

# 工业炉行业硅酸铝棉制品的替代



全自动活底式炉系统，包括两台活底式炉、一个移动式水槽和多个装料出料工位

Frank Bartels - 纳博热有限责任公司；德国利利恩塔尔

除了解决技术难题，工业炉制造商还有一项长期任务：全力以赴降低员工和工业炉用户的健康风险。

## 《德

国有害物质技术规范》(TRGS)对涉及到有害物质的工作在职业医学和卫生学及其他有关方面作出了重要规定，包括有害物质的分类和标示。这些规定明确了《有害物质法案》

在其应用范围内的具体要求。

纳博热有限责任公司将其产品中的硅酸铝棉全部替换，成功达到了TRGS 619的全部要求，为工业炉行业树立了新标杆。

### 应用范围

TRGS 619对无定形硅酸铝棉制品的替代可能性作了说明。这类产品主要用于工业炉、焚化炉、汽车加热系统和排气系统等的隔热，特别是在温度超过900°C的场合。

替代的目标是，在工作中消除或最大限度降低有害物质使用造成的危害。

### 定义

硅酸铝棉也称为陶瓷纤维(耐火陶瓷纤维，缩写RCF)，是一种用氧化铝和氧化硅(通常以50:50的重量比)共同熔融而制成的无定形纤维(也请参见VDI 3469表1和表5及TRGS 558)。它也含有氧化锆。硅酸铝棉



配有气动平移升降炉门的加热炉



制品主要用在温度超过900°C的条件下或间歇式运行的设备中。

AES棉(碱土金属硅酸盐纤维 = 高温玻璃棉)是一种用氧化钙、氧化镁和氧化硅共同熔融而制成的无定形纤维,适合于高温应用。AES棉制品主要用在温度超过1,200°C(2,192°F)的条件下或连续运行的设备及家用电器中。

多晶棉(PCW)是氧化铝含量在63%(重量)以上和氧化硅含量小于37%的纤维。它们以纺丝溶液为原料采用“溶胶-凝胶法”制成。一开始生成的水溶性原丝作为先驱物,经过热处理后结晶。多晶棉通常用在温度超过1,300°C(2,372°F)的条件下,具有重要的化学和物理用途。

### 替代可能性的确定

企业有义务坚持检查耐火制品的使用可能造成的危害。

替代方案必须能够显著降低工作场所所有有害物质的风险,同时,不应当增加工作场所的其他风险(比如火灾和爆炸风险),也不能对其他受保护的设备造成影响(比如熔融材料溢出导致漏炉)。

### 耐火棉纤维性粉尘的危害性

这些细长形颗粒物如果足够长、足够细和具有生物稳定性,将会成为癌症的诱因。符合TRGS 619标准第二节描述的纤维就被认为足够长和足够细(临界纤维)。

在使用耐火陶瓷纤维和多晶棉时,会产生可能诱发癌症的纤维性粉尘。根据目前掌握的科学知识,在吸入这些纤维性粉尘的情况下不能排除罹患癌症的风险。TRGS 905“致癌、致基因突变和有生殖毒性的物质清单”将纤维性粉尘列为2级或3级致癌物。

因此,耐火陶瓷纤维产生的纤维性粉尘属于2级致癌物(被认为可能对人致癌的物质)。有充分证据表明,接触这种物质可能罹患癌症。

按照TRGS 905在“所有其他无机纤维粉尘”(TRGS 905第6节第2.3项)部分的描述,多晶棉(PCW)的纤维性粉尘属于3级致癌物(应当注意的物质,因为可能对人致癌但没有充分的证据)。

AES棉产生的纤维性粉尘没有被归入致癌物之列。

TRGS 558“涉及耐火棉的工作”描述了在使用耐火棉的工作中应采取的防护措施。

### 替代的原则

企业有义务采取风险评估中所描述的措施,确保消除或最大限度降低工作场所所有有害材料的使用对员工带来的任何健康和安全风险。为了履行这种义务,企业应当首先考虑替换有害材料。

企业应当尽量避免涉及到有害材料的工作,或者应当使用在相应条件下对员工健康和安全的无害或危害较小的物质(包括混合物)、产品或工艺来替



陶瓷烧制炉



生产用顶升式高温炉

代有害材料。作为优先事项，企业必须考虑，替换耐火陶瓷纤维制品在技术上是否可行。

在考虑替代时，应当对可能使用的产品进行整个寿命周期的全面分析。在下列情况下，硅酸铝棉制品一定要被替换：

1. 技术性能(使用温度，绝热能力，长期性能，使用寿命)相当。
2. 在整个寿命周期内对员工的总体健康风险降低。

考虑使用替代方案的其他原因还包括成本、环保及能源和资源效率。不过，必须强调指出，如果一种替代方案成本较高，并不能自动得出不予采用的结论。特别是在被替代物带来的风险很高的情况下，必须给予降低风险更大的权重。

替代物的选择结果一定要在风险评估中注明，并按照要求提交给主管机构。

不含有1或2级纤维致癌物的产品可以作为低健康风险的纤维替代物而使用，只要它们也能够满足使用温度和其他条件的要求。

## 工业炉设计中硅酸铝棉制品替代方案的实施

由于具有出色的绝热性能，硅酸铝棉(RCF)长期以来大量用在900°C - 1,400°C(1,652°F - 2,552°F)的场合下。不过，这类纤维材料被列为2级致癌物，因此必须考虑替代的可能性，而且只要在技术上可行就要替换。替代物成本较高这一理由不足以支持硅酸铝棉的继续使用。

由于产品性能的原因，被归入不危险之列的AES纤维材料通常不被作为硅酸铝棉的唯一替代品而使用。在许多情况下，多晶棉材料是具有技术可行性的选择。不过，这类耐高温纤维的购置成本明显提高，为替代增加了困难。

TRGS 619的规定在许多欧洲国家甚至欧洲以外都被修改。比如，在法国和美国的加利福尼亚州，大企业不被允许使用致癌性纤维材料已有很多年。当TRGS 619在2013进行修订后，绝热材料制造商作出了响应，通过混入其他纤维(比如多晶棉和AES材料)而增加了产品种类，缩小了与新规定的差距。不过，到目前为止，国际工业炉行业在采用这些替代材料方面还显得犹豫不决，这部分是由于技术原因，但更主要的还是出于成本上的考虑。

纳博热有限责任公司从一开始就全面分析了用合适的

替代材料替换硅酸铝棉的可行性。

在2015年，纳博热有限责任公司推出了第一个无硅酸铝棉窑炉系列。由65名技术人员组成的纳博热设计团队对所有炉型确定了替代的可能性。几乎每一种炉型都作出了结构修改，高温区侧壁和后壁绝热层都不再使用硅酸铝棉。

现在，纳博热能够骄傲地宣布，通过与国际领先的纤维供应商密切合作，公司的所有炉型都已完成替代。如今，向客户提供的标准炉型几乎都不用硅酸铝棉作绝热材料。在大多数情况下，采用替代设计方案的成本基本持平。今后，成本不应当再成为不使用非致癌性纤维的一个理由。被归入致癌物之列的纤维必须只用在没有硅酸铝棉替代品的少数场合中，而且要严格地限制，还要征得客户的同意。

纳博热有限责任公司的制造厂设在德国北部的利利恩塔尔/不来梅，拥有450多名员工，每年为工艺品、实验室、口腔外科、热处理、先进材料、玻璃和铸造等领域的客户制造并提供超过7,500台工作温度从30°C直到3,000°C(86°F - 5,432°F)的各种炉窑。

作为德国优质产品的一家制造商，纳博热有限责任公司认为自己有责任站在行业前沿，为确保质量、安全和健康而提供先进的产品。[4]

欲了解更多资料，请联系：Frank Bartels，纳博热有限责任公司销售副总裁；Bahnhofstr. 20, 28865 Lilienthal, Germany；电话：+ 49 (4298) 922 0；电子邮箱：frank.bartels@nabertherm.de；网址：www.nabertherm.com。2013年5月修订的德国TRGS 619是本文的重要依据之一。

**INDUSTRIAL HEATING**



这个二维码翻译文字：请扫描此二维码，或登录 [www.industrialheating.com](http://www.industrialheating.com)，浏览ceramics & refractories/insulation栏目的内容。