



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104583609 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201380044682. X

D · 陈

(22) 申请日 2013. 08. 29

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

(30) 优先权数据

代理人 苏娟

61/695, 382 2012. 08. 31 US

13/718, 922 2012. 12. 18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2015. 02. 26

F15B 21/08(2006. 01)

E02F 9/22(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

F15B 1/02(2006. 01)

F15B 13/02(2006. 01)

PCT/US2013/057238 2013. 08. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/036229 EN 2014. 03. 06

(71) 申请人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 章佼 马鹏飞 尚同林 R·塞苏尔

B·J·希尔曼 P·斯普林

L·J·托格内蒂 R·N·彼得森

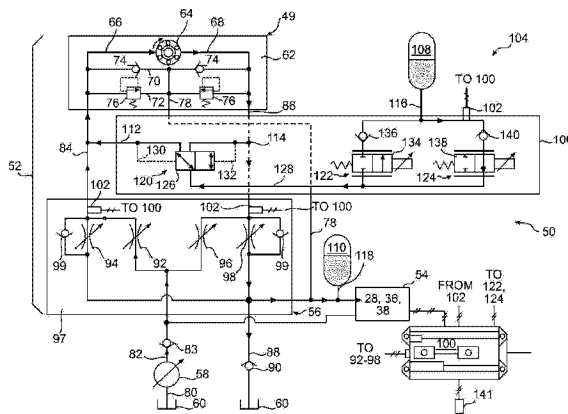
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

具有摆动马达能量回收的液压控制系统

(57) 摘要

公开一种与机器 (10) 一起使用的液压控制系统 (50)。所述液压控制系统可具有罐 (60)、泵 (58)、摆动马达 (49), 以及被配置为控制所述泵、所述摆动马达和所述罐之间的流体流量的至少一个控制阀 (56)。所述液压系统还可具有蓄能器 (108), 其被配置为选择性地接收从所述摆动马达排放的加压流体并将加压流体选择性地供应到所述摆动马达; 至少一个蓄能器阀 (122、124); 以及控制器 (100)。所述控制器可被配置为接收指示所述摆动马达的期望速度和实际速度之间的差的输入, 并基于所述差确定所述摆动马达是加速还是减速。所述控制器还可被配置为控制所述至少一个蓄能器阀以使所述蓄能器仅在所述摆动马达加速或减速时选择性地接收或供应加压流体。



1. 一种液压控制系统 (50), 其包括:
 - 罐 (60);
 - 泵 (58), 其能够从所述罐抽取流体并加压所述流体;
 - 摆动马达 (49), 其由来自所述泵的加压流体驱动;
 - 至少一个控制阀 (56), 其能够控制所述泵、所述摆动马达和所述罐之间的流体流量;
 - 蓄能器 (108), 其能够选择性地接收从所述摆动马达排放的加压流体并将加压流体选择性地供应到所述摆动马达;
 - 至少一个蓄能器阀 (122、124), 其能够调节流入和流出所述蓄能器的流体流量; 以及
 - 控制器 (100), 其与所述至少一个控制阀和所述至少一个蓄能器阀连通, 所述控制器能够:
 - 接收指示所述摆动马达的期望速度和实际速度之间的差的输入;
 - 基于所述期望速度和实际速度之间的差确定所述摆动马达是加速还是减速;
 - 控制所述至少一个蓄能器阀以使所述蓄能器仅在所述摆动马达加速或减速时选择性地接收或供应加压流体。
2. 根据权利要求 1 所述的液压控制系统, 其中, 指示所述期望速度和所述实际速度之间的差的所述输入包括对应于操作员输入装置的位移位置的第一信号和由速度传感器 (141) 产生的第二信号。
3. 根据权利要求 1 所述的液压控制系统, 其中, 指示所述期望速度和所述实际速度之间的差的所述输入是横跨所述摆动马达的压差。
4. 根据权利要求 3 所述的液压控制系统, 其中, 所述控制器能够在所述压差大于阈值量时确定所述摆动马达加速或减速。
5. 根据权利要求 4 所述的液压控制系统, 其中:
 - 所述至少一个控制阀包括至少一个供应元件 (92、96) 和至少一个排出元件 (94、98);
 - 且
 - 所述控制器能够在所述摆动马达加速时关闭所述至少一个供应元件并打开所述至少一个蓄能器阀。
6. 根据权利要求 5 所述的液压控制系统, 其还包括压力传感器 (102), 其能够产生指示所述蓄能器内的流体压力的压力信号, 其中, 所述控制器能够在所述压力信号指示所述蓄能器中的压力低于阈值压力时打开所述至少一个供应元件并关闭所述至少一个蓄能器阀。
7. 根据权利要求 5 所述的液压控制系统, 其还包括传感器 (141), 其能够检测所述摆动马达的旋转方向, 其中, 所述控制器能够基于所述摆动马达的压差和旋转方向确定所述摆动马达加速。
8. 根据权利要求 4 所述的液压控制系统, 其中:
 - 所述至少一个控制阀包括至少一个供应元件 (92、96) 和至少一个排出元件 (94、98);
 - 且
 - 所述控制器能够在所述摆动马达减速时关闭所述至少一个排出元件并打开所述至少一个蓄能器阀。
9. 根据权利要求 8 所述的液压控制系统, 还包括传感器 141, 其能够检测所述摆动马达的旋转方向, 其中, 所述控制器能够基于所述摆动马达的压差和旋转方向确定所述摆动马

达减速。

10. 根据权利要求 9 所述的液压控制系统,其中,所述控制器还能够:
确定可用作所述摆动马达的补偿流体的来自另一致动器的返回流体的量;
基于所述返回流体的量选择性地使所述泵增加其排量;
在所述泵的所述排量基于所述返回流体的量增加时,打开所述至少一个供应元件;且
仅在所述返回流体的量不足以防止所述摆动马达排空时,在所述蓄能器接收来自所述摆动马达的流体时的减速过程中,增加所述泵的排量并打开所述至少一个供应元件。

具有摆动马达能量回收的液压控制系统

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及液压控制系统,且更具体地涉及具有摆动马达能量回收的液压控制系统。

背景技术

[0002] 摆动式挖掘机器(例如液压挖掘机和前铲)需要显著液压和流量以将材料从挖翻位置转移到倾卸位置。这些机器通过摆动马达引导来自发动机驱动的泵的高压流体以在每次摆动开始时加速装载作业工具,然后限制在每次摆动结束时离开马达的流体的流量以减缓并停止作业工具的摆动。

[0003] 与这种类型的液压装置相联的一个问题涉及效率。特别而言,由于装载作业工具的减速,在每次摆动结束时从摆动马达离开的流体处于相对较高压力下。除非被回收,否则与高压流体相联的能量可能被浪费。此外,在每次摆动结束时从摆动马达离开的这种高压流体的限制可导致加热流体,这必须与增加的机器的冷却能力适应。

[0004] 在于2011年3月22日发布的Zhang等人的美国专利号7,908,852(以下简称'852专利)中公开了一种改进摆动型机器的效率的尝试。'852专利公开了用于包括蓄能器的机器的液压控制系统。蓄能器存储从摆动马达离开的油,该油已经由机器的上部结构施加到运动的摆动马达的惯性转矩加压。然后,蓄能器中的加压油被选择性地再利用以通过将积聚油供应回摆动马达在随后摆动过程中加速摆动马达。

[0005] 虽然'852专利的液压控制系统可有助于在某些情况下提高摆动型机器的效率,但仍然可小于最佳效率。特别而言,在'852专利中描述的蓄能器的排放过程中,离开摆动马达的一些加压流体可仍然具有被浪费的有用能量。此外,当泵输出无法以足以防止摆动马达中的空化的速率供应流体时,可能存在'852专利的液压控制系统的操作过程(例如减速和蓄能器排放过程)中的情况。此外,机器可在不同条件和不同情况下不同地操作,且'852专利的液压控制系统可不被配置为适于控制这些不同条件和情况。最后,'852专利没有公开正常操作模式和蓄能器摆动操作模式之间转换的方法。

[0006] 所公开的液压控制系统旨在克服上面阐述的一个或多个问题和/或现有技术的其它问题。

发明内容

[0007] 本发明的一方面涉及一种液压控制系统。液压控制系统可包括罐、被配置为从罐抽取流体并加压流体的泵,以及由来自泵的加压流体驱动的摆动马达。液压控制系统还可包括至少一个控制阀,其被配置为控制泵、摆动马达和罐之间的流体流量;蓄能器,其被配置为选择性地接收从摆动马达排放的加压流体并将加压流体选择性地供应到摆动马达;以及至少一个蓄能器阀,其被配置为调节流入和流出蓄能器的流体流量。液压控制系统还可包括控制器,其与至少一个控制阀和至少一个蓄能器阀连通。控制器可被配置为接收指示摆动马达的期望速度和实际速度之间的差的输入,并基于期望速度和实际速度之间的差确

定摆动马达是加速还是减速。控制器还可被配置为控制至少一个蓄能器阀以使蓄能器仅在摆动马达加速或减速时选择性地接收或供应加压流体。

[0008] 本发明的另一方面涉及一种控制机器的摆动马达的方法。所述方法可包括接收指示摆动马达的期望速度和实际速度之间的差的输入,并基于期望速度和实际速度之间的差确定摆动马达是加速还是减速。所述方法还可包括使蓄能器仅在摆动马达加速或减速时选择性地接收来自摆动马达的加压流体或将加压流体供应到摆动马达。

附图说明

[0009] 图 1 是由运输车辆 12 在工地作业的示例性公开的机器的示意图;

[0010] 图 2 是可与图 1 的机器一起使用的示例性公开的液压控制系统的示意图;

[0011] 图 3 是可由图 2 的液压控制系统使用的示例性公开的控制图;以及

[0012] 图 4 是描绘可由图 2 的液压控制系统执行的示例性公开的方法的流程图。

具体实施方式

[0013] 图 1 示出具有多个系统和协作以挖掘和装载土制材料到附近运输车辆 12 上的组件的示例性机器 10。在所描绘的实例中,机器 10 是液压挖掘机。然而,可设想,机器 10 可替换地实施为另一摆动型挖掘或材料搬运机器,诸如反铲、前铲、拉铲挖掘机,或其它类似的机器。除其它外,机器 10 还可包括实施系统 14,其被配置为例如通过运输车辆 12 在沟槽内或在堆料处的挖翻位置 18 和倾卸位置 20 之间运动作业工具 16。机器 10 还可包括用于手动控制实施系统 14 的操作员站 22。可设想,如果需要,机器 10 可进行除卡车装载之外的操作,诸如吊装、挖沟和材料搬运。

[0014] 实施系统 14 可包括通过流体致动器作用以运动作业工具 16 的连杆结构。特别而言,实施系统 14 可包括悬臂 24,其可由一对相邻的双作用液压缸 28(在图 1 中仅示出一个)相对于工作表面 26 垂直枢转。实施系统 14 还可包括斗杆 30,其由单个双作用液压缸 36 相对于悬臂 24 绕水平枢轴线 32 垂直枢转。实施系统 14 还可包括单个双作用液压缸 38,其可操作地连接到作业工具 16 以相对于斗杆 30 绕水平枢轴线 40 垂直倾斜作业工具 16。悬臂 24 可枢转连接到机器 10 的框架 42,而框架 42 可枢转地连接到底架构件 44 并通过摆动马达 49 绕垂直轴线 46 摆动。斗杆 30 可通过枢轴线 32 和 40 的方式将作业工具 16 枢转地连接到悬臂 24。可设想,如果需要,更多或更少数量的流体致动器可包括在实施系统 14 内并以除上述之外的方式连接。

[0015] 很多不同的作业工具 16 可附接到单个机器 10 且可经由操作员站 22 控制。作业工具 16 可包括用于执行特定任务的任何装置诸如,例如铲斗、叉装置、铲板、铲、破碎机、剪刀、抓钩、抓钩铲斗、磁体,或本领域中已知的任何其它任务执行装置)。虽然在图 1 的实施例中作业工具 16 被连接以相对于机器 10 升降、摇摆和倾斜,但是作业工具 16 可以本领域中已知的其它方式替代地或附加地旋转、滑动、延伸、打开和关闭,或运动。

[0016] 操作员站 22 可被配置为接收来自机器操作员的指示期望的作业工具运动的输入。具体而言,操作员站 22 可包括一个或多个输入装置 48,其实施为例如位于靠近操作员座位(未示出)处的单轴或多轴操纵杆。输入装置 48 可以是比例式控制器,其被配置为通过产生指示特定方向上的期望作业工具速度和/或力的作业工具位置信号定位和/或定向

作业工具 16。位置信号可用于致动液压缸 28、36、38 和 / 或摆动马达 49 中的任何一个或多个。可设想,不同输入装置(诸如,例如轮、旋钮、推拉装置、开关、踏板,和本领域中已知的其它操作员输入装置)可替代地或附加地包括在操作员站 22 内。

[0017] 如图 2 所示,机器 10 可包括具有协作以运动实施系统 14 的多个流体组件的液压控制系统 50(参考图 1)。特别而言,液压控制系统 50 可包括与摆动马达 49 相联的第一回路 52,以及与液压缸 28、36 和 38 相联的至少一个第二回路 54。除其它外,第一回路 52 还可包括摆动控制阀 56,其连接以调节从泵 58 到摆动马达 49 的加压流体流以及从摆动马达 49 到低压罐 60 的加压流体流以使作业工具 16 根据经由输入装置 48 接收的操作员请求绕轴线 46 摆动运动(参考图 1)。第二回路 54 可包括类似的控制阀,例如悬臂控制阀(未示出)、斗杆控制阀(未示出)、工具控制阀(未示出)、行驶控制阀(未示出),和 / 或辅助控制阀,其并联连接以接收来自泵 58 的加压流体并将废液排到罐 60,从而调节相应的致动器(例如,液压缸 28、36 和 38)。

[0018] 摆动马达 49 可包括壳体 62,其至少部分地形成位于叶轮 64 的两侧的第一腔室和第二腔室(未示出)。当第一腔室连接到泵 58 的输出(例如,经由形成于壳体 62 内的第一腔室通道 66)且第二腔室连接到罐 60(例如,经由形成于壳体 62 内的第二腔室通道 68)时,叶轮 64 可被驱动以在第一方向上旋转(图 2 中所示)。相反,当第一腔室经由第一腔室通道 66 连接到罐 60 且第二腔室经由第二腔室通道 68 连接到泵 58 时,叶轮 64 可被驱动以在相反方向上旋转(未示出)。流体通过叶轮 64 的流速可涉及摆动马达 49 的旋转速度,而横跨叶轮 64 的压差可涉及其输出转矩。

[0019] 摆动马达 49 可包括内置的补充和释放功能。特别而言,补充通道 70 和释放通道 72 可形成于第一腔室通道 66 和第二腔室通道 68 之间的壳体 62 内。一对相对的止回阀 74 和一对相对的泄压阀 76 可分别设置在补充通道 70 和释放通道 72 内。低压通道 78 可在止回阀 74 之间的位置处和泄压阀 76 之间的位置处连接到每个补充通道 70 和释放通道 72。基于低压通道 78 与第一腔室通道 66 和第二腔室通道 68 之间的压差,止回阀 74 中的一个可打开以允许流体从低压通道 78 进入第一腔室和第二腔室中的一个较低压腔室。同样地,基于第一腔室通道 66 和第二腔室通道 68 与低压通道 78 之间的压差,泄压阀 76 中的一个可打开以允许流体从第一腔室和第二腔室中的较高压腔室进入低压通道 78。在实施系统 14 的摆动运动过程中,显著压差可能会一般存在于第一腔室和第二腔室之间。

[0020] 泵 58 可被配置为经由入口通道 80 从罐 60 抽取流体,将流体加压到期望水平,并经由排放通道 82 将流体排到第一回路 52 和第二回路 54。如果需要,止回阀 83 可设置在排放通道 82 内,以提供加压流体从泵 58 到第一回路 52 和第二回路 54 中的单向流。泵 58 可实施为例如可变排量泵(图 1 示出)、固定排量泵,或本领域中已知的其它源。泵 58 可通过例如副轴(未示出)、皮带(未示出)、电路(未示出),或以其它适当的方式可驱动地连接到机器 10 的动力源(未示出)。可替代地,泵 58 可经由扭矩转换器、减速齿轮箱、电路或以任何其它合适的方式间接地连接到机器 10 的动力源。泵 58 可产生具有至少部分由与操作员请求的运动对应的第一回路 52 和第二回路 54 内的致动器的要求确定的压力水平和 / 或流速的加压流体流。排放通道 82 可分别经由摆动控制阀 56 以及第一腔室管道 84 和第二腔室管道 86 在第一回路 52 内连接到第一腔室通道 66 和第二腔室通道 68,其在摆动控制阀 56 和摆动马达 49 之间延伸。

[0021] 罐 60 可构成被配置为容纳低压流体供应的贮存器。流体可包括例如专用液压油、发动机润滑油、变速器润滑油,或本领域中已知的任何其它流体。机器 10 内的一个或多个液压系统可从罐 60 抽取流体并将流体返回到罐 60 中。可设想,根据需要,液压控制系统 50 可连接到多个独立流体罐或单个罐。罐 60 可分别经由排出通道 88 流体地连接到摆动控制阀 56 并经由摆动控制阀 56 以及第一腔室管道 84 和第二腔室管道 86 连接到第一腔室通道 66 和第二腔室通道 68。罐 60 也可连接到低压通道 78。如果需要,止回阀 90 可设置在排出通道 88 内,以促进流体单向流动到罐 60 中。

[0022] 摆动控制阀 56 可具有元件,其可移动以控制摆动马达 49 的旋转和实施系统 14 的对应摆动动作。具体而言,摆动控制阀 56 可包括都设置在公共块或壳体 97 内的第一腔室供应元件 92、第一腔室排出元件 94、第二腔室供应元件 96 和第二腔室排出元件 98。第一腔室供应元件 92 和第二腔室供应元件 96 可与排出通道 82 并联连接以调节由来自泵 58 的流体填充它们各自的腔室,而第一腔室排出元件 94 和第二腔室排出元件 98 可与排出通道 88 并联连接以调节各自腔室的流体的排出。补充阀 99(例如止回阀)可设置在第一腔室排出元件 94 的出口和第一腔室管道 84 之间以及第二腔室排出元件 98 的出口和第二腔室管道 86 之间。

[0023] 为了驱动摆动马达 49 以在第一方向上旋转(图 2 所示),第一腔室供应元件 92 可移位以允许经由排放通道 82 和第一腔室管道 84 使加压流体从泵 58 进入摆动马达 49 的第一腔室,而第二腔室排出元件 98 可移位以允许经由第二腔室管道 86 和排出通道 88 使流体从摆动马达 49 的第二腔室排到罐 60。为了驱动摆动马达 49 在相反方向上旋转,第二腔室供应元件 96 可移位以使摆动马达 49 的第二腔室与来自泵 58 的加压流体连通,而第一腔室排出元件 94 可移位以允许流体从摆动马达 49 的第一腔室排到罐 60。可设想,如果需要,摆动控制阀 56(即四个不同的供应和排出元件)的供应和排出功能也可通过与第一腔室相联的单个阀元件和与第二腔室相联的单个阀元件,或通过与第一腔室和第二腔室相联的单一阀元件可替代地执行。

[0024] 摆动控制阀 56 的供应和排出元件 92-98 可响应于由控制器 100 发出的流率和/或位置命令相对弹簧偏压电磁可移动。特别而言,摆动马达 49 可以与流入和流出第一腔室和第二腔室的流体的流率对应的速度和与横跨叶轮 64 的压差对应的扭矩旋转。为了实现操作员期望的摆动扭矩,基于假定或测量的压降的命令可被发送到供应和排出元件 92-98 的螺线管(未示出),其使它们打开对应于摆动马达 49 处的所需流体流率和/或压差的量。该命令可以是由控制器 100 发出的流率命令或阀元件位置命令的形式。

[0025] 控制器 100 可与液压控制系统 50 的不同组件连通以调节机器 10 的操作。例如,控制器 100 可在第一回路 52 中与摆动控制阀 56 的元件连通并与与第二回路 54 相联的控制阀的元件(未示出)连通。基于各种操作员输入和监测参数,如将在下面更详细地描述的,控制器 100 可被配置为以协调方式选择性地激活不同控制阀以高效地实施操作员所请求的实施系统 14 的运动。

[0026] 控制器 100 可包括存储器、辅助存储装置、时钟,和协作以实现与本发明一致的任务的一个或多个处理器。许多市售的微处理器可被配置为执行控制器 100 的功能。应理解,控制器 100 可容易地实施为能够控制机器 10 的许多其它功能的通用机器控制器。各种已知电路可与控制器 100 相联,包括信号调理电路、通信电路和其它适当的电路。还应理解,

控制器 100 可包括被配置为允许控制器 100 根据本发明作用的专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA)、计算机系统,以及逻辑电路。

[0027] 在一个实施例中,由控制器 100 监测的操作参数可包括第一回路 52 和 / 或第二回路 54 内的流体压力。例如,一个或多个压力传感器 102 可策略地定位在第一腔室管道 84 和 / 或第二腔室管道 86 内以感测各自通道的压力并产生指示引导到控制器 100 的压力的对应信号。可设想,根据需要,任何数量的压力传感器 102 可被放置在第一回路 52 和 / 或第二回路 54 中的任何位置。可进一步设想,如果需要,其它操作参数 (诸如,例如,速度、温度、粘度、密度等) 也可以或替代地被监测并用于调节液压控制系统 50 的操作。

[0028] 液压控制系统 50 可装配有能量回收装置 104,其与至少第一回路 52 连通并被配置为从摆动马达 49 排放的废液选择性地提取和回收能量。除其它外,能量回收装置 (ERA) 104 还可包括可流体地连接在泵 58 和摆动马达 49 之间的回收阀块 (RVB) 106、配置为经由 RVB106 与摆动马达 49 选择性地连通的第一蓄能器 108,和也被配置为与摆动马达 49 选择性地且直接地连通的第二蓄能器 110。在所公开的实施例中,RVB106 可固定地且机械地连接到摆动控制阀 56 和摆动马达 49 中的一个或两个,例如直接连接到壳体 62 和 / 或直接连接到壳体 97。RVB106 可包括流体地连接到第一腔室管道 84 的内部第一通道 112,和流体地连接到第二腔室管道 86 的内部第二通道 114。第一蓄能器 108 可经由管道 116 流体地连接到 RVB106,而第二蓄能器 110 可经由管道 118 流体地连接到低压通道 78 和排出通道 88,且与罐 60 并联连接。

[0029] RVB106 可容纳换向阀 120、与第一蓄能器 108 相联的充压阀 122,和与第一蓄能器 108 相联并设置为与充压阀 122 平行的排放阀 124。换向阀 120 可基于第一通道 112 和第二通道 114 的压力自动地且流体地将第一通道 112 和第二通道 114 中的一个与充压阀 122 和排放阀 124 连通。充压阀 122 和排放阀 124 可响应于来自控制器 100 的命令选择性地移动以流体地将第一蓄能器 108 与换向阀 120 连通以用于充入和排放流体目的。

[0030] 换向阀 120 也可以是先导式 2 位 3 通阀,其可响应于第一通道 112 和第二通道 114 中的流体压力 (即,响应于摆动马达 49 的第一腔室和第二腔室内的流体压力) 自动移动。特别而言,换向阀 120 可包括阀元件 126,其可从在此处第一通道 112 经由内部通道 128 流体地连接到充压阀 122 和排放阀 124 的第一位置 (图 2 所示) 朝向在此处第二通道 114 经由通道 128 流体地连接到充压阀 122 和排放阀 124 的第二位置 (未示出) 移动。当第一通道 112 经由通道 128 流体地连接到充压阀 122 和排放阀 124 时,流过第二通道 114 的流体流可由换向阀 120 抑制,反之亦然。第一先导通道 130 和第二先导通道 132 可将来自第一通道 112 和第二通道 114 的流体连通至阀元件 126 的相对端部,使得第一通道 112 或第二通道 114 中的较高压通道可使阀元件 126 移动并经由通道 128 将对应通道与充压阀 122 和排放阀 124 流体连接。

[0031] 充压阀 122 可以是电磁操作的可变位置两通阀,其可响应于来自控制器 100 的命令以允许来自通道 128 的流体进入第一蓄能器 108。特别而言,充压阀 122 可包括阀元件 134,其可从在此处来自通道 128 的流体流动到第一蓄能器 108 被抑制的第一位置 (图 2 所示) 朝向在此处通道 128 流体地连接到第一蓄能器 108 的第二位置 (未示出) 移动。当阀元件 134 远离第一位置 (即,在第二位置或第一位置和第二位置之间的中间位置) 且通道 128 内的流体压力超过第一蓄能器 108 内的流体压力时,来自通道 128 的流体可填充 (即,

充压)第一蓄能器 108。阀元件 134 可朝向第一位置弹簧偏压且可响应于来自控制器 100 的命令移动到第一位置和第二位置之间的任何位置,从而改变流体从通道 128 到第一蓄能器 108 的流率。止回阀 136 可设置在充压阀 122 和第一蓄能器 108 之间,以提供经由充压阀 122 使流体到蓄能器 108 的单向流。

[0032] 排放阀 124 的组合物可与充压阀 122 基本相同且可响应于来自控制器 100 的命令移动以允许来自第一蓄能器 108 的流体进入通道 128(即,排放)。特别而言,排放阀 124 可包括阀元件 138,其可从在此处来自第一蓄能器 108 的流体流动到通道 128 被抑制的第一位置(未示出)朝向在此处第一蓄能器 108 流体地连接到通道 128 的第二位置(图 2 所示)移动。当阀元件 138 远离第一位置(即,在第二位置或第一位置和第二位置之间的中间位置)且第一蓄能器 108 内的流体压力超过通道 128 内的流体压力时,来自通道 128 的流体可流到通道 128 中。阀元件 138 可朝向第一位置弹簧偏压且可响应于来自控制器 100 的命令移动到第一位置和第二位置之间的任何位置,从而改变流体从第一蓄能器 108 到通道 128 的流率。止回阀 140 可设置在第一蓄能器 108 和排放阀 124 之间,以提供经由排放阀 124 使流体从蓄能器 108 到通道 128 的单向流。

[0033] 如果需要,附加压力传感器 102 可与第一蓄能器 108 相联并被配置为产生指示第一蓄能器 108 内的流体压力的信号。在所公开的实施例中,附加压力传感器 102 可设置在第一蓄能器 108 和排放阀 124 之间。然而,可设想,如果需要,附加压力传感器 102 可替代地设置在第一蓄能器 108 和充压阀 122 之间或直接连接到第一蓄能器 108。来自附加压力传感器 102 的信号可被引导到控制器 100 以用于调节充压阀 122 和/或排放阀 124 的操作。

[0034] 第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 每个都可包含被配置为存储加压流体以供摆动马达 49 将来使用的填充有可压缩气体的压力容器。可压缩气体可包括例如氮气、氩气、氦气,或其它适当的可压缩气体。在与第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 连通的流体超过第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 的预定压力时,流体可流入蓄能器 108、110。因为其中的气体是可压缩的,所以它可像弹簧一样作用且压缩为流入第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 中的流体流。当管道 116、118 内的流体的压力下降到低于第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 的预定压力时,压缩的气体可扩大并促进第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 内的流体离开。可设想,如果需要,第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 可替代地包含膜/弹簧偏置或囊类型的蓄能器。

[0035] 在所公开的实施例中,与第二蓄能器 110 相比,第一蓄能器 108 可以是较大(即,大约 5-20 倍)和高压(即约 5-60 倍较高压)蓄能器。具体而言,第一蓄能器 108 可被配置为积累具有 260-315 巴范围内的压力的高达约 50-100L 的流体,而第二蓄能器 110 可被配置为积累具有 5-30 巴范围内的压力的高达约 10L 的流体。在该配置中,第一蓄能器 108 可主要用于辅助摆动马达 49 的动作,并提高机器的效率,而第二蓄能器可主要用作补充蓄能器以帮助减少摆动马达 49 处的排空的可能性。然而,可设想,如果需要,其它体积和压力可由第一蓄能器 108 和/或第二蓄能器 110 容纳。

[0036] 控制器 100 可被配置为选择性地使第一蓄能器 108 进行填充和排放,从而提高机器 10 的性能。特别而言,由摆动马达 49 开始的实施系统 14 的典型摆动动作可由摆动马达 49 加速实施系统 14 的摆动运动过程的时间段,和摆动马达 49 减速实施系统 14 的摆动运动过程的时间段组成。加速段可需要来自摆动马达 49 的显著能量,这通常由通过由泵 58 供

应到摆动马达 49 的加压流体的方式实现,而减速段可以加压流体的形式产生显著能量,这通常通过排放到罐 60 而浪费。加速段和减速段两者都可能需要摆动马达 49 将显著量的液压能量转换为摆动动能,反之亦然。然而,减速过程中通过摆动马达 49 的流体仍然含有大量能量。由于对离开摆动马达 49 的流体的流动的限制,通过摆动马达 49 的流体可在减速过程中被加压。如果在减速段过程中通过摆动马达 49 的流体被选择性地收集在第一蓄能器 108 内,则然后在随后的加速段过程中该能量可被返回(即排放)摆动马达 49 并由其重新使用。可通过选择性地使第一蓄能器 108 将加压流体排放到摆动马达 49 的较高压腔室(经由排放阀 124、通道 128、换向阀 120 以及第一腔室管道 84 和第二腔室管道 86 中的适当一个)单独或连同来自泵 58 的高压流体在加速段过程中辅助摆动马达 49,从而单独经由泵 58 由小于以其它方式可用的动力的泵动力以相同或较大速率推动摆动马达 49。可通过选择性地使第一蓄能器 108 填充离开摆动马达 49 的流体在减速段过程中辅助摆动马达 49,从而对摆动马达 49 的动作提供附加阻力并降低离开摆动马达 49 的流体的限制和冷却要求。

[0037] 在替代实施例中,控制器 100 可被配置为由离开泵 58 的流体(相对于离开摆动马达 49 的流体)选择性地控制第一蓄能器 108 的填充。即,在操作的调峰或经济模式中,控制器 100 可被配置为在泵 58 具有过量容量(即大于如操作员所要求的移动作业工具 16 的回路 52、54 所需的容量)时使蓄能器 108 由离开泵 58 的液体填充(例如,经由控制阀 56、第一腔室管道 84 和第二腔室管道 86 中的适当一个、换向阀 120、通道 128 和充压阀 122)。然后,在泵 58 具有充分对摆动马达 49 提供动力的不足容量的时间过程中,先前从第一蓄能器 108 内的泵 58 中收集的高压流体可以上述方式排放以辅助摆动马达 49。

[0038] 控制器 100 可被配置为基于挖掘的当前或正在进行段、材料搬运,或机器 10 的其它工作周期调节第一蓄能器 108 的填充和排放。特别而言,基于从一个或多个性能传感器 141 接收的输入,控制器 100 可被配置为将由机器 10 执行的典型工作周期划分为多个段。典型工作周期可被划分为例如挖翻段、摆动到倾卸加速段、摆动到倾卸减速段、倾卸段、摆动到挖翻加速段,和摆动到挖翻减速段,如将在下面更详细描述。基于当前正在执行的挖掘工作周期的段,控制器 100 可选择性地使第一蓄能器 108 填充或排放,从而在加速段和减速段的过程中辅助摆动马达 49。

[0039] 与从传感器 141 到挖掘工作周期的不同段的信号相关的一个或多个地图和/或动态元件可被存储在控制器 100 的存储器内。这些地图中的每个都可包括表格、图形和/或方程形式的数据的集合。动态元件可包括积分器、过滤器、速率限制器和延迟元件。在一个实例中,与段中的一个或多个的开始和/或结束相联的阈值速度、缸压力和/或操作员输入(即,斗杆位置)可被存储在地图内。在另一实例中,与段中的一个或多个的开始和/或结束相联的阈值力和/或致动器位置可被存储在地图内。控制器 100 可被配置为由存储在存储器中的地图和过滤器参考来自传感器 141 的信号以确定当前正在执行的挖掘工作周期的段并且然后相应地调节第一蓄能器 108 的充压和排放。根据需要,控制器 100 可允许机器 10 的操作员直接修改这些地图和/或从存储在控制器 100 的存储器中的可用关系地图选择特定地图以影响段划分和蓄能器控制。可设想,如果需要,可基于机器操作的模式附加地或替代地自动选择地图。

[0040] 传感器 141 可与由摆动马达 49 施加的作业工具 16 的大致水平摆动动作(即,框架 42 相对于底架构件 44 的动作)相联。例如,传感器 141 可实施为与摆动马达 49 的操作相

联的旋转位置或速度传感器、与框架 42 和底架构件 44 之间的枢转连接相联的角度位置或速度传感器、与将作业工具 16 连接到底架构件 44 的任何连杆构件或与作业工具 16 本身相联的局部或全局坐标位置或速度传感器、与操作员输入装置 48 的运动相联的位移传感器，或本领域中已知的任何其它类型的传感器，其可产生指示机器 10 的摆动位置、速度、力，或其它摆动相关的参数的信号。由传感器 141 产生的信号可在每个挖掘工作周期过程中被发送到控制器 100 并由其记录。可设想，如果需要，控制器 100 可基于来自传感器 141 的位置信号和经过的时间周期推导出摆动速度。

[0041] 可替代地或附加地，传感器 141 可与由液压缸 28 施加的作业工具 16 的垂直枢转动作相联（即与悬臂 24 相对于框架 42 的升高和降低动作相联）。具体而言，传感器 141 可以是与悬臂 24 和框架 42 之间的枢转接头相联的角度位置或速度传感器、与液压缸 28 相联的位移传感器、与将作业工具 16 连接到框架 42 的任何连杆构件或与作业工具 16 本身相联的局部或全局坐标位置或速度传感器、与操作员输入装置 48 的运动相联的位移传感器，或本领域中已知的任何其它类型的传感器，其可产生指示悬臂 24 的枢转位置或速度的信号。可设想，如果需要，控制器 100 可基于来自传感器 141 的位置信号和经过的时间周期推导出枢转速度。

[0042] 在又一附加实施例中，传感器 141 可与由液压缸 38 施加的作业工具 16 的倾斜力相联。具体而言，传感器 141 可以是与液压缸 38 内的一个或多个腔室相联的压力传感器或本领域中已知的任何其它类型的传感器，其可产生指示在作业工具 16 的挖翻和倾卸操作过程中产生的机器 10 的倾斜力的信号。

[0043] 参考图 3，示例性曲线 142 可表示相对于整个挖掘工作周期的每个段（例如整个与 90° 卡车装载相联的工作周期中）中的时间由传感器 141 产生的摆动速度信号。在大多数挖翻段过程中，摆动速度通常可约为零（即，在挖翻操作过程中，机器 10 可通常不摆动）。在挖翻行程完成时，机器 10 可通常被控制以朝向等待运输车辆 12 摆动作业工具 16（参考图 1）。因此，机器 10 的摆动速度可开始以增加接近挖翻段的末端。在挖掘工作周期的摆动至倾卸段进行时，当作业工具 16 在挖翻位置 18 和倾卸位置 20 之间的中间时，摆动速度可加速到最大，且然后朝向摆动到倾卸段的末端减速。在大多数倾卸段过程中，摆动速度通常可约为零（即，在倾卸操作过程中，机器 10 可通常不摆动）。当倾卸完成时，机器 10 可通常被控制以朝向挖翻位置 18 摆动回作业工具 16（参照图 1）。这样，机器 10 的摆动速度可增加接近倾卸段的末端。在挖掘周期的摆动至挖翻段进行时，摆动速度可在挖掘循环的摆动到倾卸段过程中在相对摆动方向的方向上加速到最大。当作业工具 16 在倾卸位置 20 和挖掘位置 18 之间的约中间时，一般可达到该最大速度。在作业工具 16 接近挖翻位置 18 时，作业工具 16 的摆动速度然后可朝向摆动至挖翻段的末端减速。控制器 100 可基于从传感器 141 接收的信号和存储在存储器中的地图和过滤器、基于为先前挖掘工作周期或以本领域中已知的任何其它方式记录的摆动速度、倾斜力，和 / 或操作员输入将当前挖掘工作周期划分为上述六段。

[0044] 控制器 100 可选择性地使第一蓄能器 108 基于挖掘工作周期的当前或正在进行的段填充和排放。例如，图 3 的图表部分 144（即下部）示出 6 个不同的操作模式，在此操作模式过程中，可完成挖掘周期，连同第一蓄能器 108 被控制以相对于每个挖掘工作周期的段由加压流体填充（用“C”表示）或排放加压流体（用“D 表示”）时的指示。第一蓄能器

108 可被控制以在通路 128 内的压力大于第一蓄能器 108 内的压力时通过将充压阀 122 的阀元件 134 移动到第二位置或流通位置填充加压流体。第一蓄能器 108 可被控制以在第一蓄能器 108 内的压力大于通路 128 内的压力时通过将排放阀 124 的阀元件 138 移动到第二位置或流通位置排放加压流体。

[0045] 基于图 3 的图表,可进行一些一般观察。首先,可以看出,控制器 100 可抑制第一蓄能器 108 在所有操作模式的挖翻和倾卸段的过程中接收或排放流体(即,在挖翻和倾卸段过程中,控制器 100 可将阀元件 134 和 138 保持在流阻第一位置)。控制器 100 可在挖翻和倾卸段过程中抑制填充和排放,因为在挖掘工作周期的这些部分的完成过程中不需要或几乎不需要摆动动作。其次,对于大部分模式(例如对于模式 2-6),在此过程中控制器 100 使第一蓄能器 108 接收流体的段的数量可大于在此过程中控制器 100 使第一蓄能器 108 排放流体的段的数量。控制器 100 一般可使第一蓄能器 108 填充往往比排放更多次,因为在足够高压(即在大于第一蓄能器 108 的阈值压力的压力)下可用的填充能量的量可小于在实施系统 14 的运动过程中所需的能量的量。第三,对于所有模式,在此过程中控制器 100 使第一蓄能器 108 排放流体的段的数量可从不大于在此过程中控制器 100 使第一蓄能器 108 接收流体的段的数量。第四,对于所有模式,仅在摆动到挖翻或摆动到倾卸加速段的过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 排放流体。在挖掘周期的任何其它段过程中的排放可仅用于降低机器效率。第五,对于大部分操作模式(例如对于模式 1-4),仅在摆动到挖翻或摆动到倾卸减速段的过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 接收流体。

[0046] 模式 1 可对应摆动密集型操作,其中显著量的摆动能量可用于由第一蓄能器 108 存储。示例性摆动密集型操作可包括 150°(或更大)摆动操作,诸如图 1 所示的卡车装载实例、材料搬运(例如,使用抓钩或者磁铁)、从附近堆料料斗进料,或另一种操作(其中机器 10 的操作员通常请求苛刻的停停走走的命令)。当在模式 1 下操作时,控制器 100 可被配置为使第一蓄能器 108 在摆动至倾卸加速段的过程中将流体排到摆动马达 49,在摆动至倾卸减速段的过程中从摆动马达 49 接收流体,在摆动到挖掘加速段的过程中将流体排到摆动马达 49,以及在摆动到挖掘减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。

[0047] 控制器 100 可由机器 10 的操作员指示:第一操作模式是当前有效(例如,正在进行卡车装载),或者,可替代地,控制器 100 可基于经由传感器 141 监测的机器 10 的性能自动识别第一模式下的操作。例如,控制器 100 可监测停止位置之间(即,挖掘位置 18 和倾卸位置 20 之间)的实施系统 14 的摆动角度,且当摆动角度反复大于阈值角度(例如大于约 150°)时,控制器 100 可确定第一操作模式有效。在另一实例中,输入装置 48 的操纵可经由传感器 141 监测以检测指示模式 1 操作的“苛刻”输入。特别而言,如果在短时期(例如,约 0.2 秒或更短)内输入被从低于低阈值(例如,约 10%斗杆命令)反复移动到高阈值水平以上(例如,约 100%斗杆命令),输入装置 48 可被认为以苛刻方式操纵,且控制器 100 可响应地确定第一操作模式有效。在最后一个实例中,例如当重复达到阈值压力时,控制器 100 可基于周期和/或蓄能器 108 内的压力的值确定第一操作模式有效。在这个最后实例中,阈值压力可以是最大压力的约 75%。

[0048] 模式 2-4 可大致对应摆动操作,其中仅有限量的摆动能量可用于由第一蓄能器 108 存储。具有有限量的能量的示例性摆动操作可包括 90° 卡车装载、45° 挖沟、捣固,或缓慢和平稳吊装。在这些操作过程中,在能够进行积累能量的显著排放时,流体能量可能需

要从挖掘工作周期的两段或多段积累。应指出,虽然模式 4 被示出为允许从第一蓄能器 108 排放的两段,但是一段(例如,摆动到倾卸段)可仅允许积累能量的部分排放。与如上所述的模式 1 一样,模式 2-4 可由机器 10 的操作员手动触发,或者,可替代地,基于如经由传感器 141 监测的机器 10 的性能自动触发。例如,当机器 10 被确定为反复摆动小于约 100° 的角度时,控制器 100 可确定模式 2-4 中的一个有效。在另一实例中,控制器 100 可基于小于阈值量(例如,小于模式 2 或 4 的约 80% 的斗杆命令)的操作员请求的悬臂移动,和/或小于阈值量(例如,小于模式 3 或 4 的约 80% 的斗杆命令)的作业工具倾斜确定模式 2-4 有效。

[0049] 在模式 2 过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 仅在摆动到倾卸加速段过程中将流体排到摆动马达 49,在摆动到倾卸减速段过程中从摆动马达 49 接收流体,并在摆动到挖翻减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。在模式 3 过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 在摆动到倾卸减速段过程中从摆动马达 49 接收流体,仅在摆动到挖翻加速段过程中将流体排到摆动马达 49,并在摆动到挖翻减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。在模式 4 过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 在摆动到倾卸加速度段过程中仅将先前回收的流体的一部分排到摆动马达 49,在摆动到倾卸减速段过程中从摆动马达 49 接收流体,在摆动到挖翻加速段过程中将流体排到摆动马达 49,并在摆动到挖掘减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。

[0050] 模式 5 和 6 可已知为经济模式或调峰模式,其中由泵 58 在挖掘工作周期中的一段过程中产生过量流体能量(超过根据操作员请求需要充分地驱动摆动马达 49 的量的流体能量),并在小于足够的流体能量可用于所希望摆动操作时在另一段过程中存储以供使用。在这些操作模式过程中,当过量流体能量可用时,控制器 100 可使第一蓄能器 108 在摆动加速度段过程中(例如在摆动到倾卸或摆动到挖翻加速段过程中)由来自泵 58 的加压流体填充。当小于足够能量可用时,控制器 100 则可使第一蓄能器 108 在另一加速段过程中排放累积流体。具体而言,在模式 5 过程中,对于总共三个填充段和一个排放段,控制器 100 可使第一蓄能器 108 仅在摆动到倾卸加速段过程中将流体排到摆动马达 49,在摆动到倾卸减速段过程中从摆动马达 49 接收流体,在摆动到挖翻加速段过程中从泵 58 接收流体,并在摆动到挖翻减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。在模式 6 过程中,控制器 100 可使第一蓄能器 108 在摆动到倾卸加速段过程中从泵 58 接收流体,在摆动到倾卸减速段过程中从摆动马达 49 接收流体,在摆动到挖翻加速段过程中将流体排到摆动马达 49,并在摆动到挖翻减速段过程中从摆动马达 49 接收流体。

[0051] 应指出,控制器 100 可在由第一腔室管道 84、第二腔室管道 86 和第一蓄能器 108 内的流体压力使第一蓄能器 108 的填充和排放过程中被限制。即,即使通过特定操作模式过程中的机器 10 的工作周期中的特定段可要求第一蓄能器 108 填充或排放,控制器 100 也可仅被允许在相关压力具有对应值时执行动作。例如,如果传感器 102 指示第一蓄能器 108 内的流体压力低于第一腔室管道 84 内的流体压力,则控制器 100 可不被允许发起第一蓄能器 108 排放到第一腔室管道 84。同样,如果传感器 102 指示第二腔室管道 86 内的流体压力小于第一蓄能器 108 内的流体压力,则控制器 100 可不被允许发起第一蓄能器 108 由来自第二腔室管道 86 的流体填充。不仅示例性过程难以在相关压力是不合适的特定时间实施(如果不是不可能),而且实施过程的尝试可能会导致不希望的机器性能。

[0052] 在从第一蓄能器 108 到摆动马达 49 排放加压流体时,离开摆动马达 49 的流体可仍然具有升高压力,如果允许排放到罐 60,则该压力可能被浪费。此时,第二蓄能器 110 可被配置为在第一蓄能器 108 将流体排到摆动马达 49 的任何时间由离开摆动马达 49 的流体填充。此外,在第一蓄能器 108 的填充过程中,有可能的是,摆动马达 49 从泵 58 接收很少流体,除非另有说明,否则在这些条件下从泵 58 到摆动马达 49 流体的不足供应可使摆动马达 49 抽空。因此,第二蓄能器 110 可被配置为在第一蓄能器 108 由来自摆动马达 49 的流体填充的任何时间排放到摆动马达 49。

[0053] 如上所述,第二蓄能器 110 可在低压通道 78 内的压力下降到低于第二蓄能器 110 内的流体压力的任何时间排放流体。相应地,流体从第二蓄能器 110 排放到第一回路 52 可不经由控制器 100 直接调控。然而,因为每当排出通道 88 内的压力超过第二蓄能器 110 内的流体压力时,第二蓄能器 110 可由来自第一回路 52 的流体填充,并且因为控制阀 56 可影响排出通道 88 内的压力,所以控制器 100 可经由控制阀 56 对由来自第一回路 52 的流体填充第二蓄能器 110 具有一些控制。

[0054] 在一些情况下,可能的是,第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110 两者都同时由加压流体填充。这些情况可对应例如调峰模式(即,在模式 5 和 6)下的操作。特别而言,可能的是,在泵 58 将加压流体提供到摆动马达 49 和第一蓄能器 108 两者的同时(例如,在模式 5 的摆动到挖翻加速段过程中和/或模式 6 的摆动至倾卸加速段过程中),第二蓄能器 110 由加压流体填充。在这些时候,离开泵 58 的流体可被引导到第一蓄能器 108,而离开摆动马达 49 的流体可被引导到第二蓄能器 110。

[0055] 如果需要,第二蓄能器 110 也可经由第二回路 54 填充。特别而言,来自第二回路 54 的废液(即,从第二回路 54 排到罐 60 的流体)具有大于第二蓄能器 110 的阈值压力的压力的任何时间,废液可被收集在第二蓄能器 110 内。以类似的方式,当第二回路 54 内的压力下降到低于第二蓄能器 110 内所收集的流体的压力时,第二蓄能器 110 内的加压流体可被选择性地排到第二回路 54。

[0056] 在第一蓄能器 108 的填充和排放过程中,应小心促进作业工具 16 的泵辅助摆动和蓄能器辅助摆动之间的平滑过渡。图 4 示出用于该目的的由控制器 100 所使用的示例性方法。在下面将更详细地讨论图 4 以进一步说明所公开的概念。

[0057] 工业实用性

[0058] 所公开的液压控制系统可适用于任何挖掘或进行基本上重复的工作周期的其它进行作业的机器,其涉及作业工具的摆动运动。所公开的液压控制系统可有助于通过在工作周期的不同段过程中由一个或多个蓄能器协助作业工具的摆动加速和减速来提高机器的性能和效率。所公开的液压控制系统使用的独特方法可帮助确保泵辅助活动和蓄能器辅助活动之间的平滑过渡。现在将参考图 4 详细地描述所公开的液压控制系统的操作。

[0059] 如图 4 中的流程图所看到的,控制器 100 可接收指示摆动马达 49 的期望速度、摆动马达 49 的实际速度和横跨摆动马达 49 的压力梯度的输入(步骤 400)。指示期望速度的输入可以是通过操作员输入装置 48 产生的信号,而指示实际速度的输入可以由与摆动马达 49 相联的性能传感器 141 产生的信号。指示横跨摆动马达 49 的压力梯度的输入可包括由压力传感器 102 产生的信号。可设想,如果需要,也可或替代地使用指示摆动马达 49 的期望速度、实际速度,和/或压力梯度的其它输入。

[0060] 然后控制器 100 可确定期望速度是否约等于（即在阈值量内）实际速度（步骤 410）。在所公开的实施例中，横跨摆动马达 49 的压力梯度可与摆动马达 49 的期望速度和实际速度之间的差直接相关。特别而言，当压力梯度大时，摆动马达 49 既可经历显著加速或显著减速（取决于压力梯度的标志或方向），这对应于摆动马达 49 的期望速度和实际速度之间的显著差。相反，当压力梯度小于阈值量时，摆动马达 49 可能不会显著加速或减速且期望速度和实际速度之间的差相应地较小。可替代地，来自传感器 102 和 141 的信号可被用于确定期望速度和实际速度之间的差。

[0061] 当期望速度和实际速度之间的差较小（例如，等于或小于低阈值量）时，控制器 100 可断定使用第一蓄能器 108 是不必要的（即，第一蓄能器 108 的充压或排放不可能或将无效），并跟随使用泵压力以移动作业工具 16 的摆动操作的正常模式（步骤 420）。在正常操作模式中，控制器 100 可以传统方式采用排出和供应元件 92-98 以调节从泵 58 到摆动马达 49 和从摆动马达 49 到罐 60 的流体流（步骤 430）。如果已经使用蓄能器 108 以移动作业工具 16，则控制器 100 可在步骤 420 中转换到正常操作模式。

[0062] 当期望速度和实际速度之间的差较大（例如，大于低阈值量）时，控制器 100 可确定摆动马达 49 正在加速还是减速（步骤 440）。控制器 100 可基于横跨摆动马达 49 的压力梯度、摆动马达 49 的期望速度和摆动马达 49 的实际速度确定摆动马达 49 正在加速还是减速。例如，当期望速度在与实际速度相同的方向且大于实际速度，且横跨摆动马达 49 的压力梯度较大时，控制器 100 可断定摆动马达 49 正在加速。相反，当期望速度在与实际速度相同的方向且小于实际速度（或在相对实际速度的方向），且压力梯度较大时，控制器 100 可断定摆动马达 49 正在减速。可设想，如果需要，控制器 100 可替代地采用压力梯度的方向而不是期望速度和实际速度的相对方向来作出上述确定。确定和 / 或确认摆动马达 49 正在加速还是减速也可通过在连续的时间点比较摆动马达 49 的实际速度并计算每经过时间的速度变化来执行。

[0063] 当控制器 100 确定摆动马达 49 正在加速时，控制器 100 可采用存储在第一蓄能器 108 中的加压流体以协助作业工具 16 的运动。特别而言，控制器 100 可至少部分关闭第一腔室供应元件 92 和第二腔室供应元件 96 中的一个适当元件（取决于摆动马达 49 的期望旋转方向）以抑制流体从泵 58 到摆动马达 49 的流动，且同时打开排放阀 124 以将流体从第一蓄能器 108 供应到摆动马达 49（步骤 450）。应指出，第一腔室供应元件 92 或第二腔室供应元件 96 的关闭可由排放阀 124 的开口协调，使得由泵 58 提供的流的逐渐减少可通过由第一蓄能器 108 提供的流的相应逐渐增加调适。以此方式，摆动马达 49 的动作可以是连续的且基本上不受供应源之间的切换的影响。

[0064] 在流体从第一蓄能器 108 供应到摆动马达 49 的同时，控制器 100 可监测第一蓄能器 108 内的流体的压力，并比较监测压力与一个或多个压力阈值（例如，在加速过程中的最小压力阈值）（步骤 460）。如果第一蓄能器 108 内的流体的压力通过合适压力阈值（例如，当第一蓄能器 108 内的流体的压力达到或降低到低于加速过程中的最小压力阈值），则控制可返回到步骤 420（其中操作将转变到正常模式）。在这种情况下，提供流体的第一蓄能器 108 的容量将已几乎或完全耗尽，且应使用泵 58 以继续作业工具 16 的摆动动作。否则，控制可返回到步骤 410。

[0065] 如果在步骤 440，控制器 100 代之确定摆动马达 49 正在减速，控制器 100 可使用

第一蓄能器 108 以减缓作业工具 16 且同时采集存储的加压流体的形式的否则浪费的能量。特别而言,控制器 100 可至少部分关闭第一腔室排放元件 94 和第二腔室排放元件 98 中的一个适当元件(取决于摆动马达 49 的期望旋转方向),以抑制来自摆动马达 49 的流体流被引导到罐 60 中,并同时打开充压阀 122 以代之将来自摆动马达 49 的加压流体引导到第一蓄能器 108 中以用于存储(步骤 470)。在流体进入第一蓄能器 108 时,第一蓄能器 108 内和导回摆动马达 49 的通路中的压力可增加,从而对摆动马达 49 的旋转提供更大阻力并减缓摆动马达 49。应指出,第一腔室排出元件 94 或第二腔室排出元件 98 的逐渐关闭可与充压阀 122 的逐步打开协调,使得到罐 60 的流的减少可由到第一蓄能器 108 中的流的增加调适。以此方式,摆动马达 49 的运动可以是连续的并基本上不受收集存储器的变化的影响。

[0066] 在减速过程中,因为来自摆动马达 49 的基本上所有的流体的返回流可被引导到第一蓄能器 108,而不是输送回低压通道 78(通过泄压阀 76)和/或排出通道 88(通过 94、98),从这里,流可到达摆动马达 49 的相对侧(通过止回阀 74 和/或补充阀 99),由于不需要来自第一回路 52 和/或第二回路 54 的流,所以泵 58 的排量可自然减小行程。在这种情况下,可能的是,摆动马达 49 缺乏补充流体,并且如果没有解决,则可引起摆动马达 49 在第一蓄能器 108 的排放过程中被抽空。因此,控制器 100 可被配置为在减速事件过程中确定可用于摆动马达 49 返回流的量(步骤 480)。特别而言,控制器 100 可监测机器 10 的其它致动器的活动(例如,第二回路 54 中的致动器的活动)和/或监测从第二回路 54 返回到第一回路 52 的流体的流率。然后控制器 100 可比较来自第二回路 54 的返回流体的流率与摆动马达 49 需要的补充流体的量以防止排空或抽空(步骤 490)。当来自第二回路 54 的返回流体的量不足以防止摆动马达 49 的抽空时,控制器 100 可命令泵 58 来增加其排量(即,到上冲程)并命令第一腔室供应元件 92 或第二腔室供应元件 96 中的一个适当元件来打开并提供额外补充流体到摆动马达 49(步骤 500)。然后控制可从步骤 490 和 500 到步骤 460。

[0067] 在减速过程中将流体从摆动马达 49 引导到第一蓄能器 108 中时,控制器 100 可监测第一蓄能器 108 内的流体压力并比较监测压力与一个或多个压力阈值(例如,在减速过程中达到最大压力阈值)(步骤 460)。如果第一蓄能器 108 内的流体压力通过适当的压力阈值(例如,在第一蓄能器 108 内的流体压力在减速过程中达到或超过最大压力阈值时),则控制可返回到步骤 420,其中操作将转换到正常模式。在这种情况下,容纳流体的第一蓄能器 108 的容量将已几乎或完全耗尽,并且罐 60 应用于消耗返回流体并继续作业工具 16 的摆动。否则,控制可循环返回到步骤 410。

[0068] 几个益处可与所公开的液压控制系统相联。首先,因为液压控制系统 50 可利用高压蓄能器和低压蓄能器(即,第一蓄能器 108 和第二蓄能器 110),所以在挖掘工作周期的加速段过程(当流体从第一蓄能器 108 排出时)中从摆动马达 49 排出的流体可被回收到第二蓄能器 110 内。这种双重能量恢复可有助于增加机器 10 的效率。第二,使用第二蓄能器 110 可有助于减少摆动马达 49 上的排空的可能性。第三,基于挖掘工作周期的当前段和/或基于当前操作模式调节蓄能器充压和排放的能力可允许液压控制系统 50 来调整机器 10 的摆动性能以用于特定应用,从而增强机器的性能和/或进一步提高机器效率。最后,在能量回收过程中使用由控制器 100 实施的所公开的方法可引起泵辅助和蓄能器辅助操作之间的平滑或甚至无缝过渡。

[0069] 对于本领域技术人员显而易见的是,可对所公开的液压控制系统进行各种修改和

变化。通过考虑所公开的液压控制系统的说明书和实践,其它实施例对于本领域技术人员将是显而易见的。本公开的目的是说明书和实例被认为仅是示例性的,其中真正范围由以下权利要求和它们的等同物指示。

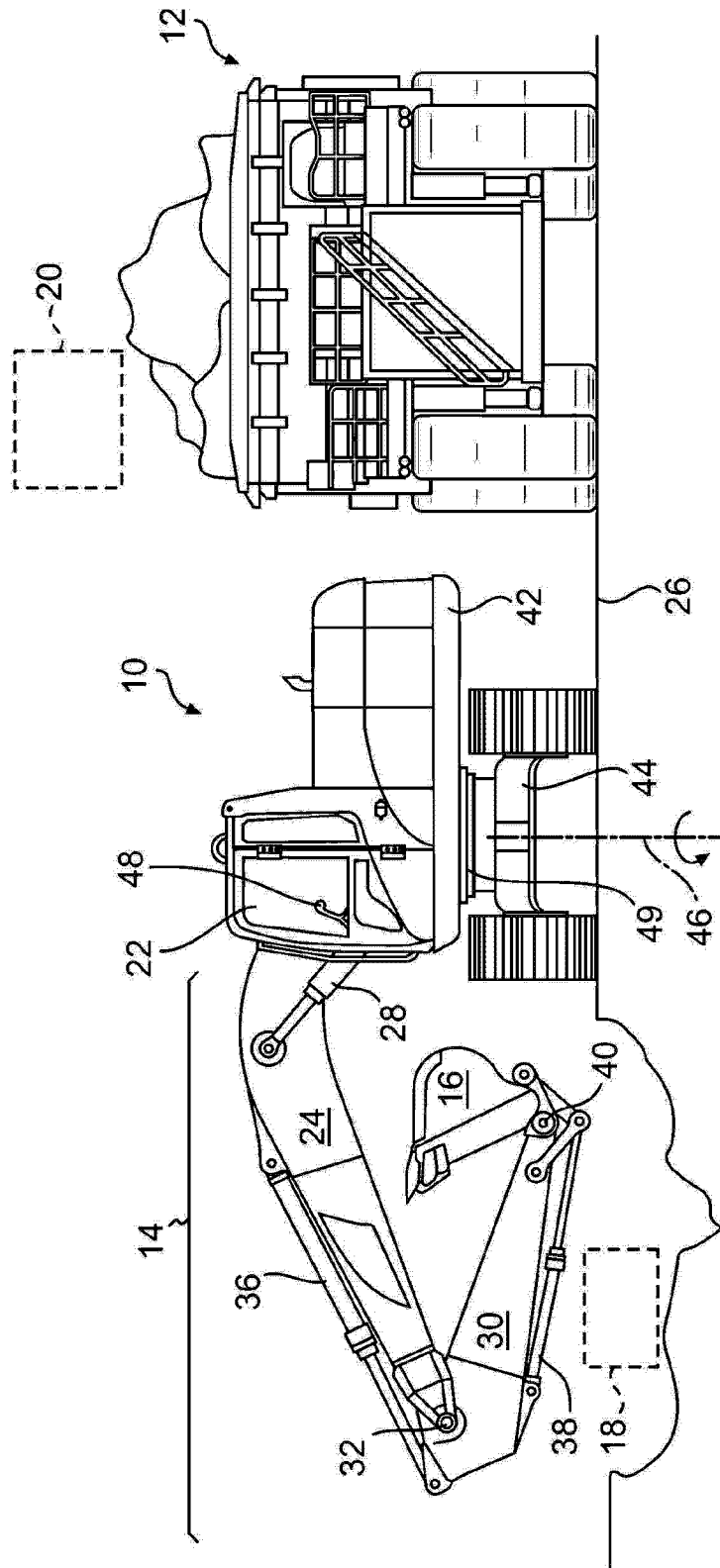


图 1

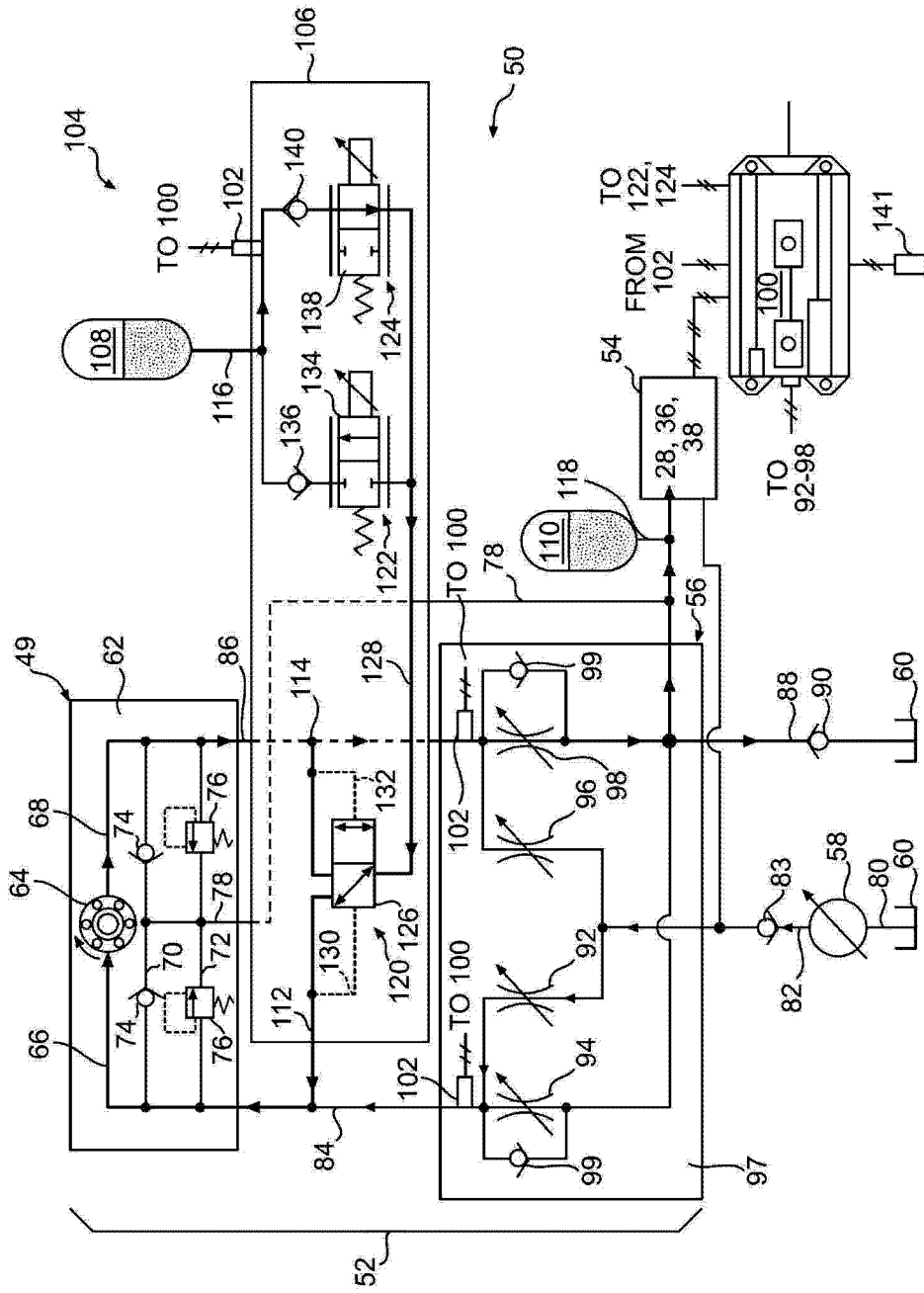


图 2

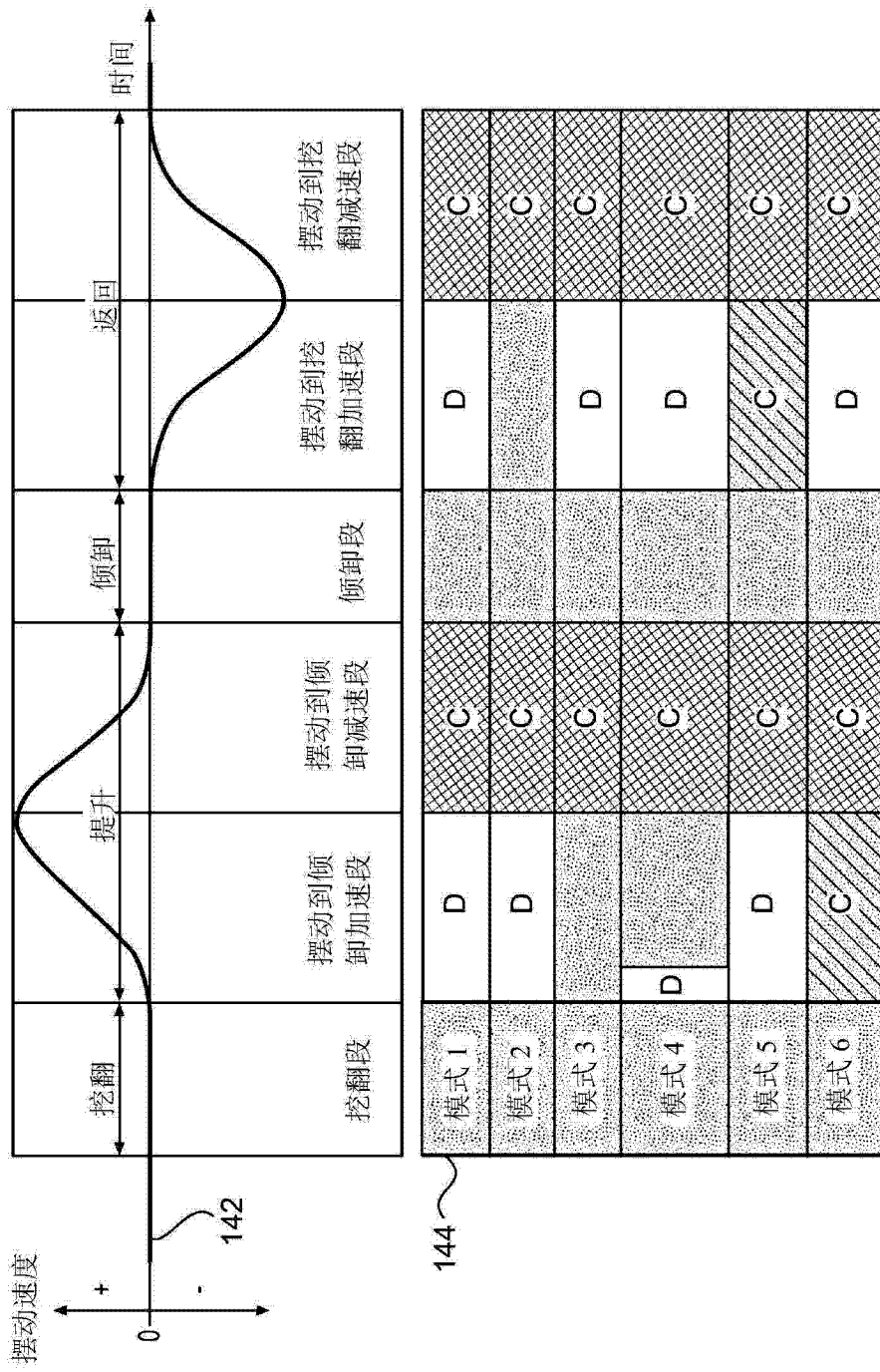


图 3

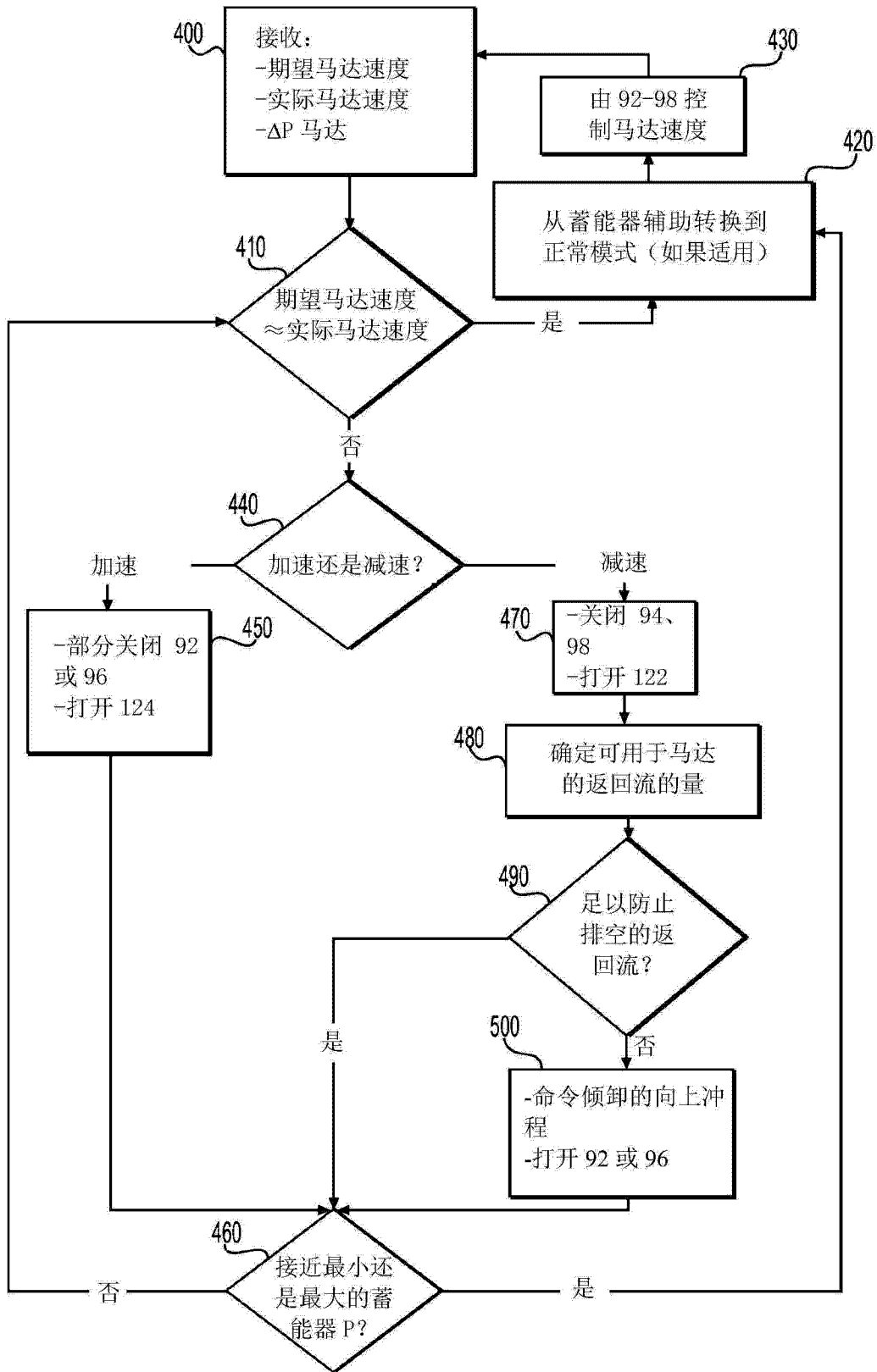


图 4