

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。

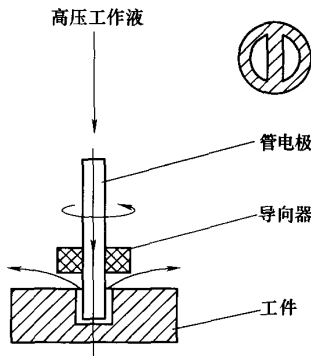


图 1 高速电火花加工小孔原理示意

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

封。此时工件的入口处还有一小段插入导向器用于导向，所以每一根长 300 ~ 400mm 的电极管最后会剩下 100mm 左右的“料头”不能再利用，以 300mm 长的电极管为例，电极的实际利用率只有 66% 左右。为了减少这种浪费，可以采用图 2 所示的过渡套管的方法。将打孔用的电极管插入一个过渡套管中，最好在套管端口处涂胶或焊锡以加强密封。过渡套管装夹在机床主轴中，而加工用的电极管穿过导向器进行加工。可以制备两三根这样的过渡套管轮换使用。这样就可以把电极管的利用率提高到 90% 以上。

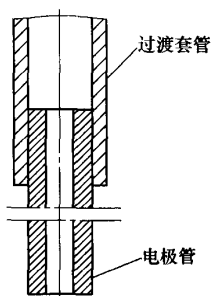


图2 过渡套管

3. 制导向器的方法

不同直径的电极管需配用相应内孔的导向器。正规的导向器上下端都各镶嵌有红宝石作为导向孔，以限制电极管在上下进给和转动时晃动。这种导向器价格较贵。用户购置了一两个常用内径规格的标准导向器后，其余规格的可自行制备。自制导向器的结构如图 3 所示。外部为一个用线切割加工出的开口套，内部压入一个不锈钢管作为导向管，压入时涂以环氧树脂之类黏结胶。起导向作用的不锈钢管内径应稍大于电极管的外径。不锈钢管的外径 d 应等于或稍小于线切割加工出的开口套的外径，与所用机床上的标准的导向器外径相等，以便装入导向器座中。

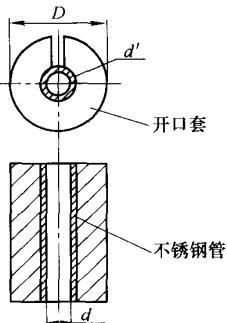


图3 自制的导向器

不锈钢管可利用相应规格的一次性注射针头，也可向相应的微型钢管厂订购相应内径的不锈钢管。

上述自制的导向器，由于是使用数控线切割一次将其内外圆加工出来，因此有较好的同心度。不锈钢管的尺寸精度很高，内孔的表面粗糙度很好，因此既有较好的导向精度（不低于外购的宝石导向器），又有较高的耐磨性能，其累计连续使用寿命在 1000h 以上。

4. 其他加工方法

在没有专用电火花高速加工小深孔机床的条件下，

可设计制造一个加工小深孔，如图 4 所示。要点是防止工作液泄漏，采用 O 形橡胶密封圈用螺母压紧套压紧夹头端面；用稍有弹性的尼龙制作电极座与电极管配合良

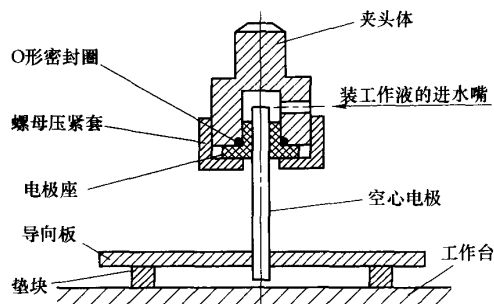


图4 加工小深孔的电极夹头和导向板

好，防止工作液从电极管外壁泄漏。加工小孔、深孔时，电极管下端、工件上方应加绝缘材料做的导向装置。工件下方应离工作台面有一定高度，或垫一块废铁块，以免孔打穿时打到工作台上。

如果孔不深或对加工速度要求不高，则用机床上现有的工作液压泵冲油即可。反之则应另采用压力较高的泵（如叶片泵可达 1 ~ 5MPa，多级涡旋泵可达 0.5 ~ 1MPa，柱塞泵可达 5 ~ 10MPa）。如果要求被加工孔的圆度较高或孔较深，则最好应使用工具电极管转动，此时必须设计制造一个能回转而又不泄漏的电极夹头，如图 5 所示。其要点为除采用 O 形圈上、下密封外，进液

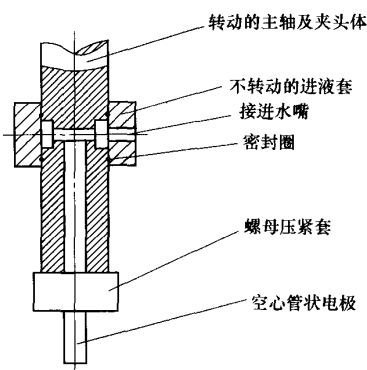


图5 密封的回转夹头

套与电极夹头体之间要有一定配合精度和一定长度的配合表面，以阻尼和减小工作液泄漏的压力和流量。

（收稿日期：20051212）