

# 超窄2Cr13钢带的耐磨性能研究

朱晨<sup>1</sup>, 王伯健<sup>2</sup>

(1.咸阳职业技术学院, 陕西 咸阳, 712046; 2.西安建筑科技大学, 陕西 西安, 710055)

**摘要:** 通过对连续热处理过程中受到不同张力的超窄2Cr13钢带进行的磨损实验、硬度实验以及金相组织观察, 探讨了超窄2Cr13钢带生产过程中引入的张力对于其耐磨性能的影响, 结果表明当钢带所加载的张力不超过98N (宽度减小率不超过1.8%的时候) 的时候, 试样的耐磨性能不会产生变化; 当钢带所加载的张力大于98N (宽度减小率超过1.8%) 的时候, 试样的耐磨性随着张力的增大而变差。

**关键词:** 超窄钢带; 张力; 耐磨性能; 宽度减小率;

**中图分类号:** TH132.3<sup>+</sup>2 **文献标识码:** A **文章编号:** 94047- (2015) 01-046-02

超窄钢带是指宽度在2.5mm~10mm、厚度小于0.5mm, 宽厚比大于5的钢带, 也称为扁钢丝或异型钢丝。超窄钢带在工业生产领域有着广泛的应用, 比如锯条、弹簧、航空航天制导系统、定时器的发条以及纺织行业大量使用的针布齿条、钢箔及钢片综等纺织器材<sup>[1-3]</sup>。

超窄2Cr13钢带是一种制造纺织器材的重要原料, 国内企业在生产超窄2Cr13钢带时普遍采用钢丝轧扁的方法, 并且在后续的热处理生产线上增加张力控制机构, 通过控制张力来提高成品钢带的尺

寸精度 (主要是宽度) 并减少翘曲、侧弯等带型缺陷, 超窄2Cr13钢带的耐磨性能决定了纺织品的表面质量, 本文通过改变连续热处理生产线上的钢带所受的张力来研究不同大小的张力对超窄2Cr13钢带耐磨性能的影响。

## 1 实验材料及其制备工艺

本次实验所用原料为球化退火后轻拉态的2Cr13圆丝, 钢丝直径为 $\Phi$  2.50mm, 抗拉强度820MPa。

表1 实验材料的化学成分 wt% Tab.1 Components of the material

| 材料    | C    | Cr    | Si   | P     | Mn   | Cu   | S     | Ni   | Fe |
|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|----|
| 2Cr13 | 0.18 | 13.72 | 0.55 | 0.032 | 0.32 | 0.23 | 0.014 | 0.60 | 其余 |

原料在连轧机上进行三个道次的轧制, 轧机工作辊为一对平辊, 轧辊材料为硬质合金, 直径为 $\Phi$  150mm, 第三机架轧机出口速度为150m/min, 选用乳化液进行冷却与润滑。冷轧后得到宽度为5.5mm、厚度为0.3mm左右 (尺寸误差: 宽度 $\pm$  0.2mm; 厚度 $\pm$  0.1mm) 的钢带。

冷轧后的2Cr13钢带需经过连续热处理生产线的淬火、回火热处理后才可获得优良的综合力学性能。本次2Cr13钢带连续热处理实验是在西安某厂的连续热处理生产线进行的, 淬火炉温度为1050~1080 $^{\circ}$ C, 回火炉温度为570~610 $^{\circ}$ C, 该生产线示意图如图2所示。

收稿日期: 2014-10-12

作者简介: 朱晨 (1984—), 男, 陕西咸阳人, 助教, 硕士研究生; 研究方向: 金属制品的加工制备工艺。  
王伯健, 硕士生导师, 西安建筑科技大学副教授

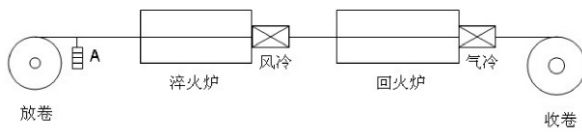


图1 2Cr13钢带连续热处理生产线示意图

Fig.1 Sketch map of the continuous heat treatment line of the 2Cr13 steel strip

冷轧态的钢带在连续热处理生产线上进行带张力热处理, 实验过程中张力的提高依靠在热处理生产线放卷处(图1A处)增加砝码的方法来控制, 单个砝码重量为2.5kg, 换算成重力为24.5N。本文以不加张力的淬火、回火钢带作为0号标准试样, 加一个砝码的淬火、回火钢带为1号试样, 依次类推, 直到钢带加载6个砝码时被拉断, 此时取样停止。用不同张力下所取的1-6号试样与无张力0号标准试样作比较, 分析张力对试样的耐磨性能的影响。

## 2 实验方法

### 2.1 磨损实验

磨损实验在自制的钢带磨损实验机上进行, 该实验机由三相异步电动机提供动力, 电机功率1.1KW, 额定电压380V。每个试样选取3根40cm左右长度的钢带, 将选取的钢带固定在钢板上进行磨刷, 所加磨料为320#的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 尼龙抛光刷以

2830r/min的转速对在其下方的试样进行连续9个小时不间断的磨刷, 磨刷结束后对试样进行厚度测量、称重并和磨损前的厚度、重量进行对比, 计算出每个试样的厚度、重量减少率, 每个试样取所测三根钢带数据的平均值。

### 2.2 金相试样制备方法及观察

金相试样制备在西安建筑科技大学材料加工实验室进行, 用5ml硝酸、5ml氢氟酸与90ml水配制成的侵蚀剂, 侵蚀时间为10秒, 然后用水冲洗, 最后用酒精清洗并用吹风机吹干。将腐蚀好的试样置于奥林巴斯GX51型金相显微镜下观察其组织并照相。

### 2.3 显微维氏硬度的测量

显微硬度实验的规范按照GB/T4340-84和GB/T4342-84在西安建筑科技大学材料加工实验室进行, 显微维氏硬度计的型号是HX-1000TM。分别根据不同的要求取样, 试样按照金相显微组织试样制备方法进行镶嵌、砂纸预磨、机械抛光、侵蚀后进行硬度测量, 测量时选择载荷为50g, 保压时间为15s, 每个试样测量7个点, 去掉最高和最低值后取平均值。

## 3 实验结果

不同张力作用下的淬火、回火钢带尺寸参数如表2所示。

表2 不同张力作用下的淬火、回火钢带尺寸参数

Tab.2 Dimension parameter of the steel strip under different tension after quench and tempering

| 试样编号    | 0   | 1    | 2   | 3    | 4   | 5     | 6    |
|---------|-----|------|-----|------|-----|-------|------|
| 张力/N    | 0   | 24.5 | 49  | 73.5 | 98  | 122.5 | 147  |
| 钢带宽度/mm | 5.5 | 5.5  | 5.5 | 5.5  | 5.4 | 5.3   | 5.0  |
| 宽度减小率%  | 0   | 0    | 0   | 0    | 1.8 | 3.6   | 9.1  |
| 钢带厚度/mm | 0.3 | 0.3  | 0.3 | 0.3  | 0.3 | 0.3   | 0.28 |

从表2可以看出钢带的塑性变形量随着张力的增加而增大。当所加张力不超过73.5N的时候, 钢带的宽度和厚度不发生变化; 当试样所加张力大于73.5N的时候, 钢带的宽度和厚度均逐渐减小, 并且随着张力的继续增加, 钢带的宽度减小率也逐渐提高。

不同的张力对于相应试样磨损后厚度、重量减

少率的影响如图2所示, 从图中可以看出0号无张力试样以及1到4号受到不同张力的试样磨损后钢带厚度、重量的减少率相差不大, 可以认为它们的耐磨性能没有明显的变化; 所受张力分别为122.5N、147N的5号、6号试样磨损后的厚度、重量的减少率较大, 试样耐磨性能有明显的降低。从图2中还可以看出相比于硬度值最高(533HV)的0号标准

试样,受到最大张力的6号试样具有最低的硬度值(513HV),其它试样的硬度值随着张力的增加逐渐降低。

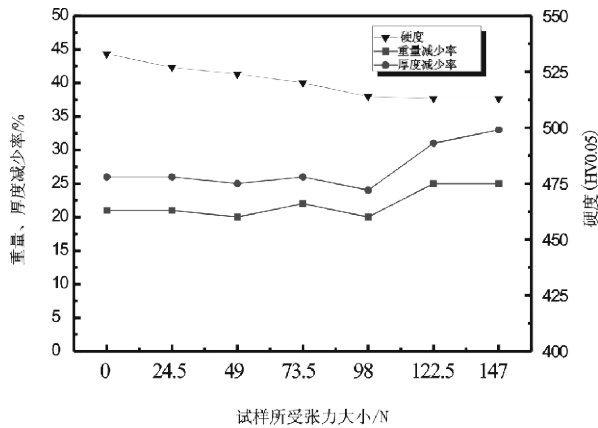


图2 不同张力试样的重量、厚度减少率及硬度值

Fig.2 Weight and thickness reduce rate and the hardness value of the sample under different tension

0号标准试样以及加张力的1到6号试样的金相组织如图3所示。

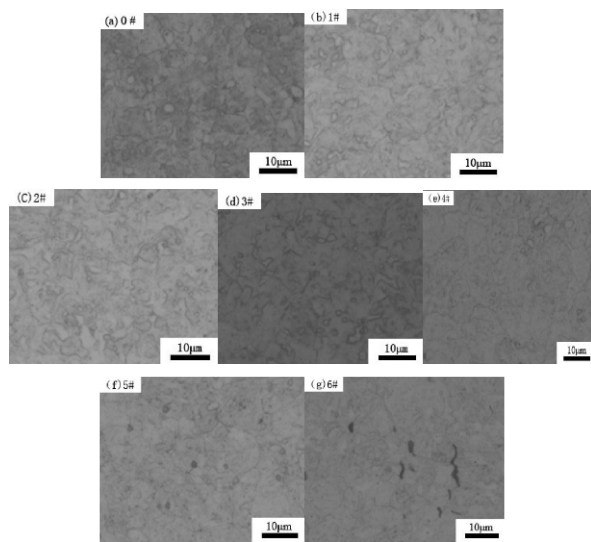


图3 试样的金相组织

Fig.3 Microstructure of the sample

## 4 结果分析

文献表明,2Cr13的零强温度大约为1400℃<sup>[4]</sup>,材料的屈服强度是随着温度的升高而降低的,由于淬火炉具有热处理生产线最高的加热温度,所以钢带在通过淬火炉时具有最低的屈服强度,材料的变

形就是在淬火过程发生的。从表2可以看出,当所加张力不大于73.5N的时候钢带的宽度保持不变,这是由于此时钢带所承受的拉应力没有达到材料在该淬火温度下的屈服强度,所以钢带没有发生尺寸变化;当张力超过73.5N的时候,钢带发生塑性变形,宽度减小,当张力增加到147N的时候,钢带承受的拉应力已经超过了材料在该淬火温度下的抗拉强度,所以钢带被拉断。

试样的磨损过程是其表层材料发生塑性变形和断裂的过程,表层材料在试样的磨损过程中受到外力的作用而发生塑性变形,随着外力逐渐增大,表层材料的塑性变形量越来越大,当外力增加到一定的程度,试样的表层材料就会发生断裂并从试样表面脱落,体现在宏观方面就是磨损实验后试样厚度、重量的变化。所以试样的抗拉强度和其耐磨性有一定的对应关系,结合图3可以看出,所有试样的组织组成物均为回火马氏体,其中0到4号试样的组织没有发生变化,所以相比于0号标准试样,1到4号试样耐磨性能没有明显改变;5号试样的晶界发生弱化,表面出现点蚀坑,并且逐渐增多;6号试样的组织中出现了明显的沿着晶界分布的空洞,点蚀坑以及空洞的出现导致5号试样及6号试样的抗拉强度降低,从而其表层材料抵抗塑性变形的能力减弱,所以5号、6号试样在磨损试验后的厚度、重量明显减少,材料的耐磨性能降低。不同试样的硬度值也呈现出相同的规律。

## 5 结论

本文通过对受到不同张力的试样进行磨损、硬度实验以及金相组织的观察探讨了不同的张力对试样耐磨性能的影响,得到以下结论:

(1) 当钢带所加载的张力不超过98N的时候,试样的耐磨性能不会变化;从宽度减小率的角度来看,当钢带的宽度减小率不超过1.8%的时候,1-4号试样与0号试样相比耐磨性变化不大。

(2) 当钢带所加载的张力大于98N的时候,试样的耐磨性随着张力的增大而变差;从宽度减小率的角度来看,当钢带的宽度减小率超过1.8%的时候,材料的耐磨性能降低。

## References

- [1] B. Carlsson. The contact pressure distribution in flat rolling of wire[J]. J Mater Process Technol, 1998, 73: 1-6.
- [2] B. Carlsson, J. Lagergren. The deformation of drawn wire in flat rolling[J]. ESDA 96, Third Biennial Joint Conference on Engineering Systems, Design and Analysis, No. 3, ASME, New York, 1996, 175-180.
- [3] M. Kazeminezhad, A. Karimi Taheri. The prediction of macroscopic shear bands in flat rolled wire using the finite and slab element method[J]. Materials Letters, 2006.
- [4] 王文学, 刘彩玲, 王雨, 杨拉道, 左雁冰. 2Cr13 不锈钢高温特性及对连铸保护渣的要求[J]. 钢铁钒钛, 2008, (29): 61-65.

[责任编辑、校对: 魏惠强]

## Investigation on Wear Resistance of Super Narrow 2Cr13 steel strip

ZHU Chen<sup>1</sup>, WANG Bo-jian<sup>2</sup>

(1. Xianyang vocational & technical college, Xianyang 712046;

2. Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055)

**Abstract:** According to the hardness test, wear experiment and observation on the microstructure of the super narrow 2Cr13 steel strip during continuous heat treatment under different tension, we have discussed the influence of the tension to the wear resistance of super narrow 2Cr13 steel strip in this paper, the result shows that when the tension loaded on the steel strip no more than 98N (the width reduce rate no more than 1.8%), the wear resistance of the sample does not change; When the tension loaded on the steel strip more than 98N (the width reduce rate more than 1.8%), the wear resistance of the sample become weak as the tension raise.

**Keywords:** super narrow steel strip; tension; wear resistance; width reduce rate;

### 咸阳职院荣获“省级绿色文明示范单位”称号

近日, 陕西省人民政府办公厅下发了《陕西省人民政府办公厅关于省级绿色文明示范单位的通报》(陕政办函[2014]286号)文件, 咸阳职院荣获“省级绿色文明示范单位”称号。

据悉, 本次全省共有96家单位获得省级绿色文明示范单位称号, 咸阳有10家, 咸阳职院名列其中。(宣传统战部 王景)