



华昇科技
HUASHENG TECHNOLOGY



扫一扫了解更多

将难切削材料变为易切削材料
实现超高效加工

Ceramic End Mills
CERAMIC Corner Radius End Mills

上海华昇精密机械科技有限公司
地址：上海市嘉定区菊园新区菊城路288弄2号、6号
电话：59998188
传真：59971977
邮政编码：201800



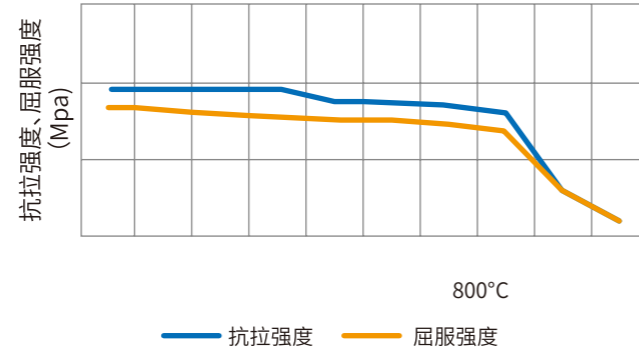
塞隆复合陶瓷立铣刀
SIALON CERAMIC END MILL

产品简介

塞隆复合陶瓷立铣刀

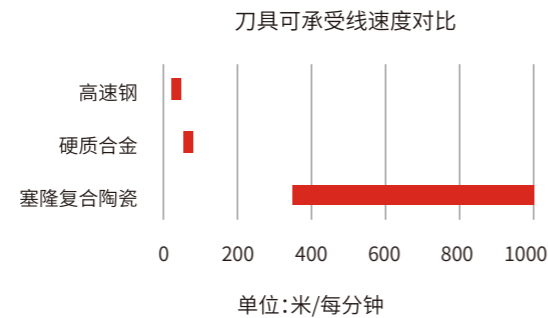
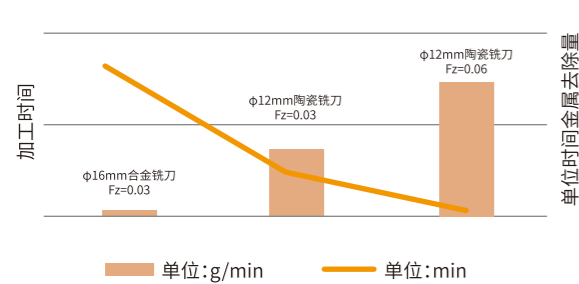
高温合金的材料特性与切削

以具有代表性的 GH4169 (Inconel718) 为例, 是可在 650°C 环境下稳定工作的高温合金, 但在温度超过 800°C 的环境下, 抗拉强度与屈服强度都会显著降低 (软化), 使得切削加工变得容易, 在高线速度、大进给量的切削条件下会产生大量的切削热, 使得切削温度急剧升高超过 800°C, 在此温度区间, 陶瓷铣刀可稳定工作, 进行高效切削加工。



被切削材料	导热系数 (常温) 单位: W/mk	抗拉强度 (常温) 单位: MPa	屈服强度 (常温) 单位: MPa	相对加工性系数 Kv	刀具材料	可承受线速度 单位: m/min
45# 钢	48.2 ~ 50.2	≥ 600	≥ 355	1.0	硬质合金	100 ~ 150
GH4169	8.4 ~ 16.7	≥ 1280	≥ 1040Mpa	< 0.15		塞隆复合陶瓷

切削速度与金属去除率



在合适的应用环境下, 陶瓷铣刀对高温合金的单位时间去除量可以轻松达到合金铣刀的十几倍甚至几十倍 (测试材料为 GH4169)。

塞隆复合陶瓷立铣刀

测试机床: 牧野 Makino F5, 主轴转速上限 20000 r/min, 主轴功率 15 kW。

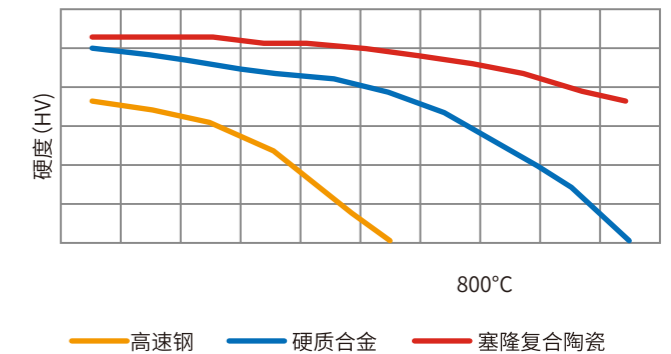
被加工材料: 镍基高温合金 (牌号: GH4169), $\Phi 150 \times 15$ mm, 切削量约 265 cm³, 密度 $\rho = 8.24$ g/cm³。

刀具	转速 (r/min)	线速度 (m/min)	进给速度 (mm/min)	切深 ap (mm)	切宽 ae (mm)	路径长度 (m)	加工时间 (min)	金属去除率
合金铣刀 $\Phi 16$ mm	935	47	110 (Fz = 0.03)	15	0.8	约 22.3	202	1.3 cm ³ /min 10.712 g/min
陶瓷铣刀 $\Phi 12$ mm	16500	621	2970 (Fz = 0.03)	5×3 层	1.2	约 44.7 (14.9 每层)	15	17.66 cm ³ /min 145.52 g/min
陶瓷铣刀 $\Phi 12$ mm	16500	621	5940 (Fz = 0.06)	5×3 层	1.2	约 44.7 (14.9 每层)	7.52	35.24 cm ³ /min 290.38 g/min

切削刀具材料性能对比

硬度与红硬性

硬质合金与高温合金类似, 在超过 800°C 以上的高温环境下, 强度会显著降低, 所以硬质合金刀具在切削加工时, 必须加注冷却液, 且不能提高切削速度。由于优异的硬度与红硬性, 陶瓷材料刀具可以胜任 800°C 以上温度区间的高线速度、大进给量的干式切削方式。



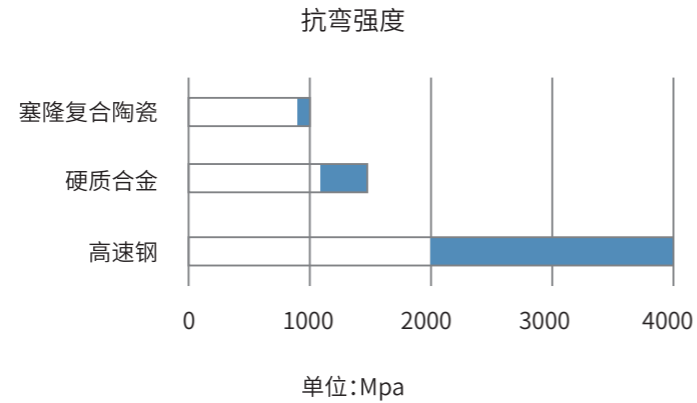
化学性能

化学性能	与钢的抗黏结温度	与镍的抗黏结温度	抗氧化温度 (耐热性能)
高	塞隆复合陶瓷	塞隆复合陶瓷	塞隆复合陶瓷
	硬质合金	硬质合金	硬质合金
低	高速钢	高速钢	高速钢

塞隆复合陶瓷立铣刀

力学性能

陶瓷材料相对于金属材料较脆，所以陶瓷铣刀的刀路程序需尽可能避免冲击，或者说尽可能避免较大加速度的情况发生。



材料性能的基础 - 分子键

作用类型	作用力种类	作用能 (kJ/mol)	熔点	硬度	实例
主价键 (强化学键)	离子键	600-1000	高	较大	无机非金属化合物, 如 PCD、PCBN, 陶瓷
	共价键	60-700	高	大	
	金属键	110-350	相对较低	相对较低	金属合金, 如硬质合金、高速钢
氢键		< 50	/	/	有机化合物
分子间作用力 (弱化学键)	取向力	< 20	/	/	涂层与基体的结合力
	诱导力	< 2	/	/	
	色散力	< 40	/	/	

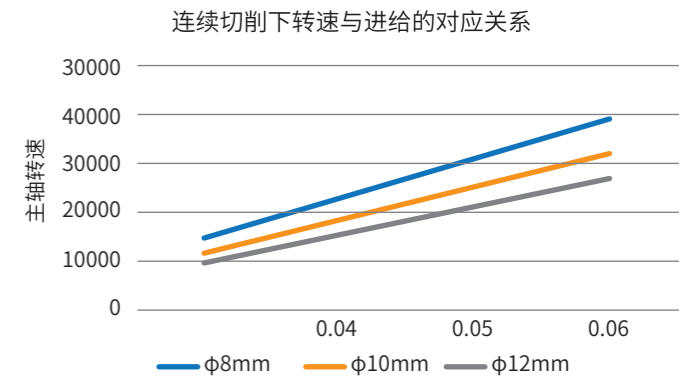
物质的分子键形式决定了物质的硬度与耐磨程度，一般物质内部都存在多种形式的分子键，以硬质合金为例，碳化钨的分子键型为离子键与共价键，但作为粘结剂的钴只存在金属键型。塞隆陶瓷作为典型无机非金属化合物，和 PCD、PCBN 一样，内部只存在离子键与共价键。

高温合金的推荐切削参数

切削速度	350 ≤ Vc ≤ 1000m/min, 12mm 铣刀的对应该转速区间为 9500—26500r/min	
每刃进给量	侧铣	0.03 ≤ Fz ≤ 0.06mm/tooth
	槽铣	Fz ≤ 0.03mm/tooth
切削深度 ap	最大深度可满刃切削, 推荐经济切削深度为 3/4 刃长	
切削宽度 ae	最大宽度为刀具直径的 20%, 即 0.2D 实际加工中需根据主轴转速适当降低切宽	

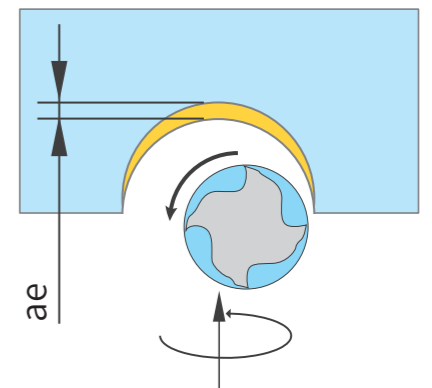
塞隆复合陶瓷立铣刀

主轴转速越高，陶瓷铣刀的发热量越大越稳定，每刃进给量可逐步放大。



陶瓷铣刀使用注意事项

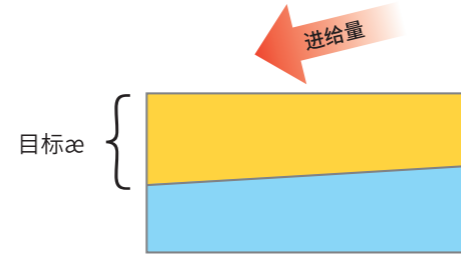
- 精加工余量
因切削热会造成合金表面变质，需留 0.3mm 精加工余量，用合金刀具将变质层去除。
- 表面粘结物
无需去除加工后刀尖表面的合金粘结物，不要强行剥除，合金粘结物在加工时会因切削热自动去除。
- 不可使用冷却液
加工高温合金以及其他不锈钢材料时不可使用冷却液，推荐完全干切或吹气方式，请勿将吹气口对准加工点，吹气是为了排屑，并非冷却。
- 合适的机床设备
转速可达 15000—20000 转 / 分钟，功率可达 20kW 以上的电主轴机床为佳。
- 夹持方式
推荐使用液压刀柄或静压刀柄，长时间使用弹簧夹头刀柄会使加工状态不稳定。
- 高效加工的 CAM
强烈建议使用可实现摆线加工（动态切削 / 高效切削 / 高性能切削）的 CAM 软件。需要断续切削时，或需要去除大量加工余量时，推荐使用摆线加工方式。摆线加工时，刀具匀速运动，且承受的载荷近似正弦波，是最适合陶瓷铣刀的运动轨迹。



塞隆复合陶瓷立铣刀

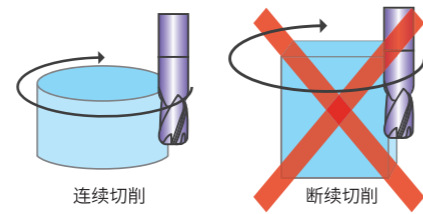
● 切削宽度 ae

设定切削宽度时，推荐使用逐渐增加或者圆弧切入的方式，若从一开始就采用最大切削宽度进行加工，可能发生折断、崩刃的现象，导致寿命不稳定。



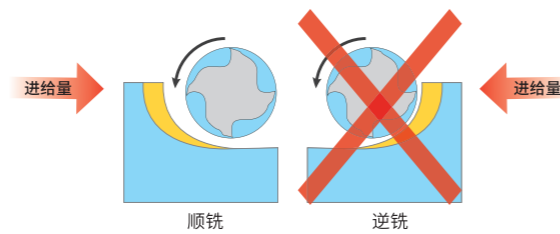
● 连续切削

推荐使用连续切削方式，断续切削时可能发生折断、崩刃的现象导致寿命不稳定。



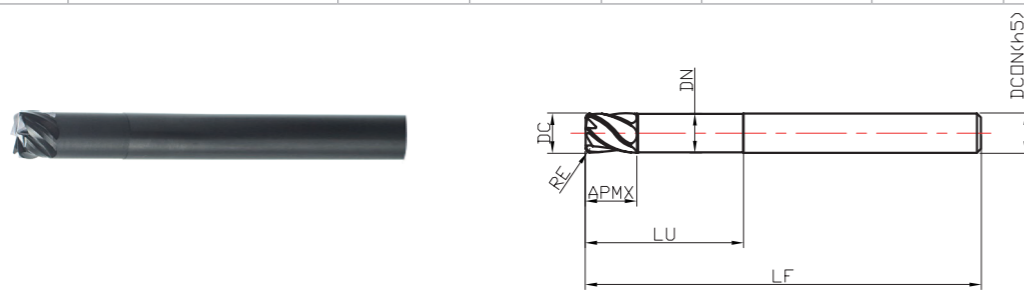
● 尽可能顺铣

切削方向尽可能为顺铣，逆铣时的加工状态会非常不稳定。



整体陶瓷铣刀产品规格

碳钢、合金钢、铸铁 (<HRC30)	工具钢、预硬钢、高硬度钢 (≤ HRC45)	高硬度钢 (≤ HRC55)	高硬度钢 (>HRC55)	不锈钢	高温合金	钢合金	铝合金
				◎	◎		



型号	DC	RE	APMX	LU	DN	LF	刃数	库存
GHCE4RBD08R10	8	1.0	4.8	16	7.85	60	4	●
GHCE4RBD10R10	10	1.0	6.0	20	9.70	65	4	●
GHCE4RBD12R15	12	1.5	7.2	24	11.70	70	4	●
GHCE6RBD08R10	8	1.0	4.8	16	7.85	60	6	●
GHCE6RBD10R10	10	1.0	6.0	20	9.70	65	6	●
GHCE6RBD12R15	12	1.5	7.2	24	11.70	70	6	●

加工其他材料的刀型请另外咨询我

塞隆复合陶瓷立铣刀

推荐切削参数

侧铣加工

被加工材料	高温合金 GH4169 (Inconel 718)			
直径 (mm)	线速度 m/min	每刃进给 mm/tooth	切削深度 mm	切削宽度 mm
8	≥ 350	≤ 0.06	≤ 6.0	≤ 1.6
10	≥ 350	≤ 0.06	≤ 7.5	≤ 2.0
12	≥ 350	≤ 0.06	≤ 9.0	≤ 2.4
备注	极限线速度可承受至 1000 m/min		此此参数为上限，视线速度调整，建议由 0.03mm 开始	

槽加工 / 型腔加工

被加工材料	高温合金 GH4169 (Inconel 718)			
直径 (mm)	线速度 m/min	每刃进给 mm/tooth	切削深度 mm	切削宽度 mm
8	≥ 350	≤ 0.03	≤ 2.5	≤ 0.8
10	≥ 350	≤ 0.03	≤ 3.0	≤ 1.0
12	≥ 350	≤ 0.03	≤ 4.0	≤ 1.2
备注	极限线速度可承受至 1000 m/min		此此参数为上限，视线速度调整，建议由 0.03mm 开始	
备注 2	摆线加工时可应用侧铣加工参数			

此处的切削参数都是以 GH4169 (Inconel718) 作为被加工材料设定的参数，加工其他材料的参数请另外咨询

注：

1. 因切削热有可能造成合金表面变质，需留 0.3mm 精加工余量，用合金刀具将变质层去除；
2. 斜面加工时请将进给速度设为上表的 50%；
3. 设定切削深度 ap 时，从 0.05D 开始逐渐增加，直至最大 ap 为最佳；
4. 侧铣加工推荐使用 6 刃铣刀，槽加工 / 型腔加工推荐使用 4 刃铣刀。