刚性攻螺纹技术在难加工材料螺纹孔高效加工中的应用

■ 西安航天动力机械厂 （陕西 710025） 李艳辉 李官军 张淑霞

摘要：本文对某难加工材料螺纹加工方案进行了研究，在数控车镗加工中心上，采用“刚性攻螺纹”的螺纹加工技术，结合数控宏程序的灵活应用，一次性完成轴向、径向各类螺纹孔的钻、攻加工，保证了螺纹加工质量，提高了效率，降低了成本。

某产品薄壁易变形，结构刚性差，材料为难加工硬质合金钢，调质硬度为47～52HRC。按常规的螺纹加工方法，由钻床或铣床加工底孔→引丝→钳工攻螺纹，分多道工序、至少重复装夹3次以上，生产效率较低，同时手工攻螺纹人为因素影响大，螺纹超差或不垂直常有发生。后续采用数控铣床铣削加工螺纹，对于螺纹规格多、数量多的情况，因为每种螺纹铣刀价格均在千元左右，因此刀具消耗大，产品加工成本过高。随着对螺纹加工方法的不断研究与创新，针对该难加工材料，采用普通高速钢丝锥，在数控车镗加工中心上运用“刚性攻螺纹”技术，一次性完成了所有孔的钻、攻工序，缩短了产品的周转时间，降低了道具成本，保证了设计要求。

1. 刚性攻螺纹加工准备及程序编制

（1）刚性攻螺纹对螺纹底孔的尺寸要求。刚性攻螺纹时，必须首先计算出各螺纹孔的钻孔底径，具体计算公式为

$$D_z=D-P$$

式中，P为螺距（mm）；D_z为钻孔底径（mm）；D为螺纹公称直径（mm）。

该壳体各种螺纹底孔尺寸通过上式的计算结果，如表1所示。

（2）西门子840D刚性攻螺纹指定方式。数控HTM80600车镗加工中心的操作系统为西门子840D，其刚性攻螺纹的具体编程格式如下：CYCLE84 （RTP， RFP， SDIS， DP， DPR， DTB， SDAC， MPIT， PIT， POSS， SST， SST1），各参数意义如表2所示。

表1 螺纹底孔尺寸表

螺纹规格（公制）	M12×1.5	M10×1	M8×1.25	M16×1.5	M6×1
底孔直径/mm	10.5	9	6.75	14.5	5

表2 CYCLE84参数对照表

RTP	退刀平面距离(绝对坐标尺寸)
RFP	基准平面距离(绝对坐标尺寸)
SDIS	安全距离(输入值均为正)
DP	最终钻孔深度(绝对坐标尺寸)
DPR	相对基准平面最终钻孔深度(输入值均为正)
DTB	在最终钻孔深度时的暂停时间（断屑式）
SDAC	循环结束后主轴旋转方向，取值为3（代表M03）；4代表M04；5代表M05
MPIT	螺纹公称直径；取值为3（代表M3），48（代表M48），该取值带有正负号，表示螺纹的旋向
PIT	螺纹的导程，取值为0.001～2 000.000（mm），该取值带有正负号，表示螺纹的旋向
POSS	循环中主轴定向停止的确切位置，以角度值表示
SST	攻螺纹时主轴的转速
SST1	攻螺纹完成后，主轴退出时的转速

（3）刚性攻螺纹程序编制。以24-M12×1.5螺纹孔加工为例，编制用于车镗加工中心上的数控程序时，除了利用该加工系统特有的“刚性攻螺纹”的编程命令外，同时巧用宏程序变量，简化了繁琐的加工程序，利用第四轴*C*轴旋转分度，加工端面上的所有孔，具体参数如图1所示。

具体程序如下：

```
G17 G54 G90 G40 Z100
M03 S200
R1=0        （初始变量为0）
G0 X187 Y0
G0 Z50
F300
STAR：
MCALL CYCLE84（20，0，3，
-12,,,3,,1.5,,60，60，3，1，0，2，4，）
（刚性攻螺纹循环）
G0 C1=(R1*15)（每次旋转角度）
R1=R1+1        （变量每次递增1）
IF R1<24 GOTOB STAR
（条件判断，向STAR跳转）
TRANS
MCALL
M05
M30
```

2. 刚性攻螺纹刀具的选用

通过不断的对比、试切，目前该材料上螺纹孔加工选取刀具如下：螺纹底孔加工采用恒科特合金钻头，钻孔效率高、耐磨度好，如图2所示。“刚性攻螺纹”的丝锥选用哈量HSS通用型高速钢丝锥，硬度为63～66HRC，其材料韧性较好，内部缺陷少，攻螺纹时不易出现崩刃或断裂，且价格低廉，如图3所示。

3. 刚性攻螺纹实体加工

在车镗加工中心装夹壳体后，根据产品的材料、硬度，在螺纹底孔加工时，选取机床转速为600～800r/min，进给率为40～60mm/min时，合金钻头切削性能最好。钻完螺纹底孔后，利用“刚性攻螺纹”完成螺纹的加工，如图4所示。在攻螺纹过程中，由于丝锥本身硬度不高，且红硬性较差，攻螺纹时切削力较大，因此，适当地降低切削速度，多次排屑，采用内冷充分加注专用切削液，攻螺纹效果显著。

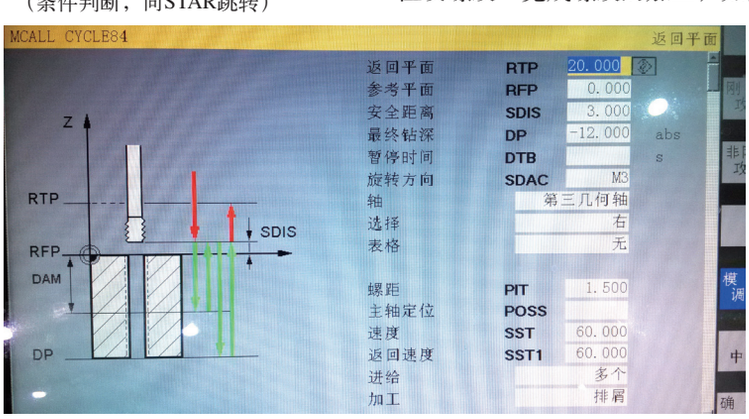

图1 “刚性攻螺纹”参数值

图2 合金钻头

图3 高速钢丝锥

4. 刚性攻螺纹与以往螺纹加工的特点对比

（1）刚性攻螺纹加工效率对比。在螺纹的加工中，对螺纹加工方式采用手工攻螺纹和刚性攻螺纹进行了对比，具体如表3所示：

由表3可以看出，在壳体加工中，刚性攻螺纹效率提升了2～3倍，质量及精度稳定。

（2）刚性攻螺纹成本对比。完成该产品所有的螺纹孔加工，采用数控铣削方法时，需要3种规格螺纹铣刀，螺距分别是1.5mm、1.25mm及1.0mm，如图5a所示；如改用加工中心机床刚性攻螺纹，需要4种普通丝锥M12×1.5、M10×1、M8×1.25及M16×1.5，如图5b所示。两种螺纹加工刀具价格对比如表4所示。

通过分析表4可以看出，螺纹铣刀与普通丝锥的总价成本额度相差20多倍。刚性攻螺纹采用普通丝锥，加工成本大幅度降低。

5. 结语

通过对刚性攻螺纹技术在难加工材料的螺纹高效加工中的研究与应用，经过实践加工证明，

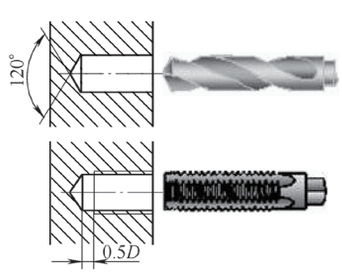

图4 钻攻示意图

(a)

(b)

图5 螺纹加工刀具

表3 螺纹加工效率对照表

项目 / 方式	攻螺纹速度 /（r · min^{-1}）	攻螺纹准备	壳体螺孔超差率 /（%）
手工攻螺纹	20～30	需机床引丝	10
刚性攻螺纹	50～100	直接攻螺纹	0

表4 螺纹加工刀具对照表

类别 / 刀具	平均单价 /元	刀具数量	总价 /元	加工壳体数量 /台
螺纹铣刀	1 200	3支	3 600	2
普通丝锥	35	5副	175	2

螺纹的加工效率较以前提高了2～3倍，质量和精度完全符合设计要求，且刀具成本得到大幅降低。该技术已经在多种产品加工过程中得到了一定的推广与使用，为以后同类材料的螺纹批量加工提供了宝贵的经验。

参考文献：

[1] 李体仁. 数控手工编程技术及实例详解西门子系统[M]. 北京：化学出版社，2011.

[2] 彭晓南. 数控技术[M]. 北京：机械工业出版社，2004.

[3] 武文革. 金属切削原理及刀具[M].北京：国防工业出版社，2009.

MW（收稿日期：20160821）

微小径刀具

服务汽车精密部件、医疗行业

Precision Cutting Tool

锑玛（苏州）精密工具有限公司

D&M (Suzhou) Precision Tools Co., Ltd

地址：苏州工业园区阳澄湖大道创投工业坊 2 区 9 厂房　邮编 \Post Code: 215122

Add: Building 9, District 2, Chuangtou Industrial Park, Yangchenghu Road, SIP China

电话 \Tel: 0512-62927751/52/53　传真 \Fax: 0512-62927756

E-mail: dm-sales1@dmtools.com.cn　网址：www.dmtools.com.cn

◆广告 查询编号：3070