

新编高等教育电子信息类规划教材

单片机原理与应用 (C语言版)

——基于STC15W201S系列单片机

丁向荣 编 著
姚永平 主 审



STC15W201S单片机内置时钟与复位电路，一颗芯片就是一个单片机最小系统；

STC15W201S单片机宽电源电压范围（2.4V~5.5V），应用范围更广；

采用C语言编程，有效降低单片机的学习难度；

精选应用实例，配备专门的实验与实训内容。

华信教育资源网上免费提供电子课件

新编高等教育电子信息类规划教材

单片机原理与应用 (C语言版)

——基于 STC15W201S 系列单片机

丁向荣 编著

姚永平 主审

TP368.1
896
电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

STC15 系列 8051 单片机内置时钟与复位电路,一颗芯片就是一个单片机最小系统,内置在线仿真功能,一颗芯片就是一个仿真器。本教材以 STC15W201S 单片机为学习机型,STC15W201S 单片机完全兼容传统 8051 单片机的指令系统,在资源配置上与传统 8051 单片机相近,但具备 STC15 系列单片机的优势性能。STC15W201S 单片机适合初学者学习与使用,本图书是单片机原理与应用的简明教程。

本书可作为应用型本科、高职院校应用电子技术、电子信息工程技术、电气自动化、机电一体化等专业“单片机原理与应用”课程的教学用书,特别适合于初学者自学,可作为单片机应用工程师随身参考资料。此外,可作为电子设计竞赛、电子设计工程师考证的培训教材。

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

单片机原理与应用:基于 STC15W201S 系列单片机:C 语言版/丁向荣编著. —北京:电子工业出版社,2014.12

ISBN 978-7-121-24635-7

I. ①单… II. ①丁… III. ①单片微型计算机-C 语言-程序设计-高等学校-教材 IV. ①TP368.1 ②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 246855 号

策 划:陈晓明

责任编辑:郭乃明

印 刷:北京京师印务有限公司

装 订:北京京师印务有限公司

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:11.25 字数:288 千字

版 次:2014 年 12 月第 1 版

印 次:2014 年 12 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,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 zls@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 Intel8051 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 单片机的在线下载编程功能（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、高效，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一定的差距，本教材的编写动机也正来源于此，保持单片机技术的教学与单片机技术的发展同步，保障单片机教学与单片机应用的无缝“链接”。

STC 作为中国本土 MCU 的领航者，现已发展了 STC89/90 系列、STC10/11 系列、STC12 系列、STC15 系列，STC 系列单片机的指令系统和标准的 8051 内核完全兼容，因此，原来讲授 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资源优势与丰富的经验。

本教材选用 STC 最新系列 STC15 系列的 STC15W201S 单片机作为主讲机型，STC15W201S 单片机完全兼容传统 8051 单片机的指令系统，在资源配置上与传统 8051 单片机相近，但具备 STC15 系列单片机的优势性能。围绕单片机的内部资源学习单片机的应用与编程，采用 C 语言编程，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。STC15W201S 单片机适合初学者学习与使用，本教材是单片机原理与应用的简明教程，适合应用职本科、高职、应用电子技术、电子信息工程技术、电气自动化技术、机电一体化等专业“单片机原理与应用”课程的教学用书。

为了保证单片机教学的实践性，作者同步开发了 STC15 系列单片机的通用开发板，该开发板是第七届、第八届全国信息技术应用水平大赛电子设计竞赛指定竞赛平台。

全书由丁向荣编著，深圳宏晶科技有限公司总经理姚永平先生担任主审。姚永平先生亲力亲为，对图书的筹划、编写、校核等各方面提出了宝贵的意见。参与资料收集及部分编写的还有郑培彬、陈龙远、吕泽权、胡美兰，在此，对以上人员致以诚挚的谢意。

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，可发电子邮件：dingxiangrong65@163.com，与作者进一步沟通与交流。有关图书的勘误信息也会动态地公布在深圳宏晶科技有限公司的官方网站上（www.stcmcu.com）。

编 者

2014 年 7 月于广州

目 录

第 1 章 STC15W201S 单片机结构与工作原理	(1)
1.1 微型计算机结构与单片机	(1)
1.1.1 微型计算机的基本结构与工作原理	(1)
1.1.2 单片机概述	(5)
1.2 STC15W201S 单片机结构与工作原理	(9)
1.2.1 STC15W201S 单片机的基本结构	(9)
1.2.2 STC15W201S 单片机的引脚与功能特性	(9)
1.2.3 STC15W201S 单片机 CPU 结构	(11)
1.2.4 STC15W201S 单片机的时钟	(12)
1.2.5 STC15W201S 单片机的复位	(13)
*1.2.6 STC15W201S 单片机的电源管理	(15)
*1.2.7 STC15W201S 单片机的看门狗定时器	(18)
1.3 STC15W201S 单片机的存储结构	(19)
1.4 STC15W201S 单片机的并行 I/O 口	(26)
本章小结	(29)
习题 1	(30)
第 2 章 STC15W201S 单片机的仿真与在线调试	(31)
2.1 Keil μ Vision4 集成开发环境	(31)
2.1.1 概述	(31)
2.1.2 应用 Keil μ Vision4 开发工具编辑、编译用户程序、生成机器代码	(32)
2.1.3 应用 Keil μ Vision4 集成开发环境调试用户程序	(38)
2.2 STC 系列单片机在线编程	(47)
2.2.1 STC 系列单片机在系统可编程 (ISP) 电路	(47)
2.2.2 安装 USB 转串口驱动程序	(48)
2.2.3 单片机应用程序的下载与运行	(49)
本章小结	(50)
习题 2	(51)
第 3 章 STC15W201S 单片机存储器的应用编程	(52)
3.1 C51 基础	(52)
3.1.1 Keil C51 编译器扩展的关键字	(52)

3.1.2	8051 系列单片机存储器的分配	(53)
3.1.3	8051 系列单片机内部接口的操作与控制	(54)
3.1.4	C51 中断函数	(58)
3.2	STC15W201S 单片机的程序存储器	(59)
3.3	STC15W201S 单片机的基本 RAM	(60)
3.4	STC15W201S 单片机的 EEPROM (数据 Flash)	(61)
	本章小结	(67)
	习题 3	(67)
第 4 章	STC15W201S 单片机的定时/计数器	(68)
4.1	STC15W201S 单片机定时/计数器 T0	(69)
4.1.1	STC15W201S 单片机定时/计数器 T0 的控制	(69)
4.1.2	STC15W201S 单片机定时/计数器 T0 的工作方式	(70)
4.2	STC15W201S 单片机的定时/计数器 T2	(72)
4.2.1	STC15W201S 单片机的定时/计数器 T2 的电路结构	(72)
4.2.2	STC15W201S 单片机的定时/计数器 T2 的控制寄存器	(73)
4.3	STC15W201S 单片机定时/计数器的应用举例	(73)
4.3.1	STC15W201S 单片机定时/计数器 (T0/T2) 的定时应用	(74)
4.3.2	STC15W201S 单片机定时/计数器 (T0/T2) 的计数应用	(75)
4.4	STC15W201S 单片机的可编程输出时钟	(76)
4.4.1	STC15W201S 单片机的可编程输出时钟	(76)
4.4.2	STC15W201S 单片机可编程输出时钟的应用举例	(78)
	本章小结	(78)
	习题 4	(79)
第 5 章	STC15W201S 单片机的中断系统	(80)
5.1	中断系统概述	(80)
5.1.1	中断系统的几个概念	(80)
5.1.2	中断技术的优势	(81)
5.1.3	中断系统需要解决的问题	(81)
5.2	STC15W201S 单片机的中断系统	(82)
5.2.1	STC15W201S 单片机的中断请求	(82)
5.2.2	STC15W201S 单片机的中断响应	(87)
5.2.3	STC15W201S 单片机中断应用举例	(89)
5.3	STC15W201S 单片机外部中断的扩展	(90)
	本章小结	(92)
	习题 5	(93)
第 6 章	STC15W201S 单片机的串行通信	(94)
6.1	串行通信基础	(94)

6.1.1	串行通信的分类	(94)
6.1.2	串行通信的传输方向	(96)
6.2	STC15W201S 单片机的串行口	(97)
6.2.1	串行口控制寄存器	(97)
6.2.2	串行口的工作方式	(99)
6.2.3	串行口的波特率	(103)
6.2.4	串行口的应用举例	(104)
6.3	STC15W201S 单片机与 PC 机的通信	(110)
6.3.1	单片机与 PC 机 RS-232 串行通信的接口设计	(110)
6.3.2	单片机与 PC 机 USB 总线通信的接口设计	(113)
6.3.3	单片机与 PC 机串行通信的程序设计	(113)
6.4	STC15W201S 单片机串行口的中继广播方式	(114)
6.5	STC15W201S 单片机串行口硬件引脚的切换	(114)
	本章小结	(115)
	习题 6	(116)
第 7 章	STC15W201S 单片机比较器	(117)
7.1	STC15W201S 单片机比较器的内部结构与控制	(117)
7.1.1	STC15W201S 单片机比较器的内部结构	(117)
7.1.2	STC15W201S 单片机比较器的控制寄存器	(118)
7.2	STC15W201S 单片机比较器的应用	(119)
	本章小结	(123)
	习题 7	(123)
第 8 章	单片机应用系统的设计	(124)
8.1	单片机应用系统的开发流程	(124)
8.1.1	单片机应用系统的设计原则	(124)
8.1.2	单片机应用系统的开发流程	(124)
8.2	工程设计报告的编制	(128)
8.3	电子时钟的设计	(130)
8.3.1	系统要求	(130)
8.3.2	系统设计	(130)
8.3.3	电子时钟的硬件设计	(131)
8.3.4	电子时钟的软件设计	(135)
8.3.5	电子时钟系统的调试	(141)
	本章小结	(142)
	习题 8	(142)
第 9 章	实验与实训	(144)
9.1	实验须知	(144)

9.2	用户程序的编辑、编译与仿真调试	(144)
9.3	用户程序的在系统调试	(146)
9.4	STC15W201S 单片机存储器的应用编程与调试	(147)
9.5	STC15W201S 单片机定时/计数器定时功能的应用编程与调试	(147)
9.6	STC15W201S 单片机定时/计数器计数功能的应用编程与调试	(148)
9.7	STC15W201S 单片机定时中断的应用编程与调试	(149)
9.8	STC15W201S 单片机外部中断的应用编程与调试	(150)
9.9	STC15W201S 单片机双机通信的应用编程与调试	(150)
9.10	STC15W201S 单片机与 PC 机通信的应用编程与调试	(151)
9.11	电子时钟的设计与制作	(152)
附录 A	数制与编码基础	(154)
A.1	数制及转换方法	(154)
A.2	微型计算机中数的表示方法	(156)
A.3	微型计算机中常用编码	(158)
附录 B	Proteus 仿真软件的操作使用	(161)
B.1	绘制电原理图	(161)
B.2	用 Proteus 模拟仿真软件实施单片机仿真	(167)
附录 C	STC15 系列单片机功能特性表	(170)
	参考文献	(172)

第 1 章 STC15W201S 单片机结构与工作原理

1.1 微型计算机结构与单片机

1946 年 2 月 15 日，第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) 问世，标志着计算机时代的到来。

ENIAC 是电子管计算机，体积庞大，时钟频率仅有 100kHz。与现代计算机相比，ENIAC 的各方面性能都显得微不足道，但它的问世开创了计算机科学的新纪元，对人类的生产和生活方式产生了巨大的影响。

1946 年 6 月，匈牙利籍数学家冯·诺依曼提出了“程序存储”和“二进制运算”的思想，进一步构建了由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成的这一经典的计算机结构，如图 1.1 所示。电子计算机技术的发展，相继经历了电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机、大规模集成电路计算机和超大规模计算机五个时代，但是，计算机的结构始终没有突破冯·诺依曼提出的计算机的经典结构框架。

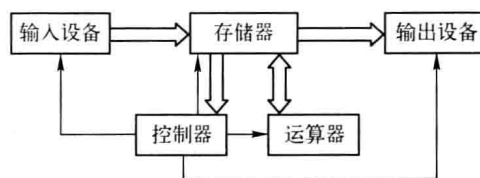


图 1.1 电子计算机的冯·诺依曼经典结构

1.1.1 微型计算机的基本结构与工作原理

1. 微型计算机的基本组成

随着集成电路技术的飞速发展，1971 年 1 月，Intel 公司的德·霍夫将运算器、控制器以及一些寄存器集成在一块芯片上，称为微处理器或中央处理单元（简称 CPU），形成了以微处理器为核心的总线结构框架。

如图 1.2 所示为微型计算机的组成框图，由微处理器、存储器（ROM、RAM）和输入/输出接口（I/O 接口）和连接它们的总线组成。微型计算机配上相应的输入/输出设备（如键盘、显示器）就构成了微型计算机系统。

(1) 微处理器。微处理器由运算器和控制器两部分组成，是微型计算机的控制核心。

① 运算器。运算器由算术逻辑单元（ALU）、累加器和寄存器等几部分组成，主要负责数据的算术运算与逻辑运算。

② 控制器。控制器是发布命令的“决策机构”，即协调和指挥整个计算机系统的操作。

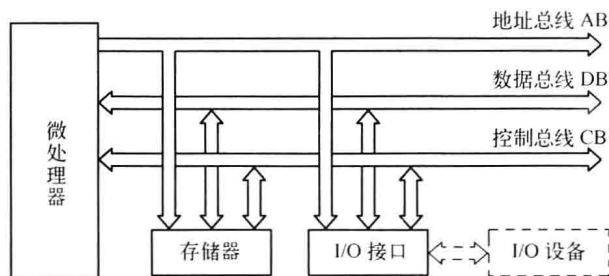


图 1.2 微型计算机组成框图

控制器由指令部件、时序部件和微操作控制部件等三部分组成。

指令部件是一种能对指令进行分析、处理和产生控制信号的逻辑部件，是控制器的核心。通常，指令部件由程序计数器 PC (Program Counter)、指令寄存器 IR (Instruction Register) 和指令译码器 ID (Instruction Decode) 等三部分组成。

时序部件由时钟系统和脉冲发生器组成，用于产生微操作控制部件所需的定时脉冲信号。

微操作控制部件是根据指令译码器判断出的指令功能，形成相应的微操作控制信号，用以完成该指令所规定的功能。

(2) 存储器 (RAM、ROM)。通俗来讲，存储器是微型计算机的仓库，包括程序存储器和数据存储器两部分。程序存储器用于存储程序和一些固定不变的常数和表格数据，一般由只读存储器 (ROM) 组成；数据存储器用于存储运算中输入、输出数据或中间变量数据，一般由随机存取存储器 (RAM) 组成。

(3) 输入/输出接口 (I/O 接口)。微型计算机的输入/输出设备 (简称外设，如键盘、显示器等)，有高速的也有低速的，有机电结构的，也有全电子式的，由于种类繁多且速度各异，因而它们不能直接地同高速工作的 CPU 相连。输入/输出接口 (I/O 接口) 是 CPU 与输入/输出设备的连接桥梁，I/O 接口的作用相当于一个转换器，保证 CPU 与外设间协调地工作。不同的外设需要不同的 I/O 接口。

(4) 总线。CPU 与存储器和 I/O 接口是通过总线相连的，包括地址总线、数据总线与控制总线。

① 地址总线 (AB)。地址总线用于 CPU 寻址，地址总线的多少标志着 CPU 的最大寻址能力。若地址总线的根数为 16，即 CPU 的最大寻址能力为 $2^{16} = 64K$ 。

② 数据总线 (DB)。数据总线用于 CPU 与外围器件 (存储器、I/O 接口) 交换数据，数据总线的多少标志着 CPU 一次交换数据的能力，决定 CPU 的运算速度。通常所说 CPU 的位数就是指数据总线的宽度，如 8 位机，就是指计算机的数据总线为 8 位。

③ 控制总线 (CB)。控制总线用于确定 CPU 与外围器件交换数据的类型，主要为读和写两种类型。

2. 指令、程序与编程语言

一个完整的计算机是由硬件和软件两部分组成的，缺一不可。上面所述为计算机的硬件部分，是看得到、摸得着的实体部分，但计算机硬件只有在软件的指挥下，才能发挥其效

能。计算机采取“存储程序”的工作方式，即事先把程序加载到计算机的存储器中，当启动运行后，计算机便自动地按照程序进行工作。

指令是规定计算机完成特定任务的命令，微处理器就是根据指令指挥与控制计算机各部分协调地工作。

程序是指令的集合，是解决某个具体任务的一组指令。在用计算机完成某个工作任务之前，人们必须事先将计算方法和步骤编制成由逐条指令组成的程序，并预先将它以二进制代码（机器代码）的形式存放在程序存储器中。

、编程语言分为机器语言、汇编语言和高级语言。

- 机器语言是用二进制代码表示的，是机器能直接识别和执行的语言，用机器语言编写的程序称为目标程序。机器语言具有灵活、直接执行和速度快的优点，但可读性、移植性以及重用性较差，编程难度较大。
- 汇编语言是用英文助记符来描述指令的，是面向机器的程序设计语言。采用汇编语言编写程序，既保持了机器语言的一致性，又增强了程序的可读性并且降低了编写难度，但使用汇编语言编写的程序，机器不能直接识别，还要由汇编程序或者汇编语言编译器转换成机器指令。
- 高级语言是采用自然语言描述指令功能的，与计算机的硬件结构及指令系统无关，它有更强的表达能力，可方便地表示数据的运算和程序的控制结构，能更好地描述各种算法，而且更容易学习、掌握。但高级语言编译生成的程序代码一般比用汇编程序语言设计的程序代码要长，执行的速度也慢。高级语言并不是特指的某一种具体的语言，而是包括很多编程语言，如目前流行的 java、C、C++、C#、pascal、python、lisp、prolog、FoxPro、VC 等等，这些语言的语法、命令格式都不相同。目前，在单片机、嵌入式系统应用编程中，主要采用 C 语言编程，具体应用中还增加了面向单片机、嵌入式系统硬件操作的语句，如 keil C（或称为 C51）。

3. 微型计算机的工作过程

微型计算机的工作过程就是执行程序的过程，计算机执行程序是一条指令一条指令执行的。执行一条指令的过程分为三个阶段：取指、指令译码与执行指令，每执行完一条指令，自动转向下一条指令的执行。

(1) 取指。根据程序计数器 PC 中的地址，到程序存储器中取出指令代码，并送到指令寄存器 IR 中。然后，PC 自动加 1，指向下一指令（或指令字节）地址。

(2) 指令译码。指令译码器对指令寄存器中的指令代码进行译码，判断出当前指令代码的工作任务。

(3) 执行指令。判断出当前指令代码任务后，控制器自动发出一系列微指令，指挥计算机协调地动作，完成当前指令指定的工作任务。

如图 1.3 所示为微型计算机工作过程的示意图，假设程序存储器从 0000H 起存放了如下所示的指令代码：

汇编语言源程序	对应的机器代码
ORG 0000H	;伪指令,指定下列程序代码从 0000H 地址开始存放
MOV A, #0FH	740FH

ADD A, 20H	2520H
MOV P1, A	F590H
SJMP \$	80FEH

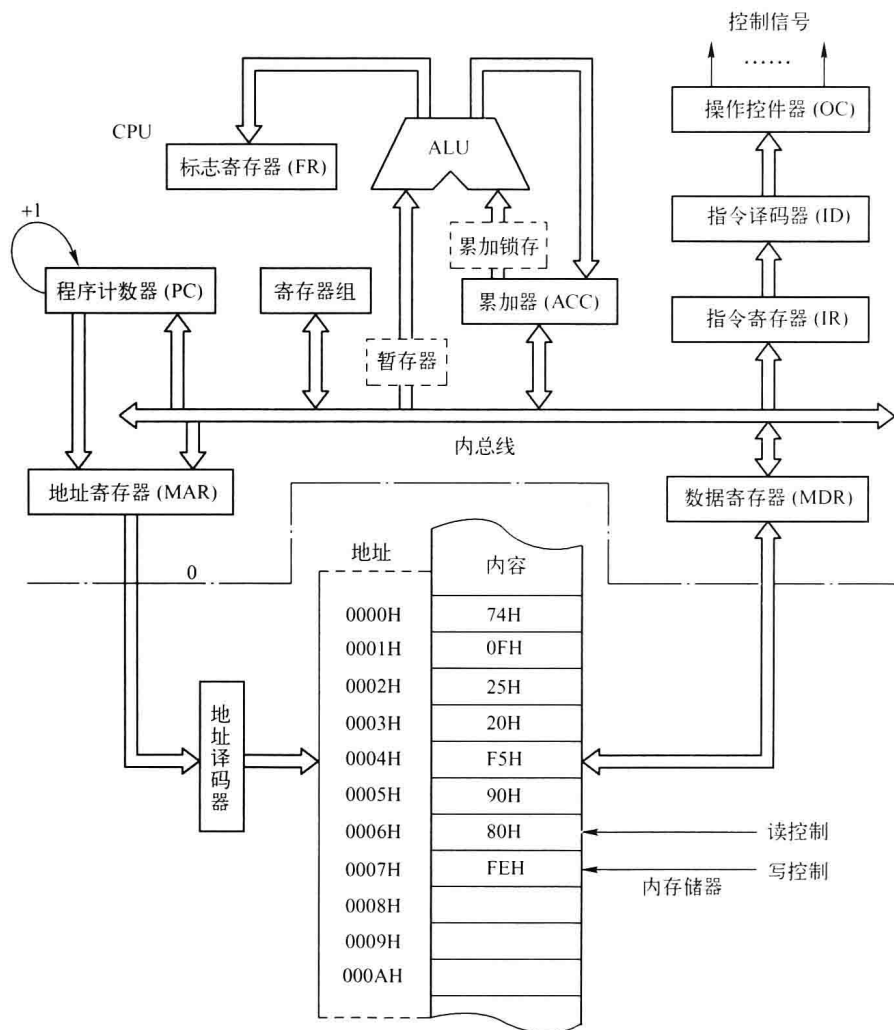


图 1.3 微型计算机工作过程示意图

下面分析微型计算机的工作过程：

- ① 将 PC 内容 0000H 送地址寄存器 MAR；
- ② PC 值自动加 1，为取下一个字节的机器代码做准备；
- ③ MAR 中的地址经地址译码器找到程序存储器 0000H 单元；
- ④ CPU 发读命令；
- ⑤ 将 0000H 单元内容 74H 读出，送至数据寄存器（MDR）中；
- ⑥ 接着，将 74H 送指令寄存器（IR）中；
- ⑦ 经指令译码器 ID 译码，判断出指令代码所代表的功能，由操作控制器 OC 发出相应的微操作控制信号，完成指令操作；
- ⑧ 根据指令功能要求，PC 内容 0001H 送地址寄存器 MAR；

- ⑨ PC 值自动加 1, 为取下一个字节的机器代码做准备;
- ⑩ MAR 中的地址经地址译码器找到程序存储器 0001H 单元;
- ⑪ CPU 发读命令;
- ⑫ 将 0001H 单元内容 0FH 读出, 送至数据寄存器 MDR 中;
- ⑬ 根据指令功能, 此次读取的数据直接送累加器 A, 至此, 完成该指令操作。
- ⑭ 接着, 又重复上述过程, 逐条地完成“ADD A, 20H”、“MOV P1, A”“SJMP \$”等指令的操作。

4. 微型计算机的应用形态

从应用形态上, 微型计算机主要可分为 2 种: 系统机与单片机。

(1) 系统机。系统机是将微处理器、存储器、I/O 接口电路和总线接口组装在一块主机板(即微机主板)上, 再通过系统总线和外设适配卡连接键盘、显示器、打印机、硬盘驱动器及光驱等输入/输出设备。

目前人们广泛使用的个人电脑(PC机)就是典型的系统微型计算机。系统机的人机界面好, 功能强, 软件资源丰富, 通常作为办公或家庭的事务处理及科学计算, 属于通用计算机, 现在已成为社会各领域中最重要工具。

系统机的发展, 追求的是高速度、高性能。

(2) 单片机。将微处理器、存储器、I/O 接口电路和总线接口集成在一块芯片上, 即构成单片微型计算机, 简称单片机。

单片机的应用是嵌入到控制系统(或设备)中, 因此属于专用计算机, 也称为嵌入式计算机。单片机应用讲究的是高性能价格比, 针对控制系统任务的规模、复杂性选择合适的单片机, 因此, 高、中、低档单片机是并行发展的。

1.1.2 单片机概述

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于控制, 现已普遍改用微控制器(Micro Controller)一词, 缩写为 MCU (Micro Controller Unit)。

由于单片机是完全用于嵌入式应用, 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普遍集成有丰富 I/O 接口, 如集成有 ADC、DAC、PWM、WDT(看门狗)等接口或功能部件, 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)等方面都有较大的发展。

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, 使它在各个领域里都获得了极为广泛的应用。

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，它构成了 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，而是兼容型或者说增强型 8051 单片机。各获得 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。下述②~④所列是比较典型 8051 内核单片机。

② 深圳市宏晶科技公司的 STC 系列单片机。公司网址：<http://www.STCMCU.com>

③ 荷兰 PHILIPS 公司的 8051 内核单片机。公司网址：<http://www.philips.com>

④ 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>

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，就可以触类旁通，当使用其他单片机时，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。

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，无须仿真器或专用编程器就可进行单片机应用系统的开发，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，包括 STC89 和 STC90 两个系列；1T 产品是指一个机器周期仅为 1 个时钟，包括 STC11/10 和 STC12/15 等系列。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，选择片内资源时应遵循“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。

STC15 系列单片机采用 STC - Y5 超高速 CPU 内核，在相同频率下，速度比早期 1T 系列单片机（如 STC12、STC11、STC10 系列）的速度快 20%。本书以 STC15 系列中的基本型——STC15W201S 单片机为教学机型，掌握 STC 单片机基本技术以及培养 STC 单片机的基本应用设计能力。

（1）STC15W201S 系列单片机简介。STC15W201S 系列单片机是 STC 生产的单时钟/机器周期（1T）的单片机，是宽电压、高速、高可靠、低功耗、超强抗干扰的新一代 8051 单片机，采用第八代加密技术，加密性强，指令代码完全兼容传统 8051，但速度快 8~12 倍；内部集成高精度 RC 时钟（ $\pm 0.3\%$ ）， $\pm 1\%$ 温漂（ $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ ），常温下（ $-20^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$ ）温漂为 $\pm 0.6\%$ ，5~35MHz 范围内可设置；内置高可靠复位电路，可彻底省掉外部晶振和外部复位电路，一颗芯片就是一个单片机最小系统；1 组高速异步串行通信口（UART）可在 2 组引脚间切换，分时复用可作为 2 组串口使用。STC15W201S 单片机具体资源情况如下：

- 工作电压：2.4~5.5V。
- 增强型 8051 CPU：1T 型，即每个机器周期只有 1 个系统时钟。
- ISP/IAP 功能：在系统可编程/在应用可编程。
- 内部高可靠复位：16 级可选复位门槛电压，可彻底省掉外围复位电路。
- 内部高精度 R/C 时钟： $\pm 1\%$ 温漂（ $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ），常温下温漂可达 $\pm 0.3\%$ ，内部时钟从 5~35MHz 可选（如常用的有 5.5296MHz、11.0592MHz、22.1184MHz、33.1776MHz），相当于传统 8051 单片机的 60~420MHz。
- 片内 Flash 程序存储器：1K。
- SRAM：256 字节。
- 数据 Flash（EEPROM 功能）：4K。
- 1 组高速异步串行通信口（UART）：可在 2 组引脚间切换，分时复用可作为 2 组串口使用。
- 2 个 16 位可重装初始值的定时器/计数器：T0、T2。
- 中断系统：10 个中断源。
- 通用 I/O 口：14 个，复位默认工作模式为准双向口/弱上拉（传统 8051 单片机 I/O 模式），可设置为 4 种工作模式（准双向口/弱上拉、强推挽/强上拉、仅为输入/高

阻、开漏输出), 每个 I/O 口的驱动能力均可达到 20mA, 但整个芯片电流不要超过 100mA。

- 低功耗设计: 低速模式、空闲模式、掉电模式 (停机模式)。
- 掉电模式 (停机模式) 的唤醒:
 - ① 外部中断 0 输入引脚 $\overline{INT0}$ 、外部中断 1 输入引脚 $\overline{INT1}$, 上升沿、下降沿中断皆可。
 - ② 外部中断 2 输入引脚 $\overline{INT2}$ 、外部中断 3 输入引脚 $\overline{INT3}$ 、外部中断 4 输入引脚 $\overline{INT4}$, 下降沿中断方可。
 - ③ RXD 引脚 (可在 P3.0 与 P3.6 间切换)。
 - ④ 定时器 T0、定时器 T2 外部计数输入脉冲引脚 T0、T2, 但必须进入掉电模式 (停机模式) 前相应的定时器中断已被允许。
 - ⑤ 内部掉电唤醒专用定时器。
- 可编程时钟输出:
 - ① 定时器/计数器 T0、T2 的溢出脉冲可输出。
 - ② 主时钟可输出。
- 比较器。
- 硬件看门狗。
- 封装: SOP16、DIP16。

(2) STC15W201S 系列单片机的命名规则。STC15W201S 系列单片机的命名规则如图 1.4 所示。

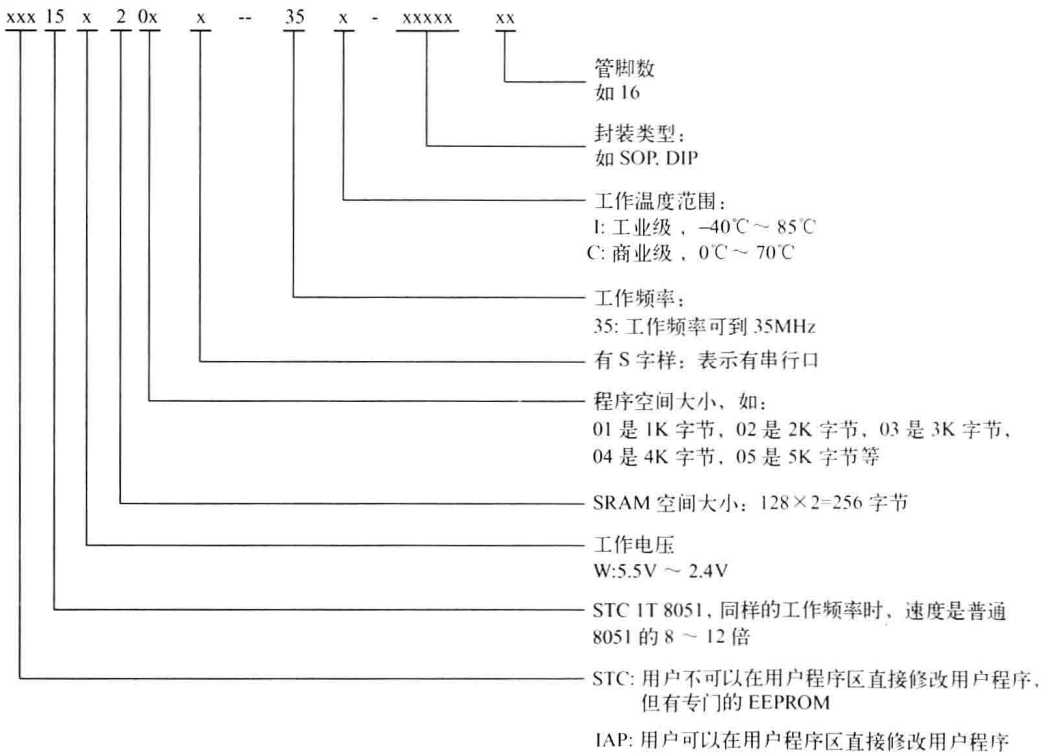


图 1.4 STC15W201S 系列单片机的命名规则

1.2 STC15W201S 单片机结构与工作原理

1.2.1 STC15W201S 单片机的基本结构

STC15W201S 单片机的基本结构如图 1.5 所示，STC15W201S 单片机包含 CPU、程序存储器（程序 Flash）、数据存储单元（基本 RAM、扩展 RAM、特殊功能寄存器）、EEPROM（数据 Flash）、定时器/计数器、串行口、中断系统、比较器以及硬件看门狗、电源监控、专用复位电路、内部 RC 振荡器等模块。

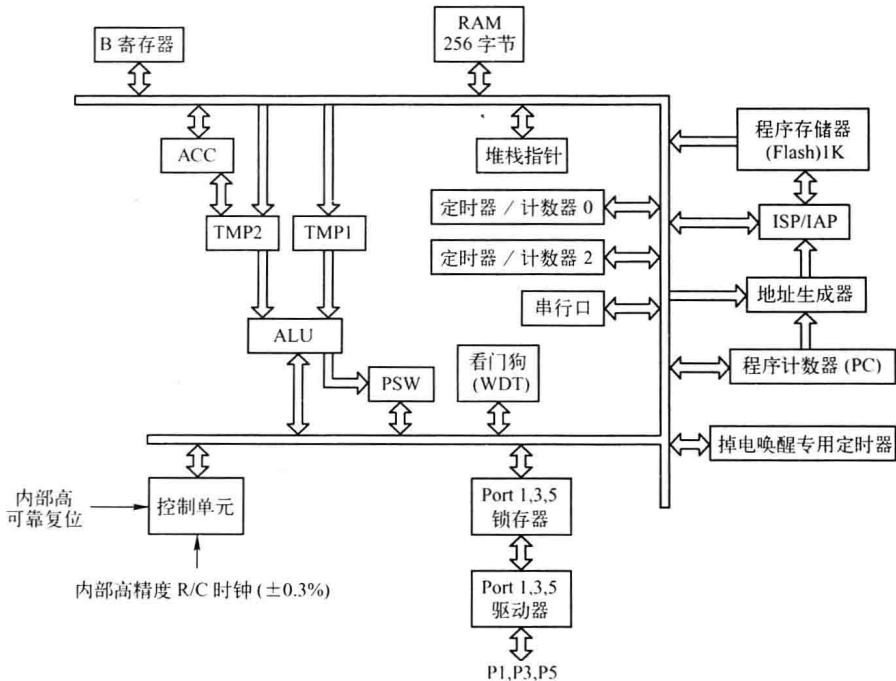


图 1.5 STC15W201S 系列单片机的基本结构

1.2.2 STC15W201S 单片机的引脚与功能特性

STC15W201S 单片机有 SOP16 和 DIP16 等 2 种封装形式，STC15W201S 单片机的引脚图如图 1.6 所示。STC15W201S 单片机的引脚符号以及功能特性如表 1.2 所示。

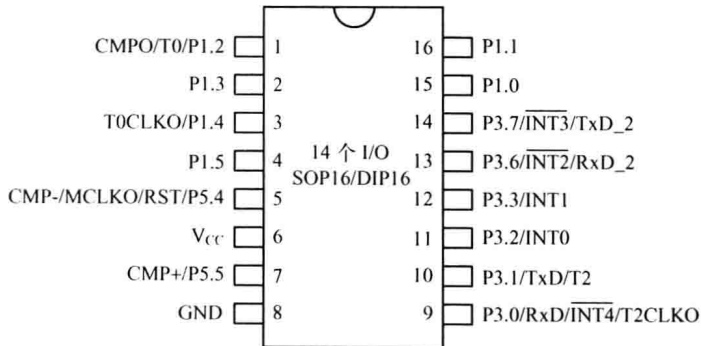


图 1.6 STC15W201S 系列单片机的引脚图