

电火花线切割加工时工件开裂变形的原因分析及预防措施

广东省韶关市花坪镇曲仁技工学院 (512149) 彭丰年

面对现代制造业的快速发展,异形工件加工任务不断增加,经常需要使用电火花线切割机床来完成加工任务。这种利用在工具电极和工件之间施加电压击穿间隙产生火花放电的工艺方法具有“一特(即特殊材料加工,尤其是切削工具难以加工的超硬材料)二精(即精密模具和精密微细加工)”的鲜明特点,因此多用于加工轮廓复杂、加工精度要求较高及淬火后高硬度的金属材料工件。然而在实际生产应用中,经常会发现加工淬火后的工件容易报废。针对这种情况,经过反复分析和实践并查阅一些相关资料,总结了一些此类工件在加工过程中开裂变形的原因及其预防的措施。

1. 工件开裂变形的原因

(1) 工件淬火后应力分析的影响 据经验分析,一般工件在电火花线切割机床上加工,会发生开裂变形的大多为淬火工件。如果工件在适宜的淬火温度、理想淬火介质、适当的淬火方法及工件完全淬透的情况下,工件的截面各处可获得均匀细小的马氏体组织,此时的加工工件不易开裂变形。但当需要淬火的工件较厚时,工件不易完全淬透,淬火时,工件截面上的各处冷却速度不同,表面冷却速度最大,越到中心冷却速度越小,这样淬火后的工件同一截面各处金相组织不全相同,靠近工件外表面一定深度可获得马氏体组织,而工件内层则形成非马氏体组织。又因为在淬火钢中马氏体是比容最大的组织,淬火后的工件表面受压应力,内层受拉应力,工件处于应力平衡状态。但在工件进行线切割加工时,已加工过的部位应力得到释放,其外表面的淬硬层趋向膨胀,心部的非淬硬层趋向收缩,这种内外应力的再平衡过程中,容易引起切割工件的电极丝(钼丝)被工件挤压而折断,严重的则造成工件破裂。当然即使工件淬透,有时可能也会因工件回火时应力消除不够充分,导致线切割加工时工件发生开裂变形。

(2) 在使用线切割机床加工较大工件时,我们一般

把工件固定在工作台上两块垫铁上,垫铁托住的部位为工件的余料部分(如图1),虽然线切割机床与切削机床相比,几乎没有切削力,但随着线切割加工的逐步进行,工件逐步脱离余料,失去支撑,因自重而逐渐下沉倾斜,因而工件产生变形和夹丝。另

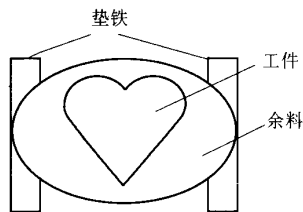


图 1

外我们在装夹工件时,夹具本身制作不精确,且与工作台面固定不牢靠,或者是出现装夹时定位、找正不准确,甚至夹紧力不均匀,造成工件局部受力过大,均会导致加工工件产生变形。同样,在线切割加工较深的不封闭型面时,因工件本身应力的变化,也会产生变形开裂(如图2)。

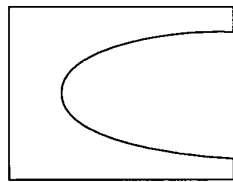


图 2

(3) 工件上磨削裂纹的影响 由于线切割加工多为工件的最后一道工序,因此工件外形大多具有规则的外形,为了保证线切割加工所形成的异形表面对工件端面的垂直度,可选一个适当的面作为工件的工艺基准面,对工艺基准面应当仔细清除其表面毛刺及污物等,以免影响定位精度,所以我们一般在线切割加工进行之前都应安排平磨工序。但平磨时如果措施不当,工件表面极易出现微小甚至不易发现的裂纹。而在线切割加工过程中,由于工件应力的重新分布,会使这些细小的裂纹延伸扩展,造成更大的裂纹或开裂。

2. 预防开裂、变形的措施

(1) 切割材料选择的控制 进行工艺设计时,对需要淬火的较厚工件应尽量采用淬透性较好的材料。通过对比材料的淬透性曲线综合性能来确定最佳材料。如材

料采用气割下料,需退火以消除残余应力。对某些无废料工件的线切割加工,即加工时内腔和外形均属同一工件(如某些冲头、漏盘的一次加工)应尽可能减小工件的厚度。

(2) 淬火前的热处理工序的控制 淬火的主要目的是把奥氏体化的钢件淬成马氏体,然后和不同回火温度相配合,获得所需的力学性能。

为了更有效地减少变形和裂纹的产生,淬火前应注意以下几点:

① 选择合适的淬火温度,这样淬火后可在细小马氏体基体上均匀分布着细小渗碳体的组织,由于这种组织不仅耐磨性好,脆性也小,从而减小了变形开裂的倾向。

② 要求选择合理的淬火介质,以免工件冷却速度过快导致其体积收缩和组织转变剧烈带来的内应力过大,造成工件变形开裂。

③ 选择合理的淬火方法,如淬火时采用马氏体分级淬火法,可以严格控制回火温度和时间,使工件内外的温差减小到最小,可最大限度地消除淬火时因冷却过快而产生的内应力,降低淬火钢的脆性,稳定其组织;或采用贝氏体等温淬火也可显著地减少淬火应力和变形。

(3) 淬火前工件的预防加工控制 无论加工的是工件的内表面还是外表面,如果工件较厚且需要淬火,工件要先进行粗加工,留2~3mm的线切割加工余量,以保证整个加工过程中钼丝经过的面都是组织均匀的淬硬面。在加工外面时需在适当的位置钻出穿钼丝孔。在加工某些形状复杂的冲裁模具凹模孔时,因难于粗铣刃口处内腔,要先铣出后角,减小淬火厚度。又因型孔复杂,加工刃口对后角的位置不易对中,刃口与后角偏斜,因而切割时刃口深度不一致,内应力变化较大,所以,后角与刃口要有一段直面。如图3所示。

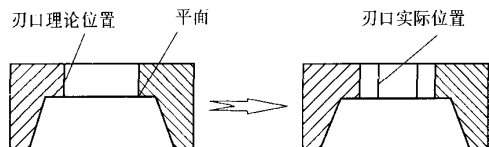


图 3

(4) 线切割加工前和过程中采取的措施

① 根据型腔特点及工件材料热处理状态,选择好切割路线,即应仔细分析工件加工时可能产生的变形及其方向,确定合适的切割加工路线,例如:一般应将图形最后切割部位尽量靠近装夹部位;在整块毛坯上切割工

件时,坯料的边角处变形较大(尤其是淬火钢和硬质合金),因此确定切割位置时,应避开坯料边角,或使型腔距边角位置大致相同,这样可以减小变形开裂。

② 加工前还应根据实际加工情况选择好制作精确的夹具,且夹具与工作台面要固定牢靠,不得松动或歪斜。工件装夹时要考虑夹紧力均匀,不得使工件局部受力过大,特别是对细小、精密、薄壁工件,最好先固定在不易变形的辅助夹具上,再采取适合的装夹方式安装固定到机床上,这样可以减小工件变形的可能性。

③ 加工大工件的外表面时,在切割一部分后,采取措施,托住工件已切割部分以防止工件倾斜变形。

④ 对某些特殊工件,可以进行两次加工,以便在第一次加工中释放内应力,减小变形。

(5) 工件在平面磨削时应注意的问题 为了减小切削变形,减小摩擦和切削热,在进行平面磨削时,可以采取以下措施防止磨削裂纹的产生:

① 首先选择较软的砂轮,例如铬刚玉砂轮,并且要经常修磨,保持砂轮锋利性,可减小磨削力。

② 磨削时应选择性能较好的切削液。

③ 磨削时进给量不能太大,以防磨削力和磨削热过大,导致工件表面产生裂纹。

④ 让砂轮稍微倾斜一点,这样可以减小工件和砂轮的大面积接触,从而减小摩擦和挤压变形。

根据从教经验,笔者认为如果在加工工件设计方面及加工中采取上述措施,就可以最大限度地避免电火花线切割机加工出的工件开裂变形,满足要求,加工出合格的工作。冷 (收稿日期:20050430)

专业维修日本三菱数控系统

编码器、伺服放大器、变频器

专业维修工业设备使用液晶显示器

南京市机械工程学会 技术咨询开发部

地址:南京市莫愁路344号6楼 邮编:210004

电话:025-84406684 传真:025-84406604

电子信箱:cnc@e172.com 手机:陈 13776651388

深圳联系人:陈先生 13530336463

广告查询编号:1746