



追求卓越

PASSION

FOR EXCELLENCE

陶瓷刚玉-当前发展方向及应用

By 雨荣研磨·庞京涛

提示



ROY Material

- 不必现场拍照，演示PPT将会上传到网站 www.roymt.com，稍后请自行至下载中心下载。
- 每个单元讲完后会有提问环节，请集中提问；请尽量简短/清晰。

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

-如有问题，请在每个单元后，集中提问



ROY Material

基础部分-1.陶瓷刚玉是什么？定义

陶瓷刚玉，也称**SG**磨料，是指以溶胶凝胶工艺生产的一种刚玉系磨料（氧化铝含量**94-99%**）。

		
蓝色，自然颗粒偏圆型	白色，自然颗粒偏圆型	白色，自然颗粒偏尖型
		
圆条状颗粒	三角条状颗粒	三角片

各种形状和颜色，都属于陶瓷磨料

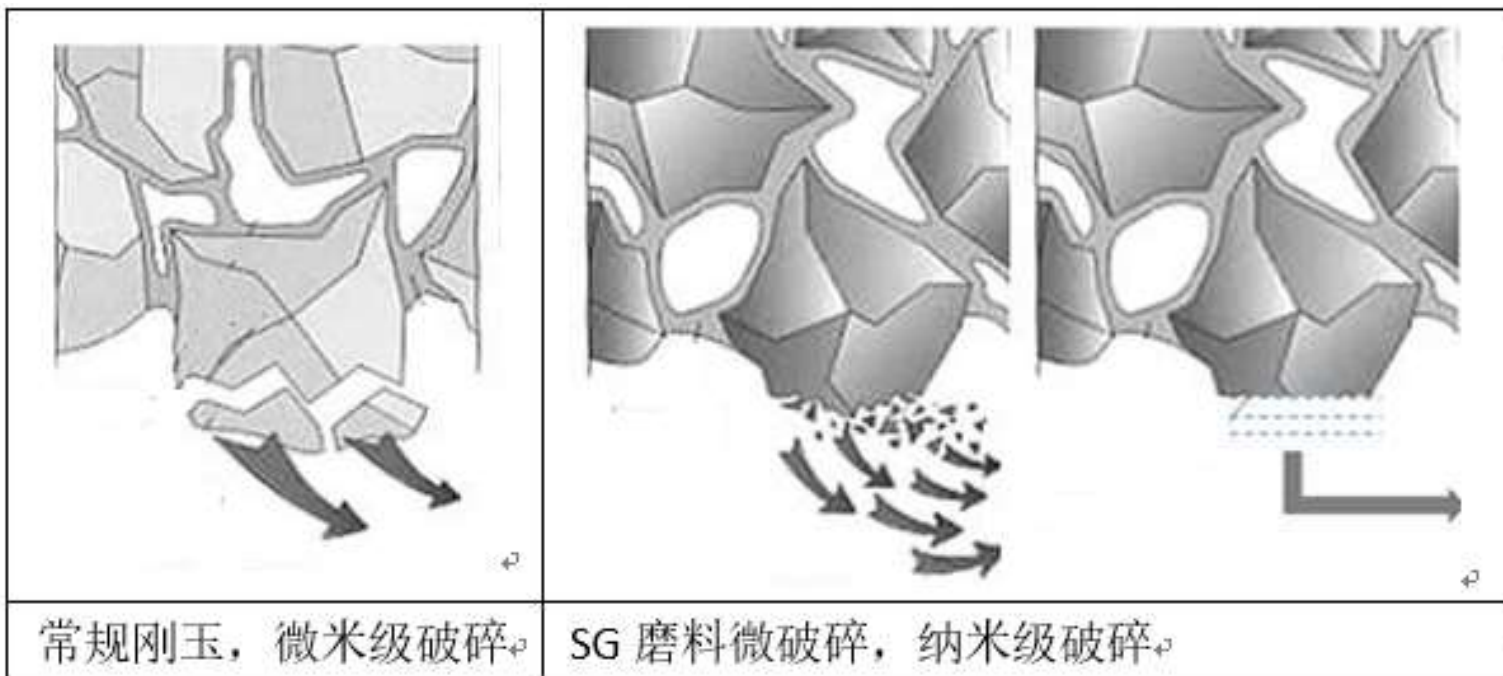
技术起源于上世纪80年代，至今40年。
3M/Norton发明



ROY Material

基础部分-1.陶瓷刚玉是什么？ 破碎机理

陶瓷磨料，其在磨削过程中的机理与常规刚玉磨料不同，核心的原理是在磨削力的作用下，颗粒以非常细微（纳米级）的方式剥落并不断露出新的磨削刃，剥落的磨料能带走磨削时产生的热量，从而能够达到高效率长寿命的磨削效果。具体如下图所示：。

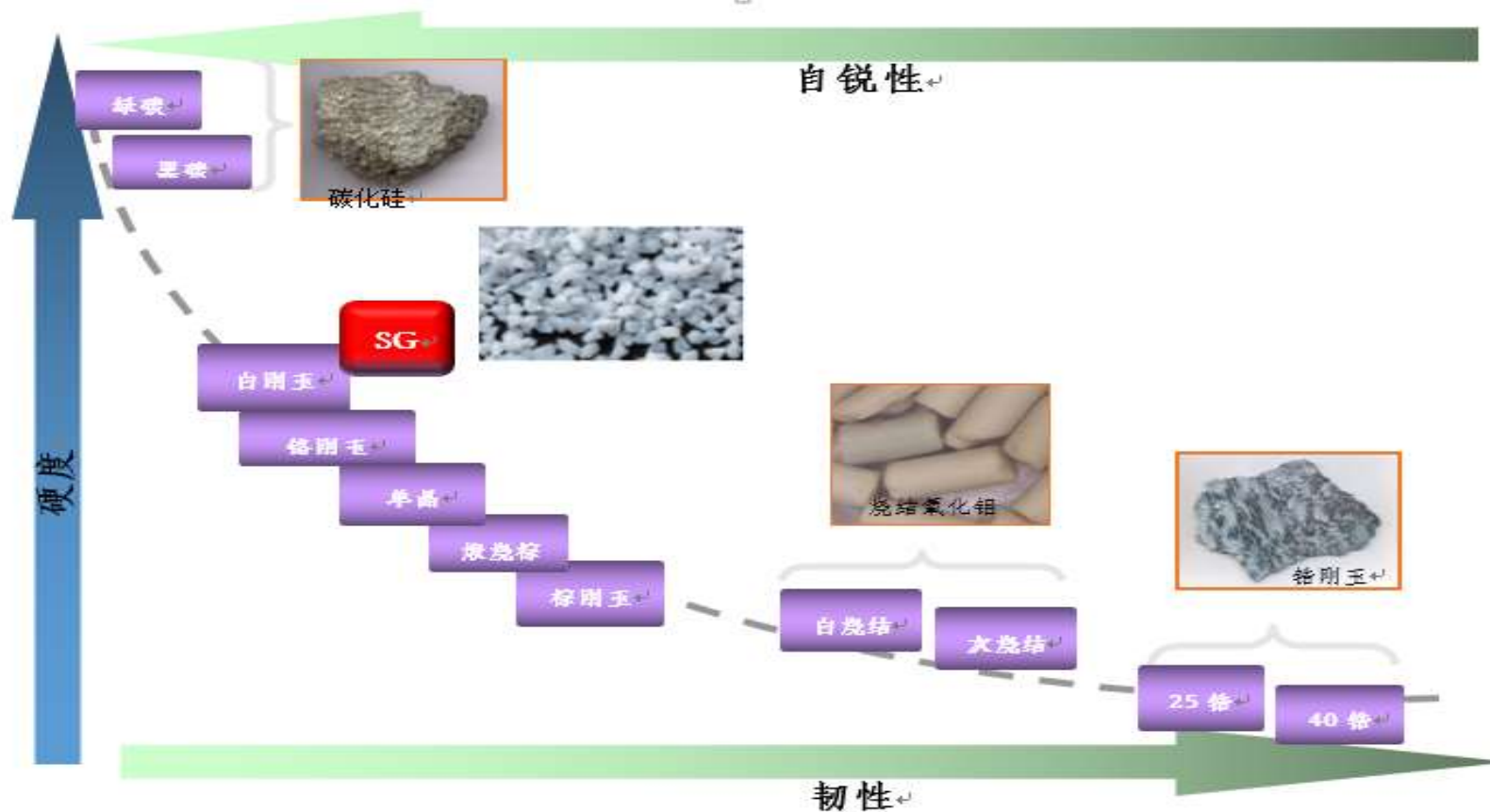




ROY Material

基础部分-1.陶瓷刚玉是什么？磨料对比

相对于其他磨料：具备很高的硬度，同时又很好的韧性。具有很好的综合性能。



基础部分-1.陶瓷刚玉是什么？短板/应用限制

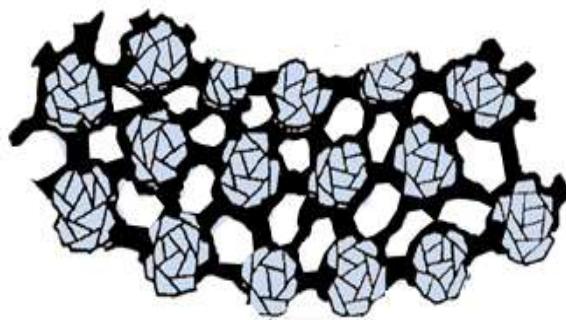


陶瓷刚玉能很好的平衡自锐性和韧性，但应用也有部分限制：

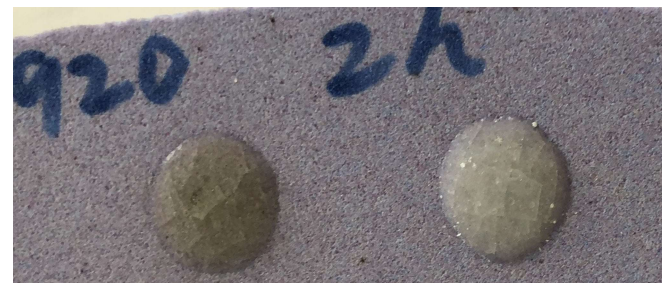
- 微破碎特性需要较高的阈值压力，这就要求磨削过程中的磨削力比较大；对磨床的功率要求高。
- 高的阈值压力，对磨具的结合剂要求高；要在高压力下不脱粒；要求使用强度高结合剂，并且选型上与常规磨具也有不同。
- 工艺温度大于1100C，微观晶型发生变换，性能退化，制陶瓷砂轮需用低温结合剂。



高功率机床



高强度结合剂



低温结合剂

提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

-如有问题，请在每个单元后，集中提问

基础部分-2.陶瓷磨料的生产工艺：核心工序



ROY Material

核心工艺：

1. 溶胶凝胶工艺（强酸溶解勃姆石形成溶胶，加入助剂后形成凝胶）
2. 陶瓷的烧结工艺

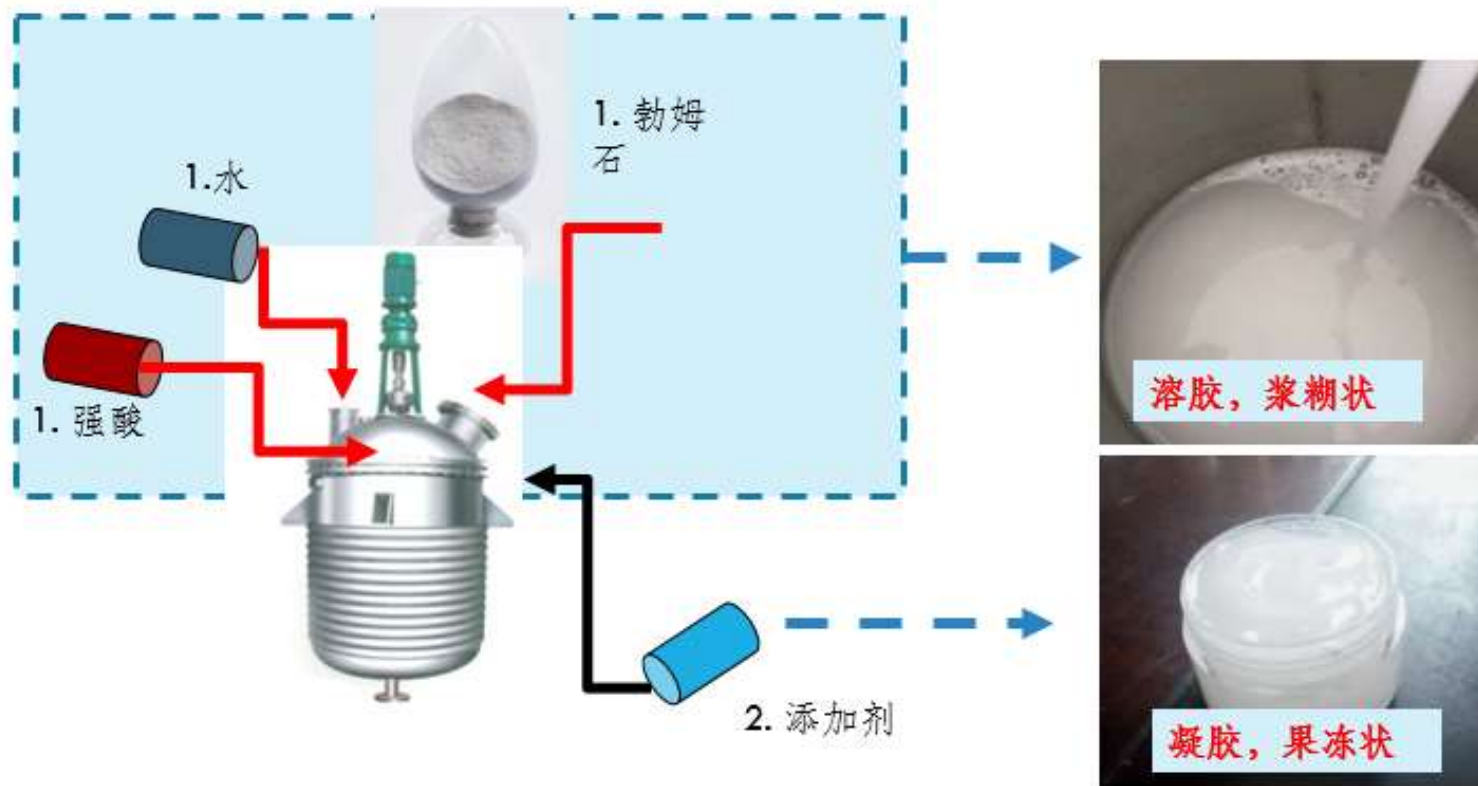
			
			
• 使用化学法-陶瓷工艺 • 控制到每个晶粒 • 通过烧结工艺提升强度	• 使用电加热-熔融法 • 主要为物理工艺 • 通过熔融冷却提升强度		

基础部分-2.陶瓷磨料的生产工艺：核心工序



ROY Material

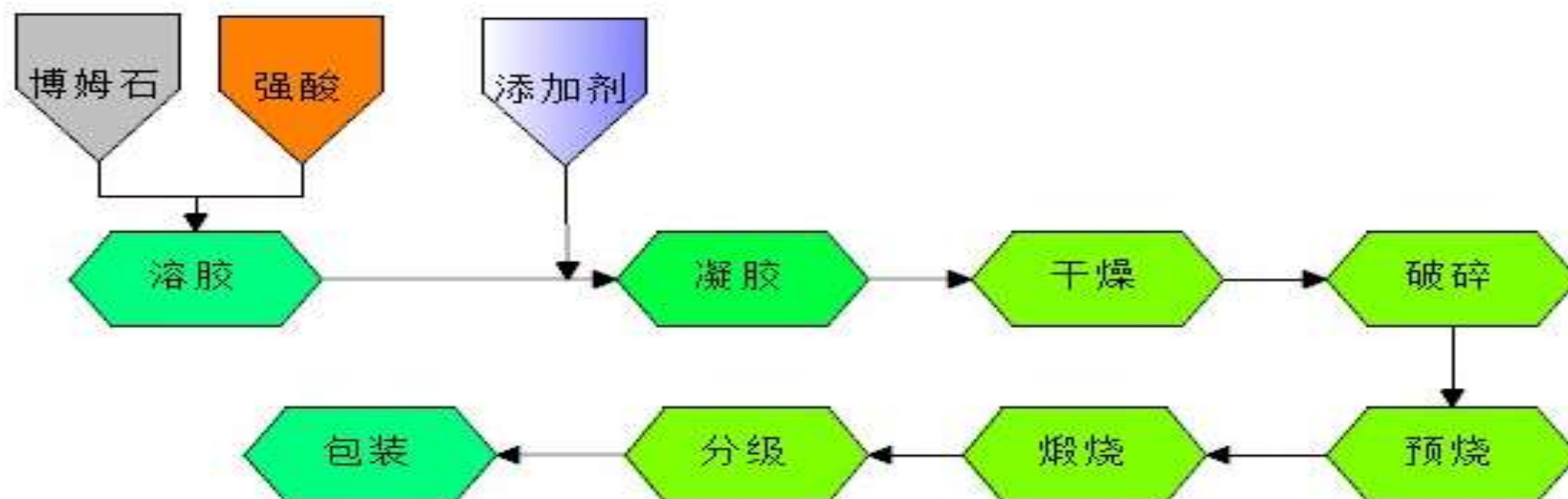
核心工艺原理：溶胶凝胶工艺（强酸溶解勃姆石形成溶胶，加入添加剂后形成凝胶）



基础部分-3.陶瓷磨料的生产工艺：详细工序



ROY Material



工艺关键点：

1. 原材料（勃姆石）的稳定性
2. 添加剂的配方

提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

-如有问题，请在每个单元后，集中提问



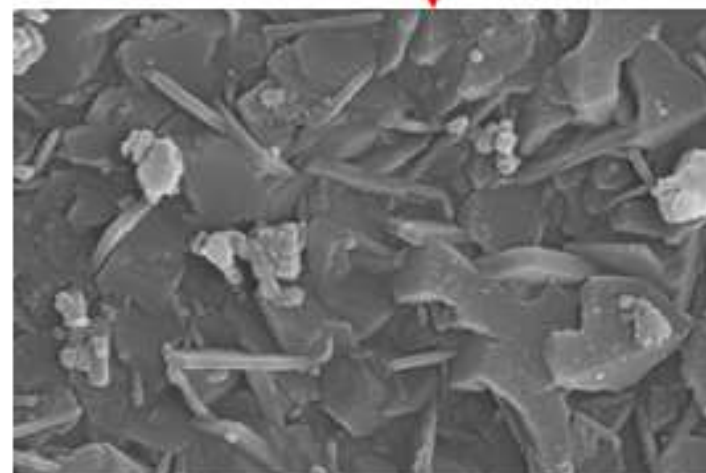
ROY Material

基础部分-3.陶瓷磨料性能及检测：性能指标

- 化学成分（以雨荣研磨产品为例，检测方式XRF）

Chemical				
Al ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Y ₂ O ₃	MgO	Others
94.5-97%	1.5-2.5%	0.5-1.5%	0.5-1.5%	0-0.5%

- 晶粒形貌（以雨荣研磨产品为例，检测方式SEM）



- 真密度：3.85-3.95g/mm³
- 硬度：HV1800-2200
- 球磨韧性：35-85%

基础部分-4.陶瓷磨料性能及检测：简易方法



除常规的粒度分布/堆积密度外，以下时简易的检测方式；

核心特性	观测方式	原理
密度	容量瓶法	磨料密度低，则表示内部不够致密气孔多，使用时会快速消耗。
微观晶粒尺寸	放大镜下观察磨料的透明程度（46#以细）以半透明为好	晶粒尺寸细切均匀，则光线能够半穿透，晶粒尺寸太大，则光线全穿透不穿透
磨粒的表面光滑程度	放大镜下观察磨料的表面，以光滑反光，不粘连为最佳	磨料致密无杂质，则表面光滑且能够反光；磨料如果互相粘连则表示有其他杂质进入，正常 SG 磨料颗粒不粘连
颜色均匀度	观察带颜色磨料的颜色是否均匀	颜色均匀则代表添加剂在磨料内部分布均匀；颜色不均匀则表示由于工艺中受热不均等因素，添加剂在磨料中分布不均匀
颜色的深浅	放大镜下观察颜色的深浅	深浅不影响磨料性能，但过深的颜色会掩盖磨料的透明度

基础部分-3.陶瓷磨料性能及检测：举例



ROY Material



表面光滑，且成半透明状。

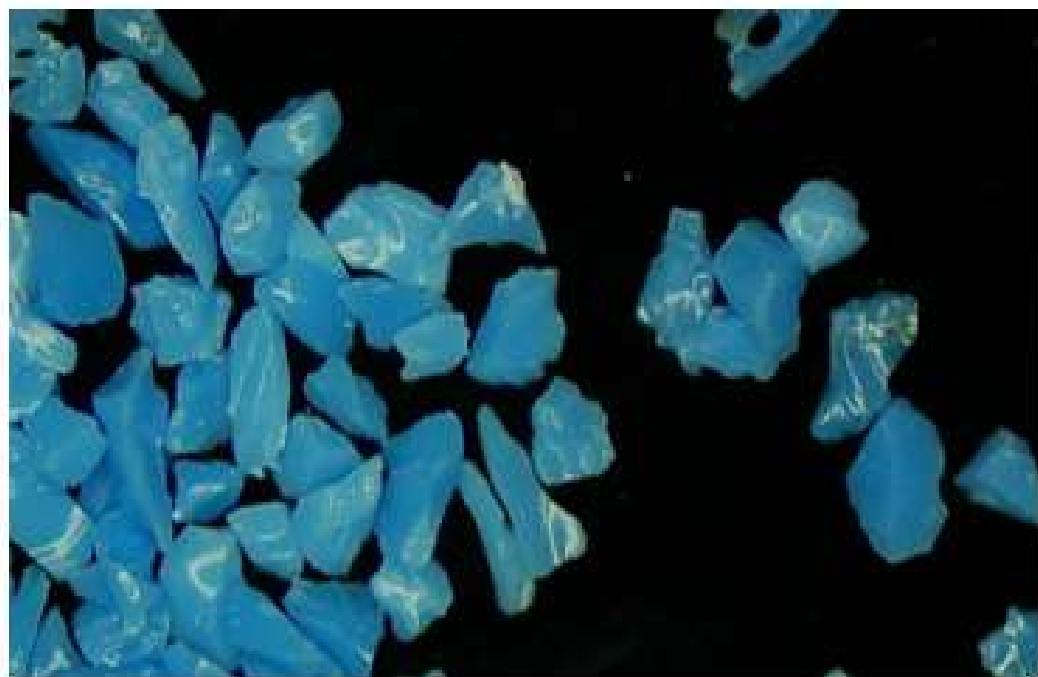


成半透明状，表面不光滑/发毛,小颗粒粘连。

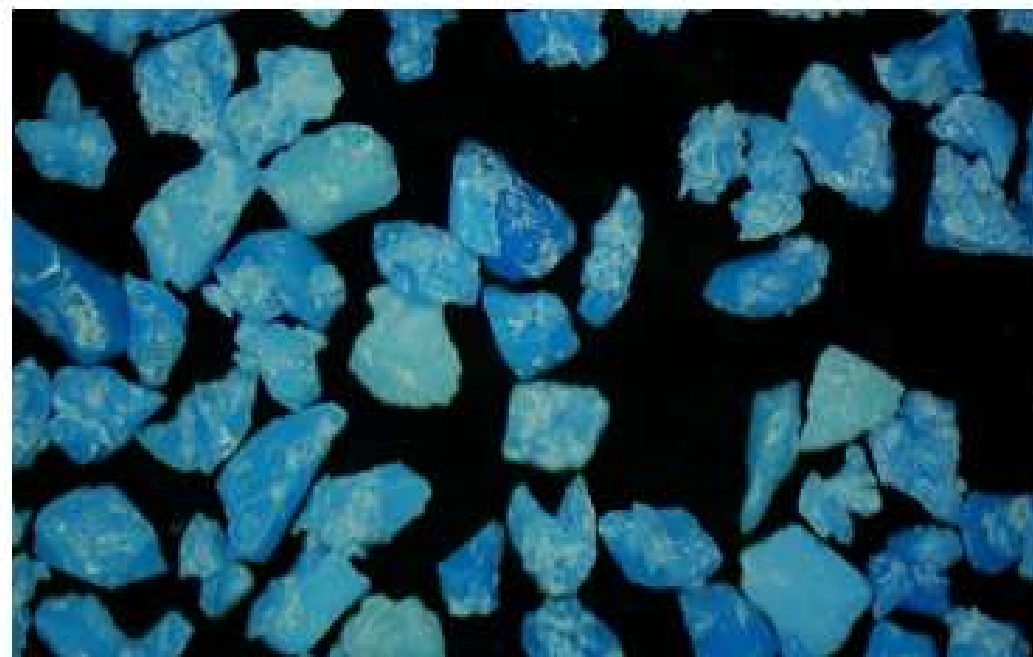
基础部分-3.陶瓷磨料性能及检测：举例



ROY Material



表面光滑，呈半透明状，颜色分布均匀。



表面光亮，但有小颗粒粘在大颗粒上，烧结过程有杂质（正常 SG 磨料不粘连）。

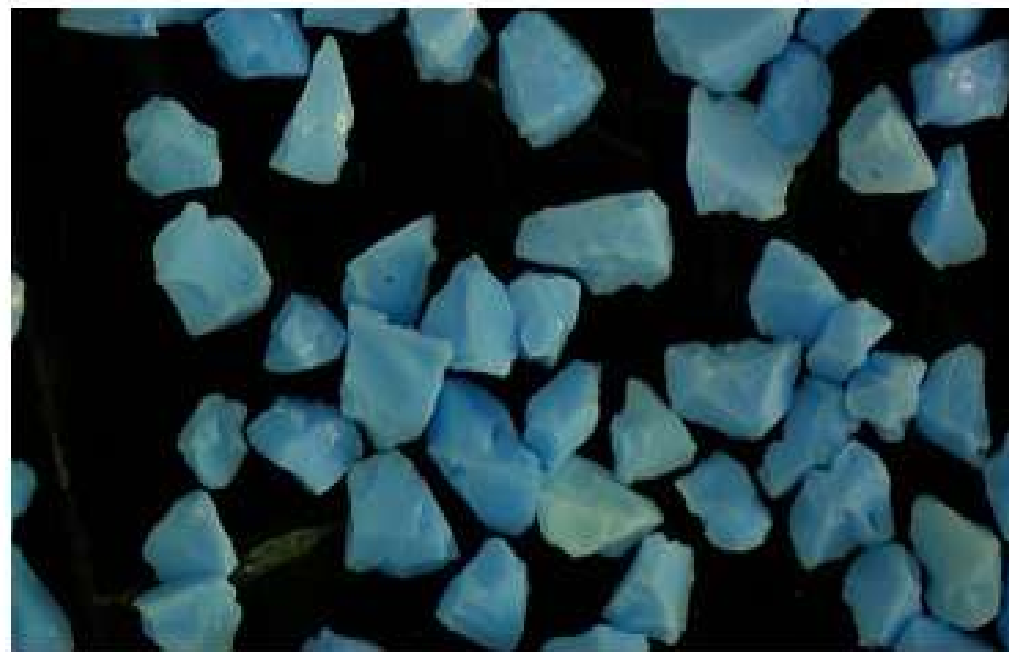
基础部分-3.陶瓷磨料性能及检测：举例



ROY Material



颜色深且分布不均匀，透明度不好。



颜色分布不均匀，透明度不好。

提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

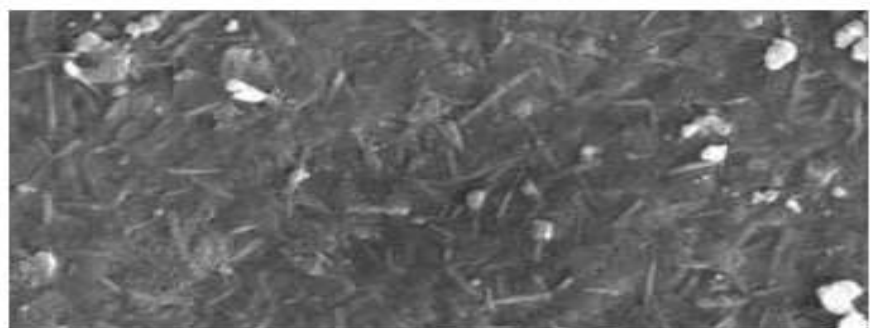
-如有问题，请在每个单元后，集中提问



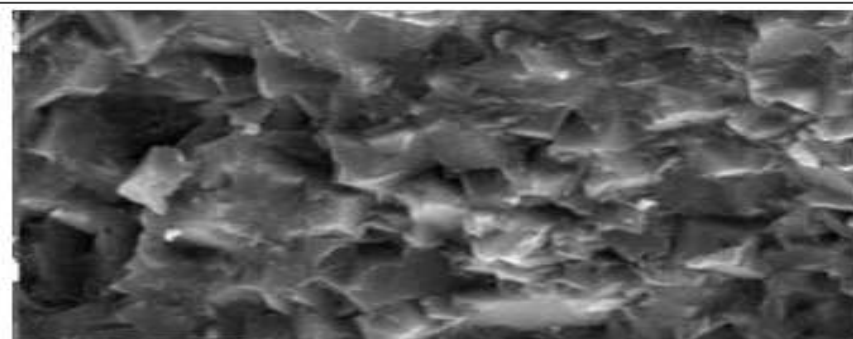
ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：技术路线

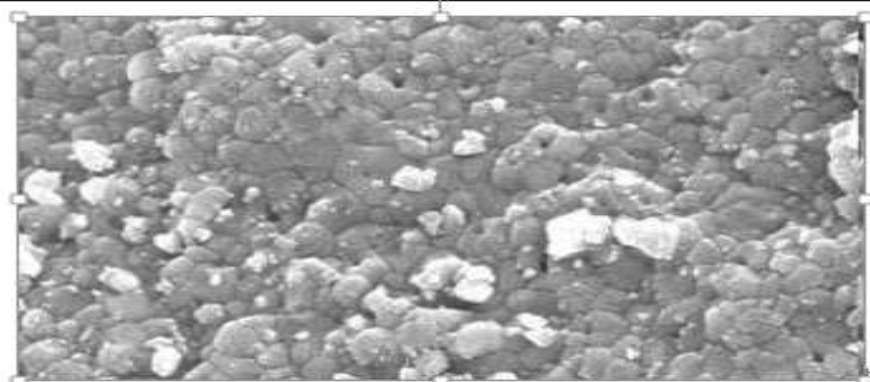
陶瓷刚玉磨料存在两种工艺路线；一种是圣戈班开发的球状堆积晶型的，以白色为主；一种是3M开发的层片堆积的晶型，以蓝色为主。



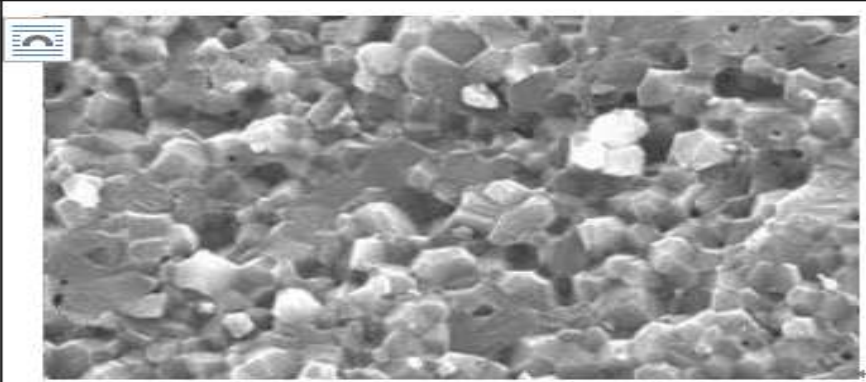
3M 体系-层片堆积晶型-SEM 观测表面



3M 体系-层片堆积晶型-SEM 观测断面



圣戈班体系-球状堆积晶型-SEM 观测表面



圣戈班体系-球状堆积晶型-SEM 观测断面

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：技术路线

体系	添加剂	晶型特性
层片堆积晶型	稀土元素（钕镧等），氧化镁，氧化铁等	内部针状晶界，容易破碎，自锐性好
球形堆积晶型	氧化镁，氧化锆，引晶剂等	球状紧密堆积，难破碎，寿命长

- 其余厂家生产的SG磨料，各有细微的区别但是都是模仿的这两种晶型。
- 颜色误区，比如“白料”，“蓝料”等；磨料的表现取决于内部晶型，不在于颜色，颜色只是加入钴染色

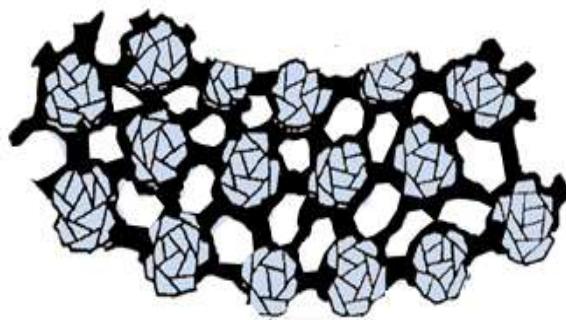
基础部分-1.陶瓷刚玉是什么？短板/应用限制

陶瓷刚玉尽能很好的平衡自锐性和韧性，但应用也有部分限制：

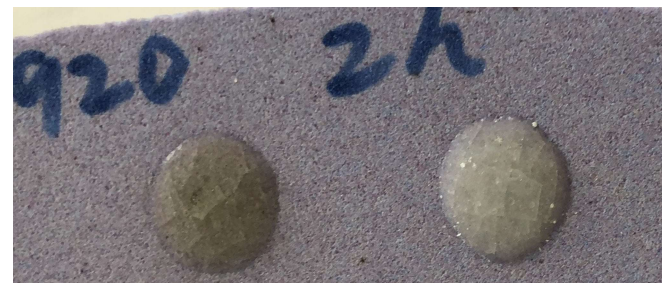
- 微破碎特性需要较高的阈值压力，这就要求磨削过程中的磨削力比较大；对磨床的功率要求高。
- 高的阈值压力，对磨具的结合剂要求高；要在高压下不脱粒；要求使用强度高结合剂，并且选型上与常规磨具也有不同。
- 工艺温度大于1100C，微观晶型发生变换，性能退化，制陶瓷砂轮需用低温结合剂。



高功率机床



高强度结合剂



低温结合剂



ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：基础技术

从陶瓷磨料开始应用到现在基本上经历三代的产品升级，总的方面是降低微破碎的阈值压力，磨料越来越自锐，具体的实现方式：

技术体系	提升自锐性的方式
球状堆积体系	*增加特殊添加剂，增加晶界脆性 *降低晶粒尺寸
层片堆积体系	*通过添加剂增加针状物的比例 *降低晶粒尺寸

带来的好处：

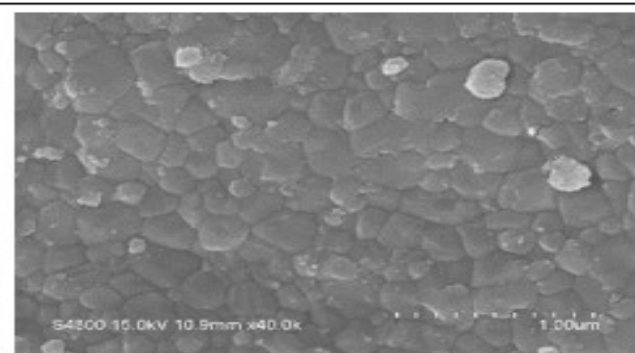
- 对结合剂强度要求降低，更加具有适应性
- 降低破碎单元的大小，能够延长寿命和提升效率



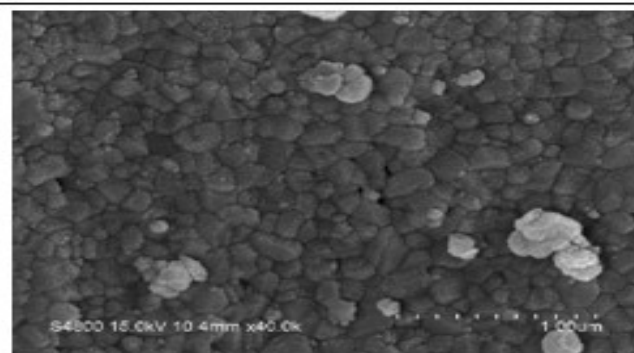
ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：技术发展

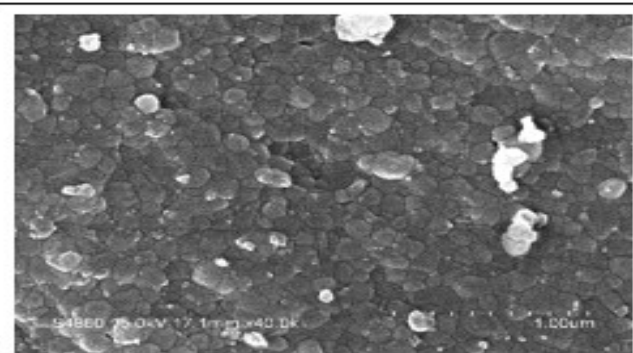
球状堆积



晶粒：100-500nm，不均一
国内一般产品，属第一代

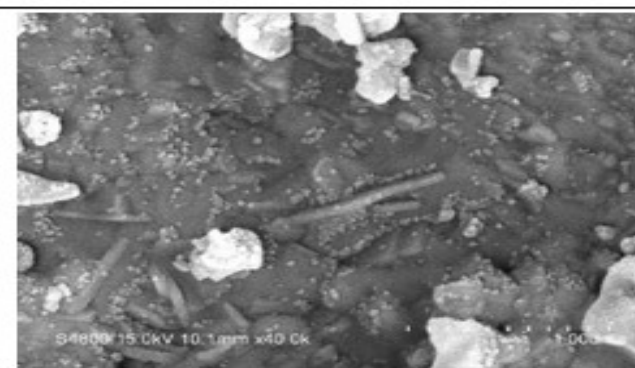


晶粒：100-300nm，均一
国内改进产品，属第二代

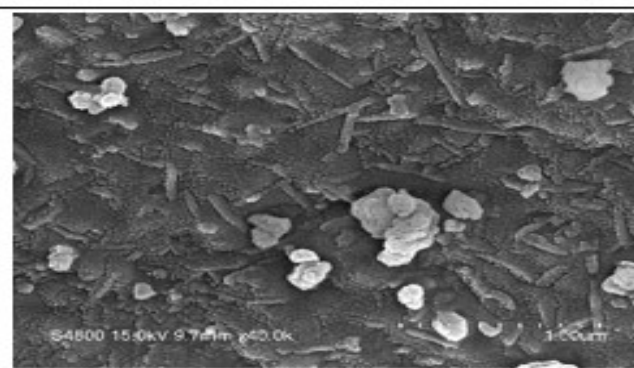


晶粒：50-200nm，均一
国际，属第三代

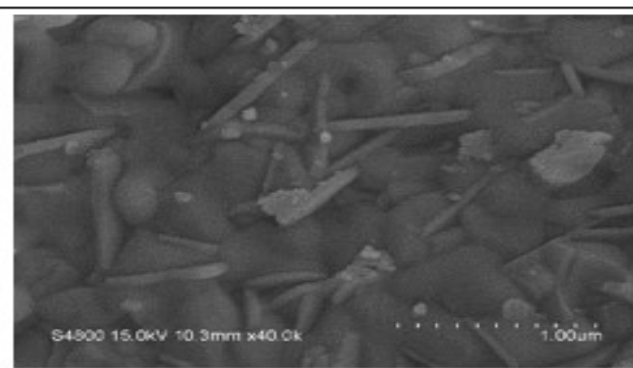
层片堆积



晶粒：200-600nm，针状物分布不均，数量少；国内一般，属第二代产品



晶粒：100-200nm，针状物分布均匀，数量多；雨莱 SG-S 白色，属第三代



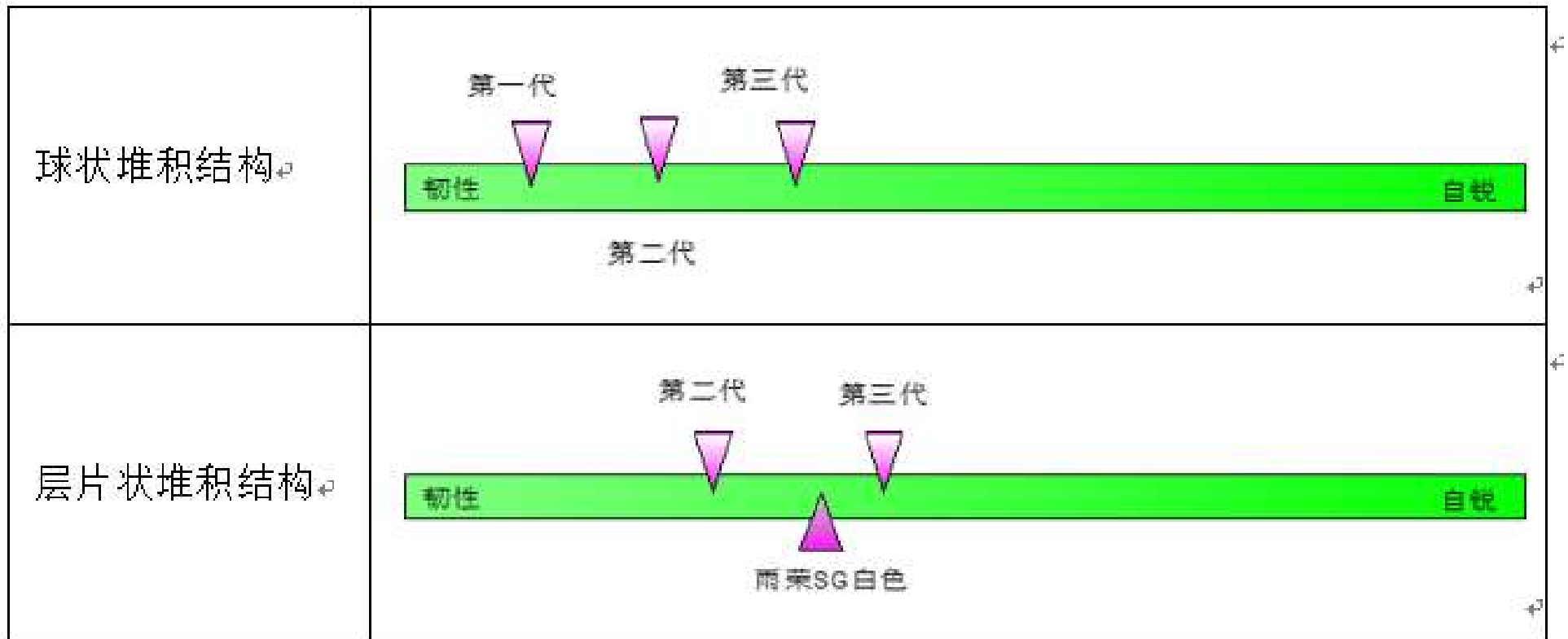
晶粒：300-500nm，针状物分布均匀，数量中；国际，属第三代



ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：基础技术

下图描述了各代SG磨料在平衡自锐性和韧性方面的方向





ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：形貌发展

目前来看，基础晶型的优化已经做到极致，另外的方向主要时从宏观形貌的角度去拓展。

			
偏圆形自然颗粒✎	尖形自然颗粒✎	长条颗粒✎	三角片状-颗粒尺寸一致✎
固结磨具应用✎	涂覆磨具应用✎	直径/长度可控 打磨片应用✎	边长/厚度可控，主要用于涂覆磨具✎

雨荣TG-A

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：其他方向

除了基础技术和磨料形貌外，陶瓷刚玉的其他可能的发展方向大致如下：

- 继续减小晶粒尺寸，改进自锐性；应用追求极致的效率。
- 陶瓷磨料微粉化，改善细粒度磨具的寿命（已经实现批量）
- 陶瓷磨料的预处理，根据磨具的应用要求做表面处理（试验阶段）
- 标准化的预混磨料，陶瓷刚玉与其他磨料做成预混磨料（雨荣试验阶段）

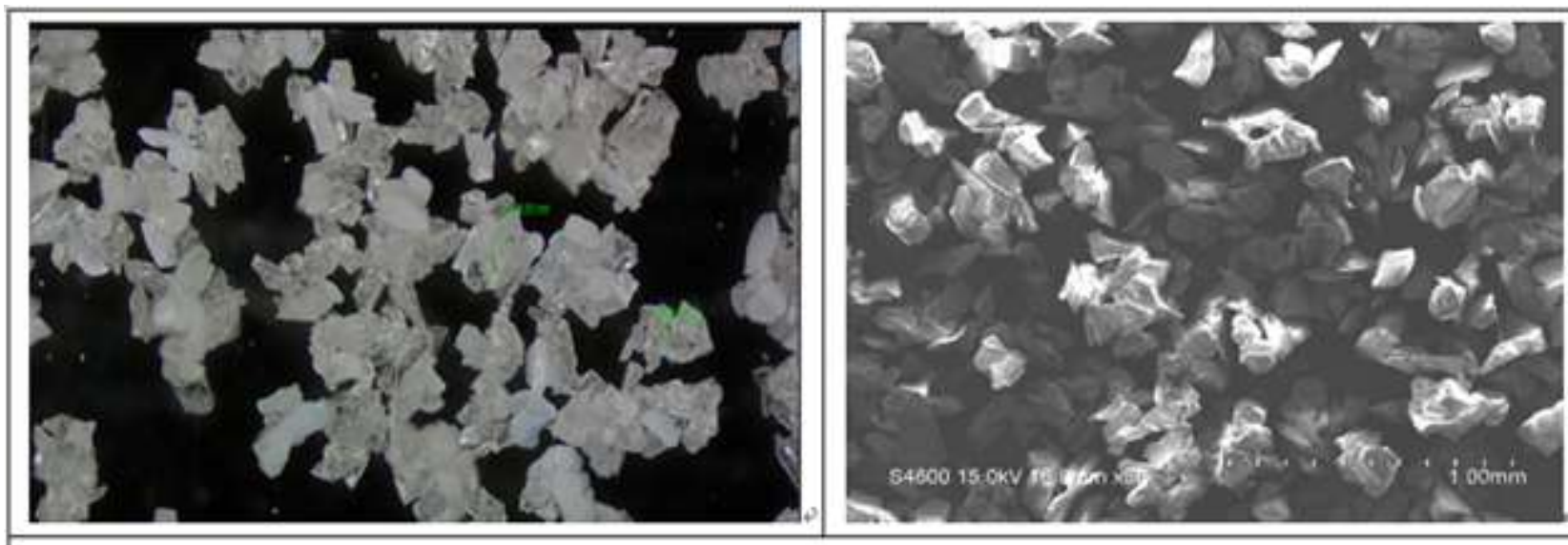


ROY Material

应用及行业-1.陶瓷磨料的技术发展：预混磨料

雨荣研磨在预混磨料的方向上做了探索，将陶瓷磨料与白刚玉预成型，主要有如下优势：

- 提升磨具均匀性/开放性
- 避免使用造孔剂带来的安全风险和磨具不均匀
- 持续稳定的磨削刃（涂附磨具）



提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

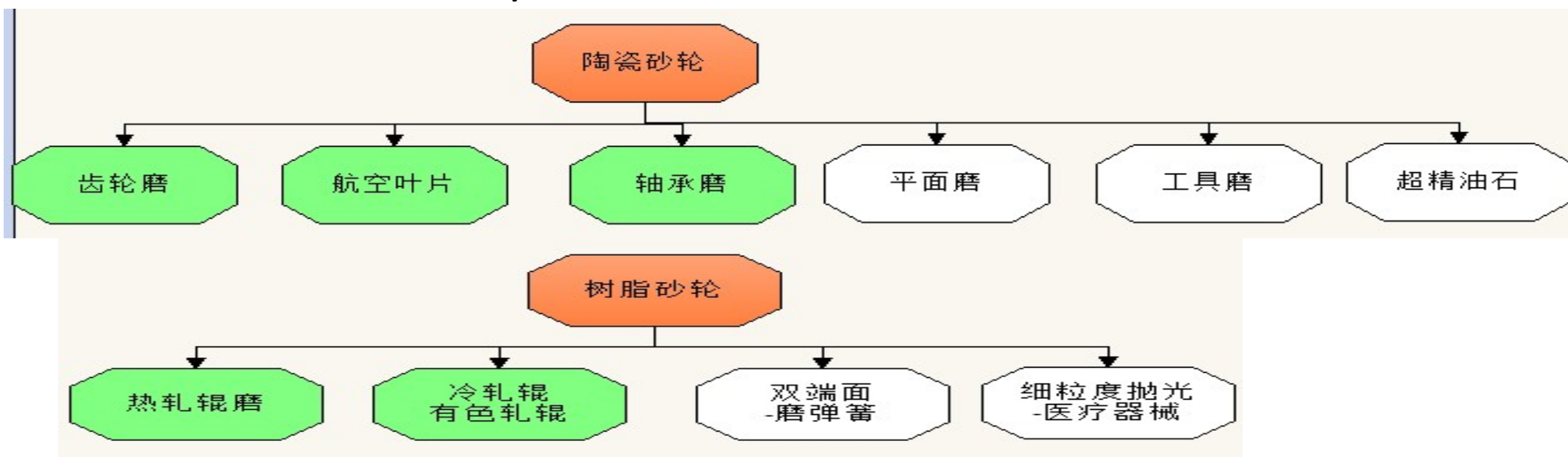
-如有问题，请在每个单元后，集中提问



ROY Material

应用及行业-2.陶瓷磨料的应用方向：固结砂轮

陶瓷刚玉应用于陶瓷/树脂砂轮方向主要是如下几个方面：



陶瓷刚玉在这些方面的应用，国内已经有比较深入的研究；通用的工具磨/平面磨由于成本原因没有推广，细粒度砂轮方面还是在探索（陶瓷刚玉在细粒度下性能表现不明显）



ROY Material

应用及行业-2.陶瓷磨料的应用方向：涂附磨具

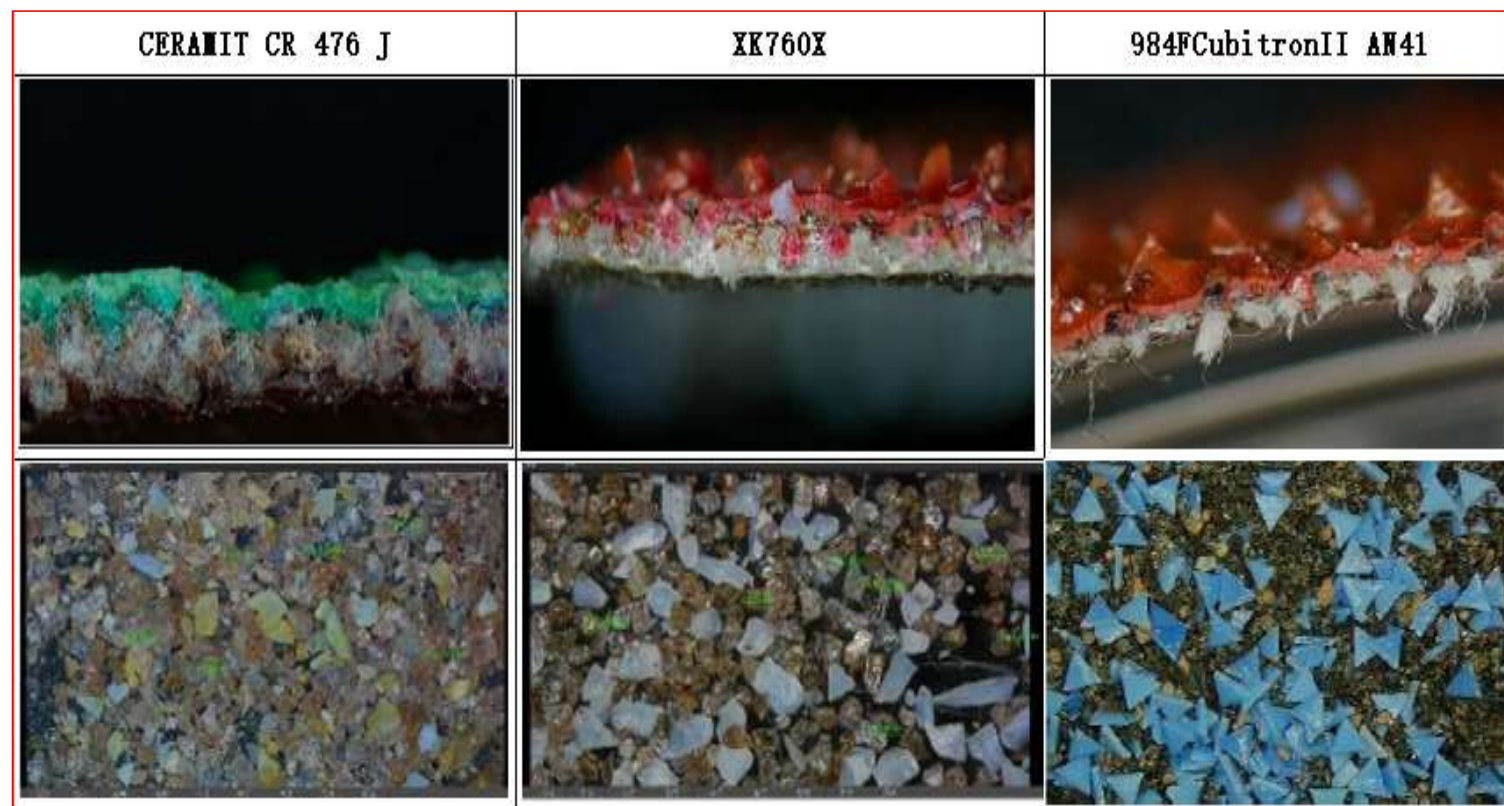
陶瓷刚玉应用于涂附磨具，目前国内技术上还处于探索阶段；目前看到的国外样品大致如下：

国外涂附应用：

- 重负荷-粗粒度为主
- 第二磨料棕刚玉为主

目前难点：

- 布基及胶粘剂不完善
- 磨料表面处理工艺
- 静电植砂（陶瓷刚玉植砂难度高）

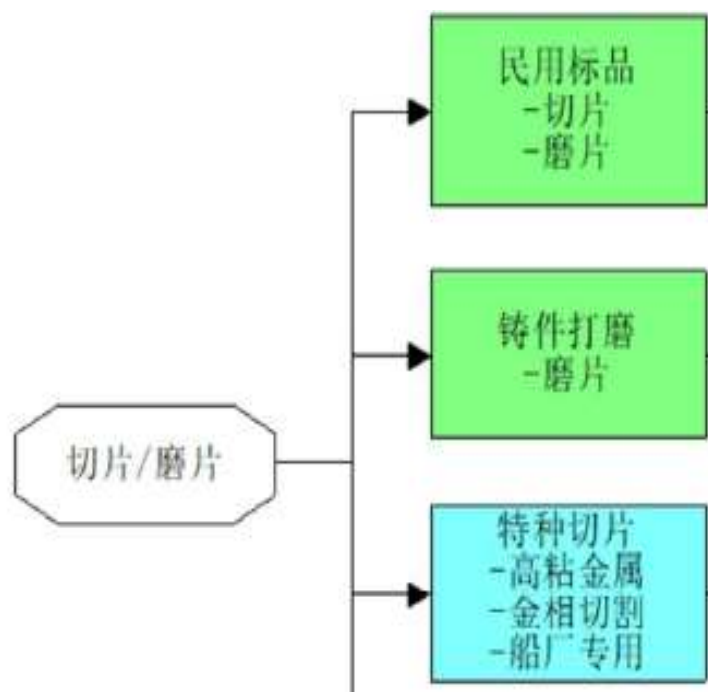




ROY Material

应用及行业-2.陶瓷磨料的应用方向：切片/磨片

陶瓷刚玉应用于切片/膜片主要是如下几个方面，目前没有大批量使用；仅一些特殊应用上使用；



未来应用方向：机器人打磨

机器人自动打磨对磨片寿命和效率的要求提升，必然要求使用更好的磨片，建议大家在这方面做一些技术准备。



提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
2. 陶瓷磨料应用方向-概述
3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料**TG**和三角形
4. 当前国内外陶瓷磨料的行业动态

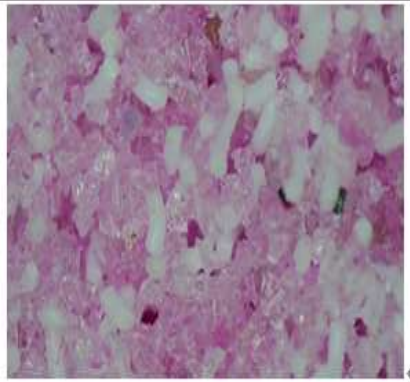
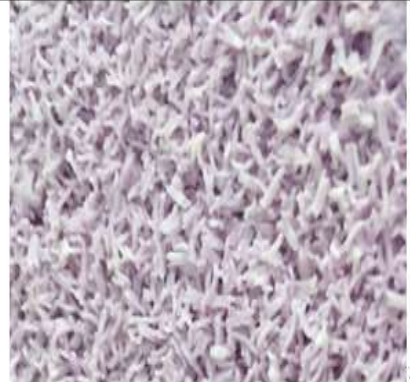
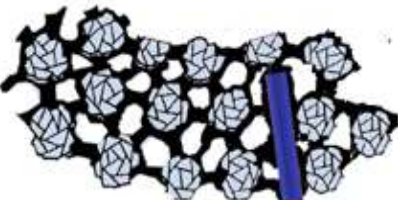
-如有问题，请在每个单元后，集中提问



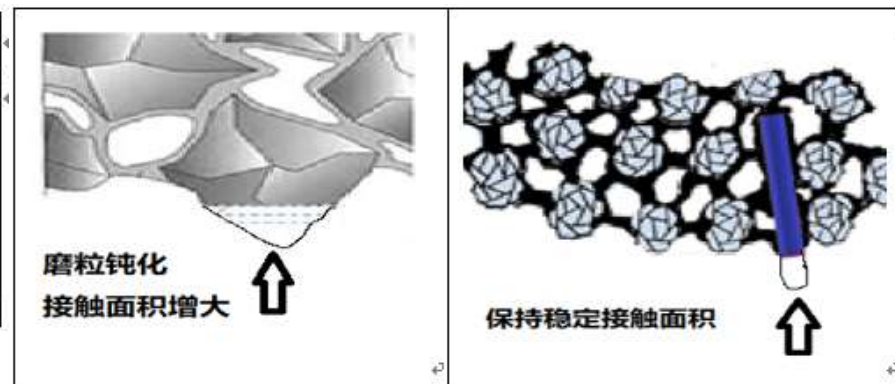
ROY Material

应用及行业-3.陶瓷磨料的应用方向：TG原理

条状料与自然破碎形貌的磨料的区别在于长度直径可控，长条状带来增益

结构-自然破碎形貌	结构-条状与自然颗粒混合	结构-100%条状		
			30%TG	100% TG
磨料损耗到一定程度，后脱粒	条状穿插在颗粒中间，更多的结合剂和磨料支撑点，把持更好	长条状磨料互相支撑更好的把持力		

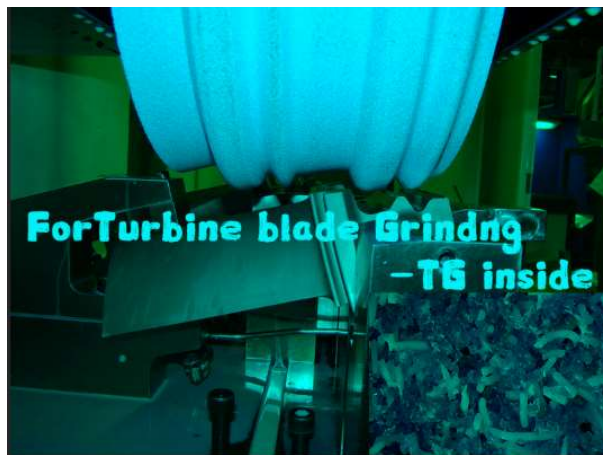
长径比 3: 1	长径比: 6: 1	长径比 10: 1
		





ROY Material

应用及行业-3.陶瓷磨料的应用方向：TG应用



航发叶片榫齿



大型轴承-沟道



机器人打磨-磨片



铁轨焊缝打磨



热轧-轧辊磨



齿轮磨-弧齿/成形磨

应用及行业-3.陶瓷磨料的应用方向：三角形应用



ROY Material

产品特性：各个角度都有锋利的锐角；效率高
应用方向及优势

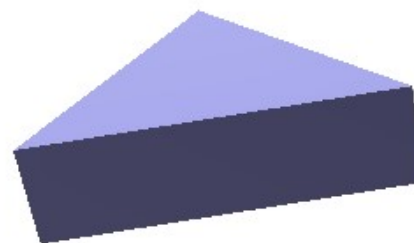
➤ 涂附磨具：便于植砂，尖角朝上



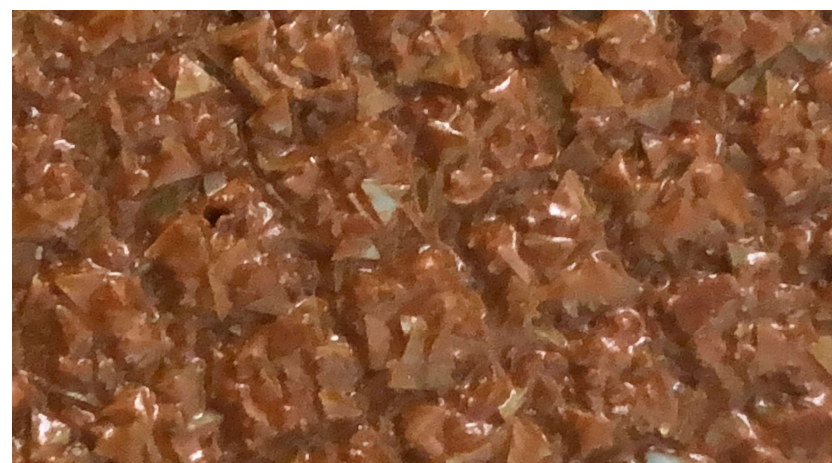
➤ 陶瓷磨具：齿轮成形磨



各个角度都有锋利的锐角



➤ 切片/磨片：机器人打磨用磨片



提问



ROY Material

该单元有没有疑问？

内容提要



ROY Material

基础部分

1. 陶瓷刚玉磨料是什么？与其他磨料有什么区别
2. 陶瓷磨料的生产工艺（如何生产出来的？）
3. 陶瓷的性能及检测手段（如何判定好坏？）

应用及行业

1. 当前陶瓷磨料的技术发展
 2. 陶瓷磨料应用方向-概述
 3. 陶瓷磨料应用方向-新型陶瓷磨料
 4. 当前国内外陶瓷磨料的行业分析
- 有问题，请在每个单元后，集中提问

-如



ROY Material

应用及行业-4. 行业动态-产能预估

全球厂家分布以及产能预估如下图所示（数据来源于市场预估）：

区域	厂家数量	月产能（吨）
北美	2	500
欧洲	4	200
印度	1	70
韩国	1	20
中国	10	220
汇总	18	1010

区域	消耗量（吨/月）
欧洲	400
北美	300
日韩东南亚	100
中国	40
其他区域	50
汇总	890

现状

- 目前处于产能过剩，起源于**2018**年下半年突发性陶瓷磨料短缺
- 疫情导致欧美需求不振，当前产能利用率较低；国内价格竞争激烈



ROY Material

应用及行业-4.行业问题

当前行业问题：

- 国内初级产品产能过剩，技术积累不足，陶瓷磨料的应用研究范围需要进一步拓展（目前以齿轮/轧辊为主，需要拓展磨片及通用工具磨方向）。
- 自然破碎颗粒的固有问题-积压粒度（**F24**以粗以及**F120**以细），区别于传统磨料的其他应用（耐材及抛光），由于陶瓷磨料成本高限制其往其他应用拓展。
- 产能分散与低价竞争，导致企业没有足够的资源支撑下一步的技术开发。

应用及行业-4. 解决问题方向-国外经验



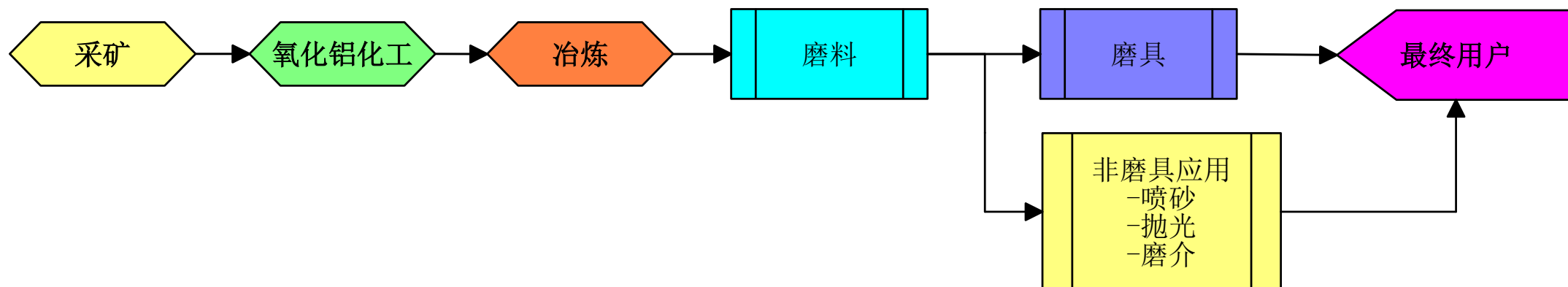
问题解决的方向：

- 拓展陶瓷磨料的应用方向（由精密磨削扩展到通用磨削，如打磨片/工具磨等）。
- 发展精确成型陶瓷磨料（如三角形和条状**TG**；以及堆积磨料等），避免自然破碎产生的积压粒度。
- 与上下游或者其他相关的产业链整合。

应用及行业-4. 解决问题方向-磨料磨具产业链



ROY Material



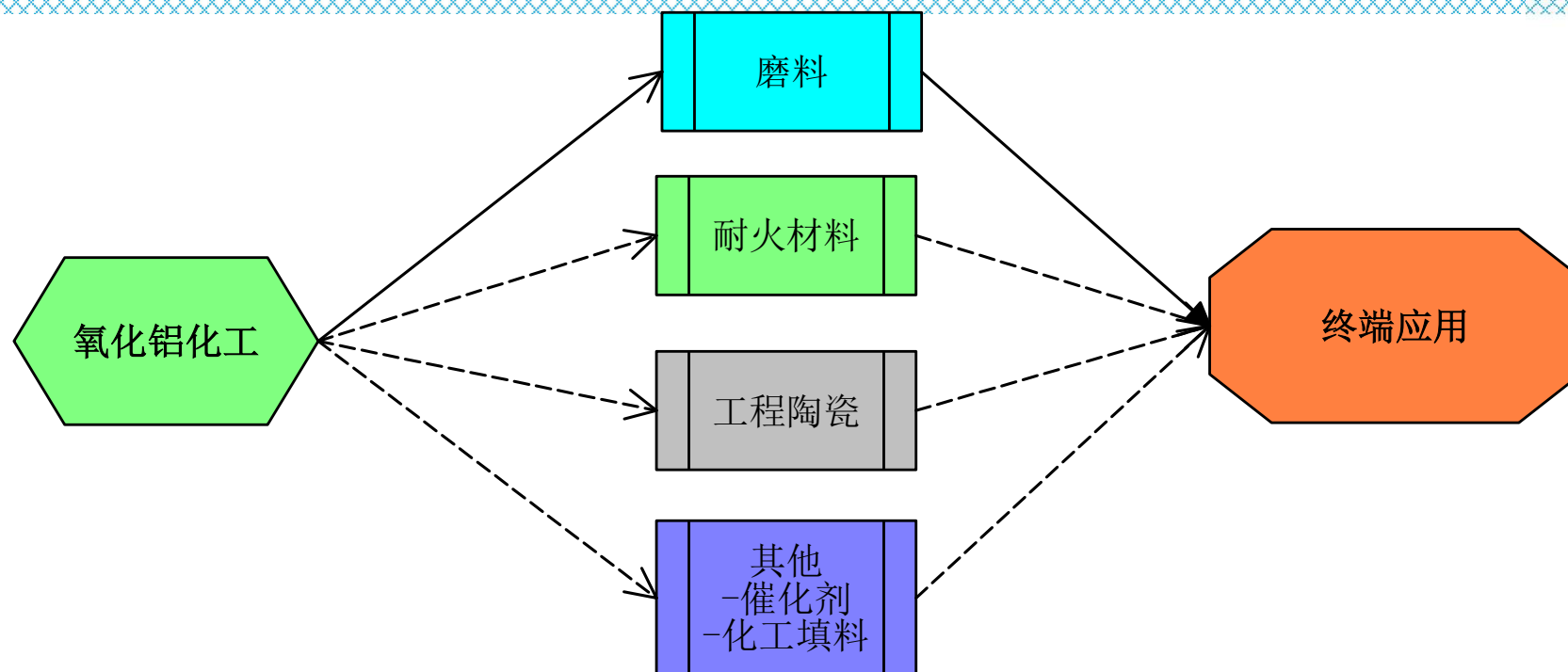
目前国外的产业链整合主要有如下两个方向：

1. 与上游的采矿/冶炼行业，以达到物料的整体利用率最高，如Cumi/英格瓷
2. 与下游的磨具行业整合，解决应用拓展的问题；如圣戈班/泰利莱等

应用及行业-4. 解决问题方向-平行产业



ROY Material



- 以氧化铝化工为起点和终端应用的终点的平行产业链，进行性相关的探索

应用及行业-4.当前国内外陶瓷磨料的行业动态



ROY Material

未来可能的发展趋势：

- 如果国内的切片/磨片以及涂附需求没有增加，当前市场容量不够；产能继续过剩，价格战加剧。
- 陶瓷刚玉国内厂家，技术积累不够。目前都没有形成对产业链的支配能力；还是沿袭行业的低成本竞争路线，生产厂家会分化淘汰。
- 目前没看到替代产品威胁到陶瓷刚玉的市场地位，未来可能会出现；
 - 易修整的超硬磨具
 - 新型刚玉磨料（Amber-氧氮化铝，技术不成熟）
 - 其他方面

联系



ROY Material

谢谢大家!

如果还有其他问题，请随时联系：

青岛雨荣研磨材料有限公司

庞京涛 **13671769340**

Simon.pang@roymt.com

网站：**www.roymt.com**

演讲稿请至网站下载中心下载