

# D4 超声在振动切削中的作用及切屑分离方式的研究

阮世勋 余歆尤 肖继世\*

(佛山大学 广东佛山·528000)

本文以显微电镜对超声振动切削和普通切削45#钢和1Cr18Ni9Ti不锈钢表面和所用的硬质合金刀具磨损面进行拍摄研究。一系列显微照片所显示的规律为：振动切削加工面充满塑性断裂的韧窝特征， $V/V_0$ 越大，韧窝越稀越大，且其不等轴性越明显，以至逐渐向普通切削的表面特征形貌过渡即：呈刀具形状的复印状但存在许多拉挤、撕裂缺陷。被切材料表面的横截面照片显示，在 $V/V_0$ 合适时，振动切削表面被切材料加工变形和晶粒纤维化均比普通切削小，表面有切屑径向拉断分离的痕迹。而普通切削则无论切削速度如何，在与加工面相切的方向均有被挤压断裂的特征。随着 $V/V_0$ 的增大，振动切削表面材料变形和晶粒纤维化越来越大，逐渐向普通切削表面特征过渡。有润滑液切削振切刀具磨损量均比普通小，后刀面磨损面呈平均磨损的平行窄长带模式，与普切呈月牙形模式迥然不同，表面形貌为正常磨料磨损的微犁沟状。但振幅过大时，刀具磨损加快，显微显示磨损面有疲劳破损特征，对于YT15等较硬脆材料刀具尤其容易出现这种倾向。

据分析，本文认为以超声频冲击的刀具所起的作用为：①传递超声能量，激活位错，软化刃前材料；②造成微观缺陷，产生高应力集中；③使刃前材料产生塑性变形而断裂。周期切削过程可简述如下：刀具的每次冲击，均使刃前材料产生滑移而发生塑性变形，材料被挤压产生与刀刃形状相应的位错塞积群，形成位错线，领先位错与障碍之间因位错挤压而增长起来的局部应力可达很大的数值而产生加工硬化，而下次冲击开始刀具以较大的速度接触刃前材料时，其刀刃尖端的冲击动能起到一个强烈的热振动高峰的作用，促使位错发生热激活而使刃前材料软化，大大降低其断裂的临界应力。而上次冲击留下的刀痕无疑是个吸收能量而引起扩展断裂的极合适的微观缺陷，在一定冲击次数后，刃前材料塑性变形已积累到一定程度，以后的每次冲击，刃前材料微观缺陷所吸收的冲击能量引起的应力集中，将使塑性变形到一定程度而又被热激活软化的刃前材料局部达到其临界应力，而沿位错塞积线产生微孔洞并随着刀具的运动而扩大最终引起断裂，形成切屑分离出去。材料以拉伸断裂为主要特征，故其加工表面残余应力为压应力。 $V/V_0$ 较小，刀刃冲击给单位体积材料释放的能量大，则振动切削效果明显，表面特征显著。但振幅太大容易引起刀具的疲劳破坏，因而开发耐冲击耐磨性高的高性能材料并合理选择切削参数，对充分发挥振动切削效能是必要的。全文有照片12帧。

\* 广西南宁建设空调环保技术开发公司