

高等院校电类专业新概念教材·卓越工程师教育丛书

项目驱动

— 单片机应用设计基础

周立功 主编
陈明计 王祖麟 编著
朱 旻 王大星



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

高等院校电类专业新概念教材·卓越工程师教育丛书

项目驱动

——单片机应用设计基础

周立功 主编
陈明计 王祖麟
朱旻 王大星 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

以 80C51 单片机为主,通过项目驱动的方法融合相关知识点。内容主要分两部分:第一部分为第 1~4 章,以 SDCC51 编程语言为基础,深入浅出地介绍如何使用嵌入式 C 编程来控制单片机各种外设部件,并给出常用 C 编程算法。第二部分为第 5~7 章,重点介绍 TinyOS51 嵌入式多任务操作系统的基本原理,及其在 80C51 单片机中的实现,并针对同一工程项目给出使用前后台程序和嵌入式多任务操作系统两种不同的编程方法。通过这两种方法的比较,可使读者了解嵌入式多任务操作系统在项目编程中的优势。

本书注重在教学中强化学生的动手训练,强调理论与实践相结合。读者通过本书的学习,可熟练掌握嵌入式 C 的编程方法,并初步掌握嵌入式多任务操作系统的编程知识。

本书可作为大学本科、高职高专电子信息、自动化、机电一体化、计算机等专业的教材,也可作为电子爱好者的自学用书,还可作为从事单片机应用开发工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

项目驱动:单片机应用设计基础/周立功主编;
陈明计等编著. — 北京:北京航空航天大学出版社,
2011.7

ISBN 978-7-5124-0492-2

I. ①项… II. ①周… ②陈… III. ①单片微型计算
机—系统设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 128115 号

版权所有,侵权必究。

项 目 驱 动

——单片机应用设计基础

周立功 主编

陈明计 王祖麟 编著
朱 旻 王大星

责任编辑 李宗华 李开先 刘秉和

*

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:bhpress@263.net 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:787×1092 1/16 印张:19 字数:486 千字

2011 年 7 月第 1 版 2011 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0492-2 定价:33.00 元

高等院校电类专业新概念教材·卓越工程师教育丛书

编委会

主 编:周立功

编 委:东华理工大学

北京航空航天大学

江西理工大学

成都信息工程学院

广州致远电子有限公司

广州致远电子有限公司

周航慈教授

夏宇闻教授

王祖麟教授

杨明欣教授

陈明计

朱 旻

前 言

一、创作起因

从某种意义上来说,当今世界完全处于知识大爆炸的时代,这让我们常常经不起外界的诱惑,大学里课程越开越多,教材越来越厚,而教学课时与实验环节经过压缩之后,却变得越来越少。因而导致培养出来的学生往往是,什么都懂一点,却什么也不精通,解决工程技术问题的能力与实际需求相差甚远。

为了解决教育中存在的问题,作者深入高校开展校企合作,对创新教育进行了积极而有意义的探索。从培养学生创新性思维的角度出发,作者试图从教材创作入手,期望通过项目驱动来融合相关知识点(如数据结构、计算方法、电机控制与检测传感技术等),这就是作者组织创作“高等院校电类专业新概念教材·卓越工程师教育”丛书的原因。

尽管此前作者写过不少畅销的 ARM 嵌入式系统图书,且获得了广大读者的好评,但却不能解决教学中存在的一般性问题。或许本书——《项目驱动——单片机应用设计基础》让人看起来并不起眼,甚至会不屑一顾,但作者认为,对于初学者来说,本书确实具有与众不同的特点,它不仅融合了数据结构、计算方法、直流电机及其功率接口等方面的知识,而且在单片机教学中引入了嵌入式操作系统与程序设计基础的思想。尽管 TinyOS51 是一个基于 80C51 单片机的嵌入式微小内核,但麻雀虽小,五脏俱全。更重要的是,学生能够通过 TinyOS51 真实地了解项目驱动所融合的相关知识点的奥秘和机理。当然,学生仅学习上述内容还不足以全面掌握相关知识点,因此,在后续项目驱动的相关教材中,作者还会根据需要,不断融合更多关键的知识点,以达到卓越计划的教学目标。

二、教学内容的组织安排

之前我们学习的《新编计算机基础教程》^[1],是一本初学者入门级教材,也许学生们并没有完全掌握其所有内容,但学习本教材之后,再来回顾《新编计算机基础教程》的相关内容,就会明白什么叫“恍然大悟”。这就同学习游泳一样,不能仅局限于理论学习,边练边学效果则会更好。

本教材按照 56~64 学时的教学内容编写,注重在教学中强化学生的动手训练,强调理论与实践相结合。内容主要分成两大部分,第一部分为第 1~4 章,以 SDCC51 编程语言为基础,深入浅出地介绍如何使用嵌入式 C 编程来控制单片机各种外设部件,并给出常用的 C 编程算法。第二部分为第 5~7 章,重点介绍 TinyOS51 嵌入式多任务操作系统的基本原理,及其在 80C51 单片机中的实现,并针对同一工程项目,给出使用前后台程序和嵌入式多任务操作系统两种不同的编程方法。通过这两种方法的比较,可使学生了解嵌入式多任务操作系统在项目编程中的优势。

前言

1. 本书第一部分内容

第1章——深入理解嵌入式C。本章是“C程序设计”课程教学内容的延伸。在传统的单片机教学中几乎都会重复介绍单片机C语言。其实,学习新的知识就是要找出单片机C语言与“C程序设计”课程中所介绍的标准C语言的差异。因此,本章重点介绍SDCC51与标准C语言的不同之处,并在此基础上,将C语言与汇编语言结合起来学习,从而找出它们之间的关联,破解使用C语言编程过程中的疑惑,达到知其然知其所以然的目的。

第2章——特殊功能部件与外设。初看起来本章是介绍单片机的特殊功能部件与外设,但其重点在于软件设计。

从事嵌入式软件开发的人员大都是高素质人才,但是有多少人每年能真正完成年初定下的工作计划呢?虽然看起来任何人都会编写代码,但作者从创办企业以来,深深地体会到,在现实生活中,只有真正的专家,才可能通过各种各样的方法设计出质量高、不超过预算并能按时提交的软件。

本章以作者多年来积累的方法和经验为基础,以可移植代码为载体,从实战的角度出发,重点阐述嵌入式软件的设计思想和方法,重在建立开发平台,为软件复用做好充分的准备,帮助初学者迅速跨越基于前后台程序与操作系统编程的鸿沟;通过大量C程序设计范例,以作者对C语言的理解,对关键知识点进行深入浅出的阐述。上述内容是本书最大特色,非常有助于学生全面深入地理解和掌握C程序设计方法。

本书初步介绍了软件分层设计的思想,但由于篇幅所限,有关实现分层设计与系统抽象、降低耦合度,以及使接口与实现相隔离等重要手段,则无法一一展开阐述,有待于作者在新的专著中进一步阐述。

第3章——数据结构与计算方法初步。本章重在引导学生入门,使其对数据结构与计算方法能有所了解,并在实战中自觉地学习并强化这方面的知识。

第4章——保险箱密码锁控制器(方案一)。安排本章的目的,在于引导学生在入门阶段就掌握构建软件平台的方法,学会尽量避免每次都从头开始编程,尽量复用以前编写的代码,以最快的速度进入项目驱动实战阶段。

2. 本书第二部分内容

第5章——TinyOS51嵌入式操作系统微小内核。本章介绍一个全部使用C语言编写的开源微小内核TinyOS51,希望学生通过学习TinyOS51的实现机理,对实时操作系统有所了解。学生有了这些基础之后,再学习高级操作系统就会感到“得心应手”。

第6章——程序设计基础。本章介绍基于操作系统的应用程序设计基础。学生之前对TinyOS51理解得或许还不到位,学习本章之后,再回头来复习TinyOS51,感觉就会完全不一样。

第7章——保险箱密码锁控制器(方案二)。本章与第4章针对的是同一工程项目,而且项目设计的功能要求与第4章也完全一样。但本章是基于TinyOS51实现的,采用的是不同的编程方法。希望学生通过对第4章和本章分别基于“裸机”与“操作系统”的应用程序设计方法的比较,能够深刻体会两种方法的特点和优劣所在。本章大部分内容以复用前面成熟的代码为主,而且层次更加清晰。希望通过第4章及本章对保险箱密码锁控制器这一工程项目的设计,使学生体会到程序设计之美,从而打开通向未来之路的大门。

学生如果能够掌握以上内容和关键知识点,就具备了自学任何一种微处理器的能力。

三、更多的资源

事实上,如果仅局限于教材本身的内容,或完全依靠教师在规定学时之内传授的知识,对于学生来说则是远远不够的。学生应当根据自己的兴趣、时代的发展要求以及现有的条件,强化课外的学习。有很多与本书密切相关的参考资料,感兴趣的学生,请到“周立功单片机”网站 www.zlgmcu.com “创新教育”专栏中下载。

四、寄语新一代

人们时常问我:“是什么力量让你坚持不懈地学习?”我曾经是一名技校毕业生,从1981年开始涉足电类领域,至今已过去30年。尽管奋斗过程中备尝艰辛,但我深深地体会到,学习专业知识是一个不断自我完善的过程。从某种意义上来说,学习的过程就是一个人不断认识自己、了解和超越自己的过程,同时也是对人生思考的过程。尽管人类渴望对知识能够自由地发挥和运用,但最终可能仅有极少数人达到与众不同的境界。虽然很多外来因素会束缚我们的思想与行为,但如果我们努力坚持,放眼未来,埋头苦干,专注于贡献而不是成就,我们就一定能够成功。

本书提供给学生的仅仅是一种训练方法,最终都要落实于实践,我们只有在实践和创新中才能不断地进步。对于每一个学生来说,我相信,无论你有什么样的目标和追求,本书都会对你的成长之路有所启迪。

五、面向对象

本书最早是为电类专业(包括电子信息工程、电气自动化、自动化、电子科学与技术、测控技术、通信、医学电子、机电一体化等专业)编写的。随着嵌入式技术的高速发展,本书内容也成为计算机等相关专业教学内容的基础。因此,本书不仅适用于电类专业,同样也适用于计算机科学与技术、计算机应用与软件工程等专业。

六、结束语

本书由江西理工大学的周立功教授和王祖麟教授、广州致远电子有限公司的陈明计、朱旻与王大星历时3年的构思与实践,联合创作而成,是“高等院校电类专业新概念教材·卓越工程师教育”丛书中的第二册,由周立功担任本书主编,负责全书内容的组织策划、构思设计、修改完善以及最终的审核定稿。

面对传统的教学体制,教改之路依然困难重重。作者经过6年的艰苦实践和试点,在江西理工大学、成都信息工程学院、西安邮电学院、长沙理工大学、宁波大学、南华大学、东华理工大学、东北林业大学、广东工业大学和韶关学院的领导和教师们的大力支持下,终于迈出了关键性的一步,并且取得了明显的效果,在此向上述高校的领导和教师们一并表示感谢。

也感谢每一个影响了我个人之路和奋斗目标的人。尤其是何立民教授,您在我人生初期就帮助我找到了奋斗的方向,从而改变了我的一生。感谢陈章龙教授,您总是为我把握未来的方向,并前瞻性地及时纠正我在前进过程中出现的偏差。感谢周航慈教授与邵贝贝教授,你们是我学习的榜样,始终亦师亦友地指导我的学习和工作。感谢王祖麟教授,10年来您一直与

前言

我风雨同舟,共同探索工程教育创新之路,面对各种挑战披荆斩棘、勇往直前。您深受学生们的爱戴,作为全国模范教师您是当之无愧的。感谢我的爷爷,您在我很小的时候就预言并使我坚信,我能够实现梦想。感谢我的太太,你是我生命中的挚爱,感谢你长期以来对我“不务正业”的支持和信任,祝愿我们的未来更加美好。

本书是作者从业 30 多年的工作总结,难免会有许多不足之处,读者若有意见和建议,欢迎给我写信(zlg3@zlgmcu.com),作者期盼着与你们的交流。

周立功

2011 年 2 月 25 日

目 录

第 1 章 深入理解嵌入式 C	1
1.1 概 述	1
1.1.1 特 性	1
1.1.2 引脚排列与描述	2
1.1.3 特殊功能寄存器	4
1.2 单片机最小系统与开发工具	5
1.2.1 Tiny51 核心模块	5
1.2.2 复位电路	5
1.2.3 晶体振荡电路	7
1.2.4 单片机在线仿真与编程	7
1.3 SDCC 扩展	9
1.3.1 SDCC 简介	9
1.3.2 应用示例	10
1.3.3 关键字与数据类型	14
1.4 存储器类语言	15
1.4.1 存储类型	15
1.4.2 存储模式	17
1.4.3 特殊功能寄存器数据类型	18
1.4.4 位数据类型	18
1.4.5 存储器绝对寻址	18
1.4.6 指 针	19
1.5 函 数	21
1.5.1 函数参数和局部变量	21
1.5.2 覆 盖	22
1.5.3 使用专用寄存器组	23
1.6 深入理解嵌入式 C	23
1.6.1 概 述	23
1.6.2 方 法	24
1.6.3 函数调用与参数传递	24
1.6.4 函数返回	29
1.6.5 局部变量存储	31
1.7 经典范例程序设计	35
1.7.1 LED 流水灯范例	35

目 录

1.7.2	蜂鸣器驱动范例	36
1.7.3	数码管动态扫描显示驱动范例	38
1.7.4	键盘动态扫描驱动范例	49
第2章	特殊功能部件与外设	55
2.1	中断系统	55
2.1.1	中断概念	55
2.1.2	80C51 的中断结构	56
2.1.3	相关寄存器	57
2.1.4	中断向量	58
2.1.5	中断操作	58
2.1.6	使能和禁止中断	63
2.2	定时/计数器	64
2.2.1	相关寄存器	66
2.2.2	定时/计数器模式	68
2.2.3	定时器查询延时	72
2.2.4	定时器中断延时	75
2.2.5	无源蜂鸣器驱动程序	78
2.2.6	数码管动态扫描演示程序	82
2.2.7	测量负脉冲	83
2.3	看门狗	85
2.3.1	看门狗的作用	85
2.3.2	看门狗的工作原理	85
2.3.3	看门狗定时器的结构	87
2.3.4	寄存器描述	88
2.3.5	看门狗周期值设置	88
2.3.6	应用示例	89
2.4	I ² C 总线及其驱动程序	91
2.4.1	I ² C 简介	91
2.4.2	决 策	91
2.4.3	软件接口	92
2.4.4	基本时序代码	94
2.4.5	外部接口代码	99
2.4.6	E ² PROM 读/ 写范例	103
2.4.7	CAT1024 驱动程序	105
2.4.8	温度的测量	108
2.5	串行口及其驱动程序	110
2.5.1	硬件基础	110
2.5.2	决 策	115
2.5.3	软件接口	116

2.5.4	初始化	117
2.5.5	发送数据	119
2.5.6	接收数据	121
2.5.7	测试用例	123
第3章	数据结构与计算方法初步	126
3.1	简单阈值控制算法	126
3.1.1	算法原理	127
3.1.2	应用实例	129
3.2	循环队列	130
3.2.1	队列的逻辑结构和基本运算	130
3.2.2	队列的存储结构	131
3.2.3	循环队列的运算	133
3.3	常用检错算法	134
3.3.1	奇偶校验	134
3.3.2	和校验	135
3.3.3	循环冗余校验	136
3.4	应用实例	140
3.4.1	Hex 文件	140
3.4.2	通信编程	141
第4章	保险箱密码锁控制器(方案一)	147
4.1	概 述	147
4.1.1	保险箱	147
4.1.2	锁芯机械结构	147
4.1.3	密码锁控制器	148
4.1.4	密码锁工作原理	149
4.2	准备工作	149
4.2.1	概 述	149
4.2.2	使用说明	149
4.2.3	硬件概要设计	150
4.2.4	软件概要设计	151
4.3	硬件驱动设计	152
4.3.1	延时驱动	152
4.3.2	锁驱动	155
4.3.3	可复用的硬件驱动	157
4.4	虚拟驱动设计	157
4.4.1	虚拟锁驱动	157
4.4.2	虚拟键盘驱动	159
4.4.3	虚拟蜂鸣器驱动	164
4.4.4	虚拟显示器驱动	166

4.4.5	虚拟存储器驱动	166
4.5	主程序设计	168
4.5.1	准备工作	168
4.5.2	编写代码	170
4.6	直流电机及其功率接口	175
4.6.1	概 述	175
4.6.2	直流电机的工作原理	176
4.6.3	直流电机的单向驱动	176
4.6.4	直流电机的双向驱动	179
第 5 章	TinyOS51 嵌入式操作系统微小内核	185
5.1	基础知识	185
5.1.1	概 述	185
5.1.2	<setjmp.h>头文件	189
5.1.3	变量命名规则	192
5.1.4	范例分析	193
5.1.5	setjmp 与 longjmp 的实现	195
5.2	最简单的多任务模型	199
5.2.1	双任务切换模型	199
5.2.2	待解决的问题	200
5.2.3	setTaskJump()的实现	201
5.2.4	任务切换模型范例分析	202
5.3	协作式多任务操作系统	205
5.3.1	整体规划	205
5.3.2	任务控制块	208
5.3.3	内部变量初始化	209
5.3.4	创建任务	210
5.3.5	启动多任务环境	212
5.3.6	任务切换	212
5.3.7	删除任务	214
5.3.8	小 结	214
5.4	时间片轮询多任务操作系统	215
5.4.1	概 述	215
5.4.2	整体规划	216
5.4.3	任务控制块	218
5.4.4	内部变量初始化	218
5.4.5	创建任务	218
5.4.6	启动多任务环境	220
5.4.7	任务调度	220
5.4.8	时钟节拍中断	221

5.4.9	longjmpInIsr()	222
5.4.10	任务延时	223
5.4.11	删除任务	224
5.5	信号量	225
5.5.1	概 述	225
5.5.2	整体规划	226
5.5.3	任务控制块	228
5.5.4	内部变量初始化	230
5.5.5	信号量定义	230
5.5.6	创建信号量	230
5.5.7	获得信号量	232
5.5.8	发送信号量	234
5.5.9	删除任务	235
5.6	消息邮箱	236
5.6.1	概 述	236
5.6.2	整体规划	236
5.6.3	任务标志与消息邮箱	239
5.6.4	创建消息邮箱	239
5.6.5	获得消息	240
5.6.6	发送消息	242
第 6 章	程序设计基础	245
6.1	任务设计	245
6.1.1	任务的分类	245
6.1.2	任务的划分	247
6.2	系统函数使用概述	247
6.2.1	系统函数总览	247
6.2.2	中断服务程序调用函数的限制	248
6.2.3	系统函数的分类	248
6.3	系统函数的使用场合	248
6.3.1	时间管理	248
6.3.2	资源同步	250
6.3.3	行为同步	250
6.4	时间管理	251
6.5	临界区	253
6.6	信号量	254
6.6.1	简 介	254
6.6.2	信号量的工作方式	255
6.6.3	任务同步中断服务程序	256
6.6.4	任务间同步	257

6.6.5 资源同步	259
6.7 消息邮箱	260
6.7.1 简介	260
6.7.2 消息邮箱的工作方式	261
6.7.3 中断服务程序与任务通信	261
6.7.4 任务间数据通信	263
第7章 保险箱密码锁控制器(方案二)	266
7.1 软件开发流程	266
7.2 决策	267
7.2.1 概述	267
7.2.2 总体目标	267
7.2.3 使用说明	267
7.2.4 限制条件	267
7.2.5 具体开发目标	268
7.2.6 其他决策内容	268
7.3 模块划分	269
7.3.1 概述	269
7.3.2 硬件层	269
7.3.3 设备驱动层	269
7.3.4 虚拟设备层	270
7.3.5 应用层	270
7.4 接口定义	270
7.4.1 密码的输出、存储与显示	270
7.4.2 应用层接口	270
7.4.3 虚拟设备层接口	271
7.4.4 设备驱动层接口	272
7.5 编写代码	272
7.5.1 概述	272
7.5.2 可复用的驱动	273
7.5.3 I ² C 驱动	273
7.5.4 CAT1024 驱动	274
7.5.5 虚拟键盘驱动	275
7.5.6 虚拟蜂鸣器驱动	278
7.5.7 人机交互程序	280
7.5.8 主程序	284
7.6 测试、验收与小结	286
参考文献	287

第 1 章

深入理解嵌入式 C

本章导读

单片机的 C 语言是在标准 C 语言的基础上扩展而成的,在此我们仅需学习与单片机紧密关联的扩展部分,即可达到快速掌握 C51 高级语言的目的。

事实上,在学习“C 程序设计”课程的过程中,我们还有很多疑惑没有得到清晰的答案,因此本章将结合《新编计算机基础教程》^[1]所学的汇编语言,进一步深入到软硬件底层,以达到知其然知其所以然的目的。

1.1 概 述

1.1.1 特 性

P89V51RB2 是一款由美国 NXP 半导体公司(原 Philips 公司半导体部)提供的增强型 80C51 微控制器,包含 16 KB Flash 程序存储器和 1 KB 数据 RAM,且在功能上完全覆盖标准 80C51 系列单片机,其内部功能框图详见图 1.1。

P89V51RB2 的典型特性是它的 X2 方式选项,其应用程序既可以传统的 80C51 时钟频率(每个机器周期包含 12 个时钟)运行,也可以 X2 方式的时钟频率(每个机器周期包含 6 个时钟)运行。如果选择 X2 方式,则可在相同时钟频率下获得 2 倍的吞吐量;如果将时钟频率减半,将依然保持特性不变,且可极大地降低电磁干扰 EMI(Electromagnetic Interference),功耗也会大大降低。

Flash 程序存储器支持并行编程、串行在系统编程 ISP(In System Programming)和在程序运行中编程 IAP(In Application Programming)3 种方式。并行编程方式适用于大批量用户,如使用 SmartPRO T9000-Plus 量产型高速通用编程器,可大大提高编程的速度和可靠性;串行在系统编程 ISP 允许对单片机在板重复编程,该方式非常适合产品开发和大批量试产;在程序运行中编程 IAP,允许随时对正在运行的 Flash 程序存储器升级。P89V51RB2 主要特性如下:

- ▶ 80C51 内核,5 V 工作电压,工作频率为 0~40 MHz;
- ▶ 16 KB 片内 Flash 存储器,1 KB 片内 SRAM;
- ▶ 通过软件或 ISP 选择支持 12 时钟(默认)或 6 时钟模式;

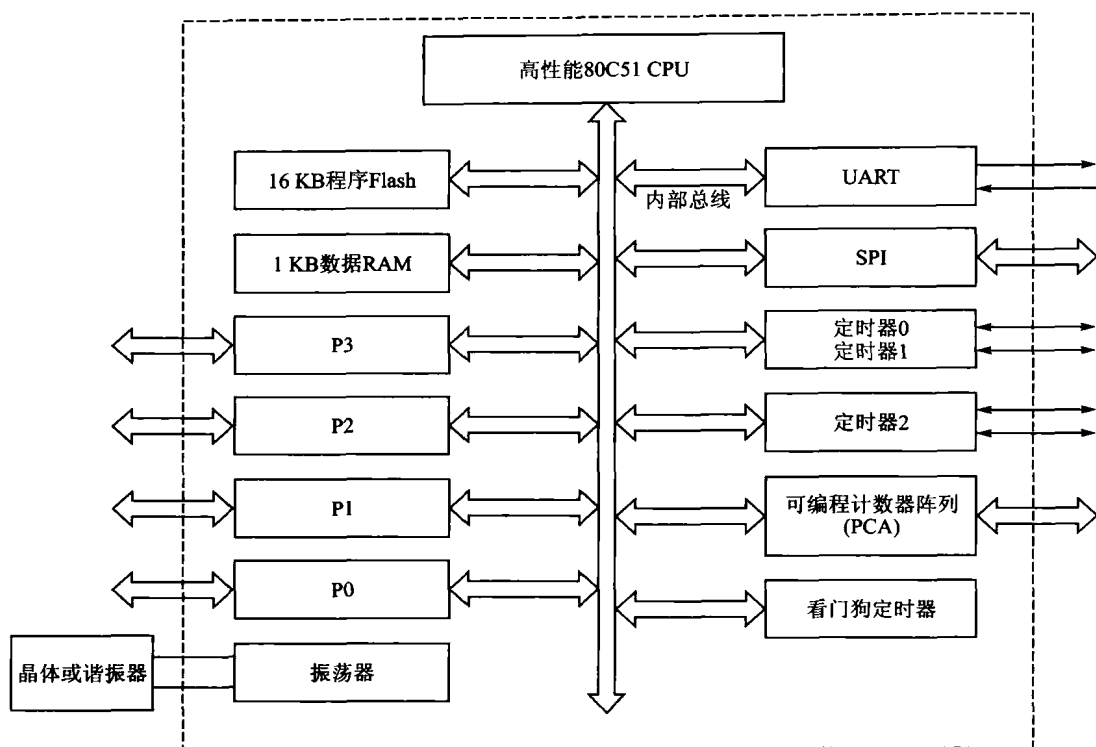


图 1.1 P89V51RB2 功能框图

- ▶ SPI 串行通信接口和增强型 UART；
- ▶ PCA(可编程计数器阵列), 具有 PWM 和捕获/比较功能；
- ▶ 4 个 8 位 I/O 口, 含有 3 个高电流 P1 口(每个 I/O 口的电流为 16 mA)；
- ▶ 8 个中断源, 4 个中断优先级, 3 个 16 位定时/计数器, 1 个可编程看门狗定时器 (WDT)；
- ▶ 2 个 DPTR 寄存器；
- ▶ 低 EMI 方式 (ALE 禁止), 并兼容 TTL 和 CMOS 逻辑电平；
- ▶ 具有掉电检测功能和低功耗模式: 由外部中断唤醒的掉电模式和空闲模式；
- ▶ 具有 3 种封装, 分别为 DIP、QFP 和 PLCC。

1.1.2 引脚排列与描述

P89V51RB2 除了 Vcc、GND、XTAL1、XTAL2、ALE、 $\overline{\text{PSEN}}$ 、 $\overline{\text{EA}}$ 等功能引脚之外, 可用的 GPIO 多达 32 个。如图 1.2 所示为 P89V51RB2 DIP 封装的引脚排列图。表 1.1 详细描述了 P89V51RB2 相关引脚的功能特性。

1	P1.0/T2	Vcc	40
2	P1.1/T2EX	AD0/P.0.0	39
3	P1.2	AD1/P.0.1	38
4	P1.3	AD2/P.0.2	37
5	P1.4/ $\overline{\text{SS}}$	AD3/P.0.3	36
6	P1.5/MOSI	AD4/P.0.4	35
7	P1.6/MISO	AD5/P.0.5	34
8	P1.7/SCK	AD6/P.0.6	33
9	RST	AD7/P.0.7	32
10	P3.0/RXD	$\overline{\text{EA}}$	31
11	P3.1/TXD	PROG/ALE	30
12	P3.2/ $\overline{\text{INT0}}$	$\overline{\text{PSEN}}$	29
13	P3.3/ $\overline{\text{INT1}}$	A15/P2.7	28
14	P3.4/T0	A14/P2.6	27
15	P3.5/T1	A13/P2.5	26
16	P3.6/ $\overline{\text{WR}}$	A12/P2.4	25
17	P3.7/ $\overline{\text{RD}}$	A11/P2.3	24
18	XTAL2	A10/P2.2	23
19	XTAL1	A9/P2.1	22
20	GND	A8/P2.0	21

P89V51RB2

图 1.2 P89V51RB2 引脚分布

表 1.1 P89V51RB2 引脚描述

符 号	DIP-40 引脚	类 型	描 述
P0.0~P0.7	32~39	I/O	P0口: 开漏双向 I/O 口。当写入“1”时, P0口悬浮, 可用做高阻态输入。当访问外部程序和数据存储器时, P0口复用为低 8 位地址/数据总线。P0口用做通用 I/O 口时, 均须连接外部上拉电阻
P1.0~P1.7	1~8	I/O	P1口: 带内部上拉的 8 位双向口。当写入“1”时, P1口被内部上拉拉高, 可用做输入。当用做输入时, 由于内部上拉的存在, P1口被外部器件拉低时将吸收电流(IIL)。此外 P1.5、P1.6、P1.7 还有 16 mA 的高电流驱动能力
P2.0~P2.7	21~28	I/O	P2口: 带内部上拉的 8 位双向口。当写入“1”时, P2口被内部上拉拉高, 可用做输入。当用做输入时, 由于内部上拉的存在, P2口被外部器件拉低时将吸收电流(IIL)。当从外部程序存储器取指或访问 16 位地址的外部数据存储器时, P2口发送高位地址
P3.0~P3.7	10~17	I/O	P3口: 带内部上拉的 8 位双向口。当写入“1”时, P3口被内部上拉拉高, 可用做输入。当用做输入时, 由于内部上拉的存在, P3口被外部器件拉低时将吸收电流(IIL)
P3.0	10	I	RXD: 串行口输入
P3.1	11	O	TXD: 串行口输出
P3.2	12	I	$\overline{\text{INT0}}$: 外部中断 0 输入
P3.3	13	I	$\overline{\text{INT1}}$: 外部中断 1 输入
P3.4	14	I	T0: 定时/计数器 0 的外部计数输入
P3.5	15	I	T1: 定时/计数器 1 的外部计数输入
P3.6	16	O	$\overline{\text{WR}}$: 外部数据存储器写选通信号
P3.7	17	O	$\overline{\text{RD}}$: 外部数据存储器读选通信号
$\overline{\text{PSEN}}$	29	I/O	$\overline{\text{PSEN}}$: 外部程序存储器的读选通信号。当执行内部程序存储器的程序时, $\overline{\text{PSEN}}$ 无效(高电平); 当执行外部程序存储器的程序时, 每个机器周期内 $\overline{\text{PSEN}}$ 2 次有效, 但当访问外部数据存储器时, 2 个有效 $\overline{\text{PSEN}}$ 脉冲将被跳过
RESET	9	I	复位: 当振荡器工作时, 该引脚上 2 个机器周期的高电平逻辑状态将使器件复位, RESET 也常简写为 RST
$\overline{\text{EA}}$	31	I	外部访问使能: $\overline{\text{EA}}$ 引脚可承受 12 V 的高压。若要从外部程序存储器取指, 则 $\overline{\text{EA}}$ 必须与 V_{ss} 相连; 若要执行内部程序存储器的程序, 则 $\overline{\text{EA}}$ 必须与 V_{cc} 相连
ALE	30	I/O	地址锁存使能: ALE 是一个输出信号, 当访问外部存储器时, 将地址低字节锁存。通常 ALE ⁽¹⁾ 以 1/6 的振荡频率 ⁽²⁾ 输出, 可用作外部定时或外部时钟。当每次访问外部数据存储器时, 总有一个 ALE 脉冲被跳过
XTAL1	19	I	晶振 1: 反相振荡放大器的输入和内部时钟发生电路的输入
XTAL2	18	O	晶振 2: 反相振荡放大器的输出