

阻捻头的表面特性是高质量气流纺纱工程中的决定要素

Eckhard SONNTAG
Broell GmbH&Co, Dornbirn/Austria; www.broell.com

氧化铝陶瓷处理的阻捻头之机械的、热学的及摩擦学的(关于摩擦、耐用及润滑性)等特性变的非常重要。聚合结晶陶瓷颗粒结构决定所获得的表面质量好坏，阻捻头表面特性的结果直接相关连到他们的产能、寿命及纺织品的质量。

分梳辊针环和纺杯都已细心的选用后，阻捻头就成为气流纺纱工程中确保经济效益的一个重要角色，而且更加一点阻捻头对于下段生产工程能有某种程度上的实质好处而成为一个决定性的因素。

介绍:

BROELL投入研发、创新及高质量陶瓷阻捻头的生产已超过5年，自1999年一套完整的纺织机械零件的生产设备已安装完成。多年对陶瓷的经验加上我们纺织技术专家的组合已能确保我们开发创新的零件系统，不仅是纺纱者的好处来自于“plug & spin”（插上电源而纺纱）并且也得自“plug & win”（插上电源而赚钱)的解决方法。

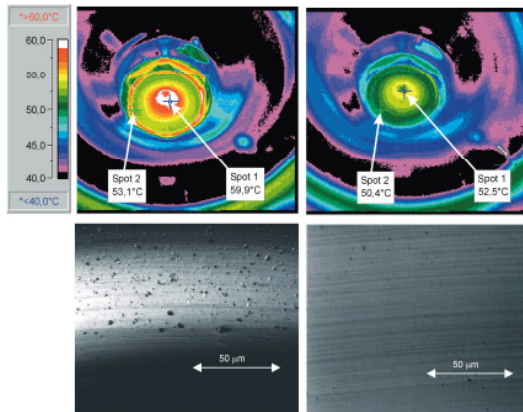
自1884年**BROELL**以提供个别客户问题解决，直接销售单项的Knavels(传统Rieter KK & Schlafhorst KN系列，但采用改良的陶瓷)及新SPIRIT系列，可满足纺纱的生产及开发所需。

现今在纺纱机械工艺上的成熟光炬下，纺织零件已大大演变成经济成本竞争的战场。

在70及80的震荡出局的年代，工艺决定了市场地位，之后90年代则为少量精致的生产型式。今天显微检视分析大大增加了解纤维与接触表面的交互作用情形，结果造成了摩擦问题必须被解决以达成更进一步的发展。在最近的将来，具有智能型的设备主要零件将增大其功能，加上纺织技术将开发出一个新潜能的交互趋势。

在气流纺纱工程除弃传统标准，气流纺纱零件将决定经济效益和纱的质量，阻捻头为主要零件，以引导纱支及加上假捻于纱支上而获得关注，气流纺纱工艺若没有再进一步的创新将不能达到175,000 R.P.M左右的生产工艺极限。

由于纤维原料所能承受的机械及热学应力限制了作业性能的增加，而不是分梳辊针环或纺杯结构等应力限制。阻捻头及纱支系统验证了其最高的机械及热学应力经验。



图一摩擦温度与陶瓷阻捻头表面关系

陶瓷与钢质的比较

陶瓷是将原料依所需之形状很精细的分布成型后曝热于高温中，过程中之扩散程序及化学作用将决定他们的特性，陶瓷于反应开始即成线性弹性现象而反应出陶瓷的易碎特性。

工艺术语上紧密的定义，以纯 Al_2O_3 聚合结晶而没有苍孔（理论上密度为3.985

g/cm^3 ），并显现约为33W/mk之热导值及 $HV0.05=2500N/MM^2$ 的强度。而有延展性的高镀层钢阻捻头(密度为7.85

g/cm^3)具有约15W/mk的热导值，至于高质量的偶氮处理钢的强度为 $HV0.05=800\sim 1100N/MM^2$ 。

强度特性与磨损抗性有关的。总之，所陈述的热导值与实际观察有极大的反差，经验教导我们，由于钢质阻捻头对纤维及纱有较好的保护特性，对于热量敏感纤维会有较好的结果。无论如何，以下所说的情况是没有需要的。

在BROELL三个可适用于所有纤维原料的规格下，在开发阻捻头及表面特

性过程中，此规则已成公式化，而此三规则是建立于显微光学分析及不同表面阻捻头，不同的生产原料在超时工作后的阻捻头状况而定，其规则如下：

纤维/纱是不会失去记忆的，任何前段的损坏将造成下段工程的负面效果。

可有2个选择：成品造就阻捻头的表面，或阻捻头表面造就出成品。

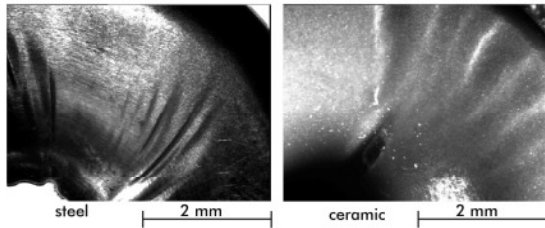
7. 每一个阻捻头表面发现的不完美点都会限制纤维、纱及纺纱过程的质量和产能效率。

钢质阻捻头不论新开始使用的表面结构是好的或坏的都会被纱永永远远的摩擦着，而其结果来自于钢本身的特性。由于表面磨成不可接受的波浪形（物质异位移动）而结果须更换钢质阻捻头。

由于磨损而使新开始的表面几何结构产生强烈的变动，发生冲刷效果及沟槽原来设计之扭曲变形，如此以往的失去了纺纱稳定性而使纱的质量越变越坏。

陶瓷阻捻头之镜面表面是必要的，只有使用顺畅光滑的氧化铝陶瓷才能纺纱。若原料结构不具有极佳的抗磨性及不能容许任何些许的弹性，将会发生完全相反的效果。在这种情况下造成单结晶或聚合结晶会形成尖锐颗粒。

陶瓷专家说这是晶体的磨损现象。明显的原因是纱在阻捻头表面的高频率周期震动行为。即使是无沟阻捻头，频率必然高于100KHZ，愈高的频率会愈用力于阻捻头表面（抽打），这说明了钢质阻捻头因其塑性颗粒变形而造成，清晰可见的震动波纹痕迹。



图二陶瓷及钢质阻捻头磨损比较

相较于钢质阻捻头，陶瓷阻捻头较碎硬，如果选择正确的原料和表面处理，陶瓷阻捻头也能纺出像钢质阻捻头的良好摩擦特性。

从摩擦学观点对阻捻头的要求重点

以磨擦学的要求可集成下列三重点：

1. 长寿命：适用于常态产能
2. 纤维及纱的保护：适用于纱的质量及往后工程之顺利
3. 纱及原料外观：适用于流行和高质量标准

实际上产能增加经常取决于断头的降低及纱速的增加，后项可由捻数的减少而达成。

总之在此情况下，阻捻头需要一个明显的假捻效果加诸于纱上。由于伸度可能会降低，只有降低纱的张力才可能增加纺杯速度（动态上），因此阻捻头及纺杯的任何结构更具有决定性。

一般都了解化学纤维比清洁的棉花对阻捻头的表面更具有杀伤力。总之，含杂质和沙量高的棉花会比较快磨损阻捻头。阻捻头表面对化学纤维的效应会大于包有棉蜡及胶的棉纤维。

不论化学纤维或天然纤维会因在阻捻

头上造成过多的热学动能应力而对染色均匀性更是一大挑战。

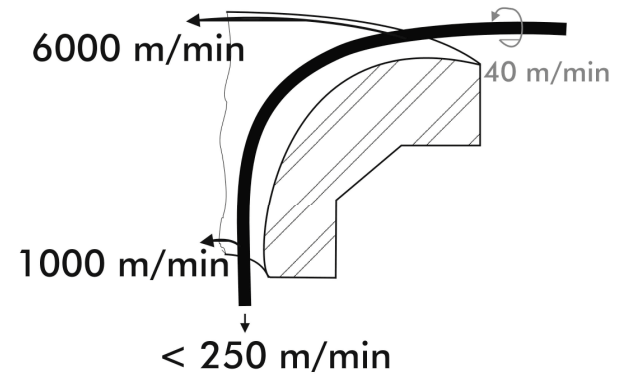


图3显示阻捻头表面的出纱速度

纺杯速度在120,000 rpm时，纱在阻捻头表面移动及旋转的速度每秒超过2,000次。

在阻捻头最外边缘测得最终速度为每分钟6000米。这清楚的表示我们是在处理一个比任何纺织工程上可以达到的捻纱线更为高出的速度。

因此仅能在正确纺织油剂的选择付出更多的注意。

在纺织磨擦学的一个著名的智能的说法：提供一个较光滑的（加工设备）表面给较粗糙的纺织原料表面总会有好的效果（反之亦然）。短纤在此应被归为粗的纺织原料。

为了减少摩擦力，一个研磨光亮的阻捻头表面是必须的，研磨并不能减少纺织零件损坏的苍孔，如下图表示的。

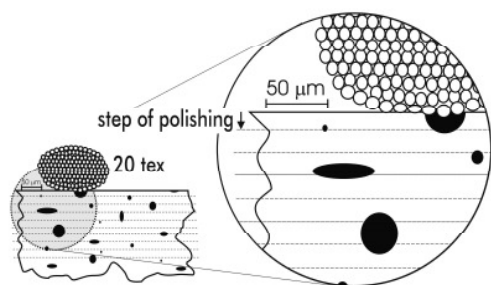


图4：研磨不能消除陶瓷表面的孔洞

孔洞数的减少需要原料结构的密结，原料密度必须尽可能接近达到理论最大密度（参考点>99.5%理论最大密度）。

仅仅将理论最大密度从99.5%减为99.00%，即可使摩擦从 $U=0.2$ 大幅增加到 $U=0.7$ ，由以下讨论所测得纱的质量之损伤说明了其效果。

阻捻头磨损发生在何处？

看过纱的运转方向，阻捻头磨损首先可以看到的是在沟槽的左上方及沟槽入口，也就是纱的最高机械脉冲发生处。

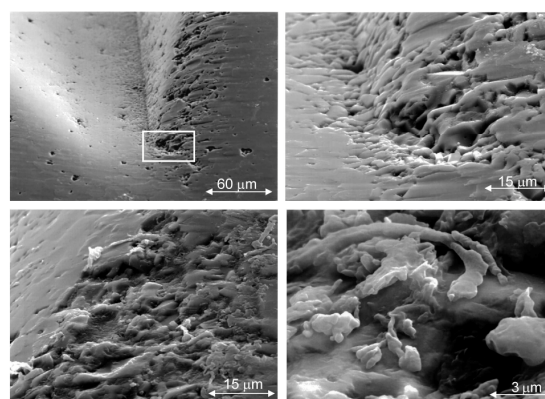
在无沟槽阻捻头另一个区域也是高负荷处，可以发现在纤维输出（纱输出）方向的 45 至 60° 之间，此处有最高的压力及相对速度，因此最大的热力学动能应力普遍都发生于此处。

阻捻头如何磨损？

一个高质量的阻捻头会有一个让人印象深刻的光滑表面而凸显，相较一般普通质量陶瓷的阻捻头则可由他们磨损而产生无数毛孔黯淡的表面而予以

区别。

实际测试调查显示，依纺纱的质量要求，相较于新品，孔洞增加由2至50个为许可忍受换新的因素。孔洞的原因是陶瓷颗粒分裂瓦解（尖角）孔洞的颗粒脱落甚至更加严重，结果 50 至 $100 \mu\text{m}$ 的孔洞很快的出现，这些孔洞可以用一只针由实习生在阻捻头的表面测试就能很容易的侦测出来。



图五：沟槽入口（高阻塞值）结晶体间之磨损的结果成为纤维的坟墓。

孔洞是百病恶魔的根源

氧化铝的纯度；
达到最大密度及表面质量等等因素形成了阻捻头的特性，氧化铝颗粒的纯度至少必须达99.7%。纯氧化铝是白色到象牙色的颜色。更高的原料纯度相对的就有愈高的：

结晶体与结晶体之间的强度及全方位强度

硬度

热导度（99.7%纯度氧化铝，仅能有其85%的潜在热导度）

耐腐蚀

最后一项标准要素对化学纤维工程扮演一个特别重要的角色。低纯度的氧化铝其硅化物做为颗粒间黏合剂。

总之，因化学机构的冲击作用而使其玻璃象趋于降低，更重要的此玻璃象是扮演着每一颗粒周遭的热绝缘体。

密度是表面质量的指针，每一个陶瓷密度少许的不同就会造成颗粒结构的瑕疵，在最好的状况下，孔洞是密封的，均匀分布于氧化铝之间，但在研磨表面时这些密封孔洞将变成开口的孔洞。

现今最终密度规格是设在 3.92gr/cm^3 ，从 3.92 增加 3.96gr/cm^3 的最终密度将减少瑕疵点数 $300\sim 400\%$ 。换言之，对于传统4个V型沟槽的阻捻头，纱在阻捻头凹槽表面必须面对 $5,000$ 次，直径 $50\mu\text{m}$ 的孔洞瑕疵，而 3.96gr/cm^3 密度的阻捻头将面对 $1,000$ 次的孔洞。

一旦孔洞大小接近纤维甚至于纱线的直径大小时，称它为显微视觉瑕疵。在另一方面，由理想密度的原则可视一个（密闭）孔洞代表一个热绝缘体；减少热传导。

另一方面如此大小的（开口）孔洞是磨损的原点，第三表面上孔洞作用如同一个仓库，磨损的纤维成团累积于此，增加纱的摩擦力最终造成无法纺纱。

相反于机械工程原理（洞孔处会充满了润滑剂以利于摩擦力之减少）

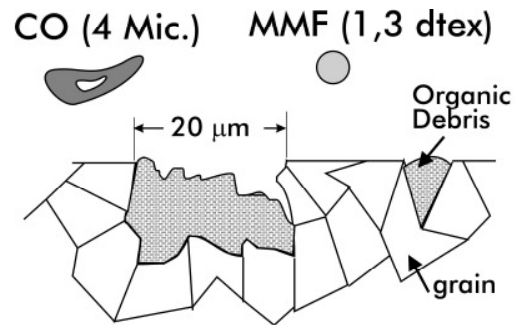


图6: 一个陶瓷孔洞结构与相对应之纤维面积大小

陶瓷磨损与纺织品特性

阻捻头的寿命周期依所加诸于其上的应力及纺纱者或下游加工者之要求不同而变。一般阻捻头的生命周期是6到48个月，特殊要求的质量标准为极少例子。

纺杯内的纱（rotor yarn）是处于具有5至15转的纺杯速度的阻捻头范围之内，无关出纱速多少，纱接触阻捻头表面仅仅是那相同的1 - 2mm范围，也是潜在瑕疵点的相同范围。

如果磨损的型态是单纯的转移结晶（颗粒的光滑磨损）则陶瓷阻捻头将如同钢质阻捻头般，磨损是结晶体间的耗损则尖角边缘颗粒将会出现微稍（Microfractures） -

结果至少会有阻塞值（飞花）的实质增加及极可能失去纱的强度

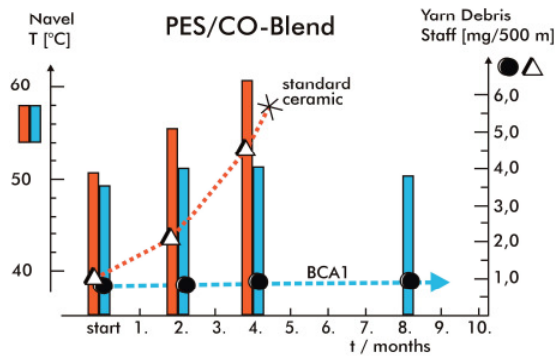


图7: 阻捻头磨损指标: 阻塞 (飞花) 值与时间相关性

阻捻头的陶瓷与其金属接合器 (holder) 之间位置更加准确则可限制锭位间的变化, 这是Broell公司的另一个研发结果: 陶瓷嵌入接合工艺, 以确保最准确的中心位置, 不仅对阻捻头与接合器之间并且同时阻捻盘与纺杯之间的中心定位。

嵌入式接合工艺的第二个正面效果是增加了陶瓷与接合器之间的导热性, 而且嵌入式接合工艺不需任何热绝缘性的沾胶, 因而免除了沾胶残留, 沾着阻捻头外的飞花进入纺杯的风险, 最后, 嵌入过程中可作为品管大门使不良陶瓷不经过此程序。

总结及结论:

氧化铝陶瓷间之相异性正如钢质阻捻头一样的多样, Navel表面侦测出孔洞个数及大小尺寸显示了氧化铝结构所达成的密度, 陶瓷的纯度决定了颗粒结合的强度, 陶瓷是颗粒愈小愈易于成型。

把早期研发程序中各科参数列入考虑, 是最好的方法去做出O.E气流纺纱工程高产能的阻捻头: 高抗磨损及发生磨损时有较低磨损现象而且有较低的纱摩擦阻力同时有较高的热导性的

阻捻头。

采用这种方法证明可增加5-15%产能, 纺化学纤维超细纤维时能达最高经济效率。结合这些先进工艺的高效能阻捻头可使纺杯达到最高的旋转速度。

将来奈米化更可显示出陶瓷的正面特性及好处。