

## 预烘烤对镀锡板涂料润湿性的影响



近年来镀锡板用涂料产品发展迅速，诸如铝膏、环氧改性氨基树脂、Sol-gel 涂料和紫外固化涂料等都有广泛应用。缩孔是除附着力外的另一类涂饰性问题，是镀锡板涂覆涂料后进烘房前短时间内（ $<5s$ ）局部漆膜收缩产生的孔状缺陷，其成因相对清晰，主要是灰尘、等板面因素，以及涂料润湿性等匹配性因素。实践表明印铁厂采用  $120-180^{\circ}\text{C}$  预烘烤镀锡板，能够显著降低涂料缩孔发生率，提高涂料与镀锡板的适配性，但涂膜前预烘烤改变镀锡板表面膜层结构和性能的研究报道尚不多见。此次对烘烤前后镀锡板表面膜层含量和成分变化进行了分析，考察了表面润湿性变化。

采用德国 KRÜSS 接触角测定仪 DSA25S 对镀锡板试样进行接触角测量，得到接触角、表面能以及色散和极性部分值。

### 一、主要烘烤对镀锡板钝化膜的影响

钝化膜成分作为镀锡板表面膜层的重要部分，其钝化膜常用铬量表示，但因  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  有电化学活性，其  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  无法检出，因此两种成分很难在统一方法下快速定量检测，即无法通过工艺有效控制钝化膜组分。考察了  $120^{\circ}\text{C}$  条件下，镀锡板烘烤 10 min、20 min 的表面钝化膜铬含量测量曲线，结果见图 1。如图所示，阳极氧化电流的作用下，烘烤后的镀锡板钝化膜氧化反应的起始拐点（TA）前移，恒电位稳定时间延长，膜层反应的终点（TB）曲线走向一致，说明钝化膜中部分物质经过烘烤发生了成分转变。根据计算得到烘烤前试样镀锡板钝化膜铬含量为  $4.30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ， $120^{\circ}\text{C}$  加热 10 min 后，其表面铬量增加为  $4.85 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，加热 20 min 时，其表面铬量增加为  $5.16 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ，再进一步加热时，表面铬量不再进一步增加。由此说明，镀锡板加热烘烤过程中，钝化膜中  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  可能发生脱水缩合，转化生成  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

被检出。

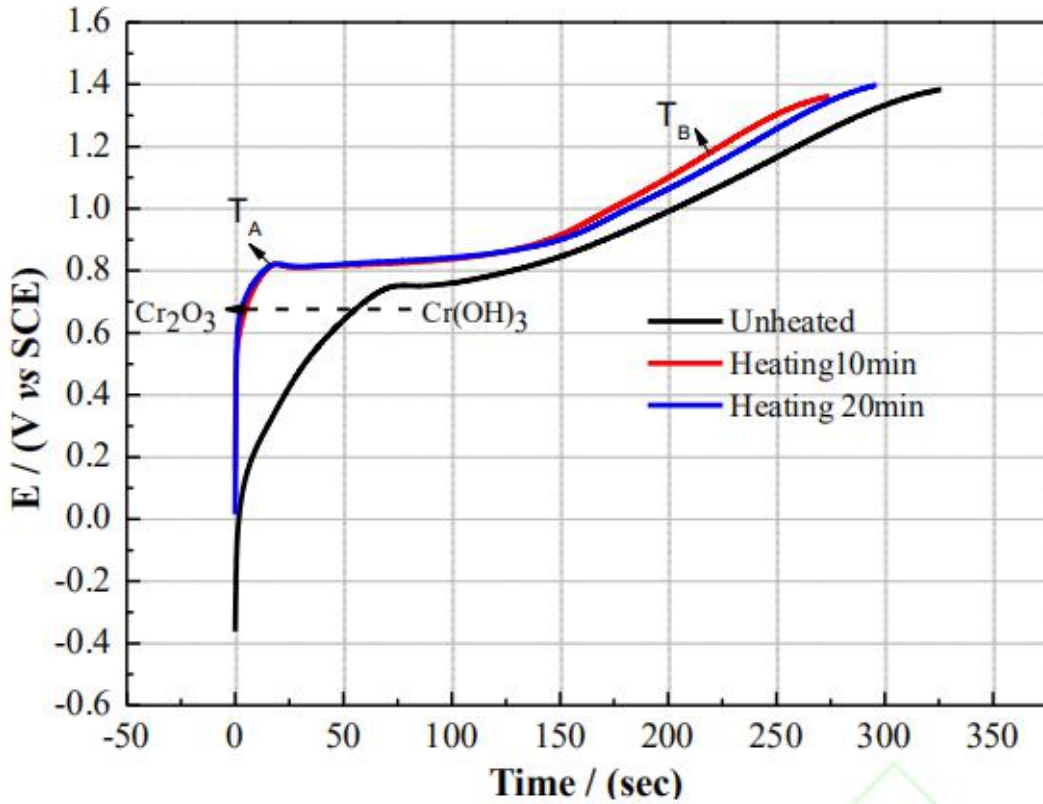


图 1. 镀锡板烘烤前后表面铬含量计时电位曲线

## 二. 烘烤对镀锡板表面润湿性的影响

缩孔本质上是涂料在镀锡板表面稳定铺展的能力，润湿是涂料与板面适配性的关键。上述研究考察了烘烤对镀锡板表面膜层变化，但这种变化是否直接对表面润湿性有影响，试验通过接触角测试分析了烘烤对镀锡板表面润湿性的影响。图 2 是水介质在不同条件下接触角测定结果，结果显示烘烤热处理前，水在镀锡板表面接触角为 86°左右，120 °C加热 20 min 后，水在镀锡板表面的接触角降为 68°左右，说明烘烤大幅度降低了水在钢板接触角，提高了镀锡板表面润湿性。镀锡板 120 °C加热 40 min 后，接触角稳定在 65°左右，说明烘烤改变表面膜层达到一定程度后，润湿性趋于稳定，直观反映了烘烤对镀锡板的影响。

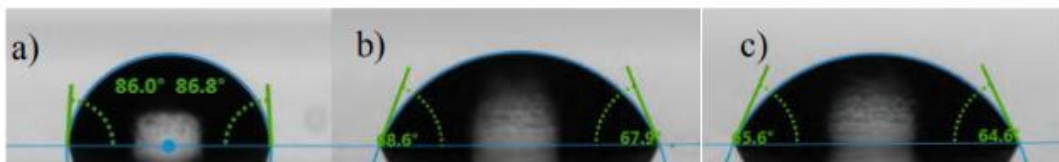


图 2. 烘烤处理对镀锡板表面水接触角的影响(

a): 未烘烤; (b): 120 °C烘烤 20 min;

(c): 120 °C烘烤 40 min

用二碘甲烷作为非极性标准物对烘烤前后镀锡板进一步分析，得到试样表面能、色散部分和极性部分值的变化，结果见表 3。数据显示，随着烘烤时间的延长，镀锡板表面能逐步增加，其色散部分值降低，非极性部分值上升显著。由此说明涂覆前预烘烤本质上提高了板面的表

面能，增加了涂料与板面的张力差值，单方面提升了镀锡板对涂料的适应性，增强了涂料在镀锡板表面铺展形成稳定湿膜的能力。

Program	0 min (mN/m)	5 min (mN/m)	20 min (mN/m)	40 min (mN/m)
Surface Free Energy	37.5	38.0	44.0	50.0
Dispersive part	34.3	33.5	38.0	40
Polar part	3.2	4.5	6.0	9.8

表 3 120℃烘烤处理对镀锡板表面能的影响

根据表面自由能的色散和极性部分值，通过 OWRK 方程进行计算发现烘烤后的镀锡板表面能增加，直接体现在对涂料表面张力及其涂料中极性组分的包络能力增强，提高了镀锡板对涂料的适应能力。对此，印铁厂可以评估镀锡板的表面能范围，从涂料角度出发，控制合适的张力等工艺，提高涂料与镀锡板的适配性，降低预烘烤解决缩孔问题的成本。

### 三.结论

烘烤热处理降低了水的表面接触角，提高了镀锡板表面能，其中极性部分增加明显；涂饰前的镀锡板预烘烤处理改变了镀锡板整体膜层成分比例，增强了镀锡板对涂料表面张力适配范围，有利于涂料湿膜稳定铺展，为镀锡板涂料配方优化提供了技术方向。

### 参考文献：

王志登,王洛浩,李宁. 预烘烤对镀锡板表面膜层和润湿性的影响【J】.表面技术, 2020.