

摆动振动钻削微小斜孔

Micro Inclined Hole Swing Vibration Drilling

北京航空航天大学机械工程学院 张 鹏 李仙昊 张德远

在现代制造业,特别是国防制造业领域,存在大量微小斜孔的加工问题。目前采用的电火花、激光等方法加工微小孔还存在一系列问题,例如孔的精度差,设备成本高等。而振动钻削方法具有入钻精度高、断屑排屑好、钻削力低和加工精度高等优点,在微小孔加工方面显示出巨大的优势。

本文利用振动钻削,提出一种新颖的加工微小斜孔的方法,即摆动振动钻削微小斜孔。

1 摆动振动钻削微小斜孔机理

将斜孔工件绕 y 轴(y 轴垂直于纸面)转动后,孔的入钻就变为平面入钻(见图 1)。此时入钻较浅的深度 h_1 后将钻头抬起,将工件转过一个角度,再用钻头继续钻入 h_2 ; 然后抬起钻头,再将工件转过一角度……,前一步所钻削的过渡孔都为下一步钻削起到定心和限位的作用,如此反复分步加工,直至工件转到欲加工的斜孔角度;LMN 过渡部分经过摆动钻削已经去除,此后就成为普通孔钻削,按常规钻孔方法继续完成整个孔的加工(见图 2)。

钻头入钻时(见图 3),一条主切削刃已经全部钻入工件(BC 段),而另一条主切削刃只有部分钻入(AB 段),导致钻头受力不均衡,容易使钻头产生弯曲。采用摆动入钻时,要保证钻头不会因为受力不均而脱出过渡孔,就必须保证 AB 段和 BC 段不至于相差太多。因此需要合理地选择加工参数,其中最重要的就是每一次工件的摆动角度和钻头钻入的深度 h 。

2 摆动振动钻削微小斜孔试验

采用数控精密微小孔振动钻削系统进行试验,此系统轴向振动振幅 $0 \sim 10 \mu\text{m}$ 可调,频率 $0 \sim 1000\text{Hz}$ 可

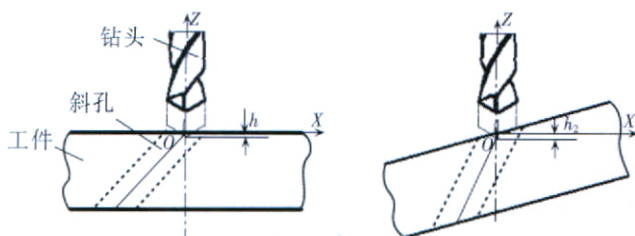


图 1 摆动钻削斜孔

Fig.1 Swing drilling inclined hole

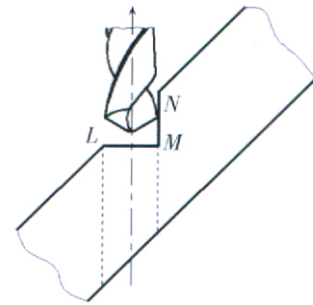


图 2 摆动钻削后的斜孔

Fig.2 Inclined hole after swing drilling

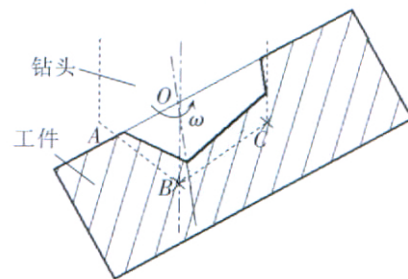


图 3 摆动入钻剖视图

Fig.3 Cutway view of swing drilling

调;主轴回转精度高,转速 $0 \sim 40000\text{r/min}$;进给量最小可达 $1 \mu\text{m/r}$ 。采用 $\phi 0.5$ 的硬质合金钻头在 45 钢上进行了加工 45 斜孔的试验。采用分度头作为实现工件转动角度的工具,工件装夹在分度头上。

试验参数:转速为 15000r/min ,进给量为 $2 \mu\text{m/r}$,振动频率为 750Hz ,振幅为 $2 \mu\text{m}$;工件每次摆动 5° ,共摆动 9 次,取 $h_1=0.06\text{mm}$, $h_2=0.08\text{mm}$, $h_3=0.10\text{mm}$, $h_4=0.11\text{mm}$, $h_5=0.12\text{mm}$, $h_6=0.14\text{mm}$, $h_7=0.16\text{mm}$, $h_8=0.18\text{mm}$, $h_9=0.20\text{mm}$;用 10 号机油润滑冷却。

用上述参数获得了合格的摆动振动钻削微小斜孔成品。

3 结论

利用振动钻削的优势,采用摆动振动钻削方法,可以加工出高质量的微小斜孔。摆动振动钻削微小斜孔方法打破了以往钻削斜孔必须附加钻模的限制,为微小斜孔的加工提供了一条新的途径。(责编 金卯)