家电用热镀锌无铬耐指纹板 DX51D + Z 产品开发*

宋文钟, 路 璐, 班兆东

(内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 通过合理的工艺设计, 将钝化液成膜机理和钢板自身特性相结合, 开发出耐蚀性、耐湿热性、耐指纹性、涂装性能优良的高端家电用热镀锌耐指纹板, 耐腐蚀性、导电性和耐湿热性等各项指标均达到交货技术标准, 产品广泛用于制作电脑、服务器、影视音响、自动办公系统等高端家电外板件, 具备稳定批量供货能力。

关键词: 耐腐蚀性; 耐湿热性; 电导率; 耐指纹镀锌板

中图分类号: TG174.4 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009 - 5438(2021)05 - 0037 - 04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.05.010

Development of Hot Dip Galvanized Cr - free Fingerprint Resistant Plate DX51D + Z for Household Appliances

Song Wen - zhong, Lu Lu, Ban Zhao - dong

(*Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The hot dip galvanized fingerprint resistant plate for high - end home appliances with excellent corrosion resistance, humidity resistance, fingerprint resistance and coating performance is developed through the reasonable process design and combining the film - forming mechanism of passivation solution with features of steel plate. Such indicators as the corrosion resistance, electrical conductivity and humidity resistance could all meet the technical requirements for delivery. It is widely used in manufacturing the outside plate of such high - end home appliances as the computer chassis, server, film and television sound equipment and automatic office system. Unitl now, the capability of steady mass supply is ensured.

Key words: corrosion resistance; humidity resistance; electrical conductivity; fingerprint resistant galvanized plate

随着社会经济的发展, 我国已成为全球最大的家用电器制造基地, 同时也是家电的出口大国, 家电产品远销世界各地[1], 耐指纹钢板由于其具有优良的耐指纹特性以及良好的耐蚀性、耐湿热性、涂装性、导电性和可加工性等, 在家电行业得到广泛应用, 如用于电器外板、电脑机箱、通讯产品、消费类电子产品等, 同时随着欧盟 RoHS《关于在电子和电气设备中禁止使用某些有害物质指令》的实施[2], 国际上对环保健康要求的提高, 开发出无铅、无镉、无汞、无六价铬的行业所需无公害、环境友好型耐指纹镀锌钢板是包钢所面临的新课题。

无铬耐指纹镀锌钢板是直接在镀锌板上涂覆一层不含铬(Cr)的有机膜或者是有机、无机复合膜, 这层膜不仅要满足耐腐蚀和耐指纹双重性能要求, 还要满足终端客户加工使用所需的多项特殊要求。热镀锌钢板表面钝化膜的性能与钝化剂成分及热镀

* **收稿日期**: 2021 - 08 - 06

作者简介: 宋文钟(1984 -), 男, 内蒙古包头市人, 硕士, 高级工程师, 现从事热镀锌板材产品研发工作。

锌钢板的生产技术密切相关[3]。由于钢厂对钝化膜重的要求为0.5～1.5 g/m^2,钝化膜厚度既要控制在规定范围内,又要满足工艺和性能要求,因此,对无铬钝化剂涂敷工艺提出了很高的要求。此外,热镀锌钢板生产过程中的烘干固化和冷却处理对表面钝化膜性能的有效发挥也起着至关重要的作用。

包钢稀土钢板材公司1 880 mm热镀锌产线主体工程由法孚公司设计,生产装备均达到国际先进水平,满足高端家电板和汽车板的生产条件。通过对冶炼、热轧、冷轧工艺流程中的设备、工艺、质量问题进行攻关,特别是涂层皮膜的性能进行优化和改进,保证了产品稳定批量生产。

1 耐指纹皮膜成膜机理

无铬耐指纹处理剂的主要组成是水溶性有机、无机复合树脂(丙烯酸树脂),加上水溶性防锈剂(SiO_2)和成膜助剂组成。无铬耐指纹处理剂的成膜机理是高分子水性树脂经烘烤挥发,树脂乳胶在SiO_2微粒之间起到架桥作用,固定SiO_2,形成连续致密的薄膜,整个成膜过程中由于应力的存在,裂纹在所难免,硅烷的存在能有效减小成膜应力,同时能耦联膜层中无机粒子、有机高分子和金属界面,使钝化膜变得更加致密,消除成膜裂纹,成为阻碍侵蚀性粒子穿透膜层腐蚀锌层的壁垒,当腐蚀发生后,可稳定腐蚀产物,阻止反应进一步发生。

2 工业试制

试验钢DX51D+Z用于某品牌电脑机箱及其零部件,具体化学成分如表1所示,工业试制工艺流程:高炉铁水→KR脱硫→转炉冶炼→RH精炼→板坯连铸→板坯加热→粗轧→精轧→层流冷却→卷取→钢卷下送→酸轧→热镀锌→光整→钝化→卷取→包装。

试验钢DX51D+Z板坯加热炉出钢温度不小于1 200 ℃,终轧温度800～900 ℃,卷取温度控制范围600～700 ℃,按照成品厚度不同,酸轧压下率65%～80%,镀锌退火均热温度750～780 ℃,光整(含拉矫)延伸率1.0%～1.5%,全长工艺稳定,满足设计要求。

表1 DX51D+Z的化学成分

C	Si	Mn	P	S	Al_t
≤0.06	≤001	≤0.30	≤0.02	≤0.01	≥0.05

3 耐指纹膜质量控制

3.1 耐指纹膜厚度控制

耐指纹涂敷设备包括辊涂机、烘干炉和冷却风箱等主体设备,而辊涂机工艺参数和烘干炉工艺参数对耐指纹膜厚度及性能影响极为重要。辊涂机通过蘸料辊(P辊)从料盘取料,涂敷辊(A辊)位于蘸料辊和带钢之间,将涂料均匀地涂到带钢表面。辊涂机有顺涂、逆涂两种涂镀方式。顺涂方式涂料厚度调整靠挤压力,工作辊速度最大与带钢相同,适用于薄涂层。逆涂方式涂液在辊子上表面,便于操作工观察实际涂层情况,适用于厚涂层。顺、逆涂调节能够满足多种不同厚度、压力状况下的无铬钝化技术。蘸料辊、涂敷辊与带钢运行速度的比值决定了涂敷在带钢表面的耐指纹药剂的量。因此,要合理控制蘸料辊、涂敷辊速度及其与带钢运行速度的比值。一般来说,蘸料辊的速度要低于带钢运行的速度,涂敷辊的速度要高于带钢的运行速度。此外,蘸料辊与涂敷辊之间的接触压力影响耐指纹膜厚度及均匀性。有文献报道[4-5],在带速一致的情况下,膜厚与辊速成正比,与辊间压力成反比,产线生产时出口需使用便携式膜厚仪(X射线衍射仪)进行膜厚测量,根据实际测量结果,调整蘸料辊的转速及涂覆辊与带钢间压力等参数使其达到预期膜厚要求。

3.2 耐指纹膜质量控制

为了确保成膜质量,耐指纹钝化后带钢经过烘干设备,烘干温度260～380 ℃。由于烘干温度较高,耐指纹皮膜经烘干炉干燥后仍处于软态,还具有一定的粘性,极易发生膜与钢辊粘结,破坏膜的连续性,使耐指纹膜性能变差。因此,烘干后带钢与钢辊接触之前必须冷却到一定温度,一般带钢温度控制在80～100 ℃。

4 成品检测

4.1 中性盐雾试验

耐指纹钝化后的镀锌钢板剪裁成75 mm×150 mm的试片,分别进行平板盐雾试验、划叉试验、杯凸试验。试片周边用胶带封边,封边尺寸为5 mm,进行中性盐雾试验检测[6],图1—图3分别是72 h平板、48 h划叉和杯凸盐雾腐蚀试样,腐蚀面积不大于5%,均满足用户要求。

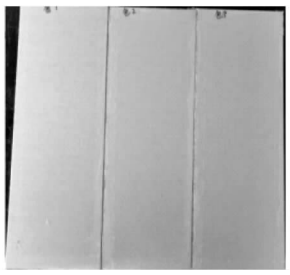


图 1　72 h 平板盐雾试验

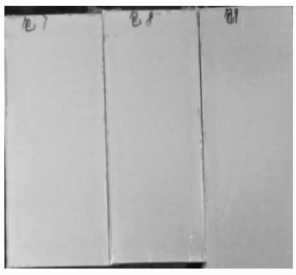


图 2　48 h 划叉试验

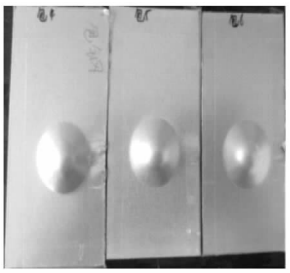


图 3　48 h 杯突试验

4.2　表面电阻测试

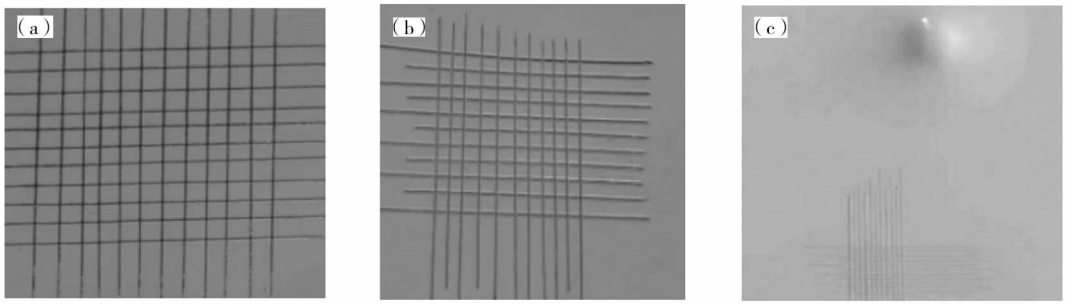
为保证电子、电器外壳具有良好的耐静电性能，制造商一般要求耐指纹产品表面电阻小于 1 mΩ，耐指纹板表面电阻如表 3 所示，试验结果表明耐指纹的抗静电及导电性能均可满足要求。

表 3　不同位置表面电阻　　mΩ

试样	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	均值
1#	0.031 5	0.032 6	0.032 0	0.031 6	0.032 2	0.031 3	0.032 6	0.032 4	0.032 0	0.033 5	0.032 2
2#	0.030 0	0.031 6	0.030 6	0.031 5	0.032 1	0.032 9	0.031 3	0.031 7	0.032 1	0.034 0	0.031 8
3#	0.029 4	0.031 0	0.032 4	0.029 5	0.031 5	0.032 3	0.031 0	0.031 3	0.031 9	0.032 2	0.031 3

4.3　百格试验

耐指纹板试样用脱脂剂清洗、水洗、烘干后分别用氨基醇酸树脂涂料、阿克苏聚酯粉末涂料、无铬彩色油漆涂装后进行百格测试，涂层未脱落，全部合格，试验结果形貌如图 4 所示。



(a) 氨基醇酸树脂涂料　(b) 阿克苏聚酯粉末涂料　(c) 无铬彩色油漆

图 4　百格测试结果

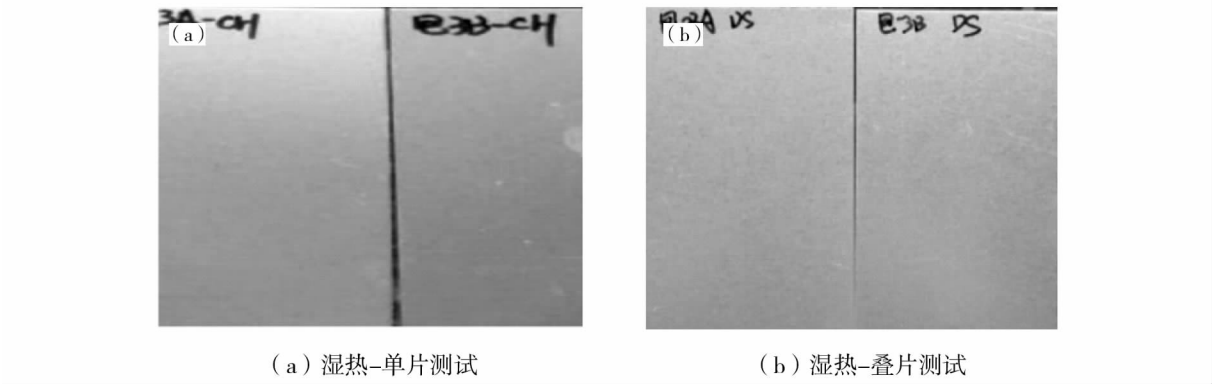
4.4　摩擦系数

带钢表面摩擦系数的大小直接关系到冲压效果，摩擦系数越小，润滑性越好，越有利于冲压成形。耐指纹钝化液处理的镀锌板，表面具有优良的摩擦系数，经检测摩擦系数 *cofk* 为 0.09 ~ 0.13，达到用户要求(*cofk* ≤ 0.15) 。

4.5　耐湿热性试验

样板以单片、叠片的方式，放置在温度为 50 ℃、

湿度为95%恒温恒湿箱中,120 h后取出烘干,观察样板表面情况,测量单片、叠片前后色差变化。耐湿热性试验结果及形貌如图5所示,经单片/叠片湿热后,钝化板的板面无白锈,色差符合用户要求。



(a) 湿热-单片测试 (b) 湿热-叠片测试

图5 耐湿热试验后形貌

4.6 耐指纹性

试样在50 ℃脱脂溶液中浸渍1 min,然后放置40 ℃硅烷槽液浸渍3 min,水洗干燥后手指按压,带钢表面无指印残留,如图6所示。

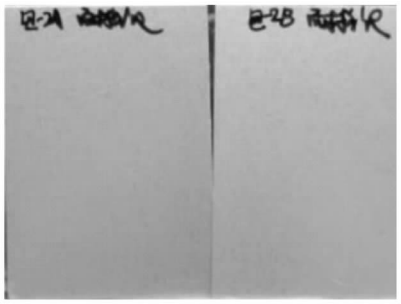


图6 耐指纹性检测后形貌

5 结论

(1) 通过合理的光整、涂敷、烘干工艺设计和过程控制,成功开发了家电用热镀锌无铬耐指纹板DX51D+Z产品,生产过程顺行,产品质量稳定。

(2) 工业试制的热镀锌耐指纹板耐蚀性、涂装性、耐湿热性、表面电阻、摩擦系数等性能指标均满足用户要求。

参 考 文 献

[1] 胡华东,李洪翠,高广洲,等. 高端家电用热镀锌耐指纹钢板产品开发[J]. 钢铁钒钛,2019,(2):161-165.

[2] 潘燕芳. 武钢热镀锌无铬耐指纹板特性值研究[J]. 武钢技术,2008,46(4):33-34.

[3] 张启富,刘邦津,黄建中. 现代钢带连续热镀锌(第1版)[M]. 北京,冶金工业出版社,2007.

[4] 张旭明,刘春明,黄丽娟,等. 热镀锌钢表面乙烯基三乙氧基硅烷膜的腐蚀电化学行为[J]. 材料热处理学报,2012,33(4):147-151.

[5] 陈义庆,杨志强,徐承明,等. 涂镀钢铁产品发展近况[J]. 鞍钢技术,2006,(3):14-18.

[6] GB/T 10125—1997,人造气氛腐蚀试验盐雾试验[S].