

# 不锈钢用高速钢麻花钻的设计和分

励政伟

上海工具厂有限公司

**摘要:** 为提高不锈钢材料钻孔加工效率和麻花钻使用寿命,对麻花钻螺旋槽、钻尖和顶角等关键几何参数进行针对性设计,有效克服不锈钢切削性能差且不易加工的问题;采用高性能高速钢材料制造,开发适应不锈钢材料加工的专用高速钢麻花钻。通过切削试验对比和验证的方法,分析不锈钢用高速钢麻花钻切削性能的可靠性。

**关键词:** 不锈钢;麻花钻;几何参数;切削性能试验

**中图分类号:** TG115;TG61;TH161.3

**文献标志码:** A

## Design and Analysis of Stainless Steel Twist Drills

Li Zhengwei

**Abstract:** To raise the working efficiency of the stainless steel material drilling and the working life of the twist drills, this passage is to study the targeted geometric parameters design, including spiral flute, drill point and pointed angle. The twist drills can effectively overcome the problems of poor cutting performance and it is hard to process. The stainless steel twist drills use high performance high speed steel. By using the comparison and verification of the cutting experiment, this passage analyzes the reliability of the new design stainless steel twist drills.

**Keywords:** stainless steel;twist drills;geometric parameters;cutting performance experiment

### 1 引言

不锈钢含有大量的 Cr、Ni、Mn 等元素,塑性大、韧性高,在切削加工时易出现硬化层,切削性能差;刀具与塑性变形之间的摩擦较大,产生切削热较多。不锈钢材料孔的钻削加工是常见的加工方式,普通高速钢麻花钻由于其材质、几何角度等因素,加工效率低,使用寿命低,在加工不锈钢材料时主要存在钻削阻力大、排屑不畅通,易磨损的问题。为提高不锈钢材料的钻削效率,本文针对高速钢麻花钻的材质、关键结构和几何参数等进行优化设计,开发了加工不锈钢材料的专用高速钢麻花钻。

### 2 不锈钢用高速钢麻花钻的设计和分

目前按 GB/T6135 和 GB/T1438 系列国家标准型式制造的高速钢麻花钻广泛使用,但其不适应不锈钢材料的加工。本文在普通高速钢麻花钻的基本型式的基础上,通过对影响切削加工的麻花钻关键要素进行针对性优化设计,形成不锈钢专用麻花钻。

#### 2.1 材料的选择

材质的优劣对麻花钻的性能和使用寿命至关重要,普通高速钢麻花钻由于量大面广,多采用普通高速钢材料制造,其代表牌号为 W6Mo5Cr4V2(M2) 和

W9Mo3Cr4V(W9)。为适应不锈钢的加工特性,提高麻花钻的耐磨性和耐热性,同时适当提高麻花钻的硬度,采用含钴高性能高速钢 W6Mo5Cr4V2Co5(M35)作为不锈钢用麻花钻的基体材料,其淬火、回火硬度为 64-67HRC。

#### 2.2 结构与关键几何参数设计

##### (1) 钻尖型式选择

麻花钻钻尖型式对麻花钻使用性能至关重要,通常根据不同被加工材料的特性来选择不同的钻尖型式,或者通过麻花钻刃磨方式来实现需要的钻尖型式。常见的麻花钻钻尖型式有标准型钻尖、十字型钻尖和 S 型钻尖等,后两种钻尖一般是在标准型钻尖的基础上进行特定的刃磨后获得。针对不锈钢材料的加工,为减少钻削时的轴向阻力,提高定心精度和加工精度,同时兼顾大批量制造的效率,降低制造成本,采用了双圆弧面十字型钻尖(见图 1)。

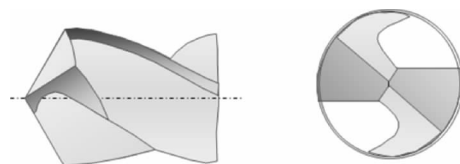


图 1 十字型钻尖型式

##### (2) 顶角的选择

顶角是麻花钻两主切削刃在与其平行的轴向平面上投影之间的夹角。标准麻花钻顶角为  $118^\circ$ ,但根据实际被加工材料的不同需作相应变化,其范围

一般为  $100^{\circ} - 140^{\circ}$ 。顶角的大小影响前角、切削厚度和宽度、切削流向、被加工孔的表面粗糙度和扩张量。经过综合分析,选择顶角为  $130^{\circ}$ 。此外,适当增加钻芯处的前角,减少主切削刃上各点前角的变化,同时减小切削宽度和切削扭矩,使切削更轻快。

(3) 螺旋角的选择

螺旋槽(见图 2)是麻花钻设计的重要参数之一。由于钻削是从麻花钻的螺旋沟槽中排出铁屑,螺旋角的大小影响铁屑排出的快慢。当螺旋角增大时,对切屑的抬升作用明显,有利于切屑排出;但螺旋角过大时,排屑路径变长,对切屑的抬升作用会降低。螺旋槽也可看作麻花钻刀尖的工作前角(如图 2),螺旋角越大,切削能力和刚性越强,但主切削刃强度降低。因此,在选择螺旋角时应综合考虑以上因素。不锈钢专用麻花钻与普通麻花钻螺旋角对比见表 1。

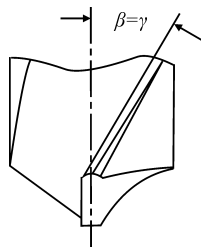


图 2 麻花钻螺旋角

表 1 不锈钢专用麻花钻与普通麻花钻螺旋角对比

几何参数	普通麻花钻	不锈钢用麻花钻
螺旋角	$26^{\circ} - 30^{\circ}$	$37^{\circ} - 41^{\circ}$

(4) 刃背槽宽

由于麻花钻沟槽主要起容屑和排屑作用,而刃背槽宽度决定了容屑槽的宽度,影响了容屑空间大小,容屑空间越大越有利于排屑,也有利于冷却液进入到切削区域,冷却效果好,但麻花钻的刚性会变差。根据综合分析和权衡利弊,按以下公式计算刃背槽宽,即

$$B = 0.9(0.682d \cos W)$$

式中,  $B$  为刃沟槽宽;  $d$  为直径;  $W$  为螺旋角。

(5) 芯厚

麻花钻芯厚也是麻花钻重要参数之一。芯厚越大麻花钻刚性越好,但定心的稳定性变差,麻花钻的横刃变长,切削时轴向阻力变大,反之则相反。由于不锈钢用麻花钻的钻尖型式不同于普通高速钢麻花钻,所以可适当增加芯厚尺寸来提高麻花钻的刚性。在实际设计中芯厚的计算公式为

$$K = nd$$

式中,  $n = 0.14 - 0.17$ 。

2.3 表面强化处理

表面强化处理能显著提高刀具表面质量和切削性能,可使刀具获得优良的综合机械性能,从而大幅提高刀具的加工效率和提高刀具的使用寿命。目前在高速钢麻花钻产品上运用最广的两种表面强化处理技术是蒸汽处理和 PVD 涂层技术。前者技术含量较低,设备简单,但制造成本低;后者技术含量高,操作要求高,制造成本高。常用大批量产品的 PVD 涂层主要是 TiN、TiCN 和 TiAlN 三种。在开发不锈钢用高速钢麻花钻的过程中,选取蒸汽处理和以上三种不同涂层制造相同规格和结构的高速钢麻花钻,在相同条件下进行对比试验,试验数据和制造成本计算表明,选择蒸汽处理作为批量生产不锈钢用高速钢麻花钻的表面强化工艺技术,可获得较好的切削性能和使用寿命,综合经济效益高。对于要求较高且加工奥氏体不锈钢时,采用 TiCN 涂层工艺更佳。

3 试验结果与分析

在一定状况和条件下进行实际切削试验或同类产品的对比试验,是目前通常采用的麻花钻切削性能评价的方法,也是最有效直接的方法。

3.1 试验条件与方法

在德国 DMU 五轴加工中心上,选取规格为  $\phi 6\text{mm}$  各 5 支进行对比试验,冷却液为乳化液,钻削深度为 2.5 倍麻花钻直径。设定相同的磨损量标准并计算钻孔数。被切材料为易切不锈钢 1Cr13 时,考虑到较易切削,故选择标准麻花钻、未经表面处理和经过表面蒸汽处理的不锈钢用麻花钻三种样品进行对比试验;被切材料为难切不锈钢 1Cr18Ni9Ti 时,则增加不同涂层的不锈钢用麻花钻样品进行对比试验。

3.2 试验结果与分析

被切材料为易切不锈钢 1Cr13 时,切削结果见表 2。

表 2 易切不锈钢 1Cr13 切削结果

麻花钻类型	切削用量		磨损标准 (mm)	平均切削孔数(个)
	切削速度 (m/min)	每转进给量 (mm/r)		
标准麻花钻	17	0.16	0.8	356
未经蒸汽处理的不锈钢用麻花钻				854
经蒸汽处理的不锈钢用麻花钻				1150

被切材料为难切不锈钢 1Cr18Ni9Ti 时,切削结果见表 3。

# 基于正交试验的铝合金行切加工表面粗糙度研究

陈代鑫,魏琴,丛一平,曾金华

成都飞机工业(集团)有限责任公司

**摘要:** 行切是航空结构件数控加工中的常用工艺方法,本文对铝合金航空结构件数控铣削过程中应用牛鼻铣刀行切加工零件表面特征的现象展开试验。针对不同切削线速度及每齿进给量对表面粗糙度的影响进行对比分析,试验结果显示,表面粗糙度不随理论残留高度的增加而增加,而是维持在一定范围;行距的增加并不会明显降低表面粗糙度;在该试验条件下优先选择较高的切削线速度及较低的每齿进给量能保证较好的表面粗糙度。

**关键词:** 行切加工;表面粗糙度;切削参数

**中图分类号:** TG506.7;TH140.7

**文献标志码:** A

## Roughness Analysis of Aluminum Alloys Machining Based on Orthogonal Experiment

Chen Daixin, Wei Qin, Cong Yiping, Zeng Jinhua

**Abstract:** Direction-paralleled machining is one of the common processes in NC machining. The paper focuses on the roughness analysis of aluminum alloys structural parts based on direction-paralleled machining parameters. Experiments of different cutting line speed and feed rate are analyzed. The results show that with the increase of scallop-height, surface roughness will keep to a certain extent, higher cutting feed and lower feed rate can guarantee better surface roughness in the experiment condition.

**Keywords:** direction-paralleled machining; surface roughness; machining parameters

### 1 引言

表面粗糙度轮廓算数平均偏差  $R_a$  是评价零件表面加工质量的重要参数。在数控加工过程中,影响表面粗糙度的主要因素包含加工参数、刀具特性、

装夹系统刚性、切削液等,当切削环境固定时则切削参数是影响表面粗糙度的首要因素。

行切是飞机结构件数控加工中的常用工艺方法,该方式在复杂曲面成形或加工设备受限的条件下具有明显优势,但加工参数等因素对表面粗糙度的影响规律一直是该领域的研究方向,项筱洁<sup>[1]</sup>针对球头铣刀行切 45 钢零件的表面粗糙度开展了研

收稿日期: 2017 年 6 月

表 3 难切不锈钢 1Cr18Ni9Ti 切削结果

麻花钻类型	切削用量		磨损标准 (mm)	平均切削 孔数(个)
	切削速度 (m/min)	每转进给量 (mm/r)		
标准麻花钻	17	0.13	0.3	131
未经蒸汽处理的不锈钢用麻花钻				221
经蒸汽处理的不锈钢用麻花钻				351
TiCN 涂层不锈钢用麻花钻				480
TiAlN 涂层不锈钢用麻花钻				378
TiN 涂层不锈钢用麻花钻				360

由切削比对试验数据可知,对不锈钢用高速钢麻花钻所选定的材料、关键几何参数与结构进行优化设计是合理可行的,切削性能比标准高速钢麻花钻有明显提升。

### 4 结语

通过分析不锈钢材料的加工特性,针对高速钢麻花钻的切削加工特点,对麻花钻钻尖型式结构、关键几何参数、材料的合理选择和合适的表面强化处理工艺运用进行分析,设计开发了切削性能优良的不锈钢专用高速钢麻花钻,不仅解决了通常情况下不锈钢材料孔的加工效率低、麻花钻易磨损的问题,而且取得了良好的市场效应和经济效益。

### 参考文献

[1] 赵建敏,查国兵. 常用孔加工刀具[M]. 北京:中国标准出版社,2014.

作者:励政伟,工程师,上海工具厂有限公司,200093 上海市

Author: Li Zhengwei, Engineer, Shanghai Tool Works Co., Ltd., Shanghai 200093, China