



# 实现更高密度发射

——山高刀具助力首都航天机械公司高精、高效生产

## Realization of High Density Launching

山高刀具(上海)有限公司

随着人们对外太空的不断探索,航天事业正处于蓬勃发展时期,在最近的4~5年时间里,我国平均每年都要实施20次左右的高密度航天发射活动。作为我国规模最大的运载火箭总装集成企业,首都航天机械公司必须密切配合——与以往相比,公司对产品质量和制造效率的要求变得更加严格。尽管在多年的发展过程中,首航机械已经是行业内当之无愧的领军企业,然而挑战一直都在,无论是来自一个细小的零部件,还是每一道加工。

### 发挥技术优势,解决难题

航天产品必须具备高可靠性,因此,航天零件产品的制造过程就必须本着质量第一的加工原则,在精度方面有绝对高的要求。

连接器被誉为火箭的脐带,其作用就是给火箭加注燃料,而顶盘是连接器上的重要零部件,直接影响产品的锁紧与脱落,其各个尺寸的加工能否满足设计要求最终影响到产品的整体性能。同时,产品材料为锻件2A12 T4,顶盘支耳截面尺寸约为16mm×9.5mm,相对高度却为57mm,支耳自身结构也容易产生加工变形。此外,加工开档较小,采用 $\phi 14$ 刀具加工时,深径比为4.07,所以刀具的刚性问题在此被放大。

之前,首都航天机械公司一直

采用普通的W18Gr4V材料刀具对这类产品进行加工,然而,由于刀具的硬度低、易磨损,加之需要经常刀补,所以影响了产品质量,且加工出的产品一致性差。另外,刀具刚性低所产生的变形也直接影响到产品的形位公差。种种问题令首航机械备受困扰,不但设备能力被限制,还常常出现产品整体报废的情况。

而在使用山高K30材料合金刀具进行加工后,刀具刚性与硬度大幅提升,设备最高转速可达8000r/min,切削采用 $\phi 50$ 方肩铣刀速度可达8000r/min,线速度达到了高速铣削区间,最大切削进给速度6000mm/min,在保证产品加工质量的同时还大幅提高了加工效率。

这款连接器产品还有一个特点,就是形面根部圆角较多,孔位多且有下限台的要求。为了最大程度帮助客户,山高刀具为首航机械提供了相应的专用刀具,同时定制了整体制造方案,极大方便了首航机械进行刀具

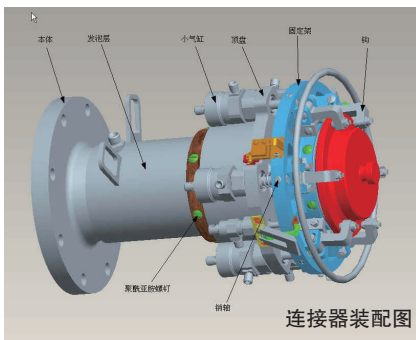
自主选型。

### 非标设计,为使用者量体裁衣

在首航机械所有的零部件中,顶盘零件是较难加工的零件之一,原因在于工件本身材料的特性以及外形的难加工问题。

顶盘零件使用的材料是锻铝和硬铝,由于材料应力的释放,即便使用了加工效率高的数控机床,也会在放置一段时间后出现零件严重变形的情况。为此,首航机械调整了加工工艺流程,在尺寸为155mm内径的粗加工中留出5mm的加工余量,然后进行应力释放,再进行最后的精加工。在粗加工中,使用的是山高经典的玉米铣刀,极大提高了内径的粗加工效率。

顶盘零件另一个加工难题是外形的加工。该零件的外圆部分有6个圆,而且都有台阶部分需要加工;内圆部分有6对爪,是配合运动的,主要起导向作用,这6对爪长度均为73mm,加上外圆的径向长度20mm,因此需要近100mm长的铣刀才能加工。而且6对爪的根部倒角为5mm,需要使用 $\phi 10$ 的铣刀进行加工,而此种铣刀一般长60mm,远远达不到使用要求。普通刀具则切削刃太短,同时需要长径比几乎达到10mm的铣刀加工,因此需要非标刀具来满足需求。



### 兼顾成本优势

除了加工连接器,山高的可换刀片铣刀也在首航机械得到了广泛的应用。硬质合金刀具价格不菲,而在刀具磨损后,使用者为了保证加工质量只能更换新的刀具。但是,山高的可换刀片铣刀能够在刀具磨损后通过自行更换刀片的方式,达到和新刀具一样的加工效果,成本优势凸显。

这样的案例不胜枚举,比如,山高的刀头、刀杆分离刀具解决了首航机械零件加工的大难题。在对某些铝材零件加工时,工件的应力大,很容易变形。首航对这类深腔零部件加工时常常需要配置不同刀柄长度的刀具。但由于合金刀具的成本较高,无法大量购置,给加工造成了困扰。山高的刀头与刀杆分离刀具极大地提高了刀头的利用效率,客户只需配置不同长度的硬质合金刀杆就能顺利解决以上的问题。

### 理念创新,提升未来竞争力

首航机械的产品中有很大比例的铝、不锈钢薄壁零件,山高刀具凭借刀具质量可靠、种类齐全、通用性强的优势,自2010年6月以来,就在首航机械的许多条生产线上得到了应用。在铣削领域具有丰富实践经验的首航机械的国家技师梁高超评价说:“山高刀具种类繁多,附件齐全,基本能覆盖我们80%以上的机加产品的加工需求,这对我们而言意味着更多更好的选择。”

目前,首航机械正考虑进一步对现有设备进行更新换代,以提高竞争力。正如李伟所说:“我厂正处在老旧设备更新换代期,普通加工设备与数控设备的全面换代时期。在这个阶段,我们需要更多先进切削理念的融入,以看清未来的发展方向和更新换代方向。山高刀具丰富的应用经验有助于拓宽我们的加工思路。”

(责编 古京)

## ROHACELL® Triple F技术 实现复杂结构大规模生产

### ROHACELL® Triple F Technology Can Realize the Mass Production of Complex Structure

赢创特种化学(上海)有限公司 孔倩雯

随着航空航天、汽车等交通运输行业对轻量化设计的日益重视,越来越多的部件,如汽车车身和一些附加件开始采用兼具高力学性能和轻质的含硬质泡沫芯材的连续性纤维增强的复合材料。随着这种复合材料加工工艺的日趋成熟,这些应用部件已不再满足于当初的简单结构,越来越复杂的3D结构使得硬质泡沫芯材的加工成为一大难题。传统的通过对整张泡沫板材的切割、打磨、数控加工使得加工周期漫长且加工精度得不到保证,有些复杂的几何结构甚至无法用数控加工的方式得到。除此以外,大量的材料浪费以及对加工设备和加工技术人员的培训投入使得部件的制造成本居高不下。赢创工业集团的ROHACELL® Triple F产品以及其特殊加工工艺就是为解决上述问题所研发的。其应用除了现在已比较成熟的航空航天领域,在民用汽车、运动器材、医疗器械领域也有很好的前景。

区别于市场上可见的传统PMI硬质泡沫(常见规格如ROHACELL® IG-F, HF),ROHACELL® Triple F从外观上来看,不是原先的板材,而是一种形状不规则的预发泡颗粒。此颗粒非常易于填充至所需芯材3D形状的模具中,经简单加热,可继续发泡。内膨胀力促使颗粒与颗粒间



紧密连接,充填并压实模具内所有空隙,精确复制模具内精确的形状和表面细节,从而成为一个具有模具3D形状且表面光滑的泡沫芯材整体。金属等材质的嵌件可以直接定位放置在模具中,模内发泡完成后会自然整合在一起,无需预处理或者后期再加工组装。最终,芯材密度根据力学性能以及减重需要可调控在70~200kg/m<sup>3</sup>之间。冷却脱模后,即可与连续性纤维增强的热塑性或热固性复合材料结合形成特定形状的夹心复合材料构件。由于ROHACELL® Triple F具有高玻璃化转化温度 $T_g$ (~200℃),与大部分热固体系树脂匹配,且可耐高达140℃、6MPa的快速固化工艺条件,大大缩短了生产周期,在整个生产工艺中,芯材部分没有原材料浪费,无副反应产生的气体放出,模具内不需要排气装置,简单省时,成本低,精确度与重复性高,适合大规模批量生产。预计每年可大批量连续生产1000~40000部件。

(责编 古京)