



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101203334 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 200680022693. 8

(22) 申请日 2006. 05. 24

(30) 优先权数据

0506425 2005. 06. 23 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 12. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2006/001199 2006. 05. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02006/136670 FR 2006. 12. 28

(73) 专利权人 西门子 VAI 金属技术股份公司

地址 法国圣沙蒙

(72) 发明人 米歇尔·阿比·卡拉姆

斯蒂芬尼·古特布罗泽

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 范晓斌

(51) Int. Cl.

B21B 37/16(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 5-293523 A, 1993. 11. 09, 说明书第 7 栏第 33 段至说明书第 11 栏第 69 段.

JP 8-323408 A, 1996. 12. 10, 说明书第 3 栏倒数第 6 行 - 第 4 栏倒数第 28 行, 图 1.

JP 3-42109 A, 1991. 02. 22, 全文.

US 5495735 A, 1996. 03. 05, 全文.

US 20040221633 A1, 2004. 11. 11, 说明书第 3 页第 9 段至说明书第 5 页第 26 段.

审查员 傅晓亮

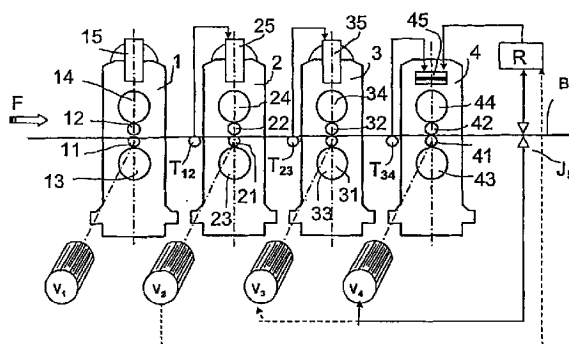
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

串联式轧制设备输出端的轧制制品的厚度调节方法与装置

(57) 摘要

本发明涉及在串联式轧制设备输出端轧制制品 (B) 的最终厚度的调节方法与装置, 可消除制品的周期性厚度变化缺陷。本发明特别适用于串联式金属带冷轧机。根据本发明的方法, 使用至少一个机架 (4), 其位于串联式轧机的输出端, 配有液压夹紧装置 (45), 并且, 借助于调谐到缺陷的频率上的调节器 (R), 在该机架, 对整个轧制设备上在上游产生的周期性厚度变化缺陷实施补偿。根据本发明的方法, 厚度缺陷用厚度计 (J_s) 加以检测。本发明还涉及使用所述方法的装置和设备。



1. 轧制品 (B) 在轧制设备的输出端的最终厚度的调节方法,所述轧制设备具有至少两个串列式轧机机架,所述机架配有可调节的轧辊夹紧装置,所述设备连接至输出厚度自动调节装置和一般的速度控制装置,所述输出厚度自动调节装置自动调节制品的输出厚度及其在两个连续的机架之间的每个轧道中的张力,所述一般的速度控制装置控制轧机机架组的速度,其特征在于,液压操纵夹紧装置 (45) 至少安装在最后一个机架上;所述调节方法实施带材 (B) 上出现的周期性厚度缺陷的补偿,所述周期性厚度缺陷可借助于调谐到所述周期性缺陷的频率上的调节器 (R),通过作用于所述液压操纵夹紧装置,而在串列式轧机上测得。

2. 根据权利要求 1 所述的轧制品 (B) 的最终厚度调节方法,其特征在于,待补偿的周期性厚度缺陷由厚度计 (J_5) 加以检测。

3. 根据权利要求 2 所述的轧制品 (B) 的最终厚度调节方法,其特征在于,周期性厚度缺陷由串列式轧机机架的机械缺陷引起。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其特征在于,待补偿的制品 (B) 的周期性厚度缺陷由串列式轧机机架的轧辊的偏心度缺陷引起。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其特征在于,由第 i 列机架的轧辊 (31, 32, 33, 34) 的偏心度缺陷引起的制品 (B) 的周期性厚度缺陷,通过调节装置 (R) 对位于所述第 i 列机架下游的至少一个机架的液压夹紧装置 (45) 的作用加以补偿。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于,由第 i 列机架的轧辊的偏心度缺陷引起的制品 (B) 的周期性厚度缺陷,通过调节装置 (R) 对位于所述第 i 列机架下游的最近的机架的液压夹紧装置的作用加以补偿,并且为所述第 i 列机架配设液压操纵夹紧装置和下游厚度计。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法,其特征在于,由第一串列式轧机机架的轧辊的偏心度缺陷引起的制品 (B) 的周期性厚度缺陷,通过调节装置 (R) 对所述串列式轧机的最后一个机架 (5) 的液压夹紧装置 (45) 的作用全部得到补偿。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法,其特征在于,由串列式轧机的最后一个机架 (4) 的轧辊 (41, 42, 43, 44) 的偏心度缺陷引起的制品 (B) 的周期性厚度缺陷,通过调节装置对串列式轧机的所述最后一个机架 (4) 的液压夹紧装置 (45) 的作用加以补偿。

9. 带材 (B) 在轧制设备输出端的厚度调节装置,所述轧制设备具有至少两个串列式轧机机架,所述机架配有可调节的轧辊夹紧装置,至少在最后一个机架上具有液压操纵装置 (45),所述设备连接至输出厚度自动调节装置和一般的速度控制装置,所述输出厚度自动调节装置自动调节制品 (B) 的输出厚度及其在两个连续的机架之间的每个轧道中的张力,所述一般的速度控制装置控制轧机机架组的速度,其特征在于,所述厚度调节装置还包括至少一个补偿电路 (R),所述至少一个补偿电路 (R) 用于补偿在轧制的带材 (B) 上出现的周期性厚度缺陷,从厚度计 (J_5) 的信号获得补偿信号 (c),并且以闭合电路实时地作用于液压操纵夹紧装置 (45)。

10. 根据权利要求 9 所述的带材厚度调节装置,其特征在于,带材 (B) 的周期性厚度缺陷由串列式轧机机架的机械缺陷引起。

11. 根据权利要求 9 所述的带材 (B) 的厚度调节装置,其特征在于,补偿装置具有谐振电路 (R),所述谐振电路 (R) 调谐到待校正的周期性缺陷的频率上。

12. 根据权利要求 9 所述的带材 (B) 的厚度调节装置, 其特征在于, 补偿各种不同的周期性缺陷的补偿装置具有谐振电路, 每个谐振电路调谐到待校正的周期性缺陷之一的频率上。

13. 根据权利要求 9 至 12 中任一项所述的带材 (B) 的厚度调节装置, 其特征在于, 第 i 列机架的周期性缺陷的补偿装置, 施作用于位于所述第 i 列机架下游的第一机架的液压夹紧装置 (45), 所述第一机架配有轧辊夹紧力调节装置, 并且在位于所述第 i 列机架下游的所述轧机机架的输出端配有厚度计。

14. 根据权利要求 9 至 12 中任一项所述的带材 (B) 的厚度调节装置, 其特征在于, 第一串列式轧机机架的周期性缺陷的补偿装置, 利用串列式轧机的输出厚度计 (J_5) 的信号, 完全施作用于串列式轧机的最后一个机架的液压夹紧装置 (45), 所述补偿装置具有谐振电路 (R), 所述谐振电路 (R) 调谐到待补偿的每个第一串列式轧机机架的周期性缺陷的频率上。

15. 根据权利要求 14 所述的带材 (B) 的厚度调节装置, 其特征在于, 所述谐振电路 (R) 包括傅里叶分析器 (100, 101, 102, 103, 104, 105), 所述傅里叶分析器在厚度计 (J_5) 的信号的主频率上实时工作。

16. 根据权利要求 14 所述的带材 (B) 的厚度调节装置, 其特征在于, 配设有谐振电路 (R) 和其它一些谐振电路, 所述谐振电路 (R) 具有在厚度计 (J_5) 的信号的主频率上实时工作的傅里叶分析器 (100, 101, 102, 103, 104, 105), 所述其它一些谐振电路中的每一个都具有在傅里叶分析中在厚度计 (J_5) 的信号的主频率上实时工作的傅里叶分析器。

17. 一种轧制设备, 其具有至少两个串列式轧机机架, 所述机架配有可调节的轧辊夹紧装置, 所述设备连接至自动厚度调节装置和一般的速度控制装置, 所述自动厚度调节装置自动调节制品 (B) 的输出厚度及其在两个连续的机架间每个轧道中的张力, 所述一般的速度控制装置控制轧机机架组的速度, 其特征在于, 至少在最后一个轧制机架上配设用于夹紧轧辊的液压操纵装置 (45), 并且配设至少一个补偿电路 (R), 用于以闭合电路作用于液压操纵式夹紧装置, 补偿在轧制的带材 (B) 上出现的周期性厚度缺陷。

18. 根据权利要求 17 所述的轧制设备, 其特征在于包括至少一个输出厚度计 (J_5), 所述至少一个输出厚度计 (J_5) 提供补偿电路所用的测试信号。

串列式轧制设备输出端的轧制制品的厚度调节方法与装置

[0001] 本发明涉及在串列式轧制设备输出端的轧制制品最终厚度的调节方法与装置,其可消除制品中周期性厚度变化缺陷。特别是,本发明的方法可消除轧机机架产生的周期性缺陷、轧辊缺陷及其在轴承中的安装缺陷、轧辊的失圆度和不圆度缺陷。

[0002] 本发明特别适用于串列式金属带(例如钢带)冷轧机,但是,一般可应用于具有多个串列运转轧机机架的任何设备,以逐渐减小相继在所述机架的工作辊之间通过的制品的厚度。

[0003] 公知的是,轧机一般具有至少两个工作辊,所述工作辊安装在机架中,且限定待轧制品的轧道,机架具有轧辊间可调整夹紧力的施加装置。轧辊数量可根据轧机类型加以改变,例如二辊式轧机、四辊式轧机、六辊式轧机,其具有一组两个、四个或六个轧辊,用于对轧制品施加夹紧力,或者是其它类型的轧机。

[0004] 这些轧辊旋转地安装在称为轧辊轴承座的轴承中,所述轧辊轴承座可在机架内垂直滑动,以使所述轧辊压紧,对制品施加夹紧力。这种布置是公知的,在许多专利中已有描述,不必再描述其优越性。

[0005] 如果轧辊在这些轴承中的安装具有由轧辊或其在轴承中的安装引起的缺陷,出现较大的不均匀磨损,存在同心度缺陷,或者如果轧辊本身具有圆度缺陷,那么,轧辊的旋转就不完全呈圆形,从而产生夹紧力的人为的和非必要的变化。

[0006] 为使制品在轧辊之间前移,且减小厚度,所述轧辊由动力装置驱动围绕其轴转动,所述动力装置或者直接对工作辊施加驱动力矩,或者在四辊式轧机或六辊式轧机配置的情况下,间接对支承辊或对中间辊施加驱动力矩。

[0007] 长时间以来,公知的“串列式”轧制设备具有至少两个连续的机架,每个机架实施一部分的厚度减小。从在第一机架输入端的毛厚度开始,制品在第一机架中经受第一次厚度减小,且以取决于工作辊转速的速度从该机架输出。制品在第二机架中经受第二次厚度减小,且高速输出,遵守质量流量守恒定律。第二机架的工作辊的转速必须高于第一机架的轧辊的转速,第一机架与第二机架的速度之比为第一机架所进行的厚度减小的反比。按照串列式轧机所具有的轧机机架总数,从机架到机架,情况就是如此。

[0008] 另一方面,施加在工作辊上的转动力矩被调整成,每个机架对从前一个机架输出的带材施加牵引力。为获得理想的最终厚度,必须确保一方面调节每个轧机机架中所进行的厚度减小,以便在设备的输出端获得具有一定精度的固定厚度的制品,另一方面,使带材保持完全张紧在连续两个机架间的每个间隙即“轧道”中,以免到达很可能引起带材断裂的牵引部位。

[0009] 通常,在带材在串列式轧机的连续的机架中通过的过程中,其厚度的控制由质量流量的控制加以确保。

[0010] 要确保串列式轧机的厚度调节,以便在设备的输出端获得完全不变的带材厚度,为此,长时间以来,人们一方面力求在第一机架的输出端使带材厚度保持在一恒定值,另一方面力求使第一机架与最后一个机架的速度之比保持在一恒定值。

[0011] 中间机架的速度可从这些条件推断出来,因为它们遵循通过轧机机架的金属的质

量守恒定律,且为每个轧机机架所给予的厚度减小的反比。在第一机架输出端,厚度的调节在新式轧机上一般由液压夹紧装置确保,所述液压夹紧装置由位于该机架下游的厚度计控制。一些比较完善的系统在该机架的上游也具有厚度计。

[0012] 但是,厚度调节系统在轧辊的夹紧件由机电螺杆系统构成、对控制螺杆转动的电动机施以作用进行调节的时期就已经安装。这种串列式轧机已经相当现代化,取代了液压控制涡轮螺杆传动装置,其位置控制和响应时间控制的精确性能是很高的。但是,有人也发明了混合设备,根据机架,这种混合设备具有两个装置。所有这些夹紧装置及其实施例已予以充分说明,因而这里无需赘述。

[0013] 前述串列式轧机的传统的厚度调节系统通常称为“自动厚度控制系统”。

[0014] 因此,使用该系统,不能作用于机架轧辊的旋转速度以调节带材在轨道中的牵引而不影响输出厚度。因此,一般使用机架夹紧装置,以调节带材的牵引。为此,配设轨道牵引力测量装置,其一般由张力计用辊构成,对位于下游的机架夹紧装置起调节作用。厚度计布置在轧制设备的输出端,作用于最后一个或最后两个串列式轧机机架的速度,并控制最终厚度。轨道牵引力控制系统也称为“自动牵引力控制系统”。

[0015] 这种调节方案完全适用于轧机机架,不具有任何机械缺陷,特别是,在轧辊转动期间对轧制品施加夹紧力时,没有任何缺陷。不过,所有这些机械组件可能具有装配缺陷、调节缺陷,或者具有不均匀的磨损——其将产生制品的厚度缺陷。实际上,轧辊的这些缺陷会改变对制品的紧固力,因为鉴于轧辊在转动过程中其直径数值的变化,紧固力施加装置和制品之间的距离不是恒定的。因此,好像要改变这些夹紧装置的位置调节范围,这会导致施加的作用力的变化,因而导致制品的厚度变化。这种厚度缺陷是周期性的,其出现频率相应于轧辊的转动频率。因此,沿轧制品出现比较缓慢的厚度变化和比较快速的厚度变化,所述比较缓慢的厚度变化相当于大直径支承辊的偏心度缺陷,所述比较快速的厚度变化相当于直径较小的工作辊的圆度缺陷。

[0016] 因此,人们发明一些用于弥补轧辊的失圆度缺陷对厚度影响的方法和装置。这些方法在于测定表示由支承辊或工作辊产生的厚度缺陷的信号。一般通过厚度计的信号的频率分析进行处理,将处理装置的频率调谐到某个机架的频率上,得出所述机架的某个轧辊的有关变化。在比较精细的方法中,也可以从轨道牵引力的测试信号得出轧辊的失圆度信号。因此,法国专利FR2735046提出机架的轧辊偏心度缺陷的补偿方法,其根据在机架上游的带材中所进行的牵引力测试得出信号,确定该机架的轧辊偏心度缺陷。然后,补偿信号用于校正所述机架的夹紧装置的调节范围。

[0017] 虽然该方法用于弥补所有轧辊的缺陷,但是尤其用于弥补支承辊的缺陷。鉴于其直径大,转动频率比较低,约为数赫兹,直至约10赫兹。然而,这些缺陷由厚度计加以检测,所述厚度计的测试予以滤波。实际上,这些厚度计一般为辐射式厚度计,具有分散现象,其表现为本底噪声,为便于使用和调节,滤波是有益的。通常,厚度计的滤波器是低通滤波器,其截止频率调整到8赫兹左右。因此,由其直径比支承辊的直径约小三倍的工作辊引起的缺陷,在高轧制速度下,几乎总是不被人注意。

[0018] 因此,本申请人发现,不管前述类型的偏心度补偿怎样布置,在低速下都会出现厚度缺陷,其主要与工作辊的转动频率有关。事实上,这些缺陷始终存在,只是在较高的轧制速度下,被厚度计的滤波器所掩盖。然而,所要求的厚度公差越来越严密,通常约为标称厚

度的 0.7%，举例来说，用于深拉的钢板的厚度约为 0.25 毫米，这种公差要求 1.75 微米的绝对值控制，这样，可与轧辊的圆度缺陷一致。钢板生产厂家必须确保其所制造的制品的厚度，应借助于配设的厚度计进行控制。相反，这些例如要制造冲制部件的钢板的使用者可用其它控制方法观测与厚度缺陷有关的制造缺陷。因此，寻求这些被掩盖的缺陷的补偿方法非常重要。

[0019] 本申请人判定，现有技术中通常实施的以及图 3 示出的偏心度补偿对某些类型的缺陷不起作用。因此，这种补偿仅可处理可称为“垂直方式”的缺陷，即由轧辊在垂直平面上的寄生运动引起的缺陷。这些缺陷可通过对产生这些缺陷的机架施加补偿信号加以校正。相反，观测到的残留缺陷产生“水平方式”的缺陷。实际上，转动缺陷，特别是工作辊的转动缺陷，引起一定机架的上游牵引力和下游牵引力的变化。

[0020] 本申请人的经验表明，基于上游牵引力信号的、影响机架本身夹紧的这种缺陷的补偿，不能弥补在最终厚度上产生的缺陷。

[0021] 因此，可设计成借助于驱动电动机作用于牵引力，补偿“水平方式”的缺陷。但是，一般来说，这些电动机的响应时间太高，在高轧制速度下，不能对与工作辊的转动频率有关的缺陷起作用。因此，有人发明另一种补偿方法，其利用调谐到待校正缺陷的频率上的调节器，通过作用于位于下游的另一机架的夹紧装置，补偿一定机架的缺陷。

[0022] 根据本发明的方法，使用至少一个配有液压夹紧装置的机架，在该机架上补偿在整个轧制设备上产生的所有“水平方式”的缺陷。这样，在本发明的方法中，使用液压操纵式夹紧装置，其安装在设备的至少最后一个机架上，用于根据调节方法，利用调谐到周期性缺陷的频率上的调节器，作用于所述液压操纵式夹紧装置，补偿带材上所述周期性厚度缺陷——其可在串列式轧机上测得。

[0023] 根据本发明的方法，带材上周期性缺陷由厚度计加以检测，其一般由轧机机架的机械缺陷、特别是轧辊的失圆度缺陷和偏心度缺陷造成。

[0024] 根据本发明的方法，由第 i 列机架的轧辊的偏心度缺陷引起的制品的周期性厚度缺陷，由调节装置对位于所述第 i 列机架下游的至少一个机架的液压夹紧装置的作用加以补偿。优选地，第 i 列机架产生的缺陷由调节装置对位于所述第 i 列机架下游的最近的机架的液压夹紧装置的作用加以补偿，并且为所述第 i 列机架配设液压操纵式夹紧装置和位于其输出端的厚度计。但是，根据本发明的方法，根据轧机机架的设备，也可通过调节装置对所述串列式轧机的最后一个机架的液压夹紧装置的作用，弥补由第一串列式轧机机架的轧辊的偏心度缺陷引起的制品周期性厚度缺陷。最后，根据本发明的方法，由串列式轧机的最后一个机架的轧辊的偏心度缺陷引起的制品周期性厚度缺陷，也由调节装置对所述串列式轧机的最后一个机架的液压夹紧装置的作用加以补偿。

[0025] 在由至少两个本发明的串列式机架构成的轧制设备的输出端，带材厚度调节装置具有可调节的轧辊夹紧装置，其液压操纵装置至少作用于最后一个机架，所述设备连接至自动厚度调节装置和一般的速度控制装置，所述自动厚度调节装置自动调节制品的输出厚度以及制品在两个连续的机架间每个轧道中的张力，所述一般的速度控制装置控制轧机机架组的速度，所述厚度调节装置还具有至少一个补偿电路，其补偿轧制的带材上的周期性厚度缺陷，从厚度计的信号得到补偿信号，以闭合电路实时地作用于液压操纵式夹紧装置。

[0026] 本发明的带材厚度调节装置被设计成，特别是校正由串列式轧机机架的机械缺陷

引起的带材的周期性厚度缺陷。本发明的补偿装置具有谐振电路,其调谐到待校正的周期性缺陷的频率上。补偿各种不同的周期性缺陷的补偿装置具有谐振电路,每个谐振电路调谐到待校正的周期性缺陷之一的频率上。在本发明的带材厚度调节装置中,第 i 列机架的周期性缺陷的补偿装置,施作用于位于所述第 i 列机架下游的第一机架的液压夹紧装置,所述第一机架配有轧辊夹紧力调节装置,以及在位于所述第 i 列机架下游的所述轧机机架的输出端配有厚度计。

[0027] 根据本发明另一实施方式,第一串列式轧机机架的周期性缺陷的补偿装置,利用串列式轧机的输出厚度计的信号,完全施作用于串列式轧机的最后一个机架的液压夹紧装置,所述补偿装置具有谐振电路,其调谐到待补偿的每个第一串列式轧机机架的周期性缺陷的频率上。本发明的补偿装置的谐振电路具有傅里叶分析器,所述傅里叶分析器在厚度计的信号的主频率上实时工作。

[0028] 在本发明的轧制设备中,轧制设备具有至少两个串列式轧机机架,其配有可调节的轧辊夹紧装置,所述设备连接至自动厚度调节装置和一般的速度控制装置,所述自动厚度调节装置自动调节制品的输出厚度以及制品在两个连续的机架间每个轧道中的张力,所述一般的速度控制装置控制轧机机架组的速度,至少在最后一个轧机机架上配设用于夹紧轧辊的液压操纵装置,并且配设至少一个补偿电路,用于以闭路作用于液压操纵式夹紧装置,补偿在轧制的带材上的周期性厚度缺陷。

[0029] 本发明的轧制设备具有至少一个输出厚度计,所述输出厚度计提供补偿电路所用的测试信号。

[0030] 但是,通过对实施方式的描述,本发明将得到更好的理解。

[0031] 图 1 示出在用于实施本发明的最低配置中具有 4 机架的串列式轧机;

[0032] 图 2 示出用于实施本发明的具有 5 机架的新式串列式轧机;

[0033] 图 3 示出现有技术中的补偿作用;

[0034] 图 4 示意地示出本发明的补偿作用;

[0035] 图 5 示出本发明的补偿作用的试验记录;

[0036] 图 6 示出本发明的谐振电路的原理示意图。

[0037] 图 1 示意地示出四辊式轧机配置中具有四个机架 1、2、3、4 的一个串列式轧机,其中,每个机架配有两个工作辊 11、12、21、22... 和两个支承辊 13、14、23、24...。由金属带 B 构成的轧制品,沿前送方向 F 从机架 1 朝机架 4 移动,其厚度由每个机架 1、2、3、4 逐渐减小。

[0038] 机架 1、2 和 3 的夹紧装置是螺杆传动系统 15、25、35,其中,螺杆由未示出的电动机使之机械化,以便作用于轧辊的夹紧力。机架 4 配有液压夹紧装置 45,轧制设备具有输出厚度计 J_5 ,以便根据自动厚度控制类型的串列式轧机的公知的调节工作方式,通过作用于机架 4 的电动机,或作用于机架 3 和 4 的两个电动机,控制输出厚度。具有张力计用辊 T_{12} 、 T_{23} 、 T_{34} 的牵引力测量装置安装在每个机架之间,每个所述测量装置都施作用于位于下游的紧接的机架的夹紧装置,应用流量守恒定律,使带材上的牵引力保持恒定。

[0039] 图 2 示意地示出具有五个机架 1、2、3、4 和 5 的新式串列式轧制设备的配置,所有机架都配有低响应时间的液压夹紧装置 15、25、35、45 和 55,它们是四辊式轧机配置。图中示出了连续串列式轧机,其在第一机架的输入端配有张紧装置 S。自动厚度控制类型的厚度

调节总方案是传统的总方案,与图 1 所示的为同一类型。但是,第一机架的调节比较精细,包括使用输入厚度计 J_0 的上游调节和使用布置在机架 1 下游的厚度计 J_1 的下游调节。显然,输出厚度计 J_5 可在设备的输出端,通过作用于最后几个机架的电动机,控制最终厚度。由张力计用辊 T_{12} 、 T_{23} 、 T_{34} 和 T_{45} 构成的带材 B 上牵引力的测试装置,可分别作用于夹紧装置 25、35、45 和 55,夹紧装置 25、35、45 和 55 中的每一个在位于测试装置下游的机架上,应用流量定律,确保轧道中恒定的牵引力。

[0040] 机架可具备传统方式的偏心度补偿作用,例如,根据专利文献 FR2 735 046,机架 2 的偏心度缺陷由上游张力计 T_{12} 测试,补偿信号通过傅里叶分析或可得到相应于机架 2 的轧辊的转动频率的任何其它方法获得。图 3 示出观测情况。图 3a 示出无补偿的方式。图中相继示出产生缺陷的机架的上游牵引力信号 T_m 、产生缺陷的机架的下游牵引力信号 T_{av} 。这两个牵引力信号受周期性正弦曲线特性缺陷和反相缺陷的影响。作用力 F 通过调节保持恒定,因此,它不改变受缺陷影响的所述机架的输出厚度和最终输出厚度 E_5 。

[0041] 显然,为了进行在现在的情况下与工作辊的偏心度缺陷有关的观测,必须降低轧机的转速,或者最好采用未滤波的厚度计的信号,因为如前所述,这些缺陷在额定轧制速度下一般观测不到,因为它们被厚度测量仪的滤波装置所掩盖。它们是残留缺陷,主要由工作辊 11、12、21、22、... 的圆度缺陷引起。不管传统类型的偏心度补偿如何布置,这些缺陷都是存在的,因此,它们相当于以新的方式从机架的机械缺陷转变成带材 B 的厚度缺陷。实际上,如果使用传统类型的补偿方法消除缺陷,则获得出人意外的结果。

[0042] 图 3b 示出采用传统的偏心度缺陷补偿方式所获得的结果。上游牵引力 T_m 保持稳定,因为将该信号的测量作为偏差信号,相反,轧制力 F 受到校正信号的干扰,因为它被施加在轧机的机架夹紧装置上。相反,由于出人意外的作用,输出厚度 E_5 没有任何变化,始终具有同一缺陷,以及轧机机架下游牵引力 T_{av} 。因此,在存在缺陷的情况下,如果所述缺陷不受待校正机架的作用力变化的影响,而受牵引力引起的缺陷的影响,则我们称之为“水平方式”的缺陷。

[0043] 这样,根据本发明的方法,机架 i 产生的“水平方式”的缺陷,通过作用于至少 $i+1$ 列下游的至少一个机架加以校正。这种缺陷也可在最后一个机架上予以校正。

[0044] 实际上,流量定律可建立“质量流量”类型的厚度调节定律,对于整个设备来说,所述厚度调节定律可写为: $V_1 e_1 = V_5 e_5$ (1)。

[0045] 如果考虑厚度 e 是标称厚度 e 与缺陷 Δe 之和,则根据式 (1),可写为:

$$[0046] \quad V_1 (E_1 + \Delta e_1) = V_5 (E_5 + \Delta e_5) \quad (2)$$

$$[0047] \quad \text{由此得: } V_1 E_1 = V_5 E_5 \quad (3)$$

[0048] 该公式表明,自动厚度控制的调节可确保获得厚度 E_5 的额定值。

[0049] 而且也可得: $V_1 \Delta e_1 = V_5 \Delta e_5$ (4),其表明,厚度缺陷也由速度 / 牵引力引起 (“水平方式”)。

[0050] 显然,“垂直方式”的缺陷在产生该缺陷的机架的下游因其影响牵引力而产生“水平方式”的缺陷,也可在产生该缺陷的机架下游的机架上进行校正,甚至在串联式轧机的最后一个机架上予以校正。

[0051] 因为公知的是,对中间机架的夹紧力的作用,在该机架的每一侧改变上游牵引力和下游牵引力,所以可通过对产生缺陷的机架下游的机架的夹紧力的作用,寻求“水平方

式”的缺陷的补偿方法。因此,在本发明的方法中,为了补偿周期性厚度缺陷,要产生补偿信号,且使之施加(“垂直方式”)在下游机架的夹紧力上,并与故障缺陷反相。

[0052] 这种新的补偿作用方式的效果示于图 4。从输出厚度 E_5 的信号获得的信号调谐到具有缺陷的机架(这里是机架 2)的轧辊的转动频率上,用来控制最后一个机架 5 的夹紧力。机架 2 的上游牵引力和下游牵引力 T_{am2} 和 T_{av2} ,如同没有补偿时那样保持被干扰。施加在机架 5 上的补偿作用,表现为对机架 5 的上游牵引力 T_{am5} 的干扰以及保持稳定的输出厚度 E_5 。

[0053] 这里,应当指出本发明的关于将补偿调节器调谐到应当补偿缺陷的机架的频率上的特性。待补偿机架的缺陷的频率与轧辊的转速有联系,带材上产生的厚度缺陷的周期为 P 。如果在最后一个机架上或者在下游机架上进行补偿,那么,轧制的带材 B 要经受延伸 A ,周期变成 $P \cdot A$ 。但是,同时,带材的速度要乘以 A ,这样,缺陷的频率 $V \cdot A / P \cdot A = V / P$ 没有变化,且始终相当于应当补偿缺陷的机架的电动机转速的频率。

[0054] 因此,在其许多测试过程中,本申请人进行过模拟试验,以确认一些现象的真实性,其测试结果示于图 5 中。“水平方式”的缺陷在机架 3 上进行过模拟,将正弦曲线特性的寄生振荡叠加于该机架的电动机的速度控制。立即发现对上游牵引力 T_{23} 的影响。图 5b 示出模型试验产生的未补偿的缺陷,图 5a 示出本发明的方法的效果。若无补偿,应当指出,输出厚度 E_5 非常容易受到模型试验所用信号的干扰。

[0055] 如图 5a 所示,从输出厚度计 J_5 获得的补偿信号——其调谐到产生缺陷的机架 3 的轧辊转动频率上,由调节器调节其振幅及其相位,施加到机架 4 的夹紧装置上。立即验证了前面理论上的估计,即:

[0056] - 夹紧力 S_4 受到干扰(补偿对机架 4 起作用);

[0057] - 因此,干扰出现在轨道牵引力 T_{34} 上;

[0058] - 流量定律以及机架 4 处的反相作用使输出厚度 E_5 保持稳定。

[0059] 因此,根据本发明的方法,对位于产生这些缺陷的机架下游的机架的夹紧装置施以作用,可补偿“水平方式”类型的周期性残留缺陷。实际上,对配有液压操纵夹紧装置的机架实施补偿。使用补偿方法的机架的选择也取决于所用厚度计的数量与位置。根据本发明的优选实施方式,尽可能立即在产生缺陷的机架下游,对配有液压夹紧装置的、且在下游紧接地配有厚度测量仪的机架实施周期性缺陷的补偿。

[0060] 因此,本发明的装置在自动厚度控制类型的轧制设备的厚度调节方案中,接纳周期性缺陷调节器 R ,如图 2 所示。

[0061] 根据该图,调节器从输出厚度计 J_5 获得补偿信号,施作用于串列式轧机的最后一个机架。该调节器接收每个产生缺陷的机架的频率信号,调谐到该频率上,且得到厚度计的信号,分量相当于待校正缺陷。

[0062] 图 6 示意地示出具有—谐振器的补偿电路的工作原理。在许多专利、例如斯图尔特等人的专利 US 4 656 854 中,使用傅里叶变换器,以便从厚度信号或牵引力信号得到失圆度信号。该方法的缺陷在于不能进行待校正缺陷的实时应用。实际上,必须在至少一个表示缺陷的分量周期上获得信号,然后,计算该信号离散值的傅里叶变换式,以获得缺陷在所有频率上的振幅。然后,计算待施加的用于消除这些振幅的补偿值,最后,实施傅里叶逆变换式,以使补偿信号与轧辊的旋转运动同步地施加于所述轧辊的夹紧力控制装置。

[0063] 本发明的方法使用傅里叶分析,无需计算完全变换式和逆变换式,这样,可具有实时工作的调节装置。傅里叶定理提出,任何周期函数可表示为常数项与正弦频率函数 f 、 $2f$ 、 $3f$ 等的级数之和,我们按其角频率表示为 $\omega_0 t$ 、 $\omega_1 t$ 、... $\omega_n t$ 。谐波 n 的振幅 a_n 和 b_n 由下式给出: $a_n = 1/2 \pi \int F \cos \omega_n t$, $b_n = 1/2 \pi \int F \sin \omega_n t$ 。

[0064] 一般来说,为了解决轧机的轧辊偏心度缺陷的问题,它足以校正与轧辊的主频率即转速相应的缺陷。但是,借助于本发明的装置,也可校正谐波 2、3 等。

[0065] 本发明的调节器 R 为实时傅里叶分析器,其作为调谐电路进行工作。如图 6 所示,输入信号是厚度误差 Δe 和角频率 $\omega_n t$ 的信号。正弦函数和余弦函数在模块 100 和 101 中实现,模块 102 和 103 实现与待解析函数的乘积 Δe 。

[0066] 接着是集成模块 104 和 105,在其输出端输送待校正谐波 n 的振幅 a_n 和 b_n ,使之乘以误差信号 Δe ,且在模块 106、107 和 108 中求和,以获得校正信号 c ,用于控制轧机机架的轧辊的液压夹紧装置。这种装置及时工作,并且在每次变化时逐渐将校正信号施加到误差信号 Δe 中。该装置为实时工作的随动、谐振装置。显然,如果需要,可增加这些电路和使用调谐到谐波频率 $2f$ 、 $3f$ 等上的其它电路。此外,在振幅和相位上调谐这些电路是有益的,所需的电路可加入到位于校正信号 c 的输入级和输出级之间的调节器 R 中。这些技术是本领域技术人员所常用的,因而这里无需赘述。

[0067] 但是,本发明不局限于所述的实施方式,如图 2 所示,可用输出厚度计的信号作用于最后一个机架,补偿所有轧机机架的缺陷。而且,也可根据产生缺陷的机架的数量、配有液压夹紧装置的机架的数量和所用厚度计的数量,在不超出本发明的范围的情况下,设计其它可能的组合,其中,第 i 列机架产生的缺陷通过作用于位于下游的第 $i+j$ 列机架加以校正,条件是该机架配有液压夹紧装置,并且厚度计紧接着位于所述第 $i+j$ 列机架的下游。

[0068] 在不超出本发明的范围的情况下,也可校正正在轧制的、例如来自热轧的带材上存在的周期性缺陷,配设成这些缺陷可由厚度计测试,此外,可在带材 B 前送期间检测其频率。

[0069] 权利要求书中提及的技术特征之后插入的标号,只是为了便于理解所述技术特征,而绝不限其保护范围。

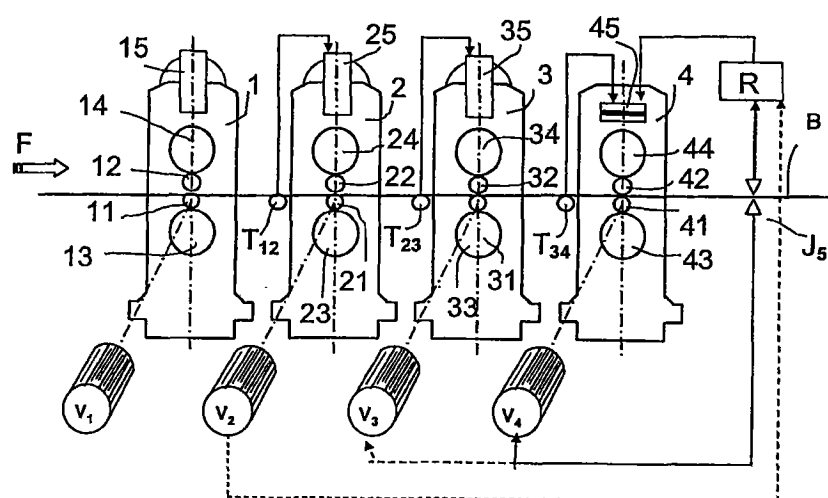


图 1

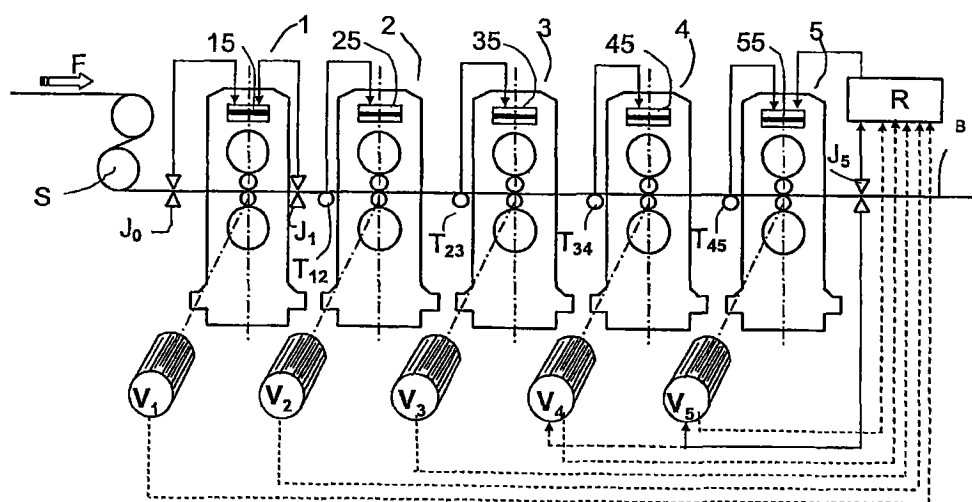


图 2

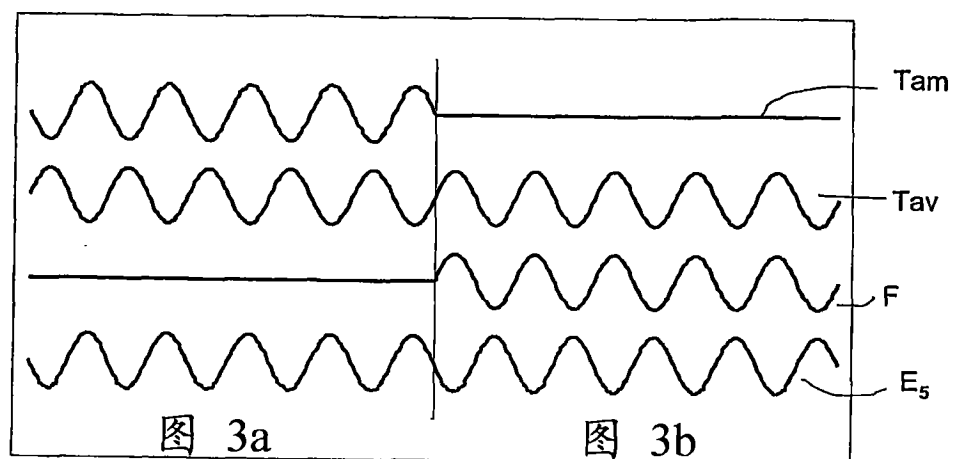


图 3

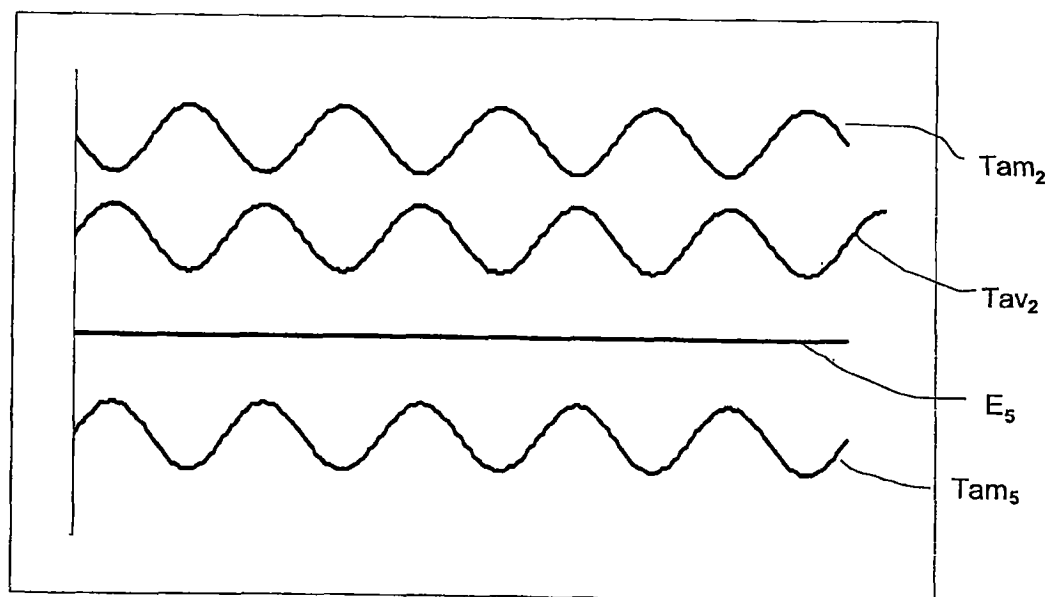


图 4

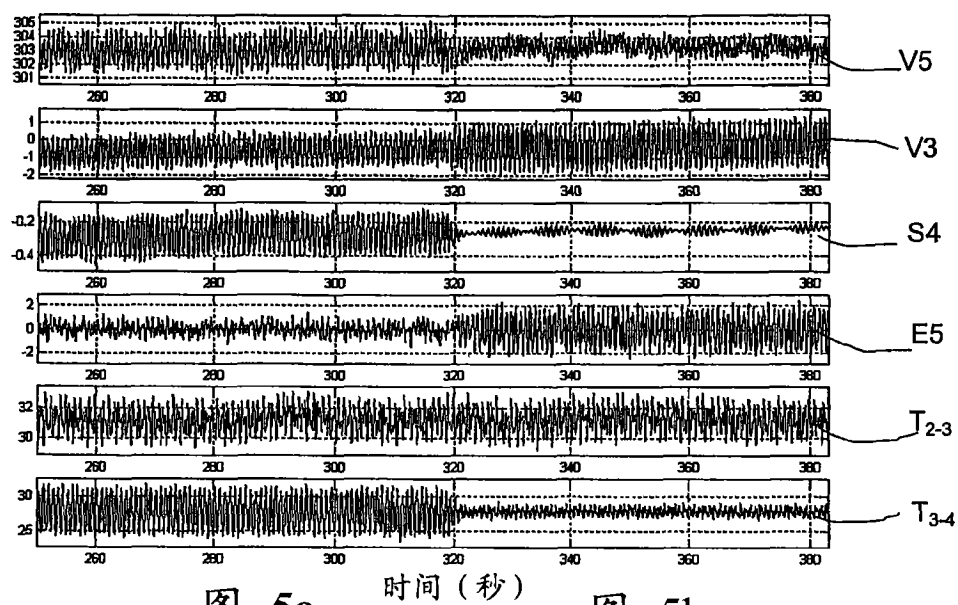


图 5a 时间 (秒) 图 5b

图 5

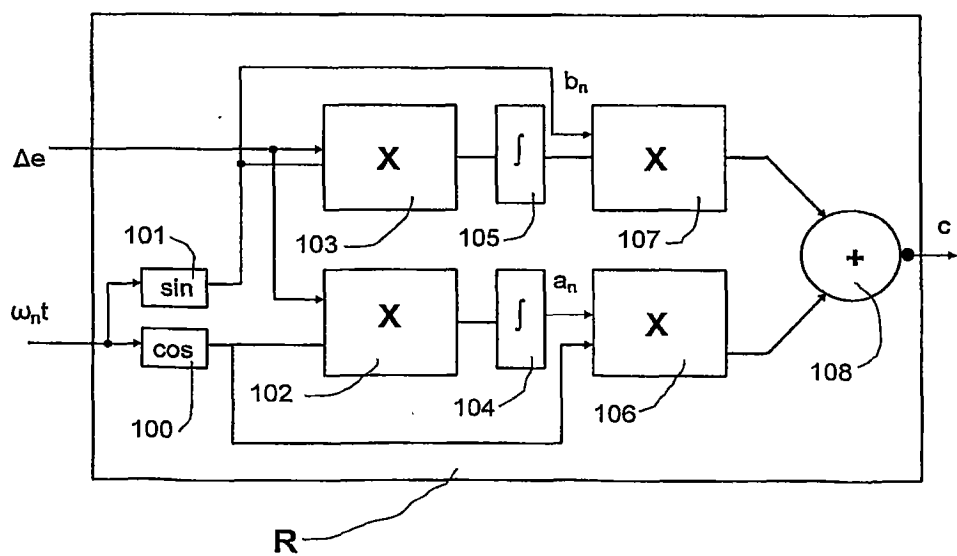


图 6