



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101922411 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201010246901. 0

US 2008/0164751 A1, 2008. 07. 10, 全文.

(22) 申请日 2010. 06. 13

DE 102004057522 A1, 2006. 04. 13, 全文.

(30) 优先权数据

CN 201246284 Y, 2009. 05. 27, 全文.

PA200970031 2009. 06. 16 DK

JP 特開 2002-48051 A, 2002. 02. 15, 全文.

(73) 专利权人 维斯塔斯风力系统集团公司

US 6254197 B1, 2001. 07. 03, 全文.

地址 丹麦兰德斯希沃特

CN 101033733 A, 2007. 09. 12, 全文.

审查员 黄晶华

(72) 发明人 C · 勒厄德 O · M · 耶珀森

K · L · 延森 C · 阿勒

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蔡洪贵

(51) Int. Cl.

F03D 7/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1642798 A, 2005. 07. 20, 说明书第 9 页第
13-28 行、附图 3.

CN 1642798 A, 2005. 07. 20, 说明书第 9 页第
13-28 行、附图 3.

WO 2004/111443 A1, 2004. 12. 23, 说明书第
5 页第 20-31 行、附图 1.

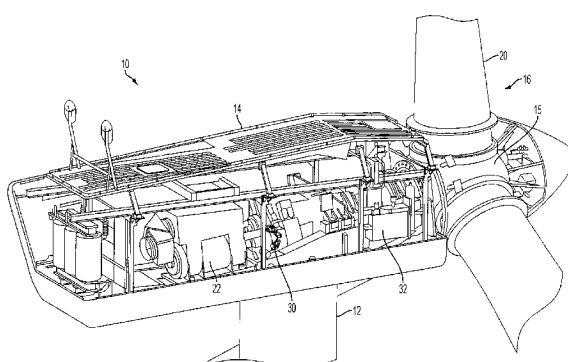
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

用于操作风轮机的制动器的液压系统和方法

(57) 摘要

提供了一种用于控制风轮机制动器的液压系统和方法。在风轮机运行期间，液压系统中的加压工作流体被阻止供给制动器。即使该流体中的一些到达制动器，它们被排出从而防止压力增加和启动。为了启动制动器，所述排出停止并且加压流体供给制动器。通过供给管路中平行设置的第一和第二启动阀来控制加压工作流体的截流和开放，所述供给管路使工作流体流到制动器。



1. 一种用于操作风轮机中的制动器的液压系统,所述制动器包括盘片和构造成给所述盘片施加摩擦力的至少一个卡钳,所述液压系统包括:

泵系统;

将所述泵系统流体地连接到所述至少一个卡钳的供给管路;

流体地连接到所述供给管路的第一累积器;

设置在第一累积器的下游的供给管路中的第一启动阀;

将所述至少一个卡钳流体地连接到所述泵系统的排出管路;

设置在所述排出管路中的第一排出阀;和

构造成将来自所述供给管路的压力连通到所述第一排出阀的检测管路,所述检测管路与所述第一启动阀下游的供给管路连接。

2. 根据权利要求1所述的液压系统,其特征在于,所述第一启动阀正常是关闭的,以及所述第一排出阀正常是打开的。

3. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,所述泵系统还包括:

用于储存工作流体的贮液器;和

流体地连接到所述贮液器的至少一个泵,所述排出管路通过所述贮液器流体地连接到所述至少一个泵。

4. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

设置在所述第一累积器下游的供给管路中的流动限制器。

5. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

流体地连接到所述第一启动阀下游的供给管路的第二累积器。

6. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

设置在所述第一累积器和所述至少一个卡钳之间的供给管路中的至少一个压力开关。

7. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

设置在所述泵系统和所述第一累积器之间的供给管路中的隔离阀。

8. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

与所述第一启动阀平行设置的第二启动阀;

与所述第一启动阀相关联的第一电源;和

与所述第二启动阀相关联的第二电源。

9. 根据权利要求1或2所述的液压系统,其特征在于,还包括:

与在所述至少一个卡钳和所述第一排出阀之间的排出管路流体地连接的旁通管路,所述旁通管路还与所述第一排出阀下游的排出管路流体地连接;

设置在旁通管路中的第二排出阀,所述第二排出阀具有比所述第一排出阀更大的流量。

10. 一种风轮机,包括:

机架;

由所述机架支承的机舱;

与所述机舱转动地连接的转子;

设置在所述机舱内并且驱动地与所述转子连接的轴;

制动器,包括与所述轴连接的盘片和构造成向盘片施加摩擦力的至少一个卡钳;和

如权利要求 1-9 任一所述的用于操作制动器的液压系统。

11. 一种控制具有如权利要求 1-9 任一所述的液压系统的风轮机的制动器的方法, 包括 :

在制动器未启动的情况下运行风轮机, 所述液压系统的所述第一启动阀被关闭并且所述第一排出阀被打开, 从而防止在所述至少一个卡钳处的压力增加;且

通过如下步骤启动所述制动器 :

打开所述第一启动阀;

将储存在所述第一累积器中的加压工作流体释放到所述供给管路中;和

关闭所述第一排出阀从而在所述至少一个卡钳处产生压力增加。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 还包括 :

通过如下步骤释放制动器 :

在所述制动器已经被启动后关闭所述第一启动阀;

打开所述第一排出阀;和

启动所述泵系统以便对所述第一累积器再加压。

13. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 还包括 :

在所述制动器已经被启动后关闭所述第一启动阀;并且

在关闭所述第一启动阀之后, 通过所述制动器保持所述风轮机处于停止状态。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 还包括 :

在保持所述风轮机处于停止状态时打开所述第一启动阀;

打开所述第一排出阀;并且

监测所述供给管路的压力以确定打开所述第一排出阀是否导致压力降低, 从而指示所述第一启动阀已经被打开。

15. 一种利用权利要求 1 所述的用于操作风轮机中的制动器的液压系统控制风轮机的制动器的方法, 包括 :

通过如下步骤防止在所述风轮机运行期间制动器启动 :

阻止液压系统中的加压工作流体被供给到所述制动器;和

排出任何泄漏到所述制动器的工作流体, 从而防止压力增加和启动;以及

通过如下步骤启动制动器 :

供给加压工作流体到所述制动器;和

防止加压工作流体从所述制动器排出, 从而导致压力增加。

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 阻止加压工作流体被供给到所述制动器包括 :

在供给管路中设置并列的第一和第二启动阀, 所述供给管路构造成使工作流体流到所述制动器, 所述第一和第二启动阀正常是关闭的并且具有相应的第一和第二电源。

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 所述制动器被启动直到所述风轮机停止运行, 所述方法还包括 :

关闭所述第一和第二启动阀;且

通过设置在所述第一和第二启动阀下游的供给管路中的累积器保持所述风轮机处于停止状态。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在于,还包括:

当保持所述风轮机处于停止状态时通过如下步骤测试所述第一和第二启动阀的功能:

- a) 打开所述第一启动阀;
- b) 打开排出管路中的排出阀,所述排出管路从所述制动器中排出工作流体;和
- c) 监测所述供给管路中的压力,确定打开排出阀是否导致所述第一和第二启动阀下游的压力升高,从而指示所述第一启动阀已经被打开;
- d) 关闭所述排出阀;
- e) 打开所述第二启动阀;
- f) 打开排出管路中的排出阀,所述排出管路从所述制动器中排出工作流体;
- g) 监测所述供给管路中的压力,确定打开排出阀是否导致所述供给管路中的压力下降,从而指示所述第二启动阀已经被打开;和
- h) 关闭所述排出阀。

用于操作风轮机的制动器的液压系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于风轮机的液压系统。更具体地，本发明涉及一种用于操作风轮机的制动器的液压系统和一种通过这种液压系统控制风轮机的制动器的方法。

背景技术

[0002] 风轮机（也被称为是“风力涡轮发电机”或者 WTG）通常在它的传动系上配有机 械制动器，用于使风轮机的转子停止并且使风轮机保持这种停机（也就是停止）状态。例如这 在检修和维护操作期间可能是必需的。尽管很多风轮机包括能够被控制以使它们的转子停止（也称为怠机）的变桨距机构，出于安全的原因例如紧急停机，机械制动器仍然被需要。

[0003] 通常被使用的两种类型的机械制动器是盘式制动器和离合器制动器。盘式制动器 包括一个与传动系中的轴连接的盘和一个或者多个液压驱动的卡钳，所述卡钳构造成通过 制动垫向所述盘施加摩擦力。摩擦产生与盘的运动方向相反的制动扭矩，从而使传动系和 转子减速。离合器制动器包括制动垫，制动垫通过弹簧被预紧到制动位置，但是压缩空气或 者液压流体通常被用来克服弹簧的作用并且释放制动垫。

[0004] 在控制机械制动器的液压系统的设计中的挑战之一是出于安全的原因能够快速 地制动。例如，常规的控制盘式制动器的液压系统通常包括通向制动器的供给管路和一个 或者多个设置在这些管路上的电驱动阀。管路在正常操作期间保持有加压流体，从而当 阀被开启时制动器可快速制动。虽然这种系统可以在需要时提供制动器的快速制动，这里 也存在风险，即制动器可能在不需要的时候无意地制动。例如，在通向制动器的供给管路中 的阀中的一个可能泄漏。在多个阀的一个中，随着时间的过去即使一个小泄漏也会导致压 力的增加从而使得制动器启动。

[0005] 此外，在供给管路中用于控制制动器启动的阀通常是常开阀（也就是预紧到打开 位置的阀）。在工作期间，阀被电设置成关闭位置从而防止加压流体在制动器处增大压力。 电源切换到“关闭”来打开阀并且使制动器制动。因为制动器只是偶尔启动，阀非常依赖于 电源的接通。这种设置有可能产生可靠性问题。

[0006] 因而，完全考虑到安全的顾虑并且使得无意启动的风险最小的、用于控制机械制 动器的液压系统是很被期待的。

发明内容

[0007] 公开了一种用于控制风轮机中制动器的液压系统。液压系统基于一种制动方法， 其中通过减少或者消除压力增加的可能防止在风轮机运行期间制动器被启动。具体地，在 液压系统中的加压工作流体被阻止供给到制动器，并且泄漏到制动器中的工作流体被排 出。然后通过将加压工作流体供给制动器并且防止其被排出，从而导致压力增加，制动器被 启动。

[0008] 在一个实施例中，所述制动器包括盘片和构造成给所述盘片施加摩擦力的至少一 个卡钳。所述液压系统包括：泵系统；将所述泵系统流体地连接到所述至少一个卡钳的供

给管路；流体地连接到所述供给管路的第一累积器；设置在第一累积器的下游的供给管路中的第一启动阀；将所述至少一个卡钳流体地连接到所述泵系统的排出管路；和设置在所述排出管路中的第一排出阀。如这里所使用的，术语“下游”和“上游”通常用于参照流体流过液压系统的方向来表示部件彼此相对的位置关系。

[0009] 第一启动阀可以常闭并且第一排出阀可以常开。与上面提及的制动方法一致，这种布置防止在卡钳处压力增加并且在风轮机工作期间制动器无意的启动。换句话说，风轮机可以不被由于泄漏和其他不希望的故障导致的制动器启动所影响。当希望启动制动器时，能够通过打开第一启动阀来完成，将储存在第一累积器中的加压工作流体释放到供给管路中，并且关闭第一排出阀。这在卡钳处使得压力增加从而它们移动与盘片接触。

[0010] 在启动后，第一启动阀可以关闭并且通过制动器风轮机保持停止状态（停机）。例如这可以通过来自第二累积器的压力来实现，第二累积器与位于第一启动阀的下游的供给管路流体地连接。不需要第一启动阀保持开启而使风轮机保持在停止状态还能够测试第一启动阀。在一个测试方法中，当液压系统使风轮机保持在停止状态时，第一启动阀移回打开位置。第一排出阀也打开，在供给管路中的压力被监测。如果这导致压力下降，第一启动阀被证实正在工作。

[0011] 最后通过关闭第一启动阀（如果还没有关闭）、打开第一排出阀、并且启动泵系统对第一累积器再加压，制动器可以被释放。

[0012] 在又一个实施例中，第二启动阀与第一启动阀平行设置。第一和第二启动阀具有对应的第一和第二电源，但是可以被同时启动 / 控制。“故障安全”设置具有如下益处，即如果启动阀中的一个或者它们的电源故障，流体也能够流到卡钳。第一启动阀本身、第一和第二启动阀的结合和其他控制制动器启动的装置 / 设置通常可以被称为“启动装置”。

[0013] 根据下面的描述，这些和其他实施例将变得更加显而易见。

附图说明

[0014] 图 1 是一个移除了部分组件的风轮机示例的透视图，从而能够看到风轮机的内部组件。

[0015] 图 2 是风轮机的制动器示例的透视图。

[0016] 图 3 是用于控制风轮机制动器的液压系统中的制动块的一个实施例的图示。

具体实施方式

[0017] 图 1 示出了风轮机 10 的一个实施例。风轮机通常包括机架 12、由机架 12 支承的机舱 14、和连接到机舱 14 上的转子 16。转子 16 包括可转动地安装到机舱 14 上的轮毂 18 和连接到轮毂 18 上的一组叶片 20。按照惯例，叶片 20 将风力的动能转换为用于使发电机 22 的轴转动的机械能。

[0018] 风轮机 10 进一步包括制动器 30 和装有用于控制制动器 30 的液压系统组件的液压站 32。如图 2 所示，制动器 30 通常包括构造成与轴连接的盘片 34 和一个或者多个构造成向盘片 34 施加摩擦力的卡钳 36。所述轴可以是与转子 16 连接的低速轴、与发电机 22 连接的高速轴、或者是风轮机 10 的传动系中传输由转子 16 产生的机械能的其他轴。当然，下面公开的内容集中在液压系统以及它如何被使用来控制制动器 30 上，而不是集中在制

动器 30 在风轮机 10 中的位置或者是盘片 34 和卡钳 36 的布置上。因此,需要注意,图 1 和 2 仅仅是示例并且下面描述的液压系统可用于控制相对于风轮机的其他组件来说具有不同结构或者布置的制动器。

[0019] 现在参照图 3,示出了液压系统 40 的一个实施例。液压系统 40 包括使得工作流体移动通过液压系统 40 的泵系统 50(也称为液压站),和控制工作流体向制动器 30 流动的制动系统 44(也称为制动块)。泵系统 50 和制动块 44 表示了液压系统 40 不同的方面。事实上,制动块 44 可采用任何泵系统来建立和维持工作流体的压力,工作流体通常为油。因此,仅仅示出了通用的泵系统。

[0020] 制动块 44 包括从泵系统 50 接收工作流体并且将其传输给卡钳 36 的供应管路 52。第一累积器 54 和第一压力开关 56 流体地连接到供应管路 52,且第一启动阀 58 在这些装置的下游处设置在供给管路 52 中。第一启动阀 58 控制工作流体向卡钳 36 的流动。

[0021] 然而,有益地液压系统 40 可以进一步包括与第一启动阀 58 平行设置的第二启动阀 60。通过将第一和第二启动阀 58,60 连接到对应的第一和第二连续的电源 62,64 并且同时启动它们,这种布置具有“故障安全”的益处。就是说,如果第一和第二启动阀 58,60 中的任意一个或者它们相关的电源意想不到地故障,通过供给管路的流动仍然能够通过另一启动阀被控制。用于控制通过供给管路 52 的流动、与液压系统 40 的操作相符的任何适合的阀可用作第一和第二启动阀 58,60。在示出的实施例中,第一和第二启动阀 58,60 是电驱动的双向阀。

[0022] 第二累积器 66 可以在第一和第二启动阀 58,60 的下游与供给管路 52 流体地连接。其他的液压装置,例如流动限制器 68 和第二压力开关 70 也可以设置在供给管路 52 的这部分中。供给管路 52 最后在制动器 30 处分成多个分支,从而工作流体能够被分配到各个卡钳 36 中。

[0023] 液压系统 40 进一步包括排出管路 74,用于将工作流体从卡钳传送回泵系统 50。与供给管路 52 类似,排出管路 74 在制动器 30 处包括多个分支,但是这些分支收集来自各个卡钳 36 的工作流体而不是分配工作流体。第一排出阀 76 设置在排出管路 74 中用于帮助控制制动器 30 处的压力,下面将进行描述。还可存在通过旁通管路 80 与第一排出阀 76 平行设置的第二排出阀 78。为此,旁通管路 80 流体地在第一排出阀 76 的上游和下游与排出管路 74 连接。

[0024] 排出管路 74 还可以将工作流体从释放管路 84 送返回泵系统 50。释放管路 84 在第一和第二排出阀 76,78 的下游流体地与排出管路 74 连接,并且在第一和第二启动阀 58,60 的上游与供给管路 52 连接。各种液压装置可以设置在释放管路 84 中用于帮助控制液压系统 40 中的压力。例如,图 4 示出了与常闭的减压阀 88 平行设置的可调节的流动限制器 86。

[0025] 此外由于图 4 中示出的泵系统 50 是常规的,液压系统 40 的制动块 44 可与不同的泵系统装置一起使用。泵系统 50 可以包括例如,用于存储和收集工作流体的储存罐或者贮液器 90 和至少一个与贮液器 90 流体地连接的泵 92。在这样的实施例中,排出管路 74 通过贮液器 90 将工作流体送回到至少一个泵 92 中。

[0026] 用于控制制动器 30 的液压系统 40 的操作现在将更详细地描述。在风轮机 10 的正常工作条件下(也就是当转子 16 转动并且制动器 30 没有使用时),泵系统 50 已经启动

用于给位于第一和第二启动阀 58,60 的上游处的那部分供给管路 52 加压。然而加压工作流体没有到达制动器 30, 因为第一和第二启动阀 58,60 通常是关闭的。此外, 在释放管路 84 中的液压装置 (也就是流动限制器 86 和减压阀 88) 防止加压工作流体自由地流过释放管路 84、进入排出管路 74, 然后达到储存罐 90。替代地, 减压阀 88 设置到某一程度并且流动限制器 86 被控制从而使得供给管路 52 中的流体将第一累积器 54 加压到一个预期程度。

[0027] 为了启动制动器, 泵系统 50 停止, 第一和第二启动阀 58,60 打开并且第一排除阀 76 关闭。这允许供给管路 52 中的工作流体流经第一和第二启动阀 58,60 并且到达卡钳 36。如上所提及的, 设置第一和第二启动阀 58,60 具有“故障安全”布置的益处。即使第一或者第二启动阀 58,60 中的一个或者它们相关的电源 62,64 故障, 工作流体也能够流到卡钳 36。

[0028] 储存在第一累积器 54 中的压力被释放用于控制工作流体流到卡钳 36。然而, 位于第一和第二启动阀 58,60 下游的流动限制器 68 防止这种释放导致在制动器 30 处的剧烈的压力冲击。替代地, 在制动器 30 处的压力以更加可控的方式增加从而通过卡钳 36 给盘片 34 提供更为平稳的制动动作 (也就是力的施加)。这还帮助减小了由于制动动作在风轮机 10 上产生的载荷。

[0029] 如果需要, 液压系统可以进一步包括设置在泵系统 50 和第一累积器 54 之间的供给管路 52 上的隔离阀 96。隔离阀 96 在风轮机 10 的正常工作期间可以是打开的, 但是当启动制动器 30 时被切换到关闭的位置。这帮助隔离了在隔离阀 96 下游的那部分供给管路 52, 使得工作流体的流动仅受到从第一累积器 54 释放的压力影响。换句话说, 第一累积器 54 控制工作流体向制动器 30 的流动, 而来自泵系统 50 影响最小或者没有影响。第一压力开关 56 能够用来更精确地估计第一累积器 54 中的压力, 下面将进行描述。

[0030] 工作流体的压力在制动器 30 处升高 - 导致卡钳作用于盘片 34- 因为第一和第二排出阀 76,78 被关闭。在图 4 示出的实施例中, 第一排出阀 76 是单向阀, 它通过检测管路 98 流体地与供给管路 52 连接。检测管路 98 在第一和第二启动阀 58,60 的下游处流体地与供给管路 52 连接。在这部分供给管路 52 中任何显著的压力增加连通到第一排出阀 76 并且导致其关闭。因此, 当第一和第二启动阀 58,60 开启并且允许在第一累积器 54 中储存的压力被释放到供给管路 52 中时, 第一排出阀 76 关闭。

[0031] 工作流体流过第一和第二启动阀 58,60 不仅增大了在制动器 30 处的压力, 而且还对第二累积器 66 加压。最后在卡钳 36 处的工作流体达到与施加给盘片 34 的最大期望制动力对应的压力。在这里, 第一和第二启动阀 58,60 可以被关闭。例如, 在某一时限后第一和第二启动阀 58,60 可以设置成自动关闭。在传动系和转子 16 被停止后, 在卡钳 36 处和在第二累积器 66 中的压力增加随后可以用来保持制动器 30 (也就是保持卡钳 36 向盘片 34 施加足够的制动力)。

[0032] 为了释放制动器 30, 泵系统 50 被启动 (例如, 泵 92 反向开启) 并且隔离阀 96 被打开。泵系统 50 将工作流体供给到供给管路 52 和第一累积器 54, 其随后被再加压。此外, 在第一和第二启动阀 58,60 (在使制动器 30 制动后保持关闭) 下游处的工作流体从卡钳 36 中涌出。为此, 第一和第二排出阀 76,78 移动到打开位置。第二排出阀 78 可以具有比第一排出阀 76 更大的流量, 以便从卡钳 36、第二累积器 66、和处于第一和第二启动阀 58,60 下游的那部分供给管路 52 中更快地排出工作流体。根据第一排出阀 76 的流量, 第二排出阀 78 可能仅仅需要开启几秒以帮助排出工作流体。当第二排出阀 78 移回到它正常的关闭位

置时,根据上面描述的过程,液压系统 40 准备再次开启制动器 30。

[0033] 因此,在风轮机 10 的正常工作期间和(由制动器 30 的启动导致的)停止状态期间,第一和第二启动阀 58,60 处于它们正常关闭位置;没有电压启动第一和第二启动阀 58,60。因此,不像常规的系统,液压系统 40 在工作期间不依赖于电源(例如,第一和第二电源 62,64)以防止制动器 30 的开启,或者在已经被用于使得转子 16 停止转动后对制动器 30 保持足够的压力。因为这些时限比启动制动器 30 所需的时间要长很多,液压系统 40 的总的可靠性被增加。虽然仍然依赖第一和第二电源 62,64 来启动制动器 30,上面描述的故障安全布置进一步增加了系统的可靠性。

[0034] 即使第一和第二启动阀 58,60 中的一个或者两个存在泄漏或者故障,上述布置也具有防止在工作期间对制动器 30 的损坏的益处。特别地,如果当第一和第二启动阀 58,60 关闭时通过它们的工作流体存在小泄漏从而使得一些工作流体流到卡钳 36,排出管路 74 和第一排出阀 76 的打开位置会允许工作流体排出制动器 30。不会存在压力的增加,否则这会导致卡钳 36 与盘片 34 接触并且由于摩擦的原因导致发热。另一方面,如果第一和第二启动阀 58,60 中的一个或者两个完全故障,压力增加会通过检测管路 98 连通到第一排出阀 76。然后当压力增加到某一程度时第一排出阀 76 关闭,使得在卡钳 36 处的工作流体的压力随后根据制动器 30 的正常启动增加。

[0035] 其它有益的特征对于本领域即使人员来说是显而易见的。例如,第二压力开关 70 也可以被用于提供在第一和第二启动阀 58,60 下游的那部分供给管路 52 中的压力反馈。那里,即使第一或者第二启动阀 58,60 没有完全故障,当压力足够高使得第一排出阀 76 关闭的时候,液压系统 40 能够传送信号用于开启阀门。这进一步确保了制动器根据正常启动曲线来被使用。而且,即使第一启动阀 58 或者第二启动阀 60 没有完全故障,这也允许当泄漏足够大满足条件时制动器 30 启动。

[0036] 液压系统 40 的另一个益处是在停止状态期间(也就是,当制动器在启动之后保持制动时,或者当转子 16 怠机时使得在卡钳 36 处的压力升高并且制动器 30 的采用无关紧要)能够测试多个组件。在这种条件下,第一、第二启动阀 58,60 和第一、第二排出阀 76,78 关闭。当保持第二启动阀 60 关闭时第一启动阀 58 随后开启。如果当第一排出阀 76 打开时第二压力开关 70 显示压力升高,第一启动阀 58 的打开已被证实。然后第一启动阀 58 和第一排出阀 76 可以被关闭。

[0037] 同样的过程可以重复用于测试第二启动阀 60。具体地,当保持第一启动阀 58 关闭时第二启动阀 60 打开,然后第一排出阀 76 打开并且通过第一压力开关 56 监测压力。如果当第一排出阀 76 打开时第一压力开关 56 显示在供给管路 52 中压力下降,第二启动阀 60 的打开已经被证实。

[0038] 在停止状态期间测试第一和第二启动阀 58,60 的能力使得电源故障或者其他防止阀打开的缺陷很容易被识别。因此,这些缺陷在影响液压系统 40 的工作之前能够被修复(例如通过替换第一或第二启动阀 58,60 和 / 或第一和第二电源 62,64)。如果,在测试过程中,第一和第二启动阀 58,60 都无法验证,可能是第一排出阀 76 不能正常工作的结果,而不是第一和第二启动阀 58,60 无法打开。因此,上面描述的过程也同样用于测试第一排出阀 76 的工作。

[0039] 最后,第一累积器 54 也可以被测试,但是这个测试在释放了制动器 30 后进行。更

具体地，在打开了第一和第二排出阀 76,78 来使得工作流体从卡钳 36（和第二累积器 66 以及在第一和第二启动阀 58,60 下游的那部分供给管路 52）涌出后，第一和 / 或第二启动阀 58,60 可被打开。这在启动泵系统 50 和打开隔离阀 96 之前进行（参见之前关于释放制动器的相关内容），并且允许在第一累积器 54 中任何剩余的压力被释放。当工作流体被排出时，第一压力开关 56 监测在供给管路 52 中的压力降低直到它达到零或者某些最小值。压力从预定程度（可以等于或者小于在打开第一和 / 或第二启动阀 58,60 之前的压力）降低到零（或者另外的预定程度）所花费的时间量与正常工作的累积器的预计值相符。如果时间在可接收的偏离预计值的范围内，第一累积器 54 充分操作。

[0040] 上面描述的实施例仅仅是由下面所列的权利要求所限定的本发明的示例。在液压制动系统的设计方面的本领域技术人员将会明白基于说明书的其他的示例、修改和益处。例如，不是通过检测管路 98 使得供给管路 52 的压力与第一排出阀 76 相通，第一排出阀 76 可被电驱动并且采用来自第二压力开关 70 的反馈被控制。因此，在不脱离总的本发明构思的范围和精神的情况下，根据这些公开的内容可以作出改变。

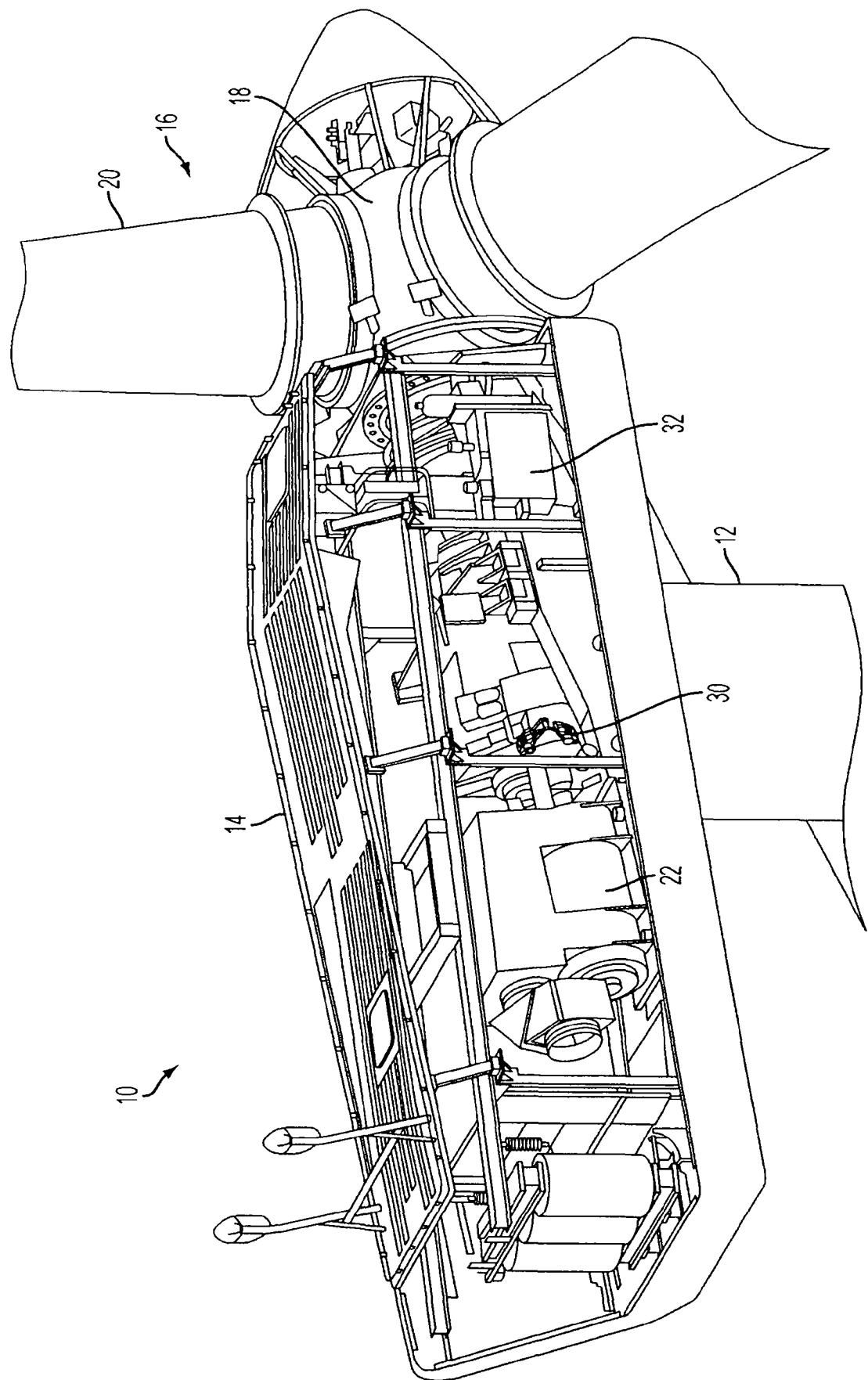


图 1

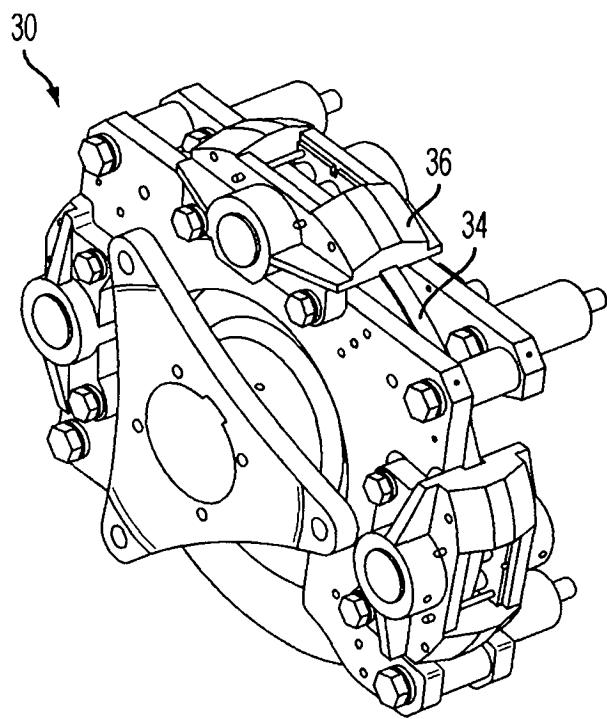


图 2

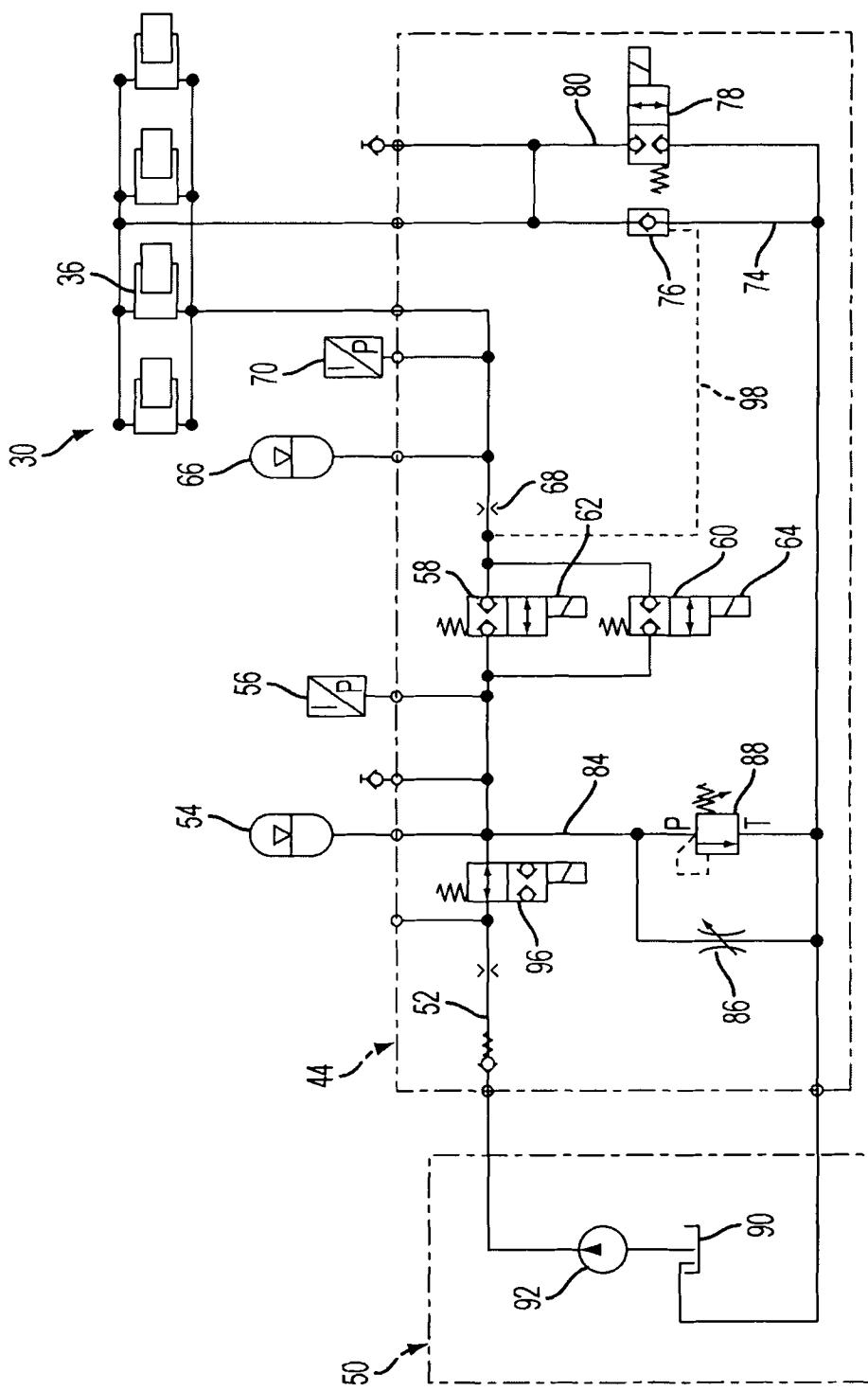


图 3