



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104895871 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201510297910. 5

(22) 申请日 2015. 06. 03

(71) 申请人 宁波恒力液压股份有限公司

地址 315040 浙江省宁波市国家高新区清逸路7号

申请人 燕山大学

(72) 发明人 赵静一 威力旺 郭锐 张毅

于珠亮

(74) 专利代理机构 宁波诚源专利事务有限公司

司 33102

代理人 徐雪波 方闻俊

(51) Int. Cl.

F15B 19/00(2006. 01)

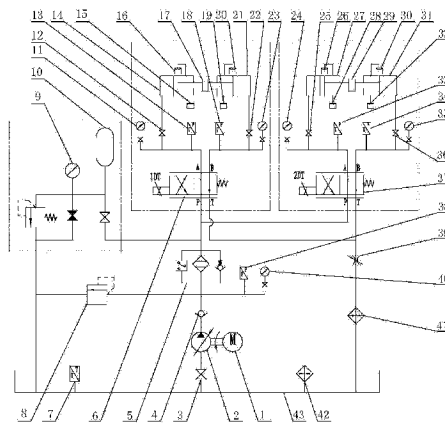
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验方法及装置,试验系统中,步进电机输出轴与液压泵连接,液压泵的压力油口接第一单向阀。第一单向阀的出油口分别接压油过滤器和溢流阀,其中溢流阀用来调节系统的工作压力,压油过滤器的出油口分别接两个电磁阀及液压缸测试模块和蓄能器组件。本发明通过1台电机和1个蓄能器组件同时测试2个电磁阀样本和4个液压缸样本,增加了试验样本的种类和数量,显著减少了试验时间和能源消耗,本发明还有模块集成度高、配置简单、操作方便、易于大范围推广等优点。



1. 一种电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在於:包括

由步进电机 1 驱动工作的液压泵 2,液压泵 1 的进油口通过第一截止阀 3 接油箱 43,液压泵 1 的压力油口接第一单向阀 4;

第一单向阀 4 的出油口分出两支油路,一支路依次接第一压力表 40、第一压力传感器 38 和压油过滤器 5 的进油口,另一支路接溢流阀 8 后回油箱 43 来调节系统的工作压力;

压油过滤器 5 的出油口分出三支油路,其中一支路接第一测试模块中第一被测电磁阀 6 的 P 油口,另一支路接第二测试模块中第二被测电磁阀 37 的 P 油口,最后一支路接蓄能器组件 10 的进油口;

第一测试模块中,第一被测电磁阀 6 的 A 油口并联接有第二压力表 11、第二压力传感器 13、第二截止阀 12,其中第一被测电磁阀 6 的 A 油口经第二截止阀 12 后与第一液压缸 14 的无杆腔连通;第一被测电磁阀 6 的 B 油口并联接有第三压力表 23、第三压力传感器 18、第三截止阀 22,其中第一被测电磁阀 6 的 B 油口经第三截止阀 22 后与第二液压缸 21 的无杆腔连通;且第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第一位移传感器 17,第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的泄露油接入量杯;

第二测试模块中,第二被测电磁阀 37 的 A 油口并联接有第四压力表 24、第四压力传感器 33、第四截止阀 25,其中第二被测电磁阀 37 的 A 油口经第四截止阀 25 后与第三液压缸 27 的无杆腔连通;第二被测电磁阀 37 的 B 油口并联接有第五压力表 35、第五压力传感器 34、第五截止阀 36,其中第二被测电磁阀 37 的 B 油口经第五截止阀 36 后与第四液压缸 31 的无杆腔连通;另外第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第二位移传感器 29,第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的泄露油接入量杯;

第二被测电磁阀 37 的 T 油口同第一被测电磁阀 6 的 T 油口的出油合流后最终回到油箱 43。

2. 根据权利要求 1 所述的电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在於:所述第二被测电磁阀 37 的 T 油口同第一被测电磁阀 6 的 T 油口的出油合流依次接节流阀 39 和冷却器 41 后流回油箱 43。

3. 根据权利要求 1 所述的电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在於:所述第一液压缸 14 的内泄油路经管道引出后连接第一量杯 15,第一液压缸 14 的泄气口经管道引出后连接第二量杯;第二液压缸 21 的内泄油路经管道引出后连接第三量杯 19,第二液压缸 21 的泄气口经管道引出后连接第四量杯 20;第三液压缸 27 的内泄油路经管道引出后连接第五量杯 28,第三液压缸 27 的泄气口经管道引出后连接第六量杯 26;第四液压缸 31 的内泄油路经管道引出后连接第七量杯 32,第四液压缸 31 的泄气口经管道引出后连接第八量杯 30。

4. 根据权利要求 1 所述的电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在於:所述蓄能器组件 10 包括蓄能器及用以检测蓄能器的充液压力的第六压力表 9。

5. 根据权利要求 1 所述的电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在於:所述油箱 (43) 内部安装有对油液加热的加热器 (42),以及用以检测油液温度的温度传感器 (7)。

6. 一种采用如前述权利要求 1 ~ 5 任一所述试验装置的试验方法,其特征在於:包括以下步骤:

步骤 1、开启试验装置,打开加热器(42),经过短时间跑和,待系统压力、油液温度等参数指标满足试验要求后,开始试验记录;

步骤 2、对液压缸进行试验,在无负载工况下,通过调节溢流阀 8 使第一液压缸 14 的无杆腔压力逐渐升高至第一液压缸 14 起动时,由第二压力传感器 13 记录下的压力即为第一液压缸 14 的最低起动压力;同理,第三压力传感器 18 记录的是第二液压缸 21 的最低起动压力,第四压力传感器 33 记录的是第三液压缸 27 的最低起动压力,第五压力传感器 34 记录的是第四液压缸 31 的最低起动压力;

步骤 3、当 1DT 和 2DT 同时失电,待第一液压缸 14 和第三液压缸 27 的活塞杆停在行程极限位置后,调节溢流阀 8 至系统压力达到 1.5 倍试验压力 P,保压 2min,观察被测液压缸是否出现异常状况;当 1DT 和 2DT 同时得电,待第二液压缸 21 和第四液压缸 31 的活塞杆停在行程极限位置后,保压 2min,观察试验现象并记录试验数据;

步骤 4、当 1DT 失电,由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第一液压缸 14 的负载效率特性曲线;当 1DT 得电,由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第二液压缸 21 的负载效率特性曲线。同理,通过控制第二被测电磁阀 37 的得失电状态,可由第三压力传感器 18 和第四压力传感器 34 的压力数据分别绘制出第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的负载效率特性曲线;

步骤 5、由第一位移传感器 17 记录第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的位移响应曲线,由第二位移传感器 29 记录第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的位移响应曲线;

步骤 6、对电磁阀和液压缸进行加速寿命试验,调节溢流阀 8 至系统压力达到规定的试验压力 P,将第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的换向频率值设定为大于正常工况下的换向频率值,使试验得到加速效果;

步骤 7、由被测电磁阀阀口的压力信号和电磁铁电流信号可分析出第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的瞬态响应特性;通过比较被测电磁阀入口处的第一压力传感器 38 和电磁阀出口处的其它压力传感器的压差大小,可以判定被测电磁阀的阀口开度和动作情况;

步骤 8、由于被测电磁阀和液压缸的泄漏量是微小量,很难通过传感器测量,而通过精密称重仪器或量筒可测量微小油滴的质量,因而在测量电磁阀阀口和液压缸各处的泄漏时需要试验人员测量并手动输入;由第一量杯 15 和第二量杯 16 测量第一液压缸 14 的泄漏量;由第三量杯 19 和第四量杯 20 测量第二液压缸 21 的泄漏量;由第五量杯 28 和第六量杯 26 测量第三液压缸 27 的泄漏量;由第七量杯 32 和第八量杯 30 测量第四液压缸 31 的泄漏量;

步骤 9、试验结束后,提取计算机中存档的压力、位移传感器数据和手动记录的泄漏量数据。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,其特征在于:试验过程中,观察被测电磁阀和被测液压缸是否有明显外泄漏现象;如果电磁阀和液压缸出现故障,记录下此时的失效时间;关闭故障液压缸进油口前的截止阀,可在线更换故障液压缸,无需停机等待。

电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电磁阀和液压缸可靠性指标的试验装置,尤其涉及一种可同时检测电磁阀和液压缸可靠性指标的综合节能试验装置及方法。

背景技术

[0002] 液压缸是将液压能转变为机械能的、做直线往复运动(或摆动运动)的液压执行元件,基本上由缸筒和缸盖、活塞和活塞杆、密封装置、缓冲装置与排气装置组成。它结构简单、工作可靠。用它来实现往复运动时,可免去减速装置,并且没有传动间隙,运动平稳,因此在各种机械的液压系统中得到广泛应用。

[0003] 电磁阀是用电磁控制的工业设备,属于执行器,主要用来控制流体的自动化基础元件,并不限于液压、气动。用在工业控制系统中调整介质的方向、流量、速度和其他的参数。电磁阀可以配合不同的电路来实现预期的控制,而控制的精度和灵活性都能够保证。电磁阀有很多种,不同的电磁阀在控制系统的不同位置发挥作用,最常用的是单向阀、安全阀、方向控制阀、速度调节阀等。

[0004] 电磁阀和液压缸分别作为液压系统的重要控制元件和执行元件,其可靠性水平直接影响到整个液压系统的可靠性和安全性。目前国内外的厂家和用户在对电磁阀和液压缸进行可靠性试验时,基本上都是沿用过去几十年的标准和方法。此种方法单次试验的样本数量有限,并且每个试验回路只能测试一类液压元件。当被测样本数目较大或被测样本类型较多时,需多次进行可靠性试验并搭建不同的可靠性试验台架,则要耗费大量的人力、物力以及时间等资源。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术现状而提供一种可同时测试二个电磁阀样本和四个液压缸样本的电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,具有单次试验样本种类多、数量多、耗时短、效率高且节约能源的优点,起到了综合节能的效果。

[0006] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,其特征在于:包括由步进电机驱动工作的液压泵,液压泵的进油口通过第一截止阀接油箱,液压泵的压力油口接第一单向阀;第一单向阀的出油口分出两支油路,一支路依次接第一压力表、第一压力传感器和压油过滤器的进油口,另一支路接溢流阀后回油箱来调节系统的工作压力;压油过滤器的出油口分出三支油路,其中一支路接第一测试模块中第一被测电磁阀的P油口,另一支路接第二测试模块中第二被测电磁阀的P油口,最后一支路接蓄能器组件的进油口;第一测试模块中,第一被测电磁阀的A油口并联接有第二压力表、第二压力传感器、第二截止阀,第一被测电磁阀的A油口经第二截止阀后与第一液压缸的无杆腔连通;第一被测电磁阀的B油口并联接有第三压力表、第三压力传感器、第三截止阀,其中第一被测电磁阀的B油口经第三截止阀后与第二液压缸的无杆腔连通;且第一液压缸和第二液压缸的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第一位移传感器;第

二测试模块中,第二被测电磁阀的 A 油口并联接有第四压力表、第四压力传感器、第四截止阀,其中第二被测电磁阀的 A 油口经第四截止阀后与第三液压缸的无杆腔连通;第二被测电磁阀的 B 油口并联接有第五压力表、第五压力传感器、第五截止阀,其中第二被测电磁阀的 B 油口经第五截止阀后与第四液压缸的无杆腔连通;另外第三液压缸和第四液压缸的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第二位移传感器;第二被测电磁阀的 T 油口同第一被测电磁阀的 T 油口的出油合流后最终回到油箱。

[0007] 上述第二被测电磁阀的 T 油口同第一被测电磁阀的 T 油口的出油合流依次接节流阀和冷却器后流回油箱。节流阀安装在系统回油路上,为被测的液压缸提供回程背压,使被测的液压缸平稳运动;冷却器的设置,使系统油温维持稳定。

[0008] 上述第一液压缸的内泄油路经管道引出后连接第一量杯,第一液压缸的泄气口经管道引出后连接第二量杯;第二液压缸的内泄油路经管道引出后连接第三量杯,第二液压缸的泄气口经管道引出后连接第四量杯;第三液压缸的内泄油路经管道引出后连接第五量杯,第三液压缸的泄气口经管道引出后连接第六量杯;第四液压缸的内泄油路经管道引出后连接第七量杯,第四液压缸的泄气口经管道引出后连接第八量杯。因液压缸的泄油有两处,主要有内泄露及从泄气口泄露,故每个液压缸接有两个量杯。

[0009] 上述蓄能器组件包括蓄能器及用以检测蓄能器的充液压力的第六压力表。蓄能器组件用于吸收由于被测电磁阀频繁换向导致的液压冲击,第六压力表用于检测蓄能器的充液压力。

[0010] 上述油箱内部安装有对油液加热的加热器,以及用以检测油液温度的温度传感器。温度传感器用于检测油箱油温是否达到电磁阀和液压缸加速寿命试验的温度要求。加热器和温度传感器的配合使用使得油箱油温达到使用要求。

[0011] 一种采用前述试验装置的试验方法,包括以下步骤:

[0012] 步骤 1、开启试验装置,打开加热器,经过短时间跑和,待系统压力、油液温度等参数指标满足试验要求后,开始试验记录;

[0013] 步骤 2、对液压缸进行试验,在无负载工况下,通过调节溢流阀 8 使第一液压缸 14 的无杆腔压力逐渐升高至第一液压缸 14 起动时,由第二压力传感器 13 记录下的压力即为第一液压缸 14 的最低起动压力;同理,第三压力传感器 18 记录的是第二液压缸 21 的最低起动压力,第四压力传感器 33 记录的是第三液压缸 27 的最低起动压力,第五压力传感器 34 记录的是第四液压缸 31 的最低起动压力;

[0014] 步骤 3、当 1DT 和 2DT 同时失电,待第一液压缸 14 和第三液压缸 27 的活塞杆停在行程极限位置后,调节溢流阀 8 至系统压力达到 1.5 倍试验压力 P,保压 2min,观察被测液压缸是否出现异常状况;当 1DT 和 2DT 同时得电,待第二液压缸 21 和第四液压缸 31 的活塞杆停在行程极限位置后,保压 2min,观察试验现象并记录试验数据;

[0015] 步骤 4、当 1DT 失电,由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第一液压缸 14 的负载效率特性曲线;当 1DT 得电,由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第二液压缸 21 的负载效率特性曲线。同理,通过控制第二被测电磁阀 37 的得失电状态,可由第三压力传感器 18 和第四压力传感器 34 的压力数据分别绘制出第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的负载效率特性曲线。

[0016] 步骤 5、由第一位移传感器 17 记录第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的位移响应曲

线,由第二位移传感器 29 记录第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的位移响应曲线。

[0017] 步骤 6、对电磁阀和液压缸进行加速寿命试验,调节溢流阀 8 至系统压力达到规定的试验压力 P,将第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的换向频率值设定为大于正常工况下的换向频率值,使试验得到加速效果;

[0018] 步骤 7、由被测电磁阀阀口的压力信号和电磁铁电流信号可分析出第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的瞬态响应特性;通过比较被测电磁阀入口处的第一压力传感器 38 和电磁阀出口处的其它压力传感器的压差大小,可以判定被测电磁阀的阀口开度和动作情况;

[0019] 步骤 8、由于被测电磁阀和液压缸的泄漏量是微小量,很难通过传感器测量,而通过精密称重仪器或量筒可测量微小油滴的质量,因而在测量电磁阀阀口和液压缸各处的泄漏时需要试验人员测量并手动输入;由第一量杯和第二量杯测量第一液压缸的泄漏量;由第三量杯和第四量杯测量第二液压缸的泄漏量;由第五量杯和第六量杯测量第三液压缸的泄漏量;由第七量杯和第八量杯测量第四液压缸的泄漏量;

[0020] 步骤 9、试验结束后,提取计算机中存档的压力、位移传感器数据和手动记录的泄漏量数据。

[0021] 通过提取计算机中存档的压力、位移传感器数据和手动记录的泄漏量数据,便可通过数学方法计算出被测电磁阀和液压缸样本的可靠性特征数据。

[0022] 试验过程中,观察被测电磁阀和被测液压缸是否有明显外泄漏现象;如果电磁阀和液压缸出现故障,记录下此时的失效时间;关闭故障液压缸进油口前的截止阀,可在线更换故障液压缸,无需停机等待。

[0023] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0024] 1、通过一套液压装置同时完成被测电磁阀的加速寿命试验、被测液压缸的型式试验和加速寿命试验,增加了单次试验的样本种类,提高了测试效率;

[0025] 2、通过 1 台电机和 1 个蓄能器组件同时测试 2 个电磁阀样本和 4 个液压缸样本,增加了试验样本数量,显著减少了试验时间和能源消耗;

[0026] 3、通过溢流阀进行加载,节流阀为液压缸回程提供背压,使电磁阀换向频率高于正常工况,加速试验进程,缩短试验时间;

[0027] 4、通过将 1 个电磁阀样本和 2 个液压缸样本以及相关测试零件进行模块集成化,试验中的电磁阀样本数和液压缸样本数还可以持续增加;

[0028] 5、通过数据采集系统实时采集和监测被测样本的各性能参数,并对各类故障情况及时做出准确判断;

[0029] 6、本发明还有配置简单、操作方便、易于大范围推广等优点。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明实施例的结构原理示意图。

[0031] 图中:1、步进电动机;2、液压泵;3、第一截止阀;4、单向阀;5、压油过滤器;6、第一电磁阀;7 温度传感器;8、溢流阀;9、第 6 压力表;10、蓄能器组件;11、第二压力表;12、第二截止阀;13、第二压力传感器;14、第一液压缸;15、第一量杯;16、第二量杯;17、第一位移传感器;18、第三压力传感器;19、第三量杯;20、第四量杯;21、第二液压缸;22、第三截止

阀 ;23、第三压力表 ;24、第四压力表 ;25、第四截止阀 ;26、第六量杯 ;27、第三液压缸 ;28、第五量杯 ;29、第二位移传感器 ;30、第八量杯 ;31、第四液压缸 ;32、第七量杯 ;33、第四压力传感器 ;34、第五压力传感器 ;35、第五压力表 ;36、第五截止阀 ;37、第二电磁阀 ;38、第一压力传感器 ;39、节流阀 ;40、第一压力表 ;41、冷却器 ;42、加热器 ;43、邮箱。

具体实施方式

[0032] 以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

[0033] 如图 1 所示,为本发明试验装置的一个优选实施例。

[0034] 一种电磁阀和液压缸可靠性的综合节能试验装置,包括

[0035] 由步进电机 1 驱动工作的液压泵 2,液压泵 2 在步进电机 1 的驱动下输出压力油,步进电机 1 的输出轴通过联轴器与液压泵 2 连接,液压泵 1 的进油口通过第一截止阀 3 接油箱 43,液压泵 1 的压力油口接第一单向阀 4。

[0036] 第一单向阀 4 的出油口分出两支油路,一支路依次接第一压力表 40、第一压力传感器 38 和压油过滤器 5 的进油口,另一支路接溢流阀 8 后回油箱 43,通过溢流阀 8 来调节系统的工作压力。

[0037] 压油过滤器 5 的出油口分出三支油路,其中一支路接第一测试模块中第一被测电磁阀 6 的 P 油口,另一支路接第二测试模块中第二被测电磁阀 37 的 P 油口,最后一支路接蓄能器组件 10 的进油口;蓄能器组件 10 包括蓄能器及用以检测蓄能器的充液压力的第六压力表 9。蓄能器组件 10 用于吸收由于被测电磁阀频繁换向导致的液压冲击,第六压力表 9 用于检测蓄能器的充液压力。通过控制第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 使被测液压缸完成规定的动作次数。

[0038] 第一测试模块中,第一被测电磁阀 6 的 A 油口并联接有第二压力表 11、第二压力传感器 13、第二截止阀 12,其中第一被测电磁阀 6 的 A 油口经第二截止阀 12 后与第一液压缸 14 的无杆腔连通,第一液压缸 14 的内泄油路经管道引出后连接第一量杯 15,第一液压缸 14 的泄气口经管道引出后连接第二量杯;第一被测电磁阀 6 的 B 油口并联接有第三压力表 23、第三压力传感器 18、第三截止阀 22,其中第一被测电磁阀 6 的 B 油口经第三截止阀 22 后与第二液压缸 21 的无杆腔连通,第二液压缸 21 的内泄油路经管道引出后连接第三量杯 19,第二液压缸 21 的泄气口经管道引出后连接第四量杯 20;且第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第一位移传感器 17。

[0039] 第二测试模块中,第二被测电磁阀 37 的 A 油口并联接有第四压力表 24、第四压力传感器 33、第四截止阀 25,其中第二被测电磁阀 37 的 A 油口经第四截止阀 25 后与第三液压缸 27 的无杆腔连通,第三液压缸 27 的内泄油路经管道引出后连接第五量杯 28,第三液压缸 27 的泄气口经管道引出后连接第六量杯 26;第二被测电磁阀 37 的 B 油口并联接有第五压力表 35、第五压力传感器 34、第五截止阀 36,其中第二被测电磁阀 37 的 B 油口经第五截止阀 36 后与第四液压缸 31 的无杆腔连通,第四液压缸 31 的内泄油路经管道引出后连接第七量杯 32,第四液压缸 31 的泄气口经管道引出后连接第八量杯 30;另外第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的活塞杆进行对顶连接,并在连接处安装有第二位移传感器 29;

[0040] 第二被测电磁阀 37 的 T 油口同第一被测电磁阀 6 的 T 油口的出油合流依次接节流阀 39 和冷却器 41 后最终回到油箱 43。油箱 43 内部安装有对油液加热的加热器 42,及

用以检测油液温度的温度传感器 7。温度传感器 7 用于检测油箱 43 油温是否达到电磁阀和液压缸加速寿命试验的温度要求。

[0041] 在试验过程中借助在液压油管路中安装的若干个压力、温度、位移传感器采集试验相关数据；试验结束后，分别用量杯测量电磁阀和液压缸各处的泄漏量；根据数学方法计算得出被测电磁阀样本和液压缸样本的可靠性特征数据。

[0042] 一种采用本试验装置的试验方法，包括以下步骤：

[0043] 步骤 1、开启试验装置，打开加热器 42) 经过短时间跑和，待系统压力、油液温度等参数指标满足试验要求后，开始试验记录。

[0044] 步骤 2、对液压缸进行试验，在无负载工况下，通过调节溢流阀 8 使第一液压缸 14 的无杆腔压力逐渐升高至第一液压缸 14 起动时，由第二压力传感器 13 记录下的压力即为第一液压缸 14 的最低起动压力；同理，第三压力传感器 18 记录的是第二液压缸 21 的最低起动压力，第四压力传感器 33 记录的是第三液压缸 27 的最低起动压力，第五压力传感器 34 记录的是第四液压缸 31 的最低起动压力。

[0045] 步骤 3、当 1DT 和 2DT 同时失电，待第一液压缸 14 和第三液压缸 27 的活塞杆停在行程极限位置后，调节溢流阀 8 至系统压力达到 1.5 倍试验压力 P，保压 2min，观察被测液压缸是否出现异常状况；当 1DT 和 2DT 同时得电，待第二液压缸 21 和第四液压缸 31 的活塞杆停在行程极限位置后，保压 2min，观察试验现象并记录试验数据。

[0046] 步骤 4、为保证液压缸能够运动平稳，调定溢流阀 8 为被测液压缸提供一定背压，调节溢流阀 8 使系统压力逐渐增大至规定的试验压力 P；当 1DT 失电，由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第一液压缸 14 的负载效率特性曲线；当 1DT 得电，由第二压力传感器 13 和第三压力传感器 18 的压力数据可绘制第二液压缸 21 的负载效率特性曲线。同理，通过控制第二被测电磁阀 37 的得失电状态，可由第三压力传感器 18 和第四压力传感器 34 的压力数据分别绘制出第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的负载效率特性曲线。

[0047] 步骤 5、由第一位移传感器 17 记录第一液压缸 14 和第二液压缸 21 的位移响应曲线，由第二位移传感器 29 记录第三液压缸 27 和第四液压缸 31 的位移响应曲线。

[0048] 步骤 6、对电磁阀和液压缸进行加速寿命试验，调节溢流阀 8 至系统压力达到规定的试验压力 P，将第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的换向频率值设定为大于正常工况下的换向频率值，使试验得到加速效果。

[0049] 步骤 7、由被测电磁阀阀口的压力信号和电磁铁电流信号可分析出第一被测电磁阀 6 和第二被测电磁阀 37 的瞬态响应特性；通过比较被测电磁阀入口处的第一压力传感器 38 和电磁阀出口处的其它压力传感器的压差大小，可以判定被测电磁阀的阀口开度和动作情况。

[0050] 步骤 8、由于被测电磁阀和液压缸的泄漏量是微小量，很难通过传感器测量，而通过精密称重仪器或量筒可测量微小油滴的质量，因而在测量电磁阀阀口和液压缸各处的泄漏时需要试验人员测量并手动输入。由第一量杯 15 和第二量杯 16 测量第一液压缸 14 的泄漏量；由第三量杯 19 和第四量杯 20 测量第二液压缸 21 的泄漏量；由第五量杯 28 和第六量杯 26 测量第三液压缸 27 的泄漏量；由第七量杯 32 和第八量杯 30 测量第四液压缸 31 的泄漏量；被测电磁阀阀口的正反向泄漏在试验结束后单独进行测量。

[0051] 步骤 9、试验结束后,提取计算机中存档的压力、位移传感器数据和手动记录的泄漏量数据。再通过数学方法计算出被测电磁阀和液压缸样本的可靠性特征数据。

[0052] 试验过程中,观察被测电磁阀和被测液压缸是否有明显外泄漏现象;如果电磁阀和液压缸出现故障,记录下此时的失效时间;关闭故障液压缸进油口前的截止阀,可在线更换故障液压缸,无需停机等待。

[0053] 尽管以上详细地描述了本发明的优选实施例,但是应该清楚地理解,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

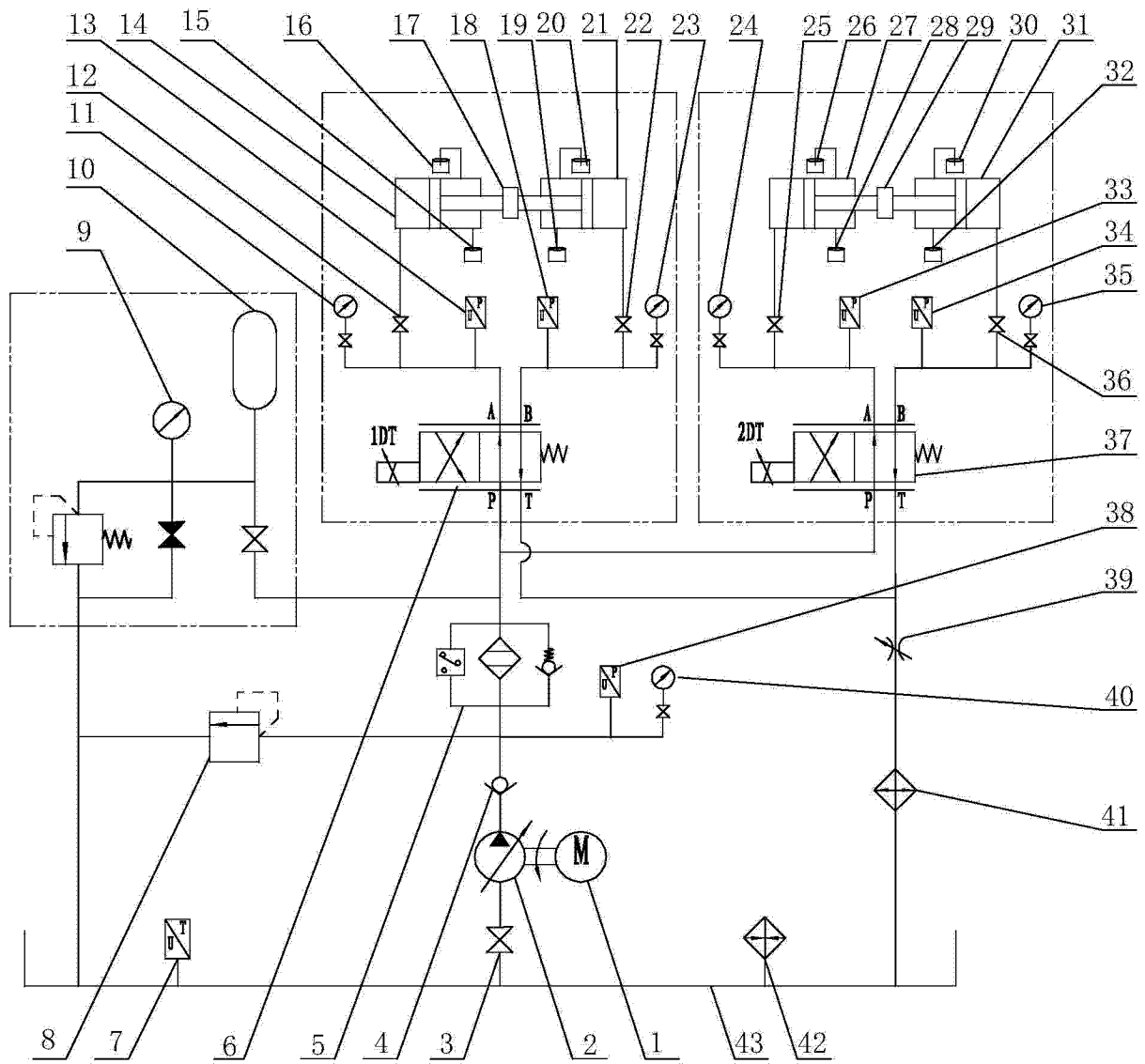


图 1