

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95120313.4

[45]授权公告日 2002年1月9日

[11]授权公告号 CN 1077461C

[22]申请日 1995.10.27 [24]颁证日 2002.1.9

[21]申请号 95120313.4

[30]优先权

[32]1994.10.28 [33]FR [31]9413102

[73]专利权人 尤辛诺公司

地址 法国普托

共同专利权人 泰森钢铁公开股份有限公司

[72]发明人 J·巴比 F·马佐迪艾

L·文迪维尔 P·迪拉苏斯

E·沙吉斯 Y·格兰詹尼勒

J·M·佩列蒂埃

[56]参考文献

JPA-61078537 1986.4.22 B22D11/06

审查员 胡强

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 章社杲

权利要求书3页 说明书14页 附图页数3页

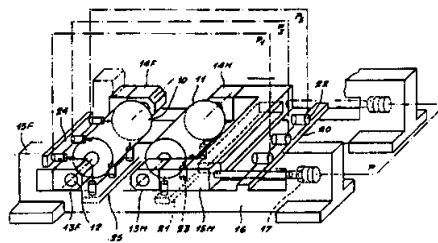
[54]发明名称 测定在两辊之间成形薄金属产品的颈部间隙的方法和装置

[57]摘要

该装置包括两个被机架(16)上的轴承座(13,14)固定的辊(10,11),对于每个辊,还有测量径向上正对着辊间的颈部的母线上的、分别位于与轴相垂直的中平面中的、和与该中平面平行的第二平面(如P<sub>1</sub>,P<sub>5</sub>)中的三个或更多点的位置的装置(22),和测量在中平面中的相对辊轴线与颈部成90°的母线位置的装置(23)。

本发明的方法采用这些装置来连续确定辊间的间隙,其中考虑到了工作中的辊变形。

特别适用于辊间连续铸造金属带材。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1. 一种连续测定两辊 (10, 11) 之间在颈部的间隙的方法, 该两辊有基本平行的轴线, 是属于使薄金属产品在所述辊之间通过而使之热成形的装置的辊, 其特征在于, 中心的间隙值、即在该装置的横向中平面 ( $P_3$ ) 中的间隙值, 是在没有产品和冷时在起始阶段及在所述产品成形期间测定的; 而每个辊:

— 相对于此起始阶段, 沿一条相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的母线上, 测量在该辊表面上至少三个点位置中的变化值 ( $C3_1, C3_3, C3_5$ ), 即与颈部正好相对的母线测量, 这些点至少分别位于所述中平面 ( $P_3$ ) 及两个与所述中平面平行、且位于其两侧的第二平面 ( $P_1, P_5$ ) 中;

— 相对于起始阶段, 测量在位于相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的母线上的点的位置变化值 ( $C2_3$ );

— 在所述各平面中, 用计算机模式或经验曲线确定该颈部和相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  或  $180^\circ$  位置之间的辊的径向长度 ( $R$ ) 变化 ( $\delta 12$ );

— 用分别相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  和  $180^\circ$  处, 在中平面中的各点位置测量的变化值, 及所述径向长度变化分别在中平面中、一方面在颈部和相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  位置之间的径向长度变化 ( $\delta 12_3$ ), 另一方面, 在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  和  $180^\circ$  位置之间的径向长度变化 ( $\delta 13_3$ ), 从此计算出相对于起始阶段的在颈部的轧辊中心的弹跳值 ( $\Delta x_3$ ) 和径向长度的变化值 ( $\Delta R_3$ ).

— 用冷时在中心的间隙值和轧辊中心的弹跳值以及径向长度变化值, 从此计算出在中心的间隙的瞬时值 ( $e_3$ ) 及间隙的瞬时轮廓。

2. 权利要求 1 的方法, 其特征在于, 还测量在位于所述第二平



面中并相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的表面上点的位置变化。

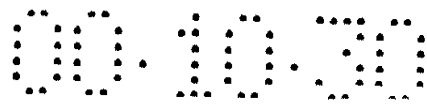
3. 权利要求 1 和 2 任一项的方法，其特征在于，远离颈部的一母线和在该母线的至少三个点的位置变化 ( $C_{2_1}$ ,  $C_{2_3}$ ,  $C_{2_5}$ ) 被测出的位置 (2) 上的热轮廓，用确定在所述母线上的一点处的热变形 (Y) 作为该点的轴向位置 (1) 的函数的参数化函数，和用所述的至少三点的位置变化测量值来测定，而颈部母线的热轮廓用所述的远离颈部的母线热轮廓和在所述各平面中的、在颈部和所述远离颈部的母线位置之间的该辊的径向长度变化 ( $\delta_{12}$ ) 来确定。

4. 权利要求 2 和 3 任一项的方法，其特征在于，用分别位于所述第二平面和相对辊轴线与颈部成所述  $90^\circ$  和  $180^\circ$  位置中的点的位置变化 ( $C_{3_1}$ ,  $C_{3_5}$ ,  $C_{2_1}$ ,  $C_{2_5}$ ) 的测量值确定该间隙的不对称度 ( $e_1-e_5$ )。

5. 权利要求 1-4 中任一项的方法，其特征在于，测量相对于空间安装基准位置于相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的点位置的变化 ( $C_3$ )。

6. 权利要求 1-4 中任一项的方法，其特征在于，测量相对于支撑该辊的，包括辊轴的端部在其中旋转的轴承座的装置 (15F, 15M) 在位于相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  处点的位置变化 ( $C_3$ ) 和在每个端部的轴承座的间隔的变化 ( $e_d, e_g$ )。

7. 形成薄金属产品的装置，它包括两个具有基本上平行的轴线的、在它们之间界定出位于其轴线的共同平面 (P) 中的颈部的辊 (10, 11)，设有辊轴 (12) 的轴端于其中旋转的轴承座 (13, 14) 的支撑装置 (15F, 15M)，及在其上操纵支撑至少一个辊的装置、并可在该辊彼此靠近或再分开的方向上瞬时移动的机架 (16)，其特征在于，每个辊它包括测量与该颈部正好相对的母线上的、分别位于与轴相垂直的中平面 ( $P_3$ ) 中的、和与该中平面平行并靠近辊边缘的第二平面 ( $P_1, P_5$ ) 中的至少三点的位置的装置 (22)，和测量相对辊轴线与



颈部成 $90^\circ$ 的母线的、在中平面中的位置的装置(23)。

8. 权利要求7的装置,其特征在于,它还包括用于测量在相对辊轴线与颈部成 $90^\circ$ 的母线的、在所述第二平面中位置的装置(23)。

9. 权利要求7或8的装置,其特征在于,所述的测量装置是与支撑辊的装置相连的位置传感器(22),其特征还在于,它还进一步包括测量轴承座的间隔变化的装置(26)。

10. 权利要求7的装置,其特征在于,测量与颈部正好相对的母线位置的所述装置(22)是与该机架相连的传感器。

11. 权利要求7-10中任一项的装置,其特征在于,所述的辊(10, 11)是用于在辊之间连续铸造的装置的,旨在用于与熔融金属接触的冷却铸造辊。

12. 权利要求7的装置,其特征在于,它包括与所述测量装置(22, 23)相连的计算装置,它用于:

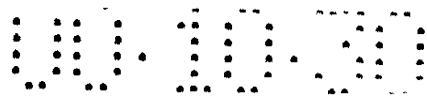
— 计算所述母线的被测位置的变化;

— 借助考虑了铸造参数的计算机模式和/或用经验数据,确定在所述平面( $P_1$ ,  $P_3$ ,  $P_5$ )中的、在颈部与相对辊轴线与颈部成 $90^\circ$ 或 $180^\circ$ 位置之间的辊的径向长度( $R$ )的变化( $\delta 12$ );

— 用所述的位置变化和径向长度变化,计算在轧辊中心的弹跳值( $\Delta x_3$ )和相对于起始状态的在颈部的径向长度变化值( $\Delta R_3$ ); 和

— 用冷时在中心的间隙值、在轧辊中心的弹跳值和径向长度变化值以及间隙的轮廓,由此推导出在中心间隙的瞬时值( $e_3$ )。

13. 权利要求7的装置,其特征在于,所述的测量装置包括电容性或电感性或激光束传感器。



# 说明书

## 测定在两辊之间成形薄金属产品 的颈部间隙的方法和装置

5

本发明属于金属产品的制造领域，一般是平形的和薄的，如钢或其它金属的带材的制造，这是通过使产品通过有两个基本上平行轴线的辊时使之成型的，辊对产品施加一个压缩力。

它特别适用于金属与合金的双辊连续铸造，在此期间，大量的热在铸造金属和构成容纳熔融金属铸模的两个壁的，被强烈冷却的辊子之间交换，它还适用于其它的成型方法，比如轧制。

获得优质产品的主要问题之一是已知的实际上整个时间的辊子间隙问题，为了能影响到厚度和凸面控制使得到好几何性质的产品，也就是说得到具有需要的和恒定立形状横截面和产品长度尺寸的产品。

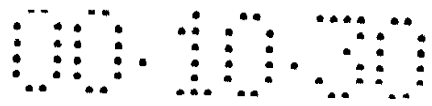
因此术语“辊子间隙”此后不仅表示辊子之间在颈部分隔辊子的平均距离(处在两辊轴线的共用平面中的最狭窄的通道)，还表示在颈部的通道的形状，一般不正好是矩形，不是有意目的得到横向微凸的产品，就是装置和辊子中变形的结果。

20 这些变形起因于产品施加的力，它引起：

— 通过其支座中的弹簧或通过位置上调节其轴承座的装置的收缩使辊子分离(此外，这些间距的变化在该辊的两侧不必是相同的，这导致了相对于与辊轴线垂直的中平面的间隙的不对称性)；

— 辊轴弯曲；

25 — 或甚至是辊面的特有的弯曲。



这些变形也是因热交换而引起的，在辊子加热时热交换在辊上产生一般热凸起效应，而在辊子旋转时还引起交变负荷变形，这是由于辊的每个区与所形成的产品连续接触和分离的缘故，在辊间铸造的情况下，铸件在与辊接触时的凝固时尤为如此。

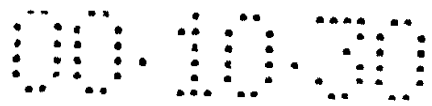
5 为了尽可能精确地知道这个间隙的形状和尺寸，因而需要测量在辊子之间颈部的间隙，这不只是在辊子的整个宽度的一点上测，而是在整个宽度上测，或至少在沿形成颈部的两条母线的若干点上测。

由于不可能在铸造工序过程中进行这种测量，所以已知的是在产品成形后用厚度和能确定其形状和尺寸的轮廓量规来测量。除了这  
10 些量规的费用问题之外，实际上它们只能放置在远离颈部之处，因此仅在相当长的延迟之后测量才反映出间隙值。这值将会偏移，因而只能延迟进行修正，这导致了沿制造产品的纵向轮廓的不规则性。

本发明的目的在于解决这些问题，特别是能在产品成形过程中迅速而连续地确定间隙，从而能实际上即时地作用于调整辊的位置的  
15 部件或作用于控制成形操作的其它参数的部件，为的是保持恒定的所需的形状和尺寸的间隙，比如作用于控制辊子的“凸起”的装置。

考虑到这些目的，本发明的主题是一种连续测定两辊之间在颈部的间隙的方法，该两辊有基本平行的轴线，是属于使薄金属产品在所述辊之间通过而使之热成形的装置的辊，其特征在于，中心的间隙  
20 值、即在该装置的横向中平面中的间隙值，是在没有产品和冷时在起始阶段及在所述产品成形期间测定的；而每根辊来说：

—相对于此起始阶段，沿一条相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的母线是、测量在该辊表面上至少三个点位置中的变化值，即与颈部正好相对的母线测量，这些点至少分别位于所述中平面及两个与所述中平面  
25 平行的、且位于其两侧的第二平面中；



—相对于起始阶段，测量在位于相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的母线上的点的位置变化值；

—在所述各平面中的，该颈部和相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  或  $180^\circ$  位置之间的辊的径向长度变化，用计算机模式或经验曲线确定；

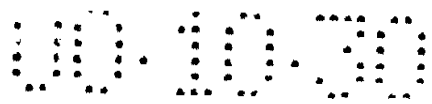
5       —用分别相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  和  $180^\circ$  处，在中平面中的各点位置测量的变化值，及所述径向长度变化分别在中平面中、一方面在颈部和相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  位置之间的径向长度变化，另一方面，在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  和  $180^\circ$  位置之间的径向长度变化，从此计算出相对于起始阶段的在颈部的轧辊中心的弹跳值和径向  
10 长度的变化值；

—用冷时在中心的间隙值和轧辊中心的弹跳值以及径向长度变化值，从此计算出在中心的间隙的瞬时值及间隙的瞬时轮廓。

因此，由于本发明方法的优点，从而可能在制造产品的过程精确、迅速和连续地知道间隙实际上的精确的尺寸和形状，从而保证这  
15 些尺寸和形状保持在所要求的允许范围中，或产生偏差时，借助常规用来装备这类装置的各种操作机构进行事实上的和瞬时的修正。这样就得到在整个长度上恒定横截面的优质产品。

较好地是，还测量在位于所述第二平面中并相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的表面上的点的位置变化。然后用分别位于所述第二平面和相对辊  
20 轴线与颈部成所述  $90^\circ$  和  $180^\circ$  位置中的点的位置变化的测量值精确地确定该间隙的不对称度，即辊的两端间的、两辊的间距的差。

还较好的是，远离颈部的一母线和在该母线的至少三个点的位置变化被测出的位置上的热轮廓，用确定在所述母线上的一点处的热变形作为该点的轴向位置的函数的参数化函数，和用所述的至少三点  
25 的位置变化测量值来测定，而颈部母线的热轮廓用所述的远离颈部的



母线轮廓和在所述各平面中的、在颈部和所述远离颈部的母线位置之间的该辊的径向长度变化来确定。

本发明的主题还在于一种形成比如带材的薄金属产品的装置，它包括两个具有基本上平行的轴线的、在它们之间界定出位于其轴线的  
5 共同平面中的颈部的辊，设有辊轴的轴端于其中旋转的轴承座的支撑装置，及在其上操纵支撑至少一个辊的装置、并可在该辊彼此靠近或再分开的方向上瞬时移动的机架，其特征在于，每个辊它包括测量与  
10 该颈部正好相对的母线上的、分别位于与轴相垂直的中平面中的、和与该中平面平行并靠近辊边缘的第二平面中的至少三点的位置的装置，和测量相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的母线的、在中平面中的位置的装置。

较好地中，为了能精确地测量该间隙的不对称度，该装置它还包括用于测量在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的母线的、在所述第二平面中位置的装置。

15 根据实施方案的一个变型，所述的测量装置是与支撑辊的装置相连的位置传感器，而且它还进一步包括测量轴承座的间隔变化的装置。

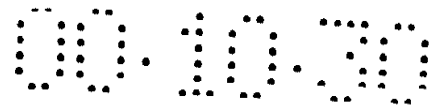
根据另一个省去测量轴承座的间隔的装置变型，测量与颈部正好相对的母线位置的所述装置是与该机架相连的传感器。

该装置还包括与所述测量装置相连的计算装置，它用于：

20 — 计算所述母线的被测位置的变化；  
— 借助考虑了铸造参数的计算机模式和/或用经验数据确定在所述平面中的、在颈部与相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  或  $180^\circ$  位置之间的辊的径向长度的变化；

— 用所述的位置变化和径向长度变化，计算在轧辊中心的弹跳  
25 值和相对于起始状态的在颈部的径向长度变化值；和





—用冷时在中心的间隙值、在轧辊中心的弹跳值和径向长度变化值以及间隙的轮廓，由此推断出在中心间隙的瞬时值。

其它的特征和优点将在此陈述中明确，该陈述根据本发明将指定一种在辊间连续铸造薄钢带的装置和连续测定该铸辊间的间隙的方法。

参看附图，其中：

—图 1 是铸造装置的简化的部件图；

—图 2 是安装该装置的辊的半剖视图；

—图 3 是铸造设备的装置简化平面图；

10 —图 4 是经图 3 的平面  $P_1$  截取的，图 3 装置的正视图。

图 1 所示的连续铸造装置以已知的方式包括两个具有平行轴线而且位于水平平面中的辊 10, 11, 它们被内部冷却并被驱动装置(未示出)旋转运转。这种辊的简化的方式示于图 2 中，它包括轴 12, 与轴相连的辊体 31, 以及构成铸件表面的外壳 32, 该外壳是用本质上  
15 已知的方法固定在辊体上的。

按常规，为得到横向稍有凸起的带材(为后续的带材冷轧处理所需要), 外壳 32 的外表面 34 必需是稍有“凹陷的”。这就是为什么用机加工所得到的，该表面的纵向轮廓(沿辊轴线方向)是中凹的。但是，此下凹度是在冷时测得的，以使在热时，保持颈部的所需的下凹，  
20 这是考虑到当外壳加热时由于热凸起作用初始下凹度趋于减小的事实。

以有意放大的方式，图 2 示出了外壳表面的形状，在冷时用虚线 35 示出，在热时用参考线 34 示出，线 36 代表理论上的直的母线，下陷，或所述的下凹度是相对于它而确定的。

25 再回到图 1, 可见的是，轴 12 固定在轴承座 13F、13M、14F、



14M, 或辊轴承座中, 轴在其中旋转。

辊 10 的轴承座 13F、14F 通过支承装置相连, 比如通过梁 15F 相连, 过梁 15F 是相对于装置的机架 16 安装的。另一辊 11 的轴承座 13M、14M 以同样的方式通过过梁 15M 相连, 过梁 15M 在机架 16 5 上被引导, 并在其上移动, 这样就可能用推力缸 17 调节轴承座 13M 和 14M 的位置, 该缸还提供抵消铸件所产生的分开辊子的反作用力。

此外, 该装置还包括测量每个辊的表面 34 位置的器具。对每个辊而言。这些测量器具包括旨城测量位于水平平面 P 中的, 正好与颈部相对的这表面的母线上的及沿该母线的若干点处的表面 34 的位置 10 的传感器 22 的组 20。在图 1 中, 三个传感器 22 是这样展示的, 一个位于垂直的中平面  $P_3$  中, 它测量基本上位于所述母线中部的点的位置, 其它两个分别位于靠近铸造表面 34 边缘的第二垂直平面  $P_1$  和  $P_2$  中。为提高测量精度可采用置于中部位置的辅助的传感器。

相对于机架 16 安装传感器 22 的组 20。这些传感器是在三角测 15 量用途中已知类型的传感器, 比如是激光束传感器, 它们尽管远离需要确定位置的点, 但对距离的微小变化却很敏感。这些传感器 22 的布置要使得它们通过为此目的而设在支撑辊 11 的过梁 15M 中的窗 18 而指向辊 11 的表面。以这种方式, 用这些传感器所进行的测量是对相对于机架 16 的辊子 11 的表面上目标的位置的直接测量, 因而与轴 20 承座 13M, 14M 的位置无关。

测量表面 34 的器具还包括传感器 23 的组 21, 它们位于辊 11 之下, 于基本上通过辊子的轴线的垂直平面中, 这组传感器是相对于轴承座 13M、14M 安装的, 因而随后者移动。传感器 23 比如是电容的或电感的用于接近测量的传感器。组 21 包括分别位于同一垂直平面 25 中的与组 20 的传感器 22 一样的三个传感器 23, 因此它们可以进行



位于相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$ 、相对于该辊转动方向的后者下方的表面 34 的母线位置的三点测量。

类似地，两个传感器组 24, 25 安置在靠近辊 10 处。然而，假设该辊轴承座 13F 和 14F 是相对机架 16 安置的，那么则可注意到组 5 24 的传感器也可是电容型或电感型的。

根据图 3 和 4 中所示的实施方案的变型，这类仅可在短距离中测量的传感器也可被用来替代传感器 22，以便测量辊 11 上的正对着该颈的母线上的这类点的位置。在此情况下，这些传感器是相对于支撑该辊的装置 15M 安置的，而且设置辅助的传感器来测量这些支撑 10 装置相对于机架的位置。比如安装传感器 26 以使能测出两辊的轴承座之间的间距的变化。

借助于用上述传感器所进行的测量，在铸造期间连续确定间隙的方法现在将参考图 3 和 4 来陈述。

在陈述之前，要记得的是辊间颈部的实际间隙，在铸造期间取 15 决于：

- 冷时辊子的起始下凹度；
- 外壳的热凸起效应和径向膨胀效应，这些效应在外壳的热时趋于减小下凹度；
- 在支撑外壳的该组部件中的弹跳，尤其是该辊的轴的弯曲， 20 这种弹跳倾向于增加辊间在颈部的距离。

考虑到这样的事实：夹持力相当低，而外壳的直径与它的宽度相比又很大，则可以认为外壳本身不弯曲，或至少可忽略此弯曲。然而，在每组传感器中用大量的传感器来确定间隙时可以考虑外壳的固有弹跳。

25 机架 16 的弹跳也可认为是微不足道的。然而，通过象图 3 和 4



中所示那样使用传感器安装时，测量就变得与可能有的弹跳全然无关，因为所测量的是辊子的轴承座之间的间距的变化，那么机架的弹跳对测量不再有影响。

此外，为精确了解铸造期间颈部间隙的形状和尺寸，需充分了

5 解，在颈部：

- 中心间隙，即在该装置的中平面中的间隙；
- 间隙的不对称性；
- 外壳的表面轮廓。

知道这些因素，就可能控制：

- 10
- 通过控制两个夹紧缸 17 的相等的移动来控制铸件的厚度；
  - 通过控制这些夹紧缸的不同的移动来控制该铸件产品的横向不对称性；

— 通过控制铸件产品和外壳之间的热交换，比如通过改变外壳的冷却或辊子的旋转速度来控制凸起外形。

15 在下文的说明中，为了使用能过不同的传感器所进行的测量来测定中心部的间隙值。外壳的表面轮廓的不对称性和形状，将使用以下的符号：

$e_0$ : 冷时，理论外壳母线 36 之间的初始间隙值；

$e$ : 实际间隙值；

20  $b$ : 冷时，由于表面 34 机加工产生的，该表面母线的弯曲值；

$\Delta x$ : 辊的弹性值；

$e_d$  和  $e_g$ : 用传感器 26 测出的，辊子侧上的轴承座之间间距的变化值；

$\Delta R$ : 相对于其冷时长度的，该辊的径向长度的变化(由于热凸起  
25 和径向膨胀的作用)；

$\delta$ : 旋转时径向长度的变化;

L: 辊子两轴承座间的距离;

$l$ : 包含传感器的垂直平面中的每一个的, 相对于轴承座的轴向距离;

5  $\lambda$ : 外壳的宽度;

C: 用传感器 22, 23 所测的, 外壳上的每个点的位置的变化值。

此外,

— 配予上述符号的数字 1, 2, 3 表示角度位置, 其中所述的数值被认为: 1 表示在颈部处的位置, 2 表示相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的位置, 而 3 表示相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的位置(正好与颈部相反);

— 类似地, 以系数示出的数字表示轴向位置: 3 相应于中平面中的位置, 而 1 和 5 相应于第 2 平面中的位置。它们靠近外壳的两端(将注意到的是系数 2 和 4 相应于辅助的中间平面);

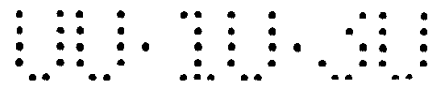
15 — 字母“F”表示与固定的辊 10 相关的值, 而字母“M”则与可动的辊 11 相关。

这样, 比如:

20  $C_{2_3}M$  是用传感器 23 测得的, 可移动辊 11 的外壳表面 34 上的点的位置变化的值, 该点位于相对辊轴线与辊预成  $90^\circ$  处, 并在中平面中;

$\delta_{23_1}$  是在靠近外壳边缘的第二平面 P1 中、相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  角的位置和成  $180^\circ$  角的位置之间的径向长度的变化;

最后, 方便的是给相应于每个辊的同一测量或变化值的和标上符号“F/M”(因而, 比如:  $C_{2_3}F/M = C_{2_3}F + C_{2_3}M$ )而且给所有的相当于间隙的增加的值标上符号“+”, 而给相当于间隙减小的那些值标



上符号“-”。

要注意的是，与相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  位置(“2”位)相关的并用于以下公式的 C 值被相当于辊子转 1/4 周的时间所延迟，从而该位置的变化考虑到了与同一母线相关的相同的计算，虽然这些变形的测量是在不同角度的位置上进行的，只要特别是没有任何可能的辊的不圆度。

按这些符号的规定，下式可写成：

a) 为确定中心部间隙  $e_3$

— 中心部(在中平面中)辊轴的弹跳：

$$10 \quad \Delta x_3 = C3_3 - (C2_3 - \delta 23_3)$$

— 颈部径向变化：  $\Delta R_3 = C2_3 + \delta 12_3$

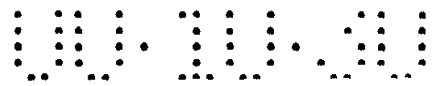
因此中心部的实际间隙：

$$\begin{aligned} e_3 = \text{初始间隙} & \quad | \quad e_{o_3} \\ + \text{冷时辊的下凹度} & \quad | \quad + b_3 F + b_3 M \\ + \text{轴的弹跳}(\Delta x_3) & \quad | \quad + C3_3 F - (C2_3 F - \delta 23_3 F) \\ & \quad \quad \quad + C3_3 M - (C2_3 M - \delta 23_3 M) \\ - \text{颈部的} \Delta R_3 & \quad | \quad - (C2_3 F + \delta 12_3 F) \\ & \quad \quad \quad - (C2_3 M + \delta 12_3 M) \end{aligned}$$

因而：

$$15 \quad e_3 = e_{o_3} + b_3 F/M + C3_3 F/M - 2 \cdot C2_3 F/M + \delta 23_3 F/M - \delta 12_3 F/M$$

$\delta 23_3 - \delta 12_3$  的值很小，而且可用考虑了指定外壳的铸造参数，特别是热交换强度和速度的计算机模式，或用经验值确定。还应注意的，根据此计算机模式，该值相对于外壳的冷却强度而言实际上是



恒定的。

b) 间隙的不对称度:

位于边缘及在相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的端部传感器能知道此

5 不对称度。

$$e_1 = eo_1 + b_1 F/M + C3_1 F/M - 2 \cdot C2_1 F/M + \delta 23_1 F/M - \delta 12_1 F/M$$

$$e_5 = eo_5 + b_5 F/M + C3_5 F/M - 2 \cdot C2_5 F/M + \delta 23_5 F/M - \delta 12_5 F/M$$

10 按照定义, 设定  $b_1 = b_5$  (初始下凹轮廓的对称度), 那么:

$$e_1 - e_5 = eo_1 - eo_5 + C3_1 F/M - C3_5 F/M - 2 \cdot (C2_1 F/M - C2_5 F/M) \\ + (\delta 23_1 F/M - \delta 23_5 F/M) - (\delta 12_1 F/M - \delta 12_5 F/M)$$

A

B

15 可以假设, 表达式

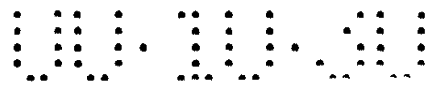
$A = (\delta 23_1 F/M - \delta 23_5 F/M)$  而  $B = (\delta 12_1 F/M - \delta 12_5 F/M)$  基本上为 0, 因为对辊的每侧而言条件原则上相同, 而且它们只是在基本相等的数量级上有所不同。

20 此外,  $eo_1$  和  $eo_5$  有以下的值:

$$-eo_1 = e_d - (e_d - e_g) \cdot l_1/L$$

$$-eo_5 = e_d - (e_d - e_g) \cdot l_5/L$$

25 因此:



$$(e_{o_1} - e_{o_5}) = [(e_d - e_g)/L] \cdot (l_5 - l_1)$$

因而不对称度的值

$$e_{o_1} - e_{o_5} = [(e_d - e_g)/L] \cdot (l_5 - l_1) + C_{3_1}F/M - C_{3_5}F/M - 2 \cdot (C_{2_1}F/M - C_{2_5}F/M)$$

### c) 轮廓

可以证实, 冷时加于此轮廓线上的各辊表面 34 的在固有热凸起轮廓为如下形状:

10

$$Y = k(Dq) \cdot [2 \cdot e^{-\beta(1/2)} - e^{-\beta(x)} - e^{-\beta(1-x)}].$$

$\beta$  是常数, 需要计算  $k$ , 它是穿过外壳壁的温度梯度的函数。

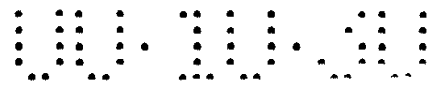
为了考虑相对于平面的对称性的可能的不足, 需要了解在各侧的曲线上的至少一点, 因此, 至少需要有三个传感器。通过取靠近边缘的传感器所测得的平均值, 就可能确定相对于其轴线的辊的轮廓线。

在有三个在相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的传感器而仅有一个在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的传感器的情况下, 将需在取在相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  的凸起值。如果在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  至少有 3 个传感器, 那么就可能取在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的凸起值, 此处靠近颈部, 具有与颈部相近的值, 因此, 颈部的轮廓可以更精确地确定。

为了从相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  或  $180^\circ$  轮廓了解颈部的轮廓, 则需要综合颈部和辨认出凸起的位置之间的径向变化,

25





— 因此,

$$\Delta R_i = C2_i - \delta 12_i$$

因此, 如果该凸起是在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  测量的:

5

$$Y_1 = C2_3 - C2_1 + \delta 12_3 - \delta 12_1$$

$$Y_5 = C2_3 - C2_5 + \delta 12_3 - \delta 12_5$$

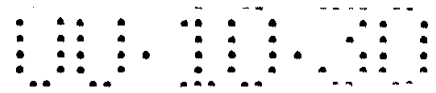
如前所述,  $\delta 12_3$ ,  $\delta 12_1$  和  $\delta 12_5$  的值, 无论是作为铸造参数的  
10 函数, 还是作为相对辊轴线与颈部成  $180^\circ$  和  $90^\circ$  之间的凸起值的差的  
函数都可用一种模式确定, 或用经验曲线或经验值确定。

知道了  $Y_1$  和  $Y_5$ , 那么就可能确定各辊在颈部的轮廓。

正如将一直被了解的那样, 本发明的装置和方法能在铸造期间,  
通过确定在中心的间隙值, 相对于中平面的它可能的不对称度和各辊  
15 在颈部的母线的形状精确和连续地确定辊之间的实际的间隙。

在相对辊轴线与颈部成  $90^\circ$  的传感器特别用于确定由于热凸起  
效应产生的各辊径向和轮廓变化的影响, 因为在此相对辊轴线与颈部  
成  $90^\circ$  处, 由于液压缸的分离力的机械作用产生的变形是可以忽略  
的。因此也可能在颈部上方的  $90^\circ$  处对该辊进行相应的测量。然而,  
20 出于空间限制的原因, 较容易的是将这些传感器置于辊子之下。此外,  
考虑到此热凸起的测量, 这样的位置是有利的, 因为颈部和颈部下方  
的  $90^\circ$  处之间的凸起变化要比颈部和颈部上方的  $90^\circ$  处之间的凸起  
变化小, 这是因为两个位置之间由于进来的金属液与外壳的接触要比  
铸成的带材与辊的表面的分离后的冷却急剧得多的缘故。

25 上文所述的各种测量在事实上可能在运行中测定间隙的变化,



就冷时的此间隙而言，由于没有力作用于辊子，所以这些变化是在铸造期间施加的力和辊的热变形而引起的。因此，假设冷时辊的轮廓形状是已知的。实际上，冷时轮廓曲线的，被该设备用于加工该辊的轮廓的因素已由热时所需的母线轮廓的形状推导出来，为了具有能与所形成的带材所需宽度轮廓相配的间隙轮廓(此形状是由数字函数确定的)，这种冷时的轮廓因素给定了一点的轮廓的深度，作为该点的轴线位置的函数。相反地，通过测量在中心的间隙值和利用冷时轮廓的该因素，知道了冷时的间隙轮廓以及如上所述地知道了各辊形状和位置的变化，就可能足够精确地知道热时的该间隙的轮廓。

10 在上文中，考虑到辊的母线轮廓形状是一条由数学函数确定的曲线，由位于三个平面  $P_1$ ,  $P_3$ ,  $P_5$  中的传感器所作的测量可能确定该曲线的参数及其在该装置中的位置。很容易了解的是，如果可将大量传感器用于除  $P_1$  和  $P_5$  之间的，与  $P_3$  平行的平面中，即分布于该辊表面 34 的整个宽度上，那么就可能直接通过测量知道该轮廓线上一些  
15 点的位置，从而精确地知道该辊的轮廓及间隙的轮廓，而无需完全知道初始轮廓的形状。

无需说明的是，本发明不仅适用于连续铸造，而且还，如在开始时已经提到的，适用于轧制金属或一些其它材料制的平的产品。

说明书附图

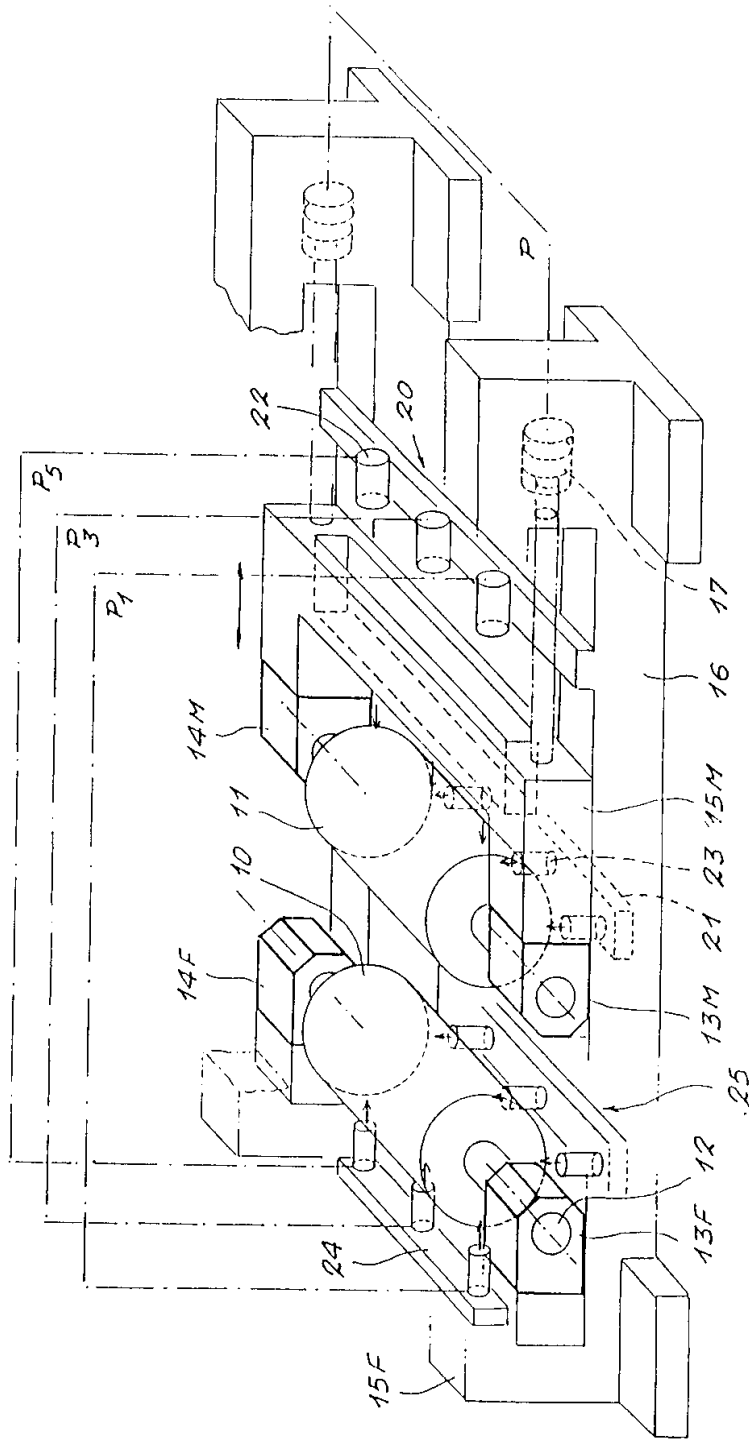


图 1

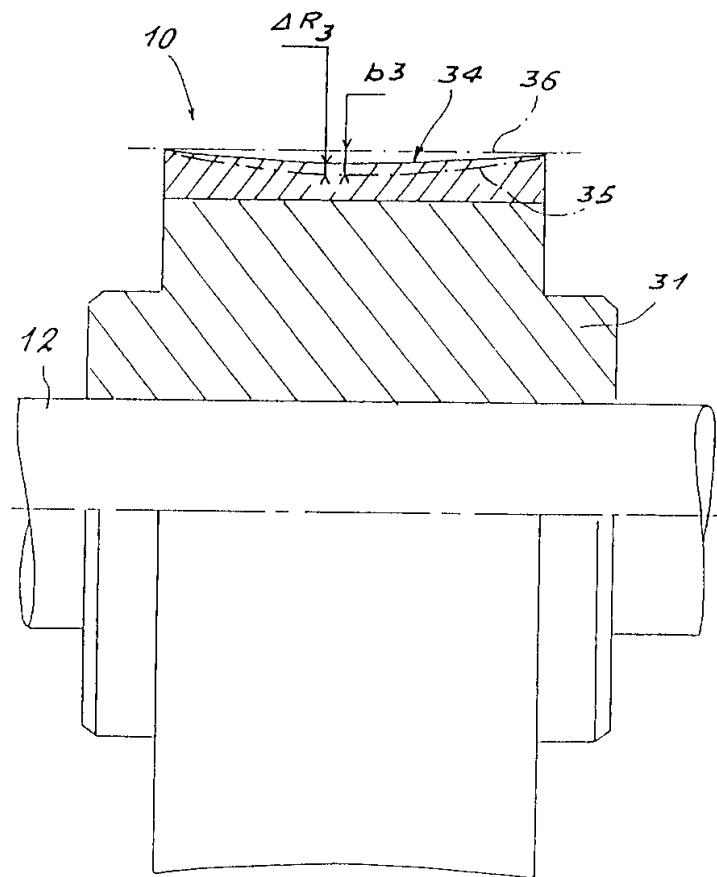


图 2

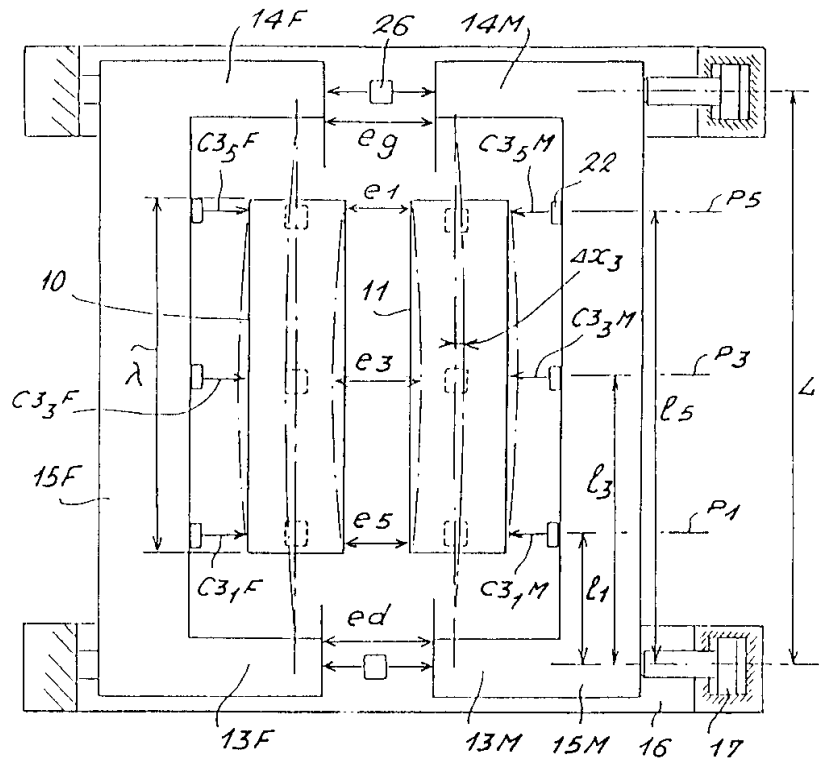


图 3

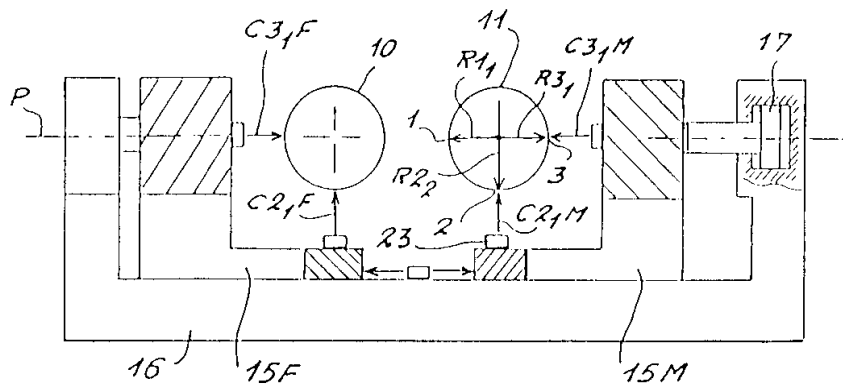


图 4