

济钢冷轧薄板项目工艺装备浅析

薛垂义, 高元军, 王雪晗, 程 龙

(济南钢铁集团总公司 冷轧板厂, 山东 济南 250101)

摘 要: 介绍了济钢新建冷轧薄板项目的情况, 重点介绍了110万t连续酸洗线、84万t冷轧线、43万t退火线、48万t平整线和33万t重卷分卷线的工艺流程、技术特点及主要设备技术参数。项目投产后0.5 a达产, 设备运行日趋稳定, 机械设备和电气的综合作业率达85%以上。

关键词: 冷轧薄板; 工艺; 装备; 酸洗; 可逆冷轧机; 平整机

中图分类号: TG335.5*5 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2007) 03-0021-03

Introduction about the Process and Equipment of Cold-rolled Sheet Project in Jigang

XUE Chui-yi, GAO Yuan-jun, WANG Xue-han, CHENG Long

(The Cold-rolled Plate Plant of Jinan Iron and Steel Group General Company, Jinan 250101, China)

Abstract: Newly-built cold-rolled sheet project in Jigang is introduced and the process flows, technological characteristics and the technical parameters of main facilities in 110×10^4 tons continuous pickling line, 84×10^4 tons cold rolling line, 43×10^4 tons annealing line, 48×10^4 tons leveling line and 33×10^4 tons recoiling and cutting line are analyzed with emphasis. The project attains designed capacity after start-up half a year, equipment operation is gradually stable and the comprehensive work rate reaches over 85%.

Key words: cold-rolled sheet; process; equipment; pickling; reversing cold mill; leveling machine

1 前 言

济钢冷轧薄板工程于2006年7月底全部建成投产, 主体工程主要包括年产110万t的连续浅槽紊流酸洗生产线、年产84万t的四辊双机架可逆式冷轧机组、年处理能力43万t的24座全氢罩式退火炉、年处理带钢48万t的四辊单机架平整机组及年处理能力33万t的重卷分卷机组。其主要机组如连续酸洗线(CPL)、双机架冷轧机组(CCM)及平整机组(SPM)的工艺技术及关键设备从德国SMS-Demag公司引进。

2 机组主要工艺设备参数和技术特点

2.1 连续浅槽紊流酸洗机组

工艺流程为: 步进梁受料→钢卷称重、外径和宽度检测、对中→准备站切头→运卷小车上卷→开卷机开卷→夹送、矫直→切头尾→对焊→入口活套→拉矫破鳞→酸洗→漂洗→干燥→出口活套→切边剪切边→检查站→切焊缝→涂油机→卷取机卷取→卸卷→打捆→称重→入库。

机组的原料、产品规格及主要技术参数见表1、表2。钢种比例为碳素结构钢60%、优质碳素结构钢30%、高强度低合金钢10%。

表1 连续浅槽紊流酸洗机组的原料、产品规格

参数	原料	产品
带钢厚度/mm	1.5~5.0	1.5~5.0

带钢宽度/mm	900~1680	900~1680
钢卷内径/mm	Φ760	Φ610
钢卷外径/mm	Φ1200~Φ2200	Φ2200
钢卷最大重量	35 t	35 t
钢卷最大单重	16 kg/mm	16 kg/mm
钢种比例	碳素结构钢60%、优质碳素结构钢30%、高强度低合金钢10%	

表2 连续浅槽紊流酸洗机组主要技术参数

最大速度/(m.min ⁻¹)			加、减速度/(m.s ⁻²)			活套长度/m		酸洗槽浓度/(g.L ⁻¹)			酸液温度/℃	漂洗段数	氯离子 ¹⁾ / (mg.m ⁻²)	固体物 ¹⁾ / (mg.m ⁻²)
入口段	工艺段	出口段	入口段	工艺段	出口段	入口	出口	酸槽 I	酸槽 II	酸槽 III				
270	140	220	0.45	0.23	0.37	380	220	40~70	≥100	≥150	70~90	5	≤2	≤50

连续浅槽紊流酸洗机组具有以下技术特点：1) 机组入口设钢卷准备站，1套开卷机；2) 入口防折辊、夹送辊、直头机采用集成框架结构，结构紧凑，故障率低；3) 采用内置剪闪光对焊机，入口停机时间短，投资少；4) 线上设置拉矫机进行机械破鳞，减少酸洗时间及降低酸耗，同时改善板形；5) 采用紊流超浅槽酸洗工艺，酸洗时间短，机组长度减少，酸耗热耗均降低，生产灵活；6) 酸槽采用双层嵌入式槽盖，酸槽密封性好；7) 漂洗段采用5级逆流漂洗工艺，设有防停车斑系统；8) 采用2级干燥装置，第1级大风量吹扫，第2级为热风烘干，保证了成品带钢表面干燥；9) 采用转台式切边剪、碎边剪，更换刀头及故障处理时间短。

其中闪光对焊机采用进口最新一代NMW-C型闪光对焊机，与传统的闪光对焊机相比，从开始剪切、焊接到焊缝清理完成需要的时间由70 s减少至45 s。由于该焊机具有内置的旋转圆盘剪，因而具有对带钢端部处理的功能；另外焊缝的清理是在焊接完成后的同一位置立即进行高温高压清理切割，并配有滴油焊接系统，保证了焊接的可靠性。基本技术参数如下：低碳软钢带钢厚度1.5~5.0 mm，HSS、HSLA为2.5~5.0 mm；带钢宽度900~1 680 mm；焊接材质为低碳软钢、HSS和HSLA；额定功率1 375 kW（50%工作周期）；最大输入功率瞬时3 750 kW，平均1 600 kW。

2.2 双机架可逆式冷轧机组

冷轧机组采用紧凑式双机架四辊可逆冷轧机组，可年产厚0.3~2.5 mm、宽900~1650（1680） mm的冷轧带钢84万t，最大轧制速度为1350 m/min。入口处（开卷机前）配有三辊夹送和直头机以便于穿带；1#轧机前和2#轧机后各有1台卷取机。在1#轧机入口、2#轧机出口及机架间分别配有3个γ射线测厚仪和3个激光测速仪；另外在机组的入口和出口还分别配有板形仪。工艺流程：

酸洗卷→天车→1#步进梁→外径、宽度测量→1#运卷小车→开卷机→三辊夹送和直头机→侧导卫对中→穿带台→1#转向辊→1#板形仪、1#张力辊→1#测速仪→1#测厚仪→1#轧机→2#张力辊→2#测速仪→2#测厚仪→轧线辊→2#轧机→出口液压剪→3#测厚仪→3#测速仪→2#转向辊→2#板形仪→2#卷取机→经过可逆道次轧制→1#卷取机→2#钢卷小车→2#步进梁→1#打包机→1#称重→3#钢卷小车→3#步进梁→2#打包机→2#称重→入库。

或者到2#卷取机后→3#钢卷小车→3#步进梁→2#打包机→2#称重→入库；到1#称重后→入库。

该机组具有以下技术特点：1) 机架入口及出口卷取机均设有卸卷装置，轧制道次可灵活安排；2) 具有良好的板形控制能力；3) 各机架均配有液压AGC系统，控制精度高；4) 轧机出、入口皆设有激光测速仪、测厚仪及张力检测装置，保证厚度尺寸精度；5) 设置AFC系统，轧机出入口皆设有板形仪，采用弯辊、窜辊及轧辊分区冷却等手段对板形自动闭环控制；6) 设有带材干燥系统，以便获得洁净的表面；7) 采用All-In-One模块集成管路布置，外观整洁，缩短现场安装时间，减少管路接头介质的泄漏。主要设备技术参数见表3。

表3 冷轧机组主要设备工艺技术参数

项 目	开卷机	1#、2#卷取机	1#、2#轧机
卷筒/轧辊直径/mm	630（卷筒膨胀）	610（卷筒膨胀）	支撑辊1250/1150
	/560（卷筒收缩）	/586（卷筒收缩）	工作辊450/400
马达额定功率/kW	1040	3550	6000
马达最大转速/(r.min ⁻¹)	1399	1470	1074
马达最大扭矩/kNm	22.6	75	135
齿轮转速比	4.679 : 1	2.2 : 1	1 : 1
卷筒/轧辊（工作辊）最大转速/(r.min ⁻¹)	299	668	1074
最大轧制速度/(m.min ⁻¹)	650	1420	1350
轧制力矩/kNm			135
张力（最大/最小）/kN	96 / 8	150 / 12.5	1000

2.3 全氢罩式退火炉机组

全氢罩式退火炉是具有世界先进水平的冷轧板卷退火设备，具有钢卷退火均匀、表面无氧化、控制系统自动化程度高等优点，采用高炉、焦炉混合煤气间接加热。工作区间以纯氢气作为保护气体以满足薄板光亮退火要求，纯氢在炉内快速循环流动，不仅缩短了退火周期，而且使带钢表面洁净度大大提高，带钢材质内部金相组织均匀。炉台下方采用强制循环风机来提高炉内保护气体流速和循环量，强化炉内对流传热，改善炉温的均匀性，达到节能、增产与提高产品质量的综合效果。

济钢冷轧工程退火机组引进的是奥地利EBNER公司全氢罩式退火炉，炉子类型有H0g200/530型（20座）和H0g220/530型（4座）两种。机组设备有炉台、内罩、加热罩、冷却罩等主体设备和液压站、排烟系统、减压站、终冷台、控制系统等附属设备组成。24座退火炉共包括24座炉台、12个加热罩、24个内罩、12个冷却罩、20个最终冷却台等。设计年产量为43万t，能够退火处理的钢种有CQ、DQ、DDQ、HSLA，其产品比例分别为：63.41%、22.35%、9.65%、4.59%。

冷轧罩式炉退火工艺流程为：原料准备→选择退火程序→冷密封测试→第一次安全吹扫→加热→热泄漏测试→冷却（风冷、水冷）→第二次安全吹扫→出炉→终冷→入库。

在整个工艺流程中，除了吊扣罩、装出炉之外，其余工序都是由系统程序自动控制完成，基本实现了自动化作业生产。

2.4 单机架平整机组

根据产品方案，选择单机架四辊平整机，机型成熟可靠，年处理带钢48万t。平整机对退火后的带钢施以小于3%的压下率，带钢经过平整，可以消除钢材的屈服平台，改善钢板的性能及表面质量。同时选择湿平整工艺，有利于带材延伸并能获得更洁净平直的表面。

技术特点：1) 机组入口设置张力辊，出口不设张力辊，既保证带钢入口张力，同时缩短卷取机与平整机间距离，使机组运行更加稳定；2) 单独设置钢卷准备站，避免钢卷在地辊上滚动操作时对带钢表面的损坏，有利于成材率的提高；3) 设置湿平整系统，有效降低平整力，从而提高轧辊寿命。同时有利于板面清洁，以满足用户多种需求；4) 带钢延伸率控制系统，通过分别位于平整机前后的测量辊和脉冲发生器，测量带钢前后长度，计算出实际延伸率。系统会根据计算出的实际延伸率与延伸率设定值的差值，自动调节轧制力，使带钢实际延伸率稳定在设定误差范围内。

工艺技术参数：最大平整速度800 m/min；穿带速度15~60 m/min；爬行速度10~20 m/min；加减速度1.5 m/s²；最大延伸率3%；最长停车时间正常9 s，快速7 s，事故6 s；机组中心线标高+2.7 m；工作辊Φ560 mm/Φ500 mm×1 780 mm；支撑辊Φ1 110 mm/Φ1 000 mm×1 780 mm。

工艺流程：退火卷→入口1#步进梁→对中装置→翻倒机→1#钢卷车→测宽/测径→钢卷准备站→2#步进梁→开卷机→S转向辊→平整机→出口横切剪→导板台→助卷器→卷取机→3#钢卷小车→3#步进梁→称重、打捆→4#步进梁→钢卷库。

机组主要设备工艺技术参数见表4。

表4 平整机组主要设备工艺技术参数

项 目	双柱头开卷机	平整机	张力卷取机
卷筒/轧辊直径/mm	630（卷筒张开）/ 560（卷筒收缩）	支撑辊1100/1000 工作辊560/500	610（卷筒张开）/ 590（卷筒收缩）
电机功率/kW	2×407	700	1030
电机最大转速/(r.min ⁻¹)	1456	623	1148
电机最大转矩/kNm	2×9.3	12	35.5
齿轮转速比	3.593 : 1	1.224 : 1	2.905 : 1
卷筒/轧辊（工作辊） 最大转速/(r.min ⁻¹)	405	509	494
最大轧制速度/(m.min ⁻¹)	800	800	824
最大轧制力矩/kNm		14.7	
最大轧制力/kN		12000	
张力/kN	最大61、最小6.6		最大75、最小8.2

2.5 重卷分卷机组

该机组的主要工艺技术及关键设备从美国引进，机组设计年产量33万t。机组最大工作速度为300 m/min，出口带卷重量4~15 t，出口带卷宽度可达120 ~1 650 mm。机组在开卷机前配有钢卷测量装置，能够对带卷的宽度与直径进行自动测量。测量分别采用光电式和超声波来完成，精度可达±2.5 mm。带压辊的开卷机具有自动对中系统，开卷机后设有CPC测偏纠偏系统，系统采用电感式（EMG）传感器对开卷偏差进行测量，并根据测量结果自动进行纠偏，纠偏精度可达±1.6 mm。在卷取机前设有EPC系统，保证了卷取的质量。

机组技术特点：1) 机组头部设有带钢头尾切除剪及废料收集小车；2) 圆盘切边剪带有纵剪功能；3) 设有静电涂油机；4) 带卷设有半自动轴向及径向打捆机。

3 工艺及设备实际运行效果

以济钢冷轧项目中的代表性机组——紧凑式双机架可逆冷轧机组为例，该项目2006年6月正式纳入济钢的生产计划，产量逐月上升，从当月的不足3万t，一直到2006年12月份的达产（设计投产后3 a达产）。产品规格从最初的厚度1.5、1.2 mm逐渐过渡到0.4、0.35 mm，最后生产出最薄设计厚度0.3 mm的板材。在新品种开发方面，2007年1月份，从最初的单一品种SPCC，开始开发SPCD、SPCE等高附加值产品，2007年3月份新品种SPCD、SPCE相继开发成功，其中SPCD已批量生产。另外设备运行状况日趋稳定，机械（含流体）设备和电气（含仪表、计算机）的综合作业率从最初的不足50%达到85%以上，实际运行效果良好（见表5）。

表5 2006-12~2007-03轧机设备运行指标

项 目	2006-12	2007-01	2007-02	2007-3	平均
机械、液压故障/h	4.72	22.62	8.30	3.37	9.75
电气系统故障/h	8.97	11.90	4.47	4.68	7.50
冷轧机作业率/%	85.8	83.2	86.9	87.6	85.87

4 结 语

济钢冷轧薄板项目的建成并顺利投用，结束了山东省无规模冷轧薄板生产的历史，对于济钢集团乃至山东地区钢铁企业的产品结构调整具有重要的战略意义；同时对于加速济钢的产品及冶金装备的技术升级，又具有重要的现

实意义。

[返回上页](#)