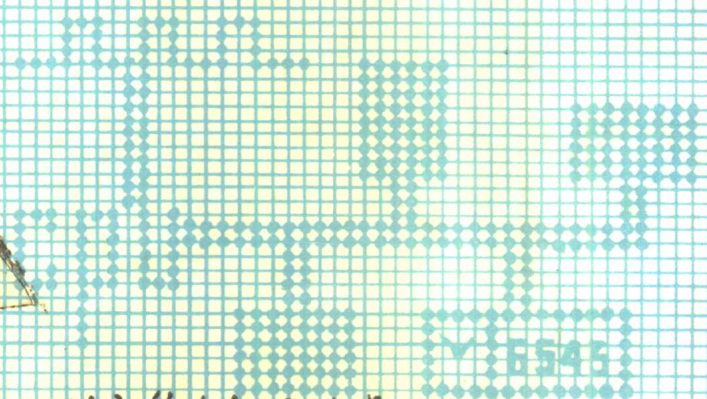


MCS-51 系列单片机

接口电路与应用程序实例

沈德金 陈粤初 等编著



北京航空航天大学出版社

接口电路与 应用程序实例

沈德金 陈粤初 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书汇集了MCS-51单片机开发应用中65个典型应用实例，内容除键盘、显示、打印、A/D、D/A外，还有CRT接口、数字滤波、PID控制、22个浮点程序校验、GAL应用、旋变信号发生器、数据采集系统、可编程时间控制器、麦芽监测系统等，都附有详细的硬件接线图、流程图和有注释的程序清单。程序运行可靠，并配有软盘和印刷电路模板，可为从事单片机应用的科技人员直接选用提供捷径。

本书除可供有关科技人员阅读外，还可作为大专院校有关专业本科生、研究生及各类中、高级培训班的教材或参考书。

MCS-51系列单片机 接口电路与应用程序实例

JIEKOU DIANLU YU YINGYONG CHENGXU SHILI

沈德金 陈粤初 等编著

责任编辑 杨昌竹

北京航空航天大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经销

北京密云华都印刷厂印装

850×1168 1/32 印张：13.125 字数：353千字

1990年4月第一版 1990年4月第一次印刷 印数：15000册

ISBN 7-81012-188-X/TP·032 定价：5.80元

前 言

近几年来, 超大规模集成电路的出现, 促使微型计算机向三个主要方向发展: 单片机、高性能微型计算机及专用微型计算机。单片机在微型计算机领域中占据着十分重要的地位。MCS-51系列单片机是Intel公司继MCS-48系列之后推出的8位高档微型计算机系列, 其性能、指令功能、运行速度远远超过一般通用微处理器。国内外计算机应用部门竞相使用这种单片机构成各种智能仪表、智能控制器、智能接口、通用测控单元等, 标志着单片机正式登上了计算机世界舞台。单片机的应用为越来越多的科技人员所注目。为了尽快推广单片机应用技术, 为科技人员在单片机软、硬件开发过程中提供捷径, 我们编写了这本书。书中汇集了65个MCS-51单片机应用实例, 这些实例是作者多年科研和教学实践的结晶, 程序运行可靠并配有软盘, 既可应用于教学实践, 又可应用于工程实践, 是一本实用的参考书。

全书共分十章, 主要内容包括: E^2 PROM与8031接口, 组合逻辑, 时序逻辑控制, 顺序控制器, 8031与8279键盘、显示器接口, 8031与CRT接口, 8031与 μ P40打印机、PP40打印机接口(打印字符串、表格、曲线), 8031与A/D、D/A接口, 门阵列GAL应用, 浮点运算符程序校验, 数字滤波, 非线性补偿及误差修正, PID控制算法, 旋变信号发生器, 可编程时间控制器, 数据采集系统, 麦芽生产监测系统 etc 65个应用实例, 并都附有详细的流程图、硬件接线图及程序清单。

本书由沈德金、陈粤初主编。沈德金编写第三、四、五、六(例4)、七、十(除第一、四节)章和附录II; 陈粤初编写第一、

二、八章及第十章第四节和附录 I；蒋亚平编写第九章；刘伟民编写第六章（除例 4）；吴振德编写第十章第一节。

由于编者水平所限，谬误之处在所难免，恳请读者批评指正。

沈德金 陈粤初

1989年10月

目 录

第一章 单片微机基本结构	(1)
第一节 概述	(1)
一、单片微机发展特点.....	(1)
二、采用单片微机的优点.....	(2)
三、单片微机种类及开发装置.....	(2)
第二节 单片微机硬件结构	(3)
一、MCS-51系列单片微机内部结构.....	(3)
二、MCS-51系列单片微机芯片引脚说明.....	(3)
三、单片微机内部存储器结构.....	(5)
四、定时计数器及中断控制字.....	(7)
第三节 MCS-51指令系统	(11)
一、特点.....	(11)
二、寻址方式.....	(12)
三、程序状态字.....	(12)
四、指令助记符中的符号.....	(13)
五、影响标志位的指令.....	(14)
六、指令总表(详见附录 I).....	(15)
七、指令说明举例.....	(15)
第四节 单片微机片外存储器	(19)
一、EPROM、RAM与8031接口.....	(19)
二、E ² PROM与8031接口.....	(21)
(一) 2816A与8031接口应用举例.....	(21)
(二) E ² PROM2864与8031接口应用举例.....	(24)
第二章 单片微机通用接口应用举例	(26)
第一节 应用中规模集成电路作通用接口	(26)
第二节 8031与8155/8156接口	(30)

一、芯片引脚说明.....	(30)
二、8155 I/O口应用	(31)
(一) 8155 I/O口地址编程	(31)
(二) 命令寄存器的用法	(32)
(三) 状态寄存器的用法	(34)
(四) 应用举例——8031与8155接口用于组合逻辑控制实例	(34)
三、8155内部RAM应用	(37)
四、8155内部定时器应用.....	(38)
第三节 8031与8243接口.....	(39)
一、芯片引脚说明.....	(39)
二、8243指令与时序.....	(40)
三、8031与8243接口.....	(41)
四、应用举例——顺序控制器8243输出子程序.....	(41)
第四节 8031片内通用接口的应用	(43)
一、串行接口.....	(43)
二、定时计数器应用——时序逻辑控制实例.....	(45)
第三章 单片微机键盘、显示器接口应用举例.....	(51)
第一节 硬件设计要求	(51)
第二节 BCD拨盘与8031接口	(51)
一、BCD码拨盘	(51)
二、应用举例.....	(52)
第三节 8031与动态扫描显示器接口	(52)
一、八(七)段和多段LED	(52)
二、应用举例.....	(54)
第四节 串行口控制的键盘、显示器接口举例	(56)
一、应用串行口控制的键盘显示器优点.....	(56)
二、硬件电路.....	(56)
三、程序框图.....	(56)
四、程序清单.....	(57)
第五节 8279键盘显示器接口	(60)
一、硬件电路.....	(60)

二、编程方法.....	(62)
三、应用实例.....	(64)
第六节 8031与CRT接口	(68)
一、技术参数.....	(68)
二、工作原理.....	(68)
三、字符编绘与字库建立方法.....	(71)
四、硬件电路连接方法.....	(72)
五、应用软件设计.....	(73)
第四章 打印机接口应用举例.....	(80)
第一节 8031和TP μ P-40A打印机接口应用举例.....	(80)
一、TP μ P-40A微型打印机的接口方法	(80)
二、字符串打印程序.....	(85)
三、表格打印程序	(86)
四、曲线打印程序.....	(91)
第二节 8031与PP40描绘器接口应用举例	(95)
一、PP40描绘器接口方法	(95)
二、字符串打印程序.....	(98)
三、表格打印程序.....	(99)
四、打印内存内容程序.....	(104)
五、打印曲线程序.....	(107)
第五章 8031与模数、数模转换应用实例.....	(121)
第一节 硬件设计首先考虑的问题	(121)
第二节 8031与ADC0809接口	(121)
一、硬件电路.....	(121)
二、应用举例.....	(123)
第三节 8031与5G14433接口	(127)
一、硬件电路.....	(127)
二、程序清单.....	(128)
第四节 8031与0832接口.....	(130)
一、0832简解.....	(130)
二、两路0832异步输出系统.....	(132)

(一) 反锯齿波程序	(132)
(二) 正锯齿波程序清单	(133)
(三) 全锯齿波程序清单	(134)
(四) 三角波程序清单	(134)
(五) 二路异步输出 (三角波与锯齿波) 程序设计举例	(134)
(六) 正弦波程序清单	(136)
(七) 正弦波移相程序	(138)
三、二路0832同步输出系统	(140)
第五节 A/D、D/A应用软件举例	(141)
一、A/D、D/A单路连续采集程序	(141)
二、二路A/D、D/A连续采集程序清单	(142)
第六章 逻辑电路新发展——门阵列GAL	(144)
第一节 GAL的发展由来及类型	(144)
一、发展由来	(144)
二、GAL的类型	(145)
三、GAL器件的命名	(147)
第二节 GAL16V8	(148)
一、硬件电路	(148)
二、输出逻辑宏单元 (OLMC)	(148)
第三节 GAL39V18	(153)
一、硬件电路	(153)
二、输入逻辑宏单元和I/O逻辑宏单元	(154)
三、输出逻辑宏单元 (OLMC) 和状态逻辑宏单元 (SLMC)	(157)
第四节 编程及应用	(158)
一、编程所需设备	(158)
二、GAL编程步骤	(161)
三、应用举例	(164)
第七章 MCS-51浮点运算子程序	(181)
第一节 基础知识	(181)

一、定点表示法.....	(181)
二、浮点表示法.....	(182)
三、浮点数运算规则.....	(183)
第二节 MCS-51浮点运算子程序	(184)
一、说明.....	(184)
二、三字节浮点数格式.....	(185)
三、浮点运算子程序.....	(185)
(一) 双字节定点小数原码乘法子程序DMUL校验举例.....	(185)
(二) 双字节定点小数原码除法子程序DDIV校验举例	(187)
(三) 三字节浮点数送操作数子程序FMLD校验举例	(189)
(四) 通用规格化子程序FSDT.....	(190)
(五) 三字节浮点数加减处理子程序FABP校验举例.....	(193)
(六) 三字节浮点数加法子程序FADD	(195)
(七) 三字节浮点数减法子程序FSUB	(196)
(八) 三字节浮点数乘法子程序FMUL校验举例	(196)
(九) 三字节浮点数除法子程序FDIV	(197)
(十) 三字节浮点数存数子程序FSTR校验举例.....	(199)
(十一) 三字节浮点数开平方子程序FSQR校验举例	(200)
(十二) 三字节浮点数二翻十子程序FBTD校验举例	(202)
(十三) 四字节浮点数乘法子程序FML4校验举例.....	(208)
(十四) 四字节浮点数除法子程序FDV4校验举例.....	(209)
(十五) 四字节浮点数送操作数子程序FLD4校验举例	(212)
(十六) 四字节浮点数加减处理子程序FAB4校验举例	(213)
(十七) 四字节浮点数加法子程序FAD4校验举例.....	(218)
(十八) 四字节浮点数减法子程序FSB4校验举例	(218)
(十九) 四字节浮点数规格化子程序FSD4校验举例.....	(218)
(二十) 四字节浮点数结果回送子程序FST4校验举例	(220)
(二十一) 三字节小数原码除法子程序DDV3校验举例.....	(221)
(二十二) 三字节定点小数原码乘法子程序DML3校验举例	(223)
第八章 单片机在检测中的应用.....	(225)
第一节 数字滤波	(225)

一、程序判断滤波·····	(225)
二、中值滤波·····	(227)
三、滑动平均值滤波·····	(228)
四、防脉冲干扰平均值滤波·····	(232)
五、一阶滞后滤波·····	(234)
第二节 非线性补偿及误差修正 ·····	(237)
一、线性插入法·····	(237)
二、二次抛物线插值法·····	(237)
三、分段曲线拟合·····	(237)
第三节 零漂处理 ·····	(238)
一、零位补偿·····	(239)
二、自动零跟踪补偿·····	(240)
第四节 检测仪表实例——多回路智能化蒸汽热量计 ·····	(243)
一、主要技术性能·····	(243)
二、系统的硬件组成·····	(244)
三、软件设计·····	(245)
第九章 单片微机数字PID控制算法的应用 ·····	(263)
第一节 数字PID控制算法·····	(263)
第二节 MCS-51单片微机控制的PID应用实例 ——不等温回路的温度控制系统·····	(264)
一、系统特点·····	(264)
二、硬件设计·····	(265)
三、软件设计·····	(267)
四、系统扩展·····	(281)
第三节 编制PID算法程序时应注意的几个问题·····	(283)
一、对饱和作用的抑制·····	(283)
二、干扰的抑制·····	(284)
第十章 单片微机应用系统实例 ·····	(286)
第一节 MCS-51旋变信号发生器·····	(286)
一、应用说明·····	(286)

二、硬件设计	(286)
三、软件设计	(288)
第二节 MCS-51 64点可编程时间控制器.....	(294)
一、功能	(294)
二、硬件电路	(296)
三、软件设计	(297)
第三节 MCS-51数据采集系统.....	(325)
一、系统功能	(325)
二、采集系统	(327)
三、键盘	(332)
四、显示系统	(335)
五、打印	(338)
第四节 MCS-51麦芽生产监测系统	(343)
一、绿麦芽干燥工艺简介	(344)
二、硬件设计	(344)
三、软件设计.....	(345)
(一) 用闪烁光标选择主菜单	(346)
(二) 日历钟显示	(362)
(三) 瞬时参数直方图显示	(367)
(四) PP40打印程序设计 (见第四章第二节)	(377)
四、系统死锁自复位.....	(390)
附 录.....	(391)
附录 I 指令编码表	(392)
附录 II 常用芯片引脚图	(398)
附录 III SICE III型和 II型比较.....	(405)
参考资料	(407)

第一章 单片微机基本结构

第一节 概 述

一、单片微机发展特点

随着大规模集成电路技术进一步发展,已能将微处理器、存储器、并行、串行I/O接口,有些还包括A/D、D/A转换全部集成在一块芯片上。为了适应实时控制需要,在一块芯片上集成一台电子计算机全部或大部功能部件的电子元件就叫做单片微机,或称作微控制器,其特点是:

1. 性能愈来愈完善

(1) 单片微机经历了4位、低档8位、高档8位、16位,现在在向32位和双CPU方向发展。

(2) CPU处理速度不断提高。

(3) 存储器性能愈来愈完善,容量不断扩大,而价格基本不变。

(4) 向E²PROM取代EPROM方向发展。

(5) I/O性能愈来愈完善。

(6) 电源工作范围不断加宽。

(7) 工艺不断改进。

2. 品种愈来愈多

(1) 低功耗、高集成度的芯片的种类愈来愈多。

(2) 特殊功能的芯片愈来愈多。例如:8052AH-BASIC芯片等。

(3) 存储器新品种愈来愈多。如非易失性 RAM、关键字 EPROM等。

二、采用单片微机的优点

1. 硬件通用化, 应用灵活化

过去的仪器仪表功能不同, 结构完全不同。单片微机仪器仪表, 要想改变功能, 硬件基本不变, 只需改变固化在存储器里的程序, 就能变成另一种新产品或更新换代。

2. 具有记忆、计算和查表能力。故可以制成常规无法完成的仪器仪表。

3. 指令系统适合实时控制。

4. 体积小、执行速度快。

5. 可靠性高、抗干扰性能强。

6. 温度使用范围广。

7. 断电保护完善。

8. 同一系列和配套接口芯片种类多、功能全, 便于挑选组合成最小系统。

9. 产品开发周期短, 开发效率高。

10. 根据高技术要求, 集成常用软硬件(如PL/M、BASIC、FORTH语言、DMA、锁相环、波形发生器、模拟开关等)芯片愈来愈多, 应用灵活。

三、单片微机种类及开发装置

目前单片机已形成多系列、多品种局面。当前我国用得较多的是MCS-48、MCS-51、MCS-96系列。每种系列各有10多种型号。它们的指令系统都是互相兼容的, 仅内部存储器容量和I/O接口功能稍有差异。

开发装置由微型机(长城0520、紫金Ⅰ、中华学习机等)或显示终端、仿真器、应用系统组成。一套好的仿真器应具备以

下标准:

1. 通用性好。各种系列型号都能开发。
2. 仿真功能强, 不占用内部任何资源(内部 RAM、数据 RAM、定时计数器、串行口等)。
3. 命令功能强。
4. 使用方便。
5. 有较多的常用子程序可以调用。
6. 工艺质量好。

第二节 单片微机硬件结构

一、MCS-51系列单片微机内部结构

一片MCS-51系列芯片内部包含有1个8位CPU、振荡器和时钟电路, 4k/8k字节的程序存储器(ROM或EPROM), 128字节的数据存储器, 可寻址外部程序存储器和数据存储器(各64k字节), 21个特殊功能寄存器, 4个并行I/O口, 1个全双工串行口, 2个16位定时器/计数器, 5/6个中断源, 提供2个中断优先级, 可实现二级中断服务程序嵌套。具有位寻址功能, 有较强的布尔处理能力。详见表1-1。

二、MCS-51系列单片微机芯片引脚说明

MCS-51系列单片微机大多数是40引脚双列直插式器件。引脚除+5V (V_{cc}) 和地(GND)外主要由以下三大部分组成:(引脚图见附录)

(一) 时钟电路

XTAL1为片内振荡器输入端, XTAL2为输出端。

1. XTAL1和XTAL2外接晶体振荡器时, 晶振频率根据需要可在1.2~12MHz之间任意选择, 电容在5~70pF之间选择。

表1-1 MCS-51系列单片 微机

芯片种类	片内存储器		中断源	定时计数器	串行口	电源消耗 (mA)	工 艺
	ROM (EPROM)	RAM					
8051 (8751,8031)	4k	128	5	2	同、异步方式8位或10位可编程	125	HMOS
8052 (8752,8032)	8k	256	6	3	"	100	HMOS
80C51 (87C51,80C31)	4k	128	5	2	"	24	CHMOS
80C252 (87C252, 83252)	8k	256	7	3	"	24	CHMOS
8044 (8744,8344)	4k	192	5	2	S.I.U	200	HMOS

内部电路便能自激振荡。6MHz晶振电容为20~30pF。

2. XTAL1接地；可在XTAL2上接入外部时钟。

(二) 控制线

1. $\overline{EA}$ 程序存储器选择端。 $\overline{EA} = 1$ ，选择片内程序存储器(PC值<0FFFH) $\overline{EA} = 0$ ，选择外部程序存储器。使用8031时， $\overline{EA}$ 必须接地。使用8751时 $\overline{EA}$ 接21V。

2. RESET 复位信号线。复位后内部寄存器变成以下状态：

PC :	0000H	TMOD :	00H ;复位不影响内部RAM
A :	00H	TCON :	00H
B :	00H	TH0 :	00H
PSW :	00H	TL0 :	00H
SP :	07H	TH1 :	00H

DPTR : 0000H TL1 : 00H
P0~P3 : 0FFH SCON : 00H
IP : (×××00000) SBUF : 不变
IE : (0××00000) PCON : (0×××××××)

3. ALE 外部扩展电路的地址锁存控制线。

4. PSEN 外部程序存储器读选通控制线。

(三) I/O 口

1. P0 双向I/O口。如外接存储器时,也可以作为扩展电路低8位地址总线和数据总线口。

2. P1 准双向I/O口。由于这种接口输出没有高阻状态,输入也不能锁存,故不是真正双向I/O口。对8052、8032, P1.0第二功能为 T2外部输入, P1.1第二功能为 T2EX 捕捉、重装触发。

3. P2 准双向I/O口。如外接存储器时,也可以作为扩展电路高8位地址总线。

4. P3 双功能口。可以同P1口一样作第一功能。也可以每一位独立定义为第二功能。

P3.0: RXD (串行输入口)

P3.1: TXD (串行输出口)

P3.2: $\overline{\text{INT}}0$ (外部中断0输入线)

P3.3: $\overline{\text{INT}}1$ (外部中断1输入线)

P3.4: T0 (T0外部计数脉冲输入线)

P3.5: T1 (T1外部计数脉冲输入线)

P3.6: $\overline{\text{WR}}$ (外部RAM写选通脉冲输出线)

P3.7: $\overline{\text{RD}}$ (外部RAM读选通脉冲输出线)

三、单片微机内部存储器结构

存储器包括片内存储器、片外程序存储器和片外数据存储器。

片内存储器包括片内程序存储器(8031、8032、8344等没