



# PCB设计及应用

主讲人:







# 任务3.5 单片机开发板 电路原理图设计







**2** 能力目标

3 相关知识

4 任务实施

5 解惑启智

6 思考与练习















任务目标







04

完成自上而下和自下而上的层次原理图绘制











PART 2

能力目标

 知识能力:掌握Altium Designer原理图层 次原理图的设计方法和技巧。
 技能能力:掌握查看层次原理图的方法。
 素质能力:培养学生分析问题、解决问题的 能力,培养学生的工程意识;培养学生任务分 解的能力。













#### 3.5.1 层次原理图的基本结构和组成

由项层原理图和子原理图共同组成,就是所谓的层次化结构。



图3-77 两层结构原理图的基本结构

#### 3.5.1 层次原理图的基本结构和组成

#### 1. 顶层原理图

顶层原理图相当于整机电路图中的框图,一个方块图相当于一个模块。图中的每一个模块都对应 着一个具体的子电路图。与框图不同的是,顶层原理图中的连接更具体。各方块图之间的每一个 连接都要在主电路图中表示出来。需要注意的是,与原理图相同,方块图之间的连接也要用具有 电气性能的导线和总线。

#### 2. 子原理图

一般地子电路图都是一些具体的电路原理图。子电路图与主电路图的连接是通过方块图中的端口 实现的,如图3-79和图3-80所示。在图3-79所示的方块图中,只有一个端口CPUCLK。在图3-80 所示的子电路图中也只有一个端口,这个端口就是CPUCLK。所以方块图中的端口与子电路图中的端口是一一对应的。



#### 3.5.1 层次原理图的基本结构和组成



图3-79 顶层原理图中的一个方块图



图3-80 图3-79所示方块图对应的子电路图



#### 3.5.2 原理图符号的放置及属性

#### 1. 原理图符号的放置

顶层原理图中的方块图是使用原理图符号放置的。放置方法:选择菜单栏中的"Place|Sheet Symbol"(放置|原理图符号)命令,或者单击连线工具栏中的放置原理图符号按钮。。

#### 2. 原理图符号的属性

在放置状态下按Tab键,将会弹出"Sheet Symbol"属性设置对话框,默认显示"General"选项卡,可以对方块图属性进行设置。 1) Designator: 方块图命名,此处设置举例更改为"ISP-circuit"。 2) File Name: 此即模块电路原理图的文件名,此处设置举例 更改为"ISP-circuit"。

#### 3. Parameters选项

在"Sheet Symbol"属性设置对话框中选择"Parameters"选项卡,在其中可执行添加、删除和编辑原理图符号等有关参数的操作。

视频演示二维码



#### 3.5.3 符号连接端口的放置及属性

#### 1. 符号连接端口的放置

电路端口是原理图符号代表的子原理图之间所传输的信号在电气上的连接通道,应放置在原理图符号边缘的内侧。放置符号连接端口的方法:选择菜单栏中的"Place|Sheet Entry"(放置|添加符号连接端口)命令,或者单击连线工具栏中的放置符号连接端口按钮■。

#### 2. 原理图符号的属性

在顶层原理图中,每一个原理图符号上的所有电路端口都应该与其所代表的子原理图上的一个电路输入、输出端口相对应,包括端口名称及接口形式等。因此,需要对电路端口的属性加以设置。选择菜单栏中"Place|Port"(放置|端口)或者图标命令➡,放置方块图的端口。在放置状态下按"Tab"键,可以对端口属性进行设置。电路端口属性的主要参数的作用如下。

1) Name: 端口的名称。

2) I/O Type: I/O类型,共有Unspecified(不指定)、Output(输出)、Input(输入)、Bidirectional(双向)4种。

#### 3.5.4 层次原理图的查看

#### 1. 从顶层电路图查看子电路图

操作方法:打开顶层电路文件。右键工具栏选择"Schematic Standard"单击主工具栏上的 ■ 图标,或选择菜单栏中的 "Tools|Up/Down Hierarchy" (工具|切换上一层/下一层)命令,鼠标指针变成"十"字形。在准备查看的方块图上单击,则系 统立即切换到该顶层电路图对应的子电路图上。

#### 2. 从子原理图查看顶层电路图

操作方法:打开子原理图文件。右键工具栏选择"Schematic St andard"单击主工具栏上的 ■图标,或选择菜单栏中的"Tools|U p/Down Hierarchy"命令,鼠标指针变成"十"字形。在子原理图 的端口上单击,则系统立即切换到顶层电路图,该子电路图所 对应的方块图位于编辑窗口中央,且单击过的端口处于聚焦状 态。

### 视频演示二维码



#### 3.5.5 层次原理图的设计方法

#### 1. 自上而下的层次原理图设计

自上而下的层次原理图设计方法:先绘制主电路图,绘制好 主电路图后,在主电路图中选择菜单栏中的"Design|Create Sheet From Sheet Symbol"(设计|从原理图符号创建子原理 图)命令,鼠标指针变成"十"字形。移动鼠标指针到将要进行 创建的子原理图对应的原理图符号方框上单击,系统自动生 成一个与原理图符号方框同名的新的原理图文件,而且该子 电路图中包含方块电路中的所有端口,无须自己再单独放置 端口,在该新生成的子电路图中绘制相应原理图即可。





#### 3.5.5 层次原理图的设计方法

#### 2. 自下而上的层次原理图设计

自下而上的层次原理图设计方法:先绘制各子电路图,再在 主电路图中产生相应的原理图符号方框。分别建立各子电路 文件,绘制好各子电路图后,建立一个顶层原理图设计文件 ,在主原理图设计界面,选择菜单栏中的"Design|Create Symbol From Sheet"(设计|从子原理图创建原理图符号)命 令,弹出一个对话框,如图3-81所示。选择要创建原理图符 号方框的子原理图文件,单击,系统自动生成一个与子原理 图同名的新原理图符号方框,而且该原理图符号方框中包含 方块电路中的所有端口,无须自己再单独放置端口。







PCB设计及应用

#### 图3-81 "Choose Document to Place"对话框



#### 3.5.6 元器件报表

#### 1. 元器件报表的选项设置

打开项目原理图文件,选择菜单栏中的"Reports|Bill of Materials"(报表|元器件清单)命令,系统弹出 BOM表参数设置对话框。在该对话框中,可以对要创建的元器件报表的选项进行设置。 1)Columns:包含元件的所有参数项,需要进行导出的都予以选择,一般建议选择"Comment"(元件 值)、"Description"(描述)、"Designator"(位号)、"Footprint"(封装)等。 2)Drag a column to group, 分组列,让元件可以按照特定的方式分类,如果想把封装为0805R

2) Drag a column to group: 分组列,让元件可以按照特定的方式分类。如果想把封装为0805R、 Comment值为5.7K的电阻分到一组里面,那么就可以把"Comment"、"Footprint"和"LibRef"参数从下面的"Columns"拖动到上面的"Drag a column to group"中。

3) File Format:用于为元器件报表设置文件输出格式。单击右侧的下拉按钮,可以选择不同的文件输出格式,如CVS格式、Excel格式、PDF格式、HTML格式、文本格式、XML格式等。

- 4) Add to Project: "添加到项目"复选框,若选中,则系统在创建元器件报表之后会将报表直接添加到项目。
- 5) Open Exported: "打开输出报表"复选框,若选中,则系统创建元器件报表以后,会自动以相应的格式打开。



#### 3.5.6 元器件报表

1. 元器件报表的选项设置

6) Template: 导出模板选择,可以选择"none"进行直接输出,或者使用Altium Designer提供的模板来生成BOM表。必要时可以用Excel打开一个模板看一下,BOM表模板为安装目录下面的"Templates"文件夹(如C: \Users\Public\Documents\Altium\AD22\Templates)下后缀为.XLT的文件。

7) Export: 导出按钮,单击该按钮,可以将元器件报表保存到指定的 文件夹中。

2. 元器件报表的创建

1)单击BOM表参数设置对话框中"Preview"按钮, 系统将自动打开元器件报表文件。

2)单击右下角的"Export"按钮就可以生成所需要的BOM表了,一般文件保存在工程目录下,或工程目录下的"Documents"目录下,找到它打开就可以了。

3)在BOM表参数设置对话框中,单击右下角的 按钮,选择系统自带的元器件报表模板文件BOM Template Dual Supplier.xlt。

### 视频演示二维码













#### 1.新建工程及图纸

- 1) 启动Altium Designer软件。
- 2)在Altium Designer主界面的菜单栏中选择"File|New|Project|PCB Project"命令,建立一个工程文件。
- 3)选择"File|Save Project As"命令将新建的工程文件保存于"项目3"文件夹下的"任务3.5"中,并命名为"单片机开发板电路"。在"Projects"面板中,项目文件名变为"单片机开发板电路.PrjPcb"。该项目中没有任何内容,可以根据设计的需要添加各种设计文档。
- 4)选择"File|New|Schematic"命令,在该项目文件中新建一个电路原理图文件,系统默认文件名为 "Sheet1.SchDoc",选择"File|Save Project As"命令,将新建的原理图文件保存于"项目3"文件夹下的"任 务3.5"中,并命名为"单片机开发板电路"。

#### 2.设置图纸参数和环境参数

图纸参数和环境参数均采用系统默认设置。

#### 3.添加元器件库

创建原理图文件后,系统已默认为该文件加载了一个集成元器件库"Miscellaneous Devices.Lib"。将自行设计的"单片机开发板电路.SchLib"文件添加到项目中。



#### 4.自上而下设计层次原理图 (1)绘制层次原理图的顶层电路图

roperties			• +
Sheet Symbol Com	ponents (and 1	1 more)	T
Q Search			
General Paramete	rs		
Properties			
Designator	U_主控电路		0
File Name	File Name		0
Bus Text Style	Full		•
	Не	eight	
Line Style	Smallest		
Fill Color			
4 Source			
Local	Device	Manag	ged
File Name	File Name		•••
Sheet Entries			
Name	PortIO		



图3-82 "Sheet Symbol" 界面

图3-83 设置文字标注



#### 图3-84 完成文字标注和子图文件名设置的层次原理图的顶层电路图 PCB设计及应用



### 4.自上而下设计层次原理图

#### (1) 绘制层次原理图的顶层电路图



图3-85 "Sheet Entry"界面

图3-86 完成端口放置的层次原理图的顶层电路图

图3-87 完成连线后的层次原理图的顶层电路图 PCB设计及应用



#### 4.自上而下设计层次原理图

#### (2) 绘制层次原理图的子电路图

 主控电路模块设计。在顶层电路图工作界面中,选择菜单栏中的"Design|Create Sheet From Sheet Symbol"(设计|从原理图符号中创建子原理图)命令,此时鼠标指针变为"十"字形状。将鼠标指针移至 原理图符号"主控电路"内部,单击,系统自动生成文件名为"主控电路.SchDoc"的原理图文件,且原理 图中已经布置好了与原理图符号相对应的I/O端口。在该图纸界面,按照图3-69所示,绘制该图。
 LCD12864显示电路模块设计。按快捷键D|R,此时鼠标指针变为"十"字形状。将鼠标指针移至原理 图符号"LCD12864显示电路"内部单击,系统自动生成文件名为"LCD12864显示电路.SchDoc"的原理图 文件,且原理图中已经布置好了与原理图符号相对应的I/O端口,在该图纸界面,按照图3-70所示,绘 制该图。

3) 其他电路模块设计。按照类似步骤2) 绘制其他电路模块。





#### 5.自下而上下设计层次原理图

#### (1) 绘制层次原理图的各个子电路图

自下而上的层次原理图设计方法是利用子原理图产生顶层电路原理图,因此首先需要绘制好子原理图。新建各个原理图设计文件,在新建项目文件中,绘制好本电路中的各个子原理图,并且将各子原理图之间的连接用I/O端口绘制出来。

(2) 绘制层次原理图的各个子电路图

	Choose Document to Place	
Document Name	Document Path	
Schematic Documents		
■ ISP下载接口电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
ICD12864显示电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
□ 主控电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
III 双复位电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
➡ 外设IO端口电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
₩ 数码管显示电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
□ 晶振时钟电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
□ 独立按键电路.SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	
🔜 电源电路 SchDoc	C:\Users\30765\Desktop\任务4.5单片机开发板电路PCB设计\	



图3-88 "Choose Document to Place"对话框

图3-89 生成随鼠标指针移动的子原理图符号





#### 6.层次原理图间的切换

#### (1) 从顶层原理图切换到原理图符号对应的子图

#### 

ojects	▼ 平 × 🖬 单片机开发板.SchI
E 🗿 🗭 🐚 🐡	
▲ ■ 单片机开发板.PriPC	R* D
<ul> <li>Source Docum</li> <li>算 单片机开发t</li> <li>单片机开发t</li> <li>单片机开发t</li> <li>单片机开发t</li> <li>和ctiveBOM</li> <li>ISP下载按口</li> <li>LCD128645</li> <li>主控电路.Sct</li> <li>双复位电路.</li> <li>外设10端口</li> <li>数码管显示F</li> <li>晶振时中电器</li> <li>强 独立校错电器</li> </ul>	Validate P <u>C</u> B Project 单片机开发板.PrjPCB Add New to Project Add New to Project Add Existing to Project Save Rename Close Project Documents Close Project Explore Variants
e源电路.Sch	History & Version Control
A Annotation I 😵	Project Packager
FLAG51-1	Project Releaser
► FLAG51-1	Share
中方机开2	Project Options

Class	Document	Source	Message	Time	Date	1
	Wi单片机开发板.Sch	Compiler	Net EA has no driving s	23:13	2022	•
	W:单片机开发板.Sch	Compiler	Net RST has no driving	23:13	2022	2
	W. 单片机开发板.Sch	Compiler	Net X1 has no driving s	23:13	2022	-
	Inf 单片机开发板.PrjF	Compiler	Compile successful, no	23:13	2022	4
Details	5					

### PCB设计及应用

#### 图3-90 编译原理图

#### 图3-91 编译后的 "Messages" 面板



#### 6.层次原理图间的切换

(2) 从子原理图切换到顶层原理图

编译项目后,选择菜单栏中的"Tools|Up/Down Hierarchy"命令,右键工具栏选择"Schematic Standard" 单击原理图标准工具栏中的 按钮,或在"Navigator"面板中选择相应的顶层原理图文件,执行从子原理 图到顶层原理图切换的命令。接着选择菜单栏中的"Tools|Up/Down Hierarchy"命令,鼠标指针变成"十" 字形,移动鼠标指针到子图中任一I/O端口上单击,系统自动完成切换。 7.元器件清单

- 1)在该项目任意一张原理图中,选择菜单栏中的"Reports|Bill of Materials"命令,系统将弹出对话框来显示元器件清单列表。
- 2) 单击"Preview"按钮,系统将自动打开元器件报表文件。
- 3) 单击"Export"按钮,系统弹出保存元器件清单对话框。选择保存文件位置,输入文件名,完成保存。





























- 1. 本任务设计时要注意哪些事项?
- 2. 本任务设计中子图的设计文件是如何建立的?
- 3. 如何实现层次原理图的上下切换?
- 4. 如何对设计好的原理图进行元器件报表? 层次原理图中的单个图纸元器件是如何产生报表的?
- 5. 你认为完成本任务需要注意哪些事项?
- 6. 按照本任务的学习内容,试将图3-68所示电路原理图绘制成层次原理图。



# THANK YOU