



源程序下载地址：
<http://www.buaapress.com.cn>的“下载中心”

ARM Cortex-M0

最小系统应用 与C程序编写

刘同法 彭继卫 肖志刚 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

ARM Cortex - M0 最小系统 应用与 C 程序编写

刘同法 彭继卫 肖志刚 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书以 Cortex-M0 微控制器的硬件和软件编程基础为主,通过任务制作来提高学识水平。硬件基础部分主要讲述 51 单片机和 Cortex-M0 的发展过程及内部结构、寄存器映射;编程基础部分主要讲述 C 语言的程序结构、程序语句、语法知识及 C 语言中的模块化程序(函数)的编写方法。学识水平提高部分主要介绍 LPC1100 系列微控制器的内部资源应用技术、典型芯片 LPC1114FN28 的内部资源应用、80C51 单片机模拟串行通信程序移植到 LPC1114FN28 上的应用技术以及 LPC1114FN28 在实际工程程序中的应用方法。

本书可作为本科院校、高职高专及技师学院的自动控制、智能仪器仪表、电力电子、机电一体化专业的理论与实践教材,还可作为电子技术爱好者和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

ARM Cortex-M0 最小系统应用与C程序编写 / 刘同法, 彭继卫, 肖志刚编著. --北京 : 北京航空航天大学出版社, 2014. 4

ISBN 978-7-5124-1408-2

I. ①A… II. ①刘… ②彭… ③肖… III. ①微处理器—系统设计②C 语言—程序设计 IV. ①TP332②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 055883 号

版权所有,侵权必究。

ARM Cortex-M0 最小系统应用与 C 程序编写

刘同法 彭继卫 肖志刚 编著

责任编辑 王 实

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316524

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:28.75 字数:613 千字

2014 年 4 月第 1 版 2014 年 4 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1408-2 定价:59.00 元

序 言

由于网络与通信技术的发展,嵌入式系统在经历了 20 年的发展后,又进入了一个新的历史发展阶段,即从普遍的低端应用进入到一个高、低端并行发展并且不断提升低端应用技术水平时代,其标志是近年来 32 位微控制器(MCU)的发展。

32 位 MCU 应用不会走 8 位机百花齐放、百余种型号系列齐上阵的道路,这是因为在 8 位机的低端应用中,嵌入式对象与对象专业领域十分广泛而复杂;而当前 32 位 MCU 的高端应用则多集中在网络、通信和多媒体技术领域(32 位 MCU 将会集中在少数厂家发展的少数型号系列上)。

在嵌入式系统高端应用的发展中,曾经有众多厂家参与,很早就有许多 8 位嵌入式 MCU 厂家实施了 8 位、16 位和 32 位机的发展计划,后来,8 位和 32 位机的技术扩展侵占了 16 位机的发展空间,传统电子系统智能化对 8 位机的需求使这些厂家将主要的精力放在 8 位机的发展上,形成了 32 位机发展迟滞不前的局面。网络、通信和多媒体信息家电业兴起后,出现了嵌入式系统高端应用的市场;而在嵌入式系统的高端应用中,进行了多年技术准备的 ARM 公司适时地推出了 32 位 ARM 系列嵌入式微处理器,以其明显的性能优势和知识产权平台扇出的运行方式,迅速形成了 32 位机高端应用的主流地位,以至于使不少传统嵌入式系统厂家放弃了自己的 32 位发展计划,转而使用 ARM 内核来发展自己的 32 位 MCU。甚至在嵌入式系统发展史上做出卓越贡献的 Intel 公司以及将单片微型计算机发展到微控制器的 NXP 公司,在发展 32 位嵌入式系统时都不另起炉灶,而是使用 ARM 公司的嵌入式系统内核来发展自己的 32 位 MCU。

网络、通信、多媒体和信息家电时代的到来,无疑为 32 位嵌入式系统高端应用提供了空前巨大的发展空间;同时,也为力不从心的 8 位机向高端发展起到了接力作用。一般来说,嵌入式系统的高、低端应用模糊地界定为:高端用于具有海量数据处理的网络、通信和多媒体领域,低端则用于对象系统的控制领域。然而,控制系统的网络化、智能化的发展趋势要求在这些 8 位机的应用中提升海量数据的处理能力。当 8 位机无法满足这些提升的要求时,便会转而求助于 32 位机的解决办法。因此,32 位机的市场需求发展由两方面所致:一方面是高端新兴领域(网络、通信、多媒体和信息家电)的拓展;另一方面是低端控制领域应用于数据处理能力的提升要求。

后 PC 时代的到来以及 32 位嵌入式系统的高端应用吸引了大量计算机专业人士的介入,加之嵌入式系统软硬件技术的发展,导致了嵌入式系统应用模式的巨大变

化,即使嵌入式系统应用进入到一个基于软/硬件平台、集成开发环境的应用系统开发时代,并带动了 SoC 技术的发展。

在众多嵌入式系统厂家的参与下,基于 ARM 系列处理器的应用技术会在众多的领域取得突破性进展。Intel 公司将 ARM 系列向更高端的嵌入式系统发展;而 NXP 公司则在向高端嵌入式系统发展的同时,向低端的 8 位和 16 位机的高端应用延伸。Intel 公司和 NXP 公司的发展都体现了各自的特点,并充分发挥了各自的优势。因此,在 32 位嵌入式系统的应用中,ARM 系列会形成以 ARM 公司领军,众多厂家参与,计算机专业、电子技术专业以及对象专业人士共同推动的局面,形成未来 32 位嵌入式系统应用的主流趋势。

.....

以上是我在《ARM 嵌入式系统系列教程》一书中写的前言。时隔多年,今天嵌入式系统已经走上了快速发展的轨道。东道主 ARM 公司领军、各嵌入式系统厂家参与下的嵌入式系统又迈进了新的发展时代,即以 ARMV7 命名的 Cortex 时代。从我公司的网站上完全可以感悟到 Cortex 在迅速崛起。以 Luminary Micro 为先锋的 Cortex 内核芯片生产厂家先后推出了很多适应市场需求的、多功能低成本的嵌入式系统芯片(主要的系列芯片有:S100、S1000、S3000、S5000、S6000、S8000、LPC1700)。以 NXP 为代表的 Cortex 内核芯片生产厂家先后推出了以 Cortex-M0 为内核的 LPC1100、LPC800 系列,以第二代 Cortex-M3 为内核的 LPC1700 和 LPC1800 系列,以及以 Cortex-M4 和 Cortex-M0 为内核的 LPC4000 系列的很多适应市场需求的、多功能低成本的嵌入式专业系统芯片。

这一时期嵌入式系统芯片的最大特点是:分工明确,功耗低,系统运行速度快。为适应市场的各特殊领域的需求,ARM 公司将 Cortex 分成三个层面,即 Cortex-A、Cortex-R 和 Cortex-M。其中,Cortex-A 是一款适用于复杂操作系统及用户应用的应用处理器;Cortex-R 是一款适用于实时系统的嵌入式处理器,如手机、硬盘、打印机以及汽车电子;Cortex-M 是一款适用于存储器和处理器的尺寸,对产品成本影响极大的各种应用处理器。就 Cortex-M 这一分支而言,我们就向市场推出了 Luminary Micro(流明诺瑞)生产的 Stellaris(群星)系列芯片多达 100 余种,NXP 公司生产的 LPC 系列芯片多达几百种,并还在不断地扩大。芯片细分到了其内部直接集成 CAN 控制器、USB HOST/DEVICE/OTG、100 MHz 以太网等功能模块,其他常用功能模块就更不用多说了。

应该说,Cortex-M 处理器是首款基于 ARMV7M 架构的芯片,其特性是专门针对微控制器、汽车车身控制系统、工业控制系统以及无线网络等低成本、低功耗而设计的嵌入式应用领域的专用 ARM 内核。

基于 Cortex-M 内核的处理器已渐成气候,我们在推广这一类型芯片的过程中,其以处处满意的先进特性力压群芳。这是因为它作为 ARM7 的后继者,大刀阔斧地改革了设计架构,简化了编程与调试的复杂程度,增强了芯片的处理能力。除此

之外,还引进了很多时尚的甚至崭新的技术,以满足微控制器应用程序的需要。

ARM Cortex - M 的出现是这个时代嵌入式系统发展的展现,我们不能不正视这正在发生的一切,作为学者、学生、学员和正在工作岗位上工作的工程师们,快速地学习新的技术知识已摆在面前。刘同法老师的《ARM Cortex - M0 最小系统应用与 C 程序编写》套书正是为这些读者而编写的。他从理论到实践沿用了 8 位单片机的学习顺序,从 I/O 到定时器到中断再到外扩内带模块,再到外围接口芯片应用,再到 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 实时操作系统的应用,层层深入讲解,逐个课题训练。实际上对于单片机和计算机来说,做底层开发不外乎是对 I/O 口的输入/输出引脚的控制和操纵,不外乎是对内部定时器的开启与停止,不外乎是对中断系统的启用和关闭,不外乎是与外围接口芯片实施通信。熟悉了这个过程,再复杂的系统也能迎刃而解。

滚滚长江东逝水,浪花淘尽英雄。

刘同法老师这套书的上市,将为我们每一个想学习 ARM Cortex - M 系列微控制器的读者开辟一条捷径。

ARM32 位嵌入式系统的发展不会停下脚步,我们只有勇敢地面对新的技术的挑战。

周立功

2013 年 10 月

前 言

基于 Cortex - M 内核微控制器向我们走来已经是很久时间的事情了,那时我还在一篇文章中写道:“……可 ARM 公司的 Cortex - M3 内核的 32 位微控制器已出现在我的眼前,这使我不得不迅速改变学习方向,走向新的微控制器世界。”为追逐这个时代我还写过两本关于 Cortex - M3 内核微控制器的书:一本是《ARM Cortex - M3 内核微控制器快速入门与应用》,另一本是《ARM Cortex - M3 内核微控制器外围接口电路与工程实践基础应用》。那时,人们对 Cortex 内核的微控制器还处于怀疑状态,所以当时 ARM 公司为推销 Cortex 内核芯片还成立了一家专门推销 Cortex 内核微处理器和微控制器的公司,我也重点对 Cortex - M3 内核微控制器进行了介绍。后来技术成熟了,ARM 公司将这家公司出售给了美国国家半导体 IT 公司。NXP 公司也被授权生产这一类内核的芯片,就是现在我要向大家介绍的 Cortex - M0 内核的 32 位微控制器(MCU)。如今很多过去生产单片机的公司都转而接受了 ARM 公司的授权生产 Cortex 内核微控制器了,因此抓紧时间学习使用这类微控制器已是时代潮流。

为迎合这样的一个时代潮流,本书以 NXP 公司生产的 Cortex - M0 32 位微控制器为重心来讲述如何学习和使用此类微控制器。

本书基于《单片机基础与最小系统实践》一书,在结构上也类似于此书。比如:单片机硬件基础知识,讲述了 51 单片机的内部结构、发展历程,Cortex - M0 内核微控制器的发展过程、内部结构、内部寄存器映射等。单片机的 C 语言编程基础知识,讲述了 C 语言的程序结构、程序语句、语法知识及 C 语言中的模块化程序(函数)的编写方法等(本书中的 C 语言章节实际上是一个缩小了的 C 语言编程教程。用 C 语言编写的单片机程序很多大型的 C 语言库函数不能调用,这是因为在 51 单片机狭小的空间中只能使用 C 语言最原始的语句,这样只要学好 C 语言的基础编程就可以在单片机这一领域中驰骋了)。微控制器最小系统的电路基础,主要展示的是单片机的最小可工作的电路系统和扩展的外部结构系统,在这个基础上无论是 8 位还是 32 位都有其最小需要外部工作的元器件,连接好这些小器件就能使 MCU 正常地工作了,而后再在这个基础上扩展外围接口电路形成大的可工作的实用系统。所以,这些基点的设计都是针对初学者的:一方面对于从来没有学过 8 位单片机的读者,可以直接从这里起步;另一方面对于学过 8 位单片机的读者也可以从这里起步,这是因为学习了一款新的 MCU,可为自己增添新的设计想法。

也许有朋友要问,那你这不是一本纯粹的基础用书吗?其实不然,在书的后半部分用了大量的笔墨,耗时两年编写了大量的基于这种 Cortex-M0 内核微控制器的程序开发,目的就是使那些正在设计岗位上工作的读者,拿到这本书后就可以将这款微控制器用到实际的工程设计上去。对于某些电子工程设计人员,不需要花太多的时间,翻一翻书,找到下手的突破口,将过去写过的程序移植过来,稍作修改后,就可以投入工作了。快速学习一款新芯片的绝招就是找到 I/O 口的控制,在 8 位单片机中的大多数代码都是针对 P 口进行编写的,只要我们能操控各端口引脚,就可以控制单片机的外围设备了。比如,一只接在 P 口引脚的 LED 灯,接在 P 口上的 I²C 接口器件等。掌握这一点就可以很容易地掌握一款新的芯片了,这是因为这一功能基本上是通用的。所以,在本书的编排上用了大量的篇幅介绍 Cortex-M0 的引脚控制方法,并打包为 `lflpc11xxgpio.h` 文件,文件中包含 P 口的初始设置、读/写单个引脚、引脚中断的启停等函数。对于一般的工程程序设计人员,这已经够用了,对于需要复杂应用的读者,还可以找到 P 口引脚控制寄存器直接进行设置控制。

全书共分 5 章。

第 1 章以单片机硬件基础为主,介绍嵌入式计算机、通用计算机、嵌入式系统等单片机常用概念;介绍 80C51 内核单片机的内部结构和发展过程;介绍 Cortex-M 内核微控制器的发展历程和基于 Cortex-M0 的 LPC1100 系列微控制器的内部结构、内部外设、内部寄存器映射及最小工作系统。

第 2 章为初学者安排了 C 语言的编程基础,目的是让初学者能使用一种语言来对 Cortex 内核微控制器进行编程。本章列出了大量的例程和作业,促使读者通过作业训练很快地掌握 C 语言的编程技巧,还提供了学习 C 语言编程的 VC6.0 编译器的编程方法。

第 3 章主要讲述 LPC1100 系列微控制器的内部资源,最重要的是了解和掌握其内部的外围设备和控制外围设备工作的寄存器。本章重点介绍几大常用外围设备的启用和停止方法,如定时器、I²C、SPI 通信接口,ACD、WDT 等;也提供了程序范例,读者通过对这些例程的学习,可以熟悉外设接口开发包函数的调用方法,并可以熟练地使用这些常用接口。

第 4 章是第 3 章的具体应用,以 LPC1100 系列中的代表芯片 LPC1114FN28 为例,此芯片有 28 个引脚,DIP 封装,并带双排直插,能插在 IC 座上,其外形特性很像 P89V51xxx 芯片,很适宜手工制作。这样一款芯片为初学者提供了很大便利。LPC1114FN28 与 P89V51xxx 芯片在程序的下载操作上完全一致,实际上还更好用一点。本章重点介绍如何将 8 位单片机上应用的模拟通信程序包移植到 Cortex-M 内核的芯片上。学会了这个,我们就可以很容易地将过去在 8 位单片机上写过的程序开发包移植到 Cortex-M 内核的芯片上来,从而很容易开发出新的工程。

第 5 章是学识水平提高部分。本章为两类特殊的读者而设计:一类是只做电路板,只对微控制器进行了解的读者,所以各任务中提供的都是工程施工电路图;另一

类是有一定编程水平,为提高在实际工程中编写具体应用程序水平的读者。这里需要的硬件比较杂,既有外设,也要使用其内部资源,推荐的学习方法是:先制作好任务的硬件,然后针对任务硬件进行具体编程,出了问题后再来参考对应任务的工程程序进行查找。这样,完成 10 个任务的程序编写工作后,编程水平将得到很大提高。本章的 10 个任务中提供了大量软件接口器件开发包文件,我们将学会这些包的函数调用方法和如何编写这一类程序开发包文件。

.....

书山有路勤为径,学海无涯苦作舟。

勤快、不辞辛劳、持之以恒,才能学到所需要的知识。

愿本书能提高你的单片机学识水平。

感谢周立功先生对本人的大力支持,感谢周立功单片机发展有限公司的各位老师及时解答本人提出的技术问题;感谢博圆周立功单片机和嵌入式系统培训部全体人员对本人的大力支持和帮助;感谢深圳市有方科技公司嵌入式开发工程师汤柯夫、深圳智敏科技有限公司嵌入式开发工程师刘聪、深圳市海洋王照明科技股份有限公司嵌入式开发工程师樊亮等工程师在技术上给予我们的支持与帮助;感谢南华大学张翼、李孟雄和湖北工程学院江山等同学对本书进行的尝试性学习体验;感谢衡阳技师学院电气技师班和机电一体化 1 班、8 班的李杨勇、许乐平、高凯龙、胡中勇、王端、曾晶、王云、张艳、阳红伟、邓芸、彭俊、蒋卓林、李胜、匡增科、倪江伟、于宗计等同学对本书进行的大胆的测试性学习体验;感谢衡阳技师学院电气技师 726 班的陈胜、蒋锦江、彭剑鹰、旷佳、邹顺云等同学参与本书的校对。

由于作者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正(Email: bymcupx@126.com)。

刘同法
于衡阳技师学院
2013 年 10 月

目 录

第 1 章 单片机基础	1
1.1 单片机的概述	1
1.1.1 通用计算机与嵌入式计算机	1
1.1.2 嵌入式系统	1
1.1.3 单片机与嵌入式系统	2
1.2 8 位单片机内部结构与 32 位微控制器的内部结构	2
1.2.1 8 位单片机内部结构	2
1.2.2 32 位微控制器的内部结构	3
1.3 单片机的发展过程	4
1.3.1 8 位单片机的发展阶段	4
1.3.2 32 位微控制器时代的到来	7
1.4 LPC1100 微控制器硬件与主要的寄存器	12
1.4.1 简介.....	12
1.4.2 特 点.....	12
1.4.3 芯片各引脚的配置.....	13
1.4.4 主要的寄存器描述.....	17
1.4.5 最小应用系统.....	25
第 2 章 C 语言编程基础	30
2.1 C 语言概述.....	30
2.2 C 语言的基础知识.....	30
2.2.1 C 语言的基本词法	30
2.2.2 C 语言的基本语句	34
2.2.3 C 语言的基本结构	35
2.3 C 语言的基本数据类型和运算符	37

2.3.1	C 语言的数据类型	37
2.3.2	常 量	38
2.3.3	变 量	42
2.3.4	运算符	47
2.3.5	表达式与语句	60
2.4	C 语言的程序控制流与程序编写	62
2.4.1	C 程序编写基础知识	62
2.4.2	循环语句与循环程序	66
2.4.3	条件语句与条件判断	80
2.4.4	数组与指针	85
2.4.5	结 构	102
2.4.6	函数的说明方法与调用	106
2.4.7	C 语言的编程技巧	114
2.5	C 语言的编程环境与程序的编译方法	116
2.6	本章作业标准答案	123
第 3 章	NXP LPC1100 系列 32 位微控制器内部资源应用基础	124
3.1	GPIO 输入/输出与中断功能的设置与应用	124
3.1.1	概 述	124
3.1.2	I/O 配置寄存器描述	128
3.1.3	通用输入/输出口(GPIO)	131
3.2	定时器功能的设置与应用	145
3.2.1	概 述	145
3.2.2	特 性	145
3.2.3	引脚描述	146
3.2.4	时钟与功率控制	147
3.2.5	单边沿控制的 PWM 输出规则	154
3.2.6	定时器操作示例	155
3.2.7	定时器中断设置	156
3.2.8	应用范例	158
3.3	I ² C 通信功能的设置与应用	168
3.3.1	I ² C 总线简介	168
3.3.2	I ² C 关联的寄存器	169
3.3.3	I ² C 寄存器描述	170
3.3.4	I ² C 接口中断	177
3.3.5	I ² C 应用实践	177

3.4	SSP 通信功能的设置与应用	182
3.4.1	概 述	182
3.4.2	特 性	183
3.4.3	引脚描述	183
3.4.4	总线规范	184
3.4.5	时钟和功率控制	190
3.4.6	寄存器描述	190
3.4.7	SSP 接口中断设置	195
3.4.8	应用范例	198
3.5	通用异步收发器(UART)的设置与应用	202
3.5.1	概 述	202
3.5.2	特 性	202
3.5.3	引脚描述	203
3.5.4	计时和功率控制	204
3.5.5	典型应用电路	205
3.5.6	寄存器描述	205
3.5.7	UART 中断	224
3.5.8	应用范例	228
第 4 章	LPC1114FN28 内部资源与外围接口电路的应用	232
4.1	LPC1114FN28 芯片引脚的配置	232
4.2	GPIO 引脚输入、输出及中断功能的应用	235
4.2.1	GPIO 输出练习	235
4.2.2	GPIO 输入练习	241
4.2.3	GPIO 引脚中断功能的应用	244
4.3	定时器功能模块的应用实践	249
4.4	UART 串行功能模块的应用	255
4.5	WDT 看门狗模块的应用	255
4.6	I ² C 通信功能模块的应用	260
4.6.1	模拟 I ² C 开发包简介	260
4.6.2	应用范例	261
4.7	SPI 通信功能模块的应用	264
4.7.1	模拟 SPI 开发包简介	264
4.7.2	应用范例	265
4.8	ACD 功能模块的应用	269
4.9	Ir 红外线信号接收的应用	274

第 5 章	LPC1114FN28 在实用工程中的应用	281
5.1	充电器花样闪光灯的制作	281
5.1.1	工程要求与电路设计	281
5.1.2	充电器花样闪光灯工程施工用图	281
5.1.3	程序包 ltfllpc1114fn28gpio.h 可调用函数简介	286
5.1.4	GpioYul.xmp 实用工程程序	287
5.2	数码管显示日期和时钟电路的制作	290
5.2.1	工程要求与电路设计	290
5.2.2	主要接口电路简介	290
5.2.3	数码管显示日期和时钟电路施工用图	291
5.2.4	程序包 lpc11xx_Spi_595A.h 可调用函数原型	294
5.2.5	DateTime.xmp 实用工程程序	294
5.3	红外遥控开关的制作	298
5.3.1	工程要求与电路设计	298
5.3.2	主要接口电路简介	299
5.3.3	红外遥控照明电路施工用图	300
5.3.4	红外遥控照明电路流程	304
5.3.5	程序包 lpc1114fn_hvs1838ir.h 文件的编写	304
5.3.6	lpc11xx_1838Ir.xmp 实用工程程序	308
5.4	无线遥控开关的制作	310
5.4.1	工程要求与电路设计	310
5.4.2	主要模块简介	311
5.4.3	无线遥控开关电路施工用图	313
5.4.4	无线遥控开关电路控制原理	320
5.4.5	程序包 lpc11xx_Spi_595A.h 文件级联函数的编写	321
5.4.6	Wxiand.xmp 实用工程程序	322
5.5	定时开关的制作	325
5.5.1	工程要求与电路设计	325
5.5.2	主要接口电路简介	326
5.5.3	电路施工用图	329
5.5.4	程序包文件中可调用函数原型	333
5.5.5	DTimeOffOn.xmp 实用工程程序	335
5.6	简易恒温热水供应系统的制作	338
5.6.1	工程要求与电路设计	338
5.6.2	主要接口电路简介	340

5.6.3	电路施工用图	342
5.6.4	电路与控制流程	345
5.6.5	程序包 lpc11tm1637h.h 文件的编写	345
5.6.6	程序包 ltf12C_lpc1114_lm75a.h 文件的编写	351
5.6.7	Reshuiqi.xmp 实用工程程序	354
5.7	自动抽油烟机的制作	356
5.7.1	工程要求与电路设计	356
5.7.2	主要接口电路简介	357
5.7.3	电路施工用图	359
5.7.4	电路与控制流程	362
5.7.5	程序包可调用函数原型与程序代码	362
5.7.6	Chouyanji.xmp 实用工程程序	364
5.8	学校作息时间控制系统的制作	366
5.8.1	工程要求与电路设计	366
5.8.2	主要接口电路简介	367
5.8.3	电路施工用图	370
5.8.4	程序包可调用函数原型	374
5.8.5	ZuoxiTime.xmp 实用工程程序	376
5.9	电梯升降与楼层显示系统的制作	384
5.9.1	工程要求与电路设计	384
5.9.2	主要接口电路简介	384
5.9.3	电路施工用图	385
5.9.4	六个按键的分工与控制过程	389
5.9.5	程序包文件的编写	389
5.9.6	Dianti.xmp 实用工程程序	396
5.10	大型电机的 Y/ Δ 降压启动控制系统的制作	402
5.10.1	工程要求与电路设计	402
5.10.2	电路施工用图	403
5.10.3	程序包 lpc11xx_8x8_tm1638.h 可调用函数原型	410
5.10.4	Qidong.xmp 实用工程程序	410
附录 A TKStudio_M0 集成开发平台的使用方法		418
A.1	新工程的创建	419
A.2	程序模板文件的添加	423
A.3	程序代码的输入与调试	426

目 录

附录 B	Flash Magic6.1V 程序下载器 ISP 下载程序的方法	430
附录 C	5 V 电源的制作	433
附录 D	网上资料说明	435
附录 E	ASCII 码表	439
参考文献	443

第 1 章

单片机基础

再次提笔编写单片机这一类的丛书,是因为单片机在人们的生活中得到了广泛应用,大到电梯、汽车,小到家电中的洗衣机、豆浆机、手机等。想通过自己的学习给朋友们带来单片机学习的便利。

1.1 单片机的概述

1.1.1 通用计算机与嵌入式计算机

自从 1946 年电子计算机诞生以来,计算机的发展就没有停止过脚步。随着大规模集成电路技术的出现,计算机就向着两个方面发展:一方面设计师们迅速开发出高速度、高性能的通用计算机,使其具有海量数值计算、信息处理、多媒体和网络应用等功能(如 PC 机);另一方面根据需要又开发出稳定可靠、小而廉的嵌入式计算机(或称专用计算机),使其具有稳定可靠、对象可交互、能嵌入式应用、有 I/O 管理等功能。

由于计算机能大大提高现场环境的可靠性,且体积小型化,从而使其走出机房,迈入微型计算机时代;同时,微型计算机强化了 I/O 驱动功能,对外部的控制管理功能得以增强,将计算机嵌入到对象体系中完成对象的智能化控制要求,于是诞生了嵌入式计算机系统。

1.1.2 嵌入式系统

(1) 概 念

嵌入式系统是实现嵌入式应用、无通用计算机形态和功能的专用计算机系统。

嵌入式系统的特点是:嵌入性、专用性、计算机系统。

嵌入式系统的要求是:可靠性、微型、经济性、智能性、实时性。

(2) 种 类

按嵌入式系统存在的形态,可分为以下几种:

- 系统级工控机:嵌入式系统的最早形态,是将通用计算机加固而实现的,尚具有通用计算机的形态和操作系统,应用开发比较方便,但造价较高。

- 板级:以各种通用微处理器为核心构成的功能模块或功能板,如一些通用 CPU 处理器生产厂家将在通用微处理器方面的技术和产品“移植”到嵌入式应用领域。
- 芯片级:在功能和形态上真正具有“嵌入式”意义的嵌入式系统,如 MCU/EMPU/DSP 等。

(3) 芯片级嵌入式系统的发展

嵌入式计算机系统:单片机(SCMC)。

嵌入式计算机应用系统:MCU/EMPU/DSP 的整合扩展,形成了与计算机系统不可分割的电路体系。

片上系统设计 SoC(System on Chip):就是把整个应用电子系统的功能(软件)和固件(硬件)全部集成在一个芯片上,是真正的单片系统。用户可根据需求,设计出自己的单片系统。

1.1.3 单片机与嵌入式系统

所谓单片机,就是把中央处理器 CPU(Central Processing Unit)、存储器(Memory)定时器、I/O(Input/Output)接口电路等一些计算机的主要功能部件集成在一块集成电路芯片上的微型计算机。

虽然单片机只是一块芯片,但从组成和功能上看,它已具有了微型计算机系统的含义。中文“单片机”的称呼由英文 Single Chip Microcomputer 直接翻译而来。单片机的内部结构如图 1.1.1 所示。

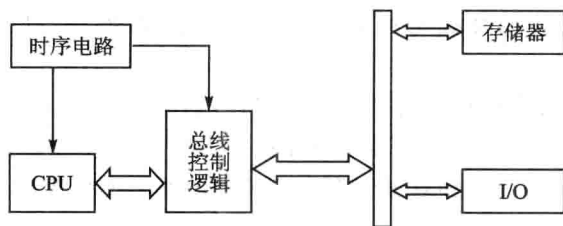


图 1.1.1 单片机的内部结构

1.2 8 位单片机内部结构与 32 位微控制器的内部结构

1.2.1 8 位单片机内部结构

8 位单片机经过近 30 年的发展,基本上构成了比较完善的体系,结构上开始集成外部设备。下面以 NXP 公司生产的 P89V51RBxx 为例,展示它的内部结构。其内部结构如图 1.2.1 所示。