

层流冷却的前馈控制

谢海波^{1,2}, 张中平³, 刘相华¹, 王国栋¹

(1. 东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 辽宁 沈阳 110004; 2. 南华大学机械工程学院, 湖南 衡阳 421001; 3. 攀枝花钢铁集团公司热轧板厂, 四川 攀枝花 617062)

摘要:为提高热轧带钢层流冷却卷取目标温度的控制精度,根据冷却过程的传热机理,分析了带钢层流冷却的传热过程。在此基础上,给出了冷却控制的空冷和水冷预测数学模型,分析并阐述了层流冷却控制系统的前馈控制算法及其在实际控制中的应用。本前馈控制的使用效果良好,具有较高的目标卷取温度控制精度,能满足生产的需要。

关键词:热轧;带钢;层流冷却;预测模型;前馈控制

中图分类号: TG335.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-0963(2006)03-0060-04

Feedforward Control in Laminar Cooling System for Hot Strip Mill

XIE Hai-bo^{1,2}, ZHANG Zhong-ping³, LIU Xiang-hua¹, WANG Guo-dong¹

[1. State Key Laboratory of Rolling and Automation, Northeastern University, Shenyang 110004, Liaoning, China; 2. School of Mechanical Engineering, Nanhua University, Hengyang 421001, Hunan, China; 3. Hot Strip Mill, Panzhihua and Steel (Group) Company, Panzhihua 617062, Sichuan, China]

Abstract: In order to improve the control precision of strip coiling temperature in laminar cooling, the heat transfer in cooling process was analysed from a viewpoint of transfer mechanism, and a mathematical model of air-cooling and water-cooling was obtained. The feedforward control algorithm and its application to laminar cooling system are described. The practice shows that the feedforward control has higher control precision of coiling temperature.

Key words: hot rolling; strip; laminar cooling; forecasting mathematical mode; feedforward control

热轧带钢的卷取温度是影响成品带钢性能的重要工艺参数之一,它的过高或过低都将给带钢的组织 and 性能带来不良的影响。控制卷取温度就是将带钢从较高的终轧温度冷却到所要求的卷取温度,使带钢获得良好的组织和力学性能。不同规格、品种的热轧带钢终轧温度一般为 800~900 ℃。为了使带钢易于卷取且获得良好的组织和性能,带钢的卷取温度一般须控制在 550~700 ℃。

层流冷却的目的就是要通过冷却过程,控制带钢的温度,从而使带钢从精轧出口温度冷却到所要求的卷取温度,以期获得性能优异的成品钢卷,因此层流冷却要有较好的冷却均匀性以及较高的卷取温度控制精度。

实现层流冷却过程的高精度控制对进一步改善带钢的力学性能、提高产品质量具有十分重要的意义。热轧带钢卷取温度的精确控制一直是热轧领域关注的重要问题^[1~7],而作为层流冷却中的重要组成部分——前馈控制就显得尤为重要。

1 层流冷却设备概况

层流冷却系指位于末架精轧机至卷取机之间的输出辊道上的带钢冷却过程,图 1 为某热轧厂层流冷却设备的示意图。

该带钢厂的热轧机组主要生产厚 1.5~12 mm 的中薄带钢,层流冷却区有 12 个集管组,上下互相对应,分别位于热输出滚道的上方和下方,在每组集

基金项目:国家自然科学基金资助项目(59995440)

作者简介:谢海波(1972-),男,博士生; E-mail: hbxie@126.com;

修订日期:2004-02-27

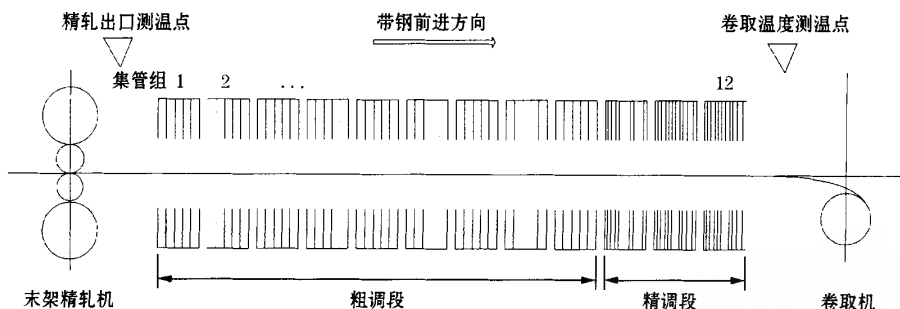


图1 层流冷却设备

Fig. 1 Layout of laminar cooling device

管后都装有侧喷水装置,前9组为粗调段,后3组为精调段,精调段主要用于反馈控制。

2 温度预测模型

带钢的层流冷却过程有辐射传热、带钢向冷却水的传热、带钢向空气传热以及轧辊导热等多种传热过程。由于层流冷却过程的传热比较复杂,且带钢的速度变化也比较大,影响带钢卷取温度的因素较多,所以建立精确的过程预报模型对提高卷取温度的控制精度是十分必要的。一般来说,要获得一个准确的对象模型是很难的,而层流冷却控制计算用的数学模型又是十分重要的,它直接影响到卷取温度的控制精度。

在层流冷却过程中,带钢的传热过程主要包括空冷及水冷两部分。空冷指带钢在空气中向环境散热的温降过程,其传热方式以辐射为主。水冷指带钢向喷淋至其表面的冷却水传热的温降过程。

2.1 空冷传热模型

因空冷时带钢在长度和宽度方向上的传热条件均比较一致,故可以认为在长度和宽度方向上带钢的温度分布均匀。因带钢较薄,在一定的厚度范围内,认为在厚度方向上带钢的温度相同。这样,带钢的空冷过程就简化为零维非稳态导热问题,仅考虑辐射的空冷传热微分方程为:

$$2\epsilon\sigma(\theta_g'' - \theta_h'')dt = \gamma c_p h d\theta_g \quad (1)$$

式中, ϵ 为钢的热辐射系数; σ 为波尔茨曼常数, $W/(m^2 \cdot K^4)$; θ_h'' 为环境温度, $^{\circ}C$; θ_g'' 为带钢的温度, $^{\circ}C$; γ 为带钢的比重, kg/m^3 ; c_p 为带钢的比热, $kJ/(kg \cdot ^{\circ}C)$; h 为带钢的厚度, mm 。

由于在层流冷却区,带钢的温度一般为 $500^{\circ}C \sim 900^{\circ}C$,所以 $\theta_g'' \gg \theta_h''$,忽略 θ_h'' 项,并对带钢在时间

Δt 范围内(从精轧出口到卷取)进行积分,得到空冷传热的数学模型:

$$\theta_g' = \frac{1}{\sqrt[3]{\frac{6\epsilon\sigma}{c_p \gamma h} \times \Delta t + \frac{1}{(\theta_g'' + T)^3}}} - T \quad (2)$$

式中, $\epsilon = ah + b$, a 、 b 为空冷回归系数; θ_g'' 为精轧出口的温度, $^{\circ}C$; Δt 为精轧出口到卷取机前带钢运行的时间, s ; θ_g' 为空冷后的带钢温度, $^{\circ}C$; T 为绝对温度。

上面的空冷温降计算式是在带钢为薄材这一假设条件下得出的,实际上,因带钢在厚度方向上存在热传导,故使用该式计算空冷温降需进行厚度修正,模型对带钢表面的辐射率按与带钢的厚度成线性关系进行处理,通过对带钢表面辐射率的厚度修正考虑带钢内部在厚度方向上的导热过程。

2.2 水冷传热模型

水冷传热模型与空冷传热模型相似,按零维非稳态问题考虑。如果带钢两个表面与冷却水之间换热的总热流密度为 Q ,则此时的带钢换热微分方程式可表示为:

$$Qdt = \gamma c_p h d\theta_g \quad (3)$$

在单个集管组范围内,如果热流密度 Q 恒定,则在带钢在单个集管组内运行的时间内,对上式进行积分,得到经过单个集管组水冷后轧件的温降:

$$\Delta\theta_g = \frac{1000l}{3600vc_p \gamma h} \times Q \quad (4)$$

式中, v 为带钢的行进速度, m/s ; Q 为热流密度, $kJ/(m^2 \cdot h)$; l 为集管组长, m 。其中热流密度的确定比较复杂,它是热流密度修正系数以及实际开启的集管数等的函数,热流密度修正系数可以通过对现场数据的回归得到。

3 前馈控制算法

层流冷却系统的控制目标是:根据实测的带钢终轧出口的温度、速度、厚度和工艺所确定的冷却速度曲线的要求确定相应的阀门开启个数和喷水模式,使卷取温度尽可能地接近工艺所要求的目标卷取温度。层流冷却过程的控制量为:阀门个数、阀门位置、喷水模式等。边界条件为:精轧机出口处带钢的厚度、速度、温度、冷却曲线以及根据精轧机和卷取所要求的功率加速度、温度加速度、最大速度、功率减速度等。被控量是带钢的温度。

此外,还存在着不可控的随机干扰。显然,带钢层流冷却是复杂工业过程控制问题。解决问题的关键是在带钢进入冷却区之前根据冷却曲线确定集管的分布形式,并确定控制量的大小,为此要建立带钢温度变化的动态模型。该模型应能反映开启的集管数、带钢终轧出口的温度、速度及厚度等与带钢温度之间的关系。在控制系统的设计中,首先在该模型的基础上,根据精轧机传送的输入数据,计算出为使卷取温度达到目标值所需开启的集管数,这部分为预设定部分,采用的是模型参考控制;当带钢到达精轧出口测量点时,根据带钢在终轧出口的实测温度、速度及厚度,计算出为使卷取温度达到目标值所需开启的集管的增加数,这是前馈补偿,其原理结构框图见图 2。

前馈计算是以空冷传热模型和水冷传热模型为基础进行计算的。根据目标卷取温度的要求,首先计算从精轧出口到卷取机前带钢的空冷温降,得到水冷必须达到的冷却量,以集管组为单元,并令带钢在前一集管组的出口温度等于其进入后一集管组的入口温度,反复利用水冷预测模型进行计算。如果过冷却,则从后往前从各个集管组中关闭相应的集管数,其最小控制单元可以控制到单个集管,这种最优前馈控制量的目标函数为:

$$\min|\theta_c - \theta_0| \tag{5}$$

即卷取温度的计算值 θ_c 与目标值 θ_0 的偏差的绝对值为最小值。

为了提高控制精度,控制系统的设计中还有反馈控制,以弥补前馈控制的不足。因此,控制系统是一个前馈-反馈控制系统,以前馈控制为主。这是因为对带钢温度影响最大的不可控因素是带钢的终轧出口温度、速度和厚度。只要温度预设定模型精确度高,理应能对上述因素的影响作充分的补偿。与

上述因素相比不可控随机干扰的影响是次要的,并且在施加反馈控制时,此段及其后相当长的一段带钢的控制已经结束。这体现了前馈控制为主,反馈控制为辅的特点。

由于带钢经过精轧后长度达到数百米,前后工况差异很大,而且带钢的终轧出口温度、速度和厚度沿带钢的长度方向也是不断变化和波动的。为了减少这种变化和波动的影响,提高控制的精度,对带钢卷取温度的控制采用了分段控制的方式。该系统以集管组的长度或者其长度的整数倍作为带钢样本的长度,对带钢进行分段和采样,并给样本进行编号。将带钢分段,把带钢的每一段作为一个计算点,结合分段最优前馈控制计算,采样一段、计算一段、优化一段,体现了滚动优化的特点。

考虑到带钢在长度方向上速度的波动对卷取温度的影响,除了将带钢分段外,还进行前馈控制的再计算。根据带钢在冷却区的位置以及带钢的样本长度确定当前的再计算点的数目,进行已设定控制点的再计算,从而提高带钢喷水组态的即时计算精度。

钢种及厚度不同时,其冷却能力也有很大区别。由于该系统的前馈控制算法是基于冷却过程的平均温度模型,所以导致不同厚度带钢的预测温度补偿量不合理,造成卷取温度的预测和控制精度降低。为了消除这种影响,可以对带钢进行各种组别的划分,其中包括钢种组别,带钢厚度组别等。对应于不同的组别,其相应的系数有所区别,见图 3。

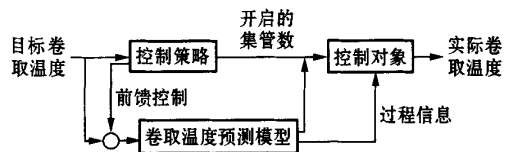


图 2 层流冷却前馈控制系统的原理结构框图

Fig. 2 Feedforward control structure of laminar cooling system

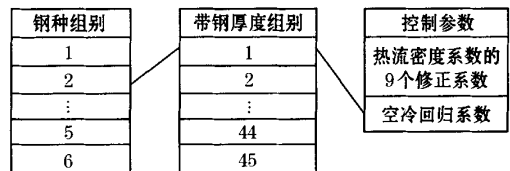


图 3 控制参数的检索

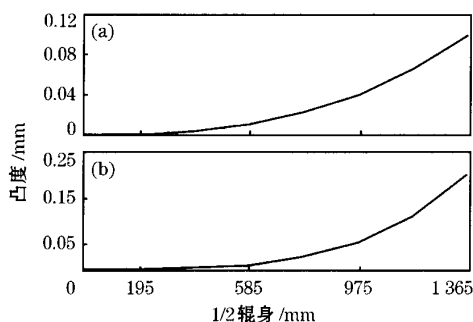
Fig. 3 Index of control parameters in laminar cooling system

(下转第 17 页)

4 辊间接触压力比的正确选择

通过以上模拟计算结果,确定现场取 $k_1=0.9$,这表明实际生产中工作辊与支承辊辊间的接触压力呈中间小,边部大。试想如果辊型设计时能保证 $k_1=1.0$,即让辊间接触压力沿辊身各点均匀分布,显然对提高轧辊使用寿命、减少轧辊磨损是有好处的。基于此想法,针对该中板厂的情况,设计出一套工作辊、支承辊的辊型曲线(见图2)。

这套辊型已成功地应用于现场,经一年多的生产实际应用表明,效果很好。根据全年统计数据,其板凸度由2002年的平均值0.25 mm下降到2003年的平均值0.15 mm,减小了40%左右;辊耗由原



(a) 工作辊; (b) 支承辊

图2 轧辊半径上沿1/2辊身的凸度分布曲线

Fig. 2 Convexity curve for roll radius along 1/2 roll barrel

来的0.65 kg/t下降到0.38 kg/t,下降了39.1%;并且支承辊边部剥落现象不再发生。同时,该辊型自适应产品规格的变化能力大大增强,尤其是工作辊的辊型在支承辊的整个服役期内不需改变,克服了中厚板生产中通常工作辊需多套辊型制度与支承辊相匹配的弊病,充分证明该套辊型的辊间磨损相当均匀。由此进一步说明,笔者的整个计算处理不仅可行,而且合理。

5 结论

(1)通过模拟计算及现场对辊凸度的实际检验,证明中厚板辊型设计中采用对轧制压力和辊间接触压力呈二次分布及板边缘变形为平面变形的计算处理是可行的。

(2)经模拟计算得出某中板厂轧机实际辊间接触压力的中、边部比值 $k_1=0.9$ 。

(3)针对现场辊间接触压力比值 $k_1=0.9$ 的不合理性,在辊型设计中选用了 $k_1=1.0$,从而保证了轧辊磨损的均匀性。

参考文献:

- [1] 张军,王振宇,田西亮. 4 200 mm 轧机辊型的开发与应用[J]. 宽厚板,1996,2(2):12-13.
- [2] 王廷溥. 金属塑性加工学[M]. 北京:冶金工业出版社,1991.
- [3] 赵嘉蓉,赵刚. 金属塑性加工的冶金学基础[M]. 北京:冶金工业出版社,1994.

(上接第62页)

4 结论

笔者所阐述的层流冷却预测数学模型采用线性算式来描述层流冷却的热流密度,线性算式的系数可通过对生产数据的回归分析更新,以提高模型的精度,更适应现场的需要。同时结合实际控制过程,应用前馈控制算法进行优化来提高卷取温度的控制精度。目前该层流冷却系统已在现场使用的 α 机上进行了模拟轧钢调试,控制的卷取温度曲线以及开启的集管数的变化趋势与现场控制的基本趋势一致,且波动幅度较小,通过补偿能消除带钢头尾温度偏低的情况,减少了带钢同板温差的波动幅度。

参考文献:

- [1] 彭良贵,刘相华,王国栋. 热轧带钢层流冷却的控制策略及其应用[J]. 钢铁研究学报,2005,17(3):5-9.
- [2] 韩斌,司良英,刘相华,等. 热轧层流冷却集管中流场有限元模拟及冲击压力的理论计算[J]. 钢铁研究学报,2004,16(5):42-46.
- [3] 范晓明,张利. 模糊自整定PID参数控制器用于控制热轧带钢卷取温度[J]. 钢铁研究学报,2001,13(2):59-61.
- [4] 范晓明,蔡家虹. 用于带钢卷取温度控制的自适应模型[J]. 钢铁研究学报,2000,12(3):70-73.
- [5] 蔡正,王国栋,刘相华. 层流冷却中带钢温度分布模型的开发[J]. 钢铁,1998,33(8):31-34.
- [6] 王笑波,王继相. 板带层流冷却控制技术的发展和问题[J]. 基础自动化,2000,7(5):1-5.
- [7] 吴彬,陈海耿. 带钢厂热轧机组层流冷却数学模型[J]. 黄金学报,2001,3(4):259-262.

作者：[谢海波](#)，[张中平](#)，[刘相华](#)，[王国栋](#)，[XIE Hai-bo](#)，[ZHANG Zhong-ping](#)，[LIU Xiang-hua](#)，[WANG Guo-dong](#)

作者单位：[谢海波](#)，[XIE Hai-bo](#) (东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 辽宁, 沈阳, 110004; 清华大学机械工程学院, 湖南, 衡阳, 421001)，[张中平](#)，[ZHANG Zhong-ping](#) (攀枝花钢铁集团公司热轧板厂, 四川, 攀枝花, 617062)，[刘相华](#)，[王国栋](#)，[LIU Xiang-hua](#)，[WANG Guo-dong](#) (东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室, 辽宁, 沈阳, 110004)

刊名：[钢铁研究学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)

英文刊名：[JOURNAL OF IRON AND STEEL RESEARCH](#)

年，卷(期)：2006，18(3)

引用次数：0次

参考文献(7条)

1. 彭良贵, [刘相华](#), [王国栋](#) 热轧带钢层流冷却的控制策略及其应用[期刊论文]-[钢铁研究学报](#) 2005(3)
2. 韩斌, [司良英](#), [刘相华](#), [王国栋](#), [焦景民](#) 热轧层流冷却集中流场有限元模拟及冲击压力的理论计算[期刊论文]-[钢铁研究学报](#) 2004(5)
3. 范晓明, [张利](#), [蔡晓辉](#), [王国栋](#), [刘相华](#) 模糊自整定PID参数控制器用于控制热轧带钢卷取温度[期刊论文]-[钢铁研究学报](#) 2001(2)
4. 范晓明, [张利](#), [王国栋](#), [蔡家虹](#) 用于带钢卷取温度控制的自适应模型[期刊论文]-[钢铁研究学报](#) 2000(3)
5. 蔡正, [王国栋](#), [刘相华](#), [谷力军](#), [解旗](#) 层流冷却中带钢温度分布模型的开发[期刊论文]-[钢铁](#) 1998(8)
6. [王笑波](#), [王继相](#) 板带层流冷却控制技术的发展和问题[期刊论文]-[控制工程](#) 2000(5)
7. [吴彬](#) 带钢厂热轧机组层流冷却数学模型[期刊论文]-[黄金学报](#) 2001(4)

相似文献(10条)

1. 会议论文 [李毅伟](#), [刘驰](#) 热轧薄规格带钢生产现状及本钢连轧厂生产热轧薄规格带钢探讨 2002
本文论述了目前热轧超薄带钢的生产现状和热轧超薄带钢产品在成本上的优势, 并对本钢热轧超薄带钢生产工艺及产品质量进行了分析, 对所存在的问题提出了相应的一些解决措施.
2. 学位论文 [张海滨](#) 热轧窄带钢精轧段头部翘曲研究 2005
近年来我国国民经济对带钢需求量迅速增长, 其中对热轧窄带钢的需求量增长很快. 但是随着市场对产品质量要求的不断提高, 较薄规格(<2mm)、高质量热轧窄带钢板需求的增加, 给热轧窄带钢生产厂提出更高的要求. 莱钢窄带钢生产面对市场需求, 积极进行设备改造和工艺优化, 已经取得一定成效, 然而在生产中仍然存在一些问题. 窄带钢轧制过程中精轧段头部翘曲的现象较为普遍, 这可能引起带钢下一道次咬入困难, 降低产品质量, 严重时可能使生产中断. 引起板带头部弯曲的原因很多, 主要是因为轧制过程中存在上下不对称因素, 如轧件上下表面温度不同、接触面摩擦状态不一致、上下轧辊辊面线速度不等、轧辊直径各异等因素. 同时, 轧制过程中的工艺参数也会通过不对称因素影响轧件头部翘曲程度, 如轧件温度、压下率、接触面摩擦系数等. 在实际轧制过程中, 这些因素往往交织在一起, 使带钢头部翘曲规律变得更加复杂. 本文采用Marc有限元分析软件, 以莱钢热轧窄带钢生产数据为基础, 建立了二维热轧窄带钢热力学耦合模型. 通过对轧件在各不对称因素及不同工艺参数影响下的轧制过程模拟计算, 得到了带钢头部翘曲的规律. 为了得到更为普遍的带钢精轧段头部翘曲规律, 本文分别作了两种厚度尺寸轧件(500×12mm; 500×8mm)的数值模拟. 通过对各种不对称因素条件下带钢轧制过程的模拟, 发现轧辊直径不对称因素对带钢头部翘曲的影响很强烈. 温度因素对带钢翘曲的影响相对稳定; 上下轧辊辊面粗糙度不一致条件下, 带钢翘曲情况极其复杂, 这种条件下, 带钢头部的弯曲程度和弯曲方向都可能发生变化. 模拟计算后, 对轧辊直径不对称因素引起的带钢头部翘曲规律进行了实验研究, 其所得到的实验结论与模拟计算结果相吻合. 本文通过研究轧制过程中的不对称因素及工艺参数对带钢头部翘曲的影响规律, 结合窄带钢生产的实际情况, 提出了精轧段窄带钢生产的工艺参数优化模型. 该模型不仅可以为热轧窄带钢精轧段生产所用, 在不考虑宽展的情况下, 也适用于热轧宽带钢精轧过程.
3. 学位论文 [袁鹏举](#) 窄带钢热轧润滑工艺技术研究 2005
鉴于工艺润滑在板带钢热轧生产中的重要作用, 以及在分析了莱钢500mm窄带钢热轧制工艺、设备、产品的基础上, 本文就窄带钢热轧润滑工艺技术进行了初步的研究与探讨, 为莱钢500mm热轧应用热轧润滑工艺技术提供了理论依据及可行性方案制定提供了参考资料. 通过对热轧润滑剂的基础油、添加剂的选择, 配制了不同的热轧润滑油, 提出并评价了理化性能指标; 同时对润滑油在不同使用浓度、使用温度条件下对喷射、分散、附着性能的影响进行了研究和分析. 通过在不同条件下对Q235A窄带钢进行的热轧润滑实验和轧后表面氧化膜与形貌分析, 研究了工艺润滑与板带钢热轧过程中的轧制压力、压下率、厚度变化及对轧耗潜在影响方面的关系等, 结果表明: 热轧工艺润滑后轧制力可降低达25%左右, 氧化层厚度明显降低, 轧后表面质量得到明显改善, 轧辊磨损减轻. 根据上述研究结果和现场生产与工艺设备状况的分析, 进一步探讨了热轧润滑工艺技术在莱钢500窄带钢生产线现场应用的可行性; 这有利于在原有轧机的基础上进行大压下轧制, 减少轧辊磨损, 提高轧制生产效率, 同时, 还可以轧制更薄规格的热轧产品, 改善制品内部组织性能.
4. 会议论文 [钱春风](#) 1780热轧窄带钢板形控制的研究 2007
宝钢股份不锈钢分公司1780热轧厂的设备是从日本三菱引进的第3代PC轧机并带有强力弯辊, 能够有效的控制带钢板形. 通过对窄带钢生产时数学模型参数及生产工艺的优化, 改善了窄带钢头尾的板形.
5. 期刊论文 [董兴辉](#), [DONG Xing-hui](#) 热轧窄带钢生产过程中常见质量问题分析 -焊管2009, 32(3)
针对焊管用热轧窄带钢生产过程中一些常见的质量问题, 如轧件翘头、宽度尺寸超标、带钢浪形和镰刀弯等, 提出了解决问题的具体措施. 生产实践证明, 这些措施可以提高热轧窄带钢的产品质量.
6. 期刊论文 [张晓明](#), [苗雨川](#), [邸洪双](#), [刘相华](#), [王国栋](#), [ZHANG Xiao-ming](#), [MIAO Yu-chuan](#), [DI Hong-shuang](#), [LIU](#)

根据钢铁工业所面临的变化和结构调整的实际情况, 论述了目前国内外热轧薄带的生产实践及现状, 分析了热轧薄带钢作为冷轧带钢替代物的趋势, 展望了热轧薄带的发展方向。

7. 会议论文 杨佳直 对我国发展窄带钢的几点建议 2003

目前国内热轧窄带钢轧机投产机组已大于50套, 生产能力大于1500万吨, 同时正在建设及拟建机组能力达到255万吨, 由于装备水平有限, 生产量的90%以上为普热带, 生产品种单一, 优质窄带品种市场短缺. 在国内热轧宽带钢轧机未全部满足市场需求的这一段时间内, 普碳钢热轧窄带钢轧机还有一定的市场容量, 但随着国内热轧宽带钢轧机的陆续投产, 到2005年, 普碳钢热轧窄带所占市场份额将会逐渐减少, 窄带钢发展趋势是生产热轧宽带钢生产不了的自然边、优质、精密、合金热轧窄带材, 以小批量、多品种、低成本满足市场需求。

8. 期刊论文 李凌云, LI Ling-yun 中国热轧宽带钢产能及市场浅谈 - 冶金经济与管理 2009 (1)

就2010年前投产的热轧宽带钢产能情况进行了详细的统计和分析, 预计了2010年前国内投产的热轧宽带钢机组数量和总产能情况, 通过热轧宽带钢的预计产能与预计消费量的对比, 得出产能明显过剩的结论, 并指出了热轧带钢生产发展中存在的问题。

9. 学位论文 张长宏 热轧窄带钢工作辊使用寿命的研究 2005

本文对热轧窄带钢工作辊的磨损、剥落、断辊等失效形式进行了分析, 找出了影响其使用寿命的因素, 并提出了整改措施和使用过程中的注意事项. 结合莱钢500mm热轧窄带钢生产线的实际情况, 重新调整了轧辊的成分和组织, 有效的提高了轧辊的强度和抗事故性能. 针对莱钢500mm热轧窄带钢生产线轧辊冷却条件差的状况, 对轧辊冷却系统进行了改造, 有效的改善了轧辊的使用条件; 进一步优化了带钢的生产工艺和支承辊辊型、加强了轧辊的管理, 确保了轧辊的正常使用. 同时, 对轧辊的各种裂纹进行了分类并进行跟踪试验, 对不同的裂纹进行了不同的处理, 降低了轧辊剥落现象的发生. 与有关单位一起成功地开发、应用了高速钢轧辊, 使轧辊的耐磨性有了较大的提高。

10. 会议论文 徐波 热轧窄带钢设计与实践 2003

介绍了热轧窄带钢的生产工艺, 指出了轧线主要设备选型应注意的问题; 简述了目前我国热轧窄带钢的生产状况, 并对今后新建及技术改造热轧窄带钢车间提出了建议。

引证文献 (2条)

1. 郝小红 连铸系统热过程综合BP网络模型及其在线应用 [学位论文] 博士 2007

2. 付培众, 董洁, 杨伟, 胡广大, 尹怡欣 基于遗传算法的层流冷却系统优化控制策略 [期刊论文] - 控制理论与应用 2009 (8)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gtyjxb200603015.aspx

下载时间: 2010年1月9日