

# 安钢炉卷机组钢板厚度及负偏差精准控制的研究与应用

倪法麟 李艳峰 肖彦忠 李淼 韩绍根  
(安阳钢铁股份有限公司 河南 安阳 455004)

**[摘要]**介绍了安阳钢铁集团有限责任公司炉卷机组中厚钢板生产状况,通过分析其钢板厚度及负偏差精准控制中存在的问题:加热工艺有待进一步优化、轧机精度不足、轧制工艺急需改进,提出了相应的优化与改进措施。并通过相关措施的实施,提高了钢板厚度负偏差的控制水平与精度,使钢板成材率得到提升,为钢厂效益的增加提供了可靠的技术保障。

**[关键词]**炉卷机组;中厚钢板厚度;负偏差轧制;问题;措施

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.11.108

## 引言

对于按理论重量交货的中厚钢板而言,实行负偏差轧制是提高其产品成材率的重要措施之一。随着钢铁行业的发展,以及市场对中厚板材质量要求的提升,负偏差轧制在提高中厚钢板厚度控制精度、改善钢板实物质量、满足市场需求、创建精益品质绩效等方面,发挥着越来越重要的作用。安阳钢铁集团有限责任公司炉卷轧机在中厚钢板的生产中,由于炉卷机组测厚仪处于缺失状态,导致钢板的轧制过程中,产生宽度方向上的楔形值、凸度值,长度方向上的厚度不均,板头、板尾厚度超差监控存有盲区等现象。影响钢板的厚度尺寸控制精度。因此,为了提高其钢板轧制的成材质量,需要通过工艺技术控制水平的改善,来实现厚度精度的控制和提高。

通过对炉卷机组钢板厚度及负偏差精准控制的研究,提升钢板的轧线技术工艺和设备运行水平,不仅可以使企业产生可观的经济效益,同时对钢厂生产的稳定顺行也具有非常重要的意义。

## 1、炉卷机组钢板厚度及负偏差精准控制存在的问题

### 1.1 加热工艺有待进一步优化

受环保管控的影响,安钢炉卷机组长期只投用了1号加热炉。而与双炉生产相比,单炉生产由于加热能力低下、与轧机能力不配套等原因。为了追求产量,使中厚钢板的生产,经常出现钢坯未烧透即出炉轧制等现象,导致钢坯的轧制由于加热工艺的不足,而使其延展性较差,造成成品钢板长度方向的同板差较大,不利于压下工进行负偏差的轧制。

### 1.2 轧机精度不足

轧机精度的好坏,直接影响着钢板厚度尺寸精度的控制。随着轧机设备的生产磨损,以及轧机各个原有部件间隙的增加,使轧辊在牌坊内经常出现不稳定状态。从而对板材在轧制过程中的稳定性造成影响,进一步降低了钢板生产的厚度均匀性。

### 1.3 轧制工艺急需改进

(1) 轧制负荷。中厚钢板轧制时,需要在前面道次实现最大压下量,以保证最少的轧制道次。只有这样,才能减少温降,提升钢板厚度的命中率。由于炉卷轧机主电机的负荷能力富裕不足,使其前面道次经常面临着转矩超限的问题。

所以,其道次符合分配会对钢板厚度产生直接影响,造成板厚的不均。

(2) 温降控制。由于受炉卷线坯料的限制,使其极限材轧制长度达到180m,因此,往往导致钢板轧制时间过长,温降较大。同时,由于卷轧工艺本身的特点,使钢板头尾具有非常大的温差,造成轧制力的大幅度变化,影响其厚度精度的控制。

(3) 板形的控制。板形控制的影响因素包括轧机的负荷分配、轧制稳定性以及同板差等一系列原因。若板形控制工艺不当,则钢板的厚度精度很难得到保证,因此,钢板负偏差轧制必须注意对板形的控制。

## 2、钢板厚度负偏差精准控制措施

### 2.1 优化加热工艺,提高加热炉的工艺能力

1) 采用热装、温装钢坯,并优化钢坯在炉时间:避免采用强化加热的方式,来减少板坯温度差,以提升加热炉的工艺能力。优化热装钢板的厚度规格,Q355D级别以下由原来的25mm以下优化到40mm以下;优化炉卷轧制钢种的在炉时间,以保证其质量;优化在炉坯料间距宽度,由原来的间距50mm统一调整为30mm,这样按每排缩小20mm间距,可以节约200mm入炉空间,使标准宽度2600mm坯料由原来10排提高到11排数量,大大提高烟气利用率,提升加热工艺能力。热装钢坯较冷装坯料在相同的在炉时间,温度控制能力和厚度命中率都有明显提高。通过提高坯料入炉温度、热装比例,来达到改善加热温度不均的目的,以减少钢板厚度同板差。

2) 为了克服单炉生产所带来的种种弊端,对装炉方法进行如下改进:一是根据坯料不同长度,合理安排单排装钢和双排装钢,以提升加热炉的利用率和加热效率;二是对于高效化生产的要求,加强组织协调,启动1号、2号加热炉进行双炉生产,以提高坯料的加热能力,有效避免“夹生钢”、“黑芯钢”造成的厚度不均;三是针对较长时间停轧、待温等情况,加热炉水梁采用“踏步”动作,避免坯料下表面黑印等现象的产生,从而影响厚度同板差。

### 2.2 改进与调整工作辊,以提高轧机精度

理想状况下,带钢的中心线应该与轧机的中心线相重合,这样才能保证轧件的两侧变形条件一致,从而达到均匀变形的目的。在实际生产中,由于受到设备精度、轧件变形

表1 轧机牌坊窗口及轴承箱尺寸标准(单位:mm)

轧机	支撑辊牌坊窗口		支撑辊轴承箱		工作辊牌坊窗口		工作辊轴承箱	
	OS	DS	OS	DS	OS	DS	OS	DS
最大尺寸	2260.375	2250.375	2259	2249	1416.325	1406.325	1414.9	1404.9
最小尺寸	2260.1	2250.1	2258.725	2248.725	1416.1	1406.1	1414.675	1404.675
	支撑辊配合间隙控制标准				工作辊配合间隙控制标准			
	OS		DS		OS		DS	
最大间隙	1.65		1.65		1.65		1.65	
最小间隙	1.1		1.1		1.2		1.2	

条件等诸多因素的影响, 轧件在轧制过程中往往处于偏斜状态, 造成钢板的厚度偏差较大。为此, 轧制的对称控制就极为重要。通过对实际生产线进行现场统计分析发现, 常见的轧件横向非对称破坏状态主要有以下几种表现形式: 第一、来料楔形: 轧件轧出厚度横向不对称, 产生横向厚差, 形成楔形截面, 从而造成轧件中心线偏离轧制中心线, 其外在表现形式是轧件跑偏。第二、轧机水平: 当轧机辊缝水平出现问题时, 轧机两侧压下量出现差异, 从而造成两侧金属流动不同, 产生延伸不均等现象, 导致轧件跑偏; 第三、轧件偏置: 轧件宽度中心偏离轧制系统中心, 从而产生偏心距离。

对工作辊轴承座全部进行测量, 并配合牌坊间隙, 对轧线6套下工作辊进行了加垫调整措施。调整后效果良好, 通过轧制过程观察, 各道次调整量减小(小于0.5mm, 普遍在0.3mm), 轧制镰刀弯产品降低, 且镰刀弯造成的挂框堆钢事故为零。以下是炉卷轧机间隙数据:

表2 工作辊轴承座尺寸(单位: mm)

轴承座编号	南侧	中间	北侧	平均	工作辊牌坊	偏差	轴向差
1#	1405.16	1405.36	1405.14	1405.22	1406.21	0.99	0.14
2#	1415.4	1415.36	1415.14	1415.30	1416.15	0.85	
5#	1405.1	1405.15	1405.26	1405.17	1406.21	1.04	0.09
6#	1415.3	1415.18	1415.1	1415.19	1416.15	0.96	
9#	1405.3	1405.4	1405.3	1405.33	1406.21	0.88	0.18
10#	1415.3	1415.64	1415.4	1415.45	1416.15	0.70	
13#	1405.5	1405.35	1405.5	1405.45	1406.21	0.76	-0.14
14#	1415.26	1415.37	1415.1	1415.24	1416.15	0.91	
17#	1405.4	1405.45	1405.5	1405.45	1406.21	0.76	0.03
18#	1415.3	1415.4	1415.55	1415.42	1416.15	0.73	
21#	1405	1405.44	1405.38	1405.27	1406.21	0.94	-0.19
22#	1415	1415.04	1415.02	1415.02	1416.15	1.13	

通过以上调整, 轧辊轴向偏差小于0.2mm(1780热连轧经验, 标准小于0.3mm), 板形控制稳定。

### 2.3 改进轧制工艺, 提高板形控制能力

1) 凸度控制-弯辊效果的提升。为提高板形控制能力, 炉卷轧机配备有工作辊弯辊装置, 弯辊力设计最大为500t, 工作辊平衡力为160t。在前期薄规格生产过程中, 经常出现弯辊力已基本满负荷, 但轧制后几个道次仍然出现严重的双边浪等现象。严重影响板形控制和轧制的稳定性, 甚至造成钢坯轧废。

通过对支撑辊、工作辊间的受力分布分析发现, 支撑辊的边部区域受到了工作辊弯辊力和轧制力的双重作用, 从而对其弯辊力的作用造成影响, 并且对支撑辊边部的安全使用产生不利。因此, 必须对炉卷机组支撑辊的辊型进行优化设计, 将其由平支撑辊的辊型, 优化为曲线倒角辊型, 如下图1所示。

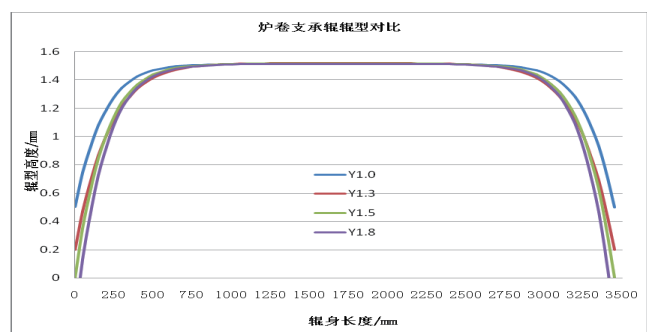


图1 优化后的支撑辊辊型

目前采用两种曲线交替磨削使用, 改进后轧制厚度20mm以下规格钢板时, 弯辊力基本不超300t, 释放效果明显改善。使其操作空间大大提升, 板形的控制能力得到明显增强, 同时支撑辊边部的工况安全也得到了有效保障。

2) 改造现场吹扫压空, 消除冷却水滞留造成的厚度不均。

在轧机区吹扫管道处加电磁阀控制, 把电磁阀并入二级模型, 在轧制时根据信号压空开启或关闭; 达到了轧钢时压空及时开启, 同时把轧机机前机后的空气吹扫, 由原来的侧吹单管改为横吹多管, 有效消除残水积留造成的局部冷却过速引起的变形不均、厚度不均;

3) 加大测量频次, 提高测量精度。针对各轧制班组对钢板负偏差控制水平的不同, 技术人员每月收集、汇总各轧制小组所轧钢板的厚度统计数据。然后进行统计分析, 分析各轧制小组的实际厚度控制水平。之后结合当月各轧制班组产品非计划率、厚度改判等指标的完成情况, 指导各轧制小组合理设置各钢种规格的最佳厚度目标控制值, 提升负偏差控制水平。并通过加大测量频次, 优化工作辊的换辊周期等措施, 提高钢板厚度负偏差的测量精度。

### 3、取得的效果及效益

通过一系列措施的实施, 炉卷机组厚度质量异议较2020年降低了3起, 负差达标率提升27.45%。通过实施负偏差轧制, 使钢板的同板差得到不断的改善, 提高了成品钢板厚度精度, 促进了安钢炉卷机组的技术工艺水平、管理水平和操作工操作水平的提升。

表3 2021年炉卷机组钢板厚度负偏差达标率(%)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
负偏差达标率(%)	78.06	77.5	78.3	77.3	80.06	79	78.4	79.34	78.33	78.39	78.28	78.33

效果目标值: 1、厚度质量异议≤2起/年, 全年共0起, 完成目标。

表3 2021年炉卷机组钢板厚度质量异议(单位: 起)

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
质量异议(起)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2、全年平均负差达标率: 78.45%, 完成目标。

3、成材率: 由2020年度的93.85%提升到94.03%。

4、经济效益=全年产量150万吨\*(94.03%-93.85%)/100(成材率提升比例)\*5000元=1350(万元)。

### 结论

综上所述, 通过对炉卷机组钢板厚度及负偏差精准控制的研究和攻关, 采取优化加热工艺, 提高加热炉的工艺能力; 改进与调整工作辊, 以提高轧机精度; 改进轧制工艺, 提高板形控制能力等措施, 使钢板厚度精度控制水平大幅度提升。2021年炉卷机组钢板厚度负差达标率提升了27.45%, 钢板成材率由93.85%提升至94.03%, 经济效益提升1350万元。为钢厂炉卷轧机生产线的负偏差轧制提供了有力的技术保障。

### 参考文献

[1]张鹏.GB/T 709-2019《热轧钢板和钢带的尺寸, 外形, 重量及允许偏差》解读[J]. 莱钢科技, 2020(2): 2.  
 [2]富伟, 王保军, 周石光. 1800mm炉卷轧机带钢头尾厚度偏差控制策略[J]. 冶金自动化, 2012, 36(5): 5.  
 [3]陈浩, 宋美娟, 周振宇, 曹秉宇, 李洋. 带钢冷连轧机组同板厚差控制系统研究[J]. 中国金属通报, 2020: 118-119.