

本钢浦项镀锌机组头尾划伤缺陷的研究

侯珍珠¹, 于文爽², 王闯², 孙晨航²

(1, 辽宁冶金职业技术学院, 辽宁 本溪 117000; 2, 本钢浦项冷轧薄板有限责任公司, 辽宁 本溪 117000)

内容导读: 镀锌钢卷头尾划伤缺陷不仅使带钢在划伤处发生腐蚀, 而且直接影响了热镀锌产品的外观和使用性能。论文针对镀锌机组头尾划伤缺陷展开研究, 通过对机组在卷轧镀锌板生产过程中涉及的电气系统、生产过程、原料、机械故障等方面进行现场勘察和数据分析, 查明引起划伤缺陷的主要因素是镀锌耐指纹产品摩擦系数低和炉内遮热挡板变形, 并指出通过对张力辊组包布处理、张力辊定期维护、炉子遮热挡板定期检修或更换等控制策略, 可显著降低镀锌板头尾划伤缺陷率, 提高镀锌产品表面质量, 提高客户认可度。

关键词: 热镀锌; 头尾划伤; 摩擦系数;

Research on Scratches on the Head and Tail of in BX Steel POSCO Hot Galvanizing line

Hou ZhenZhu¹ Yu WenShuang² Wang Chuang² Sun Chenhang²

1.Liaoning Metallurgical Vocational Technical College; 2.BX Steel Posco Co., Ltd.,

Benxi Liaoning 117000, China)

Abstract:The head and tail scratch defects of galvanized steel coils not only cause corrosion at the scratched areas of the strip steel, but also directly affect the appearance and service performance of hot - dipped galvanized products. This paper conducts research on the head and tail scratch defects of the galvanizing unit. Through on - site inspection and data analysis of aspects such as the electrical system, production process, raw materials, and mechanical failures involved in the production process of rolled galvanized sheets by the unit, it is found that the main factors causing scratch defects are the low friction coefficient of galvanized fingerprint - resistant products and the deformation of the heat - shielding baffle in the furnace. It is pointed out that by implementing control strategies such as treating the wrapping cloth of the tension roller group, regularly maintaining the tension rollers, and regularly inspecting or replacing the heat - shielding baffle of the furnace, the scratch defect rate at the head and tail of galvanized sheets can be significantly reduced, the surface quality of galvanized products can be improved, and customer recognition can be enhanced.

Key words:Hot galvanizing; Scratches on the head and tail;Friction coefficient

随着我国汽车和家电业的迅速发展, 社会上对汽车板和家电板的需求量逐年上升。热镀锌外板作为高附加值产品, 对产品表面质量有较高要求^[1]。热镀锌板具有良好的耐蚀性、加工成形性、焊接性及涂装性。其在建筑、家电和汽车板行业的应用愈来愈广。乘用车作为汽车市场的主要组成部分, 对汽车用镀锌板的需求较高, 特别是高端乘用车对镀锌板的品质、性能等要求更为严格。

在家电生产中，许多零部件需要经过工人多次触摸，耐指纹特性可保持家电外观的整洁美观，避免指纹、汗渍等污染影响产品外观，例如冰箱、洗衣机、空调等家电的外壳、面板等部件，对耐指纹镀锌产品的需求持续稳定，耐指纹产品头尾划伤缺陷，不仅会影响产品的外观质量，还可能影响产品的耐腐蚀性和耐指纹性能。随着汽车行业对零部件质量要求的不断提高，汽车用镀锌板的质量标准也在不断提高，对于镀锌板头尾划伤缺陷也更不能被接受。企业需要严格按照相关标准进行生产和检测，确保产品的质量符合汽车和家电制造商的要求。同时，一些企业还制定了更高的企业内部质量标准，以提高产品的市场竞争力。

1 概述

本钢浦项 1#镀锌机组和 2#镀锌机组由奥地利的 VAI 公司设计，主要以生产汽车板和家电板为主，最大板宽为 1850mm 的立式连续热镀锌机组。清洗段采用碱洗、电解清洗、漂洗，刷洗等清洗方式，立式退火炉采用全辐射管加热^[2]。机组主要生产无锌花热镀锌和合金化热镀锌产品，镀后的表面处理有钝化处理、磷化处理和涂油处理。热镀锌产品具有性能均一、尺寸精度高、表面质量好等优点。机组可以生产钝化、磷化和耐指纹产品。热镀锌耐指纹产品具有优异的耐腐蚀、耐指纹、耐磨损等性能，被广泛应用于家电产品，汽车零部件和外饰。汽车制造对镀锌板的表面质量要求极高，头尾划伤缺陷可能影响汽车零部件的外观和性能。在汽车外覆盖件的生产中，镀锌板的划伤会导致零部件表面不平整，影响喷漆后的外观质量，甚至可能影响零部件的耐腐蚀性能，降低汽车的使用寿命。在汽车行业，由于对产品质量的严格把控，对于镀锌头尾划伤缺陷的容忍度较低，一旦发现此类缺陷，可能会导致产品退货或返工，增加生产成本。因此控制头尾划伤缺陷，对此意义重大。

热镀锌产品头尾划伤缺陷是指在生产过程中，由于设备磨损或坏死，或与固定硬物接触，在带钢表面出现沿带钢长度方向上呈不同长度、不同宽度、不同深度、连续或断续的划痕缺陷^[3]。划伤缺陷由于其易发性和不确定性在连续性生产线上非常难控制。特别是镀锌线，由于带钢表面镀锌，锌比较软，更容易产生划伤。钢卷头尾划伤缺陷不仅使带钢在划伤处发生腐蚀，而且直接影响了热镀锌产品的外观和使用性能等。

2 头尾划伤缺陷形成的原因分析

2.1 头尾划伤的定義

镀锌机组头尾划伤缺陷指镀锌机组分卷的钢卷带头和带尾产生的划伤缺陷。带钢与各种辊子接触，如张力辊、转向辊等。如果辊面存在不平整、磨损、异物附着等问题，带钢在通过辊子时就会受到不均匀的压力，从而产生划伤。常见的是线状划痕，如图（1）所示，这是最常见的一种镀后划伤外观，在镀锌板表面有细长的、连续或间断的线条状痕迹，痕迹的方向通常与带钢运行方向或划伤物运动方向一致。这些划痕的宽度可能较窄，深度相对较浅，但在光线照射下会明显可见，并且由于破坏了镀锌层的完整性，划痕处的颜色与周围正常镀锌层的颜色会有所不同，通常划痕处颜色会相对发亮，呈现出金属的本色。



图 1 划伤缺陷图

从划伤缺陷产生的位置看，缺陷都是产生在带头、带尾的位置，与之对应的就是穿带、甩尾过程中带钢出现了缺陷，此过程中，带钢是无张力运行，故此，工作重点将放在带钢失张后，与带钢发生接触的设备上。

入口导板擦划伤，是机组入口钢卷在开卷机上，通过磁力皮带吸引，带钢在无张力状态下，通过夹送辊提供动力，向前走，直至带钢头部到达焊机入口夹钳的过程。

入口甩尾是指钢卷在开卷机上释放完毕后，在无张力状态下，通过各导板台及托辊，最终带钢尾部到达焊机出口夹钳的过程。

出口穿带是指钢带分切后，带钢在无张力状态下，通过夹送辊提供动力，向前走，直至带钢头部进入卷取机助卷器，完成初步缠绕，并建立张力的过程。

出口甩尾是指钢带分切后，带钢在无张力状态下向前走，直至带钢尾部全部进入卷取机，完成最外圈卷取的过程。

2.2 头尾划伤形成原因及过程

划伤是连续性生产线的常见缺陷，产生原因为带钢在运行过程中与辊子或其他接触的物体发生相对滑动，导致带钢表面产生划痕。这种缺陷对高质量汽车、家电用镀锌产品是不可接受的。镀锌机组根据划伤产生的位置不同，分为镀前划伤和镀后划伤缺陷，划伤分为连续的和断续的。划伤虽然难控制，但是产线发生划伤后如何快速找到划伤源并采取措施，最大限度减少划伤损失是一项非常有必要的工作。从划伤缺陷产生的位置看，缺陷都是产生在带头、带尾的位置，因此，带钢失张后，与带钢发生接触的设备或辊子为主要产生部位。

通过对镀锌机组所有可能产生头尾划伤的部位进行头脑风暴，原因查找，原因分析，找出的电气原因、生产原因、原料原因和机械原因中，利用排列图找出镀锌机械类产生的划伤是主要因素。利用关联图（图 2）对产生头尾划伤的原因进行分析，对镀锌机械进行分析，找出以下六个因素为末端因素，通过头尾划伤要因确认表（表 1），确认 4 个非要因和 2 个要因。

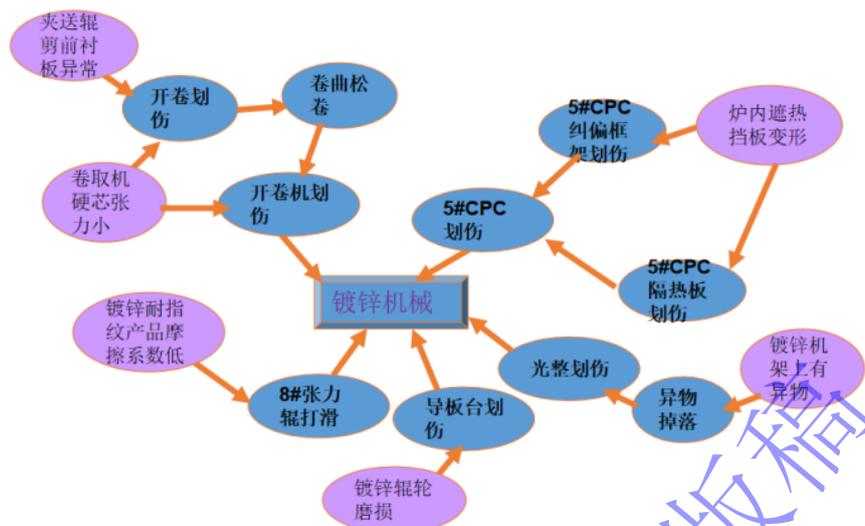


图 2 原因分析关联图（CPC 为连续带钢纠偏系统英文缩写）

表 1 头尾划伤要因确认表

Table 1 Head and tail scratches should be caused by confirmation form

产生原因	确认标准	确认做法	是否要因
夹送辊剪前衬板异常	剪前衬板无变形	跟踪镀锌机组利用检修时间检查剪前衬板，未发现变形现象	非要因
卷取机硬芯张力小	观察酸轧冷硬卷有没有内芯分层	生产 0.8mm 薄料期间，完善 PLC 参数将轧机卷取机 taper 硬芯张力结束卷径增加到 1000mm。没有分层产生。	非要因
镀锌耐指纹产品摩擦系数低	与同类镀锌产品的润滑性比较	润滑性进行试验对比，最后测得耐指纹产品初值为 0.098，较普通产品低	要因
镀锌辊轮磨损	辊轮无磨损，不划带钢	检修时检查导板台辊轮，辊轮无磨损情况	非要因
镀锌机架上有异物	机架上无异物，辊上无异物	开卷检查划伤封闭卷，非此原因产生	非要因
炉内遮热挡板变形	挡板变形小，不能刮碰到带钢	发现遮热挡板有变形造成划伤降级	要因

针对产生原因的末端因素，技术人员制定确认标准，确认人通过现场调查及数据统计进行要因确认，最终找出两个要因，即镀锌耐指纹产品摩擦系数低和炉内遮热挡板变形。

2.2.1 镀锌耐指纹产品摩擦系数低

本钢浦项 2#热镀锌机组在生产耐指纹产品时，由于其产品表面自身动摩擦系数较低的特性，导致生产期间在质检台下方的 8#张力辊处，尤其在分卷失张穿带期间，带钢与辊面产生相对运动的打滑擦伤现象，出现打滑为产生头尾划伤的主要原因。镀锌技术专家经与先进机组对标了解，先进机组卷取机前部为 2 组张力辊，我厂此区域配置为 1 组张力辊，在张力分配与稳定控制能力方面有所不足，也是造成跑尾及打滑的一个因素^[4]。小组成员通过现场确认加数据分析，对镀锌生产的耐指纹产品和普通产品润滑性^[5]进行试验对比，耐指纹产品由于后处理药液特殊，产品表面粗糙度 $0.8\sim 1.0\ \mu\text{m}$ ，动摩擦系数 $0.12\ \mu\text{m}$ ，普通三价铬产品动摩擦系数为 $2.0\ \mu\text{m}$ 左右，耐指纹后处理方式会导致带钢表面光滑，且在生产过程中由于带钢与辊面接触摩擦，部分耐指纹膜会残留在辊面上，降低辊面粗糙度。此实验采用 mm-200 型环块摩擦磨损试验机测试摩擦系数，最后测得耐指纹产品初值为 0.098，较普通产品低（如表 2），因此耐指纹产品的润滑性较普通产品低，容易造成打滑，产生头尾划伤缺陷。



图 3 镀锌机组张力辊组

表 2 产品润滑性分析

Table 2 product lubricity Analysis

产品	评价项目	试验条件及标准	结果
耐指纹	润滑性	CT-E378 本钢	初值：0.098
普通	润滑性	CT-E378 本钢	初值：0.15

镀锌机组

2.2.2 炉内遮热挡板变形

镀锌机组采用退火炉^[6]来消除酸轧过程中产生的加工硬化缺陷，改善钢板的表面质量，为钢板镀锌做准备。炉内遮热挡板可以调节炉内温度分布，保护炉内设备和部件，提高能源的利用率，可以使加热炉内炉火燃烧充分，也可以间接提高一些炉温，控制炉内的各种气体气氛的流动。由于炉子长期在高温情况下，钢板运动中产生机械应力，都容易造成炉内遮热挡板变形。经检查

5#CPC（连续带钢纠偏系统）处遮热挡板存在变形情况。造成钢板经过时对带钢产生划伤，为产生头尾划伤的主要原因。小组成员通过现场确认加数据分析，发现在钢卷变规格时，在头尾张力不稳的状态下，容易产生划伤缺陷。并且调查分析非计划品脱合同台帐，有 2 卷因为遮热挡板造成划伤降级。

3 镀锌板头尾划伤缺陷的控制措施

3.1 提高辊子摩擦系数

（1）开发包布^[7]，包布材质为：100% ARIMID，缝合线材质为：ARIMID，包布安装方式为拼接后采用同材质缝合线进行缝合，安装过程累计 8 小时，安装后包布表面质量良好，辊面无凸起、凹陷或其它硬伤。提高机组 8#张力辊的粗糙度，增加摩擦系数。并且可以在增加抱紧力同时减少脱锌粉情况，有效提高摩擦系数。主要避免带头带尾失张状态下打滑造成头尾划伤。



图 4 增加包布后的张力辊组

（2）包布安装后，启车后跟踪包布试验效果，正常生产过程中带钢经过 8#张力辊时包布表面完整无破损、无锌粉及其他异物粘附，包布与 8#张力辊辊面固定良好，无相对窜动，带钢运行平稳，表面质量良好。进行 200 吨耐指纹产品小批量试验，带钢在 8#张力辊^[8]处带钢无打滑现象，出口穿带过程中无带钢回抽现象，整批次生产过程中无划伤缺陷产生。

3.2 张力辊的定期管理

（1）根据实验经验形成包布制度，对包布进行周期管理。规定包布使用周期为 40 天，每两个检修周期在检修时进行更换。

（2）每次检修期间如发现包布表面破损，需提前进行更换。每次检修起车出成品后，出口人员需到水平检查台，检查带钢表面是否存在硌印，同时检查包布表面是否存在大块锌皮影响质量。

（3）存在锌皮时需进行停机处理，表面质量正常后进行跟踪检查 1 次/小时，检查 8 小时。

（4）机组生产耐指纹产品期间，注意 8#张力辊处是否存在异响，及带头在卷取机位置观察是否存在条状擦伤，如存在，需尽快更换包布。

3.3 形成炉子遮热挡板的系统处理方法

（1）对炉内遮热挡板状态进行全面检查。发现有遮热挡板变形现象，带钢头尾不稳定时能够

刮带钢，造成划伤缺陷产生。对同类问题的遮热挡板进行记录。

(2) 利用检修时间，对变形的遮热挡板进行更换。更换后，对更换的状态进行检查，以使带钢在运行过程中，不能产生刮带钢现象。

(3) 制定检查记录表，如表(3)，检修开炉时对遮热挡板及影响产品质量的其他情况进行检查说明。

表 3 炉内其他影响部分产品质量检查记录表

日期	检查情况	是否修复
2022 年 5 月	3 处遮热挡板变形	已修复

4 镀锌板头尾划伤缺陷的控制效果

针对以上措施实施后，自 2022 年 7 月份后，镀锌机组没有因为耐指纹头尾划伤造成的降级和封闭卷，并且市场上头尾划伤异议叛废量 2021 年 12 月到 2022 年月平均 30.9 吨，改善后头尾划伤异议量平均为 0 吨，实施效果有效，成品和废品价格差按照 1290 元/吨，累计年创效达 47.8 万元。

自对变形的遮热挡板进行更换后，2022 年 7 月到 2022 年 10 月没有由于遮热挡板变形，也没有因为遮热挡板造成的划伤封闭量，说明实施效果有效。

5 结束语

本钢浦项通过采取增加包布提高辊子摩擦系数和控制炉子遮热挡板的变形，使耐指纹产品头尾划伤异议量降到最低，客户反应较好，并且通过镀锌头尾划伤缺陷的控制，每年为企业实现创效 47.8 万元，减少了后线重卷机组负荷，减少封闭量和头尾废品量，提高企业经济效益。通过本项目提高产品质量，保证产品按时交付，减少头尾划伤异议，提高客户认可度。

参考文献：

- [1] 刘杨, 王子昂, 赵兴时, 张扬. 本钢浦项 1#热镀锌机组汽车板缺陷浅析. 金属世界, 2023(2), 44
- [2] 侯珍珠, 王闯. 本钢浦项表面锌灰缺陷形成及控制分析, 金属世界, 2019(3), 48
- [3] 孟晓涛, 崔占利, 陈战锋, 等. 极限薄规格家电板镀锌机组擦划伤的研究. 有色金属设计, 2022, 49(3), 65
- [4] 戚新军, 厚规格镀锌带钢表面短黑线缺陷成因分析与对策. 轧钢, 2023, 40(2), 145
- [5] 张爱萍, 董学强, 冉长荣, 热镀锌无铬自润滑涂层及性能试验研究, 表面技术, 2016, 45(6), 36
- [6] 侯珍珠, 张扬, 王闯. 本钢浦项热镀锌机组高级别汽车板生产工艺改进, 金属世界, 2020(2), 45
- [7] 杜元姝, 王科林, 孟霞, 等. BIS10 蒸呢机蒸呢工艺研究及开发应用, 毛纺科技. 2014, 42(10), 32
- [8] 邬琼. 连退张力辊高速打滑控制, 金属世界, 2022, 45(2), 192

作者简介：

1. 侯珍珠，女，1988年3月出生，毕业于合肥工业大学材料成型及控制工程专业，高级工程师，主

要研究方向为冷轧和热镀锌产品质量及技术。

邮箱：494757353@qq.com

录用稿件，非最终出版稿