

第一篇

单片机C51概述

第 1 章 单片机开发概述

单片机是目前应用最为广泛的微处理器，具有价格低廉、功能强大、性能稳定等优点，深受广大电子设计爱好者的喜爱。其中，51系列单片机是最早兴起的、发展最为成熟的一类。目前，市场上的各类产品均能看到单片机的身影，小到报警器、玩具和智能充电器，大到冰箱、电视、空调、数据采集系统和控制终端等。本章首先简略介绍一下单片机，然后重点介绍一下单片机开发流程以及开发语言。

1.1 单片机介绍

1946年，世界上第一台电子数字计算机ENIAC由美国宾夕法尼亚大学研制成功。随后，便引发了20世纪电子工业革命。如今，计算机特别是单片微型计算机（简称单片机）得到了迅猛的发展。市场上的单片机种类繁多，覆盖各种功能和价位为应用设计者提供了多种选择。

1.1.1 单片机简介

单片机是将中央处理器（Central Processing Unit, CPU）、只读存储器（Read Only Memory, ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、定时器/计数器以及I/O（Input/Output）接口等部件集成在一起的微芯片。单片机从产生至今，经过30多年的发展，从4位单片机发展到8位、16位乃至32位单片机，其性能越来越强，价格越来越低。其中，应用最为广泛的便是51系列单片机。

51系列单片机是指由Intel公司发展起来的MCS-51系列以及和其具有兼容内核的单片机。MCS-51系列单片机是最早、最基本的单片机，功能也最简单，包括8031、8051、8032及8052等。随后，各大芯片公司均推出了51内核的单片机，和MCS-51系列单片机完全兼容，同时提高了性能并增加了更多功能。如Atmel公司的AT89C系列、AT89S系列和AT89LP系列，Philips公司的8XC552系列，Silicon Laboratories公司的C8051F系列等。

提示 在国际上，一般把单片机称为微控制器（Micro Controller Unit, MCU）。

1.1.2 单片机的主要组成部分

单片机所特有的结构和资源反映了单片机的性能，也是单片机程序设计的基础。下面首先

第一篇 单片机C51概述

介绍一下8051单片机基本结构的主要组成部分。

1. 中央处理器

中央处理器（CPU）是整个单片机的核心部件。CPU主要由算术逻辑部件、控制器和专用寄存器3部分电路组成。它负责控制、指挥和调度整个单元系统协调的工作，完成运算和控制输入/输出功能等操作。

2. 程序存储器

程序存储器（ROM）用于存放用户程序、原始数据或表格等。8051单片机共有4096个8位ROM，有些增强型的单片机提供了更大的程序存储器，有些甚至还采用Flash程序存储器。

3. 数据存储器

数据存储器（RAM）可存放读写的数据、CPU运算的中间结果或用户定义的字型表等。8051单片机内部有128个8位用户数据存储单元和128个专用寄存器单元。专用寄存器只能用于存放控制指令数据，只能访问而不能用于存放用户数据。对于一些新推出的单片机，其内部RAM单元可能更多，例如AT89S52单片机内部有256个RAM数据存储单元。

4. 定时器/计数器

定时器/计数器用于单片机硬件的定时或者计数。一般包含两个16位的可编程定时器/计数器，以实现定时或计数功能。它也可以产生中断，从而在程序中控制程序转向。部分新推出的单片机可能拥有更多的定时器/计数器。

5. 并行I/O口

单片机的并行I/O口主要用于和外部设备进行并行的输入/输出通信，以便于处理外部的输入和将运算结果反馈到外部设备。

6. 全双工串行口UART

全双工串行通信口UART主要用于与其他设备间的串行数据传送。一般均内置一个全双工串行通信口，该串行口既可以用作异步通信收发器，也可以当同步移位器使用。部分新推出的单片机可能拥有更多的全双工串行口。

7. 中断系统

8051单片机具备较完善的中断功能，包含两个外部中断、两个定时器/计数器中断和一个串行中断。8051单片机的中断系统具有两级的优先级别选择。部分新推出的单片机可能拥有更多的中断源。

8. 时钟振荡电路

时钟振荡电路主要用于为单片机提供CPU时钟源。单片机可以采用内部时钟振荡电路或者由外部提供时钟源。其最大工作频率根据单片机型号的不同而有所差别，例如AT89S52单片机的时钟振荡频率为0~33MHz。

1.1.3 单片机引脚及功能

51系列单片机有各种封装形式，这里以40引脚双列直插DIP形式的封装来进行介绍，如

图1.1所示。其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。

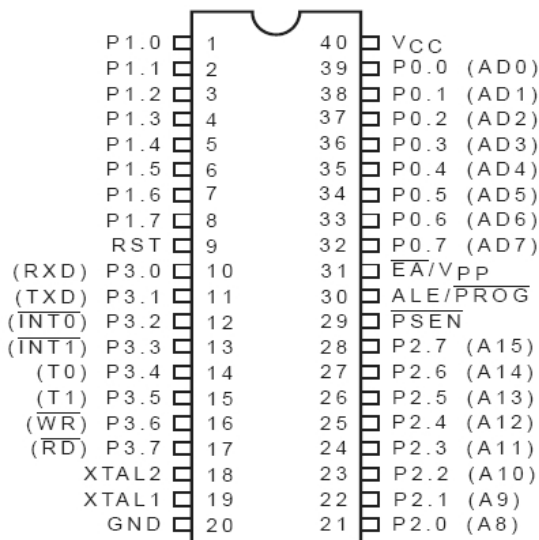


图1.1 8051双列直插式的引脚配置

有些新型的单片机在引脚数量以及功能上都略有区别，但都是基于51系列单片机内核。这里介绍的内容同样适用于新型的单片机。下面介绍51系列单片机的引脚功能，这些是学习单片机程序设计必须要了解和掌握的基础知识。

- 电源引脚：主要负责单片机的供电，有两根引脚。V_{CC} (Pin40) 为正电源端，接5.0V电压；GND (Pin20) 为接地端。
- 外接晶振或外部振荡器引脚：主要负责为单片机的运行提供时钟振荡器，主要有两根引脚。其中，XTAL1 (Pin19) 为时钟XTAL1脚，片内振荡电路的输入端；XTAL2 (Pin18) 为时钟XTAL2脚，片内振荡电路的输出端。

8051单片机的时钟振荡器有两种工作方式。一种是片内时钟振荡方式，在18和19脚外接石英晶体和振荡电容，振荡电容的值一般取10~30pF。另外一种方式是外部时钟方式，由外部直接提供时钟源。

- P0口：即P0.0~P0.7 (Pin39~Pin32)，输入输出脚，可用于8位并行I/O口或分时复用为地址和数据总线。

P0定义为I/O口时，为准双向I/O口，需外接上拉电阻，在程序中向该端口写入1后，成为高阻抗输入。P0口作为输出口时，每个引脚可以负载8个TTL。在外扩存储器时，可定义为低8位地址/数据线。

- P1口：即P1.0~P1.7 (Pin1~Pin8)，输入输出脚，8位准双向并行I/O口。P1口内部已经具有上拉电阻，为8位准双向I/O口，能负载4个TTL；在Flash编程和校验时，定义为低8位地址线。
- P2口：即P2.0~P2.7 (Pin21~Pin28)，输入输出脚，8位准双向并行I/O口。P2口内部已经具有上拉电阻，为8位准双向I/O口，能负载4个TTL；当访问外部存储器时，定义

为高8位地址线。

- P3口：即P3.0 ~ P3.7 (Pin10 ~ Pin17)，输入输出脚，8位准双向并行I/O口。P3口内部已经具有上拉电阻，为8位准双向I/O口，能负载4个TTL。

P3口每个引脚都具有第二功能。引脚P3.0 (RXD) 和引脚P3.1 (TXD) 分别为串行数据的接收和发送端口，用于串行数据传输；引脚P3.2和引脚P3.3为外部中断请求，分别用于 $\overline{\text{INT0}}$ 和 $\overline{\text{INT1}}$ 的中断输入；引脚P3.4 (T0) 和引脚P3.5 (T1)，分别为定时器/计数器T0和T1的外部计数输入端；引脚P3.6 ($\overline{\text{WR}}$) 和引脚P3.7 ($\overline{\text{RD}}$) 用于读写单片机片外RAM存储器，分别是外部数据写选通信号和读选通信号。

- RST (Pin9)：单片机内部CPU的复位信号输入端。在单片机的振荡器启动后，该引脚置两个机器周期以上高电平，便可以实现复位。

- ALE/PROG (Pin30)：地址锁存使能端和编程脉冲输入端。

当访问外部程序存储器时，ALE引脚的负跳变将低8位地址打入锁存；而非访问内部程序存储器时，ALE引脚将有一个1/6振荡频率的正脉冲信号，该信号可以用于外部计数或时钟信号。当访问外部数据存储器（执行MOVX类指令）时，ALE引脚会跳过一个脉冲。另外，对8EH单元的特殊功能寄存器的D0位置1，可禁止ALE输出，只有在执行MOVX或MOVC类指令时，ALE才被激活，仍输出锁存有效。在执行片外程序代码时，该设定禁止ALE位无效。

- PSEN (Pin29)：访问外部程序存储器的读选通信号。

当单片机访问外部程序存储器，读取指令码时，每个机器周期产生2次有效信号，即此脚输出2个负脉冲选通信号；在执行片内程序存储器以及读写外部数据时，不产生PSEN脉冲信号。

- $\overline{\text{EA}}/V_{\text{pp}}$ (Pin31)： $\overline{\text{EA}}$ 为访问内部或外部程序存储器选择信号。

当8051 CPU访问外部程序存储器时，则 $\overline{\text{EA}}$ 必须保持低电平；当 $\overline{\text{EA}}$ 保持高电平时，则8051 CPU先从片内0000H单元开始，执行内部程序存储器程序；如果外部还有扩展程序存储器，则8051 CPU在执行完内部程序存储器程序后，自动转向执行外部程序存储器中的程序。

1.1.4 单片机的应用领域

单片机以其高性价比、高速度、小体积、可重复编程和方便功能扩展等优点，而得到广泛的应用。特别是51系列单片机更是达到百花齐放、百家争鸣的程度。单片机主要应用于如下几个领域。

- 家电产品。例如在电视、空调、冰箱、洗衣机、家用防盗报警器等产品中实现智能控制。
- 智能玩具。由于单片机的价格低廉、功能强大，被广泛应用于智能型玩具的控制，例如发声玩具、玩具机器人、遥控电动车等。
- 机电一体化设备。机电一体化设备是指将机械技术、微电子技术和计算机技术结合在一起，从而实现人性化智能控制的设备。单片机作为机电一体化设备的控制器，可以简化机械产品的结构设计，并扩展其功能。
- 计算机控制及通信。由于单片机均集成有串行通信接口，计算机可以通过该接口和单片机进行通信，实现计算机的程序控制和数据传输等。
- 智能测量设备。使用单片机强大的可编程和可扩展能力，可以设计新一代的智能化仪表，如各种数字万用表、示波器等。
- 自动测控系统。在自动控制和测量领域，可以采用单片机设计各种数据采集系统、自

适应控制系统等。例如温度的自动控制、压力的自动感应、电压电流的数据采集和分析等。

总之，单片机因其丰富的功能和强大的可扩展性，可适用于一切需要智能控制的场合。

1.2 单片机开发流程

单片机应用系统的开发主要包括单片机的外部电路设计和单片机的控制程序设计，其中以单片机的控制程序设计为核心。一般来说，一个完整的单片机应用系统设计包括系统分析、单片机选型、程序设计、仿真测试并最终下载到实际硬件电路中执行。单片机开发的整个流程如图1.2所示。

1.2.1 系统分析

设计者在开始单片机应用系统开发之前，除了需要掌握单片机的硬件及程序设计方法外，还需要对整个系统进行可行性分析和系统总体方案分析。这样，可以避免因盲目地工作而浪费宝贵的时间。可行性分析用于明确整个设计任务在现有的技术条件和个人能力上是可行的。

首先，要保证设计要求可以利用现有的技术来实现。一般可以通过查找相关文献、寻找类似设计等方法找到与该任务相关的设计方案。这样可以参考这些相关的设计，分析该项目是否可行以及如何实现。如果设计的是一个全新的项目，则需要了解该项目的功能需求、体积和功耗等，同时需要对当前的技术条件和器件性能非常熟悉，以确保合适的器件能够完成所有的功能。

其次，需要了解整个项目开发所需要的知识是否都已具备。如果不具备，则需要估计在现有的知识背景和时间限制下能否掌握并完成整个设计。必要的时候，可以选用成熟的开发板来加快学习和程序设计的速度。

当完成可行性分析后，便进入系统总体方案设计阶段。设计者可以参考前面可行性分析中查找到的相关资料以及本系统的应用要求和现有的技术条件，初步规划本设计所采用的器件以及实现的功能和技术指标。接着，制订合理的时间计划表，编写设计任务书，从而完成系统的总体方案设计。

1.2.2 单片机选型

在单片机应用系统开发中，单片机是整个设计的核心。设计者需要为单片机安排合适的外部器件，同时还需要设计整个控制软件，因此选择合适的单片机型号很重要。目前，市场上的单片机种类繁多，在进行正式的单片机应用系统开发之前，需要根据不同单片机的特性，从中作出合理的选择。

1. 单片机选型注意事项

在进行单片机选型时，需主要注意以下几点。

□ 仔细调查市场，尽量选用主流的、货源充足的单片机型号，这些器件使用得比较广泛，

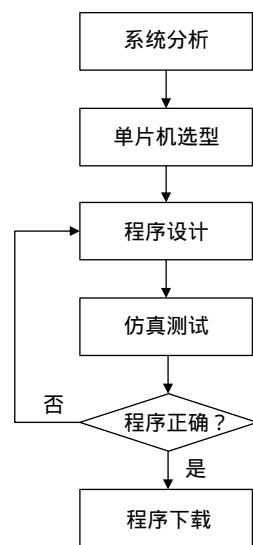


图1.2 单片机开发流程

有许多设计资料可供学习或参考。

- 尽量选择所需的硬件资源集成在单片机内部的型号，例如ADC、DAC、I²C、SPI和USB等。这样便于整个控制系统的软件管理，减少外部硬件的投入，缩小整体电路板的面积，从而减少总体投资等。
- 对于手持式设备、移动设备或者其他需要低功耗的设备，尽量选择低电压、低功耗的单片机型号。这样可以减少能量的消耗，延长设备的使用寿命。
- 在资金等条件允许的情况下，尽量选择功能丰富、扩展能力强的单片机，这样便于以后的功能升级和扩展。
- 对于体积有限的产品，尽量选择贴片封装的单片机型号，这样可以减少电路板面积，从而降低硬件成本，同时也有助于电磁兼容设计。

2. 各大公司单片机简介

目前，市场上的单片机种类很多，不同厂商均推出很多不同侧重功能的单片机类型。设计者需要了解目前主流的一些单片机，这样便于选择合适的芯片进行设计。下面分别介绍各个主要厂商提供的单片机系列。

(1) Atmel单片机介绍

Atmel公司的产品非常丰富，除基本的51系列单片机外，还包括针对不同设计领域的专用51内核单片机。Atmel公司的51内核单片机有如下几类。

- 单周期8051内核单片机。例如AT89LP213、AT89LP214、AT89LP216、AT89LP2052、AT89LP4052等。
- Flash ISP在线编程单片机。例如AT89C51、AT89LS51、AT89LS52、AT89S2051、AT89S4051、AT89S51、AT89S52、AT89S8253等。
- USB接口单片机。例如AT83C5134、AT83C5135、AT83C5136、AT89C5130、AT89C5131、AT89C5132等。
- 智能卡接口单片机。例如AT83C5121、T83C5121、AT83C5122、AT83C5123、AT83C5127、AT85C5121、AT85C5122、AT89C5121等。
- MP3专用单片机。例如AT85C51SND3、AT89C51SND2C、AT89C51SND1C、AT83SND2C、AT83SND1C等。

(2) Cypress单片机介绍

Cypress公司的51内核单片机主要扩展了USB接口。其中包括USB嵌入式主机、USB低速、全速和高速设备等。其中典型的USB嵌入式主机为SL811HST，典型的USB全速设备为AN21xx系列，使用最为广泛的USB高速设备为CY7C68013系列。

(3) Infineon单片机介绍

Infineon公司的产品包括标准的8051内核以及符合工业标准的8051单片机，主要包括XC800系列和C500/C800系列。其中，新型的XC800系列单片机采用高性能8051内核、片上集成闪存和ROM存储器以及功能强大的外设组，如增强型CAPCOM6（CC6）、CAN、LIN和10位ADC，包括XC886/888CLM、XC886/888LM、XC866等。C500/C800系列单片机是基于工业标准8051架构的微处理器，具有CAN、SPI等资源，包括C515C、C505CA、C868等。

(4) Silicon单片机介绍

Silicon Laboratories公司的C8051F系列单片机，集成了一流的模拟功能、Flash、JTAG的

调试功能最高可达100MIPS的8051 CPU以及系统内现场可编程性。C8051F系列单片机主要有如下几类。

- USB混合信号微处理器。例如C8051F340、C8051F341、C8051F342、C8051F343、C8051F344、C8051F345、C8051F320、C8051F321等。
- 精密混合信号微处理器。例如C8051F120、C8051F121、C8051F130、C8051F133、C8051F350、C8051F020、C8051F021、C8051F064等。
- CAN总线接口混合信号微处理器。例如C8051F040、C8051F041、C8051F060、C8051F061、C8051F062、C8051F063等。

(5) Maxim单片机介绍

Maxim公司的产品线很丰富，其推出的8051兼容微控制器主要有如下几类。

- 高速微处理器。这类微处理器每周期使用一个时钟，速度是标准8051的33倍。例如DS89C450、DS87C530、DS87C520、DS83C520、DS80CH11、DS80C323、DS80C320等。
- 安全微控制器。具有防篡改能力的微控制器，例如DS5250、DS5000、DS2250、DS2252T、DS907X、DS2251T等。
- 网络微控制器。例如DS80C411、DS80C400、DS80C390等。

(6) NXP单片机介绍

NXP半导体公司的前身是Philips半导体公司，该公司推出了多种单片机微控制器。主要包括LPC7000系列单片机、LPC9000系列多用途Flash单片机和基本的80C51系列单片机。

(7) Winbond单片机介绍

Winbond系列单片机由中国台湾的华邦电子公司推出，具有丰富的产品线。主要有如下几类。

- 标准51单片机。例如W78C32、W78E51B、W78E516、W78E58、W78C54、W78C801等。
- 宽电压单片机。例如W78L32、W78L51、W78L801、W78LE51、W78LE812等。
- 增强C51单片机。例如W77C32、W77L32、W77E58、W77LE58等。
- 工业温度级单片机。例如W78IE52、W78IE54、W77IC32、W77IE58等。

(8) Analog Devices单片机介绍

美国ADI公司(Analog Device Inc)以生产各种高性能的模拟器件著称，它推出了集成诸多精密模拟资源的ADuC800系列单片机。例如ADuC812、ADuC824、ADuC831、ADuC832、ADuC836、ADuC841、ADuC842、ADuC848等。

(9) TI单片机介绍

美国德州仪器(TI)提供两类具有嵌入式8051/8052微控制器的产品系列。其中MicroSystems(MSC)产品系列包括嵌入式数据获取解决方案，例如MSC1200、MSC1201、MSC1202、MSC1210、MSC1211、MSC1212、MSC1213、MSC1214等。TUSB产品系列包括USB嵌入式连接解决方案，例如TUSB2136、TUSB5052、TUSB6xxx等。

(10) 普芯达单片机介绍

上海普芯达电子有限公司提供多种半导体器件，该公司新推出的CW89F系列和CW89FE系列单片机很有特色。其中，CW89F系列单片机，具有标准的8051内核、大电流I/O端口，同时提供了VML虚拟固件库将常用的数字模块、模拟模块、通信接口模块等集成在一起，减少客户的程序代码，方便了用户的使用。另外，CW89FE系列单片机具有6T8051内核，同样支持

VML虚拟固件库。

除了上述介绍的单片机之外，还有很多其他的半导体厂商也提供了多种单片机。例如美国的Freescale、Motorola、Microchip等，日本的NEC、Hitachi、Renesas等。用户可以根据需要在其网站上查找最新的单片机型号及参数。

这里所介绍的国内外众多单片机类型，都具有很多兼容的特性，同时又各有其突出特点，用户可以根据项目的需要选择相应类型的单片机。

1.2.3 程序设计

当完成系统总体方案并确定单片机型号后，便可以进行电路和程序设计。在进行电路设计时，需要仔细规划整个硬件电路的资源分配以及扩展器件。同时，需要规划哪部分的功能用硬件来实现以及用什么器件来实现，哪部分的功能用软件来实现等。这里需要注意以下几点。

- 如果所选单片机的硬件资源丰富且性能指标达到要求，则应尽量使用其内部集成的硬件资源来实现，这样可以减少额外的器件投资，同时提高系统的集成度和降低电路的复杂性。
- 合理规划和使用单片机的硬件资源，充分发挥单片机的性能。
- 尽量选择一些标准化、模块化的典型电路，这样可以加速电路设计速度，提高设计的灵活性，确保成功率等。
- 硬件电路上最好将不用的引脚留为扩展的接口，以方便后期的电路维护及硬件升级。
- 要仔细考虑各部分硬件的功耗以及驱动能力，确保电源具有足够的驱动能力，同时也需要保证相连接的两个器件之间的驱动能力，否则将导致系统无法正常运行。

在整个单片机应用系统的设计中，单片机的程序设计至关重要。在进行单片机程序设计时，需要从以下几点来考虑。

- 选择合适易用的程序开发工具，例如Keil μ Vision系列等。
- 尽量选择使用单片机C51语言来进行设计，避免使用汇编语言，这样可以使程序易懂，便于代码交流和后期维护。
- 对于执行速度有特殊要求的情况，可以采用C51语言嵌入汇编代码来实现。
- 采用结构化的程序设计，将各个主要的功能部件设计为子程序或者子函数，这样便于调试以及后续的移植修改等。
- 合理使用单片机的硬件资源，包括RAM、ROM、串口、定时器/计数器和中断等。
- 程序中尽量采用执行速度快的指令，以充分发挥单片机的运算性能。
- 充分考虑软件运行时的状态，避免未处理的运行状态。否则，程序运行时进入未处理的状态便容易出错导致死机。
- 必要时可以在软件中采用看门狗定时器来进行强制复位。
- 编写程序代码时，要尽量添加注释，这样可以提高程序的可读性，便于代码交流和维护。

1.2.4 仿真测试

单片机程序在实际使用前，一般均需要进行代码仿真测试。单片机仿真测试和程序设计是紧密相关的。在实际设计过程中，通过仿真测试，可以及时发现问题，确保模块及程序的正确性。当发现问题时，需要重新进行修改设计，直到程序通过仿真测试。单片机程序的仿真测试

需要考虑如下几点。

- 对于模块化的程序，可以通过仿真测试单独测试每一个模块的功能是否正确。
- 对于通信接口，如串口等，可以在仿真程序中测试通信的流程。
- 通过程序仿真测试可以预先了解软件的整体运行情况是否满足要求。
- 选择一个好的程序编译仿真环境，例如Keil公司的 μ Vision系列、英国Labcenter electronics公司的PROTEUS软件等。
- 如果条件允许，可以选择一款和单片机型号匹配的硬件仿真器。硬件仿真器一般支持在线仿真调试，可以实时观察程序中的各个变量，最大程度地对程序进行测试。

1.2.5 程序下载

当程序设计完毕并初步通过仿真测试后，便可以将其下载到单片机中，并结合硬件电路来测试系统的整体运行情况。此时，主要测试单片机程序和外部硬件接口是否正常，整个硬件电路的逻辑时序配合是否正确等。如果发现问题，则要返回设计阶段，逐个解决问题，直至解决所有问题，达到预期设计的功能和指标。在程序下载和实践电路调试时，可以从如下几点进行考虑。

- 在设计调试时，尽量选择可重复编程的单片机，这样便于及时修改程序。
- 在投入生产时，可以根据需要选择一次性编程的器件。
- 尽量选择Flash编程的单片机，相比早期的单片机来说，其程序下载方式简单，下载器投资较少。
- 选择合适的程序下载器，最好同时具有在线调试功能，这样便于硬件的仿真调试。

1.3 单片机开发语言概述

进行单片机程序开发时，首先需要选择合适的开发语言。在单片机设计中，一般可以选择单片机汇编语言和单片机C51语言两种。这两种语言各有优势，目前以单片机C51语言使用得最多。

1.3.1 单片机汇编语言

单片机汇编语言是采用助记符标识的指令的程序设计语言，其中助记符标识是二进制指令的形象标记。单片机汇编语言程序是单片机汇编指令的集合。汇编语言程序设计与51系列单片机的汇编指令集和硬件结构等有密切联系，在单片机上可以用来实现特定的功能和任务。汇编语言以其简练的代码、快速地操作硬件的能力而最先获得了广泛应用。一个典型的汇编语言程序示例如下。

ORG	0200H	; 汇编程序起始命令
MOV	A, R4	; 低字节送入累加器A
CPL	A	; 取反
ADD	A, #01H	; 加1
MOV	21H, A	; 将结果送入地址21H
MOV	A, R3	; 高字节送入累加器A
CPL	A	; 取反
ADDC	A, #00H	; 加进位

第一篇 单片机C51概述

```
MOV    20H, A    ;将结果送入地址20H
END      ;程序结束
```

该程序实现了一个16位二进制数的求补。程序中，假定带操作的这个双字节数存放在R3、R4中，程序将求补以后的结果存放于地址20H和21H中。首先低字节求补，即“求反加一”，然后进行高字节的求补。

从上面的程序可以看出，采用汇编语言编写的程序，每条指令的含义一目了然，而且用汇编语言编写的程序代码少，执行速度快，每条指令的执行时间完全确定。因此，在最初的单片机应用系统中，主要是用汇编语言来编写程序。总结起来，汇编语言与高级语言相比具有以下优点。

- 汇编程序代码简短，执行速度快。
- 占用较少的内存单元和CPU资源。
- 和硬件结构密切相关，可直接调用单片机的全部资源，从而有效地利用单片机的专有特性。
- 指令的执行时间十分明确，适用于实时控制系统或者对时间有严格要求的情况。

单片机汇编语言仍然是一种面向机器的低级语言。使用汇编语言编写程序时，必须熟悉单片机的指令系统、寻址方式、寄存器的设置和使用方法以及系统的硬件资源等。每个计算机系统都有它自己的汇编语言指令集，不同计算机或者单片机的汇编语言之间一般不能通用。因此，单片机汇编语言也有其明显的缺点，罗列如下。

- 一般只针对某种单片机，缺乏通用性，程序不易移植。
- 汇编语言格式比较晦涩，代码难懂，不便于阅读和后期修改。
- 汇编程序结构不清晰，给代码阅读和交流带来很大的困难。

由于单片机汇编语言的诸多不便，现在使用的已经比较少了。程序开发者大都转向单片机C51语言进行设计，只有在对执行速度有严格要求的情况下，才在单片机C51语言中嵌入汇编代码来实现。

1.3.2 单片机C51语言

对比现有的各种程序设计语言，C语言以其功能强大、结构清晰等优点得到了广泛的应用。而在单片机程序设计中，同样有应用于单片机的C语言，一般简称为C51语言。C51语言继承了C语言在结构上的优点，便于用户学习和使用，同时又具有汇编语言可操作性强的特点。因此，目前单片机C51被广泛应用于单片机程序设计中，大有取代单片机汇编语言的趋势。一个典型的单片机C51语言的程序示例如下：

```
#include <stdio.h>           //头文件
void main( )                 //主函数
{
    float a;                 //定义a为单精度浮点型变量
    double b;                //定义b为双精度浮点型变量
    a=1134.5678;             //赋值
    b=5890.1;
    printf("a=%f\nb=%f\n",a,b); //打印输出结果
}
```

本例中，首先初始化两个变量，然后打印输出变量的值。从中可以看出，单片机C51语言和C语言非常类似，这给用户学习和使用带来了方便。

提示 每个C51程序只能有一个main函数，该函数作为程序的入口函数，即程序从该函数开始执行。

与汇编语言相比，单片机C语言在结构上更易理解，可读性强，且开发速度快，可靠性好，便于移植。因此，使用单片机C语言进行单片机系统的开发，可以缩短开发周期，降低开发成本。单片机的C51语言特点很多，总结起来主要有以下几点。

- 单片机C51语言兼备高级语言与低级语言的优点，语法结构和标准C语言基本一致。其规模适中，语言简洁，便于学习。
- 单片机C51语言提供了完备的数据类型、运算符以及函数供使用。
- C51语言是一种结构化程序设计语言，程序结构简单明了。
- C51语言的可移植性强。对于兼容的8051系列单片机，只要将一个硬件型号下的程序稍加修改，甚至不加改变就可移植到另一个不同的硬件型号开发环境中使用。
- C51语言生成的代码执行效率高，且比汇编语言的程序便于理解 and 交流。
- 单片机C51语言开发速度快，可以明显缩短开发周期。

但是和单片机汇编语言相比，单片机C51语言的代码体积要大，执行效率不够高。但是随着技术的发展，C51语言在代码执行的效率方面会越来越接近汇编语言。另外，单片机的程序存储器容量越来越大，硬件的工作频率也越来越快，这些都使得单片机C51语言的应用将越来越广泛。随着单片机硬件系统的发展和产品更新速度的提升，单片机的开发越来越注重于程序本身的发展效率，以便快速占领市场。因此，单片机C51语言已成为目前最流行的单片机开发语言。

1.4 小结

本章主要介绍了单片机及其基本的组成部分和功能，同时介绍了单片机的应用领域；并详细介绍了单片机的开发流程，对其中每一个流程的关键点进行了详细的讲解；还对单片机汇编语言和单片机C51语言进行了分析对比。本章是单片机程序开发的基础。

1.5 习题与上机实践

1. 单片机由哪几部分组成？
2. 什么是51系列单片机？
3. 预习第2章试着构建自己的C51开发环境。
4. 在C51开发环境中输入1.3.2节中的程序（执行该程序看不到结果，可暂不执行程序）。