

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2021.03.011

书钉生产过程中钢丝变色问题分析

于喜彬¹, 陈锦^{1*}, 孟丹², 许长庆³, 吕成斌⁴, 魏亚平⁴, 吕鹏⁴

(1. 天津华源线材金属制品有限公司, 天津 301600; 2. 天津机电职业技术学院 机械学院, 天津 300350; 3. 河北工业大学 材料学院, 天津 300400; 4. 天津市飞鸽集团联合化工厂, 天津 300163)

摘要: 本文分析了书钉过程中, 电镀锌改拔钢丝轧制成型前表面变色的问题。研究发现, 钢丝变色是由于钢丝电镀锌前表面除锈不彻底引起的。如果钢丝表面有氧化物, 钢丝在的电镀锌后的镀锌层内有氧化物存在。钢丝电镀后放置一段时间, 钢丝表面将变色。采用湿热试验对钢丝的防锈性能进行了测试, 证实了表面存在氧化物的镀锌该拔丝有较差的防锈性能。

关键词: 镀锌改拔丝; 钢丝表面质量; 镀层结构; 湿热试验

中图分类号: TQ153.2 **文献标识码:** A

Analysis on Discoloration of the Steel Wire in the Production of Staples

YU Xibin¹, CHEN Jin^{1*}, MENG Dan², XU Changqing³, LYU Chengbin⁴, WEI Yaping⁴, LYU Peng⁴

(1. Tianjin Huayuan Wire Products Corporation, Tianjin 301600, China; 2. Department of Mechanical Technology Application, Tianjin Vocational College of Mechanics and Electricity, Tianjin 300350, China; 3. School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300400, China; 4. Tianjin Feige Group United Chemical Plant, Tianjin 300163, China)

Abstract: This paper analyzes the problem of discoloration of the surface of the galvanized drawn wire during the production of staples. It is found that the discoloration of steel wire is directly related to the incomplete removal of rust from the surface of the steel wire. If the surface of the wire has oxides, some oxides are found in the galvanized zinc layer of the product. After some time, the steel wire will change the color. The damp heat test was used to test the anti-rust performance of the steel wire, the results were showed that the galvanized drawn wire with some oxides on the surface has a relatively low anti-rust ability.

Keywords: galvanized modified; steel wire surface quality; coating structure; damp heat test

电镀锌钢丝在国内发展很快^[1], 应用涉及也非常广泛, 其中应用之一的书钉大多采用Q195的镀锌改拔钢丝生产。钢丝经过改拔, 然后轧制粘接成型。由于改拔和轧制不是同步进行, 钢丝在改拔后需要放置一定时间, 在此期间镀锌钢丝表面有时会发生变色(蓝绿色)的现象, 见图1。

镀锌产品无论是线材还是板材^[2-3], 大多具有一定的装饰性能要求, 变色钢丝轧制出的书钉颜色不均匀, 对于产品的销售将产生巨大影响。在南方地区, 特别是梅雨季节, 改拔钢丝变色经常发生, 钢丝一旦发生了变色则基本报废。笔者对已经变色的钢丝进行了金相分析, 并与未变色的钢丝的金相进行

收稿日期: 2020-11-19

修回日期: 2020-12-30

通信作者: 陈锦, chen1161629293@163.com



图 1 镀锌钢丝表面呈蓝绿色

Fig.1 The blue-green surface of the galvanized steel wire

了对比。将未充分酸洗和已充分酸洗的镀锌钢丝进行了对比湿热试验,进一步研究了钢丝表面带有残留氧化物对钢丝耐腐蚀性能的影响^[4]。

1 实验

钢丝样品由浙江武义恒鸣文教用品厂生产。采用德国莱卡金相显微镜对样品进行金相分析,使用北京产桑普达湿热试验箱进行钢丝的湿热试验。对变色和不变色的试样进行金相分析后镀锌,制备不同上锌量的钢丝并进行改拔,随后进行湿热试验,实验温度保持在 $50 \pm 2^\circ\text{C}$,湿度为 $95(+2\%, -3\%)$ 。湿热试验以钢丝表面明显形成的绿色斑点为失效,并记录相应的时间。

2 结果与分析

2.1 金相分析结果

图 2 为变色钢丝的轴向(a)和径向(b)的剖面形貌。可以发现,变色改拔钢丝表面粗糙^[5-6],改拔后镀锌层非常薄,不足以包覆钢丝的全部,局部发生钢丝暴露,并且发现钢丝表面存在氧化物。

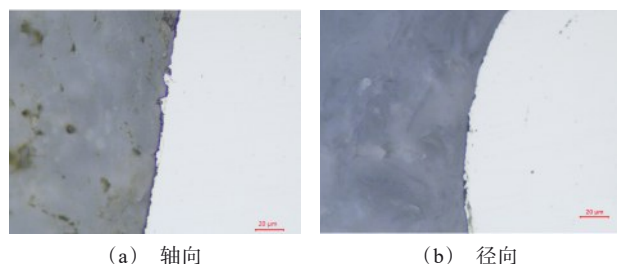


图 2 变色改拔钢丝剖面形貌

Fig.2 Discoloration changes the steel wire the profile appearance

同样测试了不变色钢丝的轴向和径向的剖面形貌,结果见图 3。发现改拔丝钢丝表面均匀,改拔后镀锌层较厚,足以包覆钢丝的全部基体,没有发生钢丝暴露在空气中的现象,可以保持产品颜色的稳定性。

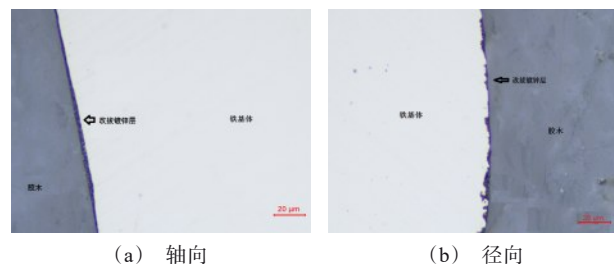


图 3 未变色改拔钢丝剖面形貌

Fig.3 The profile morphology of steel wire without discoloration

综合分析认为,质量差的改拔锌层很薄,不均匀,内部镶嵌氧化物。造成变蓝现象是由于氧化物从锌层中暴露出来,与空气接触,形成蓝绿色化合物,从而导致钢丝呈蓝绿色。值得注意的是,原始钢丝表面镀锌层中存在一定数量的氧化物,经过电镀后氧化物包裹在电镀层内。观察没有经过拉拔的钢丝时,可发现镀锌层内部存在有氧化皮,见图 4。表面粗糙不平整是在改拔过程形成的。这些氧化物的存在,说明钢丝电镀锌之前酸洗不彻底,更深层的原因是拔丝前钢丝表面的氧化物去除不彻底^[7],也可能在拔丝后的退火过程中生成了新的氧化物。

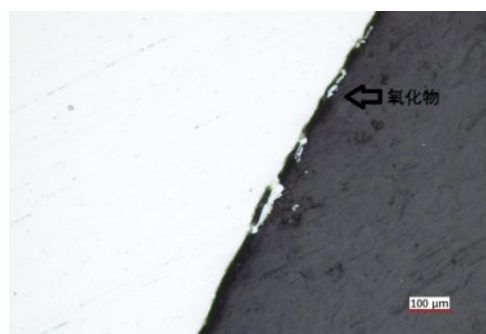


图 4 改拔前钢丝表面镀层包裹氧化物

Fig.4 Before the change of wire surface coating wrapped oxide

2.2 湿热试验

为了衡量钢丝表面的氧化物对其耐腐蚀性能的

影响,分别对充分酸洗和不充分酸洗的钢丝进行了湿热试验,结果见图5。钢丝的上锌量分别是 20 g/m^2 , 25 g/m^2 , 30 g/m^2 , 40 g/m^2 。结果表情,充分酸洗的钢丝经过电镀后,出现绿色锈斑的时间要远远长于酸洗不彻底的钢丝,这说明生产工艺中的酸洗的重要性。

对于如何避免钢丝表面存在氧化物,第一要加强拔丝过程中的弯折除锈、砂带打磨等工序;其次,随后的退火工艺需在还原性气氛,如氨分解气中进行,尽量减少钢丝表面生成新的氧化物^[8],从而使得电镀过程中的在线酸洗可以将钢丝表面彻底清洗干净,若可采用电解酸洗则效果更优。

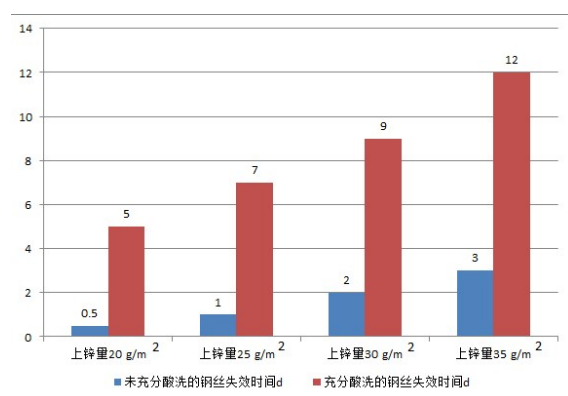


图5 湿热试验结果

Fig.5 Damp heat test results

3 结论

1)变色的钢丝表面粗糙并在镀锌层中存在氧化物,改拔后镀锌层非常薄,有相当一部分氧化物暴露于空气中,使得钢丝变色;没有发生变色的钢丝改拔后表面镀层均匀致密,厚度足以包覆基体,无钢丝暴露现象。

2)电镀层中氧化物的存在说明钢丝电镀前酸洗不彻底,钢丝拉拔前表面氧化物去除不彻底影响了酸洗质量。

3)湿热试验验证了酸洗在电镀改拔丝生产中的重要性,钢丝经过充分酸洗后再进行电镀,其耐腐蚀性能显著提高。

参考文献

[1] 安茂忠. 电镀锌及锌合金发展现状[J]. 电镀与精饰,

2003, 22(6):35-40.

An M Z. Current development of zinc and zinc alloy electroplating[J]. Electroplating & Finishing, 2003, 22(6):35-40(in Chinese).

[2] 董蓓,杨成志,蔡捷,等. 电镀锌钢板表面白色线状缺陷的形成机理[J]. 钢铁研究学报, 2015, 27(7):56-61,72.

Dong B, Yang C Z, Cai J, et al. Formation mechanism for white line defect on surface of electro-galvanized sheet[J]. Journal of Iron and Steel Research, 2015, 27(7): 56-61,72(in Chinese).

[3] 张伦,刘红芳,蔡文祥,等. 电镀锌制绳钢丝锌层质量的改善[J]. 金属制品, 2012, 38(5):33-36,61.

Zhang L, Liu H F, Cai W X, et al. Improvement of electrogalvanizing steel wire for rope zinc coating mass[J]. Steel Wire Products, 2012 38(5):33-36,6(in Chinese).

[4] 苗青林,张丽君. 氯化物镀锌层表面粗糙度的影响因素及其控制[J]. 电镀与环保, 2012, 32(4):7-9.

Miao Q L, Zhang L J. Influence factors and control of coating surface roughness in chloride zinc plating[J]. Electroplating & Pollution Control, 2012, 32(4): 7-9(in Chinese).

[5] 常秋,田华. 拉丝模工作锥角度对镀锌钢丝拉拔后锌层质量影响[J]. 金属制品, 2014, 40(3):35-37.

Chang Q, Tian H. Wire drawing die work cone angle's effect on zinc layer quality after drawing galvanized steel wire[J]. Steel Wire Products, 2014, 40(3): 35-37(in Chinese).

[6] 顾勤勇. 拉丝模工作锥角度对钢丝镀锌层质量的影响[J]. 金属制品, 2005, 31(2):38-42.

Gu Q Y. Effect of wire drawing die's work cone angle on zinc coat mass of steel wire[J]. Steel Wire Products, 2005, 31(2):38-42(in Chinese).

[7] 韩红芳,李小红. 氯化钾镀锌常见故障分析[J]. 电镀与环保, 2002, 22(6):5-6.

Han H F, Li X H. An analysis of the common troubles in potassium chloride zinc plating[J]. Electroplating & Pollution Control, 2002, 22(6):5-6(in Chinese).

[8] 谢洪波,张来祥. 浅谈氯化物镀锌生产中的几个问题[J]. 电镀与精饰, 2000, 19(5):59-61.

Xie H B, Zhang L X. Some problems in acid chloride zinc plating process[J]. Electroplating & Finishing, 2000, 19(5):59-61(in Chinese).