


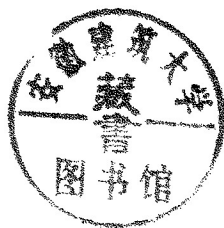
单片机应用技术 项目化教程

● 主编 董艳艳 全瑞华

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

单片机应用技术项目化教程

主编 董艳艳 全瑞花



版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机应用技术项目化教程/董艳艳, 全瑞华主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-5682-6258-3

I. ①单… II. ①董…②全… III. ①单片微型计算机-职业教育-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 200497 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16.5

字 数 / 387 千字

版 次 / 2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 59.00 元

责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

Qianyan

本书结合目前最新的高等教育改革要求，采用项目化设计，是学习单片机的入门教材。全书以 AT89S52 单片机为例，从实际应用入手，可以采用任何一款单片机实训台或者实训箱作为载体，以智能玩具车的各个功能模块设计为主线，通过 8 个项目 24 个典型工作任务，按照基于工作过程的编写思路，循序渐进地介绍了 51 系列单片机 C 语言编程方法以及单片机的硬件结构和功能应用，重点锻炼学生的单片机应用能力和单片机的编程设计思想。

全书共分为 8 个项目 24 个典型工作任务，整个设计过程以玩具智能车的设计与制作为主线，设计项目包括：车灯系统设计、按键系统设计、智能车启动停止和车速控制系统、仪表显示系统、自动控制系統、通信系统 6 个基本功能项目和温度报警系统设计、出租车计价器的设计 2 个拓展训练项目。每个设计项目根据知识的难易程度设计了 3~4 个典型工作任务，引导学生由易到难循序渐进的学习和掌握单片机的基本知识并能灵活运用。每个项目都配有相应的课后拓展训练，供学生课后自主学习，以便学生课后巩固本章的知识。

本书编写的最大特色是打破传统的知识体系结构，以应用为主线，重组单片机的硬件与软件知识，将单片机的所有知识点融入智能车设计这个产品的设计和制作中，以具体的设计实例贯穿全书，增强学生的学习兴趣和成就感。整个设计中的 8 个项目遵循“软硬件一体化、理实一体化”的设计思路，使学生“做中学、学中做”。

书中内容通俗易懂，图文并茂，循序渐进，可操作性较强。在叙述方式上，引入了大量与实训相关的图、表及数据等，针对每个项目都设计了具体的学习内容和学业评价标准，引导学生自己动脑设计作品，自己动手完成设计，对每个工作任务都配有相应的仿真设计图，可操作性强，特别适合单片机的初学者，本书可作为高等院校计算机应用技术、电子信息、机电等相关专业单片机技术课程的教材，也可作为广大电子制作爱好者的自学用书。

本书主要内容如下表所示，参考学时为 72 学时，其中项目七和项目八为拓展训练项目，在使用时可根据具体教学情况酌情增减学时。

	项目	典型任务
单片机应用技术	项目一 智能车灯系统设计	任务 1.1 点亮一个 LED 灯
		任务 1.2 智能车双闪灯的设计
		任务 1.3 流水灯设计

续表

	项目	典型任务
单片机应用技术	项目二 智能车按键系统设计	任务 2.1 独立按键控制智能车双闪灯
		任务 2.2 智能车转向灯设计
		任务 2.3 矩阵键盘控制车灯亮灭
	项目三 智能车车速控制系统设计	任务 3.1 独立按键控制智能车启动和停止
		任务 3.2 定时器控制车灯按照 1 s 闪烁
		任务 3.3 按键控制智能车的前进和倒退
		任务 3.4 智能车车速控制系统设计
	项目四 智能车仪表显示系统设计	任务 4.1 电子秒表设计
		任务 4.2 模拟交通灯设计
		任务 4.3 数码管显示智能车运动时间
		任务 4.4 LCD/602 显示智能车运动时间
	项目五 智能车车灯自动控制系统设计	任务 5.1 智能车车灯亮度调节
		任务 5.2 智能车对环境亮度的自动采集与显示
		任务 5.3 智能车车灯亮度自动调节
	项目六 智能车通信系统设计	任务 6.1 A 车控制 B 车前进与倒退
		任务 6.2 PC 机控制智能车前进与倒退
	项目七 智能车温度报警系统设计	任务 7.1 单片机应用系统设计原则与过程
		任务 7.2 认识数字温度传感器 DS18B20
		任务 7.3 数字温度报警器设计
	项目八 出租车计价器的设计	任务 8.1 认识 I ² C 总线
任务 8.2 出租车计价器设计		



前言

Qianyan

为了方便教师教学，本书配有电子教学课件、习题参考答案、C 语言源程序等，供师生下载学习。

本书由董艳艳和全瑞花担任主编，负责本书的总体策划及全书的编写指导。董艳艳完成本书的项目 1~4 的编写，全瑞花负责项目 5~8 内容的编写，书中的程序设计及测试由唐国锋和王万君完成，同时郭三化、李晓艳、徐加爽、徐蕾等人也参与了本书的编写及校对工作，并提出了许多宝贵意见和建议，在此一并表示衷心的感谢。

由于时间紧迫和编者水平有限，书中的缺点和不足在所难免，恳请读者批评指正。

编者

项目一 智能车灯系统设计	001
任务 1.1 点亮一个 LED 灯	003
1.1.1 认识单片机	003
1.1.2 MCS-51 单片机的基本结构及信号引脚	004
1.1.3 LED 灯点亮的原理	007
1.1.4 Keil μ Vision4 软件的使用	008
1.1.5 一个 LED 灯点亮的硬件电路与软件程序设计	013
任务 1.2 智能车双闪灯的设计	015
1.2.1 单片机的最小系统	015
1.2.2 I/O 口知识	018
1.2.3 C51 数据类型	021
1.2.4 智能车双闪灯的硬件电路与软件程序设计	023
任务 1.3 流水灯设计	026
1.3.1 C51 的运算符	026
1.3.2 intrins.h 库函数知识	028
1.3.3 流水灯设计的硬件电路与软件程序设计	030
拓展训练	033
课后习题	034
项目二 智能车按键系统设计	035
任务 2.1 独立按键控制智能车双闪灯	037
2.1.1 按键及其检测方法	037
2.1.2 单片机的存储器结构	038
2.1.3 C51 的语句及流程控制	043
2.1.4 任务 1 独立按键控制智能车双闪灯	048
任务 2.2 智能车转向灯设计	051
2.2.1 C51 函数定义及使用	051

目 录

Contents

2.2.2 智能车转向灯硬件电路与软件程序设计	054
任务 2.3 矩阵键盘控制车灯亮灭	057
2.3.1 认识矩阵键盘	057
2.3.2 switch-case 语句	063
2.3.3 矩阵键盘控制车灯硬件电路与软件程序设计	063
拓展训练	068
课后习题	071
项目三 智能车车速控制系统设计	072
任务 3.1 独立按键控制智能车启动和停止	074
3.1.1 MCS-51 单片机的中断系统	074
3.1.2 三极管驱动电动机	078
3.1.3 独立按键控制智能车的启动和停止	078
任务 3.2 定时器控制车灯按照 1 s 闪烁	083
3.2.1 定时/计数器的相关知识	083
3.2.2 硬件电路与软件程序设计	087
任务 3.3 按键控制智能车的前进和倒退	092
3.3.1 任务与计划	092
3.3.2 H 桥式直流电动机驱动电路的相关知识	092
3.3.3 硬件电路与软件程序设计	093
任务 3.4 智能车车速控制系统设计	100
3.4.1 任务与计划	100
3.4.2 电动机的 PWM 驱动	100
3.4.3 硬件电路与软件程序设计	100
拓展训练	105
课后习题	105
项目四 智能车仪表显示系统设计	109
任务 4.1 电子秒表设计	110

4.1.1	LED 数码管显示器	110
4.1.2	LED 数码管显示牌	113
4.1.3	电子秒表的硬件电路设计与软件程序设计	118
任务 4.2	模拟交通灯设计	120
4.2.1	任务要求与工作计划	120
4.2.2	交通灯显示状态	121
4.2.3	硬件电路设计及软件程序设计	122
任务 4.3	数码管显示智能车运动时间	127
4.3.1	任务要求与工作计划	127
4.3.2	硬件电路设计	127
4.3.3	软件程序设计	130
4.3.4	调试与仿真运行	134
任务 4.4	LCD1602 显示智能车运动时间	134
4.4.1	认识 LCD1602	134
4.4.2	任务要求与工作计划	143
4.4.3	硬件电路设计	143
4.4.4	软件程序设计	143
4.4.5	调试与仿真运行	149
拓展训练	149
课后习题	149
项目五	智能车车灯自动控制系统设计	151
任务 5.1	智能车车灯亮度调节	153
5.1.1	认识 DAC0832	153
5.1.2	任务要求与工作计划	156
5.1.3	硬件电路设计	156
5.1.4	软件程序设计	158
5.1.5	调试与仿真运行	159

目 录

Contents

任务 5.2 智能车对环境亮度的自动采集与显示	159
5.2.1 认识 ADC0832	159
5.2.2 光敏电阻器的应用	162
5.2.3 任务要求及工作计划	163
5.2.4 硬件电路设计	163
5.2.5 软件程序设计	164
5.2.6 调试与仿真运行	167
任务 5.3 智能车车灯亮度自动调节	168
5.3.1 任务要求及工作计划	168
5.3.2 硬件电路设计	168
5.3.3 软件程序设计	170
5.3.4 调试及仿真运行	172
拓展训练	172
课后习题	172
项目六 智能车通信系统设计	175
任务 6.1 A 车控制 B 车前进与倒退	177
6.1.1 认识串行通信与串行口	177
6.1.2 认识串行接口	179
6.1.3 MSC-51 单片机串行口的结构与控制寄存器	180
6.1.4 任务要求及工作计划	183
6.1.5 硬件电路设计	183
6.1.6 软件程序设计	185
6.1.7 调试与仿真运行	188
任务 6.2 PC 机控制智能车前进与倒退	192
6.2.1 任务要求及工作计划	192
6.2.2 硬件电路设计	192
6.2.3 软件程序设计	192

6.2.4 调试及仿真运行	195
拓展训练	199
课后习题	199
项目七 智能车温度报警系统设计	200
任务 7.1 单片机应用系统设计原则与过程	201
7.1.1 单片机应用系统总体设计	202
7.1.2 单片机应用系统硬件设计	203
7.1.3 单片机应用系统软件设计	204
任务 7.2 认识数字温度传感器 DS18B20	205
7.2.1 数字温度传感器	205
7.2.2 DS18B20 的读写时序	207
7.2.3 DS18B20 温度传感器的操作使用	210
任务 7.3 数字温度报警器设计	211
7.3.1 任务要求与工作计划	211
7.3.2 硬件电路设计	212
7.3.3 软件程序设计	213
7.3.4 调试与仿真运行	219
项目八 出租车计价器的设计	223
任务 8.1 认识 I ² C 总线	224
8.1.1 I ² C 总线协议	225
8.1.2 I/O 口模拟 I ² C 总线操作	227
8.1.3 I ² C 芯片 AT24C02 的使用	228
任务 8.2 出租车计价器设计	230
8.2.1 任务要求及工作计划	230
8.2.2 硬件电路设计	231
8.2.3 软件程序设计	232



目 录

Contents

8.2.4 调试与运行	243
附录 1 常用 ASCII 码表对照表	245
附录 2 “reg52.h”头文件详解	246
附录 3 Proteus 常用元件名称	248
参考文献	250



项目一 智能车灯系统设计

学习情境任务描述

炫酷的智能车玩具给孩子带来了许多乐趣，仿真的刹车灯、转向灯以及外形各异的装饰灯为智能车玩具增色不少。本学习情境的工作任务是采用单片机来设计一个最简单的智能车流水灯。将单片机的输入输出接口与 8 个 LED 灯相连，同时通过改变 I/O 口的数据就可以实现流水灯设计。通过本项目的学习，使同学们认识单片机，了解单片机的最小系统，学会单片机 I/O 口赋值的基本方法，能够编写简单的 C51 语言程序。在认识单片机的基础上，进行单片机流水灯的任务分析和计划制订、硬件电路和软件程序的设计，完成流水灯的制作、调试和运行演示，并完成工作任务评价。

学习目标

- (1) 认识什么是单片机及单片机的发展现状；
- (2) 掌握单片机的最小系统；
- (3) 掌握单片机并行口的结构及功能；
- (4) 能进行单片机 I/O 口数据的任意赋值；
- (5) 能进行 LED 的点亮和熄灭控制；
- (6) 能编写简单的 C51 语言程序；
- (7) 能按照设计任务书的要求，完成智能车流水灯的设计、调试与制作。

学习与工作内容

本学习情境要求根据工作任务书的要求，如表 1-1 所示，学习单片机的基本结构、最小系统和引脚功能及 C51 语言程序设计的相关知识，进一步掌握单片机最小系统和 I/O 口的应用知识，查阅资料，制订工作方案和计划，完成智能车流水灯的设计与制作，需要完成以下工作任务：

- (1) 认识单片机及其发展现状；
- (2) 学习单片机的最小系统及 I/O 口结构和功能；
- (3) 学习 C51 语言的基本结构及编程方法；
- (4) 划分工作小组，以小组为单位完成一个 LED 灯的点亮，智能车刹车灯、流水灯设计的任务；
- (5) 根据任务书的要求，查阅收集相关资料，制订完成任务的方案和计划；
- (6) 根据任务书的要求，整理出硬件电路图；



- (7) 根据任务要求和电路图，整理出所需要的器件和工具仪器清单；
- (8) 根据功能要求和硬件电路原理图，绘制程序流程图；
- (9) 根据功能要求和程序流程图，编写软件程序并进行编译调试；
- (10) 进行软硬件调试和仿真运行，电路的安装制作，演示汇报；
- (11) 进行工作任务的学业评价，完成工作任务的设计制作报告。

表 1-1 智能车灯系统设计任务书

设计任务	采用单片机的控制方式，设计智能车流水灯，实现 8 个 LED 灯的流水闪烁
功能要求	流水灯采用实训台上的 8 个 LED 灯代替，每个 LED 灯连接一个单片机的引脚，能通过单片机的控制实现 8 个 LED 灯的轮流点亮和闪烁
工具	1. 单片机开发和电路设计仿真软件：Keil μ Vision4 软件、Protues 软件； 2. PC 机及软件程序、万用表、电烙铁、装配工具
材料	元器件（套）、焊料、焊剂、焊锡丝

学业评价

本学习情境的学业根据工作任务的完成过程进行考核评价，注重学习和工作过程的考核评价，依据完成任务中实际的学习和工作过程分为 10 个评分项目，根据各项目主要完成主体的不同，分别对个人和小组进行考核评价，如表 1-2 所示。

表 1-2 考核评价表

项目名称	分值	第_____组			备注
		学生 1	学生 2	学生 3	
单片机最小系统的学习	10				
单片机并行口的学习	10				
C51 语言的库函数的学习	5				
Keil 软件运行环境的学习	10				
流水灯项目硬件电路设计	5				
流水灯项目软件电路设计	10				
调试仿真	10				
安装制作	10				
设计制作报告	15				
团队及合作能力	15				



任务 1.1 点亮一个 LED 灯

1.1.1 认识单片机

1. 单片机

单片微型计算机简称单片机。由于它的结构及功能均按工业控制要求设计，因此其确切的名称应是单片微控制器。

单片机是把中央处理器 CPU、随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM、I/O 口电路、定时器/计数器以及串行通信接口等集成在一块芯片上，构成一个完整的微型计算机，故又称为单片微型计算机。

2. 单片机的发展历史

单片机出现的历史并不长，它的产生与发展和微处理器的产生与发展大体同步，经历了四个阶段。

第一阶段（1971—1974 年）：1971 年 11 月，美国 Intel 公司首先设计出集成度为 2 000 只晶体管/片的 4 位微处理器 Intel 4004，并且配有随机存取存储器 RAM、只读存储器 ROM 和移位寄存器等，构成第一台 MCS-4 微型计算机。1972 年 4 月，Intel 公司又研制成功了处理能力较强的 8 位微处理器——Intel 8008。这些微处理器虽说还不是单片机，但从此拉开了研制单片机的序幕。

第二阶段（1974—1978 年）：初级单片机阶段。以 Intel 公司的 MCS-48 为代表，这个系列单片机内集成有 8 位 CPU、I/O 口、8 位定时器/计数器，寻址范围不大于 4 KB，且无串行口。

第三阶段（1978—1983 年）：高性能单片机阶段。在这一阶段推出的单片机普遍带有串行 I/O 口，有多级中断处理系统、16 位定时器/计数器。单片机内 RAM、ROM 容量加大，且寻址范围可达 64 KB，有的片内还带有 A/D 转换器接口，如 Intel 公司的 MCS-51、Motorola 公司的 6801 和 Zilog 公司的 280 等。这类单片机的应用领域极其广泛，这个系列的各类产品仍是目前国内的主流。其中 MCS-51 系列产品，以其优良的性能价格比，成为我国广大科技人员的首选。

第四阶段（1983 年至今）：8 位单片机巩固发展及 16 位单片机推出阶段。此阶段单片机的主要特征：一方面发展 16 位单片机及专用单片机；另一方面不断完善高档 8 位单片机，改善其结构，以满足不同的用户需要。纵观单片机三十多年的发展历程，我们认为单片机今后将向多功能、高性能、高速度、低电压、低功耗、低价格、外围电路内装化以及内存存储器容量增加的方向发展。但其位数不一定会继续增加，尽管现在已经有 32 位单片机，但使用的并不多。今后的单片机将功能更强、集成度和可靠性更高、价格更低以及使用更方便。



1.1.2 MCS-51 单片机的基本结构及信号引脚

1. MCS-51 单片机的内部结构

单片机是在单一芯片上构成的微型计算机，MCS-51 单片机由微处理器（包含运算器和控制器）、存储器、I/O 口以及特殊功能寄存器 SFR 等组成，其内部结构如图 1-1 所示。

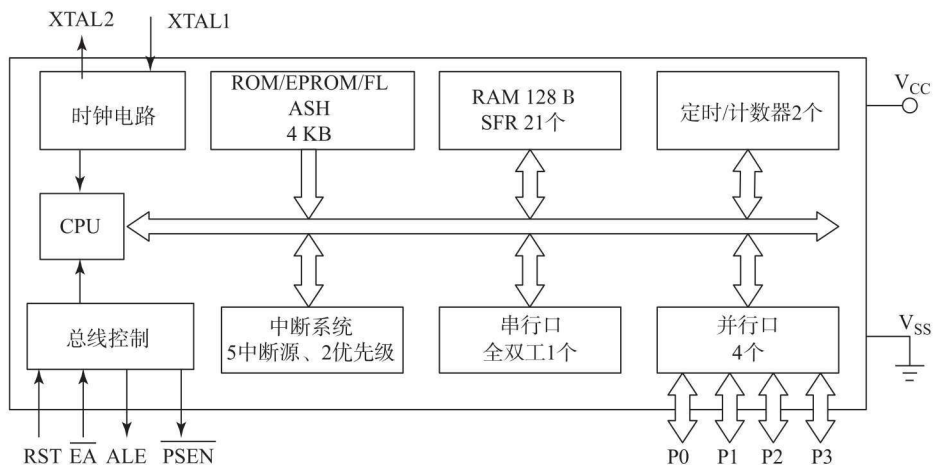


图 1-1 MCS-51 单片机的内部结构图

1) CPU

CPU 即中央处理器的简称，是单片机的核心部件，它完成各种运算和控制操作，CPU 由运算器和控制器两部分电路组成。

(1) 运算器电路。

运算器电路包括 ALU（算术逻辑单元）、ACC（累加器）、B 寄存器、状态寄存器、暂存器 1 和暂存器 2 等部件，运算器的功能是进行算术运算和逻辑运算。运算器电路以 ALU 为核心单元，可以完成半字节、单字节以及多字节数据的运算操作，其中包括加、减、乘、除、十进制调整等算术运算以及与、或、异或、求补和循环等逻辑操作，运算结果的状态由状态寄存器保存。

(2) 控制器电路。

控制器电路包括程序计数器 PC、PC 加 1 寄存器、指令寄存器、指令译码器、数据指针 DPTR、堆栈指针 SP、缓冲器以及定时与控制电路等。控制电路完成指挥控制工作，协调单片机各部分正常工作。程序计数器 PC 用来存放即将要执行的指令地址，它可以完成 64 KB 的外部存储器寻址，执行指令时，PC 内容的高 8 位经 P2 口输出，低 8 位经 P0 口输出。数据指针 DPTR 为 16 位数据指针，它可以对 64 KB 的外部数据存储器和 I/O 口进行寻址，它的低 8 位为 DPL（地址 82H），高 8 位为 DPH（地址为 83H）。堆栈指针 SP 在片内 RAM（128 B）中开辟栈区，并随时跟踪栈顶地址，它按先进后出的原则存取数据，上电复位后，SP 指向 07H。

2) 时钟电路



单片机的工作过程是：取一条指令、译码、进行微操作，再取一条指令、译码、微操作，这样一步一步地由微操作依序完成相应指令规定的功能。各指令的微操作在时间上有严格的次序，这种微操作的时间次序就称为时序。单片机的时钟电路就是用来产生时钟信号为芯片内部的各种微操作提供时间基准。

3) 定时器/计数器

MCS-51 单片机片内有两个 16 位的定时/计数器，即定时器 0 和定时器 1。它们可以用于定时控制、延时以及对外部事件的计数和检测等。

4) 存储器

MCS-51 系列单片机的存储器包括数据存储器 and 程序存储器，其主要特点是程序存储器和数据存储器的寻址空间是相互独立的，物理结构也不相同。对 MCS-51 系列（8031 除外）而言，有 4 个物理上相互独立的存储器空间：即内、外程序存储器和内、外数据存储器。对于 8051 其芯片中共有 256 个 RAM 单元，其中后 128 个单元被专用寄存器占用，只有前 128 个单元供用户使用。

5) 并行 I/O 口

MCS-51 单片机共有 4 个 8 位的 I/O 口（P0、P1、P2 和 P3），每一条 I/O 线都能独立地用作输入或输出。P0 口为三态双向口，能带 8 个 TTL 门电路，P1、P2 和 P3 口为准双向口，负载能力为 4 个 TTL 门电路。

6) 串行 I/O 口

MCS-51 单片机具有一个采用通用异步工作方式的全双工串行通信接口，可以同时发送和接收数据。它具有两个相互独立的接收、发送数据缓冲器，两个缓冲器共用一个地址（99H），发送缓冲器只能写入，不能读出，接收缓冲器只能读出，不能写入。

综上所述，实际上单片机内部有一条将它们连接起来的“纽带”，即所谓的“内部总线”。而 CPU、ROM、RAM、I/O 口、中断系统及定时器系统等就分布在此总线的两旁，并和它们连通，从而使一切指令、数据都可以经过内部总线传送。

2. MCS-51 单片机的信号引脚

MCS-51 系列单片机芯片均为 40 个引脚，其中 HMOS 工艺制造的芯片采用双列直插（DIP）方式封装，其引脚示意如图 1-2 所示。CMOS 工艺制造的低功耗芯片也有采用方形封装（PLCC）的，但为 44 个引脚，其中 4 个引脚是不使用的。本教材主要讲解标准 40 引脚的双列直插式封装的 8051 单片机。

MCS-51 单片机的 40 个引脚大体可分为以下几类：

(1) 电源及时钟引脚（4 个）。

① V_{CC} （40 引脚）：电源接入引脚；

② V_{SS} （20 引脚）：接地引脚；

③XTAL1：接外部晶振和微调电容的一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输入，若使用外部 TTL 时钟时，该引脚必须接地；

④XTAL2：接外部晶振和微调电容的另一端，在片内它是振荡器倒相放大器的输出，若使用外部 TTL 时钟时，该引脚为外部时钟的输入端。

(2) 并行 I/O（输入/输出）引脚（32 个）。

8051 单片机有 4 个 8 位的并行输入/输出端口 P0、P1、P2 和 P3，其中每一条 I/O 线都