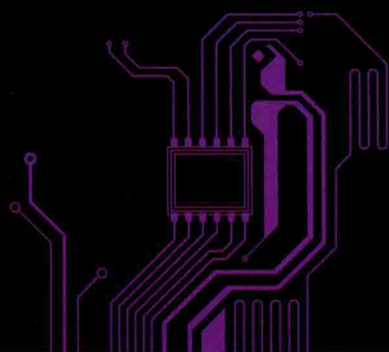




51单片机 逆向学习实战教程

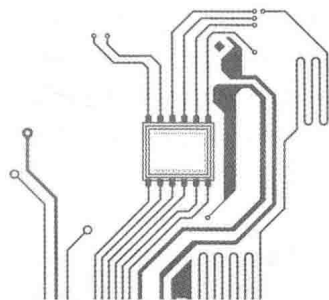
◎ 刘韶轩 尚弘琳 编著



- 51单片机入门必备图书，配套43节视频课程和课件
- 摒弃开发板的限制，使用最小系统板进行学习，可扩展任意模块
- 从零开始，稳扎稳打；剖析原理，尝试错误；注重实践与动手，更注重引导读者去思考

清华大学出版社





51单片机 逆向学习实战教程

◎ 刘韶轩 尚弘琳 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书根据作者学习单片机的经验和笔记整理而成,从实战出发,以制作简易信号发生器为主线,以学习 51 单片机为目的。从点亮一个发光二极管开始,到显示、输出一个完整的波形,逐步引导读者进行思考、尝试、犯错、修正以及优化,最终不仅学会 51 单片机,更掌握学习的方法,在使用其他单片机时快速入门。

本书共分 3 个部分。第 1 部分是对单片机的初步介绍和学习前的准备工作;第 2 部分是学习单片机,并制作简易信号发生器的过程,同时在里面添加了关于电源的内容;第 3 部分注重能力的提升,讲解了一些常用器件的使用方法,以及在遇到问题时该如何求助,向谁求助。

本书可作为自动化、电子信息科学与技术、智能仪器、电子技术、机电一体化和物联网等相关专业高年级本科生学习单片机时的入门教材,也可作为单片机爱好者的学习手册。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

51 单片机逆向学习实战教程/刘韶轩,尚弘琳编著. —北京:清华大学出版社,2016

电子设计与嵌入式开发实践丛书

ISBN 978-7-302-43462-7

I. ①5… II. ①刘… ②尚… 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(2016)第 078262 号

责任编辑:刘 星 战晓雷

封面设计:刘 键

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:17

字 数:422 千字

版 次:2016 年 7 月第 1 版

印 次:2016 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:068474-01

前言

为什么要写本书

随着电子产品的普及,智能家居、物联网概念的不断被强调,单片机几乎出现在我们生活的各个领域,例如工业控制、医疗、汽车、消费、娱乐等。而单片机技术的学习成为越来越多的人讨论的话题。

编者从2009年开始参加工作,到现在为止,参与了一些项目,也解决了一些问题。因此经常有一些初学者询问编者,到底该如何学习单片机。他们有的看了很多书,有的看了很多视频,甚至也有的买了电路板进行学习。但遇到实际问题时,他们还是会手足无措。这让编者自己也在思考,我们学单片机的时候,学的到底是什么?

编者认为有三方面是需要认真对待的:一是开发环境;二是学习方法;三是解决问题的能力。

先说开发环境,这是我们要直接面对的。一般来说,初学者进入一个自己未知的行业时,他脑中是一片茫然的。他不知道应该先做什么,后做什么,就如同一个中国人一下子来到了美国,哪里是餐厅,哪里是厕所,他是找不到的。这就需要有一个或者一本类似于指引手册的书来告诉初学者,学习的步骤是什么。

单片机开发环境的准备相对来说是比较烦琐的,从编程软件到下载软件,再到器件手册。不同厂家的单片机,其下载软件、下载线还有下载接口极有可能是不一样的。如果初学者自己摸索会非常吃力。这也是很多人希望找一个已经学会单片机的人手把手地教自己的原因。

再说学习方法,它决定了学习的质量。如果你学完以后,只会点亮一个发光二极管或者驱动一个数码管,那样的水平估计连入门也算不上。学单片机不是点亮一个数码管,学单片机也不是只会编程。它需要你既会动手搭建电路,又会编写代码。打个比方,练武功学会一招半式不代表你就学会武功了,像杨过那样把全真教的心法都背下来也不代表他学会了,你要把所有的招式都学会,按照心法练成一套完整的功夫,这才叫学会。

学单片机也是如此。会使用定时器、数码管就行了吗?编者觉得还不够,至少要做成一个简单的小项目,把你学到的东西都用在里面,这才叫掌握。

Foreword

最后是解决问题的能力。假设有一个问题,甲和乙都不知道答案,但是甲比乙能更快地找到答案,说明甲比乙更擅长解决问题。学习的过程不可能一帆风顺,肯定会遇到各种问题。遇到问题的时候,是向人求助,还是自己解决?

向人求助的话,如何向人提问才会使被拒绝的可能性最小?

自己解决的话,从哪个方面下手更容易接近答案?

所以,针对这三个方面,编者写了本书,把其定位为单片机初学者入门的时候应该看的一本书。因为在这本书里,读者会发现编者经常不会直接给出答案,而是告诉你如何寻找答案。当运用自己的能力把这些问题解决了的时候,你会发现自己已经顺利地融入单片机的世界里,并且学会了思考与探索。

内容特色

和同类书籍相比,本书有如下特色:

1) 比喻丰富

单片机中的一些专有名词或术语的定义都是比较抽象和枯燥的,因此在介绍这些名词术语的时候使用了生动的比喻,通过结合生活中常见的事件,帮助读者快速理解。

2) 搭建电路+编写程序

掌握单片机,要求既会搭建电路,又会编写程序。在本书中使用最小系统+洞洞板(或面包板)+常用元器件+杜邦线+焊接的方式来进行电路的搭建,同时通过编程、下载进行程序的验证,真正实现电路与程序两手抓,同时两手都要硬。

3) 由问题引发思考

初学者在搭建电路或编写程序的时候往往都很随意。但是随意的背后隐藏着很多问题,例如单片机输出高电平驱动LED为什么不够亮,数码管的驱动电路为什么这样接,编程时为什么除法指令用得少。这些问题在本书中会一一分析和解决,使读者从原理上知道为什么。

4) 注重程序风格

程序的编写并不是只要功能没问题就可以了,风格同样很重要。注释如何添加,子函数功能如何划分,甚至一个变量或者函数如何命名能增加可读性,本书对这些都会有说明。好的习惯要尽早养成!

5) 学会解决问题

遇到问题不可怕,解决不了问题才可怕。一般来说,初学者遇到的问题中有90%是其他初学者已经遇到并解决的。所以这时要做的就是通过一些方法来找到这些答案,这些方法在本书中也会一一介绍。

结构安排

本书主要分为三部分。

第1部分包括第1、2章,是对单片机的大致介绍以及学习前的准备工作。

第2部分包括第3~9章,是单片机的学习过程以及信号发生器的制作过程,在这个过

程中,从点亮一个 LED 开始,逐步深入学习、思考,验证每一种方案的优缺点,直到使 DA 器件输出需要的波形。同时在这一部分中还添加了关于电源的内容,确保即使没有任何基础的爱好者也能设计出可用的电源电路。

第 3 部分包括第 10~13 章,注重能力的提升,首先对前面各章中没有介绍的知识点进行补充,然后对一些常用器件的使用方法进行简单的说明。最后告诉读者当遇到个人无法解决的问题时如何通过求助的方式来找到答案。

本书配套资源和联系方式

2014 年编者在百度贴吧发帖《故事贴-我把单片机玩死了》,记录自己在学习和工作中遇到的问题,引发无数单片机爱好者的共鸣,该帖现在浏览量已经超过 59 万。读者可在此贴吧中与编者互动。

另外,提供了与本书同步的视频教程和课件,下载链接:

<http://pan.baidu.com/s/1hr0pxe0>

图书出版后也可通过 QQ 群与编者进行交流,相关的图书勘误也会在此提供。QQ 交流群:392636659。

QQ 交流群二维码:



致谢

感谢我的启蒙老师张朋月老师在我学习过程中的耐心指导,感谢那些和我一起学习单片机的同学陈海峥、吴会做、张德伟。也要感谢我的学长 sunny,在我写书的过程中给了我很多帮助。

限于编者的水平和经验,加之时间比较仓促,疏漏或者错误之处在所难免,敬请读者批评指正。有兴趣的朋友可以发送邮件到 2246080671@qq.com 与作者交流,也可以添加作者的 QQ: 2246080671 直接进行交流。

刘韶轩

2016 年 1 月

第 1 部分 从项目起步,学习单片机

第 1 章 单片机的前世今生	3
1.1 老生常谈单片机	3
1.1.1 你好,单片机	3
1.1.2 为什么学习 51 单片机	5
1.1.3 常见的单片机类型	6
1.2 因材施教,因物施法	7
1.2.1 通过 Proteus 仿真学习单片机	7
1.2.2 通过开发板学习单片机	8
1.2.3 逆向学习	8
1.3 软件入门基础	9
1.3.1 汇编语言与 C 语言的那些事	9
1.3.2 C 语言入门五式	10
1.3.3 加减乘除	13
1.3.4 数制三变	14
1.3.5 与或反	15
1.3.6 常用数据类型与大小	16
1.4 单片机资料准备	17
1.4.1 找到 datasheet	17
1.4.2 认识 STC89C52	18
1.4.3 STC89C52 与 AT89S52	19
第 2 章 项目的确定与准备	21
2.1 知己知彼	21
2.1.1 我们的目标	21
2.1.2 起步的门槛	22

2.2 项目的准备工作	23
2.2.1 准备器件	23
2.2.2 安装 Keil 软件	24
2.2.3 安装 CH340 的驱动程序	27
2.2.4 用 Keil 新建一个工程	29

第 2 部分 动手吧,做个信号发生器

第 3 章 搞定电源	37
------------------	----

3.1 线性稳压器	37
3.1.1 什么是线性稳压器	37
3.1.2 7805 及其应用电路	38
3.1.3 AMS1117 及其应用电路	40
3.1.4 低静态电流的 MCP1790	41
3.1.5 线性稳压器的优点与缺点	42
3.2 DC-DC	43
3.2.1 什么是 DC-DC	43
3.2.2 LM2576 及其应用电路	44
3.2.3 MP2307 及其应用电路	46
3.2.4 DC-DC 的优点与缺点	48
3.3 方案的选择与思考	49
3.3.1 电源芯片的主要参数	49
3.3.2 可调电源的一点联想	50

第 4 章 Hello, LED	52
------------------------	----

4.1 51 最小系统板	52
4.2 时钟	53
4.2.1 晶体与晶振	53
4.2.2 3 个周期	56
4.3 驱动 LED	57
4.3.1 初识 LED	57
4.3.2 点亮 LED	58
4.3.3 程序的编译与下载	59
4.3.4 特殊功能寄存器的位定义	63
4.3.5 引脚的驱动能力	64
4.3.6 LED 闪烁	65
4.3.7 Keil 仿真	66
4.4 程序的风格	69
4.5 流水灯与子函数	72

4.5.1	流水灯 1	72
4.5.2	流水灯 2	75
4.6	头文件	77
4.6.1	什么是头文件	77
4.6.2	头文件的种类	79
第 5 章	攻克定时中断	81
5.1	中断	81
5.1.1	揭掉中断的面纱	81
5.1.2	中断的种类与优先级	82
5.1.3	中断相关的寄存器	83
5.2	定时器	85
5.2.1	什么是定时器	85
5.2.2	定时相关寄存器	85
5.3	定时中断与 LED	86
5.3.1	定时中断控制 LED 闪烁	86
5.3.2	自动装载模式控制 LED 闪烁	89
5.4	PWM	90
5.4.1	了解 PWM 波形	90
5.4.2	自动装载模式与 PWM	91
5.4.3	PWM 与呼吸灯	92
5.5	函数的定义与声明	94
第 6 章	征服数码管	97
6.1	三极管与蜂鸣器	97
6.1.1	什么是三极管	97
6.1.2	什么是蜂鸣器	98
6.1.3	三极管驱动蜂鸣器	98
6.1.4	蜂鸣器驱动电路优化	99
6.1.5	开关三极管的使用误区	101
6.2	认知数码管	102
6.2.1	什么是数码管	102
6.2.2	数码管的驱动电路	104
6.2.3	数码管编码	107
6.3	点亮数码管	108
6.3.1	宏定义	108
6.3.2	数字静止显示	109
6.4	数组	110
6.4.1	一维数组的定义及使用	110

6.4.2	数字循环显示	111
6.4.3	code 的用法	112
6.4.4	数码管动态显示	113
6.4.5	局部变量与全局变量	116
6.5	指针	118
6.5.1	指针与指针变量	118
6.5.2	指针与数组	118
6.5.3	指针、数组、数码管	119
第 7 章	玩转按键	121
7.1	扫描检测	121
7.1.1	检测单个按键	121
7.1.2	按键消抖	123
7.1.3	按键控制蜂鸣器	125
7.1.4	检测矩阵键盘	127
7.1.5	函数返回值	132
7.1.6	函数返回值的注意事项	133
7.2	中断检测	134
7.2.1	外部中断的介绍	134
7.2.2	低电平中断检测按键	135
7.2.3	下降沿中断检测按键	137
7.2.4	按键与计数器	138
7.3	扫描检测与中断检测的优缺点	141
第 8 章	拿下 IIC 和 DAC	143
8.1	关于 PCF8591	143
8.1.1	什么是数/模转换	143
8.1.2	PCF8591 的主要参数	144
8.1.3	DAC 的主要指标	145
8.1.4	什么是 IIC	146
8.2	PCF8591 的外围电路	147
8.2.1	PCF8591 的应用电路	147
8.2.2	硬件地址	148
8.2.3	基准源	148
8.2.4	IIC 总线接口和时序	149
8.2.5	PCF8591 的输出电路	153
8.3	输出多少,你说了算	153
8.3.1	学会看 datasheet	153
8.3.2	相关寄存器	155

8.3.3	跑起来吧,PCF8591	156
8.3.4	基于 D/A 的呼吸灯	160
8.3.5	多个 C 源文件	162
8.3.6	extern 的用法	165
第 9 章	诞生吧,信号发生器	166
9.1	诞生前的准备	166
9.1.1	程序流程图	166
9.1.2	信号发生器的流程图	167
9.1.3	程序调试思路	168
9.1.4	确定原理图	169
9.1.5	波形取值	170
9.2	频率不可调	171
9.2.1	定时、查表、输出	171
9.2.2	中断、优化、补偿	173
9.2.3	波形、频率、显示	177
9.3	频率可调	179
9.3.1	频率上限与下限	179
9.3.2	输入与算法	180
9.3.3	第一个波形	181
9.4	波形可调	184
9.4.1	方波、三角波取值	184
9.4.2	波形、频率可调	185
9.5	指针与优化	189
9.5.1	数组与指针	189
9.5.2	中断、再次优化	190

第 3 部分 查漏补缺,方案与能力的升级

第 10 章	迟到的 UART 口	195
10.1	UART 口的第一次接触	195
10.1.1	什么是 UART 口	195
10.1.2	UART 口应用电路	196
10.1.3	波特率	198
10.1.4	寄存器与工作方式	199
10.2	UART 口的应用	201
10.2.1	UART 与 LED	201
10.2.2	UART 与 ASCII 码表	204
10.2.3	UART 与内码	207

10.3 串口的用途	210
10.3.1 调试	210
10.3.2 信号发生器方案大变样	210
第 11 章 遗忘的 A/D 采样	212
11.1 模/数转换	212
11.1.1 什么是模/数转换	212
11.1.2 PCF8591 的模/数转换	213
11.2 采样与输出	215
11.2.1 电位器采样	215
11.2.2 NTC 与光敏电阻	217
第 12 章 杂七杂八	219
12.1 1602 液晶	219
12.1.1 液晶屏相关参数	219
12.1.2 操作时序及指令	221
12.1.3 液晶显示例程	222
12.2 红外遥控	227
12.2.1 红外遥控的初步接触	227
12.2.2 红外遥控的通信方式	229
12.2.3 红外遥控编程实例	231
12.2.4 433 模块的解码	235
12.3 温度传感器 DS18B20	237
12.3.1 DS18B20 的初步了解	237
12.3.2 控制 DS18B20 的指令	239
12.3.3 DS18B20 的工作时序	241
12.3.4 DS18B20 的实例	243
第 13 章 善假于物	249
13.1 百度与搜索	249
13.1.1 直接搜索	249
13.1.2 关键字搜索	251
13.2 QQ 与求人	252
13.2.1 技术讨论群	252
13.2.2 QQ 群提问的忌讳	253
13.2.3 提问的艺术	253
参考文献	256
后记	257

第 1 部分

从项目起步,学习单片机

单片机的前世今生

学习,从来就是一件严肃的事情!关于单片机的入门方法,有人习惯研究 datasheet,把单片机的寄存器一个一个看一遍,然后再去写代码,设计电路;有人建议买开发板,在一个规划好的平台上进行学习。

而编者更喜欢在实战中入门与学习,为什么?当我们学习走路的时候,不需要知道脚面与地面成多少角度,不需要知道左右脚要用多少力,只是去模仿别人就行了。亚里士多德曾经说过,一切学习都是从模仿开始的!

1.1 老生常谈单片机

1.1.1 你好,单片机

到底什么是单片机?根据百度百科的定义,单片机(microcontroller)是一种集成电路芯片,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)、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能(可能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。

说实话,编者不是很喜欢这个定义,因为对于一个新手来说,这个定义貌似给不了他想要的东西,反而带来了更多的疑问。例如,什么是 RAM,什么是 ROM,什么是 I/O,什么是定时器/计数器等。对于一个新人来说,这些问题估计他想破头也想不出来。

换个说法,单片机是一种芯片,可以通过对其编写程序来控制它进行工作。其中,ROM 用来存储编写的程序;RAM 用来提供程序执行和运算所需的空间;I/O 就是芯片上的引脚,通过编程可以控制 I/O 输出不同的电平信号;定时器/计数器可以实现定时和计数的功能。把这些功能(高级单片机还有其他功能)集成到一块芯片上,这就是单片机。图 1.1 就是一个单片机的框架结构。

寄存器		定时器/计数器
ROM	CPU	中断系统
RAM		其他接口
I/O		高级功能

图 1.1 单片机的框架结构

举个例子,小明要参加一场数学考试,需要什么?草稿纸、笔、手表,同时要背诵大量的计算公式等。在这个过程中,计算公式就是程序,小明要按照公式的规则去计算,才能得出正确的结果;大脑是 ROM,用于存储公式;草稿纸是 RAM,当处理问题的时候,那些处理的流程和中间结果都要在草稿纸上体现出来;小明的手是 I/O 口,用于输出计算得到的结果;手表是计时器,当一道题花费时间太多的时候,就要放弃,进行下一道题。

这样一来,对单片机的理解是不是深入了很多?

在编者刚接触电子的时候,对单片机有一个误解,觉得所有的芯片都是单片机,或者都是可编程的。例如编者小的时候拆解自己家里的电子设备,看到每一个引脚多的芯片,都以为是单片机,现在想想,还是挺单纯的。那么单片机在一个电路里到底充当什么角色呢?通过一个原理图来说明,如图 1.2 所示,这是一个 MP3 的解决方案。

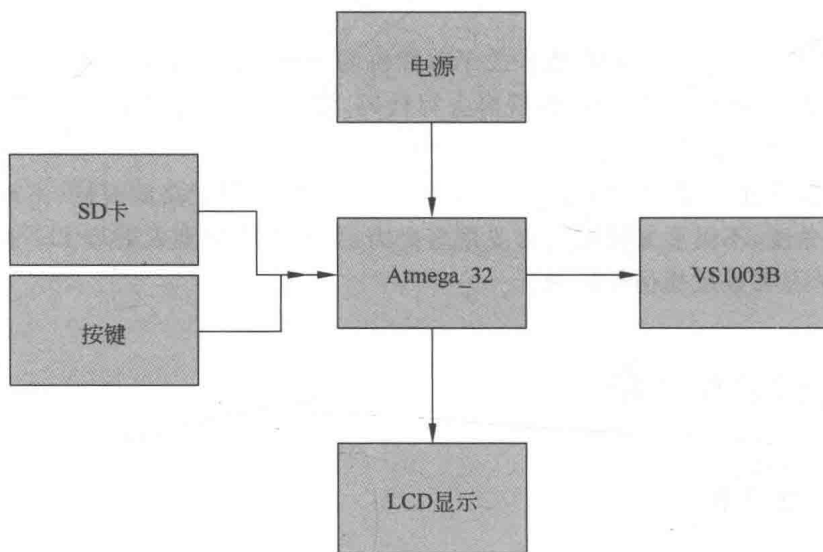


图 1.2 MP3 的解决方案

这是一个基于 Atmega_32+VS1003B+SD 卡+LCD 的 MP3 的解决方案。在图中,Atmega_32 是 ATMEL 公司的单片机,SD 卡(Secure Digital Memory Card)即常用的半导体闪存卡,VS1003B 是 VLSI 公司生成的一款内置 DSP 核心、具有音频编解码功能的集成电路,LCD 为液晶屏。

在这个系统中,电源电路为整套设备供电,需要播放的歌曲存储在 SD 卡中。播放歌曲时,单片机(Atmega_32)从 SD 卡中读取歌曲的数据。关于歌曲的属性方面的信息,例如作者、歌曲名、时长,显示在液晶屏上面;关于歌曲的音频方面的数据,传送到集成电路 VS1003B 里面,经过解码,转换为旋律,只要插上耳机,即可听到美妙的音乐。

在这个过程中,单片机实现的是数据的读取、运输以及简单的分析、处理的功能。最终音频数据的解码通过芯片 VS1003B 实现,歌曲信息的显示通过液晶屏来实现,都是借助外部电路。打个比方,单片机就好像变形金刚的大脑,给它装上一个躯体,再输入相应的程序,就可以实现想要的功能。而这些躯体有的是不具备可编程能力的,只能被动地接收一些指令或数据。

1.1.2 为什么学习 51 单片机

一谈起 51 单片机,最先想到的型号是什么? 8051,8031,还有 89C51,89S51,89C52,它们之间究竟是什么关系?

MCS-51 其实是美国 Intel 公司(是的,就是大名鼎鼎的英特尔)生产的一系列单片机的总称,这一系列单片机包括很多品种,例如 8031、8051、8751、8032、8052、8752 等,其中 8051 是最早、最典型的产品,该系列的其他单片机都是在 8051 的基础上进行功能的增、减、改变而得来的,所以人们习惯于用 8051 来称呼 MCS-51 这一系列单片机,或者说 51 单片机。8031 是前些年在我国流行的单片机,它和 8051 相比最大的特点是没有程序存储空间。后来 Intel 公司将 MCS-51 的内核技术转让给了很多其他公司,所以市面上出现了很多以 8051 为核心的单片机。各家公司根据自身的实力对单片机的功能进行了一些优化,以满足不同的需求,但是整体架构不会变。

其中 89C51 与 89C52 这几年在我国非常流行,两者的主要区别在于 89C51 有两个定时器/计数器,它的程序存储空间是 4KB; 89C52 有三个定时器/计数器,它的程序存储空间是 8KB。

因此 51 单片机是上述这几种单片机型号的统称,而在旧型号不断被淘汰的今天,51 主要用来特指 89C51 或 89C52 这两种型号。

为什么选择学习 51 单片机,原因有以下几点。

第一,学习资料丰富,无论是书籍、视频、源码还是开发板,51 的学习资料太全了。想看书,图书馆里有好多种供你选择——讲汇编语言的,讲 C 语言的,讲寄存器的;想看视频,优酷、土豆视频网上有,各个大学的老师还有一些 MCU 爱好者自己录制的学习视频;或者买一套开发板,也会送相应的配套视频;源码,就更不用提了,电子工程世界、电子发烧友网站等提供了大量的源码供你学习;开发板,上某宝一搜,铺天盖地。所以,学 51 单片机的时候,千万不要担心资料不够多,因为它的资料是最多的!

第二,遇到问题的时候求助方便。因为学习 51 单片机的人多,所以,当你学习的时候遇到解决不了的问题时,可以轻易地找到解决的方案。为什么? 因为你遇到的 90% 的问题,别人已经遇到并且解决了,所以当你向别人求助的时候,很轻易就能得到答案。

例如,用 51 单片机设计一款产品,它能够把运行过程中产生的重要数据存储到 AT24C01 里面。用过的人都知道,这个芯片是 IIC 接口的,正常来说,需要单片机有相应的硬件接口,然后配置一下相应的寄存器就行了。但是在 51 单片机里面是没有 IIC 接口的,那就需要用普通的 I/O 引脚来模拟 IIC 总线的运行时序,进行数据的读写。

如果是没做过模拟的人,第一次自己写肯定很头疼。但是你有没有想过,中国有这么多名工程师学习 51 单片机,他们是不是早就遇到了你遇到的问题? 他们是不是已经把问题解决了? 如果你能够想明白这一点,再去学习单片机,就会事半功倍了! 只要在百度中输入“51 单片机模拟 IIC 总线”,如图 1.3 所示,就能得到你想要的答案。

第三,也是最重要的一点,学习 51 单片机是学习其他单片机的一个桥梁! 51 单片机从配置上说算是低端单片机了,但正是由于功能低端,学习方便,反而是入门的良好选择。通过 51 单片机入门以后,再去学习任意一款单片机,都会有一种水到渠成的感觉。