

不锈钢带材退火酸洗技术及应用

窦坦明 金晓宏

(武汉科技大学机械自动化学院)

摘 要 以某厂新建不锈钢退火酸洗生产线为例,介绍不锈钢退火酸洗的生产工艺、设备及自动控制系统,并对该生产线的主要特点予以阐述。

关键词 不锈钢;退火;酸洗

中图分类号: TG156; TG142.71 **文献标识码**: A **文章编号**: 1671-3818(2006)04-0018-03

TECHNOLOGY & APPLICATION FOR STAINLESS STRIP ANNEALING & PICKLING

Dou Tanning Jin Xiaohong

(College of Machinery & Automation, Wuhan University of Science & Technology)

Abstract The paper, taking the stainless strip annealing & pickling line newly - built in a factory as an example, introduces its process, equipment and automatic control system, focusing on its main characteristic.

Key words stainless steel; annealing; pickling

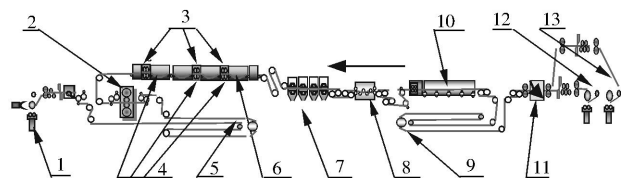
1 前言

2005年世界不锈钢粗钢产量达到2500万吨,产品竞争激烈。近年来,我国成为不锈钢生产增长最快和不锈钢消耗量最大的国家。为了降低加工成本、提高产量与质量、提高能源利用效率、保护环境,不锈钢带钢生产厂家纷纷采用先进的退火酸洗技术和设备,以改建或扩建退火酸洗处理线。本文介绍某厂最新扩建热轧带钢的连续退火酸洗生产线的主要设备,结构特性及工艺特点。

2 退火酸洗线工艺流程

该生产线的工艺流程为:上卷→开卷→卷纸→夹送校直→入口剪切→焊接→退火炉→喷水急冷→烘干→破鳞→喷丸→酸洗→预清洗→硫酸酸洗→刷洗→1[#]混酸酸洗→刷洗→2[#]、3[#]混酸酸洗→刷洗→清洗→干燥→平整→带钢检查→出口剪切→卷取→垫纸→打捆→称重。退火酸洗线工艺流程见图1。

该退火酸洗机组还配有一条钢卷准备线和钢卷的研磨线(CGL, coil grinding line)。钢卷准备线的工艺流程为:入口送卷鞍座→送卷小车→开卷→夹送平整→入口剪切→侧导装置→纠偏装置→侧导和



1 - 卷取机; 2 - 平整机; 3 - 刷洗装置; 4 - 混酸槽; 5 - 出口活套; 6 - 硫酸槽; 7 - 喷丸机; 8 - 破鳞机; 9 - 入口活套; 10 - 退火炉; 11 - 焊机; 12 - 1[#]开卷机; 13 - 2[#]开卷机

图1 退火酸洗线工艺流程图

张紧装置→圆盘剪和侧边剪→出口剪切→侧导装置→张紧装置→卷取→垫纸→打捆→称重。钢卷研磨线的工艺流程为:入口送卷鞍座→送卷小车→开卷机→卷纸→夹送平整→入口剪切→侧导装置→焊接→研磨→出口剪切→卷取→垫纸→打捆→称重。三条生产线的配合情况见图2。

3 生产线的特点

该生产线综合了不锈钢带材生产领域先进的退火酸洗技术及设备,以保证生产顺畅、合理、高效。

3.1 入口、出口段

入口段有两台开卷机,为了准备适合于焊接操作的带卷头、尾部,每台开卷机本身带有完整的送

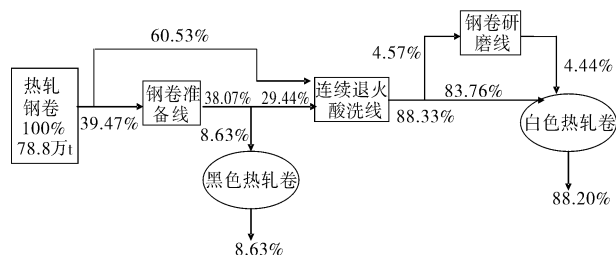


图 2 生产配置及成品率示意图

料、矫直和剪切设备。1[#]、2[#]开卷机采用单头 4 瓣式涨缩卷筒开卷机，卷筒涨缩范围 540 ~ 620mm，面宽近 1 700mm，开卷速度最大可达 160m / min，采用液压系统自动对中，采用矢量控制 200kW 交流电机减速机的驱动，钢带压下辊由双向液压缸驱动，压辊旋转由液压马达驱动。与开卷机配套的卷纸机由交流电机减速机驱动，采用双锥头形式，调节电机转速可调节卷纸张力。

焊机是采用 MIG 焊接工艺的剪切弧型设备。该机器包括一台固定剪和横向夹持器，在剪切操作之前夹住两个尾部，直到焊接周期完成后再将轧件松开，这就保证尾部稳定、可靠地对齐。新型焊机操作简单功能齐备，焊接带厚：2.0 ~ 6.0mm，最大宽度达 1 350mm，焊接速度在 0.2 ~ 40m / min。

整条生产线包括入口和出口两套活套，均为地坑式 4 层水平活套。活套由主小车和一些移动的支撑小车组成。系统的主要特点是当活套充满时，每个移动支撑小车一个一个地离开，通过一个特殊的凸轮装置保持在合适的位置，这种装置防止运动脱离位置，直到活套为空时由主小车收集支撑小车。入口活套最大储存带钢量为 500m，带有 11 件移动支撑小车；出口活套最大储存带钢量为 400m，带有 10 件移动支撑小车。

出口段包括一台 4 辊平整机、检查站和带卷自动打捆、称重结合在一起的卷取站以及用于带卷储存和传送的步进梁运输系统。平整机最大平整率可达 2%，有效地消除了退火钢带的屈服平台，改善了力学性能和板形。

3.2 退火冷却段

退火炉为水平悬索式连续退火炉。以天然气为燃料，为使工作效率最高采用连续隧道型。热处理段分为预热区，明火加热区，水冷初冷区，水冷终冷区，干燥段，各段长度分别为：40m，4 × 15m，3 × 5m，3 × 5m，1 × 5m。附带支撑辊，总长约 155m。处理奥氏体不锈钢时，工艺段速度 80m / min。下面以奥氏体不锈钢为例说明各段特点。

预热段利用直燃式加热段的燃烧气体将带钢在进入直燃式加热段之前预热到 400 左右，并带有热回收装置，通过一台风量 107 530Nm³ / h 的变频调速风机来排出炉气，保证炉压并进行热量回收^[1]。

加热段分四段直燃式，每段安装 30 个喷嘴，共 120 个。退火温度为 1 100，炉膛蓄热体最高温度可达 1 250，预热段和每一加热段均安装有氧含量测量仪和热电偶。在不同的炉段之间安装圆盘型辊道支撑组件，共装 5 个，允许在线快速换辊。每个圆盘辊组件装有两个陶瓷纤维支撑辊。

初冷、终冷区各有三段喷水急冷，喷水系统采用特殊设计。初冷区的 3 段每段包含板带上下各 10 套喷管，每条喷管安装 4 个喷头，每个喷管装有一个手动调节阀和一个压力计，经过初冷段后板带温度由 1 100 降至约 500 左右。终冷区包括冷却段的三段冷却箱体。每一冷却段安装了 11 套 AISI 304 不锈钢喷水管，每条喷管安装 8 个喷头。相邻喷水管的喷水头交错分布确保喷水均匀，经过终冷段后板带温度应降至 80 以下。

干燥段包括挤干辊，空气喷吹和 8 套热空气喷嘴烘干，将钢带表面干燥。

3.3 破鳞与酸洗

破鳞机与抛丸机联合使用，有效进行酸洗前除鳞^[2]。湿式破鳞机结合喷水技术，可冲洗带钢表面及机器上的粉尘或铁鳞，同干式破鳞机相比可保证机器附近的环境比较清洁。破鳞机与抛丸机联合使用，减少了喷丸机的负荷。同时，由于带钢绕着小直径工作辊弯曲的作用，在入口、出口辊式张紧装置上产生很大的张力导致有效地破鳞，使得材料比较平直地进入喷丸机和酸洗段，从而保证这些后续的除鳞设备正常、有效地作业。喷丸机有四台，型号为 HB - 4/1601 - 100。轮子采用变频调速电机传动，喷丸速度 52 ~ 78m / s。根据不同工艺要求，可灵活调整喷丸机负荷。

酸洗机组包括化学酸洗、刷洗、清洗和烘干等几部分设备组成，其中硫酸段长度 34m，混酸段长度 102m，机组的最大工艺速度 100m / min。以处理 AISI 304 为例，钢带宽度 1 160mm，厚度 2 ~ 6mm，则经过硫酸酸洗段时间约 20s，酸液金属含量大于 65 g / l；经过混酸酸洗段时间约 61s，酸液金属含量 40 g / l。刷洗机的设置可有效清理钢带表面的鳞片，提高酸洗效率。酸洗机组设有酸再生与循环装置，提高酸的利用率。

3.4 自动控制系统

安装的自动控制系统用于动作、顺序、平整机控制、传动和流体、工艺参数采集和带钢片断跟踪的一级工艺控制。采用全面集成的用于退火炉、带钢清理和酸洗段的集散式控制系统 (DCS),特殊仪表和成套装置等。一级控制系统采用西门子硬件 (SimaticS7和 TDC传动控制),以 SimaticS7系列 PLC为基础,硬件采用标准部件,如机柜、供电装置、CPU、通讯处理器、功能模块、数字 I/O 模块、模拟 I/O 模块等。控制系统通过以太网 TCP/IP 协议监控计算机接口,主、从站点采用 PROFIBUS 现场总线连接。自动控制系统实现采集质量数据,全程跟踪工艺,优化生产;实现生产重现,自动诊断系统帮助减少维修,精确控制退火炉温度。通过酸液成分自动分析和控制,有效利用酸液,优化酸洗工艺;精确控制平整机伸长率,保证力学性能和表面光洁度均匀。

3.5 环保

不锈钢退火酸洗生产线会产生大量的废酸、废水与废气。废水主要来自酸洗段刷洗水、湿式破鳞机的补充水和冷却段排水。废酸来自硫酸酸洗系统和混酸酸洗系统。废水通过装备有水力旋流器的铁鳞沉淀池和以砂作为媒介的滤清池处理后循环利用。废酸则分别收集入各自储槽,通过中和、絮凝、过滤、滤清处理工艺使之达到排放要求。

硫酸酸洗槽、刷洗槽、混酸酸洗槽、清洗槽顶盖均装有排雾管道,经安装到车间外的风机将所有酸雾回收。硫酸酸雾经过 SOX 处理系统,喷水吸收。混酸酸雾通过 NOX 系统,采用碱液喷射和 SCR 催

化法回收。经过处理后的气体达标排放。

4 工艺技术参数

APL (Annealing and Pickling Line) 生产工艺技术参数参见表 1。

表 1 APL 工艺技术参数

项 目	参 数
钢种	A IS200, 300, 400 系列热轧不锈钢带
带钢厚度 /mm	2 ~ 6
宽度 /mm	600 ~ 1 350
带卷直径	内径 /mm 610 ~ 762 外径 /mm 1 000 ~ 2 100
最大卷重 /t	25
生产线最高速度 /m · min ⁻¹	
入口段	160
工艺段	100
出口段	160
退火温度 A ISB04 /	1 100
硫酸酸洗 A ISB04	H ₂ SO ₄ 浓度 /g · l ⁻¹ 300 最高温度 / 90
混酸酸洗 A ISB04	HF 浓度 /g · l ⁻¹ 300 HNO ₃ 浓度 /g · l ⁻¹ 300
温度 /	60 ~ 65

5 结束语

该生产线采用了成熟的生产工艺,并在退火炉热回收装置、冷却段工艺、酸洗工艺与酸回收方面都有所创新。整条作业线过程控制采用了集散式自动控制系统,实现质量、产量、能源节约和环境保护的高效运行。

参 考 文 献

- [1] 藤田辉夫. 不锈钢的热处理. 丁文华, 张绪江, 陈玉璋, 译. 北京: 机械工业出版社, 1983.
- [2] 潘纯久. 二十辊轧机及高精度冷轧钢带生产. 北京: 冶金工业出版社, 2003.

(上接第 12 页)

参 考 文 献

- [1] B. N 巴普基兹曼基. 氧气转炉炼钢过程理论. 曹兆民译. 上海科学技术出版社, 1979.
- [2] H. P. Haastert, et al, symposium on Etemal Desulphurization of Hot Metal, Ed, Canda, 1975.
- [3] 张建和, 刘捷等. 湘钢二炼钢铁水镁脱硫应用实绩. 钢铁, 2005, (4): 40.
- [4] 陈军利, 邓建军, 郭 辉. 纯镁脱硫技术的研究与应用. 炼钢, 2005, (2): 2 - 21.