

轧制直柄麻花钻扇形轧辊截形的参数优化

范立舜,陈忠豪,朱捷寅

上海工具厂有限公司

摘要: 轧制直柄麻花钻的几何参数影响钻头切削时的排屑和强度,而扇形轧辊的截形又决定了轧制直柄麻花钻的几何参数,因此扇形轧辊的截形参数直接影响钻头的切削性能。本文主要介绍了使用计算机辅助设计技术优化扇形轧辊截形参数的过程。

关键词: 扇形轧辊;轧制麻花钻;优化;截形参数

中图分类号: TG335;TH164

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1000-7008.2020.09.018

Parameter Optimization of Sectional Shape of Fan-shaped Roller of Twist Drill with Straight Shank

Fan Lishun, Chen Zhonghao, Zhu Jieyin

Abstract: The chip removal and strength of the twist drill are affected by the geometric parameters of the rolling straight shank twist drill during cutting, while the sectional shape of the fan-shaped roller determines the geometric parameters of the straight shank twist drill, so the sectional parameters of the fan-shaped roller directly affect the cutting performance of the twist drill. The computer aided design technology is introduced to optimize the section parameters of the fan-shaped roller.

Keywords: fan-shaped roller; rolling twist drill; optimization; section parameter

1 引言

高速钢刀具在韧性、强度以及工艺性方面均具有一定优势,占据刀具市场的主导地位^[1]。在制造过程中,其工艺相对简单,成本低廉;在日常使用过程中,易于修磨,不同的修磨方法可以应对不同的加工场景。其中,高速钢直柄麻花钻应用最广泛,而轧制直柄麻花钻是最常见的加工方式。

直柄麻花钻轧制工艺路线为:冲料—退火—磨倒角—磨毛坯外圆—清除油污—轧刃沟槽及刃背—割头磨头—荒磨外圆—热处理—粗磨外圆—精磨外圆—滚标志—刃磨后面—表面处理。其中,轧刃沟槽及刃背工序是轧制直柄麻花钻产品的关键工序,也是其成型工序。

2 轧制直柄麻花钻优势分析及成型原理

(1) 节省材料费用,降低制造成本

麻花钻成型加工是无屑加工,通过对毛坯外圆轧制使材料挤压拔长,节约高速钢材料,材料利用率可达90%以上^[2]。

(2) 加工效率高

采用轧制加工方法制造直柄麻花钻,可提高生

产效率约10倍(与铣制方法相比),一次成型,工艺路线简便,大大缩短了生产周期,而且可以节省大量铣床设备及操作人员。

(3) 产品热学性能好

在轧制成型的过程中,金属纤维不会被破坏,提高了麻花钻的强度;在高温下产生变形,能够起到细化晶粒组织的作用,可改善碳化物分布均匀,从而提高其内在质量^[3]。把偏析较高的心部材料挤向外圆周,使工件截面上硬度均匀。

(4) 轧制直柄麻花钻的成型原理

将4块扇形轧辊两两配对,按一定的安装角度倾斜安装在轧机轧辊上。加工时,4块扇形轧辊同步旋转,轧辊之间形成的封闭孔型即为麻花钻的截形。毛坯通过高频感应加热装置,温度瞬间达到特定温度(通常在1000℃~1100℃左右),通过送料导套把毛坯送入轧制区域,通过4块扇形轧辊对毛坯进行挤压、变形、拔长,从槽尾开始,使毛坯从封闭孔中通过,经过压制和轴向延伸,使其在变形的同时产生旋转,形成钻形毛坯。4块扇形轧辊分为两对,分别是钻沟扇形轧辊(轧制钻头沟槽部分)和钻背扇形轧辊(轧制钻头刃背部分);安装角度一致,其大小决定了钻头的螺旋角度(见图1和图2)。

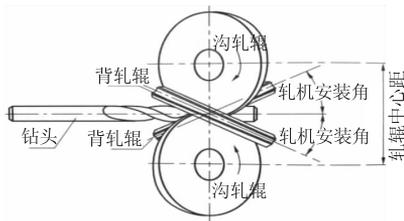


图1

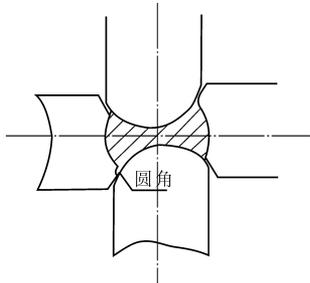


图2

3 轧制麻花钻扇形轧辊的设计原理

(1) 对轧机的精度和刚度要求

在轧制过程中,为保持麻花钻几何截形的稳定性,使其变化最小,在设计轧机时,轧机头架主体和轧辊座应具备足够的刚性和抗变形能力。由于麻花钻头的钻芯必须沿轴向逐渐增厚,故扇形轧辊的半径为变量,扇形板的外圆应为一条阿基米德螺线^[4]。

精度方面:轧机头架主体4个斜面及等高误差应不大于0.03mm,4根主轴径向和轴向偏摆不大于0.02mm(主轴径向松动间隙不大于0.05mm),4个定位键及定位键槽的垂直度误差不大于0.03mm。

(2) 轧制前的坯料尺寸

坯料长度 L_1 为

$$L_1 = l + \frac{(L-l)}{\delta} \quad (1)$$

式中, L 为钻头全长; l 为钻头柄长; δ 为拔长系数,按钻头槽型实际拔长修正后确定,通常取2.25。

代入式(1)得

$$L_1 = \frac{1.25l + L}{2.25}$$

坯料外圆 d_1 尺寸按钻头名义尺寸加0.3~0.5mm的留磨量(大小由经验得出)。留磨量过小,轧制时外圆涨不足;留磨量过大,轧制时沟槽易裂。

(3) 沟背扇形轧辊的理想直径

钻沟扇形轧辊的理想直径 D 为

$$D = 2 \times \left(\frac{A}{2} - \frac{K}{2} \right) = A - K \quad (2)$$

式中, A 为机床两轴中心距; K 为钻尖处的厚度。

钻背扇形轧辊的理想直径 D_1 为

$$D_1 = 2 \times \left(\frac{A}{2} - \frac{q}{2} \right) = A - q \quad (3)$$

式中, q 为钻头刃背外圆直径。

钻背扇形轧辊直径的差值为

$$D - D_1 = q - k \quad (4)$$

(4) 钻背扇形轧辊截形尺寸

轧出的钻头应符合国家标准 GB/T 17984 - 2010 中所规定的刃宽 f 、叶宽 B 及刃背外圆 q 和 q_1 的要求,经生产实践得到验证麻花钻背轧辊的截形见图3。

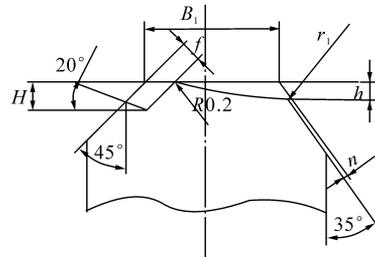


图3

(5) 钻沟扇形轧辊的加工及截形尺寸

钻沟扇形轧辊为非圆形轧辊,轧制的钻头除要求一定的截形外,还要使钻芯沿轴向逐渐增厚,且钻头刃带尺寸前后一致,因此钻沟扇形轧辊应在铲齿车床上加工。车床铲磨拖板应加工为角度 B ,由作图法求得钻沟截形见图4。

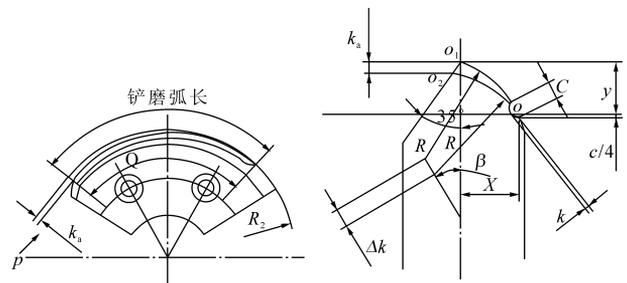


图4

4 计算机辅助设计及其优点

以往,在绘制轧制直柄麻花钻扇形轧辊截形图时,根据钻背扇形轧辊和钻沟扇形轧辊截形尺寸,使用作图法手绘出扇形轧辊的理论截形图,再根据直柄麻花钻的实际几何参数进行调整,最终绘出扇形轧辊截形图。该方法过程繁琐复杂且难度高,精确度低,所绘制的截形图不连贯,数据反馈难度较大。由于设计之初经常改动扇形轧辊截形,每次改动均会影响手绘的复杂程度,且旧图纸只能通过描图方式进行替换,增加了二次误差,对轧制直柄麻花钻产

品生产制造及实物质量存在诸多影响。

随着计算机技术的普及和飞速发展,机械设计、制造和管理渐渐采用计算机来进行^[5],通过 AutoCAD 计算机辅助设计软件进行扇形轧辊截形图的绘制,操作步骤如下:①按照扇形轧辊设计数据参数,使用 AutoCAD 软件绘制出基础扇形板截形图;②参照旧的手绘图纸,在软件内微调几何参数;③根据绘出的新图纸修磨扇形板,通过上机试验批量生产,并现场跟踪收集数据,对轧制出的直柄麻花钻几何参数进行测量比较;④若符合工艺参数,则在软件内测量工具,准确标注出扇形板截形图的实际参数,并形成系列化参数表格。

计算机辅助设计的优点如下:

(1) 劳动强度降低,图面清洁

手绘图纸通常需要使用不同粗细的笔、不同的标准尺和板等工具来进行绘制。一旦出错,修改极其费事,有时甚至需要从头开始,多次修补使得图纸变得脏乱不堪。采用 CAD 绘图可统一线型和字体,图纸整洁,修改方便。

(2) 缩短机械设计周期

在传统手绘图纸中,相似规格之间尽管只有细微差别,也需要用描图法重新绘制。而使用 CAD 绘图,只需复制原图,在原图基础上作相应变动即可,极大提高了绘图效率,缩短了设计周期。

(3) 提高尺寸精度

绘制扇形轧辊截形图的尺寸精度通常要达到 0.1mm,使用 CAD 绘图不仅可以保证尺寸精度,与手绘图纸相比较,更便于计算尺寸,且修磨后的扇形轧辊几何参数更精确。

(4) 方便资料管理

传统纸质图纸不易长久保存,整理较繁琐。用 CAD 绘制的电子图纸,保存方便且具永久性,在电脑里进行整理非常便捷。

(5) 图形连贯

扇形轧辊截形图由多段大小不同和长短不一的曲线构成,曲线与曲线的结合点均需要两两相切,在修改其中一段圆弧尺寸的同时,其它圆弧均需做相应改动才能保持相切的状态,手绘图纸达不到要求。而使用计算机辅助设计软件绘制时,可以方便地修改任意一条圆弧,始终保持圆弧之间的相互约束,绘出的截形图更连贯。

对比图 5 和图 6 可知,人工手绘的旧图纸线条不连贯,且由于图纸重复利用产生了严重的褶皱和破损;而由 CAD 绘制的图纸干净整洁,线条连贯,更

换图纸方便,纸张平整。

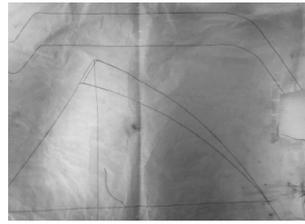


图5 手绘图纸

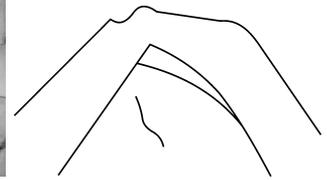


图6 CAD 绘图

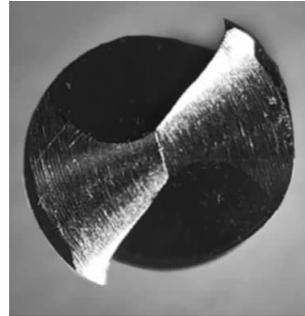


图7

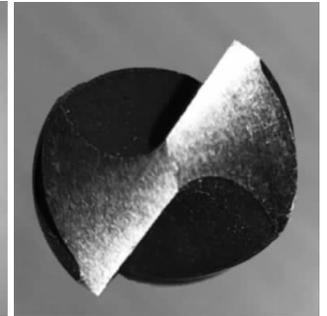


图8

由图 7 和图 8 可知,根据 CAD 绘制的扇形轧辊截形图所制造的麻花钻截形更稳定,主切削刃平直。

5 结语

在轧制直柄麻花钻生产制造过程中,扇形轧辊的截形参数直接影响麻花钻的几何参数及切削性能。使用 CAD 计算机辅助设计软件绘制的截形图,可降低劳动强度、提高绘图效率和稳定截形参数,从而提高了修磨后的扇形轧辊尺寸精度。图纸保存管理方便,图形绘制更精确美观,制造出的直柄麻花钻几何参数更精确稳定,提高了轧制直柄麻花钻的产品质量,极大降低了轧制工序产生的废品。

参考文献

- [1] 宋学全,刘秀英,赵黎娟. 高速钢刀具材料及热处理工艺选择[J]. 国外金属热处理,2005,26(1):30-33.
- [2] 赵建敏,查国兵. 常用孔加工刀具研究[M]. 北京:中国标准出版社,2014.
- [3] 吴忠保,许刚. 轧制麻花钻加工工艺[J]. 工具技术,2011,45(6):115-116.
- [4] 陈福森. 在偏心轴上磨扇形板—麻花钻头四辊轧机扇形轧辊的截形加工[J]. 工具技术,1984(1):22-24.
- [5] 戚会滨,焦玉永. 计算机辅助设计、制造(CAD、CAM)和《机械制图》课程的结合、探索与实践[J]. 科技风,2013(15):100.

第一作者:范立舜,工程师,上海工具厂有限公司,200093 上海市

First Author: Fan Lishun, Engineer, Shanghai Tool Works Co., Ltd., Shanghai 200093, China