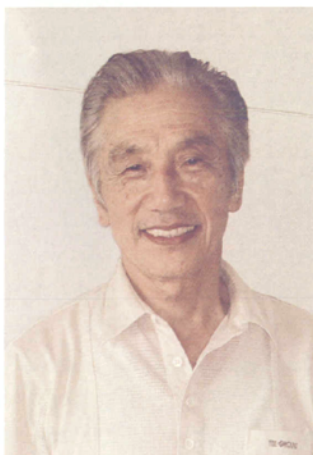


新型铝材加工用高效钻头

New Type High-Efficiency Drilling Head for Machining Aluminum Alloy

尚亚(上海)国际贸易公司 章宗城



章宗城

东华大学退休教授, 曾长期在国内、日本从事切削机械制造工艺, 以及相关磨擦学教学、研究与技术工作, 退休后在尚亚(上海)国际贸易公司任切削工具方面高级顾问。

实体材料上钻孔的刀具主要是麻花钻, 但麻花钻存在许多固有的缺点: (1) 在麻花钻上须做出螺旋槽, 槽做得越深越宽, 越易排屑, 但为保证钻头有足够的强度和一定的钻芯厚度, 从而限制了做大做深螺旋槽。由于存在钻芯, 在钻头顶端必然会形成横刃, 它因不能正常切削而是括擦挤压工件, 故产生巨大的轴向力, 消耗很多机床动力, 且不易定心钻入。(2) 螺旋槽面构成麻花钻主刀刃的前刀面, 主刀刃各处的前角是不同的, 故

MNS 新型铝材高效加工用钻头, 具有 4 个内供冷却液孔, 在主刀刃螺旋槽面等方面作了改进, 可以大大提高加工效率。

刀刃各点切削条件不同, 损伤形态也不同。(3) 主刀刃长, 故切屑宽, 刃上各点因切削速度大小与方向均不同, 对切屑卷曲排出不利。(4) 外圆刃带处(副刀刃)副后角为零, 而该处切削速度又最高, 因此散热条件差, 易磨损。

传统铝材加工钻头

为此, 我国曾在 20 世纪 50 ~ 60 年代创造了倪志福钻头, 后称群钻。它对原有高速钢麻花钻头部进行了很大的改进, 提高了定心钻入功能, 大大增加了切削效率。由于各种工件材料被切削性能不同, 针对不同被加工材料又创造了一系列高效群钻。硬质合金麻花钻普遍使用后, 材料硬脆、难以加工改进形状, 各大公司为提高麻花钻切削效率, 在麻花钻结构与修磨上作了许多改进。如三菱公司在 20 世纪 80 年代开发的 ZET1 钻头基本系列, 对钻头顶端已进行了 X 形修磨, 使横刃趋近于零, 轴向力大大下降, 后刀面磨出三重后角, 使定心方便; 不需预钻导孔

即可直接钻入, 重磨也很方便。此外, 制出双螺旋内供冷却液孔, 使切削温度下降, 排屑改善, 使用寿命, 可钻削深度增加。近期, 三菱公司又开发出 WSTAR 系列钻头, 对构成前刀面的螺旋槽形状、主刀刃形状、前角分布、顶角等进行了许多革新, 使切屑易卷曲、排出, 三向切削力 (F_x 、 F_y 、 F_z) 降低, 切削动力减少 15%, 而钻头自身的弯曲刚性与扭转刚性却分别提高了 20% 和 30%。

铝材的特点是质量轻, 耐腐蚀, 电阻小, 非磁性, 可良好地反射光与热, 加工性好, 易回收。切削加工时的优点为切削速度可比钢快 4 倍以上, 因刀具磨损小, 故可长期连续加工, 切削条件适用范围广, 既适用于轻切削 ($a_p=0.5 \sim 1.5$) 又适用于重切削 ($a_p=2.0 \sim 10$), 加工时消耗动力少, 使材料从变形到切离, 耗功率少, 加工精度高, $10 \mu\text{m}$ 的精度很容易达到。因切削力低, 故可不苛求机床的刚性。但切削加工时也存在一些缺点: 如加工表面易损伤, 会生成变质层; 加工中因切削力、夹紧力的

存在,易使工件变形、振动;切屑易伸长,切屑处理性差;切屑易熔结在刀刃上,使加工表面质量差,产生毛刺;刀刃若磨损,会造成表面质量恶化。故后刀面稍有损伤即应重磨或更换刀头或刀片,熔结物被后续加工冲击脱落时也会造成刀刃缺损,因此加工中应大量使用切削液。

MNS 系列钻头

针对铝材的特点,三菱公司在 MWS (WSTAR 系列) 钻头的基础上,进一步开发了适铝材高效加工的 MNS 系列钻头。MNS 新型铝材高效加工用钻头,具有 4 个内供冷却液孔,在主刀刃螺旋槽面等方面作了改进,可以大大提高加工效率。它具有以下结构特点:

1 螺旋槽面形状与主切削刃形状

近代高效钻头的主要材料是超微粒硬质合金,它的结构形状可通过模具压制烧结形成。因此,难加工的复杂螺旋槽面形状可以方便地通过模具制成。螺旋槽面构成钻头的前刀面,顶面构成钻头的后刀面。复杂特形的螺旋槽面构成复杂特形的前

刀面,前刀面和后刀面的交线是主刀刃,复杂特形的前刀面与后刀面的交线构成复杂特形的主刀刃,MWS 与 MNS 的主刀刃如图 1 所示。主刀刃

外圆处由于螺旋面凸起形成凸刃,使前角减少至 25° 左右,从而使该处强度比一般钻头高,不易损坏,而在近中心部,螺旋面凹入形成凹刃,可

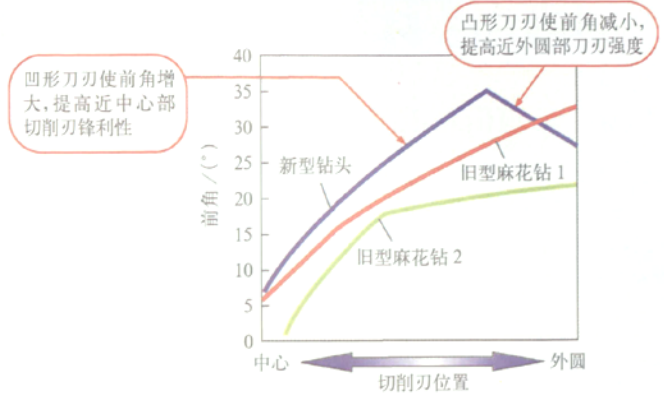


图 2 新旧麻花钻前角变化比较

形成波形,靠近中心的凹形刃比一般钻头近中心部的刀刃切削锋利性大大提高,而靠近外圆的凸形刃比一般钻头该处的强度又大大提高。

图 2 显示了新旧型麻花钻主刀刃各处前角的变化,可以看出,旧麻花钻在近外圆处,前角达 $+30$ 多度,该处切削速度最高,前角过大,刀刃弱易损伤。新型 MNS 和 MWS 在

使该处前角增大,比一般旧钻头该处锋利,从而全面改善了钻头的切削性能;横刃问题主要通过 X 形修磨来解决。

MNS 型钻头螺旋槽面三维形状的设计,除考虑提高切削性能的凸刃与凹刃设计外,还要考虑到如何促使延展性好,使易粘结的铝切屑顺利卷曲排出。从图 1 可以看出,螺旋槽面在近主刀刃处,曲率半径 R 设计的较小,在离开主刀刃处, R 设计的较大;MNS 型比一般铁钢材材料加工用的 MWS 型槽更宽。在槽长中央部分的截面,为使在槽中集结的切屑不拥挤塞利于排出,槽面设计得更宽更平坦。

2 具有 4 个内供冷却液孔

一般内冷钻头有 2 个内供冷却液孔,MNS 针对易粘结铝材,专门设计制造了 4 个内供冷却液孔,如图 3 所示。

通过计算机的模拟计算在一定液压情况下可显示出液流流径路程,到达范围,以此设计出合理的孔径、孔型与分布。图 3 显示了 4 孔与 2 孔型钻头在这方面的比较。

一般同样类型的钻头,外冷钻头只可钻 2~3 倍直径深度的孔,

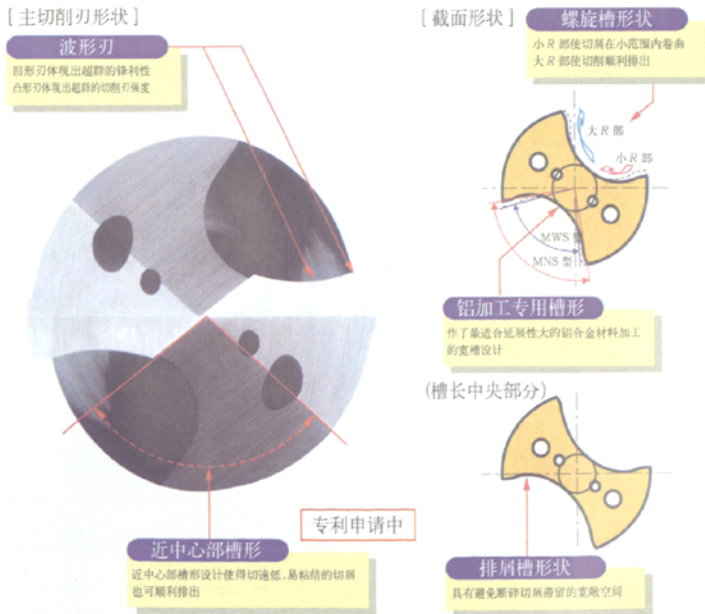


图 1 MNS 型钻头主切削刃与截面图

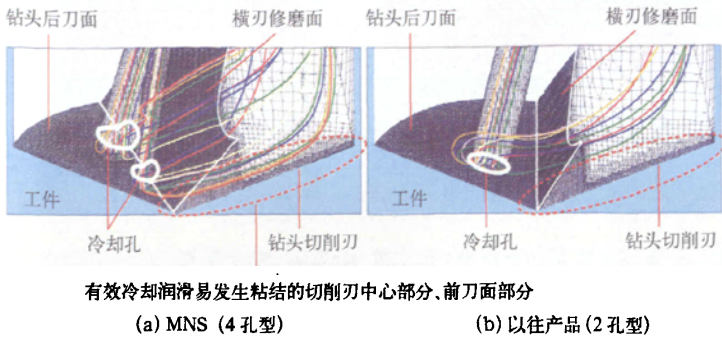


图3 冷却润滑液流动路径与分布

内冷钻头可钻5~8倍直径甚至10~30倍直径深度的孔。这是由于改善钻削冷却润滑与切屑熔敷粘结,使切屑易排出所致。

MNS型新型铝材加工用钻头,尽管铝材易粘结,但也可连续进给钻L/D=30深的孔,图4为其示例,其切削条件为:

工件材料:ADC12;加工孔深:180mm(L/D=29);切削速度:100m/min;切削液供给压力:0.5MPa(内部冷却);使用机床:立式加工中心;加工导孔用钻头:MAS0600MB;每转进给量:0.4mm;使用刀具:

φ6.0-L/D=30钻头;导孔深度:18mm;冷却方式:半干式加工(M、Q、L)。

由图4可知,MNS型钻头钻深孔时,切削动力稳定,且加工质量高。A6082是展延性很好的铝材,这

种材料切屑更易熔敷粘结在钻头上,即使用MNS型钻头钻使这样的材料,也能稳定钻出L/D=20深的孔。

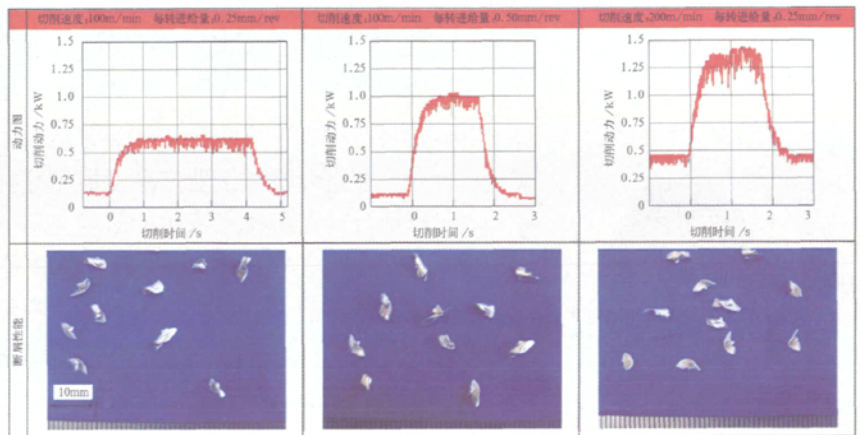


图5 在展延性好的A6082上钻深孔示例

图5是上例在不同进给速度与切削速度下,切削动力的波动情况与断屑情况,其切削条件为:

工件材料:A6082;加工孔深:100mm(L/D=18);冷却方式:水溶性切削液;使用机床:立式加工中心;

加工导孔用钻头:MAS0550MB;切削液供给压力:1MPa(内部冷却);使用刀具:MNS0550x20DB(L/D=20);导孔深度:15mm。可见在这3种情况下,切削动力消耗均稳定,断屑与排屑性能也一直保持得很好。

3 可实现大进给高效加工

结合MNS钻头结构特点和铝材特性,可能实现大进给高效加工。如一般的优质硬质合金φ6内冷钻头通常推荐每转进给量是0.2~0.5mm,而MNS同直径钻头可达1mm甚至更高。在f=1.0上下时,扭矩、轴向力呈大致线性关系,

较稳定。切削速度若选200m/min,这样计算出转速可达10610r/min,进给量可达10000mm/min以上,这样的切削效率是很惊人的。

结束语

最广泛使用的麻花钻具有固有的缺点和不足,中外各公司技术工作者都在千方百计地设法改进它。通过模具烧结制成的硬质合金钻头,针对不同的加工材料,通过模具结构形状优化,应具有更大改进空间。

(责编 洪盖)

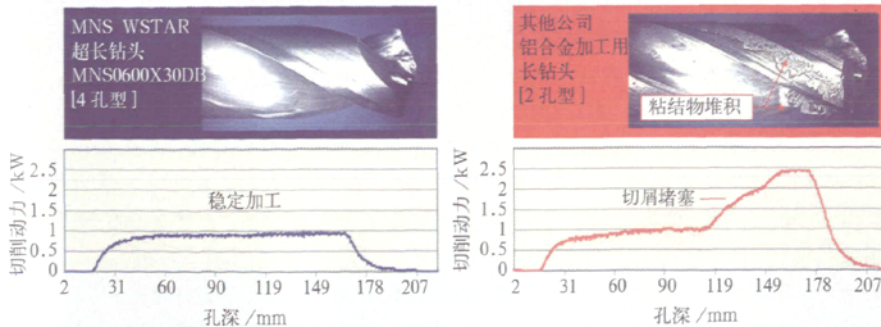


图4 可钻L/D=30的MNS型钻头加工实例