

普通高等院校“十四五”精品教材

Single Chip
Microcomputer

单片机原理及 接口技术

主 编 ● 刘尘尘 谢 平 郭秋滢



西南交通大学出版社

普通高等院校“十四五”精品教材

单片机原理及接口技术

主 编 ◎ 刘尘尘 谢 平 郭秋滢

副主编 ◎ 杜正聪 杨兴春 刘昌林

西南交通大学出版社

· 成都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

单片机原理及接口技术 / 刘尘尘, 谢平, 郭秋滢主
编. —成都: 西南交通大学出版社, 2021.8
普通高等院校“十四五”精品教材
ISBN 978-7-5643-8214-8

I. ①单… II. ①刘… ②谢… ③郭… III. ①单片微
型计算机—基础理论—高等学校—教材②单片微型计算机
—接口技术—高等学院—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 165110 号

普通高等院校“十四五”精品教材

Danpianji Yuanli ji Jiekou Jishu
单片机原理及接口技术

主 编 / 刘尘尘 谢 平 郭秋滢

责任编辑 / 穆 丰
封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)
发行部电话: 028-87600564 028-87600533
网址: <http://www.xnjdcbs.com>
印刷: 成都蜀雅印务有限公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm
印张 19 字数 462 千
版次 2021 年 8 月第 1 版 印次 2021 年 8 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-8214-8
定价 49.00 元

课件咨询电话: 028-81435775
图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

PREFACE

单片机教学团队自 2016 年筹备稿件,到 2021 年出版发行,历时六年,终于向大家推出四川省地方普通本科高校应用型示范课程教材——《单片机原理及接口技术》。

在团队近二十年的单片机教学过程中,使用过相同类型的教材若干,在这些教材中,都是以单片机的结构为主线,先讲单片机的硬件结构,然后是指令,接着是软件编程,最后是单片机系统的扩展和各种外围器件的应用,没有虚拟仿真和面向就业的基本内容。大量学生和单片机爱好者浅度学习上述教材后,对单片机望而生畏,打退堂鼓。总之,传统单片机教材在编写过程中没有考虑到初学者的接受能力,使得学习过程荆棘丛生,本来是一门能够凸显应用型特点的课程,但被很多人认为入门难度大。

基于上述情况,单片机教学团队根据虚拟仿真技术、混合式课程改革发展要求,主动对接产业,深入开展产教融合,开拓科教创新,对课程自 2018 年开展混合式课程改革,截至 2021 年,已经取得初步成效。结合校企合作、就业需求,在传统单片机教材基础上,加入 Proteus 仿真、IIC、SPI 等社会需求热点知识,重新构建一本完整的具有应用型特点的单片机支撑教材,为进一步促进学生和单片机爱好者入门该课程,熟悉该架构,奠定好基础。

教材的完成,首先要感谢的是关心和帮助课程团队的领导、老师们,正是得到你们多年来持续不断的关怀、支持、鼓励,才使得书中的点点滴滴最终得以沉淀,尤其要感谢杜正聪教授在书籍修订时一丝不苟的检查。其次,还要感谢提供产教融合和校企合作的四川中烟西昌卷烟厂的刘昌林老师,其根据实践经验指导编写第十章和第十一章内容。最后要感谢参考文献各编写团队的不懈帮助和西南交通大学出版社的共同努力。

由于笔者水平有限,书中难免有不妥和疏漏之处,欢迎指正。

西昌学院“单片机原理及接口技术”课程团队

2021 年 8 月 1 日

目 录

CONTENTS

第一章 绪 论	001
1.1 单片机概述.....	002
1.2 单片机预备知识.....	005
1.3 如何学习单片机.....	009
1.4 单片机学习的准备工作.....	010
习题.....	011
第二章 学习单片机开发的必要工具	013
2.1 硬件方面必要开发工具.....	014
2.2 软件方面必要开发工具.....	017
习题.....	029
第三章 51 单片机 C 语言基础知识	031
3.1 C 语言变量与常量.....	032
3.2 运算符与表达式.....	033
3.3 程序结构.....	034
3.4 数组.....	048
3.5 函数.....	055
3.6 结构体.....	064
习题.....	069
第四章 显示器件原理及应用	071
4.1 LED 数码管的显示原理及应用.....	072
4.2 8×8 点阵显示原理及应用.....	084
4.3 LCD1602 显示原理及应用.....	093
习题.....	111
第五章 键盘检测原理及应用	113
5.1 按键去抖动处理.....	114

5.2 按键工作原理和扫描方式	114
5.3 键盘检测的应用	124
习题	139
第六章 中断、定时器/计数器原理及应用	141
6.1 中断系统	142
6.2 定时器/计数器	155
6.3 中断、定时器/计数器应用	166
习题	186
第七章 串行口通信原理及应用	189
7.1 串行通信概述	190
7.2 RS-232C 电平与 TTL 电平的转换	192
7.3 单片机串行口结构	194
7.4 串行口的工作方式	197
习题	207
第八章 单总线通信协议与典型电路应用	209
8.1 单总线 (1-wire) 通信过程	210
8.2 单总线通信温湿度传感器芯片 DHT11 介绍	211
8.3 温湿度传感器芯片 DHT11 数据传输格式和时序	212
8.4 温湿度传感器芯片 DHT11 与单片机通信的典型实例	214
8.5 单总线通信温度传感器芯片 DS18B20	219
8.6 温度传感器芯片 DS18B20 数据传输格式和时序	220
8.7 温度传感器芯片 DS18B20 与单片机通信的典型实例	222
习题	231
第九章 SPI 通信协议与典型电路应用	233
9.1 BCD 码	234
9.2 SPI (串行外设接口) 通信协议	235
9.3 使用 SPI 通信协议的应用芯片 DS1302	238
9.4 DS1302 与单片机通信的典型示例	244
习题	258
第十章 IIC 通信协议与典型电路应用	259
10.1 IIC 时序初步认识	260

10.2	IIC 通信协议 AT24C02 芯片	266
10.3	AT24C02 芯片与单片机通信的典型示例	269
10.4	利用 PCF8574 芯片扩展 I/O 端口	274
	习题	279
第十一章	32 位单片机 STM32 原理及实训	281
11.1	STM32 单片机概述	282
11.2	STM32 固件库	284
11.3	STM32 单片机系统架构、时钟和端口复用	286
11.4	STM32 点亮 LED 灯原理及实训	289
11.5	STM32 连接 DHT11 温湿度传感器原理及实训	291
	习题	293
	参考文献	295

第一章 绪论

1.1 单片机概述

1.1.1 什么是单片机

单片机是一种集成电路芯片（也称为微控制器、嵌入式控制器），是采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM），以及多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等（还包括显示驱动电路、脉宽调制电路、模拟多路转换器、A/D 转换器等电路）集成到一块硅片上构成的一个小而完善的微型计算机系统，在工业控制领域广泛应用。与通用的计算机不同，单片机的指令功能是按照工业控制的要求设计，因此它又被称为微控制器（Micro Controller Unit, MCU）。随着集成电路技术的发展，单片机片内集成的功能越来越强大，并朝着 SOC（片上系统）方向发展。

近几年单片机以其体积微小、价格低廉、可靠性高，广泛应用于工业控制系统、数据采集系统、智能化仪器仪表、通信设备及日常消费类产品等。单片机技术开发和应用水平已成为衡量一个国家工业化发展水平的标志之一。

1.1.2 单片机的特点

单片机作为微型计算机的一个分支，与一般的微型计算机没有本质上的区别，同样具有快速、精确、记忆功能和逻辑判断能力等特点。但单片机是集成在一块芯片上的微型计算机，它与一般的微型计算机相比，在硬件结构和指令设置上均有独到之处，其主要特点有：

（1）体积小，质量轻；价格低，功能强；电源单一，功耗低；可靠性高，抗干扰能力强。这些是单片机得到迅速普及和发展的主要原因。同时由于它的功耗低，使后期投入成本也大大降低。

（2）使用方便灵活、通用性强。由于单片机本身已构成一个最小系统，只要根据不同的控制对象做相应的改变即可，因而它具有很强的通用性。

（3）目前，大多数单片机采用哈佛（Harvard）结构体系，其数据存储器空间和程序存储器空间相互独立。单片机主要面向测控对象，通常有大量的控制程序和较少的随机数据，将程序和数据分开，使用较大容量的程序存储器来固化程序代码，使用少量的数据存储器来存取随机数据，程序在 ROM 中运行，不易受外界侵害，可靠性高。

（4）突出控制功能的指令系统。单片机的指令系统中有大量的单字节指令，以提高指令运行速度和操作效率；有丰富的位操作指令，满足了对开关量控制的要求；有丰富的转移指令，包括无条件转移指令和条件转移指令。

（5）较低的处理速度和较小的存储容量。因为单片机是一种小而全的微型机系统，它是牺牲运算速度和存储容量来换取其体积小、功耗低等特点。

1.1.3 单片机应用

单片机计算机技术的快速发展是基于集成电路技术的迅速发展，其价格也越来越低，满足了用户需求，因此在工业生产等领域得到了广泛应用。随着不断的更新换代，其功能也越

来越强大。单片机目前被视为嵌入式微控制器，它最明显的优势就是可以嵌入到各种仪器、设备中，这一点是巨型机不可能做到的。

由于单片机所具有的显著优点，它已成为科技领域的有力工具，以及人们生活的得力助手。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

由于单片机将一些部件的功能集中整合在一块芯片中，使得计算机系统看起来不是很复杂，形成了完整的单片计算机的应用系统，具有体积小等特点，使仪器仪表的测量功能大为扩展，还方便了维护工作，使自检与测量互不干扰。例如在数字滤波方面（数字滤波是通过数字设备的算法来处理信号，将某个频段的信号经过筛选滤除出去，得到新的信号），通过单片机的有效控制，提高了可利用信号的使用价值，以平滑加工的形式对信号进行采样，消除噪声等各种干扰因素，使系统运行更加可靠。

2. 单片机在机电一体化产品中的应用

基于单片机技术的机电一体化技术，其自动化水平明显提高，并更趋于稳定和彻底。同时，随着单片机的广泛运用，使得机电一体化技术更具智能化特征。例如，微机控制的机床、机器人等。单片机在机电一体化产品中的应用，极大地提高了设备的智能化，提高了处理能力和处理效率，而且无须占用很大的空间和使用复杂的设备。

3. 单片机在实时控制中的应用

单片机具有较强的实时数据处理能力和控制功能，可满足大多数实时控制系统，使系统保持在最佳工作状态，提高了系统的工作效率和产品质量。同时，它的快速响应性和可靠性使得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。

4. 单片机在分布式系统中的应用

由于单片机具有通信距离远、实时性强、抗干扰能力强、通信接口简单、成本低等优点，比较复杂的分布式控制系统一般以单片机为核心。单片机在这种系统中往往作为一个下位机，安装在系统的节点上，对现场信息进行实时的测量和控制。例如各部件独立控制的机器人，常常采用 RS-232C 转 RS-485，实现一对多控制。

5. 单片机在日常生活中的应用

随着单片机集成度的不断提高与价格的不断降低，其已经融入我们日常生活的方方面面，使人们生活更加方便、舒适、丰富多彩。例如，手机、洗衣机、电冰箱、电子玩具、收音机等配上单片机后，提高了智能化程度，增加了许多功能，备受人们喜爱。

综上所述，单片机已成为计算机发展和应用的一个重要方面。单片机可以在很多场合得以应用，学好单片机可以使我们更好地融入现代化生活。

1.1.4 单片机的发展

单片机作为微型计算机的一个重要分支，应用广，发展快，如果将 8 位单片机的推出作为起点，那么单片机的发展历史大致可分为以下几个阶段：

孕育阶段(1971—1976): 1971年, Intel公司的霍夫研制成功了世界上第一块4位微处理器芯片 Intel 4004, 标志着第一代微处理器问世, 微处理器和微机时代从此开始。因发明了微处理器, 霍夫被英国《经济学家》杂志列为“二战以来最有影响力的7位科学家”之一。

第一阶段(1976—1978): 单片机的初级阶段。该阶段以 Intel公司的 MCS-48 为代表。MCS-48 的推出是单片机在工控领域的探索, 参与这一探索的公司还有 Motorola、Zilog 等, 都取得了满意的效果。这是 SCM (Single Chip Microcomputer) 的诞生年代, “单片机”一词即由此而来。这时的单片机内部集成有 8 位 CPU、I/O 接口、8 位定时器/计数器, 寻址范围不大于 4 KB, 具有简单的中断功能, 无串行接口。

第二阶段(1978—1982): 单片机的完善阶段。Intel公司在 MCS-48 基础上推出了完善的、典型的单片机系列 MCS-51。它在以下几个方面奠定了典型的通用总线型单片机体系结构: ①完善的外部总线, MCS-51 设置了经典的 8 位单片机的总线结构, 包括 8 位数据总线、16 位地址总线、控制总线及具有多机通信功能的串行通信接口; ② CPU 外围功能单元的集中管理模式; ③体现工控特性的位地址空间及位操作方式; ④指令系统趋于完善, 并且增加了许多突出控制功能的指令。

第三阶段(1982—1992): 8 位单片机的巩固发展及 16 位单片机的推出阶段, 也是单片机向微控制器发展的阶段。Intel公司推出的 MCS-96 系列单片机, 将一些用于测控系统的模数转换器、程序运行监视器、脉宽调制器等纳入片中, 体现了单片机的微控制器特征。随着 MCS-51 系列的广泛应用, 许多厂商竞相使用 8051 芯片为内核, 将许多测控系统中使用的电路、接口、多通道 AD 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中, 增强了外围电路的功能, 强化了智能控制的特征。

第四阶段(1993—现在): 微控制器的全面发展阶段。随着单片机在各个领域全面深入地发展和应用, 出现了高速、大寻址范围、强运算能力的 8 位/16 位/32 位通用型单片机, 以及小型廉价的专用型单片机。

1.1.5 单片机的发展方向

目前可以说是单片机百花齐放的时期, 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 位再到 64 位, 数不胜数, 应有尽有, 它们各具特色, 形成互补, 为单片机的应用提供多种选择。接下来, 单片机将进一步向着 CMOS 化、低功耗、小体积、大容量、高性能、低价格和外围电路内装化等方面发展。

1. 低功耗 CMOS 化

CMOS 电路具有许多优点, 如有极宽的工作电压范围, 极佳的低功耗及功耗管理特性等。早期 MCS-51 系列的 8031 推出时的功耗达 630 mW, 而现在的单片机普遍都在 100 mW 左右, 现在的各个单片机制造商基本都采用了 CMOS (互补金属氧化物半导体工艺), 而 80C51 采用了 HMOS (即高密度金属氧化物半导体工艺) 和 CHMOS (互补高密度金属氧化物半导体工艺)。

CMOS 虽然功耗较低, 但由于其物理特征决定其工作速度不够高, 而 CHMOS 则具备了高速和低功耗的特点, 这些特征更适合于在要求低功耗、电池供电的应用场合。所以这种工艺将是今后一段时期单片机发展的主要方向。

2. 多功能集成化和微型化

现在的单片机将中央处理器(CPU)、随机存取数据存储(RAM)、只读程序存储器(ROM)、并行和串行通信接口,中断系统、定时电路、时钟电路、A/D转换器、PMW(脉宽调制电路)、WDT(看门狗)、LCD(液晶)驱动电路都集成在单一的芯片上,这样其包含的单元电路就更多,功能就更强大。甚至单片机厂商还可以根据用户的要求进行量身定做,制造出具有自定义特色的集成型单片机芯片。此外,现在的产品普遍要求体积小、重量轻,这就要求单片机除了功能强和功耗低外,还要求其体积要小。现在的许多单片机都具有多种封装形式,其中SMD(表面封装)越来越受欢迎,使得由单片机构成的系统正朝微型化方向不断发展。

3. 片内存储器的改进与发展

目前新型的单片机一般在片内集成两种类型的存储器:一种是随机读写存储器,常用的为SRAM(Static Random Access Memory,静态RAM),作为临时数据存储存放工作数据用;另一种是ROM(Read Only Memory,只读存储器),作为程序存储器存放系统控制程序和固定不变的数据。片内存储器的改进与发展的方向是扩大容量、数据的易写和保密等。

4. 以串行总线方式为主的外围扩展

在很长一段时间里,通过三总线结构扩展外围器件的通用型单片机成为单片机应用的主流结构。随着低价位OTP(One Time Programable)及各种特殊类型片内程序存储器的发展,加之外围接口不断进入片内,推动了单片机“单片”应用结构的发展。特别是I²C、SPI等串行总线的引入,可以使单片机的引脚设计得更少,单片机系统结构更加简化及规范化。

5. 单片机向片上系统SOC的发展

SOC(System On Chip)是一种高度集成化、固件化的芯片级集成技术,其核心思想是把除了无法集成的某些外部电路和机械部分之外的所有电子系统电路全部集成在一片芯片中。现在一些新型的单片机已经是SOC的雏形,在一片芯片中集成了各种类型和更大容量的存储器,以及更多性能完善和强大的功能电路接口,这使得原来需要几片甚至十几片芯片组成的系统,现在只用一片就可以实现,其优点是不仅减小了系统的体积和成本,而且大大提高了系统硬件的可靠性和稳定性。

1.2 单片机预备知识

1.2.1 数制及其转换

1. 二进制数的运算

电子计算机一般采用二进制数进行运算与存储。二进制数只有0和1两个基本数字,容易通过开、关两个状态实现。

二进制数的运算公式如下:

$0+0=0$	$0\times 0=0$	$0+1=1$	$0\times 1=0$
$1+0=1$	$1\times 0=0$	$1+1=10$	$1\times 1=1$

二进制数加减运算举例如下：

例 1-1: $100011+101110=1010001$

$$\begin{array}{r} 100011 \\ +101110 \\ \hline 1010001 \end{array}$$

例 1-2: $111111+100010=1100001$

$$\begin{array}{r} 111111 \\ +100010 \\ \hline 1100001 \end{array}$$

2. 十进制和二进制间的转换

1) 十进制数转换成二进制数

将十进制整数转换成二进制整数时，只要将它一次一次地被 2 除，得到的余数（从最后一个余数读起）就是二进制表示的数。

例 1-3: 将十进制 18 转换成二进制数。

		余数
2	18	0
2	9	1
2	4	0
2	2	0
2	1	1
	0	

得到: $(18)_{10}=(10010)_2$

2) 二进制数转换成十进制数

将一个二进制数的整数转换成十进制数，只要将它的最后一位乘以 2^{n-1} ，倒数第二位乘以 2^{n-2} ，以此类推（ n 为二进制位数），然后将各项相加就得到用十进制表示的数。

例 1-4: $(101011)_2=1 \times 2^5+0 \times 2^4+1 \times 2^3+0 \times 2^2+1 \times 2^1+1 \times 2^0=(44)_{10}$;

如果要将一个带有小数的二进制数转换成十进制数，那么将小数点后的第一位乘以 2^{-1} ，第二位乘以 2^{-2} ，以此类推，小数点前的转换方法与整数转换方法相同，然后将各项相加就得到用十进制表示的数。

例 1-5: $(100001.101)_2=1 \times 2^5+0 \times 2^4+0 \times 2^3+0 \times 2^2+0 \times 2^1+1 \times 2^0+1 \times 2^{-1}+0 \times 2^{-2}+1 \times 2^{-3}=(33.625)_{10}$

3. 不同进制数的转换

1) 二进制数和八进制数互换

二进制数转换成八进制数时，只要从小数点位置开始，向左或向右每三位二进制划分为一组（不足三位时高位补 0），然后写出每一组二进制数所对应的八进制数码即可。

例 1-6: 将二进制数 $(10110001.111)_2$ 转换成八进制数。

二进制数 $(10110001.111)_2$ 转换成八进制数是 $(261.7)_8$ 。反过来，将每位八进制数分别用三位二进制数表示，就可完成八进制数向二进制数的转换。

2) 二进制数和十六进制数互换

二进制数转换成十六进制数时，只要从小数点位置开始，向左或向右每四位二进制划分为一组（不足四位时高位补 0），然后写出每一组二进制数所对应的十六进制数码即可。

例 1-7: 将二进制数 $(11011100110.1101)_2$ 转换成十六进制数。

二进制数 $(11011100110.1101)_2$ 转换成十六进制数是 $(6E6.D)_{16}$ 。反过来,将每位十六进制数分别用四位二进制数表示,就可完成十六进制数向二进制数的转换。

3) 八进制数、十六进制数和十进制数的转换

这三者转换时,可把二进制数作为媒介,先把待转换的数转换成二进制数,再将二进制数转换成要求转换的数制形式。

1.2.2 BCD 码和 ASCII 码

1. BCD 码 (Binary Coded Decimal)

计算机内部以二进制的表示为基础,但在日常生活和工作中,我们习惯的却是十进制数,怎样来解决这一矛盾呢?有两种方法可供选择。

一种方法是采用“十转二”和“二转十”的程序。用户输入十进制数后,用“十转二”将其转换为二进制数,再在计算机内运算,输出时用“二转十”的程序把二进制数转换为十进制数,以方便人们的使用。

另一种方法是直接采用“二-十”进制。BCD 码就是“二-十”进制,即用二进制代码表示的十进制数。顾名思义,它既是逢十进一,又是一组二进制代码。用 4 位二进制代码表示十进制的一位数,一个字节可以表示两个十进制数,称为压缩的 BCD 码,如 10000111 表示十进制的 87;也可以用一个字节表示一位十进制的数,这种 BCD 称为非压缩的 BCD 码,如 00000111 表示十进制的 7。多进制与 BCD 码的对应关系如表 1-1 所示。

采用 BCD 码对于输出数据非常方便,被计算机系统广泛采用,以至于 MCS-51 系列单片机有一条指令 DA 就是用来调整十进制加法运算的。

表 1-1 多进制与 BCD 码对应关系

十进制数	八进制数	十六进制数	二进制数	4 位自然 二进制码	BCD 码	4 位典型 格雷码	十进制余三 格雷码
0	0	0	0000	0000	0000	0000	0010
1	1	1	0001	0001	0001	0001	0110
2	2	2	0010	0010	0010	0011	0111
3	3	3	0011	0011	0011	0010	0101
4	4	4	0100	0100	0100	0110	0100
5	5	5	0101	0101	0101	0111	1100
6	6	6	0110	0110	0110	0101	1101
7	7	7	0111	0111	0111	0100	1111
8	10	8	1000	1000	1000	1100	1110
9	11	9	1001	1001	1001	1101	1010
10	12	A	1010	1010	—	1111	—
11	13	B	1011	1011	—	1110	—
12	14	C	1100	1100	—	1010	—
13	15	D	1101	1101	—	1011	—

续表

十进制数	八进制数	十六进制数	二进制数	4位自然二进制码	BCD码	4位典型格雷码	十进制余三格雷码
14	16	E	1110	1110	—	1001	—
15	17	F	1111	1111	—	1000	—

2. ASCII 码 (American Standard Code for Information Interchange, 美国信息交换标准代码)

由于计算机中使用的是二进制数, 所以计算机中使用的字母、字符也要用特定的二进制表示, 目前普遍采用的是 ASCII 码。它采用 7 位二进制编码表示 128 个字符, 其中包括数码 0~9 以及英文字母等可打印的字符, 如表 1-2 所示。由表可见, 在计算机中一个字节可以表示一个英文字母。

从表 1-2 中可以查到“6”的 ASCII 码为“36H”, “R”的 ASCII 码为“52H”。

表 1-2 ASCII 码表

L	H							
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	)	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	(	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

1.2.3 电平

1) 常用电平简介

常用的逻辑电平有 TTL、CMOS、LVTTTL、ECL、PECL、GTL、RS232、RS422、LVDS 等。其中 TTL 和 CMOS 的逻辑电平按典型电压可分为四类: 5V 系列 (5V TTL 和 5V CMOS)、

3.3 V 系列, 2.5 V 系列和 1.8 V 系列。

5 V TTL (Transistor-Transistor-Logic, 晶体管-晶体管逻辑) 和 5 V CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor, 互补金属氧化物半导体逻辑电平) 是通用的逻辑电平。3.3 V 及以下的逻辑电平被称为低电压逻辑电平, 常用的为 LVTTTL 电平。

2) TTL 电平与 CMOS 电平的区别

TTL 电平是 5 V, CMOS 电平一般是 12 V。5 V 的电平不能触发 CMOS 电路, 12 V 的电平会损坏 TTL 电路, 因此两者不能互相兼容匹配。

(1) TTL 电平。输出 L: $<0.4\text{ V}$, $>2.4\text{ V}$; 输入 L: $<0.8\text{ V}$, $>2.0\text{ V}$ 。即器件输出低电平要小于 0.4 V, 高电平要大于 2.4 V; 输入低于 0.8 V 就认为是 0, 高于 2.0 V 就认为是 1。

(2) CMOS 电平。输出 L: <0.1 , $>0.9V_{\text{cc}}$ 。输入 L: $<0.3V_{\text{cc}}$, $>0.7V_{\text{cc}}$ 。即器件输出低电平要小于 $0.1V_{\text{cc}}$, 高电平要高于 $0.9V_{\text{cc}}$; 输入低于 $0.3V_{\text{cc}}$ 就认为是 0, 高于 $0.7V_{\text{cc}}$ 就认为是 1。

3) TTL 和 CMOS 转换常用的方法

常用的转换方法有晶体管或 OC/OD 器件结合上拉电阻进行电平转换, 将一个双极型三极管 (MOSFET) 或 OC/OD 器件 C/D 极接一个上拉电阻到正电源, 输入电平很灵活, 输出电平大致就是正电源电平。

74xHCT 系列芯片升压 (3.3 V \rightarrow 5 V): 凡是输入与 5 V TTL 电平兼容的 5 V CMOS 器件都可以用作 3.3 V \rightarrow 5 V 电平转换。这是由于 3.3 V CMOS 的电平刚好和 5 V TTL 电平兼容 (巧合), 而 CMOS 的输出电平总是接近电源电平的。超限输入降压法 (5 V \rightarrow 3.3 V, 3.3 V \rightarrow 1.8 V \cdots): 凡是允许输入电平超过电源的逻辑器件, 都可以用作降低电平。这里的“超限”是指超过电源, 许多较古老的器件都不允许输入电压超过电源, 但越来越多的新器件取消了这个限制 (改变了输入级保护电路)。例如, 74AHC/VHC 系列芯片, 其 datasheets (使用说明) 明确注明“输入电压范围为 0~5.5 V”, 如果采用 3.3 V 供电, 就可以实现 5 V \rightarrow 3.3 V 电平转换。

1.3 如何学习单片机

单片机是一门实用技术, 学习它的目的是增强实践能力, 根据教学团队近二十年教学经验, 我们总结了单片机的学习方法, 即: 一个目标, 四个过程。

学习单片机的目标就是: 通过单片机实验实训的锻炼, 增强自身实力, 获寻就业方向。学习单片机的四个过程是: 鹦鹉学舌、照葫芦画瓢、借力打力和理实结合。

第一步: 鹦鹉学舌。

大家刚开始接触单片机的时候, 属于单片机行业的初学者。单片机的外观, 单片机外围的各种器件, 单片机内部的各种结构, 单片机使用 C 语言的编程方法, 大家可能都没有见过, 全无概念。有些概念和方法不理解也没有关系, 只需要跟着老师的节奏去学习, 第一遍学习某一节课的内容时, 对于程序, 大家就可以完全跟着抄下来, 抄两遍, 三遍, 甚至多遍。过一段时间你会发现, 许多术语符号就认识了, 许多概念也慢慢地理解清楚了, 你也能大概看懂别人的小程序了。切忌觉得自己看会了, 就只复制粘贴。

第二步: 照葫芦画瓢。

很多同学学习的时候喜欢参考网络中的视频，看网络贴吧的程序，甚至借鉴周围人的程序，并且都能看懂，便觉得自己就会了，等到编写程序的时候，就不知道从何下手了，这是初学者很容易犯的毛病，所以第二步的内容就非常重要了。

课程团队的要求是：每一位同学，学完了当前课的内容并把第一步顺利完成以后，关掉视频教程，通过看电路图和查找非源代码的其他任何资料，把当节课学习的程序代码重新默写出来，边写边理解。甚至在学过几节课以后，可以把前面曾经这样实现过的课程，再按照这种方法做一遍。千万不要认为这一步没必要，这是你能否真正学会单片机的一个关键。在学完本教程之前，对每一课内容都要这样练习，如果每一个程序都能够熟练完成，那么可以说这节课的内容你已经基本掌握了。

第三步：借力打力。

单片机技术的最大特点就是可以通过修改程序来实现不同的功能，因此举一反三的能力就必不可少。在每一节课后，课程团队一般都会布置几个作业，大家应尽量独立完成。在完成作业的过程中，同学们可以参考课程团队的程序思路，在这个基础上通过思考去构建你自己的程序框架，最终将程序完成。

在工程师实际产品研发的时候，很多种情况下也是如此。比如开发一个产品，我们如果从头开发的话，可能会走很多弯路，遭遇很多前人曾遭遇过的挫折，所以通常的做法是寻找购买几款同类产品，然后先研究它们各自的优缺点，学习它们的长处，然后在同类产品基础上再来设计自己的产品，这就是“他山之石，可以攻玉”。

初学者在学习的时候，往往遇到的问题很多，但应该知道，你遇到的问题，可能前辈们早就遇到过了，所以遇到问题后，不要慌张，可以利用搜索引擎在网上搜一下，在网上找相关资料了解一下，不管是编程还是硬件设计，多参考别人的设计，只要把这些设计分析明白了，自己用起来，也就成为自己的知识了。

第四步：理实结合。

当大家把所有的课程都按照前边三步完成后，这个时候不妨再把书打开，再看看书，经过了实践，再看书的时候，对很多知识点会有一种恍然大悟的感觉。甚至视频教程、书籍都可以反复多看几遍，有的知识点当时学习的时候不明白，过了一段时间，回过头来再学习的时候，便明白了。

1.4 单片机学习的准备工作

第一：足够的信心、恒心和耐心。

心态上藐视它。通过学习和实训，很多同学做出来小车、超声波测距仪，甚至做出来了机器人。单片机在逻辑上并不复杂，只要认真、踏实、坚持学下去，肯定能学好这门技术。

过程上重视它。很多网络教程吹嘘十天八天就能学会，这是不现实的，更是不可能的。如果一个技术很简单就被学会，那么很多人都会这个技术，学习该技术也没什么前途。那究竟多久能学会呢？如果每天有2个小时左右的学习时间，大概1~3个月就可以入门了。入门的概念是指给你一个单片机开发任务，你起码知道要努力的方向和解决问题的大概方法了。

第二：实用的教材和视频教程。