



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104467556 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410820666. 1

B21D 22/02(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 12. 25

(71) 申请人 济南二机床集团有限公司

地址 250022 山东省济南市槐荫区济南机床
二厂路 2 号

(72) 发明人 狄波 李超 陈志勇 刘东冬
罗庆 逢宗蓬

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有
限公司 37105

代理人 王汝银

(51) Int. Cl.

H02P 5/48(2006. 01)

H02P 27/04(2006. 01)

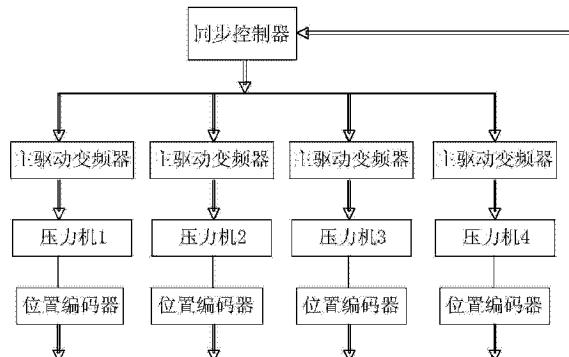
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

自动化冲压线冲压设备的同步控制系统和控
制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自动化冲压线冲压设备的
同步控制系统及控制方法,系统包括位置编码器、
同步控制器和主驱动变频器,位置编码器设置在
冲压设备的偏心轴上采集冲压设备的位置角度信
号,并将采集的位置角度信号数据发送给同步控
制器,同步控制器对接收到的位置角度信号进行
分析处理后调整从轴冲压设备的速度给定值,并
将调整后的速度给定值发送给主驱动变频器,主
驱动变频器根据调整后的速度给定值进行控制冲
压设备的主驱动电机。本发明统一协调自动化冲
压线各冲压设备的运行速度,保证各冲压设备运
行的相位差恒定,实现了冲压设备的闭环控制,实
现了冲压设备可靠、安全的连续运行,从而增强了
冲压设备生产线的操作性、灵活性、柔性和快速性
能。



1. 自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，所述冲压设备包括主轴冲压设备和从轴冲压设备，其特征是，包括位置编码器、同步控制器和主驱动变频器，所述位置编码器设置在冲压设备的偏心轴上采集冲压设备的位置角度信号，并将采集的位置角度信号数据发送给同步控制器，所述同步控制器对接收到的位置角度信号进行分析处理后调整从轴冲压设备的速度给定值，并将调整后的速度给定值发送给主驱动变频器，所述主驱动变频器根据调整后的速度给定值进行控制冲压设备的主驱动电机。

2. 根据权利要求 1 所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，其特征是，所述冲压设备为 4 台冲压设备，第一台冲压设备为主轴冲压设备，后续的三台冲压设备为从轴冲压设备。

3. 根据权利要求 1 所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，其特征是，所述位置编码器和主驱动变频器的数量与冲压设备的数量一一对应。

4. 根据权利要求 1 所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，其特征是，所述位置编码器设置在不同冲压设备偏心轴上的位置不同，设置前后相邻两台冲压设备上偏心轴上的位置编码器的角度差为 60°。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，其特征是，所述冲压设备包括压力机。

6. 自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，其特征是，采用上述权利要求所述自动化冲压线冲压设备的同步控制系统对冲压设备进行同步控制，所述同步控制方法包括以下步骤：

 设置主轴冲压设备的速度给定值，

 采集冲压设备的位置角度信号；

 对采集的位置角度信号进行分析处理计算从轴冲压设备的速度补偿值，并调整从轴冲压设备的速度给定值，所述调整后从轴冲压设备速度给定值为速度给定值与速度补偿值之和；

 根据调整后的从轴冲压设备速度给定值进行控制控制冲压设备之间的相位差恒定。

7. 根据权利要求 6 所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，其特征是，所述速度补偿值为：

$$P_{\text{补偿}} = K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$$

 所述调整速度给定值为：

$$V_{\text{给定值}} = V_{\text{设定值}} + P_{\text{补偿}} = V_{\text{设定值}} + K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$$

 其中， $V_{\text{给定值}}$ 为速度给定值， $V_{\text{设定值}}$ 为速度设定值， K 比例系数 = $1 + \angle \text{角度差} / 5$ ， $\angle \text{角度差}$ 是从周冲压设备与主轴冲压设备的角度差， G 增益设定为 200。

8. 根据权利要求 7 所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，其特征是，所述 $\angle \text{角度差}$ 为：

$$\angle \text{角度差} = 60 * (n - 1) - (\angle p_1 - \angle p_n)$$

 其中， n 为冲压设备的数量且为大于 1 的整数， $\angle p_1$ 为主轴冲压设备的角度差， $\angle p_n$ 为从轴冲压设备的角度差。

9. 根据权利要求 6 至 8 任一项所述的自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，其特征是，所述从轴冲压设备为 3 台从轴冲压设备，3 台从轴冲压设备与主轴冲压设备的相位差分

别为 60° 、 120° 和 180° 。

自动化冲压线冲压设备的同步控制系统和控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及冲压设备的控制技术领域，具体地说是一种自动化冲压线冲压设备的同步控制系统和控制方法。

背景技术

[0002] 以前的整线冲压运行模式为断续运行即冲压设备每个冲次都会在上死点停留，等待送料启动信号再次进行下一个冲次，而无法实现冲压设备的不间断运行，为了提高冲压节拍，必须提高设备的运行速度，冲压设备的运行速度又和冲压件的拉伸效果有着反比例的关系，同时也就对模具的制造有更加高的要求；在断续模式下对离合器-制动器的使用寿命有更高的要求；对冲压设备启停的能量损耗也是无法解决的，随着市场的激烈竞争，越来越多的用户对冲压节拍、冲压拉伸效果提出了更高的要求；同时，随着环保节能意识的普及，用户对节能的要求也越来越高。

[0003] 为了满足以上要求，急需一种新的控制方式来实现。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足，本发明提供了一种自动化冲压线冲压设备的同步控制系统和控制方法，其能够实时调整冲压设备的速度，保证冲压设备之间间的角度差恒定，确保自动化冲压线冲压设备同步运行。

[0005] 本发明解决其技术问题采取的技术方案是：自动化冲压线冲压设备的同步控制系统，所述冲压设备包括主轴冲压设备和从轴冲压设备，其特征是，包括位置编码器、同步控制器和主驱动变频器，所述位置编码器设置在冲压设备的偏心轴上采集冲压设备的位置角度信号，并将采集的位置角度信号数据发送给同步控制器，所述同步控制器对接收到的位置角度信号进行分析处理后调整从轴冲压设备的速度给定值，并将调整后的速度给定值发送给主驱动变频器，所述主驱动变频器根据调整后的速度给定值进行控制冲压设备的主驱动电机。

[0006] 所述冲压设备为4台冲压设备，第一台冲压设备为主轴冲压设备，后续的三台冲压设备为从轴冲压设备。

[0007] 所述位置编码器和主驱动变频器的数量与冲压设备的数量一一对应。

[0008] 所述位置编码器设置在不同冲压设备偏心轴上的位置不同，设置前后相邻两台冲压设备上偏心轴上的位置编码器的角度差为60°。

[0009] 所述冲压设备包括压力机。

[0010] 自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，其特征是，采用上述所述自动化冲压线冲压设备的同步控制系统对冲压设备进行同步控制，所述同步控制方法包括以下步骤：

[0011] 设置主轴冲压设备的速度给定值，

[0012] 采集冲压设备的位置角度信号；

[0013] 对采集的位置角度信号进行分析处理计算从轴冲压设备的速度补偿值，并调整从

轴冲压设备的速度给定值,所述调整后从轴冲压设备速度给定值为速度给定值与速度补偿值之和;

[0014] 根据调整后的从轴冲压设备速度给定值进行控制控制冲压设备之间的相位差恒定。

[0015] 所述速度补偿值为:

[0016] $P_{\text{补偿}} = K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$

[0017] 所述调整速度给定值为:

[0018] $V_{\text{给定值}} = V_{\text{设定值}} + P_{\text{补偿}} = V_{\text{设定值}} + K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$

[0019] 其中, $V_{\text{给定值}}$ 为速度给定值, $V_{\text{设定值}}$ 为速度设定值, K 比例系数 = $1 + \angle \text{角度差} / 5$, $\angle \text{角度差}$ 是从周冲压设备与主轴冲压设备的角度差, G 增益设定为 200。

[0020] 所述 $\angle \text{角度差}$ 为:

[0021] $\angle \text{角度差} = 60 * (n - 1) - (\angle p_1 - \angle p_n)$ 。

[0022] 其中, n 为冲压设备的数量且为大于 1 的整数, $\angle p_1$ 为主轴冲压设备的角度差, $\angle p_n$ 为从轴冲压设备的角度差。

[0023] 所述从轴冲压设备为 3 台从轴冲压设备, 3 台从轴冲压设备与主轴冲压设备的相位差分别为 60° 、 120° 和 180° 。

[0024] 本发明的有益效果是:各个冲压设备的主驱动电机分别由各自的主驱动变频器进行驱动,每台冲压设备均设置有位置编码器,通过位置编码器将各个冲压设备的位置角度信号反馈给同步控制器,同步控制器通过控制主驱动变频器的速度给定值来实现冲压设备的闭环控制。本发明统一协调自动化冲压线各冲压设备的运行速度,保证各冲压设备运行的相位差恒定,从而实现了冲压设备可靠、安全的连续运行,从而增强了冲压设备生产线的操作性、灵活性、柔性和快速性能。

[0025] 本发明改变了目前国内冲压成型线上下料方式为人工上下料、机械手上下料和机器人上下料的冲压设备的单次模式,开发了冲压设备的连续运行模式,保证了冲压设备的可靠性和安全性,保证了冲压设备间的相位差恒定,提高了生产效率,降低了成本。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明的系统原理框图;

[0027] 图 2 为本发明的方法流程图。

具体实施方式

[0028] 为能清楚说明本方案的技术特点,下面通过具体实施方式,并结合其附图,对本发明进行详细阐述。下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和 / 或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和 / 或设置之间的关系。应当注意,在附图中所图示的部件不一定按比例绘制。本发明省略了对公知组件和处理技术及工艺的描述以避免不必要的限制本发明。

[0029] 如图 1 所示,本发明的一种自动化冲压线冲压设备的同步控制系统,所述冲压设

备包括主轴冲压设备和从轴冲压设备，该同步控制系统包括位置编码器、同步控制器和主驱动变频器，所述位置编码器设置在冲压设备的偏心轴上采集冲压设备的位置角度信号，并将采集的位置角度信号数据发送给同步控制器，所述同步控制器对接收到的位置角度信号进行分析处理后调整从轴冲压设备的速度给定值，并将调整后的速度给定值发送给主驱动变频器，所述主驱动变频器根据调整后的速度给定值进行控制冲压设备的主驱动电机。其中，所述位置编码器和主驱动变频器的数量与冲压设备的数量一一对应；所述位置编码器设置在不同冲压设备偏心轴上的位置不同，设置前后相邻两台冲压设备上偏心轴上的位置编码器的角度差为 60° 。

[0030] 在该实施例中，所述冲压设备为4台压力机：压力机1、压力机2、压力机3和压力机4，第一台压力机（压力机1）为主轴冲压设备，后续的三台压力机（压力机2、压力机3和压力机4）为从轴冲压设备，压力机2、压力机3和压力机4与压力机1的相位差依次为 60° 、 120° 和 180° 。

[0031] 如图2所示，本发明的一种自动化冲压线冲压设备的同步控制方法，它采用上述所述自动化冲压线冲压设备的同步控制系统对冲压设备进行同步控制，所述同步控制方法包括以下步骤：

[0032] 设置主轴冲压设备的速度给定值，

[0033] 采集冲压设备的位置角度信号；

[0034] 对采集的位置角度信号进行分析处理计算从轴冲压设备的速度补偿值，并调整从轴冲压设备的速度给定值，所述调整后从轴冲压设备速度给定值为速度给定值与速度补偿值之和；

[0035] 根据调整后的从轴冲压设备速度给定值进行控制控制冲压设备之间的相位差恒定。

[0036] 上述方法中，所述速度补偿值为：

[0037] $P_{\text{补偿}} = K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$

[0038] 所述调整速度给定值为：

[0039] $V_{\text{给定值}} = V_{\text{设定值}} + P_{\text{补偿}} = V_{\text{设定值}} + K \text{ 比例系数} * \angle \text{角度差} * G \text{ 增益}$

[0040] 其中， $V_{\text{给定值}}$ 为速度给定值， $V_{\text{设定值}}$ 为速度设定值， K 比例系数 $= 1 + \angle \text{角度差} / 5$ ， $\angle \text{角度差}$ 是从周冲压设备与主轴冲压设备的角度差， G 增益设定为200。

[0041] 上述方法中，所述 $\angle \text{角度差}$ 为：

[0042] $\angle \text{角度差} = 60 * (n - 1) - (\angle p_1 - \angle p_n)$ 。

[0043] 其中， n 为冲压设备的数量且为大于1的整数， $\angle p_1$ 为主轴冲压设备的角度差， $\angle p_n$ 为从轴冲压设备的角度差。

[0044] 上述方法中，所述从轴冲压设备为3台从轴冲压设备，3台从轴冲压设备与主轴冲压设备的相位差分别为 60° 、 120° 和 180° 。

[0045] 在启动整个自动化冲压线的冲压设备运行前，各个压力机运行速度均按照第一台压力机速度设定值的运行速度运行主电机。

[0046] 在自动化冲压线启动运行时，整线冲压设备以第一台压力机作为主轴冲压设备，压力机1的速度给定值就设定为整线工作的速度，即速度设定值，压力机2、压力机3和压力机4等后序冲压设备在离合器结合后作为从轴跟随压力机1，其速度为压力机1的速度设定

值与对应冲压设备的速度补偿值之和。当离合器没有结合时，其速度不进行调整。

[0047] 由于压力机 2、压力机 3 和压力机 4 与压力机 1 的相位差依次为 60° 、 120° 和 180° ，通过同步控制器控制和检测后续冲压设备同前一台冲压设备的角度差来调整后续压力机的运行速度，使各压力机之间的角度差保持在 $60^\circ + _{-} 5^\circ$ 的范围内。

[0048] 同步控制系统中的同步控制器，通过安装在偏心轴上的位置编码器采集每台压力机的位置角度信号。

[0049] 在运行时，压力机 1 为主轴冲压设备，其速度给定值为速度设定值，无需进行调整，后续压力机的速度根据与主轴的角度差计算一个速度补偿值，该速度补偿值叠加上压力机 1 的速度给定值作为后续压力机的速度给定值，使后续压力机的运行速度可以根据压力机之间的角度差实时进行调整。

[0050] 速度补偿值计算时，当角度差超过 60 度，该补偿值为负值；当角度差低于 60 度时，该补偿值为正值。

[0051] 在循环停止时，主轴冲压设备从前向后依次切换，即当压力机 1 停止时，主轴冲压设备切换为压力机 2，压力机 3 和压力机 4 作为从轴冲压设备；当压力机 2 停止时，主轴冲压设备切换为压力机 3，压力机 4 作为从轴冲压设备；当压力机 3 停止时，主轴冲压设备切换为压力机 4；依次循环进行主轴冲压设备的切换。

[0052] 根据需要可以在各个冲压设备间进行选择（也可以使每台冲压设备根据虚拟主轴进行同步控制）。在主从同步控制中可以设定主轴和各从轴的同步跟随时间，同步误差范围，并进行相应得监控，在同步误差超出设定范围时报警。

[0053] 本发明满足了冲压设备的连续运行模式，各个冲压设备的主驱动电机分别由各自的主驱动变频器进行驱动，每台冲压设备均设置有位置编码器，通过位置编码器将各个冲压设备的位置角度信号反馈给同步控制器，同步控制器通过控制主驱动变频器的速度给定值来实现冲压设备的闭环控制。本发明统一协调自动化冲压线各冲压设备的运行速度，保证各冲压设备运行的相位差恒定，从而实现了冲压设备可靠、安全的连续运行，从而增强了冲压设备生产线的操作性、灵活性、柔性和快速性能。

[0054] 本发明涉及冲压行业整线冲压设备的控制方式，它与以往的控制方式的区别在于它是通过同步控制实现整线的连续运行而不是断续运行。本发明改变了目前国内冲压成型线上下料方式为人工上下料、机械手上下料和机器人上下料的冲压设备的单次模式，开发了冲压设备的连续运行模式，保证了冲压设备的可靠性和安全性，保证了冲压设备间的相位差恒定，提高了生产效率，降低了成本。

[0055] 以上所述只是本发明的优选实施方式，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也被视为本发明的保护范围。

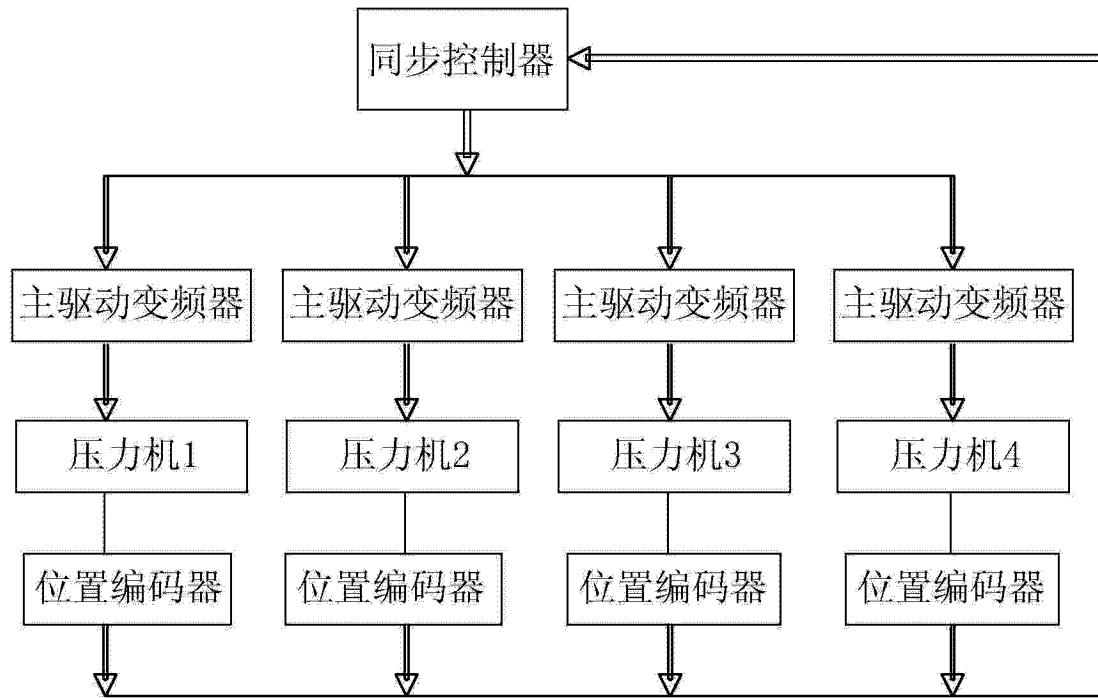


图 1

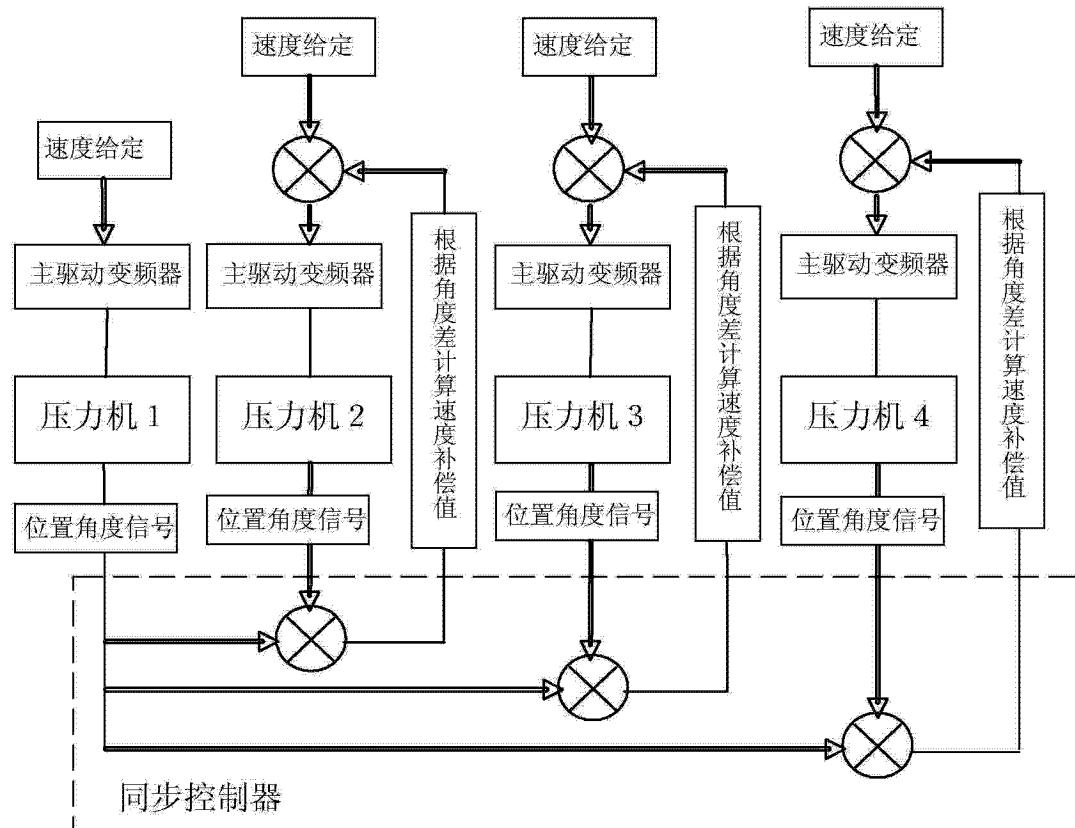


图 2