

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610032361.X

[43] 公开日 2007 年 3 月 21 日

[51] Int. Cl.
E04G 21/02 (2006.01)
F16F 15/027 (2006.01)

[11] 公开号 CN 1932215A

[22] 申请日 2006.9.30

[21] 申请号 200610032361.X

[71] 申请人 三一重工股份有限公司

地址 410100 湖南省长沙市长沙经济技术开发区三一工业城

[72] 发明人 易小刚 刘永红 彭国成 郭承志
缪雄辉

[74] 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所
代理人 赵洪

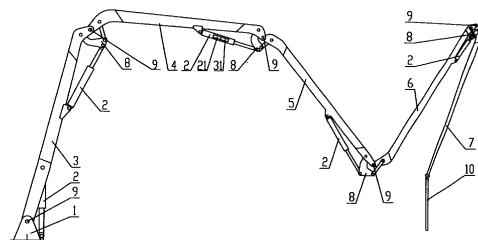
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法及装置

[57] 摘要

本发明公开了一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法及装置，臂架油缸与抑振油缸连接，通过压力监测单元实时监测臂架油缸和/或抑振油缸中油液的压力信息，将采集到的油液压力信号传送给抑振油缸控制单元，抑振油缸控制单元对其进行分析、处理后，反复调节抑振油缸中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸产生脉动振动，脉动振动造成的臂架末端振动幅值小于或等于由混凝土不连续输送造成的臂架末端振动的幅值，且相位相反。本发明是一种结构简单、操作简便、能够有效抑制臂架振动的用于混凝土泵车振动干扰的方法及装置。



1、一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法，其特征在于：臂架油缸（2）与抑振油缸（21）连接，通过压力监测单元实时监测臂架油缸（2）和/或抑振油缸（21）中油液的压力信息，将采集到的油液压力信号传送给抑振油缸控制单元（72），抑振油缸控制单元（72）对其进行分析、处理后，反复调节抑振油缸（21）中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸（21）产生脉动振动，所述抑振油缸（21）的脉动振动引起臂架末端产生脉动振动，臂架末端脉动振动幅值小于或等于由混凝土不连续输送造成的臂架末端振动的幅值，且相位相反。

2、根据权利要求1所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法，其特征在于：所述臂架油缸（2）与抑振油缸（21）通过管路相连，臂架油缸（2）的有杆腔和无杆腔分别与抑振油缸（21）的有杆腔和无杆腔连通，抑振油缸控制单元（72）反复调节抑振油缸（21）中有杆腔和无杆腔的容积，则改变臂架油缸（2）中有杆腔和无杆腔的容积，使臂架油缸（2）产生脉动振动。

3、根据权利要求1所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法，其特征在于：所述臂架油缸（2）与抑振油缸（21）之间刚性连接，抑振油缸控制单元（72）反复调节抑振油缸（21）中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸（21）产生脉动振动，所述抑振油缸（21）的脉动振动引起臂架末端产生脉动振动。

4、根据权利要求1或2或3所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法，其特征在于：臂架油缸（2）和/或抑振油缸（21）中活塞杆的位移信息由监测单元进行实时监测，将采集到的位移信号传送给抑振油缸控制单元（72），控制单元（72）对其进行分析、处理后，结合臂架油缸（2）和/或抑振油缸（21）中油液的压力信息，反复调节抑振油缸（21）中有杆腔和无杆腔的容积。

5、一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：它包括臂架油缸（2）、臂架油缸控制单元（71）、抑振油缸（21）、抑振油缸控制单元（72）以及监测单元，所述臂架油缸（2）与抑振油缸（21）相连，臂架油缸控制单元（71）与臂架油缸（2）相连，抑振油缸控制单元（72）与抑振油缸（21）相连，用来实时监测臂架油缸（2）和/或抑振油缸（21）中油液压力信息的监测单元与抑振油缸控制单元（72）相连。

6、根据权利要求5所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述臂架油缸（2）与抑振油缸（21）刚性连接。

7、根据权利要求6所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述臂架油缸（2）上的臂架油缸无杆腔（12）与抑振油缸（21）上的抑振油缸无杆腔（22）

固接，臂架油缸无杆腔（12）与抑振油缸无杆腔（22）之间设有分隔板（19）。

8、根据权利要求 6 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸（21）的活塞杆（25）与臂架油缸（2）固接。

9、根据权利要求 6 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述臂架油缸（2）的活塞杆（15）与抑振油缸（21）固接。

10、根据权利要求 6 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸（21）的活塞杆（25）与臂架油缸（2）的活塞杆（15）固接。

11、根据权利要求 6 至 10 中任意一项中所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸控制单元（72）包括抑振控制器（44）和抑振电磁阀（43），抑振控制器（44）通过抑振电磁阀（43）与抑振油缸（21）相连，抑振控制器（44）与监测单元相连。

12、根据权利要求 5 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述臂架油缸（2）的臂架油缸有杆腔（14）和臂架油缸无杆腔（12）通过管路分别与抑振油缸（21）的抑振油缸有杆腔（24）和抑振油缸无杆腔（22）相连。

13、根据权利要求 12 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸控制单元（72）包括抑振控制器（44）、抑振电磁阀（43）以及控制油缸（31），抑振控制器（44）通过抑振电磁阀（43）与控制油缸（31）相连，抑振控制器（44）与监测单元相连，所述控制油缸（31）的控制活塞杆（34）与抑振油缸（21）中的抑振活塞杆（25）相连。

14、根据权利要求 12 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸控制单元（72）包括抑振控制器（44）、抑振电磁阀（43）、液压马达（51）以及力矩变换机构（50），抑振控制器（44）通过抑振电磁阀（43）与液压马达（51）相连，抑振控制器（44）与监测单元相连；所述液压马达（51）通过力矩变换机构（50）与抑振油缸（21）的抑振活塞杆（25）相连。

15、根据权利要求 12 所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述抑振油缸控制单元（72）包括弹簧阻尼装置（52）、弹簧阻尼控制器（53）以及抑振控制器（44），所述抑振控制器（44）与监测单元相连，抑振控制器（44）通过弹簧阻尼控制器（53）与弹簧阻尼装置（52）相连。

16、根据权利要求 12 至 15 中任意一项所述的用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：所述臂架油缸（2）装设于每两节臂架之间，抑振油缸（21）装设于臂架上或车体上，抑振油缸（21）通过管路与臂架油缸（2）相连。

用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法及装置

技术领域

本发明主要涉及到建筑工程机械领域，特指一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法及装置。

背景技术

现有技术中，在建筑施工工地上广泛使用装设有多节旋转臂架的大型设备，比如安装在卡车底盘上的混凝土泵或安装在移动升降台上的混凝土布料杆，其主要作用是将混凝土从泵车所在位置输送到建筑工程所指定的目标位置。该设备主要包括泵车底盘、混凝土输送泵、管道和臂架，臂架又称作“布料杆”。混凝土由安装在泵车底盘上的双供料油缸通过连接机构交替推入混凝土输送管道，该管道通过一定的固定方式同多节旋转臂架一起运动，这样，就可以将混凝土输送到理想的目标位置。通常情况下臂架由 2-5 节组成，参见图 1 所示，处于行驶或未展开状态的混凝土泵车侧视图，第一臂架 3、第二臂架 4、第三臂架 5、第四臂架 6 和第五臂架 7 通过臂架油缸 2 的收缩运动收拢在一起。各节臂架相互之间通过转轴 9 旋转，实现打开和折叠功能，受空间和结构的限制，臂架在转轴 9 处的相对转动角度被限制在一定范围之内。为了使各节臂架能够旋转，需要一个驱动设备，即臂架油缸 2，通过臂架油缸 2 内活塞杆的伸缩，依靠连杆 8 就驱动相邻的下节臂架旋转。转台 1 安装在汽车底盘上或移动升降台上，工作时，转台 1 及其上的部件可以在水平范围内旋转，混凝土通过在附加在臂架上的管道输送到臂架末端的软管 10 位置，并从软管 10 末端流出，到达操作者指定的位置。因为各节臂架之间可以旋转，所以其上安装的混凝土输送管道一样能够在转轴 9 处旋转。当混凝土输送不连续时，臂架末端软管 10 处将产生非常大的谐振。由于该类设备通常采用双活塞供料缸循环供料，存在供料脉动冲击，导致臂架产生振动，这种振动非常有害，会导致臂架末端定位不准、臂架开裂等问题。当混凝土双活塞供料缸的供料频率接近泵车臂架当前姿态的 1/2 倍或 1 倍固有频率时，臂架将产生强烈的共振，特定情况下可能达到 1000mm 以上的振幅，为了避免共振，造成臂架损坏和操作者的危险，只有降低泵车的供料频率，以保持臂架末端的振动限制在一定范围内。

发明内容

本发明要解决的技术问题就在于：针对现有技术存在的技术问题，本发明提供一种结构简单、操作简便、能够有效抑制臂架振动的用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法及装置。

为解决上述技术问题，本发明提出的解决方案为：一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法，其特征在于：臂架油缸与抑振油缸连接，通过压力监测单元实时监测臂架油缸和/或抑振油缸中油液的压力信息，将采集到的油液压力信号传送给抑振油缸控制单元，抑振油缸控制单元对其进行分析、处理后，反复调节抑振油缸中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸产生脉动振动，脉动振动造成的臂架末端振动幅值小于或等于由混凝土不连续输送造成的臂架末端振动的幅值，且相位相反。

臂架油缸与抑振油缸通过油管相连，臂架油缸的有杆腔和无杆腔分别与抑振油缸的有杆腔和无杆腔连通，抑振油缸控制单元反复调节抑振油缸中有杆腔和无杆腔的容积，则改变臂架油缸中有杆腔和无杆腔的容积，使臂架油缸产生脉动振动。

臂架油缸与抑振油缸之间刚性连接，抑振油缸控制单元反复调节抑振油缸中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸产生脉动振动，所述抑振油缸的脉动振动引起臂架末端产生脉动振动。

对臂架油缸和/或抑振油缸中活塞杆的位移信息进行实时监测，将采集到的位移信号传送给抑振油缸控制单元，控制单元对其进行分析、处理后，结合臂架油缸和/或抑振油缸中油液的压力信息，反复调节抑振油缸中有杆腔和无杆腔的容积。

一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，其特征在于：它包括臂架油缸、臂架油缸控制单元、抑振油缸、抑振油缸控制单元以及监测单元，所述臂架油缸与抑振油缸相连，臂架油缸控制单元与臂架油缸相连，抑振油缸控制单元与抑振油缸相连，用来实时监测臂架油缸和/或抑振油缸中油液压力信息的监测单元与抑振油缸控制单元相连。

所述臂架油缸与抑振油缸刚性连接。

所述臂架油缸上的臂架油缸无杆腔与抑振油缸上的抑振油缸无杆腔固接，臂架油缸无杆腔与抑振油缸无杆腔之间设有分隔板。

所述抑振油缸的活塞杆与臂架油缸固接。

所述臂架油缸的活塞杆与抑振油缸固接。

所述抑振油缸的活塞杆与臂架油缸的活塞杆固接。

所述抑振油缸控制单元包括抑振控制器和抑振电磁阀，抑振控制器通过抑振电磁阀与抑振油缸相连，抑振控制器与监测单元相连。

所述臂架油缸的臂架油缸有杆腔和臂架油缸无杆腔通过管路分别与抑振油缸的抑振油缸有杆腔和抑振油缸无杆腔相连。

所述抑振油缸控制单元包括抑振控制器、抑振电磁阀以及控制油缸，抑振控制器通过抑振电磁阀与控制油缸相连，抑振控制器与监测单元相连；所述控制油缸的控制活塞杆与抑振油缸中的抑振活塞杆相连。

所述抑振油缸控制单元包括抑振控制器、抑振电磁阀、液压马达以及力矩变换机构，抑振控制器通过抑振电磁阀与液压马达相连，抑振控制器与监测单元相连；所述液压马达通过力矩变换机构与抑振油缸的抑振活塞杆相连。

所述抑振油缸控制单元包括弹簧阻尼装置、弹簧阻尼控制器以及抑振控制器，所述抑振控制器与监测单元相连，抑振控制器通过弹簧阻尼控制器与弹簧阻尼装置相连。

所述臂架油缸装设于每两节臂架之间，抑振油缸装设于臂架上或车体上，抑振油缸通过管路与臂架油缸相连。

与现有技术相比，本发明的优点就在于：

1、通过本发明的实施，能够有效抑制臂架的振动情况，特别是有利于提高臂架末端软管的定位精度，在理想工况下，臂架末端的振动幅值能够降低 80%，从而提高臂架疲劳强度，延长臂架使用寿命，降低售后及使用成本，具有极强的经济价值。同时，本发明具有很强的通用性，能够适应不同的臂架应用，也可以在已经销售的泵车上几乎不作改动，即可加装该系统，使其具有臂架抑振功能。

2、本发明将抑振油缸和臂架油缸通过油路相连，可以在已有泵车上不改变原有结构及控制系统，只需额外增加抑振油缸及其控制单元即可，具有结构简单，易于实施的特点。抑振功能与变幅功能单独控制，通过油路将两种功能复合在一起，由臂架油缸执行抑振功能和变幅功能。

3、本发明将抑振油缸和臂架油缸刚性连接，只需将常规的臂架油缸更换为抑振油缸和臂架油缸组合在一起的结构即可，抑振功能与变幅功能仍然是单独控制，但两种功能并不复合在一起，而是抑振油缸执行抑振功能，臂架油缸执行变幅功能，互不干扰，具有很强的通用性。即使抑振油缸和抑制控制系统出现故障也不会影响臂架正常的变幅功能，不会造成停机故障，具有极高的系统可靠性。

附图说明

图 1 是混凝土泵车臂架的结构示意图；

图 2 是本发明抑振方法实施例 1 的流程示意图；

图 3 是采用实施例 1 中抑振方法的第一种抑振装置结构示意图；
图 4 是采用实施例 1 中抑振方法的第二种抑振装置结构示意图；
图 5 是采用实施例 1 中抑振方法的第三种抑振装置结构示意图；
图 6 是采用实施例 1 中抑振方法的第四种抑振装置结构示意图；
图 7 是本发明抑振方法实施例 2 的流程示意图；
图 8 是采用实施例 2 中抑振方法的第一种抑振装置结构示意图；
图 9 是采用实施例 2 中抑振方法的第二种抑振装置结构示意图；
图 10 是采用实施例 2 中抑振方法的第三种抑振装置结构示意图；
图 11 是本发明装设有实施例 2 中第一种抑振装置的臂架结构示意图。

图例说明

1.转台	2.臂架油缸	3.第一臂架
4.第二臂架	5.第三臂架	6.第四臂架
7.第五臂架	8.连杆	9.转轴
10.软管	11.供油压力监测单元	12.臂架油缸无杆腔
13.臂架油缸活塞	14.臂架油缸有杆腔	15.臂架油缸活塞杆
16.第一位移监测单元	18.第一压力监测单元	19.分隔板
21.抑振油缸	22.抑振油缸无杆腔	23.抑振油缸活塞
24.抑振油缸有杆腔	25.抑振油缸活塞杆	26.第二位移监测单元
28.第二压力监测单元	31.控制油缸	32.控制油缸无杆腔
33.控制油缸活塞	34.控制油缸活塞杆	35.控制油缸有杆腔
38.第三压力监测单元	41.变幅控制器	42.变幅电磁阀
43.抑振电磁阀	44.抑振控制器	45.液压主油泵
46.液压油箱	50.力矩变换机构	51.液压马达
52.弹簧阻尼装置	53.弹簧阻尼控制器	61.泵车输送缸换向脉冲
62.泵车换向阀换向脉冲	63.臂架位置及变幅信息	64.臂架振动安全监测系统
71.臂架油缸控制单元	72.抑振油缸控制单元	

具体实施方式

以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

根据一般振动的产生，传导规律，对于一个谐波振动，只要产生一个频率相同，振幅相等，相位差为 180°的振动，即一个完全反相的运动，使二者相互叠加，则可将振

动控制在理想的水平。本发明依据此基本理论，从抑制臂架末端振动入手，通过理论和实验的方法，研究臂架末端的振动规律，发现臂架末端的振动为类似于谐波的多波叠加，根据前述的振动反相抑制方法，采取主动振动抑制方案，主动振动的相位同臂架在不连续供料脉动冲击造成的振动反相，振幅相近，频率一致，将这两种同频反相的振动叠加，即可将臂架的振动，特别是臂架末端的振动控制在理想的水平。基于以上理论，参见图2和图7所示，本发明用于抑制混凝土泵车臂架振动的方法为：臂架油缸2与抑振油缸21连接，通过压力监测单元实时监测臂架油缸2和/或抑振油缸21中油液的压力信息，将采集到的油液压力信号传送给抑振油缸控制单元72，抑振油缸控制单元72对其进行分析、处理后，反复调节抑振油缸21中有杆腔和无杆腔的容积，使抑振油缸21和臂架油缸2产生脉动振动，该脉动振动造成的臂架末端振动幅值小于或等于由混凝土不连续输送造成的臂架末端振动的幅值，且相位相反。其中，一种方式是使臂架油缸2与抑振油缸21通过油管相连，抑振油缸控制单元72反复调节抑振油缸21中有杆腔和无杆腔的容积，同时改变臂架油缸2中有杆腔和无杆腔的容积，使臂架油缸2产生脉动振动。另一种方式是使臂架油缸2与抑振油缸21之间刚性连接，抑振油缸控制单元72反复调节抑振油缸21中有杆腔和无杆腔的容积时，使抑振油缸21产生脉动振动，同时带动臂架油缸2产生脉动振动。在较佳实施例中，对臂架油缸2和/或抑振油缸21中活塞杆的位移信息进行实时监测，将采集到的位移信号传送给抑振油缸控制单元72，控制单元72对其进行分析、处理后，结合臂架油缸2和/或抑振油缸21中油液的压力信息，反复调节抑振油缸21中有杆腔和无杆腔的容积。另外，还可以对多节臂架的臂架油缸2中的一个或多个进行监测，然后通过抑振油缸21控制其他臂架油缸2，使其产生脉动振动。

结合本发明的抑振方法以及上述振动抑制思想，进行理论分析，假定臂架系统是一个柔性的多体动力学系统，承受具有周期性的脉动冲击，无论该脉动冲击力的波形如何变化，只要保证其是周期性重复的，则臂架末端的振动也呈周期性重复振动，而且其振动是由周期性的谐波函数叠加而成，可以将臂架末端的振动位移规律简单的描述为：

$$S = \sum_{i=1}^n A_i \sin(\omega_i t + \phi_i) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{公式 1}$$

式中： S ——臂架末端的振动总幅值

A_i ——第 i 阶振动的幅值

ω_i ——第 i 阶振动的圆频率

t ——时间

ϕ_i ——第 i 阶振动的相位角

既然臂架末端的振动是周期性的谐波函数叠加，按上述的振动抑制思想，则考虑促使臂架油缸 2 脉动位移引起臂架自身作反相振动，这种振动同臂架末端的振动同频反相，而且在臂架末端引起的振动幅值相同，则可将臂架振动控制在非常理想的水平，臂架油缸 2 采用主动振动位移引起的臂架末端振动规律可描述为：

$$S' = \sum_{i=1}^n A_i \sin(\omega_i t + \phi_i + \pi) \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{公式 2}$$

式中： S' ——油缸振动引起的臂架末端振动总幅值

A_i ——第 i 阶油缸振动的幅值

ω_i ——第 i 阶油缸振动的圆频率

t ——时间

ϕ_i ——第 i 阶油缸振动的相位角

π ——油缸振动的相位差

在臂架存在振动的时候，添加可控的臂架油缸 2 主动振动，则臂架振动相互叠加，从数学的角度可描述此时臂架末端的振动幅值为：

$$S_0 = S + S' = \sum_{i=1}^n A_i \sin(\omega_i t + \phi_i) + \sum_{i=1}^n A_i \sin(\omega_i t + \phi_i + \pi) = 0 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \text{公式 3}$$

虽然从数学角度可以将混凝土脉动输送造成的臂架振动完全抑制，但理论模型总是一种有限度的假设近似计算，所以在理论计算阶段仅将臂架末端的振动抑制在 $2mm$ 以内，而不象数学方法一样能够完全消除。由于工程实际问题的复杂性，没必要也不可能将类谐波函数叠加规律的臂架振动完全消除，仅考虑公式 3 中的前几项多项式即可，为了验证理论方法及计算的可靠性，进一步的研究采用实验的方法进行，实验研究表明，对于特定情况下的某型混凝土泵车，臂架末端的振动可以控制在 $50mm$ 以内，验证了方法的有效性。

实际上，臂架末端的振动尽管很大，有时候可能达到 $1000mm$ 以上的振幅，但是抑制其振动所需的臂架油缸 2 的脉动往复位移却很小，这是由于臂架系统是一个复杂的机构，臂架油缸 2 的微小运动可引起臂架末端的较大运动，有一定的放大作用，不同位置处的臂架油缸 2 所引起的臂架末端的运动放大倍数亦不同，通过优选确定臂架油缸 2 的

位置，可以取得极为理想的臂架振动抑制效果。

实施例 1：依据上述抑振方法，本发明提出一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，它包括臂架油缸 2、臂架油缸控制单元 71、抑振油缸 21、抑振油缸控制单元 72 以及监测单元，臂架油缸 2 与抑振油缸 21 相连，臂架油缸控制单元 71 与臂架油缸 2 相连，抑振油缸控制单元 72 与抑振油缸 21 相连，用来实时监测臂架油缸 2 和/或抑振油缸 21 中油液压力信息的监测单元与抑振油缸控制单元 72 相连，该监测单元包括用来监测臂架油缸 2 的第一压力监测单元 18 和用来监测抑振油缸 21 的第二压力监测单元 28。臂架油缸 2 中臂架油缸活塞 13 将其分成臂架油缸无杆腔 12 和臂架油缸有杆腔 14，抑振油缸 21 中抑振油缸活塞 23 将其分成抑振油缸无杆腔 22 和抑振油缸有杆腔 24。抑振油缸控制单元 72 和臂架油缸控制单元 71 的控制液压油均由液压主油泵 45 和液压油箱 26 供给。其中臂架油缸 2 与抑振油缸 21 刚性连接，参见图 3 所示，可以将臂架油缸 2 上的臂架油缸无杆腔 12 与抑振油缸 21 上的抑振油缸无杆腔 22 固接，臂架油缸无杆腔 12 与抑振油缸无杆腔 22 之间设有固定的分隔板 19，分隔板 19 将两个无杆腔的液压油分离控制参见图 4 所示，也可以将抑振油缸活塞杆 25 与臂架油缸 2 固接，或臂架油缸活塞杆 15 与抑振油缸 21 固接（参见图 5 所示），或抑振油缸活塞杆 25 与臂架油缸活塞杆 15 固接（参见图 6 所示），通过各种刚性连接后可以使抑振油缸 21 振动时能够带着臂架油缸 2 同步振动。抑振油缸控制单元 72 包括抑振控制器 44 和抑振电磁阀 43，抑振控制器 44 通过抑振电磁阀 43 与抑振油缸 21 相连，抑振控制器 44 与监测单元相连。臂架油缸 2 和/或抑振油缸 21 的工作状态参数通过监测单元进行实时监测，即对其压力和/或活塞位置等进行实时监测。监测单元进一步包括一组或一组以上的位移监测单元，该位移监测单元也相应的包括用来监测臂架油缸 2 的第一位移监测单元 16 和用来监测抑振油缸 21 的第二位移监测单元 26。抑振油缸控制单元 72 进一步还能够监测泵车输送缸换向脉冲 61、泵车换向阀换向脉冲 62、臂架位置及变幅信息 63、臂架振动安全监测系统 64 等处的信息。抑振控制器 44 根据监测的信息，进行分析，按照优选的算法控制抑振电磁阀 43 的动作，驱动抑振油缸活塞 23 产生符合优选规律的往复运动，从而使抑振油缸 21 产生脉动振动，由于抑振油缸 21 与臂架油缸 2 为刚性连接，这样就可以进一步驱动臂架油缸 2 产生微小的脉动，该脉动行为作用在臂架上，传导至臂架末端，同脉动混凝土流动造成的冲击反相，频率相同，幅值近似，则可将臂架的振动抑制在非常理想的水平。臂架油缸 2 装设于每两节臂架之间，抑振油缸 21 同臂架油缸 2 固定在一起。

本发明采取主动、直接的方法驱动臂架油缸 2 的运动，臂架的变幅运动是在臂架油缸控制单元 71 的控制下由臂架油缸 2 完成，臂架抑振的操作单独设计一个振动抑制系统。然而实际上，在臂架油缸控制单元 71 不执行任何动作的情况下，臂架油缸整体是保持静止状态，无法移动的。本发明抑振油缸 21 与臂架油缸 2 为刚性连接，抑振油缸 21 在抑振控制器 44 的控制下，驱动抑振油缸活塞 23 产生优选的往复位移运动，所以通过控制抑振活塞 23 的往复位移规律，抑振油缸活塞杆 25 产生脉动振动，然后将这种脉动振动传递给臂架油缸 2，臂架油缸 2 就可以产生符合预定控制规律的脉动位移，这种位移规律造成的臂架末端振动幅值小于或等于由混凝土不连续输送造成的臂架末端振动幅值，且相位相反，则可将臂架末端的振动抑制在非常理想的水平。

实际泵车在工作时，其泵送频率根据混凝土的需求及供应量在不断变化，所以抑振油缸活塞杆 25 的脉动频率必须能够自动跟随泵车的实际工作频率变化而变化，并保证抑振活塞杆 25 位移导致的臂架末端振动同混凝土脉动输送导致的臂架振动反相，使臂架末端的振动减小。为了实现这一点，必须安装监测单元（至少一个压力传感器），监视臂架油缸中无杆腔 12 和/或抑振油缸无杆腔 22 内的油液压力曲线变化，实验证实，该压力曲线同混凝土断续流动存在一定的对应关系，亦即同臂架末端的振动也存在一定的对应关系，所以可以根据所测得的油液压力曲线判断臂架末端的振动特性，该曲线数据被传输到抑振油缸控制单元 72，抑振油缸控制单元 72 对数据进行分析，主要分析压力曲线的波峰、波谷所在的时刻以及压力曲线的频率特性，提取表征臂架末端振动特性的参数，如频率特性，相位特性等。通过以上的分析，选定压力曲线的某一个特定参数作为抑振油缸控制单元 72 的控制时间基准，然后在此基础上偏移一个相对于泵送周期时长比例的时间长度（通过数学变换，也可以称作偏移相位角），激发抑振油缸 21 的动作，使抑振油缸活塞杆 25 产生一个往复位移运动，并保证该运动导致的臂架末端振动同混凝土导致的臂架末端振动反相，使臂架末端的振动减小。通过以上的工作，已经获得了驱动抑振油缸 21 的相位角及频率参数，但是由于不同工况不同姿态下，臂架末端的振动位移量并不相同，所以仍需要对抑振油缸 21 的位移量进行控制，保证抑振油缸 21 运动导致的臂架末端的振动小于或等于混凝土脉动输送导致的臂架末端的振动，所以此时需要监测单元采集位移信号，其至少包括一个位移或者速度传感器，优选的情况下选用位移传感器，用来监视臂架油缸活塞 13 和/或抑振油缸活塞 23 的位移量，通过控制抑振活塞杆 25 的位移幅度，则保证了臂架末端的抑振效果。由于系统的复杂性，臂架抑振控制器 44 亦需同时监测泵车输送缸换向脉冲 61、泵车换向阀换向脉冲 62、臂

架位置及变幅信息 63、臂架振动安全监视系统 64、液压系统压力 11 等参数，作为对抑振电磁阀 43 的控制参数补充。

实施例 2：依据上述抑振方法，本发明提出一种用于抑制混凝土泵车臂架振动的装置，它包括臂架油缸 2、臂架油缸控制单元 71、抑振油缸 21、抑振油缸控制单元 72 以及监测单元，臂架油缸 2 与抑振油缸 21 相连，臂架油缸控制单元 71 与臂架油缸 2 相连，抑振油缸控制单元 72 与抑振油缸 21 相连，用来实时监测臂架油缸 2 和/或抑振油缸 21 中油液压力信息的监测单元与抑振油缸控制单元 72 相连，该监测单元包括用来监测臂架油缸 2 的第一压力监测单元 18 和用来监测抑振油缸 21 的第二压力监测单元 28。臂架油缸 2 中臂架油缸活塞 13 将其分成臂架油缸无杆腔 12 和臂架油缸有杆腔 14，抑振油缸 21 中抑振油缸活塞 23 将其分成抑振油缸无杆腔 22 和抑振油缸有杆腔 24。抑振油缸控制单元 72 和臂架油缸控制单元 71 的控制液压油均由液压主油泵 45 和液压油箱 26 供给。其中臂架油缸 2 与抑振油缸 21 通过管路连接，参见图 8 所示，抑振油缸控制单元 71 包括抑振控制器 44、抑振电磁阀 43 以及控制油缸 31，抑振控制器 44 通过抑振电磁阀 43 与控制油缸 31 相连，抑振控制器 44 通过总线与监测单元相连；控制油缸 31 的控制油缸活塞杆 34 与抑振油缸 21 中的抑振油缸活塞杆 25 相连。本实施例中，抑振油缸有杆腔 24 和抑振油缸无杆腔 22 的面积比同臂架油缸有杆腔 14 和臂架油缸无杆腔 12 的面积比保持一致或近似。臂架油缸 2、抑振油缸 21、控制油缸 31 的工作状态参数通过监测单元进行实时监测，即对其压力和/或活塞位置等进行实时监测。监测单元进一步包括一组或一组以上的位移监测单元，该位移监测单元也相应的包括用来监测臂架油缸 2 的第一位移监测单元 16 和用来监测抑振油缸 21 的第二位移监测单元 26。抑振油缸控制单元 72 进一步还能够监测泵车输送缸换向脉冲 61、泵车换向阀换向脉冲 62、臂架位置姿态及变幅信息 63、臂架振动安全监测系统 64 等处的信息。抑振控制器 44 根据监测的信息进行分析，按照优选的算法控制抑振电磁阀 43 的动作，驱动控制油缸活塞杆 34 产生符合优选规律的往复运动，从而驱动抑振油缸活塞杆 25 运动，这样就将运动传递到了抑振油缸活塞杆 25 上，使其按照一定的规律往复运动，由于液体的不可压缩性，抑振油缸有杆腔 24 同臂架油缸有杆腔 14 相连通，抑振油缸无杆腔 22 同臂架油缸无杆腔 12 相连通，这样进一步驱动臂架油缸活塞杆 15 产生微小的脉动，该脉动行为作用在臂架上，传导至臂架末端，同脉动混凝土流动造成的冲击反相，频率相同，脉动行为造成的臂架末端振动幅值小于或等于混凝土流动造成的臂架末端振动幅值，则可将臂架的振动抑制在非常理想的水平。臂架油缸 2 装设于每两节臂架之间，抑振油缸 21

优选情况下是安装在臂架上，同臂架油缸 2 固定在一起，这样可以实现油路和电路最短布置，但在某种特定目的要求下，也可将抑振油缸 21 布置在车架底盘上，同样的，抑振电磁阀 43 最好同抑振油缸 21、控制油缸 31 做成一个整体阀件类结构，实现美观、模块化、互换性的要求；还可进一步将抑振油缸 21、控制油缸 31、抑振电磁阀 43、抑振控制器 44 集成在一起，做成一个振动抑制单元，安装在泵车臂架或车体上，仅需调整控制参数，就可以适用于已有的所有混凝土泵车或者其他型号泵车上。参见图 11 所示，处于行驶或未展开状态的混凝土泵车侧视图，其上装设有本发明的抑振装置。其中第一臂架 3、第二臂架 4、第三臂架 5、第四臂架 6 和第五臂架 7 通过臂架油缸 2 的收缩运动收拢在一起。各节臂架相互之间通过转轴 9 旋转，实现打开和折叠功能，受空间和结构的限制，臂架在转轴 9 处的相对转动角度被限制在一定范围之内。为了使各节臂架能够旋转，需要一个驱动设备，即臂架油缸 2，通过臂架油缸 2 内活塞杆的伸缩，依靠连杆 8 就驱动相邻的下节臂架旋转。转台 1 安装在汽车底盘上或移动升降台上，工作时，转台 1 及其上的部件可以在水平范围内旋转，混凝土通过在附加在臂架上的管道输送到臂架末端的软管 10 位置，并从软管 10 末端流出，到达操作者指定的位置。臂架油缸 2 与抑振油缸 21 通过管路相连，并固定于一起。

本发明采取间接方法驱动臂架油缸 2 的运动，臂架的变幅运动是在臂架油缸控制单元 71 的控制下由臂架油缸 2 完成，臂架抑振的操作单独设计一个振动抑制系统，保持臂架油缸 2 的油液在不执行变幅操作时恒定不变，但抑振油缸活塞杆 25 能够产生往复的脉动位移。然而实际上，在臂架油缸控制单元 71 不执行任何动作的情况下，臂架油缸 2 整体是保持静止状态，无法移动的。抑振油缸活塞杆 25 的位移将会导致液压油在臂架油缸 2 和抑振油缸 21 中流动，即通过液压油将抑振油缸活塞杆 25 的运动规律传递到臂架油缸活塞杆 15 上，驱动臂架油缸活塞杆 15 产生对应的位移运动。所以通过控制抑振油缸活塞杆 25 的脉动位移规律，则通过管路将这种规律传送到臂架油缸活塞杆 15，臂架油缸活塞杆 15 就可以产生符合预定控制规律的脉动位移。

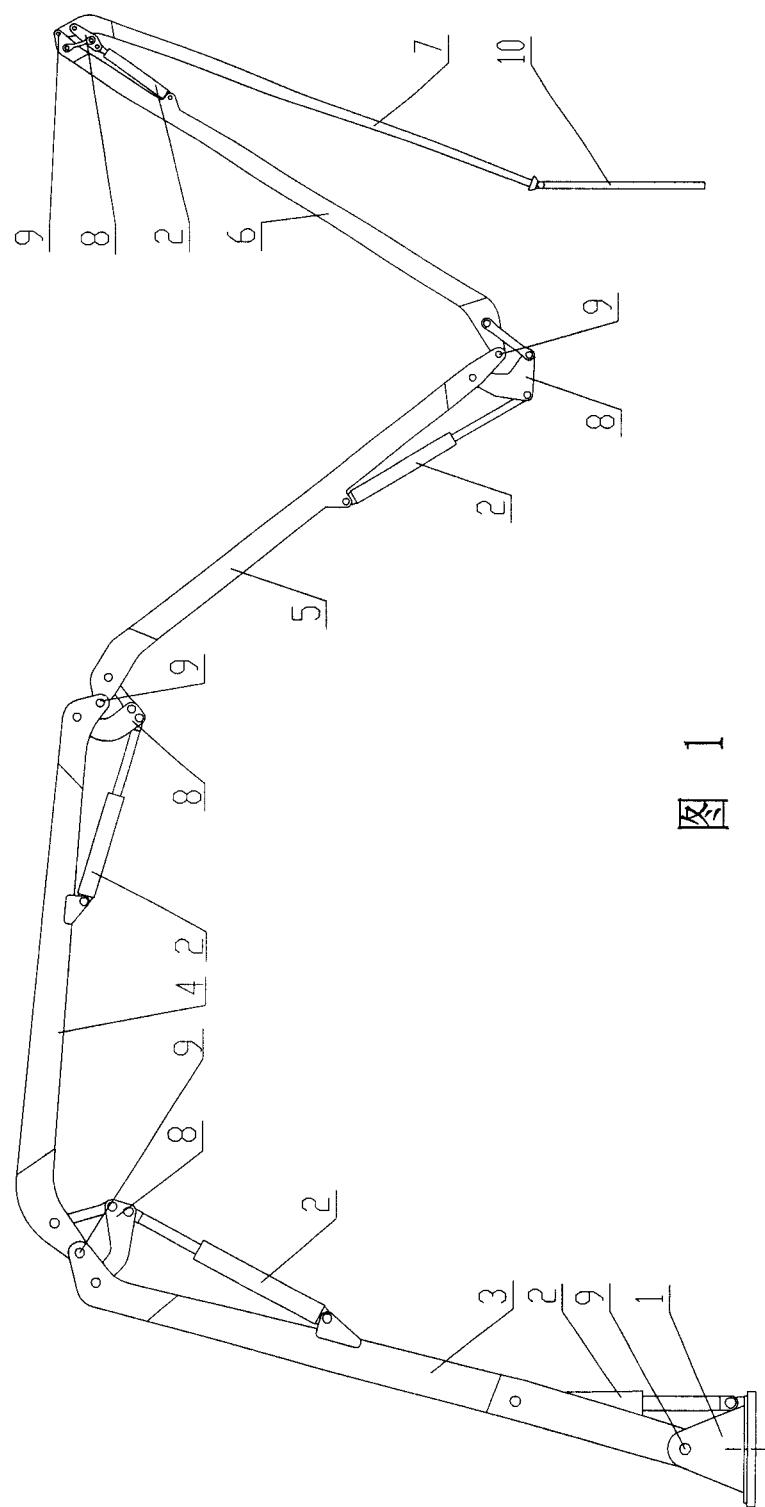
抑振油缸活塞杆 25 行程可以通过两种方式进行选择，根据需要，选择手动抑振控制和自动抑振控制，这种转换选择可以通过安装在遥控器上的控制开关予以选择，当选择在自动抑振档位时，抑振油缸控制单元 72 对抑振油缸 21 的行程实行自动控制，当选择在手动抑振档位时，可以通过遥控器手动控制抑振油缸 21 的行程，该行程可以分成几个阶段，接受遥控器的控制。由于系统的复杂性，抑振控制器 44 亦需同时监测泵车输送缸的换向脉冲 61、泵车换向阀换向脉冲 62、臂架位置姿态及变幅信息 63、臂架振

动安全监测系统、液压系统压力等参数，作为对臂架抑振电磁阀 43 的控制依据。

参见图 9 所示，作为本实施例的另一种实施方案，抑振油缸控制单元 72 包括抑振控制器 44、抑振电磁阀 43、液压马达 51 以及力矩变换机构 50，抑振控制器 44 通过抑振电磁阀 43 与液压马达 51 相连，抑振控制器 44 与监测单元相连；液压马达 51 通过力矩变换机构 50 与抑振油缸 21 的抑振油缸活塞杆 25 相连，通过抑振电磁阀 43 来控制液压马达 51 的动作，力矩变换机构 50 将动力传递到抑振油缸活塞杆 25 上，从而驱使臂架油缸 2 产生位移脉动，抑制臂架的振动。力矩变换机构 50 可为凸轮机构、齿轮齿条机构、涡轮蜗杆机构，连杆机构等。另外的一种情况是液压马达 51 也可采用普通的电机、电磁、气动等其他的动力源驱动，该驱动也可以是高速转动，这样该驱动系统就可以做的很小，而通过力矩变换机构 50 的变换，产生符合优选振动抑制规律的抑振油缸活塞杆 25 的往复运动。

参见图 10 所示，作为本实施例的另一种实施方案，抑振油缸控制单元 72 包括弹簧阻尼装置 52、弹簧阻尼控制器 53 以及抑振控制器 44，抑振控制器 44 与监测单元相连，抑振控制器 44 通过弹簧阻尼控制器 53 与弹簧阻尼装置 52 相连。弹簧阻尼装置 52 接受弹簧阻尼控制器 53 的控制，这是一种有源控制的情况，更理想的情况是弹簧阻尼装置 52 采用无源控制，即在取消弹簧阻尼装置 52 和弹簧阻尼控制器 53 的情况下，依然能够有效的抑制臂架末端的振动。

以上仅为本发明若干实施例之一，但并不局限于上述实施例的结构组合方式。



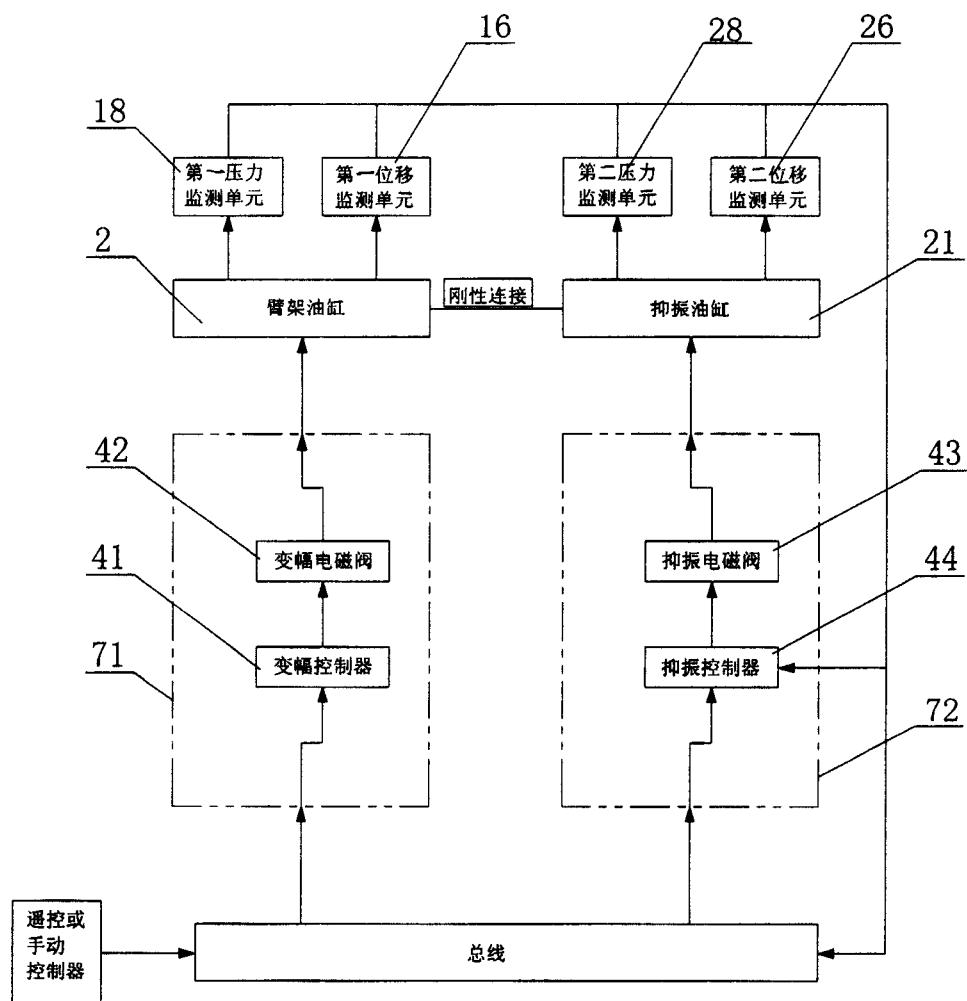


图 2

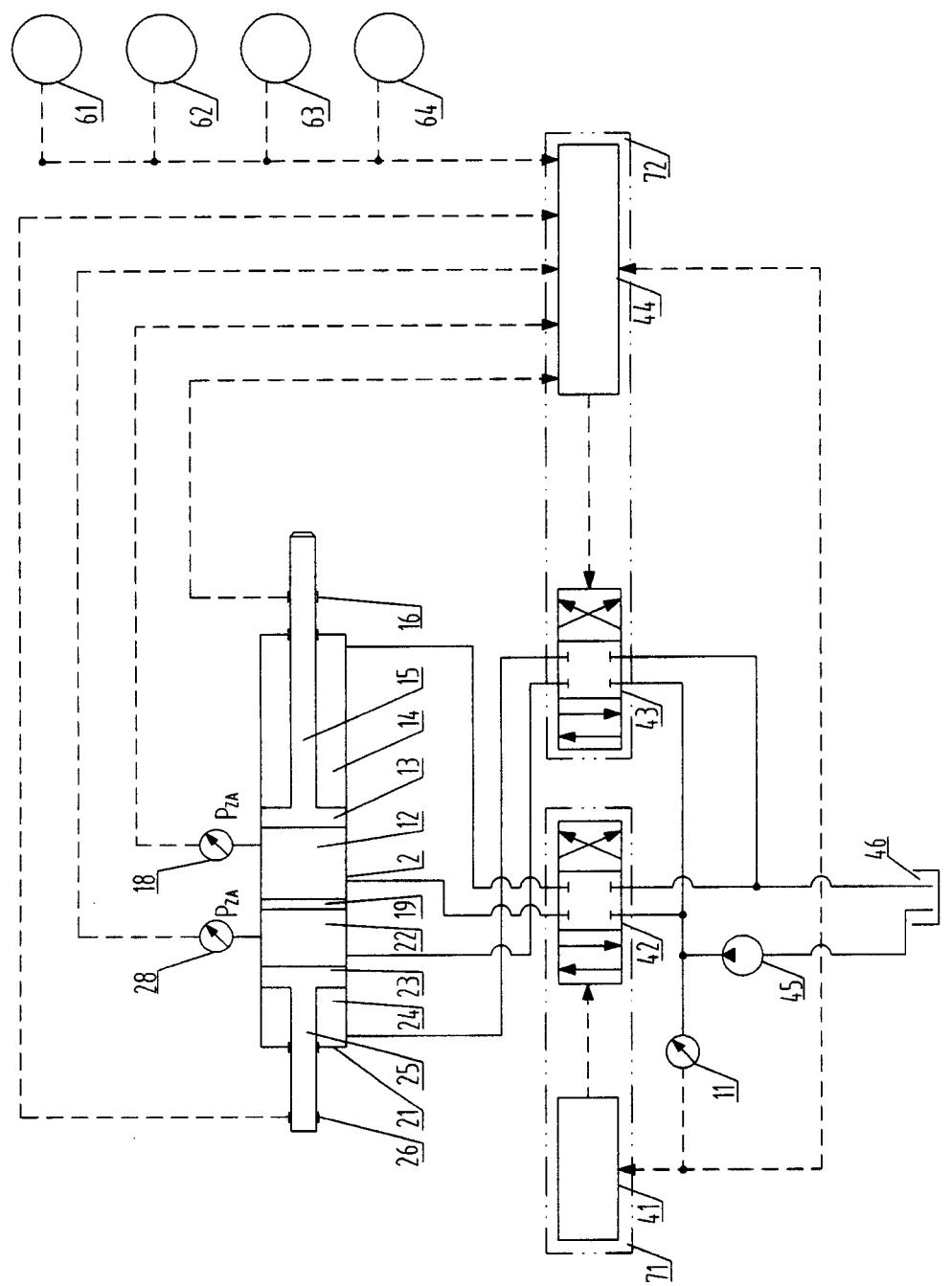


图 3

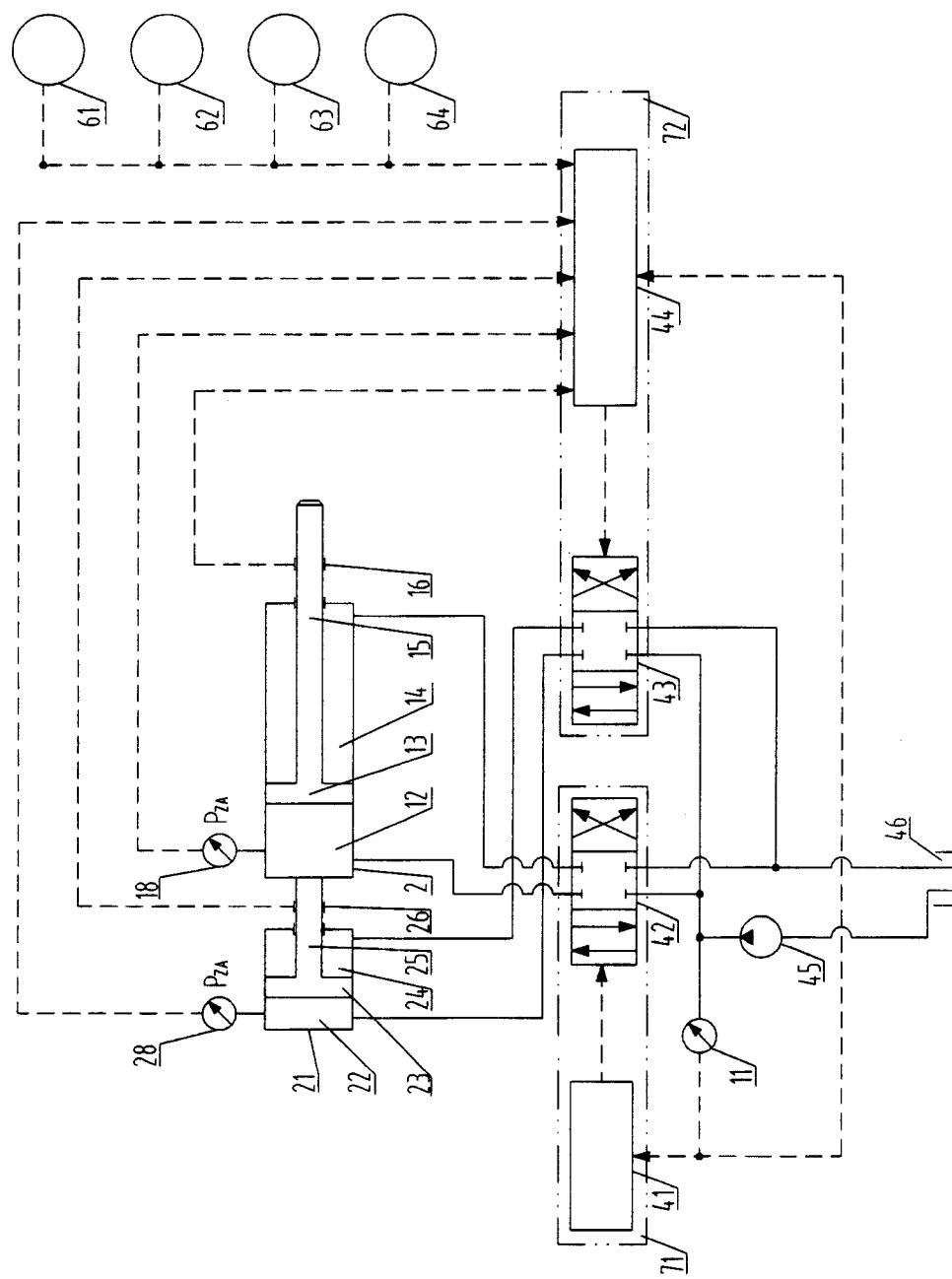


图 4

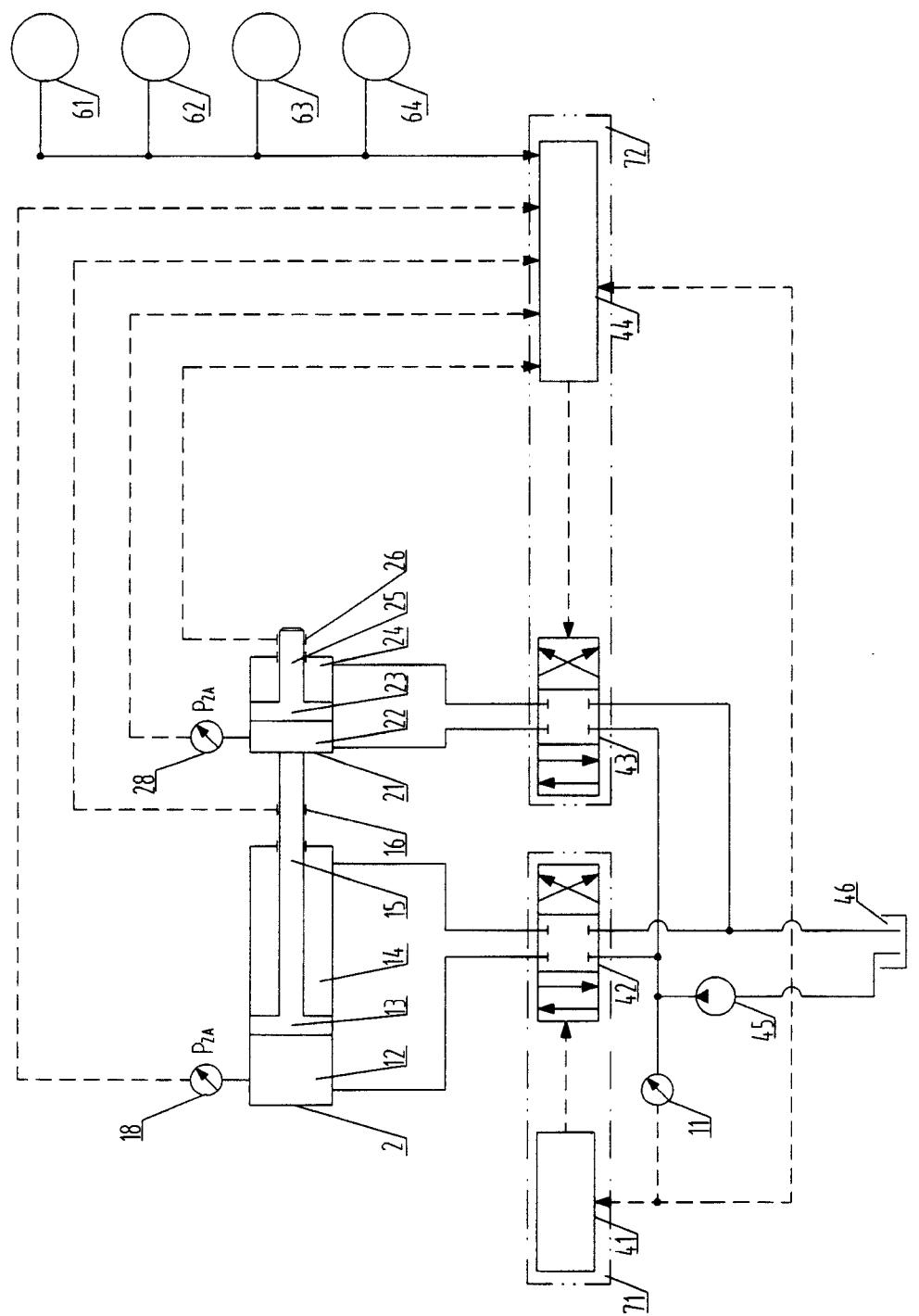


图 5

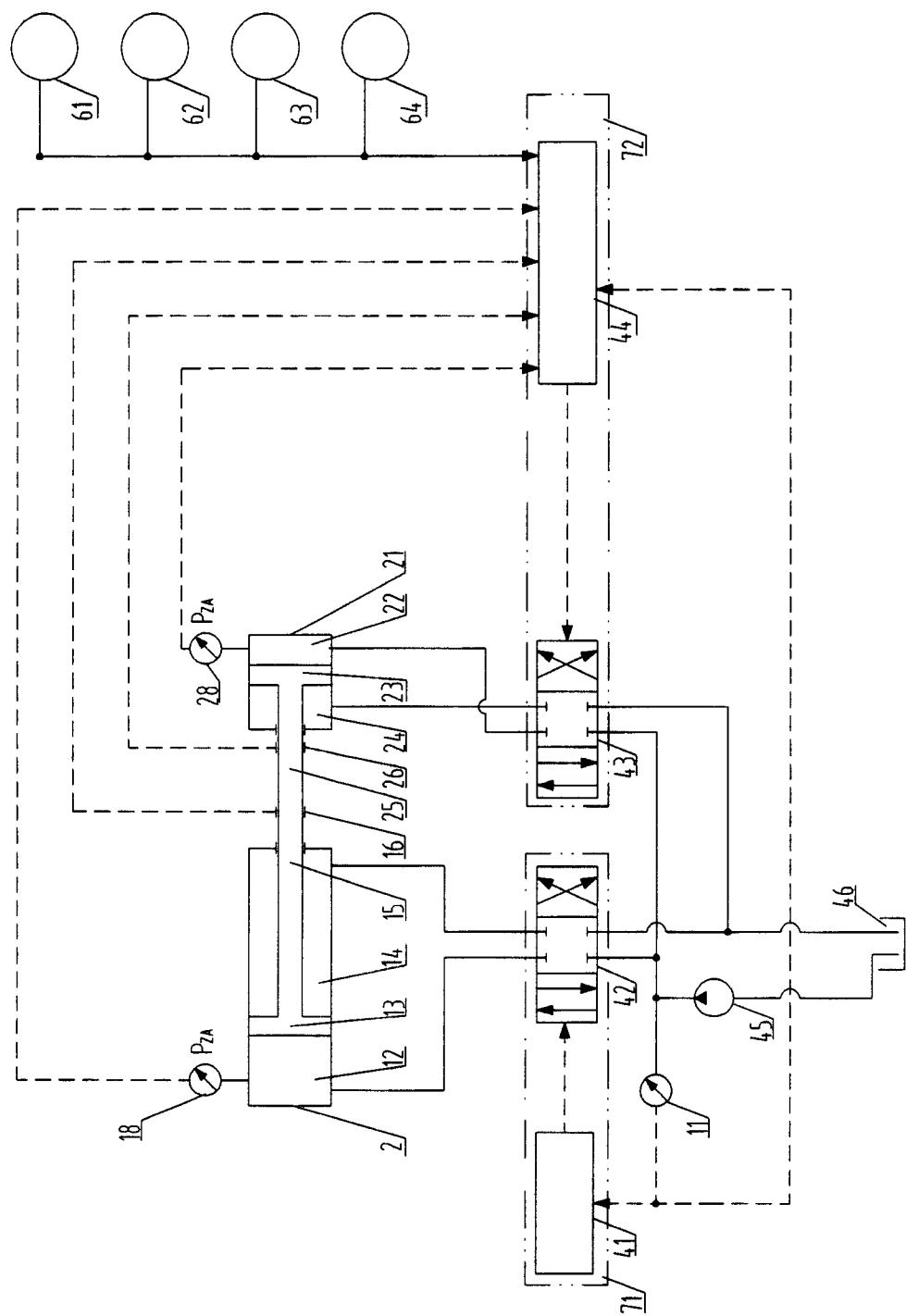


图 6

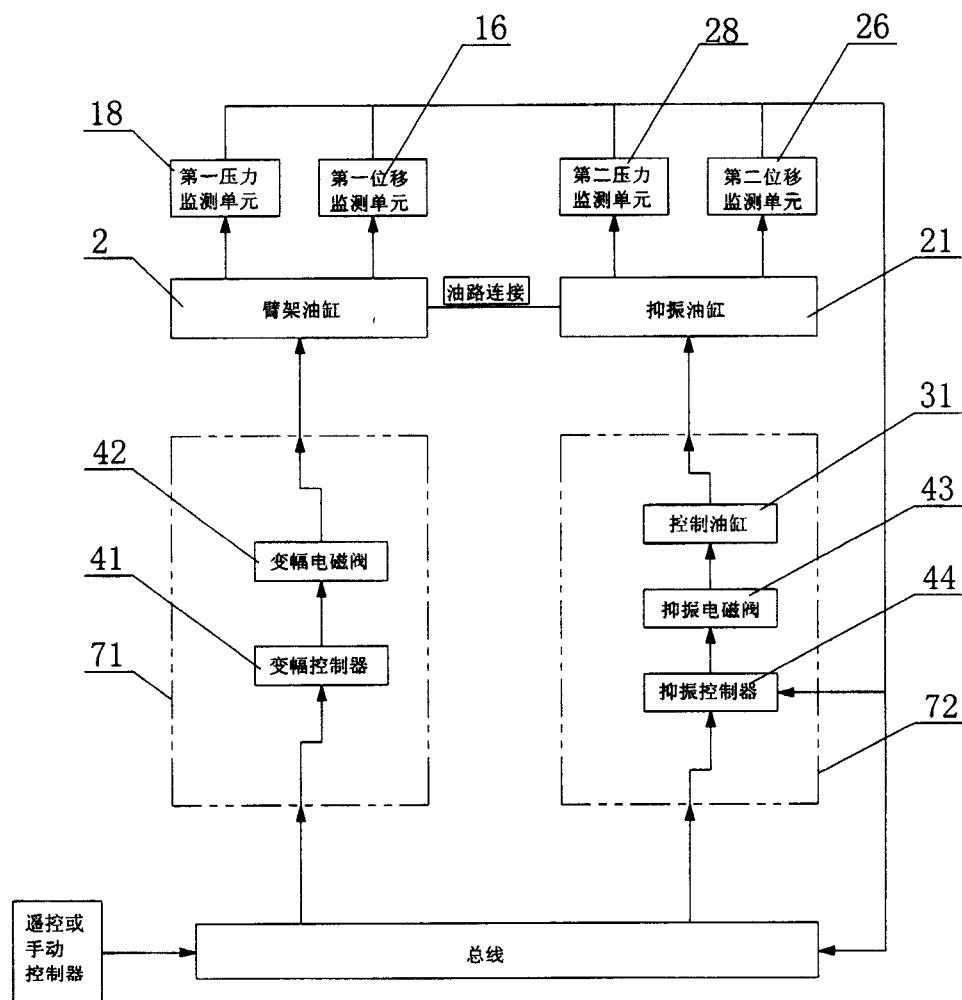


图 7

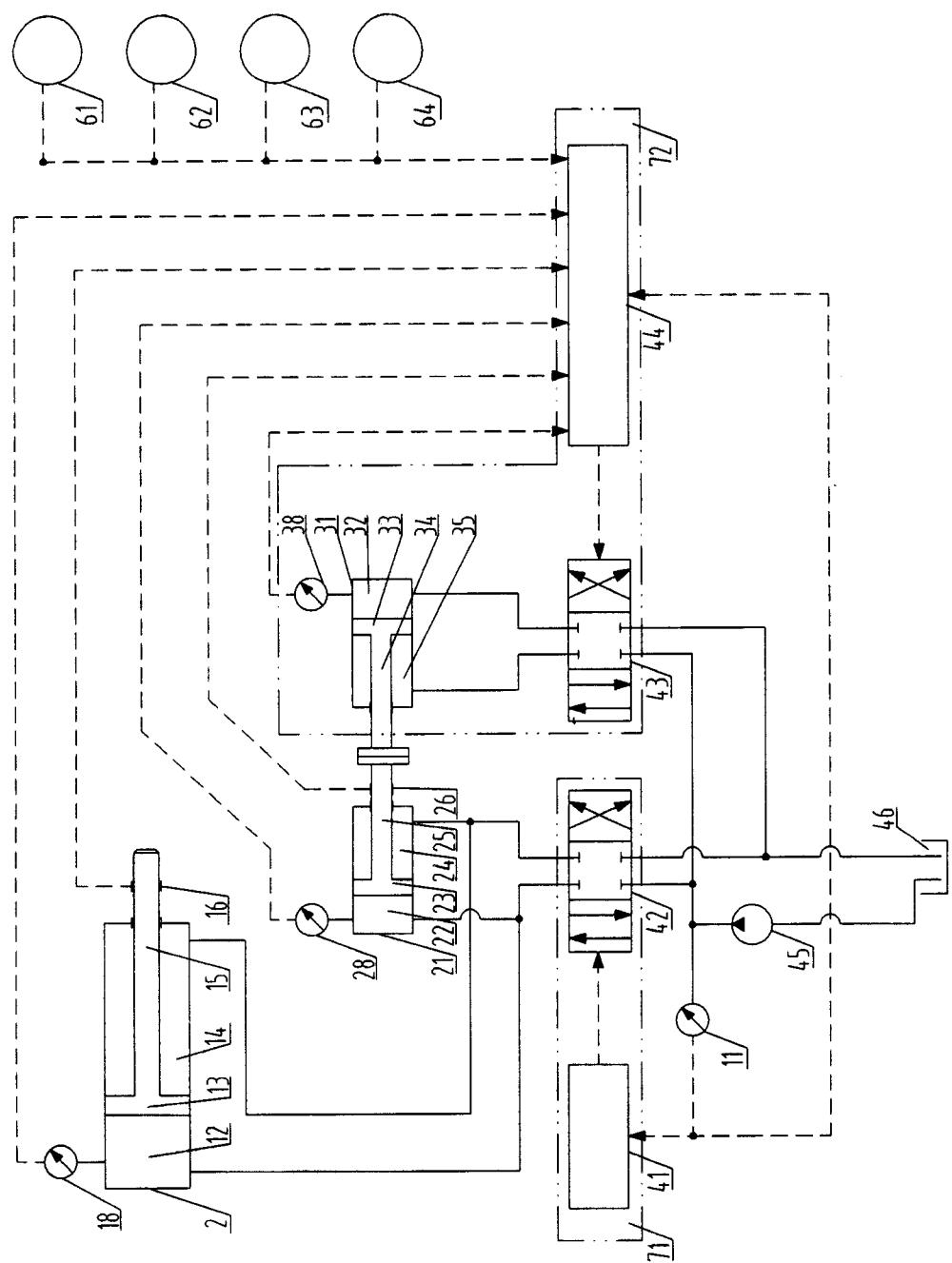


图 8

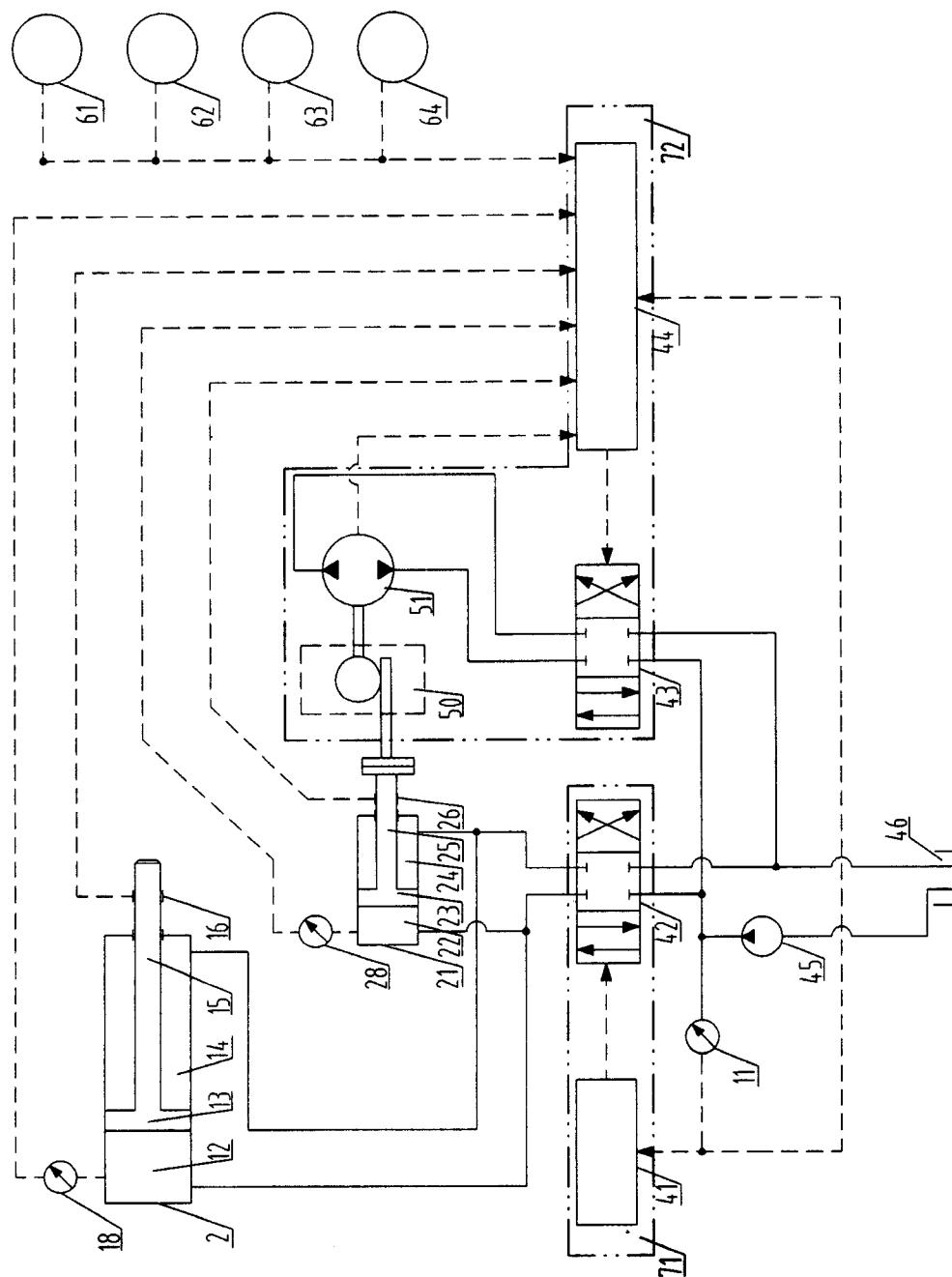


图 9

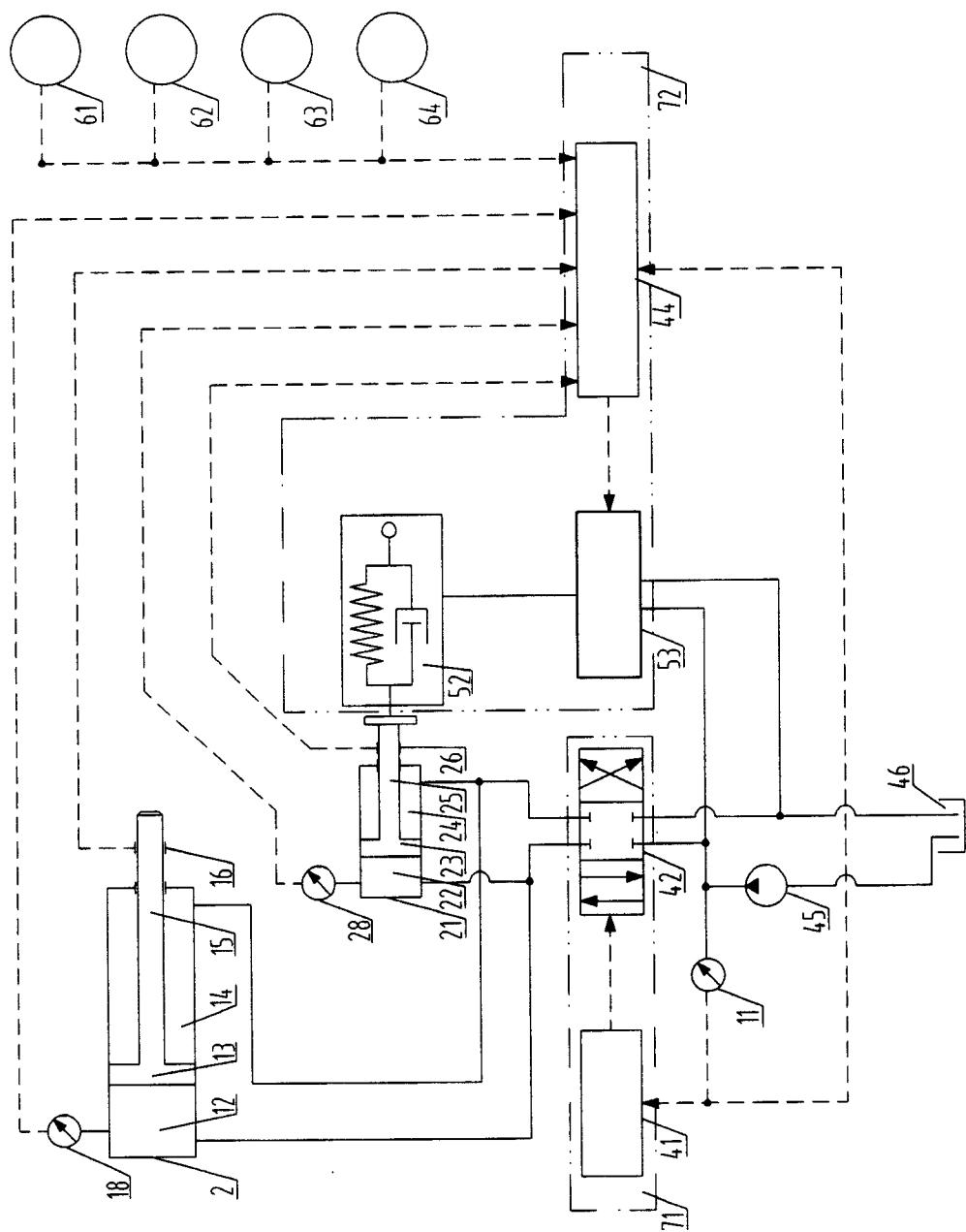


图 10

