刀具

HELI 系列铣削刀具的新发展

为了提高整个铣削刀具组件的耐用度，增强其坡走铣削能力，伊斯卡不断优化经典 HELIMILL 产品系列刀片，从技术细节进行逐一突破，为用户带去了全新体验。

文 | 伊斯卡技术经理 Andrei Petrilin

在20 世纪 90 年代，伊斯卡 HELIMILL 产品系列的推出成为了铣削刀具的一个重要里程碑。它运用了一种全新的方法，颠覆了可转位铣削刀具的设计，并在之后几年重塑了整个刀具行业。这一突破是通过平行四边形硬质合金刀片实现的，这种刀片的螺旋型切削刃由刀片的螺旋型后刀面和特殊形状的前刀面相交形成。HELIMILL 的设计理念拥有诸多优势，如图 1 所示。

首先，当刀片安装在刀具上时，刀片切削刃的前角和后角的一致性减少了切削力的变化，使得切削过程更为平顺。其次，刀片切削刃型的一致性提高了其强度。最后，使用螺旋刃刀片的刀具在旋转时形成的虚拟圆柱体精度更高，与上一代铣削刀片的直刃相比，有效提高了侧刃加工精度。这些发展将 HELIMILL 的铣削性能提升到了新的高度。

多年来，伊斯卡对经典 HELIMILL 产品系列刀片不断改进，成果显著。如切削刃的螺旋角变得更为锋利，前刀面的断屑结构变得更为复杂。结合先进的硬质合金牌号，这些新的设计也将刀片性能提升至新的高度。不过，平行四边形的刀片形状也限制了其可转位螺旋切削刃的数量最多只有两个。

为了最大化硬质合金的使用效率，

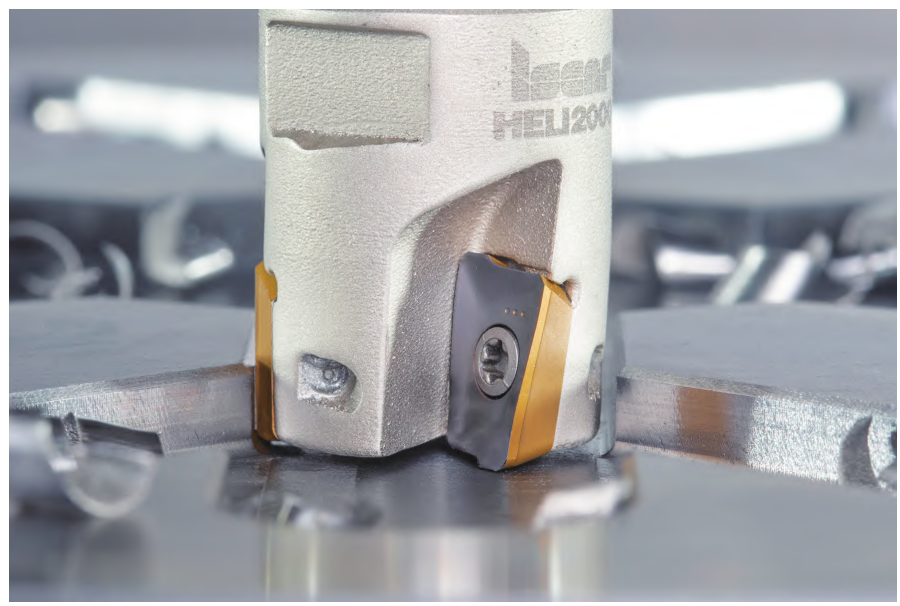


图 1 典型的 HELIMILL 刀片：其螺旋型切削刃由刀片的螺旋型后刀面和特殊形状的前刀面相交形成

我们又开始对刀片进行新一轮的优化。通过将螺旋型切削刃成功应用到三角形刀片中，我们实现了这一目标。三角形刀片不仅代表其拥有三个切削刃，还带来了其他的优势。与其他刀片形状相比，在切削刃长度相等的情况下，三角形的形状可获得更宽的刀杆芯部空间。这使得冷却孔径尺寸增大，同时可以使用较大螺纹的刀片锁紧螺钉。这样一来，便提高了刀片的夹紧刚性，从而提高整个铣削刀具组件的耐用度。此外，三角形形状还增强了其坡走铣削能力。

总体而言，伊斯卡 HELIMILL 产品系列的推出及其后续的发展进步已经彻底改变了铣削刀具行业。得益于螺旋型切削刃和三角形刀片，刀具的性能、精度和耐用度都得以提升，铣削能力也达到了新的高度。

前不久，HELIMILL 刀具发展为 HELI-3-MILL，这是伊斯卡在过去十年内推出的铣削刀具系列之一。“螺旋刃三角形”的优势使得 HELI-3-MILL 在市场上广受欢迎。当然，我们需要注意这并不代表三角形的刀片形状将完全取代

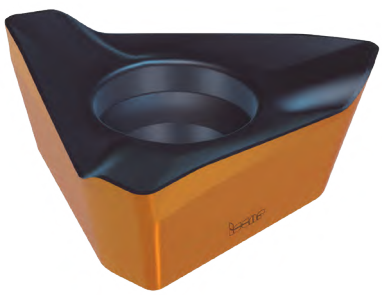


图 2 具有三角形刀片的 HELI-3-MILL 面铣刀，其刀片拥有 3 个可转位螺旋切削

传统的有螺旋切削刃的平行四边形刀片。平行四边形刀片仍然具有它的竞争优势，如图 2 所示。

虽然与三角形刀片形状相比，平行四边形形状刀片的宽度较窄，这一点被认为是一个劣势，但同时这一劣势也带来了一定的优势。首先，较窄的刀片适用于较小刀具直径的可转位刀体设计。其次，这种刀片形状减小了容屑槽的深度，加固了刀体的横截面。这一特点对于加长排屑槽的玉米铣刀来说尤为重要，因其对刀体刚性和强度要求更高。平行四边形刀片结构还可增加刀尖半径。此外，平行四边形非常适合大进给铣削（HFM）刀片，可安装在现有的刀槽中，将 90° 刀具转变为高效的大进给（HFM）刀具。而且，与“螺旋刃三角形”相比，“螺旋刃平行四边形”的整体刀片长度更短，而切削长度相同。因此，我们不应忽视平行四边形刀片的优势。

90° 可转位铣削刀具的发展巧妙地利用了三角形和平行四边形两种刀片的优势。虽然三角形刀片的概念在现代设计中占主导地位，但平行四边形刀片的设计仍然有它的道理。基于 HELIMILL 系列，伊斯卡不断进行更新迭代，推出了更多优质产品。如最近推出的采用平行四边形刀片的铣削刀具产品，表明传统的设计理念仍然有效，能够满足现代制造的需求。一直以来对高温合金和钛合金（ISO S 应用组）以及难加工的奥氏体和双相不锈钢（ISO M 应用组）进行铣削都是一个挑战。但如果采用更有效的冷却液输送方式，尤其是精准的高压冷却（HPC），可以显著减少切削刃的热负荷，提高润滑效果并促进排屑。

这种冷却方式会带来更高的切削数据，增大径向进给，从而实现更高的金属去除率（MRR）。此外，高压冷却（HPC）有助于形成更紧密卷曲的切屑，适用于容屑槽较小且齿密度更高的刀具。考虑到这些因素，伊斯卡对 HELI2000 系列（HELIMILL 的最新版本）进行了扩展，在刀体内部加入了高压冷却液（HPC）通道。利用计算流体动力学（CFD），对刀具的设计进行了优化。用户既可以选择整体式刀体，也可以选择可换刀头式刀体，适用于伊斯卡的模块化系统，如 MULTI-MASTER 和 FLEXFIT，如图 3 所示。

HELI2000 结合了 HELIMILL 和



图 3 带平形四边形刀片的可换铣削刀头，具有高压冷却 HPC 功能。容屑槽的减小有助于增加齿密度



图 4 用于大进给铣削的刀片安装在铣削刀具的现有刀槽中

HELIPLUS 系列的发展优势，融合成为一个全新的产品系列。其中包括采用两种新的高效硬质合金牌号：IC5600，专为加工钢材（ISO P 组）而设计，以及 IC716，专门用于切削钛合金。并且由于新的切削刃型，刀片的范围得以扩展。包括具有大正前角卷屑槽的刀片、用于铣削钛合金、用于高效粗加工的切削刃型以及其他设计。此外，该系列目前还包括有加强型切削刃的刀片，用于对硬度高达 60 HRC 的材料（ISO H 组）进行大进给铣削。新产品也包含属于伊斯卡铝合金加工的 HELIALU 系列，用于加工铝合金（ISO N 组）。HELIALU 系列的扩展包括带有螺纹接口的可转位立铣刀头，适用于 MULTI-MASTER 和 FLEXFIT 系列，带有高压冷却（HPC）功能。刀头的模块化设计显著增强了 HELIALU 刀具的适配能力，使其适用于各种 MULTI-MASTER 和 FLEXFIT 刀杆、刀柄、延长杆和减径杆，如图 4 所示。因此，“螺旋刃平行四边形”刀片的发展从未停止，传统的 HELIMILL 仍在不断进步。就像辩证法一样，刀具的发展历程也是曲折前进的，总结过去的经验教训，以实现新的突破。MM