

刀具补偿在角度头上的应用

刘小明, 周宽, 刘忠, 王勇

四川凌峰航空液压机械有限公司 四川广汉 618300

摘要: 利用角度头的刀具旋转中心线与主轴旋转中心线成一定角度的特点, 加工传统加工方式难以加工的部位的同时, 还能利用刀具补偿来修正零件尺寸。

关键词: 刀具; 补偿; 角度头; 中心线; 零件

1 序言

在液压产品零件的加工特征中, 油路接通孔是一个必要特征。油路主要有两种接通方式, 一种是从零件外部钻孔, 将需要接通的油路用该孔连通, 再用堵杯将零件外部的孔口堵住, 如图1所示, 该接

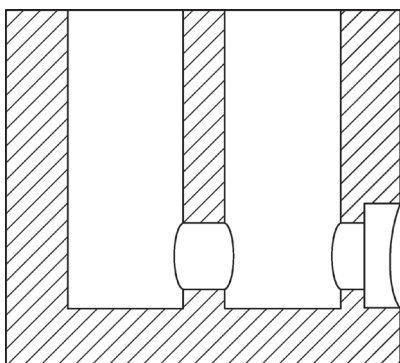


图1 零件外部钻孔接通

通孔可以采用钻、扩、镗和铰等方式加工。另外一种是在零件内部连通, 如图2所示, 该孔通常采用电火花成形加工。在加工时, 位于放电区的工件表面有很大的热应力, 产生的微裂纹会降低零件的疲劳性。由于液压产品零件要承受高压, 对加工应力很

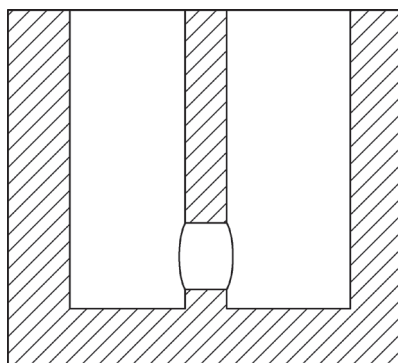


图2 电加工接通孔

根齿的通用加工。

(4) 中心发散圆环端面锐根齿加工方法 改进后可实现 35° 及以上角度、任意形状端面锐根齿的一次切削成形, 无需后续再对齿形进行加工, 端面锐根齿面的表面粗糙度值 Ra 可达 $1.6 \sim 3.2 \mu m$, 实现了端面锐根齿部圆角半径 $\geq 0mm$ 的有效加工, 加工效率可达线切割的20倍, 加工成本低廉, 适合于各种生产。

6 结束语

在端面齿的加工过程中, 通过分析线切割、滚齿和铣削等背景技术的不足, 选择五轴加工中心

装夹 35° 内孔车刀的加工工艺, 解决了端面齿的有效加工, 保证了中心发散圆环端面锐根齿的精确加工。在实际生产中, 该方法已在同类型零件的加工中进行应用, 取得了良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 王爱玲, 李清. 数控机床加工工艺[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [2] 惠延波, 沙杰, 刘战术, 等. 加工中心的数控编程与操作技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [3] 陆剑中, 孙家宁. 金属切削原理与刀具[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985.

MW 20240521

敏感，这些微裂纹在高压下将逐步放大，当压力超过零件应力集中部位的应力极限时就会断裂，从而产生严重后果。

2 寻找替代方案

角度头（见图3）是一种机床附件，目前广泛应用于航空、汽车和模具等行业，使用角度头后，无需改变机床结构就可以增加机床的加工范围和适应性。由于角度头可以使刀具旋转中心线与主轴旋转中心线成一定的角度，从而使刀具能加工到一些传统方式难以完成的部位，使用通用刀具，如钻头、铣刀等，可用于铣削、钻孔、攻螺纹以及镗削等工序，能代替电火花方式加工一些孔、槽等特征，有效减少加工时产生的应力^[1]。



图3 角度头

3 分析角度头对刀方式

通常情况下刀具旋转中心与主轴中心重合时，刀具长度为刀尖至主轴端面的长度，当角度头的刀具旋转中心线与主轴旋转中心不重合时，以直角角度头为例（见图4），刀具的长度有两个长度值，分别为刀具旋转中心至主轴端面的长度 L_1 和刀具伸出长度 L_3 ，而实际需要的长度为刀尖与主轴旋转中心的距离 L_2 ^[2]。

通常的对刀方式是测量刀尖至主轴端面的长度，将长度值输入到刀具表中的长度补偿位置，找正坐标系即可加工（刀具半径根据需要输入）。对于角度头来说，有两个刀具长度值需要补偿^[3]，不适用于通用编程对刀加工方式。以直角角度头为例， L_1 值可用常规方法补偿，而 L_2 值则需要通过以

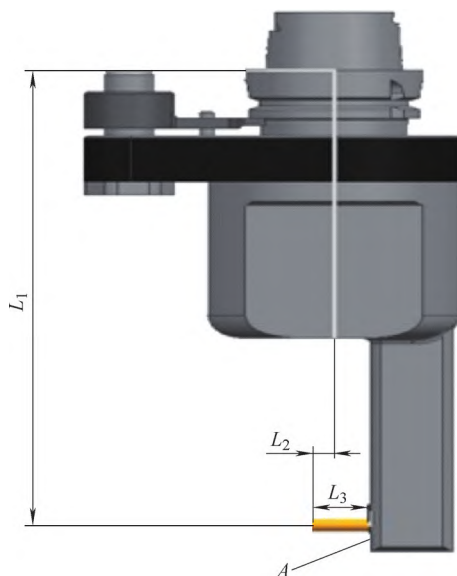


图4 直角角度头

下三种方式来补偿：①在编程软件中偏移 L_2 值。②在程序中添加坐标偏移指令偏移 L_2 值来实现长度补偿。③通过坐标系偏移 L_2 值来实现长度补偿。

第一次使用角度头时，由角度头厂家教学按第①种方式加工，使用起来非常麻烦，若频繁更改程序，出错风险将大大提高；后来又使用第②种方式，但是更换刀具又需要对程序中的偏移值进行修改，使数控程序无法固化，增加了程序管理难度；最后采用第③种方式，但每次更换刀具需要以最初的坐标系为参考，根据刀具实际数据修改坐标系，增加了出错的风险。因此需要寻找一种不需要改动程序和坐标系的、对所有刀具都通用的对刀加工方法。

4 确定优化方案

经过摸索，利用刀轴平面功能，在刀具表中输入两个刀具长度，并在Z向和X向（或Y向）上分别补偿这两个值来达到所需效果，具体方法如下所述。

1) 设置原点。将坐标系原点设置在零件表面的大孔中心（见图5中的D点），此时找正坐标原点和対刀都非常方便。

2) L_1 值的测量。角度头的 L_1 值，可在对刀仪上测量好（若没有对刀仪，也可以通过基准刀换算出此长度值），将 L_1 值输入到刀具表中。每个角度头的 L_1 值是固定值，可将该长度值刻在角度头的某个

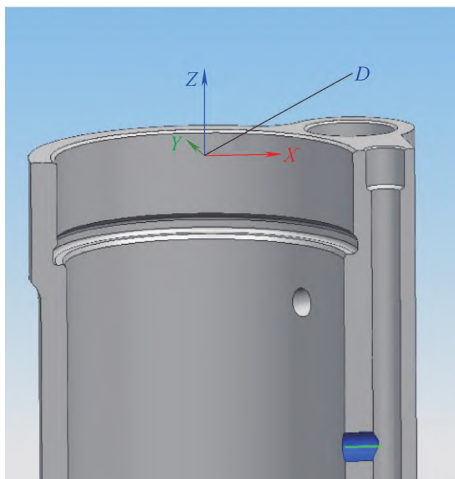


图5 零件坐标

位置上,使用时直接输入即可,无需重复测量。

3) L_2 值的测量。用对刀仪测量出 L_2 值,将 L_2 值输入到刀具表中。夹持刀具的端面(见图4中的A面)到主轴旋转中心的值是固定值(即 L_3 与 L_2 的差值),可将该值刻在角度头的某个位置上,更换刀具时利用这个固定值计算所需补偿值,即使没有对刀仪, L_2 值也可以通过这个固定值间接测量得出。

4) 程序运行步骤。①首先切换至XZ(或YZ)平面上,移动Y(或X),机床控制系统自动将 L_2 值补偿进去后,使刀具能进入到零件大孔中。②切换至XY平面,移动Z值,补偿 L_1 值,使刀具移动到加工位置。③切换至XZ(或YZ)平面加工,加工完成后沿Y轴或X轴退刀。④切换至XY平面,沿Z轴退刀。

使用此方法,在不更换角度头的情况下,与传统加工方式相同,更换刀具后,只需要修改刀具长度补偿值 L_2 (若更换了角度头,则需将 L_1 和 L_2 值同时更改),不作其他修改即可加工工件。

5 方案应用

以海德汉系统为例,如图6所示,加工前将角度头的 L_1 值输入到刀具参数表中,再建立一把和之前一样的刀具,刀具号后要加上“.1”(例如1号刀具

编辑刀具表

File: TOOL_1	MM			
T	NAME	L	R	R2
23	L1	+118.976	+2	+0
23.1	L2	-13.152	+2	+0
24		+0	+0	+0

图6 海德汉系统机床操作面板刀具参数示例

要再建立一把1.1号刀,2号刀需再建立一把2.1号刀等,以此类推),将 L_2 值输入到增加的刀具号(如1.1、2.1.....)的长度补偿值里。刀具长度补偿 L_2 值的正负与角度头的安装方向有关,以实际为准。

以图7所示的距零件表面62mm处的 $\phi 6$ mm接通孔为例,程序如下。

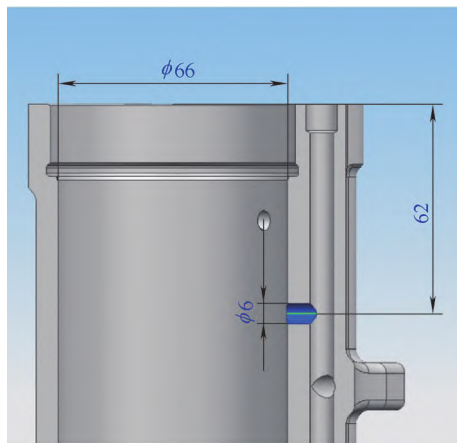


图7 接通孔示意

BEGIN PGM TEST MM

BLK FORM 0.2 X-100 Y-100 Z-100

BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0

; (MILL, D=4.0, R=0.5)

TOOL CALL 23 Z S2000; 调用刀具

CYCL DEF 247 DATUM SETTING ~

Q339=+1;DATUM NUMBER

TOOL CALL 23.1 Y; 切换至XZ平面,调用长度补偿 L_2 值

L X+0 Y-25 FMAX M13; 补偿长度 L_2 值,刀具移动到能进入孔内位置

TOOL CALL 23 Z; 切换至XY平面,调用长度补偿 L_1 值

L Z-62 F600; 补偿长度 L_1 值,刀具移动到加工位置

CYCL DEF 208 BORE MILLING ~; 定义循环

Q200=+3;SET-UP CLEARANCE ~

Q201=-13;DEPTH ~

Q206=+100;FEED RATE FOR PLNGNG ~

Q334=+0.2;PLUNGING DEPTH ~

Q203=-32;SURFACE COORDINATE ~

Q204=+6;2ND SET-UP CLEARANCE ~

Q335=+6;NOMINAL DIAMETER ~

Q342=+4;ROUGHING DIAMETER ~

Q351=+1;CLIMB OR UP-CUT

TOOL CALL 23.1 Y; 切换至XZ平面

CYCL CALL; 开始循环加工, 循环完后自动退刀至安全

平面

TOOL CALL 23 Z; 切换至XY平面

M140 MB MAX; 沿刀轴退刀

M5 M9

M30

END PGM TEST MM

角度头的刀具旋转方向可能不同, 以实际为准, 零件加工示意如图8所示。

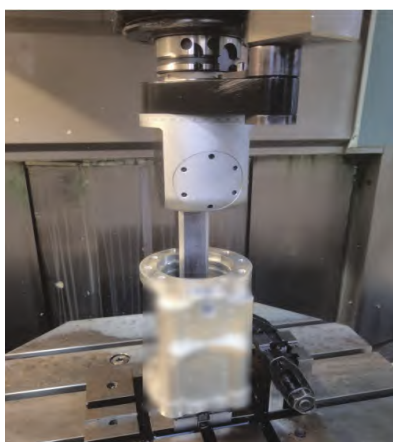


图8 零件加工示意

6 结束语

经过验证, 程序运行正确, 采用此方法后, 有

以下几个优点。

- 1) 程序编制不用考虑刀具的长度, 方便编程。
- 2) 程序可以固化, 有利于数控程序的管理。
- 3) 刀具磨损后无需更换, 在刀具表里进行适当补偿即可加工出合格零件。
- 4) 更换刀具后, 只需在刀具表中输入新的补偿值, 不需修改其他任何, 就可以继续加工零件。
- 5) 更换不同角度头也不需要更改程序, 输入新的补偿值即可。
- 6) 对刀方式与通常方式几乎相同, 操作人员不用过多地思考角度头怎么对刀, 增加了对刀准确性, 提高了对刀效率。
- 7) 提高了零件质量的稳定性。

目前此方法仅适用于直角角度头, 且加工方向与轴线平行, 对于加工方向与轴线不平行的直角角度头还未验证过, 需进一步摸索验证。

参考文献:

- [1] 杨晓欣, 郭常宁, 裴景玉. 电火花成形原理及工艺应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2015.
- [2] 吴慧敏, 李晓妹. 刀具补偿在数控铣削编程加工中的应用[J]. 河南科技, 2018 (28): 43-46.
- [3] 陈铁成. 铣刀轴倾斜时刀具补偿的程序设计[J]. 重型机械, 1992 (6): 34-37.

MW 20240407

《金属加工（冷加工）》“刀具”栏目征稿

《金属加工（冷加工）》杂志设有多个常规栏目, 现“刀具”栏目面向广大的制造业业内人士征集稿件, 欢迎各位踊跃投稿。

“刀具”栏目征稿内容:

1. 国内外数控切削刀具的发展变化, 刀具材料、刀具形状及切削技术等革新与升级。
2. 某难加工工件或者材料的切削加工方案设计以及实施过程。

详细征稿内容及投稿规范请扫码查看。

投稿网址: <http://tougao.mw1950.cn>



征稿内容



投稿规范