



“十三五”应用型人才培养规划教材

单片机应用系统与开发技术项目教程

◎ 丁向荣 编著 姚永平 主审



清华大学出版社



TP368.1
/05012

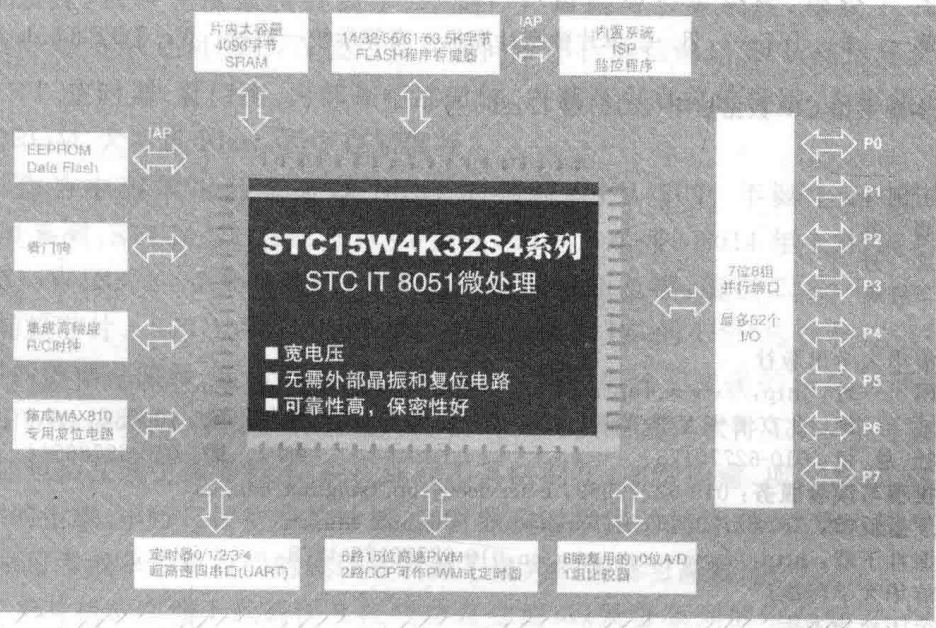


“十三五”

TP368.1/1050D
2017

单片机应用系统与 开发技术项目教程

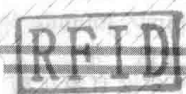
◎ 丁向荣 编著



北方工业大学图书馆



C00500325



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以 STC15W4K32S4 系列中的 IAP15W4K58S4 单片机为主线,以单片机内部资源及常用外围接口资源为项目导向,基于任务驱动组织教学内容,采用 C 语言编程,融单片机原理、单片机接口技术、电子系统设计于一体,共 19 个项目,包括单片机及单片机应用系统认知、单片机应用系统的开发工具、STC15W4K32S4 系列单片机增强型 8051 内核、IAP15W4K58S4 单片机的并行 I/O 口与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机的存储器与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机的定时器/计数器、IAP15W4K58S4 单片机的中断系统、IAP15W4K58S4 单片机的串行通信、IAP15W4K58S4 单片机的低功耗设计与可靠性设计、单片机应用系统的设计与实践、LCD 显示模块与应用编程、模拟量数据采集系统的设计与实践、IAP15W4K58S4 单片机比较器模块与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机 PCA 模块与应用编程、串行总线接口与应用编程、无线传输模块与应用编程、电动机控制与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机增强型 PWM 模块与应用编程、创新设计 DIY 等。本书既可满足少学时单片机课程的教学需求,又符合多学时单片机课程的教学需求。

本书可作为高职(含中高三二衔接)电子信息类、电子通信类、自动化类、计算机应用类专业“单片机原理与应用”课程教材,也适合作为应用型本科相关专业“单片机应用技术”课程的教学用书。此外,本书可作为电子设计竞赛、单片机应用工程师考证的培训教材,也是传统 8051 单片机应用工程师升级转型的最新参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用系统与开发技术项目教程/丁向荣编著. —北京:清华大学出版社,2017

(“十三五”应用型人才培养规划教材)

ISBN 978-7-302-44513-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 171800 号

责任编辑:王剑乔

封面设计:刘 键

责任校对:袁 芳

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4278

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:35.25

字 数:808 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2017 年 2 月第 1 版

印 次:2017 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:56.00 元

产品编号:067886-01

前言

FOREWORD



单片机技术是现代电子系统设计、智能控制的核心技术,是应用电子、电子信息、电子通信、物联网技术、机电一体化、电气自动化、工业自动化、计算机应用等相关专业的必修课程。本书是集编者 30 年单片机应用经历、30 年教学经验,结合应用型本科、高职学生的学习与认知规律,精心打造的基于 8051 单片机最新技术的单片机课程教材。

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”。STC 宏晶科技对 8051 单片机进行了全面技术升级与创新: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,超强抗干扰;进行了特别加密设计;对传统 8051 全面提速,指令速度最快提高了 24 倍;大幅提高了集成度,集成了 A/D、CCP/PCA/PWM (PWM 还可当 D/A 使用)、高速同步串行通信端口 SPI、高速异步串行通信端口 UART、定时器、看门狗、内部高精度时钟、内部高可靠复位电路、大容量 SRAM、大容量 E²PROM、大容量 Flash 程序存储器等。

STC 作为中国本土乃至全球 MCU 的领航者,从 2006 年诞生起,已发展形成 STC89/90 系列、STC10/11 系列、STC12 系列、STC15 系列。2014 年 4 月,宏晶科技重磅推出 STC15W4K32S4 系列单片机,它具有宽电源电压范围,能在 2.4~5.5V 范围内工作,无须转换芯片。STC15W4K32S4 单片机可直接与 PC 的 USB 接口相连进行通信,集成了更多的数据存储器、定时器/计数器以及串行口,集成了更多的高功能部件(如比较器、专用 PWM 模块);开发了功能强大的 STC-ISP 在线编程软件工具,除可实现在线编程以外,还包括在线仿真器制作、脱机编程工具的制作、加密传输、项目发布、各系列单片机头文件的生成、串行口波特率的计算、定时器定时程序的设计、软件延时程序的设计等工具,给学习者或单片机应用的设计者带来了极大的便捷与高效。

STC 单片机的在线下载编程及在线仿真功能,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,提高了单片机应用产品的性能价格比。

本书以 STC15W4K32S4 系列中的 IAP15W4K58S4 单片机为主线,以单片机内部资源以及常用外围接口资源为项目导向,基于任务驱动组织教学内容,结合课程组研制的

GQDJL-II 型单片机开发板(在教学中,不限于 GQDJL-II 型单片机开发板,也可采用 STC 大学推广计划的配套实验箱,或其他 STC15W4K32S4 系列单片机开发板),轻松实施“教、学、做”一体化教学。每个任务就是一个具有一定功能的单片机应用系统,学习单片机就是学习一个个单片机应用系统,系统地学习与锻炼学生的软硬件设计能力与系统调试能力。建议选择全开放式结构的单片机开发板,以便更有效地锻炼学生单片机应用系统的硬件设计能力、软件设计能力以及系统调试能力;同时建议每个学生自己组装一套单片机开发板系统,有效地拓展单片机实验与实践的空间,提升课外电子科技活动空间与深度。

本书融单片机原理、单片机接口技术、电子系统设计于一体,共 19 个项目,包括单片机及单片机应用系统认知、单片机应用系统的开发工具、STC15W4K32S4 系列单片机增强型 8051 内核、IAP15W4K58S4 单片机的并行 I/O 口与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机的存储器与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机的定时器/计数器、IAP15W4K58S4 单片机的中断系统、IAP15W4K58S4 单片机的串行通信、IAP15W4K58S4 单片机的低功耗设计与可靠性设计、单片机应用系统的设计与实践、LCD 显示模块与应用编程、模拟量数据采集系统的设计与实践、IAP15W4K58S4 单片机比较器模块与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机 PCA 模块与应用编程、串行总线接口与应用编程、无线传输模块与应用编程、电动机控制与应用编程、IAP15W4K58S4 单片机增强型 PWM 模块与应用编程、创新设计 DIY 等。教材内容具有一定的深度与广度,既可满足少学时单片机课程的教学需求,又符合多学时单片机课程的教学要求。

单片机课程教学时数建议如下。

(1) 少学时数: 56 学时+1 周综合实训,选择项目一至项目九作为课堂教学内容,项目十为综合实训内容。

(2) 多学时数: 112 学时+2 周综合实训,分两学期完成。第一学期选择项目一至项目九作为课堂教学内容,项目十为综合实训内容;第二学期选择项目十一至项目十八作为课堂教学内容,项目十九为综合实训内容(由学生自主选择创新设计 DIY 课题)。

本书采用 C 语言编程,并且在教材中将项目任务必需的 C 语言基础知识嵌入到相应的任务中。所以,即使是零 C 语言基础,也可采用本书进行教学。

本书是广东省高职教育精品开放课程“单片机应用系统与开发技术”的配套教材,课程、教材、教学实验平台三位一体,轻松实施“教、学、做”一体化教学。书中按照填空题、选择题、判断题、问答题与程序设计题的题型分解各项目的知识点与技能点,从不同角度引导学生理解与掌握各项目的知识要求与技能要求,与高等教育出版社在线教学中心在线考试的考题要求接轨,可方便实施教考分离、标准化考试以及网上在线考试。

本书随书配送教学资源光盘,包括教学课程标准、教学课件、项目工程文件、虚拟仿真电路、教学视频等内容,方便教师教学以及学生复习与自主学习。本书还获得高职教育精品开放课程网站以及在线教学中心资源的支持。“单片机应用系统与开发技术”高职教育精品开放课程网站地址是 http://ecourse.gdpy.edu.cn/jp_xiaoji/2008/dpj/default.asp。

编者根据多年单片机教学发现,在学生中普遍存在一个问题:觉得单片机课程很重要,但觉得很难,不知道怎么学。因此,在学生学习单片机课程前,要让他们明白三件事。

(1) 学习单片机有什么用? 单片机技术是现代电子系统设计的核心技术, 学习单片机就是利用单片机设计一个个具有智能化、自动化功能的单片机应用系统。

(2) 学习单片机应学什么? 学习单片机有哪些资源? 如何使用这些资源?

(3) 怎么学习单片机?

单片机的学习应该分成三个方面: 一是掌握一种编程语言(C 语言或者汇编语言。本书采用 C 语言); 二是掌握单片机应用系统的开发工具(Keil C 集成开发环境与 STC-ISP 在线编程工具); 三是学习单片机的各种资源特性与应用编程。

本书由丁向荣编著, 深圳宏晶科技有限公司 STC 单片机创始人姚永平先生担任主审。本书在写作过程中参考了大量文献, 引用了互联网上的资料, 在此向这些文献和资料的原作者表示衷心的感谢。在写作过程中, 编者在资料收集和技术交流方面得到了国内外相关专业学者和同行的支持, 在此向他们表示衷心的感谢。对于书中有些引用资料的出处, 由于各种原因可能未出现在参考文献中, 在此对原作者表示歉意与感谢!

由于编者水平有限, 书中难免有疏漏和不妥之处, 敬请读者不吝指正! 书中相关信息或勘误会动态地公布在 STC 官网上: www.stcmcu.com。读者有什么建议, 可发送电子邮件到: dingxiangrong65@163.com, 与编者进一步沟通与交流。

编 者

2016 年 12 月

目录

CONTENTS



项目一 单片机及单片机应用系统认知	1
任务1 单片机简介	1
任务2 单片机应用系统的虚拟仿真	6
习题	14
项目二 单片机应用系统的开发工具	16
任务1 单片机应用系统的硬件开发平台	16
任务2 Keil C 集成开发环境的操作使用	35
任务3 STC 单片机应用程序的在线编程与在线调试	53
任务4 STC 单片机应用程序的在线仿真	60
习题	63
项目三 STC15W4K32S4 系列单片机增强型 8051 内核	66
任务1 STC15W4K32S4 系列单片机概述	66
任务2 IAP15W4K58S4 单片机的结构与工作原理	70
任务3 IAP15W4K58S4 单片机的时钟与复位	77
习题	83
项目四 IAP15W4K58S4 单片机的并行 I/O 口与应用编程	85
任务1 IAP15W4K58S4 单片机并行 I/O 口的输入/输出	85
任务2 IAP15W4K58S4 单片机的逻辑运算	100
任务3 IAP15W4K58S4 单片机的逻辑控制	102
任务4 8 位 LED 数码管的驱动与显示	109
习题	121
项目五 IAP15W4K58S4 单片机的存储器与应用编程	124
任务1 IAP15W4K58S4 单片机的基本 RAM	124

任务 2 IAP15W4K58S4 单片机扩展 RAM 的测试	137
任务 3 IAP15W4K58S4 单片机 E ² PROM 的测试	141
习题	146
项目六 IAP15W4K58S4 单片机的定时器/计数器	149
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机定时器/计数器的定时应用	150
任务 2 IAP15W4K58S4 单片机定时器/计数器的计数应用	159
任务 3 简易频率计的设计与实践	162
任务 4 IAP15W4K58S4 单片机的可编程时钟输出	167
习题	170
项目七 IAP15W4K58S4 单片机的中断系统	174
任务 1 定时中断的应用编程	174
任务 2 外部中断的应用编程	190
任务 3 交通信号灯控制系统设计与实践	192
习题	199
项目八 IAP15W4K58S4 单片机的串行通信	202
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机的双机通信	202
任务 2 IAP15W4K58S4 单片机与 PC 间的串行通信	223
任务 3 IAP15W4K58S4 单片机间的多机通信	230
习题	240
项目九 IAP15W4K58S4 单片机的低功耗设计与可靠性设计	243
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机的低功耗设计	243
任务 2 IAP15W4K58S4 单片机的可靠性设计	253
习题	257
项目十 单片机应用系统的设计与实践	259
任务 1 独立键盘的应用编程	260
任务 2 矩阵键盘与应用编程	265
任务 3 电子时钟的设计与实践	271
任务 4 多功能电子时钟的设计与实践	279
习题	286
项目十一 LCD 显示模块与应用编程	289
任务 1 LCD1602 显示模块与应用编程	289
任务 2 LCD12864 显示模块(不含中文字库)与应用编程	302

任务 3 LCD12864 显示模块(含中文字库)与应用编程	317
习题	333
项目十二 模拟量数据采集系统的设计与实践	336
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机 A/D 转换模块与应用编程	337
任务 2 串行 A/D 转换芯片的应用编程	344
习题	350
项目十三 IAP15W4K58S4 单片机比较器模块与应用编程	353
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机比较器模块应用(一)	353
任务 2 IAP15W4K58S4 单片机比较器模块应用(二)	358
习题	361
项目十四 IAP15W4K58S4 单片机 PCA 模块与应用编程	363
任务 1 IAP15W4K58S4 单片机 PCA 模块的定时应用	364
任务 2 IAP15W4K58S4 单片机 PCA 模块的 PWM 控制	375
任务 3 IAP15W4K58S4 单片机的 D/A 转换	382
习题	387
项目十五 串行总线接口与应用编程	390
任务 1 I ² C 串行总线与应用编程	391
任务 2 串行单总线与应用编程	409
任务 3 IAP15W4K58S4 单片机 SPI 接口与应用编程	424
习题	437
项目十六 无线传输模块与应用编程	440
任务 1 红外计数	440
任务 2 红外遥控发送与接收	444
任务 3 无线遥控模块与应用编程	457
任务 4 超声波测距	464
习题	471
项目十七 电动机控制与应用编程	473
任务 1 直流电动机的控制	473
任务 2 步进电动机的控制	481
习题	490

项目十八 IAP15W4K58S4 单片机增强型 PWM 模块与应用编程·····	492
任务 1 应用 IAP15W4K58S4 单片机增强型 PWM 模块占空比与频率 的实时控制·····	492
任务 2 应用 IAP15W4K58S4 单片机增强型 PWM 模块输出正弦波波形 ·····	501
习题 ·····	504
项目十九 创新设计 DIY ·····	507
课题一 数字时钟与数字温度计 ·····	512
课题二 自动升降旗控制系统 ·····	513
课题三 无线遥控窗帘控制系统 ·····	515
课题四 点阵电子显示屏 ·····	516
课题五 可循迹复现的智能电动小车 ·····	518
课题六 液位自动控制装置 ·····	519
课题七 智力竞赛“助手” ·····	521
课题八 太阳能 LED 交通警示板 ·····	522
课题九 汽车安全行车保障系统 ·····	523
课题十 波形采集、存储与回放系统 ·····	524
课题十一 简易自动电阻测试仪 ·····	526
课题十二 帆板控制系统 ·····	527
附录 A ASCII 码表 ·····	530
附录 B 微型计算机中数的表示方法 ·····	531
附录 C C 语言编译常见错误信息一览表 ·····	534
附录 D C51 常用头文件与库函数 ·····	540
参考文献·····	551



单片机及单片机应用系统认知

本项目要达到的目标包括两大方面：一是让读者理解单片机的概念、发展历史、发展现状与应用，建立起学习兴趣；二是建立起单片机应用系统的概念，通过用 Proteus 软件的虚拟仿真，感受单片机的作用，及其在现代电子系统设计中的地位。

知识点：

- ◆ 微型计算机的基本结构与工作过程。
- ◆ 单片机与单片机应用系统的基本概念。
- ◆ Proteus 软件的基本功能。

技能点：

- ◆ 应用 Proteus 软件绘制单片机应用系统电路图。
- ◆ 应用 Proteus 软件调试单片机应用系统。

任务 1 单片机简介



任务说明

单片机实际上是微型计算机发展的一个分支，其组成与基本原理是与微型计算机一致的。本任务从微型计算机的组成及工作过程讲起，引申到单片机，学习单片机的概念、应用领域、市场状况以及发展趋势。



相关知识

一、微型计算机的基本组成

图 1-1-1 所示为微型计算机的组成框图，由中央处理单元(CPU)、存储器(ROM、

RAM)和输入/输出接口(I/O 接口)以及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. 中央处理单元(CPU)

中央处理单元(CPU)由运算器和控制器两部分组成,是微型计算机的核心。

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和逻辑运算。

2) 控制器

控制器由程序计数器、指令寄存器、指令译码器、时序发生器和操作控制器等组成,是发布命令的“决策机构”,即协调和指挥整个微型计算机系统的操作。

2. 存储器(ROM、RAM)

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以及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的输入、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,其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、I/O 接口通过总线相连,包括地址总线、数据总线与控制总线。

1) 地址总线

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

2) 数据总线

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。通常所说的 CPU 的位数,是指数据总线的位数。例如 8 位机,是指该计算机的数据总线为 8 位。

3) 控制总线

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。

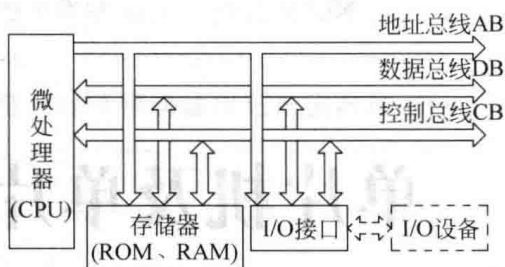


图 1-1-1 微型计算机组成框图

二、指令、程序与编程语言

一台完整的微型计算机由硬件和软件两部分组成,缺一不可。上面所述为微型计算机的硬件部分,是看得到、摸得着的实体部分,但微型计算机硬件只有在软件的指挥下,才

能发挥其效能。微型计算机采取“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,启动运行后,计算机自动地按照程序工作。

指令是规定微型计算机完成特定任务的命令,微处理器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,是解决某项具体任务的一组指令。在用微型计算机完成某项工作任务之前,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。

(1) 机器语言用二进制代码表示,是机器能直接识别和执行的语言。因此,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。

(2) 汇编语言用英文助记符来描述指令,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叫汇编语言编译器将其转换成机器指令。

(3) 高级语言采用自然语言描述指令功能,与微型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,而且容易学习和掌握。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,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)。

三、微型计算机的工作过程

微型计算机启动后,自动按照存储在程序存储器中的程序指挥计算机各部件协调地工作,完成程序指定的工作任务。

微型计算机执行程序时,是按照程序存储的顺序逐条执行指令,每条指令执行的工作过程是一样的。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,自动转向执行下一条指令。

1) 取指

根据程序计数器中的地址,到程序存储器中取出指令代码,并送到指令寄存器中。

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的任务后,控制器自动发出一系列微指令,指挥微型计算机协调地动作,完成当前指令指定的工作任务。



任务实施

一、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)集成在一块芯片中构成的计算机,称为单片微型计算机,简称单片机。

由于单片机完全做嵌入式应用,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,主要分为 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 位机应用越来越普及;但在中、低端控制应用中,在将来较长一段时间内,8 位单片机仍是主流机种,近期推出的增强型单片机产品内部集成有高速 I/O 接口以及 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)等方面都有较大的发展。

单片机自身是一个只能处理数字信号的装置,必须配置好相应的外围接口器件或执行器件,才是一个能完成具体任务的工作系统,称为单片机应用系统。

二、单片机的应用与发展趋势

1. 单片机的应用领域

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,因此在各个领域里都获得了极为广泛的应用。

1) 智能仪器仪表

单片机用于各种仪器仪表,提高了仪器仪表的使用功能和精度,使其智能化;同时,简化了仪器仪表的硬件结构,以便完成产品升级换代,如各种智能电气测量仪表、智能传感器等。

2) 机电一体化产品

机电一体化产品是集机械技术、微电子技术、自动化技术和计算机技术于一体,具有智能化特征的各种机电产品。单片机在机电一体化产品的开发中发挥巨大的作用,典型产品如机器人、数控机床、自动包装机、点钞机、医疗设备、打印机、传真机、复印机等。

3) 实时工业控制

单片机还可以用于各种物理量的采集与控制。电流、电压、温度、液位、流量等物理参数的采集和控制均可用单片机方便地实现。在这类系统中,采用单片机作为系统控制器,可以根据被控对象的不同特征采用不同的智能算法,实现期望的控制指标,从而提高生产效率和产品质量,如电动机转速控制、温变控制与自动生产线等。

4) 分布系统的前端模块

在较复杂的工业系统中,经常要采用分布式测控系统采集大量的分布参数。在这类系统中,采用单片机作为分布式系统的前端采集模块。系统具有运行可靠,数据采集方便灵活,成本低廉等一系列优点。

5) 家用电器

家用电器是单片机的又一个重要应用领域,前景十分广阔,如空调器、电冰箱、洗衣

机、电饭煲、高档洗浴设备、高档玩具等。

另外,在交通领域,汽车、火车、飞机、航天器等均广泛应用单片机,如汽车自动驾驶系统、航天测控系统、飞机黑匣子等。

2. 单片机的发展趋势

1970 年微型计算机研制成功之后,随着大规模集成电路的发展,出现了单片机,并且按照不同的需求,形成了系统机与单片机两个独立的分支。美国 Intel 公司 1971 年研制出 4 位单片机 4004,1972 年研制出雏形 8 位单片机 8008,特别是 1976 年 MCS-48 单片机问世,在这四十几年间,单片机经历了四次更新换代,大约每两到三年更新一代,集成度增加一倍,功能翻一番,发展速度之快、应用范围之广,达到惊人的地步。单片机已渗透到人们生产和生活的诸多领域,可谓“无孔不入”。

纵观四十多年的发展过程,单片机朝着多功能、多选择、高速度、低功耗、低价格、扩大存储容量和加强 I/O 功能及结构兼容方向发展。预计今后的发展趋势将体现在以下几个方面。

1) 多功能

在单片机中,尽可能多地把应用系统所需的存储器、各种功能的 I/O 接口都集成在一块芯片内,即外围器件内装化,如把 LED、LCD 或 VFD 显示驱动器集成在单片机中。

2) 高性能

为了提高速度和执行效率,使用 RISC 体系结构、并行流水线操作和 DSP 等设计技术,使单片机的指令运行速度大大提高,电磁兼容等性能明显优于同类型微处理器。

3) 产品系列化

评价单片机的应用情况,根据应用系统对 I/O 接口的要求分层次配置,使单片机产品系列化,使用户在进行应用系统开发时总能选择到既满足系统功能要求,又不浪费的单片机,提高产品的性能价格比。

4) 推行串行扩展总线

推行串行扩展总线可以显著减少引脚数量,简化系统结构。随着外围器件串行接口的开发,单片机的串行接口逐步普遍化、高速化,使得并行扩展接口技术日渐衰退。许多公司推出了删除并行总线的非总线单片机,当需要外扩器件(存储器、I/O 接口等)时,采用串行扩展总线,甚至用软件模拟串行总线来实现。

三、单片机市场情况

单片机市场上主要以 8 位机和 32 位机(ARM)为主。通常所说的单片机,指的是 8 位机;32 位机一般称为 ARM。

1. MCS-51 系列单片机与 51 兼容机

MCS-51 系列单片机是美国 Intel 公司研发的,但公司后来的发展重点并不在单片机上,因此市场上很难见到 Intel 公司生产的单片机。市场上更多的是以 MCS-51 系列单片机为核心和框架的 51 兼容机。主要生产厂家有美国 Atmel 公司、荷兰 Philips 公司、台湾地区华邦电子股份有限公司和深圳宏晶科技。本书以国产卓越的增强型 8051 单片机——STC15 系列单片机为学习机型。在此不赘述其特性。

2. PIC 系列单片机

Microchip 单片机是市场份额增长较快的机型,其主要产品是 16 C 系列 8 位单片机, CPU 采用 RISC 结构,仅 33 条指令,运行速度快。Microchip 单片机没有掩膜产品,全部是 OTP 器件。Microchip 强调节约成本的最优化设计,适于用量大、档次低、价格敏感的产品。

目前, Microchip 为全球超过 65 个国家或地区的 5 万多个客户提供服务。大部分芯片有其兼容的 Flash 程序存储器的芯片,支持低电压擦写,擦写速度快,而且允许多次擦写,程序修改方便。

3. AVR 单片机

1997 年,由 Atmel 公司挪威设计中心的 A 先生与 V 先生利用 Atmel 公司的 Flash 新技术,共同研发出 RISC 精简指令集的高速 8 位单片机,简称 AVR。AVR 单片机的推出,废除了机器周期,抛弃复杂指令计算机(CISC)追求指令完备的做法;采用精简指令集,以字作为指令长度单位,将内容丰富的操作数与操作码安排在一字之中,取指周期短,又可预取指令,实现流水作业,故可高速执行指令。

AVR 单片机具有增强型的高速同/异步串口,具有硬件产生校验码、硬件检测和校验侦错、两级接收缓冲、波特率自动调整定位(接收时)、屏蔽数据帧等功能,提高了通信的可靠性,方便编写程序,更便于组成分布式网络和实现多机通信系统的复杂应用。AVR 单片机博采众长,拥有独特的技术,因此占有一定的市场份额。

任务 2 单片机应用系统的虚拟仿真



任务说明

Proteus 仿真软件是一款集单片机片内资源、片外资源于一体的仿真软件。它无须单片机应用电路硬件的支持,就能进行单片机应用系统的仿真与测试。

本任务学习与实践应用 Proteus 仿真软件绘制电路原理图、加载用户程序并实施系统调试,一是学会 Proteus 仿真软件的操作方法,为今后调试单片机应用系统奠定基础;二是通过运行 Proteus 软件仿真单片机应用系统,建立单片机应用系统的概念,体会单片机在现代电子系统设计的作用与地位,培养学生的学习兴趣以及对单片机知识的渴望。



相关知识

Proteus ISIS 是英国 Labcenter 公司开发的电路分析与实物仿真软件。它运行于 Windows 操作系统上,可以仿真、分析(SPICE)各种模拟器件和集成电路。该软件的特点如下所述。

1) 实现单片机仿真和 SPICE 电路仿真相结合

Proteus 具有模拟电路仿真、数字电路仿真、单片机及其外围电路组成的系统的仿真、RS-232 动态仿真、I²C 调试器、SPI 调试器、键盘和 LCD 系统仿真的功能;拥有各种

虚拟仪器,如示波器、逻辑分析仪、信号发生器等。

2) 支持主流单片机系统的仿真

目前 Proteus 支持的单片机类型有 68000 系列、8051 系列、AVR 系列、PIC12 系列、PIC16 系列、PIC18 系列、Z80 系列、HC11 系列、ARM7 以及各种外围芯片。

注意: 由于 STC 系列单片机是新发展的芯片,在设备库中还没有。在利用 Proteus ISIS 绘制 STC 单片机电路图时,可选择任何厂家的 51 或 52 系列单片机,但 STC 系列单片的新增特性不能有效地仿真。

3) 提供软件调试功能

在硬件仿真系统中,Proteus 具有全速、单步、设置断点等调试功能,可以观察各个变量、寄存器的当前状态,因此在该软件仿真系统中,也必须具有这些功能。

简单来说,Proteus ISIS 软件可以仿真一个完整的单片机应用系统,具体步骤是:

- (1) 利用 Proteus ISIS 软件绘制单片机应用系统的电路原理图。
- (2) 将用 Keil C 集成开发环境编译生成的机器代码文件加载到单片机中。
- (3) 运行程序,进入调试。

任务实施

一、单片机应用系统与程序功能

图 1-2-1 所示为 LED 流水灯控制电路,当 K1 断开时,流水灯右移;当 K1 合上时,流水灯左移。

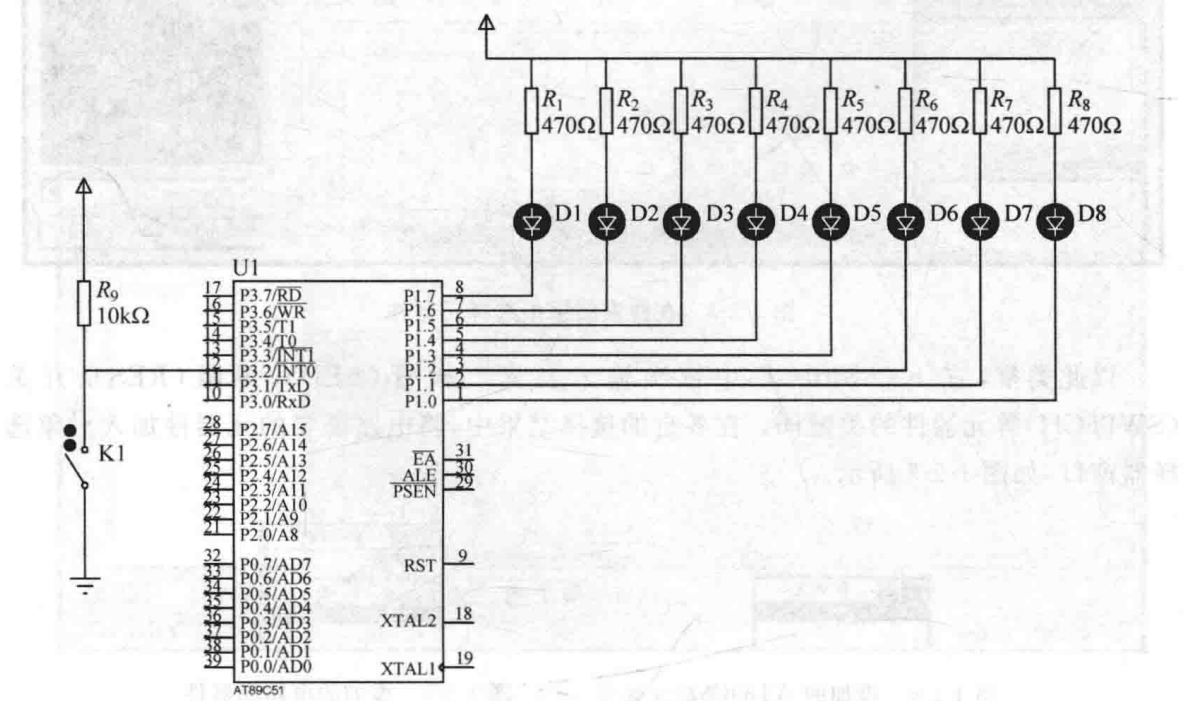


图 1-2-1 流水灯控制电路