

冷轧辊激光毛化技术对板材性能的影响分析

陈文涛

(新疆轻工职业技术学院 机电系, 乌鲁木齐 830021)

摘要:为改善冷轧板使用性能,提出了使用激光毛化技术对冷轧辊表面进行造型强化,通过对毛化板材力学性能及表面粗糙度测试数据分析,阐述了冷轧辊激光毛化技术对板材性能的影响。

关键词:激光毛化; 冷轧辊; 机械性能

中图分类号:TG335.12

文献标识码:A

文章编号:1002-2333(2010)04-0059-02

Effect Analysis of the Laser Roughing Technology on Properties of Cold Rolled Strip CHEN Wen-tao

(Xinjiang Institute of Light Industry Technology, Wulumuqi 830021, China)

Abstract: In order to improve the use characteristics of cold rolled strip, laser beam texturing technology was proposed for strengthening the cold roller surface. Effects of the Laser Roughing Technology on property of cold rolled strip was represented through analysing test data of technique properties and surface roughness.

Key words: laser roughing; cold roller; mechanical properties

1 引言

冷轧板的一系列表面形貌参数对钢板的冲压性、涂层后光亮度等工艺性能有重要影响,冷轧板的表面形貌在很大程度上又取决于冷轧生产过程中工作辊及平整辊的表面形貌。而冷轧辊的表面形貌主要取决于其毛化工艺。具有特殊形貌的冷轧板材在汽车和家电产业中有着广泛应用。目前,常用的毛化工艺主要有喷丸毛化、电火花毛化和激光毛化等。

2 冷轧辊激光毛化技术简介

冷轧辊的激光毛化(Laser Beam Texturing, 简称 LBT

或 LT)是采用高能量密度、高重复频率的脉冲激光束,聚焦照射到做旋转运动的轧辊表面,使辊面金属材料迅速熔化成熔池,同时由侧吹装置对微小熔池施与设定压力、流量和方向的辅助气体对熔池熔融金属挤压造型。按一定的方向堆积到熔池边沿并通过极速冷凝形成有序的硬度极高的凹坑与凸台。形成具有一定形貌的微坑和坑边环形凸台结构。同时,激光器与轧辊作轴向相对运动,完成轧辊毛化。通过调节激光毛化工艺参数,如激光功率、脉冲频率、脉冲宽度、辅助气体种类、方向和流量以及轧辊旋转速度等,可精确控制轧辊表面的毛化坑型及分布。

3 电火花加工中模具表面变质层厚度的计算

在实际计算中常将变质层厚度作为加工面的粗糙度,这是因为变质层在构成上是由熔融物体残留于放电痕底部的再凝固层以及放电高温导致材料的表层生成与原材料组织不同的部分。因此,放电表面的温度分布对变质层的厚度有重要影响,如图2所示。

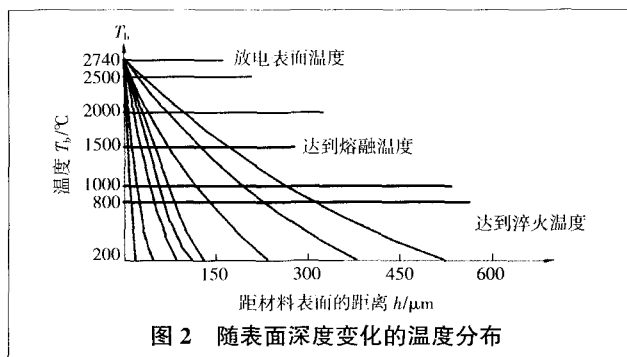


图2 随表面深度变化的温度分布

根据资料介绍计算电火花加工的变质层厚度有如下方法:

依据放电点的表面温度达到材料的沸点 T_b , 同时假

设热源持续的时间为放电时间 τ_b , 计算材料的变质层厚度。在半无限体的表面,自时间 $t=0$ 开始,持续作用一定的温度,求 $t>0$ 时距表面深度为 h 的瞬间温度 T 。即

$$T = T_b \left[1 - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\frac{h}{\sqrt{k \rho C t}}} e^{-y^2} dy \right]$$

上式中, $k = K/\rho C$, k 为热传导率, ρ 为密度, C 为热容。式中括号中的第二项称之为误差函数。电火花加工中的温度以及放电时间对变质层的深度有影响,放电时间越长,则深入表面的深度越深。

[参考文献]

- [1] 周湛学. 数控电火花加工[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [2] 郭永丰. 电火花加工技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2005.
- [3] 赵万生. 特种加工技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

(编辑 毕 胜)

作者简介: 曹会元(1972-), 男, 讲师, 渤海船舶职业学院机电工程系模具专业主任, 主要从事模具设计与计算机辅助设计方面教学研究工作。

收稿日期: 2010-02-05

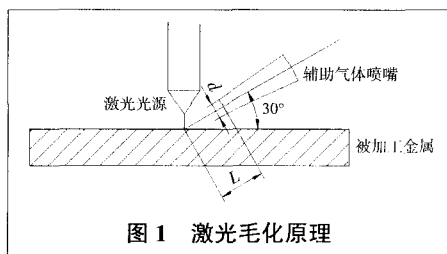


图1 激光毛化原理

其工作原理如图1所示。

激光毛化具有结构简单、毛化效率高、毛化参数可控制等

特点。根据冷轧板轧制工艺要求及后续加工工艺要求:如普板、家电板、汽车板、防伪板、退火、深冲、超深冲、镀锌、彩涂等选定辊面粗糙度值、密度值、平坦度值的工艺指标,以及粗糙度复映率、衰减率的工艺指标,决定工艺指标的主要工艺参数是激光器使用功率、激光脉冲频率、扫描速度、光斑直径、聚焦距离。

3 激光毛化对板材使用性能的影响

激光毛化对板材产品的使用性能具有积极作用:

(1)改善拉伸性能。用杯突试验机对激光毛化板进行冲压成形试验,结果表明激光毛化板单位长度内表面微坑数目较多,微坑沟槽中晶粒的位错密度很高,原滑移线不能滑动,促使其它晶粒开始滑移,板面微坑对滑移的这种阻塞作用,延缓了微裂纹的萌生和发展,激光毛化板杯突变形后顶部仍可见激光毛化花样,从而使板材的延伸率提高。同时激光毛化板的表面微坑较为均匀有序,使其具有较低的摩擦系数和良好的润滑能力,这些均匀分布的微坑易于收集磨粒,因而具有优良的冲压性能,冲压废品率较低。对激光毛化板的力学性能测试表明,激光毛化板的拉伸强度和总延伸率都有所提高,更有利于冲压成形。

(2)提高涂装性能和鲜映度。激光毛化的轧辊表面可保留较大的平坦光亮部份,轧制出的钢板板面平坦度高,板面涂漆后的光洁度、鲜映度较好。由于激光毛化加工的精确造形作用,激光毛化板的毛化点排列均匀有序,形貌可调,有利于均匀附着涂覆材料,漆面光亮度较高。

(3)改善抗摩擦性能。经过激光毛化工艺处理的轧辊表面的规则形貌可复映在冷轧板材表面。表面具有互不连通小凹坑这种形貌的激光毛化板一方面可以起到捕捉磨粒、减少犁沟形成的作用,使激光毛化面板具有更强的抗擦伤能力;另一方面可以存储润滑油,给板材接触面提供润滑剂,以防止产生冲压划伤或咬合,改善板材的摩擦性能,保证冲压零件表面的光整。同时,板的表面形貌产生流体动压效应,可增加板材的承载能力。

表1为某钢铁企业采用冷轧辊激光毛化工艺后板材各项性能测试数据。

其中前10项为采用激光毛化后粗糙度值分别为Ra2.01和Ra2.02的上、下轧辊时,轧制不同宽度、厚度和重量的板材检测出的粗糙度、抗拉强度、断后伸长率和杯突值。后10项为采用激光毛化后粗糙度值分别为Ra2.99和Ra3.01的上、下轧辊时所检测出的各项性能数据。通过对比分析可以得出:采用粗糙度值分别为Ra2.01和

表1 激光毛化板的各项性能测试与对照表

| 序号 | 宽度/mm | 厚度/mm | 粗糙度Ra/ μm | | 抗拉强度/MPa | 断后伸长率A/% | 杯突值/mm | 工作辊 | |
|----|-------|-------|----------------------|------|----------|----------|--------|------------------------|------------------------|
| | | | 正面 | 背面 | | | | 上辊 | 下辊 |
| 1 | 1250 | 0.785 | 0.71 | 1.07 | 335 | 39.0 | 9.1 | CWXT008 | CWXT009 |
| 2 | 1250 | 0.785 | 0.84 | 0.92 | 340 | 41.5 | 9.3 | 粗糙度 | 粗糙度 |
| 3 | 1026 | 0.885 | 0.97 | 1.15 | 335 | 39.0 | 9.6 | Ra2.01 | Ra2.02 |
| 4 | 1250 | 0.885 | 0.98 | 1.05 | 345 | 37.5 | 9.8 | | |
| 5 | 1026 | 0.985 | 0.94 | 0.97 | 340 | 41.5 | 9.8 | 辊径 | 辊径 |
| 6 | 1026 | 0.985 | 0.93 | 1.13 | 340 | 41.0 | 9.8 | | |
| 7 | 1026 | 0.985 | 1.13 | 0.98 | 355 | 39.0 | 9.9 | $\phi 514.38\text{mm}$ | $\phi 514.14\text{mm}$ |
| 8 | 1026 | 1.085 | 0.97 | 1.18 | 330 | 41.5 | 10.3 | | |
| 9 | 1250 | 1.085 | 1.01 | 1.27 | 330 | 40.5 | 10.3 | 粗糙度 | 粗糙度 |
| 10 | 1026 | 1.865 | 0.94 | 1.23 | 335 | 41.0 | 10.2 | | |
| 11 | 1250 | 0.585 | 1.31 | 1.35 | 360 | 39.5 | 9.8 | CWCZ018 | CWCZ019 |
| 12 | 1250 | 0.685 | 1.33 | 1.43 | 355 | 43.0 | 9.7 | | |
| 13 | 1026 | 0.785 | 1.30 | 1.43 | 340 | 40.5 | 9.5 | Ra2.99 | Ra3.01 |
| 14 | 1026 | 0.785 | 1.32 | 1.51 | 350 | 39.5 | 9.3 | | |
| 15 | 1026 | 0.885 | 1.35 | 1.65 | 335 | 40.0 | 10.0 | 辊径 | 辊径 |
| 16 | 953 | 0.985 | 1.31 | 1.42 | 345 | 41.0 | 9.8 | | |
| 17 | 953 | 0.985 | 1.30 | 1.40 | 355 | 43.5 | 10.3 | $\phi 516.77\text{mm}$ | $\phi 515.76\text{mm}$ |
| 18 | 953 | 1.185 | 1.32 | 1.36 | 350 | 41.0 | 10.5 | | |
| 19 | 953 | 1.185 | 1.30 | 1.33 | 345 | 39.5 | 10.6 | 粗糙度 | 粗糙度 |
| 20 | 1026 | 1.185 | 1.31 | 1.30 | 350 | 42.0 | 10.3 | | |

Ra2.02的上、下轧辊轧制的板材的粗糙度平均值分别为Ra0.942(正面)和Ra1.095(背面),抗拉强度平均值为338.5MPa,伸长率平均值为40.15%,杯突平均值为9.81。而采用激光毛化后粗糙度值分别为Ra2.99和Ra3.01的上、下轧辊所轧制的板材的粗糙度平均值分别为Ra1.315(正面)和Ra1.418(背面),粗糙度值提高了0.4 μm 左右;抗拉强度平均值为348.5MPa,提高了10MPa;伸长率平均值为40.95%,提高了0.8%;杯突平均值为9.98,提高了0.17mm。

4 结论

由以上数据分析可以得出,激光毛化后的轧辊粗糙度越高,则轧制出的板材粗糙度、抗拉强度、断后伸长率和杯突值也相应增加,从而提高板材的深冲性、剪切性、涂镀性等成形工艺性能。满足了市场对薄板多元化、高质量的需求。

[参考文献]

- [1] 张国顺.现代激光制造技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 刘莹.轧辊激光毛化形貌设计与冷轧钢板平整复映关系研究[D].北京:清华大学,2003.
- [3] 骆志高,郭啸栋,范彬彬.拉深模激光毛化工艺参数实验研究[J].模具工业,2009(3):60-62.
- [4] 唐静.冷轧薄板表面粗糙度微观形貌的测试分析[J].钢铁钒钛,2004(2):66-70.

(编辑 黄 荻)

作者简介:陈文涛(1974-),女,讲师,硕士研究生,主要从事机电一体化技术的科研与教学工作。

收稿日期:2010-02-08