

### 第三章 刻制机的使用

#### 3.1 生成加工文件

线路板文件设计好后，需输出机器可执行的加工文件，来驱动机器刻制出需要的线路板。Protel 99SE/ Protel DXP 2004/ Proteus/Cadence /Pads/Cam350 等软件均自带了自动输出 Gerber 文件功能。

注意：PCB 文件转换前，请检查当前 PCB 文件是否有 KeepOut（禁止布线）层，如果未设置 KeepOut 层，请添加。刻制机软件以 KeepOut 层为加工边界。

##### 3.1.1 Protel DXP 2004 环境

以下说明在 Protel DXP 2004 下，如何输出标准 Gerber 加工文件。

打开 mainboard.PCB 文件，执行“文件/输出制造文件/Gerber Files”命令，显示如图 3-1 所示的光绘文件设定对话框。其中含有 5 个选项卡，用于设置 Gerber 文件的精度和输入板层等参数。

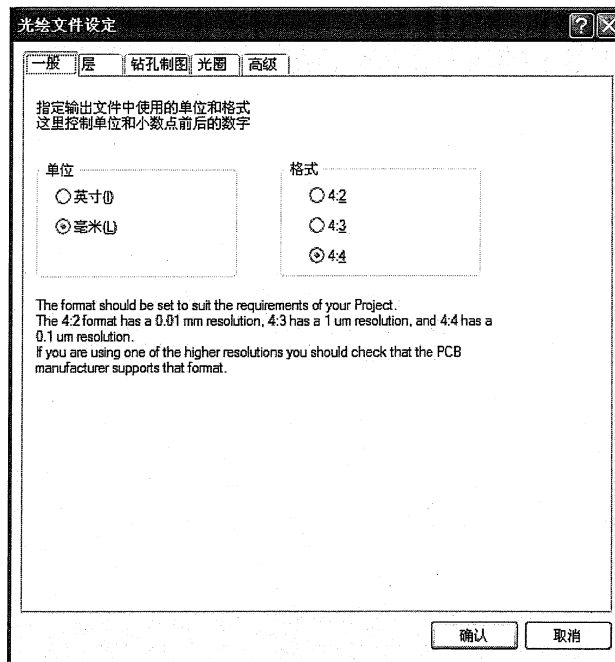


图 3-1 光绘文件设定

在“一般”标签中设置“单位”栏用公制单位毫米作为度量单位，设置“格式”栏为 4:4，如图所示。

单击“层”标签，则对话框内容如图 3-2 所示，在该对话框中选择输出的层，一次选中需要输出的所有的层。注意：请保持镜像栏的所有层为未选中。

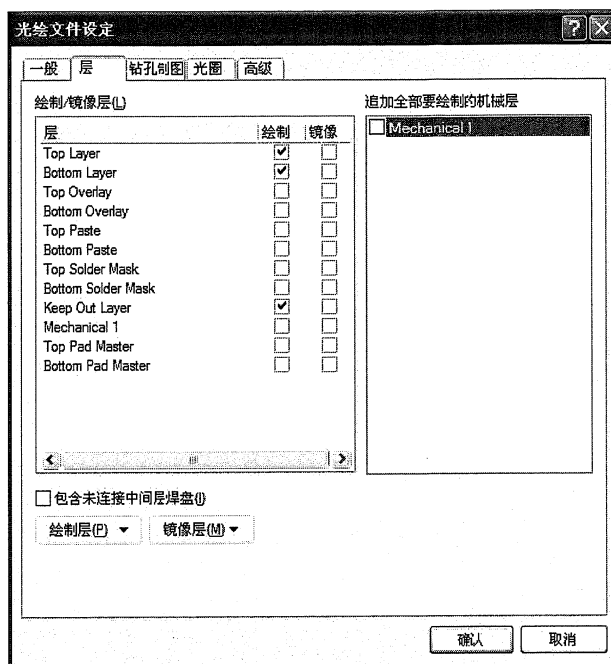


图 3-2 光绘文件设定

单击“钻孔制图”标签，如图 3-3 所示，取消其中所有选中项目。

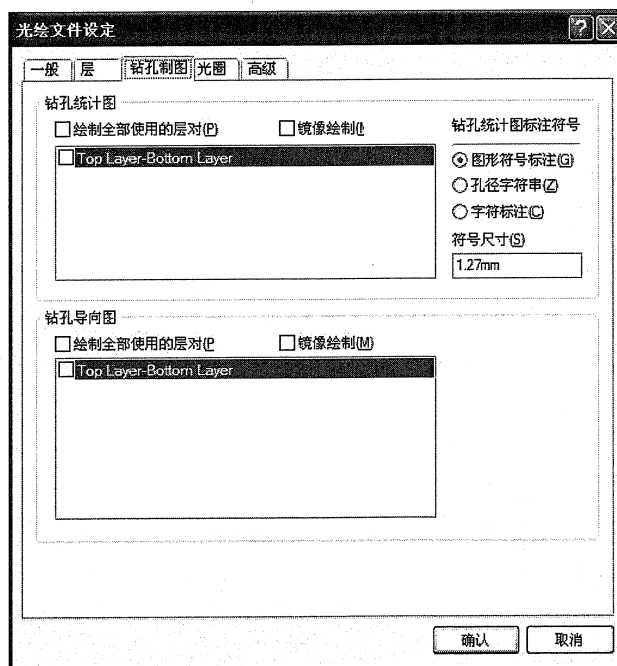


图 3-3 光绘文件设定

单击“光圈”标签，然后选择“嵌入的光圈”，这时系统将在输出加工数据文件时，自动产生 D 码文件，如图 3-4 所示。

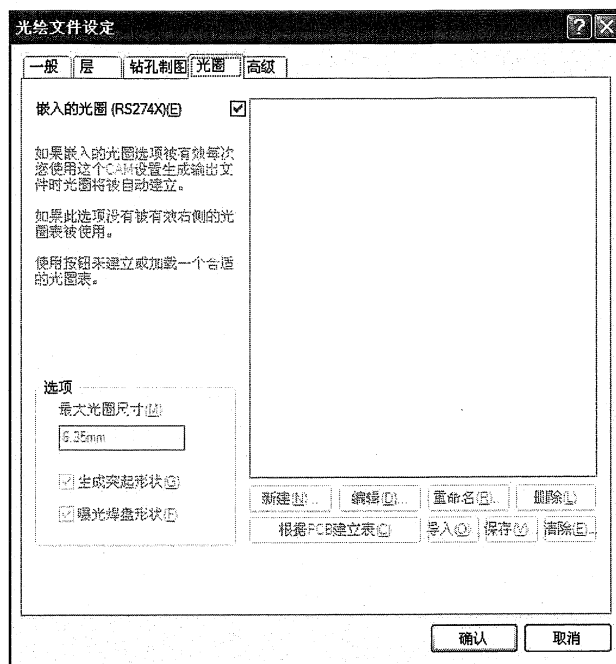


图 3-4 光绘文件设定

单击“高级”标签，系统显示如图 3-5 所示。注意：在其他中，选中“用软件画弧线”，其余采用默认设置。（胶片尺寸和光圈匹配容许误差采用默认值，前导/殿后零字符选中“抑制前导零字符”，胶片上位置选中“参考相对原点”。）

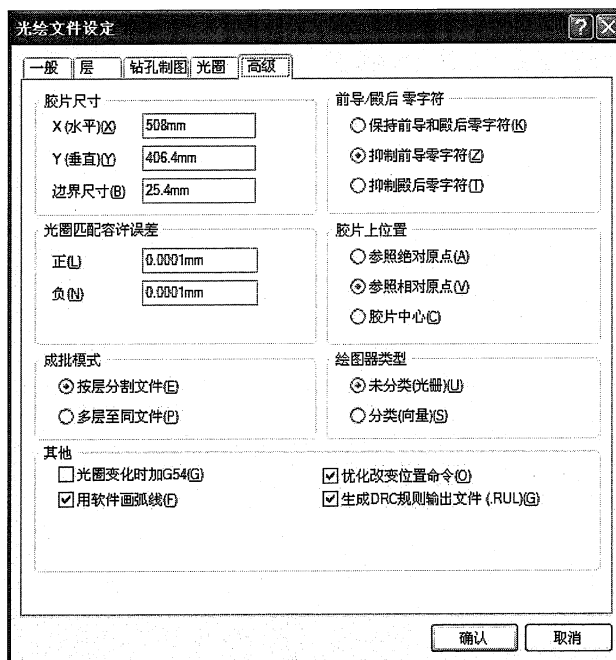


图 3-5 光绘文件设定

设置完毕后，单击确认按钮，系统输出各层的 Gerber 文件，同时启动 CAMtastic1，以图形方式显示这些文件，如图 3-6 所示。本设备需要三个 Gerber 文件：顶层文件\*.gtl、底层文件\*.gbl、禁止布线层文件\*.gko，都自动保存在当前 PCB 文件的目录下。至此，各层加工文件输出完毕。

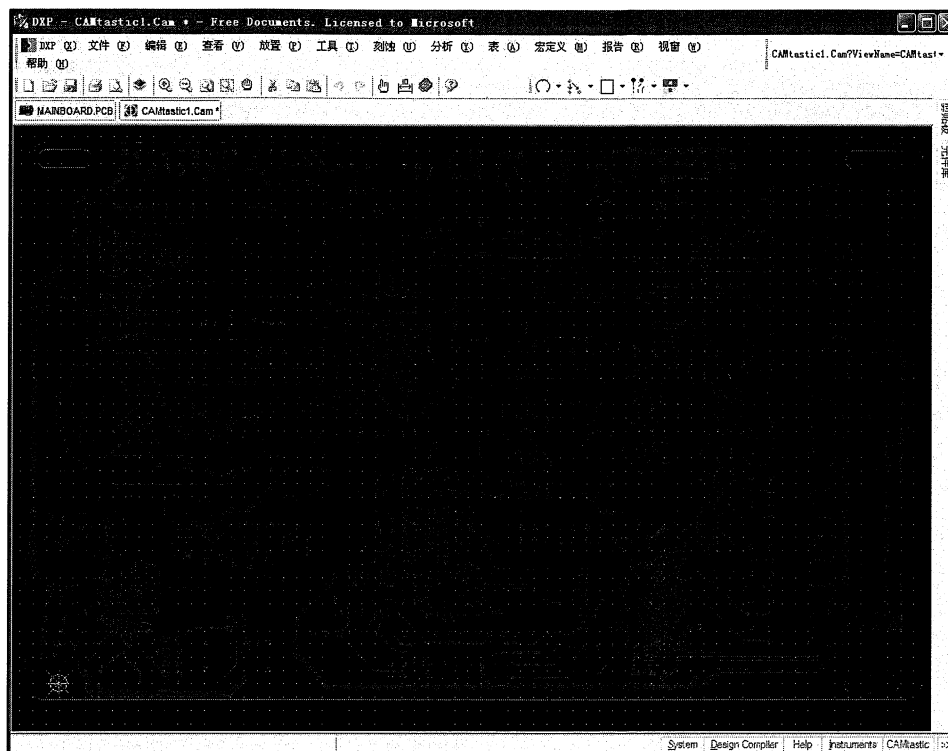


图 3-6 各层的 Gerber 文件

下面，输出钻孔加工文件。

执行“文件/输出制造文件/NC Drill Files”命令，在对话框中，选择单位为毫米，数据格式为 4:4，前导/后零字符设置为抑制后零字符，如图 3-7 所示。

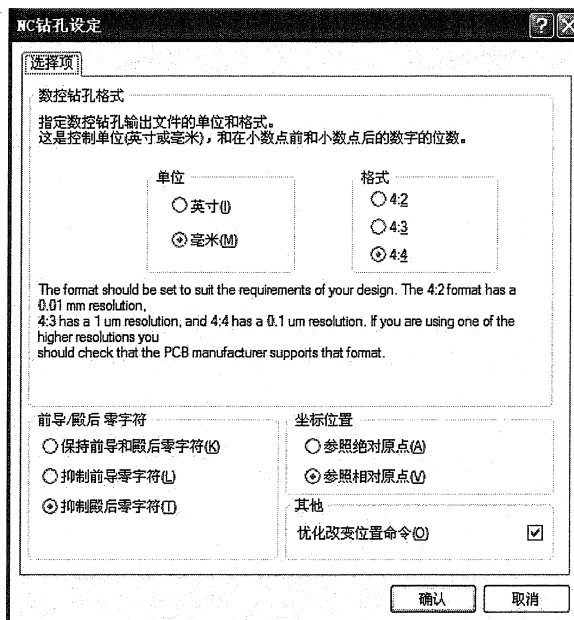


图 3-7 NC 钻孔设定

单击确认按钮，输出 NC 钻孔图形文件，如图 3-8 所示。加工所需的钻孔文件为\*.txt，自动保存在当前 PCB 文件的目录下。

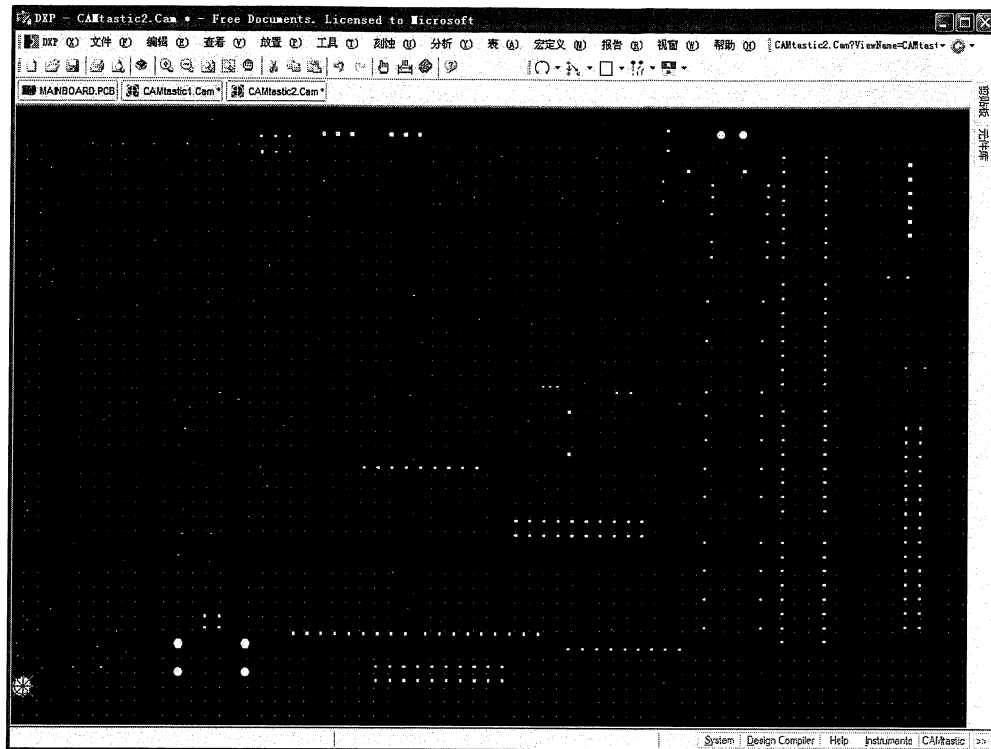


图 3-8 NC 钻孔图形文件

### 3.1.2 Protel99 SE 环境

以下说明在 Protel99SE 环境下，如何生成加工文件。

在 DDB 工程中，选中需要加工的 PCB 文件，在文件（File）菜单中选择 CAM 管理器（CAMManager），弹出如下图 3-9 对话框：

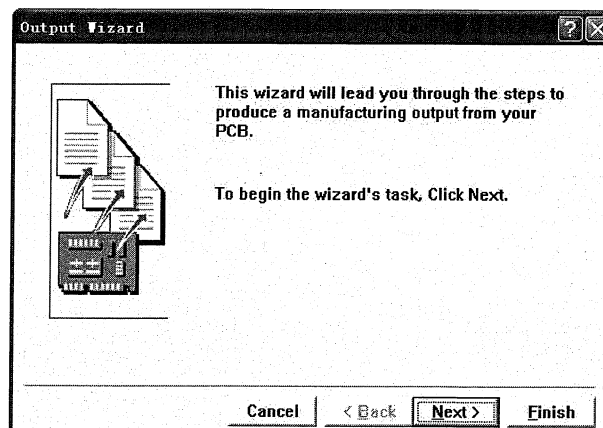


图 3-9 Output Wizard

单击下一步（Next），提示输出加工文件类型，如图 3-10 所示，首先选择 Gerber 文件格式。

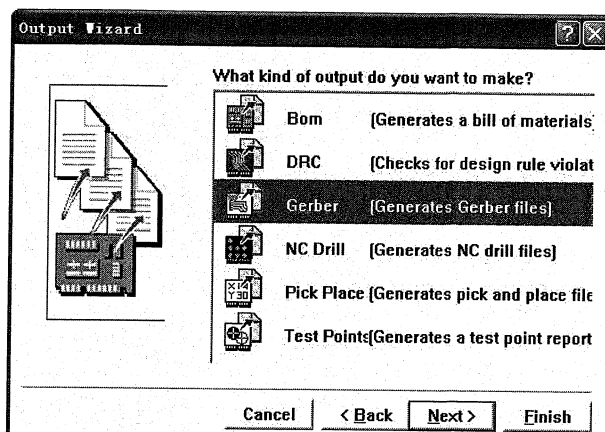


图 3-10 Output Wizard

连续单击下一步 (Next)，到数字格式设置界面, 如图 3-11 所示:

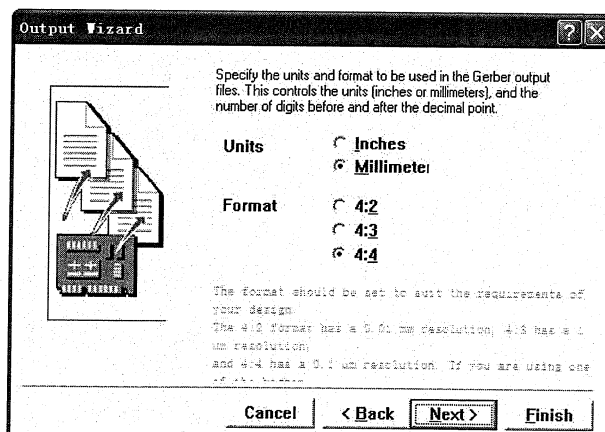


图 3-11 Output Wizard

选择图示的 Millimeter (毫米) 和 4:4 格式 (即保留 4 位整数和 4 位小数), 单击下一步 (Next) 到图层选择图 3-12 对话框:

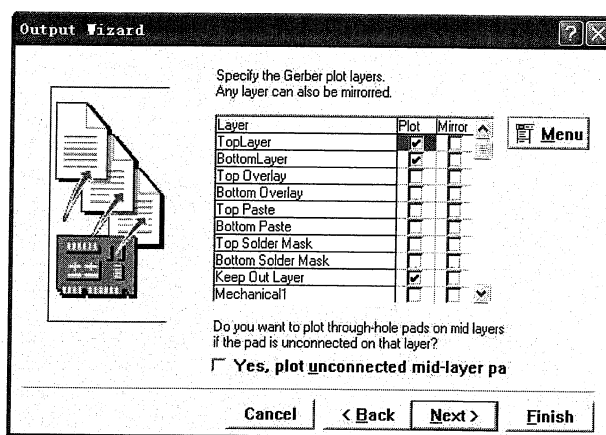


图 3-12 Output Wizard

选择布线中使用的图层, 双面板一定要选择顶层 (TopLayer)、底层 (BottomLayer)、禁止布线层 (Keep Out Layer), 单面板一定要选择底层 (BottomLayer)、禁止布线层 (Keep Out Layer), 注意: 请只在 Plot 栏中选择, Mirror 栏不可选择, 否则将输出镜像图层, 不能与钻孔文件配

套。单击完成 (Finish) 即生成线路板光绘文件 Gerber Output1。

下面输出钻孔加工文件。在 CAM Outputs 文件栏中, 单击鼠标右键, 选择 CAM Wizard, 出现同下图 3-13 所示的加工文件类型选择界面, 此次选择数控钻孔文件 NC Drill。

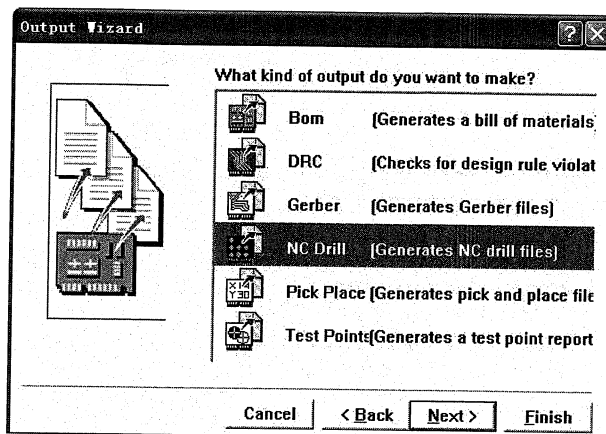


图 3-13 Output Wizard

单击下一步, 在后续数字格式设置界面中, 同样设置单位为毫米, 整数和小数位数为 4:4, 单击 Finish (完成), 生成钻孔文件 NC Drill Output1。

光绘文件和钻孔文件生成后, 需要把它们坐标统一。(Protel 99 SE 中默认为不统一。)

因为钻孔文件的默认坐标系是 Center plots on, 所以需把 Gerber 文件的坐标系改成和钻孔的一致。在 sp2 的 Protel99SE 中, 右键单击 Gerber output1 文件, 选择属性 (Properties), 如图 3-14 所示, 选择高级 (Advanced) 选项, 去掉其它 (Other) 中的 Center plots on 选项复选框, 单击 OK 即可。

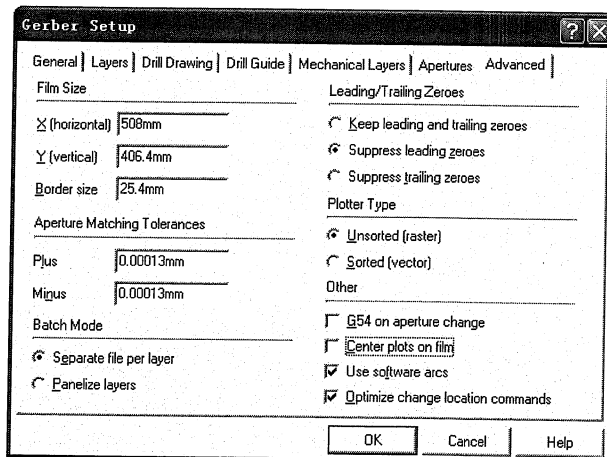


图 3-14 Gerber Setup

对于有了 sp6 的 Protel99SE, 在 Gerber output1 的属性窗口中, 在高级 (Advanced) 选项卡中, 选中 Reference to relative origin, 如图 3-15 所示, 这是钻孔文件默认的坐标系。

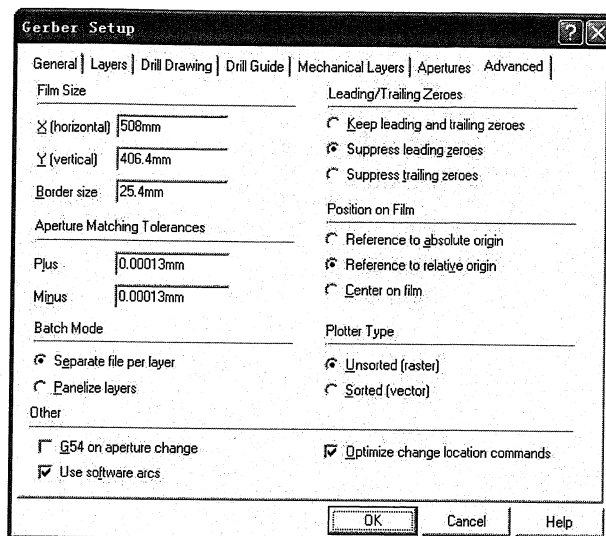


图 3-15 Gerber Setup

最后在 CAM Outputs 文件栏中，单击鼠标右键，选择生成 CAM 文件 (Generate CAM Files)，或直接按 F9，生成所有加工文件，这时，左面栏目中会出现一个 CAM 文件夹。右键点击左面栏目中的 CAM 文件夹，选择输出 (Export)，将该文件夹存放到指定位置。

注意：其它选项均采用 Protel 软件的默认设置，同 Protel DXP 2004 一样，属性 (Properties) 窗口，坐标位置 (Coordinate Positions) 项中，Gerber 文件是忽略前导零 (Suppress leading zero)，而钻孔文件是忽略后零 (Suppress trailing zero)，切勿修改此两默认项，否则会影响加工文件的正确识别。

### 3.1.3 其它 EDA 转 Gerber 文件 (详见附带光盘)

## 3.2 雕刻前的准备操作

加工文件生成后，就要调整机器，来加工设计好的电路板了。下面介绍机器的使用。

### 3.2.1 固定电路板

如图所示，确认刻制机硬件与软件安装完成后，选取一块比设计线路板图略大的覆铜板，一面贴双面胶，贴胶要注意贴匀，然后将覆铜板贴于工作平台板的适当位置，并均匀用力压紧、压平。(注意：定位孔在线路板上下沿左右两边，因此请在覆铜板左右各空出 1cm。)

### 3.2.2 安装刀具

在线路板制作中，双面板的钻孔需要钻头，雕刻需要雕刻刀，割边需要铣刀，选取一种规格的刀具，使用双扳手将主轴电机下方的螺丝松开，插入刀具后拧紧。主轴电机钻夹头带有自矫正功能，可防止刀具安装的歪斜。注意：安装刀具时，请勿取下钻夹头，因为钻夹头已经高速动平衡校正。

### 3.2.3 开启电源

开启刻制机电源，Z 轴会自动复位，此时主轴电机仍保持关闭状态，向右旋转主轴电机启停钮，开启主轴电源，几秒钟后，电机转速稳定后即可开始加工。按下启停钮即可关闭主轴电机。注意：在电机未完全停止转动之前，请勿触摸夹头和刀具。



### 3.3 软件功能说明

#### 3.3.1 打开



双击图标“”，打开 Circuit Workstation 软件，主界面如图 3-16 所示：



图 3-16 主界面

若设备未连接或主机电源未打开，会提示“设备无法连接，是否仿真运行？”，点击“是”，进入仿真状态，点击“否”，重试连接，点击“取消”，则直接退出程序。

点击菜单“文件—打开”，出现文件导入窗口，选择单/双面板，单击工具栏上的“打开”按钮，弹出如图 3-17 对话框：

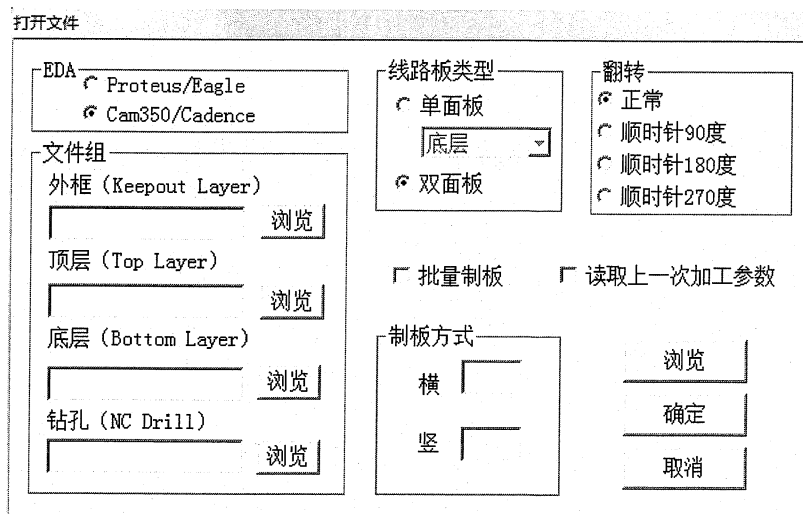


图 3-17 打开文件

根据 EDA 转出 Gerber 文件类型选择“EDA”栏中的 EDA 软件类型（软件默认为

Protel/Cam350/Cadence), 再单击“浏览”按钮。请根据实际情况设置, 若为 Protel 类型, 以打开双面板 PCB 文件为例, 鼠标点击右下方“浏览”, 如图 3-18 所示, 在窗口中选择加工文件夹中的任意后缀名的文件, 如: 成都市样板.GKO, 再单击“打开”。

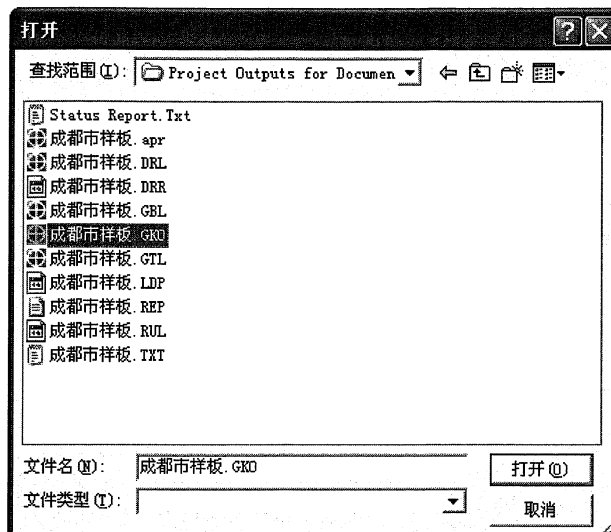


图 3-18 选择加工文件

正常打开后的默认显示层为线路板底层, 如 3-19 所示:

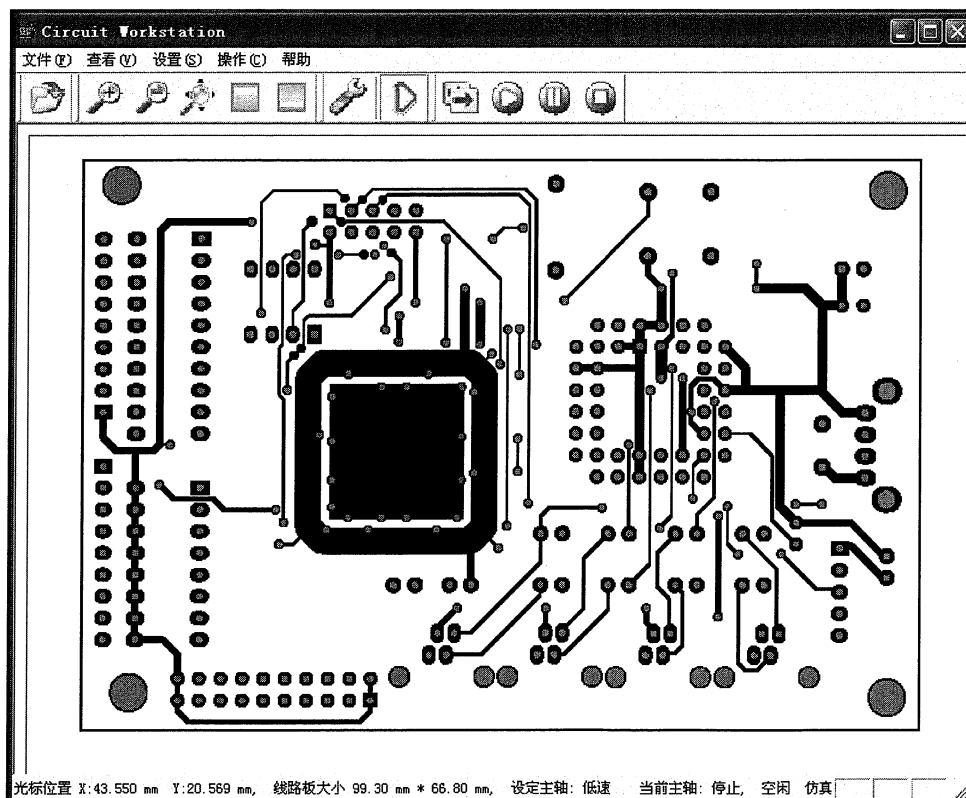





图 3-19 默认显示层为线路板底层

在窗口下方的状态栏中, 显示当前光标的坐标位置、线路板的大小信息、主轴电机的设定与当前状态, 及联机状态信息。默认的单位为英制 mil, 可通过主菜单“查看——坐标单位切换”将显示单位切换至公制 mm。

注意：如打开过程出现异常提示，请检查 Gerber 文件转换设置是否正确。

### 3.3.2 菜单

“查看”菜单栏：

放大、缩小、适中：可点击工具栏上的、、 按钮来放大、缩小、适中显示线路图，也可按键盘上的 PageUp、PageDn 来放大、缩小显示。在线路图上按住鼠标右键，可拖动整个板图。

顶层、底层：可点击工具栏上的、 按钮，来切换显示顶层、底层线路。

孔信息：显示所有钻孔信息。


雕刻路线：显示雕刻走刀路径。用红色表示。

坐标显示：显示当前鼠标位置坐标值。

坐标单位切换：在公制/英制之间切换单位。

“设置”菜单栏：

COM 口：串口 COM1、COM2 选择；

刀具库：也可点击快捷工具栏上的“”图标，如图 3-20 所示：

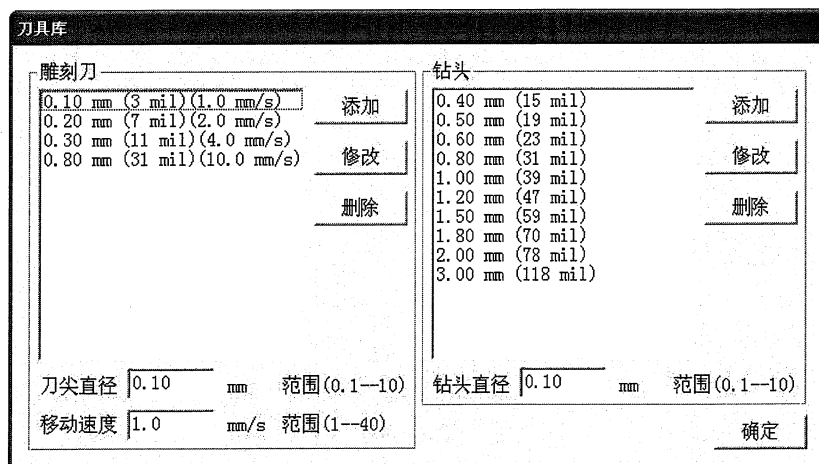



图 3-20 刀具库


雕刻设置：可设置雕刻余量。当线径小于 6mil 时，可设置雕刻余量进行线径补偿。

主轴电机速度：预置了高速（48000rpm）、中速（33000rpm）、低速（24000rpm）三档可选。建议根据加工的精度和板材的材质选择合适的转速，线径线距越小，精度要求越高，刀尖选择越小，加工速度要求越快，另外，材质较硬的 FR4 板材，选择低速即可，对材质较软的柔性板材，必须选择高速。

仿真运行：功能等同工具栏上的 按钮。按下时处于仿真运行状态。

完成后关闭主轴：可设置加工完成后自动关闭主轴。主轴电机运转时，工具栏上的指示标记为，当主轴电机停止时，指示图标变灰。

“操作”菜单栏：

向导：可点击工具栏上的 按钮，或在菜单上选择“操作—向导”，进入向导界面。向导是通过图形化界面快速操作方法。详见 3.3.3 节。

**铣平面：**当工作平台上的孔过多或平面明显不平时，可使用铣平面功能。铣平面请使用 3mm PCB 铣刀。将平面的长和宽分别填入 X、Y 方向的空格中，深度可根据平面磨损程度设置，重叠率一般设为 30%，如 3-21 所示：

铣平面

刀尖直径 直径 0.10 mm

X方向 0.000 mm

Y方向 0.000 mm

深度 0.000 mm

重叠率 30 %

建议重叠率 30%

铣平面 返回

图 3-21 铣平面

### 3.3.3 向导

#### a)、快速设定

快速设定可以直接设置各种孔径的实际钻头加工直径，顶、底层的雕刻刀的大小，见下图 3-22 所示。

向导

快速设定 | 定位、钻孔 | 底层雕刻 | 顶层雕刻 | 割边

线路板类型

☒ 单面板(底层) ☐ 单面板(顶层) ☐ 双面板

钻孔

当前文件孔径

0.30 mm	×	2
0.51 mm	×	11
0.61 mm	×	95
0.71 mm	×	7
0.75 mm	×	1
0.76 mm	×	3
0.80 mm	×	1
0.81 mm	×	77
0.85 mm	×	4
0.90 mm	×	15

钻头直径 0.40 mm

已选好的钻头

添加 >>

<< 删除

还原

雕刻参数

底层雕刻刀 0.10 mm 顶层雕刻刀 0.10 mm

恢复默认 下一步 返回

图 3-22 向导

#### b)、定位

双面板需打定位孔以保证翻面后雕刻的相对位置。打定位孔用 2.0mm 钻头，和定位销配套。定位孔深度需使得平台板上留下 2mm 左右深的孔，默认为 3.5mm。钻定位孔时，钻头将以加工原点为参考，按线路板图的 X 方向最大长度，在上下沿左右两端分别向外

6mm 和 8mm 各钻一个孔，并在左下角的定位孔上多钻一个标志孔，用以区分正反面，如下图 3-24 所示。

一面加工完毕，只需取下线路板，沿 X 方向翻转线路板，对准工作平台上留下的定位孔，放置线路板，并用定位销固定。

### c)、钻孔

设置各种孔径的实际钻头加工直径。线路板上需要的孔径全部列在左侧栏中，实际使用的钻头直径列在右侧栏中，中间的下拉框中有工具库中设置的所有钻头。从左栏的第一行开始，根据需要孔径的大小，从下拉框中选择相近的钻头规格，同时也可以根据需要调整“钻头下降速度”，然后点击“添加>>”按钮，右栏中就会出现对应的选择。点“删除<<”删除右栏中的选择。请确保所有需要孔径都有实际的钻头孔径与之相对应。“还原”按钮用以删除右栏中所有的选择，下图 3-23 所示。

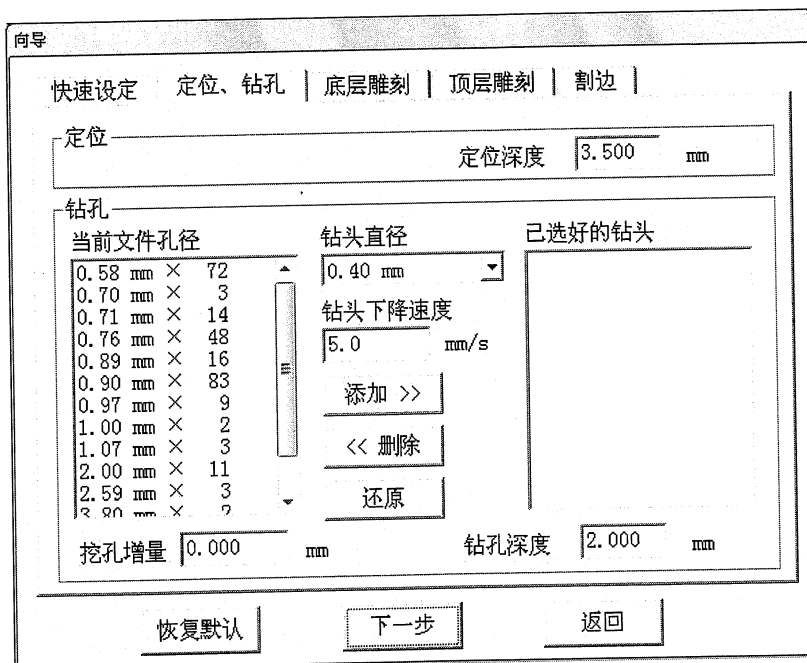


图 3-23 定位、钻孔向导

### 挖空钻孔功能:

用一种规格的挖空刀 (0.8mm) 把大于这个规格的孔全挖了出来。这样您在配件上的消耗减小了很多。实际加工中我们小于 0.8mm 的孔还是使用钻头，主要因为小于 0.8 直径的挖空刀较易折断的缘故。使用挖空钻孔功能十分简单：只需在中间的下拉框中选择挖空刀，然后在钻孔时安装 0.8 的 PCB 铣刀，就可完成所有孔位的钻制。

### 挖空增量:

考虑到双面板金属孔化后，孔径会比实际略小一些，用户可以在钻孔时就设置一个增量，如上图 3-23 所示：

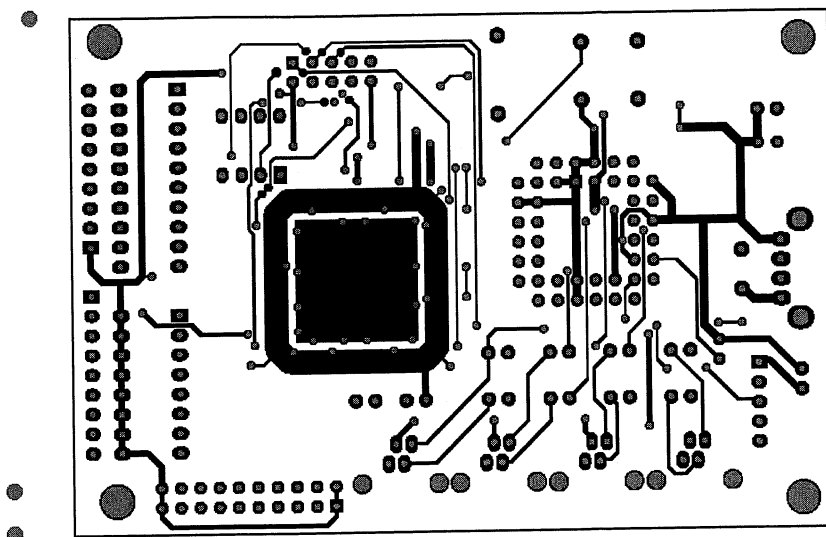


图 3-24 外加 5 个定位孔向导

## d)、顶层、底层雕刻

把板上线路部分以外的铜箔铣掉。刀尖直径可在刀具库中设置的所有雕刻刀中选择。重叠率是相邻两次走刀路径的重叠比率，考虑刀尖的误差，一般设置为 10%，雕刻深度默认为 0。雕刻的时间、效果和路径由选择的雕刻刀来决定，一般说，刀尖越大，时间越短；刀尖越小，时间越长，但效果越好。雕刻的深度和重叠率可根据刀尖直径调整，如下图 3-25 所示：

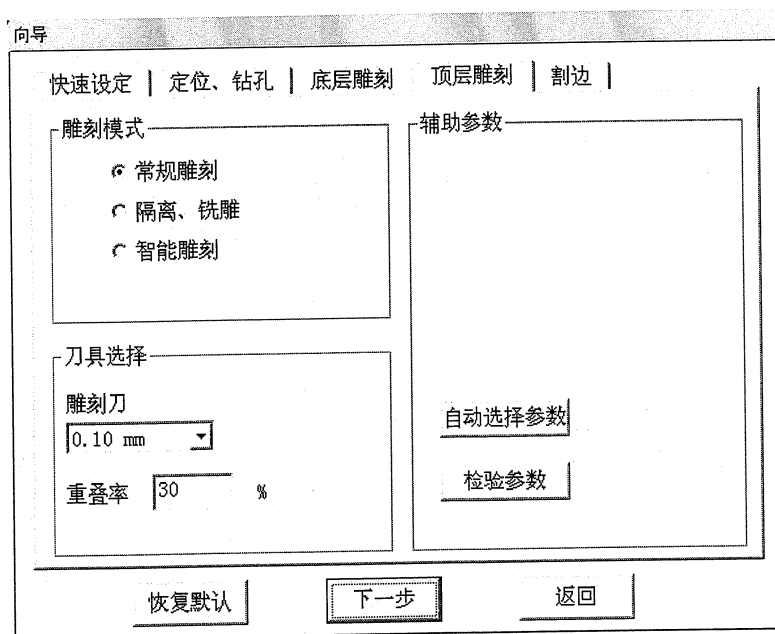


图 3-25 顶层、底层雕刻

## 组合雕刻功能：

可以用一细一粗两把雕刻刀组合完成雕刻，先用小刀尖雕刻刀做隔离，再用大刀尖雕刻刀做大面积铣雕，在不影响雕刻精度的情况下，软件根据用户的选择自动分配雕刻区域，可以大大加快制板速度。

**智能雕刻：**

在组合雕刻的基础上，智能雕刻同样采用两把雕刻刀，先用大刀做大面积的隔离和铣雕，软件根据用户的选择自动用小刀隔离和铣雕剩下的区域，可以大大加快制板速度，同时非常的方便。

**隔离宽度：**

用来在线路两侧隔离出指定的宽度。有些线路板含有大量空白区域，而用户并不要求将空白区域全部铣掉，只要隔离出一个宽度，用户就可以使用了。隔离宽度可以在 0~20mm 间任意设置。默认值为 0mm。第二把刀用来做大面积铣雕，一般选择 0.3 以上刀尖的雕刻刀。

为延长雕刻刀的使用寿命，推荐走刀速度：0.1mm 刀尖：≤10mm/s，0.2mm 刀尖：≤15mm/s，0.3mm 刀尖：≤40mm/s。

**辅助参数：**

可以根据电路板的信息，自动选择雕刻刀、钻头的类型和验证手动选择雕刻刀、钻头的可行性。

**e)、割边**

割边是用割边铣刀沿线路板图的内外禁止布线层走刀，把板子从整个覆铜板上切割下来，直接变成我们需要的形状。割边铣刀默认使用 0.8mm 的铣刀，可以设置割边的速度。双面板默认在顶层割边，单面板默认在雕刻层割边，也可手动选择割边层，见下图 3-26 所示。

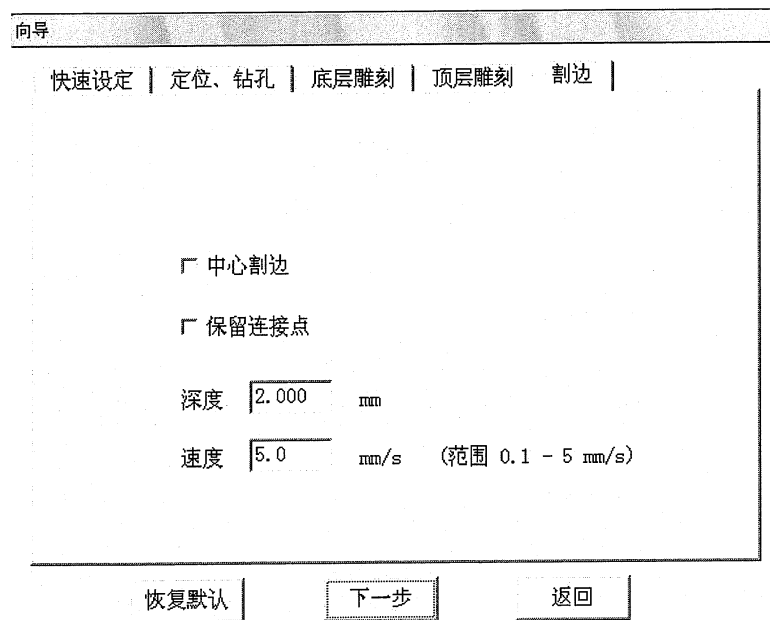


图 3-26 向导

完成上述各项设置后，点击“下一步”，进入状态设置窗口，如下图 3-27 所示：

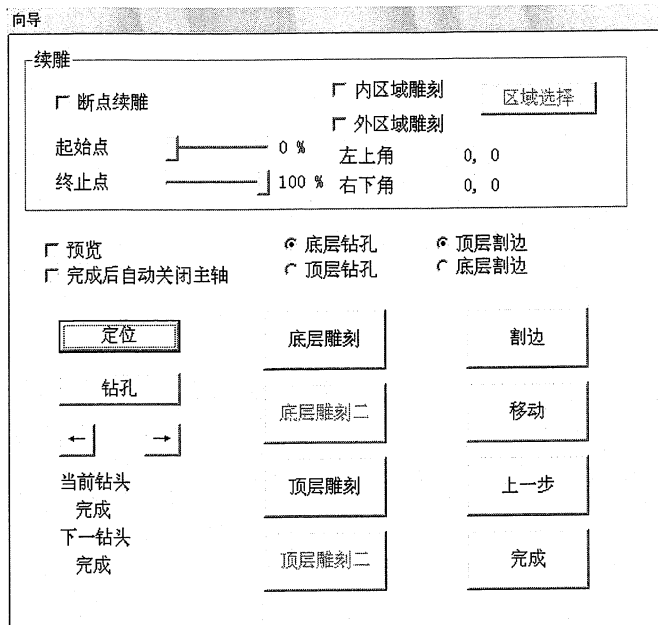


图 3-27 向导

(1) 续雕区域中可以设置断点续雕和区域雕刻功能

- 选中断点续雕，可任意设置加工起始点和终止点的百分比。
- 选中区域雕刻，再点击区域选择钮，如下图 3-28 所示：

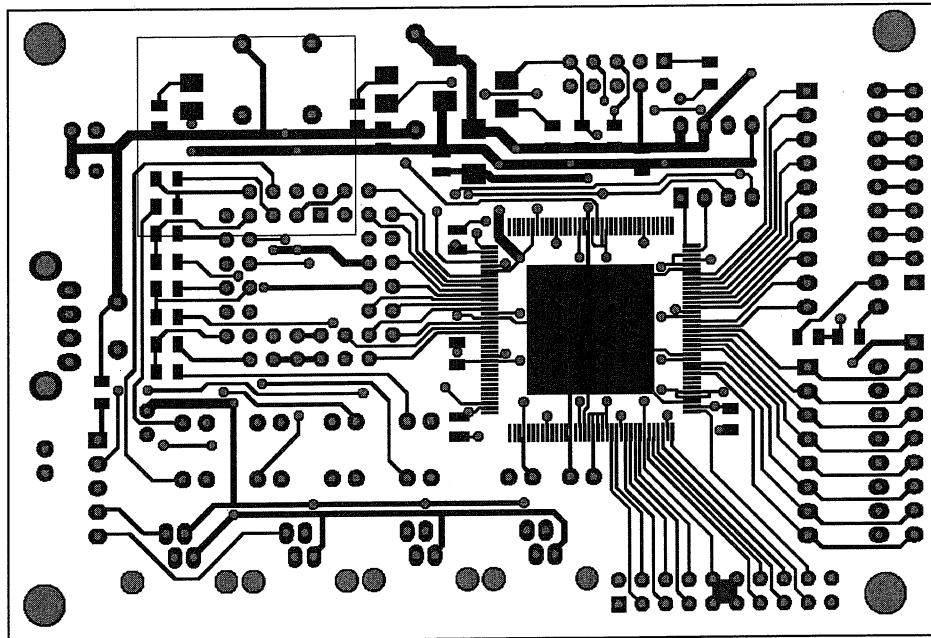



图 3-28 续雕刻、区域雕刻

在线路图上用鼠标左键任意框选做为雕刻区域。

选择完雕刻区域后，再单击向导快捷按钮，回到向导界面。雕刻区域的左上角和右下角的坐标显示在区域雕刻栏中。此时，选择的操作将在仅在选择的区域进行。区域雕刻可用于补雕因深度太浅未完成的区域。

(2) 钻孔按钮下方的“←”、“→”钮用于切换不同型号的钻头。



(3) 按下按“移动”进入如下图 3-29 对话框

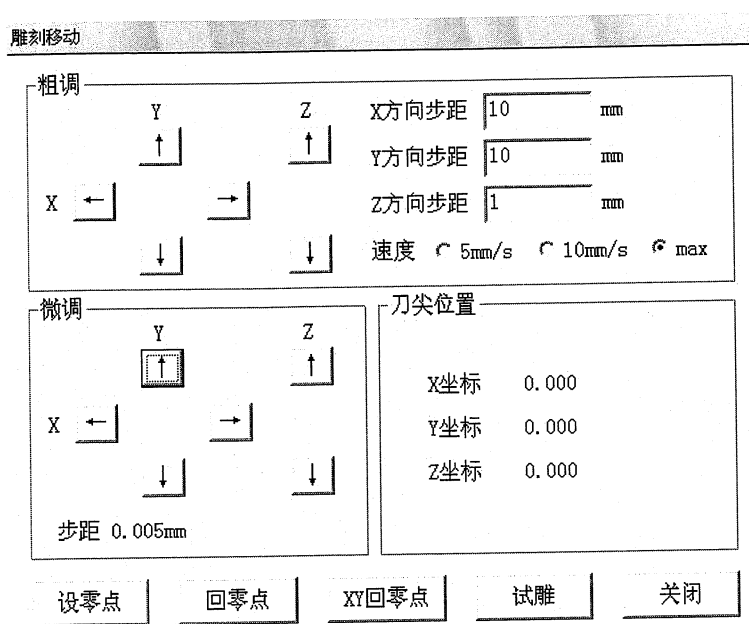


图 3-29 雕刻移动

首先调整加工头的位置，软件上可使用粗调和微调两种方法，粗调用来自快速移动，步间距可自行设定，移动速度分为三档：5mm/s，10mm/s，max（30mm/s）。微调用来自做细微调整，步间距 X、Y、Z 分别为：0.005mm、0.005mm、0.005mm。

刀尖位置区域显示当前加工点的坐标。选中预览框后，点击任何操作按钮都仅打开预览，不执行操作。选中完成后自动关闭主轴框，可在加工完成后，自动停止主轴电机，用于无人值守状态。底层钻孔、顶层钻孔用于选择钻孔时所在层。顶层割边、底层割边用于选择割边时所在层。

“设置零点”用于设置加工零点，设置成功后刀尖位置的 X、Y、Z 坐标应为 0、0、0。

“回到零点”用于返回已设置的加工零点。动作时，X、Y 先回零，然后 Z 再回零。

“XY 轴回到零点”用于仅 X、Y 返回加工零点。

“试雕”用于沿线路图的最大外框走一刀，以观察铜箔板的平整度。

“关闭”关闭当前的对话框，回到上一对话框。

### 3.4 控制面板按钮使用说明

**主轴启停：**向下按出，主轴电机启动，电机处于工作状态，可以在 CircuitWorkstation 软件中设置电机的速度档位。按下，主轴电源关闭，电机不工作，且不受软件控制。

**X、Y 粗调：**在 X、Y 方向快速移动加工头。有两种操作方式：按住方向键不放，则连续移动；按方向键一次，移动一步。

**Z 粗调：**在 Z 方向快速移动刀头。操作方式同上。

**设原点：**将当前 X、Y、Z 位置设为原点，作为加工的基准位置。

**回原点：**当 X、Y、Z 都不在原点时，按一下该钮，X、Y 回到原点位置，再按一下该钮，Z 回到原点位置。当 X、Y 已在原点位置时，按一下该钮，Z 即回原点。

## 使用技巧及注意事项

- 1、 养成良好的习惯，打开主电源前请确认主轴电源关闭。关闭主电源时，同时关上主轴电源。
- 2、 安装钻头、雕刻刀时，请不要把转夹头旋下，否则不容易装正。装刀时尽量装深一点，否则易引起刀夹不正，致使高速旋转时声音过响，甚至断刀。最后，必须收紧夹头。
- 3、 工作状态下，发现刀头过深或过浅，可通过 Z 微调旋钮随时调节主轴高度，请注意需缓慢调节。
- 4、 如 X、Y、Z 长时间停留在两侧极限位置，设备将自动进入断电保护状态，所设置的参数将丢失，请谨慎操作，尽量避免将 X、Y、Z 移至两侧极限位置。
- 5、 打开文件时，提示错误，或打不开 Gerber 文件，请检查设计线路图是否有禁止布线层 (Keepout Layer)，本机以禁止布线层为线路板外框。或检查输出 Gerber 文件时的参数设置是否合适，详见本用户手册第 3.1 章。仍有问题请联系本公司技术支持部门。
- 6、 覆铜区域的填充模式 (Fill Mode) 应设置为网格型 Hatched (Tracks/Arcs)，不能设置为实心型 Solid (Copper Regions)。若设置成 Solid 填充模式，本软件打开的 PCB 图有可能发生变形。
- 7、 为提高雕刻方法加工的速度，建议用户在覆铜前，将规则 (Rule) 中的最小间距 (Minimum Clearance) 参数增大至 10mil 以上，以减少使用 0.1mm 刀具加工的面积。
- 8、 按功能键机器无响应，请检查 RS-232 或 USB 通讯线缆是否正确连接。
- 9、 线路板制作完成后，请将工作台面清理干净，避免留下双面胶等余留物，以保持下次使用时板的平整。
- 10、 本设备 Z 轴最大行程为 35mm，如果提示“深度太深，超出范围，请减小深度再试”，是因为 Z 轴超出了最大运动行程，请用随机所附内六角扳手松开主轴电机固定架，稍许向下挪移主轴电机。

**详细的技术支持，请致电公司技术支持部。0510-80231996**