

附录 B 阅读材料

版权所有请勿转载

Proteus 是由英国 Labcenter Electronics 公司出版的电子 CAD 通用软件包，能够对模拟电路、数字电路、模数混合电路以及多种型号的单片机或微处理器进行动态仿真，可在电脑上完成从原理图绘制、单片机系统仿真到 PCB 布板的全套仿真设计工作，实现从概念到产品的一气呵成。

本套阅读材料分为 3 篇，即原理图绘制方法篇、单片机仿真方法篇和 PCB 布板方法篇。

阅读材料 1 原理图绘制方法

本篇将介绍 Proteus 三大主要功能中的第一大功能——原理图绘制功能。由于篇幅所限，我们不会逐一解释软件的各项功能，而是有针对性的介绍具体做法，以便达到快速掌握基本方法的目的。

需要指出一点，除了打开已有项目外，使用 Proteus 的功能模块几乎都是从创建新项目开始的。这里说的“项目 project”是指为实现某种目的而设立的工程任务。在 Proteus 的汉化版中“工程”与“项目”是相同意义的，无需区分。

1.1 创建新项目

启动 Proteus 后会首先打开主页（Home Page）窗口，如图 B.1 所示。该窗口中包含了帮助、版权、升级等信息，但初学者只需关注其中的“开始设计”栏目即可。



图 B.1 Proteus 的主页（Home Page）窗口

“开始设计”栏目下包含有 4 个选项，即“打开工程”、“新建工程”、“New Flowchart”（新建流程图工程）和“打开示例工程”。其中的第 3 项初学者很少会用到不必考虑，第 1 项和第 4 项无需讲解

用时自会，因此只要关注第 2 项新建工程即可，具体使用方法如下（如图 B.2 所示）：

第一步，单击“新建工程”选项→弹出创建新项目向导对话框；

在“名称”①文本框内输入新建项目的名称，文件名扩展名为*.pdsprj；

在“路径”文本框内输入新项目的文件保存路径（文件夹），也可单击右侧“浏览”按钮打开文件管理器选择保存路径；

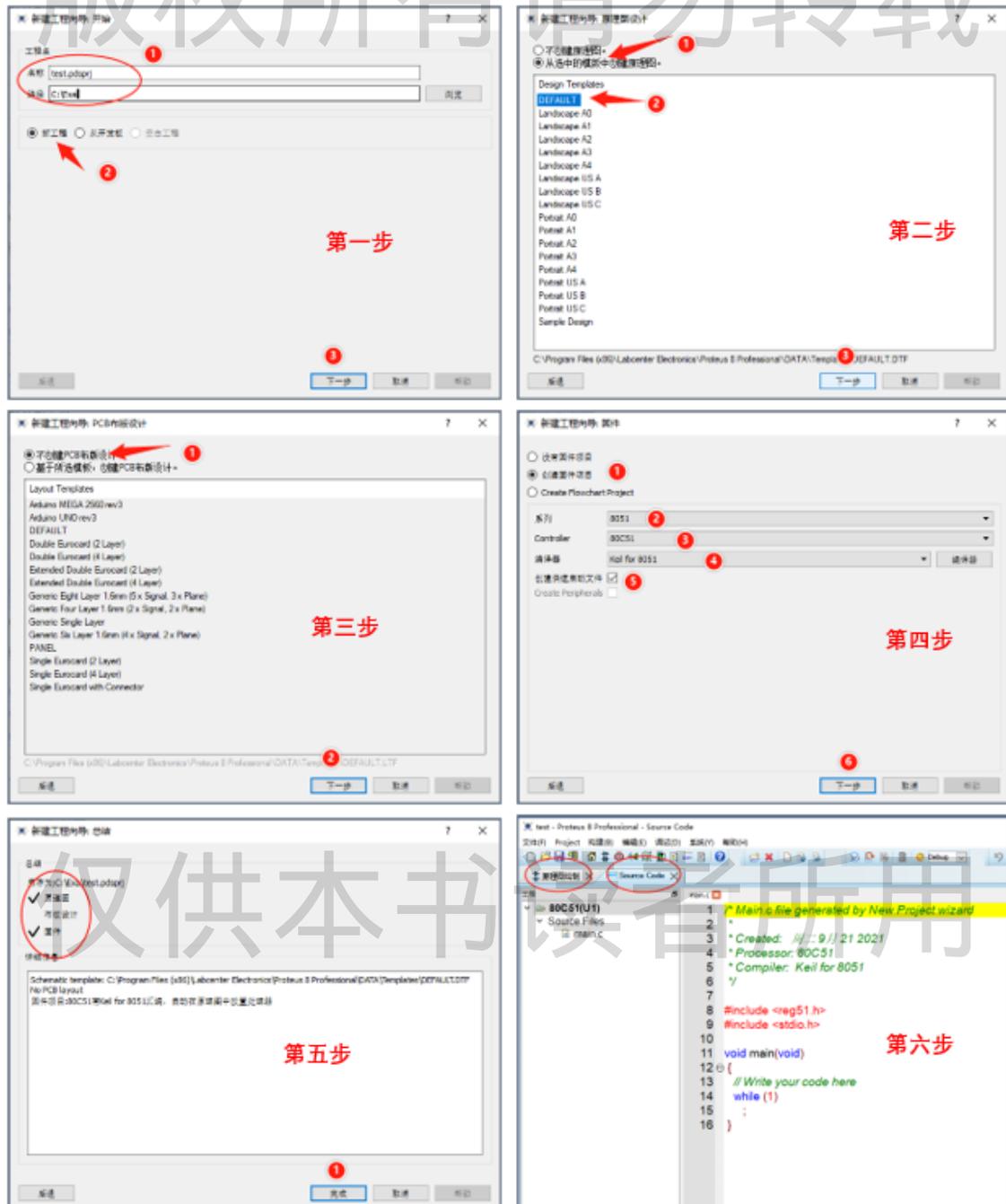


图 B.2 创建新项目的过程

勾选“新工程”②选项→单击下一步③；

第二步，弹出原理图设计向导对话框→确认“从选中的模板中创建原理图”①和“DEFAULT”②

(默认) 选项→单击“下一步”;

第三步, 弹出 PCB 设计向导对话框→采用默认选项 “不创建 PCB 布版设计” ① →单击下一步 ②;

第四步, 弹出“创建固件项目” 向导对话框;

选择“创建固件项目” ①→在“系列”中选择 8051 ②→在“Contrller”中选择 80C51 ③→在编译器中选择 Keil for 8051 ④→勾选“创建快速启动文件” ⑤ →单击下一步 ⑥;

第五步, 弹出总结向导对话框→新项目中拟包括 “原理图” 和“固件” 两个工作模块→单击完成 ①;

第六步, 关闭新建工程向导→打开新建项目的最初工作界面。

最初工作界面是由两个折叠在一起 (单帧模式) 的标签页组成的, 分别是“原理图绘制” 标签页和“Source Code” (源代码) 标签页。每个标签页都有专属自己的菜单和工具栏按钮。

单击“原理图绘制” 标签或“Source Code” 标签可以进行界面切换, 即将一个展开而将另一个隐藏。双击任何一个标签, 可以将两个标签页分为两个独立 (多帧模式) 工作界面, 如图 B.3 所示。

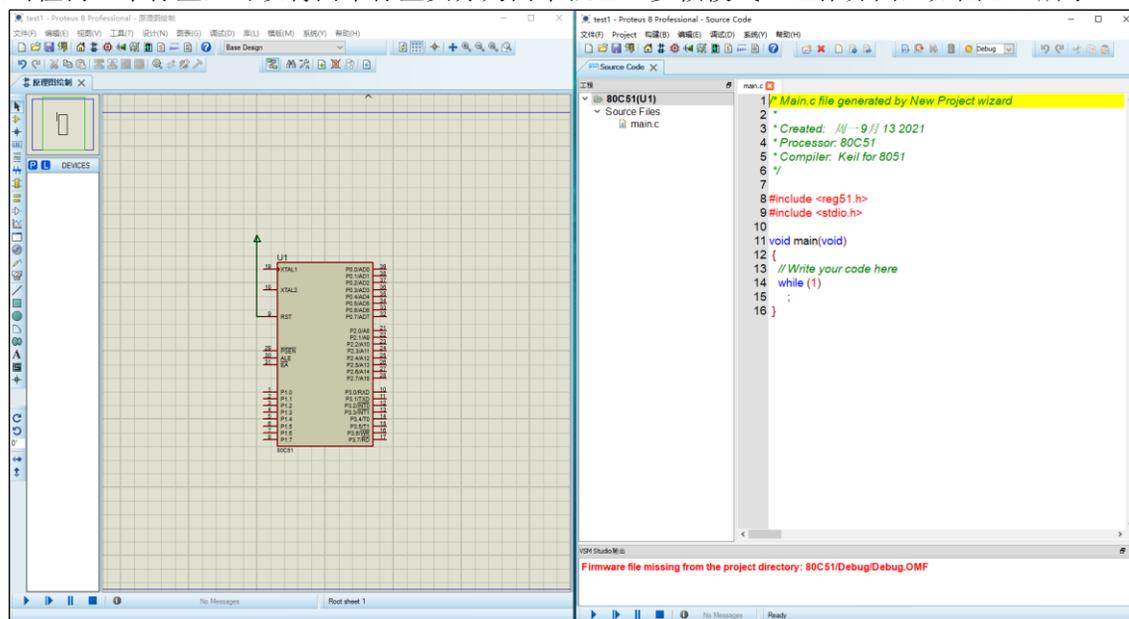


图 B.3 新建项目的最初工作界面 (多帧模式)

如果用户系统连接了两个显示器 (例如采用笔记本+外置显示器的方案), 则可以将其中一个标签页拖到第二显示器中, 使每个显示器都能独立显示一个标签页界面, 从而可以更加方便地进行操作。如图 B.4 所示。

版权所有 勿转载

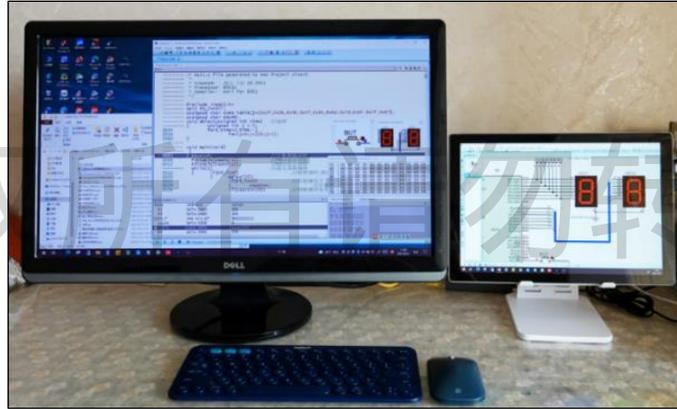


图 B.4 双显示器中的多帧模式

在多帧模式下，如果将一个标签页拖到另一个标签页上，则标签页就会合为一体变回单帧模式。

1.2 原理图标签页

单击原理图的标签可打开原理图最初工作界面，如图 B.5 所示。

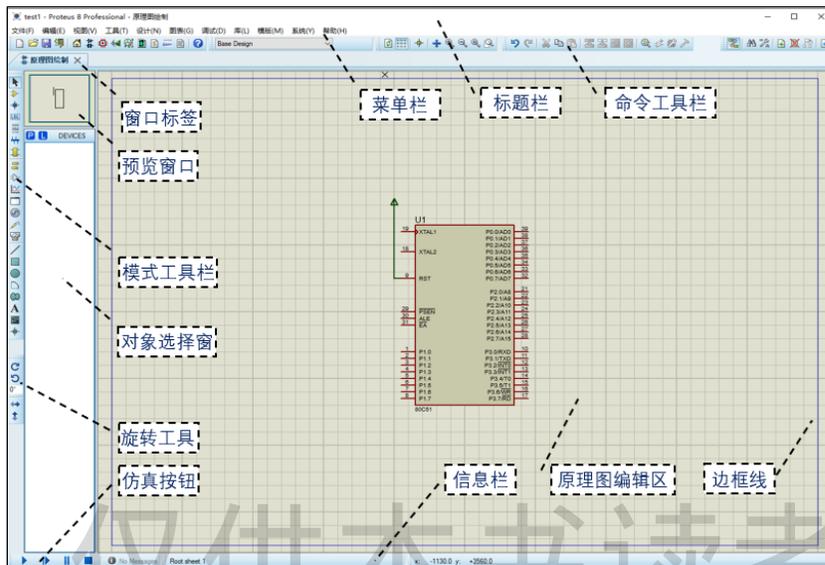


图 B.5 原理图最初工作界面

视图(V)	工具(T)	设计(N)
	重画	R
	切换网络	G
	切换伪原点	O
	切换X光标	X
	Snap 10th	Ctrl+F1
	Snap 50th	F2
<input checked="" type="checkbox"/>	Snap 0.1in	F3
	Snap 0.5in	F4
	光标居中	F5
	放大	F6
	缩小	F7
	查看整张图纸	F8
	查看全图	
	工具条配置	

图 B.6 视图菜单

仅供本书读者所用

原理图窗口中包括很多组成部分（用到时再做介绍），现在先关注如下几个即可。

1. 原理图编辑区

原理图编辑区为原理图的绘图区域，主要用于绘图、制作元器件模型、设计制作各种符号等，也是电路仿真的展示平台。

原理图中的点状或直线式网格线可以用于摆放元件时对齐元件，网格线越密元件对齐精准度越好。单击菜单【视图】→【Snap 10th】等命令可以设置网格间距，视图菜单如图 B.6 所示。

2. 模式工具栏

模式工具栏由主模式工具栏、小工具箱和 2D 绘图工具栏 3 部分组成。模式工具栏的主要功能介绍如表 B.1 所示。

绘图时最常用到的几个工具按钮是，“选择模式”、“元件模式”、“连线标号模式”、“总线模式”和“终端模式”，每个工具按钮都包含有不同的对象，单击工具按钮后这些对象将出现在对象选择窗的列表里。

3. 对象选择窗

对象选择窗用于放置模式工具所包含的对象，它由上部的关联工具按钮和下部的列表显示窗口两部分组成，其内容会随被选中的模式工具不同而不同。

4. 预览窗口

预览窗口用于显示在对象选择器中被选中对象的图形或者编辑窗口整体图的布局。

5. 旋转工具

旋转工具用于改变对象选择窗中有方向性的对象的方向，其中旋转角度只能是 90° 的整数倍数，逆时针旋转为正角度，顺时针为负角度。

表 B.1 模式工具栏主要功能介绍

主模式工具栏		选择模式，用于选择对象
		元件模式，用于拾取和放置元器件，管理元件库
		节电模式，用于放置连接点
		连线标号模式，用于给导线和总线放置标号
		脚本模式，用于输入新的脚本或编辑已存在的脚本
		总线模式，用于绘制总线
		子电路模式，用于绘制子电路图
小工具箱		终端模式，对象选择器列出电源、地等 8 种终端
		元器件引脚模式，用于绘制元器件
		图表仿真模式，共有 13 种基于图表的仿真工具
		Active Popup 模式，用于源代码调试时观察局部状态
		激励源模式，共有 14 种虚拟激励源
		探针模式，共有电压、电流和磁带记录三种记录形式
		虚拟仪器模式，共有 12 种虚拟仪器
2D 绘画工具栏		直线模式，用于在原理图中画线
		方框模式，用于在原理图中画方框
		圆形模式，用于在原理图中画圆形
		圆弧模式，用于在原理图中画圆弧
		闭合曲线模式，用于在原理图中画任何闭合曲线
		文本模式，用于在原理图中插入文本
		符号模式，用于从符号库中选择各种符号
	标记模式，用于创建或编辑元器件时产生标记符号	

1.3 原理图绘制实例

下面以图 B.7 所示电路为例，介绍 Proteus 原理图绘图的具体方法。图中的元器件的名称和搜索关键词如表 B.2 所示。

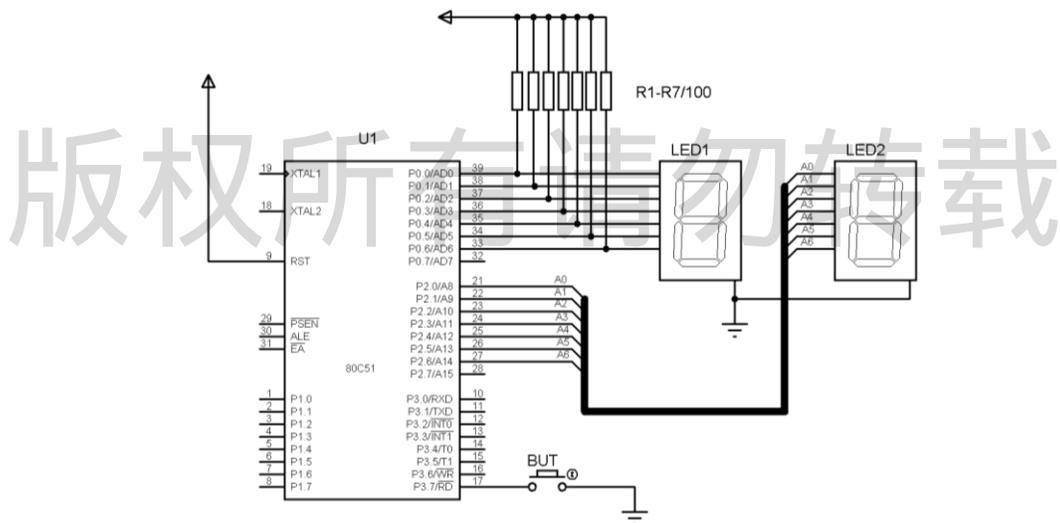


图 B.7 绘图示例

表 B.2 本实例所需元器件一览表

序号	元件名称	元件搜索关键词
1	80C51 单片机	80C51
2	按钮	BUTTON
3	7 段共阴极数码管	7SEG-COM-CATHOD
4	电阻	RES
5	电源终端	POWER
6	接地终端	GROUND

绘制原理图要用到 4 个最基本的操作，即元器件拾取、元器件摆放、绘制导线和绘制总线，除此之外还有一些辅助操作，如添加文本、输出图像等。表 B.2 中的后两项不属于元件而是器件，元件和器件的拾取方法不同，但摆放和连线方法是相同的，为方便初学者理解都放在表中了。

1. 元器件拾取

元件的拾取过程是从元件库中查找到所需的元件并将其置于到对象选择窗中的过程。方法如下：

- ①单击模式工具栏中的元件模式按钮  → 单击对象选择窗的  按钮。
- ②弹出“Pick Devices”（元件拾取）窗口，如图 B.8 所示。



图 B.8 元件库拾取窗口

在“Keywords”（关键词）文本框内输入表 B.2 中的第一个元件搜索关键词如“80C51”，则 80C51 元件就出现在查找结果中，如图 B.9 所示。

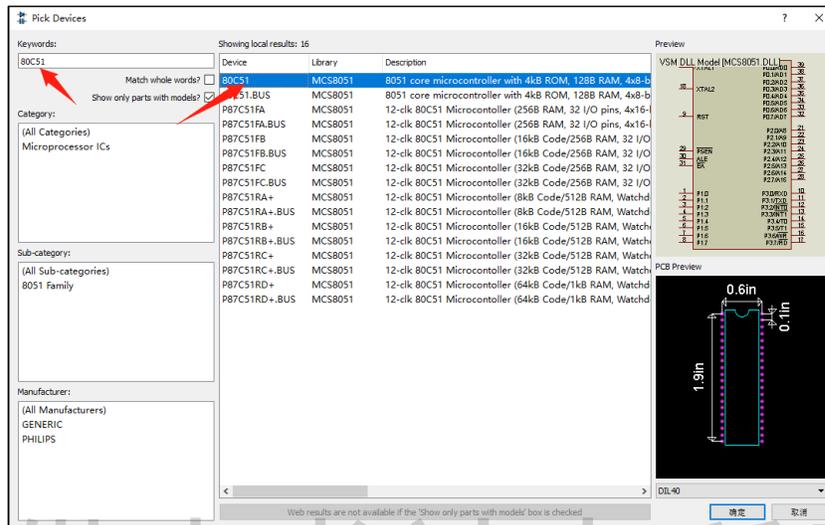


图 B.9 拾取 80C51

双击 80C51 所在行（图中右侧箭头所指），80C51 就会被加入到对象选择窗中。同理将 BUTTON、7SEG-COM-CATHOD 和 RES 分别输入“Keywords”文本框内，就会找到“按键”、“数码管”和“电阻”等元件，并将其都添加到对象选择窗中，如图 B.10 所示。

80C51 单片机已在创建项目时被系统放入对象选择窗中，无需拾取了。

电源终端 \uparrow 和接地终端 \perp 的拾取方法是，单击终端模式按钮 ⏏ ，可在对象选择窗中看到所有终端器件的列表，如图 B.11 所示。

版权所有 请勿转载

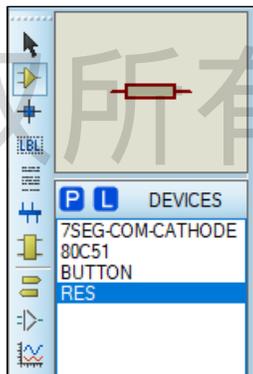


图 B.10 拾取元件列表

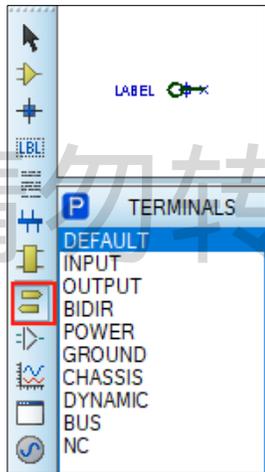


图 B.11 终端器件列表

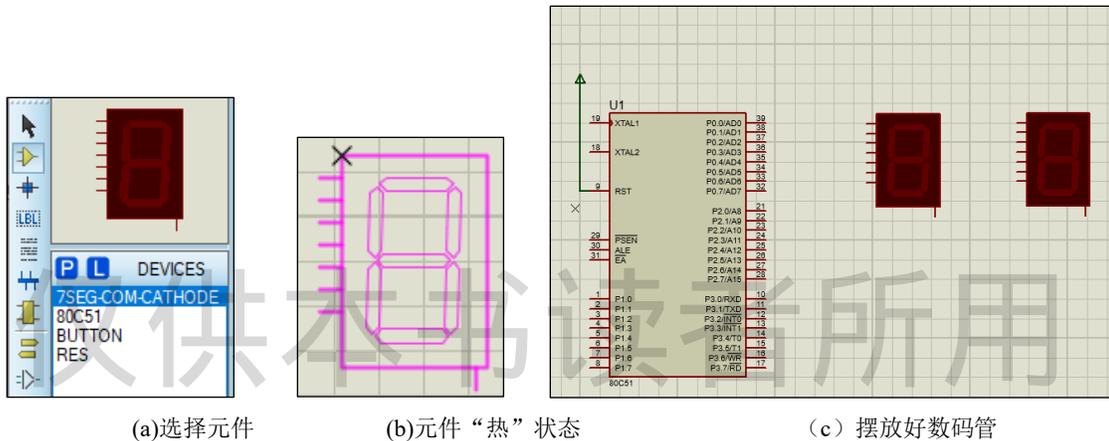
2. 元器件摆放

元器件的摆放包括放置、编辑属性、选中、取消、移动、删除、复制、粘贴和对齐等具体操作。

① 放置元器件

单击元件模式按钮 → 对象选择窗中显示已拾取的全部元件列表 → 单击列表中的数码管 7SEG-COM-CATHODE → 预览窗口显示数码管的图形 (图 B.12 (a)) → 光标移动到编辑区变为铅笔状 → 单击左键, 光标变为红色线条的透明元件轮廓 (“热” 状态, 图 B.12(b)) → 移动元件轮廓到所需位置 → 单击左键将元件放下 → 元件恢复实图 (若单击右键则可取消本次元件放置) → 移动元件轮廓到新的位置 → 再次单击放下第 2 只数码管, 如图 B.12(c)所示。

80C51 单片机已在创建项目时被系统放入编辑区中, 无需放置了。



(a) 选择元件

(b) 元件 “热” 状态

(c) 摆放好数码管

图 B.12 摆放元器件

按照同样的方法, 可以依次摆放好所有元件。需要说明一点, 如果希望调整元件摆放的方位, 可在对象选择窗里单击元件后, 先单击所需的旋转工具按钮, 如顺时针转 90 度 , 然后再将其摆放到图形编辑区。

单击终端模式按钮 → 对象选择窗中会出现所有终端器件的列表 → 分别单击对象选择窗中的 POWER 和 GROUND → 按照摆放元件办法将其摆放到图形编辑区中。

到此为止, 元器件都已摆放完毕, 如图 B.13 所示。

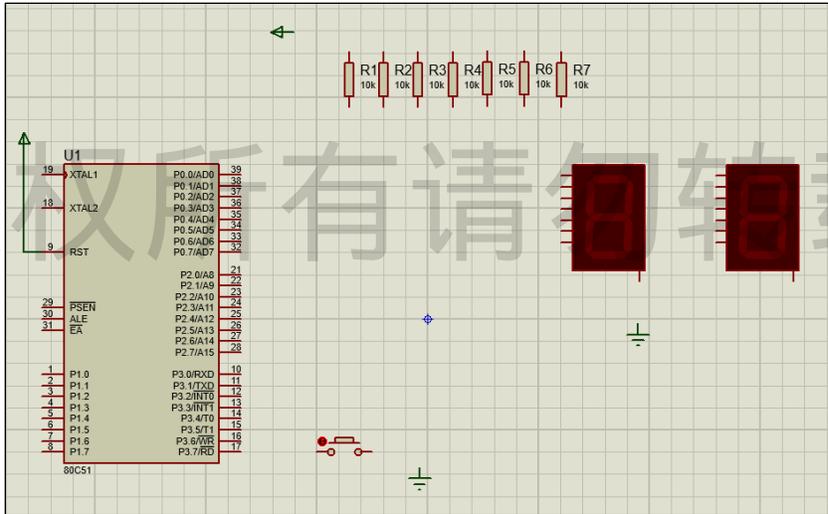


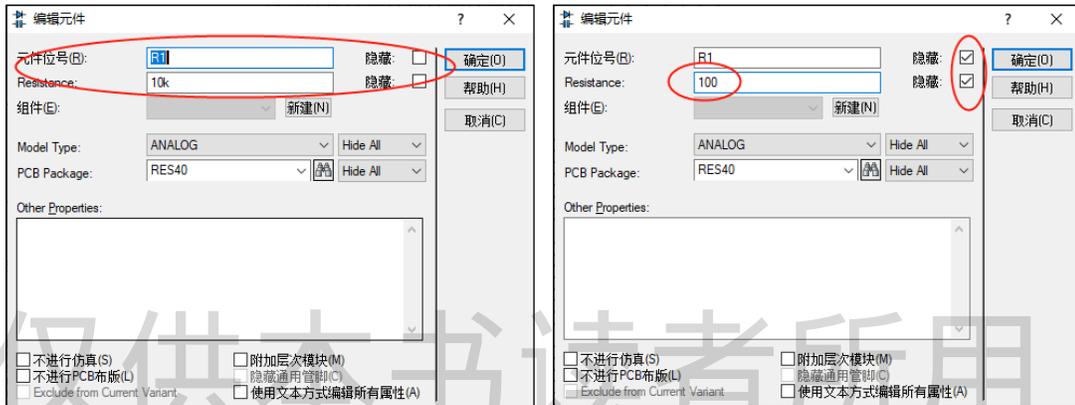
图 B.13 完成元件摆放

②编辑属性

在放置元件时，Proteus 将为元件自动标注标号，每一个元器件都有唯一的元件标号，标号可以隐藏但不应缺失。例如，图 B.13 中的电阻会按放置顺序被自动标注为 R1、R2 等。

图 B.13 中存在几个问题，一是电阻默认阻值为 10k，而本电路要求是 100 欧姆；二是由于电阻标号的存在影响电阻排放间距，如相距过宽会影响美观；三是数码管元件没有标号。这些问题都需要修改元件属性，方法如下：

双击电阻元件可弹出元件编辑对话框，如图 B.14(a)所示。



(a) 元件编辑对话框

(b) 修改后的元件属性

图 B.14 修改元件属性

为了减小电阻摆放间距可以隐藏电阻标号→勾选右侧的“隐藏”选项→将文本框中的 10k 改为 100（表示 100 欧），同时也勾选隐藏，如图 B.14(b)所示。单击确定关闭编辑元件对话框。

同理，分别双击数码管，打开其编辑元件对话框，在空白“元件位号”框内输入 LED1 和 LED2 作为元件标号。

经过上述修改后的结果如图 B.15 所示。

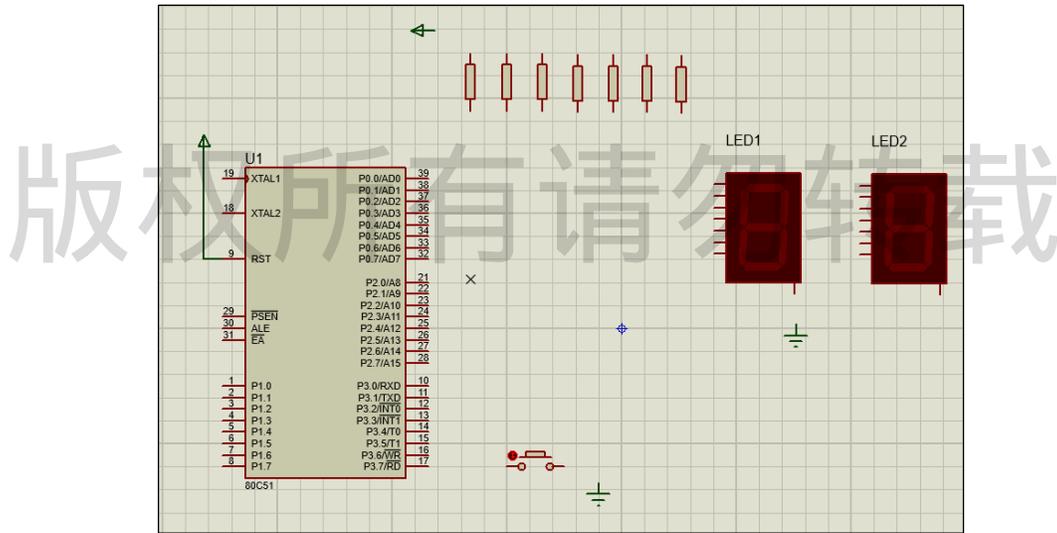


图 B.15 隐藏属性修改后的结果

③移动对象

可以看到，上图中摆放的电阻和数码管的间距偏大了，显得电路图不够紧凑。为了调整元件位置，需要进行移动对象操作，以移动电阻为例，具体方法如下：

单击左数第 2 个电阻使其成为“热”状态，光标变成手形+四向箭头→光标放在电阻上，按住左键将电阻拖到合适位置→松开左键→在周围空白处单击可退出“热”状态，结束对象的移动。按照此法可将电阻和数码管都重新摆放到合适的位置上。

还可采用右键快捷菜单移动对象。方法是，选中准备移动的对象（成为热状态）→右键弹出快捷菜单→单击菜单中的移动对象命令→元件变为红色轮廓像→移动光标到新的位置→左键单击可将元件放置到该位置并恢复实像。在操作过程中单击右键可放弃移动操作。

为了同时移动多个对象，可以采用“块移动”操作。方法是，先按住左键或右键，围绕待移动对象拖画出一个矩形框→松开按键后可使其成为“热”状态→鼠标放到矩形框上会变成四向空心光标→按住左键移动鼠标，可将所选的对象整体移动到新的位置→到达新位置后，松开左键→在编辑区空白处单击右键可取消选择。

有时对象移动或摆放后会存在排列不整齐的问题，例如图 B.16(a)中的 3 只电阻在高度方向上不整齐，此时可以利用“对齐对象”的办法克服：按住左键拖出一个矩形选择框→单击菜单【编辑】→【对齐】命令→弹出如图 B.16(b)所示对话框→选择“Align Top Edges”（顶对齐）→电阻在高度方向上排列整齐了（如图 B.16(c) 所示）。对齐对象对话框中的中英文标识的注解如表 B.3 所示。

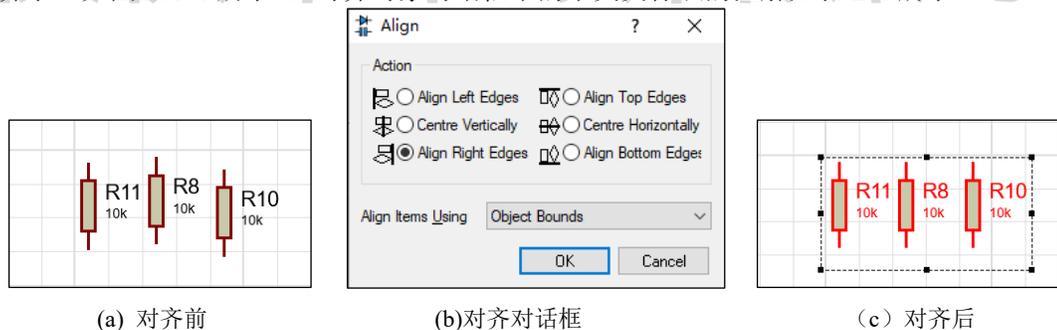


图 B.16 元件对齐操作

表 B.3 对齐对象的中英文注解

英文标识	中文标识	英文标识	中文标识
Align Left Edges	左对齐	Align Top Edges	顶对齐
Centre Vertically	垂直居中对齐	Centre Horizontally	水平居中对齐
Align Right Edges	右对齐	Align Bottom Edges	底对齐
Object Bounds	以对像的边框为基础	Connection Points	以链接的引脚为基础

为了将元件摆放整齐，还可打开编辑区的网格线显示，按照格线摆放元件。

除了移动元件外，有时还需要移动元件的标号，例如数码管的标号 LED1 和 LED2 最好是放置在离数码管接近的地方，使之看起来整齐有序。移动标号的方法是，单击数码管使其成为“热”状态，光标变成手形+四向箭头→光标移到标号上→按住左键将标号拖到合适位置→松开左键→在周围空白处单击退出“热”状态，完成标号的移动。移动对象或标号过程中要非常精细地定位，为了看清局部可以操作鼠标滚轮放大图像；

经过移动操作后可将元件摆放到比较理想的状态，如图 B.17 所示。

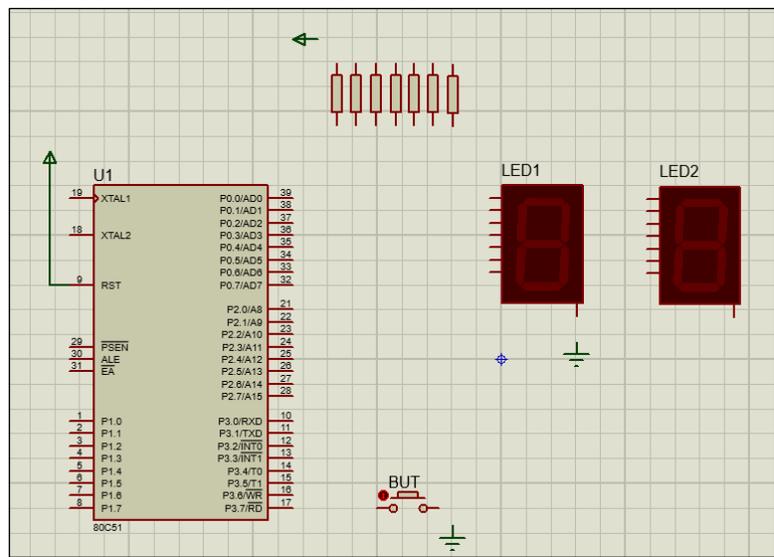


图 B.17 元件摆放比较紧凑了

3. 绘制导线

导线是两个元器件引脚间相连的线段。绘制导线的方法是，先将光标移到第一个引脚上→光标处会出现一个红色方框的捕捉区，如图 2.18(a)所示→单击第一引脚→移动光标，会从第一引脚上牵引出一条随着光标移动的线段→当光标移到第二引脚上并出现捕捉区时→左键单击第二引脚→连线会被第二引脚所捕获，完成两点之间的连线（如图 2.18(b)所示）。

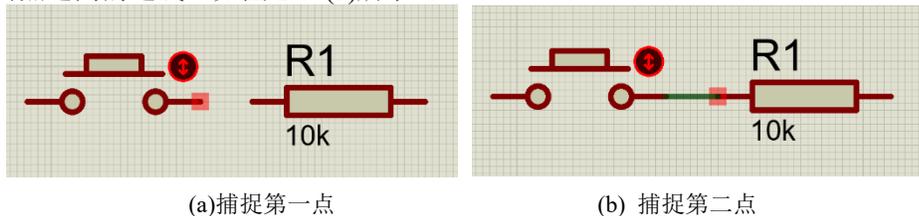


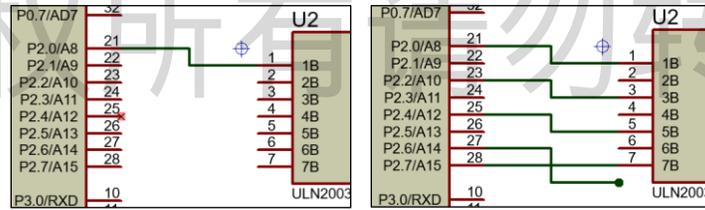
图 2.18 导线的连接

除了直线连线方式外，导线还可以折线形式出现，此时最好采用自动连线方式。单击系统工具栏“自动连线”按钮，可设置为自动连线方式。

在从第一引脚牵引出导线后，在中途某个位置单击左键建立一或两个拐点，然后直接单击终点引脚，

系统会自动对剩余路径进行合理规划，完成折线状的连线任务，如图 B.19(a)所示。

Proteus 具有重复画线功能。例如，图 B.19(a)中已画好一条连接引脚 21 到引脚 1 的导线，左键双击引脚 23 后会自动产生引脚 23 到引脚 3 的平行导线。同理依次双击其他引脚便可画出一系列平行导线，如图 B.19(b)所示（双击引脚 28 后虽然没有可连的引脚了，但也不影响继续生成平行导线）。

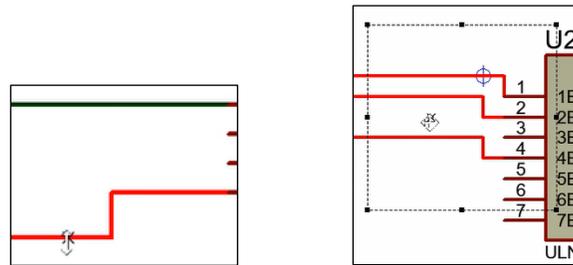


(a) 自动连线形成的折线

(b) 自动重复画线

图 B.19 自动连线功能

如果想平移导线，可以单击导线使之变为“热”状态，此时光标会变为空心的双向箭头，按住左键沿着箭头方向移动便可拖动导线平移，如图 B.20(a)所示。松开左键导线会停在新的位置上，单击旁边的空白处可解除导线的“热”状态，恢复原色。



(a) 平移单根导线

(b) 平移多根导线

图 B.20 导线的平移

如果想同时移动多根导线，可以采用块移动的办法，即先单击左键，在需要移动的线段周围拖出一个方框（组成块）后松开左键。将鼠标移到方框内，光标变为空心四向箭头，按住左键拖动，选中的所有导线都会一起发生移动。在附近空白处单击可以结束移动，如图 B.20(b)所示。

如果想删除导线，方法是，单击导线使之变为“热”状态→右键单击导线可弹出选择菜单，如图 B.21 所示→单击“删除连线”便可将导线删除。除此之外，直接右键单击想删除的导线也可弹出上述选择菜单。

也可采用块删除的办法，即先单击左键，在需要移动的线段周围拖出一个方框后松开左键→单击 Del 键即可删除块内导线。

利用上述方法，可以完成实例中的导线连线工作，如图 B.22 所示。

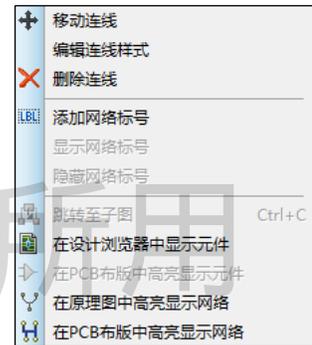


图 B.21 删除导线

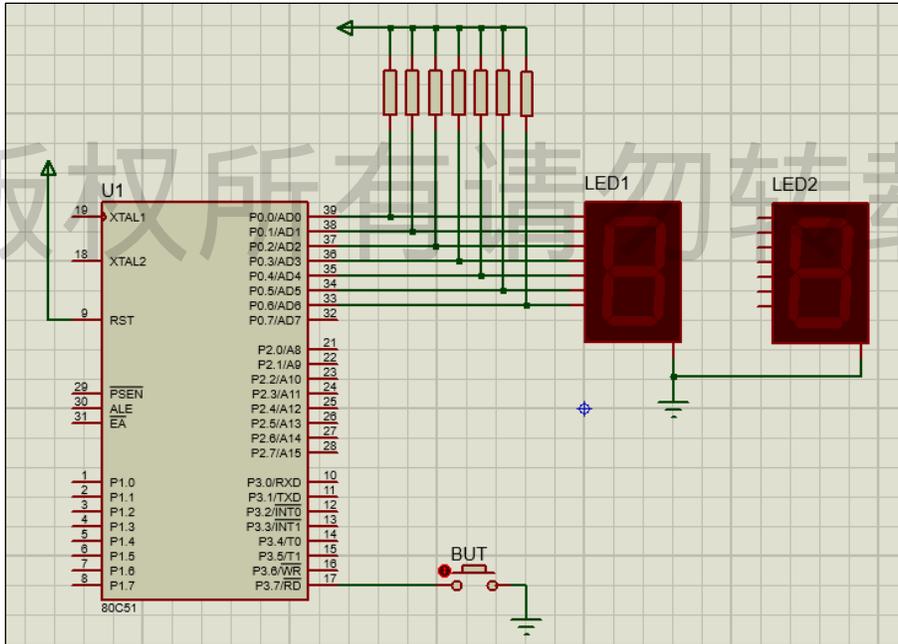


图 B.22 完成导线连线工作

4. 绘制总线

总线代表多根导线，是多导线的一种简化形式，常用在微处理或者集成电路中，总线一般用蓝色加粗的线条表示。

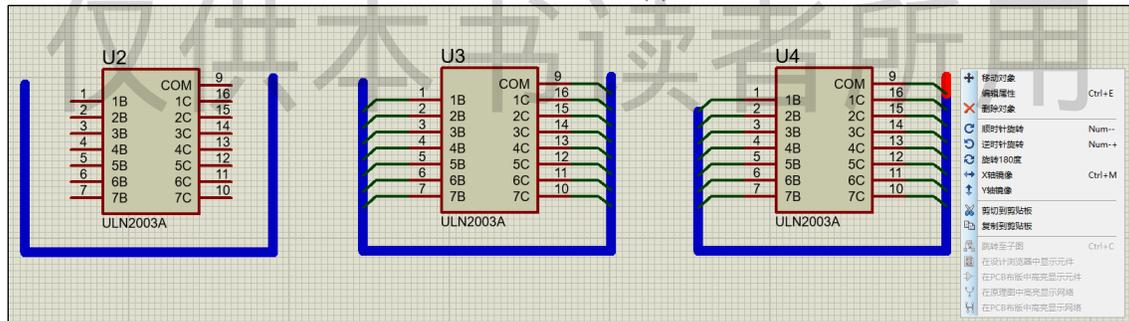
绘制总线包括 3 项操作：绘制总线、绘制分支线、添加总线标签。

① 绘制总线

单击模式工具栏中的“总线模式”按钮  → 在期望放置总线的起始点处单击，牵引出一条总线 → 光标移动到总线终点处，双击后结束这条总线的放置 → 如无需继续画总线，可双击右键退出总线绘制任务，如图 B.23(a)所示。如同绘制导线一样，绘制总线也有自动方式，也可以进行重复画线、移动、删除等操作，这里就不赘述了。

② 绘制分支线

总线画好后需要与元件引脚相连接了，元件引脚与总线是通过分支线连接的。为了使图纸美观，一般都要将分支线绘制成 45 度的相互平行的斜线，如图 B.23(b)所示。



(a) 画总线

(b) 画分支线

(c) 裁剪总线

图 B.23 总线画法

斜线的画法是，从元件引脚牵引出一条水平导线，在接近总线时先单击左键形成拐点，随后移动光标使导线倾斜，在与总线以 45 度相交时（总线上会出现暗红色捕捉方块）单击确认，即可结束斜线，如图 B.23(b)所示。

注意，在拐点处移动光标产生导线倾斜的功能只有在自动连线方式时才会有。手动连线方式时，在拐点处需按住 **Ctrl** 键才可使将导线产生倾斜。

分支线画好后，快速右键双击总线多余部位可将其删除掉。如果删除过程中，多余部位变为红色→在弹出的菜单中，单击删除对象，也可将其删除，如图 B.23(c)所示。

③添加总线标签

总线标签的作用是为了标示出总线中各分支线之间的关系。

具体方法是：单击模式工具栏中的“连线标号模式”按钮→将白色铅笔光标移到要放置标签的分支线上→左键单击后可弹出如图 B.24(a)所示的编辑连线标号对话框。

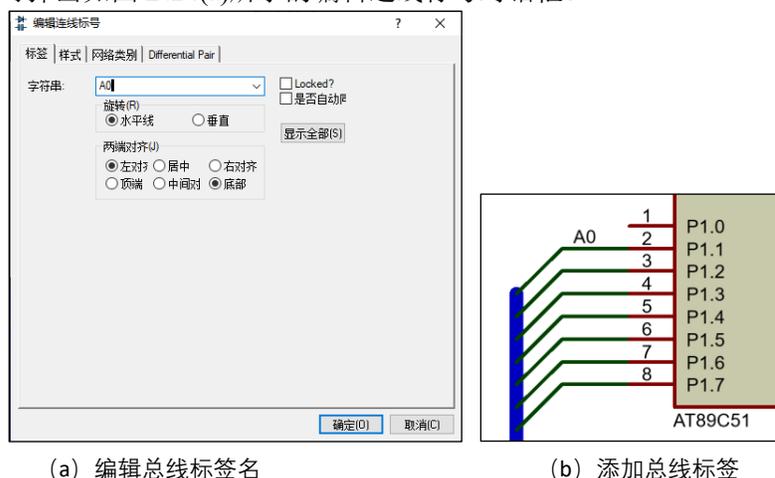


图 B.24 编辑和添加总线标签

在“字符串”下拉框内输入自行命名的总线标签名（如 A0），也可下拉选项单找到已经命名过的标签名（如 Vcc）→指定标签的旋转方位（水平线或垂直）和位置方式（左对齐、居中、右对齐等选项）。单击“确定”按钮后关闭对话框，总线标签便可出现在被标注导线旁边，如图 B.24(b)所示。

注意：总线标签的字母是不区分大小写的。此外，总线标签总是成对使用的，因此在其分支线的另一端也要有相同标注的总线标签。

下面再介绍一种总线标签自动生成的方法，具体做法如下：

单击菜单【工具】→【属性赋值工具】选项，弹出“属性赋值工具”对话框。在“字符串”文本框内输入“net=A#”，“计数器初值”文本框内输入“1”（见图 B.25(a)）。



图 B.25 自动标签的编辑与添加

单击“确定”按钮返回编辑主界面后，将光标移到待标注总线标签的一组分支线上(变为手形光标)，连续单击各条分支线，便可自动生成一组连续标签，如图 B.25(b)所示。

对比图 B.25(a)中的字符串命令“net =A#”可知，字符串中“#”与“=”之间的字符为自动标签里的固定字符，“#”则由对话框“计数值”和“增量”选项决定的数列代替。自动标注完成后，需要再次打开图 B.32(a)对话框，单击“取消”才能终止此次自动标签功能。

运用上述总线画法，可以基本完成电路图的绘制了，如图 B.26 所示。

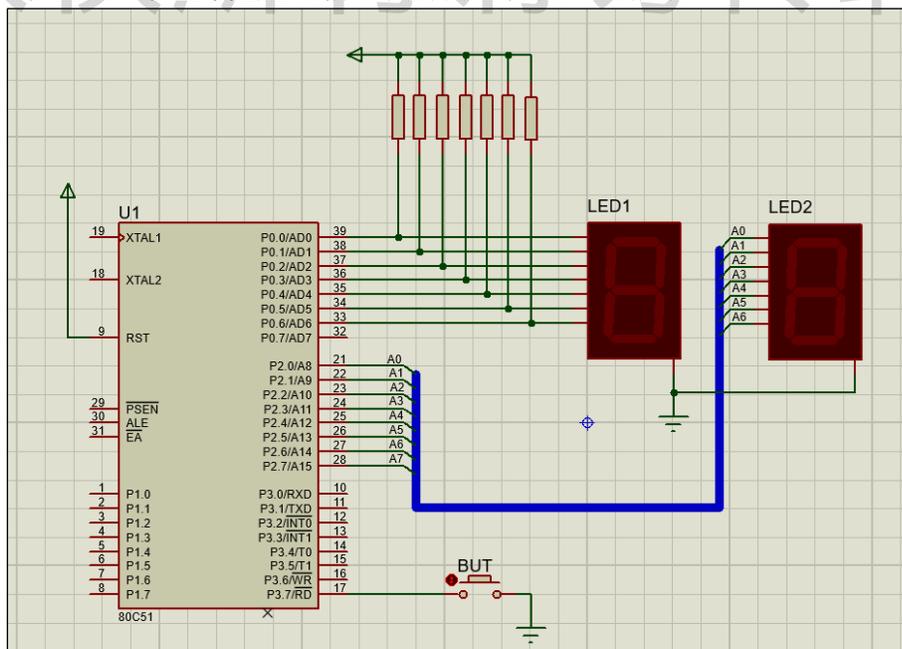


图 B.26 基本完成的电路图

5. 添加文本

上图中为了密集摆放电阻我们将所有电阻的标号都隐藏起来了。虽然属性修改后的电阻值不会因为隐藏而影响仿真运行结果，但缺乏元件标签的做法毕竟是不规范的。为此可以采用集体标号的办法加以弥补，具体方法是：单击模式工具栏中“二维文本图形模式”按钮 ，将光标放到电阻符号附近，单击左键，可以弹出图形文本对话框，如图 B.27 所示。



图 B.27 二维文本图形模式对话框

在文本字符串的文本框中输入集体电阻标号“R1~R7/100”，将字高调整为 0.13in（英寸），单击确定，字符串 R1~R7/100 将出现在电阻附近。如果想更改字符串的当前位置，可以右键单击字符串，从

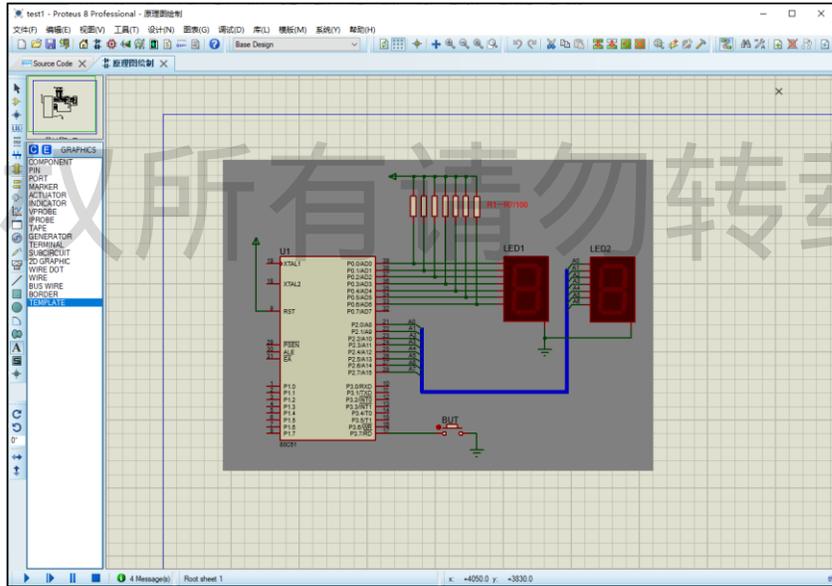
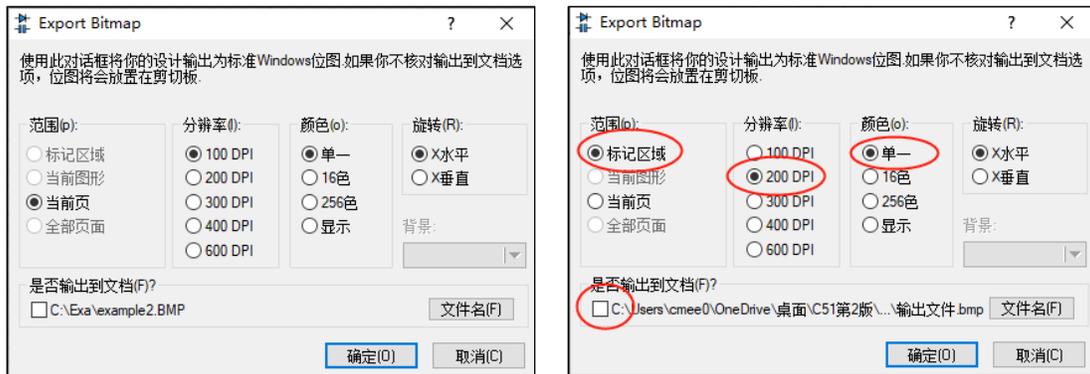


图 B.29 标记输出区域



(a) 默认的图新文件参数

(b) 修改后的图形文件参数

图 B.30 输出位图属性对话框

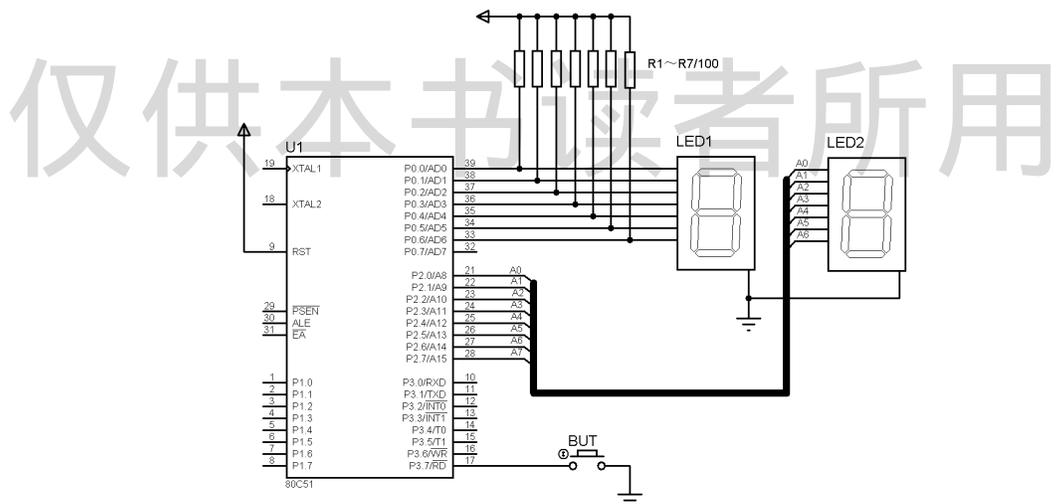


图 B.31 粘贴到文档中的电路图形