

## 冷轧板的各工序形貌及表面清洁度分析

许斌<sup>1,2</sup>, 刘春明<sup>1</sup>, 安成强<sup>3,4</sup>, 王双红<sup>1</sup>, 于晓中<sup>4</sup>

(1. 东北大学 材料与冶金学院, 沈阳 110819; 2. 河北钢铁集团邯钢公司, 邯郸 056015;

3. 沈阳理工大学 环境与化工学院, 沈阳 110168; 4. 东北大学 金属防护技术工程研究中心, 沈阳 110819)

**[摘要]** 借助激光共聚焦显微镜、电化学方法、称量法和分光光度法分析了冷轧板在不同工序的微观形貌、耐蚀性及其残留物总量和残铁量。结果表明:不同工序的表面形貌相差不大且耐蚀性差别也不显著;不同工序的表面清洁度有明显差别,其中冷轧工序残留物总量最多;同一工序的板材的不同位置表面残留物含量也略有不同,中间部位的残留物含量小于操作侧和驱动侧。

**[关键词]** 表面形貌; 清洁度; 残留物; 冷轧板

**[中图分类号]** TG174.42

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1001-3660(2010)04-0053-02

## Study on the Surface Morphology and Cleanness of Different Process on Cold-rolled Steel

XU Bin<sup>1,2</sup>, LIU Chun-ming<sup>1</sup>, AN Cheng-qiang<sup>3,4</sup>, WANG Shuang-hong<sup>1</sup>, YU Xiao-zhong<sup>4</sup>

(1. School of Materials and Metallurgy, Northeastern University, Shenyang 110819, China;

2. Handan Iron & Steel Group Co Ltd, Hebei Iron & Steel Group Co Ltd, Handan 056015, China;

3. School of Environment & Chemical Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110159, China;

4. Engineering Research Center of Metal Protection Technology, Northeastern University, Shenyang 110819, China)

**[Abstract]** Microcosmic morphology, corrosion resistance, total amount of surface residuum and the amount of iron residuum on cold-rolled steel were analyzed by means of laser scanning confocal microscope, electrochemical test, weighing method and spectrophotometer. The results show that the surface morphology and corrosion resistance are indistinctively different during different process; The difference of surface cleanness of different process is obvious, the most amount of surface residuum is cold rolling process; The surface cleanness is slightly different at different positions during same process, and the amount of residuum at middle position is less than other position.

**[Key words]** surface morphology; cleanness; residuum; cold-rolled steel

一般冷轧板带钢的生产主要由冷轧、退火、平整、精整等工序构成,各工序后的板材微观形貌会对最终产品的质量有影响。此外,冷轧板表面过多的残留物会给后续处理造成麻烦,而且影响用户使用<sup>[1-2]</sup>。通常,带钢表面残留物为轧制油脂,如润滑油、液压油,以及轧制后产生的残铁、碳粉末和灰尘等<sup>[3]</sup>微小固体颗粒。这些残留物有些会引起带钢表面粗糙度的增大,从而引起轧辊和带钢磨损增加,有些残留物,降低带钢表面清洁度而影响产品的使用性能。笔者增大对冷轧板生产的不同工序后的板材表面形貌以及残留物量进行了研究。

## 1 试验

实验材料为邯郸钢铁公司生产冷轧板中各工序的板材。

采用 OLS3100 型激光共聚焦显微镜对清洗后的冷轧板表面及断面形貌进行分析。用 CHI 650A 型电化学工作站对耐蚀性进行测定,饱和甘汞电极(SCE)为参比电极,铂电极为辅助电极,测试面积 1 cm<sup>2</sup>,测试溶液为 3.5%(质量分数,后同)的 NaCl 溶液,极化曲线扫描速度 5 mV/s。采用称量法和分光光度法<sup>[4-5]</sup>对冷轧板的冷轧、退火、平整、精整工序的表面各个部位残留物总量以及残铁含量进行了分析。

## 2 结果与讨论

### 2.1 冷轧板微观形貌

图1为在冷轧板生产中,板材经冷轧、退火、平整和精整工序后的表面形貌。从图1可以看出,在各个工序后板材的表面组织形貌相差不大,但平整和精整后的表面组织较冷轧和退火后略为致密。

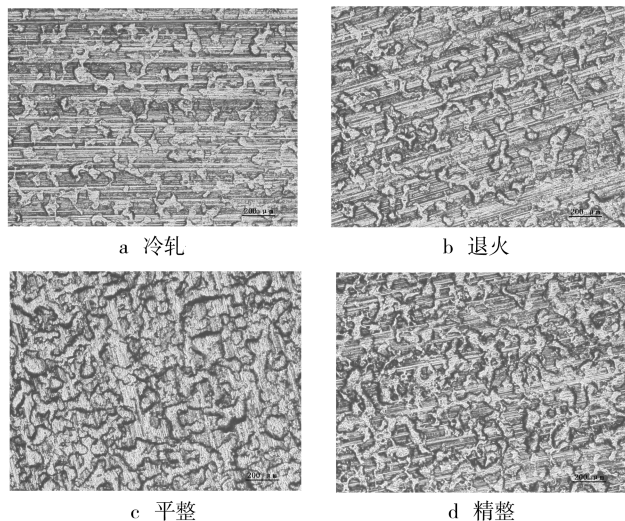


图1 表面形貌

Fig.1 Surface morphology

图2为在冷轧板生产中,板材经冷轧、退火和平整后的断面形貌。由图2可以看出,板材冷轧后晶粒被显著拉长,越接近表面,晶粒越小且伴随有晶粒的破碎现象。退火后的晶粒较为完整,尺寸也较大,这主要是由于在退火过程中发生了晶粒的再结晶。平整后晶粒再次被拉长,并且也伴随有晶粒的破碎现象,但与冷轧后相比,其晶粒尺寸略大,完整程度也好一些。

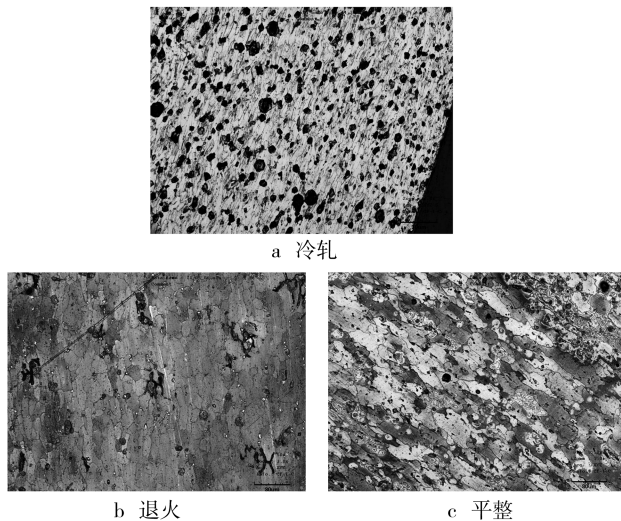


图2 断面形貌

Fig.2 Section morphology

### 2.2 电化学分析

图3为生产冷轧板中经4个工序后板材的Tafel曲线,表1为对应的极化曲线参数。从表1可以看出,随轧制工序的进行,腐蚀电流逐渐增大,腐蚀电位逐渐降低,但各工序之间相差并不明显。平整后的腐蚀电流相对较大,腐蚀电位相对较低,平整后的耐蚀性要略为小些<sup>[6-7]</sup>。精整后腐蚀电流有所减小,腐蚀电位有所增加。因此,冷轧板在经过精整之后,冷轧板的耐蚀性有所增加。

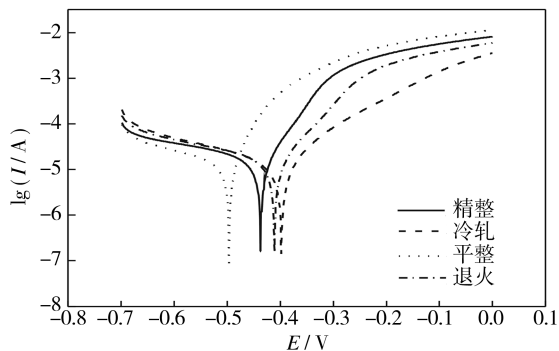


图3 在NaCl溶液中的Tafel曲线

Fig.3 Tafel curves in NaCl solution

表1 极化曲线参数

Tab.1 Polarization curve parameter

工序	腐蚀电流/ $\mu\text{A}$	腐蚀电位/V
冷轧	15.75	-0.399
退火	16.83	-0.412
平整	21.07	-0.498
精整	15.71	-0.438

### 2.3 表面残留物分析

表2为冷轧板经不同工序后的残留物总量和残铁量。由表2可以看出,表面残留物总量从大到小的顺

表2 表面残留物总量和残铁量

Tab.2 The total amount of surface residuum and the amount of iron residuum

工序及位置		残留物总量(双面) / $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-2})$	残铁量(双面) / $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-2})$
冷轧	操作侧	1 612	432
	中间	1 230	420
	驱动侧	1 647	225
退火	操作侧	254	57
	中间	236	46
	驱动侧	246	64
平整	操作侧	244	74
	中间	268	65
	驱动侧	366	75
精整	操作侧	483	80
	中间	484	61
	驱动侧	430	71

原子的活性很高,会逐渐渗透到模具表层,在模具表层形成一个富含 Al 元素的过渡层,这个富含 Al 的过渡层在化学、物理性能方面很接近铝合金,从而使模具容易同铝合金发生粘连,宏观表现就是粘模。Al 元素的渗入还会使模具钢中的合金元素含量发生很大的变化,使得钢的耐热疲劳性能大大下降。此外,在铝合金反复充填、冷却产生的温差应力的作用下,易造成过渡层裂纹,宏观表现就是模具表面发生龟裂。为了防止铝合金对模具造成损害,最好的方法是采用涂层保护。

选择的涂层应具备以下特点:1)能够耐高温;2)化学稳定性高,不会与铝合金发生化学反应;3)非常致密,能阻挡 Al 原子的扩散。在表面 PVD 涂层中,CrN 涂层是理想的选择,它不仅能耐 700 ℃ 的高温,而且化学惰性高,可在模具表面形成非常致密的保护层,从而很好地防止 Al 原子渗透到基体。

模具基体宜选择热作模具钢,如 SKD61, H13 和一胜百 8407 等。

### 1.5 注塑类模具

注塑类模具的情况相对而言比较复杂,因为很多塑料中加入了玻璃纤维,对模具基体的磨损非常厉害,同时有些塑料在熔化时产生的酸性气体对模具基体具有很强的腐蚀性。特别是镜面模具的要求就更高了,模具材料一定要选择镜面不锈钢,如 S136 等。

对于加工没有腐蚀性的塑料,模具表面可以选择

TiN 涂层,而加工有腐蚀性的塑料时只能选择 CrN 涂层。镜面模具进行涂层之前要先镜面抛光,涂层之后,镜面度一般会受到影响,所以还要再次镜面抛光。涂层后抛光时可以选择粒度 2 000 目以上的金刚石研磨膏,轻微抛光即可,力度不能太大,否则会将涂层抛掉。

## 2 结语

对模具进行涂层比较复杂,一定要将板材厚度、基体硬度、热处理工艺、成型方式、涂层类型等情况考虑周全,特殊场合还要考虑腐蚀、镜面度等因素的影响。无论何种情况,都必须掌握一个原则,即涂层之后模具的硬度尽量不要降低,如此才能发挥涂层的最佳效果。

### [参 考 文 献]

- [1] 余维民. 冷冲压模具加工工程中的问题与质量控制[J]. 应用能源技术, 2009, 139(9): 11-13.
- [2] 于影霞, 何柏林, 李力. 国内外模具材料的现状及发展趋势[J]. 材料热处理技术, 2000, 22(2): 45-48, 97.
- [3] 于琳华, 殷秋菊, 林东玲. 表面强化技术在模具中的应用与发展[J]. 热处理技术与装备, 2009, 30(2): 5-8, 17.
- [4] 张涛. 发展涂层技术提高模具寿命[J]. 模具工程, 2004, 43(10): 4-5.
- [5] 高玉魁. 模具的表面强化与涂层改性工艺技术[J]. 金属加工, 2009(9): 17-19.

(上接第 54 页)

序依次为冷轧、精整、平整和退火。这主要是在冷轧过程中冷轧板表面积聚了大量的铁粉、碳粉末和轧制油脂,其表面残留物总量和残铁量都要明显高于其它轧制过程。而在退火过程中,表面积聚的轧制油脂得到燃烧分解,其表面残留物总量要明显小于其它轧制过程<sup>[8]</sup>。在平整和精整过程中,冷轧板表面又要积聚一定量的轧制油脂、铁粉和碳粉末等,其残留物总量和残铁量都要高于退火过程。退火、平整、精整之后的冷轧板表面残铁量相差不大,但残留物总量相差较大,因此主要增加的残留物并非残铁,而是轧制油脂和残碳等。可见,轧制油脂对冷轧板表面清洁度影响较大。

## 3 结论

不同工序的表面形貌相差不大,平整和精整后的表面组织较冷轧和退火略为致密;不同工序的耐蚀性差别不显著,精整后的耐蚀性有所提高;不同工序间的表面清洁度有明显差别,其中冷轧后残留物总量最多。表面残留物构成主要是轧制油脂、残碳等,残铁所占比

例不大。同一工序的不同位置表面残留物含量也略有不同,中间部位的残留物含量略小于操作侧和驱动侧。

### [参 考 文 献]

- [1] 杨响云, 洪运涛, 万承胜, 等. 带钢表面清洁度的探讨[J]. 上海金属, 2007, 29(5): 168-170.
- [2] 邹美平, 钟庆东. 表面污染物对冷轧低碳钢板耐大气腐蚀性能的影响[J]. 腐蚀与防护, 2002, 23(5): 196-198.
- [3] 朱大俊, 邓茜. 冷轧带钢表面清洁度的研究[J]. 轧钢, 2002(1): 10-11.
- [4] 孙斌. 分光光度计主要技术指标及其检测方法[J]. 分析仪器, 2007(1): 53-56.
- [5] 单凯军, 关允. 冷轧轧制后板面残留物测试及讨论[J]. 轧钢, 2001(3): 8-11.
- [6] 夏春兰, 吴田, 刘海宁, 等. 铁极化曲线的测定及应用实验研究[J]. 大学化学, 2003(5): 38-41.
- [7] 曾为民, 赵俊宏, 马玉录. 化学镀 Ni-W-P 工艺及其应用[J]. 材料保护, 2007(7): 36-39.
- [8] 张力. 冷轧板表面清洁度探讨[J]. 天津冶金, 2003(5): 16-18.