

整性是不可缺少的手段,其研究、开发与应用直接关系到航空发动机的质量、寿命和可靠性,相信随着对特种加工技术的不断深入及掌握,再高深莫测

的事物都会变得简单,就像当初的线切割技术发展一样,到时特种加工技术也不再稀奇,作为普通的加工技术广泛地应用在加工行业的各个角落。



特种加工技术在航空产品中的应用

贵州航天乌江机电设备有限责任公司经营部副部长、
高级工程师 张玉峰

在现代航空发动机设计中,为满足高性能航空发动机的要求,必须大量采用新材料、新结构,于是产品的可制造性就对制造技术提出了新的挑战,如难加工材料、复杂型面、精密表面的加工及特殊要求的零件加工等问题。特种加工技术的采用,可使航空发动机零件数量减少,结构设计简化,从而在性能、适用性、可靠性、维修性等方面均得到提高。

1. 案例分析

图1为大运项目中发动机导轨梁三维图,该零件主要为ZL104A材料,该零件外形尺寸为:1365mm×585mm×418mm,结构复杂,由于该产品正处于预研阶段,设计更改频率较高,因此给毛坯的铸造、加工都带来很高的难度。

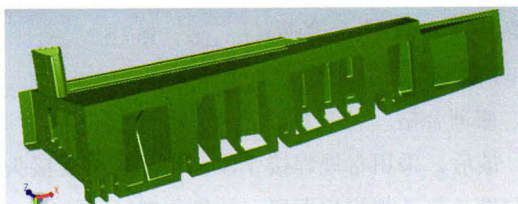


图1 三维视图

在该产品加工、制造过程中主要有以下几方面的难点:

(1) 毛坯铸造,该毛坯形状复杂,同时由于该产品为预研阶段的产品,设计容易更改,如果更改,则模具就会报废。

(2) 针对该零件,导轨槽部份加工难度大,采用常用加工方法时,对刀具要求较高,同时在现有的刀具中没有该种刀具,需订制专用刀具,如果采用专用刀具则刚度很难满足要求。具体如图2、

图3所示。

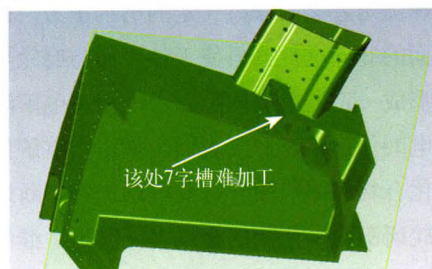


图2 7字槽示意图

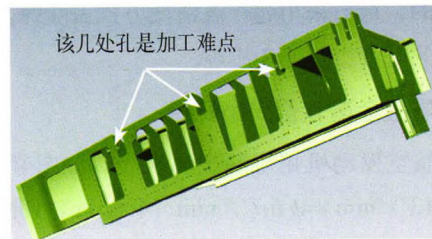


图3 孔加工示意图

针对该产品的要求,同时为了满足型号产品的研制要求,主要通过以下技术解决该难题。

(1) 毛坯铸造 由于该产品正处于预研阶段,如果该毛坯的铸造,采用传统的制造方法砂型铸造时,该毛坯由于结构复杂,大多数地方无法采用机械加工满足设计要求,由于航空产品对重量的要求很严,产品的质量很难达到使用要求。若采用金属铸造,该方法能满足设计要求,但由于产品处于预研阶段,设计更改几率较高,如果设计一旦更改,金属模就要进行修改或报废重作。基于以上种种因素,该产品的铸造采用现有的先进技术——3D打印。3D打印技术是一种以数字模型文件为基础,运用粉末状金属或塑料等可粘合材料,通过逐层打印的方式来构造物体的技术。

(2) 7字槽加工 对于该7字槽的加工,在《金

属加工（冷加工）》2013第4期杂志上笔者还进行了刀具的设想，其实对于该零件的加工，既然设计提出了该结构形式，作为工艺只能想办法满足要求，加工时采用图4中的刀



图4 7字拉刀示意图

具在数控铣床上进行拉削加工，在拉削时机床主轴必须将定向功能打开，吃刀量为0.03mm，机床的进给量可以相对给高一些，该参数需根据机床本身的参数进行设定。

采用该方法加工后，效率比常用加工方法要低，但是能满足设计要求，完成了二套预研的生产任务。

(3) 孔的加工 图3中的孔的加工，由于该处

结构孔的位置受限制，无法采用机械加工，在加工时只能采用电火花加工，同时该处位置度和相关联的尺寸如何保证，成了该零件的主要问题，由于该零件外形尺寸过大，现有电火花设备无法进行加工，针对该零件只有想办法加大电火花油箱的容器，通过制定工装来满足加工要求。

2. 结语

针对现有航空产品，并不是所有的产品都需要用到特种加工，在某些或个别航空产品中，个别工序要用到特种加工，同时由于航空产品的特殊性，零件的复杂程度及精度要求比同类产品要求高，因此航空领域的加工过程中，其特种加工的可能性更大一点，该文涉及到观点，只是个人观点，不对之处敬请提出，以期共同进步。



电加工技术在航空发动机上的应用

沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司技术中心
电加工四级技术专家 于 冰

电加工技术作为特种加工技术的一个重要分支，发挥着不可替代的作用。本文重点介绍电火花、电解等典型电加工技术在新型航空发动机涡轮叶片、整体叶盘等关键零部件中的应用，以及先进电加工技术的发展方向。

1. 电火花加工技术应用

电火花加工是一种利用电能和热能去除金属材料的特种加工技术。在难加工材料、复杂型面、精细表面、低刚度零件和模具等制造领域中占有极其重要的地位。

图1为多轴复杂型面电火花成形加工的实例。图中所示为带冠整体叶轮，由于其闭式的特殊结构造成了零件机加工过程中产生了刀具悬臂梁的障碍，数控铣加工难以完成，且选材多为不锈钢、高温耐热合金和钛合金等难切削材料，使其成为航空制造中的关键技术，而多轴联动电火花成形加工技术则显得尤为有效。图2为多轴联动电火花成形电极以及运动轨迹仿真示意图。

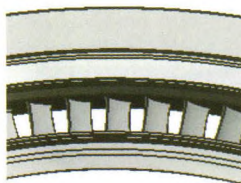


图 1

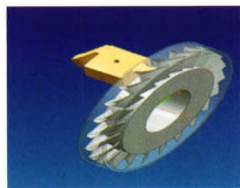


图 2

图3为慢走丝线切割技术的应用实例。该零件为航空发动机压气机圆盘纵树形和楔形叶片安装槽，其关键技术在于多次切割技术可实现无重熔层加工，同时又保证了工件的加工精度及表面质量。



图 3

图4为高速电火花小孔加工技术实例。海量群孔加工为火焰筒加工中的一项关键技术，火焰筒壁薄、尺寸大，气膜孔数量多，孔呈空间角度分布，