



# 印制电路板的设计与制造

P C B   D e s i g n   a n d   F a b r i c a t i o n

李苑青 QQ: 232201684

高菲 QQ: 476143117

高国栋 QQ: 469740050

孙亚飞 QQ: 1032019174

王丹丹 QQ: 601872765

吴屏 QQ: 4886496

赖博轩 QQ: 1273790285

# 目录

CONTENTS

01

印制电路板的概念

WHAT

02

印制电路板设计的目的和意义

WHY

03

设计基本流程

HOW

04

评价、监督

BETTER

01

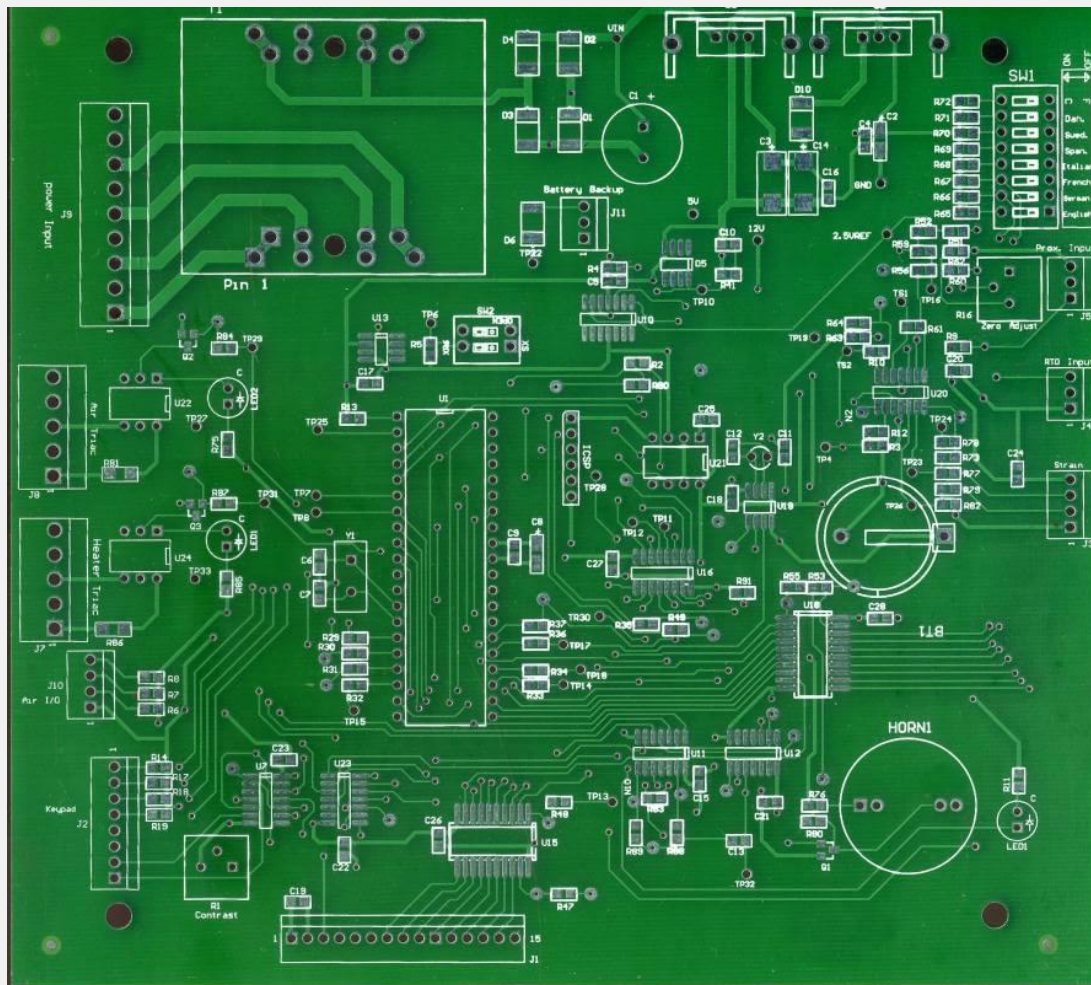
概念

# 印制电路板概述

定义

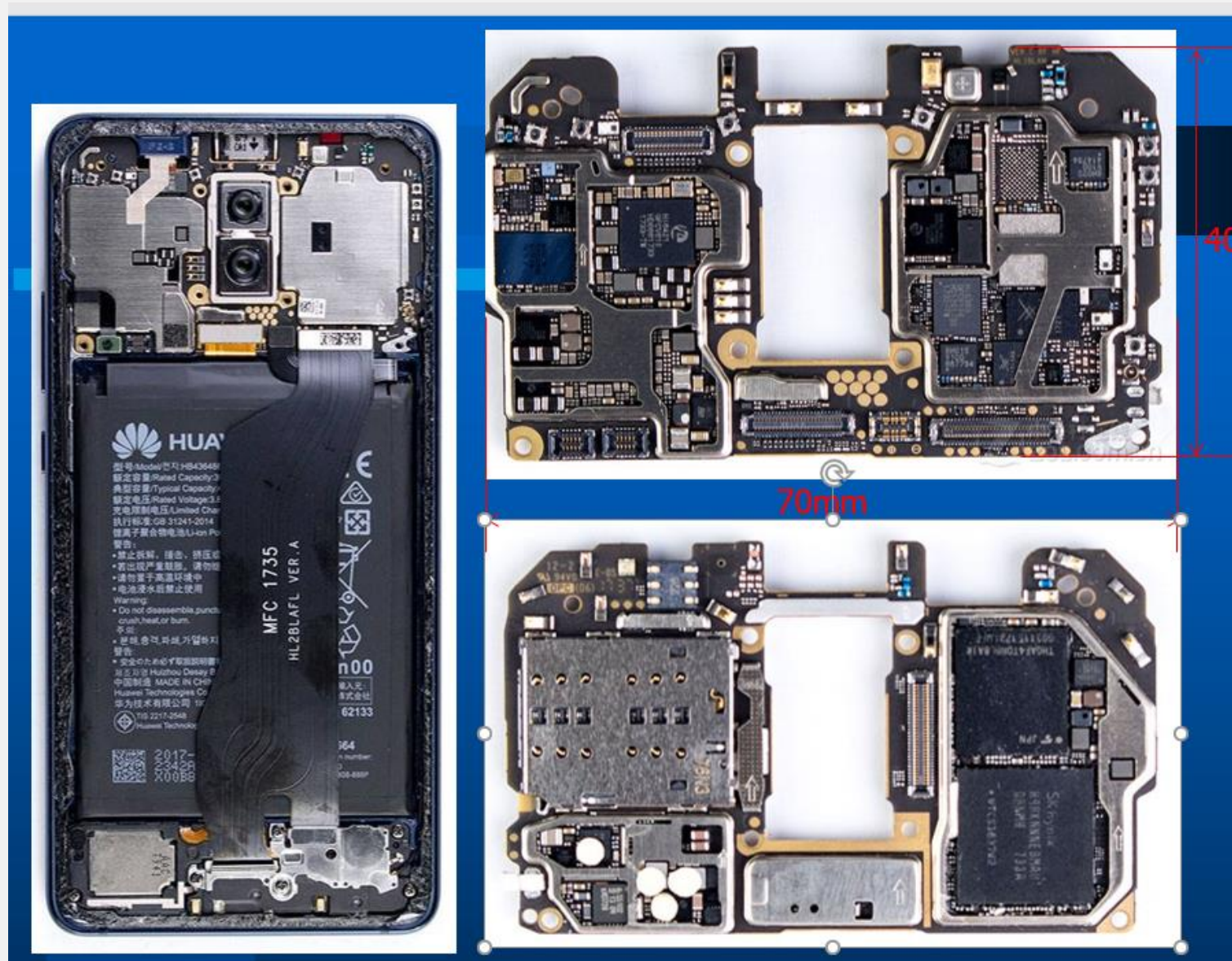
印制电路板:Printed Circuit Board, 简称PCB, 是电子产品最重要的基础部件

☑️ 电子元器件的支撑体    ☑️ 电子元器件电气连接的载体。



# 印制电路板概述

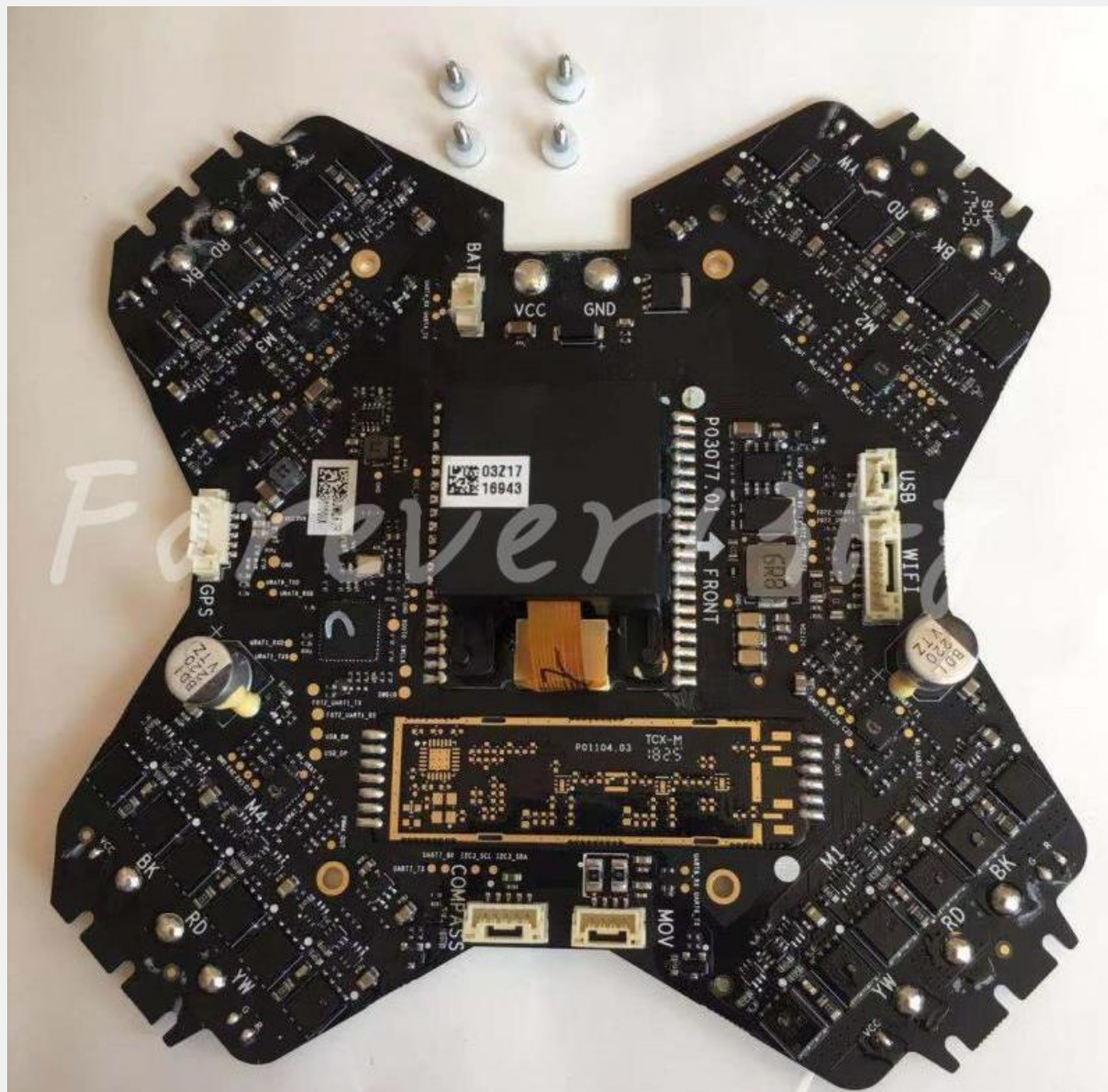
华为手机主板：





# 印制电路板概述

DJI Phantom3 SE主控板



# 印制电路板概述

联想笔记本主板：





# 印制电路板概述

---

PXI板卡:

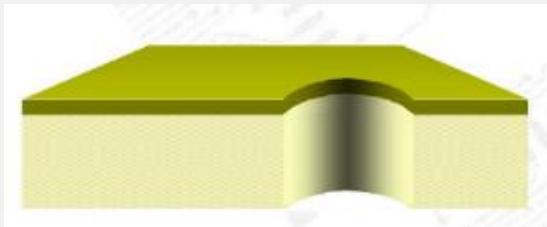




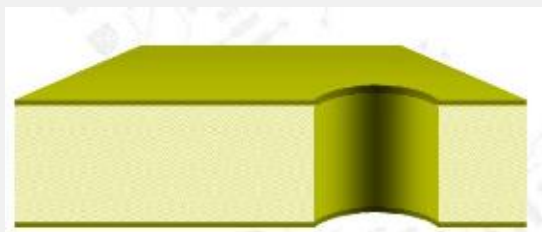
# 印制电路板概述

## 分类

按层数分类:



单面板



双面板

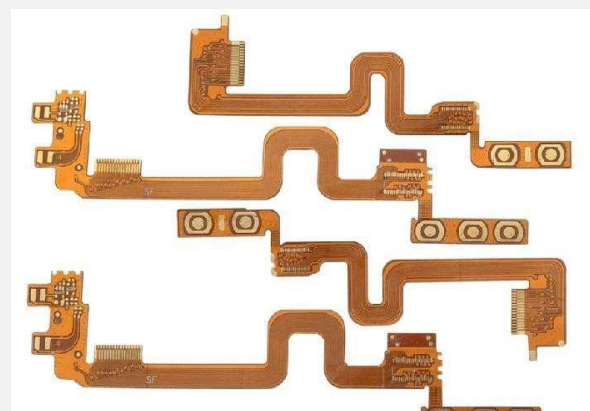


多层板

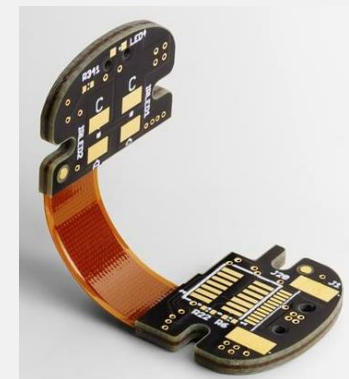
按基材性质分类:



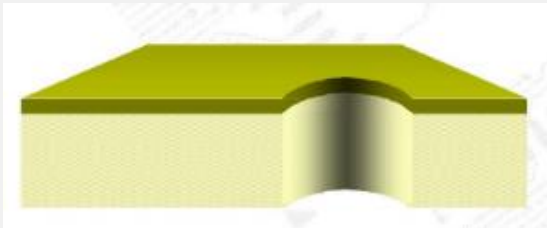
刚性板



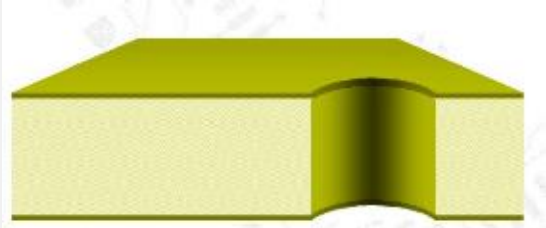
柔性板



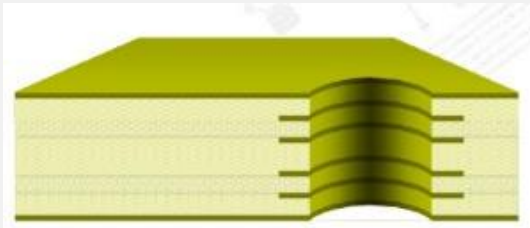
刚柔结合板



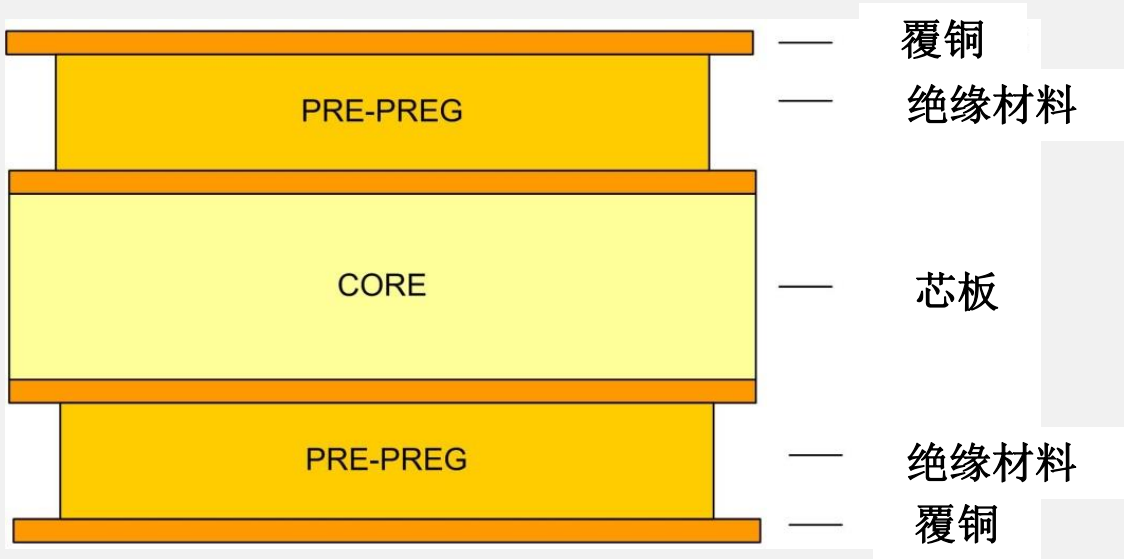
单面板



双面板

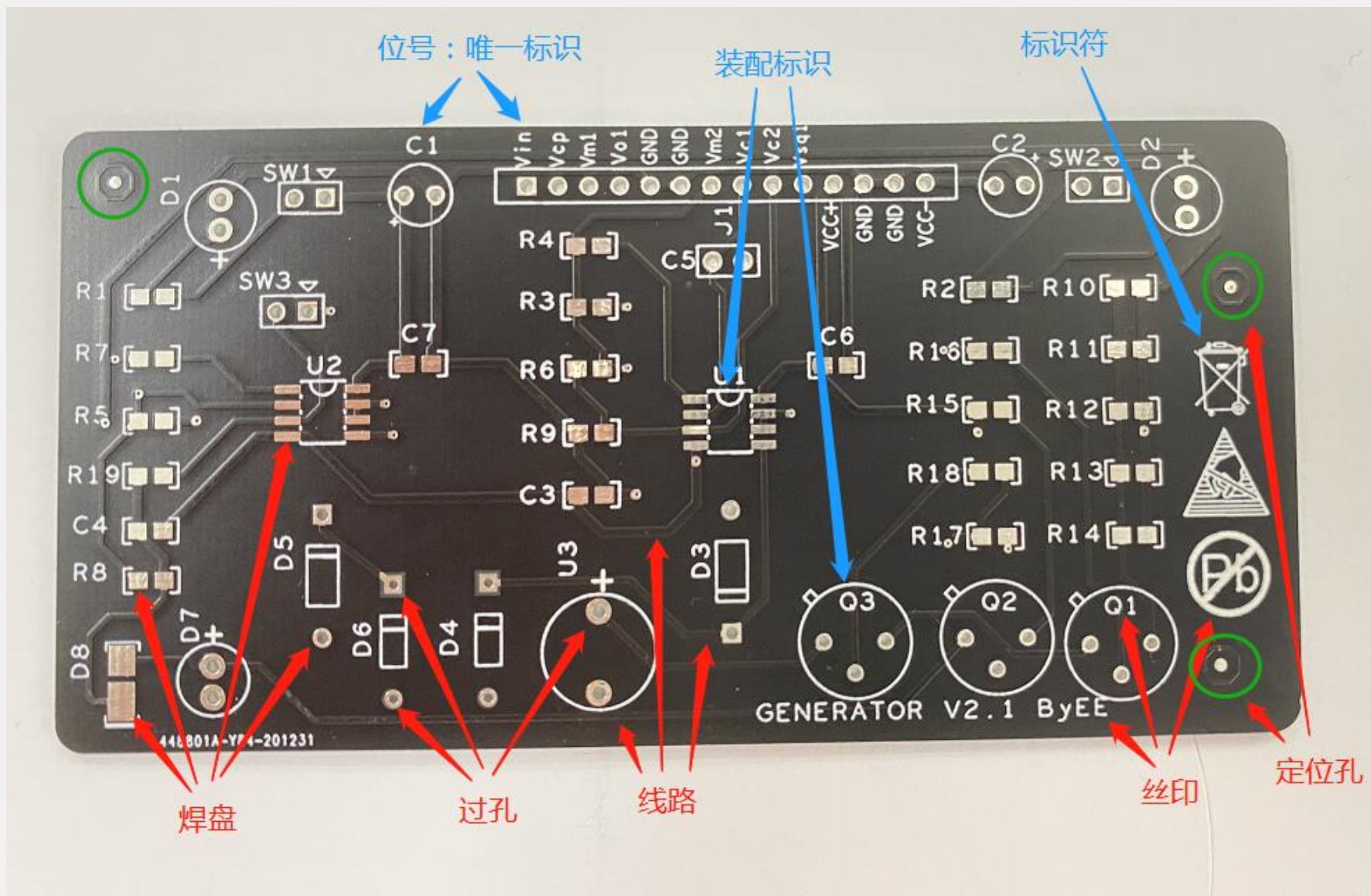


多层板



# 印制电路板概述

结构：表面

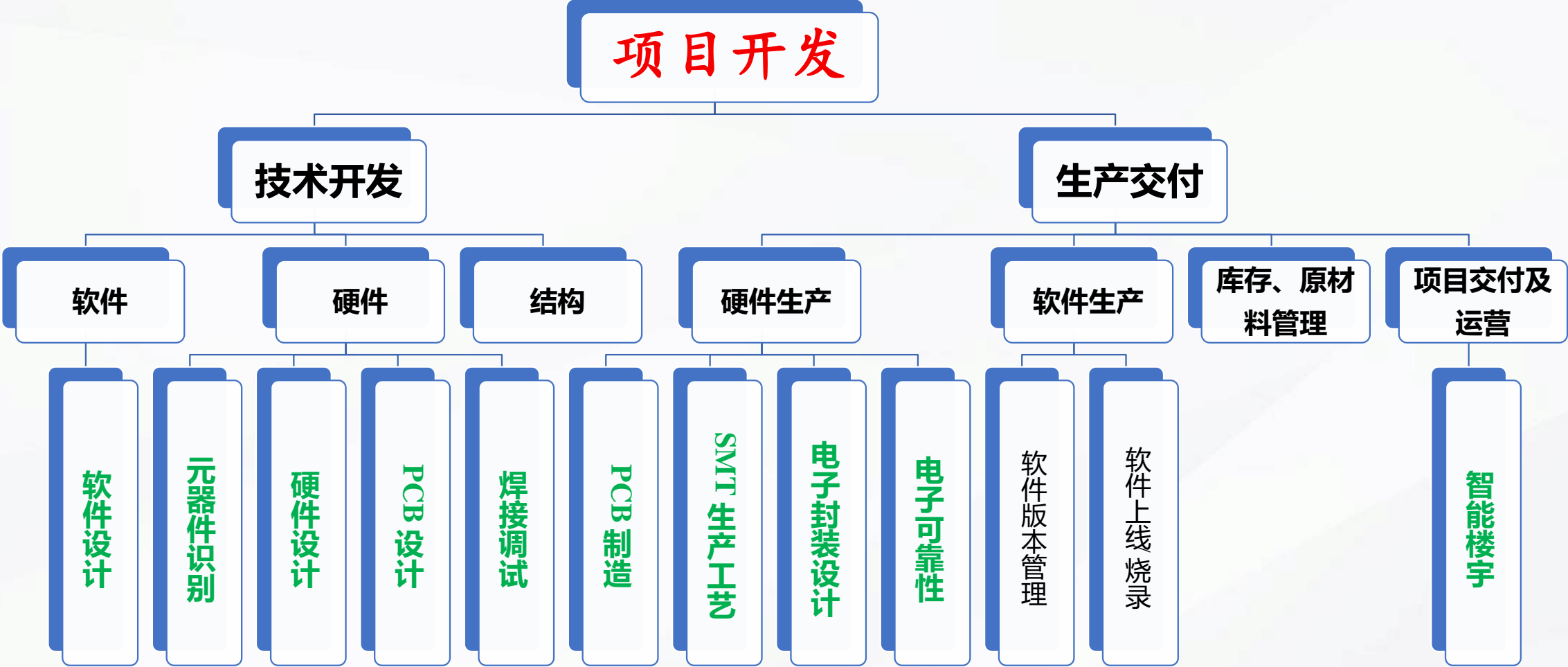




02

## 目的和意义

# 工程项目开发



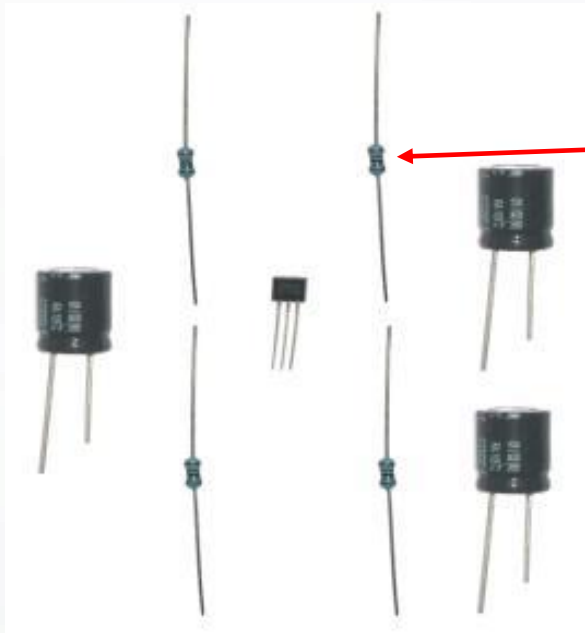
是电子产品中的重要环节



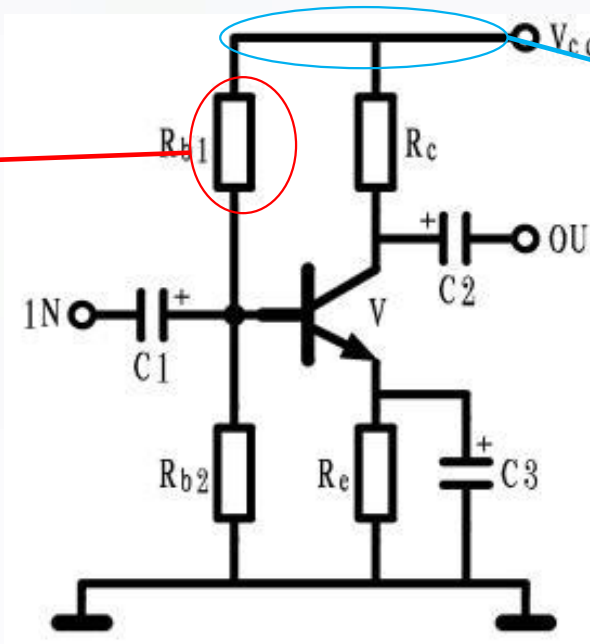
- ✓ 电路原理图→具体产品的必经工序
- ✓ 决定产品质量
- ✓ 全方位考虑：电气、电磁、结构、工艺……



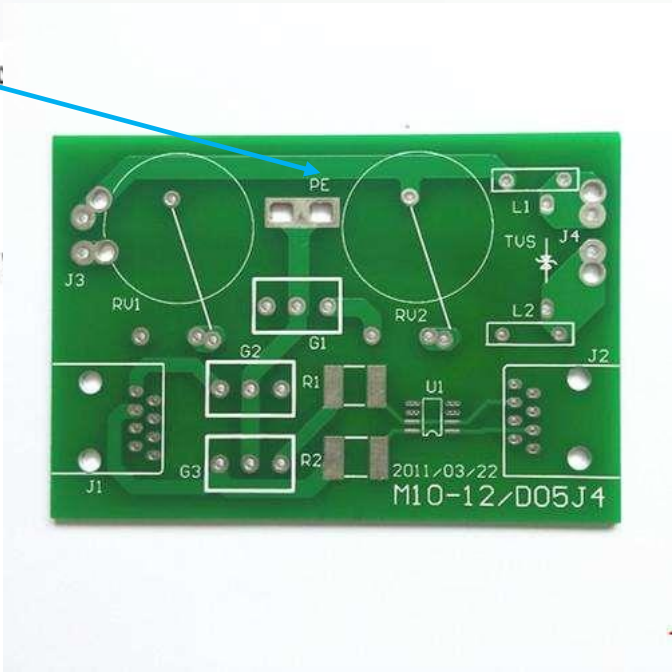
# 印制电路板设计



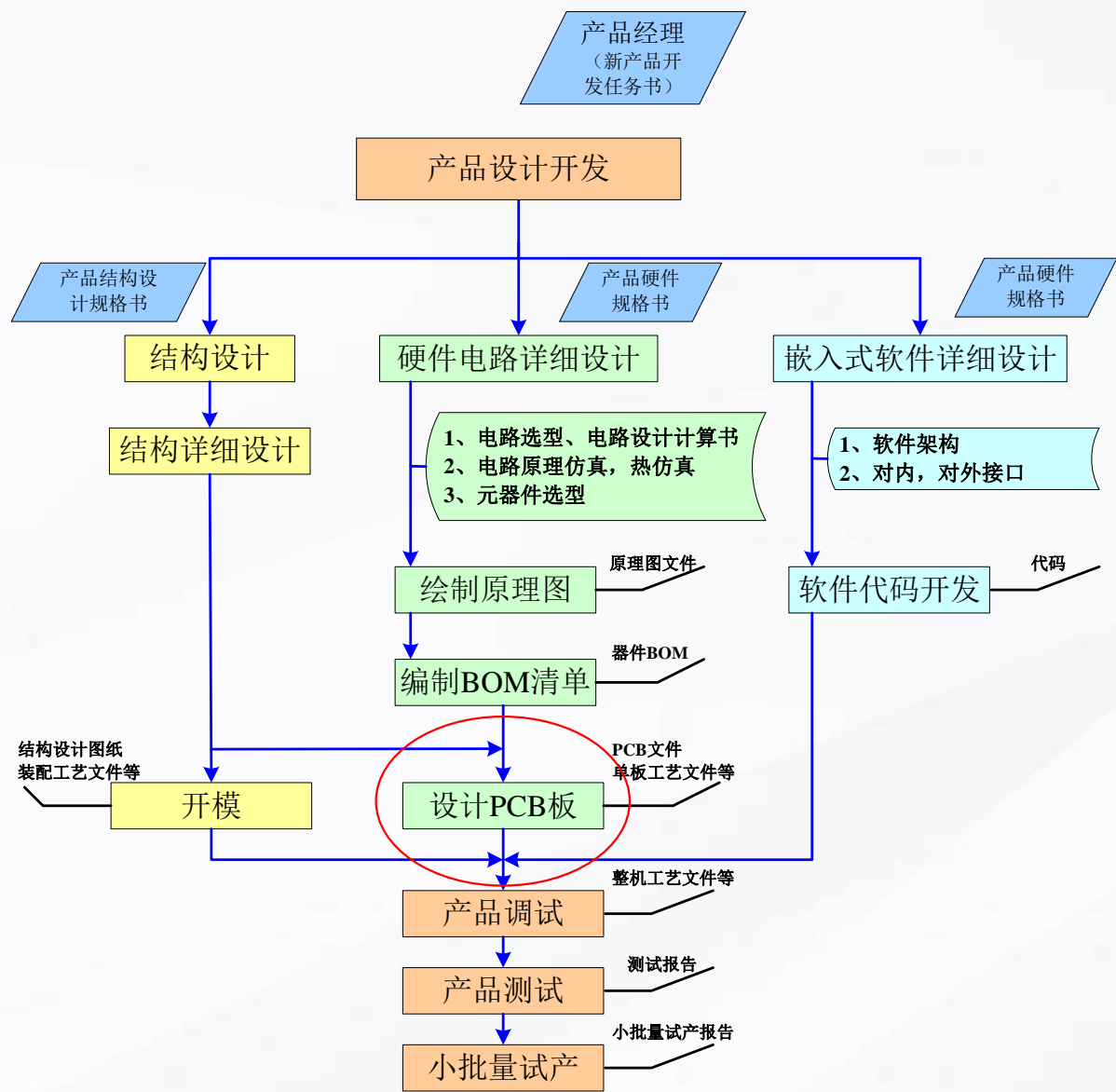
元器件

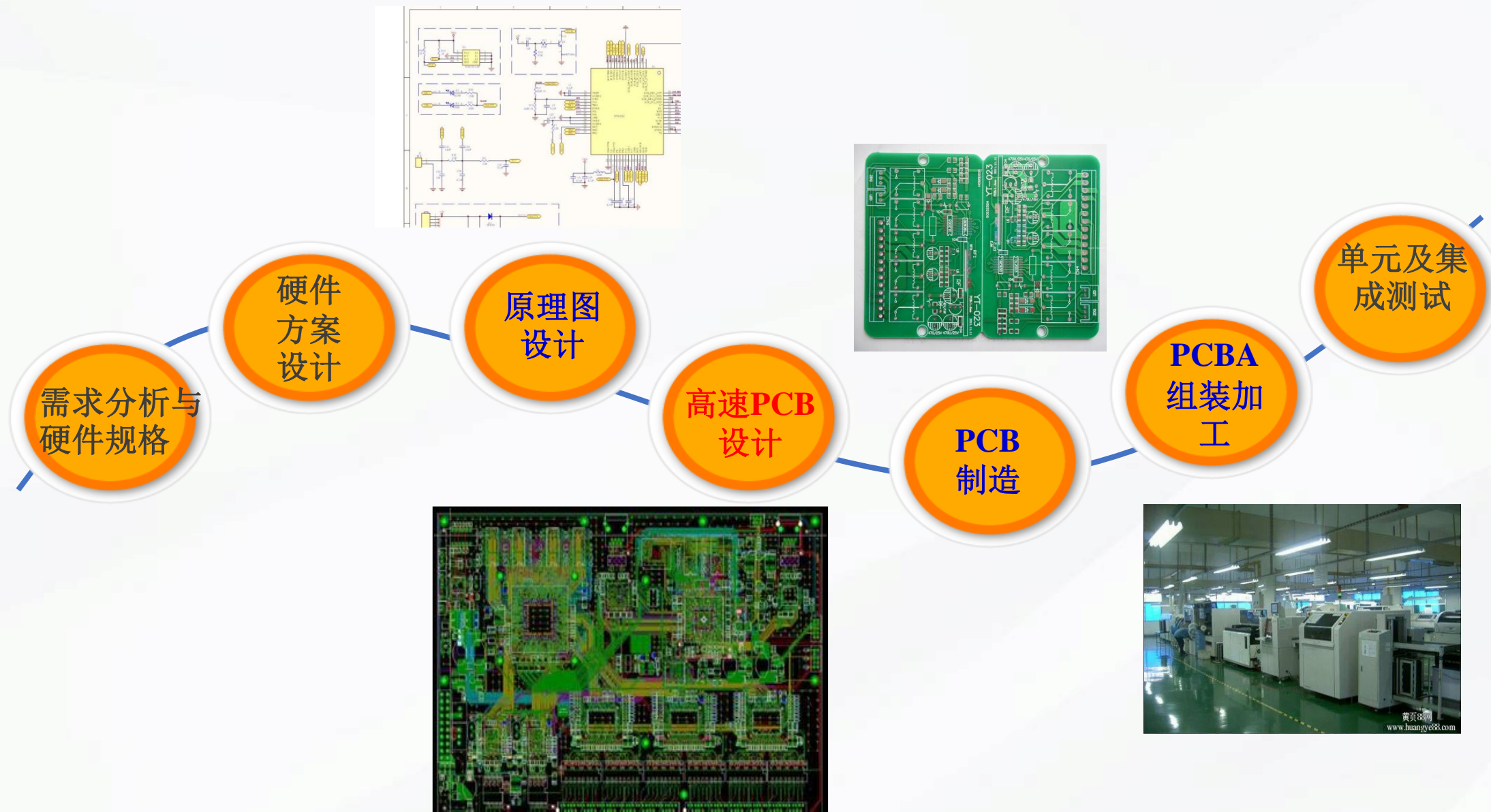


原理图



PCB







**03**

# 设计基本流程

# PCB设计须知

---

01

## 基本概念

常用概念  
(行业黑话)

02

## 特殊单位

历史遗留问题

03

## 实际操作

熟能生巧

04

## 基本原则

不能犯的错

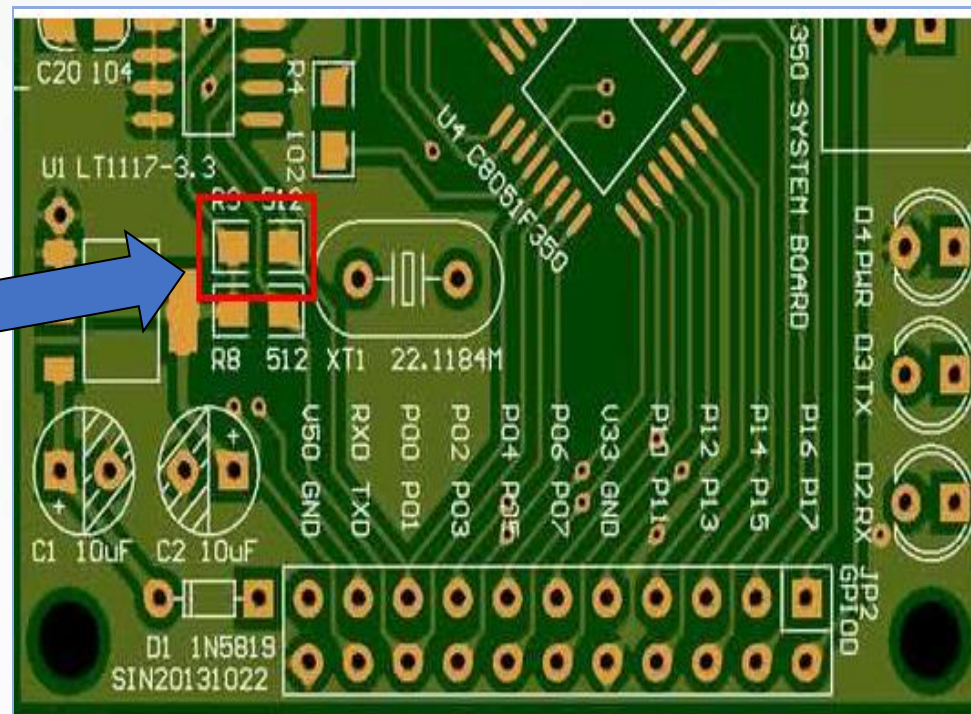
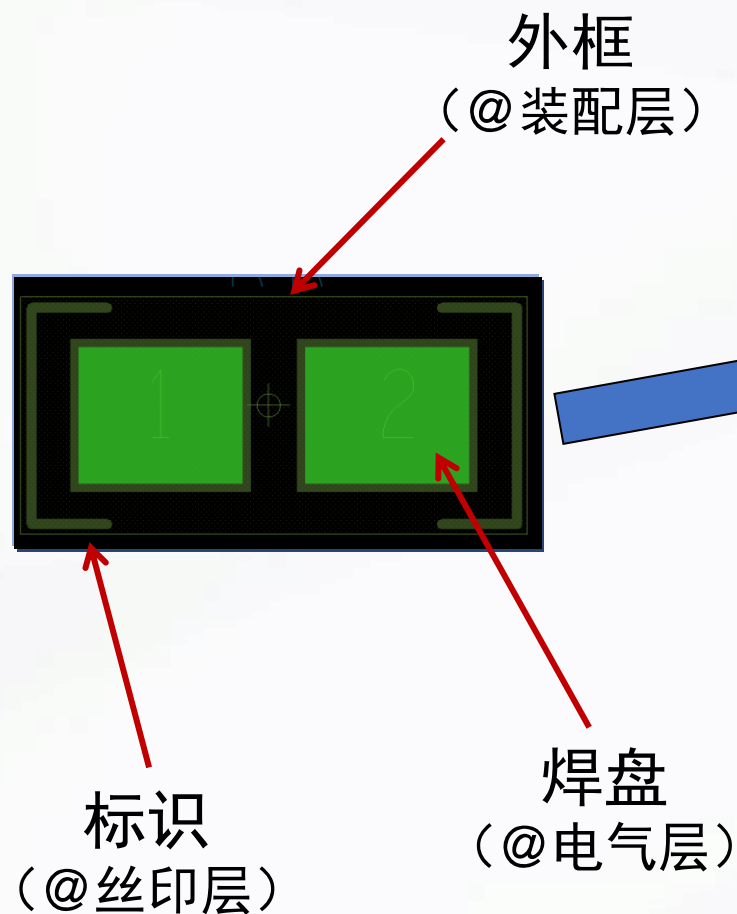
# 设计流程

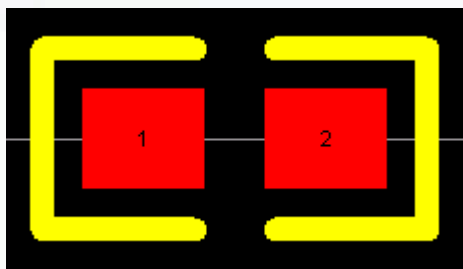
---



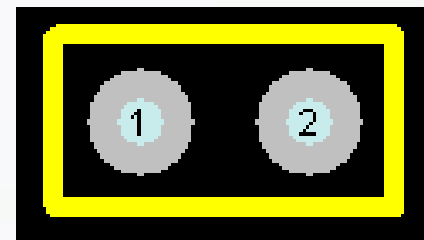


- 用与实际元件形状和大小相同的投影图形表示元件。





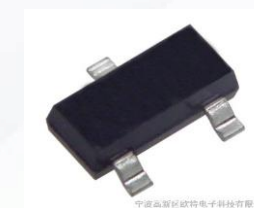
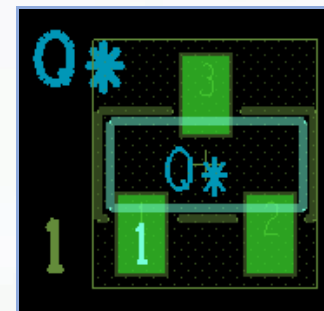
**0805**: 两个焊盘的距离是80mil, 每个焊盘的宽度是50mil。



**RAD01**: 非极性电容, 焊盘间距离为100mil。



**D104**: 两个焊盘的距离是400mil。

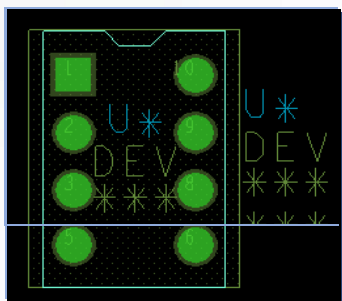
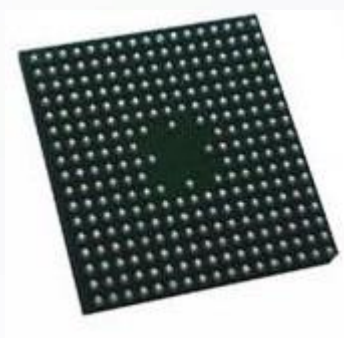
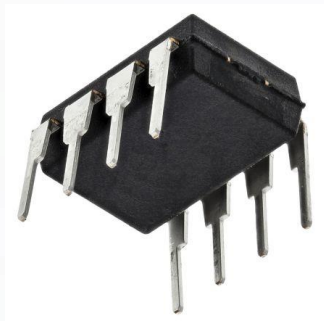


**SoT23**: 贴片三极管, 焊盘较实际元器件略长略宽。

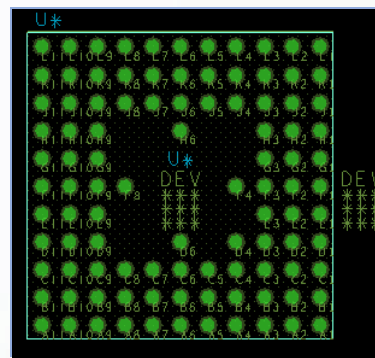
# 基本概念

## 芯片封装

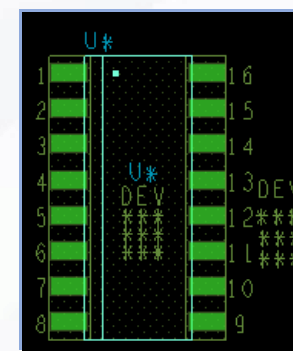
- 1、DIP (Dual Inline Package) : 双列直插封装
- 2、PGA (Pin Grid Arrays) : 引脚栅格阵列
- 3、SOP (Small Outline Package) : 一种贴片封装形式



1



2

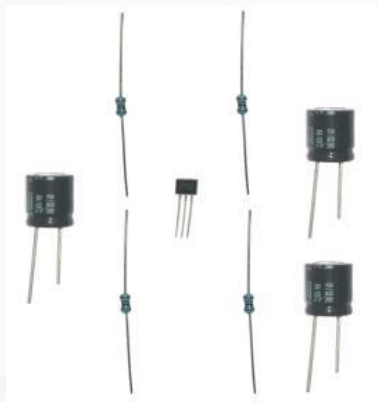


3

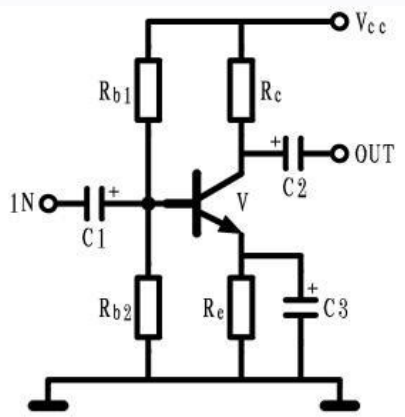
# 基本概念

网表

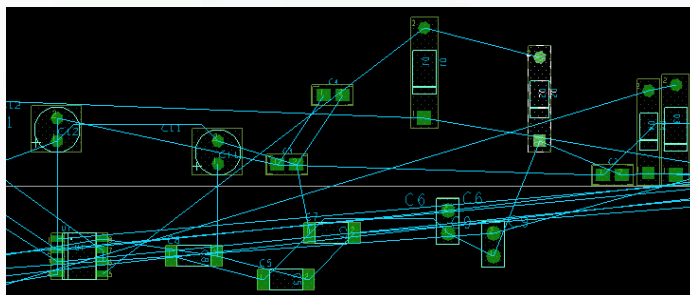
- Netlist: 表示元器件之间的连线关系
- 包含信息: 位号、封装信息、管脚 (Pin) 号、连线



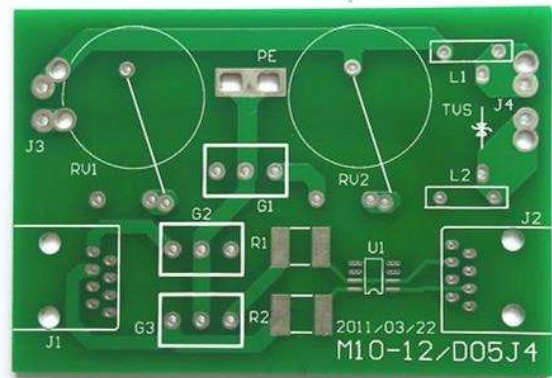
元器件



原理图



信息传递



PCB



# 设计流程

---



元件规格（英制） inch	实际尺寸 mm
0201	0.6*0.3
0402	1.0*0.5
0603	1.6*0.8
0805 (0.08inch*0.05inch)	2.0*1.25

**1 inch = 1000mil = 25.4mm**

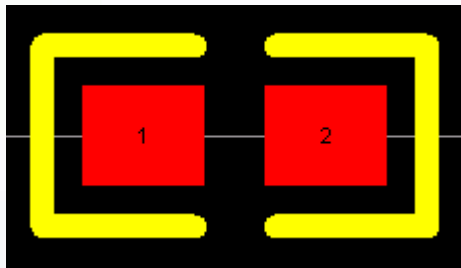
## 特殊单位：mil

## 单位换算

$$1000 \text{ mil} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mil} = 0.0254 \text{ mm}$$

举个栗子：0805

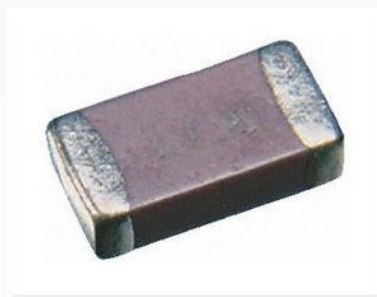


**0805封装**

焊盘间距：80mil

焊盘宽度：50mil。

**封装**



**元器件图**

**数据手册**  
(datasheet)

**实物**

# 特殊单位：mil

# 单位换算

$$1000 \text{ mil} = 25.4 \text{ mm}$$

$$1 \text{ mil} = 0.0254 \text{ mm}$$

举个栗子：接插件

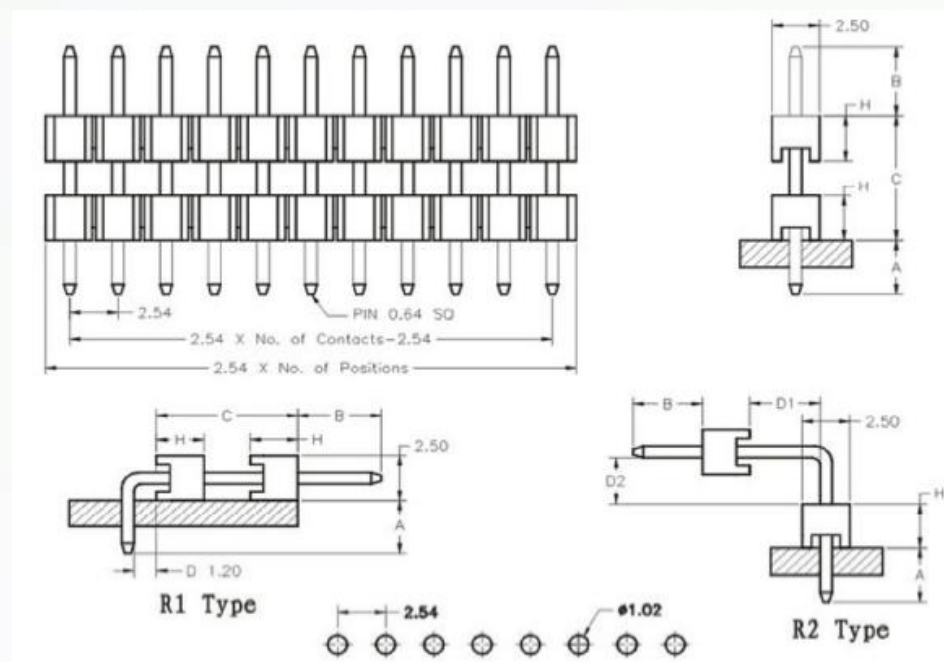
**header封装**

焊盘间距：100mil

焊盘直径：43-56mil

**封装**

**元器件图**



**数据手册  
(datasheet)**

**实物**



# PCB设计须知

---

01

**基本概念**

常用概念  
(行业黑话)

02

**特殊单位**

历史遗留问题

03

**实际操作**

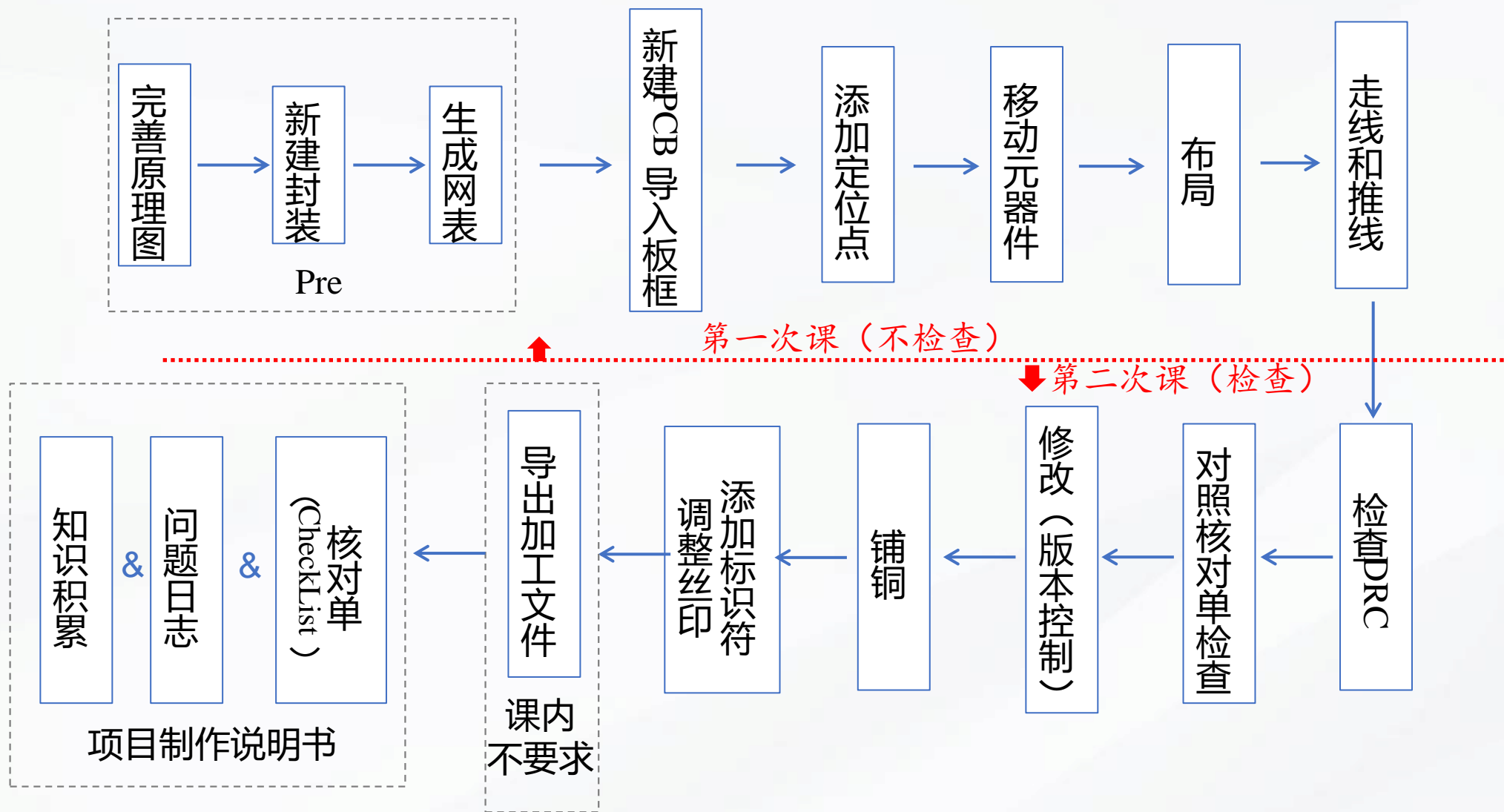
熟能生巧

04

**基本原则**

不能犯的错

# 设计流程



# 设计流程

## 1: 导入网表

方式1: 更新/转换原理图到PCB (立创EDA)

方式2: 导出网表-导入网表 (跨软件之间)



## 2: 导入结构设计

# 新建工程

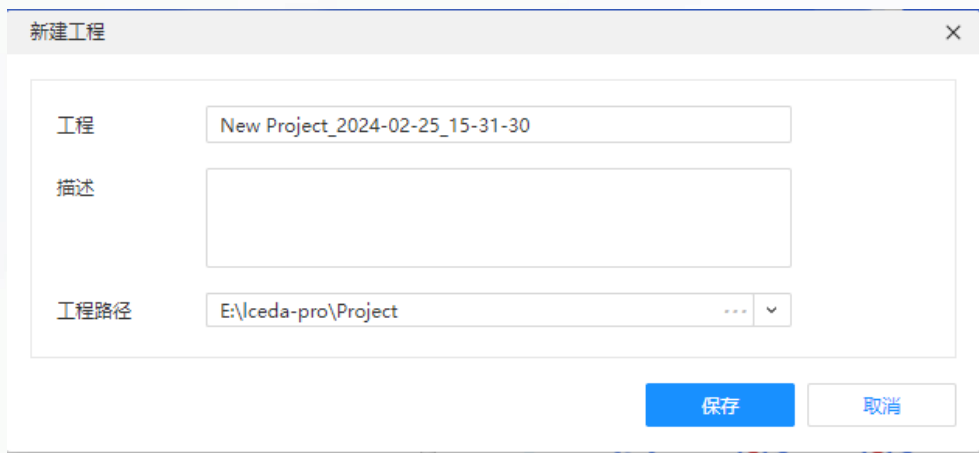
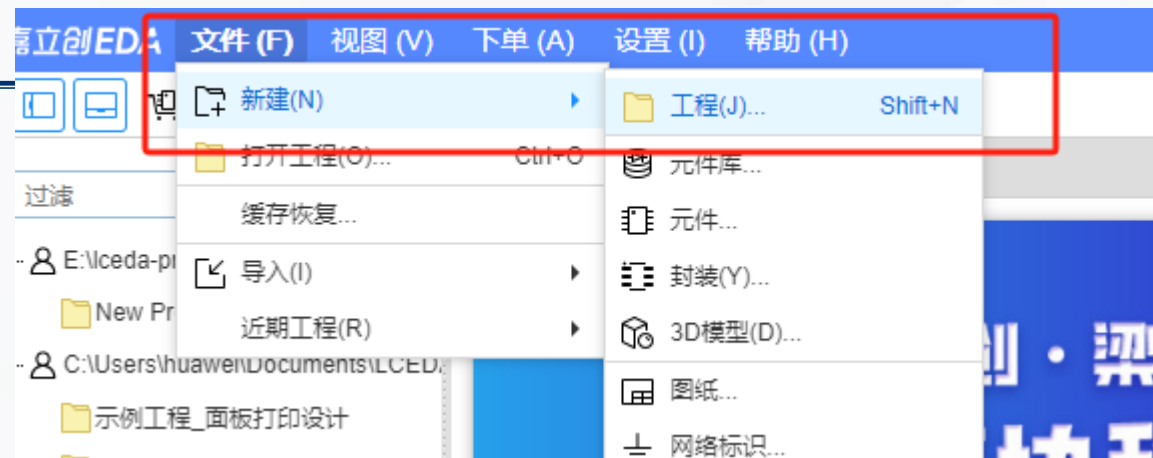
## ✓ 新建工程

方式1：文件----新建----工程

方式2：快速开始----新建工程

保存到合适位置

软件会自动根据日期和时间新建文件





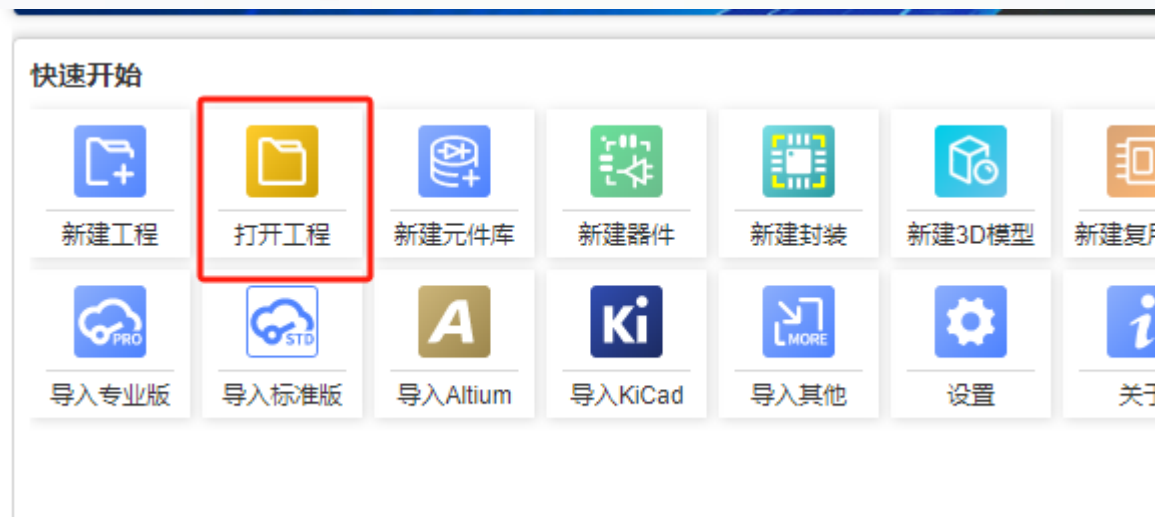
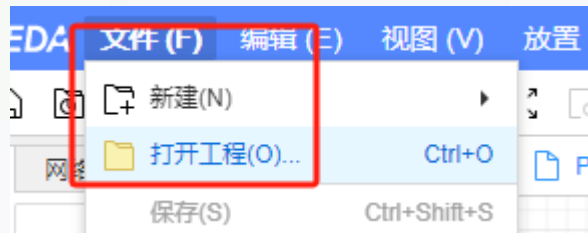
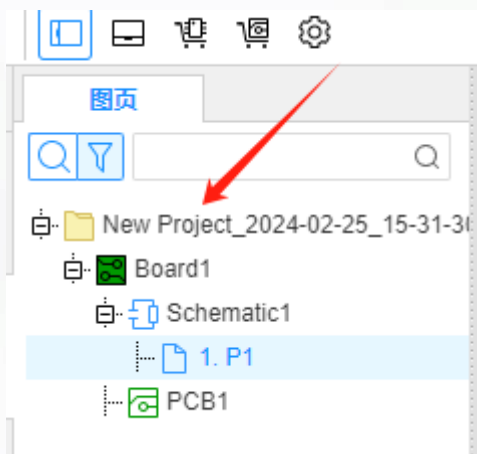
# 打开工程

## ✓ 打开工程

方式1：文件---打开工程

方式2：快速开始---打开工程

找到原理图设计文件，打开工程文件



# 导出网表

## ✓ 导出网表

方式：导出---网表

类型：设置合适的参数；

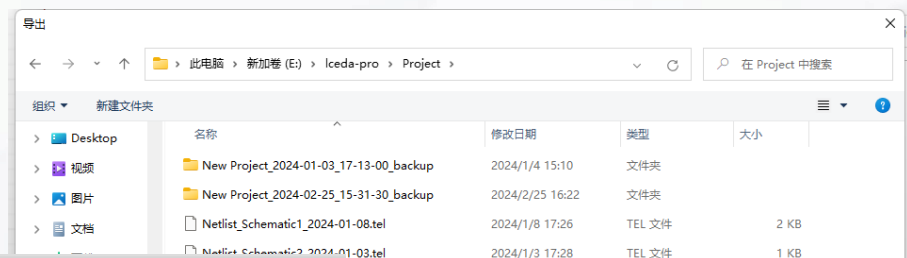
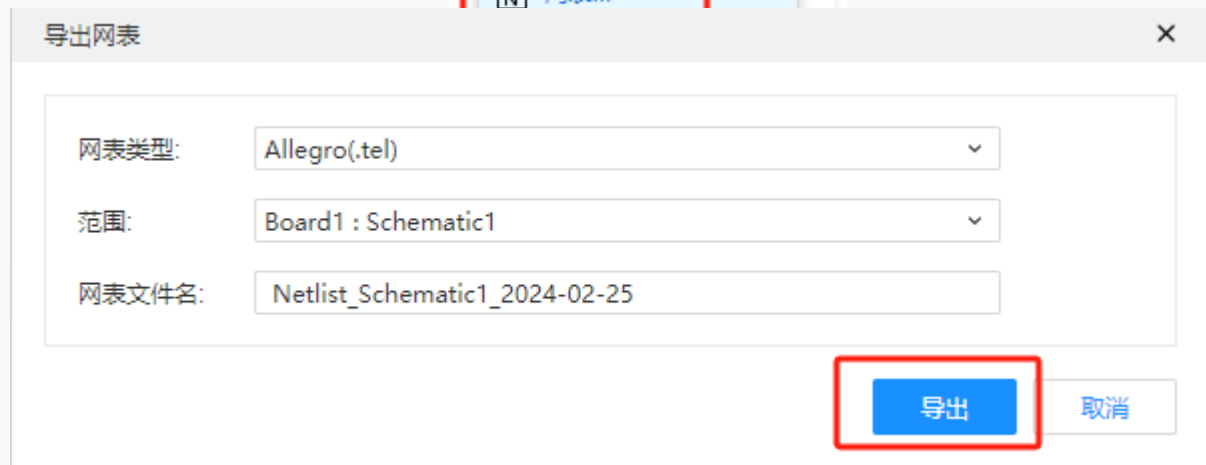
范围：选择需要PCB设计的图纸；

文件名：可默认

点击导出后，选择网表保存的位置，

建议：与工程文件保存在同一个文件夹

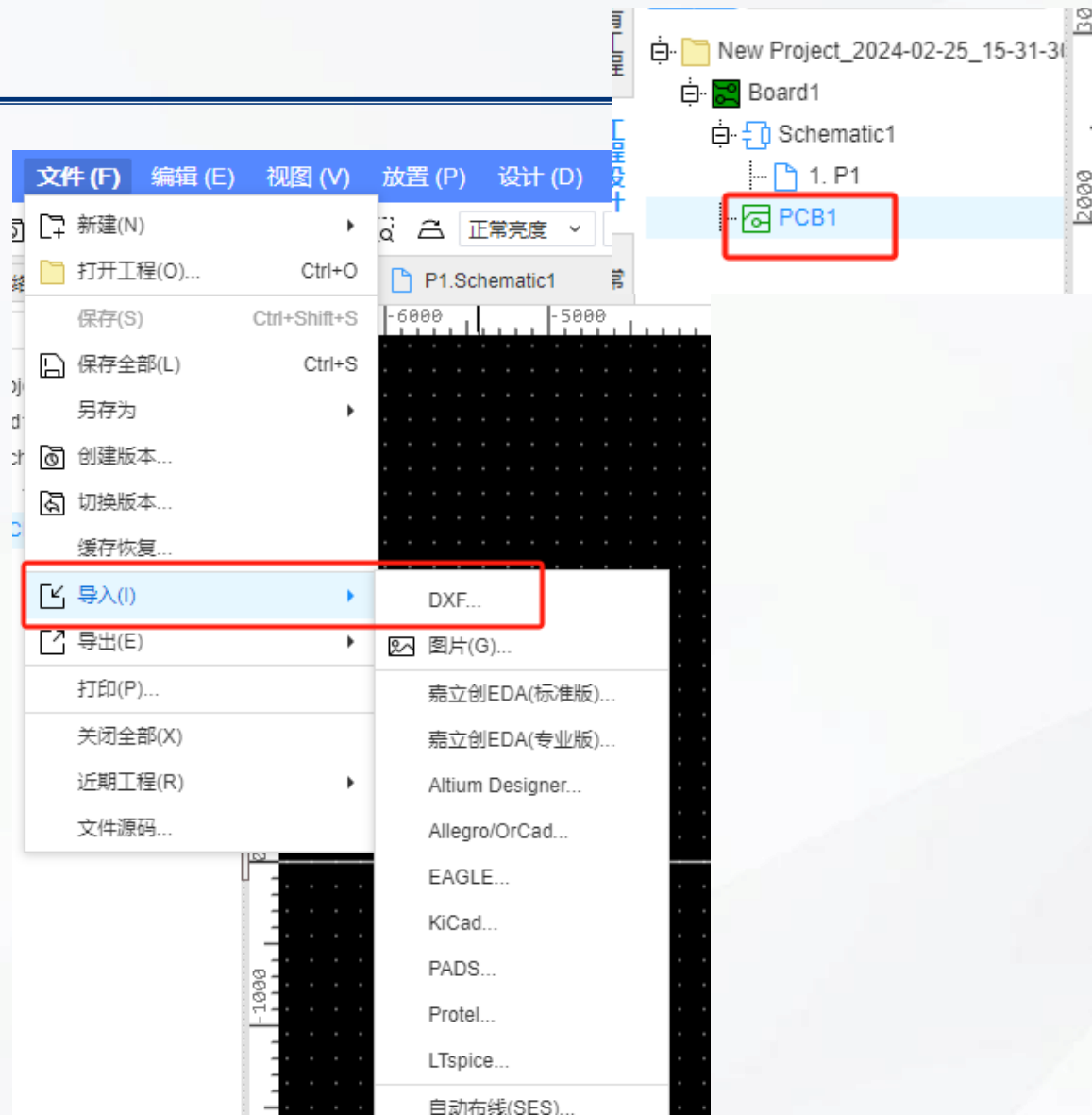
成功后，DRC显示如图



# PCB设计—前处理

✓ 打开PCB设计文稿

方式：双击PCB1



# PCB设计—前处理

## ✓ 导入结构设计

方式：文件----导入----DXF

导入后，移动鼠标将外框放置在合适位置，

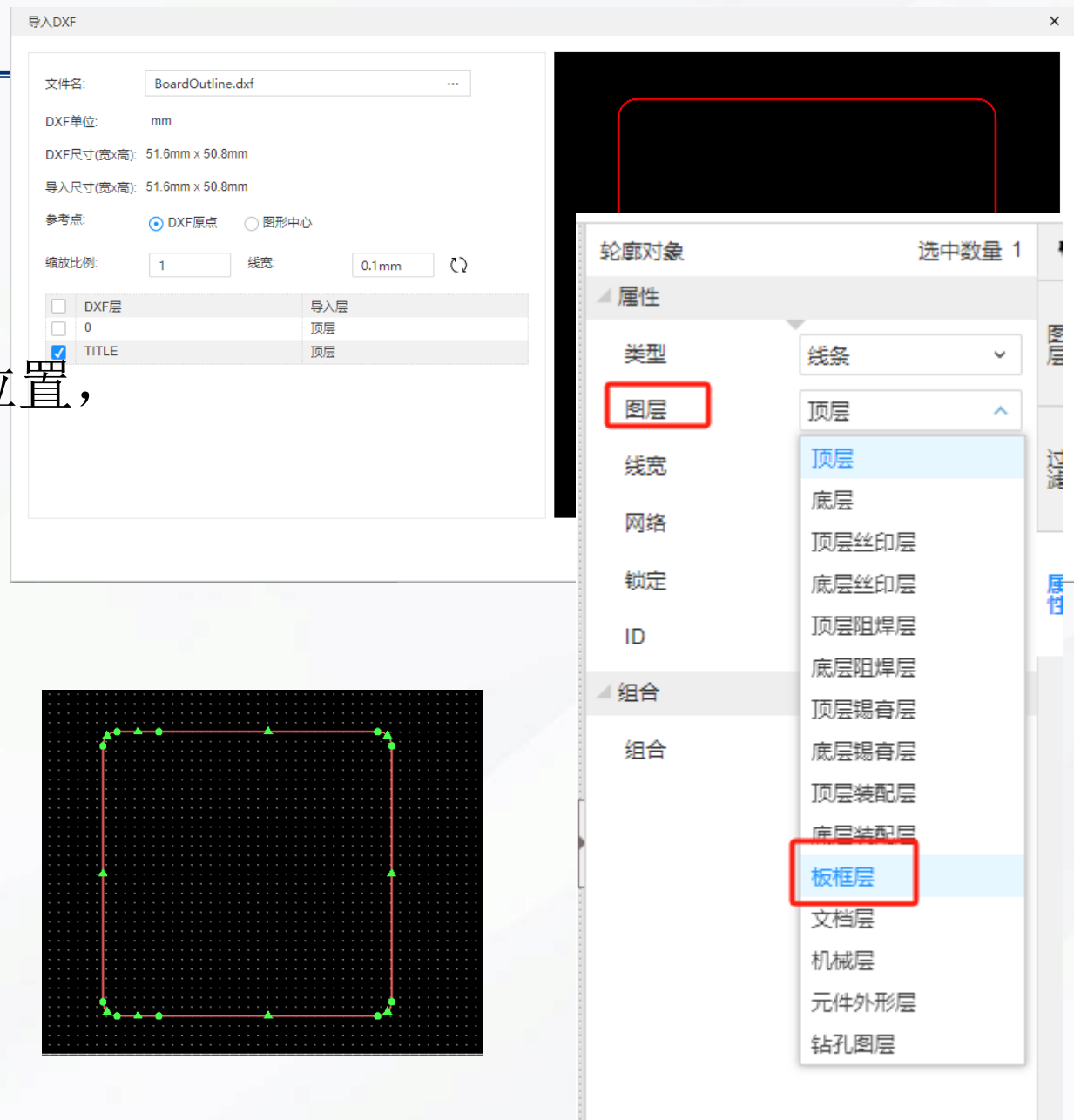
单击鼠标左键放下

## ✓ 指定DXF为外框

方式：鼠标选中红色图形

属性----图层----板框层

图形颜色变成紫色即完成



# PCB设计—前处理

## ✓ 导入网表

方式1：文件----导入----导入网表

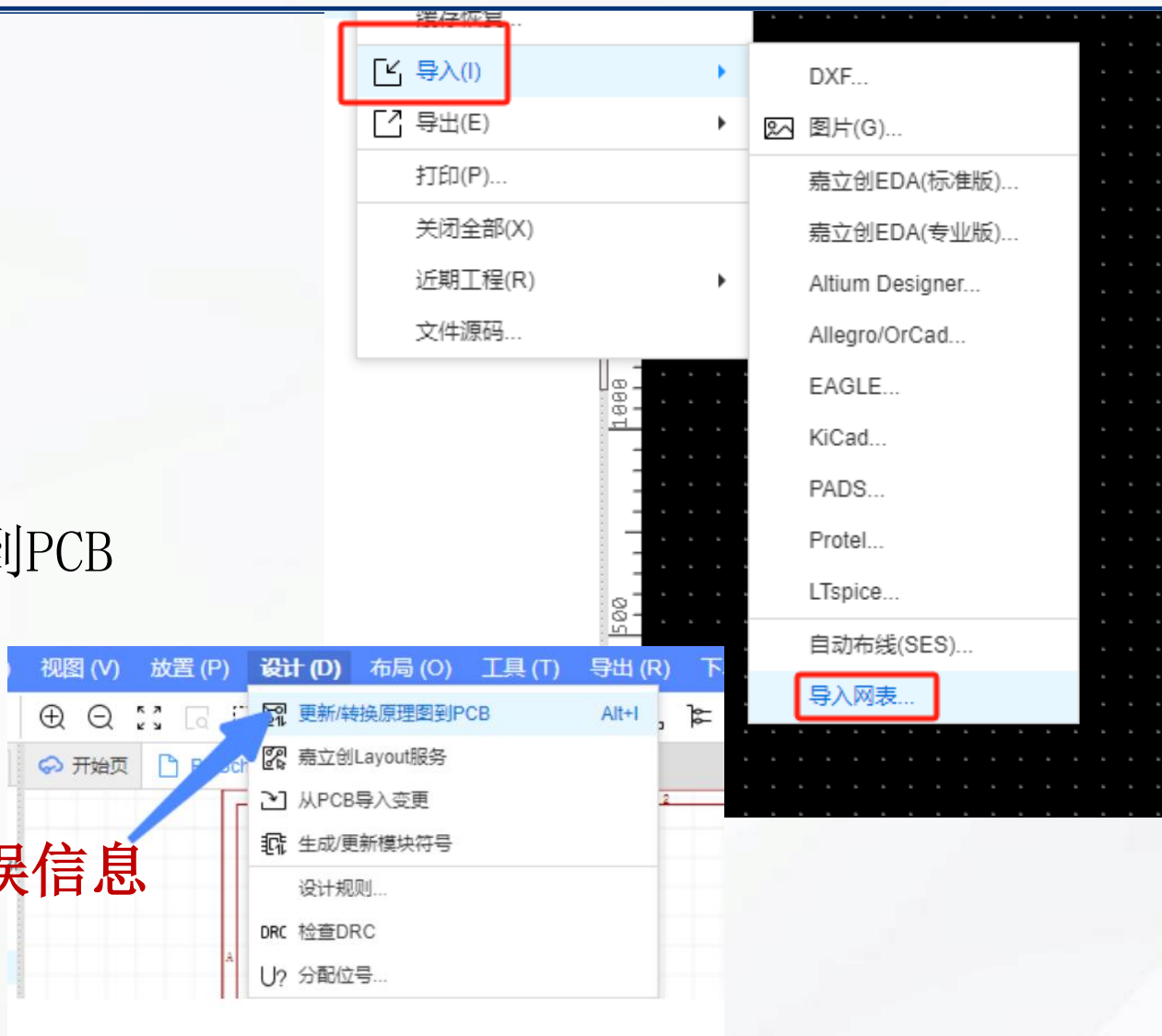
选择Netlist\_\*\*\*\*.tel文件，

成功后所有元件会出现在画布中，

方式2：设计----更新/转换原理图到PCB

## ✓ 随时注意系统日志

查看是否导入成功，获取警告和错误信息



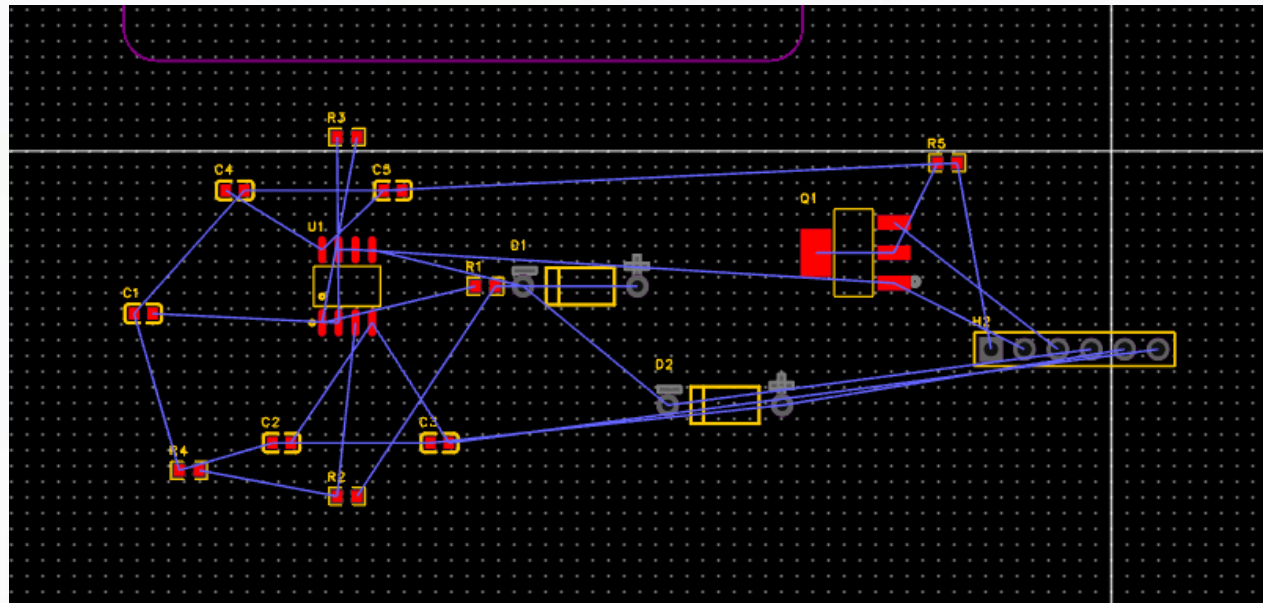


# PCB设计—前处理

✓ 导入网表

所有元件均放置成功

✓ 元件这时候是随机摆放的！



# PCB设计—布局布线

---

- ✓ 移动元件

  - 选中元件后拖动即可

  - 多选也可拖动

- ✓ 布局传递

  - ctrl+shift+X

# PCB设计—布局布线

## ✓ 移动元件

选中元件后拖动即可

多选也可拖动

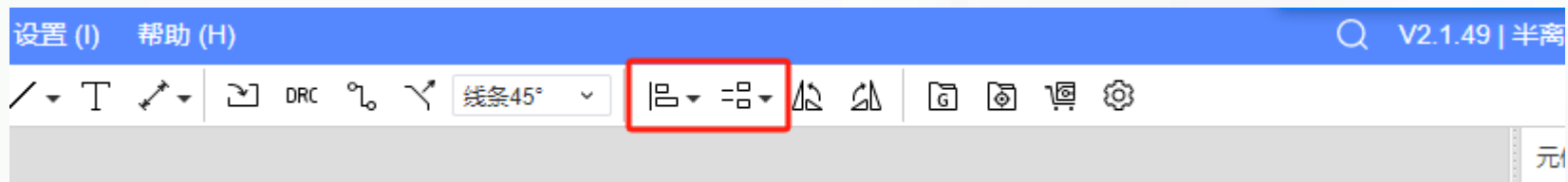
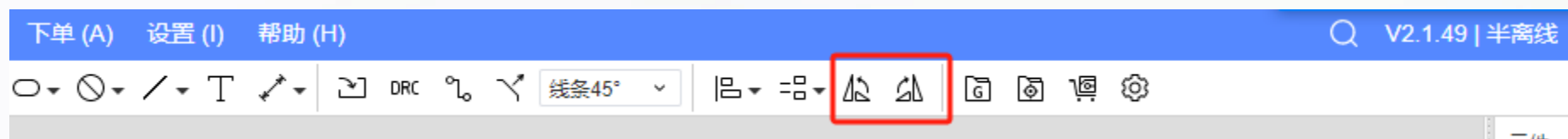
## ✓ 旋转

方式1：选中元件----右键----旋转----旋转方式

方式2：选中元件，点击旋转按钮

## ✓ 对齐

选中目标元件后，选择合适的按钮



# PCB设计—布局布线

## ✓ 查找元件/封装

在左侧常用库中，输入关键字

如：常用的M3螺丝，接插件hdr



# PCB设计—布局布线

## ✓ 查找

方式: ctrl+f

- 查找特殊网络标签 (net name)

如GND, 设置合理参数

- 查找元件

输入位号



# PCB设计—布局布线

## ✓ 查找

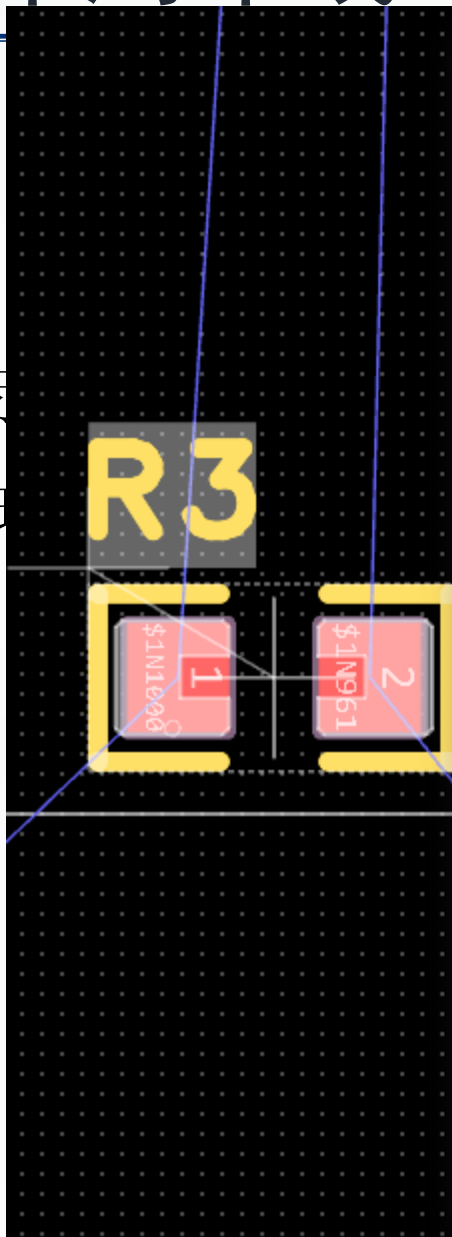
方式: ctrl+f

## • 查找特殊网络标

如GND, 设置合理

## • 查找元件

输入位号





# PCB设计—布局布线

---

- ✓ 合理布局

  - 芯片放中间，插件摆两边；

  - 焊盘不打孔，中间不走线；

  - 最后再铺铜，记得改丝印。

- ✓ 先布局，再走线。

  - 边走线，边微调。

# PCB设计—布局布线

## ✓ 布线

## 选择“单路布线”命令

## 属性-----线宽

线宽要求：信号线15mil，电源20mil

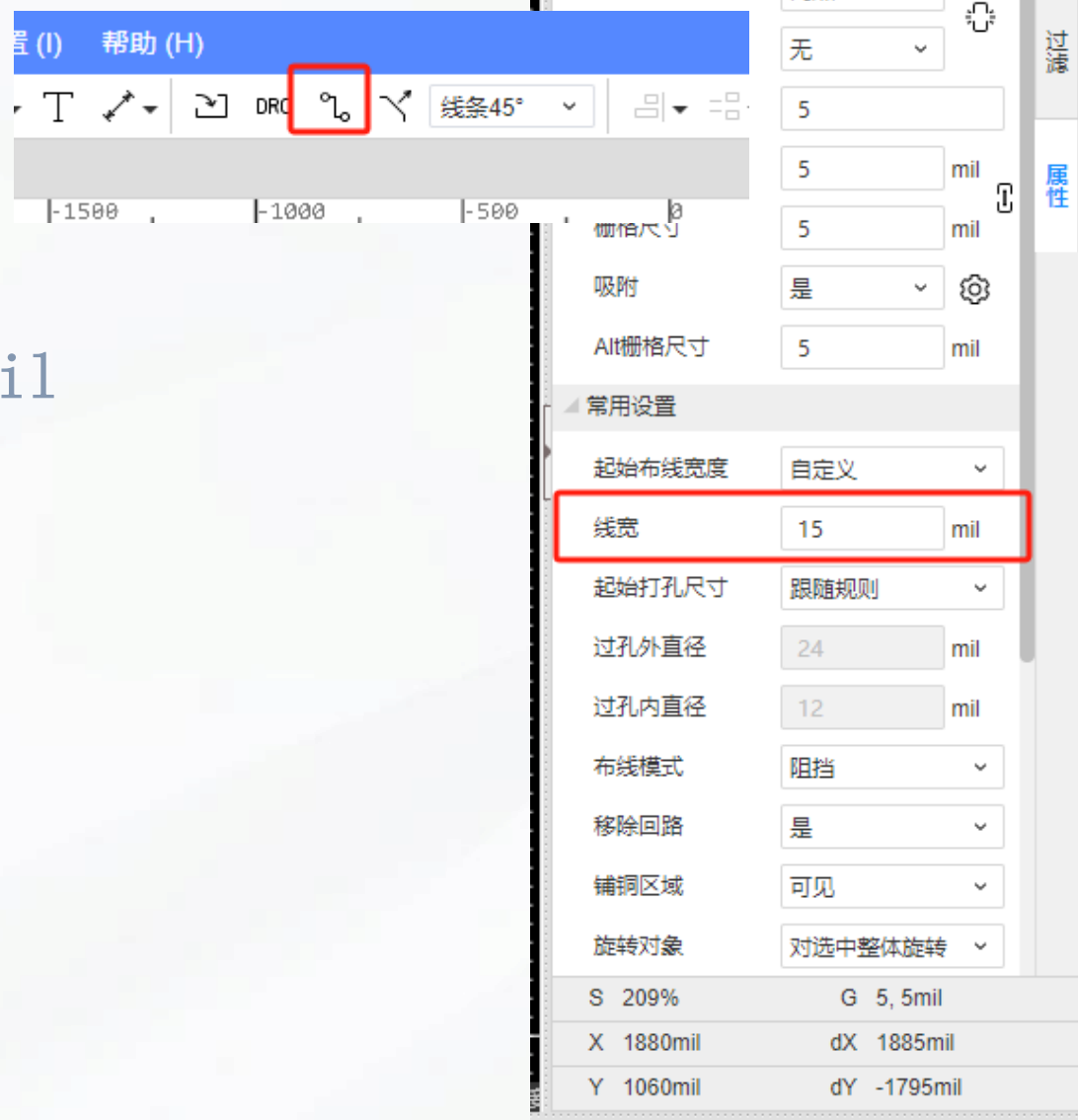
### ALT+B, ALT+T切换走线层

✓ 打孔

在布线过程中，

鼠标左键点击一下打孔位置，

## 切换走线层，自动打孔



# PCB设计—布局布线

## ✓ 铺铜

选择“铺铜”命令

选择铺铜的范围鼠标

(单击一次开始，再单击一次结束)

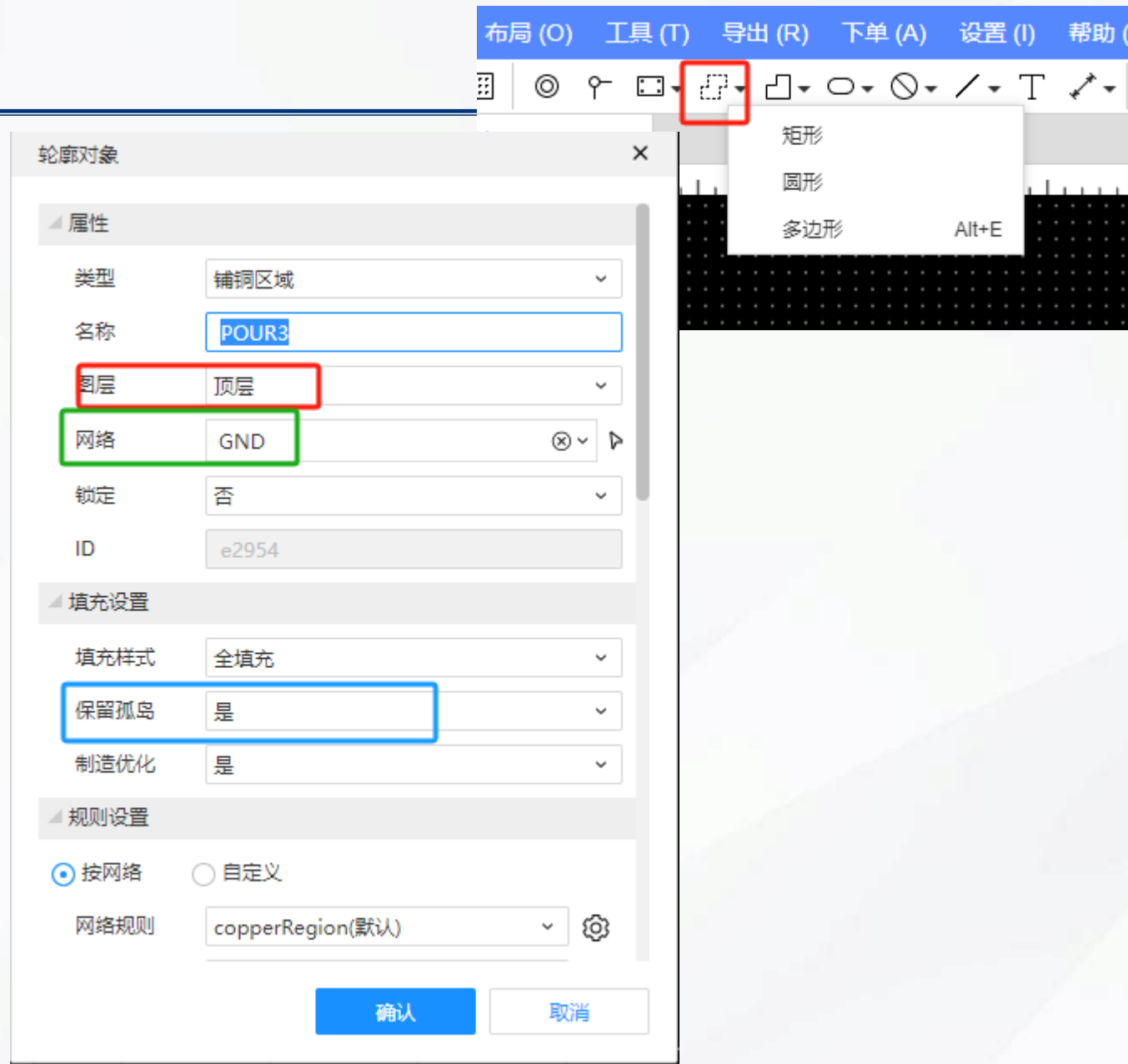
选择的范围可以大于外框！

保证所有区域都铺满！

顶层&底层分别进行

网络标签：**GND**

其余参数自行设置



# PCB设计—布局布线

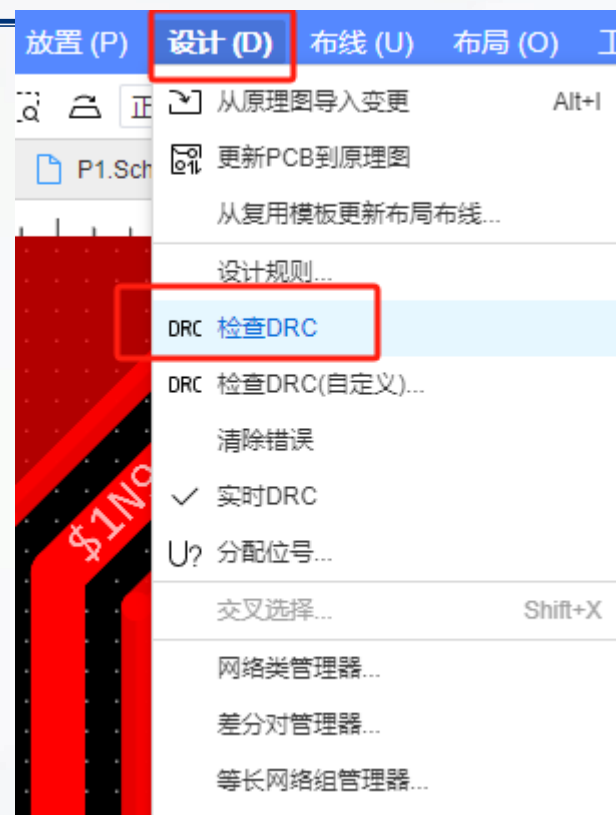
## ✓ 检查DRC

方式：设计---检查DRC

在DRC报表中会显示检查结果

**点击错误/报警，自动定位到对应位置**

铺铜时若留有孤岛，DRC检查会报错，可忽略。



检查DRC	清除错误	No.	显示	错误类型	错误对象	规则名称	对象1	对象2	解释
<div>全部 (5)</div> <div>连接性错误 (5)</div> <div>GND (5)</div>									
1	🔍	连接性错误	铺铜区域(填充)	Common	铺铜区域(填充) (GND): e2...				对象 1 为游离的铜块
2	🔍	连接性错误	铺铜区域(填充)	Common	铺铜区域(填充) (GND): e2...				对象 1 为游离的铜块
3	🔍	连接性错误	铺铜区域(填充)	Common	铺铜区域(填充) (GND): e2...				对象 1 为游离的铜块
4	🔍	连接性错误	铺铜区域(填充)	Common	铺铜区域(填充) (GND): e2...				对象 1 为游离的铜块
5	🔍	连接性错误	铺铜区域(填充)	Common	铺铜区域(填充) (GND): e2...				对象 1 为游离的铜块

库

日志

DRC

查找结果

# PCB设计—后处理

## ✓ 修改丝印

选中对应的文字，修改高度（或线宽）

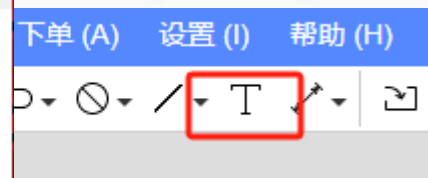
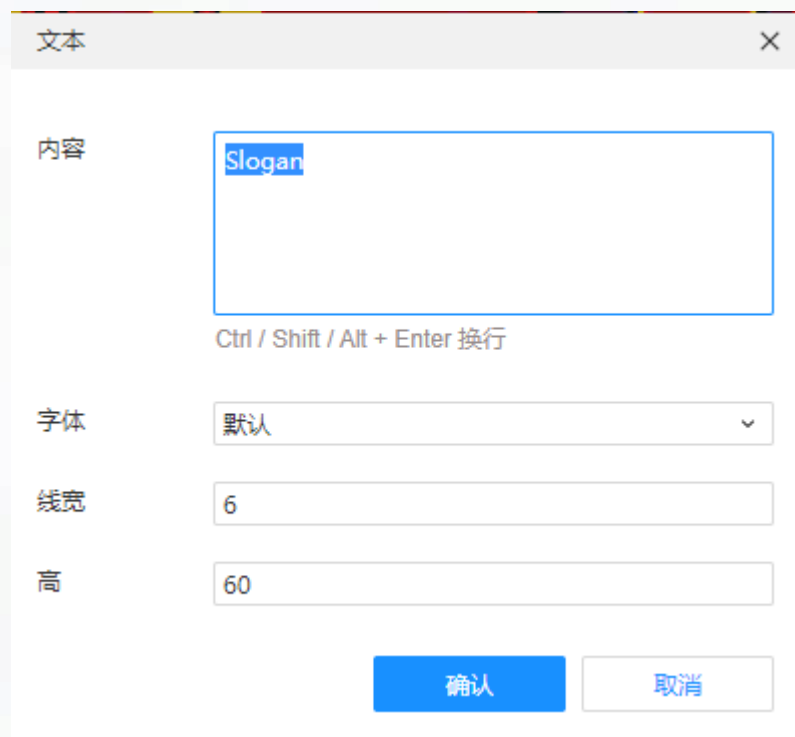
位置/方向/字体/风格

整体设计统一风格！

## ✓ 添加文字

在合适位置添加自定义内容

使用“反向”可打上独特印记！



# PCB设计—导出加工文件

## ✓ 导出制板文件

方式：导出---PCB制板文件

在DRC报表中会显示检查结果

**点击错误/报警，自动定位到对应位置**

铺铜时若留有孤岛，DRC检查会报错，可忽略。



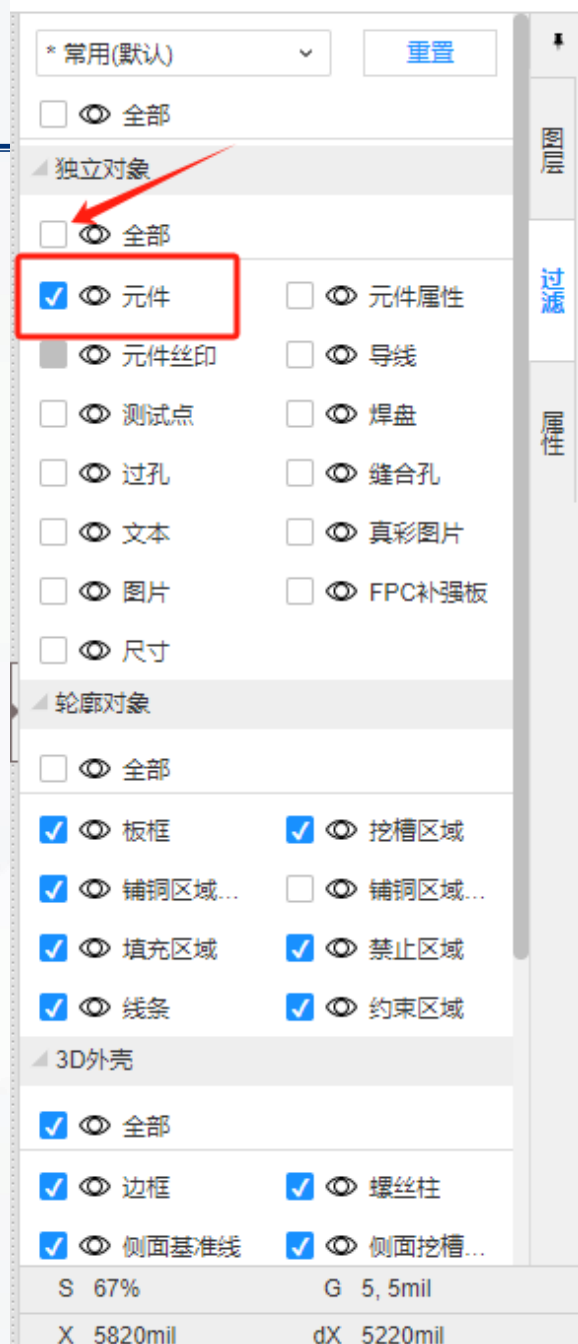
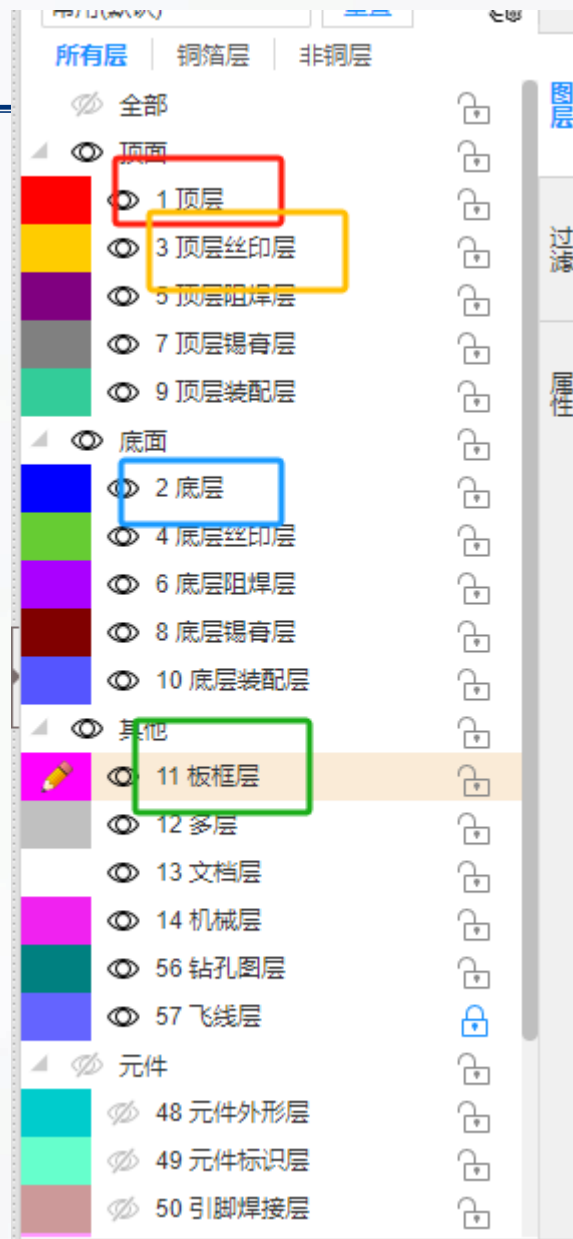


# PCB设计—技巧

✓ 挑出目标对象，方便操作

默认勾选全部，容易误操作

合理使用过滤or图层选项卡，更精准



# PCB设计—技巧

---

## ✓ 快捷键

空格 == 旋转

Alt+T / Alt+B == 切换走线层

Ctrl+Shift+X == 布局传递

右键 - 查找相似对象 == 批处理

# PCB设计须知

---

01

**基本概念**

常用概念  
(行业黑话)

02

**特殊单位**

历史遗留问题

03

**实际操作**

熟能生巧

04

**基本原则**

不能犯的错

### 要求：

- 1、层数：双层
- 2、结构：使用给定板框，留出固定螺丝位置
- 3、线宽：信号线15mil，电源线20mil
- 4、所有元件（除测试点）放在正面
- 5、测试点（test point）放置在背面
- 6、DRC检查无错误

### 禁止：

- 1、焊盘上不允许打孔
- 2、0805尺寸以下封装的元件焊盘中间不允许走线
- 3、不允许自动布线

# 基本原则

- 1、电气连接可靠（所有线都连上）
- 2、封装正确（元件都选对）
- 3、信号完整性（差分输入/输出、电子干扰etc）
- 4、功率线（电流vs线宽）

# 电气性能

- 1、检查DRC、布局、层数
- 2、BOM清单、尺寸  
插件/贴片
- 3、布局、线宽、角度、线长、  
特殊器件、过孔、接地
- 4、线宽、散热、布局

# 基本原则

## 生产装配

- 1、可制造
- 2、可装配测试
- 3、成本控制

- 1、线宽、角度、线距、布局、尺寸、元件选型、贴片/插件**
- 2、布局、测试点、标识符、装配符、定位点、禁止区域、接口条件**
- 3、尺寸、层数、选型、线宽线距、元件选型**



# 基本原则

---

- 1、版本控制
- 2、稳定性
- 3、项目管理

## 可扩展性

- 1、可回退、可扩展、可追溯
- 2、测试稳定、性能稳定、电子可靠性
- 3、核对单(checklist)、问题日志  
知识积累

### 要求：

- 1、层数：双层
- 2、结构：使用给定板框，留出固定螺丝位置
- 3、线宽：信号线15mil，电源线20mil
- 4、所有元件（除测试点）放在正面
- 5、测试点（test point）放置在背面
- 6、DRC检查无错误

### 禁止：

- 1、焊盘上不允许打孔
- 2、0805尺寸以下封装的元件焊盘中间不允许走线
- 3、不允许自动布线

**04**

# 评价、监督

# 工程项目管理——项目沟通管理

## 5W1H模型

Who	What/ Whom	When	How	Why
相关方A	收: 甲: 乙: 丙: 丁: 发: 甲: 乙:	甲: 乙: 丙: 丁: 甲: 乙:	Email QQ 微信 专人通知 会议	什么情况下 这么做?
相关方B	...	...	...	...
...				

## 沟通5C

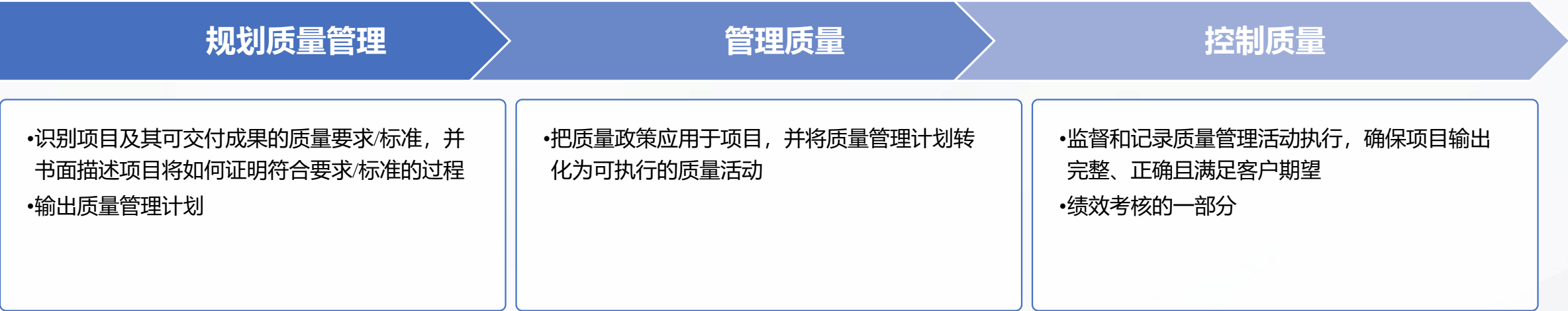
- Correct: 正确的语法和拼写
- Concise: 简洁的表述
- Clear: 清晰的表达
- Coherent: 连贯的逻辑
- Control: 受控的语言流

## 建立正式和非正式的渠道

- 内部和外部
- 正式和非正式 (电子邮件、即兴讨论)
- 垂直 (上下级) 和水平 (同级)
- 官方 (新闻通讯、年报) 和非官方 (私下)
- 书面和口头

# 工程项目管理——项目质量管理

项目**质量**管理：确保项目需求与产品需求都得到满足和确认。



本课程本阶段需要输出文件		
序号	文件名称	输出标准
1	核对单(checklist)	开发、营销、生产等活动的技术/活动/生产确认单，量化质量标准及检测方法，具体格式参见文档模板

# 附录： 所需提交文件列表

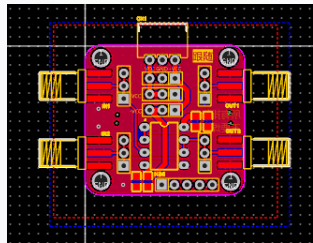
本课程需要输出文件		
序号	文件名称	输出标准
1	需求跟踪矩阵	具体格式参见文档模板
2		
3	项目甘特图	需包含里程碑、活动名称、持续时间、关系网络，具体格式参见文档模板
4		
5	责任分配矩阵	标明团队成员责任分配，具体格式参见文档模板
6	核对单(checklist)	开发、营销、生产等活动的技术/活动/生产确认单，量化质量标准及检测方法，具体格式参见文档模板
7		
8	成员绩效考核表	项目结束提交，标名团队成员工作量、工作成绩，具体格式参见文档模板
9	预算及决算表	项目结束后给出，包含所有实际产生的费用，具体格式参见文档模板
10	知识积累	项目结束后输出，格式不限，记录项目过程中使用过的和新产生的知识及问题列表
11	项目发布	格式不限，参照路演PPT格式



# 修改完善

# 可扩展性

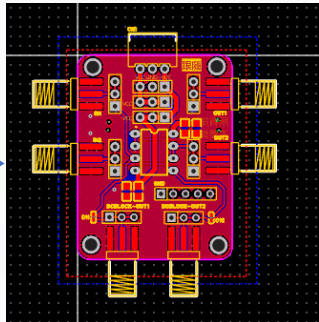
- 1、版本控制
- 2、整体优化
- 3、问题日志
- 4、知识积累



初稿



制作&调试&修改意见



升级优化版



差点意思



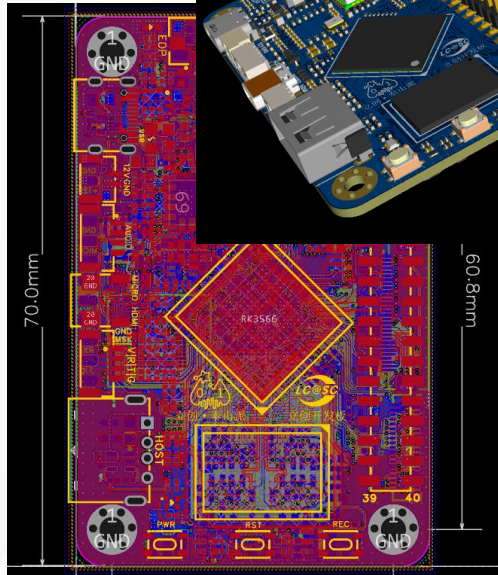
感觉不对



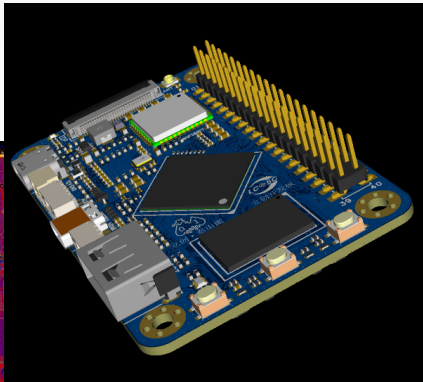
不是我要的但我也说不出我要啥

伤害三连

制作&调试&修改意见



魔改版



存了么?

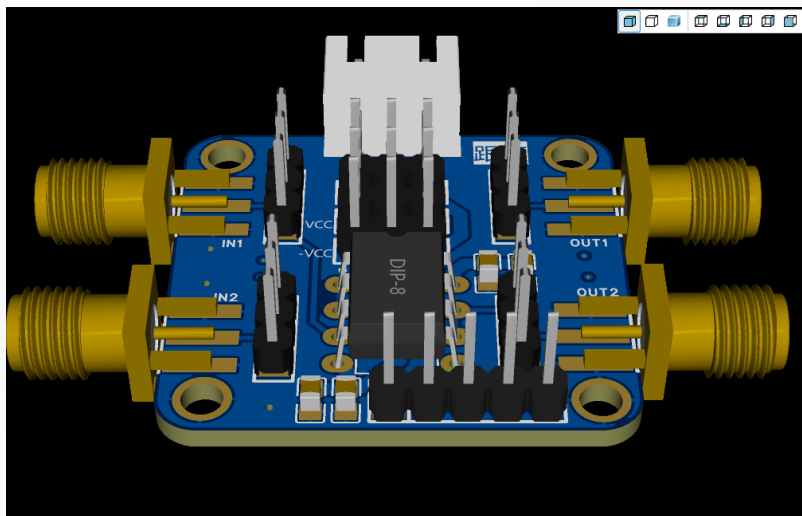


甲方: 太贵了, 用最初版吧. 你们团队不太行啊!

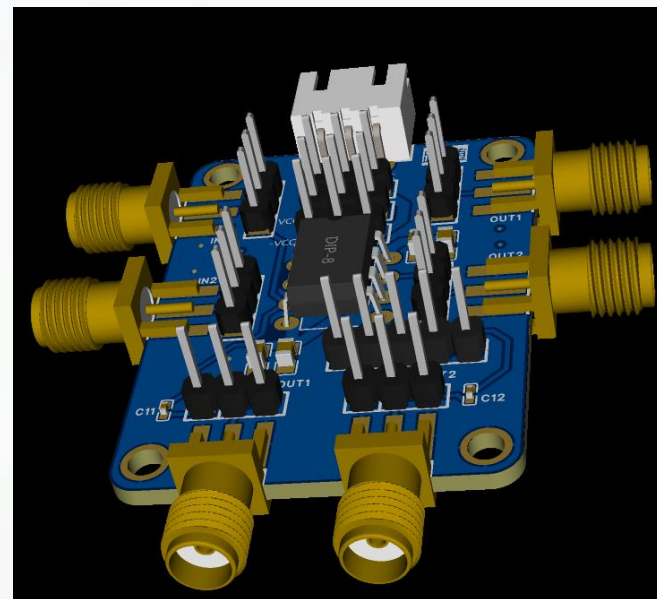
# 修改完善

## 可扩展性

- 1、版本控制
- 2、整体优化
- 3、问题日志
- 4、知识积累

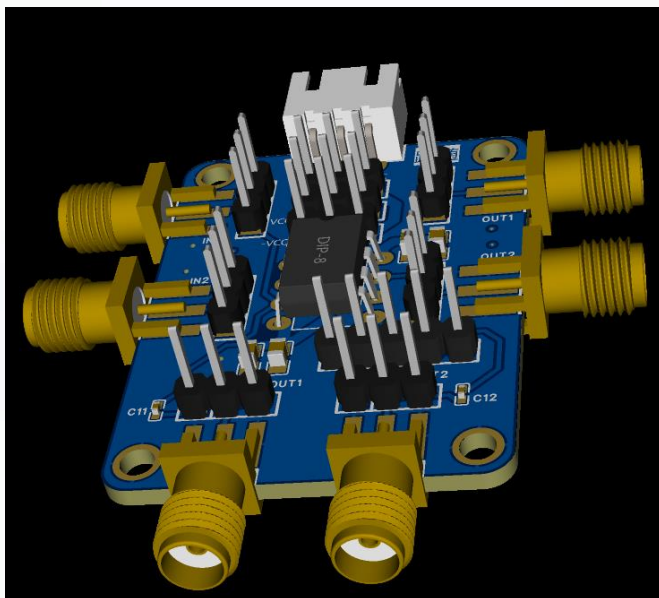


整合前



整合后

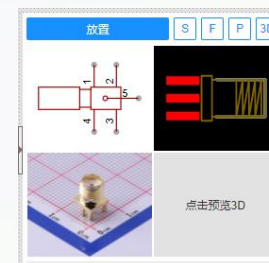
- 1、版本控制
- 2、整体优化
- 3、问题日志
- 4、知识积累



常用&好用的封装:

器件	封装	值
11	BWSMA-KE-P001	SMA-SMD_BWSMA-KE-P001

标准化的结构件:



容易犯的错误:

正负电源接错、测试点未放置在背面、.....

### 要求：

- 1、层数：双层
- 2、结构：使用给定板框，留出固定螺丝位置
- 3、线宽：信号线15mil，电源线20mil
- 4、所有元件（除测试点）放在正面
- 5、测试点（test point）放置在背面
- 6、DRC检查无错误

### 禁止：

- 1、焊盘上不允许打孔
- 2、0805尺寸以下封装的元件焊盘中间不允许走线
- 3、不允许自动布线

### ✓课堂检查：

- 1、设计图
- 2、checklist