

深切缓进给强力成形磨削的特点及磨削缺陷的防止措施

南口机车车辆厂 (北京昌平 102202) 郑文虎

深切缓进给强力成形磨削,是通过每次为几至几十毫米的磨削深度,20~300mm/min的缓慢进给速度的磨削,也称缓进给磨削、蠕动磨削和铣削法磨削。目前这种磨削已得到较多的应用。这种磨削方法,可将锻、铸件毛坯不经其他加工,直接磨出工件所要求的表面形状与尺寸。特别适合于加工各种成形表面和沟槽。如汽轮机和航空发动机的叶片根槽,就是用这种磨削方法加工成形的。它的加工精度可达到0.001mm,表面粗糙度可达 $R_a=0.4\sim0.2\mu\text{m}$ 。它的加工效率,是普通磨削的几百倍,可以和车削、铣削相比。

1. 深切缓进给强力磨削的特点

(1) 生产效率高 它的磨削效率是普通磨削的几百倍到上千倍。磨削深度大、砂轮与接触的弧长很大,因此单位时间通过磨削区的磨粒数量是普通磨削的几百倍以上,从而可充分发挥机床和砂轮的潜力。它的加工效率可以和车削、铣削相比。单位小时的金属去除率,可达几百公斤。

(2) 砂轮寿命高 深切缓进给强力磨削时,砂轮以缓慢的速度切入工件,避免了磨粒与工作边缘的撞击,改善了磨削条件,使磨削过程平稳、不振动,因而提高了砂轮的寿命。再因这种磨削时,是利用砂轮的周边磨削,当砂轮磨钝后,只需对砂轮的外周进行少量的修整,可以使砂轮得到充分利用。

(3) 冷却条件好,磨削表面粗糙度值低,加工精度高 这种磨削,一般采用高压大流量冷却系统,加之在磨削时采用顺磨,磨削液易进入磨削区,对砂轮和工件表面进行冲洗,防止磨粒挤入工件表面和磨削嵌入砂轮表面。磨削后的工件表面粗糙度可达 $R_a=0.4\sim0.2\mu\text{m}$ 。由于砂轮的寿命长,砂轮外圆轮廓形状保持性长,所以加工出来的工件不但加工精度高,而且质量稳定。

(4) 适于磨削难切削材料 对于难切削材料,可采用深切缓进给强力磨削加工型面精度要求高的工件。采用多次成形修整砂轮,对工件型面进行粗磨、半精磨和

精磨,来保证工件的形状和尺寸精度。

(5) 被精磨表面不易产生烧伤,工件表面质量好 这是由于深切缓进给强力磨削采用的是组织疏松的大气孔砂轮,而且粒度较粗、硬度较软。还配有高压冲洗和高压冷却装置,能将大部分磨削热带走,一般的情况下,不易产生烧伤。这种磨削加工后的工件表面残余应力比普通磨削小30%~50%。

2. 深切缓进给强力磨削工件表面缺陷产生的原因与防止措施

(1) 烧伤 这主要是磨削时冷却不充分,砂轮硬度高,自锐性差,砂轮不锋利,修整时进给量太小或光修时间长,金刚滚轮与砂轮速比不对,砂轮气孔堵塞和磨削深度过大等原因。当工件表面出现黄、褐、紫、青、灰色的氧化铁膜时,使工件表层深38~96 μm 的组织发生变化、硬度降低,直接影响工件的使用性能。所以磨削烧伤,是磨削中的主要缺陷之一。防止措施是:调整磨削液喷嘴的位置与角度,使磨削液进入磨削区,并增大流量与压力,合理选择砂轮硬度,采用软和超软砂轮,合理选择砂轮参数,使光修时间减少,以使砂轮锋利,应使光修整砂轮在0~30r/min以内,合理选择磨削用量,适当降低磨削进给速度。

(2) 工件表面出现波纹或表面粗糙度值大 主要原因是工件进给量过大,修整砂轮时光修时间过长,金刚石滚轮磨损和磨削液不干净。防止措施是:适当降低工件进给速度,减少砂轮光修时间,检查金刚石滚轮是否磨损,如磨损,应更换金刚石滚轮,检查磨削液过滤系统是否有故障,或更换磨削液。

(3) 工件表面有振动痕迹 其原因是:磨削过程有自激振动,砂轮表面磨损不均匀,磨削深度过大和机床功率不足。消除措施是:调整砂轮主轴轴承和各溜板间的间隙,提高机床运动的刚度,仔细平衡砂轮,合理选择砂轮修整参数并及时修整砂轮,合理选择磨削用量和砂轮驱动功率。

利用高速电火花加工深小孔

山东济宁职业技术学院 (272100) 王红妍

1. 工作原理

一是采用中空的管状电极，二是管中通高压工作液冲走加工屑，三是加工时电极作回转运动，可使端面损耗均匀，不致受高压、高速工作液的反作用力而偏斜，

(4) 型面误差大 其原因是砂轮过软、砂轮修整不正确，修整砂轮的滚轮磨损、工件安装位置不正确和磨削力过大。防止的措施是：根据型面精度要求，合理选择砂轮硬度，以避免砂轮脱粒过快而使砂轮失去型面精度，修整或更换修整砂轮的金刚石滚轮，正确安装和调整砂轮磨削位置，合理选择磨削用量，适当减小磨削深度和工件进给速度。

(5) 沟槽、凸缘或转角处宽度尺寸超差 这主要是砂轮主轴与金刚石滚轮的轴向间隙过大，砂轮修整不正确和金刚石滚轮磨损。防止措施是：调整砂轮主轴轴承与滚轮的轴向间隙，修理或更换金刚石滚轮。

我厂进口的 TG350E 螺杆泵螺杆专用磨床，在磨削螺杆型线中，有时出现烧伤现象。烧伤产生的部位，在螺杆型线面的中间。分析其原因，排除了砂轮特性和冷却系统的影响。发现有烧伤现象时，工件所烧伤部位与砂轮相应处，磨削堵塞砂轮较严重。这可能是此处磨削深度大、砂轮与工件磨削时接触弧长、磨粒切下的金属体积大、加上这些材料的硬度较低（45 钢调质 250HB 左右）、磨粒是很大的负前角切削（大于 -30° ）、切削变形大所致。适当地降低了磨削深度和进给速度，此烧伤问题得到解决。

3. 结论

(1) 深切缓进给强力磨削，多在成形磨削时采用。它具有生产效率、磨削表面质量和加工精度高的特点，并适合于难切削材料的成形磨削加工。

(2) 合理选用砂轮特性和磨削条件及合理参数，是消除磨削缺陷的根本措施。但必须分析具体情况，予以实施。

(收稿日期：20051110)

相反高压流动的工作液在小孔孔壁按螺旋线轨迹流出孔外，像静压轴承那样，使工具电极管“悬浮”在孔心，不易产生短路，可加工出直线度和圆柱度很好的小深孔。加工时工具电极作轴向进给运动，管电极中通入 1~5 MPa 的高压工作液（自来水、去离子水、蒸馏水、乳化液或煤油）见图 1。由于高压工作液能迅速将电极产物排除，且能强化火花放电的蚀除作用，因此这一加工方法的最大特点是加工速度快，一般加工速度可达 20~60 mm/min 左右，比普通钻削小孔的速度还要快。这种加工方法最适合加工直径 0.3~3 mm 左右的小孔，且深径比可超过 100。

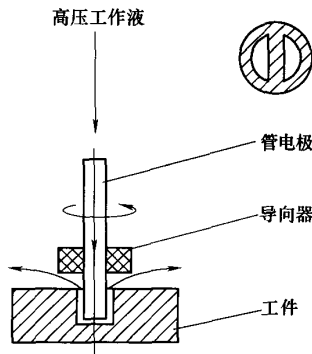


图 1 高速电火花加工小孔原理示意

2. 易出现的问题及解决的办法

用一般空心管状电极加工，容易在工件上留下毛刺料心，阻碍工作液的高速流通，且过长过细时会歪斜，以至引起短路。为此高速加工小深孔时采用专业厂特殊冷拔的双孔管状电极，其截面上有两个半月形的孔。如图 1 放大截面图形所示，这样加工中电极转动时，在工件上不会留下毛刺料心。

空心管电极在高速电火花加工过程中由于其截面积很小，因此沿长度方向损耗很大（约为 20%~50%），而且每根电极管会剩下很长的一段“料头”。

高速电火花加工小孔时由于在转动状态下通入高压工作液，因此电极管夹持部分必然需要有一段用于密