

第 3 章

原理图设计

原理图的设计是电路设计的基础，只有在设计好原理图的基础上才可以进行 PCB 的设计及电路仿真等工作。原理图设计就是利用 Protel DXP 提供的绘图功能来制作电路原理图，包括原理图的设计、编辑、修改和编译等。

本章学习重点：

- (1) 原理图的创建与保存。
- (2) 元器件库的加载与移除。
- (3) 元器件的查找。
- (4) 元器件的放置与编辑。
- (5) 元器件的调整与排列。
- (6) 原理图布线工具的使用。
- (7) 原理图对象的编辑。
- (8) 原理图绘图工具的使用。
- (9) 原理图的工作面板、视图等其他操作。

3.1 原理图创建与保存

从本章开始，我们将以第 1 章的图 1-1 所示电路为案例来讲解 PCB 设计的整个流程。为了描述方便，这里再次给出声控显示电路的原理图（图 3-1）。电路的基本原理如下：声音作用于 MK，经 Q1、Q2 放大和倒相后，与 R7、R9 组成的分压电路基准电位比较，经 U1（LM324）整形、倒相，点亮模拟二极管 DS1。C1、D1 和 R1 组成延时电路。输出脉冲 RST 启动由 U2（NE555）及外围电路构成的振荡器，其输出的时钟信号 CLK 经脉冲计数器 U3（CD40110）后在数码管 D4 上显示声音信号持续的时间。图 3-1 的最下方为电源电路。

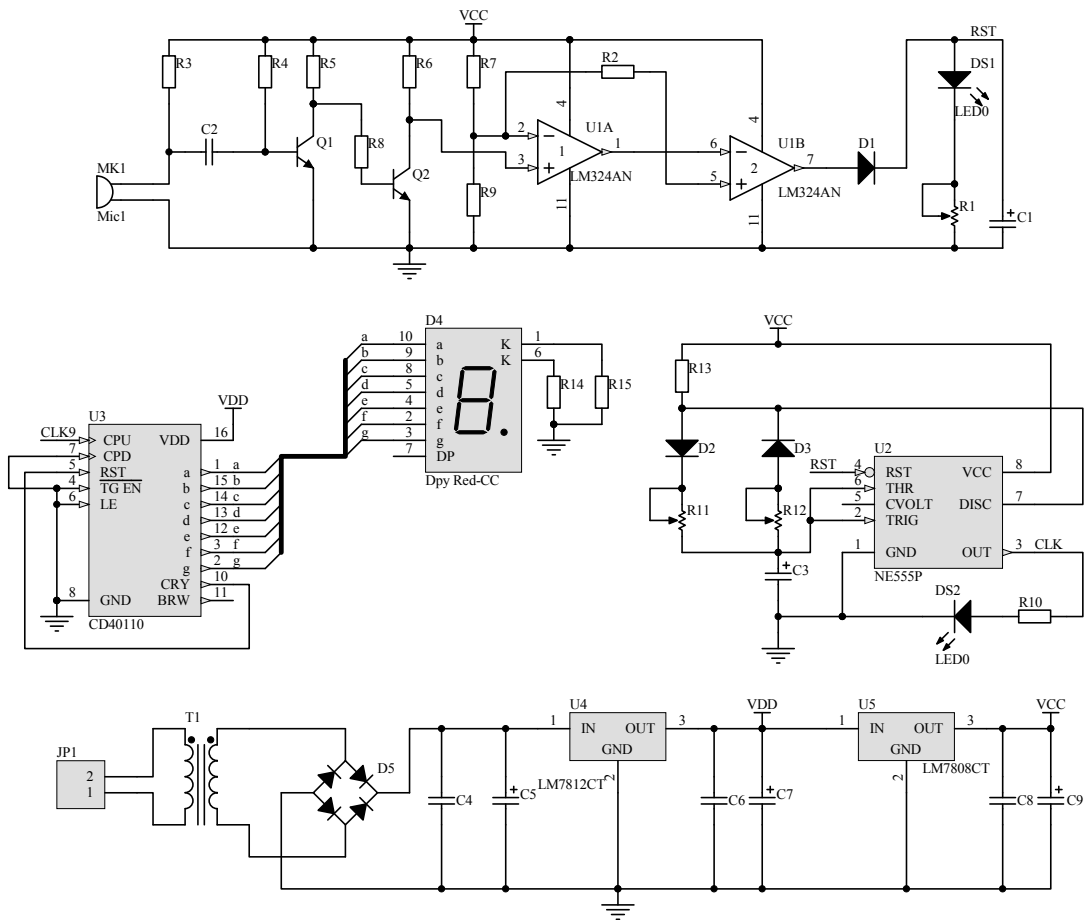


图 3-1 声控显示电路

1. 创建项目工作文件夹

为了工程项目设计的方便，一般将工程项目内的所有文件均放置在一个文件夹中。本案

例中，我们在 D 盘创建一个项目设计文件夹，并命名为“声控显示电路”。为了便于管理，本案例中后续建立的所有文件都保存在该目录下。

2. 创建 PCB 工程项目

启动 Protel DXP 软件后，执行“File→New→Project→PCB Project”菜单命令，将弹出图 3-2 所示的对话框。这里选择“Protel Pcb”类型并单击“OK”按钮，此时将出现默认文件名为“PCB Project1.PrjPCB”的项目。在该项目上单击鼠标右键，选择“Save Project”命令，将弹出保存文件对话框，这里我们选择刚建立的“声控显示电路”文件夹，并输入新的文件名“声控显示电路”，如图 3-3 所示。单击“保存”按钮后，新的项目文件“声控显示电路.PrjPCB”将出现在 Projects 面板中，如图 3-4 所示。

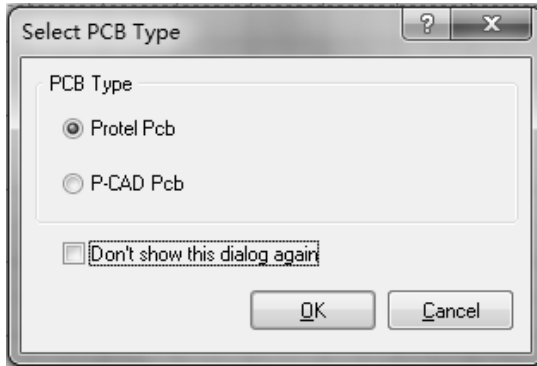


图 3-2 PCB 类型对话框



图 3-3 保存工程项目文件

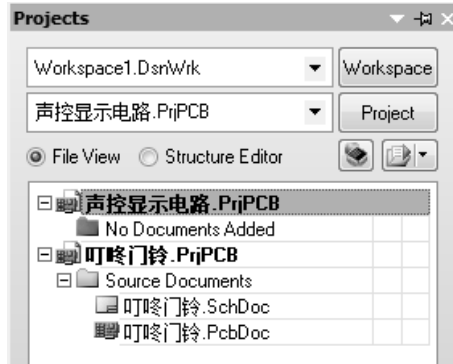


图 3-4 新建工程项目后的 Projects 面板

3. 创建原理图

在该项目文件名上单击右键，将弹出图 3-5 所示的子菜单，在这里我们执行“Add New to Project→Schematic”菜单命令，在该项目目录下出现默认文件名为“Sheet1.SchDoc”的原理图文件。在该文件名上单击右键，选择“Save”命令，在打开的保存文件对话框中找到工程项目所在文件夹，如图 3-6 所示，在其中输入文件名“声控显示电路”。点击“保存”后，新的原理图文件“声控显示电路.SchDoc”将出现在 Projects 面板中。将光标移动至工程项目文件名上，单击右键，选择“Save Project”命令保存项目文件，此时原理图文件创建完毕并在项目文件中创建了链接，如图 3-7 所示。

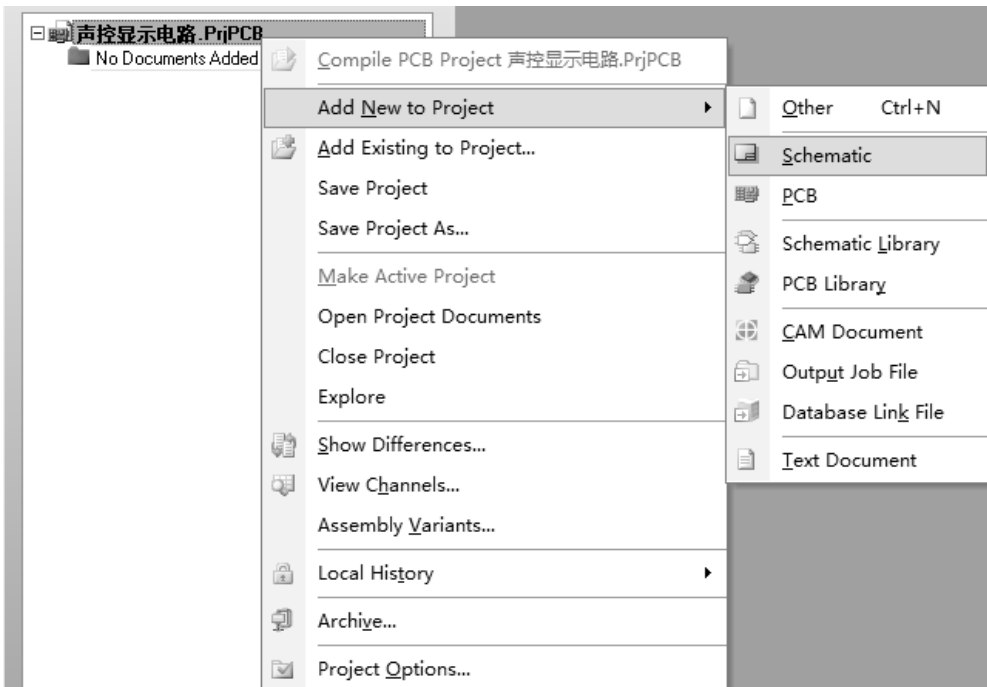


图 3-5 新建原理图操作



图 3-6 保存原理图文件

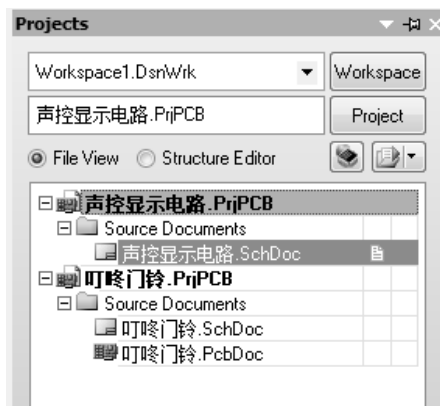


图 3-7 新建原理图

3.2 元器件库操作

在安装 Protel DXP 的过程中,它所附带的元器件库也一并被安装到了计算机中。在 Protel DXP 的安装目录中,有一个 Library 目录即是专门来存储元器件库的,如图 3-8 所示。在该目录中,元器件一般是按生产厂家来分类的,比如 Texas Instruments 文件夹中为美国德州仪


器公司所生产的元器件，Toshiba 文件夹中为日本东芝公司所生产的元器件，Actel 文件夹中为美国艾特公司所生产的元器件。



图 3-8 Protel DXP 自带元器件库所在文件夹

用户在绘制原理图的过程中，需要将自己用到的元器件库加载进来，以方便直接调用这些库中的元器件。但由于加载进来的元器件库都会占用系统资源，所以建议最好加载用户常用的元器件库，而不需要使用的或仅使用几次的元器件库，在使用完毕后可以从元器件库中移除，以提高程序运行效率。

Protel DXP 支持独立的元器件封装库，也支持集成的元器件库，它们的后缀名分别为 SchLib 和 IntLib。Protel DXP 软件打开后，默认会加载两个集成元器件库，即常用的分立元器件库 Miscellaneous Devices.IntLib 和常用接插件元器件库 Miscellaneous Connectors.IntLib。前一个元器件库主要包含常用的分立元器件，如电阻、电容、二极管、三极管等等；后一个元器件库主要包括常用的接插件，如插座等。

在 Protel DXP 2004 SP4 中，库文件的显示方式可以设置，用户只需单击库文件名右侧的按钮“”，将弹出设置对话框，如图 3-9 所示。以 Miscellaneous Devices.IntLib 库文件为例，若用户只选择了“Components”，则会显示元器件的所有信息，库文件显示名称为 Miscellaneous Devices.IntLib，如图 3-10 (a) 所示；若用户同时选择了“Components”和“Footprints”两项，则同样会显示元器件的所有信息，但库文件名称将以 Miscellaneous Devices.IntLib [Component View] 和 Miscellaneous Devices.IntLib [Footprint View] 两种形式供用户选择，分别表示“显示元器件

所有信息”和“仅显示元器件封装信息”，如图 3-10 (b) 所示；若用户只选择了“Footprints”，则会显示元器件的封装信息，库文件显示名称为 Miscellaneous Devices.IntLib [Footprint View]，如图 3-10 (c) 所示。

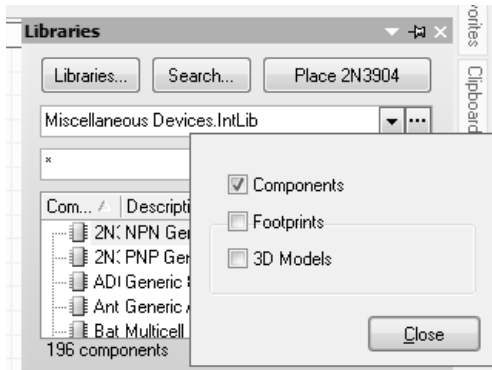
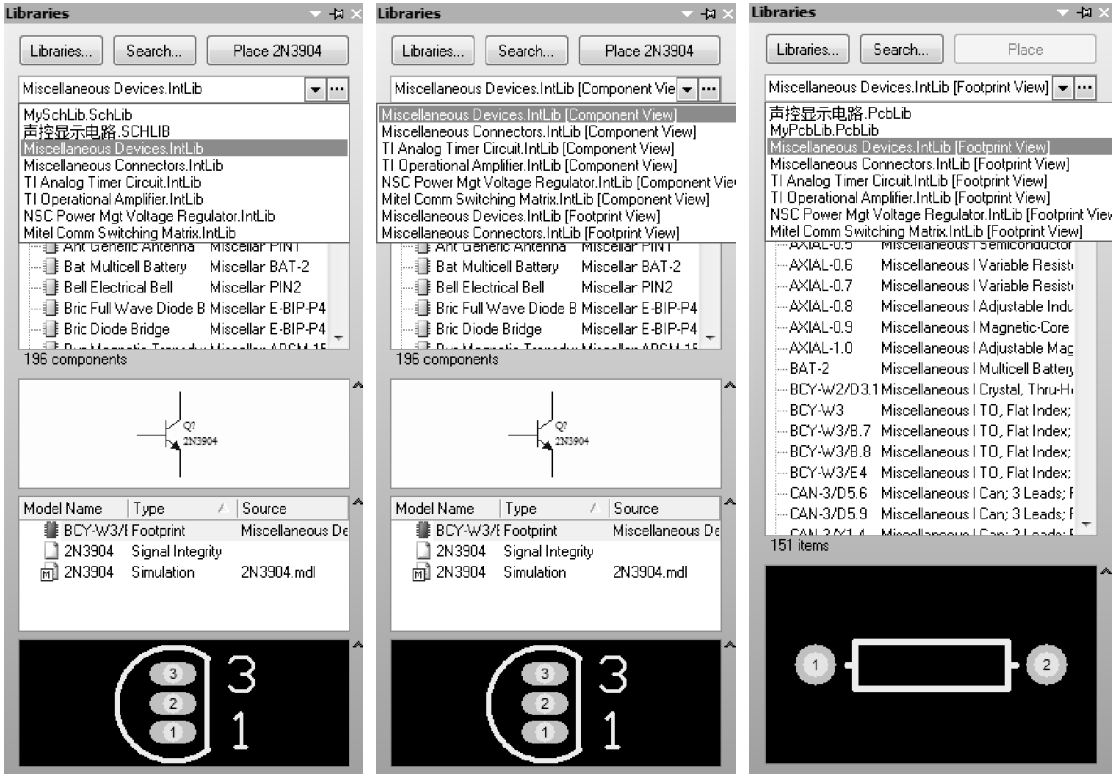


图 3-9 库文件显示方式设置对话框



(a) Components 方式

(b) Components + Footprints 方式

(c) Footprints 方式

图 3-10 元器件库面板显示方式

3.2.1 元器件库管理

1. 元器件库面板的打开与关闭

默认情况下，元器件库面板的控制按钮将出现在 Protel DXP 界面的最右边，用户只需要将鼠标移动到“Libraries”标签上，元器件库面板将自动弹出。如果用户将元器件库面板关闭了，可以通过以下两种方式打开面板：

(1) 执行“Design→Browse Library”菜单命令，“Libraries”标签将默认出现在界面右侧，同时也将打开元器件库面板。

(2) 找到工作界面右下方的面板控制中心，在原理图编辑界面下，其内容如图 3-11 所示。点击其中的“System”标签，弹出图 3-12 所示菜单，再点击其中的“Libraries”，即可打开元器件库面板。

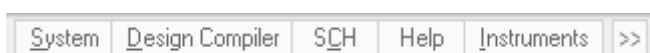


图 3-11 原理图编辑界面下的面板控制中心内容

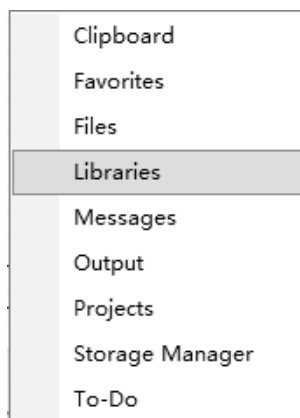



图 3-12 System 标签内容

以上两种操作属于开关操作，如果要再次关闭该面板，再次执行上述操作即可，或者直接点击面板右上角的关闭按钮“✕”。

2. 元器件库面板的移动与置顶

用户在使用元器件库的过程中，可以根据个人习惯来调整元器件库面板在整个工作区中的位置。若需将工作面板置于工作区中，可将鼠标放在元器件库面板最上方的蓝色标题栏上，按住鼠标左键不放并拖动面板到合适位置后松开鼠标左键即可。如果用户想将面板放在界面的最左边，只需将面板拖动到最左侧，当出现黑色向左的三角形标记“◀”时，松开左键即完成操作。同时，可以在松开鼠标左键之前，通过上下移动鼠标来调整“Libraries”标签在所有标签中的位置。

默认情况下，元器件库面板是非置顶的，当用户在工作区进行绘图等操作时，面板会自

动隐藏。如果用户需要面板置顶，只需要单击元器件面板上方的置顶控制按钮“”，此时面板会始终处于工作区最前端。

3. 认识元器件库面板

完整的元器件库面板如图 3-13 所示。最上面三个按钮分别用来加载或移除元器件库、查找元器件和放置当前选择的元器件。第二行显示的为当前选择的元器件库名称。第三行是元器件过滤器，当输入为通配符“*”时，表示不进行元器件过滤。例如，用户如果要选择电容类元器件，为了避免在元器件库中一个一个地查找，可以在过滤器中输入“CAP”，则在第四行元器件列表区域中仅显示以 CAP 开头的所有元器件信息。第五行区域显示的是元器件在原理图中的外形示意图。第六行区域显示的是元器件的模型、类型及所在库。例如，图 3-13 中所选择的是 PNP 型三极管，该区域显示了该型号三极管的封装模型名称及所在库、信号完整性模型和信号仿真模型等信息。面板最下面区域显示的是元器件封装。

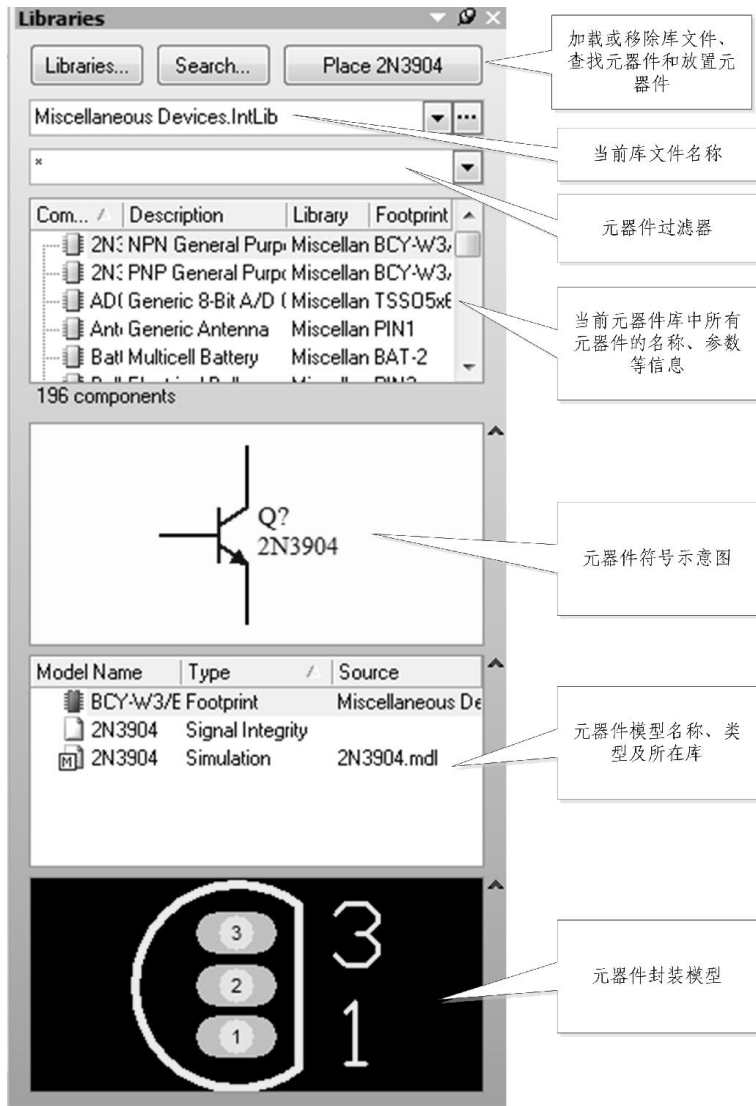


图 3-13 元器件库面板介绍

3.2.2 加载和移除元器件库

在设计原理图时，Protel DXP 默认只加载两个元器件库，因此当用户需要使用其他库中的元器件时，必须自行加载元器件库。同样，为了减少所加载元器件库过多地占用系统资源，必要时还可对不再使用的元器件库进行移除操作。

1. 加载元器件库

如果用户知道所使用的元器件在哪个库中，可以直接进行加载。以本案例中的 NE555P 为例，其所在元器件库名称为“TI Analog Timer Circuit.IntLib”，是德州仪器所生产的元器件，在库

文件目录下的“Texas Instruments”文件夹中。执行“Design→Add/Remove Library”命令，或者点击元器件库面板上的“Libraries”，打开元器件库加载和移除对话框，如图 3-14 所示。

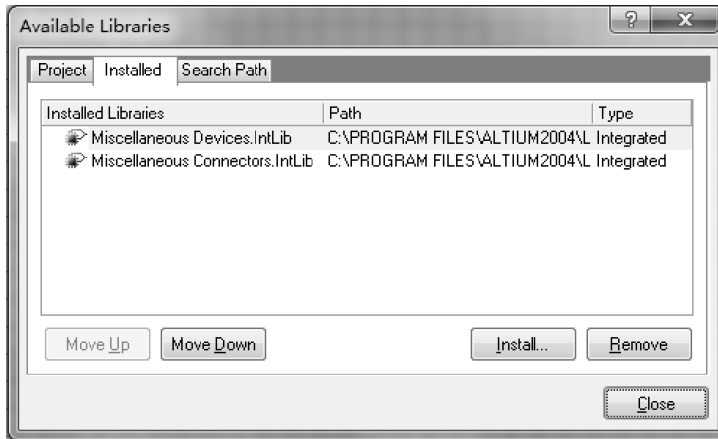


图 3-14 加载和移除库文件对话框

单击该对话框右下角的“Install”按钮，打开库文件选择对话框，默认路径为系统安装目录下的 Library 文件夹，如图 3-15 所示。找到该目录下的“Texas Instruments”文件夹，双击进入后，选择“TI Analog Timer Circuit.IntLib”库文件，点击“打开”按钮，则新的元器件库将加入到当前原理图中，如图 3-16 所示。若需要的元器件库已经加载完毕，单击“Close”按钮关闭对话框。

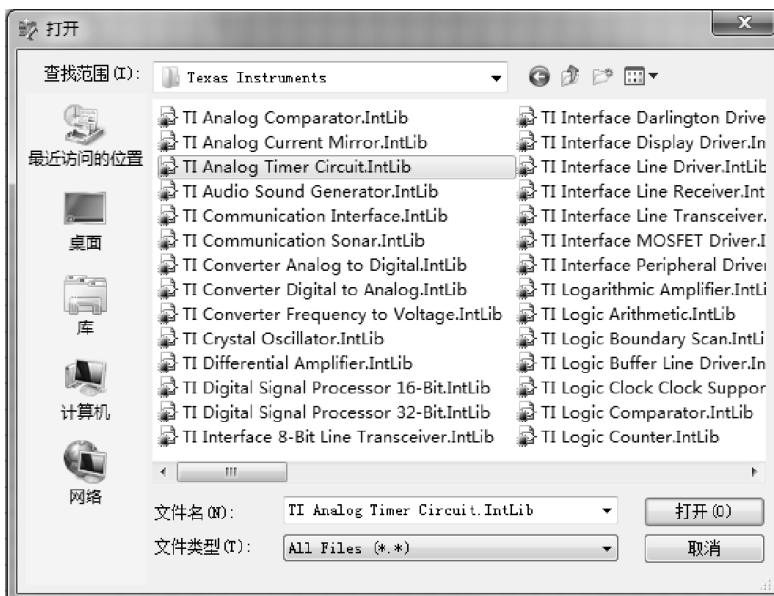


图 3-15 库文件选择对话框

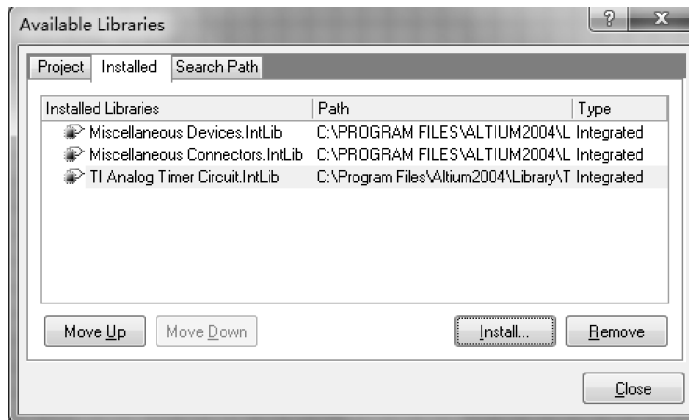


图 3-16 加载新元器件库后的加载和移除对话框

2. 移除元器件库

当不需要再使用某元器件库时,为了提高系统运行效率,可以将其从当前原理图中移除。执行“Design→Add/Remove Library”命令,或者点击元器件库面板上的“Libraries”,打开图 3-16 所示的元器件库加载和移除对话框。选择要移除的元器件库,例如“TI Analog Timer Circuit.IntLib”库文件,点击“Remove”按钮,即可将该元器件库移除,则当前原理图中的库文件只有默认加载的两个,如图 3-14 所示。

3.2.3 查找元器件

当用户需要使用的元器件不在当前加载的库文件中,而且也不知道在哪个库文件中时,可以使用 Protel DXP 查找元器件的功能。Protel DXP 提供了强大的查找功能,用户只需要知道元器件的大概名称,就可以将相似的所有元器件查找出来。在图 3-13 中,点击最上方的“Search”按钮,或执行“Tools→Find Component”命令,将打开图 3-17 所示的查找元器件对话框。

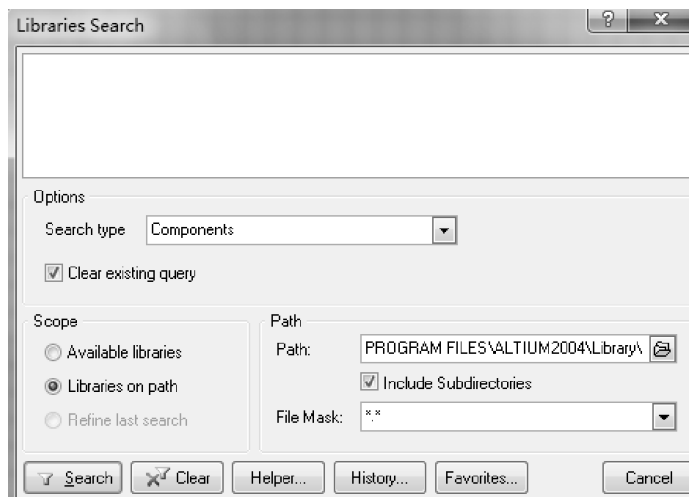


图 3-17 查找元器件对话框

(1) 在最上方的文本输入框中输入用户需要查找的元器件名称，可以是确切的元器件名称，也可以是不确切的元器件名称。例如，输入本案例中的四路运算放大器“LM324AN”。

(2) 在“Options”区域的“Search type”中，选择要查找的元器件类型，默认为查找元器件 (Components)。由于我们要查找的只是元器件名称，所以不需要更改该选项。Protel DXP 还支持查找元器件封装 (Protel Footprints) 和元器件 3D 模型 (3D Models)，此时可以点击查找类型下拉菜单进行选择。

(3) 在“Scope”选项框中，用户需要选择查找的范围。有三个选项可供选择：

① Available libraries：表示从当前已加载的元器件库中进行查找。

② Libraries on paths：表示按路径进行查找。此时用户需要在右边的“Path”栏中选择元器件库所在的路径。比如本案例中，我们在系统自带的默认库中进行查找，则需要选择路径“Altium2004\Library”。由于 Library 目录下包含多个文件夹，所以一定要选择包含子目录复选框，即选中“Include Subdirectories”项。

③ Refine last search：表示对上次的查找方式进行重新设置。

此外，在“Path”区域中，还有一个库文件过滤器 (File Mask)。若用户知道所查找的元器件库的大概名称或某些字符，可以在此区域输入，以缩短搜索时间；若不知道，则保留默认值“*.*”即可。

(4) 参数设置完毕后，点击下方的“Search”按钮开始查找元器件。此时，Protel DXP 进入元器件查找状态，如图 3-18 所示。当查找到类似的元器件后，在元器件名称栏中将显示所有已查找到的具有类似名称的元器件名称。若用户发现已经查找到了所需的元器件，例如本案例中的“LM324AN”，则可单击上方的“Stop”按钮停止查找；如果仍没有找到，可以让系统继续查找。

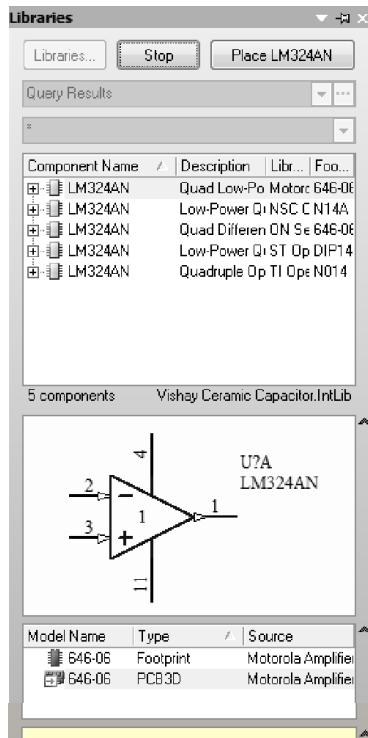


图 3-18 元器件查找

找到所需元器件后，用户可以直接双击该元器件，将其所在的元器件库加载到当前原理图中。本案例中，我们选中元器件“LM324AN”并单击“Place LM324AN”按钮，或双击放置该元器件时，系统将弹出图 3-19 所示加载该库的确认对话框，点击“Yes”按钮即可。

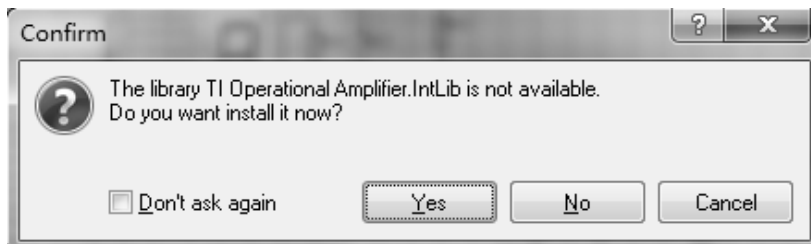


图 3-19 加载查找到的库文件确认对话框

当进行了某次查找后，若再次打开查找元器件对话框，该对话框默认保存了上次查找的内容，如图 3-20 所示。从图中可以看出，当用户输入“LM324”后，系统会自动在其前后加上通配符“*”，表示查找中间五个字符为“LM324”的所有元器件。同时，如果是查找元器件，还会查找元器件描述中包含字符“LM324”的元器件。如果用户需要修改查找内容，可以在输入文本对话框中修改。若需重新查找其他元器件，点击下方的“Clear”按钮清除文本框中的内容并再次输入即可。如果用户查找某个元器件有多项条件限制，可以在输入文本框中输入类似“(Name like '*LM324*') or (Description like '*LM324*')”的语句。若对此语句不熟悉，可以

点击下方的“Helper”按钮获得帮助，如图 3-21 所示。若用户想重复某次搜索，可以直接点击“History”按钮，在弹出的对话框中选择需要查找的内容项，然后点击“Apply Expression”按钮即可，如图 3-22 所示。若用户需要清除以前的所有记录，可单击“Clear History”按钮。若用户以前收藏过某些查找记录，也可以点击“Favorites”按钮，在弹出的图 3-23 所示对话框中选择以前收藏的查找过的器件名称。这里由于没有收藏过查找记录，所以里面的记录是空白的。

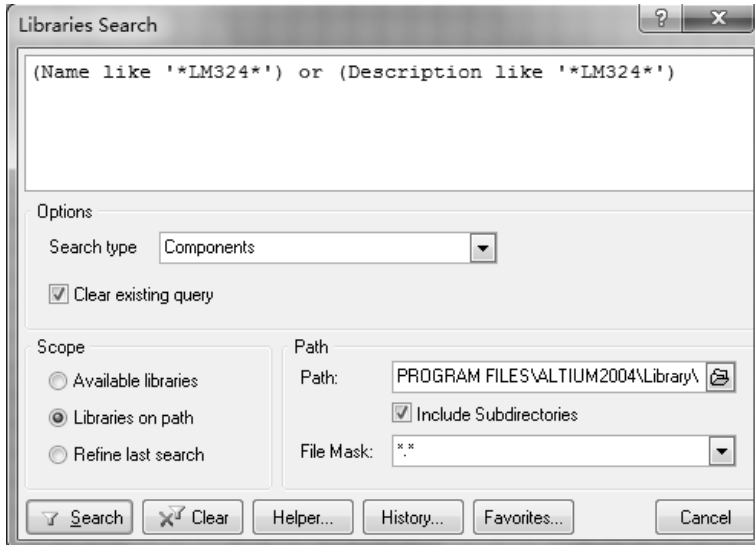


图 3-20 再次打开查找对话框显示的内容

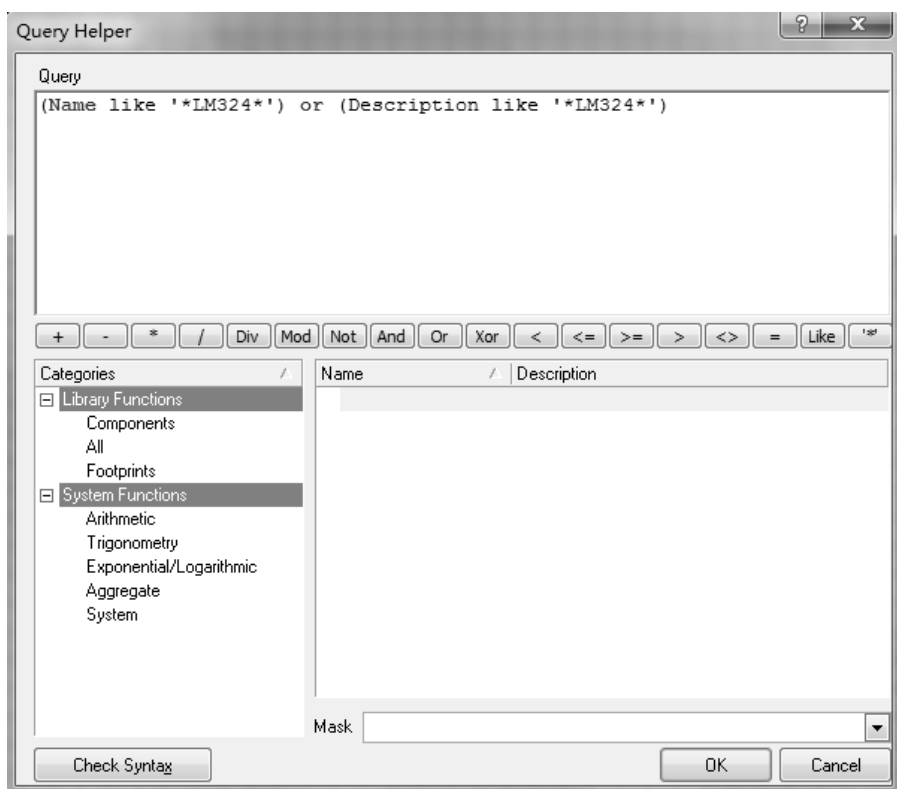


图 3-21 查找帮助对话框

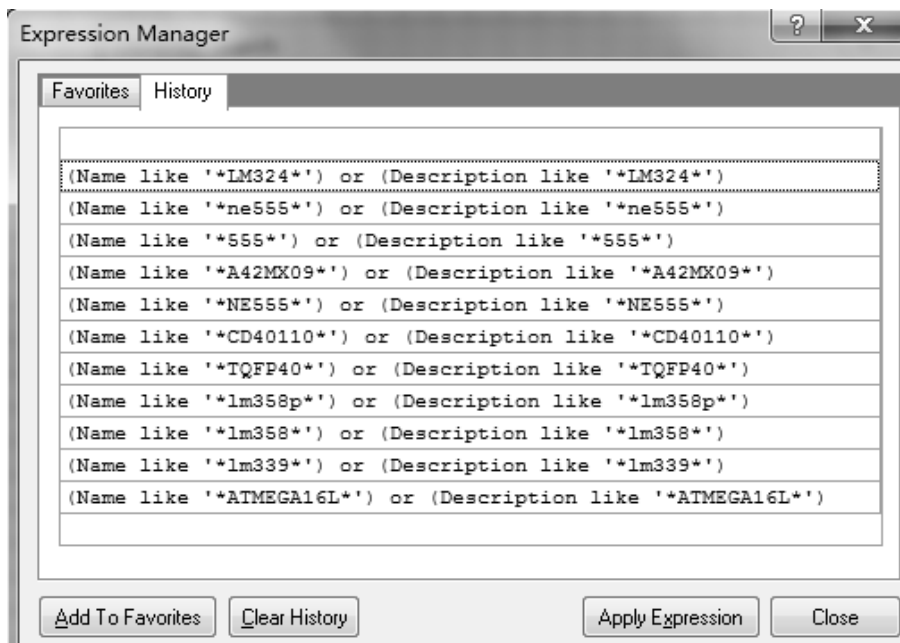


图 3-22 “History”对话框

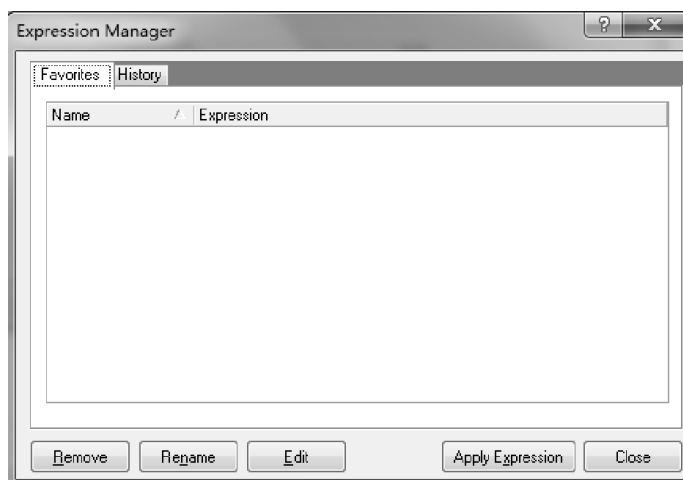


图 3-23 “Favorites”对话框

3.3 元器件放置与编辑

当用户将所需元器件库加载到当前原理图中后，就可以使用这些元器件库中的元器件来绘制原理图了。

3.3.1 放置元器件

1. 通过元器件库面板放置元器件

下面以放置电阻为例，说明元器件的放置方法。

(1) 在库文件中选择“Miscellaneous Devices.IntLib”作为当前库，在元器件过滤器中输入“Res”（因为电阻是以“Res”开头的，这样可以在元器件列表中快速显示出所有以“Res”开头的元器件），在元器件列表栏中双击 Res2，或者选中 Res2 时单击“Place Res2”按钮，此时元器件 Res2 的符号将附着在鼠标光标上，并可跟随光标随意移动，如图 3-24 (a) 所示。

(2) 将元器件移动到图纸中需要放置的位置，单击鼠标左键将元器件放置到图纸中的指定位置。

(3) 此时系统仍处于放置电阻 Res2 的状态，用户可以继续将光标移动到特定位置，单击左键继续放置电阻。也就是说，用户可以连续放置相同的元器件至原理图中。

(4) 元器件放置完毕后，用户单击鼠标右键即可退出放置元器件状态，也可按键盘上的“Esc”键退出该状态。



(a) 电阻

(b) 电容

图 3-24 元器件放置时的附着状态

2. 通过菜单放置元器件

用户也可以使用菜单命令来放置元器件。执行“Place→Part”菜单命令，或连续按两次键盘上“P”键，将打开放置元器件对话框，如图 3-25 所示。对话框中默认放置的元器件为上一次放置元器件操作中最后放置的元器件，如这里的“Res2”。若用户知道元器件的名称，可以在这里直接修改。比如要放置电容，可直接将“Res2”修改为“Cap”（不区分大小写），单击“OK”按钮，系统将处于放置电容的状态，如图 3-24（b）所示。放置完毕后单击鼠标右键，将返回到图 3-25 所示界面，可以继续放置其他元器件。若不需要进行此操作，单击“Cancel”按钮退出。

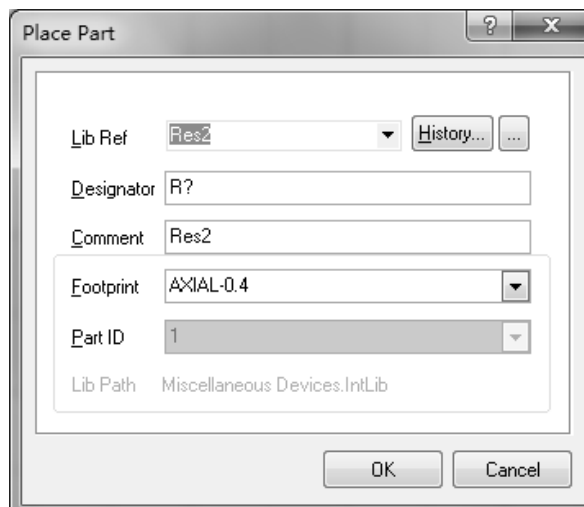


图 3-25 放置元器件对话框

此外，在图 3-25 所示对话框中，还可以在“Lib Ref”栏中点击三角形下拉按钮，来选择以前放置的元器件名称。也可以点击“History”按钮，在弹出的对话框中选择和修改需要方放置的元器件名称及参数，如图 3-26 所示，然后点击“OK”按钮返回元器件放置界面。

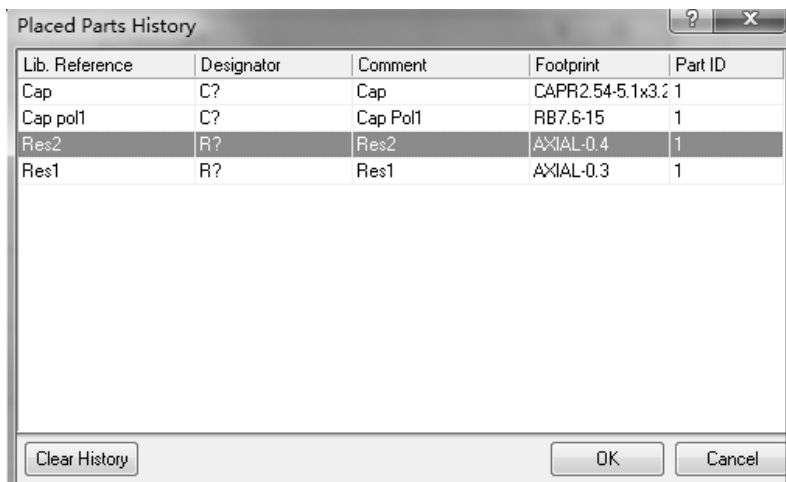


图 3-26 元器件放置“History”对话框

若用户不清楚元器件名称及所在库，可以点击图 3-25 中“Lib Ref”栏最右边的按钮“...”，打开图 3-27 所示的元器件浏览对话框，找到所需元器件后，点击“OK”按钮返回元器件放置界面。

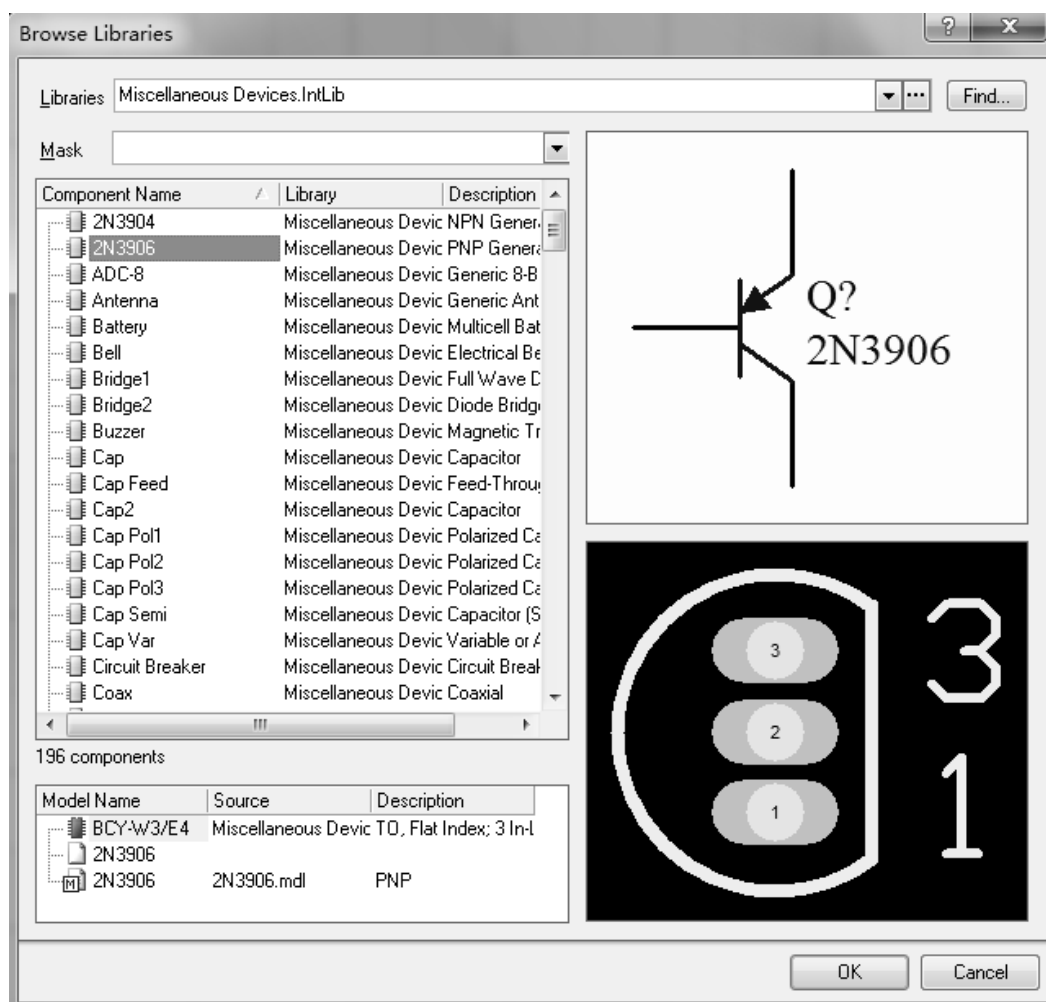



图 3-27 元器件选择对话框

图 3-25 所示的放置元器件对话框中，后面几项依次为元器件流水号 (Designator)、元器件注释 (Comment)、元器件封装 (Foot print)、元器件子件号 (Part ID，默认为 1)。例如，在放置电容的过程中，将流水号改为 C1，然后依次点击鼠标左键放置多个电容，则流水号依次为 C1、C2、C3.....

3. 通过工具栏放置常用元器件

对于某些常见的元器件，比如电阻、电容等，可以通过工具栏来快速地放置。点击辅助工具栏 (Utilities) 中电阻形状的按钮“”即可显示数字元器件工具栏，如图 3-28 所示。

