



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104338752 B

(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201310315225.1

(22)申请日 2013.07.24

(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

(72)发明人 熊斐 李山青 姜正连 张春伟

(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 37/00(2006.01)

B21B 38/00(2006.01)

审查员 陈香伟

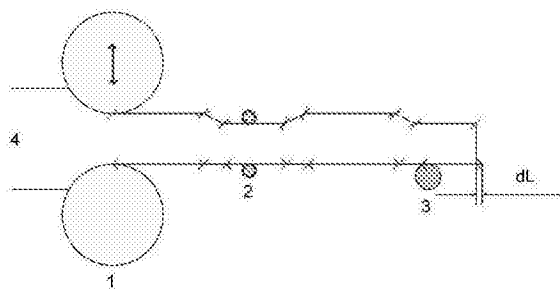
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种变厚度轧制时的长度控制方法

(57)摘要

一种变厚度轧制长度控制方法,包括下述步骤:在变厚轧制未投入时,测长辊计数为0;在变厚轧制投入时,测长辊开始记录所轧制出带材的长度,工作辊的动作如下:当所测得的长度达到 $\frac{L1}{2}$ 时,工作辊以一定压下速度下压;当测得的长度达到 $\frac{L1}{2}+T1$ 时,工作辊位置保持不再往下压;当测得的长度达到 $\frac{L1}{2}+T1+L2$ 时,工作辊以一定的速度抬起;当测得的长度达到 $\frac{L1}{2}+2\times T1+L2$ 时,工作辊位置保持不再往上抬;当测得的长度达到 $L1+L2+T1\times 2$ 时,测长辊计数清零,并重复前步骤。根据本发明,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,是一种很简便可靠的长度控制方法。



1. 一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 系在轧机辊缝出口测厚仪的后方设置测长辊, 其特征在于, 所述方法包括下述步骤:

1) 在变厚轧制未投入时, 测长辊计数为0;

2) 在变厚轧制投入时, 测长辊开始记录所测得的轧出带材的长度, 单位mm, 对应所测长度, 工作辊的动作如下:

(1) 当所测得的长度达到 $\frac{L1}{2}$ 时, 工作辊开始以一定的压下速度下压,

$\dot{y}_d \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, \dot{y}_d 为压下速度, m 为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度, $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{mm/s}$;

(2) 当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + T1$ 时, 工作辊位置保持不再往下压, 设定辊缝位置 s_1 , 范围 $[-5, 5] \text{mm}$;

(3) 当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + T1 + L2$ 时, 工作辊开始以一定的速度抬起,

$\dot{y}_u \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{mm/s}$,

\dot{y}_u 为抬起速度, m 为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度,

(4) 当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + 2 \times T1 + L2$ 时, 工作辊位置保持不再往上抬, 设定辊缝位置 s_2 , 范围 $[-5, 5] \text{mm}$;

当测得的长度达到 $L1 + L2 + T1 \times 2$, 即一个控制周期的长度, 即带材一个周期变厚度循环的长度时, 测长辊计数清零, 并重复2)所执行的步骤,

设 h_1, h_2 为变厚轧制需要达到的厚度, 单位mm, L_1, L_2 分别为对应 h_1, h_2 的带材长度, T_1 为所述两个厚度之间的过渡段长度。

2. 如权利要求1所述的一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 其特征在于: 当过渡段经过测长辊时, 在卷取张力的作用下, 测长辊所测得的轧出带材的长度与实际长度会有一些偏差, 当过渡段通过测长辊后, 一个周期测长辊测的长度偏差为:

$$\delta L = L' - L = 2 \times \left[\sqrt{(T_1)^2 + \left(\frac{h_1 - h_2}{2} \right)^2} - T_1 \right]$$

L' : 在卷取张力的作用下, 测长辊所测得的轧出带材的长度,

L : 是轧出带材的实际长度,

L_{total} : 变厚控制投入后轧出带材的总长度。

3. 如权利要求2所述的一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 其特征在于: 对工作辊的动作时刻进行补偿的具体控制方案如下:

控制系统中设置两个计数器, 一个用于记录每个控制周期测长辊测得的轧出带材的长度 L , 另一个用于记录变厚控制投入后轧出带材的总长度 L_{total} ;

1) 在变厚轧制未投入时, 计数器计数均为0, 即 $L = L_{\text{total}} = 0$;

2) 在变厚轧制投入时, 测长辊开始记录所测得的长度, 对应所测长度工作辊的动作如下:

若 $L_{\text{total}} \leq L_0$,

(1) 当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时, 工作辊开始以一定的压下速度 \dot{y}_d 往下压;

(2) 当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + \delta_2$ 时, 工作辊位置保持不再往下压;

(3) 当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + L2 + \delta_3$ 时, 工作辊开始以一定的速度 \dot{y}_u 抬起;

(4) 当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times T1 + L2 + \delta_4$ 时, 工作辊位置保持不再往上抬,

$\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ 为补偿值, 分别为 4—40mm 范围,

$L0$: 轧机辊缝出口到测长辊的距离。

4. 如权利要求 3 所述的一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 其特征在于: 若不满足 $L_{total} \leq L0$,

(1) 当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时, 工作辊开始以一定的压下速度 \dot{y}_d 往下压;

(2) 当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_2$ 时, 工作辊位置保持不再往下压;

(3) 当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_3$ 时, 工作辊开始以一定的速度 \dot{y}_u 抬起;

(4) 当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_4$ 时, 工作辊位置保持不再往上抬。

5. 如权利要求 3 所述的一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 其特征在于: 若 $L_{total} \leq L0$, 当测得的长度达到 $L1 + L2 + 2 \times T1 + \delta_4$ 时, L 清零, 并重复 2) 所执行的步骤;

否则, 当测得的长度达到 $L1 + L2 + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_4$ 时, L 清零, 并重复 2) 所执行的步骤。

6. 如权利要求 1 所述的一种冷轧变厚度轧制时的长度控制方法, 其特征在于: 步骤 2) 之 (1)、(3), 所述 $\dot{x}_{min} \geq 150 \text{ mm/s}$ 。

一种变厚度轧制时的长度控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及冷轧轧制领域,具体地,本发明涉及一种在变厚度轧制时控制等厚段及过渡段长度的方法。该方法在轧机辊缝出口测厚仪的后方安置有测长辊,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,对每个周期的长度进行控制,以减少累计误差对长度控制的影响,进而达到控制出口各段长度的目的。

背景技术

[0002] 汽车轻量化是目前全球汽车行业研究的重点课题之一,变厚度板材又以其显著的减重效果获得了汽车行业的认同,因此,这种可根据负载情况进行设定厚度轮廓的板材将来的市场需求不断增加。

[0003] 为了实现汽车轻量化的目标,目前汽车行业正在推广使用一种通过轧制得到的厚度连续变化的带材——变厚板。这种变厚板的轧制称为变厚轧制,与常规轧制不同,常规轧制的辊缝设定值是不变的,只是根据实际出口的厚度对辊缝进行微调;而变厚轧制时轧辊的辊缝在轧制过程中设定值是根据出口轮廓的要求不断变化的,如此才能保证出口的厚度按照设定的轮廓不断变化(见图1)。

[0004] 变厚板轧制的关键就是要控制好出口带材的厚度和长度精度,变厚度板的轮廓(各个等厚段的厚度和长度,厚度过渡段的长度)是根据该板材使用时所要承受的负载情况决定的,因此,为了后续的处理,轧制时必须保证成品的厚度及长度精度。这与常规轧制只需保证厚度精度不同,变厚轧制还需要对各等厚度、过渡段的长度进行控制。

[0005] 申请人为东北大学、专利号为“200910012395.6”的发明专利采用微跟踪的方法对变厚轧制的各段长度进行跟踪和控制,以保证长度精度,该方法较为复杂,将带材的每个区段分别进行微跟踪,在一个轮廓周期中需要多次确定区段起始点。根据所述周期变厚度带材轧制过程中轧件的微跟踪方法及系统,包括如下步骤:在轧件上对周期变厚度带材的厚区、薄区和过渡区进行分区;设定来料种类是均一厚度轧件还是周期变厚度轧件;确定轧制起始点;对轧制过程中轧制长度进行微跟踪,并对周期变厚度轧件进行跟踪修正。系统包括轧机,在轧机的两侧分别设置有卷取机,在卷取机与轧机之间设置有测长辊;在轧机的两侧分别设置有测厚仪;在卷取机上设置有卷径测量仪;在轧机上设置有轧制力传感器、液压缸,在测长辊下面设置有张力计;在测长辊上设置有脉冲编码器;所述的测厚仪、卷径测量仪、轧制力传感器、液压缸的位移传感器、张力计及脉冲编码器分别与计算机控制系统相连。

[0006] 上述专利技术系对一个变厚度周期的每个等厚段、过渡段长度进行了分别的跟踪;而非对一个变厚度周期的总长度(包含了各个等厚段、过渡段)进行跟踪,且未考虑在张力作用下测长辊测量的轧后带材长度与实际长度之间的偏差,从而,上述方法控制的长度精度有待提高。

发明内容

[0007] 本发明的内容是用一种较为简单的方式对轧件成品的长度进行控制。

[0008] 根据本发明涉的一种在变厚度轧制时控制等厚段及过渡段长度的方法,在轧机辊缝出口测厚仪的后方安置有测长辊,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,对每个周期的长度进行控制,以减少累计误差对长度控制的影响,进而达到控制出口各段长度的目的。

[0009] 为达到上述目的,本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法的具体技术方案如下:

[0010] 一种冷轧变厚度轧制的长度控制方法,系在轧机辊缝出口测厚仪的后方设置测长辊,其特征在于,所述方法包括下述步骤:

[0011] 1)在变厚轧制未投入时,测长辊计数为0;

[0012] 2)在变厚轧制投入时,测长辊开始记录所测得的轧出带材的长度(mm),对应所测长度,工作辊的动作如下:

[0013] (1)当所测得的长度达到 $\frac{L1}{2}$ 时,工作辊开始以一定的压下速度下压,

[0014] $\dot{y}_d \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, \dot{y}_d 为压下速度,m为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度, $\dot{x}_{\min} \geq 100\text{mm/s}$,

[0015] (2)当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + T1$ 时,工作辊位置保持不再往下压,即设定辊缝位置 s_1 ,范围 $[-5, 5]\text{mm}$;

[0016] (3)当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + T1 + L2$ 时,工作辊开始以一定的速度(mm/s)抬起,
 $\dot{y}_u \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, $\dot{x}_{\min} \geq 100\text{mm/s}$,

[0017] \dot{y}_u 为抬起速度,m为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度,

[0018] (4)当测得的长度达到 $\frac{L1}{2} + 2 \times T1 + L2$ 时,工作辊位置保持不再往上抬);

[0019] 3)当测得的长度达到 $L1 + L2 + T1 \times 2$,即一个控制周期的长度,即带材一个周期变厚度循环单的长度时,测长辊计数清零,并重复2)所执行的步骤,

[0020] h_1, h_2 为变厚轧制需要达到的厚度(mm), L_1, L_2 分别为对应 h_1, h_2 的带材长度, T_1 为所述两个厚度之间的过渡段长度。

[0021] 根据本发明,设定辊缝位置 s_2 ,范围 $[-5, 5]\text{mm}$ 与 s_1 的区别是在步骤(2)与(4),工作辊保持在两个不同的水平位置,即辊缝不同。

[0022] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法,其特征在于:当过渡段经过测长辊时,在卷取张力的作用下,测长辊所测得的轧出带材的长度与实际长度会有一些偏差,当过渡段通过测长辊后,一个周期测长辊测的长度偏差为:

$$[0023] \quad \Delta L = L' - L = 2 \times \left[\sqrt{(T_1)^2 + \left(\frac{h_1 - h_2}{2}\right)^2} - T_1 \right]$$

[0024] L' :在卷取张力的作用下,测长辊所测得的轧出带材的长度,

[0025] L :是轧出带材的实际长度,

[0026] L_{total} 变厚控制投入后轧出带材的总长度。

[0027] 控制系统中设置两个计数器,一个用于记录每个控制周期测长辊测得的轧出带材

的长度L,另一个用于记录变厚控制投入后轧出带材的总长度 L_{total} 。

[0028] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法,其特征在于:所述对工作辊的动作时刻进行补偿的具体控制方案如下:

[0029] 1)在变厚轧制未投入时,计数器计数均为0,即 $L=L_{total}=0$;

[0030] 2)在变厚轧制投入时,测长辊开始记录所测得的长度,对应所测长度工作辊的动作如下:

[0031] 若 $L_{total} \leq L_0$,

[0032] (1)当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时,工作辊开始以一定的压下速度 \dot{y}_d 往下压;

[0033] (2)当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + \delta_2$ 时,工作辊位置保持不再往下压;

[0034] (3)当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + L2 + \delta_3$ 时,工作辊开始以一定的速度 \dot{y}_u 抬起;

[0035] (4)当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times T1 + L2 + \delta_4$ 时,工作辊位置保持不再往上抬,

[0036] $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ 为补偿值,分别为4—40mm范围,

[0037] L_0 :轧机辊缝出口到测长辊的距离,每个控制周期测长辊测得的长度L,另一个用于记录变厚控制投入后的总长度 L_{total} 。

[0038] $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4$ 为补偿值,分别取决于执行机构的电气和机械系统的响应时间、控制程序的运行时间因素。

[0039] 根据本发明所述的一种变厚度轧制时的长度控制方法,其特征在于:若不满足 $L_{total} \leq L_0$,

[0040] (1)当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时,工作辊开始以一定的压下速度 \dot{y}_d 往下压;

[0041] (2)当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_2$ 时,工作辊位置保持不再往下压;

[0042] (3)当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_3$ 时,工作辊开始以一定的速度 \dot{y}_u 抬起;

[0043] (4)当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_4$ 时,工作辊位置保持不再往上抬。

[0044] 根据本发明所述的一种变厚度轧制时的长度控制方法,其特征在于:若 $L_{total} \leq L_0$,当测得的长度达到 $L1+L2+2 \times T1+\delta_4$ 时,L清零,并重复2)所执行的步骤;

[0045] 否则,当测得的长度达到 $L1+L2+2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_4$ 时,L清零,并重复2)所执行的步骤。

[0046] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法,其特征在于:在步骤2)之(1),所述 $\dot{x}_{min} \geq 100 \text{ mm/s}$ 。

[0047] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法,其特征在于:在步骤2)之

(2), 所述 $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{ mm/s}$ 。

[0048] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法, 其特征在于: 在步骤2)之(1)所述 $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{ mm/s}$ 。

[0049] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法, 其特征在于: 在步骤2)之(2), 所述 $\dot{x}_{\min} \geq 150 \text{ mm/s}$ 。

[0050] 根据本发明所述的一种变厚度轧制的长度控制方法, 所述工作辊的压下速度及抬起速度, 即工作辊在垂直水平方向的运动速度 $\dot{y} \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, \dot{y} (即包括 \dot{y}_d 和 \dot{y}_u) 为工作辊在垂直水平方向的运动速度, m 为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度。

[0051] 测长辊实际是一个被动辊, 当轧制开始的时候, 带材会带动测长辊转动, 这样, 根据测长辊的角速度及测长辊半径, 就可以换算出轧出带钢的长度。

[0052] 在步骤2), 在液压系统的有载压下速度范围内, 压下速度与轧制速度、过渡段的斜率要求有关 $\dot{y}_d \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, \dot{y}_d 为压下速度, m 为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度具体范围? 最小轧制速度是机组可以保持稳定运行的速度, 与机组设计有关, 一般 $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{ mm/s}$ 。

[0053] 在步骤2), 在液压系统的有载压下速度范围内, 抬起速度与轧制速度、过渡段的斜率要求有关 $\dot{y}_u \geq m \cdot \dot{x}_{\min}$, \dot{y}_u 为抬起速度, m 为过渡段斜率, \dot{x}_{\min} 为最小轧制速度, 最小轧制速度是机组可以保持稳定运行的速度, 与机组设计有关, 一般 $\dot{x}_{\min} \geq 100 \text{ mm/s}$ 。

[0054] 所述 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 的补偿值, 这些值由轧制速度、压下缸的响应速度、控制系统的执行周期等因素决定(在实际调试过程中总结)。

[0055] 在变厚度轧制的时候, 理想的轧制过程如图1所示, 如果目标轮廓如图2所示, 则在设定的时候以 $L_{\text{cycle}} = L1 + L2 + T1 \times 2$ 为一个周期进行控制。

[0056] 控制系统中设置两个计数器, 一个用于记录每个控制周期测长辊测得的轧出带材的长度 L , 另一个用于记录变厚控制投入后轧出带材的总长度 L_{total} 。

[0057] 如图3所示, 从变厚轧制伊始, 可将将轧制过程进行分解。

[0058] 如果带材不打滑, 则经过辊缝出口与经过测长辊的带材长度是相等的, 因此, 本发明提出在目标轮廓(设定的各段长度、厚度)的基础上, 根据测长辊测得的带材长度来控制工作辊的压下或者抬起。

[0059] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法, 当测得的长度达到 $L1 + L2 + T1 \times 2$ (即一个控制周期的长度)时, 测长辊计数清零, 并重复2)所执行的步骤。

[0060] 然而, 当有过渡段经过测长辊时, 在卷取张力的作用下, 机组测长辊所测得的长度与实际长度可能会有一些偏差(如图4所示)。

[0061] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法, 假设所要轧制的目标轮廓包含两个等厚度段(厚度分别为 $h1$ 、 $h2$, 长度分别为 $L1$ 、 $L2$, 两个厚度之间的过渡段长度为 $T1$), 如图4所示。

[0062] 理论上测长辊3所测得的带材长度与辊缝出口的长度是一致的, 因此, 可以根据测长辊的测得的长度对工作辊1的位置进行控制, 达到长度控制的目的。

[0063] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法, 根据图2、4, 可知测长辊所测得的长度与实际带钢的长度是有偏差的, 以图4所示的轮廓为例, 一个周期测长辊所测得的实

实际轮廓应该是：

$$[0064] \quad L' = L1 + L2 + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2}$$

[0065] 因此,当过渡段通过测长辊后,一个周期的长度偏差为:

$$[0066] \quad \delta L = L' - L = 2 \times \left[\sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} - T1 \right]$$

[0067] 考虑到执行机构(如控制周期、液压缸等)的滞后,在调试过程中,根据实际数据,将对工作辊的动作时刻进行补偿。

[0068] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法,此时控制系统中将设置两个计数器,一个用于记录每个控制周期测长辊测得的长度L,另一个用于记录变厚控制投入后的总长度 L_{total} ,具体控制方案如下:

[0069] 3)在变厚轧制未投入时,计数器计数均为0,即 $L = L_{total} = 0$;

[0070] 4)在变厚轧制投入时,测长辊开始记录所测得的长度,对应所测长度工作辊的动作如下:

[0071] 若 $L_{total} \leq L0$,

[0072] 当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时,工作辊开始以一定的压下速度往下压;

[0073] 当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + \delta_2$ 时,工作辊位置保持不再往下压;

[0074] 当 $L = \frac{L1}{2} + T1 + L2 + \delta_3$ 时,工作辊开始以一定的速度抬起;

[0075] 当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times T1 + L2 + \delta_4$ 时,工作辊位置保持不再往上抬。

[0076] 否则,

[0077] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法,

[0078] 当 $L = \frac{L1}{2} + \delta_1$ 时,工作辊开始以一定的压下速度往下压;

[0079] 当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_2$ 时,工作辊位置保持不再往下压;

[0080] 当 $L = \frac{L1}{2} + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_3$ 时,工作辊开始以一定的速度抬起;

[0081] 当 $L = \frac{L1}{2} + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + L2 + \delta_4$ 时,工作辊位置保持不再往上抬;

[0082] 5)若 $L_{total} \leq L0$,当测得的长度达到 $L1 + L2 + 2 \times T1 + \delta_4$ 时,L清零,并重复2)所执行的步骤。

[0083] 否则,

[0084] 根据本发明的一种变厚度轧制时的长度控制方法,当测得的长度达到 $L1 + L2 + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_4$

时,L清零,并重复2)所执行的步骤。

[0085] 以上,L0为辊缝到测长辊的距离, δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 是提到的补偿值,这些值由轧制速度、压下缸的响应速度已经控制系统的执行周期等因素决定。

[0086] 根据本发明的一种在变厚度轧制时控制等厚段及过渡段长度的方法,在轧机辊缝出口测厚仪的后方安置有测长辊,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,对每个周期的长度进行控制,以减少累计误差对长度控制的影响,进而达到控制出口各段长度的目的。

附图说明

[0087] 图1变厚轧制示意图。

[0088] 图2变厚板目标轮廓图。

[0089] 图3变厚度轧制过程分解示意图。

[0090] 图4为变厚轧制长度测量情况示意图。

[0091] 图5为变厚轧制轮廓设定示意图。

[0092] 图6为本发明实施例的示意图。

[0093] 图7A,7B分别为本发明实施例步骤2)之(1),(2)的示意图。

[0094] 图8A,8B分别为本发明实施例步骤2)之(3),(4)的示意图。

[0095] 图9A,9B分别为本发明实施例步骤2)之(5),(6)的示意图。

[0096] 图10为本发明实施例步骤2)之(7),(8)的示意图。

[0097] 图中,1:工作辊,2:测厚仪,3:测长辊,4带材。

具体实施方式

[0098] 以下,举实施例,具体说明本发明的在变厚度轧制时控制等厚段及过渡段长度的方法。

[0099] 在轧机辊缝出口测厚仪的后方安置有测长辊,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,对每个周期的长度进行控制,以减少累计误差对长度控制的影响,进而达到控制出口各段长度的目的。

[0100] 实施例1

[0101] 某样件要求轧后轮廓如图5所示,轧机辊缝出口到测厚仪的距离为 $L_{\text{gauge}}=1500\text{mm}$,轧机辊缝出口到测长辊的距离为 $L_0=1800\text{mm}$ 。

[0102] 按图5的示意, $h_1=2.0\text{mm}$ 、 $L_1=200\text{mm}$ 、 $T_1=100\text{mm}$ 、 $h_2=1.0\text{mm}$ 、 $L_2=700\text{mm}$,一个控制周期是 $L_{\text{cycle}}=L_1+L_2+2\times T_1=200+700+100\times 2=1100\text{mm}$,轧制速度保持在 $v=100\text{mm/s}$.控制步骤如下,见图6。

[0103] 1)在变厚轧制未投入时,轧机以 $v=100\text{mm/s}$ 的速度稳定运行,此时辊缝出口厚度为 h_0 ,控制系统两个计数器计数均为0,即 $L=L_{\text{total}}=0$;

[0104] 2)在变厚轧制投入时,轧机速度不变,测长辊开始累积所测得的长度 L 、 L_{total} ,对应所测长度工作辊的动作如下:

[0105] 1.当 $L=L_{\text{total}}\leq\frac{L_1}{2}+\delta_1=100-0.5=99.5\text{mm}$ 时,轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝

S1;

[0106] 2. 当 $L = L_{total} = 99.5\text{mm}$ 时, 工作辊开始以 $v_g = 1\text{mm/s}$ 的速度往下压, 一直到 $L = L_{total} = \frac{L1}{2} + T1 + \delta_2 = \frac{200}{2} + 100 - 0.5 = 199.5\text{mm}$ 时, 工作辊达到设定辊缝 s_2 , 不再往下压(见下图7A-B);

[0107] 3. 当 $L = L_{total} \leq \frac{L1}{2} + T1 + L2 + \delta_3 = \frac{200}{2} + 100 + 700 - 1.0 = 899\text{mm}$ 时, 轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝 s_2 ;

[0108] 4. 当 $L = L_{total} = 899\text{mm}$ 时, 工作辊开始以 $v_g = 1\text{mm/s}$ 的速度抬起(见下图8A-B);

[0109] 5. 当 $L = L_{total} = \frac{L1}{2} + T1 \times 2 + L2 + \delta_4 = \frac{200}{2} + 100 \times 2 + 700 - 0.5 = 999.5\text{mm}$ 时, 工作辊达到设定辊缝 s_1 , 不再往上抬;

[0110] 6. 当 $L_{total} \leq \frac{L1}{2} + T1 \times 2 + L2 + L1 + \delta_1 = \frac{200}{2} + 100 \times 2 + 700 + 200 - 0.5 = 1199.5\text{mm}$ 时, 轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝 s_1 ; 在此期间, $L_{total} > L_{cycle}$, 对于 L 累积满 L_{cycle} 后重新置零并开始再次累积, 判断条件是 $L < \frac{L1}{2} + \delta_1$; 此时, 由于变厚轧制的带钢尚未通过测厚仪, 无法识别轧后轮廓并对轧制进行反馈调节(见图9A-B);

[0111] 7. 当 $L_{total} = 1199.5\text{mm}$ 、 $L = 99.5\text{mm}$ 时, 工作辊开始以 $v_g = 1\text{mm/s}$ 的速度往下压, 一直到 $L_{total} = 1200 + T1 + \delta_2 = 1200 + 100 - 0.5 = 1299.5\text{mm}$ 、 $L = 199.5\text{mm}$ 时, 工作辊达到设定辊缝 s_2 , 不再往下压;

[0112] 8. 当 $L_{total} \leq 1300 + L2 + \delta_3 = 1300 + 700 - 1.0 = 1999\text{mm}$ 、 $L \leq 899\text{mm}$ 时, 轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝 s_2 。在此期间, $L_{total} \geq 1500$, 即变厚轧制的带钢已经通过了出口测厚仪, 可以开始记录变厚轧制测出口轮廓; $L_{total} \geq 1800$, 在张力的作用下, 按原来的计长方式会导致长度偏差, 具体的偏差值为(见图10):

$$[0113] \quad \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h2-h1}{2}\right)^2} - T1 = \sqrt{100^2 + 0.25} - 100 = 0.01\text{mm}$$

[0114] 当随着轧制长度的增加, 该偏差会发生累积, 导致长度越来越不准。因此, 在此后的控制中必须对该偏差加以考虑, 需要重新定义 L_{cycle} , 即

$$[0115] \quad L_{cycle} = L1 + L2 + 2 \times \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} = 200 + 700 + 100.001 \times 2 = 1100.002\text{mm}$$

[0116] 9. 当 $L_{total} = 1999\text{mm}$ 、 $L = 899\text{mm}$ 时, 工作辊开始以 $v_g = 1\text{mm/s}$ 的速度抬起;

[0117] 10. 当 $L_{total} = 2000 + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_1 = 2000 + \sqrt{100^2 + 0.25} - 0.5 = 2099.501\text{mm}$ 、 $L = 999.501\text{mm}$ 时工作辊达到设定辊缝 s_1 , 不再往上抬;

[0118] 11. 当 $L_{total} \leq 2100.001 + L1 + \delta_1 = 2100.001 + 200 - 0.5 = 2299.501\text{mm}$ 时, 辊缝轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝, 当期间 $L = 1100.001\text{mm}$ 时, 计数器清零, 此时测厚仪测得的厚度值可用于厚度反馈控制, 对应 s_1 、 s_2 , 得到修正的辊缝 s'_1 、 s'_2 ;

[0119] 12. 当 $L_{total} = 2100.001 + L1 + \delta_1 = 2299.501\text{mm}$ 、 $L = 99.501\text{mm}$ 时, 工作辊开始以 $v_g =$

1mm/s的速度往下压,一直到 $L_{total} = 2300.001 + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_2 = 2300.001 + 100.001 - 0.5 = 2399.502mm$ 、 $L = 199.501mm$

时,工作辊达到设定辊缝 s'_2 ,不再往下压;

[0120] 13.当 $L_{total} \leq 2400.002 + L2 + \delta_3 = 2400.002 + 700 - 1.0 = 3099.002mm$ 、 $L \leq 899.001mm$,轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝 s'_2 ;

[0121] 14.当 $L_{total} = 3099.002mm$ 、 $L = 899.001mm$ 时,工作辊工作辊开始以 $v_g = 1mm/s$ 的速度往上抬,一直到

$L_{total} = 3100.002 + \sqrt{(T1)^2 + \left(\frac{h1-h2}{2}\right)^2} + \delta_4 = 3100.002 + 100.001 - 0.5 = 3199.503mm$ 、 $L = 999.502mm$

时,工作辊达到修正的辊缝 s'_1 ,不再往上抬;

[0122] 15.当 $L_{total} \leq 3200.003 + L1 + \delta_1 = 3200.003 + 200 - 0.5 = 3399.503mm$ 时,辊缝轧辊位置保持在控制系统设定的辊缝 s'_1 ,当期间 $L = 1100.002mm$ 时,计数器清零,此时测厚仪测得的厚度值可用于厚度反馈控制,得到修正的辊缝 s''_1 、 s''_2 ;

[0123] 16.重复步骤12至15。

[0124] 以上介绍了变厚度轧制的长度控制过程,其中由于设备的滞后设定了补偿值 $\delta_1 = -0.5mm$ 、 $\delta_2 = -1.0mm$ 、 $\delta_3 = -0.5mm$ 、 $\delta_4 = -0.5mm$ 。

[0125] 根据本发明的一种在变厚度轧制时控制等厚段及过渡段长度的方法,在轧机辊缝出口测厚仪的后方安置有测长辊,根据测长辊所测得的长度,并参考设定的带材轮廓,对工作辊的压下位置进行实时调整,对每个周期的长度进行控制,以减少累计误差对长度控制的影响,进而达到控制出口各段长度的目的。本发明根据测长辊的计数对辊缝进行调节,并根据实测数据对辊缝调节时刻进行补偿,本发明无需对现有的变厚度轧制机组进行设备上的改动,只需控制程序即可实现,是一种很简便可靠的长度控制方法。

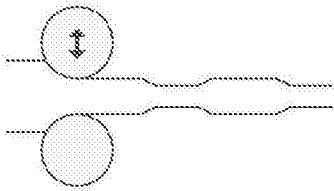


图1

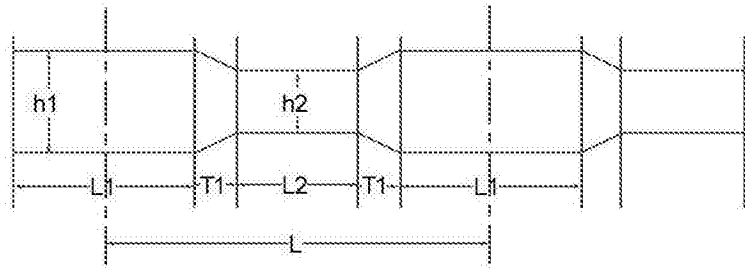
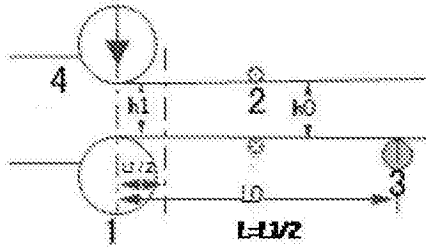
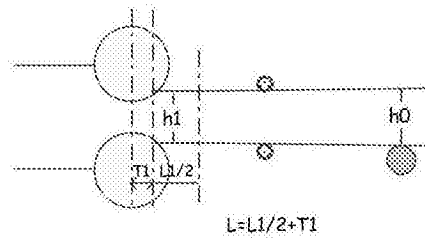


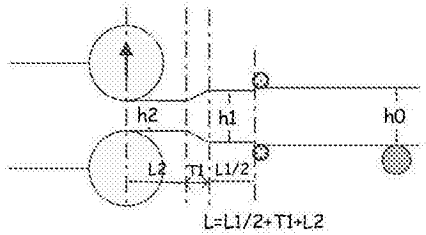
图2



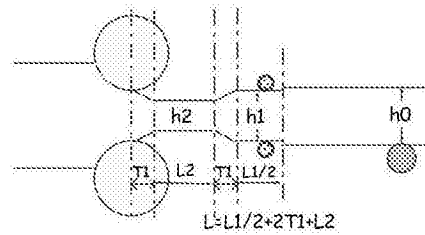
(a)



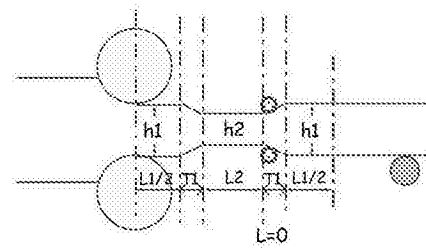
(b)



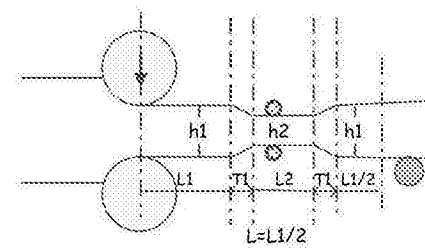
(c)



(d)



(e)



(f)

图3

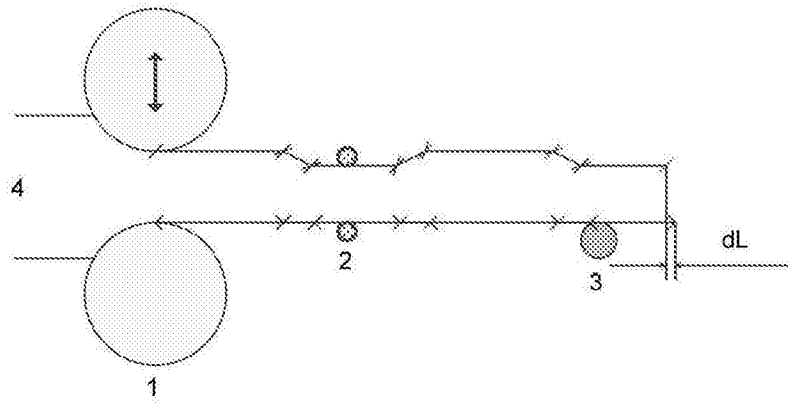


图4

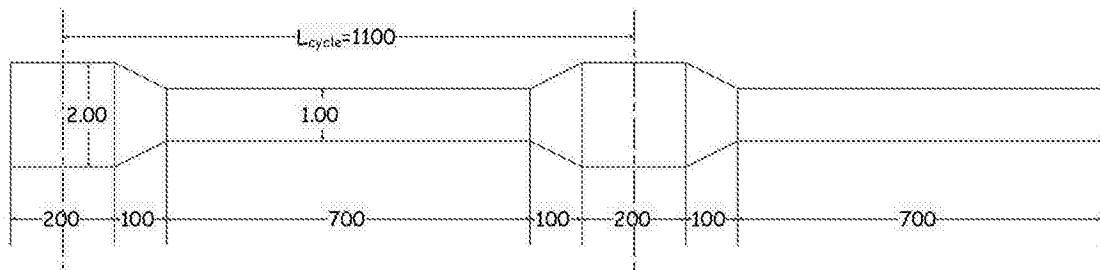


图5

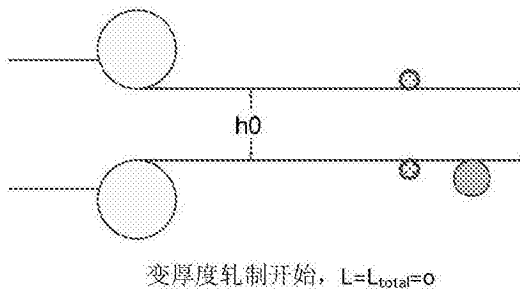


图6

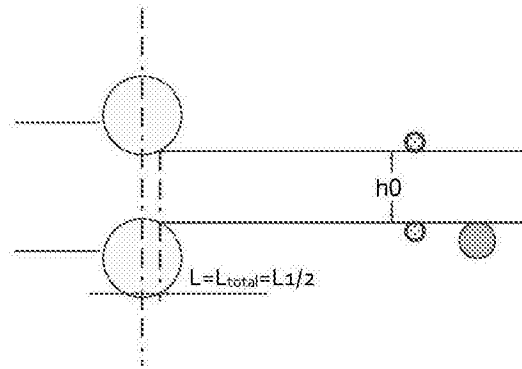


图7A

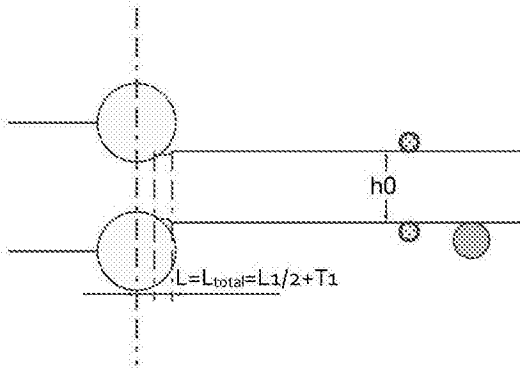


图7B

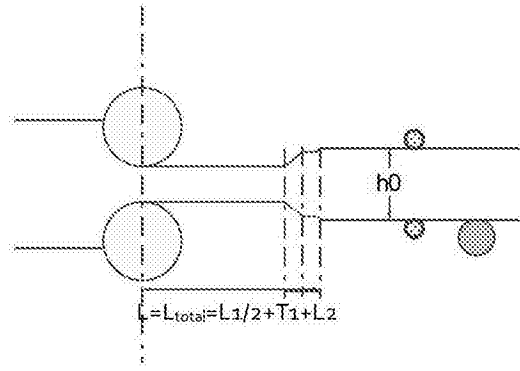


图8A

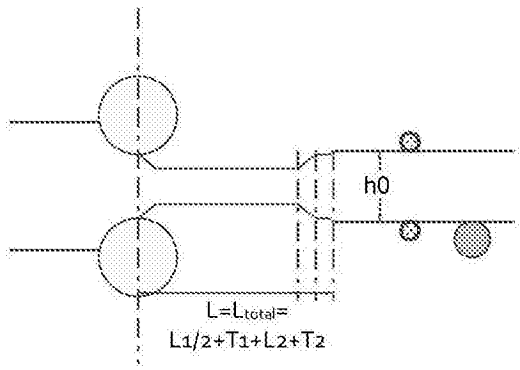


图8B

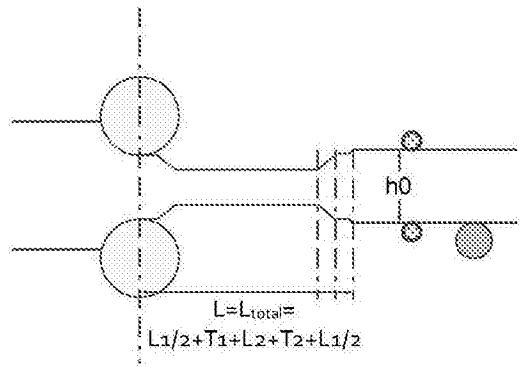


图9A

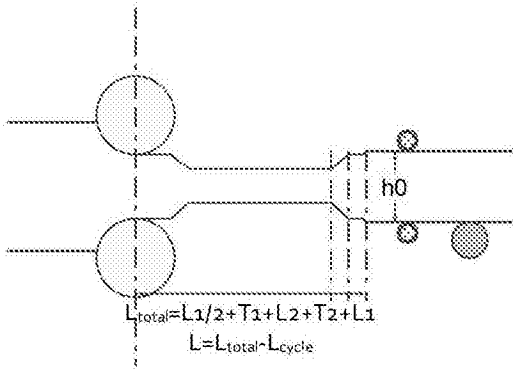


图9B

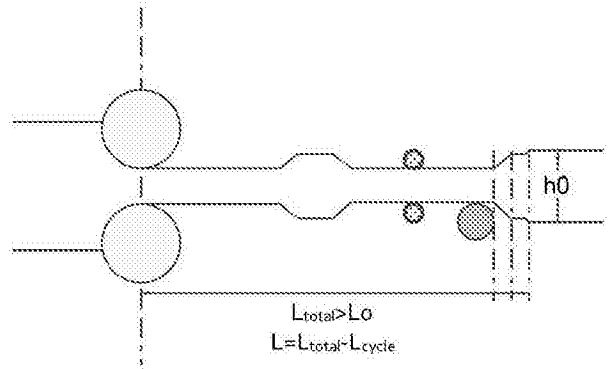


图10