

加强细微处研发 促进航空制造技术及装备发展

中航工业航宇救生装备有限公司工艺装备分公司 郭 冉



我公司是服务于军品体系的专用工装设计生产部门，主要研制包括模具、夹具、专用量具及辅具等4大类66小类专用工装的设计和制造。由于军品零件种类多，我分公司不仅研发金属材料成型用工装，还研发包括塑料、橡胶、玻璃钢、碳纤维及有机玻璃等多种特种材料成型用工装。同时在较高加工能力基础上，多年来在航空、航天及医疗器械方面承接了多项高精度零件的加工，在航空零件制造方面有相当丰富的技术资源和生产能力。

本公司航空制造技术及机床工具的应用

目前，分公司具有数控加工设备36台，其中国产数控加工设备9台。包括：加工中心、数控车床、慢走丝线切割机床及电脉冲机床等。其中加工中心设备的国产化机床比例最高。经过多年的研究和实践经验的积累，这些设备的功能得到了充分利用，同时在航空制造技术方面取得了一定的成绩（见图1、图2）。

(1) 加工中心设备的运用：
加工中心设备是当前分公司加工零件的通用设备，用于加工汽车发动机的缸体零件、航天用燃气发生器零件、航空各类精密零件及医疗器械中特种零件，不仅质量得到了保证，生产效率也很高。

(2) 数控车削代替磨削技术的运用：加工薄壁精密件，材料为30CrMnSiA或钛合金，表面粗糙度值可达 $R_a=0.8\ \mu\text{m}$ ；加工铝合金件表面粗糙度可以更好。可保证孔跳动度0.01 mm，孔底端面跳

动度0.02 mm，外圆与孔同轴度为0.01 mm。数控车削代替磨削加工极大地提高了加工效率（见图3）。

(3) 慢走丝机床的运用：多用于精密多工位级进模的加工及专用量具的加工。其加工精度可达 $\pm 0.008\ \text{mm}$ ，表面粗糙度值可达 $R_a=0.8\ \mu\text{m}$ 。

(4) 电脉冲设备的运用：分公司运用电脉冲设备技术成功研制了航空用精密阀体系列零件，很好地解决了精密窄小缝槽的加工，有效控制了二次放电产生的型面烧伤，表面粗糙度值可达 $R_a=0.8\ \mu\text{m}$ 。夹角清根可达 $R0.04\ \text{mm}$ ，在同一圆周面上加工四型孔的共面度可达0.005 mm。



图 1



图 2

分公司在航空制造中存在的难点及对机床工具的需求

(1) 目前，许多高精度航空零件结构趋于复杂化、薄壁化，多用铝合金、钛合金等材料，在加工时材料去除量大，对零件变形的控



图 3

（下转第23页）

硬质合金加工钛合金速度可以达到45 m/min以上,但当切削速度继续增加时,刀具和工件接触面的温度迅速升高,同时由于Co的熔点较低,在高的切削温度及元素扩散作用下,造成了刀具材料中W和Co元素的扩散和流失,降低了刀具的硬度和韧性,使硬质合金刀具发生严重的塑性变形、粘结磨损和扩散磨损,导致刀具失效。因此,硬质合金刀具只适合切削速度小于75 m/min的钛合金。

聚晶金刚石刀具具有极高的硬度,也具有超高的耐磨性,还具有高弹性模量、高导热系数、刃口锋利、低摩擦系数以及与非铁金属亲和力小等优点。该类刀具适用于钛合金的精加工和超精加工。

聚晶立方氮化硼(PCBN)刀具,其硬度虽然略低于金刚石,但它具有比金刚石更好的特点是热稳定性高得多,可达到1 200℃以上(金刚石的耐热温度只有

700~800℃),化学惰性大,与钛合金在1 200℃时都不起化学反应。PCBN刀具相比硬质合金刀具,有着切削速度高、表面粗糙度质量好和刀具寿命长等特点,为此PCBN刀具更适合用作钛合金的精加工。但由于PCBN刀具脆性很大,在切削加工中务必忌讳断续切削或突变余量切削。

框体类钛合金零件加工的其他注意事项

不求高的切削速度,唯求可靠增大切削走刀量。过高的切削速度会导致刀刃过热、刀刃粘结和扩散磨损严重。走刀量的变化对温度的变化不明显,所以降低切削速度增大切削走刀量是合理、适宜的切削方式。

当车削时为了改善散热条件和增强切削刃,前角一般取5°~9°;为了克服因回弹而造成的摩擦,刀体的后刀面一般取10°~

15°;当钻孔时,缩短钻头长度、增加钻心的厚度和导锥量,钻头的耐用度可提高好几倍。

不可缺少切削液,且水溶性切削液较为合适。但不能使用含有氯或其他卤元素和含硫的切削液,这类切削液会对钛合金的力学性能产生不良影响。

针对易变形的钛合金框体类零件,在数控精加工之前,原则推荐要进行详细的测量,要根据测量的结果仔细分析再分配加工余量以及再核定加工坐标。

铣削加工先三轴加工后五轴加工,先面加工后孔加工。维持数控编程加工坐标系的统一,尽量合并工序减少翻面。与钛合金接触的所有工具、夹具等装置都要事先侧地洁净。经清洗过的钛合金零件,要防止油脂污染,要避免手直接触摸,操作人员或检验人员应当戴干净的手套进行操作或检验。**MW**

(收稿日期:20140710)

(上接第5页)

制要求严格,对不同类型的航空零件结构、尺寸、材料,难以掌握准确的变形规律,是数控加工中最大的变数之一。所以我们希望国产加工的数控设备,能够配套研发通用的、采用液压或真空吸盘定位和夹紧的夹具,这类夹具的主要优势是夹紧力可调,实现夹紧力与零件的全面着力,能够很好地保证薄壁零件的质量;另一个明显的优势在于夹紧力在定位和夹紧过程中保持恒定不变,从而确保了同一道工序下加工质量的一致性。

(2) 高精度航空零件对飞边毛刺有严格的要求,整个零件的所

有棱边按要求制钝(有特殊要求的除外),数控加工在生产中不能完全满足制钝要求,例如:复杂凸台的小圆角、内孔孔口及台阶孔斜倒角等,这些细小处的倒角加工目前多采用钳工手工修制,工作量相当大,工作效率低,是加工零件的瓶颈之一。希望国产加工的数控设备能够从细小处研发,从加工、刀具的配备及程序的开发各方面系列解决用户的实际问题。

国内外机床工具的差距

国产机床在使用中最明显的缺点在于刚性差。同样的进刀量和转速,国内机床加工的零件振刀纹明

显。为保证质量,加工时进给量不能大,所以加工效率低于国外设备。另外,小的问题较多,例如漏油及电器小元件故障等,这些细小问题往往制约了国有机床的发展。

在刀具方面,国产刀具与国外明显的差距在于:国内刀具的使用寿命短。同样加工阀体零件上的孔,用国产刀具只能加工10~15个孔,而进口刀具可以加工30多个孔,特别是在加工小孔时,国产刀具的折断率会更高。通过分析,我们认为国产刀具不仅仅是加工和涂层技术需要提高,更基础的是材质问题。**MW**

(收稿日期:20140626)