

## 纳米微孔绝热板在回转窑中的应用

**摘要：** 介绍了纳米微孔绝热板在回转窑的应用。在比较了多种保温和耐火材料之后，指出微孔纳米微孔绝热板对于回转窑降低窑壳温度、减少热量损失、延长设备寿命和提高产量是一种非常合适的材料。

### **背景：**

回转窑的操作是生产硅酸盐水泥和石灰工艺的一部分。这些回转窑通常为大型水平的圆筒，加料端位置稍高，通过重力来推动产品通过窑，通过缓慢的旋转使物料在窑内部进行翻滚，工作在非常高的温度下连续进行。回转窑炉内衬以致密的耐火砖以避免窑内的高热量来保护钢铁外壳。



### **问题：**

当物料不断地翻滚通过窑炉时，为了承受长期的苛刻机械磨损，回转窑内衬的耐火砖，必须有足够高的密度。这种高密度的耐火材料，在有效地抗磨损的情况下，也有两个负面影响。首先，致密耐火材料具有高导热性，并且随着时间的推移耐火材料会逐渐磨损，导致外壳温度升高。在燃料价格持续攀升的情况下，高能耗的问题，极大地影响了成本。窑壳温度的升高对于机械驱动装置和在该区域工作人员的安全也有负面影响。

第二，与致密耐火材料相关的问题是它表现出热冲击的倾向。高密度耐火材料在温度剧烈变化或砖块冷热与热面温度梯度较大时，会有剥落或严重开裂的情况发生。如果耐火材料遭遇剧烈温度变化，如夏季暴雨时外壳温度迅速降低，有可能造成耐火衬里的损坏，并且将导致停窑换内衬。即使是轻微的剥落的耐火材料也将导致降低炉衬寿命。耐火内衬的维修更换所需的劳动力和材料是昂贵的，并且还损失生产时间。

### 耐火材料和钢铁外壳之间的隔热：

为了减少高密度耐火材料的高热导性和热冲击倾向的负面影响，采用的解决方案，可以通过简单地在耐火材料和钢外壳之间的放上隔热材料来实现。虽然这听起来很简单，但在这种应用上选择合适的绝热材料必须考虑以下要点。

- **隔热材料的耐热性：** 隔热层必须能够在其暴露温度下有效工作，它通常是在高密度耐火砖后面的温度。此温度在窑的不同区域是不同的，并且在每个区域中的温度将随着增加的炉衬的耐火材料随长时间的于物料翻滚接触的磨损而上升。
- **保温层的导热系数：** 简单地说，隔热材料的导热性越低，越能更好地降低热损失，使用的受益也越大。热导率受三种机制的影响：传导，对流和辐射。最好的保温层在应用温度范围内将减少所有三种机制的影响。除了降低通过耐火衬里的热损失，热传导性低的绝热材料会降低耐火衬里的热梯度（热表面温度减冷表面温度的差异），导致更均匀的温度分布。这反过来，降低了耐火材料的热冲击倾向。
- **保温材料的力学性能：** 对于任何工作于耐火砖与钢壳之间的绝热材料，它需要能承受来自耐火砖重量和窑炉不断旋转时砖块环和砖的重量和运动。如果保温材料太软，它会压缩到无法充分发挥其优势。如果它不能承受耐火砖持续的运动，就会发生砖块移位或整个砖块环的移动现象。不管有多轻微的，它会随着时间的推移分解成粉，并在耐火材料背后产生开裂，将危及整个内衬的完整性。
- **保温层厚度：** 在回转窑最普遍采用的耐火材料是高密度耐火砖。任何耐火材料后面的绝热材料都将增加总的内衬厚度效果，导致窑炉内径的减小，因此最好将绝热材料的厚度最小化。一些运营商的旋转窑所采用耐火砖后面安放隔热砖，以减少热损失，但相比其他隔热材料这些砖是导热性高并且厚，同时需要较多的劳力来安装。

绝热产品最好的选择是相对薄的（1 到 3cm），热效率高，并很容易地安装。有些回转窑使用可浇注耐火材料，在这种情况下隔热材料用合金锚固件固定，湿的浇注料再进行灌注。在这种浇注耐火材料情况下，绝热板的厚度可以稍厚些，只要稍加一些浇注料，使得总的内衬厚度可控。但是在这种情况下，必须避免微孔绝热板（芯材）直接接触水，绝热板可以用 POF 或铝箔包装，以防止遇水失效。

### 隔热材料的选择：

选择回转窑最佳的保温材料的标准已如前所述。以下是回转窑最常用的保温产品类型，我们对它们各自的优点和缺点进行分析：

- **保温砖：** 需要大量劳动力，安装必须紧密。厚度要 2.5 英寸（6.5 厘米以上）。但仍然具有相对较高的导热性。
- **陶瓷纤维毯：** 6-12mm 的陶瓷纤维毯可以提供比保温砖更低的导热性，并且不含在高温会烧掉的有机粘合剂。但它不能有足够的密度承受耐火衬里的重量以及在应用中的机械磨损。
- **陶瓷纤维纸：** 陶瓷纸是薄的，并具有低的热导率，但含有有机粘结剂受热后，只留下没有机械强度的部分。
- **微孔保温：** 显然是这个应用的最佳选择。组成为二氧化硅粉末和纤维，以及特殊的遮光剂的共混物，具有微孔性结构，包裹在防水包装中。这些产品提供非常好的热稳定性，



CUT EMISSIONS DOWN

抗压强度高和非常低的热导性，从而最大限度地减少热传递的所有三种方式。

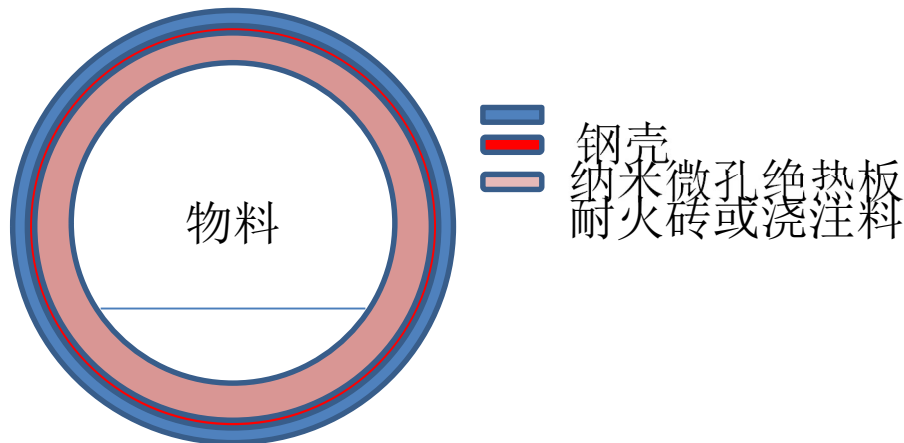


#### 回转窑采用微孔隔热的好处:

- 由于微孔隔热将所有三种模式的热量的影响降到最低（传导，对流和辐射），它在所有耐高温绝热材料中具有最低的导热性。这将可以大大减少通过内衬的热损失并减少能源消耗。
- 通过降低内衬的热损失，降低窑壳的温度和驱动装置所承受的热量。
- 绝缘耐火砖后面放置保温材料将降低耐火砖的热梯度，耐火材料不易发生热冲击，因此可以延长炉衬寿命。
- 微孔板很容易安装，只需要用空气固化的耐火泥浆或接触粘接剂将其固定在窑的内部。
- 微孔板薄，标准厚度为 3mm 到 15mm

#### 应用案例:

当热面温度为 1260℃，环境温度为 25℃时，采用 6 英寸（约 15 厘米厚）高铝砖，配合微孔绝热板进行计算，方法采用 ASTM C-680。



回转窑应用纳米微孔材料截面图

微孔板厚度 (mm)	外壳温度 (°C)	热通量 (KJ/h.m <sup>2</sup> )
0	454	56785
3.2	321	26121
4.8	293	22714
6.4	265	19874
9.6	243	14196

	12.7	210	11357
--	------	-----	-------

由此可见，只要铺设 10 多毫米的纳米微孔绝热板，就可以将窑炉外壳温度降低 200 多度。

**总结：**

采用纳米微孔绝热板与耐火材料和筒体之间，可以大大减少热量损失、提供窑体和机械驱动装置的寿命、提高窑体装载量和保护操作人员的安全。这类材料在国外已有较多应用，在国内推广这类材料对于相关企业降低能耗和运作成本、顺应日益提高的节能减排要求具有重要意义。

*文中的信息是基于我们对于该产品的最佳认识水平。我们对于这些信息的准确性和完整性不做任何保证，对任何财产权的潜在损失不承担任何责任。我们保留对产品的技术规格进行随时变更而不另行通知的权利。任何我们产品的使用者均需承担使用中其财产、健康及其他方面的全部风险。*

**若需要索取其他产品系列资料或技术支持，请联系：**

安徽中和隔热材料制造有限公司

地址：安徽省马鞍山市雨山经济开发区智能装备产业园 6 号 120 栋

电话：185 5000 8101    网址：<http://www.ahtcm.net>    电邮：[sales@ahtcm.net](mailto:sales@ahtcm.net)