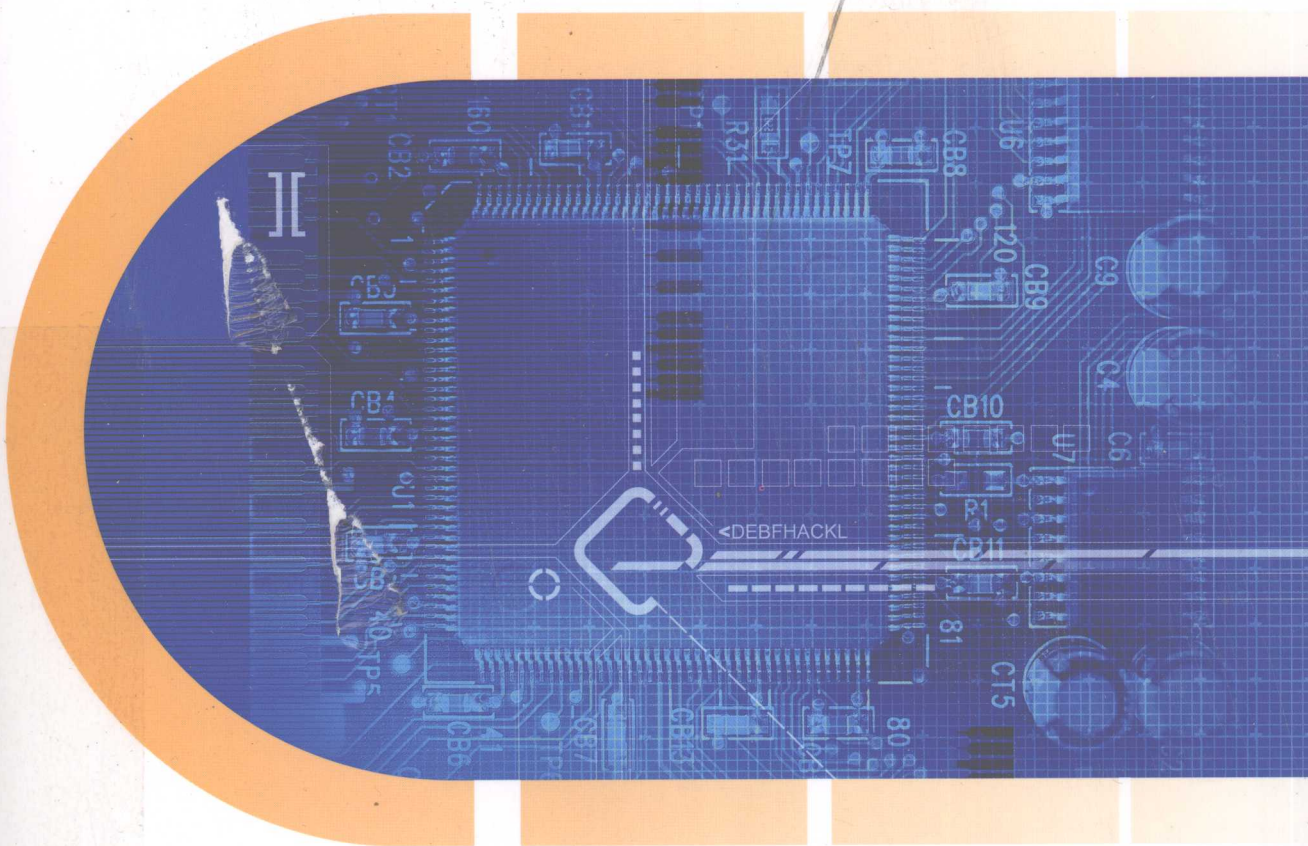




# 单片机C语言和汇编语言 混合编程实践

杜树春 编著



北京航空航天大学出版社

TP312/2778D

2008

# 单片机 C 语言和汇编语言 混合编程实践

杜树春 编著

北京航空航天大学出版社

## 内 容 简 介

本书主要介绍单片机的 C51 语言和汇编语言混合编程方法,大部分篇幅是针对单片机接口芯片的 C51 语言和汇编语言混合编程实例。每章编排次序是:单片机接口芯片功能、与单片机连接电路原理图、汇编语言程序、被调汇编语言程序、调用汇编语言程序的 C51 语言程序、不调用汇编语言程序的 C51 语言程序(有些例子没有这一项)以及使用注意事项。

本书共 14 章,每章介绍一个例子,共 14 个例子。书中 C51 高级语言和汇编语言的程序实例,为笔者多年工作积累所得,并全部经过实际调试。对于有一定基础的读者,书中的模块可直接使用。

本书适用于单片机 C51 高级语言和 A51 汇编语言的初学者。本书既可供工程技术人员参考,也可作为各工科大、专院校和中等专业学校的单片机辅助或参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 语言和汇编语言混合编程实践/杜树春编著.

北京:北京航空航天大学出版社,2008. 3

ISBN 978-7-81124-254-6

I. 单… II. 杜… III. ①单片微型计算机—程序设计②C 语言—程序设计③汇编语言—程序设计 IV. ①TP368.1 TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 010088 号

© 2008,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制或传播本书及其所附光盘内容。

侵权必究。

### 单片机 C 语言和汇编语言混合编程实践

杜树春 编著

责任编辑 李 青 李冠咏

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

\*

开本:787×960 1/16 印张:17.25 字数:386 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-254-6 定价:29.00 元(含光盘 1 张)

# 前 言

这是一本介绍 51 系列单片机应用的书,是 2006 年出版的《单片机 C 语言和汇编语言混合编程实例详解》一书的续集。本书的宗旨在那本书的前言里已经说过,温故而知新,现在摘录一段如下:

“我们知道,开发单片机应用系统,设计者的大部分精力是花费在对单片机接口芯片的熟悉上,不仅要知道芯片的一般特点、引脚排列、引脚说明,而且要知道芯片的工作原理、详细说明、编程时序图,最后编写出正确的应用程序来。而单片机接口芯片种类很多,一个人要想全部掌握很难。我有一个想法,就像 C 语言有大量库函数随时供设计者调用一样,也可建立一个单片机外围接口芯片应用实例库供设计者使用。库中有常用单片机外围接口芯片的功能简介、与单片机连接电路图、汇编语言程序、被调汇编语言程序、调汇编语言的 C51 语言程序、C51 语言程序以及使用该芯片注意事项等。这种实例库一旦建成,单片机应用系统的设计者即使对某些芯片细节不了解,也照样可以使用该芯片,就像人们对电话机和电视机工作原理不了解,却能照样打电话和看电视一样。本书就是一个建立这种单片机外围接口芯片应用实例库的尝试。”

书中内容大部分是介绍 C51 语言和汇编语言混合编程的实例。每一种实例还是选用一个单片机接口芯片。依次介绍单片机接口芯片功能、与单片机连接电路原理图、汇编语言程序、被调汇编语言程序、调用汇编语言程序的 C51 语言程序、不调用汇编语言程序的 C51 语言程序(有些例子没有这一项)以及使用注意事项。由于本书对一种芯片提供了 3 种不同编程语言的程序——汇编语言程序、调用汇编语言的 C51 语言程序和不调用汇编语言的 C51 语言程序,扩大了本书的读者范围,不论是单纯用汇编语言编程的人,还是单纯用 C51 语言编程的人,以及用 C51 语言和汇编语言混合编程的人都可以借鉴本书。

本书共 14 章,每章介绍一个例子,共 14 个例子。第 1 章介绍单线数字温度传感器 DS18B20;第 2 章介绍实时时钟/日历芯片 PCF8563;第 3 章介绍串行带闹钟的实时时钟芯片 DS1305;第 4 章介绍单通道 12 位串行 A/D 转换器 MAX1241;第 5 章介绍 8 路 12 位串行 A/D 转换器 MAX147;第 6 章介绍 8 路 12 位并行 A/D 转换器 MAX197;第 7 章介绍 8 路 12 位串行 A/D 转换器 MAX186;第 8 章介绍双路 14 位串行 A/D 转换器 MAX111;第 9 章介绍双路 16 位  $\Sigma$ - $\Delta$  A/D 转换器 AD7705;第 10 章介绍 9 位数字温度传感器 DS1620;第 11 章介绍 10 位数字温度传感器 AD7416;第 12 章介绍单路 8 位串行 D/A 转换器 MAX517;第 13 章介绍单路 10 位串行 D/A 转换器 MAX515;第 14 章介绍单路 12 位串行 D/A 转换器 MAX539。

与 2006 年出版的《单片机 C 语言和汇编语言混合编程实例详解》一书比较起来,本书增加了一些内容,即在本书所附光盘中,使用了两种单片机开发软件,一种是目前最流行的 Keil

C51 单片机开发软件,一种是国内用的较多的 WAVE 单片机开发软件。在所附光盘中每一章下,有三个文件夹:一个是图形夹,内放本章所介绍芯片和单片机连接电路原理图;一个是 Keil C51 单片机开发环境下程序夹;还有一个是 WAVE 单片机开发环境下程序夹。书中每一个芯片的应用程序都已在这两种开发环境下调试通过,读者可以任选一种开发环境进入。

本书适用于 C51 高级语言和 A51 汇编语言的初学者。书中 C 语言和汇编语言的程序实例,为笔者多年工作积累所得,并全部经过实际调试。对 C 语言和汇编语言有一定基础的读者,书中的模块可以直接使用。本书既可供工程技术人员参考,也可作为各工科大、专院校和中等专业学校的单片机辅助或参考资料。

在成书过程中,得到了杜朋、杜菲、张体才、贾治国、徐明鑫等同志的协助。在此,表示衷心感谢。本书还参考和引用了有关方面的应用例子,其来源都在参考文献中列出,在此对有关作者表示诚挚的感谢。

由于时间仓促,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正,可通过电子邮箱 E-mail: dushuchun@263.net 进行联络。

杜树春

2007 年 8 月 25 日于  
山西省自动化研究所

# 目 录

## 第 1 章 单线数字温度传感器 DS18B20

1.1 DS18B20 简介 .....	1
1.1.1 主要特性 .....	2
1.1.2 引脚排列 .....	3
1.1.3 控制方法 .....	3
1.1.4 内部结构 .....	4
1.1.5 测温原理 .....	7
1.1.6 与单片机的典型接口设计 .....	8
1.1.7 多路温度测量 .....	9
1.2 DS18B20 与单片机的连接 .....	10
1.3 读 DS18B20 温度值的汇编语言程序 1 .....	11
1.4 读 DS18B20 温度值的汇编语言程序 2 .....	16
1.5 读单个 DS18B20 芯片序列号的汇编语言程序 .....	21
1.6 读多个 DS18B20 芯片温度值的汇编语言程序 .....	24
1.7 被调汇编语言程序 .....	27
1.8 调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	33
1.9 不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	35
1.10 使用 DS18B20 的注意事项 .....	38

## 第 2 章 实时时钟/日历芯片 PCF8563

2.1 PCF8563 简介 .....	39
2.1.1 主要特性 .....	40
2.1.2 引脚排列 .....	40
2.1.3 功能描述 .....	41
2.2 PCF8563 与单片机的连接 .....	44
2.3 汇编语言程序 .....	44
2.4 被调汇编语言程序 .....	51
2.5 调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	57
2.6 不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	59
2.7 使用 PCF8563 的注意事项 .....	65

### 第 3 章 串行带闹钟的实时时钟芯片 DS1305

3.1 DS1305 简介 .....	66
3.1.1 主要特性 .....	67
3.1.2 引脚排列 .....	67
3.1.3 电源连接方式 .....	68
3.1.4 操作方式 .....	69
3.2 DS1305 与单片机的连接 .....	71
3.3 汇编语言程序 .....	71
3.4 被调汇编语言程序 .....	78
3.5 调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	83
3.6 不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	86
3.7 使用 DS1305 的注意事项 .....	91

### 第 4 章 单通道 12 位串行 A/D 转换器 MAX1241

4.1 MAX1241/MAX1240 简介 .....	92
4.1.1 主要特性 .....	93
4.1.2 引脚排列 .....	93
4.1.3 工作过程 .....	94
4.2 MAX1241 与单片机的连接 .....	95
4.3 汇编语言程序 .....	96
4.4 被调汇编语言程序 .....	98
4.5 调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	100
4.6 使用 MAX1241 的注意事项 .....	101

### 第 5 章 8 路 12 位串行 A/D 转换器 MAX147

5.1 MAX146/147 简介 .....	102
5.1.1 主要特性 .....	102
5.1.2 引脚排列 .....	102
5.1.3 工作方式 .....	104
5.2 MAX146/147 与单片机的连接 .....	106
5.3 汇编语言程序 .....	107
5.4 被调汇编语言程序 .....	109
5.5 调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	112
5.6 使用 MAX147 的注意事项 .....	114

## 第 6 章 8 路 12 位并行 A/D 转换器 MAX197

6.1	MAX197 简介 .....	115
6.1.1	主要特性 .....	115
6.1.2	引脚排列 .....	116
6.1.3	控制字 .....	117
6.1.4	应用的几种模式 .....	119
6.1.5	转换的基本原理 .....	120
6.2	MAX197 与单片机的连接 .....	120
6.3	汇编语言程序 1 .....	122
6.4	汇编语言程序 2 .....	123
6.5	被调汇编语言程序 .....	125
6.6	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	127
6.7	使用 MAX197 的注意事项 .....	128

## 第 7 章 8 路 12 位串行 A/D 转换器 MAX186

7.1	MAX186 简介 .....	130
7.1.1	主要特性 .....	130
7.1.2	引脚排列 .....	131
7.1.3	控制字 .....	132
7.1.4	工作原理 .....	134
7.2	MAX186 与单片机的连接 .....	135
7.3	汇编语言程序 1 .....	135
7.4	汇编语言程序 2 .....	137
7.5	被调汇编语言程序 .....	139
7.6	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	142
7.7	使用 MAX186 的注意事项 .....	143

## 第 8 章 双路 14 位串行 A/D 转换器 MAX111

8.1	MAX111 简介 .....	145
8.1.1	主要特性 .....	145
8.1.2	引脚排列 .....	146
8.1.3	控制字 .....	147
8.1.4	A/D 转换器的自校准原理 .....	148
8.1.5	转换器的工作原理 .....	149
8.2	MAX111 与单片机的连接 .....	150



8.3	汇编语言程序 .....	151
8.4	被调汇编语言程序 .....	154
8.5	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	157
8.6	使用 MAX111 的注意事项 .....	159
<b>第 9 章 双路 16 位 <math>\Sigma</math>-<math>\Delta</math> A/D 转换器 AD7705</b>		
9.1	AD7705/06 简介 .....	160
9.1.1	主要特性 .....	162
9.1.2	引脚排列 .....	163
9.1.3	片内寄存器 .....	164
9.1.4	接口时序 .....	165
9.1.5	AD7705/06 在智能仪器仪表中的应用 .....	166
9.2	AD7705/06 的基本连接及其与单片机的连接 .....	166
9.2.1	AD7705/06 的基本连接 .....	166
9.2.2	AD7705/06 与单片机的接口电路 .....	167
9.3	AD7705 与单片机以五线方式连接 .....	168
9.4	单片机的串行口与 AD7705 连接(三线方式) .....	168
9.5	AD7705 与单片机以五线方式连接下的程序 .....	169
9.5.1	汇编语言程序 .....	169
9.5.2	被调汇编语言程序 .....	171
9.5.3	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	173
9.5.4	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	175
9.6	使用 AD7705 的注意事项 .....	177
<b>第 10 章 9 位数字温度传感器 DS1620</b>		
10.1	DS1620 简介 .....	179
10.1.1	引脚排列 .....	179
10.1.2	温度值数据格式 .....	180
10.1.3	操作和控制 .....	181
10.1.4	应用实例 .....	183
10.1.5	DS1620 与单片机连接过程中应注意的问题 .....	184
10.2	DS1620 与单片机的连接 .....	185
10.3	汇编语言程序 .....	185
10.4	被调汇编语言程序 .....	187
10.5	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	190

10.6	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	191
10.7	使用 DS1620 的注意事项 .....	194
<b>第 11 章 10 位数字温度传感器 AD7416</b>		
11.1	AD7416 简介 .....	195
11.1.1	主要特性 .....	195
11.1.2	引脚排列 .....	196
11.1.3	工作原理 .....	196
11.1.3	无 CPU 下应用实例 .....	199
11.2	AD7416 与单片机的连接 .....	200
11.3	汇编语言程序 .....	202
11.4	被调汇编语言程序 .....	205
11.5	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	209
11.6	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	211
11.7	使用 AD7416 的注意事项 .....	218
<b>第 12 章 单路 8 位串行 D/A 转换器 MAX517</b>		
12.1	I <sup>2</sup> C 总线的特点及基本通信协议 .....	220
12.2	MAX517 简介 .....	221
12.2.1	主要特性 .....	221
12.2.2	引脚排列 .....	222
12.2.3	工作时序 .....	222
12.3	MAX517 与单片机的连接 .....	223
12.4	汇编语言程序 .....	225
12.5	被调汇编语言程序 .....	227
12.6	调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	229
12.7	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序 .....	230
12.8	使用 MAX517 的注意事项 .....	233
<b>第 13 章 单路 10 位串行 D/A 转换器 MAX515</b>		
13.1	MAX515 简介 .....	235
13.1.1	主要特性 .....	236
13.1.2	引脚排列 .....	236
13.1.3	接口与时序 .....	236
13.2	MAX515 与单片机的连接 .....	237
13.3	汇编语言程序 .....	238

13.4	被调汇编语言程序	241
13.5	调用汇编语言程序的 C51 语言程序	243
13.6	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序	244
13.7	使用 MAX515 的注意事项	246
<b>第 14 章 单路 12 位串行 D/A 转换器 MAX539</b>		
14.1	MAX539 简介	248
14.1.1	主要特性	248
14.1.2	引脚排列	249
14.1.3	接口与时序	249
14.1.4	MAX539 与单片机接口技术	250
14.2	MAX539 与单片机的连接	250
14.3	汇编语言程序	252
14.4	被调汇编语言程序	254
14.5	调用汇编语言程序的 C51 语言程序	256
14.6	不调用汇编语言程序的 C51 语言程序	257
14.7	使用 MAX539 的注意事项	260
附录 关于配套光盘的使用说明		261
参考文献		263

## {第1章}

# 单线数字温度传感器 DS18B20

---

智能温度传感器(亦称“数字温度传感器”)是在 20 世纪 90 年代中期间世的。它是微电子技术、计算机技术和自动测试技术的结晶。智能温度传感器内部包含温度传感器、A/D 转换器、信号处理器、存储器(或寄存器)和接口电路。有的产品还带多路选择器、中央控制器(CPU)、随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。智能温度传感器的特点是能输出温度数据及相关的温度控制量,适配各种微控制器(MCU);并且它是在硬件的基础上通过软件来实现测试功能的,其智能化程度也取决于软件的开发水平。目前,智能温度传感器的总线技术也实现了标准化、规范化,所采用的总线主要有单线(1 - Wire)总线、两线式(I<sup>2</sup>C)总线和三线式(SPI)总线。温度传感器作为从机可通过专用总线接口与主机通信。本章介绍的数字温度传感器芯片 DS18B20 属于单线(1 - Wire)总线接口,第 10 章介绍的 DS1620 属于三线式(SPI)接口芯片,第 11 章介绍的 AD7416 则属于两线式(I<sup>2</sup>C)接口芯片。

## 1.1 DS18B20 简介

DS18B20 是美国 Dallas 半导体公司继 DS1820 之后最新推出的一种改进型智能温度传感器。与传统的热敏电阻相比,它能够直接读出被测温度并且可根据实际要求通过简单的编程实现 9~12 位的数字值读出;可以分别在 93.75 ms 和 750 ms 内完成 9 位和 12 位的数字量,并且从 DS18B20 读出信息或写入 DS18B20 信息仅需要一根口线(单线接口);温度变换功率

来源于数据总线,总线本身也可以向所挂接的 DS18B20 供电,而且无需额外电源。因而使用 DS18B20 可使系统结构更为简单,可靠性更高。

### 1.1.1 主要特性

- 独特的单线接口方式:DS18B20 与微处理器连接时仅需一条口线即可实现微处理器与 DS18B20 的双向通信;
- 在使用中不需要任何外围元件;
- 可用数据线供电,电压范围为 +3.0~+5.5 V;
- 测温范围为 -55~+125. °C,固有测温分辨率为 0.5 °C;
- 通过编程可实现 9~12 位的数字读数方式;
- 用户可自设定非易失性的报警上下限值;
- 支持多点组网功能,多个 DS18B20 可以并联在唯一的三线上,实现多点测温;
- 负压特性,电源极性接反时,温度计不会因发热而烧毁,但不能正常工作。

由 Dallas 半导体公司生产的 DS18B20 型单线智能温度传感器,属于新一代适配微处理器的智能温度传感器,可广泛用于工业、民用、军事等领域的温度测量及控制仪器、测控系统和大型设备中。它具有体积小、接口方便、传输距离远等特点。

DS18B20 是 DS1820 的改进型产品,该产品具有比 DS1820 更高的性能,目前,该产品已成为 DS1820 的替代品并在温控系统中得到广泛的应用。

与 DS1820 相比,DS18B20 具有如下特点:

① 在 -10~+85 °C 范围内,DS18B20 具有  $\pm 0.5$  °C 的精度,因而 DS18B20 在和 DS1820 的测温精度相同时,具有更宽广的温度范围;分辨率为 9~12 位(包括 1 位符号位),并可由编程决定具体位数。

② DS18B20 的转换时间与设定的分辨率有关。当设定为 9 位时,最大转换时间为 3.75 ms;10 位时的转换时间为 187.5 ms;11 位时为 375 ms;12 位时为 750 ms。电源电压范围为 3.0~5.5 V。DS1820、DS18B20 和 DS1822 的性能比较见表 1.1。

表 1.1 DS18xx 产品性能对照表

型 号	工作电压/V	分辨率/位	精度/°C	EEPROM	软件兼容性	封 装
DS1820	4.3~5.5	>9	$\pm 0.5$	有	第一代产品	SSOP, PR-35
DS18B20	3.0~5.5	9~12	$\pm 0.5$	有	与 DS1820 部分兼容	SOIC, TO-92
DS1822	3.0~5.5	9~12	$\pm 2$	无	同 DS18B20	SOIC, TO-92

## 1.1.2 引脚排列

DS18B20 采用 3 脚 TO-92 封装和 8 脚 SOIC 封装。DS18B20 的引脚排列如图 1.1 所示。其中,GND 接地; $V_{DD}$ 为电源端;DQ 是数据输入/输出端;其余为空脚 NC。

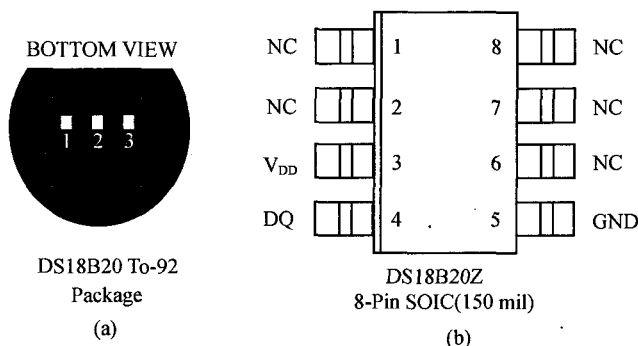


图 1.1 DS18B20 的引脚排列图

## 1.1.3 控制方法

在硬件上,DS18B20 与单片机的连接有两种方法:一种是  $V_{CC}$  接外部电源,GND 接地,I/O与单片机的 I/O 线相连;另一种是用寄生电源供电,此时  $V_{DD}$ 、GND 接地,I/O 接单片机 I/O。无论是内部寄生电源还是外部供电,I/O 口线要接 5 k $\Omega$  左右的上拉电阻。DS18B20 有 6 条控制命令,如表 1.2 所列。

表 1.2 DS18B20 控制命令

指令	约定代码	操作说明
温度转换	44H	启动 DS18B20 进行温度转换
读暂存器	BEH	读暂存器 9 个字节内容
写暂存器	4EH	将数据写入暂存器的 $T_H$ 、 $T_L$ 字节
复制暂存器	48H	把暂存器的 $T_H$ 、 $T_L$ 字节写到 $E^2$ RAM 中
重新调 $E^2$ RAM	B8H	把 $E^2$ RAM 中的 $T_H$ 、 $T_L$ 字节写到暂存器 $T_H$ 、 $T_L$ 字节
读电源供电方式	B4H	启动 DS18B20 发送电源供电方式的信号给主 CPU

CPU 对 DS18B20 的访问流程是:先对 DS18B20 初始化,再进行 ROM 操作命令,最后才能对存储器操作,数据操作。DS18B20 每一步操作都要遵循严格的工作时序和通信协议。例

如主机控制 DS18B20 完成温度转换这一过程,根据 DS18B20 的通信协议,须经 3 个步骤:每一次读/写之前都要对 DS18B20 进行复位,复位成功后发送一条 ROM 指令,最后发送 RAM 指令,这样才能对 DS18B20 进行预定的操作。

DS18B20 工作过程及时序

DS18B20 工作过程中的协议如下:

### (1) 初始化

单总线上的所有处理均从初始化开始。

### (2) ROM 操作命令

总线主机检测到 DS18B20 的存在,便可以发出 ROM 操作命令,这些命令如下:

指令	代码
Read ROM(读 ROM)	[33H]
Match ROM(匹配 ROM)	[55H]
Skip ROM(跳过 ROM)	[CCH]
Search ROM(搜索 ROM)	[F0H]
Alarm search(告警搜索)	[ECH]

### (3) 存储器操作命令

指令	代码
Write Scratchpad(写暂存存储器)	[4EH]
Read Scratchpad(读暂存存储器)	[BEH]
Copy Scratchpad(复制暂存存储器)	[48H]
Convert Temperature(温度变换)	[44H]
Recall EPROM(重新调出)	[B8H]
Read Power supply(读电源)	[B4H]

### (4) 时 序

主机使用时间隙(time slots)来读/写 DS18B20 的数据位和写命令字的位。

## 1.1.4 内部结构

DS18B20 内部结构主要由 4 部分组成:64 位光刻 ROM、温度传感器、非易失性温度报警

触发器  $T_H$  和  $T_L$  以及高速暂存器。其内部结构框图如图 1.2 所示。

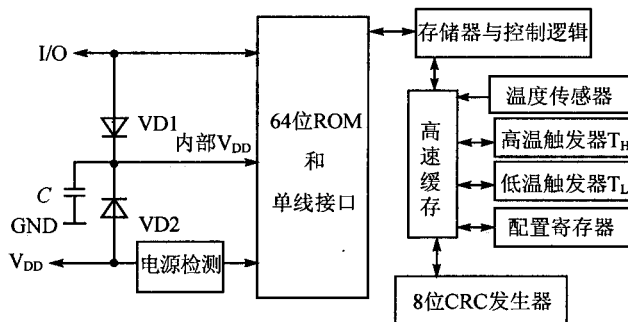


图 1.2 DS18B20 内部结构框图

64 位光刻 ROM 是出厂前被光刻好的,它可以看作是 该 DS18B20 的地址序列号。不同的器件地址序列号不同,64 位闪速 ROM 的结构如下:

8 位产品系列号	48 位产品序号	8 位 CRC 编码
----------	----------	------------

开始 8 位是产品类型的编号;接着是每个器件的唯一的序号,共有 48 位;最后 8 位是前 56 位的 CRC 校验码,这也是多个 DS18B20 可以采用一线进行通信的原因。

非易失性温度报警触发器  $T_H$  和  $T_L$ ,可通过软件写入用户报警上下限。

## 1. 高速暂存存储器

DS18B20 温度传感器的内部存储器包括一个高速暂存 RAM 和一个非易失性的可电擦除的( $E^2$ )RAM。后者用于存储  $T_H$  和  $T_L$  值。数据先写入 RAM,经校验后再传给( $E^2$ )RAM。而配置寄存器为高速暂存器中的第 4 个字节,它的内容用于确定温度值的数字转换分辨率,DS18B20 工作时按此寄存器中的分辨率将温度转换为相应精度的数值。该字节各位的定义如下:

TM	R1	R0	1	1	1	1	1
----	----	----	---	---	---	---	---

低 5 位一直都是 1, TM 是测试模式位,用于设置 DS18B20 为工作模式或者测试模式。在 DS18B20 出厂时该位被设置为 0,用户不要去改动,R1 和 R0 决定温度转换的精度位数,即可用来设置分辨率,如表 1.3 所列(DS18B20 出厂时被设置为 12 位)。



表 1.3 R1 和 R0 模式表

R1	R0	分辨率	温度最大转换时间/ms
0	0	9 位	93.75
0	1	10 位	187.5
1	0	11 位	275.00
1	1	12 位	750.00

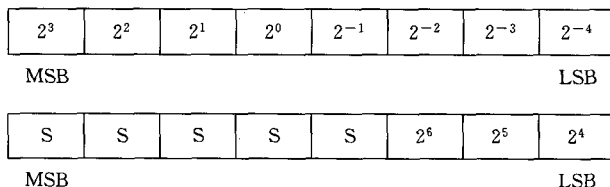
由表 1.3 可见,设定的分辨率越高,所需要的温度数据转换时间就越长。因此,在实际应用中要在分辨率和转换时间中权衡考虑。

高速暂存存储器除了配置寄存器外,还有其他 8 个字节,即 DS18B20 高速暂存器共有 9 个存储单元,其分配如表 1.4 所列。其中,第 0、1 字节为温度信息;第 2、3 字节为  $T_H$  和  $T_L$  值;第 4 字节是配置寄存器;第 5~7 字节未用,表现为全逻辑 1;第 8 字节读出的是前面所有 8 个字节的 CRC 码,可用来保证通信正确。

表 1.4 DS18B20 存储单元分配表

序 号	寄存器名称	作 用	序 号	寄存器名称	作 用
0	温度低字节	以 16 位补码形式存放	4	配置寄存器	绝定温度转换位数
1	温度高字节		5、6	保留字节	
2	$T_H$ /用户字节 1	存放温度上限	7	保留字节	
3	$T_L$ /用户字节 2	存放温度下限	8	CRC	循环冗余校验码

当 DS18B20 接收到温度转换命令后,开始启动转换。转换完成后的温度值就以 16 位带符号扩展的二进制补码形式存储在高速暂存存储器的第 0、1 字节。单片机可通过单线接口读到该数据,读取时低位在前,高位在后,数据格式以  $0.0625\text{ }^\circ\text{C}/\text{LSB}$  形式表示。温度值格式如下:



以 12 位转化为例说明温度高低字节存放形式及计算:12 位转化后得到的 12 位数据,存储在 DS18B20 的两个高低 8 位的 RAM 中,二进制中的前面 5 位是符号位。如果测得的温度大于 0,则这 5 位全为 0,只要将测到的数值乘以  $0.0625$  即可得到实际温度;如果测得的温度