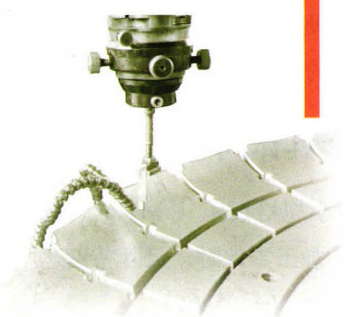
航空用户热议特种加工技术

航空特种加工技术



特种加工种类有很多，在发动机制造领域的应用尤为突出，如电火花加工、电化学加工、激光加工、超声加工等，而目前国内特种加工技术应用在航空加工制造中仍有很多难点。本期论坛邀请了西航公司工程技术一级专家、高级工程师何金梅，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，中航工业常州兰翔机械有限公司主管工艺师冯建伟，沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司技术专家于冰，西安航空动力控制公司徐敏，从不同的角度对特种加工技术在航空制造中的应用情况进行交流，从而提高特种加工技术水平，促进机床工具企业和用户的共同发展。

主持人：杜春玲





西航公司工程技术一级专家、
高级工程师 何金梅

ZT系列电火花小孔机深度控制问题分析

西安航空发动机（集团）有限公司
何金梅　王　昱　孙伟立

1. ZT系列电火花小孔机简介

苏州电加工研究所制造的ZT系列小孔机设备主要有数控电火花高速小孔机ZT－040，ZT－017，ZT－010等系列产品。图1所示为数控电火花小孔机ZT－040，有*X*、*Y*、*Z*、*W*、*A*、*B*、*C*、*S*共8个数控轴，可实现多角度、多方位的0.25～3.3mm的小孔加工。

虽然该类设备具有经济、高效的特点，但控制精度不高，主要集中在对孔加工的深度检测功能方面比较薄弱，对一些特殊位置的穿孔加工时，因孔穿透检测不准的原因造成意外击伤零件表面的孔质量事故频繁发生。为此我们深入研究了设备深度检测即穿透控制不精准的主要因素，为如何避免或改进此类问题提出一些建议。



图1　数控电火花小孔机ZT－040

2. 典型零件损伤的原因分析

图2所示在电火花穿孔加工时，电极进口处二

次放电形成的锥度一般在2′～10′之间，为了得到上下孔径一致的加工尺寸，需要将孔加工深度值加长1～2mm，让电极延伸到出口外继续放电，将出口的锥面逐步电蚀掉。这种加工方法的电极进给长度控制简单且误差大，因此对一些特殊零件造成严重影响，如图3所示，该类零件小孔加工时常击伤到出口内壁，造成产品质量事故。

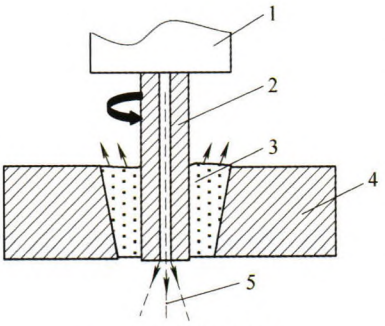


图2　产生锥度的情况

1.旋转头　2.电极丝　3.电蚀产物
4.凹模（工件）　5.高压水

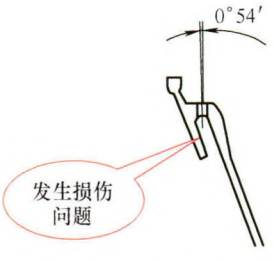


图3　零件打孔易损伤位置

3. 电火花电极进给误差大的原因分析

（1）电极清零方式的影响　如图4所示，ZT系列电火花小孔机孔加工流程可知，电极丝在修整前后完成的检测零点的过程很快，特别是第二次检零

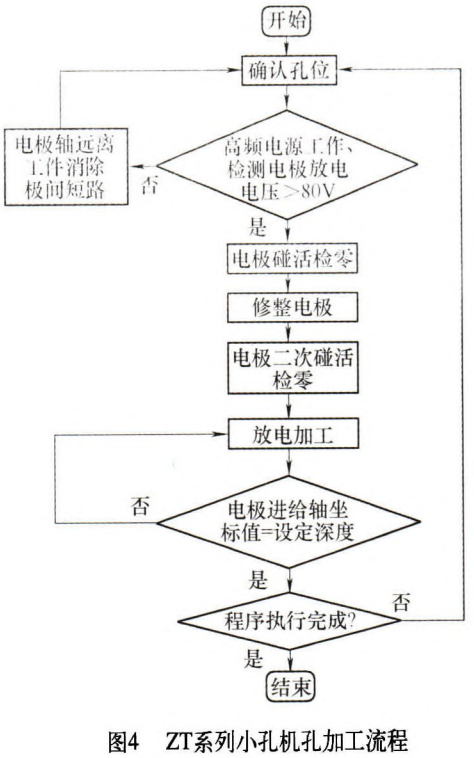


图4　ZT系列小孔机孔加工流程

的可靠性决定着小孔加工深度尺寸的准确性。该类机床放电加工中电极的检零方法采用的是动态单次检零，其检零控制原理如图5所示。

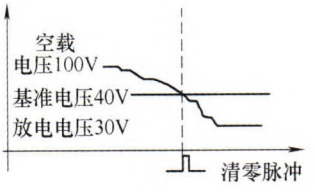


图5　检零控制原理

一般机床的伺服给定参数调整到55%左右，系统提供检零基准电压为40V，当间隙电压低于比较电压40V时，产生一脉冲信号为清零脉冲，使*S*轴坐标清零，以此为孔深度尺寸的基准点。这种清零方式的准确度很大程度决定于机床良好的工作状况及参数的正确设定，比如无意外短路、水电离度高、无电蚀物堆积等。由此可见，机床的放电检零不准确是导致加工电极进给深度不准的主要原因。

（2）电极丝问题　①电极夹持装置无法稳定夹紧或人工安装电极不紧，或多芯电极质量差，加工时内部孔细，在高压水的作用下，电极有时会被水压冲出一小段，导致加工中产生大距离短路回退，重新加工后使加工深度变长。②由于电极丝的制造工艺的缺陷，电极材质和尺寸偏差较大，造成电极损耗不稳定，引起加工深度变化。③因电极与导向器的间隙较小、一旦间隙中有细小颗粒，电极卡在导向器中使电极弹性形变后突然弹出，造成设备意外短路、电极回退后深度尺寸控制发生变化，使孔加工尺寸过长。

4. 改善措施

（1）改进机床电极与零件接触后的检零方式，在系统控制软件中加装静态三次重复检零的功能，确认检零正确后，再开始放电加工，从而保证每一次孔加工的基准正确可靠。

（2）系统控制软件中加装异常加工现象判断功能，出现问题及时报警并中断加工。

（3）电极更换前对电极进行人为筛选，将不合格电极进行清除。

（4）在设备中加装小孔穿透检测功能，即根据加工时的电流、电压、加工频率、加工速度等多种检测手段来检测加工孔穿透的实际位置。

5. 结语

随着新工艺的研发和制造要求，电加工设备在

现代制造业中发挥着重要的作用，如何提高国产电火花小孔加工设备的稳定性、可靠性，增强国产电加工设备在世界范围内的竞争力是我们的共同目标，我们应该集思广益，使国产机床制造水平得到有效的提高。



主管工艺师 冯建伟

特种加工技术在航空发动机制造中的应用

中航工业常州兰翔机械有限公司　冯建伟　牟宗平

在新一代飞机的研制保障项目和批量生产过程中，为了缩短国内特种加工技术和国外先进水平的差距，保障自主研发，国家对特种加工设备、仪器仪表的采购、重要设施的建设以及人才培养等方面都给予大力支持及投入大量的经费，这也充分表明先进的加工技术对航空发动机发展的重要性。下面结合实例，浅谈几种特种加工技术在我厂的应用。

1. 叶片榫齿加工

叶片是航空发动机最常见的零件，也是非常重要的零件，不论是旋转的还是静止的叶片，尺寸要求都非常高，我厂有一种涡轮盘GH93叶片，安装部位为榫齿结构，榫齿要求形位公差很高，此零件也是关重件，以往采用改造过的进口铣床铣加工，如图1所示，利用定制的专用成形铣刀分别进行粗、精铣加工，并有严格的工艺控制，虽然这种办法能满足尺寸要求，但受高合金材料、切削线速度、刀具磨损等因素限制，长期以来工作效率一直不高。

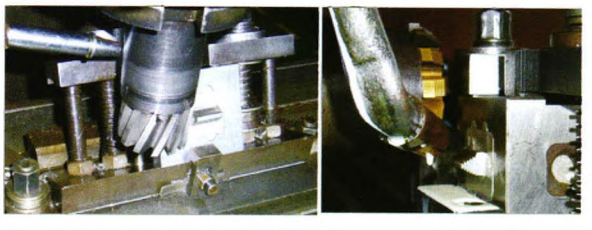


图 1

近年来，随着叶片批量生产的需要，我厂针对此类型产品引进了特种加工设备——蠕动磨床，以磨代铣，蠕动磨是砂轮可以一次通过工件将成形形状磨削至全深的一种特种工艺，具有将毛坯工件一次加工成形的特点，可以合并粗、精铣工序一次对毛坯进行磨削，分担了其他机床铣削的负荷，同时，砂轮可以根据工件形状随时打磨、修整、更换，工作效率大大的提高。

2. 蜂窝组件特种复合加工

现代航空发动机涡轮部件的旋转件和静止件之间常常采用气流封严结构，以减少气流损失，提高发动机功率，老一代的发动机多采用封严闭齿结构，但随着我国航空发动机制造工艺技术的不断提高，金属蜂窝真空钎焊件在新开发研制的机型中被大量采用，如图2所示，蜂窝片间点焊牢固可靠，其结构及加工本身就是一项特种加工技术，这项技术国内只有北京为数不多的几个厂、所才能生产，航空发动机蜂窝材质通常为耐高温合金，与之相配的蜂窝外环也为耐高温合金，组件采用真空钎焊连接而成，真空钎焊是另一种先进的焊接工艺，例如，我厂试制的某型号燃气轮机采用了多种蜂窝封严组件结构，如图3所示。

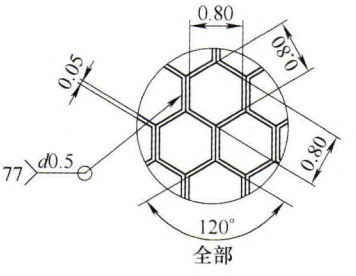


图 2

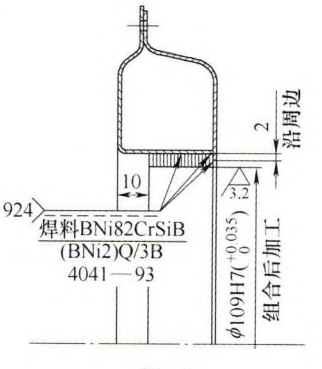


图 3