

碳纤维、芳纶纤维、蜂窝芯零件 数控加工刀具的选用

Selection of NC Cutting Tool for Carbon Fiber/Kevlar
Fiber/Honeycomb Core Part

中航工业西安飞机工业(集团)有限责任公司 张菊霞 田 卫



张菊霞

毕业于华北航天工业学院机械设计与制造专业,从事铝合金等金属零件的数控加工 10 年,现主要从事各种复合材料零件的数控加工。

复合材料被广泛地应用到许多领域,如航空、航天、能源、建筑、船舶等,在飞机制造业的应用中尤为突出,复合材料应用的多少已经成为飞机先进程度的重要标志。由于复合材料性能(重量轻,耐高温,破损安全性高,机械强度、边缘强度好,耐化学腐蚀等)的不断提高,飞机上大型的

通过以下所述刀具材料的选择以及加工中应注意的事项,可以很好地完成这些复合材料零件的数控加工。但复合材料的范围很广泛,各种材料由于其结构和性能不同,其加工所使用的刀具及其结构、所使用的参数各不相同,在好多方面我们还应努力研究与摸索,制造出更好的复合材料零件。

翼盒壁板、蒙皮、固定前后缘、中央翼、内外襟翼、各种各样形状的长桁、梁、肋等零件均可被设计为复合材料零件。这些零件多采用碳纤维、芳纶纤维、蜂窝芯等材料,经成型完工后,边缘都带 25~50mm 的余量,好多零件上都需加工出不同数量的装配孔、定位孔或开口,这些边缘余量、各种孔、开口,都需要用精准的数控加工设备完成。

加工机床选用

根据碳纤维、芳纶纤维、蜂窝芯材料的性能特点,切割、钻孔必须选择主轴转速在 8000r/min 以上的数控机床,大部分为风冷冷却(碳纤维零件可采用水冷)。对于平板类零件,

一般选用真空平台吸附加工。曲面类零件,一般采用带真空吸附的铣切工装。

下面介绍一种配备柔性夹具的机床,此机床主要优点是便于对各种形状的大型复合材料零部件(玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、Nomex 蜂窝芯、铝蜂窝芯等)的大批量边缘铣切、制孔、开口等,生产效率高,经济效益显著。真空吸盘式柔性夹具系统是一种根据数控钻铣床发展起来的配套装夹系统,该系统的主要功能是在三维空间将弯曲的工件按照预先设计的程序固定好,工件由在 TORESMILL 龙门设备的工作区域内的真空吸盘固定。TORESTOOL 通用支撑夹具可在 2min 内自动重新配

置,从针对一种工件的配置转换成适应另外一种形状工件的配置。特别适用于壁板零件的外形和孔的加工。因为避免了大量铣切夹具的制造和

工参数对复合材料零件的加工质量尤为重要。

由于复合材料硬度大,对刀具磨损严重,其加工刀具一定要特别锋

刃形式(如图2所示),锋利的三尖可先将碳纤维层划断,两刃对孔壁起到修补的作用,所以使用这种刀具效果特别好。还有英国 Technicut 公司生产的镶金刚石钻头,以其锋利和耐磨取胜,钻出的孔也不错。

图3(a)为利用一般的整体硬质合金钻头钻孔,图3(b)为利用德国 DIXI 的一种三尖两刃整体硬质合金钻头钻孔。

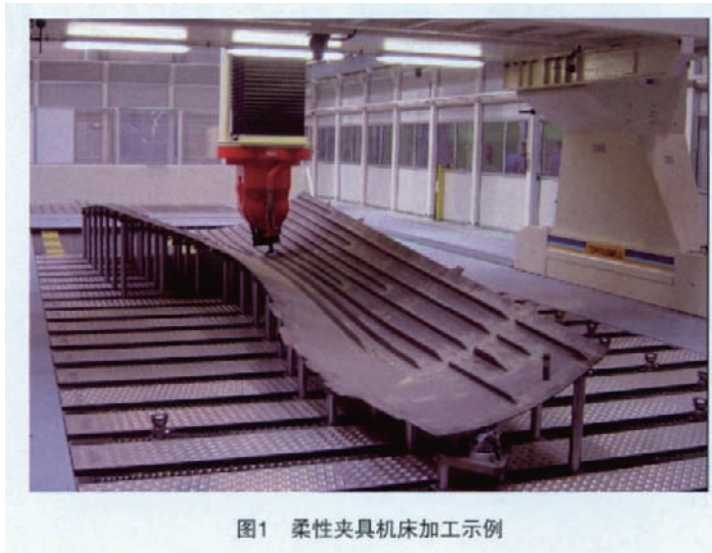


图1 柔性夹具机床加工示例

存放,可显著降低成本并节约生产面积,从而被国外航空企业广泛使用。国内哈飞、西飞、成飞等厂也已引进。如图1所示。

加工刀具的选用

众所周知,金属零件加工时传热快,易成屑,并且可以使用冷却液来降低刀具及加工部位的热量,大量的切屑带走热量;而复合材料尤其是层压零件加工时难成屑、导热慢、加工部位热量高,刀具易磨损,这对加工复合材料的刀具、工艺方法要求很高,完全不同于普通机械加工,其最大的难点是加工时材料容易分层、起毛、拉丝,通常加工后产品表面粗糙度很差。而且,复合材料零件价格昂贵,数控加工是它的最后工序,一旦出现问题将前功尽弃,且损失惨重。因此,选择合适的机床、加工方法、加

利、耐磨,保证加工中少换刀。

1 碳纤维加工

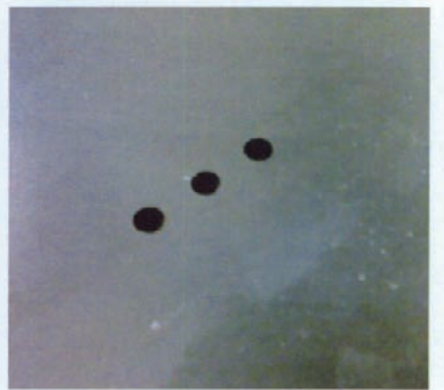
碳纤维零件分为2种,一种材料为碳布,另一种为碳带,碳带比碳布在加工中更易分层。

(1) 钻孔。

在金属零件的钻孔工艺过程中,材料在厚度方向为一个均匀的整体,不容易分层或起毛;而碳纤维零件属多层结构,在材料的厚度和水平方向力学性能相差甚远,所以钻孔时,出刀部位容易产生分层和起毛现象,这时对刀具提出更高的要求,从结构上来讲,钻头采用三尖两刃或两尖两



(a) 孔边分层(不合格)



(b) 孔边不分层(合格)

图3 钻孔后孔边分层情况

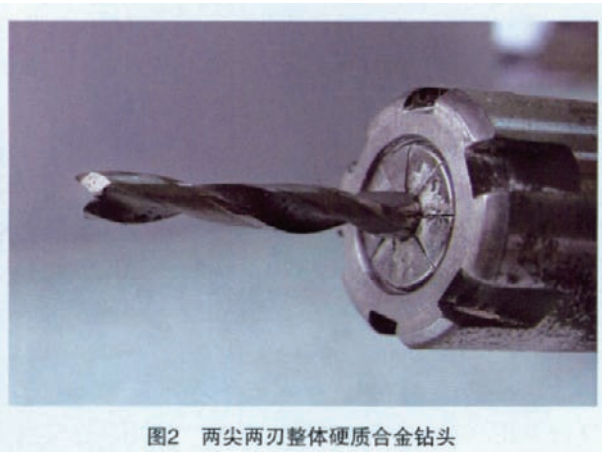


图2 两尖两刃整体硬质合金钻头

(2) 边缘、开口切割。

小型、薄壁碳纤维零件边缘的切割一般采用整体硬质合金滚花铣刀,大型、壁厚(5mm以上)的碳纤维零件边缘的切割采用镶金刚石铣刀或带各种涂层的整体硬质合金滚花铣刀。

边缘、开口切割主要是解决起毛和分层的问题,使用刀具的刃部,滚花结构形式的铣刀,由于有好多锋利的小切削刃,有效限制了每一层在厚度方向的运动和撕裂,有效防止起毛

和分层。镶金刚石铣刀以其锋利的刀刃,在使用高转速的情况下,迅速切除材料,保证碳丝不被拉出而分层起毛。

如图4所示美国 ONSRUD 整体硬质合金滚花铣刀具备了上述特点。

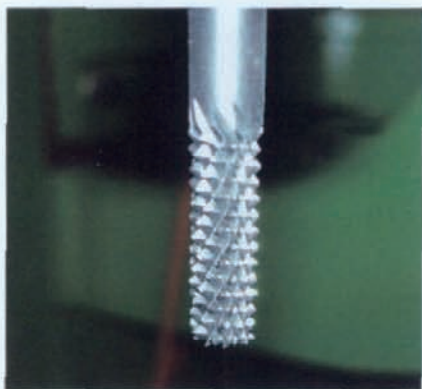


图4 ONSRUD 450521整体硬质合金滚花铣刀

2 芳纶纤维

芳纶纤维目前是复合材料中机械加工最难的材料,特别容易分层、起毛。选用的刀具不合适,会使切割后的边缘分层、起毛、烧焦等。如图5、6、7所示。

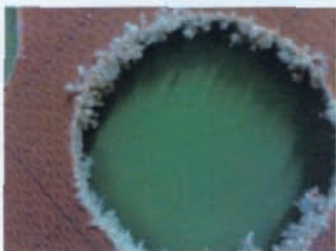


图5 边缘起毛

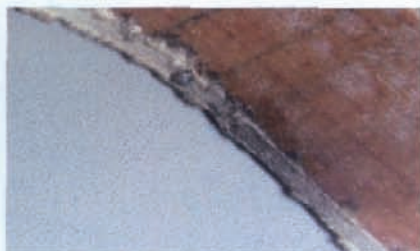


图6 边缘烧焦

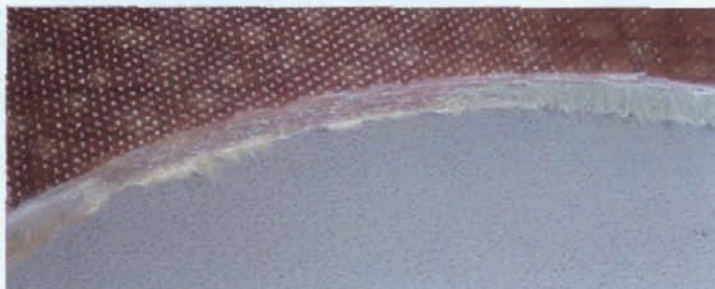


图7 边缘未起毛、烧焦

利用美国生产的一种 ONSRUD 450521 整体硬质合金滚花铣刀的锋利的多个小切削刃,在选择适当的加工参数后,利用高速数控机床基本能加工出合格的边缘。

3 蜂窝芯零件

由于蜂窝结构的特殊性,使其切削性差,在加工中易出现撕裂、压塌、芯格变形、毛刺、外形缺损等缺陷,在加工中刀具易磨损,因此,刀具的结构、切削性能非常重要。

目前,国外加工铝蜂窝芯和 Nomex 纸蜂窝芯零件推出了几种常用的刀具。

如 HSS Hollow Core Cutters 刀具,该款刀具被设计为垂直切断蜂窝芯的晶格,产生一个蜂窝芯未被压倒的、整齐的边缘。蜂窝边缘经过整齐的切割后,再使用一般切割蜂窝的无



图8 粗加工蜂窝芯边缘铣刀

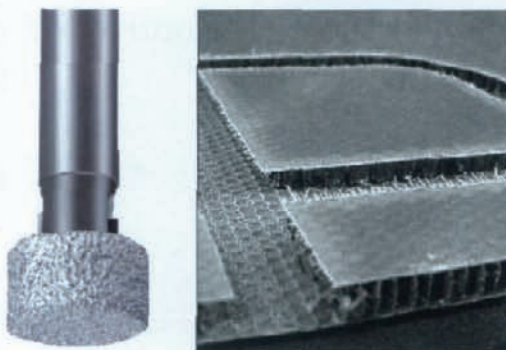


图9 蜂窝夹层开槽铣刀

齿铣刀,将蜂窝自根部割断,彻底分离,此刀专用于在蜂窝上加工出深槽,并能高效率地去除大余量及切割出整齐的蜂窝芯边缘。如图8所示。

还有加工飞机壁板的槽铣刀,这种组合式刀具是用于飞机内饰面板蜂窝夹层的开槽,以便于灌注混合体,加固板的边缘。刀具带PCD切割刃,可嵌以金刚石或高速钢材料,以螺丝固定。如图9所示。

结束语

通过以上所述刀具材料的选择以及加工中应注意的事项,可以很好地完成这些复合材料零件的数控加工。但复合材料的范围很广泛,各种材料由于其结构和性能不同,其加工所使用的刀具及其结构、所使用的参数各不相同,在好多方面我们还应努力研究与摸索,制造出更好的复合材料零件。

(责编 侧卫)