

上篇



第 1 章 单片机概述

什么是单片机？对于许多初学者来讲，单片机也许是个深奥的名词。本书将由此开始，由浅入深，用尽量通俗易懂的语言介绍单片机原理，并辅以单片机极为典型的应用实例，让初学者认识单片机，使用单片机，最后征服单片机。

本章是对单片机的简单概述，首先介绍单片机的定义，并简单介绍计算机和单片机的发展史，然后举例说明单片机的应用场合，最后提出单片机的正确学习方法，为后面的学习打下基础。

1.1 单片机简介

用通俗的语言来讲，单片机其实就是一块集成的芯片（如图 1.1 所示），但是这块集成芯



图 1.1 典型单片机芯片

片的功能需要我们自行编写程序去控制和实现，即单片机是一种可编程的集成电路芯片。我们编写程序的目的就是控制单片机这块芯片内部的寄存器，使得某引脚在特定的时段输出相应的电平，加上持续时间，完成时序的控制进而控制相关的外围电路来达到所要完成的功能。单片机有各种不同的封装形式，有双列直插式的、PLCC 的、表贴的、BGA 的等。

为保证严谨性，下面给出单片机的严格定义。单片机是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。这样的一块芯片具有计算机的基本功能，因此也称为单片微型计算机，简称单片机。

如今单片机大部分是由 51 内核扩展出的单片机，即我们常说的 51 单片机。8051 系列单片机产品居多，主流地位已经形成，在 51 单片机系列中，代表型号是 ATMEML 公司的 AT89 系列，它广泛应用于工业测控系统中。而国产宏晶 STC 单片机以其低功耗、廉价以及稳定的性能，占据着国内 51 单片机较大的市场。因此，考虑到通用性以及代表性，本书以 STC89C51 型号的单片机为主进行讲解，且单片机实例用 C 语言编写，但为了更好地阐述单片机的工作原理，本书会辅以汇编语言讲述其内部工作流程。本书的下篇介绍 Arduino 单片机。

1.2 计算机发展史

单片机是一种单片的计算机，所以下面首先了解一下计算机的发展史。

第一代（1945 年—1956 年）：电子管计算机。1944 年霍华德·艾肯研制出全电子计算器，为美国海军绘制弹道图。这台简称 Mark I 的机器有半个足球场大，内含 500 英里的电线，使用电磁信号来移动机械部件，速度很慢（3~5 秒一次计算）并且适应性很差，只用于专门领



域。1945年，冯·诺依曼参加了宾夕法尼亚大学的小组，设计了电子离散可变自动计算机EDVAC，将程序和数据以相同的格式一起存储在存储器中。1946年2月14日，公认的第一台通用计算机ENIAC诞生了（如图1.2所示），是计算机发展史上的里程碑，有18000个电子管，70000个电阻器，耗电160千瓦，每秒5000次加法或400次乘法，占地170平方米，重30吨，其运算速度是Mark I的1000倍、手工计算的20万倍。

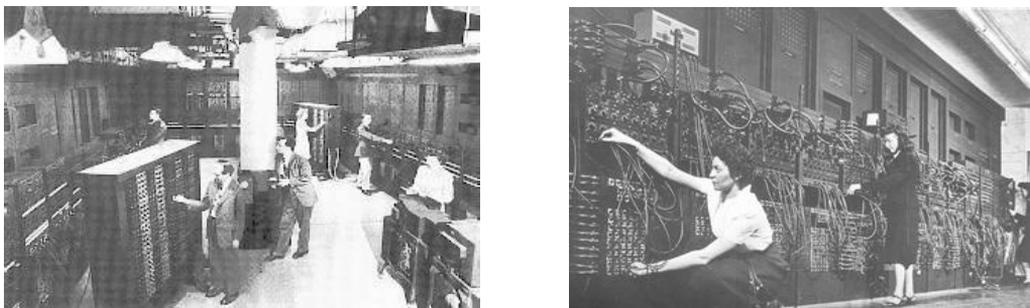


图 1.2 ENIAC 通用计算机

第二代（1956年—1963年）：晶体管计算机。1948年晶体管问世，1956年，由于晶体管和磁芯存储器的发明出现了第二代计算机，其体积小、速度快、功耗低、性能更稳定。首先使用晶体管技术的是早期的超级计算机，主要用于原子科学的大量数据处理，这些机器价格昂贵，生产数量极少。1960年，出现了一些成功地用在商业领域、大学和政府部门的第二代计算机。打印机、磁带、磁盘、内存、操作系统等开始出现（如图1.3所示），COBOL和FORTRAN（Formula Translator）等高级编程语言代替了二进制机器码。



图 1.3 磁盘、内存和操作系统的出现

第三代（1964年—1971年）：集成电路计算机。1964年，IBM研制成功第一个采用集成电路的通用电子计算机系列IBM360系统，如图1.4所示。

第四代（1971年至今）：大规模集成电路计算机。1981年，IBM推出个人计算机（PC），用于家庭、办公室和学校。计算机继续缩小体积，从桌上到膝上再到掌上。1984推出Apple Macintosh系列，Macintosh提供了友好的图形界面，用户可以用鼠标方便地操作，如图1.5所示。



图 1.4 IBM360 计算机



图 1.5 IBM 和苹果公司的早期计算机

1.3 单片机发展史

纵观单片机的发展史，它的出现与计算机的发展是密不可分的，可大致分为 4 个阶段。

第一阶段（1974 年—1976 年）：单片机初级阶段。因工艺限制，单片机采用双片的形式，而且功能比较简单。1974 年 12 月，仙童公司推出了 8 位的 F8 单片机，实际上只包括了 8 位 CPU、64B RAM 和 2 个并行口。

第二阶段（1976 年—1978 年）：低性能单片机阶段。1976 年，Intel 公司推出的 MCS-48 系列单片机（8 位单片机）极大地促进了单片机的变革和发展（如图 1.6 所示）；1977 年，GI 公司推出了 PIC1650，但这个阶段的单片机仍然处于低性能阶段，特点是速度低，功耗大，集成度低，没有串行口。

第三阶段（1978 年—1983 年）：高性能单片机阶段。1978 年，Zilog 公司推出了 Z8 单片机；1980 年，Intel 公司在 MCS-48 单片机的基础上推出了 MCS-51 系列，即 8051 系列，如图 1.7 所示，Motorola 公司推出了 6801 单片机。这些产品使单片机的性能及应用跃上了一个新的台阶。此后，各公司的 8 位单片机迅速发展起来。这个阶段推出的单片机普遍带有串行 I/O 口、多级中断系统、16 位定时器/计数器，片内 ROM、RAM 容量加大，且寻址范围可达 64 KB，有的片内还带有 A/D 转换器。由于这类单片机的功能丰富，性价比高，所以被广泛应用，是目前应用数量最多的单片机。



图 1.6 8048 单片机



图 1.7 8051 单片机

第四阶段（1983 年至今）：8 位单片机巩固、发展及 16 位单片机、32 位单片机推出阶段。16 位单片机的典型产品为 Intel 公司生产的 MCS-96 系列单片机。而 32 位单片机除了具有更高的集成度外，其数据处理速度比 16 位单片机提高许多，性能比 8 位、16 位单片机更加优越。20 世纪 90 年代是单片机制造业大发展的时期，这个时期的 Motorola、Intel、ATMEL、



德州仪器 (TI)、三菱、日立、Philips、LG 等公司也开发了一大批性能优越的单片机，极大地推动了单片机的应用。近年来，又有不少新型的高集成度单片机产品涌现出来，出现了单片机产品丰富多彩的局面，图 1.8 所示是 TI 公司的 MSP 430 单片机。

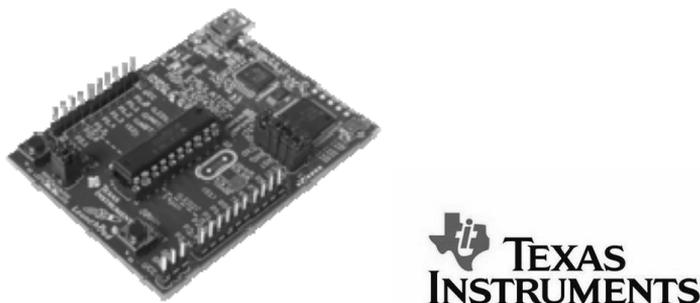


图 1.8 TI 公司生产的 MSP430 单片机

1.4 单片机的应用

如今，单片机广泛应用于仪器仪表、家用电器、医用设备、航空航天、专用设备的智能化管理及过程控制等领域。近几年，智能硬件更是不断进入我们的视野，低功耗的 MCU 将愈发得到广泛应用。总的来说，单片机这类 MCU 应用大致可分为如下几个范畴。

(1) 智能仪器仪表

单片机具有体积小、功耗低、控制功能强、扩展灵活、微型化和使用方便等优点，广泛应用于仪器仪表中，结合不同类型的传感器，可实现诸如电压、功率、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比起采用电子或数字电路更加强大。例如精密的测量设备（功率计，示波器，各种分析仪），如图 1.9 所示。



图 1.9 单片机在智能仪表中的应用

(2) 工业控制

用单片机可以构成形式多样的控制系统、数据采集系统。例如工厂流水线的智能化管理，电梯智能化控制、各种报警系统，与计算机联网构成二级控制系统等。

(3) 家用电器

可以这样说，现在的家用电器基本上都采用了单片机控制，从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、其他音响视频器材，到电子称量设备，五花八门，无所不在，如图 1.10 所示。



图 1.10 单片机在家用电器中的应用

(4) 计算机网络和通信领域

现代的单片机普遍具备通信接口，可以很方便地与计算机进行数据通信，为在计算机网络和通信设备间的应用提供极好的物质条件，现在的通信设备基本上都实现了单片机智能控制，从手机、电话机、小型程控交换机、楼宇自动通信呼叫系统、列车无线通信，到日常工作中随处可见的移动电话、集群移动通信、无线电对讲机等，如图 1.11 所示。



图 1.11 单片机在计算机和通信中的应用

(5) 医用设备

单片机在医用设备中的用途也相当广泛，例如医用呼吸机、各种分析仪、监护仪、超声诊断设备及病床呼叫系统等，如图 1.12 所示。



图 1.12 单片机在医用设备中的应用

此外，单片机在工商、金融、科研、教育、国防、航空航天等领域都有着十分广泛的用途。

1.5 如何学习单片机

前面已经介绍过，单片机是一种可通过编程控制的微处理器，单片机自身不能够直接运



用到工程或者项目上，而是需要通过外围模拟电路等相关搭配才能够实现强大的功能。因此，在学习单片机的过程中，不仅仅需要掌握单片机的工作原理和编程，还需要逐渐了解外围电路的原理和设计。

对于学习单片机这门技术，动手实践是很重要的。单片机学习分为硬件平台和软件编程两部分。本书前半部分以 STC89C51 单片机作为硬件平台，涵盖基本的外围电路，由于价格便宜，因此我们强烈推荐初学者能够购买一块单片机学习板来进行单片机的学习，并使用 Keil μ Vision 4 进行单片机编程，如图 1.13 所示。很多学校大一、大二就开设了 C 语言的课程，这样对于单片机使用 C51 编程应该很快就能掌握。

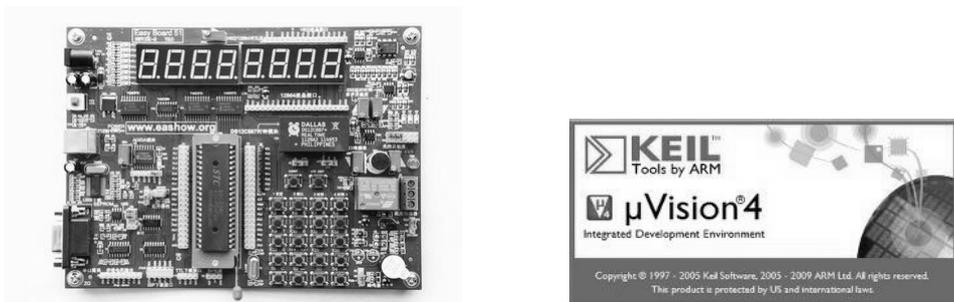


图 1.13 单片机学习工具

在有了学习板之后，每个例程都可以通过实践来学习，把学习板和计算机连接好，打开调试软件，先学会开发环境搭建，再跟随本书的典型例子，不断地琢磨和实践，逐渐理解单片机的内部结构和控制方法。当你能够独立编写程序让 8 个 LED 流水灯按照你的意愿随意流动时，你会很有成就感，逐渐爱上单片机编程，并从此一发不可收拾。

在掌握了 STC89C51 单片机原理和应用后，进而你可以尝试其他型号的单片机，例如当下火热的 Arduino 单片机（如图 1.14 所示）。它是一款便捷灵活、方便上手的开源电子原型平台，网上也有很多开源社区，有各种各样的作品制作案例分享。在本书后半部分我们会对 Arduino 进行介绍并给出有趣的实例。

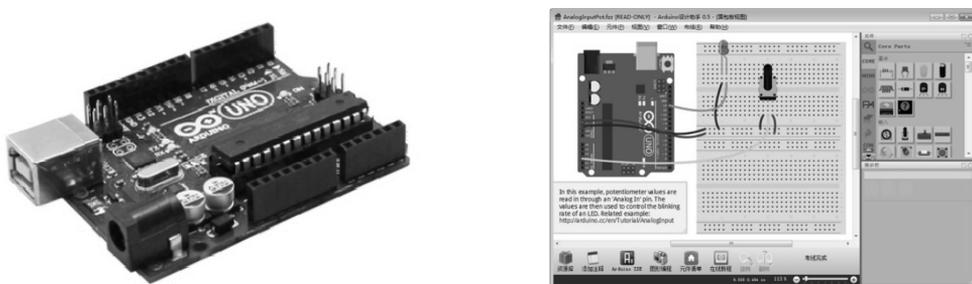


图 1.14 Arduino 单片机及其仿真软件

万事开头难，学任何东西都不可能一蹴而就，一开始初学者可能会碰到各种各样的困难和疑惑。结合笔者的经验，只有对单片机硬件结构和原理足够了解，你才可能熟练地驾驭它并举一反三。因此我们在下一章中将首先以 51 系列单片机为例，介绍单片机的硬件结构和工作原理，让初学者对寄存器控制和单片机执行指令有初步的概念，再进行后面编程实例的讲授。



1.6 小结

单片机是一种集成电路芯片，是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统。随后本章介绍了计算机和单片机的发展史。接着介绍了单片机广泛的应用场合。

单片机的学习包括硬件平台和软件编程两部分，强调了动手实践的重要性，建议购买单片机开发板进行学习。本书以 STC89C51 单片机为例介绍单片机原理与应用，进而可以进一步接触如 Arduino 等其他型号单片机。