

第四章 层次原理图设计





层次式电路原理图是将复杂的电路分成若干个小的部分分别绘制,但是层次式原理图结构清晰,可读性更强。层次式原理图设计可被看作是逻辑方块图之间的层次结构设计,大致可以将层次式原理图分为层次式母图和层次式子图,层次式母图中电路由若干个图纸符号电气连接构成,而各个图纸符号都连接到不同的层次式子图。层次式子图就是各功能原理图,由具体的元器件电气连接构成,然后封装成图纸符号并加上图纸入口在层次式母图中显示。





绘制图纸符号及其属性设置:图纸符号代表一个实际的电路原理图,执行【放置】|【图表符】命令或是点击布线工具栏 按钮进入图纸符号绘制状态。此时光标变成十字状,点击鼠标左键确定图纸符号对角线的第一个点,然后移动鼠标拖出一个矩形的图纸符号到合适的大小后再次点击鼠标左键确认。至此一个原理图符号就设置完成了,可以继续放置原理图符号或者点击鼠标右键结束放置状态。在绘制过程中按【Tab】键或是绘制完成后双击图纸符号进入图纸符号属性设置对话框.





- 图纸符号的外观属性与前面所介绍的矩形等集合图形的设置类似,下面仅仅详细介绍【方块符合】选项卡里面的内容。
- 【设计者】标识符:图纸符号的标号与元器件的标号一样是唯一的,可以设置为对应电路原理图的文件名,便于理解。
- 【文件名】文件名:图纸符号所对应的电路原理图的文件名,这一属 性是原理图符号重要的属性,读者可以自己在后面的文本框中填入原 理图文件名,或是点击"..."按钮在弹出的引用文件选择对话框中选 择对应的原理图文件。【唯一Id】ID 号:该编号由系统自动产生,不 用修改。
- 【显示此次隐藏文本文件】显示隐藏文本:显示隐藏的文字字段。
 【锁定】锁定,锁定该原理图符号,防止误修改。
- 【锁定】锁定:锁定该原理图符号,防止误修改。

放置图纸入口及其属性设置

执行菜单栏的【放置】/【添加图纸入口】命令或是点击工具栏的 按钮进入图纸入口放置状态,此时光标会变成十字状并附带着一个图 纸入口符号,如图左图,此时图纸符号呈暗灰色显示是因为图纸入口 处于图纸符号之外,还没有进入其作用区域。当光标移至图纸符号之 内后,图纸符号会自动粘附到图纸符号的四壁,选择合适的位置,点 击鼠标左键固定图纸入口符号。





 在图纸入口的放置过程中按下【Tab】键或是双击放置好的图纸入口 进行图纸入口的属性设置,如图所示,下面对图纸入口的主要属性设 置进行详细介绍。



放置图纸入口及其属性设置

- The second secon
- 【边】:即图纸入口符号所在的位置,可以选择为【Left】靠左、【 Right】 靠右、【Top】 靠上和【Bottom】 靠下;
- 【类型】: 该选项用来设置图纸入口处在不同位置时箭头方向。
- 【种类】: Altium Designator提供了四种箭头的种类,【
 Block&Triangle】方块加三角形、【Triangle】三角形、【Arrow】箭头状、【Arrow Tail】带箭尾的箭头。
- 【命名】: 这里的名称即为图纸入口的网络名。
- 【I/O类型】: 该类型即为内层电路的信号流向,可以设置为【 Unspecified】未定义的、【Output】输出、【Input】输入以及【 Bidirectional】双向的。需注意的是该项属性的设置不当的话会影响到 原理图编译的结果。





执行【放置】/【端口】命令或是点击工具栏的 → 按钮进入电路原理 图端口放置状态,此时十字形的光标上粘附了一个端口符号,移到合 适的位置后单击鼠标左键确认端口的一个端点,然后拖动鼠标改变端 口的长度,再次单击鼠标左键就能完成端口的绘制。如图所示。



口属性设置对话框。

绘制过程中按下【Tab】键或是双击放置完成的端口,弹出如图所示的端







- 【队列】:设置端口里面文字的对齐方式,可以设置为"Center"居中、"Left"居左、"Right"居右对齐,如图4-8所示。
- 【类型】:这里的样式与图纸入口的样式一样,用来设置端口箭头的 方向。
- 【命名】:端口所连接的网络名,通常端口的名称与图纸入口的名称 一致。
- 【I/O类型】: 该类型描述了电路的信号流向,可以设置为【 Unspecified】未定义的、【Output】输出、【Input】输入以及【 Bidirectional】双向的。



端口文本的对齐方式

自上而下的电路原理图设计



1、绘制层次式电路母图

- 创建新的电路原理图工程,命名为"层次电路图.PrjPcb",并添加原理图文件"MAIN.SchDoc"用来绘制层次式母图。
- 添加单片机系统功能模块:按照前面所介绍的方法绘制一个图纸符号,命名为"OSC",并添加时钟模块输出接口"CLOCK"端口的【I/O 类型】请按照图4-9中的示例进行设置。
- 添加电源系统功能模块: 绘制一个CPU模块的图纸符号, 命名为 "CPU", 该模块添加图纸入口时钟输入"CLOCK"和连接存储器的 控制接口"RD"、"256CE"以及地址总线"A[0..14]"和数据总线 "D[0..7]"四个图纸入口。
- 添加显示系统功能模块:绘制一个存储器模块的图纸符号,命名为 "MEM",并添加与CPU连接的接口"RD"、"256CE"、 "A[0..14]"和"D[0..7]"。
- 电气连线:绘制导线连接各图纸符号相对应的端口,注意A[0..14]和
 D[0..7]之间采用总线连接。

自上而下的电路原理图设计



- 1、绘制层次式电路母图
- 绘制好的层次式电路母图







由图纸符号生成原理图:执行主菜单【设计】/【产生图纸】命令,光标变成十字状,将光标移至名称为"OSC"的图纸符号上点击确认,系统会自动建立一个"OSC.SchDoc"的原理图文件,并且会生成与图纸入口相对应的端口,如图所示。再分别创建"CPU"和"MEM"的

原理图。

rojects	▼ Ø :	A Home	MAIN.S	chDoc *	OSC.Sch	Doc *					1~	: > }m	N 1840 🔶	~ ⊅ ∎	a 4 ‡	} •> 💷
Workspace1.DsnWrk	▼ 工作台															-
层次原理图.PrjPcb	工程		1				2			3				4		
●文件视图 ○ 构在编辑器	• 🕑															
E a ping A (ker geta PPreb E la Soure Douments in MAN SonDec* in CSC SonDec*	•										Tee Em At	Nette			True	
											A4 Date:	2016/10/12 CRC 5/6/Dec		Sheet o	<u> </u>	_





绘制显示电路子图:根据上一章接讲述的绘制原理图的方法把时钟部分"OSC"原理图绘制出来,并调整端口的位置,使原理图布局合理,如图所示:





 绘制其他部分的层次式电路子图:单片机系统部分CPU、存储器部分 MEM的层次式子图可参考下图。





CPU部分的层次式电路子图





 编译层次式电路原理图:执行【Projects】菜单的【Compile PCB Project层次原理图.PrjPcb】编译工程,编译成功后【Projects】面板 中的文件会以层次式结构显示。

Projects	▼ ×
Workspace1.DsnWrk	工作台
层次原理图.PrjPcb	工程
●文件视图 ○构在编辑器	•اف
□ 📦 层次原理图. PrjPcb	
Source Documents	
🗆 🖃 MAIN.SchDoc	B
OSC.SchDoc	
CPU.SchDoc	Ē
MEM.SchDoc	Ē

自下而上的电路原理图设计



- 下面我们采用自下而上的方法重新设计单片机系统。
- 新建一个工程文件,命名为"层次原理图.PrjPCB"并保存。
- 将上例所绘制的层次式原理图各子图复制到与"层次原理图.PrjPCB" 工程相同的文件夹,并添加到工程中。
- 新建一个层次式电路图母图,不用添加其他元件和图纸符号,命名为 "MAIN.SchDoc"并保存。
- 在电路图母图中,执行主菜单【设计】/【HDL文件或图纸生成图表符】命令,弹出图4-15所示的引用文档选择对话框,对话框中列出了工程中所有可以用来创建子图的电路原理图,选中"CPU.SchDoc"文档确认。
- 此时光标变成十字状并粘附一个图纸符号,图纸符号的图纸入口是与 原理图中的端口是相对应的,移至合适的位置后点击鼠标确认,并修 改图纸入口的位置和图纸符号的大小。





RD 256CE A[0..14]

				⇒ C > D	LOCK [07]
lace		×			
Δ.	文件路径				
	C:\E DISK\PCB\层次原理图\ C:\E DISK\PCB\层次原理图\ C:\E DISK\PCB\层次原理图\			U_CF	CPU U.Sch

取消

Choose Document to F

Schematic Documen
 CPU.SchDoc
 MEM.SchDoc
 OSC.SchDoc

文件名



U_CPU CPU.SchDoc





- 给其他的功能电路模块创建图纸符号,并电气连线,终绘制好的层次 式电路母图与4-9一样。
- 编译工程,编译后工程面板中的原理图文件由原先的并列显示变为层 次式显示状态,如图4-53。









在层次式原理图母图中执行【工具】/【上/下层次】命令或是点击工具栏的
按钮进入层次间查找状态,此时光标会变成十字状,在需要查看的图纸符号上点击鼠标左键,则系统会自动打开相应的电路原理图,如图4-20与 4-21所示,打开的电路原理子图将铺满显示编辑区。使用【上/下层次】命令还可以追踪原理图中信号的走向。例如要追踪显示功能模块中A[0..14]总线信号的走向,则选取【上/下层次】命令后将光标移至CPU模块的A[0..14]图纸入口上单击,系统会弹出图4-22 所示的原理子图,此时A[0..14]离红入口上单击,系统会弹出图4-22 所示的原理子图,此时A[0..14]端口是呈放大高亮显示的。再次点击A[0..14]端口则界面会回到层次式母图中,并将CPU模块的A[0..14] 图纸入口高亮显示。顺着层次式母图中A[0..14]的母线连接读者可以继续进入MEM模块中查看信号的走向,非常方便。



层次原理图之间的切换



在层次式母图中选取需要查看的图纸符号





系统自动转入相应的层次式子图

子图中的对应端口高亮显示

多通道原理图设计



- 所谓多通道设计,是指对于多个完全相同的模块,不必进行重复设计,只要绘制一个子图符号(图纸符号)和子电路(底层电路)直接设置模块的重复引用次数即可,系统在进行项目编译时会自动创建正确的网络表。
- 下面以波峰检测电路为例介绍多通道原理图设计的子电路图 TD.SCHDOC,如图4-60。被子电路总图波峰检测电路.SCHDOC调用 16次。



多通道原理图设计



- (1)新建工程文件,新建原理图,创建用于多通道设计的子电路
 TD.SCHDOC和用于调用该子图的总电路波峰检测电路.SCHDOC。
- (2)在总电路文件波峰检测电路.SCHDOC下执行菜单【设计】/【
 HDL文件或图纸生成图标符】,屏幕弹出图4-61所示的选择文档对话框,用于设置生产子图符号的电路,图中选择TD.SCHDOC,单击"确定"按钮,系统处于放置子图符号状态,光标上粘附着一个子图符号,如图4-62所示。

Choose Document to Place			×
文件名 口 💭 Schematic Decuments	/ 文件路径		
TD.SchDoc	C:\E DISK\PCB\多通道原理图\		
		确定取	消

选择文档对话框





 (3)在子图符号处于放置状态时,按键盘【Tab】键,打开图4-63所示的【方块符号】属性对话框,设置【设计者】框中内容为 "Repeat(U_TD,1,8)",其中"Repeat"为重复引用命令,"U_TD" 为子图符号的名称,"1"表示开始引用的序号,'16'表示最后引用的序号,从中可以看出子图TD.SCHDOC共引用16次。



多通道原理图设计



- (4)设置完毕后,将光标移动到合适位置,放置子图符号,放置好后单击鼠标右键退出放置状态,放置好后的图纸如图4-64所示,系统将自动将子图符号的I/O接口名称由"P"修改为"Repeat(P)"还有"K"修改为"Repeat(K)"。若未修改过来,可自行编辑子图符号属性修改端口名称。
- (5)根据电气属性在总图中将电路与子图符号连接好,完成总图设计,连接好的总图如图4-65所示。最后保存所有电路。



连接好的总图

多通道原理图设计



- (6)执行菜单【工程】/【Compile PCB Project多通道层次原理图
 .PrjPcb】进行项目编译。
- (7)执行菜单【报告】/【Report Project Hierarchy】,系统将生成该 层次电路关系文件多通道层次原理图.REP。
- 7)打开工作区,可以找到该文件,打开该文件后,从该文件中可以清晰地看到原理图的层次关系,如图4-66所示,从图中可以看出 "TD.SchDoc"文件被引用了16次。

SAltium Designer 6.9 - C:\E DISK\PCB	\多通道原理图\Project	Outputs for 多通道	层次原理图\多通道层次原理	图.REP - 多通道层次原理图	.PrjPcb. Licensed to	ALTIUM —		
DXP(X)(X) 文件(F)(E) 编辑(E)(E)	察看(V) (⊻) 工程	(C) 工具(T) (I) 間	窗口(W)(W) 帮助(H)(H)		C:\E DISK\PCB	≤通道原理图\Pro	- 0 - 0	- 👘
🗅 💕 🛃 🎒 🔍 🗶 🔺 🛝 🛝	(1) で () 律 :	= 📑 🔛 🐎 🖻	E					
Projects	🔻 🖉 🗙 🕜 Hama 🗌		Deel 🗖 TD SebDeel 🗎 🛷	潘诺尼次度珊瑚 იიი				-#
	- nome	■ 波峰極测电路.Scr		·通迴层次原理团.REP				颤
Workspace1.DsnWrk 💌 工1	作台							25
多通道层次原理图.PrjPcb 工	L程 Des	ign Hierarchy R 2016/10/13	eport for 多通道层次原	理图.PrjPcb				冊
●文件视图 ○ 构在编辑器		22:37:53						
□ 🗐 多通道层次原理图 PrjPcb *								
Source Documents	波 波	牽检测电路	SCH	(波峰检测电路.SchDo	c)			
🗆 🗔 波峰检测电路 .SchDoc 🛛		U_TD1	SCH	(TD.SchDoc)				
TD.SchDoc		U_TD2	SCH	(TD.SchDoc)				
E Generated		U_1D3	SCH	(ID.SChDoc)				
Text Documents		U_ID4	SCR	(ID.SchDoc)				
目 多通道层次原理图.REP		U_TD6	SCH	(TD.SchDoc)				
		U TD7	SCH	(TD.SchDoc)				
		U TD8	SCH	(TD.SchDoc)				
		U TD9	SCH	(TD.SchDoc)				
		U TD10	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD11	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD12	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD13	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD14	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD15	SCH	(TD.SchDoc)				
		U_TD16	SCH	(TD.SchDoc)				
	<						>	
						掩服	真级别 清除	
1:1		Insert		<u>S</u> ystem <u>D</u> e	esign Compiler Help	Instruments O	penBus调色板	>>

多通道原理图设计



- 8)执行菜单【窗口】/【水平排列】,系统自动将打开的工作窗口水 平排列,如图4-67所示,此时可以同时观察多个图纸。
- 9)单击主工具栏上按钮 ,将光标移至需要切换的子图符号上, 单击鼠标左键,即可将上层电路切换至下层的子图;若是从下层电路 切换至上层电路,则是将光标移至下层电路的I/O端口上,单击鼠标左 键进行切换,此时可以检查电路是否正确。



思考与练习



1、绘制如图4-68、4-69、4-70所示的层次原理图电路。



图4-68 总图



图4-69 LED电路子图

图4-70 控制电路子图

R5

1K

P27

Q2 9013

LS1

Q1 9014





2、绘制如图4-71、4-72、4-73所示的多通道层次原理图电路。



图4-71 总图

