



# 第 2 章

## 电路原理图设计基础

电路原理图设计，就是在计算机辅助设计平台上使用 Altium Designer 16.0 类的软件设计原理图来表达电子电路设计者设计意图的过程。从设计辅助软件的角度来看，设计电路原理图的主要目的，是通过电路原理图这种形式，将设计者构想中的电路的结构模型输入辅助设计系统，使系统能了解设计者设计的电路连接关系，以便辅助设计者实现设计意图，生成能指导电路板生产的文档。

本章主要介绍 Altium Designer 16.0 原理图设计的一般步骤、图纸设置、画面管理、电路元件的电气连接以及实用工具的使用，中间穿插实例，让读者更容易理解，最后通过综合设计实例来巩固学习成果。

### 2.1 电路原理图的设计步骤

电路设计的步骤包括一个电子产品从设计构思、电学设计到物理结构设计的全过程。

#### 2.1.1 印制电路板设计的一般步骤

印制电路板的设计通常有以下几步：设计前的准备、绘制草图、元器件布局、设计布线、制版底图的绘制、加工工艺图及技术要求。

##### 1. 设计前的准备

了解电路工作原理、组成和各功能电路的相互关系及信号流向等内容，了解印制板的工作环境及工作机制(连续工作还是断续工作等)。掌握最高工作电压、最大电流及工作频率等主要电路参数；熟悉主要元器件和部件的型号、外形尺寸、封装，必要时，取得样品或产品样本。

确定印制电路板材料、厚度、形状及尺寸。

## 2. 绘制草图

草图是绘制制版底图的依据。绘制草图,是根据电路原理图,把焊盘位置、间距、焊盘间的相互连接、印制导线的走向及形状、整图外形尺寸等均按印制电路板的实际尺寸(或按一定比例)绘制出来,作为生产印制电路板的依据。

## 3. 元器件的布局

元器件的布局可以手工进行,也可以利用 Altium Designer 16.0 等软件自动进行,但布局要求、原则、布放顺序和方法都是一致的。元器件布局要保证电路功能和技术性能指标,且兼顾美观性、排列整齐、疏密得当,满足工艺性、检测、维修等方面的要求。

## 4. 设计布线

在整个印制电路板的设计中,以布线的设计过程限定最高、技巧最细、工作量最大。印制板设计布线有单面布线、双面布线及多层布线;布线的方式有手动布线、自动布线两种。进入布线阶段时,往往会发现元器件布局方面存在不足,需要调整和改变布局。一般情况下,设计布线和元器件布局要反复几次,才能获得比较满意的效果。

## 5. 制版底图的绘制

印制电路板设计定稿以后,生产制造前,必须将设计图转换成印制电路板实际尺寸的原版底片。制版底图的绘制有手工绘图和计算机绘图等方法。

## 6. 加工工艺图及技术要求

设计者将图纸交给制板厂时,需提供附加技术说明,一般通称为技术要求。技术要求必须包括:外形尺寸及误差;板材、板厚;图纸比例;孔径及误差;镀层要求;涂层(包括阻焊层和助焊剂)要求。

### 2.1.2 Altium Designer 16.0 原理图设计的一般步骤

在 Altium Designer 16.0 中进行原理图设计的具体步骤如图 2.1 所示。

#### 1. 新建 PCB 项目及原理图文件

Altium Designer 16.0 中的设计是以项目为单位的,通常,一个 PCB 设计项目中包含原理图文件和 PCB 文件,在进行原理图设计前,需要创建一个 PCB 设计项目,然后再在新建的 PCB 项目中添加空白原理图文档,当打开新建的原理图文档时,系统会自动进入原理图编辑界面。

#### 2. 设置系统参数和工作环境

为适应不同用户的操作习惯,以及不同的项目的原理图格式需求,Altium Designer 16.0 允许用户设置原理图编辑界面的工作

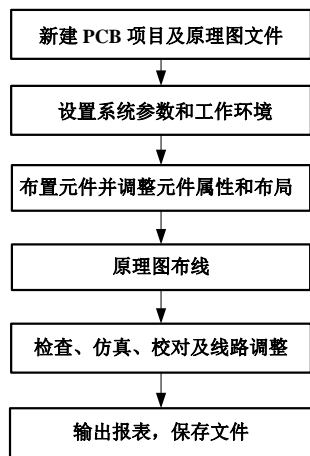


图 2.1



环境。

### 3. 布置元件并调整元件属性和布局

这一步是原理图设计的关键，用户根据实际电路的需要，选择合适的电子元件，然后载入包含所需元件的集成元件库，从元件库中提取元件，放置到原理图的图纸上，同时，还须设定零件的标识、封装等属性。

### 4. 原理图布线

原理图布线就是利用 Wiring(布线)工具栏中的连线工具，将图纸上的独立元件用具有电气意义的导线、符号连接起来，构成一个完整的原理图。

### 5. 检查、仿真、校对及线路调整

当原理图绘制完成以后，用户还需要利用系统所提供的各种工具对项目进行编译，找出原理图中的错误，进行修改。如有需要，也可以在绘制好的电路图中添加信号，进行软件模拟仿真，检验原理图的功能。

### 6. 输出报表，保存文件

原理图校对结束后，用户可利用系统提供的各种报表生成服务模块创建各种报表，例如网络列表、元件列表等。为后续的 PCB 板设计做准备。获得报表输出后，保存原理图文档或打印输出原理图，设计工作结束。

## 2.2 电路原理图图纸的设置

在原理图的绘制过程中，根据所要设计的电路图的复杂程度，首先应对原理图图纸进行相应的设置。

### 2.2.1 创建新原理图文件

Altium Designer 16.0 允许用户在计算机的任何存储空间中建立和保存文件。但是，为了保证设计工作的顺利进行和便于管理，建议用户在进行电路设计前，先选择合适的路径建立一个属于该项目的文件夹，用于专门存放和管理该项目所有的相关设计文件，养成良好的设计习惯。可以在 D 盘或者是 E 盘下面建立一个文件夹 Altium。如果要进行一个包括 PCB 的整体设计，那么，在进行电路原理图设计的时候，还应该在一个 PCB 项目下面进行。即创建一个新的 PCB 项目，然后再创建一个新的原理图文件，添加到该项目中。

新建 PCB 项目及原理图文件的具体步骤如下。

**Step 1** 新建项目。启动 Altium Designer 16.0，选择菜单栏中的 File(文件) → New(新建) → Project(项目)命令，如图 2.2 所示。此时，弹出 New Project(新建项目)对话框，在 Project Types(项目类型)中选择 PCB Project (PCB 项目)，在 Project Templates(项目模板)中选择合适的图纸(系统默认为 AT short bus(7×4.8 inches))，如图 2.3 所示，然后单击 OK(确定)按钮完成。这时，查看 Projects(项目)面板，系统已经自动地创建了一个默认名为 PCB-Project\_1.PrjPcb 的项目，如图 2.4 所示。

**Step 2** 在 PCB-Project1.PrjPCB 上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 Save Project As(项目另存为)命令，如图 2.5 所示，将其存为自己喜欢或者与设计有关的名字。

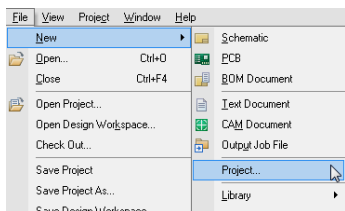


图 2.2

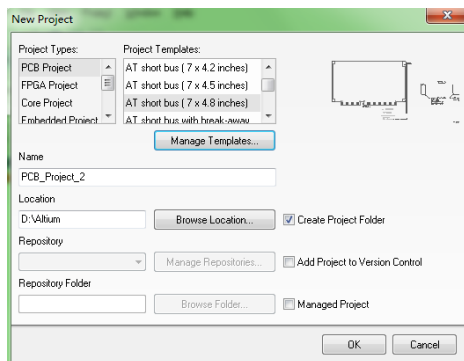


图 2.3

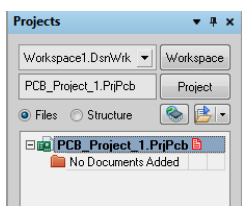


图 2.4

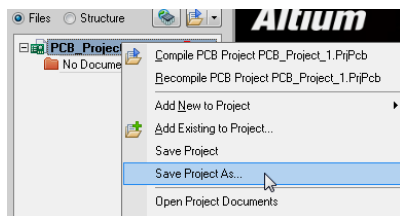


图 2.5

**Step 3** 继续执行右键快捷菜单中的 Add New to Project(新增到项目) → Schematic(原理图)命令，如图 2.6 所示，系统在该 PCB 项目中添加了一个新的空白原理图文件，默认名为 Sheet1.SchDoc，同时打开了原理图的编辑环境，如图 2.7 所示。

**Step 4** 在 Sheet1.SchDoc 上单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 Save(保存)命令，将其另存为自己喜欢或者与设计相关的名字，如 NewSheet1.SchDoc 等，完成后如图 2.8 所示。

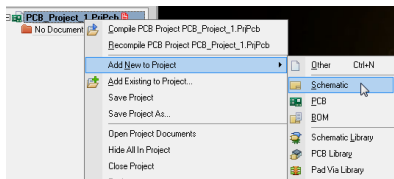


图 2.6

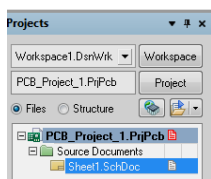


图 2.7

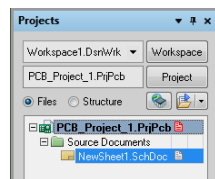


图 2.8

## 2.2.2 图纸操作

在进入电路原理图编辑环境时，Altium Designer 16.0 系统会自动地给出默认的图片相关参数，但是，在大多数情况下，这些默认的参数不一定适合用户的要求，如图纸的尺寸、网格的大小等。用户应根据设计对象的复杂程度来对图片的相关参数重新进行定义，以达到最优的设计效果，原理图图片的设置步骤如下。

**Step 1** 单击桌面上的“开始”按钮，在弹出的菜单中选择 Altium Designer 16.0，启动 Altium Designer 16.0。

**Step 2** 新建 PCB 项目及原理图文件 NewSheet.SchDoc，选择菜单栏中的 Design(设计) →

Document Options(文档选项)命令,或在编辑窗口中单击鼠标右键,然后在弹出的快捷菜单中,选择 Options(选项) → Document Options(文档选项)或 Document Parameters(文件参数)命令,如图 2.9、图 2.10 所示,则会打开 Document Options(文档选项)对话框,如图 2.11 所示。

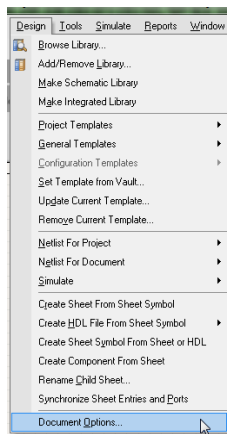


图 2.9

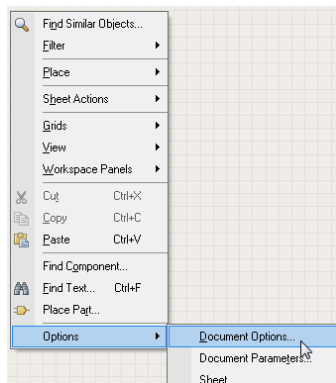


图 2.10

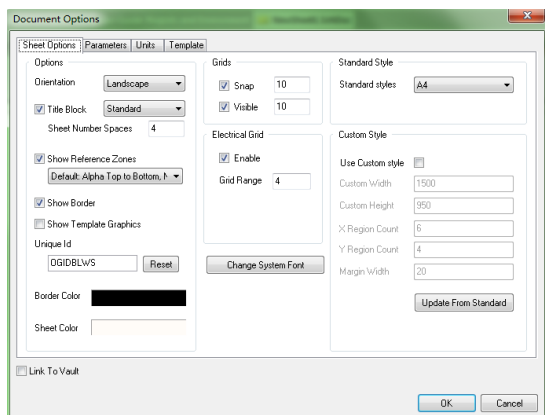




图 2.11

**Step 3** 单击 Standard styles(标准样式)栏右边的下拉按钮  ,在弹出的下拉列表中,可以选择已定义好的标准图纸尺寸,有公制图纸尺寸(A0~A4)、英制图纸尺寸(A~E)、OrCAD 标准尺寸(OrCAD A ~ OrCAD E)及其他格式(Letter、Legal、Tabloid)等,如图 2.12 所示。这里,我们设置为 A3。

**Step 4** 单击 Update From Standard(从标准更新)按钮,如图 2.13 所示,即可对当前编辑窗口中的图纸尺寸进行更新。

**Step 5** 若选中 Use Custom style(使用自定义风格)复选框,则自定义功能被激活,在下面的 5 个文本框中,可以分别输入自定义的图纸尺寸,包括 Custom Width(宽度)、Custom Height(高度)、X Region Count(X 轴参考坐标分格)、Y Region Count(Y 轴参考坐标分格)、Margin Width(边框宽度)。

**Step 6** 窗口左侧的 Options(选项)区域如图 2.14 所示。单击 Orientation(方向)文本编辑栏右侧的  按钮,可设置图纸的放置方向,其中有两种选择,即 Landscape(横向)或 Portrait(纵向),

如图 2.15 所示。

**Step 7** 单击 Tile Block(标题块)右侧的 ▾ 按钮, 可对明细表(即标题栏的格式)进行设置, 有两种选择, 即 Standard(标准格式)和 ANSI(美国国家标准格式), 如图 2.16 所示。在 Sheet Number Spaces(图纸数量空间)文本框中, 还可以对图纸进行编号。

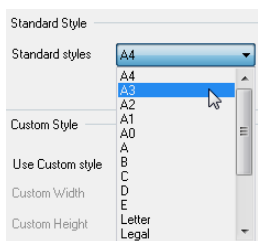


图 2.12

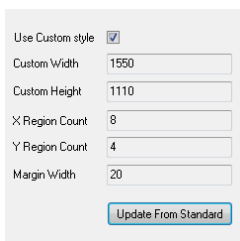


图 2.13

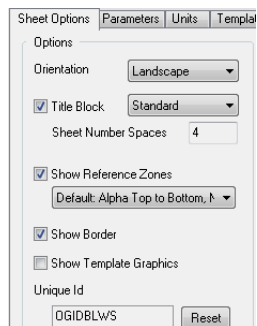


图 2.14

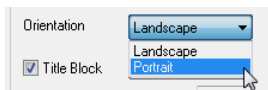


图 2.15

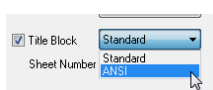


图 2.16

**Step 8** 单击 Border Color(板的颜色)或 Sheet Color(方块电路颜色)的颜色框, 如图 2.17 所示, 则会打开如图 2.18 所示的 Choose Color(选择颜色)对话框。在该对话框中, 提供了 3 种颜色设置方式, 即 Basic(基本)、Standard(标准)和 Custom(自定义)。单击选定的某一颜色, 会在 New(新建)栏中进行相应的显示, 确认后, 单击 OK(确定)按钮即可完成设置。这里我们采用系统的默认设置即可。

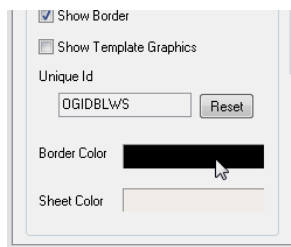


图 2.17

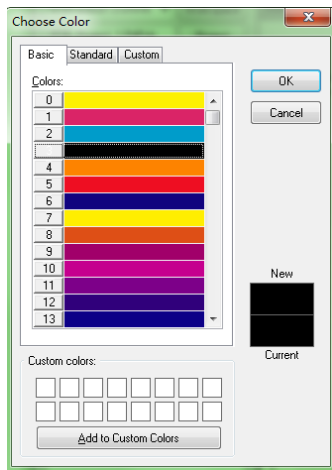


图 2.18

**Step 9** 若选中 Show Reference Zones(显示零参数)复选框, 则图纸中会显示边框中的参考坐标。

**Step 10** 若选中 Show Border(显示边界)复选框, 则编辑窗口中会显示图纸边框。

**Step 11** 若选中 Show Template Graphics(显示绘制模板)复选框, 则编辑窗口中会显示模板

上的图形、文字及专用字符串等。

**Step 12** 在 Grids(网格)区域中,可对网格进行具体的设置,如图 2.19 所示。其中, Snap(捕捉)网格值是光标每次移动时的距离大小; Visible(可见)网格值是在图纸上可以看到的网格大小;选中了 Enable(启用)复选框,意味着启动了系统自动寻找电气节点的功能,即在绘制连线时,系统会以光标所在位置为中心,以 Grid Range(网格范围)文本框中的设置值为半径,自动向四周捕捉电气节点。

**Step 13** 单击 Grids(网格)区域下面的 Change System Font(更改系统字体)按钮,则会打开相应的“字体”对话框,可对原理图中所用的字体进行设置。

**Step 14** 参数设置完毕,单击 OK(确定)按钮关闭 Document Options(文档选项)对话框,设置后的原理图如图 2.20 所示。

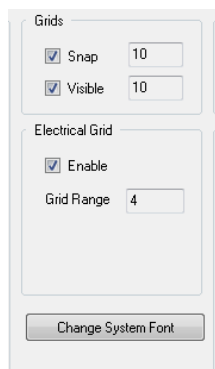


图 2.19

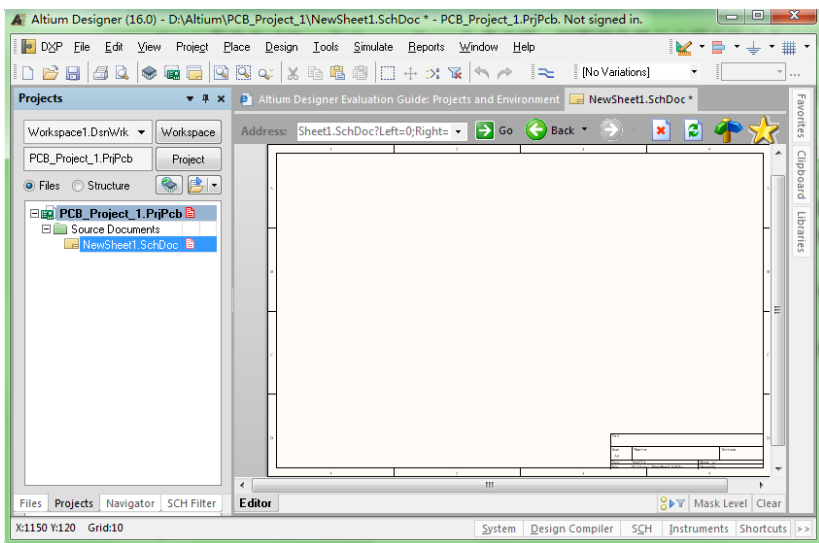


图 2.20

### 2.2.3 原理图图纸设计信息的设置

图纸的设计信息记录了电路原理图的设计信息和更新记录,这项功能可以使用户更系统、更有效地对自己设计的图纸进行管理。

设置图纸设计信息的操作步骤如下。

**Step 1** 在 Document Options(文档选项)对话框中选择 Parameters(参数)选项卡,即可进行图纸设计信息的具体设置,如图 2.21 所示。

需要设置的图纸设计信息主要有下列项目。

**CurrentTime:** 当前时间。

**CurrentDate:** 当前日期。

**Time:** 设置时间。

**Date:** 设置日期。

**DocumentFullPathAndName:** 设计项目文件名和完整路径。

**DocumentName:** 文件名。

ModifiedDate: 修改日期。

ApprovedBy: 项目设计负责人。

CheckedBy: 图纸校对者。

Author: 图纸设计者。

CompanyName: 公司名称。

DrawnBy: 图纸绘制者。

Engineer: 设计工程师。

Organization: 设计机构名称。

Address 1、Address 2、Address 3、Address 4: 设置地址。

Title: 原理图标题。

DocumentNumber: 文件编号。

Revision: 设计图纸版本号。

SheetNumber: 电路原理图编号。

SheetTotal: 整个电路项目中原理图的总数。

Rule: 设计规则。

ImagePath: 影像路径。

**Step 2** 双击某项需要设置的设计信息，如 CurrentTime(当前时间)，或者在选中后单击 Edit(编辑)按钮，则会打开相应的 Parameter Properties(性能参数)对话框，在 Value(值)文本编辑框内就可以输入具体的信息值了，并且可以设定方向、位置、颜色等。此处输入的文件名为 time，如图 2.22 所示。

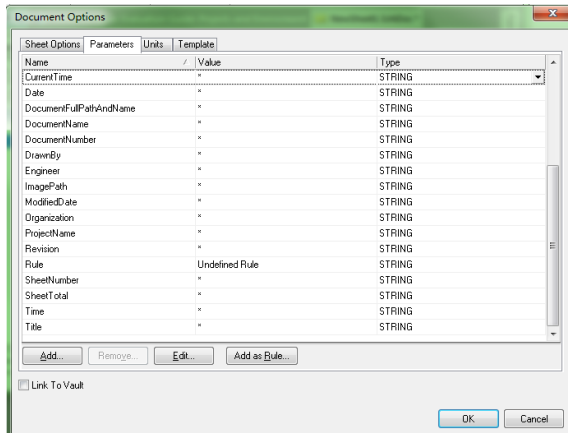


图 2.21

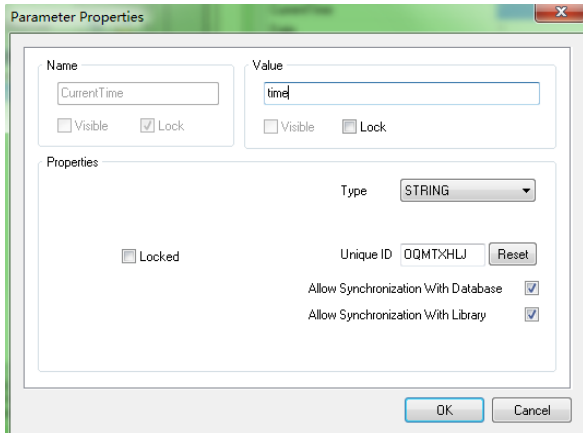


图 2.22

**Step 3** 按照同样的操作，设置所需的设计信息。设置完毕后，单击 OK(确定)按钮关闭对话框即可。



图纸信息的输入和建立，对电路设计来说不是很重要，所以很多用户并不去建立。但我们建议用户对此项进行设置，以培养良好的设计习惯。当设计项目中包含很多的图纸时，此项设置就显得非常有用。



## 2.3 电路原理画面管理

用户在电路原理图绘制的过程中,有时需要缩小整个画面,以便查看整张原理图的全貌,有时则需要放大整个画面,来清晰地观察某一个局部模块,有时还需要移动画面,来对原理图分步查看。因此,在 Altium Designer 16.0 中,提供了相应的操作工具,便于用户对原理图画面进行放大、缩小、移动、复制、粘贴等管理。

### 2.3.1 放大与缩小

在原理图编辑器中,系统提供了原理图的多项缩放操作命令,以便于用户进行不同角度的观察。

操作步骤如下。

**Step 1** 在原理图编辑环境中,选择菜单栏中的 View(察看) → Fit Document(适合文件)命令,如图 2.23 所示,编辑窗口内将显示整张原理图的内容,包括图纸边框等,如图 2.24 所示。该状态下,用户可以观察并调整整张原理图的布局。

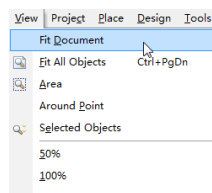


图 2.23

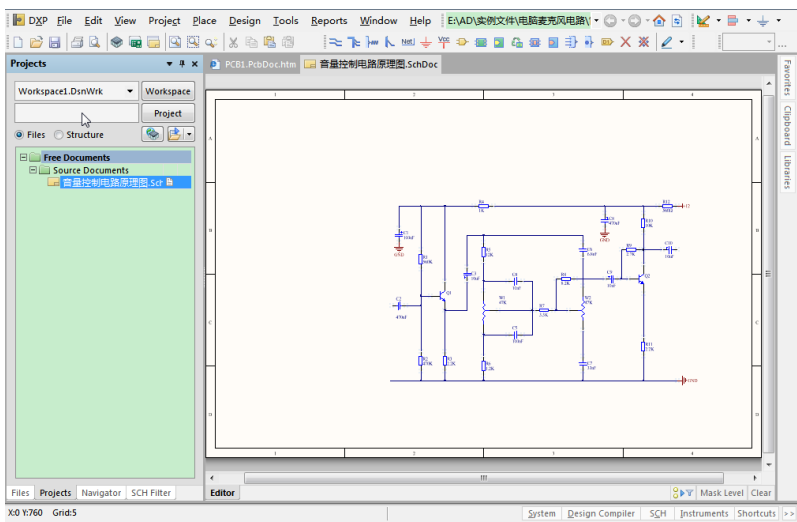


图 2.24

**Step 2** 选择菜单栏中的 View(察看) → Fit All Objects(适合所有对象)命令,如图 2.25 所示,编辑窗口内以最大比例显示出原理图的所有元器件,使用户更容易观察原理图本身的组成概况,如图 2.26 所示。

**Step 3** 选择菜单栏中的 View(察看) → Area(区域)命令,如图 2.27 所示,光标变成“十”字形形状,单击鼠标确定矩形区域的一个顶点,拉开一个矩形区域后,再次单击鼠标确定区域的对角顶点,该区域将在整个编辑窗口内放大显示,如图 2.28 所示。



Around Point(指定点周围区域)命令同样也是用来放大选中的区域,但区域的

选择与上一命令不同。执行该命令后，在要放大的区域单击鼠标，以该点为中心拉开一个矩形区域，再次单击确定半径后，该区域将被放大显示。

最后，还有放大显示选中对象的 Selected Objects(选择目标)命令、以光标为中心进行 Zoom In(放大)或 Zoom Out(缩小)、Pan(平移)等多项操作的命令，读者可自己进行练习掌握，如图 2.29 所示。

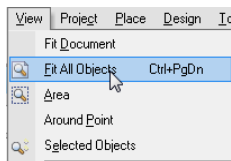


图 2.25

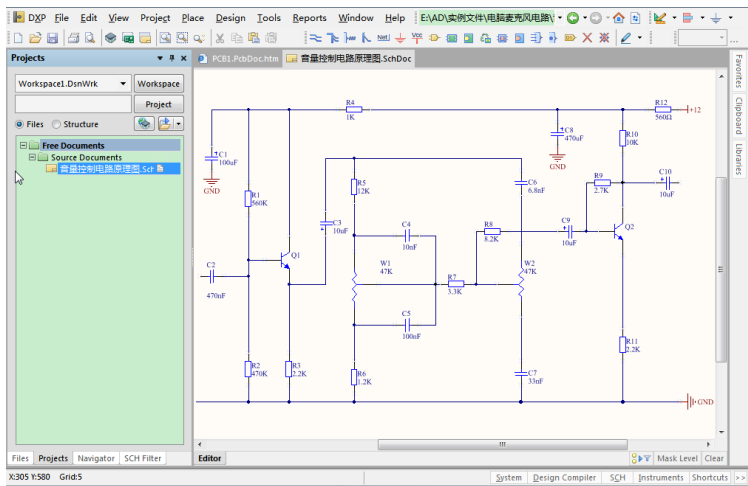


图 2.26

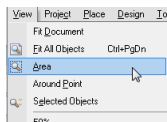


图 2.27

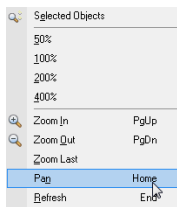


图 2.29

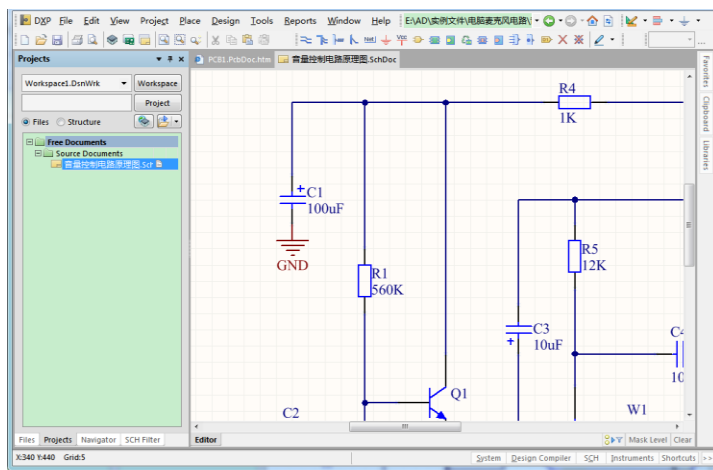






图 2.28

### 2.3.2 移动和刷新

在对原理图进行缩放显示后，如果用户想看到原理图的另外一些部分，可以对电路原理图进行移动。在 Altium Designer 16.0 系统中，移动编辑窗口内的原理图有三种方法。

(1) 直接利用滚动条。以鼠标按住并拖动滚动条，就可以在编辑窗口内上、下、左、右地移动画面。在滚动条的上下单击，可以大幅度移动画面，单击滚动条两头 、、、

(2) 使用系统所提供的 **Auto Pan Options**(自动摇景选项), 当光标在原理图上移动时, 系统会自动移动原理图, 以保证光标指向的位置进入可视区域。关于该功能的设置, 可以在 **Graphical Editing**(图形编辑)选项卡的“自动摇景选项”中进行, 主要有如下几项, 见图 2.30。

- **Style(风格)**: 用来设置系统自动摇景的模式。有三种选择, 即 **Auto Pan Off**(关闭自动摇景)、**Auto Pan Fixed Jump**(按照固定步长自动移动原理图)、**Auto Pan ReCenter**(移动原理图时, 以光标位置作为显示中心)。系统默认为 **Auto Pan Fixed Jump**。

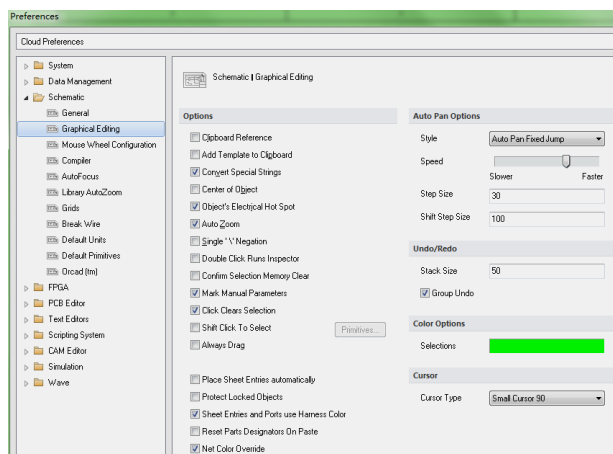


图 2.30

- **Speed(速度)**: 通过拖动滑块, 设定原理图移动的速度。滑块越向右, 速度越快。
- **Step Size(步进步长)**: 设置原理图每次移动时的步长。系统默认值为 30, 即每次移动 30 个像素点。数值越大, 图纸移动越快。
- **Shift Step Size(移位步长)**: 用来设置在按住 **Shift** 键的情况下, 原理图自动移动时的步长, 一般该栏的值要大于 **Step Size**(步进步长)的值, 这样, 在按住 **Shift** 键时, 可以加快图纸的移动速度, 系统默认值为 100。

(3) 利用鼠标滚轮, 通过在 **Mouse Wheel Configuration**(鼠标滚轮配置)选项卡中, 对鼠标滚轮的功能进行配置即可, 如图 2.31 所示。按照系统的默认设置, 可以完成如下三项操作。

**Zoom Main Window(缩放主窗口)**: 按下 **Ctrl** 键, 滚动鼠标滚轮可以对编辑窗口进行缩放。

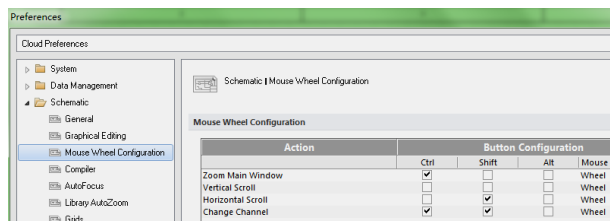


图 2.31

**Vertical Scroll(垂直滚动)**: 直接滚动鼠标滚轮, 可以对编辑窗口进行纵向滑动。

**Horizontal Scroll(水平滚动)**: 按下中键, 滚动鼠标滚轮, 可以对编辑窗口进行横向滑动。

另外, 在电路图的绘制过程中, 由于很多操作不断重复进行, 如放大或缩小原理图、移动画面、放置元器件等, 会使画面上残留一些图案或斑点, 变得模糊不清。此时, 可以执行 **View(察看) → Refresh(刷新)**命令, 重画电路原理图, 使画面清晰。



注意

画面的管理(放大、缩小、移动、更新等)可以利用快捷键进行,使用方便。

- 按 PageDown(向上)键,以光标为中心缩小电路原理图。
- 按 PageUp(向下)键,以光标为中心放大电路原理图。
- 按 Home(主页)键,以光标为中心显示电路原理图。
- 按 End(结束)键,系统刷新画面,重绘原理图。

### 2.3.3 复制与粘贴

在原理图编辑器中,用户可以在原理图文档中或者文档间复制和粘贴对象。例如,一个文档中的元件可以被复制到另一个原理图文档中。用户可以复制这些对象到 Windows 剪贴板,再粘贴到其他文档中。文本可以从 Windows 剪贴板中粘贴到原理图的文本框中。用户还可以直接复制、粘贴诸如 Microsoft Excel 之类的表格型内容,或者任何栅格型控件到文档中。通过智能粘贴,可以获得更多的复制/粘贴功能,具体步骤如下。

**Step 1** 选择用户要复制的对象,选择菜单栏中的 Edit(编辑) → Copy(复制)命令(或按 Ctrl+C 组合键),如图 2.32 所示。

**Step 2** 选择菜单栏中的 Edit(编辑) → Paste(粘贴)命令(或按 Ctrl+V 组合键)以设定粘贴对象,这时,需要精确定位复制参考点,如图 2.33 所示,以鼠标单击放置即可。

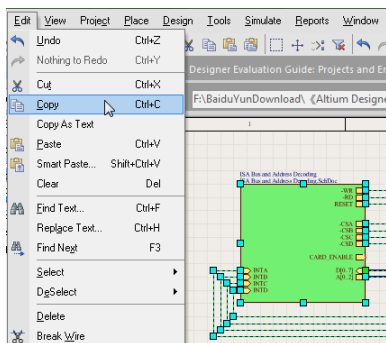


图 2.32

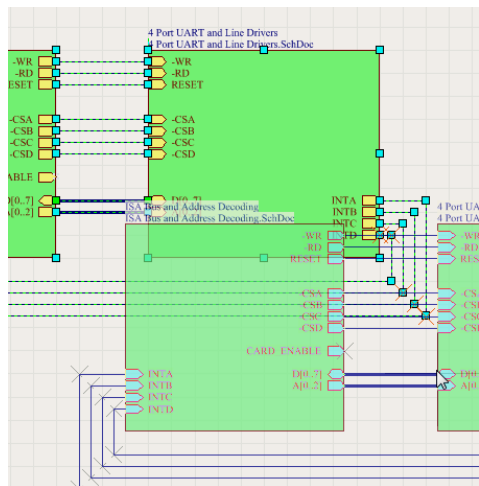


图 2.33



提示

如果 Preferences(参数选择)对话框下的 Schematic-Graphical Editing(原理图-图形编辑)界面中的 Clipboard Reference(剪贴板参考)复选框被选中,用户只会被提示单击一次来设置参考点。

## 2.4 电路原理图工作环境的设置

在原理图的绘制过程中,其效率和正确性,往往与环境参数的设置有着密切的关系。参数

设置得合理与否，直接影响到设计过程中软件的功能是否能得到充分的发挥。

在 Altium Designer 16.0 电路设计软件中，原理图编辑器工作环境的设置是通过原理图的 Preferences(参数选择)对话框来完成的。

选择菜单栏中的 Tools(工具) → Schematic Preferences(原理图设置)命令，或者在编辑窗口内单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中执行 Option(选项) → Schematic Preferences(原理图设置)命令，将会打开原理图优先设定界面，如图 2.34 所示。

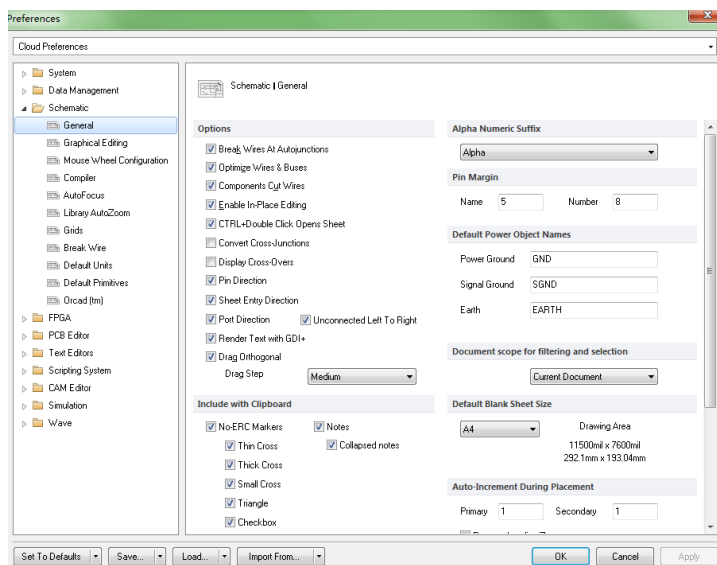


图 2.34

其中有 11 个选项卡。

**General(常规设置):** 用于设置原理图的常规环境参数。

**Graphical Editing(图形编辑):** 用于设置图形编辑的环境参数。

**Mouse Wheel Configuration(鼠标轮配置):** 用于对鼠标滚轮的功能进行设置，以便实现对编辑窗口的移动或缩放。

**Compiler(编译器):** 设置编译过程中的有关参数，如错误的提示方式等。

**AutoFocus(自动聚焦):** 用于设置原理图中不同状态对象(连接或未连接)的显示方式，或加浓，或淡化等。

**Library AutoZoom(库缩放):** 用于设置库元器件的显示方式。

**Grids(网格):** 用于设置各种网格的有关参数，如数值大小、形状、颜色等。

**Break Wire(切割连线):** 用于设置与 Break Wire(切割连线)操作有关的参数。

**Default Units(默认单位):** 选择设置原理图中的单位系统，可以是英制，也可以是公制。

**Default Primitives(默认图元):** 设定原理图编辑时常用图元的原始默认值。

**Oread(tm)(Oread 端口操作):** 用于设置与 Oread 文件有关的选项。

## 2.4.1 原理图常规环境的参数设置

电路原理图的常规环境参数设置通过 General(常规设置)选项卡来实现，如图 2.35 所示。

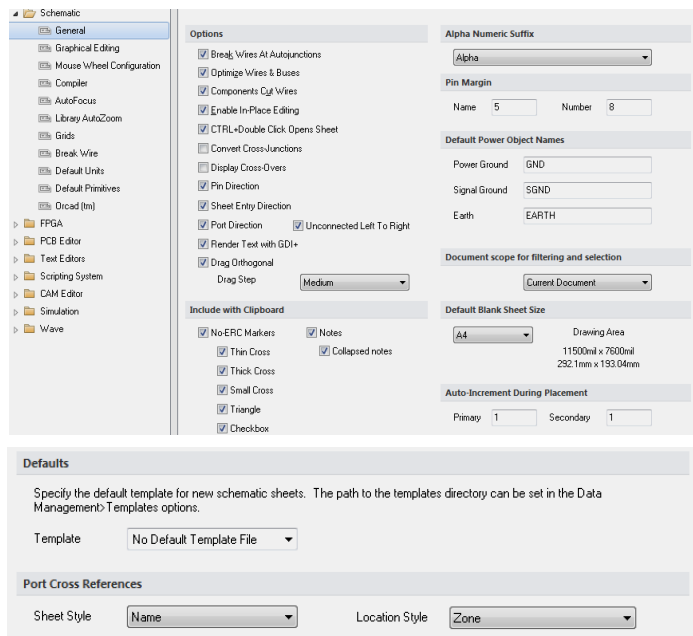


图 2.35

### 1. Options(选项)选项组

**Break Wires at Autojunctions(在自动连接处断丝)**复选框：勾选该复选框后，自动连线将分为两段进行。

**Optimize Wire & Buses(最优连线路径)**复选框：勾选该复选框后，在进行导线和总线的连接时，系统将自动选择最优路径，并且可以避免各种电气连线和非电气连线的相互重叠。此时，下面的 **Components Cut Wires(元件分割连线)**复选框也呈现可选状态。若不勾选该复选框，则用户可以自己选择连线路径。

**Components Cut Wires(元件分割连线)**复选框：勾选该复选框后，会启动元件分割导线的功能。即当放置一个元件时，若元件的两个引脚同时落在一根导线上，则该导线将被分割成两段，两个端点分别自动与元件的两个引脚相连。

**Enable In-Place Editing(启用即时编辑功能)**复选框：勾选该复选框后，在选中原理图中的文本对象时，例如元件的序号、标注等，双击后，可以直接进行编辑、修改，而不必打开相应的对话框。

**CTRL + Double Click Opens Sheet(按 Ctrl 键并双击打开原理图)**复选框：勾选该复选框后，按下 Ctrl 键的同时双击原理图文档图标，即可打开该原理图。

**Convert Cross-Junctions(将绘图交叉点转换为连接点)**复选框：勾选该复选框后，用户在绘制导线时，在相交的导线处自动连接并产生节点，同时终止本次操作。若没有勾选该复选框，则用户可以任意覆盖已经存在的连线，并可以继续绘制导线的操作。

**Display Cross-Overs(显示交叉点)**复选框：勾选该复选框后，非电气连线的交叉点会以半圆弧显示，表示交叉跨越状态。

**Pin Direction(引脚说明)**复选框：勾选该复选框后，单击元件某一引脚时，会自动显示该引脚的编号及输入输出特性等。

**Sheet Entry Direction(原理图入口说明)复选框:** 勾选该复选框后, 在顶层原理图的图纸符号中, 会根据子图中设置的端口属性显示输出端口、输入端口或其他性质的端口。图纸符号中相互连接的端口部分不随此项设置的改变而改变。

**Drag Orthogonal(直角拖曳)复选框:** 勾选该复选框后, 在原理图上拖动元件时, 与元件相连接的导线只能保持直角。若不勾选该复选框, 则与元件相连接的导线可以呈现任意的角度。

## 2. Include With Clipboard(剪贴板)选项组

**No-ERC Markers(忽略 ERC 检查符号)复选框:** 选中该复选框后, 则在复制剪切到剪贴板或打印时, 均包含图纸的忽略 ERC 检查符号。

## 3. Auto-Increment During Placement(放置时的自动增量)选项组

此选项组用来设置元件标识序号及引脚号的自动增量数。

**Primary(初始)文本框:** 设置在原理图上连续放置同一种元件时, 元件标识序号的自动增量数。系统默认值为 1。

**Secondary(第二)文本框:** 设置创建原理图符号时引脚号的自动增量数, 系统默认值为 1。

## 4. Defaults(默认)选项组

用来设置默认的模板文件。选择模板文件, 模板文件名称将出现在 **Template(模板)** 下拉列表框中, 每次创建新文件时, 系统将自动套用该模板。如果不需要模板文件, 则 **Template(模板)** 下拉列表框中显示 **No Default Template Name(没有默认模板名称)**。

## 5. Alpha Numeric Suffix(字母数字后缀)选项组

此选项组用来设置某些元件中包含多个相同子部件的标识后缀, 每个子部件都具有独立的物理功能。在放置这种复合元件时, 其内部的多个子部件通常采用“元件标识:后缀”的形式来加以区别。

**Alpha(阿尔法)选项:** 选中该选项, 子部件的后缀以字母表示。如 U:A, U:B。

**Numeric(数字)选项:** 选中该选项, 子部件的后缀以数字表示。如 U:1, U:2。

## 6. Pin Margin(引脚边缘)选项组

**Name(名称)文本框:** 设置元件的引脚名称与元件符号边缘之间的距离, 默认值为 5mil。

**Number(编号)文本框:** 设置元件的引脚编号与元件符号边缘间的距离, 默认值为 8mil。

## 7. Default Power Object Names(默认电源对象名称)选项组

**Power Ground(电源接地)文本框:** 设置电源地的网络标签名称, 系统默认为 GND。

**Signal Ground(信号接地)文本框:** 设置信号地的网络标签名称, 系统默认为 SGND。

**Earth(地面)文本框:** 设置大地的网络标签名称, 系统默认为 EARTH。

## 8. Document scope for filtering and selection(文件范围过滤和选择)下拉列表框

此下拉列表框用来设置过滤器和执行选择功能时默认的文件范围, 有两个选项。

**Current Document(当前文件)选项:** 表示仅在当前打开的文档中使用。

**Open Document(打开文件)选项:** 表示在所有打开的文档中都可以使用。



## 9. Default Blank Sheet Size(空白原理图的大小)下拉列表框

此下拉列表框用来设置默认的空白原理图的尺寸大小，可以单击下拉按钮选择设置，并在旁边给出了相应尺寸的具体绘图区域范围，帮助用户选择。

### 2.4.2 设置图形编辑环境参数

图形编辑的环境参数设置通过 Graphical Editing(图形编辑)选项卡来完成，如图 2.36 所示，主要用来设置与绘图有关的参数。

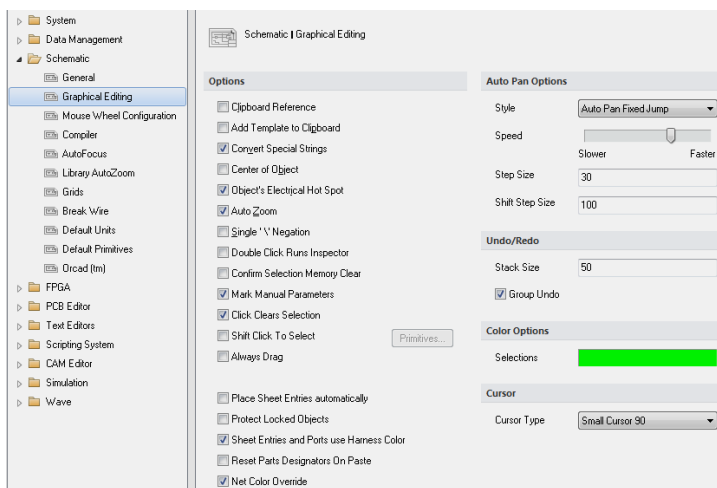


图 2.36

#### 1. Options(选项)选项组

**Clipboard Reference(剪贴板参考)复选框：**选中该复选框后，在复制或剪切选中的对象时，系统将提示确定一个参考点，建议用户选中该复选框。

**Add Template to Clipboard(添加模板到剪贴板)复选框：**选中该复选框后，用户在执行复制或剪切操作时，系统将会把当前文档所使用的模板一起添加到剪贴板中，所复制的原理图包含整个图纸。建议用户不必选中该复选框。

**Convert Special Strings(特别字符串转换)复选框：**选中该复选框后，用户可以在原理图上使用特殊字符串，显示时会转换成实际字符串，否则将保持原样。

**Center of Object(中心参考)复选框：**选中该复选框后，移动元件时，光标将自动跳到元件的参考点上(元件具有参考点时)或对象的中心处(对象不具有参考点时)。若不选中该复选框，则移动对象时，光标将自动滑到元件的电气节点上。

**Object's Electrical Hot Spot(电气节点)复选框：**选中该复选框后，当用户移动或拖动某一对象时，光标自动滑动到离对象最近的电气节点(如元件的引脚末端)处。建议用户选中。如果想实现选中 Center of Object(中心参考)复选框后的功能，应取消选中 Object's Electrical Hot Spot(电气节点)复选框，否则，移动元件时，光标仍然会自动滑到元件的电气节点处。

**Auto Zoom(自动缩放)复选框：**选中该复选框后，则在插入元件时，电路原理图可以自动地实现缩放，调整出最佳的视图比例。建议用户选中该复选框。



**Single Negation(是否设置单个字符的顶部横线)复选框:** 一般在电路设计中, 我们习惯在引脚的说明文字顶部加一条横线, 表示该引脚低电平有效, 在网络标签上也采用此种标识方法。Altium Designer 16.0 允许用户为文字顶部加一条横线, 例如, RESET 低电平有效, 可以采用 \R\E\S\E\T 的方式为该字符串顶部加一条横线。选中该复选框后, 只要在网络标签名称的第一个字符前加 “\”, 该网络标签名将全部被加上横线。

**Double Click Runs Inspector(双击运行查询器)复选框:** 选中该复选框后, 在原理图上双击某个对象时, 可以打开 “查询器” 面板, 面板上列出了该对象的一切参数信息, 用户可以查询, 也可以修改。

**Confirm Selection Memory Clear(确认选择清除内存)复选框:** 选中该复选框后, 在清除选择的存储器时, 将出现一个确认对话框。否则, 不会出现确认对话框。通过这项功能的设定, 可以防止由于疏忽而清除选择的存储器。建议用户选中。

**Mark Manual Parameters(标记手动参数)复选框:** 用来设置是否显示参数自动定位被取消的标记点。选中该复选框后, 如果对象的某个参数已取消了自动定位属性, 那么, 在该参数的旁边, 会出现一个点状标记, 提示用户该参数不能自动定位, 需手动定位, 即应该与该参数所属的对象一起移动或旋转。

**Click Clears Selection(单击清除选择)复选框:** 选中该复选框后, 通过单击原理图编辑窗口内的任意位, 就可以解除对某一对象的选中状态。

**Shift Click To Select(按 Shift 键同时单击选中对象)复选框:** 选中该复选框后, 只有在按下 Shift 键时, 单击鼠标才能选中图元。

**Always Drag(关联拖动)复选框:** 选中该复选框后, 移动某一选中的图元时, 与其相连的导线随之被拖动, 保持连接关系; 若不选中该复选框, 则移动图元时, 与其相连的导线将不会被拖动。

**Place Sheet Entries Automatically:** 选中该复选框后, 系统会自动放置图纸入口。

## 2. Auto Pan Options(自动移动选项)选项组

前面介绍移动与刷新中已经介绍过, 这里就不再重复了。

## 3. Undo/Redo(撤消/重做)选项组

**Stack Size(堆栈数)文本框:** 用来设置可以取消或重复操作的最深堆栈数, 即次数的多少。理论上取消或重复操作的次数可以无限多, 但次数越多, 所占用的系统内存就越大, 影响编辑操作的速度。系统默认值为 50, 一般设定为 30 即可。

## 4. Color Options(色彩选项)选项组

用来设置所选中对象的颜色。单击 **Selections(选择)选项** 中的颜色显示框, 在弹出的 **Choose Color(选择颜色)** 对话框中选择边框的颜色, 如图 2.37 所示。

## 5. Cursor(光标)选项组

该选项组主要用来设置光标的类型。

**Cursor Type(光标类型)下拉列表框:** 光标的类型有 4 种选

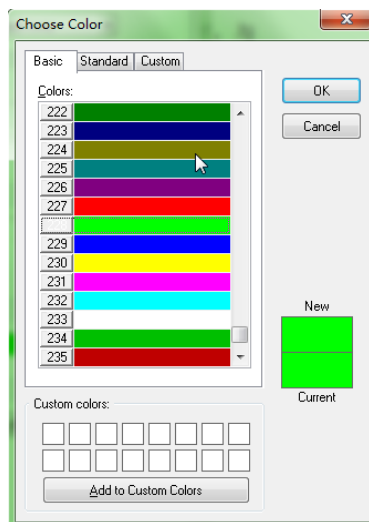


图 2.37

择, 即 Large Cursor 90(长十字形光标)、Small Cursor 90(短十字形光标)、Small Cursor 45(短 45° 交错光标)、Tiny Cursor 45(小 45° 交错光标)。系统默认为 Small Cursor 90(短十字形光标)。

## 2.5 电路元件的电气连接

元器件之间电气连接的主要方式, 是通过导线来连接。导线是电路原理图中最重要, 也是用得最多的图元, 它具有电气连接的意义, 不同于一般的绘图工具。一般的绘图工具没有电气连接的意义。

### 2.5.1 放置元器件

在放置元器件之前, 应学会如何搜索元器件, Altium Designer 16.0 提供了强大的元件搜索能力, 帮助用户在元件库中定位元件。

#### 1. 查找元件

选择菜单栏中的 Tools(工具) → Find Component(查找元件)命令, 或在 Libraries(元件库)面板中单击 Search(搜索)按钮, 或按快捷键 T+O, 系统将弹出如图 2.38 所示的 Libraries Search(元件库查找)对话框。在该对话框中, 用户可以搜索需要的元件。搜索元件需要设置的参数如下。

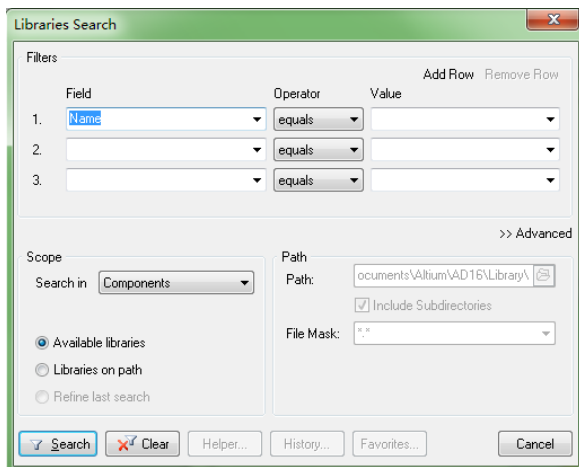



图 2.38

Search in(搜索)下拉列表框: 用于选择查找类型。有 Components(元件), Footprints(PCB 封装), 3D Models(3D 模型)和 Database Components(数据库元件)四种查找类型, 如图 2.39 所示。

Available libraries(可用元件库)单选按钮: 系统会在已经加载的元件库中查找。

Libraries on path(路径中包含的元件库)单选按钮: 系统会按照设置的路径进行查找。

Refine last search(精确上次搜索)单选按钮: 系统会在上次查询结果中进行查找。

Path(路径)选项组: 用于设置查找元件的路径。只有在选中 Libraries on path(路径中包含的元件库)单选按钮时才有效。单击 Path(路径)文本框右侧的  (浏览)按钮, 系统将弹出“浏览文件夹”对话框, 供用户设置搜索路径。若选中 Include Subdirectories(包含子目录)复选框, 则包含在指定目录中的子目录也会被搜索。File Mask(文件屏蔽)文本框用于设定查找元件的文件匹

配符，如图 2.40 所示。



“\*”号表示任意字符串。

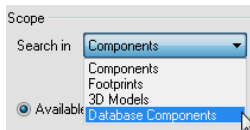


图 2.39

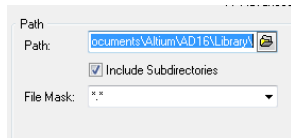


图 2.40

Advanced(高级)选项：用于进行高级查询，如图 2.41 所示。在该选项的文本框中，可以输入一些与查询内容有关的过滤语句表达式，有助于使系统进行更快捷、更准确的查找。在文本框中输入“Name LIKE ‘\*2N3904\*’”，单击 Search(搜索)按钮后，系统将开始搜索。

## 2. 显示找到的元件及所在的元件库

查找“3904”后的元件库面板如图 2.42 所示。可以看到，符合搜索条件的元件名、描述、所在的库及封装形式在面板上被一一列出，供用户浏览使用。

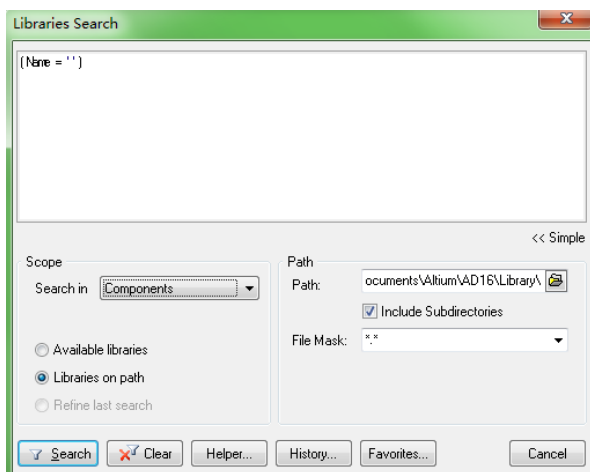


图 2.41

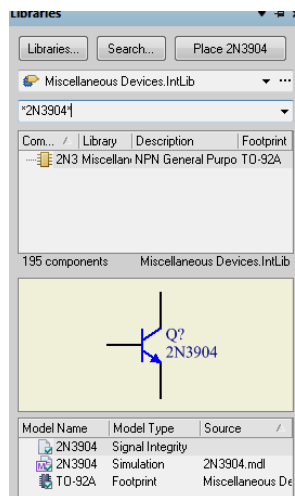


图 2.42

## 3. 加载该元件库

在元件库中找到元件后，加载该元件库，以后就可以在原理图上放置元件了。在这里，原理图中共需要放置 4 个电阻、两个电容、两个三极管和一个连接器，其中的电阻、电容和三极管用来产生多谐振荡，在元件库 Miscellaneous Devices.IntLib 中可以找到。连接器用于给整个电路供电，在元件库 MiscellaneousConnectors.IntLib 中可以找到。

在 Altium Designer 16.0 中有两种方法放置元件，分别是通过 Libraries(元件库)面板放置和通过菜单放置。下面将以放置元件“2N3906 三极管”为例，叙述两种放置方法的过程。

在放置元件前，应该对所需要的元件加以选择，并且确认所需要的元器件所在的元件库已经装载，若没有装载元件库，应按照前面介绍的方法进行装载，否则，系统会提示所需要的元器件不存在。

#### 4. 通过 Libraries 面板放置元件的操作步骤

**Step 1** 选择菜单栏中的 View(察看) → Fit Document(适合文件)命令(快捷键 V+D), 确认设计者的原理图纸显示在整个窗口中。

**Step 2** 单击 Libraries 标签以显示 Libraries 面板, 需要的元件全部在元件库 Miscellaneous Devices.IntLib 和 Miscellaneous Connectors.IntLib 中, 加载这两个元件库。

**Step 3** 选择想要放置元件所在的元件库。在这里, 所要放置的元件三极管 2N3904 在元件库 Miscellaneous Devices.IntLib 中, 如图 2.43 所示。在下拉列表框中选择该文件, 该元件库出现在文本框中, 可以放置其中的所有元件。在后面的浏览器中, 将显示库中所有的元件。

**Step 4** 在浏览器中选中所要放置的元件, 该元件将以高亮显示, 此时, 可以放置该元件的符号。Miscellaneous Devices.IntLib 元件库中的元件很多, 为了快速定位元件, 可以在上面的文本框中键入所要放置元件的名称或元件名称的一部分, 键入后, 只有包含键入内容的元件才会列表出现在浏览器中。在这里, 所要放置的元件为 2N3906, 因此键入 “\*2N3906\*” 字样, 在元件库 Miscellaneous Devices.IntLib 中只有一个元件 2N3906 包含键入的字样, 它将出现在浏览器中。单击选中该元件, 在列表中单击 2N3906 以选择它, 然后单击 Place(放置)按钮。另外, 还可以双击元件名。

**Step 5** 选中元件后, 在 Libraries(元件库)面板中, 将出现元件符号的预览以及元件的模型预览, 确定是想要放置的元件后, 单击面板上方的按钮, 光标将变成十字形状, 并附着元件 2N3904 的符号, 出现在工作窗口中, 如图 2.44 所示。

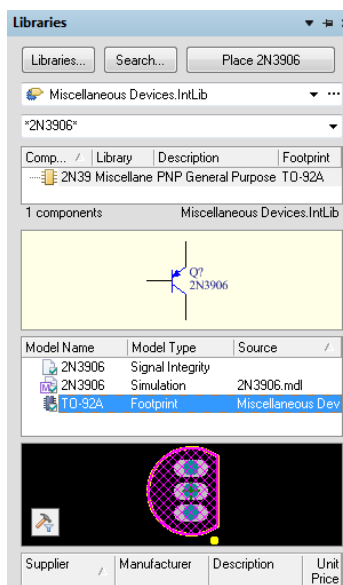


图 2.43

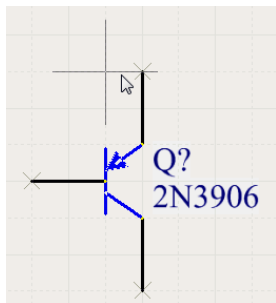


图 2.44

**Step 6** 移动鼠标到合适的位置, 单击左键, 元件将被放置在鼠标停留的地方。此时, 系统仍处于放置元件状态, 可以继续放置该元件。在完成放置选中元件后, 单击鼠标右键或者按 Esc 键退出元件放置的状态, 结束元件的放置。

**Step 7** 完成一些元件的放置后, 可以对元件位置进行调整, 设置这些元件的属性。然后重复刚才的步骤, 放置另外的元件。