

径向可伸缩式孔背面铣刀

■ 齐齐哈尔北方机器有限责任公司机加四分厂（黑龙江 161000） 赵海岸

摘要：本文介绍一种径向可伸缩式孔背面铣刀，该铣刀适用于两轴及两轴以上联动的数控铣床、加工中心，铣削加工孔背面。可部分替代传统加工背面时采用高速钢刀条，背拉镗削加工的方法。

在普通镗床或镗铣加工中心加工箱体、架体类零件时，常会遇到孔及孔背面需要加工的情况。为保证装配关系，设计人员通常在产品图中要求该被加工孔的背面相对于该孔有垂直度，有时甚至会要求平面度、表面粗糙度或直接要求该背面与前端面有较严格的尺寸公差。此时，加工孔背面很难保证产品图样的相关公差要求。

1. 孔背面常用加工方法

(1) 使用高速钢刀条横装至镗刀杆内刮削加工端面。具体方法是：①粗、精加工该孔，将镗刀杆准确定位到该孔，使镗杆与该孔中心线重合。②将镗杆穿过该孔并留有足够的操作空间，将高速钢刀条横装在镗刀杆并通过螺钉将刀条紧固在镗刀杆上。③旋转主轴，手摇手轮（或在数控设备上以增量方式点动）进给刮削该孔背面（见图1）。

此种加工方法的不足有：①除加工效率低外，受刀杆直径限制，刀杆刚性差，刮削较大直径端面时刀具让刀现象明显。②刮削出的背面容易出现洼心现象，

平面度很差，通常靠操作者凭经验刃磨高速钢刀条，使其出现正偏角保证端面的平面度。③受工件背面坯料状态限制（如背面为焊接件，有热熔焊区域，局部硬化或该孔为半瓦结构需要断续加工时），当平面度要求较严，且内部尺寸要求很精时，此方法很难保证设计要求。

(2) 使用平旋盘及其专用镗具镗削加工该孔背面。通用镗床或数控镗床，如果设备附带有平旋盘及其辅具，可以将专用平旋盘镗杆紧固在平旋盘上，利用平旋盘进给加工该孔背面。具体方法是：①粗、精加工该孔，将机床主轴准确定位到该孔。②将机床主轴缩回至平旋盘以内，安

装平旋盘专用镗杆。③平旋盘专用镗杆穿过该孔，将镗刀条横装在该镗刀杆，通过螺钉将镗刀条紧固在该镗刀杆上。④旋转平旋盘，机动进给加工该孔背面（见图2）。

使用此方法加工孔背面，切削深度及切削速度可以调整，切削条件相对理想，但不是所有设备都配备平旋盘，所以该方法仅适用于配有该辅助装置的设备。

(3) 当加工空间允许时，使用圆柱形棒铣刀自该孔垂直方向进给加工该孔背面。当孔背面的垂直方向有足够容纳圆柱形棒铣刀铣削的空间时，可使用圆柱形棒铣刀铣加工该孔背面（见图3）。

采用此种加工方法时，工件待加工表面所在位置，有时会限

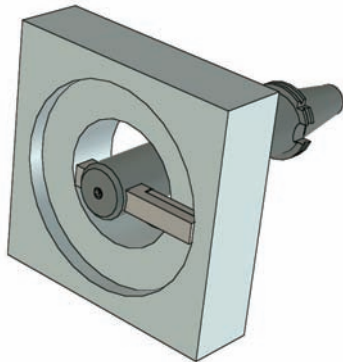


图1 使用高速钢刀条横装镗杆内加工孔背面

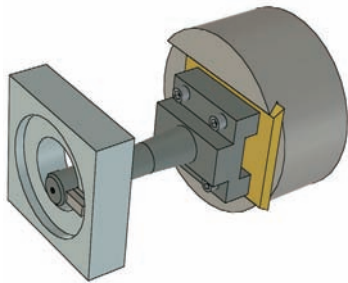


图2 使用平旋盘及其专用镗具镗背面

制所选用的棒铣刀直径和长度。当选择的刀具直径过大或长度过短时，则无法满足待加工部位的设计要求。此外，沿刀具轴线方向，待加工表面过长，铣削面积过大，铣削过程中会造成刀具母线方向各点受力不均，产生让刀现象。为此，操作者在选用刀具时，通常会将刀具远离主轴端人为磨得直径较大些，并合理匹配切削参数，从而弥补刀具切削过程中的让刀现象。此加工方法的刀具切削面积大，使切削阻力相应增大，对机床系统的刚性要求较为严格。

(4) 当加工空间允许时，使用交错齿三面刃铣刀自该孔垂直方向进给加工孔背面。某些小直径孔需要加工孔背面时，可以选择半径差（切削刃外沿与铣刀柄之间差值）足够大的三面刃铣刀进行加工。具体方法是：①粗、精加工孔，将机床主轴定位于工件轮廓沿孔径向方向某点（交错齿三面刃铣刀半径差应大于被加工孔背面的径向尺寸）。②旋转交错齿三面刃铣刀，利用交错齿三面刃铣刀背向刀齿，机动进给加工孔背面（见图4）。

采用此种方法时，被加工孔应距离刀具可切入的工件边缘很近，且孔径不大，被加工部位

距离主轴不远。此方法加工时所选择的三面刃铣刀与刀柄的半径差应大于被加工部位。使用此方法应考虑入刀及出刀时不应与工件、辅具或夹具发生干涉。若需加工部位沿铣刀径向方向太远，会导致所选铣刀直径过大，切削阻力也会相应增大，所选用的切削参数应随之减小。

(5) 交错齿三面刃铣刀伸入该孔行星铣削加工该孔背面。伴随数控切削技术的普及，具有两轴或两轴以上联动的数控机床，可以实现XY平面内两轴的插补联动，进而实现该平面内各种形状的插补加工。对于孔径较大而被加工背面与已加工孔的半径差较小时，可以选择此方法加工孔背面（见图5）。

使用此方法铣削加工孔背面，三面刃铣刀应小于孔径，刀具从孔内伸出铣削孔背面，因此工件孔径不宜太小。铣刀杆长于该孔，为保证铣刀杆刚性，已加

工完孔的深度不宜过长。待加工的孔背面受铣刀外沿与刀杆间半径差限制，因此加工的半径差不宜太大。当孔径大于刀柄最大直径时，为完整加工孔背面。实际加工中，当工件孔背面有足够操作空间时，需分多次，多把刀具从工件内该孔背面将刀具分别安装到主轴上以等距线形状铣削加工该表面。由于多把刀具长度尺寸不一致，需要多次试刀保证产品图样要求。此方法较适用于数控设备，普通设备因不便于观察，不适合单人操作。

(6) 使用工作台回转加工孔背面。带有数控转台的数控设备，可实现回转台角度的精确定位。在回转台回转精度很高的数控镗床或加工中心等数控机床加工设备上，可通过机床回转精确定位后，使用刀盘或圆柱形棒铣刀对某些架体、箱体或座体类工件孔背面进行加工（见图6）。

使用此方法加工的工件，孔深较长且孔背面没有干涉结构，通过机床回转加工孔背面，保证相应的尺寸、形状及位置精度。为此对机床回转精度要求较高。另外，此方法也适用于带有回转铣头的龙门铣床上孔背面的加工，加工后的工件精度同样受回转铣头定位精度限制。

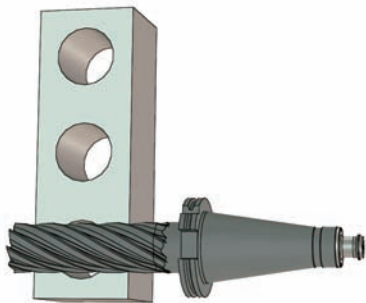


图3 圆柱形棒铣刀加工该孔背面

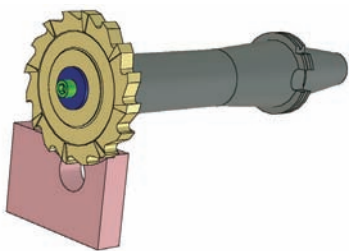


图4 交错齿三面刃铣刀加工孔背面

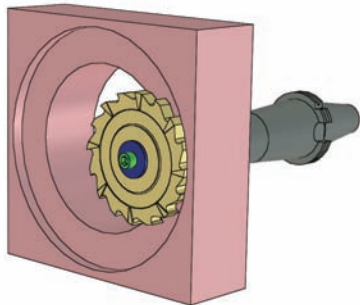


图5 交错齿三面刃铣刀行星铣该孔背面

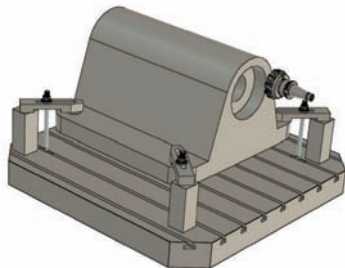


图6 带有数控转台的加工中心可以使用工作台回转加工孔背面

2. 径向可伸缩刀具的提出及使用方法

生产实践中，我们经常使用方法5在数控设备上加工孔背面。但由于受工件孔径及刀杆直径的限制，常会出现使用此方法加工不到位的现象。由此，我们提出了一种径向可伸缩刀具（见图7），在加工过程中加大刀具直径，以满足大部分工件的加工。

采用此刀具时，首先将径向伸缩刀夹收缩至刀具的最小端，将刀具置于孔内背面待加工部位，利用数控程序铣出收缩状态下能加工出的最大直径尺寸。刀具回退至孔心，使程序暂停。将扳手插入螺旋体内的扳手槽中，调节刀具，使伸缩刀夹放大到最大直径并旋紧伸缩刀夹，继续执行数控加工程序，完成对该背面的铣削。完成背面铣削后，刀具移至孔心，使程序暂停。将扳手插入螺旋体内的扳手槽中，调节刀具，使伸缩刀夹收缩到最小直径并旋紧伸缩刀夹。执行数控加工程序将刀具回退至工件外，完成对该背面的数控加工。径向可伸缩式背面铣刀的收缩与伸出状态如图8、图9所示。

3. 径向可伸缩刀具的特点及适用范围

刀具具有如下特点：①采用机夹可转位刀片作为切削用刀，刀具磨损后，刀片不需手工刃磨，更换、调整方便。②刀具采用端面螺纹调节刀夹的径向伸缩。原理简单，加工工艺性较好。③可实现对焊后热熔焊区工件材质不均及半瓦结构的断续等恶劣加工环境的加工，加工后的平面度及尺寸公差比较容易保

证。适用于数控镗、铣或数控加工中心上孔径较大，半径差较大的孔背面的加工以及非圆形孔（如矩形、三角形、梯形或其他孔径形状孔）背面的等距线形状的加工。

4. 结语

新刀具的提出，为今后加工类似工件提出了新的加工工艺方案，开拓了新的机械加工思路，同时也为分厂军、民品生产工作贡献出自己的力量。

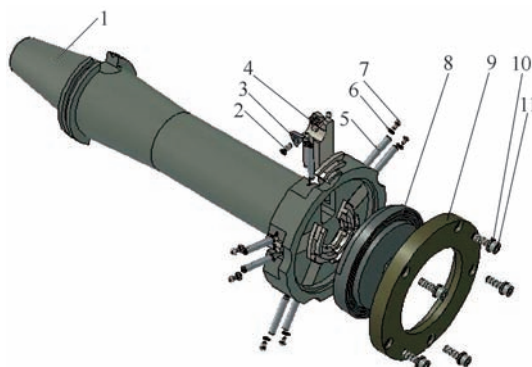
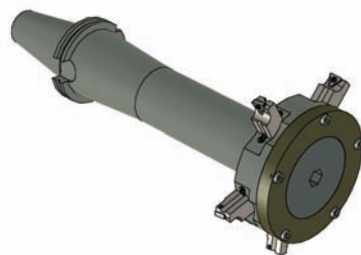


图7 径向可伸缩式背面铣刀

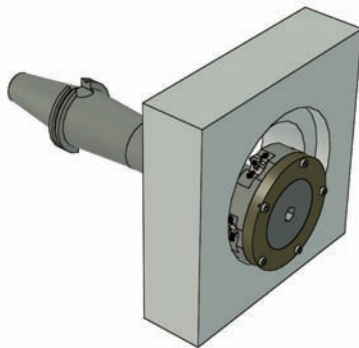
- 1.刀杆 2.刀片锁紧螺钉 3.刀片 4.可伸缩刀夹 5.导向销 6.垫圈 7.导向销锁紧螺钉
8.螺旋体 9.压盖 10.垫圈 11.压盖锁紧螺钉



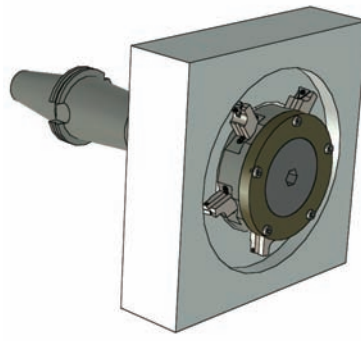
(a) 径向可伸缩式背面铣刀收缩状态



(a) 径向可伸缩式背面铣刀伸出状态



(b) 刀具收缩工作状态



(b) 刀具伸出工作状态

图 8

图 9

参考文献：

- [1] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW (收稿日期：20170620)