



普通高等教育电子信息类规划教材

STC公司大学计划推荐教材, STC杯单片机系统设计大赛参考教材

STC公司推荐的全国大学生电子设计竞赛STC单片机参考教材

单片机原理及应用系统设计

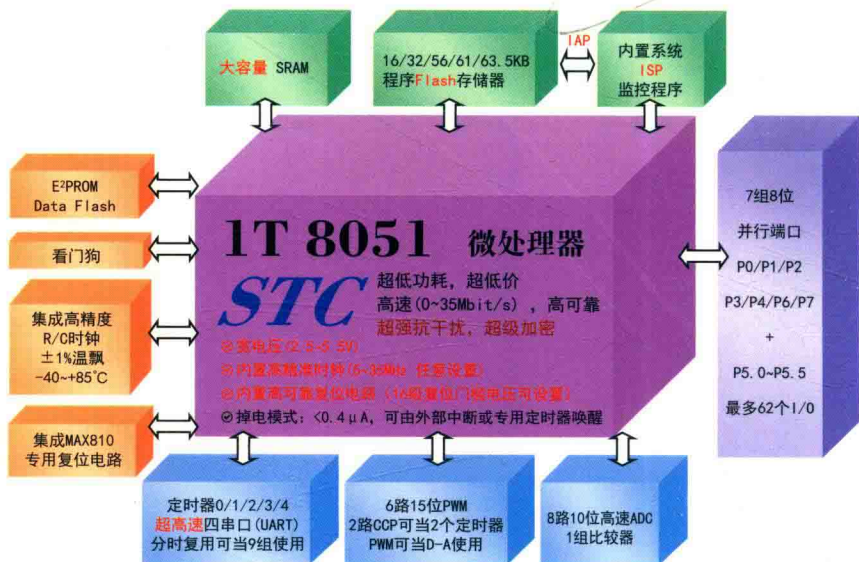
—— 基于STC可仿真的IAP15W4K58S4系列

田会峰 张宝芳 赵丽 编著



免费电子教案下载

www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育电子信息类规划教材

单片机原理及应用系统设计

——基于 STC 可仿真的 IAP15W4K58S4 系列

田会峰 张宝芳 赵 丽 编著



机械工业出版社

本书以宏晶科技的单片机 IAP15W4K58S4 为主线,详细介绍了这款具有在线仿真功能的单片机内部结构、工作原理及其典型应用。内容主要包括三部分,第一部分是基础篇,主要讲述 STC15 系列单片机基本知识、C 语言编程基础、指令系统、Keil μ Vision 集成开发环境。第二部分是提高篇,主要介绍 I/O 接口、中断系统、定时器/计数器、串行口通信、同步通信 SPI 和 I²C、A-D 转换、PCA 模块、PWM 模块等。第三部分给出了 5 个单片机典型应用的综合实例。

本书可作为培养应用型人才的高等院校单片机课程的教材,也可作为单片机爱好者及工程技术人员的参考书。

本书配有电子课件,需要的读者可登录 www.cmpedu.com 免费注册,审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 6142415, 电话: 010-88379753)。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及应用系统设计: 基于 STC 可仿真的 IAP15W4K58S4 系列/田会峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2017. 3

普通高等教育电子信息类规划教材

ISBN 978-7-111-56415-7

I. ①单… II. ①田… III. ①单片微型计算机-理论-高等学校-教材 ②单片微型计算机-系统设计-高等学校-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 063539 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李馨馨

责任校对: 张艳霞 责任印制: 常天培

唐山三艺印务有限公司印刷

2017 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 23.5 印张 · 566 千字

0001 - 3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-56415-7

定价: 59.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: (010) 88379833

读者购书热线: (010) 88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

序

21 世纪全球全面进入了计算机智能控制/计算时代，而其中的一个重要方向就是以单片机为代表的嵌入式计算机控制/计算。由于最适合中国工程师和学生入门的 8051 单片机有 30 多年的应用历史，绝大部分工科院校均有此必修课，有几十万名对该单片机十分熟悉的工程师可以相互交流开发和学习心得，有大量的经典程序和电路可以直接套用，从而大幅降低了开发风险，极大地提高了开发效率，这也是 STC 宏晶科技/南通国芯微电子有限公司基于 8051 系列单片机产品的巨大优势。

Intel 8051 技术诞生于 20 世纪 70 年代，不可避免地面临着落伍境地，为此，STC 宏晶科技对 8051 单片机进行了全面的技术升级与创新，经历了 STC89/90、STC10/11、STC12、STC15 系列，累计上百种产品：产品全部采用 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，使得 STC15 系列无法解密；对传统 8051 进行了全面提速，指令速度最快提高了 24 倍；大幅提高了集成度，如集成了 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（ $\pm 1\%$ 温漂， $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 之间，可彻底省掉外部昂贵的晶振）、内部高可靠复位电路（可彻底省掉外部复位电路）、大容量 SRAM、大容量 EEPROM、大容量 Flash 程序存储器等。针对大学教学，现在 STC15 系列一个单芯片就是一个仿真器，定时器改造为支持 16 位自动重载（学生只需学一种模式），串行口通信波特率计算改造为 [系统时钟/4/（65536 - 重装数）]，极大地简化了教学，针对实时操作系统 RTOS 推出了不可屏蔽的 16 位自动重载定时器，并且在最新的 STC-ISP 烧录软件中提供了大量的贴心工具，如范例程序/定时器计算器/软件延时计算器/波特率计算器/头文件/指令表/Keil 仿真设置等。封装也从传统的 PDIP40 发展到 SOP8/SOP16/SOP20/SOP28，TSSOP20/TSSOP28，DFN8/QFN28/QFN32/QFN48/QFN64，LQFP32/LQFP48/LQFP64S/LQFP64L，每个芯片的 I/O 口从 6 个到 62 个不等，价格从 0.89 元到 5.9 元不等，极大地方便了客户选型和设计。

2014 年 4 月，STC 宏晶科技推出了 STC15W4K32S4 系列单片机，宽电压工作范围，无须任何转换芯片，可直接通过计算机 USB 接口进行 ISP 下载编程，集成了更多的 SRAM（4 KB）、定时器（5 个普通定时器 + CCP 定时器 2）、串行口（4 个），以及更多的高性能部件（如比较器、带死区控制的 6 路 15 位专用 PWM 等）；开发了功能强大的 STC-ISP 在线编程软件，包含项目发布、脱机下载、RS-485 下载、程序加密后传输下载、下载需口令等功能，并已申请专利。IAP15W4K58S4 一个芯片就是一个仿真器（OCD，ICE），价格 5.6 元，是全球第一个实现一个芯片就可以仿真的，彻底摒弃了 J-Link/D-Link。

STC 宏晶科技为全力支持我国单片机/嵌入式系统教育事业，STC 大学计划在如火如荼地进行中，举办了“STC 杯单片机系统设计大赛”，全国数百所高校，上千支队伍参赛；在国内多所大学建立了 STC 高性能单片机联合实验室，多所高校每年都有用 STC 单片机进行

的全校创新竞赛。近年来，围绕着单片机/嵌入式系统的教学存在着两种不同的方法：

高校的学生到底应该先学 32 位的微控制器还是先学 8 位的 8051 单片机好？我觉得还是 8 位的 8051 单片机好。因为现在大学嵌入式课程只有 64 学时，甚至 48 学时，学生能把 8 位的 8051 单片机学懂做出产品，今后只要给他时间，他就能触类旁通了。但如果也只给 48 个学时去学 ARM，学生没有学懂，最多只能学会函数调用，没有意义，培养不出真正的人才。所以大家反思说，还是应该先以 8 位单片机入门。C 语言要与 8051 单片机融合教学，大一第一学期就要开始学，现在有些中学的课外兴趣小组都在学 STC 的 8051 和 C 语言。大三学有余力的再选修 32 位嵌入式单片机课程。

◆ 对大学工科非计算机专业 C 语言教学的想法

现在，我国工科非计算机专业讲 C 语言的书多是不切实际，学生学完之后不知道干什么。以前我们学 BASIC/C，学完用 DOS 系统，也在 DOS 下开发软件。现在学生学完 C 语言，要从 Windows 返回到 DOS 下运行，学的 C 语言也不能在 8051 上运行。嵌入式 C 语言有多个版本，国内流行 Keil C，现我们也在开发中国人自己的 C 编译器。现在学标准 C 语言，没办法落地了，学完了，在 PC 上完成不了设计，在单片机上也应用不了。我们现在推教学改革将单片机和 C 语言（嵌入式 C，面向控制的 C）放在一门课中讲，在大一的第一学期就讲，学生学完后就知道他将来能做什么，大二的第二学期再开一门 Windows 下的 C++ 开发，正好我们的单片机 C 语言给它打基础。学生学完模电/数电（FPGA）/数据结构/RTOS（实时操作系统）/自动控制原理/数字信号处理等课程后，在大三再开一门综合电子系统设计，这样就能循序渐进地培养出真正能动手实践的应用型人才了。我们现在主要的工作是推进中国的工科非计算机专业高校教学改革，促进研究成果的具体化，推出大量的高校教学改革教材，本书就是我们的研究成果的杰出代表。希望在我们这一代人的努力下，我们中国的嵌入式单片机系统设计能够全球领先。

感谢 Intel 公司发明了经久不衰的 8051 体系结构，感谢田会峰老师的新书，保证了中国 30 年来的单片机教学与世界同步，本书是 STC 大学计划推荐教材，STC 高性能单片机联合实验室上机实践指导用书，是 STC 推荐的全国大学生电子设计竞赛 STC 单片机参考教材，采用本书作为教材的院校将优先免费获得我们可仿真的 STC15 系列实验箱的支持（主控芯片为 STC 可仿真的 IAP15W4K58S4）。

明知山有虎，偏向虎山行！

STC MCU Limited; Andy Yao

www.STCMCU.com www.GXWMCU.com

前 言

目前市场上的单片机教材大多都是讲授 MCS-51 单片机系列中的 80C51 单片机, 或者讲授国内宏晶科技/南通国芯微电子有限公司的 STC89C52 单片机, 但是这些单片机由于其功能过于简单, 在实际工业中已经很少应用。本书以 STC 单片机系列中可仿真的 IAP15W4K58S4 单片机为主线, 讲授单片机知识结构和应用系统设计。

传统单片机教材采取“CPU-存储器-I/O 接口”的主线讲授单片机知识体系, 这不能更好地体现单片机的工程实践课程属性, 缺乏工程实践环节的教学。本书突破传统的单片机教学编写模式, 按照基础、提高和综合应用三个能力递进的篇章布局内容, 其主要特色如下。

(1) 以实践为主线, 构建教学新模式

本书采用任务驱动模式组织教材内容, 以工程应用为主线, 讲授单片机知识体系。不再沿袭传统的“CPU-存储器-I/O 接口”的主线讲授单片机知识体系, 而是将单片机的知识点融入到每一个单片机应用系统中, 学习单片机就是在做单片机应用系统, 构建“教、学、做”一体化教学模式, 有效地提高了学生应用单片机技术解决工程实践问题的能力。

(2) 融入热门技术, 力争学用零距离

本书内容涉及 STC 单片机系列中最为先进的 IAP15W4K58S4 单片机体系结构、C51 编程、数据通信、存储、显示等, 以及 RS-232、RS-485、红外、射频 (RFID) 技术、蓝牙技术、以太网、GPRS 模块、GPS 模块、GSM 模块等热门知识, 使学生学以致用, 从而能够吸引学生学习的主动性和积极性。

(3) 体现宜教易学, 组织递进式内容

本书共分为三篇 (17 章), 内容按照能力递进式安排, 通过理论基础、知识模块、综合实训三个环节构建教材内容, 每个不同层次的学校可以根据实际需求选择教学内容。具体如下。

第一部分是基础篇, 分为 4 章, 包括 STC15 系列单片机、Keil μ Vision4 集成开发环境、单片机汇编语言、C51 编程基础。

第二部分是提高篇, 分 8 章, 以按键与显示、数据采集、数据通信、数据存储四个环节为主线, 将单片机各功能模块知识融入其中。

第三部分是综合篇, 分 5 章, 每章介绍一个综合实训项目, 详细介绍单片机应用系统的设计过程, 将单片机相关知识融合在一起, 设计出一个较复杂的应用系统。

本书田会峰、张宝芳、赵丽编写。其中, 田会峰编写了 1~4 章和 13~17 章; 赵丽编写了 5~7 章; 张宝芳编写了 8~12 章。全书由田会峰统稿。

由于编者水平有限, 书中定有疏漏和不妥之处, 敬请读者批评指正。

编 者

目 录

序
前言

第一篇 基础篇

第 1 章 STC15 系列单片机	1
1.1 单片机概述	1
1.1.1 单片机简介	1
1.1.2 单片机的发展过程	1
1.2 常用主流单片机	2
1.2.1 8051 单片机	2
1.2.2 STC 单片机	2
1.2.3 AVR 单片机	3
1.2.4 PIC 单片机	4
1.2.5 MSP430 单片机	5
1.2.6 基于 ARM 核的单片机	8
1.3 IAP15 系列单片机简述	9
1.3.1 IAP15W4K58S4 单片机	9
1.3.2 IAP15F2K61S2 单片机	19
1.3.3 CPU 内部结构	21
1.3.4 存储器结构	23
1.3.5 特殊功能寄存器	25
1.4 单片机系统复位	28
1.4.1 外部 RST 引脚复位	28
1.4.2 软件复位	28
1.4.3 掉电复位/上电复位	29
1.4.4 专用复位电路复位	29
1.4.5 内部低压检测复位	29
1.4.6 看门狗复位	32
1.4.7 程序地址非法复位	33
1.4.8 热启动复位和冷启动复位	33
1.5 单片机省电模式	34
1.5.1 低速模式	36

1.5.2	空闲模式	36
1.5.3	掉电模式	37
第2章	Keil C51 程序设计基础	38
2.1	Keil C51 系统概述	38
2.2	Keil C51 软件开发结构	38
2.3	Keil C51 与标准 C 语言	39
2.3.1	Keil C51 扩展关键字	40
2.3.2	内存区域	40
2.3.3	存储模式	40
2.3.4	存储类型声明	41
2.3.5	变量或数据类型	41
2.3.6	位变量与声明	42
2.4	运算符与表达式	42
2.4.1	赋值运算符	42
2.4.2	算术运算符	43
2.4.3	增量与减量运算符	43
2.4.4	关系运算符	43
2.4.5	逻辑运算符	44
2.4.6	位运算符	44
2.4.7	复合赋值运算符	44
2.4.8	逗号运算符	45
2.4.9	条件运算符	45
2.4.10	指针和地址运算符	45
2.4.11	C51 对存储器和特殊功能寄存器的访问	46
2.4.12	强制类型转换运算符	46
2.4.13	sizeof 运算符	47
2.5	C51 程序的基本语句	47
2.5.1	表达式语句	47
2.5.2	复合语句	48
2.5.3	条件语句	48
2.5.4	开关语句	49
2.5.5	循环语句	49
2.5.6	goto、break、continue 语句	50
2.5.7	返回语句	50
2.6	Keil C51 指针	51
2.6.1	C51 指针	51
2.6.2	利用指针实现绝对地址访问	51
2.7	Keil C51 函数	52
2.8	C51 代码优化及库函数	53

2.8.1	C51 代码优化	53
2.8.2	C51 内联的库函数	54
2.9	C51 程序结构及应用要点	55
2.9.1	C51 程序结构	55
2.9.2	C51 应用要点	56
2.10	Keil C51 高级编程	56
2.10.1	绝对地址访问	56
2.10.2	Keil C51 与汇编的接口	57
2.10.3	Keil C51 软件包中的通用文件	58
第3章	STC 单片机的指令系统	60
3.1	STC 系列单片机指令系统概述	60
3.1.1	CISC 和 RISC	60
3.1.2	指令系统概述	61
3.2	寻址方式	62
3.2.1	立即寻址	63
3.2.2	直接寻址	63
3.2.3	寄存器寻址	64
3.2.4	寄存器间接寻址	64
3.2.5	变址寻址	65
3.2.6	位寻址	66
3.2.7	相对寻址	66
3.3	数据传送指令	67
3.3.1	内部数据传送指令	67
3.3.2	外部数据传送指令	68
3.3.3	堆栈操作指令	69
3.3.4	数据交换指令	69
3.4	运算和移位指令	69
3.4.1	算术运算指令	69
3.4.2	逻辑运算指令	71
3.4.3	移位指令	72
3.5	控制转移和位操作指令	72
3.5.1	控制转移指令	72
3.5.2	位操作指令	73
3.6	汇编器的伪指令	74
3.6.1	状态控制伪指令	74
3.6.2	符号定义伪指令	75
3.6.3	存储空间初始化伪指令	75
第4章	Keil μVision 集成开发环境	77
4.1	软件安装过程	77

4.2	建立工程	80
4.3	添加 STC 系列单片机数据库	80
4.4	生成 STC 系列单片机头文件	82
4.5	创建工程文件	84
4.6	应用程序编译与调试	89
4.6.1	程序编译	89
4.6.2	调试程序	90
4.7	仿真器操作步骤	94
4.7.1	安装仿真驱动	94
4.7.2	创建项目	94
4.8	IAP15W4K58S4 实验箱	95
4.8.1	实验箱的结构布局	95
4.8.2	实验箱的使用步骤	96

第二篇 提高篇

第 5 章	I/O 口的配置与应用	97
5.1	I/O 口的工作模式及结构	97
5.1.1	并行 I/O 口工作模式	97
5.1.2	并行 I/O 口的结构	98
5.2	与 I/O 口有关的特殊功能寄存器及其地址声明	100
5.3	应用举例	104
第 6 章	中断系统	108
6.1	中断的基本概念	108
6.1.1	中断的概念	108
6.1.2	中断源	108
6.1.3	中断优先级	111
6.1.4	中断嵌套	111
6.2	单片机中断请求	111
6.2.1	中断请求标志	111
6.2.2	中断允许的控制	115
6.2.3	中断优先的控制	117
6.3	中断响应	119
6.3.1	中断响应时间	119
6.3.2	中断响应过程	120
6.3.3	中断请求标志的撤销问题	121
6.4	中断服务与中断返回	121
6.5	中断服务函数	122
6.6	IAP15W4K58S4 单片机中断应用举例	123

第7章 定时器/计数器	130
7.1 定时器 T0 和 T1	130
7.1.1 定时器/计数器 T0/T1 的结构和工作原理	130
7.1.2 IAP15W4K58S4 单片机定时/计数器 (T0/T1) 的控制	131
7.1.3 IAP15W4K58S4 单片机定时/计数器 (T0/T1) 的工作方式	133
7.2 IAP15W4K58S4 单片机的定时器/计数器 T2	136
7.2.1 IAP15W4K58S4 单片机的定时/计数器 T2 电路结构	136
7.2.2 IAP15W4K58S4 单片机的定时/计数器 T2 的控制寄存器	136
7.3 IAP15W4K58S4 单片机的定时器/计数器 T3/T4	137
7.3.1 IAP15W4K58S4 单片机的定时/计数器 T3/T4 电路结构	137
7.3.2 IAP15W4K58S4 单片机的定时/计数器 T3/T4 的控制寄存器	138
7.4 IAP15W4K58S4 单片机定时器应用	140
第8章 串行口通信	154
8.1 串行通信基础	154
8.2 IAP15W4K58S4 单片机的串行口 1	156
8.2.1 串行口 1 的控制寄存器	157
8.2.2 串行口 1 的工作方式	158
8.2.3 串行口 1 的波特率设置	161
8.3 IAP15W4K58S4 单片机的串行口 2	162
8.4 IAP15W4K58S4 单片机的串行口 3	164
8.5 IAP15W4K58S4 单片机的串行口 4	166
8.6 串行口通信应用实例	169
8.6.1 单片机与单片机之间的通信	169
8.6.2 单片机与 PC 间通信	171
第9章 同步通信	175
9.1 SPI 接口	175
9.1.1 SPI 的结构	175
9.1.2 SPI 接口的引脚	176
9.1.3 SPI 接口的相关特殊功能寄存器	176
9.1.4 SPI 接口的数据通信	178
9.1.5 IAP15W4K58S4 单片机的 SPI 接口的应用实例	182
9.2 I ² C 通信技术	185
9.2.1 I ² C 总线构成	185
9.2.2 I ² C 总线的数据传送	185
9.2.3 单片机模拟 I ² C 总线	188
第10章 A-D 转换	189
10.1 A-D 转换原理及性能指标	189
10.2 IAP15W4K58S4 单片机 A-D 模块的结构	189
10.2.1 A-D 转换器的结构	190

10.2.2	A-D 转换器的相关寄存器	190
10.3	IAP15W4K58S4 单片机 A-D 转换的应用	193
第 11 章	STC15 系列单片机的 PCA 模块	200
11.1	PCA 的结构	200
11.2	PCA 模块控制寄存器	200
11.3	PCA 模块的工作模式与应用	204
11.3.1	捕获模式	204
11.3.2	16 位软件定时器模式	207
11.3.3	高速脉冲输出模式	209
11.3.4	脉宽调节模式 (PWM)	209
第 12 章	IAP15W4K58S4 单片机的 PWM 模块	219
12.1	IAP15W4K58S4 单片机 PWM 模块的结构	219
12.2	IAP15W4K58S4 单片机 PWM 模块的控制	220
12.3	IAP15W4K58S4 单片机 PWM 模块的应用	225

第三篇 综合篇

第 13 章	激光绘图仪控制系统	229
13.1	项目基本介绍	229
13.1.1	项目简介	229
13.1.2	项目背景	229
13.2	项目方案论证	230
13.3	系统硬件设计	230
13.3.1	步进电动机驱动电路	231
13.3.2	步进电动机基本原理	232
13.3.3	控制系统驱动电路	232
13.3.4	滚珠丝杆的选择	234
13.3.5	绘图仪支架的搭建	234
13.4	上位机软件设计	235
13.4.1	易语言简介	235
13.4.2	易语言编辑软件介绍	235
13.4.3	易语言与单片机通信	236
13.5	系统调试及运行结果	239
13.5.1	下位机程序调试	239
13.5.2	系统调试问题	239
13.5.3	系统测试	240
13.6	程序分析	242
13.6.1	头文件与变量定义	242
13.6.2	主函数程序	243

13.6.3	功能函数程序	244
第 14 章	基于 GPS 和 GPRS 的健康监护仪	251
14.1	项目背景与研究现状	251
14.1.1	项目背景	251
14.1.2	研究现状	251
14.2	系统方案论证与总体设计	252
14.2.1	系统设计目标	252
14.2.2	系统方案论证	252
14.2.3	系统总体设计	253
14.3	系统硬件设计	253
14.3.1	系统硬件总体结构框图	253
14.3.2	GPRS 模块	254
14.3.3	GPS 模块	257
14.3.4	心率传感器	259
14.3.5	体温传感器	260
14.3.6	其他外围硬件模块设计	262
14.4	系统软件设计	263
14.4.1	GPRS 程序设计	263
14.4.2	GPS 程序设计	263
14.4.3	心率传感器程序设计	264
14.4.4	体温传感器程序设计	265
14.4.5	按键处理函数程序设计	265
14.5	系统功能调试	265
14.5.1	功能测试	265
14.5.2	出现问题及解决方案	268
14.6	程序分析	269
14.6.1	头文件与变量定义	269
14.6.2	主函数程序	269
14.6.3	功能函数程序	270
第 15 章	基于以太网的环境监测系统	279
15.1	项目背景与研究现状	279
15.1.1	项目背景	279
15.1.2	研究现状	279
15.2	系统方案论证与总体功能	280
15.2.1	系统方案论证	280
15.2.2	系统总体功能	280
15.3	系统硬件设计	281
15.3.1	系统硬件组成总体框图	281
15.3.2	STC15F2K60S2 单片机简介	281

15.3.3	以太网模块 W5100	282
15.3.4	火焰传感器电路设计	283
15.3.5	烟雾传感器电路设计	285
15.3.6	温湿度传感器电路设计	286
15.3.7	蜂鸣器报警电路设计	288
15.3.8	系统显示电路设计	288
15.3.9	电动机驱动电路设计	289
15.4	系统软件设计	290
15.4.1	系统软件设计总体流程图	290
15.4.2	通信程序设计	290
15.4.3	A-D 转换程序设计	293
15.4.4	温湿度数据采集程序设计	294
15.5	程序分析	295
15.5.1	头文件与变量定义	295
15.5.2	主函数	296
15.5.3	功能函数	301
第 16 章	基于 GSM 的智能指纹门禁系统	306
16.1	项目背景与研究现状	306
16.1.1	项目研究背景	306
16.1.2	项目研究现状	306
16.2	指纹识别技术与整体设计方案	307
16.2.1	指纹特征介绍	307
16.2.2	指纹识别技术	307
16.2.3	整体设计方案	308
16.3	系统硬件设计	309
16.3.1	硬件系统架构设计	309
16.3.2	IAP15W4K58S4 单片机	309
16.3.3	指纹识别模块	309
16.3.4	语音模块	312
16.3.5	GSM 无线通信模块	314
16.3.6	OLED 显示屏模块	316
16.3.7	电源模块设计	316
16.3.8	电磁锁和继电器	318
16.4	系统软件设计	319
16.4.1	单片机控制程序设计	319
16.4.2	系统初始化程序设计	320
16.4.3	指纹识别模块程序设计	321
16.4.4	GSM 无线通信程序设计	323
16.4.5	显示模块程序设计	326

16.4.6	语音模块程序设计	327
16.4.7	继电器模块程序设计	327
16.4.8	按键模块程序设计	328
16.5	系统测试与结果分析	328
16.5.1	系统功能的测试	328
16.5.2	问题及解决方案	331
16.6	程序分析	331
16.6.1	头文件与变量定义	331
16.6.2	主函数	331
16.6.3	功能函数	334
第17章	基于蓝牙技术的智能家居系统	341
17.1	项目研究背景及意义	341
17.1.1	项目研究的背景	341
17.1.2	项目研究的意义	341
17.1.3	系统功能	342
17.2	系统设计方案论证	342
17.2.1	系统设计方案比较	342
17.2.2	系统设计方案选择	344
17.3	系统硬件设计	344
17.3.1	电源管理系统设计	344
17.3.2	蓝牙通信系统设计	345
17.3.3	单片机最小系统设计	347
17.3.4	家电控制电路设计	349
17.3.5	系统显示电路设计	349
17.3.6	气敏传感器电路设计	350
17.3.7	温湿度传感器电路设计	351
17.3.8	人体感应模块电路设计	352
17.3.9	雨水感应模块电路设计	352
17.4	系统软件设计	352
17.4.1	系统主程序流程图	352
17.4.2	传感器模块程序	353
17.4.3	系统蓝牙通信模块子程序	353
17.5	系统的组装与调试	354
17.5.1	系统的组装与焊接注意事项	354
17.5.2	系统的调试与问题解决方法	355
17.6	程序分析	356
17.6.1	头文件与变量定义	356
17.6.2	主函数	356
17.6.3	功能函数	360
参考文献		362

第一篇 基础篇

本部分是基础篇，包括4章内容。第1章主要介绍单片机的发展历史以及STC15系列单片机的基本情况。第2章主要介绍Keil C51编程基础。第3章主要介绍STC系列单片机的寻址方式以及汇编指令系统。第4章主要介绍Keil μ Vison集成开发环境。

第1章 STC15系列单片机

1.1 单片机概述

1.1.1 单片机简介

单片机又称单片微控制器，英文全称是 Micro Controller Unit，国内一般统称为单片机。它不是完成某一个逻辑功能的芯片，而是把一个计算机系统集成到一个芯片上，相当于一个微型的计算机，与计算机相比，单片机只缺少了I/O设备。概括来说，一块芯片就构成了一台微型计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜，为学习、应用和开发提供了便利条件。同时，学习使用单片机是了解计算机原理与结构的最佳选择。

单片机的应用领域已十分广泛，如智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器等。各种产品一旦用上了单片机，就能起到使产品升级换代的功效，常在产品名称前冠以形容词——“智能型”，如智能型洗衣机等。

1.1.2 单片机的发展过程

单片机诞生于1971年，经历了SCM（Signal Chip Machine）、MCU（Micro Controller Unit）、SoC（System on Chip）三大阶段。单片机名字的来历一直是延续最早的单片微型计算机，简称单片机。

早期的SCM单片机都是8位或4位的。其中最成功的是Intel的8051，此后在8051基础上发展出了MCS51系列MCU系统。基于这一系统的单片机系统直到现在还在广泛使用。随着工业控制领域要求的提高，开始出现了16位单片机，但因为性价比不理想并未得到很广泛的应用。20世纪90年代后随着消费电子产品大发展，单片机技术得到了巨大提高。随着Intel i960系列特别是后来的ARM系列的广泛应用，32位单片机迅速取代16位单片机的高端地位，并且进入了主流市场。

而传统的 8 位单片机的性能也得到了飞速提高，处理能力比起 20 世纪 80 年代的提高了数百倍。高端的 32 位 SoC 单片机主频已经超过 300 MHz，性能直追 20 世纪 90 年代中期的专用处理器，而普通的型号出厂价格跌落至 1 美元，最高端的型号也只有 10 美元。

当代单片机系统已经不再是只在裸机环境下开发和使用的，大量专用的嵌入式操作系统被广泛应用在全系列的单片机上。而在作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机甚至可以直接使用专用的 Windows 和 Linux 操作系统。

1.2 常用主流单片机

1.2.1 8051 单片机

8051 单片机最早是由 Intel 公司推出的 8 位单片机，也是目前使用最多，最经典的一款单片机。其指令系统共有 111 条指令，属于复杂指令集系统（Complex Instruction Set Computer, CISC）。内部采用冯·诺依曼结构，即数据总线和指令总线分时复用。

随后 Intel 公司将 80C51 内核使用权以专利互换或出让给世界许多著名 IC 制造厂商，如 Philips、NEC、Atmel、AMD、Dallas、Siemens、Fujitsu、OKI、华邦、LG 等。在保持与 80C51 单片机兼容的基础上，这些公司融入了自身的优势，扩展了针对满足不同测控对象要求的外围电路，如满足模拟量输入的 A-D、满足伺服驱动的 PWM、满足高速输入/输出控制的 HSL/HSO、满足串行扩展总线的 I²C、保证程序可靠运行的 WDT、引入使用方便且价廉的 Flash ROM 等，开发出上百种功能各异的新品种。这样 80C51 单片机就变成了众多芯片制造厂商支持的大家族，统称为 80C51 系列单片机。客观事实表明，80C51 已成为 8 位单片机的主流，成为事实上的标准 MCU 芯片。

1.2.2 STC 单片机

STC 单片机包括两大类：STC 系列单片机和 IAP 系列单片机。

1. STC 系列单片机

STC 系列单片机是基于 8051 内核的，其指令系统与标准 8051 单片机的指令系统完全兼容。有 89、90、10、11、12、15 几大系列，每个系列都有自己的特点。89 系列是老旧而传统的单片机，可以和 AT89 系列完全兼容，是 12T 单片机。90 是基于 89 系列的改进型产品系列。10 和 11 系列是便宜价格的 1T 单片机，有 PWM、4 态 I/O 接口、EEPROM 等功能，但都没有 ADC 这个高级功能。12 系列是增强型功能的 1T 单片机，型号后面有“AD”的就是具有 ADC 功能的单片机。15 系列是 STC 的最新系列单片机，其最大的特点是内部集成了高精度的 R/C 时钟，可以完全不需要接外部晶振。

2. IAP 系列单片机

IAP 是英文 In Application Programming 的缩写，表示在应用编程。芯片本身可以通过一系列操作将程序代码写入，比如支持 IAP 的单片机，内部分为 3 个程序区，1 区是引导程序区，2 区是运行程序区，3 区是下载程序区。芯片通过串行口接收到下载命令，进入引导区运行引导程序，在引导程序下将新的程序内容下载到“下载区”，下载完毕并校验通过后，再将下载区的内容复制到“运行程序区”。