

# 华秋 DFM 软件应用与实例

## 目录

<b>第一章 概述</b> .....	<b>3</b>
1.1 什么是 DFM.....	3
1.2 DFM 在电子行业的作用.....	4
1.3 DFM 软件安装.....	4
1.4 DFM 支持的文件格式及打开方式.....	7
1.5 DFM 软件快捷键.....	8
1.6 本章小结.....	10
<b>第二章 DFM 软件界面</b> .....	<b>10</b>
2.1 登录.....	10
2.2 软件主界面.....	11
2.3 菜单栏.....	12
2.4 工具栏介绍.....	31
2.5 图层操作区.....	32
2.6 检测显示界面.....	36
2.7 本章小结.....	40
<b>第三章 工具基本操作技能</b> .....	<b>41</b>
3.1 阻抗计算.....	41
3.2 文件对比.....	49
3.3 连片拼版.....	51
3.4 锣程计算.....	53
3.5 计算利用率.....	53
3.6 焊点统计.....	54
3.7 BOM 比对.....	55
3.8 元器件搜索.....	55
3.9 开短路分析.....	56
3.10 字符上焊盘检测.....	57
3.11 铜面积计算.....	58
3.12 本章小结.....	58
<b>第四章 组装分析(DFA)</b> .....	<b>59</b>
4.1 什么是 DFA.....	59
4.2 数据文件准备.....	59
4.3 组装分析设置.....	62
4.4 加载坐标.....	63
4.5 导入 Bom.....	68
4.6 匹配元件库.....	73
4.7 元件分类.....	79
4.8 参数设置.....	79
4.11 本章小结.....	80

<b>第五章 DFM 使用案例</b> .....	<b>80</b>
5.1 DFM 可制造性检查实例.....	80
5.2 DFA 可组装性检查实例.....	91
5.3 风险综合评级.....	98
5.4 本章小结.....	99

华秋DFM

# 第一章 概述

## 1.1 什么是 DFM

DFM 的意思是面向制造的设计, Design for manufacturability, 面向制造设计是指产品设计需要满足产品制造的工艺要求, 具有良好的可制造性, 使得产品以最低的成本、最短的时间、最高的质量制造出来。

DFM 是检验工程设计的核心技术, 因为设计与制造是产品生命周期中最重要的两个环节, 开始设计时就要考虑产品的可制造性和可装配性等因素, 提高生产周期及成本控制。

PCB 设计, 作为设计从逻辑到物理实现的最重要过程, DFM 设计是一个不可避免的重要方面。在 PCB 设计上, 我们所说的 DFM 主要包括: 器件选择、PCB 物理参数选择和从 PCB 生产细节方面考虑设计等。

### 1.1.1、降低成本、提高产品竞争力

低成本、高产出是所有公司永恒的追求目标。通过实施 DFM 规范, 可有效地利用公司资源, 低成本、高质量、高效率地制造出产品。如果产品的设计不符合公司生产特点, 可制造性差, 即就要花费更多的人力、物力、财力才能达到目的。同时还要付出延缓交货, 甚者失去市场的沉重代价。

### 1.1.2、优化生产过程, 提高生产效率

DFM 把设计部门和生产部门有机地联系起来, 达到信息互递的目的, 使设计开发与生产准备能协调起来, 统一标准, 易实现自动化, 提高生产效率。同时也可以实现生产测试设备的标准化, 减少生产测试设备的重复投入。

### 1.1.3、利于技术转移, 加强公司协作

现在很多企业受生产规模的限制, 大量的工作需外加工来进行, 通过实施 DFM, 可以使加工单位与需加工单位之间制造技术平稳转移, 快速地组织生产。可制造性设计的通用性, 可以使企业产品实现全球化生产。

### 1.1.4、新产品开发及测试的基础

没有适当的 DFM 规范来控制产品的设计, 在产品开发的后期, 甚至在大批量生产阶段才发现这样或那样的组装问题, 此时想通过设计更改来修正, 无疑会增加开发成本并延长产品生产周期。所以新品开发除了要注重功能第一之外, DFM 也是很重要的。

### 1.1.5、适合电子组装工艺新技术

现在, 电子组装工艺新技术的发展日趋复杂, 为了抢占市场, 降低成本, 公司开发一定要使用最新最快的组装工艺技术, 通过 DFM 规范化, 才能跟上其发展的脚步

## 1.2 DFM 在电子行业的作用

1.2.1 随着 PCB 行业的快速发展,PCB 逐渐迈向高精密细线路、小孔径趋势发展,比如手机板。HDI 盲孔、埋孔板主要用于高密度,小微孔板制作,目的在于节省线路空间,从而达到减少 PCB 体积。比如 HDI 板, HDI 是指高密度互连板。钻孔孔径小、焊盘的尺寸减小可以得到更多的线路分布,高密度互连由此而来。HDI 技术的出现,适应并推进了 PCB 行业的发展。使得在 HDI 板内可以排列上更加密集的 BGA、QFP 等。

1.2.2 目前, SMT 设备已达到相当高的精度,但一些使用了高精度设备企业,其产品质量并没有达到预期除了物料、组装焊接等问题外,其 PCB 表面组装的可制造性设计也是其中主要原因之一。因此可见对 PCB 设计人员有很高的计算要求,DFM 审核检查是必不可少的一部分。

1.2.3 PCB 设计规范及制版说明,都需要准确无误,如设计不规范制版说明不明确会给生产带来很大的困扰,要是生产没有发现异常生产出来的板子达不到要求或者直接报废,提出异常沟通问题也需要成本,耽误产品的生产周期。

1.2.4 SMT 生产具有全自动,高速度的特点,都靠设备来完成,故生产设备对 pcb 的尺寸、形状、工艺边基准点以及元件布局等等都有要求。

1.2.5 设计的失误对产品是致命的,一点的小失误都会带来很大的损失,在没有报废的情况下,返工都是需要很大的成本。生产失误带来的只是一部分产品的问题,设计失误是整批产品都有问题,因此设计极为重要。

1.2.6 不良的设计在 SMT 生产中会造成产品组装质量下降,还会造成贴装困难,频繁停机,影响生产效率增加返修率,严重时会造成 PCB 板报废等质量事故;不良设计带来的质量问题,在生产工艺中很难甚至是无法解决的,特别在批量生产中可能会造成材料工时的浪费,甚至会有更大的损失。

华秋 DFM 从产品的概念开始,考虑可制造性,可组装性和可测试性,使设计和制造之间紧密联系,相互影响从设计到制造一次成功。可缩短产品投放市场的时间,降低成本,提高产量,良好的设计有助于将设计顺利导入到生产。

## 1.3 DFM 软件安装

1.3.1 软件下载地址 <https://dfm.elecfans.com>

在 DFM 官网点击“免费下载”下载软件安装程序。



图 1-1：软件下载地址

1.3.2 软件安装环境建议：操作系统，Windows7、Windows10、Windows11，磁盘所需空间256MB。

- 1) 双击执行软件安装程序“HQDFM Setup.exe”，安装路径默认为 C:\Program Files\HQDFM，路径可自定义。

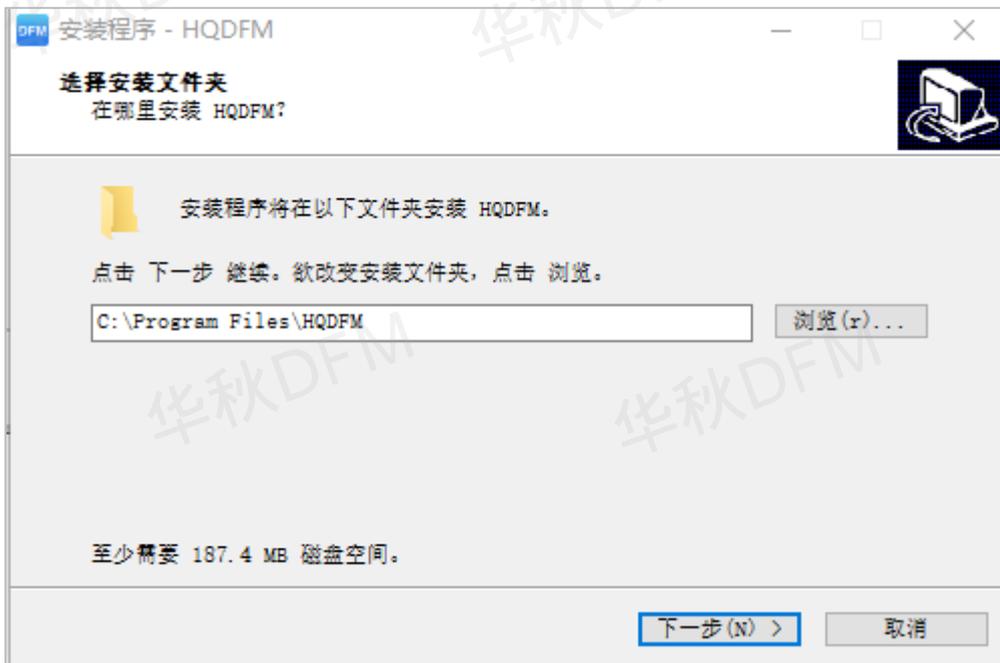


图 1-2：程序安装路径

- 2) 点击【下一步】完成软件快捷方式路径的选择。



图 1-3：快捷方式创建位置

- 3) 点击【下一步】可选择是否创建桌面快捷方式图标及快捷启动栏创建图标。

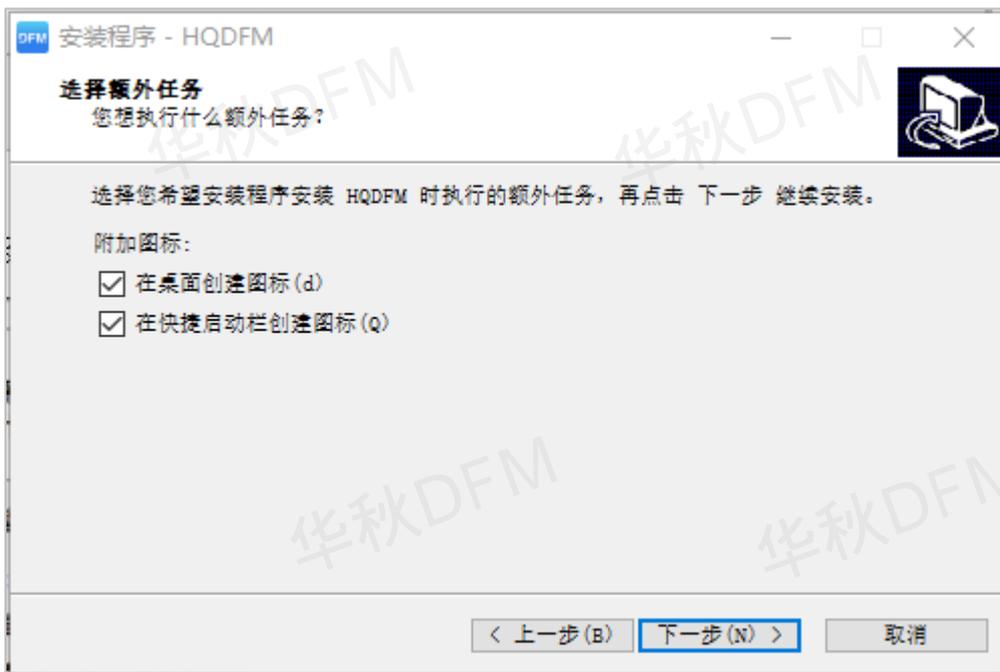


图 1-4：创建快捷键图标

- 4) 点击【安装】进入软件安装过程。

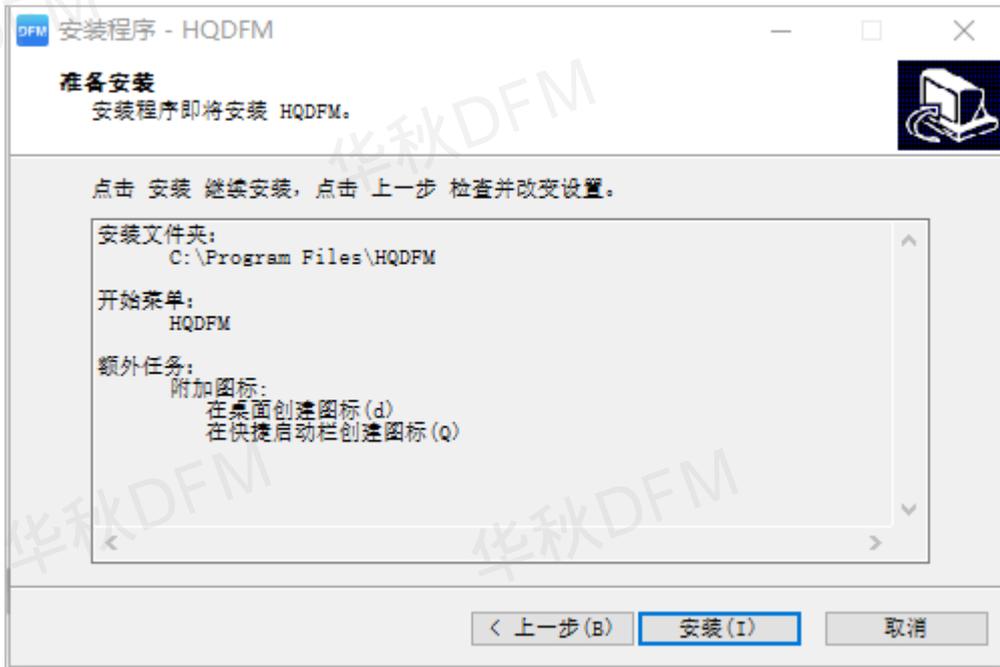


图 1-5；安装程序

- 5) 安装成功后，点击【完成】并退出安装向导。



图 1-6；完成安装

#### 1.4 DFM 支持的文件格式及打开方式

##### 1.1.1 DFM 软件支持全球主流 EDA 软件设计的 PCB 文件及通用 Gerber 文件

- 1) Mentor PADS：文件格式 “.PCB”；
- 2) Altium Designer：文件格式 “.PCBDoC”、“.PCB”；
- 3) Cadence ALLEGRO：文件格式 “.brd”；
- 4) Protel：文件格式 “.pcb”、“.DDB”；
- 5) 通用的 Gerber274X 及 ODB++。

##### 1.1.2 文件的打开方式

- 1) 手动点击加载方式：通过文件菜单下的“打开”方式导入文件；
- 2) 拖拽文件加载方式：选择 PCB 文件或全选 Gerber 文件，将文件拖拽到 DFM 软件界面上可完成加载。

### 1.5 DFM 软件快捷键

类型	名称	菜单型快捷键	功能型快捷键	备注	
菜单	<b>文件</b>	Alt + F			
	打开	Alt + F → O			
	新建	Alt + F → N			
	关闭	Alt + F → C			
	输出工程文档	Alt + F → H			
	导出 Gerber	Alt + F → G			
	导出 ODB++文件	Alt + F → D			
	导出 BOM&坐标	Alt + F → B			
	导出 Gerber&BOM&坐标	Alt + F → A			
	输出报告	Alt + F → R			
	导出 PDF	Alt + F → P			
	输出 SMT 装配图	Alt + F → M			
	最近浏览文档				无需快捷键
	退出	Alt + F → X	Ctrl + X		
	<b>编辑</b>	Alt + E			
	添加	Alt + E → A	Ctrl + A		
	删除	Alt + E → D	Delete		
	移动	Alt + E → M	Ctrl + D		
	旋转	Alt + E → R			
	镜像	Alt + E → I			
	<b>视图</b>	Alt + V			
	图形模式	Alt + V → F	F		
	负性查看	Alt + V → N	N		
	渲染模式	Alt + V → D	D + S		无需快捷键
	<b>操作</b>	Alt + O			
	区域放大	Alt + O → R			
	点选	Alt + O → F			
	框选	Alt + O → E			
	同层网络	Alt + O → S			
	电气网络	Alt + O → N			
	多段线	Alt + O → T			

	测量	Alt + O → M	Ctrl + M	
	<b>工具</b>	Alt + T		
	阻抗计算	Alt + T → I		
	文件对比	Alt + T → C		
	连片拼版	Alt + T → P		
	锣程计算	Alt + T → R		
	计算利用率	Alt + T → U		
	焊点统计	Alt + T → S		
	元器件搜索	Alt + T → D		
	开短路分析	Alt + T → N		
	字符上焊盘	Alt + T → H		
	铜面积计算	Alt + T → O		
	<b>设置</b>	Alt + S		
	参数设置	Alt + S → C		
	对象捕捉	Alt + S → O		
	系统设置	Alt + S → B		
	代理设置	Alt + S →		
	快捷键设置	Alt + S →		
	<b>帮助</b>	Alt + H		无需快捷键
	使用教程	Alt + H → D		
	论坛	Alt + H → F		
	关于我们	Alt + H → A		
	<b>在线客服</b>	Alt + C		
	<b>工艺参数</b>	Alt + P		
操作	<b>一键 DFM 分析</b>		鼠标左键	
	<b>计算 PCB 尺寸</b>		鼠标左键	
	<b>追加文件</b>		鼠标左键	
	<b>层管理</b>		鼠标左键	
	视图向左		←	
	视图向右		→	
	视图向上		↑	
	视图向下		↓	
	居中		Home	
	放大		PageUp/+	

缩小		PageDown/-	
撤销		Ctrl + Z	
重做		Ctrl + U	
关闭所有影响层		A + G	层区域
影响所有图层		A + R	
影响板属性层		A + B	
全部打开		Alt + A	
全部关闭		Shift + A	
显示设置（不做快捷）			
D 码列表		鼠标右键	
钻孔格式		鼠标右键	
输出层		鼠标右键	
测量点到点		M+P	
测量实体到实体		M+O	
测量网络到网络		M+N	
对齐线		X	
切换抓取层		S+A	
切换工作层		D+A	

## 1.6 本章小结

本章向读者介绍了 DFM 在电子行业里面的作用，同时还向读者介绍了软件安装方法，以及软件使用流程，和软件使用所需所有的文件格式。

通过本章的介绍，读者应该能够独立安装 DFM 软件，并对 DFM 软件在电子行业内有初步的了解。



软件技术支持

## 第二章 DFM 软件界面

### 2.1 登录

2.1.1 DFM 软件支持账号密码登录、短信验证登录、微信扫码登录等登录方式。如已有电子发烧友、华秋电路、华秋商城的账号可直接登录。



图 2-1: 登录界面

## 2.2 软件主界面

2.2.1 登录软件后，即可进入 DFM 主界面。操作界面主要由菜单栏、工具栏、操作区、层显示、工作区以及分析结果显示区组成。软件界面右下角有单位 MIL/MM 切换按钮和元素捕捉功能选项，可以中心、边缘、栅格、交点等方式捕捉元素。



图 2-2: 操作界面

2.2.2 鼠标功能键提供了灵活、方便的鼠标指令，通过鼠标就可以进行放大缩小或移动操作，

从而提高工作效率。

- 1) 左键：单击选择、双击选中同类元素、空白处单击取消选择。
- 2) 中键：前后滚动图形上下移动，按住不放前后移动可放大缩小图形。
- 3) 右键：单击呼出操作命令菜单，右键按住不放可移动图层显示。



图 2-3：鼠标指令

## 2.3 菜单栏

### 2.3.1 DFM 软件菜单功能项介绍。

菜单	文件	编辑	视图	操作	工具
功能	打开	添加	图形模式	区域放大	阻抗计算
	新建	删除	负性查看	点选	文件对比
	关闭	移动	元件显示	框选	连片拼版
	输出工程文档	旋转	渲染模式	同层网络	锣程计算
	导出 Gerber	镜像		电气网络	计算利用率
	导出 ODB++ 文件			多段线	焊点统计
	导出 BOM&坐标			测量	元器件搜索
	导出 Gerber&BOM&坐标				开短路分析(
	输出装配图				字符上焊盘检测
	输出报告				铜面积计算
	导出 PDF				
	最近浏览文档				
	退出				

表 2-1：菜单栏功能

菜单	设置	帮助	在线客服	工艺参数	元件库管理
功能	单位设置	使用教程	DFM 技术客服(QQ)	工艺参数	元件库管理
	解析配置	帮我建库	DFM 技术客服(微信)		
	系统设置	DFM 论坛	PCB/SMT 客服		
	代理设置	华秋学院			
	对象捕捉	公众号			
	快捷键设置	关于我们			
	规则管理				

表 2-2; 菜单栏功能

### 2.3.2 文件菜单功能操作讲解;



图 2-4; 文件菜单类

- 1) 打开: 打开 PCB 原始文件或 Gerber 文件或 ODB++ 文件;
- 2) 新建: 新建 JOB 窗口, 可在不同 JOB 中加载不同的文件来提升工作效率;

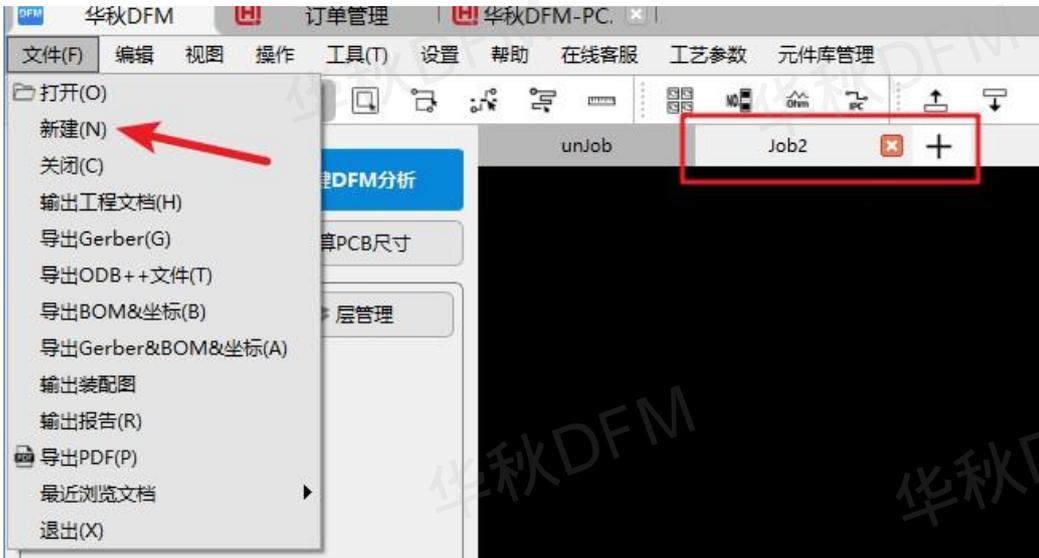


图 2-5; 新建 JOB

- 3) 关闭：关闭当前 JOB 窗口的文件；
- 4) 输出工程文档：保存在 DFM 软件的编辑操作；
- 5) 导出文件：输出生产制造所需要的文件，输出 Gerber 文件、ODB++文件、BOM 表、坐标文件、装配图、PDF 图纸。输出文件时选择要输出的位置路径，输出即可。
- 6) 输出装配图：为产品的装配、检验和使用等提供技术依据。输出的文件为 PDF 文档格式，打开装配图的 PDF 文档，在搜索栏可直接搜索元器件位号，直接找到元器件所在的位置。
- 7) 输出报告：输出可制造性分析报告，保存为 PDF 文档在本地盘存档。
- 8) 输出 PDF 图纸：此功能为生产提供所需要使用的每层图纸。输出图纸技巧，可根据需求的输出效果做选择，功能分别为合并图层、适合页面、是否镜像、1:1 比例、输出黑白、合并一页。根据功能的选择，输出的图纸效果不一样。

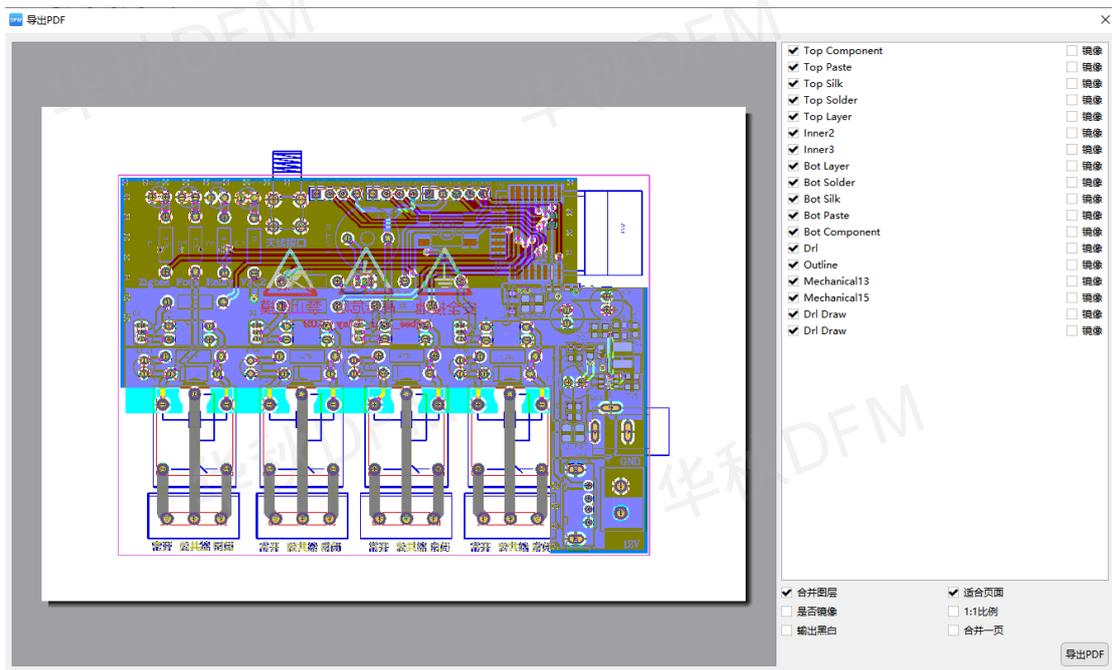


图 2-6：输出 PDF 图纸页面

- 9) “最近浏览文档”保存 10 个最近打开过的文件，在使用过程中可直接在最近浏览文档里面找寻最近打开过的文件，无需在去本地盘找文件，方便用户使用。
  - 10) “退出”直接退出软件操作。
- 2.3.3 编辑菜单功能：可进行添加或删除物件、移动、旋转和镜像进行图形编辑操作。



图 2-7：编辑菜单类

2.3.3.1 “添加”功能包含线、焊盘、弧形、铜箔、文字。



图 2-8：添加物体操作界面

1) 线：画线可选择正性或负性。线宽大小手动输入或使用“手形”图标抓取文件里已有元素大小。画线有线段与矩形两种类型。画线可任意、45 度、90 度方及自定义角度绘制。

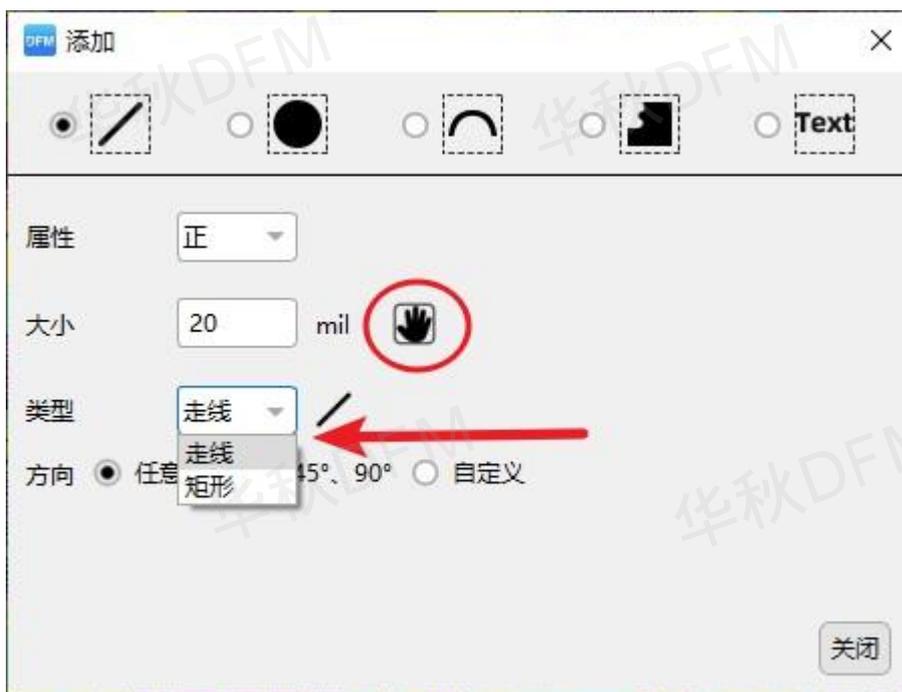


图 2-9：添加线

2) 焊盘：焊盘的属性可选择正性或负性。类型有圆、正方形、矩形、椭圆形，角度有 45 度、90 度、180 度、270 度或自定义角度。焊盘可使用阵列方式在“Nx”“Yx”输入数量和“Dx”“Dy”输入间距添加。

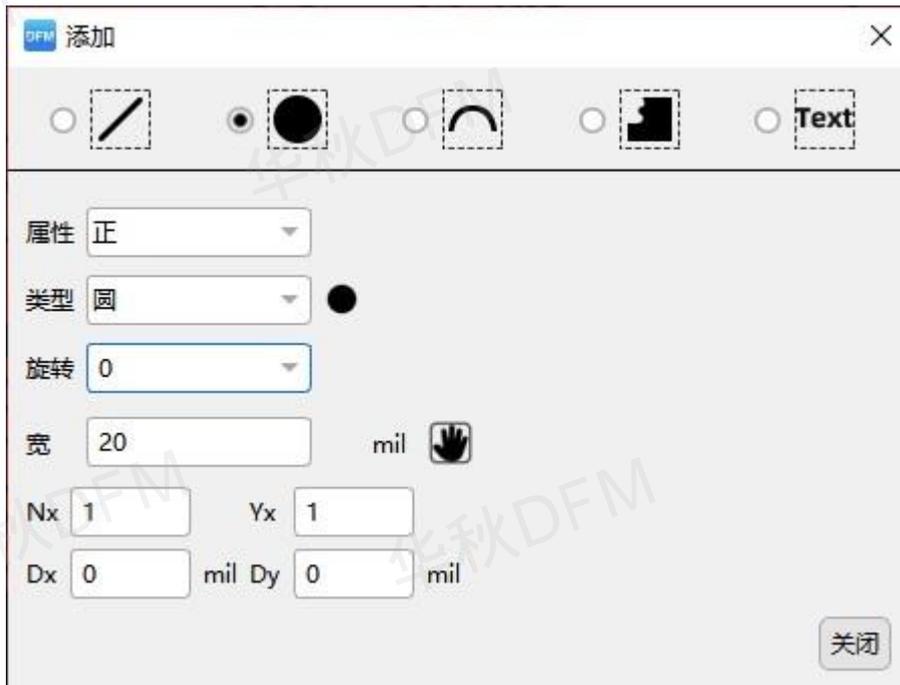


图 2-10；添加焊盘

3) 添加弧形：弧形的属性可选择正性或负性。弧形的类型有圆弧、整个圆形，方式可按任意两点、任意中心以及半径等方式添加。

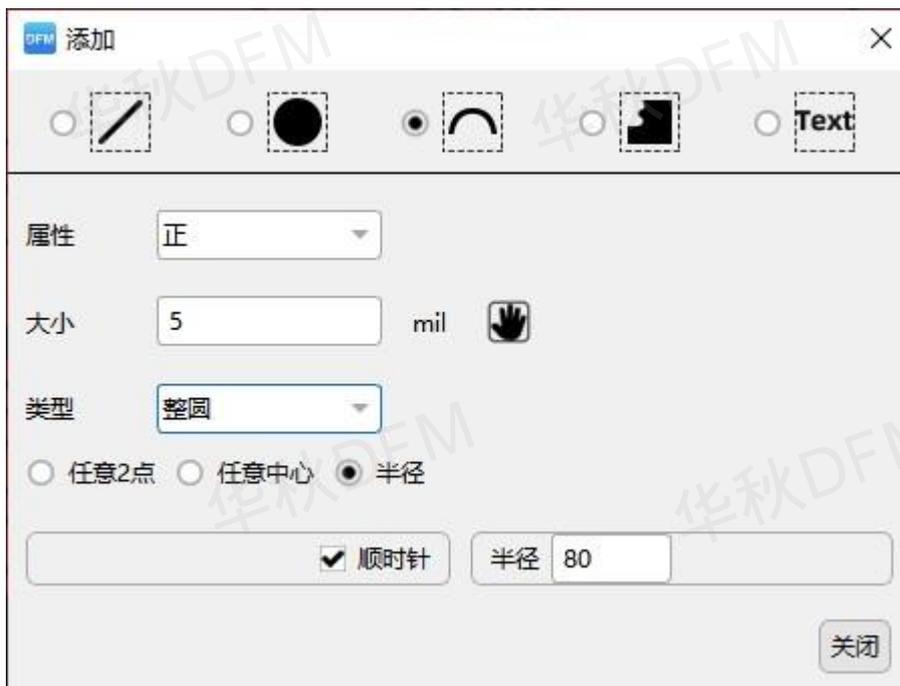


图 2-11；添加弧形

4) 铜皮：可选择正性或负性添加，绘制类型有任意形状以及矩形两种。



图 2-12：添加铜皮

5) 文字：暂不支持中文输入，属性可选择正性或负性。字高与宽度比可根据需要添加，建议高宽比 1.5:1。添加的字符可旋转 90 度、180 度、270 度及镜像。



图 2-13：添加文字

2.3.3.2 “删除”需选择元素再点击删除或者按 Delete 键盘，未选择将默认删除整层元素。

2.3.3.3 “移动”需选择元素再点击移动，未选择将默认删除整层元素。

1) 移动层对齐操作：首先在右下角设置抓取方式如“中心”，再使用移动命令（快捷键 Ctrl+D），找到移动层和对齐层的共同点，先选择移动层共的点，按下 S 键不放再按 A 键切换工作层的“田”标识到对齐层，点击对齐层的共同点将两层对齐层。

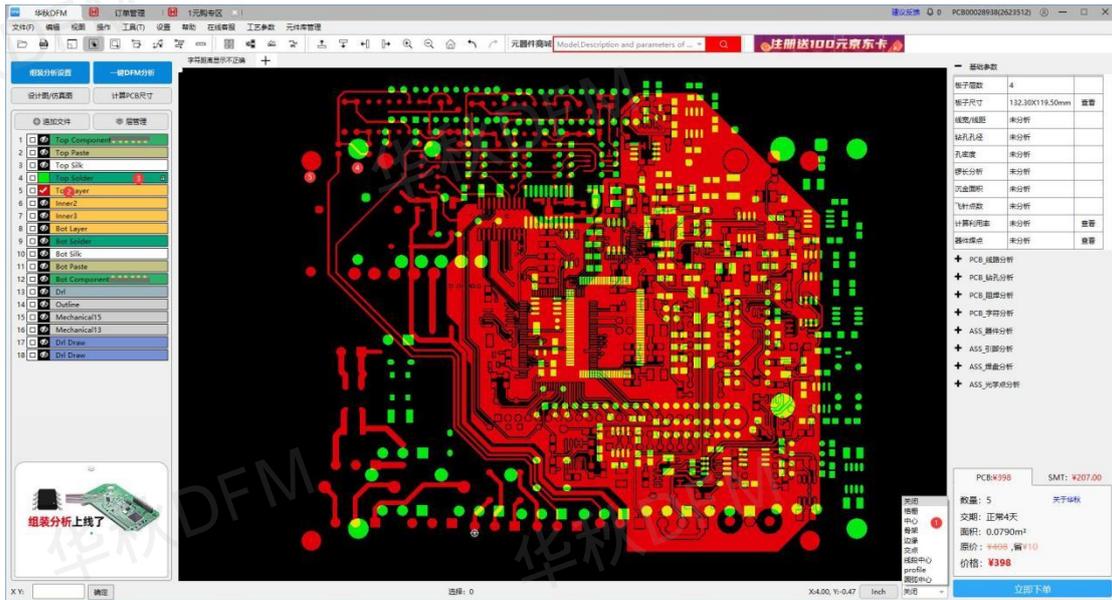


图 2-14：层对齐操作示意图

2.3.3.5 “旋转” 先选中元素（不选默认为整层），在点击应用或者确定执行命令，此功能可按照中心、左上、左下、右上、右下、自定义基准点旋转，也可选择逆时针旋转。

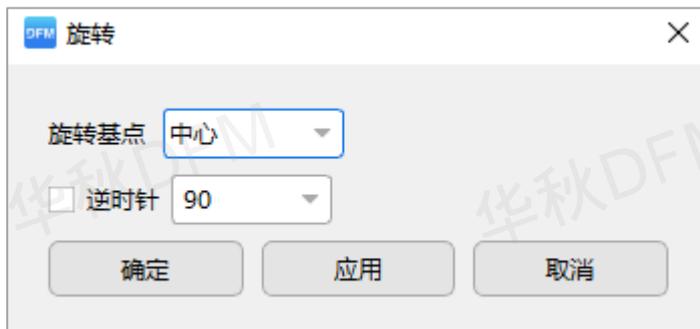


图 2-15：旋转操作窗口

2.3.3.6 “镜像” 先选中元素（不选默认为整层），在点击应用或者确定执行命令，此功能可按照中心、左上、左下、右上、右下、自定义基准点镜像，同时还提供了 X 方向镜像与 Y 方向镜像。



图 2-16：镜像操作窗口

2.3.4 “视图” 图形模式菜单：



图 2-17: 视图菜单类

1) 图形模式: 可以切换常规、骨架、草图三种模式查看图形, 按“F”快捷键切换。

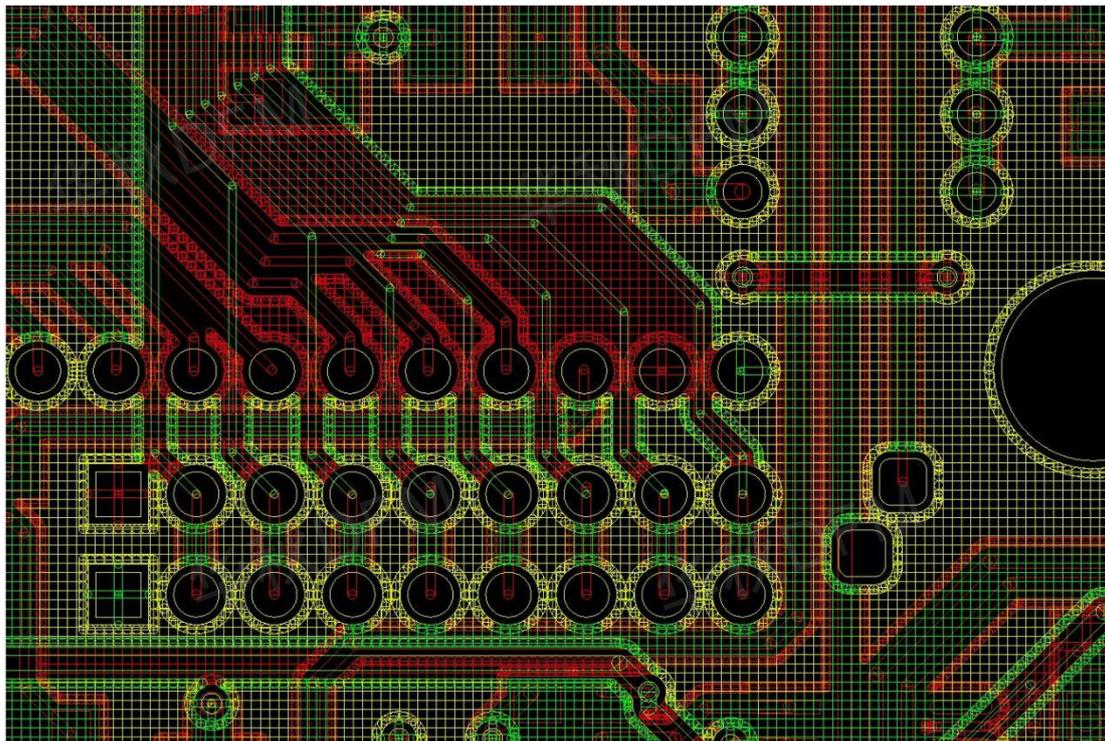


图 2-18: 图形视图模式

2) 负性查看: 按“N”键可切换显示或不显示负性元素。

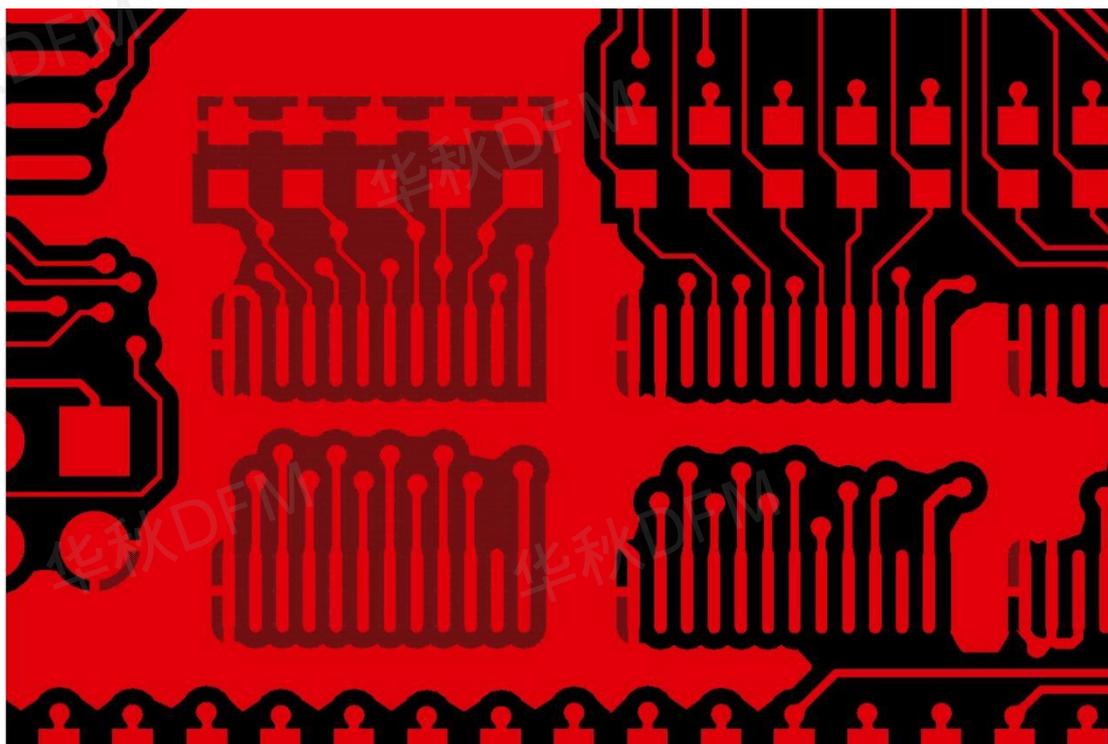


图 2-19；图形视图负性模式

- 3) 元件显示：显示器件层图形，根据器件层的数据类型做选择显示，提升用户工作效率。
- 显示的类型：名称、元件、引脚、大小。
  - 名称：位号、PCB 封装，如都不显示点选不显示即可。
  - 元件显示：EDA 本体、EDA 引脚、GML 本体、GML 引脚，显示与不显示点选即可。
  - 引脚显示：元件引脚有引脚方向、装配方式、网络名称、引脚名称、几何尺寸、1 脚标记，显示与不显示点选即可。
  - 器件的大小与显示字符的大小：溢出元件框选择是与否来选择显示和不显示，字符大小根据数字来调节。所有显示调整完毕后，勾选设为默认显示，每次打开文件为设置好的显示内容。



图 2-20：元件显示

- 显示器件参数：按“Q”键再用鼠标点击要显示参数的器件，弹出窗口会显示器件信息，如果需要结束显示器件信息，再按一次“Q”键。信息包括有面向、位号、封装、Pins、Pitch、尺寸、高度、角度、组装、品牌、型号。

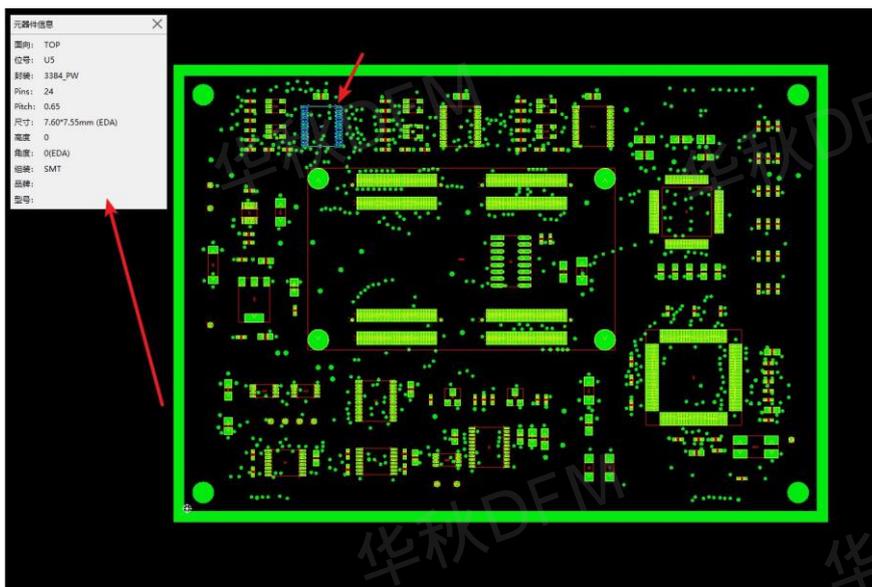


图 2-21：显示元件参数

- 4) 渲染模式：可切换仿真图与设计图两种显示，仿真图可定义 PCB 的工艺及颜色可仿真实物板样式。

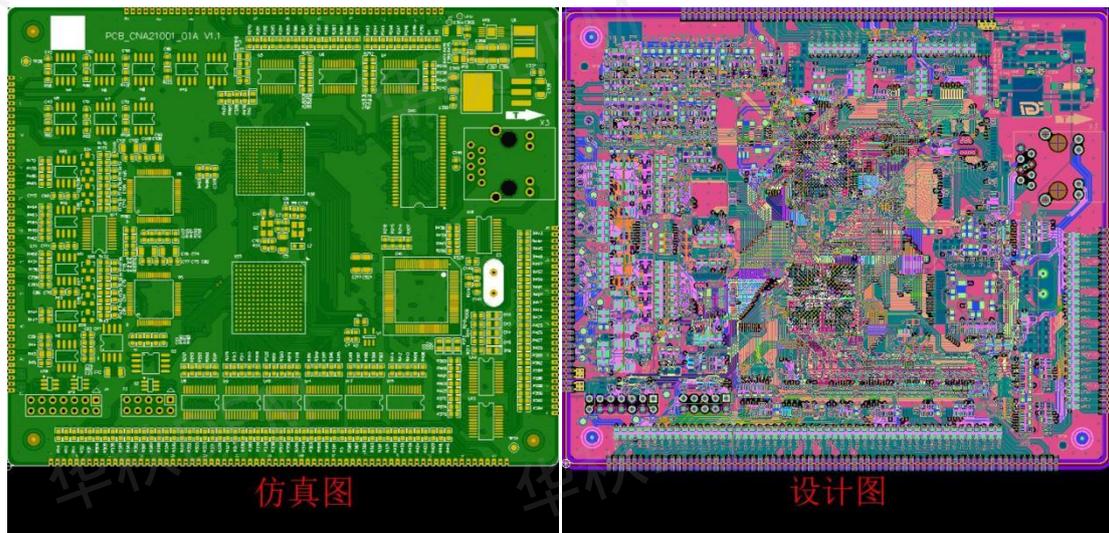


图 2-22：仿真图与设计图模式

### 2.3.5 “操作”菜单功能。



图 2-23：操作菜单类

- 1) 区域放大：鼠标框选需放大的区域进行放大查看视图；
- 2) 点选：鼠标左键单击功能，主要用于选择元素；
- 3) 框选：鼠标左键框选功能，主要用于选择元素；
- 4) 同层网络：可选择同层相连的所有元素；
- 5) 电气网络：可选择板内相同网络的各层元素；
- 6) 多段线：与同层网络相似，仅选择同层相连的多段线（不包含焊盘）；
- 7) 测量：有点到点、轮廓到轮廓、网络到网络、焊环测量宽、元素中心到中心测量等。



图 2-24; 测量

2.3.6 “工具”菜单功能:

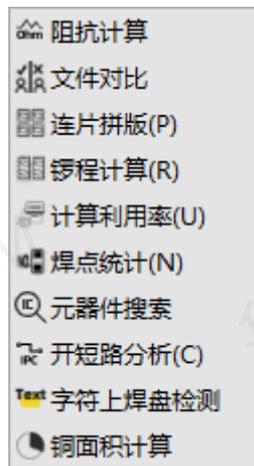


图 2-25; 工具菜单类

- 1) 阻抗计算：能够自动的匹配叠层结构，根据叠层结构模拟控制阻抗值，可正算或反算阻抗；
- 2) 文件对比：可进行 A\B 两个不同版本差异比对，差异处可点击查看具体位置；
- 3) 连片拼版：提供单片拼 SET 的功能，可自定义拼版方式；
- 4) 锣程计算：自动生产需要锣掉位置的长度，方便核算生产成本；
- 5) 利用率计算：根据大料尺寸，计算出 PCB 尺寸最优的生产利用率；
- 6) 焊点统计：计算文件元件种类及焊接点数量，主要提供给 SMT 报价；
- 7) 元器件搜索：很方便的搜索到器件所在板内的位置，查看器件的位号及封装名称；
- 8) 开短路分析：核对设计文件中的电气网络表，检查文件中存在的开短路；
- 9) 字符上焊盘检测：检测焊盘上面的字符，存在影响焊接的字符移开；
- 10) 铜面积计算：计算板内各个层铜面积的占比。

2.3.7 “设置”菜单功能:

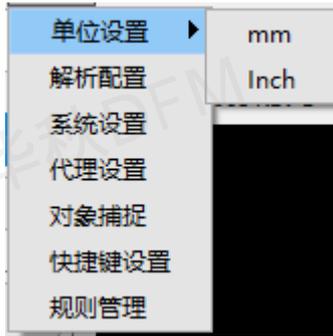


图 2-26：设置菜单类

- 1) 单位设置：设置软件所使用的单位，默认单位为密尔可进行毫米与密尔单位切换。
- 2) 解析配置：软件解析文件提供两种方式解析，第一种方式适合设计工程师及 SMT 工艺工程师使用，方便查看设计文件里面的数据。第二种方式适合板厂工作人员，如 PCB 报价、PCB 销售/采购、CAM 工程师查看文件。

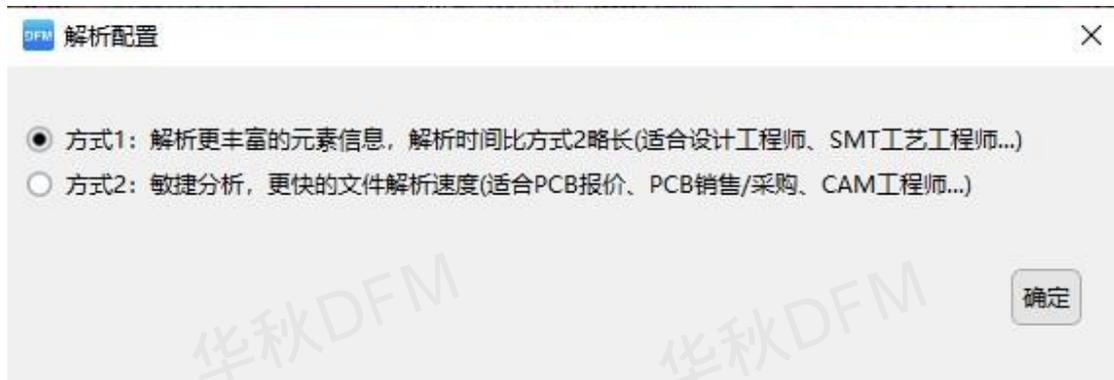


图 2-27：解析文件设置

- 3) 系统设置：可更改默认文件输出的路径、缓存清理时间设置、软件后台运行设置、软件界面的中英文设置及开机是否启动设置。

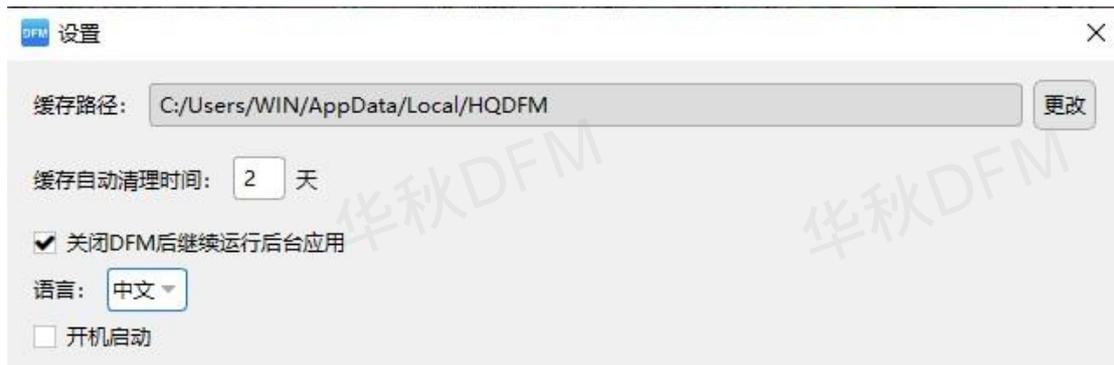


图 2-28：系统设置

- 4) 代理设置：内网环境下通过代理网络使用软件，目前支持 socks5 的代理方式。



图 2-29；代理设置

- 5) 捕捉对象：捕捉元素的焦点，如测量时根据需要抓取中心点或者抓取边缘，以便精确的测量数据。



图 2-30；捕捉开关

- 6) 快捷键设置：软件各项功能点的快捷设置，可根据个人的习惯自定义设置快捷键。

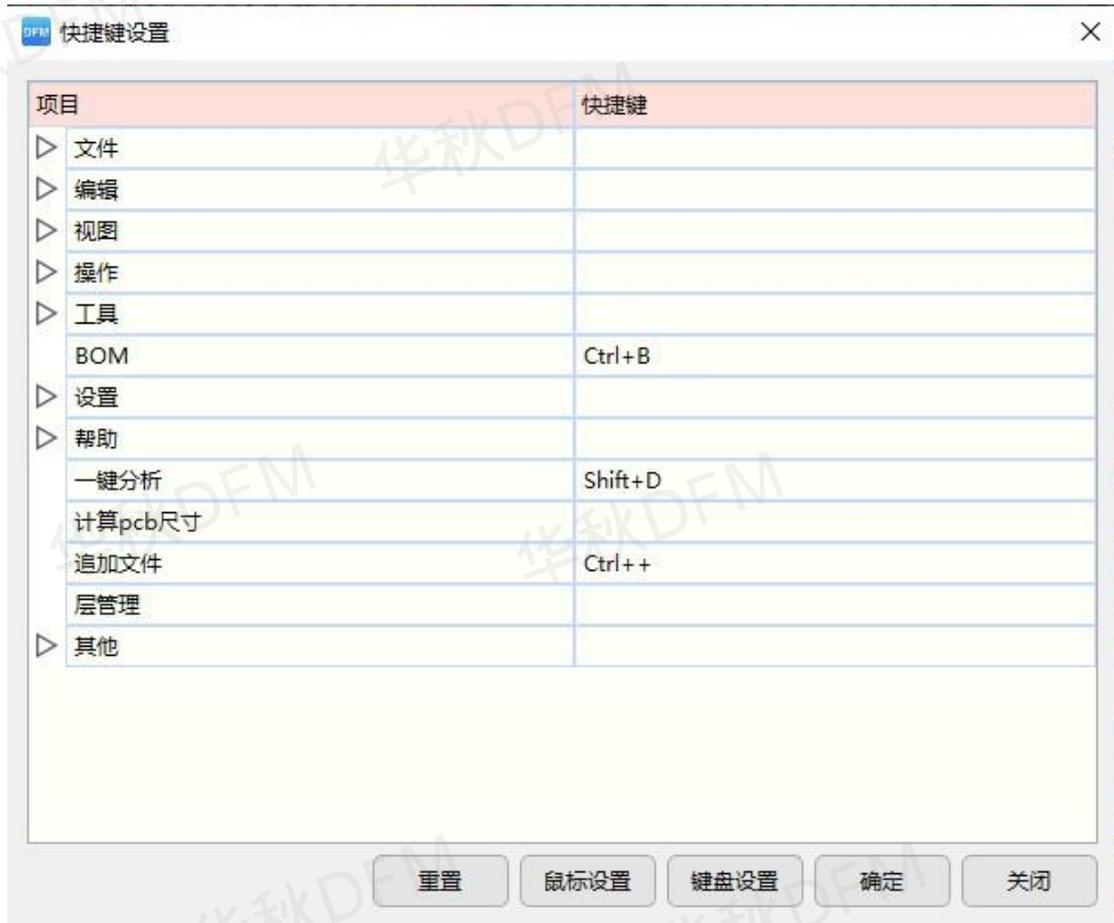


图 2-31：快捷键设置

- 7) 规则管理：是用来管理各项分析规则，用户可对规则修改、删除、维护等操作，也可以将配置好的规则导出分享给同事或朋友使用。

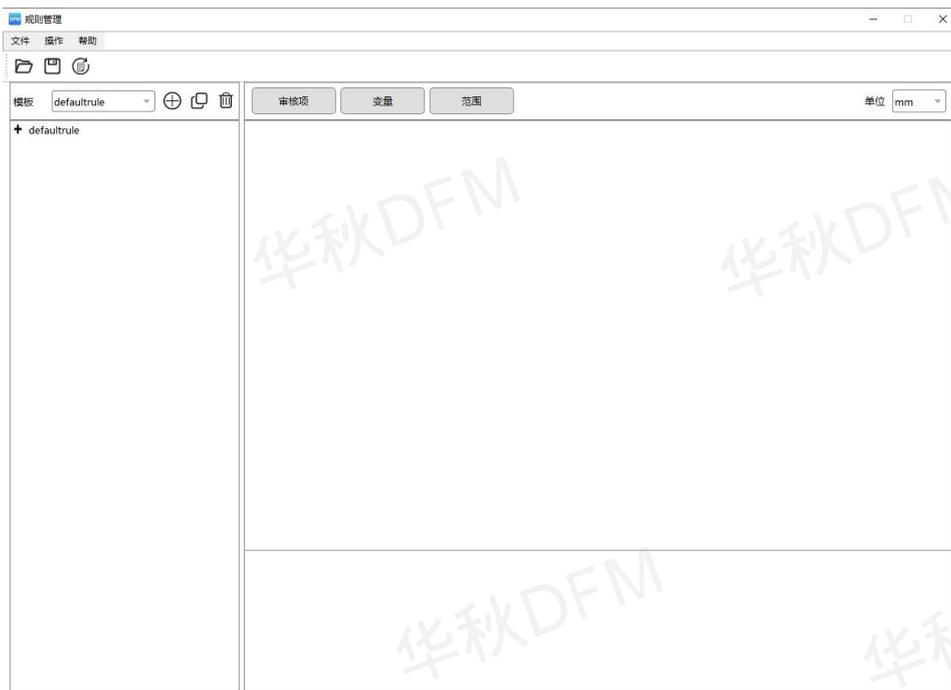


图 2-32：规则管理

- 菜单栏“文件”菜单，可导入或另存为规则文件；“操作”单可重置规则参数。



图 2-33；规则管理菜单

- 快捷图标

	打开规则文件
	保存设置项
	重置规则参数
	负责规则文件，复制后可自定义名称
	删除规则文件

- 规则配置项以树状菜单排列，主要有裸板分析和组装分析两大类分组成，大类下有不同的子类对应着分析项。

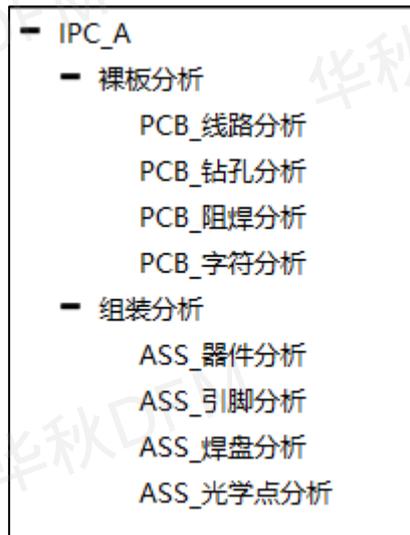


图 2-34；分析项

- 点击“分析项”可配置每一小项是否需要检测分析，不需要分析的则取消打勾。



图 2-35：分析配置

- 点击“变量”可配置该变量的分析范围值。

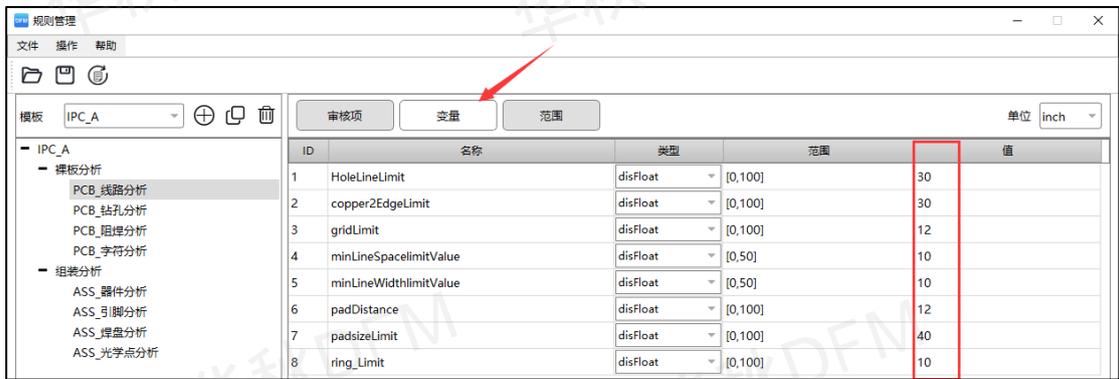


图 2-36：变量配置

- 点击“范围”可配置分析项的检测范围，并按对应配置参数段报红、黄、绿的警示颜色。如“最小线宽” 3, 5, 6 单位 mil，小于 3mil 的报红，3 至 5mil 的报黄，大于等于 5mil 的报绿色。

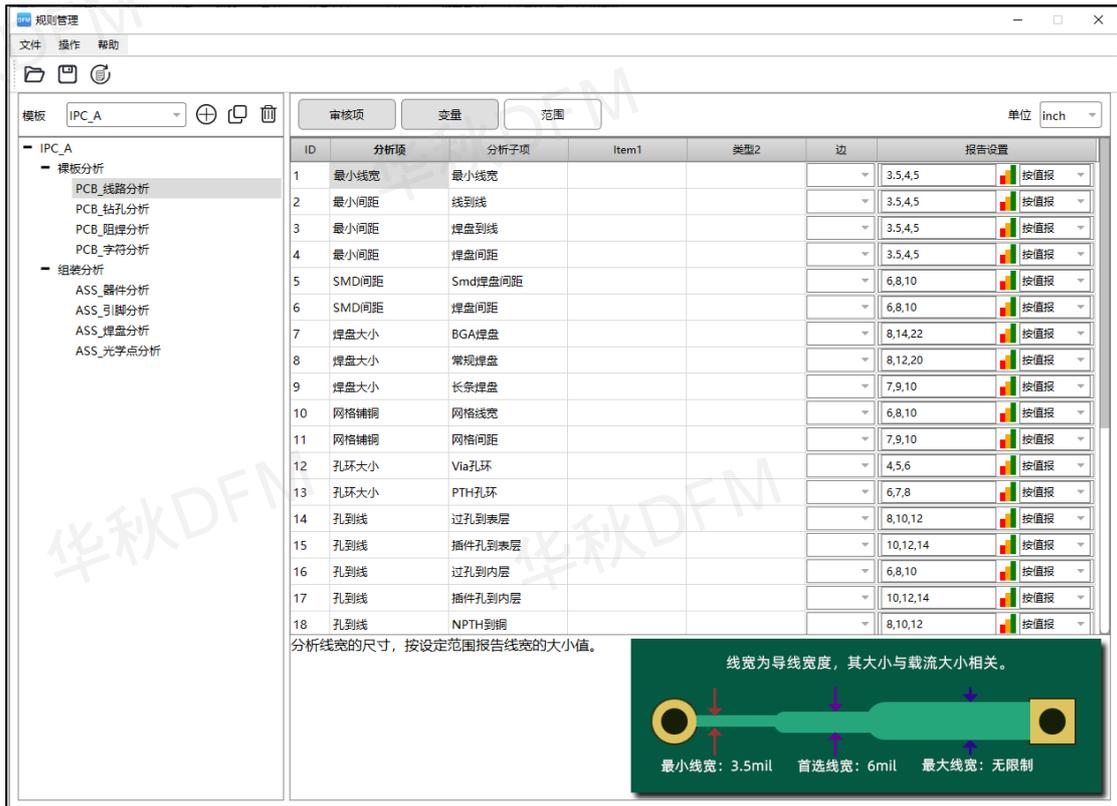


图 2-37: 范围配置

### 2.3.8 帮助菜单

- 1) 使用教程: 可在 DFM 教程页面学习 DFM 软件操作技巧;
- 2) DFM 论坛: 在使用 DFM 过程中, 遇到疑问点可在此论坛进行讨论;
- 3) 华秋学院: 进入电子发烧友学院, 可根据需求学习软/硬件的各项课程;
- 4) 公众号: 关注 DFM 公众号, 阅读电子相关的技术文章, 也可在线手机打开查看 PCB 文件;
- 5) 关于我们: 了解 DFM 软件开发的公司, 以及查看 DFM 软件版本;



图 2-38：帮助菜单列表

2.3.9 在线客服：支持 QQ 和微信两种在线方式，软件相关的咨询找 DFM 客服，商务咨询、订单价格、生产进度相关的咨询找 PCB/SMT 客服。



图 2-39：软件人工服务窗口

2.3.10 工艺参数：根据制版需求填写制版工艺要求，如层数、板厚、油墨颜色、表面处理等，调整后可评估对应数量、工艺等价格价格。



图 2-40：工艺参数

## 2.4 工具栏介绍

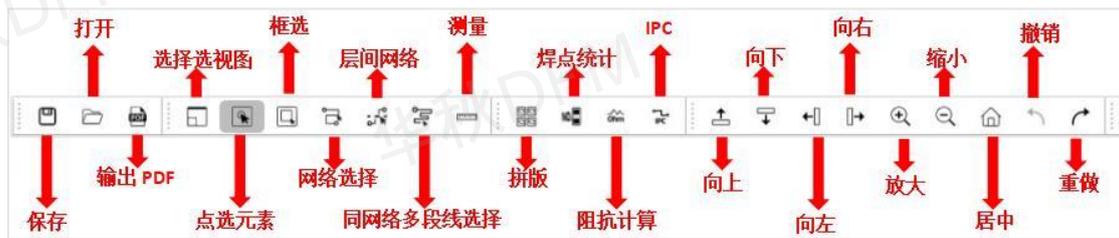


图 2-41：工具栏

### 2.4.1 工具栏功能：

	DFM 编辑操作后的文件进行保存
	打开 PCB 源文、Gerber 文件、ODB++
	把图像转为 PDF 文档
	选择区域视图放大
	鼠标单击选中一个元素，双击同类元素全部选中
	鼠标框住的区域选中
	同网络元素全部选中
	电源或者地，同网络选中
	只选择同网络的线段
	点到点测量，轮廓到轮廓测量，网络到网络测量，焊环测量，中心到中心测量
	拼连片板 (SET)
	统计要贴片的 smt 焊盘及 THT 焊盘
	按照设计要求计算阻抗值制作叠层
	对比设计 IPC 网络检测开短路
	视图向上
	视图向下
	视图向左

	视图向右
	放大图形
	缩小图形
	图形居中
	撤回上一步操作
	所有操作重新做

## 2.5 图层操作区

### 2.5.1 分析设置区：

- 1) 组装分析设置：组装分析文件预设，需设计文件对应的坐标资料及 BOM 清单，设置流程中有针对坐标、BOM 的各项检查；
- 2) 一键 DFM 分析：针对文件进行可制造性分析，没有进行“组装分析设置”会以裸板分析为主；



图 2-42：DFM/DFA 一键分析

- 3) 设计/仿真图：切换设计图与仿真图查看模式；
- 4) 计算 PCB 尺寸：部分非标准文件无法自动识别板框时，可用此功能定义 PCB 板框大小。方法为：网选或框选需计算的板边框元素，点击“极限矩形”定义板框大小，不选择则采用整层的“极限矩形”为板框大小，另还可使用“算法 1”、“算法 2”两种智能方式定义板框，注意工作层必须为需定义板框的层。



图 2-43：计算 PCB 尺寸

### 2.5.2 图层区：

- 1) 追加文件：在已经导入文件的情况下，点击“追加文件”可再次导入文件，此功能用于同文件修改前后的图形比对，追加的文件以“\*\*\*\*\_1”命名
- 2) 单击层管理弹出窗口，可设置层类型、属性以及极性。鼠标点击层按住不放，托动可以

改变层排顺序，托动层到需要改动的位置。点击需要删除的层，按“Delete”键可删除层。



图 2-44；层管理

### 2.5.3 层操作介绍：

双击层可单独打开此层并做为工作层，单击层为打开层的显示。“打勾”表示为工作层，“田”字表示为参考层，实心“红块”表示为影响层，“闭眼”表示为关闭层。



图 2-45；层显示

### 2.5.4 层区域右建菜单：

- 1) 全部打开：显示所有层；
- 2) 全部关闭：关闭显所有层；
- 3) 显示设置：
  - 颜色设置：右键层在弹出窗口中可调整层的显示颜色，可根据需要有基本各种颜色和自定义颜色；
  - 显示线：显示当前层线、Surface 属性元素，不勾则不显示；
  - 显示焊盘：显示当前层焊盘元素，不勾则不显示。

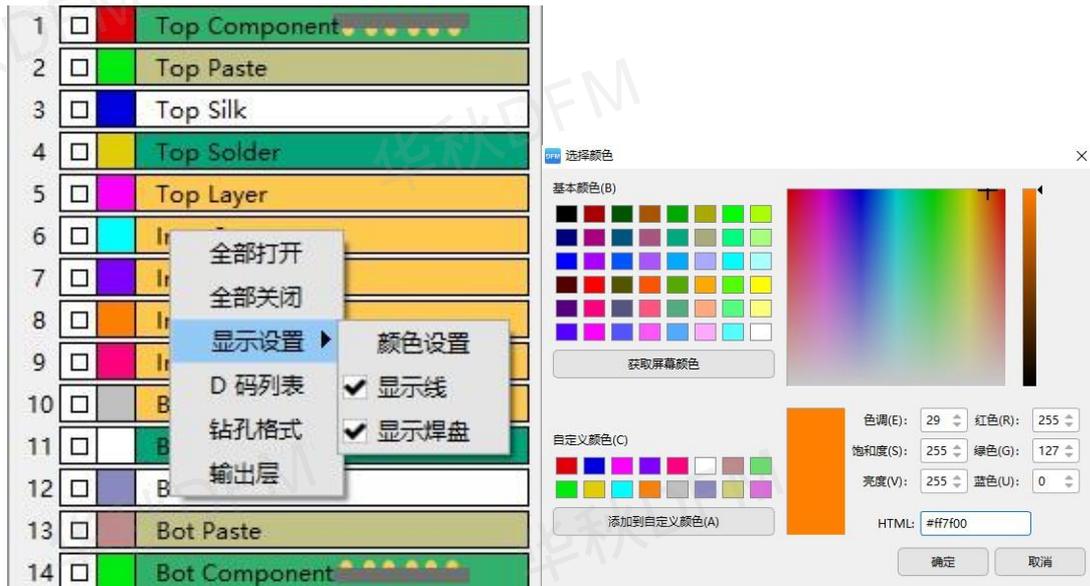


图 2-46：调色版

- 4) D 码列表：可查看当前层“D 码”序号、大小、类型（正性、负性）、数量等，选择对应的“D 码”可进行高亮或取消高亮操作。

DFM 光圆表

	序号	类型	大小	属性	数量
1	1	圆	r3mil	正线	43
2	2	圆	r3.94mil	正线	112
3	3	圆	r3.94mil	正线	20
4	4	圆	r4mil	正线	3
5	5	圆	r4.92mil	正线	22
6	6	圆	r5mil	正线	71
7	7	圆	r5.91mil	正线	26
8	8	圆	r7mil	正线	27
9	9	圆	r7.87mil	正线	18
10	10	圆	r8mil	正线	100
11	11	圆	r9.84mil	正线	26
12	12	圆	r9.84mil	正线	7
13	13	圆	r10mil	正线	850
14	14	圆	r12mil	正线	78
15	15	圆	r14mil	正线	5

高亮 取消 关闭

图 2-47：D 码表

- 5) 钻孔格式：此项对钻孔层有效，可调整钻孔文件的单位、省零规则、数字格式。



图 2-48：钻孔格式

6) 输出层：单独将该层以 Gerber274X 格式输出，主要用于修改后单层输出。

## 2.6 检测显示界面

### 2.6.1 检测项包括三大类：

- 1) 基础参数：为 PCB 板的基本参数，检测项有板子层数、板子尺寸、线宽/线距、孔槽大小、孔密度、锣长分析、沉金面积、飞针点数、计算利用率、器件焊点；
- 2) 裸板分析：为 PCB 板在焊接器件前分析，检测项有线路分析、钻孔分析、阻焊分析、字符分析；
- 3) 组装分析：为 PCB 板焊接器件分析，检测项有器件分析、引脚分析、焊盘分析、光学点分析。



图 2-49：分析项

### 2.6.2 检测项异常评级：

- 1) “报红”代表高风险异常，不可生产（存在报废性问题）；
- 2) “报黄”代表中风险异常，可生产（存在影响生产成本的问题）；
- 3) “报绿”代表低风险异常，可通过检测，具体风险程度可以根据（规则管理）设定风险值评估。

PCB_线路分析 !		
最小线宽	5.9055 mil	查看
最小间距	5.031 mil	查看
SMD间距	7.419 mil	查看
最小焊盘	正常	查看
网格铺铜	正常	查看
孔环大小	0 mil	查看
孔到线	0 mil	查看
电气信号	异常	查看
板边距离	0.732 mil	查看
孔上焊盘	7.874 mil	查看
开短路	开路:0 短路:5	查看

图 2-50：风险项

### 2.6.3 审核小类窗口讲解：

- 1) 点击右侧审核项的“查看”，可以查看该项具体的“分析类别”，“分析结果”及具体位置，对分析结果会有相应的“问题”描述和评论；
- 2) 审核结果内可按 ALL（所以项）、！（显示所有分析数据项）、！！（显示警示项）常规分析展示对应参数列表；
- 3) 审核报红、报黄、报绿的参数是根据报告规则来判断审核结果，报告规则参数来源于规则管理里面的设置参数。

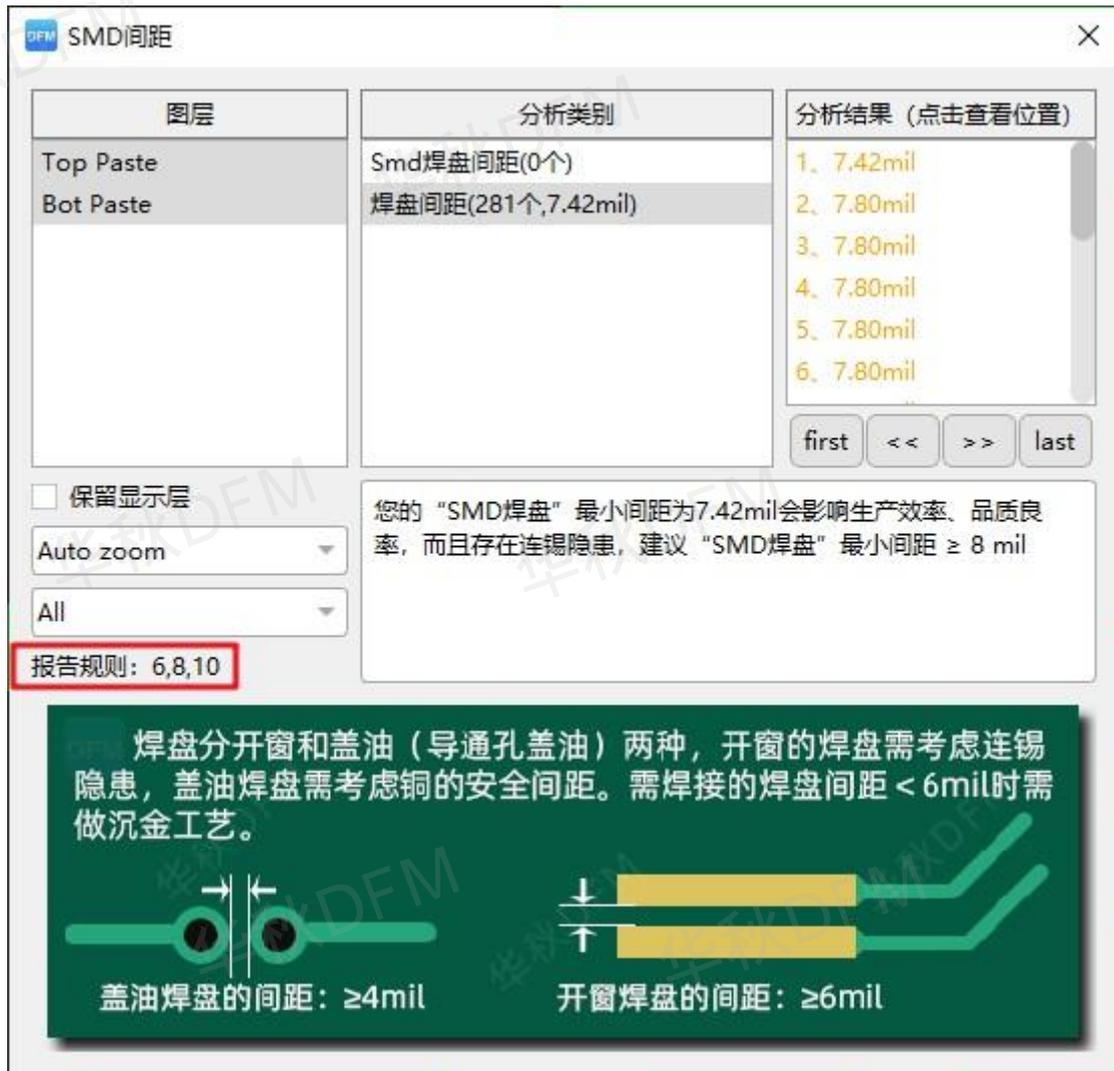


图 2-51: 检测问题描述

### 2.6.4 审核结果具体位置查看:

- 1) 显示查看分析结果参数的图形, 选择“Auto zoom”再点击分析结果, 分析结果显示的图形即可定位到板内所在的位置, 并把所在的位置图形放大。

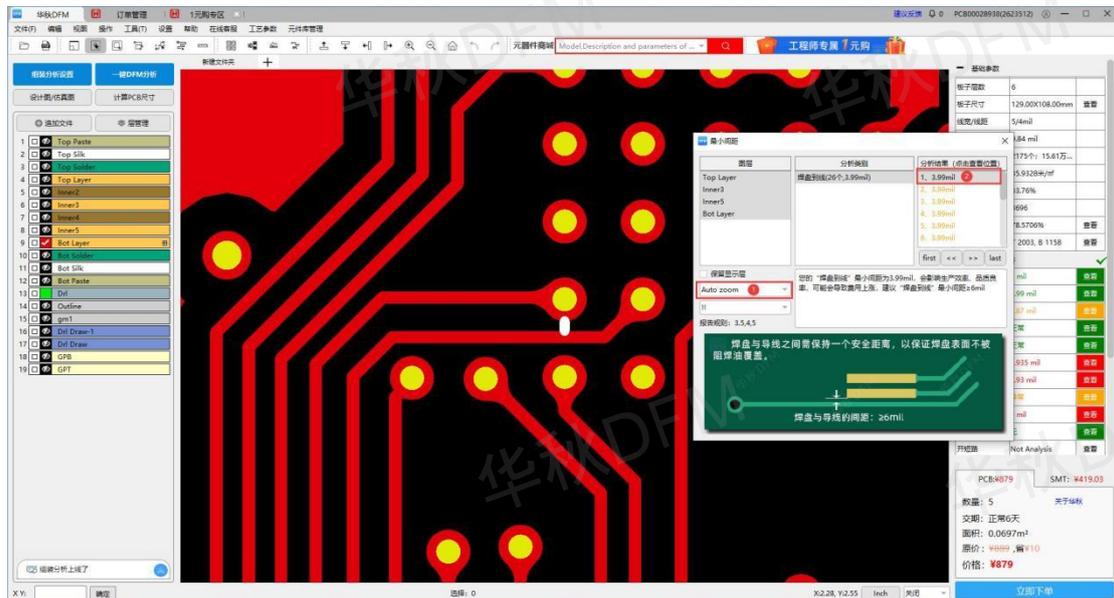


图 2-52：查看参数图形放大

- 2) 选择“Pan only”再点击分析结果，图形会定位到分析结果的位置，切换文件时分析的结果图形比例不变。

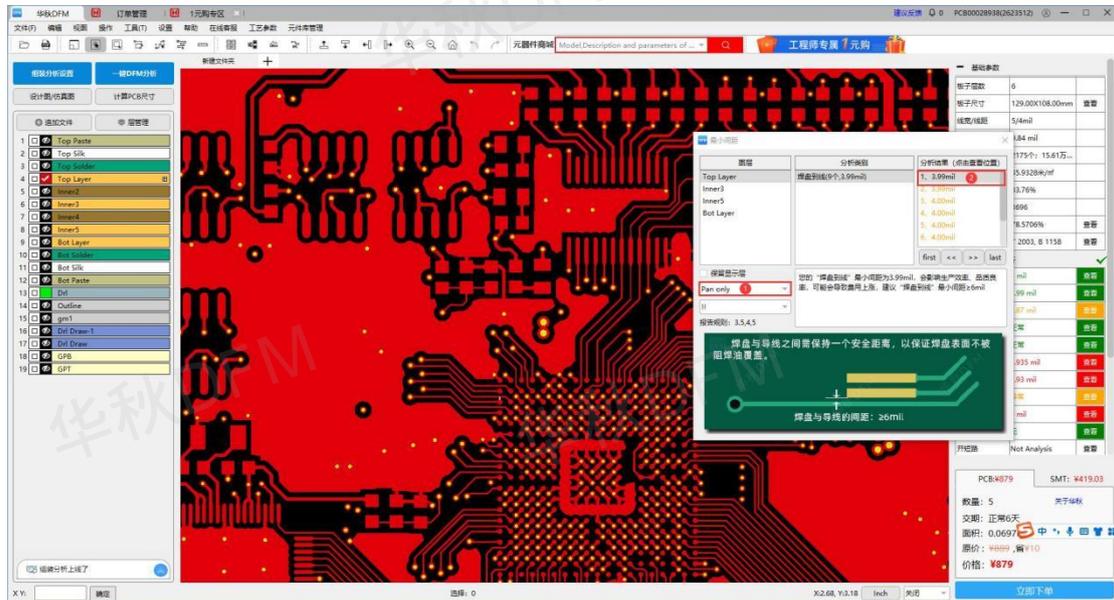


图 2-53：查看参数图形定位

2.6.5 在软件检测分析过后，确定可制造性无异常，点击立即下单可生产制造 PCB 及 SMT 贴装。



图 2-54：PCB/SMT 下单按钮

2.6.6 供应链管理页面：根据产品的制版要求，填写制版的工艺参数。此页面提供 PCB 制版计价下单生产，同时还可以采购钢网以及元器件采购，和 SMT 生产贴片制造。

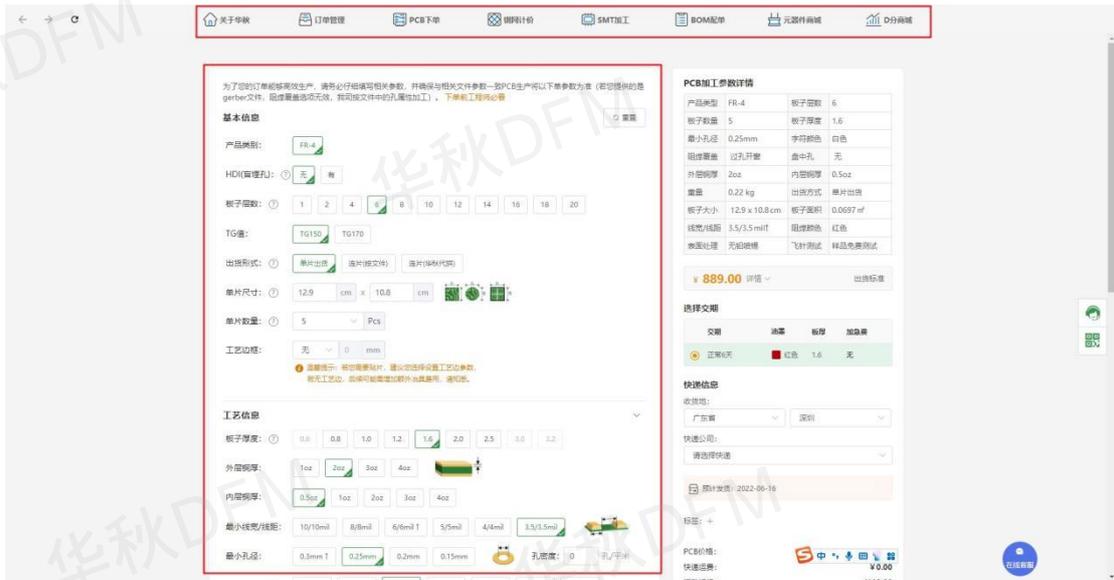


图 2-55：供应链管理页面

## 2.7 本章小结

本章向读者介绍了 DFM 软件的各个界面窗口，同时还介绍了菜单栏功能和工具栏的功能。以及文件管理操作区和检查结果显示界面。

通过本章的介绍，读者应该能够掌握 DFM 软件的基本操作，并对 DFM 软件操作界面有一定的熟悉。



软件技术支持

## 第三章 工具基本操作技能

### 3.1 阻抗计算

#### 3.1.1 阻抗计算操作技巧:

- 1) 叠层图制作, DFM 自动生成叠层图, 也可以手动填写层数、板厚、铜厚, 根据叠层图的介质厚度匹配阻抗值。
  - DFM 软件有自带板材、半固化片 (PP) 及铜箔的库, 如需调整叠层结构, 可根据需求自行选择。
  - 更改叠层结构参数, 点击鼠标右键, 弹出窗口可操作添加、替换或删除。添加和替换可在 DFM 软件物料库选择所需物料。

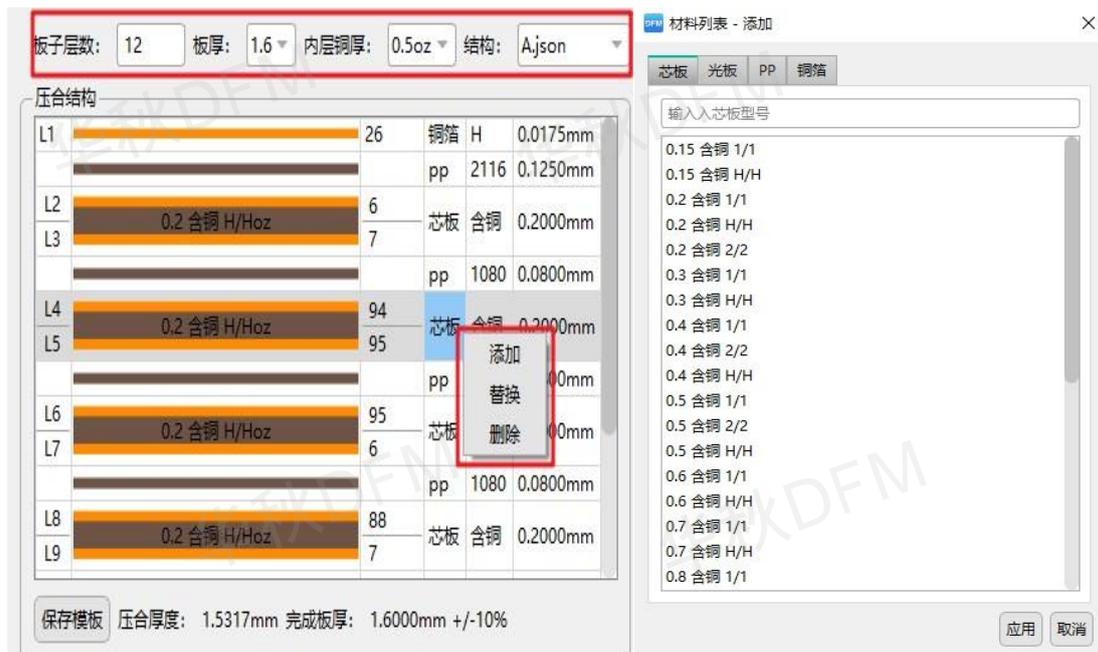


图 3-1: 叠层图操作窗口

- 2) DFM 软件的叠层模板参数可修改, 模板存放的路径在 DFM 安装目录 impedance 文件夹下面, 用记事本或者写字板打开文件修改里面的参数, 修改好以后在 DFM 阻抗计算窗口“点击”加载模板按钮加载即可!



图 3-2: 叠层模板修改

- 3) DFM 软件的板材、PP、铜箔库修改, 物料库存放的路径在 DFM 安装目录 material 文件夹下面, 物料库的文件是 Excel 电子档格式, 打开修改里面的参数即可! 例如: 没有的板材可以在里面增加或更改。

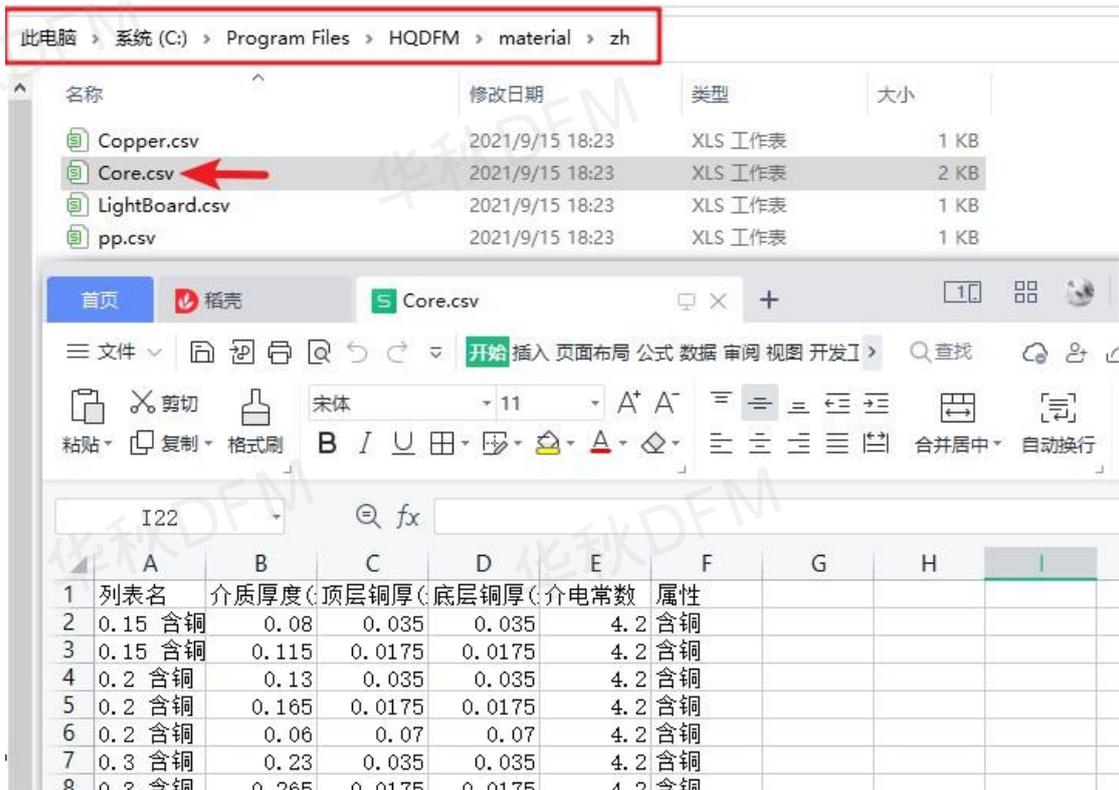


图 3-3：物料库修改

### 3.1.2 阻抗列表操作窗口：

- 1) 输入阻抗控制要求值，再选择阻抗层，找到阻抗对应的模板，再输入原始线宽线距，如参考层特别比如隔层参考，需要手动选择参考层。
- 2) 参数输入完毕后点击全部计算，计算结果为绿色则计算 OK，红色需要调整线宽线距或者介质厚度。
- 3) 右上角可以更改单位，mil/mm,左下角则可以添加多组阻抗。
- 4) 全部计算为根据线宽线距计算阻抗值，全部反算为根据阻抗要求值计算线宽线距。



图 3-4：阻抗要求参数界面

- 5) 保存阻抗计算图：

阻抗计算合格后，“点击”导出压合结构/阻抗参数，把计算的压合结构图及阻抗计算合格参数保存为 PDF 档，方便以后查询阻抗计算的结果。

阻抗列表(线宽,线距,到铜距离单位:mil)

序号	阻抗模式	阻抗层	上参考层	下参考层	最小线宽	线距	到铜距离	需求(ohm)	公差(ohm)	计算结果
1	外层单端	L1	/	L2	7.80	/	/	50.00	(+/-10%)	50.00
2	外层差分	L1	/	L2	6.00	7.03	/	100.00	(+/-10%)	100.00
3	内层单端	L10	L9	L11	2.30	/	/	50.00	(+/-10%)	50.00
4	外层差分	L12	L11	/	6.00	7.03	/	100.00	(+/-10%)	100.00

阻抗设计示意图

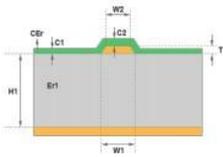
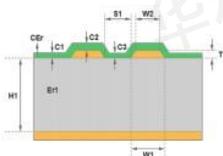
计算模型	计算参数	计算信息
	<p>W1 : 7.80 W2 : 6.80 H1 : 4.7146 Er1 : 4.2000 C1 : 0.7992 C2 : 0.5984 CEr : 3.5000</p>	<p>外层单端 控制层: L1 参考层: &amp;L2 设计线宽: 7.80mil 需求阻抗: 50.00 (+/-10%) ohm 计算阻抗: 50.00 ohm</p>
	<p>W1 : 6.00 W2 : 5.00 S1 : 7.03 H1 : 4.7146 Er1 : 4.2000 T1 : 1.3780 C1 : 0.7992 C2 : 0.5984 C3 : 0.7992 CEr : 3.5000</p>	<p>外层差分 控制层: L1 参考层: &amp;L2 设计线宽: 6.00mil 走线间距: 7.03mil 需求阻抗: 100.00 (+/-10%) ohm 计算阻抗: 100.00 ohm</p>

图 3-5；阻抗参数的 PDF 档

### 3.1.3 阻抗计算模板简介：

#### 1) 外层单端阻抗后阻抗计算模板：

##### ● 参数说明：

H1：外层到电源或地平面之间的介质厚度

W2：阻抗线线面宽度

W1：阻抗线线底宽度

Er1：介质层的介电常数

T1：线路铜厚，包括基板铜厚+电镀铜厚（成品铜厚）

CEr：阻焊介电常数

C1：基材阻焊厚度

C2：线面阻焊厚度

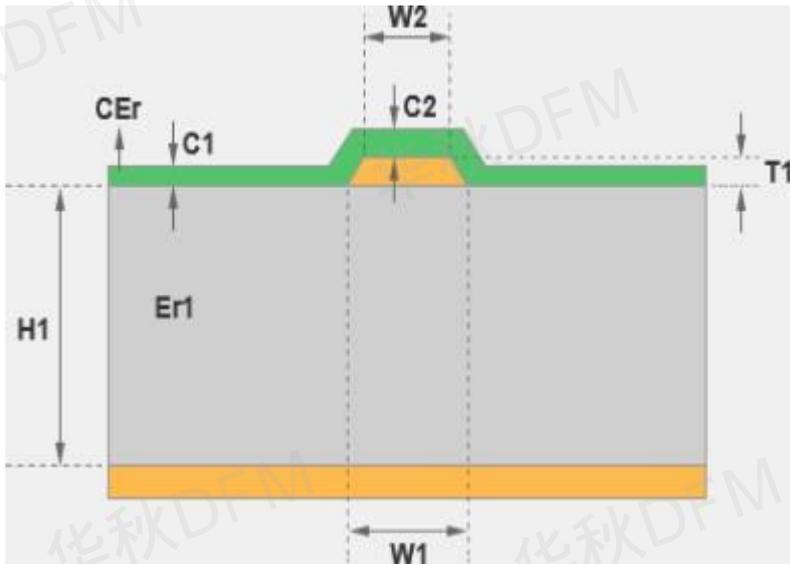


图 3-6； 外层单端阻焊后阻抗计算

2) 内层单端线计算模板:

- 与外层相邻的第二个线路层阻抗计算，例如一个 6 层板, L1、L2 均为线路层, L3 为地或电源层, 则 L2 层的阻抗用此方式计算。

- 参数说明:

H1: 线路层到相邻电源或地平面之间的介质厚度

H2: 外层到第二个线路层间的介质厚度+第二个线路层铜厚

W2: 阻抗线线面宽度

W1: 阻抗线线底宽度

T1: 阻抗线铜厚=基板铜厚 (成品铜厚)

Er1: 介质层介电常数 (线路层到相邻电源或地平面间介质)

Er2: 介质层介电常数 (外层到第二个线路层间介质)



图 3-7； 内层单端线计算

3) 外层阻焊后差分阻抗计算模板:

- 参数说明:

H1: 外层到电源或地平面之间的介质厚度

- W2: 阻抗线线面宽度
- W1: 阻抗线线底宽度
- S1: 差动阻抗线间隙
- Er1: 介质层介电常数
- T1: 线路铜厚, 包括基板铜厚+电镀铜厚 (成品铜厚)
- CEr: 阻抗介电常数
- C1: 基材阻焊厚度
- C2: 线面阻焊厚度
- C3: 差动阻抗线间阻焊厚度

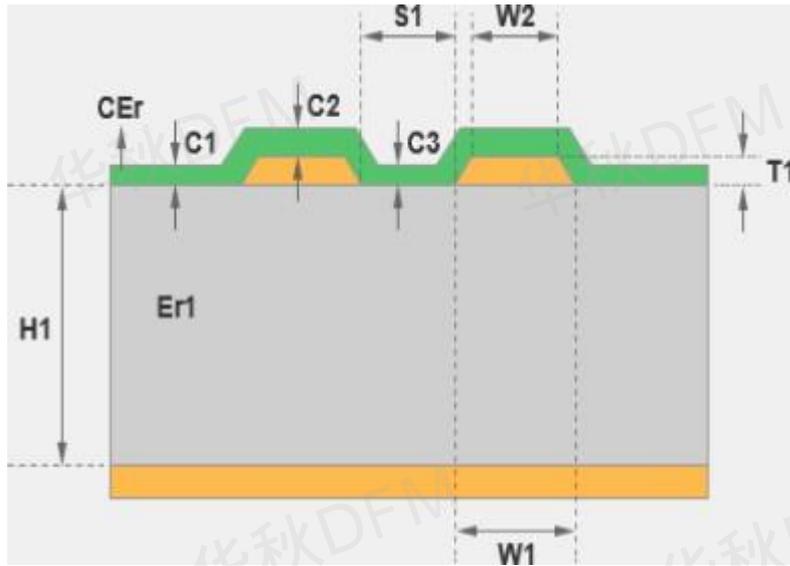


图 3-8: 外层阻焊后差动阻抗计算

4) 内层差动阻抗计算模板:

- 两个电源或地平面夹一个线路层之阻抗计算
- 参数说明:

- H1: 线路层到较近之电源或地平面间距离
- H2: 线路层到较远之电源或地平面间距离+阻抗线路层铜厚
- Er1: 介质层介电常数 (线路层到相邻电源或地平面间介质)
- Er2: 介质层介电常数 (线路层到较远电源或地平面间介质)
- W2: 阻抗线线面宽度
- W1: 阻抗线线底宽度
- T1: 阻抗线铜厚=基板铜厚 (成品铜厚)
- S1: 差动阻抗线间隙

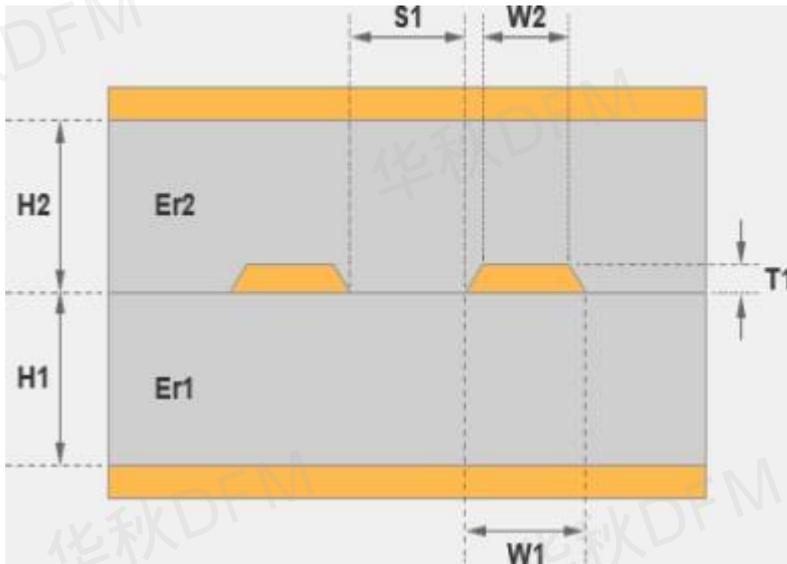


图 3-9：内层差动阻抗计算

5) 外层单端共面计算模板：

- 阻焊后单线共面阻抗，参考层为同一层面的电源或地平面和次外层电源或地平面层。（阻抗线被周围地包围，周围地即为参考层面）。

- 参数说明：

H1：外层到次外层电源或地平面之间的介质厚度

W2：阻抗线线面宽度

W1：阻抗线线底宽度

D1：阻抗线与地铜之间的距离

T1：线路铜厚，包括基板铜厚+电镀铜厚（成品铜厚）

Er1：介质层介电常数

C1：阻抗线与地之间阻焊厚度

C2：线面阻焊厚度

CEr：阻焊介电常数

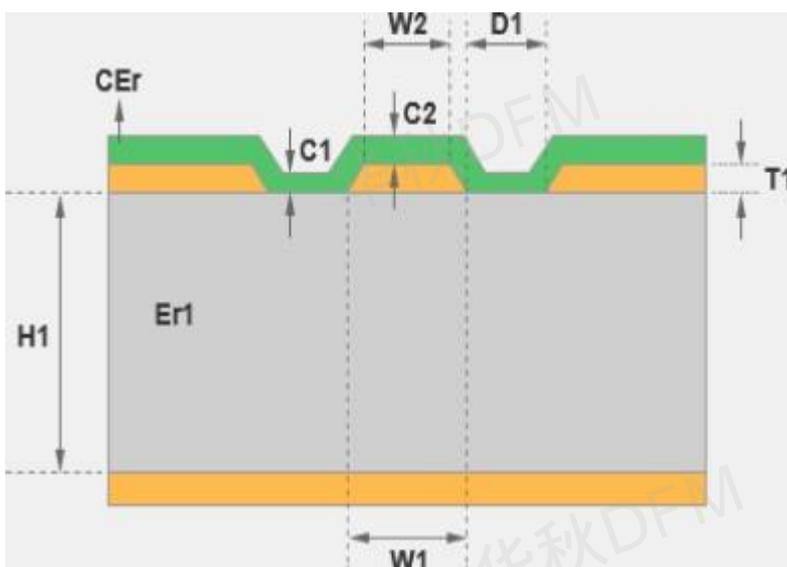


图 3-10：外层单端阻焊后共面计算

6) 内层单端共面计算模板：

- 内层单线共面阻抗, 参考层为同一层面的电源或地平面及其邻近的两个电源或地平面层。(阻抗线被周围地包围, 周围电源或地平面即为参考层面)。
- 参数说明:
  - H1: 阻抗线路层到其邻近电源或地平面层之间的介质厚度
  - H2: 阻抗线路层到其较远电源或地平面层之间的介质厚度
  - W2: 阻抗线线面宽度
  - W1: 阻抗线线底宽度
  - D1: 阻抗线与地铜之间的距离
  - T1: 线路铜厚=基板铜厚(成品铜厚)
  - Er1: H1 对应介质层介电常数
  - Er2: H2 对应介质层介电常数

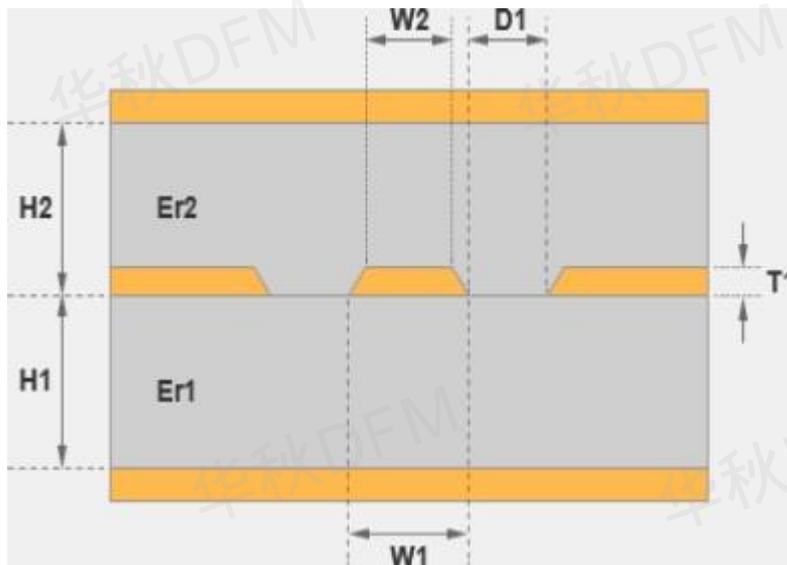


图 3-11; 内层单端共面计算

7) 外层差动阻焊后共面计算模板:

- 地包围, 周围电源或地平面即为参考层面)。
- 参数说明:
  - H1: 外层到次外层之间的介质厚度
  - W2: 阻抗线线面宽度
  - W1: 阻抗线线底宽度
  - D1: 阻抗线地铜之间的距离
  - S1: 差分阻抗线之间的间距
  - T1: 线路铜厚, 包括基板铜厚+电镀铜厚
  - Er1: 介质层介电常数
  - C1: 阻抗线与地之间阻焊厚度
  - C2: 线面阻焊厚度
  - C3: 阻抗线间阻焊厚度
  - CEr: 阻焊介电常数



### 3.1.4 参数总结详细说明：

阻抗模板参数的解释：

H1		阻抗线路层到其邻近电源或地平面层之间的介质厚度
Er1		基材介电常数
W1		阻抗线线底宽度
W2		阻抗线线面宽度
S1		差分阻抗线间隙
T1		线路铜厚=完成铜厚
C1		基材上的阻焊厚度
C2		铜面上的阻焊厚度
C3		差分阻抗线之间的阻焊厚度
CEr		阻焊的介电常数
Zdiff		计算阻抗值结果

注：

- 1) H1:半固化片的介质厚度，要填写残铜流胶后的介质厚度。
- 2) Er1:我司板材常规是 4.2, 如果是特殊板材要填写板才的介电常数。
- 3) W2:线面宽度在线底宽度 W1-0.5mil。
- 4) T1:内层 H/Hoz, 铜厚按 0.6mil 计算, 内层 1/1oz, 铜厚按 1.2mil 计算, 外层成品铜厚 1/1oz, 铜厚按 1.4mil 计算, 外层成品铜厚 2/2oz, 铜厚按 2.4mil 计算。
- 5) C1:基材上的阻焊厚度 0.8mil, C2:铜面上的阻焊厚度 0.5mil, C3:差分阻抗线之间的阻焊厚度 0.8mil。
- 6) CEr:阻焊的介电常数 3.5mil
- 7) 残铜率默认是 70%，如默认的参数需要调整，可以在参数配置里面填写修改，保存即可！



图 3-14：默认配置参数窗口

## 3.2 文件对比

3.2.1 文件对比：可进行 A\B 两个不同版本差异比对，差异处可点击查看具体位置。

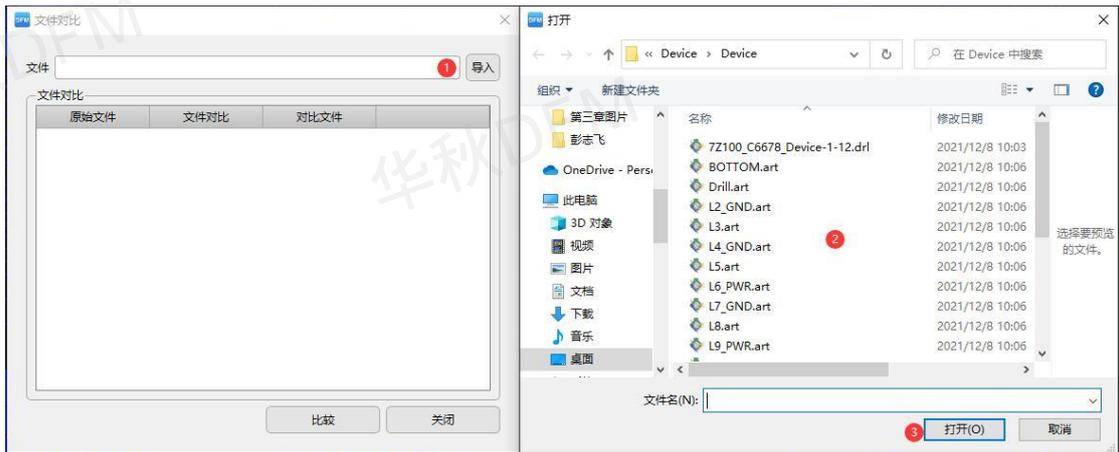


图 3-21; 对比文件导入

- 1) 文件导入后点击“比较”比对文件的差异点。前提是要两个文件对齐，如果没有对齐，文件对比的结果都是不正确的。在文件对齐的情况下，显示不同可点击“查看”不一样的位置会显示高亮，即可查看文件差异的结果。

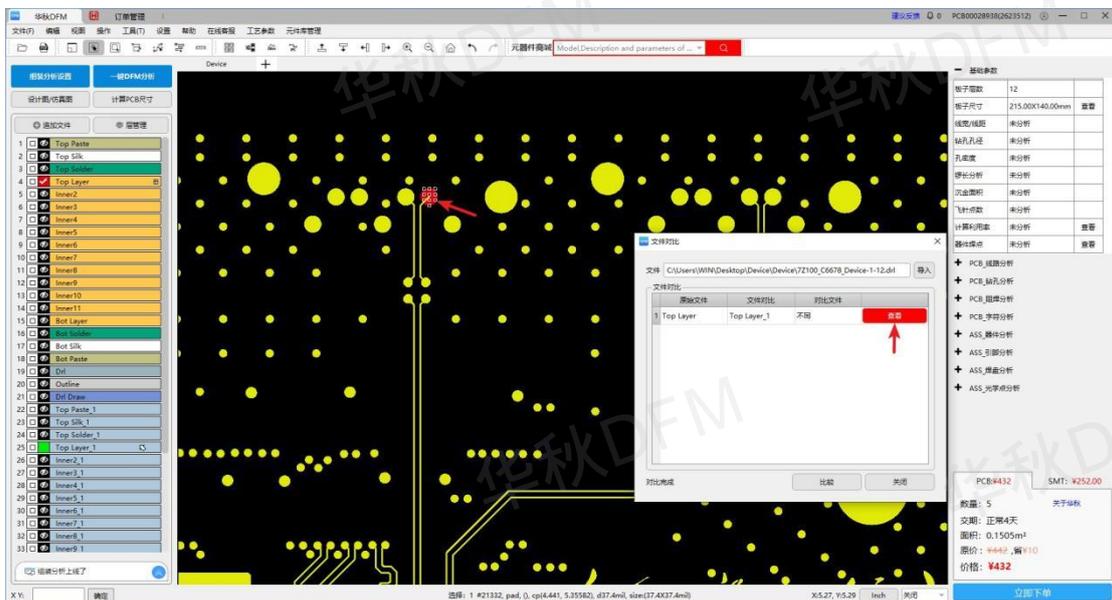
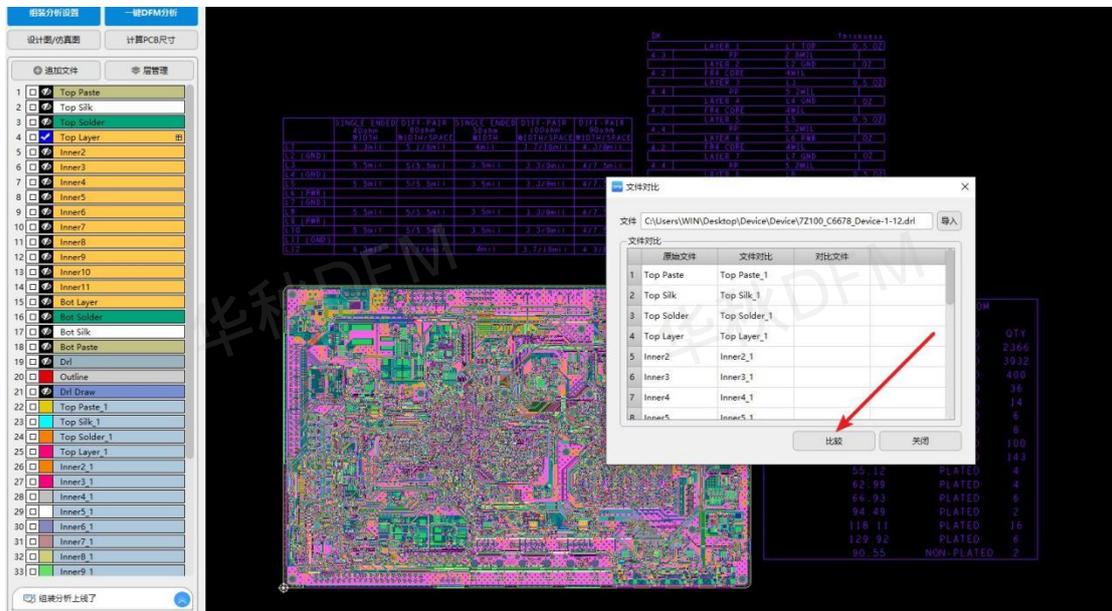


图 3-22； 对比文件显示的结果

### 3.3 连片拼版

3.3.1 设定好外形层后再按拼板需求填写相应的拼板方式。

- 1) 支持上下、左右、四周（上下、左右 都填为四周）个性化加工工艺边；
- 2) “X 间距”“Y 间距” 可设置拼板间间距，参数设定好后点 击”应用” 既可得到相应的拼板尺寸；
- 3) 点击“计算利用率”可以调取 “计算利用率”工具；
- 4) 拼版完成后点击输出拼版层，把拼好的拼版图输出到电脑本地盘；



图 3-23； 连片拼版工具

- 5) 连片拼版留间距大于 3mm 以上，拼版工具间距下会出现中间加线的功能，目的是判断大于 3mm 的间距是否需要留工艺边，中间添加线“打勾”为留工艺边，不打勾为镂空留间距。

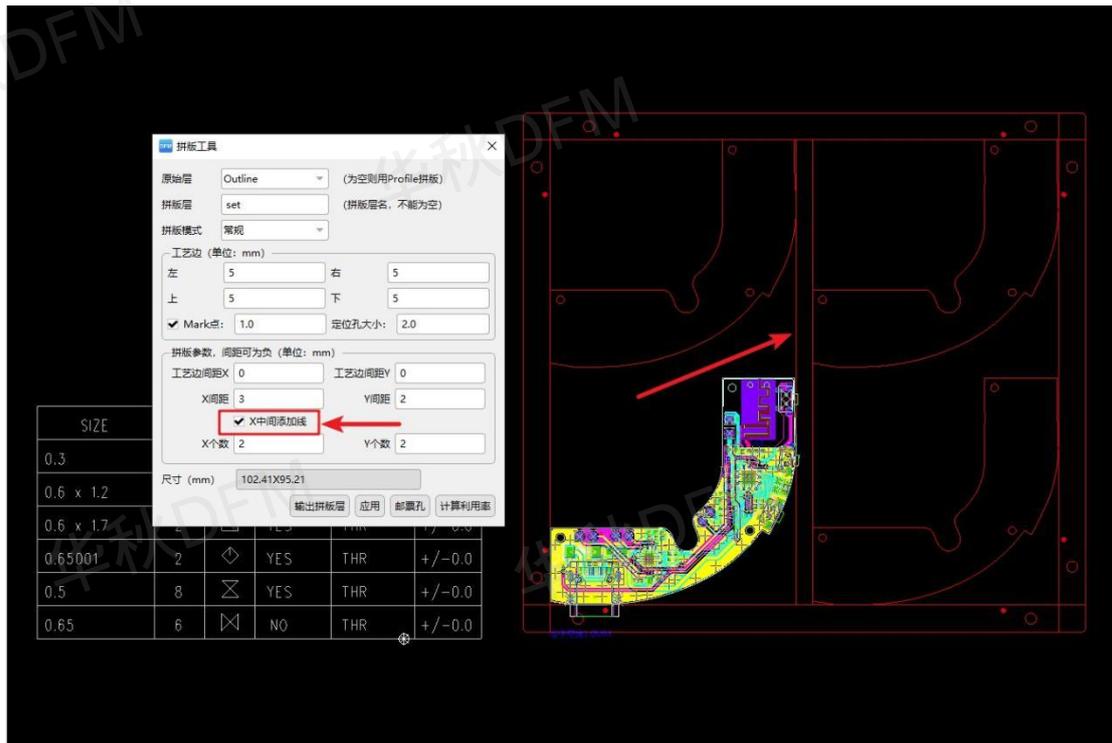


图 3-24; 连片拼版留间距与留工艺边示意图

- 6) 倒扣拼版，如有凹槽，为了节省成本，倒扣能够把板子扣在凹槽内的拼版方法，在拼版工具里面选择好倒扣的位置，计算好倒扣进凹槽的尺寸，在拼版间距栏输入“- 减号”负数多少即可实现需要的拼版图。

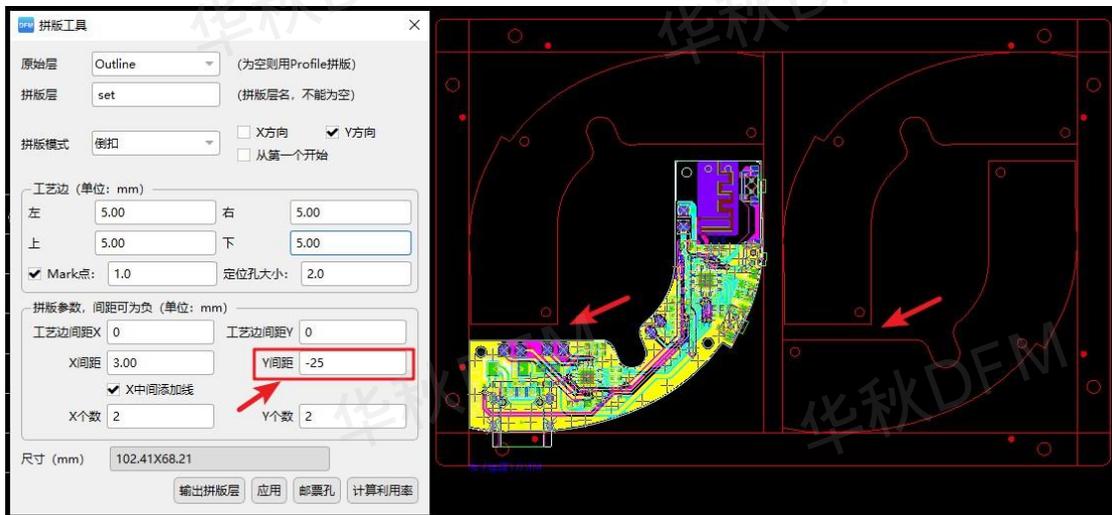


图 3-25; 特殊倒扣拼版示意图

- 7) 拼版添加邮票孔桥连，根据需求添加邮票孔的数量、大小及邮票孔的间距，鼠标的光标移动到对应的位置，单击即可添加放置邮票孔，此功能还提供了阵列添加放置邮票孔。



图 3-26；邮票孔工具

### 3.4 锣程计算

3.4.1 设定好外形层和钻孔层，计算工具会依据实际文件槽宽大小，智能选用配置刀具合理的计算锣程。计算操作选先点“分析”再点“生成”，如分析锣槽有不正确的区域可以按”T”键定义不需要锣空的位置，鼠标点选不需要锣空区域再按”T”键，不需要锣空位为绿色，灰色为锣空位，再点生成切换分析锣程结果。



图 3-27；锣程工具

### 3.5 计算利用率

3.5.1 使用“计算利用率”工具需先定义好外形大小，点击“计算”按钮进行利用率计算，依据 原材料尺寸计算出相应的板材利用率。

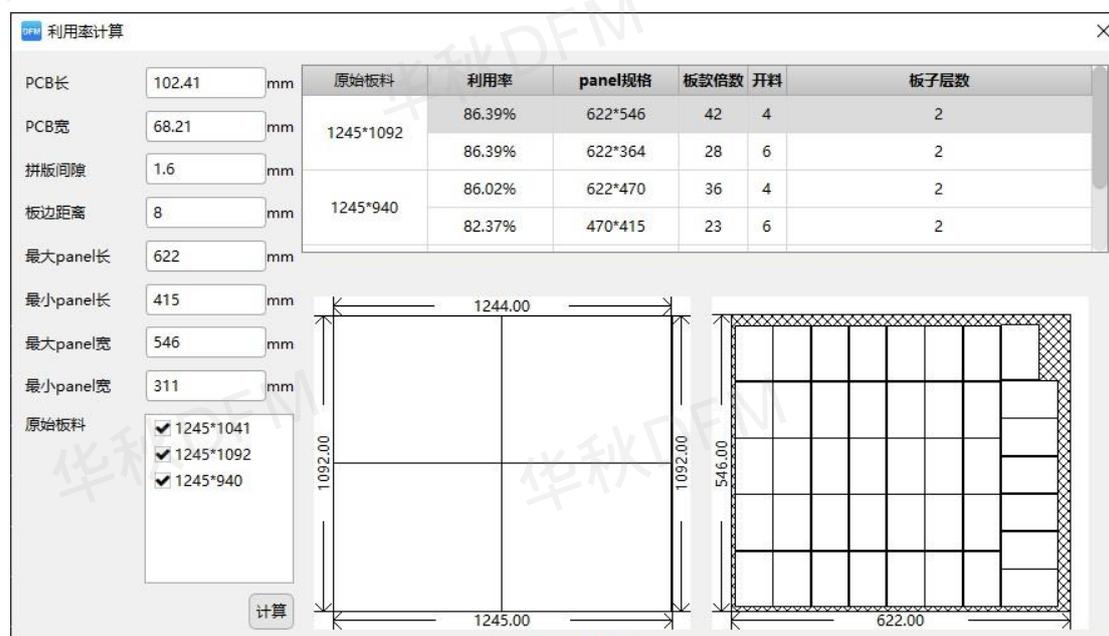


图 3-28；利用率计算

### 3.6 焊点统计

3.6.1 点击“计算”可解析“贴片面数”，“顶层贴片焊盘”数量、“底层贴片焊盘”数量、“总贴片焊盘”数量、“顶层插件焊盘”数量、“底层插件焊盘”数量、“总插件焊盘”数量、，点击相关项后面的“查看”，相应焊盘会在图形窗口高亮展示。

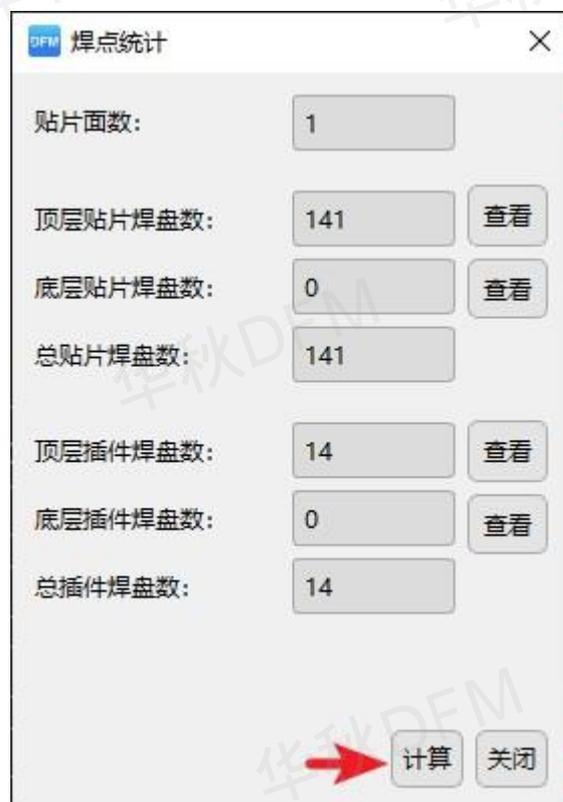


图 3-29 焊点统计

### 3.7 BOM 比对

#### 3.7.1 核对 bom 文档修改的前后差异。

- 1) 左边导入原始 BOM，右边导入修改后 BOM，点击 BOM 比对，有差异的表格会用红色标注，中间的表格标识差异的位置，默认排序和差异优先切换，默认排序为原始表格位置，差异优先可把有异常的排序在最前面。
- 2) 比对原则，封装、型号、规格值、用量有差异是一行的格子与格子比对，有差异标红提示，位号是整个表格比对，如某个位号在表格里面找不到或者有重复位号整行表格标红提示。



图 3-30 BOM 比对

### 3.8 元器件搜索

3.8.1 查询某个元器件位号的位置，搜索到器件所在板内的位置，查看器件的位号及封装名称。在位号栏输入位号，点击“搜索”即可！

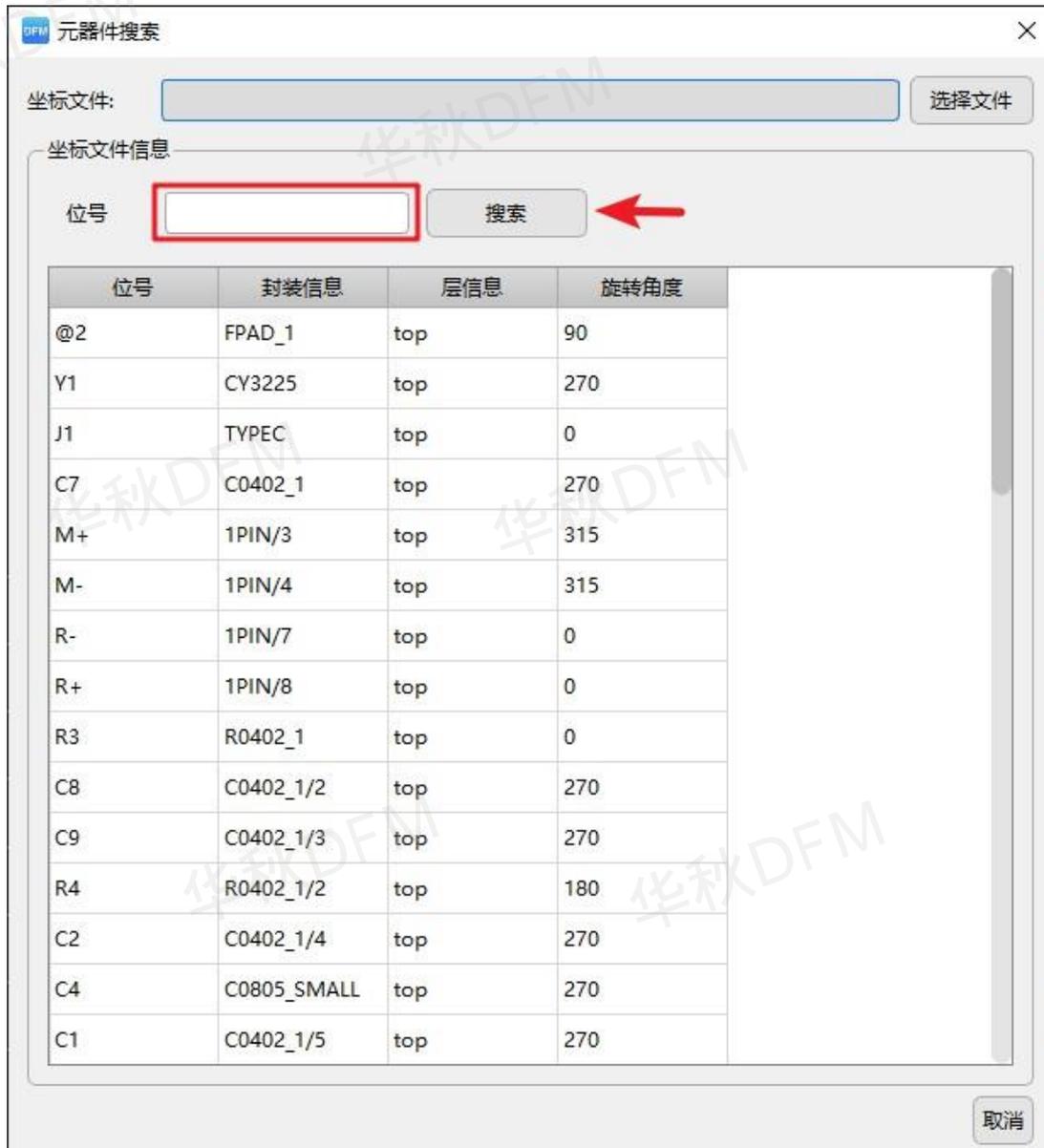


图 3-31：元器件搜索

### 3.9 开短路分析

3.9.1 设计文件在 EDA 软件里面误操作，或者输出 Gerber 文件导致连接性问题时有发生，使用 DFM 分析开短路，可避免连接性的问题。调出分析开短路界面，点击“分析”即可得出开短路的分析结果。点击“详情”即可查看开短路在板内的位置。

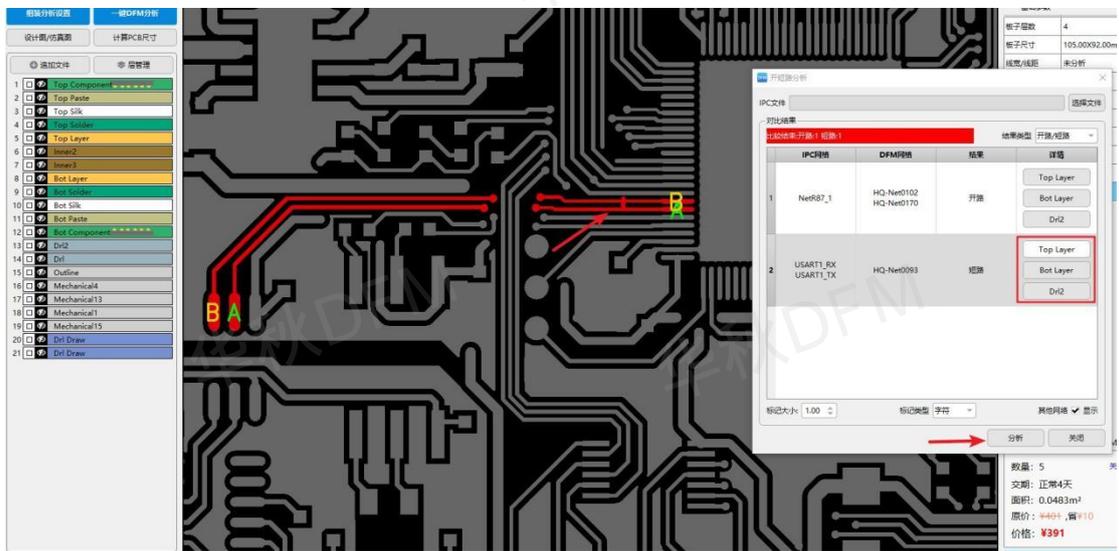
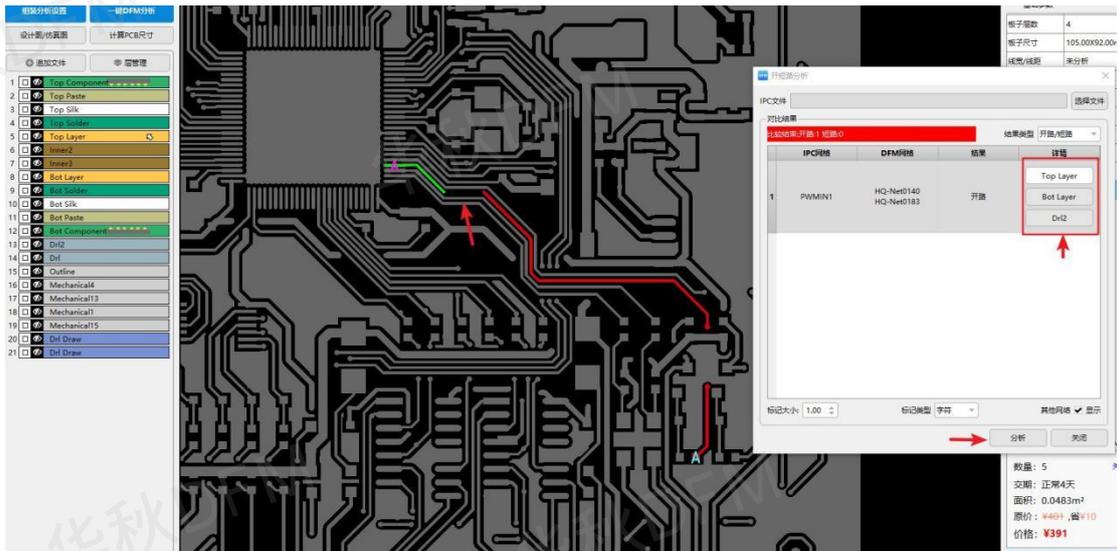


图 3-32; 网络对比图

### 3.10 字符上焊盘检测

3.10.1 焊盘上的字符会影响焊接，点击“分析”点击层，再点击字符在焊盘上的位置，即可查看那些位置焊盘上有字符。



图 3-33; 检测焊盘上的字符

### 3.11 铜面积计算

3.11.1 计算出板内每一层线路的铜面积，点击“计算”即可得出线路每层存在的铜面积。

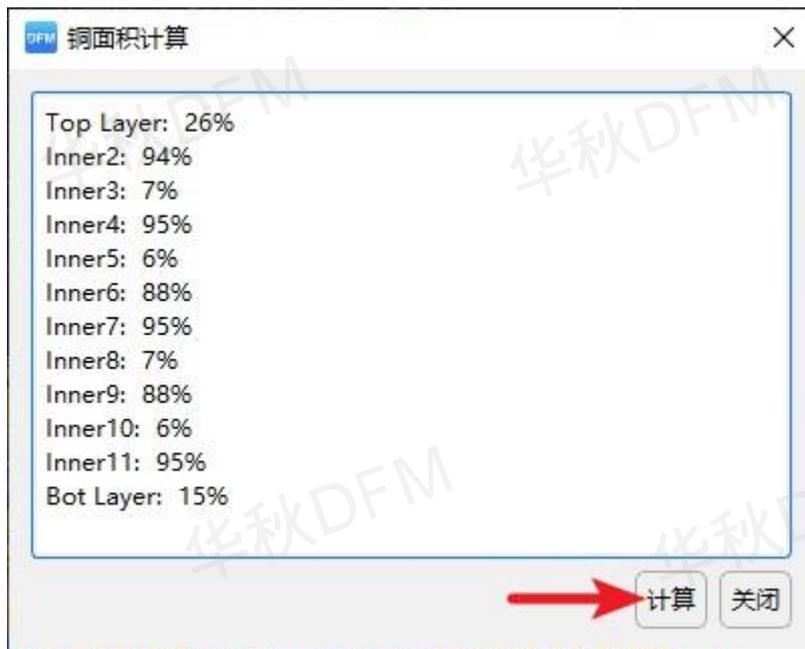


图 3-34; 铜面积计算

### 3.12 本章小结

本章向读者介绍了 DFM 软件实用功能操作技巧，有阻抗的计算、连片拼版、利用率计算、开短路分析、字符上焊盘检测……

通过本章的介绍，读者应该能够掌握 DFM 软件主要功能使用的基本操作，并对 DFM 软件所有的功能有一定的熟悉。



软件技术支持

## 第四章 组装分析(DFA)

### 4.1 什么是 DFA

DFA: 是面向装配的设计(Design for assembly)的英文简称, 是指在产品设计阶段设计产品使得产品具有良好的可装配性, 确保装配工序简单、装配效率高、装配质量高、装配不良率低和装配成本低。

“华秋 DFM”的 DFA 功能是一个协助 EDA 电路设计元件清单的整理, 快速的匹配 Bill of Materials(BOM)的元器件, 能大大提高整理 Bill of Materials(BOM)的工作效率, 当然“华秋 DFM”不仅仅是整理 Bill of Materials(BOM)那么简单。主要的功能提供了组装分析, 支持检查生产元器件组装存在的隐患, 提前分析检查避免生产过程中不必要的损失。

“华秋 DFM”对接于所以 EDA 设计软件, 比如:Mentor PADS 系列软件 Logic, Layout、Protel 系列 99se, DXP、Altium Designer 系列, Cadence 系列 Orcad、 Allegro 等软件输出的元件清单对于不同清单的格式, 都能够支持整理元件清单, 匹配清单采购元器件。

“华秋 DFM”工具没有复杂的操作理论, 而是从电子产品开发的实际应用着手, 使用户快速高效的提高工作效率, 缩短研发周期。以及产品开发成本的降低和产品质量的提高。

面向制造和装配的产品设计是企业以“更低的开发成本、更短的开发周期、更高的产品质量”进行产品开发的关键。

### 4.2 数据文件准备

#### 4.2.1 PCB/ODB 文件

- 1) PCB 文件：首先打开 DFM 软件，点击“文件”找到要使用的文件，点击打开等软件自动解析完成即可使用操作。或者打开软件把文件拖入软件图形窗口打开文件。
- 2) ODB 文件：文件的数量很多的话，可以直接把文件夹拖入软件图形窗口，等软件自动解析完成即可！也可以把后缀名 tgz 格式的压缩包拖入软件图形窗口打开文件。

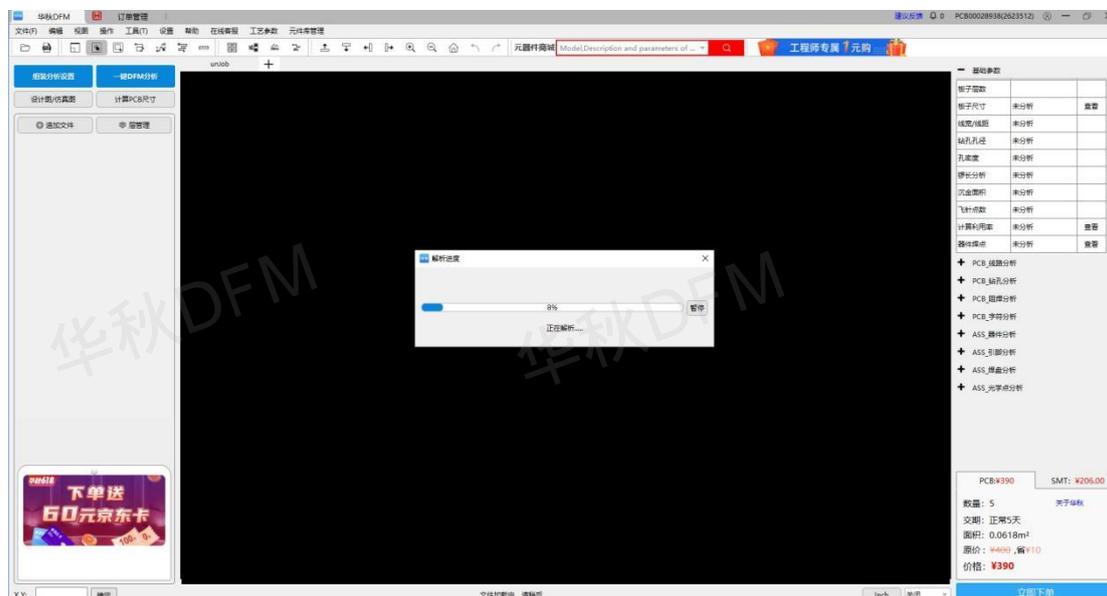


图 4-1：解析文件

#### 4.2.2 Gerber/Drill 文件

- 1) Gerber 文件是从 EDA 软件里面输出的制版文件，文件包括钻孔层、内/外层线路、阻焊层、丝印层、板框层。
- 2) DFM 软件打开 Gerber 文件时，如果是压缩包需要先解压才能打开，Gerber 文件有许多层需要把里面的文件全部打开，用菜单栏“文件→打开”方法则需要全选文件，也可以把文件夹拖入软件窗口解析打开文件。

TOP.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	1,163 KB
L2.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	899 KB
L3.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	158 KB
L4.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	563 KB
BOTTOM.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	861 KB
L5.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	855 KB
MASKBOTTOM.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	7 KB
MASKTOP.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	78 KB
OUTLINE.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	4 KB
PASTEBOTTOM.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	4 KB
PASTETOP.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	78 KB
SIKBOTTOM.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	121 KB
SIKTOP.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	1,080 KB
FABPTH.art	2022/4/7 11:29	CAM350 Art File	296 KB
photoplot.log	2022/4/7 11:29	文本文档	56 KB
HQBrdTmp-1-2.drl	2022/4/7 11:29	CAM350 Drl File	99 KB
HQBrdTmp-1-6.drl	2022/4/7 11:29	CAM350 Drl File	5 KB
HQBrdTmp-2-5.drl	2022/4/7 11:29	CAM350 Drl File	38 KB
HQBrdTmp-5-6.drl	2022/4/7 11:29	CAM350 Drl File	46 KB

图 4-2: Gerber 与 Drill 文件

#### 4.2.3 坐标/BOM 文件

- 1) PCB 和 ODB 文件无需坐标与 BOM 文件，因为 PCB 和 ODB 有自带坐标与 BOM 数据。
- 2) Gerber 文件组装分析、BOM 配单时需要坐标及 BOM 文件数据，数据需要从 EDA 软件里面输出，在导入到 DFM 软件里面进行组装分析与 BOM 配单。

BOM表									
1	SYM_NAME	COMP_DEVICE_TYPE	COMP_VALUE	COMP_TOL	COMP_CLASS	QUANTITY	REFDES		
2	BGA169-20-1414	169 BALL EMMC_0_BGA169-20-	QVL Memory		IC	1	U3		
3	BGAS_123_P035_450X450_H085	SR3595D_0_BGAS_123_P035_450X450	SR3595D		IC	1	U7		
4	BGA_20_P040_200X160_H063_B	FAN53555UC04X_BGA_20_P040_200X1	FAN53555UC04X		IC	1	U2		
5	BGA_166_P040	ASIC-SC2721G-166-0_0.4_BGA_166	ASIC-SC2721G-166-0.4		IC	1	U1		
6	BGA_204_P040	WCN_UMW2651_BGA_204_P040	WCN_UMW2651_BGA_204_P040		IC	1	U50		
7	BGA_774_P040	BB_SC9863A_BGA_774_P040_3_BGA_7	BB_SC9863A_BGA_774_P040		IC	1	U11		
8	CCH-8565_0201	L COMMON CHOKE MCM1220B900G_0_C	MCM1220B900G		IC	2	U25;U26		
9	CDH3B16	INDUCTOR_CDH3B16_WLP QHD3015F100	WLPQHD3015F100ME		IC	1	L8		
10									
11									
12	坐标文件								
13	REFDES	COMP_DEVICE	COMP_VALU	COMP_TOL	COMP_PACK	SYM_X	SYM_Y	SYM_ROTAT	SYM_MIRROR
14	C1	C / 1 / U1uF/6.3V			SMC0201	2590	1190	270	NO
15	C2	C / 1 / U1uF/6.3V			SMC0201	2610	1190	270	NO
16	C3	C / 1 / U2.2uF/6.3V			SMC0402	2535	1185	270	NO
17	C4	C / 1 / U1uF/6.3V			SMC0201	2950	1360	270	NO
18	C5	C / 1 / U0.1uF/6.3V			SMC0201	2540	1315	270	NO
19	C6	C / 1 / U10uF/6.3V			SMC0603	2295	1245	270	NO
20	C7	C / 1 / UNC			SMC0201	2355	1245	180	NO
21	C8	C / 1 / UNC			SMC0201	2450	1245	0	NO
22	C9	C / 1 / U2.2uF/6.3V			SMC0402	2590	1253	0	NO
23	C10	C / 1 / U10uF/6.3V			SMC0603	2860	1191	180	NO
24	C11	C / 1 / U10uF/6.3V			SMC0603	2940	1490	180	NO

图 4-3：坐标与 BOM 数据文件

### 4.3 组装分析设置

#### 4.3.1 基本操作简介

- 1) 在软件的操作界面点击“组装分析设置”进入组装分析操作界面，进行 BOM 表检测、元件匹配、组装分析一系列操作。



图 4-4：组装分析接口

- 2) 组装分析的操作界面，主要流程是“坐标整理”→“导入 Bom”→“匹配元件库”→“元件类型”→“参数设置”，
- 3) 查找位号：在组装分析设置的每一页均可使用，方便查询位号对应器件的信息；
- 4) 设置的功能：针对坐标文件、BOM 文件的表头识别关键词的数据进行清除设置，针对

元件库匹配设置有清除元件库记录、保存匹配记录到本地、匹配本地库、BOM 参数匹配、封装匹配的相关设置。



图 4-8：设置

- 5) 表头的关键字管理：坐标文件和 BOM 文件里面的内容格式很多种类型，在软件识别文件表格时类型太多需要对文件的类型做管理。根据文件的表头管理文件的关键字，增加关键字点击“添加”，删除关键字点“删除”。

操作	表头	关键字1	关键字2	关键字3	关键字4	关键字5	关键字6	关键字7	关键字8	关键字9
添加   删除	描述1	备注								
添加   删除	描述2	Descripti...	物料编码							
添加   删除	位号	Designat...	编号							
添加   删除	封装	Footprint	封装							
添加   删除	序号	序号								
添加   删除	制造商	Manufac...	公司物料编码	分类	分组					
添加   删除	型号1	COMP_D...	Manufac...	制造商型号	名称	型号	推荐型号	整理型号	物料名称	规格型号
添加   删除	用量	Qty	数量	用量						
添加   删除	规格值	器件名称	编码	规格	规格值					

图 4-9：表格关键字管理

#### 4.4 加载坐标

##### 4.4.1 加载坐标文件

- 1) 只有 Gerber 与 Drill 数据文件需要加载坐标文件，PCB 和 ODB 数据文件有自带坐标数据。当解析设置为方式 2：敏捷分析，更快的文件解析速度。DFM 软件自动生成器件的坐标。

- 2) 加载坐标文件：坐标文件可以直接拖入窗口中加载打开文件，也可以“点击”加载坐标文件，找到坐标文件存放的位置，选择坐标文件加载打开；
- 3) 坐标文件支持格式有 xls、xlsx、csv、txt 文件格式；

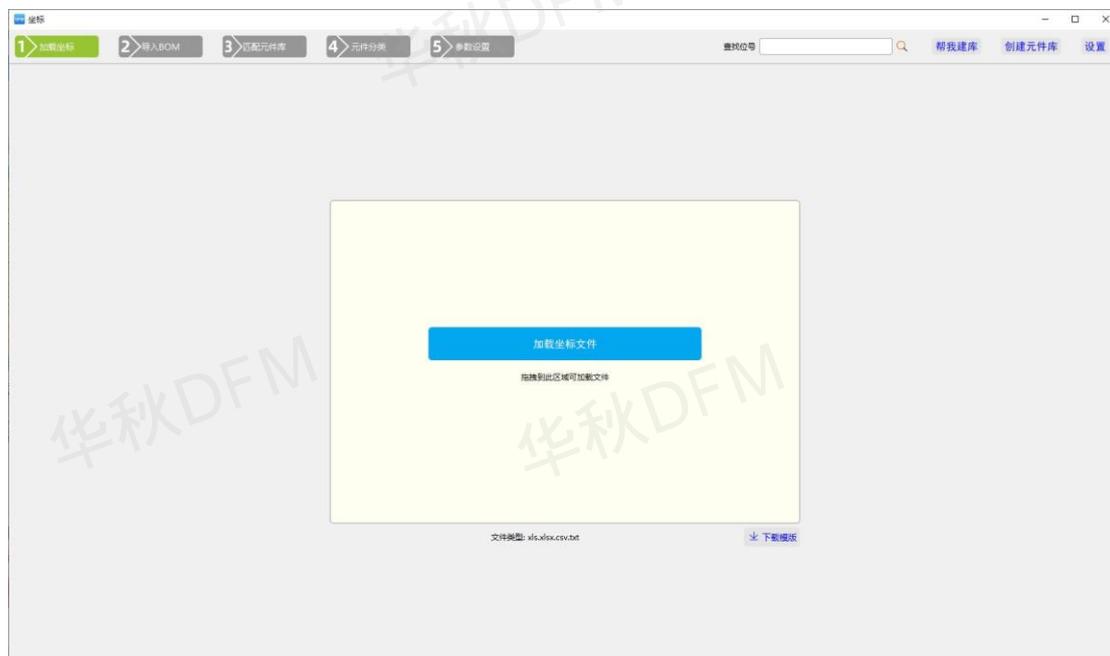


图 4-10：加载坐标文件

#### 4.4.2 坐标文件整理

- 1) 重新上传与下一步：加载坐标文件后，弹出坐标整理界面，在整理过程中如果需要重新上传坐标文件，点击“重新上传”，当坐标文件整理好以后，点击“下一步”进行 BOM 工作的处理。



图 4-11：重传坐标文件

- 2) 自动整理坐标：EDA 软件导出的坐标文件，文件的表头格式比较杂乱，需要重新整理标准格式的表格，整理表格软件自动整理，并且还会保留原始坐标文件，提供查看参考。

位号	B	面向	封装	E	坐标X	坐标Y	
1	C62	Tantalum	TopLayer	721STD_C-TAN-6032	Capacitor, SM Tantal...	7.5438	70.8660
2	R108	R-SMT	TopLayer	721STD_R-...	小型0603贴片电阻:60x...	116.4844	57.0103
3	R107	R-SMT	TopLayer	721STD_R-...	小型0603贴片电阻:60x...	116.7892	67.2211
4	Q8	8050	TopLayer	721STD_S...	贴片三极管, 1-E, 2-B...	118.7831	57.1246
5	Q7	8050	TopLayer	721STD_S...	贴片三极管, 1-E, 2-B...	119.0879	67.3100
6	D30	SOD-323	TopLayer	SOD-323		119.5832	60.7568
7	D29	SOD-323	TopLayer	SOD-323		119.6340	70.9930
8	D2	SOD-323F	TopLayer	SOD-323F		30.2768	68.7070
9	D1	SOD-323F	TopLayer	SOD-323F		32.8168	68.7070
10	K2	RELAY-HF_19	TopLayer	RELAY-HF_19		125.8316	59.2074
11	K1	RELAY-HF_19	TopLayer	RELAY-HF_19		125.8824	69.3928
12	R106	Comment	TopLayer	R-1206	小型1206贴片电阻:120...	146.5834	59.1312
13	F4	Comment	TopLayer	R-1206	小型1206贴片电阻:120...	155.5496	61.7474

图 4-12: 坐标文件自动整理

- 3) 删除行或列: 手动整理表格可删除整行, 点击操作区的“删除”即可, 删除列点击“鼠标右键”操作时需要在表头进行操作方可删除整行或者整列;
- 4) 增加行或列: 在表格需要增加的位置点击“鼠标右键”即可弹出操作窗口;

位号	B	面向	封装	E	坐标X	坐标Y	旋转角度	I	J	K	L	
1	C62	Tantalum	TopLayer	721STD_C-TAN-6032	Capacitor, SM Tantal...	7.5438	70.8660	90	铝电容	Standard	3.4000	7.5438
2	R108	R-SMT	TopLayer	721STD_R-...	小型0603贴片电阻:60x...	116.4844	57.0103	270	贴片电阻	Standard	0.2540	116.4844
3	R107	R-SMT	TopLayer	721STD_R-...	小型0603贴片电阻:60x...	116.7892	67.2211	270	贴片电阻	Standard	0.2540	116.7892
4	Q8	8050	TopLayer	721STD_S...	贴片三极管, 1-E, 2-B...	118.7831	57.1246	360	普通三极管 NPN	Standard	11.6840	117.5385
5	Q7	8050	TopLayer	721STD_S...	贴片三极管, 1-E, 2-B...	119.0879	67.3100	360	普通三极管 NPN	Standard	11.6840	117.8433
6	D30	SOD-323	TopLayer	SOD-323		119.5832	60.7568	270		Standard	0.0000	119.5832
7	D29	SOD-323	TopLayer	SOD-323		119.6340	70.9930	270		Standard	0.0000	119.6340
8	D2	SOD-323F	TopLayer	SOD-323F		30.2768	68.7070	90		Standard	0.0000	30.2768

图 4-13: 表格增加与删除

- 5) 坐标表格调整: 当工程文件与坐标文件的方向不一致时, 可进行旋转。例如: 导出 Gerber 文件和坐标文件以后, Gerber 文件在制作过程中拼版旋转了, 此时坐标文件的方向不一致。因此需旋转坐标文件来保证与 Gerber 文件坐标一致性;
- 6) 坐标文件层识别: 整理坐标文件可识别的层名, 顶层: Top,T,A,F,no,TopLayer 底层: Bot,B,yes,bottom,BottomLayer, 各种层名需要用逗号分开。
- 7) 调整表格比例: 坐标文件可进行比例调整, 切换表格的单位有毫米、密尔、英寸, 整理好的表格可以导出整理后的坐标文件。

图 4-14: 表格调整工具栏

- 8) 导出坐标文件: 导出文件时可选择要输出的列, 有位号、面向、封装、坐标、角度, 要导出的列能够先后顺序按照需要的排列, 也可以随意组合要输出排列。



图 4-15：导出坐标文件

#### 4.4.3 对齐元件层操作

- 1) 在整理坐标文件过程中,有视图窗口展示。在器件层跟实际工程文件没有对齐的情况下,点击“重新生成元件”再查看元件层跟实际工程文件是否对齐,没有对齐则需进行对齐操作。

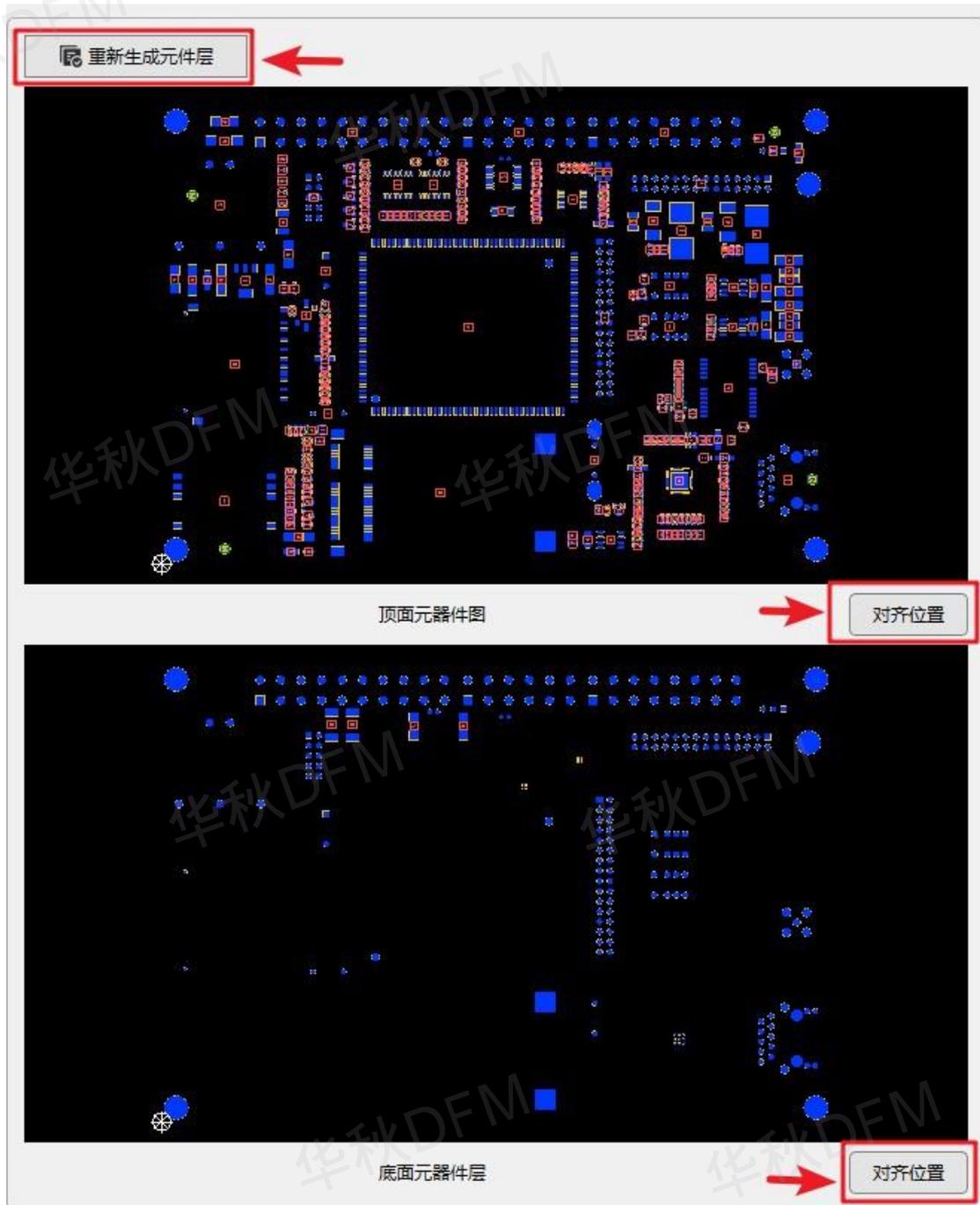


图 4-16：调整元件层

- 2) 点击“对齐位置”弹出对齐操作窗口移动对齐。操作步骤为，点击按钮“1”，再选择元件层的图形某一个器件；
- 3) 点击按钮“2”，再选择焊盘层的图形共同器件，焊盘层的共同器件是两个焊盘，或者是多个焊盘，元件层的器件要对在焊盘层共同器件的中心，因此焊盘层需选择至少两个器件，选择方法是，单选一个，再按住键盘 Ctrl 键连续选择共同器件的所有焊盘；
- 4) 再点击“3”执行对齐命令把元件层与焊盘层对齐。如果底层不对齐并且坐标跟顶层一样，可以勾选“同步移动底层”应用同步到底层一起对齐；
- 5) 可以根据需求显示阻焊与字符层的图形，勾选“显示阻焊层”与“显示阻丝印”即可。

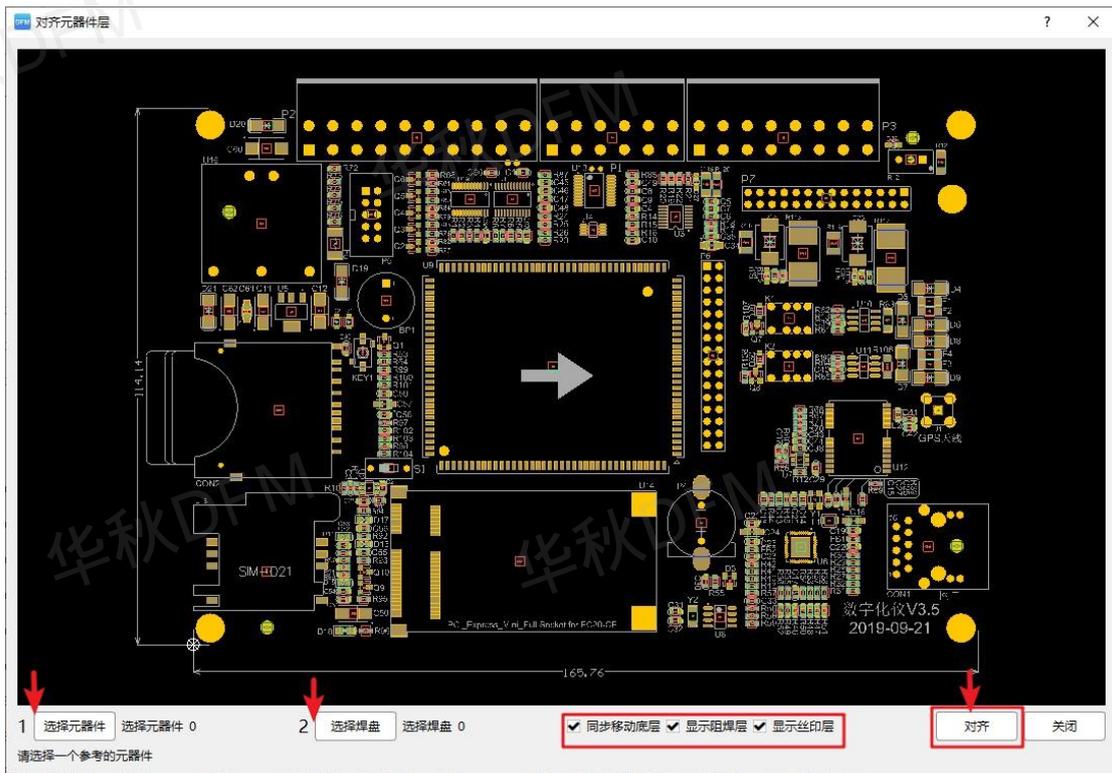


图 4-17; 对齐元件层

## 4.5 导入 Bom

### 4.5.1 加载 BOM 文件

- 1) 导入 Bom 界面, Bom 文件可以直接拖入窗口中间加载打开文件, 同时也可以“点击”加载 Bom 文件, 找到 Bom 文件存放的位置, 选择 Bom 文件加载打开;
- 2) Bom 文件支持格式有 xls、xlsx、csv、txt 文件格式。
- 3) PCB 和 ODB 文件无需加载 Bom 文件, 点击“使用 PCB 中的 BOM 数据”直接录入 BOM 表数据。

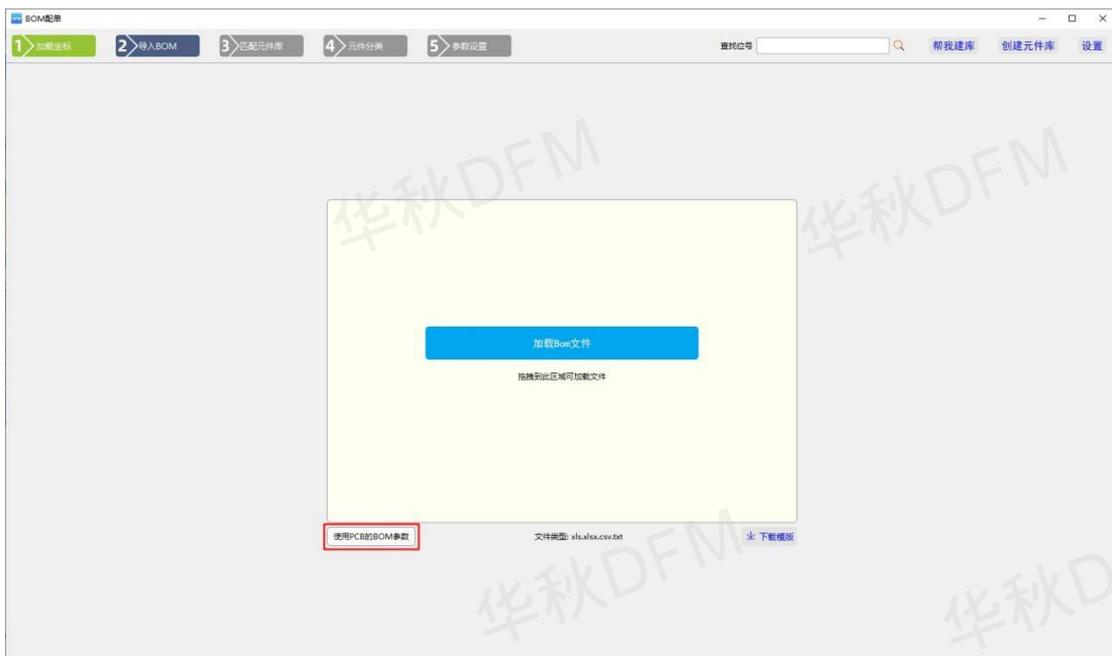


图 4-18; 导入 Bom 窗口

## 4.5.2 BOM 检查

1) 自动整理 BOM 表，点击“BOM 检查”软件自动整理 BOM 表：

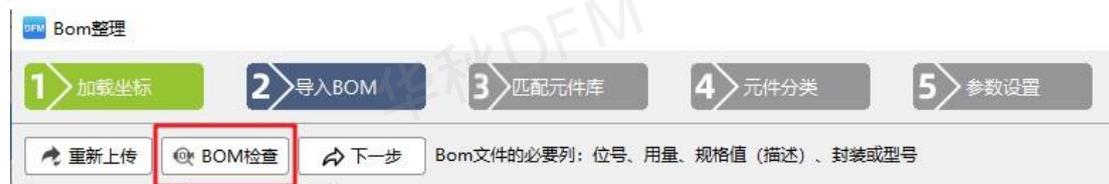


图 4-19；自动整理 BOM 表

2) 提示 BOM 是否需要手动整理。

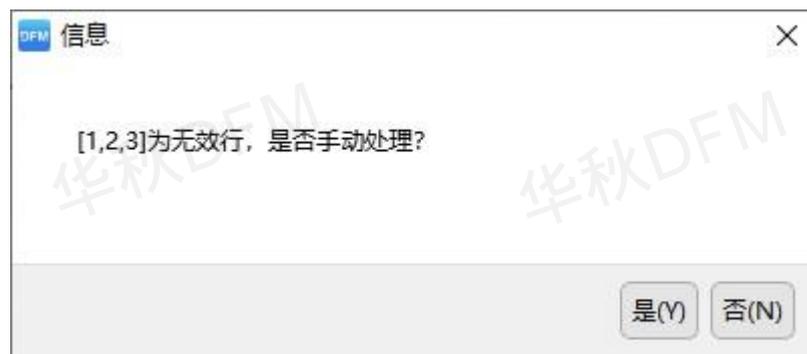


图 4-20；手动整理提示

3) 如果坐标文件与 BOM 文件有差别，会弹窗提示有差别的位号，提醒用户做检查，如无需检查可以点击忽略，进行匹配元件库工作及操作。

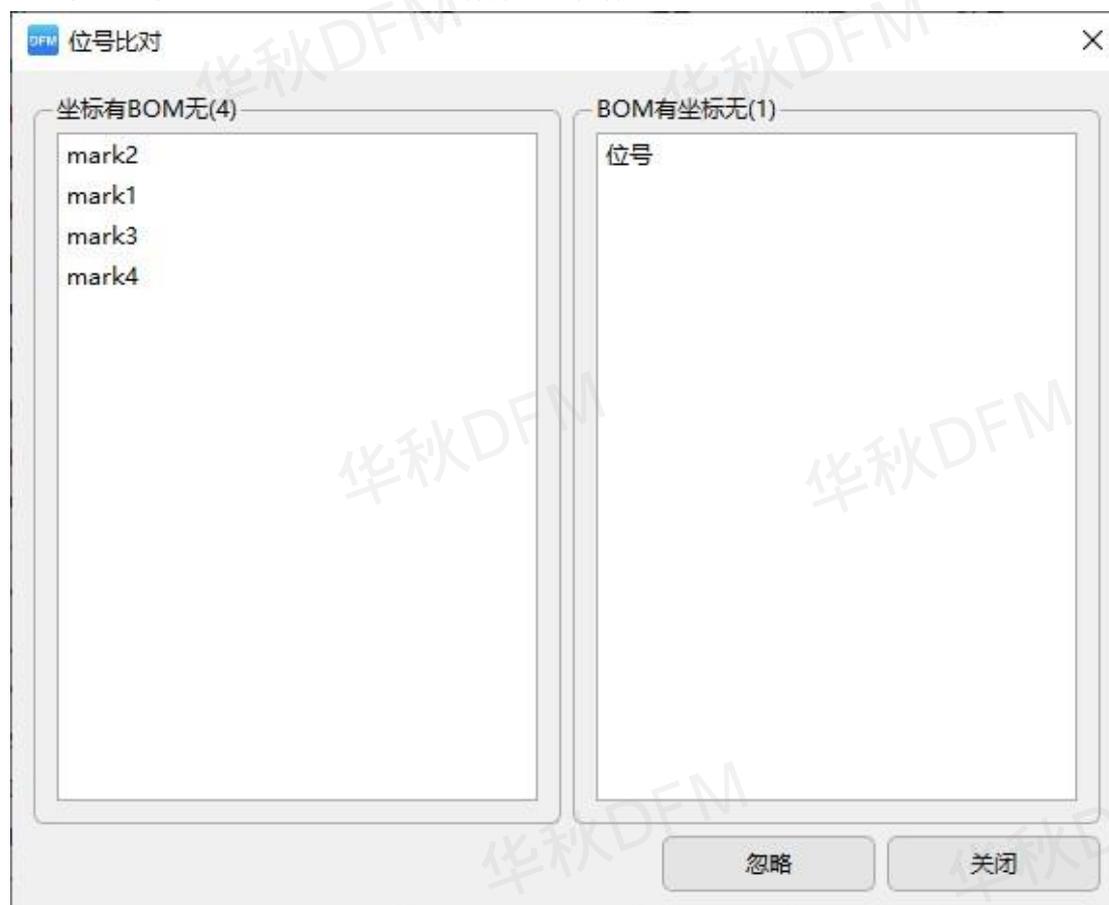


图 4-21；坐标位号对比窗口

- 4) 同一器件不同封装提示，当设计的产品存在一种器件有多种封装情况。比如 0603 的器件位号 R124 的封装大小是 2.9X1.4mm，位号 R15 的封装大小是 3.55X1.8mm。对于此类问题做出提示，如提示的信息无需调整，点击忽略即可。

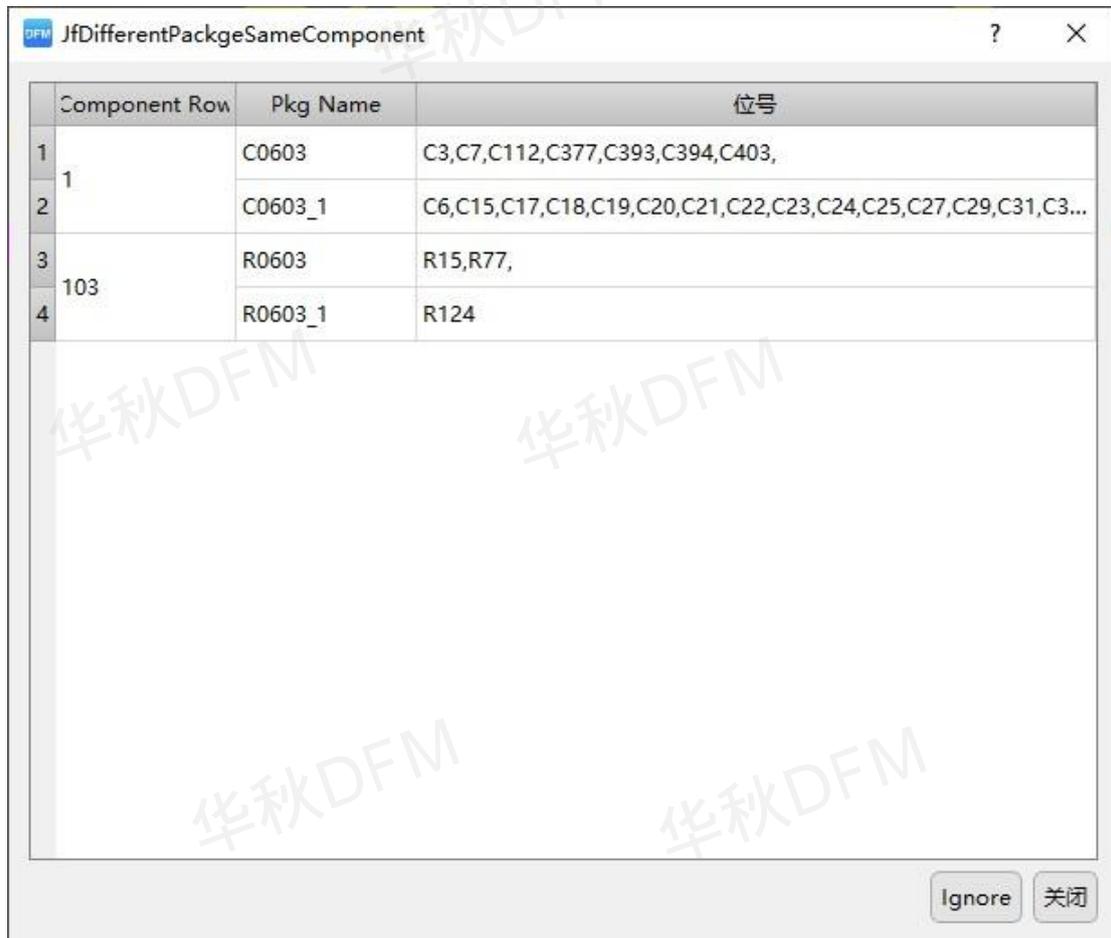


图 4-22；同一器件不同封装

- 4) 重新上传 BOM，如有未识别的信息需要按照提示手动调整。在整理 Bom 表过程中，如需要重新上传 Bom 表，点击“重新上传”即可！



图 4-23；Bom 表整理

- 5) Bom 检查原则，Bom 表需要检查规格值的完整性、位号是否有重复、位号是否与用量符合、Bom 表有位号实际没有元件……如检查通过可点击“下一步”进行元件匹配。

规格	描述1	位号	封装	E	用量	检查结果	操作
1 BEPP...	有源、蜂鸣器	BP1	721STD_BEPPER-ACT	721S...	1	无异常	检查 删除
2 721S...	贴片电容	C1, C2, C3, C4, C...	721STD_C-0603S	721S...	54	无异常	检查 删除
3 Tanta...	钽电容	C11, C12, C50, C62	721STD_C-TAN-6032	721S...	4	无异常	检查 删除
4 Tanta...	钽电容	C16, C24, C25, C3...	721STD_C-TAN-3216	721S...	6	无异常	检查 删除
5 Tanta...	钽电容	C60	721STD_C-TAN-7343	721S...	1	无异常	检查 删除
6 Com...		C64, C65	C-0603		2	无异常	检查 删除
7 R145	R145-1000M	CON1	R145 Ganabit	R145	1	无异常	检查 删除

图 4-24; Bom 检查

#### 4.5.3 BOM 整理

- 1) 表头整理, EDA 软件导出的 Bom 文件, 文件的表头格式比较杂乱, 需要重新整理标准格式的表格, 整理表格软件自动整理, 并且保留原始坐标文件, 提供方便查看参考。

1	Comment	Description	Designator	Footprint	LibRef	Quantity
2	BEPPER-ACT	有源、蜂鸣器	BP1	721STD_BEPP...	721STD_BEPP...	1
3	721STD_C-SMT	贴片电容	C1, C2, C3, C4...	721STD_C-06...	721STD_C-SMT	54
4	Tantalum	钽电容	C11, C12, C50...	721STD_C-TA...	721STD_C-TA...	4
5	Tantalum	钽电容	C16, C24, C25...	721STD_C-TA...	721STD_C-TA...	6
6	Tantalum	钽电容	C60	721STD_C-TA...	721STD_C-TA...	1

图 4-25; 原始 BOM

规格	描述1	位号	封装	E	用量
1 BEPP...	有源、蜂鸣器	BP1	721STD_BEPPER-ACT	721S...	1
2 721S...	贴片电容	C1, C2, C3, C4, C...	721STD_C-0603S	721S...	54
3 Tanta...	钽电容	C11, C12, C50, C62	721STD_C-TAN-6032	721S...	4
4 Tanta...	钽电容	C16, C24, C25, C3...	721STD_C-TAN-3216	721S...	6
5 Tanta...	钽电容	C60	721STD_C-TAN-7343	721S...	1
6 Com...		C64, C65	C-0603		2

图 4-26; 标准 BOM

- 2) Bom 检查结果, 点击“Bom 检查”在检查结果栏会有显示问题点, 如位号重复、规格值信息不全、封装跟位号不匹配、某器件在 BOM 文件有位号, 在坐标文件无位号等异常。检查结果需要按照显示手动做修改, 修改后重新检查显示无异常方可通过。

原始Bom		标准Bom				检查结果	操作	
规格	描述1	位号	封装	E	用量			
1	BEPP...	有源、蜂鸣器	BP1	721STD_BEPER-ACT		1	无异常	检查 删除
2	721S...	贴片电容	C1, C2, C3, C4, C...	721STD_C-0603S		54	无异常	检查 删除
3	Tanta...	钽电容	, C12, C50, C62	721STD_C-TAN-6032	721S...	4	用量与位号数不符 实际位号数:3	检查 删除
4		钽电容	C16, C24, C25, C34, C57, C61	721STD_C-TAN-3216	721S...	6	规格值信息不全	检查 删除
5	Tanta...		C60		721S...	1	无异常	检查 删除
6	Com...		C64, C65	C-0603		2	无异常	检查 删除
7	RJ45...	RJ45-1000M	CON1	RJ45_Gagabit	RJ45 ...	1	无异常	检查 删除
8	SDCa...	SD卡	CON2	SD-CARD3	SD	1	无异常	检查 删除
9	SOD-...		D1, D2	SOD-323F		2	无异常	检查 删除

图 4-27：检查结果

### 3) 修改 Bom 表：

- 删除行或列：手动整理可删除整行，点击操作区的“删除”即可。在表头列“鼠标右键”可删除整列；
- 增加行或列：在表格需要增加的位置点击“鼠标右键”弹出操作窗口，选择增加行或列；
- 设置替代料：在库内无元件时，如果库内有其他元件可以代替料，点击“鼠标右键”进行操作。替代料时注意：一个料只能绑定一个主料，有代替的主料不能作为替代料；

原始Bom		标准Bom				检查结果	操作	
规格	描述1	位号	封装	E	用量			
1	BEPP...	有源、蜂鸣器	BP1	721STD_BEPER-ACT		1	无异常	检查 删除
2	721S...	贴片电容	C1, C2, C3, C4, C...	721STD_C-0603S		54	无异常	检查 删除
3	Tanta...		C60		721S...	1	无异常	检查 删除
4	Com...		C64, C65	C-0		2	无异常	检查 删除
5	RJ45...	RJ45-1000M	CON1	RJ4	RJ45 ...	1	无异常	检查 删除
6	SDCa...	SD卡	CON2	SD-	SD	1	无异常	检查 删除
7	SOD-...		D1, D2	SOD		2	无异常	检查 删除
8	BAT5...	肖特基二极管SOT...	D3	SOT-23	BAT5...	1	无异常	检查 删除
9	SMBJ...	SMBJXXCA, TVS...	D4, D5, D6, D7, D...	721STD_D-SMB	TVS	9	无异常	检查 删除
10	SS34		D12, D24	SS34		2	无异常	检查 删除

图 4-28：检查结果异常处理

- 4) 导出 Bom 表，导出文件时可以选择要输出的列，有规格值、描述、封装、用量、位号、制造商料号、制造商、序号，要导出的列能够先后顺序按照需要排列，也可以随意组合要输出的列。“下载报告”当检查的结果暂时无法确认，或者元件需要待料，可下载报告进行存档。



图 4-29：导出 Bom 表及下载报告

## 4.6 匹配元件库

### 4.6.1 匹配元件库操作原则

- 1) 匹配元件库是在华秋商城去匹配商城所有的 MGL 库文件，匹配不通过时需要调整 MGL 库文件的位置来匹配元件；
- 2) 在右下方有视图窗口与操作按钮，提供调整元件层匹配元件的功能，前提是需要在校验结果列表选中某器件，才能进行调整移动元件库文件的操作；
- 3) 元器件显示参数列表，左边的列表可以跟右边的校验结果、搜索元器件列表配合使用，点击左边的列表，右边的校验结果和搜索元器件列表同步操作显示。

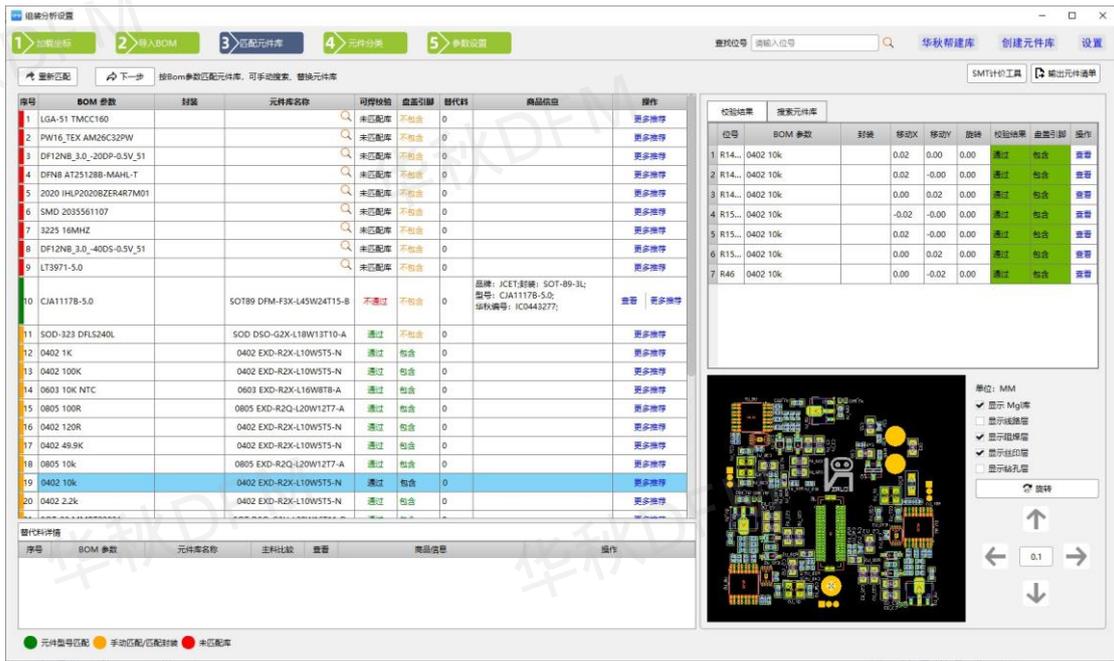


图 4-30：匹配元件库页面

#### 4.6.2 元器件匹配调整

- 1) 匹配通过后点击“下一步”进行元件类型、设定流向操作。
- 2) 在没有匹配到元件库，可点击“鼠标右键”，弹出窗口可进行重新校验、删除元件库、排序、输出未匹配的元件等操作，排序可分为原始排序、未匹配元件库、校验不通过、不包含的选项；
- 3) 如果手动调整后需要重新匹配，点击“重新匹配”即可完成重新再次匹配，序号列的颜色，绿色代表“精确匹配”，黄色代表“手动匹配”红色代表“未匹配库”；
- 4) 盘盖引脚，PCB 封装的焊盘对比器件引脚，提示器件引脚与焊盘接触大小，焊盘比器件引脚大显示包含，焊盘比器件引脚小显示不包含，当显示不包含时需考虑 SMT 贴片困难。



图 4-31：元件匹配界面

- 5) 匹配不通过，替换其他元器件，点击“更多推荐”弹出窗口可以根据需求搜索元器件，在搜索框内输入封装名即可搜索商城的元器件，点击“替换”即可按照搜索的元器件，替换需要的元器件。

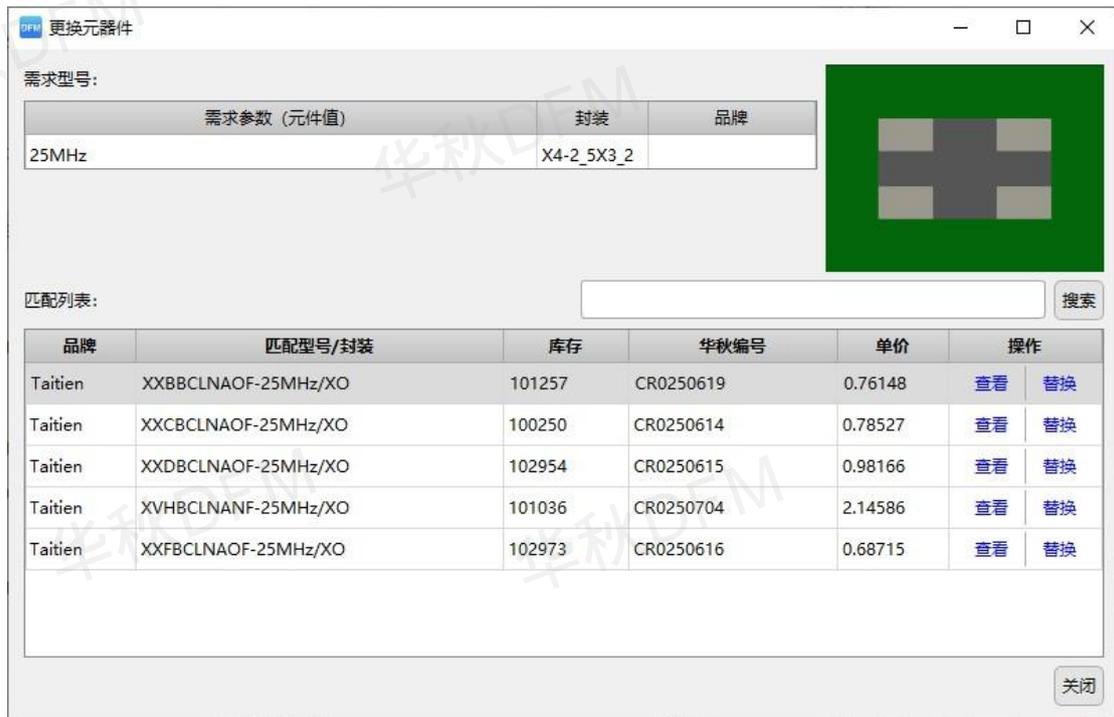


图 4-32; 更换元器件

- 6) 校验结果列表，有元器件的信息显示，列表里面的“移动”显示的数据是匹配不通过元件层偏移的数据，“角度”是元件层与封装库的文件角度不一致。校验结果显示“通过”、“未校验”未校验的物料需要调整元件层匹配，鼠标点击未校验栏，配合视图窗调整元件层。

位号	BOM 参数	封装	移动X	移动Y	旋转	校验结果	盘盖引脚	操作
1 C1_U1	0603 33nF 50V		-0.00	-0.00	0.00	通过	不包含	<a href="#">查看</a>
2 C1_U3	0603 33nF 50V		-0.00	0.00	0.00	通过	不包含	<a href="#">查看</a>
3 C1_U5	0603 33nF 50V		0.00	-0.00	0.00	通过	不包含	<a href="#">查看</a>

图 4-33; 校验结果提示

- 7) 搜索库里面的元器件，在输入框内输入封装名、元件库名、引脚数量及引脚间距，即可精确的查找元器件。可根据需替换的封装的元件尺寸、引脚数和引脚间距进行使用替换元器件。

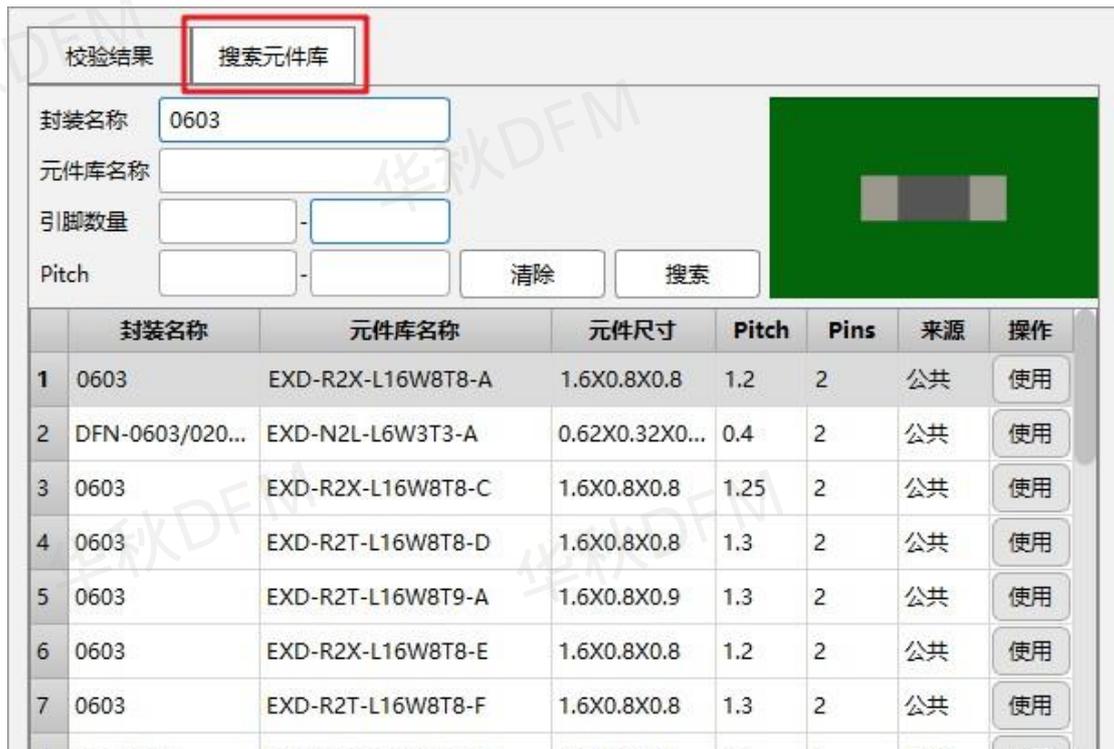


图 4-34：搜索库元件

#### 4.6.3 调整元件库

- 1) 校验结果显示不通过，点击不通过的那一栏，查看图形窗口显示的结果，如 MGL 库文件与元件没有对齐，需要调整 MGL 库进行匹配。
- 2) 调整 MGL 库，点击校验结果不通过的那一栏，视图窗立即定位不通过的元件位置，并放大查看。在右下角的操作按键进行调整 MGL 库匹配元器件，调整时可按 45 度旋转，上下左右移动，移动的步距可根据需求调整大小，单位为毫米。
- 3) 图形显示，调整 MGL 库显示的图形，可以显示 MGL 库、显示线路、显示阻焊、显示字符、显示钻孔。显示的方式打勾即可，可显示某一层，显示所有层需全部打勾。
- 4) 手动调整后需要重新匹配，点击“重新匹配”即可完成重新再次匹配。

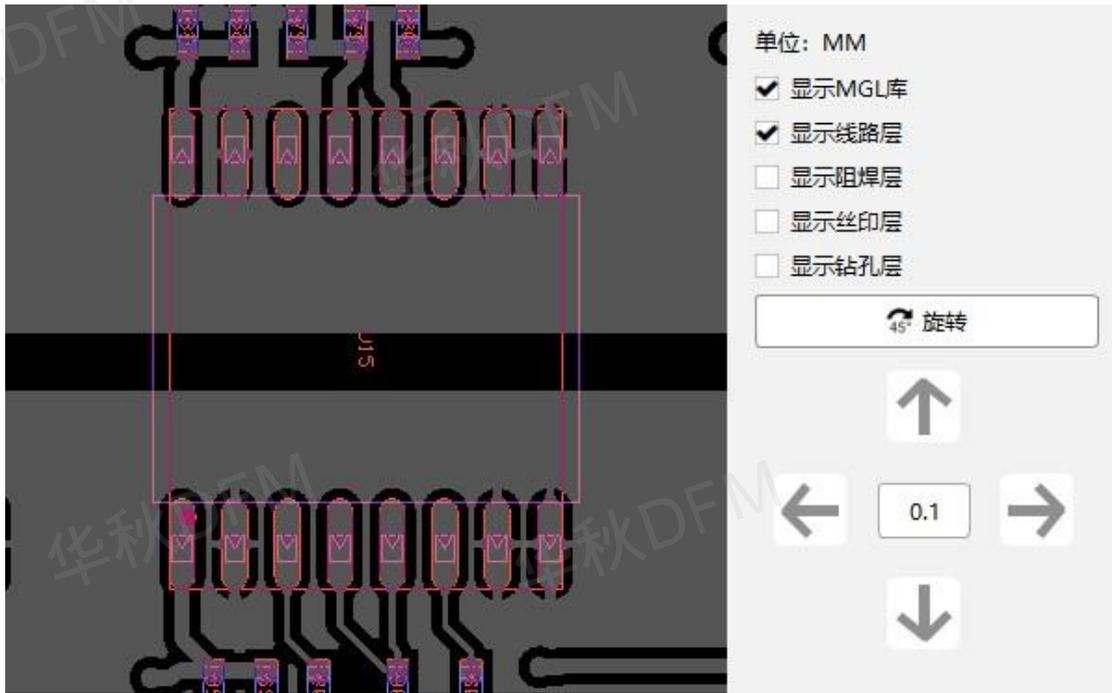


图 4-35：调整元件层窗口

- 5) 输出元件清单，检查元件库匹配的正确性，在匹配通过无异常，点击“输出元件清单”把调整后匹配通过的清单输出进行存档。

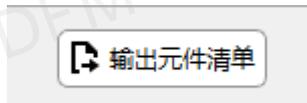


图 4-36：输出元件清单

#### 4.6.4 SMT 计价工具

- 1) SMT 计价页面列表，根据使用需求有 BOM 参数、封装、位号、数量、型号、生产用量、是否有元件库、焊盘数、总焊盘数、装配类型、确认元件、操作等功能；



图 4-37：SMT 计价页面

- 2) 基本操作，装配类型可根据用户需求做更改，可改为 DIP、SMT、空贴、未知类型，装配类型确认好以后确认元件选择已确认，操作的顶层与底层可定位元器件在顶层与底层的具体位置；

装配类型	确认元件	操作
DIP	未确认	顶层
SMT	未确认	顶层   底层
SMT	未确认	顶层
SMT	未确认	顶层
SMT	未确认	顶层
DIP	已确认	顶层   底层
SMT	已确认	顶层   底层

图 4-38：基本操作

- 3) 左下角有显示器件在板内的位置，显示是那种器件；



图 4-39：器件显示窗口

- 4) 右下角展示生产参数，显示生产数量、贴片面数、是否插件焊接，元器件参数显示贴片器件类型、贴片数量、贴片焊盘数量，与插件器件类型、插件数量、插件焊盘数量；
- 5) 根据所有参数计算出生产所需的总金额，同时还显示板子的生产尺寸以及焊盘的上锡面积；
- 6) 装配类型颜色显示，绿色为系统自动识别器件类型、黄色为手动调整器件类型、红色为空贴；

图 4-40：基础参数

- 7) SMT 计价操作完成后，确认无误可输出报价清单，所有操作完成后点击退出计价关闭 SMT 计价页面；

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	生产数量:	5	贴片元件种类:	160	插件元件种类:	8					
2	贴片面数:	双面	贴片元件数量:	1132	插件元件数量:	34					
3	焊接插件:	否	贴片焊盘数量:	482	插件焊盘数量:	83					
4	总计:	¥3019.79	板子大小:	10.02X5.15cm	上锡面积:	15.81cm²					
5	规格参数	封装	位号	单机用量	型号	生成总用量	是否有元件库	焊盘数	总焊盘数	装配类型	确认状态
6	50D_Plug	ANT	ANT1	1		5	否	1	1	DIP	已确认
7	Battery_Multicell_Batte	BT	BT1	1		5	否	2	2	DIP	未确认
8	470p_Capacitor	C_0402	C1,C8,C11,C23,C33,C34,C35,C36,C3	31		155	是	2	62	SMT	未确认
9	5.1p_Capacitor	C_0603	C2,C3	2		10	是	2	4	SMT	未确认
10	24p_Capacitor	C_0603	C4	1		5	是	2	2	SMT	未确认
11	470p_Capacitor	C_0603	C5,C6	2		10	是	2	4	SMT	未确认
12	100nF_Capacitor	C_0402	C7,C30,C67,C74,C75,C85,C89,C92,C	26		130	是	2	52	DIP	已确认

图 4-41：报价清单

#### 4.7 元件分类

- 1) 元件类型，支持 DFA 流程中已匹配的元件库，进行按现有规则自动分配元件类型，类型可再选择。
- 2) 已匹配元件库的器件封装对应一个属性，并储存类型（完成该流程时储存）。下次同样数据时可直接按此类型分配，如改物料封装对应的类型被修改，储存以最后一次为准。

序号	BOM 参数	封装	元件库名称	元件大小	Pins	Pitch	元件类型
1	0402CG180J500NT(FH)_18pF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
2	0402CG220J500NT(FH)_22pF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
3	0402CG270J500NT(FH)_27pF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
4	C0402COG560J500NTB(EVANG)_56PF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
5	0402CG101J500NT(FH)_100pF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
6	0402B102K500CT(Walsin)_1nF/50V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small
7	GRM155R71H103KA88D(Murata)_10nF/35V	C0402	0402 EXD-R2X-L10W5T5-N	1X0.5X0.5	2	0.75	discrete_small

图 4-42：元件类型列表

#### 4.8 参数设置

SMT 贴片的方向可以在软件里面先设定好，方便贴片时方向的确定。再点击“一键分析”检

查 SMT 组装生产存在的异常。

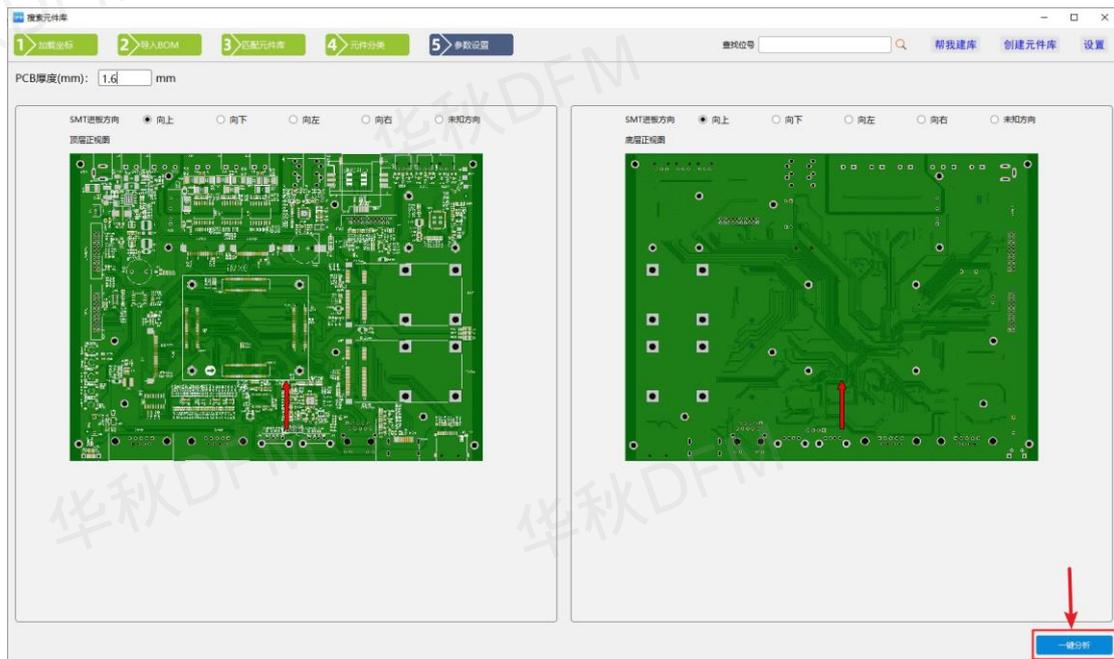


图 4-43：参数设置

#### 4.11 本章小结

本章向读者介绍了各类文件格式整理坐标文件、BOM 表的实用功能操作技巧，以及组装分析匹配元件库调整匹配元件的功能操作技巧。

通过本章的介绍，读者应该能够掌握组装分析主要功能使用的基本操作，并对组装分析所有的功能有一定的熟悉。



软件技术支持

## 第五章 DFM 使用案例

### 5.1 DFM 可制造性检查实例

#### 5.1.1 断头线：

DFM 检查断头线项，因 layout 工程师布线的失误，留下的断头线导致板厂需要提出异常，不明确断头线是否需要跟其他网络连接，若断头线需要有网络连接，需要 layout 工程师布线时处理好，板厂提出异常沟通问题需要时间，会导致耽搁时间和产品的交期。

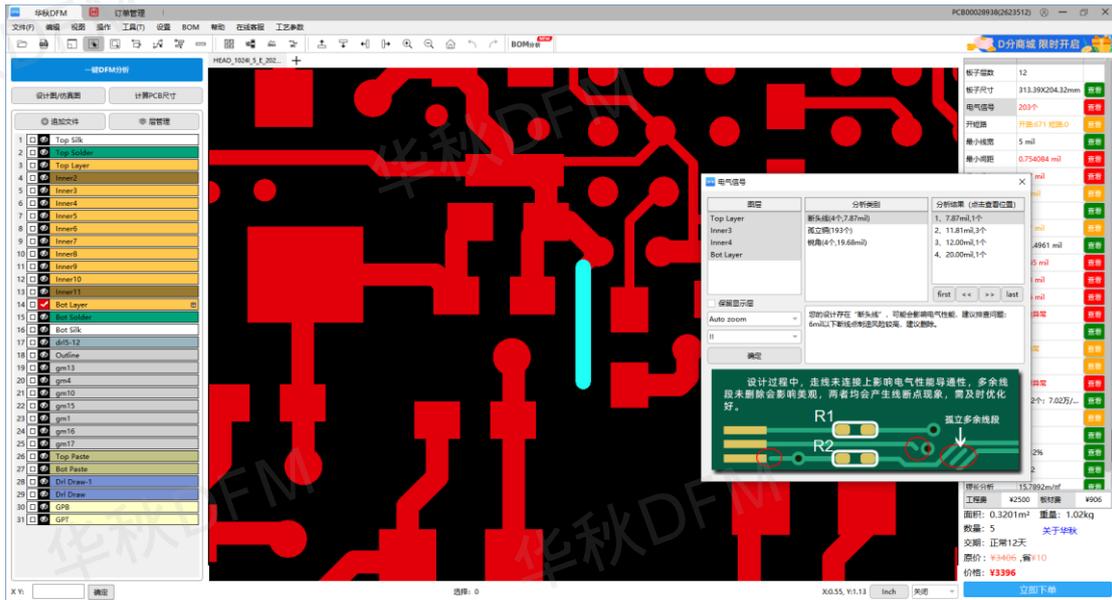


图 5-1；断头线

### 5.1.2 孔环距焊盘间距小:

DFM 检查孔环距焊盘间距项，预防在生产过程中短路，过孔的焊环距贴片的焊盘小于 3mil，会导致生产蚀刻不开，如果孔环跟贴片焊盘不是同一网络，会导致产品短路无法使用。

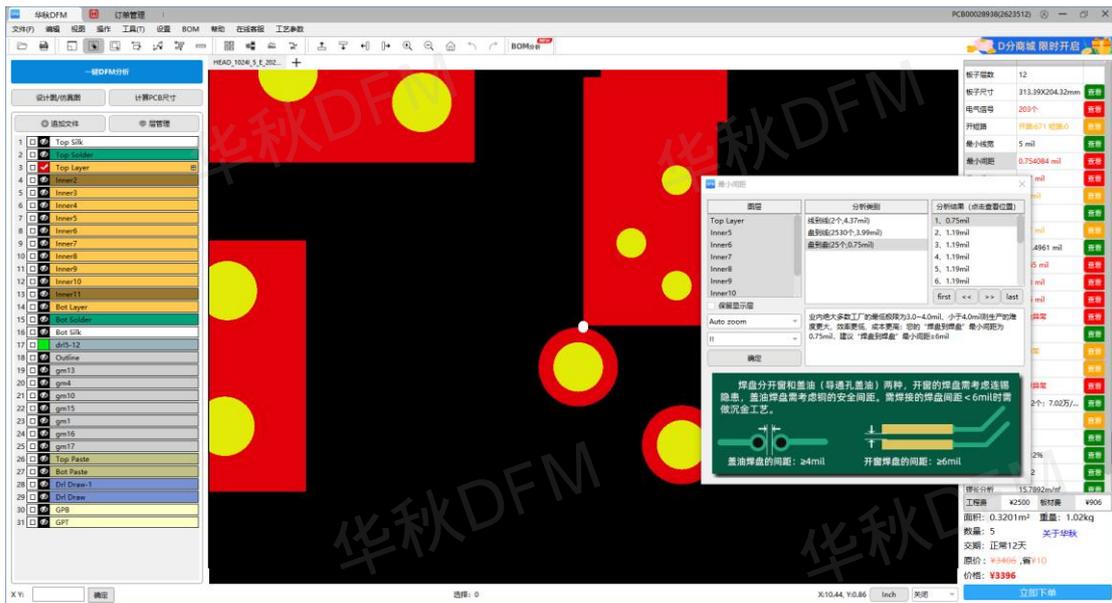


图 5-2；间距小（短路）

### 5.1.3 BGA 焊盘小:

DFM 检查最小焊盘项，制成能力喷锡工艺做小焊盘是 10mil，非喷锡板最小焊盘是 8mil，如果设计的焊盘小于制成能力，焊盘会做的很小导致无法焊接，若是焊盘间距足够，需要 layout 工程师做封装时把焊盘大小设计大于可制造参数。

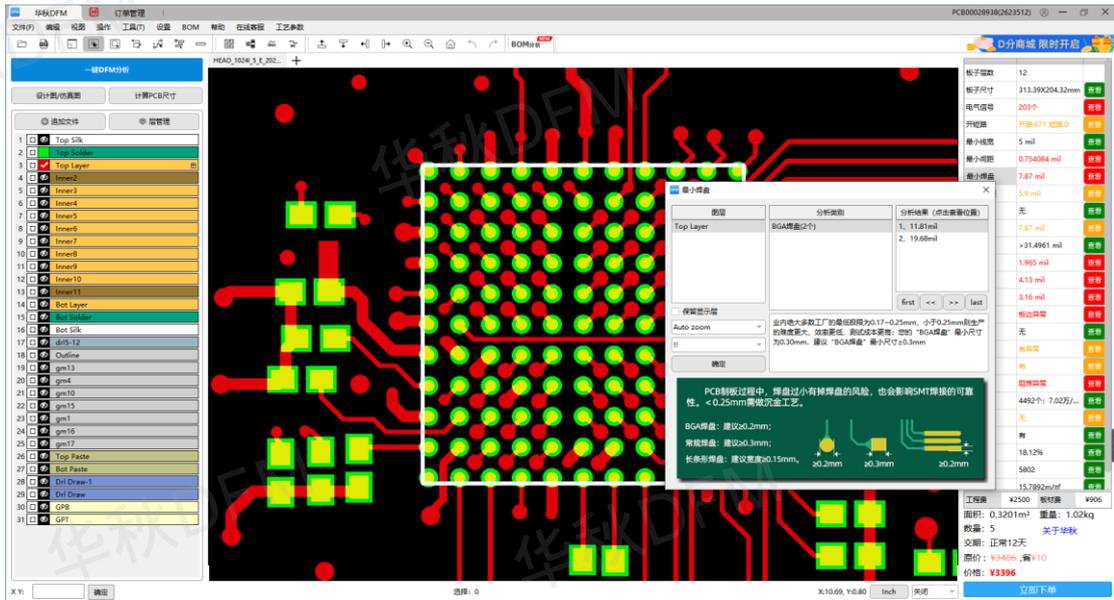


图 5-3; BGA 大小

#### 5.1.4 过孔焊环小:

DFM 检查过孔焊盘项, 过孔的焊盘生产正片工艺最小 2mil, 负片工艺最小 3.5mil, 过孔焊盘如果做负片工艺小于 3.5mil, 可能导致线路焊环小, 干膜附着力不够破膜, 蚀刻后孔无铜导致开路板子报废。



图 5-4; 过孔焊环小

#### 5.1.5 插件孔焊环小:

DFM 检查插件孔焊盘项, 插件孔最小焊盘保证在 5mil 以上, 方便插件焊接。如果插件孔焊盘很小则焊接困难, PCB 板厂生产也很难控制插件孔破坏的品质问题。

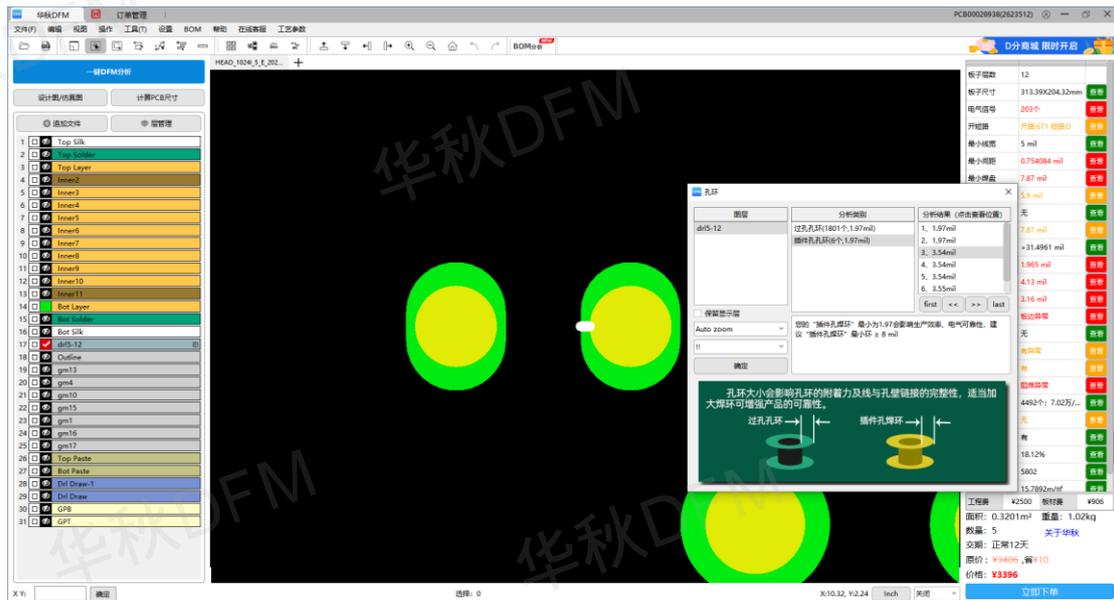


图 5-5；插件孔焊环小

### 5.1.6 孔距近：

DFM 检查孔距项，钻孔间距最小 6mil，常规 8mil 以上，如果孔距小的近孔钻孔时会断钻咀，导电过孔孔距小可以移孔，插件孔需要 layout 工程师改封装设计，拉大孔距或者减小孔径。



图 5-6；孔距近

### 5.1.7 内层孔到线不足：

DFM 检查内层孔到线项，最小内层孔到线 4 层板 6mil，6 层板 6.5mil，8 层板 7mil，压合层数多孔距线的距离就要大，因为压合叠层会有偏差，板材也会有涨缩。如果孔距线的距离不够，会导致压合后钻孔了电镀后就会短路。因此要是有空间在设计时尽量把孔距线的距离设计足够。

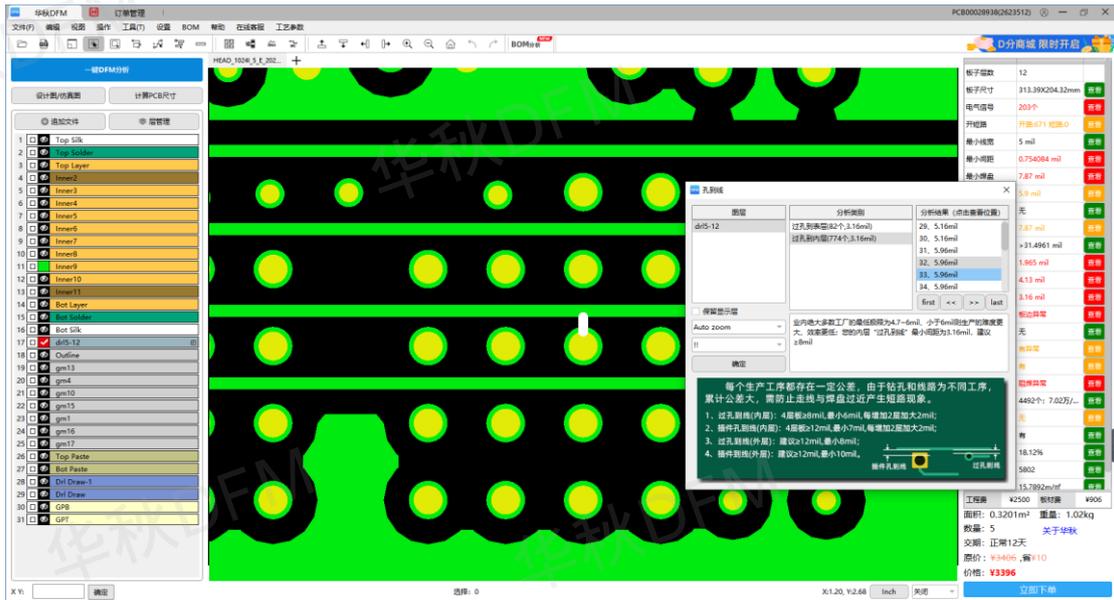


图 5-7；内层孔到线不足

### 5.1.8 贴片焊盘无电气连接：

DFM 检查 SMT 焊盘无连接项，贴片焊盘无电气属性线相连接属于设计异常，有可能画板时布线未完成，或者是漏了某个贴片连线，如果生产时都没有发现此异常，会导致产品开路，无法使用。

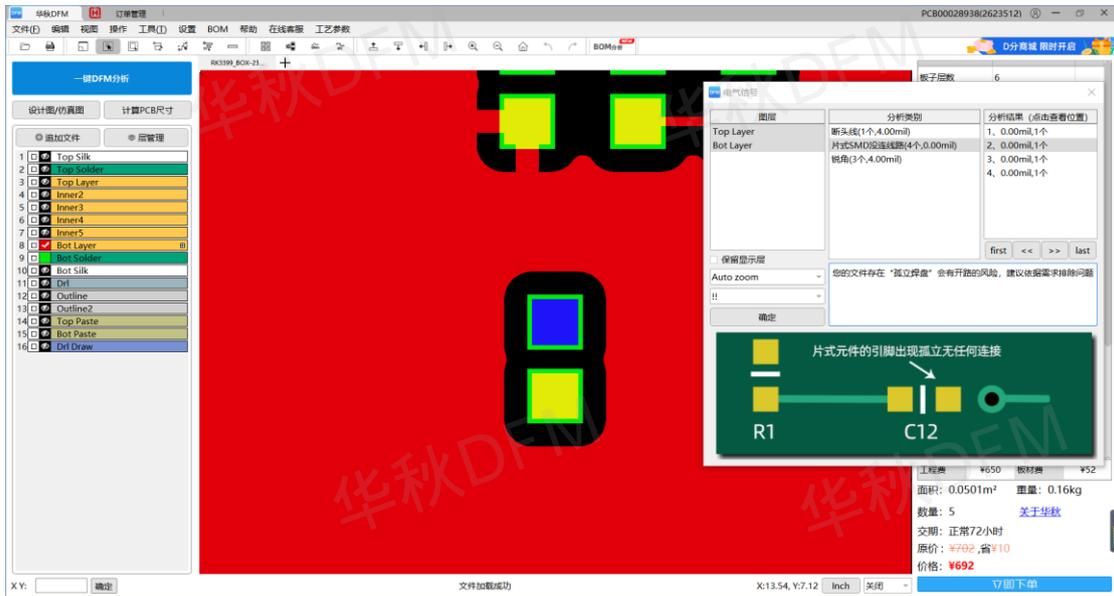


图 5-8；贴片焊盘无电气连接

### 5.1.9 掉线开路：

DFM 检查网络连接项，IPC 网络对比，在生产过程中 CAM 工程师处理文件，只是用修改后的生产 Gerber 文件对比 layout 设计好的 Gerber 文件，称之为网络分析。要是在设计时掉线开路了，板厂很难发现，按照 layout 设计的文件生产，导致产品开路无法使用。

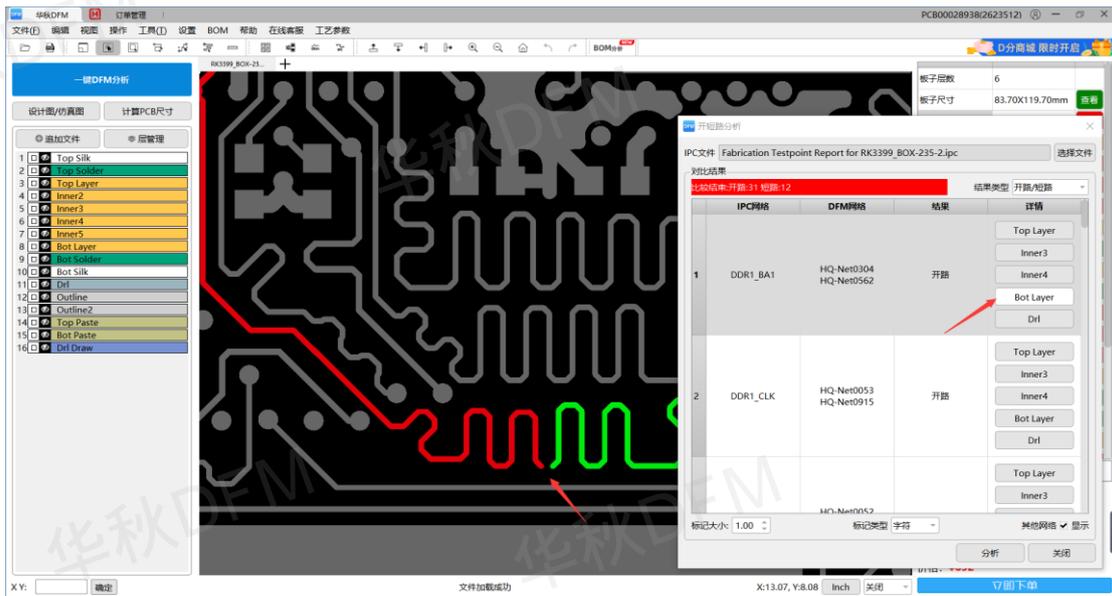


图 5-9；掉线开路

### 5.1.10 短路:

DFM 检查网络连接项，IPC 网络对比，在生产过程中 CAM 工程师处理文件，只是用修改后的生产 Gerber 文件对比 layout 设计好的 Gerber 文件，称之为网络分析。要是在设计时两个不同网络短路，板厂根本发现不了，按照 layout 设计的文件生产，导致产品短路无法使用。

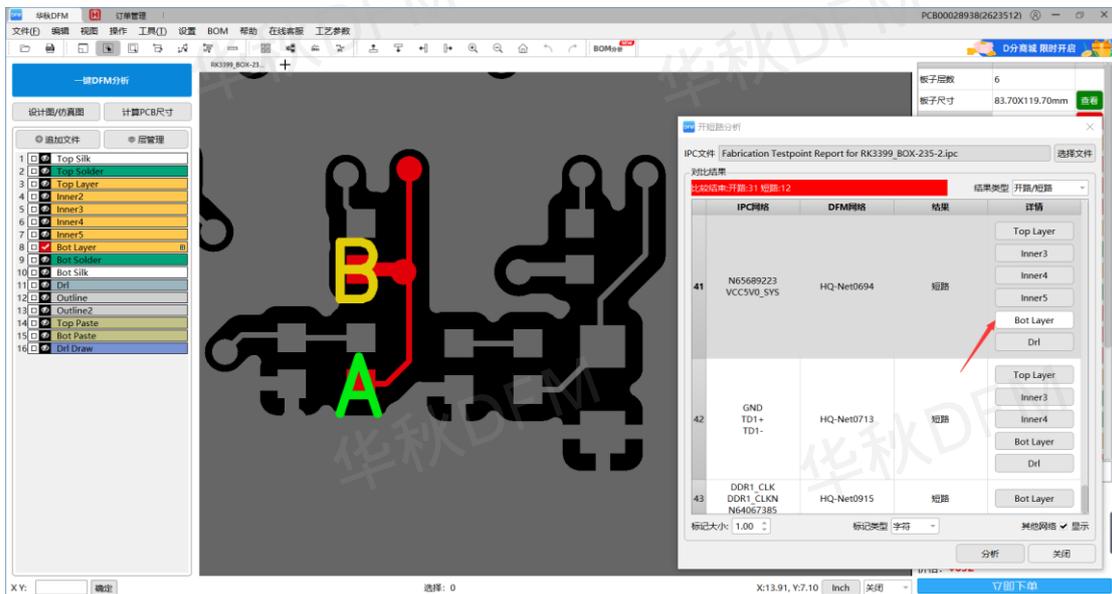


图 5-10；短路

### 5.1.11 线宽过小:

DFM 检查线宽项，生产制成能力线宽线距 3mil，如果设计小于 3mil，需要更改设计，要是 BGA 焊盘间距小不能走 3mil 的线。需要改 BGA 的封装设计加大间距，或者打盘中孔按照盲埋孔方案设计，线走内层。

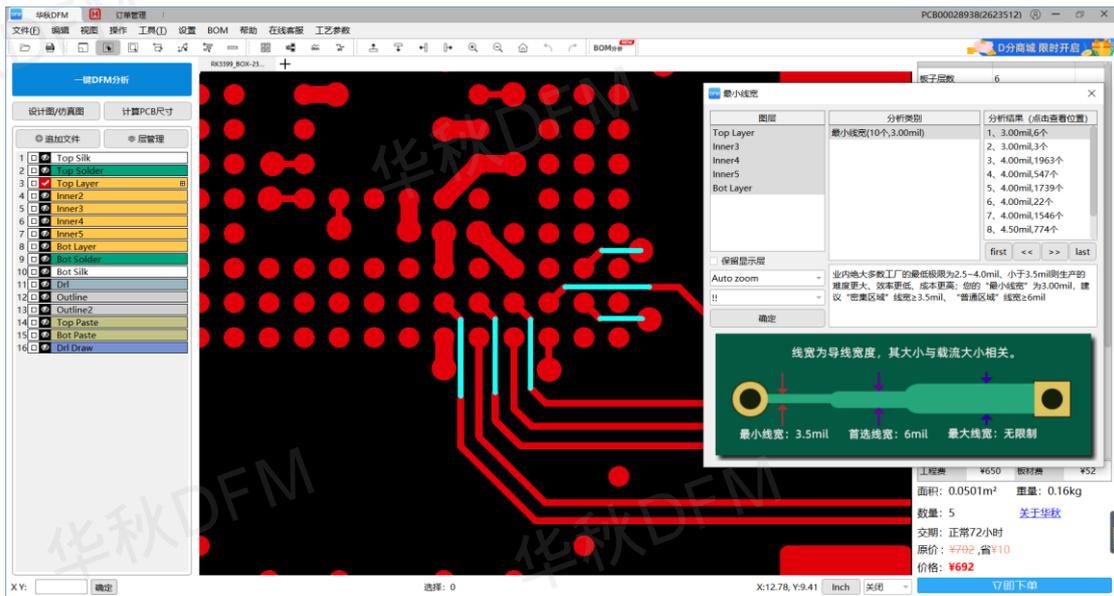


图 5-11; 线宽过小

### 5.1.12 线距小:

DFM 检查线距项，设计线距小于 3mil，生产无法生产蚀刻时会蚀不开，导致短路。设计时有空间的话线距尽量设计在 6mil 以上，方便生产提高生产良率。

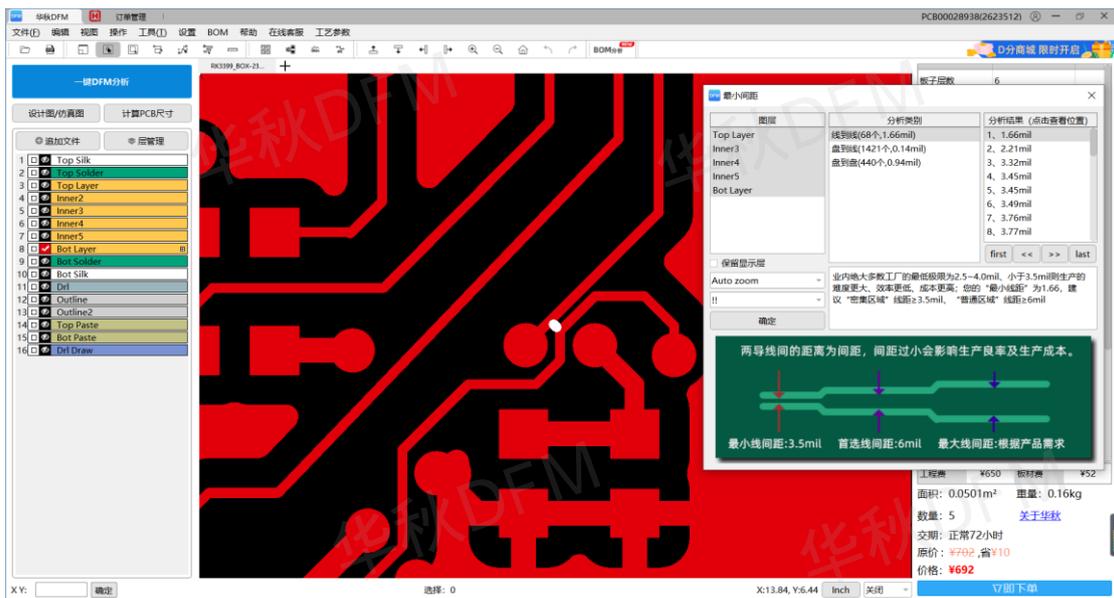


图 5-12; 线距小

### 5.1.13 焊盘到孔环间距不够:

DFM 检查焊环距焊盘项，当过孔焊环小，焊环距焊盘的间距也小时，生产时 CAM 工程师处理生产文件，会把过孔的焊环加大，焊盘距过孔焊环间距也小，加大焊环就会短路，如果没有发现，生产出来的成品就是报废。

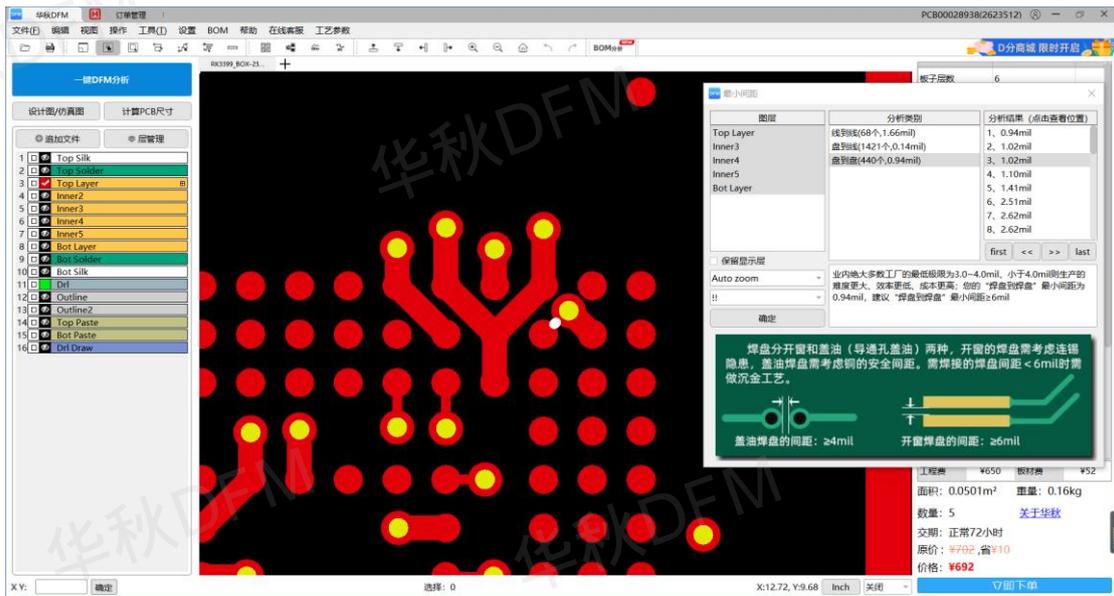


图 5-13; 线距小

#### 5.1.14 焊盘到线间距不够:

DFM 检查焊盘距线项, 最小间距 3mil, 焊盘距线间距小于 3mil, 生产时会做蚀刻预补偿, 保证生产的线宽在 20%公差范围内。3mil 间距小补偿 1mil, 间距只剩下 2mil, 生产时蚀不开, 会导致短路报废。

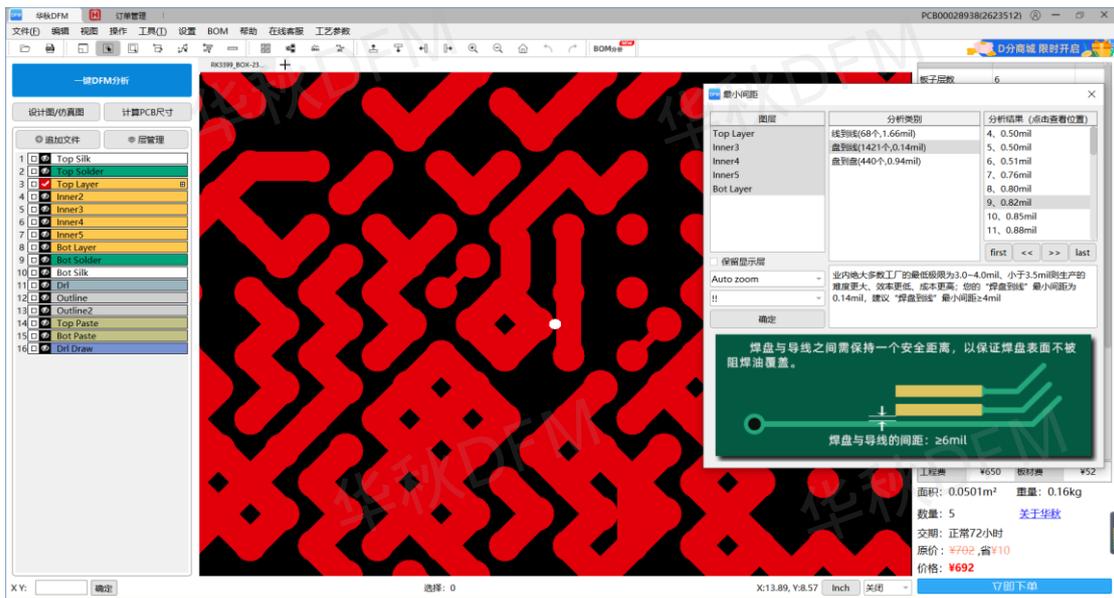


图 5-14; 焊盘到线间距不够

#### 5.1.15 Allegro 设计文件短路:

DFM 电气网络检查项, 在 DFM 软件里面点击右键选择电气网络, 发现电源跟地是短路的, 经过核对 Allegro 里面的 PCB 文件。发现有两个贴片焊盘的散热地孔跟电源层是短路的, 地孔在电源层没有隔离导致短路。

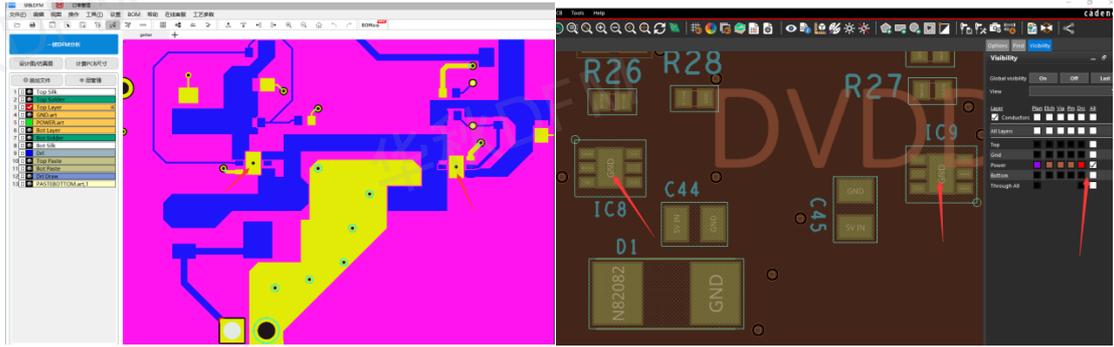


图 5-15; Allegro 设计文件短路

#### 5.1.16 PADS 设计文件 2d 线短路:

DFM 电气网络检查项, 在 DFM 软件里面点击右键选择电气网络, 发现电源跟地是短路的, 经过于 layout 工程师核实, 是第五层有 2D 线, 在转 Gerber 文件时没有取消 2D 线, 导致检查电气网络短路。

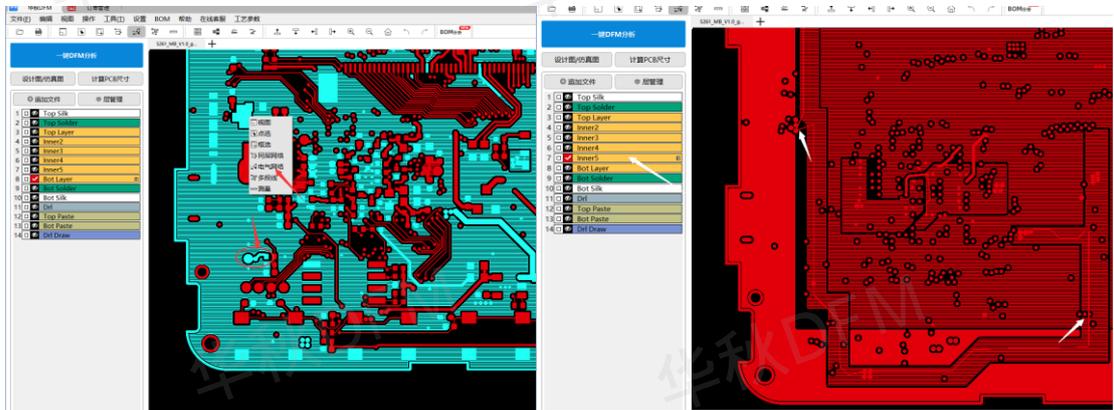


图 5-16; PADS 设计文件 2d 线短路

#### 5.1.17 Altium 设计文件开路:

DFM 电气网络检查项, 在 DFM 软件里面点击右键选择电气网络, 发现第二层整版地网络没有连接, 用 AD 软件打开文件核实, 整版地孔都是跟铜皮隔离的, 因此导致地网络开路。

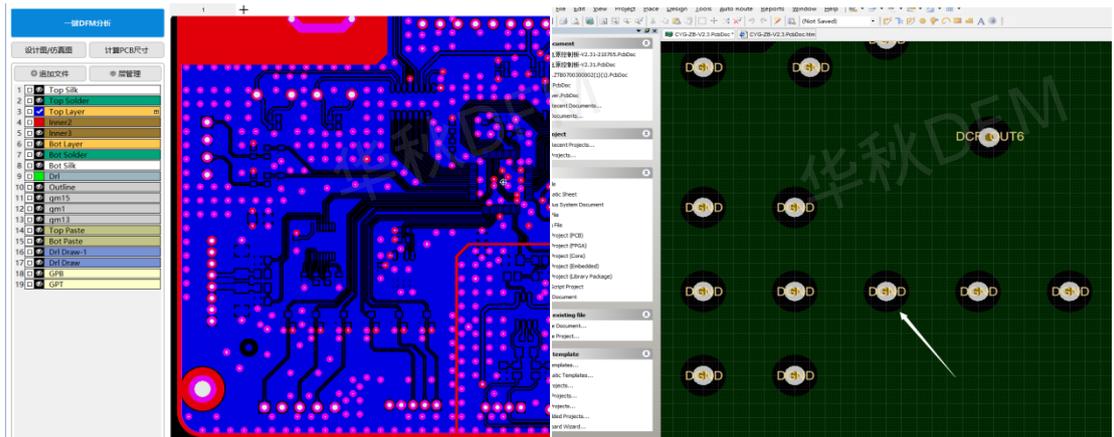


图 5-17; Altium 设计文件开路

#### 5.1.18 Altium 设计文件短路:

DFM 电气网络检查项, 在 DFM 软件里面点击右键选择电气网络, 发现+3.3v 电源跟地是短路的, 经过核对 Altium 里面的 PCB 文件。发现有两个贴片焊盘的+3.3v 电源孔跟整版的地层是短路的, +3.3v 电源孔在地层没有隔离导致短路。

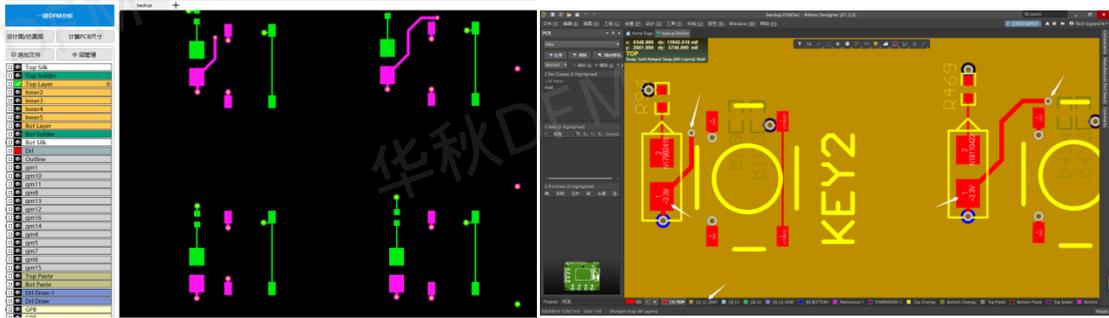


图 5-18; Altium 设计文件短路

### 5.1.19 开窗露线:

DFM 阻焊开窗异常检查项, 阻焊开窗就会露铜, 露铜的位置就会导电, 当开窗过大时, 导致不同网络的线也开窗了, 焊接时会短路, 或者在成品使用过程中短路。

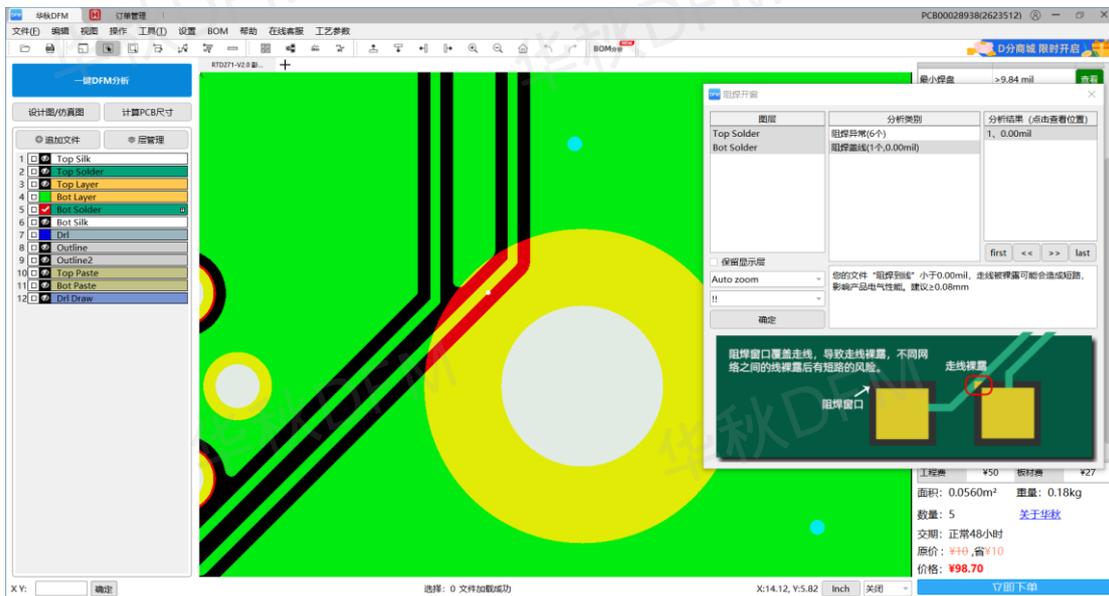


图 5-19; 开窗露线

### 5.1.20 阻焊漏开窗:

DFM 阻焊开窗异常检查项, 阻焊就是阻止焊接的, 阻焊油墨是绝缘的不导电, 阻焊开窗是露铜的才能导电, 当要焊接的地方没有开窗, 盖上阻焊油墨就无法焊接使用。



图 5-20；阻焊漏开窗

### 5.1.21 贴片层多开窗：

DFM 阻焊开窗异常检查项，贴片层是贴片焊接时用的，阻焊层是印阻焊油是所用到的文件，当贴片层比阻焊层多开窗时，需要跟设计工程师确认此开窗是否需要做焊盘。如果没有确认导致漏做焊盘贴片时无法焊接。发现问题去跟设计工程师沟通，会导致耽搁时间和产品的交期。

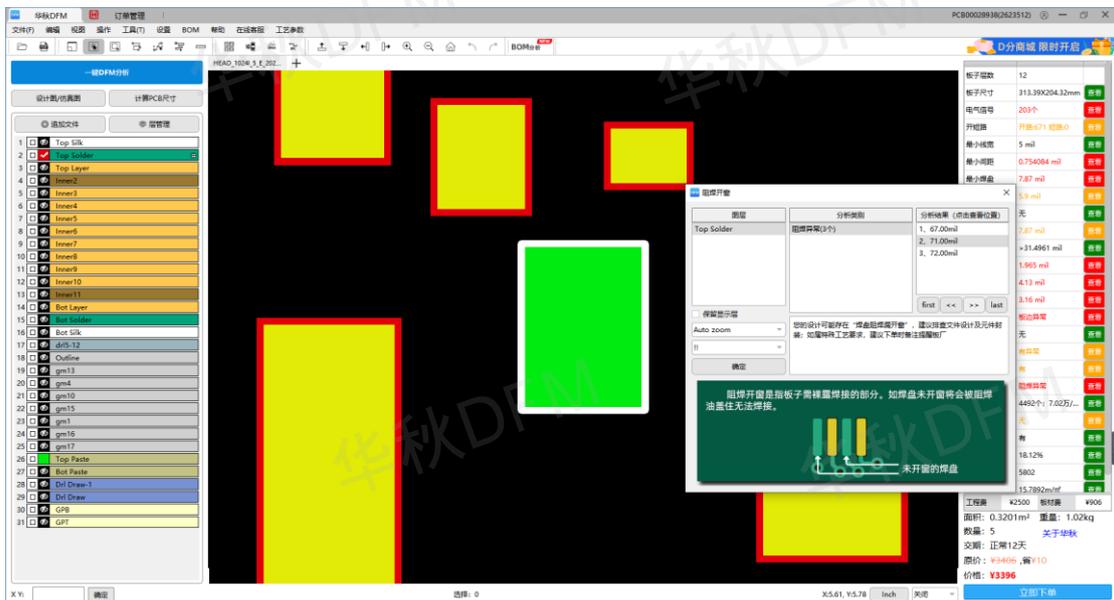


图 5-21；贴片层多开窗

### 5.1.22 无用过孔：

DFM 钻孔检查项，无电气连接的过孔，等于就是无用的孔，设计在板子里面浪费成本，检测出此异常，也有可能是设计失误，漏掉了过孔的网络连接。

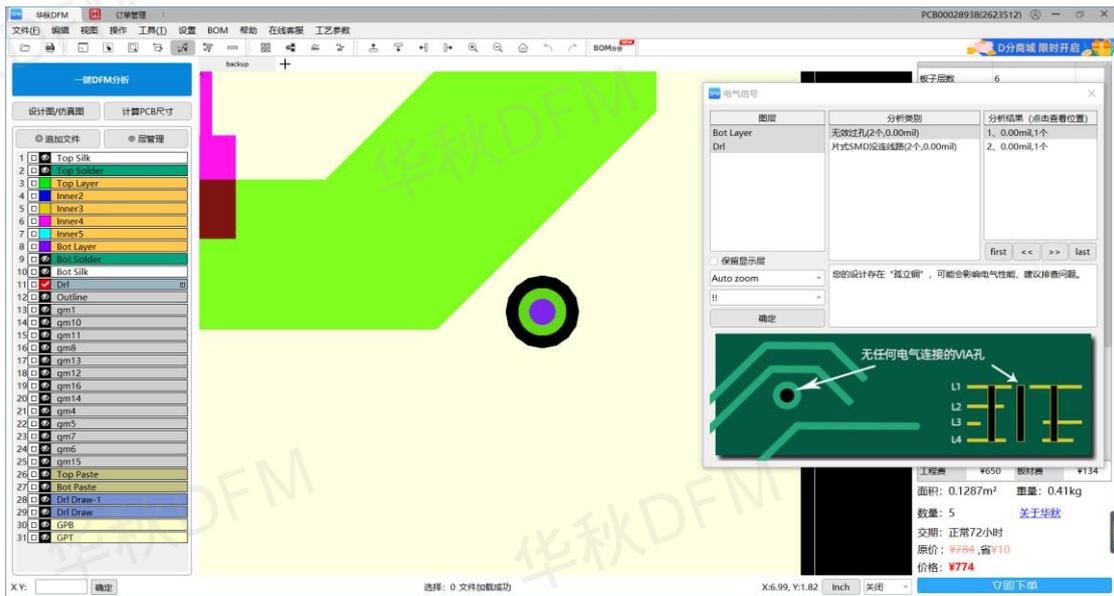


图 5-22; 无用过孔

### 5.1.23 电气信号无连接:

DFM 电气信号检查项, DFM 一键分析, 检测出 178 个电气信号异常, 经过在 AD 软件里面核实查找原因, 发现设计文件没有铺铜, 动态铜皮只是画了个轮廓线, 没有铺铜导致整板电气信号异常。如果生产此板一定是开路导致报废。

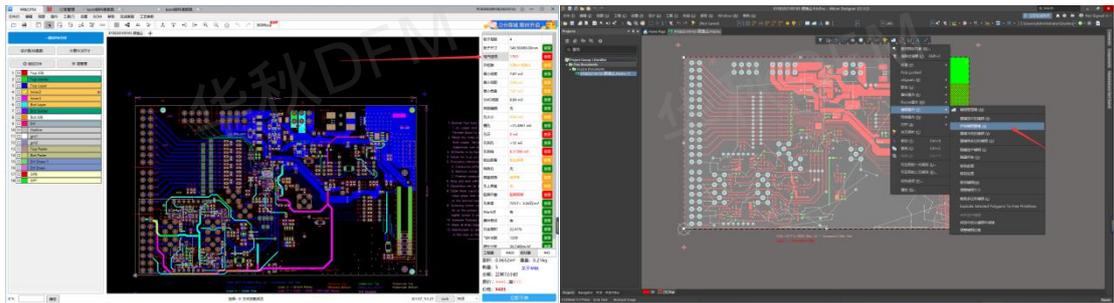


图 5-23; 电气信号无连接

## 5.2 DFA 可组装性检查实例

5.2.1 BOM 跟封装不匹配, 用户的 BOM 表里面的型号是 P6KE6.8CA, 位号 D4、D5、D8 设计的 PCB 封装是 DFN1610 贴片二极管封装, BOM 表里面的型号 P6KE6.8CA 实际是插件双向二极管封装, 因此设计的封装无法使用采购的元器件。如果是 PCB 封装设计错误, 生产出来的板子无法使用也没有办法补救。

MD80K004	SURF8	1 IC3	铁电存储器芯片
P281-1	SOP-4_P1.27	1 IC8	P281-1
P281-4	SOTC-16	1 IC12	P281-4光耦
P6KE6.8CA	SMBD	3 D4, D5, D8	双向二极管
PNP	SOT-23	1 Q1	PNP三极管
SPEAKER	RB. 3/.5	1 LS1	蜂鸣器
SS14	SMA	1 D1	二极管
...	...	...	...



图 5-24; BOM 表型号错误

5.2.2 BOM 表有型号，实际没有 PCB 封装，PCB 设计完成后制版，按照 BOM 表采购元器件，在组装时才发现采购的元器件实际 PCB 板上面没有地方焊接或贴片，因没有提前检查 BOM 表，导致此产品多采购元器件浪费成本。

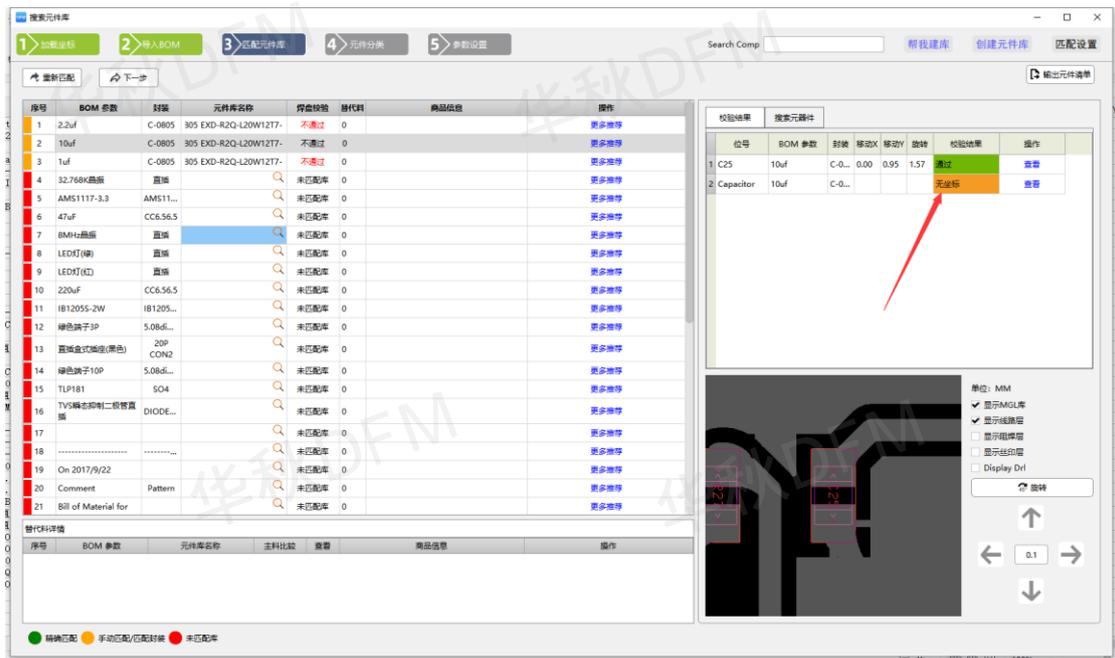


图 5-25; 坐标文件无坐标

5.2.3 器件间距，PCB 布局时没有考虑是否能够组装，生产出来的板子组装时器件距离不足，则会导致生产困难，或者无法组装。器件的间距不足即便是能组装，以后也不方便返修。PCB 布局时需考虑器件与器件的间距。

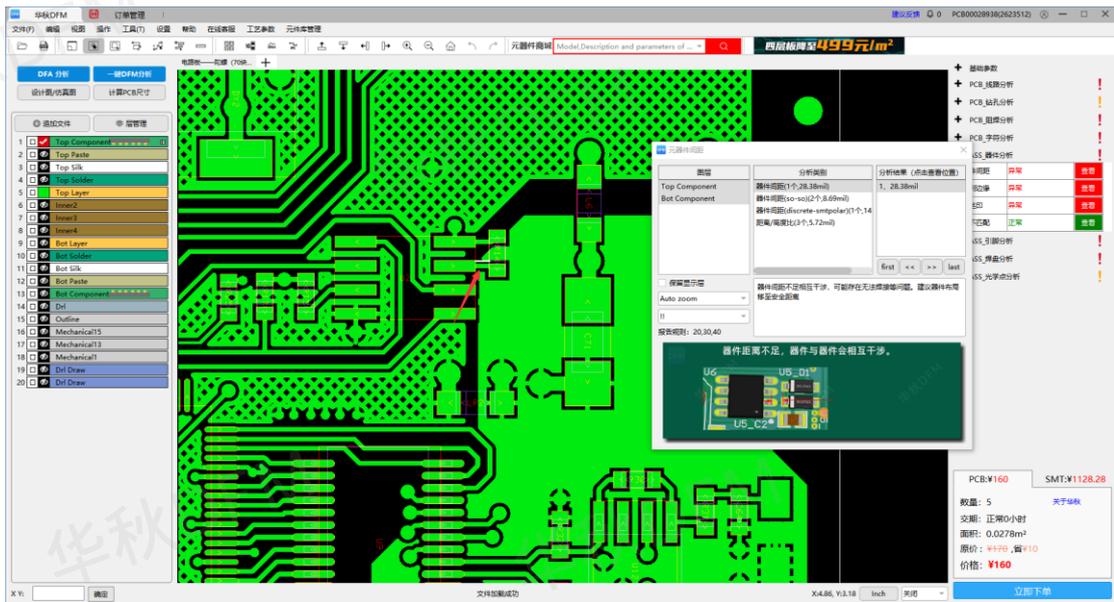


图 5-26: 器件间距异常

5.2.4 器件到板边, 元器件到板边的安全距离不够, 在组装过贴片机时会撞坏板边的器件, 拼版生产的板子在过 V-CUT 机器时会导致板边的器件焊盘被割小, 组装时器件无法贴片。因此 PCB 设计时需留足器件到板边的安全距离。

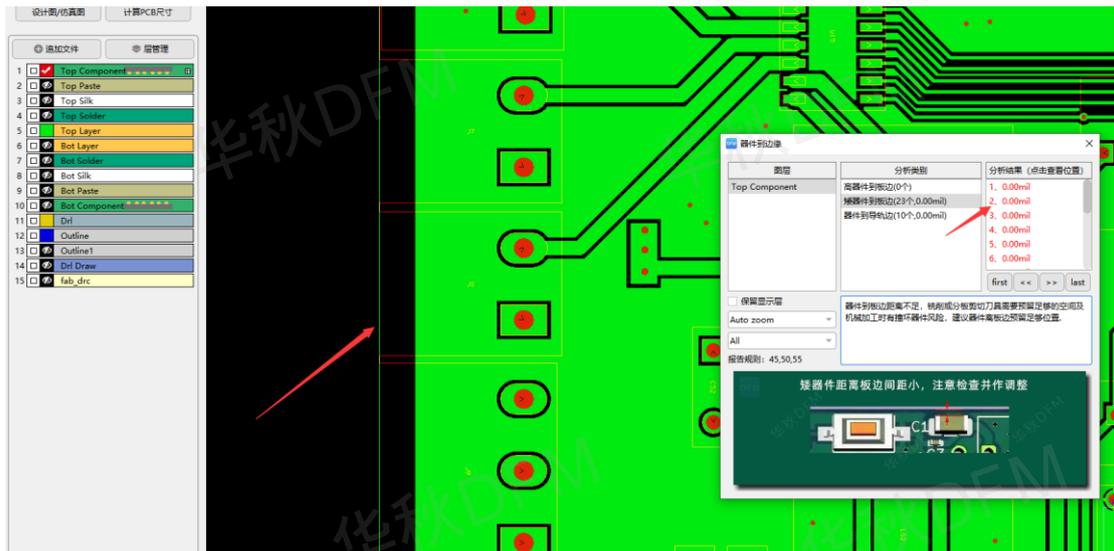


图 5-27: 器件到板边异常

5.2.5 器件与引脚不匹配, 在 BOM 表的型号与设计的 PCB 器件封装不一致时, 采购的元器件与板子上的器件引脚不匹配, 导致采购的元器件无法使用。采购元器件时需注意元器件的型号是不是 PCB 封装设计的元器件, 提前避免组装时没必要的麻烦。

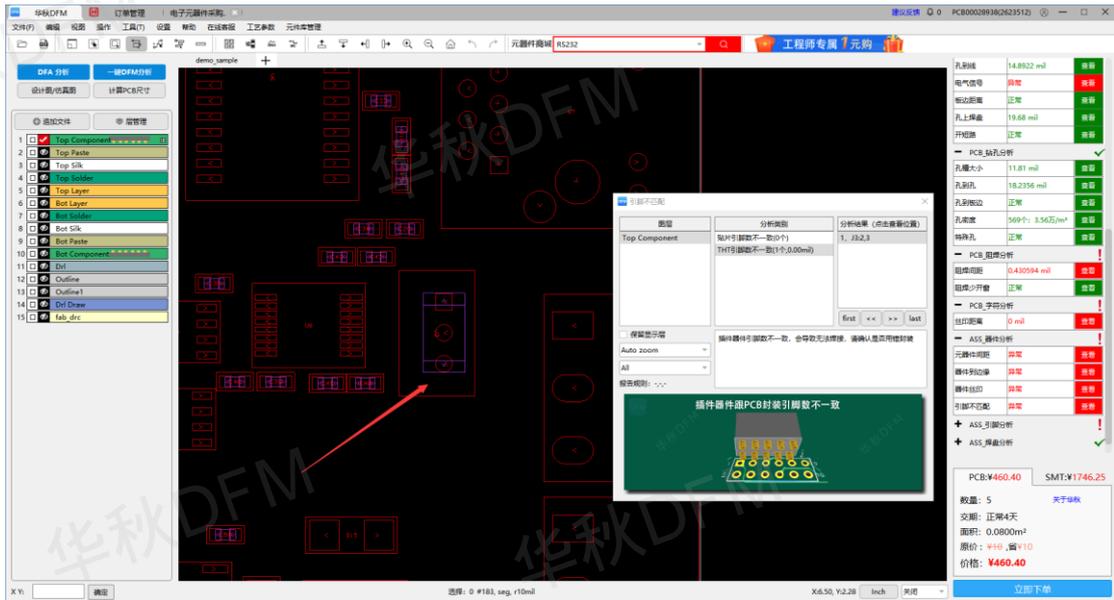


图 5-28：器件与插件引脚不一致

5.2.6 丝印离器件太远，设计 PCB 时，字符的位号尽量靠近元器件的 PCB 封装，字符的位号离 PCB 封装太远会导致组装时，无法识别元器件对应的 PCB 封装，有可能导致贴错元器件。

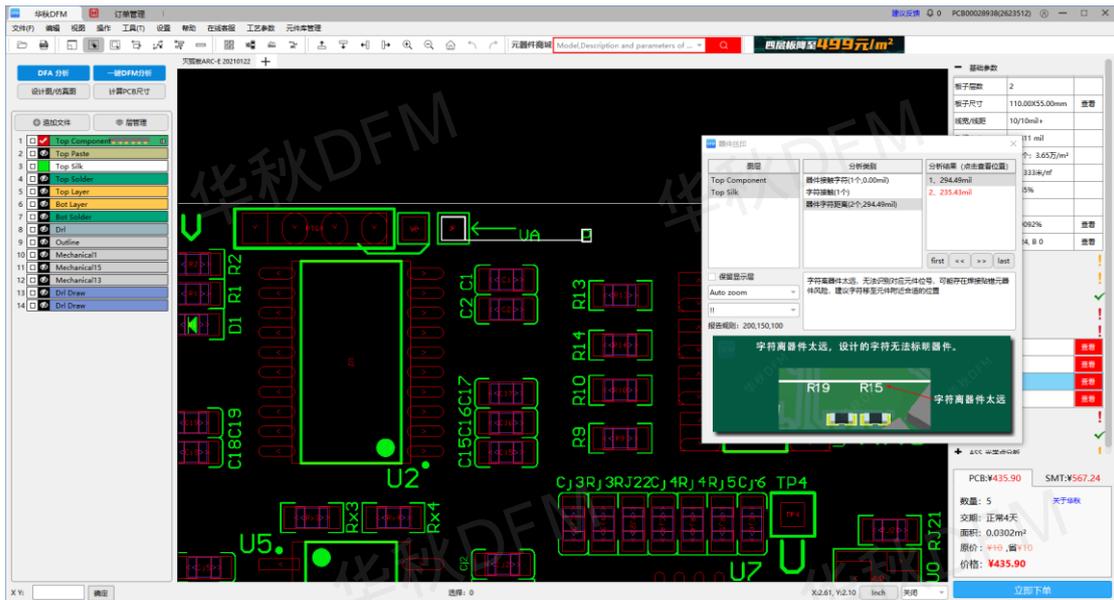


图 5-29：丝印位号离器件太远

5.2.7 引脚数不匹配，贴片元器件与 PCB 封装的引脚数不一致，会导致无法贴片焊接。此问题存在的原因，是 BOM 表元器件型号错误导致采购错误的元器件，也有可能是 PCB 封装设计错误。

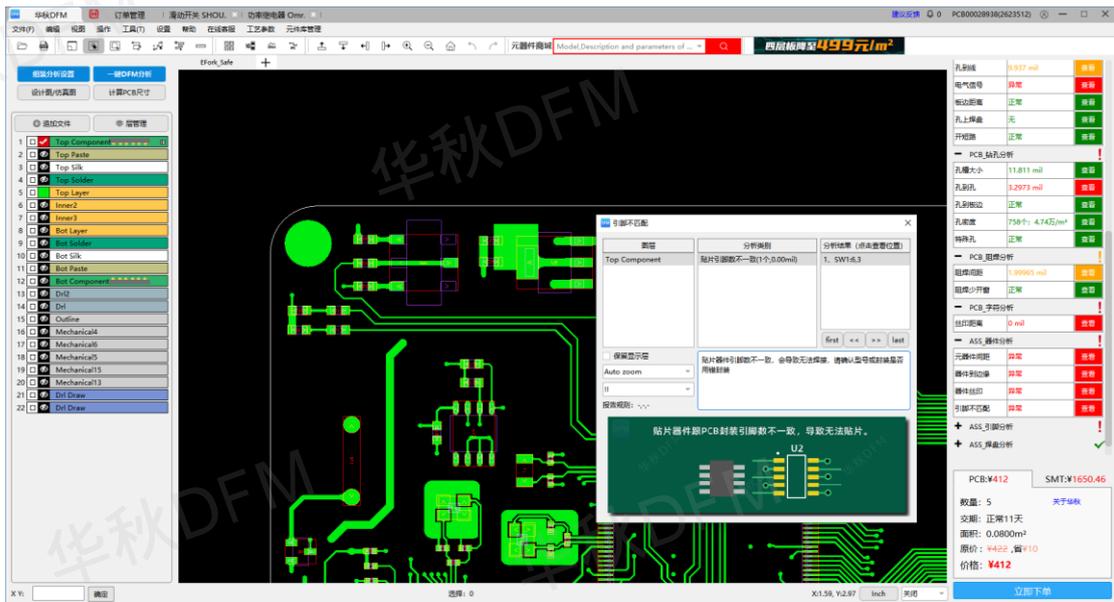


图 5-30；贴片引脚数不一致

5.2.8 脚趾距离，脚趾到焊盘边缘的距离不足，可能存在上锡量不足虚焊或焊接不牢的风险，PCB 设计封装制作时，需考虑好焊盘的尺寸大小，避免组装时出现的品质隐患。

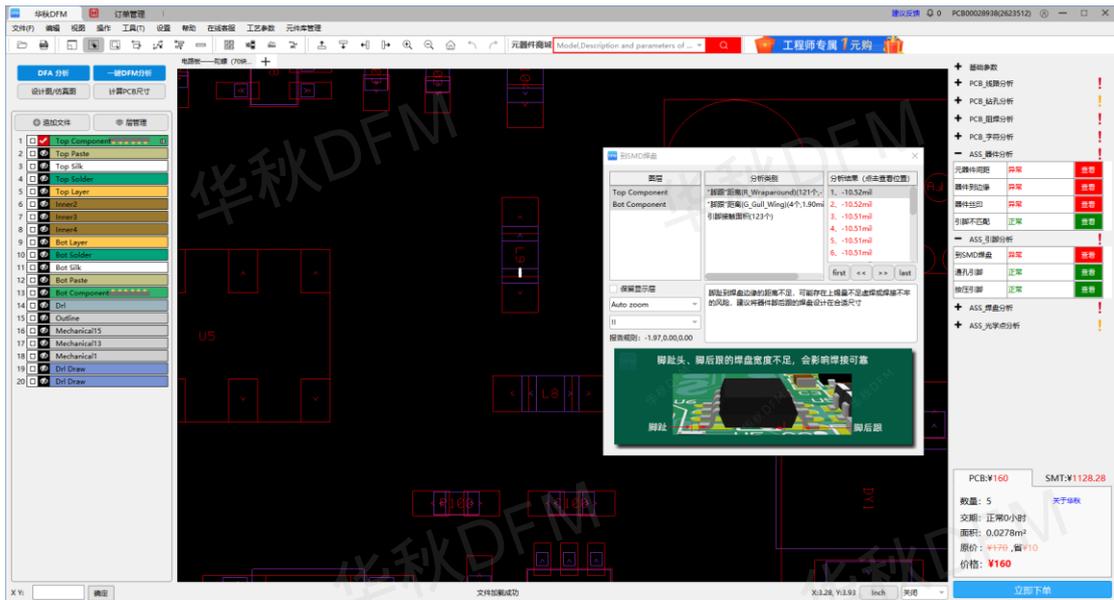


图 5-31；器件脚趾的距离

5.2.9 脚趾宽度，器件引脚到盘宽度边缘距离不足，可能存在上锡量不足虚焊或焊接不牢的风险，PCB 设计封装制作时，需考虑好焊盘的尺寸大小，避免组装时出现的品质隐患。

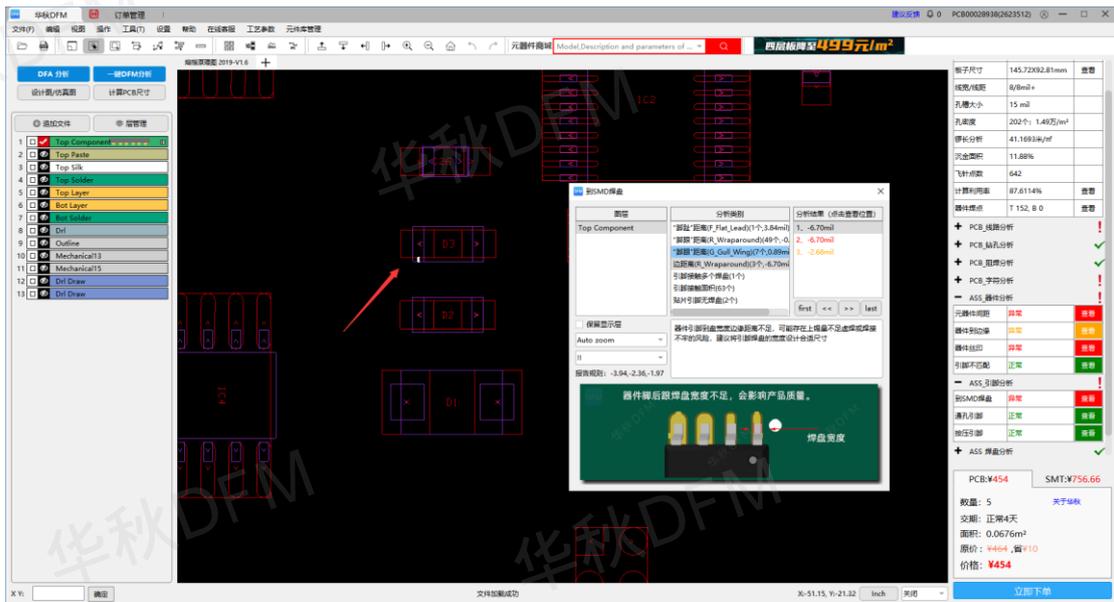


图 5-32: 器件脚趾宽度

5.2.10 引脚接触多个焊盘, PCB 封装做好后布局布线都已完成, 采购元器件 BOM 表的型号错误, 封装名错误, 都会导致引脚数不一致, 器件引脚接触多个焊盘, 因此在采购元器件是 BOM 表一定要正确的数据。

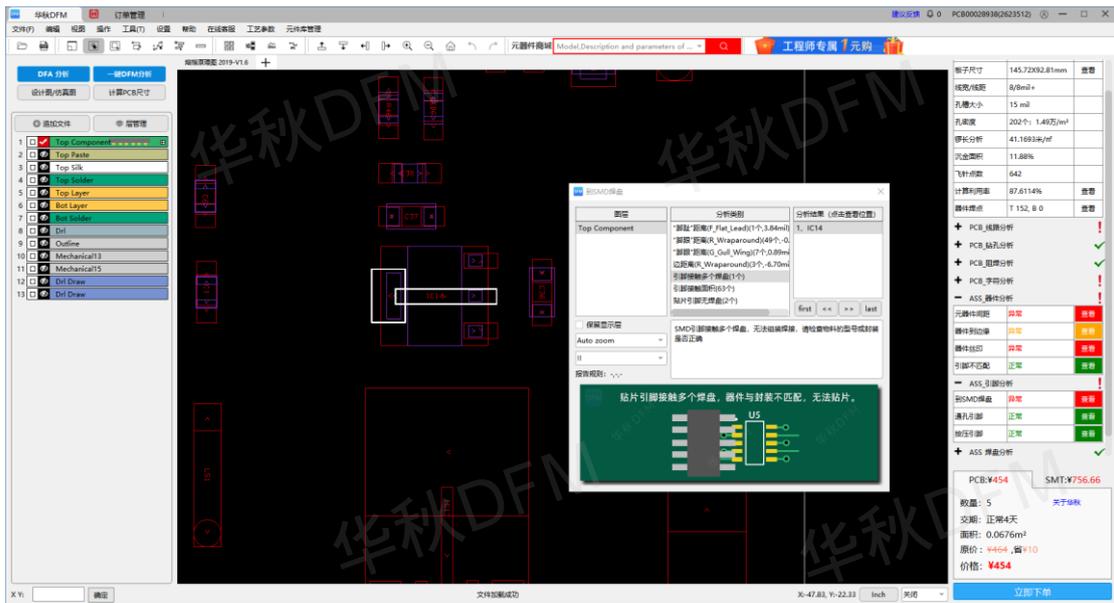


图 5-33: 器件引脚接触多个焊盘

5.2.11 引脚接触面积, 在 PCB 中画元器件封装时, 经常遇到焊盘的大小尺寸不好把握的问题, 因为元器件规格书是本身的大小, 如引脚宽度, 间距等, 但是在 PCB 板上相应的焊盘大小应该比引脚的尺寸要稍大, 否则焊接的可靠性将不能保证, 需按照设计规范设计引脚大小。



图 5-33: 器件引脚接触面积

5.2.12 CHIP 焊盘过长, PCB 的元器件焊盘设计是一个重点, 最终产品的质量都在于焊点的质量。因此, 焊盘设计是否科学合理, 至关重要。当 CHIP 焊盘设计过长或焊盘大小不一致时, 焊接器件可能会拉偏, 或者导致器件立碑。

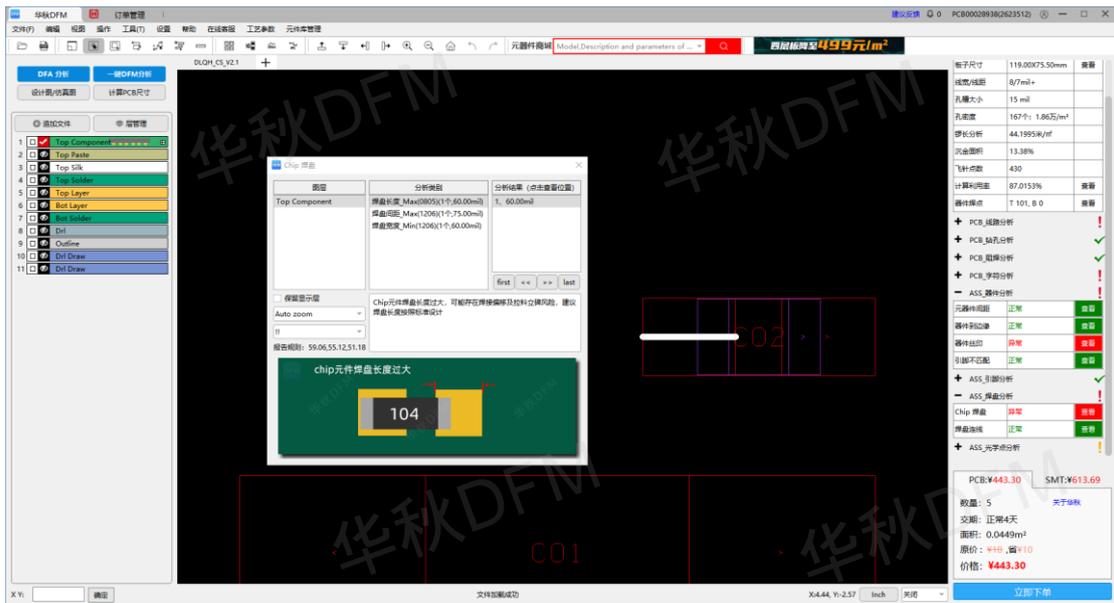


图 5-35: CHIP 焊盘异常

5.2.13 无 mark 点, 线路板做好后, 需要贴装元器件, 现在元器件的贴装都是通过机器来完成的(SMT)。SMT 中会用到 mark 点, mark 点用于自动贴片机上的位置识别点。无 mark 点则导致贴片不方便。

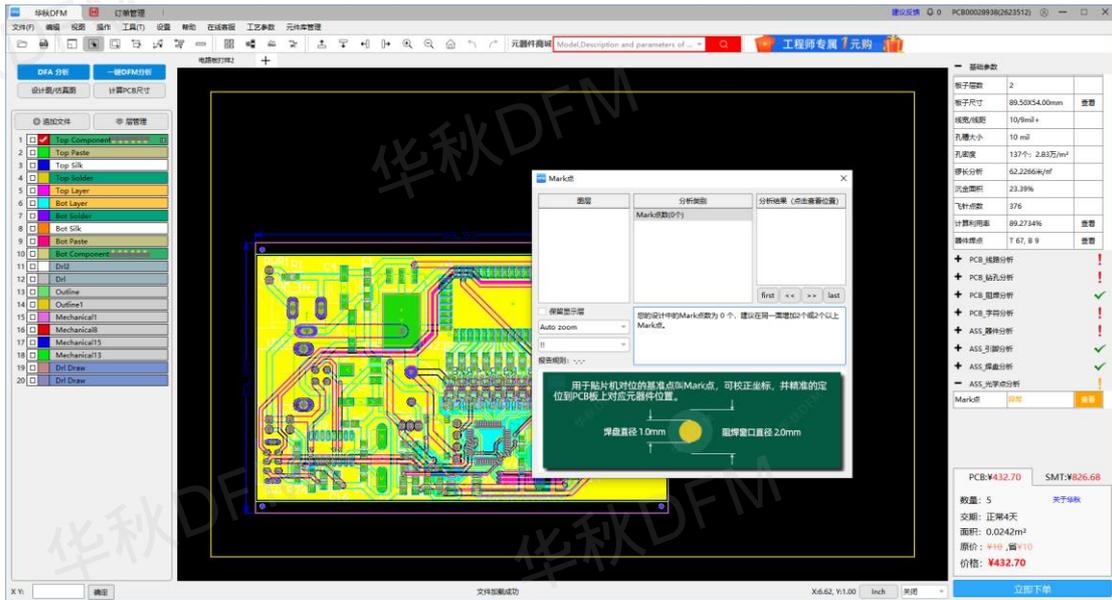


图 5-36：无 mark 点异常

### 5.3 风险综合评级

DFM 检测的问题点，并不是绝对的一定不能制造，根据问题的类型、问题的重要性，为检测每项评审要求定义“严重性”和“可能性”等级，通过风险评估矩阵可以自动得出“风险综合评级”，从而有效客观的应对。

表 5-1：“报红”为高风险问题，“报黄”为中风险问题，“报绿”为低风险问题。

风险发生严重性			风险发生可能性		
★	1	轻微	★	1	极少
★★	2	轻度	★★	2	很少
★★★	3	中等	★★★	3	少
★★★★	4	严重	★★★★	4	可能
★★★★★	5	灾难	★★★★★	5	很可能
风险发生可能性	风险发生严重性				
	A(轻微)	B(轻度)	C(中等)	D(严重)	E(灾难)
1(极少)	A1	B1	C1	D1	E1
2(很少)	A2	B2	C2	D2	E2
3(少)	A3	B3	C3	D3	E3
4(可能)	A4	B4	C4	D4	E4
5(很可能)	A5	B5	C5	D5	E5
综合程度	综合等级	综合评价涵盖			风险综合评级
极低	★	A1、A2、A3、B1、B2、C1			低风险
低	★★	A4、B3、C2			
中等	★★★	A5、B4、B5、C3、C4、D1、D2、D3、E1、E2			中风险
高	★★★★	C5、D4、E3			
极高	★★★★★	D5、E4、E5			高风险

#### 5.4 本章小结

本章向读者介绍了 EDA 软件设计的隐患。PCB 设计并不是把网络线连通就可以了，关于设计端，生产端都存在其他各种问题。设计决定产品的成本和质量，只有考虑了制造，才能解决困扰企业的品质和效率问题。

通过本章的介绍，读者应该能够感受到设计与生产制造结合的重要性。只有设计与生产同步，才能节省研发成本，缩短研发周期。



软件技术支持