

数控机床螺纹铣削技术的应用研究

徐州重型机械有限公司 （江苏 221004） 李 云

近年来，螺纹铣削技术大量应用于我公司起重机及消防车产品中，提高了加工效率和产品质量，起到了降本增效的作用。由于可以加工相同螺距的任意直径的螺纹，这样就免去了采用大量不同类型丝锥的必要性。经过不断总结，并通过现场试验得出了一些应用技巧。

1. OKUMA 系统数控机床上铣螺纹技术的应用

公司某大吨位全地面起重机转台座圈面有 68 个均布的 M48 螺纹孔，加工难度大，据工人介绍此处攻螺纹时机床功率不足，后来经改进，采用一把瓦格斯 TM4SC 40W42 - 120 - 3U 螺纹铣刀（见图 1），刀具直径为 42 mm，加工出的螺纹质量很高，很好地解决了这个问题。

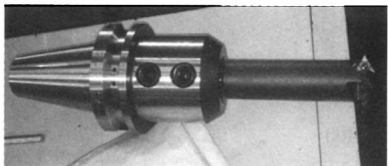


图 1

数控系统为大隈 OKUMA 数控系统，数控机床为动梁定龙门式五面体加工中心。

铣螺纹前，先将底孔加工到 $\phi 42.587\text{ mm}$ （M48 螺纹孔的底孔是 $\phi 42.587\text{ mm}$ ）。再用螺纹铣刀加工螺纹。加工的难点在于程序的编制，这里用宏程序编程，设置了三个变量解决这一问题。三个变量中 VC1 是起始点的位置，VC2 是孔的角度，VC3 是螺距。由于 M48 螺纹孔的螺距为 5 mm，所以设置 $VC3 = VC3 - 5$ ，即每次往下铣一个螺距，采用三轴联动的方式铣削螺纹。两个 IF 循环的宏程序保证铣完一个螺纹孔后紧接着就能铣下一个孔的螺纹。如图 2 所示， D 是内螺纹的基本大径， D_1 是内螺纹的基本

小径， D_2 是内螺纹的基本中径， P 是螺距， $H = \sqrt{3}P/2$ 。查标准 GB/T 196—2003 可知，M48 的螺纹孔 D_1 的值为 42.587 mm，从图中可以看出，螺纹最深处的直径 $D_3 = D_1 + 2 \times (6H/8)$ ，由于刀具直径 D_4 为 42 mm，可以计算得出螺纹铣刀在机床 XY 平面内圆弧插补的半径为 $R = (D_3 - D_4) / 2$ ，经计算得出 $R = 3.5\text{ mm}$ 。实际现场加工的时候，可以先加工出两扣螺纹，用 M48 的螺纹塞规检查，检查合格之后，再进行下一步的加工。如果不合格，则需要对该 R 值进行修正，避免出现工件报废的情况。转台底板简图如图 3 所示。

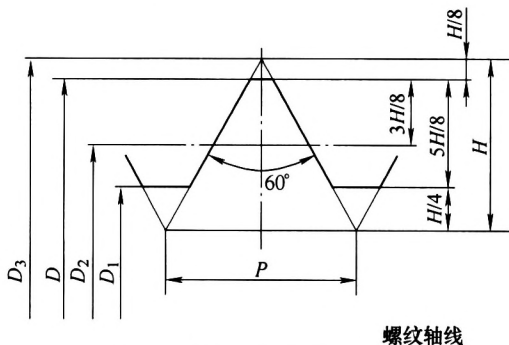


图 2

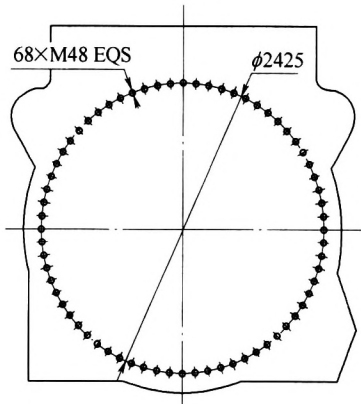


图 3

螺纹铣削的程序：(OKUMA 系统)

```
G15 H1 (定义工件坐标系的零点)
Z100
M3 S900
G0 Z10
VC1 = 19 (孔数)
N1 VC2 = [360/68] * VC1 (均布的孔相对于零点的角度)
G90 G15 H1
G0 Z5
G0 X = 1212.5 * COS [VC2] Y = 1212.5 * SIN [VC2]
(定位到要铣螺纹的孔的圆心)
VC3 = 0
G15 H2
G92 X0 Y0 Z5 (设置螺纹孔圆心为工件坐标系零点)
N2 G1 X3.5 F1000
G2 X3.2 Y0 Z = VC3 I - 3.5 F1000 (3 轴联动顺时针螺旋插补, 半径为 3.5 mm)
VC3 = VC3 - 5 (每加工一个整圆 Z 轴向下铣一个螺距 5 mm 的距离)
IF [VC3 GE -65] N2 (如果 Z 坐标大于等于 -65, 跳转执行 N2 程序段)
G1 X0 F2000
G0 Z5
VC1 = VC1 + 1
IF [VC1 LE 68] N1 (如果已加工的螺纹孔数小于等于 68, 跳转到 N1 程序段)
G0 Z300
M30
```

FANUC 数控系统与 OKUMA 数控系统大部分的功能是一样的, 只是部分功能有区别, 所以这里不再赘述。上述 OKUMA 系统的程序用 G92 指令设置螺纹孔圆心为工件坐标系零点。如果是 FANUC 系统, 可以用 G52 指令建立局部坐标系, 将零点偏移到要加工的孔的圆心, 完成均布螺纹孔的铣削加工 (SIEMENS 系统用 TRANS 偏移工作坐标系零点)。

2. SIEMENS 系统数控机床上铣螺纹技术的应用

目前西门子公司最新的 SINUMERIK 840D SL 数控系统, 没有提供铣削内螺纹方面的固定循环, 因此需要用户手工编程。可以运用 TRANS 指令将工件坐标系零点偏移到要加工的孔的圆心, 完成均布螺纹孔的铣削加工。

螺纹铣削的程序：(SIEMENS 840D 系统)

```
T1 M06
G0 G54 X0 Y0 W0
G43 Z100 H1
M3 S900
G0 Z10
R1 = 19 (孔数)
AA;
R2 = (360/68) * R1 (均布的孔相对于零点的角度)
G90 G54
G0 Z5
R3 = 1212.5 * COS (R2) R4 = 1212.5 * SIN (R2) (待加工螺纹孔的圆心坐标)
R5 = 0
TRANS X = R3 Y = R4 (TRANS 指令将零点偏移到螺纹孔的圆心)
G0 X0 Y0
BB;
G1 X3.5 F1000
G2 X3.2 Y0 Z = R5 I - 3.5 F1000 (3 轴联动顺时针螺旋插补)
R5 = R5 - 5 (每加工一个整圆 Z 轴向下铣一个螺距 5 mm 的距离)
IF R5 ≥ -65 GOTOB BB
G1 X0 F2000
TRANS (TRANS 指令后面不加任何坐标, 使零点返回初始位置)
R1 = R1 + 1
IF R1 ≤ 68 GOTOB AA
G0 G49 Z400
M30
```

3. 结语

加工大直径螺纹孔的时候, 用螺纹铣刀具有较大的优势, 相对于攻螺纹这种传统的螺纹加工方法, 螺纹铣刀功能更强大, 能有效地解决排屑困难、功率不足等方面的问题。当遇到硬度较高的特殊金属时, 铣削螺纹也能很好地完成加工。本文对比了 OKUMA、FANUC 和 SIEMENS 三种数控系统上铣螺纹技术的应用, 体现了不同的系统编程时在指令、变量、跳转方式等方面的差异, 有助于读者理解、掌握相关技术。MW

(收稿日期: 20131219)