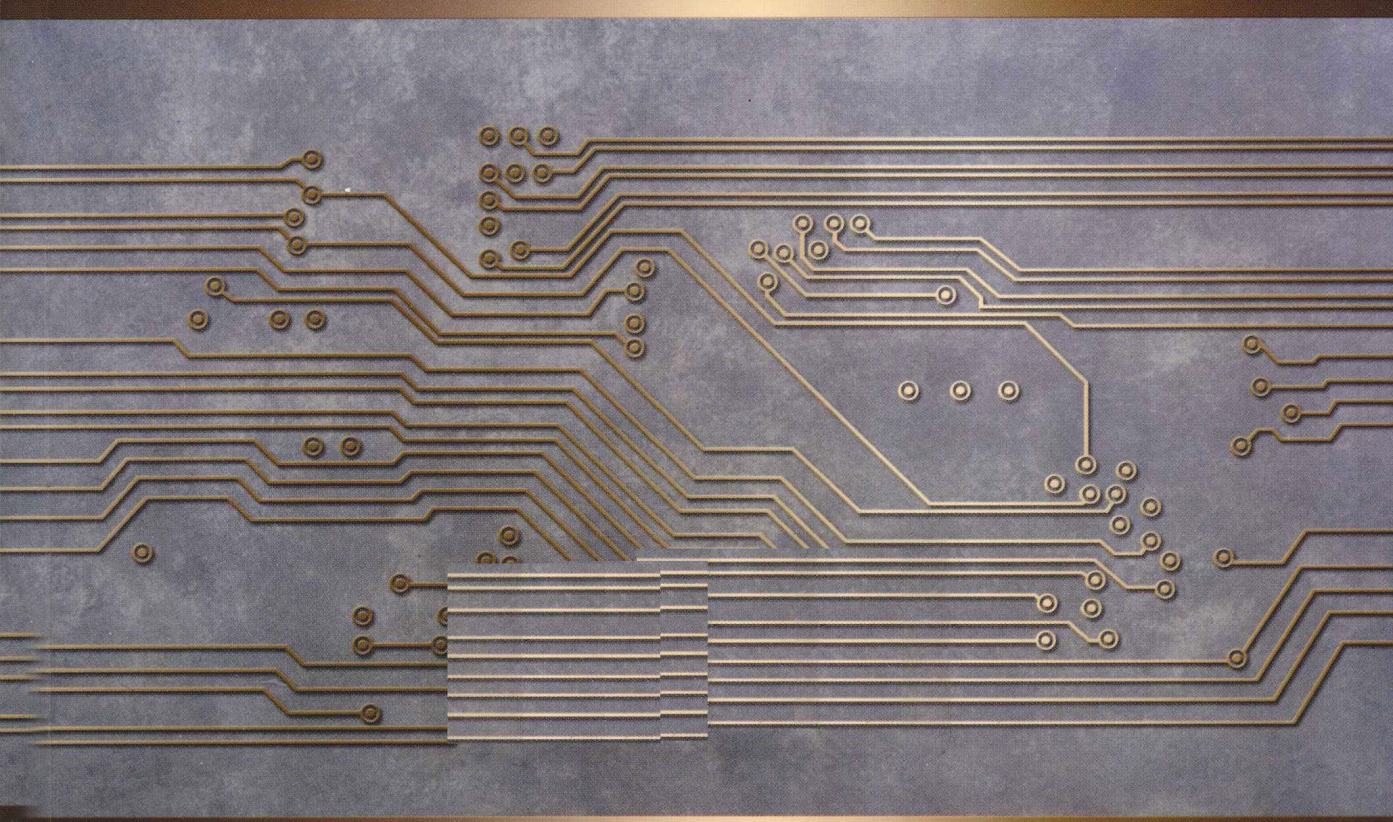


新编电气与电子信息类高等教育规划教材

STC系列增强型8051单片机

原理与应用

丁向荣 主编 王芳楷 副主编 姚永平 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编电气与电子信息类高等教育规划教材

STC 系列增强型 8051 单片机原理与应用

丁向荣 主 编

王芳楷 副主编

姚永平 主 审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 STC 系列增强型 STC11F08XE 单片机为主线,介绍增强型 8051 单片机的硬件结构与指令系统、汇编语言程序设计、C51 语言程序设计、内部接口与应用编程以及单片机应用系统的设计,提出多种实践模式:Keil C 集成开发环境、Proteus 仿真软件以及实物运行开发环境,使得单片机的学习与应用变得更简单、更清晰。

本书可作为普通高等学校计算机类、电子信息类、电气自动化与机电一体化等专业的单片机教学用书,基础较好的高职高专也可选用本书。此外,本书可作为电子设计竞赛、电子设计工程师考证的培训教材,也是单片机应用技术爱好者的自学教材和单片机应用工程技术人员的重要参考书籍。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

STC 系列增强型 8051 单片机原理与应用 / 丁向荣主编. —北京:电子工业出版社, 2011. 1
新编电气与电子信息类高等教育规划教材
ISBN 978-7-121-12323-8

I. ①S… II. ①丁… III. ①单片微型计算机—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 225523 号

策 划:陈晓明

责任编辑:赵云峰 特约编辑:张晓雪

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518 千字

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:34.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

STC 系列单片机传承于 INTEL 8051 单片机，但在传统 8051 单片机框架基础上注入了新鲜血液，焕发出新的“青春”，在性能上进行了改进，在功能上进行了扩展。STC 单片机的在线下载程序功能（可节省仿真器、编程器）以及分系列的资源配置，增加了单片机型号的选择性，可根据单片机应用系统的功能要求选择合适的单片机，从而降低单片机应用系统的开发难度与开发成本，使得单片机应用系统更加简单、实效，提高了产品性能价格比。因此，相比传统的 8051 单片机具有强大的优势，STC 单片机在我国应用市场中已占有较大的比例。传统的 8051 单片机教学与传统的 8051 单片机教材，与现实中使用的单片机存在较大的差距，本教材的编写动机也正来源于此。本教材选用较有代表性的 1T（1 个机器周期为 1 个系统周期）基本型单片机 - STC11F08XE 为教学机型。

STC 系列单片机的指令系统和标准的 8051 内核完全兼容，因此，原来讲解 8051 单片机的师资力量可以充分发挥以前讲解单片机原理及应用课程的经验；对于具有 8051 单片机知识的读者，也不存在转型困难的问题。

教材力求实用性、应用性与易学性，以提高读者的工程设计能力与实践动手能力为目标。本书具有以下几方面的特点；

1. 单片机机型贴近生产实际：STC 单片机是我国 8 位单片机应用中市场占有率最高的，更难能可贵的是，STC 单片机是我国本土的 MCU。

2. 采用“双”语言编程：在绝大多数应用程序的编程中，是采用汇编语言和 C 语言（C51）同步编程。采用汇编语言编程更有利于加强对单片机的理解，而 C51 在功能、结构上以及可读性、可移植性、可维护性更有非常明显的优势。

3. 理论联系实际，在学习单片机指令系统前的第 2 章就专门介绍了单片机应用的开发工具，贯穿程序的编辑、编译、下载与调试。强化单片机知识的应用性与实践性，不论是一条指令，或若干条指令，或一个程序段都可以用开发工具进行仿真调试或在线联机调试。

4. 强化单片机应用系统的概念，学习单片机就是为了能开发与制作有具体意义的单片机应用系统，第 10 章着重介绍了单片机基本的外围接口技术与典型单片机应用系统的设计与开发。

5. 在教材的编写中，直接与 STC 单片机的创始人姚永平先生进行密切沟通与交流，姚永平先生亲自担任本教材的主编，确保了教材内容的系统性与正确性。

林端、冯建明在部分程序的编写和调试中给予了很大的帮助，深圳宏晶科技有限公司范建军工程师在技术上给予了大力支持和帮助，深圳宏晶科技有限公司姚永平总经理对全书进行了认真审阅。在此，对所有提供帮助的人表示感谢！

由于编者水平有限。书中定有疏漏和不妥之处，敬请读者不吝指正。

欢迎读者发电子邮件到：dingxiangrong65@163.com，提供宝贵意见，与作者进行沟通与交流。

编著者

2010 年 5 月

序

21 世纪世界全面进入了计算机智能控制/计算机时代，而其中的一个重要方向就是以单片机为代表的嵌入式计算机控制/计算。由于最适合中国工程师/学生入门的 8051 单片机有 30 多年的应用历史，绝大部分工科院校均有此必修课，有几十万名对该单片机十分熟悉的工程师可以相互交流开发/学习心得，有大量的经典程序和电路可以直接套用，从而大幅降低了开发风险，极大地提高了开发效率，这也是宏晶科技基于 8051 系列单片机产品的巨大优势。

Intel 8051 技术诞生于 20 世纪 70 年代，不可避免地面临着落伍的危险，如果不对其进行大规模创新，我国的单片机教学与应用就会陷入被动局面。为此，宏晶科技对 8051 单片机进行了全面的技术升级与创新：全部采用 Flash 技术（可反复编程 10 万次以上）和 ISP/IAP（在系统可编程/在应用可编程）技术；针对抗干扰进行了专门设计；进行了特别加密设计，如宏晶 STC15 系列现无法解密；对传统 8051 进行了提速，指令最快提高了 24 倍；大幅度提高了集成度，如集成了 A/D、D/A（PWM）、看门狗、复位电路、内部高精度时钟、EEPROM 等。

在中国民间草根企业掌握了 Intel 8051 单片机技术，以“初生牛犊不怕虎”的精神，击溃了欧美竞争对手之后，正在向 32 位前进途中，此时欣闻官方国家队也已掌握了 Intel 80386 通用 CPU 技术，不由想起“老骥伏枥，志在千里”这句话，相信经过数代人艰苦奋斗，我们一定会赶上和超过世界先进水平！

明知山有虎，偏向虎山行。

感谢 Intel 公司发明了经久不衰的 8051 体系结构，感谢丁向荣老师的新书，保证了中国 30 年来的单片机教学与世界同步。

宏晶科技：姚永平
www. STCMCU. com
2010 年 6 月

目 录

第 1 章 STC11F08XE 单片机的增强型 8051 内核	(1)
1.1 STC 单片机概述	(1)
1.1.1 单片机的概念	(1)
1.1.2 常见单片机	(1)
1.1.3 STC 系列单片机	(2)
1.2 STC11F08XE 单片机的引脚	(3)
1.3 STC11F08XE 单片机的内部结构	(5)
1.3.1 STC11F08XE 单片机的内部结构框图	(5)
1.3.2 CPU 结构	(6)
1.4 STC11F08XE 单片机的存储结构	(7)
1.5 STC11F08XE 单片机的并行 I/O 口	(12)
1.5.1 STC11F08XE 单片机的并行 I/O 口与工作模式	(12)
1.5.2 STC11F08XE 单片机的并行 I/O 口的结构	(14)
1.5.3 STC11F08XE 单片机并行 I/O 口的使用注意事项	(16)
1.6 STC11F08XE 单片机的时钟与复位	(18)
1.6.1 STC11F08XE 单片机的时钟	(18)
1.6.2 STC11F08XE 单片机的复位	(19)
本章小结	(21)
习题 1	(22)
第 2 章 单片机应用的开发工具	(23)
2.1 Keil μ Vision 2 集成开发环境	(23)
2.1.1 Keil μ Vision 2 集成开发环境概述	(23)
2.1.2 Keil C 集成开发环境下的程序编辑、编译与调试	(24)
2.2 STC 系列单片机程序的在线编程与 STC 仿真器	(28)
2.2.1 STC 系列单片机程序的在线下载电路	(28)
2.2.2 STC 系列单片机 PC 端下载软件的使用	(30)
*2.2.3 STC 仿真器	(31)
2.3 单片机学习的实践模式	(33)
2.3.1 仿真模式	(33)
2.3.2 在线系统调试模式	(37)
本章小结	(42)
习题 2	(42)
第 3 章 STC11F08XE 单片机的指令系统	(43)
3.1 概述	(43)
3.2 数据传送类指令	(48)

3.3	算术运算类指令	(55)
3.4	逻辑运算与循环移位类指令 (24 条)	(61)
3.5	控制转移类指令 (17 条)	(64)
3.6	位操作类指令 (17 条)	(71)
	本章小结	(75)
	习题 3	(75)
第 4 章	STC11F08XE 单片机的程序设计	(79)
4.1	汇编语言程序设计	(79)
4.1.1	汇编语言程序设计基础	(79)
4.1.2	基本程序结构与程序设计举例	(84)
4.2	C51 程序设计	(94)
4.2.1	C51 基础	(94)
4.2.2	C51 程序设计	(102)
	本章小结	(110)
	习题 4	(110)
第 5 章	STC11F08XE 单片机存储器的应用	(112)
5.1	STC11F08XE 单片机的程序存储器	(112)
5.2	STC11F08XE 单片机的基本 RAM	(113)
5.3	STC11F08XE 单片机的扩展 RAM (XRAM)	(114)
5.4	STC11F08XE 单片机的 EEPROM (数据 FLASH)	(119)
	本章小结	(127)
	习题 5	(128)
第 6 章	STC11F08XE 单片机中断系统	(129)
6.1	中断系统概述	(129)
6.1.1	中断系统的几个概念	(129)
6.1.2	中断的技术优势	(130)
6.1.3	中断系统需要解决的问题	(130)
6.2	STC11F08XE 单片机的中断系统	(131)
6.2.1	STC11F08XE 单片机的中断源	(131)
6.2.2	STC11F08XE 单片机的中断控制	(133)
6.2.3	STC11F08XE 单片机的中断处理过程	(135)
6.2.4	STC11F08XE 单片机中断应用举例	(138)
6.3	STC11F08XE 单片机外部中断的扩展	(139)
	本章小结	(142)
	习题 6	(142)
第 7 章	STC11F08XE 单片机的定时/计数器	(143)
7.1	STC11F08XE 单片机定时/计数器的结构和工作原理	(143)
7.2	STC11F08XE 单片机定时/计数器的控制	(144)
7.3	STC11F08XE 单片机定时/计数器的工作方式	(146)
7.4	STC11F08XE 单片机定时/计数器的应用举例	(152)
7.4.1	STC11F08XE 单片机定时/计数器的定时应用	(152)
7.4.2	STC11F08XE 单片机定时/计数器的计数应用	(156)

7.4.3	单片机秒表的设计	(158)
7.5	STC11F08XE 单片机的可编程时钟输出功能	(161)
7.5.1	STC11F08XE 单片机的可编程时钟: CLKOUT0、CLKOUT1、CLKOUT2	(161)
7.5.2	STC11F08XE 单片机可编程时钟的应用举例	(162)
	本章小结	(163)
	习题7	(164)
第8章	STC11F08XE 单片机的串行口	(165)
8.1	串行通信基础	(165)
8.1.1	串行通信的分类	(165)
8.1.2	串行通信的传输方向	(167)
8.2	STC11F08XE 单片机的串行接口	(168)
8.2.1	串行口结构	(168)
8.2.2	串行口的控制寄存器	(168)
8.2.3	串行口的工作方式	(170)
8.2.4	串行口的波特率	(173)
8.2.5	串行口的应用举例	(175)
8.3	STC11F08XE 单片机与 PC 机的通信	(188)
8.3.1	串行通信总线标准及其接口	(188)
8.3.2	单片机与 PC 机串行通信的接口设计	(192)
8.3.3	单片机与 PC 机串行通信的程序设计	(192)
8.4	STC11F08XE 单片机串行口的扩展功能	(194)
8.4.1	STC11F08XE 单片机串行口数据通道的切换	(194)
8.4.2	STC11F08XE 单片机的独立波特率发生器	(195)
	本章小结	(195)
	习题8	(196)
第9章	STC11F08XE 单片机的节能工作模式与看门狗电路	(197)
9.1	STC11F08XE 单片机的节能工作模式	(197)
9.1.1	STC11F08XE 单片机的慢速模式	(197)
9.1.2	STC11F08XE 单片机的空闲(等待)模式与停机(掉电)模式	(198)
9.2	STC11F08XE 单片机的看门狗定时器	(204)
9.2.1	看门狗定时器	(204)
9.2.2	STC11F08XE 单片机的看门狗定时器	(205)
9.2.3	STC11F08XE 单片机的看门狗定时器的使用	(206)
	本章小结	(207)
	习题9	(207)
第10章	STC11F08XE 单片机应用系统设计	(208)
10.1	STC11F08XE 单片机常用接口设计	(208)
10.1.1	键盘接口与应用实例	(208)
10.1.2	LED 数码显示接口与应用实例	(216)
10.1.3	LCD 显示接口与应用实例	(222)
10.2	串行总线接口技术与应用设计	(253)
10.2.1	单总线数字温度传感器 DS18B20 与应用实例	(253)

10.2.2	I ² C 串行总线与 PCF8563 的应用实例	(262)
10.3	智能小车的软/硬件设计	(277)
10.3.1	智能小车功能	(277)
10.3.2	智能小车的硬件设计	(278)
10.3.3	智能小车的软件设计	(281)
10.4	步进电动机应用的软/硬件设计	(289)
10.4.1	步进电动机概述	(289)
10.4.2	步进电动机的控制	(290)
11.4.3	步进电动机的应用设计	(290)
	本章小结	(296)
	习题 10	(297)
附录 A	ASCII 码表	(298)
附录 B	STC11F08XE 单片机指令系统表	(299)
附录 C	制作单片机的寄存器定义文件	(304)
附录 D	ISP 的自定义下载	(305)
附录 E	常用系列典型型号单片机的功能特性	(310)
	参考文献	(313)

第 1 章 STC11F08XE 单片机的增强型 8051 内核

1.1 STC 单片机概述

1.1.1 单片机的概念

将微型计算机的基本组成部分（CPU、存储器、I/O 接口以及连接它们的总线）集成在一块芯片中而构成的计算机，称为单片微型计算机，简称单片机（Single-chip Microcomputer）。考虑到它的实质是用作控制，现已普遍改用微控制器（Micro Controller）一词，缩写为 MCU（Micro Controller Unit）。

由于单片机是完全作嵌入式应用，故又称为嵌入式微控制器。根据单片机数据总线的宽度不同，单片机主要可分为 4 位机、8 位机、16 位机和 32 位机。在高端应用（图形图像处理与通信等）中，32 位机应用已越来越普及；但在中、低端控制应用中，而且在将来较长一段时间内，8 位单片机仍是单片机的主流机种，近期推出的增强型单片机产品内部集成有高速 I/O 接口、ADC、DAC、PWM、WDT 等接口部件，并在低电压、低功耗、串行扩展总线、程序存储器类型、存储器容量和开发方式（在线系统编程 ISP）等方式都有较大的发展。

由于单片机具有较高的性能价格比、良好的控制性能和灵活的嵌入特性，使单片机在各个领域里都获得了极为广泛的应用。

1.1.2 常见单片机

1. 8051 内核单片机

8051 内核单片机应用比较广泛，常见的 8051 内核单片机有以下几种：

(1) Intel 公司的 MCS-51 系列单片机。MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司研发的，该系列有 8031、8032、8051、8052、8751、8752 等多种产品。MCS-51 系列单片机的典型产品是 8051，其构成了 8051 单片机的标准。MCS-51 系列单片机的资源配置见表 1.1。

表 1.1 MCS-51 系列单片机的内部资源

型 号	程序存储器	数据存储器	定时器/计数器	并行 I/O 口	串行口	中断源
8031	无	128B	2	32	1	5
8032	无	256B	3	32	1	6
8051	4KB ROM	128B	2	32	1	5
8052	8KB ROM	256B	3	32	1	6
8751	4KB EPROM	128B	2	32	1	5
8752	8KB EPROM	256B	3	32	1	6

目前, Intel 公司已经将 8051 内核转让给其他公司, Intel 公司本身已不生产 MCS-51 系列单片机, 现在应用的 8051 单片机已不再是传统的 MCS-51 系列单片机。获得 8051 内核的厂商, 在该内核基础上进行了功能扩展与性能改进。以下所列是比较典型的 8051 内核单片机。

- ① 深圳市宏晶科技公司的 STC 系列单片机。公司网址: <http://www.STCMCU.com>。
- ② 荷兰 PHILIPS 公司的 8051 内核单片机。公司网址: <http://www.philips.com>。
- ③ 美国 Atmel 公司的 89 系列单片机。公司网址: <http://www.atmel.com>。

2. 其他单片机

除了 8051 内核单片机以外, 比较有代表性的单片机还有以下几种:

- (1) Freescale 公司的 MC68 系列单片机、MC9S08 系列单片机 (8 位)、MC9S12 系列单片机 (16 位) 以及 32 位单片机。公司网址: <http://www.freescale.com.cn>。
- (2) 美国 Microchip 公司的 PIC 系列单片机。公司网址: <http://www.microchip.com>。
- (3) 美国 TI 公司的 MSP430 系列 16 位单片机。公司网址: <http://www.ti.com.cn>。
- (4) 日本 National 公司的 COP8 系列单片机。公司网址: <http://www.national.com.cn>。
- (5) 美国 Atmel 公司的 AVR 系列单片机。公司网址: <http://www.atmel.com>。等等。

单片机技术的发展, 可以说是产品多样化和系列化, 用户可以根据自己的实际需求进行选择。

单片机技术虽然缺乏统一的标准, 但单片机的基本工作原理都是一样的, 主要区别在于包含的资源不同、编程语言的格式不同。当使用 C 语言进行编程时, 编程语言的差别就很小了。因此, 只要学好了一种单片机, 使用其他单片机时, 只需仔细阅读相应的技术文档就可以进行项目或产品的开发。

1.1.3 STC 系列单片机

STC 系列单片机是深圳宏晶科技公司研发的增强型 8051 内核单片机, 相对于传统的 8051 内核单片机, 在片内资源、性能以及工作速度上都有很大的改进, 尤其采用了基于 Flash 的在线系统编程 (ISP) 技术, 使得单片机应用系统的开发变得简单了, 无需仿真器或专用编程器就可进行单片机应用系统的开发了, 同样也方便了单片机的学习。

STC 单片机产品系列化、种类多, 现有超过百种的单片机产品, 能满足不同单片机应用系统的控制需求。按照工作速度与片内资源配置的不同, STC 系列单片机有若干个系列产品。按照工作速度可分为 12T/6T 和 1T 系列产品: 12T/6T 产品是指一个机器周期可设置为 12 个时钟或 6 个时钟, 包含 STC89 和 STC90 两个系列; 1T 产品是指一个机器周期仅为 1 个时钟, 包含 STC11/10 和 STC12/15 等系列。STC89、STC90 和 STC11/10 系列属基本配置, 而 STC12/15 系列产品则相应地增加了 PWM、A/D 和 SPI 等接口模块。在每个系列中包含若干个产品, 其差异主要是片内资源数量上的差异。在应用选型时, 应根据控制系统的实际需求, 选择合适的单片机, 即单片机内部资源要尽可能地满足控制系统要求, 而减少外部接口电路, 同时, 选择片内资源时遵循“够用”原则, 极大地保证单片机应用系统的高性能价格比和高可靠性。

下面介绍 STC11 系列中的 STC11F08XE 单片机为教学机型, 全面学习 STC 单片机 (增强型 8051 单片机) 技术以及培养 STC 单片机的应用设计能力。

1.2 STC11F08XE 单片机的引脚

STC11F08XE 单片机是 STC11 系列单片机的典型产品，集成以下资源：

- 增强型 8051 CPU。
- 8KB Flash 程序存储器。
- 1280 字节 RAM。
- 32KB 数据 Flash (EEPROM)。
- 两个 16 位定时器/计数器。
- 全双工异步串行口 (UART)。
- 最多 40 根 I/O 口线。
- MAX810 专用复位电路和硬件看门狗。

STC11F08XE 单片机有 SOP-16/DIP-16、DIP-18、SOP-20/DIP-20、DIP-40、LQFP-44 等封装形式，其中 SOP-16/DIP-16、DIP-40 与 SOP-20/DIP-20 的引脚图如图 1.1 (a)、(b)、(c) 所示。

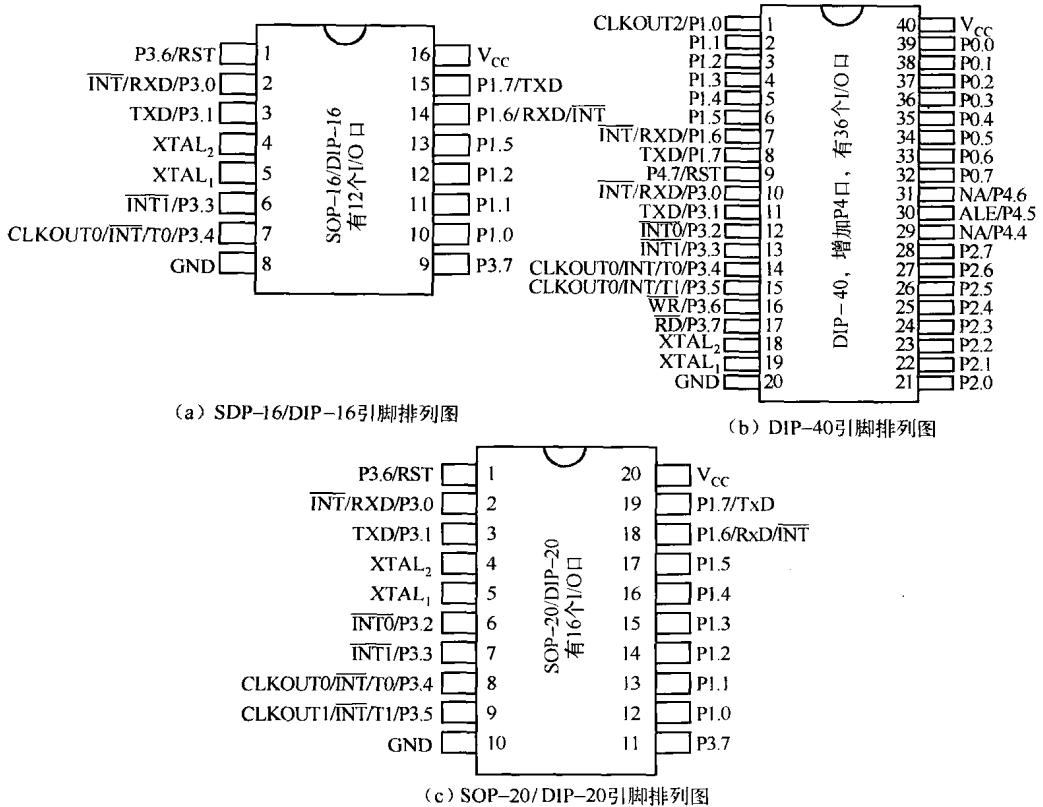


图 1.1 STC11F08XE 单片机的引脚图

DIP-40 封装 STC11F08XE 单片机逻辑符号图如图 1.2 所示。

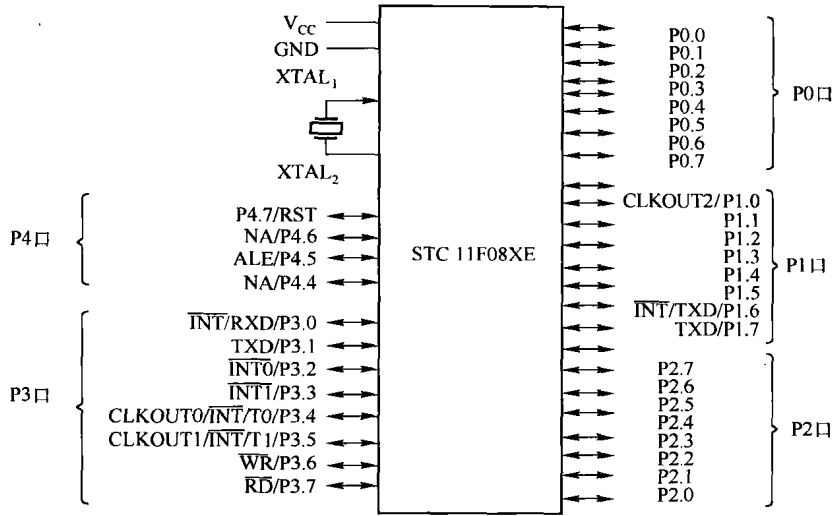


图 1.2 STC11F08XE 单片机 (40 引脚封装) 的逻辑符号图

各引脚功能描述如下：

1. 电源引脚

- (1) V_{CC} ：接电源正极。
- (2) GND：接电源地。

2. 复位引脚 RST/P4.7

当振荡器运行时，在此引脚上出现数个时钟周期的高电平将使单片机复位。

STC11F08XE 单片机内部集成 MAX810 专用复位电路，可以不使用外部复位电路，此时，RST 引脚可设置为 I/O 口 P4.7，在 ISP 下载程序时设置。外部复位电路也可以和内部复位电路并存，内部复位信号与外部复位信号是逻辑或关系，典型上电复位与按键复位电路如图 1.3 所示。

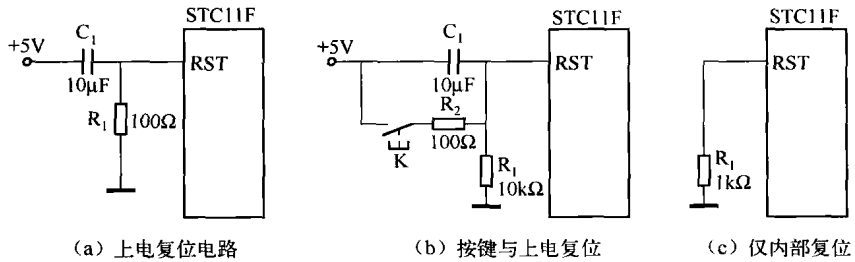


图 1.3 单片机的复位电路

3. 外接晶体引脚

XTAL₁ 和 XTAL₂ 是芯片内部一个反相放大器的输入端和输出端。

STC11F08XE 单片机是 1T 型 8051 单片机，一个机器周期为一个时钟周期。STC11F08XE 单片机的工作时钟可以使用内部 RC 振荡器或者使用外部振荡器时钟，在利用 ISP 功能对 STC11F08XE 单片机下载用户程序的选项设置中进行选择，具体设置方法请参阅后续内容。

STC11F08XE 单片机的出厂标准配置是使用外部时钟，如选用内部 RC 时钟（注：应先采用含外部时钟的电路下载程序），此时，XTAL₁ 和 XTAL₂ 引脚悬空。STC11F08XE 单片机常温下内部时钟频率为 5 ~ 6.9MHz，但由于受温度和制造误差的影响，实际时钟频率会出现偏差，因此，使用内部 RC 振荡器只适用于对时钟要求不高的应用场合。

使用外部振荡器产生时钟时，单片机时钟信号由 XTAL₁、XTAL₂ 引脚外接晶振产生时钟信号，或直接从 XTAL₁ 输入外部时钟信号源。

采用外接晶振来产生时钟信号，如图 1.4 (a) 所示，时钟信号的频率取决于晶振的频率，电容器 C₁ 和 C₂ 的作用是稳定频率和快速起振，一般取值为 5 ~ 47pF，典型值为 47pF 或 30pF。STC11F08XE 单片机的时钟频率最大可达 35MHz。

当从 XTAL₁ 端直接输入外部时钟信号源时，XTAL₂ 端悬空，如图 1.4 (b) 所示。

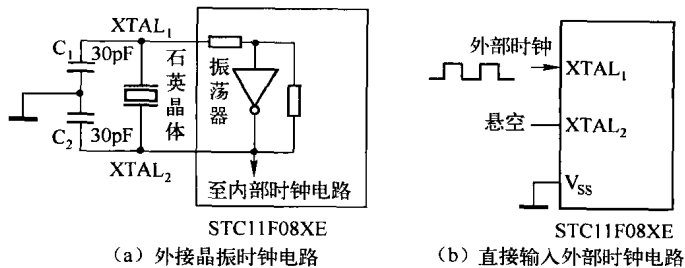


图 1.4 STC11F08XE 单片机的外部时钟电路

4. 输入/输出 (I/O) 及复用功能引脚

STC11F08XE 单片机共有 36 个 I/O 口线，每个 I/O 口线可设置成 4 种工作模式：准双向口（传统 8051 单片机输入输出模式）、推挽输出、仅为输入（高阻状态）与开漏输出（注：可输入）。每根 I/O 口线的驱动能力均可达 20mA，但整个芯片的驱动能力最大不能超过 120mA。用作输入时，2.2V 以上为高电平，0.8V 以下为低电平。有许多 I/O 口线具有复用功能，各个 I/O 口的详细介绍参阅 1.5 节。

1.3 STC11F08XE 单片机的内部结构

1.3.1 STC11F08XE 单片机的内部结构框图

STC11F08XE 单片机的内部结构框图如图 1.5 所示。STC11F08XE 单片机包含 CPU、程

序存储器、数据存储器、EEPROM（数据 Flash）、定时器/计数器、串行口、中断系统以及硬件看门狗、电源监控、专用复位电路、内部 RC 振荡器等模块。

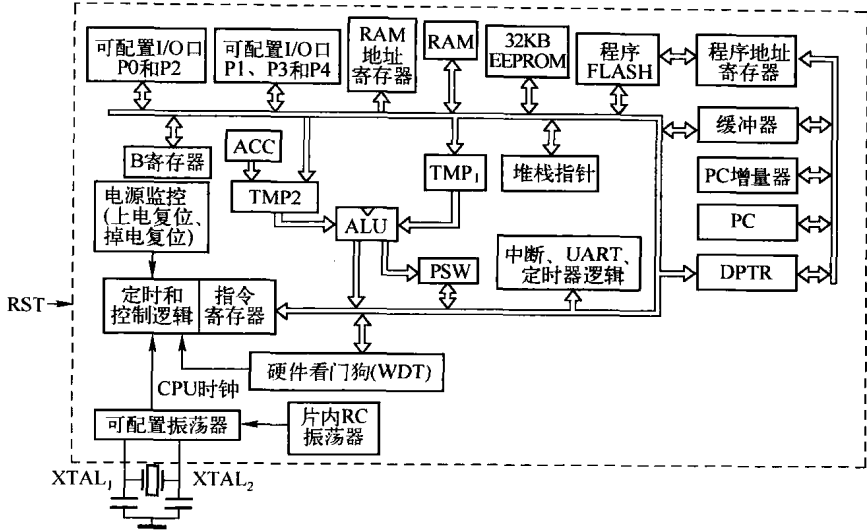


图 1.5 STC11F08XE 单片机的内部结构框图

1.3.2 CPU 结构

单片机的中央处理器 CPU 由运算器和控制器组成。它的作用是读入并分析每条指令，根据各指令功能控制单片机的各功能部件执行指定的运算或操作。

1. 运算器

运算器由算术/逻辑运算部件 ALU、累加器 ACC、寄存器 B、暂存器（TMP₁，TMP₂）和程序状态标志寄存器 PSW 组成。它所完成的任务是实现算术与逻辑运算、位变量处理与传送等操作。

ALU 功能极强，既可实现 8 位二进制数据的加、减、乘、除算术运算和与、或、非、异或、循环等逻辑运算，同时还具有一般微处理器所不具备的位处理功能。

累加器 ACC，又记作 A，用于向 ALU 提供操作数和存放运算结果，是 CPU 中工作最频繁的寄存器，大多数指令的执行都要通过累加器 ACC 进行。

寄存器 B 是专门为乘法和除法运算设置的寄存器，用于存放乘法和除法运算的操作数和运算结果。对于其他指令，可作普通寄存器使用。

程序状态标志寄存器 PSW，简称程序状态字。它用来保存 ALU 运算结果的特征和处理状态。这些特征和状态可以作为控制程序转移的条件，供程序判别和查询。PSW 的各位定义如下所示：

	地址	B ₇	B ₆	B ₅	B ₄	B ₃	B ₂	B ₁	B ₀	复位值
PSW	DOH	CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	F1	P	0000 0000

CY: 进位标志位。执行加/减法指令时, 如果操作结果的最高位出现进/借位, 则 CY 置“1”, 否则清零。执行乘法运算后, CY 清零。

AC: 辅助进位标志位。当执行加/减法指令时, 如果低 4 位数向高 4 位数产生进/借位, 则 AC 置“1”, 否则清零。

FO: 用户标志 0。该位是由用户定义的一个状态标志。

RS1、RS0: 工作寄存器组选择控制位。

OV: 溢出标志位。指示运算过程中是否发生了溢出。有溢出(当最高位与次高位的进位情况不一致时, 即为有溢出)时, $OV = 1$; 无溢出(当最高位与次高位的进位情况一致, 即为无溢出)时, $OV = 0$ 。

F1: 用户标志 1。该位也由用户定义的一个状态标志。

P: 奇偶标志位。如果累加器 ACC 中 1 的个数为偶数, $P = 0$; 否则 $P = 1$ 。在具有奇偶校验的串行数据通信中, 可以根据 P 设置奇偶校验位。

2. 控制器

控制器是 CPU 的指挥中心, 由指令寄存器 IR、指令译码器 ID、定时及控制逻辑电路以及程序计数器 PC 等组成。

程序计数器 PC 是一个 16 位的计数器(注意: PC 不属于特殊功能寄存器), 它总是存放着下一个要取指令字节的 16 位程序存储器存储单元的地址, 并且每取完一个字节后, PC 的内容自动加 1, 为取下一个字节做准备。因此, 一般情况下, CPU 是按指令顺序执行程序。只有在执行转移类、子程序调用类指令和中断响应时例外, 那时 PC 的内容不再加 1, 而是由指令或中断响应过程自动给 PC 置入新的地址。PC 指到哪里, CPU 就从哪里开始执行程序。

指令寄存器 IR 保存当前正在执行的指令。执行一条指令, 先要把它从程序存储器取到指令寄存器 IR 中。指令内容包含操作码和地址码两部分, 操作码送指令译码器 ID, 并形成相应指令的微操作信号; 地址码送操作数形成电路以便形成实际的操作数地址。

定时与控制是微处理器的核心部件, 它的任务是控制取指令、执行指令、存取操作数或运算结果等操作, 向其他部件发出各种微操作信号, 协调各部件工作, 完成指令指定的工作任务。

1.4 STC11F08XE 单片机的存储结构

STC11F08XE 单片机存储器结构的主要特点是程序存储器与数据存储器是分开编址的, 在物理上有 4 个相互独立的存储器空间: 程序存储器(程序 Flash)、片内基本 RAM、片内扩展 RAM 与 EEPROM(数据 Flash), 如图 1.6 所示。

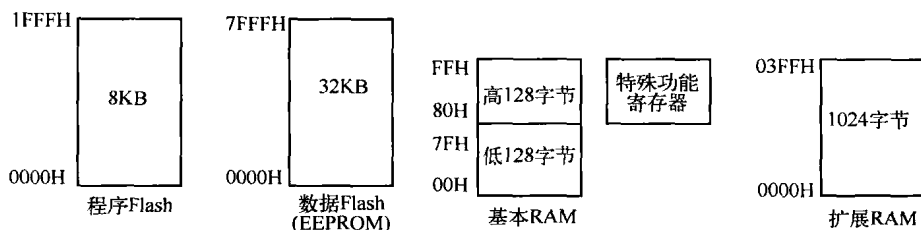


图 1.6 STC11F08XE 单片机的存储器结构

1. 程序存储器 (程序 Flash)

程序存储器用于存放用户程序、数据和表格等信息。STC11F08XE 单片机片内集成了 8KB 的程序 Flash 存储器，其地址为 0000H ~ 1FFFH。

在程序存储器中有些特殊的单元，在应用时要加以注意。

(1) 0000H 单元。系统复位后，PC 值为 0000H，单片机从 0000H 单元开始执行程序。因此，一般在 0000H 开始的三个单元中存放一条无条件转移指令，让 CPU 去执行用户指定位置的主程序，

(2) 0003H ~ 0033H，这些单元用作中断服务程序的入口地址（或称为中断向量）。

0003H：外部中断 0 中断服务程序的入口地址。

000BH：定时/计数器 0 中断服务程序的入口地址。

0013H：外部中断 1 中断服务程序的入口地址。

001BH：定时/计数器 1 中断服务程序的入口地址。

0023H：串行口中断服务程序的入口地址。

002BH：预留。

0033H：LVD（内部低电压检测）中断服务程序的入口地址。

每个中断向量间相隔 8 个存储单元。编程时，通常在这些入口地址开始处放入一条无条件转移指令，指向真正存放中断服务程序的入口处。只有在中断服务程序较短时，才可以将中断服务程序直接存放在相应入口地址开始的几个单元中。

2. 基本 RAM

片内基本 RAM 分为低 128 字节、高 128 字节和特殊功能寄存器（SFR）。

(1) 低 128 字节。低 128 字节根据 RAM 作用的差异性，又分为工作寄存器区、位寻址区和通用 RAM 区（堆栈、数据缓冲区），如图 1.7 所示。

① 工作寄存器区（00H ~ 1FH）。8051 单片机片内基本 RAM 低端的 32 个字节分成 4 个工作寄存器组，每组占用 8 个单元。但程序运行时，只能有一个工作寄存器组为当前工作寄存器组，当前工作寄存器组的存储单元可用作寄存器，即用寄存器符号（R₀、R₁、…、R₇）来表示。当前工作寄存器组的选择是通过程序状态字（PSW）中的 RS₁、RS₀ 实现的。RS₁、RS₀ 的状态与当前工作寄存器组的关系见表 1.2 所示。

表 1.2 8051 单片机工作寄存器地址表

组号	RS ₁	RS ₀	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
0	0	0	00H	01H	02H	03H	04H	05H	06H	07H
1	0	1	08H	09H	0AH	0BH	0CH	0DH	0EH	0FH
2	1	0	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H
3	1	1	18H	19H	1AH	1BH	1CH	1DH	1EH	1FH

当前工作寄存器组从某一工作寄存器组切换到另一个工作寄存器组，原来工作寄存器组的各寄存器的内容将被屏蔽保护起来。利用这一特性可以方便地完成快速现场保护任务。