

# 高效安全的催化脫脂技術與裝備

宁波斯百睿自控设备有限公司  
屠友事  
2015\11\30

## 内容

- ▶ 粘结剂基本介绍
- ▶ 催化脱脂概述
- ▶ 高效安全的催化脱脂技
- ▶ 脱脂不良解决方案
- ▶ 剖面观察要点
- ▶ 脱脂率计算
- ▶ 脱脂率不良对烧结后影响



## ▶ 粘结剂基本介绍

- 粘结剂两大类：蜡剂体系、塑剂体系
- 脱脂与粘结剂的使用是联系在一起的，粘结剂决定了脱脂方式，不同的粘结剂体系应采用不同的脱脂方式
- 粘结剂基本功能，增加粉末流动性（低熔点组分）、维持产品形状（骨架支撑）
- 塑剂体系组成：聚甲醛（POM）、高密度聚乙烯（HDPE）、聚乙烯（EVA）、聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）等

高熔点填充剂  
POM、PP、HDPE、PE...



低熔点润滑剂与活化剂  
PW、MW、SA...



▶ 粘结剂基本介绍

粘结剂体系区分因低温脱脂段的媒介而不同

脱脂方式	环境要求	方式（最高温）	名称	简称
于溶液中分解	溶剂	视溶剂种类决定脱脂温度 浸泡于溶剂并加热	溶剂脱脂法	溶脱
	水	浸泡于水并加热 (60~70°)	水解脱脂法	水脱
与热气氛下分解	酸气体	暴露于硝酸气并加热 (110~130°)	催化脱脂法	酸脱
	真空	加热 (25~600°)	热脱脂法	热脱

## ▶ 催化脱脂概述

### ■ 热脱脂

热脱脂分空气热脱脂、气氛热脱脂、真空热脱脂，产品加热到某个温度，使粘结剂中较低分子量分解或挥发（聚丙烯PP、石蜡PW、硬脂酸SA）。

热脱脂缺陷：脱脂速度慢，容易产能起孢、变形、破裂等问题



## ▶ 催化脱脂概述

### ■ 溶剂脱脂

将产品放在溶剂（正庚烷、丙酮、水、三氯乙烯）中，先把粘结剂中可溶性成分（石蜡、油、硬脂酸）溶剂溶出，剩下骨架粘结剂形成连通型孔洞，使后续热脱脂制程中剩余粘结剂通过孔洞逸出。相比热脱脂时间能缩短2/3左右。

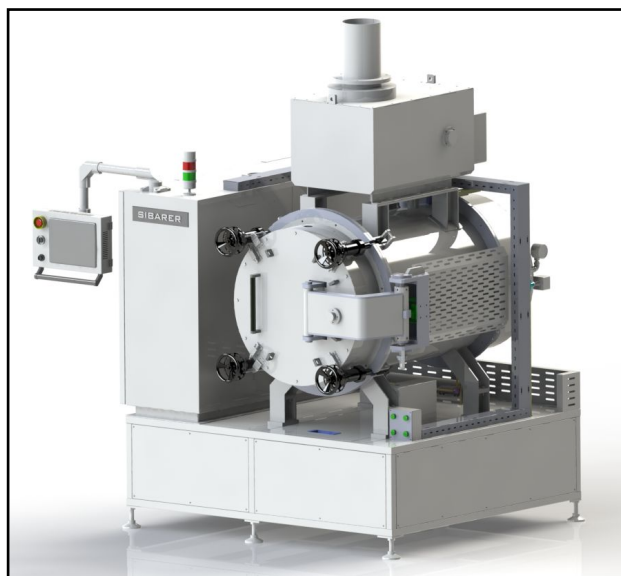
溶剂脱脂缺陷：溶液容易脏影响脱脂率，容易变形、破裂等现象。



## ▶ 催化脱脂概述

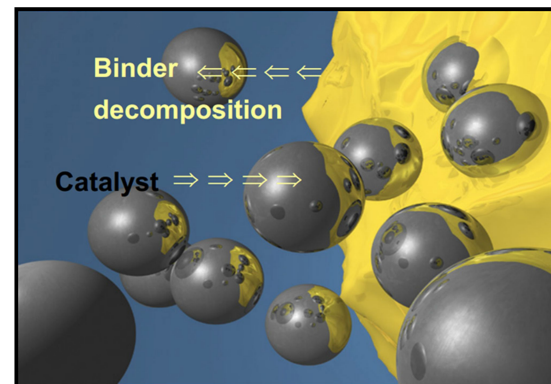
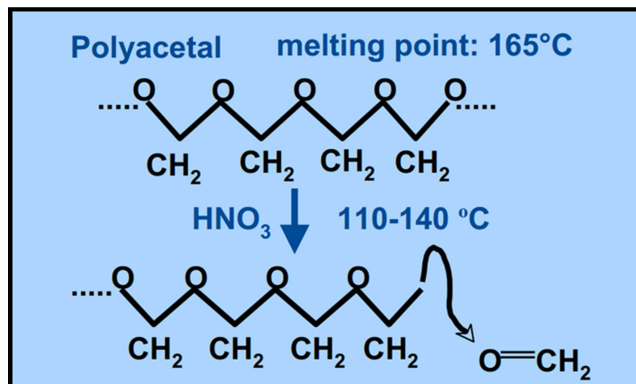
### ■ 催化脱脂

新型快速脱脂工艺，它综合了热脱脂和溶剂脱脂的优点，克服了传统脱脂方式时间长、缺陷多、能耗高污染环境等缺点。拥有脱脂速率快、脱脂温度低、脱脂缺陷少、能实现连续脱脂等优点。

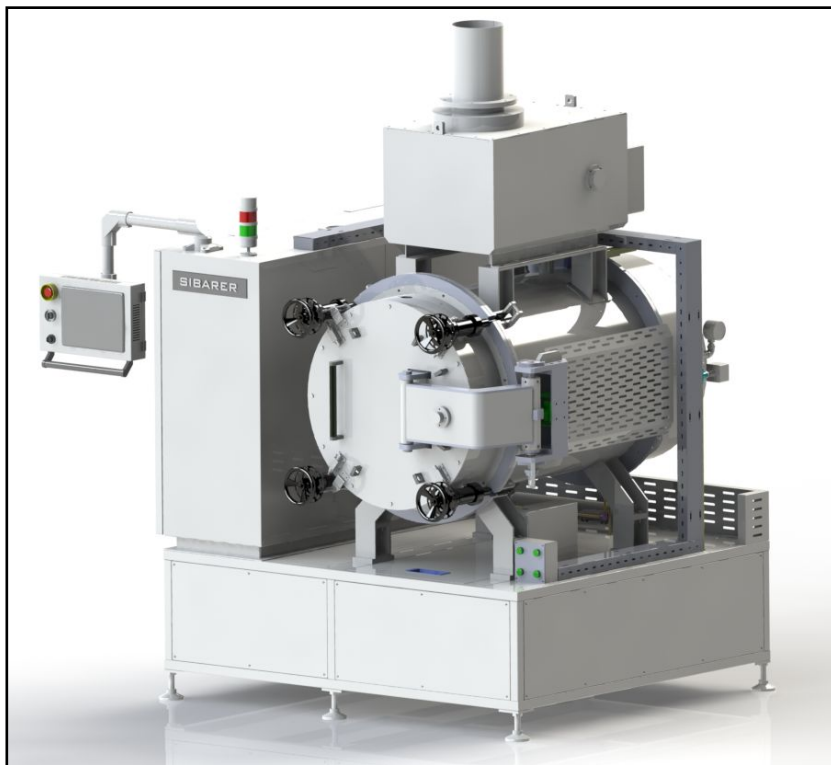


## ▶ 酸脱基本介绍

- 以聚甲醛（POM）作为主要喂料填充剂
- 在酸性气氛中，催化反应（甲醛）
- 固态聚甲醛（POM）快速转换气态甲醛
- 速率快、温度低、缺陷少、强度高、变形小、可生产较厚的零件



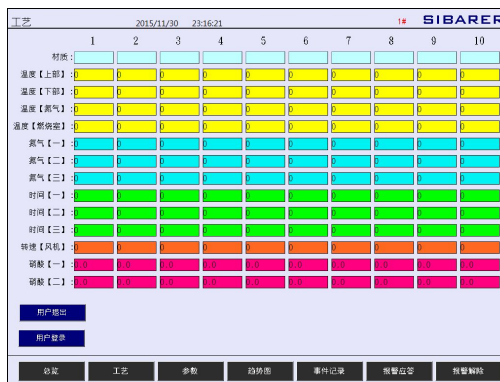
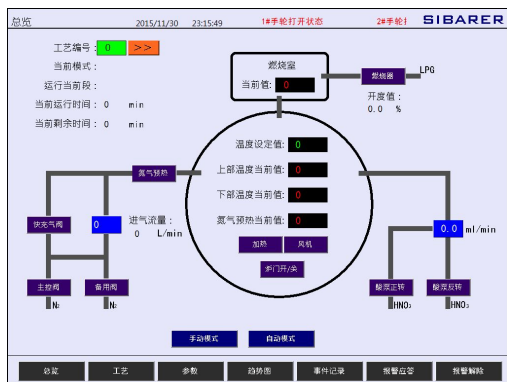
## ▶ 高效安全的催化脱脂技术



- 高自能化控制系统
- 精确的氮气流量控制系统
- 程式化温控系统
- 独立废气处理
- 高精度安全酸泵
- 炉门防爆技术

## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

## ■ 高自能化控制系统



- 集中管理
- 数据存储
- 实时监控曲线图
- 报警内容统一管理



## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

### ■ 精确的氮气流量控制系统



传统流量计

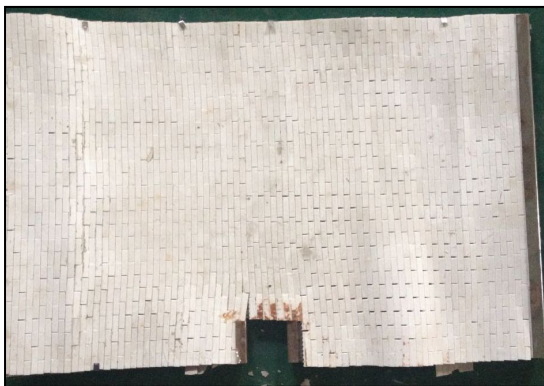
- 输出输入监控
- 人机对话
- 流量稳定
- 不受外界压力影响



质量流量计

## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

### ■ 程式化温控系统



旧结构



新结构

- 模块化控温器
- 上下部分区控温
- 升温快速
- 维护方便

## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

### ■ 程式化温控系统

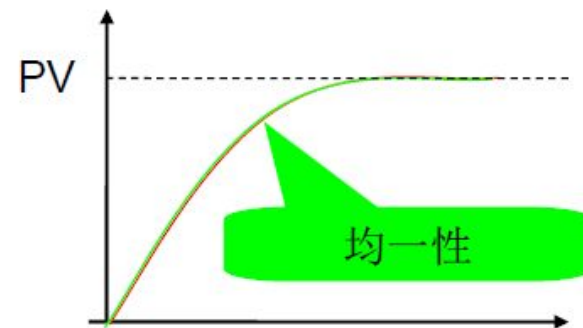
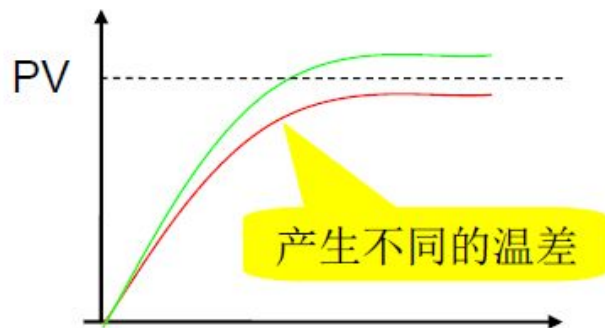
- 各自“为政”，改为统一管理
- 让温控系统学会“相互沟通”
- 改善“动态响应一致性”



一般的控制



区域温度均匀控制



## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

### ■ 独立燃烧室



旧结构



新结构

- 智能化燃烧器
- 实现“人机对话”
- 处理温度稳定
- 排放更加完全、环保

## ▶ 高效安全的催化脱脂技术

### ■ 高精度安全酸泵



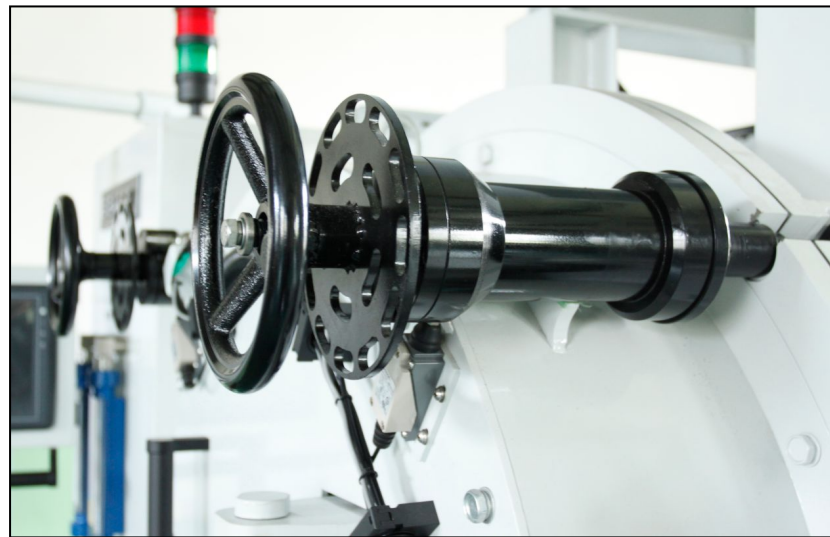
泵的型号 R05/...CAT	R 05/03	R 05/30	R 05/60	R 05/120
最大计量容量 (ml/min)	3	30	60	120
最小计量容量 (ul/min)	3	30	60	120
最大冲程频率 (strokes/min)	ca.32	ca.50	ca.48	ca.48
最大出口压力 (bar)	4	4	3	2
最大出口压力 (bar)	4	4	3	2
冲程容积 (ul)	95	600	1250	2600
最小冲程持续时间 (sec.)	1.8	1.2	1.2	1.2
最大冲程持续时间 (sec.)	1910	1190	1260	1300
重复精确度 (%)		<1	<1	<1
材料, 泵压头		PTFE		
材料, 隔膜		PTFE		
材料阀门		PTFE		
控制电压	100-240V,25W			
安全等级	24V交流电, 包括1.50M粘剂清除炉的电缆			
安全等级	IP30			
环境温度	50°C (122°F)			
最大外形尺寸 (L*W*Dmm)	270*130*205			

▶ 高效安全的催化脱脂技术

■ 炉门防爆\泄压技术



旧结构



新结构

## ▶ 脱脂率不良解决方案

催化脱脂是利用某些在特定气氛下可以发生快速降解的聚合物作为主要粘结剂，然后使注射生坯在相应的气氛中发生催化降解，从而达到脱脂的目的。催化脱脂过程中主要有气体流量（酸量）、脱脂温度、脱脂时间、对坯块脱脂率产生影响。

酸量

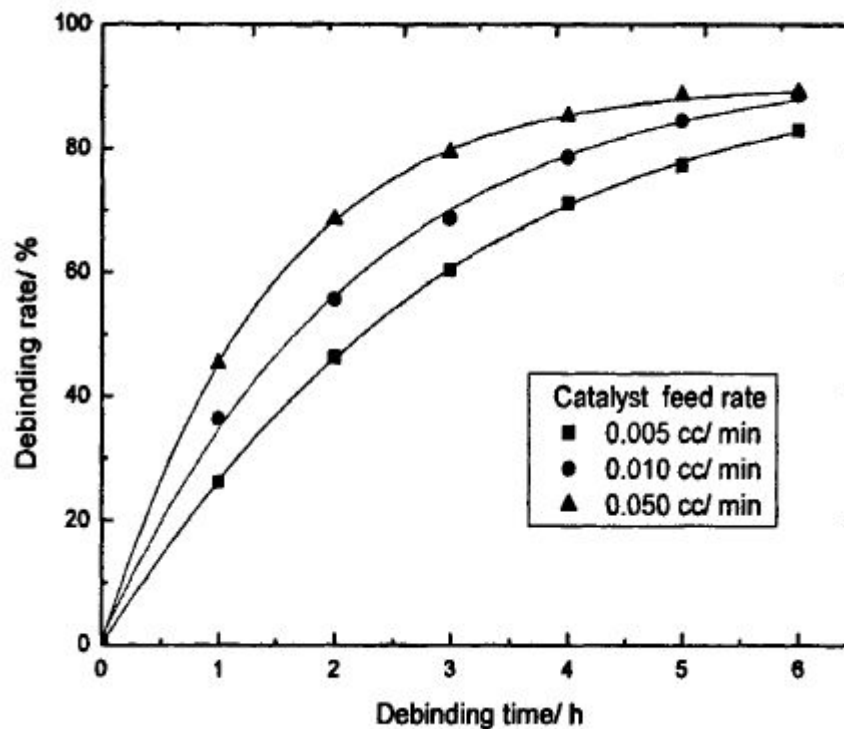
脱脂时间

脱脂温度

► 脱脂率不良解决方案（气氛）

标准块（10×10×10）在120℃，时脱脂6h，氮气流量为：100L，酸量0.5、1.0、5.0。得到不同流量下标准块脱脂率

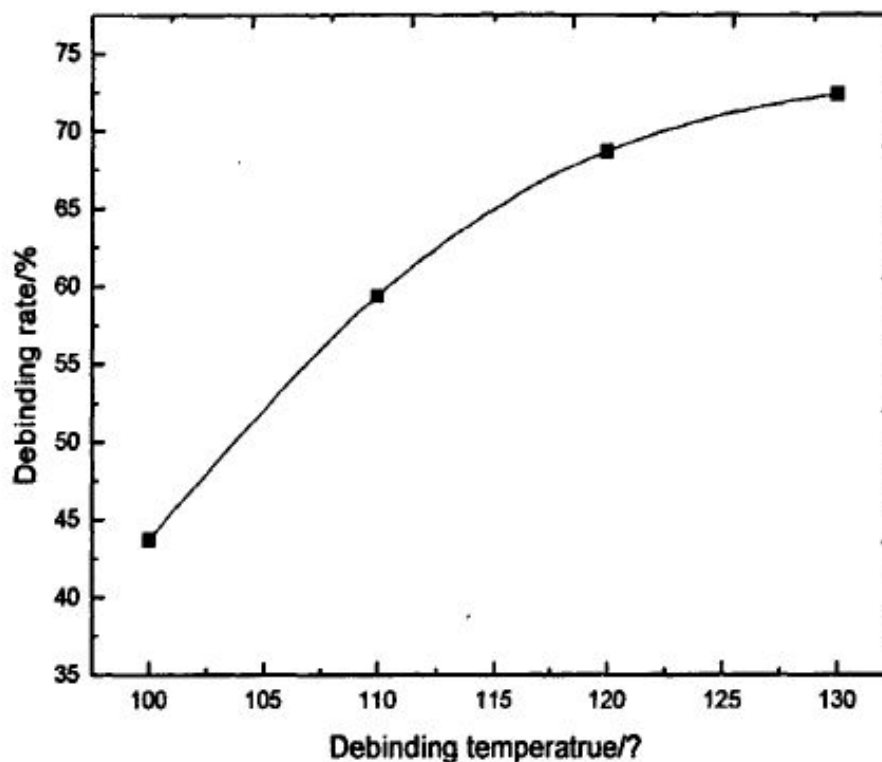
过大的酸量会增加设备的安全隐患，偏小的酸量会增加脱脂时间，合适的酸量为1.0~5.0ML。可根据装载量以及产品厚度来决定。



► 脱脂率不良解决方案（温度）

标准块（5×5×10）分别在100℃，110℃，120℃，130℃时脱脂1.5h，氮气和酸量通入速度分别为：100L和2.0ML/min，得到不同温度下标准块脱脂率

过高温度，使催化脱脂反应过快，坯体内产生有载体分子气压过大，会造成坯体出现脱脂缺陷，也会造成软化变；脱脂温度太低，脱脂速率也太小。合适脱脂温度在120~125℃之间



## ▶ 脱脂率不良解决方案（工具）

- 电子天平本身的误差
- 小数点后四位？后三位？
- 测试环境的震动
- 测试者的手法与等待的时间
- 产品过小



## ▶ 脱脂率不良解决方案（观察）

由于脱脂后的产品外观不能够清楚分辨脱脂率是否达标，可以通过切片或剖开检查，才能知道那个位置还残留粘结剂

- 找出脱脂不全位置，配合工具显微镜（5X~50X）
- 找到起泡点或者产品最厚部位切开检查



## ▶ 脱脂率不良解决方案（计算）

脱脂率k是指脱除的粘结剂占总粘结剂的质量百分含量，可以用脱脂干燥后的失重率除以粘结剂在生坯中的质量百分含量

计算式为：

$$k = (m_0 - m) / m_0 \times 100\%$$

式中 $m_0$ ——生坯重量，

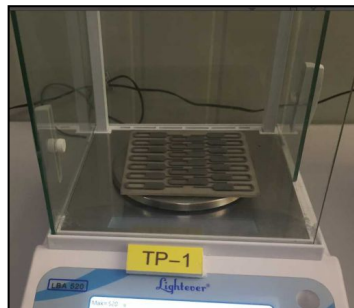
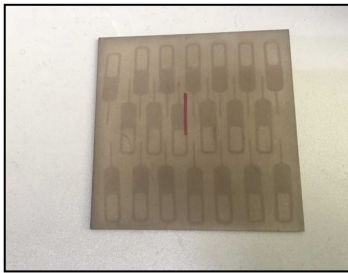
$m$ ——脱脂后重量

注：电子天平本身的误差

## ▶ 脱脂率参考表

材料牌号	脱脂率要求	备注
316LG	$\geq 7.6\%$	根据不同的喂料厂商脱脂率要求有差异。
316LW	$\geq 7.3\%$	
17-4PH	$\geq 7.3\%$	
FN02	$\geq 9.9\%$	
FN08	$\geq 9.9\%$	
440NB	$\geq 7.3\%$	
17-4PHK	$\geq 7.8\%$	
17-4PHX	$\geq 7.8\%$	
4605	$\geq 9.9\%$	
4340	$\geq 9.9\%$	

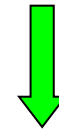
## ▶ 脱脂率测量方案 I



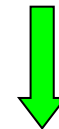
1 标示所需要称重的陶瓷板



2 称重标示的空陶瓷板为M

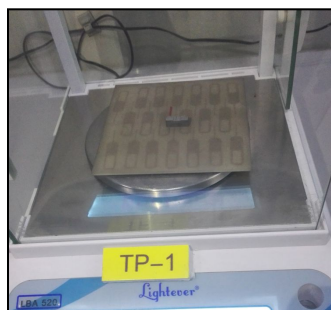
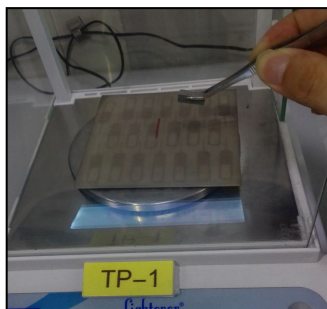
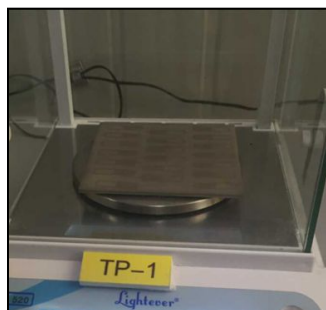
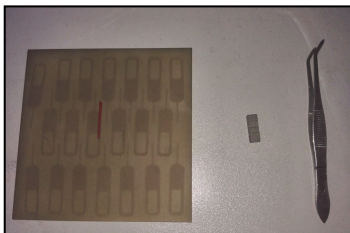


3 称重脱脂前产品+陶瓷板重量M1

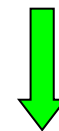


4 称重脱脂后产品+陶瓷板重量M2

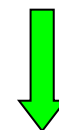
## ▶ 脱脂率测量方案 II



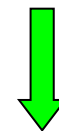
1 使用到工具镊子、空陶瓷板



2 称重标示的空陶瓷板为M



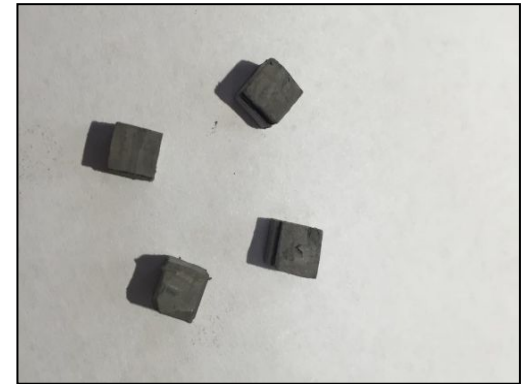
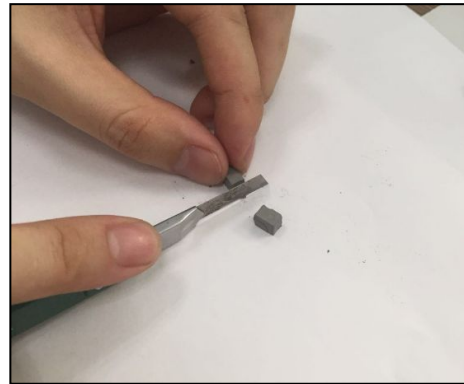
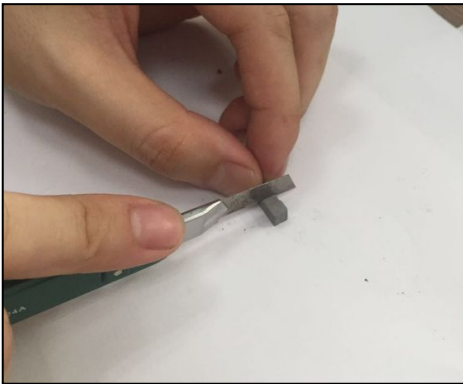
3 称重脱脂前产品+陶瓷板重量M1



4 称重脱脂后产品+陶瓷板重量M2

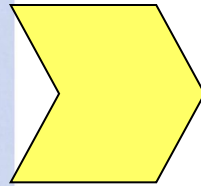
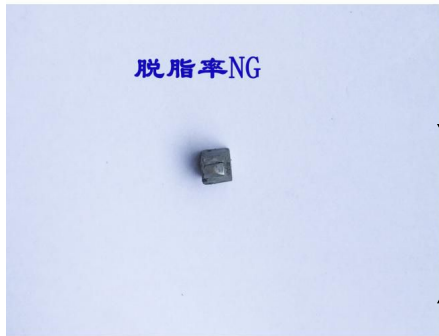
## ▶ 脱脂率测量方案III

脱脂后产品切开断面，观察中心层

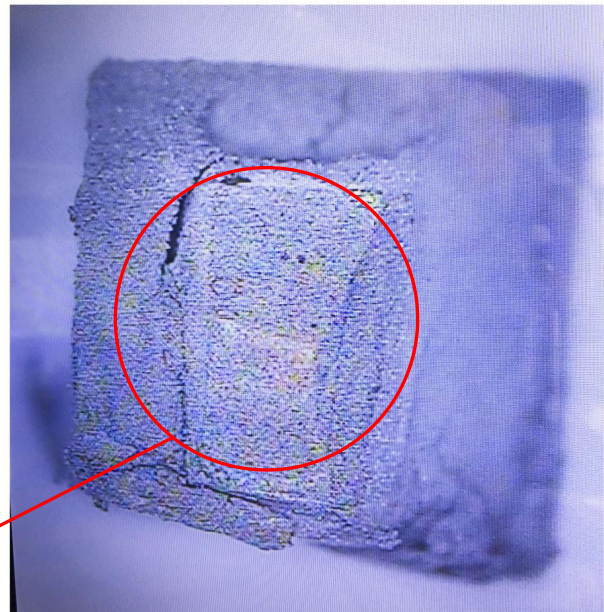


脱脂后产品切开断面，观察中心层是否还有粘结剂，选择位置因考虑产品最厚的位置，进行切开。

▶ 脱脂率测量方案III

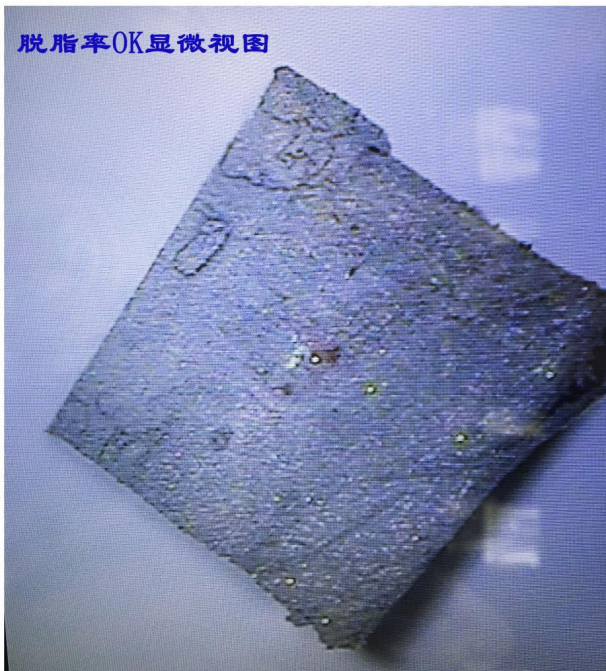
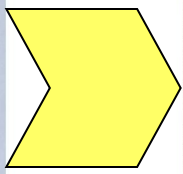
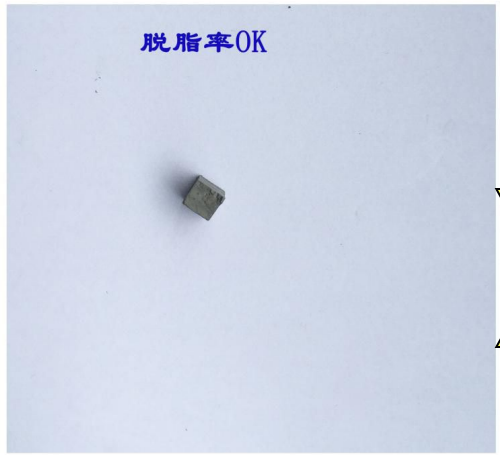


脱脂率NG显微视图

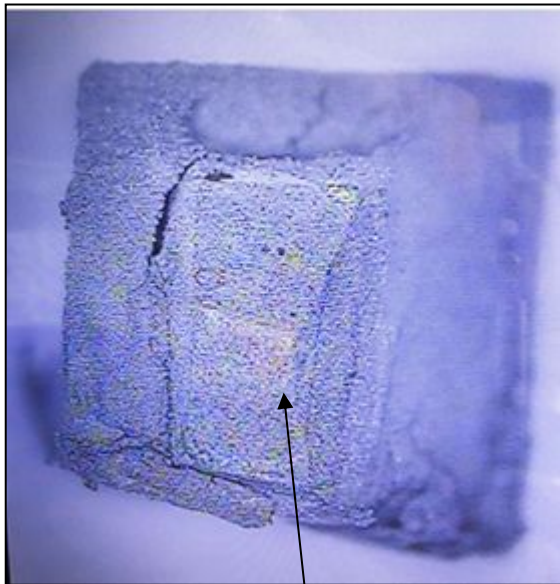


残留粘结剂

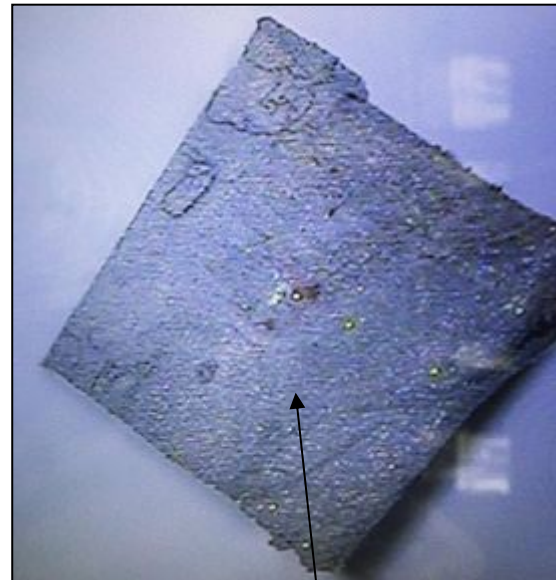
▶ 脱脂率测量方案III



▶ 脱脂率测量方案III

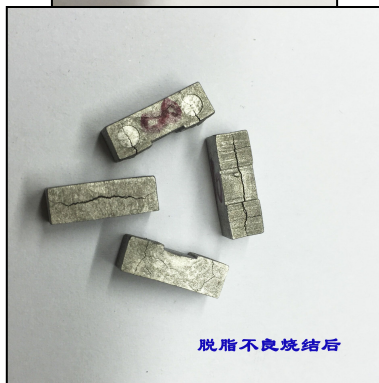


残留粘结剂



脱脂干净

## ▶ 脱脂率不良烧结后影响



### • 现象

- 烧结后鼓包，有大有小
- 表面裂纹

### • 可能原因

- 酸量偏小
- 脱脂温度不够高
- 脱脂时间偏短

### • 对策

- 延长脱脂时间 (I)
- 增加酸量进给量 (II)
- 增加脱脂温度 (III)

## ▶ 脱脂率不良烧结后影响



### • 现象

■ 脱脂后产品“生锈”

### • 可能原因

■ 产品的碳含量偏高

■ 出炉温度过高，与空气中氧产生反应

### • 对策

■ 降低出炉温度（合适温度60℃一下）

## ▶ 脱脂率不良烧结后影响



### • 现象

■ 局部表面粗糙

### • 可能原因

■ 脱脂速率过快

■ 粉胶分离现象

### • 对策

■ 下调脱脂温度

■ 减少进酸量

■ 降低风机转速（减慢气场运行速度）

■ 调整注射工艺参数

**【棕坯脱脂率不良与破坏式检查后不可再投入生产，请牢记】**



**谢谢!**