

第

11

章

A/D 转换电路图设计综合实例

本章将介绍一个简单的A/D转换电路图的完整设计过程，帮助读者建立对SCH和PCB较为系统的认识。希望读者可以在实战中消化理解本书前面章节所讲述的知识点，最终应用到自己的硬件电路设计工作之中。

学

习

要

点

- 电路板设计流程
- 原理图绘制
- 元件属性清单生成
- 编译项目及查错

11.1 电路板设计流程

在进行具体操作之前，再重点强调一下设计流程，希望读者可以严格遵守，从而达到事半功倍的效果。

11.1.1 电路板设计的一般步骤

(1) 设计电路原理图，即利用 Altium Designer 13 的原理图设计系统 (Advanced Schematic) 绘制一张电路原理图。

(2) 生成网络表。网络表是电路原理图设计与印制电路板设计之间的一座桥梁。网络表可以从电路原理图中获得，也可以从印制电路板中提取。

(3) 设计印制电路板。在这个过程中，要借助 Altium Designer 13 提供的强大功能完成电路板的版面设计和高难度的布线工作。

11.1.2 电路原理图设计的一般步骤

电路原理图是整个电路设计的基础，它决定了后续工作是否能够顺利进展。一般电路原理图的设计包括以下几个部分：

- (1) 设计电路图图纸大小及其版面。
- (2) 在图纸上放置需要设计的元器件。
- (3) 对所放置的元件进行布局布线。
- (4) 对布局布线后的元器件进行调整。
- (5) 保存文档并打印输出。

11.1.3 印制电路板设计的一般步骤

(1) 规划电路板。在绘制印制电路板之前，用户要对电路板有一个初步的规划，这是一项极其重要的工作，目的是为了确定电路板设计的框架。

(2) 设置电路板参数。包括元器件的布置参数、层参数和布线参数等。一般来说，这些参数用其默认值即可，有些参数在设置过一次后，几乎无需修改。

(3) 导入网络表及元器件封装。网络表是电路板自动布线的灵魂，也是电路原理图设计系统与印制电路板设计系统的接口。只有装入网络表之后，才可能完成电路板的自动布线。

(4) 元件布局。规划好电路板并装入网络表之后，用户可以让程序自动装入元器件，并自动将它们布置在电路板边框内。Altium Designer 13 也支持手工布局，只有合理布局元器件，才能进行下一步的布线工作。

(5) 自动布线。Altium Designer 13 采用的是世界上最先进的无网络、基于形状的对角自动布线技术。只要相关参数设置得当，且具有合理的元器件布局，自动布线的成功率几乎是 100%。

(6) 手工调整。自动布线结束后, 往往存在不令人满意的地方, 这时就需要进行手工调整。

(7) 保存及输出文件。完成电路板的布线后, 需要保存电路线路图文件, 然后利用各种图形输出设备, 如打印机或绘图仪等, 输出电路板的布线图。

11.2 A/D 转换电路图设计实例

A/D 转化器是一种把模拟信号转换成数字信号的数据转换接口, 其常用的转换方法有逐次逼近式和双斜率积分式两种。本章介绍了如何设计一个 A/D 转换电路, 涉及到的知识点有原理图元件的制作、封装形式选择等。绘制完原理图后, 要对原理图编译以对原理图进行查错、修改等。

11.2.1 设计准备

01 设计说明。视频信号需要进行数字处理, 在电路设计时一般采用 8 位分辨率、频率为 20MHz 左右的 HI1175 模拟转换器, 如图 11-1 所示。

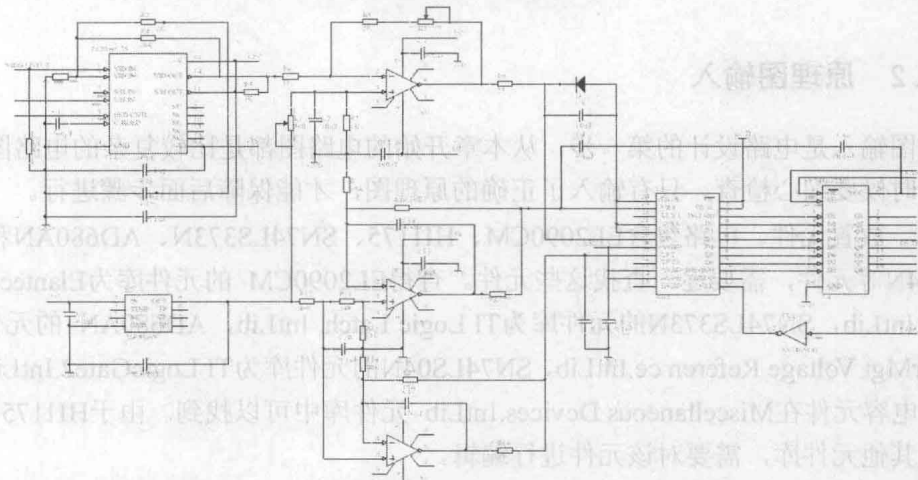


图 11-1 A/D 转换电路原理图

该电路为视频用 20MHz 8 位 A/D 转换电路, 复位信号输入到箝位放大器 U1, 用以除掉同步脉冲。放大器 A1 使箝位信号处在 A/D 转换器的输入范围之内, 并进行放大驱动。A/D 转换器的输入电压范围为 0.6 ~ 2.6 V, 使数字信号经总线驱动缓冲器 U4 输出。

02 创建工程文件。

① 单击“文件”\“New (新建)”\“Project (工程)”\“PCB 工程”命令, 新建一个工程文件。

② 选择“文件”\“保存工程为”菜单命令将新建的工程文件保存到随书光盘“yuanwenjian\ch_11\11.3”目录文件夹下, 并命名它为“AD.PrjPcb”。

③ 单击“文件”\“New (新建)”\“原理图”命令, 新建一个原理图文件。

④ 单击“文件”\“保存为”命令将新建的原理图文件保存到目录文件夹下, 并命名

它为“AD.SchDoc”。创建的工程文件结构如图 11-2 所示。

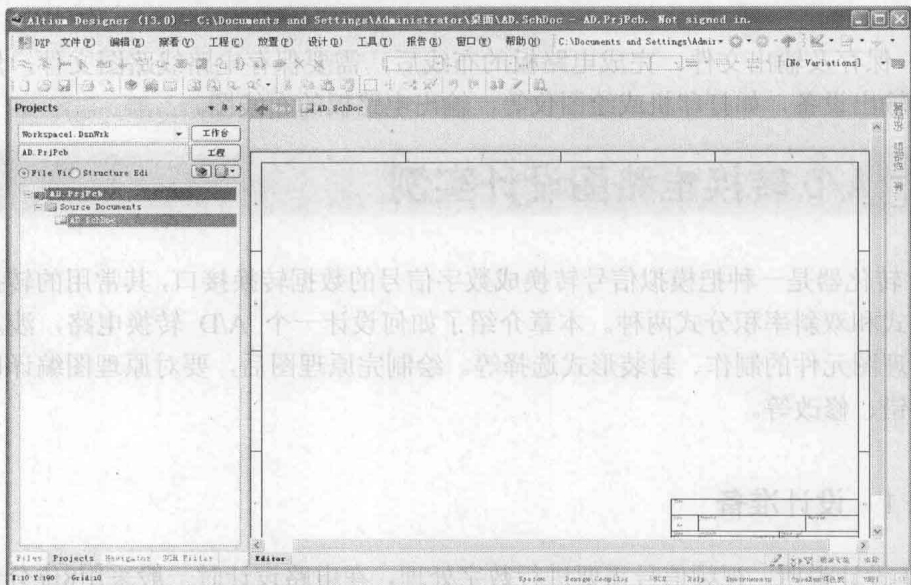


图 11-2 创建工程文件

11.2.2 原理图输入

原理图输入是电路设计的第一步，从本章开始的电路图都是比较复杂的电路图，读者在输入的时候要细心检查。只有输入了正确的原理图，才能保障后面步骤进行。

01 放置元件。电路包含EL2090CM、HI1175、SN74LS373N、AD680AN和SN74LS04N等元件，需要逐一查找这些元件。查得EL2090CM 的元件库为Elantec Video Amplifier.IntLib，SN74LS373N的元件库为TI Logic Latch. IntLib，AD680AN 的元件库为AD PowerMgt Voltage Referen ce.IntLib，SN74LS04N的元件库为TI LogicGate2.IntLib，其他的电阻、电容元件在Miscellaneous Devices.IntLib 元件库中可以找到。由于HI1175 在系统中找不到其他元件库，需要对该元件进行编辑。

①单击“文件”\“新建”\“库”\“原理图库”命令，新建库文件。单击“文件”\“保存为”命令，保存新建库文件到目录文件夹下，并命名它为“AD.SchLib”。

②打开库文件“AD.SchLib”，进入原理图元件库编辑界面。原理图元件库编辑界面与原理图编辑界面有很大不同，如图 11-3 所示。

③在原理图元件库编辑界面上单击右键，如图 11-4 所示选择“工具”\“器件属性”。打开 Library Component Properties（元件库属性） 面板，将 Comment（元件） 和 Symbol Component（元件符号） 文本框设置为 HI1175，如图 11-5 所示。

设置好元件属性后，开始编辑元件。首先绘制元件体，然后添加管脚，最后添加元件封装。编辑好的元件如图 11-6 所示。添加元件封装如图 11-7 所示。

④将编辑好的元件放入原理图中。放置元件后的原理图如图 11-8 所示。

02 手工布局。放置元件后进行手工布局，将全部元器件合理的布置到原理图上，如图11-9所示。



图 11-3 原理图元件库编辑界面

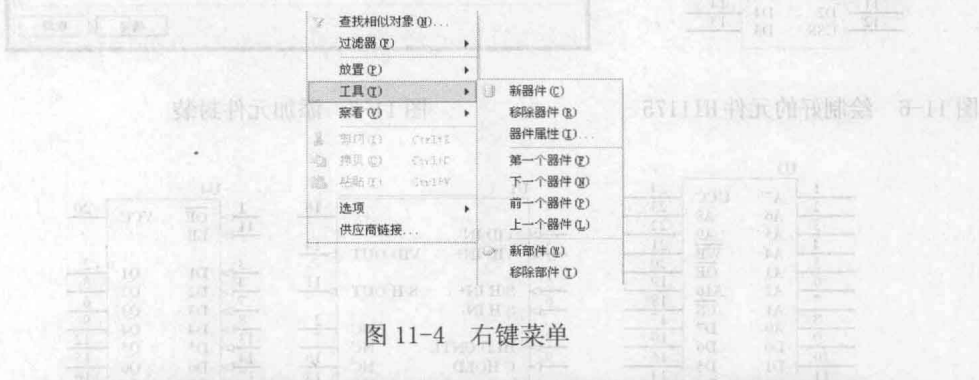


图 11-4 右键菜单



图 11-5 设置元件属性

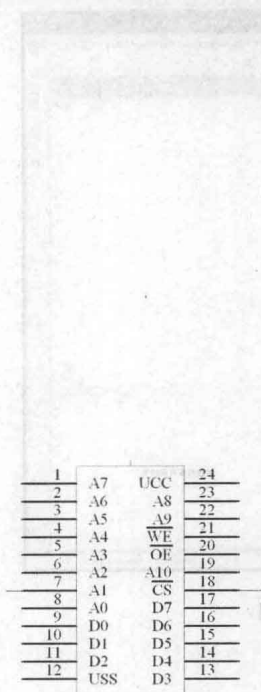


图 11-6 绘制好的元件 HI1175

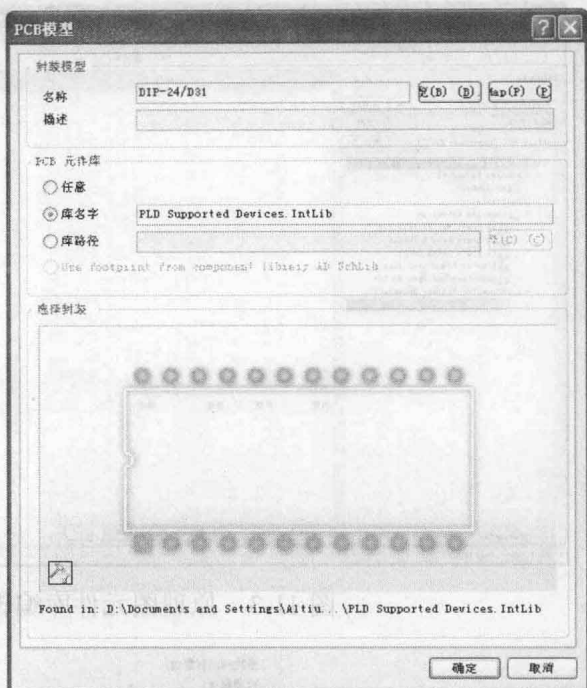


图 11-7 添加元件封装

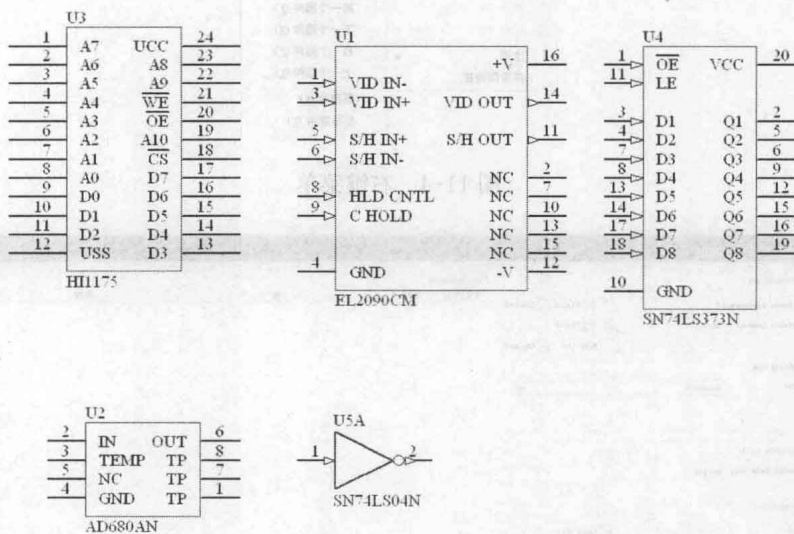



图 11-8 放置主要元件后的原理图

03 连接线路。由于电路比较大，可采用分部连接方法。单击“放置线”按钮, 完成连线。各部分连线如下：

- ❶ 去除同步脉冲放大电路如图 11-10 所示。
- ❷ A1 放大器电路如图 11-11 所示。
- ❸ A2 放大电路如图 11-12 所示。A3 放大电路如图 11-13 所示。

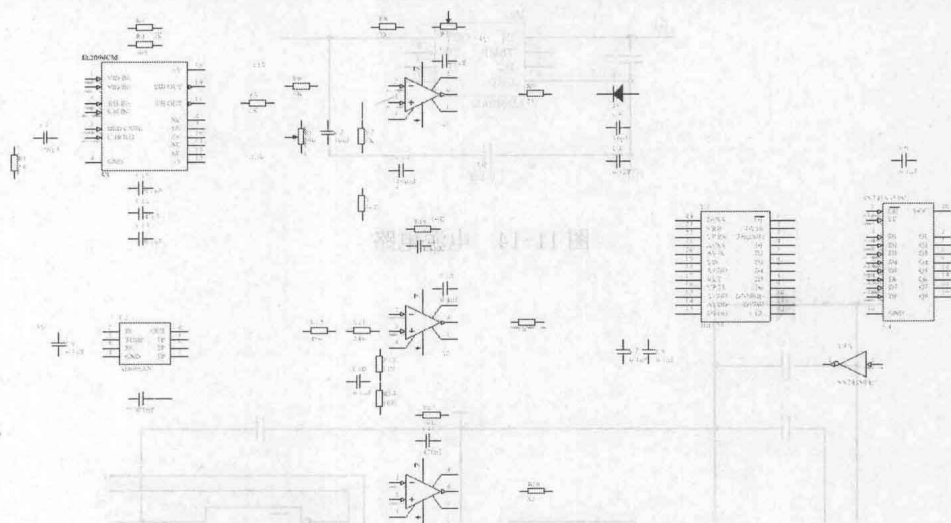


图 11-9 手工布局后的原理图

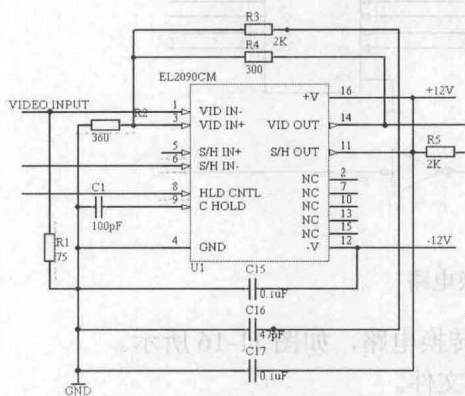


图 11-10 去除同步脉冲放大电路

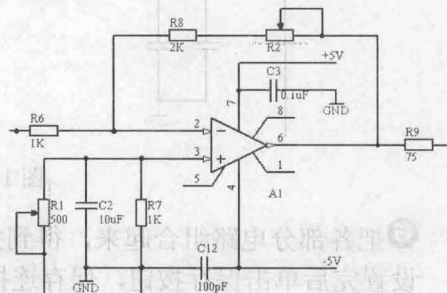


图 11-11 A1 放大器电路

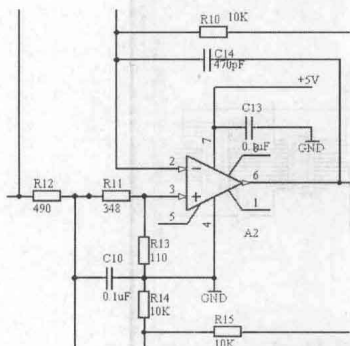


图 11-12 A2 放大电路

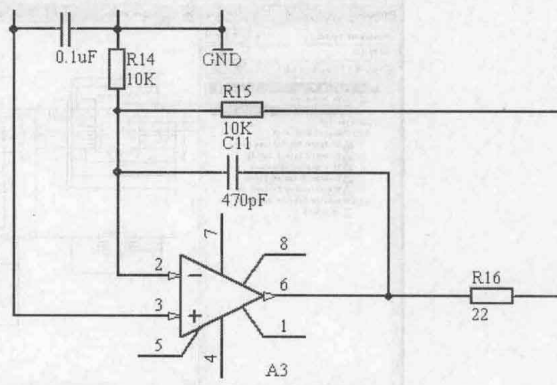


图 11-13 A3 放大电路

④ 电源电路如图 11-14 所示。

⑤ A/D 转换电路如图 11-15 所示。

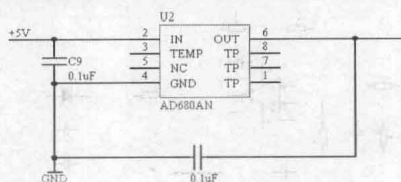


图 11-14 电源电路

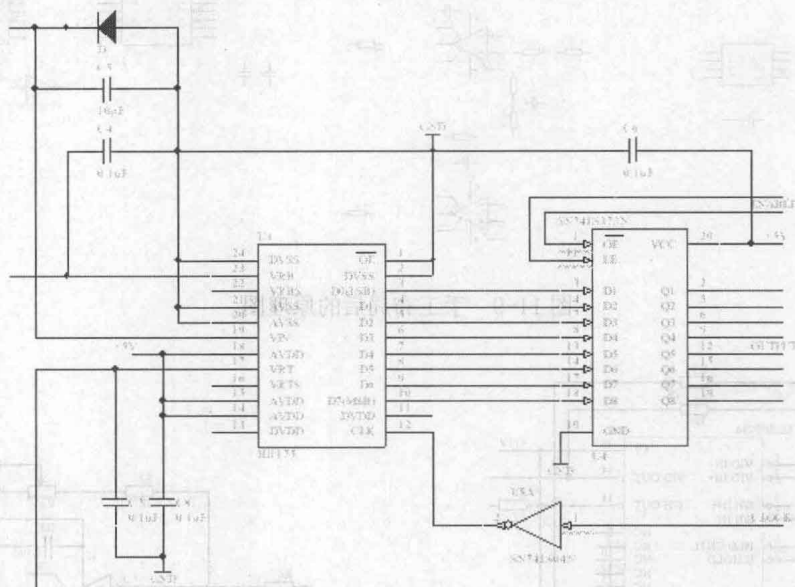


图 11-15 A/D 转换电路

⑥把各部分电路组合起来，得到完整的 A/D 转换电路，如图 11-16 所示。设置完后单击保存按钮，保存连接好的原理图文件。

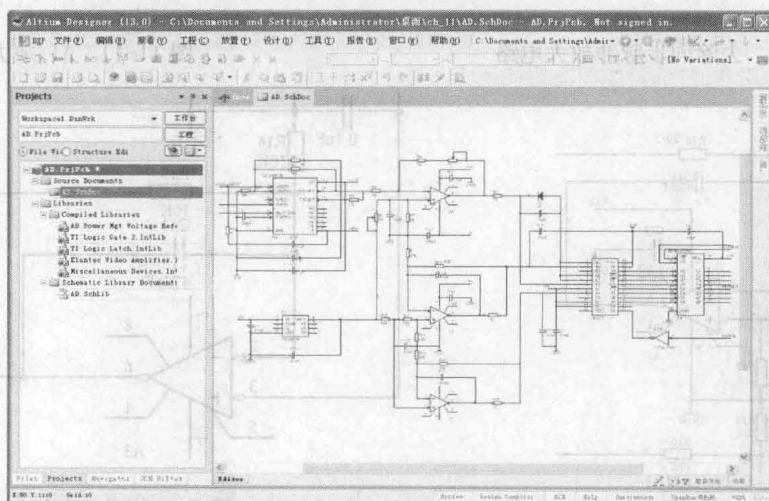


图 11-16 连接好的 A/D 原理图

11.2.3 元件属性清单

元件属性清单包括元件的编号、注释和封装形式等,本例电路图的元件属性清单如图 11-17 所示。单击“报告”\“Bill of Materials (元件清单)”菜单命令,在弹出的对话框中选择左下角的“输出”按钮,可以得到 Excel 格式的元件清单。

	A	B	C	D	E	F
	Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
1						
2		PET Operational Ampl	A1, A2, A3, C1, C2	AXIAL-0.4	Op Amp, Op Amp, Op A	
3		Potentiometer	B1, B2	POT2	Pot2	
4		100 MHz DC-Restored V		SO-16/CG.4	EL2090CK	
5		AD6040W	U2	DIP-8/BI1	AD6040W	
6		80175	U3	DIP-14/BI1	80175	
7		Optical D-Type Transpa	U4	DIP-16/BI1	OPT4L5373W	
8		Max Inverter	U5	DIP-14/BI1	OPT4L504W	
9		Resistor, Capacitor	Resistor, C100, B	080-C2/BI1	Res2, Cap, Biode, Re	
10						
11						

图 11-17 元件属性清单

11.2.4 编译工程及查错

编译工程之前需要对系统进行编译设置,编译时系统将根据设置检查整个工程。编译结束后,系统会提供网络构成、原理图层次、设计错误类型等报告信息。

01 编译参数设置。

①单击“工程”\“工程参数”命令,弹出工程属性对话框,如图 11-18 所示。在“Error Reporting (错误报告)”选项卡的“Violation Type Description”列表中罗列了网络构成、原理图层次、设计错误类型等报告错误。错误报告类型有“**No Report (无报告)**”、“**Warning (警告)**”、“**Error (错误)**”和“**Fatal Error (严重错误)**”4种。

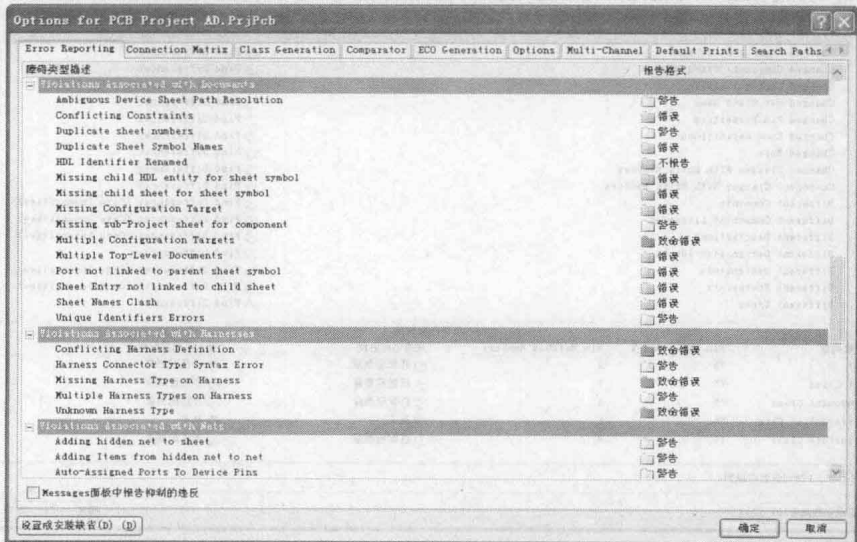


图 11-18 工程属性对话框——Error Reporting 选项卡

②单击“Connection Matrix (电气连接矩阵)”选项,显示“Connection Matrix (电气

连接矩阵)”选项卡,如图 11-19 所示。矩阵的上部和右边所对应的元件引脚或端口等交叉点为元素,元素所对应的颜色表示连接错误类型。绿色表示不报告、黄色表示警告、橙色表示错误、红色表示严重错误。当光标移动到这些颜色元素中时,光标将变为小手形状,连续单击该元素,可以设置错误报告类型。

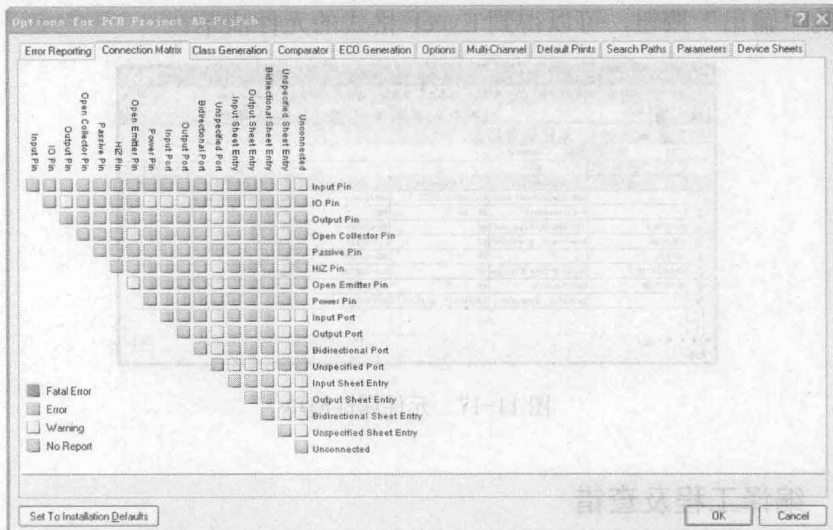


图 11-19 工程属性对话框——Connection Matrix 选项卡

单击“Comparator (差别比较器)”选项,显示“Comparator (差别比较器)”选项卡。如图 11-20 所示。在“Comparison Type Description (差别比较类型)”列表中设置元件连接、网络连接和参数连接的差别比较类型。差别比较类型有 Ignore Differences (忽略差别) 和 Find Differences (发现差别) 两种。本例选用默认参数。

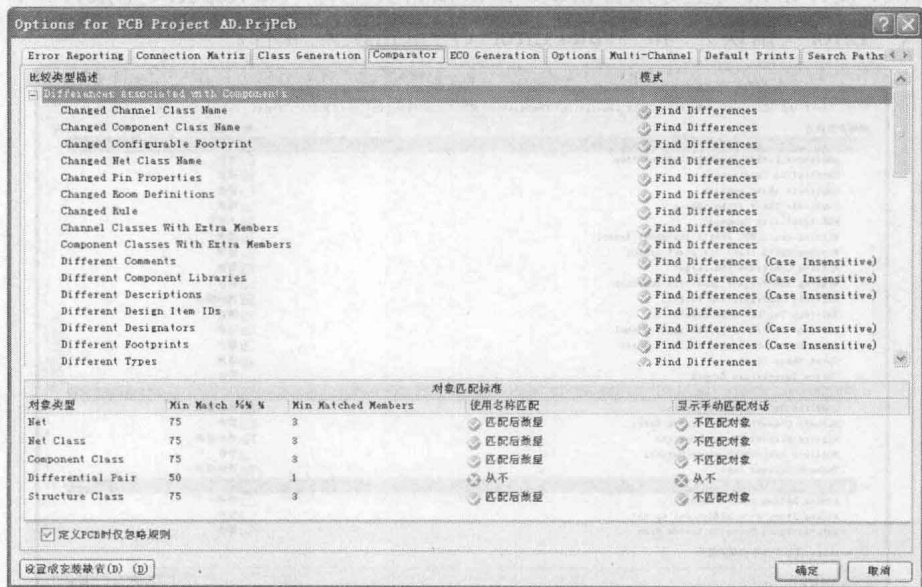


图 11-20 工程属性对话框——Comparator (比较) 选项卡

02 完成编译。

①单击“工程”\“设计工作区”\“编译所有的工程”命令，或在原理工作界面的标签栏中单击 **Design Compiler** 标签，在弹出的菜单中选择“Navigator（导航）”，如图 11-21 所示。在上半部分的“Documents for PCB_xxx.PrjPCB”中选择一个文件后单击右键，选择“全部编译”可以对工程进行编译，并弹出图 11-22 所示的“Message（信息）”提示框。在具体的错误提示上双击，会弹出图 11-23 所示的具体错误提示信息。

②如果在单击“工程”\“Compile xxxx（编译）”命令（xxxx 代表具体的文件或者 Project），或者在“Navigator（导航）”面板中工程中的单个文件，然后选择右键弹出菜单中的“分析”命令。可以弹出图 11-24 所示的单个文件分析信息对话框，分析工程中的单个文件。



图 11-21 “Navigator（导航）”工作面板

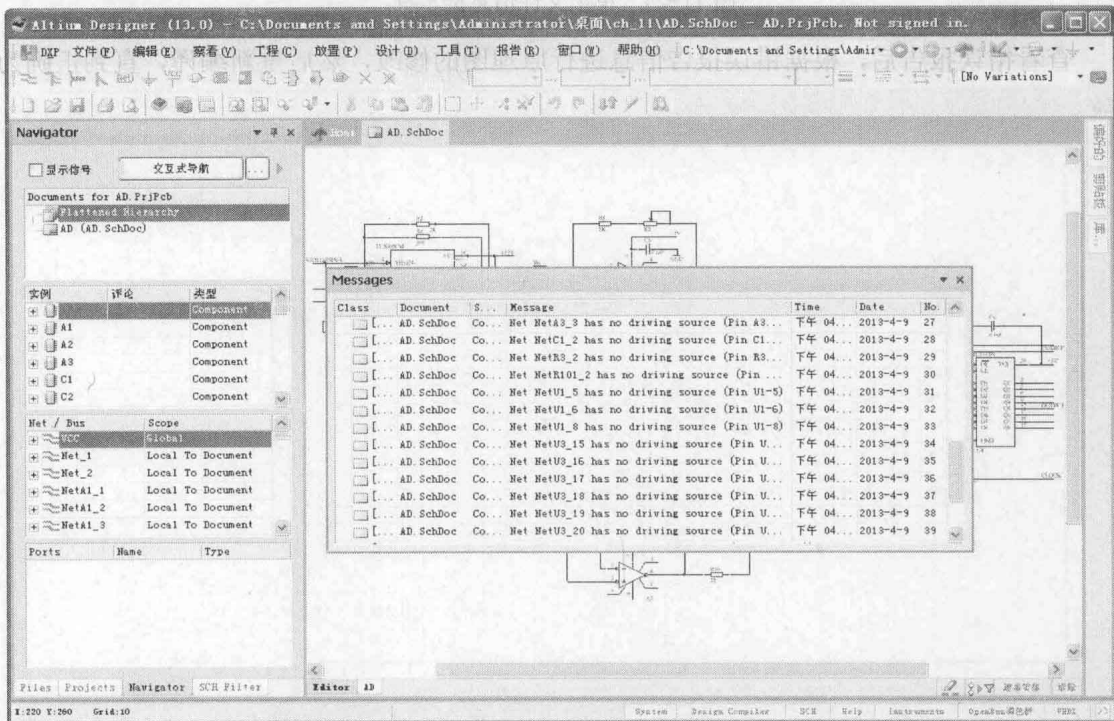


图 11-22 工程编译信息提示框

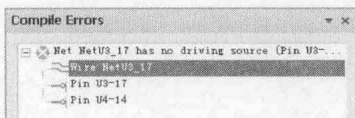


图 11-23 编译错误具体提示对话框

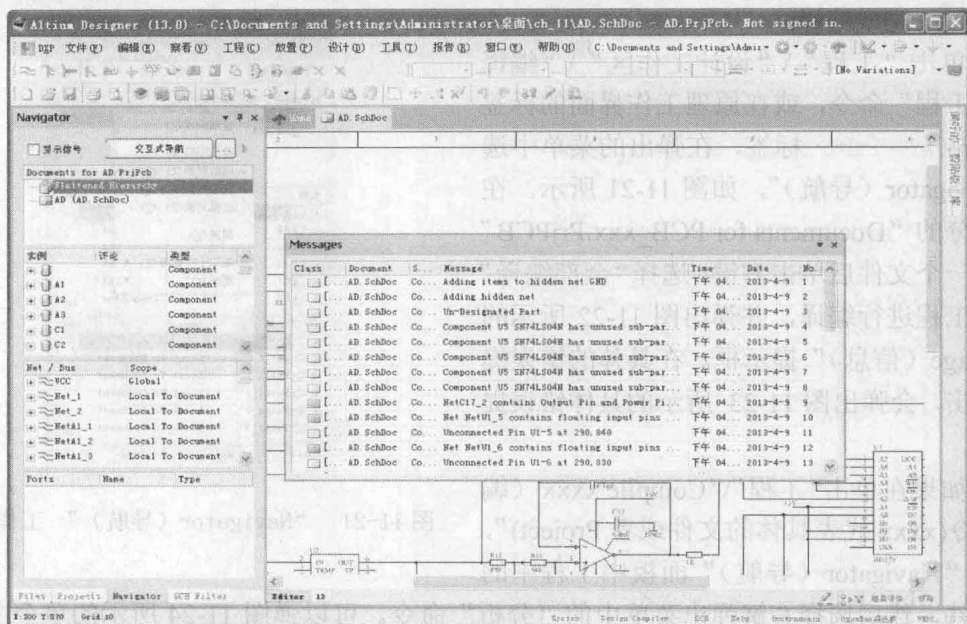


图 11-24 单个文件信息提示框

查看错误报告后，根据错误报告信息进行原理图的修改，然后重新编译，直到正确为止。

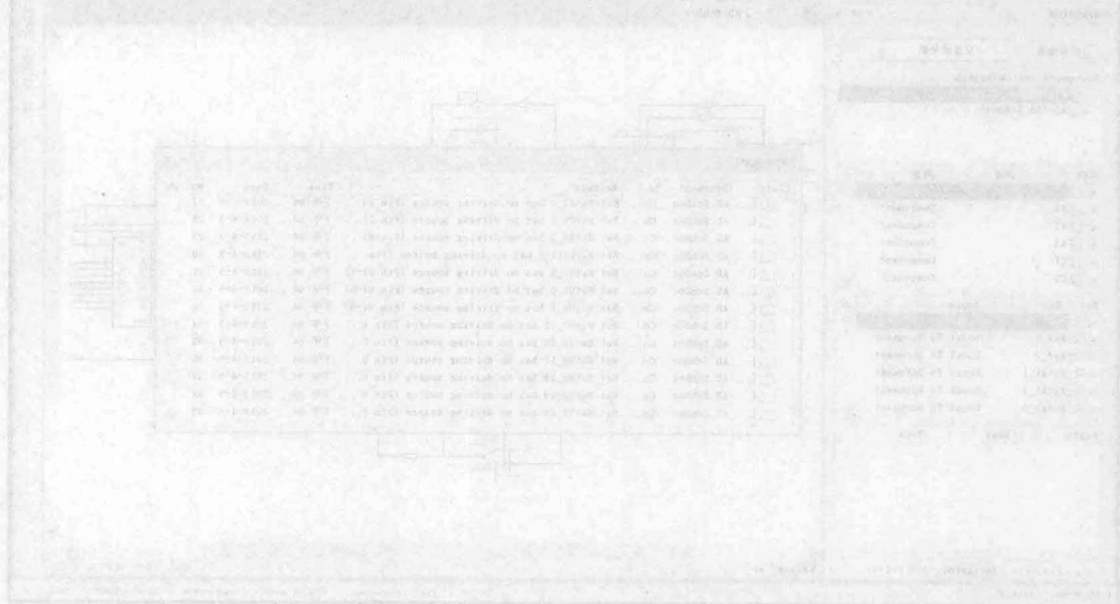


图 11-25 单个文件信息提示框



图 11-26 单个文件信息提示框