



工程训练（电子工艺实习）

表面贴装技术工艺实验指导书



编者：高菲、姜倩倩

2023-8-21

哈尔滨工业大学（深圳）

目录

工程训练（电子工艺实习）-表面贴装技术工艺实验指导书	2
一、 实验目的	2
二、 实验设备、辅助工具及耗材	2
2.1 实验设备	2
2.2 实验辅助工具	4
2.3 实验耗材	4
三、 实验原理	6
3.1 表面贴装技术	6
3.2 印锡	6
3.3 贴片	7
3.4 回流	7
四、 实验内容	8
五、 实验步骤及注意事项	8
5.1 设备开机	8
5.1.1 送板机（永信利 BL-460G-STW）开机步骤	8
5.1.2 锡膏印刷机（DEK Neohorizon 03iX）全自动开机步骤	10
5.1.3 接驳台（永信利）开机步骤	12
5.1.4 3D SPI 锡膏在线检测仪（PEMTRON TROI-7700EL）开机步骤	12
5.1.5 贴片机（MYCRONIC MY300SX-11）开机步骤	14
5.1.6 永信利 UL-460G-STW 全自动收板机开机步骤	15
5.1.7 AOI 检测仪（PEMTRON Eagle 3D 8800HSL）开机步骤	17
5.1.8 热风回流炉（ERSA HOTFLOW 3/14 e）开机	18
5.2 程序及物料准备	18
5.2.1 送板机程序及物料准备	18
5.2.2 印刷机物料及程序准备	19
5.2.3 接驳台程序准备	23
5.2.4 SPI 程序准备	24
5.2.5 贴片机程序准备	24
5.2.6 回流炉程序准备	24
5.2.7 收板机程序准备	25
5.3 SMT 加工（所有设备）	25
5.4 实验后的整理工作	27
5.4.1 锡膏印刷机	27
5.5 所有设备关机	29
六、 实验总结	30

工程训练（电子工艺实习）-表面贴装技术工艺实验指导书

一、 实验目的



- 1、掌握表面贴装技术相关的基本知识及表面贴装技术设备工作原理；
- 2、了解表面贴装技术工艺流程及关键工艺参数；
- 3、掌握部分表面贴装设备的操作方法及注意事项；
- 4、锻炼实操能力。

二、 实验设备、辅助工具及耗材


2.1 实验设备

设备型号及名称	设备图片
永信利 BL-460G-STW 全自动送板机	
DEK Neohorizon 03iX 全自动锡膏印刷机	

<p>永信利 钣金接驳台（以太网）</p>	
<p>PEMTRON TROI-7700EL 3D SPI 锡膏在线检测仪</p>	
<p>MYCRONIC MY300SX-11 贴片机</p>	
<p>ERSA HOTFLOW 3/14 e 热风回流炉</p>	




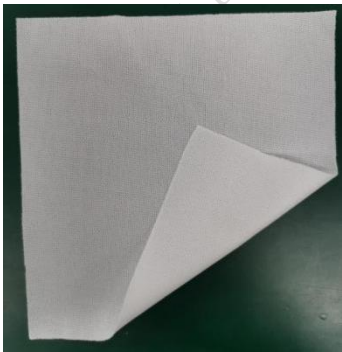

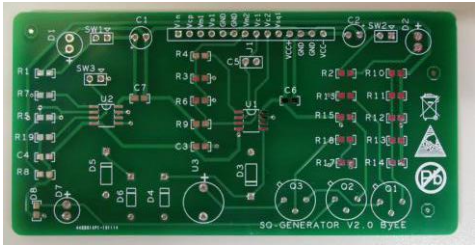
永信利 UL-460G-STW 全自动收板机	
PEMTRON Eagle 3D 8800HSL AOI 检测仪	


2.2 实验辅助工具

辅助工具名称	功能	图片
锡膏搅拌刀	搅拌锡膏、放置及回收锡膏	
气枪	清洁钢网	

2.3 实验耗材

辅助工具名称	功能	图片
--------	----	----

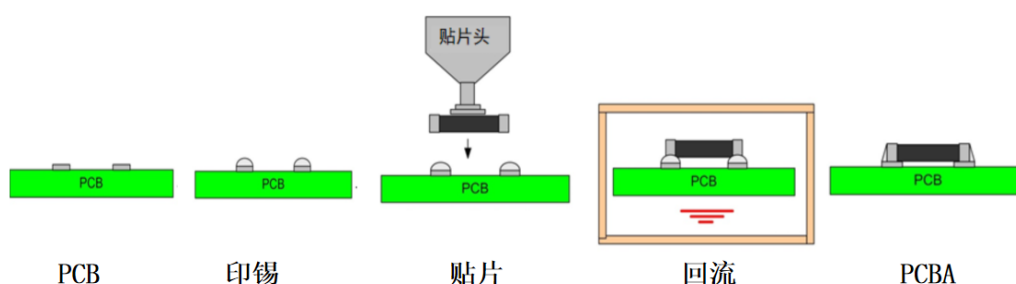
焊锡膏	焊接元器件与电路板	 
橡胶手套	操作锡膏时保护双手	
无纺布	擦拭钢网	
酒精	清洁钢网、刮刀、锡膏屏蔽等	
报警器电路板	被焊接对象	

元器件	被焊接对象	
-----	-------	--

三、 实验原理

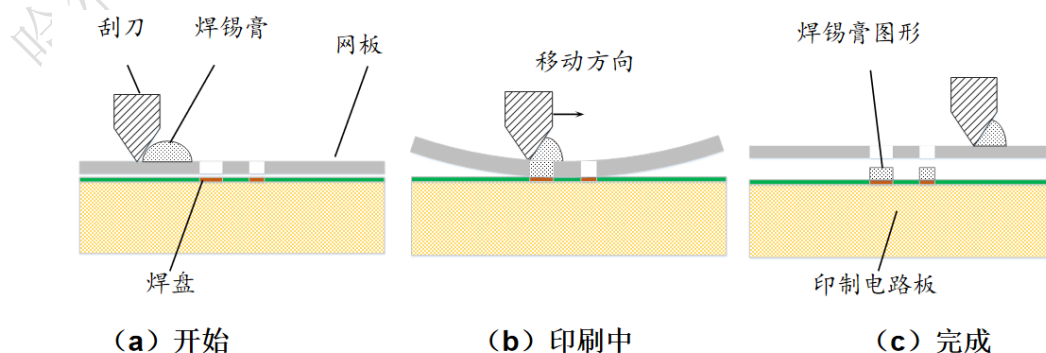
3.1 表面贴装技术

表面贴装技术简称 SMT(Surface Mounting Technology 的英文缩写), 也叫做表面组装技术或表面安装技术。它是一种直接将表面贴装元器件贴装、焊接到印制电路板表面规定位置的电路装联技术, 是目前电子组装行业里最流行的一种技术和工艺。表面贴装技术工艺流程如下图所示。



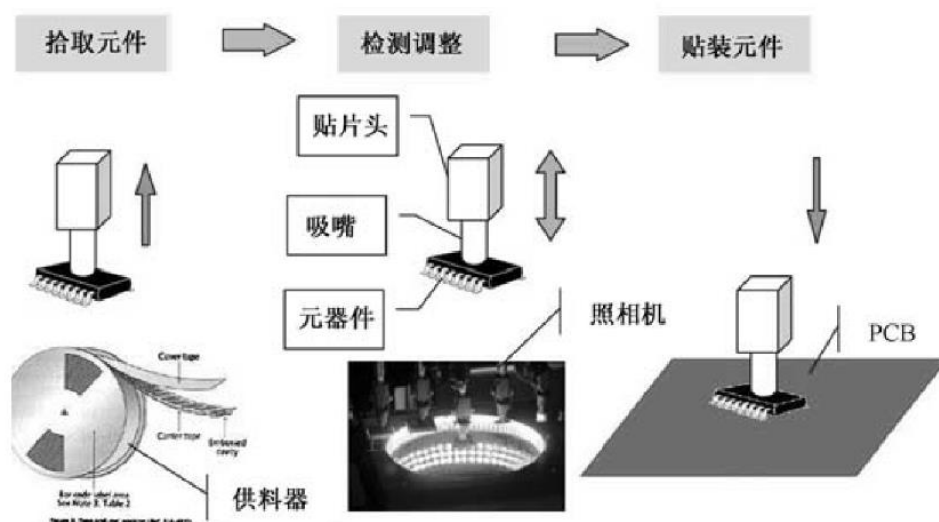
3.2 印锡

印锡是指将焊锡膏通过网板正确地漏印到印制电路板相应的位置上的过程。其工作原理示意图如下。



3.3 贴片

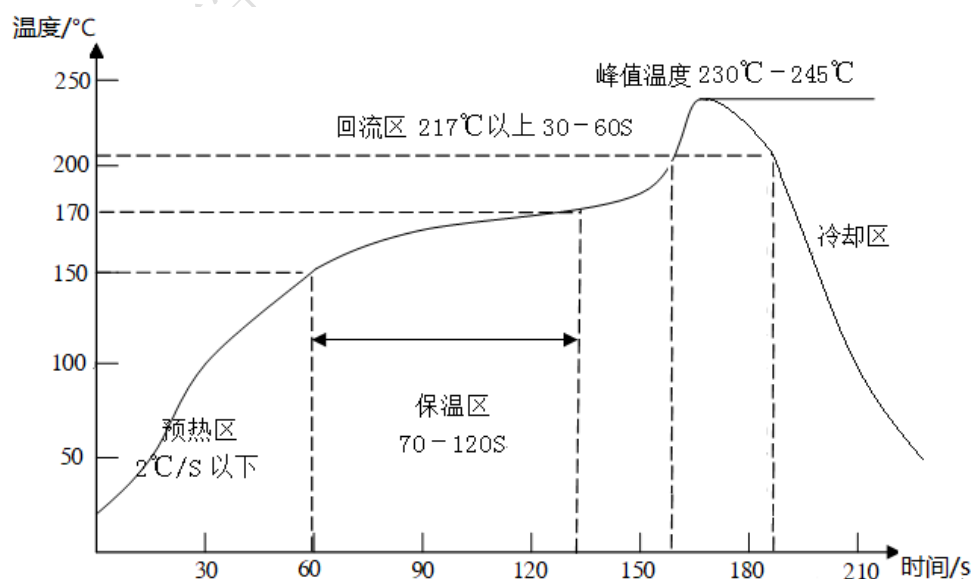
贴片是指用一定的方式将表面贴装元器件从包装中拾取出来并准确地贴装到印锡后的电路板指定位置上的过程。其工作原理示意图如下。



3.4 回流

先在电路板的焊盘上涂覆适量和适当形式的焊锡膏，再把 SMT 元器件贴放到相应的位置；焊锡膏具有一定黏性，使元器件固定；然后让贴装好元器件的电路板进入回流焊设备。传送系统带动电路板通过设备里各个设定的温度区域，焊锡膏经过预热、保温、回流、冷却将元器件焊接到印制电路板上。这个焊接过程称为回流。

无铅锡膏回流焊温度曲线图如下：



四、 实验内容

选定合适的印锡参数，调取送板机、过板机、SPI、贴片机、回流炉、AOI 系统内特定程序，采用表面贴装技术焊接方波发生器电路板。

五、 实验步骤及注意事项

5.1 设备开机

注意：所有设备开机无先后顺序，为节约时间，可并行操作。

5.1.1 送板机（永信利 BL-460G-STW）开机步骤

1. 打开机身后方的压缩空气供气阀进气端（气流方向标签所指示的 IN 侧气阀，请看清楚旋转方向后再操作，避免用力过猛），检查送板机后面的压缩空气气压表的数值，确保气压值在 0.4~0.6Mpa 之间。否则及时告知老师调节气压。



2. 确认气压正确后再打开压缩空气供气阀的出气端（OUT 侧）。





气流方向标签
放大图

3. 检查送板机侧面自带的压力表的数值，确保气压值在 0.4~0.6Mpa 之间。否则及时告知老师调节气压。



4. 目检确认紧急停止开关状态为弹起状态。



弹起状态



按下状态

5. 打开送板机电源（此时送板机开机步骤完成，需要继续按照本指导书 5.2.1 节进行程序及物料准备）。



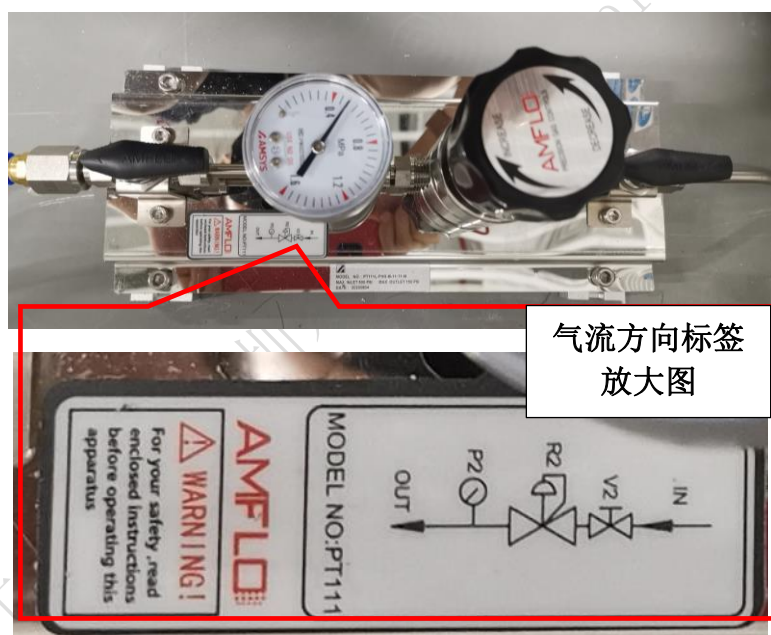
5.1.2 锡膏印刷机（DEK Neohorizon 03iX）全自动开机步骤

注意：禁止身体中有金属部件（如心脏起搏器等）的人员操作锡膏印刷机或靠近锡膏印刷机的支撑平台。

1. 打开机身后方的压缩空气供气阀进气端（气流方向标签所指示的 IN 侧气阀，请看清楚旋转方向后再操作，避免用力过猛），检查印刷机后面的压缩空气气压表的数值，确保气压值在 0.4~0.6Mpa 之间。否则及时告知老师调节气压。



2. 确认气压正确后再打开压缩空气供气阀的出气端（OUT 侧）。



3. 检查印刷机前面自带的压力表的数值，确保气压值在 0.4~0.6Mpa 之间。否则及时告知老师调节气压。



4. 目检确认紧急停止开关状态为弹起状态。检查设备内是否异物。
5. 打开印刷机电源。

关



6. 根据显示器提示按下系统键初始化机器。
7. **（小心，这里有雷）**当系统提示钢网清洁器不在初始位置时，**千万不要关闭电源！！！！**此时要打开机器盖，向操作侧轻轻拉一下钢网清洁器，听到咔哒一声电磁铁与清洁器吸合的声音后，盖上机器盖，按一下系统键，系统继续运行开机程序，对控制部分进行初始化，机器初始化时如无提示则不要干预，耐心等待初始化完成后才可进行机器印刷。



向操作侧轻轻拉一下钢网清洁器

5.1.3 接驳台（永信利）开机步骤

1. 目检确认紧急停止开关状态为弹起状态。



弹起状态



按下状态

2. 打开接驳台电源。



3. 整条 SMT 线上总计 4 台钣金接驳台，重复上述步骤，全部开机。

5.1.4 3D SPI 锡膏在线检测仪（PEMTRON TROI-7700EL）开机步骤

1. 打开机身后方的压缩空气供气阀进气端（气流方向标签所指示的 IN 侧气阀，请看清楚旋转方向后再操作，避免用力过猛），检查 SPI 机身后面的压缩空气气压表的数值，确保气压值在 0.35~0.45Mpa 左右。否则及时告知老师调节气压。



2. 确认气压正确后再打开压缩空气供气阀的出气端（OUT 侧）。



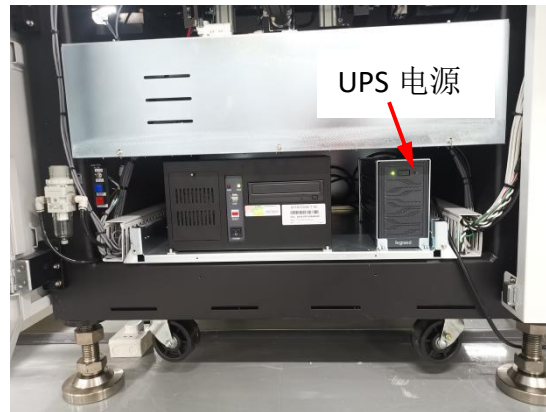
气流方向标签

3. 目检确保紧急停止开关状态为弹起状态。
4. 打开 SPI 机器前面的电源开关，并确认气压在 0.35~0.45Mpa 左右。



5. 打开 SPI 机器前面的门，按下 UPS 电源的开关，工作站及显示器自动开启。



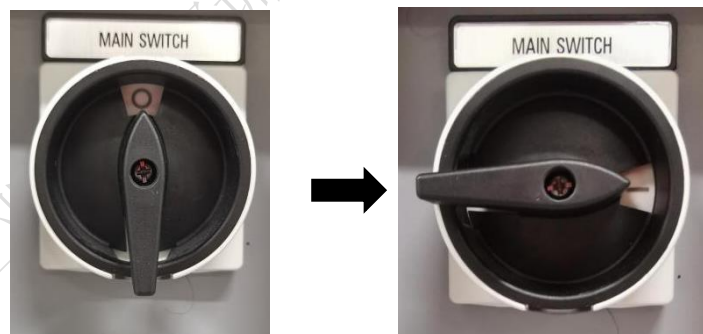


6. 输入密码进入系统。

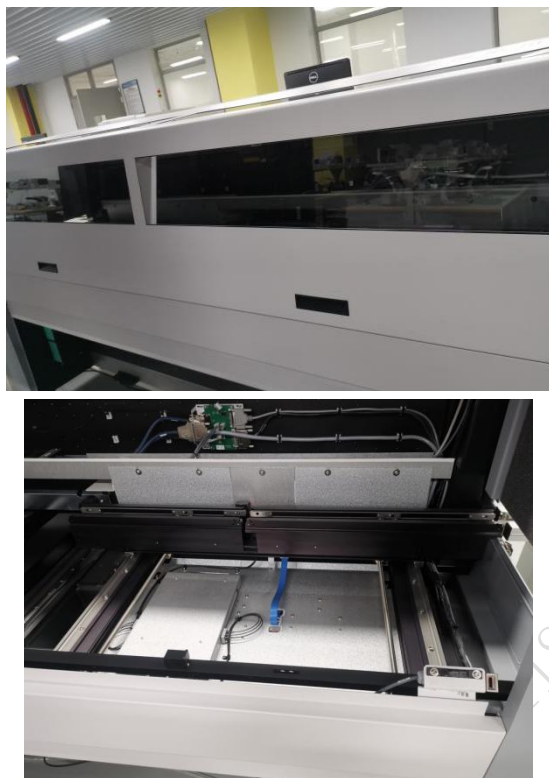
5.1.5 贴片机（MYCRONIC MY300SX-11）开机步骤

注意：禁止身体中有金属部件（如心脏起搏器等）的人员操作贴片机或靠近贴片机的强磁区域。活动的金属工具或部件，需远离机器的强磁区域。

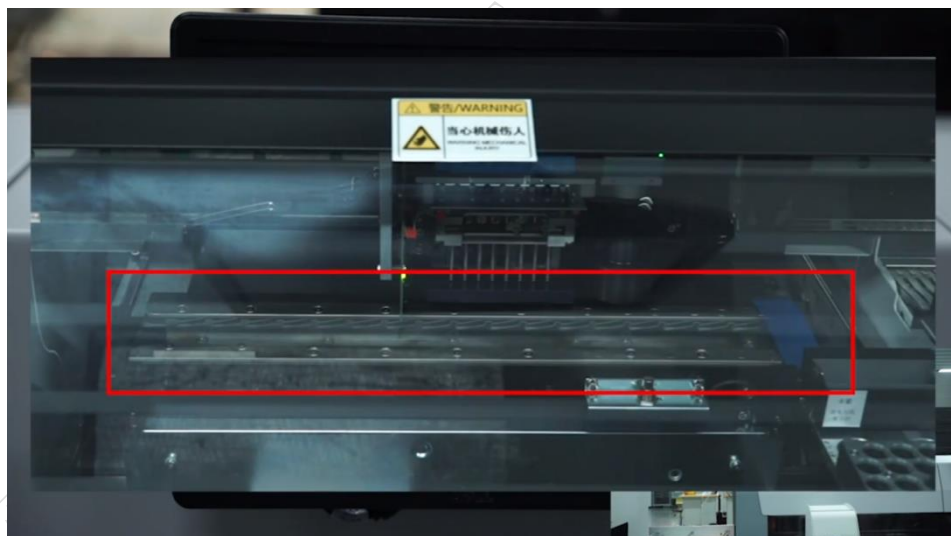
1. 目检确保紧急停止开关状态为弹起状态。
2. **确认机器内没有电路板或其它杂物**，防护盖已经合好，确认贴片机与工作站通过网线连接。打开贴片机前面的电源开关。贴片机启动过程中，不要随意打开或关闭机器罩，不做与开机无关的软件操作。



3. 根据提示选择“可以启动硬件”。
4. 根据提示，打开机器后盖**再次确认**机器内没有电路板等异物后点击“确认”。



5. 约 2min 后，贴片头初始化完毕，系统再次提示“请确保目前没有基板在 Y 工作台上”，确认无基板或异物在 Y 工作台上后，点击“确定”。



Y 工作台示意图

6. 打开贴片机的工作站主机，打开 MYCenter 软件（这一步骤老师在课前已经做完）。

7. 开机完毕。

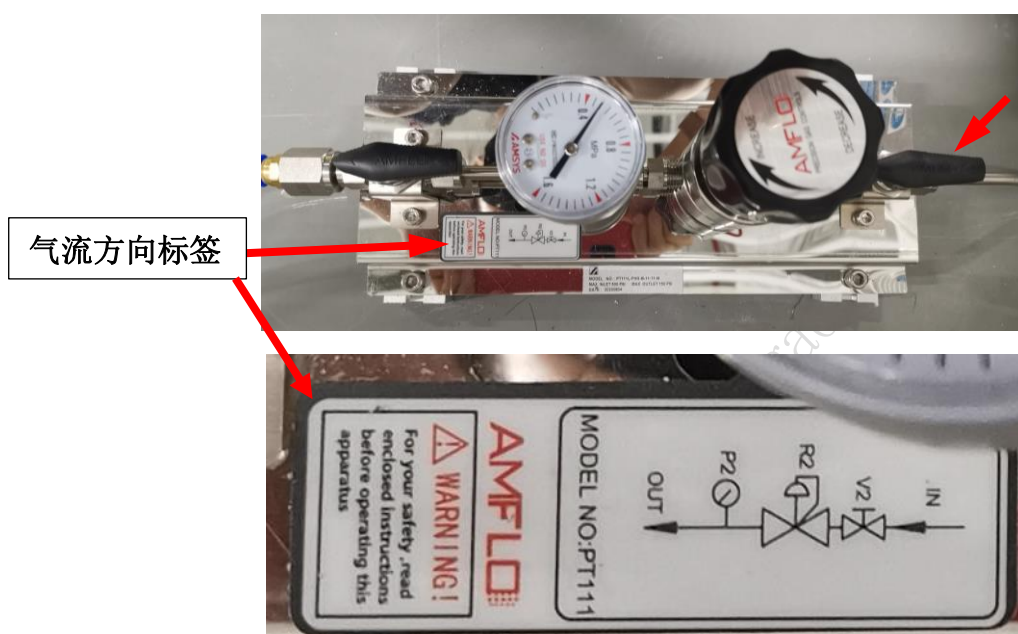
5.1.6 永信利 UL-460G-STW 全自动收板机开机步骤

1. 打开压缩空气供气阀进气端（气流方向标签所指示的 IN 侧气阀，请看清楚

旋转方向后再操作，避免用力过猛），检查收板机后面的压缩空气气压表的数值，确保气压值在 $0.4\sim 0.6\text{Mpa}$ 之间。否则及时告知老师调节气压。



2. 确认气压正确后再打开压缩空气供气阀的出气端（OUT 侧）。



3. 检查收板机侧面自带的压力表的数值，确保气压值在 $0.4\sim 0.6\text{Mpa}$ 之间。否则及时告知老师调节气压。



4. 目检确认紧急停止开关状态为弹起状态。



弹起状态



按下状态

5. 打开送板机电源。

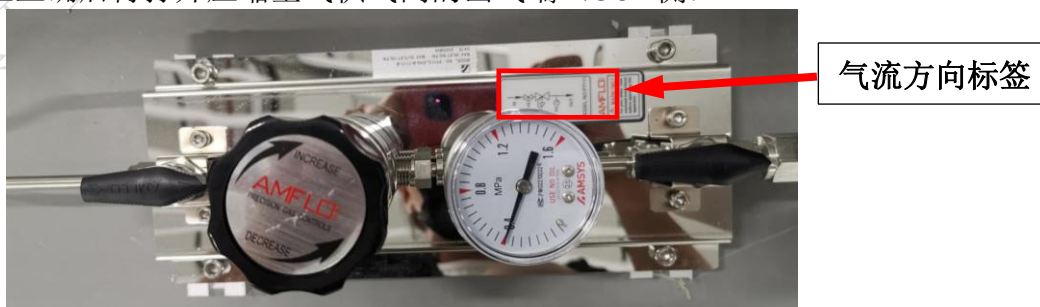


5.1.7 AOI 检测仪（PEMTRON Eagle 3D 8800HSL）开机步骤

1. 打开压缩空气供气阀进气端（气流方向标签所指示的 IN 侧气阀，请看清楚旋转方向后再操作，避免用力过猛），检查 AOI 机身后面的压缩空气气压表的数值，确保气压值在 0.25~0.4Mpa 左右。否则及时告知老师调节气压。



2. 确认气压正确后再打开压缩空气供气阀的出气端（OUT 侧）。



3. 目检确保紧急停止开关状态为弹起状态。
4. 打开 AOI 机器前面的电源开关，并确认气压在 0.25~0.4Mpa 左右。



电源开关



气压表

5. 打开 AOI 机器前面的门，按下 UPS 电源的开关，工作站及显示器自动开启。



7、输入密码进入系统

5.1.8 热风回流炉（ERSA HOTFLOW 3/14 e）开机

依次打开新风系统、主电源、UPS 电源、电脑主机、登录软件。

注：因回流炉开机时间较久，根据课程安排，回流炉的开机动作由老师课前完成。

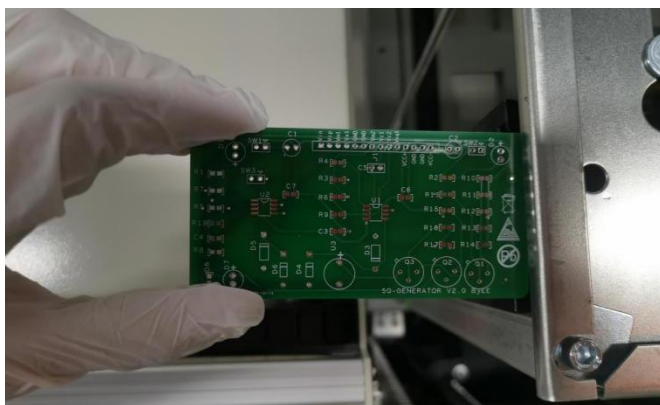
5.2 程序及物料准备

5.2.1 送板机程序及物料准备

1. 确认送板机运行界面显示的程序为机种 A 的程序。



2. 点击“手动”→“手动操作界面”，按住“↑”方向键将料框上升到一半的高度。在上数第 1、3、5 格内正向（如下图所示）放置 3 块电路板。电路板要完全推入料框，避免干涉。



正向放置



3. 确认机器黑色料框下方无障碍物后，点击“↓”方向键将料框下降到最底部。
4. 回到“运行界面”，点击“复位”，点击“自动”按钮使其变为条纹状态。即可在下位机（即印刷机）要板时自动送板。此时送板机准备就绪。

5.2.2 印刷机物料及程序准备

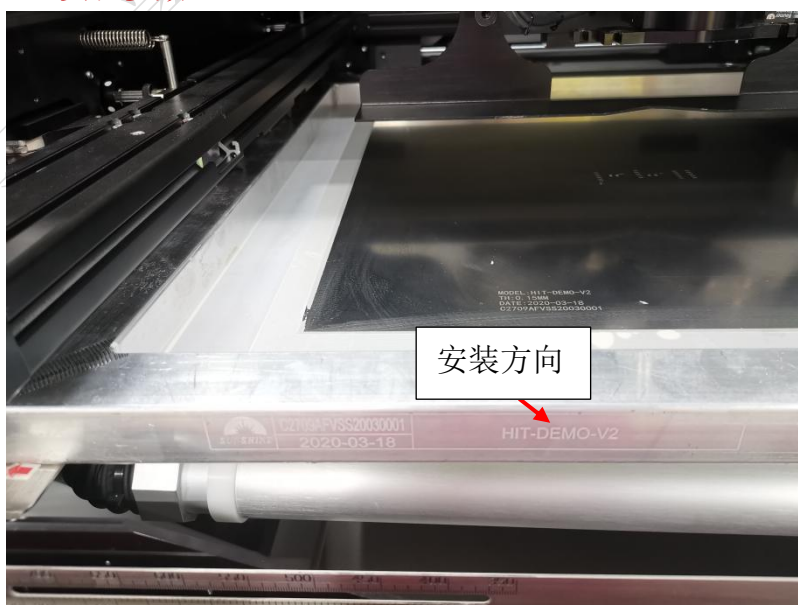
1. 搅拌锡膏。使用锡膏搅拌刀，在锡膏瓶中匀速同方向搅拌锡膏 4min，直到拿起搅拌刀并倾斜 45° 时，搅拌刀上带着的锡膏可自然流回锡膏瓶内（一个同学搅拌锡膏时，其余同学可继续往下操作）。

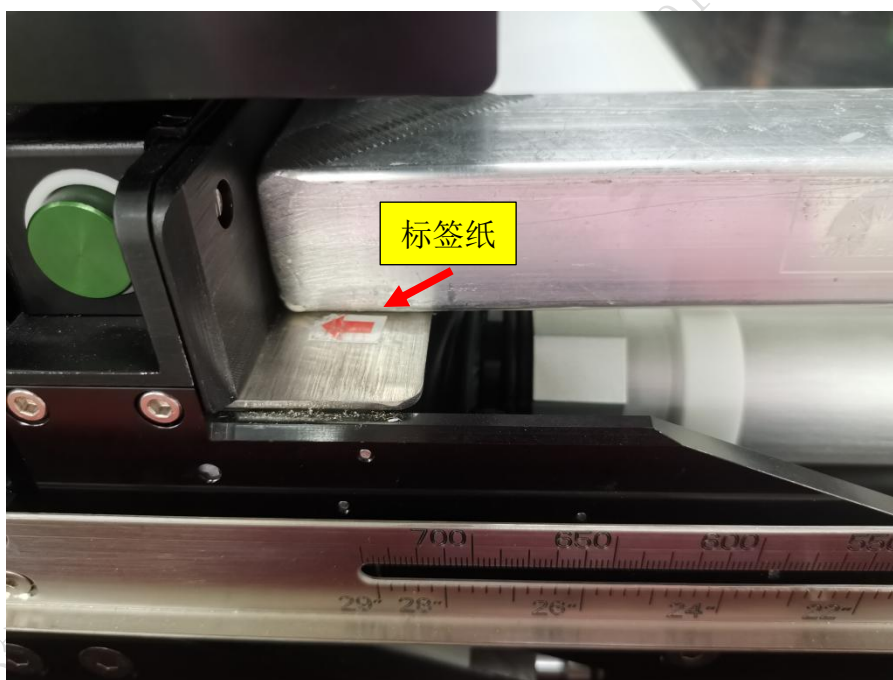
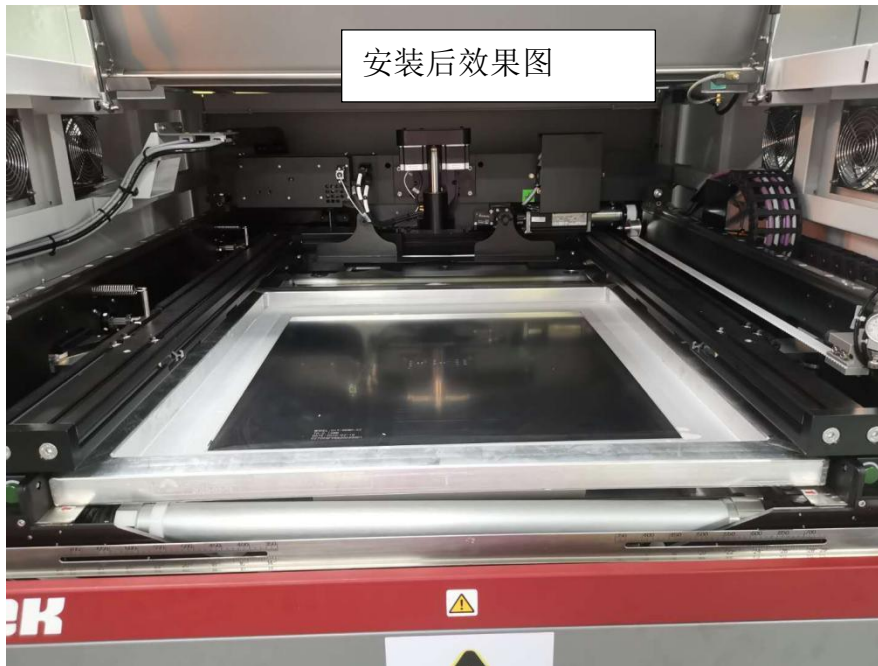


2. 确认印刷机状态显示当前产品为 HIT-DEMO-V2。

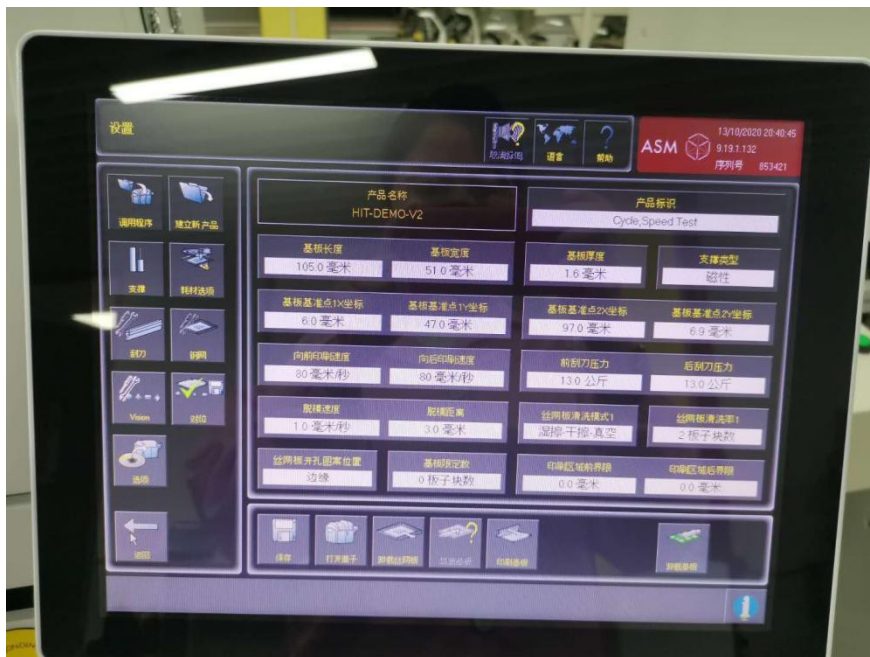


5. 点击“安装丝网”，按系统提示安装钢网（拿钢网时手要稳，避免动作幅度过大伤害周围人或设备），钢网边缘与标签纸边缘对齐。（此时要记下所用钢网的厚度这一实验参数）

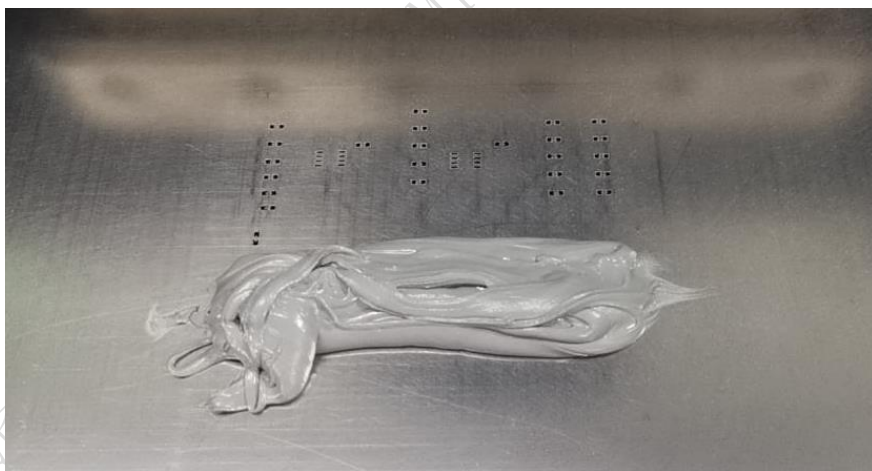




6. 依次点击“产品设定”→“Vision”→“对位”→“装载基板”，选择“自动进板”，按提示装载基板。
7. 点击“检查对位”，当提示对位成功后，打开机器盖，目检钢网与基板对位无误后点击“继续”。
8. 点击两次“返回”至设置界面。



9. 点击“刮刀”→“手动加焊膏”，将刮刀手动推到不妨碍添锡的位置，按提示使用搅拌刀在操作员侧距离钢网开口 1cm 处（**注意不要离钢网开口太远，否则刮刀刮不到**）添加直径 1.5~2cm 的锡膏条（**多加一些，因为刮刀上会粘走很多锡，用不了可以回收继续用**），锡膏条长度比基板长度长约 1cm。然后关闭机器盖，点击“取消”。



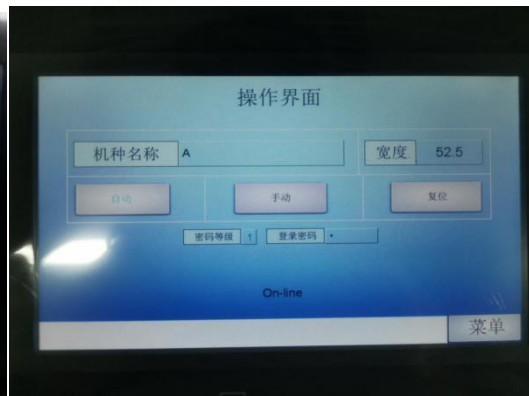
10. 按“返回”，**此时需请实验指导老师在场才能继续进行实验**。点击“自动进板”将对位用的电路板从印刷机中取出。继续点击“返回”直至退回到准备界面。打开“工艺参数”窗口记录印刷工艺参数，并在“状态”页面输入“批量界限”设定为 2（即本次实验加工 2 片基板）。



11. 此时印刷机准备就绪，待所有设备准备就绪时，点击“印刷”即可开始印锡。

5.2.3 接驳台程序准备

1. 确认各接驳台运行界面显示的程序为机种 A 的程序。



2. 此时接驳台准备就绪，处于待命状态。






5.2.4 SPI 程序准备

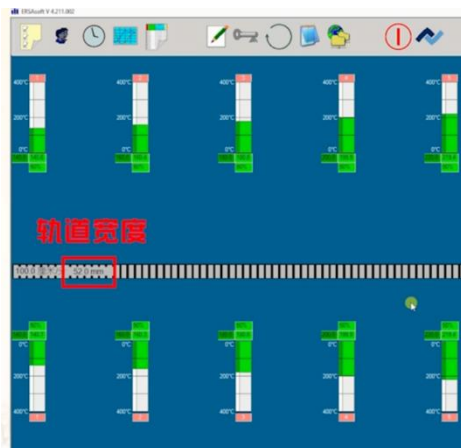
1. 输入系统密码和软件密码进入程序后，调出 HIT-1111 程序，点击“检测开始”，机器进入待命状态。

5.2.5 贴片机程序准备


1. 在“生产”菜单下点击“装载程序”；选择“HIT-DEMO-V2”程序，系统显示目前程序为 HIT-DEMO-V2。
2. 在“料仓”→“料仓”命令下，对带*号标记的每个供料器进行“搜寻拾取位置”的操作（*号标记是指本次加工要用到的供料器）。
3. 在“生产”菜单下点击“贴装”，在弹出的窗口中将批量改为 2。
4. 系统询问“程序包含未经批准的元器件”，是否继续？选择“继续”。
5. 此时贴片机处于待机状态，点击“开始组装”后，上位机有板下来时，即可开始贴片。


5.2.6 回流炉程序准备

1. 消除报警信息：点击软件下方的  图标，在弹出的对话框中选中报警信息（报警信息变蓝色背景即为选中），点击软件下方的  图标消除报警，然后点击  返回上一步骤。
- 2、调出程序：点击  焊接程序图标，依次选中 HGD→HIT-DEMO-V2，点击激活，激活实验板的焊接程序，然后点击  返回上一步骤。
- 3、在下图所示位置确认回流炉轨道宽度设置值。



4、然后用 PCB 板测试回流炉轨道起始端和末尾端的实际宽度是否合适。方法是：手拿着基板不松开，试着通过轨道，能够顺利通过且不会掉进回流炉即可。

5.消除容差报警：炉温已达到设定的温度范围时，先点击消除容差错误的报警信息。

6、确认自动收板机处于自动工作状态时，点击软件左下角的放行图标使其变绿色，此时回流炉程序已准备就绪，贴片后的电路板可自动进入回流炉完成焊接。

5.2.7 收板机程序准备

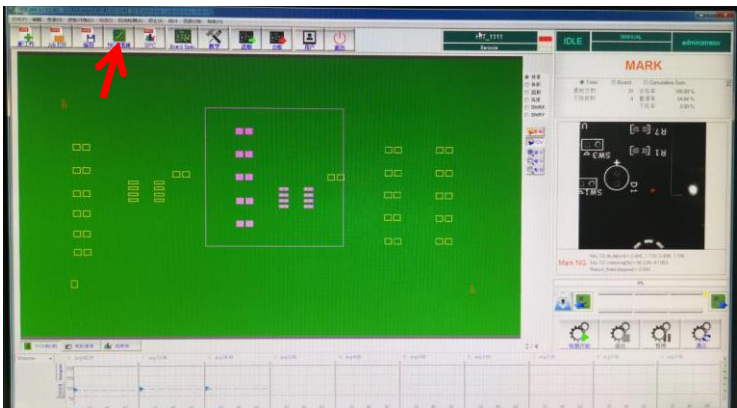
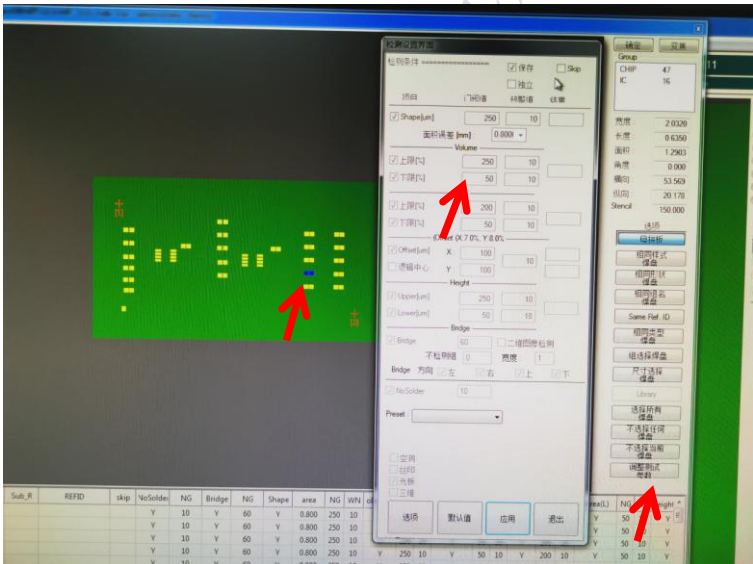
1. 确认收板机运行界面显示的程序为机种 A 的程序，并且自动按钮被按下。此时收板机为待命状态。



5.3 SMT 加工（所有设备）

此步骤每个工位至少需要有 1-2 名同学，记录实验数据和过程中遇到的问题及解决方法。

序号	工位	操作说明
0	机动员	协助各工位同学完成实验，发现可能伤人或损坏设备的异常情况时及时按下紧急停止按钮。
1	送板机	<p>确保机器为自动加工状态。记录过程中遇到的问题及解决方法。</p> <p>注意：不要将任何身体部位物品放到机器的活动范围内或周围，当心机械伤人。</p>
2	印刷机	点击“印刷”；并在印刷时按亮机器左上方的灯，观察刮锡是否干净。记录过程中遇到的问题及解决方法。
3	SPI	当机器报警时，对报警进行人工确认，做出正确处理。记录 SPI 检测工艺参数、不良品信息、记录过程中

		<p>遇到的问题及解决方法。</p> <p>其中，检测工艺参数的查看方法如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 点击软件工具栏上的“Board Spec”图标。  <ol style="list-style-type: none"> 2. 在弹窗中依次点击要查看的焊点、点击“调整测试参数”，查看测试参数。 
4	贴片机	<p>当机器报警时，对报警进行人工确认，做出正确处理。记录过程中遇到的问题及解决方法。</p> <p>注意：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 正常运行时，应盖好防护罩操作机器，严禁将手、头 和其它物品放入机器中。 ● 机器上的安全检测等都不可以跳过、短接，否则易出现人身或机器安全事故。 ● 贴片机上的传送带边缘锋利，有割伤风险，相关操作需谨慎。 ● 出现异常情况时，立即按下红色急停按钮。
5	回流炉	<p>当机器报警时，对异常进行处理处理。</p> <p>记录过程中遇到的问题及解决方法。</p> <p>记录各温区炉温设定值及链条传输速度。</p>

		<p>留意热风马达声音、传送带运输是否正常，无挤压、受卡现象，保证链条与各链轮咬合良好，无脱轨现象；如遇到卡板、异物掉入炉膛或其他紧急或异常情况时立即按下“紧急停止”按钮。</p> <p>注意：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 运行时，除电路板和外，严禁将其它物品放入炉腔内。 ● 操作时，注意高温，避免烫伤。
6	下板机	<p>当机器报警时，对报警进行人工确认，做出正确处理。记录过程中遇到的问题及解决方法。</p> <p>注意：不要将任何身体部位物品放到机器的活动范围内或周围，当心机械伤人。</p>
7	AOI 前端	<p>将焊接后的电路板逐个放到 AOI 机器内检验，并记录报警信息（电路板编号、位号、不良类型、不良图片、是否误报，处理办法等）</p>
8	AOI 后端	<p>将 AOI 检查完毕的电路板及时从后方接驳台上取下，保证 AOI 下位机状态为空时，AOI 方可继续进行检查工作。</p> <p>检查出的焊接不良位置进行标记。</p>

5.4 实验后的整理工作

5.4.1 锡膏印刷机

收锡膏

1. 打开印刷机盖子，取下刮刀，并将刮刀上的锡膏用搅拌刀小心收到锡膏瓶内，将刮刀小心放置到印刷台上，注意保证刮刀不会滑落损伤刀刃，保持印刷台清洁。
2. 再把刮刀头向后推，用搅拌刀小心收起钢网上的锡膏（当心戳破钢网）。
3. 盖上机器盖，按下系统键。

清洁

1. 点击印刷机触摸屏上的“卸载丝网板”，根据提示打开机器盖取下钢网。
2. 使用酒精、无纺布、气枪清洁钢网、刮刀、搅拌刀和印刷台。钢网放回钢网柜，印刷工具放回印刷台的上边抽屉。。
3. 清理实验台及设备周边的垃圾等。

装回刮刀并校准高度

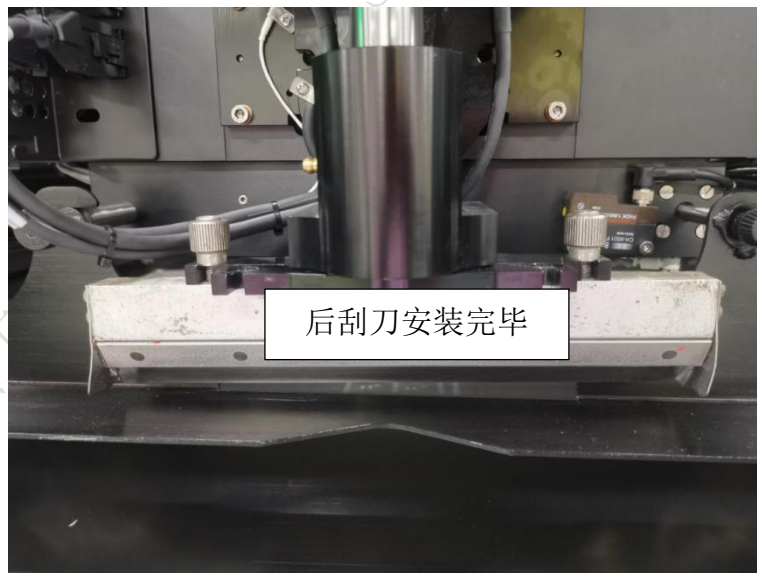
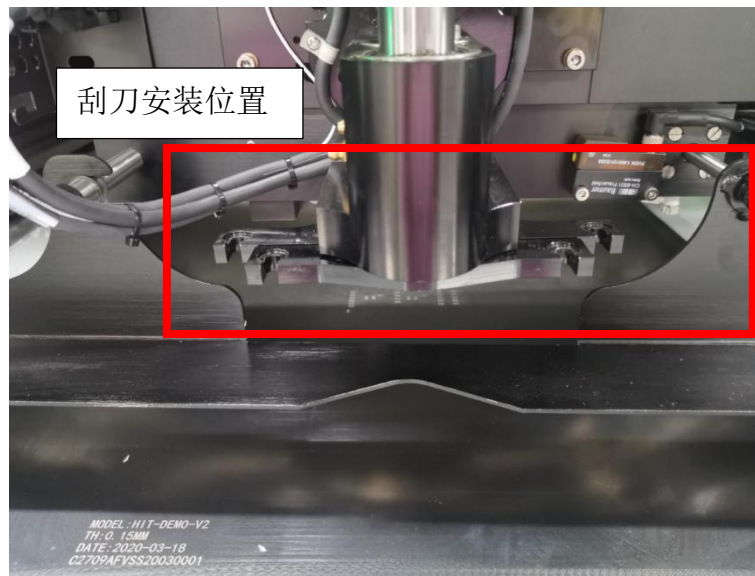
1. 安装刮刀。

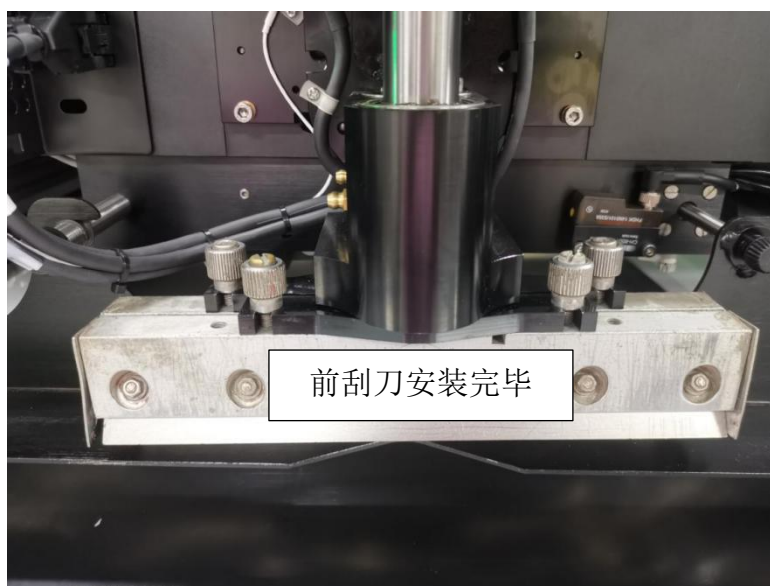
盖上机器盖，点击系统键。

点击“产品设定”→“刮刀”→“更换刮刀”，此时刮刀头移动至前方。

打开机器盖，先安装后刮刀，再安装前刮刀，注意刮刀角度。

安装好后找老师检查确认。







2. 校准刮刀高度。

关闭机器盖，按下系统键。

点击“继续”→“校准高度”→“继续”。

5.5 所有设备关机（12 节和 56 节上课的同学跳过此步骤； 34 节上课和 78 节上课的同学需要做）

序号	工位	操作说明
0	机动员	将所有接驳台关机。
1	送板机	依次关闭系统电源、压缩空气气阀。
2	印刷机	<ul style="list-style-type: none"> ● 校准高度结束后，点击两次“返回”， ● 点击关机图标  关闭软件， ● 待监控器黑屏后关闭电源开关， ● 关闭机身后方的压缩空气气阀。
3	SPI	<p>➤ 点击下图所示的“退出”图标，退出检测；</p>  <p>➤ 依次关闭软件、电脑、主电源和 UPS 电源、压缩空</p>

		气气阀。
4	贴片机	<ul style="list-style-type: none"> ● 点击菜单栏的“退出”下拉菜单中的“关机”命令将系统关闭， ● 选择“确定”退离 HYDRA 吸嘴， ● 待彻底黑屏且风扇停止转动时，关闭电源。
5	回流炉	<p>➤ 实验结束时，确认回流炉内没有电路板等物品后，依次点击图标将“放行、加热、对流、轨道”关闭。</p> <div data-bbox="564 537 1182 757" data-label="Image"> </div> <p>放行 轨道 加热 对流</p> <p>➤ 点击软件上方的  按钮，使其变为绿色注销登录。</p> <p>➤ 依次关闭软件、电脑、UPS 电源和、主电源、新风系统（在门边灯的开关旁）。</p>
6	下板机	依次关闭系统电源、压缩空气气阀。
7	AOI	<ul style="list-style-type: none"> ● 点击  图标结束当前检测任务； ● 依次关闭软件、电脑、主电源和 UPS 电源、压缩空气气阀。

六、实验总结与分享

- 1、按 8S 分工请将实验物品状态还原。
- 2、课程最后 5 分钟，参照实验报告要求，所有组员对本次实验进行总结并分享。