



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106698041 B

(45)授权公告日 2018.08.03

(21)申请号 201710050158.3

B65H 43/00(2006.01)

(22)申请日 2017.01.23

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106698041 A

CN 103387147 A, 2013.11.13,

CN 103112740 A, 2013.05.22,

CN 103086178 A, 2013.05.08,

(43)申请公布日 2017.05.24

CN 203419595 U, 2014.02.05,

(73)专利权人 清华大学

CN 103086177 A, 2013.05.08,

地址 100084 北京市海淀区100084信箱82

US 8740337 B2, 2014.06.03,

分箱清华大学专利办公室

JP 2007161392 A, 2007.06.28,

(72)发明人 都东 戴仁和 王力 常保华

审查员 叶强

刘洪冰 邹怡蓉 洪宇翔 潘际奎

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

11245

代理人 徐宁 何家鹏

(51)Int. Cl.

B65H 20/02(2006.01)

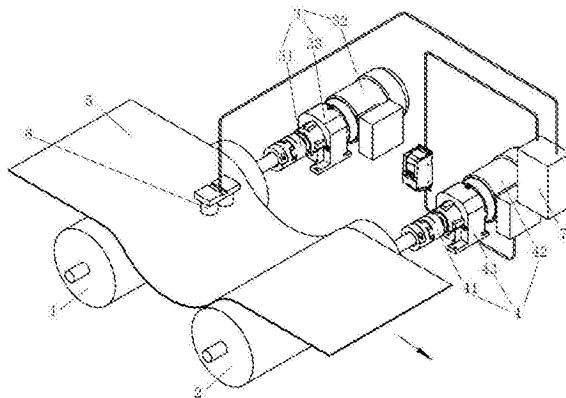
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种柔性板带材的多辊速度同步控制装置及方法,其中,所述装置它包括前辊和后辊,所述后辊与所述前辊呈间隔、平行布置,所述前辊和所述后辊分别连接前、后辊驱动装置,在所述前辊和所述后辊的上方固定设置有用测量柔性板带材位于所述前辊、所述后辊之间部分悬垂量的距离传感器,所述前辊和所述后辊的轴线与所述距离传感器之间的距离均相等,所述距离传感器的测量方向朝向柔性板带材且与柔性板带材的输送方向垂直,所述距离传感器与所述后辊驱动装置之间通过控制器电连接。本发明能够保证柔性板带材在连续输送时内部张力得到有效控制。



1. 一种基于柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置而实施的柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法,其特征在于:

所述控制装置包括设置在上游生产设备上的前辊和设置在下游生产设备上的后辊,所述后辊与所述前辊呈间隔、平行布置,所述前辊连接前辊驱动装置,所述后辊连接后辊驱动装置;在所述前辊和所述后辊的上方或下方设置有利于测量柔性板带材位于所述前辊和后辊之间部分的悬垂量的距离传感器,所述距离传感器到所述前辊和后辊的轴线的距离相等,所述距离传感器的测量方向朝向柔性板带材且与柔性板带材的输送方向垂直;所述距离传感器与所述后辊驱动装置之间通过控制器电连接,所述控制器用于接收所述距离传感器检测到的距离信号,并根据该距离信号控制所述后辊驱动装置的运转速度;

所述控制方法包括以下步骤:

1) 调整前辊和后辊的位置,记调整后的前辊与后辊轴线之间的距离为 l ;

2) 调整距离传感器的位置,使距离传感器到前辊和后辊的轴线的距离相等,距离传感器的测量方向竖直朝向柔性板带材,同时选取距离传感器的接触角 θ_0 ,使距离传感器最大量程测量点中心的水平高度位于前辊和后辊上沿的下方,前辊和后辊的上沿与距离传感器最大量程测量点中心的距离为 δ ,且距离传感器的分辨率高于 Δ ;

其中,距离传感器的接触角 θ_0 是指柔性板带材与前辊即将分离前的脱离点与前辊圆心之间的连线与竖直方向的夹角;

3) 调节后辊的运转速度,使柔性板带材悬垂至距离传感器的测量点中心附近,控制后辊和前辊的线速度均为 v ;

4) 距离传感器实时检测柔性板带材的悬垂量信号 δ' 并将该悬垂量信号 δ' 传输给控制器,当 $\delta' > \delta$,控制器向后辊驱动装置发出增大后辊的速度的指令,当 $\delta' < \delta$,控制器向后辊驱动装置发出减小后辊速度的指令,使 δ' 维持在 $\delta - 2\Delta$ 与 $\delta + 2\Delta$ 之间;

在所述步骤1)中,前辊与后辊的轴线之间的距离 l 满足:

$$\frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g} > \max \left\{ \frac{r_{\min}}{r} \cdot \frac{l}{2 \cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right)}, 7.6l - 13.4r - 0.14 \right\}$$

式中, ρ 为柔性板带材(5)的密度, v 为柔性板带材(5)沿输送方向的线速度, σ_s 为屈服强度, g 为重力加速度, r_{\min} 为柔性板带材折弯半径的最小值; r 为前辊和后辊的半径;

其中,前辊和后辊的半径 r 所满足的计算公式为:

$$\cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right) > \frac{r_{\min}}{\frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g}}$$

2. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法,其特征在于:所述前辊驱动装置包括输出轴与所述前辊紧固连接的第一传动机构,所述第一传动机构的输入轴连接第一电机的输出轴;所述后辊驱动装置包括输出轴与所述后辊紧固连接的第二传动机构,所述第二传动机构的输入轴通过变速器连接第二电机的输出轴,所述变速器与所述控制器电连接。

3. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法,其特征在于:

所述前辊与所述后辊呈等高布置；所述前辊和所述后辊均为圆柱结构，所述前辊和所述后辊的半径相同且大于柔性板带材折弯半径的最小值。

4. 如权利要求2所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法，其特征在于：所述第一传动机构与所述第一电机之间通过变速器连接，所述变速器电连接所述控制器。

5. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法，其特征在于：所述前辊和所述后辊采用输送带装置。

6. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法，其特征在于：所述前辊和后辊采用由两根上下布置的辊轴构成的压轧机构，其中，两根所述辊轴之间通过传动机构连接。

7. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法，其特征在于：在所述步骤3)中，距离传感器接触角 θ_0 的计算方法如下：

先求解关于 θ 的方程：

$$\frac{\frac{l}{2} - r \sin \theta}{\operatorname{arcsinh} \theta} \cdot \frac{1}{\cos \theta} = \frac{\sigma_s}{\rho g} \cdot \frac{v^2}{g}$$

然后解出两个在区间 $(0, \pi/2)$ 范围内的实根 $\theta_1, \theta_2, \theta_1 < \theta_2$ ；

再在以下范围内选取合适的 θ_0 ：

$$\theta_0 = (\theta_1, \min \{ \theta_2, \frac{l/2}{r_{\min} + r} \})$$

在所述步骤3)中，计算距离传感器的分辨率 Δ 所依据的公式：

$$\Delta = 10\% (\delta(\min \{ \theta_2, \frac{l}{2(r_{\min} + r)} \}) - \delta(\theta_1))$$

8. 如权利要求1所述的一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法，其特征在于：在所述步骤3)中，当柔性板带材的位置高于距离传感器最大量程测量点中心的水平高度时，增大距离传感器的接触角 θ_0 ，当柔性板带材的位置低于距离传感器最大量程测量点中心的水平高度时，减小距离传感器的接触角 θ_0 。

一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种板带材连续输送装置及方法,特别是关于一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置及方法。

背景技术

[0002] 在造纸、纺织、印刷和新型建筑材料等生产线中,通常存在各种柔性板带材料通过机械装置从一道工序向下一道工序输送的过程。在输送过程中,对于低强度柔性板带材,尤其是在被张紧后因自重产生的张力即可以导致缺陷的板带材,常采用的多辊速度同步方法(如张力控制法)难以实现低张力下有效的多辊速度同步控制。另外,悬垂量控制是一种低张力下同步柔性板带材生产过程中控制不同工序间速度的方法。虽然悬垂量控制目前已应用在部分产业中,但是现有方法却存在如下问题:针对低强度板带材,输送设备在设计过程中常需要做大量实验以获得合适的设备形位参数和控制方法,以防止柔性板带材在生产过程中因内部张力得不到有效控制而产生缺陷,从而消耗大量人力物力;在生产过程中需要人工目视,并根据柔性板带材折弯情况调整输送设备的速度,防止柔性板带材过度折弯,因此自动化程度不高。

发明内容

[0003] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种能够保证柔性板带材在设备间连续输送时内部张力得到有效控制的柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置及方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置,其特征在于:它包括设置在上游生产设备上的前辊和设置在下游生产设备上的后辊,所述后辊与所述前辊呈间隔、平行布置,所述前辊连接前辊驱动装置,所述后辊连接后辊驱动装置;在所述前辊和所述后辊的上方或下方设置有用于测量柔性板带材位于所述前辊和后辊之间部分的悬垂量的距离传感器,所述距离传感器到所述前辊和后辊的轴线的距离相等,所述距离传感器的测量方向朝向柔性板带材且与柔性板带材的输送方向垂直;所述距离传感器与所述后辊驱动装置之间通过控制器电连接,所述控制器用于接收所述距离传感器检测到的距离信号,并根据该距离信号控制所述后辊驱动装置的运转速度。

[0005] 所述前辊驱动装置包括输出轴与所述前辊紧固连接的第一传动机构,所述第一传动机构的输入轴连接第一电机的输出轴;所述后辊驱动装置包括输出轴与所述后辊紧固连接的第二传动机构,所述第二传动机构的输入轴通过变速器连接第二电机的输出轴,所述变速器与所述控制器电连接。

[0006] 所述前辊与所述后辊呈等高布置;所述前辊和所述后辊均为圆柱结构,所述前辊和所述后辊的半径相同且大于柔性板带材折弯半径的最小值。

[0007] 所述第一传动机构与所述第一电机之间通过变速器连接,所述变速器电连接所述控制器。

[0008] 所述前辊和所述后辊采用输送带装置。

[0009] 所述前辊和后辊采用由两根上下布置的辊轴构成的压轧机构,其中,两根所述辊轴之间通过传动机构连接。

[0010] 一种柔性板带材连续输送的同步控制方法,它包括以下步骤:1)调整前辊和后辊的位置,记调整后的前辊与后辊轴线之间的距离为 l ;2)调整距离传感器的位置,使距离传感器到前辊和后辊的轴线的距离相等,距离传感器的测量方向竖直朝向柔性板带材,同时选取距离传感器的接触角 θ_0 ,使距离传感器最大量程测量点中心的水平高度位于前辊和后辊上沿的下方,前辊和后辊的上沿与距离传感器最大量程测量点中心的距离为 δ ,且距离传感器的分辨率高于 Δ ;其中,距离传感器的接触角 θ_0 是指柔性板带材与前辊即将分离前的脱离点与前辊圆心之间的连线与竖直方向的夹角;3)调节后辊的运转速度,使柔性板带材悬垂至距离传感器的测量点中心附近,控制后辊和前辊的线速度均为 v ;4)距离传感器实时检测柔性板带材的悬垂量信号 δ' 并将该悬垂量信号 δ' 传输给控制器,当 $\delta' > \delta$,控制器向后辊驱动装置发出增大后辊的速度的指令,当 $\delta' < \delta$,控制器向后辊驱动装置发出减小后辊速度的指令,使 δ' 维持在 $\delta - 2\Delta$ 与 $\delta + 2\Delta$ 之间。

[0011] 在所述步骤1)中,前辊与后辊的轴线之间的距离 l 满足:

$$[0012] \quad \frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g} > \max \left\{ \frac{r_{\min}}{r} \cdot \frac{l}{2 \cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right)}, 7.6l - 13.4r - 0.14 \right\}$$

[0013] 式中, ρ 为柔性板带材5的密度, v 为柔性板带材5沿输送方向的线速度, σ_s 为屈服强度, g 为重力加速度, r_{\min} 为柔性板带材折弯半径的最小值; r 为前辊和后辊的半径;

[0014] 其中,前辊和后辊的半径 r 所满足的计算公式为:

$$[0015] \quad \cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right) > \frac{r_{\min}}{\frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g}}$$

[0016] 在所述步骤3)中,距离传感器接触角 θ_0 的计算方法如下:

[0017] 先求解关于 θ 的方程:

$$[0018] \quad \frac{\frac{l}{2} - r \sin \theta}{\operatorname{arcsinh} \theta} \cdot \frac{1}{\cos \theta} = \frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g}$$

[0019] 然后解出两个在区间 $(0, \pi/2)$ 范围内的实根 $\theta_1, \theta_2, \theta_1 < \theta_2$;

[0020] 再在以下范围内选取合适的 θ_0 :

$$[0021] \quad \theta_0 = (\theta_1, \min\{\theta_2, \frac{l/2}{r_{\min} + r}\})$$

[0022] 在所述步骤3)中,计算距离传感器的分辨率 Δ 所依据的公式:

$$[0023] \quad \Delta = 10\%(\delta(\min\{\theta_2, \frac{l}{2(r_{\min} + r)}\}) - \delta(\theta_1))$$

[0024] 在所述步骤3)中,当柔性板带材的位置高于距离传感器最大量程测量点中心的水平高度时,增大距离传感器的接触角 θ_0 ,当柔性板带材的位置低于距离传感器最大量程测量点中心的水平高度时,减小距离传感器的接触角 θ_0 。

[0025] 本发明由于采取以上技术方案,其具有以下优点:1、本发明装置设置了控制器,能

够快速地接收距离传感器检测到的信号,并根据检测信号控制后辊驱动装置的开启和运转,同时可以调整后辊驱动装置的线速度,本发明能够保证柔性板带材在连续输送时内部张力得到有效地控制。2、本发明装置设置有与上游生产设备连接的前辊和与下游生产设备连接的后辊,其中,前辊和后辊可以采用单独的一根辊轴,也可以采用输送带装置或由两根上下布置的辊轴构成的压轧机构,因此,本发明可以广泛地应用于各种工况下柔性板带材的连续输送。3、本发明装置设置在第一传动机构与第一电机之间设置有变速器,以便于调整前辊的线速度。4、本发明方法通过设定离传感器的接触角 θ_0 ,前辊和后辊的上沿与距离传感器最大量程测量点中心的距离 δ ,距离传感器的分辨率高于 Δ ,并通过控制器向后辊驱动装置发出指令以调节后辊的线速度,能够保证悬垂的柔性板带材在输送过程中不产生由于承受过大的张力而形成的缺陷,本发明自动化水平高。

附图说明

[0026] 图1是本发明的结构示意图

[0027] 图2是本发明距离传感器测量柔性板带材悬垂量的结构示意图

[0028] 图3是本发明传送带装置的结构示意图

[0029] 图4是本发明压扎装置的示意图

具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细的描述。

[0031] 如图1所示,本发明提出了一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制装置,包括设置在上游生产设备上的前辊1和设置在下游生产设备上的后辊2,后辊2与前辊1呈间隔、平行布置。其中,前辊1连接前辊驱动装置3,后辊2连接后辊驱动装置4,在前辊驱动装置3和后辊驱动装置4的作用下,前辊1和后辊2分别向柔性板带材5传递动力,从而带动柔性板带材5向下游运动。在前辊1和后辊2的上方或下方设置有用于测量柔性板带材5位于前辊1和后辊2之间部分的悬垂量的距离传感器6(如图2所示)。距离传感器6到前辊1和后辊2的轴线的距离相等,距离传感器6的测量方向朝向柔性板带材5且与柔性板带材5的输送方向垂直,能够测量柔性板带材5位于前辊1、后辊2之间的部分与距离传感器6基准位置之间的直线距离。距离传感器6与后辊驱动装置3之间通过控制器7电连接,控制器7用于接收距离传感器6检测到的距离信号,并根据该距离信号控制后辊驱动装置3的运转速度。

[0032] 上述实施例中,前辊驱动装置3包括输出轴与前辊1紧固连接的第一传动机构31,第一传动机构31的输入轴连接第一电机32的输出轴,将第一电机32的驱动力传递至前辊1。后辊驱动装置4包括输出轴与后辊2紧固连接的第二传动机构41,第二传动机构41的输入轴通过变速器43连接第二电机42的输出轴。其中,变速器43电连接控制器7,变速器43在控制器7的控制下,能够调整第二电机42的运转速度,从而调整后辊2的运转速度。

[0033] 上述实施例中,前辊1与后辊2呈等高布置;前辊1和后辊2均为圆柱,前辊1和后辊2的半径 r 相同且大于柔性板带材5折弯半径的最小值 r_{\min} 。

[0034] 上述实施例中,如图3、图4所示,第一传动机构31与第一电机32之间通过变速器33连接,变速器33电连接控制器7;变速器33在控制器7的控制下,能够调整第一电机32的运转速度,从而调整前辊1的运转速度。

[0035] 上述实施例中,距离传感器6采用悬垂量传感器。

[0036] 上述实施例中,前辊1和后辊2可以是一根单独的辊轴,也可以是一个输送带装置(如图3所示),输送带装置的带体可以是胶皮带、塑料带或金属网带。在两个输送带装置的带动下,实现柔性板带材5由上游生产设备向下游生产设备的输送。

[0037] 上述实施例中,如图4所示,前辊1和后辊2也可以采用由两根上下布置的辊轴构成的压轧机构,其中,两根辊轴之间通过传动机构8连接,使得上下两根辊轴在压轧处具有相同的线速度。

[0038] 在上述装置的基础上,本发明还提出了一种柔性板带材连续输送多辊速度同步控制方法,包括以下步骤:

[0039] 1) 调整前辊1和后辊2的位置,记调整后的前辊1与后辊2轴线之间的距离为 l 。

[0040] 2) 调整距离传感器6的位置,使距离传感器6到前辊1和后辊2的轴线的距离相等,距离传感器6的测量方向竖直朝向柔性板带材5,同时选取距离传感器6的接触角 θ_0 (柔性板带材5与前辊1即将分离前的脱离点与前辊1圆心之间的连线与竖直方向的夹角),使距离传感器6最大量程测量点中心的水平高度位于前辊1和后辊2上沿的下方,前辊1和后辊2的上沿与距离传感器6最大量程测量点中心的距离为 δ ,且距离传感器6的分辨率高于 Δ 。

[0041] 3) 调节后辊2的运转速度,使柔性板带材5悬垂至距离传感器6的测量点中心附近,控制后辊2和前辊1的线速度均为 v 。

[0042] 4) 距离传感器6实时检测柔性板带材5的悬垂量信号 δ' 并将该悬垂量信号 δ' 传输给控制器7,当 $\delta' > \delta$,控制器7向后辊驱动装置3发出增大后辊2的速度的指令,当 $\delta' < \delta$,控制器7向后辊驱动装置3发出减小后辊2速度的指令,使 δ' 维持在 $\delta - 2\Delta$ 与 $\delta + 2\Delta$ 之间。

[0043] 上述实施例中,在步骤1)中,前辊1与后辊2的轴线之间的距离 l 满足:

$$[0044] \quad \frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g} > \max \left\{ \frac{r_{\min}}{r}, \frac{l}{2 \cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right)}, 7.6l - 13.4r - 0.14 \right\} \quad (1)$$

[0045] 式中, ρ 为柔性板带材5的密度, v 为柔性板带材5沿输送方向的线速度, σ_s 为屈服强度, g 为重力加速度, r_{\min} 为柔性板带材折弯半径的最小值; r 为前辊1和后辊2的半径。

[0046] 其中,前辊1和后辊2的半径 r 所满足的计算公式为:

$$[0047] \quad \cos\left(\frac{r}{r+r_{\min}}\right) > \frac{r_{\min}}{\frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g}} \quad (2)$$

[0048] 在步骤1)中,控制前辊1和后辊2的轴线高度差距不超过5% l 。前辊1和后辊2轴线的平行度公差不得超过8级。

[0049] 上述实施例中,在步骤2)中,确定距离传感器6接触角 θ_0 的计算方法如下:

[0050] 先求解关于 θ 的方程:

$$[0051] \quad \frac{\frac{l}{2} - r \sin \theta}{\operatorname{arcsinh} \theta} \cdot \frac{1}{\cos \theta} = \frac{\sigma_s}{\rho g} - \frac{v^2}{g} \quad (3)$$

[0052] 式中的 θ 为待求解的距离传感器的接触角;

[0053] 然后解出两个在区间 $(0, \pi/2)$ 范围内的实根 $\theta_1, \theta_2, \theta_1 < \theta_2$;

[0054] 再在以下范围内选取合适的 θ_0 :

$$[0055] \quad \theta_0 = (\theta_1, \min\{\theta_2, \frac{l/2}{r_{\min} + r}\}) \quad (4)$$

[0056] 在步骤2)中,计算前辊1和后辊2的上沿与距离传感器6最大量程测量点中心的距离 δ 所依据的公式:

$$[0057] \quad \delta = (1 - \cos\theta_0)r + \left(\frac{1}{\cos\theta_0} - 1\right) \frac{\frac{l}{2} - r \sin\theta_0}{\operatorname{arcsinh}\theta_0} \quad (5)$$

[0058] 在步骤2)中,计算距离传感器6的分辨率 Δ 所依据的公式:

$$[0059] \quad \Delta = 10\%(\delta(\min\{\theta_2, \frac{l}{2(r_{\min} + r)}\}) - \delta(\theta_1)) \quad (6)$$

[0060] 上述实施例中,在步骤3)中,当柔性板带材5的位置高于距离传感器6最大量程测量点中心的水平高度,适当增大距离传感器6的接触角 θ_0 ,当柔性板带材5的位置低于距离传感器6最大量程测量点中心的水平高度,适当减小距离传感器6的接触角 θ_0 。

[0061] 上述各实施例仅用于说明本发明,其中各部件的结构、连接方式等都是可以有所变化的,凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进,均不应排除在本发明的保护范围之外。

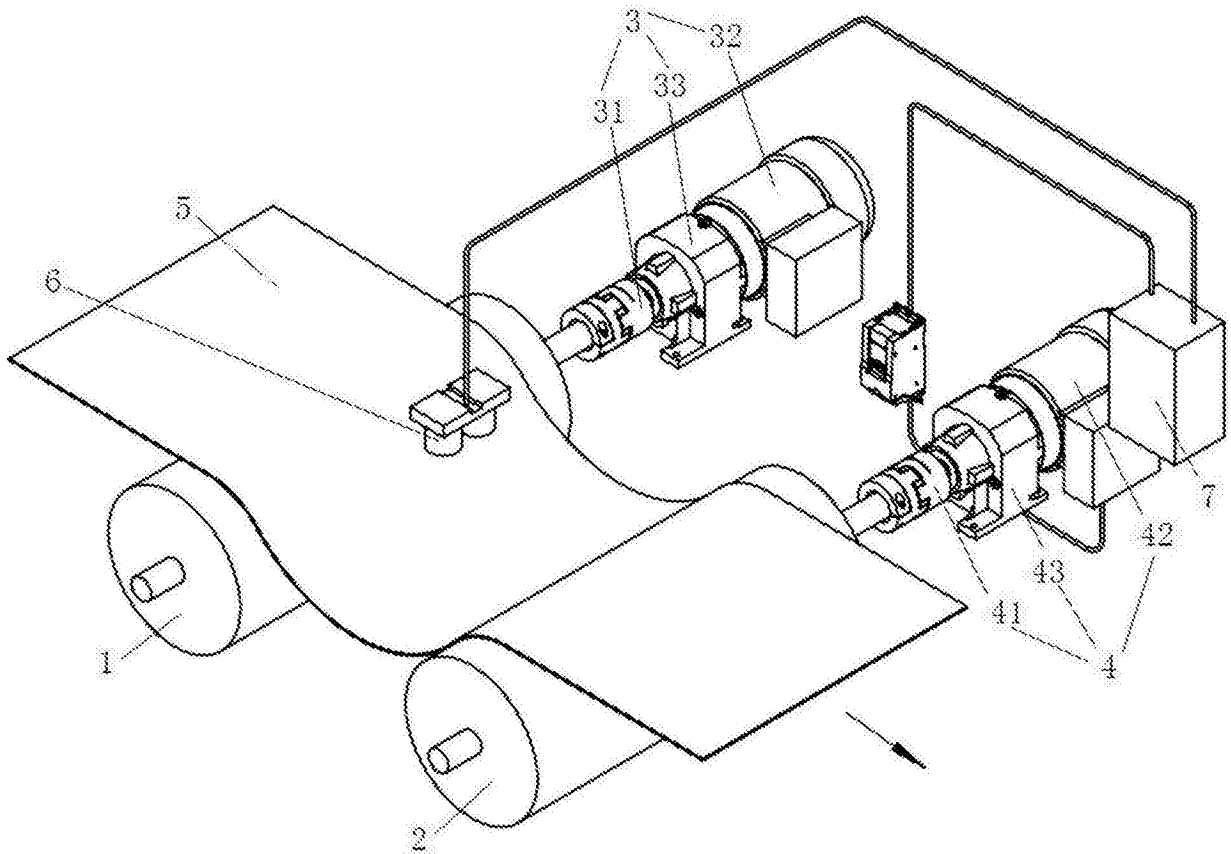


图1

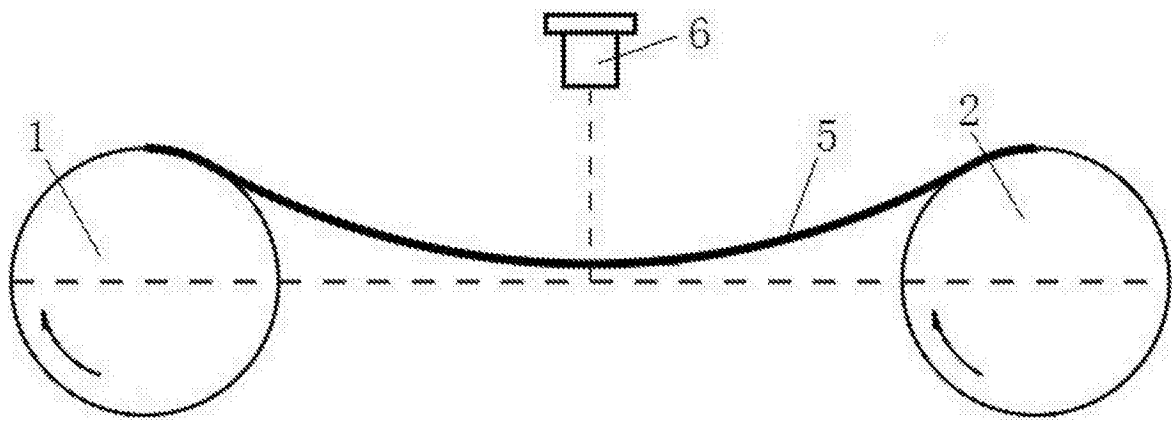


图2

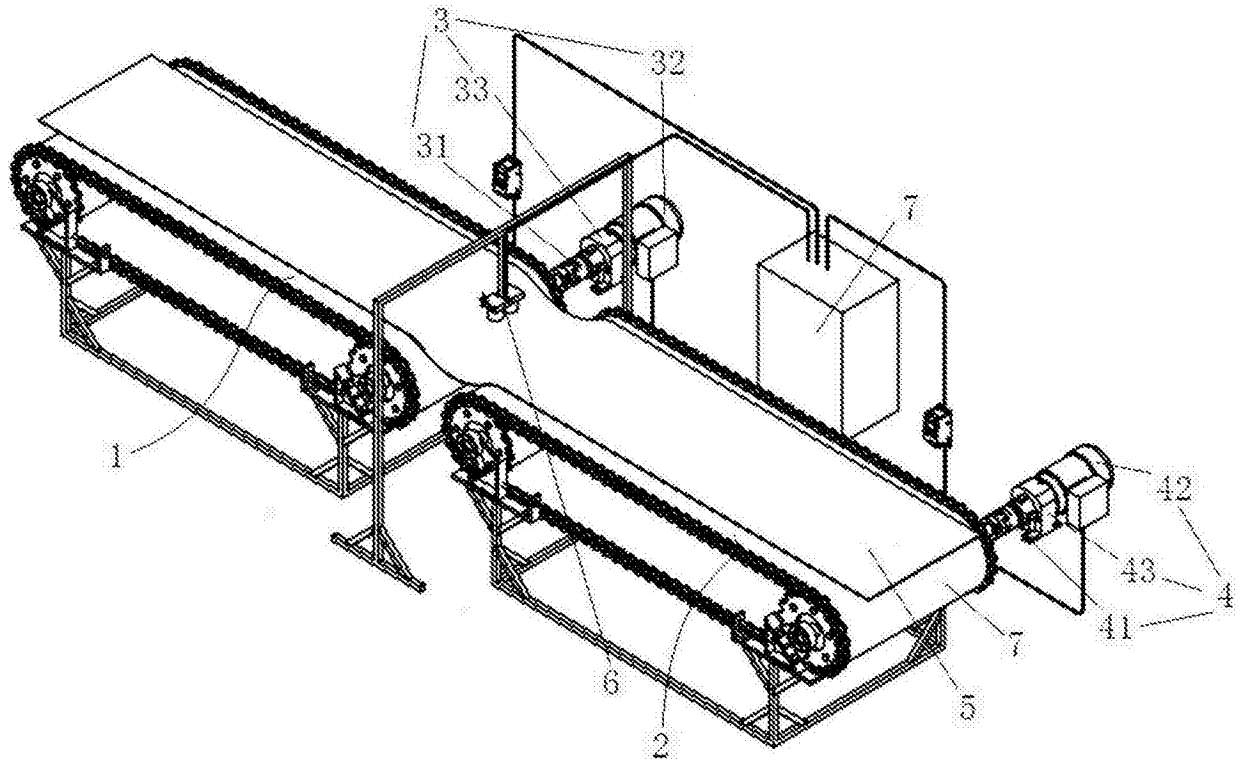


图3

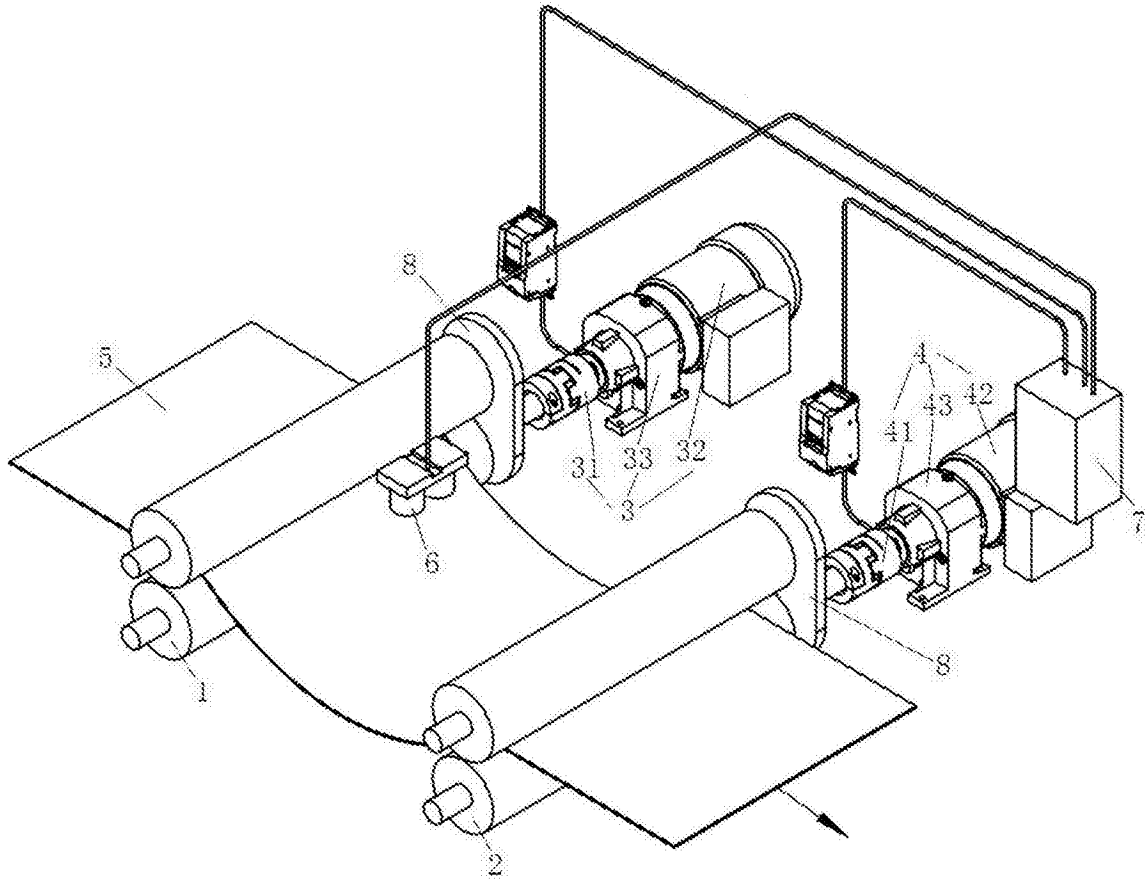


图4