(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104066523 B
(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201280067802.3

(22)申请日 2012.12.12

(30)优先权数据
12152284.1 2012.01.24 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.22

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/075152 2012.12.12

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/110399 DE 2013.08.01

(73)专利权人 普锐特冶金技术德国有限公司
地址 德国埃尔兰根

(72)发明人 汉斯-约阿希姆·费尔克尔

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
代理人 余刚 李慧

(51)Int.Cl.
B21B 37/16(2006.01)

(56)对比文件
CN 101147918 A,2008.03.26,
JP 58-119415 A,1983.07.15,
CN 102066016 A,2011.05.18,
JP 4-13407 A,1992.01.17,
CN 101932391 A,2010.12.29,
CN 101959623 A,2011.01.26,
肖至勇等.基于激光测速仪的秒流量控制AGC.《宝钢技术》.2004,(第1期),

审查员 张燕

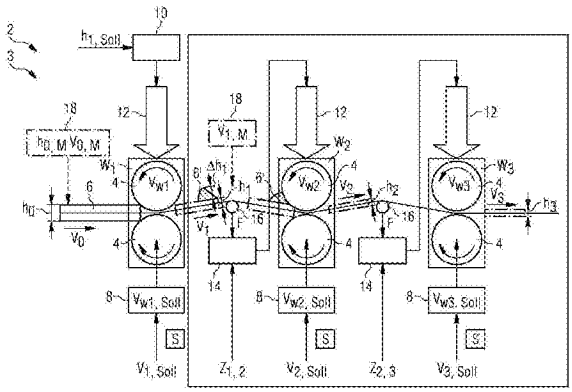
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

用于在热轧车间中加工轧件的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于在具有轧钢机(3)的热轧车间(2)中加工轧件(6)的方法,所述热轧车间具有至少两个依次连续的轧机架(W_i),其中每个轧机架(W_i)具有至少一个由辊驱动器(8)驱动的具有辊速度(v_{Wi})的辊(4),并且轧件(6)以出口侧的轧件速度(v_i)离开轧机架(W_x),该轧件速度通过前滑(s_i)与辊速度(v_{Wi})关联,该方法具有下述步骤:a)为每个轧机架(W_x)预设轧件(6)出口侧的目标厚度(h_i),b)根据质量流定律由出口的目标厚度(h_i)测定出口侧的轧件速度额定值($v_{i,Soll}$),c)选择前滑的模型值(s_i),d)由前滑模的型值(s_i)和该额定值测定辊速度额定值($v_{Wi,Soll}$),e)将辊速度(v_{Wi})调节到辊速度额定值($v_{Wi,Soll}$)。



CN 104066523 B

1.一种用于在具有轧钢机(3)的热轧车间(2)中加工轧件(6)的方法,所述轧钢机包括至少两个依次连续的轧机架(W_i),其中,每个所述轧机架具有至少一个由辊驱动器(8)驱动的、具有辊速度(v_{Wi})的辊(4),并且所述轧件(6)以出口侧的轧件速度(v_i)离开所述轧机架(W_i),所述轧件速度通过前滑与所述辊速度(v_{Wi})关联,所述方法具有下述步骤:

a)为每个所述轧机架(W_i)预设所述轧件(6)出口侧的目标厚度(h_i),

b)根据质量流定律由所述出口侧的目标厚度(h_i)测定出口侧的所述轧件速度的额定值($v_{i,Soll}$),

c)选择所述前滑的模型值(s_i),

d)由所述前滑的所述模型值(s_i)和出口侧的所述轧件速度的所述额定值($v_{i,Soll}$)测定所述辊速度的额定值($v_{Wi,Soll}$),

e)将所述辊速度(v_{Wi})调节到所述辊速度的额定值($v_{Wi,Soll}$)上。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,质量流量控制器(10)从入口侧的轧件速度的测量值($v_{0,M}$)、入口侧的轧件厚度的测量值($h_{0,M}$)和第一轧机架(W_1)在使用第一轧机架的前滑(s_1)的情况下的辊速度(v_{W1})设定所述目标厚度(h_1)。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,在每个所述轧机架(W_i)处的所述质量流量控制器(10)在使用所述前滑的情况下从入口侧的轧件速度(v_{i-1})、入口侧的轧件厚度(h_{i-1})和所述轧机架(W_i)的所述辊速度(v_{Wi})设定所述目标厚度(h_i)。

4.根据权利要求1或2所述的方法,其中,检测具有目标厚度误差(Δh_i)的轧件部段(6`),测定所述轧件部段(6`)在后面的轧机架(W_{i+1})中的起轧时间点,并且在所述时间点调整所述轧机架(W_i)的所述辊速度(v_{Wi}),使得根据所述质量流定律在所述后面的轧机架(W_{i+1})中达到所述目标厚度(h_{i+1})。

5.根据权利要求3所述的方法,其中,检测具有目标厚度误差(Δh_i)的轧件部段(6`),测定所述轧件部段(6`)在后面的轧机架(W_{i+1})中的起轧时间点,并且在所述时间点调整所述轧机架(W_i)的所述辊速度(v_{Wi}),使得根据所述质量流定律在所述后面的轧机架(W_{i+1})中达到所述目标厚度(h_{i+1})。

6.根据权利要求1或2所述的方法,其中,将所述前滑的所述模型值(s_i)设置为恒定的。

7.根据权利要求5所述的方法,其中,将所述前滑的所述模型值(s_i)设置为恒定的。

8.根据权利要求1或2所述的方法,其中,在整个加工期间依据模型调整所述前滑。

9.根据权利要求7所述的方法,其中,在整个加工期间依据模型调整所述前滑。

10.根据权利要求1或2所述的方法,其中,在加工所述轧件(6)期间,根据所述轧件速度的测量值($v_{i,M}$)持续地修正所述前滑。

11.根据权利要求9所述的方法,其中,在加工所述轧件(6)期间,根据所述轧件速度的测量值($v_{i,M}$)持续地修正所述前滑。

12.根据权利要求1或2所述的方法,其中,在测定所述轧件速度(v_i)和所述辊速度(v_{Wi})时考虑所述轧件(6)的宽度。

13.根据权利要求11所述的方法,其中,在测定所述轧件速度(v_i)和所述辊速度(v_{Wi})时考虑所述轧件(6)的宽度。

14.根据权利要求1或2所述的方法,其中,分别在两个所述轧机架(W_i)之间布置带张力控制器(14),所述带张力控制器通过设定辊间隙来调节带张力($Z_{i-1,i}$)。

15.根据权利要求13所述的方法，其中，分别在两个所述轧机架(W_i)之间布置带张力控制器(14)，所述带张力控制器通过设定辊间隙来调节带张力($Z_{i-1,i}$)。

16.根据权利要求14所述的方法，其中，借助于活套辊(16)检测所述带张力($Z_{i-1,i}$)。

17.根据权利要求15所述的方法，其中，借助于活套辊(16)检测所述带张力($Z_{i-1,i}$)。

18.根据权利要求14所述的方法，其中，借助于张力测量辊检测带张力($Z_{i-1,i}$)。

19.根据权利要求15所述的方法，其中，借助于张力测量辊检测带张力($Z_{i-1,i}$)。

用于在热轧车间中加工轧件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在热轧车间中加工轧件的方法，该热轧车间具有包括至少两个依次连续的轧机架的轧钢机。

背景技术

[0002] 在热轧车间中进行热轧时，在炉中将轧件、例如所谓板坯或连铸坯形式的钢或不同的金属加热到高于相应的再结晶温度的温度。随后，热板坯穿过具有多个轧机架的轧钢机，其中所述板坯在多个道次中被轧制成带件或板件。此时在每个道次中应将轧件轧制成特定的目标厚度。

[0003] 为了在每个轧机架上获得期望的厚度，必须适当地设定轧机架上的辊间隙。这借助于调节系统来进行，其通常调节与轧机的轧制线相对的上部辊组。调节系统例如借助液压缸或电机螺旋体或者两者的组合来运行。

[0004] 辊间隙的额定值通常由道次表预设，从轧钢机的模型中计算或者从列表中选择所述道次表。在轧件起轧之前，即在轧件接触到轧机架或者说是辊之前，将辊间隙设定到相应的额定值上。在起轧之后，负载辊间隙调节器、所谓的测厚仪在考虑到调节系统的位置、力和机架参数的情况下计算当前的辊间隙。如果辊间隙的当前值和额定值彼此不一致，那么负载辊间隙调节器基于其机架模型调节辊间隙并且进而调节轧件厚度。

[0005] 调节辊间隙的改进可行性在于：使用质量流量控制器。在此，如上根据道次表进行辊间隙的预设定。在每个轧机架W_i上，轧件以确定的进入侧的轧件速度v_{i-1}和进入侧的轧件厚度h_{i-1}进入，并且以出口侧的轧件速度v_i和出口侧的轧件厚度h_i离开轧机架。在此，在每个轧机架上适用质量流定律：

[0006] $$h_i = \frac{v_{i-1}}{v_i} h_{i-1}$$

[0007] 通过测量入口和出口侧的轧件速度和入口侧的轧件厚度，能够确定当前的出口侧的轧件厚度。然后，通过质量流量控制器将所计算的出口侧的轧件厚度调节到其目标厚度、额定出口厚度$h_{i,Soll}$。质量流量控制器此时作用于相应的轧机架的调节系统，并且因此原则上取代了负载辊间隙调节器，然而也能够附加地保留所述负载辊间隙调节器。

[0008] 在此从已知的初始值、例如在粗轧机中的厚度测量中或者从板坯内的恒定数值中确定第一轧机架上的进入侧的轧件厚度h_0。对于相应后续的轧机架而言，能够重新进行厚度测量，或者应用前面轧机架的相应在出口侧的轧件厚度。

[0009] 对轧件速度v_i的测量例如能够通过借助轧件速度测量装置在轧件上的直接测量来进行。此时测量：轧件以何种速度经过轧钢机的检验点或固定位置。对此已知的是，例如在辊上的与轧件接触的激光器或脉冲发生器。另一可行性可以是，确定在一个时间期间的速度，特定的轧件部段、例如轧件的头部需要所述时间来经过规定的距离、例如两个轧机架之间的距离。

[0010] 然而在轧制过程的开始还没有可使用的测量值，并且甚至在加工期间通常难以以充足的可靠性来测量过程参数、尤其是轧件速度v_i。因此，在一定时间之后也才可以进行可能必需的对过程参数的调整或优化。

发明内容

[0011] 本发明的目的是，提供一种用于在热轧车间中加工轧件的改进的方法，其中避免上述缺点。

[0012] 根据本发明，所述目的通过一种方法来实现。

[0013] 在具有包括至少两个依次连续的轧机架的轧钢机的热轧车间中加工轧件具有如下的步骤，其中每个轧机架W_i具有至少一个由辊驱动器驱动的具有辊速度v_{Wi}的辊，并且轧件以出口侧的轧件速度v_i离开轧机架W_i，所述轧件速度通过前滑与辊速度v_{Wi}关联：

[0014] 在第一步骤a)中，为每个轧机架W_i预设轧件在出口侧的目标厚度h_i。根据为热轧车间中的处理过程构造的模型，测定或者从道次表或列表中获得出口侧的轧件厚度的额定值$h_{i,Soll}$。

[0015] 在第二步骤b)中，根据质量流定律从出口侧的目标厚度h_i中测定出口侧的轧件速度的额定值$v_{i,Soll}$。这又借助于模型或道次表来进行。

[0016] 随后，在步骤c)中，选择前滑的模型值s_i。模型化的前滑应当尽可能精确地再现真实的前滑，并且其由轧钢机的模型来计算或者从列表中获得。

[0017] 在下一步骤d)中，由前滑的模型值s_i和出口侧的轧件速度的额定值$v_{i,Soll}$测定辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$。

[0018] 在最后的步骤e)中，将辊速度v_{Wi}调节到辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$。由此得到期望的出口侧的轧件速度$v_{i,Soll}$。通过预设和遵守出口侧的轧件速度或出口侧的带速度，在各个轧机架W_i之后以高精度达到出口侧的轧件厚度h_i并且因此达到需要的目标厚度h_i。

[0019] 本发明基于下述认识：即由出口侧的轧件速度v_i和所属的前滑中能够如下地计算出辊速度v_{Wi}：

[0020] $$v_{Wi} = \frac{v_i}{(1+s_i)}$$

[0021] 在轧制过程中，轧件应当被轧制到确定的目标厚度h_i。为此必要的是，也预设各个轧机架W_i之后的相应的目标厚度h_i。换而言之，预设最后的轧机架W_i之后的目标厚度h_i，并且根据模型测定并且因此同样预设剩余的目标厚度h_i，即轧钢机的各个轧机架W_i之后的目标厚度。因此，将目标厚度h_i理解为下述厚度，即轧件应当离开轧机架W_i时具有的厚度。由这些目标厚度出发、或者说为了在相应的轧机架之后达到该目标厚度，同样根据模型将所属的出口侧的轧件速度v_i模型化，并且确定出口侧的轧件速度的额定值$v_{i,Soll}$。这些依据模型的计算的基础是质量流定律。

[0022] 根据模型也确定了所属的前滑，也就是说如此使得该前滑尽可能精确地与真实的前滑相符。前滑是极其小的，根据经验，其位于个位的百分比范围中，并且因此根据上式仅略微影响于出口侧的轧件速度v_i和辊速度v_{Wi}的比值。因此，在轧制过程开始时根据模型将前滑确定到一个数值或者也从列表中提取它就已足够。

[0023] 现在根据上式由出口侧的轧件速度的依据模型的值$v_{i,Soll}$和前滑测定辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$。辊速度v_{Wi}随后被调节到辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$。换而言之，辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$现在实际上设定在相应的轧机架W_i处、更准确的说在辊处。这通过在辊驱动器上的脉冲发生器来进行。

[0024] 在该方法中有利的是，通过辊驱动器上的脉冲发生器能够以高精度设定辊速度v_{Wi}。与轧件速度v_i相比，还能够显然更加简单且更加精确地测量和调节辊速度v_{Wi}。此外，出口侧的轧件速度v_i因此也几乎保持恒定，并且根据质量流定律所达到的目标厚度h_i因此受到更少的波动。根据基于模型计算的辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$设定了辊速度v_{Wi}，该额定值又是通过同样基于模型测定的前滑计算出的，由此测量轧件速度v_i对此而言不是必需的，这有时会出现问题。

[0025] 根据本方法的优选的实施方式，使用质量流量控制器，其在使用前滑s_1的情况下由入口侧的轧件速度的测量值$v_{0,m}$、入口侧的轧件厚度的测量值$h_{0,M}$和第一轧机架W_1的辊速度的测量值v_{W1}设定所述目标厚度h_1。

[0026] 在本方法的其他优选的变体中，在每个轧机架上使用质量流量控制器，其在使用前滑的情况下由入口侧的轧件速度v_{i-1}、入口侧的轧件厚度h_{i-1}和轧机架W_i的辊速度v_{Wi}设定目标厚度h_i。在此，该质量流量控制器作用于调节系统和相应轧机架W_i的辊速度v_{Wi}。

[0027] 在本方法的有利的设计方案中，检测具有目标厚度误差Δh_i的轧件部段、测定轧件部段在轧机架W_{i+1}中的起轧时间点T_{i+1}，并且在该时间点T_{i+1}时如此调整轧机架W_i的辊速度v_{Wi}，即根据质量流定律在轧机架W_{i+1}中达到目标厚度h_{i+1}。换而言之，检测过厚或过薄的轧件部段的方位或位置，并且确定这些轧件部段接触到轧机架W_{i+1}上的时间点T_{i+1}。该时间点例如能够通过所述轧件部段的轧件速度v_i和例如两个轧机架Wi之间的间距来确定。然后，在该时间点T_{i+1}时改变前面轧机架W_i的辊速度v_{Wi}，以便在轧机架W_{i+1}上再次建立质量流定律的有效性。如果轧件部段过厚，那么降低前面轧机架W_i的辊速度v_{Wi}，在轧件部段过薄时则将其提高。因此能够预控地且快速地校正轧件的厚度误差。这特别是在轧件的扩展的头部区域中使得厚度质量被改进。轧件的头部是轧件沿运动方向看的前端部。

[0028] 在本方法的一个可行的实施方式中，将前滑的模型值s_i设置为恒定的。如上面已述的，前滑的改变仅对辊速度v_{Wi}产生微弱的影响。因此，在最简单的情况下，根据模型计算或者从列表中提取前滑已足够，并且在整个加工过程期间保持该数值。因此，仅在轧制过程开始时基于在模型中计算的辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$设定辊速度v_{Wi}。

[0029] 在本方法的一个优选的实施方式中，在整个加工期间依据模型调整前滑。为此，在模型中引入其他的参量、例如在轧制过程期间测定的测量值。由此，该模型持续地更新，并且因此根据重复调整的模型所测定的前滑不断地被精细化或者说与真实的前滑匹配地更好。

[0030] 在此，模型化的前滑从基础值s_{Gi}和校正值s_{Ki}中根据

[0031] $s_i = s_{Gi} + s_{Ki}$

[0032] 形成。此时根据在轧制过程中的测量值测定校正值。

[0033] 以已知的方式能够再次从轧制模型或列表中获得相应的前滑值作为前滑的起始值，即基础值s_{Gi}。根据本发明，借助测量-即以校正值形式-校正或者说微调具有基础值形式的预设的前滑，并且使其更好地接近实际存在的前滑。这样能够测定持续更新的前滑因数。

换而言之，因此根据测量值通过标准值的自适应性调整来改进前滑。因此，根据该方法得到已校正的前滑：例如，每个轧制途径测定一个校正值，以便用于后续的、例如同类的轧制过程。然后，也在下一轧制过程中测定新的校正值，其之后能够用于再下一个轧制过程。因此，实现了对前滑的精确性的持续优化和修正。这直接地作用于所测定的辊速度v_{Wi}的精确性，并且因此作用于出口侧的轧件速度v_i和目标厚度h_i。

[0034] 在本方法的其他优选的实施方式中，在加工轧件期间根据轧件速度的测量值$v_{i,M}$持续地修正前滑。附加地，利用已知的测量方法测定轧机架W_i之后的轧件速度$v_{i,M}$。在具有前滑自适应控制器的控制装置中一起处理所测量的轧件速度$v_{i,M}$和根据本发明测定的前滑，该装置用于测定其他校正值s_{Ki}和尽可能被校正的前滑。换而言之，轧件速度测量值$v_{i,M}$和根据本发明被校正的前滑进入控制装置中。在此特别能够在测量值和前滑之间选择确定的权重。换而言之，即前滑自适应控制器使用了在轧机架之后或者在轧机架之间测量的轧件速度。但是，为了提高质量流控制的抗变换性而仅间接地进行这种应用、即通过辊速度v_{Wi}与根据本发明测定的前滑一起在控制装置中进行。

[0035] 在轧件速度控制的该实施方式中，在抗变换的动态和高稳定的精度之间实现最佳的折中方法。借助辊驱动器上的脉冲发生器的辊速度测量抗变换地描绘了动态分量，例如轧钢机的加速度、由于控制系统或负载反应的速度校正值的转数变化。

[0036] 通过模型化的并且被控制系统修正的前滑因数如此预设额定-辊速度$v_{Wi,Soll}$，即达到在每个轧机架之后的期望的出口侧的轧件速度。因此，轧件速度控制获得了辊速度控制的高动态。

[0037] 通过前滑进行轧件速度到辊速度的换算，所述前滑模型化地存在并且通过过滤测量值的控制装置来自适应。

[0038] 所测量的或者通过前滑控制器或前滑自适应控制器测定的实际前滑是前滑的建模质量的直接指数，并且因此能够理想地用于过程模型的自适应。

[0039] 此外，在控制器中能够简单地限定模型化的前滑的自适应：例如，在已知的错误测量轧件速度时冻结由前滑调节器测定的前滑的校正值s_{Ki}，这意味着，前滑的数值保持不变并且对其不继续调整。这样在错误测量轧件速度时，通过冻结前滑自适应控制器、即不再继续校正在错误测量的时间点时有效的前滑因数而是继续稳定地使用该因数，实现了不受干扰的继续轧制。这种情况例如能够持续进行，直到重新测量到有效的测量值。然后能够继续调整前滑，以便获得还更加精确的前滑值。

[0040] 在本方法的其他有利的设计方案中，在测定轧件速度v_i和辊速度v_{Wi}时考虑轧件的宽展。轧件的入口侧的宽度B_{i-1}与轧件的出口侧的宽展B_i的比值对于在相应的轧机架之后的目标厚度h_i产生影响。换而言之，目标厚度h_i和轧件的入口侧的宽度B_{i-1}与轧件的出口侧的宽度B_i的比值彼此是成比例的：

[0041] $$h_i \sim \frac{B_{i-1}}{B_i}$$

[0042] 如果在根据本发明的方法中考虑宽展，那么其以在质量流定律中所考虑的校正项的形式进行。

[0043] $$h_i = \frac{v_{i-1}}{v_i} h_{i-1} \frac{B_{i-1}}{B_i}$$

[0044] 由此，更进一步提高了对于所需的轧件厚度来说必需的轧件速度的或者说带速度的精度。轧件的宽展从轧制模型或列表中已知。

[0045] 根据优选的实施方式，分别在两个轧机架W_{i-1}，W_i之间布置有带张力控制器，其通过设定辊间隙来调节两个轧机架之间的带张力$Z_{i-1,i}$。带张力$Z_{i-1,i}$被检测，并且通过相应地位于轧制方向上的轧机架W_i的调节系统来调节。如果例如带张力$Z_{i-1,i}$过大，那么后续的轧机架W_i的辊间隙设定得更窄，以便提高作用于轧件的力。在带张力$Z_{i-1,i}$过小时，扩展辊间隙，使得更小的力产生作用。没有这种带张力控制时，在带张力过大时提高了轧件撕裂的危险，或者当带张力过小时，提高了在轧件中形成环结的危险。

[0046] 当使用这种带张力控制器时，能够借助于活套辊检测带张力或轧件张力。其在沿轧制方向紧随的轧机架W_i起轧之后位置控制式地移动到轧制线之上的额定位置上。通过轧件所压到相应的位置控制的活套辊上的力来计算带张力或轧件张力。已知的方法是测力计或者通过活套辊控制系统的调整力的间接计算。自活套辊与轧件接触的时间点起，轧件张力控制通过位于轧制方向上的轧机架W_i的调节系统被激活。有利的是，在应用活套辊以检测带张力时，所述活套辊已经存在于轧钢机中，并且只需位置控制式地以固定的角度、即静态地且非动态地运行。

[0047] 替选地，通过更简单的张力测量辊能够替代耗费成本的活套辊，所述张力测量辊例如通过集成的测力计检测轧件张力。张力测量辊有利地实现为可下沉的：为了穿入，张力测量辊位于轧制线之下的最终部位中。在位于轧件方向上的机架起轧之后，张力测量辊在轧制线上移动如此远的距离，即确保了用于轧件张力测量的充足的接触角。与活套辊相比，借助张力测量辊能够成本更低廉地实现带张力的检测。

附图说明

[0048] 结合下面对结合附图详细阐述的实施例的说明会更清晰且更明确地理解本发明的上述属性、特征和优点以及如何实现前述的方式和方法。

[0049] 为了进一步说明本发明，参照附图的实施例。其分别以示意性的原理图示出：

[0050] 图1是具有三个依次连续的轧机架的热轧车间中的部段，

[0051] 图2是控制装置的示意图。

具体实施方式

[0052] 图1示出具有轧钢机3的热轧车间2中的部段，所述轧钢机具有任意多个依次连续的轧机架W_i和用于加工轧件6的辊4。图1中示例性地示出三个依次连续的轧机架W_1，W_2和W_3，所述轧机架分别具有两个辊4。在每个轧机架W_i上，此时呈板坯形式的轧件6以入口侧的轧件厚度h_{i-1}和入口侧的轧件速度v_{i-1}进入，并且所述轧件以出口侧的轧件厚度h_i和出口侧的轧件速度v_i离开。

[0053] 轧件6以入口侧的轧件厚度h_0和入口侧的轧件速度v_0输送给轧机架W_i。在每个轧机架W_i中，轧件6应当被轧制到预设的出口侧的目标厚度h_i，在第一轧机架W_1的情况下轧制到

目标厚度h_1。根据质量流定律，由这些出口侧的目标厚度h_i对于每个轧机架测定出口侧的轧件速度$v_{i,Soll}$。根据图1中示出的实施例，在根据本发明的方法的第一步骤a)中，根据模型对于每个轧机架W_i、在此即W_1，W_2和W_3预设轧件的目标厚度h_i、在此即h_1，h_2和h_3，并且在第二步骤b)中根据质量流定律测定出口侧的轧件速度的额定值$v_{1,Soll}$，$v_{2,Soll}$和$v_{3,Soll}$。

[0054] 在第三步骤c)中，选择前滑的模型值s_i。在该方法的简单的实施方式中，从列表中获得或者根据轧制模型选择该模型值，并且其在整个轧制过程期间保持恒定。

[0055] 根据图1，为每个轧机架W_1，W_2和W_3选择相同的数值s作为前滑的模型值s_i，并且所述值在整个轧制过程期间保持恒定。其他的可行性是：在轧制过程期间依据模型调整前滑的模型值，其中模型化的前滑由例如取自列表或轧制模型的基础值s_{Gi}和根据测量值测定的校正值s_{Ki}组成。此时，预设的前滑s_{Gi}根据测量-即以校正值s_{Ki}形式-来校正或微调，并且更好地接近于真实存在的前滑。精度能够由此进一步提高，即在加工轧件6期间根据轧件速度的测量值$v_{i,M}$持续地修正该模拟的前滑。此时，借助于适当的测量装置18测定轧件速度的测量值$v_{i,M}$。

[0056] 在方法的下一个步骤d)中，现在基于模型由前滑的模型值s_i和出口侧的轧件速度的额定值$v_{i,Soll}$，测定用于三个所示出的轧机架W_1，W_2和W_3的辊速度的额定值$v_{W1,Soll}$，$v_{W2,Soll}$和$v_{W3,Soll}$。

[0057] 在加工过程期间，轧机架W_i的辊4以辊速度v_{Wi}转动。辊速度v_{Wi}通过辊驱动器8来设定。在最后的步骤e)中，此时将轧机架W_1，W_2和W_3的辊4调节到辊速度的额定值$v_{W1,Soll}$，$v_{W2,Soll}$和$v_{W3,Soll}$。通过预设和遵守辊速度$v_{W1,Soll}$，$v_{W2,Soll}$和$v_{W3,Soll}$，以更高的精度达到出口侧的轧件速度$v_{1,Soll}$，$v_{2,Soll}$和$v_{3,Soll}$并且因此达到出口侧的目标厚度h_1，h_2和h_3。

[0058] 将质量流量控制器10归入第一轧机架W_1。在轧制过程期间，获得第一轧机架W_1的入口侧的轧件速度的测量值$v_{0,M}$和入口侧的轧件厚度的测量值$h_{0,M}$。在使用前滑s_1的情况下，质量流量控制器10由这些测量值和第一轧机架W_1的辊速度v_{W1}设定目标厚度h_1。为此，质量流量控制器10通过辊4的或者说第一轧机架W_1的调节系统12调节对于可变的辊间隙的设定。在轧机架W_2和W_3上原则上也能够应用这种-在此未示出的-质量流量控制器10。

[0059] 此外，在两个轧机架W_{i-1}，W_i之间还布置了带张力控制器14，其通过设定辊间隙来调节这两个轧机架W_{i-1}，W_i之间的带张力$Z_{i-1,i}$。根据图1不仅在轧机架W_1和W_2之间也在轧机架W_2，W_3之间布置带张力控制器14，其通过设定轧机架W_2以及W_3的辊间隙调节带张力$Z_{1,2}$和$Z_{2,3}$。

[0060] 在示出的实施例中通过活套辊16来检测带张力，其位置控制式地以固定的角度运行。替代性地，也能够应用张力测量辊-未示出-来代替活套辊16。通过轧件6压到活套辊16上的相应的力F来计算带张力$Z_{i-1,i}$。带张力控制器14通过相应地位于轧制方向上的轧机架W_i的调节系统12再调整带张力$Z_{i-1,i}$。

[0061] 在加工轧件6时可能发生，所述轧件在离开轧机架W_i时，不具有预设的目标厚度h_i并且因此具有目标厚度误差Δh_i。这种轧件部段6在轧制过程期间被检测出，其在轧机架W_{i+1}中的起轧时间点T_{i+1}被测定，并且在时间点T_{i+1}时如此调整轧机架W_i的辊速度v_{Wi}，即根据质量流定律在轧机架W_{i+1}中达到目标厚度h_{i+1}。在图1中示例地示出轧件部段6`，其在第一轧机架$W_1$之后具有目标厚度误差$\Delta h_1$，在此情况中，其具有过厚的-在此通过阴影区域示出的-轧件部段6`。该过厚的轧件部段6`在时间点T_2接触到轧机架W_2上。在该时间点，将第一轧机

架W_1的辊速度v_{W1}降低直至根据质量流定律在轧机架W_2中达到正确的目标厚度h_2。

[0062] 如上面已述，存在这种可行性，在整个轧制过程期间持续地修正模型化的前滑。图2示出控制装置20的示意图，其用于通过辊速度v_{Wi}来调节轧件速度v_i，借助于其进行对模型化的前滑的持续地修正。因此，根据其他测量值，通过前滑的自适应性调整、在根据图2的实施例中根据轧件速度的测量值$v_{i,M}$来修正前滑。利用在轧机架W_i之后的测量装置18测定该辊速度测量值$v_{i,M}$。

[0063] 该控制装置20包括前滑自适应控制器22和极限和或然度检验级24。在轧件6上借助于测量装置18测量实际的出口侧的轧件速度$v_{i,M}$。这个实际上在轧机架W_i之后测量的出口侧的轧件速度$v_{i,M}$以及出口侧的轧件速度的额定值$v_{i,Soll}$被输送给前滑自适应控制器22。从这些参量中测定前滑的校正值s_{Ki}。

[0064] 随后，前滑的该校正值s_{Ki}连同前滑的基础值s_{Gi}一起被输送给极限和或然度检验级24。由此获得尽可能校正了的并且再次微调的前滑。随后在逆向路段模型26中应用所述前滑，以便使辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$自适应。换而言之，通过前滑自适应控制器22和极限和或然度检测级24再次微调依据模型调整的或模型化的前滑，以便可能再次产生与此相比自适应得更好的模型化的前滑。该自适应得更好的模型化的前滑在模型中再次用于测定辊速度的额定值$v_{Wi,Soll}$，随后通过辊驱动器来调节该额定值。由此，也以总是更高的精度达到出口侧的目标厚度h_i。换而言之，轧件速度测量值$v_{i,M}$和根据本发明校正的前滑、即基础值s_{Gi}和校正值s_{Ki}进入控制装置20中。此时特别地，能够选择在测量值、此时是轧件速度测量值$v_{i,M}$和前滑值之间的确定的权重。换而言之，即通过控制装置20使用了在轧机架W_i之后或者在轧机架之间测量的轧件速度。然而，为了提高质量流调节的抗变换性，在控制装置20中仅间接地、即连同根据本发明的测定的前滑一起进行该使用。

[0065] 尽管通过优选的实施例在细节上详细的阐述并说明了本发明，本发明不受到公开的实施例的限制并且本领域的技术人员能够从中推导出其他的变体而不离开本发明的保护范围。

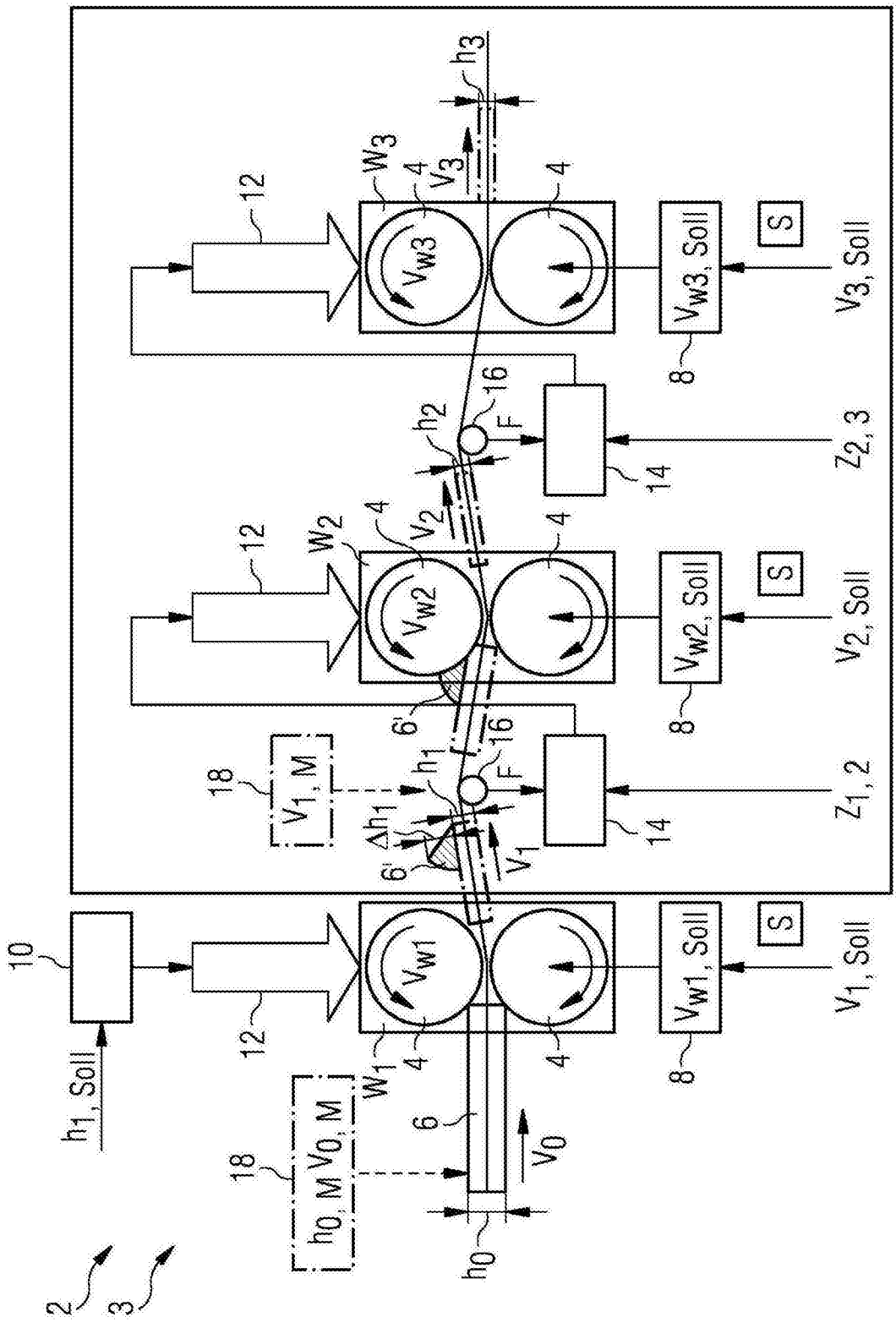

h3
W3
4
V3
12
Vw3
Vw3, Soll
S
V3, Soll
8
16
h2
F
Z2, 3
14
W2
V2
Vw2
Vw2, Soll
V2, Soll
6'
18
V1, M
h1
Δh1
Z1, 2
V1
10
h1, Soll
Vw1
Vw1, Soll
V1, Soll
W1
6
h0, M
V0, M
V0
h0
2
3

图1

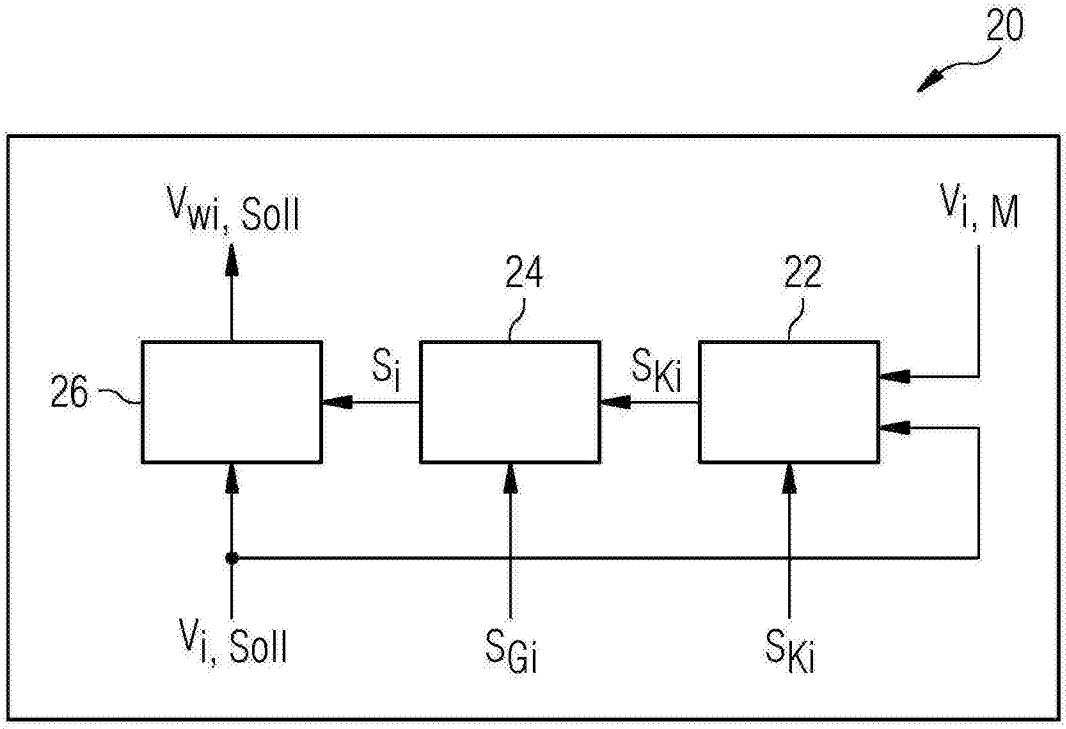


图2