

成形车刀切屑形态和走向分析

李成凤, 谢帮全, 李波, 唐正文, 陈姣姣, 岳志豪

成都工具研究所有限公司

摘要: 基于轴承成形刀具的加工和实际使用情况, 分析成形车刀的结构特点和铁屑产生规律, 得到轴承成形刀具的合理化切削参数。

关键词: 成形车刀; 切屑形态; 切削参数

中图分类号: TG712; TH161

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1000-7008.2019.07.019

1 引言

轴承刀具是一种成形车刀^[1], 其卷屑形态^[2]直接影响产品质量和加工效率, 目前, 铁屑的控制多凭人工经验, 且现有刀具参数来自多年来的实践经验, 缺乏试验验证和改进, 刀具在切削过程中, 铁屑走向存在不稳定性, 严重影响刀具寿命。为此, 研究成形车刀的出屑规律, 对提高轴承刀具的质量和降低生产成本具有重要意义。

2 成形车刀的结构特点

2.1 结构参数

图1为可转位成形车刀。每个刃都有一组定位面, 其中刃口S通过面T和底面定位。如图1所示定义坐标系 $D, X_D O_D Y_D$ 为刀具底面, X_D 垂直于面A的法向和底面法向, Y_D 沿A面的法向, Z_D 沿底面的法向。

以可转位成形刀片为例, 如图1所示, 以面T和

底面为定位装夹面, 刀片装夹完成后, 通过成型砂轮截面磨削A区域。刃口S为前刀面和后刀面的交点, 成形车刀使用中刃口S磨钝后, 可重磨前刀面, 提高刀具利用率。

2.2 卷屑槽结构

卷屑槽相关参数定义为: 前角 γ 表示底面与前刀面的夹角, 刃倾角 λ 表示切削刃S与基面的夹角, 方向角 δ 表示卷屑槽的象限曲线与T面的夹角, 槽宽 H 表示齿形的象限点至槽型结束位置的距离(一般垂直于 δ 角方向测量), 槽型圆弧 R 表示与前刀面圆滑过渡的圆弧。

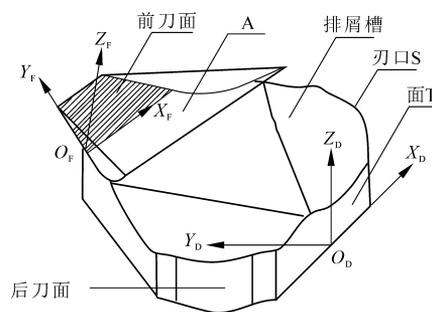


图1 可转位成形车刀

收稿日期: 2019年3月

③将装有关节轴承的零件水平摆放到钻床水平台上, 通过导轨与轴承内环的尺寸配合(JS6/f7), 做好关节轴承安装前的准备;

④做好壳体V型槽、两个滚轮和引导轴的润滑(可涂抹润滑油质);

⑤滚压现场尽量无尘。

4 结语

通过对滚压工具设计、制造和应用分析, 比较各关节轴承安装滚压工具的优缺点; 在轴承安装中, 对各型轴承滚压工具进行改进以满足不同特殊零件的轴承安装需求。对于常规通用零件的轴承安装, 最优选择为滚珠的滚压工具, 滚珠的滚压工具滚压效

率高, 在不同现场零件的安装中沟槽滚压状态光滑, 表面粗糙度光度效果佳。其他工具因其结构的不同, 对于特殊零件, 可进行工具结构的改进与优化, 以满足特殊零件的轴承安装需求。

参考文献

- [1] 周泽华. 金属切削原理(第二版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1993.
 - [2] 胡宁静, 胡蓉蓉, 胡道秋, 等. 滚压工艺国内外的的发展动向[J]. 湘潭大学自然科学学报, 1994(2): 98-103.
 - [3] 牛曙光, 张淑芬, 高淑琴, 等. 外圆车滚复合工具的研究[J]. 煤矿机械, 2003(1): 57-58.
- 第一作者: 曹雷, 工程师, 沈阳飞机工业(集团)有限公司, 110034 沈阳市

卷屑槽的磨削工艺如图2所示。将夹具固定在工作台上,按照卷屑槽形状要求修整砂轮截面。卷屑槽的前角 γ 和槽型圆弧 R 由砂轮截面决定。刃倾角 λ 为夹具上刀片槽底面与水平面的夹角,通过夹具决定。

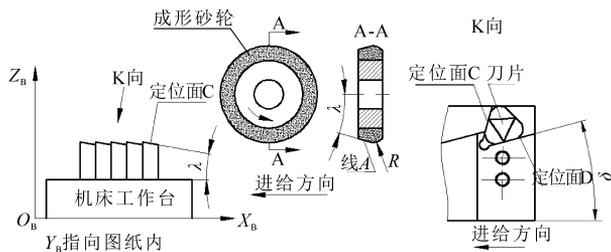


图2 卷屑槽磨削原理

刀片的面T和底面分别装在定位面D和定位面C上实现定位。其中,方向角 δ 表示夹具定位面D与竖直方向的夹角。通过调整砂轮型面和夹具在 Y_b 方向的距离可得到合适的槽宽 H ,砂轮的往返进给运动和夹具的定位得到了成形车刀的卷屑槽。

2.3 成形车削

图3为车削刚完成时,刀具与工件(图中已省略部分工件)的相对位置。定义坐标系 B, X_c 表示工件的回转轴方向, Y_c 表示刀具的进给方向, Z_c 方向竖直向上。

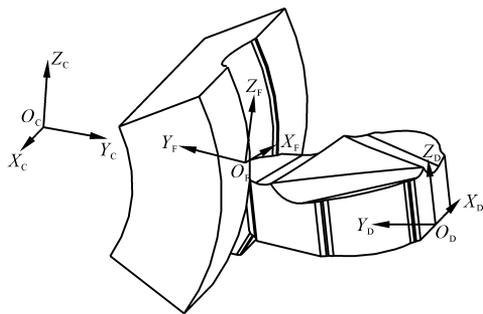


图3 成形加工

3 成形车刀铁屑的产生规律

3.1 倒角刀具试验

通过轴承成形刀具车削试验来分析铁屑的产生规律^[3,4]。槽型参数如图4所示,槽宽 $H=2\text{mm}$,圆弧 $R=2\text{mm}$,前角 $\gamma=16^\circ$ 。

在刀具加工过程中,产生的切屑缠屑混乱(见图5),热量不能随铁屑及时排出,堆积在刀具上,使刃口部分严重发黑,影响产品加工表面质量及刀具使用寿命。

针对以上卷屑情况,更改卷屑槽槽型参数,槽宽 H 加大至 3mm ,圆弧 R 加大至 2.5mm ,前角 γ 不变,

再次进行刀具车削试验。试验结果表明,铁屑能卷成很规则的螺旋形(见图6)。

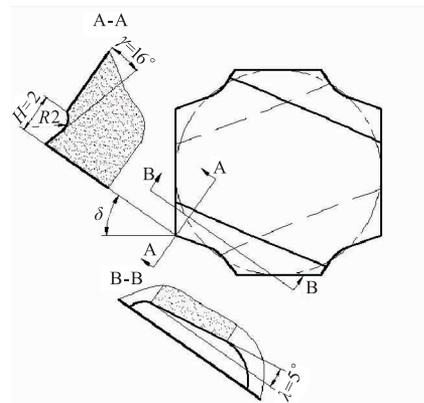


图4 成形刀具卷屑槽参数



图5 刀具试验卷屑



图6 倒角刀具改进后卷屑

3.2 密封槽刀具试验

密封槽刀具齿形有效加工型面宽度为 $4\sim 7\text{mm}$,齿形深度最大处为 4mm ,且齿形较为复杂,根据倒角刀具的试验结果,适当加大 H 值和 R 值。选取槽型参数为:槽宽 $H=8\text{mm}$ 、槽型 $R=5\text{mm}$ 、前角 $\gamma=12^\circ$,经过试验得出理想的卷屑槽型。卷屑槽参数直接决定成形车刀的卷屑情况,合理的卷屑槽参数对成形刀具的加工质量和效率有直接影响。

4 成形车刀合理参数分析

如图7所示,平面 XOY 为水平面,且过主轴的回转中心, Y 轴沿主轴径向, X 轴沿主轴轴向, O 点在切削刃上。切削加工时,刀具沿 Y 轴负方向进刀,移动距离 d 后,原路返回完成切削。

图7中,面A表示刀具的前刀面,分别在 YOZ 和 XOZ 中进行测量,其与水平面的夹角分别为 $\gamma > 0$ 和 $\lambda > 0$ 。曲线 ON 为切削刃上的一段, OM 为切削刃在水平面上的投影。

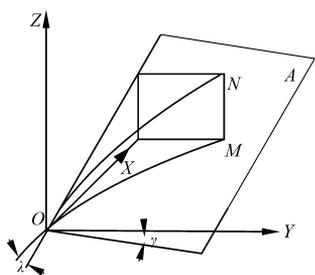


图7 前刀面参数坐标系

设 N 为 (x, y, z) , 则 M 为 $(x, y, 0)$, 有

$$z = x \tan \lambda - y \tan \gamma + h$$

在 XOY 平面内, 刃口曲线的投影如图 8 所示, $B(x, y)$ 为曲线上任意一点, θ 为曲线上任意一点的斜率, 可定义为

$$y = f(x)$$

$$f(x)' = \frac{BC}{AB} = \tan \theta$$

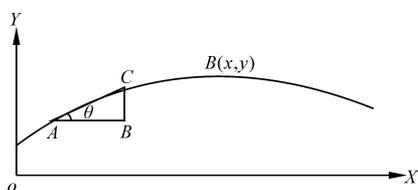


图8 刃口曲线的投影

根据曲线得知: $\theta \rightarrow \infty$ 时, $f(x) = 0$; $\theta \rightarrow 0$ 时, $f(x) = 1$ 。 $f(x)$ 的计算公式可表示为

$$f(x) = \frac{1}{1 + \tan \theta}$$

在实际加工过程中, 刀具刃口部分参与车削量为 OMN 的面积, 即刃口曲线在 XOY 平面内的投影与任意一点 Z 值的乘积, 计算公式为

$$s = f(x)z$$

图 9 为任意一刃口曲线, 将曲线分为三段 MN 、 NP 、 PQ , 对每一段进行车削量的变化分析, 有

$$\Delta s = \int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{1 + \tan \theta} z(x, y) dx$$

由上式推断, MN 段为对称曲线, Δs 的值为常数 k ; PQ 段为常数直线, $\Delta s = 0$ 。

对于 NP 段, 有

$$\Delta s = \frac{(x_2 - x_1) \tan \lambda - (y_2 - y_1) \tan \gamma}{1 + \tan \theta}$$

综上所述, 针对任意的刃口曲线, 对任意形状均可进行类似分段, 最终得到的车削变化量为

$$\Delta s = k + \frac{(x_2 - x_1) \tan \lambda - (y_2 - y_1) \tan \gamma}{1 + \tan \theta}$$

车削量的变化趋势反映了车削过程中车削力的变化趋势, 成形刀具的形状复杂多样, 按照上式对刃口曲线分段后, 得到每一段的车削量 Δs 与刃倾角 λ 、前角 γ 对应变化规律, 根据这种变化规律对卷屑槽参数进行设计, 结合切削试验最终得到理想的铁屑形状。

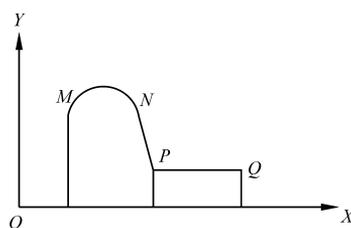


图9 任意刃口曲线

5 结语

传统的成形车刀卷屑研究均以理论力学模型进行分析, 缺乏实践性, 本文通过对不同形状的成形车刀进行结构分析, 设计有针对性的卷屑槽进行车削试验。通过对刃口曲线进行分析, 得到不同的刃口曲线在车削时的车削量相对卷屑槽参数的变化规律, 最终将车削量的变化规律反映到刀具的卷屑槽参数上, 对刀具卷屑槽设计和生产应用具有重要意义。

参考文献

- [1] 乐兑谦. 金属切削刀具 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2011: 2 - 29.
 - [2] 赵炳楨, 商宏谟, 辛节之. 现代刀具设计与应用 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2013.
 - [3] 李良福. 切削时形成密集卷屑的研究 [J]. 江苏机械制造与自动化, 1997(6): 17 - 19.
 - [4] 陈海雷, 蒋先刚, 涂晓斌. 切屑生成、卷曲和折断的理论研究 [J]. 华东交通大学学报, 2002, 19(2): 45 - 46.
- 第一作者: 李成凤, 工程师, 成都工具研究所有限公司数控工具三部, 610500 成都市