

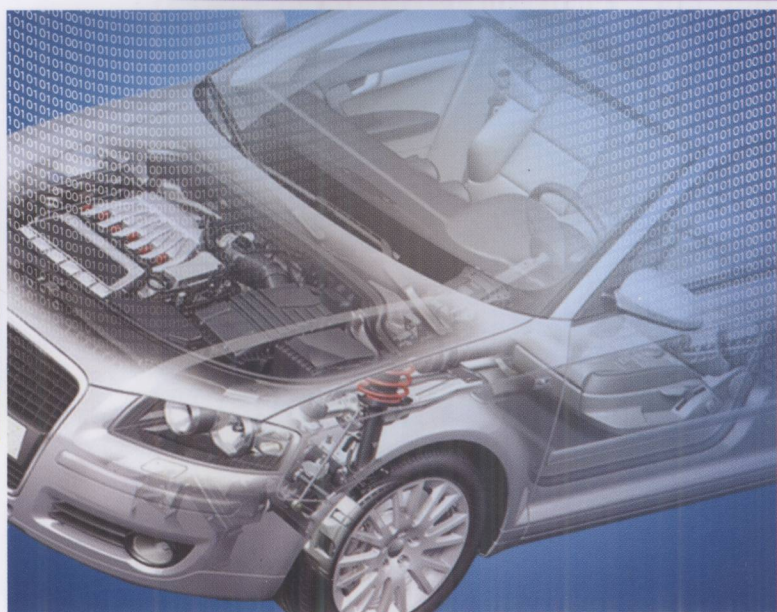


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

汽车车载网络技术与检修

qiche chezai wangluo jishu yu jianxiu

■ 主 编 吴海东
■ 副主编 梅海龙 宋敬滨
■ 主 审 周洪如



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

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

汽车车载网络技术与检修

主 编 吴海东
副主编 梅海龙 宋敬滨
参 编 王 峰 骆红雷
主 审 周洪如

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

内 容 简 介

本书采用项目式编写方法,共分四个课题,分别为汽车车载网络技术基础、汽车车载网络技术分析、汽车车载网络系统故障与诊断、典型汽车车载网络系统原理与检修。主要包括汽车电子控制技术、MCS-51 单片机的结构和原理、汽车多路传输系统结构与原理、汽车车载网络系统结构与原理、汽车车载网络系统的常见故障与诊断、一汽丰田皇冠轿车等多种车型车载网络系统原理与检修等内容。

本书既可作为高等院校汽车相关专业的教材,也可供相关工程人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车车载网络技术与检修/吴海东主编. —北京:北京理工大学出版社, 2010. 1

ISBN 978-7-5640-2927-2

I. 汽… II. 吴… III. 汽车-计算机网络-维修 IV. U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 217459 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) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / [http://www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津市建新彩色印刷有限公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 15

字 数 / 281 千字

版 次 / 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 2000 册

定 价 / 28.00 元

责任校对/陈玉梅

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

当今，汽车制造商的研发方向是与汽车购买者对汽车的安全性、动力性、经济性以及舒适性的更高要求紧密相连的，为了满足用户的要求，电子技术在汽车上得到了广泛的应用，使得汽车传感器、电子执行器和电子控制单元（ECU）大量增加。另外，电子控制单元的大量引入，要求大批的数据信息能够在不同的子系统中共享，汽车综合控制系统中大量的控制信号也需要实时交换，以提高信号的利用率。但是，这也使得电器配线和各种信号配线越来越多，复杂和凌乱的线束会导致系统运行的可靠性下降，故障率增加。一旦线束中出了问题，不但查找相当麻烦，而且维修很困难，从而制约了电子控制技术在汽车上的应用。

随着计算机网络技术的不断发展，在计算机网络技术和现场总线技术的基础上，开发各种适用于汽车环境的网络技术和设备，组建汽车内部的通信网络，将成为解决上述问题最好的手段之一，也是现代汽车技术发展的必然趋势。

本书采用汽车维修任务驱动模块的形式编写，共包括四个课题，每个课题均可以采用任务驱动的方式展开，包括任务要求和完成任务所具备的知识。本书将单片机技术与车载网络技术有机地结合在一起，全书分别介绍了汽车车载网络技术基础、汽车车载网络技术分析、汽车车载网络系统故障与诊断、典型汽车车载网络系统原理与检修等方面的内容，主要包括汽车电子控制技术、MCS-51 单片机的结构和原理、汽车多路传输系统结构与原理、汽车车载网络系统结构与原理、汽车车载网络系统的常见故障与诊断、一汽丰田皇冠轿车等多种车型车载网络系统原理与检修等。本书层次清晰、知识结构连贯、图文并茂、通俗易懂。

本书由吴海东担任主编，梅海龙、宋敬滨担任副主编。具体分工如下：梅海龙编写了课题一和课题二部分内容，吴海东编写了课题二部分内容、课题三和课题四，宋敬滨、王峰、骆红雷等参与了部分职业工作任务的编写。全书由周洪如老师担任主审。

在本书的编写过程中，得到了各有关兄弟院校、部分汽车生产和维修企业及北京理工大学出版社的大力支持，同时还得到了相关专业技术专家的无私指导，在此，我们表示衷心的感谢！

本书可作为高等院校汽车相关专业教材，同时，也可作为企业员工技术培训教材，还可供汽车维修技术人员、汽车生产和科研人员阅读参考。

由于编者学识和水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

参考文献

- [1] 胡思德. 汽车车载网络 (VAN/CAN/LIN) 技术详解 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 谭本忠. 汽车车载网络维修教程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [3] 吴文琳, 吴丽霞. 汽车车载网络系统原理与维修精华 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [4] 李贵炎. 车载网络系统结构原理与维修 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2008.
- [5] 李雷. 汽车车载网络系统检修 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [6] 南金瑞, 刘波澜. 汽车单片机及车载总线技术 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2005.
- [7] 杨庆彪. 现代轿车全车网络系统原理与维修 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
- [8] 谭本忠. 福特、标致、雪铁龙车系维修经验集锦 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [9] 靳孝峰, 张艳. 单片机原理与应用技术 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [10] 胡健. 单片机原理及接口技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

目 录

课题一 汽车车载网络技术基础	1
任务一 了解汽车电子控制技术	1
一、任务工作页	1
二、任务所涉及的知识	2
(一) 汽车电子控制技术的发展概况	2
(二) 电子控制技术在汽车上的应用	2
(三) 汽车电子控制技术的发展趋势	5
任务二 掌握 MCS-51 单片机的结构和原理	6
一、任务工作页	6
二、任务所涉及的知识	8
(一) MCS-51 单片机的内部组成及信号引脚	10
(二) MCS-51 单片机的中央处理器	14
(三) MCS-51 单片机存储器的结构	17
(四) I/O 端口、时钟电路与时序	23
(五) MCS-51 单片机的工作方式	31
(六) MCS-51 单片机指令系统概述与详解	35
(七) MCS-51 单片机的中断系统	51
(八) MCS-51 单片机的定时器/计数器及应用	61
(九) MCS-51 单片机的串行口通信系统	68
(十) MCS-51 单片机 I/O 的扩展技术	77
知识拓展: 汽车车载网络系统基础	87
一、汽车车载网络系统的应用背景和发展	87
二、汽车车载网络系统的分类	88
三、汽车车载网络基本术语	90
课题二 汽车车载网络技术分析	93
任务一 掌握汽车多路传输系统结构与原理	93
一、任务工作页	93
二、任务所涉及的知识	95
(一) 多路传输系统 (SWS) 的技术特征	95

(二) 多路传输系统的组成	96
(三) 多路传输原理	101
(四) 多路传输系统的通信协议标准	104
任务二 掌握汽车车载网络系统结构与原理	107
一、任务工作页	108
二、任务所涉及的知识	110
(一) CAN 总线多路传输系统	110
(二) LIN 总线多路传输系统	129
(三) VAN 总线多路传输系统	133
(四) MOST 总线多路传输系统	139
(五) FlexRay 总线多路传输系统	143
(六) 蓝牙技术原理与应用	146
课题三 汽车车载网络系统故障与诊断	150
任务 掌握汽车车载网络系统的常见故障与诊断	150
一、任务工作页	150
二、任务所涉及的知识	152
(一) 汽车车载网络系统故障类型	152
(二) 汽车车载网络系统故障诊断	152
(三) 汽车车载网络总线传输系统故障自诊断	156
(四) 专用诊断仪在汽车车载网络系统故障诊断中的应用	160
课题四 典型汽车车载网络系统原理与检修	178
任务一 掌握一汽丰田皇冠轿车车载网络系统原理与检修	178
一、任务工作页	178
二、任务所涉及的知识	180
(一) 多路传输系统的组成	180
(二) 多路传输系统的检修	182
任务二 掌握本田雅阁轿车车载网络系统原理与检修	192
一、任务工作页	192
二、任务所涉及的知识	195
(一) 多路传输系统的控制功能	195
(二) 多路传输系统的控制电路	195
(三) 多路传输系统的主要控制原理	199
(四) 多路传输系统的检测	200
(五) 故障诊断实例	211

任务三 掌握其他车型车载网络系统原理与检修	212
一、任务工作页	212
二、任务所涉及的知识	214
(一) 东风标志 307 的 CAN 车载网络管理系统	214
(二) 东风雪铁龙赛纳轿车车载网络管理系统	220
(三) 上海大众途安轿车车载网络管理系统	225
参考文献	230

课题一 汽车车载网络技术基础

任务一 了解汽车电子控制技术

【任务内容】

- 1) 完成“汽车电子控制技术”任务工作页；
- 2) 熟知“汽车电子控制技术”所涉及的知识。

【任务目标】

- 1) 掌握汽车电子控制技术的发展概况；
- 2) 掌握汽车发动机电子控制的应用；
- 3) 掌握自动变速箱电子控制的应用；
- 4) 掌握汽车动力传动总成整体控制的应用。

一、任务工作页

先由学生熟悉如下工作页，了解本任务内容。在学习该任务所涉及的知识后，在老师的指导下完成本任务，同时完成工作页内容的填写。

汽车电子控制技术任务工作页

1. 目前汽车电子出现了哪些新技术？

2. 汽车电子对发动机是如何控制的？

3. 简述汽车动力传动总成整体控制的应用。

4. 阐述未来汽车电子在汽车上的发展。

二、任务所涉及的知识

本项任务主要是使学生了解汽车电子控制技术。要完成任务，有必要先了解汽车电子控制技术的发展概况、电子控制在汽车上的应用、汽车电子控制技术的发展趋势等知识。

电子技术和计算机控制技术的发展为汽车技术性能的提高，经济性、安全性和舒适性的改善，乃至减少汽车废气污染都创造了良好的条件，因此，近30年来，汽车电子控制技术的发展十分迅速。甚至可以说，无论哪种形式和用途的车辆，人们在改进产品或设计新型产品时，都离不开电子控制技术的支持。

（一）汽车电子控制技术的发展概况

汽车电子控制技术是汽车技术与电子技术结合的产物，并伴随着汽车油耗法规、排放法规、安全法规要求的提高和电子技术的进步而逐步发展到当今的水平。世界汽车电子控制技术的发展过程大致可分为分立电子元件控制、集成电路控制和微型计算机控制3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产品过渡。其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（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。其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、车辆导航系统、车身高度自动控制系统、故障自诊断系统等。

第三阶段（1991—2005年）：汽车电子设备广泛应用16位或32位字长的微处理器进行控制，控制技术向智能化方向发展。其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、区域网络通信系统、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、自动防追尾碰撞系统和自动驾驶系统等。

（二）电子控制在汽车上的应用

随着汽车电子控制技术的发展，世界各国在汽车的各个系统竞相采用电子控制装置。目前比较常见、成熟的汽车电子控制系统主要有动力传动总成的电子控制、底盘电子控制、车身电子控制、信息通信系统等。

1. 动力传动总成的电子控制

动力传动总成的电子控制主要包括发动机电子控制、变速箱电子控制和动力

总成的整体控制等。它用于实现低油耗、低污染，减少动力传动系统的冲击，减轻驾驶员的疲劳，提高汽车的动力性、经济性和舒适性。

(1) 发动机电子控制

发动机电子控制系统由空气供给系统、燃油供给系统和电子控制系统三部分组成。该系统的主要功能是控制燃油喷射式发动机的空燃比和点火时刻。除此之外，还有控制发动机启动、怠速转速、极限转速、排气再循环、闭缸工作、二次空气喷射、进气增压、爆震、发电机输出电压、电动燃油泵和系统自诊断等辅助功能。

(2) 变速箱电子控制

电子技术在汽车上的广泛应用，使变速操纵技术和操纵方法不断变革，已经逐渐由手动变速向自动变速过渡，向电液自动变速发展，手动变速将越来越多地被自动变速所取代。自动变速器一般由机械系统、液压系统、电子控制系统三大部分组成。它能实现汽车传动系统对车速和扭矩的自动变换，驱动桥扭矩的接通、断开以及辅助装置的取力驱动功能。所有这些功能都要靠电气控制系统自动地操作各液压阀门，从而改变各机械行星齿轮系的工作状态和液力变扭器的变扭比来实现。电控系统由传感器、电子控制单元（ECU）和执行元件三部分组成。传感器用于感知车速、节气门开度和其他工况，并将这些信号转变为电信号输入电子控制单元 ECU，ECU 则根据传感器输送的信号确定换挡和锁止时机，通过控制相应的电磁阀而达到控制液压系统的目的。

(3) 动力传动总成的整体控制

汽车电子化程度的进一步提高和微电子技术的迅速发展，使 ECU 的控制功能也在不断地增强，并逐渐由单一控制向集中控制方向发展，且产生了新的控制功能。动力传动总成的整体控制就是这样一个集中控制系统。为了使发动机和变速箱控制系统的功能达到最优协调与匹配，减少传感器的使用数量，已经开始采用系统工程和机电一体化的设计方法，一种是制定协议，通过数据总线将 ECU 连接在一起，在控制变速箱的 ECU 与控制发动机的 ECU 之间进行通信；另一种是控制变速箱与发动机采用同一个 ECU。这种整体控制更易于实现换挡过程中的闭环控制，提高动力传动的综合动力性和经济性能；这不仅降低了成本，更重要的是提高了控制系统的可靠性和一致性。这方面的研究与应用越来越多，已经成为当前汽车电子技术发展的一个重要方向。

2. 底盘电子控制

底盘电子控制包括悬架的电子控制、防抱死制动控制（ABS）、驱动防滑控制（ASR）、电子控制动力转向（EPS）、四轮转向（4WS）控制、巡航控制（CCS）系统等。

(1) 悬架的电子控制

电子控制汽车悬架的基本目的是通过控制调节悬架的刚度和减振器阻尼，突

破被动悬架的局限区域,使汽车的悬架特性与行驶的道路状况相适应,以保证平顺性和操纵稳定性两个相互排斥的性能要求都能得到满足。目前,采用电子控制的悬架主要有主动和半主动悬架两种。

(2) ABS 和 ASR

ABS 和 ASR 都是汽车的主要安全装置。ABS 的基本功能是可感知制动轮每一瞬时的运动状态,并根据其运动状态相应地调节制动器制动力矩的大小,避免出现车轮的抱死现象,因而是一个闭环制动系统。它是电子控制技术在汽车上最有突出成就的一项应用,可使得汽车在制动时维持方向稳定性和缩短制动距离,有效地提高行车的安全性。ASR 系统是在 ABS 系统的基础上发展起来的,它是维持附着条件、充分发挥驱动力的电子调节装置,其作用是通过控制发动机转矩和汽车的制动系统等手段来控制驱动力,即在汽车起步、加速时减少驱动力,防止驱动力超过轮胎与路面的附着力而导致车轮空转打滑,以保持最佳的驱动力。ASR 有效地改善了汽车的方向稳定性和操纵性。

(3) 电子控制动力转向

动力转向最早于 1974 年出现在“丰田”的“皇冠”轿车上,目前在汽车的转向系统中已经广泛采用。电子控制动力转向可根据车速、转向角、转矩等传感器,自动控制施加在转向盘上所需的转向力,使汽车在停车或低速行驶时转动转向盘所需的力增大,即在各种行驶条件下实现转向盘上所需力的最佳值。电子控制动力转向提高了操纵的稳定性。

(4) 四轮转向和巡航控制

四轮转向系统是一个安装在后悬架上的后轮转向机构,它能够使驾驶员操纵方向盘时转动汽车前后 4 个车轮,不仅提高了高速时的稳定性和可控性,而且提高了低速时的机动性。巡航控制是让驾驶员无须操作油门踏板就能保证汽车以某一固定的预选车速行驶的控制系統。当汽车在高速公路上长时间行驶时,一打开巡航控制开关,系统就能够根据道路行驶阻力的变化,自动地增减发动机油门的开度,使汽车行驶速度保持一定,从而给驾驶带来了很大的方便,同时也可以获得较好的燃油经济性。

3. 车身的电子控制

车身电子控制包括安全气囊电子控制、车用空调控制、防盗系统、门锁控制、车灯控制、雨刷控制等。

(1) 安全气囊控制系统

安全气囊控制系统作为一种被动安全保护装置,它一般由传感器、电子控制单元(ECU)、气体发生器、气囊、续流器等组成,通常气体发生器和气囊等结合在一起构成气囊模块。传感器感受汽车碰撞强度,并将感受到的信号传送到控制器,控制器接收传感器的信号并进行处理,当它判断有必要打开气囊时,立即发出点火信号以触发气体发生器,气体发生器接收到点火信号后,迅速点火并产

生大量气体给气囊充气,使汽车发生事故造成乘员伤亡的几率大大降低。

(2) 车用空调控制系统

车用空调控制系统是由 ECU 通过检测实际车内温度、太阳辐射量、车外温度、发动机冷却水温度等信息,计算出吹入车内空气所需要的温度,选择所需要的空气量,然后控制空气混合入口、水阀、进出气口转换挡板等,以使车内温度保持最佳(人体感觉最舒适的温度),并将控制结果显示在仪表板上,驾驶员或乘客也可用温度设置开关设定所需的车内温度,使其产生一个舒适的乘坐环境。

(三) 汽车电子控制技术的发展趋势

随着汽车工业与电子工业的不断发展,在现代汽车上,电子技术的应用越来越广泛。今天的汽车已经逐步进入了计算机控制的年代。电子技术在解决提高汽车性能、环保、能源、安全等问题中占有不可替代的重要地位。21 世纪,汽车将应用电子计算机网络和信息技术,在汽车与社会紧密相连方面具有较大进展,包括广泛应用全球定位系统(GPS)和广泛使用车载信息系统,以及采用多路传输系统来集成汽车所有零部件的电子控制模块,使整个汽车电子系统具有数据融合、故障诊断和一定的自我修复功能。

1. 汽车电子控制趋于集中化

进入 20 世纪 90 年代后,汽车电子技术开始向智能化、微型化、集控化方向发展。例如,一个微处理器可同时对发动机、变速器、牵引力、稳定性等进行综合控制。微处理器还可对驾驶员侧面、乘员侧面、后座、侧向的安全气囊进行控制,能实现安全带预紧,控制安全气囊打开的时间和速度,达到智能化保护乘员的目的;智能化集中传感器和智能化执行机构也付诸使用,数字式信号处理方式将用于声音识别、适时诊断、导航系统等。

2. 自动调速汽车与自动化高速公路

在未来的 15 年内,人们很可能将享受即使开车时打瞌睡也不会出现危险的乐趣,这就是自动调速汽车。这是由汽车内或公路旁的计算机控制系统来消除驾驶员驾驶时受到的外界刺激和影响以及随之而来的危险,以减少高速公路上的交通阻塞现象和交通事故。当两车间的距离太近或有人超车时,自动调速系统可使汽车自动调节车速,以使两车之间保持安全距离,并可校正转向盘以保证汽车在指定的车道内行驶,这使得驾驶员的工作强度大大减小,并提高了行车的安全性,德国奔驰汽车公司已在部分奔驰汽车上安装了这种系统。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,并且在提高车速的同时还可减少交通事故。

3. 未来汽车——移动的办公室

目前的统计表明,人们在汽车内有 40% 以上的时间是眼望窗外,无所事事。当今人们在谈论信息时代和信息高速公路的时候,已不满足于汽车的通信功能仅

局限于收听广播和用车载电话通话，而要求汽车能显示信息和日程表，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，甚至订购机票或一束鲜花。根据工作需要，将来可以充分利用车载网络通信功能在汽车内办理日常工作事务，如办理金融业务，从事商务活动。

汽车电子控制技术正在发展当中，它不再将电子技术作为机械结构的替代或增补，而是强调总体设计的机电一体化；强调汽车的自动化、智能化、网络化和信息化，只有靠电子技术和不断发展的高科技投入，才能使汽车产品焕发青春。电子技术的应用与发展，将推动电子化的汽车进入到一个全新的时代，21 世纪的汽车不仅在高速公路上行驶，还将在信息高速公路上飞奔。

任务二 掌握 MCS-51 单片机的结构和原理

【任务内容】

- 1) 完成“MCS-51 单片机的结构和原理”任务工作页；
- 2) 熟知“MCS-51 单片机的结构和原理”所涉及的知识。

【任务目标】

- 1) 掌握 MCS-51 单片机的内部组成及信号引脚；
- 2) 掌握 MCS-51 单片机的工作方式；
- 3) 掌握 MCS-51 单片机的具体应用；
- 4) 掌握 MCS-51 单片机内部组成的扩展技术。

一、任务工作页

先由学生熟悉如下工作页，了解本任务内容。在学习该任务所涉及的知识后，在老师的指导下完成本任务，同时完成工作页内容的填写。

MCS-51 单片机的结构和原理任务工作页

1. MCS-51 单片的内部集成了哪些功能部件，各个功能部件最重要的功能是什么？

2. 说明 MCS-51 单片机的引脚 EA 的作用，该引脚接高电平和低电平时各有何种功能？

3. MCS-51 单片机的始终振荡周期和机器周期之间有何关系?

4. 什么是指令, 什么是程序? 简述程序在单片机中的执行过程。

5. 什么是中断系统, 中断系统的功能是什么?

6. MCS-51 有哪些中断源, 各种断标志是如何产生的, 又是如何清除的?

7. MCS-51 单片机响应外部中断的典型时间是多少, 在哪些情况下 CPU 将推迟对外部中断请求的响应?

8. 定时器/计数器的工作方式 2 有什么特点, 适用于什么应用场合?

9. 定时器/计数器做计数器模式使用时, 对外界计数频率有何限制?

10. 简述串行口接收和发送数据的过程。

11. 串行数据传送的主要优点和用途是什么?

12. 串行口有几种工作方式, 有几种帧格式, 各种工作方式的波特率如何确定?

二、任务所涉及的知识

汽车 ECU 作为车载网络的终端和智能设备, 它主要是以大规模集成芯片及外围电路的形式加以应用, 因此, 有必要先了解单片机的基本知识。

本项任务主要是使学生掌握 MCS-51 单片机的结构和原理。要完成任务, 有必要先了解 MCS-51 单片机的内部组成及信号引脚、工作方式、具体应用、内部组成的扩展技术等知识。

单片机的发展意义: 单片微型计算机是微型计算机的一个重要分支, 简称单片机。单片微型计算机是把组成微型计算机的各个功能部件 [中央处理器 (CPU)、随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、输入/输出 (I/O) 接口、定时器、计数器及串行通信接口等] 采用大规模集成技术集成制作在一块芯片中, 构成一个完整的微型计算机。它特别适用于控制领域, 其结构和指令功能都是按照工业控制要求来设计的, 因而又叫做单片微控制器 (single chip microcontroller), 在国外也把它叫做单片微型计算机 (single chip microcontroller)。单片机出现的历史并不长, 它的产生和发展与微处理器大体上同步, 其发展过程通常可以分为以下几个阶段。

1. 第一阶段 (1971—1974 年)

这是单片机发展的起步阶段。1971 年 11 月, 美国 Intel 公司推出了 4004 微处理器, 这是最早出现的微处理器, 它采用 PMOS 工艺, 平均指令周期约 $20\mu\text{s}$, 它是集成了 2000 只晶体管/片的 4 位微处理器, 并且配有随机存取存储器、只读存储器和移位寄存器等芯片, 构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年 4 月, Intel 公司又研制成功了功能更强的 8 位微处理器, 8 位微处理器的典型代表是 1974 年 Intel 公司推出的 8080 微处理器。在此期间, 1974 年美国仙童 (Fairchild) 公司也研制成功了 F8 微处理器, 该机由两块集成电路芯片组成, 具有一个与众不同的指令系统, 深受民用电器和仪器仪表领域的欢迎和重视。这些微处理器还不是单片机, 但由此拉开了单片机研制的序幕。

2. 第二阶段 (1974—1978 年)

这是初级单片机阶段,此阶段以 Intel 公司的 MCS-48 为代表,该系列单片机无串行口,其寻址范围不大于 4K。这个阶段生产的单片机已经能够在单块芯片内集成有 8 位中央处理器、随机存取存储器、只读存储器、并行输入/输出接口、8 位定时器/计数器等功能部件,但性能低、品种少,应用范围也不广。

3. 第三阶段 (1978—1982 年)

此阶段为高性能单片机阶段。这一阶段的单片机一般带有串行口,有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器,它和前两个阶段相比,其存储容量和寻址范围增大,而且中断源、并行 I/O 接口和定时器个数有了不同程度的增加;在指令系统方面普遍增加了乘除法和比较指令,有的片内还带有 A/D 转换器接口。此类单片机有 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 Z8 等,这类单片机的应用领域非常广泛,其中 MCS-51 系列产品以其优良的性能,特别适用于我国的各相关领域。目前, MCS-51 已经在国内的各个领域得到广泛应用。

4. 第四阶段 (1983 年以后)

此阶段为 8 位单片机和 16 位单片机并行发展的时代。最早的 16 位微处理器出现在 1974 年,现在 16 位微处理芯片已经进入超大规模集成电路行列,如 Intel80286 就包含了 1 300 个器件。此阶段一方面发展 16 位单片机及专用单片机,另一方面不断完善高档 8 位单片机以满足不同的用户需要。16 位单片机的特点是工艺先进、集成度高和内部功能强、运算速度快,而且允许用户采用面向工业控制的专用语言,如 PL/M、PLUSC 和 Forth 语言等,具有代表性的产品有 MCS-96 系列、TI 公司的 TM9900、NEC 公司的 783 系列和 NS 公司的 HPC16040 等。

5. 第五阶段

32 位单片机。1981 年 Intel 公司的 32 位微处理器 iAPX432 问世,真正在市场中开始广泛应用的 32 位微处理器是 1985 年由 Intel 公司推出的 80386,它集成了 275 000 个器件。

单片机按其应用领域主要划分为以下 5 个方面。

1. 智能化仪器仪表

如智能电表、智能流量计等。单片机用于仪器仪表中,使之走向了智能化和微型化,扩大了仪器仪表功能,提高了测量精度和测量的可靠性。

2. 实时工业控制

单片机可以构成各种工业测控系统、数据采集系统,如数控机床、汽车安全技术检测系统、工业机器人、过程控制等。

3. 网络与通信

利用单片机的通信接口,可方便地进行多机通信,也可组成网络系统,如单