

硅钢涂层过程中六价铬向三价铬转化测试

Testing of Conversion of Hexavalent Chromium to Trivalent Chromium in Coating Process of Silicon Steel

供稿|李邦波, 宋博 / LI Bang-bo, SONG Bo

内容导读

无取向硅钢表面需要连续、均匀地涂敷一定厚度的涂料用以形成绝缘涂层, 这种涂料由六价铬的铬酸盐组成。这种涂料涂覆在带钢上, 在后续的涂层烘干炉、烧结炉发生化学反应, 六价铬被完全还原, 成品带钢的绝缘层中无六价铬, 符合欧盟的ROSH指令。实际生产中, 涂层的中会出现六价铬问题。文章研究了六价铬产生的原因, 并提出了抑制六价铬产生的方法。指出涂层液中六价铬在烘干烧结过程中发生化学反应, 应充分掌握反应机理, 掌握反应条件, 促进六价铬向三价铬完全转化, 使涂层中无六价铬残留, 达到环保要求。

无取向硅钢生产过程中, 经过连续退火后, 硅钢表面一般需要连续、均匀地涂敷一定厚度的涂料用以形成绝缘涂层, 这种涂料由六价铬的铬酸盐组成^[1]。这种涂料在后续的涂层烘干炉、烧结炉发生化学反应, 六价铬被完全还原, 成品带钢的绝缘层中无六价铬, 符合欧盟的ROSH指令。但是, 实际生产过程中, 偶尔存在绝缘层中检测出六价铬的现象。本文探究了无取向硅钢涂层烘干、烧结过程中发生的化学反应, 影响六价铬转化的因素作, 并提出抑制六价铬产生的方法。

硅钢涂层设备及参数

带钢经过连续退火炉完成退火和脱碳后出炉,

然后经过水喷淋进行清洗和烘干, 进入涂层段。涂层段配置2台涂机(一用一备), 给运行中的带钢表面连续、均匀地涂敷一定厚度的绝缘涂层湿膜。湿膜带钢采用悬垂方式先后通过涂层烘干炉(DF—DS)和涂层烧结炉(DF—BS)。DF—DS段采用辐射管进行间接加热, 带钢未干燥时不能接触炉底辊, 在该段要考虑带钢的悬垂度, 以保证带钢的正常运行。采用抽鼓式辐射管烧嘴, 烧嘴安装在炉子的侧墙上, 布置在带钢上下。DF—BS段采用明火烧嘴直接加热, 烧嘴布置在炉顶和侧墙。炉顶采用辐射杯烧嘴, 侧墙采用高速烧嘴。

涂层液涂覆在带钢表面涂覆量控制在 (2.8 ± 0.2) kg/t (0.5 mm厚度带钢), 经过烘干烧结后涂层厚度控制

作者单位: 本钢板材股份有限公司冷轧厂, 辽宁 本溪 117000

在0.8~1.2 μm。涂层炉温控制参数和机组速度相匹配，具体参数见表1。

表1 涂层炉工艺参数

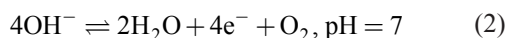
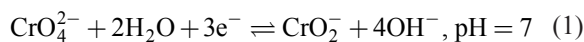
机组速度/(m/min)	DS-1温度/℃	DS-2温度/℃	DS-3温度/℃	BS-1温度/℃	BS-2温度/℃
60~80	590	580	570	只投点火烧嘴	切断
80~100	610	600	590	只投点火烧嘴	切断
100~120	630	620	610	只投点火烧嘴	切断

中低牌号无取向硅钢生产中六价铬检验

本钢硅钢生产过程中，一般会对涂层是否含有六价铬进行抽检。抽检检验方法一般采用沸水浸取法。在250 mL烧杯中加入约250 mL蒸馏水，把一组待测钢板(尺寸为60 mm×30 mm)放入烧杯中，加热至沸腾后继续煮沸20 min。将上述溶液冷至室温后，撕开一包铬试剂倒入烧杯中，观察是否发生红色变化以判断是否存在六价铬^[2]。

六价铬向三价铬转化机理分析

铬是一种过渡元素，有多种氧化态，其中Cr³⁺和Cr⁶⁺是稳定的氧化态。六价铬具有强氧化性，容易被还原剂还原成三价铬。在涂层烘干烧结过程中，六价铬会发生反应式(1)所示化学反应。涂层液中的还原剂提供电子，六价铬得电子形成三价铬。反应(2)需要BS1段风机将生成物通过废气排出，促进(1)、(2)反应向右进行，使六价铬完全转化为三价铬，达到环保要求。如果反应条件遭到破坏，(1)、(2)反应将会不彻底，存在涂层中含有六价铬的可能性。



实验结果及讨论

由表1可知，涂层炉涂层烘干段加热能力完全具备将涂层湿膜烘干和烧结的能力，涂层炉烘干段采用辐射管上下加热，加热均匀、色泽统一、表面质量较好。若投入BS1段明火加热，容易造成带钢边部发花现象。生产中，若将BS1段助燃风机停掉，通过

实验进行验证是否会造成涂层含有六价铬，对比验证结果如表2。

表2 BS1段助燃风机开启/关闭生产试验对比

试样	BS1段助燃风机开启	试样	BS1段助燃风机关闭
	测试液颜色		测试液颜色
1	无色	4	红色
2	无色	5	红色
3	无色	6	红色

由于DS段为辐射管加热，辐射管内气氛与炉腔内气氛是无法发生对流作用的，而BS1段助燃风机可以将炉腔内反应(1)、(2)的产物通过废气带走。若将BS1段助燃风机关闭，整个涂层炉炉腔内气氛流通将会大幅度变慢或甚至停止，造成六价铬还原不彻底而残留在涂层中，从而测试液颜色变红。

结束语

实际生产中无取向硅钢表面的绝缘涂层中有出现六价铬的问题。涂层液中六价铬在烘干烧结过程中发生化学反应，应充分掌握反应机理，掌握反应条件，促进六价铬向三价铬完全转化，使涂层中无六价铬残留，达到环保要求。

参考文献

- [1] 何忠治, 赵宇, 罗海文. 电工钢. 北京: 冶金工业出版社, 2012
- [2] 王讯华, 马磊明, 张本尊, 等. 无取向硅钢在退火过程中三价铬转化为六价铬的研究//第九届中国钢铁年会. 北京, 2013: 1

作者简介: 李邦波(1981—), 男, 工程师, 2007年毕业于四川大学金属材料工程专业, 现从事冷轧硅钢技术。
E-mail: libangbo@163.com。