

EDA 实践补充教材

多模块新能源小车 电机驱动模块 (试用版)

清华大学基础工业训练中心

虚拟仪器实验室

2015 年

目 录

一.	实验平台简介	1
二.	设计专用库的导入	4
三.	原理图设计与仿真	6
四.	印制板设计	12
五.	制作	19
六.	整机装配与调试	错误!未定义书签。

●实习目的

利用多模块新能源小车由学生完成从电路原理仿真验证、印制电路板设计制造直到元器件检测、焊接、安装、调试的产品设计制造全过程，培养同学们的工程实践能力。

一．实验平台简介

因材施教的多模块 EDA 实践教学平台多模块新能源小车和比赛平台组成，多模块新能源小车包括核心控制模块、电源模块、传感模块、驱动模块、机械传动模块等组成部分，学生既可以将自己设计、制造的模块和标准模块组合构造系统，也可以团队合作自制模块构建系统；比赛平台为一套新能源比赛和测试平台，包括太阳能、磁场能等充电装置和赛道。

学生可选择自己设计、制造的模块现有三个，包括电机驱动模块、太阳能收集模块和传感模块。

电机驱动模块：

1.1 模块概述

电机驱动模块在整车系统中主要负责小车的前进，后退，拐弯等行驶功能。电机驱动模块电路原理图如下所示

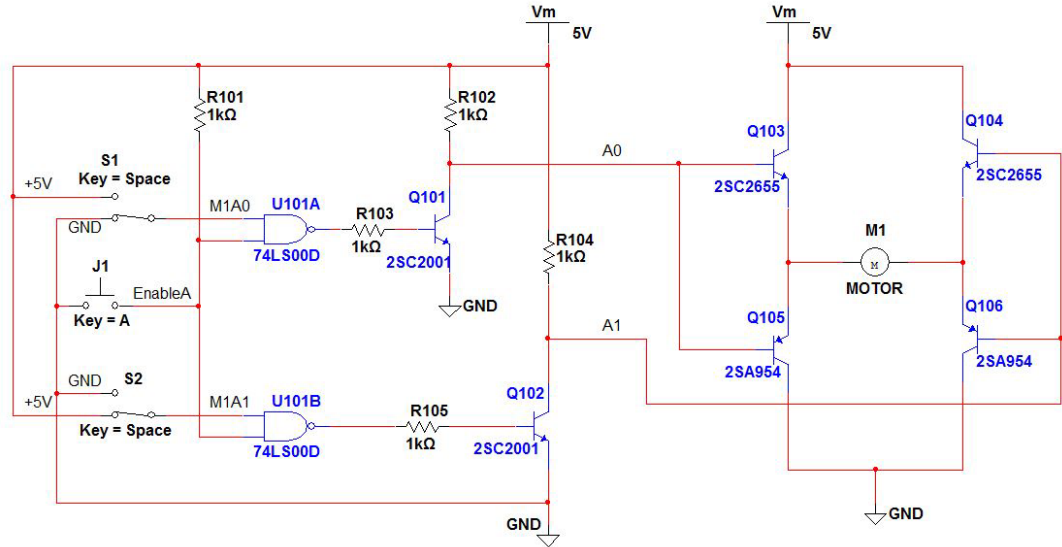
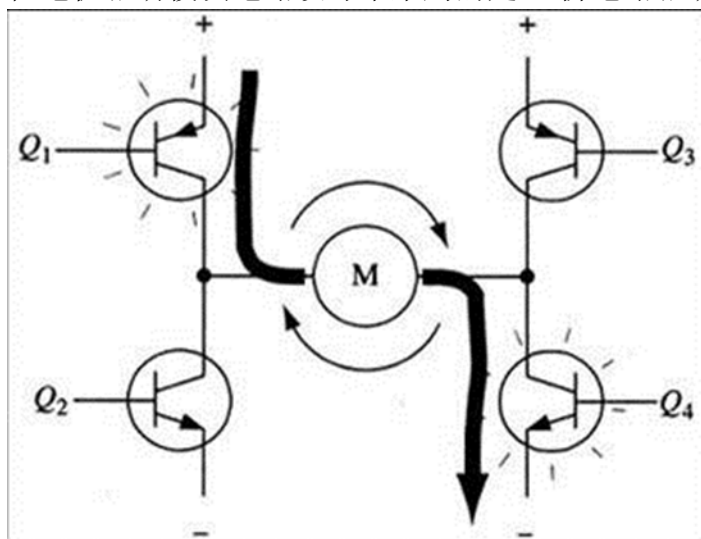


图 1.1-1 电机驱动模块电路原理图

1.2 模块构成与工作原理

在电机驱动模块电路设计中采用的是 H 桥电路驱动原理。



4 个三极管组成 H 的 4 条垂直腿，而电机就是 H 中的横杠。H 桥式电机驱动电路包括 4 个三极管和一个电机。要使电机运转，必须导通对角线上的一对三极管。根据不同三极管对的导通情况，电流可能会从左至右或从右至左流过电机，从而控制电机的转向。要使电机运转，必须使对角线上的一对三极管导通。例如，当 Q1 管和 Q4 管导通时，电流就从电源正极经 Q1 从左至右穿过电机，然后再经 Q4 回到电源负极。按图中电流箭头所示，该流向的电流将驱动电机顺时针转动。

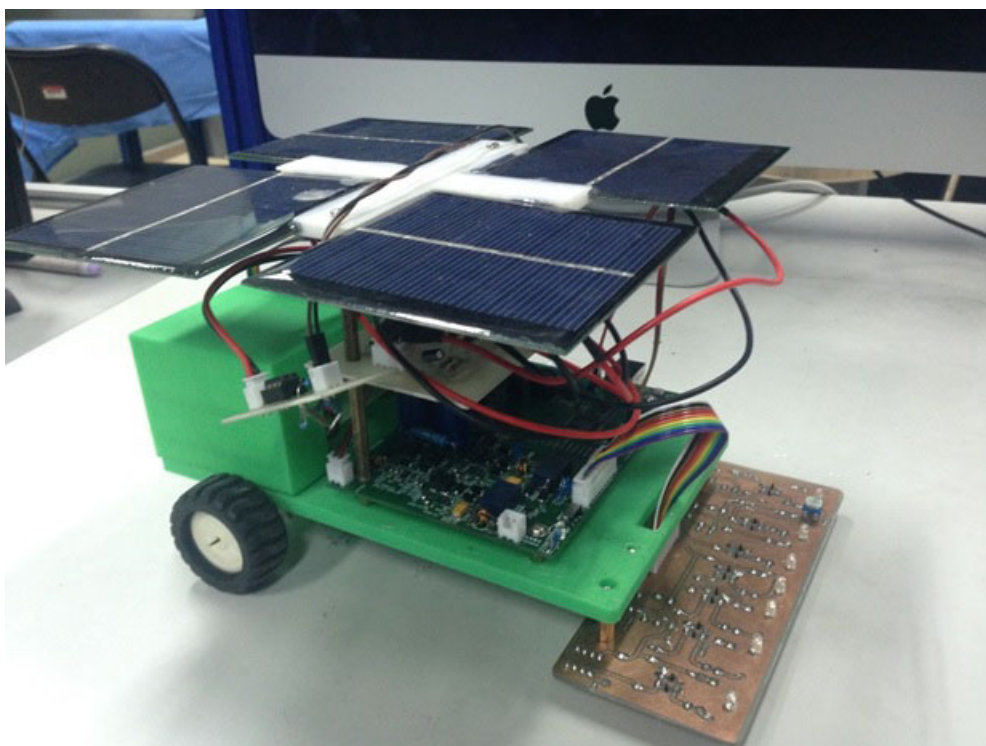


图 1-1 多功能新能源小车

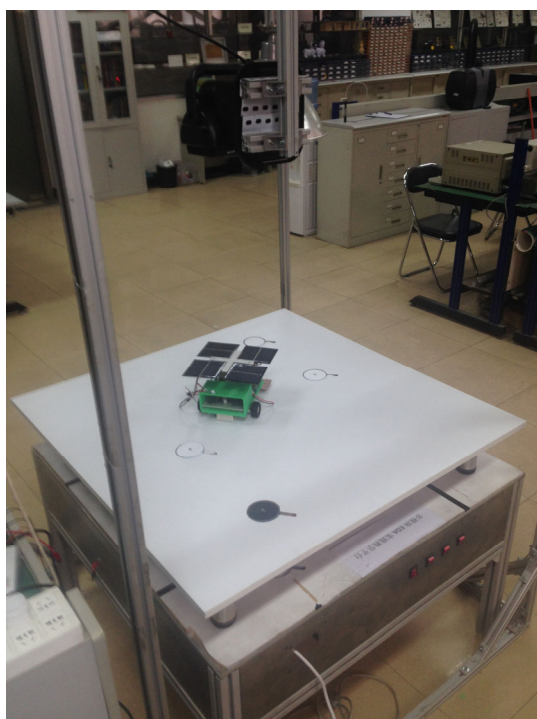


图 1-2 EDA 实践教学比赛平台

二. 设计专用库的导入

1. 打开 Multisim11 软件，单击菜单栏上的 Tools/Database/Merge Database 命令，打开“Database Merge”对话框(如图 2-1 所示)。

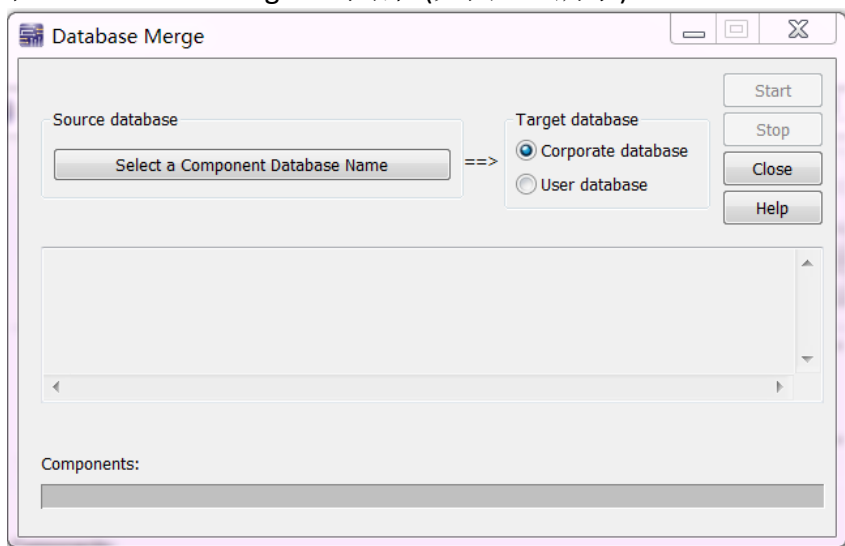


图 2-1 “Database Merge”对话框

2. 在“Database Merge”对话框的 Target database 区域中，选中“**Corporate database**”选项，然后单击“Select a Component Database Name”命令。在新弹出的对话框中，先选择文件类型为“Corporate database(CPComp_S.prj)”，再选中 THDZGY-EDA 实践专用库“CPCOMP_S.PRJ”，单击“打开(O)”。如图 2-2 所示：

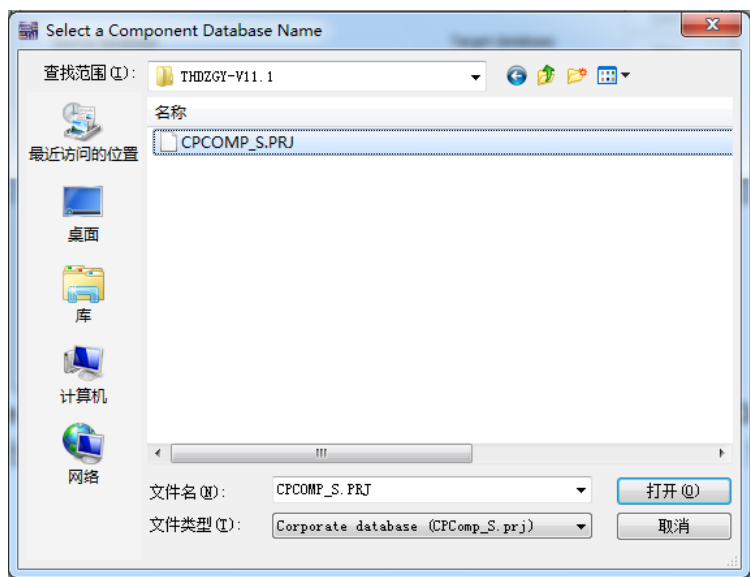


图 2-2 “Select a Component Database Name”对话框

3. 单击“打开(O)”后会回到“Database Merge”对话框，此时已完成源数

数据库与目录数据库的选择，单击“Start”命令后弹出“Resolve Duplicate Component Name”对话框如图 2-3 所示，在此对话框中选择第二项（覆盖方式）后单击“OK”后选择“Yes”确认

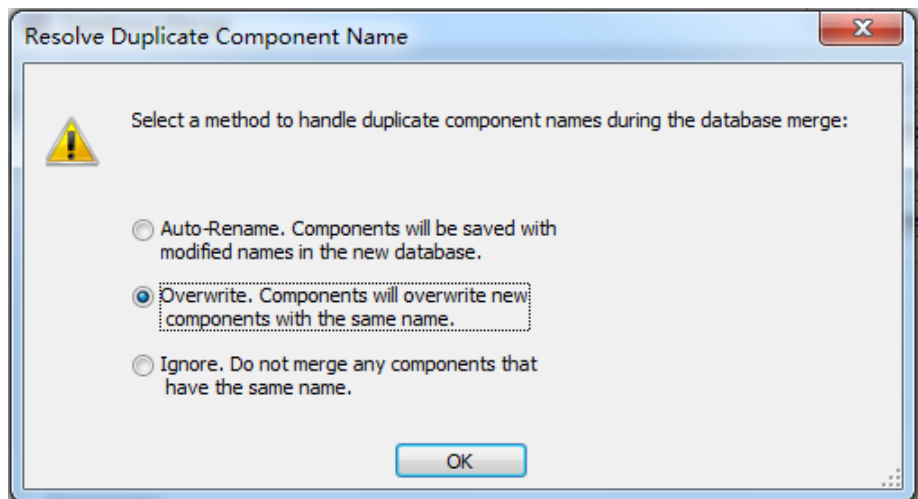


图 2-3 “Resolve Duplicate Component Name”对话框

4. 数据加载完成后可以得到图 2-4 所示的报告，说明元件库已成功导入合并，此时关闭此对话框完成 THDZGY-EDA 实践专用库“CPCOMP_S.PRJ”的导入。

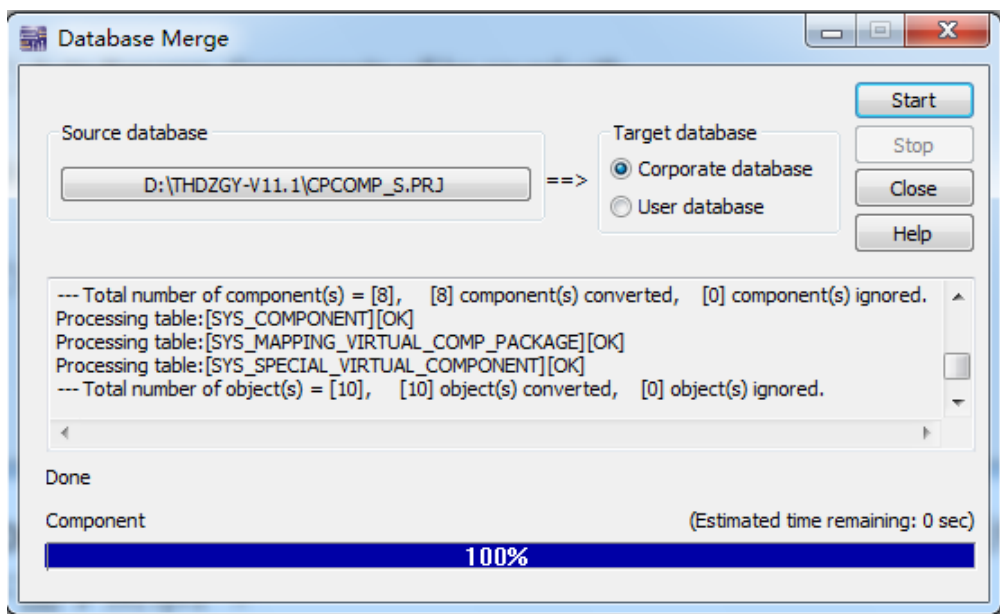


图 2-4 导入报告

三. 原理图设计与仿真

选用软件 Multisim 11

1. 电机驱动模块电路仿真测试原理图和元器件清单

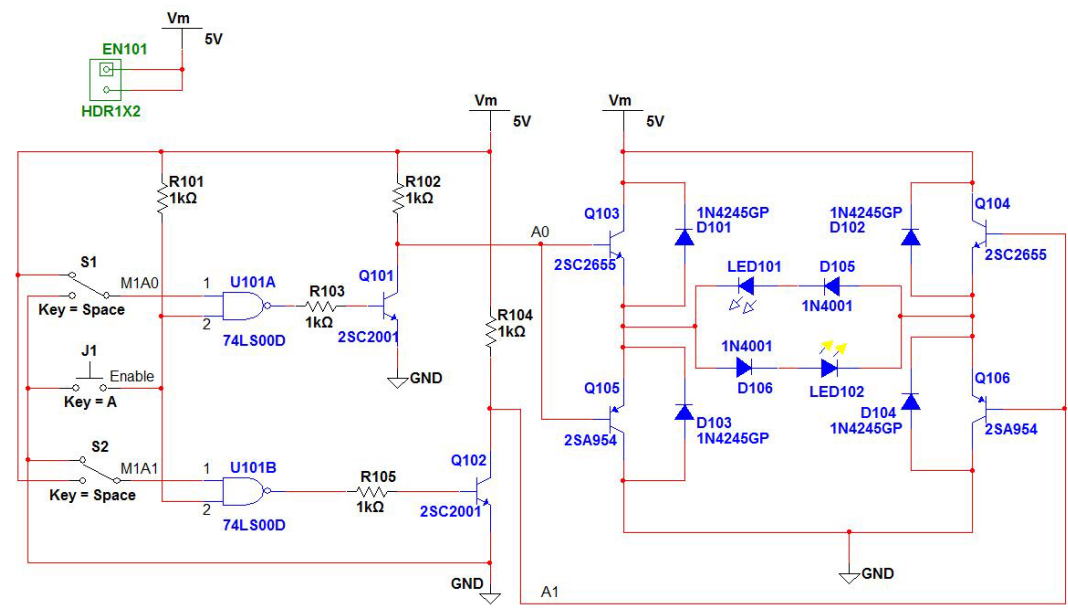


图 3-1 EDA 实践高级任务电机驱动模块电路仿真测试原理图

图 3-1 为 EDA 实践高级任务电机驱动模块电路仿真测试原理图，仿真过程中分别用开关 S1,S2 和 LED101, LED102 模拟仿真电机两条不同的驱动回路，LED 代替“电动机”。当按照表 1-1 要求调整开关时，1 个 LED 发光，相当电机通电转动过程。

表 3-1 EDA 实践高级任务电机驱动模块控制时序

EnableA	M1A0	M1A1	A0	A1	LED
1	0	0	0	0	停
1	0	1	0	1	LED101 亮(逆)
1	1	0	1	0	LED102 亮(顺)
1	1	1	1	1	停
0	~	~	0	0	停

表 3-2、表 3-3、为本次 EDA 实践高级任务示例元器件清单，包括元器件名、序号、指定原理图库、封装名、指定封装库、引脚标称值、焊盘设计

值、制作印制板时使用钻头直径等，请注意查询使用。

注：电源、地等为虚拟零件，使用 Master Database 的 Sources\POWER_SOURCES 库中的 DC_POWER 和 DGND。

表 3-2 EDA 实践高级任务电机驱动模块元器件清单一

NO		1	2	3	4	5	6	7
RefDes		Vcc		LED101-L ED102	S1-S2	R101-R11 0	Q101-Q11 2	D101-d10 8
Quantity		2	n	2	2	10	12	8
Multisim	Component	DC_POWER	GROUND	LED	SPST_NO_ SB	1k	2SC2001 2SC2655 2SA954	1N4245GP
	Database	Master Database	Master Database	Master Database	Master Database	Master Database	Corporat e Database	Corporat e Database
	Group	Sources	Sources	Diodes	Basic	Basic	Transist ors	Diodes
	Family	POWER_SO URCES	POWER_SO URCES	LED	SWITCH	RESISTO R	BJT_NPN	DIODE
Ultiboard	Footprint type					TH-RES0. 5	TH-T0-9 2	TH-D0-35
	Database					Corporate Database	Corpora te Databas e	Corpora te Databas e
	Group					THDZGY- V1.1	THDZGY- V1.1	THDZGY- V1.1
	引脚标称值 (mm)					Φ 0. 55	0. 38X0. 46	Φ 0. 55
	<u>引脚测量值</u> <u>(mm)</u>							
	焊盘内径设 计值 (mm/mil)					0. 75/30	0. 80/32	0. 75/30
	焊盘设计值 (mil)					Φ 90	64X84	Φ 90
	使用钻头直 径 (mm)					Φ 0. 8	Φ 0. 8	Φ 0. 8

表 3-3 EDA 实践高级任务电机驱动模块元器件清单二

NO		8	9
RefDes		U101-U102	J101-J104 EN101
Quantity		2	5
Multisim	Component	74LS00N	HDR1X2 (1) HDR1X3 (1) HDR1X4 (1)
	Database	Corporate Database	Corporate Database
	Group	Analog	Basic
	Family	OPAMP	CONNECTORS
Ultiboard	Footprint type	TH-DIP14	TH-HDR1X2 TH-HDR1X3 TH-HDR1X4
	Database	Corporate Database	Corporate Database
	Group	THDZGY-V1.1	THDZGY-V1.1
	引脚标称值 (mm)	0.25X0.46	0.64X0.64
	<u>引脚测量值 (mm)</u>		
	焊盘内径设计值 (mm/mil)	0.72/29	1.11/44
	焊盘设计值 (mil)	64X84	Φ 116
	使用钻头直径 (mm)	Φ 0.8	Φ 1.0

2. 元器件调用

元器件调用分为两类。一类如电阻、电容在 Master Database 的 Basic/RESISTOR 和 Basic/CAPACTTOR 库中取用，调用元件后需双击元件，在 value 选项卡中使用 Edit footprint 功能从 Corporate Database 中选取指定的封装，并手工选择 symbol pins 和 footprint pins 的对应关系； 另一类元件在选取时从 Corporate Database 中选取，使用默认封装不需修改。

更换电阻封装示例：双击元器件，点击 Edit Footprint 命令按钮，通过 Select From Database 命令选取 Corporate Database 库。在 Corporate Database 库中选用 TH-RES0.5 封装形式；在 Footprint Pin 区域中选择补充元件引脚对应关系，使电阻的两个管脚一一对应（同名对应，如 1 对 1、2 对 2...），如图 3-2 所示。

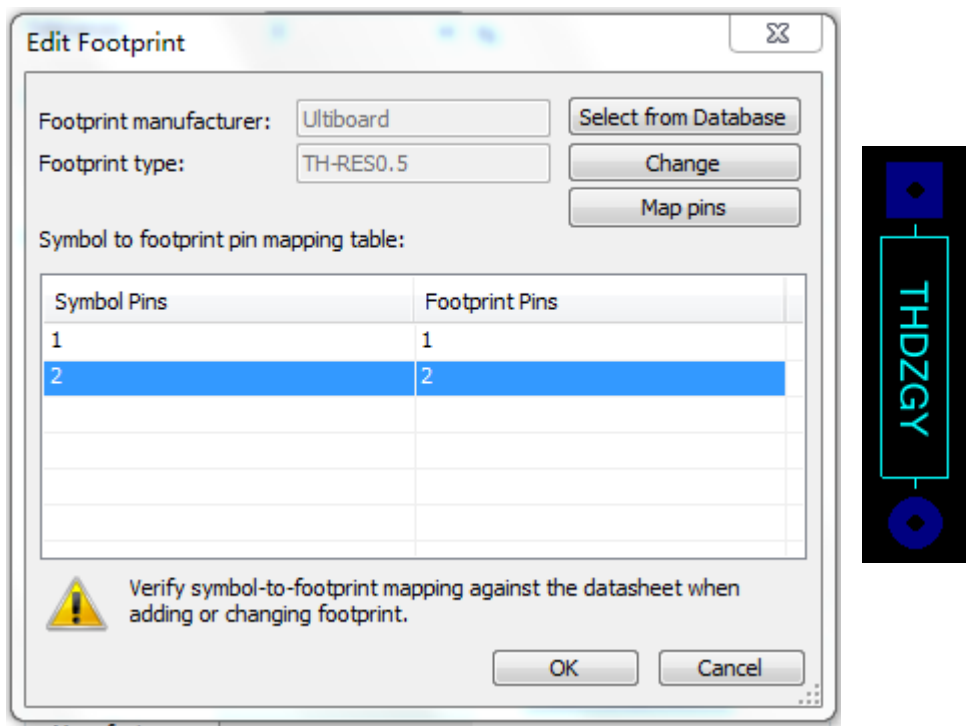


图 3-2 更换电阻封装图

3. 电路仿真

首先修改仿真设置项，单击菜单栏上的 Simulate/interactive Simulation Settings 命令，进入 “interactive Simulation Settings” 对话框，选中 Maximum time step(TMAX): 选项，并将数值修改为 0.01S,如图 3-3 所示。

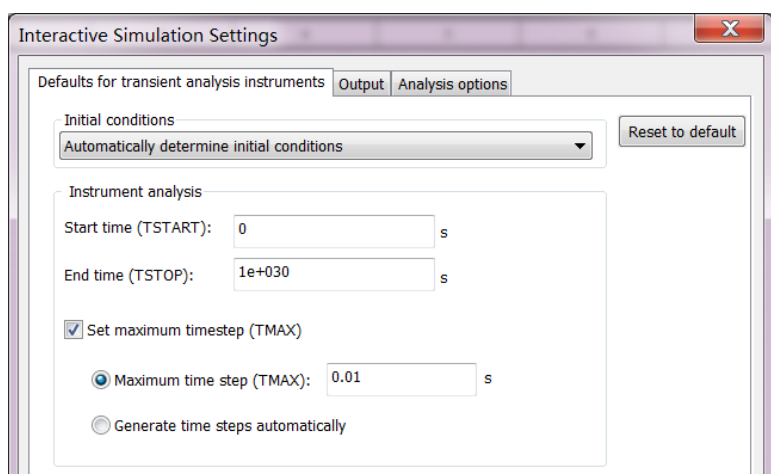



图 3-3 “interactive Simulation Settings” 对话框

确定如图 3-1 仿真原理图绘制正确并完成仿真设置项修改后，按下  开关后，通过调整 S1、S2 以及 J1 开关的接通位置，观察 LED 点亮情况。

验证了电路的工作原理即：S1 接 Vm，S2 接 GND 且 J1 断开情况下，LED102 点亮。反之，当 S2 接 Vm，S1 接 GND，J1 断开，则 LED101 点亮。当 S1、S2 同时接 Vm 或者 GND 时，LED 均不亮。当 J1 闭合的情况下，无论 S1、S2 怎么变化，LED 均不亮。

4. 建立 EDA 实践高级任务电机驱动模块电路印制板设计校验原理图

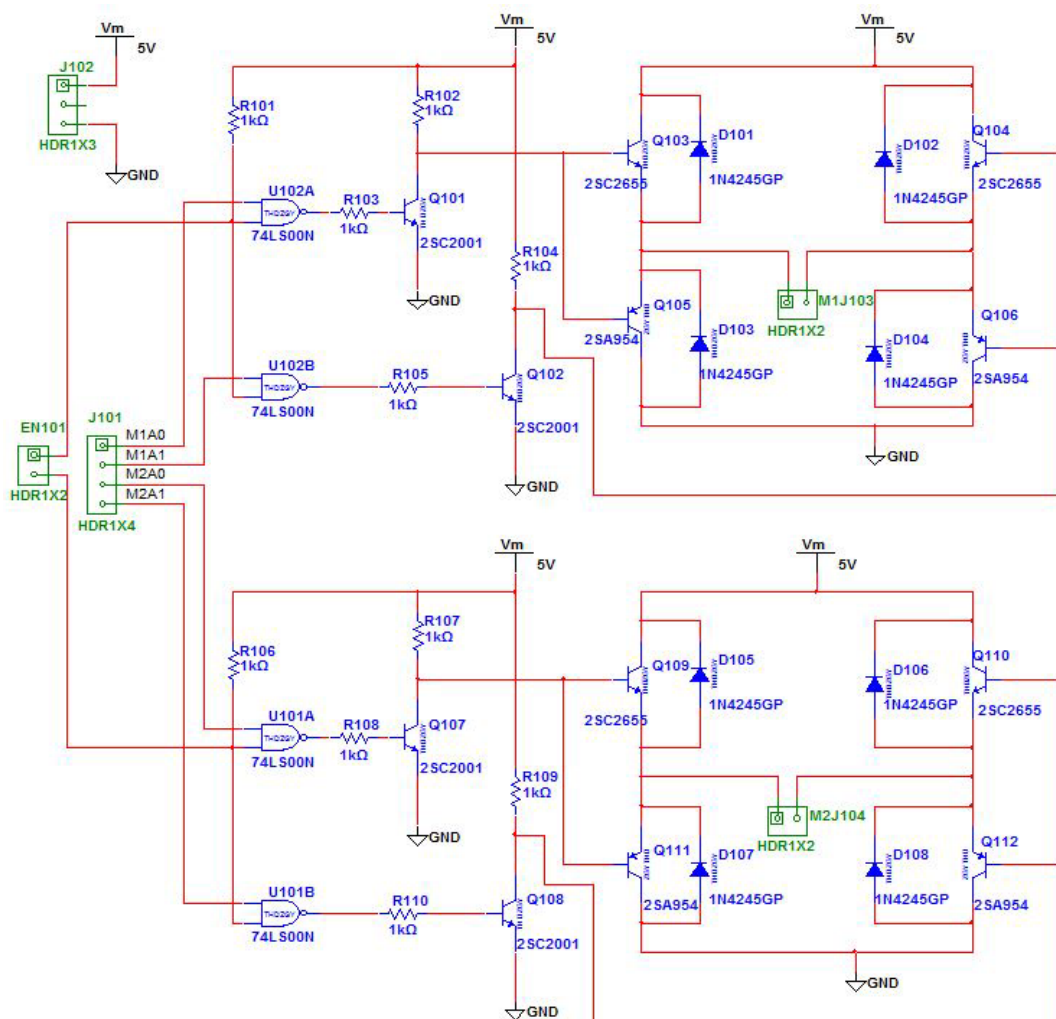


图 3-4 EDA 实践高级任务电机驱动模块电路印制板设计校验原理图

为了利用原理图对 Ultiboard 11 印制板设计软件设计的印制板进行校验，需建立于印制板设计要求对应的校验用原理图，可以通过修改仿真测试原理图实现。其中应保证印制板设计所需的所有元件均应采用**真实元件**，否则无法传送；电源/信号源类元件和仿真时替代外接传感器的开关均选用虚拟元件实际需外接，应取用连接器作为印制板上的输入输出端子；将不出现在印制板上的元件删除；**原理图文件名请采用英文**；Multisim 向 Ultiboard 传送后应注意检查是否缺少元件。

四．印制板设计

选用软件 Ultiboard 11: Ultiboard 11 是 Multisim 11 对应的印制板设计软件。

1. 建立 THDZGY-EDA 标准模板

完成 EDA 实践高级任务示例电路印制板设计校验原理图的修改和绘制

后，利用 Multisim 传输功能将数据传到 Ultiboard11 中，Ultiboard11 会自动建立一个项目。

在 Ultiboard11 建立的项目中首先删除原有默认的边框，然后单击菜单栏上的 File/import/DXF... 命令导入 THDZGY_EDA _V2.10.dxf 文件，建立 THDZGY-EDA 标准模板，导入选择如图 4-1 所示，在 Layers 区域选中 Merge import data into existing layer 选项，并选择 Board Outline，在 Units 区域选中 Interpret units in file as 选项，并选择 mm，点击 OK 确定。

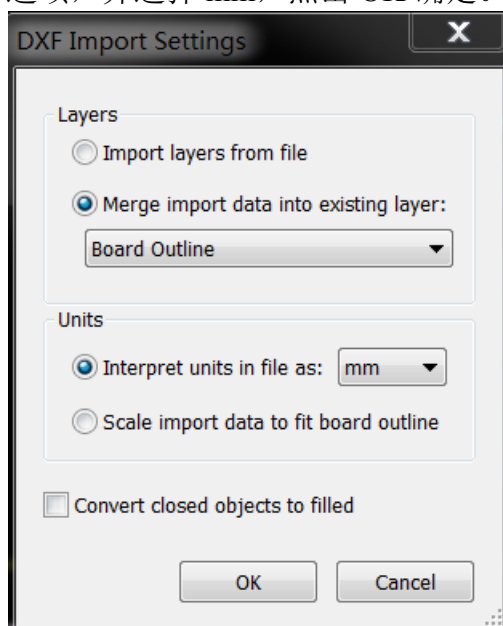


图.4-1 DXF Import Settings 对话框

2. 设定单位制和格点距离

单击菜单栏上的 Options/PCB Properties 命令选择 Grid & units 页, 在 Units 区域的 Design units: 选项选择设置图纸的单位为英制单位 mil。将 Grid 区域的 Visible grid 选项设置为 25, 即设置可视格点距离为 25mil; 将 Part grid 选项设置为 50, 即设置零件摆放格点距离为 50mil, 如图 4-2 所示。

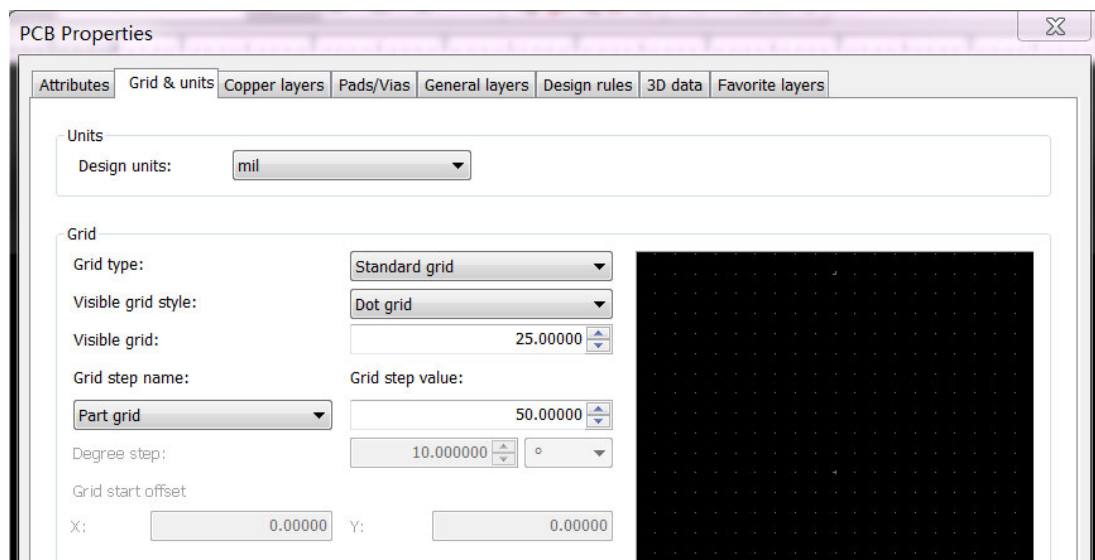


图.4-2 Grid & units 设置

3. 设定线宽和布线间距

在屏幕下方的信息窗中的 Nets 选项卡 Trace width 选项中选择线宽, 在 Trace clearance 选项中选择布线间距, 请选择线宽 35mil, 布线间距 12mil。如图 4-3 所示

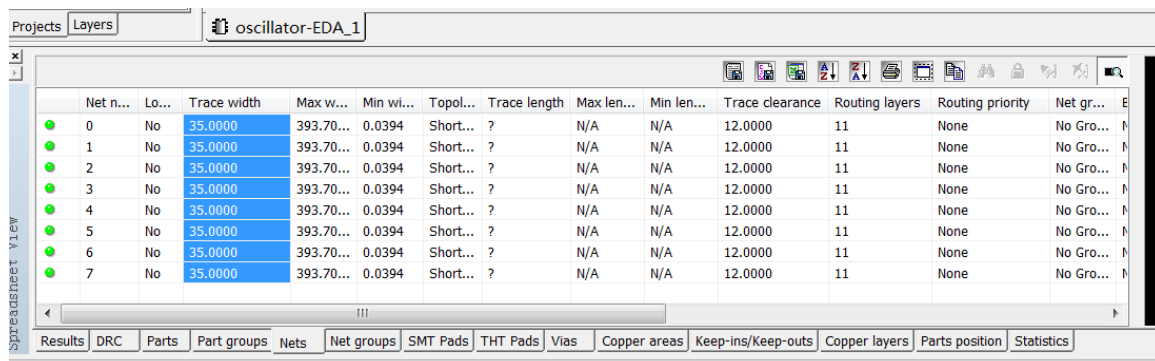


图.4-3 线宽和布线间距设置 1

单击菜单栏上的 Options/PCB Properties 命令选择 Design rules 页, 设置 Trace Width 为 35mil, Clearance 区域选项均为 12mil, 如图 4-4 所示。

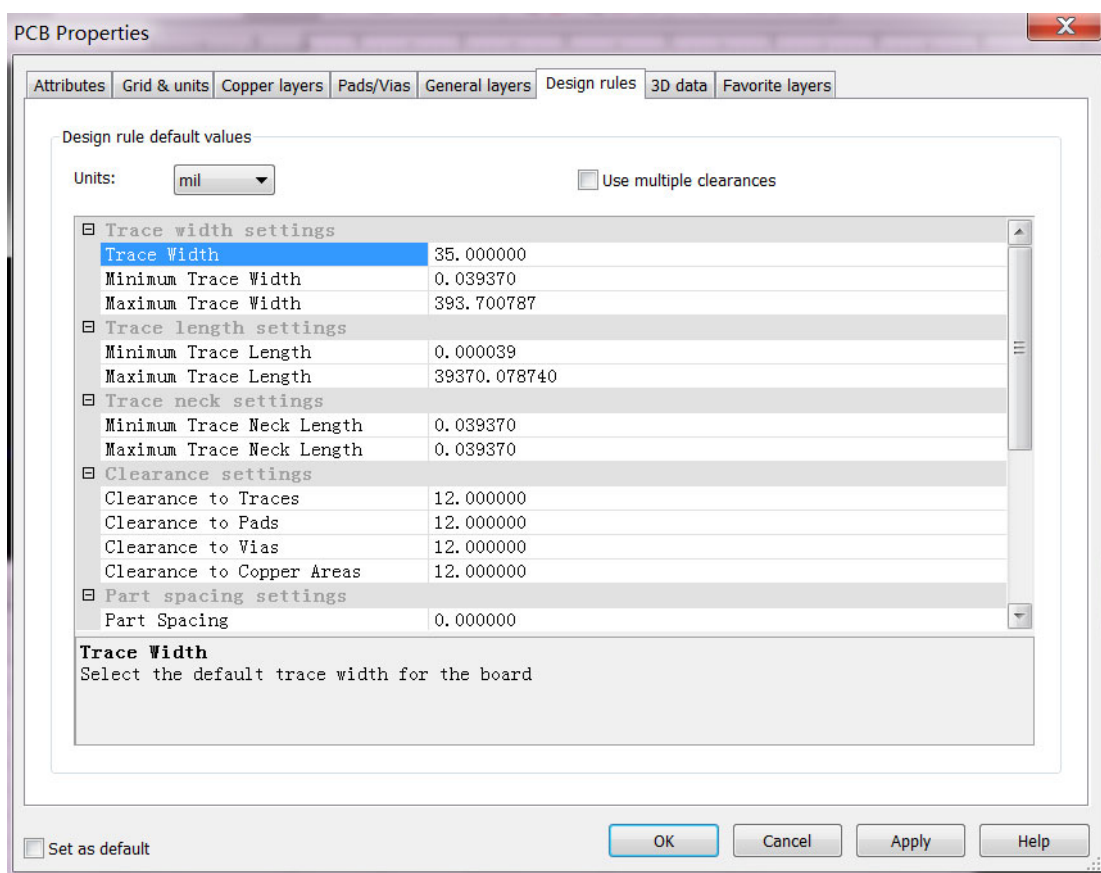


图.4-4 线宽和布线间距设置 2

4. 印制板布局设计

参照原理图中的连接关系移动元件形成布局图，保存布局图。

5. 自动布线

单击菜单栏上的 Options/PCB Properties 命令选择 Copper Layers 页，将 Layer Pairs: 选项设置为 1，即设置使用一对板层布线（双面板）；在 Allow Routing 区域中编辑 Copper Top 层（点击 Properties），将 Routing 选项划掉，只允许在 Bottom 层布线（单面板）。如图 4-5 所示。

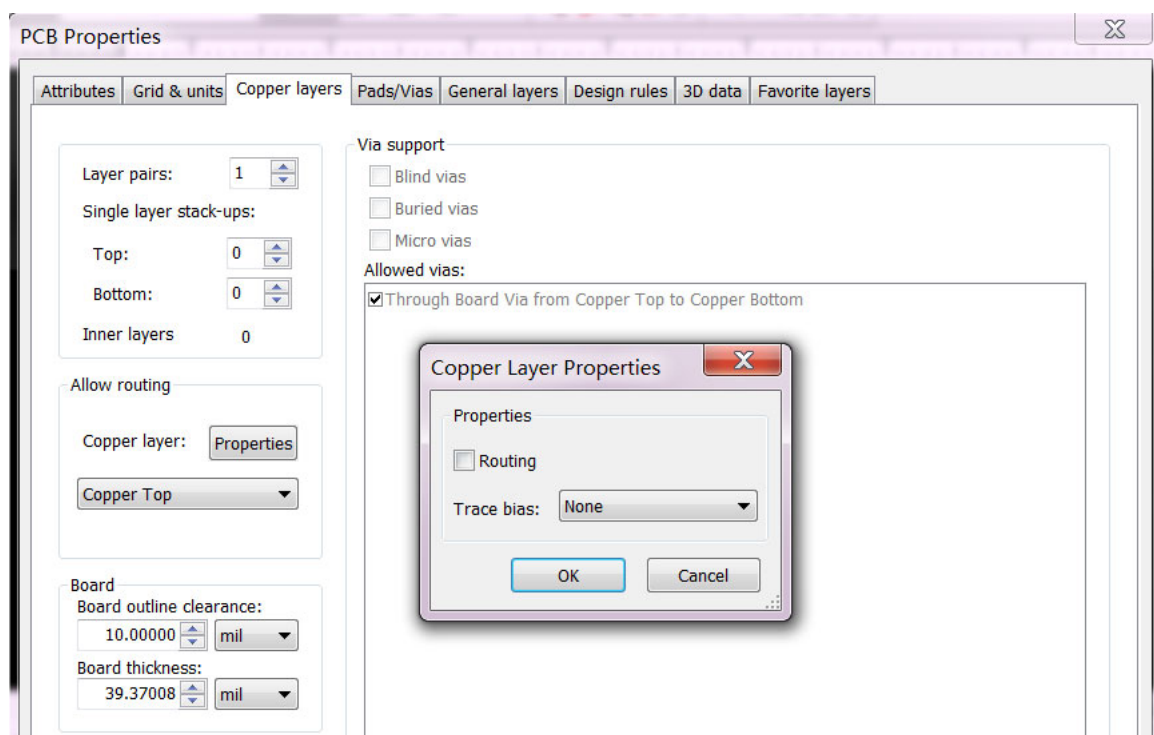


图.4-5 Copper Layers 设置

单击菜单栏上的 **Autoroute/Start/Resume Autoroute** 命令可以开始自动布线如图 4-6 所示，注意信息栏中的提示。

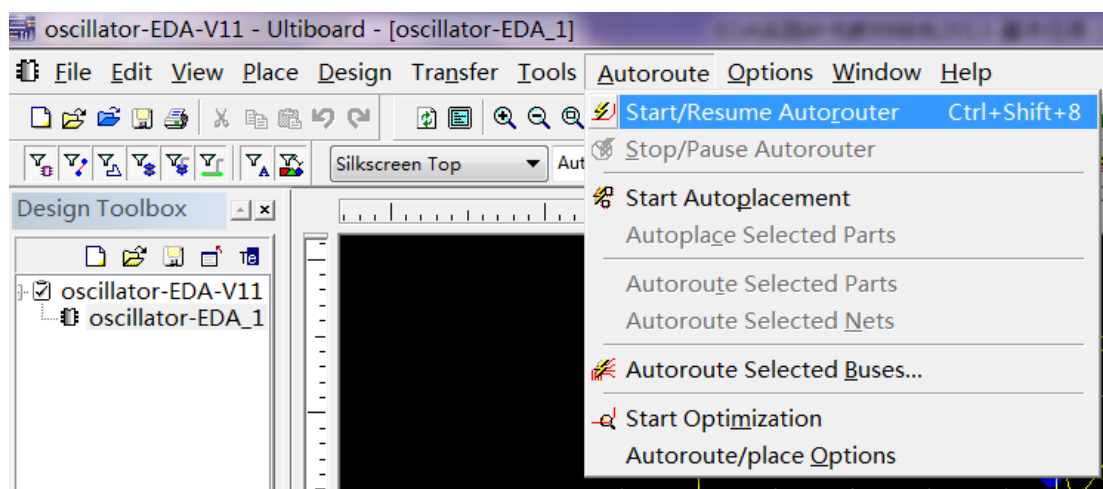


图.4-6 自动布线

注意使用菜单栏上的 **Edit/Copper Delete/All Copper** 命令可以删除所有布线和导通孔，使用菜单栏上的 **Edit/Undo** 命令消除上次操作（例如自动布线结果），使用菜单栏上的 **Transfer/Forward Annotate Form File...**命令可以重新调入网络表，如图 4-7 所示。进行 DRC 检查。

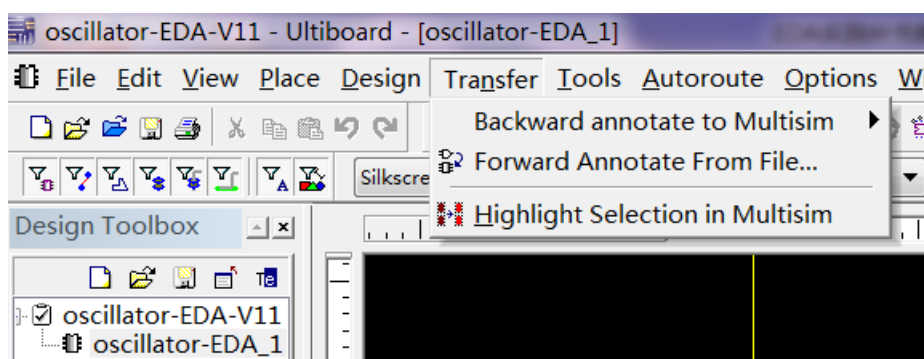
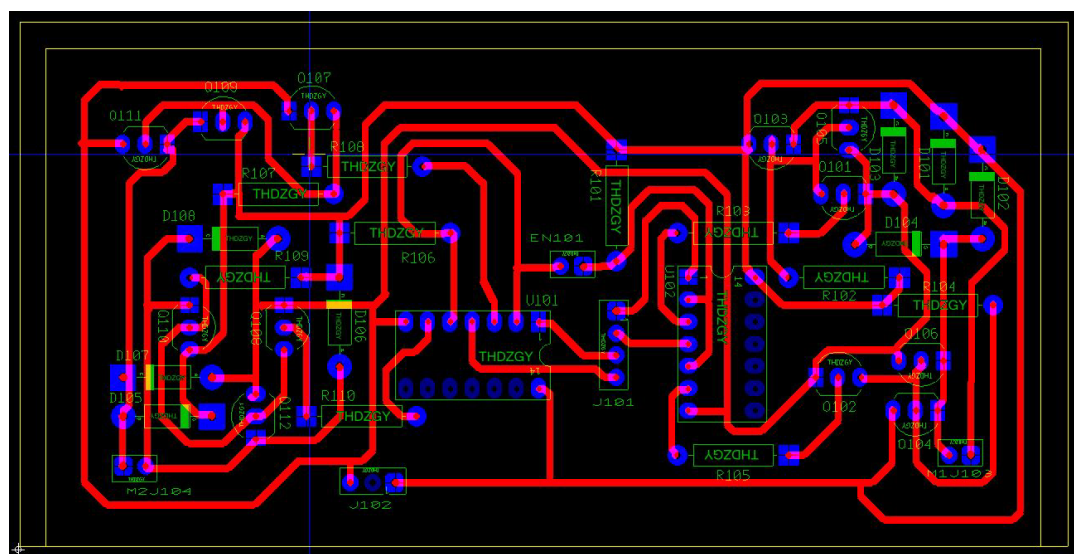
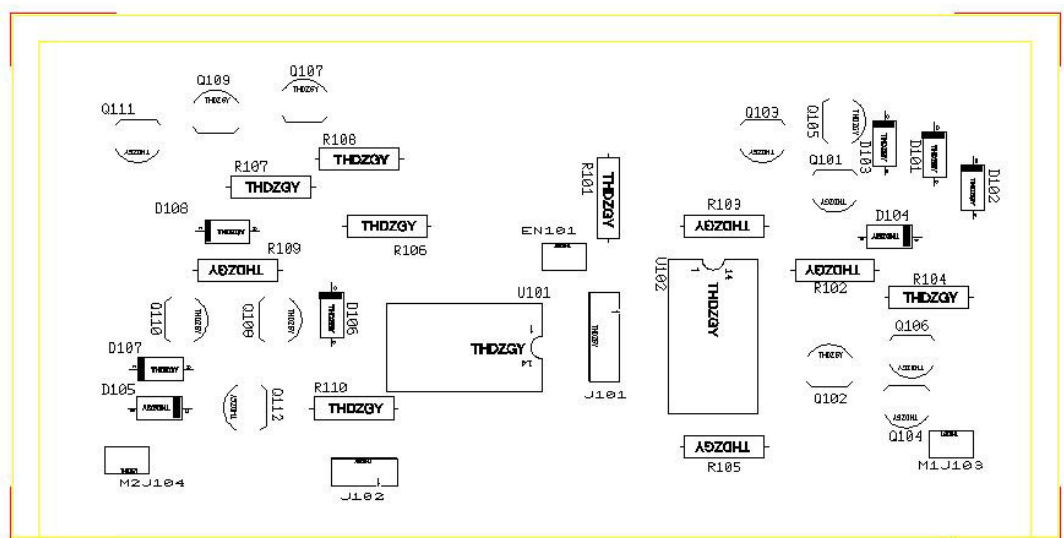


图.4-7 传输功能

6. 调整布线设计图

完成自动布线后需手工优化布线结果，包括调整线宽、线距、导线走向等。使印制板更符合工艺要求。最后，在印制板布线铜箔层的空白处添加自己的学号（文字应镜像处理!）。

参考图例



五. 制作

1. 印制板制作

参照下面的工作流程图，完成印制板的设计与制作。

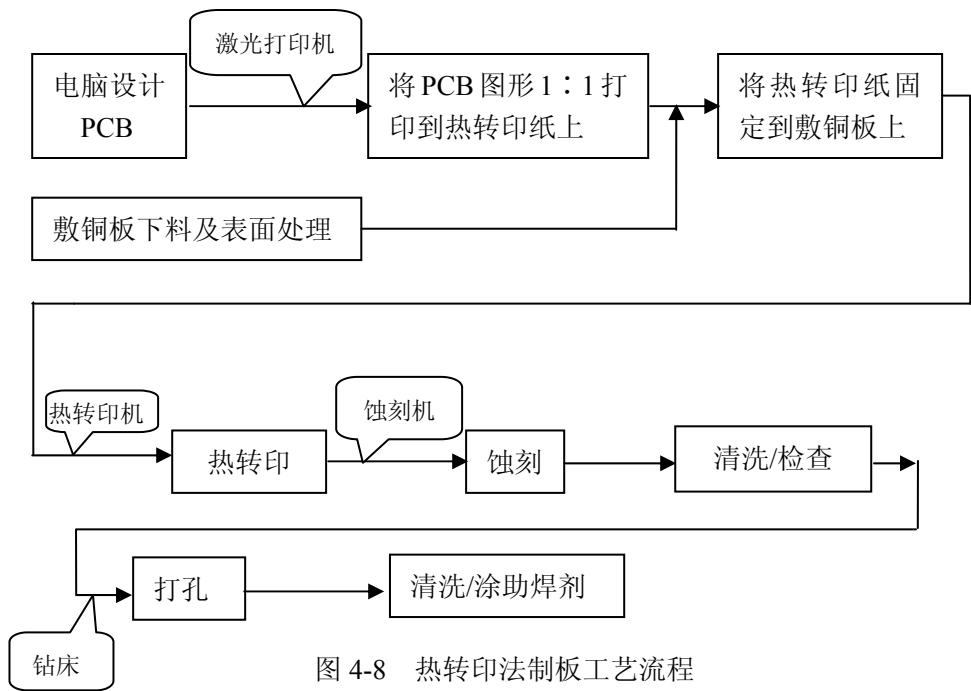


图 4-8 热转印法制板工艺流程

2. 印制板的安装

(1) 元器件检测

全部元器件安装前必须进行测试(见表 4-1 和表 4-2)。

(2) 印制板焊接

其中电阻、电容、二极管、三极管的装配工艺要求如图 4-9 所示，注意二极管、三极管及电解电容的极性。



图 4-9 元件安装工艺要求图

表 4-1 EDA 实践电机驱动模块高级任务元件测试要求表


元器件名称	测 试 内 容 及 要 求
电阻	阻值是否合格
二极管	正向导通，反向截至。极性标志是否正确（注：有色环的一边为负极性）
三极管	判断极性 & 类型：  8050、9014(D) 为 NPN 型 β 值大于 200。

表 4-2 EDA 实践电机驱动模块高级任务材料清单

序号	代 号	名 称	规格及型号	数量	检测
1	R101-R110	电阻	1K	10	
2	Q101, Q102 Q107, Q108	三极管	2SC2001	4	
3	Q103, Q104 Q109, Q110	三极管	2SC2655	4	
4	Q105, Q106 Q111, Q112	三极管	2SA954	4	
5	D101-D108	二极管	1N4245GP	8	
6	U101, U102	集成电路	74LS00N	2	
7	EN101, J103 , J104	插座	HDR1X2 (1)	3	
8	J102	插座	HDR1X3 (1)	1	
9	J101	插座	HDR1X4 (1)	1	

课程信息

开课单位	清华大学基础工业训练中心
教师姓名	韦思健
电子邮件	wei@mail.tsinghua.edu.cn
电话	62781922-1608
参考教材	电脑辅助电路设计____Multisim2001 电路实验与分析测量
作业上传 (ftp)	166.111.198.26 用户名: EDA 密码: EDA

工程实践 求实创新 追求卓越

清华大学基础工业训练中心
虚拟仪器实验室

地址: 清华大学南门内 500 米路东

E-mail: THVILAB@mail.tsinghua.edu.cn

电话: 62781922