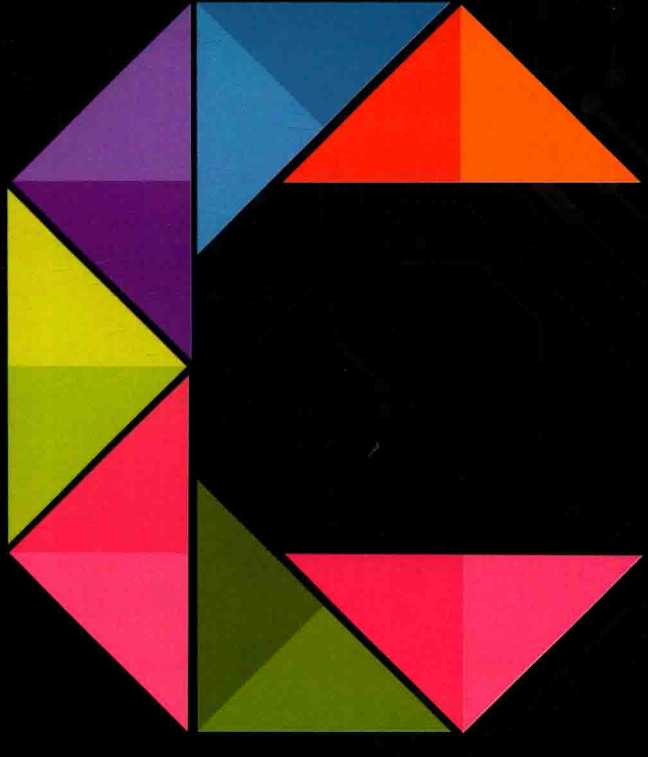
C语言单片机控制及应用项目教程

主　编　杨旭方
副主编　颜重波　张俊武



非外借

中国工信出版集团
電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

C语言单片机控制及应用项目教程

主　编　杨旭方
副主编　颜重波　张俊武

Publishin　　Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以任务驱动为主线，结合考证需要精心设计任务（项目），以必需、够用为原则，注重工程实践，强化动手能力的培养，书后附有多套考证样题，适合不同层次读者的需要。

本书共设置了 13 个项目，通过对 13 项制作任务的讲解，让读者掌握单片机入门知识、输入与输出口应用、键盘接口技术、中断原理及应用、定时/计数器原理及应用、数码管静态显示、数码管动态显示、LED 点阵显示、A/D 转换、D/A 转换、串口通信技术、I^2C 总线技术以及液晶显示温度计设计等相关知识，重点突出各项技能实训。

本书以培养读者对单片机的应用能力为宗旨，突出基础知识的掌握和实践技能的训练，充分体现了职业院校为国家培养技能人才的特点。

本书可以作为职业技术院校及专业培训教材使用，也适合从事单片机开发的技术人员阅读。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

C 语言单片机控制及应用项目教程 / 杨旭方主编. —北京：电子工业出版社，2017.9
ISBN 978-7-121-32826-8

Ⅰ. ①C… Ⅱ. ①杨… Ⅲ. ①单片微型计算机－C 语言－计算机控制－教材 Ⅳ. ①TP368.1②TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 243882 号

策划编辑：张瑞喜
责任编辑：张瑞喜
印　　刷：中国电影出版社印刷厂
装　　订：中国电影出版社印刷厂
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：787×1092　1/16　印张：13　字数：316 千字
版　　次：2017 年 9 月第 1 版
印　　次：2017 年 9 月第 1 次印刷
定　　价：35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：zhangruixi@phei.com.cn。

前　言

本教程融进了作者多年教学实践和科研工作的经验积累，是作者多年课程教学改革成果的体现，编写特色如下。

1. 以“任务驱动”为主线，通过“项目任务”带动教学

本教程编写以“布置任务”、“分析任务”“探索知识”和“完成任务”为主线，将知识点融入到活生生的“任务”中，让读者在完成“任务”的过程中激发兴趣，掌握知识，并培养发现问题、分析问题和解决问题的能力。

2. 结合考证需要，精心设计“项目任务”

本教程结合单片机快速开发专项能力认证和实际教学要求，精心设计“项目任务”，力求“任务”符合考试大纲要求，同时，为了降低学习难度，将学习重点、难点巧妙地隐含到各个小“任务”中，力求一个“任务”解决 2~3 个重点和难点。

3. 以“够用、适用”为原则，注重工程实践

全教程以“任务”为主线，以考证、工程实际需要为目的组织、安排项目内容，以“够用、适用”为原则，摒弃过时、应用不多且难度较大的内容，力求内容能满足上岗、教学和生产需要，真正做到学习与就业无缝对接。

4. 强化动手能力培养，适合不同层次学习需求

全教程所有“任务”制作步骤简洁明了，读者根据书中操作提示便可以完成“任务”，通过“任务”的解决，培养读者实操能力。

本书由杨旭方任主编，颜重波、张俊武任副主编，余巧书、谢振兴、姜异秀参与编写。其中杨旭方编写项目六、项目九、项目十和附录 A、附录 B、附录 C，颜重波编写项目一至项目四，张俊武编写项目七、项目八、项目十二，谢振兴编写项目十一，余巧书编写项目十三，姜异秀编写项目五，全书由杨旭方统稿，并得到了陈键等老师大力帮助，在此表示感谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编　者

二〇一七年八月三日

目　录

项目一　单个彩灯闪烁——单片机入门知识 ……1

1.1　能力培养 ……2
1.2　任务分析 ……2
1.3　如何使用 LED 发光二极管 ……2
1.4　如何使用二进制数和十六进制数 ……3
1.4.1　数制 ……3
1.4.2　数制转换 ……4
1.5　如何使用单片机 ……5
1.5.1　单片机简介 ……5
1.5.2　MCS-51 单片机引脚 ……6
1.5.3　MCS-51 单片机的基本结构 ……8
1.5.4　MCS-51 单片机时序与时钟电路 ……8
1.5.5　MCS-51 单片机复位及复位电路 ……10
1.5.6　MCS-51 单片机存储器结构 ……10
1.6　如何设计 LED 发光二极管与单片机接口电路 ……16
1.7　如何设计单个彩灯闪烁程序 ……17
1.7.1　置 1 和清 0 操作 ……17
1.7.2　延时子程序 ……17
1.7.3　单个彩灯闪烁程序设计 ……19
考考你自己 ……20

项目二　广告灯控制——输入/输出口应用 ……21

2.1　能力培养 ……22

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

2.2 任务分析 …… 22
2.3 单片机 I/O 端口 …… 22
2.3.1 P0 口（P0.0～P0.7） …… 22
2.3.2 P1 口（P1.0～P1.7） …… 23
2.3.3 P2 口（P2.0～P2.7） …… 23
2.3.4 P3 口（P3.0～P3.7） …… 24
2.4 单片机的存储器 …… 25
2.4.1 程序存储器—ROM …… 25
2.4.2 片内数据存储器—RAM …… 26
2.4.3 片外数据存储器—RAM …… 28
2.5 C51 标识符和关键字 …… 28
2.5.1 C51 标识符 …… 29
2.5.2 关键字 …… 29
2.6 C51 基本数据类型 …… 29
2.6.1 char 字符类型 …… 29
2.6.2 int 整型 …… 30
2.6.3 long 长整型 …… 30
2.6.4 float 浮点型 …… 30
2.6.5 *指针型 …… 30
2.6.6 bit 位标量 …… 30
2.6.7 sfr 特殊功能寄存器 …… 30
2.6.8 sfr16 16 位特殊功能寄存器 …… 30
2.6.9 sbit 可寻址位 …… 31
2.7 C51 的常量与变量 …… 31
2.7.1 常量 …… 31
2.7.2 变量 …… 31
2.7.3 变量的存储类型 …… 32
2.8 C51 常用运算符 …… 33
2.8.1 赋值运算符与赋值表达式 …… 33
2.8.2 算术运算符 …… 33

2.8.3 关系运算符与关系表达式 …… 34
2.8.4 逻辑运算符 …… 34
2.8.5 位运算符 …… 34
2.8.6 自增和自减运算符 …… 35
2.8.7 复合赋值运算符 …… 35
2.9 如何设计发光二极管与单片机接口硬件电路 …… 35
2.10 如何设计广告灯 C 程序 …… 36
2.10.1 任务分析 …… 36
2.10.2 花样流水灯程序设计 …… 37
考考你自己 …… 40
项目三 键盘控制显示——键盘接口技术 …… 41
3.1 能力培养 …… 42
3.2 任务分析 …… 42
3.3 如何将键击动作转换为位数字量信息 …… 42
3.3.1 如何使用键盘 …… 42
3.3.2 如何消除键盘抖动与转换位数字量 …… 43
3.3.3 如何识别按键与计算键值 …… 44
3.4 如何设计键盘与单片机接口电路 …… 48
3.4.1 独立式键盘与单片机接口电路——键盘控制显示任务 …… 48
3.4.2 行列式键盘与单片机接口电路 …… 49
3.5 如何使用基本算术运算指令 …… 51
3.5.1 加法运算 …… 51
3.5.2 减法运算 …… 52
3.5.3 乘法指令 …… 52
3.5.4 除法指令 …… 52
3.6 如何使用基本逻辑运算指令 …… 53
3.7 如何设计键盘接口程序 …… 54
3.7.1 编程实现键值识别 …… 54
3.7.2 键盘控制 LED 灯显示 …… 56

考考你自己 …… 59

项目四　报警器设计——中断原理及应用 ……60

4.1　能力培养 …… 61
4.2　任务分析 …… 61
4.3　如何使用 MCS-51 单片机中断系统 …… 61
4.3.1　中断的概念与功能 …… 61
4.3.2　MCS-51 单片机的中断系统 …… 63
4.3.3　中断编程 …… 66
4.4　如何设计安防报警电路 …… 71
4.4.1　如何使用安防探测器 …… 71
4.4.2　安防报警电路 …… 73
4.4.3　安防报警器与单片机接口电路 …… 74
4.5　如何设计安防报警程序 …… 75
4.5.1　系统初始化及中断服务程序 …… 75
4.5.2　主程序 …… 76
4.5.3　程序清单列表 …… 76
考考你自己 …… 77

项目五　定时控制器的设计——定时/计数器原理及应用 ……78

5.1　能力培养 …… 78
5.2　任务分析 …… 79
5.3　如何使用定时/计数器 …… 79
5.3.1　定时/计数器的结构 …… 79
5.3.2　定时/计数器的结构与工作原理 …… 80
5.3.3　单片机定时/计数器的方式寄存器和控制寄存器 …… 80
5.3.4　定时/计数器的工作方式 …… 81
5.3.5　定时器/计数器的定时/计数范围 …… 83
5.4　如何设计定时控制器 …… 84
考考你自己 …… 86

项目六　一位数码显示器设计——数码管静态显示 ……87

6.1　能力培养 ……88
6.2　任务分析 ……88
6.3　如何使用数码管 ……88
6.3.1　数码管的内部结构 ……88
6.3.2　数码管的类型 ……89
6.4　如何设计数码管与单片机接口电路 ……90
6.5　如何设计数码管显示程序 ……91
6.5.1　显示日期的个位数字 ……91
6.5.2　9S 计数器 ……91
考考你自己 ……93

项目七　学号显示器设计——数码管动态显示 ……94

7.1　能力培养 ……94
7.2　任务分析 ……94
7.3　数码管动态显示原理 ……95
7.4　如何设计数码管与单片机动态显示接口电路 ……95
7.5　如何设计数码管动态显示程序 ……96
7.5.1　学号显示器程序流程图 ……96
7.5.2　学号显示器程序 ……97
考考你自己 ……98

项目八　汉字显示设计——LED 点阵显示 ……99

8.1　能力培养 ……100
8.2　任务分析 ……100
8.3　如何显示汉字 ……100
8.3.1　汉字像素显示形式 ……100
8.3.2　LED 点阵屏的内部结构 ……101
8.4　如何设计汉字点阵显示电路 ……102

8.5 如何设计汉字点阵显示程序 …… 102
考考你自己 …… 104
项目九 数字式温度计——A/D 转换与单片机接口技术 …… 105
9.1 能力培养 …… 105
9.2 任务分析 …… 106
9.3 A/D 转换基本知识 …… 106
9.3.1 A/D 转换器原理 …… 106
9.3.2 A/D 转换器性能指标 …… 108
9.4 如何使用 A/D 转换器 …… 108
9.5 如何设计 A/D 转换器与单片机接口电路 …… 110
9.6 如何设计 A/D 转换器与单片机接口程序 …… 110
考考你自己 …… 112
项目十 锯齿波信号发生器——D/A 转换与单片机接口技术 …… 113
10.1 能力培养 …… 113
10.2 任务分析 …… 113
10.3 D/A 转换基本知识 …… 114
10.3.1 D/A 转换器原理 …… 114
10.3.2 D/A 转换器性能指标 …… 114
10.4 如何使用 D/A 转换器 …… 115
10.5 如何设计 D/A 转换器与单片机接口电路 …… 116
10.6 如何设计 D/A 转换器与单片机接口程序 …… 117
考考你自己 …… 117
项目十一 串行通信设计——串口通信原理及应用 …… 118
11.1 能力培养 …… 119
11.2 任务分析 …… 119
11.3 如何使用串口通信技术 …… 119
11.3.1 串行通信的分类 …… 119

11.3.2 串行通信的制式 …… 121
11.4 如何使用 MCS-51 单片机串行口 …… 122
11.4.1 串行口特殊功能寄存器 …… 122
11.4.2 串行口的工作方式 …… 124
11.5 如何设计单片机串口通信电路 …… 127
11.6 如何设计单片机串口通信程序 …… 129
11.6.1 任务分析 …… 129
11.6.2 程序流程图设计 …… 129
11.6.3 程序清单 …… 130
考考你自己 …… 132
项目十二 单片机记录开机次数设计——I^2C 总线技术 …… 133
12.1 能力培养 …… 134
12.2 任务分析 …… 134
12.3 如何使用 I^2C 总线 …… 134
12.3.1 I^2C 总线 …… 134
12.3.2 I^2C 总线数据传送 …… 135
12.4 E^2PROM 器件 AT24C02 …… 136
12.5 如何设计单片机记录开机次数电路 …… 137
12.6 如何模拟单片机 I^2C 总线数据 …… 139
12.7 如何编写单片机记录开机次数的程序 …… 142
12.7.1 程序流程图设计 …… 142
12.7.2 程序清单 …… 143
考考你自己 …… 144
项目十三 多功能温度计设计——液晶显示温度计 …… 145
13.1 能力培养 …… 146
13.2 任务分析 …… 146
13.3 如何使用 LCD1602 …… 146
13.4 如何设计 LCD1602 与单片机接口电路 …… 148

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

13.5 如何设计 LCD1602 显示程序 …… 150
考考你自己 …… 166

附录 A 常用芯片引脚 …… 167

附录 B ASCII 码表 …… 171

附录 C 单片机装调工专项能力认证 …… 173

单片机装调工专项能力认证鉴定标准（中级） …… 173
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 1 …… 176
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 2 …… 179
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 3 …… 182
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 4 …… 185
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 5 …… 188
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 6 …… 191
单片机装调工专项能力认证（中级）模拟试题 7 …… 194

项目一　单个彩灯闪烁
——单片机入门知识

愿你知多点

在日常生活中，我们经常使用各种显示器，例如LED路灯、酒店霓虹灯、市场广告灯等。那么，这些显示器是如何制作的呢？用什么元件控制？在这里，我们将通过完成“单个彩灯闪烁”任务来学习制作LED显示器的方法及单片机的相关知识。

LED发光二极管应用实例图示如图1-1所示。

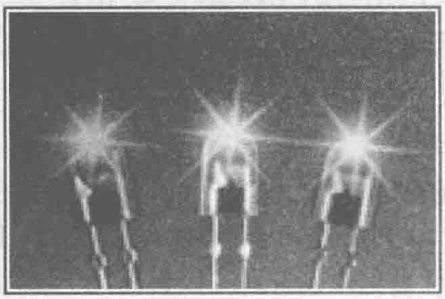
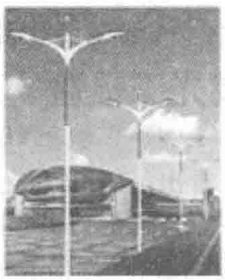
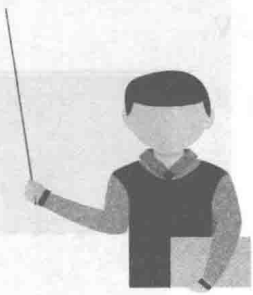



图1-1　LED发光二极管应用实例图示



教学目的

掌握：单个彩灯接口电路设计方法；LED发光二极管的基本使用。
理解：单个彩灯闪烁编写方法。
了解：单片机的内部结构及相关知识。

1.1 能力培养

本项目通过完成“单个彩灯闪烁”任务，可以培养读者以下能力：

（1） 能识别 LED 发光二极管的引脚；

（2） 能正确使用 LED 发光二极管；

（3） 能制作单个彩灯。

1.2 任务分析

要完成此项任务，需要掌握以下五方面知识：

（1） 如何使用 LED 发光二极管；

（2） 如何使用二进制数和十六进制数；

（3） 如何使用单片机；

（4） 如何设计 LED 发光二极管与单片机接口电路；

（5） 如何设计单个彩灯闪烁程序。

下面将从这五方面进行学习。

1.3 如何使用 LED 发光二极管

从图 1-2 和图 1-3 中可以看出，LED 发光二极管与普通二极管一样，共有两只引脚，其中 A 为正极（也称阳极），K 为负极（也称阴极），内部是由一个 PN 结组成的，且具有单向导电性（即正向导通，反向截止），但其导通开启电压比普通二极管高，一般为 1.2～2.5V。

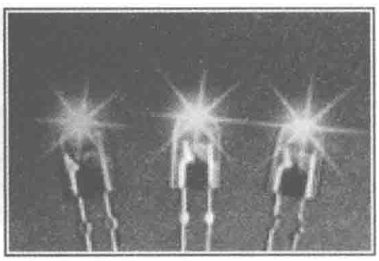


图 1-2 LED 发光二极管实物

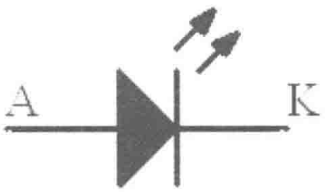


图 1-3 LED 发光二极管电路符号

发光二极管正向导通时，二极管点亮，发光亮度与材料、结构以及工作电流有关，一般来说，工作电流越大，亮度越大；发光二极管反向截止时，二极管灭，因此，只要控制发光二极管两端的电压，就可以实现单个 LED 灯的闪烁控制。

1.4　如何使用二进制数和十六进制数

1.4.1　数制

所谓数制，就是人们利用符号计数的一种科学方法，数制有很多种，计算机常用的数制有二进制、十六进制和十进制 3 种。一个数值，可以用不同数值表示。日常生活中，人们经常使用十进制数，而在计算机中，主要使用二进制数。由于二进制数由一长串 0 和 1 组成，位数太多，不便于书写和记忆，因此，我们编程时主要使用十六进制数。

1.　十进制（Decimal）

十进制数共有 10 个数字符号，它们分别为 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9，这 10 个数字符号又称数码。主要特点如下：

（1）　有 0～9 共 10 个数码；

（2）　基数为 10，逢十进一；

（3）　十进制数用 D 表示。

任何一个十进制数可以用按权展开方式表示，方法如下。

$D=A_{n-1}\times10^{n-1}+\ldots+A_2\times10^2+A_1\times10+A_0+A_{-1}\times10^{-1}+A_{-2}\times10^{-2}+\cdots$

其中，A_i 为十进制数的第 i 位，10^i 为十进制数的第 i 位的权。例如十进制数 35 可表示为：

$$35D=3\times10+5$$

2.　二进制（Binary）

二进制数只有两个数码，即 0 和 1，特点是逢二进一，用 B 表示。

同理，任何一个二进制数可以用按权展开方式表示，方法如下。

$B=A_{n-1}\times2^{n-1}+\cdots+A_2\times2^2+A_1\times2+A_0+A_{-1}\times2^{-1}+A_{-2}\times2^{-2}+\cdots$

其中，A_i 为二进制数的第 i 位，2^i 为二进制数的第 i 位的权。例如二进制数 1011 可表示为：

$$1011B=1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+1$$

3.　十六进制（Hexadecimal）

十六进制数共有 16 个数码，即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E 和 F，其特点是逢十六进一，用 H 表示。

十六进制数也可以按权展开，方法与十进制数类似，具体如下。

$H=A_{n-1}\times16^{n-1}+\cdots+A_2\times16^2+A_1\times16+A_0+A_{-1}\times16^{-1}+A_{-2}\times16^{-2}+\cdots$

其中，A_i 为十六进制数的第 i 位，16^i 为十六进制数的第 i 位的权。例如十六进制数 17 可表示为：

$$17H=1\times16+7$$

以字母开头的十六进制数在书写时要在字母前加 0，如 BH 要写成 0BH。

温馨提示

1.4.2 数制转换

1. 二进制数与十进制数之间的转换

（1） 二进制数转换成十进制数。

要将二进制数转换成十进制数，只要将二进制数按权展开后相加即可。例如：

$$011B=1\times2^3+0\times2^2+1\times2^1+1=11D$$

（2） 十进制数转换成二进制数。

将十进制数转换成二进制数通常采用“除 2 取余倒记法”，具体方法是先用 2 连续去除十进制数，直到商小于 2 为止，再将各次所得的余数按逆序书写。

例如，将 15H 转换为二进制数，转换过程为：

$$\begin{array}{r|l|l} 2 & 15 & 1 \\ 2 & 7 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ & 1 & \end{array}$$

“除 2 取余倒记法”适用于十进制整数转换成二进制数，若十进制数为小数，则采用“乘 2 取整顺记法”。

例如，将 0.75H 转换为二进制数，转换过程为：

0.75×2=1.5，取 1.5 的整数部分为 1；1.5 去除整数部分后为 0.5，而 0.5×2=1.0，则：0.75D=0.11B。

温馨提示

2. 十六进制　　十进制数之间的转换

（1） 十六进制数转换成十进制数。

要将十六进制数转换成十进制数，只要将十六进制数按权展开后相加即可。例如：

$$15H=1\times16+5=21D$$

（2） 十进制数转换成十六进制数。

将十进制数转换成十六进制数通常采用“除 16 取余倒记法”，具体方法是先用 16 连续去除十进制数，直到商小于 16 为止，再将各次所得的余数按逆序书写。

例如，将 35D 转换为十六进制数，转换过程为：

$$16 \overline{)\ 35\ } \quad 3 \quad 2 \quad 2$$

> “除 16 取余倒记法”适用于十进制整数转换成十六进制数，若十进制数为小数，则采用“乘 16 取整顺记法”。
> 例如，将 0.625 转换为十六进制数，转换过程为：
> 0.625×16=0AH，取 0A 的整数部分为 A，则 0.75D=0.AH。

3. 十六进制数与二进制数之间的转换

（1） 二进制数转换成十六进制数。

将二进制数转换成十六进制数通常采用“四合一法”，具体方法如下：

① 整数部分从二进制数的低位（即小数点前面）开始，每 4 为作为一组，划分整数部分，不足 4 位左补 0；

② 小数部分从二进制数的高位（即小数点的后面）开始，每 4 为作为一组，划分小数部分，不足 4 位又补 0。

例如，将 101.11B 转换成十六进制数。

$$\underline{0101}.\underline{1100}$$
$$5 \quad C$$

则，101.11B=5CH。

（2） 十六进制数转换成二进制数。

将十六进制数转换成二进制数通常采用“一分为四法”，具体方法如下：

将十六进制数的整数部分和小数部分的每 1 位均用 4 位二进制数表示，然后在删除整数部分前面和小数部分后面多余的 0。

例如，将 3A.5H 转换成二进制数。

$$3 \quad A \quad . \quad 5$$
$$\underline{0011} \quad \underline{1010} \quad . \quad \underline{0101}$$

1.5 如何使用单片机

1.5.1 单片机简介

单片微型计算机（Single-Chip Microcomputer）简称单片机，是微型计算机发展的一个重要分支。它采用超大规模技术将具有数据处理能力的微处理器（CPU）、随机存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、输入与输出接口等电路集成到一个芯片上，构成一个微型计算机系统。因单片机具有体积小、功能强、可靠性高、功耗低等优点，在家用电器、自动化仪表、工业控制等领域得到了广泛的应用。

单片机的应用改变了传统控制系统的设计理念。传统控制系统中的继电器、可控硅以

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com