



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104096714 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201310125800. 1

CN 101890433 A, 2010. 11. 24,

(22) 申请日 2013. 04. 11

审查员 杜正国

(73) 专利权人 宝山钢铁股份有限公司

地址 201900 上海市宝山区富锦路 885 号

专利权人 宝钢不锈钢有限公司

(72) 发明人 张国民 朱海华 焦四海 陈龙夫

(74) 专利代理机构 上海三和万国知识产权代理
事务所 (普通合伙) 31230

代理人 刘立平

(51) Int. Cl.

B21B 37/28(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5960657 A, 1999. 10. 05,

CN 101623708 A, 2010. 01. 13,

CN 101850367 A, 2010. 10. 06,

CN 101890435 A, 2010. 11. 24,

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

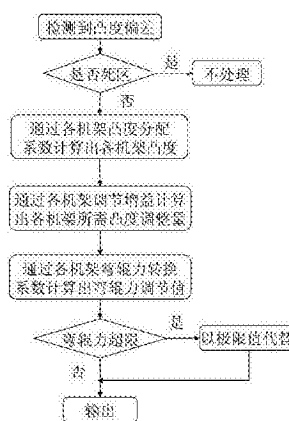
(54) 发明名称

一种热轧带钢凸度自动控制方法

(57) 摘要

一种热轧带钢凸度自动控制方法,其流程为:

1)根据精轧出口凸度在线检测结果判断实际偏差是否在死区范围内,如果在范围内不进行调节,否则进行调节;2)根据一定的凸度偏差分配系数计算各机架带来的凸度偏差;3)按照给定的凸度调节增益计算出各机架的凸度调整量;4)通过弯辊力转换系数计算出相应弯辊力调整量;5)判断弯辊力调整量是否超限,如果超限则取极限。根据本发明,在凸度设定存在偏差情况下,可保证带钢全长的凸度控制精度,即,为了实现热轧带钢凸度自动控制,保证带钢凸度全长均匀性,同时避免影响轧制稳定性。



1. 一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于,
所述控制方法流程为:

1)根据精轧出口凸度在线检测结果判断实际偏差是否在死区范围内,如果在范围内不
进行调节,否则进行调节;

2)根据一定的凸度偏差分配系数计算各机架,即F2~F4带来的凸度偏差;

3)按照给定的凸度调节增益计算出各机架的凸度调整量;

4)通过弯辊力转换系数计算出相应弯辊力调整量;

5)判断弯辊力调整量是否超限,如果超限则取极限值,

其中,所述弯辊力调整量由下式确定:

$$\Delta F_B = \alpha_i (K_P \Delta C_i + K_I \Sigma \Delta C_i) \quad (1)$$

$$\Delta C_i = \beta_i \cdot \Delta C_7 \quad (2)$$

其中,

ΔC_7 为F7出口实测凸度与目标值的偏差,单位 μm ,

ΔC_i 为机架F2~F4带来的凸度偏差,

β_i 为各机架凸度偏差分配系数,取值范围为1.0~5.0,

K_P 、 K_I 分别为比例增益和积分增益,

α_i 为各机架弯辊力调节增益,即:

$$\alpha_i = \frac{\partial F_i}{\partial C_i} \quad (3)$$

其中 F_i 和 C_i 分别为各机架弯辊力和凸度,

K_P 比例增益,取值为0.001~0.5,

K_I 为积分增益,取值为0.001~0.5,

ΔF_B 弯辊力调整量,kN。

2. 根据权利要求1所述的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:

选择精轧的F2、F3和F4作为调整机架,即在精轧出口检测到凸度偏差超过允许范围的条件
下,对F2、F3和F4机架的弯辊力进行动态调节,使带钢凸度达到目标范围,所述凸度偏
差为 $\pm 30\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述弯辊力调
整量范围为设备允许值,F2:1200kN、F3:1200kN、F4:1200kN。

4. 根据权利要求1所述的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述凸度偏差
为 $\pm 20\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述热轧带钢
生产带钢的宽度为600mm~2100mm。

6. 根据权利要求1所述的热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于,所述带钢生产带钢
的厚度为2mm~20mm。

一种热轧带钢凸度自动控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于热轧带钢生产技术领域,具体地,本发明涉及一种热轧带钢产品的凸度自动控制方法。

背景技术

[0002] 凸度是热轧带钢产品的一个重要质量指标。对于不同用途的成品,凸度有着不同的要求。直接使用的成品热轧带钢希望断面形状接近矩形,即凸度尽可能小;而作为冷轧原料的热轧带钢,要求有一定的凸度。

[0003] 如图1所示,所谓凸度是指带钢中心处厚度与边部代表点厚度之差:

$$[0004] \quad C_h = h_c - h_e \quad (1)$$

[0005] 其中, B 为带钢宽度, C_h 为带钢凸度, h_c 为带钢中心厚度, h_e 为带钢边部代表点的厚度(距边部距离 w 通常取25mm或40mm)。

[0006] 为了有效控制带钢板形(包括凸度和平直度),人们开发了各种控制设备和工艺技术,如液压弯辊、轧辊窜动、轧辊交叉技术等,现代化的热轧带钢轧机上基本都配置了完备的板形控制手段和控制模型。

[0007] 板形控制包括设定控制和自动控制。对于平直度,自动控制技术较为完善,包括轧制力前馈和平直度反馈功能,可以根据实测轧制力进行前馈控制,也可以根据实测平直度进行反馈控制。在设定存在偏差的情况下,自动控制能够起到有效的纠正,使平直度达到目标要求。而对于凸度,大多热轧机没有配备自动控制功能,凸度控制精度在很大程度上决定于设定。检测带钢凸度的装置通常安装在精轧出口,图2所示,在设定存在偏差的情况下,无法进行有效纠正,同时,轧制过程中由于轧制速度、温度和轧制力的波动也会导致凸度变化,在缺乏自动控制手段的情况下,无法保证带钢全长的凸度控制精度。

[0008] 为了提高热轧带钢凸度控制精度,专利JP60223605公开了一种凸度自动控制方法,即在精轧末机架前和后各安装凸度检查装置,在出口凸度超差时动态调节,但这种方法容易造成机架间带钢平直度不良,从而导致生产不稳定。专利JP62168608公开的凸度自动控制方法,是在精轧入口安装凸度检查装置,通过调节入口凸度控制最终产品凸度。但由于此时轧件厚度大,金属横向流大,入口凸度变化对出口凸度影响较小,这种方法效果很有限。专利JP5939410公开了一种凸度自动控制方法,是在精轧上游机架间安装检查装置并进行自动反馈控制,保证机架间凸度稳定。但当下游机架存在凸度波动时,也将带来产品凸度超差,同时影响到下游平直度和轧制稳定性。

发明内容

[0009] 为克服所述热轧带钢生产中,在凸度设定存在偏差情况下,无法保证带钢全长的凸度控制精度的问题,即,为了实现热轧带钢凸度自动控制,保证带钢凸度全长均匀性,同时避免影响轧制稳定性,本发明旨在提出一种热轧带钢凸度自动控制方法,即一种平直度自动反馈控制方法。以改善带钢产品的凸度控制精度,提高产品凸度质量。

[0010] 凸度控制的本质即是负载辊缝形状的控制。负载辊缝的影响因素很多,主要包括轧辊的原始辊型、轧辊热膨胀、轧辊磨损、轧制力和弯辊力作用下的辊系弹性变形等。在轧制过程中,弯辊力可以对带钢凸度进行及时有效调整。

[0011] 本发明的一种热轧带钢凸度自动控制方法的技术方案如下:

[0012] 一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于,

[0013] 所述控制方法流程为:

[0014] 1)根据精轧出口凸度在线检测结果判断实际偏差是否在死区范围内,如果在范围内不进行调节,否则进行调节;

[0015] 2)根据一定的凸度偏差分配系数计算各机架,即F2~F4带来的凸度偏差;

[0016] 3)按照给定的凸度调节增益计算出各机架的凸度调整量;

[0017] 4)通过弯辊力转换系数计算出相应弯辊力调整量;

[0018] 5)判断弯辊力调整量是否超限,如果超限则取极限值,

[0019] 其中,所述的弯辊力调整量由下式确定:

$$[0020] \quad \Delta F_B = \alpha_i (K_P \Delta C_i + K_I \sum \Delta C_i) \quad (1)$$

$$[0021] \quad \Delta C_i = \beta_i \cdot \Delta C_7 \quad (2)$$

[0022] 其中 ΔC_7 为F7出口实测凸度与目标值的偏差,单位 μm , ΔC_i 为机架F2~F4带来的凸度偏差, β_i 为各机架凸度偏差分配系数,取值范围为1.0~5.0, K_P 、 K_I 分别为比例增益和积分增益,

[0023] α_i 为各机架弯辊力调节增益,即:

$$[0024] \quad \alpha_i = \frac{\partial F_i}{\partial C_i} \quad (3)$$

[0025] 其中 F_i 和 C_i 分别为各机架弯辊力和凸度,

[0026] K_P 比例增益,取值为0.001~0.5,

[0027] K_I 为积分增益,取值为0.001~0.5,

[0028] ΔF_B 弯辊力调整量,kN。

[0029] 根据本发明的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:

[0030] 选择精轧的F2、F3和F4作为调整机架,即在精轧出口检测到凸度偏差超过允许范围的情况下,对F2、F3和F4机架的弯辊力进行动态调节,使带钢凸度达到目标范围,

[0031] 所述凸度偏差为 $\pm 30\mu\text{m}$ 。

[0032] 根据本发明的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述弯辊力调整量范围为设备允许值,F2:1200kN、F3:1200kN、F4:1200kN。

[0033] 根据本发明的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述凸度偏差为 $\pm 20\mu\text{m}$ 。

[0034] 根据本发明的一种热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于:所述热轧带钢生产带钢的宽度为600mm~2100mm。

[0035] 根据本发明的热轧带钢凸度自动控制方法,其特征在于,所述带钢生产带钢的厚度为2mm~20mm。

[0036] 根据本发明的热轧带钢凸度自动控制方法,选择精轧的F2、F3和F4作为调整机架,即在精轧出口检测到凸度偏差超过允许范围的情况下,对F2、F3和F4机架的弯辊力进行动

态调节,使带钢凸度达到目标范围。

[0037] 在带钢厚度较大时,金属易于横向流动、凸度调整空间大。因此,选择精轧的F2、F3和F4作为调整机架,即在精轧出口检测到凸度偏差超过允许范围的条件下,对F2、F3和F4机架的弯辊力进行动态调节,使带钢凸度达到目标范围,如图3所示。

[0038] 根据本发明的热轧带钢凸度自动控制方法,弯辊力控制调整量:

[0039] 弯辊力调整量由下式确定:

$$[0040] \quad \Delta F_B = \alpha_i (K_P \Delta C_i + K_I \Sigma \Delta C_i) \quad (2)$$

$$[0041] \quad \Delta C_i = \beta_i \cdot \Delta C_7 \quad (3)$$

[0042] 其中 ΔC_7 为F7出口实测凸度与目标值的偏差(单位 μm), ΔC_i 为机架F2~F4带来的凸度偏差, β_i 为各机架凸度偏差分配系数(取值范围为1.0~5.0), K_P 、 K_I 分别为比例增益和积分增益,

[0043] α_i 为各机架弯辊力调节增益,即:

$$[0044] \quad \alpha_i = \frac{\partial F_i}{\partial C_i} \quad (4)$$

[0045] 其中 F_i 和 C_i 分别为各机架弯辊力和凸度。

[0046] K_P 为比例增益,取值为0.001~0.5。

[0047] K_I 为积分增益,通常取值为0.001~0.5。

[0048] ΔF_B 弯辊力调整量(单位kN)。

[0049] 本发明的具体流程图如图4所示。

[0050] 根据本发明,在热轧带钢生产中,如果凸度设定存在偏差,为了进行有效纠正和保证带钢全长的凸度控制精度,按照本发明提出的凸度自动控制方法,实施热轧过程带钢凸度控制,可以有效改善凸度控制,提高产品板形质量。

附图说明

[0051] 图1为带钢凸度示意图。

[0052] 图2为热轧机组示意图。

[0053] 图3为反馈控制示意图。

[0054] 图4为反馈控制流程图。

[0055] 图5为凸度实际控制示意图。

[0056] 图中,1为加热炉,2为粗轧机,3为精轧机,4为凸度检测,5为层流冷却,6为卷取机。

具体实施方式

[0057] 实施例1

[0058] 对某碳钢产品,规格2*1150mm,目标凸度30 μm (公差范围 $\pm 20\mu\text{m}$),采用本文的凸度自动控制方法进行生产,控制效果如图5所示。

[0059] 各架弯辊力设定值和动态调整后的实际值如下表1所示,最终带钢凸度实测值平均为33 μm ,达到产品要求的目标范围。

[0060] 表1 各架弯辊力(单位:kN)

[0061]

采用方法	F2	F3	F4
设定值	1200	1000	1000
减小调整后	850	730	690
增大调整后	1420	1150	1100

[0062] 实施例2

[0063] 对某碳钢产品,规格12*1380mm,目标凸度40 μm (公差范围 $\pm 20\mu\text{m}$),采用本文的凸度自动控制方法进行生产。穿带后实测带钢凸度46 μm ,各架弯辊力设定值和动态调整后的实际值如下表2所示,最终带钢凸度实测值平均为39 μm ,达到产品要求的目标范围。

[0064] 表2 各架弯辊力(单位:kN)

[0065]

采用方法	F2	F3	F4
设定值	850	780	700
调整后	1150	1080	950

[0066] 实施例3

[0067] 对不锈钢产品,规格6*1300mm,目标凸度40 μm (公差范围 $\pm 20\mu\text{m}$),采用本文的凸度自动控制方法进行生产。穿带后实测带钢凸度18 μm ,各架弯辊力设定值和动态调整后的实际值如下表3所示,最终带钢凸度实测值平均为27 μm ,达到产品要求的目标范围。

[0068] 表3 各架弯辊力(单位:kN)

[0069]

采用方法	F2	F3	F4
设定值	950	800	800
调整后	630	540	490

[0070] 根据本发明,在凸度设定存在偏差情况下,可保证带钢全长的凸度控制精度,即,为了实现热轧带钢凸度自动控制,保证带钢凸度全长均匀性,同时避免影响轧制稳定性。

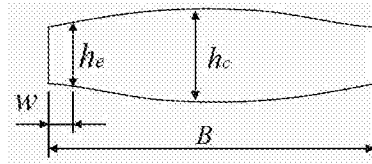


图1

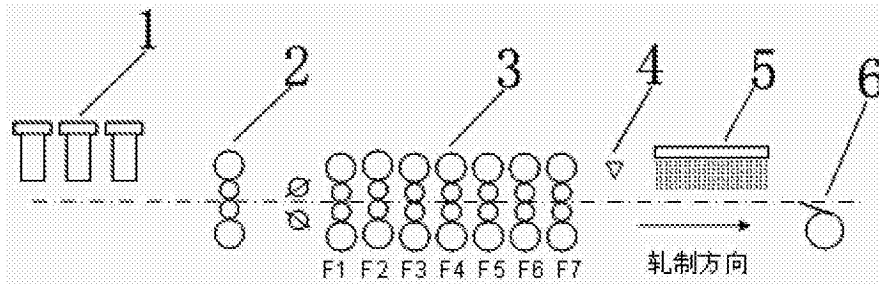


图2

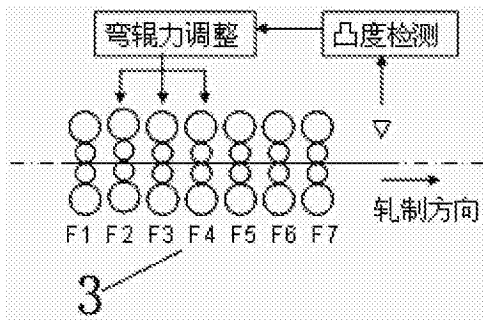


图3

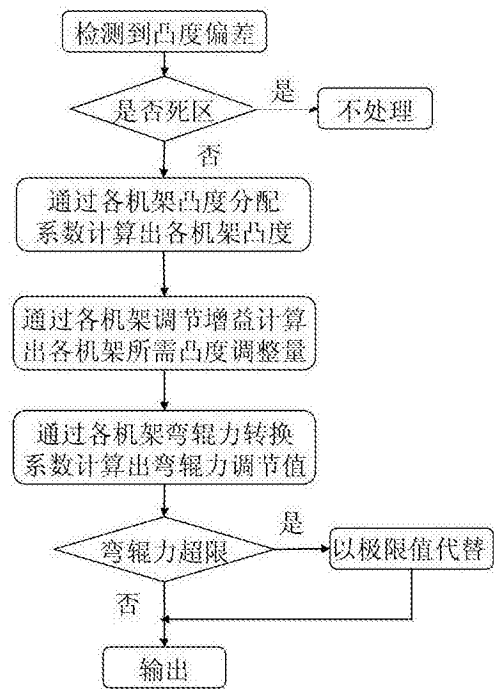


图4

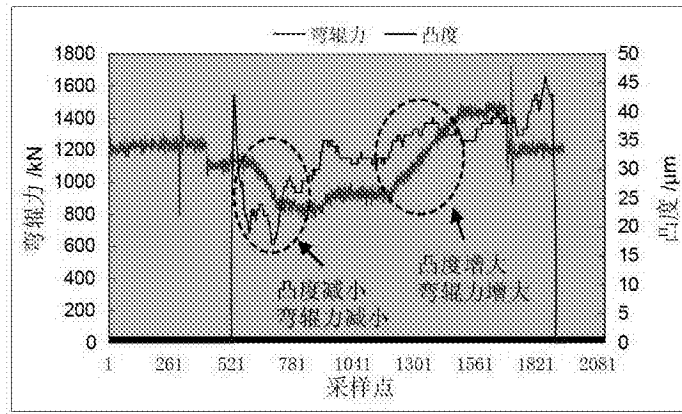


图5