

模块一、绪论

本章主要介绍单片机的概念，发展及应用。学习单片机要求学生具有一定的电子电路和数字电路的应用基础知识。为此我们概括介绍了二进制数的概念及数制之间的转换，还介绍了 PROTEUS 仿真软件的安装及使用方法。并以实例一步一步指导学生进行安装仿真说明了单片机应用系统的开发过程。以提高学生的学习兴趣和应用能力。

【教学聚焦】

知识目标：

- 1、熟悉单片机的特点及应用
- 2、掌握单片机的开发及系统设计
- 3、掌握仿真软件 PROTEUS 的应用
- 4、了解单片机的系列产品及发展

技能目标：

- 1、能够应用仿真软件 PROTEUS 绘制电路原理图设计
- 2、学会单片机应用系统的开发

【课时建议】 6 课时

教学重点：PROTEUS 仿真软件安装调试

教学难点：PROTEUS 绘制电路原理图设计

【课堂随笔】

可以通过仿真演示单片机控制的流水灯使学生提高兴趣

项目 1. 1 单片机及发展概况

1.1.1 什么是单片机

单片机是指一个集成在一块芯片上的完整计算机系统。它是将计算机的 CPU、存储器、定时器和多种输入/输出接口电路集成在一块超大规模集成电路芯片上成为了芯片级的计算机。尽管它的大部分功能集成在一块小芯片上，但是它具有一个完整计算机所需要的大部分部件。如图 1.1 示

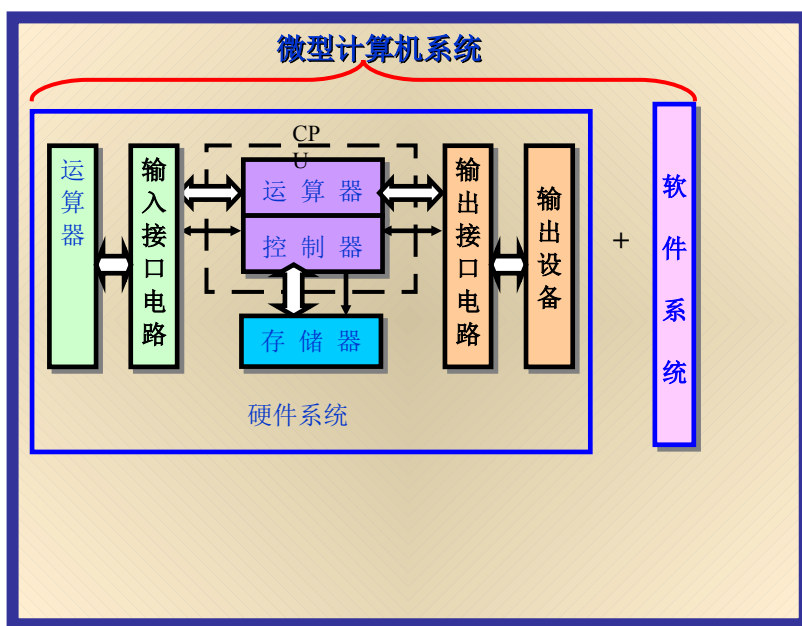


图 1.1 单片微型计算机系统

单片机又被称为微控制器（Microcontroller），是因为它最早被用在工业控制领域。单片机由芯片内仅有 CPU 的专用处理器发展而来。当代单片机系统已经不再只在裸机环境下开发和使用的，大量专用的[嵌入式操作系统](#)被广泛应用在全系列的单片机上。而在作为掌上电脑和手机核心处理的高端单片机已经可以直接使用专用的 Windows 和 [Linux 操作系统](#)。单片机比专用处理器更适合应用于嵌入式系统，因此它得到了最多的应用。目前单片机已成为世界上数量最多的计算机

概括的讲：一块芯片就成了一台计算机。它的体积小、质量轻、价格便宜、为学习、应用和开发提供了便利条件。

1.1.2 单片机的特点

单片机主要有如下特点：

1、有优异的性能价格比。

2、集成度高、体积小、有很高的可靠性。单片机进入各功能部件集成在一块芯片上，内部采用总线结构，减少了各芯片之间的连线，大大提高了单片机的可靠性与抗干扰能力。另外，其体积小，对于强磁场环境易于采取屏蔽措施，适合在恶劣环境下工作。

3、控制功能强。为了满足工业控制的要求，一般单片机的指令系统中均有极丰富的转移指令、I/O口的逻辑操作以及位处理功能。单片机的逻辑控制功能及运行速度均高于同一档次的微机。

4、低功耗、低电压，便于生产便携式产品。

5、外部总线增加了 IC（Inter-Integrated Circuit）及 SPI（Serial Peripheral Interface）等串行总线方式，进一步缩小了体积，简化了结构。

6、单片机的系统扩展和系统配置较典型、规范，容易构成各种规模的应用系统。

1.1.3 单片机的应用

目前单片机应用在工业控制，科研科技等领域并且已渗透到我们生活的各个领域，几乎很难找到哪个领域没有单片机的踪迹它已成为人类生活的得力助手。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，结合不同类型的[传感器](#)，可实现诸如电压、[功率](#)、频率、湿度、温度、流量、速度、厚度、角度、长度、硬度、元素、压力等物理量的测量。采用单片机控制使得仪器仪表数字化、智能化、微型化，且功能比起采用电子或[数字电路](#)更加强大。大大简化仪器仪表的硬件结构，提高其性能价格比。

2、单片机在工业控制中的应用

用单片机可以构成形式多样的控制系统和机电一体化工业。使机电产品集成机械技术、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，例如电梯智能化控制、各种报警系统，与计算机联网构成二级控制系统等。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、单片机在汽车设备领域中的应用

单片机在汽车电子中的应用非常广泛，例如汽车中的发动机控制器，基于 CAN 总线的汽车发动机智能[电子控制器](#)，GPS 导航系统，[abs 防抱死系统](#)，制动系统等等。

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单片机组成，各自完成特定的任务。例如在汽车上一般要配备 40 多部单片机，复杂的工业控制系统上甚至可能有数百台单片机在同时工作。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。单片机在人类生活中的应用

5、现在的家用电器基本上都采用了单片机控制，从电饭煲、洗衣机、电冰箱、空调机、彩电、等在我们的生活中无此不有。

6、单片机在其他方面的应用

7、单片机在办公自动化中、在医用设备中、在计算机网络和通信领域中、在实时控制中的应用等领域中都有着广泛地应用。

8、单片机已成为计算机发展和应用的一个重要方面。另一方面，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了。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。

1.1.3 单片机的发展

单片机发展是以微处理器技术及超大规模集成电路的发展为基础，以其优越的性能、低廉的价格和强大的控制功能以及广泛的应用领域为动力表现出了其强劲的发展趋势。

1、单片机的发展史

单片机诞生于 1971 年，经历了 SCM、MCU、SOC 三大阶段

(1) 第一阶段 Intel 公司推出第一个 4 位的微处理器标志着第一代微处理器问世，随后 Intel 公司又推出了具有代表意义的 MCS-48 系列单片机，“单片机”一词即由此而来。

(2) 第二阶段 20 世纪 80 年代初，Intel 公司在 MCS-48 系列单片机的基础上，推出了 MCS-51 系列 8 位高档单片机。MCS-51 系列单片机无论是片内 RAM 容量，I/O 口功能，系统扩展方面都有了很大的提高。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、控制总线及具有很多机通信功能的串行通信接口。

②CPU 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指令系统趋于丰富和完善，并且增加了许多突出控制功能的指令。

这一阶段的单片机应用领域非常广泛，在我国工业控制，仪器仪表等方面得到了迅猛的发展。

(3) 第三阶段 8 位单片机的巩固发展及 16 位及 32 位单片机的推出阶段，也是单片机向速度更快、中使用的电路技术、接口技术、多通道 A/D 转换部件、可靠性技术等应用到单片机中，增强了外围电路功能，强化了智能控制的特征。

项目 1. 2 单片机的开发及学习方法

2.1.1 二进制数的概念及数制之间的转换

单片机需要处理计数问题，人们在日常生活中，习惯于用十进制，而在计算机中，采用的是二进制，有时也采用八进制或十六进制，任何信息必须转换成二进制形式数据后才能由计算机进行处理、存储和传输。这就需要进行数制间的转换。

一、十进制

定义：所谓十进制就是以 10 为基数的计数体制。任何一个数都可以用

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 十个数码，按一定规律排列起来表示，其计数规律是“逢十进一”。

例如：十进制数 $4261.2 = 4 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 1 \times 10^0 + 2 \times 10^{-1}$

其中第一个 2 的权是 10^3 ，表示 4000；小数点后的 2 的权是 10^{-1} ，表示 0.2

二、二进制数

定义：二进制就是以 2 为基数的计数体制。二进制数有两个特点：它由两个基本数字 0, 1 组成，二进制数运算规律是“逢二进一”。

为区别于其它进制数，二进制数的书写通常在数的右下方注上基数 2，或加后面加 B 表示。

例如：二进制数 10110011 可以写成 $(10110011)_2$ ，或写成 10110011B，对于十进

制数可以不加注.计算机中的数据均采用二进制数表示,这是因为二进制数具有以下特点:

1) 二进制数中只有两个字符 0 和 1, 表示具有两个不同稳定状态的元器件。例如, 电路中有, 无电流, 有电流用 1 表示, 无电流用 0 表示。类似的还比如电路中电压的高, 低, 晶体管的导通和截止等。

2) 二进制数运算简单, 大大简化了计算中运算部件的结构。

二进制数的加法和乘法运算如下:

$0+0=0$ $0+1=1$ $1+0=1$ $1+1=10$ 因为二进制只认识 1、0 所以逢二进一

$0\times 0=0$ $0\times 1=0$ $1\times 0=0$ $1\times 1=1$

三、八进制和十六进制

由于使用二进制数位很多, 不便于书写和记忆, 因此在数字计算机的资料中常采用十六进制数或八进制数来表示二进制数。上述十进制和二进制数的表示法可以推广到十六进制和八进制。例如十六进制数采用十六个数码, 而且“逢十六进一”。这种数制中有十六个不同的数字: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A(对应于十进制数中的 10),B(11),C(12),D(13),E(14),F(15)。它是以十六为基数的计数体制。

例如: 十六进制数 4AC8 可写成 (4AC8)₁₆, 或写成 4AC8H。

2.1.2、数制转换

一、R 进制→十进制

人们习惯于十进制数, 若将 R 进制数转化为等值的十进制数, 只要将 R 进制数按位权展开, 再按十进制运算即可得到十进制数, 即按照幂级数展开。

举例:

例 2.1.3 将二进制数 (11011.101)₂ 转换成十进制数。

解: $(11011.101)_2 = 1\times 2^4 + 1\times 2^3 + 0\times 2^2 + 1\times 2^1 + 1\times 2^0 + 1\times 2^{-1} + 0\times 2^{-2} + 1\times 2^{-3}$
 $= 16 + 8 + 0 + 2 + 1 + 0.5 + 0 + 0.125$
 $= (27.625)_{10}$

例 2.1.4 将八进制数 (136.524)₈ 转换成十进制数。

解: $(136.524)_8 = 1\times 8^2 + 3\times 8^1 + 6\times 8^0 + 5\times 8^{-1} + 2\times 8^{-2} + 4\times 8^{-3}$
 $= 64 + 24 + 6 + 0.625 + 0.03125 + 0.0078125$
 $= (94.6640625)_{10}$

例 2.1.5 将十六进制数 (13DF.B8)₁₆ [(13DF.B8)_H] 转换成十进制数。

解: $(13DF.B8)_{16} = 1\times 16^3 + 3\times 16^2 + 13\times 16^1 + 15\times 16^0 + 11\times 16^{-1} + 8\times 16^{-2}$
 $= 4096 + 768 + 208 + 15 + 0.6875 + 0.03125$
 $= (5087.71875)_{10}$

二、十进制→R 进制

1、十进制数转换成 R 进制数, 须将整数部分和小数部分分别转换

整数转换——除 R 取余法 规则: (1) 用 R 去除给出的十进制数的整数部分, 取其余数作为转换后的 R 进制数据的整数部分最低位数字; (2) 再用 2 去除所得的商, 取其余数作为转换后的 R 进制数据的高一位数字; (3) 重复执行 (2) 操作, 一直到商为 0 结束。

例 2.1.6 把十进制数 (25)₁₀ 转换成二进制数。

解: 由于二进制基数为 2, 所以逐次除以 2 取其余数 (0 或 1):

2. 小数转换——乘 R 取整法 规则: (1) 用 R 去除给出的十进制数的小数部分, 取乘积的整数

部分作为转换后 R 进制小数点后第一位数字；（2）再用 R 去乘上一步乘积的小数部分，然后取新乘积的整数部分作为转换后 R 进制小数的低一位数字；（3）重复（2）操作，一直到乘积为 0，或已得到要求精度数位为止。

什么进制就用进制除以要转换的进制的数

十进制整数转换成 R 进制数采用逐次除以基数 R 取余数的方法：

- (a) 将给定的十进制整数除以 R，余数作为 R 进制的最低位 (LSB)。
- (b) 把前一步的商再除以 R，余数作为次低位。
- (c) 重复 (b) 步骤，记下余数，直至最后商为零，最后的余数即为 R 进制的最高位 (MSB)。

十进制纯小数转换成 R 进制数，采用小数部分乘以 R 取整数的方法：

- (a) 将给定的十进制纯小数乘以 R，乘积的整数部分作为 R 进制小数部分的最高位；
- (b) 把第一步乘积的小数部分继续乘以 R，乘积的整数部分作为 R 进制小数次高位；
- (c) 重复 (b)，直到乘积的小数部分为 0 或达到一定的精度为止。

注：由精度确定小数位数的方法

因为 R 进制一位小数达到的精度为 R^{-1} ，n 小数达到的精度为 R^{-n} ，故小数的位数 n 应满足：

$$R^{-n} \leq \text{给定精度}$$

n 取满足上式的最小整数。

(2) 举例

例 2.1.6 把十进制数 (25)₁₀ 转换成二进制数。

解：由于二进制基数为 2，所以逐次除以 2 取其 余数 (0 或 1)：

2.1.3、编码

数字系统中的信息可分为两类，一类是数值，另一类是文字符号（包括控制符）。为了表示文字符号信息，往往也采用一定位数的二进制码表示，这个特定的二进制码称为代码。建立代码与十进制数、字母、符号的一一对应关系的方法称为编码。

一、有权 BCD 码

如表 2.2.1 中的 8421 码，二进制代码的每位都有相应的位权值，如 b_0 的位权为 $2^0=1$ ， b_1 的位权为 $2^1=2$ ， b_2 的位权为 $2^2=4$ ， b_3 的位权为 $2^3=8$ ，这种二进制 BCD 码称为有权 BCD 码。由于 8421BCD 代码中，每位的位权值分别为 8, 4, 2, 1，所以这种代码又称为 8421BCD 码。有权 BCD 代码和十进制自然数之间可以相互转换，方法是将对应的代码对应的数码按照下式相互转换。十进制数与二进制码之间可用下式来表示：

$$(N)_D = W_3 b_3 + W_2 b_2 + W_1 b_1 + W_0 b_0$$

式中 $W_3 \sim W_0$ 为二进制码中各位的位权。

二、无权 BCD 码

如表 2.2.1 中的余 3 码，二进制代码的每位没有相应的位权值，这种二进制 BCD 码称为无权 BCD 码。无权 BCD 代码和十进制自然数之间也可以相互转换，方法是将对应的代码对应的数码通过查表的方法相互转换。实际上，还有一种常见的无权码叫格雷码，其编码如表 2.2.2 所示。这种码的特点是：相邻的两个码组之间仅有一位不同，因而常用于模拟量的转换中，当模拟量发生微小变化而引起数字量发生变化时，格雷码仅改变 1 位，这样与其他码同时改变两位或多位的情况相比更为可靠，即可减少出错的可能性。表 2.2.2 格雷码

b_3	b_2	b_1	b_0	G_3	G_2	G_1	G_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1

通常，人们可通过键盘上的字母、符号和数值向计算机发送数据和指令，每一个键符可用二进制码来表示，ASCII 码即是其中的一种，它是用 7 位二进制码表示的。

三、信息的代码表示

人们的日常生活每时每刻都离不开信息，信息的传播是人类社会交流的基础，信息传播有各种途径。人们讲话可以靠空气、固体电缆等传播，广播、电视是通过无线电波传播等等，那么计算机的信息又靠什么来传播呢？它有三种途径：网络电缆、固体磁盘、无线电波，但无论是那种途径，都必须经过编码，即用固定的代码代表特定的信息，因为计算机能够识别的只有二值的 0 和 1，这样的例子有很多，比如键盘上的每个英文字符都可以用特定的 ASCII 码表示，每个汉字都可以用国际码表示，这些都是固定的，但是，对模拟信号而言，由于信号的连续性，无法直接用代码表示，必须经模—数转换，用一组代码表示固定信息。信息用代码表示后，就可以进行传输，而在传输过程中的信息识别要求有统一的协议，如图 2.2.1 所示。

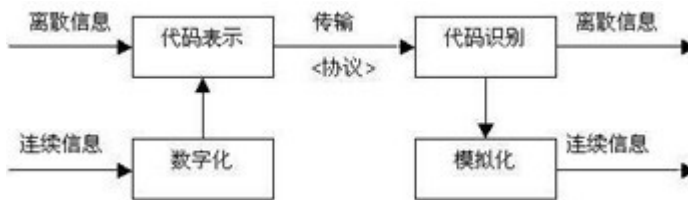


图 2.2.1 信息的代码传输

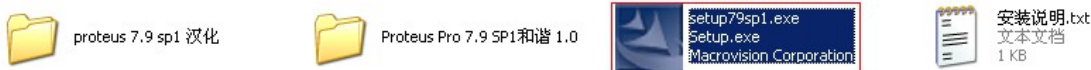
ASCII 码：美国(国家)信息交换标准(代)码，一种使用 7 个或 8 个二进制位进行编码的方案，最多可以给 256 个字符(包括字母、数字、标点符号、控制字符及其他符号)分配(或指定)数值。

ASCII 码于 1968 年提出，用于在不同计算机硬件和软件系统中实现数据传输标准化，在大多数的小型机和全部的个人计算机都使用此码。ASCII 码划分为两个集合：128 个字符的标准 ASCII 码和附加的 128 个字符的扩充和 ASCII 码。比较 EBCDIC

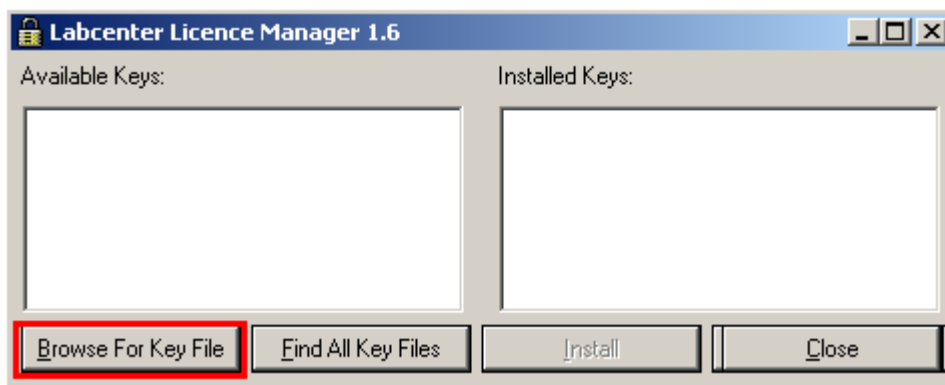
项目 1. 3 单片机模拟仿真软件 PROTEUS 应用

技能 1.3.1 Proteus7.9 仿真软件的安装

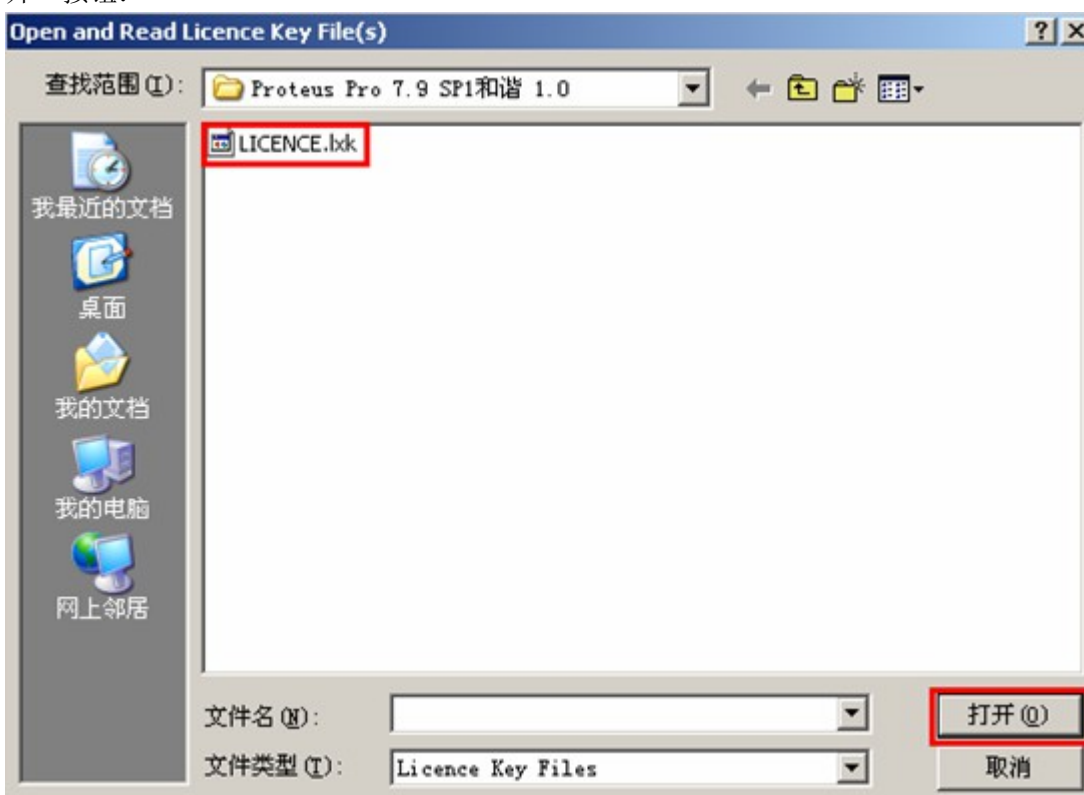
(1) 像安装其他软件一样，双击安装图标“setup79sp1.exe”：



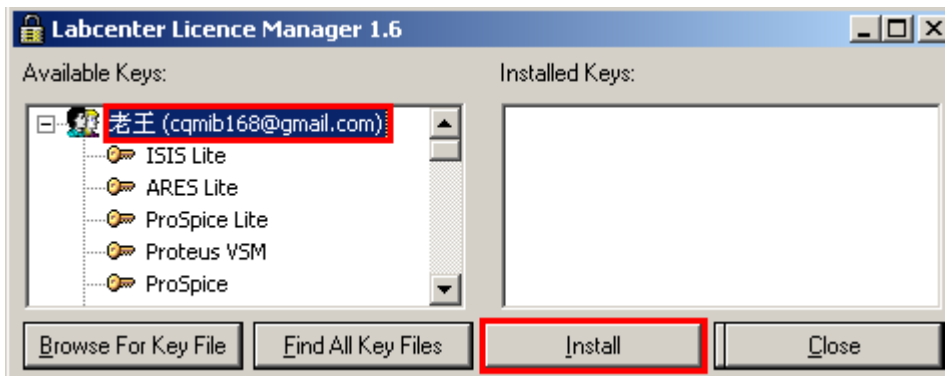
(2) 多次点击 “Next(下一步)”按钮，直到出现如下窗口：



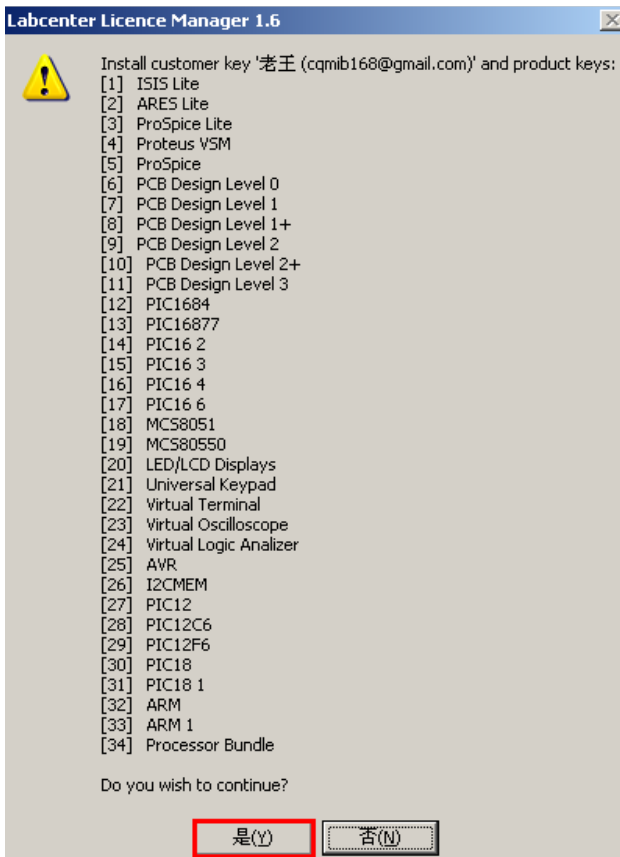
(3) 点出 “Browse For Key File”按钮，在安装文件夹中找到 “LICENCE.lxk”文件，选中并点击 “打开” 按钮：



(4) 先选择对话框左上角红色方框内容，再点击 “Install（安装）” 按钮：



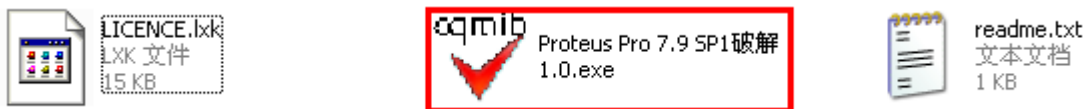
(5) 在 “Labcenter Licence Magager 1.6”窗口中选择 “是”：



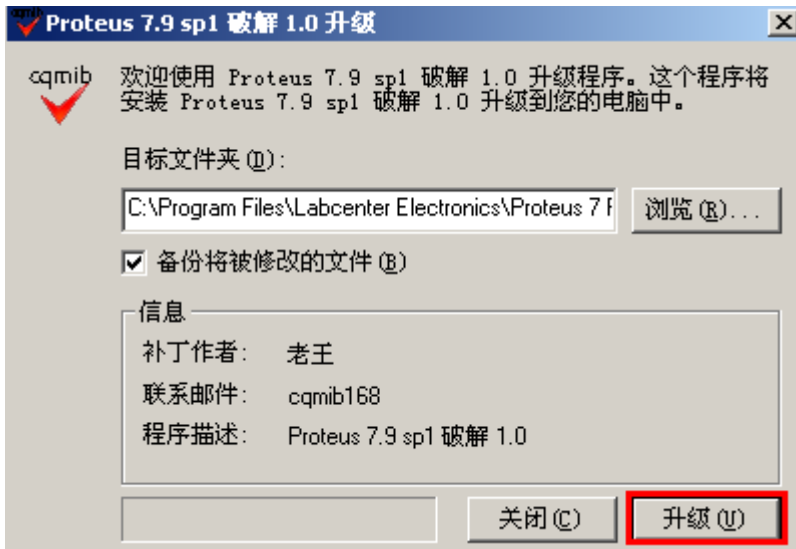
(6) 在下列窗口中选择“Close”，接下来多次点击“Next”，和“Finish（完成）”按钮：



(7) 在安装文件中找到下列图标并双击：



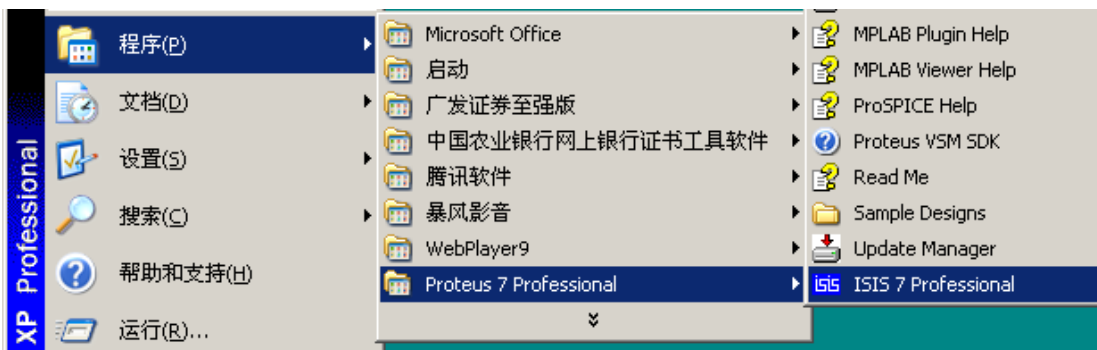
(8) 点击“升级（U）”按钮，接着会提示升级成功，到此大家已经可以正常使用 Proteus7.9 的英文版本了：



(9) 需要汉化的同学可以将安装文件夹中、汉化文件里面的下列两个文件复制到 “*:\Program Files\Labcenter Electronics\Proteus 7 Professional\BIN”文件夹内完成替换并汉化，其中“*”为安装盘符。

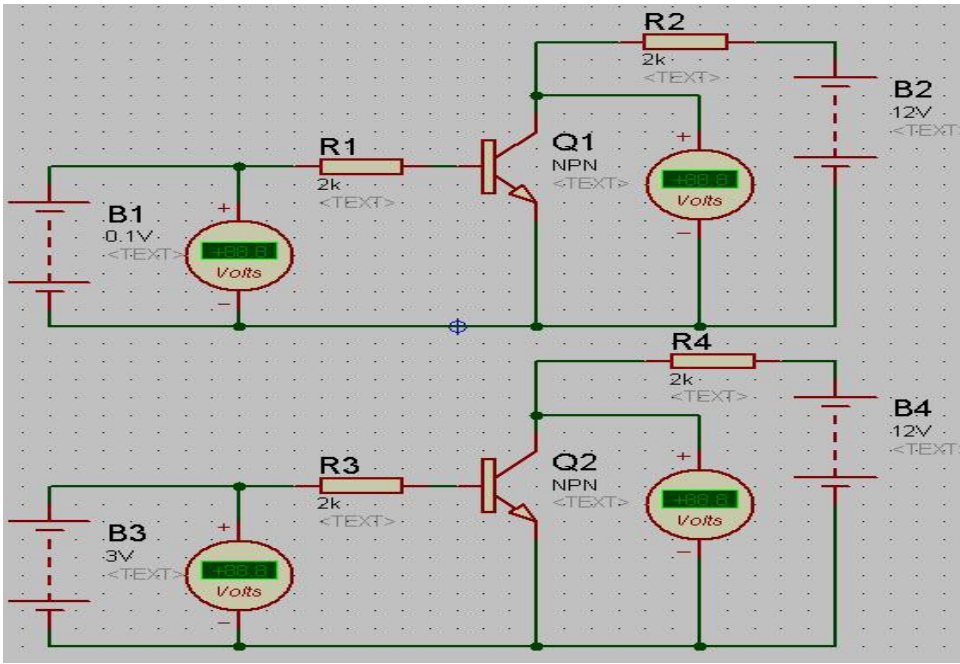


(10) 最后同学们可以按下列方式打开软件了：



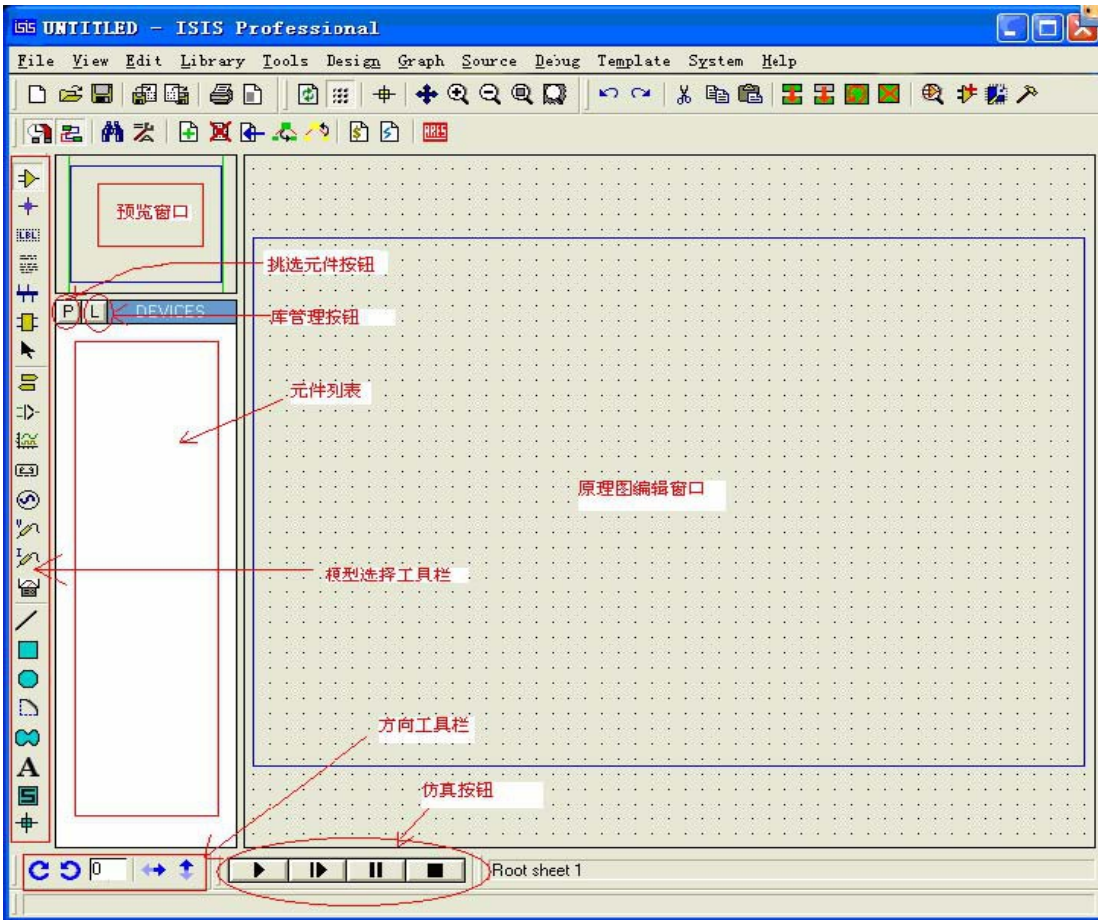
技能 1.3.2 应用 PROTEUS 仿真软件绘制电路图

我们以完成任务“测试反相器电路的输入和输出”作为载体，来掌握这个仿真软件的常用的、基本的操作：



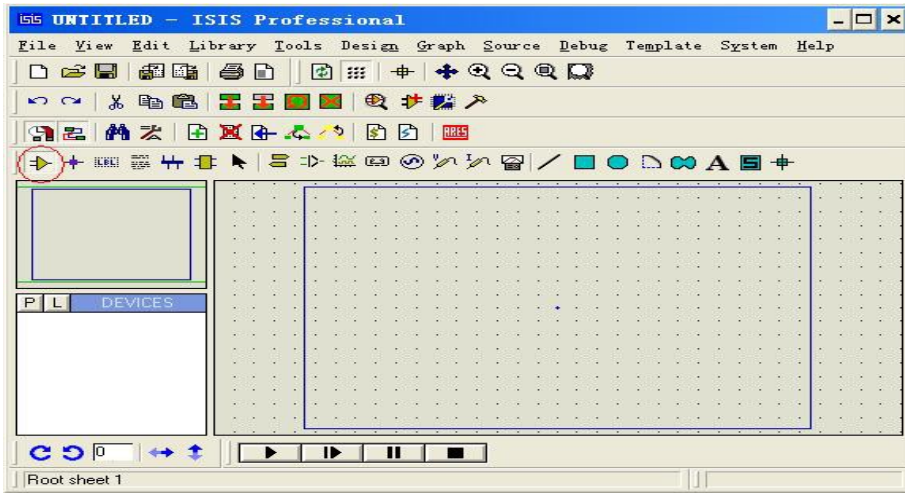
1、绘制原理图

(1) 打开 Proteus 软件：双击安装后桌面快捷图标，或者如图-1.3..2（1）所示方式打开；

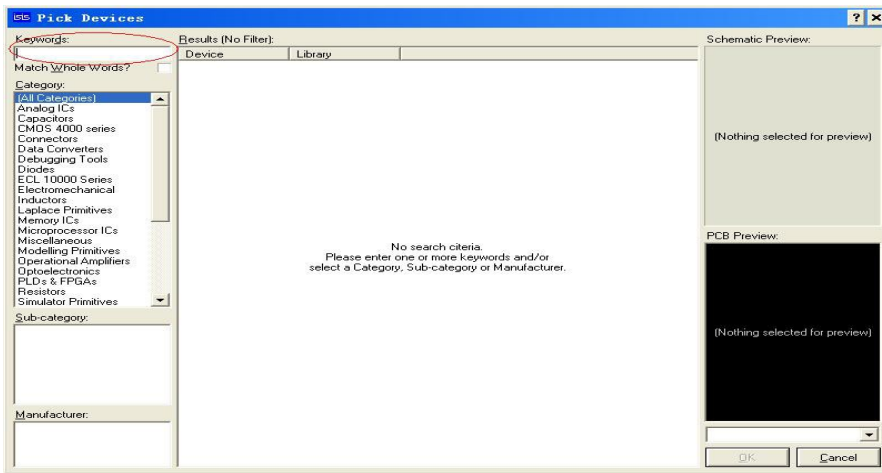


(2) 将元件添加到“元件列表”框：

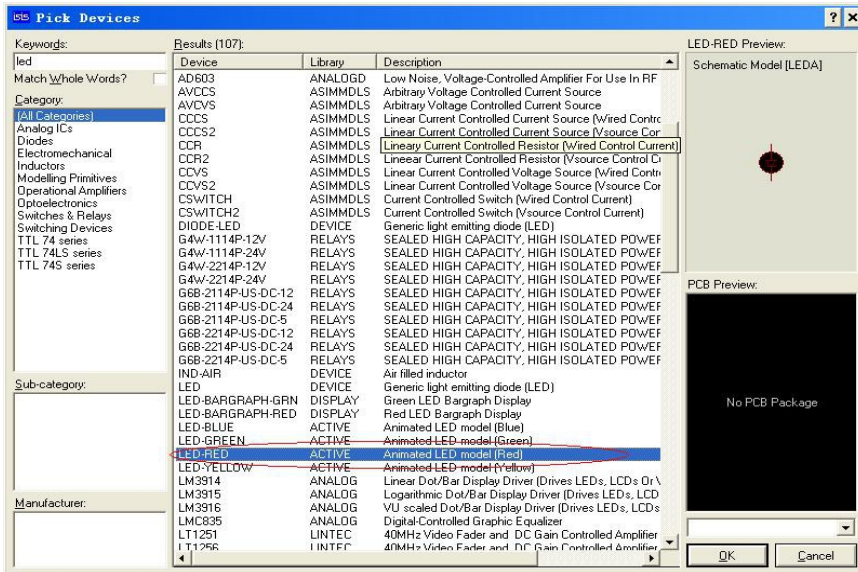
① 左键单击元件拾取按钮（标记处）；



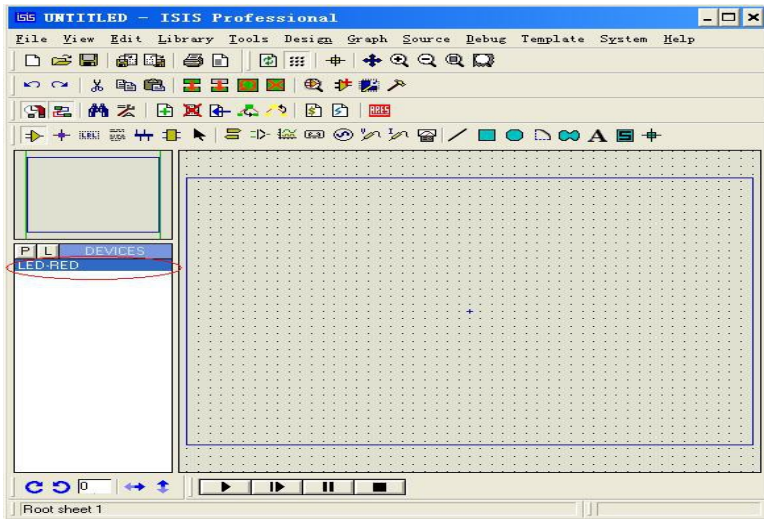
②在 keyword 中输入要添加的元件名称;



③双击你需要的元件

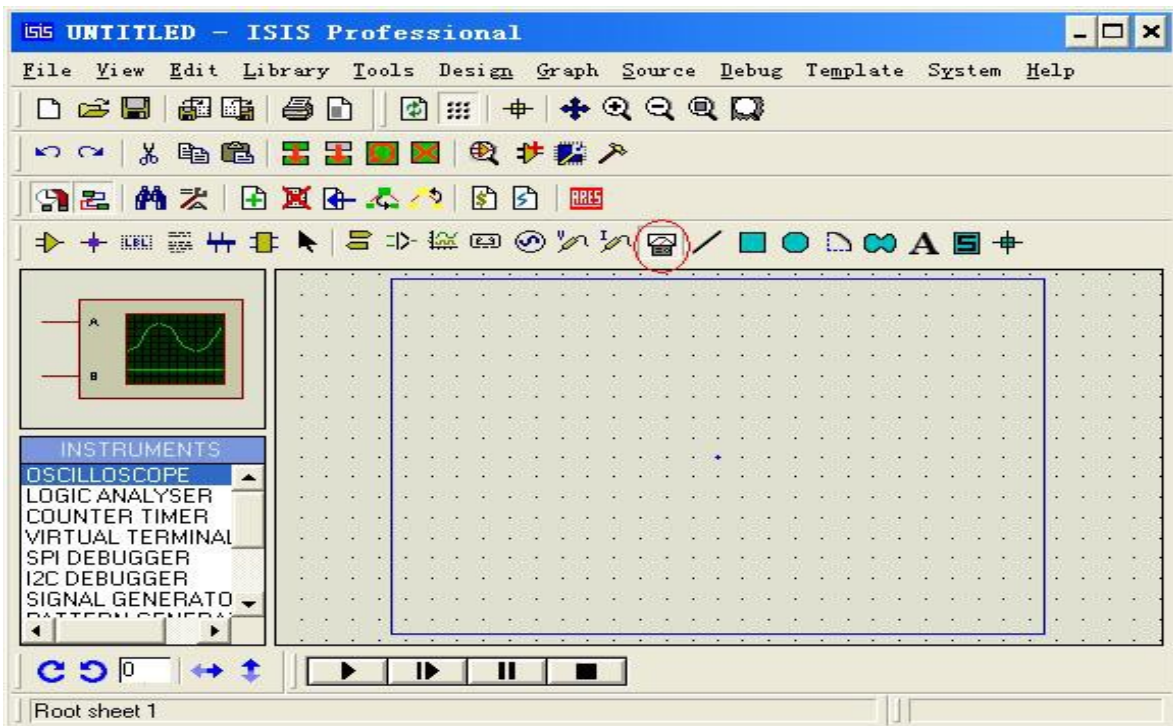


④元件已经添加到了“元件列表框”中;

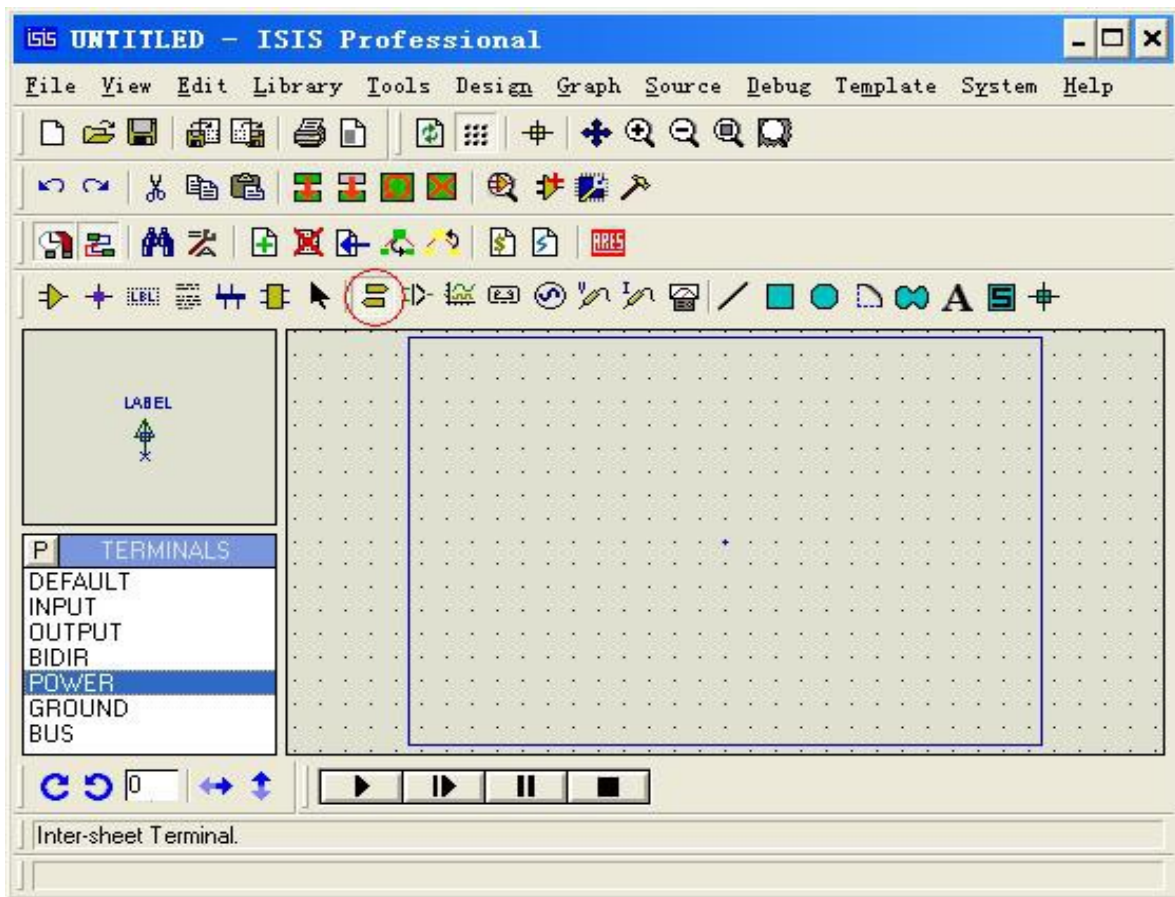


标记部分就是刚才添加进“列表框”的元素。

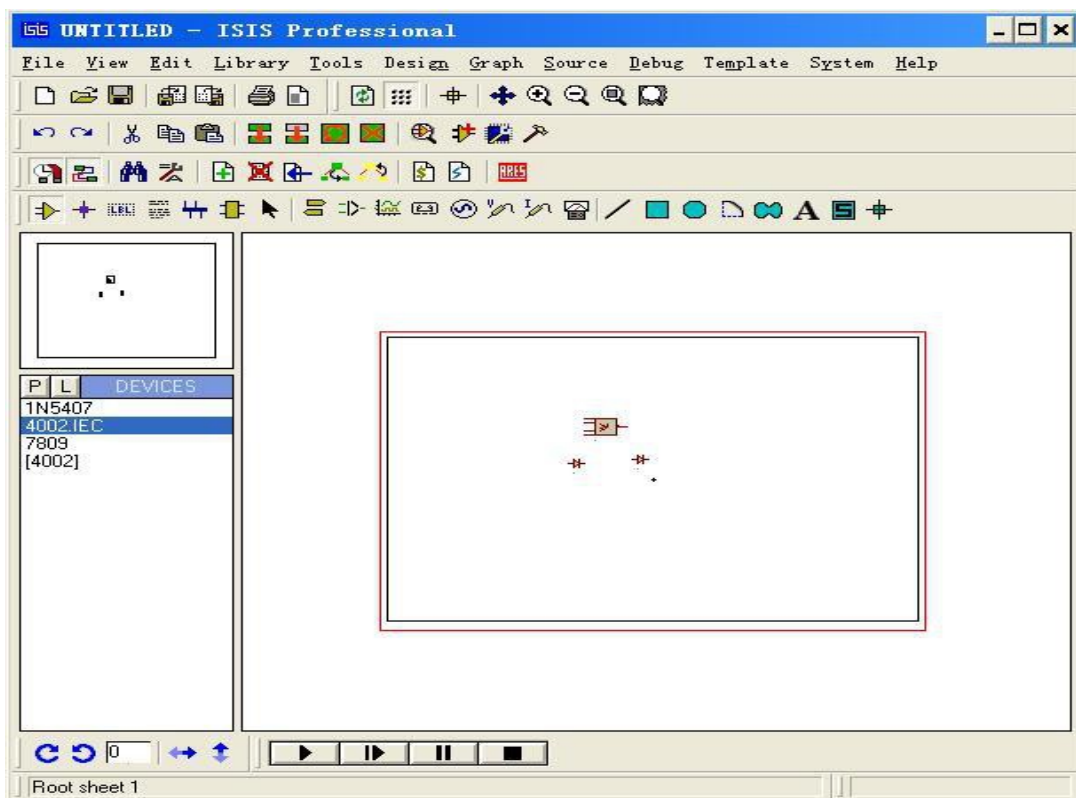
(3) 添加相关“仪器仪表”：单击红色标记部分，再在“元件列表框”中选择所需仪表。



(4) 添加“电源”和“接地”端子：单击红色标记部分。



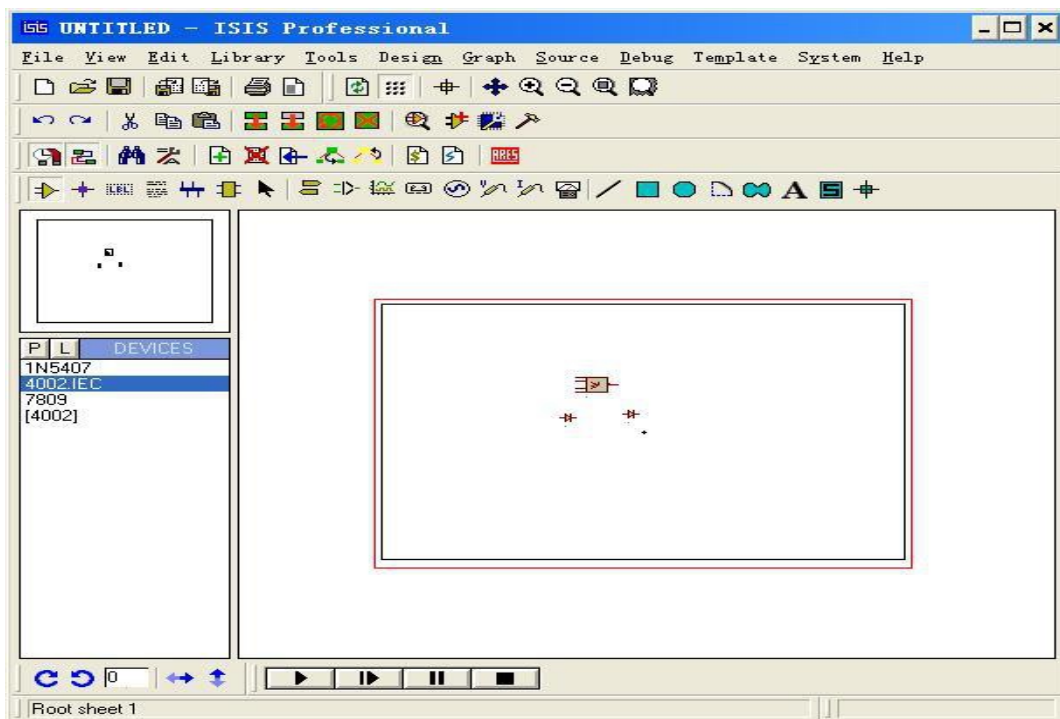
(5) 将元件列表框中的元件添加到“原理图编辑窗口”中：



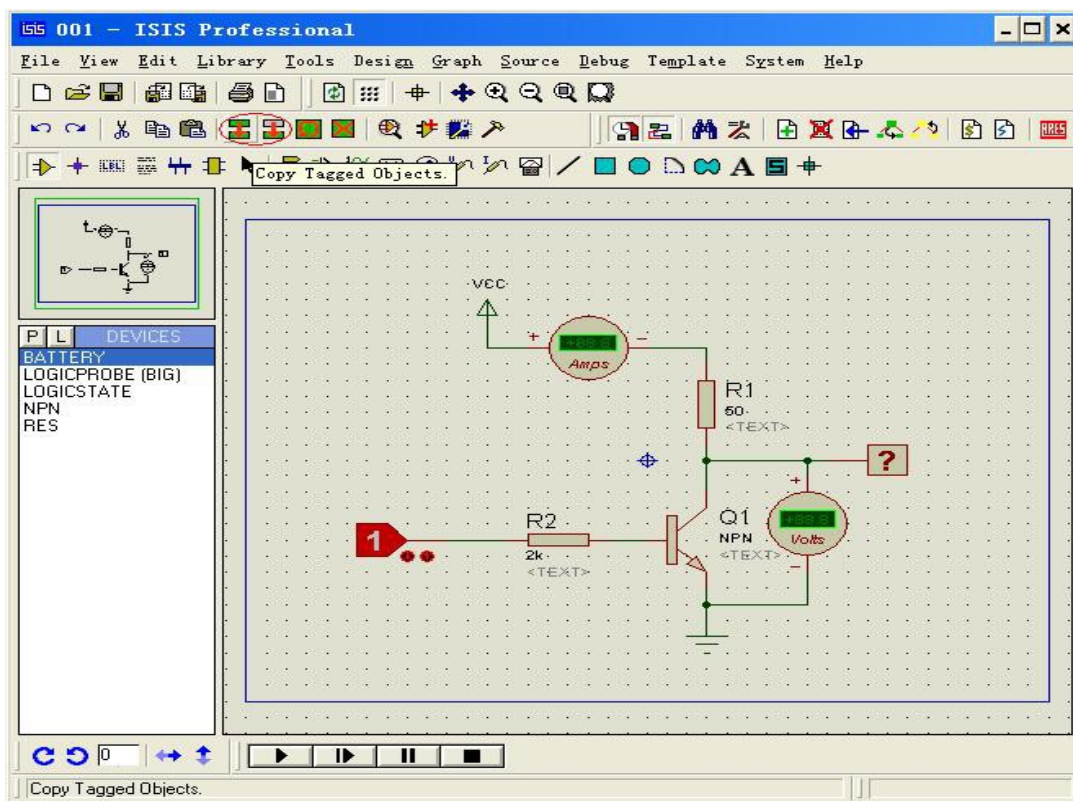
先在列表框中选中，再在原理图编辑窗口中单击左键。

(6) 编辑元件

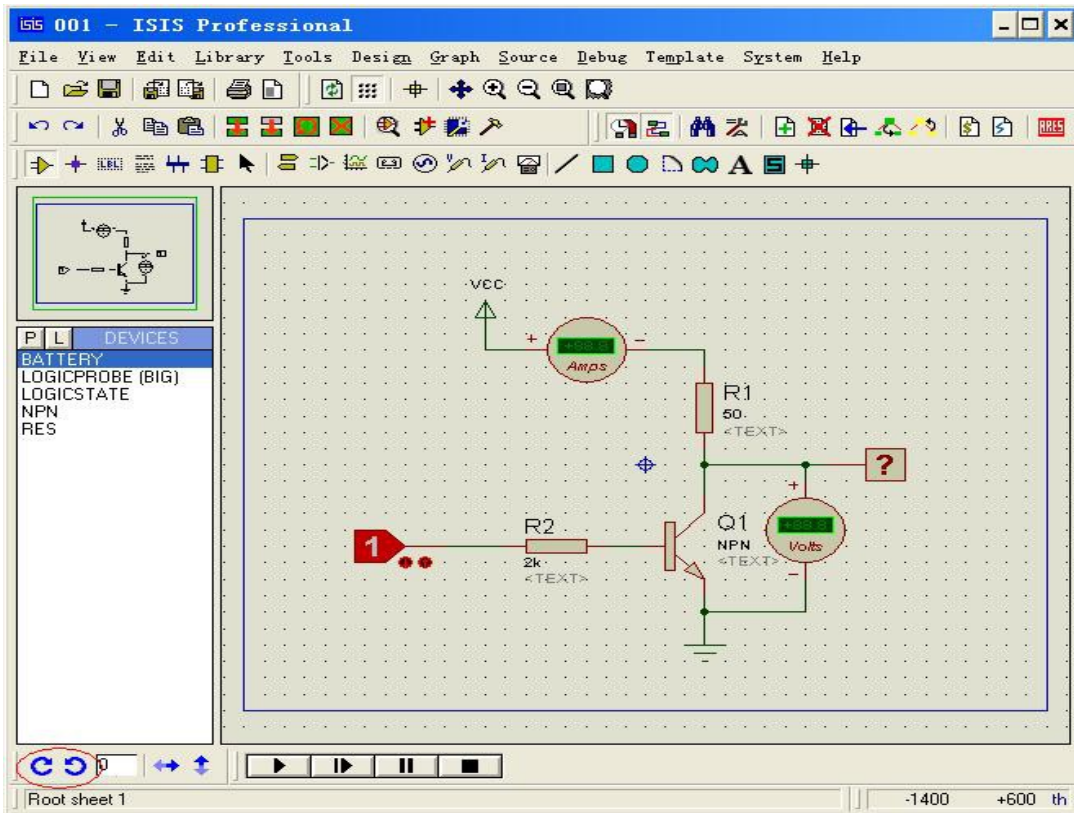
①删除元件：在编辑窗口中“右键”双击需要删除的元件。



②复制和移动元件：红线框中的两个按钮分别是复制和移动。

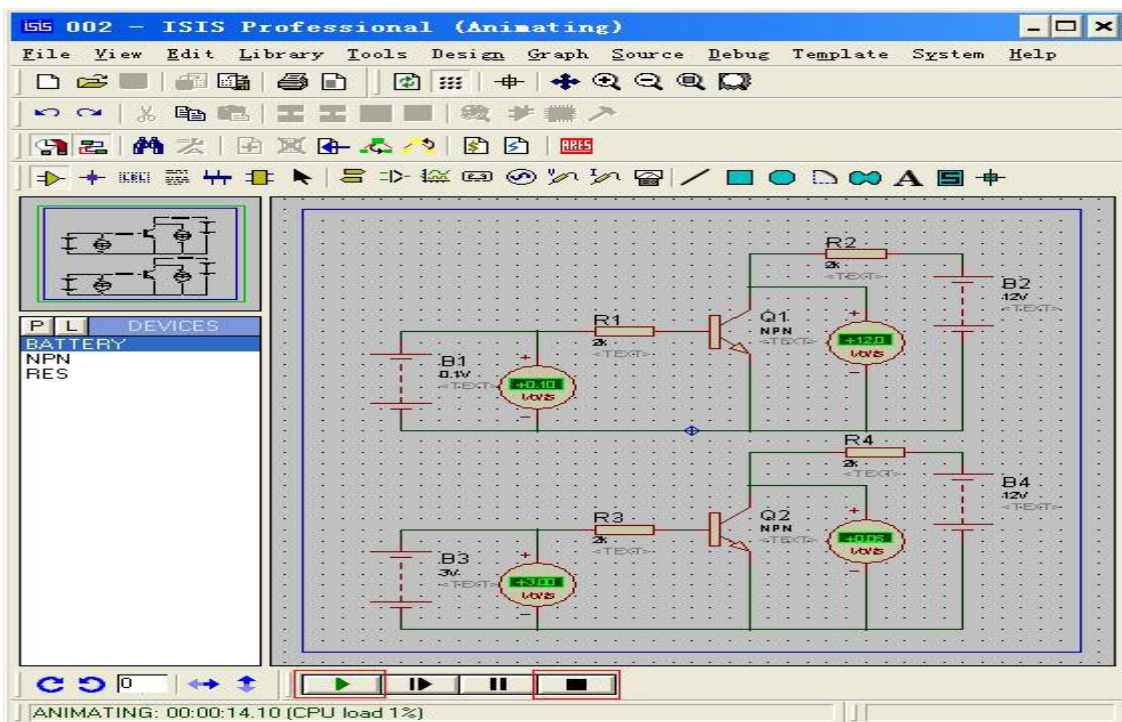


③调整元件方向：用“标记”按钮进行旋转。

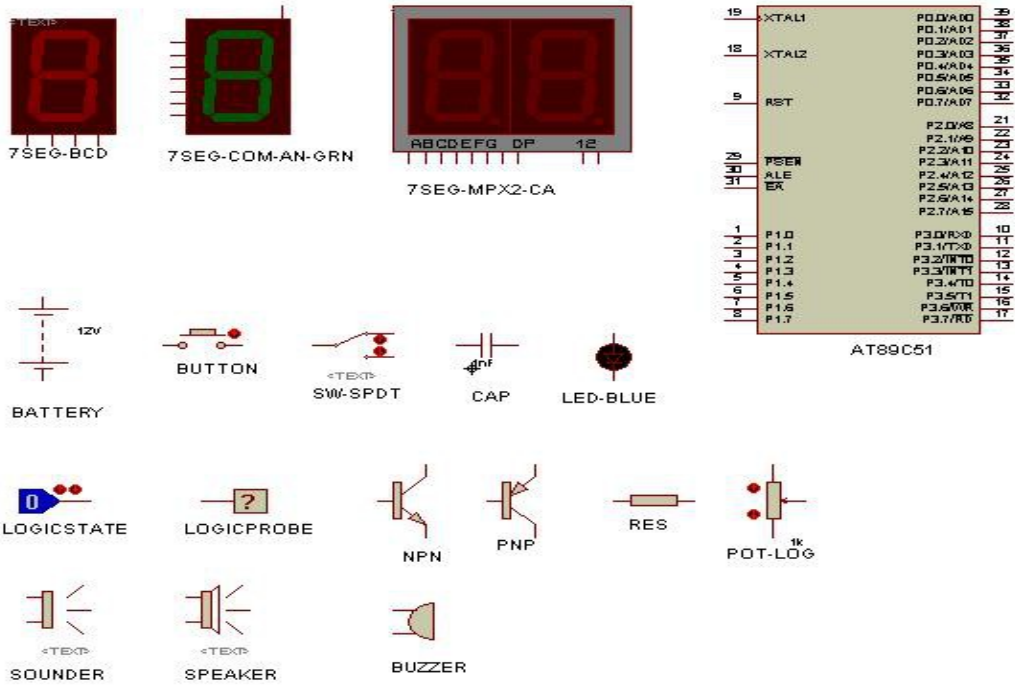


(7) 元件的连线：用左键单击需要连线的两个端子即可，请同学们自己多体会。

2、运行和停止仿真：红色标记部分分别为“运行”和“停止”住址按钮。



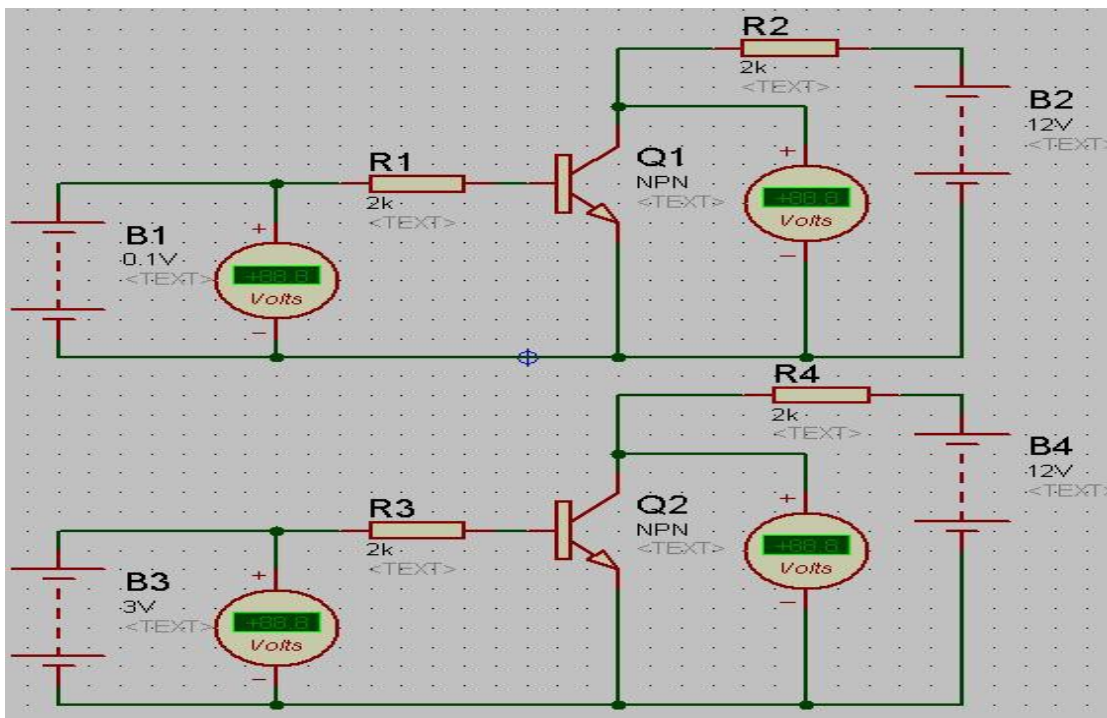
3、仿真软件中常用元件及名称



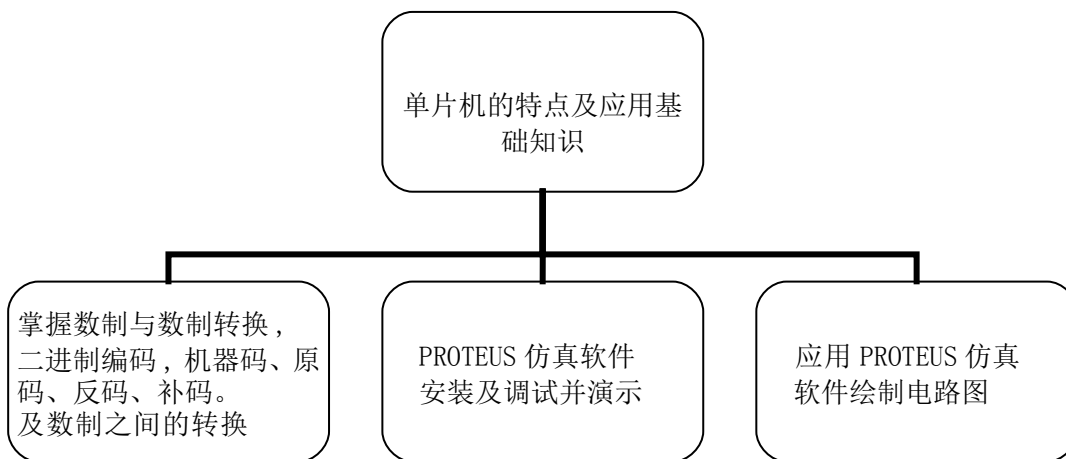
单片机仿真中常用元件及名称

四、筑固练习

1、模拟放大电路：



重点串联：



基础训练:

一、 填空题;

- 1、单片机是指_____在一块_____的完整的_____系统。
- 2、单片机是将计算机的_____、_____、_____和多种_____接口电路集成为芯片级的计算机。

二、单项选择题;

- 1、键盘上的每个英文字符用什么码表示 ()
A、格雷码 B、ASCII 码 C、8421 码 D、余 3 码
- 2、. ASCII 码使用 7 个或 8 个二进制位进行编码的方案最多可以编多少个字符 ()
A、358 B、523 C、256 D、任意数

三、判断题 (对者打√, 错者打×)

- 1、八位二进制数的最大值所对应十进制数为 256 ()
- 2、十进制、二进制、八进制、十六进制的构成法是相同的 ()

四、计算题;

- 1、123 = () B = () H
- 2、(1110011101011011)₂ = ()₁₀ = ()₈ = ()₁₆

五、简答题

- (1) 微型计算机通常由哪些部分组成? 各有哪些功能?
- (2) 单片机的有哪几个特点?
- (3) 单片机应用的范围有哪些?
- (4) 简述 80C51 单片机的 I/O 口的功能和特点;
- (5) 借助哪些工具可以进行单片机系统的仿真与开发?

参考答案:

- 一、 填空题; 1、集成、芯片上、计算机。2、CPU、 存储器、 定时器 、 输入/输出
- 二、单项选择题 1、(B) 2、(C) 三、判断题 1、(×) 2、(√) 四、计算题 1、(01010010) B 2、52H 2、(59227) 10 (163533) 8 (E75B) 16

技能实训:

实训一、PROTEUS 仿真简易的抢答器电路

一、实训目的

- 1、了解 Proteus 软件对单片机学习的意义;

2、能对一般的单片机控制电路进行仿真；

3、能对数电、模电、单片机等课程中基本的电路进行原理图的绘制和仿真。

二、软件的安装及启动

三、原理图绘制及仿真

1、原理图分析

在原理图中，主要用的的“器材”可分为“仪表”、“元件”、“连线”、“电源和地”。

2、绘制原理图

2、简易数字抢答器电路仿真：

