

数控深孔钻三级钻孔技术应用

■ 中国电科集团第38研究所 (安徽合肥 230088) 郑 杰 何章峰 王昌伍

摘要：本文提出了三级钻孔的新方法，成功解决了孔深径比超过100的深孔加工难题。

1. 基本概述

深孔钻削是指孔深和孔径比大的孔加工，正常钻削技术所生产的孔，其孔深极少超过5倍直径，而在深孔钻削中，此比例可高达150:1，并且，任何孔深大于5倍直径的孔都应称为深孔。钻削的基本原则：应用和纠正切削速度与进给的选择，切削良好的断屑和排屑性能，同时不损坏刀具和工件。对于孔深孔径比大于5的深孔，必须保证一钻到底，不能中途退出，切削液能顺利地流进钻头的切削刃处，并能保证顺利排屑。深孔钻削加工钻头进入工件时，是在半封闭条件下工作，因此受到较多限制：不能直接观察到刀具切削情况；切削热不易传散，必须采用强制有效的冷却方式；排屑困难；钻杆需要足够的刚性。深孔加工注意问题：切屑处理问题，冷却润滑，合理导向。

枪钻（见图1）的钻柄是空的，由内外部供应的切削液流经钻头内输送管，并强行流经切削头内的孔。钻柄外侧有一个沿着长度方向的V形槽，切削液携带切屑通过此V形槽，并经过钻头

外侧，最终切屑从孔中排出。枪钻可应用于普通加工中心，但是需要高压力的切削液。

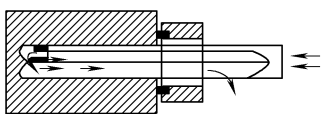


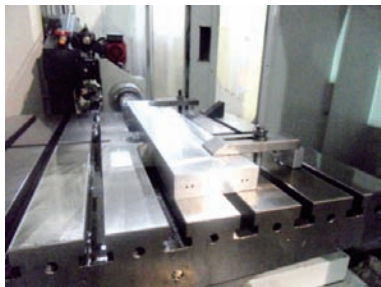
图1 枪钻系统示意图

2. 任务来源

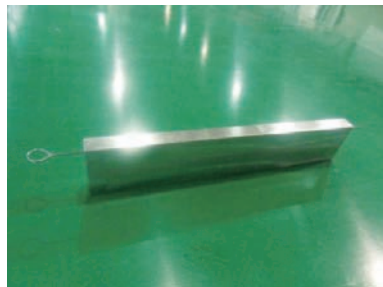
某壳体零件（见图2）有两个直径4mm、1个直径5mm且深度都超过700mm的深孔。普通设

备无法加工，必需使用专用的深孔加工设备。这就要用到深孔专用加工设备——数控深孔钻床。数控深孔钻机床是专门用于深孔加工的数控设备，加工的孔径小、深度大，孔径与孔深比达到1:100，一般的数控设备无法完成。

数控深孔钻机床（见图3）是专门用于深孔加工的数控设备，加工的孔径小、深度深，径深比



(a)



(b)

图2 深孔零件



(a)



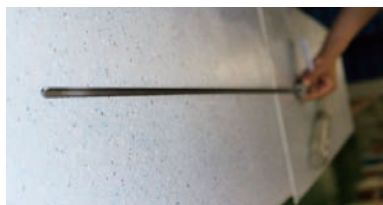
(b)

图3 数控深孔钻

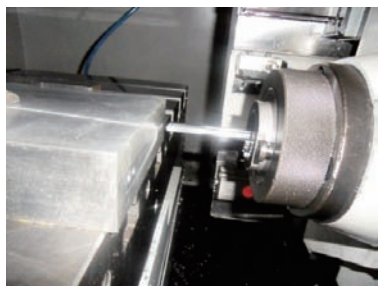
达到近1:100,一般的数控加工设备无法完成。数控深孔钻工作原理是采用不对称切削加工,不需传统的中心钻来完成定位要求。

3. 解决方案

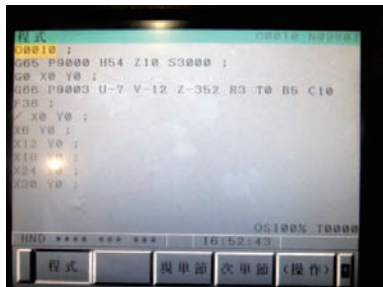
数控深孔钻床于2008年5月投入使用后(见图4),经过反复试验,1个深孔加工动作宜采用“三级加工法”:定位钻削、导向钻削及正常钻削,称为“三级钻孔技术”。三级钻孔需要根据不同的钻孔深度采用不同的切削速度,目前机床自带的数控钻孔指令只能完成1个钻孔深度和1个切削速度,如何使用常用的钻孔指令来实现三级钻孔,可分两种方法:①手动干预:根据不同的



(a) 深孔钻头



(b) 数控深孔钻床加工



(c) 数控深孔钻程序

图 4

钻孔深度,人为的手动来进行调节切削速度。②重复进给:对同一个孔分别进行编制3个钻孔程序,指令不同的钻孔深度和切削速度,进行重复操作。

4. 改进方法

对于上述两种方法的弊端,通过查阅机床说明书,使用“头脑风暴法”,提出各种解决方案。最终采纳开发一个三级阶梯钻削指令方案。分别赋予三级深度与三种不同速度,通过参数化、智能化及人性化设计,省去手动干预的繁琐与重复进给所浪费的时间。

(1) 格式。G65 P9003 U-10 V-30 Z-375 B5 C10 F40 R3 T0 (或 T1)

X__Y__

...

G67

M30

(2) 参数。第一钻孔深度U,第二钻孔深度V,最终钻孔深度Z,一级钻孔速度B,二级钻孔速度C,最终钻孔速度F,钻孔初始点R, T₀钻不通孔, T₁钻通孔。

(3) 使用说明。①程序必须指令Z(最终钻孔深度)、F(最终钻孔速度)、R(钻孔初始点)、T₀(钻不通孔)或 T₁(钻通孔),否则出现提示报警(9001)。②钻孔初始点<第一钻孔深度<第二钻孔深度<最终钻孔深度,即R>U>V>Z,否则出现提示报警(9004)。③一级钻孔速度<二级钻孔速度<最终钻孔速度,否则出现提示报警(9004)。④如不使用第一钻孔深度U和第二钻孔深度V时,可

直接使用最终钻孔深度Z来完成钻孔。⑤当指令第一钻孔深度U时,必须指令一级钻孔速度B,否则出现提示报警(9004)。⑥当指令第二钻孔深度V时,必须指令二级钻孔速度C,否则出现提示报警(9004)。⑦当只使用两级深度钻孔时,只能使用深度U、Z,否则出现提示报警(9004)。

(4) 实施结果。两种方法对比发现,方法一使操作者的劳动强度增大,操作者要始终关注机床状态进行手动调整,操作不够准确,失去了数控加工自动化的意义;方法二对相同一个孔进行多次加工,多次重复定位,机床增加了孔位置度误差和重复加工周期。

5. 结语

该项钻孔技术智能化、调节性强,可根据产品的工艺要求、材料性能进行调节,适应于各类FANUC数控机床钻孔,为解决深孔加工提供了较好的方案。

参考文献:

- [1] 杨顺田,杨天雄,彭美武.深孔钻断排屑机理与变切深加工数控宏程序研究[J].组合机床与自动化加工技术,2012(4):80-83.
- [2] 贺书乾.深孔镗削加工振动稳定性及防振技术研究[J].中北大学学报(自然科学版),2008(4):25-28.
- [3] 胡占齐,赵武,缪磊.BTA深孔加工中流体力引起的钻杆涡动的研究[J].机械工程学报,2005(1):47-49.

MW (收稿日期:20160112)