第3章

绘制电路原理图

CHAPTER 3

图纸是工程师进行工作交流和沟通的重要工具手段。电路原理图的设计,是电子工程师 进行电子产品设计与制作的基础。原理图的设计过程即根据需要选择合适的元器件,并用导 线将元器件互相连接形成具有一定电学功能的逻辑结构。电路原理图主要由元器件符号、连 线、节点和注释4部分组成。Altium Designer 原理图设计步骤一般包括图纸设置、在图纸上 放置元器件、元器件布局和连线、编辑与调整、检查修改、报表输出、存盘打印等。

3.1 原理图编辑器

绘制电路原理图要在原理图编辑环境下,即在原理图编辑器中进行。在原理图编辑环境中,系统会给出默认的一系列图纸相关参数。用户可以根据所设计的电路规模、复杂程度以及自己的偏好,来对图纸的相关参数进行重新设置,以创造更合适的设计环境。

3.1.1 原理图编辑器界面



按照 2.2.2 节第 1 部分所述的方法,新创建空白的原理图文件(Sheet1. SchDoc),系统同时打开原理图的编辑环境,即启用原理图编辑器。原理图编辑器的工作界面如图 3-1 所示,包括菜单栏、常用工具栏、Components 面板、原理图编辑区等部分。

画画を見する	Model.PrjPcb - Altium Designer (23.0.1)	Q Search	- 🗆 ×
(件(E) 編輯(E) 视图(V) 工程(C) 放置	1(P) 设计(D) 工具(D) Simulate 报告(R) Window(W) 帮助(H)	🖪 🔶 🌾 Not C	ionnected 👩
omponents	Sheet1.SchDoc *		
9 Miscello sous Devices •	▼ + □ ⊫ ∎ ≈ ÷	··· ■ • • • A ∩ ◆	
Q. Search	茲 曲栏		
Design Item ID Descn.	文件标签区	常用工具栏	
2N3904 NPN Gener-			
2N3905 PNP General C+			
ADC-8 Generic I			
Antenna Generic	mponents面板		
Battery Multicell			
bell Electrical Bell +	百田図追緝[✓	
Results: 195	原理图测神	<u>A</u>	
?N3904 ♥			
Description NPN Genera			
LatestRevisio PCI			
PackageDesc., TO,	<u>ال</u>		
PackageRefe TO			
PackageVersi., Sep-197			
Show More .	x10-*+4x4	ſ	L I
MOM.HONK	状态仨	面板控制按钮	
Models			
rojects Components	Editor Sheet1		
Bandard Calderoomil			Panals

1. 菜单栏

菜单栏给出了原理图编辑器所有操作的对应命令,少量常用的菜单命令在常用工具栏中 有对应的图标按钮。

2. 常用工具栏

该工具栏的图标按钮对应了部分菜单命令,是对应菜单命令的快捷方式。

3. Components 面板

Components 面板即元件面板,提供加载的元件库信息,用于向原理图编辑区放置库中存在的各种电子元器件,以绘制电路原理图。

4. 面板标签区

面板标签区汇集了打开的各种工作面板的名称标签。单击某个工作面板的标签名称,即 可激活其对应的工作面板。

5. 面板控制按钮

面板控制按钮用于开启或关闭各种工作面板。

6. 原理图编辑区

原理图编辑区即原理图图纸区,是用于绘制电路原理图的区域。用户需要在此区域放置 元件,对元件进行电气连接,并编辑设置元件的属性,完成电路原理图的设计绘制。该编辑区 有横竖交错的栅格,可以帮助用户对电路元件进行排布定位。

7. 文件标签区

文件标签区汇集了打开的各种文件的名称标签。单击某个文件的标签名称,即激活其对 应的文件。

8. 状态栏

X 参数和 Y 参数给出了光标在原理图编辑区的实时位置信息,Grid 参数给出了捕捉栅格的距离。

3.1.2 原理图图纸的设置

双击原理图图纸的边框位置,系统将会弹出 Document Options(文档选项)对话框,其中 有 General 和 Parameters 两个选项卡,可分别用于原理图图纸常规参数和图纸设计信息参数 的设置。

1. 原理图图纸常规参数设置

原理图图纸的尺寸单位、大小、方向、颜色、栅格等参数在 General 选项卡中设置,如图 3-2 和图 3-3 所示。

其中,

- Units: 长度尺寸单位,mm 为公制"毫米",mils 为英制"密耳",1mil=0.0254mm。
- Snap Grid: 捕捉栅格,数值用于定义光标及在图纸上移动操作对象的最小单位。选中时有效,不选时可以任意距离进行移动。Snap to Electrical Object 表示捕捉电气目标,选中此项后,进行画导线、放置电气节点等操作时,系统会以光标所在位置为中心,以 Snap Distance 中设置的数值为半径,向周围搜索电气节点,并将光标自动移动到搜索到的电气节点上。

(and 11 more

Custom

Standa 🔻

11500mil x 7600mil

2	_		Properties
operties		▼ ×	Document Option
ocument Option	ns ents (and 11 more)	T -	Q Search
Q, Search			Countral Dava
General Para	meters		General Para
Selection Filter			· Seeculi riter
General			• General
Units			Page Options
mm	mils		Formatting and S
			lemplate
Visible Grid	100mil	•	Sheet Size
Shap Ghu	✓ 100mil	G	Orientation
Snan Distance	100mil		
Document Font	Times New Roman, 10		
Sheet Border	× 🗌		Margin and Zone
Sheet Color			Martinel
Page Options			Vertical
Page Options			Horizontal
			Origin
and the second se			

图 3-2 General 选项卡—General 选项区

- Document Font:设置文档文字的字体、大小和 字形。单击有下画线的文字,在弹出的对话框 中(见图 3-4)进行操作。
- Sheet Border:设置图纸边框颜色,选中时有效, 未选中时则不显示边框。
- Sheet Color:设置图纸颜色。

Formatting and Size 区块用于设置图纸样式及尺寸。

- Template、Standard、Custom: 分别为模板图纸、标准图纸和用户自定义图纸。
- Orientation: 设置图纸的放置方向, Landscape 为横向, Portrait 为纵向。
- Title Block:设置标题栏模式,未选中时不显示标题栏,选中时有两种选项,其中 Standard 为标准模式,ANSI 为美国国家标准协会模式。

Margin and Zones 区块用于设置图纸边幅, Show Zones 选中时有效,不选则不显示边幅。 ③小贴士3 图纸栅格的设置

(1)建议将可视栅格与捕捉栅格的间距设为一致,都为100mil,此数值为原理图中设置元件符号上引脚端点间距的基本单位,方便原理图绘制中对齐元件引脚及连线。

(2)如果想使原理图栅格的显示更为清晰醒目,除了用上面提到的方法改变图纸颜色,还可以改变栅格的颜色。改变栅格颜色的方法是:

①执行菜单命令"工具"(Tools)→"原理图优先项"(Preferences),系统弹出"优选项"(Preferences)对话框。

② 在对话框中的 Schematic 下拉列表框中选择 Grids 命令,单击打开 Schematic-Grids 选项卡,在其中的"栅格选项"(Grid Options)栏可以进行栅格形状和颜色的设置。

2. 原理图图纸设计信息设置

原理图图纸信息提供关于图纸设计的一些信息,如工程名称、设计者姓名、设计者地址、日

图 3-3 General 选项卡—Page Options 选项区

er Left

le Blo

how Zones



```
图 3-4 字体设置对话框
```

期等信息,这些参数在 Parameters 选项卡中设置,如图 3-5 所示。其中有如下 5 项参数信息可 直接显示于图纸标题栏中。

- Title: 原理图标题;
- SheetNumber: 图纸编号;
- Revision: 图纸版本号;
- SheetTotal: 同一项目中原理图总数;
- DrawnBy: 绘图者姓名。

操作方法以 Title 项为例说明如下:

(1)执行菜单命令"放置"(Place)→"文本字符串"(Text String),随即光标变为灰色"十" 字形并带着一个名为 Text 的字符串,进入放置字符串状态,如图 3-6 所示。

roperties			•
ocument Options e	nts (and 11	l more)	Υ.
Q Search			
General Paramete	ers		
Parameters			
All Parameter	s Rules		
Name	Value		
CompanyName			*
DrawnBy	1.0		
Engineer	•		
Organization			
Address1			
Address2	*		- 1
Address3	*		_ 1
Address4			- 1
Title	*		_
DocumentNumber	*		_
Revision			- 1
SheetNumber	*		
SheetTotal			
ImagePath			
A	dd 🕶	1	â



图 3-5 Parameters 选项卡—Parameters 选项区

图 3-6 放置文本字符串菜单命令

(2) 将光标移至标题栏的 Title 栏内,单击放置 Text 字符串,如图 3-7 所示。右键或者按键盘的 Esc 键,则退出放置字符串状态。



图 3-7 标题栏信息设置

(3) 双击刚放置的字符串,系统弹出文本设置对话框,如图 3-8 所示。

(4)单击文本设置对话框中 Text 栏右侧的下三角按钮,在下拉列表框中选择"=Title"确认,如图 3-9 所示。标题栏中的相应位置文本即变为前面图纸信息设置中自己定义的原理图标题内容。



图 3-8 文本设置对话框

图 3-9 文本参数下拉列表

在文本设置对话框中,还可以通过 Font 区块设置文字的字体、大小和字形,通过"(X/Y)" 区块精确设置文本的位置。

元件的放置 3.2

元件是构成电路的基础,电路图就是以元件为中心用导线相互连接而形成的。在图纸上 动手绘制电路图的第一步就是将需要的元件放置到图纸上。图纸上放置元件,实际上放置的 是元件符号。元件符号表示实际电路中的元件,其形状与实际的元件不一定相似,但其引脚数 目一般和实际的元件的引脚数目是相符的。

元件库 3.2.1

由于元件种类繁多,系统对众多的元件根据不同的生产厂商和不同的功能进行分类,并且 存放在不同的文件内,形成元件库文件。在向图纸上放置元件前,应先将该元件所在的元件库 载入编辑系统,或者说是启用该元件库。



在元件面板中可以看到已启用元件库的情况。如果原理图编辑界面没有默认显示元件面

板,则要先使系统弹出元件面板。在原理图编辑界面弹出元件面板的途径有4个:

- 执行菜单命令"视图"(View)→"面板"(Panels)→"元件"(Components),如图 3-10 所示。
- 执行菜单命令"放置"(Place)→"器件"(Part),如图 3-11 所示。
- 单击图纸上端快捷工具栏中的"放置器件"(Place Part)图标按钮
- 单击屏幕右下角的"面板"(Panels)按钮,在弹出的列表中选择"元件"(Components)确 认,如图 3-12 所示。

执行上述4个操作方法中的任一个之后,即可在屏幕上弹出元件面板,如图3-13所示。



元件面板中最上面的下拉列表框内显示默认启用系统自带的元件库,其中的两个集成元件 库 Miscellaneous Devices. IntLib 和 Miscellaneous Connectors. IntLib 是原理图设计过程中放置元 件时常用的两个元件库。元件库中每个元件带有元件符号、封装等信息。元件列表窗口中则给 出了启用库窗口中对应元件库中包含的所有元件。Miscellaneous Devices. IntLib 库内含有普通 电阻(Res1)、可调电阻(Res Adj1)、电位器(RPot)、电容(Cap)、电感(Inductor)、普通二极管 (Diode)、发光二极管(LED0)、数码管(Dpy 16-Seg)、稳压二极管(D Zener)、三极管(NPN)、光 耦合三极管(Optoisolator)、电铃(Bell)、电池(Battery)、按键开关(SW-PB)、运算放大器(Op Amp)、跳线(Jumper)等。插口/连接器、插座等则在 Miscellaneous Connectors. IntLib 库中。

如果上述两个元件库中没有自己需要的元件,就要启用新的元件库,即加载元件库。加载 元件库的操作步骤如下:

(1) 在原理图编辑界面的右上角,单击"设置系统参数"(Setup system preferences)图标 按钮 ♀,系统弹出"优选项"(Preferences)对话框。

(2) 在"优选项"(Preferences)对话框左侧的菜单列表中,单击打开 Data Management 菜单,在子菜单中选中 File-based Libraries,对话框右侧显示相应的内容,如图 3-14 所示。

		优选坝		
Q 直找 System	Data Management -	File-based Lib	raries	
Version Control	File-based Libraries			
Servers	安装的库	激活过的	路径	类型
Publishing Destinations Backup	Miscellaneous Devices IntLib	~	Miscellaneous Devices.IntLib	Integrated
File Locking	Miscellaneous Connectors.IntLib	~	Miscellaneous Connectors.IntLib	Integrated
Templates Tile-based Libraries Device Sheets SVN Libraries Parts Providers Component Types Component Types Component Types Component Rule Checks Schematic PCB Editor Text Editors Scripting System CAM Editor Simulation Draftsman Multi-board Assembly Harness Design	Simulation Generic Components	×	System Library Provided with MixedSim	
	库相对路径:	C:\Users\Public	Documents/Altium/AD23\Library\	D'
	上修(山) 下移(D)		安装 (0 🔻 💈	

图 3-14 "优选项"对话框的 Data Management-File-based Libraries 选项卡

(3)在 File-based Libraries选项卡中,单击"安装"(Install)按钮,在弹出的下拉列表框中给出"从文件安装"(Install from file)和
"从服务器安装"(Install from server)两个途径,如图 3-15 所示。一



般选用"从文件安装"(Install from file)方法,在弹出的"打开"对话 图 3-15 可用库安装列表 框中,找到自己的计算机中存放的元件库,如图 3-16 所示。

(4) 单击"打开"按钮进行添加。此时元件面板中显示已成功添加启用的元件库,如图 3-17 所示。

需要说明的是,启用元件库就是将元件库载入内存。但内存中载入过多的元件库又会占 用较多的系统资源,降低程序的执行效率,所以暂时不用的元件库要及时从内存中移除。在如 图 3-14 所示的 File-based Libraries 选项卡中,选中要移除的元件库,单击"删除"(Remove)按 钮,即完成元件库的移除。

← → ▾ ↑ 💷 « 师	大教	学	>教材建设 > AD	,	~	U	搜索"AD"			۶
组织• 新建文件夹								10 ·		6
➡ 下载		1	名称	^						
♪ 音乐		1	🖀 My							
■ 桌面										
🐌 Windows-SSD (C:)							选择	¥要预览的	文件。	
🖵 Data (D:)										
🧼 网络										
	~	<					>			
文件	名(N):	My		_	~	Schematic Li	braries (*	.SCHLI	B ~
							打开(O)		取当	
							111(0)		-MAR	

图 3-16 "打开"对话框



图 3-17 元件面板中启用新元件库效果



元件放置 3.2.2

打开元件面板,在如图 3-13 所示的元件面板上端启用的元件库窗口中,确认需要的元件 库。然后在元件列表中选择所需要放置的元件,例如 Miscellaneous Devices. IntLib 元件库中 的 2N3904 晶体管。右击此元件,在弹出的菜单中选择 Place 命令,或者双击选中的元件,光标 自动移到编辑区并变为灰色的"十"字形状,处于待放置元件状态,同时在光标处浮现待放置元 件的符号,元件引脚上的电气节点处呈现灰色的"×"形标记,如图 3-18(a)所示。将光标移动 到放置位置后,单击即可放置一个元件,放置好的元件上指示电气节点的灰色"×"消失,如 图 3-18(b)所示。多次单击可连续放置相同的元件,右击或者按键盘的 Esc 键,退出放置元件 状态,停止放置元件。





光标处于待放置元件状态时:每按下一次键盘的空格键,待放置的元件逆时针方向旋转 90°;按下键盘的 X 键元件左右翻转;按下键盘的 Y 键元件上下翻转。此方法也适用于本书 后面提到的放置电源和接地符号操作。

对于元件面板上元件列表框中选定的元件,元件面板上的"模型"(Models)区块给出了对 应元件的符号图形和封装形式图形,如图 3-19 所示。单击封装图形中的 2D 按钮,封装图形的 三维视图将会转换为二维视图,如图 3-20 所示。从元件列表中选择所需要放置的元件时,建 议启用显示"模型"(Models)区块,以便确认选择的元件。



图 3-19 元件模型

图 3-20 元件模型的 2D 封装视图

☺小贴士4 集中批量放置元件的建议

用元件面板上的元件库放置元件时,元件的编号默认为元件类别名加一个问号,其他属性 参数也都为系统给定的默认值。对元件属性参数的修改,以及元件的空间位置布局,建议在放 置元件时暂不考虑,先集中批量放置元件,这将有利于提高绘制电路原理图的效率。

3.2.3 元件调整

对于放置后的元件,一般还要做一些必要的调整操作,例如位置调整、数量增减等。



1. 选取元件

要对元件进行调整,首先要选取相应的元件。具体方法有如下两种:

(1)用鼠标直接选取。将光标移至目标元件上,单击选取;或者拖动鼠标在图纸上画出 矩形,该区域内的元件即被选取;或者按住 Shift 键不松开,连续单击多个元件,可以一次性选 中多个元件。

(2)执行菜单命令"编辑"(Edit)→"选择"(Select),如图 3-21 所示。这时用图中所示的三 级菜单命令可以实现多种选取方式,各命令的选取功能如下:

- "以 Lasso 方式选择"(Lasso Select)——执行此命令后,按住鼠标左键拖动,在 PCB 编辑区光标滑动范围之内的图元将被选中。
- "区域内部"(Inside Area)——表示选取矩形区域内的对象。执行此命令后,按住鼠标 左键,拖动光标在 PCB 编辑区画出矩形区域,则该矩形区域内的所有图元均被选取。
- "区域外部"(Outside Area)——表示选取矩形区域外的对象。执行此命令后,按住鼠标左键,拖动光标在 PCB 编辑区画出矩形区域,则该矩形区域外的所有图元均被

选取。

- "矩形接触到对象"(Touching Rectangle)——表示选取矩形所接触到的对象。执行此命令后,按住鼠标左键,拖动光标在 PCB 编辑区画出矩形区域,则该矩形区域内部及矩形区域边框线所接触到的图元均被选取。
- "直线接触到对象"(Touching Line)——表示选取直线所接触到的对象。执行此命令后,按住鼠标左键,拖动光标在 PCB 编辑区画出一条直线,则与所画直线接触的所有 图元均被选取。
- "全部"(All)——表示选取图纸上的所有图元。
- "连接"(Connection)——执行此命令后,光标移至某个导线上单击,则与该导线相连接的所有导线均被选取。
- "切换选择"(Toggle Selection)——执行此命令后,可以单击逐个添加选取对象。

要选取的目标元件周围出现绿色的虚线框,表明该元件被选中,如图 3-22 所示。



图 3-21 选取元件菜单命令

图 3-22 元件的选中(a)与非选中状态(b)

如果要取消元件的选中状态,则在选中的元件上再次单击即可;或在图纸上的任何空白 位置单击,即取消所有已被选取元件的选中状态。使用键盘的 X+A 组合键,也可以取消元件 的选中状态。

2. 位置调整

将光标移至目标元件上,按下鼠标左键不松开,按下一次键盘的空格键元件逆时针方向旋转 90°、按 X 键元件左右翻转、按 Y 键元件上下翻转。

光标在目标元件上时,按下鼠标可拖动元件至目标位置。

对批量元件进行排列与对齐,按如下操作步骤进行:

(1) 选取要进行排列与对齐的多个元件。

(2)执行菜单命令"编辑"(Edit)→"对齐"(Align),如图 3-23 所示。这时用图中所示的三 级菜单命令可以实现多种排列与对齐方式。例如,执行"顶对齐"(Align Top)命令,可使所有 选取的元件以最上边的元件的顶端为基准对齐;再执行"水平分布"(Distribute Horizontally) 命令,可使所有选取的元件在水平方向上以两侧元件位置为基准均匀分布。操作结果如图 3-24 所示。

编	目 (E)								
+	<u>U</u> ndo	Ctrl+Z							
1	Nothing to Redo	Ctrl+Y							
×	剪切 (II)	Ctrl+X							
	复制 (<u>C</u>) 作为文本复制	Ctrl+C						J _{R1}	
电电	粘贴 (P) 智能粘贴 Shif	Ctrl+V t+Ctrl+V						Res R3 IK R2 ResI ResI IK	
á k	查找文本 (E) 替换文本 (A)	Ctrl+F Ctrl+H						JIK**	100pF
44	查找下一个(X)	F3						(a) 选助	(元件
	选择 (S) 取消选中 (E)		• •					$\overline{\Box}$	7
*	删除(D) 打破线(W) 檢内图音(R)	Ctrl+R						R1 R2 R3 Res Res Res 1	
	移动 (M) 重构 (O)	curre	•						- 100pF
	型将(G) 对齐(G)	_			对齐 (A)				
	跳转 (J) 选择的存储器 (L) 增加零件编码		, ,		左对齐(L) 右对齐(R)	Shift+Ctrl+L Shift+Ctrl+R		(6) 元件1	页对齐 7
-		Chiff . E			水平分布 (D)	Shift+Ctrl+H		TTT	T
~	ETAURIANSK (EA)	5111141		-	质对来(I)	Shift+Ctrl+T		RI R3 R	2 + C1
				出十	底对齐 (B) 垂直中心对齐 (V)	Shift+Ctrl+B			K 100pF
				÷	垂直分布 (1)	Shift+Ctrl+V			
				Ħ.	对齐到棚格上(G)	Shift+Ctrl+D		(c) 元件水	、平分布

图 3-23 对齐元件菜单命令

图 3-24 元件排列与对齐示意图

3. 数量增减

当元件处于选中状态时,按 Delete 键即可直接将元件删除。

利用键盘的 Ctrl+X、Ctrl+C、Ctrl+V 快捷键可以分别实现选中元件的剪切、复制和粘贴,此功能也可以通过执行菜单命令来实现,参见图 3-23 所示的二级菜单。

3.3 原理图的绘制



在图纸上放置完所需要的元件后,一般需要再将元件做适当的位置调整,以使原理图空间 布局合理;然后就可以将各元件连接起来,实现它们在电气意义上的连接关系,从而形成具有 一定电学功能的有机结构。实现元件之间的电气连接,是指元件引脚上电气节点之间的连接, 主要的方法是通过导线完成。有时也需要用到其他一些电路符号,可以使电路原理图看起来 更为清晰、简洁。

要对元件进行电气连接操作,一般有3种方法:

- 使用菜单命令,参见图 3-11 的"放置"(Place)菜单,包括放置线、手工节点、网络标签、 电源端口、总线、端口等。
- 使用布线工具栏。如果原理图编辑界面上没有显示布线工具栏,可执行菜单命令"视图"(View)→"工具栏"(Toolbars)→"布线"(Wiring),如图 3-25 所示。随即弹出布线工具栏,如图 3-26 所示。
- 使用快捷键。



3.3.1 绘制导线

单击布线工具栏中的放置线图标按钮 ,或者执行菜单命令"放置"(Place)→"线"(Wire), 或者使用键盘快捷键 Ctrl+W,光标变为灰色"十"字形状,进入绘制导线状态。将光标移至靠 近待连接元件的引脚时,该引脚位置会自动出现一个红色"米"字形标志(见图 3-27(a)),单击, 然后移动光标至待连接的另一个引脚,在此引脚出现一个红色"×"形标志时(见图 3-27(b)) 单击,即可完成一段连线(见图 3-27(c))。接下来可以移动光标靠近新的待连接元件的引脚 (也可以是刚完成连线的终点引脚),开始新的连线。在连线过程中,如果需要导线转折,在需 要转折的位置单击,则留下灰色"×"形标志,即可沿新的方向移动光标。



右击或者按键盘的 Esc 键,则退出绘制导线状态。

☺小贴士 5 Wire 与 Line 的区别

对于初学者来说,可能会犯的错误是执行菜单命令"放置"(Place)→"绘图工具"(Drawing Tools)→"线"(Line)来连接元件。在 Altium Designer 中,Wire 与 Line 在电学功能上是不同的,前者具有电气特性而后者不具有电气特性。用 Line 连接元件不能实现真正的元件间的电 气连接。

3.3.2 放置节点

节点是电路原理图中两条导线相连时电气上相通的符号标志,没有则导线不相通。在绘制导线时,在两条导线的"T"形相接处系统会自动放置节点,如图 3-28 所示。而当两条导线出现"十"字形交叉情况时,在交叉点处系统不会自动放置节点,如图 3-29 所示,因为系统无法判别导线在该交叉点处是否需要电气连通。



如果需要两条导线在"十"字形交叉点处电气连通,有两种方法:一是在绘制交叉的第二 条导线时,先形成如图 3-28 所示的"T"字形相接,由系统自动放置节点,再延长第二条导线至 待连接元件的引脚上;二是在已形成的如图 3-29 所示的结构上,由用户自己来添加放置节 点。用户自己放置节点的方法是:单击布线工具栏中的放置手工节点图标按钮 ▲,或者执行 菜单命令"放置"(Place)→"手工节点"(Manual Junction),或者使用组合键 Ctrl+J,光标变成 灰色"十"字形并带着一个红色的节点符号,进入放置节点状态(见图 3-30(a)),移动光标至待 电气连通处,单击即完成放置节点操作(见图 3-30(b))。





移动光标至其他位置,可继续放置节点。右击或者按 Esc 键,则退出放置节点状态。

☺小贴士6 添加菜单命令

如果原理图编辑界面中的"放置"(Place)下拉菜单中没有"手工节点"(Manual Junction) 命令,那么用户可以手动操作将其添加到菜单中。方法如下:

(1) 在菜单栏的空白位置处双击,弹出 Customizing Sch Editor 对话框,打开"命令"
 (Commands)选项卡,在"种类"(Categories)栏找到"放置"(Place)菜单,单击"新的"(New) 按钮。

(2) 在弹出的"编辑命令"(Edit Command)对话框的"处理"栏填写"Sch: Place Junction"; "标题"栏填写"手工节点";在"位图文件"栏单击"…"按钮,在弹出的对话框中找到自己计算 机中安装 Altium Designer 软件的位置,在文件夹 System\Buttons 中找到电气节点图片打开, 单击"确定"(OK)按钮完成命令的编辑。

(3) 在 Customizing Sch Editor 编辑对话框中的"命令"(Command)栏中找到新添加的命令,按住鼠标左键,拖动命令移到原理图编辑界面下的"放置"(Place)下拉菜单中,完成"手工节点"(Manual Junction)命令的添加。

3.3.3 放置网络标签

在绘制原理图的过程中,元件之间的电气连接除了使用有形导线,也可以通过放置网络标签的方法来实现。

可以将网络标签看作是一个电气连接点。具有相同网络标签名字的导线或元件引脚,其 在电气关系上是连在一起的,也起着对电气相连的导线、引脚进行标号的作用。对于简单的电 路,通常仅使用导线即可完成整个电路的连接。对于复杂的电路,辅以网络标签代替部分导线 连接,可以减少距离较远的电气节点连线的困难,大大降低原理图绘制的复杂性,使原理图变 得更为清晰、简洁。

单击布线工具栏中的放置网络标签图标按钮 ,或者执行菜单命令"放置"(Place)→"网络标签"(Net Label),光标变成灰色"十"字形并带着一个名为 Net Labell 的网络标签,进入放置 网络标签状态(见图 3-31(a))。移动光标至待放置网络标签的电气节点,当待放置网络标签的电 气节点处出现一个红色"米"字标志时(见图 3-31(b)),单击完成网络标签的放置(见图 3-31(c))。





P1
NetLabel1
2
3
- 4
Header 4

(a)开始放置网络标签

(b)移动到待放置网络标签点
图 3-31 放置网络标签示意图

(c) 完成放置网络标签

 Properties
 V ×

 Net Label omponents (and 11 more)
 Y

 Q. Search
 Image: Components (and 11 more)

 Image: Components (and 11 more)
 Y

 Image: Compon

移动光标至其他位置,可继续放置网络标签。右击或者按 Esc键,则退出放置网络标签状态。

光标移到已放置的网络标签上,连续双击,或者在光标处 于放置网络标签状态时按 Tab 键,打开网络标签属性对话框, 如图 3-32 所示。在对话框的"网络名称"(Net Name)栏可以 更改网络标签的名称,还可以通过"字体"(Font)区块设置文 字的字体、大小、颜色和字形,通过"旋转"(Rotation)栏设置网 络名称文字的放置方向。

☺小贴士7 网络标签的放置与命名

(1)在向一些元件引脚上放置网络标签时,为了避免网络标签名与元件图形及引脚编号重叠,可以先在相应的元件引脚处画上一段导线,将网络标签放置在引出的导线端点,实现对引脚的标记。

(2) 在网络标签名字上单击,待光标由箭头形状变为"工"

字形后,再单击一次,即进入直接改变网络标签名字状态。在

图 3-32 网络标签属性对话框

如图 3-32 所示的对话框中,单击"网络名称"栏的下三角按钮,在弹出的下拉列表框中显示了 原理图纸上已有的全部网络标签名字,选择其中一个确认,即可把现网络标签名称改为该名 称。通过此方法可以快速实现不同位置处的网络标签同名化。

(3)网络标签的实质内容是一个点,它的电气连接功能的实现,必须以该点放到导线和引脚的电气节点上为前提。要确认网络标签是否已放到导线和引脚的电气节点上,可以借助网络标签属性对话框中的显示网络标签坐标位置的"(X/Y)"文本框来检查。

3.3.4 放置 I/O 端口

原理图中的电气连接,还可以通过放置端口来实现。具有相同名称的端口,在电气关系上 是连接的。

单击布线工具栏中的放置端口图标按钮 ,或者执行菜单命令"放置"(Place)→"端口" (Port),光标变成灰色"十"字形并附带着一个端口符号,进入放置端口状态(见图 3-33(a))。 移动光标至待放置端口的电气节点,当待放置端口的电气节点处出现一个红色"米"字形标志 时,端口符号自动与待放置点接触(见图 3-33(b))。单击确定端口一端的位置,移动鼠标拖动 端口的另一端并调整端口的大小至合适,再单击完成端口的放置(见图 3-33(c))。



图 3-33 放置端口示意图

移动光标至其他位置,可继续放置端口。右击或者按 Esc 键,则退出放置端口状态。 将光标移到已放置的端口上,连续双击或者在光标处于放置端口状态时按下 Tab 键,打 开端口属性对话框,如图 3-34 和图 3-35 所示。



Properties	▼ ×					
Port Cor	mponents (and 11 more)					
Q Search						
General Pa	rameters *					
▶ Location	1					
Properties						
Name	Port					
I/О Туре	Unspecified 👻					
Harness Type	-					
Location	Width Port					
Width	300mil Height 100mil					
Font	T. • 10 •					
Alignment	EII					
Border	Smallest 👻					
Fill	•					
1 object is selecte	d					

图 3-34 端口属性对话框位置选项区

图 3-35 端口属性对话框属性选项区

图 3-34 给出了端口的位置参数。

在图 3-35 给出的属性选项区中可以进行设置的端口属性有:

- Name-----设置端口名称;
- I/O Type——设置端口类型,下拉列表中给出了未确定类型(Unspecified)、输出端口 (Output)、输入端口(Input)和双向端口(Bidirectional)4 种类型供选用;
- Font——设置端口名称文字的字体、大小、颜色和字型;
- Alignment——设置端口名称在端口符号中的位置;

等等。

端口更适合于电路模块之间的电气连接,是层次原理图设计中层次之间信号输入输出的 联系通道,因此端口又常被称为"I/O端口"。

☺小贴士8 I/O端口与网络标签的区别

从实现电路的电气连接功能上看,I/O 端口和网络标签的作用相似。但是,I/O 端口的 名称不能用于定义网络名。因此,在电路原理图中如果同时有 I/O 端口和网络标签,则不 必考虑其名称的冲突问题,同一网络中的 I/O 端口和网络标签也不必考虑其名称的一致性 问题。

3.3.5 放置电源和接地符号

电源和接地符号是一个完整的电路图不可缺少的组成部分,尽管它们并不会实质地影响 电路的功能,但它们的存在会使电路图清晰明了。

单击布线工具栏中的 VCC 电源端口图标按钮 ₩ 或 GND 端口图标按钮 ₩,或者执行菜 单命令"放置"(Place)→"电源端口"(Power Port),光标变成灰色"十"字形并带着一个电源或 接地符号,进入放置电源或接地符号状态(见图 3-36(a))。移动光标至待放置电源或接地符号 的电气节点,当待放置点处出现一个红色"米"字形标志时,电源或接地符号同时与待放置点接 触(见图 3-36(b)),单击完成放置(见图 3-36(c))。



(a) 开始放置电源符号 (b) 移到待放置电源符号点 (c) 完成放置电源符号
 图 3-36 放置电源符号示意图

移动光标至其他位置,可继续放置电源或接地符号。右击,或者按 Esc 键,则退出放置电源或接地符号状态。

将光标移到已放置的电源或接地符号,连续双击或者在光标处于放置电源或接地符号状态时按下 Tab 键,打开电源端口属性对话框,如图 3-37 所示。

在电源端口对话框的"名称"(Name)文本框可以更改电源或接地符号的名称。还可以 通过"字体"(Font)下拉列表框设置名称文字的字体、大小、颜色和字形,通过"旋转" (Rotation)下拉列表框设置名称文字的放置方向。在"样式"(Style)下拉列表框中,给出了 电源或接地符号的多种样式选项,选中一个并确认,窗口中会同时显示相应的电源或接地 符号样式图形。

	(23) (2 a)			
ower Port	Components (an	d 11 more)		
Q Search	r -			
Location				
(X/Y)	1500mil	4900mil		
totation	90 Degrees		-	
Propertie	s			电源样式
Name	VCC		•	
				电源样式选择
Style	Bar	•		
	T Time 💌	10 -		
Font			Concession of the local division of the loca	

图 3-37 电源端口属性对话框

☺小贴士9 电源端口的网络标签功能

电源端口的属性,关键的参数是电源和接地符号的名称。原理图中不同位置的电源和接 地符号无论样式如何,只要名称一致,它们在电气上就是连通的(即便是没有有形导线连接)。 如果其名称与网络标签符号的名称一致,则也会与相同名称的网络标签在电气上连通。从这 个角度来看,电源和接地符号可以看作是具有特殊符号形状的网络标签。

3.4 元件属性编辑

从元件库中调用放置到原理图上的元件,都有特定的属性,如标号、标称值、所在库名、封装等。在图纸上放置好元件后,应根据需要对其属性进行合适的编辑设置。

☺小贴士10 元件属性编辑的建议

元件属性的编辑也可以在放置元件后、连线绘图前进行。但建议在连线绘图后进行集中 批量编辑,这样便于按一定的空间位置对元件进行有规律的标号设置,方便设计管理。

要编辑元件的属性,有3种途径:

(1) 在原理图纸上直接编辑修改。

(2) 通过元件属性对话框进行编辑修改。

(3) 自动添加标注。

3.4.1 在图纸上直接编辑

放置到原理图纸上的元件,通常会在元件旁边显示元件的"标号"(Designator)和"注释" (Comment)两部分,有"标称值"(Value)参数的元件还会显示系统给出的一个默认的标称值。 "标号"即元件的编号,系统给出的是字符加问号的格式,对标号的修改一般是将问号改为数字 进行编号。"注释"说明了元件种类/型号,也即元件面板上元件列表中显示的元件类别名称。



标称值对于电阻来说是指电阻值,对于电容来说是指电容值。对于"注释"一般不用更改。要 对另两项属性参数进行修改,只需要将光标移到相应参数上,单击,待光标由箭头形状变为 "工"字形,同时该参数周围出现绿色虚线框后(见图 3-38(a)),再次单击,该参数周围的绿色虚 线框变为灰色的实线,即进入参数编辑状态(见图 3-38(b));编辑完成后,将鼠标指针移出实 线框并单击,确认参数的编辑修改(见图 3-38(c))。



3.4.2 在元件属性对话框中编辑

将光标移到待编辑属性元件上,双击,或在光标处于待放置元件状态时按 Tab 键,弹出元件属性对话框,如图 3-39~图 3-41 所示。在打开的对话框相应的参数项目栏中,可以对该参数进行编辑。

Properties		×	Properties		▼×	Properties	▼ X
Component om	ponents (and 11 more)	-	Component	omponents ((and 11 more) 🔽 👻	Component a	omponents (and 11 more)
Q Search			Q Search			Q. Search	
General Pin	s		General	Pins		General P	ins
A Properties			Cocarton			≠ Pins	1
Designator	R? • 2	ก้ไ	▲ Parameter	rs		Pins	Name
Comment	Port 0		All	Footprints	Models	• Pin 1	ði 1
Part	1 • of Parts 1		Paramet	ers Links	Rules	🗞 - Pin 2	à 2
Description	Resistor	1		lame	Value		
Туре	Standard -		F	DOTOR	A. V Show		
Design Item ID	Res1 ··· 🖨		F	tes	Signal Integr		
Source	Miscellaneous Cor 👻 🚥		8 8 F	ublished	8-Jun-2000		
Location			× 2 1	atestRevisio	Re-released f		
Parameters			2 a F	ackageRefe	AXIAL-0.3		
▶ Graphical				Add	- / 1		
▶ Part Choices					• .		
1 object is selected	l		1 object is sel	ected		1 object is select	ed
图 3-39	元件属性对话框	的	图 3-40) 元件』	属性对话框的	图 3-41	元件属性对话框的
	General 选项卡			Paran	neters 选项区		Pins 选项区

其中,元件的"标号"(Designator)和"注释"(Comment)参数在 General 选项卡中的"属 性"(Properties)选项区,"标称值"(Value)参数在 General 选项卡的"参数"(Parameters)选项 区。参数栏旁边若有 ◎标记,单击此标记,则标记变为 ⑧,可关闭该参数在图纸上的显示;单 击标记 ⑧,标记变为 ◎,开启该参数在图纸上的显示。

在 Pins 选项卡的"引脚"(Pins)选项区,给出了元件的引脚信息:"引脚"(Pins)编号栏和 "引脚名称"(Name)栏。可以通过双击它们,在弹出的元件引脚编辑器对话框进行编辑,但是 元件的引脚编号与元件封装中的焊盘编号存在对应关系,不宜随意更改。元件封装的概念请 参见 5.3 节的内容。

在元件属性对话框的"参数"(Parameters)选项区,单击"封装"(Footprint)项目后的 (Show)按钮,即可显示元件的封装信息,包括封装名称、封装图形、封装来源等,如图 3-42 所示。单击封装图形中的 3D 按钮,封装图形的二维视图将会转换为三维视图。



图 3-42 元件属性对话框的封装信息

要改变元件关联的封装,操作步骤如下:

(1) 单击"添加"(Add)按钮,在弹出的菜单中选择 Footprint 命令,即弹出"PCB 模型" (PCB Model)对话框,如图 3-43 所示。

	PCB模型	>
封装模型		
名称	Model Name 浏览	;(B) 管脚映射(P)
描述	Footprint not found	
PCB 元件库		
● 任意		
● 库名字		
● 库路径		选择 (C)
Use footpri	int from component library Miscellaneous Connector	rs.IntLib
选择的封装		
ound in:		
		确定取消

图 3-43 "PCB 模型"对话框

(2)单击"PCB模型"(PCB Model)对话框中的"浏览"(Browse)按钮,弹出"浏览库" (Browse Libraries)对话框,如图 3-44 所示。"浏览库"(Browse Libraries)对话框给出了可用 封装库、对应封装库的元件封装列表、对应选中封装的图形等信息。



图 3-44 "浏览库"对话框



图 3-45 元件封装的添加

(3)在"浏览库"(Browse Libraries)对话框中选定 需要的封装形式后,单击"确定"(OK)按钮,再单击 "PCB模型"(PCB Model)对话框中的"确定"(OK)按 钮,元件属性对话框中的"参数"(Parameters)选项区中 就会显示新添加的封装信息,如图 3-45 所示。

原有的元件关联的封装形式可以选中后单击 **■**按 钮删除,也可以留存备用。

③小贴士11 元件关联封装的匹配

与 Protel 99SE 软件不同的是, Altium Designer 软件将 PCB 封装模型集成于原理图元件上。在原理图设计中引用的元件, 会自动关联一个封装, 这样可以减少设计流程中对元件进行关联模型操作的工作。但是在编辑元件属性时, 常会被使用者, 尤其是初学者忽略的是, 有时元件自动关联, 即默认的封装, 可能与自己使用的元件实物并不相符, 不适合实际需要, 这时就必须由

用户手动更改封装形式,例如电阻的焊盘间距的改变、运算放大器由圆形封装改为双列直插封装、由插件封装改为贴片封装等。

3.4.3 自动添加标注

对于由较多元件构成的较复杂的电路原理图,如果用上述方法逐个对元件进行编辑,容易 出现遗漏、编号不连续或编号重复的现象。解决这个问题的方法是使用系统给元件自动添加 标注的功能。

执行菜单命令"工具"(Tools)→"标注"(Annotation)→"原理图标注"(Annotate Schematics), 如图 3-46 所示。系统随即弹出"标注"(Annotate)对话框,如图 3-47 所示。其中:

11 11	重找器件 (Q) 上/下层次 (出)		
	参数管理器 (B) 封装管理器 (G) 从库更新 (L) 从数据库更新参数 (D) 条目管理器		
	标注 (A)	•	原理图标注 (A)
002	Signal Integrity		重置原理图位号 (E)
	转换 (⊻)	•	重置重复的原理图位号 (I)
2	交叉探针 (C) 交叉选择模式 Shift+Ctrl+X 选择PCB 器件 (S)		静态标注原理图 (U) 强制标注所有原理图 (N) 反向标注原理图 (B) 图纸编号 (D)
	配置管脚交换(W) 原理图优先项(P)		板级标注 Ctrl+L 标注编译的图纸 (M)

图 3-46 添加标注命令

				标注					,
原理图标注配置				建议更改列表					
处理顺序	匹配选项			当的值			建议值		部件位置
Across Then Down	完善现有的包	N	one	▲ 标号 AR?	â	Sub	标号 AR?	Sub	原理图页 Sheet1.SchDoc
	元件参数		严格 。	C?			C?		Sheet1.SchDoc
R1 R2	✓ Commen	it	-	C?	6		C?		Sheet1.SchDoc
	Compon	ent Kind	~	C?			C?		Sheet1.SchDoc
Rame Bann	Compon	entLink1Description		Q?			Q?		Sheet1.SchDoc
	Compon	entLink1URL	~	Q?			Q?		Sheet1.SchDoc
	Compon	entLink2Description	~	R?			R?		Sheet1.SchDoc
上理位置	Compon	entLink2URL	~	R?			R?		Sheet1.SchDoc
Designator	Datashee	DatasheetVersion		R?			R?		Sheet1.SchDoc
	Description		· -	R?			R?		Sheet1.SchDoc
理國页标注		标号索引控制	漆加后						
原理國页 标注	范围 顺序	起始索引	后缀	标注概要					
Sheet1.SchDoc All	0	1		Annotation is en which will be stri have the same p will extend the s matched togeth narkanes	abled for ctly matc arameter emantics er.) Existir	all schematic hed. (Under s s and param slightly by all ng packages o	documen strict match eter values, lowing part will not be	ts. Parts will be ma ning, parts will only , with respect to th is which do not ha completed. All new	atched using 2 parameters, all of y be matched together if they all ne matching criteria. Disabling this we the specified parameters to be w parts will be put into new
				THE OF THE WORLD	+	Devel A		ET dat 21 m	

图 3-47 "标注"对话框

(1) "处理顺序"(Order of Processing)选项区,用于设置按照元件在原理图纸中的空间位置,对元件进行自动标注的顺序,下拉列表框中给出了4种方式(见图 3-48)。

- Up Then Across: 先按从下到上、再按从左到右的顺序。
- Down Then Across: 先按从上到下、再按从左到右的顺序。
- Across Then Up: 先按从左到右、再按从下到上的顺序。
- Across Then Down: 先按从左到右、再按从上到下的顺序。

选中其中一个,窗口中会给出对应的以图片显示的自动标注顺序方式。

(2)"原理图页标注"(Schematic Sheets To Annotate)选项区,用于选择要标注的原理图 文件、标注范围等。对于元件标注范围的确定,下拉列表框中给出了 3 种方式(见图 3-49)。

- All: 原理图上的所有元件。
- Ignore Selected Parts: 忽略原理图纸上选中的元件。
- Only Selected Parts: 原理图纸上选中的元件。





```
图 3-48 "处理顺序"下拉列表框
```

```
图 3-49 "标注范围"下拉列表框
```

(3)"建议更改列表"(Proposed Change List)选项区,用于显示将要进行标注的元件列表。 在"标注"(Annotate)对话框中完成相关设置后,单击"更新更改列表"(Update Changes List)按钮,弹出一个信息提示框,如图 3-50 所示,提醒用户元件属性将要发生变化。

	Information	×
1	Change(s) made 10 change(s) were made from prev 10 change(s) were made from origi	ious state nal state
		ОК

图 3-50 元件属性变化提示框

单击提示框中的 OK 按钮,系统随即更新要标注元件的标号,并显示在"建议更改列表" (Proposed Change List)的"建议值"(Proposed)列中,如图 3-51 所示。系统对元件标号的拟 更改,自动按照元件类别分类顺序编号。"标注"(Annotate)对话框右下角的"接受更改(创建 ECO)"(Accept Changes(Create ECO))按钮同时变为激活状态。

1970		建议值		部件位置
标号	🔒 Sub	标号	Sub	原理图页
AR?		AR1		Sheet1.SchDoc
C?		C1		Sheet1.SchDoc
C?		C2		Sheet1.SchDoc
C?		СЗ		Sheet1.SchDoc
Q?		Q1		Sheet1.SchDoc
Q?		Q2		Sheet1.SchDoc
R?		R1		Sheet1.SchDoc
R?		R2		Sheet1.SchDoc
R?		R3		Sheet1.SchDoc
R?		R4		Sheet1.SchDoc
示注概要 nnotation is e l of which will they all have iteria. Disablin e specified pa	nabled for all sch be strictly match the same parame ng this will extend rameters to be n	ematic documents. ed. (Under strict m ters and parameter the semantics slig natched together.)	Parts will be atching, part values, with htly by allow Existing pacl	e matched using 2 parameters, is will only be matched togethe n respect to the matching ing parts which do not have rages will not be completed. Al
and an excite a shift be	e nut into new n	ackades		
w narts will h				

图 3-51 元件标号拟更改

单击"接受更改(创建 ECO)"(Accept Changes(Create ECO))按钮,弹出"工程变更指令" (Engineering Change Order)对话框,如图 3-52 所示。

单击"执行变更"(Execute Changes)按钮,完成元件的自动标注。

		-	工程变更指令			
政					状态	
启用	动作	受影响对象		受影响文档	检测 完成 消息	
	Annotate Compor	nent(10)				
~	Modify	-AR? -> AR1	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	: ● -C? -> C1	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	:● -C? -> C2	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	:■ -C? -> C3	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	:■ -Q? -> Q1	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	: ■ -Q? -> Q2	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	: ● -R? -> R1	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	: ■ -R? -> R2	In	Sheet1.SchDoc		
~	Modify	: ● -R? -> R3	In	Sheet1.SchDoc		
	Modify	-R? -> R4	In	Sheet1.SchDoc		

图 3-52 "工程变更指令"对话框

3.5 编译工程与查错

在电路原理图初步绘制完毕,并且各元件属性也全部设置结束后,接下来的一个重要工作 是检查用户设计的文件是否符合电气规则,Altium Designer 软件中的此项工作即编译工程。

3.5.1 编译屏蔽

对文件进行编译时,有些文件内容是不希望被编译的,这时需要将不希望被编译的内容屏 蔽掉,让系统忽略对此部分的电气规划检查,以避免额外的错误信息提示。

1. 对于尚未完成的一些电路设计

可通过放置"编译屏蔽"来实现,避免产生出错信息。执行菜单命令"放置"(Place)→"指示"(Directives)→"编译屏蔽"(Compile Mask),如图 3-53 所示,光标变成灰色"十"字形,进入 放置"编译屏蔽"状态。用鼠标在原理图上画出一个矩形框,将需要屏蔽的对象包围起来(见 图 3-54(a)),单击确认,所围区域左上角出现红色三角形标记(见图 3-54(b))。

将光标移至其他位置,可以继续放置"编译屏蔽"。右击,或者按 Esc 键,则退出放置"编译 屏蔽"状态。此时"编译屏蔽"内的元件(引脚)呈现出灰色的被屏蔽的状态(见图 3-54(c))。



图 3-53 放置"编译屏蔽"菜单命令



图 3-54 放置"编译屏蔽"示意图

取消"编译屏蔽"的方法是,将光标移到"编译屏蔽"区域,单击,使"编译屏蔽"区域处于激 活状态,此时"编译屏蔽"区域四周呈现一些绿色的小三角符号,按 Delete 键,即可删除"编译 屏蔽"。对于处于激活状态的"编译屏蔽"区域,光标在"编译屏蔽"区域内呈现" ③"图形时也 可以用鼠标拖动整个"编译屏蔽"区域移向别的位置;光标在绿色小三角符号上呈现"介"图形 时还可以用鼠标拖动"编译屏蔽"区域的边线以改变"编译屏蔽"区域的大小。

2. 对于一些元件的个别输入引脚被悬空的情况

有些元件的个别输入引脚不需要连接输入导线, Altium Designer 软件在进行编译时会默认 输入引脚要连接而出现错误提示。要避免编译过程中出现错误提示可通过放置忽略电气规则检



图 3-55 放置"通用 No ERC 标号"菜单命令



查(ERC)标号实现。执行菜单命令"放置"(Place)→ "指示"(Directives)→"通用 No ECR 标号"(Generic No ERC),如图 3-55 所示。光标变成灰色"十"字 形,并带着一个红色的"×"形"通用 No ERC 标号", 进入放置忽略 ERC 标号状态(见图 3-56(a))。移 动光标至待放置标号的电气节点,当待放置点处 出现一个红色"米"字标志时(见图 3-56(b)),单 击,红色"米"字标志变成红色"×"形标志,完成放 置(见图 3-56(c))。



图 3-56 放置忽略 ECR 标号示意图

移动光标至其他位置,可继续放置忽略 ERC 标号。右击,或者按 Esc 键,则退出放置忽略 ERC 标号状态。

取消忽略 ERC 标号的方法是:光标移到忽略 ERC 标号上单击,使忽略 ECR 标号处于激 活状态,此时忽略 ERC 标号四周呈现绿色的虚线方框,按 Delete 键,即可删除忽略 ECR 标 号。对于处于激活状态的忽略 ERC 标号,光标在忽略 ERC 标号上呈现"命"图形时,也可以 用鼠标拖动忽略 ERC 标号移向别的位置。

编译工程 3.5.2

编译工程会输出编译报告,供用户查阅。输出报告的类型,可以根据用户的个性需求,在 进行编译前自行设置。

1. 设置编译工程选项

以一个正弦波产生电路设计为例,其原理图如图 3-57 所示。

执行菜单命令"工程"(Project)→"工程选项"(Project Options),如图 3-58 所示。随即弹 出 Options for PCB Sine wave. PriPCB 对话框,其中 Connection Matrix 选项卡用于显示电气 规则检查报告类型的设置,如图 3-59 所示。

这是一个彩色小方块组成的矩阵,每个小方块显示对应的纵向和横向各种引脚、输入输出 端口、原理图纸出入端口之间的连接状态是否已形成警告或错误的电气冲突。小方块的颜色 定义显示于对话框的左下角,分别是:



图 3-59 Connection Matrix 选项卡

- 红色——致命错误。
- 橙色——错误。
- 黄色——警告。
- 绿色——正确,不报告。

将光标移至某一小方块处,光标变成手形,连续单击,该处小方块的颜色依绿、黄、橙、红、绿……顺序循环变化,可以改变产生电气规则检查报告的类型。例如,Unconnected 列和 Passive Pin 行交点处的绿色,表示无源引脚悬空时是正确的,不给出检查报告。如果要让这种无源引脚悬空状态下系统给出警告,要将小方块的绿色的改为黄色;如果要给出提醒错误的检查报告,则要将小方块的绿色的改为橙色。

单击"设置成安装缺省"(Set To Installation Defaults)按钮,电气规则检查报告类型设置 矩阵将恢复到系统默认的设置状态。

单击"确定"(OK)按钮,确认相关设置并退出该对话框。

2. 编译工程与查错

完成编译工程选项设置后(也可以使用系统默认设置不做更改),执行菜单命令"工程" (Project)→Validate PCB Project Sine_Wave. PrjPCB,如图 3-60 所示。

☺小贴士12 编译命令的应用条件

Altium Designer 软件的菜单项目不仅会随编辑环境的变化而有所变化,也会随着文件状态的变化而变化。例如原理图的编译命令,只有从属于某个 PCB 工程的原理图,才可以进行编译操作。如果原理图不从属于某个 PCB 工程,则称之为游离文件(Free Document)。打开游离状态的原理文件时,"工程"(Project)菜单的下拉菜单命令中编译命令的形式不是 Validat PCB Project ×××. PrjPCB,而是 Compile,这时的编译命令是不能被执行的。

系统随即生成并弹出一个编译信息报告提示框,如图 3-61 所示。如果编译信息报告提示 框不能自动弹出,可在工作界面的右下角执行命令 Panels→Messages。信息报告提示框中共 给出了 9 条报告信息,每条报告的前端也用不同的颜色标示出了电气冲突的类别。其中第 6~9 条是悬浮无源引脚状态错误的提示,这是因为前面编译工程选项设置中,Connection Matrix 选项卡里 Unconnected 列和 Passive Pin 行交点处的小方块设置为了橙色。如果设置 为绿色,则此处编译信息报告中就不会显示这 4 条提示。

I	呈(C)			Messages				▼×
	Validate PCB Project Sin	e wave.PrjPCB		Class	Docu Sour Message	Time	Date	No.
	交叉探查下—条消息	Shift+Ctrl+F3		[Error]	Sheet1.Schl Compi Duplicate Component Designators R1 at 1000n	22:00:51	2023/2/23	1
	六 四 探查上一条迷自	Shift+Ctrl+E4		[Error]	Sheet1.Schl Compi Duplicate Component Designators R1 at 2900n	22:00:51	2023/2/23	2
	XXXXEL THAT	Shireteurra	1. No.	[Warning]	Sheet1.Schl Compi Floating Power Object GND at (270,480)	22:00:51	2023/2/23	3
1 23	添加新的到工程 (N)		+	[Warning]	Sheet1.Schl Compi Net NetAR1_2 has no driving source (Pin AR1-2	22:00:51	2023/2/23	4
	添加已有文档到工程 (A)			[Warning]	Sheet1.Schl Compi Net NetAR1_3 has no driving source (Pin AR1-3	22:00:51	2023/2/23	5
	从工程中移除			[Error]	Sheet1.Schl Compi Unconnected Pin AR1-1 at 2400mil,5100mil	22:00:51	2023/2/23	6
	工程文件	Ctrl+Alt+O		[Error]	Sheet1.Schl Compi Unconnected Pin AR1-5 at 1600mil,5000mil	22:00:51	2023/2/23	7
	A STATE STATE AND AND			[Error]	Sheet1.Schl Compi Unconnected Pin AR1-8 at 2400mil,5500mil	22:00:51	2023/2/23	8
	天闭上程又档(L) Close Project			[Error]	Sheet1.Scht Compi Unconnected Pin C2-2 at 2600mil,4800mil	22:00:51	2023/2/23	9
	close Project			细节				
	显示差异 (S)			🔺 🛞 Duplicate Co	omponent Designators R1			
	显示物理差异							*

图 3-60 编译工程菜单命令

图 3-61 编译信息报告框

根据编译工程报告给出的出错信息,对绘制的原理图进行相应的修改,直至再次编译没有 给出出错信息,即完成原理图的设计。

☺小贴士13 一些编译错误/警告提示的解决方法

Net $\times \times \times$ has no driving source: $\times \times \times \times$ 网络中无驱动源。网络中与属性为 output 或 input 的引脚相连的引脚属性为 passive,就会出现警告提示。如果更改网络中属性为 passive 的引脚属性,使网络中同时有属性为 output 和 input 的两种引脚,就不会出现警告提示。不过 若不进行仿真,则此类错误不影响后面的 PCB 设计,可忽略。

3.6 生成和输出各种报表文件

编译通过的电路原理图设计,还需要生成和输出相关信息的报表文件,以便保存和后续工作使用。

3.6.1 生成网络表

网络表是对设计电路的构成元件及其电气连接关系的完整文字描述。在准备生成网络表的原理图处于打开状态时,执行菜单命令"设计"(Design)→"文件的网络表"(Netlist For Document)→Protel,如图 3-62 所示。随即在该工程中生成一个与原理图同名、扩展名为.NET 的网络表文件。在工程面板中找到该文件,它在所属的工程名录下,位置为 Generated\Netlist Files\Sheet1.NET,如图 3-63 所示。



图 3-62 生成文件网络表菜单命令

图 3-63 工程面板中的网络表文件

☺小贴士14 工程的网络表

如果在准备生成网络表的原理图处于打开状态时,执行菜单命令"设计"(Design)→"工程的网络表"(Netlist For Project)→Protel,则随即在该工程中生成一个与打开的原理图同名、 扩展名为.NET 的网络表文件,网络表信息包含打开原理图所在工程包含的所有原理图信息, 无论这些原理图是否全部打开。

双击打开生成的网络表,如图 3-64 所示。

网络表文件描述内容包括两方面:

(1)原理图中所有元件的信息,包括元件标号、元件封装形式、元件注释3个属性参数。每个元件信息的描述由一对中括号定义,格式为:

	Sheet1.SchDoc Sheet1.NET	
1	[
•	AR1	
20	H-08A	
•	uA741	
-		
•		
•		
•33	1	
•3	t	
10	C1	
•	RAD-0.3	
•2	Cap	
•		
•2		
-		
•	1	
•	[
-	C2	
•	RAD-0.3	
20	Cap	
•		
3		
•		
•	1	
-	[
-22	C3	
•	RAD-0.3	
•	Cap	
•		
30		
•		
• > >	1	
•	1 I	
	C4	
14	RAD-0.3	
•32	Cap	•

各元件信息的描述按元件标号的字母顺序依次 列出,构成网络表文件的前一部分。

(2)各元件之间的电气连接网络信息,包括网络 名称、网络节点。电气相连的所有引脚构成一个网 络,网络节点即网络中的所有引脚。每个网络信息的 描述由一对小括号定义,里面包括网络名称和该网络 中的所有引脚,格式为:

(网络名称 元件引脚 1 元件引脚 2 …)

图 3-64 网络表文件

网络名称由字符串"Net"、网络中的一个元件名称及对应的引脚编号3部分构成,元件名称取该网络中所有引脚所在的元件按字母顺序排第一的元件的名称。例如,网络名称NetAR1_6,其中的字符串AR1即为元件名,字符6表示元件AR1的6号引脚。如果网络中有网络标签或电源/接地符号,则由网络标签或电源/接地符号的名称作为网络名称。元件引脚的描述格式为元件名称加上引脚编号,例如,AR1-6表示AR1元件的6号引脚。所有元件引脚的描述按对应元件标号的字母顺序依次列出。各网络信息的描述按网络名称的字母顺序依次列出,构成网络表文件的后一部分。

☺小贴士15 网络表的记事本格式

在个人计算机中找到保存的网络表文件,可以以记事本的格式打开。由于网络表文件是 纯文本文件,因此用户可以利用记事本格式修改已存在的网络表文件,或新建一个网络表 文件。

3.6.2 生成元件清单报表

元件清单报表(Bill of Materials)简称 BOM 表,是对原理图元件信息的汇总,包括元件的 名称类别(注释)、标号、封装等内容。

在准备生成 BOM 表的原理图处于打开状态时,执行菜 单命令"报告"(Reports)→Bill of Materials,如图 3-65 所示。 随即弹出 Bill of Materials for Project 对话框,如图 3-66 所示。

Bill of Materials for Project 对话框左侧给出了工程项目的元件清单,上面的 Preview 按钮用于预览要输出的BOM表;右侧的 Export Options 区块定义了输出 BOM表文件的格式: File Format 栏显示了选定的 BOM 表文件



图 3-65 生成 BOM 表菜单命令

格式,可通过下拉列表改换文件格式; Template 栏则是对应文件格式的模板选项。选定

	* *	[No Variations] ·	Preview								
	Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity		Properties			
1	1N4148	High Conductanc	D1, D2	DO-35	Diode 1N4148		2				
2	Сар	Capacitor	C1, C2, C3, C4	RAD-0.3	Cap		4	General Columns			
3	Header 4	Header, 4-Pin	P1	HDR1X4	Header 4		1	► BOM Items			
4	Res1	Resistor	R1, R2, R3, R4, Rf	AXIAL-0.3	Res1		5	> Supply Chain			
5	RPot	Potentiometer	Rw	VR5	RPot		1	4 Export Ontions			
6	uA741	FET Operational	AR1	H-08A	Op Amp		1	- Export options			
								File Format	MS-Excel (*.xls,	*.xdsx, *.xdsm)	
								Template	[No Template]		÷
									Add to Proje	ect ted	
ote	5 lines visible										

图 3-66 Bill of Materials for Project 对话框

BOM 表输出文件的格式后,单击 Export 按钮,弹出文件保存对话框,如图 3-67 所示。确定保存的文件名和保存地址后,单击"保存"按钮,完成 BOM 表的输出保存。也可以将预览的文件直接保存。

2 另存为							\times
$\leftarrow \ \rightarrow \ \cdot \ \uparrow \ \blacksquare$	« 16	教 > Project Ou	utputs for >	~	U	搜索"Project Outputs for Sin	Q
组织 • 新建文(牛夹					-	0
 助电脑 3D 対象 初频 図片 文档 	Ŷ	名称	^			修改日期	
➡ 下载	~	<					>
文件名(N):	Sine	wave					~
保存类型(T):	MS-E	xcel (*.xls, *.xlsx,	*.xlsm)				~
▲ 隐藏文件夹						保存(S) 取消	

图 3-67 BOM 表文件保存对话框

图 3-68 给出了使用图 3-66 中显示的 BOM 表文件输出设定格式得到的 BOM 表文件。

1	A	В	С	D	E	F
1	Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
2	1N4148	High Conductance	D1, D2	DO-35	Diode 1N4148	2
3	Cap	Capacitor	C1, C2, C3, C4	RAD-0.3	Сар	4
4	Header 4	Header, 4-Pin	P1	HDR1X4	Header 4	1
5	Res1	Resistor	R1, R2, R3, R4, Rf	AXIAL-0.3	Res1	5
6	RPot	Potentiometer	Rw	VR5	RPot	1
7	uA741	FET Operational An	AR1	H-08A	Op Amp	1

图 3-68 Excel 格式的 BOM 表