旋流槽数控加工技术

德州大陆架石油工程技术有限公司 （山东 253034） 敖竹青 熊新荣 潘天保

摘要：为解决旋流槽的加工难题，本文通过工艺加工试验，对数控加工技术进行了研究，包括刀具、加工参数及加工路径等的选择，从而确定了其数控加工方法。

1. 零件结构特点分析

某公司需要加工一批零件，材质为35CrMo，材料硬度为290～320HBW。该零件的体积较小，长、宽、高分别为50mm、60mm、6mm，类似成人手掌心大小；表面有凹槽，槽与槽之间的间隙为2mm，表面粗糙度值R_a=3.2μm。

加工该零件，因为材料的硬度较高，槽与槽之间的间隙较小，选择刀具时，其直径必须＜2mm，铣刀刀杆太细，强度不足，加工时会因扭矩过大而易使铣刀折断，且表面粗糙度要求严格，所以加工的难点是如何确定合适的切削参数，既要保证产品的质量，又要提高加工效率。综合上述因素，选择型号为VTC 200-CN的立式加工中心进行加工。

2. 工艺路线的设计

（1）加工工艺的设计。零件的加工工艺会直接影响加工精度和加工效率，制定合理的加工工艺和工艺措施是零件加工的关键。通过对零件的结构特点和加工难点进行分析，在充分考虑加工效率和加工质量的情况下，将铣工序的加工工艺分为粗铣、半精铣、精铣和清根，具体为：粗铣上表面→半精铣各槽，槽宽和槽深分别留量0.2mm→精铣各槽，槽宽和槽深加工至成品尺寸→清根，消除槽间和槽底的圆弧。

（2）加工刀具的选择。粗铣上表面时，由于被铣掉的区域较大，因此采用常用的ϕ63mm平面盘铣刀，以提高加工效率；半精铣时，根据槽宽的要求，选择山特维克型号为R216.24-06050BCC10P 1640的ϕ6mm立铣刀（见图1）；精铣和清根时，为进一步提高槽的表面质量并去除圆角，选择山特维克型号为IP230-0150-XA 1630的ϕ1.5mm立铣刀（见图2）。

图1 半精铣刀

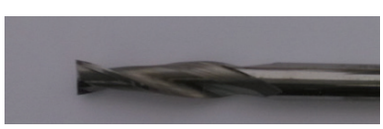

图2 精铣刀

（3）夹具的解决方法。由于该零件体积较小，在铣旋流槽时，装夹很难实现，因此采取以下简单有效的方法：首先选用直径、长度合适的符合硬度要求的圆钢，然后将三爪自定心卡盘平行放置，采取立铣的方式，在圆钢上铣旋流槽，待铣完后，再进行线切割，最后进行平面磨。这样就不需要设计专用夹具，轻松解决了装夹问题，并降低了成本。

（4）数控程序的设计。程序设计是基于UG NX 6.0版本，该旋流槽的铣削方式为型腔铣。在进行程序设计时，需要特别注意的是：①切削模式需选择跟随部件分层切削模式，并采用顺铣，且选用深度优先原则。②进刀方式采用从工件边缘向内圆弧进刀的方式。③退刀方式采取直接退刀的方式，以提高加工效率。

在规划加工路径时，要遵守3方面原则：①安全的加工路径，保证刀具切削加工的正常进行。②规划适当的加工工艺路径，以满足加工零件的尺寸精度和表面质量要求。③规划最短的加工路径，减少走刀时间，以提高加工

效率。

综合以上内容，确定了如图3、图4所示的加工路径。

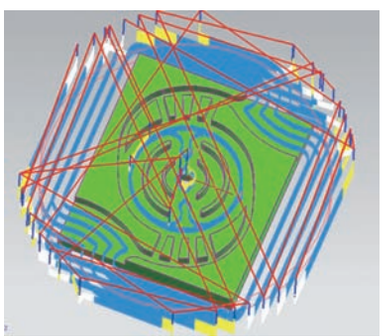

图3　半精铣加工路径

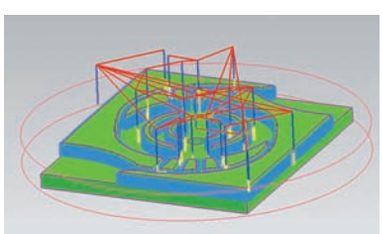

图4　精铣加工路径

（5）切削用量的优选。切削用量的选择原则是：保证零件的加工质量（如精度和表面粗糙度）的前提下，充分发挥刀具的切削性能和机床的性能，最大限度地提高生产效率和降低生产成本。

根据旋流槽的内部特征，切削用量的确定采取“小步快走”的方法，即采用高转速、小吃刀量和快进给的方式进行加工，有利于改善刀具、机床和工件的受力状况，减少刀具破损，提高表面加工质量。

通过一系列的试验和论证，获得了如表1和表2所示的试验数据，最终确定如表3所示的切削用量。

3. 结语

通过工艺试验可以得知，使用数控铣床加工该形状的旋流槽能很好地保证零件的精度、尺寸要求和技术条件。该加工方法及采用的切削参数，可为类似零件的加工提供借鉴。

表1　半精铣试验数据

主轴转速n/（r·min^{-1}）	进给速度v_c/（r·min^{-1}）	铣削宽度a_e/mm	铣削深度a_p/mm	表面粗糙度值R_a/μm
1 000	18	5.0	0.8	6.5
1 200	23	5.0	0.8	5.0
1 500	28	4.0	0.6	4.0
1 600	30	4.0	0.6	3.2
1 700	32	4.0	0.5	3.0
1 800	34	4.0	0.5	2.8

表2　精铣清根试验数据

主轴转速n/（r·min^{-1}）	进给速度v_c/（r·min^{-1}）	铣削宽度a_e/mm	铣削深度a_p/mm	表面粗糙度值R_a/μm
2 600	12	1.0	0.2	5.0
2 800	13	1.0	0.2	4.5
3 000	14	1.2	0.1	3.2
3 200	15	1.2	0.1	3.0
3 600	17	1.2	0.15	3.6
4 000	19	1.2	0.15	3.4

表3　铣削切削用量的选取

切削用量	半精铣	精铣清根
主轴转速n/（r·min^{-1}）	1 600	3 000
进给速度v_c/（r·min^{-1}）	30	14
铣削宽度a_e/mm	4.0	1.2
铣削深度a_p/mm	0.6	0.1

参考文献：

[1] 刘会敏，田海文，张莹.多头旋流槽数控加工技术研究[J].中国科技博览，2013（28）：282.

[2] 陈燕春.数控铣削加工中切削参数确定的研究[J].机电工程技术，2006（12）：21-24.

MW（收稿日期：20160307）

专家点评

文章中的工件，毛坯形状较规整，带有一些较复杂的槽型，如果用手工编程的方法，需要进行繁琐的坐标点位计算，显得很繁琐。该类工件很适合用UG、MASTERCAM等编程软件自动生成程序，显得轻松、快捷。该文在工件材料、刀具、装夹方式、切削参数、编程软件设置以及切削方式等方面都做了介绍，对读者来说具有一定的借鉴意义。

欢迎关注“机工机床世界”

“机工机床世界”是金属加工杂志社旗下微信订阅号，定位于介绍机床产品、机床技术、机床使用技巧等，扫描二维码添加关注，查看历史消息即可阅读。