

# 高速整体轴承锭子的设计

翁 明,刘 刚,石艳青

(河南二纺机股份有限公司,河南 信阳 464000)

**摘要:**为了实现锭子适应细纱机高速的要求,改善传统锭子能耗大、油量大的现状,介绍了影响锭子功耗的因素及现有锭子的结构型式并针对性提出了改进方向,重点对高速整体轴承锭子的结构及改进效果进行了分析。指出,上轴承直径、锭带轮大小、轴承润滑状态及锭子振动等因素对锭子功耗影响较大且制约了锭速的进一步提高;高速整体式轴承锭子上下轴承档及锭带轮直径大幅减小,有较宽的适纺速度,所有驱动元件能比传统锭子节能20%以上。

**关键词:**高速锭子;轴承直径;锭带轮;平锭底;阻尼减振;整体轴承;节能降耗;低维护

中图分类号:TS103.81

文献标志码:B

文章编号:1001-9634(2014)03-0015-04

## The Design of the Integrated Bearing High Speed Spindle

WENG Ming, LIU Gang, SHI Yanqing

(Henan No. 2 Textile Machinery Corporation, Xinyang 464000, China)

**Abstract:** In order to cater the high speed of the spinning frame against the conventional spindle with high energy and oil consumption, introduction is made to the factors with the energy consumption of the spindle and the modification suggestion is given to the existing spindle structure. Analysis is highlighted on the structure of the integrated bearing spindle and the modification. It is pointed out that the diameter of the up bearing, size of the tape wheel, bearing lubrication status and the vibration of the spindle are important factors with energy consumption hindering the speed upgrading of the spindle. The driving elements of the integrated bearing spindle are 20% energy economy in comparison with the conventional spindle due to marked reduction of the size of the bearing and diameter of the tape wheel and the wide speed application.

**Key Words:** high speed spindle; diameter of bearing; tape wheel; flat spindle bolster; damp of vibration; integrated bearing; energy economy and consumption reduction; low maintenance

## 0 引言

改革开放以来,我国棉纺纱锭由1985年的2 250万锭发展到目前约1.3亿锭,纺织纤维加工总量占世界近一半,成为世界瞩目的纺织大国,但还不是纺织强国。在过去几十年里,欧洲环锭纺纱技术在锭子高速、节能方面取得了巨大的进步,已领先国内15 a~20 a。国内各锭子制造企业通过努力学习国外先进技术,在锭子的制造和设计上取得了长

足的发展,但大多还停留在模仿阶段。因此,要缩小与欧洲的技术差距,必须在学习的同时加大在环锭纺纱方面的技术研发和资金投入力度,否则赶超世界先进水平就是空话。

## 1 技术背景

锭子是纺纱机上主要的加捻卷绕部件之一,业内习惯以拥有的细纱锭子数量来衡量纺纱企业的设备规模和生产能力。随着我国纺织工业进入后配额时代,纺织产品市场的竞争日趋激烈,纺织企业对纺织机械性能也提出了更高的要求。根据试验数据显示,目前我国细纱锭子耗能约占细纱机总耗能的40%,85%正在使用和正在生产的锭子仍为D12

收稿日期:2013-07-09

作者简介:翁明(1979—),男,河南信阳人,工程师,主要从事棉纺锭子工艺工装设计、产品设计等方面的研究。

型、D32型、D42型等老型号,这些锭子存在单锭功耗大、用油量高、高速稳定性差、断头率高、维护费用高、使用寿命短等缺点。虽然,国内已开发出YD51型、YD61型等新型锭胆结构锭子,在一定程度上适应了纺机高速化的要求,但实际开车速度仍不能达到25 kr/min,且存在单锭功耗大、用油量高等不足,因此各大锭子制造企业已将开发高速、节能、低维护费用型锭子列为战略目标。

## 2 影响锭子功耗的因素分析

### 2.1 上下轴承直径

现有锭子基本由杆盘和下支撑组合而成,杆盘由置于下支撑内的上下轴承支撑高速回转,所以上下轴承的直径直接关系到锭子功耗的高低。当上下轴承直径较大时,杆盘回转时的摩擦力矩较大,相应的锭子的功耗也大;反之锭子功耗则较小,所以减小上下轴承的直径可以有效降低锭子功耗。

### 2.2 锭子中心距

锭子中心距是指锭尖到上轴承中心的距离。众所周知,为了保证锭子上轴承能够得到充分的润滑,对锭子的加油高度有比较严格的要求。加油高度一般要求为锭子油上平面距离上轴承中心约40 mm,当锭子中心距较大时,锭杆浸入锭子油的长度长。当杆盘高速回转时,锭子油对浸入其中的锭杆有一定的阻力,所以锭子中心距越大其功耗则越大。常见锭子中心距为100 mm和120 mm两种,试验表明100 mm中心距比120 mm中心距的锭子可节能约10%,故减小锭子中心距可有效降低锭子功耗。

### 2.3 锭带轮大小

严格来讲,锭带轮的大小并不影响锭子功耗。实际纺纱生产中锭子是在一定的转速下运转,根据传动理论,在主机滚盘直径一定的情况下,锭带轮的直径越小,达到一定的锭子转速所要求的主机滚盘的转速就越小,相应的锭带转速也越小,滚盘和锭带与空气的摩擦就越小,即减少了锭子功耗。试验表明锭带和滚盘与空气摩擦所耗能量并不低于锭子本身所耗能量,在高速时表现尤为明显。随着市场竞争的日趋激烈和技术的不断进步,锭子速度越来越高,减小锭带轮直径可以有效地降低锭子功耗。如在18 kr/min转速条件下,锭带轮直径从22 mm减小至19 mm,可节能2.3 W/锭。

### 2.4 轴承润滑状态

轴承润滑越充分摩擦力就越小,锭子功耗就越小。锭子的下轴承浸在锭子油里,润滑基本上都是

充分的,关键是锭子上轴承的润滑。当杆盘作高速回转时,附着在锭杆上的锭子油在离心力的作用下被甩开,形成少量的油雾在锭子内腔中,上轴承就是靠此产生的油雾润滑。杆盘不停旋转就不断的有油雾形成,油雾逐渐增多直到充满整个锭子内腔,此时上轴承就“沐浴”在油雾中。随着时间的推移,锭子油位越来越低,离心力所产生的油雾到达上轴承的难度也越来越大,即上轴承处的油雾浓度越来越低,当油雾浓度不足以提供上轴承的润滑需要时,此时锭子就需要补油以避免上轴承因缺油出现干摩擦。锭子处于干摩擦状态运转时,不仅会显著增加锭子的功耗和噪声,还会迅速缩短锭子的使用寿命,使上轴承因非正常磨损而失效。为了避免锭子上轴承润滑不足,减少锭子的维护费用,市场迫切需要带有密封装置,可半年甚至一年不需补油仍能保证上轴承润滑充分的锭子。

### 2.5 锭子振动

锭子工作时振动越剧烈功耗就越大。一方面振动本身需要消耗能量,另一方面锭子较大的振动会破坏上下轴承的润滑油膜,使上下轴承产生瞬间干摩擦,增加锭子功耗。

## 3 现有锭子结构型式

如前所述,目前国内正在使用和生产的锭子85%还是D12型、D32型、D42型等,这些锭子的共同点是上轴承档为 $\phi 7.8$  mm,中心距为120 mm,下轴承都是由锥形锭底提供轴向和径向支承。试验和使用效果证明,锥形锭底的锭子已不能适应高速化的要求,其适纺速度在16 kr/min~17 kr/min,若速度再高锭子就会出现如图1所示的锭尖沿锭底

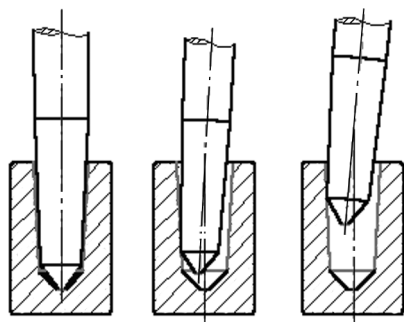


图1 锭子高速运转时锭尖沿锭底斜面上攀

斜面上攀而导致严重窜动,此时不仅锭子能量消耗显著增加,还严重影响其使用寿命和纱线品质。

针对锥形锭底锭子存在的不足,我们开发了平锭底锭子,如图2所示。该结构型式是将锭底分成

两个轴承:即平面止推轴承和滑动动压径向轴承,与锥形锭底锭子相比具有以下优点。

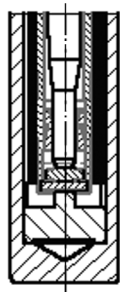


图2 平锭底锭子结构

a) 上轴承设计为  $\phi 6.8$  mm,原来上轴承为  $\phi 7.8$  mm,减小了杆盘回转时的摩擦力矩,起到了节能效果。

b) 由于锭杆变细,为了保证锭杆有足够的韧性并达到节能效果,中心距设计为 100 mm;加油高度降低,锭杆浸入锭子油的长度减小,锭子油对锭杆的阻力减小,降低了锭子功耗,同时减少了锭子油用量,节省了维护成本。

c) 由于上轴承由原来  $\phi 7.8$  mm 缩小到  $\phi 6.8$  mm,锭带轮直径可以由原来最小  $\phi 20$  mm 减到最小  $\phi 18.5$  mm,要达到相同的锭速,主机或滚盘只需相对较低的转速,可减少滚盘和锭带与空气摩擦的能耗。

d) 采用迷宫密封及防上轴承松动的垫圈,有效防止了润滑油的丢失。能在更长的时间内保证上轴承充分润滑,既节能又降低了锭子维护费用。

e) 高速运转时有更优异的振动特性。锭杆下轴承档与下轴承配合设计成两个轴承位:一个是与滑动动压轴承配合的轴承位,另一个是与平面止推轴承配合的大 R 球面,更有利于油膜的建立,减少锭杆与锭底干摩擦的几率,降低锭子功耗的同时还可以延长锭子的使用寿命。此种轴承结构的设计还有效避免了高速运转时锭子的窜动,同样降低了锭子功耗,能保证纱线品质并延长锭子使用寿命。

#### 4 改进方向

平锭底锭子在一定程度上适应了主机高速化的要求,但由于锭带轮直径的限制,在现有主机技术条件下锭速仍不能达到 25 kr/min,此外,还存在单锭功耗大、用油量等不足。从上面的分析及改进可以得到启发:当减小锭子上轴承内径时,锭带轮直径可以更小,更容易提高锭子的转速且有效降低锭子功耗,但由于上轴承外环的存在,限制了锭带轮直径

的进一步减小;加之现有锭子的弹性阻尼减振系统很难承受 20 kr/min 以上的转速,所以需要设计全新的上轴承结构及锭子弹性阻尼减振系统,以实现在现有主机技术条件下达到且能适应 20 kr/min~30 kr/min 的高速。

#### 5 改进后锭子结构型式及改进效果

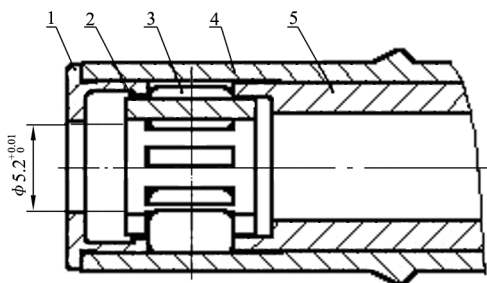
针对上述改进方向,我们设计出高速整体轴承锭子,其结构如图3所示。该锭子下轴承沿用了平



图3 高速整体轴承锭子结构

锭底结构,但由原来的  $\phi 4.5$  mm 减至  $\phi 3$  mm,可减小下轴承的摩擦力矩,更利于节能。设计的关键在于上轴承的改进,图4是该高速整体轴承锭子上轴

单位: mm



1—轴承端盖;2—保持器架;3—滚柱;  
4—轴承座;5—弹性管。

图4 高速整体轴承锭子上轴承结构

承结构,弹性管压配在轴承座的中间孔中,滚柱装在保持器的窗口中,一同放入轴承座的上孔,然后将轴承端盖压装在轴承座的上孔中。该结构将弹性管的上端面用作轴承的下端盖,轴承座的上孔做为纺锭轴承的外环,轴承端盖的下端面做为纺锭轴承的上端盖,由此构成一整体轴承结构。上轴承的内径只有 5.2 mm,更节能;由于去掉了传统锭子的上轴承外环,所以最大程度地减小了轴承座外径尺寸,使锭盘锭带轮直径可以为  $\phi 15$  mm 或更小,从而在不提高细纱机主轴转速的情况下,可使锭子转速达到 25 kr/min 以上,节能的同时大大提高了纺纱效率;另外采用全新设计的弹性阻尼减振系统,在锭速达到 30 kr/min 时锭子振程仍小于 0.05 mm,完全可以满足纺纱的要求;锭子中心距设计为 75 mm,保证锭杆足够的韧性的同时也更节能,上轴承端盖内孔有更大的储油空间,可以为上轴承提供可靠的润滑

保障;采用精密加工,上轴承端盖孔与锭杆间隙更小,有效减缓锭子油的流失,延长锭子补油周期,降低锭子维护费用。通过上述一系列优化,实现了高速节能纺纱的目的。此高速整体轴承锭子已申请了

实用新型专利,专利号:ZL201120099424. X,授权公告日:2011-09-28。

表 1 是传统锭子和高速整体轴承锭子耗电成本对比。

表 1 传统锭子与高速整体轴承锭子耗电成本对比

项目	参数									
锭速/(kr·min <sup>-1</sup> )	14			15			16			
捻系数	4.0			4.2			4.2			
产量/(kg·(台·h) <sup>-1</sup> )	19.33			12.81			9.78			
钢丝圈号数	6/0			7/0			9/0			
钢丝圈质量/mg	31.5			28.0			23.6			
锭带轮直径/mm	22	19	15	22	19	15	22	19	15	15
单锭功耗/W	18.6	16.7	14.2	21.2	19.0	16.1	23.9	21.3	17.9	17.9
用电成本/(元·(锭·a) <sup>-1</sup> )	109.0	98.2	83.3	125.0	112.0	94.4	140.0	125.0	105.0	105.0
15 mm 比 19 mm 耗电成本节省/(元·(台·a) <sup>-1</sup> )	15 029			17 545			20 345			
15 mm 比 22 mm 耗电成本节省/(元·(台·a) <sup>-1</sup> )	26 300			30 703			35 604			

注:细纱机为 1 008 锭,无自动落纱,卷装长度 190 mm,钢领直径 38 mm,锭距 70 mm,每年工作时间为 8.4 kh,用电价格为 0.7 元/(kW·h)。

## 6 结语

纺纱锭子是环锭细纱机上重要的加捻卷绕部件,已有上百年的历史,从最初刚性锭子到现在弹性锭子,从 6 kr/min~8 kr/min 发展到 16 kr/min~25 kr/min,其结构也在不断改进。在过去的十年里,技术人员提高了纺纱速度并减小了纱管尺寸,从而达到了降低纺纱成本的目的。现今 160 mm~220 mm 动程的主流锭子,其转速在 16 kr/min~20 kr/min,此构造的锭子轴承尽管很普遍,但已不是最为理想的。文中介绍的高速整体轴承锭子有较宽的适纺速度,完全可以适应当下的纺纱要求,由于其上下轴承档直径及锭带轮的大幅减小,使该结构锭子在任何锭速下,所有驱动元件如锭带、滚盘、主轴、轴承和电机均比传统锭子节能 20% 以上,节省

了大量费用。

## 参考文献:

- [1] 杨阜生,杨致诚. 棉纺环锭纺纱技术进步与纺纱专件器材[J]. 纺织器材,2005,32(3):5-8.
- [2] 赵志军,刘红方. 刍议高速锭子的开发实验[J]. 纺织器材,2005,32(3):36-37.
- [3] 朱鹏,唐文辉,王婵娟. 棉纺环锭细纱机高速生产与专件器材的讨论:上[J]. 纺织器材,2010,37(4):1-4.
- [4] 杨阜生,杨致诚. 棉纺环锭纺纱卷捻部分的现代化特征[J]. 纺织器材,2004,31(3):5-13.
- [5] 黄喜芝. 纺锭轴承的设计改进[J]. 纺织器材,2010,37(1):28-29.
- [6] 刘万宏. 新型锭子对节能降耗增效的影响[J]. 纺织器材,2010,37(2):40-42.

(上接第 4 页)

- [2] 唐文辉,刘荣清. 环锭细纱机断头分析与控制[M]. 北京:纺织工业出版社,1986.
- [3] DE BARR A E, CATLING H. THE PRINCIPLES AND THEORY OF RING SPINNING[M]//MANUAL OF COTTON SPINNING. Volume 5. LONDON, 1965.
- [4] Grishin P F. Balloon Control[J]. Platt s Bulletin,1954,6(6):8.

- [5] Bräcker 公司. Bräcker 钢领、钢丝圈使用手册及短纤纺纱[Z]. 瑞士:2008.
- [6] 唐文辉. 钢丝圈的倾斜运动和几何楔[J]. 纺织器材,2013,40(3):1-7.
- [7] 朱鹏,唐文辉,王婵娟. 棉纺环锭细纱机高速生产与专件器材的讨论:上[J]. 纺织器材,2010,37(4):1-4.
- [8] 朱鹏,唐文辉,王婵娟. 棉纺环锭细纱机高速生产与专件器材的讨论:下[J]. 纺织器材,2010,37(5):2-8.