防爆电动机格兰头内孔螺纹断屑问题及解决方法

李勇浩，夏青，吴小桐，唐德林，于博文
抚顺煤矿电动机制造有限责任公司　辽宁抚顺　113122

摘要：以不锈钢材质防爆电动机的格兰头为例，针对车削内孔螺纹时断屑困难，以及长切屑刮伤螺纹表面、挤碎刀片等问题进行原因分析和工艺创新，通过改善螺纹进刀方式和数控加工程序，将波动原理应用到螺纹车削中，配合改进后的侧向进刀切削方法，实现最佳切屑控制，很好地解决了难题。

关键词：防爆电动机；格兰头；数控编程；螺纹车削；断屑；侧向进刀

1　序言

图1所示为不锈钢材质防爆电动机的格兰头。在车削内孔螺距时，很难解决断屑问题[1]，过长的切屑不但会刮伤螺纹表面，而且还有将孔内刀片挤碎的风险，同时长切屑缠绕在机械手、夹头、刀具和零件上，也可能卡在输送带中，不但会损坏机床，影响生产效率，更有伤到操作人员的风险。由此可见，进行螺纹车削时，成功的切屑控制是确保零件精度的关键。本文通过工艺创新，将波动原理应用到螺纹车削中，配合改进式侧向进刀的加工策略，较好地解决了此类问题。



图1　防爆电动机的格兰头

2　常用的螺纹加工方法

2.1　螺纹进刀方式

1）径向进刀（直进刀）如图2所示，是最常用的进刀方法，也是唯一一种可在许多非数控车床上使用的方法。其优点在于能够产生难以形成及控制的坚硬的V形切屑，刀片的两个后刀面磨损均匀，

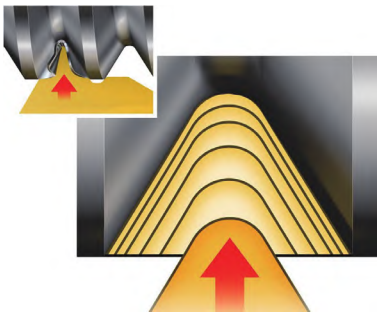


图2　径向进刀

适用于小螺距工况。但是，由于刀片的刀尖暴露于高温中，很大程度上限制了可能的进刀深度，大螺距工况下存在振动风险且切屑控制差，故断屑槽型的刀片不适合径向进刀[2]。

2）改进式侧向进刀（见图3）为首选方法，可确保最长刀具寿命和最佳切屑控制。大多数数控机床都针对该方法进行了预编程，进刀方式略微经过改进（有角度），以避免刀片切削刃剐蹭零件表面。这种进刀方式的优点在于：适用于所有螺纹车

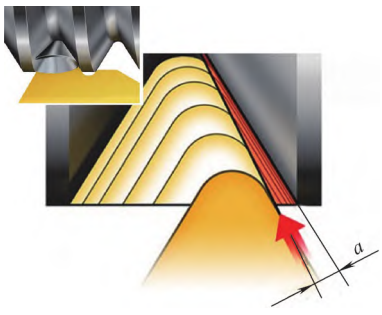


图3　改进式侧向进刀

削工序和刀片类型；切屑更厚，但由于其仅在刀片的一侧产生，因此使切削变得更简单；由于传递给刀片的热量较少，因此需要较少的走刀；可用于两个螺纹面（反向侧向），以沿着最佳方向引导切屑；改进式侧向进刀适合更大的螺纹车削，可消除振动问题[3]。

3）交替式进刀如图4所示，是加工较大螺纹牙型的首选（推荐用于＞5mm螺距）。这种进刀方式的优点在于：在加工非常粗的螺纹时，可确保均匀的刀片磨损和最长的刀具寿命。缺点在于：切屑被双向引导，从而使切屑的控制变得困难；需要使用特殊的数控机床程序。

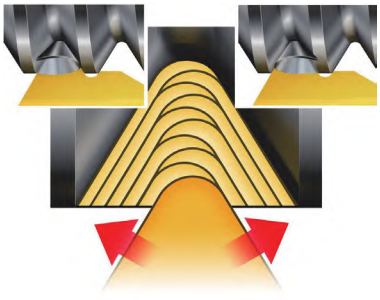


图4　交替式进刀

2.2　螺纹走刀深度

1）切削深度逐层递减（切屑面积不变）如图5所示，减少每次走刀的进刀深度，是改进加工结果的最常见方法，也是所有螺纹车削工序的首选。保持第一次走刀进给量，将最后一次走刀的进给量保持为约0.07mm。确保均匀的刀片负载和更加“均衡”的切屑区域[3]。

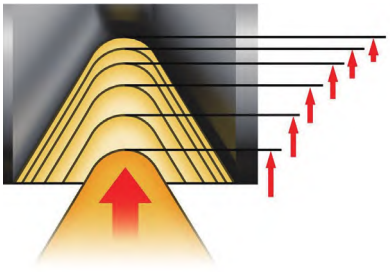


图5　切削深度逐层递减

2）切削深度恒定，无论走刀次数如何，每次走刀的切削深度都相等（见图6）。这是一种生产率较低的方法，其优点在于：能够提供更好的切屑控制。缺点在于：会增加所需的走刀次数，对刀片的要求更高，不适合螺距＞1.5mm的螺纹。

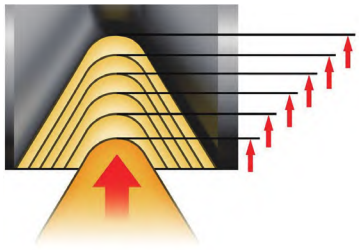


图6　走刀切削深度相等

3　改进后的加工策略及NC程序

波动式螺纹车削是指在应用切削深度逐层递减及改进式侧向进刀加工策略的基础上，通过刀具路径波动式往复加工，从而在螺纹车削应用中实现切屑可控的方法。采用这种独特的加工方法，能够使所有走刀实现反复断续切削，除了最后一次走刀[2]。波动式车削螺纹如图7所示。

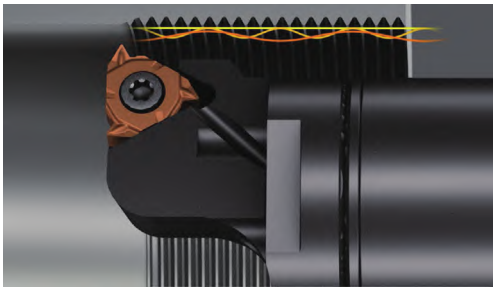


图7　波动式车削螺纹

零件材质为304L奥氏体不锈钢，螺纹型号为M66×1.5mm，螺纹长度60mm。波动式车削螺纹的刀路如图8所示，NC程序见表1。

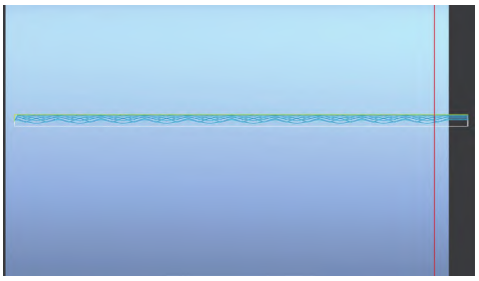


图8　波动式车削螺纹的刀路

4　加工效果对比

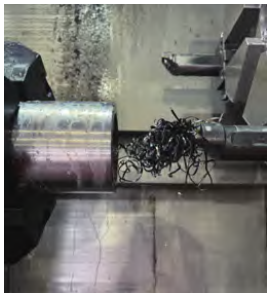
常规的改进式侧向进给车削和波动式车削两种螺纹车削方法的加工效果对比如图9所示。采用常规的改进式侧向进给方法，断屑困难，切屑如图9a所示，螺纹表面可以看到振动痕迹（见图9b）。采用波动式螺纹车削技术，不但有良好的切屑控制（见图9c），而且螺纹表面无振动痕迹（见图9d）。

表1　波动式车削螺纹的NC程序

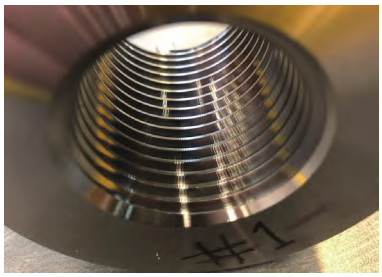
T0101	调用1号刀具
G97 S557 M03	主轴正转转速557r/min
G0 X64.748 Z10.000 M8	安全高度，切削开始
(PASS:1)	波动式车削螺纹第1刀
Z3.000	
#1=0	
X66.564 F1.500	
N10#1=#1-3.	
#2=#1-6.	
G32 X66.564 Z0.000 F1.500	
G32 X65.480 Z#1 F1.500	
G32 X66.564 Z#2 F1.500	
IF[#2GE-60]GOTO10	
G0 X64.748	
(PASS:2)	波动式车削螺纹第2刀
Z2.897	
#1=0	
X66.936 F1.500	
N20#1=#1-1.5	
#2=#1-3	
G32 X66.936 Z0.000 F1.500	
G32 X65.884 Z#1 F1.500	
G32 X66.936 Z#2 F1.500	
IF[#2GE-60]GOTO20	
G0 X64.748	
……	第3～6刀的程序以此类推
(PASS:7)	正常车削螺纹第7刀，切除波动式车削留下的波峰、波谷
Z2.602	
X67.850 F1.500	
G32 X67.850 Z-60. F1.500	
G0 X64.748	安全高度
M30	程序结束

5　结束语

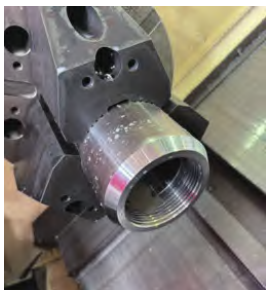
通过改善螺纹进刀方式和数控加工程序，制定波动式车削螺纹加工策略，很好地解决了防爆电动机格兰头内孔螺纹车削中的断屑难题。实践证明，该方法适用于黏性材料的螺纹车削，能够实现良好的切屑控制，在生产中具有较高的实用价值。



a）常规车削方法加工时的切屑情况



b）常规车削方法加工的螺纹表面



c）波动式车削孔内切屑情况



d）波动式车削加工的螺纹表面

图9　两种螺纹车削方式对比

参考文献：

[1] 王瑞敏，张新春，李琼. 隔爆型电动机接线盒防爆电缆密封接头引入装置问题探讨[J]. 电气防爆，2009（2）：14-20.

[2] 李寒荣，刘建伟. 基于G74指令车削难加工材料深盲孔[J]. 金属加工（冷加工），2019（S2）：235-236.

[3] 徐晓翔，储晓猛. 基于函数的数控宏程序编制与应用[J]. 机械研究与应用，2022（2）：211-213.

MW 20240825