自动改变变速杆的位置,从而实现变速器换挡的最佳控制,即可得到最佳挡位和最佳换挡时间。它的优点是加速性能好、灵敏度高、能准确反映行驶负荷和道路条件等。传动系统的电子控制装置,能自动适应瞬时工况变化,保持发动机以尽可能低的转速工作。电子气动换挡装置是利用电子装置取代机械换挡杆及其与变速机构间的连接,并通过电磁阀及气动伺服阀汽缸来执行。它不仅能明显地简化汽车操纵,而且能实现最佳的行驶动力性和安全性。

#### (2) 防抱死制动系统 (ABS)

该系统是一种开发时间最早、推广应用最为迅速的重要安全性部件。它通过控制防止汽车制动时车轮的抱死来保证车轮与地面达到最佳滑移率 (15%~20%),从而使汽车在各种路面上制动时,车轮与地面都能达到纵向的峰值附着系数和较大的侧向附着系数,以保证车辆制动时不发生抱死拖滑、失去转向能力等不安全状况,提高汽车的操纵稳定性和安全性,减小制动距离。驱动防滑系统 (ASR) 也叫牵引力控制系统 (TCS 或 TRC),是 ABS 的完善和补充,它可以防止启动和加速时的驱动轮打滑,既有助于提高汽车加速时的牵引性能,又能改善其操纵稳定性。

#### (3) 电子转向助力系统

电子转向助力系统是用一部直流电机代替传统的液压助力缸,用蓄电池和电动机提供动力。这种微机控制的转向助力系统和传统的液压助力系统比起来具有部件少、体积小、质量轻的特点,最优化的转向作用力、转向回正特性,提高了汽车的转向能力和转向响应特性,增加了汽车低速时的机动性以及调整行驶时的稳定性。

#### (4) 适时调节的自适应悬挂系统

自适应悬挂系统能根据悬挂装置的瞬时负荷,自动适时调节悬架弹簧的刚度和减振器的阻尼特性,以适应当时的负荷,保持悬挂的既定高度。这样就能够极大地改进车辆行驶的稳定性、操纵性和乘坐的舒适性。

#### (5) 定速巡航自动控制系统 (CCS)

在高速长途行驶时,可采用定速巡航自动控制系统,恒速行驶装置将根据行车阻力自动调整节气门开度,驾驶员不必经常踏油门以调整车速。若遇爬坡,车速有下降趋势,微机控制系统则自动加大节气门开度;在下坡时,又自动关小节气门开度,以调节发动机功率达到一定的转速。当驾驶员换低速挡或制动时,这种控制系统则会自动断开。

除发动机和底盘上的应用之外,随着世界各大汽车产家对汽车安全问题的高度重视,安全气囊系统、行驶动力学调节系统、防撞系统、安全带控制、照相控制等方面也已大量采用了电子新技术。

## 1.2 汽车电子技术发展趋势

当前,汽车电子技术进入了优化人-汽车-环境的整体关系的阶段,它向着超微型磁体、超高效电机以及集成电路的微型化方向发展,并为汽车上的集中控制提供了基础(例

如制动、转向和悬架的集中控制以及发动机和变速器的集中控制)。未来汽车电子技术的突破口可能会在以下几个方面。

### (1) 传感器技术

车用传感器是促进汽车高档化、电子化、自动化发展的关键技术之一,世界各国对车用传感器的研究开发、提高性价比都非常重视。“没有传感器技术就没有现代汽车”的观点现在已被全世界所公认。汽车电子化越发达,自动化程度越高,对传感器依赖性就越大,所以,国内外都将车用传感器技术列为重点。

汽车现代传感器总的发展趋势是:多功能化、集成化、智能化、微型化。其技术的发展方向是:开展基础研究,发现新现象、采用新原理、开发新材料和采用新工艺;扩大传感器的功能与应用范围。

由于汽车电子控制系统的多样化,使其所需要的传感器种类和数量不断增加。为此,研制新型、高精度、高可靠性和低成本的传感器是十分必要的。未来的智能化集成传感器,不仅要能提供用于模拟和处理的信号,而且还能对信号作放大和处理。同时,它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正,具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力,保证传感器信号的质量不受影响,即使在特别严酷的使用条件下仍能保持较高的精度。它还具有结构紧凑、安装方便的优点,从而免受机械特性的影响。

### (2) 微处理机技术

微机是整个系统的核心,负责指挥其他设备工作。目前汽车上用的微机以通用单片机和高抗干扰及耐振的汽车专用微机为主,其速度和精度要求不如计算用微机高,但抗干扰性能较强,能适应汽车振动大等恶劣的工作环境。有的已经由单机控制(即一个微机控制一个项目,如控制点火)向集中控制发展,汽车集中控制也由原来的多个计算机通信向网络化管理过渡。

微处理机的出现给汽车仪表带来了革命性的变化,世界汽车工业的微处理机用量激增,由从前单一的仪器逐步发展为多用途、智能化仪表,不但可以很精确地把汽车上所有的待测量都检测出来,分别显示和打印需要的结果,而且还有运算、判断、预测和引导等功能。如可监视汽车各大部件的工作情况,还可以对蓄电池电压、轮胎气压、车速等测量的高低限量进行报警。

### (3) 软件新技术应用

随着汽车电子技术应用的增加,对有关控制软件的需求也将会增加,并可能要求进一步计算机联网。因此,要求使用多种软件,并开发出通用的高水平语言,以满足多种硬件的要求。轿车上多通道传输网络将大大依赖于软件,软件总数的增加及其功能的提高,将能够使计算机完成越来越复杂的任务。

### (4) 智能汽车及智能交通系统(ITS)的研究及应用

汽车智能化相关的技术问题已受到汽车制造商们的高度重视。其主要技术中“自动驾驶仪”的构想必将依赖于电子技术的实现。智能交通系统(ITS)的开发将与电子、卫星定位等多个交叉学科相结合,能根据驾驶员提供的目标资料,向驾驶员提供距离最短而且能绕开车辆密度相对集中处的最佳行驶路线。它装有电子地图,可以显示出前方道路,并采用卫星导航。从全球定位卫星获取沿途天气、车流量、交通事故、交通堵塞等各种情况,自动筛选出最佳行车路线。未来的某天,路上行驶的都将是由计算机控制的智能汽车。

### (5) 多通道传输技术

多通道传输技术由实验室将逐步进入实用阶段。采用这种技术后,使各个数据线成为一个网络,以便分离汽车中心计算机的信息。微处理机可通过网络接收其他单元的信号。传感器和执行机构之间要有一个新式接口,以便与多通道传输系统相联系。

#### (6) 数据传输载体方面的电子新技术应用

汽车电子技术未来将实现整车控制系统。这一系统要求有一个庞大而复杂的信息交换与控制系统,车用计算机的容量要求更大,计算速度则要求更高。由于汽车用计算机控制系统的数量日益增多,采用高速数据传输网络日益显得必要。光导纤维可为此传输网络提供传输介质,以解决电子控制系统防电磁干扰的问题。

#### (7) 网络技术在汽车中的应用

汽车车载电子网络技术可分为汽车内部和外部两个部分。

在汽车内部,随着电控器件在汽车上越来越多的应用,车载电子设备间的数据通信变得越来越重要。以分布式控制系统为基础构造汽车车载电子网络系统是其发展方向。大量数据的快速交换、高可靠性及低成本是对汽车电子网络系统的要求。在该系统中,各从处理机独立运行,控制改善汽车某一方面的性能,同时在其他处理机需要时提供数据服务。主处理机收集整理各从处理机的数据,并生成车况显示。通信控制器保证数据的正常流动。

为适应汽车网络控制的需要,更好地在各控制系统之间完成交流信息、协调控制、共享资源及标准化与通用化,世界各国都在积极合作,进行汽车局域网的研究与开发。国外在网络标准的制定以及符合网络通信标准的微处理器、通信协议等方面都已经有了成果。网络标准方面有 Bosch 公司制定的控制器局域网络(CAN)协议和 Intel 推出的 SAEJ18065 网络标准。又如 Philips、Intel、Motorola 等公司推出了符合网络相关协议的微处理器产品。同时,为整合各种标准,一份有关汽车网络的国际标准正在国际标准化组织起草。

网络技术在汽车外部的应用是汽车上网系统,它是一种无线的网络结构。通过它,人们在驾驶汽车时就可以像在家一样进行上网、发 E-mail 等网上操作。目前不少公司在进行这方面的工作,如 IBM 公司和 Motorola 公司已合作开发车用无线 Internet 技术,这项技术将使驾驶员和乘客能够在车上发送电子邮件以及从事网上各种活动,如电子商务和网上购物、查看股市行情和天气预报等。另外 Microsoft 公司新推出了专门为“车上网”设计的 AutoPC 软件,采用 WindowsCE 操作系统,它具有交互式语言识别等各种多媒体功能。这种功能能够有效保障汽车行车安全,因为他可以让汽车驾驶员在手不离方向盘、眼不离行驶前方的情况下,与 PC 机系统交换各种信息,例如行车前方的交通状况有无塞车,最短时间导航等;也可以通过它在车上收发 E-mail、打网络电话和其他上网活动。通用公司不但开发了“车上网”系统,而且还装有车载自动化办公系统。由于该系统采用了超高速光纤串行数据通道(MML),因此具有多路的数字式影音能力,可以有效调控多通道大容量的输入、输出信号,例如 CD、DVD、显示器、电视接收天线、音响和全球卫星定位导航系统都可以和该系统交换信息。在不远的将来,汽车配置自动导航和辅助驾驶系统后,驾驶员可把行车的目的地输入到汽车电脑中,汽车就会沿着最佳行车路线行驶到达目的地,人们可以通过语言识别系统操纵车内的各种设备。

不仅如此,汽车电子技术的应用还将使汽车发生以下主要变化。

汽车的机械结构将发生重大的变化,汽车的各种操纵系统向电子化和电动化发展,实

现“线操控”。用导线代替原来的机械传动机构，例如“导线制动”、“导线转向”、“电子油门”等。

汽车供电系统也将由 12V 向 42V 转化。随着汽车电子装置越来越多，消耗的电能正在大幅度地增加。现有的 12V 动力电源，已满足不了汽车上所有电气系统的需要。今后将采用集成启动机-发电机 42V 供电系统，发电机最大输出功率将会由目前的 1kW 提高到 8kW 左右，发电效率将会达到 80% 以上。42V 汽车电气系统新标准的实施，将会使汽车电器零部件的设计和结构发生重大的变革，机械式的继电器、熔丝式保护电路将被淘汰。

汽车电子技术的应用将使汽车更加智能化。智能汽车装备有多种传感器，能够充分感知驾车者和乘客的状况，交通设施和周边环境的信息，判断乘员是否处于最佳状态，车辆和人是否会发生危险，并及时采取对应措施。

重视安全与环保是未来汽车发展的大趋势。近些年来，全世界死于车祸的人高达 40 万~60 万人，居各种事故伤亡之首。为此，发展安全汽车势在必行。在安全方面，除了人们所熟知的防抱死制动系统、安全气囊、牵引力控制系统等外，还着眼于雷达防撞系统、汽车故障自诊断系统和卫星导航系统以及智能汽车的开发。日本丰田汽车公司在 20 世纪 90 年代初推出 ASV（高级安全交通工具）计划，其内容是：监视驾驶员在驾车中是否精神集中；自动分配汽车前照灯照明和变光；驾驶员导航；碰撞缓冲；改进车身设计，以利于驾驶员在紧急情况下迅速离开；无线电通讯报警；大规模采用轻型环保材料以节省油耗。

美国通用汽车公司在 1989 年就开始试验汽车防撞系统，1997 年进入商业化应用。据悉，该系统通过无线电信号的发射接收装置，能将前面的障碍物情况在可能发生碰撞前告诉驾驶员，如果驾驶员没有及时做出反应，该系统会自动接通制动装置。该系统在高速公路、有雾环境及夜间特别有效。

环保和节能往往联系在一起，成为汽车工业永恒的课题。为适应环保和节能的大趋势，世界汽车工业发展正在进入多元化能源时期。目前，30 多个国家正在发展以甲醇、酒精、甲烷、天然气、棕榈油等为燃料的汽车。此外，有十几家公司正在研制电动汽车。预计到 2010 年，汽车动力将有 5% 以高纯度乙醇为燃料，2% 采用天然气，10% 采用动力。到 2005 年底，世界上将至少有 22 个国家禁止非环保型汽车生产和进入市场。许多国家将实施“绿色贸易”条例，这种趋势无疑将对汽车开发和设计提出了更严格的要求。

21 世纪初美国美洲豹汽车公司研制出一种汽车自动调速系统。当汽车与汽车间的距离太近时，这种系统可使汽车减速，从而确保汽车之间保持安全的距离；当有人超车时，该系统可调节车速以与超车的汽车保持安全距离，并可以校正转向盘以保证汽车在指定的车道内行驶。

自动化高速公路的开发对公路交通影响很大。它可使现在拥挤的公路交通容量增加 2~3 倍，在提高车速的同时还可减少交通事故。

未来汽车也是一个可以移动的办公室。随着信息时代和信息高速公路的发展，汽车的通讯功能已不只限于收听广播和用车载电话通话，还能显示信息和日程表、让你阅读或发送电子邮件和传真、收看天气预报和股市行情、访问互联网络。人们在车内将能使用到办公室中的一切，例如数据库、电话号码、通讯录、约会记录、笔记本、参考资料、寻呼机、计算器以及银行业务等。

### 1.3 国内汽车电子产业状况

目前,国产汽车的电子技术应用多数还处于初级阶段。只有少数厂家,主要集中在一些中外合资的汽车上,开始采用电子控制装置。国内现在采用的电子装置主要包括发动机的燃油喷射、电子点火控制、汽车安全性方面的安全气囊、ABS 等领域,而且多数为直接引进国外产品组装。国内科研院所目前有关汽车电子技术应用的研究也主要集中在发动机控制、电控悬架、ABS 系统等几个方面,在汽车的电子网络化技术、GPS 导航及智能交通系统的研究等方面与国外还有一定差距。

纵观近十年来汽车技术的重大成就,大都是在应用电子技术上进行突破,电子技术已成为汽车工业发展的重要动力源泉。随着电子信息技术的广泛应用和快速发展,电子技术和产品在汽车上应用的比例将会越来越大。目前,我国汽车工业面临入世的巨大冲击,在未来的世界汽车业竞争中能否掌握主动权,关键取决于是否能在电子技术上占领制高点。加快汽车电子技术新领域的研究是我国汽车工业发展的当务之急。

跨国公司全球采购体系给我国企业带来发展的新机遇。我国为促进汽车电子产业的发展,在“九五”期间制定了一系列政策、法规,如到 2004 年我国生产制造的中、大型货车必须安装汽车防抱死制动系统(ABS);2004 年要实现欧洲的环保 2 号法规等,促进了 ABS 和电控燃油喷射等系统的科研和生产。随着信息技术在汽车中的大量采用,电子系统可以占到一辆新高级轿车总成本的 30%、普通新轿车的 20%。信息技术与汽车工业的结合,将促进我国信息产业和汽车工业的共同发展,也是我国新型工业化的重要标志。

汽车行业的资深专家指出,中国加入 WTO 后,国家取消了对组装轿车国产化的硬性规定,我国汽车零部件企业的形势较为严峻。在巨大的市场需求面前,汽车电子行业应该抓住跨国公司建立全球汽车零部件采购体系的机遇,充分发挥已形成的基础以及原材料资源和人力资源的优势,加快与国际跨国公司的交流、合作,使汽车电子行业改变只能生产技术含量和出口附加值均很低的产品的局面,扩大产品范围,逐步提升技术含量。要达到这个目的,就必须紧跟国际汽车电子发展的最新动态和趋势,超前研究,同步发展。

可以预料,随着国产汽车的技术进步,汽车领域的电子新技术必将会得到越来越广泛的应用。虽然要赶上国际汽车界的最高水平还有一段路要走,但将来在世界汽车技术尤其是汽车电子技术应用这一领域,我国必将占有一席之地。

## 第 2 章 汽车电器

现代汽车上所装电器与电子设备虽然种类繁多、功能各异，但按其功能可分为电源和用电设备两大部分，其中电源部分包括蓄电池、发电机及调节器；用电设备部分包括启动装置、点火系统、照明及信号设备、仪表及显示系统、辅助电器设备及电子控制装置等。

### 2.1 蓄电池

蓄电池为可逆的直流电源，是一种化学电源，它能把电能转变为化学能储存起来（充电），故称蓄电池。蓄电池的种类很多，按电极材料和电解液的不同，可分为铅酸蓄电池、碱性蓄电池和新型蓄电池，目前在汽车上使用最广泛的是启动用铅酸蓄电池，它与发动机并联，向用电设备供电。蓄电池的作用是：当发动机启动时，向启动机和点火系统供电；在发电机不发电或电压较低的情况下向用电设备供电；当用电设备同时接入较多，发电机超载时，协助发电机供电；当蓄电池存电不足，而发电机负载又较少时，可以将发电机的电能转变为化学能储存起来。因此，它在汽车上占有重要位置。

#### 2.1.1 铅酸蓄电池的构造与型号

##### 2.1.1.1 铅酸蓄电池的构造

铅酸蓄电池的构造如图 2-1 所示，它主要由极板、隔板、壳体、电解液、铅连接条和极柱等部分组成。一般分隔为三个或六个单格，每个单格电池的标称电压为 2V，将三个或六个单格电池串联后制成一只 6V 或 12V 的蓄电池总成。

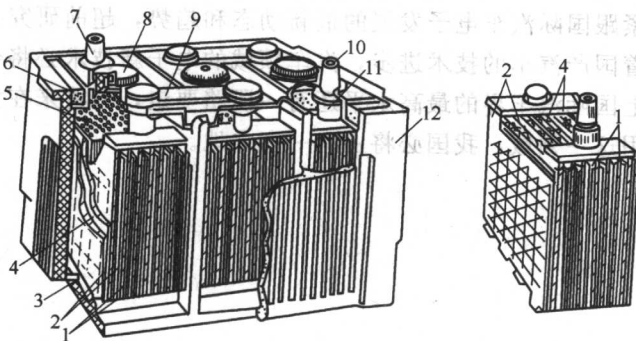


图 2-1 铅酸蓄电池的构造

- 1—正极板；2—负极板；3—肋条；4—隔板；5—护板；6—封口剂；7—负极桩；  
8—加液孔螺塞；9—连接条；10—正极桩；11—极桩衬套；12—外壳

① 极板 极板是铅酸蓄电池的主要组成部分，分为正极板、负极板。两者均由栅架和活性物质组成（见图 2-1），正、负极板栅架结构相同（见图 2-2、图 2-3）。一般由铅锑

合金浇注而成。其中锑的含量为 5%~7%。极板的活性物质是球磨机磨成的铅粉。研磨过程中与氧气接触，形成氧化铅。再加入一定量的添加剂和硫酸溶液，调成膏状，涂在栅架上。干燥后，放入硫酸溶液中，经规定时间充电，正极板上的铅膏绝大部分变成二氧化铅，负极板上的铅膏绝大部分变成青灰色的海绵状铅，此过程称为“化成”。

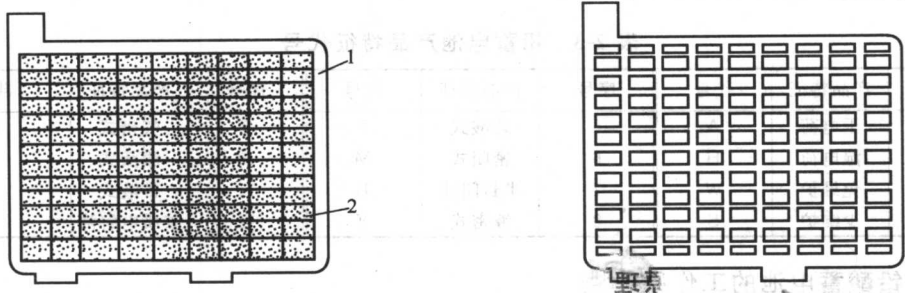


图 2-2 极板  
1—栅架；2—活性物质

图 2-3 栅架

② 隔板 为防止正、负极板短路，用绝缘隔板插入极板之间。常用的有木质隔板、玻璃纤维隔板、微孔橡胶隔板和微孔塑料隔板。由于微孔塑料隔板性能好且价廉，将会大量使用。

③ 电解液 电解液由密度为 1.84g/cm<sup>3</sup> 的硫酸和蒸馏水按一定比例配制而成。其密度一般为 1.24~1.30g/cm<sup>3</sup> (25℃)。电解液的纯度是影响蓄电池性能和使用寿命的重要因素。因此所用硫酸及蒸馏水都要符合国家标准，相关标准见表 2-1、表 2-2。

表 2-1 工业硫酸国家标准 GB 534—82

| 指标名称      | 特种硫酸    | 浓硫酸一级  | 指标名称     | 特种硫酸   | 浓硫酸一级 |
|-----------|---------|--------|----------|--------|-------|
| 硫酸含量/%    | ≥92.5   | ≥92.5  | 二氧化物含量/% | ≤0.01  |       |
| 灼烧残渣含量/%  | ≤0.02   | ≤0.03  | 氯含量/%    | ≤0.001 |       |
| 铁含量/%     | ≤0.005  | ≤0.01  | 透明度/mm   | ≥160   | ≥50   |
| 砷含量/%     | ≤0.0001 | ≤0.005 | 色度/mL    | ≤1.0   | ≤2.0  |
| 氮的氧化物含量/% | ≤0.0001 |        |          |        |       |

表 2-2 铅酸蓄电池用蒸馏水的标准

| 杂质名称 | 最大允许量/% | 杂质名称     | 最大允许量/% |
|------|---------|----------|---------|
| 有机物  | 0.003   | 硝酸盐、亚硝酸盐 | 0.004   |
| 残渣   | 0.005   | 铁        | 0.004   |
| 氯    | 0.004   | 氨        | 0.0008  |

④ 外壳 目前国内多采用硬橡胶外壳和硬聚丙烯外壳。

⑤ 连接条和极桩 两者均由铅锑合金铸成。连接条的作用是将单格电池串联起来。蓄电池的极桩用于和用电设备的连接。一般注有+、-符号便于区分。也有的在极桩附近的外壳上有极性标志。当标记不清楚时，可由极桩颜色区分。正极桩呈深棕色，负极桩呈深灰色。

2.1.1.2 铅酸蓄电池的规格型号

铅酸蓄电池的规格型号由三部分组成。

a. 阿拉伯数字。标明串联的单体电池数。

- b. 汉语拼音字母。标明蓄电池的用途和特征。
- c. 阿拉伯数字加汉语拼音字母。标明蓄电池的容量和特殊性能。

例 6-QAW-105G 其含义为：由 6 个单体电池组成（额定电压 12V），启动用、干电荷、免维护，额定容量 105A·h，高启动率蓄电池。

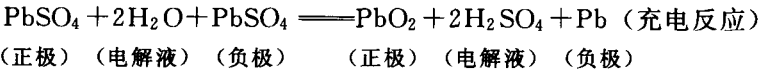
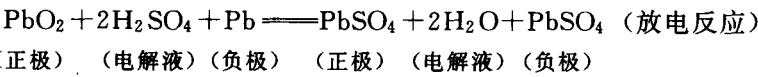
铅蓄电池产品特征代号见表 2-3。

表 2-3 铅蓄电池产品特征代号

| 序号 | 产品特征 | 代号 | 序号 | 产品特征 | 代号 | 序号 | 产品特征  | 代号 |
|----|------|----|----|------|----|----|-------|----|
| 1  | 干电荷  | A  | 5  | 防酸式  | F  | 9  | 气密式   | Q  |
| 2  | 湿电荷  | H  | 6  | 密闭式  | M  | 10 | 激活式   | I  |
| 3  | 免维护  | W  | 7  | 半封闭式 | B  | 11 | 带液式   | D  |
| 4  | 少维护  | S  | 8  | 液密式  | Y  | 12 | 胶质电解液 | J  |

### 2.1.2 铅酸蓄电池的工作原理

铅酸蓄电池的正极板（PbO<sub>2</sub>）和负极板（Pb）浸入电解液后，产生的化学反应可由下面方程式表达（充电反应和放电反应互为逆反应）。



### 2.1.3 铅酸蓄电池的工作特性

#### 2.1.3.1 铅酸蓄电池的电动势

无负荷情况下的端电压（开路电压）称为铅酸蓄电池的电动势，又称为静止电动势。其值与电解液的密度和温度有关，在密度为 1.150~1.29g/cm<sup>3</sup> 范围内有经验公式

$$E_0 = 0.85 + \rho_{25^\circ\text{C}} \tag{2-1}$$

式中  $E_0$ ——蓄电池的静止电动势，V；

$\rho_{25^\circ\text{C}}$ ——25℃时的电解液密度。

$\rho_{25^\circ\text{C}}$  计算方法如下

$$\rho_{25^\circ\text{C}} = \rho_t + \beta(t - 25) \tag{2-2}$$

式中  $\rho_t$ ——实测电解液的密度；

$\beta$ ——密度温度系数，取  $\beta = 0.00075$ ；

$t$ ——实测时的温度，℃。

充电、放电后，蓄电池的电动势约在 2.0~2.14V 之间变化。

#### 2.1.3.2 铅酸蓄电池的内阻

铅酸蓄电池的内阻  $R_n$  包括极板、隔板、电解液、连接条等的电阻。铅酸蓄电池的内阻很小，可输出很大的电流，能适应启动需要。

#### 2.1.3.3 铅酸蓄电池的放电特性

铅酸蓄电池的放电特性环境温度为 25℃ 时，恒流放电过程中蓄电池的端电压  $U$  与电解液密度随放电时间而变化的规律如图 2-4 所示。电池放电终止的特征如下。

- a. 电解液密度降低到最小允许值。
- b. 单格电池的端电压降至放电终止电压。蓄电池放电率与终止电压的关系见表 2-4。