

大螺距螺纹的铣削加工

第四石油机械厂 (湖北荆州 434024) 吴明生 高 汉

1. 螺纹铣削的轨迹

螺纹铣削加工是由刀具的自转与机床的螺旋插补形成的,是利用数控机床的三轴联动功能结合 G02 或 G03 圆弧插补指令,螺纹铣刀绕螺纹轴线作 X、Y 方向圆弧插补运动走出螺旋曲线,同时轴向方向(Z 或 W)作直线运动来完成螺纹加工。常见的螺纹为螺距在 3mm 以下的三角螺纹,常用整体硬质合金螺纹铣刀或螺纹铣刀杆装多齿螺纹铣刀片进行铣削,效率比较高。而在加工大螺距(螺距大于 4mm)螺纹时,考虑到机床加工时承受的大转矩以及刀具的成本及寿命,通常都采用单刃螺纹铣刀进行铣削,加工与采用整体螺纹铣刀铣削一样。螺纹铣刀走螺旋曲线,每绕螺纹轴线运行 360°,轴向移动一个螺距,如此循环 T 次(T=整个螺距长度/螺距的圈数)即可完成整个螺纹加工。

2. 加工刀具的选择

螺纹铣削加工刀具主要是加工刀片和刀头刀柄的配合使用。生产螺纹刀具的公司世界上比较著名的有 VARGUS (瓦格斯)、SANDVIK (山特维克可乐满)、KENNAMETAL (肯纳)等。加工大螺距螺纹通常选用三角螺纹刀片(见图 1)和双头单刃螺纹刀片(见图 2)。

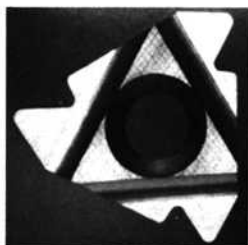


图 1 三角螺纹刀片



图 2 双头单刃螺纹刀片

装夹螺纹刀片的刀头,我们即可用螺钉锁紧式刀头,也可用压板锁紧式刀头。这两种装夹方式都有非常好的稳定性和可靠性,而且更换刀片比较容易。在铣削

外螺纹时,一般选用图 3、图 4 所示刀杆。铣削内螺纹时,采用图 5、图 6 所示镗刀头加工。

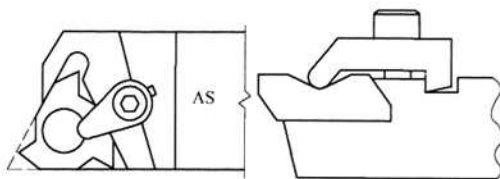


图 3 三角螺纹刀片刀杆装夹 图 4 双头螺纹刀片刀杆装夹

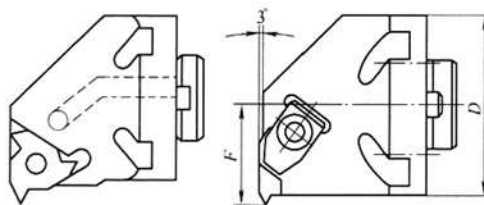


图 5 三角螺纹刀片镗刀头 图 6 双头螺纹刀片镗刀头

3. 加工参数的设定

(1) 刀具转速的设定 刀具转速也就是机床主轴的转速,即

$$n = 1000v / (\pi D_{fl})$$

式中 n ——刀具转速 (r/min);

v ——切削线速度 (m/min);

D_{fl} ——铣刀直径(包括刀片)(mm)。

(2) 刀具的径向进给速度设定 刀具的径向进给速度就是刀具直径(包括刀片)进给速度,即

$$v_n = n z f_s$$

式中 v_n ——刀具径向进给速度 (mm/min);

z ——刀具切削刃数;

f_s ——每刃进给量 (mm/z)。

(3) 刀具中心的进给速度设定 大多数 CNC 机床,在编程时要求采用刀具中心进给速度编程,刀具的进给速度由刀具中心进给速度的大小决定。

加工内螺纹时的刀具中心进给速度,即

$$v_{\text{进}} = v_{\text{进}} (D_1 - D_{\text{刀}}) / D_1$$

式中 $v_{\text{进}}$ ——刀具中心的进给速度 (mm/min);

$v_{\text{进}}$ ——刀具径向进给速度 (mm/min);

$D_{\text{刀}}$ ——螺纹铣刀直径 (mm);

D_1 ——螺纹小径 (mm)。

加工外螺纹时的刀具中心进给速度,即

$$v_{\text{进}} = v_{\text{进}} (D + D_{\text{刀}}) / D$$

式中 D ——螺纹大径 (mm)。

4. 螺纹铣削切入方法

大螺距螺纹铣削可采用以下三种切入方法:

(1) 圆弧切入法 如图7所示,圆弧切入法刀具切入、切出平稳。不留切削痕迹,不产生振动,适合大螺距螺纹铣削,但编制程序较复杂。

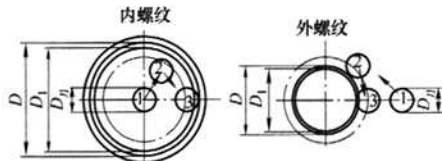


图7 圆弧切入法

切入轨迹: 1 快速定位, 2→3 刀具沿圆弧进给切入, 同时沿 Z 轴插补, 然后 360°整圆切削插补一周, 轴向移动一个导程。

(2) 径向切入法 如图8所示, 径向切入法最为简单, 但在加工非常硬的材料时, 当刀具切入全牙型时会产生振动。为避免振动, 进给量应尽量降低到螺纹插补进给的 1/3。切入轨迹: 1~2 向切入, 然后 360°整圆切削插补一周, 轴向移动一个导程。

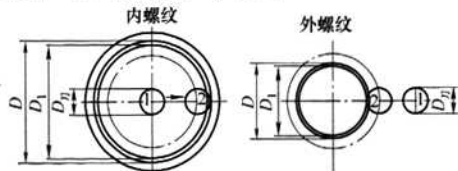


图8 径向切入法

(3) 切向切入法 如图9所示, 切向切入法仅适合于外螺纹的铣削加工, 具有圆弧切入法的优点。

切入轨迹: 1→2 向切入, 然后 360°整圆切削插补一周, 轴向移动一个导程。

5. 螺纹铣削编程实例

在我们的实际加工中, 比较多见的是英寸制锯齿螺纹 (也称偏梯形螺纹) 和梯形螺纹的加工。大螺距的英

寸制锯齿螺纹由于斜面比较长, 若采用镗削加工, 在螺纹成形时刀片与牙型接触面大, 极容易产生振动而造成牙面振纹。而采用高速螺纹铣削的方式, 在刀具与螺纹面将要产生振动时已进入下一轨迹, 避免了牙面振纹的出现。

现用 6in 4 牙右旋锯齿形内螺纹 (见图10) 铣削加工编程实例说明螺纹铣削方法 (以西门子系统编程)。

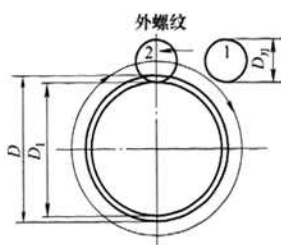


图9 切向切入法

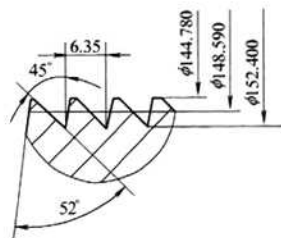


图10 6in 4 牙右旋锯齿螺纹

螺纹小径 $D_1 = 144.780\text{mm}$, 螺纹大径 $D = 152.400\text{mm}$, 螺纹长度 $L = 50\text{mm}$, 螺距 $P = 6.35\text{mm}$, 螺纹铣刀直径 $D_{\text{刀}} = 100\text{mm}$, 铣削方式为顺铣。

螺纹铣削编程:

R1 = 152.4

R3 = 6.35

R4 = 50

R5 = 100

R10 = (R1 - R5) / 2 (刀具实际移动的距离)

G64

S400M03

G00G90W = R5

G01Z = - R4F2000

R20 = - R4

AA: IF R20 > 0 GOTOF BB

R20 = R20 + R3

G03G91X0Y0I = - R10J0Z = R3F120

GOTOB AA

BB: G01G91X = - R10

G00G90Z300M09M05

M30

从该编程实例看到, 使用螺纹铣削的方式加工大螺距螺纹的编程非常简便和快捷, 同时我们可以利用此方法在数控铣床上完成各种螺距的不同形式螺纹铣削加工。MW (收稿日期: 20101017)