

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B62D 5/09 (2006.01)

B62D 12/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680010946.X

[43] 公开日 2008年4月2日

[11] 公开号 CN 101155722A

[22] 申请日 2006.2.21

[21] 申请号 200680010946.X

[30] 优先权

[32] 2005.3.31 [33] US [31] 11/094,270

[86] 国际申请 PCT/US2006/005961 2006.2.21

[87] 国际公布 WO2006/107431 英 2006.10.12

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.29

[71] 申请人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

[72] 发明人 R·E·哈利勒 黄晓东

J·J·克朗

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 吴鹏 马江立

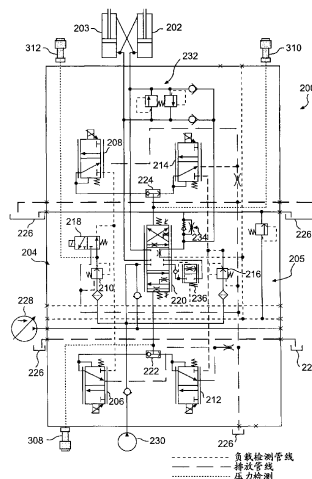
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

电液转向控制系统

[57] 摘要

一种用于将流体引导到作业机械(100)上的转向致动器(202, 203)的电液转向控制系统(200), 可包括构造成控制到转向致动器(202, 203)的流体流动的主阀(220)。左、右主转向阀(208, 206)可与主阀(220)连通并且构造成影响主阀(220)以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动。左、右辅助转向阀(214, 212)可与主阀(220)连通并且构造成影响主阀(220)以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动。往复阀(222, 224)可操作地设置在右主转向阀、右辅助转向阀(206, 212)和左主转向阀、左辅助转向阀(208, 214)中的一组的两个阀之间。往复阀(222, 224)可用于选择性地控制流体从右主转向阀、右辅助转向阀(206, 212)中的一个以及左主转向阀、左辅助转向阀(208, 214)中的一个流向主阀(220)以控制主阀(220)。



1. 一种用于将流体引导到作业机械(100)上的转向致动器(202, 203)的电液转向控制系统(200), 包括:

主阀(220), 该主阀与转向致动器(202, 203)流体连通并且构造成控制到转向致动器(202, 203)的流体流动;

左、右主转向阀(208, 206), 该左、右主转向阀与主阀(220)连通并且构造成提供流体压力来影响主阀(220), 以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动;

左、右辅助转向阀(214, 212), 该左、右辅助转向阀与主阀(220)连通并且构造成提供流体压力来影响主阀(220), 以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动;

往复阀(222, 224), 该往复阀可操作地设置在下列两组阀中的一组的两个阀之间:

右主转向阀和右辅助转向阀(206, 212); 和

左主转向阀和左辅助转向阀(208, 214), 该往复阀(222, 224)可用于选择性地控制从右主转向阀和右辅助转向阀(206, 212)以及左主转向阀和左辅助转向阀(208, 214)中的该组阀到主阀(220)的流体, 以控制主阀(220)。

2. 根据权利要求1的电液转向控制系统, 其特征在于, 该电液转向控制系统包括第二往复阀, 该第二往复阀可操作地设置在下列两组阀中的另一组的两个阀之间:

右主转向阀和右辅助转向阀; 和

左主转向阀和左辅助转向阀, 该第二往复阀可用于选择性地控制从右主转向阀和右辅助转向阀以及左主转向阀和左辅助转向阀中的该另一组阀到主阀的流体, 以控制主阀。

3. 根据权利要求1的电液转向控制系统, 其特征在于, 该左、右主转向阀和左、右辅助转向阀是二位三通比例电磁阀。

4. 根据权利要求1的电液转向控制系统，其特征在于，该电液转向控制系统还包括开关电磁阀，该开关电磁阀设置成选择性地允许或阻止到左、右主转向阀的流体流动，该开关电磁阀构造成将流体排放到储液箱。

5. 根据权利要求1的电液转向控制系统，其特征在于，该电液转向控制系统包括：

设置在流体源和左、右主转向阀之间的主减压阀；和

设置在该流体源和左、右辅助转向阀之间的辅助减压阀。

6. 根据权利要求1的电液转向控制系统，其特征在于，该电液转向控制系统包括构造成监测在往复阀和主阀之间的管线内的压力的压力传感器。

7. 根据权利要求1的电液转向控制系统，其特征在于，左、右主转向阀彼此分开，并且左、右辅助转向阀彼此分开。

8. 一种将流体引导到作业机械(100)上的转向致动器(202, 203)的方法，包括：

选择性地引导流体通过主阀(220)到转向致动器(202, 203)，主阀(220)控制到转向致动器(202, 203)的流体流动；

选择性地引导流体通过左、右主转向阀(208, 206)到主阀(220)，通过左、右主转向阀(208, 206)的流体影响主阀(220)以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动；

选择性地引导流体通过左、右辅助转向阀(214, 212)到主阀(220)，通过左、右辅助转向阀(214, 212)的流体影响主阀(220)以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动；以及

引导来自左、右主转向阀(208, 206)中的至少一个的流体通过一往复阀(222, 224)，该往复阀可操作地设置在下列两组阀中的一组的两个阀之间：

右主转向阀和右辅助转向阀(206, 212)；和

左主转向阀和左辅助转向阀(208, 214)，通过该往复阀(222, 224)的流体影响主阀(220)以控制到转向致动器(202, 203)的流体流动。

9. 根据权利要求8的方法,其特征在于,该方法包括致动开关电磁阀以选择性地允许或阻止到左、右主转向阀的流体流动。

10. 根据权利要求8的方法,其特征在于,该方法包括利用压力传感器监测在往复阀和主阀之间的管线内的压力。

电液转向控制系统

技术领域

本发明一般涉及转向控制系统，更具体地涉及电液转向控制系统。

背景技术

运土和建筑作业机械通常使用控制转向功能和操作的液压转向系统。有些传统的液压转向系统包括液压机械阀，该液压机械阀调节到作业机械上的转向致动器的流体流动。与转向盘的直接机械连接与任何转向盘转动成比例地打开液压机械阀。其它传统的液压转向系统包括与转向盘相关联的手动调节单元，该调节单元调节到转向致动器的流体流动。

近来，一些作业机械采用电液型转向系统。这些转向系统包括检测转向设备（例如转向盘）的转动或运动的传感器。一控制器可以与该传感器通信以监控转向盘的运动。基于被监控的运动，该控制器可以产生一控制信号，该控制信号电力控制一液压阀，以允许响应流体流到转向致动器。这种系统比先前的液压机械转向系统简单、经济且更紧凑。

由于转向在作业机械上是一个重要的功能，一些作业机械包括主液压转向系统和辅助或第二液压转向系统。如果主液压转向系统出现故障或者不运行——如在阀故障、发动机故障、泵故障或其它故障期间可能发生的那样，辅助或第二液压转向系统可以控制流体为操作者提供连续的转向控制。在主转向系统不运行的情况下，作业机械可设置成自动地从主转向系统切换到辅助或第二转向系统。

在美国专利 No.6,039,133 公开了一种具有主转向系统和备用转向系统的液压系统。该 '133 号专利公开了一种采用第一和第二转向控制阀的转向控制系统。第一转向控制阀包括第一对致动室，第二转向控制阀包括第

二对致动室。第一转向控制阀由第一对电液先导阀通过第一对致动室控制。第二转向控制阀由第二对电液先导阀通过第二对致动室控制。如果第一转向控制阀失效，第二转向控制阀可通过机械先导阀向第二对致动室提供导向流体。

在该第‘133号专利中公开的系统可能比期望的或需要的系统更复杂。例如，该系统要求第二转向控制阀具有两对致动室以便提供控制。由于系统复杂，所以可能需要比期望的更多的维护。此外，由于系统复杂，所以可能过于昂贵。

本文所公开和描述的电液系统可以克服现有技术中的一个或多个问题。

发明内容

在一个示例性方面，本公开涉及一种用于将流体引导到作业机械上的转向致动器的电液转向控制系统。该转向控制系统可包括与转向致动器流体连通并且构造成控制到转向致动器的流体流动的主阀。左、右主转向阀可与主阀连通。左、右主转向阀可构造成提供流体压力来影响主阀，以控制到转向致动器的流体流动。左、右辅助转向阀可与主阀连通。左、右辅助转向阀可构造成提供流体压力来影响主阀，以控制到转向致动器的流体流动。在右主转向阀和右辅助转向阀之间以及在左主转向阀和左辅助转向阀之间可操作地设置有往复阀。该往复阀可用于选择性地控制流体从右主转向阀和右辅助转向阀中的一个以及从左主转向阀和左辅助转向阀中的一个流向主阀，以控制主阀。

在另一个示例性方面，本公开涉及一种将流体引导到作业机械上的转向致动器的方法。该方法可包括引导流体通过主阀到转向致动器。该主阀可选择性地控制到转向致动器的流体流动。可选择性地引导流体通过左、右主转向阀到主阀。通过左、右主转向阀的流体可影响主阀以控制到转向致动器的流体流动。还可选择性地引导流体通过左、右辅助转向阀到主阀。通过左、右辅助转向阀的流体可影响主阀以控制到转向致动器的流体流动。

可引导来自左、右主转向阀中的至少一个的流体通过一往复阀，该往复阀可操作地设置在右主转向阀和右辅助转向阀以及左主转向阀和左辅助转向阀中的一组的两个阀之间。通过该往复阀的流体可影响主阀以控制到转向致动器的流体流动。

附图说明

图 1 是一示例性作业机械的概略图；

图 2 是一示例性转向控制系统的示意图；

图 3 是一示例性电控系统的示意图。

具体实施方式

下面详细参照附图中所示的示例性实施例。在任何可能的情况下在整个附图中使用相同的参考标号表示相同或相似部件。当讨论具体的构造和布置时，应该理解这只是出于说明性的目的。

图 1 示出一示例性作业机械 100，该作业机械可包括本文所公开的电液转向系统。该作业机械 100 可包括一发动机壳体 102、一驾驶室 104 和一工作器具 106，如用于挖掘和装载材料的铲斗。在作业机械 100 是一轮式装载机的示例中，工作器具 106 由多个致动器包括翻转致动器 108 提供动力和控制。

作业机械 100 可包括前、后地面接合装置，如支承作业机械 100 的前轮 110 和后轮 112。发动机壳体 102 可包括电源如发动机 114，它可为前轮 110 和/或后轮 112 提供动力。

为了驱动作业机械 100，操作者可操纵一个或多个可容纳于驾驶室 104 内部的转向输入装置。该输入装置可最终通过伸长和缩进液压转向致动器来驾驶作业机械 100。在作业机械 100 是轮式装载机的这个示例中，作业机械 100 可包括前端 116 和后端 118。液压转向致动器可在前端和后端 116、118 之间延伸，并且可构造成绕一铰接轴 120 相对于后端 118 铰接前端 116。尽管参照铰接式作业机械讨论了电液转向系统，但是本文所述的原理和系

统同样适用于更传统的液压转向系统，该液压转向系统可相对于作业机械体部转动轮子来驾驶作业机械。

图 2 示出可结合在作业机械 100 上以提供转向控制的示例性电液系统 200。该电液系统可包括提供转向控制的第一和第二转向致动器 202、203。在铰接轮式装载机的示例性实施例中，第一和第二转向致动器 202、203 可在图 1 中的前、后端 116、118 之间伸长和缩进。

电液系统 200 还可包括多个流体部件和电气部件，它们一起控制转向致动器 202、203 的伸长和缩进，从而驾驶作业机械 100。为清楚起见，将首先给出流体部件的描述，然后给出电气部件的描述。

电液系统 200 的流体部件可包括主滑阀 220、主引导系统 204 和辅助引导系统 205。此外，该电液系统 200 可包括电动开关电磁阀 218、右往复阀 222 和左往复阀 224。保持有流体源的储液箱 226 和主流体源 228 以及可选的第二流体源 230 可为主引导系统 204 和辅助引导系统 205 提供流体。

该主滑阀 220 可布置成与转向致动器 202、203 流体连通并且可构造成控制流体流动以实现致动和其它任何希望的转向调节。在所示示例中，主滑阀 220 是三位七通先导式换向比例控制阀，该控制阀可用于独立地控制到每个转向致动器 202、203 或到一无流动位置的加压流体的流动，该无流动位置有效地阻止从主流体源和第二流体源 228、230 到两个转向致动器 202、203 的流动。当滑柱在主滑阀 220 内的位置改变时，流体被以不同的方向和速率引导到转向致动器 202、203，从而提供转向控制。主滑阀 220 两端的弹簧将该主滑阀 220 偏压至一中间位置，该中间位置可与无流动位置对应。该主滑阀 220 可与主流体源 228 和第二流体源 230 流体连通，并且可构造成控制从流体源到转向致动器 202、203 的加压流体的流动。

主引导系统 204 可包括右主转向先导阀 206、左主转向先导阀 208 和主减压阀 210。类似地，辅助引导系统 205 可包括右辅助转向先导阀 212、左辅助转向先导阀 214 和辅助减压阀 216。

该右和左主转向先导阀 206、208 以及该右和左辅助转向先导阀 212、214 可以是两位三通比例电磁减压阀，该减压阀构造成引导导向流体以影

响主滑阀 220 的位置。因此，从转向阀 206、208、212、214 的流体流动可用于在主滑阀 220 的三个位置之间移动主滑阀，从而影响被引导到转向致动器 202、203 的流体的数量和方向，并由此控制作业机械 100 的转动方向和转动速率。可通过主流体源 228 或第二流体源 230（如果有的话）为该右和左主转向先导阀 206、208 以及右和左辅助转向先导阀 212、214 提供导向流体。主减压阀 210 和辅助减压阀 216 可以已知的方式操作并且构造成降低从主流体源 228 和第二流体源 230 流入各个主转向先导阀和辅助转向先导阀 206、208、212、214 的流体压力。在一个示例性实施例中，右和左主转向先导阀 244、246 包括如图 2 所示的两个分开的阀。在另一示例性实施例中，右和左主转向先导阀 244、246 包括单个阀，例如三位四通阀。类似地，右和左辅助转向先导阀 252、254 也可包括如图所示的两个分开的阀或单个阀。其它的阀配置对于本领域技术人员是显而易见的。

开关电磁阀 218 可以是用于控制到主引导系统 204 的流体流动的电磁操作阀。在所示的示例性实施例中，该开关电磁阀 218 设置在主减压阀 210 和左、右主转向先导阀 206、208 之间。当开关电磁阀 218 关闭（没有通电）时，允许流体流到左、右主转向先导阀 206、208，当开关电磁阀 218 打开（通电）时，不允许流体流到主转向先导阀 206、208。因此，当开关电磁阀 218 打开（通电）时，主引导系统 204 不能控制主滑阀 220 的位置，因此不能控制作业机械 100 的转向。这是由以下事实引起的，即，主转向先导阀 206、208 通过一回流管线连接到储液箱 226，当开关电磁阀 218 被通电时，它们的导向流体供给被切断。

右往复阀 222 可用于选择性地引导流体从右主转向先导阀 206 和右辅助转向先导阀 212 中的一个流向主滑阀 220 以改变主滑阀 220 的位置。类似地，左往复阀 224 可用于选择性地引导流体从左主转向先导阀 208 和左辅助转向先导阀 214 中的一个流向主滑阀 220 以改变主滑阀 220 的位置。因此，往复阀 222、224 可用于选择性地引导来自主引导系统 204 或辅助引导系统 205 的流体来控制主滑阀 220 的位置，并由此控制从主滑阀 220 到转向致动器 202、203 的流体的数量和方向。借助于当主引导系统停止操作

时通过开关电磁阀 218 将主引导系统 204 中的导向流体排放到储液箱 226 而实现往复阀 222、224 以优先顺序排列到主滑阀的导向流体的流动。

储液箱 226 可构成用于保持一定量流体例如专用的液压油、发动机润滑油、传输润滑油或本领域已知的任何其它流体的储液槽。作业机械 100 内部的一个或多个液压系统——包括电液系统 200——可从储液箱 226 抽取流体和使流体返回该储液箱。还可以设想电液系统 200 连接到多个分离的流体箱。

主流体源 228 和第二流体源 230 可构造成从储液箱 226 抽取流体并生成到转向先导阀 206、208、212、214、主滑阀 220 和转向致动器 202、203 的加压流体的流动。主流体源 228 和第二流体源 230 可构成例如变量泵、定量泵、可变容积泵或本领域已知的任何其它加压系统。主流体源 228 和第二流体源 230 可通过例如间轴（未示出）、皮带（未示出）、电路（未示出）或以任何其它合适的方式可驱动地连接到电源上，如图 1 所示的发动机 116。可选地，主流体源 228 和第二流体源 230 可通过变矩器、齿轮箱或以任何其它适当的方式间接连接到电源上。可以设想多个加压流体源相互连接以便为电液系统 200 提供加压流体。

电液系统 200 可包括附加部件，包括例如补给和减压阀 232、一个或多个背压阀 234 和压力补偿器阀 236。补给和减压阀 232 可与在主滑阀 220 和转向致动器 202、203 之间的流体管线关联。补给和减压阀 232 可以本领域已知的方式提供减震和补充流体。背压阀 234 可设置在从转向致动器 202、203 的回流管线中并且可构造成保持转向致动器 202、203 内的压力水平来提高敏感度和增加备用压力（standby pressure）。压力补偿器阀 236 可为一可选阀，当使用来自第一和第二流体源 228、230 的流体压力为作业机械 100 上的附加部件提供流体动力时可包括该压力补偿器阀。压力补偿器阀 236 可构造成确保尽管流体可用于控制其它部件，但总是有足够量的流体可用于电液系统 200。可以设想电液系统 200 包括附加的和/或与所示出的不同的部件。例如，电液系统 200 可包括蓄电池、附加节流孔、止回阀、减压安全阀、补给阀、压力平衡管道和本领域已知的其它部件。

可以设想在系统中利用其它部件以根据具体要求定制系统。

在图 2 和图 3 中示出并参照图 2 和图 3 讨论电液系统 200 的电气部件。图 3 示出可用于接收数据和控制电液系统 200 的电磁阀的控制系统 300。该控制系统 300 可包括输入装置 302、与输入装置 302 关联的可选的传感器 304、控制模块 306 和一系列压力传感器 308、310、312。

输入装置 302 可以是转向盘、操纵杆或本领域已知的其它输入装置，并且可设置在驾驶室 104 内以用于作业机械操作者操纵。输入装置 302 被构造为生成希望的运动信号，其向控制模块 306 发送任何输入作为电转向信号。例如，在其中输入装置 302 为转向盘的示例性实施例中，操作者可转动转向盘产生一作为命令的转向信号来操作电液系统 200，以实现希望的转向。一可选的传感器 304 如转换器可与输入装置 302 关联并且可用于检测输入装置 302 的操作。因此，传感器 304 可生成转向信号。

控制模块 306 可如本领域已知的那样包括处理器和存储器。存储器可存储有一个或多个程序，该程序可以是软件程序，用于控制电液系统 200。例如，控制模块 306 可设置成从输入装置 302 或传感器 304 和压力传感器 308、310、312 接收信息，并可与电液系统 200 的任一电磁阀可操作地通讯。例如，在图 3 中，控制模块 306 可与转向阀 206、208、212、214 和开关电磁阀 218 通讯。控制模块 306 可构造为生成基于来自输入装置 302 的输入信号的控制信号，以提供合适的信号来控制阀影响主滑阀 220，从而控制作业机械 100 的转向。

对于从输入装置 302 接收的任何给定的转向信号，控制模块 306 可在其存储器内包括预定的可接受的导向流体压力范围。控制模块 306 可构造成将测量的导向流体压力与预定的压力范围进行比较，以确定用于控制主滑阀 220 位置的导向流体压力在可接受的范围之内并且正确地操作。如果测量的导向流体压力落入预定压力范围之外，则控制模块 306 可构造成把电液系统 200 的操作从主引导系统 204 切换到辅助引导系统 205。压力传感器 308、310、312 可与部件间的流体管线或部件本身关联并可测量电液系统 200 内的流体压力。它们可用于把被监控的压力传输到控制模块 306，

用来与预定压力范围进行比较。在本实施例中，压力传感器包括右压力传感器 308、左压力传感器 310 和主流体源压力传感器 312。如图 2 所示，右和左压力传感器 308、310 分别设置在主滑阀 220 与右、左往复阀 222、224 之间。通过监测往复阀 222、224 和主滑阀 220 之间的流体压力，右、左压力传感器 308、310 可检测由主引导系统 204 或第二引导系统 205 施加以移动主滑阀 220 来控制作业机械 100 的转向的导向力。主流体源压力传感器 312 可用于监测流入右、左主转向先导阀 206、208 的流体压力。在图 2 所示的示例性实施例中，主流体源压力传感器 312 设置在主减压阀 210 和开关电磁阀 218 之间。压力传感器 308、310、312 可设置在电液系统 200 的其它位置，以提供关于系统操作状态的希望的数据。

工业应用

这里所描述的电液系统 200 可用于利用主转向部件和辅助转向部件来简化和改进现有的转向系统。在必要时，电液系统 200 可提供在主系统和辅助系统之间的简单、可靠的切换。

在使用中，电液系统 200 可包括来自主流体源 228 的加压流体。流体压力可保持在这样一种水平，即当主滑阀 220 被移动到打开位置时可提供通过主滑阀 220 的即时流体流动。主减压阀 210 可将流体压力降低到可被右、左主转向先导阀 206、208 使用的希望的水平。主流体源压力传感器 312 可监测主减压阀 210 后的流体压力以检测流体压力是否足够提供希望的转向控制。另外，如果监测到的流体压力超出一指定范围，则电液系统 200 可将控制从主引导系统 204 切换到辅助引导系统 205。

操作者可通过操纵输入装置 302 驾驶作业机械 100。输入装置 302 或与输入装置 302 关联的传感器 304 可向控制模块 306 发送转向信号。因此，控制模块 306 可接收该转向信号以及来自主流体源压力传感器 312 的压力信号。基于转向信号，控制模块 306 可产生一控制信号以致动相关的右或左主转向先导阀 206、208 的螺线管。因为转向阀 206、208 是比例阀，控制模块 306 可仅将转向阀 206、208 打开希望的量以调节压力。然后流体可

通过适当的转向先导阀流入相关联的往复阀。只要来自自主转向先导阀 206、208 的流体压力大于来自辅助转向先导阀 212、214 的压力，则来自自主转向先导阀 206、208 的流体将被用作导向流体来控制主滑阀 220 的位置。因此，来自自主转向先导阀 206、208 的流体可通过往复阀流到主滑阀 220 并施加导向流体力来影响主滑阀 220 的位置。作用在主滑阀 220 上的控制压力影响主滑阀 220 的位置，主滑阀的位置直接影响可通过主滑阀 220 流到转向致动器 202、203 的流体。

右、左压力传感器 308、310 可监测用于影响主滑阀 220 位置的流体压力并向控制模块 306 传输表示控制压力的信号。对于从输入装置 302 接收的任何给定的转向信号，控制模块 306 可在其存储器内包括预定的可接受的导向流体压力范围。控制模块 306 可构造成将测量的导向流体压力与预定的压力范围进行比较，以确定用于控制主滑阀 220 位置的导向流体压力在可接受的范围内。

如果操作期间通过右、左压力传感器 308、310 或主流体源压力传感器 312 检测到的流体压力不在预定的范围内，则控制模块 306 可以使主引导系统 204 停止操作并起动辅助引导系统 205。当控制模块 306 向开关电磁阀 218 发送控制信号为开关电磁阀 218 的螺线管通电时，可以使主引导系统 204 停止操作。这样做消除了到右、左主转向先导阀 206、208 的流体流动。此外，在开关电磁阀 218 和主转向先导阀 206、208 之间的管线中的流体压力可通过开关电磁阀 218 排放到储液箱。同时，可通过控制模块 306 操纵辅助引导系统 205 为作业机械 100 提供持续的转向和控制。

为了提供持续的转向和控制，主流体源 228 或第二流体源 230 可提供通过辅助流体引导系统 205 到主滑阀 220 的加压流体以控制转向致动器 202、203，并且另外可提供到右、左辅助转向先导阀 212、214 的加压伺服流体来控制主滑阀 220 的位置。为了响应来自输入装置 302 的信号进行控制，控制模块 306 可将适当的右或左辅助转向先导阀 212、214 打开适当的量提供伺服液流动以控制主滑阀 220 的位置。来自右或左辅助转向先导阀 212、214 的流体可流向相关联的往复阀。因为此时来自辅助转向先导阀的

压力大于来自主转向先导阀的压力，因此往复阀允许来自辅助流体阀的流体通过，而阻塞了到主转向先导阀的流体管线。

因此，往复阀适当地以优先顺序排列来自主引导系统 204 和辅助引导系统 205 的导向流体以控制主滑阀 220 的位置，并且当主引导系统 204 失效时提供持续的转向控制。另外，往复阀用简单、有效和可靠的方式进行这些操作。这种简单有效的构造可在提高可靠性的同时降低系统成本。

对于本领域技术人员显而易见的是，在不脱离本发明范围的情况下可在所公开的实施例中进行各种修改和变型。通过考虑本文公开的本发明的说明书和实践得到本发明的其它实施例对本领域技术人员而言将是显而易见的。本说明书和示例应理解为仅仅是示例性的，本发明的真正范围由下列权利要求及其等同物表示。

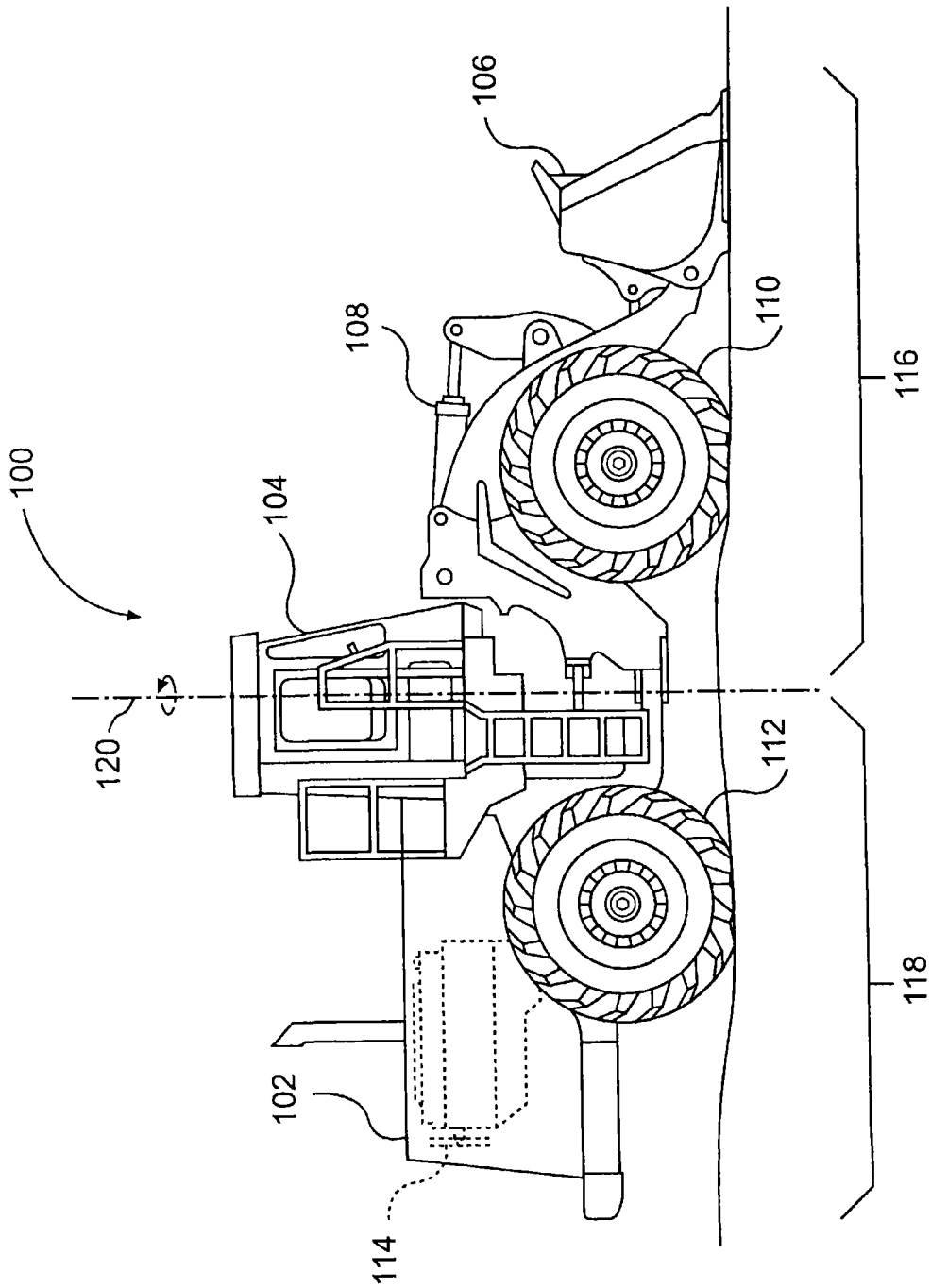
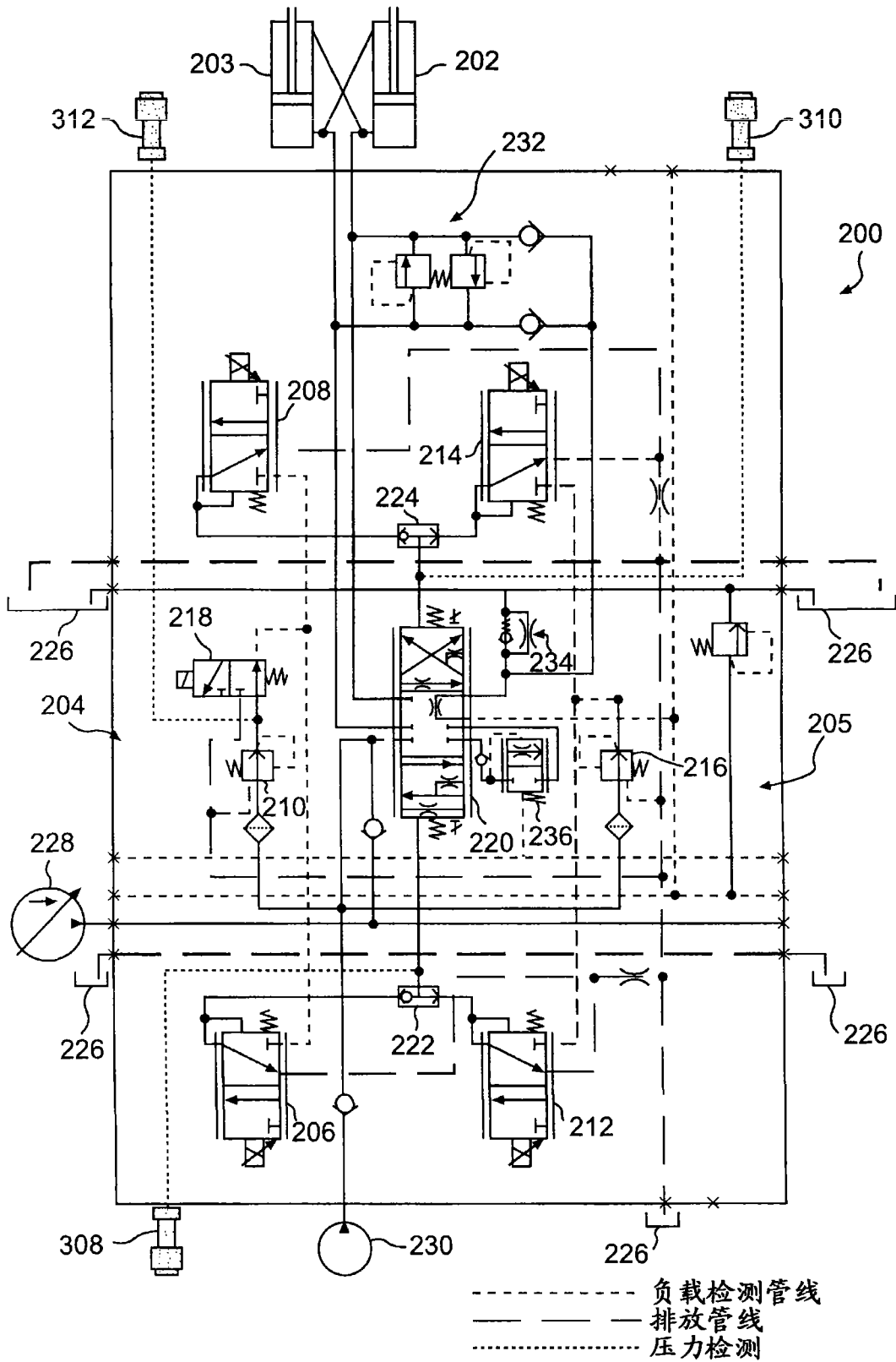


图 1



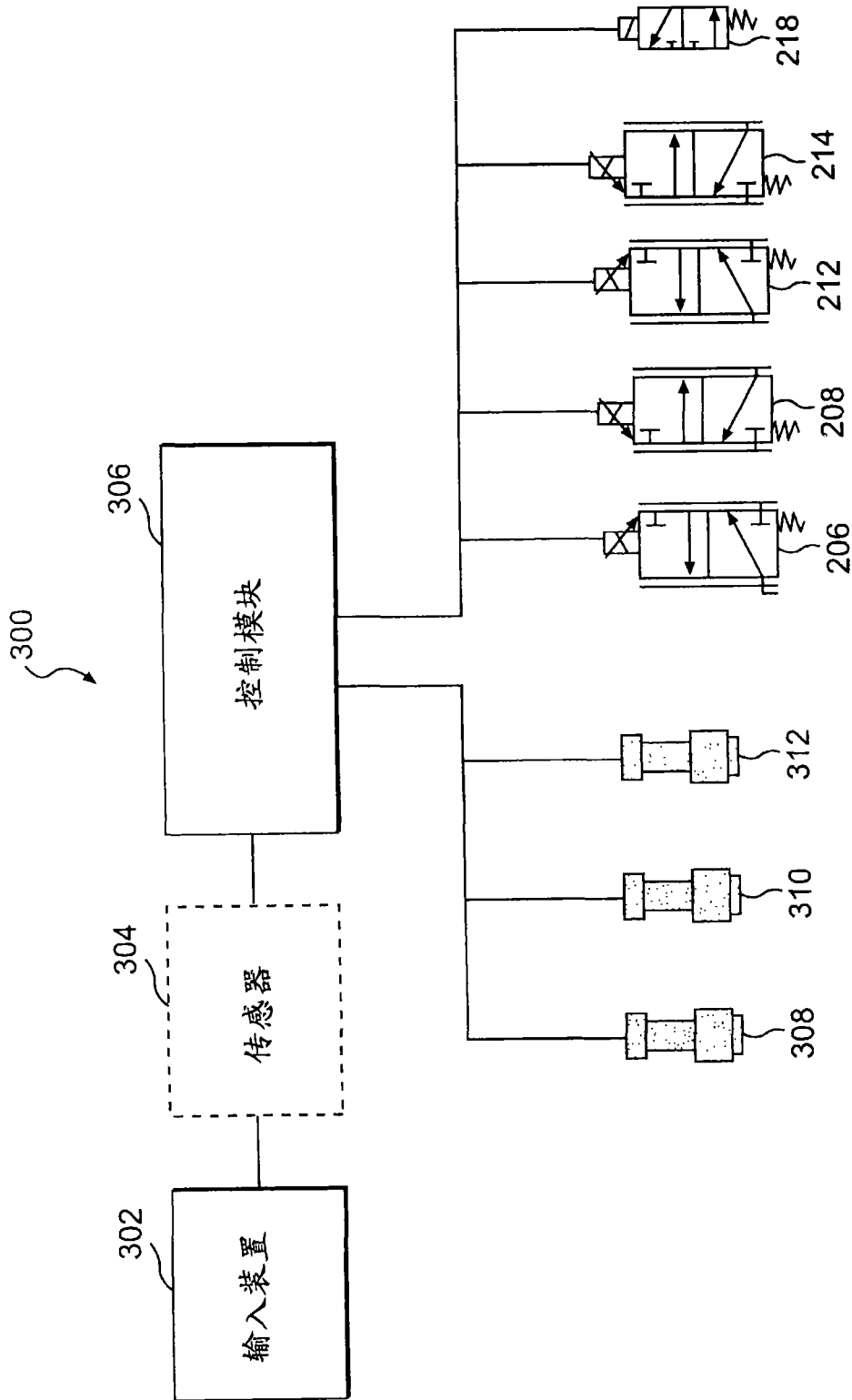


图 3