



高职高专工作过程导向“六位一体”创新型系列教材

Danpianji Xiangmushi Jiaocheng

单片机项目式教程

(基于Proteus虚拟仿真技术)

◎ 编著 张玲玲 李景福 俞良英 段凌飞
◎ 行业指导专家 李 弛



卓越系列·高职高专工作过程导向“六位一体”创新型系列教材

单片机项目式教程

(基于 Proteus 虚拟仿真技术)

编 著 张玲玲 李景福
 俞良英 段凌飞
行业指导专家 李 驰

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以 AT89S51 单片机为主线,基于工作过程的学习理念,以实际项目为载体,指导读者学习和使用单片机。本教材所选用的项目全部可以采用 Proteus 仿真软件的平台来实现,可不用硬件开发,只要有一台微机,安装上 Proteus 仿真软件,就能以“做学结合”的方式完成本书的学习,大大节约了学习的成本,减轻了学习的难度。

全书分成四大模块共 13 个项目,模块内容结合实际项目进行,由简入繁,由易到难。通过这些基础的项目,让初学者能够快速入门。

本书可作为高职高专院校电子信息类、计算机类、自动化类、机电类单片机技术课程教材,也可以作为职工大学、函授大学、中职学校的教材及单片机应用开发人员的参考工具书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机项目式教程:基于 Proteus 虚拟仿真技术/张玲玲
等编著. —天津:天津大学出版社,2011. 8

(卓越系列)

高职高专工作过程导向“六位一体”创新型系列教材

ISBN 978-7-5618-4006-1

I. ①单… II. ①张… III. ①单片微型计算机—系统
仿真—应用软件, PROTEUS—高等职业教育—教材 IV.
①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 139802 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网 址 www.tjup.com

印 刷 廊坊长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 12.75

字 数 318 千

版 次 2011 年 8 月第 1 版

印 次 2011 年 8 月第 1 次

印 数 1—3 000

定 价 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

卓越系列·高职高专工作过程导向“六位一体”创新型系列教材

编审委员会

顾 问:何建湘

主 任:支校衡

副主任:刘诗安 曾良骥

成 员:曹述武 江峻茂 管声交 李景福

徐永农 肖腊梅 鲁玉桃 李军雄

李灶福 李文锋 黄玲青 彭石普

李波勇 聂国秋



总序

教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》明确指出:高等职业教育要以培养高等技术应用型专门人才为根本任务,以适应社会需要为目标,以培养技术应用能力为主线,设计学生的知识、能力、素质结构和培养方案;以“应用”为主旨和特征,构建课程和教学内容体系。为此,各高等职业院校都在大刀阔斧地进行教学改革,以适应社会的需要。

郴州职业技术学院率先在湖南进行课程教学改革,并形成了“六位一体”课程教学模式:课程教学以职业能力需求为导向,确定明确、具体、可检验的课程目标;根据课程目标构建教学模块,设计职业能力训练项目;以真实的职业活动实例作训练素材;以职业能力训练项目为驱动;根据职业能力形成和知识认知规律,“教、学、做”一体化安排,促使和指导学生进行职业能力训练,在训练中提高能力,认知知识;课程考核以平时项目完成情况和学习过程的考核为主。这种模式突出能力本位,完全摆脱了传统学科型课程教学的思维定势。

基于工作过程导向的“六位一体”创新型系列教材作为“六位一体”教学模式改革的一项重要成果,改变了传统教材以学科知识逻辑顺序来编写教材的模式,而是以一种全新的模块式、项目式结构来构架整个教材体系。

本系列教材较传统教材有以下创新之处。

(1)教材编写以职业活动过程(工作过程)为导向,以项目、任务为驱动,按照工作过程形成应用性教学体系。改变了传统教材篇、章、节式的编写体例,采用创新性的模块、项目式编写体例,以一个工作过程为一个模块,下设若干个任务项目,按真实的工作过程来编写教材。

(2)教材的编著有现场专家或者行业、企业专家参与,编著人员“双师”结合,即教师和行业、企业专家相结合,把行业、企业的新工艺、新设备、新技术、新标准引入教材内容当中,并根据行业、企业需要确定教材中各方面知识的比例结构,从而保证教材的内容质量。

(3)强调能力本位,理论知识以“必需、够用”为原则,符合国家职业教育精神和职业教育特点。

随着课程教学改革的不断深入和完善,我们还将推出适合机电、工商管理、旅游、财会等专业的一系列工作过程导向“六位一体”教学改革教材,从而推动和促进职业教育的进一步发展。

我们相信,职业教育的明天一定会更加灿烂!

郴州职业技术学院院长 支校衡



前言

单片机技术已经渗透到我们日常生活中的各个领域,在仪器仪表、工业控制、智能设备中广泛被应用,如:导弹的导航控制、飞机燃油系统、计算机网络通信、工业自动化生产、智能 IC 卡、录像机、摄像机、智能家电、机器人、医疗器械等。随着经济的高速发展,生产生活中对设备的自动化、智能化的要求越来越高,单片机的应用随之急速增长,因此学习单片机应用技术已成为社会发展的必然趋势。

当前传统单片机应用类教程通常遵循从单片机的发展历史、数制及转换、汇编语言开始,再讲解单片机内部结构、指令系统、简单程序设计、中断系统、定时器/计数器、串口通信等理论知识,最后介绍实例的结构,其内容详尽全面,但学生一开始就进行复杂枯燥的理论学习,往往还未入门则感觉晦涩难懂,毫无兴趣。本教材秉承“做中学,学中做,做学结合,以做为主”,改变俗成结构,以“会使用单片机”为核心,章章结合实际项目,从简到繁、从易到难,将单片机的基础知识和相关技能分部到 13 个项目中,通过学生自己动手完成一个项目来提高学习兴趣和动力,从而掌握单片机的基本应用技术。

此外,本教程结合 Proteus 仿真软件平台,所选项目既可使用其仿真完成,也可以使用配套硬件平台完成。在条件约束的情况下,只需一台 PC 机,即可采用“做学结合”的方式完成教学。

整个教材分成四大模块共 13 个项目,分别为“单片机最小系统在 LED 控制中的应用”、“常用单片机相关开发软件的使用”、“汇编程序设计”、“跑马灯的实现与控制”、“采用定时器实现乐曲播放”、“串口在微机通信中的应用”、“键盘接口电路在密码锁控制器中的应用”、“彩灯的实现与控制”、“灯光报警”、“交通灯应急控制”、“数码管电子时钟的设计”、“模数转换在数字电压表设计中的应用”、“数模转换在信号发生器中的应用”。

通过本教程的学习,可掌握如下知识目标和能力目标。

1. 知识目标

熟练掌握单片机内部硬件结构、工作原理及指令系统,熟悉单片机开发设计常用工具软件。

掌握程序的设计基本方法,能够较熟练地设计常用的汇编语言源程序。

掌握单片机的接口技术,熟悉常用的外围接口芯片及典型电路。

熟悉设计、调试单片机的应用系统的一般方法,具有初步的软、硬件设计能力。

2. 能力目标

熟练地使用单片机开发设计常用工具软件,熟练组装单片机最小系统,熟练按图接线并进行应用程序调试,能正确解释结果和正确分析运行过程,能编写较简单的应用程序,并能排除软、硬件调试过程中的常见故障;初步具有设计与开发单片机应用系统,解决实际问题的能力。

本书由湖南省郴州职业技术学院张玲玲、李景福、俞良英、段凌飞等核心一线研发与授课教师倾力编著,其都具有多年单片机教学和项目经验,凭借“优秀团队打造精品实用教材”的理念,将多年授课、研发经验挥于笔下,为读者奉上优秀和高价值的学习参考教材。其中本书的编写提纲及全书统筹由张玲玲拟定,段凌飞对全书进行修改定稿。

本书送审稿承蒙路桥集团郴州筑路机械厂总工程师、高级工程师李驰仔细审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示深切的感谢。

本课程的教学改革方案、教材编写大纲及教材初稿得到了郴州职业技术学院校本教材编审委员多次研讨与认真审核,提出了许多宝贵意见,郴州职业技术学院拿出专款资助出版,在此表示衷心的感谢。

本书可作为高职高专院校电子信息类、计算机类、自动化类、机电类单片机技术课程教材,也可以作为职工大学、函授大学、中职学校的教材及单片机应用开发人员的参考工具书。

由于单片机技术发展迅速,加之编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,请读者批评指正并给出宝贵意见。

作者

2011年6月

E-mail: dingdang9903@126.com

目 录

模块 1 单片机结构及开发设计流程

项目 1.1 用单片机最小控制系统实现 LED 发光二极管闪烁·····	(2)
项目目标·····	(2)
项目要求·····	(2)
硬件设计·····	(2)
知识点 1: AT89S51 芯片的引脚及型号的含义·····	(4)
知识点 2: AT89S51 的引脚功能·····	(5)
知识点 3: 单片机基本电路的设计方法与连接·····	(6)
知识点 4: 发光二极管工作原理·····	(7)
软件设计·····	(8)
程序清单·····	(8)
知识点 5: 程序(下称源程序)的格式和书写原则·····	(8)
项目实施·····	(9)
能力训练·····	(10)
并行输入输出接口的结构和功能·····	(10)
项目 1.2 单片机开发设计常用的工具软件·····	(14)
1.2.1 Keil C51 仿真软件的应用·····	(14)
项目目标·····	(14)
项目要求·····	(14)
项目实施·····	(14)
能力训练·····	(22)
1.2.2 仿真软件 Proteus 的应用·····	(22)
项目目标·····	(22)
项目要求·····	(22)
项目实施·····	(23)
能力训练·····	(29)
1.2.3 USB ISP 下载器的使用方法·····	(29)
项目目标·····	(30)
项目要求·····	(30)
项目实施·····	(30)
能力训练·····	(32)

模块2 单片机指令系统的应用

项目 2.1 汇编语言程序设计基础	(34)
项目目标	(34)
项目要求	(34)
项目分析	(34)
知识点 1: 程序存储器	(35)
知识点 2: 数据存储器	(36)
知识点 3: 特殊功能寄存器 SFR	(38)
知识点 4: 寻址方式的识别	(42)
项目实施	(44)
能力训练	(47)
项目 2.2 汇编指令在跑马灯控制中的应用	(48)
项目目标	(48)
项目要求	(48)
硬件设计	(48)
软件设计	(49)
知识点 1: 片内数据存储器数据传送类指令	(53)
知识点 2: 循环移位指令	(54)
知识点 3: 无条件转移指令	(55)
知识点 4: 循环转移指令	(56)
知识点 5: 空操作指令	(56)
程序清单	(57)
项目实施	(57)
能力训练	(58)
项目 2.3 汇编指令在彩灯控制中的应用	(58)
项目目标	(58)
项目要求	(58)
硬件设计	(59)
软件设计	(59)
知识点 1: 判位转移指令	(65)
知识点 2: 子程序调用与返回指令	(66)
知识点 3: 逻辑与指令	(67)
知识点 4: 比较不等则转移指令	(68)
知识点 5: 逻辑或指令	(68)
知识点 6: 逻辑异或指令	(69)
程序清单	(70)
项目实施	(71)
能力训练	(72)

项目 2.4 汇编指令在灯光报警中的应用	(72)
项目目标	(72)
项目要求	(72)
硬件设计	(72)
软件设计	(73)
知识点 1: 不带进位的加法指令	(76)
知识点 2: 带进位的加法指令	(77)
知识点 3: 累加器清零和取反指令	(78)
知识点 4: 位操作指令	(78)
知识点 5: 带借位减法指令	(80)
程序清单	(81)
项目实施	(81)
能力训练	(82)

模块 3 单片机内部三大功能的应用

项目 3.1 中断系统在交通灯应急控制中的应用	(84)
项目目标	(84)
项目要求	(84)
硬件设计	(85)
知识点 1: 中断的相关概念	(86)
知识点 2: 中断源	(86)
软件设计	(87)
知识点 3: 中断入口地址	(89)
知识点 4: 中断系统内部结构	(89)
知识点 5: 定时/计数器控制寄存器(TCON)	(89)
知识点 6: 串行口控制寄存器(SCON)	(90)
知识点 7: 中断允许控制寄存器(IE)	(91)
知识点 8: 中断优先级控制寄存器(IP)	(91)
知识点 9: 堆栈操作指令	(93)
知识点 10: 中断返回指令	(94)
程序清单	(94)
项目实施	(97)
能力训练	(97)
CPU 处理中断的过程	(97)
项目 3.2 定时/计数器在音乐程序设计中的应用	(100)
项目目标	(100)
项目要求	(100)
硬件设计	(100)

软件设计	(101)
知识点 1: 定时/计数器	(105)
知识点 2: 定时/计数器方式控制寄存器(TMOD)	(106)
知识点 3: 定时/计数器控制寄存器(TCON)	(107)
知识点 4: 定时/计数器的初值设置	(107)
知识点 5: 定时/计数器的初始化	(108)
程序清单	(110)
项目实施	(112)
能力训练	(112)
项目 3.3 串行口在双机数据通信中的应用	(115)
项目目标	(115)
项目要求	(115)
硬件设计	(115)
知识点 1: 串行口异步通信	(116)
软件设计	(117)
知识点 2: 串行口结构	(119)
知识点 3: 串行口的工作方式 1	(120)
程序清单	(122)
项目实施	(123)
能力训练	(124)
同步通信	(124)
串行口的其他方式	(124)

模块 4 单片机基本接口电路的应用

项目 4.1 键盘接口电路在密码锁控制器中的应用	(128)
项目目标	(128)
项目要求	(128)
硬件设计	(128)
知识点 1: 行列式键盘电路的结构及原理	(129)
软件设计	(130)
知识点 2: 行列式键盘的工作方式——循环扫描方式	(132)
程序清单	(134)
项目实施	(137)
能力训练	(137)
中断工作方式	(138)
项目 4.2 数码管动态显示在数字电子钟设计中的应用	(139)
项目目标	(139)
项目要求	(139)

硬件设计	(140)
知识点 1: LED 数码管的结构与原理	(141)
软件设计	(142)
知识点 2: LED 动态显示方式	(149)
程序清单	(150)
项目实施	(154)
能力训练	(155)
项目 4.3 模数转换器在数字电压表设计中的应用	(155)
项目目标	(155)
项目要求	(155)
硬件设计	(155)
知识点 1: ADC0809 芯片简介	(157)
知识点 2: ADC0809 与 8051 系列单片机的接口	(159)
软件设计	(159)
程序清单	(162)
项目实施	(166)
能力训练	(166)
项目 4.4 数模转换器在信号发生器中的应用	(166)
项目目标	(167)
项目要求	(167)
硬件设计	(167)
知识点 1: DAC0832 内部结构及引脚	(168)
知识点 2: DAC0832 的工作方式之一——单缓冲方式	(170)
DAC0832 的其他工作方式	(171)
软件设计	(172)
程序清单	(173)
知识点 3: 送 DAC 转换	(175)
项目实施	(175)
能力训练	(175)

附录 A 80C51 指令表	(176)
附录 B 51 单片机的伪指令	(182)
附录 C Proteus 常用库元器件	(185)
附录 D 51 单片机的基本时序单位	(188)
参考文献	(190)



单片机结构及开发设计流程

模块 1

单片机这个词大家可能听说过很多次了,那到底什么叫单片机呢?

大家应该都接触过微机吧?大家知道微机是由主板、CPU、内存、硬盘等设备组合在一起构成的,而单片机将所有的这些设备集成在一块芯片内,所以称它为“单片机”。单片机又称为“微控制器(MCU)”,中文“单片机”的称呼是由英文名称“Single Chip Micro-computer”直接翻译而来的。

本模块以“用单片机最小控制系统实现LED发光二极管闪烁”项目为载体,让读者了解单片机最小系统的组成、单片机应用系统的开发设计过程,并初步掌握设计、调试单片机应用系统所需的常用开发工具及仿真软件。

单片机最小控制系统也称最小应用系统,是指用最少的元件组成满足单片机工作条件的电路系统。

通过本模块的学习,应具备以下的能力目标及知识目标。

【能力目标】

- ▷能正确使用开发单片机应用系统所需的常用开发工具及软件。
- ▷具备单片机最小应用系统的组装能力。

【知识目标】

- ▷认识 AT89S51 单片机芯片,了解管脚的功能。
- ▷掌握单片机工作的基本条件。
- ▷了解源程序的格式和书写原则。
- ▷了解单片机电路开发的基本流程。
- ▷掌握单片机常用开发工具软件的基本使用方法。

项目 1.1 用单片机最小控制系统实现 LED 发光二极管闪烁



项目目标

【能力目标】

▷ 能熟练组装单片机最小应用系统。

【知识目标】

▷ 认识 AT89S51 单片机芯片: 识别其引脚, 理解其命名方法。

▷ 掌握单片机 I/O 端口的基本应用。

▷ 掌握单片机的复位电路、时钟电路、 \overline{EA} 引脚、电源等基本电路的连接方法。

▷ 了解发光二极管的工作原理及连接方法。



项目要求

用单片机控制一个 LED 发光二极管不断闪烁, 闪烁频率为 10 Hz。



硬件设计

一、单片机芯片的选择

单片机芯片选择 AT89S51 芯片。

AT89S51 是美国 ATMEL 公司生产的低功耗、高性能 CMOS 8 位单片机, 片内含 4 kB ISP(在线系统可编程) 的 Flash 只读程序存储器, 其采用 ATMEL 公司的高密度、非易失性存储制造技术, 兼容标准 MCS-51 指令系统及 80C51 引脚结构, 片内集成了通用 8 位中央处理器和 ISP Flash 存储单元, 功能强大。AT89S51 可成为许多嵌入式控制应用系统提供高性价比的解决方案的首选芯片。

AT89S51 具有 40 个引脚、4 kB Flash 片内程序存储器、128 BYTES 的随机存取数据存储器(RAM)、32 个外部双向输入/输出(I/O) 口、5 个中断源、2 个中断优先级、2 个 16 位可编程定时计数器、2 个全双工串行通信口、看门狗(WDT) 电路、片内时钟振荡器。

本书以 AT89S51 为教学的主要机型讲解单片机原理及应用技术, 其他单片机的原理在学习本课程的基础上自然能取得举一反三的效果。

有关 AT89S51 芯片的外观图及型号的含义见知识点 1。

二、单片机基本电路的连接

单片机基本电路的连接包括电源连接、时钟电路连接、复位电路连接、 \overline{EA} 引脚的连接。(见知识点 3)

- 1) 电源连接: 40 脚 V_{CC} 接 +5 V 电源、20 脚 GND 接地。
- 2) 时钟电路连接及复位电路连接见图 1. 1. 1。
- 3) \overline{EA} 脚接“+5 V”。

三、外围电路的设计

- 1) 发光二极管的工作原理。(见知识点 4)
- 2) 输出端的选择。(见知识点 2)

由于只需要控制一只 LED 发光二极管, 因此只要采用 I/O 端口中的一个管脚来控制, 本项目采用 P1. 0 作为输出控制管脚, 如图 1. 1. 1 所示, 电阻 R_2 为限流电阻。

四、控制电路原理图

用单片机最小控制系统实现 LED 发光二极管闪烁电路原理图如图 1. 1. 1 所示。

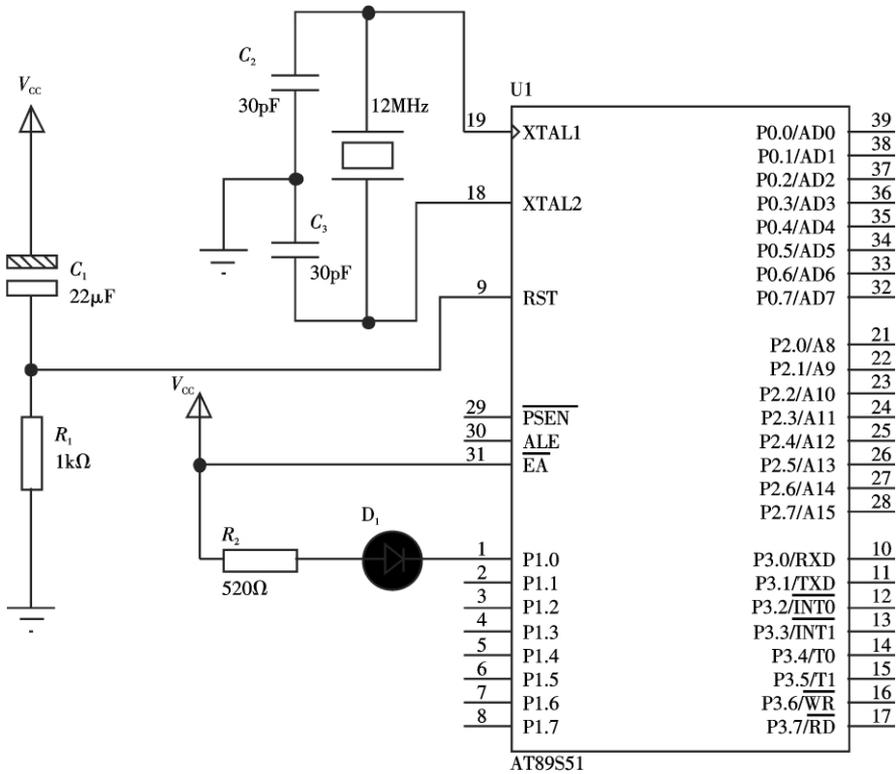


图 1. 1. 1 单个发光二极管闪烁电路原理图

从图 1. 1. 1 可以看出: 当 P1. 0 输出低电平“0”时, 有正向工作电流过发光二极管, 发光二极管亮; 相反, 当 P1. 0 输出高电平“1”时, 发光二极管没有足够的电压差产生工作电流, 此时发光二极管不亮。因此, 程序中只需要交替让单片机 P1. 0 输出低电平“0”和高电平“1”就可以控制发光二极管闪烁发光。

支撑知识

知识点 1: AT89S51 芯片的引脚及型号的含义

1. AT89S51 芯片的引脚识别与排列

AT89S51 单片机芯片,最常见封装形式为 40 引脚双列直插式塑料封装 DIP-40,其引脚识别为:正面向用户,缺口向上,左上面第一脚为 1 脚,然后按逆时针方向依次为 2~40 脚。通常第 1 脚有标志符号,如图 1.1.2 所示。

2. AT89S51 型号的含义

图 1.1.3 所示为目前常用的 51 系列单片机 AT89S51 的引脚排列图。

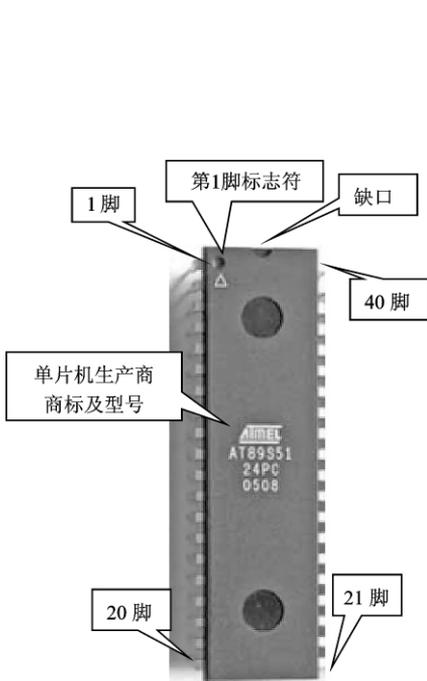


图 1.1.2 AT89S51 单片机引脚识别图

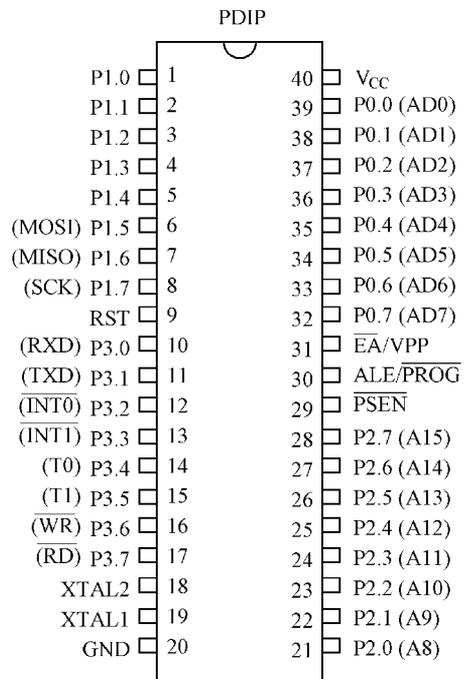


图 1.1.3 AT89S51 单片机引脚排列图

该单片机芯片的型号为: AT 89S51 24 P C 0508,是 89 系列单片机。

该型号编码由 3 个部分组成:前缀、型号和后缀。其中 AT 为前缀,表示为 ATMEL 公司产品;89S51 是型号,9 表示内含 Flash 存储器,字母 S 表示含可串行下载的 Flash 存储器,数字 51 表示型号数;后面的 4 组是后缀,“24”表示最高工作频率为 24 MHz,“P”表示封装类型为双列直插 DIP 封装,“C”表示温度范围为 0~+70℃、性能级别为商业用产品,“0508”表示生产日期为 2005 年第 8 周。

知识点 2: AT89S51 的引脚功能

1. AT89S51 的外部引脚及其功能

AT89S51 的外部引脚及其功能见表 1.1.1。

表 1.1.1 AT89S51 外部引脚及其功能

引脚名称	引脚功能	说 明	
V _{CC} (40)	电源	4.0 ~ 5.5 V	
GND(20)	地		
XTAL1(19)	片内振荡电路的输入端	振荡频率 0 ~ 33 MHz	
XTAL2(18)	片内振荡电路的输出端		
ALE/ $\overline{\text{PROG}}$ (30)	地址锁存允许信号	在系统扩展时使用	
RST(9)	复位引脚	引脚上出现 2 个机器周期的高电平将使单片机复位	
$\overline{\text{PSEN}}$ (29)	外部存储器读选通信号	扩展外部存储器时使用	
$\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$ (31)	程序存储器的内外部选通	接低电平从外部程序存储器读指令,如果接高电平则从内部程序存储器读指令	
P0.0 ~ P0.7(39 ~ 32)	8 位双向 I/O 口线	P0 口第二功能: 数据总线/低八位地址总线	
P1.0 ~ P1.7(1 ~ 8)	8 位准双向 I/O 口线	P1.5, P1.6, P1.7 第二功能: ISP 编程	
P2.0 ~ P2.7(21 ~ 28)	8 位准双向 I/O 口线	P2 口第二功能: 高八位地址总线	
P3.0 ~ P3.7(10 ~ 17)	8 位准双向 I/O 口线	P3 口,有第二功能	
P3 口第二功能	P3.0	RXD	串行口输入
	P3.1	TXD	串行口输出
	P3.2	$\overline{\text{INT0}}$	外部中断 0
	P3.3	$\overline{\text{INT1}}$	外部中断 1
	P3.4	T0	计数器 T0 输入
	P3.5	T1	计数器 T1 输入
	P3.6	$\overline{\text{WR}}$	外部存储器写选通
	P3.7	$\overline{\text{RD}}$	外部存储器读选通
P1 口第二功能	P1.5	MOSI	SPI 通信主机输出、从机输入接口(可用于 ISP 编程)
	P1.6	MISO	SPI 通信主机输入、从机输出接口(可用于 ISP 编程)
	P1.7	SCK	SPI 通信时钟信号接口(可用于 ISP 编程)

2. I/O 端口的驱动能力

1) AT89S51 直接驱动负载时单个端口可驱动的最大灌电流负载(I_{OL})为 10 mA; 每组端口 8 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 P0 口 26 mA, P1 ~ P3 口每组 15 mA; 4 组(P0, P1, P2, P3) 端口 32 个引脚的总灌电流负载驱动能力为 71 mA。因此, 可直接用端口线驱动发光二极管(点亮一个 LED 一般需要 5 ~ 10 mA 电流)。此外, 也可以选用驱动器 74LS240 芯片进一步提高输出口的驱动能力。

2) AT89S51 驱动其他器件时, P0 口每位可驱动 8 个 LSTTL 负载, 其他端口每位可驱