

磨削

创新成型磨技术 助力高效磨齿

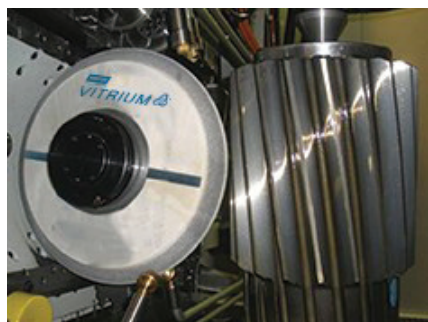
伴随着材料技术的发展，齿轮的材料特性也逐渐提高，往抗冲击性强、延展性好及耐磨性高等方向逐步提高，与此同时对于磨削的要求也越来越高。为此，圣戈班诺顿砂轮提供了整套的成型磨齿解决方案。



更多精彩请扫描二维码

文 | 圣戈班磨料磨具

齿轮成型磨是齿轮加工中一项常规并重要的工序，其决定了齿轮最终表面质量及精度。众所周知，齿轮磨削有很多种方式，如成型磨、蜗杆磨、伞齿磨、强力珩磨等，其中成型磨主要是针对大模数齿轮，其原理为成形法——用与被切齿轮齿槽形状相符的成形刀具切出齿形。

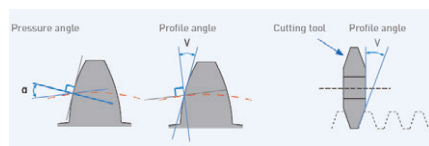


近 10 年随着风电，工程机械，矿山冶金蓬勃发展，对于齿轮箱的需求越来越高，而与之相关的一个热门话题就是大模数齿轮成型磨加工。伴随着材料技术的发展，齿轮的材料特性也逐渐提高，往抗冲击性强，延展性好，耐磨性高等方向逐步提高，与此同时对于磨削的要求也越来越高。齿轮工件的材质越来越难磨削，效率、烧伤、划痕等技术难题也越来越突出。为了解决相关问

题，圣戈班诺顿砂轮提供了整套的成型磨齿解决方案，大致可以从砂轮修型、磨削参数和砂轮选型这三个方面进行说明。

砂轮修型

要解决磨削问题，先要了解磨削原理。成型磨首先需要对于砂轮进行修型。砂轮的修型形状设计是第一步：



Pressure angle= 齿轮压力角 α

Profile angle= 砂轮双斜边角度 V

磨削参数

成型磨砂轮设计好后，就是磨削工艺的设计，磨削工艺主要的考核标准如加工节拍，修整方式，表面质量要求等。其中针对大模数齿轮的加工中，其加工节拍的设计为重中之重。通常大模数齿轮的模数范围为 $M=18\sim35$ ，一旦齿数超过 20 个，其加工时间非常长。如何提高节拍，如何优化磨削工艺？

这里就涉及到 $Q'w$ 这个概念。什么是 $Q'w$ ？

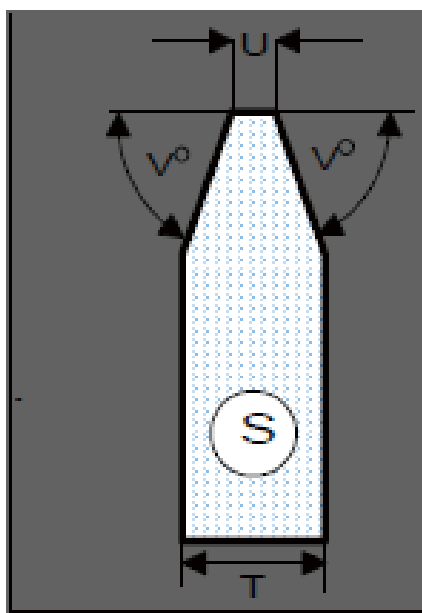
$Q'w$ = 单位时间内单位宽度砂轮去除的金属体积，其单位是 $\text{mm}^3/\text{mm}\cdot\text{s}$

其理论公式非常复杂，为了便于大家熟记和运用，简化的公式如下：

$$Q'w = \Delta X \cdot f_a / 60$$

ΔX = 齿面径向切深 (mm)

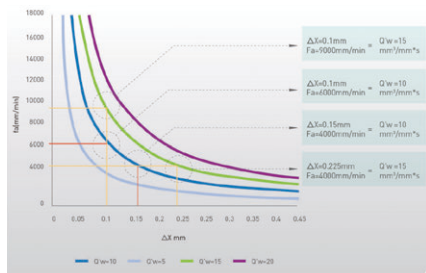
f_a = 冲程速度 (mm/min)



砂轮端部 U 值 = 模数 $M \cdot 1.03$

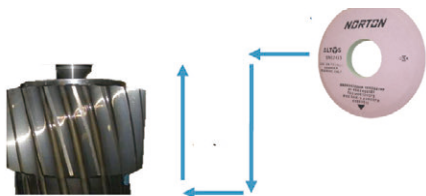
砂轮宽度设计值 T = 模数 $M \cdot 3.14 + X$ (设计余量)

双斜边 V° - 根据齿轮压力角 α 设计



因此在选择磨削工艺时，可以选择大切深，缓冲程组合，也可以测试小切深，快冲程组合。当然如果砂轮足够锋利，容屑能力足够强，完全可以选择大切深 + 快冲程。

磨削过程如下：



砂轮选型

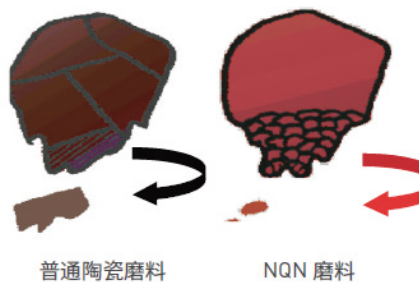
在我们了解了成型磨的磨削原理和磨削过程后，为了提高加工节拍，解决烧伤问题等难题。圣戈班提出了相关解决方案，从磨料的锋利性，气孔结构技术和结合剂技术三个角度，来帮助客户选择合适的砂轮，解决成型磨磨削的相关问题。

1. 锋利型陶瓷磨料 NQN

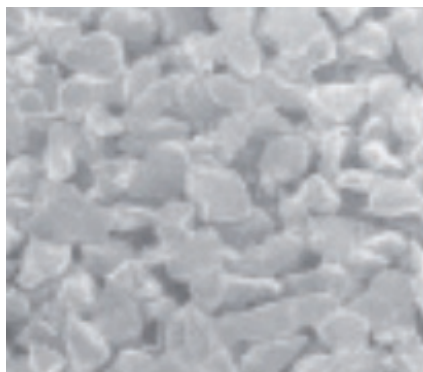
Quantum 是诺顿创新研发的新型陶瓷烧结刚玉磨料，其独特的晶体大小能提供足够的硬度，双相的磨料颗粒结构具有很好的易碎性和锋利度。破碎性更好的新一代陶瓷磨料 NQN，其晶体结构更为细小，磨削时磨料受到压力破碎更为细小和均匀，即自锐性更好，适合不同磨削压力下的应用，如内孔、外圆、无心磨和成型磨等。

- 基于磨料本身的特点，磨削时相同进给量或进给速度下，产生的磨削阻力更小，磨削功率更低；

- 基于自锐性特点，持续磨削能力更好，砂轮寿命更长。



同等压力下，NQN 可以破碎成更为细小的颗粒



NQN 磨料微观结构图

2. 基于长条形陶瓷磨料的 ALTOS 技术

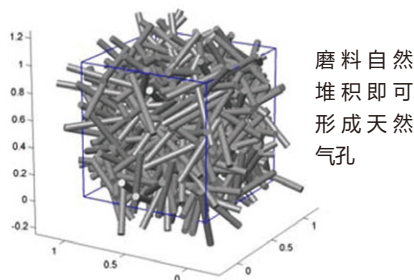
Altos 是建立在诺顿特有的长条形磨料基础上，从物理结构上改善的新一代，其磨料颗粒的长宽比为 1 : 8。磨料自然堆积即可形成天然气孔，故气孔更大，容屑性更好。

- 基于长条性磨料的特点，Altos 更为适合大进给，大压力的磨削应用；

- 基于更好的容屑性，可解决不同的烧伤问题。



专利的长条形磨料，长宽比为 1 : 8



磨料自然堆积即可形成天然气孔

不讲套话 只讲干货

为行业输送全球制造理念
助力中国制造业转型升级



关注官方微信



新闻动态 高端访谈 技术案例 微调查 电子杂志

MM 现代金属加工

全媒体平台

☎ 010-63326095~98

✉ mm@vogel.com.cn

🌐 mw.vogel.com.cn

📍 北京市西城区白云路1号白云大厦11层



在线一对一

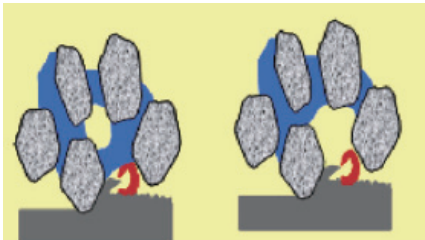
想要获得快速有效的传播
解决方案，请与我们联系

广告

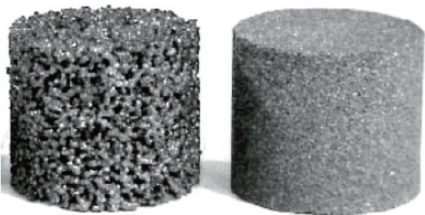
3. 创新的气孔组织结构技术
VORTEX 2

Vortex 2 是诺顿专利的一种最新气孔组织结构，它结合了工程级的 3D 磨料配比分布工艺和最新研发的气孔结合剂技术，具有极佳的渗透性，冷却液能充分进入到磨削区域，从而有效避免工件烧伤，同时高气孔率能容纳更多金属屑，避免砂轮表面产生堵塞。

采用 Vortex 2 技术的砂轮具有很高的金属去除率，非常适合深切缓进的大进给量磨削。另外其先进的结合剂配方使得砂轮具有极佳的形状保持性，显著减少了修整，大幅降低在磨削过程中的损耗，从而成倍延长砂轮使用寿命，降低综合磨削成本。



Vortex 2 较高的气孔率设计有利于更多的冷却液进入到磨削区域



A- 使用 Vortex 2 技术 B- 未使用 Vortex 2 技术
A 和 B 的结合剂使用量一样，A 的渗透性是 B 的 14 倍

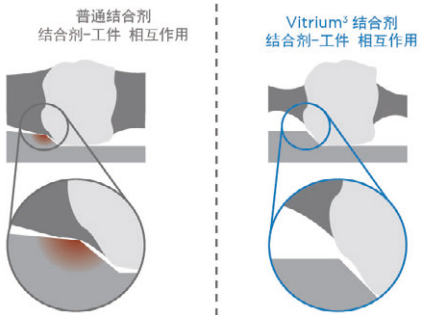
4. 革命性的陶瓷结合剂技术
Vitrium3

“超精密、高效率”是当今磨削技术的发展方向，高速磨削对砂轮的制造和修整技术提出了全新的要求。针对这一趋势，诺顿创新研发出了陶瓷结合剂 Vitrium3。

与普通结合剂相比，Vitrium3 具有更好的磨料把持力。采用 Vitrium3 技术的砂轮，无论在磨削效率、砂轮使用寿命

以及加工精度方面都具有非常明显的优势。

- 更高的磨削速度 (80 m/s) ；
- 更好的形状保持性，减少了砂轮修整频率 ；
- 更开放的组织结构，可以应用于



Vitrium3 大大减少结合剂的用量，使得磨料的裸露面积增大，冷却液的流动性更好，能带走更多的热量和切屑，减少工件烧伤

大组织号的配方，减少了工件烧伤。

通过这些新技术的组合，圣戈班诺顿推出了相应的多款针对不同需求的成型磨产品：

1. 非常注重效率的 Altos 产品，适合大批量生产。该产品采用 Altos 专利技术，拥有极强的切削力和优良的容屑性，适用模数范围：M=5~35，Q' w 推荐值：20~35，V' w 推荐值：1500~2000。
2. 注重效率和寿命均衡的 NQNX 产品。该产品采用 NQN 磨料

和 VORTEX2 技术，自锐性强，锋利度高，容屑性和保形性好。模数范围：M=5~35，Q' w 推荐值：15~25，V' w 推荐值：1500~3000。

3. 可降低单件加工成本的 SGXL 产品。该产品采用高性能陶瓷磨料和 VORTEX2 技术，砂轮切削力较好，容屑性和保形性好。模数范围：M=5~35，Q' w 推荐值：10~20，V' w 推荐值：1500~3000。

圣戈班诺顿致力于成型磨加工行业 20 多年，服务过诸多国内外知名齿轮箱整机及齿轮加工厂商，多年来关注与客户的需求变化，针对不同需求提供不同的解决方案。 以下是一个成型磨的案例分享。

案例

加工工件：18CrNiMo7-6 齿轮，硬度 HRC58~62，模数 =15.2，齿宽 420 mm，压力角 20°

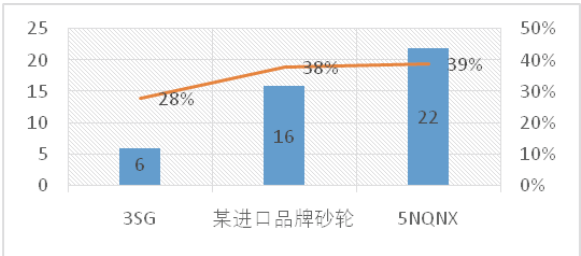
对比标准 3SG 和进口竞争对手，测试规格：5NQNX80H20VTX2，加工参数设置如下表格所示。

测试结果见蓝色柱状图：

- 测试中，5NQNX 在粗磨第一步 Q' w 可以达到 22 mm³/mm*s，第二到齿面全部接触时可以到 18 mm³/mm*s，同时功率控制在 39%（功率值为第二刀）；
- 在高效磨削的同时，V' w 值可以

	粗磨径向进刀量	粗磨冲程	Q' w	Vw
3SG	0.09	4000	6	900
某进口品牌砂轮	0.174	5500	15.95	1600
5NQNX	0.203	6500	21.99167	2200

* 注：蓝色柱状为 Q' w，折线为功率百分比



达到 2200 m³/mm，进一步延长了修整间隔，提高了砂轮使用寿命，减少了滚轮修整损耗；

- 磨削后光洁度为 Ra0.32，酸洗后无烧伤问题。 **MM**