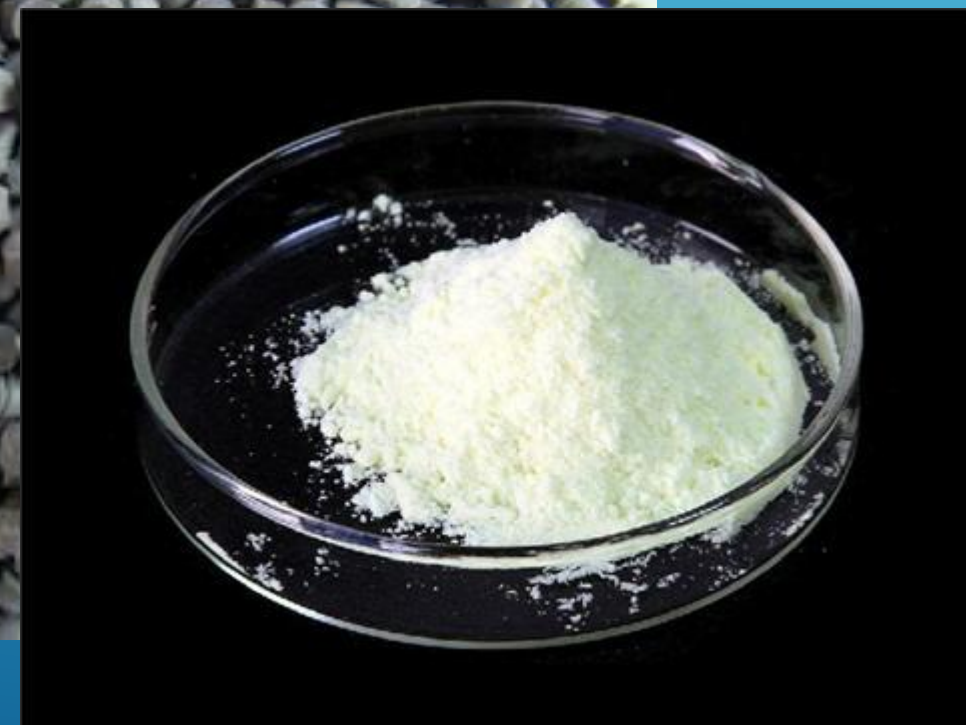


# MIM工程开发: 喂料的粘结剂系统的优缺点

赵育德 James Chao  
宁波格林泰克高级顾问  
2015/6/3



# 赵育德

- 台湾科技大学高分子工程硕士
- **邱耀弘博士首位传交MIM技术的学生 (2008~2012)**
  - MIM热脱粘结剂开发(2010~2011)
  - MIM酸脱粘结剂改性(2012~2015)
- 曾任台湾晟铭电子/东莞成铭电子MIM事业处高级工程师
  - BB logo量产导入
  - HTC SIM Tray量产导入
  - **10倍营业额成长的执行者**
- MIM建厂协助(2012~2014)
  - 苏州 - 恒瑞
  - 丹阳 - 爱仕特
  - 太仓 - 葛雷固普
  - 台湾 - 镜钛科技

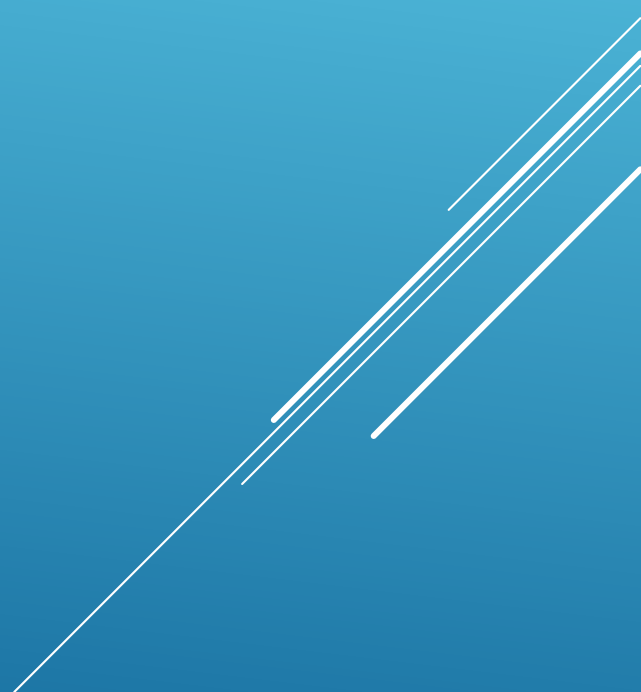
# MIM粘结剂系统: 蜡基与塑基的对决

## 今日主题

1. 粘结剂系统的差异
2. 设备与制程上的差异
3. 对抗粉胶分离

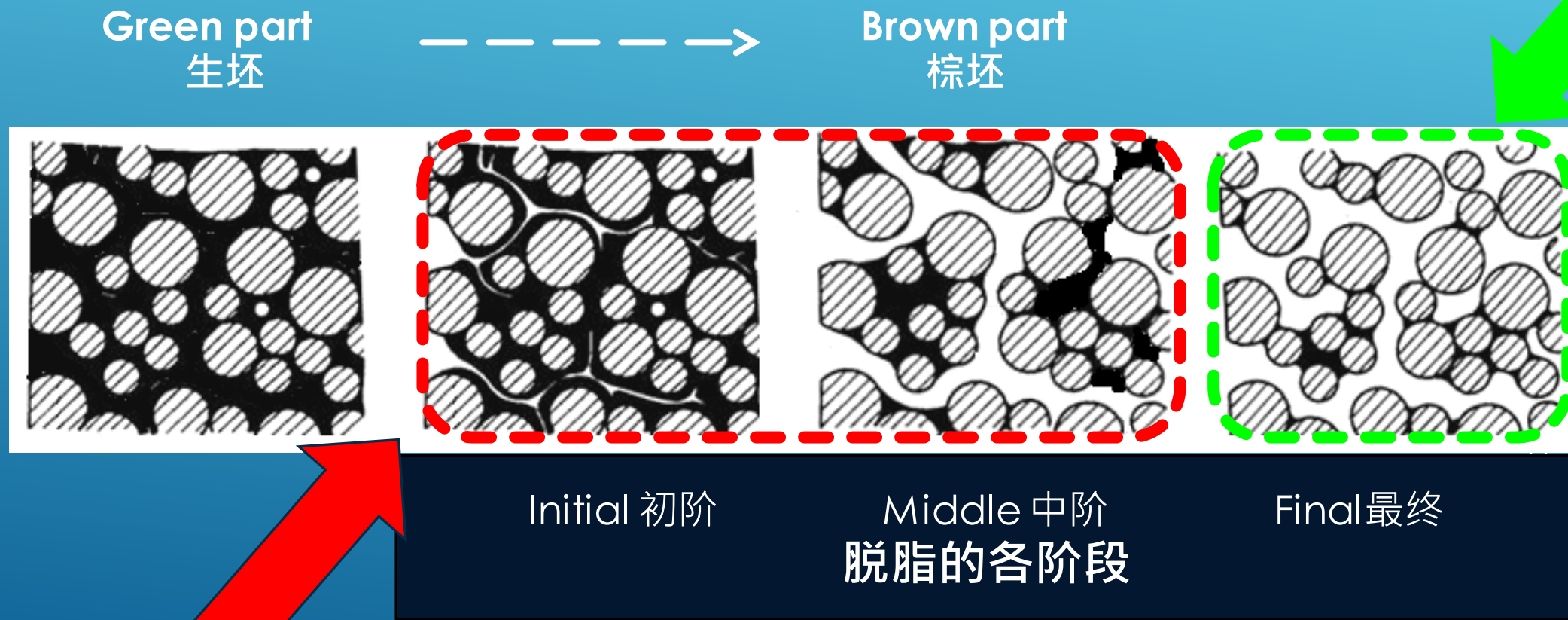
**POM P.K. WAX in MIM binder system**

# 1. 粘结剂系统的差异



# 粘结剂系统的差异 (1) 脱脂观念

二脱, 脱除粘结剂中的高温骨架剂, 使棕坯完全没有粘结剂



一脱, 脱除粘结剂中的填充剂, 使生坯变成多孔的棕坯

# 粘剂系统的差异 (2)基本差异

MIM设备的进步, 导引粘剂配方越来越简化

粘剂系统	蜡基 (溶脱/热脱)	塑基 (酸催化脱)
低温区(注射促进剂)	SA(硬脂酸)/石蜡(PW)最主要	
高温区(骨架剂)	PE(HD, normal, and LD), PP, EVA, and POM	
添加剂(分散與減臭)	DOP, 抗氧化剂	
<b>主要填充剂 (至少占粘剂50vol%)</b>	<b>PW</b>	<b>POM</b>

**POM P.K. WAX in MIM binder system**

## 粘结剂系统的差异 (3) 填充剂的提示

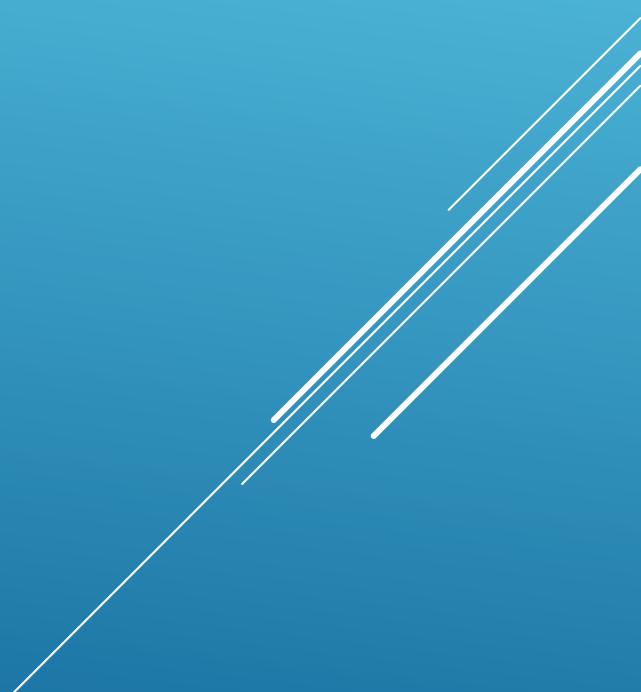
**蜡: 润滑性优异, 一旦超过软化温度. 无法维持形状  
比喻: 水中的砂, 夏日的冰沙饮品..**

**塑胶: 润滑性差, 即使溶化了, 仍旧粘滞性高, 因为  
官能基与分子链作用, 它抓的住粉!  
比喻: 冰糖葫芦的冰糖, 花生糖中的麦芽糖**

粘结剂的行为表现和PIM (CIM and/or MIM) 注射行为有最直接的关系, 能够以最低的注射压力, 适当的速度, 把喂料均匀快速的送到模穴中, 必须有稳定性的喂料分析, 尤其是生产单位的品管, 因此建议至少采用融熔指数 (MFI, Melting Flow Index) 测定定量喂料流动的行为

# POM P.K. WAX in MIM binder system

## 2.设备與制程上的差异



# 设备與制程上的差异(1)混料與注射

制程	蜡基 (溶脱/热脱)	塑基 (酸催化脱)
混料	<ul style="list-style-type: none"><li>• 混料温度低于120°C, 混炼时间较短</li><li>• 密封式<b>搅拌混合(Mixing)</b>, 气密设计最好减少加热损失</li><li>• 可用塑基混炼设备, 但剪切力大要注意温度控制</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 混料温度大于150°C, 柔炼时间长</li><li>• 多采开放式<b>混炼捏合(Kneading)</b></li><li>• <b>不可用蜡基搅拌混合机, 剪切力不足</b></li><li>• 特殊粉末混合要采用加氮气保护</li><li>• 高剪切力方可充分柔化塑基胶料</li></ul>
注射	<ul style="list-style-type: none"><li>• 润滑性好, 射速慢也可达成意谓油压机也可以注射</li><li>• 模温和注射料管温度低</li><li>• 射速快易导致粉胶分离出现<b>壳层效应</b>明显, 肇因于蜡的粘性较低, 所以高抛光亮度的零件不易挽救其砂孔缺陷</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 高速电动机方能打好塑基喂料</li><li>• <b>注塑机的射速, 射压, 保压时间长短</b></li><li>• 螺杆压缩比非常重要, 螺杆长度要短</li><li>• <b>模温要高(&gt;120°C), 以减少注射坯残留硬力</b></li><li>• 料管的温度控制要更严格, 不注射作业要立刻降温, 避免POM裂解!</li></ul>

# 设备與制程上的差异(2) 脫脂與燒結

製程	蜡基 (溶脫/熱脫)	塑基 (酸催化脫)
脫脂	<ul style="list-style-type: none"><li>• 溶脫使產品易形變/熱脫, 由於蜡基含量多, 溶劑劣化骨架支撐劑, 在溶脫後乾燥往往使坯體翹曲變形</li><li>• 一脫效率低, 溶脫設備安全性差, 溶劑防火回收都造成環保和安全問題</li><li>• 溶脫適合巨大零件, 結構要具有支撐平面</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 快速催化, 適合肉厚5mm以下, 效率高</li><li>• 設備簡單, 安全性高</li><li>• 附產物都是氣體(CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), 易管理</li></ul>
燒結	<ul style="list-style-type: none"><li>• 燒結前段(&lt;600°C)-二脫時間較長, 脫脂出來呈現鼻涕狀黏度和黃色的蜡渣</li><li>• 熱脫料價格雖高, 但不用單獨脫脂設備, 是日本地區最愛(人工費用考慮)</li><li>• 產品變形度大(支撐性偏差)</li><li>• 有的脫蜡後坯體仍黏住陶瓷版, 燒結易生缺陷</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 燒結前段(&lt;600°C)-二脫時間較短, 脫脂出來呈現墨綠黃狀如瀝青般黏度的蜡渣, 不易清理</li><li>• 產品變形小</li></ul>

# 制程工站上的差异

脫脂 類型	材料處理		注射與注後工程					燒結	後續 製程	工站 數量
	混練	造粒	注射	修邊	擺盤	脫脂 乾燥	轉移			
溶脫	混練	造粒	注射	修邊	擺盤	脫脂 乾燥	轉移	燒結	研磨	8~9
酸脫	常規料直接用		注射	修邊	擺盤	脫脂	轉移	燒結	研磨	7
熱脫	混練	造粒	注射	修邊	擺盤	免移動		燒結	研磨	7

# 主流脱脂方式优劣

	材料回收	粘结剂成本	成型难易	粉胶分离	生坯强度	第一脱脂方式	脱脂辅料	脱完回收料	烧结时间	工站数量
溶脱	中	<u>低</u>	中	中	中	溶剂淬取	溶剂	<u>可</u>	30hr	8~9
酸脱	难	中	难	<u>难</u>	<u>强</u> (可加工)	正压酸脱	硝酸 氮气 煤气	不佳	<u>16~24hr</u>	<u>7</u>
热脱	<u>易</u>	<u>超高</u>	<u>易</u>	易	弱	真空中热脱	无	无 (直接转入烧结)	24~30hr	<u>7</u>

第二脱脂方式均为热脱

# 3.对抗粉胶分离

酸催化脱脂大时代的障碍



# 大家用哪种粘结剂系统？

## 北美

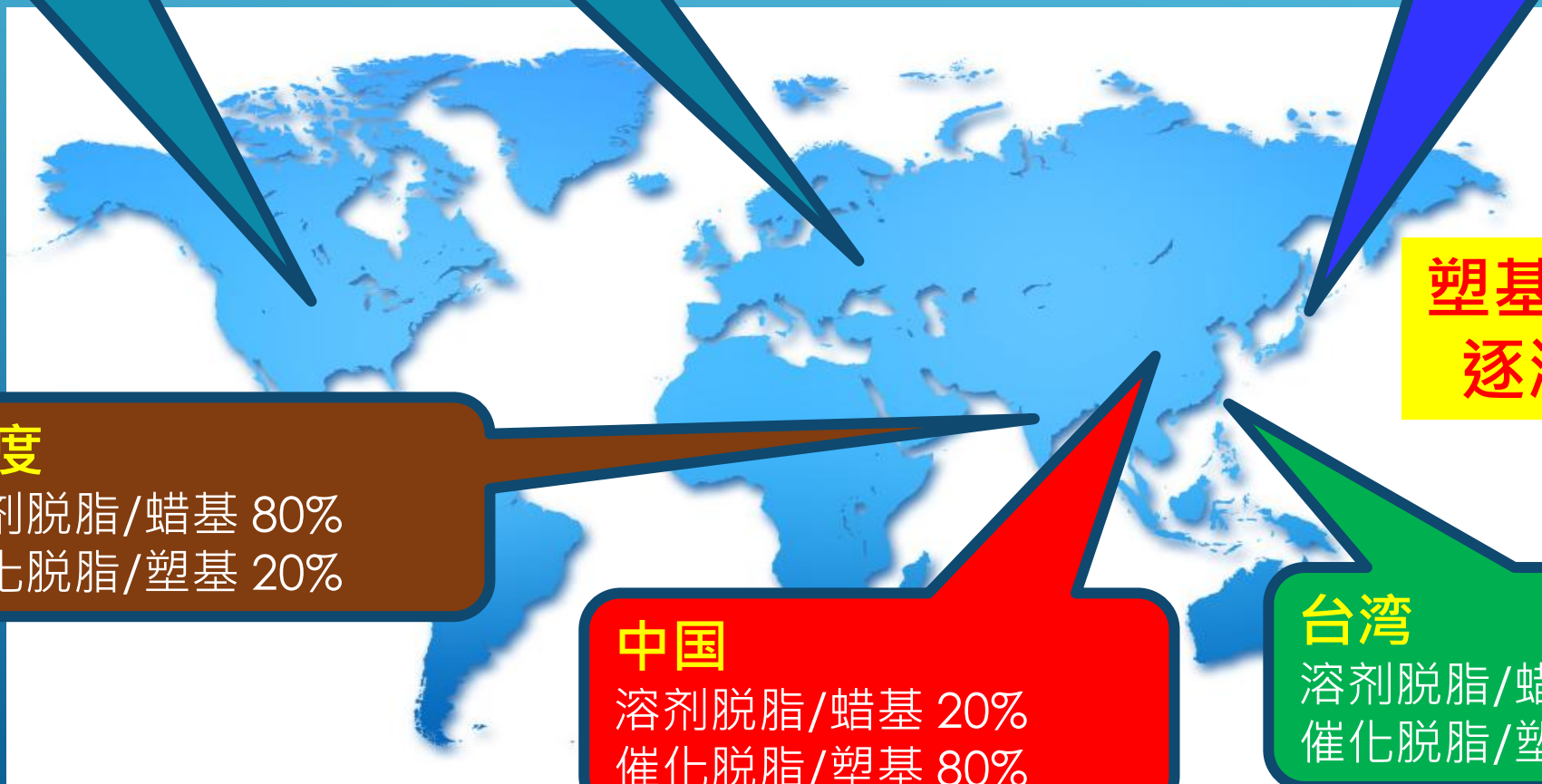
溶剂脱脂/蜡基  
2013年慢慢接受塑基

## 欧洲

酸催化脱脂/塑基  
最普及

## 日本

热脱脂/蜡基  
2013年起慢慢接受塑基



## 印度

溶剂脱脂/蜡基 80%  
催化脱脂/塑基 20%

## 中国

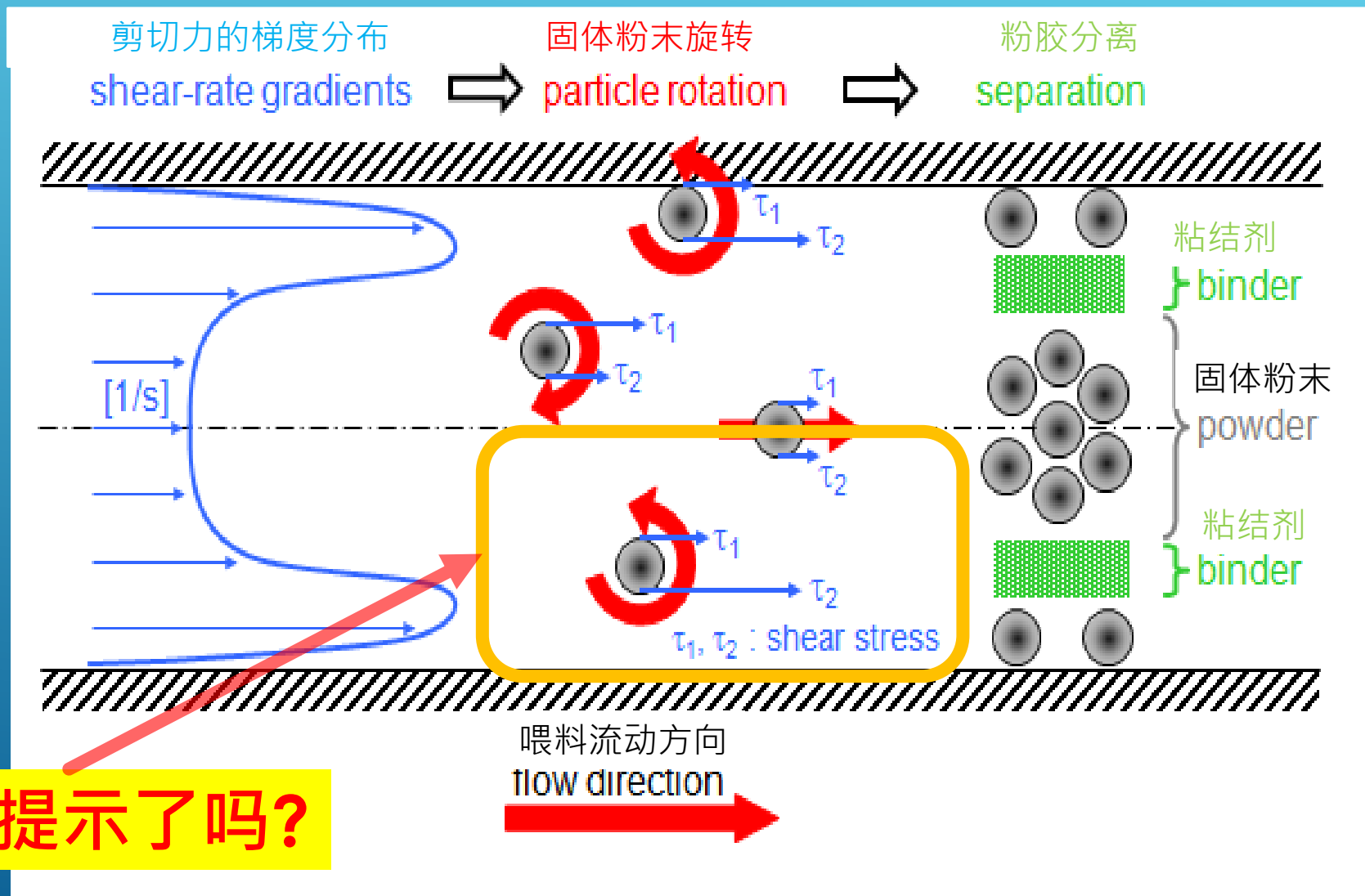
溶剂脱脂/蜡基 20%  
催化脱脂/塑基 80%

## 台湾

溶剂脱脂/蜡基 70%  
催化脱脂/塑基 30%

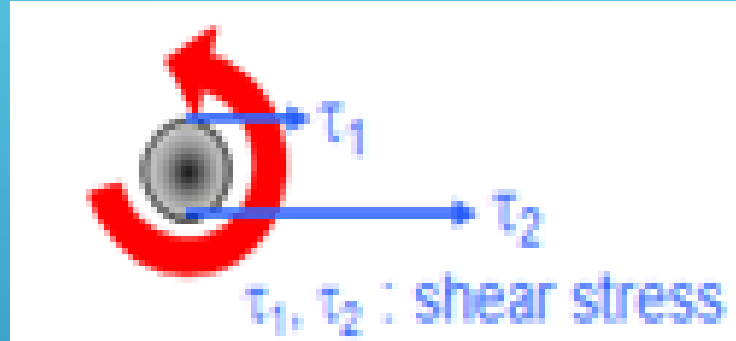
**塑基(POM)系统  
逐渐占据市场**

# 粉胶分离的真相 (1) 喂料内流动过程粉末和粘结剂的行为



看到这个提示了吗?

## 粉胶分离的真相 (2) 喂料的剪切力平衡差异



$\tau$ : 固体颗粒在流体中遭受的剪切力, 下标为不同方向(实际在在立体流场中, 尤其是复杂的模穴空间), 剪切力是任意方向, 所以流体材质(就是喂料中多数体积的填充剂)对粉末颗粒的抓持力, 就成为了关键影响因素!

**蜡的抓持力 $\ll$ 塑(POM)的抓持力.....(“它”, 抓得住吗?)**

别忘了, 剪切力作用和抓持力的作用都是作用在粘结上, 一但脱脂过程就会有应力的释放, 固-液态和固-气态作用不一样, 溶剂淬取的释放时间拉长, 粉末有机会旋转, 酸淬取瞬间气化, 粉末来不及旋转, 在变形度管控就有很大的差异!

# MIM粘结剂系统的趋势朝向POM基

- 2013年9月, 德国BASF CATAMOLD专利配方正式过20年保护期限, 开始亚州MIM大爆发的年代
- 如同食品界的方便面, 聚甲醛(POM)配方就是MIM业界的“方便面”, 逐渐盘踞主要MIM产品市场
- 日本开发的一次热脱喂料也早包含POM成分
- 蜡基系统的绝地反攻和塑基系统的攻城掠地 **(精彩的期待或就此殒落?)**
  - 整体尺寸收缩因子(OSF)开始迈向1.13甚至更小的1.10
  - 为了节省装备的考虑之外, **混合式脱脂(溶脱+酸脱+热脱 = 三脱一体?)**可行性
  - **准时交货, MIM业者的梦魇破除法 - 整合制造技术, 必须熟悉金属二加工!**

沒有最好 只有更好  
No best but better!

感謝各喂寶貴的時間!  
Thank you!

