

复合材料加工的下一步

Next Step for Composites Machining

山特维克可乐满 Christer Richt

挑战: 如何提供合适的刀具和工艺来改善快速扩张的复合材料加工。

解决方案: 采用新的加工方式,包括专用刀具和最新的应用策略。

复合材料是由两种具备不同特性的材料组合从而形成的具有某种属性的材料。

纤维、晶须、微粒或织物分散于基体中,从而增加其刚度和强度。结构性复合材料由层状材料或夹层构成。多层复合材料由叠层板胶结起来,其每层的强度定向都有所不同。

主要的基体材料包括有机材料、金属和陶瓷等,起强化作用的可以是连续或不连续分布的含碳物或一些无机材料。

碳纤维、芳族聚酰胺纤维和碳芳纶纤维强化塑料复合材料是常见的飞机机身材料。纤维用环氧树脂等基体材料粘合起来。

目前碳纤维与其他复合材料发展迅速,新的材料属性不断衍变,用

途也日益广泛。复合材料具有使制成的零件更轻、更坚固,耐腐蚀等特点,使其非常适合于多种应用场合。不过这些结构材料的成功应用也对其加工性能提出了新的要求,其中切削加工性能的变化是新的挑战。

加工复合材料与加工金属迥然不同,不同种类的复合材料的加工也不相同。而且复合材料的种类比金属材料更为广泛。这对于刚开始制造复合材料零件的工厂来说可谓任务艰巨,而对于已从事复合材料加工的工厂来说也颇具挑战。加工复合材料需要重新评估加工方法、刀具和工装,在某些情况下还包括设备和夹具等。事实上,工厂所加工的每种新复合材料都需要新的加工工艺。

复合材料的切削过程与金属的

切削大不相同,其切削刃产生切屑并非像大多数金属那样通过剪切而生成,而是通过折断来去除多余的复合材料,在加工过程中常常是切断环氧树脂和折断纤维材料。

加工复合材料的一般原则是,采用有足够间隙的超锋利切削刃,在获得光洁的切削效果的同时将刀具与工件间的摩擦降到最低。由于切削刃槽型的细微变化都会迅速导致过量切削热的产生进而发生切削刃崩裂,因此必须将刀具磨损降到最低,如果此问题得不到解决将影响最为重要的质量要求。

切削刀具需要轻快地进行切削,产生最小的推力,因而需要各种刀具槽型来配合不同复合材料的不同加工特性。

要获得好的性能、高安全性和满意的效果,需要建立独特的工艺以适应并优化尚未决定的复合材料及加工方法。在材料去除率为重要但并非主要因素的情况下,应通过经济核算找出最有利的解决方案。

对复合材料加工而言,孔和边缘的质量加上满意的孔加工成本及每单位米的成本,对于生产效率影响更大。一次操作所获得的表面粗糙度可以减少或消除二次操作,将有助于延长刀具寿命和缩短设备停机时间。

在不断发展的复合材料加工领域,为某具体的复合材料选用专用切削刀具是至关重要的。另外,为手边的操作设定正确参数并正确装夹也极为重要。

钻孔是复合材料加工中最主要的一种操作,由于在孔出入口处材料可能裂开、甚至裂成几层(分层),这使得此操作极富挑战。因此,要达到合格的表面粗糙度就要求格外小心以在纤维层与基体之间获得满意的切削作用。随着复合材料的抗冲击性和抗热性不断改进,其加工方法也必须随之发展。

由于金刚石经得起各种碳纤维和叠层材料(包括钛)的磨损,经过特别改制的聚晶人造金刚石(PCD)焊接刀尖或金刚石涂层刀尖具有最长的刀具寿命。

对复合材料零件的平面加工往往有着与修边及切边一样的高要求,需要使用合适的可转位刀片以及金刚石涂层硬质合金刀具并辅创新的加工方法。

非标订制的PCD刀具为大多数铣削操作提供了解决方案,纹理金刚石和焊接金刚石刀具都有不同的槽型设计以满足应用要求。其改进在于以最佳方法应用特别的刀具槽型来达到较好的表面粗糙度,还可能需要用排尘来进一步降低破裂和磨损的倾向。

对于复合材料的铣削, CoroMill

590 面铣刀安装以聚晶人造金刚石(PCD)刀片,可满足公差和表面粗糙度的高要求。它可在干加工中采用高切削参数与最少的纤维破裂,因此非常适合配备了吸尘装置(如图所示)的组装前最后一道工序的加工。

对于复合材料的侧壁铣和 Sturtz 铣削,尤其是高纤维含量的复合材料, CoroMill 390 立铣刀配备焊接金刚石刀片或金刚石涂层刀片效果良好。对于复合材料零件的切边和修边加工,硬质合金刀片、金刚石刀片或整体硬质合金刀具都可以达到高质量的要求。

复合材料加工解决方案要视具体应用场合来选定。这些方案可以包括根据材料及加工状况选用一种合适的 CoroDrill 槽型。由于不同零件所用的材料不同,现已开发出 3 种槽型,包括通用的 CoroDrill 855 钻头,配以优化的工艺可确保钻孔质量达到最高的要求。

CoroDrill 856 能够尽量减少在钻孔出入口部位的分层倾向,这对于富树脂的复合材料尤其如此。但当切削富含纤维的复合材料时,则需要能减少破裂的槽型,例如新的 CoroDrill

854 钻头,其槽型与用于铝材加工的槽型相似。用 CoroDrill 854 金刚石涂层钻头在 CFRP- 铝合金复合板材料上加工高质量的直径为 1/4 英寸(6.35mm)的孔系。获得的益处包括:降低了纤维碎裂风险、消除了毛刺,提高了表面光洁度。

山特维克可乐满除了开发可提升复合材料加工性能的切削刀具外,还关注该领域最佳工艺的开发。

针对不同应用建立单独的工艺是确保复合材料加工取得成功的根本所在。选择正确的刀具、槽形、材质、切削参数以及采用创新的解决方案,都有助于将复合材料的加工制造技术提升到一个新水平。

一系列新型钻头和铣削刀具

正在改善复合材料的加工性能。山特维克已为多种应用场合设计出带金刚石涂层的硬质合金钻头及纹理 PCD 技术的钻头。最常用的解决方案之一是将一种新的 CoroDrill 钻尖用到复合材料钻头上。此种采用直接压制烧结技术制成的 PCD 钻头的切削刃几何参数能减少钻入和钻出孔时的分层现象。目前已开发出多种新钻头槽型,适用于各种碳纤维增强(CFRP)材料的高质量的孔加工。对于复合材料零件的铣削、切边和修边等,安装特制的金刚石刀片的立铣刀和面铣刀和涂层硬质合金刀具提供了新的优势。标准和非标订制的产品构成了在当前和未来对复合材料进行钻削和铣削的加工解决方案。



CoroDrill®直接压制烧结PCD钻头



CoroDrill 854金刚石涂层硬质合金钻头

CoroDrill 854金刚石涂层硬质合金钻头孔加工参数

CoroDrill 854 金刚石涂层硬质合金钻头			孔加工
切削速度	V_c	m/min	45
钻孔深度	a_p	mm	70
每转进给量	f_n	mm/r	0.03
台面进给量	V_t	mm/min	51

(责编 良辰)