A scenic landscape featuring a calm lake in the foreground, surrounded by lush green trees and reeds. The sky is a clear, bright blue. The overall atmosphere is peaceful and natural.

压板工艺技术

特别声明

本教材中提及的工艺控制方法及参数等仅供培训或参考之用，实际生产控制工艺请依具体情况而定！

培训目标及内容

◆ 培训目标

- 加深工程技术人员对压板工艺的理解

◆ 培训内容


- 压板材料介绍
- 排板、层间定位
- 压板原理及参数控制
- 压板设备介绍

压板材料介绍

压板材料

 基材

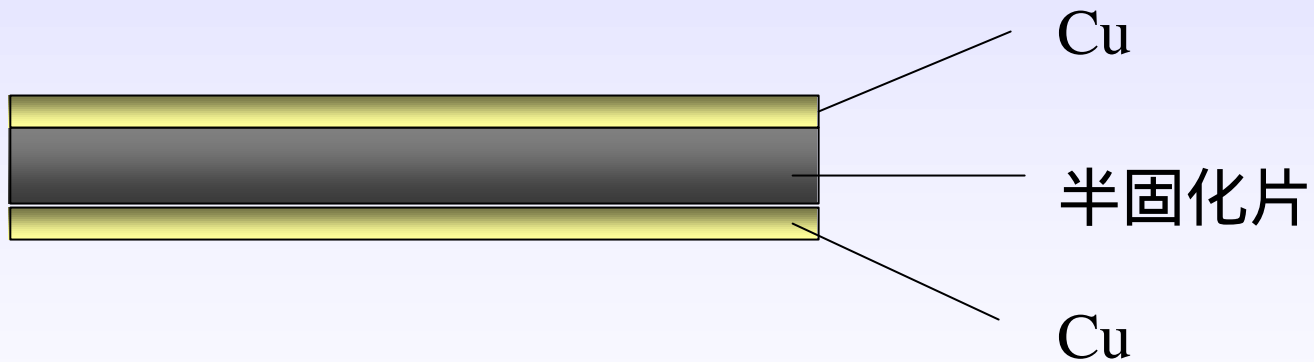
 铜箔

 半固化片(纤维)

基 材

基材

基材又称覆铜板(Copper Clad Laminates),它是通过半固化片在高温高压下将铜箔粘结在一起制成的不同规格厚度的印刷电路板的原材料



基材在PCB中的功能

- ◆ PCB用基材，在整个电路板上，主要功能为：
 - 导电
 - 绝缘
 - 支撑
- ◆ PCB的性能、质量、制造中的加工性、制造成本及制造水平等，在很大程度上取决于基板材料

基材的分类

- ◆ 按板的增强材料不同可分为：纸基、玻璃布基、复合基和特殊材料基(如陶瓷基等)四大类
- ◆ 按板所采用的树脂粘合剂不同可分为：
 - 纸基覆铜板常用的树脂有：酚醛树脂(FR2等)、环氧树脂(FR3等)、聚脂树脂等
 - 玻璃布基覆铜板常用的树脂有：环氧树脂(FR4、FR5等)
- ◆ 按阻燃性能分为阻燃型和非阻燃型二类
- ◆ 按性能分：一般性能CCL、低介电常数CCL、高耐热型CCL、低热膨胀系数CCL等

公司现时接收标准

██████████	██████████
██████████	12inchX 12inch ██████████
██████████	██████████ TSQ010-QA-OI-001
██████████	██████████ TSQ010-QA-OI-001
██████████	██████████ TSQ010-QA-OI-001
██████████	██████████ TSQ010-QA-OI-001

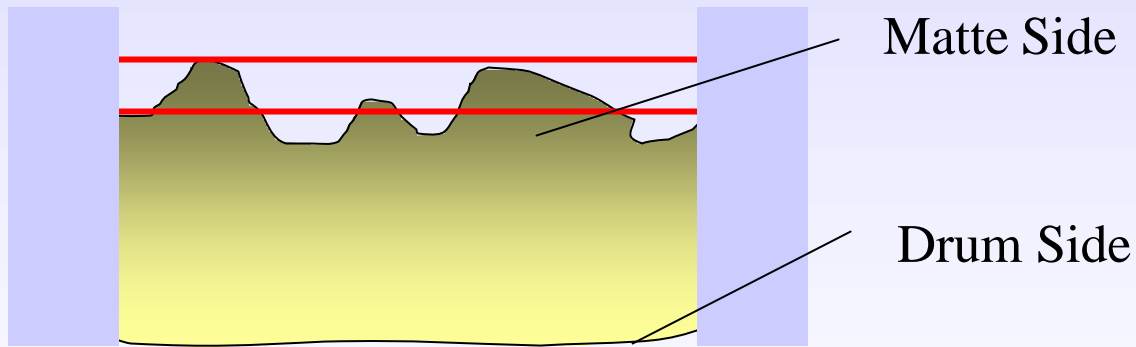
铜箔

铜箔

- ◆ 按生产方法不同可分为两类：
 - 电解铜箔
 - 压延铜箔

电解铜箔

- ◆ 通过专用的电解机由硫酸铜溶液电解而成。用这种方法制成的铜箔，一面光滑，称为光面(Drum Side)，另一面是粗糙的结晶面，称为毛面(Matte Side)。



光面是印制电路的电路表面，毛面是与PCB基材结合的面

电解铜箔

- ◆ 电解生产出的初产品(称为毛箔)，毛箔还不能直接用于生产，需要在毛面的牙尖上瘤化处理，称为Bonding treatment。
- ◆ 做瘤化处理的目的是：
 - 增大铜面的表面积,加强树脂渗入的附着力。
 - 增大铜与树脂微细胞之间的配位共价键结合力(又称为范得尔力)
 - 从而增加铜面附着力。

压延铜箔

- ◆ 纯铜经过多次机械辊轧制成的铜箔。因此，压延铜箔的两面都是光滑的，对基材的附着力较差，必须增加表面粗化处理，制作成本高。

铜箔的厚度

- ◆ 铜箔的厚度通常以单位面积内铜箔的重量来表示(oz/ft²)

代码	意义	质量	厚度 ()
H	0.5oz/ft ²	14.2+-1.4g	0.7+-10%
1	1oz/ft ²	28.3+-2.8g	1.4+-10%
2	2oz/ft ²	56.6+-5.6g	2.8+-10%

剥离强度(peel strength)

- ◆ 定义：铜箔与基材在高温高压压制后，铜箔与基材之间的粘合强度，称为剥离强度
- ◆ 要求(常温下)
 - 0.5oz>2.0kg/cm
 - 1oz>2.0kg/cm
 - 2oz>3.0kg/cm
- ◆ 本公司现时要求：>4.0LB/IN

表面糙度

- ◆ 铜箔的粗化面(M面)的粗化度，有两种表示方法：
 - 平均粗化度(Ra)
 - 最大粗化度(Rmax)
- ◆ 一般普通电解铜Ra 为1.4um左右，Rmax一般约为Ra的9倍
- ◆ 本公司暂无对此项目进行检测。

铜箔外观

◆ 要求

- 无异物、无变色、无铜粉；
- 无凹坑,凸起；
- 无皱纹,刮痕；

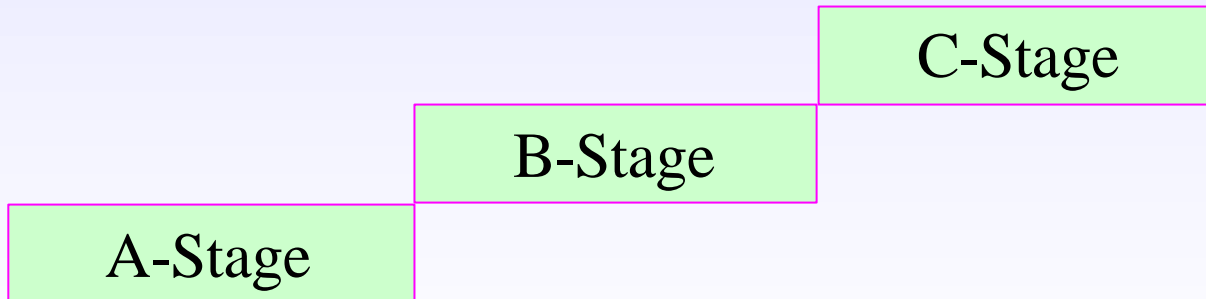
◆ 本公司现时要求：

尺寸12inch X 12inch工作区内针孔、凹点
评分小于30分

纤维

半固化片

- ◆ 半固化片（Prepreg是Pre-pregnant的英文缩写，即通常所讲的纤维）是树脂与载体合成的一种片状粘结材料；是玻璃布经机器(Treater)含浸在配置好的varnish中，经烘干后部分聚合反应形成的B-stage胶片。
- ◆ 树脂是一种热固型材料，为高分子聚合物，目前常用的为环氧树脂。它具有三个生命周期满足压板的要求：



半固化片

- ◆ A-Stage：是溴化丙二酚+环氧氯丙烷 ——▶ 液体环氧树脂称为A- Stage的树脂，又称为凡立水(Varnish)
- ◆ B-Stage：是用玻璃纤维浸润于A阶的树脂中，经过热风，或者红外线烘干，部分聚合反应，成为固体胶片，称为B-stage
- ◆ C-Stage：在压板过程中，B-阶树脂经过高温熔化成为液体，然后发生高分子聚合反应，成为固体聚合物，将铜箔与基材粘结在一起，成为固体的树脂叫做C-Stage树脂
- ◆ 由溴化的丙二酚制成的耐燃性环氧树脂称为FR-4环氧树脂。

半固化片的特性

- ◆ 树脂含量RC% (Resin content) : 指半固化片中树脂成分所占的重量百分比。 RC%的多少直接影响到树脂填充导线间空隙的能力，同时决定压板后的介电层厚度。
- ◆ 树脂流量RF%(Resin flow) : 指压板后，流出板外的树脂占原来半固化片总重的百分比。 RF%是反映树脂流动性的指标，它也决定压板后的介电层厚度

半固化片的特性

- ◆ 挥发物含量VC% (volatile content) : 指半固化片经过干燥后, 失去的挥发成分的重量占原来重量的百分比。VC%的多少直接影响压板后的品质
- ◆ 凝胶时间Gel Time (Gel time) : 俗称胶化时间, 指B-阶半固化片受高温后软化粘度降低, 然后流动, 经过一段时间因吸收热量而发生聚合反应, 粘度逐渐增大, 逐渐固化成C-阶树脂的一段时间。

半固化特性对压板的影响

- ◆ Gel Time实际上也是RF%的一个体现，Gel Time时间越长，表明树脂流动性愈大，不宜凝胶，这样压板时造成树脂流失过多，厚度变薄。Gel Time太短，树脂粘度变化太快，时间太短，以至出现气泡未被及时赶走的现象。
- ◆ RF%有一个范围限制：过高，流胶过多，厚度不易控制。过低，树脂的流动性差，无法填充导线间的空隙。

半固化片的存放

◆ 环境对半固化片的影响

- 温度过高，加快树脂的聚合反应，B-阶半固化片常温下较稳定。
- 温度过低，容易吸收水份进入半固化片中，吸附水加快固化反应，通常半固化片贮存的温度范围为18—22°C
- 湿度：湿度较大导致 VC% 变大，RF% 变大，不利于固化反应，同时易出现分层起泡等品质缺陷。因此，贮存的湿度范围为：50%-70%

◆ 本公司的存放条件：

温度：21±3°C

湿度：≤ 60%

公司常用半固化片

- ◆ 外观要求：无裂纹、无起皱、无潮湿、无其它异物
- ◆ 特性参数要求

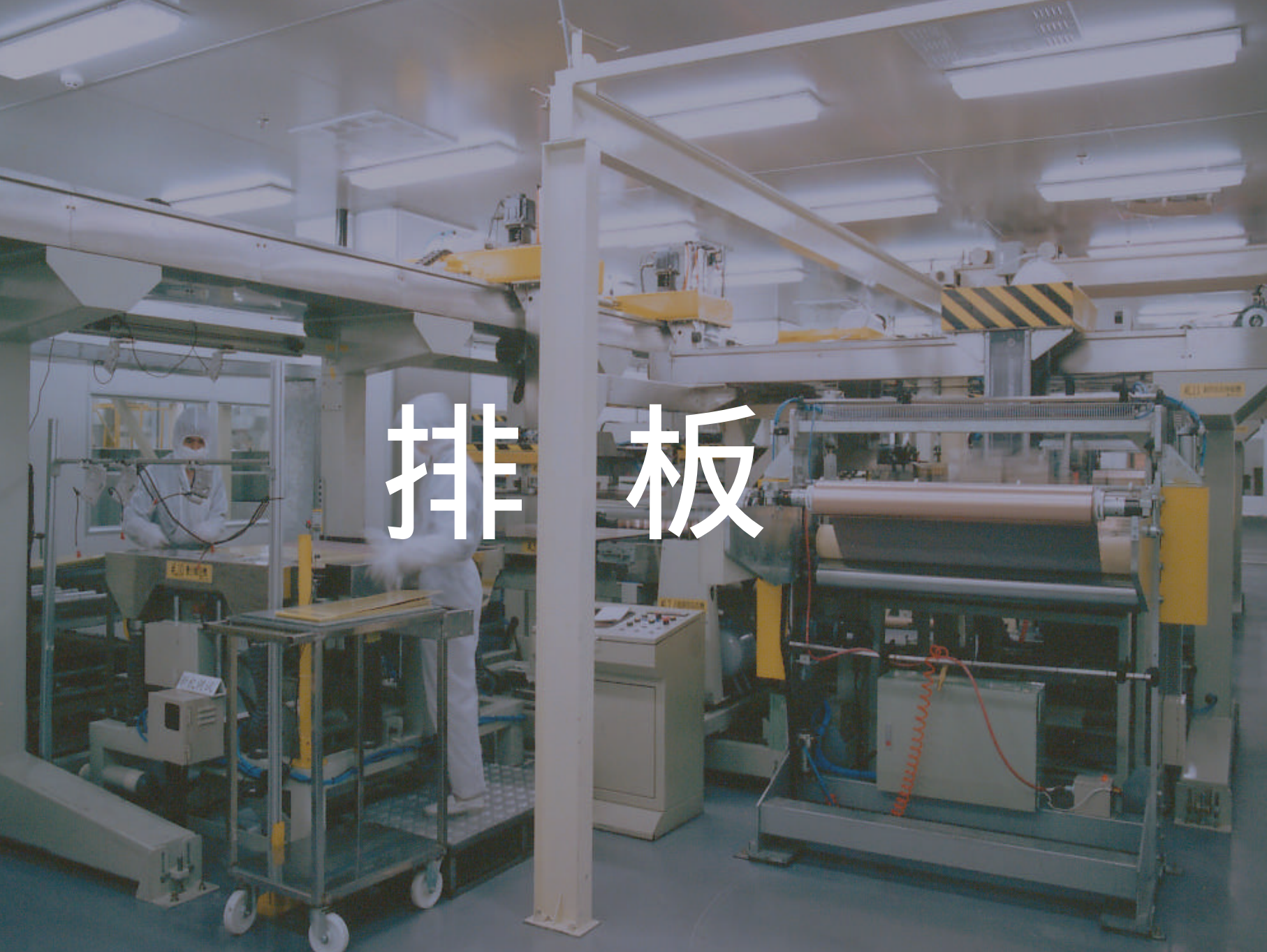
	1080	2116	2116(HR)	7628	7628(HR)
██████ (%)	62±5	53±5	57±3	43±5	51±3
██████ (%)	37±5	28±5	30±3	23±5	30±5
██████ (S)	140±20	140±20	140±20	140±20	140±20
██████ (%)	<0.7	<0.6		<0.5	
██████	██████	██████	RC=57	██████	RC=51

以上为公司目前的接收标准(参考TSQ010-QA-OI-001)

选择半固化片的原则

- ◆ 根据多层板的绝缘层厚度要求选择半固化片的种类
- ◆ 考虑压板时树脂填充导线间的空隙
- ◆ 应考虑内层的板面设计，铜面密度，铜箔厚度等因果，决定RC%的合理范围
- ◆ 根据板面的图形分布，决定RF%应选用高流动性的还是低流动性的树脂，从而定出RF%的范围。

排板



排板

- ◆ 将基材(内层线路板)、纤维及铜箔按要求叠在一起为压板作准备



铜箔
纤维
基材
纤维
基材
纤维
铜箔

排板

将排好的板放入钢盘中

钢盘

牛油纸

钢板

铜箔

内层板

铜箔

铜箔

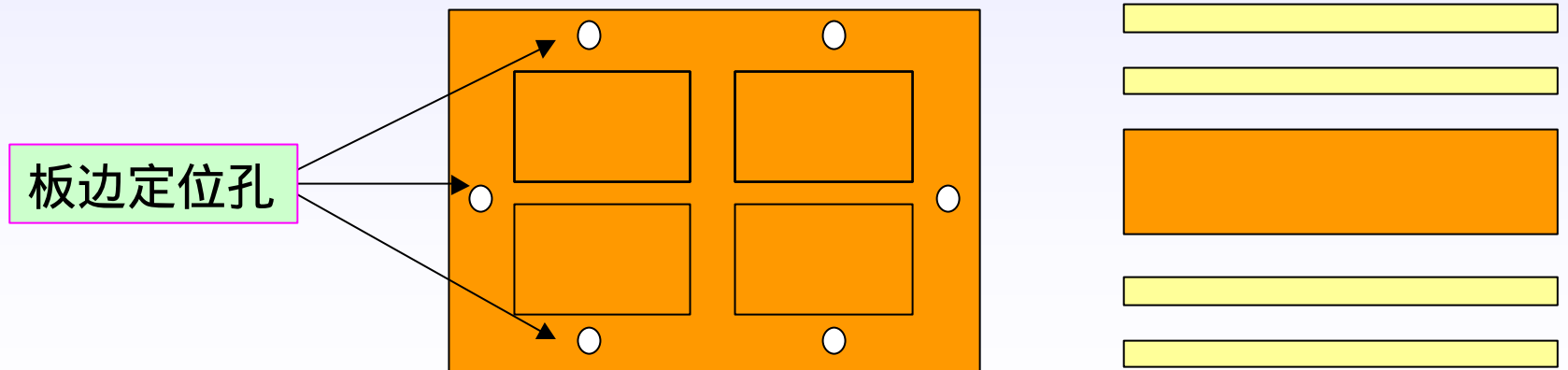
钢板

牛油纸

钢盘

层间对位(4层板)

4层板只有一张基材，排板时，直接将2/3面的内层板放在两个纤维层之间，外加两层铜箔即可；压板后，再钻出定位孔，以它定位制作外层线路，实现内外层的对位。2面及3面的对位是在制作内层线路时决定的，2面及3面菲林上预先设计有定位孔，曝光时，依菲林定位孔调整2及3面对位情况。

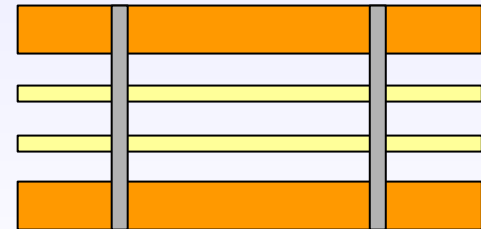


层间对位(六层及六层以上板)

- ◆ 六层及六层以上板有二张或多张基材，除了上面所讲到的2/3面对位外，还有两张(多张)基材间的对位情况，较4层板的对位复杂多了。
- ◆ 以下以六层板为例讲述多层板的对位情况。
- ◆ 首先，同四层板一样，应先保证同一基材的两面(即2/3面及4/5面)对正，同时保证2/3及4/5四个面的定位孔距一致。

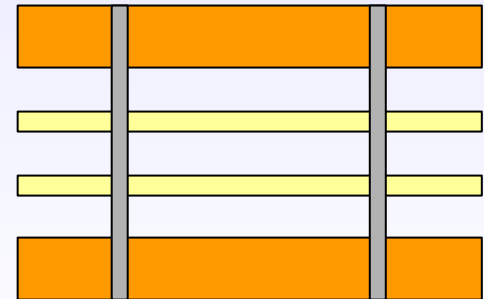
层间对位(六层及六层以上板)

- ◆ 然后，在排板前，先将两张内层板用铆钉(或融合等)将钉在一起，保证2、3、4、5层的定位孔对准，然后同四层板一样，在排板时将钉好的六层板排在两层纤维之间，外面加两层铜箔。压板完后，钻出定位孔，以它定位，制作外层线路，实现内外层的对位。



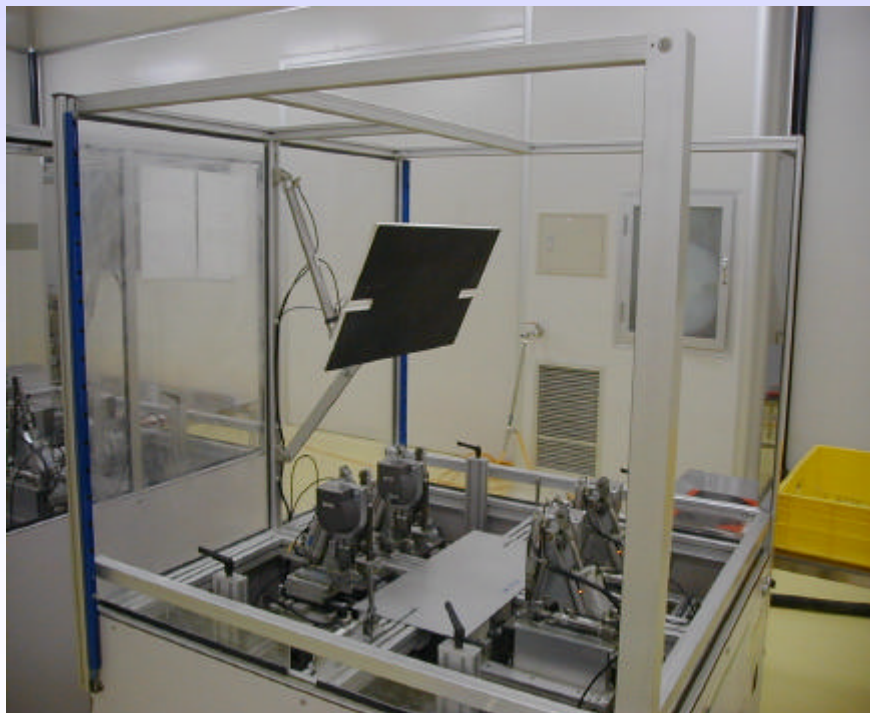
钉板

- ◆ 从前面所讲内容知，六层及六层以上板排板层定位时，必需先将两张或多张内层板钉在一起，以确保两张或多张基材间对位准确。
- ◆ 目前本公司钉板有三种方式：
 - 打铆钉
 - 手动打铆钉
 - 自动打铆钉
 - 融合
 - 打铆钉+融合



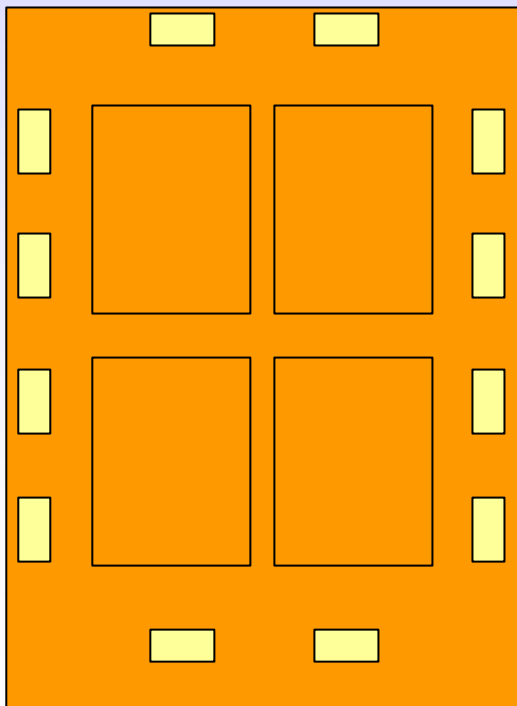
自动打铆钉

- ◆ 由打铆钉机自动在铆钉位打上铆钉，将两张或多张基材固定在一起。（铆钉位已在制作内层时打好定位孔）下面为公司的自动打铆钉机



融合

- ◆ 采用融合方式生产的板，在板面设计有一组融合区(此区域内的为无铜区)，融合时，融合机上的融合头到达所需温度后，融合区内的纤维在高温下处于胶化状态，纤维.铜箔及基材紧紧粘叠在一起，从而达到将两张或多张的基材固定在一起的目的。



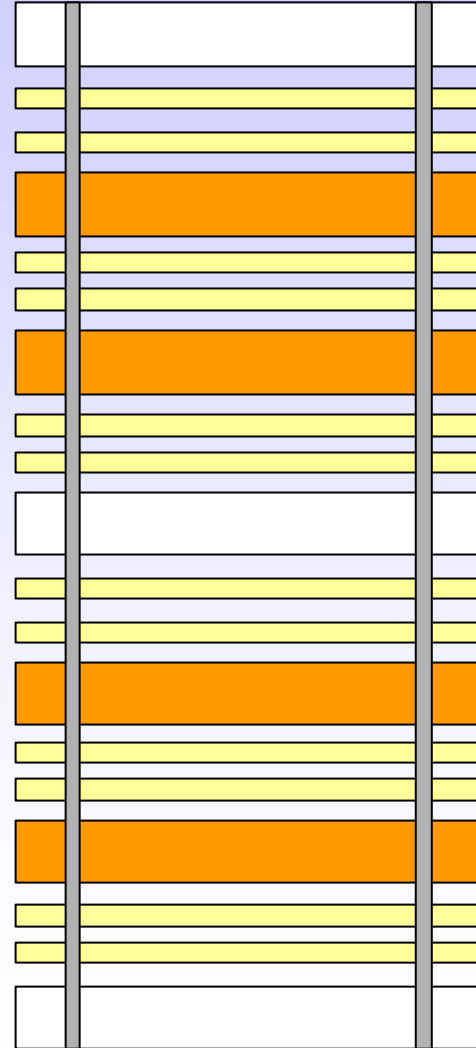
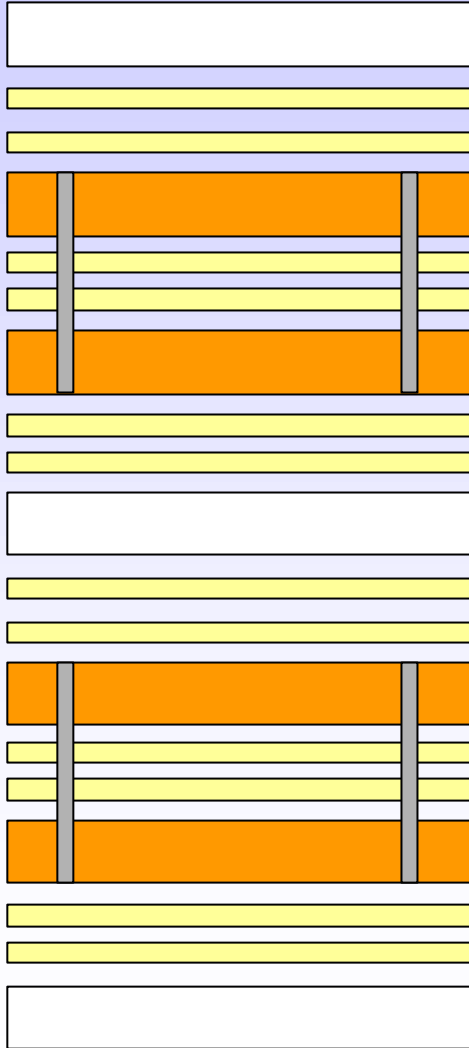
压板

压板方式

- ◆ MASS LAMINATE
- ◆ PIN-LAMINATE

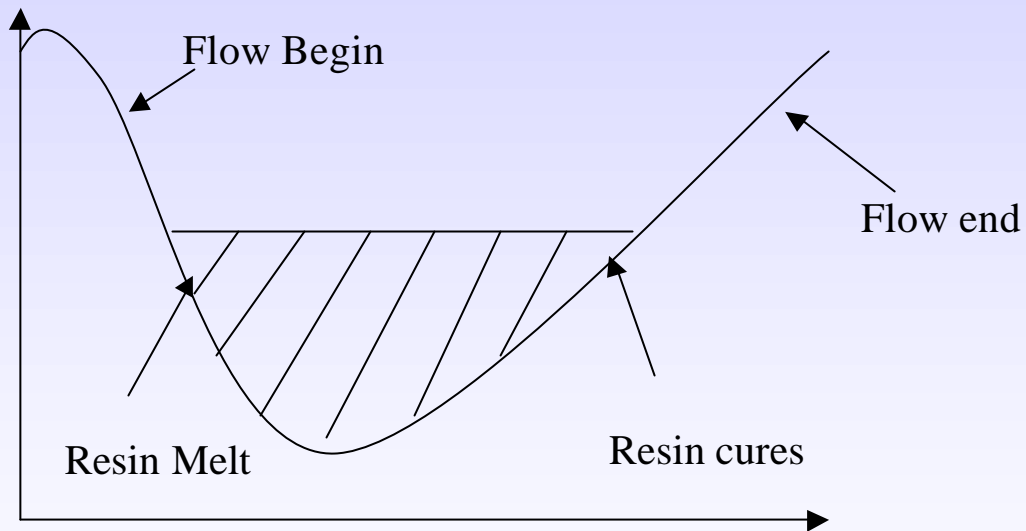
MASS LAMINATE

PIN LAMINATE



压板原理

- ◆ 利用半固化片从B阶向C-阶的转换过程将各线路层粘结成一体。



影响压板条件的因素

- ◆ 加热速度（升温速度）
- ◆ 最高加热温度
- ◆ 提供的压力
- ◆ 硬化时间
- ◆ 压力与时间的配合
- ◆ 纤维的特性(树脂流量、树脂含量、胶化时间)
- ◆ 多层板的规格(内层铜箔厚度、内层回路面积、导线间隔、绝缘层厚度等)

升温速度

合理控制树脂从开始流动到固化这段时间的范围，对压板的品质起至关重要的作用；这段时间内树脂的温度约在 80°C — 130°C 之间，这个温度段Resin充分流动，称为Lamination window (or flow window)。在这个温度段，加热速度将直接决定流胶时间。

- A. 升温速度快，胶化时间较短，树脂有效粘度范围小，流动不均匀，压板厚度不均匀。
- B. 升温速度慢，胶化时间较长，有效粘度范围较宽，树脂较容易流动均匀，从而压板厚度分布均匀。

升温速度

- ◆ 但是流胶时间太长、太短也不好：
 - 太短树脂来不及导线之间的空隙。
 - 太长将会流胶过多。
- ◆ 因此应合理控制这个温度段的升温速度，根据经验通常应控制80°C—130°C的升温速度在 $1.5^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 而在80°C之前，130°C之后的Heat-up speed对压板的影响不大，应考虑到生产效率的问题，提高升温速度。

最高加热温度

- ◆ 要确定压板工艺的最高加热温度，首先应从半固化片供应商处了解到使用的半固化片的树脂体系，它的固化温度（cure temperature）是多少，根据它来决定一个压板cycle中应提供的最高加热温度是多少。

目前常用的环氧树脂的 cure temperature是 160°C - 170°C

压板压力

整个压板过程中由热压和冷压二部分组成，其中热压包括初压和高压两个阶段

初压

保证树脂与铜面之间充分接触

高压

提高树脂流动速度，尽快均匀地填充导线间的空隙

冷压

消除内应力提供缓慢冷却条件

压板压力

- ◆ 压力的设定应根据树脂在不同温度段的变化来确定
- ◆ 首先在升温初期，树脂受热逐渐开始熔化，粘度下降，仍未到充分流动阶段。应提供一个较低的压力，保证开始溶化的树脂与粗化铜面充分接触，这个压力通常称为kiss pressure — 接触压力(又称吻压)。
- ◆ 接触压力通常为 $5\pm 1\text{kg/cm}^2$ 左右，这个压力不可过大，因为胶未充分流动，压力过大，将对半固化片中玻璃布的弹性纤维布产生较大剪应力，压力太小，不能使树脂充分填满铜面(毛面)的空隙。

压板压力

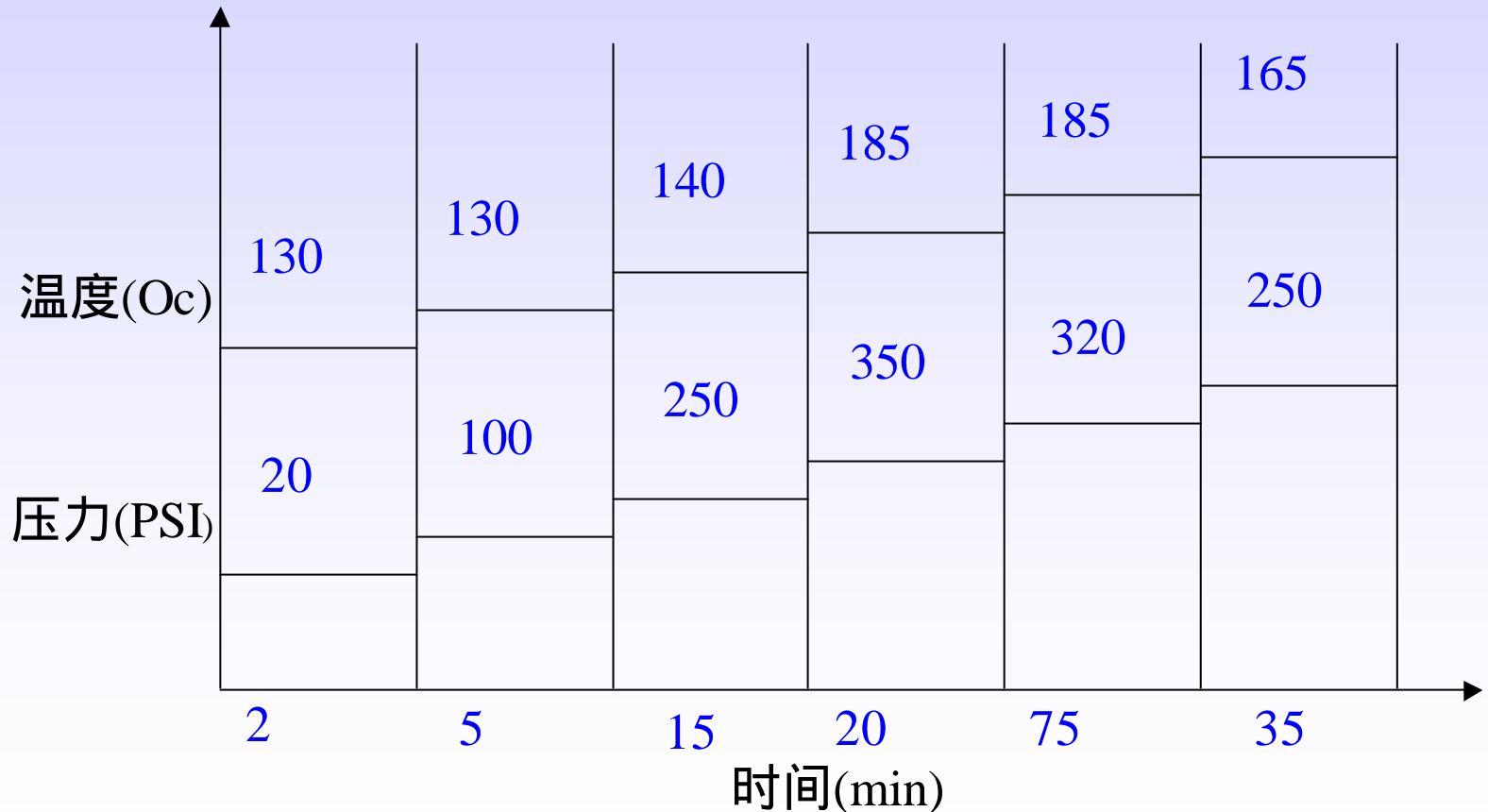
- ◆ 树脂开始流动到固化这个阶段应提供充分的压力，帮助树脂尽快流动填充导线间的空隙。
- ◆ 压板压力的具体设定则因不同排板组合而不同，以下为本公司压力设定情况：
- ◆ 对于G017机压力按以下公式设定

初压=板长(inch)X板宽(inch)X每层块数X0.239/2

高压=板长(inch)X板宽(inch)X每层块数X0.239

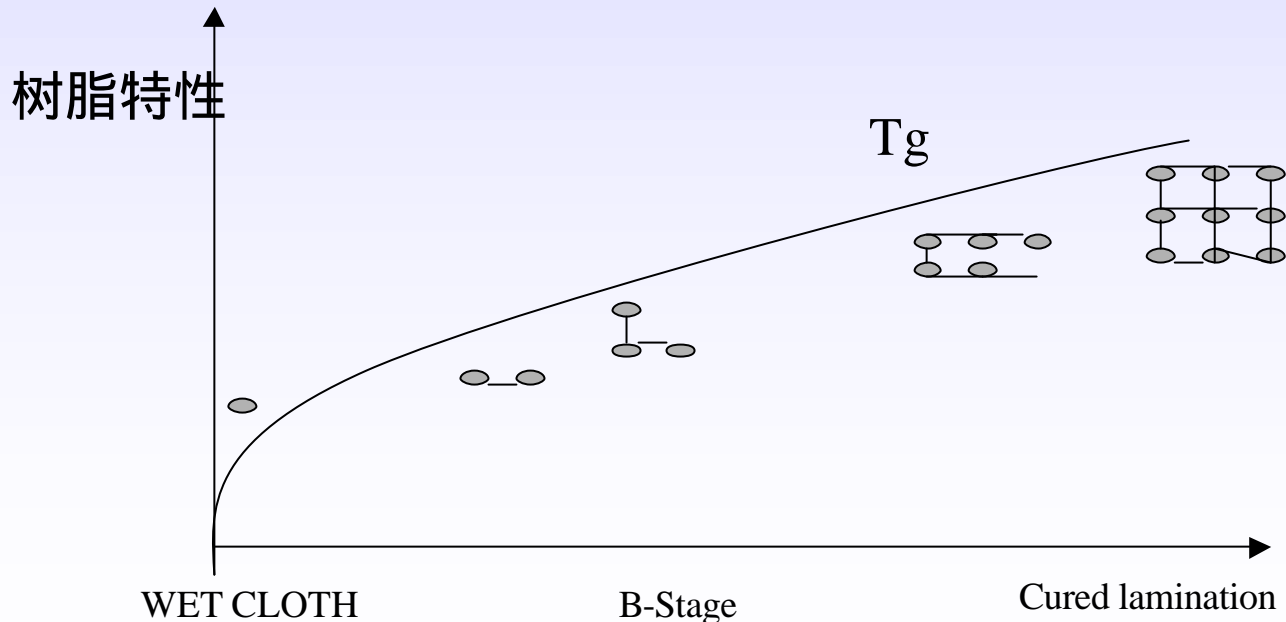
压板压力

- ◆ 对于连结机及活栓机，其压力是分段设定的，此类机的压力设定依FA制作后确定



固化时间

固化时间是指从树脂开始流动到固化的一段时间，固化时间充分，则保证了树脂C-阶反应的完全，从而保证了半固化片达到了它在制造过程中预定的 T_g ，从而保证了该板的后期制作中的尺寸稳定性。



纤维特性对压板的影响

- ◆ 纤维的胶化时间实际上也是胶流动性的一个体现，胶化时间越长，表明树脂流动性愈大，不宜凝胶，这样压板时造成树脂流失过多，厚度变薄。胶化时间太短，树脂粘度变化太快，时间太短，以至出现气泡未被及时赶走的现象。
- ◆ 纤维的胶流量过高，压板时流胶过多，厚度不易控制。过低，树脂的流动性差，无法填充导线间的空隙。

不锈钢板及牛油纸

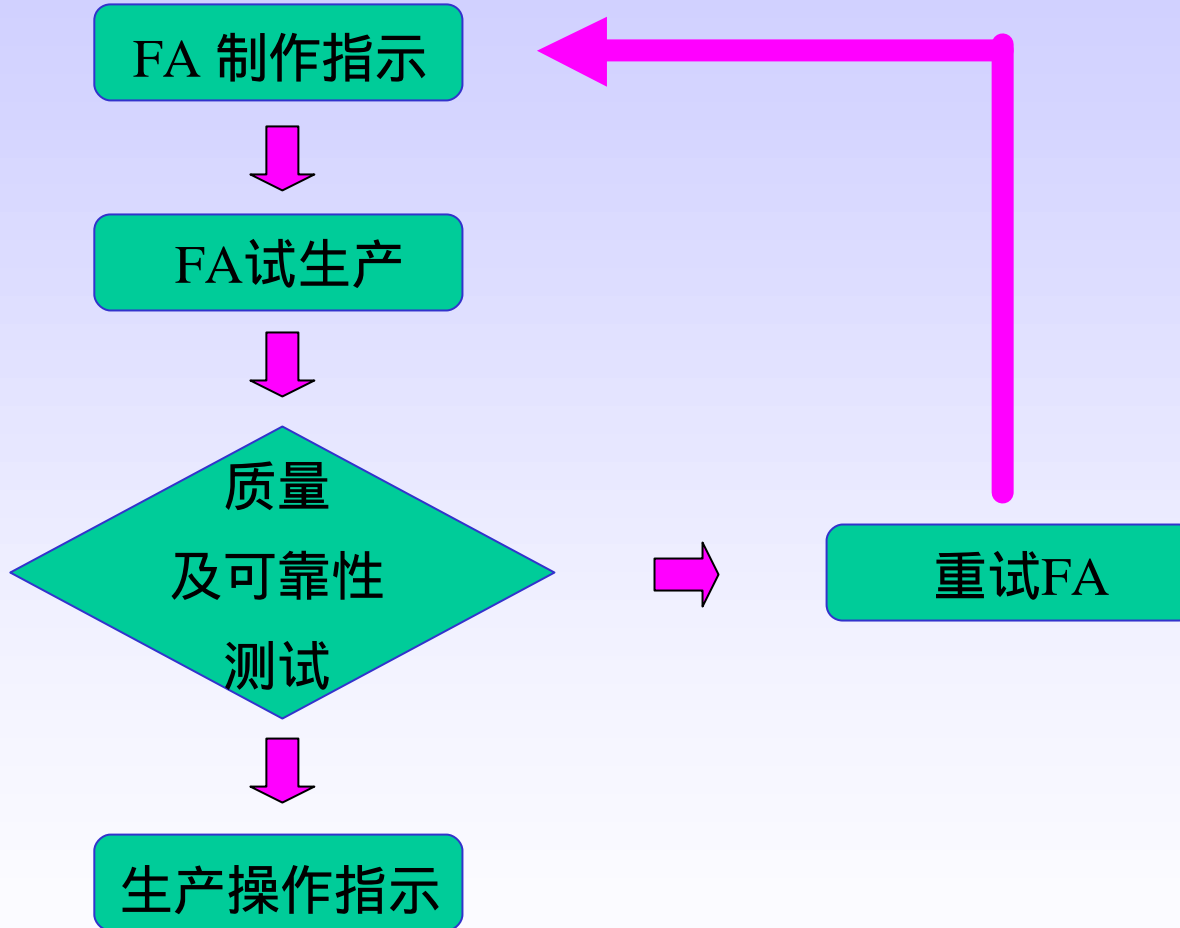
◆ 不锈钢板的作用

- 保证板与板之间厚度分布均匀性，缩小板厚偏差范围
- 保证生产板板面光洁，无凹痕等表面缺陷

◆ 牛油纸的作用

- 阻热作用，延缓传热,降低升温速度。
- 缓冲压力的作用。

压板工艺参数设定



FA制作参数是综合考虑各项影响因素及以往生产情况得出的经验参数

VIGOR

A

压板机介绍



压机的作用

- ◆ 提供热能：将纤维熔化，促使纤维内的树脂发生固化反应。
- ◆ 提供压力：将压合材料中的气泡挤出，并促使其流动。
- ◆ 提供真空：促使纤维内的挥发成分蒸发。

压机分类

◆ 种类

- 传统热压机
- 真空热压机
 - 油压真空辅助
 - 真空袋
 - 舱压法

◆ 热源方式

- 蒸气、电热、热水、热媒、铜皮直接发热法

公司现有压机介绍

◆ 活全机(油热式压板机)

- 8个OPENING(G060)
- 10个OPENING(G062)

◆ 连结机(油热式压板机)

- 8个OPENING(G077)
- 5个OPENING(G025&G030)

◆ BURKLE机(电热式压板机)

- BURKLE机有6个
OPENING(G017)

活全机

◆ 优点

- 升温(降温)快
- 产能高

◆ 缺点

- 机器性能不稳定(坏机频率高)
- 热膜水平度差(易产生白纹或白角)
- 抽真空效果不佳

连结机

◆ 缺点

- 无冷却系统，降温速度慢

◆ 优点

- 热膜水平度较好
- 热分布较均匀
- 机器结构较合理
- 机器性能好(坏机少)

BURKLE机

◆ 优点

- 热分布比较均匀
- 升温(降温)速度快
- 机器结构较合理

◆ 缺点

- 产能低

THANK YOU !