

车削制造金属长纤维时速度对纤维特性的影响

明冬兰 刘华联 张发英 陈澄洲

(华南理工大学)

摘要 研究了用自旋转车刀制造金属长纤维时,提高切削速度对纤维主要性能指标的影响。试验结果表明:提高切削速度有利于改善纤维的质量,提高纤维的强度,从而提高了纤维的切削效率。

关键词 自旋转车刀;金属纤维;切削速度

分类号 TG 506.1

0 引言

金属纤维是70年代后期出现于工业发达国家^[1]与有机和无机纤维比较,金属纤维具有高的耐磨性、导电性、导热性以及好的烧结性等,是一种有广泛用途的新型工程材料^[2]。

资料表明,目前,一般用切削法制造金属短纤维,最有代表的切削法是振动切削法,该方法是通过调节刀具系统的刚度、阻尼等参数,以及切削用量使刀具在切入方向产生自激振动(颤振)来形成金属短纤维^[3]。振动法的切削过程噪声大,并且振动对机床产生不利的影响,所加工纤维的长度限制在2~30 mm之间^[1]。作者用自旋转车刀加工金属纤维^[2],用该方法加工的金属纤维当量直径在0.05~0.25 mm之间的长纤维,延伸率在2%~4%之间;作者在同一文中还指出,为了提高纤维的性能,减小切屑(纤维)变形是加工中的关键^[3]。在本文中,作者研究切削速度对金属纤维特性的影响^[3]。

1 切削速度对切屑变形的影响^[3]

在无积屑瘤的切削速度范围内,切削速度越大,则变形系数越小^[3]。

这两方面的原因:一方面是因为塑性变形的传播速度较弹性变形的慢^[3]。即当切削速度低时,金属始剪切面为 OA (如图1所示),但当切削速度增高时,金属流动速度大于塑性变形速度,亦即在 OA 线上尚未显著变形就已流到 OA' 线上,以致始剪切面移后到 OA' ;而终剪切面相应由 OM 移到 OM' ,故剪切角 Φ 角增大^[3]。另一方面是因为切削速度对摩擦系数有影响^[3]。除低

速情况外, v 愈大, 则摩擦角愈小, 因此剪切角 Φ 增大, 变形系数 ξ 减小⁽¹³⁾

在有积屑瘤的切削速度范围内, 切削速度的影响主要是通过积屑瘤所形成的实际切削前角来影响变形⁽¹³⁾在积屑瘤增长阶段中, 积屑瘤随 v 的增加而增大, 积屑瘤愈高, 其实际前角愈大, 因而 v 增加时 ξ 减小⁽¹³⁾在积屑瘤消退阶段中, 积屑瘤随 v 的增加而减小, 积屑瘤愈小实际切削前角也愈小, 变形随之增大, 所以 v 愈大, 则 ξ 愈大, 积屑瘤消失时, ξ 达最高值⁽¹³⁾积屑瘤最大时, ξ 达最小值⁽¹³⁾

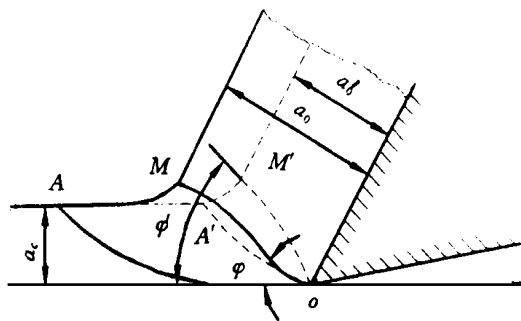


图 1 切削速度对剪切角的影响

在金属纤维的切削加工中, 尽量减小切屑(纤维)的变形是我们的目标⁽¹³⁾由于所制造出的纤维当量直径很小(在 0.05~0.25 mm 之间), 通常认为切削速度不宜过大, 否则在出屑时, 易使切屑(纤维)甩断, 因此切削速度始终没有提高, 从而

使得制造纤维的效率也不高, 从以上切削速度对切屑变形的影响分析可知, 提高切削速度可减小切屑的变形⁽¹³⁾再根据切屑变形对纤维特性的影响, 在加工中提高切削速度, 试验表明, 用自旋转车刀加工金属纤维时, 提高切削速度可提高纤维的质量, 同时也提高了切削效率⁽¹³⁾图 2 是在切削速度 $v=43 \text{ m/min}$ 时加工的低碳钢(Q235)纤维的外形, 相片比例为 1:1⁽¹³⁾



$v=43 \text{ m/min}, f=0.08 \text{ mm/r},$
 $a_p=0.06 \text{ mm}, \lambda=75^\circ$

图 2 低碳钢(Q235)纤维的外形

2 试验条件和试验结果与分析

2.1 试验条件

试验在 CM 6140 车床上进行, 被加工材料为低碳钢(Q235)⁽¹³⁾用自旋转车刀进行车削加工; 自旋转车刀外径为 $\varnothing 16$, 材料为 W 18Cr4V¹⁹.

试验的切削条件为: 自旋转车刀的安装倾角 $\lambda=78^\circ$, 进给量 $f=0.08 \text{ mm/r}$, 切削深度 $a_p=0.08 \text{ mm}$ ⁽¹³⁾

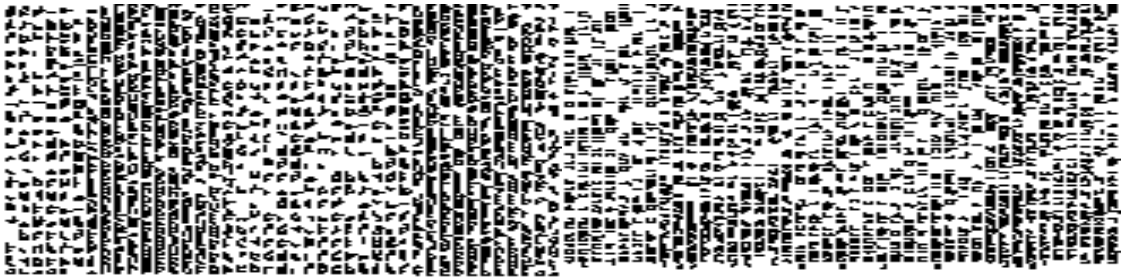
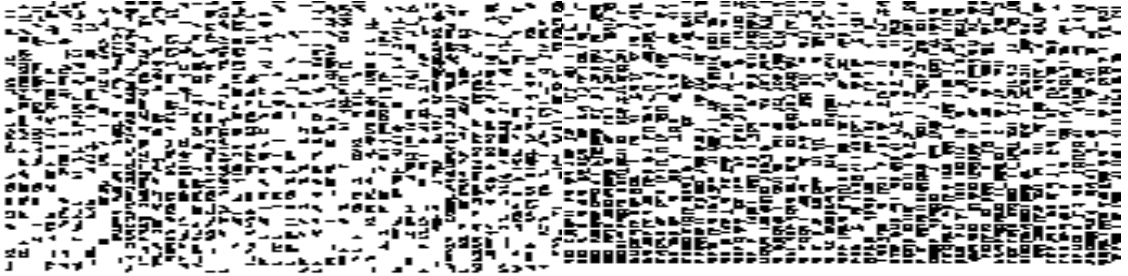
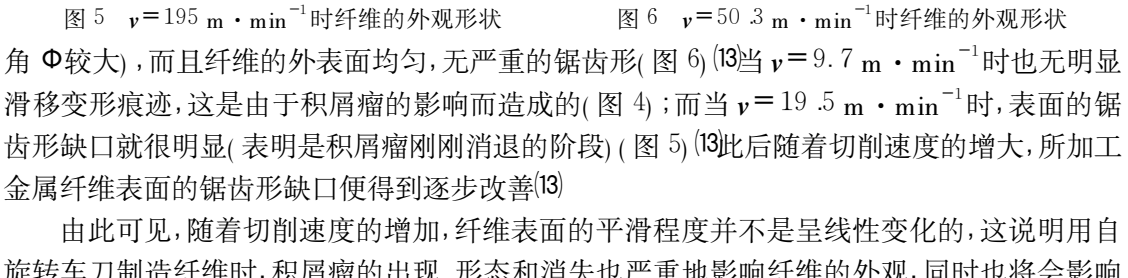
2.2 试验结果与分析

在试验中用不同的切削速度加工金属纤维, 下面分别阐述在不同的切削速度下(其他切削条件相同)加工纤维, 对纤维外观形状、变形系数 ξ 、纤维拉伸强度 σ 和对纤维当量直径 d 的影响情况⁽¹³⁾

2.2.1 切削速度 v 对纤维外观形状影响的分析

以下的相片是用不同切削速度 v 进行切削时的金属纤维的外观形状, 相片在扫描电镜上拍摄, 放大倍数为 200 倍⁽¹³⁾

从上面 4 张照片可以看出: 纤维与前刀面接触的一面是比较平滑的, 而另一面呈毛茸状, 即有锯齿形缺口⁽¹³⁾当 $v=2.4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时纤维表面上剪切滑移的痕迹清晰可见(图 3), 其反映了切削时金属的塑性流动情形; 而当 $v=50.3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时则无明显滑移变形痕迹(此时剪切

图3 $v=2.4 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时纤维的外观形状图4 $v=9.7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时纤维的外观形状图5 $v=19.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时纤维的外观形状

角 Φ 较大), 而且纤维的外表面均匀, 无严重的锯齿形(图6)(13)当 $v=9.7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时也无明显滑移变形痕迹, 这是由于积屑瘤的影响而造成的(图4); 而当 $v=19.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时, 表面的锯齿形缺口就很明显(表明是积屑瘤刚刚消退的阶段)(图5)(13)此后随着切削速度的增大, 所加工金属纤维表面的锯齿形缺口便得到逐步改善(13)

图6 $v=50.3 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时纤维的外观形状

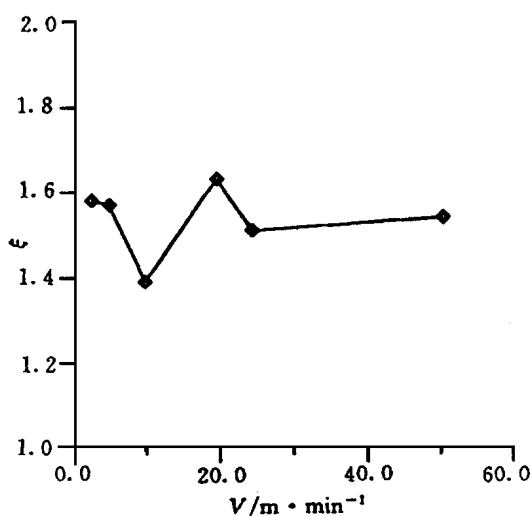
由此可见, 随着切削速度的增加, 纤维表面的平滑程度并不是呈线性变化的, 这说明用自旋转车刀制造纤维时, 积屑瘤的出现、形态和消失也严重地影响纤维的外观, 同时也将会影响到纤维的物理性能(13)

2.2.2 切削速度 v 与纤维变形系数 ξ 的关系

v 与 ξ 的关系如图7所示(13)从图中可以看出: 在切削速度提高的过程中, 符合在有积屑瘤的切削速度范围内切削速度对切削变形的影响; 在切削速度为 $9.7 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时, 切屑的变形系数最小, 此时积屑瘤最大; 当切削速度为 $19.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ 时, 积屑瘤基本消退, 因而变形系数最大, 之后随着切削速度的增加变形系数逐渐减小(13)通过试验发现, 提高切削速度不但不会使纤维甩断, 而且纤维的质量变得更好(13)试验证明, 在长纤维的制造过程中, 最大线速度可达到 $88 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ (13)

2.2.3 切削速度 v 与纤维拉伸强度 σ 的关系

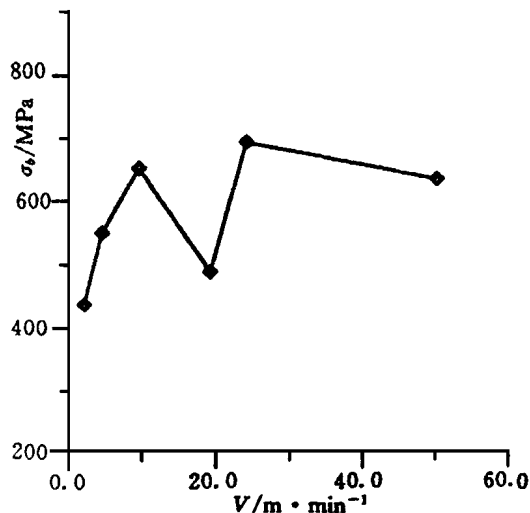
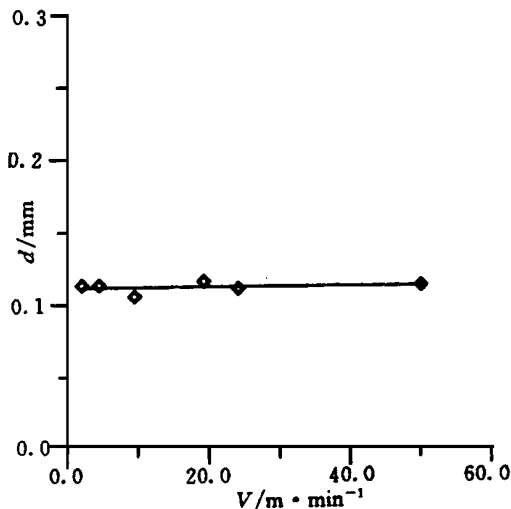
v 与 σ 的关系如图8所示(13)纤维的拉伸强度 σ 是测定一组数据(20个值)的平均值(13)把图8与图7对照起来看, 可以看出, 在相同的切削速度下, 变形系数越小, 纤维的强度就越高; 反过来, 变形系数越大, 纤维的强度就越低(13)这是由于纤维的变形减小时, 使纤维表面更为平滑, 减小了引起应力集中的锯齿形缺口, 有利于提高纤维的强度(13)同样, 纤维的拉伸强度也受到切削加工中积屑瘤产生过程的影响, 当达到积屑瘤消退的切削速度之后, 再随着切削速度的提

图 7 切削速度 v 与纤维变形系数 ξ 的关系图

高, 纤维的强度也呈现出逐渐提高的趋势^[13]可见, 提高切削速度 可使纤维的强度提高^[13]

2.2.4 切削速度 v 与纤维当量直径 d 的关系

切削加工出的纤维横截面是近似于梯形的, 随着加工条件的不同, 纤维的横截面的形状及面积都不同^[13]定义面积与纤维横截面相同的圆之直径 d 为纤维的当量直径^[13]当量直径是衡量纤维粗细的指标^[13]在金属长纤维的制造中, 我们希望得到尽可能细的纤维^[13]图 9 是 v 与 d 的关系^[13]从图 9 中可以看出, 随着切削速度的提高, 对纤维的当量直径基本上没有太大的影响^[13]也就是说, 在伴随有积屑瘤产生到消退的切削速度逐渐增大的过程中, 对纤维的当量直径几乎没有影响, 因此, 增大切削速度不会对纤维的当量直径产生明显的影响^[13]这对于我们提高切削效率有很大的好处^[13]

图 8 切削速度 v 与纤维拉伸强度 σ 的关系图 9 切削速度 v 与纤维当量直径 d 的关系

3 结 论

用大于积屑瘤消退时的切削速度加工金属纤维, 可使纤维的变形系数逐渐减小, 并且使纤维的拉伸强度提高, 在该过程中, 纤维的当量直径几乎保持不变, 因此, 提高切削速度可提高纤维的质量^[13]所以在用自旋转车刀加工金属纤维的过程中, 可增大切削速度(范围在低于 $88 m \cdot min^{-1}$), 以提高切削加工的效率^[13]

参 考 文 献

- 1 李加种等.用振动切削法制造金属短纤维.机电工程,1989,(6):21~23
- 2 明冬兰,万珍平,张发英等.用自旋转车刀加工金属纤维时影响纤维特性的因素.工具技术,1998,32(4):26~29
- 3 华南工学院、甘肃工业大学.金属切削原理及刀具设计.上海:上海科学技术出版社,1983

The Influence of the Cutting Speed on the Properties of Long Metal Fibre by Self-Propelled Cutting Tool

Ming Donglan Liu Hualian Zhang Faying Chen Chengzhou

(Mechantronic Engineering Department, Sonth China Science and Technology University)

Abstract In manufacturing long metal fibre by self-propelled cutting tool, the influence of the cutting speed on the main properties of metal fibre is researched in this paper. Experimental results show that the quality and strength of fibre can be improved with the increasing cutting speed and that the productivity can be raised accordingly

Key words self-propelled cutting tool; metal fibre; cutting speed