

# 真空脱脂烧结复合炉 对MIM产品尺寸及外观的影响分析 (2015. 09. 22)



长沙凌起机电工程有限公司

李睿

**Changsha Lingqi M&E  
Engineering**

**LI RUI**

# 一、炉内热场温度的影响

炉内热场温度 > 产品的烧结温度

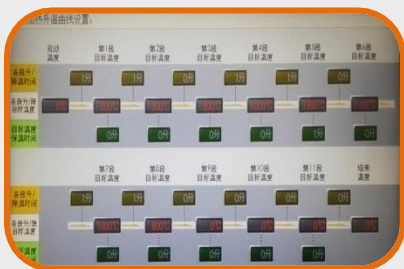
➤ 产品尺寸偏小

炉内热场温度 < 产品的烧结温度

➤ 产品尺寸偏大，密度偏低，抛镜面光等表面处理时可见黑点、沙孔等

## □ 造成炉温异常的几种主要情况

### ● 设置非正确的烧结温度



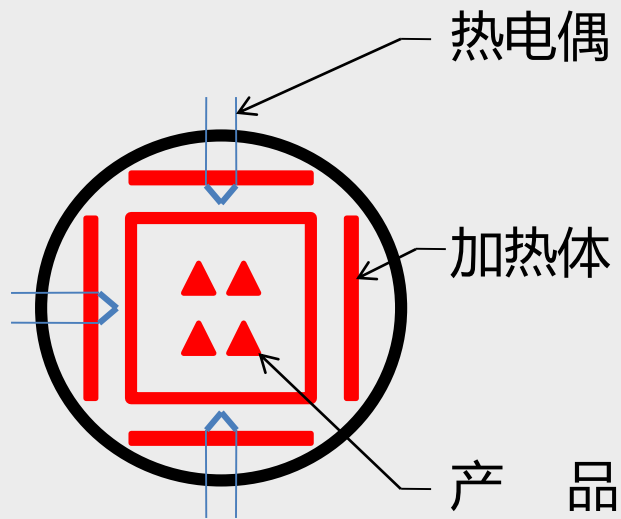
➤ 用户未掌握正确的烧结温度

➤ 喂料生产厂家提供数据差异：  
理论值

试烧值（炉型不同差异较大）

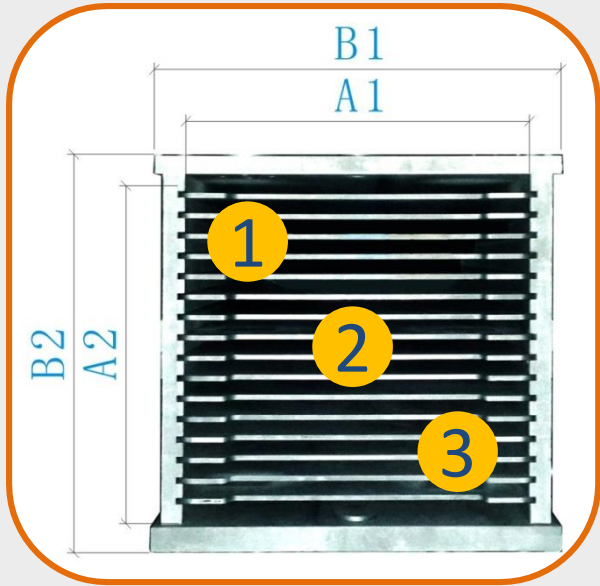
炉内设定温度  $\neq$  产品的烧结温度

## ● 炉温测量误差



- 热电偶，显示仪表存在精度差（可忽略）
- 热电偶检测点与产品放置点存在温差
- 热电偶安装点位置不同，存在检测温差
- 不同的炉型会使显示的烧结温度存在差异，也因此喂料厂家提供的试烧温度值就可能与 MIM 生产厂的烧结温度值存在差异
- 新炉试烧，人为调整加热设定温度值进行补偿解决

- 有效装料空间内不同点的温差(炉内均温性能)

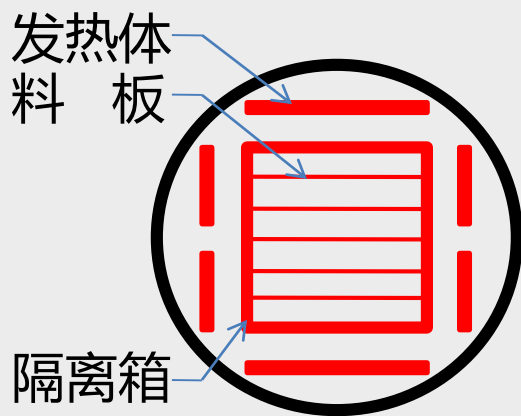


- 有效装料空间

是指炉内实际可摆放产品并保证产品烧结合格的区域（图中A尺寸）

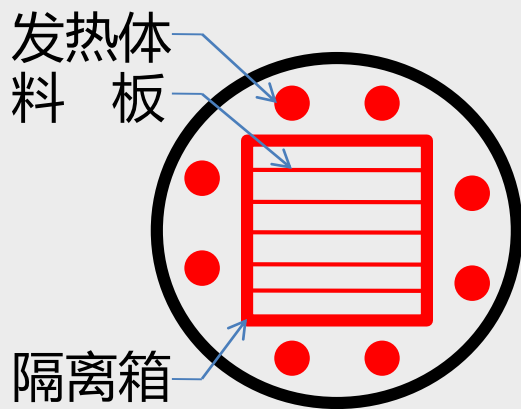
- 热传导的基本原理，图中①②③等上下、前后不同位置必然存在温差

- 由于温差的存在，使同炉烧结的产品存在尺寸与外观差异



面加热结构

- 不同的发热体结构，会存在不同的温差，像面加热、线加热等不同的方式，如同用不同的烤火炉取暖，相对来说，面加热方式的大表面的热源更让人舒适



线加热结构

- 局部保温性能的差异，会造成相应区域存在一定的温差
- 有无石墨隔离箱对均匀性具有很大影响，具有较好导热系数的石墨隔离箱，作为二次发热体，可大幅改善均温性能

## 二、烧结产品的炉内氧化

脱脂烧结阶段进氧 ➤ 表面氧化物发黑、发灰，无法收缩到位，尺寸偏大



降温阶段进入氧气 ➤ 尺寸一般正常，但产品表面因氧化程度不同会呈现出黑、灰、蓝、红、黄等不同颜色



### ● 炉体泄漏，空气进入炉内使产品氧化

- 高的极限真空度与小的压升率可衡量炉体是否泄漏
- 烧结不锈钢、铁基合金，配置二级真空泵，极限真空一般0.1Pa
- 如烧结钛等活泼金属合金制品，须增配油扩散泵以获得更高的真空度（当然发热体材料等均须改变）

- 充气管路泄漏（易忽视）

- 炉体接口以外由MIM工厂自行施工，对密封要求意识不强
- 处于正压区，不合适的连接方式，正压正常，负压异常
- 与炉体接口连接的接管选择不当

切割、煤气用橡胶软管：



柔软、壁厚有弹性，正负压均有好的密封效果



压缩空气用塑料软管：



较硬、壁薄无弹性，密封效果差



- 产品出炉温度过高

- 炉内储热多，快速降温使热电偶检测位温度暂时降下形成低温假象
- 常见于易氧化的铁基合金制品

### 三、脂类挥发物排出不畅

脂类挥发物经高温碳化沉积于产品表面，阻碍产品收缩，表面异常

#### ● 无脱脂系统及其功能



- 蜡基向塑基转变时期，国内MIM工程技术人员因对塑基喂料了解不多，研究不充分，所以不正确的省去专用热脱炉或烧结炉的脱脂功能
- 脂类挥发物不能正常排出炉外
- 大分子结构的成型剂无法像石蜡一样较易通过高温烧除挥发
- 图中黄色物即为脂类挥发物凝结于炉内的现象

## ● 脱脂系统性能不佳

### ➤ 炉内脱脂装置部份性能不佳

- 1、隔离箱的密封性能差，脂类挥发物外溢凝结于石墨与碳毡上
- 2、脱脂载气流不顺畅，存在气流死角，载气流无法完全携带脂类物质排出炉膛

### ➤ 炉外集脂功能不佳，脂类不能顺畅排出并收集



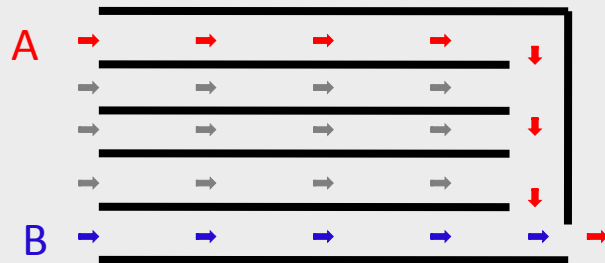
- 1、集脂前管道不合理，脂类物未入集脂器即凝结堵塞管道
- 2、集脂器不合理，脂类物不能正常凝结，堵塞后段管道
- 3、图中为我司独创的，并经十年成功应用的，多级脱脂系统中的就近初级脱脂收集器

## 四、分压烧结气氛场的影响

抑制高蒸气压物质如Cu，Co等在高温高真空状态下的挥发。

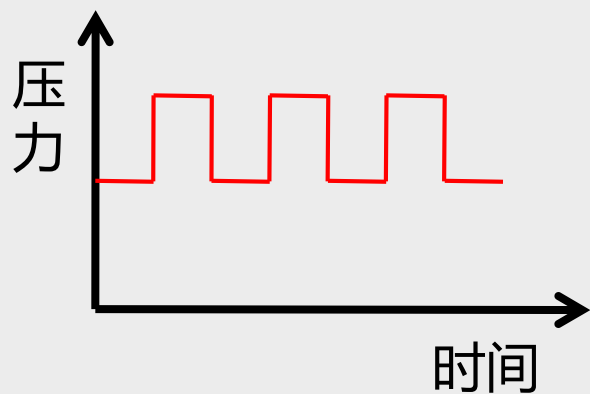
作为载气流，携带各种污染挥发物的排出，减少对产品污染，否则产品因表面污染而收缩困难，表面异常。

### ● 气流均匀性

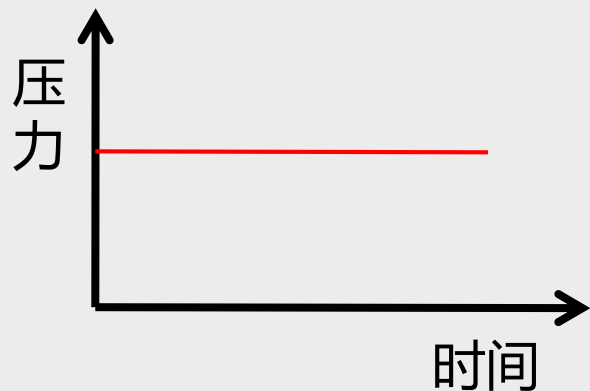


- 气流通道流程、流阻要一致，保证气流能够均匀的流经所有产品，如图中气流A、B两股气流就会存在不一致的现象
- 尽可能的减少气流死角的存在

## ● 分压烧结气氛压力控制方式



- 脉冲分压烧结：  
炉内压力场随着时间的变化成脉冲状变化，炉内气体呈脉冲状排出炉外



- 恒压分压烧结：  
炉内压力场保持不变，炉内气流连续不断的排出炉外

- 在我司2007年以前生产的部份产品，均配置有脉冲分压与恒压分压两种控制方式
- 现在产品不再配置恒压分压烧结功能：  
脉冲分压可实现冲击性烧结，可改产品善致密性，另外大流量的排气方式，利于污染物的排出，事实证明烧结的效果更好

我司脱烧炉在客户处调试过程中，基本上从第二炉开始即可烧出合格的产品



## 五、非正确的烘炉

- 在高温、高真空状态、刚玉垫片与石墨料板相接触同时进行烘炉
- 石墨与刚玉垫片进行反应，使C与 $Al_2O_3$ 互渗交叉污染
- 烧结产品发灰、长毛等，收缩困难，尺寸偏大



一台高温、高真空炉  
拆下的部件，可见石  
墨螺杆及刚玉套的高  
温部位均挥发严重



 **凌起机电工程**  
LINGQI M&E ENGINEERING

十年凌起恭候您的光临指导  
<http://www.chinalingqi.com>

