

全国高等职业院校汽车类专业规划教材

配教学PPT课件  
网址: www.51eds.com

# 汽车车载网络技术

QICHE CHEZAI WANGLUO JISHU

齐建民 李军 主编  
魏胜君 副主编

QICHE CHEZAI WANGLUO

JISHU QICHE CHEZAI

WANGLUO JISHU

QICHE CHEZAI

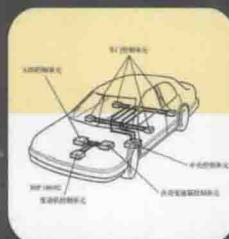
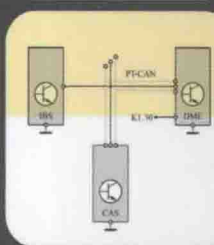
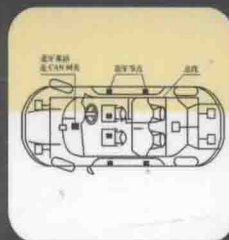
JISHU QICHE

WANGLUO JISHU

QICHE CHEZAI WANGLUO

JISHU QICHE CHEZAI

WANGLUO JISHU



中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

全国高等职业院校汽车类专业规划教材

# 汽车车载网络技术

齐建民 李军 主编  
魏胜君 副主编

ISBN 978-7-113-12241-2

中国铁道出版社  
主编 齐建民

中国铁道出版社  
http://www.163.com

2013年2月第1次印刷  
185mm x 105mm 1/16 印张: 12.3 字数: 298千  
1-300册

ISBN 978-7-113-12241-2

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

## 内 容 简 介

本书体现基于工作过程的高职教材编写理念,理论知识强调“实用为主,必需和够用为度”的原则,注重基础知识及基本运用,不仅符合高职学生的认知特点,而且紧密联系实际,真正体现学以致用。

全书分为八章,主要内容包括单片机基础、汽车控制系统、汽车单片机局域网、车载网络中的现场总线、CAN总线系统通信、车载网络系统通信、车载网络总线驱动、总线系统在汽车上的运用。本书配套教学PPT课件,可登录 [www.51eds.com](http://www.51eds.com) 下载。

本书适合作为高职院校汽车运用技术、汽车检测与维修技术、汽车电子技术等专业的教材,也可供汽车维修人员和工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车车载网络技术/齐建民,李军主编. —北京:中国铁道出版社,2013.5

全国高等职业院校汽车类专业规划教材

ISBN 978-7-113-15841-5

I. ①汽… II. ①齐… ②李… III. ①汽车-计算机网络-高等职业教育-教材 IV. ①U463.67

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第318905号

书 名: 汽车车载网络技术  
作 者: 齐建民 李 军 主编

策 划: 张永生 吴 飞 读者热线: 400-668-0820  
责任编辑: 吴 飞 张永生  
编辑助理: 绳 超  
封面设计: 付 巍  
封面制作: 白 雪  
责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

刷: 航远印刷有限公司

版 次: 2013年5月第1版 2013年5月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.5 字数: 298千

印 数: 1~3000册

书 号: ISBN 978-7-113-15841-5

定 价: 26.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

# 前言

## FOREWORD

自汽车发明以来,汽车技术就在不断地改进,以期持续提高性能、舒适性、安全性和环境相容性。目前汽车具有复杂的电子控制系统以及大量执行器和传感器。传感器用来测量车辆中的规定状态,例如发动机温度、车内温度、车轮转速、油位和燃油箱存油量等。执行器用来执行车辆中的规定动作,例如刮水器、座椅调整装置、车窗升降机、冷却器风扇的电动马达或制动缸、自动变速箱的切换装置、中控锁操控装置、安全气囊触发装置等。为了协调传感器和执行器的工作,人们不断跨行业合作开发各种专用电子控制系统。

现代车辆中安装有许多控制单元控制的传感器和执行器。每个控制单元都是车辆中的一个独立的计算机系统,它们负责完成规定的任务,例如发动机管理的控制单元。在每个控制单元中都连接着传感器和执行器,控制单元收集和分析由传感器测得的实际数值,执行器由控制单元根据实际状态进行控制并执行相应的活动和动作。

本书根据国家对技能型紧缺人才培养工作的要求,遵循以就业为导向、以能力为本位、面向市场、面向社会的原则,体现了职业教育的特色,满足了汽车运用技术领域高素质专业实用人才培养的需要。

汽车车载网络技术是汽车运用技术、汽车检测与维修技术、汽车电子技术等专业技能型人才培养课程之一。本书分为八章,主要内容包括单片机基础、汽车控制系统、汽车单片机局域网、车载网络中的现场总线、CAN总线系统通信、车载网络系统通信、车载网络总线驱动、总线系统在汽车上的运用。

本书由中山职业技术学院组织编写,由齐建民、李军担任主编,魏胜君担任副主编。具体编写分工为齐建民编写第一章、第二章、第七章、第八章,李军编写第三章、第四章,魏胜君编写第五章、第六章。全书由齐建民负责统稿。

本书配套教学PPT课件,可登录 [www.51eds.com](http://www.51eds.com) 下载。

由于编者水平有限,书中的疏漏和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者  
2013年1月

# 目 录

## CONTENTS

<b>第一章 单片机基础</b> .....	1
<b>第一节 单片机简介</b> .....	1
一、单片机的组成 .....	1
二、单片机的分类 .....	4
三、MCS-51 系列单片机结构 .....	6
四、MCS-51 的信号引脚 .....	7
<b>第二节 汽车中常用单片机简介</b> .....	16
一、SAB80C515/SAB80C535 单片机 .....	17
二、MC68HC11 系列单片机 .....	21
<b>复习思考题</b> .....	35
<b>第二章 汽车电脑控制系统</b> .....	37
<b>第一节 汽车电脑控制系统的组成和特点</b> .....	37
一、汽车电脑控制系统的组成 .....	37
二、汽车电脑硬件 .....	38
三、汽车电脑软件 .....	43
四、汽车电脑控制系统的特点 .....	43
<b>第二节 汽车电脑控制系统的种类和功能</b> .....	52
一、汽车电脑控制系统的种类 .....	52
二、汽车电脑控制系统的功能 .....	55
三、汽车电脑控制系统的工作原理 .....	57
<b>复习思考题</b> .....	60
<b>第三章 汽车局域网</b> .....	62
<b>第一节 汽车局域网简介</b> .....	62
一、汽车局域网的基本概念 .....	62
二、汽车局域网常见通信结构 .....	65
<b>第二节 汽车局域网的参考模型</b> .....	68
一、OSI 参考模型 .....	69



二、汽车局域网参考模型 .....	70
复习思考题 .....	72
<b>第四章 车载网络中的现场总线 .....</b>	<b>73</b>
<b>第一节 现场总线的基本原理 .....</b>	<b>73</b>
一、现场总线的基本概念 .....	73
二、CAN 总线的基本原理与工作过程 .....	74
<b>第二节 车载网络传输介质及 CAN 总线系统检测方法 .....</b>	<b>80</b>
一、车载网络常用的传输介质 .....	81
二、CAN 总线系统的检测方法 .....	83
复习思考题 .....	85
<b>第五章 CAN 总线系统通信 .....</b>	<b>86</b>
<b>第一节 通信的基本概念 .....</b>	<b>86</b>
一、通信的概念 .....	86
二、CAN 协议的基本概念 .....	87
<b>第二节 CAN 总线网络通信标准 .....</b>	<b>88</b>
一、ISO 标准化的 CAN 协议 .....	89
二、ISO11898 和 ISO11519-2 的区别 .....	90
<b>第三节 CAN 协议 .....</b>	<b>93</b>
一、帧的分类 .....	93
二、各种帧的构成原理 .....	96
复习思考题 .....	110
<b>第六章 车载网络系统通信 .....</b>	<b>111</b>
<b>第一节 LIN 总线多路传输系统 .....</b>	<b>111</b>
一、LIN 总线简介 .....	111
二、LIN 总线的通信规则 .....	113
<b>第二节 其他车载网络系统通信 .....</b>	<b>117</b>
一、概述 .....	118
二、VAN 总线多路传输系统 .....	119
三、MOST 总线多路传输系统 .....	123
四、FlexRay 总线多路传输系统 .....	125
五、蓝牙技术原理与运用 .....	126
复习思考题 .....	127
<b>第七章 车载网络总线驱动 .....</b>	<b>128</b>
<b>第一节 宝马车系总线系统 .....</b>	<b>128</b>

一、宝马车系总线系统简介 .....	128
二、E60 车载总线系统 .....	132
第二节 E60 组合仪表显示和操作系统的总线驱动 .....	148
一、E60 组合仪表简介 .....	148
二、E60 组合仪表操作原理 .....	155
复习思考题 .....	165
<b>第八章 总线系统在汽车上的运用 .....</b>	<b>166</b>
第一节 本田汽车总线系统 .....	166
一、本田雅阁总线系统简介 .....	166
二、03 本田雅阁总线系统 .....	170
三、08 本田雅阁总线系统 .....	175
第二节 一汽大众宝来总线系统 .....	179
一、一汽大众宝来总线系统简介 .....	180
二、动力总线系统 .....	181
三、舒适总线系统 .....	185
复习思考题 .....	190
<b>参考文献 .....</b>	<b>191</b>

# 第一章

## 单片机基础

### 第一节 单片机简介



#### 学习导言

本节主要介绍 MCS-51 系列单片机，这一系列的单片机由于问世时间早，在一般控制领域中得到了广泛应用，由于技术的发展，控制领域越来越复杂，单片机的功能和性能越来越强大。单片机在汽车控制管理中应用到每个角落，目的是提高车辆性能、进一步改善车座和使用的舒适性、增强车辆行驶的安全性和保护人类赖以生存的环境。所以对从事汽车行业的人员来讲，了解和掌握单片机知识具有现实意义。



#### 学习提示

通过单片机的组成掌握单片机的基本结构和功能，通过单片机的分类了解不同种类的单片机的性能和应用范围，有针对性地学习 MCS-51 系列单片机，有利于对单片机的工作原理和结构的了解和掌握。

#### 一、单片机的组成

在单片机进入工业控制时代，作为汽车内部的控制，可以说，汽车上的每个系统都渗入了单片机的控制。单片机（又称单片机控制器）是在一块芯片（集成电路）集成了中央处理器（CPU）、存储器（RAM、ROM 或 EPROM）和各种输入/输出接口（I/O），定时器/计数器，A/D、D/A 转换接口和总线等，它是一块大规模集成电路，其结构如图 1-1-1 所示。

从图 1-1-1 中看出单片机是将 CPU、存储器、I/O 接口（如并行口、串行口、各种总线接口、ADC 转换器接口等）集成在一个芯片的计算机硬件，根据完成任务难易程度，对单片机



的要求也有所不同,但始终都包含了 CPU、存储器、I/O 接口三个部件。

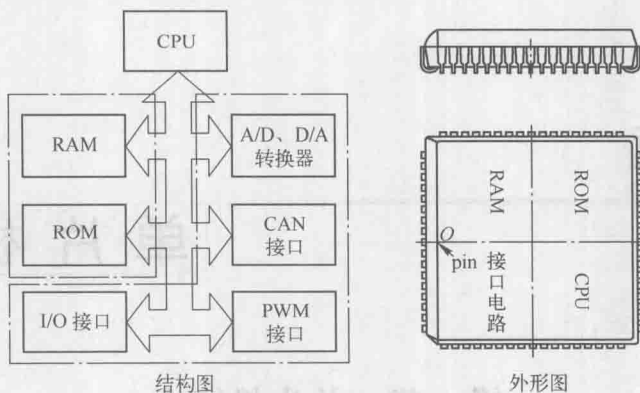


图 1-1-1 单片机结构

### 1. 中央处理器 (CPU)

中央处理器是汽车电脑的核心,直接参与运算并存放中间运算结果。其结构如图 1-1-2 所示,它由运算器、控制器和寄存器等组成。

算术与逻辑单元是计算机的运算部件,用于实现数学运算和逻辑运算以及逻辑判断功能。汽车上各种电控系统如燃油喷射系统 (EFI)、防抱死制动系统 (ABS)、安全气囊系统 (SRS)、自动变速器 (FCT) 控制系统。汽车上各种电控系统内部的数据运算与逻辑判断都在这里进行。

控制器是单片机的指挥控制部件,它本身不具有运算功能。控制器负责从内存储器中读取指令或数据,并对指令进行分析,根据指令的具体要求向单片机的各个部件发出控制信号,协调单片机各部分的工作。

寄存器是计算机在执行算术逻辑操作时暂时存放数据、指令、地址和结果的部件。

### 2. 存储器

在单片机中存储器是用来存储程序指令和数据的部件。它分为片内存储器和片外存储器两种。片内存储器是指集成在单片芯片内部的存储器。片外存储器是单片机的扩展内存,设置在单片机芯片的外围。存储器分为随机存取存储器 (RAM) 和只读存储器 (ROM) 两类, RAM 用于存放可读写的的数据, ROM 用于存程序、原始数据或表格, 常被称为程序存储器。

所谓程序,就是根据所要解决问题的要求,应用指令系统中所包含的指令,组成一组有次序的指令集合。

所谓数据,就是单片机工作过程中的信息、变量、参数、表格等,例如传感反馈回来的信息。

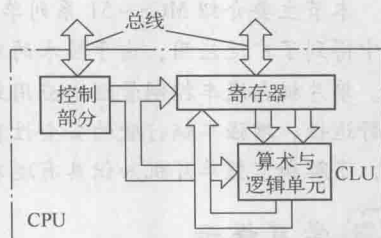


图 1-1-2 单片机的 CPU 结构框图

一个具体的单片机中，程序是固定不变的，但数据是可变的，根据它们的不同，存放它们的存储器类型也不同。固定不变的程序由 ROM 来存放。ROM 内除存放应用程序，还要存放程序中用到的常数和表格，这里程序、常数、表格被永久性存放在 ROM 中，是无法改变的。一般说来，写入 ROM 的信息不会由于断电被破坏，也不会由于断电而丢失。

RAM 用于在程序运行期间存储工作变量和数据，在单片机工作过程中，这些数据可能被要求改写，所以 RAM 中存放的内容随时可以改变。

单片机芯片内通常带有程序存储器（只读存储器 ROM）和数据存取存储器（随机读写存储器 RAM）。

### 3. 输入/输出 (I/O)

I/O 接口是 CPU 与传感器或执行器之间进行数据交换和下达控制指令的通道，从输入电路送来的传感器、开关信号及某些执行器的反馈信号经输入接口送 CPU。CPU 的控制指令通过输出接口传送到输出电路。I/O 在 CPU 与外围设备间起着数据的缓冲、电平和时序的匹配等多种作用，是 CPU 与设备或 CPU 之间进行控制或数据交换的桥梁。按照接口功能又分了多种接口如并行接口、串行接口等。

### 4. 定时器/事件计数器和时钟系统

#### 1) 定时器/事件计数器

为了提高单片机的实时控制能力，一般微控制器内都设有定时器电路。定时器有增量计数器和减量计数器两种类型。当定时器溢出时，增量计数产生中断并做标志位置位；当定时器回零时，减量计数器产生中断。有的定时器还具有自动重新加载的能力，这使得定时器的使用更加灵活方便，利用这种功能很容易产生一个可编程的时钟。此外，定时器还可作为一个事件计数器，当工作在计数器方式时，可从指定的输入端输入脉冲，计数器对其进行计数运算。

#### 2) 时钟系统

时钟系统是单片机的重要系统，单片机的工作是由时钟系统控制的。时钟信号把微处理器执行指令时要做的操作按先后顺序排好，并给每一个操作规定好固定时间，这样就可以使单片机在某时刻只做一个动作，可实现电路的有序工作。

### 5. 总线 (Bus)

总线是单片机内部传递信息的电路连线。在单片机内部，CPU、ROM、RAM 与 I/O 接口之间的信息交换都通过总线来实现。按传递信息不同，总线可分为数据总线、地址总线和控制总线三种。

数据总线主要用于传递数据与指令。数据总线的导线数与数据的位数一一对应。例如 16 位单片机，其数据总线就有 16 根导线。

地址总线用来传递地址数码。在单片机内，各器件之间的通信主要是靠地址数码进行联系。例如，当需要存入或读出存储器中某个单元的数据时，必须先将该单元的地址数码送到地址总线上，然后才能送出读取指令或写入指令完成读出或写入操作。地址总线的导线数与地址数码的位数及地址数码的传送方式（并行或串行传送）有关。

控制总线用于连接单片机中的器件。CPU 可通过控制总线随时掌握各个器件的状态，并根据需要随时向某个器件发出控制指令。

## 6. 输出回路

输出回路是单片机与执行器之间的桥梁，其功用是根据单片机发出的指令，控制执行器动作。单片机对采样信号进行分析、比较、运算后，由预定的程序形成控制指令并通过输出端子输出。

## 7. 单片机系统硬件与软件

单片机（微控制器）系统由硬件和软件两大部分组成。要使微控制器进行各种计算或处理，必须给单片机编制各种各样的指令序列，这些指令序列即程序。在汽车电脑中的软件就是为了对汽车部件进行运行管理、故障诊断，数据传输开发各种单片机所编制的各种程序的总和。

对一种微控制器系统进行计时，以及将解决各种问题、实现各种自动操作的步骤、方法等，须先用指令编成程序，存入微控制器，微控制器在执行时，只要将指令一条一条取出来，加以译码，变成相应的控制信号，就可以控制单片机运行。

给微控制器输入各种操作指令时，首先将程序设计好，设计好的程序可由微控制器理解和执行，各种操作指令就是程序设计语言，通常称为机器语言。机器语言是一种利用二进制代码表示的，能够由微控制器直接识别和执行的由机器码所构成的语言，就是控制器的指令系统。每种单片机由于功能不同，生产厂家不同所以单片机涉及硬件也不同，因此指令系统也是不一样的，人们在设计程序时为了简单和统一，可以应用更高级的程序语言进行设计，然后经过编译程序编译后转为机器语言。

微控制器的软件包括各种程序设计语言、系统软件和相应软件。微控制器硬件基本相同，但功能、具体控制对象、执行方式、运行速度等千变万化，这是由于各种微控制器所使用的软件不同所致。

## 二、单片机的分类

单片机分为通用型单片机和专用型单片机，通常所说单片机是指通用型单片机，如 Intel MCS8048、8049、8032，Motorola MC6802，RCA1802 8 位单片机，Intel MCS8097 16 位单片机等。除了通用的系列单片机之外，在汽车上还用到了专用单片机，专用单片机是为某一领域特定商品而开发设计的，其内部系统结构或指令系统都是特殊设计的（甚至内部已固化好程序）。例如，某些汽车上使用的 Siemens80C166、80C196kB、80535 等单片机。

从基本操作处理的数据位数来看，单片机又可分为 4 位单片机、8 位单片机、16 位单片机和 32 位单片机。目前汽车上用的主要是 8 位单片机和 16 位单片机，也有一些轿车上开始使用 32 位单片机。

### 1. 4 位单片机

4 位单片机主要产于日本，如 SHARP 公司的 SM 系列、东芝公司 TLCS 系列、NEC 公司的

$\mu$ COM75XX 和  $\mu$ PD75XX 系列等。此外,美国 TI 公司的 TMS1000 和 NS 公司的 COP400 系列也占一定的市场。4 位单片机的特点是价格便宜;但功能不弱,只是 CPU 为 4 位。

## 2. 8 位单片机

8 位单片机已成为单片机的主要机型。8 位单片机又可分为低档的 8 位单片机,如 Intel 公司的 MCS-48 系列和 Fairchild 公司的 F8 等;高档 8 位单片机,如 Intel 公司的 MCS-51 系列、Motorola 公司的 MC6801、Zilog 公司的 z8 等;超 8 位单片机,如 Intel 公司的 Upi452、83C152、Zil09 公司的 super8、摩托罗拉公司的 MC68HC11 等。由于 8 位单片机的功能强,价格低廉,被广泛应用,特别是高档 8 位单片机,已成为目前单片机的主要机型。

## 3. 16 位单片机

它具有高速运算和处理的功能,弥补了 8 位单片机速度和容量低的缺陷。如 Intel 公司生产的 MCS96 是应用较多的车用 16 位单片机,其中 8098 单片机的芯片为 48 脚双列直插式标准集成电路,适用于汽车的实时控制。

## 4. 32 位单片机

32 位单片机首推英国 Inmos 公司的 IMST414 单片机,它是目前并行处理数据量比较高的单片机。用于高级轿车的视觉系统和自动驾驶系统。

## 5. 专用单片机

它是为了完成某一特定的汽车控制而对其硬件结构和指令系统进行特殊设计的单片机。具有较强的抗电磁干扰能力,适应于温、湿度变化大,路面和电气环境条件差等恶劣条件。如 Siemens 公司生产的 80C517A 是 16 位单片机,它拥有 32 KB 的 ROM、2 KB 的 RAM、256 B 的 EEPROM 和 1 个 12 通道的 10 位 A/D 转换器等。

日本 NEC 公司生产的 UPD78711/D 是 8 位单片机,采用 NMOS 工艺,具有 4 B 的 ROM、256 字节的 RAM、1 个 16 位的定时器/计数器和 1 个 8 通道的 8 位 A/D 转换器。

NS 公司生产的 16 位专用单片机 HPCI6164 拥有 16 KB 的 ROM、512 B 的 RAM 和 1 个 8 通道的 8 位 A/D 转换器,还有安全备用系统。一旦主机出现故障,便启动该系统,使汽车到维修点进行故障排除。主机中的 UART 单元,可与专用检测仪器相连,进行故障诊断。

值得提出的是单片机在近 10 年取得了飞速的发展,目前在世界范围内从事单片机开发的有 4 个区域:一是欧美,如美国国家半导体的 COP8 系列单片机、Philips 公司的 51 系列单片机、AMD 公司的 186 系列 16 位嵌入式单片机、ST 公司的 ST62 系列单片机、MICROCHIP 公司的 PIC 系列单片机、Motorola 公司的各个系列单片机,以及 Infineon technologies 公司的 C500 和 C166 系列等;二是日本,如 TOSHIBA 公司开发了从 4 位到 64 位的多系列单片机,日立公司也有从 4 位到 32 位的单片机, FUJITSU Microelectronics 的 F2MC-8L 系列单片机, OKI Electronics 的 MSM80、MSM66、MSM63 系列单片机, NEC 的 75X、78X 系列单片机;三是我国,如 WINBOND 公司的 W741/W536、W78/W77 等系列单片, Holtek 公司的 HT46/48/49CXX 系列单片机, EMC 公司的 E7 系列单片机等;四是韩国,如 Hyundai microelectronics 公司的 GMS800、GMS30 系列单片机,另外, LG 等公司也生产单片机。

### 三、MCS-51 系列单片机结构

美国 Intel 公司在 1980 年推出的 MCS-51 系列单片机，也是进入中国市场最早的单片机之一，他的第一个成员是 8051。凡 Intel 公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片机都可称为 MCS-51 系列，有时简称为 51 系列。其他公司生产的以 8051 为核心单元的其他派生单片机不能称为 MCS-51 系列，只能称为 8051 系列。

MCS-51 系列单片机包括 8031、8051、8751 三个基本型，以及对应的低功耗型号 80C31、80C51、87C51，因而 MCS-51 特指 Intel 的这几种型号。

MCS-51 系列单片机结构如图 1-1-3 所示，各部分情况介绍如下：

#### 1. 中央处理器

顾名思义，这是单片机的核心部分。也有人将其称为 MCU，在有些公司提供的器件使用手册上还有  $\mu\text{P}$  的写法，都是同一个意思。8051 单片机的 CPU 由算术逻辑部件（ALU）、累加器（ACC）、寄存器（B）、暂存器（TMP1 和 TMP2）、程序状态寄存器（PSW）等运算部件，以及指令寄存器（IR）、指令译码器（ID）、数据指针寄存器（DPTR）、程序指针寄存器（PC）、堆栈指针（SP）等控制部件组成。

#### 2. 内部数据寄存器（内部 RAM）

MCS-51 的 CPU 能处理 8 位二进制数据。8051 芯片中共有 256 个 RAM 单元，但其中后 128 单元被专用寄存器占用，能作为寄存器供用户使用的只是前 128 个单元，用于存放可读写的数。因此，通常所说的内部数据存储单元就是指前 128 单元，简称内部 RAM。

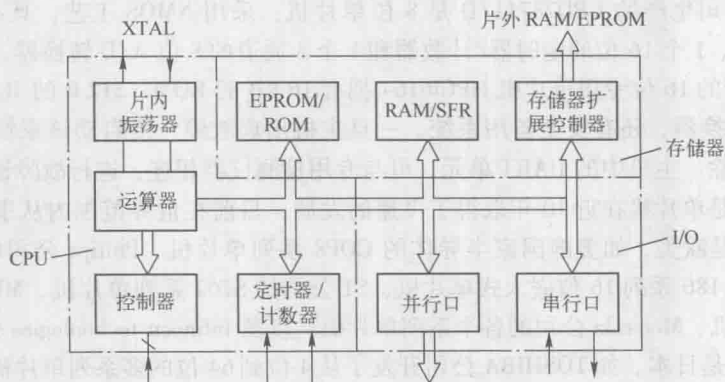


图 1-1-3 MCS-51 系列内部结构

#### 3. 内部程序存储器（内部 ROM）

根据有无片内 ROM，8051 单片机有三个品种，即无 ROM 版本为 8031、工厂掩模只读 ROM 版本为 8051、EPROM 版本为 8751。8051 共有 4 KB 掩模 ROM，用于存放程序、原始数据

或表格，简称内部 ROM。

#### 4. 定时器/计数器

8051 有两个 16 位定时器/计数器 (T0, T1)，它们由特殊功能寄存器 TMOD 和 TCON 分别选择它们的工作方式和表示它们的状态。在定时器功能中，每个机器周期定时器加 1，可以认为它是机器周期计数器，由于 1 个机器周期包含 12 个振荡周期，定时器计数到的脉冲为振荡频率的 1/12。

#### 5. 并行 I/O 口

MCS-51 共有四个 8 位的 I/O 口 (P0、P1、P2、P3)，以实现数据的并行输入/输出。

#### 6. 串行口

MCS-51 单片机有一个全双工的串行口，以实现单片机和其他设备之间的串行数据传送。该串行口功能较强，既可作为全双工异步通信收发器使用，也可作为同步移位器使用。

#### 7. 中断控制系统

MCS-51 单片机的中断功能较强，以满足控制应用的需要。8051 共有 5 各中断源，即外部中断 2 个，定时/计数中断 2 个，串行中断 1 个。全部中断分为高级和低级两个优先级别。

#### 8. 时钟电路

MCS-51 单片机芯片的内部有时钟电路，但石英晶体和微调电容器需要外接。时钟电路为单片机产生时钟脉冲序列。系统允许的最高晶振频率为 12 MHz。

从上述内容可以看出，MCS-51 虽然是一个单片机芯片，但作为计算机应该具有的基本部件它都包括，因此实际上它是一个简单的微型计算机系统。

## 四、MCS-51 的信号引脚

MCS-51 微处理器采用 40 引脚的双列直插封装 (DIP) 方式，如图 1-1-4 所示，40 条引脚中，有 2 条专用于主电源的引脚，2 条外接晶振引脚，4 条控制引脚和 3 条 I/O 引脚。下面分别叙述各引脚的功能。

$V_{SS}$  和  $V_{CC}$ ：主电源引脚。 $V_{SS}$  接地， $V_{CC}$  正常操作时接 +5 V 电源。

XTAL1 和 XTAL2：外接晶振引脚。当外接晶体振荡器时，XTAL1 和 XTAL2 分别接在外接晶体振荡器的两端；当采用外部时钟方式时，XTAL1 接地，XTAL2 接外来振荡信号。

P0.0 ~ P0.7：P0 口 8 位双向 I/O 口线。

P1.0 ~ P1.7：P1 口 8 位双向 I/O 口线。

P2.0 ~ P2.7：P2 口 8 位双向 I/O 口线。

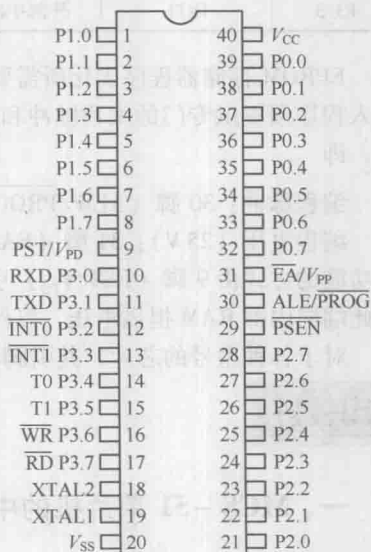


图 1-1-4 MCS-51 的信号引脚

P3.0 ~ P3.7: P3 口 8 位双向 I/O 口线。

ALE: 地址锁存控制信号。在系统扩展时, ALE 用于把 P0 口输出的低 8 位地址锁存起来, 以实现低位地址和数据的隔离。此外, 由于 ALE 是以晶振 1/6 的固定频率输出正脉冲, 因此, 可作为外部时钟或外部定时脉冲使用。

$\overline{\text{PSEN}}$ : 外部程序存储器读选通信号。在读外部 ROM 时,  $\overline{\text{PSEN}}$  有效 (低电平), 以实现外部 ROM 单元的读操作。

EA: 访问程序存储控制信号。当信号为低电平时, 对 ROM 的读操作限定在外部程序存储器; 当信号为高电平时, 对 ROM 的读操作从内部程序存储器开始, 并可延至外部程序存储器。

RST: 复位信号。当输入的复位信号延续两个机器周期以上的高电平时即为有效, 用以完成单片机的复位初始化操作。

MCS-51 系列单片机芯片引脚的数目是 40 条, 但单片机为实现其功能所需要的信号数目远超过此数, 因此, 有一些引脚具有双重功能。所以, 在单片机的引脚中, 有些引脚还有第二功能。引脚的第二功能: 如 P3 的 8 条 I/O 口线都定义有第二功能, 见表 1-1-1。

表 1-1-1 P3 口各引脚的第二功能

引 脚	第二功能	信号名称	引 脚	第二功能	信号名称
P3.0	RXD	串行数据接收	P3.4	T0	定时/计数器的外部 0 输入
P3.1	TXD	串行数据发送	P3.5	T1	定时/计数器的外部 1 输入
P3.2	INT0	外部中断 0 申请	P3.6	WR	外部 RAM 写选通
P3.3	INT1	外部中断 1 申请	P3.7	RD	外部 RAM 读选通

EPROM 存储器程序固化所需要的信号。带有内部 EPROM 的单片机芯片 (例如 8751), 为写入程序须提供专门的编程脉冲和编程电源, 这些信号也是由信号引脚以第二功能的形式提供的, 即

编程脉冲: 30 脚 ( $\overline{\text{ALW/PROG}}$ )。

编程电压 (25 V): 31 脚 ( $\text{EA}/V_{\text{pp}}$ ) 备用电源引入。MCS-51 单片机的备用电源也是以第二功能的方式由 9 脚 ( $\text{RST}/V_{\text{pp}}$ ) 引入的。当电源发生故障, 电压降低到下限值时, 备用电源经此端向内部 RAM 提供电压, 以保护内部 RAM 中的信息不丢失。

对于各种型号的芯片, 其引脚的第一功能是相同的, 所不同的只在引脚的第二功能。

## 知识链接

### 一、MCS-51 单片机的中央处理器 CPU

#### 1. 运算器

运算器包括算术逻辑部件 ALU、位处理器、累加器 A、寄存器 B、暂存器以及程序状态寄

寄存器 PSW 等。该模块的功能是实现数据的算术、逻辑运算、位变量处理和数据传送等操作。ALU 的功能十分强，它不仅可对 8 位变量进行逻辑与、或、异或、循环、求补和清零等基本操作，还可以进行加、减、乘、除等基本运算。ALU 还具有一般的微机 ALU 所不具备的功能，即位处理操作。它可以位 (bit) 变量进行处理，如置位、清零、求补、测试转移及逻辑与、或等操作。

由此可见，ALU 在算术运算及控制处理方面能力是很强的。累加器 A 是一个 8 位的累加器，从功能上看，它与一般微机的累加器相比没什么特别之处，但需要说明的是 A 的进位标志 Cy 是特殊的，因为它同时又是位处理器的一位累加器。寄存器 B 是为执行乘法和除法操作设置的，在不执行乘、除法操作的情况下一般可把它当做一个普通寄存器使用。MCS-51 的程序状态寄存器 PSW 是一个 8 位可读写的寄存器，它的不同位包含了程序状态的不同信息，掌握并牢记 PSW 各位的含义是十分重要的，因为在程序设计中，经常会与 PSW 的各个位打交道。PSW 各位的定义如图 1-1-5 所示。

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
PSW	Cy	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

图 1-1-5 PSW 各位的含义

## 2. 控制器

控制部件是微处理器的神经中枢，以主振频率为基准。控制器控制 CPU 的时序，对指令进行译码，然后发出各种控制信号，将各个硬件环节组织在一起。CPU 的时序为每个机器周期 (12 个振荡周期) 由 6 个状态周期组成，即 S1, S2, …, S6，而每个状态周期由两个时相 P1, P2 组成。

CPU 功能的强弱，主要可以用下几个指标来衡量：

- (1) 内部总线宽度，又称字长、位数。位数越多运算精度越高，运算速度越快。
- (2) 指令数。指令越多、编程越灵活。
- (3) 执行每条指令所需时间或每秒平均执行指令条数。常用 MIPS 表示每秒执行指令的百万条数。
- (4) 寻址方式越多、对某一空间的寻址越灵活。MCS-51 有 5 种寻址方式，MCS-96 有 6 种寻址方式，Z80 有 6 种寻址方式，MC6805 有 10 种寻址方式。

## 二、MCS-51 的内部存储器

### 1. 内部数据存储器的结构 (见图 1-1-6)

MCS-51 数据存储器在物理上和逻辑上都分为两个地址空间：一个内部数据存储器空间和一个外部数据存储器空间。访问内部数据存储器用 MOV 指令，访问外部数据存储器用 MOVX 指令。MCS-51 内部数据存储器共有 128 个字节单元。



内部数据存储器的 00H ~ 1FH (共 32 个单元) 为 4 个寄存器工作区, 每区 8 个寄存器, 表示为 R0 ~ R7, 见表 1-1-2。由于每个寄存器区的 8 个寄存器都记为 R0 ~ R7, 因此每次只能选择一个寄存器工作区。寄存器工作区的选择是通过状态标志寄存器 PSW 的第 3、4 位, 即 RS1、RS0 进行。

内部数据存储器 20H ~ 2FH (共 16 个单元) 既可按字节寻址, 作为一般工作单元, 又可以按位直接寻址, 进行位操作。

## 2. 堆栈及堆栈指示器

堆栈实际上是一种数据结构 (见图 1-1-7), 是只允许在其一端进行数据插入和数据删除操作的线性表。数据写入堆栈称为压入运算 (PUSH), 又称入栈。数据从堆栈中读出称为弹出运算 (POP), 又称出栈。堆栈的最大特点就是“后进先出”的数据操作规则, 常把“后进先出”写为 LIFO (Last - In First - Out), 即先入栈的数据存放在栈的底部。堆栈有两种类型: 向上生长型和向下生长型。

不论是数据进栈还是数据出栈, 都是对堆栈的栈顶单元进行的, 即对栈顶单元的写和读操作。为了指示栈顶地址, 要设置堆栈指示器 SP, 其内容就是堆栈栈顶的存储单元地址。MCS-51 系列单片机的堆栈是以栈顶满的形式工作的。在执行 PUSH 期间, 压入数据前, SP 加 1; 反之, 在执行 POP 期间, 弹出数据前, SP 减 1。SP 宽为 8 位。由于堆栈指针可以由指令改变, 因此堆栈可以设置在片内 RAM 中任一连续空间内。复位后, SP 初始化值位 07H, 所以, 堆栈从 08H 单元开始。

表 1-1-2 寄存器工作区的分配

RS1	RS2	寄存器工作区	R0~R7 占用地址
0	0	0 区 (BANK0)	00H~07H
0	1	1 区 (BANK1)	08H~0FH
1	0	2 区 (BANK2)	10H~17H
1	1	3 区 (BANK3)	18H~1FH

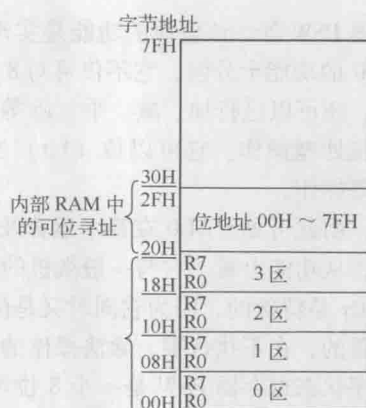


图 1-1-6 内部数据存储器结构

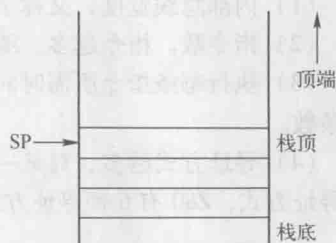


图 1-1-7 堆栈的结构

## 3. 程序存储器

程序存储器空间为 0000H ~ FFFFH, 共 64 KB, 其结构如图 1-1-8 所示。其中低 4 KB (0000H ~ 0FFFH) 可以在单片机外部 (8031), 也可以在单片机内部 (8051、8751)。对没有片内 ROM 的 8031, 只要在硬件设计时使 EA = 0, 就可以使程序执行始终在外部 ROM 中进行;