(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2017 年 5 月 4 日 (04.05.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/071027 A1

(51) 国际专利分类号:
F15B 11/22 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/098171

(22) 国际申请日: 2015 年 12 月 22 日 (22.12.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510706232.3 2015 年 10 月 27 日 (27.10.2015) CN

(71) 申请人: **中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(72) 发明人: **曹国华 (CAO, Guohua)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 **黄宇宏 (HUANG, Yuhong)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 **朱真才 (ZHU, Zhencai)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 **彭维红 (PENG, Weihong)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 **彭玉兴 (PENG, Yuxing)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。 **刘善增 (LIU, Shanzeng)**; 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: **北京德崇智捷知识产权代理有限公司 (JW IP LAW FIRM)**; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 14 号 A5 楼 7 层 701, Beijing 100015 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: MULTI-CYLINDER SYNCHRONIZED, POWER-SAVING, HIGH-EFFICIENCY HYDRAULIC LIFTING/LOWERING SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称 : 一种多缸同步节能高效液压升降系统及方法

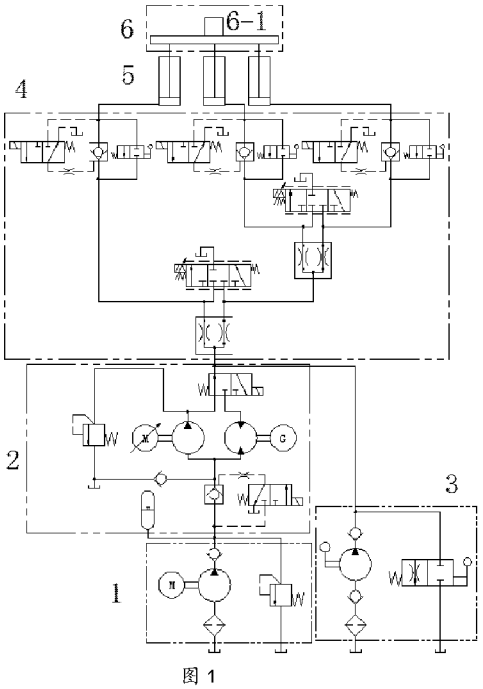


图 1

(57) Abstract: A multi-cylinder synchronized hydraulic lifting/lowering system and method, applicable in lift systems such as a hydraulic elevator and a construction lifting/lowering platform. The system comprises a fluid replenishing circuit (1), a volumetric speed governing and energy recovery circuit (2), a manual lifting/lowering circuit (3), a synchronous locking circuit (4), a hydraulic cylinder (5), and a tilt angle sensor (6-1). The fluid replenishing circuit (1) is used for replenishing any shortage of a hydraulic fluid in a closed loop system caused by regulation of the synchronous locking circuit (4) and system leakage and reducing increases in the temperature of the hydraulic fluid. The volumetric speed governing and energy recovery circuit (2) provides the system with power, speed governing, and energy recovery. The function of the manual lifting/lowering circuit (3) is to manually lift/lower a platform when the system malfunctions. The function of the synchronous locking circuit (4) is to regulate multiple hydraulic cylinders for synchronized lifting/lowering and to lock tight the cylinders when the platform is stationary. The tilt angle sensor (6-1) detects in real-time the position and posture of the platform and feeds back to a control center, thus implementing closed loop control. The system is highly efficient and power saving and implements energy recovery and precise synchronization of multiple cylinders; the lifting/lowering platform has strong side-load resistance, operates steadily, and is high reliable.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/071027 A1

CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种多缸同步液压升降系统及方法，适用于液压电梯、施工升降平台等提升系统。系统包括补油回路（1）、容积调速及能量回收回路（2）、手动升降回路（3）、同步锁紧回路（4）、液压缸（5）和倾角传感器（6-1）。补油回路（1）用于补充由于同步锁紧回路（4）调节和系统泄漏引起的闭环系统内液压油的不足并降低油液的温升；容积调速及能量回收回路（2）为系统提供动力、速度调节和能量回收；手动升降回路（3）的功能为系统出现故障时手动升降平台；同步锁紧回路（4）的功能为调节多个液压缸同步升降及平台静止时锁紧油缸；倾角传感器（6-1）实时检测平台的位姿并反馈至控制中心，实现闭环控制。系统高效节能，实现能量回收及多缸精确同步，升降平台抗偏载能力强，运行稳定，可靠性高。

一种多缸同步节能高效液压升降系统及方法

技术领域

本发明涉及一种升降系统及方法，尤其是一种适用于液压电梯、施工升降平台的多缸同步节能高效液压升降系统及方法。

背景技术

升降系统的驱动方式主要有曳引式和液压式。液压驱动具有出力大、无级调速、系统简洁、控制方便等优点，但液压驱动的效率相比于曳引驱动偏低。“绿色节能”是提升系统未来的发展目标。目前，液压电梯系统中大多采用电液比例控制和容积调速控制，虽然实现了电梯上行的能量损耗的减少，但电梯下行时，油缸中的油液在压力作用下经过下行节流阀，会引起液压系统的温升。电梯下行的重力势能不仅没有利用，还转化为热能引起油液温升，影响系统稳定。

液压电梯的支承方式主要有直接顶升式和间接顶升式。直接顶升式相比于间接顶升式结构简单紧凑，运行效率高。目前直接顶升式主要有中间直顶式和双缸直顶式。这两种方式对于轿厢偏载状态下，液压缸受到侧向力较大，对电梯导靴等零件磨损大，不利于系统稳定运行。

发明内容

技术问题：本发明的目的是针对现有技术中存在的问题，提供一种构简单紧凑、节能、运行稳定，可靠性高的多缸同步节能高效液压升降系统及方法。

技术方案：本发明的多缸同步节能高效液压升降系统，包括补油回路、容积调速及能量回收回路、手动升降回路、同步锁紧回路、支撑于升降平台下方的多个液压缸和安装于升降平台上的倾角传感器；所述的补油回路与容积调速及能量回收回路的输入端相连，所述容积调速及能量回收回路的输出端与同步锁紧回路输入端管路相连，容积调速及能量回收回路与同步锁紧回路相连的管路上连有手动升降回路，所述每个液压缸均连有一个锁紧回路，锁紧回路分别连有分流集流阀和电液伺服阀，由锁紧回路、分流集流阀和电液伺服阀构成对多个液压缸的同步锁紧回路；

所述的补油回路包括电动机、与电动机相连的补油泵，补油泵的入口经过滤器与油箱管路相连，补油泵的出口经泵口单向阀与容积调速及能量回收回路管路相连，单向阀泵口的出口管路上设有与油箱相通的溢流阀；

所述的容积调速及能量回收回路包括蓄能器、进回油液控单向阀、进回油电磁换向阀、安全阀、变频调速电机、液压泵、液压马达、发电机和升降电磁换向阀；所述的蓄能器和进回油液控单向阀与泵口单向阀的出口管路相连，进回油液控单向阀的控制油口与进回油电磁换向阀的通断口相连，进回油液控单向阀的出口与防吸空单向阀的入口、液压泵的吸油口和液压马达的出油口相连，所述的变频调速电机与液压泵的输入轴机械

连接，所述的发电机与液压马达的输出轴机械连接，液压泵的出油口与安全阀、升降电磁换向阀的入口相连，液压马达的进油口与升降电磁换向阀的出口相连；

所述的手动升降回路包括与升降电磁换向阀的进出口管路相连的手动液压泵、与手动液压泵出口相连的手动下降换向阀；

所述的同步锁紧回路包括与升降电磁换向阀的进出口管路相连的分流集流阀；所述分流集流阀的分流口与电液伺服阀的进油口相连，分流集流阀的分流口与电液伺服阀的进油口相连；所述锁紧回路的入口与分流集流阀的分流口相连，锁紧回路的出口与对应的液压缸的无杆腔相连。

所述的液压缸为二个、三个、四个、六个、八个或十个。

所述的锁紧回路包括锁紧液控单向阀、与锁紧液控单向阀的控制油口相连的锁紧电磁换向阀、与锁紧液控单向阀并联的解锁手动换向阀。

上述系统的多缸同步节能高效液压升降方法，包括如下步骤：

①升降平台向上运行：控制进回油电磁换向阀通电，打开进回油液控单向阀，进回油液控单向阀的入口与出口导通，蓄能器内的液压油在油压作用下进入液压泵产生驱动力矩；同时，控制变频调速电机进行变频容积调速，使液压泵输出设定的压力和流量，液压油经过升降电磁换向阀、分流集流阀和锁紧液控单向阀后进入液压缸的无杆腔，使升降平台向上运行；

②升降平台向下运行：控制锁紧电磁换向阀通过电，打开锁紧液控单向阀，使锁紧液控单向阀的出口与入口导通；升降电磁换向阀得电，升降平台的自重使液压缸的无杆腔液压油回流，经过锁紧液控单向阀、分流集流阀和升降电磁换向阀后驱动液压马达转动，使升降平台向下运行；液压马达带动发电机转动发电，实现能量的一次回收；从液压马达的出油口输出的液压油经过进回油液控单向阀储蓄在蓄能器中，实现能量的二次回收；

③多缸上下行同步：液压油经过分流集流阀分流后，进出各个液压缸的流量大致相等；根据升降平台上的倾角传感器反馈的实时角度信号，控制电液伺服阀将输入液压缸流量较大的进油路上的油液经电液伺服阀排放回油箱，实现多缸精确同步，从而保证升降平台实时水平；

④手动调节升降平台：当液压升降系统发生断电或故障时，手动调节升降平台，将解锁手动换向阀搬至左位解锁；

若需要提升升降平台，手动驱动手动液压泵将液压油送入系统，液压油经过分流集流阀和解锁手动换向阀进入液压缸无杆腔，使升降平台上升；

若需要下降升降平台，手动扳动手动下降换向阀至左位，液压缸无杆腔中的液压油经过解锁手动换向阀、分流集流阀和手动下降换向阀流回油箱，使升降平台下降；

调节升降平台至预期位置后，手动复位解锁手动换向阀和手动下降换向阀至右位，使升降平台锁紧。

有益效果：由于采用了上述技术方案，本发明与现有技术相比具有以下优点：

（1）系统高效节能，实现能量回收：液压升降系统采用变频容积调速回路，实现上行节能；液压升降系统采用发电机和蓄能器，将平台下行的重力势能转换为电能和液压能储存，用于下一次提升的能量补充，使液压系统形成闭式系统，实现了系统整体运行的高效节能；

（2）多缸精确同步，升降平台抗偏载能力强：液压升降系统采用分流集流阀粗略同步，再通过平台上的倾角传感器检测同步误差，反馈的倾角误差经过控制系统控制电液伺服阀，把超前的液压缸的进油路上的油液从电液伺服阀排放回油箱，从而保证精确同步，实现平台实时水平升降。采用多缸支承提升，提高升降平台的抗偏载能力。

（3）系统运行稳定，可靠性高：液压升降系统采用容积调速及能量回收回路，系统效率高，发热量少，油液温升小，系统运行稳定。系统采用分流集流阀实现油缸粗略同步，电液伺服阀实现油缸精确同步，在电液伺服阀失效的情况下，升降平台依然能实现同步升降。系统结构简单，模块化程度高，安全可靠。

附图说明

图 1 是本发明整体系统的液压原理图；

图 2 是本发明的补油回路的液压原理图；

图 3 是本发明的容积调速及能量回收回路的液压原理图；

图 4 是本发明的手动升降回路的液压原理图；

图 5 是本发明的驱动三个液压缸的同步锁紧回路的液压原理图；

图 6 是本发明的锁紧回路的液压原理图。

图 7 是本发明的驱动两个液压缸的同步锁紧回路的液压原理图；

图 8 是本发明的驱动四个液压缸的同步锁紧回路的液压原理图；

图 9 是本发明的驱动六个液压缸的同步锁紧回路的液压原理图；

图中：1-补油回路；2-容积调速及能量回收回路；3-手动升降回路；4-同步锁紧回路；5-液压缸；6-升降平台；6-1-倾角传感器；1-1-过滤器；1-2-电动机；1-3-补油泵；1-4-泵口单向阀；1-5-溢流阀；2-1-蓄能器；2-2-进回油液控单向阀；2-3-进回油电磁换向阀；2-4-防吸空单向阀；2-5-安全阀；2-6-变频调速电机；2-7-液压泵；2-8-液压马达；2-9-发电机；2-10-升降电磁换向阀；3-1-手动液压泵；3-2-手动下降换向阀；4-1-分流集流阀；4-2-电液伺服阀； 4-3-锁紧回路；4-31-锁紧电磁换向阀；4-32-锁紧液控单向阀；4-33-解锁手动换向阀。

具体实施方式：

下面结合附图中的实施例对本发明作进一步的描述：

实施例 1、如图 1 所示，多缸同步节能高效液压升降系统，主要由补油回路 1、容积调速及能量回收回路 2、手动升降回路 3、同步锁紧回路 4、支撑于升降平台 6 下方的液压缸 5 和安装于升降平台 6 上的倾角传感器 6-1 构成。所述的补油回路 1 通过管路与容积调速及能量回收回路 2 相接，容积调速及能量回收回路 2、手动升降回路 3 和同步锁紧回路 4 通过管路互为相接，每个液压缸 5 连有一个锁紧回路 4-3，锁紧回路 4-3 分别连有分流集流阀 4-1 和电液伺服阀 4-2，由锁紧回路 4-3、分流集流阀 4-1 和电液伺服阀 4-2 构成对三个液压缸 5 的同步锁紧回路 4。补油回路 1 功能为系统补充由于同步锁紧回路 4 调节和系统泄漏引起的闭环系统内液压油的不足，并降低系统中油液的温升；容积调速及能量回收回路 2 起到为系统提供动力、速度调节和能量回收的功能；手动升降回路 3 功能为系统出现故障时手动升降平台；同步锁紧回路 4 功能为调节三个液压缸 5 同步升降及平台 6 静止时锁紧油缸；倾角传感器 6-1 功能为实时检测平台的位姿并反馈至控制中心，实现闭环控制。

如图 5 所示，所述的驱动三个液压缸的同步锁紧回路 4 包括与升降电磁换向阀 2-10 的进出口 P 通过管路相连的分流比为 1:2 的分流集流阀 4-1，分流集流阀 4-1 的 A 口与电液伺服阀 4-2 的 A 口和锁紧回路 4-3 相连，分流集流阀 4-1 的 B 口与电液伺服阀 4-2 的 B 口和分流比为 1:1 的分流集流阀 II 的 P 口相连，分流集流阀 II 的分流口分别于电液伺服阀 II 和锁紧回路 II 相连，锁紧回路 4-3 与对应的液压缸 5 的无杆腔相连。其中，经过两次分流后，油液被均分为流量大致相等的三份进出锁紧回路 4-3 和液压缸 5，电液伺服阀用于进一步调节各油缸的进出流量，实现高精度同步。由于伺服阀只要放掉很小的流量即可纠正分流误差，故可采用小容量的伺服阀，降低系统的成本，提高同步调节的快速响应性。

如图 2 所示，所述的补油回路 1 包括与油箱连接的过滤器 1-1，安装过滤器 1-1 保证了进入液压系统油液的清洁，保证系统运行的可靠性；补油泵 1-3 的吸油口与过滤器 1-1 通过管路相连，电动机 1-2 与补油泵 1-3 的输入轴机械连接，泵口单向阀 1-4 的 A 口与补油泵 1-3 的出油口通过管路相连，安装泵口单向阀 1-4 防止进入系统的高压油回流冲击补油泵 1-3；溢流阀 1-5 与泵口单向阀 1-4 的 B 口通过管路相连，调节溢流阀 1-5 控制进入液压系统油液的压力。

如图 3 所示，所述的容积调速及能量回收回路 2 包括与泵口单向阀 1-4 的 B 口通过管路相连的蓄能器 2-1 和进回油液控单向阀 2-2。所述蓄能器 2-1 用于存储平台下行时回流的液压油，实现能量回收；所述进回油液控单向阀 2-2 的控制油口 K 与进回油电磁换向阀 2-3 的 P 口相连，两者控制中液压系统中油液进出蓄能器；进回油液控单向阀 2-2 的 A 口与防吸空单向阀 2-4 的 B 口、液压泵 2-7 的吸油口和液压马达 2-8 的出油口相连，

安装防吸空单向阀 2-4 防止液压泵 2-7 吸空；变频调速电机 2-6 与液压泵 2-7 的输入轴机械连接，所述发电机 2-9 与液压马达 2-8 的输出轴机械连接，液压泵 2-7 的出油口与安全阀 2-5、升降电磁换向阀 2-10 的 A 口相连，液压马达 2-8 的进油口与升降电磁换向阀 2-10 的 B 口相连。其中，安全阀 2-5 控制进入液压缸油液的最高压力，保障系统的安全；升降电磁换向阀 2-10 用于控制升降平台的运行方向；

如图 4 所示，所述的手动升降回路 3 包括与升降电磁换向阀 2-10 的 P 口通过管路相连的手动液压泵 3-1 和手动下降换向阀 3-2。手动液压泵 3-1 中包括过滤器、手动泵和单向阀，手动下降换向阀 3-2 为二位二通手动换向阀。

如图 6 所示，所述的锁紧回路 4-3 包括锁紧液控单向阀 4-32，与锁紧液控单向阀 4-32 的控制油口 K 相连的锁紧电磁换向阀 4-31，与锁紧液控单向阀 4-32 并联的解锁手动换向阀 4-33。其中，锁紧液控单向阀 4-32 用于升降平台静止时，使液压缸 5 锁紧保压；锁紧电磁换向阀 4-31 用于平台下行时解锁锁紧液控单向阀 4-32；解锁手动换向阀 4-33 用于系统发生故障时手动下降平台前解锁锁紧液控单向阀 4-32。

实施例 2、与实施例 1 基本相同，相同处略，不同之处为驱动两个液压缸 5 的同步锁紧回路。如图 7 所示，驱动三个液压缸的同步锁紧回路 4 包括与升降电磁换向阀 2-10 的进出口 P 通过管路相连的分流比为 1:1 的分流集流阀 4-1，分流集流阀 4-1 的分流口分别与电液伺服阀 4-2 和锁紧回路 4-3 相连，锁紧回路 4-3 与对应的液压缸 5 的无杆腔相连。其中，经过分流比为 1:1 的分流集流阀 4-1 后，油液被均分为流量大致相等的两份进出锁紧回路 4-3 和液压缸 5，电液伺服阀用于进一步调节各油缸的进出流量，实现高精度同步。

实施例 3、与实施例 1 基本相同，相同处略，不同之处为驱动四个液压缸的同步锁紧回路。如图 8 所示，驱动四个液压缸的同步锁紧回路 4 包括与升降电磁换向阀 2-10 的进出口 P 通过管路相连的分流比为 1:1 的分流集流阀 4-1，分流集流阀 4-1 的分流出口分别与电液伺服阀 4-2 和两个分流比为 1:1 的分流集流阀 II 相连，分流集流阀 II 的分流口分别与电液伺服阀 II 和锁紧回路 4-3 相连。锁紧回路 4-3 与对应的液压缸 5 的无杆腔相连。其中，经过两次分流后，油液被均分为流量大致相等的四份进出锁紧回路 4-3 和液压缸 5，电液伺服阀用于进一步调节各油缸的进出流量，实现高精度同步。

实施例 4、与实施例 1 基本相同，相同处略，不同之处为驱动六个液压缸的同步锁紧回路。如图 9 所示，驱动六个液压缸的同步锁紧回路 4 包括与升降电磁换向阀 2-10 的进出口 P 通过管路相连的分流比为 1:1 的分流集流阀 4-1，分流集流阀 4-1 的分流出口分别与电液伺服阀 4-2 和两个分流比为 1:2 的分流集流阀 II 相连，分流集流阀 II 的 A 口与电液伺服阀 II 的 A 口和锁紧回路 4-3 相连，分流集流阀 II 的 B 口与电液伺服阀 II 的 B 口和分流比为 1:1 的分流集流阀III的 P 口相连，分流集流阀III的分流口分别于电液伺服阀III和锁紧回路 II 相连。锁紧回路 4-3 与对应的液压缸 5 的无杆腔相连。其中，经过分流

后，油液被均分为流量大致相等的六份进出锁紧回路 4-3 和液压缸 5，电液伺服阀用于进一步调节各油缸的进出流量，实现高精度同步。

本发明的多缸同步节能高效液压升降系统的升降方法，具体步骤如下：

①升降平台向上运行：控制系统接收到上行指令后，进回油电磁换向阀 2-3 得电，解锁进回油液控单向阀 2-2，使进回油液控单向阀 2-2 的入口 B 与出口 A 导通，蓄能器 2-1 内的液压油在油压作用下进入液压泵 2-7 产生驱动力矩；同时，控制系统控制变频调速电机 2-6，采用变频容积调速，使液压泵 2-7 输出设定的压力和流量，实现高效节能；液压油经过升降电磁换向阀 2-10、分流集流阀 4-1 和锁紧液控单向阀 4-32 后进入液压缸 5 的无杆腔，使升降平台 6 向上运行；

②升降平台向下运行：控制系统接收到下行指令后，锁紧电磁换向阀 4-31 得电，解锁锁紧液控单向阀 4-32，使锁紧液控单向阀 4-32 的出口 B 与入口 A 口导通；升降电磁换向阀 2-10 得电，升降平台 6 的自重使液压缸 5 的无杆腔液压油回流，经过锁紧液控单向阀 4-32、分流集流阀 4-1、和升降电磁换向阀 2-10 后驱动液压马达 2-8 转动，使升降平台 6 向下运行；液压马达 2-8 带动发电机 2-9 转动发电，实现能量的一次回收；从液压马达 2-8 的出油口输出的液压油经过进回油液控单向阀 2-2 储蓄在蓄能器 2-1 中，实现能量的二次回收；

③多缸上下行同步：液压油经过分流集流阀 4-1 分流后，进出各个液压缸 5 的流量大致相等；根据升降平台 6 上的倾角传感器 6-1 反馈的实时角度信号，控制系统控制电液伺服阀 4-2，将输入流量大的液压缸 5 的进油路上的油液从电液伺服阀 4-2 排放回油箱，实现多缸精确同步，从而保证升降平台 6 实时水平；

④手动调节升降平台：当液压升降系统发生断电或故障时，手动调节升降平台 6。首先手动扳动解锁手动换向阀 4-33 至左位解锁；

若需要提升升降平台 6，手动驱动手动液压泵 3-1 将液压油送入系统，液压油经过分流集流阀 4-1 和解锁手动换向阀 4-33 进入液压缸 5 无杆腔，使升降平台 6 上升；

若需要下降升降平台 6，手动扳动手动下降换向阀 3-2 至左位，液压缸 5 无杆腔中的液压油经过解锁手动换向阀 4-33、分流集流阀 4-1 和手动下降换向阀 3-2 流回油箱，使升降平台 6 下降；

调节升降平台 6 至预期位置后，手动复位解锁手动换向阀 4-33 和手动下降换向阀 3-2 至右位，使升降平台 6 锁紧。

以上所述仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明的内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其它相关的技术领域，均同理包括在本发明的保护范围内。

权 利 要 求 书

1．一种多缸同步节能高效液压升降系统，其特征在于：它包括补油回路（1）、容积调速及能量回收回路（2）、手动升降回路（3）、同步锁紧回路（4）、支撑于升降平台（6）下方的多个液压缸（5）和安装于升降平台（6）上的倾角传感器（6-1）；所述的补油回路（1）与容积调速及能量回收回路（2）的输入端相连，所述容积调速及能量回收回路（2）的输出端与同步锁紧回路（4）输入端管路相连，容积调速及能量回收回路（2）与同步锁紧回路（4）相连的管路上连有手动升降回路（3），所述每个液压缸（5）均连有一个锁紧回路（4-3），锁紧回路（4-3）分别连有分流集流阀（4-1）和电液伺服阀（4-2），由锁紧回路（4-3）、分流集流阀（4-1）和电液伺服阀（4-2）构成对多个液压缸（5）的同步锁紧回路（4）；

所述的补油回路（1）包括电动机（1-2）、与电动机（1-2）相连的补油泵（1-3），补油泵（1-3）的入口经过滤器（1-1）与油箱管路相连，补油泵（1-3）的出口（A）经泵口单向阀（1-4）与容积调速及能量回收回路（2）管路相连，单向阀泵口（1-4）的出口（B）管路上设有与油箱相通的溢流阀（1-5）；

所述的容积调速及能量回收回路（2）包括蓄能器（2-1）、进回油液控单向阀（2-2）、进回油电磁换向阀（2-3）、安全阀（2-5）、变频调速电机（2-6）、液压泵（2-7）、液压马达（2-8）、发电机（2-9）和升降电磁换向阀（2-10）；所述的蓄能器（2-1）和进回油液控单向阀（2-2）与泵口单向阀（1-4）的出口（B）管路相连，进回油液控单向阀（2-2）的控制油口（K）与进回油电磁换向阀（2-3）的通断口（P）相连，进回油液控单向阀（2-2）的出口（A）与防吸空单向阀（2-4）的入口（B）、液压泵（2-7）的吸油口和液压马达（2-8）的出油口相连，所述的变频调速电机（2-6）与液压泵（2-7）的输入轴机械连接，所述的发电机（2-9）与液压马达（2-8）的输出轴机械连接，液压泵（2-7）的出油口与安全阀（2-5）、升降电磁换向阀（2-10）的入口（A）相连，液压马达（2-8）的进油口与升降电磁换向阀（2-10）的出口（B）相连；

所述的手动升降回路（3）包括与升降电磁换向阀（2-10）的进出口（P）管路相连的手动液压泵（3-1）、与手动液压泵（3-1）出口相连的手动下降换向阀（3-2）；

所述的同步锁紧回路（4）包括与升降电磁换向阀（2-10）的进出口（P）管路相连的分流集流阀（4-1）；所述分流集流阀（4-1）的分流口（A）与电液伺服阀（4-2）的进油口（A）相连，分流集流阀（4-1）的分流口（B）与电液伺服阀（4-3）的进油口（B）相连；所述锁紧回路（4-3）的入口与分流集流阀（4-1）的分流口相连，锁紧回路（4-3）的出口与对应的液压缸（5）的无杆腔相连。

2．根据权利要求 1 所述的多缸同步节能高效液压升降系统，其特征在于：所述的液压缸（5）为二个、三个、四个、六个、八个或十个。

3．根据权利要求 1 所述的多缸同步节能高效液压升降系统，其特征在于：所述的锁紧回路（4-3）包括锁紧液控单向阀（4-32）、与锁紧液控单向阀（4-32）的控制油口（K）相连的锁紧电磁换向阀（4-31）、与锁紧液控单向阀（4-32）并联的解锁手动换向阀（4-33）。

4．根据权利要求 1~3 任一项所述系统的多缸同步节能高效液压升降方法，其特征在于包括如下步骤：

①升降平台向上运行：控制进回油电磁换向阀（2-3）通电，打开进回油液控单向阀（2-2），进回油液控单向阀（2-2）的入口（B）与出口（A）导通，蓄能器（2-1）内的液压油在油压作用下进入液压泵（2-7）产生驱动力矩；同时，控制变频调速电机（2-6）进行变频容积调速，使液压泵（2-7）输出设定的压力和流量，液压油经过升降电磁换向阀（2-10）、分流集流阀（4-1）和锁紧液控单向阀（4-32）后进入液压缸（5）的无杆腔，使升降平台（6）向上运行；

②升降平台向下运行：控制锁紧电磁换向阀（4-31）通过电，打开锁紧液控单向阀（4-32），使锁紧液控单向阀（4-32）的出口（B）与入口（A）导通；升降电磁换向阀（2-10）得电，升降平台（6）的自重使液压缸（5）的无杆腔液压油回流，经过锁紧液控单向阀（4-32）、分流集流阀（4-1）和升降电磁换向阀（2-10）后驱动液压马达（2-8）转动，使升降平台（6）向下运行；液压马达（2-8）带动发电机（2-9）转动发电，实现能量的一次回收；从液压马达（2-8）的出油口输出的液压油经过进回油液控单向阀（2-2）储蓄在蓄能器（2-1）中，实现能量的二次回收；

③多缸上下行同步：液压油经过分流集流阀（4-1）分流后，进出各个液压缸（5）的流量大致相等；根据升降平台（6）上的倾角传感器（6-1）反馈的实时角度信号，控制电液伺服阀（4-2）将输入液压缸（5）流量较大的进油路上的油液经电液伺服阀（4-2）排放回油箱，实现多缸精确同步，从而保证升降平台（6）实时水平；

④手动调节升降平台：当液压升降系统发生断电或故障时，手动调节升降平台(6)，将解锁手动换向阀（4-33）搬至左位解锁；

若需要提升升降平台(6)，手动驱动手动液压泵（3-1）将液压油送入系统，液压油经过分流集流阀（4-1）和解锁手动换向阀（4-33）进入液压缸（5）无杆腔，使升降平台（6）上升；

若需要下降升降平台(6)，手动扳动手动下降换向阀（3-2）至左位，液压缸（5）无杆腔中的液压油经过解锁手动换向阀（4-33）、分流集流阀（4-1）和手动下降换向阀（3-2）流回油箱，使升降平台（6）下降；

调节升降平台（6）至预期位置后，手动复位解锁手动换向阀（4-33）和手动下降换向阀（3-2）至右位，使升降平台（6）锁紧。

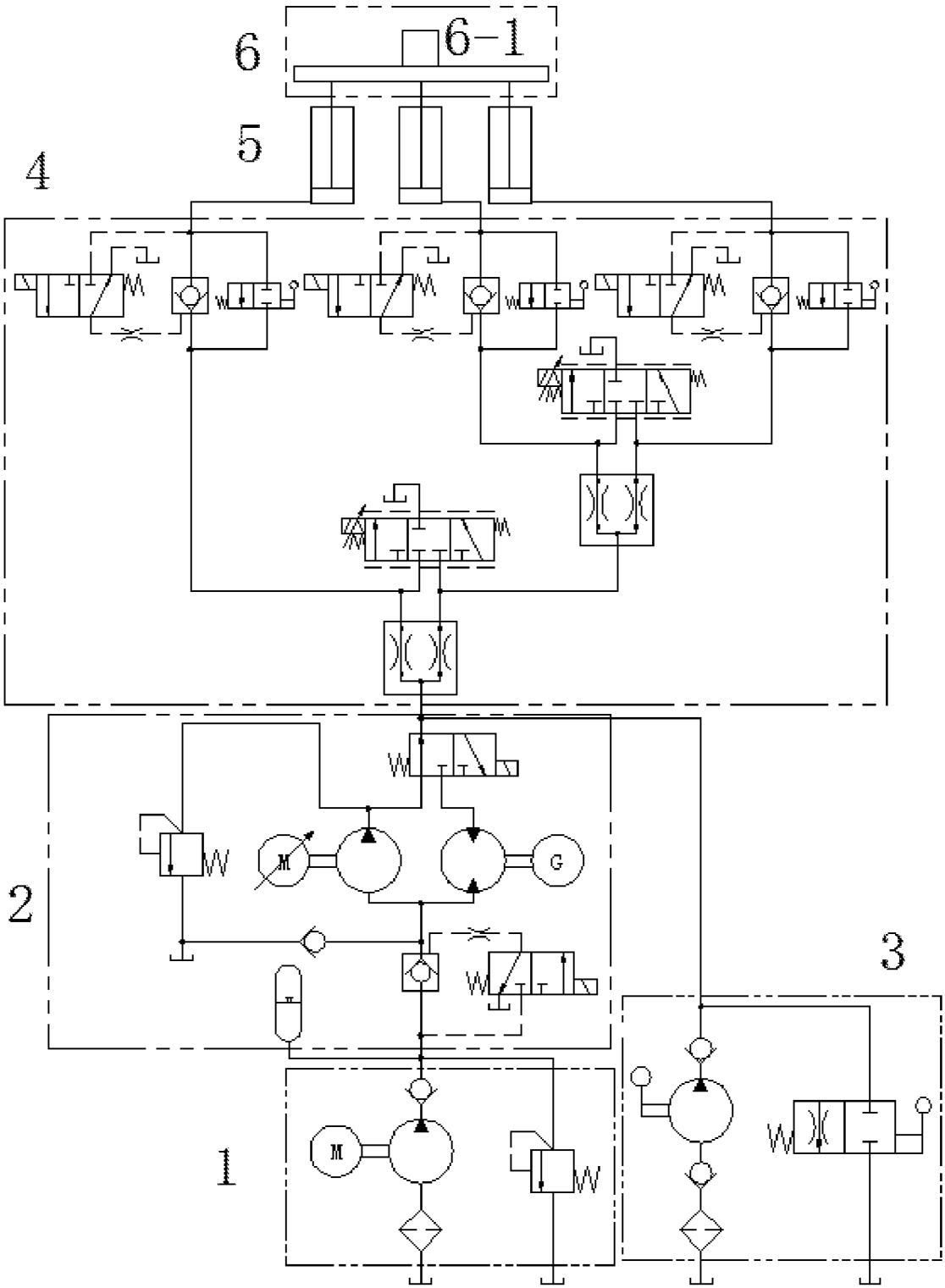


图 1

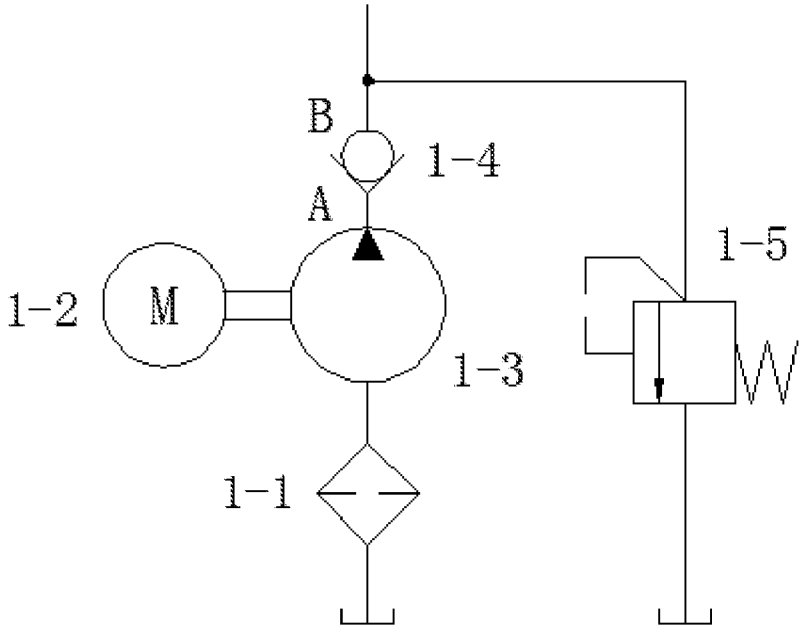


图 2

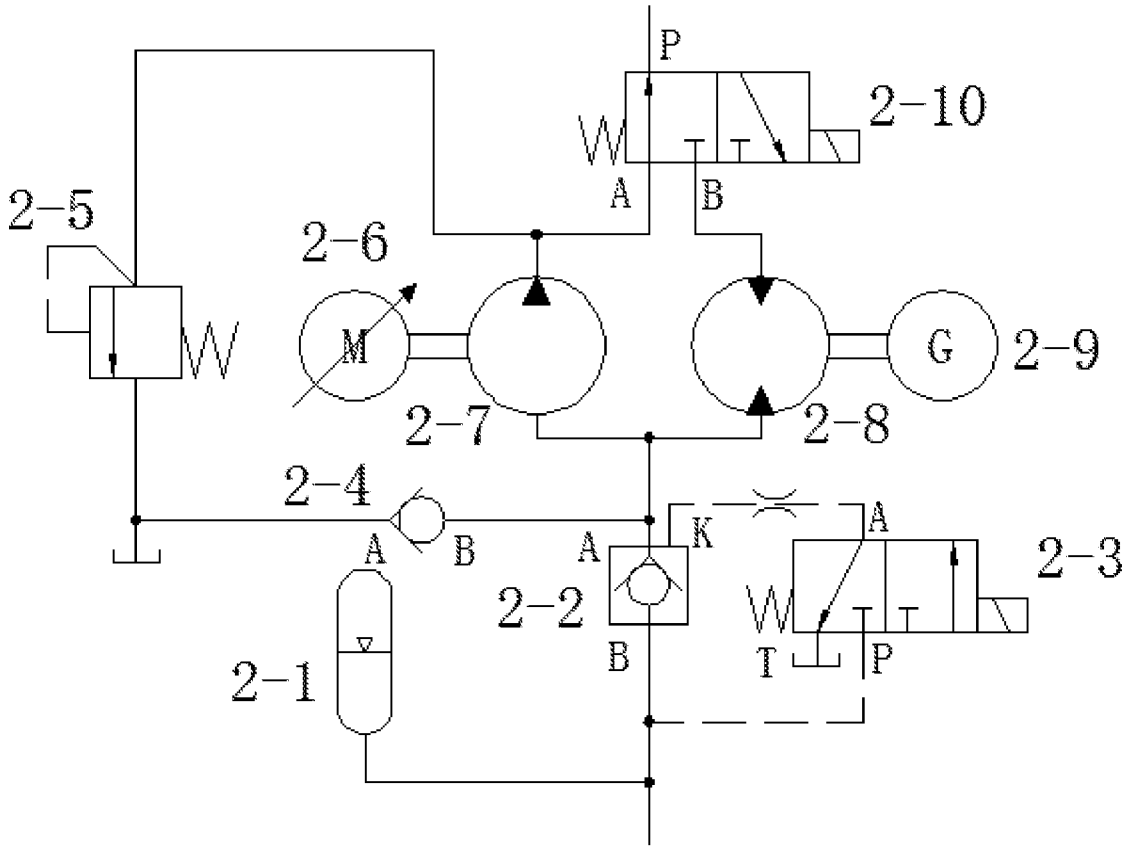


图 3

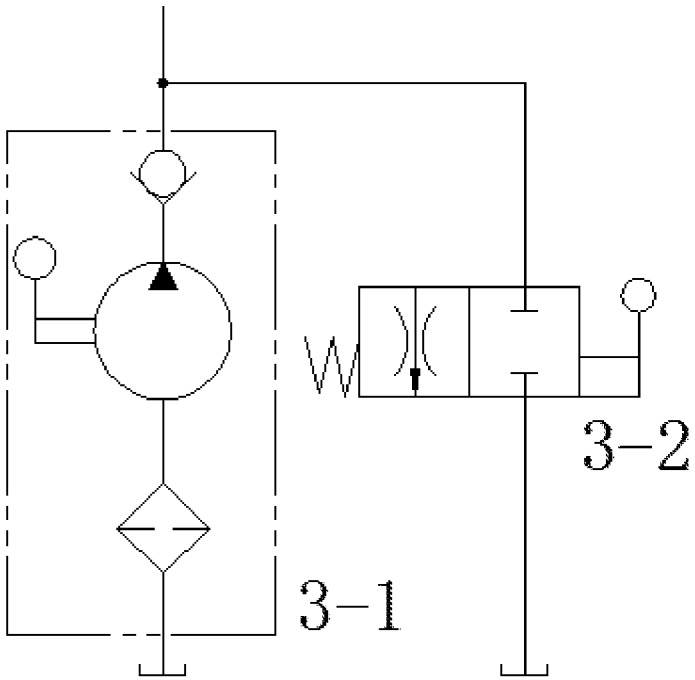


图 4

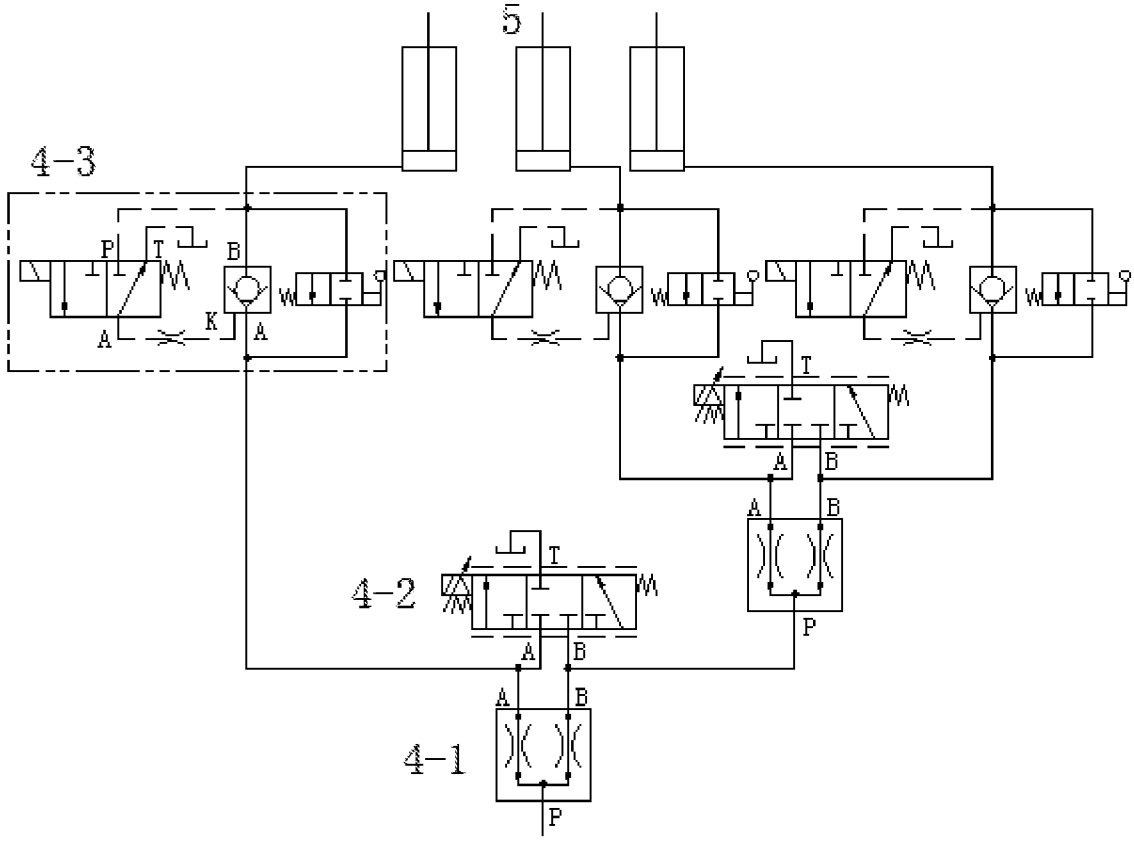


图 5

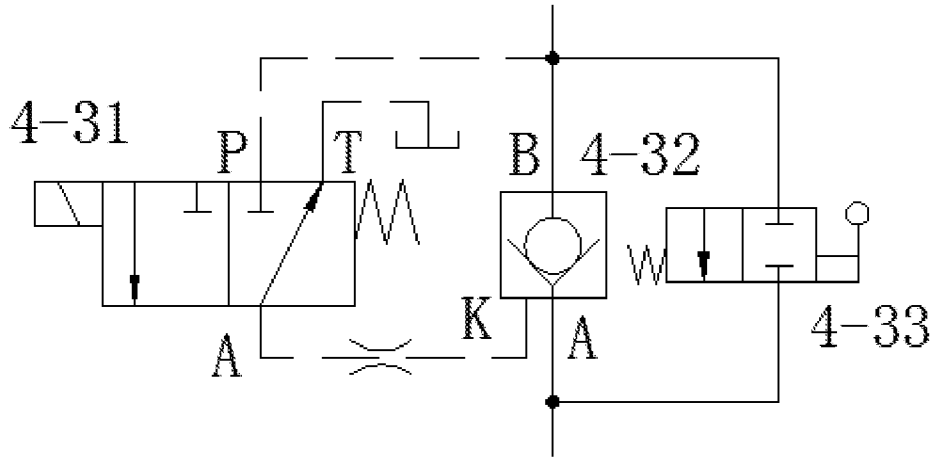


图 6

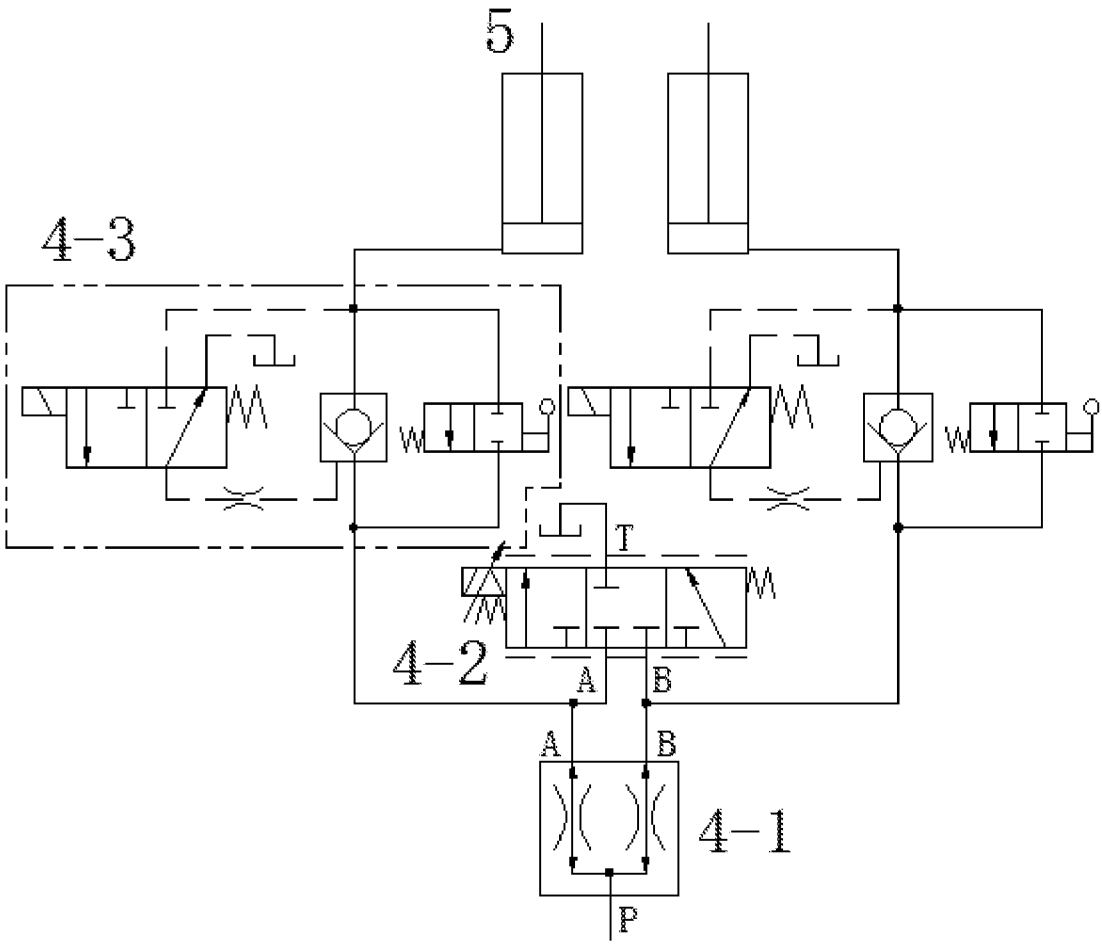


图 7

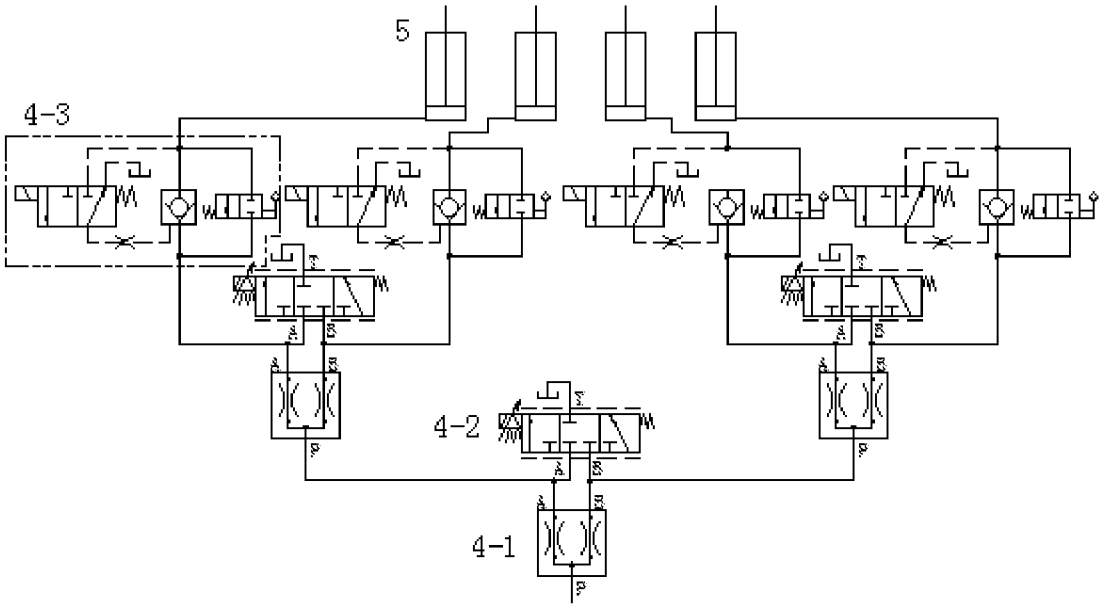


图 8

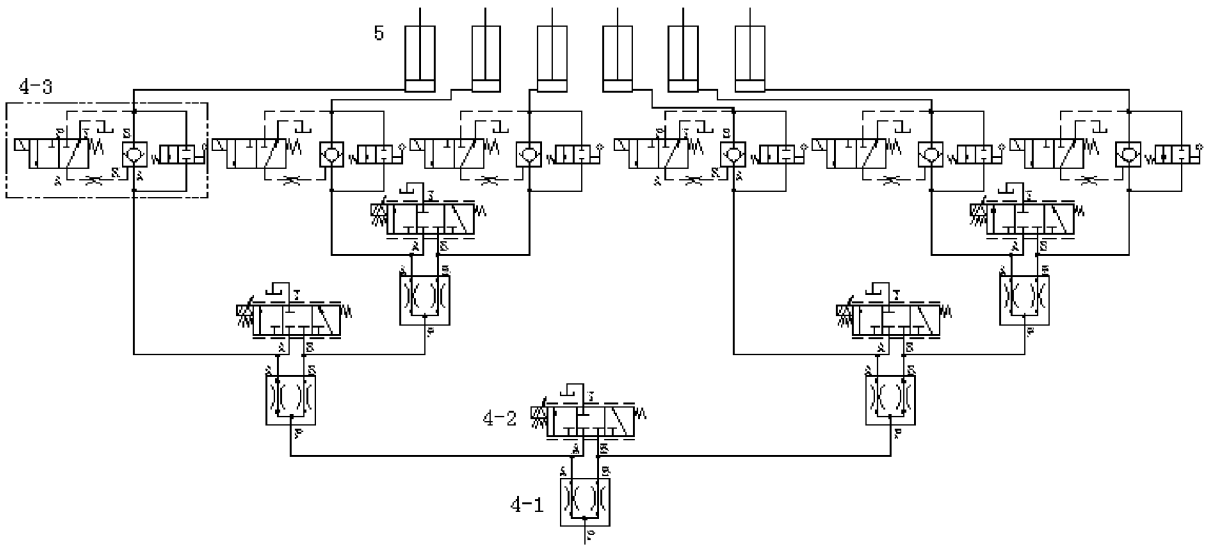


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/098171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B 11/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: multi-cylinder, synchronism, hydraulic, pressure, lift, sensor, valve, control

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 205136183 U (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 06 April 2016 (06.04.2016), claims 1-3, description, pages 3 and 4, and figures 1-9	1-3
A	CN 201882875 U (BEIJING SANY HEAVY MACHINERY CO., LTD.), 29 June 2011 (29.06.2011), description, pages 2 and 3, and figures 1 and 2	1-4
A	US 3754394 A (HYSTER CO.), 28 August 1973 (28.08.1973), the whole document	1-4
A	CA 2237945 A1 (DEERE & CO.), 04 November 1999 (04.11.1999), the whole document	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 July 2016 (04.07.2016)	**27 July 2016 (27.07.2016)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **GENG, Qian** Telephone No.: (86-10) **62085225**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/098171

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 205136183 U	06 April 2016	None	
CN 201882875 U	29 June 2011	None	
US 3754394 A	28 August 1973	None	
CA 2237945 A1	04 November 1999	US 6000315 A	14 December 1999

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/098171

A. 主题的分类

F15B 11/22(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

F15B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

WPI，EPODOC，CNPAT，CNKI：多缸，同步，液压，提升，传感器，阀，控制，multi-cylinder，synchronism，hydraulic,pressure,lift,sensor,valve,control

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
E	CN 205136183 U (中国矿业大学) 2016年 4月 6日 (2016-04-06) 权利要求1-3，说明书第3-4页，附图1-9	1-3
A	CN 201882875 U (北京市三一重机有限公司) 2011年 6月 29日 (2011-06-29) 说明书第2-3页，附图1-2	1-4
A	US 3754394 A (HYSTER CO) 1973年 8月 28日 (1973-08-28) 全文	1-4
A	CA 2237945 A1 (DEERE & CO) 1999年 11月 4日 (1999-11-04) 全文	1-4

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2016年 7月 4日	2016年 7月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	耿谦
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62085225

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/098171

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	205136183	U	2016年 4月 6日	无			
CN	201882875	U	2011年 6月 29日	无			
US	3754394	A	1973年 8月 28日	无			
CA	2237945	A1	1999年 11月 4日	US	6000315	A	1999年 12月 14日