(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102351005 B
(45)授权公告日 2012.11.21

(21)申请号 201110226129.0

(22)申请日 2011.08.08

(73)专利权人 徐州重型机械有限公司
地址 221004 江苏省徐州市铜山路 165 号

(72)发明人 张付义 曹光光 丁宏刚 叶海翔 武玉维

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 薛晨光 魏晓波

(51)Int.Cl.
B62D 5/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 101177145 A,2008.05.14,
CN 2688862 Y,2005.03.30,
EP 1914150 A2,2008.04.23,
US 5320191 A,1994.06.14,
CN 202175091 U,2012.03.28,

审查员 李娟

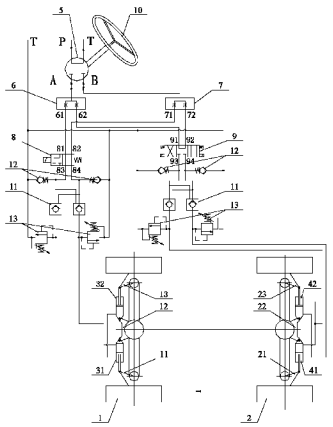
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54)发明名称

多模式转向液压控制系统及应用该系统的轮式起重机

(57)摘要

本发明公开一种多模式转向液压控制系统，该系统采用分流集流阀和电磁换向阀组合，通过分流集流阀将液压源按照一定的比例分流后为转向系统提供能源，通过电磁阀来控制液压油路的流向使前、后组转向油缸按设定的要求工作，带动车轮按照驾驶员的操作意图转动，实现多模式转向。与现有技术相比，本方案在任意转向模式下，其前、后转向油缸均为并联关系，从而避免了现有技术中前组转向油缸的压力过大导致密封性要求较高问题，可有效控制制造成本；同时，液控系统规避了电路出现故障的影响，保证了行车安全。在此基础上，本发明还提供一种应用该多模式转向液压控制系统的轮式起重机。



CN 102351005 B

1. 多模式转向液压控制系统，包括转向器，所述转向器的压力油口和回油油口分别与系统压力油路和回油油路连通；其特征在于，还包括：

第一分流集流阀，其汇总油口与所述转向器的第一输出口连通；

第二分流集流阀，其汇总油口与所述转向器的第二输出口连通；

具有四个工作油口和两个工作位置的第一方向控制阀，其第一工作油口和第二工作油口分别与所述第一分流集流阀的第一分流油口和所述第二分流集流阀的第一分流油口连通，其第三工作油口和第四工作油口分别与前轴转向油缸的两腔连通；且，所述第一方向控制阀配置成：在第一工作位置，其第一工作油口与第三工作油口连通、第二工作油口与第四工作油口连通；在第二工作位置，其第一工作油口与第二工作油口连通、第三工作油口和第四工作油口非导通；

具有四个工作油口和三个工作位置的第二方向控制阀，其第一工作油口和第二工作油口分别与所述第一分流集流阀的第二分流油口和所述第二分流集流阀的第二分流油口连通，其第三工作油口和第四工作油口分别与后轴转向油缸的两腔连通；且，所述第二方向控制阀配置成：在第一工作位置，其第一工作油口与第三工作油口连通、第二工作油口与第四工作油口连通；在第二工作位置，其第一工作油口与第二工作油口连通、第三工作油口和第四工作油口非导通；在第三工作位置，其第一工作油口与第四工作油口连通、第二工作油口与第三工作油口连通。

2. 根据权利要求 1 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，还包括两个液压锁，分别设置在所述前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔与相应方向控制阀之间，常态下自所述前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔至相应方向控制阀之间的通路锁闭。

3. 根据权利要求 2 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，还包括四个旁通阀，分别设置在两个所述液压锁的两个油口与相应方向控制阀之间管路与油箱之间管路上，且每个旁通阀的进液口均与所述油箱连通。

4. 根据权利要求 3 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，还包括四个溢流阀，分别设置在两个所述液压锁的另外两个油口与相应转向油缸的两腔与所述油箱之间的管路上。

5. 根据权利要求 2 至 4 中任一项所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，所述液压锁由两个液控单向阀构成，两者的控制油口均与另一者的进液口连通。

6. 根据权利要求 5 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，所述前轴转向油缸具体为：铰接于左前车轮与前桥支座之间的左前转向油缸和铰接于右前车轮和前桥支座之间的右前转向油缸，所述后轴转向油缸具体为：铰接于左后车轮与后桥支座之间的左后转向油缸和铰接于右后车轮和后桥支座之间的右后转向油缸。

7. 根据权利要求 6 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，所述第一方向控制阀的第三工作油口与所述左前转向油缸的有杆腔和所述右前转向油缸的无杆腔连通，所述第一方向控制阀的第四工作油口与所述左前转向油缸的无杆腔和所述右前转向油缸的有杆腔连通；所述第二方向控制阀的第三工作油口与所述左后转向油缸的无杆腔和所述右后转向油缸的有杆腔连通，所述第二方向控制阀的第四工作油口与所述左后转向油缸的有杆腔和所述右后转向油缸的无杆腔连通。

8. 根据权利要求 6 所述的多模式转向液压控制系统，其特征在于，所述第一方向控制

阀和第二方向控制阀均为电磁换向阀。

9. 轮式起重机，包括轮式底盘，其特征在于，还包括如权利要求 1 至权利要求 8 中任一项所述的多模式转向液压控制系统。

多模式转向液压控制系统及应用该系统的轮式起重机

技术领域

[0001] 本发明涉及一种轮式工程机械，具体涉及一种多模式转向液压控制系统及应用该系统的轮式起重机。

背景技术

[0002] 传统的乘用车辆、商用车辆大多在道路上进行行驶和运输作业，它们采用传统的前轮转向或前组车轮转向就可以满足使用要求。但是对于部分专用的轮式工程机械，常常需要在多种复杂的场地条件下工作，为满足复杂场地的使用要求，对于轮式工程机械的转向系统提出了更高的要求。

[0003] 比如，有时需要转向系统能够使车辆具有较小的转弯半径，如图 1-1 所示；有时需要转向系统能够使车辆完成平行蟹行运动，如图 1-2 所示；甚至在车辆反向行驶时还需要根据驾驶员的操作习惯使用后桥（反向行驶时变为前桥）转向，如图 1-3 所示；而当车辆在正常道路上高速行驶时又希望只采用前桥转向功能，如图 1-4 所示。

[0004] 显然，传统的转向系统结构满足不了上述功能要求，由此，产生了多模式转向技术。现有技术中通常采用两种方法来实现多模式转向。

[0005] 方法一：采用多模式转向阀进行转向控制，其工作原理如图 2 所示。驾驶员在操作方向盘 40 时，全液压转向器 30 根据方向盘的左右转动将转向泵提供的液压油从 A 口或 B 口输出，然后经过多模式转向阀 20 进入前组转向油缸 10 和后组转向油缸 50，推动车轮左右转动。具体地，根据多模式转向阀 20 的阀芯所处的不同位置，实现前桥独立转向、小转弯转向、后桥独立转向及蟹行转向等功能。

[0006] 方法二：采用电液比例多模式转向系统进行转向控制，其工作原理如图 3 所示。其中，前组车轮由驾驶员通过操纵方向盘控制，后组各个车轮的转角根据前组某一车轮的转角大小和驾驶员选择的转向模式通过控制器中设定的程序来输出不同的电信号，进而控制电液比例阀的开度、液压油的流量，使转向油缸按照驾驶员的操作意图推动车轮转动，实现多模式转向功能。

[0007] 上述两种现有技术均能够根据实际需要实现不同的转向功能，但受其自身结构原理的限制均存在相应的缺陷。

[0008] 其中，采用图 2 中所示的多模式转向阀时，当多模式转向阀切换到小转弯和蟹行转向位置（即：阀体处于左侧第 2 个位置和第 4 个位置）时，前、后组转向液压油缸为一串联结构，此时液压系统提供的压力在推动前桥转向后，剩余的压力还要能推动后桥转向，这样会使前组转向油缸的压力过大，对密封性要求较高、成本较高。

[0009] 其中，采用图 3 中所示的电液比例多模式时，车轮转角的准确度、灵敏度以及可靠性过于依赖电气元件、液压元件的精度和可靠性，一旦电气元件（尤其是编码器、控制器）出现故障，转向系统将不能按照驾驶员的意图工作，这对于高速行驶车辆是十分危险的。另外这种控制系统结构相对复杂，需要专业人员操作，检修不便，成本也相对较高。

[0010] 有鉴于此，亟待另辟蹊径提出一种多模式转向液压控制系统，以有效控制制造成

本，确保相关操作的安全稳定性。

发明内容

[0011] 针对上述缺陷，本发明解决的技术问题在于，提供一种多模式转向液压控制系统，应用该控制系统可有效控制整机制造成本，并为相关操作的安全稳定性提供了可靠的保障。在此基础上，本发明还提供一种应用该多模式转向液压控制系统的轮式起重机。

[0012] 本发明提供的多模式转向液压控制系统，包括转向器，所述转向器的压力油口和回油油口分别与系统压力油路和回油油路连通；还包括两个分流集流阀和两个方向控制阀，其中，第一分流集流阀的汇总油口与所述转向器的第一输出口连通，第二分流集流阀的汇总油口与所述转向器的第二输出口连通；其中，第一方向控制阀具有四个工作油口和两个工作位置，其第一工作油口和第二工作油口分别与所述第一分流集流阀的第一分流油口和所述第二分流集流阀的第一分流油口连通，其第三工作油口和第四工作油口分别与前轴转向油缸的两腔连通；且，所述第一方向控制阀配置成：在第一工作位置，其第一工作油口与第三工作油口连通、第二工作油口与第四工作油口连通；在第二工作位置，其第一工作油口与第二工作油口连通、第三工作油口和第四工作油口非导通；其中，第二方向控制阀具有四个工作油口和三个工作位置，其第一工作油口和第二工作油口分别与所述第一分流集流阀的第二分流油口和所述第二分流集流阀的第二分流油口连通，其第三工作油口和第四工作油口分别与后轴转向油缸的两腔连通；且，所述第二方向控制阀配置成：在第一工作位置，其第一工作油口与第三工作油口连通、第二工作油口与第四工作油口连通；在第二工作位置，其第一工作油口与第二工作油口连通、第三工作油口和第四工作油口非导通；在第三工作位置，其第一工作油口与第四工作油口连通、第二工作油口与第三工作油口连通。

[0013] 优选地，还包括两个液压锁，分别设置在所述前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔与相应方向控制阀之间，常态下自所述前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔至相应方向控制阀之间的通路锁闭。

[0014] 优选地，还包括四个旁通阀，分别设置在两个所述液压锁的两个油口与相应方向控制阀之间管路与油箱之间管路上，且每个旁通阀的进液口均与所述油箱连通。

[0015] 优选地，还包括四个溢流阀，分别设置在两个所述液压锁的另外两个油口与相应转向油缸的两腔与所述油箱之间的管路上。

[0016] 优选地，所述液压锁由两个液控单向阀构成，两者的控制油口均与另一者的进液口连通。

[0017] 优选地，所述前轴转向油缸具体为：铰接于左前车轮与前桥支座之间的左前转向油缸和铰接于右前车轮和前桥支座之间的右前转向油缸，所述后轴转向油缸具体为：铰接于左后车轮与后桥支座之间的左后转向油缸和铰接于右后车轮和后桥支座之间的右后转向油缸。

[0018] 优选地，所述第一方向控制阀的第三工作油口与所述左前转向油缸的有杆腔和所述右前转向油缸的无杆腔连通，所述第一方向控制阀的第四工作油口与所述左前转向油缸的无杆腔和所述右前转向油缸的有杆腔连通；所述第二方向控制阀的第三工作油口与所述左后转向油缸的无杆腔和所述右后转向油缸的有杆腔连通，所述第二方向控制阀的第四工作油口与所述左后转向油缸的有杆腔和所述右后转向油缸的无杆腔连通。

[0019] 优选地，所述第一方向控制阀和第二方向控制阀均为电磁换向阀。

[0020] 本发明提供的轮式起重机，包括轮式底盘，还包括如前所述的多模式转向液压控制系统。

[0021] 本发明所述控制系统采用分流集流阀和电磁换向阀组合，通过分流集流阀将液压源按照一定的比例分流后为转向系统提供能源，通过电磁阀来控制液压油路的流向使前、后组转向油缸按设定的要求工作，带动车轮按照驾驶员的操作意图转动，实现多模式转向。与现有技术相比，本方案在任意转向模式下，其前、后转向油缸均为并联关系，从而避免了现有技术中前组转向油缸的压力过大导致密封性要求较高问题，可有效控制制造成本；同时，液控系统规避了电路出现故障的影响，保证了行车安全。

[0022] 本发明提供的多模式转向液压控制系统可适用于采用油缸作为转向执行部件的轮式工程机械，特别适用于轮式起重机。

附图说明

[0023] 图 1-1、图 1-2、图 1-3 和图 1-4 分别示出了现有轮式工程机械的几种转向模式示意图；

[0024] 图 2 是采用多模式转向阀进行转向控制的现有技术的工作原理图；

[0025] 图 3 是采用电液比例多模式转向系统进行转向控制的现有技术的工作原理图；

[0026] 图 4 是具体实施方式中所述多模式转向液压控制系统的工作原理图；

[0027] 图 5 是具体实施方式中所述轮式起重机的整体结构示意图。

[0028] 图 4 中：

[0029] 前轮 1、左前车轮 11、前桥支座 12、右前车轮 13、后轮 2、左后车轮 21、后桥支座 22、右后车轮 23、左前转向油缸 31、右前转向油缸 32、左后转向油缸 41、右后转向油缸 42、转向器 5、第一分流集流阀 6、第一分流油口 61、第二分流油口 62、第二分流集流阀 7、第一分流油口 71、第二分流油口 72、第一方向控制阀 8、第一工作油口 81、第二工作油口 82、第三工作油口 83、第四工作油口 84、第二方向控制阀 9、第一工作油口 91、第二工作油口 92、第三工作油口 93、第四工作油口 94、方向盘 10、液压锁 11、旁通阀 12、溢流阀 13。

具体实施方式

[0030] 本发明的核心在于提供一种应用于轮式工程机械的多模式转向液压控制系统，在满足基本作业要求的基础上，能够确保相关操作的安全、稳定性，并可有效控制整机制造成本。下面结合说明书附图具体说明本实施方式。

[0031] 请参见图 4，该图示出了本实施方式所述多模式转向液压控制系统的工作原理图。

[0032] 如图所示，该多模式转向液压控制系统以油缸作为转向作业的执行元件，以驱动前轮 1 或者后轮 2 作适应性的转动，从而实现不同模式下的转向功能。本实施方式中，前轴转向油缸具体为左前转向油缸 31 和右前转向油缸 32，其中，左前转向油缸 31 铰接于左前车轮 11 与车桥壳体上的前桥支座 12 之间，右前转向油缸 32 铰接于右前车轮 13 和前桥支座 12 之间；后轴转向油缸具体为左后转向油缸 41 和右后转向油缸 42，其中，左后转向油缸 41 铰接于左后车轮 21 与后桥支座 22 之间，右后转向油缸 42 铰接于右后车轮 23 和后桥支座 22 之间。应当理解，对于以油缸作为转向执行元件的方式来说，同轴的左、右两轮并不局限

于采用两个同步动作的两个转向油缸分别驱动，也就是说，也可以采用一个油缸同步驱动同轴的左、右两轮同步动作（图中未示出），只要满足使用需要均在本申请请求保护的范围内。

[0033] 与现有液控转向系统相同的是，本系统也采用转向器 5 建立系统中其他元件与系统压力油路 P 和回油油路 T 之间的导通。驾驶员操作方向盘 10 时，带动转向器 5 的阀芯运动，方向盘 10 的左右运动方向决定了液压转向器 5 的第一输出口 A 和第二输出口 B 的油液流向。

[0034] 本方案的液控原理与现有技术相比具有本质区别，其通过两个方向控制阀与前述两个分流集流阀有效配合，来实现多个模式转向的功能。

[0035] 其中，第一分流集流阀 6 的汇总油口与转向器 5 的第一输出口 A 连通，第二分流集流阀 7 的汇总油口与转向器 5 的第二输出口 B 连通；这样，当方向盘 10 右旋时，液压油从第一输出口 A 流出，经过第一分流集流阀 6 将压力油源一分为二，即分别为前组转向系统和 / 或后组转向系统提供液压源，然后由第二分流集流阀 7 汇集后经第二输出口 B 流回转向器 5、液压油箱（图中未示出），实现液控循环。反之，当方向盘 10 左旋时，液压油从第二输出口 B 流出，同样经过前、后组转向系统后从转向器 5 的第一输出口 A 流回。

[0036] 其中，第一方向控制阀 8 具有四个工作油口和两个工作位置，其配置成：在第一工作位置（图示右位），其第一工作油口 81 与第三工作油口 83 连通，其第二工作油口 82 与第四工作油口 84 连通；在第二工作位置（图示右位），其第一工作油口 81 与第二工作油口 82 连通、第三工作油口 83 和第四工作油口 84 非导通。

[0037] 该第一方向控制阀 8 设置在分流集流阀与执行油缸之间的回路中，如图所示，其第一工作油口 81 与第一分流集流阀 6 的第一分流油口 61 连通，其第二工作油口 82 和第二分流集流阀 7 的第一分流油口 71 连通，其第三工作油口 83 和第四工作油口 84 分别与前轴转向油缸的两腔连通。显然，对于本方案中的同轴左、右两轮采用两个同步动作的两个转向油缸分别驱动的形式来说，第一方向控制阀 8 的第三工作油口 83 和第四工作油口听连接关系应当为：其第三工作油口 83 与左前转向油缸 31 的有杆腔和右前转向油缸 32 的无杆腔连通，其第四工作油口 84 与左前转向油缸 31 的无杆腔和右前转向油缸 32 的有杆腔连通。

[0038] 其中，第二方向控制阀 9 具有四个工作油口和三个工作位置，其配置成：在第一工作位置（右位），其第一工作油口 91 与第三工作油口 93 连通，其第二工作油口 92 与第四工作油口 94 连通；在第二工作位置（中位），其第一工作油口 91 与第二工作油口 92 连通，其第三工作油口 93 和第四工作油口 94 非导通；在第三工作位置（左位），其第一工作油口 91 与第四工作油口 94 连通，其第二工作油口 92 与第三工作油口 93 连通。

[0039] 该第二方向控制阀 9 设置在分流集流阀与执行油缸之间的回路中，如图所示，其第一工作油口 91 与第一分流集流阀 6 的第二分流油口 62 连通，其第二工作油口 92 与第二分流集流阀 7 的第二分流油口 72 连通，其第三工作油口 93 和第四工作油口 94 分别与后轴转向油缸的两腔连通。同样地，第二方向控制阀 9 的第三工作油口 93 与左后转向油缸 41 的无杆腔和右后转向油缸 42 的有杆腔连通，第二方向控制阀 9 的第四工作油口 94 与左后转向油缸 41 的有杆腔和右后转向油缸 42 的无杆腔连通。优选地，第一方向控制阀 8 和第二方向控制阀 9 均为电磁换向阀，由于两个方向控制阀均是得电情况下进行换向工作的，当工作过程中，假如电路出现故障，第一方向控制阀 8 阀芯会在弹簧作用下处于右位，第二

方向控制阀 9 的阀芯会在弹簧的作用下处于中位，车辆处于前组独立转向模式，保证了行车安全。

[0040] 下面简要说明四种转向模式的工作原理。

[0041] 前组独立转向模式：第一方向控制阀 8 处于右位、第二方向控制阀 9 处于中位。流向前组转向系统的液压油推动左前转向油缸 31、右前转向油缸 32 工作，带动前轮 1 转动；流向后组转向系统的液压油不经过油缸直接流回转向器 5，后轮 2 保持中位不动，实现前组独立转向功能；

[0042] 后组独立转向模式：第一方向控制阀 8 处于左位、第二方向控制阀 9 处于左位或右位。流向前组转向系统的液压油不经过油缸直接流回转向器 5，前轮 1 保持中位不动；流向后组转向系统的液压油推动左后转向油缸 41 和右后转向油缸 42 工作，带动后轮 2 转动，实现后组独立转向功能；

[0043] 小转弯转向模式：第一方向控制阀 8 处于右位、第二方向控制阀 9 处于左位。前组、后组转向系统的液压油分别推动相应的转向油缸工作，分别带动车轮转动，前轮 1 和后轮 2 的转动方向相反，从而实现小转弯转向功能；

[0044] 蟹行转向模式：第一方向控制阀 8 处于右位、第二方向控制阀 9 处于右位。前组、后组转向系统的液压油分别推动相应转向油缸工作，分别带动车轮转动，前轮 1 和后轮 2 的转动方向相同，从而实现蟹行转向功能。

[0045] 需要说明的是，本控制系统需要在车轮回正后才能转向模式切换，车轮是否回正可以通过安装在车轮上的常闭式限位开关来检测。当限位开关处于断开状态时，说明车轮已经回正，此时第二方向控制阀 9 才能进行断电切换至中位。

[0046] 在实际行驶作业过程中，若车轮遇到坡坎或石块等硬物，从而导致相应油缸的内腔产生较大的瞬时压力。为避免上述压力影响系统正常行驶，本方案还包括两个液压锁 11，分别设置在前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔与相应方向控制阀之间，即如图 4 所示，一个液压锁 11 置于左前转向油缸 31、右前转向油缸 32 和第一方向控制阀 8 之间，另一个液压锁 11 置于左后转向油缸 41、右后转向油缸 42 和第二方向控制阀 9 之间；常态下自前轴转向油缸的两腔、后轴转向油缸的两腔至相应方向控制阀之间的通路锁闭。如此设计，当任一转向油缸的内腔形成瞬时压力，均不会反向流至转向器 5，影响系统正常行驶，同时，在冲击不是很大的情况下也能使车轮处于中位状态。

[0047] 本实施方式中，该液压锁 11 由两个液控单向阀构成，两者的控制油口均与另一者的进液口连通。应当理解，前述液压锁并不局限于图 4 中所示的结构形式，实际上也可以采用不同结构形式的液压锁。比如，由液控单向阀和平衡阀构成，两者的控制油口均与另一者的进液口连通（图中未示出）。比如，由两个平衡阀构成，两者的控制油口均与另一者的进液口连通（图中未示出）。

[0048] 此外，当任一转向油缸的内腔形成瞬时压力时，该油缸的另一腔室必然形成负压状态，为避免该负压影响系统管路及元件的使用寿命，本实施方式还包括四个旁通阀 12，分别设置在两个液压锁 11 的两个油口与相应方向控制阀之间管路与油箱之间管路上，且每个旁通阀的进液口均与油箱连通。也就是说，当油缸侧产生负压后，回油油路 T 的油液将克服相应旁通阀 12 的弹簧后流入相应转向油缸的负压腔室，经补油后可完全避免负压影响系统管路及元件的使用寿命。

[0049] 进一步地，本系统还包括四个溢流阀 13，分别设置在两个液压锁 11 的另外两个油口与相应转向油缸的两腔与油箱之间的管路上。为简化图面，图 4 中未示出油箱，仅以回油油路 T 示出其压力关系。

[0050] 基于前述多模式转向液压控制系统，本实施方式还提供一种轮式工程机械，包括轮式底盘和如前所述的多模式转向液压控制系统。

[0051] 该轮式工程机械采用油缸作为转向执行部件的轮式工程机械，可以为实现特定作业的机械，比如，轮式泵车或者轮式起重机等。请参见图 5，该图示出轮式起重机的整体结构示意图。需要说明的是，本实施方式所述起重机的其他功能部件与现有技术相同，并非本申请的发明点所在，本领域的技术人员基于现有技术完全可以实现。

[0052] 特别说明的是，该多模式转向液压控制系统在具体应用中，可以通过调整分流集流阀的分流比、油缸尺寸来改变前后组车轮转角关系，从而可以适应不同车辆的使用要求。当然，本系统也可以应用在机械助力转向的车辆上，此时需要使用动力转向器替换液压转向器 5，同时将前、后组转向油缸安装在转向机械杆系上，也可以实现多模式转向功能。

[0053] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，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，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

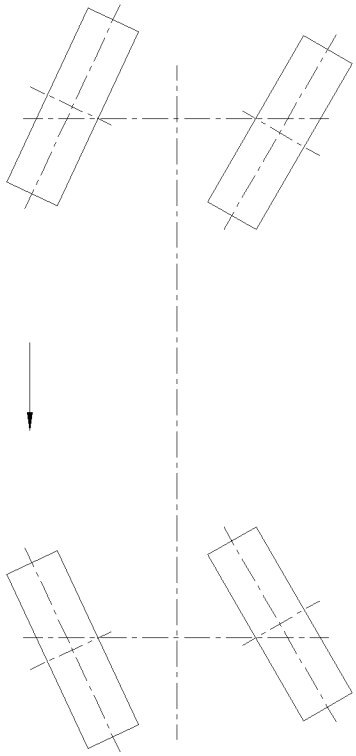


图 1-1

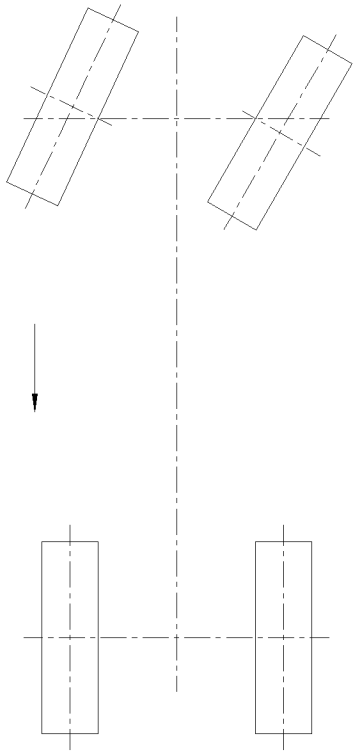


图 1-2

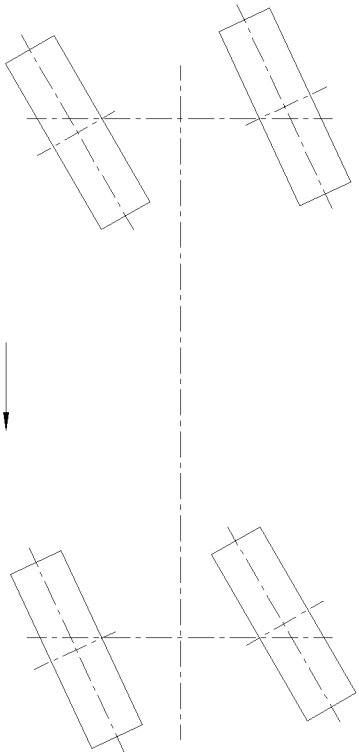


图 1-3

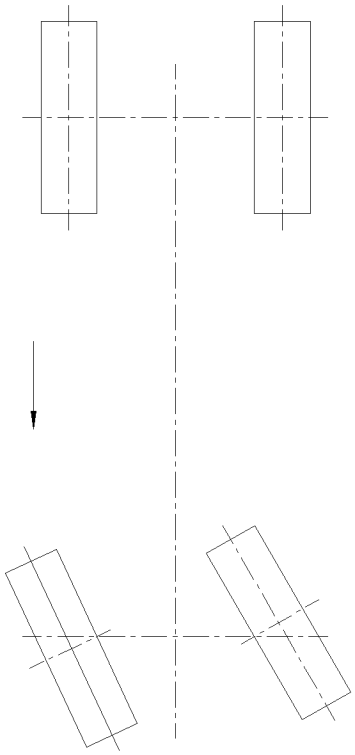


图 1-4

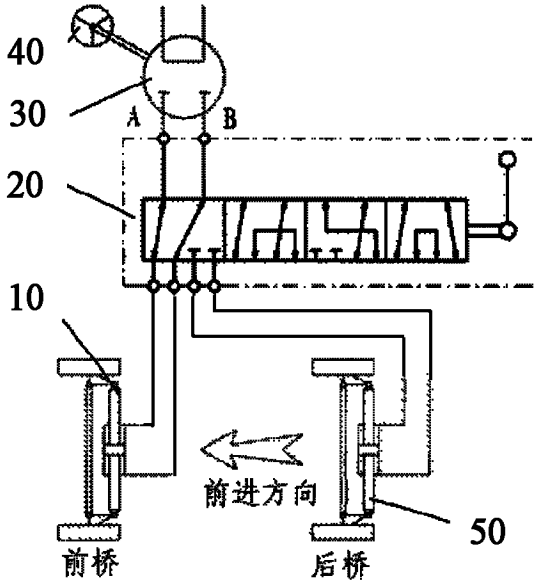


图 2

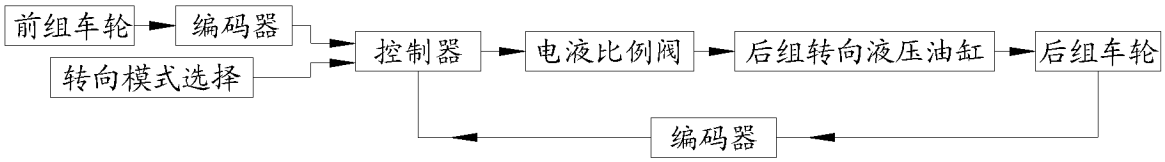


图 3

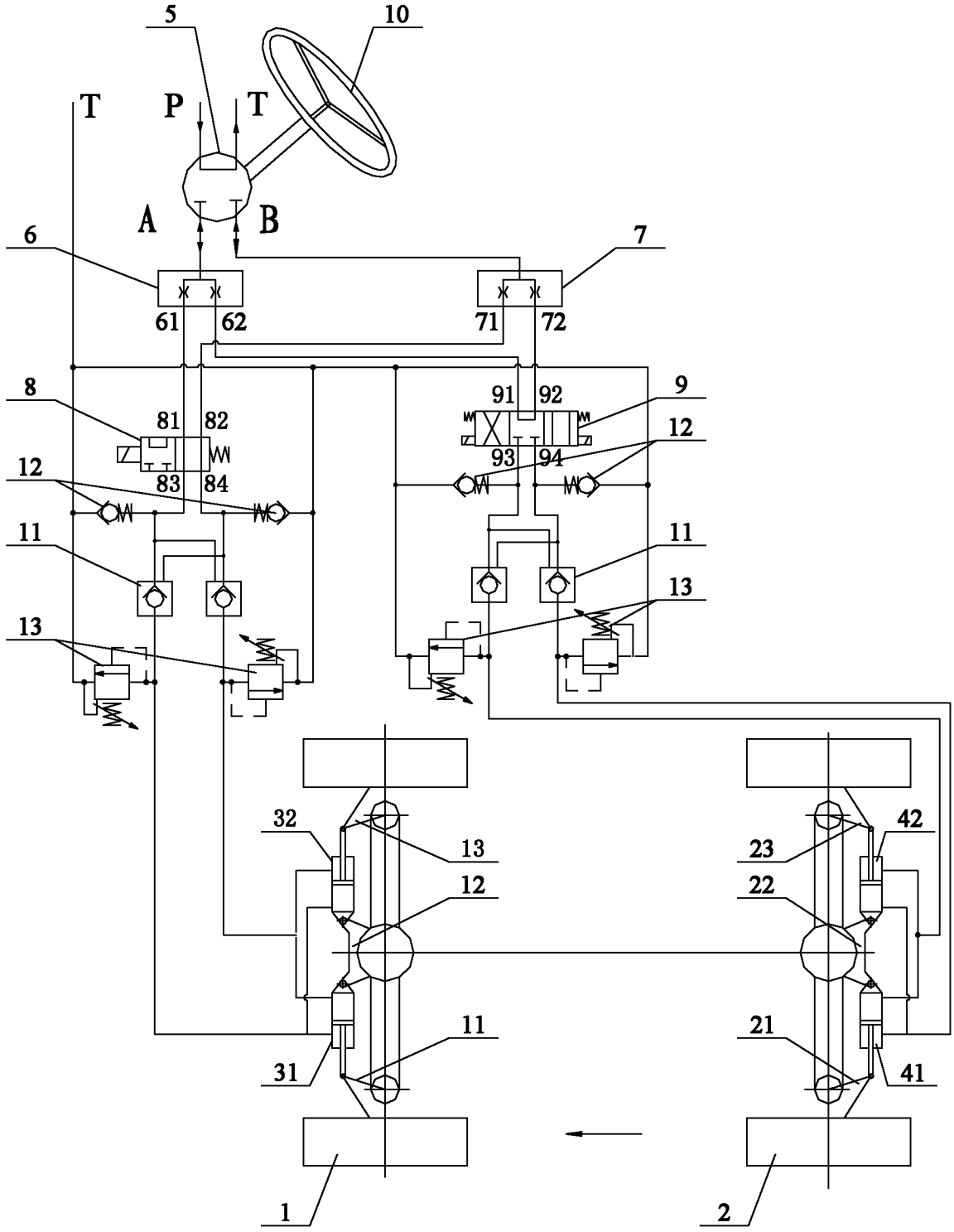

5
10
T
P
T
A
B
6
7
61
62
71
72
8
81
82
83
84
91
92
9
12
93
94
12
11
11
13
13
32
13
12
42
23
22
11
21
31
41
1
2

图 4

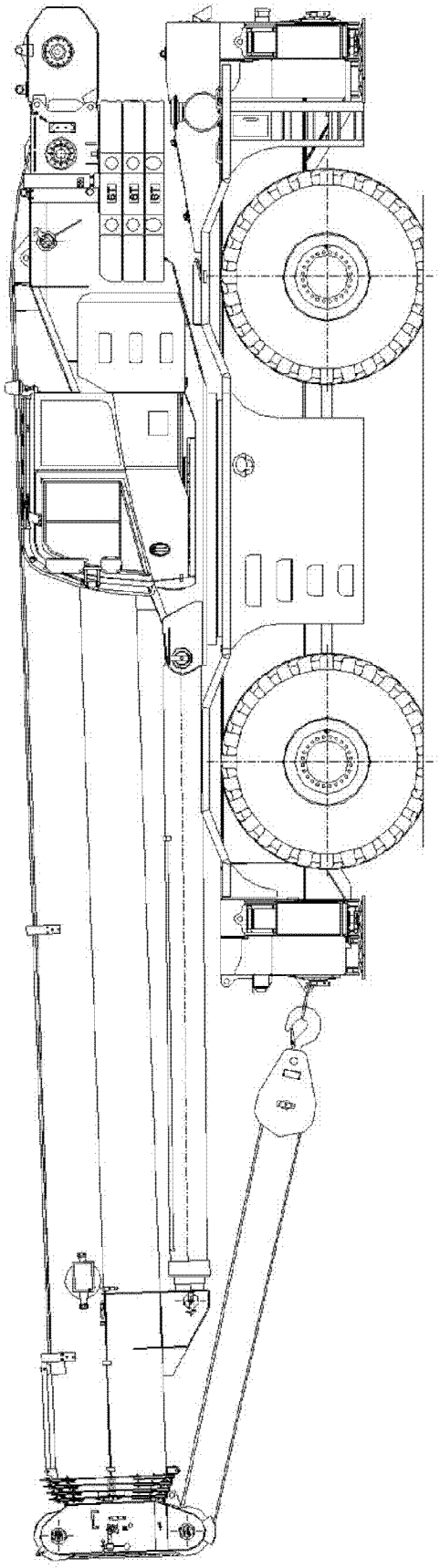


图 5