

16 mm 热轧不锈钢带退火酸洗生产线的设计特点

徐远军 李春明

(中冶南方工程技术有限公司, 武汉 430223)

摘要 介绍了最大卷重 35 t、2~16 mm 热轧不锈钢带退火酸洗线的工艺流程、关键设备和技术特点。该机组所生产的钢种有奥氏体、铁素体和马氏体不锈钢;退火炉使用天然气加热钢带,炉温可达 1 180 ℃,炉子总长 96 m;在酸洗前进行有效除鳞,酸洗的溶液为硫酸、硝酸+氢氟酸,酸洗最大速度为 60 m/min,废水和废酸经回收再利用,酸雾经回收和处理。

关键词 热轧 不锈钢带 退火 酸洗

Designing Characteristics of Annealing and Pickling Line for 16 mm Hot Rolled Stainless Steel Strips

Xu Yuanjun and Li Chunming

(Zhongye Southern Engineering and Technology Co Ltd, Wuhan 430223)

Abstract The process flow sheet, key equipment and technology characteristics for maximum coil weight 35 t, 2~16 mm hot rolled stainless steel strip annealing and pickling line are presented. The steel grades produced in the line are austenite, ferrite and martensite stainless steel; the strip is heated in annealing furnace by natural gas, the furnace temperature is up to 1 180 ℃ and the total furnace length is 96 m; the effective descaling is carried out before pickling, the pickling solutions are sulphuric acid and nitric acid + hydrofluoric acid, the maximum speed of pickling is 60 m/min, the waste water and waste acid are recovered and regenerated, and the acid mist are also recovered and treated.

Material Index Hot Rolled, Stainless Strip, Annealing, Pickling

为了降低生产成本,提高能源利用效率和保护环境,不锈钢生产厂家纷纷采用先进的退火酸洗技术^[1,2]。本文介绍了钢厂一条新建的热轧退火酸洗机组设计特点。

表 1 连续卧式退火酸洗机组的主要技术参数

Table 1 Main technology parameters of continuous strand-type annealing and pickling line

| 钢卷尺寸/mm | | | 钢卷最大质量/t | 机组最大速度/(m·min ⁻¹) | | | 最大喂料速度/(m·min ⁻¹) | |
|-----------|-------------|--------|----------|-------------------------------|-----|-----|-------------------------------|----------|
| 厚度 | 宽度 | 最大外径 | | 入口段 | 工艺段 | 出口段 | 6 mm 厚以下 | 6 mm 厚以上 |
| 2.0~16.00 | 1 200~1 600 | Φ2 200 | 35 | 60 | 30 | 60 | 30 | 10 |

1 机组主要技术参数及工艺流程

连续卧式退火酸洗机组的主要技术参数见表 1。

机组工艺流程为:人工上卷→开卷→收纸→矫直→剪切→焊接→月牙剪→入口活套→退火炉→破

鳞→抛丸→刷洗→硫酸酸洗→混酸酸洗→刷洗→漂洗→热风干燥→平整→出口活套→检查→剪切→卷取→送纸→打捆→称量→人工卸卷。

机组包括 2 套开卷机、1 套卷取机、7 套张力辊、退火炉、酸洗段。机组布置如图 1 所示。

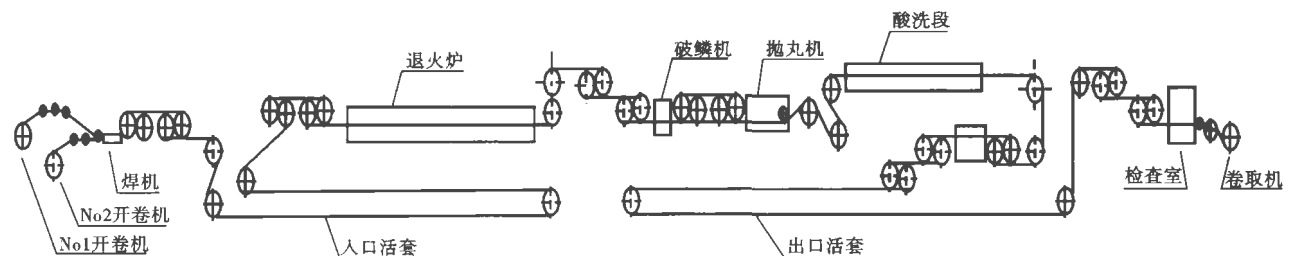


图 1 退火酸洗机组布置图

Fig. 1 Layout of annealing and pickling line

该机组能生产的钢种包括奥氏体、铁素体、马氏体不锈钢,其典型牌号化学成分如表 2 所示。

表 2 不锈钢化学成分/%

Table 2 Chemical composition of stainless steels / %

| 钢种 | C | Ni | Cr | Si | Mn | P | S |
|--------|--------|--------|---------|------|-----|-------|-------|
| 奥氏体 | ≤ | 8.00 ~ | 17.00 ~ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ |
| SUS304 | 0.07 | 11.00 | 19.00 | 1.00 | 2.0 | 0.035 | 0.030 |
| 铁素体 | ≤ | ≤ | 16.00 ~ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ |
| SUS430 | 0.12 | 0.60 | 18.00 | 0.75 | 1.0 | 0.035 | 0.030 |
| 马氏体 | 0.26 ~ | | 12.00 ~ | ≤ | ≤ | ≤ | ≤ |
| SUS420 | 0.35 | 0.60 | 14.00 | 1.00 | 1.0 | 0.035 | 0.030 |

2 退火和酸洗工艺

马氏体不锈钢退火时间长,其热轧卷退火通常选用罩式炉。热轧后的铁素体不锈钢几乎总有一些马氏体,因此往往也选用罩式炉。热轧后的奥氏体不锈钢通过退火使碳化物溶解和快速冷却防止再析出,故只能选择连续退火炉^[2]。

300 系不锈钢炉温和板温曲线见图 2,200 系不锈钢炉温和板温曲线见图 3。

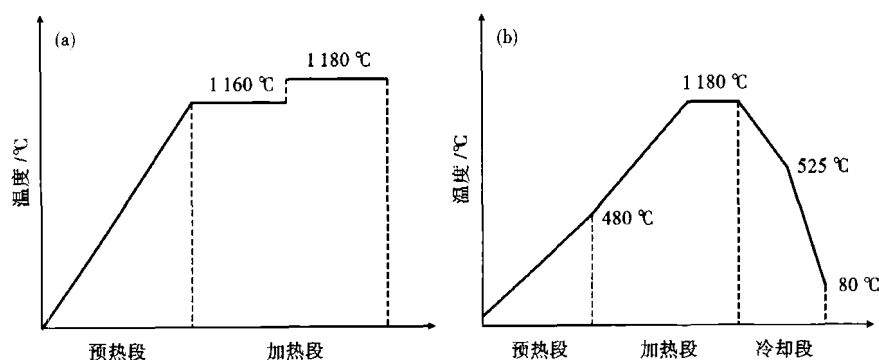


图 2 300 系不锈钢炉温(a)和板温(b)曲线

Fig. 2 Curves of furnace temperature (a) and strip temperature (b) of 300 series stainless steels

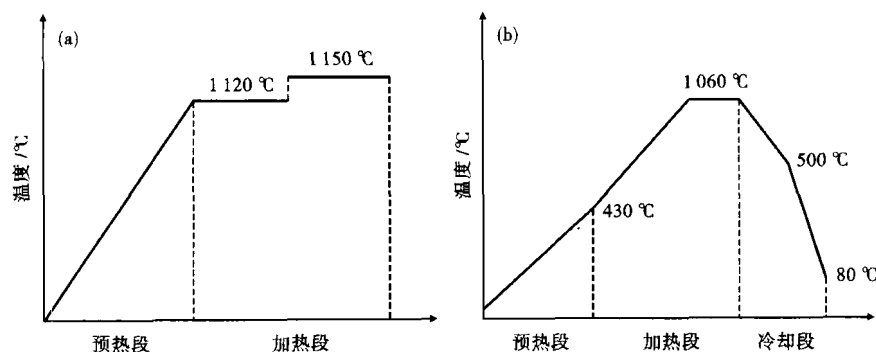


图 3 200 系不锈钢炉温(a)和板温(b)曲线

Fig. 3 Curves of furnace temperature (a) and strip temperature (b) of 200 series stainless steels

该机组酸洗工艺为:硫酸→硝酸+氢氟酸→硝酸+氢氟酸→硝酸+氢氟酸。酸洗工艺参数见表 3 所示。

表 3 不锈钢酸洗工艺参数

Table 3 Process parameters of pickling of stainless steels

| 介质 | 浓度/(g · l ⁻¹) | 温度/℃ | 酸洗时间/s |
|-----|---------------------------|---------|--------|
| 硫酸 | ~300 | 70 ~ 90 | 30 |
| 硝酸 | ~180 | 30 ~ 75 | 30(单槽) |
| 氢氟酸 | ~50 | 30 ~ 75 | 30(单槽) |

3 机组设备组成及设计特点

3.1 入出口段主要设备组成

入口段有两台开卷机,为了适应焊机,每台开卷机带有完整的送料、矫直和剪切设备。与 No1 开卷机配套的卷纸机由交流齿轮马达驱动,采用双锥头形式,并调节卷纸张力。

焊机采用全自动氩弧焊机,焊接带厚为 2 ~ 16 mm,并实现等离子切断冲孔,具有焊接周期短,焊接强度高优点。

入出口活套为卧式双层,最大有效套量为 180 m,可以满足工艺段的连续运行。

出口段设备包括检查室,分切剪,折弯机,1 台卷取机以及送纸机等。

3.2 入出口段设计特点

(1) 开卷机和卷取机卷筒结构。带钢厚度大,导致总张力大,开卷机和卷取机卷筒所受的力矩大,均采用实心轴。

(2) 入口段穿带。本机组带厚最大可达到 16 mm,在上工序卷取打捆后,带头已发生塑性变形。在本机组开卷时,带头需用开卷器将带头压平,容易穿带。因此,每台开卷机均配有高强度的铲刀和反弯辊,利用铲刀和反弯辊的动作将已发生塑性变形的弯曲带头压平,便于后面的穿带和剪切。

(3) 入出口活套。入口和出口均为双层水平活套。

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离开,通过一个特殊的装置保持在合适的位置,这种装置防止运动脱离位置,直到活套为空套时由主小车将所有支撑小车收集在一起。

(4) 折弯机。该设备布置在出口分切剪出口,主要用于将分切后的厚带尾部进行折弯,方便厚带卷取后打捆。

(5) 出口卸卷。由于带钢较厚,而且带尾卷取时无张力,为了实现带尾最后几圈能卷紧,在带尾卷取前需将卸卷车压紧钢卷。但是卷取机卷筒每转一圈,钢卷直径便增加两倍的带钢厚度。这就要求卸卷车要在带尾卷取过程中要随钢卷直径的变大慢慢下降。所以,本机组的出口卸卷设计了卸卷车的随降功能,通过钢卷和卸卷车自身重量以及溢流阀的作用达到此目的。

(6) 卷取机钳口。本机组卷取机钳口设计成两个,使用时对应的带钢规格为 2 ~ 8 mm 和 9 ~ 16 mm,避免在卷取时带头被拉出钳口。

3.3 工艺段

3.3.1 退火炉及其设计特点

退火炉为卧式,以天然气为燃料,带钢厚度和速度的乘积(TV 值)最大为 90,炉子总长 96 m。

(1) 预热段及热交换器。预热段实行无烧嘴预热,即利用第 1 段加热的烟气引入到预热段对带钢进行预热,再将预热带钢后的烟气经风机引入助燃空气热交换器,与助燃空气进行二次热交换,使热交换后的助燃空气温度最高提高到 480 ℃。

(2) 加热段。加热段分为 4 段直燃式明火加热,分为 8 个温度自动控制区。燃烧采用双交叉控制,空气和燃气流量按照空燃比设定值相互控制,保持稳定燃烧。空燃比设计为 1.05 ~ 1.3,退火炉内过剩氧浓度控制范围为 2% ~ 6%。在不同的炉段之间安装圆盘辊,共 5 个,实现在线快速换辊。

(3) 冷却段。冷却段分为 4 段,第 1 段为雾冷,第 2 ~ 4 段均为水冷。为了避免碳化物的析出,在第 2 段冷却出口,带钢温度由约 1 120 ℃ 降至 550 ℃ 左右。通过最终冷却,带钢温度低于 80 ℃。

3.3.2 破鳞和酸洗及其设计特点

破鳞机和抛丸机联合使用,有效的进行酸洗前除鳞。破鳞机为干式技术,由于带钢绕着破鳞机小直径工作辊弯曲的作用,入出口张紧辊在很大的张力作用下,可有效的破鳞,使得材料比较平直地进入抛丸机和酸洗段。

酸洗段包括酸洗、刷洗、清洗和烘干等几个部分,酸洗最大速度 60 m/min。酸洗工艺如下:刷洗→硫酸酸洗→硝酸和氢氟酸酸洗→漂洗→干燥。

3.4 机组其他设备及设计特点

机组全线设置 7 套张力辊和 5 套张力计,实现全线的张力控制(表 4)。并设有 6 套纠偏辊,对在线带钢进行纠偏。针对带钢最厚为 16 mm,全线的张力辊和纠偏辊均采用辊径为 2 200 mm 的胶辊,减少带钢在弯曲时发生的塑性变形。

表 4 退火酸洗机组主要设备张力分布

Table 4 Distribution of tension force at main equipment in annealing and pickling line

| 设备名称 | 入口张力/t | 出口张力/t |
|------|--------|--------|
| 退火炉 | 13.5 | 13.5 |
| 破鳞机 | 58 | 72 |
| 酸洗段 | 30 | 30 |
| 卷取机 | 38 | - |

注:以上张力值所对应的带钢规格为 16 mm × 1 600 mm。

3.5 节能环保

热轧不锈钢退火酸洗机组会产生大量的废酸、废水和废气。废水主要是刷洗水和炉子冷却段排出的水。废酸来自硫酸和混酸酸洗系统。废水通过装有铁磷沉淀池等水处理设备处理后循环利用。废酸则通过再生后循环利用。

硫酸酸洗槽、混酸酸洗槽、清洗槽均设有排雾管道,经过风机将酸雾回收。硫酸酸雾经过脱硫处理系统。混酸酸雾通过脱氮系统。经过处理后的气体达标排放。

退火炉设计了换热器,助燃空气经过换热器和炉内废气进行热交换后,在炉内和天然气进行燃烧,有效利用炉子废水的余热,提高退火炉的效率。

4 结语

已建成的热轧不锈钢退火酸洗机组在国内已有数条,但所介绍的机组的带钢规格较大,设计难度较大,和其他机组相比,有所改进和创新。

参考文献

- 1 窦坦明,金晓宏. 不锈钢带材退火酸洗技术及应用. 冶金丛刊, 2006(4):1
- 2 李登超. 不锈钢板带材生产技术. 北京:化学工业出版社,2008

徐远军(1981-),男,硕士,工程师,2007年武汉科技大学毕业,冷轧工艺设计。

收稿日期:2011-03-22