

钢板连续热浸镀铝生产工艺技术

董林

(河北钢铁集团唐山钢铁股份有限公司, 河北 唐山 063000)

摘要 具有优异的耐腐蚀性、优异的耐热性(高温抗氧化性)以及对光和热的反射率的镀铝钢板广泛用于汽车、家用电器和新能源等各个领域。钢板的连续热浸镀锌的生产工艺与常规连续热浸镀锌的生产工艺基本相同。然而,由于铝的高熔点,较差的镀层性能,对钢板和浸入零件的强腐蚀,连续和可靠地生产连续的熔融铝钢面临许多问题。还原镀铝退火炉冷却气氛管理控制,镀铝涂层镀铝端口加热管理关键技术热浸镀铝涂层端口控制和热浸镀后加热冷却气氛控制两种技术分别是连续进行热浸镀铝的技术关键点和生产工艺关键技术,本文以上两种关键生产工艺为重点的生产技术操作难点和相关对策措施进行了比较详细分析。

关键词 钢板 连续热镀锌 铝硅镀层 生产工艺技术

中图分类号: TG27

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)02-0018-02

1 钢板连续热镀锌生产工艺过程简介

从生产工艺的角度来看,钢板的连续热浸镀锌与常规连续热浸镀锌基本相同。但是,由于铝硅合金和锌的物理和化学性质与常规镀锌相比有很大差异,钢板的连续热浸氧化铝面临以下问题。

首先,铝硅合金的熔点约设定为 600°C ,为了保证使铝硅镀锌涂层在进行热镀和浸镀的过程中均匀且温度可控,镀液必须具有恒定的流动性,通常将温度调节至约 680°C ,钢板的温度高,进入锅中的钢板的相应温度和镀覆后的钢板的温度也会变高。

其次,Al-Si合金的电镀性能差主要是受铝的以下性能影响:

(1)铝是非常活跃的元素,熔融的热铝液体易于氧化。即使在一个充满大量氢气和含有氮气的一种受热性保护液体气氛中,铝液也可能与保护气氛分子中的 O_2 和 H_2O 反应,从而在少量铝液中水解形成漂浮的铝氢氧化物。在表面上,当连接钢带快速进入连接铝口时,这些粉状悬浮物或者颗粒物就会迅速粘附在连接钢带的铝口表面,从而防止电镀液与钢基体发生反应,使该部位无法进行铝电镀。上面提到的因素是导致铝钢表面缺陷和针孔外露镀层缺陷的主要原因。另外,铝合金电镀液的温度高,流动性差,并且在涂层表面上容易形成流线,使得不可能获得高质量的表面质量的涂层^[1]。

(2)高温铝具有很高的腐蚀性,并且对浸入其中的钢板,长期使用熔融铝的炉鼻下部对角线末端以及凹陷的系列具有高度腐蚀性。铝熔液不仅可以延长下沉表面等的寿命,而且可以在更短的周期内增加铝液中铁的质量分数。铁是电镀液中的有害元素,是通过与铝反应形成的,铝消耗增加会影响涂层表面质量。

从以上分析可以看出,控制连续熔融铝生产过程的关键是还原退火、热浸镀、镀层控制和镀后冷却。

2 钢板连续热浸镀铝的关键工艺技术

2.1 还原退火炉气氛控制

还原退火炉是钢板连续熔铝生产线的核心设备。一种方法是通过同时完成镀层钢板的高温再结晶和高温退热淬火工作来同时确保必要的钢板机械导热性能,另一种方法是通过去除并及时撤除留在钢板镀层表面的大量氧化保护膜,炉内还含有大量高纯度的氧化保护膜和气体,在高度高温下,钢板镀层表面的大量氧化物被加热还原后成为大量纯水,例如活性炭和海绵,在随后的高温热浸镀铝处理工艺中,表面上的纯铁层被氧化铝液体所渗透。如果氧化物或其他污染物残留在钢板表面上,熔融铝将无法接触纯铁层,从而阻碍铝和铁的反应和扩散,并且无法进行镀铝,从而导致镀层渗漏不良。

将热轧钢板在熔化还原后的退火炉中加水进行加热再结晶后经退火和钢板表面熔化还原,然后通过热水的浸镀直接从该退火炉中直接注入已经熔化的铝。浮在鼻子的熔融铝表面上的氧化物是涂层针孔泄漏的主要原因。

钢板表面上的还原反应和铝表面上的氧化反应都与炉子的气氛有关。炉中的气氛不仅在上述氧化还原反应中起决定性作用,而且还影响浸镀过程。研究表明,炉内气体中氢气的体积分数对润湿性有显著影响。

根据以上两项试验结果分析,在钢板铝液加热还原炉和铝液退火炉的充分加热中在气氛中和温度控制中,钢板铝液熔体表面上的大量水和金属氧化物被完全充分加热还原,铝液量比钢板熔体表面积和水的氧化物尽可能地小,并且气氛对合金表面的影响较小。还有也应特别考虑硅酸铝液在不锈钢板墙体表面上的润湿性^[2]。因此,有必要分别正确控制两个退火炉的加热气氛和炉的退火前端。还原剂是退火炉中所有充满退火保护剂的气体,控制退火气氛和炉中的温度氢气露点体积密度分数、氧气露点体积密度分数和氧气露点数量是一个关键。

2.2 退火炉内气氛控制

退火炉子的气氛气体中的氧和氢气露点体积质量分数, 氧气中的体积质量分数和氢气露点主要还是受制于诸如直接进入退火炉子的气体保护罩内气体的含氧质量和空气流量, 炉子本身的气密性以及不锈钢的受热状态等一些因素的直接影响。

2.2.1 氧气体积分数和露点控制

控制熔炉的氧气体积分数和露点是确保完全减少钢板表面的关键, 特别是对于高强度钢板而言。由于该组合物包含诸如锰和硅的合金元素, 因此合金元素对氧具有很强的亲和力和较低的平衡氧分压。即使不是具有高大的体积和低分数的有机氢气, 氧气或其他水气和在气氛环境中的大量有机纯净水也可能会直接导致这些有机合金金属元素的大量氧化。

2.2.2 炉鼻子内气氛控制技术

一方面, 炉头的气氛控制应确保先前还原的钢板的表面在此不会再次被氧化, 并且铝液表面上的表面氧化物不会尽可能多地产生。另一方面, 应尽可能减少氢气在大气中的体积分数, 以减少氢气对熔融铝表面张力的影响。换句话说, 炉鼻子大气的露点、氧气体积分数和氢气体积分数应尽可能低。基于上述考虑, 在生产镀铝钢板时, 应将高纯氮气注入炉鼻子。

2.3 镀锅管理技术

2.3.1 镀铝液成分控制

1. 硅的影响。向铝液中添加硅的主要作用是抑制铁铝反应。将硅添加到铝液中, 然后将钢板浸入铝液中时, 首先会形成 Fe-Si 固溶体, 从而防止了铝扩散到铁基体中, 从而减少了铝的扩散。

2. 铁的影响。铁是熔融铝的杂质元素, 在热浸镀过程中, 水中的钢板和银系统会受到熔融铝的腐蚀, 并持续溶解在熔融铝中。因此, 在生产阶段之后, 铝液中的铁质量分数可以达到饱和。

2.3.2 镀锅温度控制

铝合金熔液的受热温度变化对金属涂层的结构质量影响更大。温度过快升高会直接加速铁和铝向金属基材的受热扩散, 从而容易形成较厚的优质合金脱铝层, 温度降得越高, 铁在合金熔融和脱铝过程中的耐热饱和度及溶解的程度越高, 下沉的优质钢板和上层钢板的耐热腐蚀也可能越强。因此, 镀敷容器的温度应确保熔融铝具有足够的流动性和最低的温度, 可以有效地控制涂层的厚度, 并且在浸入 Al-Si 合金时, 最佳的热浸镀敷温度约为 680°C。

镀液温度的稳定性对于镀铝非常重要。先前的分析知道, 电镀容器中的铁质量分数在生产期后达到饱和, 并且铁在熔融铝中的饱和溶解度高度依赖于温度。在生产过程中, 温度会升高。当熔融铝中铁的质量分数增加时, 铁的溶解度降低, 因此当温度下降时, 熔融铝中过量的铁会形成大量铁。铝合金颗粒: 即使随后的电镀锅温度升高, Fe-Al 合金也不会再次溶解, 从而增加了铝渣的形成。另外, 取决于温度值的变化, 可以在短暂的时间内自动形成大量的

Fe-Al 型的合金塑料颗粒, 并且这些合金颗粒不会附着在不锈钢板的表面上, 并且经过涂层后的表面也会变得粗糙。因此, 铝锅的温度波动范围越小越好。

2.3.3 镀锅中铝渣形成及控制

从前面的这些论述我们可知, 铝渣处理是由于氧化铁在溶解铝液中固体质量中的分数已经超过了其固体饱和度的溶解度分数, 从而被分析出位于铁铝中间的铜合金中的颗粒液体, 然后沉入铁铝锅底之中, 从而形成新的铝渣。铝渣其主要化学成分为 Fe-Al。底渣的质量形成主要是因为铁在铝液铝渣中的铝和铁在其质量带入分数已经超过了其中的饱和度及溶解度, 因此有效减少溶液铁的质量带入和渗出维持铁在铝液中的饱和度及溶解度的稳定对于有效减少溶液铝渣的质量形成至关重要。

2.4 镀层控制技术

目前, 国内外用于带钢的连续热浸镀锌设备一般采用吹气法来控制涂层厚度。它使用喷射流原理, 并在整个带钢宽度上使用喷嘴, 将气流连续喷涂到涂层表面上, 以刮除带钢表面上多余的镀液。与传统的镀锌相比, 铝硅合金镀液具有高温, 低密度和相对较低的流动性。

根据相关研究, 铝硅合金涂层最好使用预热的热风作为气刀的喷涂介质, 空气的预热温度应在 250 ~ 300°C 或更高。当使用室温空气介质时, 需要两种方法来改善涂层的表面流型。一种是控制带钢的最小速度, 并适当提高锅中带钢的温度。增加天然铝带的数量和脱皮的数量。其次, 调整气刀喷嘴的形状, 减小气刀与铝液表面之间的距离, 以增加注射压力, 减少注射空气流量, 以室温风速减少钢板的冷却, 并增加平流时间。

2.5 镀后冷却控制技术

镀层钢板从铝锅中出来后开始冷却阶段, 镀覆后的冷却系统的作用是将镀层钢板冷却至室温。在该过程中, 附着在钢板表面的液态涂料金属凝固并成为最终涂层。电镀后的冷却过程对涂层表面的晶体结构有很大影响, 并且由于铝液体中存在铁, 因此电镀液在缩合和结晶过程中会形成树枝状结构。镀覆后, 冷却速度缓慢, 分支晶体生长, 并且在表面上形成了涂覆的晶体花。

3 结语

由于镀铝溶液的高熔点, 较差的镀层性能, 对钢板和扩散零件的强烈腐蚀, 对钢板进行连续的热浸铝处理面临着连续、稳定生产的许多挑战。钢板连续熔融铝生产工艺技术的核心是浸镀、涂层控制和镀后冷却等多个加工点的技术控制。

参考文献:

- [1] 吕家舜, 李锋, 杨洪刚, 等. 连续热浸镀铝硅钢板镀层微观结构研究 [C]. 中国钢铁年会, 2014.
- [2] 谢举霞, 高欢. 一种连续热浸镀铝硅合金钢板的工艺: CN108441800A [P]. 无锡银荣板业有限公司, 2018.