



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113358300 B

(45) 授权公告日 2023. 03. 24

(21) 申请号 202110586363.8

审查员 张成龙

(22) 申请日 2021.05.27

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113358300 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(73) 专利权人 中冶赛迪工程技术股份有限公司

地址 400013 重庆市渝中区双钢路1号

专利权人 中冶赛迪装备有限公司

(72) 发明人 邢丽华 刘勋 李军 邓晓林

陈德国 王渝

(74) 专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有

限公司 11275

专利代理师 赵荣之

(51) Int. Cl.

G01M 3/28 (2006.01)

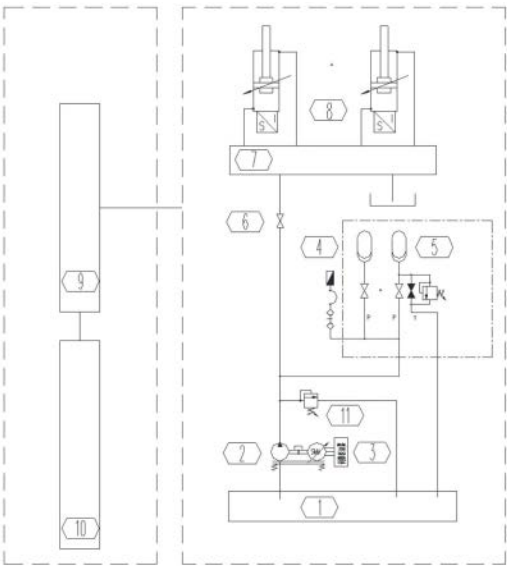
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种液压系统管道泄漏状态检测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种液压系统管道泄漏状态检测系统,属于液压技术领域。该系统包括:液压动力系统、液压缸、液压缸流量及容积需求数学模型、压力传感器和数据采集与处理单元;液压动力系统统计出瞬时输出流量曲线Q1与某个时间段的输出容积曲线Q2;液压缸流量及容积需求数学模型采集当前液压缸的实时动作情况,根据设定好的模型参数,计算出当前液压系统的理论需求流量曲线Q3与某个时间段的需求容积曲线Q4;压力传感器配合蓄能器组的容量给出理论需求修正曲线 $\Delta Q3$ 与理论需求容积修正曲线 $\Delta Q4$;数据采集与处理单元实时采集处理Q1与 $Q3+\Delta Q3$ 、Q2与 $Q4+\Delta Q4$ 之间的差异,从而实现对液压系统中的油液泄漏状态的检测。



1. 一种液压系统管道泄漏状态检测系统,包括:油箱、控制阀台、连接管道、液压缸和蓄能器组,其特征在于,该系统还包括:液压动力系统、液压缸流量及容积需求数学模型、压力传感器和数据采集与处理单元;

所述液压动力系统统计出瞬时输出流量曲线Q1与某个时间段的输出容积曲线Q2;

所述液压缸流量及容积需求数学模型采集当前液压缸的实时动作情况,根据设定好的模型参数,计算出当前液压系统的理论需求流量曲线Q3与某个时间段的需求容积曲线Q4;

其中,构建液压缸流量及容积需求数学模型具体包括:液压系统各执行机构是有序动作的,在一段时间内,假如各执行机构需求的流量分别是 q_1 、 q_2 、 q_3 、 $\dots$ 、 q_n ,对应的容积需求分别是 V_1 、 V_2 、 V_3 、 $\dots$ 、 V_n ,那么在这段时间内的总流量需求和总容积需求分别是:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n \quad (1)$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (2)$$

液压系统中除了各执行机构消耗的流量需求和容积需求外,还有一部分用于补充蓄能器组;高压液压油给蓄能器组充油时,蓄能器内氮气压力体积变化符合理想气体状态方程:

$$V_{\text{gas}} = V_0 \cdot (P_0 / P_{\text{gas}})^{1/\gamma} \quad (3)$$

其中, V_0 表示蓄能器在 t_0 时刻内部气体体积, V_{gas} 表示蓄能器在 t_1 时刻内部气体体积, P_0 表示蓄能器在 t_0 时刻内部气体压力, P_{gas} 表示蓄能器在 t_1 时刻内部气体压力, γ 表示等熵指数,又称绝热指数;

t_0 时刻蓄能器内压力油的压力与 P_0 一致, t_1 时刻蓄能器内压力油的压力与 P_{gas} 一致;如果在 $t_1 - t_0$ 时间内液压系统主泵泵入蓄能器组的压力油体积为 ΔV ,则 $V_{\text{gas}} = V_0 - \Delta V$,带入式(1),得到公式如下:

$$\Delta V = V_0 \cdot (1 - (P_{\text{gas}} / P_0)^{\gamma}) \quad (4)$$

由式(4)中可以得出,在一段时间内,通过压力传感器实时检测蓄能器压力 P_{gas} 和 P_0 ,通过蓄能器的初始容积能求出任意初始时刻的 V_0 ,即能求出这段时间内的蓄能器容积变化 ΔV ;对蓄能器容积变化 ΔV 求导,即能求出蓄能器的流量变化曲线 ΔQ ;

所述压力传感器配合蓄能器组的容量给出理论需求修正曲线 $\Delta Q3$ 与理论需求容积修正曲线 $\Delta Q4$;

所述数据采集与处理单元实时采集处理输出流量Q1与需求流量 $Q3 + \Delta Q3$ 、输出容积Q2与需求容积 $Q4 + \Delta Q4$ 数值之间的差异,在某一时间段内,如果偏差超出设定范围,则判定为液压系统中存在不正常的泄漏,从而实现对液压系统中的油液泄漏状态的检测。

2. 根据权利要求1所述的液压系统管道泄漏状态检测系统,其特征在于,该系统能够检测液压系统中液压缸、连接管道、控制阀台的内部泄漏与外部泄漏,以及检测安全溢流阀的非正常溢流状态。

3. 根据权利要求1所述的液压系统管道泄漏状态检测系统,其特征在于,当液压动力系统由伺服电机驱动液压泵情况下,根据伺服电机转数及液压泵排量,计算出排出高压液压油的容积。

4. 根据权利要求1所述的液压系统管道泄漏状态检测系统,其特征在于,当液压动力单元由异步电机驱动变量泵情况下,在管道中安装流量计,通过流量计计算出系统排出的液压油容积。

5. 根据权利要求1所述的液压系统管道泄漏状态检测系统,其特征在于,采集液压系统

中所有液压缸的动作状态,根据液压缸参数及设定的速度、各位置传感器和行程开关,得到液压缸流量及容积需求数学模型,模型配置有修正功能。

一种液压系统管道泄漏状态检测系统

技术领域

[0001] 本发明属于液压技术领域,涉及一种液压系统管道泄漏状态检测系统。

背景技术

[0002] 液压系统泄漏是液压系统工作过程中常见的一种故障。油液外部泄漏污染环境,造成一定程度的经济损失。油液内部泄漏以及安全溢流阀大量溢流油液,造成液压系统功率损耗增加。因此检测液压系统泄漏是很有必要的。

[0003] 常规液压系统外部泄漏检测的方法是人工巡检。点检人员定期到阀台、管道、液压缸等位置检查,工作人员劳动强度大,并且不能做到实时检测,液压系统内部泄漏也很难被发现。目前市面上,几乎没有对液压系统泄漏状态进行在线检测的。

[0004] 因此,亟需一种能够实时检测液压系统管道泄漏状态的系统。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种液压系统管道泄漏状态检测系统,检测出液压系统输出流量与需求流量、输出容积与需求容积之间的差值变化,以此检测出液压系统泄漏状态,解决液压系统泄漏状态难以在线检测等问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种液压系统管道泄漏状态检测系统,包括:油箱、控制阀台、连接管道、液压缸和蓄能器组,还包括:可测流量的液压动力系统、液压缸流量及容积需求数学模型、压力传感器和数据采集与处理单元;

[0008] 所述可测流量的液压动力系统统计出瞬时输出流量曲线 Q_1 与某个时间段的输出容积曲线 Q_2 ;

[0009] 所述液压缸流量及容积需求数学模型采集当前液压缸的实时动作情况,根据设定好的模型参数,计算出当前液压系统的理论需求流量曲线 Q_3 与某个时间段的理论需求容积曲线 Q_4 ;

[0010] 所述压力传感器配合蓄能器组的容量可以给出理论需求修正曲线 ΔQ_3 与理论需求容积修正曲线 ΔQ_4 ;

[0011] 所述数据采集与处理单元实时采集处理输出流量 Q_1 与需求流量 $Q_3 + \Delta Q_3$ 、输出容积 Q_2 与需求容积 $Q_4 + \Delta Q_4$ 数值之间的差异,在某一时间段内,如果偏差超出设定范围,则判定为液压系统中存在不正常的泄漏,从而实现对液压系统中的油液泄漏状态的检测。

[0012] 进一步,该系统能够检测液压系统中液压缸、连接管道、控制阀台的内部泄漏与外部泄漏,以及检测安全溢流阀的非正常溢流状态。

[0013] 进一步,当液压动力系统由伺服电机驱动液压泵情况下,根据伺服电机转数及液压泵排量,计算出排出高压液压油的容积,达到计量的目的。

[0014] 进一步,当液压动力单元由异步电机驱动变量泵情况下,在管道中安装高精度流量计,通过流量计计算出系统排出的液压油容积,达到计量目的。

[0015] 进一步,采集液压系统中所有液压缸的动作状态,根据液压缸参数及设定的速度、各位置传感器和行程开关等,得到液压缸流量及容积需求数学模型,模型配置有修正功能。

[0016] 进一步,构建液压缸流量及容积需求数学模型,具体包括:液压系统各执行机构是有序动作的,在一段时间内,假如各执行机构需求的流量分别是 q_1 、 q_2 、 q_3 …… q_n ,对应的容积需求分别是 V_1 、 V_2 、 V_3 …… V_n ,那么在这段时间内的总流量需求和总容积需求分别是:

$$[0017] \quad q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n \quad (1)$$

$$[0018] \quad V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n \quad (2)$$

[0019] 液压系统中除了各执行机构消耗的流量需求和容积需求外,还有一部分用于补充蓄能器组。高压液压油给蓄能器组充油时,蓄能器内氮气压力体积变化符合理想气体状态方程:

$$[0020] \quad V_{gas} = V_0 \cdot (P_0 / P_{gas})^{1/\gamma} \quad (3)$$

[0021] 其中, V_0 表示蓄能器在 t_0 时刻内部气体体积, V_{gas} 表示蓄能器在 t_1 时刻内部气体体积, P_0 表示蓄能器在 t_0 时刻内部气体压力, P_{gas} 表示蓄能器在 t_1 时刻内部气体压力, γ 表示等熵指数(又称绝热指数)。

[0022] t_0 时刻蓄能器内压力油的压力与 P_0 一致, t_1 时刻蓄能器内压力油的压力与 P_{gas} 一致。如果在 $t_1 - t_0$ 时间内液压系统主泵泵入蓄能器组的压力油体积为 ΔV ,则 $V_{gas} = V_0 - \Delta V$,带入式(1),得到公式如下:

$$[0023] \quad \Delta V = V_0 \cdot (1 - (P_{gas} / P_0)^\gamma) \quad (4)$$

[0024] 由式(2)中可以得出,在一段时间内,通过压力传感器实时检测蓄能器压力 P_{gas} 和 P_0 ,通过蓄能器的初始容积可以求出任意初始时刻的 V_0 ,即可求出这段时间内的蓄能器容积变化 ΔV 。对蓄能器容积变化 ΔV 求导,即可求出蓄能器的流量变化曲线 ΔQ 。理论上,系统需求流量即为执行机构需求流量加上蓄能器需求流量、系统需求容积即为执行机构需求容积加上蓄能器需求容积。

[0025] 可测流量的液压动力系统可以统计出瞬时输出流量曲线与某个时间段的输出容积曲线;数据采集与处理单元实时采集处理输出流量与需求流量、输出容积与需求容积数值之间的差异,在某一时间段内,如果偏差超出设定范围,就说明系统中存在不正常的泄漏,从而实现对液压系统中的油液泄漏状态的检测。

[0026] 本发明的有益效果在于:本发明具有检测准确、不需要加装任何检测设备、投入与运行成本低、控制与结构简单等特点,是一项液压系统泄漏状态最优的检测技术,适合应用于冶金行业所有液压系统。

[0027] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述,并且在某种程度上,基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的,或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书来实现和获得。

附图说明

[0028] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明作优选的详细描述,其中:

[0029] 图1为本发明液压系统管道泄漏状态监测系统的结构图;

[0030] 附图标记:1-油箱,2-液压系统主泵,3-伺服电机,4-压力传感器,5-蓄能器组,6-截止阀,7-控制阀台,8-液压缸,9-数据采集与处理单元,10-液压缸流量及容积需求数学模型,11-安全溢流阀。

具体实施方式

[0031] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需要说明的是,以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0032] 其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本发明的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0033] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本发明的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0034] 请参阅图1,本实施例设计了一种液压系统管道泄漏状态检测系统,核心部分包括:一套可测流量的液压动力系统(即液压系统主泵2和伺服电机3)、一套压力传感器4、液压缸8、一套数据采集与处理单元9和一套液压缸流量及容积需求数学模型10,还包括:油箱1、控制阀台7、连接管道、蓄能器组5等。

[0035] 该检测系统投入工作时,首先根据需要连接好液压系统的各个部分,保证各元件都能正常工作,输入液压缸8参数,得出当前状态下的液压缸流量及容积需求数学模型10。打开截止阀6,启动伺服电机3,通过数据采集与处理单元9,采集伺服电机3转速和排量计算出瞬时输出流量曲线Q1与对应时间段的输出容积曲线Q2;采集系统中液压缸8位移传感器数值,计算出当前液压缸8的理论需求流量曲线Q3与当前时间段的需求容积曲线Q4;采集压力传感器4数据配合蓄能器组5的容量计算出理论需求修正曲线 $\Delta Q3$ 与理论需求容积修正曲线 $\Delta Q4$ 。数据采集与处理单元9实时采集处理输出流量Q1与需求流量 $Q3 + \Delta Q3$ 、输出容积Q2与需求容积 $Q4 + \Delta Q4$ 数值之间的差异,在某一时间段内,如果偏差超出设定范围,就说明系统中存在不正常的泄漏,从而实现对液压系统中的油液泄漏状态的检测。

[0036] 本实施例检测系统可以检测液压系统中液压缸、管道、控制阀台的内部泄漏与外部泄漏,还可以检测安全溢流阀11的非正常溢流状态。当液压动力单元由伺服电机驱动液压泵情况下,根据伺服电机转数及液压泵排量,可以计算出排出高压液压油的容积,达到计量的目的。当液压动力单元由异步电机驱动变量泵情况下,在管道中安装高精度流量计,通过流量计计算出系统排出的液压油容积,达到计量目的。采集系统中所有液压缸的动作状

态,根据液压缸参数及设定的速度、各位置传感器、行程开关等,得到流量、容积需求模型,模型配置有修正功能。

[0037] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

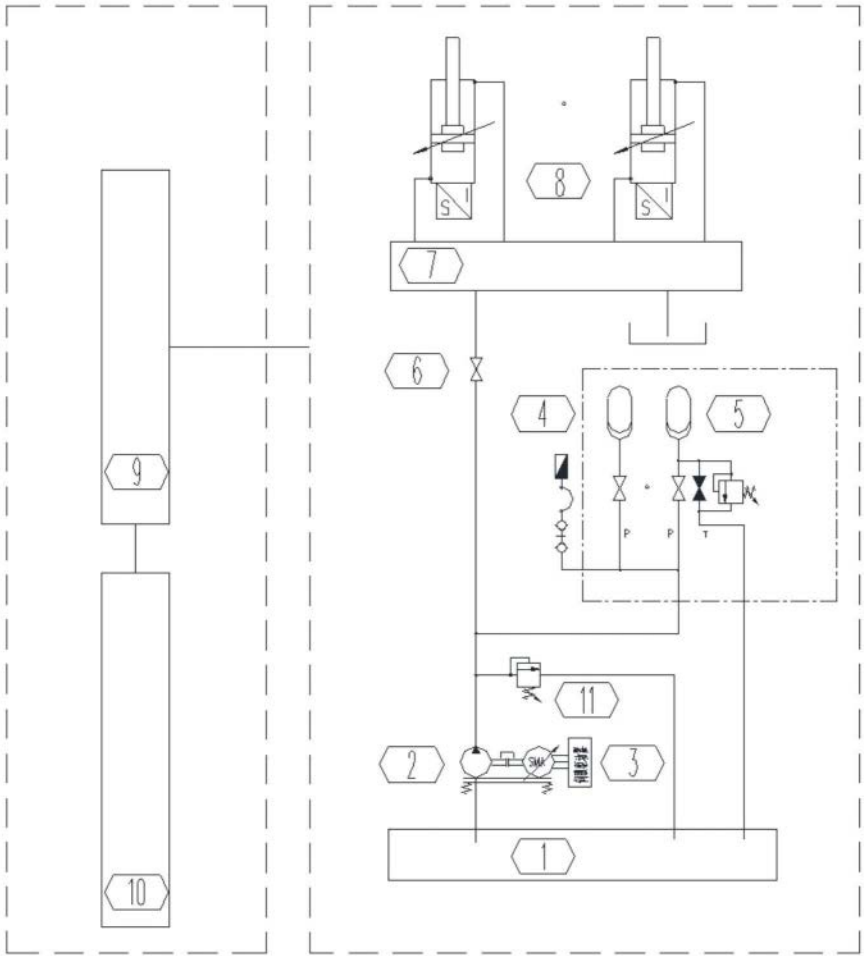


图1