

DANJIPIANJI YINGYONG
JISHU XIANGMUBHUA
JIAOCHENG

单片机应用技术 项目化教程

陈 静 李俊涛 郑宇平 等编著 吕铁男 主审

- 项目化教程：按OTPAE五步训练法，以案例引入，以能力培养为目标
- 生动讲解：应用单片机进行各项设计制作的核心技术
- 案例丰富：详尽展示——单片机测试仪、交通灯控制器、仪表显示器、医院病床呼叫系统控制器、带时间显示的定时开关、数显测量仪、多功能智能控制器设计制作相关的技术知识
- 关注学习者的感受：步骤详尽，程序清晰，循序渐进，快学速用



化学工业出版社

单片机应用技术 项目化教程

陈 静 李俊涛 郑宇平 等编著 吕铁男 主审



化学工业出版社
·北京·

本书是学习单片机应用技术的项目化教材, 适合 C 语言零基础学员, 使用本书通过典型案例——单片机测试仪、交通灯控制器、变频器的显示器、医院病床呼叫系统、带时间显示的定时开关、数显测量仪、多功能智能控制器的设计制作, 详尽解说单片机应用的核心技术, 实例丰富, 程序完整, 循序渐进, 引导入门并快学速用。

本书适合相关高职高专院校师生使用, 也适合本科和相关工程技术人员自学单片机时使用。

图书在版编目(CIP)数据

单片机应用技术项目化教程 / 陈静, 李俊涛, 郑宇平等
编著. —北京: 化学工业出版社, 2014.2

ISBN 978-7-122-19200-4

I. ①单… II. ①陈… ②李… ③郑… III. ①单片微
型计算机-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 305332 号

责任编辑: 刘丽宏

文字编辑: 陈 喆

责任校对: 陶燕华

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 17¼ 字数 446 千字 2014 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.80 元

版权所有 违者必究



前言

单片机作为计算机的一个分支，其使用领域已十分广泛，几乎很难找到哪个工业领域没有单片机的踪迹，如智能仪表、实时工控、通信设备、导航系统、家用电器、医用设备、办公设备、智能玩具、家庭服务等都离不开单片机。

本书是吉林电子信息职业技术学院陈静老师和她的教学团队，总结了十余年的教学改革经验，同时吸收了其他院校单片机课程的教学改革经验，综合而成的教学成果。本书是一本项目化教材，主要项目有：设计一个单片机测试仪、设计一台无时间显示的交通灯控制器、设计一个变频器的显示器、设计医院病床呼叫系统、设计一个带时间显示的定时开关、设计一个数显测量仪、设计一个多功能智能控制器共七个项目。

本书主要特点如下：

1. 根据行为导向教学法编著，在呈现方式上按 OTPAE 五步训练法，再加一个拓展单元的教学原则。即包含：目标（object）、任务（task）、准备（prepare）、实施或行动（action）、评估（evaluate）、拓展（expand）六步。这样做既保证了让学生实实在在地掌握单片机应用技术，还拓宽了学生的视野。

2. 体现能力本位和学生自主学习思想，做到教材、学案、教案、学习成效评估四合一。**【知识链接】**完成知识的引入，因此无论形式和内容都接近传统意义上的教材。目标（object）、任务（task）、准备（prepare）、行动（action）、评估（evaluate）、拓展（expand）环节，完成学案工作，引导学生自主学习完成项目知识，并评估学习效果。从整个项目来看，技术内容介绍思路清晰，使从没有教过单片机项目化课程的老师，也能很快上手项目化课程的教学；对于从没有接触过单片机的学生，能很快入门，掌握单片机技术的精髓。

3. 以人为本，在项目实施环节中给出了实施建议，在每个案例和项目中都关注学生学习和技能的经验总结。

总之，本书集成了编著者多年的教学经验。希望把它打造成一个新教师上手快，新学生学得快，满足职业教育发展需求，适应新形势的学习单片机应用技术的精品教材。本书适合相关高职高专院校师生使用，也适合本科和相关工程技术人员自学单片机时使用。

本书由吉林电子信息职业技术学院陈静、李俊涛、郑宇平负责全书统筹、资料收集和技术指导，吉林电子信息职业技术学院宋宇负责全书的项目化体系结构指导，吉林电子信息职

业技术学院丛中笑负责全书的实验验证指导。参与具体编写工作的人员为吉林工业职业技术学院孙学智，吉林农业工程职业技术学院赵一心，吉林电子信息职业技术学院陈静、李俊涛、郑宇平、宋宇、丛中笑、陈西林、张军、黄珊珊。全书由吉林工业职业技术学院吕铁男主审。

在此对所有关心和热情帮助本书出版的同志致以衷心的感谢，尤其是吉林电子信息职业技术学院高教研究所所长，书中借鉴了部分专业资料，在此一并对这些资料的作者表示感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，诚请广大读者提出宝贵意见（编著者邮箱：chen2004jing@126.com）。

编著者



目 录

项目一 设计一个单片机测试仪.....	1
案例一 通过与计算机比较,初步认识单片机.....	2
一、单片机的定义及单片机应用系统的组成.....	3
二、单片机的硬件和软件.....	5
三、单片机的应用和发展趋势.....	7
四、单片机的学习方法.....	8
案例二 记录单片机正常工作时的状态和判别单片机正常工作的条件.....	8
一、单片机最小系统介绍.....	10
二、51 单片机程序的运行机制.....	11
三、STC89C52 单片机 I/O 口.....	12
案例三 用单片机点亮 LED 指示灯.....	13
一、LED 基础知识.....	14
二、点亮两个 LED 信号灯电路.....	15
三、点亮一个 LED 信号灯的程序.....	16
四、Keil 软件用法.....	16
五、C 语言知识学习(一)——C 语言的基本语句.....	26
项目二 设计一台无时间显示的交通灯控制器.....	28
案例一 设计一个 LED 闪烁信号灯控制系统.....	30
一、一个 LED 信号灯的闪烁电路.....	32
二、任务分析.....	32
三、单片机控制一个 LED 信号灯闪烁的程序.....	33
四、C 语言知识学习(二)——while 语句和单片机程序结构.....	34
案例二 简单的城市路口交通灯控制系统实例.....	38
一、程序流程图的基本结构.....	39
二、模拟城市路口交通灯控制系统举例.....	40
三、C 语言知识学习(三)——for 语句.....	43
项目三 设计一个变频器的显示器.....	46
案例一 用单片机控制一位数码管显示数字.....	48
一、数码管工作原理.....	48
二、一位数码管与单片机的连接电路.....	50

三、用单片机控制数码管显示“6”程序.....	51
四、C语言知识学习（四）——预处理命令和变量.....	51
案例二 用单片机控制多位数码管显示不同的数字.....	54
一、8位数码管与单片机的连接电路.....	55
二、动态显示技术.....	56
三、8位数码管显示不同数字流程.....	56
四、编程实现多位数码管显示不同的数字.....	56
五、C语言知识学习（五）——数组知识.....	58
案例三 设计一个仪表的数码管数值显示器.....	60
一、C语言知识学习（六）——常用运算符.....	61
二、程序.....	64
案例四 用字符液晶12864做显示器显示汉字和数字.....	66
一、12864液晶显示器介绍.....	67
二、12864液晶显示器使用说明.....	69
三、单片机与12864连接电路.....	71
四、12864液晶显示器显示SV和PV程序.....	71
项目四 设计医院病床呼叫系统.....	76
案例一 按钮控制电动机的启停.....	77
一、电动机如何接到单片机上——功率驱动.....	78
二、按钮控制交流电动机的启停电路.....	79
三、按钮控制电动机的启停流程.....	80
四、按钮控制交流电动机的启停程序.....	80
五、C语言知识学习（七）——if语句用法.....	81
案例二 设计一台简易抢答器.....	85
一、简易抢答器中按钮的电路.....	85
二、简易抢答器程序流程.....	86
三、简易抢答器程序.....	86
四、C语言知识学习（八）——switch、break、continue语句用法.....	87
案例三 用一位数码管记录按钮按下的次数.....	89
一、按钮去抖动的方法.....	90
二、用1位数码管记录按钮按下的次数程序.....	90
案例四 用四个组合按钮修改仪表上显示的数据.....	91
一、组合按钮电路.....	92
二、程序.....	93
案例五 矩阵式键盘用法.....	97
一、矩阵式键盘.....	97
二、扫描程序.....	98
项目五 设计一个带时间显示的定时开关.....	101
案例一 认识单片机的特殊功能寄存器.....	102
一、STC12C系列单片机内部结构原理.....	103
二、单片机内部存储器结构与数据存放.....	103

三、特殊功能寄存器	104
四、reg51.h 头文件	105
案例二 设计一个故障报警器	108
一、中断知识	109
二、外中断 0 和外中断 1 的用法	115
三、单片机响应中断的过程	115
四、故障报警器电路	116
五、故障报警器程序	116
案例三 设计一位秒表	117
一、定时器/计数器功能介绍	118
二、电路	122
三、程序	122
案例四 使用串口实现两台单片机间的通信的功能	124
一、串行接口通信简介	125
二、电路	131
三、程序	131
项目六 设计一个数显测量仪	136
案例一 STC12C5A60S2 单片机 I/O 口使用	137
一、STC12C5A60S2 单片机的特点简介	138
二、STC12×5A 系列单片机的命名规则	139
三、STC12C5A60S2 单片机存储器结构	140
四、STC12C5A60S2 单片机 PDIP_40 封装方式的引脚排列	140
五、PDIP_40 封装 STC12C5A60S2 单片机的 I/O 口	140
六、STC12C5A60S2 单片机 I/O 口的使用	141
案例二 可编程时钟	145
一、STC12C5A60S2 单片机的中断	145
二、定时器/计数器	150
三、STC12C5A60S2 单片机的可编程时钟输出	151
四、程序	152
案例三 用 PCA 软件定时器功能实现 LED 灯 1s 闪烁一次	153
一、STC12C5A60S2 系列单片机 PCA 模块中计数器简介	154
二、16 位软件定时器模式	157
三、程序	158
案例四 用 PCA 模块的捕捉功能测量脉冲宽度	159
一、PCA 模块的捕捉工作模式	160
二、高速输出模式	161
三、程序	162
案例五 用 PCA 模块的 PWM 功能完成 LED 灯亮度调节	163
一、PCA 模块的脉宽调节模式	164
二、PWM 应用于 D/A 输出	166
三、PCA 模块的应用总结	167

四、程序.....	167
案例六 用片内 A/D 模块实现一个简易的电压表.....	168
一、A/D 转换器介绍.....	168
二、ADC 模块的使用编程要点.....	172
三、程序.....	172
案例七 用第二串口功能完成单片机与计算机的通信.....	173
一、STC12C5A60S2 单片机的串行接口.....	173
二、串行接口 2 的工作方式.....	175
三、串行接口 2 的工作方式编程要点.....	175
四、常用波特率与系统时钟及重装时间常数之间的关系.....	176
五、程序.....	177
案例八 用 SPI 通信模块完成两台单片机间的通信.....	177
一、STC12C5A60S2 单片机的 SPI 接口.....	178
二、SPI 相关的特殊功能寄存器.....	179
三、SPI 接口的编程要点.....	180
四、电路.....	180
五、程序.....	180
案例九 STC12C5A60S2 单片机复位、时钟和省电方式控制.....	182
一、复位.....	183
二、单片机的电源检测与控制.....	186
三、时钟分频及分频寄存器.....	187
项目七 设计一个多功能智能控制器.....	189
案例一 用 DS18B20 测量教室内的温度.....	190
一、单总线介绍.....	191
二、DS18B20 简介.....	193
三、电路.....	194
四、程序.....	195
案例二 设计掉电数据不丢失的仪表.....	200
一、I ² C 总线的基础知识.....	201
二、AT24C02 芯片介绍.....	203
三、电路.....	203
四、程序.....	203
案例三 制作一个日历时钟.....	207
一、SPI 总线概述.....	208
二、时钟电路 DS1302 介绍.....	209
三、电路.....	212
四、程序.....	212
案例四 自动窗帘.....	218
一、步进电动机简介.....	219
二、ULN2003 驱动芯片介绍.....	221

三、光敏电阻.....	221
四、电动机驱动模块 L298N 电路.....	223
五、电路.....	224
六、程序.....	226
案例五 8×8 点阵用法——轮流显示数字 0~9	229
一、8×8 点阵模块.....	230
二、电路.....	232
三、程序.....	232
案例六 单片机解码红外线遥控	233
一、红外线遥控编码基础知识	234
二、电路.....	236
三、程序.....	237
附录.....	241
附录 A C51 库函数.....	241
A.1 寄存器头文件.....	241
A.2 字符函数.....	241
A.3 一般 I/O 函数.....	242
A.4 标准函数.....	243
A.5 数学函数.....	244
A.6 内部函数.....	245
A.7 字符串函数.....	246
A.8 绝对地址访问函数.....	247
附录 B Keil C 菜单项.....	248
附录 C 单片机中数据的表示与运算.....	251
C.1 二进制与十六进制数.....	251
C.2 BCD 码、ASCII 码与汉字编码.....	253
C.3 二进制数的加法和减法运算.....	255
C.4 二进制数的逻辑运算.....	256
C.5 带符号数的表示法.....	256
附录 D STC12C5A60S2 单片机头文件.....	258
参考文献.....	266

项目一 设计一个单片机测试仪

项目目标

1. 认识单片机在改善日常生活水平和提高工业技术水平中的作用,理解单片机学习的重要性,激发学生的学习兴趣,初步了解本门课的学习方法。
2. 认识 STC89C52 单片机所有的引脚,能够快速查找到相应的引脚,理解单片机小系统中时钟、复位电路的作用,知道正常工作中电源、复位、时钟引脚的电压。
3. 知道每一个 I/O 口允许通过的电压、电流范围。能够正确把一个发光二极管接到指定的 I/O 口上,理解软件和硬件的关系,会使用 KEIL 软件和相应单片机的下载软件。
4. 能说出“点亮一个 LED 信号灯”程序中每一个语句的作用。
5. 会复述使用 KEIL 软件的基本流程,能自己根据教材完成:从打开软件到程序下载到单片机中操作的全过程。
6. 能够判断 STC89C52 单片机的好坏,知道判断单片机好坏的具体要点。
7. 项目完成过程中,工作效率高,克服困难的方法多,项目展示内容全面新颖。

项目任务

单片机是微型计算机应用技术的一个重要分支,以其体积小、功能强、可靠性好、性能价格比高等特点,已成为实现工业生产技术进步和开发机电一体化智能化测控产品的重要手段。它在工业智能仪器仪表、自动检测、信息处理、家电低成本的控制系统中有着广泛的应用。

单片机芯片没坏是每个使用单片机的设计人员,在使用单片机时都不能回避的问题,因此我们的第一个项目就来自己做一个单片机测试仪。

在实际工作中,测试单片机好坏,一种情况是在单片机入厂后,由专门的仪器设备完成;另外一种情况是,使用单片机的设计人员在设计调试过程中,为了判断是不是单片机故障而自行设计完成。

现在假定红光自动化设备公司技术室小王,去仓库领了 10 片好的 STC89C52 单片机,在整理的过程中,不小心混入了一片内部损坏的芯片,这片坏片不能根据外形判断,只能采取技术手段才能检查出来,请设计一个单片机测试仪,把它找出来。

项目任务书

编号:

项目小组组长		客户负责人	红光自动化设备公司
部门/班级		项目指导老师	
项目小组组长电话		项目小组组长 qq 号	
项目实施步骤	内容	详细描述	
资讯	1. 项目简介	设计单片机测试仪,能够区分单片机的好坏	
	2. 客户信息	红光自动化设备公司技术室小王	

续表

	3. 客户需求	从11片STC89C52单片机中,找出1片坏片,要求: 1. 该测试仪能够测试单片机小系统工作状态是否正常 2. 该测试仪能够测试单片机每个I/O口能否正常工作 3. 测试仪测试原理和设计思路正确,设计报告完成质量高			
决策	4. 确定项目开发思路及技术路线(工艺路线)	请同学们填写,主要包括描述项目开发方案、项目模块分解、模块设计重点等内容			
计划	5. 制定项目进展计划 (要求精确到分钟)	(描述项目实施各主要阶段的内容和里程碑及完成日期)	项目开始时间		
			主要阶段名称	里程碑/完成标志	完成时间
			项目资讯	归纳出客户需求	
			项目决策	选定好设计方案	
			项目计划	完成本表	
			项目实施	制作完成	
			项目调试	测试仪成功完成客户需求	
			报告文档	设计报告等客户要求的文件	
			用于改进方案和反复调试的时间		
			最终评估时间		
6. 小组成员及分工	(列出项目小组成员及分工)	岗位	人员		
		项目经理			
		软件开发			
		硬件开发			
		机械结构设计			
		系统调试			

负责人签字:

项目小组组长: _____ 客户负责人: _____ 验收教师: _____

项目准备

案例一 通过与计算机比较,初步认识单片机

王××是×学院的学生。某天,她去学校附近的×××超市购买作业本和水果。在购买过程中,她发现超市的很多货物上都有条形码,电子秤能自动称出水果的重量和打出条形码,收银台能按条形码收取顾客的钱。

经过查资料,王××知道,能够读取条形码、制作条形码、计算金额的核心技术是单片机技术。原来,单片机技术就在自己身边,这令王××很惊讶。

经过进一步查资料,她还发现单片机不但在超市中使用,还在家用电器、数控机床、自动化生产线等上使用。单片机的应用真广泛。

那么我们就一起来认识一下单片机吧!

【目标】

通过本内容学习和训练,你将能够体会到单片机的各种作用,了解单片机系统的组成,知道单片机软硬件的作用,了解应该如何学好单片机课程。

【任务】

初步了解单片机，主要内容包括：

1. 哪些仪器设备中使用了单片机，单片机给我们的生活和工作带来了哪些便利？
2. 单片机的定义及单片机应用系统的组成。
3. 单片机的硬件和软件。
4. 单片机的应用和发展趋势。
5. 单片机的学习方法。

【行动】**一、猜一猜**

猜一下在下面的设备中，哪些用到了单片机？你的根据是什么？

1. 全自动血压计
2. 全自动洗衣机
3. 电梯
4. 上下课自动打铃器
5. 机器人
6. 液晶电视机
7. 手机
8. 数控机床

二、议一议

单片机给人们的生活带来了哪些便利？如果没有单片机会怎样？

三、学一学

1. 什么是单片机？什么是单片机应用系统？
2. 单片机应用系统是由哪两部分组成的？这两个部分之间是什么关系？
3. 单片机硬件的基本性能有哪几个方面？
4. 根据什么编写单片机软件程序？
5. 如何学好单片机？

【知识链接】**一、单片机的定义及单片机应用系统的组成**

单片微型计算机（Single Chip Microcomputer）简称单片机，是指集成在一块芯片上的计算机。它具有结构简单、控制功能强、可靠性高、体积小、价格低等优点，在许多行业都得到了广泛的应用。从航天航空、地质石油、冶金采矿、机械电子、轻工纺织到机电一体化设备、邮电通信、日用设备和器械等，单片机都发挥了巨大的作用。

1. 微型计算机系统

微型计算机（简称微机）系统由硬件系统（Hardware）和软件系统（Software）两大部分组成。

（1）硬件系统是指构成微机系统的实体和装置，通常由运算器、控制器、存储器、输入接口电路和输入设备、输出接口电路和输出设备等组成。其中，运算器和控制器在一个集成芯片上，统称中央处理单元（Central Processing Unit, CPU），是微机的核心部件，配上存放

程序和数据的存储器、输入/输出 (Input/Output, I/O) 接口电路及外部设备即构成微机的硬件系统。

下面把组成计算机的五个基本部件作简单说明。

① 运算器, 又称为算术逻辑单元 (Arithmetic Logic Unit, ALU)。操作时, 控制器从存储器取出数据, 运算器进行算术运算或逻辑运算, 并把处理后的结果送回存储器。

② 控制器, 是计算机的指挥控制部件, 用于自动协调计算机内各部分正常有序工作。执行程序时, 控制器从程序存储器中取出相应的指令数据, 然后向其他功能部件发出指令所需的控制信号, 完成相应的操作, 再从程序存储器中取出下一条指令执行, 如此循环, 直到程序完成。

③ 存储器, 是计算机的记忆部件。存储器既能够接收和保存数据, 又能够向其他部件提供数据。存储器分为程序存储器和数据存储器两大类。

④ 输入设备, 用于将程序或数据输入到计算机中, 如键盘、传感器接口电路等。

⑤ 输出设备, 用于把计算机计算或加工的数据结果, 以用户需要的形式显示、保存或输出, 如显示器、打印机等。

(2) 软件系统是指微机系统所使用的各种程序的总体。软件的主体驻留在程序存储器中, 人们通过它对微机的硬件系统进行控制并与外部的输入设备、输出设备进行信息交换, 使微机的硬件系统按照人的意图完成预定的任务。

软件系统与硬件系统共同构成实用的微机系统, 两者相辅相成、缺一不可。

2. 单片机

单片机是指集成在一个芯片上的微型计算机, 也就是把组成微型计算机的各种功能部件, 包括 CPU、随机存取存储器 (Random Access Memory, RAM)、只读存储器 (Read-Only Memory, ROM)、基本输入/输出 (Input/Output, I/O) 接口电路、定时器/计数器等部件制作在一块集成芯片上, 构成一个完整的微型计算机, 从而实现微型计算机的基本功能。单片机内部结构示意图如图 1-1 所示。

单片机实质上是一个硬件的芯片, 在实际应用中, 通常很难直接和被控对象进行电气连接, 必须外加各种扩展接口电路、外部设备、被控对象等硬件和软件, 才能构成一个单片机应用系统。这些电路能在软件的控制下准确、迅速、高效地完成程序设计者事先规定的任务。

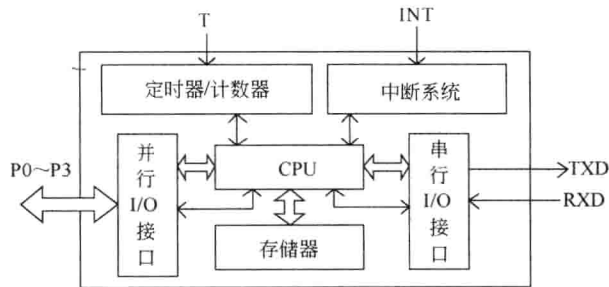


图 1-1 单片机内部结构示意图

3. 单片机应用系统及组成

单片机应用系统是以单片机为核心, 配以输入、输出、显示、控制等外围电路和软件, 能实现一种或多种功能的实用系统。单片机应用系统由硬件和软件组成, 硬件是应用系统的基础, 软件是在硬件的基础上对其资源进行合理调配和使用, 从而完成应用系统所要求的任

务,两者相互依赖,缺一不可。单片机应用系统的组成如图 1-2 所示。

由此可见,单片机应用系统的设计人员必须从硬件和软件两个角度来深入了解单片机,并能够将两者有机结合起来,才能形成具有特定功能的应用系统或整机产品。

二、单片机的硬件和软件

1. 单片机硬件基本性能

(1) 程序存储器 ROM (bytes)。程序存储器掉电时数据不会消失,主要用于存放程序,也可存放常数或固定的数据表格。单片机生产厂家按单片机内部程序存储器的不同结构,形成单片机的不同结构类型,计有 Mask ROM 型、EPROM 型、ROM less 型、OTP ROM 型和 Flash ROM(MTP ROM)型。前三种程序存储器的单片机是早期产品,目前 EPROM 型、ROM Less 型已较少使用,Flash ROM 是目前流行的程序存储器类型。52 系列单片机内部 ROM 为 8KB。目前市场上单片机的程序存储器越来越大,可达到几十千字节到几百千字节,能完成更复杂的功能。

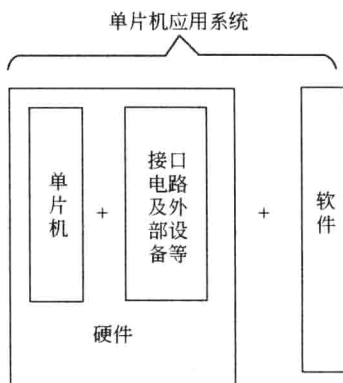


图 1-2 单片机应用系统的组成

知识小问答

● 1. 什么是位(bit)?

计算机所能表示的最小数字单位,即二进制数的位。通常每位只有两种状态,即 0 和 1。

● 2. 什么是字节(Byte)?

8 位(bit)为 1 个字节,是内存的基本单位,常用 B 表示。

● 3. 什么是字(Word)?

16 位二进制数称为 1 个字,1 个字等于 2 个字节。

● 4. 什么是字长?

字长即字的长度,是一次可以并行处理的数据的位数,即数据线的条数。常与 CPU 内部的寄存器、运算器、总线宽度一致。常用微型计算机字长有 8 位、16 位和 32 位。

● 5. 常见的二进制数量单位有哪些,它们是什么关系?

K(千, Kilo 的符号), $1K=1024B$, 如 $1KB$ 表示 $1024B$;

M(兆, Million 的符号), $1M=1K \times 1K$;

G(吉, Giga 的符号), $1G=1K \times 1M$;

T(太, Tera 的符号), $1T=1M \times 1M$ 。

(2) 数据存储器 RAM(bytes)。数据存储器主要用于存放程序执行过程中产生的中间数据。掉电时数据自动丢失,好比打字没存盘。52 系列单片机内部 RAM 为 512B。目前市场上单片机的 RAM 越来越大,可达到几千字节到几十千字节。

(3) 工作频率(MHz)。工作频率的高低决定单片机工作的速度快慢。在一般情况下,工作频率越高,单片机的执行速度越快。

(4) I/O 口(Input/Output)的数量。单片机 I/O 口有两种:串行通信口和并行通信口,它们是单片机和外界交换信息的通道。如果把单片机看成一个负责信息处理的“水库”,I/O 口就好比是“水库”上的进水口和出水口,只不过进出的是信息而已。按钮是一种输入设备,

而打印机是一种输出设备，它们就连接在单片机的 I/O 口上。并行通信是指数据的各位同时进行传送，其特点是传输速度快。单片机中一个并口通常是 8 位（一个字节）。串行通信是指数据一位一位地依次传输，每一位数据占据一个固定的时间长度，因此只要少数几条线就可以在系统间交换信息，特别适用于单片机与单片机、单片机与外部设备之间的远距离通信。

（5）定时器/计数器。在单片机应用系统中，常常要求有一些实时时钟，以实现定时或延时控制，如定时检测、定时扫描等；还要求有计数器对外部事件计数，如对外来脉冲的计数等。89C52 单片机内部有 3 个 16 位定时器/计数器。

除此以外，单片机硬件的其他性能还有中断、A/D 转换通道、加密锁、空闲和掉电模式等。

2. 单片机的软件

单片机的软件是由程序构成的，程序又是由指令构成的。

把要求单片机执行的各种操作，用命令的形式写下来，就是指令。一条指令，对应着一定的基本操作。单片机所能执行的全部指令（为二进制代码，即机器语言代码），就是该单片机的指令系统（Instruction Set）。每种单片机都有自己独特的指令系统，指令系统是由单片机开发厂商和生产厂商规定的，要使用某种单片机，用户就必须理解和遵循它的指令标准。

（1）源程序。使用单片机时，事先应当把要解决的问题编成一系列程序。这些程序必须是由选定的单片机能识别和执行的指令构成的。单片机用户为解决问题所编的程序，称为源程序（Source Program）。

（2）汇编语言程序。因为单片机是一种可编程器件，只“认得”二进制码“0”、“1”，单片机系统中的所有指令，都必须以二进制编码的形式来表示。由一连串的 0 和 1 组成的机器码，没有明显的特征，不好记忆和不易理解，所以，直接用它来编写程序十分困难。因而，人们就用一些助记符（Mnemonic）——通常是指令功能的英文缩写来代替操作码，如 MCS-51 系列单片机中数据的传送常用 MOV（Move 的缩写）、加法用 ADD（Addition 的缩写）作为助记符。这样，每条指令有明显的动作特征，易于记忆和理解，也不容易出错。用助记符来编写的程序称为汇编语言程序。因为汇编语言指令同机器语言基本上——对应，所以单片机指令系统通常用汇编语言来描述。

（3）高级语言（C 语言）程序。汇编语言程序虽然较二进制机器码容易阅读和编写，但是不如高级语言更接近我们的自然语言。使用 C 语言，编程人员可以仿照自然语言的书写形式完成程序的编写，降低了程序开发的门槛。另外，单片机的 C 语言还具有可移植性好、易懂易用的特点。

（4）编译。将用 C 语言编写的用户程序翻译成某个具体的微处理器的机器语言程序（这个过程称为编译）的软件，称为编译器。C 编译器就是一种能把 C 语言转换成某个具体的单片机机器语言的编译工具。由于单片机只识别二进制机器代码，为了让单片机读懂程序，使用汇编指令编写的程序必须再转换成由二进制机器码构成的文件。

（5）烧录。由机器码构成的用户程序只有“进入”了单片机，再“启动”单片机，它才可能完成用户程序所规定的任务。用烧录器（也称编程器）把机器码构成的用户程序装入单片机程序存储器的过程，称为烧录。

3. 单片机的硬件和软件的关系

如果把单片机系统比作人体系统，那么硬件犹如人的血肉之躯，软件就像是人的大脑思维。没有硬件，单片机系统如同四肢瘫痪，只能思考问题，但是无法进行操作。没有软件，

单片机系统就像植物人一样，空有躯体，却不能做最基本的动作。只有硬件和软件都存在并正常，单片机系统的性能才是良好的。

那么，软件的实质是什么呢？软件的实质就是电信号，如用“1”代表高电平，用“0”代表低电平等。用这些电信号去控制硬件电路的通断，靠硬件电路的通断来控制硬件或者外部设备的工作，达到设计人员的目的。

单片机的硬件和软件的关系可以这样描述：一种是单片机软件通过指令改变单片机引脚上的高低电平信息，从而改变连接在单片机引脚上电路的工作状态；另一种是单片机软件通过读取单片机一部分引脚上的信息，改变单片机另一部分引脚上的高低电平信息，从而改变电路的工作状态。

三、单片机的应用和发展趋势

单片机作为微型计算机的一个重要分支，应用范围很广，发展速度很快。

1. 单片机的应用

由于单片机具有显著的优点，它已成为科技领域的有力工具和人们日常生活的得力助手。它的应用遍及各个领域，主要表现在以下几个方面。

(1) 单片机在智能仪表中的应用。单片机广泛地用于各种仪器仪表，使仪器仪表智能化，并可以提高测量的自动化程度和精度，简化仪器仪表的硬件结构，提高其性能价格比。

(2) 单片机在机电一体化中的应用。机电一体化是机械工业发展的方向。机电一体化产品是指集机械技术、微电子技术、计算机技术于一体，具有智能化特征的机电产品，如微机控制的车床、钻床等。单片机作为产品中的控制器，能充分发挥它的体积小、可靠性高、功能强等优点，可大大提高机器的自动化、智能化程度。

(3) 单片机在实时控制中的应用。单片机广泛地用于各种实时控制系统中。例如，在工业测控、航空航天、尖端武器、机器人等各种实时控制系统中，都可以用单片机作为控制器。单片机的实时数据处理能力和控制功能，可使系统保持在最佳工作状态，提高系统的工作效率和产品质量。

(4) 单片机在分布式多机系统中的应用。在比较复杂的系统中，常采用分布式多机系统。多机系统一般由若干台功能各异的单片机组成，各自完成特定的任务，它们通过串行通信相互联系、协调工作。单片机在这种系统中往往作为一个终端机，安装在系统的某些节点上，对现场信息进行实时的测量和控制。单片机的高可靠性和强抗干扰能力，使它可以置于恶劣环境的前端工作。

(5) 单片机在人们日常生活中的应用。自从单片机诞生以后，它就进入了人类的日常生活，如洗衣机、电冰箱、电子玩具、收录机等家用电器配上单片机后，提高了智能化程度，增加了功能，备受人们喜爱。单片机将使人们生活更加方便、舒适和丰富多彩。

综合所述，单片机已成为计算机发展和应用的一个重要方面。单片机应用的重要意义还在于，它从根本上改变了传统的控制系统设计思想和设计方法。从前必须由模拟电路或数字电路实现的大部分功能，现在已能用单片机通过软件方法来实现。这种软件代替硬件的控制技术也称为微控制技术，是传统控制技术的一次革命。

2. 单片机的发展趋势

现在可以说是单片机百花齐放、百家争鸣的时代，世界上各大芯片制造公司都推出了自己的单片机，从8位、16位到32位，数不胜数，应有尽有。有与主流C51系列兼容的，也有不兼容的，但它们各具特色，为单片机的应用提供广阔的天地。