

铸铝薄壁件高速钻深孔技术研究^{*}

张 辉, 杨继平, 王君平

(航天机电集团公司 31 所, 北京 100074)

摘 要: 为解决铸铝薄壁件进气机匣的深孔加工, 针对麻花钻加工深孔的难点, 在加工中心上研究了用枪钻和 GT 深孔麻花钻高速加工深孔的方案和工艺参数, 并探讨了雾化高压气体强制排屑加工深孔的技术, 获得了典型薄壁箱体零件的高速钻深孔的经验。

关键词: 铝铸件; 薄壁结构; 钻孔; 深孔加工; 排屑

中图分类号: V232.6; T52

文献标识码: A

文章编号: 1001-4055 (2001) 06-0526-03

Technologies on high speed drilling deep holes of cast aluminium thin wall piece

ZHANG Hui, YANG Ji-ping, WANG Jun-ping

(The 31st Research Inst., Beijing 100074, China)

Abstract: To drill deep holes of thin wall work-pieces, many methods and technology parameters of high speed manufacturing deep holes with gun drills and GT drills on a machine center were investigated. Drilling deep holes with twist drill was solved. Technologies of conveying swarf and chip during deep hole drilling with high pressure gas and high speed drilling deep holes on thin wall work-pieces were achieved.

Key words: Aluminum castings; Thin walled structure; Drilling (machining); Deep hole drilling; Chip removal

1 引 言

某弹用发动机的进气机匣是由内外环和三根幅条构成的双环套薄壁箱体, 材料为变形铸造铝合金 ZL114A-T5, 最大长度 117 mm, 外环最大直径 300 mm, 内环直径 150 mm, 壁厚 3.5 mm, 幅条的最大厚度 18 mm。三根幅条上有深径比大于 10 的孔十余个, 孔径在 4 mm~14 mm 之间, 孔的形位精度要求高。

用麻花钻加工深孔, 随钻孔深度的增加, 存在不易容屑、排屑, 钻孔易偏歪, 钻杆易折断等问题, 需频繁退刀方能完成深孔加工, 生产效率低。用先在加工中心上加工导向孔, 再在坐标镗床上加工到位的深孔加工方法, 不但增加了工序而且加工效率极低。本文针对上述问题, 研究了高速加工深孔的有关技术。

2 在加工中心上用枪钻加工深孔

枪钻即单刃外排屑深孔钻, 因用于加工枪孔而得

名, 钻削直径 3 mm~20 mm 的孔效果较好。双刃枪钻即双刃外排屑深孔钻, 结构对称, 两个切削刃位于两个导向块之间, 两条排屑槽, 便于平衡切削力, 增大切削流量, 分屑方式方便可靠, 产生的切屑细而窄, 成条状, 切削变形小, 容易断屑和排屑。双刃枪钻的钻头结构如图 1 所示^[1]。

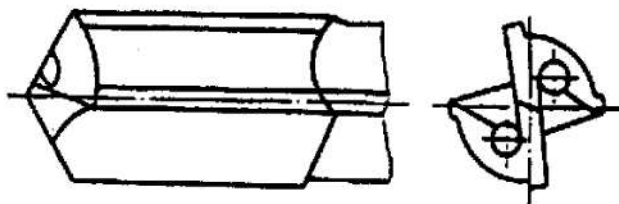


Fig. 1 Structure of two-edged gun drill

2.1 枪钻在加工中心上的安装

进气机匣在加工中心上一次装夹完成三根幅条

^{*} 收稿日期: 2001-04-18; 修订日期: 2001-06-14。

作者简介: 张 辉 (1971—), 男, 硕士, 助理工程师, 研究领域为机械零部件特种加工。

上的所有孔加工,以保证位置度一致。在加工中心和镗床上分两步完成深孔加工,则不能保证位置精度。

英国 Bridgeport 公司的 VMC1000 四轴联动加工中心主轴刚性好、振动小、功率大、主轴转速高、进给稳定可调,配置有中心冷却系统。这些条件能基本满足枪钻加工的要求,但还要解决主轴和枪钻的冷却系统合理联接和钻孔的导向。

用空心顶尖接枪钻,在顶尖上开密封槽,用 O 形密封圈把顶尖和空心夹柄联接起来,拧紧夹柄,这就解决了切削液内部冷却问题。切削液从钻头喷出,起到强制冷却和排屑的作用。夹柄和枪钻联接的示意图如图 2 所示。

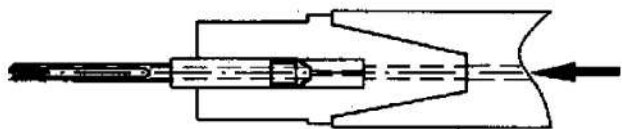


Fig. 2 Gundrill holding modules in machining center

枪钻专用机床都有导向装置来保证深孔加工直线性,防止枪钻振动、偏摆,提高深孔加工的精度。进气机匣上的深孔深径比在 7~25 之间,孔径在 4 mm~14 mm 之间,枪钻的钻杆长度小于 150 mm,枪钻本身的刚度能满足加工要求。所以在加工深径比小于 25 的深孔时不用专用导向装置,先用麻花钻加工深度为孔径 2~3 倍的孔作为导向孔,这个孔起到专用机床上的导向装置的作用,然后再换用枪钻加工到位。

用联接枪钻的方法把空心夹柄和双刃枪钻联接起来,同样可实现深孔加工。加工深径比小于 20 的深孔可以不用导向装置,也不用导向孔,象麻花钻一样完成孔加工,操作简单,使用方便。双刃枪钻的加工效率高于单刃枪钻。考虑到钻杆强度,双刃枪钻一般用于孔径大于 6 mm 的深孔。

2.2 枪钻加工深孔参数的确定

(1) 枪钻加工深孔切削参数的选择:枪钻加工切削用量与切削过程和切屑的形成有关,同时也与被加工零件材料、精度要求和机床的特性有关。在 VMC1000 加工中心上用德国 Guhring 公司的枪钻加工进气机匣的深孔,研究得出较合理的直径与进给量对应关系,如图 3 所示。

高的切削速度也受到钻头耐用度和机床转速的限制。在 VMC1000 加工中心上用 Guhring 公司的枪钻加工进气机匣的深孔,较合理切削速度在 100 m/min~150 m/min 范围内。

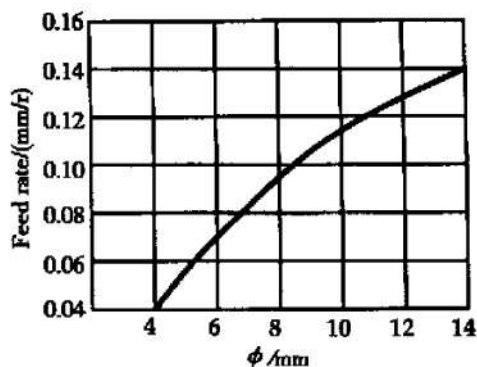


Fig. 3 Feed rate cutting of gundrill

(2) 枪钻加工深孔切削液的流量 V 和压力 p : 在深孔加工中切削液除了具有冷却和润滑作用外,还必须具有一定的压力和流量,才能将切削液输送到切削区域,起到冷却润滑、降低切削温度和强制断屑的作用;才能将切屑从切削区、刀槽、切屑刃,向刀具后方或向刀具前方冲掉,保证切屑正常排出。为了获得最佳表面粗糙度,所需的冷却润滑液的工作压力往往高于正常的排屑压力,并且保持压力恒定。枪钻直径与冷却液的压力和流量的选择如图 4 所示。

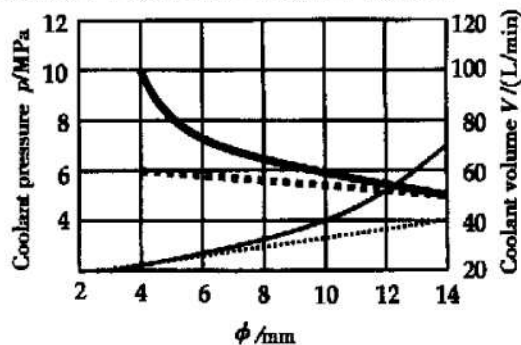


Fig. 4 Coolant pressures and volumes for the application of gundrills and two edged gundrills

— p gundrill --- V gundrill
 — p two edged gundrill V two edged gundrill

由图 4 中看出压力随孔径减小而增大,流量随孔径增加而增加。在实际加工中,压力和流量随钻孔深度增加而增大。双刃枪钻的切削速度和进给量可参照单刃枪钻的加工参数,冷却液的压力小于单刃枪钻,流量比单刃枪钻大 1/3 左右。

2.3 枪钻加工深孔的结果

由于加工中心是全封闭式加工,所以没有设计防切屑和切削液喷溅的装置。枪钻加工深孔的切屑截面为月牙形细长条碎屑,长度约等于枪钻的半径,宽约 0.5 mm,小而均匀,类似铣屑。在枪钻加工进气机匣深孔时把手放到加工中心挡门玻璃上,感觉到机床振动轻微而均匀,钻削声音轻微均匀,切削液喷出稳定,由这些外观现象推出枪钻加工深孔比麻花钻加工

深孔切削轻快省力。枪钻加工盲孔的底孔剩有向孔口方向凸起的定位锥型凸台, 双刃枪钻加工的底孔类同麻花钻。经测量枪钻加工进气机匣的深孔引起的内环端面变形量明显小于麻花钻加工深孔引起的变形。加工进气机匣深孔的精度为 $IT = 7 \sim 9$, 钻孔表面粗糙度为 $Ra = 1.6$, 加工结果满足设计要求。

由于枪钻加工深孔可一次进刀加工到位, 比用普通麻花钻加工深孔的效率要高得多, 例如: 在镗床上用麻花钻反复退刀加工 $4 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 的深孔用 $40 \text{ min} \sim 60 \text{ min}$, 在加工中心上用枪钻加工仅用 $6 \text{ min} \sim 7 \text{ min}$, 整个进气机匣的深孔加工周期缩短 10 h 。直径大于 8 mm 的深孔用双刃枪钻加工效率更高。

2.4 应注意的问题及处理方法

在加工中心 VMC1000 上用 Guhring 公司的枪钻加工进气机匣的深孔, 积累了以下经验: (1) 单刃枪钻加工深孔必须有导向孔, 导向孔与枪钻的同轴度不得大于 0.05 mm 。(2) 开始切削时走刀量要小, 待自动定心平稳后加大走刀量。(3) 如发现振动逐渐增大, 应立即减小走刀量, 或停机退刀, 及时排除故障。(4) 切屑不折断或产生时断时续现象是切削刃上的切削瘤引起的, 要增大切削液的压力。(5) 钻削过程中发现切屑杂乱或堵塞, 必须停机退刀, 及时排除故障。(6) 孔加工到位后必须停止刀具旋转, 然后退刀。

3 深孔麻花钻加工深孔

枪钻加工深孔需要专用机床, 为适应在通用设备上完成深加工, 国内外研制出多种深孔麻花钻^[1~3]。在 VMC1000 加工中心上用 Guhring 公司的 GT 深孔麻花钻可以完成进气机匣中所有深孔的加工。GT 钻头比普通麻花钻的螺旋角大, 容屑空间大, 钻头刚性好, 可以一次加工出深径比小于 15 的深孔, 对于深径比大于 15 的深孔则可以反复退刀加工到位, 退刀次数比普通麻花钻少得多, 且不用人工清理钻头上的切屑。GT 钻头钻孔的切屑为窄而厚的月牙形碎屑, 切屑长度略小于钻头半径, 宽度约 $0.5 \text{ mm} \sim 1 \text{ mm}$, 切屑均匀, 排除较为顺畅。在用 GT 钻头加工进气机匣深孔时把手放到加工中心挡门玻璃上, 感觉到机床振动轻微, 听到钻削声音轻微均匀, 由这些外观现象推出 GT 钻头加工深孔比普通麻花钻加工深孔切削轻快省力。GT 钻头的加工结果能满足设计要求。GT 钻头的切削用量可参照普通麻花钻的切削用量, 加工原理类同普通麻花钻。

4 雾化气体强制排屑加工深孔

英国 Hammond 公司的 VENTEC 深孔钻系统由气体雾化装置和换向专用夹头接枪钻组成。这种加工技术不需要专用机床, 只需在原有通用机床的基础上配置这一系统即可。CNC 加工中心安装 VENTEC 深孔钻系统示意图如图 5 所示。

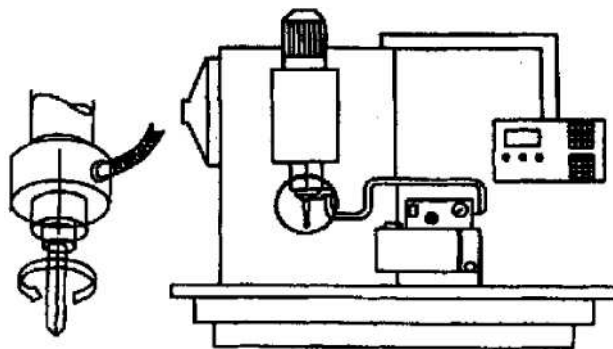


Fig. 5 CNC machining center and deep hole drilling system VENTEC

用这一系统加工孔的表面粗糙度达 $Ra = 0.5 \sim 0.8$, 加工精度达 $H = 8 \sim 9$, 偏心度达 $1/1\,000 \sim 1/2\,000$ 。VENTEC 深孔钻系统的雾化装置安装在加工中心内部, 占用空间小, 安装使用简便, 车间现有条件基本满足本系统配置的要求。加工过程同单刃枪钻一样。内冷气体插头既插即用, 可手工完成。专用雾化深孔加工刀具的排屑槽比普通枪钻宽深, 加工结果能满足涡喷发动机进气机匣的技术要求。

5 结 论

在 CNC 加工中心上用枪钻、深孔麻花钻钻深孔技术已经成功地完成了某弹用涡喷发动机进气机匣的深孔高速加工, 雾化气体强制排屑高速钻深孔技术也将用于该零件深孔加工。这些深孔加工技术可移植在车、铣、钻、镗和其它数控加工中心上, 投资小, 见效快, 生产效率高, 经济效益可观, 具有推广价值。

参考文献:

- [1] 王世清主编. 孔加工技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992.
- [2] 曹正铨著. 钻头的数学模型与钻削试验研究[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1993.
- [3] 苑希昌, 张荣珍主编. 新工艺新技术选编[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1994.

(编辑: 梅 瑛)