

(1) 重视粗轧立辊的宽度控制, 避免中间坯头尾宽度出现失宽现象;

(2) 改善中间坯头部板形, 确保精轧穿带平稳顺利进行, 减少人工干预量;

(3) 对精轧模型进行维护, 提高精轧模型的命中精度;

(4) 对精轧活套张力设定进行优化, 并降低活套起套过程中的超调;

(5) 对卷取张力设定进行优化, 在保证卷形的前提下适当减小卷取张力。

通过上述改进措施, 本厂热轧薄规格带钢的窄尺问题得到明显改善, 宽度精度和一次合格率得到进一步提高, 为生产高尺寸精度和质量的薄规格热轧卷提供了技术条件。

#### 参考文献:

- [1] 孙一康. 带钢热连轧机数学模型基础[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1979.
- [2] 钟海容. 1750mm 热轧带钢宽度拉窄分析与控制措施[J]. 轧钢, 2008, 25(5): 19-21.
- [3] HONG W K, KIM P H, MOON Y H, et al. Hot strip width control method by using looper tension measuring system in finishing mill [J]. Journal of Material Processing Technology, 2001, 111(1-3): 74-78.
- [4] 王爱丽, 刘华强, 杨 荃, 等. 基于张力调节的热连轧精轧机组宽度控制的研究[J]. 钢铁, 2010, 45(3): 62-65.
- [5] 卞 皓, 李欣欣, 夏晓明. 梅钢 1422mm 热轧带钢宽度控制的改进[J]. 轧钢, 2009, 26(2): 54-56.
- [5] 吕长宝. 唐钢 1810mm 热带生产线宽度控制分析[J]. 轧钢, 2007, 24(6): 15-18.
- [6] 张明金, 王洪彬, 李新东. 热轧宽带钢头尾拉窄的原因与控制措施[J]. 轧钢, 2009, 26(4): 35-37.

## 热轧带钢终轧温度控制与优化

时连兴, 王淑志, 徐 伟, 李金宝, 李 彬, 刘文斌

(首钢迁钢公司, 河北 迁安 064404)

**摘 要:** 介绍了首钢迁钢公司 1580mm 热连轧生产线带钢终轧温度控制系统, 针对生产实际中带钢终轧温度控制精度低的问题, 从工艺制度、参数调节、模型逻辑 3 个方面提出了一系列优化措施, 使带钢终轧温度控制精度从 89.9% 提高到 95.0%。

**关键词:** 热轧带钢; 终轧温度; 模型; 控制精度; 优化

**中图分类号:** TG335.55 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-9996(2013)04-0061-04

### Control and Optimization of Strip Finishing Rolling Temperature

SHI Lian-xing, WANG Shu-zhi, XU Wei, LI Jin-bao, LI Bin, LIU Wen-bin

(Shougang Qiansteel Co., Qian'an 064404, China)

**Abstract:** The finishing rolling temperature control system of 1580mm hot rolling production line of Shougang Qiansteel were introduced. In view of low precision control of finishing rolling temperature, a series optimization measure about process scheme, parameters adjustment and model logic were put forward. Based on it, the precision of strip finishing temperature were increased from 89.9% to 95.0%.

**Key words:** hot rolled strip; finishing rolling temperature; model; control precision; optimization

### 1 前言

首钢迁钢公司 1580mm 热连轧生产线于 2009 年 12 月热负荷试车, 2010 年产量为 180 余万吨, 2011 年产量达 370 万 t。该生产线主要生

产硅钢、冷轧用钢及汽车板、薄规格集装箱板等高端产品。产品品种、尺寸精度、强度等级等对 1580mm 热轧线过程控制精度提出了较高的要求。

温度是热轧带钢生产中的重要参数之一, 精

收稿日期: 2012-12-21

作者简介: 时连兴(1982-), 男(汉族), 河北唐山人, 工程师。

轧机组终轧温度直接影响轧制力和负荷分配的设定以及精轧出口带钢厚度精度,且对带钢组织性能有重要影响。由于实际生产中精轧过程控制的滞后性与复杂性,带钢终轧温度控制精度很大程度上取决于温度设定模型的计算精度。但生产过程中设备条件及其他因素的波动及设定模型本身的误差会影响精轧温度的控制精度<sup>[1-3]</sup>。

## 2 终轧温度的控制概述

生产中通过调节 ISC(机架间水冷装置)的流量或精轧速度来控制带钢的终轧温度,以达到目标值。

迁钢 1580mm 热轧线终轧温度的控制有两种模式:一是 FDTC-1 模式,只控制精轧速度;二是 FDTC-2 模式,控制机架间冷却水量。如果选择 FDTC-2 模式且机架间冷却水量已经达到极限但终轧温度偏差已超出其公差范围时,可调节轧制速度来控制终轧温度。

该生产线精轧机组 ISC(机架间水冷装置)、ISD(机架间除鳞装置)和 FSB(精轧高压水除鳞箱)布置见图 1。

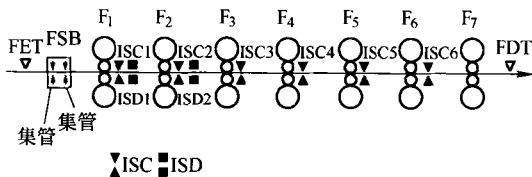


图 1 迁钢 1580mm 生产线 ISC, ISD 和 FSB 布置图  
FET: 精轧入口测温仪; FDT: 精轧出口测温仪

## 3 终轧温度的控制与优化

### 3.1 htt 模型自学习参数的优化

粗轧出口高温计所在位置较靠近粗轧机,在带钢未完全返温之前已测得其温度,导致粗轧出口带钢温度低于精轧入口温度,使 htt 模型自学习参数超出其上下限,从而导致 htt 模型无自学习,造成精轧入口带钢预测温度与实际温度存在偏差,FSU 模型终轧温度预测精度低。

解决此问题采取了两个措施:

(1) 将粗轧出口高温计的位置后移到测量的粗轧出口温度最高点处,从而减小 htt 模型的自学习参数。

(2) 增大 htt 模型自学习参数的上下限,保证 htt 模型的自学习,从而保证精轧入口温度计算的准确性;减小 FSU 模型自学习参数,保证温度计

算的准确性。

### 3.2 带钢速度取值的优化

htt 模型采用精轧立辊的速度作为带钢的速度,计算带钢自精轧入口高温计到除鳞箱的温降,但由于精轧立辊的速度跟随 F<sub>1</sub> 机架的速度,其速度较实际带钢速度慢,从而使精轧入口带钢温度的计算值与实际存在偏差。

为此,采用精轧入口高温计下辊道的速度参与计算,提高了计算精度。

### 3.3 终轧温度数据来源的优化

FTS 模型所用数据为终轧高温计带载 1s 后带钢长度上的终轧温度,该温度一般比带钢本体高 10~15℃,当 FTS 模型根据获取的带钢头部温度修正计算带钢的穿带速度时,即存在一定的偏差,导致某些钢种带钢头部终轧温度计算存在偏差。

为此,采用终轧高温计带载后第 3~第 5s 获得的温度用于模型的修正计算。

### 3.4 冷轧料目标终轧温度与穿带速度的优化

冷轧料目标终轧温度频繁在 870~930℃ 间变化,穿带速度上下限不能满足目标终轧温度的要求,命中率只达到 50% 左右。

为此,优化穿带速度的上下限,并投入机架间冷却水量控制,从而控制穿带速度。

### 3.5 不同钢种规格延迟加速距离的优化

根据现场轧制稳定性、带钢头部终轧温度的温降以及头部高温计测量的稳定性,依照钢种、规格定义不同延迟加速的距离。

### 3.6 终轧温度控制模式自动切换的实现

终轧温度的控制有 FDTC-1 和 FDTC-2 两种模式。FDTC-1 模式是固定机架间冷却水量,通过调整轧制加速度来控制带钢全长终轧温度;FDTC-2 模式是固定带钢加速度制度,通过调整机架间冷却水量来控制带钢全长终轧温度。目前,实现了 FDTC-1 和 FDTC-2 模式的自动切换:

(1) 终轧温度控制模式可在操作画面上选择,选择途径均通过 HMI 操作画面,选择画面如图 2 所示。

(2) 实现了两种控制模式的自动转换。若操作工在画面上选择自动模式,则根据钢种、厚度索引在模型表中进行设置使用 FDTC-2 或 FDTC-1 模式。但无论使用手动模式还是自动模式,模型均对阀门的个数进行判断,当阀门的个数不大于

大力值、轧制力传感器及其控制  
(福建)莆田市力天量控有限公司  
Tel: 0594-2695245 2636151 2636152

2时,模型自动将终轧温度的控制模式切换到FDTC-1模式。

### 3.7 抛钢速度的优化

FDTC模型采用了预测的精轧出口速度、模型表中定义的减速率、抛钢速度,预测带钢尾部到达某一机架时开始减速,并下发到一级自动化系

统执行。此方式存在的问题是当预测的穿带速度和实际速度以及预测的带钢长度和实际带钢长度存在偏差时,带钢抛钢位置预测不准确,从而造成带钢速度提前下降到抛钢速度或者在抛钢时其速度仍未降到抛钢速度。

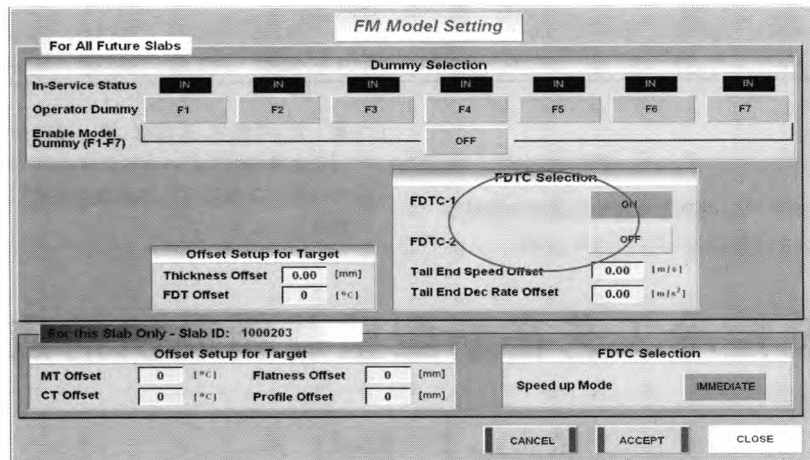


图2 HMI操作画面

为此,优化了FDTC模型抛钢降速的理念,根据实时精轧出口速度计算带钢开始抛钢的位置,保证带钢以模型表中所设置的抛钢速度进行抛钢。

### 3.8 FDTC模型的修正

FSU模型通过控制穿带速度来保证带钢头部的终轧温度;自带钢头部出精轧出口高温计后,FDTC模型根据实测的终轧温度实时控制。FDTC模型和FSU模型分别计算带钢头部的终轧温度,两者结果存在一定偏差。

为此,将FSU模型计算的带钢头部终轧温度送至FDTC模型,FDTC模型采用FSU模型计算结果进行控制,同时采用FSU模型的温度偏差对带钢全长温度进行修正。

### 3.9 HMI画面的改进

由于机架间冷却水阀门不稳定,造成机架间冷却水量与模型设定水量不一致,当偏差超过一定范围时,模型变量spy\_mismatch = true,模型自学习停止。

为此,HMI画面上加载了影响模型自学习的报警信息。在轧制过程中,若出现影响自学习的条件,则自动弹出报警,通过查看报警信息,找到具体原因,可在HMI画面上进行干预,保证自学习功能正常投入。

### 3.10 FDTC-1和FDTC-2模式下自学习的实现

FDTC-2模式下前馈控制冷却水量是根据自学习参数和斜率计算调节水量;FDTC-1模式下无前馈控制,是通过终轧温度实测值以及自学习参数和斜率计算对轧制速度进行调节。在不同控制模式下,模型自学习参数和斜率不同。但生产中未对两种模式下自学习进行区分,只是根据钢种、厚度索引进行划分,则对相同钢种规格,在FDTC-1和FDTC-2模式交替使用过程中会因为自学习参数的不匹配互相影响。

为此,实现了在FDTC-1和FDTC-2模式下分别进行自学习。

### 3.11 FDTC-1与FDTC-2控制模式的选择与合理分配

采用FDTC-1、FDTC-2模式对终轧温度进行控制各有优缺点。根据现场实际情况,合理分配了两种不同的控制模式,在保证精轧稳定轧制的基础上,保证了终轧温度与卷取温度的控制精度。

## 4 结语

通过对迁钢1580mm热轧生产线终轧温度控制系统的分析并结合生产实际问题,从工艺制度、参数调节、模型逻辑3个方面提出了一系列的创新优化措施,有效提高了终轧温度控制精度,见表1,终轧温度控制精度从89.9%提高到

95.0%。

由于终轧温度控制精度的提高,保证了迁钢

汽车板、硅钢、1.6mm厚薄规格集装箱板、管线钢等高附加值产品的开发与稳定生产。

表1 迁钢1580mm热轧线2011年终轧温度控制精度

%

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	合计
全部钢种	96.81	94.52	93.70	95.14	93.63	90.96	94.73	95.95	94.87	94.66	95.46	95.73	94.68
冷轧料类	96.29	92.17	91.67	93.86	91.69	87.62	94.05	95.58	94.16	93.97	93.81	95.21	93.34
高强类	97.84	97.79	97.50	97.92	97.81	96.63	97.28	98.47	98.44	95.64	97.70	98.06	97.59
管线类	96.05	96.01	93.04	95.87	95.87	96.34	95.69	94.08	90.13	92.62	98.38	92.55	94.72
专用板类	97.60	97.37	97.29	96.66	95.09	96.60	96.04	96.60	97.03	96.89	98.45	96.86	96.87

参考文献:

[1] 龚殿尧,徐建忠,刘相华,等. 热连轧带钢终轧温度控制样本跟踪策略[J]. 东北大学学报,2006,27(8):883-886.

[2] 蔡正,刘相华,王国栋,等. 热轧带钢温度场的数值模拟[J]. 金属成形工艺,1996,16(5):39-4

[3] 孙一康. 带钢热连轧的模型与控制[M]. 北京:冶金工业出版社,2002. 45-48.

# 控轧控冷工艺在新型重载精轧机的应用

黄礼胜,于良,方农

(马鞍山钢铁股份有限公司第二钢轧总厂,安徽 马鞍山 243000)

**摘要:**针对马钢二钢轧棒材生产采用控轧控冷技术存在精轧机组能力不够和冷却能力不足的问题,采用了达涅利45°顶交布置悬臂辊环式6机架无扭精轧机组并增设了冷却装置,实现了HRB400热轧带肋钢筋的控制轧制与控制冷却,大幅度降低马钢带肋钢筋的生产成本。

**关键词:**控轧控冷;HRB400带肋钢筋;节能;降耗

**中图分类号:**TG335.64 **文献标识码:**B **文章编号:**1003-9996(2013)04-0064-04

## Application of TMCP on the Latest Heavy Finishing Mill

HUANG Li-sheng, YU Liang, FANG Nong

(No. 2 Steelmaking and Rolling General Plant, Maanshan Iron & Steel Co., Ltd., Maanshan 243000, China)

**Abstract:** In view of short ability of finishing mill and cooling equipment with TMCP for bar production at No. 2 Steelmaking and Rolling General Plant, Maanshan Iron & Steel Co., Ltd., the Danieli 45° cross arrangement of cantilever roll ring type 6 stands without twisting finishing mills were applied and the cooling devices were added. The controlled rolling and controlled cooling technology for HRB400 ribbed bar was realized, and the production cost was greatly reduced.

**Key words:** controlled rolling and controlled cooling; HRB400 hot rolled ribbed bar; energy saving; consumption reducing

近年来,随着钢铁产能的不断扩大,国家进一步加强了宏观调控,着力结构调整,淘汰落后产能,关注节能降耗、提倡绿色钢铁,努力打造资源节约型的发展模式<sup>[1]</sup>。控轧控冷技术生产HRB400高强钢筋正是这一趋势的体现。马鞍山

钢铁股份有限公司在此方面也做了积极的探索,对第二钢轧总厂棒材精轧机组进行了更新换代,采用了达涅利45°顶交布置悬臂辊环式6机架无扭精轧机组,改造后精轧机组达到了控轧控冷工艺生产要求,为低成本细晶粒钢筋的批量生产奠

收稿日期:2012-09-18

收修改稿日期:2013-02-26

作者简介:黄礼胜(1966-)男(汉族),安徽安庆人,高级工程师,技术质量部主任。

(福建)莆田市力天量控有限公司  
大力值、轧制力传感器及其控制  
Tel:0594-2695245 2636151 2636152