

再研磨前绳槽刀失效模式分析

■ 霍尼韦尔汽车零部件服务（上海）有限公司（200120） 应信喆

摘要：本文主要介绍刀片降本增效工作，通过分析ZT8643SNC绳槽刀失效模式，为刀片再研磨工序前提供理论支持，推进刀具再研磨工作，在不影响产品品质的前提下，极大降低生产运营成本，同时通过一系列参数收集分析工作，为提高再研磨后实际加工成功率打下基础。

以ZT8643SNC绳槽刀片为研究对象（见图1），对其再研磨前后状态进行研究。刀片材质为QM1，是施加了PVD涂层的超硬

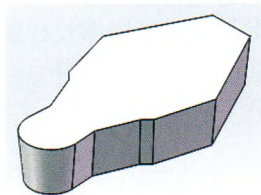


图 1

微粒子刀片，主要加工工件材质为FCD700（日本牌号，对应中国牌号为QT700-2），组织为珠光体+球状石墨，属于脆性材料。

该刀片日常使用量大，单片刀片造价昂贵，在不影响加工性能及产品质量的前提下，使用再研磨刀片能极大地降低制造成本，但在使用过程中发现，在加工参数未发生变化的前提下，加工出的绳

槽有质量问题（波纹或台阶），推测为再研磨后刀片的质量问题，故针对刀片各部位磨损情况及失效模式进行讨论，分析适合刀片进行再研磨工作的情况。

1. 刀片特征分析

QM1即将超硬合金主要成分的WC硬质层细微化至 $1\mu\text{m}$ 左右，将此微粒子超硬合金作为母材，在表面进行PVD（膜厚

3. 用钢丝和滚筒带动车床中滑板移动车削大长圆锥孔

要在车床上车削长度较长和直径较大的圆锥孔，在无靠模装置和小滑板移动长度不够的情况下，可用钢丝和滚筒带动中滑板丝杆转动，使中滑板匀速移动来车削锥孔，如图4所示。

（1）计算钢丝滚筒直径。已知钢丝直径 d ，中滑板丝杆螺距 P ，工件锥孔斜角 α ，则 $D = \frac{P}{\pi \tan \alpha} - d$ （mm）。

（2）安装钢丝滚筒。车好钢丝滚筒后，在内孔插好键槽，将中滑板刻度盘卸下，把钢丝滚筒安装在此处。

（3）车锥孔。车削锥孔前，先把锥孔粗车成小端直径。再用小滑板和床鞍把刀头移至工件左端车削的位置，把钢丝在滚筒上绕一圈后，用固定支架把钢丝两端拉紧，采用小滑板吃刀，刀具从锥孔小端向大端反走刀，以克服中滑板丝杠和螺母的间隙。第一次走刀完成后，刀具要返回到锥孔小端走刀位置，拉紧钢丝两端，用小滑板吃刀，进行第二次走刀，直至把锥孔车削至图样要求尺寸。通过多次实践，只要钢丝滚筒直径和钢丝直径测量、计算和制造精确，采用此车出的锥孔，不仅锥度好，且表面粗糙

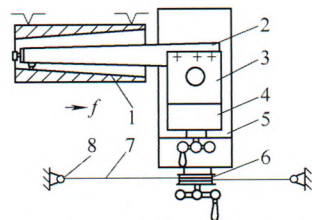


图4 利用钢丝和滚筒车削圆锥孔

1.工件 2.刀杆 3.方刀台 4.小滑板
5.中滑板 6.钢丝滚筒 7.钢丝 8.钢丝固定架
度值可达 $R_a=3.2\mu\text{m}$ 。

4. 结语

以上三种车削方法，简而实用，可解决这类圆锥工件车削问题。

参考文献：

[1] 郑文虎. 机械加工技术经验[M]. 北京：国防工业出版社，2015.

MW（收稿日期：20170512）

TiCN) 镀层, 是一种适用于精密加工、难切削材料加工的工具材质。与超硬合金相比, 具有高韧性、高硬度及刀尖锋利度优良等优点, 由于韧性与刀尖锋利度较超微粒子超硬合金高, 故该材质还具有优异的耐磨损性、耐热龟裂性特点。其物理特性如表1所示。

2. QT700-2球墨铸铁化学成分、力学性能分析

QT700-2为珠光体型球墨铸铁, 具有较高强度、耐磨性以及低韧性(低塑性)的特点。适于对强度要求较高的零件, 其检查标准均按GB1348—2009技术标准执行。QT700-2化学成分、力学性能分析如表2、表3所示。

3. 再研磨刀片尺寸计算

使用中发现, 绳槽刀片的后刀面磨损非常严重, 而刀片后刀面为圆弧形, 不便于研磨, 且绳槽深度也发生改变。

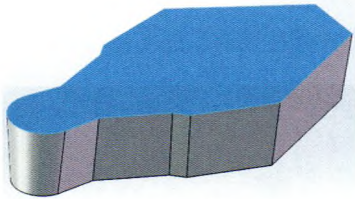


图2 研磨面

因刀片前角 0° , 后角为 5° , 故决定研磨前刀面(见图2蓝色区域), 将前刀面向下研磨一定尺寸, 可以适当减少后刀面磨损, 如图3所示, 绳槽宽度 $(5.8\pm0.05)\text{mm}$, 如果刀片进行再研磨工序, 刀片的刀头圆弧尺寸将减小, 最小为 $5.8-0.05/2=5.775(\text{mm})$ 。

如图4所示, 通过计算可知: $\Delta X=(0.05\div2)/\tan\alpha$, 式中, $\alpha=5^{\circ}$; ΔX 为向下研磨量; $\Delta X=0.28\text{mm}$ 。综上所述, 前刀面最大向下研磨 0.28mm 。

4. 失效模式分析

通过分析刀片的失效模式形态, 为后面刀片二次挑选后再研磨奠定基础, 在高倍率显微镜放

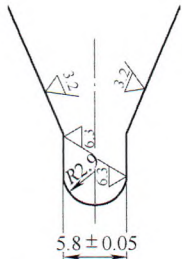


图3 绳槽尺寸

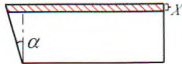


图4 研磨计算

大观察下, 可以发现刀片各处磨损情况。

(1) 崩刃。主要原因为刀具刃口的过度磨损和较高的加工应力, 也因刀具材料过硬、切削刃强度不足以及进给量太大造成。为避免刀具过度磨损, 应该选择韧性较好的合金材料, 加工时应减小进给量和切削深度, 另外还可选择高强度或刀尖圆角较大的刀片。

实际加工过程中, 发现刀片再研磨前(见图5), 前刀面主切削刃磨损达到 0.7mm , 再研磨后继续使用, 切屑与前刀面接触使前刀面崩裂, 加工出的产品出现质量问题。

一般刀片使用后, 主切削刃及前刀面磨损情况不大, 通常 $<0.2\text{mm}$, 如图6所示。

(2) 后刀面磨损。任何类型的材料的正常磨损都可能导致刀片失效, 其中正常后刀面磨损是最受欢迎的磨损形式, 因为它是最容易预见的刀具失效模式类型。后刀面磨损一般很均匀, 随



图5 崩刃实物



图6 前刀面磨损

表1 QM1物理特性

名称	密度/ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	硬度 HRA	抗拉力/ MPa	杨氏模量/ GPa	热膨胀系数 α / ($10^{-6}\cdot\text{K}^{-1}$)	热传导率/ [$\text{W}\cdot(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$]
QM1 (TiCN)	14.8	92.0	2 500	640	5.7	84
TM4 (TiN)	14.4	91.0	3 000	580	5.8	63
CVD涂层	14.9	91.5	1 500	630	5.0	80

表2 QT700-2球墨铸铁化学成分(质量分数) (%)

钢材牌号	C	Si	Mn	S	P
QT700-2	3.08~3.30	2.49~3.13	0.55~0.61	0.017~0.022	0.045~0.052

表3 QT700-2球墨铸铁力学性能

钢材牌号	抗拉强度 σ_t /MPa	条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa	伸长率 δ (%)	硬度HBW
QT700-2	≥ 700	≥ 420	≥ 2	22~305

着加工材料磨损切削刃而逐渐显现出来,类似于刀刃变钝。

当工件中坚硬的细微夹杂物或加工硬化的材料切入刀片时,会出现正常后刀面磨损。产生这种磨损的原因包括低速切削时的磨料磨损和高速切削时的化学反应。

另一方面,后刀面快速磨损会降低刀具寿命。在切削耐磨材料,比如球墨铸铁、硅铝合金、高温合金、热处理后的沉淀硬化(PH)不锈钢、铍铜合金及钨硬质合金,以及在切削非金属材料,例如玻璃纤维、环氧树脂、强化塑料和陶瓷时,常会出现快速磨损。

快速后刀面磨损的迹象类似于正常磨损。为了纠正快速后刀面磨损,需选择更耐磨、更坚硬或镀层硬质合金刀片材质等级,并确保使用适当的切削液。降低切削速度也非常有效,但这不符合生产需要,因为这会对加工周期带来不利影响。

在日常使用中,每把绳槽刀在使用后都会产生后刀面磨损(见图7),有的磨损比较严重,达到0.648mm,主切削刃伴有不



图7 后刀面磨损



图 8

规则缺口,此类刀片不适合送出研磨。

(3) 刃口剥落。切削刃口上出现一些很小的缺口,非均匀的磨损(见图8)。主要由断续切削、切屑排除不流畅等因素造成。解决对策可以为加工时降低进给速度、选择韧性好的刀具材料和切削刃强度高的刀片,避免刃口剥落现象的产生。

后刀面与工件接触,一般情况不会产生后刀面缺口,此类有缺口的刀片也不适合送出研磨,研磨后缺口仍然存在,加工工件后会产生台阶,加工出的绳槽尺寸会偏小,影响产品质量。

(4) 后刀面杂质附着。如图9所示,刀片后刀面上附着一层黑色物质,擦除不掉,猜测是切屑切削液等杂质高温烧结粘附在后刀面上所产生的,有的黑色物质在加工过程中会自然脱落,有的则不会,猜测产生杂质附着的原因因为切削液浓度降低造成,如用此类刀片加工产品,难以保证相关尺寸参数,且类似刀片加工出的工件表面质量较差,不适合再研磨。

(5) 后刀面表面氧化。后刀面被切屑氧化腐蚀,产生锈斑(见图10),锈斑不会对产品表面产生影响,后刀面磨损小,研磨后能将锈斑去除,不影响正常使用(见图11)。



图 9

5. 结语

(1) 通过分析可知,刀片正常磨损阶段会使后刀面被磨出一条狭窄棱面,压应力减小,磨损量增加均匀缓慢。当磨损带宽度增加到一定极限之后,切削力和切削温度迅速升高,磨损带宽度急剧增加。此时刀具的性能急剧下降,切削力、切削温度持续增长,刀尖处易崩碎。

(2) 挑选刀片时应挑选初期磨损阶段的刀片送出再研磨,急剧磨损阶段的刀片已经处于崩坏阶段,不适合送出研磨。

(3) 通过刀片现场筛选,发现部分刀片再研磨前就处于急剧磨损阶段,在使用6次后,刀片已经临近损坏,不适合送出再研磨。

(4) 要让刀片再研磨后依旧保持原刀片寿命,需要同时考虑刀片再研磨前状态,与刀片再研磨后二次处理,对后刀面,切削刃处需要加工处理,让刀片基材不裸露在外部,延长使用寿命。



图 10

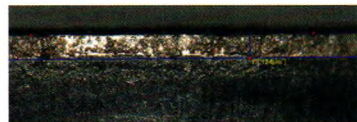


图 11

参考文献:

- [1] 陈永成,张寅. 国家标准《球墨铸铁件》解读[J]. 铸造, 2010, 58(1): 47-49.

MW (收稿日期: 20170512)