



跟我学修车丛书 / GENWOXUE XIUCHE CONGSHU

跟我学 汽车电脑检修

GENWOXUE QICHE DIANNAO JIANXIU

主 编 刘春晖



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



跟我学修车丛书

跟我学汽车电脑检修

刘春晖 主编

张文 刘宝君 副主编



机械工业出版社

本书对 MCS-51 单片机技术的基本知识、汽车电脑的结构原理及维修方面的知识进行了阐述,分析了汽车电脑的常见故障及排除方法,并结合具体案例对一些常见故障进行剖析。本书主要内容包括:绪论;MCS-51 单片机的结构与原理;MCS-51 单片机指令与编程基础;MCS-51 单片机的中断、定时及串行通信系统;单片机的输入、输出接口电路;汽车电脑控制技术;汽车电脑检修基本技能等 7 个方面。

本书内容丰富、图文并茂、通俗易懂,在强调实用性、典型性的基础上,还充分重视内容的先进性,本书既可作为汽车维修行业的技师和修理工提高技能的自学用书,同时也可供职业院校汽车检测与维修专业、汽车电子技术专业、汽车运用与维修专业教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

跟我学汽车电脑检修/刘春晖主编. —北京:机械工业出版社,2012.10
ISBN 978-7-111-39459-4
I. ①跟… II. ①刘… III. ①汽车—计算机控制系统—维修 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 191399 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:连景岩 责任编辑:连景岩

版式设计:姜 婷 责任校对:陈立辉

封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 12.5 印张·309 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-39459-4

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着汽车技术与电子技术的不断发展，电子技术在汽车上的应用越来越广泛，尤其是随着单片机技术和车载网络技术在汽车上的广泛应用，极大地改善了汽车的综合性能，使汽车步入智能化控制时代。目前汽车上使用的电子控制单元以通用单片机和抗干扰性高及耐振性强的汽车专用单片机为主，其运算速度和计算精度虽然不如计算用单片机高，但抗干扰性能较强，能适应汽车振动大、工作环境差等恶劣的工作环境。

当代汽车电子技术的发展紧紧围绕着安全、环保、节能、舒适四大主题，汽车技术信息化也正是从上述四个方面提升汽车性能。汽车电脑技术已广泛地应用于包括上述四大主题内的各个系统。为适应汽车电子技术的快速发展，更好地把汽车电脑维修技术知识与汽车电子技术结合起来，让广大一线汽车维修人员熟悉了解汽车电脑原理与维修方面的知识，编者广泛搜集单片机结构原理、汽车电脑结构与维修等方面的相关资料，以便使广大读者对汽车电脑技术与维修方面的知识有一个更为清晰的认识。

本书以目前汽车电脑中应用较为广泛的 MCS-51 单片机为基础，较为详细地介绍了 MCS-51 单片机的硬件系统、指令系统、编程、定时器/计数器与中断系统及单片机的输入、输出接口电路，使初学者能尽快了解单片机的基本结构与功能。以此为基础，本书讲述了汽车电脑原理与维修的基本技能，使读者掌握汽车电控系统、汽车电脑的故障诊断和电路检查的基本方法。

本书共分七章，主要内容包括：绪论；MCS-51 单片机的结构与原理；MCS-51 单片机指令与编程基础；MCS-51 单片机的中断、定时及串行通信系统；单片机的输入、输出接口电路；汽车电脑控制技术；汽车电脑检修基本技能七个方面。

本书由山东华宇职业技术学院刘春晖任主编，张文、刘宝君任副主编，参加本书编写工作的老师还有张斌、蔡志涛、魏金铭、尹文荣、黄现国、李凤芹以及德州学院的王云。

本书在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的单片机技术资料、汽车电脑维修资料和相关汽车维修类书籍，在此向这些资料的作者及编者深表感谢！由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 绪论	1
第一节 概述	1
一、汽车电子控制技术发展的过程	1
二、单片机的发展过程	2
三、单片机的生产厂家及类别	3
四、单片机的发展趋势	5
五、单片机在汽车电子控制系统中的应用	5
第二节 数制和码制	7
一、数制	7
二、码制	9
三、几个术语	11
第二章 MCS-51 单片机的结构和原理	12
第一节 MCS-51 单片机结构及引脚	12
一、MCS-51 单片机简介	12
二、MCS-51 单片机基本结构及功能	13
三、MCS-51 单片机引脚分布及功能	15
第二节 MCS-51 单片机内部存储器	16
一、程序存储器	17
二、数据存储器	18
第三节 MCS-51 单片机 I/O 端口电路、时钟电路与工作方式	24
一、MCS-51 单片机的 I/O 端口电路	24
二、MCS-51 单片机的时钟电路	27
三、MCS-51 单片机的工作方式	29
第三章 MCS-51 单片机指令与编程基础	31
第一节 MCS-51 单片机指令系统	31
一、单片机语言	31
二、MCS-51 单片机指令概述	32
三、MCS-51 单片机寻址方式	33
四、MCS-51 单片机指令系统	35
五、MCS-51 单片机常用伪指令	52
第二节 汇编语言程序设计简介	54
一、程序的编写及汇编方法	54
二、汇编语言程序的基本结构与读程训练	55
第四章 MCS-51 单片机的中断、定时及串行通信系统	59
第一节 MCS-51 单片机中断系统	59
一、中断的概念	59
二、中断源和中断控制	60
三、中断响应与中断服务	63
四、外部中断源的扩展	64
第二节 MCS-51 单片机定时/计数系统	64
一、MCS-51 单片机的定时与计数功能	65
二、定时/计数器的控制	66
三、定时/计数器的工作方式	67
第三节 监视定时器(WDT)功能简介	72
一、监视定时器功能概述	72
二、典型的看门狗定时器简介	73
第四节 MCS-51 单片机串行通信系统	74
一、串行通信的基本概念	74
二、MCS-51 单片机串行口及工作方式	78
第五节 CAN 总线基础知识	83
一、概述	83
二、有关 CAN 总线的技术规范	86
三、CAN 总线的控制器件	87
四、CAN 总线与微控制器的接口	88
五、CAN 总线在汽车中的应用	89
第五章 单片机的输入、输出接口	

电路	90	四、汽车电脑的可靠性要求	126
第一节 概述	90	第三节 玛瑞利电脑的控制电路	128
第二节 开关信号的输入与处理	91	一、玛瑞利单点电脑的组成	128
一、开关信号的输入与整形	91	二、玛瑞利单点电脑的硬件构成	132
二、输入开关量的电平变换	93	三、玛瑞利电脑的点火控制电路	142
三、键盘工作原理简介	93	四、玛瑞利电脑的喷油控制电路	145
第三节 模拟量输入与放大及 A-D 转换	94	五、玛瑞利电脑的怠速控制电路	146
一、集成运算放大器及运放电路	95	六、玛瑞利电脑的其他控制电路	147
二、模拟-数字(A-D)转换	96	七、玛瑞利电脑故障检修实例剖析	148
第四节 开关信号输出的驱动与 隔离	100	第四节 联合电子 M1.5.4 电脑控制 电路	152
一、采用集成电路芯片的驱动电路	100	一、M1.5.4 电脑的 CPU B58468 的 功能	154
二、采用晶体管的驱动电路	100	二、M1.5.4 电脑元器件的功能	157
三、采用光耦合器的驱动电路	101	三、M1.5.4 电脑电源电路	159
第五节 汽车常用显示器件	102	四、M1.5.4 电脑点火控制电路	160
一、LED 数码管显示接口	102	五、M1.5.4 电脑空调及油泵继电器控制 电路	163
二、LCD 液晶显示接口	104	六、M1.5.4 电脑喷油控制电路	164
三、阴极射线管(CRT)	106	七、M1.5.4 电脑怠速控制电路	165
四、真空荧光管	106	八、故障实例	165
第六节 数字量-模拟量(D-A) 转换	107	第七章 汽车电脑检修基本技能	167
一、D-A 转换的基本原理	107	第一节 汽车电脑维修常用检测仪器 工具	167
二、常用的 D-A 转换器芯片简介	108	一、汽车电脑维修常用检测仪器	167
三、D-A 转换器与单片机的接口方法	108	二、汽车电脑维修常用工具	176
第七节 脉宽调制(PWM)技术	110	三、元器件备件	179
一、脉宽调制(PWM)的工作原理	110	第二节 汽车电脑芯片拆卸与焊接 方法	179
二、PWM 的应用	111	一、电脑芯片的识别	179
第六章 汽车电脑控制技术	113	二、焊接前的准备	181
第一节 汽车电脑专用单片机 简介	113	三、焊接的方法步骤与要求	182
一、摩托罗拉(Motorola)汽车单片机	113	第三节 汽车电脑的检修方法	183
二、英飞凌公司生产的 8 位单片机 B58468	115	一、直观检查法	183
三、西门子公司的 80C517A 单片机	116	二、接触检查法	183
第二节 汽车电脑的结构	117	三、故障再生检查法	184
一、汽车控制电脑简介	117	四、参照检查法	184
二、汽车电脑的结构组成	119	五、替代检查法	185
三、汽车电脑电源电路	125	六、电压检查法	185

七、电阻检查法	185	基本思路	191
八、示波器检查法	186	一、检查仪表上各类警告灯及电脑	
九、信号注入检查法	186	电源	191
第四节 汽车电脑检修要点	186	二、检查燃油供给系统	192
一、汽车电脑维修的注意事项	187	三、检查高压电	192
二、汽车电脑常见故障	188	四、检查电脑系统电路	193
三、汽车电脑芯片及维修	189	参考文献	194
第五节 汽车电脑及控制电路检修			

第一章 绪 论

第一节 概 述

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物。近半个世纪以来,汽车电子控制技术飞速发展的根本动力和原因包括两个方面:一方面是全球能源紧缺、环境保护和交通安全问题,促使汽车油耗法规、排放法规和安全法规的要求不断提高;另一方面是电子技术水平不断提高。汽车油耗法规和排放法规促进了汽车发动机电子控制技术的发展,汽车安全法规促进了汽车底盘和车身电子控制技术的发展。随着汽车油耗法规、排放法规和安全法规要求的不断提高,汽车发动机燃油喷射电子控制系统、防抱死制动系统和安全气囊系统已经成为国内外轿车的标准装备。

汽车电子化程度高低已经成为当今世界衡量汽车先进水平的重要标志。目前,在工业发达国家生产的汽车上,每辆车的电子装置的平均成本已占整车成本的 30% ~ 35%。在一些豪华轿车上,电子产品的成本已占整车成本的 50% 以上。

汽车制造商普遍认为,增加汽车电子装置的数量,促进汽车电子化是夺取未来汽车市场的有效手段。汽车设计人员普遍认为,电子技术在汽车上的应用,已经成为汽车设计研究部门考虑汽车结构革新的重要手段。现代汽车电子化、智能化和网络化使汽车已不仅仅是一个代步工具,而且还具有交通、娱乐、办公和通信等多种功能。

汽车电子控制系统的核心是电子控制单元,即人们常说的 ECU, ECU 由微型计算机、输入、输出及控制电路等部分组成,而 ECU 的核心是单片机。单片机是单片微型计算机(Single Chip Micro Computer)的简称,也称为微处理器(MPU, Micro Processor Unit)或微控制器(MCU, Micro Controller Unit)。它是微电子技术和集成电路 IC 技术迅速发展的结晶,是在一块硅片上集成了 CPU、RAM 与 ROM、输入/输出端口的数字处理系统。从广义上说,MCU 和 MPU 两者都是基于微型计算机技术的产品,其发展过程也是相辅相成的。但从专业技术上来讲,两者是有区别的。MPU 通常是指微型计算机中的核心芯片,其主要用途是科学计算与管理、数据处理、图像分析、数据库、人工智能、数字模拟与仿真等。在全球 MPU 制造商中,英特尔公司始终保持着领头地位,从 20 世纪 70 年代初开始,推出了从 4 位到 32 位的逐代产品,大家熟悉的有 286、386、486、奔腾 2/3/4 等,对全球的计算机技术发展做出了巨大的贡献。而 MCU 是主要是用于控制目的的一种专业微处理器,以 MCU 构成的系统成本低,而且能够适应各种现场环境,便于普及推广,有实时、快速的外部响应,能迅速采集到应用现场的大量数据,做出逻辑判断与推理后实现对被控对象的参数调整,达到智能控制的目的。

一、汽车电子控制技术发展的过程

汽车电子控制技术的发展过程,大致可分为电子电路控制、微型计算机控制和车载局域

网控制三个阶段。

第一阶段(1953~1975):模拟电子电路控制阶段,即采用分立电子元件或集成电路组成电子控制器进行控制。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。该阶段主要产品有二极管整流式交流发电机、电子式电压调节器、电子式点火控制器、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。

第二阶段(1976~1999):微型计算机控制阶段,即采用模拟计算机或数字计算机进行控制,控制技术向智能化方向发展。汽车电子设备普遍采用8位、16位或32位字长的微处理器进行控制,主要开发研制专用的独立控制系统和综合控制系统。该阶段主要产品有微机控制发动机点火系统、电子控制发动机燃油喷射系统、发动机燃油喷射与点火综合控制系统、发动机空燃比反馈控制系统、巡航控制系统、电子控制自动变速器系统、防抱死制动系统、牵引力控制系统、四轮转向控制系统、车身高度自动调节系统、轮胎气压控制系统、安全气囊系统、座椅安全带收紧系统、自动防追尾碰撞系统、前照灯光束自动控制系统、超速报警系统、车辆防盗系统、电子控制门锁系统、自动除霜系统、通信与导航协调系统、安全驾驶监测与警告系统和故障自诊断系统等。

第三阶段(2000年以后):车载局域网控制阶段,即采用车载局域网(LAN, Local Area Network)对汽车电子控制系统进行控制。国内外中高档轿车目前都已开始采用车载局域网技术。采用LAN技术的国外轿车有奔驰、宝马、大众、保时捷、捷豹和劳斯莱斯等系列汽车。例如,在宝马公司2004年新推出的BMW7系列轿车上,就装备了70多个微处理器(电控单元),利用了8种车载局域网分别按这些电控单元的作用连接起来。其中,连接多媒体装置的网络就选用了多媒体定向系统传输网(MOST, Media Oriented System Transport)。MOST协议是21世纪车载多媒体设备不可缺少的高速网络协议。国内采用LAN技术的车型有一汽奥迪A6L,上海帕萨特B5,广汽本田、东风雪铁龙等轿车。汽车采用网络技术的根本目的:一是减少汽车线束;二是实现快速通信。随着汽车上安装的电子设备的不断增多,这就给汽车采用计算机网络技术创造了条件。

二、单片机的发展过程

单片机从20世纪70年代出现至今已经有30多年的历史,从最初的简单功能单片机发展到现在32位、64位的高性能微处理器,它的身影几乎已经融入人们生产生活的各个领域,从工业设备的自动化,到人们日常使用的各种通信产品,再到武器军工行业、卫星和载人航天等方方面面,单片机都在发挥着难以替代的作用,并且成为产品附加值的重要来源。从发展历程上看,单片机大体经历了4个发展阶段。

第一阶段(1971~1974):单片机的初级阶段。1971年,英特尔公司首次宣布推出4004的4位微处理器。1974年12月,仙童公司推出了8位单片机F8,从此开创了单片机发展的初级阶段。F8单片机只包含了8位CPU、64B数据存储器 and 2个并行输入/输出接口,必须外加一片3815(内含1KB ROM、1个定时/计数器和2个并行I/O口)才能构成一个完整的微型计算机。

第二阶段(1974~1978):低性能单片机阶段。此时的单片机是真正的8位单片微型计算机,它具有体积小、功能全的特点,在单块芯片上已集成了CPU、并行口、定时器、RAM和ROM等。这一阶段,多数单片机已经不再需要加装其他芯片就可以单独运行了,真

正实现了“单片”，所以从这一时期开始，单片机被正式命名为“Single-Chip Microcomputer”。但是，它们的性能仍然较弱，属于低档产品。如1976年，英特尔公司推出了MCS-48单片机，1977年，GI公司推出了PIC1650，但这个阶段的单片机仍然处于低性能阶段。

第三阶段(1978~1983)：高性能单片机阶段。此时的单片机品种多、功能强，一般片内RAM、ROM都相对增大，而且寻址范围可达64KB，并有串行输入/输出接口，还可以进行多级中断处理。1980年，英特尔公司在MCS-48的基础上推出的MCS-51，使单片机的应用跃上了一个新的台阶。由于其性能得到很大的提高，应用领域广，得到了迅速的普及，所以直到现在，它仍不失为单片机的主流机型。此后，各公司的8位单片机迅速发展起来，如摩托罗拉公司的6801系列等。

第四阶段(1983~至今)：单片机的发展、巩固、提高阶段。单片机朝着高性能和多品种方向发展，1983年，英特尔公司开始推出MCS-96系列16位单片机，1988年，又推出了MCS-96系列中的8098/8398/8798单片机，使MCS-96系列单片机的应用更为广泛。20世纪90年代，是单片机制造业大发展时期。这个时期的摩托罗拉、英特尔、爱特梅尔、德州仪器、三菱、日立、飞利浦、LG等公司也开发了一大批性能优越的单片机，极大地推动了单片机的应用。此阶段单片机的一个重要标志就是超8位单片机的各档機種增加了直接数据存取通道、特殊串行接口等，而且近几年发展的单片机又增加了看门狗、A-D转换、D-A转换、LCD直接驱动等功能。例如80C552片内带8路10位A-D、2路PWM、1个输入捕捉和1个输出比较的16位定时器等；带LCD驱动的单片机有8XC055、83CL167/168、83CL267/268等。此阶段的主要特点是：片内面向测控系统外围电路增强，使单片机可以方便灵活地用于复杂的自动测控系统及设备。“微控制器”的称谓更能反映单片机的本质。

随着集成工艺的不断发 展，单片机的集成度将更高，体积将更小，功能将更强，其应用前景将会更加广阔。

三、单片机的生产厂家及类别

单片机从用途上可分为通用型单片机和专用型单片机两大类。专用型单片机是指用途比较专一，出厂时程序已经一次性固化好，不能再修改的单片机。这种单片机的生产成本很低，例如电子表里的单片机就是其中的一种。通用型单片机的用途很广泛，使用不同的接口电路和编制不同的应用程序就可实现不同的功能。通常所说的都是通用型单片机。通用型单片机是把片内的所有资源全部提供给用户使用。当今通用型单片机的生产厂家已不下几十家，品种有几百种之多。生产厂家主要有摩托罗拉、英特尔、爱特梅尔、德州仪器、三菱、日立、飞利浦、美国微芯科技、西门子半导体公司、日本电气公司、富士通等。图1-1表示半导体制造商在汽车电子市场中的份额。国内芯片的研究起步较晚，但起步水平不低，以中科院为首

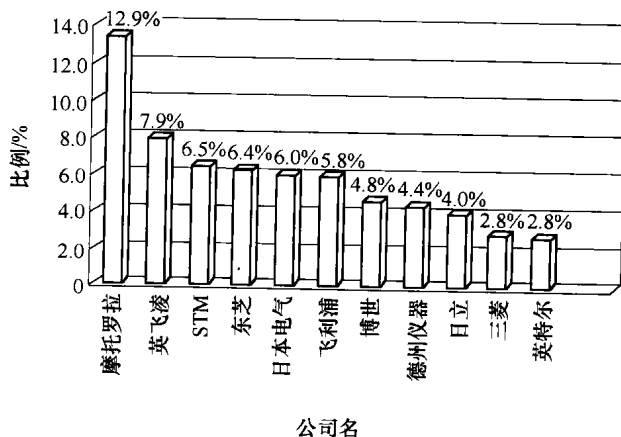


图1-1 半导体制造商在汽车电子市场中的份额

的研究机构开发的“龙芯”系列芯片，已经具有相当高的技术水平，并且在我国的一些关键领域开始采用。

(1) 英特尔公司 美国英特尔公司是最早的单片机生产厂商，8051 是其最早最典型的产品，由 8051 发展起来的 MCS-51 系列单片机包括了许多品种，如 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等，该系列其他产品都是在 8051 的基础上进行功能增减、改变而来的，人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列推出后，多家公司购买了 8051 的内核并生产以 8051 为核心的单片机，使得以 8051 为内核的 MCU 系列单片机在世界上产量最大，应用也最广。

(2) 摩托罗拉公司 摩托罗拉是世界上最大的单片机厂商，品种全，选择余地大，新产品多，在 8 位机方面有 68HC05 和升级产品 68HC08，68HC05 有 30 多个系列 200 多个品种，产量超过 20 亿片。8 位增强型单片机 68HC11 有 30 多个品种，年产量 1 亿片以上，升级产品有 68HC12。16 位单片机 68HC16 有十多个品种。32 位单片机 683XX 系列也有几十个品种。近年来以 Power PC、Codfire、M. CORE 等作为 CPU，用 DSP 作为辅助模块集成的单片机也纷纷推出，目前仍是单片机的首选品牌。摩托罗拉单片机特点之一是在同样的速度下所用的时钟较英特尔类单片机低得多，因而使得其高频噪声低，抗干扰能力强，更适合用于工控领域以及恶劣环境。摩托罗拉 8 位单片机过去策略是掩膜为主，最近推出 OTP 计划以适应单片机的发展，在 32 位机上，M. CORE 在性能和功耗上都胜过 ARM7。

(3) 爱特梅尔公司 爱特梅尔公司是世界上著名的高性能低功耗非易失性存储器和数字集成电路的一流半导体制造公司，爱特梅尔公司最令人注目的是它的 EEPROM 电可擦除技术、闪存存储器技术和质量高可靠性好的生产技术。在 CMOS 器件生产领域中，爱特梅尔的先进设计水平、优秀的生产工艺及封装技术一直处于世界领先地位，这些技术用于单片机生产，使单片机也具有优秀的品质，在结构性能和功能等方面都有明显的优势。其生产的 AT90 系列是增强型 RISC 内载 FLASH 单片机，通常称为 AVR 系列。AT91M 系列是基于 ARM7TDMI 嵌入式处理器的 ATMEL 16/32 微处理器系列中的一个新成员，该处理器用高密度的 16 位指令集实现了高效的 32 位 RISC 结构且功耗很低。另外爱特梅尔的增强型 51 系列单片机目前在市场上仍然十分流行，其中 AT89S51 十分活跃。

(4) 美国微芯科技公司 微芯科技单片机是市场份额增长最快的单片机。它的主要产品是 16C 系列 8 位单片机，CPU 采用 RISC 结构，仅 33 条指令，运行速度快，且以低价位著称，一般单片机价格都在 1 美元以下。微芯科技单片机没有掩膜产品，全部都是 OTP 器件（现已推出 FLASH 型单片机）。微芯科技强调节约成本的最优化设计，是使用量大，档次低，价格敏感的产品。

(5) 德州仪器公司 MSP430 系列单片机是由德州仪器公司开发的 16 位单片机，其突出特点是超低功耗，非常适合于各种功率要求低的场合。它有多个系列和型号，分别由一些基本功能模块按不同的应用目标组合而成，典型应用是流量计、智能仪表、医疗设备和保安系统等方面。由于其较高的性能价格比，应用已日趋广泛。

(6) 日本电气公司 日本电气单片机自成体系，以 8 位机 78K 系列产量最高，也有 16 位、32 位单片机。16 位单片机采用内部倍频技术，以降低外时钟频率。有的单片机采用内置操作系统。日本电气的销售策略注重服务大客户，并投入相当大的技术力量帮助大客户开发新产品。

(7) 富士通公司 富士通也有 8 位、16 位和 32 位单片机, 但是 8 位机使用的是 16 位的 CPU 内核。也就是说 8 位机与 16 位机指令相同, 使得开发比较容易。8 位机有著名的 MB8900 系列, 16 位机有 MB90 系列。富士通注重服务大公司、大客户, 帮助大客户开发产品。

四、单片机的发展趋势

纵观单片机技术数十年来的发展历程, 我们不难发现其发展趋势是向着高集成度、大存储量、高性能、低功耗、引脚多功能化、小容量/低价格化、外围电路内装化和芯片专用化等几个方向发展。

(1) 高集成度 随着集成电路制作工艺的不断发展和完善, 特别是纳米级芯片的产生, 芯片内部的元器件数量将会适当增大, 体积将会更小, 价格也会不断降低。

(2) 大存储量 以往单片机的片内 ROM 为 1~4KB, 片内 RAM 为 128~256B, 在某些特殊的控制场合, 往往因为容量不够而不得不外接片外存储器进行扩充。为了适应特殊领域的要求, 人们运用新工艺, 使片内存储器大容量化, 片内 ROM 已扩大到 64KB, 片内 RAM 已扩大到 2KB。随着技术工艺的发展, 片内存储器的容量还将进一步扩大。

(3) 高性能 进一步改进 CPU 的性能, 使指令运行的速度加快, 位处理、中断和定时控制功能得到有效加强, 采用流水线技术, 加快运算速度并提高系统的可靠性。

(4) 低功耗 单片机产品的低功耗是靠制作工艺的 CMOS 化来保证的。由于对低功耗的普遍要求, 目前各厂商推出的产品都采用了 CMOS 工艺。这种工艺的好处可以从 8051 和 80C51 的对比中看到: 8051 的功耗为 630mW, 而 80C51 的功耗仅为 120mW。随着由单片机所构成的控制系统的微缩化、迷你化, 低功耗将是产品设计时首先要考虑的指标。

(5) 引脚多功能化 随着芯片内部功能的增强和资源的丰富, 有限的引脚数量已经成为了阻碍单片机发展的突出问题, “一脚多用”的设计方案日益显示出其地位的重要性。

(6) 外围电路内装化 开发单片机产品通常要根据系统设计的要求扩展外围的芯片, 随着芯片集成度的不断提高和“以人为本”思想在单片机设计上的体现, 今后要逐渐将各种外围功能器件都集成在片内。除了一般必须具有的 CPU、ROM、RAM、定时/计数器等以外, 还要将 ADC、DAC、DMA 控制器、脉冲信号发生器、监视定时器、LCD 驱动器等集成到芯片内部。

尽管目前单片机品种繁多, 但其中最为典型、销量最多的仍然是英特尔公司的 MCS-51 系列单片机, 它功能强大、兼容性强、软硬件资料丰富, 此系列单片机在我国应用得最为广泛, 直到现在仍不失为单片机中的主流机型, 因此, 本书仍将以讨论研究 MCS-51 系列单片机为主。

五、单片机在汽车电子控制系统中的应用

每年, 世界各国的汽车制造商都把各种新型的微控制器装在他们的新产品上, 以提高车辆的性能和配置。装在外壳下和汽车凹槽深处的微控制器可以收集并交换信息, 实现控制、优化和监测等功能, 而这些功能在几年前还完全是靠机械方式来完成。动力传动系统的微控制器将发动机和变速器调配到最佳状态。安全处理器提醒驾驶人要系上安全带, 有危险时向驾驶人报警, 发生车祸时则弹出气囊。微控制器还可驱动电动机操作电动座椅、车窗和反

射镜。驾驶人信息处理器按车辆诊断程序显示或报告引导信息和车辆通行情况。微控制器甚至还可记录下驾驶人的驾驶习惯。此外,在汽车娱乐系统和移动计算领域,微控制器也起着巨大作用。目前汽车电子技术的应用情况如图 1-2 所示。

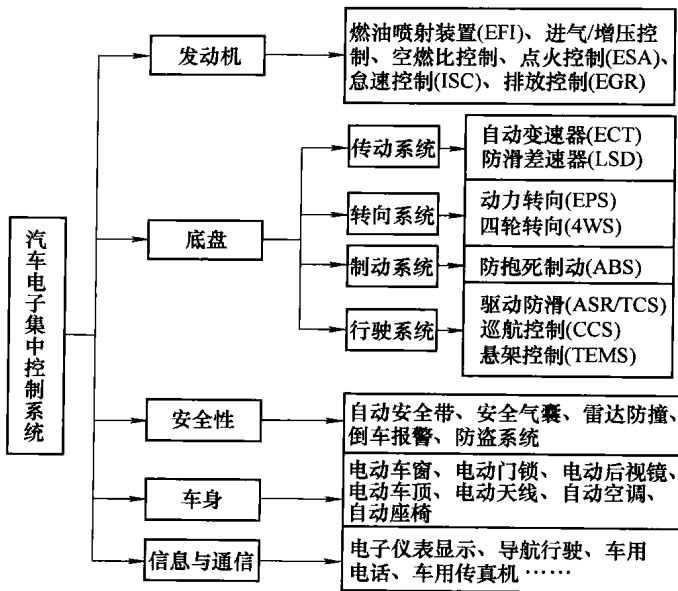


图 1-2 电子技术在汽车上的应用

在现代汽车中,电子设备比比皆是,涉及汽车的各主要部件,基本上可将其分为四类:动力电子系统、安全与底盘电子系统、车身电子系统、信息与通信系统。

动力电子系统主要包括发动机管理和传动装置,这是汽车的核心。发动机控制系统越来越复杂,需要收集分布在汽车各处传感器发出的信息,按照内嵌软件的指令进行实时计算,所以对主芯片单片机的运行速度、数据字长、寻址范围、与外部接口等方面不断提出新的要求。单片机的总线频率已经提高到几十兆赫,位数由 8 位向 16 位和 32 位升级。

以东芝单片机为例,运行同样的控制软件,32 位单片机 SH 比 16 位单片机 H8/500 快 4~5 倍。运算速度的提高可以提高控制的实时性,完成更多的控制功能;还可以运行更复杂的控制算法,如基于模型的空燃比控制算法、各缸混合气分配均匀性控制算法;以及 OBD-II 在线自诊断功能等。

由于控制软件功能强,因而程序量大,需要的存储器容量已经增加到几百 KB。以前由硬件完成的许多功能现在可用软件来替代。例如目前新的判缸算法就省去了凸轮轴位置传感器,通过计算歧管压力的波动即可判断气缸的工作顺序。

安全与底盘电子系统的出现得益于半导体技术的发展,使驾乘人员的安全更有保障,如目前 ABS 和安全气囊在各种档次的汽车中应用得相当普遍,而不仅限于高档汽车。现在这些应用系统又需要进行更复杂的运算,因而使用了 16 位甚至 32 位微控制器。随着传感器输出信号可靠性的增强,还有可能进一步改进 ABS 和安全气囊的性能,例如与 CMOS 技术兼容的加速度传感器,使取样、保持和滤波器可集成在一块芯片上,滤波器的作用是提高发送至微控制器的信号的精度。由于采用 Smart-MOS 技术,可将诊断功能与功率器件集成在一起。

车身电子系统大量采用电子技术,其目标是提高驾驶舒适程度并为驾驶人提供车况信息。系统包括:仪表板管理、空调系统、座椅位置调节、可开式车顶和车门控制装置等。这些应用系统通常以低数据率进行数据传输,但要求有大电流驱动模块来驱动电动机和执行机构。由于控制对象数目众多,成本是必须考虑的问题,那么价廉的8位微控制器就成了首选。

随着汽车电子控制单元以及汽车电子装置的不断增多,势必造成导线数量的不断增多,从而使在有限的汽车空间内布线越来越困难,限制了功能的扩展。汽车上的电控单元并不是仅仅与负载设备简单地连接,更多的是与外围设备及其他电控单元进行信息交流并经过复杂的决策运算,发出控制指令,这些是不能通过简单地连接所能完成的。另外,在不同子系统中的应用单元常常会同需要一些相同的传感器信号。这就要求同一传感器信号必须同时被送至不同的控制器,由此也要求各模块与此传感器之间通过导线连接起来,而导致车内导线长度无限增加,电气节点数剧增,电气原理图繁琐复杂。而汽车线束重量每增加50kg,每百公里油耗就会增加0.2L。汽车电控系统网络化控制能从根本上解决这些问题。目前,世界上所有的汽车制造商都无一例外地在汽车网络化控制上投入大量资源。

第二节 数制和码制

一、数制

单片机是处理数字信息的,因此各种数据和信息进入单片机处理前必须转换成二进制数或二进制编码。数制也称计数制,是指用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。按进位的方法进行计数,称为进位计数制。在进位计数制中有数位、基数和位权三个要素。

数位——数码(用于表示数字的符号)在一个数中所处的位置。

基数——在某种进位计数制中,每个数位上所能使用的数码的个数。

位权——在某种进位计数制中,每个数位上的数码所代表的数值的大小,等于在这个数位上的数码乘上一个固定的数值,这个固定的数值就是这种进位计数制中该数位上的位权。

数码所处的位置不同,代表数的大小也不同。例如在十进位计数制中,小数点左边第一位为个位数,其位权为 10^0 ,第二位为十位数,其位权为 10^1 ,第三位是百位数,其位权为 10^2 ……小数点右边第一位是十分位数,其位权为 10^{-1} ,第二位是百分位数,其位权为 10^{-2} ,第三位是千分位数,其位权为 10^{-3} ,依次类推。每一种计数制都有一个固定的基数 R (R 为大于1的整数),它的每一位数可取 R 个不同的效值;每一种计数制都有自己的位权,并且遵循“逢 R 进一”的原则。几种常用的进位计数制如下所述。

1. 十进制(Decimal,用D表示)

十进位计数制简称十进制。十进制的数具有下列特点。

1) 有十个不同的数码符号0、1、2、3、4、5、6、7、8、9。

2) 每一个数码符号根据它在这个数中所处的位置(数位),按“逢十进一”来决定其实际数值,即各数位的位权是以10为底的幂次方。例如 $(123.456)_{10}$,以小数点为界,从小数点往左依次为个位、十位、百位,从小数点往右依次为十分位、百分位、千分位。因此,小数点左边第一位3代表数值3,即 3×10^0 ;第二位2代表数值20,即 2×10^1 ;第三位1代表

数值 100, 即 1×10^2 。小数点右边第一位 4 代表数值 0.4, 即 4×10^{-1} ; 第二位 5 代表数值 0.05, 即 5×10^{-2} ; 第三位 6 代表数值 0.006, 即 6×10^{-3} 。因而, 该数可表示为如下形式:

$$(123.456)_{10} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} + 6 \times 10^{-3}$$

在计算机中, 一般用十进制数作为数据的输入和输出。在编写程序时, 可以直接写出十进制数, 或者在十进制数后加“D”来表示十进制数。

2. 二进制(Binary, 用 B 表示)

二进位计数制简称二进制。一个二进制数位简称为位(英文名称为 bit)。计算机中最直接、最基本的操作就是对二进制位的操作。二进制数具有下列特点。

1) 有两个不同的数码符号 0、1。

2) 每个数码符号根据它在这个数中的数位, 按“逢二进一”来决定其实际数值。

例如:

$$(11011.101)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = (27.625)_{10}$$

计算机中数的存储和运算都使用二进制数。二进制有以下特点。

1) 简单可行, 容易实现, 稳定可靠。

2) 算术运算规则简单。

3) 适合逻辑运算。

一个二进制位可表示两种状态(0 或 1), 两个二进制位可表示四种状态(00, 01, 10, 11), 位数越多, 所表示的状态就越多。在计算机中, 广泛采用的是只有“0”和“1”两个基本符号组成的二进制数, 而不使用人们习惯的十进制数, 原因如下:

1) 二进制数在物理上最容易实现。例如, 可以只用高、低两个电平表示“1”和“0”, 也可以用脉冲的有无或者脉冲的正负极性表示它们。

2) 二进制数用来表示的二进制数的编码、计数、加减运算规则简单。

3) 二进制数的两个符号“1”和“0”正好与逻辑命题的两个值“是”和“否”或称“真”和“假”相对应, 为计算机实现逻辑运算和程序中的逻辑判断提供了便利的条件。

3. 十六进制(Hexadecimal, 用 H 表示)

二进制数书写冗长、易错、难记, 而十进制数与二进制数之间的转换过程复杂, 所以一般用十六进制数或八进制数来表示。十六进位计数制简称为十六进制。十六进制数具有下列特点。

1) 它有 16 个不同的数码符号 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。

2) 每个数码符号根据它在这个数中的数位, 按“逢 16 进一”来决定其实际数值。

例如:

$$3) (AB.48)_{16} = 3 \times 16^2 + A \times 16^1 + B \times 16^0 + 4 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} = (939.28125)_{10}$$

十六进制数是计算机中常用的一种计数方法, 它可以弥补二进制数书写位数过长的不足。

4. 不同进制数的相互转换

(1) 二进制数转换成十进制数 二进制数转换成十进制数的方法是按权展开, 求加权系数之和。

$$\text{例如: } (10110)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = (22)_{10}$$

任意进制数转换成十进制数都可以采用此种方法。

(2) 十进制数转换成二进制数 十进制数转换成任意进制数都可以用基数乘法。十进制整数转换成二进制数可采用“除2取余，商为0止，逆序排列法”。十进制小数转换成二进制小数可采用“乘2取整，顺序排列法”。

例如：将 $(37.872)_{10}$ 转换为二进制数(偏差 $e < \frac{1}{2^4}$)

解：整数部分转换用如下除式，小数部分转换用如下乘式。

$ \begin{array}{r} 2 \overline{) 37} \cdots \cdots \cdots 1 \\ 2 \overline{) 18} \cdots \cdots \cdots 0 \\ 2 \overline{) 9} \cdots \cdots \cdots 1 \\ 2 \overline{) 4} \cdots \cdots \cdots 0 \\ 2 \overline{) 2} \cdots \cdots \cdots 0 \\ 2 \overline{) 1} \cdots \cdots \cdots 1 \\ 0 \cdots \cdots \cdots 1 \end{array} $	$\uparrow$ $\downarrow$	$ \begin{array}{r} 0.872 \\ \times 2 \\ \hline \boxed{1}.744 \\ \times 2 \\ \hline \boxed{1}.488 \\ \times 2 \\ \hline \boxed{0}.976 \\ \times 2 \\ \hline \boxed{1}.952 \end{array} $	转换到第 四位偏差 小于 $\frac{1}{2^4}$
---	--	--	------------------------------------

所以 $(37.872)_{10} = (100101.1101)_2$

(3) 二进制数转换成八进制数和十六进制数

例如： $(1100111)_2 = (001,100,111)_2 = (147)_8$

$(1100111)_2 = (110,0111)_2 = (A7)_{16}$

二、码制

不同的数码不仅可以表示数量的不同大小，而且还能用来表示不同的事物，在后一种情况下，这些数码已没有数量大小的含义，只是表示不同事物的代号而已，它们常按一定规律编制的各种代码来代表，这一规律称为码制。

1. 原码

MCS-51 系列单片机是高性能的8位单片机，可以寻址8位数据，即每个字节(Byte)有8个位(bit)，存取一个8位二进制数。若没有符号，则它的十进制取值范围为(0~255)。但是当处理带符号的数时，它的取值范围将发生变化。我们将8位二进制数的最高位定义为数的符号位，0为正，1为负，则这样的8位二进制数我们称为机器数的原码，它的取值范围是(-127~-0, +0~+127)，共256个。

2. 反码

有了数值的表示方法就可以对数进行算术运算，但是会出现一些情况：用带有符号位的原码进行乘除运算时结果正确，而在加减运算时其结果有偏差。经过分析我们发现，偏差产生于最高位为1的负数的情况，于是我们引入反码。正数的反码等于其原码；负数的反码是除了符号位1以外，其余部分取反(0变成1,1变成0)得出。例如，原码01101101的反码为01101101不变，而原码为10001110的反码则变成11110001。反码的取值空间与原码相同且

——对应。

3. 补码

使用反码进行加减运算虽然消除了结果偏差,但是有时会产生“+0”和“-0”这样的结果,而机器会认为“+0 $\neq$ -0”。但是人们的计算习惯中,0是没有正负之分的,于是在计算机中我们又引入了补码。正数的补码等于其原码;负数的补码等于其反码加1。例如,原码01011001的补码为01011001不变,而原码为11011001的补码则变成10100111。这样,在补码中就用(-128代替了(-0),补码的取值范围为(-128~+127),共256个。

使用补码进行运算,可以使符号位也参加有效值部分的运算,简化了运算规则,同时,也使减法运算转换为加法运算,进一步简化了运算器的线路设计。机器数原码、反码和补码之间的所有转换的过程都是在计算机的最底层进行的,而我们在使用汇编等高级语言进行编程时使用的都是机器数的原码。

4. 常用BCD码制

由于二进制只有两个符号1和0,其对应的编码电路最简单,故人们常采用二进制符号编码。采用二进制编码时可以有多种编码规则——多种码制。其中,二-十进制(BCD, Binary coded Decimal)是用得较多的一种码制。BCD编码的大致思路是用4位二进制符号对十进制0~9十个数字进行编码。由于编码的用途不同,BCD码有多种编码形式,编码规则也各不相同。下面简单介绍一下BCD码制中常用的8421码和余3码。

(1) 8421BCD码 8421BCD码的编码规则十分简单,用4个二进制字符代表一个十进制数字。表1-1中的十进制数1用二进制码0001代表。由于编码后的4位二进制码最高位(最左边的一位)的权值为8,其次为4、2、1,故称之为8421BCD码。这种码最突出的优点是编码字符1和0的组合恰好对应着二进制与十进制的转换关系。在数字电路中将二进制结果转换为十进制数是十分常用的,8421BCD码最为适用。因此,8421BCD码是数字电路中最常用的码。

表 1-1 几种常用的BCD代码

编码名称 十进制数	8421 码	余 3 码	2421 码	编码名称 十进制数	8421 码	余 3 码	2421 码
0	0000	0011	0000	6	0110	1001	1100
1	0001	0100	0001	7	0111	1010	1101
2	0010	0101	0010	8	1000	1011	1110
3	0011	0110	0011	9	1001	1100	1111
4	0100	0111	0100	权	8421	无权	2421
5	0101	1000	1011				

(2) 余3码 余3码也是一种BCD码,它的编码规则是在8421BCD码的基础上加上0011,如果把8421BCD码和余3码看做是数值,则余3码的每一个编码都比对应的8421BCD码多3,故称之为余3码。

余3码的特点是:用它做十进制加法运算时,若两个对应的十进制数之和大于10,则余3码对应的二进制数大于16,可以自动产生一个二进制进位信号。例如,两个十进制数