

# 技术公告

TBC - 7% Yttria-Stabilized Zirconia

## 可用于制备各种微观结构的高质量热障材料

### 导言

热障涂层 (TBC) 是在高温环境中提供热保护的涂层总称。根据1978年NASA的Stephan Stecura博士的研究结果, 7%氧化钇稳定氧化锆 (YSZ) 具有相对较高的断裂韧性和较低的热导率, 是使用最广泛和最成熟的热障涂层材料。该材料被应用于工业燃气轮机和喷气发动机的热段, 以保护燃烧和涡轮部件, 允许涡轮在更高的入口温度下运行, 从而提高效率、节约成本并减少排放。

除开成分之外, 孔隙率和厚度是影响热障涂层的热导率、顺应性及寿命的关键变量。此外, 7% YSZ不仅可以用于制造具有各种结构和广泛厚度范围 (200-2000微米) 的涂层, 还能够在高达1150°C甚至更高的高温条件下使用。

### 粉末特性和典型应用

除了粒度分布之外, 我们的客户还可以选择不同的粉末形态, 以找到适合其特定应用的最佳方案。赫格纳斯的热障涂层产品包含多种粒径的团聚烧结、熔融破碎粉末, 以及空心等离子球化 (HOSP) 7% YSZ粉末 (图1)。其次, 对纯度水平进行了专门的更改, 更适用于不同用途和类型的涡轮机的涂层。

### 粉末形态

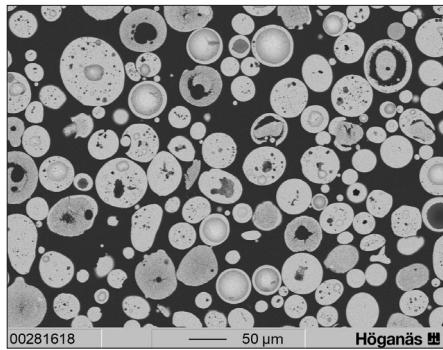
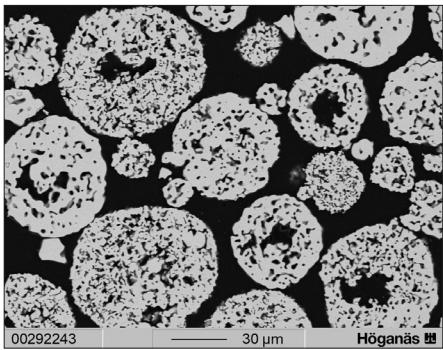
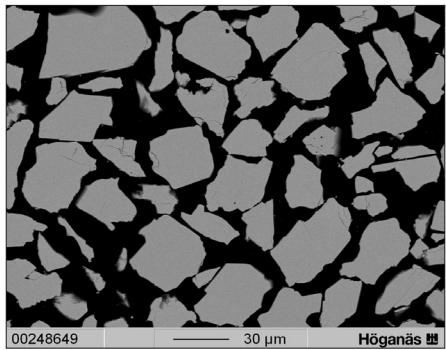
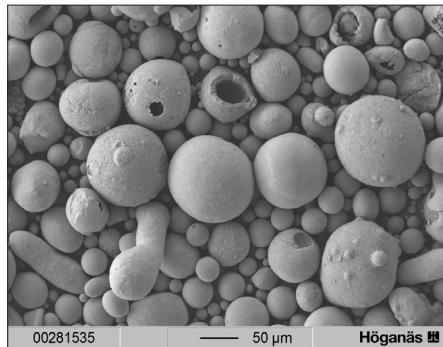
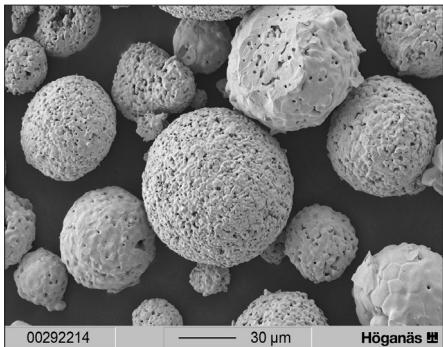
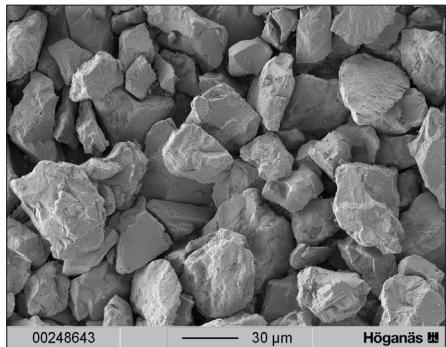
团聚烧结粉末 (如**Amperit 827**, 图1) 由几微米范围内的原始颗粒制成。颗粒呈球形, 孔隙度高。使用宽范围粒径的粉末材料可制备孔隙率范围为6-20%的涂层, 还可以通过添加可挥发聚合物造孔剂实现更高的孔隙率 (图2)。

熔融破碎粉末 (**Amperit 825**) 致密呈不规则形状, 是生产致密TBC结构的理想材料。这些涂层表现出更好的抗侵蚀性和汽蚀性, 但会牺牲一定的热导率。垂直贯穿于涂层的裂纹可让涂层更好地抵御基材受热膨带来的应力变化 (图1)。

HOSP粉末 (**Amperit 831**) 呈球形, 表面光滑, 具有最佳的流动性。取决于喷涂条件和粒度分布, 涂层孔隙率为5-15%, 具有相对较大的孔隙尺寸。在某些情况下, 这允许进一步控制涂层的热导率以及对基材膨胀的适应性 (图1)。

高纯度材料**Amperit 816**和**Amperit 831**杂质含量低, 以增强涂层的抗烧结性。产品目录中提到的黄色和白色是指粉末材料和涂层的视觉外观。

图1:典型粉末形态



**Amperit 825**

熔融破碎

不规则块状致密颗粒

**Amperit 827**

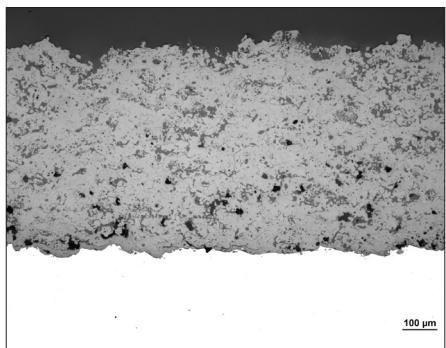
团聚烧结

球形颗粒

**Amperit 831**

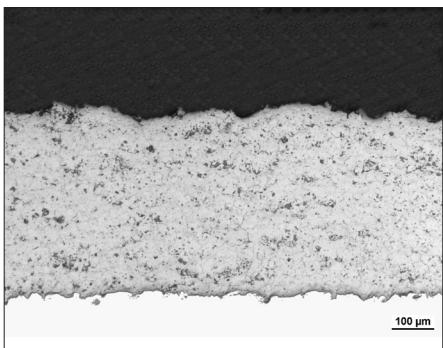
等离子球化/HOSP

图2:Amperit 7YSZ材料图层的典型微观结构 (LOM)



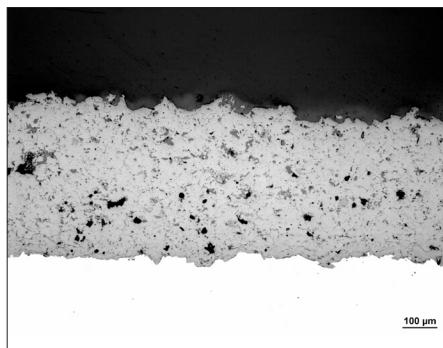
**Amperit 827.007**

孔隙度: 6%



**Amperit 827.006**

孔隙度: 15%



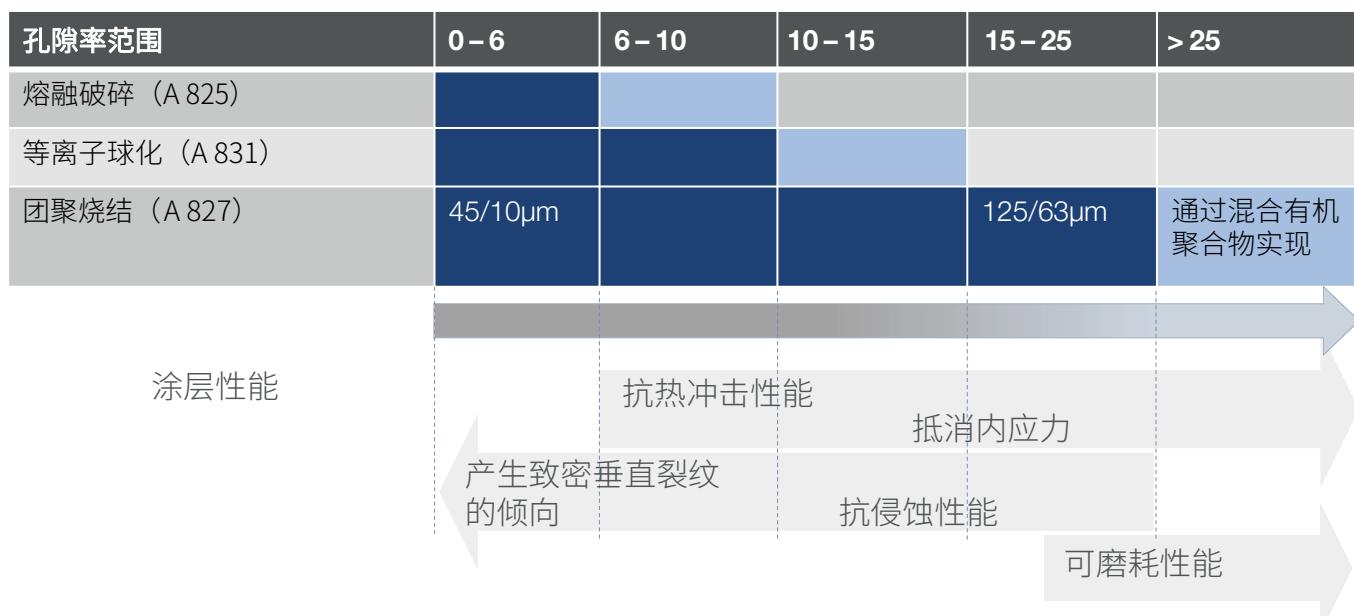
**Amperit 831.006**

孔隙度: 9%

## 应用指南

- » 烧结工艺和HOSP材料的粒径范围决定了可实现的孔隙率范围。
- » 高孔隙率涂层具有较低的导热性，从而改善了部件的隔热性能。
- » 抗热冲击性通常随着孔隙率的增加而提高。
- » 涂层的抗冲蚀性能随着孔隙率的降低而提高。致密垂直裂纹 (DVC) 涂层用于易受高冲蚀磨损的部件。由于DVC的结构更致密，与多孔结构相比，热导率更高。
- » 熔融破碎的材料，例如Amperit 825型，最适合制备DVC涂层。
- » 针对高孔隙度设计的大粒径多孔颗粒的YSZ喷涂粉末，例如Amperit 827型，可以使用高焰APS设备制备致密涂层。然而，由于涂层内结合力不足，在正常的APS设备无法制备这种致密涂层。

图3:Amperit 7YSZ的孔隙率范围和涂层性能



\*典型数据。如果想了解更多详情，请通过以下网址联系我们: [www.hoganas.com/contact](http://www.hoganas.com/contact)

表1:赫格纳斯标准7YSZ系列,可根据要求定制材料

Amperit	粒径 ( $\mu\text{m}$ )	成分 $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$	粉末形态	特点及典型应用
<b>816.006</b>	125/45	93-7	团聚烧结	<ul style="list-style-type: none"> <li>颜色为“白色”</li> <li>高纯度、低<math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>和<math>\text{SiO}_2</math>、单斜相含量非常低，循环寿命更长，抗热冲击性更好</li> <li>天然放射性物质 (NORM) 含量低，环境兼容性更好</li> </ul>
<b>825.000</b>	22/5	93-7	熔融破碎	<ul style="list-style-type: none"> <li>颜色为“白色”</li> </ul>
<b>825.001</b>	45/22			<ul style="list-style-type: none"> <li>块状致密粉末形态</li> <li>用于致密垂直裂纹涂层 (DVC)</li> </ul>
<b>827.006</b>	125/45	93-7	团聚烧结	<ul style="list-style-type: none"> <li>颜色为“黄色”</li> </ul>
<b>827.007</b>	90/16			<ul style="list-style-type: none"> <li>极佳的抗热震性和隔热性能</li> </ul>
<b>827.054</b>	45/10			<ul style="list-style-type: none"> <li>耐热腐蚀性能</li> </ul>
<b>827.083</b>	125/38			<ul style="list-style-type: none"> <li>用于航空发动机和固定式燃气轮机的热障涂层</li> <li>可实现最高涂层孔隙率 (建议使用A827.006)</li> <li>对于非柱状 DVC, 建议使用A827.054</li> <li>低松装密度</li> </ul>
<b>831.006</b>	125/45	93-7	等离子球化/ HOSP	<ul style="list-style-type: none"> <li>颜色为“白色”</li> </ul>
<b>831.007</b>	90/16			<ul style="list-style-type: none"> <li>高纯度</li> </ul>
<b>831.054</b>	45/10			<ul style="list-style-type: none"> <li>中空和球形颗粒</li> </ul>
<b>831.063</b>	75/45			<ul style="list-style-type: none"> <li>更好的耐烧结性和相稳定性，更长的循环寿命和更好的抗热冲击性</li> </ul>
<b>831.082</b>	125/10			

## OEM 批准

OEM	涂层规范	Amperit
GE Power (former Alstom)	HTCT 650564	Amperit 827
		Amperit 831
GE Power	GE A50A557	Amperit 827.772 Amperit 831.772
	GE A50A558	Amperit 827.773 Amperit 831.773
	GE A50AG1	Amperit 825.998 Amperit 825.999
GE Aviation	GE A50TF278 CLASS A	Amperit 827.289 Amperit 831.289 Amperit 825.289
		Amperit 827.290 Amperit 825.290 Amperit 831.290
		Amperit 831.774 Amperit 827.774 Amperit 825.774
	GE A50TF278 CLASS D	Amperit 831.967
	PM 819-20	Amperit 827.853
	PM 819-57	Amperit 827.864
	PM 819-84	Amperit 827.873
	EMS 57750	Amperit 827.943
MTU	MTS 1198	Amperit 825.218
	MTS 1342	Amperit 825.242
	MTS 1352	Amperit 827.238
PWA	PWA 1375	Amperit 827.423
	PWA 36375	Amperit 828.405
Rolls Royce	RRMS 40042	Amperit 825.381
	RRMS 40000 (former MSRR 9707/46)	Amperit 831.359
SAFRAN/Helicopters	LA657 PQ0	Amperit 831.733
SAFRAN	DMR 33-098	Amperit 831.733
Siemens Sweden	MAT 870011	Amperit 827
Siemens	DPTLV-00000912	Amperit 825
	DPTLV-70000633 00	Amperit 816
	DGTLV-504009001	Amperit 827
	DGTLV-504009001	Amperit 831

## 相关产品

- » Amperit 808是一种基于YSZ的材料，具有比7YSZ材料更低的热导率。该材料是为极高工作温度的应用场景而设计的。
- » 含有超过7%重量 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 的材料可用于提高涂层的抗烧结性。然而，这种改进会牺牲一部分抗侵蚀性能。Amperit 809 (40YSZ)、Amperit 813 (48YSZ)、Amperit 814 (55YSZ)、Amperit 815 (55YSZ)、Amperit 817 (20YSZ)、Amperit 818 (14YSZ)、Amperit 819 (38YSZ) 和Amperit 828 (12YSZ) 均属于此类。
- » Amperit 835是一种 $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ 材料。主要用于抗CMAS 面层，配合YSZ涂层一起使用。
- » Amperit 845和Amperit 846是氧化钇稳定氧化锆。

## 操作和安全建议

- » 储存在干燥处。
- » 敞口容器应储存在干燥箱中，以防吸收空气中的水分。
- » 使用前摇匀粉末，防止偏析。
- » 有关健康、安全和环境的信息，请参考相应的安全数据表。

更多信息请扫描或点击二维码



有关您对本文所述产品（包括任何建议的方法和产品）的使用条件，我们无法干涉。所有信息均不作任何保证或担保。作为一般规则，此处提及的产品特性不应被归类为待售物品的特性信息。如需订购，请参考相应产品数据表的发行号。所有交付的产品均基于最新版本的产品数据表和我们的最新版销售和交付通用条款。