

增强型51片上系统

——LPC900系列Flash单片机开发与应用

邓颖 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

增强型 51 片上系统 ——LPC900 系列 Flash 单片机开发与应用

邓 颖 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书详细介绍了 NXP 公司的 LPC900 增强型 51 系列单片机的选型、基本知识、开发流程及系统设计,包括 LPC900 单片机的基础部分和高级应用部分,由浅入深,内容翔实。首先,介绍 LPC900 单片机的特点和选型;然后,介绍开发环境和系统设计,并结合作者多年经验讲述 LPC900 单片机设计技巧与开发调试器制作;接着,针对 LPC900 系列所有功能模块详细阐述,并给出相应的 C 语言应用例程;最后,结合 LPC900 自身特点进行应用系统设计。本书所有程序均采用 C 语言编写,并编译调试通过,均达到设计预期功能。

本书所有程序代码注释详细,并提供完整的硬件电路图,便于阅读和理解,既可作为高等院校电子、通信、计算机及自动化类专业的本、专科学生和研究生的教学参考书,也可作为大学生参加电子设计竞赛和工程技术人员进行开发设计的辅导资料。

图书在版编目(CIP)数据

增强型 51 片上系统 : LPC900 系列 Flash 单片机开发与
应用 / 邓颖编著. — 北京 : 北京航空航天大学出
版社, 2011. 4

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0372 - 7

I. ①增… II. ①邓… III. ①单片微型计算机 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 038236 号

版权所有,侵权必究。

增强型 51 片上系统 ——LPC900 系列 Flash 单片机开发与应用

邓 颖 编 著

责任编辑 杨 昕 刘爱萍

*

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: cmsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:21.75 字数:487 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978 - 7 - 5124 - 0372 - 7 定价:39.00 元

前言

LPC900 单片机是 NXP(原 Philips 半导体)公司推出的增强型 8 位高性能处理器。它不仅具有处理能力强、运算速度快、集成度高、外部设备丰富、超低功耗等优点,而且还有很高的性价比,因此在许多领域都得到了广泛的应用。LPC900 单片机可以采用汇编语言或 C 语言进行程序设计。它支持 ICP/ISP 在线串行编程,并且适用于所有的 LPC900 单片机,大大降低了开发成本,也相对缩短了开发周期。其软件是由 ARM 公司提供的 Keil μ VISION 集成开发环境。此软件人机界面友好,易学易懂,并能很好地支持 C 语言开发,本书中所有代码都是基于 Keil IDE 开发,并且全部采用 C 语言。

本书从整体上介绍了 LPC900 系列单片机的特点和发展。读者通过学习,可以对 LPC900 单片机有一个初步的了解,并能够选择适合自己学习或进行产品开发所需要的机型。全书循序渐进,由浅入深,步步深入。全书章节的编排如下:

第 1 章,基础知识。对 LPC900 系列单片机进行扼要介绍,包括 LPC900 编程代码格式——Intel 格式,LPC900 Flash 型单片机选型等,便于读者对 LPC900 系列单片机进行整体把握。

第 2 章,开发环境。详细讲述了 LPC900 第三方开发环境 Keil 的使用以及 C51 的编译优化,C 语言和汇编语言的混合编程,C 语言中断服务函数的定义,以及程序编程烧写,便于读者进一步开发 LPC900 单片机。

第 3 章,系统设计。包括 ICP/ISP 下载方式,电源供电,LPC900 系列单片机复位电路的可靠性设计,LPC900 系列单片机外部晶振电路的设计,低功耗设计等。这部分内容对于开发过程中的一些细节问题进行详述,避免读者走一些不必要的弯路,对于提高开发进程大有裨益。

第 4 章,功能模块。阐述了 LPC900 时基模块,LPC900 系列新增功能模块,基于 LPC900 系列单片机 Flash 的字节编程方法,LPC900 的 Timer 实现模拟串口功能例程,LPC900 单片机 I/O 口配置,键盘中断功能,LPC900 系列单片机 IAP 功能应用设计,LPC900 系列单片机 E²PROM 正确的使用方法,RTC 功能,比较器功能,CCU 功能,掉电检测功能,WDT(看门狗)功能,A/D 与 D/A 功能,UART 通信功能,LPC900 单片机 SPI 互为主从模式详解,LPC9xx 微控器的 I²C 应用等。其中的例程都经过实际测试,可以帮助读者提高开发效率。



第 5 章, LPC900 单片机设计技巧。介绍了读者在开发调试、产品量产过程中遇到的问题, 以及简易编程器的使用, 这部分内容主要针对读者的低成本开发应用, 以及工程中遇到的疑难问题的解决办法。

第 6 章, 高级应用实例。讲述了实际设计的实例, 包括锂离子电池充电器设计, 用 P89LPC932A1 驱动 PCM 语音芯片 MC14LC5480, 无线射频传输应用, 无刷电动车控制器方案, 摩托车点火器设计, 使用 P89LPC901 制作家用电话防盗报警器, 真空吸尘器产品设计, 红外多机通信应用实例等家电和工控类的实际应用, 主要目的是巩固之前的各个功能模块及设计要点, 提高读者的开发设计能力。本书例子采用 C 语言编写, 都是相对独立和完整的程序, 是作者通过实验调试的成果。程序都添加了详细的注释, 便于阅读, 完全可以直接应用。

感谢周立功先生以及广州周立功单片机发展有限公司给予我的帮助, 当我提出与周立功先生一起写作的时候, 周工表示愿意将其公司资料精华无偿给我使用, 而且不需要署名, 让我感动之至, 遂决定好好斟酌, 写好此书, 以不负重望。

再次感谢广州周立功单片机发展有限公司对本书的支持。

由于作者水平有限, 书中难免存在一些不足之处, 欢迎广大读者批评指正。有疑问可以及时交流, 邮箱: nxp.arm@gmail.com。

作 者

2011 年 2 月

目 录

第 1 章 基础知识	1
1.1 LPC900 系列单片机简介	1
1.2 LPC900 编程代码格式——Intel 文件格式说明	2
1.3 LPC900 Flash 型单片机选型	4
1.3.1 P89LPC940x 单片机	4
1.3.2 P89LPC90x 系列单片机	5
1.3.3 P89LPC910x 系列单片机	5
1.3.4 P89LPC91x 系列单片机	6
1.3.5 P89LPC92x 系列单片机	7
1.3.6 P89LPC93x 系列单片机	8
1.3.7 LPC9001 系列单片机	9
1.3.8 LPC98x 高可靠性 Flash 单片机	11
第 2 章 开发环境	13
2.1 LPC900 第三方开发环境	13
2.2 Keil 编译环境的使用指南	15
2.3 Keil C51 编译器的程序优化	20
2.4 LPC900 单片机 C 语言和汇编语言混合编程	23
2.5 LPC900 C 语言中断服务函数的定义	24
2.6 LPC900 入门范例	26
2.6.1 I/O 口概述	26
2.6.2 I/O 口配置	26
2.6.3 电路原理图	27
2.6.4 程序设计	28
2.6.5 用户配置字、引导向量和状态字	29
第 3 章 系统设计部分	33
3.1 ICP/ISP 下载方式	33



3.1.1	LPC900 系列单片机 ICP 及 ISP 的使用	33
3.1.2	LPC900 系列单片机 ISP 相关 FAQ	36
3.2	电源供电	38
3.2.1	LPC900 系列单片机电源电路的设计	38
3.2.2	5 V 环境下的 LPC900 系列单片机	41
3.2.3	Philips LPC900 微控制器的单电池电源	44
3.3	LPC900 系列单片机复位电路的可靠性设计	48
3.4	LPC900 系列单片机外部晶振电路的设计	51
3.5	低功耗设计	56
3.5.1	LPC900 系列单片机的功率管理	56
3.5.2	LPC900 Flash 单片机低功耗详解	57
3.5.3	LPC900 系列单片机完全掉电模式下的外部中断唤醒测试	61
第 4 章	功能模块	65
4.1	LPC900 时基模块	65
4.2	LPC900 系列新增功能模块	68
4.2.1	P89LPC9251 的片上温度传感器的使用方法	68
4.2.2	增强型 BOD 功能使用例程	75
4.2.3	可编程增益放大器(PGA)功能的使用例程	77
4.2.4	P89LPC97x/98x 中定时器 2、3 和 4 的使用例程	81
4.3	LPC900 系列单片机 Flash 的字节编程方法	89
4.4	LPC900 的 Timer 实现模拟串口功能例程	93
4.5	LPC900 单片机 I/O 口	98
4.5.1	LPC900 单片机 I/O 口配置	98
4.5.2	干扰侵入单片机系统的途径	107
4.5.3	LPC900 单片机抑制干扰侵入的对策	108
4.6	LPC900 Flash 单片机键盘	109
4.6.1	LPC900 Flash 单片机键盘中断	109
4.6.2	LPC900 系列单片机键盘中断实现掉电唤醒	114
4.7	LPC900 系列单片机 IAP 功能应用设计	117
4.8	LPC900 系列单片机 E ² PROM 的正确使用方法	122
4.9	RTC 功能	124
4.9.1	LPC900 单片机低功耗下的实时时钟	124
4.9.2	LPC900 单片机 RTC 模块应用示例	128
4.10	比较器功能	137
4.11	CCU 功能	140

4.11.1	P89LPC932 Flash 单片机测脉冲宽度	140
4.11.2	Philips LPC9xx PWM 实例程序	144
4.12	掉电检测功能	148
4.12.1	概 述	148
4.12.2	具体操作方法以及部分注意事项	149
4.12.3	设计实例——利用掉电中断保护配置参数	150
4.13	WDT(看门狗)功能	153
4.13.1	概 述	153
4.13.2	看门狗功能介绍	153
4.13.3	注意事项	156
4.13.4	例 程	158
4.14	A/D 与 D/A 功能	160
4.14.1	P89LPC938 Flash 单片机 ADC 范例	160
4.14.2	P89LPC935 D/A 的使用方法	162
4.15	UART 通信功能	168
4.15.1	LPC900 单片机与串口通信例程	168
4.15.2	LPC900 单片机 UART 串口通信 FAQ	171
4.16	LPC900 单片机 SPI 互为主从模式详解	181
4.17	LPC9xx 微控器的 I ² C 应用	186
第 5 章	LPC900 单片机设计技巧与开发调试器制作	189
5.1	采用 LPC900 Δ - Σ ADC 外设实现高精度测量	189
5.2	P89LPC900 在高精度模/数转换场合的应用	195
5.3	Flash Magic 串行烧写器	198
5.3.1	FlashMagic 软件调试步骤	199
5.3.2	常见问题及解决办法	204
5.4	LPC900 系列工程项目设计中的问题以及解决办法	204
5.4.1	E ² PROM 的正确使用方法	204
5.4.2	LPC932 系列代码在 LPC901 单片机上的移植	216
5.4.3	LPC932 单片机可靠性设计方案以及解决办法	216
第 6 章	高级应用实例	219
6.1	锂离子电池充电器设计	219
6.1.1	系统概述	219
6.1.2	系统硬件设计	221
6.1.3	系统软件设计	222



6.2 用 P89LPC932A1 驱动 PCM 语音芯片 MC14LC5480	229
6.2.1 系统概述	229
6.2.2 MC14LC5480 的工作模式	231
6.2.3 电路设计	231
6.2.4 程序设计	232
6.3 无线射频传输应用	235
6.3.1 系统概述	235
6.3.2 系统硬件设计	246
6.3.3 系统软件设计	256
6.4 无刷电动车控制器方案	266
6.4.1 系统概述	266
6.4.2 系统硬件设计	269
6.4.3 系统软件设计	272
6.5 摩托车点火器设计	306
6.5.1 系统概述	306
6.5.2 系统硬件设计	306
6.5.3 系统软件设计	307
6.6 使用 P89LPC901 制作家用电话防盗报警器	309
6.6.1 系统概述	309
6.6.2 系统硬件设计	311
6.6.3 设计调试中应注意的问题	314
6.6.4 电话防盗报警器系统软件设计	314
6.7 真空吸尘器产品设计	318
6.7.1 系统概述	318
6.7.2 系统硬件设计	319
6.7.3 系统设计要点	321
6.7.4 真空吸尘器系统软件设计	324
6.8 红外多机通信应用实例	326
6.8.1 系统概述	326
6.8.2 系统硬件设计	328
6.8.3 系统软件设计	330
参 考 文 献	339

第 1 章

基础知识

1.1 LPC900 系列单片机简介

LPC900 系列单片机由 Philips 公司推出,基于 80C51 内核,具有高性能、低功耗等特性。其内部资源丰富,具有 UART、SPI、I²C 总线,比较器模块,ADC/DAC 转换模块,且性能可靠,加密性能优秀,上手简单,是一款性价比极高的微处理器。芯片基本特性如下:

- 2 Clock 系统时钟,指令执行速度是普通 80C51 单片机的 6 倍,最高运行速度高达 9 MIPS。
- 指令集与标准 8051 兼容,上手简单。
- 具有 ICP/ISP 功能,芯片焊在板子上,不必取出即可下载程序,ICP/IAP/ISP 方式下载代码后,代码无法读出。
- 独有的 IAP-Lite 功能允许字节擦/写,可将 Flash 存储器用做非易失性存储器代替外部 E²PROM。
- 采用 Flash 工艺,擦/写次数 10 万次以上。
- 内置 1~16 KB Flash 存储器。
- 片内 128~768 B 的 RAM,512 B 的 E²PROM。
- 4 个中断优先级。
- 双 DPTR,便于多表格查询。
- 低压掉电检测功能保证系统电压跌落时及时复位或中断处理,保证系统运行安全。
- T0/T1 可设置为触发引脚翻转,输出占空比为 50% 的音频信号。
- CCU 比较/捕捉模块,提供 PWM 输出。
- RTC 定时器,可独立于系统时钟,用做日历时钟。
- 多时钟源,外部高/中/低频晶振,具有高精度内部 RC 振荡器(7.372 8 MHz),无需外接晶振即可稳定工作,精度为 1%;使用片内 RC 可提升 EMC 性能;具有内部 WDT (采用独立的时钟源),独立时钟源看门狗定时器,保证系统可靠运行,WDT 可作为定时器使用。



- 增强型 I/O 端口,可配置为准双向/推挽/开漏/输入模式;20 mA 电流驱动能力;支持键盘中断;口线可兼容 5 V 电压。
- 多种串行接口,UART、SPI、I²C,其中 LPC952 提供 2 个 UART。
- 创新的片内外设备资源,模拟功能,A/D、D/A、比较器、可编程增益放大器(PGA)。其中 LPC938/952 提供 10 位 A/D、4 个定时器、2 个外部计数器(和 T0/T1 定时器共用)。
- LCD 驱动,LPC9401 和 LPC9408 内置 32×4 段 LCD 驱动。
- 具有 8~64 引脚多种封装。
- 完全掉电模式下,功耗小于 1 μ A。
- 工业级温度范围,-40~85 $^{\circ}$ C。
- 采用 TSSOP/HVQFN/LQFP 等封装,有效节省 PCB 面积。
- 工作电压范围,2.4~3.6 V。

LPC900 系列单片机主要应用于消费类产品,汽车电子,工控产品,白色家电,低功耗手持设备,高级电机控制,智能配电,个人卫生保健以及 LED 照明控制等。

1.2 LPC900 编程代码格式——Intel 文件格式说明

Intel HEX 文件是由一行行符合 Intel HEX 文件格式的文本所构成的 ASCII 文本文件。在 Intel HEX 文件中,每一行包含一个 HEX 记录。这些记录由对应机器语言码和常量数据的十六进制编码数字组成。Intel HEX 文件通常用于传输将被存于 ROM 或者 EPROM 中的程序和数据。大多数 EPROM 编程器或模拟器使用 Intel HEX 文件。

Intel HEX 由任意数量的十六进制记录组成。每个记录包含 5 个域,它们按以下格式排列:

:llaaaatt[dd...]cc

每一组字母对应一个不同的域,每一个字母对应一个十六进制编码的数字。每一个域由至少两个十六进制编码数字组成,它们构成一个字节,描述如下。

: 每个 Intel HEX 记录都由冒号开头。

ll 数据长度域,代表记录当中数据字节(dd)的数量。

aaaa 地址域,代表记录当中数据的起始地址。

tt HEX 记录类型的域,可能是以下数据之一:

00——数据记录;

01——文件结束记录;

02——扩展段地址记录;

04——扩展线性地址记录。

dd 数据域,代表一个字节的数据。一个记录可以有許多数据字节。记录当中数据字节的数量必须和数据长度域(11)中指定的数字相符。

cc 校验和域,表示这个记录的校验和。校验和的计算是通过将记录当中所有十六进制编码数字对的值相加,以 256 为模进行取余计算。

Intel HEX 文件由任意数量以回车换行符结束的数据记录组成,数据记录外观如下:

: 10246200464C5549442050524F46494C4500464C33

其中,10 是这个记录当中数据字节的数量;2462 是数据将被下载到存储器当中的地址;00 是记录类型(数据记录);464C 是数据;33 是这个记录的校验和。

扩展线性地址记录(HEX386)也叫 32 位地址记录或 HEX386 记录。这些记录包含数据地址的高 16 位。扩展线性地址记录总是有两个数据字节,外观如下:

: 02000004FFFFFC

其中,02 是这个记录当中数据字节的数量;0000 是地址域,对于扩展线性地址记录,这个域总是 0000;04 是记录类型,表示扩展线性地址记录;FFFF 是地址的高 16 位;FC 是这个记录的校验和,计算方法如下:

$$01h + \text{NOT}(02h + 00h + 00h + 04h + FFh + FFh)$$

当一个扩展线性地址记录被读取时,存储于数据域的扩展线性地址被保存,它被应用于从 Intel HEX 文件读取来的随后记录,线性地址保持有效,直到它被另外一个扩展地址记录所改变。通过把记录当中的地址域与被移位的来自扩展线性地址记录的地址数据相加获得数据记录的绝对存储器地址。下面演示这个过程,来自数据记录地址域的地址 2462。

扩展线性地址记录的数据域 + FFFF

绝对存储器地址 FFFF2462

扩展段地址记录(HEX86)

扩展段地址记录也叫 HEX86 记录,它包括 4~19 位数据地址段。扩展段地址记录总是有两个数据字节,外观如下:

: 020000021200EA

其中,02 是记录当中数据字节的数量;0000 是地址域,对于扩展段地址记录,这个域总是 0000;02 是记录类型,表示扩展段地址记录;1200 是地址段;EA 是这个记录的校验和,计算方法如下:

$$01h + \text{NOT}(02h + 00h + 00h + 02h + 12h + 00h)$$

当一个扩展段地址记录被读取时,存储于数据域的扩展段地址被保存,它被应用于从 Intel HEX 文件读取来的随后记录,段地址保持有效,直到它被另外一个扩展地址记录所改变。



通过把记录当中的地址域与被移位的来自扩展段地址记录的地址数据相加,获得数据记录的绝对存储器地址。Intel HEX 文件必须以文件结束(EOF)记录结束,这个记录的记录类型域的值必须是 01,EOF 记录外观总是如下:

```
: 00000001FF
```

其中,00 是记录当中数据字节的数量;0000 是数据被下载到存储器当中的地址,在文件结束记录当中地址是没有意义、被忽略的,0000h 是典型的地址;01 是记录类型,表示文件结束记录;FF 是这个记录的校验和,计算方法如下:

$$01h + \text{NOT}(00h + 00h + 00h + 01h)$$

下面是一个例子:

```
: 10008000AF5F67F0602703E0322CFA92007780C361
: 1000900089001C6B7EA7CA9200FE10D2AA00477D81
: 0B00A00080FA92006F3600C3A00076CB
: 00000001FF
```

第一行“:”符号表明记录的开始。后面的两个字符表明记录的长度,这里是 10h。后面的 4 个字符给出调入的地址,这里是 0080h。后面的两个字符表明记录的类型: 0 数据记录,1 记录文件结束,2 扩展段地址记录,3 开始段地址记录,4 扩展线性地址记录,5 开始线性地址记录。

后面则是真正的数据记录,最后两位是校验和检查,它加上前面所有的数据和为 0。最后一行特殊,总是写成这个样子。扩展 Intel Hex 的格式(最大 1M): 由于普通 Intel 的 Hex 记录文件只能记录 64K 的地址范围,所以大于 64K 的地址数据要靠扩展 Intel Hex 格式的文件来记录。对于扩展形式 Hex 文件,按照在每一个 64K 段的开始加上扩展的段地址规定,下面的数据地址均在这个段内,除非出现新的段地址定义。一个段地址定义的格式如下:

起始符长度 起始地址 扩展段标识 扩展段序号 累加和

```
: 02 0000 02 3000 EC
```

段地址的标识符是第四个字节数据 02,表示扩展地址段的定义;再后面以 HEX 数表示段的数目,上面的定义为 3,表示段地址是 3,所以下面的数据地址是 3+XX(XX 是 64K 段内的地址)。

1.3 LPC900 Flash 型单片机选型

1.3.1 P89LPC940x 单片机

LPC940x 是一款单片封装的微控制器,集成度高、成本低,可以满足多方面的性能要求。

LPC940x 采用了高性能的处理器结构,指令执行时间只需 2~4 个时钟周期,6 倍于标准 80C51 器件。LPC9401 集成了许多系统级的功能,这样可以大大减少元件的数目和电路板面积,并可降低系统的成本。内置 LCD 段驱动器,内部 Flash 同时用做 E²PROM,内含 RTC 日历时钟功能。P89LPC940x 单片机的选型表如表 1.1 所列。

表 1.1 P89LPC940x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT			(外部)				
64	LQFP	P89LPC9401	256 B	8 KB		Y/Y/Y	32×4		√	√	UART/ I ² C/SPI	23	13(3)	2		--	0~12
64	LQFP	P89LPC9408	768 B	512 B	8 KB	Y/Y/Y	32×4		√	√	UART/ I ² C/SPI	23	15(3)	2	8-ch/ 10-bit	--	0~18

1.3.2 P89LPC90x 系列单片机

P89LPC90x 是一系列 8 引脚单片封装的微控制器,集成度高、成本低,可以满足多方面的性能要求。P89LPC90x 系列器件内部集成了许多系统级的功能,这样可大大减少元件的数目和电路板面积,并可降低系统的成本。内部 Flash 同时用做 E²PROM 使用,内含 RTC 日历时钟功能。P89LPC90x 单片机的选型表如表 1.2 所列。

表 1.2 P89LPC90x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT			(外部)				
8	SO/DIP	P89LPC901*	128 B	1 KB		Y/-/Y	--		√	√	--	6	6(1)	1		--	0~18
8	SO	P89LPC902*	128 B	1 KB		Y/-/Y	--		√	√		6	6(1)	2		--	7.372 8
8	SO	P89LPC903*	128 B	1 KB		Y/-/Y	--		√	√	UART	6	9(1)	1		--	7.372 8

注: * LPC901/902/903 与 PIC12C50x/51x 单片机引脚完全兼容。

1.3.3 P89LPC910x 系列单片机

超小型封装(3 mm×3 mm),该系列极小尺寸的微控制器可以带来 6 倍于标准 8051 内核 MCU 的性能。集成的系统级功能可以在大量应用中减少元器件数目和电路板面积,并可降低系统成本。片上特性节省了电路板空间,降低了成本。2 个 16 位定时/计数器可设置为溢出时触发相应端口输出或作为 PWM 输出(LPC9102/9107)。7.37 MHz 的内部 RC 振荡器精



精度在 $\pm 2.5\%$ 时不需要外接振荡器件。片上看门狗定时器采用单独的片上振荡器 (400 kHz), 无需外接元件。看门狗定时器可选择 8 个参考数值。片内集成的实时时钟也可以被用做系统定时器, 有独立的电源和时钟输入, 在掉电模式下可以实现极低的功耗。为了进一步控制功耗, 系统管理功能包括了掉电复位 (POR) 和掉电检测 (BOD), 这些功能在发生上电失败事件时可以保证系统安全关闭。掉电电流的典型值应该低于 $1\ \mu\text{A}$ 。P89LPC910x 具有 8 个 I/O 引脚, VDD 工作电压是 $2.4\sim 3.6\ \text{V}$ 。工作温度范围是 $-40\sim +85\ ^\circ\text{C}$ 。LPC9107 有 TSSOP14 封装。

P89LPC910x 是一系列 10/14 脚的单片封装的微控制器, 包含许多功能和特性。10 脚器件采用 HVSON 封装, 其规格达到了业界最小 8 位微控制器的尺寸 (3.0×3.0)。P89LPC910x 系列器件将器件面积的限制做到了极致, 片内集成了诸如高精度 RC 振荡器、掉电检测、上电复位等系统级功能以及 8 位 ADC、UART 等外围功能, 大大减少了系统的元件数目。内部 Flash 同时用做 E^2PROM , 内含 RTC 日历时钟功能。LPC910x 集成了可擦除的 Flash 存储器、增强型的定时功能和电源监控功能。每个 LPC910x 器件有 1 KB 可字节擦除的 Flash 程序存储器, 每个扇区大小为 256 B, 每页大小为 16 B。字节擦除功能可用来模拟 E^2PROM , 完全擦除或编程仅需要 2 ms, 独立扇区或页擦除仅需要 6 ms。增强型 UART (LPC9103/9107) 具有波特率发生器、间隔检测、帧错误检测、自动地址识别和灵活的中断配制功能。P89LPC910x 单片机的选型表如表 1.3 所列。

表 1.3 P89LPC910x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断 (外部)	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E^2PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT							
10	HVSON	P89LPC9102	128 B	1 KB		Y/-/Y	—	—	√	√	—	8	9(1)	1	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18
10	HVSON	P89LPC9103	128 B	1 KB		Y/-/Y	—	—	√	√	UART	8	9(1)	1	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18
14	TSSOP	P89LPC9107	128 B	1 KB		Y/-/Y	—	—	√	√	UART	10	9(1)	1	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18

1.3.4 P89LPC91x 系列单片机

P89LPC91x 是一系列 14/16 引脚单片封装的微控制器, 集成度高、成本低, 可以满足多方面的性能要求。P89LPC91x 系列器件内部集成了许多系统级的功能, 这样可大大减少元件的数目和电路板面积, 并可降低系统的成本。内部 Flash 同时用做 E^2PROM , 内含 RTC 日历时钟功能。P89LPC91x 单片机的选型表如表 1.4 所列。

表 1.4 P89LPC91x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断 (外部)	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT							
14	TSSOP	P89LPC912	128 B	1 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	SPI	12	7(1)	2	-	-	0~18
14	TSSOP	P89LPC913	128 B	1 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	SPI/ UART	12	10(1)	2	-	-	0~18
14	TSSOP	P89LPC914	128 B	1 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	SPI/ UART	12	10(1)	2	-	-	7.372 8
14	TSSOP	P89LPC915	256 B	2 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	UART I ² C	12	13(3)	2	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18
16	TSSOP	P89LPC916	256 B	2 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C/SPI	14	14(2)	2	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18
16	TSSOP	P89LPC917	256 B	2 KB		Y/-/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C	14	14(3)	2	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18

1.3.5 P89LPC92x 系列单片机

P89LPC92x 是一系列 20 引脚单片封装的微控制器,集成度高、成本低,可以满足多方面的性能要求。P89LPC92x 系列器件内部集成了许多系统级的功能,这样可大大减少元件的数目和电路板面积,并可降低系统的成本。内部 Flash 同时用做 E²PROM,内含 RTC 日历时钟功能。P89LPC92x 单片机的选型表如表 1.5 所列。

表 1.5 P89LPC92x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断 (外部)	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT							
20	TSSOP	P89LPC920*	256 B	2 KB		Y/Y/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C	18	12(3)	2	-	-	0~18
20	TSSOP	P89LPC921*	256 B	4 KB		Y/Y/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C	18	12(3)	2	-	-	0~18
20	DIP/ TSSOP	P89LPC922*	256 B	8 KB		Y/Y/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C	18	12(3)	2	-	-	0~18
20	DIP/ TSSOP	P89LPC9221	256 B	8 KB		Y/Y/Y	-	-	✓	✓	UART/ I ² C	18	12(3)	2	-	-	0~18



续表 1.5

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断 (外部)	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT							
20	TSSOP	P89LPC924	256 B	4 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C	18	12(3)	2	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18
20	DIP/ TSSOP	P89LPC925	256 B	8 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C	18	12(3)	2	4-ch/ 8-bit	1-ch/ 8-bit	0~18

注：* LPC920/921/922 与 P87LPC762/764 单片机引脚完全兼容。

1.3.6 P89LPC93x 系列单片机

P89LPC93x 是一系列 28 引脚单片封装的微控制器,集成度高、成本低,可以满足多方面的性能要求。P89LPC93x 系列器件内部集成了许多系统级的功能,这样可大大减少元件的数目和电路板面积,并可降低系统的成本。内部 Flash 同时用做 E²PROM,内含 RTC 日历时钟功能。P89LPC93x 单片机的选型表如表 1.6 所列。

表 1.6 P89LPC93x 单片机的选型表

引脚	封装	型号	存储器				LCD 驱动器	定时/计数器			串行 接口	I/O	中断 (外部)	比较 器	A/D	D/A	频率 /MHz
			RAM	E ² PROM	Flash	PP/ISP/ IAP		CCU	RTC	WDT							
28	TSSOP	P89LPC930	256 B	4 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	13(3)	2	--	--	0~18
28	TSSOP	P89LPC931	256 B	8 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	13(3)	2	--	--	0~18
28	PLCC/ TSSOP HVQFN	P89LPC932A1	768 B	512 B	8 KB	Y/Y/Y	--	√	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	15(3)	2	--	--	0~18
28	PLCC/ TSSOP HVQFN	P89LPC9321	768 B	512 B	8 KB	Y/Y/Y	--	√	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	15(3)	2	--	--	0~18
28	TSSOP	P89LPC933	256 B	4 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	15(3)	2	4-ch 8-bit	Dual 1-ch 8-bit	0~18
28	TSSOP	P89LPC934	256 B	8 KB		Y/Y/Y	--	--	√	√	UART/ I ² C/SPI	26	15(3)	2	4-ch 8-bit	Dual 1-ch 8-bit	0~18