

化学短纤维切断刀的发展

骆祎岚 朱世根 顾伟生 沈 剑 吴贺龙

(东华大学机械工程学院, 上海, 200051)

摘 要: 简要介绍了短纤维切断过程对切断刀性能的要求, 概述了切断刀的发展, 指出了改进中存在的问题, 讨论了短纤维切断刀的发展方向。

关键词: 切断刀 切断机 化学短纤维

中图分类号: TQ 340. 656 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)01-0028-03

进入 20 世纪 90 年代后, 世界化纤工业发展迅速, 2000 年的世界化纤生产量比 1999 年增加 6.1%, 达 282×10^5 kg, 占纤维总产量的 57%^[1]。化学纤维的消费量也在持续增长, 主要是合成纤维特别是涤纶、丙纶的消费量, 据预测 2003 年的世界化学纤维消费量将达 378×10^5 kg^[2], 其中中国是涤纶短纤维的最大消费国^[3]。为了较大幅度降低生产成本和提高产品附加值, 以获得最佳经济效益并占领市场, 就必须依赖于加工工艺和与之配套的设备的开发和应用。

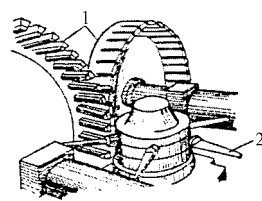
经过拉伸、卷曲和烘燥定型处理后的连续丝束, 由切断机将其切成规定长度的短纤维, 以供纺织加工中与天然纤维及其它纤维混纺。目前, 短纤维切断机的生产能力以切断丝束的分特 (dtex) 数来衡量, 一般为 $(50 \sim 60) \times 10^4$ dtex, 较大者为 100×10^4 dtex, 切断速度为 60 m/min, 最高者可达 473 m/min, 可切断 450×10^4 dtex 的丝束^[4]。为保证纤维切口整齐, 无熔融粘连现象和长的寿命, 要求切断刀有较高的刃口锋利度和良好的抗磨损性能。作为一种损耗零件, 切断刀的性能和成本对降低化学短纤维的加工成本有一定影响。因此, 国内外较为重视对切断刀的研究改进并取得了明显的进展, 本文将对此作一介绍。

1 切断过程对切断刀的要求

化学纤维的切断过程是靠切断刀和丝束相互接触运动来完成的, 实质上是切断刀施力于纤维而使其变形直至断裂。切断时, 将丝束切断所需要的主运动和使丝束连续地投入切断的辅助运动 (或喂丝运动) 是由切断机来完成的。生产上采用的切断机的类型较多, 不同类型的切断机对切断刀的要求不尽相同, 而应用最广泛的是沟轮式切断机和压轮式切断机^[4], 藉此简析切断过程对切断刀提出的性能

要求。

沟轮式切断机是靠一对沟轮上的两对齿尖顶住, 构成两个握持点, 丝束由刀切割, 刀具不仅有垂直于纤维束的压切力, 还有沿纤维束表面滑行的纵切力, 这样纤维受到的切断力大, 容易被切



1—沟轮; 2—回转刀盘
图 1 沟轮式切断机示意图

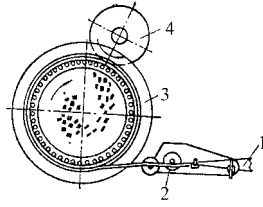
断。其工作示意图如图 1 所示, 主要型号包括国产的 VD542、VD543、VD544, 德国纽马格的 ZS21 和日本的 SC-5A 等。

随着对加工速度、丝束总纤度和产品质量要求的提高, 沟轮式切断机切断效率低的缺陷越来越明显且难以克服。为适应大容量、高速度和连续运转的需要, 许多国家已采用压轮式 (也称刀盘式) 切断机。压轮式切断机是靠丝束本身层层向转轮上圈绕, 外层向内层施加压力来握持的。切断时, 丝束两端被握持而固定, 刀刃平面垂直纤维轴线进行切割运动, 丝束圈绕的张力产生压力, 切断能力大、速度高、质量好, 切断时刀口不发热, 刀片不受过大冲击力, 使用寿命长。工作示意图如图 2 所示, 其主要型号包括国产 HV771, 美国的罗姆斯 Lummus-5、Lummus-6、Lummus-8、Lummus-9, 德国纽马格 NMC-0、NMC-1, 日本帝人 ECH-15A、ECH-30A, 巴马格的 FAS1 等。

压轮式切断机中切断刀本身既是纤维的切割点, 又是纤维的握持点, 因此, 切断刀的尺寸精度要求较高。在切割的纤维类型和加工纤度相同、张紧力和压力相同的条件下, 切断刀对纤维的切割力小于沟轮式切断机, 所以, 刀具的锋利性也要求较高。

由切断机理可知, 造成切断刀刀具磨损的主要原因是机械摩擦^[5]。由于刀刃极薄, 切割纤维时在

刃口上作用着非常大的压力,摩擦力很大,刀口在强烈的摩擦作用下变钝,特别是切含有二氧化钛的消光或半消光纤维,其中的细小而坚硬的钛颗粒很容易将刀具刃口磨钝,因此切断刀刀口部分应当锋利性好,硬度高,耐磨性好,并有一定的韧性和不崩刃;刀体部分要求强度高,韧性好。对压轮式切断机用切断刀而言,还应有较高的尺寸精度。



1—丝束;2—张力装置;
3—刀盘;4—压轮

图2 压轮式切断机示意图

2 短纤维切断刀的发展概况

围绕短纤维切断刀如何提高刀具寿命、降低化纤生产成本,提高其性价比,国内外进行了大量的研究和改进工作。

2.1 改进切断刀材质,提高使用寿命

为了提高切断刀的使用寿命,国内外对切断刀的材质进行了大量的研究。表1列出了几种材料的切断刀在VD544切断机上的使用效果。

表1 切断刀材料及使用效果^[4]

材料 (牌号及硬度)	加工纤度 ($\times 10^4$ dtex)	平均使用时间 (h)
Cr12MoV	涤纶有光纤维 34	8
HRC52-55	涤纶半消光纤维 34	2
W6 Mo5 Cr4 V3	涤纶半消光纤维 32.5	12
HRC68		
Co5Si	涤纶短纤维丝 32	24
HRC69-70		
YG20 硬质合金	涤纶半消光纤维 73.5	10
HRC68-70		
YS2 硬质合金	涤纶半消光纤维	72
HRA91.5		

国内早期使用的切断刀材料为Cr12MoV^[6],是一种常用的模具合金钢,硬度为HRC52-55。切割含有0.5%TiO₂粒子的涤纶半消光纤维时,频繁换刀不单生产效率低,还会造成生产质量的不稳定,现已基本被淘汰。

与Cr12MoV相比,高钒高速钢组织中存在高度弥散稳定的VC硬质点。在高钒高速钢中加入硅和铝可提高钢的硬度和耐磨性,铌与碳强烈形成的弥散细小的碳化铌则能阻止晶粒长大。用超硬高速钢B201(W6Mo5Cr4V5SiNbAl)及B223(W4Mo7Cr4V4SiNbAl)制成的切断刀,基体硬度高(HRC66-68),刃磨一次可以工作2~3个班次,平均磨刀一次的切割时间和切丝

量均为Cr12MoV切断刀的5~6倍^[4]。

含钴的超硬高速钢M42(W2Mo9Cr4VCo8)属钼系超硬高速钢,具有高的硬度,最高可达HRC69-70,由于含钒量少,磨削性好,刀刃可磨得很锋利。Co5Si(W12Mo3Cr4V3Co5Si)是低钴超硬高速钢,与M42钢比较,可节约66.6%Mo和37.5%Co,常温硬度(最高可达HRC69-70)和耐磨性都很高。加工涤纶短纤维丝 32×10^4 dtex,切削速度150 m/min,每次刃磨可用24 h。但由于钴是稀缺昂贵材料,此种牌号材料价格较贵^[6]。

现在国内使用的涤纶短纤维切断刀多用亚细晶粒硬质合金和超细晶粒硬质合金制造,具有刃口锋利、使用寿命长等特点,但成本也很高。用亚细晶粒硬质合金YG20(WC80%、Co20%,HRC68-70)制成切断刀切断涤纶半消光纤维(73.5×10^4 dtex),刃磨一次可连续使用10 h。

超细硬质合金的WC粒度在0.2~1 μm之间,大部分在0.5 μm以下,是一种高强度、高硬度兼备的硬质合金。此外,由于晶粒极细,磨削刃口半径可达3 μm,可以磨得非常锋利、光洁。我国自行研制的材13(85%WC,2%TaC,0.43%Cr₃C₂,13%Co)的平均晶粒为0.35~0.43 μm,抗弯强度达2.3 Gpa,密度为14.1 g/m³,硬度HRA91,可以取代进口的硬质合金刀具^[6]。又有用YS2(Co10%,Cr₃C₂0.5%,WC其余)制成切断刀切割半消光涤纶纤维,平均使用时间达72 h,这种切断刀在大型化纤企业中得到了广泛应用^[7]。不过,该类材料成本高,加工难度大,因含有稀缺的Co等战略资源,因而价格昂贵。

2.2 改进制造工艺,降低切断刀成本

切断刀材质的不断改进,大大提高了切断刀的使用寿命和耐用度。但由于切断刀的使用量大,容易损耗,节约其成本可以降低化纤切断费用,因此,许多学者在研究高性能价格比的切断刀方面进行了有益的探索,代表性工作如下。

将钴基耐磨合金堆焊于1Cr18Ni9Ti不锈钢刀体上,可以制成复合式切断刀。但焊接后刀片容易变形^[8],成品率不高。

用45号钢和65Mn作切断刀基体材料,在其刃口部位激光熔覆Co-WC粉,但由于激光熔覆后,切断刀刃口存在无法消除的气孔缺陷,刃口磨削后常会出现缺口^[9]。

采用钢带自动化磨削加工工艺,大批量生产含16%Cr的不锈钢切断刀,加工成本降低,刃口通过物理气相沉积3~5 μm的TiN、TiC或TiCN涂层来保证其耐用度^[10]。存在的问题是涂层造成刃口半径

增加,降低刃口锋利度,并存在粘连现象。

将 YS2 超细硬质合金化学粘接于碳素钢刀体上,经金刚石砂轮磨削可以制成刀刃接合式切断刀^[11]。尽管此类刀具的性能达到要求,但目前尚未得到广泛应用。

通过改进加工制造工艺,研制高性价比切断刀的工作尚处于探索阶段。刀片变形、气孔以及粘连等缺陷是制约这方面研究进展的主要障碍。

3 讨 论

1. 切断刀是化学短纤维生产过程中的关键易损件,它的性能价格比对化纤生产效益有着重要的影响。

2. 切断过程要求切断刀刃口锋利无缺陷,耐磨性好,有一定的韧性、不崩刃;刀体部分强度高,韧性好。

3. 切断刀的材质从工具钢、高速钢发展到目前被广泛应用的硬质合金,刀具特性和使用寿命大为提高。尽管硬质合金切断刀性能较优,但存在价格较高的问题。

4. 为降低切断刀成本,在切断刀制造工艺方面进行的改进研究仍未取得明显进展,这方面研究工作必须进一步加强。

参 考 文 献

- 1 2000 年世界化纤生产量增加 6.1% .合成纤维工业,2000(3):17.
- 2 2003 年世界化学纤维消费量将达 37 800 kt .合成纤维工业,2000(5):4.
- 3 周培荣.发挥中石化集团的整体优势.推进我国合纤工业不断发展.合成纤维工业,2000(1):1.
- 4 高丽声等.化纤设备.北京:纺织工业出版社,1989:209~212.
- 5 郭英.合成纤维机械原理与设计.北京:纺织工业出版社,1990:342.
- 6 肖诗纲.刀具材料及其合理选择(第二版).北京:机械工业出版社,1994:61,75,214.
- 7 上海华申工具厂切断刀产品样本.
- 8 黄家玉等.人造纤维工厂装备.青岛:青岛海洋大学出版社,1993:402.
- 9 白舒示等.高功率激光加工及其应用.天津:天津科学技术出版社,1994:185.
- 10 德国 Mozart 刀具公司切断刀产品样本.
- 11 朱世根.刀刃接合式切断刀,中国专利 ZL98224470.3,1990.