



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104204623 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201380018138. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 03. 28

F16H 59/14 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F16H 59/36 (2006. 01)

13/436, 084 2012. 03. 30 US

F16H 61/02 (2006. 01)

F16H 61/38 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 09. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/034228 2013. 03. 28

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/148921 EN 2013. 10. 03

(71) 申请人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 W·李 R·T·安德森 B·D·霍夫

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟

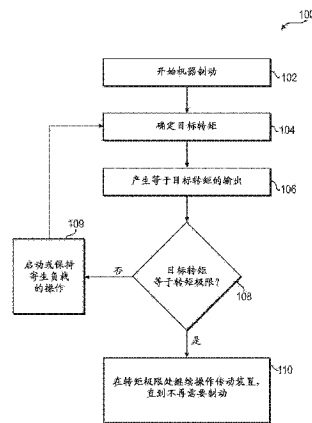
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

传动装置控制系统

(57) 摘要

一种用于控制与机器相关的传动装置 (11) 的方法包括确定传动装置 (11) 的第一目标转矩。第一目标转矩包括与机器的动力源 (17) 相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩的组合。该方法还包括命令传动装置 (11) 产生对应于传动装置 (11) 和动力源 (17) 之间的界面处的第一目标转矩的第一输出。传动装置 (11) 的第一输出将动力源 (17) 的速度从第一动力源速度增加到第二动力源速度, 并且将机器的行驶速度从第一行驶速度减小到第二行驶速度。该方法还包括确定第一目标转矩不等于转矩极限, 并且响应于确定第一目标转矩不等于转矩极限来确定传动装置 (11) 的第二目标转矩。第二目标转矩小于第一目标转矩。



1. 一种控制与机器相关的传动装置 (11) 的方法,该方法包括:确定传动装置 (11) 的第一目标转矩;

其中第一目标转矩包括与机器的动力源 (17) 相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩的组合;

命令传动装置 (11) 产生对应于传动装置 (11) 和动力源 (17) 之间的界面处的第一目标转矩的第一输出,其中传动装置 (11) 的第一输出将动力源 (17) 的速度从第一动力源速度增加到第二动力源速度,并且将机器的行驶速度从第一行驶速度减小到第二行驶速度;

确定第一目标转矩不等于转矩极限;以及

响应于确定第一目标转矩不等于转矩极限来确定传动装置 (11) 的第二目标转矩,其中第二目标转矩小于第一目标转矩。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,虚拟阻滞转矩根据第一动力源速度和动力源速度阈值 (21) 之间的差确定。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,虚拟阻滞转矩随着动力源 (17) 的转矩减小而减小。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,虚拟阻滞转矩随着动力源速度和动力源速度阈值 (21) 之间的差减小而减小。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,转矩极限包括动力源转矩阈值 (18) 和与从动力源 (17) 接收动力的寄生负载 (22) 相关的至少一个附加转矩阈值的组合。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括响应于指示机器行驶方向中的希望变化的信号来确定第一目标转矩。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,还包括响应于机器所在表面的坡度超过坡度阈值的确定来确定第一目标转矩。

8. 一种机器,包括:

动力源 (17),其包括从动构件;

传动装置 (11),其包括操作地连接到从动构件的驱动构件;

寄生负载 (22),其从传动装置 (11) 和动力源 (17) 中的至少一个接收动力;以及

控制系统 (24),其与动力源 (17)、传动装置 (11) 和寄生负载 (22) 连通,其中控制系统 (24) 能够操作以便:

基于与动力源 (17) 相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩以闭环方式确定传动装置 (11) 的目标转矩;以及

命令传动装置 (11) 经由驱动构件提供对应于每个相应目标转矩的输出到动力源 (17),其中转矩极限包括动力源转矩阈值 (18) 和与寄生负载 (22) 相关的附加转矩阈值的组合,并且其中虚拟阻滞转矩基于动力源速度和动力源速度阈值 (21) 之间的差。

9. 根据权利要求 8 所述的机器,其中,寄生负载 (22) 包括动力源风扇和操作地连接到动力源 (17) 的执行泵 (1) 中的至少一个。

10. 根据权利要求 8 所述的机器,其中,动力源 (17) 包括柴油发动机,并且传动装置 (11) 包括电连续可变传动装置 (11) 和液压连续可变传动装置 (11) 中的一种,系统还包括能够确定柴油发动机的操作性能并将指示操作性能的信号 (13) 引导到控制系统 (24) 的至少一个传感器 (26)。

## 传动装置控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明总体涉及控制系统,更具体地涉及控制传动装置的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 例如轮式装载机、履带式牵引机和其他类型的重型机械的机器可用于多种任务。这些机器包括例如可以是例如柴油发动机、汽油发动机或天然气发动机的发动机(提供完成这些任务所需的动力)的动力源。为了在这些任务的执行期间有效地操纵机器,机器还包括能够在广泛范围的条件下将发动机产生的动力传输到机器的多种驱动系部件的传动装置。

[0003] 例如,这种机器通常使用连续可变传动装置(“CVT”)将发动机转矩引导到推进机器的牵引装置,例如轮或履带。CVT能够通过连续改变传动装置的比而以其操作范围内的任何速度提供希望的输出转矩到这种部件。发动机和/或CVT还可用来帮助制动机器。例如,在机器需要以相对高负载改变行驶方向的操作期间,发动机和CVT可被构造成提供阻滞转矩到牵引装置以便停止机器。

[0004] 例如,在以来自堆的材料装载示例性轮式装载机铲斗时,轮式装载机可被命令以便在远离堆的倒退方向上行驶。虽然在这种相对高的负载下在倒退方向上行驶,轮式装载机可被控制以便停止,并且在向前方向上运动,使得材料可以承载到倾卸卡车或其他未加载位置。虽然发动机速度可以在这种高负载方向改变以便经由CVT提供阻滞转矩到牵引装置期间增加,通过发动机和CVT提供的组合阻滞转矩会不足以以适时方式吸收与制动机器相关的所有能量。因此,重复加载循环期间的机器效率会受损。虽然附加负载和/或转矩要求可以置于CVT和/或发动机上以进一步帮助机器制动,已知控制系统没有构造成管理这种负载的组合,使得机器的负载循环效率最大化。相反,包括发动机和CVT的传统动力系统通过测量发动机速度并改变传动装置的比以便将发动机保持在限定速度范围内来控制。这种系统通常集中于保护机器部件不受到发动机过速造成的损害。

[0005] 例如,授予Kuras等人的美国专利No. 6385970公开一种系统,其包括发动机、液压CVT和与发动机和CVT连通的控制系统。’970专利的控制系统与能够操作以感测发动机速度并形成输出速度信号的液压机械驱动系统配对。控制系统还能够操作以比较发动机速度信号与欠速值并产生错误信号。错误信号用来产生控制传动比以管理发动机上的负载的指令信号。

[0006] 虽然’970专利的控制系统可结合多种策略来增加能够用来制动机器的发动机和/或CVT阻滞转矩的量,并保护发动机和CVT在机器制动期间不受到过速损害影响,控制系统在多种加载和未加载循环期间不寻求使制动机器所需的时间最小。因此,’970专利的控制系统没有优化机器的加载循环效率。

[0007] 本发明针对克服以上提出的一个或多个问题。

### 发明内容

[0008] 在本发明的示例性实施方式中,控制与机器相关的传动装置的方法包括确定传动装置的第一目标转矩。第一目标转矩是与机器的动力源相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩的组合。该方法还包括命令传动装置产生对应于传动装置和动力源之间的界面处的第一目标转矩的第一输出。传动装置的第一输出使动力源的速度从第一动力源速度增加到第二动力源速度,并且将机器的行驶速度从第一行驶速度降低到第二行驶速度。该方法还包括确定第一目标转矩不等于转矩极限,并且响应于确定第一目标转矩不等于转矩极限来确定传动装置的第二目标转矩。第二目标转矩小于第一目标转矩。

[0009] 在本发明的附加示例性实施方式中,控制与机器相关的传动装置的方法包括确定与机器相关的动力源的第一操作性能,并且基于第一操作性能确定传动装置的第一目标转矩。第一目标转矩超过动力源转矩阈值的量大于或等于与第一目标转矩相关的虚拟阻滞转矩。该方法还包括以闭环方式确定传动装置的至少一个附加目标转矩,直到与至少一个附加目标转矩相关的虚拟阻滞转矩等于大约零。

[0010] 在本发明的进一步示例性实施方式中,机器包括具有从动构件的动力源、包括操作地连接到从动构件的驱动构件的传动装置以及从传动装置和动力源中的至少一个接收动力的寄生负载。机器还包括与动力源、传动装置和寄生负载连通的控制系统。控制系统能够操作以便基于与动力源相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩以闭环方式确定传动装置的目标转矩。控制系统还能够操作以便命令传动装置经由驱动构件提供对应于每个相应目标转矩的输出到动力源。转矩极限包括动力源转矩阈值和与寄生负载相关的附加转矩阈值的组合。另外,虚拟阻滞转矩基于动力源速度和动力源速度阈值之间的差。

## 附图说明

[0011] 图 1 是传动装置控制系统的示例性实施方式的示意图。

[0012] 图 2 是根据本发明的示例性实施方式的动力源转矩和动力源速度之间的关系的关系的图示。

[0013] 图 3 是示出操作传动装置控制系统的示例性方法的流程图。

## 具体实施方式

[0014] 图 1 示出本发明的示例性传动装置控制系统 24。传动装置控制系统 24 可例如与动力源 17 和与机器(未示出)相关的传动装置 11 一起使用。这种机器可以例如是用来执行作业或其他任务的任何移动式或固定机器。这种示例性机器可包括但不限于轮式装载机、机动平地机、履带式牵引机、挖掘机、发电机、高速公路车辆、非高速公路车辆和 / 或类似设备。这些机器可用来执行任务,例如采矿、挖掘、建造、畜牧、运输和 / 或其他类似环境或应用。

[0015] 在图 1 的示例性实施方式中,动力源 17 是发动机,例如内燃发动机。发动机可以是柴油发动机、汽油发动机、天然气发动机或本领域普通技术人员容易知晓的任何其他发动机。设想到传动装置控制系统 24 可以与其他类型的动力源一起使用,例如燃料电池。

[0016] 如图 1 所示,动力源 17 可以包括多个燃烧室 28,并且燃料喷射器 29 可以与每个燃烧室 28 相关。在所示实施方式中,动力源 17 可包括四个燃烧室 28 和四个相关的燃料喷射器 29。但是,本领域普通技术人员将容易理解到动力源 17 可以包括或多或少数量的燃烧室

28,并且燃烧室 28 可以“直列”构型、“V”构型或任何其他传统构型布置。

[0017] 动力源 17 可被构造成在动力源速度范围上提供输出转矩到传动装置 11 和 / 或机器的其他部件。图 2 示出动力源 17 的示例性转矩曲线。图 2 的转矩曲线根据本发明的示例性实施方式示出动力源 17 的速度和所得动力源转矩之间的关系。

[0018] 如图 2 所示,动力源 17 可以具有转矩阈值 18,和 / 或动力源 17 的特征在于转矩阈值 18。为了本发明的目的,“动力源转矩阈值”18 可以限定为动力源 17 能够经由传动装置 11 为机器提供的最大阻滞转矩。动力源 17 可以被构造成提供这种阻滞转矩以例如帮助制动与动力源 17 相关的机器。理解到这里参照的阻滞转矩可以例如经由传动装置 11 和 / 或动力源 17 引导到轮、履带和 / 或机器的其他牵引装置,以帮助这种制动。

[0019] 如图 2 所示,动力源转矩阈值 18 可以与负转矩值相关。例如,在动力源 17 用来帮助制动机器的实施方式中,动力源 17 的转矩输出可以从动力源 17 在大约 1200rpm 操作时的正峰值转矩值降低到动力源 17 在大约 1600rpm 和大约 2000rpm 之间操作时的动力源转矩阈值 18。因此,随着动力源 17 的转矩输出减小并接近动力源转矩阈值 18,动力源转矩会改变符号。随着动力源转矩的大小在负方向上增加,例如从大约 0Nm 到大约 -60Nm,通过动力源 17 提供给机器和 / 或传动装置 11 的阻滞转矩增加。如图 2 所示,在示例性实施方式中,动力源转矩阈值 18 可具有大约 -25Nm 和大约 -200Nm 之间的值。在进一步示例性实施方式中,动力源转矩阈值 18 可具有大约 -50Nm 和大约 -100Nm 之间的值。

[0020] 在示例性实施方式中,操作地联接到动力源 17、从中接收动力和 / 或通过其他方式与其相关的一个或多个机器部件也可在机器操作期间帮助提供阻滞转矩。例如,传动装置 11 可经过多种已知联接器、轴和 / 或下面更加详细描述的其他结构联接到动力源 17。因此,在机器的操作期间,与齿轮、轴承、轴和 / 或其他传动装置部件的运动相关的阻力和 / 或摩擦损失可另外有助于可用于制动机器的总阻滞转矩。从动力源 17 以及传动装置 17 的示例性阻力和 / 或摩擦损失得到的累积的阻滞转矩通过图 2 所示的组合动力源和传动装置转矩阈值 20 表示。理解到对于给定动力源速度,与传动装置 17 的阻力和 / 或摩擦损失相关的实际阻滞转矩值可以作为动力源转矩阈值 18 和组合动力源和传动装置转矩阈值 20 之间的差计算。在示例性实施方式中,这种阻滞转矩可具有大约 -25Nm 和大约 -100Nm 之间的值。

[0021] 另外,一个或多个寄生负载 22 可操作地联接到动力源 17 和 / 或传动装置 11,可以从中接收动力,和 / 或可以通过其他方式与其相关。这种寄生负载 22 可包括例如动力源冷却风扇、与机器的臂、工具、铲斗牵引装置、转动装置和 / 或其他执行工具相关的液压泵以及与动力源 17 相关的液压泵。在操作期间,这种寄生负载 22 可以是可用于制动机器的阻滞转矩的其他源。这种寄生负载 22 可另外有助于以上相对于传动装置 17 的阻力和 / 或摩擦损失描述的总可用阻滞转矩。从动力源 17、传动装置 17 的示例性阻力和 / 或摩擦损失和从与动力源 17 和 / 或传动装置 11 相关的所有寄生负载 22 的同时操作得到的累积阻滞转矩通过图 2 所示的寄生负载阈值 19 表示。理解到对于给定动力源速度,与同时操作所有这些寄生负载 22 相关的实际阻滞转矩值可以作为组合阈值 20 和寄生负载转矩阈值 19 之间的差来计算。在示例性实施方式中,这种阻滞转矩可以具有大约 -25Nm 和大约 -150Nm 之间的值。

[0022] 因此,寄生负载转矩阈值 19 可以代表与机器相关的转矩极限。为了本发明的目的,这种“转矩极限”可以限定为以上描述的动力源 17、传动装置 11 和寄生负载 22 能够提

供制动机器而没有动力源部件、传动装置部件、寄生负载部件或与这些部件相关的联接机构失效的累积最大阻滞转矩。理解到这种阻滞转矩的大小随着接近转矩极限而在负方向上增加。在示例性实施方式中,与动力源 17 相关的转矩极限可以包括动力源转矩阈值 18 和与从动力源 17 接收动力的寄生负载 22 所需的转矩相关的至少一个附加转矩阈值的组合。例如,如图 2 所示,与动力源 17 相关的转矩极限可具有等于组合动力源和传动装置转矩阈值 20 和寄生负载转矩阈值 19 的值。因此,转矩极限可以是物理阻滞阈值和 / 或控制系统 24 的能力,超过此阈值,一个或多个系统部件会出现损害和 / 或失效。在示例性实施方式中,转矩极限可以是静态的,并且可具有大约 -200Nm 和大约 -400Nm 之间的值。在进一步示例性实施方式中,转矩极限可具有大约 -200Nm 和大约 -300Nm 之间的值。

[0023] 继续参考图 1,例如副轴 10 的输入驱动构件可在动力源 17 和传动装置 11 之间的界面处将动力源 17 连接到传动装置 11。传动装置 11 还可包括例如输出轴 9 的输出从动构件。如下面更详细描述,传动装置 11 可将副轴 10 的输入转动转换成输出轴 9 的输出转动。以此方式,通过动力源 17 产生的动力和 / 或转矩可以传输到输出轴 9,并且输出轴 9 可将这种动力和 / 或转矩传输到一个或多个寄生负载 22 以及机器的多个牵引装置。

[0024] 在附加示例性实施方式中,传动装置 11 可被构造成将副轴 10 的输入转动提供给动力源 17,由此将输入动力和 / 或转矩传输到动力源 17。在示例性实施方式中,通过传动装置 11 提供给动力源 17 的这种输入动力和 / 或转矩可用来帮助制动机器。理解到传动装置 11 包括任何已知类型的传动装置,并且在传动装置 11 被构造成动力源 17 提供动力和 / 或转矩的示例性实施方式中,传动装置 11 可包括 CVT。如图 1 所示,传动装置 11 可以是液压 CVT。替代地,在附加的示例性实施方式中,传动装置 11 可以是本领域普通技术人员知晓的电 CVT 或其他类型的 CVT。

[0025] CVT 通常包括驱动元件、从动元件和比例控制器 33。在图 1 所示的液压 CVT 中,驱动元件可以是泵 1,例如可变位移泵,并且从动元件可以是马达 2,例如可变位移马达。另一方面,在电 CVT 中,驱动元件可以是发电机,并且从动元件可以是电马达。

[0026] 在图 1 的液压 CVT 中,比例控制器 33 可被构造成通过泵指令信号 6 操纵泵 1 的位移,并且可以被构造成通过马达指令信号 37 操纵马达 2 的位移。通过以此方式操纵位移,比例控制器 33 可改变和 / 或通过其他方式控制输出轴 9 的输出转动。马达 2 可通过导管流体连接到泵 1,导管可以将流体供应到泵 1 和马达 2,并从泵 1 和马达 2 返回流体。因此,泵 1 可以被构造成通过流体压力驱动马达 2。传动装置 11 还可包括分解器 3,允许供应和返回流体的两个导管之间的压力差得到测量。两个导管之间的压力差和 / 或马达 2 的位移可用来确定传动装置 11 的输出转矩。

[0027] 比例控制器 33 还可被构造成控制传动装置输出速度与传动装置输入速度的比。在图 1 所示的示例性实施方式中,比例控制器 33 可与驱动元件和从动元件两者连通,并且可以调节传动装置输出速度与传动装置输入速度的比,如动力源 17 的动力输出限制。在输出转矩和输出速度增加都是传动装置 11 的需求时,用于增加动力的需求通过比例控制器 33 传输到动力源 17。同样,在输出转矩和输出速度减小都是传动装置 11 的需求时,减小动力的需求被传输到动力源 17。

[0028] 在特殊动力源输出动力下,传动装置输出速度与传动装置输入速度的比可以通过操纵泵 1 和马达 2 的位移来控制。随着机器遇到加载条件的相对快速改变时,例如从高地

面速度以及低负载改变到低地面速度以及高负载,比例控制器 33 可将传动装置 11 的比从高速输出转换到低速输出。理解到加载条件的这种相对快速改变可例如出现在将具有空铲斗的机器驱动到材料堆内、提升加载材料的铲斗以及使机器在倒退方向上远离材料堆制动时。在从高速输出转换到低速输出时,比例控制器 33 可通过减小泵 1 的位移来减小供应到马达 2 的流体流,从而降低动力源 17 的转矩负载或动力负载。比例控制器 33 还可增加马达 2 的位移以减小动力源 17 上的负载。如果机器遇到负载减小,比例控制器 33 可增加泵 1 的位移,并且可减小马达 2 的位移。泵 1 的增加位移与马达 2 的减小位移相结合造成机器行驶速度增加以及可用转矩减小。

[0029] 替代地,在电 CVT 中,在特殊动力源输出动力下,传动装置输出速度与输入速度的比可以通过如上所述操纵到电马达的转矩指令信号来控制。随着机器遇到加载条件的相对快速改变,例如从高地面速度以及低负载改变到低地面速度以及高负载,比例控制器 33 可改变发送到电马达的转矩指令信号以产生附加转矩。继而,电马达可以附加电流的形式如上所述从发电机要求附加动力能力。

[0030] 如图 1 所示,一个或多个传感器可与传动装置 11、动力源 17 和 / 或寄生负载 22 相关。这些传感器可被构造成分别产生指示传动装置 11、动力源 17 和 / 或寄生负载 22 的一个或多个操作性能的信号。例如,在图 1 的液压传动装置 11 中,压力传感器 36 可被构造成将来自分解器 3 的流体压力信号 4 提供给与传动装置控制系统 24 相关的传动装置控制器 12。另外,动力源速度传感器 26 可被构造成产生动力源速度信号 13,并且传动装置速度传感器 27 可被构造成产生传动装置速度信号 7。速度传感器 26、27 可以例如是磁性拾取传感器的形式,其被构造成分别产生对应于副轴 10 和输出轴 9 的转动速度的信号。这些传感器 26、27 还能够确定副轴 10 和输出轴 9 的角度位置和 / 或转动方向。速度传感器 26、27 可提供相应信号到传动装置控制器 12 和 / 或与传动装置控制系统 24 相关的动力源观察器 14。

[0031] 动力源观察器 14 和传动装置控制器 12 可操作地彼此连接和 / 或以其他方式彼此连通。虽然图 1 示出传动装置控制器 12 和动力源观察器 14 作为传动装置控制系统 24 的独立部件,在附加示例性实施方式中,传动装置控制器 12 和动力源观察器 14 可体现为单个控制器、微型处理器和 / 或其他已知的控制部件。许多商业得到的微型处理器可被构造成执行动力源观察器 14 和传动装置控制器 12 的功能。传动装置控制器 12 和动力源观察器 14 的一个或两者可包括存储器和 / 或被构造成保持数据映射、速查表、算法、程序、感测操作性能和 / 或用来操作机器和 / 或传动装置控制系统 24 的其他信息的其他存储部件。

[0032] 在示例性实施方式中,传动装置控制器 12 和动力源观察器 14 (即传动装置控制系统 24) 可使用观察操作性能和 / 或从这里描述的一个或多个传感器接收的信号以确定与传动装置 11、动力源 17、寄生负载 22 和 / 或机器相关的一个或多个参数。这些参数可包括但不限于例如通过动力源 17 产生的输出转矩、通过传动装置 11 产生的输出转矩、传动装置 11 的目标转矩和虚拟阻滞转矩。

[0033] 动力源观察器 14 可被构造成监视动力源 17 的一个或多个操作性能和 / 或接收指示一个或多个这种操作性能的信号。例如,动力源观察器 14 可接收以上相对于动力源速度传感器 26 描述的动力源速度信号 13。另外,动力源观察器 14 可经过动力源燃料设置信号 15 和动力源燃料喷射正时信号 16 监视燃料喷射器 29 的操作。这种信号可经由与燃料喷射器 29 相关的一个或多个传感器 (未示出) 提供给动力源观察器 14。在示例性实施方式

中,动力源观察器 14 可使用一个或多个这样的输入来估计、计算和 / 或通过其他方式确定通过动力源 17 产生的输出转矩。在示例性实施方式中,动力源 17 的输出转矩也可尤其基于环境温度、环境湿度、动力源负载、机器行驶速度和 / 或其他已知参数来确定。确定的动力源转矩可经由转矩信号 23 发送到传动装置控制器 12。

[0034] 传动装置控制器 12 可被构造成监视操作性能和 / 或接收指示传动装置 11 和 / 或寄生负载 22 的一个或多个操作性能的信号。例如,传动装置控制器 12 可被构造成接收包括来自速度传感器 27 的传动装置速度信号 7、来自比例控制器 33 的泵和马达位移信号 5 以及来自压力传感器 36 的流体压力信号 4 的输入。传动装置控制器 12 还接收以上相对于动力源速度传感器 26 描述的动力源速度信号 13,以及通过动力源观察器 14 产生的转矩信号 23。在传动装置 11 包括电 CVT 的示例性实施方式中,传动装置控制器 12 还可被构造成接收包括例如来自比例控制器 33 的转矩指令信号以及来自传动装置速度传感器 27 的传动装置速度信号 7 的输入。传动装置控制器 12 可基于这些输入确定机器、寄生负载 22 和 / 或传动装置 11 的一个或多个参数,并且可基于确定的参数产生一个或多个控制指令。例如,传动装置控制器 12 可使用泵和马达位移信号 5、流体压力信号 4、动力源速度信号 13 和 / 或转矩信号 23 作为算法输入经过一个或多个转矩算法来确定传动装置 11 施加在副轴 10 上的输出转矩。

[0035] 在进一步示例性实施方式中,传动装置控制器 12 可被构造成确定与动力源 17 相关的一个或多个目标转矩。动力源输出转矩、传动装置输出转矩、目标转矩和 / 或这里描述的其他参数可通过控制系统 24 以开环或闭环方式确定。这些参数可以用来例如帮助制动机器和 / 或通过其他方式控制传动装置 11、动力源 17、寄生负载 22 和 / 或其他机器部件。如这里使用,术语“目标转矩”可以限定为传动装置输出转矩值,其被确定以使动力源输出转矩达到转矩极限所需的时间最小化。例如,如图 2 所示,独特目标转矩值可以大致连续、顺序和 / 或在任何时刻或动力源速度间隔计算、估计和 / 或通过其他方式确定。这些目标转矩值可以用来控制传动装置 11 和 / 或动力源 17 的操作,以便在相对重负载条件以及任何机器行驶速度下帮助制动机器。

[0036] 例如,传动装置控制器 12 可命令传动装置 11 以对应于一个或多个确定目标转矩的速度转动副轴 10 和 / 或输出轴 9。通过以所述速度转动副轴 10 和 / 或输出轴 9,传动装置控制器 12 可命令传动装置 11 在副轴 10 和 / 或输出轴 9 处产生等于一个或多个目标转矩的输出转矩。在进一步实施方式中,传动装置控制器 12 可命令传动装置 11 产生指示对应于和 / 或等于一个或多个目标转矩的任何其他已知输出。这些传动装置输出可以例如在传动装置 11 和动力源 17 之间的任何界面处产生。这些传动装置输出可例如增加动力源 17 的速度和 / 或减小机器的行驶速度。

[0037] 在示例性实施方式中,一个或多个目标转矩可以响应于指示机器行驶方向的希望变化的信号来确定,例如从向前方向到倒退方向,或者从倒退方向到向前方向。一个或多个目标转矩也可响应于确定机器所在表面的坡度超过坡度阈值来确定。这样的行驶方向、表面坡度和 / 或用来触发一个或多个目标转矩确定的其他确定可以使用从多个传感器、控制部件或与机器相关的其他已知装置接收的信号通过传动装置控制器 12 作出。

[0038] 在示例性实施方式中,一个或多个目标转矩可包括与动力源 17 相关的转矩极限和虚拟阻滞转矩的总和、函数和 / 或其他算术组合。例如,如图 2 所示,在给定动力源速度



下,每个目标转矩值可以等于静态转矩极限值和虚拟阻滞转矩的总和。如这里使用,术语“虚拟阻滞转矩”可以限定为目标转矩超过转矩极限的转矩的量、范围和 / 或大小。虚拟阻滞转矩可以是转矩值的动态范围,并且虚拟阻滞转矩可以是动力源速度的函数。总的来说,确定目标转矩值可以代表图 2 所示的虚拟阻滞转矩,并且虚拟阻滞转矩的大小可以随着动力源转矩接近转矩极限而达到零。

[0039] 在示例性实施方式中,虚拟阻滞转矩以及总体构成虚拟阻滞转矩的单独目标转矩值可以是动力源速度的函数。例如,虚拟阻滞转矩可以基于动力源速度和动力源速度阈值 21 之间的差。如这里使用,“动力源速度阈值”可以限定为动力源 17 可以在损坏动力源部件或联接到动力源 17 和 / 或通过动力源 17 驱动的部件之前操作的最大速度。在示例性实施方式中,虚拟阻滞转矩的大小随着动力源速度和动力源速度阈值 21 之间的差减小而减小。另外,虚拟阻滞转矩的大小可以例如随着动力源转矩的大小在负方向上增加(即减小)而减小。特别是,虚拟阻滞转矩的大小可以随着通过动力源 17 提供的阻滞转矩增加到转矩极限处的其最大值而减小。如上所述,动力源 17 的最大阻滞转矩可在转矩极限处具有负值。另外,在动力源 17 在例如机器制动操作期间达到转矩极限时,目标转矩可具有等于转矩极限的值。另外,在目标转矩等于转矩极限时,虚拟阻滞转矩可以是大约零。

[0040] 工业实用性

[0041] 公开的系统和方法在包括例如轮式装载机和履带式牵引机的多种机器中具有广泛应用。公开的系统和方法可应用于采用传动装置将动力源的转动速度转换成牵引装置的驱动速度的任何机器。例如,公开的系统和方法可通过采用动力源、CVT 和 / 或一个或多个寄生负载的任何机器使用以帮助机器制动。

[0042] 在示例性机器制动操作期间,例如在相对高负载下需要制动机器的操作,会需要选择性地使用于机器制动的转矩最大化。但是,使这种阻滞转矩最大化不能在机械系统中立即实现。例如,动力源 17 会花费时间(通常几秒的等级)来响应于需要动力源 17 达到动力源速度阈值 21 和 / 或达到转矩极限的指令。与使机器可用的阻滞转矩最大化相关的这种时间延迟会妨碍机器的生产率和负载循环效率,特别是在机器用来执行需要在相对高负载下重复制动的任务时。

[0043] 这些任务可包括例如将材料堆从第一位置运动到不同于第一位置的第二个位置。在执行这些任务中,机器可被命令以便以高速和低负载冲击堆。在冲击时,机器的例如铲斗的执行工具可以加载材料,并且机器的行驶速度会在冲击堆时接近零。机器可接着被命令在倒退方向上运动,以高负载远离堆。在某些点处,机器必须接着在高负载下从在倒退方向上行驶转换到朝着希望材料沉积位置(即第二个位置)在前进方向上行驶。与启动其上的一个或多个寄生负载 22 相结合,动力源 17 和传动装置 11 可用来在这种高负载方向改变期间帮助制动机器。优选的是使用这些机器部件来帮助在高负载方向改变期间制动机器,而不是例如使用与机器牵引装置相关的行车制动器,因为与这种行车制动器的应用相关的动力损失和其他低效。

[0044] 为了有助于使用动力源 17、传动装置 11 和寄生负载 22 以便在高负载情况下帮助制动机器,本发明的示例性控制策略可基于虚拟阻滞转矩的闭环确定将动力源速度增加到动力源速度阈值 21。在这种实施方式中,虚拟阻滞转矩可包括用作传动装置输出转矩指令的顺序确定目标转矩值。通过使用这种目标转矩值以闭环方式有效地控制通过传动装置 11

产生的输出转矩,动力源阻滞转矩可以尽可能快地最大化。

[0045] 例如,基于这种目标转矩值,通过传动装置 11 产生的输出转矩可以使得动力源 17 达到转矩极限所需的时间最小化。在示例性实施方式中,目标转矩值可以根据一个或多个控制算法确定,控制算法被制定为使得动力源 17 尽可能快地达到转矩极限,而不造成与动力源 17、传动装置 11 和寄生负载 22 相关的部件和 / 或连接器失效。这种目标转矩值还可加速动力源 17 的速度,直到达到动力源速度阈值 21。理解到在其中动力源速度增加超过例如动力源速度阈值 21 的示例性实施方式,本发明的示例性控制算法可确定具有正符号和 / 或任何其他大小 ( 正或负 ) 的一个或多个目标转矩值,以帮助将动力源速度减小到动力源速度阈值 21。另外,目标转矩值可以被确定,以便限制动力源 17 接近目标转矩的速率,由此使得过于突然地制动机器所造成的操作者的不适和 / 或材料溢出最小化。例如,在示例性机器制动情况期间,传动装置控制系统 24 可顺序地启动一个或多个寄生负载 22,以避免突然机器制动和 / 或材料溢出。

[0046] 出于多种原因,本发明的系统和方法可以比采用 CVT 的已知被动系统和方法有利。例如,由于这些已知系统和方法不基于例如构成这里描述的虚拟阻滞转矩的目标转矩的动态转矩目标来控制 CVT,这些系统和方法不被构造成使得与高负载下制动机器相关的时间最小化。进一步,即使动力源的这些已知被动系统控制操作基于超过与动力源相关的转矩极限的静态目标转矩,并且一旦达到转矩极限就限制动力源速度,这些已知系统也能够避免操作者不适、材料溢出和 / 或与突然机器制动相关的其他缺陷。控制与机器相关的传动装置 11 的示例性方法现在将参考图 3 所示的流程图 100 说明。

[0047] 在控制与机器相关的传动装置 11 的示例性方法中,机器制动可以多种方式开始 ( 步骤 :102)。例如,与机器相关的一个或多个传感器可测量、检测和 / 或通过其他方式确定机器所在的表面的坡度。传感器可将指示坡度的一个或多个信号发送到传动装置控制器 12,以便与坡度阈值比较。传动装置控制器 12 可被构造成在步骤 :102 开始机器制动,和 / 或响应于机器所在表面的坡度超过坡度阈值的确定来进行流程图 100 中示出的一个或多个其他步骤。在这些示例性实施方式中,坡度阈值可以指示倾斜坡度或下降坡度。

[0048] 在进一步实施方式中,机器制动可以响应于通过传动装置控制器 12 接收指示机器行驶方向上的希望变化的信号来开始 ( 步骤 :102)。例如,在从堆移除材料并且远离堆后退时,机器的操作者可操纵和 / 或通过其他方式转换与机器相关的开关、杠杆、踏板、操纵杆、把手、前进 - 中间 - 倒退选择器和 / 或其他操作者界面以便将机器的行驶方向从倒退改变成前进。传动装置控制器 12 可被构造成在步骤 :102 开始机器制动,和 / 或响应于指示希望行驶方向上改变的这种信号来执行流程图 100 所示的一个或多个其他步骤。另外,与机器相关的一个或多个传感器可基本上连续感测机器的一个或多个执行工具上的负载。例如,这些传感器可被构造成发送指示执行工具负载的信号到传动装置控制器 12。传动装置控制器 12 可被构造成确定例如机器的铲斗的执行工具是否在负载阈值以上操作。传动装置控制器 12 可以被构造成与接收指示机器行驶方向上希望改变的信号相结合地响应于这种负载确定在步骤 :102 开始机器制动。

[0049] 在步骤 :104,传动装置控制器 12 可确定传动装置 11 的目标转矩,例如传动装置 11 的第一目标转矩。这种示例性第一目标转矩可包括与动力源 17 相关的转矩极限和以上描述的虚拟阻滞转矩的组合。传动装置控制器 12 可在步骤 :104 采用一个或多个算法、映

射、和 / 或速查表来确定目标转矩。例如,传动装置控制器 12 可使用一个或多个流体压力信号 4、泵和马达位移信号 5、传动装置速度信号 7、动力源速度信号 13 和 / 或转矩信号 23 作为到一个或多个目标转矩算法的输入,并且第一目标转矩可以是这些算法的输出。

[0050] 在步骤 :106,传动装置控制器 12 可命令传动装置 11 在副轴 10 处产生对应于和 / 或等于步骤 :104 产生的第一目标转矩的输出。例如,传动装置 11 可以使副轴 10 以一速度转动,该速度使得副轴 10 将等于第一目标转矩的输出转矩传输到动力源 17。副轴 10 的转动和 / 或传动装置 11 的其他输出可具有将动力源 17 的速度从第一动力源速度增加到大于第一动力源速度的第二动力源速度的效果。另外,副轴 10 的转动和 / 或传动装置 11 的其他输出可具有将机器的行驶速度从第一行驶速度减小到小于第一行驶速度的第二行驶速度的效果。因此,传动装置可使用第一目标转矩来帮助制动机器。

[0051] 在步骤 :108,传动装置控制器 12 可确定步骤 :104 确定的目标转矩是否等于与动力源 17 相关的转矩极限。例如,如果传动装置控制器 12 确定第一目标转矩等于转矩极限 (步骤 :108- 是),传动装置控制器 12 可继续以转矩极限操作传动装置 11,直到机器的制动不再需要 (步骤 :110)。传动装置控制器 12 可以多种方式确定制动不再需要,例如在从节流踏板位置传感器和 / 或从一个或多个操作者界面接收指示希望加速机器或将机器的行驶方向从前进改变成倒退的信号时。

[0052] 替代地,如果传动装置控制器 12 确定第一目标转矩不等于转矩极限 (步骤 :108- 否),传动装置控制器 12 可返回步骤 :104,并且可顺序地确定至少一个附加目标转矩,直到附加目标转矩的第一个等于转矩极限。例如,响应于确定第一目标转矩不等于目标转矩,传动装置控制器 12 可返回步骤 :104,并且可确定传动装置 11 的第二目标转矩。在示例性实施方式中,虚拟阻滞转矩可随着动力源 17 的速度朝着动力源速度阈值 21 增加而减小,因此第二目标转矩可以小于第一目标转矩 (即可以在负方向上具有较大的大小)。顺序确定附加目标转矩直到附加目标转矩的第一个等于转矩极限可通过在尽可能短的时间内使得可用于制动的阻滞转矩最大化来帮助制动机器。另外,在步骤 :104 采用的一个或多个算法可被构造成限制阻滞转矩施加到例如机器的牵引装置和 / 或其他部件的速率。因此,在例如高负载方向改变期间帮助使得制动机器所需时间最小化的同时,这种算法可被调节以避免机器急动、材料溢出和 / 或与相对突然制动相关的其他缺陷。

[0053] 在进一步示例性实施方式中,传动装置控制系统 24 和 / 或与机器相关的其他控制系统可响应于确定第一目标转矩不等于转矩极限 (步骤 :108- 否) 来启动或保持与动力源 17 和 / 或传动装置 11 相关的寄生负载 22 的操作 (步骤 :109)。在示例性实施方式中,这种寄生负载 22 可以顺序启动。例如,第一寄生负载 22 可响应于步骤 :108 进行的第一确定在步骤 :109 启动,并且第二寄生负载 22 可响应于步骤 :108 进行的随后第二确定在步骤 :109 启动。替代地,这些寄生负载 22 可基于动力源 17 的速度启动。例如,如果机器制动在步骤 :102 开始,第一寄生负载 22 可响应于动力源 17 达到第一动力源速度启动,并且第二寄生负载 22 可响应于动力源 17 达到大于第一动力源速度的第二动力源速度启动。这些寄生负载 22 的顺序启动可通过增加动力源 17 和 / 或传动装置 11 上的负载需求来帮助制动机器。另外,与一个以上寄生负载 22 的同时启动相比,这种顺序启动可造成机器的更逐渐制动。因此,寄生负载的这种顺序启动可帮助避免操作者不适和 / 或与突然制动机器相关的其他低效。

[0054] 如上所述,这里描述的传动装置 11、动力源 17 和 / 或寄生负载 22 的控制可根据流程图 100 所示的方法以闭环方式继续,直到机器制动不再需要。参考步骤 :104,理解到一旦第二目标转矩已经产生,传动装置控制器 12 可命令传动装置 11 在传动装置 11 和动力源 17 之间的界面处产生等于第二目标转矩的第二输出 ( 步骤 :106)。如上相对于第一目标转矩所述,这种输出可包括副轴 10 以一速度转动,该速度使得副轴 10 将等于第二目标转矩的输出转矩传输到动力源 17。副轴 10 的这种转动和 / 或传动装置 11 的其他输出可具有将动力源 17 的速度从第二动力源速度增加到大于第二动力源速度的第三动力源速度的效果。另外,副轴 10 的转动和 / 或传动装置 11 的其他输出可具有将机器的行驶速度从第二行驶速度减小到小于第二行驶速度的第三行驶速度的效果。

[0055] 此外,在这种闭环控制方法中,一旦传动装置控制器 12 确定第二、第三和 / 或步骤 :104 产生的随后附加目标转矩等于转矩极限 ( 步骤 :108- 是),动力源 17 的速度可以增加至动力源速度阈值 21。该速度增加可以通过副轴 10 的转动速度和 / 或输出转矩增加来通过传动装置 11 驱动。这种速度增加也可以通过将一个或多个速度增加指令从传动装置控制系统 24 和 / 或其他机器控制系统引导到动力源 17 来实现。另外,一旦传动装置控制器 12 确定第二、第三和 / 或步骤 :104 产生的随后附加目标转矩等于转矩极限 ( 步骤 :108- 是),这里描述的一个或多个寄生负载 22 所需和 / 或要求的转矩可以增加至相应寄生负载转矩阈值 19。寄生负载 22 所需转矩的这种增加可进一步帮助机器制动。

[0056] 理解到步骤 :104 产生的一个或多个目标转矩可以基于动力源 17、传动装置 11 和 / 或一个或多个寄生负载 22 的至少一个操作性能来确定。例如,动力源 17 的第一操作性能 ( 包括动力源速度、动力源负载和 / 或动力源转矩) 可以使用任何信号 13、15、16 和 / 或来自这里描述的传感器的其他输入通过动力源观察器 14 确定。在示例性实施方式中,这些输入可包括通过动力源观察器 14 和 / 或传动装置控制器 12 从与机器的铲斗或其他执行工具相关的负载传感器接收的负载信号。在这种闭环控制期间,一个或多个附加操作性能可通过动力源观察器 14 和 / 或传动装置控制器 12 确定。此外,一个或多个附加目标转矩可以在步骤 :104 基于这些附加操作性能以闭环方式确定。这种控制方法可如图 3 所示的流程图 100 中描绘那样继续,直到例如机器直到不再需要。另外,这些附加目标转矩可以在步骤 :104 确定,直到与附加目标转矩中的一个相关的虚拟阻滞转矩等于大约零。等于大约零的虚拟阻滞转矩可以指示具有等于转矩极限的值的相应附加目标转矩。等于大约零的虚拟阻滞转矩也可指示具有等于动力源速度阈值 21 的值的动力源速度。

[0057] 理解到例如等于大约零的虚拟阻滞转矩、具有等于转矩极限的值的的目标转矩和 / 或具有等于动力源速度阈值 21 的值的动力源速度可指示动力源 17、传动装置 11 和寄生负载 22 的组合机器制动和 / 或阻滞能力已经最大化。另外,一个或多个目标转矩的有效闭环确定可帮助使制动机器所需的时间最小化。使得以此方式与制动机器相关的时间最小化可改善例如高负载方向改变和 / 或其他类似制动操作期间的机器效率。

[0058] 本领域的普通技术人员从说明书的考量和这里公开的系统和方法的实践中将明白本发明的其他实施方式。意图在于说明书和例子只作为示例性考虑,本发明的真实范围通过以下权利要求指明。

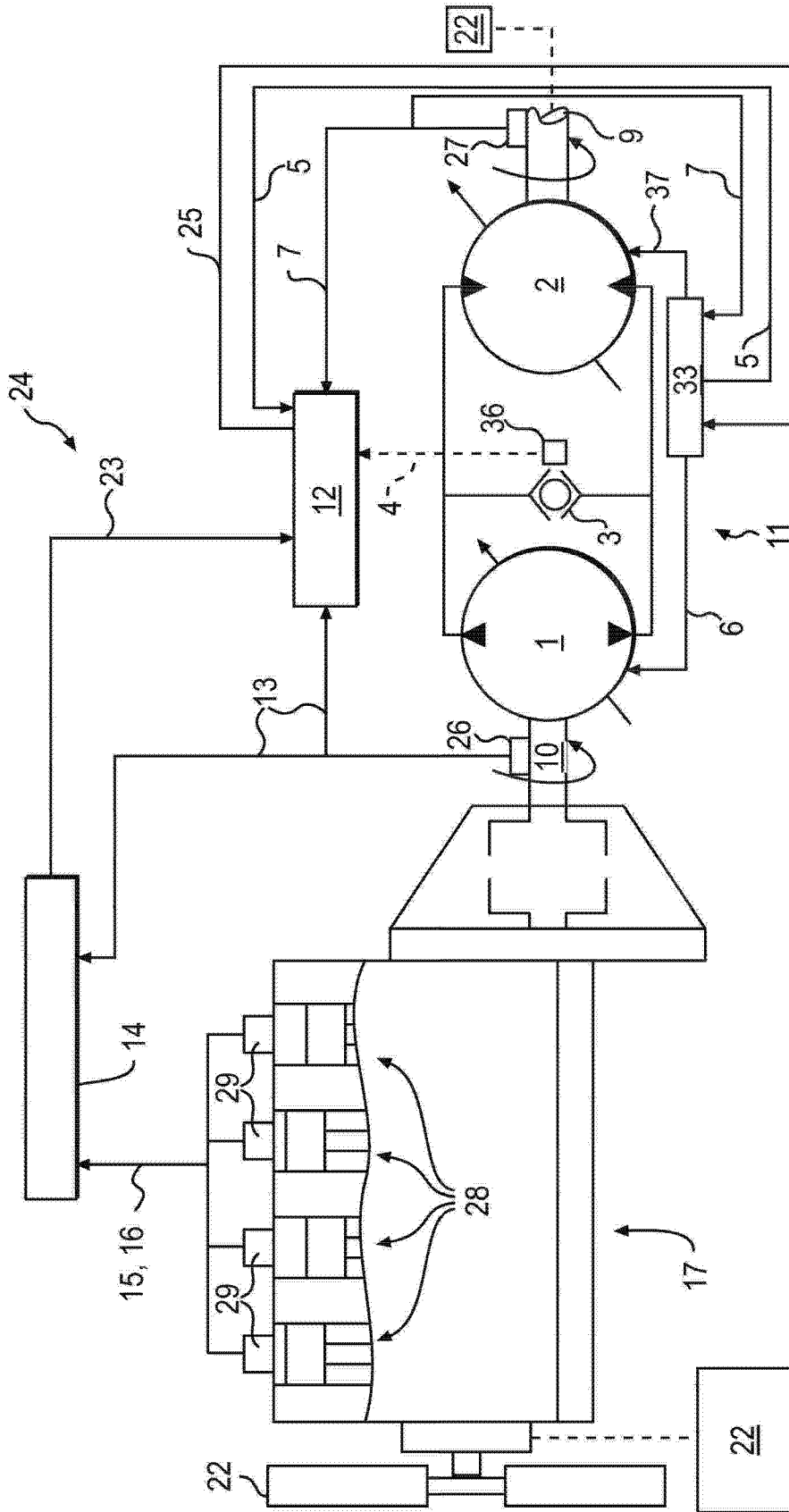


图 1

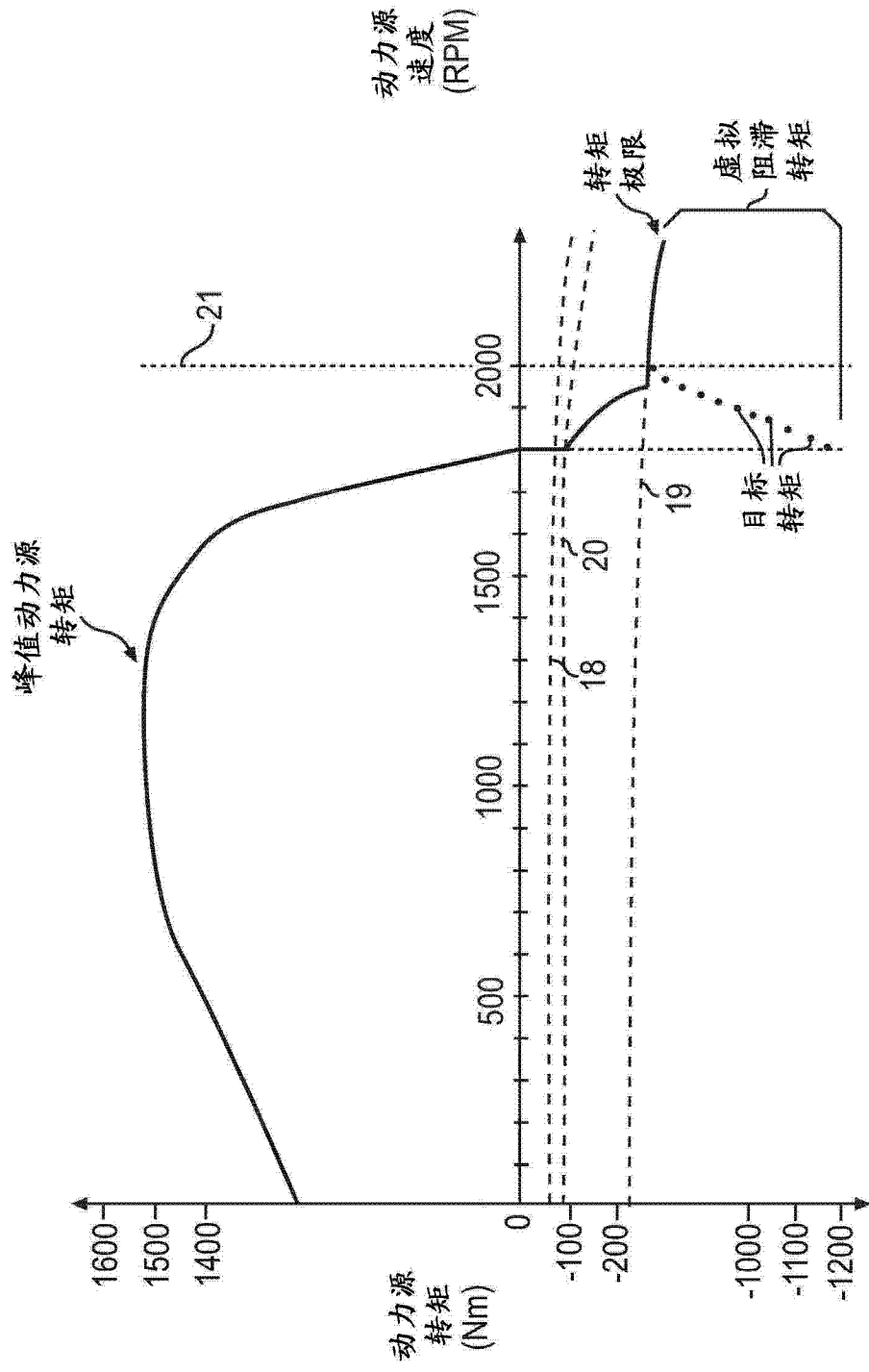


图 2

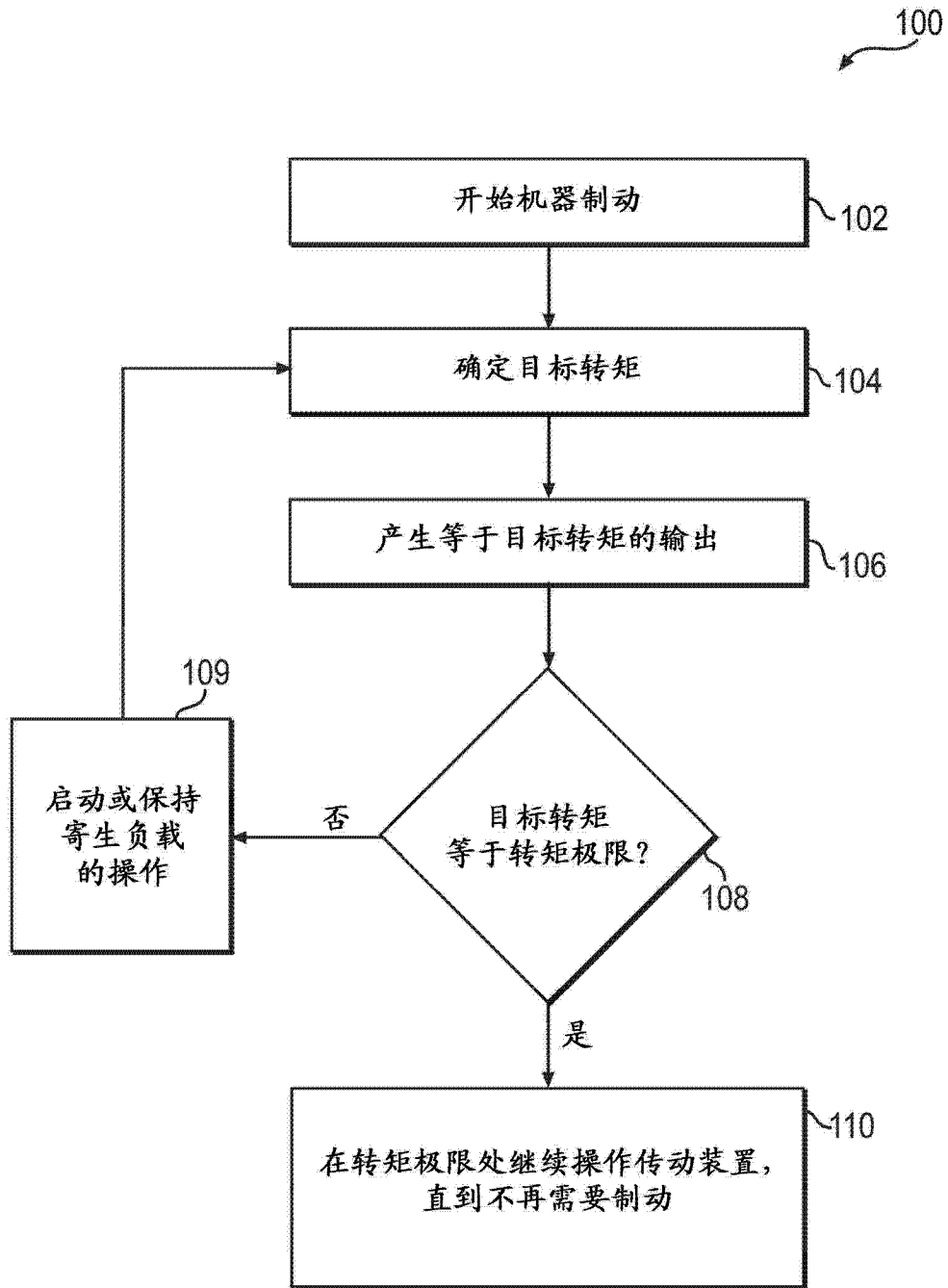


图 3