



简介与教程

版权声明

此软件和手册的全部或部分版权归 RS Components 所有，未经 RS Components 事先的书面同意，不得对其进行使用、出售、转让、复制或以任何形式、媒体形式全部或部分转载至任何人。如果您使用该手册进行以上操作，您将承担责任，在该条件下，RS Components 或相关公司对任何类型的损失或损坏负责。

RS Components 不保证软件包在每种硬件软件环境下均可正常运行。

尽管 RS Components 已对软件进行了测试并查看了文档，RS Components 并不保证或代表（明示或暗示）与该软件或文档有关质量、性能、适销性或特定用途的适合性。该软件和文档特许“不予改变”且通过利用对其质量和性能的假设，您获得许可。

在任何情况下，RS Components 都不承担由于使用或无法使用软件或文档造成的直接的、间接的、特殊的、偶然的或后果性的损害，即使曾被告知有造成此类损失的可能性。

RS Components 保留更改、修改、改正和升级软件及出版物的权利，不另行通知且不承担任何责任。

DesignSpark 是 RS Components 的商标，Microsoft、Windows、Windows NT 和 Intellimouse 是 Microsoft Corporation 的注册商标或商标。

Eagle 是 CadSoft 的版权

其它所有商标的所有权均归其各自所有者所有。

版权所有 © RS Components. 1997-2011. 保留所有权利。（如有错漏不在此限）

发行日期：2011 年 2 月 22 日第三版

RS Components Ltd

国际管理中心

牛津商业园北部 8050 号

牛津城

OX4 2HW

英国

电话：+44 (0)1865 204000

传真：+44 (0)1865 207400

目录

目录	3
第 1 章, DESIGNSPARK 入门	4
DesignSpark 简介	4
教程简介	4
附加帮助	4
系统要求	4
安装	4
删除软件	4
启动 DesignSpark	4
DesignSpark 桌面	5
工具栏	6
取消命令	7
快捷键	7
单位	7
栅格	7
快捷键菜单	8
撤销/恢复	8
项目属性	9
状态栏	9
可停靠窗口和浏览器	9
第 2 章, 创建原理图	11
原理图设计教程	11
开始新原理图	11
添加元件	12
放置元件	22
添加连接	23
添加电源和接地符号	24
添加连接器	26
添加电路网参照物	27
原理图已完成	29
第 3 章, 将原理图转换成 PCB	31
概述	31
将原理图转换成 PCB	31
新 PCB 向导	32
开始全新 PCB 设计 (未提供原理图)	36
完成原理图设计	36
第 4 章, PCB 设计编辑器	37
将原理图转换成 PCB	37
取消设计中的布线	37
更改层数	38
交互式创建板轮廓线	38
放置元件	39
布线设计	42
自动布线	42
取消设计中的布线	43
手动布线	43
在密集区挑选	45
覆铜	45
检查设计完整性	48
设计规则检查	49
查看电源平面层	50
报告、部件列表和电路网列表	51
第 5 章, 制造 PCB	53
绘图和数控钻 — 概述	53
绘图对话框	53
绘图流程	55

第 1. 章， DesignSpark 入门

DesignSpark 简介

欢迎使用 DesignSpark PCB 设计系统。系统构建于集成设计环境之上，提供从捕获原理图到印刷电路板 (PCB) 的设计和布局所需的全部工具。

教程简介

读完本教程后，您可以快速熟悉 DesignSpark 可用功能及其设计方法，并且使用在线帮助了解更多详情。

该教程被分为几个逻辑部分，以及典型原理图和 PCB 设计流程。

原理图设计编辑器用于捕获您的逻辑设计和“推动”PCB 设计。但是 PCB 设计编辑器却可以根据您自己的期望使用或不使用原理图设计均适用。

PCB 设计的一个重要方面是生产专业的制造数据，因而也就是最终的 PCB 成品。DesignSpark 可以将制造数据直接发送到您的 PCB 供应商，因而其能生产最终的实物 PCB。

附加帮助

有多种形式的帮助可以提供。使用 DesignSpark 时可随时按键盘上的 <F1> 键获取在线帮助，或者发送电邮/致电 RS Components 获取帮助。

系统要求

DesignSpark 可在 Windows 操作系统下运行，但是我们推荐您使用 Windows XP。它不能在 Windows 3.1x 或 Linux 下运行。推荐使用速度超过 1Ghz 的奔腾处理器和至少 256Mb 的 RAM。需要强调的是，DesignSpark 无需高性能硬件便能获取优秀性能，普通的现成电脑足以。整套产品安装需要至少 100Mb 的硬盘空间。建议使用滚轮鼠标，进行网络连接以便从 DesignSpark 网站下载产品。如果已有 CD-ROM 驱动器，便可用其加载产品 CD。

安装

假如您已通过网站下载在计算机上成功安装 DesignSpark 产品，使用提供的向导便可继续安装程序。根据说明并使用提供的默认设置。范例设计档案也会安装到你的计算机上以便你更易于掌握设计流程中的关键步骤。

删除软件

如果因为任何原因，您需要删除计算机上的 DesignSpark，您应该在 **Start (开始)** 菜单的 **Control Panel (控制面板)** 上选择 **Add/Remove Programs (添加/删除程序)** 图标。然后从已安装程序列表中选择 **DesignSpark** 并单击 **Change/Remove (更改/删除)** 按钮。

启动 DesignSpark

在安装过程中，DesignSpark 程序图标自动添加至您的桌面，RS Components 程序组添加至 **Start (开始)** 菜单和 **Programs (程序)**。

要启动 DesignSpark，只需双击桌面上的 **DesignSpark** 图标或者选择 DesignSpark 菜单项。

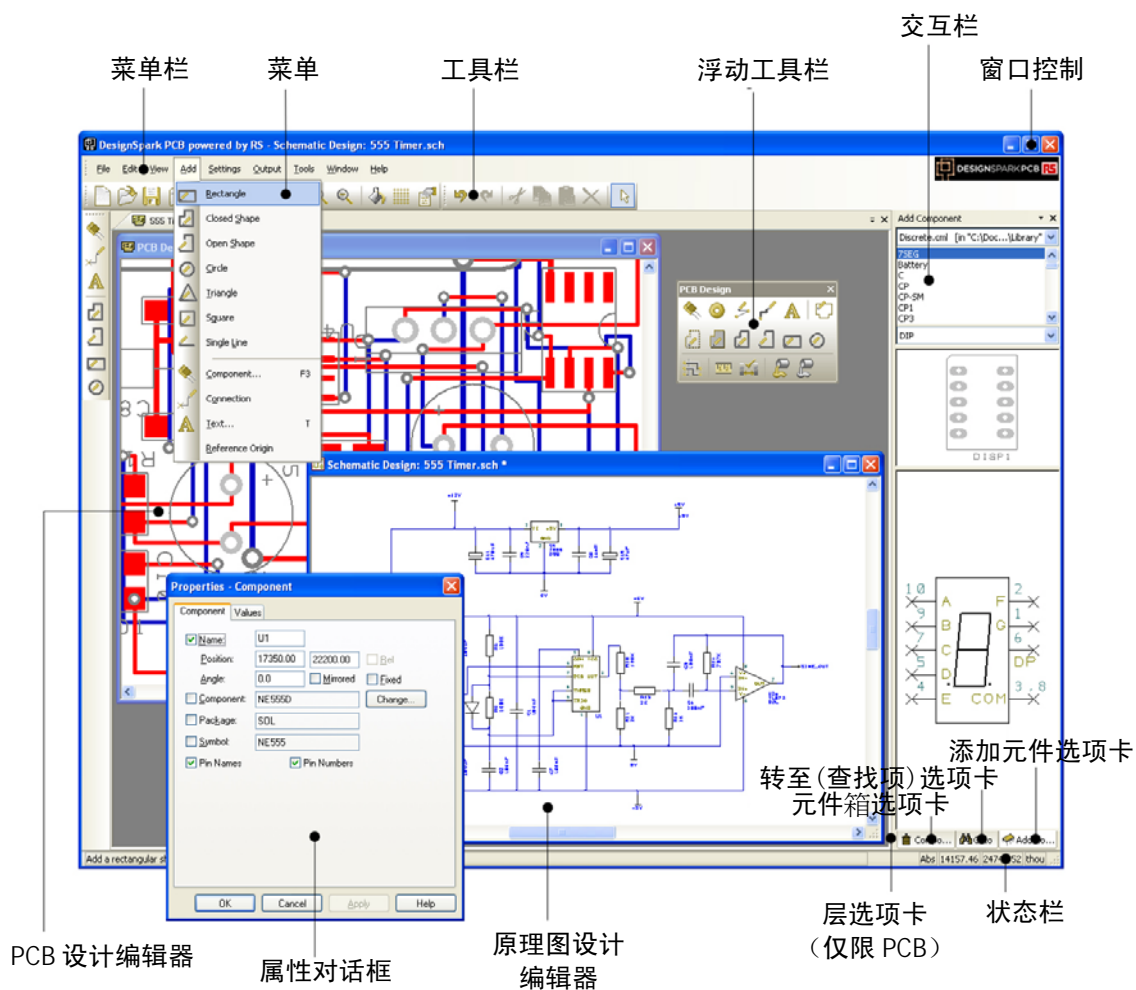


DesignSpark
PCB

DesignSpark 桌面

运行 DesignSpark 时，主应用程序窗口弹出。您可以在这里同时打开任意数量和组合的不同设计与库项。

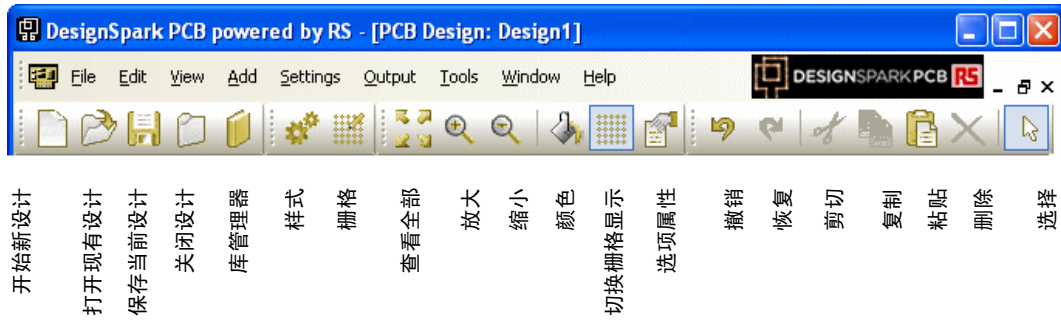
下图按名称向您显示主要的构架面，因而当其运用于教程中时，您将能明白所探讨的内容。



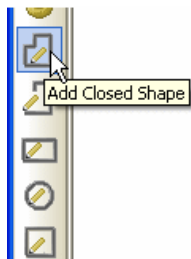
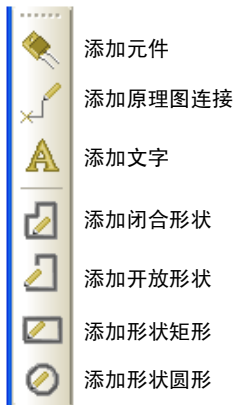
工具栏

DesignSpark 在工具栏中随附安装了一套常用的工具供您使用。

General Toolbar (常用工具栏)

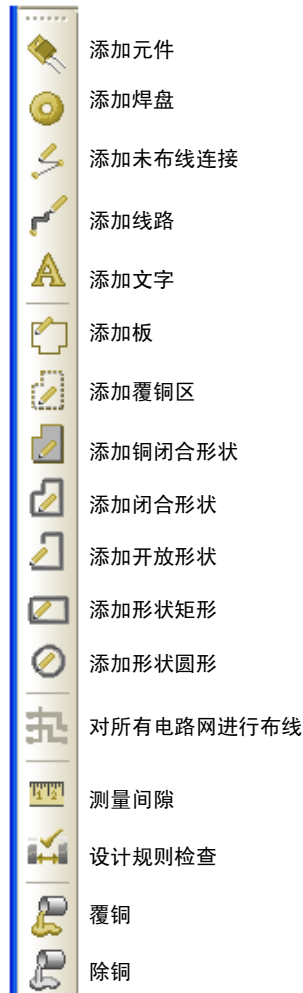


Schematic Design Toolbar (原理图设计工具栏)



如果您把鼠标放到工具栏按钮上, 将显示一个有关按钮功能及其快捷键 (如有定义) 的小提示。

PCB Design Toolbar (PCB 设计工具栏)



取消命令

通过单击键盘上的 **<ESC>** 键，可以随时取消所有对话框和命令。如果您正位于子菜单下拉项或低层选项中，有时则需要单击数次。

快捷键

同工具栏一样，DesignSpark 让您能通过键盘编程一些常用选项或命令。这意味着一旦完成编程，您可以通过按压键盘键或按键组合来输入功能或选项。对于有经验的用户而言，这使得程序操作更加高效。

安装 DesignSpark 后，您将找到为您定义的一组快捷键。可以从 **Help (帮助)** 菜单和 **Shortcut Keys (快捷键)** 选项中获取所有指定键的完整报告。此时将显示一个对话框让您选择报告快捷键的方式。



单位

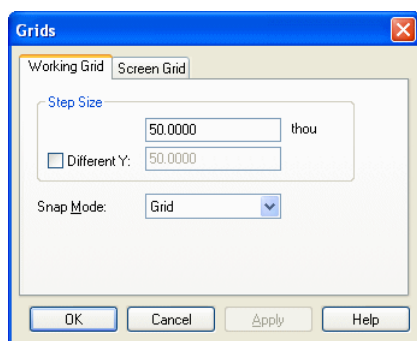
Settings (设置) 菜单上的 **Units (单位)** 选项用于定义单位以及对话框中显示并被您编辑的坐标与长度所显示的精度。可以使用 **Units (单位)** 下拉列表更改基本工作单位。



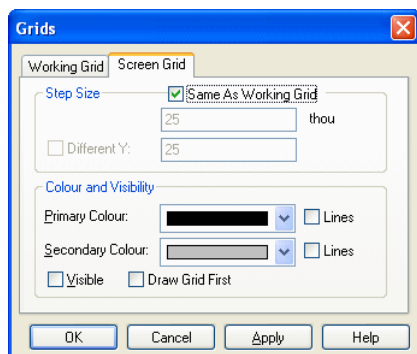
对于每种单位类型，您均可指定 **Precision (精度)**。这是显示的小数位数；数值为四舍五入到最后一位小数。

栅格

栅格在 DesignSpark 中用于定义放置元件时元件将捕捉的点或步，以及用于设计中的可视参照物。因此，**Settings (设置)** 菜单上的 **Grids (栅格)** 对话框包含两组栅格类型：**Working Grid (工作栅格)** 和 **Screen Grid (屏幕栅格)**。



Working Grid (工作栅格) 页面将让您在手动交互过程中定义用于放置设计元件的栅格。工作栅格不可视，而可视的 **Screen Grid (屏幕栅格)** 可有相同的值，因此能够让用户看见。

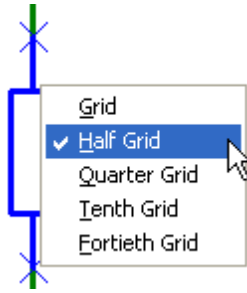


Screen Grid (屏幕栅格) 页面用于定义“点”的显示，从而在设计时对您加以引导。**Steps Size (步长)**：用于定义栅格的“间距”并用 **Secondary Color (间色)** 加以显示。**Primary Color (原色)** 是用于显示比次要栅格大十倍的主要栅格。

Visible (可视) 复选框可以打开或关闭栅格的显示，设计过程中使用快捷键 **<G>** 可以随时设置。

捕捉对齐栅格

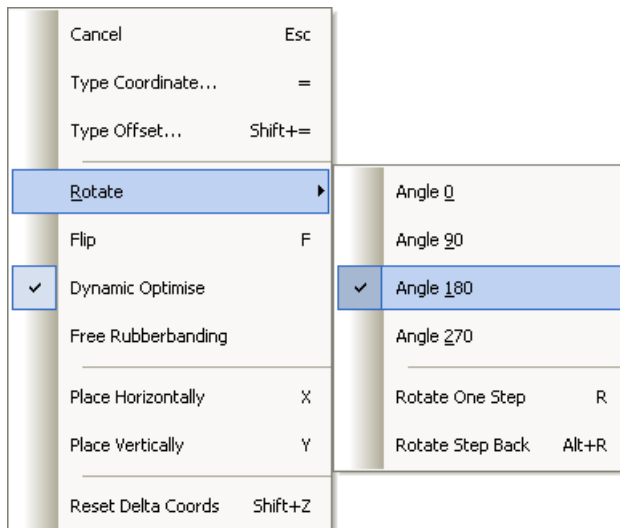
在编辑过程中，通过直接选择键盘命令 **<Ctrl-G>** 可以显示 **Snap Mode (捕捉模式)** 快捷键。通过选择捕捉模式设置，您可以使用工作栅格的预定义倍数进行移动元件等操作。



快捷键菜单

可以在 DesignSpark 中大量使用鼠标右按钮显示 **shortcut menus (快捷键菜单)**，这被称为 **context menus (上下文菜单)**。操作过程中，可以访问这些菜单并获得一组相关“语境”指令。

一旦熟悉此系统，您可以通过直接单击元件项访问快捷键菜单并从中挑选选项。



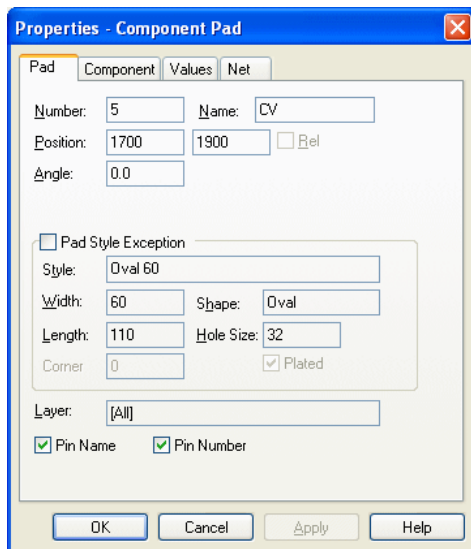
撤销/恢复

DesignSpark 可提供无限层次的撤销和恢复功能。恢复功能用于逆转已完成的最后一次操作。撤销功能可以依序用于撤销多个操作。它还是一个有用且灵活的工具使您能交互式进行不同的迭代操作，例如手动放置元件。

分别使用标准 Windows 快捷键 **<Ctrl-Z>** (和 Alt-Backspace) 工具栏以及 **<Ctrl-Y>** 可以调用撤销和恢复功能。编辑工具栏中提供这些功能按钮。恢复功能仅在执行撤销操作后才可用。执行恢复操作后，按钮仍显示在菜单上但呈灰色意为不可用。在 **Preferences (首选项)** 对话框中可进行可撤销操作次数的设置。

项目属性

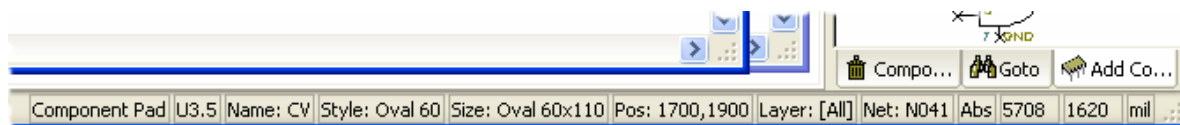
设计中的各 **item**（项目）包含一组可以使用 **Properties**（属性）选项查看或编辑的特性。设计中的某些项目由几个实体构成，每个实体均可单独选择并各自具有可查看的属性。



通过选择项目并单击快捷菜单上的 **Properties**（属性）选项，可以查看项目属性。选择项目并单击快捷键 **<Alt-Enter>** 可以更快速地查看属性。左侧示例显示了 PCB 元件焊盘的焊盘页面属性。您将注意到元件其它的可用属性，例如元件和元件值。

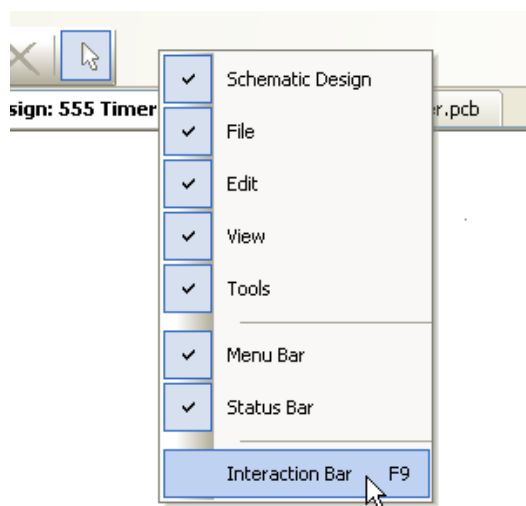
状态栏

设计窗口底部的状态栏显示了关于所选设计项目的有用信息。通过选择项目和使用快捷菜单的 **Properties**（属性）对话框可以了解更多详情。

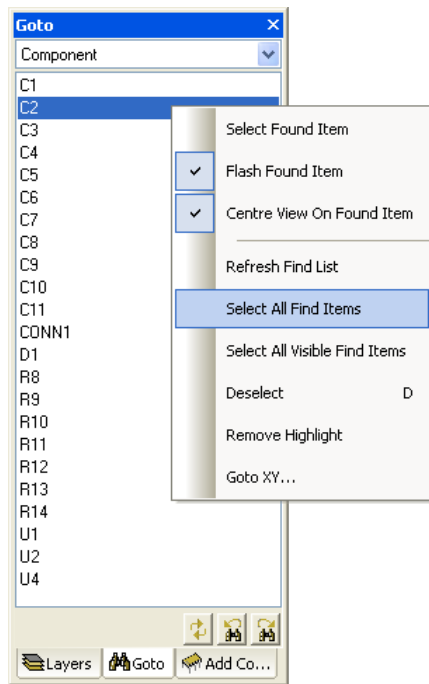


可停靠窗口和浏览器

作为设计工具的一部分，在 **Interaction Bar**（交互栏）中有一些浏览器可用。



通过 **View**（查看）菜单和 **Interaction Bar**（交互栏）**<F9>** 或在某一工具栏或菜单栏上单击鼠标右键并从快捷菜单中进行选择，均可使用交互栏。

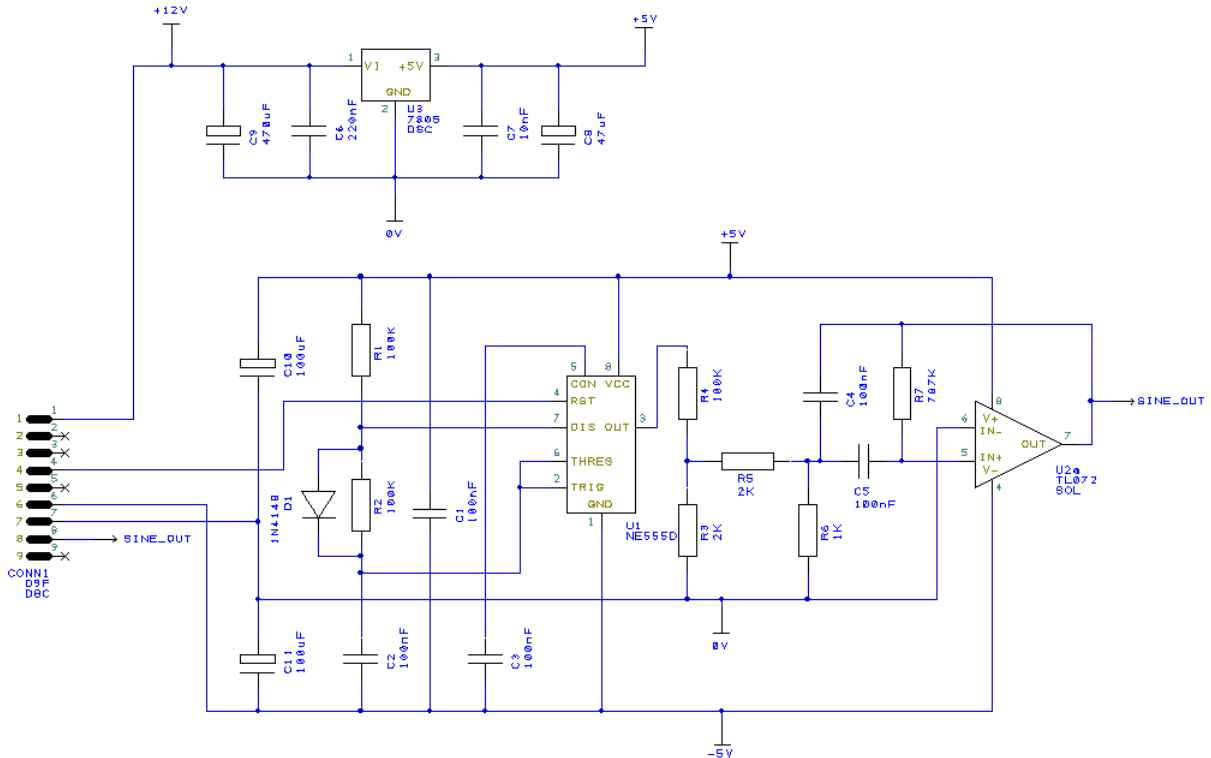


通过在浏览器底端的三个选项卡中选择其一可以打开各浏览器。您可以访问 **Layers (层)** (仅限 PCB)、**Component Bin (元件箱)** (仅限原理图)、**Goto (转至)** 和 **Add Component (添加元件)** 选项。

第 2 章，创建原理图

原理图设计教程

在教程中，我们将创建一个原理图设计，这是制造完成后最终的外观。



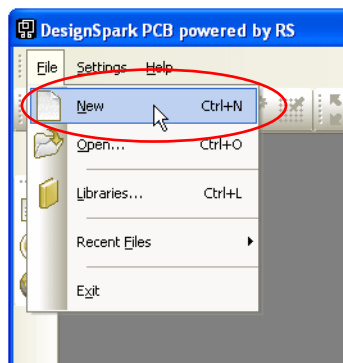
在设计过程中，我们将陪您浏览绘图的所有方面并提供更多信息为您出谋划策。

设计包含两部分：第一部分是将 12V 电源转换成 5V 电源的电源调节器电路。下半部分是 555 计时器电路。

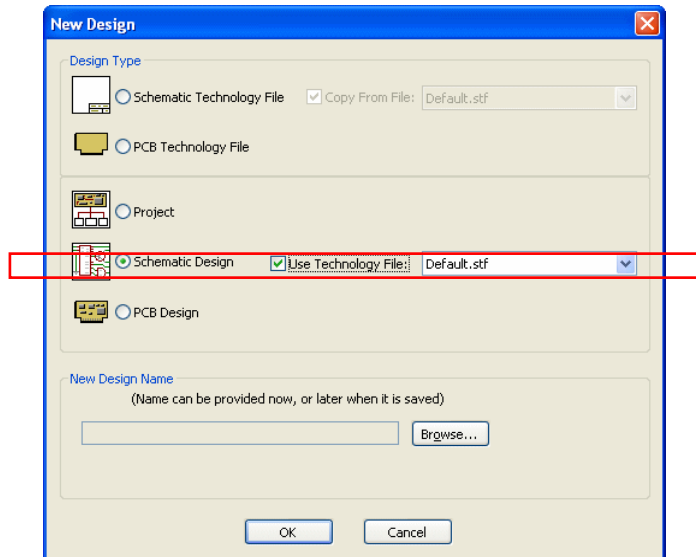
开始新原理图

► 要开始新原理图设计或 PCB 设计

从 File（文件）菜单中，单击 New（新建）（快捷键 <Ctrl-N>）



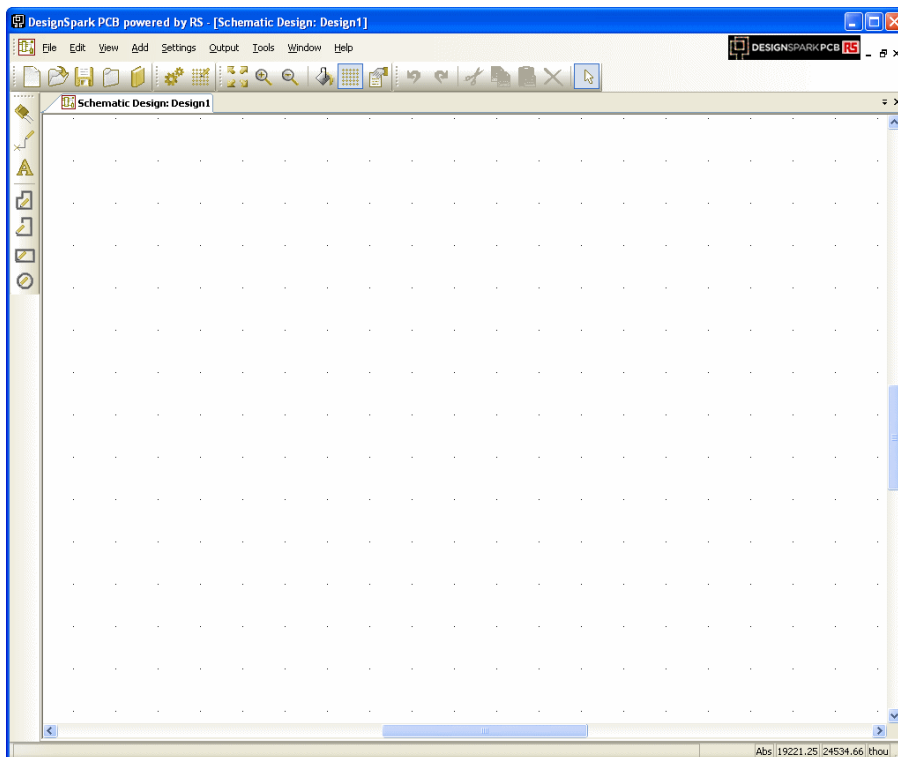
单击 **Schematic Design（原理图设计）** 按钮和 **Use Technology File（使用技术文件）** 按钮。**Default.stf** 范例将帮助您更快速入门，请选择此文件。在线帮助上提供有关技术文件的更多详情。



单击 **OK (确定)** 按钮开始新原理图设计。

注意：如果您在没有原理图设计的情况下想要创建 PCB，只需单击 PCB Design (PCB 设计) 按钮和 OK (确定)，进入新 PCB 向导。随后跳到相关章节：开始全新 PCB 设计(未提供原理图)。

您的 DesignSpark 窗口显示为准备就绪：



此时，我们将添加元件至设计中。

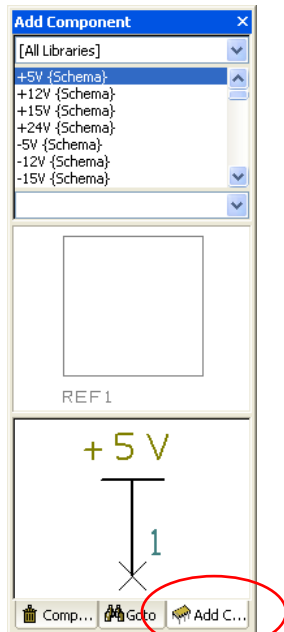
添加元件

► 添加元件

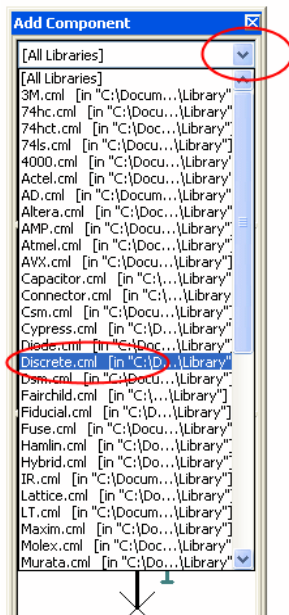
添加元件的方法有两种：我们将使用 **Interaction bar (交互栏)** 进行此操作，您还可以使用 **Add Component (添加元件)** 选项。

创建新原理图设计时，已自动启动交互栏。如果尚未启动，单击 **<F9>** 快捷键以显示此栏。

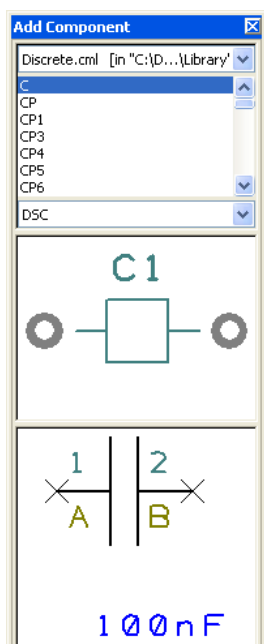
选择交互栏底部的 **Add Component (添加元件)** 浏览器选项卡。



从可用库列表中，选择 **Discrete（分立元件）** 库。单击向下的小箭头显示下拉列表并做出选择。

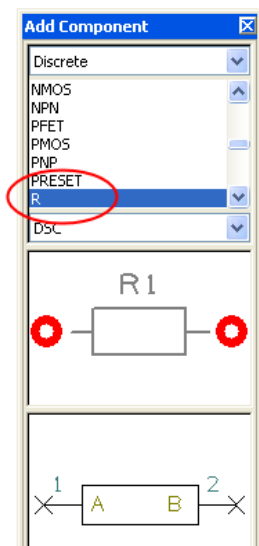


Component（元件） 列表中填入元件名。选择此库也将自动选择列表中的首个元件。



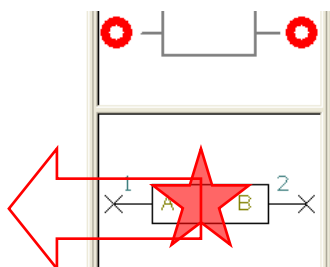
使用垂直滚动条向下滚动元件列表。列表中的首个项目是通用 'C' 元件。您还可以单击此列表并输入所需项目的首个和后续字母和数字。

向下移动滚动条并选择元件 **R**。这是我们稍后将更改数值的通用电阻器。如果愿意，您还可以使用特定命名的部件，两种方法均适用于 DesignSpark。



将显示原理图和 PCB 符号预览（PCB 符号是位于预览中的最上方）。

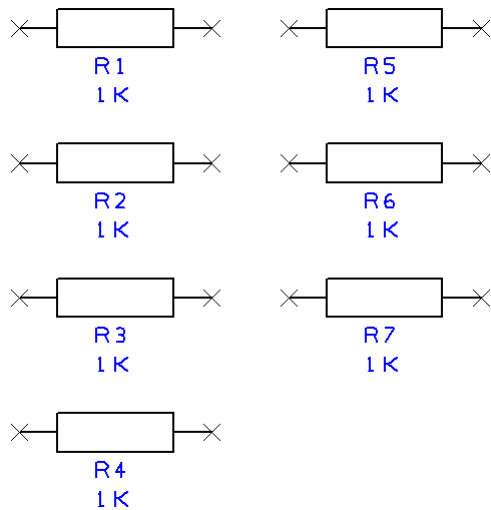
当您获取了正确的元件，可以通过选择预览视窗中的元件并将其拖至设计中以添加元件。您还可以通过选择并拖着元件名称至你的设计中来添加。



这是一次性过程。如果您希望添加多个同类型的元件，可以从相关项中拖出其它元件。

元件当前位于鼠标末端。要将其放置于设计中，请单击鼠标左键一次。

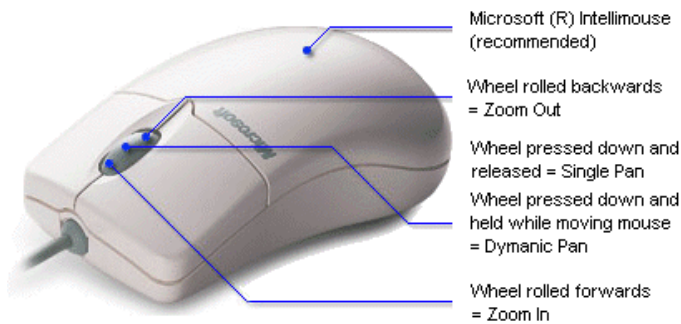
您总共需要 7 个电阻器用于最终的电路。放置完首个电阻器后，从 **Add Component**（添加元件）窗口中选择并拖动另外 6 个电阻器。如下图所示将其堆积放置。此时其位置并不重要。



► 在设计中进行平移和缩放操作

如要更近距离地查看电阻器，将鼠标滚轮按钮向前滚动以放大。如果您放大得过快（过远），向后（缓慢）滚动鼠标滚轮按钮。如果您缩放幅度过大，请按键盘上的 <A> 以 **View All（查看全部）** 然后再次进行缩放操作。也可使用快捷键进行放大 <Z> 和缩小 <U> 操作。

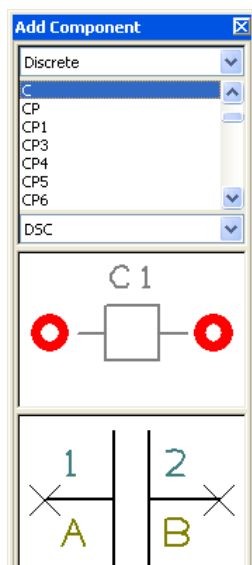
当元件被置于鼠标末端时，您也可以进行缩放操作。



缩小操作可以使您在电阻器周围留出空间放置更多元件。

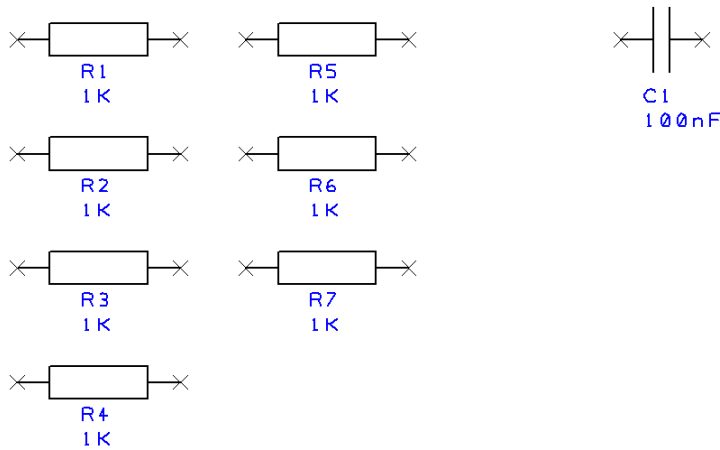
► 添加电容器

我们需要 7 个通用电容器和 4 个电解电容器用于此电路。再次在 **Add Component（添加元件）** 浏览器选项的元件列表中输入 **C**。元件名称将跳回至 **C** 元件。



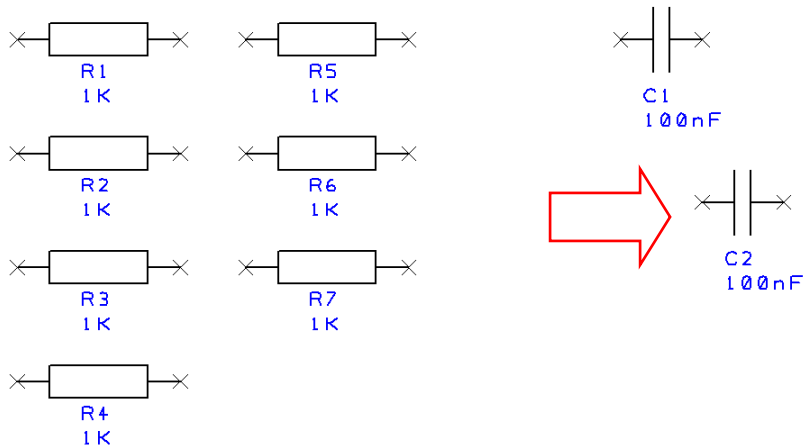
预览窗口可以确认这是正确的元件。同电阻器一样，这也是通用元件，我们稍后将更改其值。

同以前一样，从浏览器中拖出一个元件将其添加至设计中。此次仅拖出一个电容器以添加 **C1**，然后停止操作。设计将显示如此：



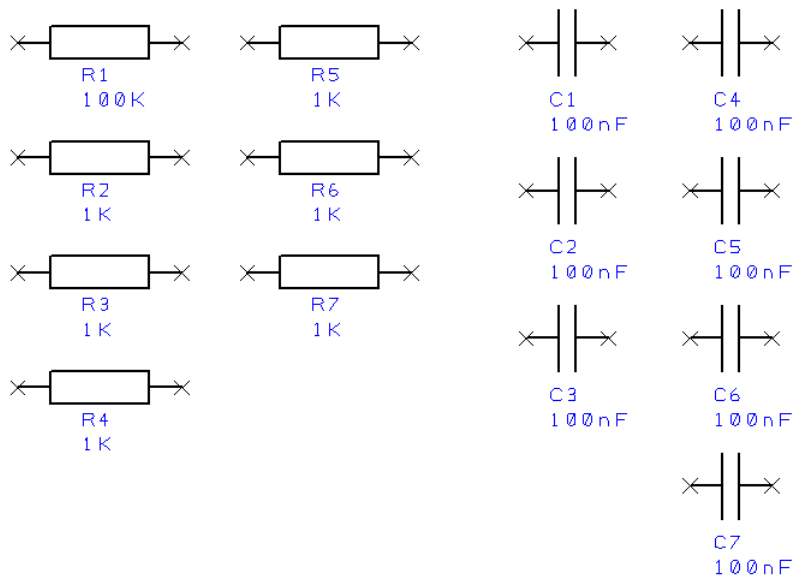
我们将采用不同的技术来添加更多电容器。

在设计中选择电容器 **C1**。同时按键盘上的 **<Ctrl-C>** 键以 *Copy (复制)* 电容器。现在按 **<Ctrl-V>** 将复制的元件 *Paste (粘贴)* 至设计。您将看到已生成与 C1 相同的复件并命名为 **C2**。这是标准 Windows 命令。



通过移动鼠标将 **C2** 移动至 **C1** 的正下方。单击以释放。现在再次使用 **<Ctrl-V>** 以添加其它电容器 **C3**，然后继续添加 **C7**。

设计将显示如此：



显而易见，设计中的操作就是如此简单。同时拖出全部 7 个电容器会更加快速，但是复制/粘贴原则值得在此演示，因为稍后您将发现其价值所在。

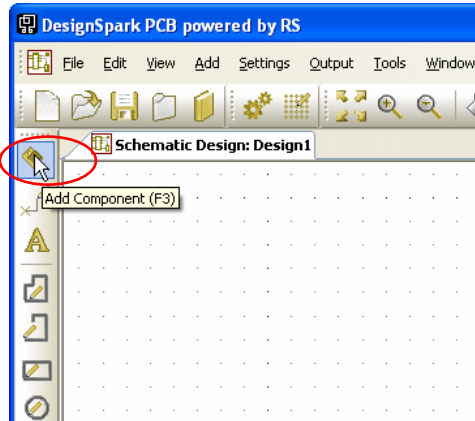
► 关闭显示的栅格

在此阶段，我们确实不需要查看显示的栅格点，因此将其关闭。单击 <G> 将栅格切换至关闭。再次按此键随时可以将其打开。

► 添加运算放大器

我们的设计需要一台 **555 计时器**和一台 **TL072**。我们将采用其它技术添加这些元件。还需要添加其它元件，但我们可以稍后在您真正设计过程中完成；随着您的进步将完成设计。

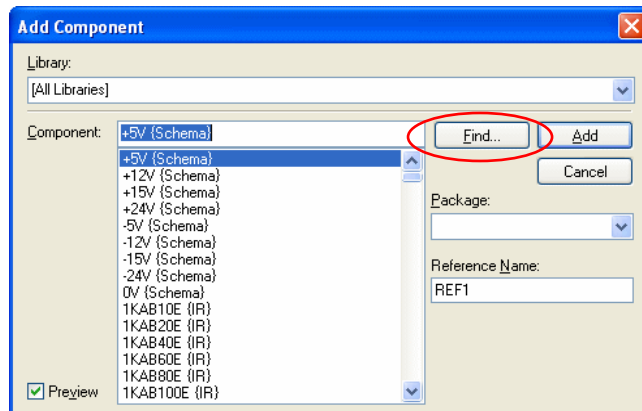
单击工具栏上的 **Add Component (添加元件)** 按钮，快捷键 <F3>。



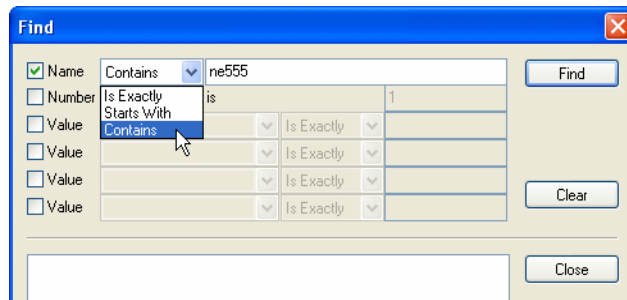
添加元件对话框将显示库路径中的 [All Libraries] (全部库)。我们将用 Find (查找) 选项来定位库中的这些元件。

► 查找库中的元件

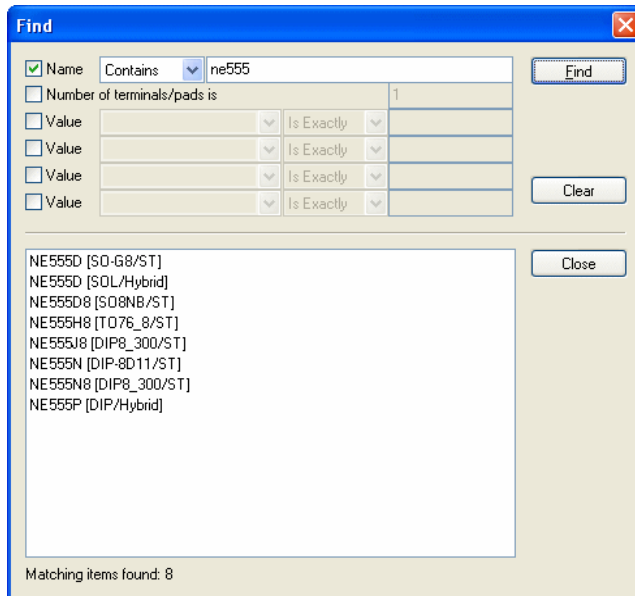
在 Add Component (添加元件) 对话框中，单击 **Find (查找)** 按钮。



我们首先将查找 NE555 计时器。在 **Name (名称)** 选项中，从下拉列表里选择 **Contains (包含)**。在文本输入框中，输入 **ne555**。这足以获取相近的名称，然后进行匹配查找到自己所需项目。



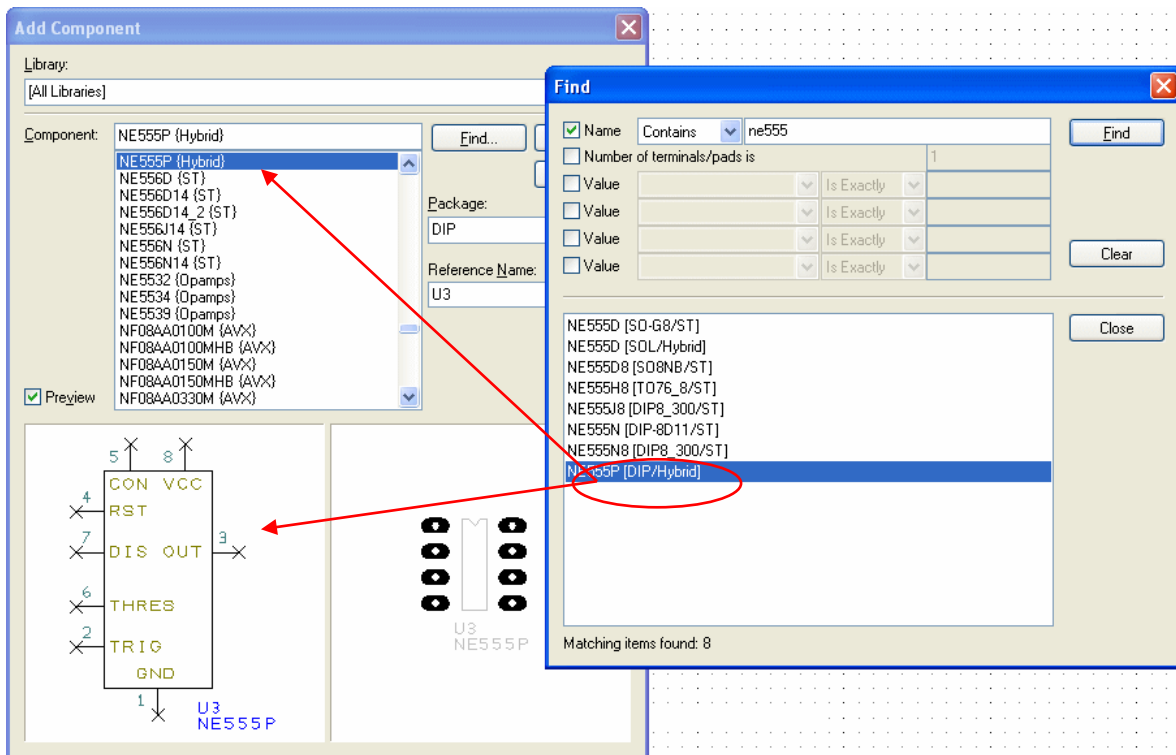
单击 **Find (查找)** 按钮。将弹出包含全部库中所有匹配项的目录列表。



从列表底部选择 [Hybrid] 库的 **NE555P** 元件。

您可以使用**双击**将此元件发送到设计中，或者您可以通过选择 **Close（关闭）** 按钮在 **Add component（添加元件）** 对话框中预览此元件。我们将在第一个设备上使用 Add Component（添加元件）方法，在第二个设备上使用双击方法。

选择完后，您将留意到现在此元件在 **Add Component（添加元件）** 对话框中已被预选定。



使用 Find（查找）对话框中的 **Close（关闭）** 按钮。

► 添加元件

从 **Hybrid（混合）** 库中选择 **NE555P** 后，按 **Add（添加）** 按钮将其添加至设计中。

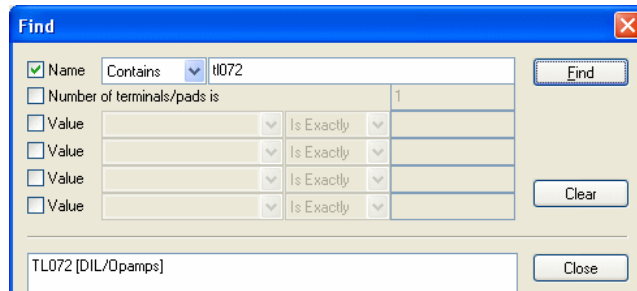
根据当前的缩放级别，您可能需要滚动鼠标滚轮将其稍微缩小一些。您将需要在设计中留出一些空间放置该新元件。

在设计中，NE555 (U1) 显示在鼠标末端处。将其置于靠近电容器，但其位置并非至关重要。

返回到 **Add Component（添加元件）** 对话框 <F8> 并再次单击 **Find（查找）** 按钮。

输入 **t1072** — 请注意大小写输入并不重要。

单击 **Find (查找)** 按钮。

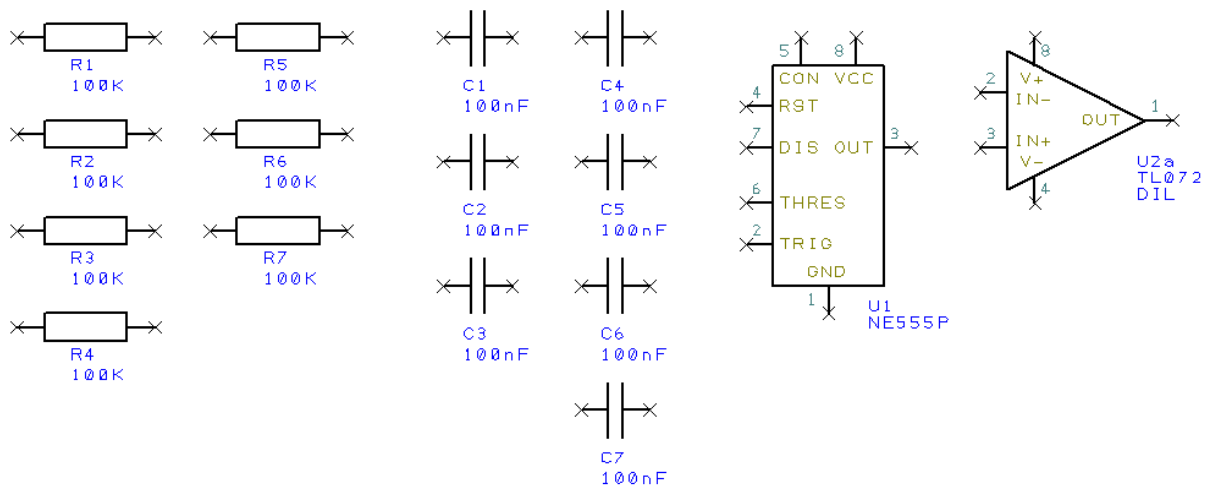


此时，双击查找列表中的名称。Find (查找) 对话框和 Add Component (添加元件) 对话框将关闭。元件将出现在您的鼠标末端处，并可随时放置于设计中。

这是双门设备。单击鼠标一次放置第一个门。此时第二个门将主动出现在鼠标末端处呈现动态以示可进行放置。我们不需要此门，因而可以将其丢弃（至设计图的元件箱）。

单击 **<Esc>** 按钮将其丢弃。

设计当前显示如此：

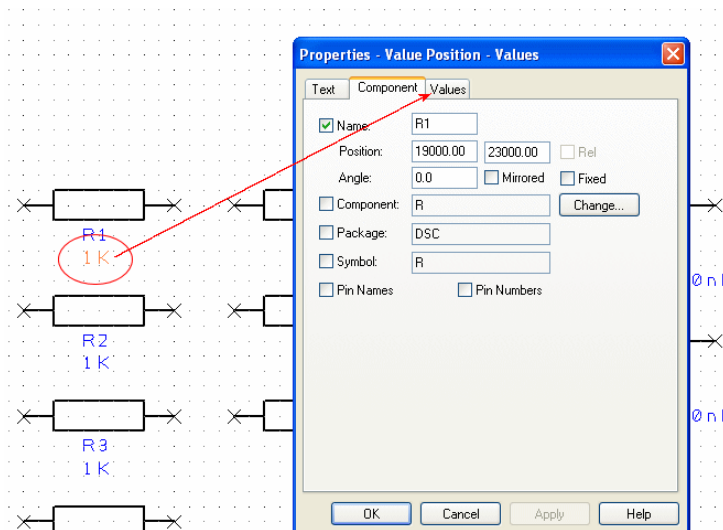


在进行连接之前，我们应该将元件值更改为所需。由于我们使用了通用元件，因而此操作十分简便。如果您喜欢使用以特定部件命名的元件（您订购并买入的各设备的特有元件），同样也可以在 DesignSpark 进行操作。

我们在此示例电路中使用的所有电阻器和电容器均为通用元件。它们当前都有相同的值。在下次练习中，我们会根据需要将它们更改为特有的。

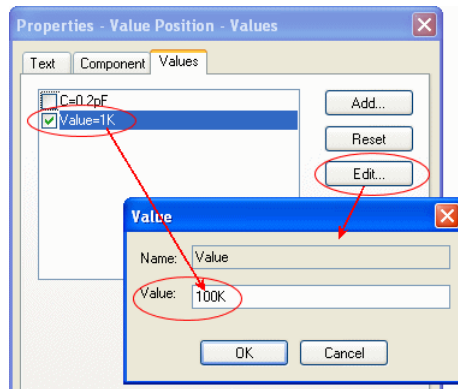
► 编辑元件值

双击 R1 上的值字段 (1K)，将显示 **Properties (属性)** 对话框中的 **Component (元件)** 选项卡。



我们需要使用值表来更改值，因此单击（元件）**Values（值）** 选项卡。

Value（值） 字段显示当前为 **1K** 值并且已经突出显示。只需单击 **Edit（编辑）** 按钮或双击标蓝字段编辑所需值。



输入 **100K**。

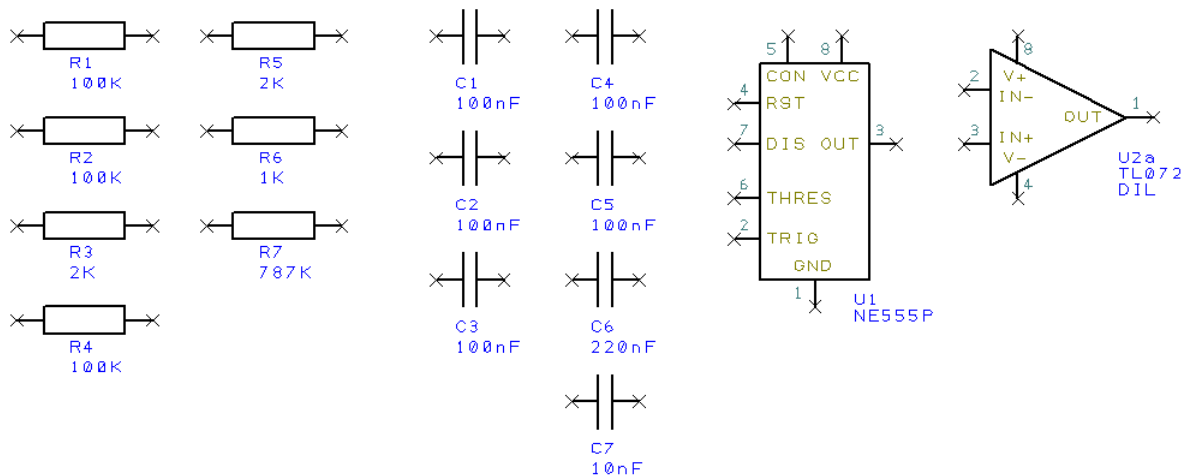
完成后，单击 **OK（确定）** 按钮退出对话框，继续按 **OK（确定）** 退出 **Properties（属性）** 对话框。当 R1 的值更改为 100K，此改变已成功更新此设计。

使用相同的方法（双击值名称），编辑设计图中所有 R 和 C 元件的值字段（如下所示）：

R1 100K R2 100K R3 2K R4 100K R5 2K R6 1K R7 787K
C1 100nF C2 100nF C3 100nF C4 100nF C5 100nF C6 220nF C7 10nF

快速提示：如果有几个具有相同值的元件，那么先编辑第一个，然后根据自己所需次数进行复制，而非逐个编辑。

设计当前显示如此：



如果误选了整个元件，您仍可以通过单击 **Properties（属性）** 对话框上的 **Component Values（元件值）** 选项卡编辑值字段。

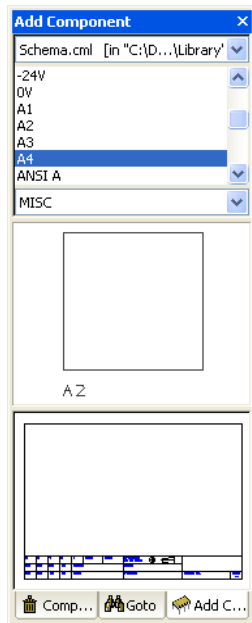
您也可以使用快捷菜单上的 **Values（值）** 选项替代 **Properties（属性）**。您将可以直接进入 **Properties（属性）** 对话框的 **Value（值）** 页面，从而节省了时间。

► 添加图框至设计

您可以随时添加图框至设计。我们现在将添加一个。

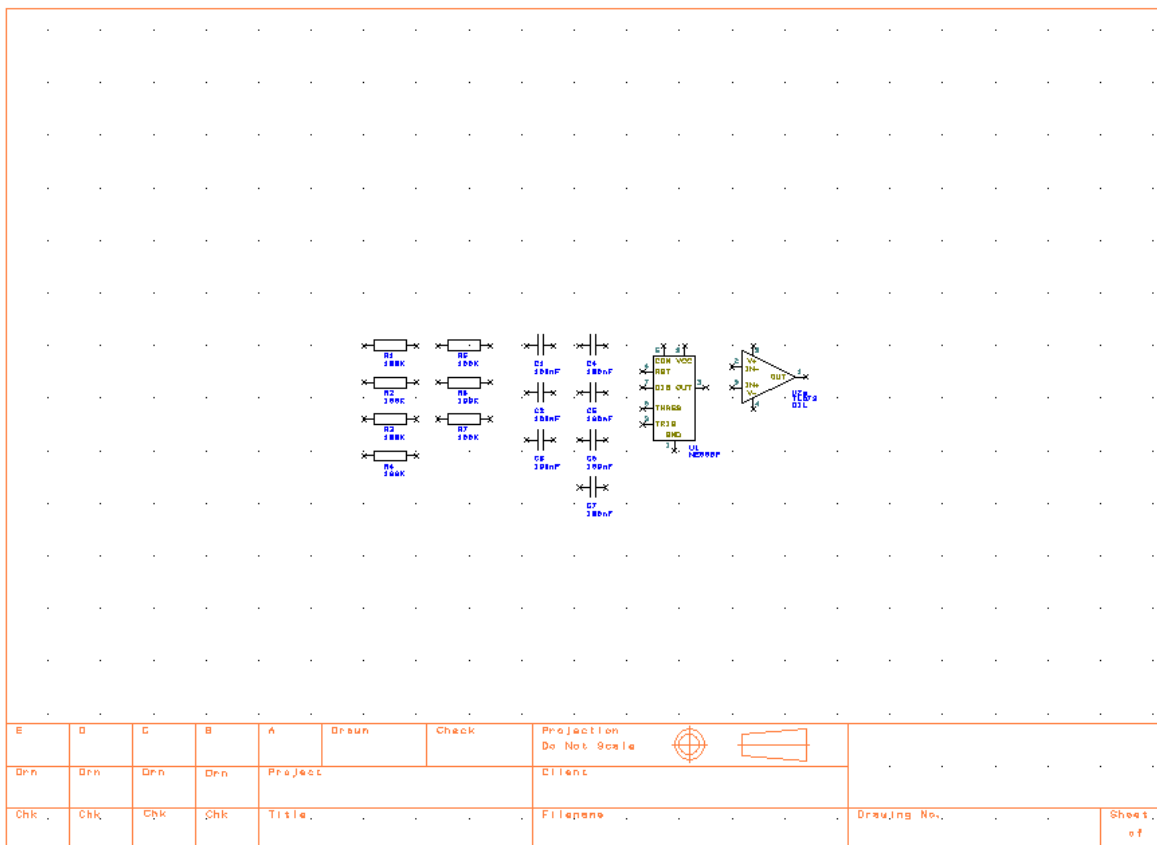
再次使用 **Add Component Browser（添加元件浏览器）** (<F9>)，从下拉列表中选择 **Schema（架构）** 库。这只是一个仅有原理图的元件库，并不含与其相关的 PCB 符号。

向下滚动列表并选择 **A4** 图框。这已预先创建成适用于 A4 页面尺寸。



请注意此文档中仅为原理图，而没有 PCB 脚位图。

同其它元件一样，从列表或预览中选择 **A4**。将其拖至设计中并置于现有元件的上方。您可能需要将元件缩小一点以查看全部，从而可将其置于近处。使用 **<Z>** 键缩小或 **<A>** 键查看整个设计。您可以滚动鼠标滚轮以加快速度。



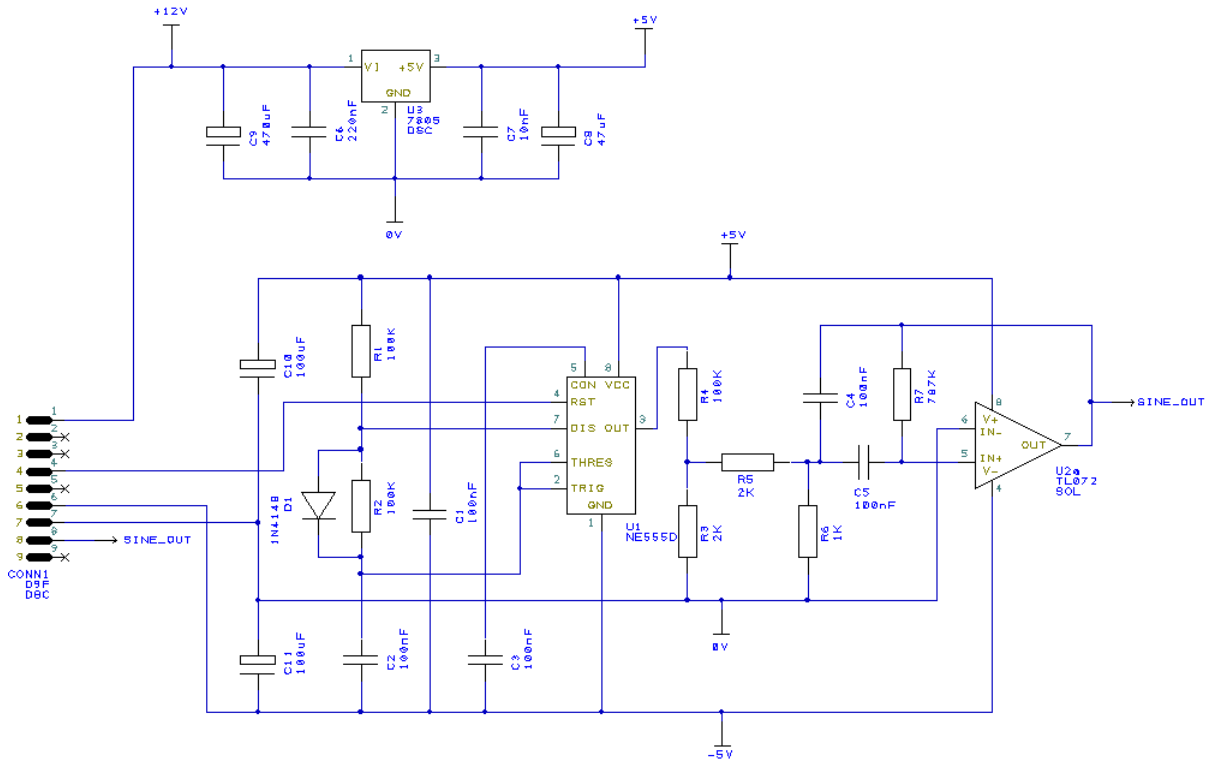
同其它元件一样，如果需要可以稍后进行移动和编辑，其它细节可以添加至设计中。再次单击以释放。

► 保存设计

在此阶段，保存设计是个不错的主意。进入 **File (文件)** 菜单并选择 **Save As (另存为)**。将其保存至 **Examples (示例)** 文件夹并取个通顺的名称，如 **Tutorial.sch (教程原理)**。

放置元件

元件当前正处于将其添加至设计中所放置的位置。我们需要将其放置在 U1 附近，这样才能被用于电路中。在现实设计中，这将是您需要具体操作的。提醒您，完整电路显示如此：

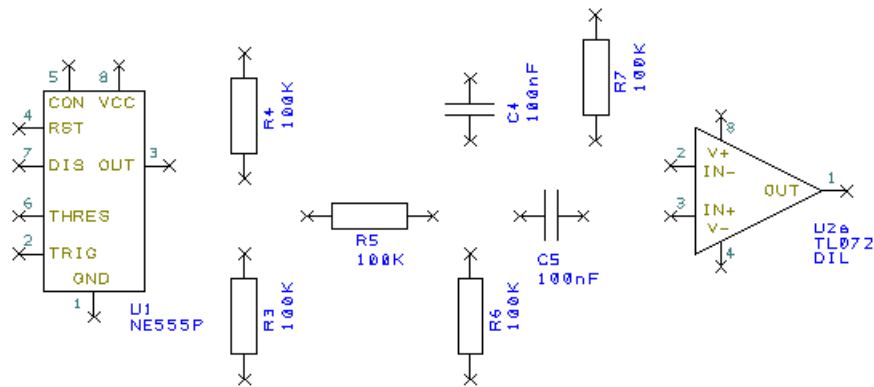


通过**选择**并**拖动**元件，使用鼠标一步将其移动到位。此方法使用广泛，可以节省时间和精力。这意味着连续选择和拖动鼠标，而不释放元件（或其它项目，这适用于移动任何项目）。当您释放鼠标时，元件将被取消选定将被置于当前位置。如果您操作有误，使用 **Undo（撤销）** <Ctrl-Z> 恢复其位置。

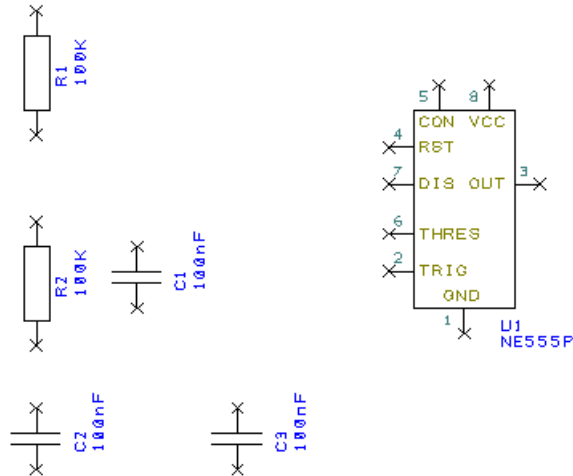
在移动过程中，单击 <R> 键可以旋转元件。单击 <R> 键可将元件旋转 90 度。数次单击 <R> 键可以继续旋转 90 度，以此类推。移动元件时，快捷菜单上还有其它旋转模式和旋转增量可用。

注意：添加连接后，您还可以对位置进行微调。

设计当前显示如此（电路上放置了部分元件）：



放置其它元件。放置元件的顺序不会影响最终效果。在现实设计中，您将根据电路构建合理添加和放置元件。



还有两个电容器（C6 和 C7）尚未放置，稍后创建稳压器时将完成。

现在您准备开始添加连接。

添加连接

把连接添加至原理图设计中从而可以连接电子引脚。当其转换成 PCB 设计时，这些连接可以为您创建电路网表。

您有多种方法添加连接：

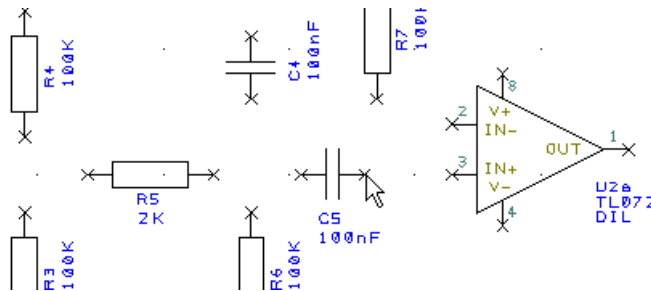
- 使用 **Add (添加)** 菜单或 **Schematic (原理图)** 工具栏中的 **Add Connection (添加连接)** 选项，单击引脚开始添加，或
- 双击元件引脚开始新连接，或
- 拖动一个未连接的元件引脚以开始新连接。

在此教程中，我们将使用“拖动引脚”方法，因为这是最简单的连接方法。

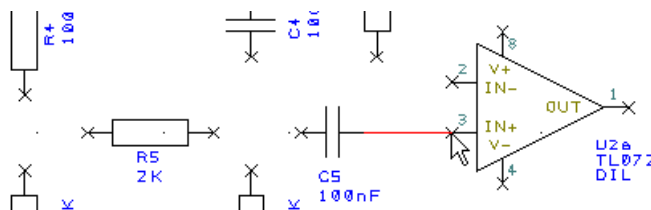
► 通过拖动引脚来添加连接

要促进原理图上的元件添加，您仅需拖动一个电子引脚，每单击一次鼠标将添加一个拐角。移至其它电子引脚，您将完成连接操作。

使用您目前已创建的设计，如下图所示放大 C5 四周的区域。



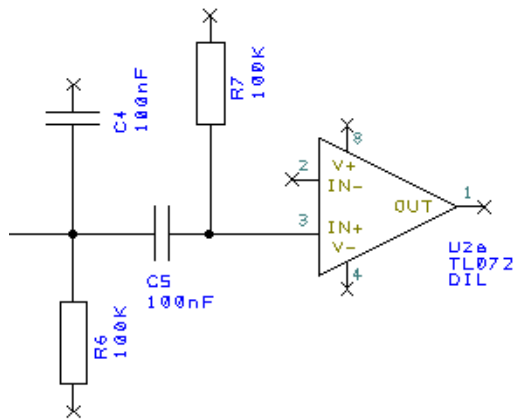
单击并拖动 C5 的引脚 2（保持按住鼠标按钮），这将开始新的连接。将鼠标在 U2a 引脚 3 上移动并单击以完成操作。



您无需一定得把连接移到引脚上；只要鼠标在此范围内，它将捕捉到端点。单击鼠标按钮一次完成操作。当连接于此，您将注意到元件引脚端点 X 消失；这表明已连接该引脚。

► 把多项连接连系起来

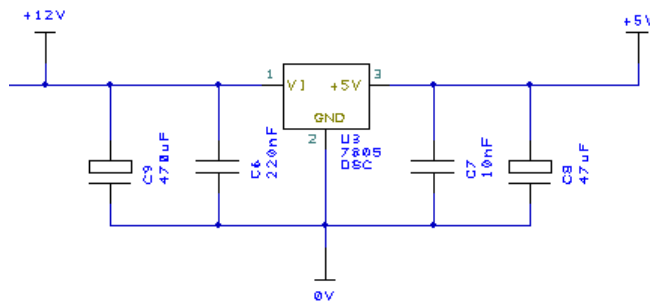
有几个连接需要相互连系起来。让我们假设您已完成一个连接，现在需要使用节点连系起另一连接。当您试图在现有连接基础上完成新的连接时，释放鼠标后将自动添加连接（如同它们是一个电子端点），并且会显示一个节点表明已成功连接。



按照上述示例设计，根据要求添加连接以完成设计。

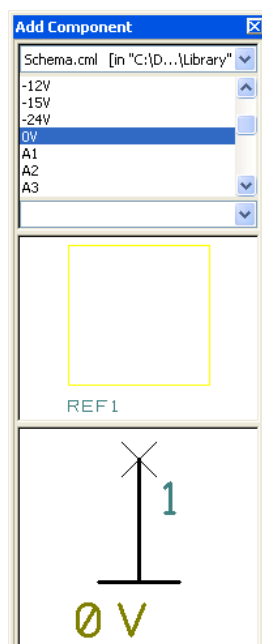
添加电源和接地符号

原理图中使用的电源和接地符号可以表明电源连接情况。这些符号是出于美观目的所需，而并不能转换成 PCB（因为它们没有与其相关的 PCB 脚位图）。符号所代表的信号在转换阶段通过隐含的连通性连接起来。电源和接地符号自身包含符号附带于电路网时自动使用的固有电路网名称属性。



► 添加电源符号

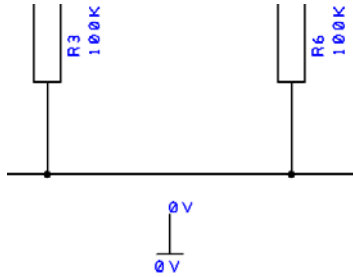
使用 Interaction bar (交互栏) <F9> 上的 Add Component (添加元件) 浏览器。



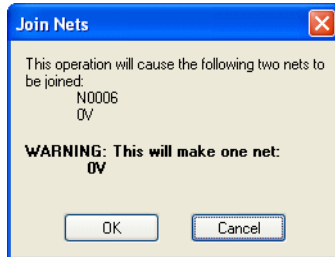
添加元件时，将使用先前使用过的 Schema (架构) 库。

在组件列表中选择 0V。您将看到预览框中选定的符号。请记住，所有这些符号都没有与之相关的 PCB 符号，它是仅有原图符号的符号。

从浏览器中将 **0V** 符号拖入设计中。移到 **R3** 和 **R6** 之间，单击鼠标以释放。



使用我们的工作设计，如图所示添加更多 **0V** 符号到设计中。通过将符号拖动到现有连接处进行符号连接。将显示确认对话框以表明未命名的电路网将被接到上已命名的电路网。这可以确保您不会连接自己不知道的电路网。

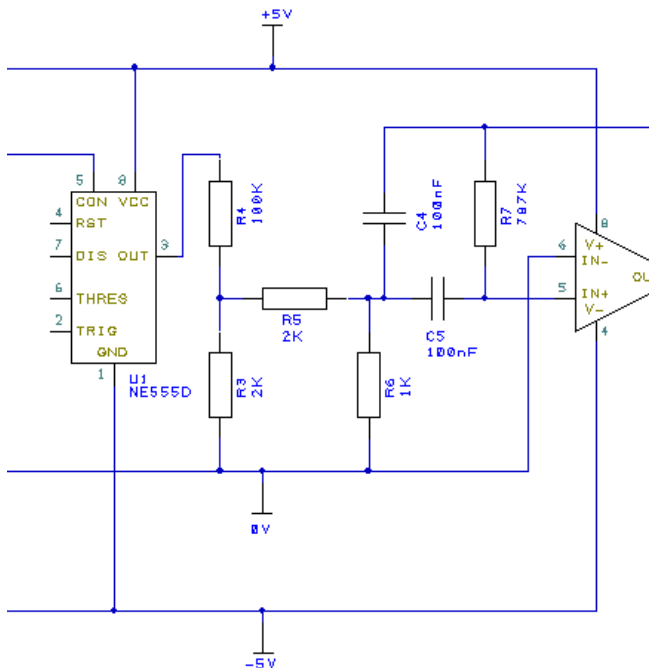


单击 **OK** (确定) 以确认此操作。

从 **Add Component** (添加元件) 浏览器中，添加一个 **+5V** 符号。并将其放置在 **R4** 和 **C4** 附近。然后添加一个 **-5V** 符号并放置在 **C3** 附近。

从符号端点处拖动一个连接并按如下所示进行连接。

您的设计将显示如此：

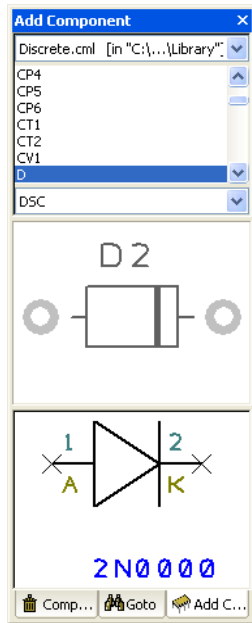


请记住保存设计。使用 **File** (文件) 菜单的 **Save** (保存)。

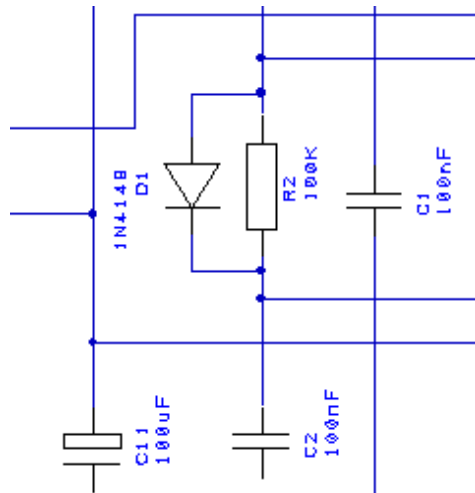
您将需要在设计中添加二极管。

在 **Interaction bar** (交互栏) <F9> 中使用 **Add Component** (添加元件)。选择 **Discrete.cml** 库，并从列表中选择 **D**。您将获得一个通用二极管。

如果您愿意的话，现在您也知道如何在 **Add Component** (添加元件) 对话框中进行 **Find** (查找)，搜索一个专用管。您实际上需要一个 **1N4148**，但是如果您从库中选择通用对话框，请编辑值才能获得 1N4148。



通过从浏览器中将二极管拖入至设计来添加该元件。将其放置在 **R2** 附近并旋转 270 度（单击 <R> 3 次）。



如图所示，添加两个连接将其连接至 **R2** 的两侧。

一般来说，您现在需要添加一些连接器引脚从而将电路图与外部相连。

添加连接器

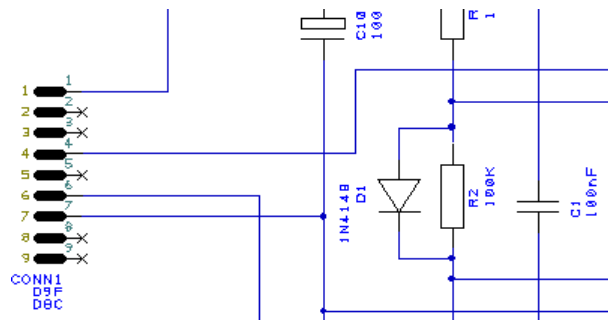
在这个例子中，我们将使用库中的连接器元件。连接器仅仅是附加的库项目，本身并非特殊设备。

► 添加连接器引脚

使用 **Interaction bar**（交互栏）<F9> 上的 **Add Component**（添加元件）浏览器。选择 **Connector.cml** 元件库。

从列表中选择 **D9F** 连接器元件，将显示 PCB 符号和原理图符号预览。

将其拖入设计中并按如下所示进行放置。您将需要通过 <F> 键来翻转。这将按我们的需求来显示该元件。

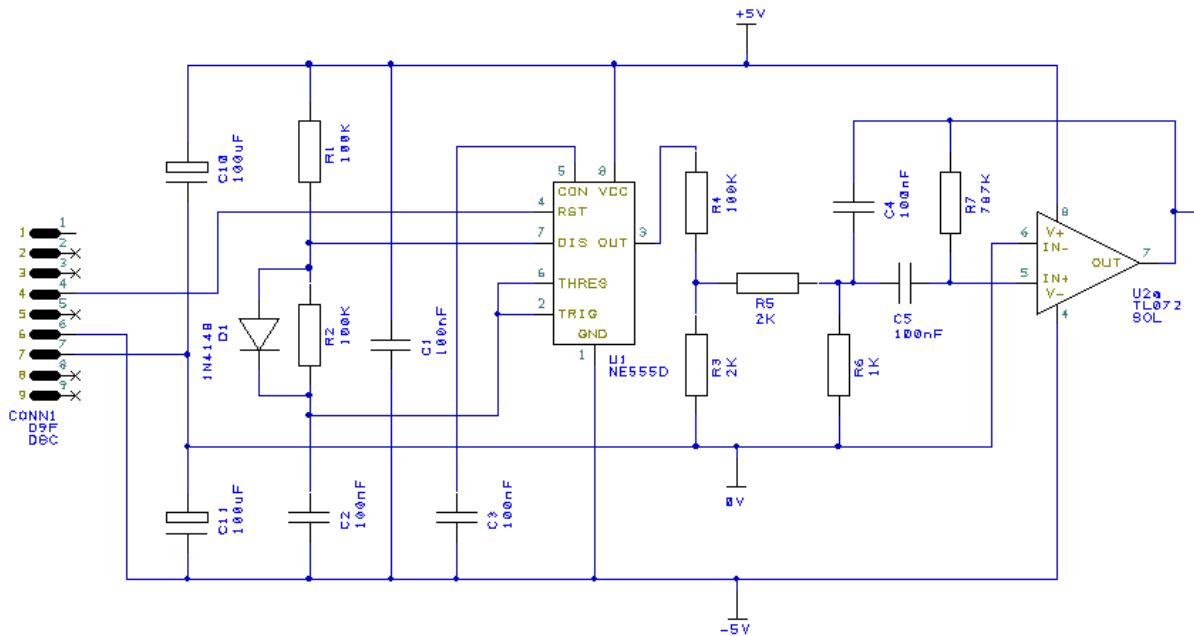


使用 **Add Connection**（添加连接）或通过**拖动**引脚来将连接器与设计相连。

► 添加更多元件

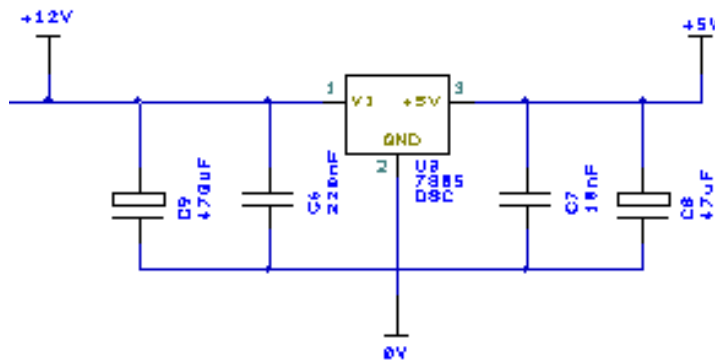
您还将需要添加四个电容器，但这次使用 **Add Component**（添加元件）浏览器或对话框并使用 **Discrete.cml** 库添加元件 **CP**。添加 **C8**、**C9**、**C10** 和 **C11**。我们稍后将使用 **C8** 和 **C9**。

将 **C10** 和 **C11** 放置在连接器 **CONN1** 附近。如下图所示连接这些元件：



单击 **File (文件)** 菜单上的 **Save (保存)** 按钮保存设计。

使用下图，通过添加稳压器电路完成电路图。



我们已添加电容器 **C8**、**C9**、**C10** 和 **C11**，但您现在将需要添加型号为 **7805** 的 **U3** 系列稳压器。

将剩余电容器的元件值更改为以下值：

C8 47uF **C9** 470uF **C10** 100uF **C11** 100uF

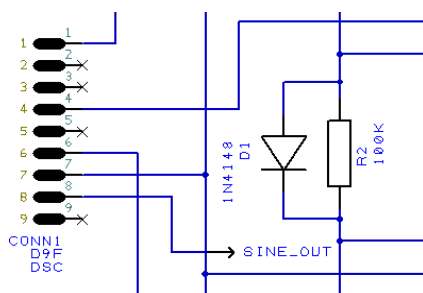
与之前的操作一样，在 **Schema.cml** 库中为 **+12V**、**+5V** 和 **0V** 添加信号参照物。如果设计中已存在信号，仅需复制和粘贴以加快添加速度。

引脚 1 上 U3 的输入侧是 +12V。这将被连接至连接器 Conn1 的引脚 1。

添加电路网参照物

作为练习，我们已在设计中添加了电路网参照物 (Net reference)。这是位于设计相反两侧的两个引脚，二者可能需要被连接起来，但是您不需要完全连接。

我们将为每个引脚添加一个短连接，添加一个仅有原理图的元件作为信号参照物，并且为两端的电路网命名。这将充当隐式连接。当原理图转换成 PCB 时，这两个点将连接在一起。



从 Add Component (添加元件) 浏览器和 Schema.cml 库中, 添加两个 **To** 元件到设计中。

在 **CONN1** 的引脚 8 和 **To** 符号间添加连接。

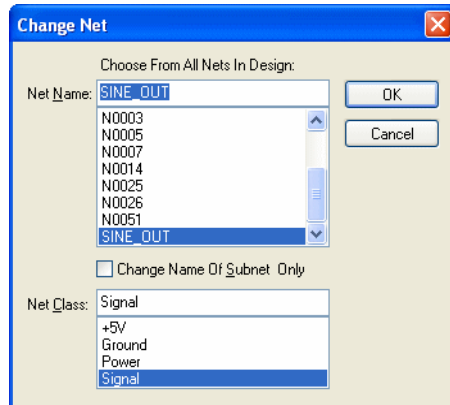
请记住, 隐式电路网最重要的是电路网名称, 因此我们现在必须命名该连接。

► 使用更改电路网

在 **To** 符号上选择引脚。从快捷菜单中选择 **Change Net (更改电路网)**。

在对话框中, 输入 **电路网名称: SINE_OUT**

电路网类型保留为信号。单击 **OK (确定)** 以退出。



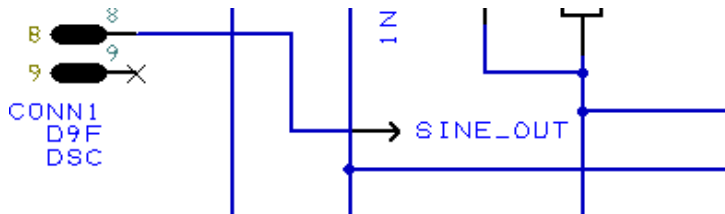
电路网已命名为 (SINE_OUT), 现在您需要将其显示出来。

► 显示电路网名称

再次在 **To** 符号上选择引脚。

单击右键并从快捷菜单中选择 **Display Net Name (显示电路网名称)**。

现在已显示出电路网名称, 您可以选择并移动至所需位置。



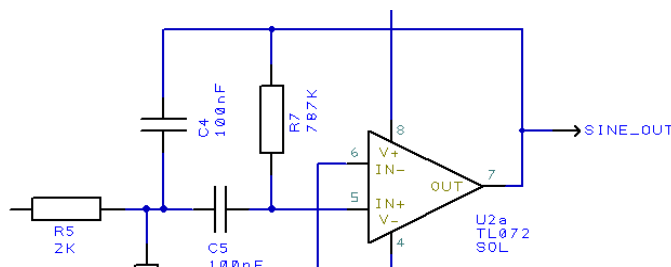
这仅完成了一个隐式电路网。现在您必须再次对另一个引脚进行此操作。

► 完成另一个隐式电路网操作

我们将移动第二个 **To** 符号到 U2 (TL072 元件) 的右侧。

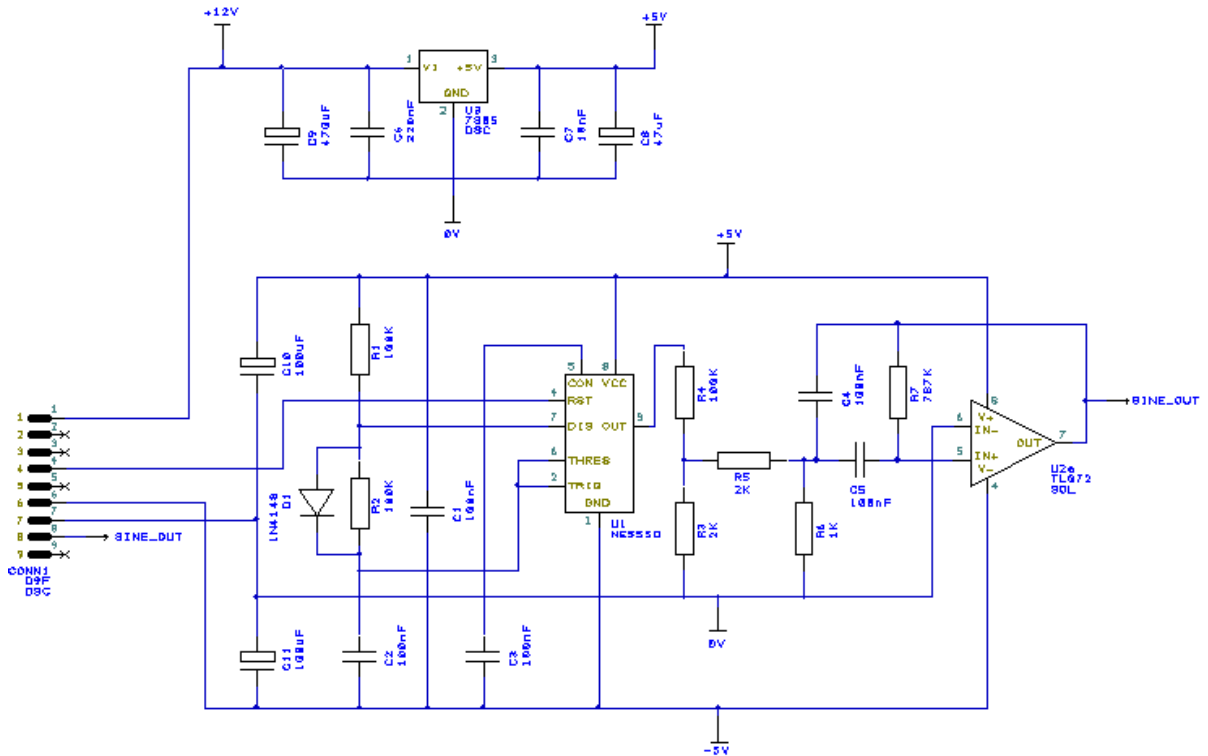
在 **U2** 的输出引脚 7 和 **To** 符号之间添加一个小小的连接。

现在使用上述相同的技术将电路网名称更改为 **SINE_OUT** 并使用快捷菜单的 **Display Net Name (显示电路网名称)** 选项将其显示出来。



原理图已完成

完成原理图设计，请记住立即保存。您可能希望将其打印出来进行检查，使用 **File (文件)** 菜单的 **Print (打印)** 选项。



下一步是将设计转换成 PCB 设计环境。要进行此操作，请进入下一章节 *将原理图转换成 PCB*

第 3. 章，将原理图转换成 PCB

概述

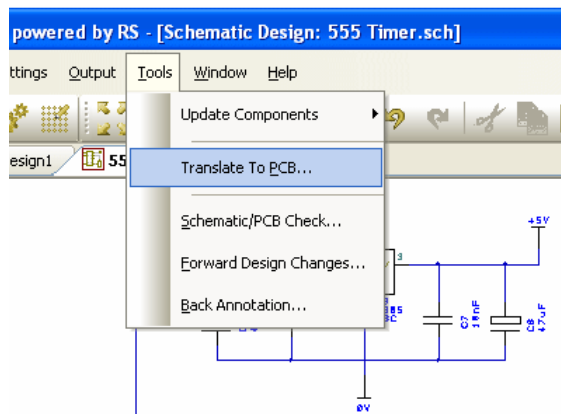
创建新 PCB 设计的方法有两种：

1. 将 DesignSpark 用作“前端”捕获原理图。您将使用 Translate To PCB（转换成 PCB）选项将电路网表带到 PCB 编辑器。原理图中的电路网和元件转换成了集成环境中的 PCB 符号。
2. 使用 DesignSpark PCB 设计编辑器即时交互式创建设计，无需初始电路网表。您根据需求添加元件和连接以创建 PCB 设计。
3. 在外部电路网表中通过导入机制将其导入以创建新 PCB 设计。

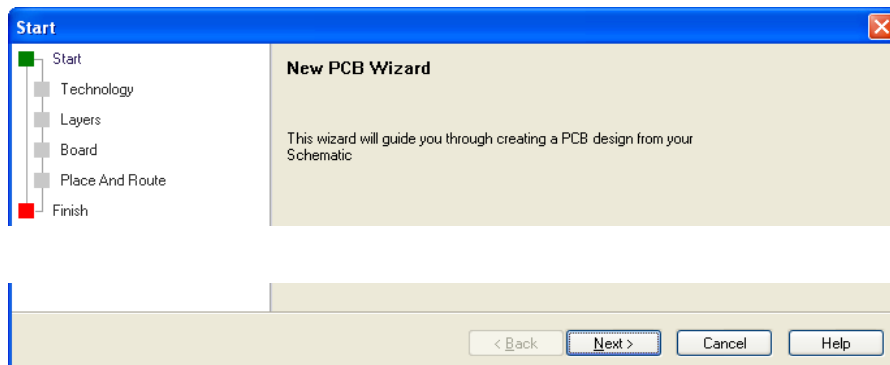
将原理图转换成 PCB

如果您在 DesignSpark 中创建了**原理图**，开始 PCB 设计前的最后过程是将原理图设计转换到 PCB 设计编辑器。

当您希望进行转换时，您应从 **Tools（工具）** 菜单中选择 **Translate To PCB（转换成 PCB）** 并使用 **Translate To PCB（转换成 PCB）** 选项。



这将显示 **New PCB（新 PCB）** 向导。无论是通过 **Translate To PCB（转换成 PCB）** 选项创建 PCB 设计，还是使用 **New（新建）** 选项和 **PCB Design（PCB 设计）**，您都将看到 **New PCB Design Wizard（新 PCB 设计向导）**。



新 PCB 向导

向导将显示一组对话框，依序分布定义了了在 PCB 设计编辑器中进行设计的各个方面。在每页按 <F1> 键随时可用在线帮助。

单击 **Next >** (**下一步>**) 进入下一页。您还可以单击页面左上方列表中您所需的页面名称，但建议您依序浏览向导页面。

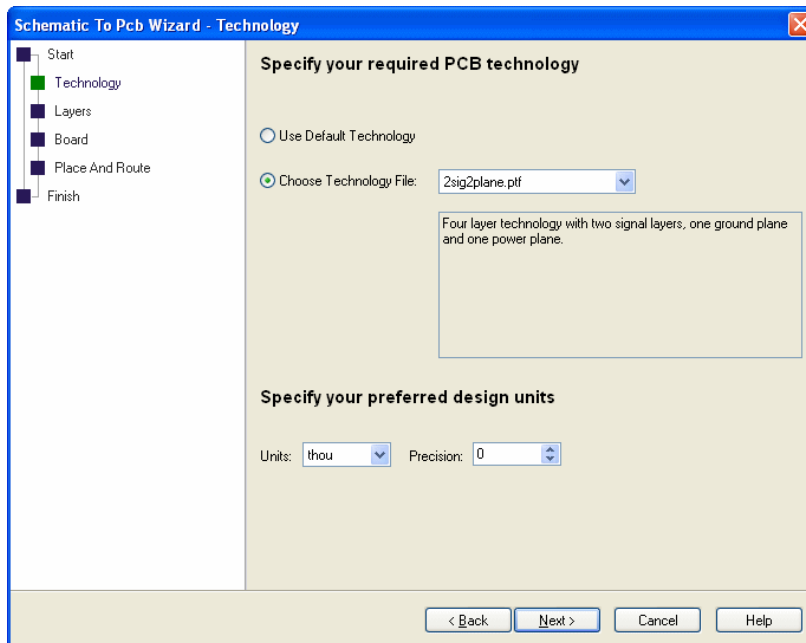
在 **Start (开始)** 页面选择复选框同意免责声明。您必须单击此框以继续。仅在您初次选择时出现一次。单击 **Next >** (**下一步>**) 以继续。

Technology (技术) 页面允许您预定义技术文件和设计单位。技术文件允许您创建一组尺寸 (样式) 和可以重复用于不同设计上的设计间距规则。这使您能遵循命名规则和标准。它还为您提供设计入门的快速方法。

此处定义了**单位**和**单位精度**以帮助您入门。但在设计过程中可随时更改二者。

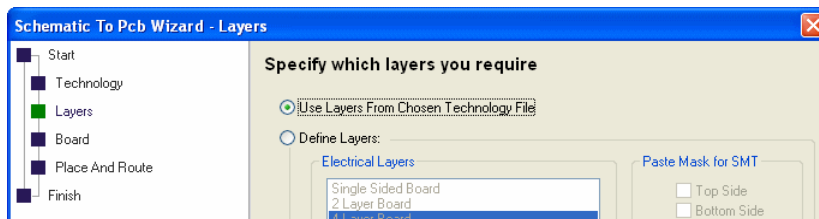
例如，选择 **Choose Technology File (选择技术文件)** (我们希望使用现有的文件)，并从下拉列表中选择 **2sig2plane.ptf**。

对于 **Units (单位)**：选择 **thou (英毫)** 和 **0** 精度。如果您喜欢公制单位，请选择 mm 和 3 作为精度。

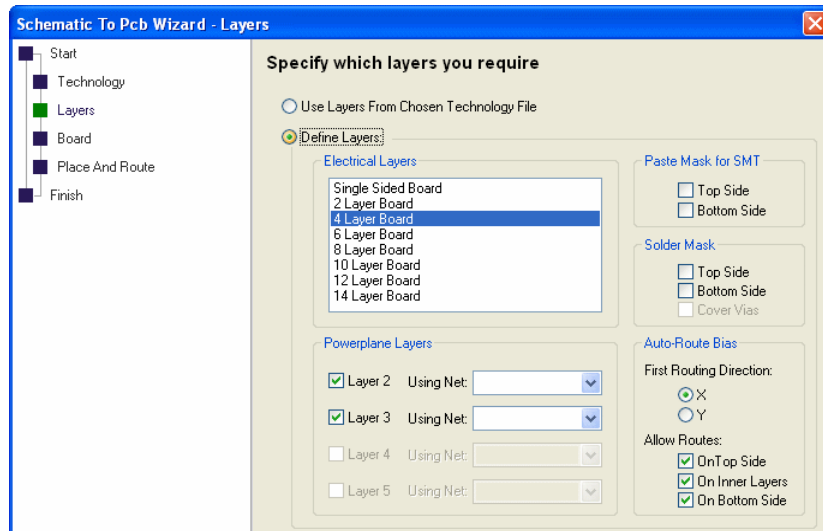


单击 **Next >** (**下一步>**) 以继续。

Layers (层) 页面允许您在技术文件中更改层使用情况 (如果您已指定)。我们将选择 **Use Layers From Chosen Technology File (从已选技术文件中选择层)**。层选择将显示技术文件的内容，但您无法编辑，只能查看。在 PCB 设计中可以对内容进行一次更改。此对话框让您能查看选项并可预先知道可进行的更改。



如果您决定更改层，应选择 **Define Layers (定义层)** 按钮。使用一次此按钮，您便能理解更改层的含义。



选择 **Use Layers From Chosen Technology File (使用已选定技术文件中的层)**。

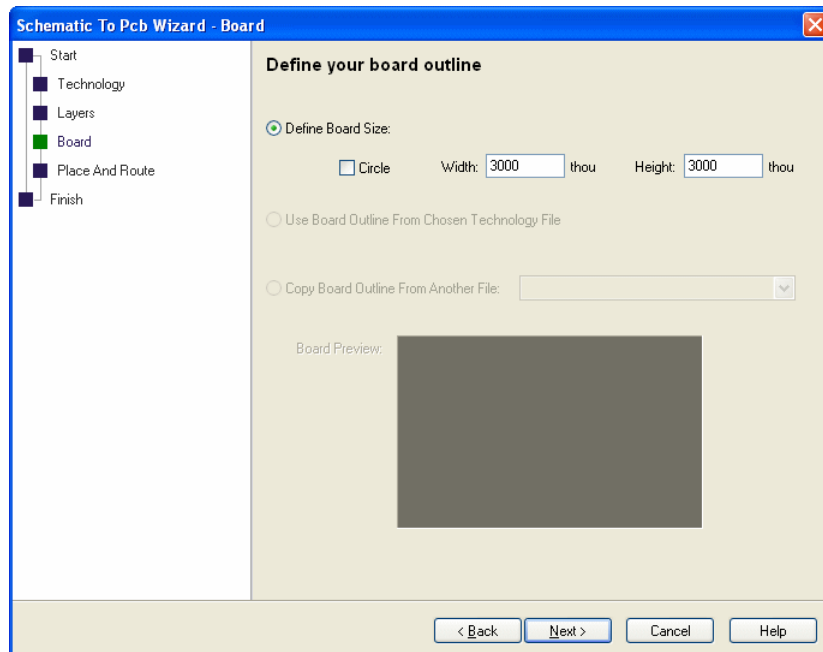
单击 **Next > (下一步>)** 以继续。

您现在应使用 **Board (板)** 页面定义板轮廓线的形状和尺寸。您可以将板定义为矩形/方形或圆形，**宽度/高度**或直径采用当前单位。

如果选择了包含板轮廓线的技术文件，您可以选择使用此文件。

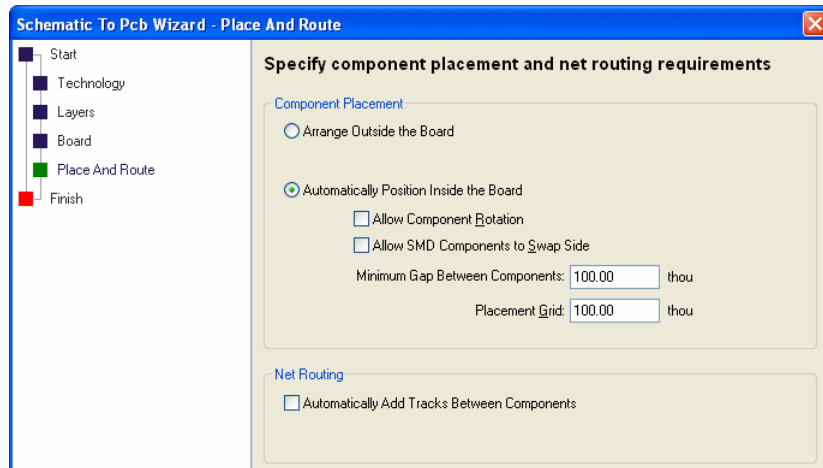
您还可以选择 **Copy Board Outline From Another File (从其它文件处复制板轮廓线)** (其它 PCB 设计文件或不同的技术文件)。如果将 PCB 设计用于板轮廓线，PCB 文件必须位于技术文件文件夹中。

例如，选择 **Define Board Size (定义板尺寸)**，并将 **Width (宽度)** 和 **Height (高度)** 均设置为 **3000**。

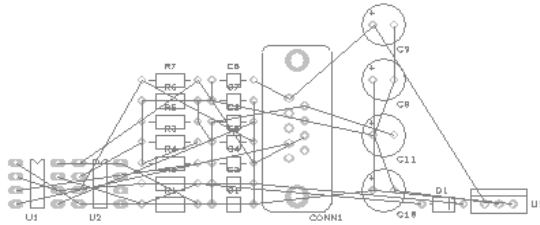


单击 **Next > (下一步>)** 以继续。

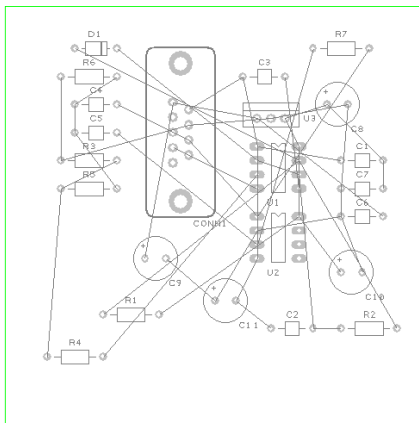
Place And Route (放置和布线) 页面允许您自动让 DesignSpark 放置元件并使用自动布线器布线其连接。



在 **Component Placement (元件放置)**，您可以选择将元件放置在**板外布置图**中，从而在板轮廓线外接类型堆叠。这样简化了查看和手动放置操作。



使用 **Automatically Position Inside the Board (板内自动定位)** 将元件放置在板上。它将试图以最佳方式将元件布置在板上以最小化线路总长度，无需将其放置得过于紧密。两个选项将使您能根据自己的喜好或组装及制造过程定义如何放置元件。



例如，将 **Minimum Gap Between Components (元件间最小间距)** 和 **Component Grid (元件栅格)** 值均更改为 100 (thou)。我们将允许元件间保留大量空间。如果希望空间少一些，您可以运行一次 PCB 编辑器 **Tools (工具)** 菜单中的 **Auto Place Components (自动放置元件)** 选项。您无需返回到新 PCB 向导。对设计布线之前，这是一个尝试与错误的迭代过程。

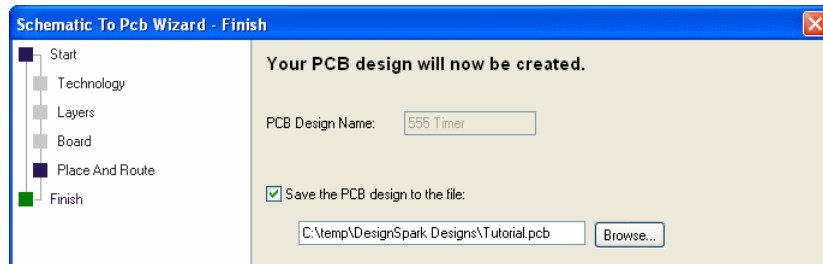
同时请勿忘记，尽管 Auto Place（自动放置）选项已完成放置操作，您可以随时手动放置元件来通过选择并拖动调节放置。

选中 **Automatically Add Tracks Between Components（在元件间自动添加线路）** 复选框让布线器将原理图电路网表转换成 PCB 线路。只有选择了上述章节中提到的自动放置元件选项，此功能才可用。如果您打算手动对板布线，或者在让自动布线器完成设计前需要做更改，请不选中该复选框。您可以使用 **Tool（工具）** 菜单中的 **Auto Route Nets >（自动布线电路网）** 选项运行一次 PCB 设计中的该选项。

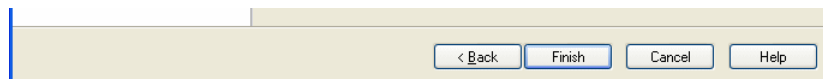
例如，选中此框让自动布线器为此设计布线（如果您决定用手动布线选项，可以不布线）。

单击 **Next >（下一步>）** 以继续。

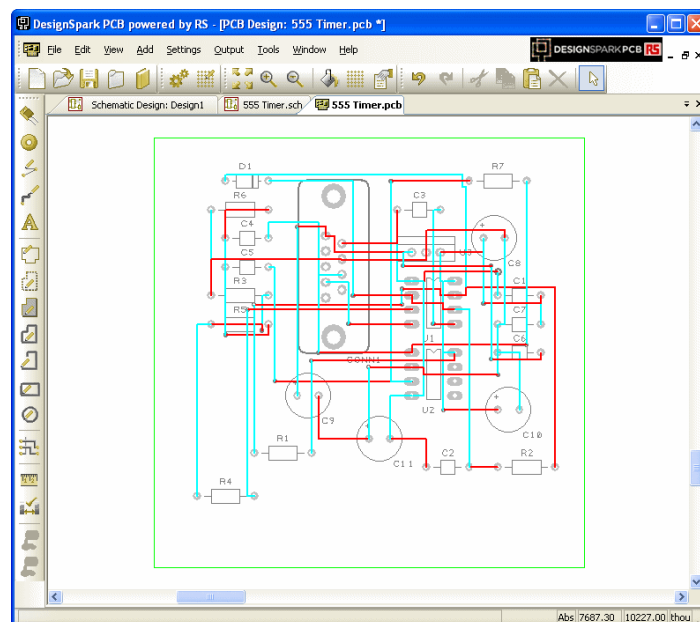
使用 **Finish（完成）** 页面设置您的 **PCB Design Name（PCB 设计名称）** 并 **Save it to a file（将其保存至文件）**。默认情况下，PCB 设计名称将与原理图设计名称相同。并不非得要保持一致，但这样合乎常理，尤其是运行选项，如 **Forward Design Changes（转发设计变更）**，（此操作旨在搜索名称相同设计类型相反的设计）。



单击 **Finish（完成）** 按钮前，您通过从显示列表中选择页面名称随时可以返回到先前的任一页面。

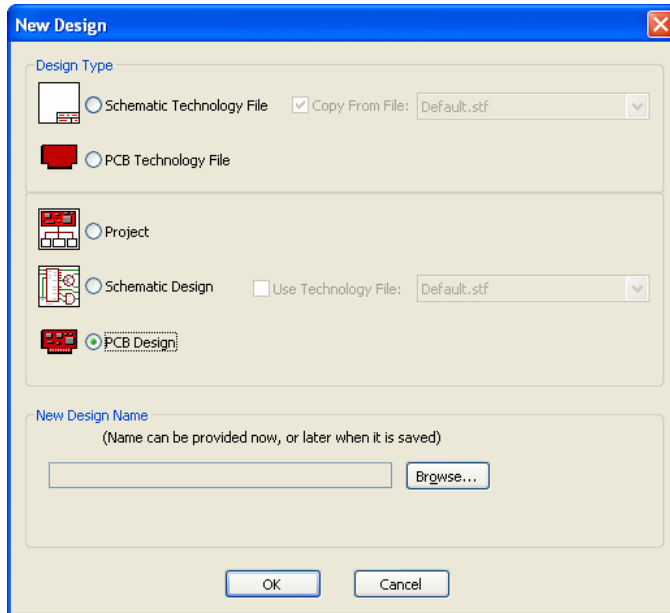


当您单击 **Finish（完成）** 按钮时，PCB 设计编辑器将运行，并且 PCB 设计将待用。您的设计背景将是黑色，我们已更改图片颜色，因此更易于查看 PDF 文件。



开始全新 PCB 设计（未提供原理图）

如果您打算在一开始没有原理图的情况下开始新 PCB 设计（您完全能够做到这一点），从 **File（文件）** 菜单中选择 **New（新建）** 并选中 **PCB Design（PCB 设计）** 单选按钮。



单击 **OK（确定）** 按钮将启动 **New PCB（新建 PCB）** 向导。您将按上述说明浏览向导。

完成原理图设计

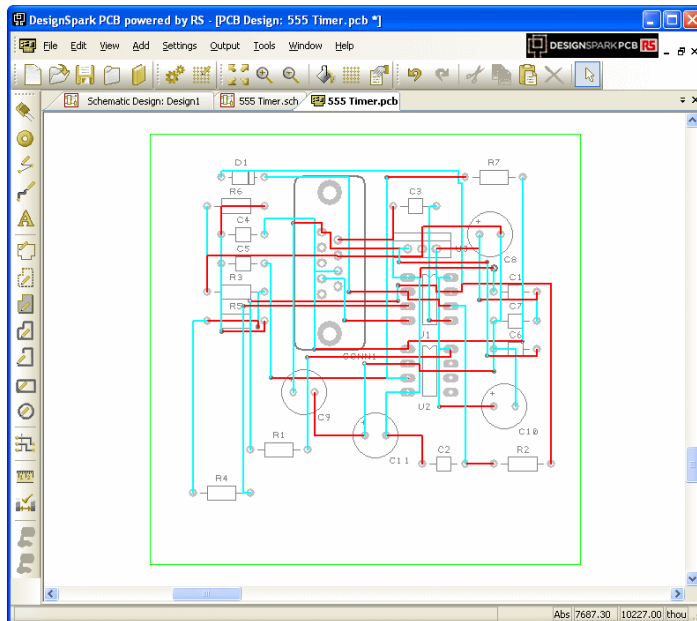
您现已完成此入门教程的第一章节，让我们继续后续学习。如果您希望继续 PCB 设计教程，请保持目前的状态并继续阅读。

第 4. 章, PCB 设计编辑器

将原理图转换成 PCB

如果按教程操作, 您或许已经使用 **Translate To PCB (转换成 PCB)** 选项和 **PCB 向导** 将“逻辑”原理图设计转换到“实际”PCB 设计布局编辑器。如果您还未这样操作, 请返回至上章节 (*将原理图转换成 PCB*) 将原理图转换成 PCB 设计后再继续教程学习。

此时, 您通常已准备好开始展示 PCB 设计。例如, 我们创建了板轮廓线, 放置了并对连接进行布线。这使您能查看工作全过程。



版轮廓与放置好的元件 (已布线) 一起显示, 我们将撤销此操作并手动进行。

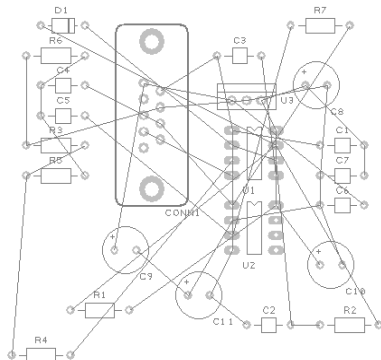
取消设计中的布线

有时您可能像我们现在这样需要取消设计中全部或部分布线。取消布线是删除线路、仅保留剩余连接的过程。

► 取消设计中的布线

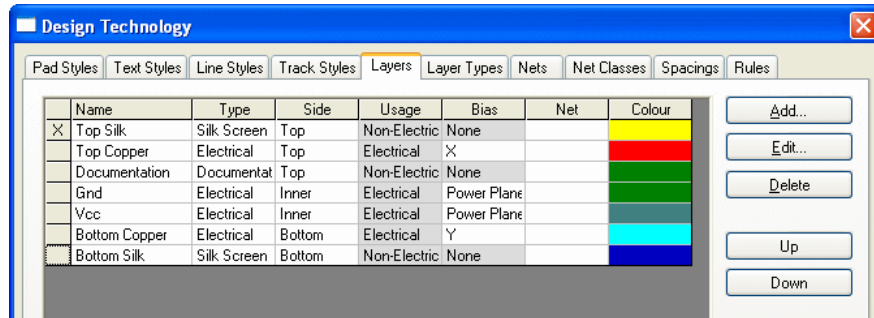
选择 **Tools (工具) 菜单上的 Unroute Nets > All Nets (取消电路网布线 > 全部电路网)** 选项来取消整个设计中的布线, 删除所有已布线的线路。三个可用的 **Unroute (取消布线)** 选项控制执行取消布线的数量 - **All Nets (全部电路网)**、**Browse (浏览)** 和 **Selected Nets (已选电路网)**。

请勿忘记, 取消布线后, 您可以使用 **Undo (撤销) <Ctrl-Z>** 随时恢复布线。



更改层数

如果您决定随时更改物理层数量或生产类型，您可以使用 **Settings (设置)** 菜单和 **Design Technology (设计技术)** 选项，并选择 **Layers (层)** 选项卡。



请注意使用 Delete (删除) 减少层数量可导致内电层上信息丢失。

交互式创建板轮廓线

如果您需要自定义板尺寸和形状，并决定不使用我们预定义的矩形或圆形，这能轻松完成。

删除现有板轮廓线

DesignSpark 只需要一个板轮廓线，因此您首先需要删除之前的轮廓线。您还可以编辑现有板轮廓线。如果您确实需要删除它，只需选择轮廓并单击键盘上的 **Delete (删除)** 按钮。

添加新板轮廓线

通过添加板形状 (包括圆形)，可以轻松在 DesignSpark 中创建板轮廓线。**Add (添加)** 菜单上的 **Add Board (添加板)** 选项允许您通过在设计中绘制的方式来交互式创建板轮廓线。提供四种形状样式：**矩形**、**形状**、**圆形** 和 **方形**。**PCB Design (PCB 设计)** 工具栏上的快捷键可以添加 **Board Polygon (板多边形)**。

板轮廓线被创建为**闭合**形状，因而在添加过程中，您将看见板后段返回至起点。单击添加拐点。添加最后一个拐点后，使用**双击**结束操作。在插入过程中，如果您希望取消操作，单击键盘上的 **<Esc>** 键。这将为您创建一个起点和终点一致连续形状的板轮廓线。

添加板完成后，后续还可对其进行修改。可添加其它线段，还可设置倒角或圆角。

在此教程先前部分的原理图到 PCB 转换过程章节中，我们已将板轮廓线指定为 3000x3000 英毫米的方形。如果您需要在板上剪切形状，使用 **Add Board Shape (添加板形状)** 选项添加这些形状。DesignSpark 了解主板轮廓线内的板轮廓线将充当剪贴件。

使用 DXF 文件导入新的板轮廓线

您还可以导入之前在机械 CAD 系统 (例如 AutoCAD) 中创建的 DXF 文件，而不是绘制板轮廓线。

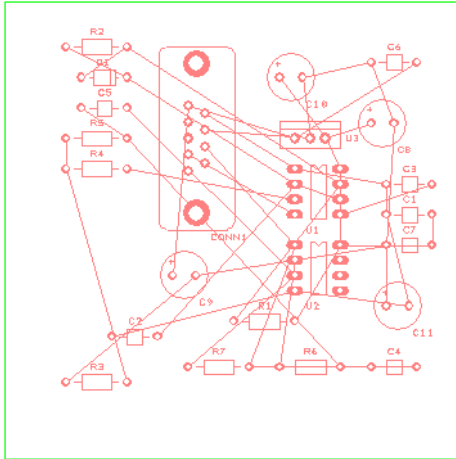
如果您希望导入 DXF 文件，使用 **File (文件)** 菜单上的 **Import (导入)** 选项。您将看到一个对话框可将 DXF 文件中的形状和文字映射至您的 DesignSpark 层。您还可更改导入单位以调节导入比例。有关该选项的更多信息可在在线帮助上获取。

放置元件

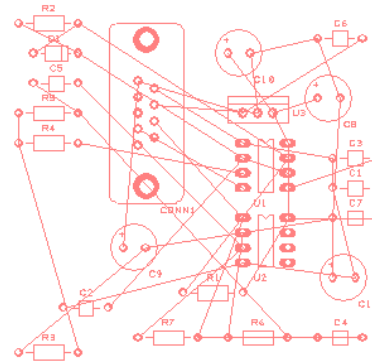
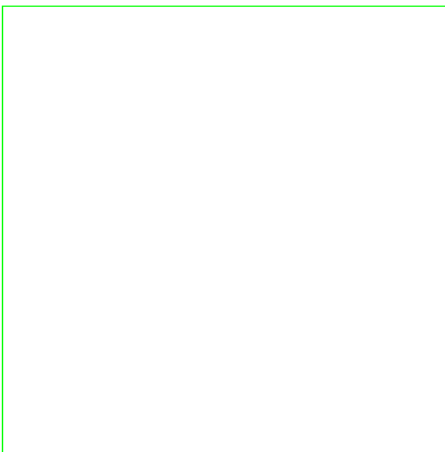
放置元件可以是自动或手动过程。自动放置既可在转换阶段进行，也可通过使用 **Tools (工具)** 菜单上的 **Auto Place Components > (自动放置元件 >)** 选项完成。手动放置可随时在设计编辑器中进行，即便使用了自动放置选项也依然如此。

我们已开始了板轮廓线设计，现在准备尝试手动放置元件。目前通过使用 New Board Wizard (新板向导) 选项已放置元件在设计中。我们首先将撤销放置。

拖动设计中元件周围的框以将其选定。



选择并将其拖动到板轮廓线外部。如果您已选择选项 **Arrange Outside the Board (板外布置)**，这将其整齐堆叠在板轮廓线外用于手动放置。当元件均拖动到板轮廓线外时，释放鼠标键以放置。单击空白区以取消选定元件。



► 放置元件

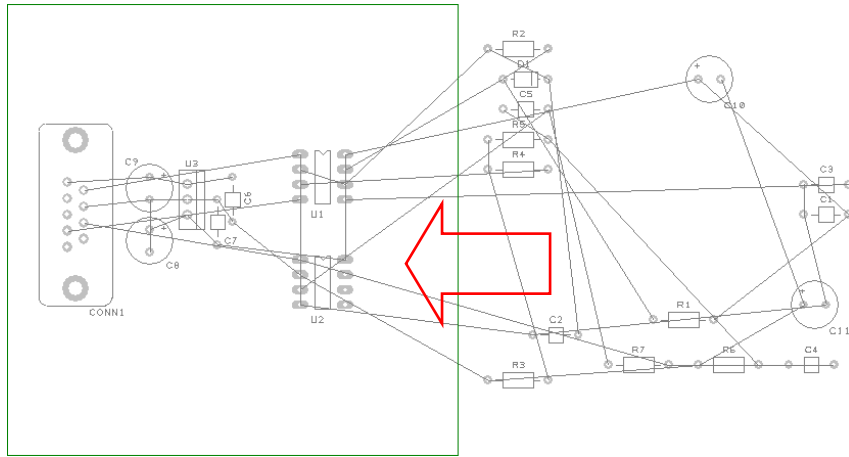
DesignSpark 始终采用标准 Microsoft Windows 方法论，移动或放置元件只需轻松**选择并拖动**已选元件。移动过程中只需按 **<Esc>** 键或使用 **Undo (撤销) <Ctrl-Z>** 以释放便可随时取消拖动。

使用选择并拖动方法，将所有元件如下图所示进行放置。

我们建议您先放置 **CONN1**、**U1**、**U2** 和 **U3**，然后在周围放置其它元件。放置元件在设计上并非至关重要的操作，但您认为如有必要请调节放置位置。

放置 **U3** 时，我们旋转使其更靠近连接器 **CONN1**。我们还将去耦电容器放置在靠近此设备处。因为电容器极其灵敏，放置于此可以减少稳压器噪音。

尽量将电容器 **C6**、**C7**、**C8** 和 **C9** 放在靠近 **U3** 的位置。如要准确按照下图所示放置，您将需要旋转某些元件。

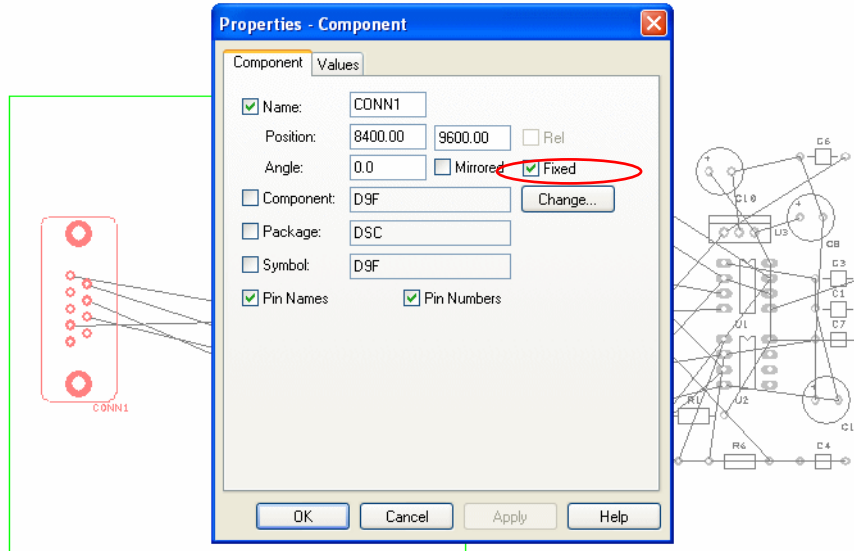


完成元件放置后，我们将对其进行固定。在现实设计中，假设您可能有一些重要元件需要特别放置并将其固定。因此它们不能被意外移动。

► 固定元件

如需固定元件，请选择元件并从快捷菜单中选择 **Properties (属性)**。

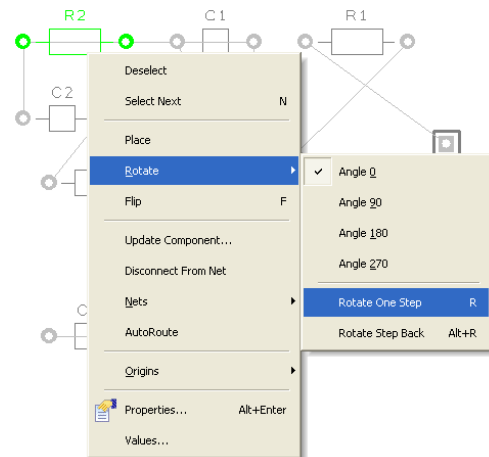
在 **Component (元件)** 页面，选择 **Fixed (固定)** 复选框并按 **OK (确定)**。这将固定元件。



快捷菜单上的 **Fix Item (固定项目)** 选项也可用于已选定元件。

► 旋转元件

放置元件过程中或之后，使用快捷键 **<R>** 旋转和 **<F>** 翻转（镜像）贴片元件到板的另一侧。放置过程中，通过单击鼠标右键这些或其它选项在快捷菜单上均可用。



► 将元件翻转（镜像）到板的另一侧

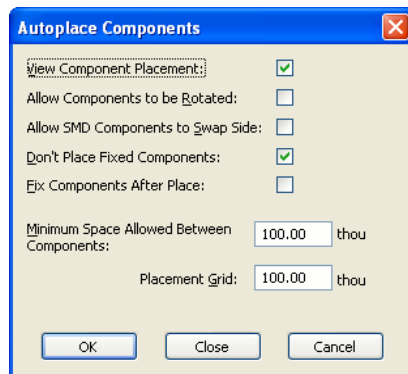
在我们的设计中，将无需镜像（翻转）操作。旋转某些元件便可改进放置和整体连接长度。如果您希望练习放置元件操作，请选择一个元件并单击 <R> 将其旋转。使用选择并旋转方法可将元件名分别旋转至可读方向。

完全放置后，应对设计进行布线。

► 使用自动放置选项

我们已放置一些重要元件并将其固定到位。现在我们将使用 **Autoplace（自动放置）** 选项放置剩余元件。

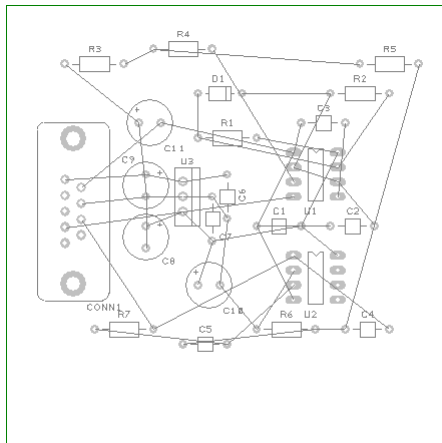
从 **Tools（工具）** 菜单中，选择 **Auto Place Components>（自动放置元件>）**，然后选择 **All Components（所有元件）**。



从可用选项中，我们希望 **View Component Placement（查看元件放置）**，因此选中该复选框。同时还选中 **Don't Place Fixed Components（请勿放置已固定元件）** 复选框，我们希望固定元件保持原位。

将 **Minimum Space Allowed Between Components（元件间可允许的最小空间）** 和 **Placement Grid（放置栅格）** 值均设置为 **100 thou**。您可以随意调节这些值。放置剩余元件，如果您希望尝试其它放置式样可使用 **Undo（撤销）**。或许可将栅格值更改为 50 thou。

请按 **OK（确定）** 进行放置。剩余元件保持可用区域放置在固定件四周。



► 保存设计

使用 **File（文件）** 菜单中的 **Save（保存）** 选项或单击工具栏上的 **Save（保存）** 图标。

从原理图转换成 PCB 时，PCB 设计已被命名，我们将其命名为 Tutorial.pcb。命名使设计能与原理图相匹配。稍后当您在绘图前运行完整性检查时这将变得至关重要。

布线设计

可以手动或自动布线设计。这是电子点对点连接转换成实际铜“线路”的过程。

起初，我们将自动对设计进行布线以查看最终效果如何并尝试该选项。然后取消布线恢复至“鼠迹网”并使用手动布线工具对其进行布线。

自动布线

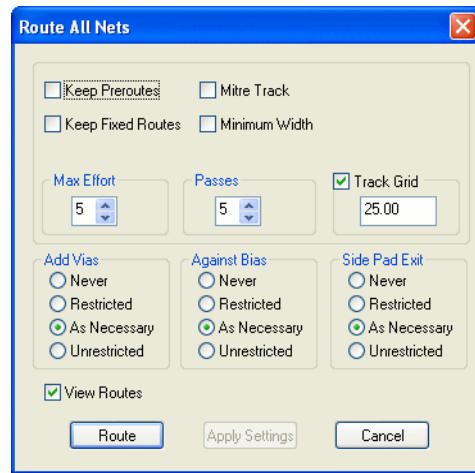
Autoroute (自动布线) 选项用于将您的电路网转换成电路（通过手动布线也能完成此操作）。但是，在密集设计图中，此选项能为您节省大量工作时间。自动布线器通常能在数分钟内对未布线设计完成布线。

您可以通过多种方式使用自动布线器：在设计图的 **All Nets (全部电路网)**、**Browsed Nets (已浏览电路网)**、**Browsed Net Classes (已浏览电路网类型)**、**selected nets (已选电路网)** 以及 **components (元件)** 选项均可进行。

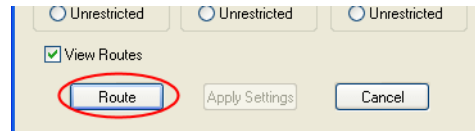
► 使用自动布线器

在 **Auto Route Nets > (自动布线电路网 >)** 选项下的 **Tools (工具)** 菜单，选择 **All Nets (全部电路网)**。

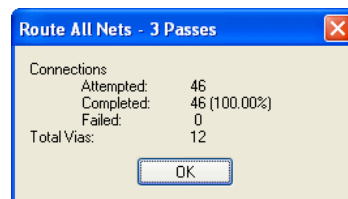
保留默认设置：



单击对话框底部的 **Route (布线)** 按钮启动布线器。这种小型设计将轻松完成 100% 布线。

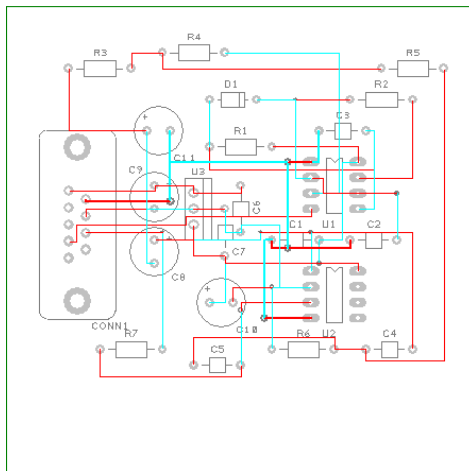


结果将快速显示出来：



单击 **OK (确定)** 以关闭报告对话框并查看布线。

布线设计可能效果如下所示。这将因您在设计中放置元件的方式而有所差异。



► 保存设计

单击工具栏上的 **Save (保存)** 图标或 **File (文件)** 菜单上的 **Save (保存)**。

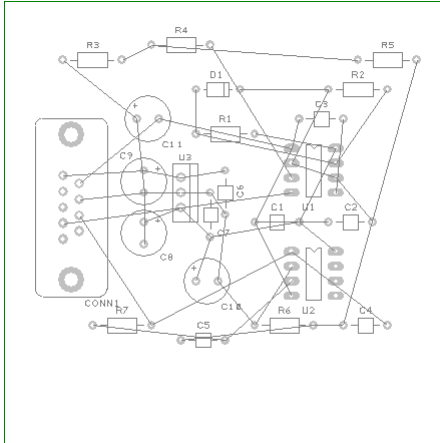
取消设计中的布线

有时您可能需要取消设计中全部或部分布线。取消布线是删除线路、仅保留剩余连接的过程。

Tools (工具) 菜单上的 **Unroute Nets > (取消电路网布线 >)** 选项可用，选项还带有三个子选项控制要执行取消布线的数量。

► 取消设计中的布线

例如，使用 **Unroute Nets > All Nets (取消电路网布线 > 全部电路网)** 选项取消整个设计中的布线以删除已经完成的所有线路。请勿忘记，**取消布线后**，您可以使用 **Undo (撤销) <Ctrl-Z>** 随时恢复布线。



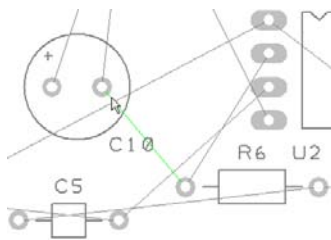
手动布线

DesignSpark 有一套功能强大的手动布线工具辅助此布线过程。这些工具允许您交换层，在层交换区上自动添加过孔和编辑线路厚度。

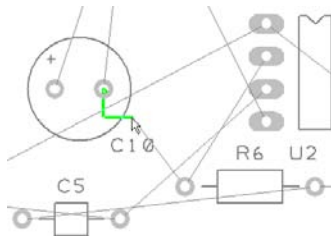
此示例设计中，我们将立即手动添加线路。

► 开始手动布线

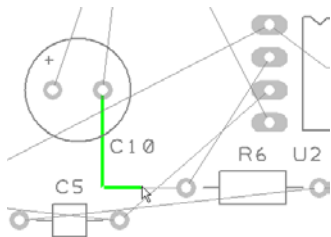
要开始添加线路，**双击**连接，这是开始布线的最快速方法，其它方法也可用。



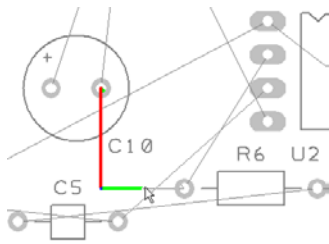
如果您按照我们的设计将元件放置得较为松散，请双击 C10 引脚 2 与 R6 引脚 1 之间的连接。



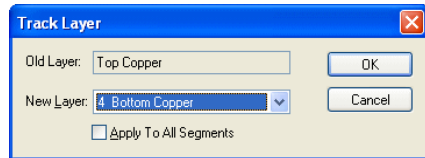
稍稍移动鼠标至右下方，您将看到线路开始成形，线路端与“目标”焊盘 (R6.1) 之间出现连接。在这种模式下，线路呈 90 度放置，并带有两个浮动线段。



向下移动光标绘制垂直线路线段。放置线路时仍带有两个线段和一个 90 度拐点。

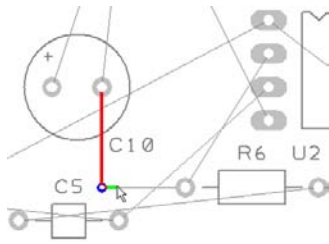


单击鼠标一次，放置第一个线路线段（竖直的线路线段来自 C10.2）。在布线期间此段暂时“锁定”到位。稍后可以对其进行移动或编辑。

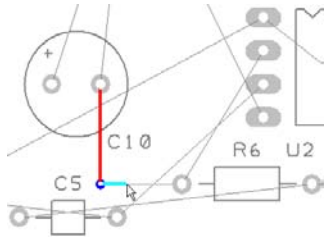


现在我们将变更线路层。

按键盘上的“L”键将显示 **Track Layer**（线路层）对话框。在一般需要将层从一侧变更至另一侧的布线过程中，只需按“L”和 <Enter>（输入）键。**Enter**（输入）按钮与单击对话框上的 **OK**（确定）按钮功能相当。此时您无需查看对话框即可更改层。

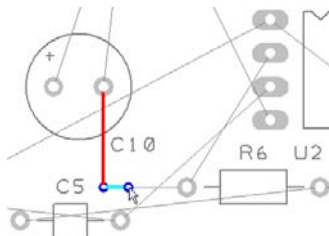


已自动添加过孔，线路层现已位于底侧。这将显示在 DesignSpark 窗口底部的 Status（状态）栏中。

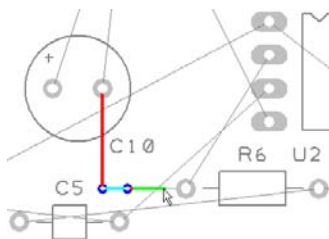


向右移动鼠标并再次单击。

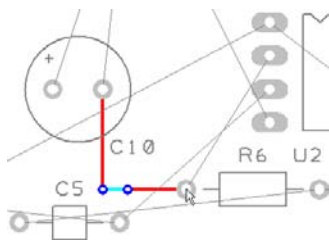
这将是层变更时过孔的下一个拐点或下一个位置。请注意线路颜色改变以显示其位于不同的层。



再次按“L”和 <Enter> 键将层更改至顶层。自动添加其它过孔。



将鼠标不断向右朝目标焊盘 R6.1 移动。请注意它如何到达显示为红色的顶层。



一般在目标焊盘上，单击鼠标一次为连接完成线路编辑。请注意线路颜色现在又呈红色且位于顶层。

添加线路后，通过选择并拖动线路往往以后可以进行修改或双击线路进行编辑。

移动到下一个连接进行编辑。

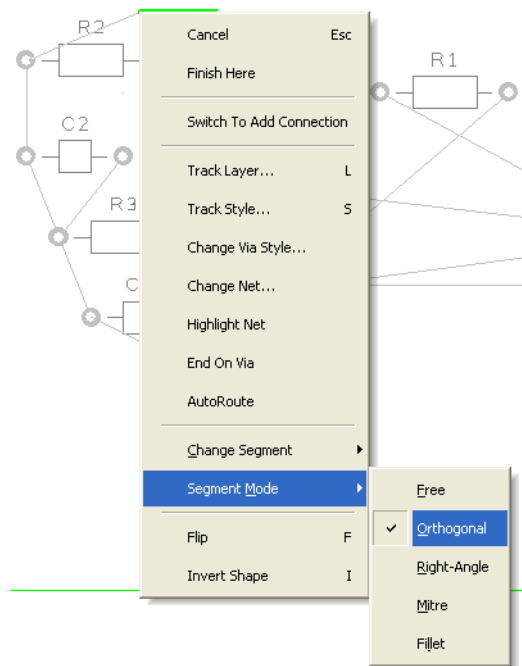
基本布线模式汇总

在线路编辑过程中，基本的操作命令是：

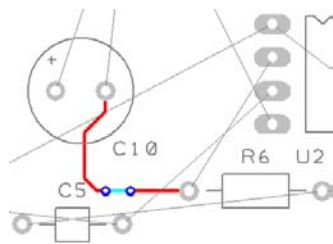
- **单击**，编辑时，单击操作将插入拐点以更改布线方向。
- 按 <L> 与 <Enter> 键将使层更改至设计的另一侧。这种操作在编辑过程中或选择线路后可以进行。

► 更改手动布线模式

您可能一直使用标准布线模式**正交**布线（两个“浮动”线段相互呈 90 度角）。



在布线过程中，通过访问布线模式可变更此操作模式。从快捷菜单中选择 **Segment Mode>**（**线段模式>**）并从五个可用选项中选择一种模式。



在我们的示例设计中，布线看似使用了 **Mitre**（**倒角**）模式。

在密集区挑选

比如当试图在设计的密集区或多个连接相互交错的区域挑选项目时，一开始往往不太容易挑选出所需的项目。在这种情况下，DesignSpark 具有一个系统能通过相邻的项目挑选出“圈”，并最终选定所需项目。选定后，需要对其进行操作，例如 **Properties**（**属性**）。

用于命令 **Select Next**（**选择下一个**）的快捷键被定义为 <N> 代表 **Next**（**下一个**）。

要尝试此操作，请单击附带线路的焊盘以将其（或线路）选定。现在单击 <N>，线路（或焊盘）将被选定。根据与其它设计项目的距离，每次单击 <N> 也将同时选定元件轮廓线及整个元件。

覆铜

覆铜用于带铜 PCB 布局的灌注区。通常通过“热”连接连接到指定信号，一般情况下接地 0V 或 +5V。此功能随后将在线路、元件焊盘、过孔及其它电子障碍物周围生成空隙。

此操作我们有 **Add Copper Pour Area**（**添加覆铜区域**）和 **Pour Copper**（**覆铜**）选项。

如果要插入铜区域而且无需在未连接的线路、元件或焊盘周围留有空隙，可以使用 **Add Copper**（**添加铜**）选项。

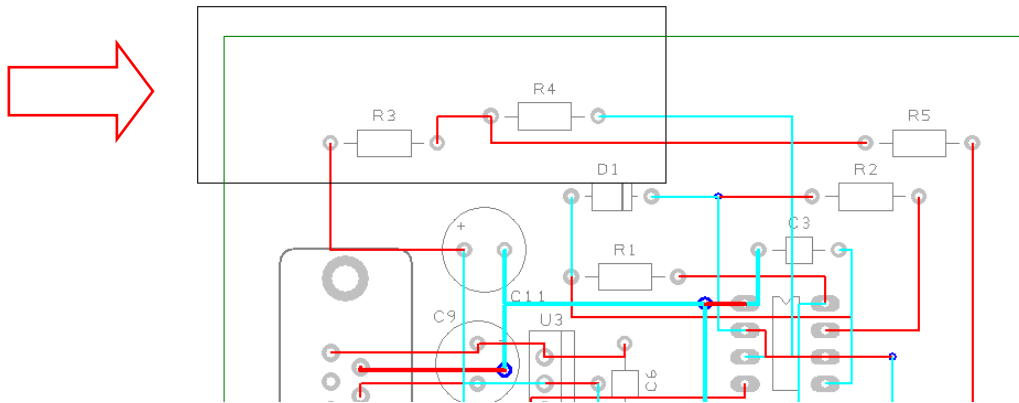
此功能的原理是插入覆铜区域并将铜覆盖于此。

► 创建覆铜区域

在 **Add**（**添加**）菜单中，选择 **Copper Pour Area> Rectangle**（**覆铜区域> 矩形**）。其它覆铜选项也可用于添加不同的形状。我们将覆铜区域添加至**顶层**。覆铜区域和覆盖的铜可添加到任何电子层。要更改层，请选择覆铜区域，然后采用编辑线路时相同的方式单击 <L> 与 <Enter> 键。

可以在设计上创建形状，在板轮廓线外部突出处绘制覆铜区域。DesignSpark 将使用间距规则以及为覆铜区域设定的规则进行覆铜。

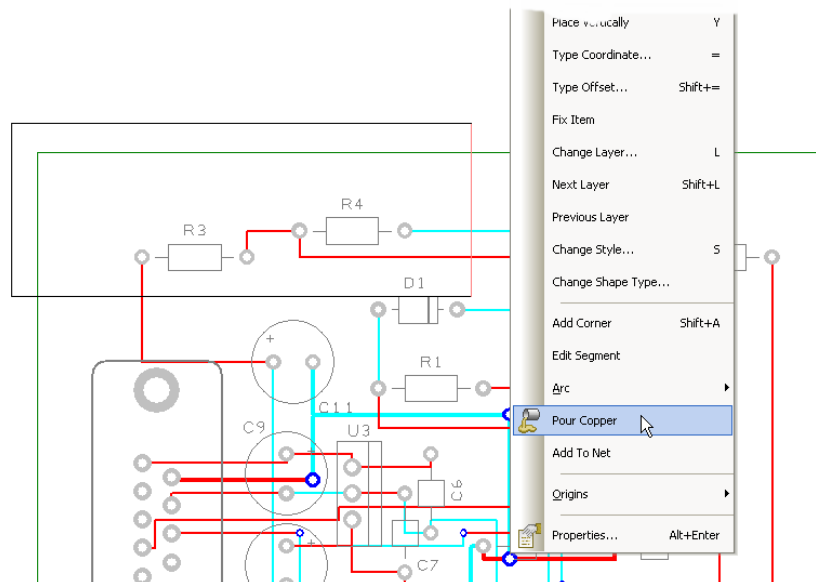
按照下方的示例图片，在一个基础矩形覆铜区域形状中进行绘图。设计图的左上方有显示：



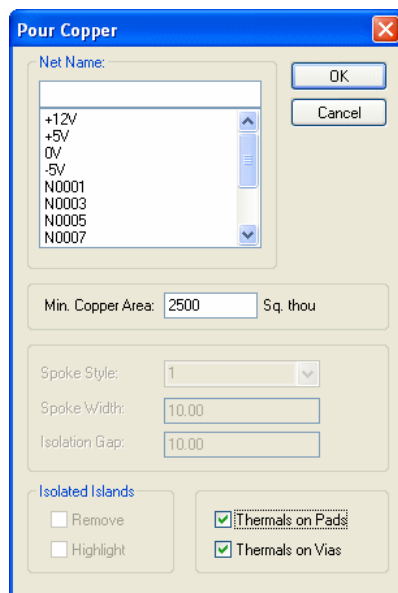
从此示例中，您将了解添加覆铜区域是十分轻松的。

在覆铜区域上单击鼠标右键。

从快捷菜单中选择 **Pour Copper (覆铜)**。

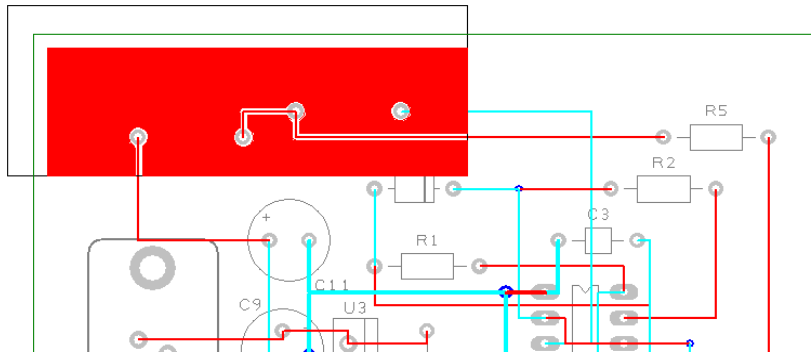


将显示一个对话框，您可从中为覆铜区域选择参数，例如电路网名称关联性和热连接等。

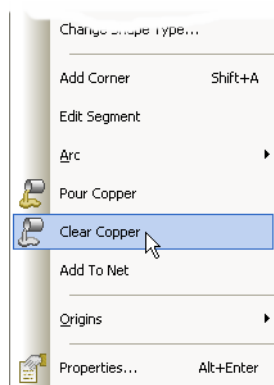


在此练习中，将 **Net Name**（电路网名称）留空并单击 **OK**（确定）。

请注意覆铜操作遵循了所有定义项的**间距规则**，包括板至形状规则。



► 从覆铜区域删除覆盖的铜

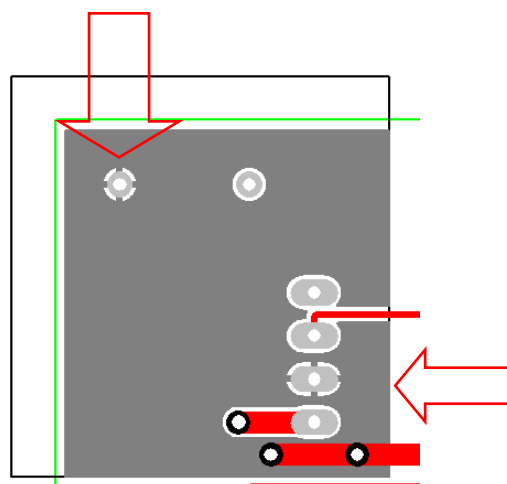
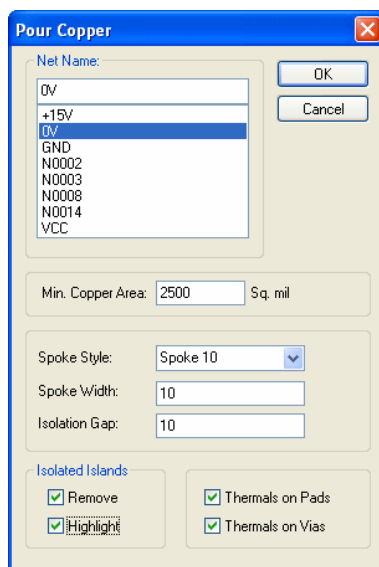


要删除覆铜区域（包括任何热辐条），只需选择区域轮廓并从快捷菜单上选择 **Clear Copper**（除铜）。这将去除铜但不会去除覆铜区域。

使用覆铜时，请记住您不应该使用 **Delete**（删除），而始终应该使用 **Clear Copper**（除铜）。使用快捷菜单上的选项可以随时修改覆铜区域和重新覆铜。如果您希望完全删除铜和覆铜区域，您必须首先使用 **Clear Copper**（除铜），然后使用 **Delete**（删除）键删除覆铜区域。

► 使覆铜区域智能化

这里的覆铜面比我们在上面讨论的更多。覆铜还可有一个与其相关的电路网名称。因此覆铜时，通过热辐条将焊盘连接至铜上。要完成此操作，请选择覆铜区并从快捷菜单上选择 **Add To Net**（添加至电路网）。从列表中选择所需的电路网名称，然后重新覆铜。使用 **OV** 作为电路网名称重新再试一次，并单击 **OK**（确定）。



使用 **Spoke Style**（辐条式样）复选框设置 **Spoke Style**（辐条式样）、**Spoke Width**（辐条宽度）和 **Isolation Gap**（隔离间距）。铜如何连接至焊盘的方式可以定义。

在 **Spoke Style**（辐条式样）中：输入 **Spoke 10**。**Spoke Width**（辐条宽度）为类型 **10**，**Isolation Gap**（隔离间距）也为 **10**。按 **OK**（确定）。如有需要，添加新式样 **Spoke 10** 到技术应用中。

覆铜区域将不显示在您的制成板上。它们将为系统提供能灌注铜的智能区域。

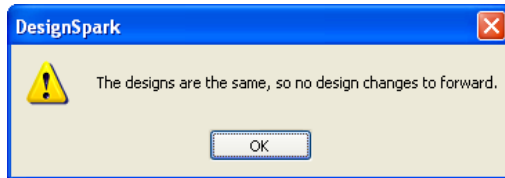
检查设计完整性

Tools (工具) 菜单上的原理图和 PCB 编辑器上均可进行各种检查。这可用于对比和检验设计、修改 PCB。因此设计始终能相互保持同步。

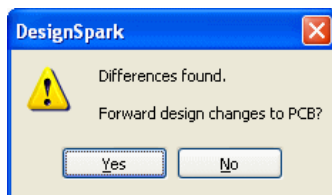
► 检查设计

您可以随时使用 **Tools (工具)** 菜单上的 **Schematics/PCB Check (原理图/PCB 检查)** 选项。默认情况下，用于对比的文件将会与原理图（或 PCB 设计，如果是在原理图编辑器运行）中的名称相同。

运行时，如未有差异，将显示如下对话框：



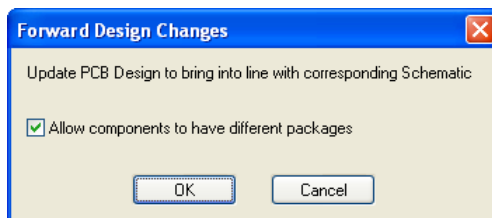
如果发现差异，笔记本将运行以查看详细报告。报告将为您提供应对 PCB 做出的变更列表以使其与原理图匹配（原理图始终是“主体”）。然后您可以选择对话框上的 **Yes (是)** 按钮自动执行更改。



运行教程设计中的该选项，应该没有差异。如果有，请单击 **Yes (是)** 按钮并进行更改。

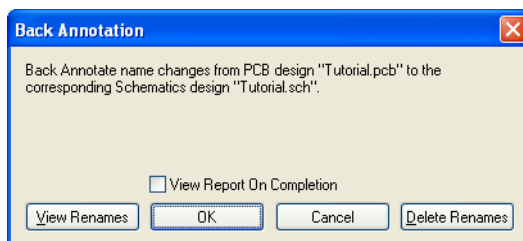
► 将原理图转变带到 PCB

如果任何时候您想将原理图转变带到 PCB 设计，请运行 **Tools (工具)** 菜单中的 **Forward Design Changes (促进设计变更)** 选项。这将运行原理图与 PCB 对比，并且将仅根据需求对 PCB 进行更改。此操作将报告进行的全部更改。



► 将反注释名称带返原理图

反注释变更可在 PCB 中进行，还可使用 **Tools (工具)** 菜单中的 **Back Annotation (反注释)** 选项将这些变更带返至原理图。运行时，它将报告并允许您对正“待定”的原理图执行任何反注释更改。



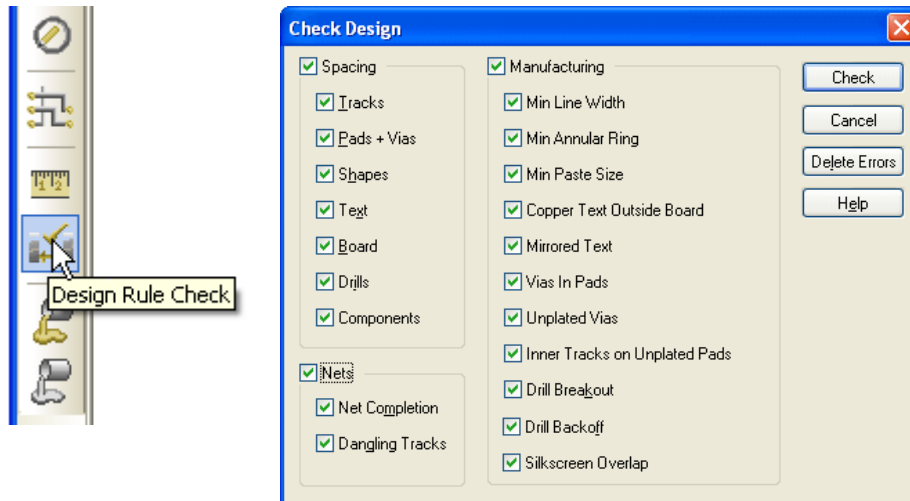
设计规则检查

将设计发送去制造之前，您必须运行 **Design Rules Check (DRC, 设计规则检查)** 选项。此对话框包含能进行各种检查的复选框。这些检查是根据 **Spacing (间距)** 规则进行的。这还用于检查各种遵循的制造规则。

发现错误时，错误标记字母便被添加到设计的恰当层上，从而帮助您查找和修改实际错误。

► 运行设计规则检查

从 **Toolbar (工具栏)** 中选择 **Design Rule Check (设计规则检查)** 选项。

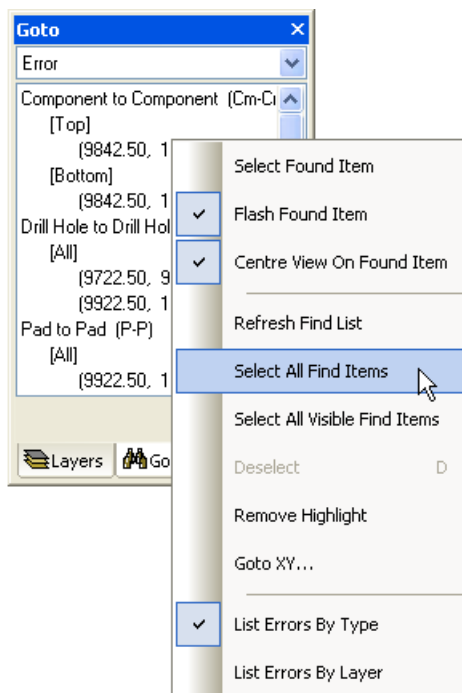


显示一个对话框，允许您控制检查中应包含的项目内容。单击 **Check (检查)** 运行 DRC。

► 定位 DRC 错误标记

运行设计规则检查之后，您可以使用 **Goto (转至)** 浏览器发现错误标记。按 **<F9>** 键可在 **Interaction bar (交互栏)** 上使用此功能。

Goto (转至) 浏览器显示时，将可用的 **Goto (转至)** 选项列表往下拉，选择 **Error (错误)**。



此列表用于以排序列表形式查看所有设计错误标记。它显示在“活跃”浏览器中，单击以选择一个错误。您可以在设计中定位错误标记。如果错误标记不在屏幕中，它将被带进显示屏中央，因而仍能显示出来。

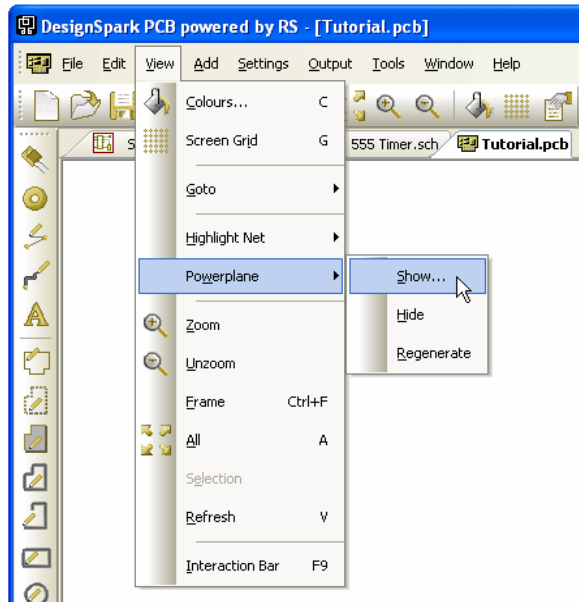
如果有时候在 **Errors (错误)** 栏上单击右键，您将看见一个快捷菜单。从此菜单中，您可以选择各种定位选项帮助查找设计中的错误标记。

您还可以在此菜单上选择按 **Type (类型)** 或按 **Layer (层)** 列举错误。

查看电源平面层

如果您在设计图内部层中已包含电源平面层，那么在将 PCB 设计寄去生产制造前，有必要目视检查一下热连接。此番检查将检验任何可能缺失的热辐条（焊盘与铜之间未连接）。由于设计限制未能将焊盘与铜连接起来，也将不添加热辐条。您的检查将确定这些缺失的连接。

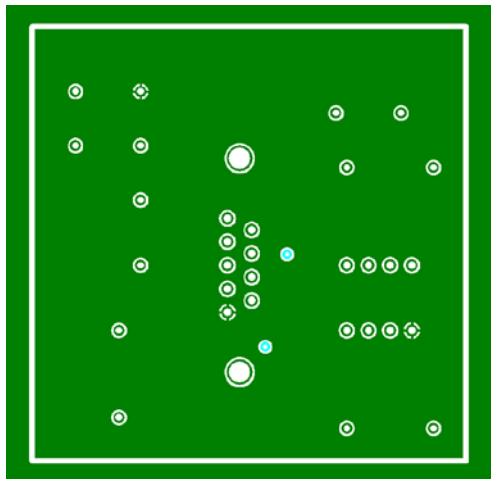
要进行此操作，请从 **View (查看)** 菜单中选择 **Powerplane > (电源平面层 >)** 选项，选择 **Show (显示)**。



从电源平面层列表中，选择所需的层。



如果我们为自己的示例选择 +15V 层，电源平面层将显示如此：



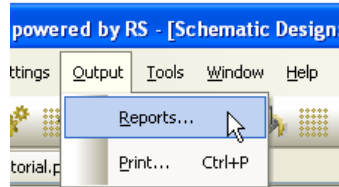
完成操作后，选择 **View (查看)** 菜单并使用 **Powerplane > Hide (电源平面层 > 隐藏)** 将其关闭。

报告、部件列表和电路网列表

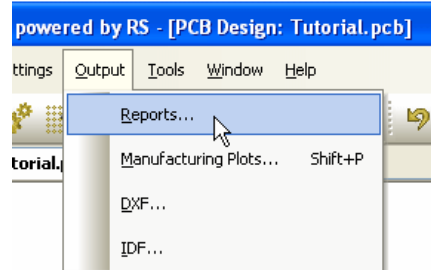
DesignSpark 可以生成详尽说明了设计中所有重要方面的报告。此报告还包括一套“标准”报告，如元件列表和电路网列表。

这些报告在 **Output（输出）** 菜单上均可用。

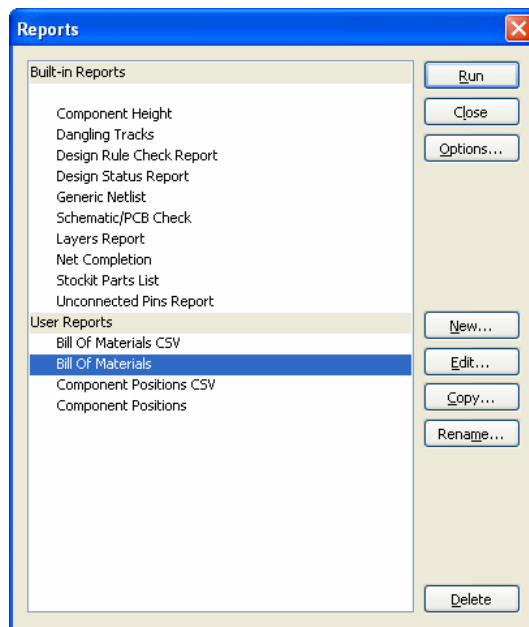
在原理图编辑器中：



在 PCB 设计编辑器中：



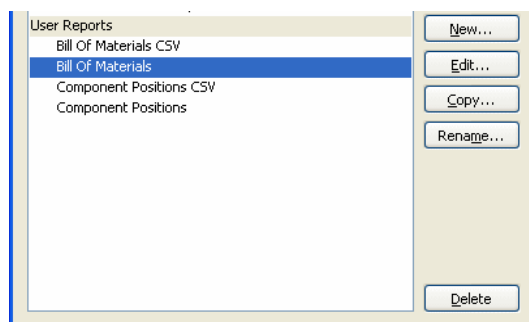
显示 **Reports（报告）** 对话框。您可以从此处访问 **Built-in Reports（内置报告）** 下的标准报告和 **User Reports（用户报告）** 下的 Custom Report Builder（自定义报告生成器）选项。



在试验这些选项过程中，运行每个报告以查看最终生成结果是什么。每个报告将用笔记本文件形式显示，查看详情后关闭报告。

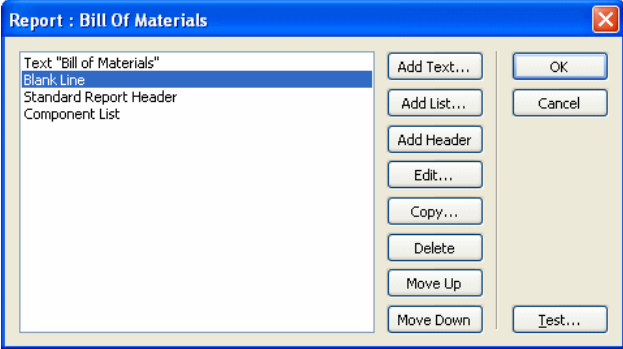
► 创建自定义报告

Reports（报告） 对话框专用于创建自定义报告。



使用 **New（新建）** 和 **Edit（编辑）** 按钮访问 **Report Builder（报告生成器）** 选项。

在此对话框中，您可以添加命令构建自己的报告并按自己的需求设定其格式。已创建一些基础报告和输出文本作为示例供您查看。



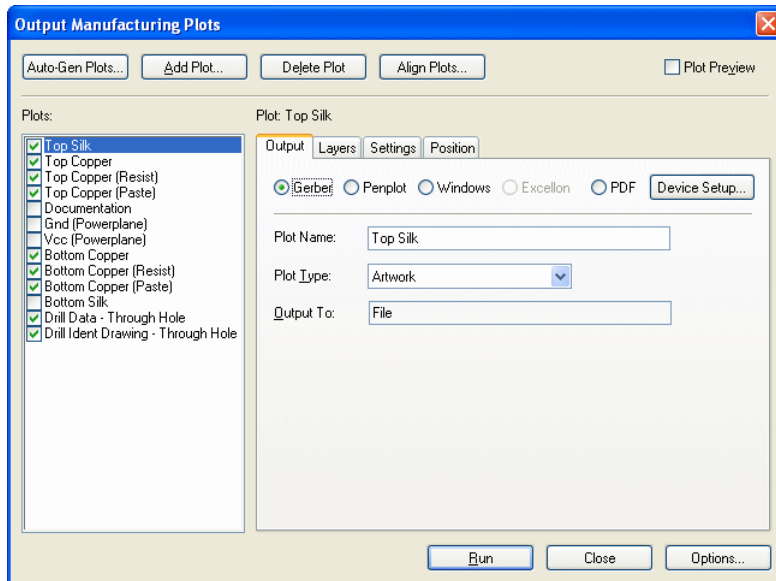
第 5. 章， 制造 PCB

绘图和数控钻 — 概述

DesignSpark 为您提供采用标准制造格式（Gerber 和 Excellon 数控钻）绘制设计图的装置。您还可以在 Windows 打印机上打印设计图，以及打印 PDF 文档以供检查。

绘图对话框

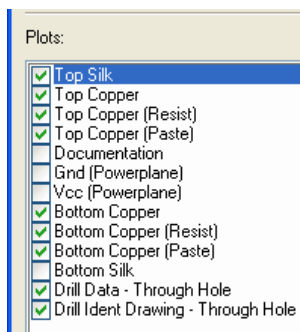
在 **Output（输出）** 菜单中访问 **Manufacturing Plots（制造绘图）** 绘图对话框。



对话框划分为三大区域：

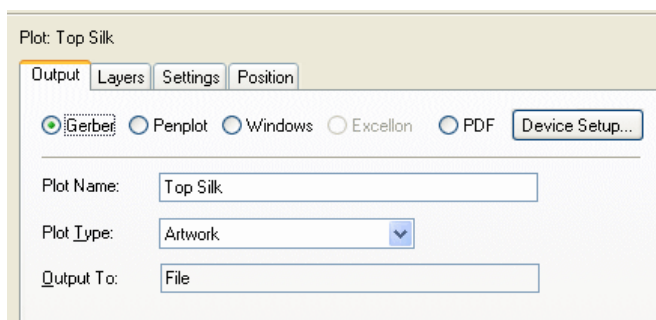
绘图

从此处为绘图和绘图名称选择绘图和绘图选项。



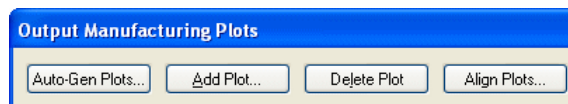
输出

从此处，选择输出类型、层选择、绘图内容（设置）和绘图比例。



自动绘图生成

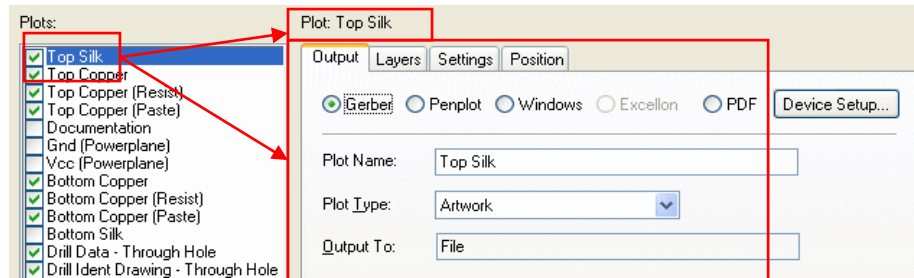
从此处，选择自动生成绘图，添加新绘图进行设置，删除绘图以及相互对齐绘图内容（位置、比例等）。



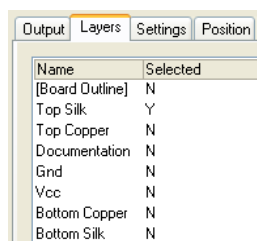
使用对话框

对于在 **Plots: (绘图:)** 列表中的每一个绘图（例如 Top Silk），名称将显示在 **Output (输出)** 窗格上方。**Outputs (输出)** 窗格的内容包括 **Output (输出)**、**Layers (层)**、**Settings (设置)** 和 **Position (位置)** 选项卡，这些均用于创建绘图内容。

因此在下面的示例中，**Top Silk** 绘图将以 **Artwork (工艺图)** 式样输出至 **Gerber**，并将输出到一个文件中。

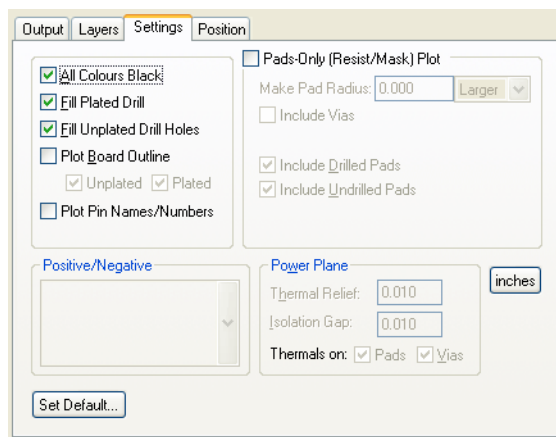


仍然是 Top Silk 绘图，让我们一起来看看这四个选项卡：

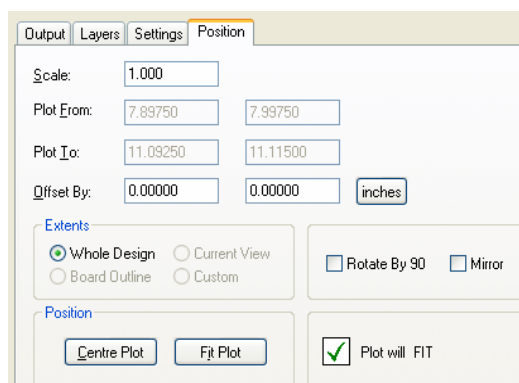


在 **Layers (层)** 选项卡中，选择一个或多个层（如您希望，可以组合多个层）。

您可以看到在 Top Silk 绘图中，已选择 Top Silk 层。



在 **Settings (设置)** 页面中，此处的参数定义了各绘图的内容。它定义了更多要包含的指定项目以及如何对其绘图。



Position (位置) 选项卡允许您定义绘图的比例和位置。

对话框底部的（非编辑）复选框显示绘图是否合适。如果不合适，框格变成红叉。

Plot will NOT FIT

Plot will FIT

绘图流程

要生成绘图进行制造，您需要为电子层和非电子层绘制 **Gerber** 绘图和用于钻板的 **Excellon** 数控钻文件。

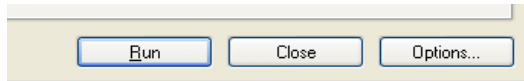
打开 **Manufacturing Plots (制造绘图)** 对话框时，您首先将根据创建一整套绘图的所需设置每个绘图。对于一个新设计，将根据设计中的层和层类别为您自动创建绘图并为产品引入智能化。

创建完一套绘图后，下次您进入设计中的此对话框时，系统将记住这些设置。

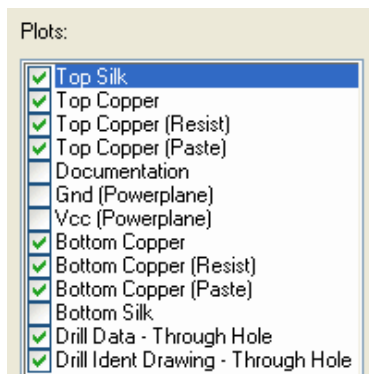
创建绘图

当各绘图的所有参数均已被设置后，您可以将其输出。

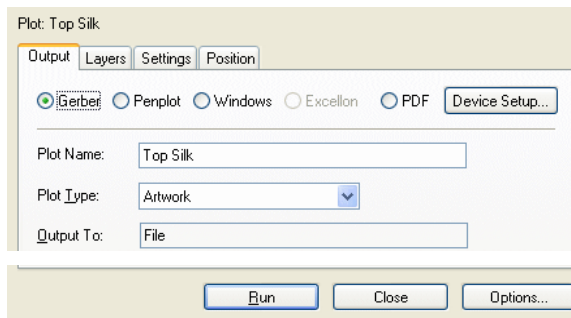
使用 **Run (运行)** 按钮在 **Plots: (绘图:)** 列表中为所有带勾的选项创建所有绘图。



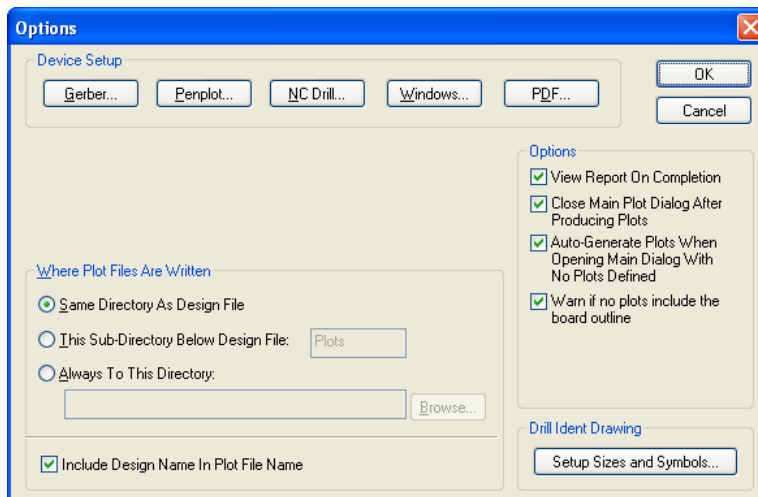
输出带勾的绘图：



对于每个绘图，**Output To: (输出到:)** 选项将定义输出的位置。

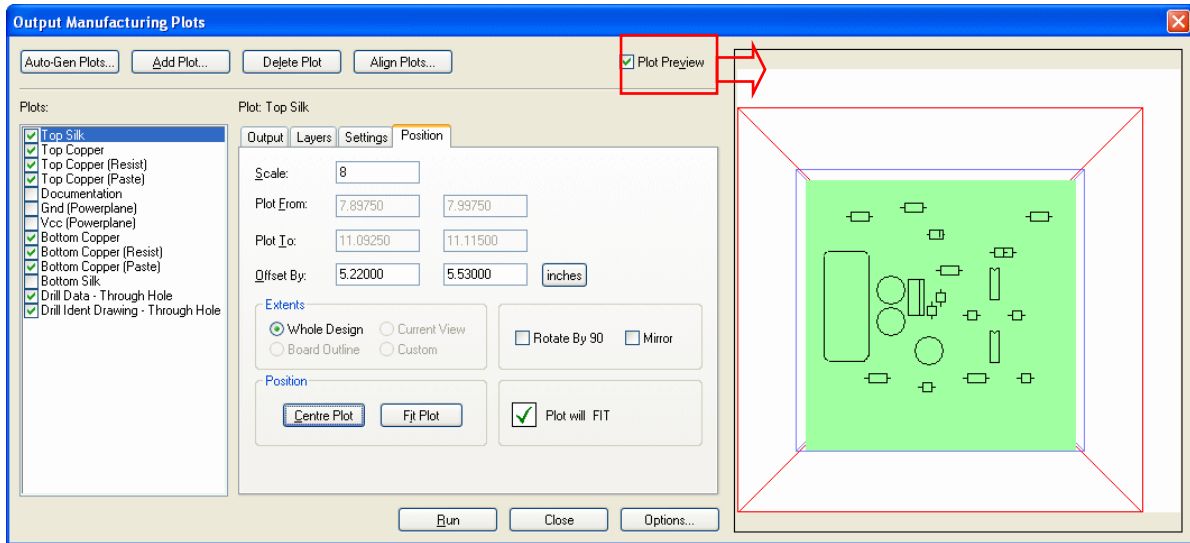


如果您选择此页的 **Options (选项)** 按钮，您可以将绘图输出到 **Where Plot Files Are Written (绘图文件编写位置)** 下特定的文件夹。默认情况下，文件将编写至与设计文件相同的目录下。其它选项用于指定设计目录下的 **Plots (绘图)** 子目录。



预览绘图

如果您希望查看绘图的位置、尺寸、内容等，请选中 **Plot Preview (绘图预览)** 复选框。绘图对话框右侧将显示预览窗格。



在预览框中有三个主要的框：

红框 — 这是绘图“主床”或纸张大小。这将是适合页面大小时绘图覆盖的最大尺寸（减去任何硬件边缘）。

蓝框 — 这些是设计宽度。例如，如果您有一个内带板轮廓线的绘图边界，您将此框大小与绘图边界相同。

绿框 — 这是板轮廓线。

内容 — 绘图内容将显示在蓝色或绿色框中。这些均为近似内容能让您快速预览最终内容。例如，它将清楚显示丝印层略图，而非电源平面层绘图。

