

回转类刀具设计时的动平衡处理

上海山田刀具有限公司

奚小龙

1 引言

切削过程中,由于回转类刀具自身重量不均匀,将会产生离心力,随着切削转速的提高,离心力将会以二次方关系快速增大。

高速切削时由于不平衡量产生的离心力将会造成切削振动和切削异响,引起加工尺寸精度和形位公差符合要求,造成加工表面质量下降。较大的离心力同样会对主轴产生附加载荷,加剧主轴轴承磨损,降低主轴使用寿命。

在保证尺寸精度及形位公差的情况下,刀具制造越来越注重动平衡精度,但对于一些偏重较大、结构复杂的刀具,不恰当地去除材料会使刀具报废。因此在刀具设计时需要考虑动平衡的因素,排除制造与设计的偏差及材料密度不均匀的影响,以达到刀具的平衡。

2 动平衡惯量计算

高速加工工具系统的平衡精度的检测通常采用不平衡和动平衡精度等级两种指标进行评价。

(1) 不平衡量

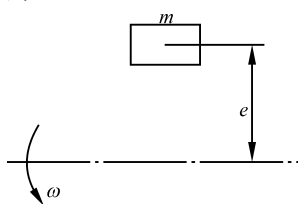


图1 参数示意图

如图1所示,设转动件的质量为 m (g),质心与转动中心的偏心距为 e (mm),则该转动件的不平衡量 U ($g \cdot mm$)为

$$U = em \quad (1)$$

(2) 动平衡精度等级

动平衡精度 G (mm/s)与转动的角速度 ω (rad/s)有关,为

$$G = e\omega \quad (2)$$

$$\omega = \pi n/30 \quad (3)$$

式中, n 为转速(r/min)。

将式(3)代入式(2)得

$$G = e\pi n/30 \quad (4)$$

不平衡量 U 与动平衡等级 G 的关系为

$$U = Gm/\omega \quad (5)$$

根据以上分析, G, n, e 为主要参数,其中 G 值参考ISO1904-1和GB/T9239.1,刀具设计动平衡等级一般取值 $G=2.5$ 和 $G=6.3$; n 取值应为 n_{max} , $n > n_{max}$ 时,动平衡将失稳; e 值可根据确定后的 G, n 值利用上述公式推算,故 e 为设计刀具时动平衡的衡量参数。

刀柄部分直接与主轴连接,具有较高的刚度,因此刀具部分为主要考虑对象。假设刀具质量为 m (kg)、弹性模量为 E (N/m^2)、惯性矩为 I (m^4)、长度为 L (m),当刀具以角速度 ω 转动时,在远端 A 处当角速度 ω 超过一定值时,离心力过大,将使刀具产生变形,处于不平衡状态(见图2)。

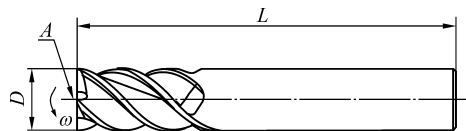


图2 刀刃

临界动平衡失稳角速度的计算式为

$$\omega = 3.57 \sqrt{\frac{EI}{mL^2}} \quad (6)$$

式中, E 为材料常量。

刀具截面为圆形,圆形对于圆心的惯性矩为

$$I = \frac{\pi D^4}{64} \quad (7)$$

将计算出的 n 值代入式(4),最终求得所需要的 e 值,在设计刀具时的质心偏心距取值应小于所求得的 e 值。

3 利用3D软件查看和改变质心位置

由于回转类刀具轴向不进行高速位移,故只研究其径向不平衡量(见图3)。建立刀具的3D模型并利用MX10.0软件检测体的功能查看质心(重心)位置。

通过指派材料、查看质心、去除部分材料改变质心位置(见图4)等步骤,根据软件查找的质心坐标为

$$e' = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (8)$$

φ2.1mm 钻头断裂原因分析

张振刚,朱世照,翟彦召,张林

河南一工钻业有限公司

1 引言

钻头是常见的孔加工工具,主要用于各种材料的钻孔加工。切削时,切削刃与基体产生挤压摩擦,切削刃部需要承受较高的强度和温度,沟槽刃部则需承受较高的扭矩,因此在切削加工时,钻头刃部需要良好的强度和韧性配合。

φ3.0mm 以下的钻头属于微型小规格钻头,也称为微钻。小规格钻头直径小、强度弱,在切削加工时对强韧性及红硬性的配合要求更为严格。生产应用中,小规格钻头的耐磨和断裂现象一直是困扰业界的重要问题,尤其是在小钻头切削加工不锈钢时,因不锈钢加工硬化以及孔缩的存在,小规格钻头在不锈钢打孔时面临的切削环境十分苛刻^[1]。工业生产中,使用高速钢微钻头在不锈钢上钻微孔一直存在比较大的技术难度。

2 切削过程分析

售后服务过程中发现 φ2.1mm 直钻存在较高的断裂现象,产品质量不稳定,切削效果不理想。经

调查发现,使用 φ2.1mm 高速钢钻头加工 304 不锈钢通孔时,圆钢直径 8mm。加工参数:转速 3000r/min,进给量 0.1mm/r。由于被加工件为不锈钢,直径较小,不易定心,需要加开双后角,即便如此,钻头的断裂率依然很高。

(1) 钻头机加工工艺分析

钻头全长 57mm,刃长 25mm,心厚、渐增量和叶宽均在合格范围内。螺旋角 32°,机加工各项参数均没有明显偏差。样品见图 1。

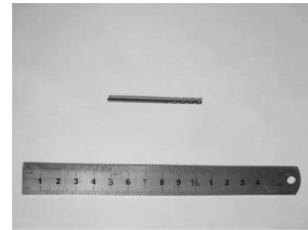


图 1 失效样品

(2) 钻头金相组织分析

金相组织是钻头产品质量的内在体现。抛光后用 4% 的硝酸酒精侵蚀 2min,用 500 倍金相显微镜检查,发现样品的金相组织存在异常。

如图 2 所示,从淬火角度看,淬火温度较高,马氏体针较长,基本达到 3 级以上。碳化物的数量大

收稿日期:2018年11月

若 $e' > e$,则需要去除部分材料改变其位置至 $e' < e$ (见图 5)。

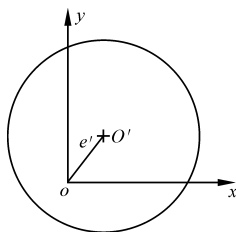


图 3 径向不平衡量

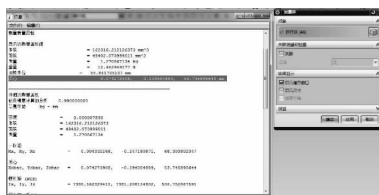


图 4 改变质心



图 5 去除材料位置

4 结语

设计刀具时,需要先将去除的材料部分体现出来,在制作后期避免因材料去除过多引起应力变形造成工件报废,此外,钢柄类基体刀具提前去除材料可避免热处理后硬度过高不易加工等问题。

作者:奚小龙,工程师,上海山田刀具有限公司,201716 上海市