

针对难加工材料 (ISO-S材料)的专用槽形

Special Groove Type for ISO-S Material

瓦尔特(无锡)有限公司

在金属加工中,有些材料特别难以切削。例如,ISO-S材料组中的两个子类钛合金和高温合金就是难切削材料。根据试验,在相同切削条件下,这两种材料的切削机理是完全不同的。在实际应用中,钛合金和高温合金常常使用相同类型的刀片进行加工。但在ISO-M材料(不锈钢和耐腐蚀钢)的切削中已经得到了证明:所用的刀具材料和槽形需要有所区别才能更高效。

在金属加工中,有些材料特别难以切削。例如,ISO-S材料组中的两个子类钛合金和高温合金就是难切削材料(图1)。根据试验,在相同切削条件下,这两种材料的切削机理是完全不同的。在实际应用中,钛合金和高温合金常常使用相同类型的刀片进行加工。但在ISO-M材料(不

锈钢和耐腐蚀钢)的切削中已经得到了证明:所用的刀具材料和槽形需要有所区别才能更高效,有必要为钛合金和高温合金分别制定加工方案。对于钢和铸铁加工,通用的可转位刀片可能是最经济的方法,但是在ISO-S材料范围内,专门的解决方案往往能获得更好的加工效果。

切削加工要求

这两种材料有一些性质是相同的:容易粘结,加工中易生成积屑瘤;它们是不良热导体,切削中生成的热量大部分流向切削刃。由于钛合金和高温合金的材料特性,在切削过程中,切屑的形状和磨损与一般切削是

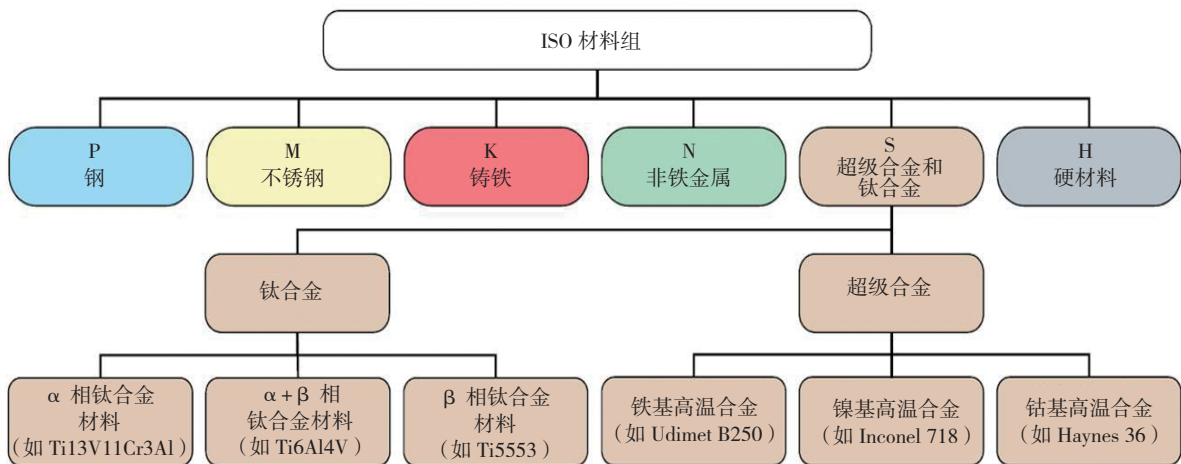


图1 ISO材料组概述

完全不同的。

钛合金切削时容易产生由扩散引起的月牙洼磨损。刀片材料中的碳粒子流入切屑,可转位刀片受到侵蚀,切削区域会逐渐减弱。对硬的锻造表皮,材料的高强度增大了崩刃和塑性变形的危险。材料的弹性模量低,增大了振动的倾向。切削刃一旦有积屑瘤形成,刀片很快就会崩刃。所有这些现象随着合金晶相中的 β 相比比例的增大而增强。Ti6Al4V是广泛使用的材料,它同时含有 α 相和 β 相,是非常难加工的材料。新材料Ti-5553是一种纯 β 相合金,它更加难切削,切削速度只有Ti6Al4V的1/2。但是,令切削专家伤脑筋的材料特性却让结构工程师欣喜若狂:高强度材料是飞机起落架和承力结构件的理想材料。高温合金的加工也常常受到锻造表皮的困扰,同时它还受到材料冷作硬化的影响,特别是切削过程中很大的切削力会引起切削刃过载。对于锻造高温合金零件,例如航空工业中发动机典型零件,切削深度是变化的。在这样的情况下,难于选择合适的切削参数,最佳切削参数的范围非常小。

高温合金也采用类似钢使用的方法,加以热处理。在高温合金的车加工零件中,大约80%都处于淬硬状态。加工人员面对的是40~45HRC硬度或1200~1600N/mm²的强度。切削刃的塑性变形、崩刃和沟槽磨损是刀片失效的主要原因。在高温合金切削过程中,切屑常常冲击可转位刀片的后刀面,形成很大的冲击力,刀片面临着崩刃的风险,加工硬化会引起沟槽的磨损。风险叠加,一方面要求刀片有相对稳定的切削刃;另一方面,更加重要的是要求刀片有较为锋利的槽形,这就向研发人员提出了调和这两种要求的挑战。

解决方案

瓦尔特公司已经开发和推出了

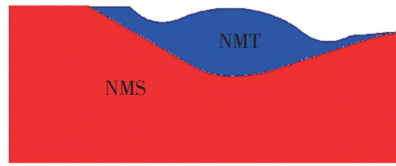


图2 NMS和NMT截面比较

两组用于ISO-S材料的可转位刀片,每一组都有优化的槽形(图2):用于钛合金的是Sky·tec™系列3种槽形NFT、NMT和NRT;用于高温合金的NMS和NRS型槽形。开发的首要目标是极大程度地提高刀具寿命和优化断屑能力,以弥补在加工ISO-S材料方面的不足。对于加工部门来说,切削过程中刀具破损引起的加工中断是不可接受的,这会导致昂贵的零件的报废。刀片槽形是根据字母识别的,字母T表示用于钛合金加工,字母S用于高温合金加工;F、M和R则代表加工方法:精加工、半精加工和粗加工;N代表刀片后角基本形

状。Sky·tec™产品系列名称指示了应用的基本领域:航空工程。无论何处,只要有钛合金,一般来说就会伴随有高温合金。例如燃气轮机,冷的一边主要用如Ti6Al4V之类的合金制造,热的一边主要是用高耐热材料制造,例如Inconel 718(图3)。

所有用于ISO-S材料组的可转位刀片都有一个特点,就是稍微磨圆的刀尖圆角。这对切削刃承受切削力和散热是必不可少的。槽形的细微差别,决定了刀片的不同应用领域。

1 钛合金系列

Sky·tec™钛合金系列刀片具有

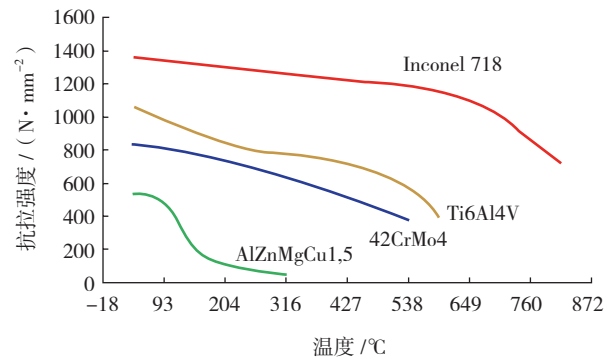
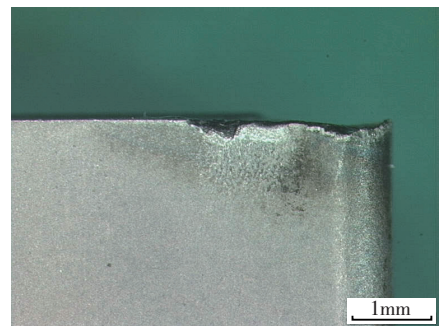


图3 各金属材料热稳定性对比



(a) 在钛合金加工中主要的磨损是月牙洼磨损和崩刃



(b) 在高温合金加工中切屑的冲击和沟槽磨损引起最大的问题

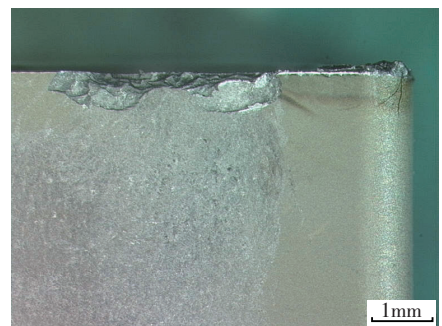
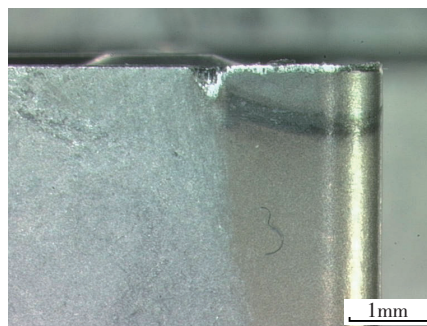


图4 刀具磨损照片

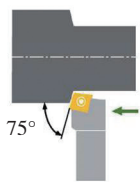
专用的、窄的断屑槽,这是为了获得良好的车削加工断屑效果所采取的改动,即使是在刀片磨损的状态下,也能够显著地改变已经成形的切屑的形状。NRT粗加工槽形特点是有一个特别稳定的结构,倒棱较宽,这是保持对月牙洼磨损控制的有效手段(图4)。半精加工NMT槽形稳定性好,曲线的切削刃用以减小切削力,在不稳定零件或仿形加工中都表面稳定。NFT精加工槽形-优化的锋利切削刃,周边全磨削,保证切削的高精度(图5~6)。

从外观上看,用于钛合金切削的可转位刀片并不突出,超过80%的用于钛合金切削的可转位刀片没有



图5 为加工钛合金和抗月牙洼磨损而研发的瓦尔特 Sky·tec™ 家族的ISO可转位刀片

100° 圆角
NRT 槽形



80° 圆角
NFT 槽形

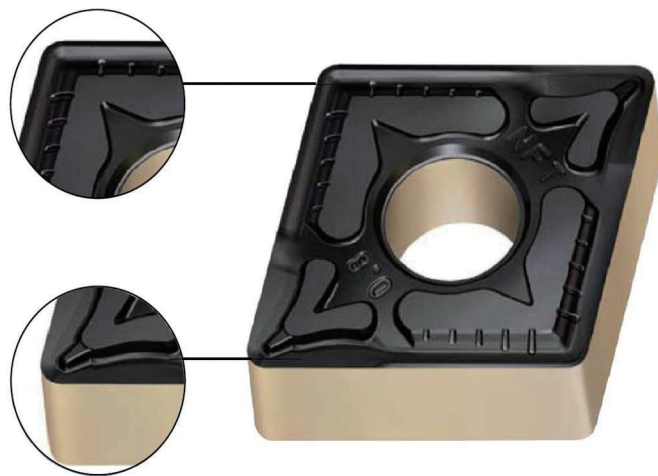
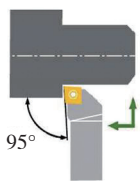


图6 Sky·tec™ NFT和NRT基本形状C

涂层。这是因为对刀片材料的抗月牙洼磨损有很高的要求,在这些环境中涂层不能提供任何帮助。

2 高温合金系列

用于高温合金的可转位刀片需要有锋利的槽形,正前角加刃口全倒棱保证切削刃的稳定性,正前角槽形与PVD Al₂O₃涂层结合(图7)。用于高温合金的可转位刀片一般都有涂层,它显著地提高了刀具寿命。瓦尔特专家为这两种槽形提供了WSM10和WSM20两种PVD Al₂O₃涂层的刀片材质,PVD涂层温度低,刀片韧性好,Al₂O₃涂层起到了高效的绝热体的作用。

与钛合金系列的窄断屑槽相反,NRS和NMS槽形需要有较大的切屑变形空间,如果高温合金的切屑变形太过剧烈而产生加工硬化,刀片则会迅速损坏。NRS槽形具有较宽的断屑槽,可以保持较深的切削深度,而NMS槽形的断屑槽稍窄。

开发人员强调,对于高温合金,已经获得了分别用于粗加工和半精加工的两个槽形。所以,基于相同的原理推导出用于精加工的槽形,刀片刃口的倒棱应该非常小,这就是应该怎样使用Sky·tec™ NFT槽形的形状开发新结构的出发点。NFT钛合

金精加工槽形也适用于高温合金的精加工,这对工程师来说很重要。

实例应用

几个应用实例已经证明优化的可转位刀片是值得投资的。对于用Ti6Al4V制造的直径为1.8m的燃气轮机壳体的粗加工,一个制造商过去一般采用与切削ISO-M材



图7 用于高温合金加工的瓦尔特ISO可转位刀具具有PVD Al₂O₃涂层

料通用的槽形,刀片材料也是适用于钛合金的材料。制造商现在能采用一种新的解决方案来处理加工过程中更换刀片的问题。使用相同的切削参数($v_c=55\text{m/min}$, $f=0.4\text{mm/r}$, $a_p=2.3\text{mm}$),使用全新年的瓦尔特Sky·tec™ NRT槽形和WS10切削刀具材料,可帮助制造商达加工过程中无需更换刀具的问题,同时在加工过程中形成一致的短切屑。

另一个制造商的任务是车削用Inconel 625制造的板,板的直径为230mm,它是用于化学工业的一个部件(200HB,约900N/mm²)。在加工过程中,将瓦尔特的NMS槽形和WSM10切削刀具材料与其他ISO-M和ISO-S材料通用的可转位刀片作了比较。测试中,切削参数保持不变($v_c=50\text{m/min}$, $f=0.2\text{mm/r}$, $a_p=3\text{mm}$)。在仅仅18min后,由于切削刃上的沟槽磨损和崩刃,刀片失效。而瓦尔特NMS槽形的刀具直到33min后,还没有任何沟槽磨损。就加工件数量来说,瓦尔特以11对6,取得了成功。

(责编 良辰)