

(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
2013 年 5 月 10 日 (10.05.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/063749 A1

- (51) 国际专利分类号:
F15B 11/04 (2006.01) *F15B 11/05* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/081590
- (22) 国际申请日: 2011 年 10 月 31 日 (31.10.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **中联重科股份有限公司 (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **湖南中联重科专用车有限责任公司 (HUNAN ZOOMLION SPECIAL VEHICLE CO., LTD)** [CN/CN]; 中国湖南省常德市鼎城区灌溪镇, Hunan 415106 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **左春庚 (ZUO, Chungeng)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **李美香 (LI, Meixiang)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361

号, Hunan 410013 (CN)。 **张劲 (ZHANG, Jin)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。 **魏星 (WEI, Xing)** [CN/CN]; 中国湖南省长沙市岳麓区银盆南路 361 号, Hunan 410013 (CN)。

(74) 代理人: **北京润平知识产权代理有限公司 (RUN-PING & PARTNERS)**; 中国北京市海淀区北四环西路 9 号、银谷大厦 515 室, Beijing 100190 (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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

[见续页]

(54) Title: HYDRAULIC CONTROL CIRCUIT

(54) 发明名称: 液压控制回路

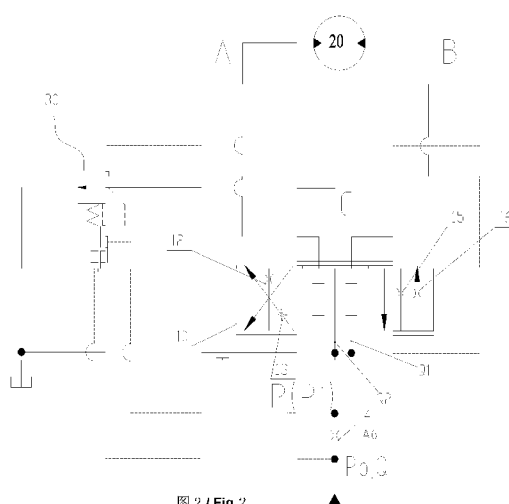


图 2 / Fig. 2

(57) **Abstract:** Provided is a hydraulic control circuit. The hydraulic control circuit comprises a directional control valve (10) having a bypass throttle loop and an actuator element (20) connected to the directional control valve. The hydraulic control circuit further comprises a valve (30). The valve is connected in series in the bypass throttle loop, so that when the actuator element starts, the flow of hydraulic oil flowing through the bypass throttle loop is made equal to the system flow supplied to the directional control valve. When the actuator element starts, the valve controls the hydraulic oil in the bypass throttle loop, so that the flow of hydraulic oil flowing through the bypass throttle loop is made equal to the system flow supplied to the directional control valve. That is to say, substantially all of the system flow supplied to the directional control valve flows to an oil tank through the bypass throttle loop, so that no hydraulic oil flows to the actuator element. Therefore, when the actuator element starts, the flow of the hydraulic oil entering the actuator element is zero at the beginning, so as to ensure the smoothness of the start.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2013/063749 A1



BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, 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, 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))。

提供了一种液压控制回路，该液压控制回路包括具有旁通节流回路的方向控制阀（10）和与该方向控制阀连接的执行元件（20），所述液压控制回路还包括阀（30），该阀串联在所述旁通节流回路中，从而能够在所述执行元件启动时，使流经所述旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给所述方向控制阀的系统流量。当执行元件启动时，利用阀对旁通节流回路中液压油的控制，从而使流经旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给方向控制阀的系统流量，也就是说，供应给方向控制阀的系统流量基本上全部通过旁通节流回路流到油箱，因而没有液压油流到执行元件，以实现在执行元件启动时，进入执行元件的液压油的流量是从零开始的，保证了启动的平稳性。

液压控制回路

技术领域

本发明涉及液压控制领域，具体地，涉及一种具有旁通节流回路的液
5 压控制回路。

背景技术

在液压传动系统中，通常还设置有速度控制回路，以满足对执行元件
的运动速度的控制要求。当前，实现执行元件的运动速度的控制可以有
10 多种方式：例如，通过改变流量控制阀的通流截面来控制 and 调节进入或流出
执行元件的流量，从而实现调速的节流调速回路；通过改变液压泵或液压
马达的排量来实现调速的容积调速回路。由于对于容积调速回路来说，通
常需要使用变量液压泵，从而会使成本升高，因此应用较多的是节流调速
回路，如利用节流阀的旁通节流回路或利用换向阀的换向阀调速回路。

15 例如，图 1 表示一种传统的液压控制回路。如图 1 所示，该液压控制
回路包括方向控制阀 10 和与该方向控制阀 10 相连的执行元件 20（如液压
马达），所述方向控制阀 10 包括具有旁通入口 P' 和旁通出口 C 的旁通节流
回路，其中，旁通入口 P' 与进油口 P 相通（即液压泵的工作液压油供应给
方向控制阀 10 的进油口 P 和旁通入口 P'），旁通出口 C 与油箱相通，所述
20 旁通节流回路的通流截面随方向控制阀 10 的开度而改变。其中，11-16 表
示方向控制阀 10 的阀芯各个端部的各个节流槽。

图 1 所示为所述液压控制回路在方向控制阀 10 处于中位时的工作状
态，在该状态下，方向控制阀 10 的工作油口（A 口和 B 口）、进油口 P 和
回油口 T 均截止，而旁通入口 P' 和旁通出口 C 接通，旁通节流回路（基本
25 上）不对流经旁通入口 P' 和旁通出口 C 的油液产生节流作用。此时，执行

元件 20 不动作，来自于液压泵（未显示）的液压油通过旁通入口 P' 和旁通出口 C 流回油箱。

如当方向控制阀 10 从图 1 所示的中位移动到左位的过程中，方向控制阀 10 的开度逐渐增大，进油口 P 与 A 口相通，B 口与回油口 T 相通，同时旁通入口 P' 和旁通出口 C 所形成的旁通节流回路的通流截面逐渐减小。此时，来自于液压泵的液压油的大部分依次流经进油口 P、进油节流槽 13、A 口，经过执行元件 20 并对该执行元件做功后，再从 B 口经过回油节流槽 11 和回油口 T 而流回油箱。而来自于液压泵的液压油小部分流经旁通入口 P'、旁通节流槽 12 和旁通出口 C 经过节流作用后流回油箱。

在系统流量是一定的情况下，执行元件 20 的运行速度（如果执行元件 20 为液压缸，则执行元件 20 的运行速度是指该液压缸的活塞杆的线性移动速度；如果执行元件 20 为液压马达，则执行元件 20 的运行速度是指液压马达的旋转速度）主要取决于系统负载以及方向控制阀 10 的开度。

具体来说，在负载一定的情况下，如果方向控制阀 10 的开度增大，则旁通入口 P' 和旁通出口 C 所形成的旁通节流回路的通流截面减小，因此，作用于执行元件 20 的液压油的流量增加，而流经旁通节流回路的液压油的流量减小，从而使执行元件 20 的运行速度加快；反之，在负载一定的情况下，如果方向控制阀 10 的开度减小，则旁通节流回路的通流截面增大，因此，作用于执行元件 20 的液压油的流量减小，而流经旁通节流回路的液压油的流量增大，从而使执行元件 20 的运行速度减慢。通过上述过程，利用方向控制阀 10 的旁通节流回路来实现对执行元件 20 的速度控制。

而在开度一定的情况下，如果系统负载增大，则会导致系统液压油的压力升高，从而使流经旁通节流回路的液压油的流量增大，但由于系统的供油量是一定的，因此必然会导致作用于执行元件 20 的液压油的流量减小，从而使执行元件 20 的运行速度减慢；反之，如果系统负载减小，则会导致系统液压油的压力降低，从而使流经旁通节流回路的液压油的流量减小，

因此必然会导致作用于执行元件 20 的液压油的流量增大，从而使执行元件 20 的运行速度加快。

通过以上分析可知，影响执行元件 20 的运行速度的主要因素为系统负载和方向控制阀 10 的开度，换句话说，作用于执行元件 20 的液压油的流量的主要影响因素为系统负载和方向控制阀 10 的开度。

因此，这种液压控制回路具有如下缺陷。

在系统处于怠速状态中时，方向控制阀 10 的阀芯处于中位，系统液压油通过旁通回路流回油箱，由于节流槽是根据怠速时设计的，因而旁通回路中的液压油的流量与系统流量相等（即此时旁通回流的通油能力与系统供油相等）。

然而，当启动执行元件 20（此时，方向控制阀 10 的阀芯刚开始移动），由于系统流量快速增大，从而导致旁通回路的通油能力小于系统供油，则多余的液压油的流量会流向执行元件 20，导致进入执行元件 20 的液压油的流量突增（即在启动执行元件 20 时，进入执行元件 20 的液压油的流量不是从零开始的）。

由于该种缺陷的存在，导致执行元件 20 在启动时会产生剧烈的抖动。

因此，传统的液压控制回路存在执行机构启动时平稳性较差的缺陷。如何提高传统的液压控制回路启动时的运行平稳性成为需要解决的技术问题。

发明内容

本发明的目的是提供一种液压控制回路，利用该液压控制回路能够在启动时获得较好的运行平稳性。

为了实现上述目的，本发明提供一种液压控制回路，该液压控制回路包括具有旁通节流回路的方向控制阀和与该方向控制阀连接的执行元件，所述液压控制回路还包括阀，该阀串联在所述旁通节流回路中，从而能够

在启动所述执行元件时，使流经所述旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给所述方向控制阀的系统流量。

优选地，在供应给所述方向控制阀的系统流量不变的情况下，所述阀能够保持流经所述执行元件的液压油的流量不变。

- 5 优选地，在所述执行元件所承受的负载增大时，所述阀相应地减小该阀的阀口的通流截面；在所述执行元件所承受的负载减小时，所述阀相应地增大该阀的阀口的通流截面，以使在所述方向控制阀具有恒定的开度的情况下，流经所述旁通节流回路的液压油的流量不变。

10 优选地，所述液压控制回路还包括油箱，所述阀为包括入口、出口以及第一控制口和第二控制口的液控流量控制阀，该液控流量控制阀的入口与所述方向控制阀的旁通出口连通，所述液控流量控制阀的出口与所述油箱连通，所述液控流量控制阀的第一控制口与所述液压控制回路的系统压力直接或间接相连，所述第二控制口与所述旁通节流回路连通并连接有作用于所述液控流量控制阀的阀芯的液压控制装置。

- 15 优选地，所述液控流量控制阀的所述第一控制口与所述方向控制阀的进油口直接连通。

20 优选地，所述液压控制装置包括节流阀和流量敏感活塞缸，所述节流阀串联在所述方向控制阀的进油路中，该流量敏感活塞缸包括密闭的活塞筒和可轴向往复移动地设置在该活塞筒中的活塞，该活塞连接有伸出于所述活塞筒的第一端壁的第一活塞杆，该第一活塞杆与所述液控流量控制阀的阀芯的弹簧连接，所述活塞与所述第一端壁之间限定有第一腔，所述活塞与所述第二端壁之间限定有第二腔，所述第一腔与所述方向控制阀的进油路的节流阀下游部分连接，所述第二腔与所述方向控制阀的进油路的节流阀上游部分连接。

- 25 优选地，所述流量敏感活塞缸的活塞还连接有沿与所述第一活塞杆相反方向伸出于所述活塞筒的第二端壁的第二活塞杆。

优选地，所述液压控制装置包括控制器和与该控制器电连接的电控阀，该电控阀的输出端连通于所述第二控制口，从而作用于所述液控流量控制阀的阀芯，所述控制器根据供应给所述方向控制阀的系统流量的流量信号来控制所述电控阀的输出端的压力。

5 优选地，所述方向控制阀为具有进油口 P、回油口 T、两个工作油口 A，B 以及构成所述旁通节流回路的旁通入口 P'和旁通出口 C 的阀，在所述旁通入口 P'和所述旁通出口 C 之间设置有旁通节流槽 15，所述进油口 P 和旁通入口 P'均与系统压力连通，所述工作油口 A，B 分别与所述执行元件 11 连通，所述旁通出口 C 与所述阀 30 连通。

10 优选地，所述执行元件为液压马达，该液压控制回路为回转控制回路。

通过上述技术方案，当执行元件启动时，即方向控制阀的阀芯开始从中位向左位或右位移动时，系统流量增加，利用阀对旁通节流回路中液压油的控制，从而使流经旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给方向控制阀的系统流量，也就是说，供应给方向控制阀的系统流量基本上全部通过旁通节流回路流到油箱，因而没有液压油流到执行元件，以实现在执行元件启动时，进入执行元件的液压油的流量是从零开始的。进而能够避免执行元件产生剧烈的抖动，实现本发明的目的。

15 本发明的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

20

附图说明

附图是用来提供对本发明的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与下面的具体实施方式一起用于解释本发明，但并不构成对本发明的限制。在附图中：

25 图 1 是根据传统的液压控制回路的示意图；

图 2 是根据本发明优选实施方式的液压控制回路的示意图；

图 3 是表示图 1 中液控流量控制阀和流量敏感活塞缸连接关系的具体示意图；

图 4 是图 3 中流量敏感活塞杆的结构示意图；

图 5 是根据本发明另一优选实施方式的液压控制回路的示意图。

5

具体实施方式

以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，并不用于限制本发明。

10 如图 2 所示，根据本发明的液压控制回路包括具有旁通节流回路的方向控制阀 10 和与该方向控制阀 10 连接的执行元件 20，所述液压控制回路还包括阀 30，该阀 30 串联在所述旁通节流回路中，从而能够在所述执行元件 20 启动时，使流经所述旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给所述方向控制阀 10 的系统流量。

15 按照该技术方案，当执行元件 20 启动时，即方向控制阀 10 的阀芯开始从中位向左位或右位移动时，系统流量 Q 增加，利用阀 30 对旁通节流回路中液压油的控制，从而使流经旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给方向控制阀 10 的系统流量，也就是说，供应给方向控制阀 10 的系统流量基本上全部通过旁通节流回路流到油箱，因而没有液压油流到执行
20 元件 20，以实现在执行元件 20 启动时，进入执行元件 20 的液压油的流量是从零开始的。进而能够避免执行元件 20 产生剧烈的抖动，实现本发明的目的。

为了实现本发明的目的，阀 30 可以具有多种形式，只要在执行元件 20 启动时能够对旁通节流回路的通流面积进行调整控制，使执行元件 20 启动
25 时进入系统压力液压油全部流入旁通节流回路即可。

例如，阀 30 可以为液控流量控制阀或电控流量控制阀，该电控流量控

制阀或液控流量控制阀可以根据系统流量的信号而动作。下文中将详细描述阀 30 的两种优选的实施方式。

优选地，当液压控制系统运行时，在供应给所述方向控制阀 10 的系统流量不变的情况下，所述阀 30 还能够保持流经所述执行元件 20 的液压油的流量不变。因而，在液压泵供应给方向控制阀的液压油的流量（即系统流量）不变的情况下，不管执行元件上承受的负载如何变化，都能够利用阀 30 使流经执行元件 20 的液压油的流量（基本上）保持不变。因而，能够使执行元件在运行过程中保持相对稳定的运行速度，从而实现稳定的运行状态。

具体来说，利用串联在旁通节流回路中的阀 30，当所述执行元件 20 所承受的负载增大时，所述阀 30 相应地减小该阀的阀口的通流截面；在所述执行元件 20 所承受的负载减小时，所述阀 30 相应地增大该阀的阀口的通流截面，以使在所述方向控制阀 10 具有恒定的开度的情况下，流经所述旁通节流回路的液压油的流量（基本）不变。这是因为，例如当执行元件 20 所承受的负载增大时，系统压力增大，系统压力的增大将推动阀 30 的阀芯移动而减小其通流面积，因此阀 30 入口的压力会上升直到阀 30 的阀芯受力重新达到平衡，这样方向控制阀 10 的供油口和阀 30 入口之间的压差基本保持不变，从而使液压油经过旁通出口的流量也基本不变。类似地，当执行元件 20 所承受的负载减小时，系统压力减小，系统压力的减小将推动阀 30 的阀芯移动而增大其通流面积，因此阀 30 的入口压力会下降直到阀 30 的阀芯受力重新达到平衡，这样方向控制阀 10 的供油口和阀 30 的入口之间的压差基本保持不变，从而使液压油经过旁通出口的流量也基本不变。

因此，不管系统负载如何变化，由于流经旁通节流回路的液压油的流量基本保持不变，且系统流量能够保持一定，因此供应给所述方向控制阀 10 的液压油的流量是基本不变的，通过方向控制阀 10 的工作油口（A 口或

B口)作用到执行元件20的液压油的流量(该流量等于供应给所述方向控制阀10的液压油的系统流量 Q 减去流经旁通节流回路的液压油的流量 Q_2)也能够保持不变,这样便可以实现用于执行元件的进油流量与负载变化无关,而只由方向控制阀10的阀芯的开度(即旁通出口的通流面积)决定。

5 能够实现本发明的技术方案的阀30可以具有多种形式。例如,优选地,如图2和图3所示,所述液压控制回路还包括油箱,所述阀30为包括入口301、出口302以及第一控制口303和第二控制口304的液控流量控制阀,该液控流量控制阀的入口301与所述方向控制阀10的旁通出口C连通,所述液控流量控制阀的出口302与所述油箱连通,从而使阀30串联在旁通节
10 油回路中。所述液控流量控制阀的第一控制口303与所述液压控制回路的系统压力直接或间接相连,从而对阀30的通流面积进行调节,以实现执行元件的进油流量与负载变化无关的目的。优选地,如图2和图3所示,所述液控流量控制阀的所述第一控制口303与所述方向控制阀10的进油口直接连通。

15 另外,所述第二控制口304与所述旁通节流回路相连通,并连接有作用于所述液控流量控制阀的阀芯的液压控制装置。因此,通过对所述弹簧的作用来对所述液控流量控制阀的阀芯位置进行适应性调整,从而实现在执行元件20启动时,进入执行元件20的液压油的流量是从零开始的。

所述液压控制装置可以具有多种形式,例如如图2、图3和图4所示,
20 所述液压控制装置包括节流阀4和流量敏感活塞缸32,所述节流阀4串联在所述方向控制阀10的进油路中,该流量敏感活塞缸32包括密闭的活塞筒329和可轴向往复移动地设置在该活塞筒329中的活塞328,该活塞328连接有伸出于所述活塞筒329的第一端壁3281的第一活塞杆327,该第一活塞杆327与所述液控流量控制阀的阀芯的弹簧连接,从而通过调整作用
25 于该弹簧上的作用力而调节液控流量控制阀的阀芯的位置,所述活塞328与所述第一端壁3281之间限定有第一腔322,所述活塞328与所述第二端

壁 3282 之间限定有第二腔 321, 所述第一腔 322 与所述方向控制阀 10 的进油路的节流阀 4 下游部分连接, 所述第二腔 321 与所述方向控制阀 10 的进油路的节流阀 4 上游部分连接。

下面参考图 3 和图 4 详细描述如何利用上述液压控制装置实现本发明的目的。

对于液控流量控制阀 (30) 来说, 流经旁通节流回路的液压油从旁通出口 C 流到入口 301, 然后从出口 302 流回油箱。在第一控制口 303, 液压油的控制压力为进入方向控制阀 10 的系统压力 P, 控制面积为 A1。在第二控制口 304, 由于该第二控制口 304 与旁通节流回路相通, 因而液压油的控制压力为进入液控流量控制阀的入口 301 的液压油的压力 P2 和该阀 30 的阀芯的弹簧的弹性力 F_o 之和, 控制面积为 A2。因此, 对于液控流量控制阀而言, 力平衡方程为 $P \cdot A_1 = P_2 \cdot A_2 + F_o$ (公式 1)。由于 $A_1 = A_2$, 令 $A_1 = A_2 = A$, 则可以得出, $P - P_2 = F_o / A$ 。因为对于具体的阀 30 来说, A 为恒定的, 因此 $P - P_2$ 为一常量。即经过旁通节流回路的节流作用后, 液压油的压力差为固定的。具体来说, 旁通节流槽 12 和 15 两侧的液压油的压力差为固定的, 不受负载的影响。因此实现在供应给所述方向控制阀 10 的系统流量不变的情况下, 流经旁通节流回路的液压油的流量保持不变, 进而保持流经所述执行元件 20 的液压油的流量不变。实现执行元件的进油流量与负载变化无关的目的。

因此, 与图 1 所示的传统的液压控制回路中需要设置回油节流槽 11 和 14 以减缓负载对系统的冲击不同, 在图 2 所示的液压控制回路中, 不需要设置回油节流槽 11 和 14, 从而去除了背压, 使系统压力也相应地降低, 以提高系统效率并降低维护成本。

对于流量敏感活塞缸 32 来说, 假设节流阀 4 的通流面积为 A6, 则节流阀 4 前后的压差 $P_o - P$ 随着方向控制阀 10 的进油路的流量的增大而增大

(根据小孔流量公式可知: $Q = C_d * A_6 * \sqrt{\frac{2 * (P_o - P)}{\rho}}$, 其中 C_d 为流量系数,

ρ 为液压油密度)。由于所述第一腔 322 与所述方向控制阀 10 的进油路的节流阀 4 下游部分连接, 因而第一腔 322 引入进入方向控制阀 10 的进油口的压力 P , 控制面积为 A_5 ; 由于所述第二腔 321 与所述方向控制阀 10 的进油路的节流阀 4 上游部分连接, 因而第二腔 321 引入系统压力 P_o , 控制面积为 A_4 。显然, 上述压力 P_o 是在节流阀 4 上游的系统液压油的压力, 而压力 P 是经过节流阀 4 后 (下游) 的液压油的压力。

因此, 活塞 328 的力平衡公式为: $P_o * A_4 = P * A_5 + F_o$ (公式 2)。由于第一活塞杆 327 的存在, 导致第一腔 322 的控制面积 A_5 与第二腔 321 的控制面积 A_4 稍有误差。在该误差可以忽略的前提下, 即 $A_4 = A_5$, 并令 $A_4 = A_5 = A'$ 。则根据上述公式 2 可知, $F_o = (P_o - P) * A'$ 。因而, 当使执行元件 20 启动时, 系统流量 Q 增大, 则节流阀 4 两侧的压力差 $P_o - P$ 增大, 进而使 F_o 增大, 使旁通节流回路中液压油的压力差 $P - P_2$ 增大, 从而增大流经旁通节流回路中液压油的流量。通过合理地设计上述各个参数, 能够实现在使执行元件 20 启动时, 旁通节流回路中液压油的流量增大到与系统流量相同, 从而实现本发明的目的。

如下为计算过程: 流经旁通节流回路的液压油的流量为 Q_2 , 其中,

$$\begin{aligned} Q_2 &= C_d * A_3 * \sqrt{\frac{2 * (P - P_2)}{\rho}} \\ &= C_d * A_3 * \sqrt{\frac{2 * F_o}{\rho * A}} \\ &= C_d * A_3 * \sqrt{\frac{2 * (P_o - P) * A'}{\rho * A}} \\ &= Q * A_3 * \sqrt{\frac{A'}{A}} / A_6 \end{aligned}$$

则流经执行元件 20 的液压油的流量 $Q_1 = Q - Q_2$, 其中:

A——压力补偿阀 31 的力控制面积；

A' ——流量敏感活塞 32 的控制面积；

A3——旁通节流回路（旁通节流槽 12 或 15）的通流面积；

A6——节流阀 4 的通流面积。

5 上述 A、A' 和 A6 为固定值，A3 随着方向控制阀 10 的开度的增大而减小。因而，随着方向控制阀 10 的开度逐渐增大，由于旁通节流槽 12 或 15 的通流面积逐渐减小，因而，通过旁通回路的流量逐渐减少，直到方向控制阀 10 到达左位或右位（这时，根据需要，旁通回路有部分液压油通过或者没有液压油通过）。而当方向控制阀 10 的开度为定值，系统流量 Q 为定值时，则流经旁通节流回路的液压油的流量 Q2 也为定值，所以进入执行元
10 件 20 的液压油的流量 Q1 也为定值。即当系统流量 Q 为定值时，进入执行元件 20 的液压油的流量只与方向控制阀 10 的开度有关；当方向控制阀 10 的开度为定值，A3 为定值，系统流量 Q 增大时，流经旁通节流回路的液压油的流量 Q2 增大，通过合理设计上述各个参数，能够在执行元件 20 启动
15 时，使得流经旁通节流回路的液压油的流量 Q2 等于系统流量 Q，即进入执行元件 20 的流量 Q1 可以从零开始。

 优选情况下，如图 4 所示，所述流量敏感活塞缸 32 的活塞 328 还连接有沿与所述第一活塞杆 327 相反方向伸出于所述活塞筒 329 的第二端壁 3282 的第二活塞杆 326，从而使第一腔 322 的控制面积 A5 与第二腔 321 的
20 控制面积 A4 保持一致，以减少误差的存在。

 上述液压控制装置并不限于此，如图 5 所示，所述液压控制装置可以包括控制器 50 和与该控制器 50 电连接的电控阀 40，该电控阀 40 的输出端连通于所述液控流量控制阀的第二控制口 304，从而作用于所述液控流量控制阀的阀芯，所述控制器 50 根据系统压力液压油的流量信号（即系
25 统流量 Q）来控制所述电控阀 40 的输出端的压力。优选地，所述电控阀 40 为电磁比例减压阀。

因此，当控制器 50 获知执行元件 20 启动时（即系统流量 Q 增大时），该控制器 50 能使电控阀 40 动作，以调整液控流量控制阀的阀芯的位置，从而使流经旁通节流回路的液压油的流量 Q_2 增大到与系统流量 Q 相等的水平，实现本发明的目的。

5 优选地，如图 2 所示，所述方向控制阀 10 为具有所述进油口 P、回油口 T、两个工作油口 A、B 以及构成所述旁通节流回路的旁通入口 P' 和旁通出口 C 的阀（如三位六通阀），在所述旁通入口 P' 和所述旁通出口 C 之间设置有旁通节流槽 12、15，所述进油口 P 和旁通入口 P' 均与系统压力（如所述液压泵所泵压的系统液压油）连通，所述工作油口 A、B 分别与所述执行元件 11 连通，所述回油口 T 与所述油箱连通，所述旁通出口 C 与所述阀 30 连通，进而与所述油箱连通。

具体来说，如图 2 所示，在所述方向控制阀 10 处于第一位置（图 1 中的左位）时，所述进油口 P 与一个工作油口 A 连通，所述回油口 T 与另一工作油口 B 连通，所述旁通节流回路截止（旁通节流槽 12 的通流面积最小，即关闭）；在所述方向控制阀 10 处于第二位置（图 2 中的右位）时，所述进油口 P 与所述另一个工作油口 B 连通，所述回油口 T 与所述一个油口 A 连通，所述旁通节流回路截止（旁通节流槽 15 的通流面积最小，即关闭）；在所述方向控制阀 10 处于中间位置时，所述进油口 P 和回油口 T 均截止，所述旁通入口 P' 与所述旁通出口 C 通过所述旁通节流槽连通（此时，该旁通节流槽的通流面积最大）。

优选地，所述执行元件 11 可以为液压马达，该液压控制回路为回转控制回路。

以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明的保护范围。

另外需要说明的是，在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征，在不矛盾的情况下，可以通过任何合适的方式进行组合，而限于权利要求书中各项权利要求的引用关系。为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

- 5 此外，本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合，只要其不违背本发明的思想，其同样应当视为本发明所公开的内容。

权利要求

1. 一种液压控制回路，该液压控制回路包括具有旁通节流回路的方向控制阀（10）和与该方向控制阀（10）连接的执行元件（20），其特征在于，所述液压控制回路还包括阀（30），该阀（30）串联在所述旁通节流回路中，
5 从而能够在启动所述执行元件（20）时，使流经所述旁通节流回路中的液压油的流量能够等于供应给所述方向控制阀（10）的系统流量。

2. 根据权利要求 1 所述的液压控制回路，其特征在于，在供应给所述方向控制阀（10）的系统流量不变的情况下，所述阀（30）能够保持流经
10 所述执行元件（20）的液压油的流量不变。

3. 根据权利要求 2 所述的液压控制回路，其特征在于，在所述执行元件（20）所承受的负载增大时，所述阀（30）相应地减小该阀（30）的阀口的通流截面；在所述执行元件（20）所承受的负载减小时，所述阀（30）
15 相应地增大该阀（30）的阀口的通流截面，以使在所述方向控制阀（10）具有恒定的开度的情况下，流经所述旁通节流回路的液压油的流量不变。

4. 根据权利要求 1 所述的液压控制回路，其特征在于，所述液压控制回路还包括油箱，所述阀（30）为包括入口（301）、出口（302）以及第一
20 控制口（303）和第二控制口（304）的液控流量控制阀，该液控流量控制阀的入口（301）与所述方向控制阀（10）的旁通出口（C）连通，所述液控流量控制阀的出口（302）与所述油箱连通，所述液控流量控制阀的第一控制口（303）与所述液压控制回路的系统压力直接或间接相连，所述第二控制口（304）与所述旁通节流回路连通并连接有作用于所述液控流量控制
25 阀的阀芯的液压控制装置。

5. 根据权利要求 4 所述的液压控制回路，其特征在于，所述液控流量控制阀的所述第一控制口与所述方向控制阀（10）的进油口直接连通。

6. 根据权利要求 4 所述的液压控制回路，其特征在于，所述液压控制装置包括节流阀（4）和流量敏感活塞缸（32），所述节流阀（4）串联在所述方向控制阀（10）的进油路中，该流量敏感活塞缸（32）包括密闭的活塞筒（329）和可轴向往复移动地设置在该活塞筒（329）中的活塞（328），该活塞（328）连接有伸出于所述活塞筒（329）的第一端壁（3281）的第一活塞杆（327），该第一活塞杆（327）与所述液控流量控制阀的阀芯的弹簧连接，所述活塞（328）与所述第一端壁（3281）之间限定有第一腔（322），所述活塞（328）与所述第二端壁（3282）之间限定有第二腔（321），所述第一腔（322）与所述方向控制阀（10）的进油路的节流阀（4）下游部分连接，所述第二腔（321）与所述方向控制阀（10）的进油路的节流阀（4）上游部分连接。

15

7. 根据权利要求 6 所述的液压控制回路，其特征在于，所述流量敏感活塞缸（32）的活塞（328）还连接有沿与所述第一活塞杆（327）相反方向伸出于所述活塞筒（329）的第二端壁（3282）的第二活塞杆（326）。

20

8. 根据权利要求 4 所述的液压控制回路，其特征在于，所述液压控制装置包括控制器（50）和与该控制器（50）电连接的电控阀（40），该电控阀（40）的输出端与所述第二控制口（304）连通，以作用于所述液控流量控制阀的阀芯，所述控制器（50）根据供应给所述方向控制阀（10）的系统流量的流量信号来控制所述电控阀（40）的输出端的压力。

25

9. 根据权利要求 1-8 中任意一项所述的液压控制回路，其特征在于，

所述方向控制阀(10)为具有进油口(P)、回油口(T)、两个工作油口(A, B)以及构成所述旁通节流回路的旁通入口(P')和旁通出口(C)的阀, 在所述旁通入口(P')和所述旁通出口(C)之间设置有旁通节流槽, 所述进油口(P)和旁通入口(P')均与系统压力连通, 所述工作油口(A, B) 5 分别与所述执行元件(11)连通, 所述旁通出口(C)与所述阀(30)连通。

10. 根据权利要求9所述的液压控制回路, 其特征在于, 所述在所述方向控制阀(10)处于第一位置时, 所述进油口(P)与一个工作油口(A)连通, 所述回油口(T)与另一工作油口(B)连通, 所述旁通节流回路截止; 10

在所述方向控制阀(10)处于第二位置时, 所述进油口(P)与所述另一个工作油口(B)连通, 所述回油口(T)与所述一个油口(A)连通, 所述旁通节流回路截止;

在所述方向控制阀(10)处于中间位置时, 所述进油口(P)和回油口(T)均截止, 所述旁通入口(P')与所述旁通出口(C)通过所述旁通节流槽连通。 15

11. 根据权利要求1所述的液压控制回路, 其特征在于, 所述执行元件(20)为液压马达, 该液压控制回路为回转控制回路。

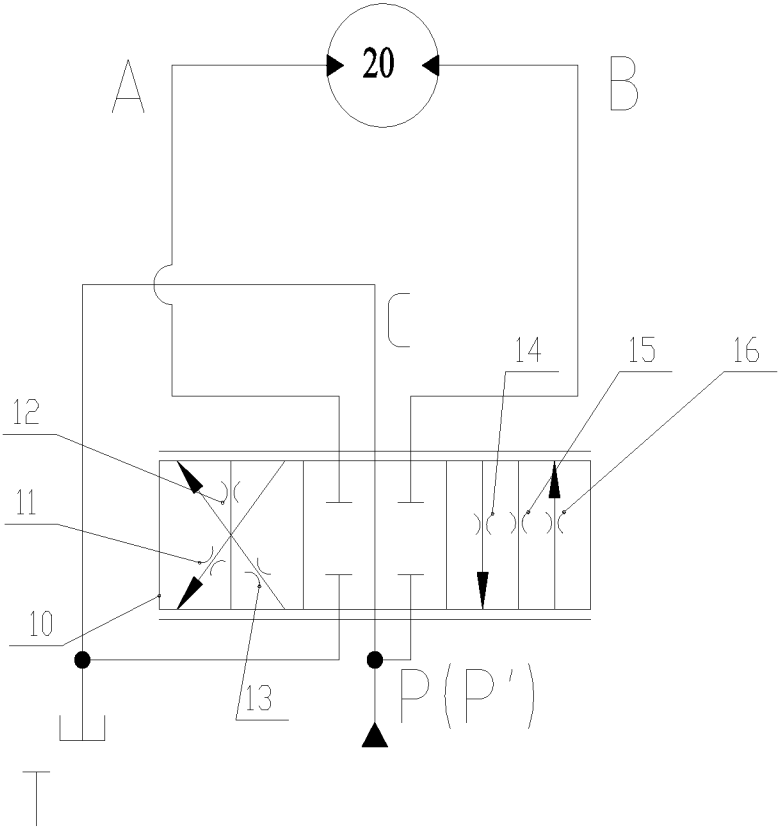


图 1

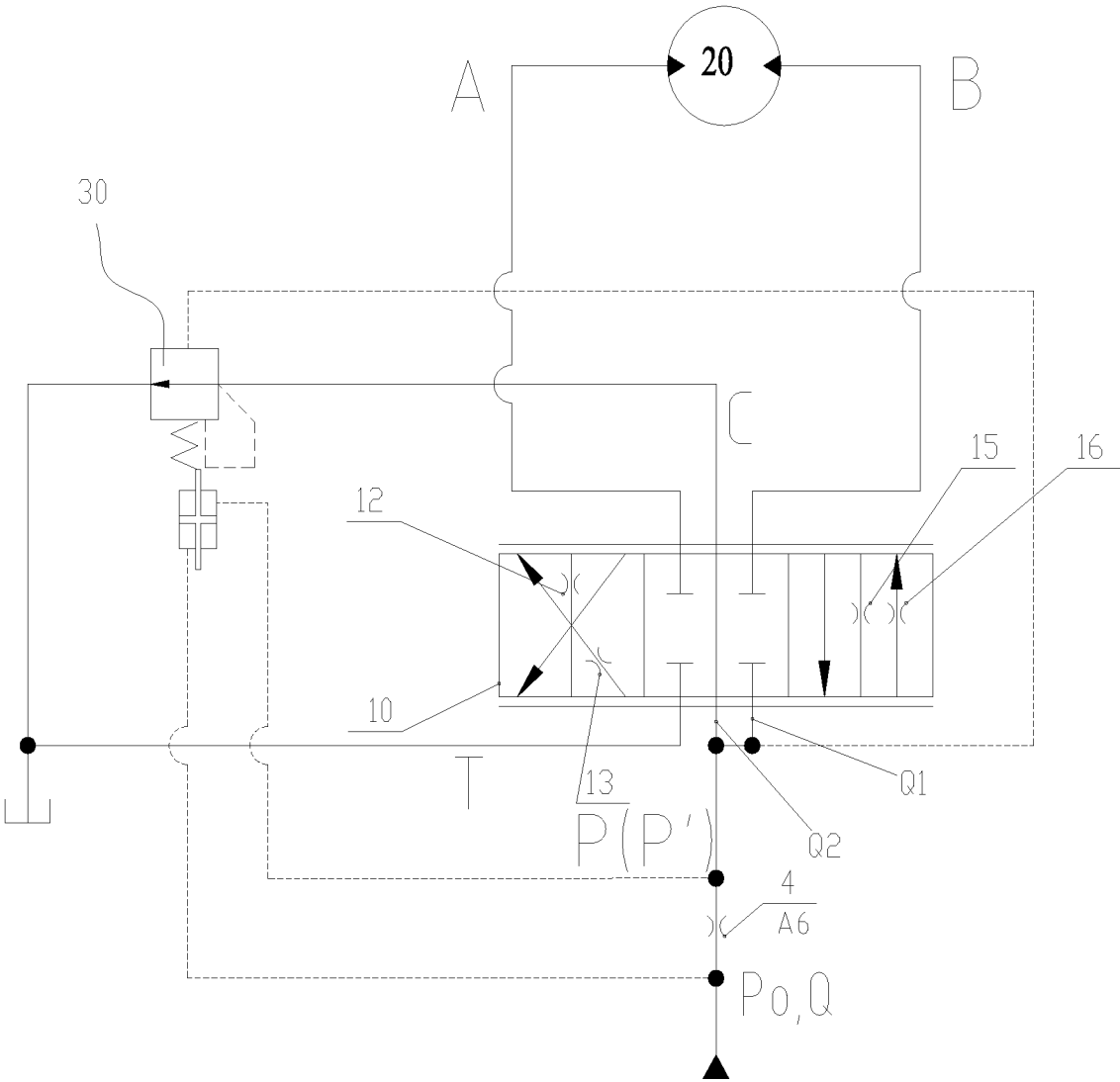


图 2

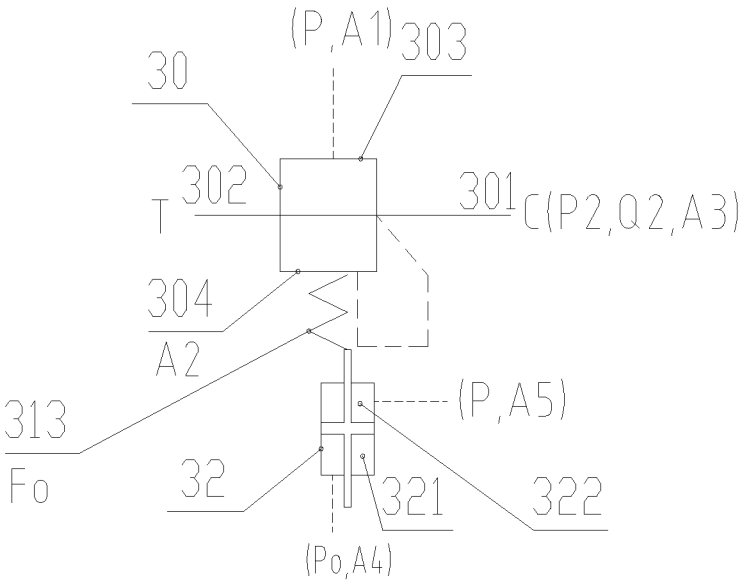


图 3

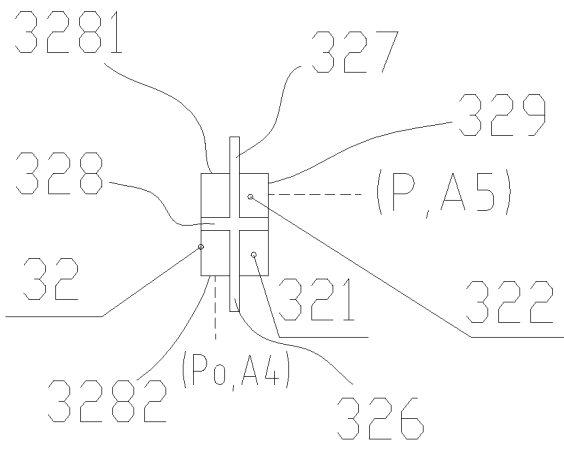


图 4

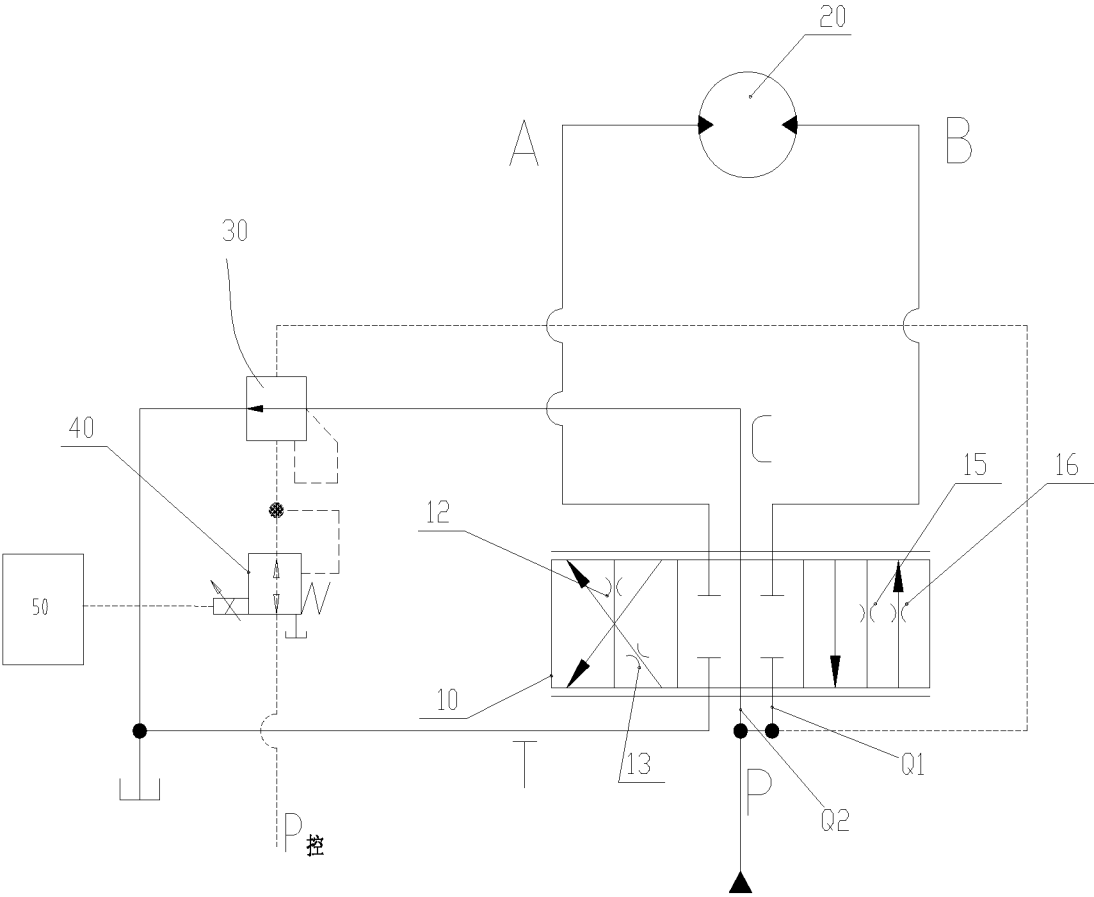


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/081590

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: F15B, F16D, E02F, F16K

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, CNPAT, CNKI, VEN, CNTXT, EPTXT, USTXT: hydraulic, bypass, by pass, fluid, flow, flux, oil, valve, throttle, reduce, relief, control, regulate, adjust, passage, channel, pipeline, passageway, actuator, motor, cylinder

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 102374203 A (ZOOMLION HEAVY INDUSTRY SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 Mar. 2012 (14.03.2012) see the description, paragraphs [0001]-[0006], figures 1-5	1-11
X	US 5046309 A (SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD.) 10 Sept. 1991 (10.09.1991) see the description, column 3, line 60-column 14, line 30, figures 1-3	1, 2, 11
Y		3, 9, 10
Y	CN 1167887 C (HITACHI CONSTR., MACHINERY CO., LTD.) 22 Sept. 2004 (22.09.2004) see the description, page 11, line 4-page 13, line 5, figures 7-9	3, 9, 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 20 Jul. 2012 (20.07.2012)	Date of mailing of the international search report 02 Aug. 2012 (02.08.2012)
Name and mailing address of the ISA 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 LIU, Jingyi Telephone No. (86-10) 62085239

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/081590

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11093904 A (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) 06 Apr. 1999 (06.04.1999) see the whole document	1-11
A	JP 2011085159 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY) 28 Apr. 2011 (28.04.2011) see the whole document	1-11
A	WO 2010074507 A2 (DOOSAN INFRACORE CO., LTD., <i>et al.</i>) 01 Jul. 2010 (01.07.2010) see the whole document	1-11
A	CN 101230869 A (KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 30 Jul. 2008 (30.07.2008) see the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/081590

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102374203 A	14.03.2012	None	
US 5046309 A	10.09.1991	CA 2034613 A1	23.07.1991
		EP 0440070 A2	07.08.1991
		JPH 0396404 U	02.10.1991
		JPH 0399202 U	16.10.1991
		JP 7054642 Y2	18.12.1995
		US 5101628 A	07.04.1992
		DE 69109877 T2	23.11.1995
CN 1167887 C	22.09.2004	CN 1184899 A	17.06.1998
		EP 0848113 A1	17.06.1998
		JP 10169604 A	23.06.1998
		JP 3549989 B2	04.08.2004
		KR 100228539 B1	01.11.1999
		US 5974796 A	02.11.1999
		DE 69720382 T2	05.02.2004
JP 11093904 A	06.04.1999	JP 3703268 B2	05.10.2005
JP 2011085159 A	28.04.2011	None	
WO 2010074507 A2	01.07.2010	KR 20110100289 A	09.09.2011
		EP 2381115 A2	26.10.2011
		US 2011262287 A1	27.10.2011
		CN 102265041 A	30.11.2011
CN 101230869 A	30.07.2008	US 2008173014 A1	24.07.2008
		US 7818968 B2	26.10.2010
		EP 1950422 A2	30.07.2008
		JP 2008180287 A	07.08.2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/081590

Continuation of: second sheet

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F15B 11/04 (2006.01) i

F15B 11/05 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2011/081590

A. 主题的分类

参见附加页

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)

IPC: F15B, F16D, E02F, F16K

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, CNPAT, CNKI, VEN, CNTXT, EPTXT, USTXT 液压, 旁通, 旁路, 流量, 阀, 节流, 控制, 调节, 通道, 通路, 管路, 执行元件 hydraulic, bypass, by pass, fluid, flow, flux, oil, valve, throttle, reduce, relief, control, regulate, adjust, passage, channel, pipeline, passageway, actuator, motor, cylinder

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	CN102374203A (中联重科股份有限公司) 14.3 月 2012 (14.03.2012) 参见说明书第 0001-0066 段, 图 1-5	1-11
X	US5046309A (SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD.) 10.9 月 1991 (10.09.1991) 参见说明书第 3 栏第 60 行-第 14 栏第 30 行, 图 1-3	1, 2, 11
Y	同上	3, 9, 10
Y	CN1167887C (日立建机株式会社) 22.9 月 2004 (22.09.2004) 参见说明书第 11 页第 4 行-第 13 页第 5 行, 图 7-9	3, 9, 10
A	JP11093904A (KAYABA INDUSTRY CO., LTD.) 06.4 月 1999 (06.04.1999) 参见全文	1-11

☒ 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

20.7 月 2012 (20.07.2012)

国际检索报告邮寄日期

02.8 月 2012 (02.08.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

刘景逸

电话号码: (86-10) **62085239**

C(续). 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
A	JP2011085159A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY) 28.4 月 2011 (28.04.2011) 参见全文	1-11
A	WO2010074507A2 (DOOSAN INFRACORE CO., LTD., 等) 01.7 月 2010 (01.07.2010) 参见全文	1-11
A	CN101230869A (神钢建设机械株式会社) 30.7 月 2008 (30.07.2008) 参见全文	1-11

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/081590

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102374203A	14.03.2012	无	
US5046309A	10.09.1991	CA2034613A1	23.07.1991
		EP0440070A2	07.08.1991
		JPH0396404U	02.10.1991
		JPH0399202U	16.10.1991
		JP7054642Y2	18.12.1995
		US5101628A	07.04.1992
		DE69109877T2	23.11.1995
CN1167887C	22.09.2004	CN1184899A	17.06.1998
		EP0848113A1	17.06.1998
		JP10169604A	23.06.1998
		JP3549989B2	04.08.2004
		KR100228539B1	01.11.1999
		US5974796A	02.11.1999
		DE69720382T2	05.02.2004
JP11093904A	06.04.1999	JP3703268B2	05.10.2005
JP2011085159A	28.04.2011	无	
WO2010074507A2	01.07.2010	KR20110100289A	09.09.2011
		EP2381115A2	26.10.2011
		US2011262287A1	27.10.2011
		CN102265041	30.11.2011
CN101230869A	30.07.2008	US2008173014A1	24.07.2008
		US7818968B2	26.10.2010
		EP1950422A2	30.07.2008
		JP2008180287A	07.08.2008

续：第 2 页，A 主题的分类

F15B 11/04 (2006.01)i

F15B 11/05 (2006.01)i