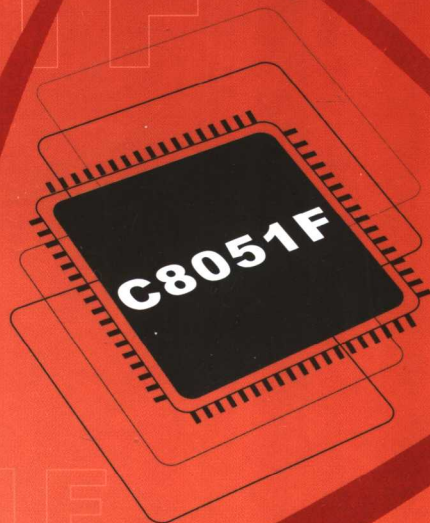


无线单片机技术丛书



C8051F系列单片机与 短距离无线数据通信

李文仲 段朝玉 等编著



北京航空航天大学出版社

711.912
711.912
711.912
无线单片机技术丛书

C8051F 系列单片机与 短距离无线数据通信

李文仲 段朝玉 等编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书分别以目前世界上已经广泛应用的 8051 内核片上系统(SoC)C8051F310/4 以及无线芯片 NRF905/CC1100 为中心,介绍单片机与无线通信原理。该书的重点不是讲述无线通信的原理,是实战,即自己动手进行各种单片机和无线通信项目试验。通过亲自动手,自己体验和了解什么是 8051 单片机,什么是无线通信,如何进行无线通信,如何自己动手组建一个自己需要的低成本、高效率的单片机应用系统和一个无线数据通信系统。

本书可作为高等院校的计算机、电子、自动化、无线课程的教材,也适合广大从事单片机、无线应用、自动化控制、无线传感等行业的工程技术人员作为学习、参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

C8051F 系列单片机与短距离无线数据通信/李文仲等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社,2007.2

ISBN 978-7-81124-008-5

I. C… II. 李… III. 单片微型计算机—计算机应用—
无线电通信 IV. TN92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 019199 号

© 2007,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。

C8051F 系列单片机与短距离无线数据通信

李文仲 段朝玉 等编著

责任编辑 许振伍等

*

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

涿州市新华印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:20 字数:448 千字

2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-008-5 定价:27.00 元

本书编委会

主编：李文仲 段朝玉

编委：李文仲 段朝玉 崔亚远

林 涛 周 恒

前 言

本书是《无线单片机技术丛书之一》，是专门为广大无线电、电子爱好者、电子工程师、单片机工程师、相关电子和计算机专业的学生准备的一本无线通信方面的通俗、实用书籍。

单片机技术，特别是 8051 单片机技术，是每个电子工程师应该熟练掌握的技术。而无线通信技术，特别是短距离无线数据通信技术，也是需要尽快掌握的新技术。如何将这两项技术有机结合起来，是一项挑战性的工作。

8051 单片机诞生已经有 30 年，目前市场上有许多形形色色的开发工具、开发板、仿真器。但如何在如此众多的平台上选择一个既可以学习 8051 单片机，又可以同时学习无线通信的低价格平台和教学系统，却成为了许多初学者的难题。

我们认为，对于初次接触单片机和完全没有无线通信技术的初学者，最理想的是自己从 C 语言的级别入门学习单片机和无线技术，不要从低级汇编语言开始。同时，需要有一个完全能贯穿全部学习、实践过程的高水平开发环境，以及尽可能使用各种现成的模块，包括单片机模块、无线模块等。这样，初学者可以从较高的起点，掌握其中最重要的、关键的、全局性的技术。

芯片技术和软件技术的发展，已经使这样的芯片和开发软件成为了随手可得的东西。对 8051 单片机而言，SILAB C8051F 系列单片机已经可以称为片上系统，它包括了存储器、I/O、模拟电路、功耗管理等，最重要的是有 JTAG 这样高级的调试手段，可以方便地完成下载、硬件仿真、C51 源水平调试等功能，使 8051 和全部资源在初学者面前完全透明化和可操作化。这对于初学者是非常非常重要的。同时，由于 C8051 片上系统具有低功耗和内部时钟的特征，也特别适合用来与无线收发芯片配合，用于无线数据通信系统。

正是出于这样的考虑，我们认为，如果从 8051 单片机入手，将学习单片机技术和学习无线数据通信技术合成为一个学习体系，一气呵成，以 C51 软件开发作为学习的中心和重点，将是一个全新的学习方法。而对开发工具而言，只是增加了无线芯片模块插卡，成本并没有显著增加。

这本书从自己动手搭建一个单片机开发系统开始，从单片机原理到无线数据通信的原理，循序渐进，让对单片机和无线通信完全不熟悉的电子工程师能够轻松上路。

该书的另一个主要特点是，成功地将复杂的单片机和无线通信原理转变为一个纯粹的软件开发过程，一切都变成了一段段用 C51 编写的源程序。读者只要改变相关程序代码，就可以轻松地熟悉单片机的内部结构，如定时器、中断、I/O 等和读者需要的无线通信功能。成都无线龙通讯科技有限公司的工程师开发了本书全部试验用的 C51 源代码，并在一体化 C51RF-S3100 无线开发系统上经过全面实际测试，读者可以在这些源代码上做任何自己喜欢的修改

和增加可能的应用。

成都无线龙通讯科技有限公司(<http://www.c51rf.com>)将提供与该书配套的,专门针对个人用户使用的最新的 C51RF-S3100 无线芯片开发系统供读者选用。这个一体化无线开发系统包括了本书全部试验所需要的开发环境。

全套 C51RF-S3100 无线开发学习系统包括:

- 一台带有数字显示器的开发主板、一个基本无线模块(可以选用不同的无线芯片模块)。
- 一个 C8051F31X 单片机仿真器(选择件)。
- 两个带有 MCU 和无线芯片的无线遥控器模块。
- 一个直流电源、RS-232 电缆、软件源码、使用手册。

读者仅仅采用这套经济型开发装置,连接家里的计算机,就可以完成本书大部分的试验。

本书包括的应用实验项目有:多个 8051 单片机实验、无线双向遥控器、无线抄表系统、无线家庭系统、无线传感器网络、温度远程监控、井下无线定位系统,目的是让读者将学习的相关无线知识与实际无线应用系统相结合,了解单片机和无线应用系统设计的实际原理和技术关键。

全书是成都无线龙通讯科技有限公司科技人员、工程师集体智慧的结晶。该书由李文仲、段朝玉负责规划、审核和统稿,参与本书编写及相关工作的主要人员有崔亚远、雷兵、林涛、周恒、袁圆等。

今天的世界,已经是无线的世界,未来的世界,更是无线的天下,而掌握无线通信技术,已经是每个电子工程师的必修课,刻不容缓。但对许多电子工程师而言,无线通信好像总有一层厚厚的神秘面纱,那么多复杂的公式、那么多复杂的电路,而高频的无线电波又看不见,摸不着。《8051 单片机和短距离无线通信》一书及配套的单片机/无线开发一体化工具 C51RF-S3100,正像一把利剑,通过动手实践,带领读者揭开这神秘的面纱,一窥无线通信和无线网络的真实面目,在嵌入式应用的海洋上自由飞翔。

最后,要特别感谢北京航空航天大学出版社的全力支持,如果没有他们的努力和辛勤劳动,这本书不会这样快出版。

尽管我们尽了最大努力,但限于水平,书中疏漏之处在所难免,欢迎广大读者不吝指正。

编 者

网络资源:本书所涉及的一些电路原理图、实验源代码,以及相关产品的使用说明书和资料,均打包为一个 RAR 文件,需要的读者可到网站 <http://www.buaapress.com.cn> 下的“下载中心→C8051F 系列单片机与短距离无线数据通信”链接下去下载。下载后,使用 WinRAR 将其解压缩即可。

目 录

第 1 章 最新 8051 单片机和无线收发芯片

1.1 最新 8051 单片机简介	1
1.1.1 传统 8051 单片机	2
1.1.2 单片机的发展之路	4
1.1.3 最新单片机 C8051F31X	9
1.2 无线收发芯片简介	13
1.2.1 CC1100 无线收发芯片	13
1.2.2 nRF905 无线收发芯片	15
1.2.3 nRF2401 无线收发芯片	17

第 2 章 建立自己的最新单片机开发平台

2.1 硬件平台选择	20
2.1.1 开发平台选择	20
2.1.2 C51RF-3100 教学系统简介	22
2.1.3 其他主流无线单片机开发系统系列介绍	23
2.2 软件开发环境选择	26
2.2.1 软件开发前的准备	26
2.2.2 Keil C51 开发环境简介	26
2.2.3 Keil C51 安装	28
2.2.4 uVision2 集成开发环境	32
2.2.5 创建第一个 Keil C51 应用程序	38
2.3 组建自己的单片机教学开发平台	44

第 3 章 C51 语言

3.1 标识符与关键字	46
3.2 C51 程序设计的基本语法	47
3.2.1 数据类型	47
3.2.2 常量与变量	49
3.2.3 运算符与表达式	49

3.2.4 基本语句	51
3.3 函 数	53
3.4 数 组	57
3.5 指 针	58
3.6 结 构	60
3.7 C51 语言的应用	61

第4章 最新8051单片机C8051F31X

4.1 最新单片机C8051F31X 概述	63
4.2 C51 指令完全兼容的CIP-51 微控制器	64
4.2.1 CIP-51 微控制器	64
4.2.2 指令系统	66
4.2.3 存储结构	68
4.2.4 复位与电源管理	72
4.3 C8051F31X 数字I/O 端口	77
4.3.1 I/O 介绍	77
4.3.2 I/O 初始化	88
4.3.3 I/O 教学实验	89
4.4 C8051F31X 中断系统	91
4.4.1 中断源和中断向量	92
4.4.2 中断优先级	94
4.4.3 中断响应时间	94
4.4.4 中断寄存器	94
4.4.5 外部中断	100
4.4.6 中断撤除	100
4.4.7 I/O 与中断综合实验:外部中断	101
4.5 C8051F31X 定时器/计数器	103
4.5.1 定时器/计数器的工作原理	104
4.5.2 定时器/计数器0、1 介绍	105
4.5.3 定时器/计数器2 介绍	112
4.5.4 定时器/计数器3 介绍	115
4.5.5 可编程计数器阵列	119
4.5.6 定时器/计数器实验	122
4.5.7 I/O 与定时器/计数器综合实验:BEEP	125
4.6 C8051F31X 时钟管理	127

4.6.1	微控制器(CPU)时序以及相关概念	128
4.6.2	可编程内部振荡器	129
4.6.3	外部振荡器驱动电路	130
4.6.4	系统时钟选择	132
4.6.5	外部示例	132
4.6.6	RTC 时钟实验	133
4.7	C8051F31X 串行通信	147
4.7.1	串行通信基础	148
4.7.2	C8051F31X 串口 UART0	150
4.7.3	增强的波特率发生器	150
4.7.4	串行通信工作方式	152
4.7.5	UART 多机通信	154
4.7.6	UART 寄存器以及相关设置	155
4.7.7	波特率设置	156
4.7.8	UART0 实验	159
4.8	C8051F31X 的模/数(A/D)转换	162
4.8.1	模/数转换概论	162
4.8.2	C8051F31X 的模/数转换器	163
4.8.3	工作方式	165
4.8.4	模拟多路选择器	167
4.8.5	可编程窗口检测器	168
4.8.6	寄存器	171
4.8.7	模/数转换实验:A/D	178

第5章 无线通信起步

5.1	无线通信基础	182
5.1.1	无线通信的概念	182
5.1.2	无线通信与有线通信的区别	183
5.1.3	影响无线通信的因素	184
5.2	无线通信的实现	186
5.2.1	无线射频芯片介绍	186
5.2.2	利用单片机+射频芯片实现无线通信	188
5.2.3	CPU 控制无线模块收发的方法	190
5.2.4	无线射频芯片通信配置	194
5.3	无线平台的建立	213

5.3.1 无线平台的选择	213
5.3.2 组建自己的无线开发平台	214

第 6 章 学习无线数据通信

6.1 认识无线节点模块	216
6.2 数据包装	217
6.3 如何保证数据通信的准确性	218
6.4 理解全双工/半双工无线通信	219
6.4.1 全双工方式	219
6.4.2 半双工方式	220
6.5 实例:遥控远方的 LED 闪烁	220
6.5.1 LED 原理	220
6.5.2 遥控 LED 实验	221

第 7 章 无线数字显示和数据传输

7.1 了解无线数字显示器	231
7.2 了解主机和无线节点的电路设计	232
7.3 主机和节点无线交换数据的 C51 源代码	232
7.4 无线遥控音乐源代码解剖	235
7.5 综合应用	245
7.5.1 无线家庭	245
7.5.2 控制灯开关	246
7.5.3 无线音乐门铃	246

第 8 章 实战设计无线自动水表读表系统

8.1 无线抄表的概念和系统组成	247
8.2 设计无线水表抄表终端	248
8.2.1 无线部分	248
8.2.2 抄表终端整体设计	248
8.3 设计无线水表	250
8.4 典型无线演示系统 C51 源代码分析	251
8.4.1 无线抄表终端	251
8.4.2 无线水表	258

第9章 实战设计简单无线传感器网络系统

9.1 无线传感器的基本概念	262
9.2 构建一个简单的无线传感器网络	263
9.3 避免无线数据包装传输冲突的技术关键	263
9.4 无线网络的硬件组成	265
9.4.1 中心模块	265
9.4.2 采集模块	265
9.5 无线温度传感器网络的 C51 源代码	266
9.5.1 中心模块的流程图	266
9.5.2 中心模块的源代码	267
9.5.3 采集模块的流程图	276
9.5.4 采集模块源代码	277

第10章 实战井下无线实时定位系统

10.1 井下无线实时定位系统概述	281
10.2 井下无线实时定位系统原理	282
10.3 无线定位节点的设计技术(无线模块)	283
10.3.1 中心模块	283
10.3.2 节点模块	283
10.4 无线定位监视系统(S3100)	284
10.5 具有无线唤醒功能和无线节点低功耗设计	284
10.6 井下无线实时定位系统的 C51 源代码分析	288
10.6.1 主机流程图	288
10.6.2 主机源程序	288
10.6.3 节点流程图	294
10.6.4 节点源程序	295
附录 A C1 编译器的扩展关键字	300
附录 B C51 库函数	302
附录 C CIP-51 指令一览表	303
参考文献	307

第 1 章

最新 8051 单片机和无线收发芯片

短距离无线通信所使用的几乎都是以 C51 为内核的单片机。本章将从传统的 8051 单片机介绍开始,回顾以 C51 为内核的单片机发展之路,并介绍最新的 SOC 单片机 C8051F 系列的特点,最后简要介绍本书所涉及的无线射频芯片。以 CIP-51 为内核的 C8051F 系列单片机的详细内容请参见第 4 章。

1.1 最新 8051 单片机简介

除了 PC 和大型计算机系统以外,今天每一个人都很熟悉的设备,如电饭煲、空调、洗衣机、热水器、遥控多功能风扇、冰箱、电视、DVD 播放机、MP3 播放机、充电器、手机、汽车、电动自行车、电梯、飞机、火车等都采用了不同性能、不同档次、不同温度范围和不同成本级别的单片机,而且其应用范畴还在不断地延伸到很多我们以前想都想不到的领域。

基于单片机的设计创新和产品创新似乎永无止境,而且它们也的确在方方面面日益完善和丰富着我们的日常生活和工作。一般来说,我们每天的工作和生活都要接触或使用大量采用单片机的产品。可以仔细回想一下一天的生活:一大早数字闹钟(单片机控制)把我们 from 睡梦中唤醒,用电动剃须刀(单片机控制)刮刮胡须,用电饭煲(单片机控制)煮点粥,再从冰箱(单片机控制)里拿出鸡蛋,再拿到微波炉(单片机控制)里加热一下就可以享用一顿丰盛的早餐了。

吃完早餐就该上班了,当用车钥匙遥控打开汽车门(很多单片机控制汽车的各种功能)坐进爱车的时候,可曾想到已经有许多的单片机提供服务了?

当到达办公楼时,会看到夜晚使用的射灯(单片机控制)、简洁的荧光灯(单片机控制)、电子出口标志(单片机控制)和备用灯、紧急照明灯(单片机控制),以及可随外界光线明暗程度自动调节亮度的办公照明系统(单片机控制)。当使用电梯时,电梯的控制、运行和提示也是采用

单片机来实现的……

目前市场上的 8 位单片机已经是百花齐放,具有多种内核。在众多的 8 位单片机中,具有几十年历史的 8051 内核,由于具有价格低,软件丰富,无须授权,最为广大电子工程师熟悉等优点,仍然具有很强的竞争力。特别是 Silicon Labs 最新推出的,在 80C51 内核基础上改进的 C8051 内核,号称正在传统的 8 位单片机领域掀起一场革命。Silicon Labs 公司 C8051F MCU 产品 C8051 与传统的 8051 已不可同日而语,它是一款真正从应用系统开发者的角度设计的产品,所以它差不多能提供所有应用系统设计师想要实现的功能。

的确,C8051 的很多新性能使得业界人士不得不刮目相看,如 100 MIPS 的系统性能、内嵌 128 KB 闪存和 8 KB SRAM、灵活的 I/O 端口配置、可编程的时钟系统、多源复位、以及低功耗系统设计等。

1.1.1 传统 8051 单片机

微处理器 MPU(Micro Processor Unit)又称为中央处理单元 CPU(Central Processing Unit),是由 ALU(Arithmetic Logic Unit)、CU(Control Unit)和寄存器 R(Registers)等组成的计算机核心部件。在 CPU 基础上添加程序存储器(ROM)、数据存储器(RAM)、输入/输出(I/O)接口和系统总线即构成了计算机,如图 1.1 所示。

计算机的主要用途是科学计算、数据处理、图像分析、数据库、人工智能、数字模拟与仿真等。因此,随着海量数位运算需求的无止境增长,MPU 的发展也越来越快,286、386、586、奔腾……,系统速度越来越快,功能也越来越强。

微控制器 MCU(Micro Controller Unit),俗称单片机(Single Chip Microcomputer),它将组成微型机所必需的部件——CPU、RAM、ROM、I/O、定时器/计数器、串行口等集成在了一个芯片上,如图 1.2 所示。

MCU 构成的系统要求具有以下功能:

- 实时、快速的外部响应能力。
- 迅速采集到大量数据。
- 快速对被控对象的参数进行调整与控制。

8051 是 MCS-51 系列单片机的典型产品。8051 单片机包含中央处理器、程序存储器(ROM)、数据存储器(RAM)、定时器/计数器、并行接口、串行接口和中断系统等几大单元及数据总线、地址总线和控制总线 3 大总线。

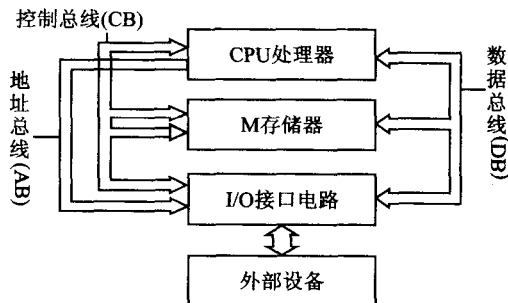


图 1.1 微型计算机组成

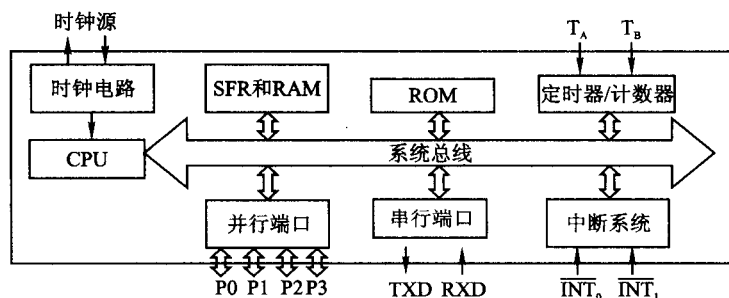


图 1.2 单片机基本结构

单片机的结构有两种类型：一种是程序存储器和数据存储器分开形式，即哈佛 (Harvard) 结构；另一种是采用通用计算机广泛使用的程序存储器与数据存储器合二为一的结构，即普林斯顿 (Princeton) 结构。Intel 的 MCS-51 系列单片机采用的是哈佛结构的形式，而后续的 16 位产品 MCS-96 系列单片机则采用普林斯顿结构。

图 1.3 所示是 MCS-51 系列单片机的内部结构示意图。

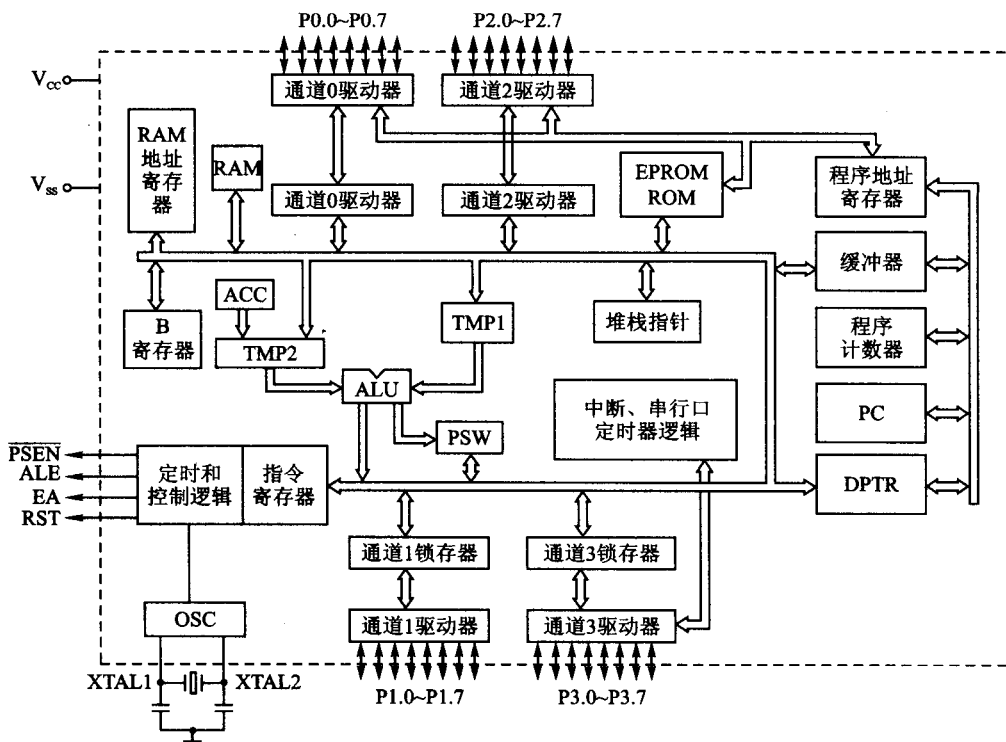


图 1.3 MCS-51 系列单片机内部结构

MCS-51 系列单片机中的 8031、8051 及 8751 均采用 40 针封装的双列直接 DIP 结构,图 1.3 所示是它们的引脚配置。40 个引脚中,正电源和地线两根,外置石英振荡器的时钟线两根,4 组 8 位共 32 个 I/O 口,中断口线与 P3 口线复用。

现今,单片机主要应用于下面几个领域:

- 智能仪器仪表。
- 工业测试以及控制。
- 计算机网络和通信技术。
- 日常生活与家电。
- 无线遥控以及无线定位。
- 办公自动化。

1.1.2 单片机的发展之路

在嵌入式系统低端的单片机领域,从 8 位单片机诞生至今,已近 30 年。在百花齐放的单片机家族中,80C51 系列一直扮演着一个独特的角色——历史最久,长盛不衰,万众瞩目,推陈出新,形成了既经典,又不乏生命力的一个单片机系列。

回顾历史,Intel 公司推出了 MCS-51 不久便实施了最彻底的技术开放政策,在众多电器商、半导体商的积极参与下,MCS-51 发展成了拥有众多型号的 80C51MCU 家族。MCS-51 经典的体系结构、极好的兼容性和 Intel 公司的开放政策不仅使众多厂家参与发展,也使半导体厂家对 MCS-51 实行了近乎天马行空的改造。由于 MCS-51 提供的最佳兼容性,使 MCS-51 在被“肢解”式改造后,还能以不变的指令系统、基本单元的兼容性保持着 8051 内核的生命延续,并在未来 SoC 发展中,担任 8 位 CPU 内核的重任。回顾 80C51 系列从 MCS-51、80C51 到 C8051F 的过程,可以深刻领会到单片机发展的一些规律性东西。当前,Silabs 公司推出的 C8051F 又将 8051 兼容单片机推上了 8 位机的先进行列。

与从 8 位机迅速向 16 位、32 位、64 位过渡的通用计算机相比,8 位单片机从 20 世纪 70 年代初期诞生至今,虽历经从单片微型计算机到微控制器、MCU 和 SoC 的变迁,但始终是嵌入式低端应用的主要机型,而且在未来相当长的时间里,仍会保持这个势头。这是因为嵌入式系统和通用计算机系统有完全不同的应用特性,从而走向了完全不同的技术发展道路。

随着现代通信技术的发展,智能化系统对 DSP(Digital Signal Processor)需求的增长,要求单片机相应提高运算速度。当前 8 位单片机在不扩展数据总线的情况下,提高运行速度仍有潜力可挖。例如,采用 RISC 结构实现并行流水线作业,CISC(Complex Instruction Set Computing)结构的 C8051F 采用 CIP-8051 结构,使单周期指令速度提高到原 8051 的 12 倍。

鉴于嵌入式低端应用对象的有限响应要求、嵌入式系统低端应用的巨大市场以及 8 位机具有的速度潜力,可以预期在未来相当长的时间内,8 位机仍然是嵌入式应用中的主流机型。

随着半导体技术的发展,8 位单片机在 CPU 结构、CPU 外围、功能外围、外围接口和集成开发环境方面都会迅速地发展,因此,可以说 8 位单片机虽然“古老”,但又是一个十分活跃而新兴的嵌入式领域,80C51 系列从 Intel 公司的 MCS-51 发展到 Silabs 公司的 C8051F 的过程充分地说明了这一点。

纵观 80C51 系列的发展历史,可以看出单片机发展过程中的 3 次技术飞跃。

- Intel 公司于 1980 年推出的 MCS-51 奠定了嵌入式应用的单片微型计算机的经典体系结构,但不久就放弃了进一步发展计划,并实施了 8051 的技术开放政策。这无论从主观因素还是客观因素来讲,都是明智之举,因为在创建一个完善的嵌入式计算机体系结构后,面临的是不断满足嵌入式对象要求的各种控制功能。在 8051 实现开放后,PHILIPS 公司作为全球著名的电器商以其在电子应用系统领域的优势,着力发展 80C51 的控制功能及外围单元,将 MCS-51 的单片微型计算机迅速地推进到 80C51 的 MCU 时代,形成了可满足大量嵌入式应用需求的单片机系列产品。
- 当前,嵌入式系统普遍采用 Flash ROM 技术。Flash ROM 的使用加速了单片机技术的发展。基于 Flash ROM 的 ISP(In System Programming)、IAP(In Application Programming)技术,极大地改变了单片机应用系统的结构模式以及开发和运行条件。在单片机中最早实现 Flash ROM 技术的是 ATMEL 公司的 AT89Cxx 系列。
- MCS-51 典型的体系结构以及极好的兼容性,对于 MCU 不断扩展的外围来说,形成了一个良好的嵌入式处理器内核的结构模式。当前嵌入式系统应用进入 SoC 模式,从各个角度,以不同方式向 SoC 进军,形成了嵌入式系统应用热潮。在这个技术潮流中,8051 又扮演了嵌入式系统内核的重要角色。在 MCU 向 SoC 过渡的数、模混合集成的过程中,ADI 公司推出了 AD μ C8xx 系列,且实现了向 SoC 的 C8051F 过渡;在 PLD 向 SoC 发展过程中,Triscend 公司在可配置系统芯片 CSoC 的 E5 系列中以 8052 作为处理器内核。

我们将各厂家生产的与 8051 兼容的形形色色的单片机系列称之为 80C51 系列,它们都采用 CMOS 工艺,并与 MCS-51 兼容。与 MCS-51 相比较,80C51 已有很大发展,然而,当前 Silabs 公司发展的 C8051F 系列在许多方面已超出目前 8 位单片机水平,在 80C51 的技术基础上有了很多新的突破。

迄今为止,MCS-51 已成为 8 位机中运行最慢的系列。为了提升速度,DALLAS 公司和 PHILIPS 公司采用传统的改变总线速度的办法,将机器周期从 12 个缩短到 4 个和 6 个,速度提升有限。Silabs 公司在提升 8051 速度方面采取了新的途径,即设法在保持 CISC 结构及指令系统不变的情况下,对指令运行实行流水作业,推出了 CIP-51 的 CPU 模式。在这种模式中,废除了机器周期的概念,指令以时钟周期为运行单位,平均每个时钟可以执行完 1 条单周期指令,从而大大提高了指令运行速度。与 8051 相比,在相同时钟下单周期指令运行速度为原来的 12 倍;整个指令集平均运行速度为原 8051 的 9.5 倍,从而使 8051 兼容机系列进入了 8

位高速单片机行列。

迄今为止, I/O 端口大都固定为某个特殊功能的输入/输出口, 可以是单功能或多功能的, I/O 端口可编程选择为单向/双向以及上拉、开漏等。固定方式的 I/O 端口既占用引脚多, 配置又不够灵活。为此, Scenix 公司在推出的 8 位 SX 单片机系列中, 采取虚拟外设的方法将 I/O 的固定方式转变为软件设定方式。而在 C8051F 中, 则采用开关网络以硬件方式实现 I/O 端口的灵活配置, 如图 1.4 所示。在这种通过交叉开关配置的 I/O 端口系统中, 单片机外部为通用 I/O 口, 如 P0 口、P1 口和 P2 口; 内有输入/输出的电路单元通过相应的配置寄存器控制的交叉开关配置到所选择的端口上。

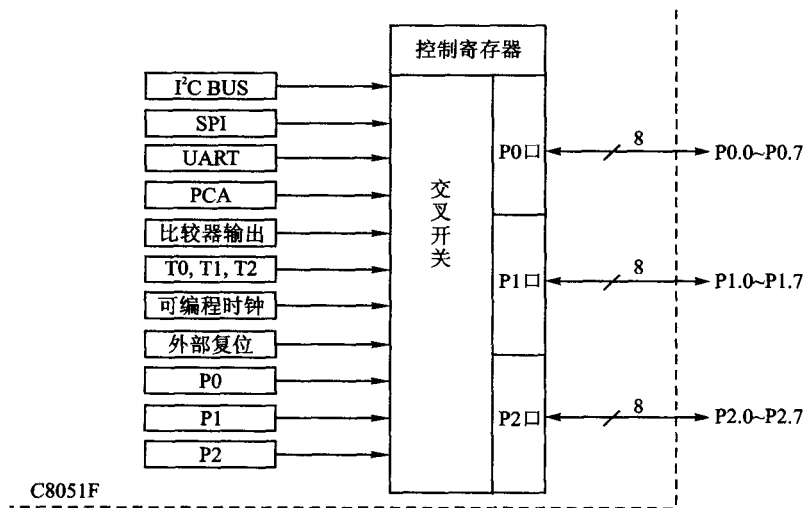


图 1.4 交叉开关配制的 I/O

早期单片机都是用一个时钟控制片内所有时序。进入 CMOS 时代后, 由于低功耗设计的要求, 出现了在一个主时钟下 CPU 运行速度可选择在不同的时钟频率下操作的情况, 或设置成高、低两个主时钟, 按系统操作要求选择合适的时钟速度, 或关闭时钟。而 Silabs 公司的 C8051F 则提供了一个完整而先进的时钟系统。在这个系统中, 片内设置有一个可编程的时钟振荡器(无须外部器件), 可提供 2 MHz、4 MHz、8 MHz 和 16 MHz 时钟的编程设定。外部振荡器可选择 4 种方式, 当程序运行时, 可实现内外时钟的动态切换。编程选择的时钟输出 CYSCLK 除供片内使用外, 还可从随意选择的 I/O 端口输出。

C8051F 在 8 位单片机中率先配置了标准的 JTAG (Joint Test Action Group) 下载接口。引入 JTAG 接口将使 8 位单片机传统的仿真调试产生彻底的变革——在上位机软件支持下, 通过串行的 JTAG 接口直接对产品系统进行仿真调试。C8051F 的 JTAG 接口不仅支持 Flash ROM 的读/写操作及非侵入式在系统调试, 它的 JTAG 逻辑还为在系统测试提供边界