

# 逆转难加工材料车削现状 实现高效加工

## Innovations for Turning Exotic Material Lead to Higher Productivity

伊斯卡刀具国际贸易(上海)有限公司

随着机床设备的提升和高压冷却(HPC)系统的运用,车削不锈钢、超级合金及其他难加工材料变得更容易。在许多应用中,如泛流冷却、低压冷却下,采用先进刀具生产率可提升20%甚至更多,每切削刃寿命可提升1倍。在此基础上,提升冷却压力7~30MPa,加工潜能可再获得大幅提升。事实上,采用合适的高压冷却(HPC)刀具将在切削刃寿命及生产率方面收获数量级规模的增长。

随着机床设备的提升和高压冷却(HPC)系统的运用,车削不锈钢、超级合金及其他难加工材料变得更容易。在许多应用中,如泛流冷却、低压冷却下,采用先进刀具生产率可提升20%甚至更多,每切削刃寿命可提升1倍。在此基础上,提升冷却压力7~30MPa,加工潜能可再获得大幅提升。事实上,采用合适的高压冷却(HPC)刀具将在切削刃寿命及生产率方面收获数量级规模的增长。

在常规冷却的前提下,更新粗车刀片合金牌号至伊斯卡IC6015,加工316L不锈钢。不仅每切削刃加工工件数从4件增加到10件,而且切削效率提升了20%。

同样,采用伊斯卡IW7晶须增强陶瓷刀片,也使得车削硬高温合金得到改善,特别是在粗加工应用中。事实上,在粗加工及半精加工应用中,此类刀片寿命比硬质合金刀片高

出8~10倍。新陶瓷刀片可承受因切削速度高而产生的高切削热,该切削热可软化被加工材料,如软化钨铬钴合金。因此,将其应用在无人值守的情况下车削超级合金,也表现出了出色的可靠性。

### 切削热及切屑控制

镍基合金、钴基合金等属于高粘性、长切屑的材料,然而通过刀片设计结构的改变,能够更好地控制加工中的切削热和切屑形状。即便没有高压冷却(HPC),加工此类材料的刀片,也需遵循锋利切削刃、光滑表面、耐热涂层、高强度卷屑槽。这种组合实现了快速断屑,推动切屑远离刀片及切削区域;避免因切屑粘结到切削刃上造成刀片过热,或因切屑附着造成的再次切削,影响工件被加工表面的质量。

另外,切屑硬度比母材高得多,

也比母材更脆,因此也加倍提高了再次切削的破坏性。如果进行高压冷却(HPC)加工,冷却液(沸点350℃)仍呈现液相,从而保持了其润滑性,冷却能力和切屑冲刷能力。此外,高压冷却(HPC)条件下的射流流量足以在切削区域形成“液压楔”,大大减少了摩擦,减少了因摩擦带来的众多后果。

### 新刀具用武之地

伊斯卡IC6015刀片设计了M形高强度卷屑槽,采用束魔技术(SUMOTEC)进行CVD涂层。在稳定的切削条件下,IC6015刀片在对M10-20材料进行精加工/连续切削的加工表现中,刀片的抗剥落性及抗崩刃性得到改善。全系刀片采用了带后涂层处理的束魔涂层技术,该技术由伊斯卡首创,在实践中被证明相比原来的涂层及应用,刀具性能提

高 30%。紧接着,伊斯卡将推出的 IC6025 牌号具有与 IC6015 类似的特性,适合于对 M15-25 材料进行粗加工或断续加工,见图 1。



图1 螺旋刃平装车刀

螺旋刃立装刀片(HELITURN)及螺旋刃平装刀片(HELITURN LD)具有大正前角、螺旋切削刃、大进给、双面的特点,适合于车削不锈钢、镍基合金及钛合金。螺旋刃平装刀片带锋利切削刃 HM 或 M4MW 高强度卷屑槽,这使得其在加工粘性材料时,比其他刀片具有较大优势。螺旋切削刃使得进刀退刀轻快,帮助减少刀片在此环节中的破损。大正前角被证明可降低切削功率 10%,这还不涉及对生产率和切削刃寿命的优化。

不同于大多数陶瓷刀片,伊斯卡 1W7 晶须陶瓷新牌号可用于超级合金的粗加工及半精加工。超硬的氧化铝基体保障了其在加工淬硬材料时表现出高的耐磨性;结合 SiC 晶须,更增强了陶瓷刀片的抗冲击韧性。此刀片还可承受因高速加工导致切削区域产生高的切削热,该切削热甚至可软化被加工材料。来自加工 Inconel 718、镍基耐热合金等高温合金材质涡轮盘的报告显示,相对于其他陶瓷刀片,采用此加强陶瓷刀片使加工效果得到实质性的改良。

### 高压冷却的优势

高压冷却技术已在航空工业、能

源工业及涡轮加工工业取得了良好的验证。一方面,实践者的报告反映,在并未损失切削刃寿命的前提下,生产率提升 2~3 倍;另一方面,以关注切削刃寿命为主的报告反映,在相同金属去除率条件下,切削刃寿命为原来的 7 倍。而这些试验报告均来自加工钛合金及铬镍铁合金涡轮部件的内孔、外圆,钛合金机身部件,以及各种不锈钢部件。

在 20 世纪 50 年代,对工厂而言,主轴转速不高、冷却泵功率不足等客观条件限制了高压冷却的发展。但如今,高转速主轴及高压冷却泵,已成为众多的机床制造商可提供的常规可选配置。除了加工不锈钢和超级合金的领域,高速加工正在众多加工运用中,迅速普及起来。

### “高压冷却 - 就绪”刀具

当今,“高压冷却 - 就绪”专属刀具已经越来越被广泛接受。在刀具供应商为客户订制特殊几何形状和物理特性的非标产品,为难加工材料进行高压冷却生产时;标准的专属高压冷却刀具,如伊斯卡的 JETHP 系列,也已经实现了同样的功能——冷却液流经贯穿刀具的冷却通道,从喷嘴密集喷射出似激光束的射流,直达切削区域及第二剪切区。这是非常严苛的。在此,冷却液实现冷却、润滑,形成“液压楔”,最终体现在对切屑的可控性上,破碎切屑至均匀的短小屑、C 形屑。而冷却液由冷却泵抵达切削区域的过程中,对刀具及刀片也起到了冷却作用。真正的高压冷却刀具的冷却液压力范围为 70~30MPa。

要获得最佳切削性能,使用带冷却通道的标准刀具不足以胜任此任务,必须采用高压冷却刀具,见图 2。差异主要体现在以下两点:(1)冷却射流从喷嘴喷出后,是如何精准地定位射流喷射点的;(2)喷嘴直径,该尺寸决定了对喷射点产生正确的冷

却液压力。高压冷却与常规冷却的区别,就如同采用电动喷枪与使用花园水管喷水的差距。



图2 高压冷却ISO车刀

### 实用经验

(1)采用硬质合金刀具:陶瓷刀片和 CBN 刀片在高压冷却加工中,性能提升并不十分显著。

(2)冷却液需流经刀具:不要用传统冷却形式试图实现高压冷却射流,这只会带来麻烦,并可能伤及操作人员;出离了高压冷却加工的初衷,未获得高压冷却所带来的益处。

(3)如果你需要更大的冷却液压力(当冷却液汽化、蒸发,导致冲刷切屑的冷却流量不足),请加大冷却液流量,而不是增大冷却液压力。这是经济有效的措施。

(4)根据经验数据冷却流量需求是 3.0L/(min·kW)。即在高压冷却加工中,切削功率为 1.0kW 时所需冷却液流量为 3.0L/min。

如果你在车削此类被加工材料时遇到困难,可以打开思路,寻求帮助。你的竞争对手,或许已经找到了更好的解答,答案中包含着当今的高压冷却技术(HPC)。伊斯卡针对难加工材料加工,提出了众多解决方案,可大幅提升你的生产率。联系伊斯卡的专家,找到解决问题的关键所在,让他们为你的特别需求寻找到正确的加工策略。

(责编 深蓝)