

• 革新与交流 •

层流冷却工艺在首钢迁钢热轧分厂的应用

杨要兵, 张 晶, 王 伦

(首钢迁钢公司, 河北 迁安 064404)

摘 要:介绍了首钢迁钢公司 2160 热轧分厂层流冷却的工艺布置、冷却区的结构组成、操作模式、冷却制度及冷却系统的控制功能。该系统投产后,带材的卷取温度偏差可控制在 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 以内,且 96.8% 的产品卷取温度偏差可控制在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 内,从而有利于提高产品的性能和表面质量,也为生产高质量的产品打下坚实基础。

关键词:热轧带钢;层流冷却;卷取温度;控制功能

中图分类号: TG335.5; TG156.24 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-9996(2007)05-0053-03

Application of Laminar Cooling in Hot Strip Mill of Shougang Qiangang

YANG Yao-bing, ZHANG Jing, WANG Lun

(Shougang Qiangang Co., Qianan 064404, China)

Abstract: The process layout, composition of cooling zone, operation model, cooling schedule and control function of laminar cooling system of shougang Qiangang Co. were introduced. The coiling temperature precision can be controlled within $\pm 8^{\circ}\text{C}$, even $\pm 5^{\circ}\text{C}$ of 96.8% products.

Key words: hot rolled strip; laminar cooling; coiling temperature; control function

1 前言

卷取温度是影响热轧带钢质量的重要因素之一,卷取温度的控制精度直接影响到带钢的力学性能和微观组织,精确地控制卷取温度对带钢获得理想的组织和性能具有十分重要的意义^[1]。而热轧带钢的实际卷取温度是否能控制在要求的范围内,则主要取决于对精轧机后带钢冷却系统的控制^[2]。首钢迁钢公司 2160 热轧分厂于 2006 年 12 月投产,是一条现代化程度很高的热轧带卷生产线,层流冷却系统的精确控制使卷取温度控制精度很高,为以后生产高质量的产品奠定了坚实基础。

2 生产工艺布置

2.1 冷却区及冷却分组

首钢迁钢 2160 热轧分厂的层流冷却工艺布置如图 1 所示。其层流冷却区包括精调区和修正区,应用于带钢上下表面的冷却控制。每个修正

区的水量是精调区的一半,每个区装有独立供水阀,精调区的水阀数量为 144 个,修正区的水阀数量为 32 个。每个阀的实际状态都可被显示出来。所有的操作在卷取区操作台上通过对屏幕或键盘的操作来实现。

输出辊道上方 4 个精调区或 8 个修正区(每个区包含 1 根集管)组成一组,可以翻转。下冷却区以同样方法分组(但每个下冷却区,精调区包括 3 根集管,修正区包括 2 根集管),精调区分为 18 组,修正区分为 2 组。

每个精调区包括上、下部集管各 4 根,总共 144 组集管。每个修正区包括上、下部集管各 8 根,总共 32 组集管。

在层流冷却区的前段部分,每个冷却段的右边有 1 个侧喷单元,最后一个冷却段的后面有 2 个侧喷单元,整个层流冷却区共有 21 组侧喷单元。

收稿日期:2007-07-05

作者简介:杨要兵(1977-),男(汉族),河南襄城人,工程师。

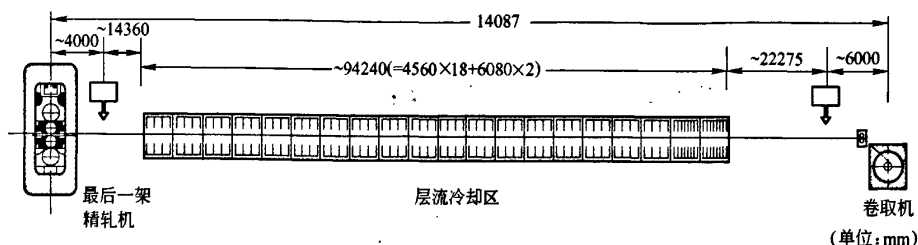


图 1 首钢迁钢 2160 热轧分厂层流冷却工艺布置示意图

2.2 操作模式

层流冷却系统的操作模式分为手动模式和自动模式。手动模式由 LCC 控制(层流冷却控制 1 级),自动模式由 CSC 控制。

层流冷却系统所有的阀都有打开和关闭延迟功能,所以个别的阀要提前打开(可调节)。当上部和下部的水同时打开时,下部的冷却水接触带钢要比上部稍早些。因此,为使冷却效果一致,下部冷却水比上部的冷却水要延迟一段时间打开。

2.3 冷却制度

不同种类的产品采用不同的冷却制度:

(1)前段主冷:适于有抗拉强度级别要求的硬质钢产品及 IF 钢。

(2)后段主冷:适于待进一步加工的软质材料及部分冷轧产品。

(3)按组的稀疏冷却:适于具有中间温度(如两个中间温度 T_1 、 T_2)及有冷却速率要求的产品,如双相钢、C-Mn 钢、TRIP 钢及需要涂镀的产品。

(4)按管的稀疏冷却:适于需要涂镀的产品。

(5)两段冷却:适于较薄的硬质带钢。

根据不同带钢产品的需要,可在不同操作模式下对冷却区域的集管进行调节,以满足不同材质带钢对冷却的要求。

3 层流冷却的控制功能

3.1 预设模型

层流冷却过程是复杂的时变过程,因此影响卷取温度的因素很多,卷取温度的控制与带钢材质、运行速度及带钢厚度方向的温度分布等众多因素密切相关^[3]。因此在轧制过程中,对带钢信息进行预测非常重要,其预测由预设模型来完成,即利用精轧机组提供板带的信息数据,应用预设模型对各控制量进行预计算,将计算值通过

报文形式发送到一级基础自动化系统,由一级自动化系统执行,从而可有效地消除整个控冷系统动作滞后的影响。预设模型每隔一段时间启动 1 次,利用当前板带的下游机架执行,即相当于将板带沿长度方向分段控制,以消除板带长度方向的温度、厚度及速度的波动。

3.2 前馈控制

前馈控制主要应用于预设和在线控制过程,可有效地消除反馈控制的滞后性。根据带钢或带钢段的终轧温度、速度、厚度的预设值或实测值和目标卷取温度,依据由每个钢种 CCT 曲线制定的特定冷却速度,在恒定流速和压力条件下确定集管开启组数,或在固定的集管数开启条件下通过优化来确定各个集管的水流量^[4,5]。

$$\text{精冷区的前馈控制: } \lambda(T_{Fi} - T_{ZA}) / (K \cdot T_N) \quad (1)$$

$$\text{修正区的前馈控制: } \lambda(T_{Fi} - T_{ZA}) / T_N \quad (2)$$

式中, T_{Fi} 为实施反馈控制后,每间隔一段时间采样计算带钢的平均温度; T_{ZA} 为反馈前带钢的终轧温度; λ 为前馈控制参数; K 为冷却能力系数; T_N 为精冷区能力。

由式(1)、式(2)可以确定精冷区和修正区开启的集管组数。

3.3 反馈控制

反馈控制是通过比较实测的卷取温度和目标卷取温度来调整精冷区和修正区集管的开或关,使得实测的卷取温度尽量向目标卷取温度靠近,从而保证同板温差处于目标控制范围内。

$$\text{精冷区的反馈控制: } (T_{CM} - T_{CA}) / (K \cdot T_N) \quad (3)$$

$$\text{修正区的前馈控制: } (T_{CM} - T_{CA}) / T_N \quad (4)$$

式中, T_{CM} 为实测卷取温度; T_{CA} 为目标卷取温度。

根据带钢的实测卷取温度和目标卷取温度的

差值以及精冷区和修正区的冷却能力,计算出精冷区和修正区开启的集管组数。

3.4 自适应模型

自适应控制是根据当前带钢卷取温度的实测值和计算值之间的偏差信号与可调系统的过程输出产生反馈作用,以修改控制器的参数,促使可调系统与设定模型相一致,使误差趋向零的控制。

自适应分为长期自学习和短期自学习,短期自学习一般指轧制同一批次的板坯,即同一规格、同一钢种的板坯。长期自学习是轧制变规格或变钢种的第1块板坯,这时模型会搜寻以前轧制过与当前板坯最相似的板坯,从而计算出自适应学习系数。

4 层流冷却的应用效果

自2006年12月23日该生产线生产出第1块钢以来,经过几个月的调试,层流冷却模型日趋

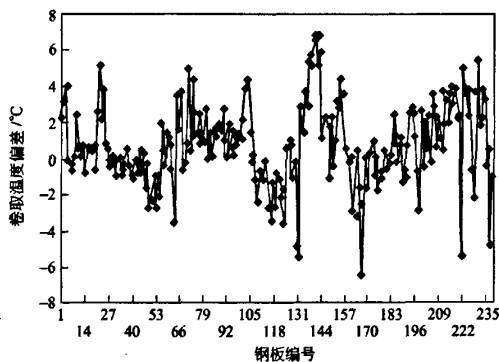


图2 卷取温度控制偏差

完善,控制精度极大提高。图2为2007年5月12日卷取温度控制偏差图。由图2可以看出,卷取温度控制偏差全部在 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 以内,偏差在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内的占96.8%,控制精度很高,为今后轧制高质量的品种钢奠定了坚实的基础。目前首钢迁钢2160热轧分厂的层流冷却系统尚处于调试阶段,随着调试的进行,层流冷却模型还会更加完善,控制精度将会进一步提高。

5 结论

(1)西门子层流冷却模型在首钢迁钢公司2160热轧分厂得到了很好的应用,控制精度很高,卷取温度偏差在 $\pm 8^{\circ}\text{C}$ 以内,而偏差在 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的占96.8%,为轧制高质量的产品奠定了基础。

(2)层流冷却的应用,使带状组织减轻,并提高了产品的力学性能,带钢的抗拉强度、屈服强度提高,而伸长率也保持在一个较高水平。

参考文献:

- [1]马丽坤,王君,王国栋.热轧带钢层流冷却自适应控制系统[J].控制工程.2005,12(3):228-230.
- [2]汪祥能,丁修望.现代带钢连轧机控制[M].沈阳:东北大学出版社,1996.
- [3]Henrich L, Holz R, Knepe G. Physically Based Cooling Model to Meet Growing Demands in Temperature and Flexibility[J]. Ironmaking and Steelmaking, 1996, 23(1): 79-81.
- [4]柴天佑,王笑波. RBF神经网络在加速冷却控制系统中的应用[J].自动化学报, 2000, 26(2): 219-225.
- [5]Biswas S K. Optimal Temperature Tracking for Accelerated Cooling Process in Hot rolling of Steel[J]. Dynamics and Control, 1997, (7): 327-340.

欧洲镀锡板产业陷入困境

克鲁斯集团包装钢 Plus 公司(Corus Packaging Plus, 简称 CPP 公司)是欧洲生产镀锡板的重要企业之一,该公司生产的镀锡板主要用于出口。

2007年7月中旬 CPP 公司决定将其在英国威尔士 Troste 厂的镀锡板产能削减 12 万 t/a, 从年产 52 万 t 削减至 40 万 t。

欧洲的另两家镀锡板主要生产企业阿塞洛米塔尔集团和意大利里瓦集团也都处于困境。其中阿塞洛米塔尔在欧洲的企业也采取了与克鲁斯集团类似的措施,而里瓦集团的镀锡板企业今年前三季度前一直处于停工状态。

欧洲镀锡板产业陷入困境的主要原因有 3 个:一是原料成本飞涨,二是铝材与之竞争,三是其他地区镀锡板生产能力增长造成的竞争。

2007年6月,锡的平均价格已涨到 13979 美元/t,而去年同期仅为 7936 美元/t,增长率达到 76%。然而,锡的成本仅占镀锡板平均成本的 1%~3%,更大的问题是钢的价格大幅度上涨,特别是热轧带卷价格的上涨。今年 1 月至 5 月热轧带卷的价格增涨了 29%,达到 500~550 欧元/t。这使得欧洲生产商开始转向更多地生产热轧带卷,而不再重视镀锡板的生产。

对欧洲镀锡板产业威胁最大的是替代

品。随着东欧制罐业的崛起,制罐厂商越来越偏重于用铝做原料,这也大大争夺了欧洲镀锡板的市場。

出口市场在欧洲镀锡板产业中举足轻重。然而,在过去几年中印度、伊朗和中国的镀锡板生产能力都在增长,致使欧洲的出口市场迅速萎缩,2006 年欧洲的镀锡板出口量就过剩 84.9 万 t。

《Metal Bulletin》称,如果欧洲镀锡板生产能力下降的趋势继续蔓延,同时东欧的钢铁生产越来越景气,那么克鲁斯集团的这次降低产能的行为将会是对欧洲镀锡板生产商敲响的丧钟。

陆岩摘自《Metal Bulletin》,2007.7.23