

一种新型排渣炉鼻子技术

New Furnace Nose Technology of Removal Slag

供稿|齐春雨, 冯超凡, 李振 / QI Chun-yu, FENG Chao-fan, LI Zhen

内
容
导
读

炉鼻子是架设在炉子与锌锅之间带有密闭功能的带钢通道, 为热镀锌线重要设备, 如果控制不当则会产生锌灰锌渣聚集在炉鼻子内部从而黏附在带钢表面或镀层内部, 造成严重的质量缺陷, 带来较大的经济损失。新型排渣炉鼻子技术采用的独特机械结构有效避免了炉鼻子内部锌液表面浮渣与带钢的接触, 从根本上解决锌渣对带钢表面质量的影响; 加湿喷梁的改进有效抑制了锌灰的产生。新型排渣炉鼻子技术的实际应用表明, 锌灰锌渣缺陷明显减少, 带钢表面质量得到明显改善。

近些年, 镀锌板被广泛应用在汽车制造、家电行业领域, 使得对镀锌产品的质量要求越来越高。目前由于合资及自主汽车品牌产品需求, 冷轧厂争先恐后地加入到汽车板, 特别是高溢价产品镀锌汽车外板的生产中, 从而对于镀锌汽车外板, 特别是O5板^[1]的表面质量要求较高, 要求其中的一面无任意的表面缺陷^[2]。在外板生产过程中, 制约质量提升的关键性因素逐渐显现, 其中带钢表面锌灰和锌渣缺陷尤为显著。资料显示, 国内外各大钢铁企业均在想方设法有效控制锌灰锌渣缺陷, 其中炉鼻子是需要攻克难题的重要设备。带钢在退火炉内经过加热、保温、冷却等热处理工艺后, 需要在还原性气氛保护状态下进入锌锅完成表面镀锌工艺过程, 炉鼻子就是连接退火炉和锌锅的带钢通道(图1)。炉鼻子控制极为重要, 如果控制不良, 炉鼻子内部浮渣将会直接黏附在带钢表面, 极易产生黑点状的锌

灰锌渣缺陷。为解决这些问题, 采用了新型排渣炉鼻子技术解决锌灰锌渣质量缺陷问题, 提高产品质量, 从而改善企业的品牌效益。

炉鼻子锌灰锌渣产生机理

锌灰和锌渣缺陷是在镀锌过程中熔入锌液内的铁与锌、铝等元素发生反应生成的化合物。这些化合物经常聚集在炉鼻子内部从而黏附在带钢表面或镀层内部而产生缺陷, 是连续热镀锌产品的常见表面缺陷, 也是热镀锌生产过程中的难题。

镀锌板生产过程中, 不断产生的锌渣(Fe_2Al_3)会大量聚集到炉鼻子内部锌液表面, 而锌灰(ZnO +固态锌)^[3-6]则吸附在炉鼻子内壁四周(图2)。带钢规格切换(焊缝通过)时, 会对炉鼻子锌液产生强烈扰动作用, 并导致漂浮的锌渣在剧烈晃动后黏附到带钢表面, 造成钢卷头尾部出现不规则锌渣缺陷。为满足客户

作者单位: 北京首钢冷轧薄板有限公司, 北京 101314

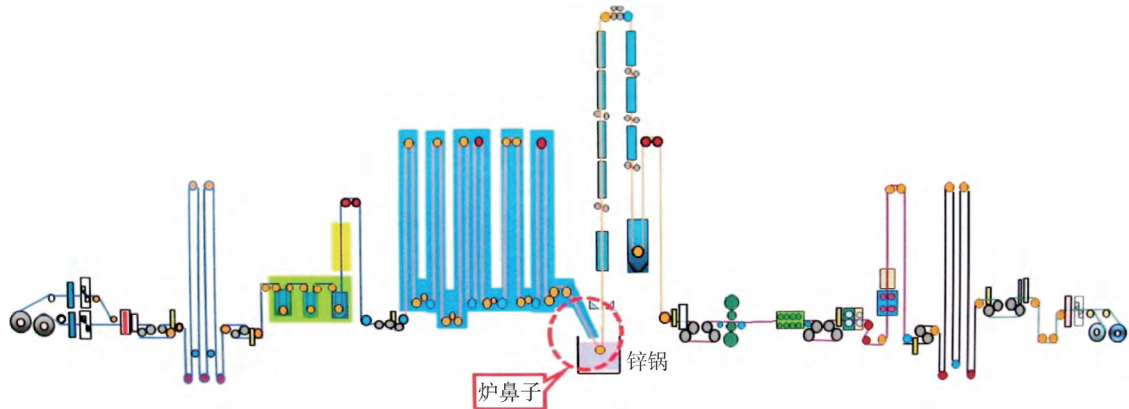


图1 炉鼻子在镀锌线位置

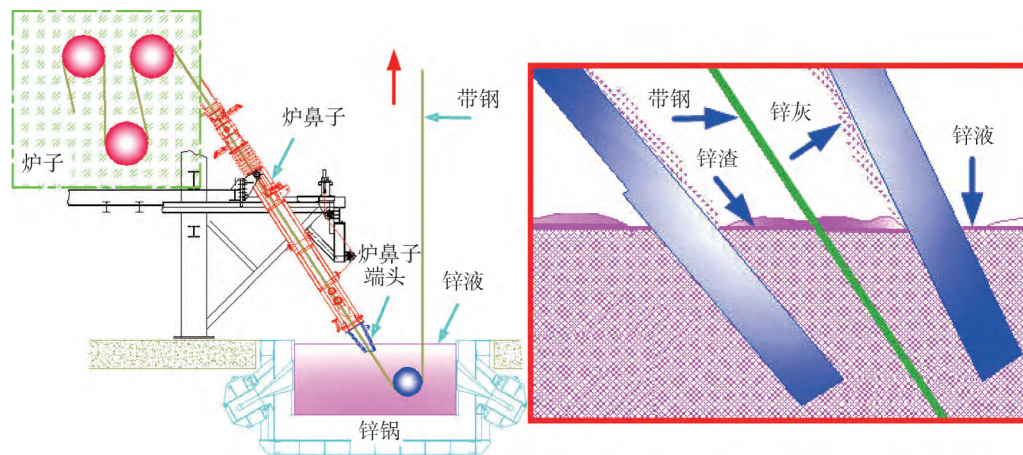


图2 炉鼻子与锌锅位置示意图

订单需求，带钢头尾锌渣缺陷需全部切除，导致外板成材率大幅降低，经济损失较大。

目前外板生产时，由捞渣机器人或操作人员对炉鼻子周围外露液面区域的锌渣(浮渣)进行清理，炉鼻子内部锌渣则无法清除。对于炉鼻子内壁锌灰，需要先移走锌锅并在炉鼻子端头下方架设专用平台，然后对其进行人工清理。原炉鼻子加湿喷梁(喷嘴)安装在炉鼻子中下部，与锌液面距离远，且布置分散(图3)，锌灰抑制效果不理想。

新型排渣炉鼻子技术

新型炉鼻子结构改进

新型炉鼻子主体由上、下两部分组成。上部为碳钢密封厢式结构，与炉壳相连接，不接触锌液。上部外壳装有用于炉鼻子升降调节的伺服电动丝杠

和用于摆动调节的手摇丝杠，还装有带钢高温计、炉鼻子测温热电阻、气氛氧含量和露点检测孔、摄像头和照明灯等监测单元，以及两组用于隔离炉子气氛的翻板阀和与之配套使用的氮气吹扫喷梁。下部端头为不锈钢材质，生产过程中末端始终浸泡在锌液中。炉鼻子端头为双层结构，前后各有一个顶部开口、底部封闭的“口袋型围堰”，即锌液贮存槽。端头两侧各有一台调速锌渣泵，泵壳为一体式设计，吸入口与锌液贮存槽底部相贯通，排出口浸没在锌锅液面以下，可以隔绝空气避免带钢氧化。炉鼻子端头(图4)位于两个贮存槽正上方各装有一组直槽形氮气加湿喷梁，用于动态控制炉鼻子内部气氛露点。

新型炉鼻子技术改进

◆ 锌渣消除

初始状态时，新型炉鼻子端头内部各处液位均

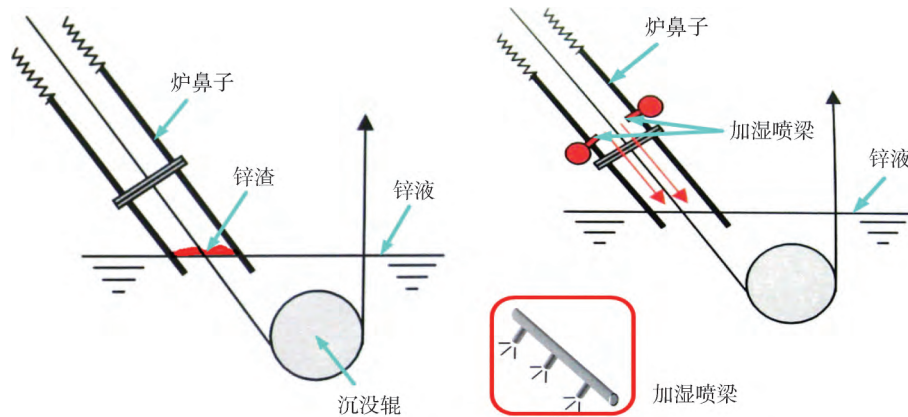


图3 原炉鼻子结构示意图

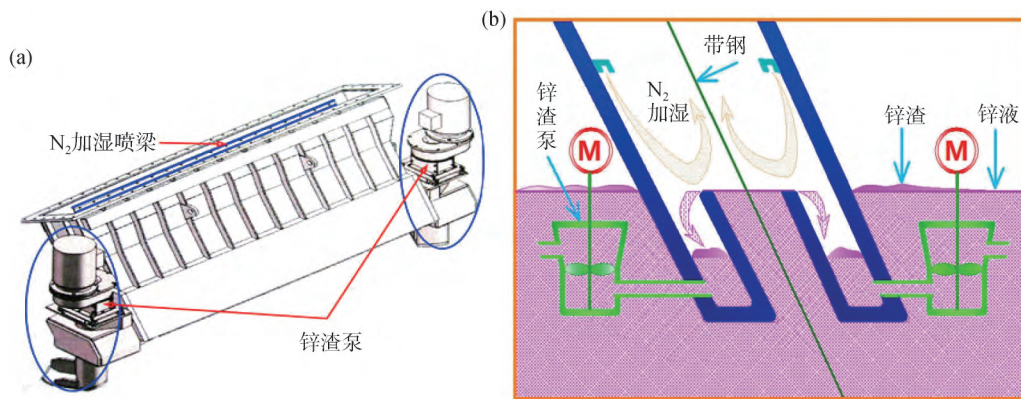


图4 (a) 新型炉鼻子端头装配图及(b) 工作原理

与锌锅液位持平，两个贮存槽中充满锌液。当锌渣泵启动后，叶轮旋转时产生定向推力，将贮存槽中的锌液逐渐排出到锌锅中；当贮存槽内外出现液位差后，端头底部锌液在重力势能作用下不断自下而上逆着带钢涌入贮存槽，带钢附近漂浮的锌渣和锌灰同时被锌液带入贮存槽(图4)。外板生产过程中锌渣泵连续运行，贮存槽内外始终存在液位差，锌液由下向上不断翻涌，锌渣和锌灰无法在炉鼻子端头内聚集，带钢入锅时始终与纯净锌液接触，因此不会产生锌渣缺陷^[7-9]。

◆ 锌灰消除

槽形加湿喷梁与锌液面距离很近(图5)，加湿后的氮气沿着带钢运行方向连续向锌液喷吹，并使锌蒸气发生微量氧化后转换成ZnO粉末下落到锌液表面，进而形成保护层阻止锌蒸气继续挥发。同时，加湿N₂形成的“风幕”能够阻挡高温锌蒸气继续上升冷却后在炉鼻子内壁形成锌灰，起到了有效的抑

制作用。

检修时先关闭炉鼻子上部的两组翻板阀，再抬升炉鼻子至端头高于锌锅液位，然后打开氮气吹扫喷梁，便可将顶部内壁四周积存的锌灰自上而下吹出炉鼻子。

新型炉鼻子技术效益估算

项目实施后，困扰镀锌汽车外板生产的锌渣和锌灰缺陷得到有效控制，在提高外板成材率的同时，能够更好服务于高端汽车板用户需求，有助于进一步提升钢厂汽车板的品牌价值和市场占有率。直接经济效益：减少切损，按照镀锌汽车外板成品与废品间差价3000元/t计算，项目预计实施后两年可收回投资成本。潜在经济效益：消除锌渣和锌灰缺陷后可以为合金化(GA)汽车外板的开发和生产打下前期基础，有助于进一步汽车板多元化战略发展。

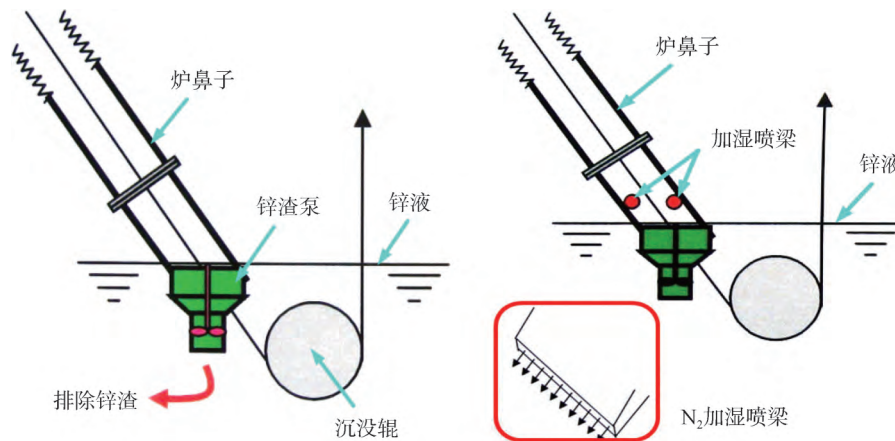


图5 新型炉鼻子结构示意图

结束语

通过采取炉鼻子端头安装直槽形氮气加湿喷梁等结构改造以及优化加湿喷梁位置等措施，炉鼻子内的气氛环境得到改善，锌灰锌渣等质量缺陷得到有效控制。炉鼻子端头内部改造，带钢始终与纯锌液接触，避免了锌渣缺陷的产生；通过湿氮气系统的优化，实现炉鼻子内部气氛露点动态控制，锌灰缺陷显著减少。在新型排渣炉鼻子系统的应用下，镀锌汽车外板的表面质量显著提升。

参考文献

- [1] 毛天成, 方磊, 王英均, 等. 降低O5板成品氧的研究. 宝钢技术, 2010, 12(3): 48
- [2] 田亚强, 王安东, 宋进英, 等. 冷轧镀锌板典型表面质量缺陷成因及控制措施. 钢铁研究学报, 2017, 29(4): 312
- [3] 黄颖. 热镀锌熔炼锅的现状和发展. 机械工程材料, 1990, 14(2): 25

- [4] 杜建华, 金永丽, 伍永福, 等. 热浸镀锌锅中锌液流动的数值模拟. 钢铁研究, 2012, 40(1): 25
- [5] 李亚东, 江社明, 袁训华, 等. 热镀锌钢铁镀层表面麻点缺陷的产生原因及预防措施. 腐蚀与防护, 2009, 30(12): 917
- [6] 陈刚, 但斌斌, 严开勇, 等. 热镀锌板隐形锌渣缺陷的典型特征及控制措施. 机械工程材料, 2019, 43(1): 31
- [7] 孙宁. 连续热镀锌线在线清理锌灰应用. 山东工业技术, 2018(12): 18
- [8] 谭运刚, 文伟. 热镀锌板表面锌灰缺陷的控制. 武钢技术, 2010, 48(3): 31
- [9] 郭芳芳. 热镀锌过程中减少锌渣生成量的研究[学位论文]. 秦皇岛: 燕山大学, 2016

作者简介: 齐春雨(1977—), 男, 河南省安阳市人, 高级工程师。2002年5月毕业于东北大学研究生院(轧制技术及连轧自动化国家重点实验室)材料加工工程专业, 2017年2月钢铁研究总院博士研究生学历, 主要研究方向: 材料加工、机械设计、仿真分析等。通信地址: 101314北京市顺义区李桥镇任李路200号, E-mail: qichunyu@sg-crm.com.cn。



【上岗】陈跃先 摄