

纺机下罗拉激光热处理

S Balasubranmanian, K Manonmani

摘要:分析纺机罗拉的工作状态,提出下罗拉淬火的要求和优越性;介绍传统淬火——渗碳淬火、渗氮淬火、感应淬火的特点和不足;阐述激光淬火的机理、方法、特征和工艺参数。认为激光淬火可在保持罗拉同心度的条件下,提高工作效率和罗拉的耐磨性,并延长使用寿命,提高成纱质量。

关键词:罗拉;激光热处理;硬度;加硬深度

中图分类号:TS103.81⁺2

文献标志码:B

文章编号:1001-9634(2014)03-0037-03

Laser-treated Bottom Roller

S Balasubranmanian, K Manonmani

Abstract: Analysis is done to the bottom roller as to the performance. Introduction is done to the quenching condition and quenching advantage for the bottom roller. Comparative analysis is done to the conventional quenching processes including quenching with carburizing process, nitriding process, and induction process as to their disadvantages and advantages. Description is done to the laser quenching process regarding the mechanism, method, feature and the specification. It proves that the laser quenching process can increase the working efficiency, prolong the abrasion resistance and the service life of the bottom roller under the guarantee of the concentricity of the bottom roller.

Key Words: roller; laser treatment; rigidity; hardening depth

0 引言

牵伸下罗拉是纺机的重要专件,工作时罗拉处于牵拉、重压、扭转、反复负荷、疲劳和偏心的运行状态。上机安装时,下罗拉与联轴节、接头及罗拉中间的滚针轴承组装为一体。在正常运转时,罗拉径向负荷通过滚针表面传递,该表面的硬度为58 HRC~63 HRC,因此下罗拉的表面必须同样加硬,而中心仍保持其韧性。

由于部件的磨损通常仅发生在某一部分,因此只需这一部分给予加硬处理;激光处理恰恰可以达到这样的目的,并且可以缩短加工时间,省却校直、研磨等加工过程。

传统的火焰淬火方法成本低廉,加工效果同部件表面的导热性能有关,不十分准确,加工时间较长、淬火深度难以控制。传统淬火方法如下。

渗碳淬火是将部件放在炉中加热,并使之同含碳介质接触,先冷却后加热到转化点以上,再迅速淬火,使其表面成为含马氏体的表层。渗碳淬火还需对不需加硬的部分加以遮蔽。淬火后使部件变形,故还需进行研磨以消除变形。也可以用淬火模来解决变形问题。渗碳淬火存在高能耗、高时耗、高劳动力问题,且需用的设备也较多,如炉子、模具、研磨设备等。

渗氮淬火,适宜于大量部件的淬火,它需要一个清洁的操作过程,把部件放在一个低温的密闭室内,通入氮气循环,约需经过40 h~100 h,很费时间。

还有一种加硬方法是将部件放入一个线圈内,导入交流电,由于电磁感应,迅速产生热量,将部件加硬(见图1),其加硬深度可由电磁感应加以控制,这种方法同样需要研磨手续,且同样有成本高、时间长的问題,因为感应线圈的内径是固定的,故其加硬深度并不一致。在小直径处其加硬深度将小于表面层,欲使整个罗拉的加硬深度一致是有困难的。

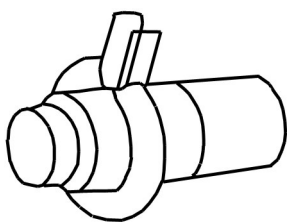


图 1 感应圈及下罗拉

下罗拉必须承受轴向冲击、扭矩、弯曲负荷和摩擦磨损等负荷,激光处理可以解决这些负荷带来的问题。

激光处理的成本较高,但加工十分精确,且具有可重复性,适宜对大量机件和小机件的加工。因为激光的范围和方向可被精确地控制,适用于对机件某一部分的加硬。十分明显,当激光束使这一区域的温度迅速升高,而周围的区域不必用油或水冷却,即可达到淬火的效果,因为能量来源于激光,并无任何外力施加于加工机件。另外由于温度迅速升高,热量只在机件表面,很少进入内部,故变形很少。中碳钢的效果优于低碳钢,因为高的含碳量允许较长的处理时间。

激光表面加硬不仅提高了部件表面的耐磨性,且有利于提高抗疲劳强度。对罗拉的螺旋形表面激光处理可在全长度内均匀地获得一定深度的硬化层。激光处理同样可对铁基合金加硬,其效果同样优于渗碳或感应淬火。

1 试验

采用一台在 RRCAT 室内的 HMT CNC 试验机。这是一台集成的激光装置,具有一个可自动控制三个方向的转台,伺服控制回转架和气体屏蔽附件。一个 5 kW 的 Nd-YAG 型激光头、功率为 250 W,通过一个 6 mm 直径的纤维光学装置,射向 15 m 外的加工中心,其能量损失为 10%,Nd-YAG 的波长为 $1.064 \mu\text{m}$ 。低能量的光束可保证需要加热的较小范围。工作时激光头保持静止,需加工的部件一方面回转,一方面作升降运动,激光头上安装着一个 40 mm 的可调式聚光镜,以便达到较大的视野。因为部件(罗拉)是圆柱体,故选用一个 1.8 mm(0.3 mm 重叠)聚光的螺旋形激光束,因为这样可使罗拉在整个长度内获得均匀的加硬深度,也可避免传统方法的缺点。图 2 表示 CNC 机上的加工部件、夹头、激光头和伺服控制器的位置。

罗拉由中碳钢(En9)制成,其化学成分见表 1。

样品装在机器的伺服控制器上,见图 3。罗拉

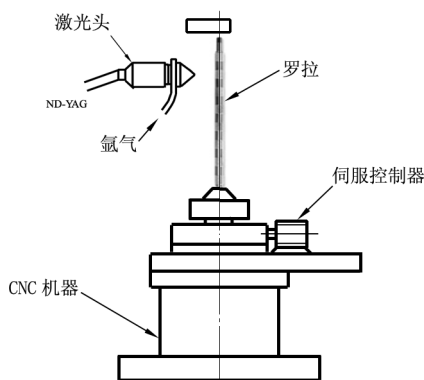


图 2 CNC 机上的激光头和罗拉位置

表 1 样品化学成分(重量百分率)

成分元素	C	Si	Mn	S&P
En9	0.60	0.35	0.80	0.06

需加硬的部分直径为 27 mm,中间为 16.5 mm,加硬深度为 1.0 mm~1.8 mm,加硬的部分主要是齿形部、端面、边部和节距等处。

激光处理在 1 r/min 速度下完成,此时一股 30 L/min 的氩气将聚光点屏蔽起来,以免罗拉表面氧化。一束直径为 1.8 mm 的激光包围了 27 mm 直径的罗拉。采用的激光参数为 20 ms,强度为 30 J,平均功率为 150 W,频率为 50 Hz。

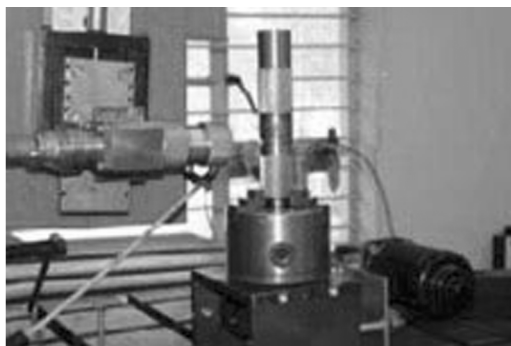


图 3 RRCAT 室内下罗拉激光加硬处理装置

2 结果讨论

试验采用 1.5 mm/s 的速度,20 ms,100 W 的参数。众所周知,当激光强度提高时,被加硬部件的表面温度相应提高。有不接触的红外线温度计测得表面温度为 800 °C,这正是加硬所需的温度,如将功率提高到 250 W 时表面温度上升到将要熔化的 1 300 °C。

试样选择的功率为 40 W、85 W、90 W、100 W、135 W、150 W、185 W、255 W,即从没有加硬效果一直加强到熔化的状态。

图 4 显示试样纵向截面的显微结构,其参数为 150 W、20 ms、5 Hz、1.5 mm/s,其加硬深度为 220



图 4 经 150 W 激光处理后的截面微结构

μm 、硬度为 830 HV。

图 5 显示试样沟槽区及边缘区的截面显微结构,其参数为 135 W、20 ms、5 Hz、2.3 mm/s、光束重叠 0.4 mm,其加硬深度为 516 μm ,硬度重叠部分为 485 HV,其余部分为 830 HV。



图 5 经 135 W 激光处理后沟槽区及边缘重叠区的截面微结构

图 6 参数为 185 W、20 ms、5 Hz、1.1 mm/s,加硬深度为 580 μm 、硬度为 860 HV。

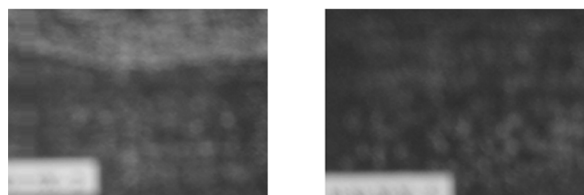


图 6 185 W, 20 ms, 5 Hz, 1.1 mm/s

图 7 参数为 255 W、20 ms、4 Hz、0.55 mm/s,加硬深度为 510 μm 、但其表面已熔化。



图 7 255 W, 20 ms, 4 Hz, 0.55 mm/s, 表面熔化

图 8 参数为 185 W、20 ms、5 Hz、0.55 mm/s,加硬深度为 585 μm 。

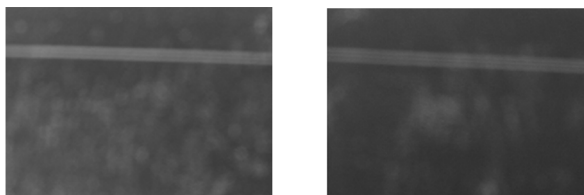


图 8 185 W, 20 ms, 5 Hz, 0.55 mm/s

图 9 为在 185 W 和 255 W 强度下其表面硬度

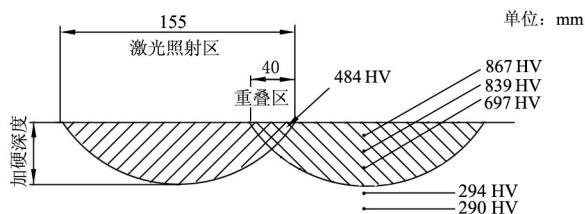


图 9 激光处理加硬深度及硬度情况

同加深硬度的实测数据。由图 10 可知,其表面硬度同加硬深度有关,从 80 μm ~580 μm ,其硬度由 697 HV 上升到 867 HV,在重叠处硬度为 484 HV,这是由于重叠的缘故,而底层的硬度则较为稳定,为 298 HV。由此可见加硬的硬度随着功率的增大而提高。由图 10 还可看到加硬的深度同样随着功率的增大而加深。

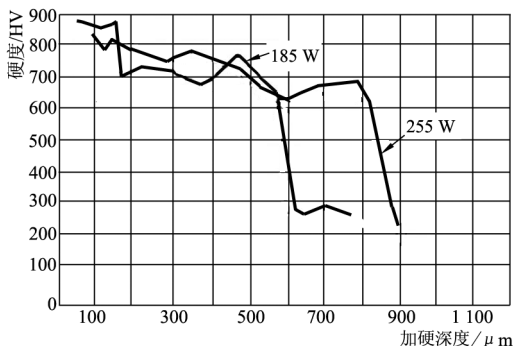


图 10 激光强度同硬度、深度的关系

硬度的形成是由于加热、冷却的速度和深度促使马氏体形成的结果。近表面处硬度下降说明是熔化的缘故。由此可以推断硬度的提高是由于碳化物的溶解形成细化马氏体所致。在加硬区中的硬度说明碳的集中度在 0.6% 左右,但这一数据在实践中不易达到。

在工业用途中,如下罗拉的加硬处理,由于在罗拉连接的接头一端有孔,热量集中在边、角处,容易产生熔化。这一问题的解决方法除了选择适当的参数外,选择适当的开始和结束点也十分重要。

3 结语

纺机下罗拉用激光加硬处理。可将淬火硬度从原来的 290 HV 加硬到 690 HV~860 HV,加硬深度可达 580 μm 。如将功率提高到 250 W,参数提高到 40 ms,则深度可达 1 200 μm 。

经优选加工参数后,激光处理可以使纺机下罗拉达到正常的运转和质量要求。

激光处理不仅可以增强部件的硬度和耐磨性,且适宜于处理形状复杂和难以加工的部件。

度、号数偏差、棉结、九级纱疵、断裂伸长和长细节等指标的控制更严格。

3.2.2 针织布面检测指标

针织物由于其组织结构、布面疵点一般不能通过人工修理消除,只能通过成品裁剪剔片或降等处理,针织布面检测就显得更为重要。

由于在针织物加工及后整理过程中无法去除“三丝”异纤疵点,尤其是漂白及浅色织物,漂白织物要重点检验异纤疵点,尤其重点控制有色的“三丝”等异纤;深色织物要重点控制丙纶丝类(俗称蛇皮丝)等染不上色的异纤^[9]。染色织物重点检验棉结、黄白疵点。另外,棉纺企业要根据染色坯、漂白坯异纤含量控制的不同要求,制订出异纤检测指标。

4 结语

现代棉纺企业制定纱线质量指标,应以满足用户质量要求为原则,健全仪器检测纱线的测试指标,建立新品种试织制度,建立量化的布面检测指标。做到仪器检测和布面检测指标相结合综合制定纱线质量标准。

4.1 纺纱厂应进一步研究针织物和机织物的差异,制定针织用纱和机织用纱不同的质量指标。

4.2 不同的用户对面料关注的侧重点不同,棉纺企业要经常与客户沟通,了解用户的真正需求,对反馈

的质量问题进行汇总分析,有针对性进行攻关解决。

4.3 全面完善纱线监测手段,建立新产品试织制度,量化布面检测指标,并根据实际需要,适时调整。

参考文献:

- [1] 徐晏. 纯棉针织用纱的质量控制技术[J]. 现代纺织技术, 2011(1):35-36.
- [2] 刘必英, 张艳华. 高档针织漂白纱的生产实践[J]. 上海纺织科技, 2009, 37(7):56-57.
- [3] 徐晏. 纱线质量的全面检测和综合评定[J]. 棉纺织技术, 2010, 38(6):24-27.
- [4] 顾维铀. 针织用纱与针织产品开发[J]. 现代纺织技术, 2010(3):13-15.
- [5] 张冶. 纯棉针织用纱与机织用纱的品质对比及生产实践[J]. 上海纺织科技, 2003, 31(5):13-15.
- [6] 俞晓文, 曹德进. 传统纺纱设备生产米通布用纱的实践[J]. 棉纺织技术, 2011, 39(7):53-55.
- [7] 肖军, 武继松. 牛津纺产品的设计与生产实践[J]. 北京纺织, 2001, 22(2):22-24.
- [8] 王宁, 周玉红, 张桂英. 自排风式转杯纺纱机生产漂白坯布用纱的生产实践[J]. 济南纺织化纤科技, 2004(2):47-49.
- [9] 章友鹤. 针织用纱质量控制技术问题探讨[J]. 浙江纺织服装职业技术学院学报, 2011(1):1-3.

(上接第 39 页)

参考文献:

- [1] US Laser Corporation Article: Suitable Materials for Laser Heat Treating, July 2009, 1-4.
- [2] Dr G Bhuvanashkaran, DGM, WRI, BHEL, Trichy Jan 9 and 10, 2007; Workshop on Laser Material Processes under TEQIP (Technical Education Quality Improvement Programme): 31-34.
- [3] Inventor: Cary Benedict, Date: Aug 6, 1985, Method and Apparatus for Laser Hardening of Steel, United States Patent No: 4,533,400.
- [4] Yu I Babei, KV Batashov, VV Beletskii, MF Berezhnitskaya, SA Ivanov and VA Chervatyuk: 87-89, July-August 1987; Laser Hardening of Small Diameter Shafts of Secondarily Hardening Steels, GV Karpenko

Physico-mechanical Institute, Academy of Science of the Ukrainian SSR, Lvov, Translated from Fiziko-khincheskaya mekhanika materialov, Vol 23, No4.

- [5] Bylica, Andrzej, Adamiak, Stanislaw 1997: 10-03, Laser Hardening of Iron Based Alloys, Proceedings of SPIE.
- [6] Toen Shoff, Hans K, Rund, Michael 1994: 09-70, Hardening and Remelting Using High Power Light Source and Lasers, Proceedings of SPIE.
- [7] T Slatter, H Taylor, R Lewis, and P Kign (2009): The Influence of Laser Hardening on Wear in the Valve and Valve Seat Contact, Wear, 267 (5, 8), P797-806, White Rose Research Online.

徐佐良, 刘荣清编译自
The Indian Textile Journal, 2012, 122(7):55-61.