

单片机系列教程

主编 何立民

单片机实验与实践教程

(一)

万光毅 严 义 编著



北京航空航天大学出版社

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

单片机系列教程

主编 何立民

单片机实验与实践教程

(一)

万光毅 严 义 编著

北京航空航天大学出版社

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

内 容 简 介

重点介绍单片机与其外围芯片之间的接口电路设计、编程与实验操作。内容包括并口扩展, UART 串行扩展, RS-232C 接口, 以及 I²C, SPI, 1-WIRE, 2-WIRE 和 3-WIRE 等多样化的串行扩展电路实验。前 2 章包含 51 系列单片机基本系统实验; 随后 6 章以串行扩展技术为目标, 精选最新应用实例作为实验教材; 最后一章讲解 μ C/OS-II 操作系统在 80C51 单片机上的移植、调度和应用实例, 在实时多任务操作系统的平台上建立全新的嵌入式系统开发环境。

书中包含 34 个实验题目, 软/硬件都在应用中经过考核, 并有完整配套的实验仪器可供选择。书中提供用 PROTEL 设计的电路原理图(包括器件的外形封装), 可同步加工成为 PCB 版图, 贴近开发应用环境, 有使用价值。

本书作为单片机实验与实践教材, 可选作本科生单片机课程教学实验用书, 也适用于毕业设计以及电子设计竞赛等实践, 还可用作研究生及单片机开发者的综合实践参考资料。专科生可以选择其中的部分题目。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实验与实践教程. 1/万光毅等编著. —北京:
北京航空航天大学出版社, 2003. 12

ISBN 7-81077-412-3

I. 单… II. 万… III. 单片微型计算机—教材
IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 101836 号

单片机实验与实践教程(一)

万光毅 严 义 编著

责任编辑 王 瑛

*

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(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpress@263.net

北京宏伟双华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本: 787×1 092 1/16 印张: 17 字数: 457 千字

2003 年 12 月第 1 版 2005 年 1 月第 2 次印刷 印数: 5 001~8 000 册

ISBN 7-81077-412-3 定价: 24.00 元

序

在我国,单片机已不是一个陌生的名词,它的出现是近代计算机技术发展史上的一个重要里程碑,因为单片机的诞生标志着计算机正式形成了通用计算机系统和嵌入式计算机系统两大分支。在单片机诞生之前,为了满足工控对象的嵌入式应用要求,只能将通用计算机进行机械加固、电气加固后嵌入到对象体系(如舰船)中构成诸如自动驾驶仪、轮机监控系统等。由于通用计算机的巨大体积和高成本,无法嵌入到大多数对象体系(如家用电器、汽车、机器人、仪器仪表等)中。单片机则应嵌入式应用而生。单片机的单芯片的微小体积和极低的成本,可广泛地嵌入到如玩具、家用电器、机器人、仪器仪表、汽车电子系统、工业控制单元、办公自动化设备、金融电子系统、舰船、个人信息终端及通讯产品中,成为现代电子系统中最重要的智能化工具。

计算机两大分支的产生,大大促进了现代计算机技术的飞速发展。通用计算机系统以发展海量高速数值计算为己任,不必兼顾控制功能,其数据总线宽度不断更新,迅速从8位、16位过渡到32位、64位,不断完善其通用操作系统,突出发展高速海量数值计算能力,并在数据处理、模拟仿真、人工智能、图像处理、多媒体、网络通讯中得到了广泛的应用;单片机则以面向对象的实时控制为己任,不断增强控制能力,降低成本,减小体积,改善开发环境,以空前的速度迅速而广泛地取代经典电子系统。

单片机作为最典型的嵌入式系统,它的成功应用推动了嵌入式系统的发展。近年来,除了各种类型的工控机,各种以通用微处理器构成的计算机主板模块,以通用微处理器为核,片内扩展一些外围功能电路单元构成的嵌入式微处理器,甚至单片形态的PC机等,都实现了嵌入式应用,成为嵌入式系统的庞大家族。

作为典型嵌入式系统的单片机,在我国大规模应用已有十余年历史。在全国高等工科院校中,已普遍开设单片机及其相关课程。单片机已成为电子系统中最普遍的应用手段。除了单独设课程外,在涉及的许多实践环节,如课程设计、毕业设计、研究生论文课题中,单片机系统都是最广泛的应用手段。近年来,在高校大力推行的各种电子设计竞赛中,采用单片机系统来解决各类电子技术问题已成趋势。因此,解决好高等工科院校单片机及其相关课程的教材具有十分重要的意义。

目前,许多单片机类课程教材都是以80C51系列为基础来讲授单片机原理及其应用的。这是因为MCS-51系列单片机奠定了8位单片机的基础,形成了单片机的经典体系结构。MCS-51系列中的8051成为许多半导体厂家、电气公司竞相选用的对象,并以此为基核,推出了许多兼容性的CHMOS单片机。这些单

片机都具有极好的兼容性,并有很强的生命力,统称为 80C51 系列。本系列教程以 80C51 系列为基础即缘于此。

单片机是现代计算机、电子技术的新兴领域,无论是单片机本身,还是单片机应用系统设计方法,都会随时代不断发生变化,作为单片机类课程的教材则要突出单片机技术的典型性和教学化特点。因此,单片机教程只提供单片机典型结构体系的基本原理与应用设计的基本方法。教程中的所有应用实例只是为了加深理解单片机基本原理及应用系统设计方法的需要而设置的,并不提供、也不可能提供单片机应用系统设计的最新、最优电路。通过本教程的学习,掌握基本原理和方法后,在未来的工作实践中,要通过各种渠道,如公司产品技术手册和网上查询,以获得最新器件、最佳技术来设计自己的产品系统。

现在以及未来相当长的一段时间内,单片机相关的系统技术为:

(1) 全盘 CMOS 化。CMOS 电路具有众多的优点,如极宽的工作电压范围、极佳的本质低功耗及功耗管理特性,已成为目前单片机及其外围器件流行的半导体工艺。

(2) 单片机在片 ROM 应用。目前,单片机已广泛使用在片程序存储器技术,最广泛的应用状态是 OTPROM、FlashROM、MaskROM。本系列教程中虽然也介绍了外部程序存储器的扩展方法,但实际应用中已很少见。

(3) 以串行方式为主的外围扩展。目前,单片机外围器件普遍提供了串行扩展方式。串行扩展具有方便、灵活、电路系统简单、占用 I/O 口资源少等优点,是一种流行的扩展方式。

(4) 8 位机的主流地位。这是由面向对象、大多数嵌入应用对象有限响应时间要求所决定的。从 8 位机诞生至今,乃至今后相当长的时期内,单片机应用领域中 8 位机的主流地位不会改变。

因此,在学好单片机基本原理和应用方法时,不要忘记单片机在当前实际应用中的这些技术特征,正确处理教学典型性、教学示范内容与实际产品系统设计的差异。

参考上述技术趋势,以及 80C51 系列本身的新发展,选择 80C51 系列为基础的单片机体系结构,既符合教学特点的典型性,又不失内容的先进性。内容的典型性有利于触类旁通,迅速掌握与应用其它的单片机系列;内容的先进性则指 80C51 系列中仍有许多先进的产品型号可供选择。

本系列教程在筹划过程中,充分考虑到单片机的教学特点及先修课基础,根据不同对象、不同使用要求,组织了高校中多年从事单片机教学的老师,编写出这样一套适合于各类、各层次学习与应用的教程。

本系列教程包括“单片机初、中、高级教程”及“单片机实验与实践教程(一)、(二)”共 5 本,先修课基础为数字电路与计算机原理。该系列教程可提供高等工

科院校从大专、本科到研究生的讲课用书或综合实践教学用书。

《单片机初级教程——单片机基础》补充了一些数字电路及单片机入门基础,有助于单片机先修课程基础较差的学生掌握单片机原理与基本应用技术。该书适用于大专及非电专业本科单片机基础教学用书。

《单片机中级教程——原理与应用》深入介绍了单片机的基本原理、体系结构、典型功能单元以及系统扩展与配置方法,使学生在深入理解单片机基本原理的基础上,学会构成一个单片机示范应用系统。该书适用于电专业本科作单片机原理及应用教学用书。

《单片机高级教程——应用与设计》在介绍单片机原理、典型结构、基本功能单元的基础上,着重介绍单片机应用系统设计的软、硬件技术。该书适用于电专业本科及研究生作单片机应用系统设计用书。

《单片机实验与实践教程(一)》、《单片机实验与实践教程(二)》总结了单片机实验教学与电专业本科、研究生教学成果,可选作单片机课程教学实验用书,也可单独选作单片机相关实践环节、毕业设计和研究生综合实践的参考资料。

“单片机初、中、高级教程”不是3个台阶体系,而是针对不同基础的3种教材选择。在教程内容的编写上,除了注意教学内容的典型性外,还注意了它的实践性与实用性。因此,本教程还可作各类单片机技术培训或各类技术人员自学用书。

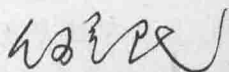
由于考虑到教学的典型性,教程中有少数教学实例沿用了一些较陈旧的资料。这些实例有利于阐明单片机的基本应用原理,也可充分利用原有单片机的实验器材,但这些软、硬件技术不具有先进性。

“单片机实验与实践教程(一)、(二)”是颇具特色的实验教程。在编写时,并不强调与“单片机初、中、高级教程”的从属性,而是要求尽可能保持多年来单片机实验及综合实践的教学成果。在组织教学时,可根据具体情况选用。这套实验与实践教程也可作为学生课外科技活动、电子技术竞赛、课程设计、毕业设计及研究生综合实践的参考用书。

北京航空航天大学出版社在我国单片机界享有崇高的威望,有素质较高的单片机专业编辑队伍,与许多单片机学术团体、单片机专业人士有着密切的联系。使用本系列教程还可以得到从师资培训、实验设备建设到应用设计的咨询服务。

热切希望本系列教程对推动我国单片机技术教育作出有益的成绩。

《单片机系列教程》主编



1999年12月

序 言

从微型机时代开始,就有了嵌入式计算机系统的概念,由此算来,嵌入式系统已有近 20 年历史了。当计算机进入以微处理器为核心的现代计算机时代,便以其小型、价廉、高可靠性的特点走出了机房;加上计算机强大的运算功能,许多工业控制设备要求嵌入计算机系统,以实现其智能化控制,如大型舰船,要求计算机嵌入后,构成一个自动驾驶仪或轮机参数监测系统。当时,采用的计算机通常是用通用计算机进行电气加固和机械加固,并配上外围接口电路,免为其难地实现嵌入对象的智能化控制。这样一来,嵌入到对象体系中的计算机系统已完全失去了通用计算机系统的形态和功能,变成了诸如自动驾驶仪、轮机参数监测系统。为了将这些嵌入到对象体系中、实现智能化控制的计算机与通用计算机相区别,将前者称作嵌入式计算机系统。

对于为数众多的对象体系(即原来的电子系统应用领域),如家用电气、仪器仪表、工控单元和机器人等,通用计算机无法满足嵌入式应用的体积、价位、可靠性要求。嵌入式计算机系统必须走独立发展的道路。这就是单芯片型计算机(单片机)的发展道路。

嵌入式计算机与通用计算机相比,有其完全不同的技术发展道路。后者以追求高速、海量数值计算为目标;前者则与对象系统耦合,要求发展完善的、与对象交互的控制功能,并不断降低价位、减小体积、增加可靠性。因此,单片机的诞生,开创了嵌入式系统独立发展的时代。

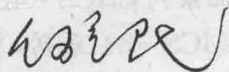
作为独立发展的嵌入式系统的单片机,完全沿着嵌入式应用要求发展,经历了探索阶段、完善阶段、MCU 阶段,如今正朝着 SoC 阶段发展。在探索阶段,INTEL 公司完全从嵌入式应用要求出发,探索单片机的嵌入式系统全新的发展道路(摒弃简单的以通用计算机基本单元为芯片形态的集合方式),创建了 MCS-48 单片机系列;MCS-48 单片机探索成功后,INTEL 公司迅速将其进一步完善,推出了 MCS-51 系列,奠定了单片微型计算机(single chip micro computer)的经典体系结构,开创了嵌入式系统的独立发展道路。作为嵌入式应用,单片机应不断满足嵌入对象的控制要求,不断将满足对象控制要求的外围电路、通道接口单元集成进去,将单片微型计算机实现单片微控制器 MCU(Micro Controller Unit)化。在这一阶段,PHILIPS 公司以其在电器领域杰出的应用技术,在 8051 基本体系结构上,大力发展外围电路功能,迅速推出了众多的 8051 系列单片机,将单片机从单片微型计算机发展到单片微控制器,在单片机技术发展上作出了历史性贡献;而如今兴起的片上系统 SoC,从广义上讲,就是单片机应用系统的最大单片

化,是单片机应用的归宿。

单片机近 20 年的发展历史,使其应用技术有了很大发展,但由于嵌入式系统的嵌入式应用特点,形成了单片机中计算机体系的相对稳定状态。这就是 8051 体系结构长盛不衰的主要原因;也正因为如此,造成了许多从事单片机应用开发与教学人员的技术僵化:在嵌入式系统迅速发展变化的时代,其观念仍然停留在 10 年前的应用模式上,许多实验系统还停留在 8031,8255,8155,8279,0809 和 0832 的器件与并行总线模式上,远远落后于嵌入式系统技术的发展现状。《单片机高级教程》就是为适应嵌入式系统技术发展现状编写的一本单片机应用教材。在教材中突出了以串行总线为主的应用系统体系结构,并提出了单片机应用系统可靠性设计与最小功耗系统设计的基本概念与方法。《单片机系列教程》推出后,一直缺少理想的配套实验系统,《单片机实验与实践教程(二)》解决了部分实验用教材,而理想的《单片机实验与实践教程(一)》却迟迟无法出台。有幸的是,浙江万里学院的万光毅教授,在使用《单片机高级教程》时,按先进的单片机应用系统体系结构,开发出了相应的实验系统,写出的《单片机实验与实践教程(一)》填补了《单片机系列教程》的空缺。如今,这套实验设备已由清华大学科教仪器厂生产,希望通过大家的教学实践,不断改进、完善,以适应不断发展的嵌入式系列的教学要求。

这本实验教材基本体现了当前以串行总线为主的应用体系结构,实验安排突出了片内资源的应用实践和外围扩展的串行模式应用,提供了较全面的串行总线内容。值得称道的是,本书提供了操作系统的认识内容,书中的所有实验都可以作为“任务”,在操作系统的管理下,实现多个实验的联合演示。该操作系统是由 $\mu\text{C}/\text{OC}-\text{II}$ 裁剪、移植而来的,这部分内容可以使学生形成初步的嵌入式操作系统概念。

本书作者力图以新的概念推出单片机教学实验与教材,并且还将在进一步的教学中完善。希望所有使用本书的同仁们共同努力,创造出新型的单片机实验系统与实验教材。感谢作者在这方面的尝试与努力。



2003 年 10 月

前言

本书是何立民教授主编的《单片机系列教程》之一。与《单片机实验与实践教程(二)》一同构成“单片机应用系统设计”的实验与实践教程。

书中讲授 51 系列单片机实验操作、电路设计和编程方法,与《单片机高级教程》(何立民编著)中讲授的内容密切配合,并直接采用其中的程序模块和软件包,以便于将《单片机高级教程》中的原理部分与本书中的实验操作衔接起来。

书中重点介绍单片机与其外围芯片之间的接口电路设计与编程技术。实验内容包括并口扩展, UART 串行扩展, RS-232C 接口, I²C 串行扩展总线接口, 串行外围接口 SPI, 以及 1-WIRE, 2-WIRE 和 3-WIRE 等多样化的串行扩展电路实验。实验题目共有 34 个。选题兼顾到初学和深造, 由浅入深, 循序渐进。前面 2 章包含传统的 51 系列单片机实验题目; 后面 7 章以串行扩展技术为中心, 精选有发展前景的应用实例作为实验教材, 内容贴近科技发展前沿。

单片机是应用型的学科。单片机课程教学的特点是实践性强, 以实例教学的方式引导学生从书本中的理论走向应用, 提高动手能力。就像教游泳课, 教师在水池中示范比在黑板上讲解, 收效要快得多。当学生在实验和实践中看到自己的聪明才智和发展前景时, 他们就会废寝忘食, 千方百计去追求自己的目标。学生是学习的主体。教与学互动, 讲与练结合, 学生从丰富多样的实验操作中增加实践经验, 从实例中学习和模仿, 就能缩短他们与用人部门的差距。这是高校教学改革的目标。作者对此深有体会。

本书是采用电路设计工具软件(PROTEL99-SE)绘制的电路原理图, 可同步加工成为 PCB 版图, 贴近开发应用环境。书中提供完整的电路设计原理图, 包括每一个元器件的引脚编号及外形封装, 是开发单片机应用系统的样板, 也是嵌入式系统开发者入门与深造的阶梯。

书中针对实验题目进行分析、解剖, 并提供配套的技术资料。书中的实验参考程序和电路设计原理图完整、一致, 是设计单片机应用系统的示范样板和参考资料, 读者可以直接使用。

本书作为单片机实验与实践教材, 可选作本科生单片机课程教学实验用书, 也适用于毕业设计以及电子设计竞赛等实践, 还可用作研究生及单片机开发者的综合实践参考资料。专科生可以选做其中的部分题目。

本书第 1~8 章由万光毅编写, 第 9 章由严义编写。在校对文稿时, 曾得到郑经令和王赛云的帮助。作者在此一并表示感谢。

由于作者能力与水平所限,对于书中存在的缺点和错误,欢迎广大读者和同行批评指正。作者愿与广大读者和同行共同探讨教学和实践中的有关问题,联系方式:wgy37@163.net,浙江万里学院计算机系。

作 者

2003 年 9 月

于浙江万里学院

目 录

第 1 章 模块化单片机实验仪 TMD-1 主板设计

1.1 主板使用说明	1
1.2 主板结构	2
1.3 主板扩展接口电路	2
1.4 单片机实验仪的并行总线扩展接口	5
1.5 单片机实验仪的串行扩展接口	7
1.6 3 种运行程序的方法	10

第 2 章 单片机基本系统实验

2.1 实验 1——I/O 口输出实验	11
2.2 实验 2——I/O 口输入/输出实验	13
2.3 实验 3——存储器 RAM 62256 读/写实验	15
2.4 实验 4——一位数码管显示实验	18
2.5 实验 5——中断实验	21
2.6 实验 6——定时器定时实验	23
2.7 实验 7——步进电机实验	26
2.8 实验 8——继电器实验	30
2.9 实验 9——UART 串行扩展接口实验	32
2.10 实验 10——RS-232C 串口通信实验	35

第 3 章 并行总线扩展接口实验

3.1 实验 11——简单并口扩展实验	40
3.2 实验 12——6 位数码管显示实验	43
3.3 实验 13——实时时钟芯片 DS12887 应用实验	47
3.4 微型打印机的基础知识	57
3.5 实验 14——微型打印机接口实验	59
3.6 液晶显示模块的基础知识	64
3.7 实验 15——液晶显示器实验	68

第 4 章 单片机与语音电路

4.1 语音电路芯片与单片机接口的基础知识	72
4.2 实验 16——连续录音和放音实验	75
4.3 实验 17——分段录音和放音实验	77

4.4 实验 18——用单片机程序控制语音播放	80
4.5 实验 19——数字化语音录放综合实验	84

第 5 章 红外遥控器实验

5.1 红外遥控器的基础知识	90
5.2 实验 20——红外遥控器实验	91

第 6 章 I²C 总线实验

6.1 I ² C 总线编程知识	95
6.2 实验 21——AT24C02 与 SAA1064 显示器的综合实验	104
6.3 实验 22——PCF8574A 实验	111
6.4 实验 23——用 PCF8574 作 6 位显示控制和 20 位键盘扫描	116
6.5 实验 24——PCF8591 实验	125
6.6 实验 25——日历时钟芯片 PCF8583	132
6.7 高精度数字式温度传感器 LM92	139
6.8 实验 26——高精度数字式温度传感器 LM92 实验	141

第 7 章 1-WIRE、2-WIRE 和 3-WIRE 器件实验

7.1 数字式温度传感器 DS18B20	149
7.2 实验 27——数字式温度传感器 DS18B20 实验	153
7.3 2-WIRE 总线器件 DS1621	158
7.4 实验 28——2-WIRE 总线器件 DS1621 实验	161
7.5 数字式温度传感器 DS1620	167
7.6 实验 29——数字式温度传感器 DS1620 实验	170

第 8 章 SPI 接口实验

8.1 16 min 语音录/放芯片 ISD4004	176
8.2 实验 30——16 min 语音录/放芯片 ISD4004 实验	179
8.3 高精度温度传感器 LM74	184
8.4 实验 31——高精度温度传感器 LM74 实验	189

第 9 章 在 μ C/OS-II 操作系统下的接口实验

9.1 实验 32—— μ C/OS-II 在 80C51 单片机上的移植	194
9.2 实验 33——在 μ C/OS-II 操作系统下的接口多任务调度	211
9.3 实验 34——在 μ C/OS-II 操作系统下的接口多任务实验	215

附录 A I ² C 总线器件应用资料	220
--------------------------------------	-----

参考文献	259
------------	-----

第 1 章 模块化单片机实验仪

TMD-1 主板设计

1.1 主板使用说明

模块化单片机实验仪 TMD-1 由一个主板连接一个或多个实验板组成。主板是在单片机基本系统的基础上扩展多样化的接口和总线,具有驱动多个外围接口芯片的能力。主板提供 51 系列单片机的基本功能实验。多样化的扩展接口实验板由用户选择。一个实验板对应 1~3 个实验题目。实验板与主板之间用电缆连接,可以互相通信。主板可与一个实验板相连,电路简单,元器件少,容易消理解,可降低初学的难度。对于理解力较强的高年级学生,可将主板与多个实验板灵活组合,升级提高实验能力,满足不同对象在不同时期的各种要求。把它用于学生的课程实验、毕业设计、电子设计竞赛等各个不同的实验与实践阶段,都能胜任。

与流行的综合实验平台(把全部实验题目集中固定在一个电路板上)不同,模块化单片机实验仪 TMD-1 采用积木式结构,主板上包含单片机基本功能的实验,与单片机课堂教学相配合;多样化的实验板包括并行扩展实验和串行扩展实验,可满足毕业设计及课外科技活动(包括电子设计竞赛)阶段的要求。主板与实验板可灵活组合。连接主板的实验板可多可少,实验系统可大可小。更换或新增实验题目时,主板不变。主板与实验板之间可以任意选择与搭配,或重新设计实验板。这样,实验题目可以随时更新,与时俱进;实验内容可深可浅,更加贴近多层次的应用对象。

系列化的实验板采用开放性结构,主板电路结构简化,驱动能力加强;实验板数量多,涉及的技术范围广,还可以不断扩充。实验题目由浅入深,循序渐进,以实例教学引导学生逐步走向单片机应用开发之路。其中有的实验板是已经调试完成的,也有未焊接元器件的空白 PCB 板。多样化的实验板可供不同层次的学生选用。可供三个阶段使用:

- 初级阶段:学生可选择功能完整的主板和实验板,通过编程、仿真和调试即可完成单片机基本功能的实验过程,初级阶段可配合课堂教学进行;
- 中级阶段:学生可对照书中提供的电路原理图和参考程序,在空白电路板上练习元器件的安装、焊接、调试和编程,可配合课外科技活动(包括小学期活动)进行;
- 毕业设计和电子竞赛阶段:在教师指导下,学生以模块化单片机实验仪和一系列的实验板为示范样机,模仿制作自己的实验电路板(包括电路原理图设计和 PCB 板图的设计),并编程、调试,练习制作单片机扩展系统的全过程。

模块化单片机实验仪提供的主板和每一个精心设计的实验板都有完整的设计技术资料 and 应用程序,在所有电路原理图中都有元器件的封装图,在 PROTEL 软件工具操作下可直接使用。

学生是善于模仿的。模块化单片机实验仪是学生动手设计嵌入式系统最合适的开放性示范样机,便于学生模仿。学生可任意摘取实验仪中包含的电路模块和程序模块,把它嵌入到自

已设计的系统中。这是模块化结构的灵活之处:不同层次的学生都能方便切入。它是学生走上开发嵌入式系统之路的阶梯。

1.2 主板结构

模块化单片机实验仪主板由单片机基本系统、多样化的扩展总线和接口电路组成。

主板的组成如下:

- MCU: AT89C51(或 89C51RD2H), 工作频率为 6 MHz;
- RAM: 62256(32K $\times$ 8 位), 地址范围为 0000~7FFFH;
- 8 个按键, 8 个 LED 灯;
- 输出时钟频率(YCLK): 2 MHz;
- 系统电源: +5 V/2 A, +12 V/0.5 A, -12 V/0.5 A。

主板结构框图如图 1-1 所示。

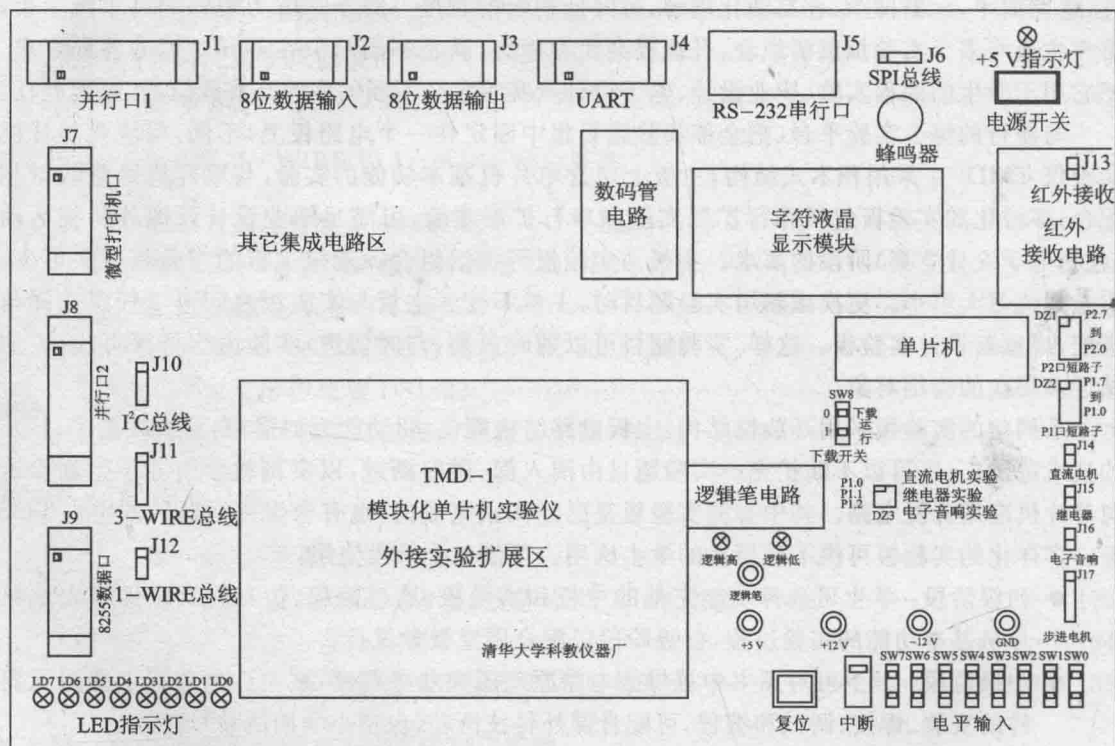


图 1-1 TMD-1 模块化单片机实验仪主板示意图

1.3 主板扩展接口电路

表 1-1 为主板上的扩展接口与资源列表。

表 1-2~表 1-12 为各信号线分配表。

表 1-1 主板上的扩展接口与资源列表

序 号	总线与接口的名称及说明	片选地址CS	接插槽或接线
1	8 位并行输入接口(74LS373)	8600H($\overline{Y6}$)	J2(10 芯插座)
2	8 位并行输出接口(74LS374)	8100H($\overline{Y1}$)	J3(10 芯插座)
3	并行打印机接口(74LS374)	8200H($\overline{Y2}$)	J7(26 芯插座)
4	LCD 显示接口(74LS374)	8500H($\overline{Y5}$)	L1(16 芯插座)
5	读入 BUSY(打印机)及红外遥控器输入信号 (HD0~HD3)	8400H($\overline{Y4}$) (in)	
6	一位数码管	8700H($\overline{Y7}$)	
7	1-WIRE 接口(用 P1.2 模拟单线接口)		J12(3 芯插座)
8	I ² C 总线接口(用 P1.3,P1.4 模拟 I ² C 总线)		J10(4 芯插座)
9	3-WIRE 接口(P1.5,P1.6,P1.7)		J11(5 芯插座)
10	SPI 接口(P1.1,P1.0,TXD,RXD)		J6(6 芯插座)
11	UART(RXD,TXD) +I/O(P1.0~P1.7)		J4(16 芯插座)
12	红外遥控器		HS1
13	RS-232C 接口(RXD,TXD)		J5(9 芯插座)
14	单片机总线扩展槽(34 芯)	用户连接扩展板用	J1(34 芯插座)
15	单片机总线扩展槽(34 芯)	用户连接扩展板用	J8(34 芯插座)
16	外扩接口(D0~D7, $\overline{RD}$, $\overline{WR}$,A0,A1,RST, $\overline{Y0}$)		J9(16 芯插座)
17	8 个按键(SW0~SW7)	$\overline{Y3}$	
18	8 个 LED 灯(LD0~LD7)		
19	步进电机接口(4 相双 4 拍)	$\overline{Y0}$ (out)	J17
20	直流电机接口		J14
21	继电器接口		J15
22	逻辑笔		P1
23	输出时钟(2 MHz)		YCLK
24	电子音响		J16
25	单脉冲(触发 $\overline{INT0}$)		KPUS(按键)

表 1-2 34 芯插座(J1,J8)信号线分配表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
名称	RST	$\overline{RST}$	YALE	YCLK	$\overline{YWR}$	$\overline{YRD}$	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	YA3	YA2	YA1
序号	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
名称	YA0	$\overline{Y15}$	$\overline{Y14}$	$\overline{Y13}$	$\overline{Y12}$	$\overline{Y11}$	$\overline{Y10}$	$\overline{Y9}$	T0	T1	$\overline{INT0}$	$\overline{INT1}$	+12 V	-12 V	+5 V	GND	GND

表 1-3 打印机接口插座(J7)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
名 称	STB	VCC	O0	NC	O1	VCC	O2	VCC	O3	GND	O4	GND	O5
序 号	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
名 称	GND	O6	GND	O7	GND	NC	GND	BUSY	GND	GND	GND	NC	VCC

表 1-4 液晶显示器接口插座(L1)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
名 称	GND	VCC		A1	A0	E	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	NC	NC

表 1-5 外扩接口插座(J9)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
名 称	VCC	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	$\overline{\text{YRD}}$	$\overline{\text{YWR}}$	$\overline{\text{YA0}}$	$\overline{\text{YA1}}$	RST	$\overline{\text{Y0}}$	GND

表 1-6 UART 接口插座(J4)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
名 称	+5 V	+5 V	P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	RXD	TXD	GND	GND	-12 V	+12 V

表 1-7 8 位并行输出接口插座(J3)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 称	VCC	OD0	OD1	OD2	OD3	OD4	OD5	OD6	OD7	GND

表 1-8 8 位并口输入接口插座(J2)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
名 称	VCC	ID7	ID6	ID5	ID4	ID3	ID2	ID1	ID0	GND

表 1-9 1-WIRE 插座(J12)信号线分配表

序 号	1	2	3
名 称	GND	P1.2(DQ)	VCC

表 1-10 I²C 插座(J10)信号线分配表

序 号	1	2	3	4
名 称	GND	P1.3(SDA)	P1.4(SCL)	VCC

表 1-11 3-WIRE 插座(J11)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5
名 称	GND	P1.5(DQ)	P1.6(CLK)	P1.7($\overline{\text{RST}}$)	VCC

表 1-12 SPI 插座(J6)信号线分配表

序 号	1	2	3	4	5	6
名 称	GND	RXD (MOSI)	TXD(CLK)	PI. 0(MISO)	PI. 1(CS)	VCC

1.4 单片机实验仪的并行总线扩展接口

总线(Bus)是计算机系统中 CPU 与器件之间传送信息的一组公共信号线。单片机并口扩展采用三总线结构,即地址总线(Address Bus)、数据总线(Data Bus)和控制总线(Control Bus)。单片机的三总线分别与外围扩展芯片对应的引脚相连接,通过软件编程才能实现数据传输。

关于这方面的原理,在单片机系列教程中都有详细讲解,不再赘述;但在设计扩展接口电路原理图时,有两件事需要特别注意。

1. 加强三总线的驱动能力

模块化单片机实验仪采用积木式结构,在并口总线上挂接的实验电路板数目是可变的;因此,三总线应有足够的驱动能力。

在 51 系列单片机的 P0 口中,每一位 I/O 线都能驱动 8 个 LS TTL 门电路;P1,P2 和 P3 口中,每一位 I/O 线都能驱动 4 个 LS TTL 门电路。1 个标准的 LS TTL 门电路在低电平状态下的最大吸收电流为 0.4 mA。P0 口具有 8 个 LS TTL 门电路的驱动能力,表示 P0 口在低电平状态下每一位 I/O 线最大吸收电流的能力为 3.2 mA。当数据总线上挂接的外扩器件过多时,总线时序波形的上升沿和下降沿质量会变差,这用示波器可以看到。总线时序波形不好会影响数据传送的可靠性。我们采用 74LS245 总线收发器加强数据总线(D0~D7)的驱动能力。

在图 1-2 中,在 P0 口总线上挂接的集成电路只有 2 个(74LS373 和 74LS245),即在 P0 口的每一位 I/O 线上只有 2 个 LS TTL 负载。用 74LS245 作总线收发器,大大加强了数据总线的驱动能力。因为 74LS245 在低电平状态下最大吸收电流的能力为 24 mA,用它来驱动外围接口芯片比直接用 P0 口驱动外围接口芯片的能力要强得多。

74LS245 的 DIR 端与 CPU 的读信号 $\overline{RD}$ 端相连接,可保持正确的总线收、发方向。74LS244 在低电平状态下最大吸收灌电流的能力为 24 mA。采用 74LS244 加强地址总线 A0,A1,A2,A3 和控制总线 $\overline{WR},\overline{RD},ALE$,以及主板内的 2 MHz 时钟信号 CLK 的驱动能力,目的是提高主板与外部接口实验板之间数据传送的可靠性,保证主板可同时与多个实验板连接,加强主板上单片机三总线的驱动能力,如图 1-2 所示。

2. 避免总线冲突

CPU 对外部接口芯片进行读/写操作时,在任何时刻只能有一个外部接口芯片享有向总线传送数据的权力,即在任何时刻,只能有一个外部接口芯片的片选地址($\overline{CS}$)被选中;否则就要发生总线冲突。

为此,用 2 片 3-8 译码器 74LS138 提供 16 个片选地址($\overline{CS}$),可分时选用的外围接口器件不超过 16 个。

器件片选地址分配如图 1-3 所示。