

# 枪钻在车床上的深孔加工技术分析

郭辉,肖彬,袁小兵,刘伟

中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司

**摘要:** 使用枪钻在车床上进行深孔加工,企业不但可以有效减少枪钻、深孔设备的投入资金,而且还能嫁接应用到加工中心。枪钻在车床上的应用技术主要涉及枪钻夹持方式、找正方法、技术要领等,并分析了枪钻的一般失效模式及解决策略。在车床上配合油雾脉冲发生器再采用枪钻加工所得的工件具有良好的孔位直线度、同轴度、尺寸精度和表面光洁度,该技术特别适合在大、中、小机械加工企业进行推广,且具有良好经济效益。

**关键词:** 枪钻;深孔加工;车床

中图分类号: TG52;TH162

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.1000-7008.2019.01.026

## Analysis of Deep Hole Machining Technology for Gun Drilling on Lathe

Guo Hui, Xiao Bin, Yuan Xiaobing, Liu Wei

**Abstract:** The technology of deep hole machining in lathe can not only reduce the investment of enterprise gun drill and deep hole equipment, but also be grafted and applied to processing center. The application technology of gun drill in lathe mainly involves the holding mode, finding the correct method, technical essentials and so on. With oil fog pulse generator on the lathe, the workpiece with gun drilling has good hole straightness, coaxial, dimension precision and surface finish. The technology is especially suitable for promotion in large, medium and small machining enterprises, and has huge social and economic benefits.

**Keywords:** gun drilling; deep hole processing; lathe

## 1 引言

作为理想的深孔加工解决方案之一,枪钻可获得精密的加工效果,加工出来的孔位直线度、尺寸精度、同轴度和表面光洁度较高,可解决各种形式的深孔、交叉孔、盲孔及平底盲孔的加工问题,被广泛应用于汽车工业、航天工业、医疗器材工业、刀具/模具行业、建筑业、油压、空压工业等领域。主要用于在具有高压油冷系统的枪钻专用机床上钻削加工直径小于  $\phi 35\text{mm}$  的深孔工件。

生产中使用较为普遍的为直槽枪钻。根据枪钻直径,结合其传动部分、柄部和刀头的内冷却孔情况,分为整体式和焊接式两种类型。枪钻冷却液从后刀面上的小孔处喷出,该小孔通常为一两个圆形孔或一个单独腰形孔,加工工件孔径范围从  $\phi 1.5\text{mm} - \phi 76.2\text{mm}$ ,钻削深度与长径比可达 100:1。虽然枪钻每转进给量低,但与传统麻花钻相比,其每分钟进给量较大,加工效率和质量较高。

## 2 枪钻常见的回转模式和夹持方式

枪钻常见回转模式主要有:由机床主轴带动刀具旋转、刀具与工件逆向旋转和刀具固定而工件旋

转(见图 1),枪钻在车床上的深孔加工技术采用枪钻固定、工件旋转的模式(见图 2)。

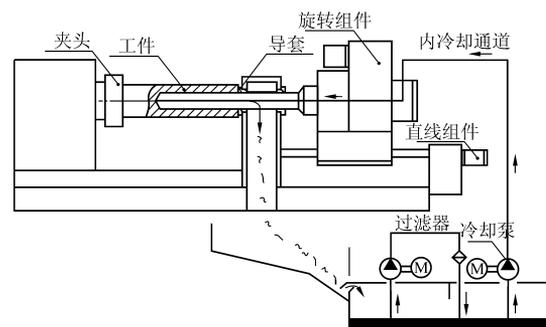


图 1 常规枪钻系统

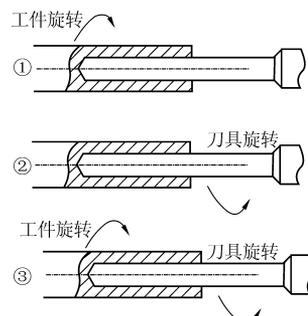


图 2 枪钻回转模式

枪钻安装在自制的带有冷却液快换接口的简易 T 型刀座组件上(见图 3),该刀座组件主要由 T 型基座、锁紧螺母、锥柄套筒和冷却液快换接头四部分组

成。T型基座内孔装1:15锥柄套筒,通过侧壁螺旋纹径向压紧在枪钻刀柄V型缺口部位,伸出耳片装在机床方刀架刀位处。

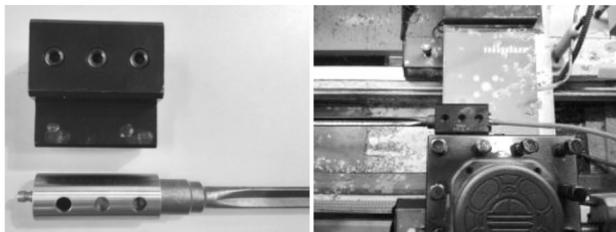


图3 简易T型刀座组件

### 3 枪钻在车床中的深孔加工技术

#### 3.1 枪钻在车床中的找正方法

根据工件外圆、内孔同轴度的不同要求,一般采用两种找正方法:①使用对刀仪测量刀具相关数据,试切调整刀具位置;②在加工中心百分表找正:在简易T型基座孔中装入一基准轴(见图4)。将百分表座吸附于车床卡盘上,调整百分表指针位于基准轴表面,用手缓慢拨动卡盘观察指针变化情况,并通过垫片手工调整Y轴方向位移值,X方向找校准棒两侧偏差值 $D_i$ ,中托板手柄调整值为 $|(D_i - D)|/2$ , $D$ 为校准棒直径。对同轴度无要求的工件孔,可直接在机床主轴插入一校准棒(与T型基座孔基准尺寸一致的校准棒),通过校准棒与T型基座孔的匹配关系找正调整。对于同轴度要求较高的工件,建议采用第二种找正方法。

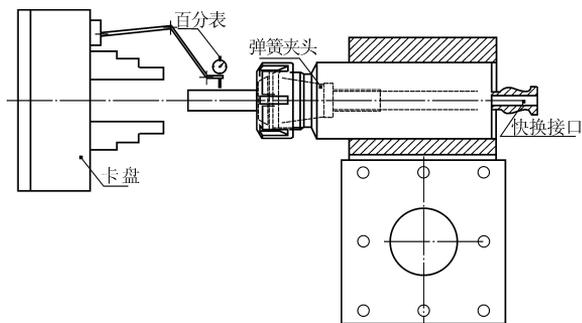


图4 百分表Y方向找正

#### 3.2 枪钻在车床中的技术要领

为将枪钻引进到车削加工中,考虑到枪钻切削刀旋向特点,采用枪钻不动、车床主轴逆时针旋转的加工方法(与刀具旋转方向相反,如使用加工中心时,主轴顺时针旋转)。枪钻在车床中适宜加工孔径为 $\phi 5\text{mm} - \phi 25\text{mm}$ 、深径比( $D/d$ ) $20:1 - 50:1$ 的工件,车床转速大于 $800\text{m}/\text{min}$ ,进给量 $0.04 - 0.10\text{mm}/\text{r}$ 为宜,切削液为油基水溶性冷却液。加工前一般采用顶角 $140^\circ$ 的钻头粗钻、精镗,制引导孔

(也可制作专用导向套替代引导孔),引导孔孔径控制在枪钻直径公差H7等级,孔深2-3倍孔径值。枪钻在进入引导孔时,需低速运转(刃部硬质合金枪钻刀具细长、柔性大,高速运转进入引导孔时易发生刀体折断或切削刃崩裂现象)。建议钻削过程中配合油雾脉冲发生器一同使用,它可以提供一个高压冷却环境,在加工过程中刀尖一直处于切削液雾化状态,并在工件内孔表面形成一层油膜,不但能减少刀具阻力和磨损,还能有效延长枪钻寿命,在改善工件表面质量情况下,起到油雾微润滑、排屑和冷却的作用。

实际加工时,枪钻夹持在锥柄套筒中,安装于车床方刀架上,油雾脉冲发生器导管由床尾引入,高压冷却液由枪钻中空钻杆内部到达枪钻头部进行微润滑冷却,同时高压冷却液将铁屑从工件内部沿钻杆外部的V型槽排出,整个钻削过程无需定期设置退刀排屑操作。如加工 $\phi 16\text{mm}$ 孔深 $280\text{mm}$ 的工件(见图5),刀具选用硬质合金枪钻,加工前在零件一端制深 $40\text{mm}$ 的 $\phi 16 + 0.020\text{mm}$ 导引孔,机床转速 $850\text{r}/\text{min}$ ,每转进给量 $0.06\text{mm}$ ,采用油雾脉冲发生器进行油雾微润滑,成品工件内孔尺寸 $\phi 16.01\text{mm} - \phi 16.03\text{mm}$ , $R_a 0.8 - 1.6\mu\text{m}$ 。

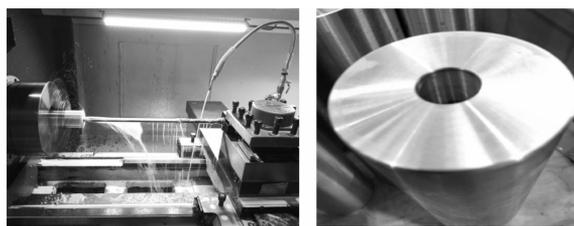


图5 枪钻在车床上加工实况及加工后工件内孔表面

#### 3.3 枪钻在车床上的失效模式

当枪钻与工件回转中心偏距过大时,钻尖易发生冲击,引起刀杆颤动,导致疲劳失效,严重情况造成刀尖碎裂;当引导孔与刀头间隙过大时,枪钻切削刃后角 $0^\circ$ ,侧刃切削材料过多,切削力过大引起侧刃破裂、刀具失效;当枪钻切削部分冷却不充分时,切屑大量堆积于刀具V型排屑槽中,刀具扭矩增大,易发生刀头与刀杆分离破坏故障。

为提高枪钻使用寿命和消除人为失效现象,应做好以下几点:①提高刀具安装的找正精度,保证枪钻与工件具有良好的同轴度;②控制引导孔(或导向套)同轴度、尺寸公差和表面粗糙度;③确保枪钻处于高压冷却环境,推荐在车床加工中配合使用油雾脉冲发生器;④根据工件材料选用合适的机床转速、进给量等切削参数。

# 基于经验模型铣削系统间接能效状态识别

袁键键, 邵华

上海交通大学

**摘要:** 为解决铣削系统间接能效状态识别的问题,对机床能效状态进行研究。通过研究铣床空载条件下主轴传动过程中的能效变化机理,建立了铣床主轴系统的能效模型。进行了空载试验,获取了新旧机床在不同转速条件下的系统输入功率,提取了信号特征,识别了机床间接能效状态。试验结果表明,基于建立的模型和提取的信号特征能够识别铣削系统的间接能效状态。这为绿色制造中的节能技术提供了依据,为智能在线监测拓展了新领域。

**关键词:** 间接能效;铣削系统;信号特征

**中图分类号:** TG54;TH162

**文献标志码:** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1000-7008.2019.01.027

## Indirect Energy Efficiency State Identification Based on Empirical Model for Milling System

Yuan Jianjian, Shao Hua

**Abstract:** In order to solve the problem of indirect energy efficiency identification of milling system, the energy efficiency state of machine tools is studied. The energy efficiency model of the milling machine spindle system is established by studying the energy efficiency change mechanism of the spindle transmission under the condition of no-load. No-load test is carried out to obtain the system input power of new and old machine tools under different rotational speeds. Signal characteristics are extracted to identify the indirect energy efficiency status of machine tools. The experimental results show that the indirect energy efficiency state of the milling system can be identified based on the established model and the extracted signal features. This will provide an evaluation basis for energy saving technology in green manufacturing, and expand a new field for intelligent on-line monitoring.

**Keywords:** indirect efficiency; milling system; signal feature

### 1 引言

铣削系统能效状态反映的是一种由直接能效和间接能效复合的多源能效状态。工件、刀具状态以

及切削参数等因素在监测信号中对能效状态特征的影响表征为直接能效状态。间接能效状态指的是机床设备及系统能效状态,即机床在空载条件下的能效状态。分析加工设备的能效状态特征分布与变化规律可为分离加工系统复合能效做准备。

在过去20年中,基于空载能耗的模型,为评估

基金项目: 国家自然科学基金(51575357)  
收稿日期: 2018年8月

### 4 结语

枪钻在车床深孔加工技术中,采用枪钻固定、工件旋转的回转模式。本文介绍了枪钻在车床中的夹持方式、找正方法和技术要领,分析了刀具失效模式及对应的解决策略。在车床上,配合油雾脉冲发生器的枪钻深孔加工技术,加工的工件具有良好的孔位直线度、同轴度、尺寸精度和表面光洁度。该技术可在加工中心、车床等非专用枪钻设备推广和应用,解决孔径 $\phi 5 - \phi 25\text{mm}$ 的深孔加工问题。

### 参考文献

[1] 郭辉,沈勇,田辉,等. 弹性中心轴工艺方法优化[J]. 现

代制造工程,2016(4):131-133.

[2] 沈勇,郭辉,田辉,等. 3+A可变轮廓铣曲面加工[J]. 机械工程师,2016(4):198-199.

[3] 陈海舟. 数控铣削加工宏程序及应用实例[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

[4] 岳林峰,郭辉,沈勇. 典型超高强度低合金钢扭簧机械加工工艺方法[J]. 工具技术,2015,49(2):57-59.

[5] 郭辉,吕张来,沈勇,等. 飞机起落架调节油针杆的数控加工[J]. 机械工程师,2015(11):110-111.

第一作者:郭辉,工程师,中航飞机股份有限公司长沙起落架分公司,723003 陕西省汉中市

First Author: Guo Hui, Engineer, AVIC Landing Gear Advanced Manufacturing Corp, Hanzhong, Shaanxi 723003, China