

8051 Microcontroller: A Project Based Introduction

51单片机

应用实例详解

杨欣 Xin Yang
王玉凤 Yufeng Wang
刘湘黔 Xiangqian Liu 编著
张延强 Yanqian Zhang

- 这是一本强调单片机系统应用的书
- 这是一本为单片机系统设计者开阔思路，为其设计提供蓝图和模块的书

清华大学出版社

内容简介

《单片机应用实例详解》是作者多年从事单片机应用教学和科研工作的经验总结。全书共分10章，主要介绍了单片机的基础知识、单片机的应用、单片机的接口技术、单片机的系统设计、单片机的应用实例等。本书可作为高等院校计算机专业及相关专业的教材，也可供从事单片机工作的工程技术人员参考。

51 单片机应用实例详解

杨欣 王玉凤 刘湘黔 张延强 编著

清华大学出版社

北京

（地址：北京市海淀区清华园）

（书号：ISBN 7-302-10000-0）

内 容 简 介

如果不是为了应付考试,那单片机的学习更应该强调系统的应用。本书是《51单片机应用从零开始》的姊妹书,既可作为其“续集”以扩展学习单片机基础知识之后的系统应用,也可独立成册作为单片机从基础学习到系统应用的帮手。51系列单片机不仅是国内用得最多的单片机之一,同时也是最适合上手学习单片机系统开发的一款单片机。本书主要以51系列单片机为核心控制器,从广度和深度上对其系统应用进行了梳理,通过本书的学习和实践,可以顺利完成多任务、多功能单片机系统的设计及开发,能对日常生活、生产中的一些测控系统进行自主设计及实施。书中丰富的实例及全面的应用讲解将能极大地开阔单片机系统设计者的思路,并为其设计提供蓝图和模块。

本书在选材时,结合国内外重点大学一线教师的教学经验,并借鉴国外经典教材的写作手法,对51单片机的应用系统及局部知识进行了详实的介绍。除了每章中大量的单片机系统模块及有机系统的介绍外,“实例点拨”环节还展示了许多相对完整的单片机系统实例供读者学习、开发时参考。在多角度、多方面的实例化讲解中,读者既掌握了单片机系统开发的基本技能,还开阔了单片机流行应用的视野。

本书秉承《51单片机应用从零开始》一书语言生动风趣及讲解循序渐进的特点,在顾及实用性、技术性的同时,最大程度地提高了可读性,力求阐述得平实、通俗、易懂。本书适合作为电类本科、专科学生的参考用书及高职高专学生的单片机应用技术教材,也可作为无线电爱好者学习单片机的参考书。

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

51 单片机应用实例详解/杨欣等编著. —北京:清华大学出版社,2010.5

ISBN 978-7-302-22149-4

I. ①5… II. ①杨… III. ①单片微型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 031652 号

责任编辑:钟志芳 朱 俊

封面设计:张 岩

版式设计:魏 远

责任校对:王 云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

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

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:34.25 字 数:791 千字

版 次:2010 年 5 月第 1 版 印 次:2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:49.80 元

本书编写及网络教学互动平台建设委员会

主任委员：

杨 欣 王玉凤 刘湘黔 张延强

委 员：

刘 杰 刘 文 张铠麟

序



Len D M Nokes

PhD MBBCh MD Dip SEM GB&I FFSEM(UK) FIMechE CEng

This book is a natural follow on to the very popular *8051 Microcontroller: An Applications Based Introduction*. Written by the same authors this book explores the practical applications of the 8051 Microcontroller. The first part of the book concentrates on giving an overview of the microcontroller's capabilities. This followed by each chapter that clearly and easily explains how the microcontroller can be configured towards a particular practical application. These include for example controlling display screens, air-conditioning systems, biometric identification systems and adaptive gain.

This is the fifth book to be published by the principle author Xin Yang who is proving to be an excellent exponent of breaking down the complex field of microelectronics to a form easily understood by anyone moderately technically competent. That includes me who as trained as a Bioengineer with a Mechanical Engineering/Medical background had practically no experience of medical electronics of which microcontrollers increasingly becoming a major component.

It gives me great pleasure to provide this forward. I have the honour of, currently supervising Mr Xin Yang, or 'Chris' as he is known to us here in Cardiff, PhD. Chris constantly demonstrates what is clearly shown in his books, his deep understanding of how Electronics in general and Microcontrollers in particular can have significant effects in improving the health of the population. Life would be considerably more difficult without them!

Prof. L D M Nokes

Leader in Institute of Medical Engineering and Medical Physics

Cardiff University

UK

March 2010

序



Len D M Nokes

PhD MBBCh MD Dip SEM GB&I FFSEM(UK) FIMechE CEng

作者之前编写出版并广受好评的《51 单片机应用从零开始》是一本基于 8051 单片机应用基础的著作。本书作为她的姊妹篇，在第 1 章就向读者展示了单片机的工程应用能力。之后的章节里，深入浅出地说明了一个问题：单片机如何构造一个具体的实际系统。其中包括了显示器的控制、空调系统、指纹采集、自适应增益控制等。

本书是第一作者杨欣的第 5 部著作，他具有深厚的功底去剖析复杂的电子技术知识，并能组织编写让稍有技术基础的读者轻而易举就能理解的内容。拿我这个具有机械工程和医学背景的生物工程师来说，虽然我没有过多医学、电子学的实践经验，但通过本书也让我完全相信单片机将日益成为其中的主角。

我怀着极大的喜悦为本书撰写序言。杨欣目前在英国加的夫大学为大家所熟知，作为他的博士生导师，我很荣幸。在他的著作中，我们可以清楚地看到他对于在改善人们的健康方面发挥重大作用的电子学领域，尤其是单片机部分的深度理解。如果离开了这些，生活将变得非常不便利！

L D M Nokes 教授
英国卡迪夫大学
医学工程及医学物理研究所
首席科学家
2010 年 3 月

前言

展现在大家面前的是一本单片机系统应用的实用教程。本书与《51 单片机应用从零开始》(目前已 4 次印刷)一起组成了一个较为完整的单片机学习及实践指导体系。这两本书凝结了国内几所重点大学在科研、教学第一线教师们的心血,也得到了英国剑桥大学、牛津大学、伦敦帝国理工大学、伦敦大学、加的夫大学等世界著名大学中多位博士生导师的指导意见。书中实例的选择经过了多方面的考虑,涵盖 51 单片机应用的方方面面,对于单片机学习和系统开发人员有非常大的参考价值。

书中的实例兼顾传统与新潮,其中详细介绍的单片机系统实例包括玻璃防盗报警器、无线鼠标、数字秒表、数字电子时钟、LED 点阵显示屏、各种液晶屏应用、数字温度计、数字电压表、多通道示波器、MP3 播放机、空调温控器、电子密码锁、各种存储器的接口及应用、串行存储器(I²C)应用、键盘及开关接口应用、8255 扩展 I/O 口应用、常用传感器应用系统、电子血压计、红外遥控器、磁场强度计(高斯计)、指纹安保系统、直流电机控制器、步进电机控制器、光电隔离技术、可控硅控制、量程自动转换系统、串行通信应用、近/远距离双机通信、多机通信、计算机与单片机通信、网络密码锁、RS-485 标准通信、红外无线通信、红外计数器、蓝牙通信、射频识别(RFID)系统、生理参数监护仪、电子器件测试仪及电话远程遥控器等。

本书的读者群

不知道单片机有什么作用的人。有的朋友刚开始学习或者还没有开始学习单片机,对于单片机能发挥什么作用、可以应用于什么场合不甚了解,更谈不上“玩转”单片机、开发单片机系统了,本书将为这些朋友扫除困惑。

即将学习单片机系统应用的人。单片机应用教程琳琅满目,如何得到一本真正读起来不费劲、学起来不枯燥、用起来得心应手、实例丰富的参考书,对于快速获得单片机系统开发技能至关重要。

广大的学生朋友。不管您之前有没有学习过单片机,都可以从本书开始进入单片机系统开发天地。如果您正在进行课程设计或毕业设计,那么本书中众多实例将成为您构思的好帮手。

老师们。如果能在课堂上将一定数量的单片机系统实例融入教学中,并向学生展示单片机系统的规划思路、软/硬件设计方法,而不是让学生忙于记下晦涩的、一条一条的指令和单片机的知识点,这不正是事半功倍、皆大欢喜的事吗?

具备一定单片机知识的人。可能您在工作中会突然被老板安排开发一个单片机应用系统,而原来学习过的单片机系统知识已经有不同程度的遗忘,本书就会帮您把原本属于自己的知识迅速地拾掇起来,并且再提供一些实战的技能和软/硬件模块。

本书的特点

语言生动活泼、平实易懂。书中没有过多复杂的计算和技术背景介绍，取而代之的是以“讲故事”的形式把单片机系统的概念潜移默化地带出，尽量让高深的单片机系统开发贴近生活，以众多实例来扩展单片机应用视野。

十分注重基础知识的铺垫。单片机的应用范围广、场合多，不是所有人都能熟悉每个应用场景。所以，在讲解较新的实例之前，都会对一些背景知识进行引导，从背景知识中获得设计思路的形成过程，这样既授人以“鱼”，也授人以“渔”，除了能掌握实例外，还能触类旁通，为其他场景下单片机的应用设计提供思维方法。

实例全面、新颖、权威。严格选用成熟的、新颖的单片机应用实例来展现单片机的各种功能，对于外设也都有一定篇幅的介绍，以便没有接触过的朋友能对其有所了解。书中的实例涵盖了单片机应用的各个方面，其中也包括最新外设的应用，如指纹识别、射频标签和电话远程控制等。

全书浑然一体。除了第 1、2、9 章外，书中的每一章节都是单片机应用的一个方面，如果想全面学习，可以阅读全书并实践其中的实例。当然，如果只需要某一方面的知识、进行某一方面的应用，可以到相应的章节中寻找答案。

本书的内容结构

每一章前面都设置了引言，提出了一些生活中的应用场景，启发思考；在随后的每节中，都可以使用设置的思考题来检验和巩固所学内容；每章最后是一个“实例点拨”，既紧扣每章的内容，又升华每章的知识点，还提供了许多单片机应用的思路。有的章节还设置有“器件介绍”，用来对相关的电子器件的知识进行简单介绍。

第 1 章从玻璃打碎报警器开始，进入单片机系统应用的场景中，并描绘了单片机系统的一般性结构，接着对单片机系统开发工具进行介绍，最后以一个无线鼠标的剖析实现从单片机基础知识学习到单片机应用的思维转换。

第 2 章是全面的 51 单片机基础知识的介绍，包括其 I/O 口、存储器、寄存器、指令、汇编语言、定时/计数器、串行通信和中断等。本章首先在系统设计及应用之前简要地学习、回顾了 51 单片机的基础知识，最后以啤酒装瓶系统再次启发单片机系统应用的思路。

第 3 章讲述各种显示器，包括多位七段数码管、发光二极管点阵和各种液晶屏等。显示器作为单片机系统的“脸面”，是最常涉及的单片机外设之一。灵活掌握如中文汉字液晶屏、大屏幕点阵屏和彩色液晶屏的开发技巧，能极大地提升系统的表现力。

第 4 章讲述的是单片机如何与 A/D 器件一起将模拟信号采集并转换成数字信号。单片机是一个典型的数字器件，为了使它能对各种模拟信号进行处理和分析，进行模/数转换是必要的。本章还介绍了如何将数字信号转换成相应的模拟信号及单片机与 D/A 器件的应用。

第 5 章是有关半导体存储器的内容介绍。由于单片机本身的容量有限，在实际应用中常常需要添加额外的外部存储器来扩大系统存储信息的能力，而存储器的接口涉及数据和地址两个方面，所以其中有一些知识点和技能需要掌握。本章最后介绍了串行片外存储器扩展（I²C 接口）的实例。

第 6、7 章介绍了单片机的输入/输出技术。单片机如何获得外部信息、如何控制外部设备都属于输入/输出技术的范畴。这两章介绍了非常多的实用技术,如输入技术中的开关接口、键盘接口、扩展 I/O 口及各种传感器技术接口等,输出技术中的直流电机控制、步进电机控制及开关量输出技术等,这些都是单片机系统应用中经常遇到的问题。这两章还介绍了单片机系统中两个实用而新颖的实例——指纹安保和量程自动转换系统。

第 8 章介绍了与单片机有关的各种通信,包括双机通信、多机通信、上位机通信和无线通信等,其中有不少当前较为流行的应用技术,如红外通信、蓝牙通信和射频通信等。这些技术都有非常广阔的应用空间,在本书中初步了解之后,可以在实践的基础上更为深入地学习具体技术。

第 9 章是 3 个完整实例,其中以生理参数监护仪实例较为陌生,所以在介绍之前有一些铺垫。这 3 个实例难度较大,涉及技术比较多,是非常好的课程设计或毕业设计的选题参考。

本书的帮助系统

在学习过程中如果遇到什么问题,可以访问电路飞翔网(<http://www.circuitfly.com>),其中有大量翔实的帮助和实验指导,还介绍了一些学习工具,如 STK 0707 型单片机学习板,它是《51 单片机应用从零开始》一书的配套实验板,能对单片机学习阶段的实例进行实验,可以帮助读者快速掌握单片机。

由于笔者水平有限,书中难免有介绍不清楚或错误的地方,欢迎读者通过电子邮件(E-mail: EEdesign@163.com)来共同探讨问题和提供关于写作的意见,也欢迎企业界的朋友向我们推荐好的学习产品作为今后写作的实例。

特别感谢

《51 单片机应用从零开始》和本书的完成,与北京交通大学的王玉凤和刘湘黔两位教授的帮助难以分开,他们持续了近 10 年的关怀、支持、鼓励和鞭策,使书中的点点滴滴最终得以沉淀,他们渊博的知识、精湛的学术造诣可谓师者表率,无论何时何地,他们始终如一地把教书育人作为自己的要务;感谢北京交通大学的张延强博士,本书的结构、思路和实例等都有他的卓越贡献,他在通读全书时还提出了许多宝贵的改进意见;感谢北京交通大学生物医学工程系主任刘杰教授和北京军区总医院计量科刘文主任,他们多年来在生物医学工程领域给予的持续精心指导,使笔者能够迅速成长。

《51 单片机应用从零开始》和本书的完成还与英国 Cardiff University 的电子物理医学研究机构主任 Prof. Len D M Nokes 的倾力帮助无法分开,他在运动损伤和超声成像等诸多临床科研中给笔者以鼎力帮助。另外,还要感谢 University Hospital of Wales 的 Dr. Neil Pugh 和 Dr. Declan Coleman 在超声诊断及医学工程其他领域中的极力帮助;感谢英国 Imperial College London 的 Dr. Roy Clements,他浑身散发的传统英国绅士的严谨、细致、热心的魅力曾经伴随着笔者解决了无数的问题;感谢英国伦敦大学 Queen Mary College 的 Dr. Deric Jones 和 Dr. Hazel Screen,他们在单片机基础知识、运算放大器、模拟电路和数字电路方面给本书以莫大的帮助;感谢剑桥大学的 Dr. Adrian Travis 关于新技术的讨论和对这两本书部

分手稿的建议；感谢河海大学的唐洪武教授和南昌大学的弓晓峰教授对笔者写作的关怀。

此外，还要对北京交通大学计算机学院院长韩臻教授、党委书记杨晓晖教授、党委副书记余亚光教授给予的支持与帮助表示极大的感谢；对物理系的杨甦、蔡天芳、牛原、滕永平等几位教授和“关工委”的岳兆宏教授表示最崇高的敬意；对帮助顺利完成本书的剑桥大学的 Dr. Dong F Liang 和 Dr. Xiao L Wang 表示感谢；对《电子制作》、《电子测试》、《家庭影院技术》和《家电维修》杂志社的总编陈忠、社长陈晓筱、编务王雪珍等老师表示最大的感谢；对北京联合大学高林校长和深圳职业学院温希东校长对笔者的启发与教育表示诚挚的谢意；对清华大学的韦思健老师和北京城市学院的汪仁里老师及其夫人表示感谢；对本书提供了宝贵建议的科学出版社王淑兰老师表示感谢。

当然还要感谢我的父母等家人，他们多年以来养育了我；感谢挚友崔捷近 10 年来的无私帮助和鼎力支持；感谢张铠麟与笔者多年并肩作战，并给予莫大的鼓励和帮助；感谢赵兴东、傅予嘉、刘长焕、陈伟、何帅、赵东旭和吕永涛等朋友给予的帮助。

令我悲痛万分的是，在本书定稿之际，我的授业恩师之一——北京交通大学物理系主任、国家工科物理教学基地主任、国家级物理实验教学示范中心主任、全国优秀教师成正维教授因病不幸去世。

谨以此书纪念成正维教授！

杨 欣

2009 年 10 月

Cardiff University, UK

目 录

第1章 大转折——从学习单片机到应用单片机.....	1
1.1 如何利用单片机.....	1
1.2 哪些工具可以帮助我们.....	4
1.3 调试乃成功之母.....	13
1.4 实例点拨——无线鼠标.....	15
第2章 时刻准备着——扫除基础知识障碍.....	21
2.1 AT89S51 单片机满足需要吗.....	22
2.2 管脚描述.....	25
2.3 工作时序问题.....	32
2.4 存储器组织.....	33
2.5 汇编语言.....	43
2.6 寻址方式与指令概述.....	45
2.7 定时/计数器.....	48
2.8 串行口通信.....	59
2.9 中断.....	65
2.10 实例点拨——啤酒装瓶系统中的单片机.....	69
第3章 系统的“脸蛋”——显示器.....	72
3.1 电子时钟的“脸蛋”——多位七段数码管.....	73
3.2 大屏幕的秘密——发光二极管点阵.....	88
3.3 计算器的“脸蛋”——段式液晶屏.....	97
3.4 “Hello, world!”——字符液晶屏.....	101
3.5 图形的显示——点阵液晶屏.....	108
3.6 绚丽的世界——彩色液晶屏.....	123
3.7 系统应用——中文液晶屏显示系统.....	125
第4章 从收录机到 CD 唱机——模拟与数字之间的转换.....	132
4.1 从数字温度计中学习模拟与数字的转换.....	134
4.2 单片机与 A/D.....	139
4.3 单片机与 D/A.....	144
4.4 如何选择 A/D 与 D/A 器件.....	149
4.5 系统应用——空调温度控制系统.....	151

第5章 凝固的数据——扩展存储器	156
5.1 透过电子密码锁观察片外存储器	157
5.2 半导体存储器的种类	161
5.3 单片机与片外程序存储器的接口	163
5.4 单片机与片外数据存储器的接口	167
5.5 存储器的地址解码	173
5.6 典型片外存储器的扩展接口电路	178
5.7 系统应用——串行片外存储器扩展实例 (I ² C 接口)	184
第6章 触角的延伸——输入技术	199
6.1 常用开关	200
6.2 I/O 口作为输入端口	202
6.3 I/O 口的使用	206
6.4 使用 8255 扩充更多的 I/O 口	210
6.5 键盘	218
6.6 传感器与单片机	225
6.7 输入信号的调理	245
6.8 实例点拨——指纹安保系统	250
第7章 触角的延伸——输出技术	265
7.1 为控制电机准备	266
7.2 直流电机的控制	271
7.3 步进电机的控制	277
7.4 开集电极输出结构	283
7.5 逻辑家族及逻辑电平	288
7.6 通用输出技术	293
7.7 实例点拨——量程的自动转换	300
第8章 信息沟通无极限——通信技术	308
8.1 串行通信的魅力	309
8.2 两个单片机之间的沟通	314
8.3 多个单片机之间的沟通	323
8.4 单片机与计算机的沟通	331
8.5 单片机的无线通信	354
8.5.1 利用红外线检测物体	355
8.5.2 利用红外线传输数据	373
8.5.3 单片机与蓝牙通信	377
8.6 实例点拨——射频识别 (RFID) 系统	384
8.6.1 射频标签的秘密	385
8.6.2 射频识别系统规划	387

8.6.3 射频识别系统设计	388
第9章 启发设计的灵感——完整系统实例点拨	389
9.1 生理参数监护仪	391
9.1.1 心率的测量原理	392
9.1.2 系统规划与设计	394
9.2 电子器件测试仪	420
9.2.1 系统功能说明	421
9.2.2 电子器件测试仪软件设计	422
9.3 电话远程遥控器	435
9.3.1 电话线利用有道	436
9.3.2 电话远程遥控器设计	438
9.4 你准备好了吗	444
参考文献	446
附录A 51 单片机指令集及用法示例	450
附录B 指令的执行代码表	472
附录C 中文字型码表	479
附录D 51 单片机 USB 口下载线	483
附录E 基础逻辑门及常用数字电路芯片	484
附录F μ Vision3 支持的单片机	488
附录G 51 单片机伪指令	497
附录H 51 单片机比较表	500
附录I ASCII 码表	502
附录J 常见封装形式	506
附录K 常见芯片生产商	509
附录L 指纹传感器 SM630 通信协议	511
附录M 常用低容量存储器器件表 (RAM、ROM)	516
附录N 希腊字母表	518
附录O 电阻阻值读取方法和色环定义	519
附录P 用于重定位和连接模块的指令介绍	521
附录Q AT89S51 单片机特殊功能寄存器一览表	523
附录R 51 单片机汇编程序保留字	530

第1章 大转折——从学习单片机到应用单片机

如何从单片机的学习飞跃到单片机的应用呢？需要两个条件：一是掌握一定水平的单片机知识和电子技术基础知识，二是具有勇于实践的精神。

单片机的应用是以单片机应用系统的开发为前提的。如图 1-1 所示为一个单片机应用系统——踢足球机器人，其内部的单片机能够检测到机器人在球场中的坐标和球的位置，并控制机器人按照既定的比赛计划完成移动和控球等动作。明显地，要利用单片机制作一个踢足球机器人，需要进行大量反复的设计和调试。



图 1-1 踢足球的机器人（图片来自 wikipedia.org）

要建造房屋，就需要有一定数量的砖头，同样，设计单片机系统就需要掌握一定数量的功能模块。如踢足球机器人的运动需要电机来驱动，其功能模块就是电机；机器人之间需要通信，其功能模块就是无线通信。只有学习了这些功能模块，才能拥有“砖头”去完成整个系统。本书的目的就是把“砖头”交到将要进行单片机系统开发的读者手上。

在本章中，首先来看单片机的学习与应用之间有什么区别与联系。本章的内容有：

- ◇ 如何利用单片机
- ◇ 哪些工具可以帮助我们
- ◇ 调试乃成功之母
- ◇ 实例点拨——无线鼠标

1.1 如何利用单片机

不知道如何使用单片机、如何利用单片机进行系统设计，大概是对将要设计的系统功能和结构不明确造成的。因此，在利用单片机进行任何设计之前，需要有一个十分清晰的系统功能和结构的概念。

例如，要设计一个防盗用的玻璃打碎报警器，系统的功能明确为：当报警器检测到玻

璃被打破的声音时,驱动警灯发光、警铃报警。如图 1-2 所示,当报警器的话筒接收到玻璃打破的、异于平常的尖锐声音时,单片机便对这种声音进行检测,一旦确认为玻璃破碎的声音,则让警灯和警铃发出警示信号。

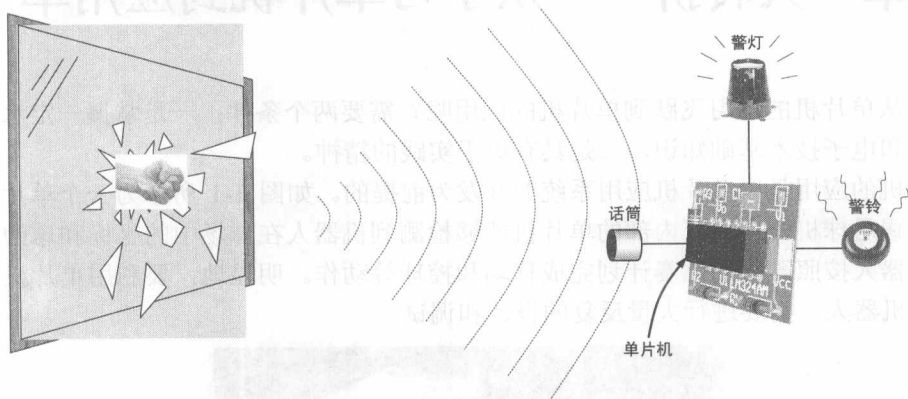


图 1-2 玻璃打碎报警器

明确系统是检测到玻璃破碎的声音便进行报警的功能之后,就要思考系统的结构。系统结构讨论的是系统的功能模块和模块之间的关系。在报警器中,系统的功能模块包括:

- ✧ 话筒。将声音信号转换成电信号,这是信号采集模块。
- ✧ 单片机。分析声音信号,判断是否为打碎玻璃的声音,这是信号处理分析模块。
- ✧ 警灯和警铃。发出警报,这是报警的执行模块。

有了功能模块,并掌握了接口方法,就可以规划它们之间的关系。它们之间的关系呈现在纸上就是系统的结构框图,如图 1-3 所示(放大、A/D 转换的内容在后面的章节会有详细介绍)。

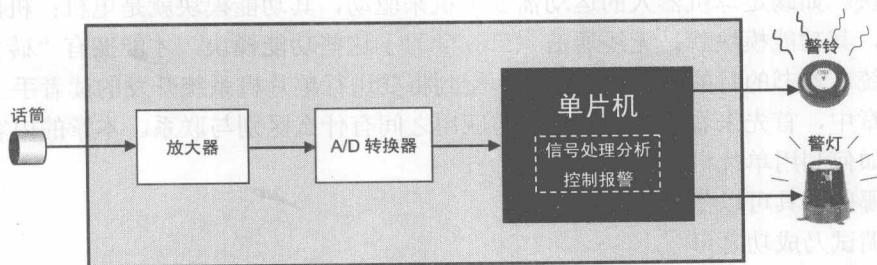


图 1-3 玻璃打碎报警器的系统结构框图

在如图 1-3 所示的系统结构框图中,话筒把声音信号转换成电信号,经过放大器的放大、A/D 转换器的数字化后输入单片机中进行处理和分析,如果判断出是玻璃破碎的声音信号,则驱动警灯和警铃发出警报。

根据系统结构框图,就可以开始设计实际系统的电路原理图(简称电路图)。电路图是对结构框图进一步的细化,用实际的电子器件取代结构框图中的模块,并使用导线具体化模块之间的关系,如图 1-4 所示。对照图 1-3 可以发现,电路图与系统框图是对应的,从左到右被虚线分成话筒、放大器、A/D 转换器、单片机、警灯和警铃等电路模块。

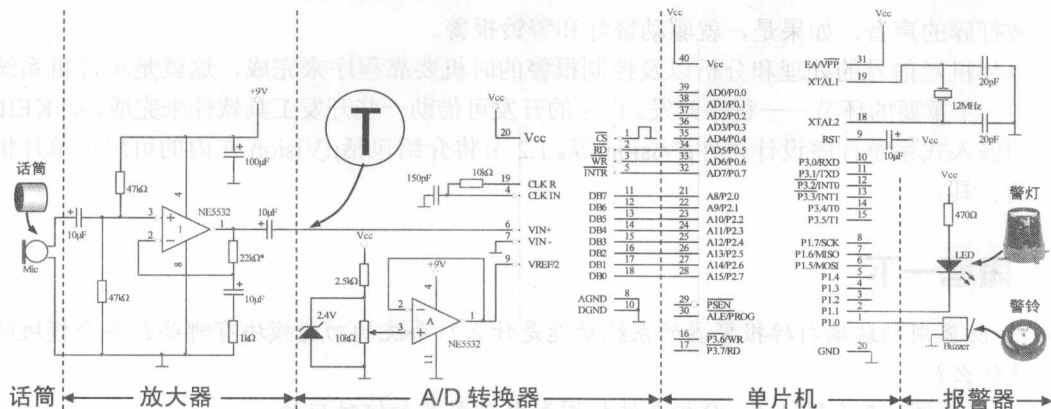


图 1-4 玻璃打碎报警器的系统电路图

有的读者感觉图 1-4 太复杂，并惊讶它是怎么设计出来的，这种感觉表明这些读者对单片机系统设计是颇有兴趣的。本书将会用大量的笔墨来介绍如何设计类似图 1-4 的单片机系统电路图，目前只需要把系统框图和电路图结合起来了解一下即可。

注意，系统框图（图 1-3）的单片机模块中的白色字体的注释为：信号处理分析，控制报警，这是单片机将要完成的任务之一。想象一下，当报警器工作时，环境中有许多噪声，如马路上的汽车喇叭、人的说话声、小猫/小狗的叫声、他人轻轻敲击玻璃的声音等，这些声音与玻璃被打碎时的“噼里啪啦”响声是截然不同的，如果使用示波器观察图 1-4 中的节点 T 的信号，可以比较一般背景噪声（如图 1-5（b）所示）和玻璃被打碎时的声音的波形（如图 1-5（a）所示）。

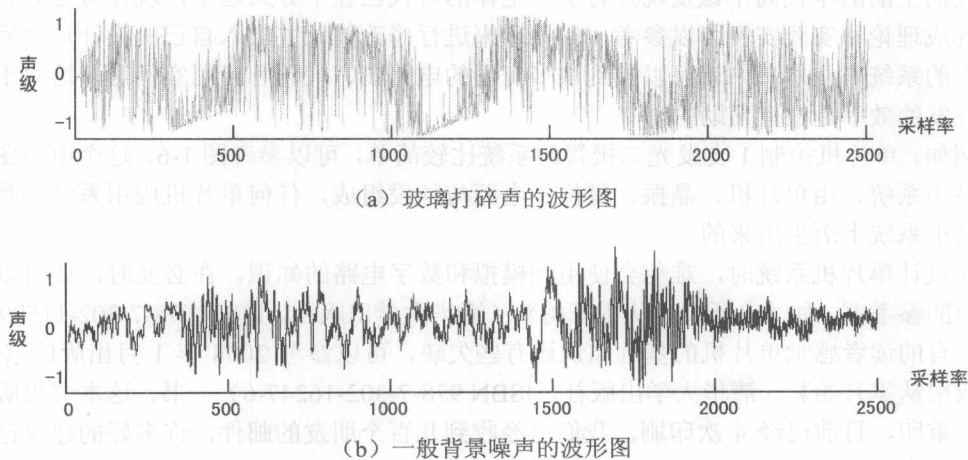


图 1-5 玻璃打碎声和一般背景噪声的波形图

人类经过几千万年的进化之后，已经能轻易地区别一般背景噪声和玻璃打碎声，但单片机这个思维、思考能力不及人类大脑亿分之一的电子器件既不会听，也不会想，它怎么进行判断呢？所以，在电路图需要有 A/D 转换器把波形数字化后输入单片机中，这些数字化后的信号就能够被单片机接受，通过程序对信号的处理和分析，就会分辨出到底是不是

玻璃被打碎的声音，如果是，就驱动警灯和警铃报警。

单片机对信号的处理和分析以及控制报警的时机要靠程序来完成，这就是单片机系统开发中一个重要的环节——程序开发。程序的开发可借助一些开发工具软件来完成，如 KEIL 公司的嵌入式系统程序设计软件 μ Vision 等。1.2 节将介绍包括 μ Vision 在内的可用于单片机开发的工具。



思考一下

1. 防盗用的玻璃打碎报警器的系统功能是什么？系统的功能模块有哪些？各个模块的作用是什么？
2. 联系图 1-3 和图 1-4，分析系统框图和电路图是如何对应的。
3. 单片机能不能直接处理和分析如图 1-5 所示的信号波形？如果不能，信号应该做什么转换后再输入单片机中？

1.2 哪些工具可以帮助我们

工欲善其事，必先利其器。要开发单片机系统，还需要借助一些工具。本节以单片机控制 1 支发光二极管闪烁的系统为例，介绍单片机开发过程中需要的几种代表性工具，掌握这些工具即可顺利完成大部分单片机系统的开发。

1. 单片机设计参考书——获取系统设计的思路

我们生活的年代离牛顿发现万有引力定律的时代已经十分久远了，现在身边有各种各样的现成理论和实践实例可以参考，何不拿来进行修改优化并融入自己的设计理念后构建成所需的系统？在本书中就可以找到许多有用的电路图、代码和应用实例等，这对于提高系统开发的效率是很有帮助的。

例如，单片机控制 1 支发光二极管的系统比较简单，可以参考图 1-6。这个电路图是单片机最小系统，由单片机、晶振、复位、电源与外设组成，任何单片机应用系统都是在单片机最小系统上衍生出来的。

在设计单片机系统时，难免会使用到模拟和数字电路的知识，在必要时，还可以参考这方面的参考书，如《电子设计从零开始》（清华大学出版社，ISBN 978-7-302-11509-0）。另外，有的读者感觉单片机的基础知识还有些欠缺，可以参考 2008 年 1 月出版的《51 单片机应用从零开始》（清华大学出版社，ISBN 978-7-302-16247-6）一书，这本书出版一年之内即重印，目前已经 4 次印刷，我们已经收到几百个朋友的邮件，许多好的建议已经被采用到这本书中。

初学电子技术或单片机系统设计的朋友也许不知道类似图 1-4 和图 1-6 的电路图是怎么画出来的，这时可以参考介绍电路图设计的书籍，如《电路设计与仿真——基于 Multisim 8 和 Protel 2004》（清华大学出版社），从中能获得丰富的电路设计、仿真、电路图绘制和印刷电路板设计方面的知识。

此外，本书的支持网站——电路飞翔网（www.circuitfly.com）在广大朋友的建议和帮