

小模数内花键硬插齿工艺研究

■ 山推工程机械股份有限公司 (山东济宁 272000) 李 炎 王丽媛 宋 超

摘要: 通过使用硬质合金插齿刀, 刮削感应淬火后的小模数内花键, 消除热处理变形, 保证花键M值、齿形、齿距等精度要求。

我公司新机型推土机变速箱、终传动中多处使用淬硬渐开线花键(硬度50~60HRC), 其具有承载能力强、花键使用寿命长、齿面自定心的优点。据相关资料介绍, 与调质花键相比, 淬火花键(50~60HRC)其传动转矩可提高约3倍, 质量可降低到原来的40%, 使用寿命可达10年。但淬火后花键会产生变形, 若无法消除变形, 会影响花键接触面积, 减少承载能力, 严重时会导致无法正常装配。对于淬硬外花键, 可使用磨花键、剃齿等工艺手段, 消除变形, 但这些常规工艺手段无法应用与内花键的加工。为此我们进行工艺研究, 使用焊接硬质合金插齿刀刮削淬硬后内花键, 保证各项精度要求。

1. 工艺路线制定

(1) 工件要求。该工件包括内花键和外齿, 要求内花键感应淬火, 与另一工件的外花键配合, 传递动力, 工件如图1所示。内花键参数为: 模数2.5、压力角30°、齿数74、变位系数0.6。

(2) 现有工艺路线。现有工艺路线为: 锻造→正火→粗车

→调质→半精车→插花键→内花键感应淬火→精车→滚外齿。感应淬火后不再对内花键进行加工, 通过预留M值反变形。由于淬火变形不可控, 经常出现M值超差, 配作外花键的情况。

(3) 优化工艺路线。工艺路线改为: 锻造→正火→粗车→调质→半精车→粗插花键→内花键感应淬火→精车→硬插齿→滚外齿。

内花键感应淬火前需使用专用刮前插齿刀粗插花键, 预切出齿形, 保证: ①硬插齿时有适量余量, 过多会降低硬插齿刀寿命, 增加成本, 过少无法消除淬火变形, 经过大量跟踪, 最终确定硬插齿余量为单侧齿厚0.15mm。②保证硬插齿刀不切削内花键齿根圆, 避免刀具崩刃。



图1 工件示意图

2. 插齿刀设计和刃磨

(1) 插齿刀材质选择。刀具材料包括: 高速钢、硬质合金、金属陶瓷、CBN、金刚石。刮前插齿刀选用性价比较高的M35高速钢。

对于硬插齿刀, 高速钢因硬度低, 无法承受淬火内花键的切削力, 而CBN难以刃磨, 无法保证刀齿渐开线形状, 金刚石与碳易发生反应, 因此可选刀具材料仅为硬质合金、金属陶瓷, 金属陶瓷虽然硬度更高、但韧性差, 容易崩刃, 综合对比选择硬质合金。

(2) 插齿刀结构选择。刮前插齿刀采用常用的碗型结构。而硬插齿刀, 有两种结构方案: ①整体硬质合金, 单价约3~4万元。②焊接硬质合金插齿刀, 将硬质合金刀片焊接在高速钢刀体上, 单价约0.8万元。考虑成本、寿命, 选择第二种方案, 刀具制造工艺如下: 粗磨高速钢刀体→粗磨硬质合金刀片→刀体和刀片焊接→精磨刀体内径和端面→精磨硬质合金刀片。刀具实例如图2、图3所示。



图2 刮前插齿刀



图3 硬插齿刀

(3) 插齿刀齿形计算。插齿刀实质上就是个变位齿轮，其基本齿形和齿轮一样，有分度圆、基圆、齿顶高及全齿高。因此，可以通过渐开线极坐标方程 $r_k = r_b / \cos \alpha_k$ 、 $\theta_k = \tan \alpha_k - \alpha_k$ ，变位齿轮齿厚 $s = (\pi m) / 2 + 2x m \tan \alpha$ 等计算公式得出基本齿形。其中刮前插齿刀刀齿较长，并留有触角，预切齿根圆。刀具基本齿形如图4、5所示。

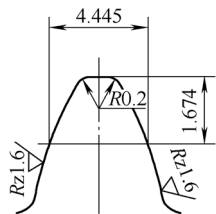


图4 刮前插齿刀基本齿形

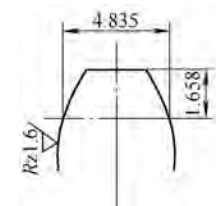


图5 硬插齿刀基本齿形

(4) 插齿刀刃磨。插齿刀切削一定材料后会在后刀面上形成磨损，为保证加工质量，必须重磨前刀面将刀齿磨损部分全部磨去。插齿刀重磨后必须保证：①前刀面轴向跳动在0.02mm以内。②前角偏差 $\pm 8'$ 。③齿面的表面粗糙度值 $R_z = 1.6 \mu m$ 。

我们使用万能外圆磨床刃磨插齿刀，方法是将插齿刀紧固在心轴上并装入机床床头箱主轴孔内，然后旋转床头箱，使其与磨床砂轮成一定角度，角度为插齿刀前角。

刃磨高速钢材料的刮前插齿刀时，可使用普通白刚玉砂轮，但刃磨硬质合金插齿刀时，必须使用金刚石砂轮。若金刚石砂轮工作面堵塞后，可使用油石，手动轻轻的修整。

3. 加工设备选择

硬插齿加工特点为切削功率低、切削力较小，但对振动很敏感。冲击振动过大，会导致硬质合金插齿刀在加工时崩刃，影响生产进度、增加成本。我公司新购一台宜昌长机科技有限公司生产的YKD5150插齿机（见图6），加工能力：内齿工件直径 $\leq 600mm$ ，模数 ≤ 10 ，最大齿宽 $\leq 140mm$ 。虽然功率较小，但运



图6 插齿机YKD5150

动间隙小，满足使用要求。

4. 插齿工装设计

由于硬插齿对振动敏感的特点，因此对工装刚性要求高，尽量在花键处进行支承和压紧。我们根据工件特点设计专用工装，支承花键底端，压板压紧工件，四周通过辅助支承。工装实例如图7所示。

5. 切削参数制定

插齿与普通车削、铣削不同，切削参数为：冲程速度、圆周进给量、径向进给量。

(1) 冲程速度选择。冲程速度 n 指每分钟插齿刀上下往复次数，与切削速度 v 、冲程长度 l 有直接关系， $n = (1000v) / (1 \times 2)$ (r/min)。切削速度 v 对刀具寿命、齿面的表面粗糙度均有较大影响，一般建议切削速度10~20 m/min，工件较大、硬度较高、

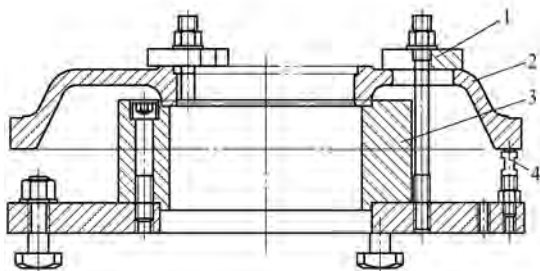


图7 插齿工装

1.压板 2.工件 3.支承座 4.辅助支承

留量较多及机床性能较差时,应选用较低的切削速度,综合上述原因,我们选用15m/min。冲程长度 l 需超过内花键齿厚,并留有安全距离。以模数2.5内花键计算 $n = (1\ 000 \times 15) / (75 \times 2) = 100$ (r/min)。

(2) 圆周进给量选择。圆周进给量 f_r 指每冲程插齿刀沿着内花键分度圆旋转的距离,直接影响花键表面粗糙度和加工效率。建议在0.15~0.4mm/s,模数大、材料硬、表面粗糙度要求高,进给量要选择小一些,此次我们选用圆周进给量为0.2mm/s。

(3) 径向进给量选择。径向进给量 f_r 指每冲程插齿刀径向进刀量,插齿刀一次进刀至最终尺寸易崩刃,必须通过径向进给

缓慢进刀至切削位置,对切削效率和加工精度影响较小。一般为0.01~0.15mm/s,此次我们选用0.01mm/s。

6. 硬插齿对刀

硬插齿时需保证插齿刀与预切齿形对中,否则会造成一侧花键过切,另一侧残余氧化皮的现象,导致工件报废。我们采用的方法为:目测插齿刀与花键对中→少量进给试切→观察两侧氧化皮残余→旋转工作台调整对刀位置→正常切削至图纸M值要求。

7. 结果分析

通过制定详细的方案,顺利完成内花键加工。对切削后内花键进行检测,内花键精度达GB10095-2008中8级要求(见图8)。

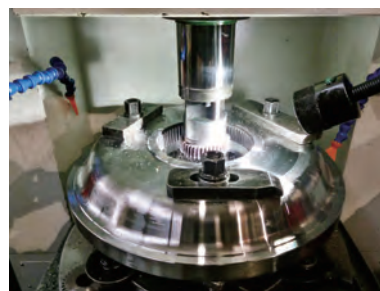


图8 插齿过程

8. 结语

通过实施硬插齿工艺改善,能保证花键齿形、齿向、M值精度达图样要求。该项目实施后,提高了公司内花键加工能力,提升产品竞争力。

参考文献:

[1] 孟少农.机械加工工艺手册[M].

北京:机械工业出版社,1991.

MW (收稿日期:20170419)

祝邦®

北京祝邦新技术研究所 (高新技术企业)

替代汽油、柴油高效清洗机械零件

金属材料 and 零件用水基清洗剂试验方法依据权威部门HB-5227-82部颁标准检测分为4级(0、1、2、3),0级最优。本所清洗剂被评为0级。

特征:

- 弱碱性、不伤皮肤,不加温清洗机械零件重油污。
- 除污能力强:本品1公斤加40~200倍清水搅匀,相当40公升汽油的除污能力。
- 无污染,连续使用无需排放,不足可补充

实例:

- 清洗机床、汽车、拖拉机零件油污。
- 清洗采油钻井平台以及沙滩原油。
- 清洗航空发动机涡轮叶片燃烧残存油污。
- 清洗运输原油油罐车阀门。
- 清洗石油天然气设备及家用抽油烟机黏油,洁净不粘手。



金属填补胶

早在上世纪70年代中期国家有关部门为降低我国铸件废品率确定金属填补胶研制项目,由本所所长刘俊邦高工(国家有突出贡献专家、北京市劳动模范、市科技先进工作者)课题组承担,1981年曾参加联合国在波兰召开的金属填补胶技术交流会,经多年的研制与应用实践,于1983年获得成功,并获部级科研成果奖。这一实用技术经多年广泛应用,形成ZB200金属填补胶系列产品。主要用于修补金属铸件的砂眼、气孔铸造缺陷;修复机床导轨划伤及汽车缸盖缺陷和缸体裂纹;修复水泵壳体、气轮机密封环的穴蚀;修补金属容器、管道、水暖器材的跑冒滴漏。该胶室温操作无需加热,固化后粘接牢固,可高温125℃~200℃使用,修补处软硬适度,耐磨、减摩性好,并可进行车、铣、刨、磨、锉、钻孔套扣等切削加工。

化锈防锈液

本品系酸性溶液,是去除金属锈斑专用清洗剂。其突出特点:

- 去除金属锈斑彻底,除锈能力强。除锈后的金属表面形成磷化钝化保护膜,不易生锈。
- 对钢材不产生氢脆,无过腐蚀现象。
- 可用浸泡、涂刷、喷等方式除锈,操作简便。
- 废液易处理,可连续使用,无毒不燃,不污染环境,接触皮肤无伤害,使用安全。

地址:北京市西城区育新街清芷园10A-301 (100054)
电话:010-83502255、83502521

http://www.bjzhubang.com E-mail: zb-llc@sohu.com
联系人:刘立晨 手机:13801024443

◆广告 查询编号:1948