

单片机基础知识

任务 1.1 单片机简介

【任务描述】

(1)初步了解什么是单片机、什么是单片机应用系统,两者之间有什么联系和区别。(2)了解单片机的发展历史。

【知识要点】

1. 什么是单片机

单片机是单片微型计算机的简称,它的定义是集成在一块芯片上的微型计算机。常见 单片机的外观如图 1-1-1 所示。生活中常见的个人计算机(俗称电脑)也属于微型计算机。 在大多数初学者的错误印象中,计算机一般包含主机、显示器以及鼠标、键盘等。其实,更准

确地讲,计算机仅仅指的是主机,而键盘、 鼠标属于输入设备,显示器属于输出设备。 其中,主机里面是主板,主板上有中央处理 器(CPU)、存储器(内存)、显卡、声卡以及 输入/输出接口电路(如 USB 口等)等。工 作时,键盘、鼠标通过输入接口电路将数据 信息发送给计算机,计算机处理后输出给 显示器显示出图像。



图 1-1-1 常见单片机的外观图

为了便于理解,可以把单片机认为是简化的计算机,它的内部结构与计算机相似,如 图 1-1-2 所示。实际上就是把 CPU、存储器和输入/输出接口电路集成在一块芯片(集成电路)上。从性能上看,单片机与计算机相差甚远,例如,运算速度慢,存储容量小。然而,单片机也有计算机永远无法比拟的优势——体积极小,价格非常便宜。

2. 单片机应用系统

一个完整的微型计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。就像计算机没有安装

操作系统,它是无法工作的。同理,单纯的单片机也是不能独立工作的,只有单片机应用系统(以单片机为核心,配以输入、输出、显示等外围设备和控制程序)才能工作。

单片机应用系统也是由硬件(单片机、外围设备)和软件(控制程序)两部分组成的,如 图 1-1-3 所示。二者相互配合,缺一不可。因此,必须从硬件结构和控制程序设计两个角度来深 入学习单片机,将二者有效地结合起来,才能开发出具有特定功能的单片机应用系统。



3. 单片机发展历史

单片机种类繁多,比较流行的有 51 单片机、AVR 单片机、STM32 等。最早的单片机是 1971 年 Intel 公司研制的 4 位单片机。1976—1980 年,Intel 公司先后推出了不同系列单片 机,包括 MCS-48、MCS-51、MCS-96 等,而 MCS-51 系列是最典型、应用最广泛的系列之一, 包括 8031、8051、8751 等型号单片机,属于 8 位单片机。其中,8051 单片机则是 MCS-51 系 列中最早期、最典型、应用最广泛的产品。这就好比华为手机有 Mate 系列、P 系列等,而 P 系列里有 P30、P40 等型号手机。

后来,Intel公司集中精力研制高端的微机 CPU,便将 8051 的核心技术授权给其他公司,例如,Philips、Atmel、Siemens、STC 等公司。这些公司在 8051 的基础上进行改进,推出 增强型 51 单片机,例如,AT89C51、STC89C52 等。由于衍生出来的型号繁多,后来人们把 所有以 8051 为核心的单片机统称为 8051 单片机,简称 51 单片机。

本书将以 STC 公司推出的 15 系列的 IAP15L2K61S 型号单片机(属于增强型 51 单片机)为例,开启单片机原理与应用的学习之旅^①。

任务 1.2 实验平台与开发软件工具

【任务描述】

了解本书相关的实验平台和开发软件工具,包括实验平台"1+X"训练考核套件(中级)、编程软件 Keil μVision 和程序下载软件 STC-ISP。

① STC 公司 15 系列单片机有若干种型号。其中少数型号命名以 IAP 开头,这些型号具有仿真器功能,本书不涉 及仿真器功能介绍。为避免混淆,除了具体的 IAP15L2K61S 型号,本书将 STC 公司 15 系列单片机描述为 STC15 系列 单片机,望读者周知。

【知识要点】

1. 实验平台——"1+X"训练考核套件(中级)

"1+X"训练考核套件(中级),如图 1-2-1 所示,是一款专为"物联网单片机应用与开发" 职业技能等级证书考核(中级)设计的套件。该套件以 STC 公司的 IAP15L2K61S2 单片机 作为主控芯片,拥有丰富的外设资源,包括 LED 灯、数码管、按键、蜂鸣器、液晶、LCD 等显 示接口以及蓝牙、红外等无线接口,还配备了实验指导书、源程序、学习视频等学习资源,为 用户提供了多样的实验环境。



图 1-2-1 "1+X"训练考核套件(中级)资源图

2. 编程软件——Keil 软件

Keil µVision(Keil 软件)是一个集成开发环境(IDE),是一款将C编译器、宏汇编、链接器、库管理和仿真调试器等功能组合起来、用于程序开发的应用程序。Keil 软件同时支持 汇编语言和C语言的程序设计,其中Keil C51 就是Keil 软件里一个专门为8051 单片机设 计的C语言程序编译器。因此,如果使用C语言为51单片机开发编程,那么Keil 软件几乎 就是不二之选。

3. 程序下载软件——STC-ISP软件

STC-ISP 是 STC 公司官方提供的一款专为 STC 系列单片机设计的程序下载软件。随着 STC-ISP 软件不断更新升级,STC-ISP 软件甚至集成了串口助手、HID 助手、波特率计算器、定时计算器等辅助功能。

用户在 Keil 软件上将程序代码编写完整后,通过编译可以得到一个 hex 文件(烧录文件),然后使用 STC-ISP 软件把 hex 文件下载到单片机芯片上运行,去实现特定的功能,从

而做出理想的电路及产品。初学者如何使用 Keil 软件和 STC-ISP 软件,任务 1.4 将作详细介绍。

任务 1.3 如何学好单片机开发

【任务描述】

4

了解如何循序渐进地学习和掌握单片机的开发步骤,成为开发单片机的高手。

【知识要点】

1. 基础概念

1) 二进制、十六进制及转换

(1) 二进制数: 计算机技术中广泛采用的一种数制。在日常生活中最常用的是十进制数,即由 0~9 十个数组成,其特点是"逢十进一"。而二进制数只有 0 和 1 两个数组成,其特点是"逢二进一"。

(2) 十六进制数:由 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F 一共 16 个数组成,分别对 应十进制数的 0~15。由于二进制数在表示一个大数的时候很长,不方便书写和记忆。因 此,在编程时,通常采用十六进制数作为二进制数的简短表示形式。比如,P0=10011010, 一般写成 P0=0x9A,其中 0x 表示该数为十六进制数,该数的值为 9A。

(3) 二进制与十六进制之间的转换见表 1-3-1。

十进制数	二进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	十六进制数
0	0	0	8	1000	8
1	1	1	9	1001	9
2	10	2	10	1010	А
3	11	3	11	1011	В
4	100	4	12	1100	С
5	101	5	13	1101	D
6	110	6	14	1110	E
7	111	7	15	1111	F

表 1-3-1 各常用进制数的转换表

2) 位、字节

位(bit): 位,又称为比特,是计算机最小储存单位,习惯上用小写的 b 表示。一般用于 表示二进制数,即一个二进制位只能是 0 或 1。

字节(Byte): 计算机中数据处理的基本单位,习惯上用大写的B表示。规定1字节由8 个二进制位构成,即1Byte=8bit。

3) 电平特性

在数字电路中只有两种电平:高电平和低电平,通常高电平用1表示,低电平用0表示。单片机是一种数字集成芯片,这决定了单片机的接口是 TTL 电平特性,即只有高电平+5V 和低电平 0V,且分别对应二进制"1"和"0"。

2. 做好文件管理

对于初学者,往往将文件随意地存储在计算机的各个位置。对于学习单片机非常忌讳 这一点。因为开发一个单片机项目/工程通常会产生许多不同类型的文件,且随着学习的不 断深入,单片机项目越多,产生的文件也越多。如果不做好文件管理,则会浪费大量时间和 精力在找文件上。因此,做好文件管理对于学好单片机至关重要。

在进入下一个任务前,应先做好本书的文件管理:

(1) 在计算机某个固定位置(如 E 盘,不建议桌面) 新建一个文件夹,并命名为"单片机原理及应用";

(2) 在"单片机原理及应用"文件夹里再新建两个 文件夹,分别命名为"项目 1"和"STC 相关资料",如 图 1-3-1 所示。其中,"项目 1"文件夹用于存放与项目 1 相关的工程文件; "STC 相关资料"文件夹用于存放 STC 官方提供的函数库、用户手册等相关学习资料。



任务 1.4 建立 Keil C51 工程模板

【任务描述】

在 Keil 软件中,每个单片机项目通常对应一个工程 Project。为节省重复新建工程的时间和保持单片机项目的规范性,用户在进行单片机项目开发时,通常会使用一个形式相对固定的工程结构为基础进行开发,这样的工程称为工程模板。

【边做边学】

1. 添加 STC 单片机芯片信息

由于 Keil 软件预置的单片机没有 STC 公司的单片机型号,在建立工程模板前必须把 STC 单片机的芯片信息添加进 Keil 软件。

(1) 打开 STC-ISP 软件,单击右侧的"Keil 仿真设置"标签,再单击"添加型号和头文件 到 Keil 中 添加 STC 仿真器驱动到 Keil 中"选项,如图 1-4-1 所示。

論 STC- 文件(F)	ISP (V6.90F) (服务电 编程/下载(O) 工具(话/销售电话:×× T) 界面(L) 调试	× × × × × ×) 官网 接口(G) 资料下载	፪:www.× 乾(D) 供望	×××× 货信息(l)	×××.com 产品广告	(选型咨 (S) 升级
芯片型号	IAP15L2861S2	~ 引脚数 Aut· ~	程序文件 USB-CDC/图	乳口助手 H	ID助手 B	feil仿真设置	STC硬件数
扫描串口	COM4	~	Steamin and state	mly /1 da	佔直哭	使田说明	
最低波持挛	2400 ~ 最高波	特率 115200 ~	添加STC仿真器驱动	」 Meil中	014400	17671346-73	
起始地址 0x0000	✓ 清除代码缓冲区	打开程序文件	单片机型号 IAP15L	2K61S2	~	STC ● 使用串I	38/STC15系列 口进行仿真
0x000x0	☑ 清除EEPROM缓冲区	打开EEPROM文件				○ 使用USE	日进行仿真
硬件选项	U8W/Link1脱机 程序加短	密后传输 ID号 ◀ ▶				将所说	8目标单片机



(2) 此时会出现如图 1-4-2 所示的对话框,该对话框用于选择芯片信息要添加的位置。 选择 Keil 软件安装位置(文件夹)里的 UV4 文件夹,单击"确定"按钮即可完成添加。

	> ♪ 音乐 > ■ 抑频	^
	> 圖 图片	
	> 🥑 本地磁盘 (C:)	
I	✓ → 本地磁盘 (D:)	
	> C51	
	> UV4	
	> LEL	
	> 📕 logs	
	> 📕 MELSEC	
	> MSOCache	

图 1-4-2 选择添加的路径

2. 做好文件夹管理

6

STC 官方为 STC15 系列单片机提供了一个基础的函数库——STC15-SOFTWARE-LIB-V1.0 压缩包(可在 STC 官网下载)。虽然该函数库暂时不是非常全面,无法覆盖 STC15 系列单片机的所有功能,却为初学者提供了一个良好的规范和开始。本书将以此函 数库为基础,随着学习的深入对其进行完善和扩展。

(1)将STC15-SOFTWARE-LIB-V1.0 压缩包解压,可以得到"STC15 系列库函数与例 程测试版 V2.0"文件夹。将其放在"STC 相关资料"文件夹中,以作备份和学习使用,如 图 1-4-3 所示。



图 1-4-3 解压 STC 官方压缩包

其中,"库函数"文件夹就是 STC 官方提供的函数库。打开后,如图 1-4-4 所示,文件夹中只有两种类型的文件:.c(C 文件)和.h(头文件)。其中,除了 config.h 和 STC15Fxxxx.H 为单独的头文件外,其余文件均是.c 文件和.h 文件成对出现。

(2) 在"项目1"文件夹里新建一个文件夹,并命名为"工程模板"。然后在"工程模板"文件夹里再新建4个文件夹,分别命名为 board、fwlib、hardware 和 user,如图 1-4-5 所示。图中文件名说明如下。

① board 文件夹用于存放"1+X"训练考核套件上的资源的驱动文件。



图 1-4-4 初始函数库里的库函数



图 1-4-5 建立工程模板文件夹

② fwlib 文件夹用于存放函数库文件,将"库函数"文件夹里的全部文件(图 1-4-4)复制 到该文件夹里。

③ hardware 文件夹用于存放"1+X"训练考核套件外接设备的驱动文件,暂时留空即可。

④ user 文件夹用于存放 main. c 文件和 keil 工程文件。

3. 建立工程模板

(1) 打开 Keil 软件,单击 Project 菜单中的 New μVision Project 选项(新建工程),如 图 1-4-6 所示。



图 1-4-6 新建 Keil 工程

(2) 在弹出的界面里选择新建工程的保存路径,这里选择上个步骤新建的 user 文件

夹,并将工程名命名为 DEMO,然后单击"保存"按钮,如图 1-4-7 所示。

×
在 user 中搜索
E • 0
修改日期 类型项。
>
~
v

图 1-4-7 保存工程

(3) 弹出如图 1-4-8 所示的对话框,让用户选择所需的单片机型号。首先在顶部的下拉 栏里选择 STC MCU Database,再单击下面 STC 前面的"+"号,然后在单片机列表中选择 STC15F2K60S2 Series,最后单击 OK 按钮即可。

Vendor: Device: Toolset Search:	STC MCU Database Device Database STC MCU Database STC15F2K60S2 Series C51	Use Extended Linker (LX51) instead of BL51	
	STC12C5A60S2 Series STC12H1K08 Series STC15F104E Series STC15F104W Series STC15F204EA Series STC15F204EA Series STC15F408AD Series STC15W104 Series STC15W1045 Series	Description: 8051-based microcontroller with 1T(1-clock) High-Speed Core, Up to 42 (/0 Lines, 3 Timets/Counters, 3 PCA Timets, Build-in up to 35MHz oscillator, 60K bytes flash ROM, 2048 bytes data RAM. On-chip EEPROM, 2 UARTs, WDT, ISP/IAP, A/D, CCP/PWM	^
	STETSTED IS SETES		~

图 1-4-8 单片	「机型号)	选择
------------	-------	----

(4) 弹出如图 1-4-9 所示的对话框,询问用户是否复制标准启动代码到项目文件夹。这 是跳人 C 函数之前执行的一段汇编代码,不复制就用默认的启动代码,复制了但没修改这

段代码,那还是相当于使用默认的启动代码。因此,对于初学者来说,单击"否"按钮就可以了。



(5) 建立工程后,还要新建 main.c 文件作为C程序的入口。如图 1-4-10 所示,首先单击 Target 1 前面的"+"号,再右击 Source Group 1,单击"Add New Item to Group 'Source Group 1'..."。



图 1-4-10 Source Group 1 右键快捷菜单

(6) 出现如图 1-4-11 所示的对话框,首先单击"C File (.c)",然后在 Name 编辑框中输入 main.c,最后单击 Add 按钮即可新建 main.c 文件。

4. 建立工程分组

工程分组是指在当前工程项目里进行系统文件管理。在 Keil 软件中,每个工程都有自己的分组,且其分组不与外部文件夹结构相关联。因此,根据如图 1-4-5 所示的文件夹结构,建立工程模板的分组。

(1) 打开工程项目管理窗口: 如图 1-4-12 所示,在左侧工程栏里,右击 Target 1,单击 "Manage Project Items..."。

Add New I	tem to Group 'Source Group 1'		×
C C File C++ F: A Asm F: Heade: Text 1 Inage User (create a new C source file and ile (.cpp) ile (.s) r File (.h) File (.txt) File (.*) Code Template	add it to the project.	
ype: ame:	C File (.c)		
cation:	E:\【单片机原理及应用】\项目一\工程模板\us	er	
			2

图 1-4-11 新建 main. c 文件到 Source Group 1 中

File Edit View Proj	ect Flash De	bug Peripherals	Tools SVCS Windo
	3 B 9 0	← ⇒ № 12.	周殿 律律//////
\$ II II \$• II	Target 1	~ *	111日本今回
Project	4 X	i main.c	
Project: DEMO	🔆 Options fo	1 or Target 'Target 1'.	Alt+F7
	🔒 Manage P	roject Items	
	Rebuild alBuild Targ	l target files et	F7
	✓ Show Ind	ude File Dependen	ries



(2) 新建和重命名分组:在弹出的对话框里设置,如图 1-4-13 所示,首先在 Project Targets 栏里双击 Target1 进行重命名,改名为 Template,然后在 Groups 栏里双击 Source Group 1 进行重命名,改名为 user,再通过"新建"按钮,新建三个分组,分别命名为 hardware、fwlib 和 board(注意:要确保 main.c 文件在 user 分组中)。

5. 配置编译环境

C51 编译器的编译路径默认只是工程所在目录的路径(即 user 文件夹),函数库的所有 文件却放于 fwlib 文件夹,因此,需要将 fwlib 文件夹的路径添加到 C51 编译器的编译路 径中。

(1) 单击 Project 菜单中的"Options for Target 'Template'"或者快捷图标系。在弹出 如图 1-4-14 所示的对话框中,选中 C51 选项卡,单击 Include Paths 后边的 按钮。

(2) 在弹出如图 1-4-15 所示的对话框中,单击"新建"按钮,再单击....按钮。