

一种剪式液压升降台控制及检测系统设计

蒋勇

(南京理工大学 泰州科技学院, 江苏 泰州 225300)

摘要:对剪式液压升降台进行力学分析,并计算所需液压缸的参数;设计实验油路,并利用 AMESim 仿真软件对实验油路进行仿真运行;建立基于 Coolmay PLC 触摸屏一体机的油路控制系统,并实现相关参数的采集显示;基于 LabVIEW 搭建油路中的液压缸参数测试平台。最后经过半实物实验系统仿真,对实验油路进行仿真。将仿真结果与检测到的数据进行对比分析,能够实时反映出油路中的问题所在,及时发现剪式液压升降台使用中出现的问題。

关键词:液压升降台;控制;仿真;检测

中图分类号:TH211⁺.6;TP391.9 文献标志码:A 文章编号:1671-5276(2019)06-0164-04

Design of Control and Detection System of Scissors Hydraulic Lifting Platform

JIANG Yong

(Taizhou Institute of Sci. & Tech., NJUST., Taizhou 215300, China)

Abstract: This paper does the dynamic analysis of the scissors hydraulic lifting platform, calculates the parameters of the hydraulic cylinder, designs the experimental oil circuit, uses AMESim simulation software to simulate the operation of the experimental oil circuit and establishes the oil circuit control system based on Coolmay PLC touch screen integrated machine, which is used to collect and display the relevant parameters and build the testing platform of the hydraulic cylinder parameters based on LabVIEW. Then, through the simulation of the experimental system, the results and the detected data are compared and analyzed, thus reflecting the problems in the real time oil circuit.

Keywords: hydraulic lifting platform; control; simulation; detection

0 引言

剪式液压升降台在民航、汽车、交通、冶金、制造等领域有着广泛的应用,具有结构稳定、操作方便、运行平稳、低噪声、行程范围广等优点^[1-3]。升降台的液压油路部分可实现多种动作,但同样也可能因为多次切换动作而造成系统不必要的损失。这种损失轻则增加油路的泄漏流量,降低升降台的工作效率;重则直接加速油路的老化,加大事故发生的频率。所以有必要设计出一种控制及检测平台,具有单步运行与连续运行两种模式,以便检测液压回路中元器件在连续运动与单一模式运动下的不同状态,及时发现剪式液压升降台使用中出现的问題。

1 剪式液压升降台的受力分析

该升降台最低位置高度为 880 mm,最高位置高度为 1 200 mm,建立剪式液压升降台的三维模型如图 1 所示,其受力分析如图 2 所示。

假设升降台铰链约束为理想状态,重物及上平面自重

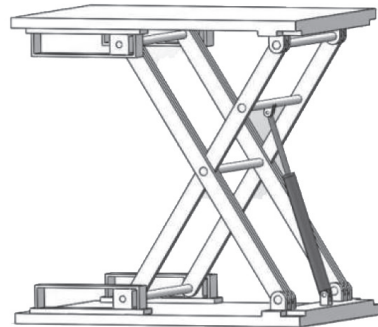


图 1 剪式升降台三维模型

G 及液压缸推力 P 为主动力,根据虚位移原理,所有作用在该质点系的主动动力在任何虚位移中所做的虚功之和等于 0,即

$$\sum (P_{xi}\delta_{xi} + P_{yi}\delta_{yi} + P_{zi}\delta_{zi}) = 0 \quad (1)$$

式中: P_{xi} 、 P_{yi} 、 P_{zi} 分别为作用于质点 m_i 的主动动力 P_i 在直角坐标系中 x 、 y 、 z 轴上的主动动力分量; δ_{xi} 、 δ_{yi} 、 δ_{zi} 分别为虚位移 δ_{ni} 在直角坐标系中 x 、 y 、 z 轴上的虚位移分量。

$$P_y\delta_{yp} - P_x\delta_{xp} - G\delta_{yG} = 0 \quad (2)$$

基金项目:江苏省高校自然科学研究面上项目(14KJD460003);江苏省大学生创新创业训练计划项目(201613842010Y);泰州市科技支撑计划社会发展项目(TS201519)

作者简介:蒋勇(1985—),男,实验师,硕士,研究方向为机电一体化技术。

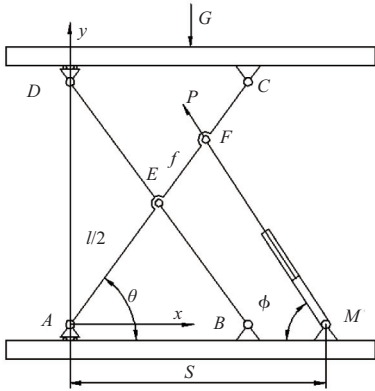


图 2 剪式升降台受力分析

可得载重 G 与液压缸推力 P 的关系:

$$P = \frac{2l \cos \theta}{(l+2f) \sin(\theta+\phi)} G \quad (3)$$

当载重 G 不变时,推力 P 随着 ϕ, θ 角的变化而变化,而 ϕ, θ 角又与结构尺寸 l, S, f 及行程 H 有关。

2 剪式液压升降台的控制系统设计

2.1 油路的设计与仿真

为了实现采集升降台多种状态的实验数据,首先设计一种可实现多状态运行的实验油路,有上升与下降两个运动状态;其次,在操作时,如果载物单个质量较轻但数量庞大时,必须提高升降台的运行速度提高效率,所以设计了快速下降模式,拟用蓄能器加上单向阀实现这一功能^[4-6]。实验油路如图 3 所示。

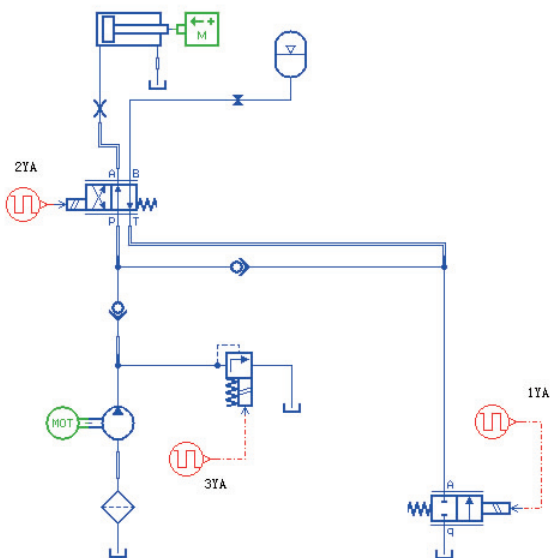


图 3 实验油路

上述液压系统中,初次举升时电磁铁 1YA、2YA、3YA 失电,液压泵向系统提供油液,泵的出口压力由溢流阀设定,溢流阀在该处既做安全阀使用也可做卸荷阀使用。油

液通过单向阀、电磁换向阀的右位、节流阀入液压缸,使液压缸伸出,剪式升降机向上举升。在某一位置停止时,1YA、2YA 失电,3YA 得电,液压泵卸荷,单向阀做液压锁,使液压油缸的下腔封闭,防止液压油液的泄漏,减少液压缸沉降量;下降时,1YA 失电,2YA、3YA 得电,在外负载作用下,靠自重使升降机下降,截止阀打开,使油液通过节流阀,进入换向阀的左位,通过单向阀,再次经过换向阀左位,进入蓄能器里。蓄能器可以吸收压力冲击,使液压缸下降平稳。如果外载荷产生压力小于蓄能器压力,则 1YA 得电液压缸快速下降。再次向上举升时,电磁铁 1YA、2YA、3YA 失电,截止阀打开,蓄能器把储存的有一定压力的油液流向系统。升降台电磁铁动作顺序见表 1。

表 1 升降台电磁铁动作顺序表

电磁铁	上升	停滞	下降	快速下降
1YA	-	-	-	+
2YA	-	-	+	+
3YA	-	+	+	+

2.2 控制系统设计

Coolmay PLC 触摸屏一体机,是触摸屏与 PLC 高度集成的产品,可以通过表面的触摸屏对内部程序进行操控,减小了硬件设备的体积。使用深圳其公司生产的 EX2N-70HN 系列的触摸屏一体机设计了控制系统。剪式液压升降台的液压回路有多种运行状态,所以检测时需对各种状态进行单独检测^[7]。人机界面如图 4 所示。

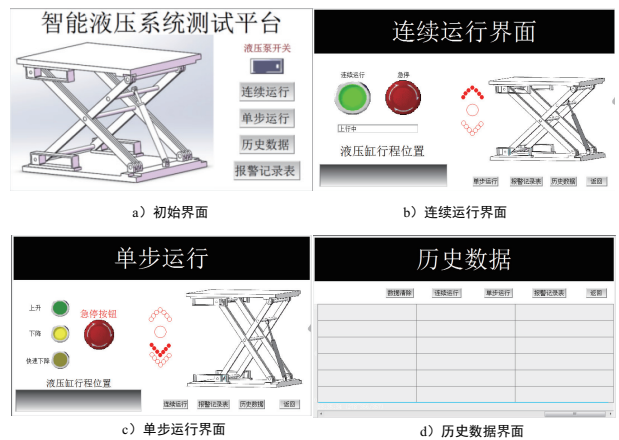


图 4 人机界面

由于使用的是 PLC 触摸屏一体机,原本需要外部继电器控制的开关,可由屏幕上的按钮代替,将按钮的地址设为相应的内部继电器(即辅助继电器 M),所以最终只需要 2 个数字量输入,1 个模拟量的输入,4 个数字量输出,见表 2。

根据 I/O 分配以及 PLC 型号的选择,完成 PLC 外部接线图如图 5 所示。

表 2 I/O 分配表

输入量 X、AD	输出量 Y、DA	辅助继电器 M
下限位开关 X000	液压泵开关 Y000	总开关 M0
上限位开关 X001	电磁阀 1YA Y001	连续运行 M1
液压缸行程 AD0	电磁阀 2YA Y002	上升 M2
	电磁阀 3YA Y003	下降 M3
		快速下降 M4
		急停 M6

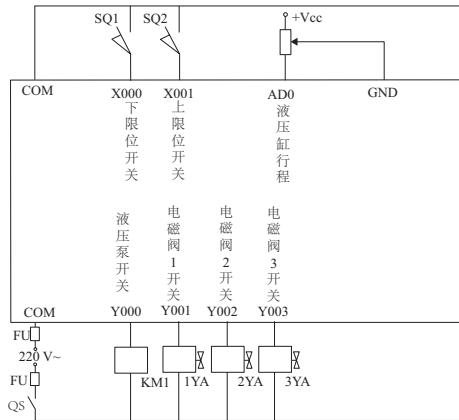


图 5 硬件接线图

3 液压元件检测系统设计

3.1 基于 LabVIEW 的液压元件检测

该检测系统必须拥有实时采集数据并对数据进行运算、显示和存储功能。选用 NI 公司的 USB-6008 数据采集卡,设计了针对液压回路中液压缸的检测界面,不仅可采集到液压缸的流量、压力等数据,还可采集液压缸行程、泄漏流量等数据。检测主界面如图 6 所示,该检测系统主要分数据采集、文件保存、时间显示以及数据拆分等模块^[8-10],各模块程序如图 7-图 10 所示。

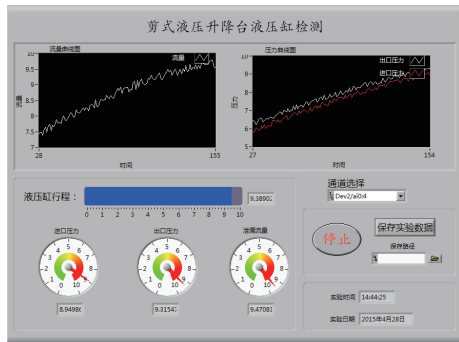


图 6 检测主界面

1) 数据采集模块将各种 DAQ 编程节点连接起来,此处输入的各种数据应与之前在 NI-MAX 中建立的电压任务相对应。

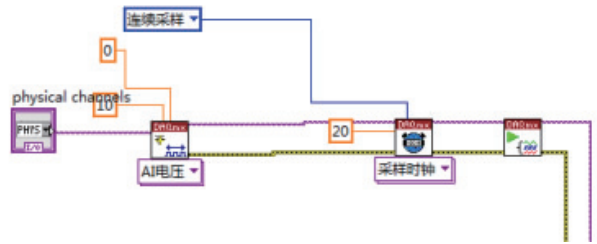


图 7 数据采集

2) 文件保存模块作用是将测试界面得到的数据存入一个文本文件。按下保存实验数据时,保存当前实验的数据,但在此之前必须设置好文件保存路径,否则程序将报错。

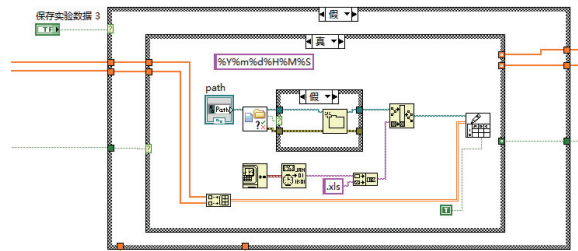


图 8 文件存储

3) 时间显示模块作用是显示当前实验的时间。

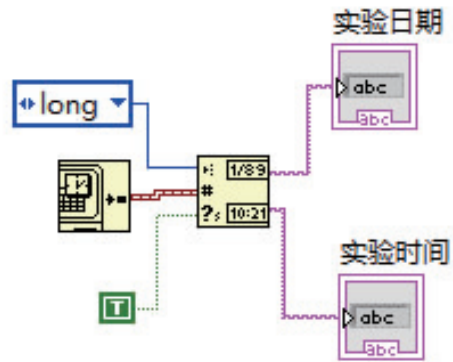


图 9 程序框图——时间显示

4) 数据拆分模块作用是将采集到的多个数据拆分开来。由于试验中的数据是一起采集到的,所以在这里使用到了索引数组,将得到的数据分发到前面板上与之相对应的输出控件上。

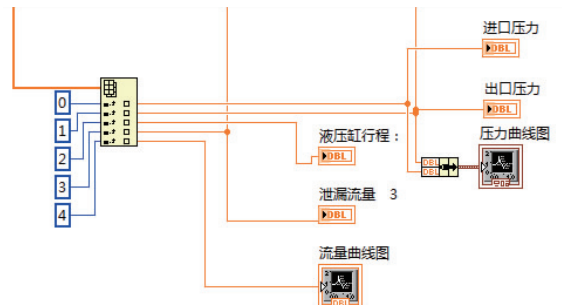


图 10 程序框图——数据拆分

3.2 剪式升降台与检测系统的联机调试

在完成了 PLC 触摸屏一体机控制系统的设计、PLC 程序的编写、基于 LabVIEW 的检测系统设计后,将所有的软硬件连接起来进行联机调试。

打开监测系统与升降台控制系统,将 2 个限位开关接上一体机,将一体上的输出信号接到油路中对应的元件上去,将其他的传感器接上 USB-6008 数据采集卡,检查所有连线是否准确,以免出现接触不良或是线路短路的问题,确认无误后,打开一体机电源开关。

首先,按下控制系统界面上的液压泵开关,为整个油路提供动力,同时在程序的控制下油路处于停止状态下待命,打开基于 LabVIEW 的检测系统,按下运行按钮,系统进入单步运行状态;第二步,按下控制界面上的上升按钮,使升降台进入上升状态,注意观察控制界面和检测界面采集到的数据以及升降台实际运行的状态;第三步,分别按下下降、快速下降、连续运行按钮,重复第二步的动作,注意观察升降台运行状态;实验结束后,关闭液压泵开关,断开电源。

经过联机调试,发现控制系统采集到的液压缸行程、进口压力与检测系统采集到的行程与进口压力一致,且符合升降台的实际运行状态。

4 结语

所设计的剪式液压升降台的控制和检测系统能够更好地监控升降台油路的变化情况,通过控制平台控制油路的运动,再利用液压检测平台针对单一运动模式或是连续运动模式进行检测,能够及时有效地反映出油路中的问

题。同时由于控制平台是基于 PLC 触摸屏一体机设计的,降低了操控的难度,而基于 LabVIEW 设计的液压检测平台,也能够及时反映出油路中主要液压元件的参数与状态。

参考文献:

- [1] 唐宏宾. 混凝土泵车泵送液压系统故障诊断关键技术研究[D]. 长沙:中南大学,2012.
- [2] 严继东,张凤,牟吉平. 多功能综合液压试验台的研制与开发[J]. 流体传动与控制,2005(3):16-18.
- [3] 冯江涛,郭晓松. 基于虚拟仪器的液压检测系统设计[J]. 机床与液压,2013,41(10):133-136.
- [4] 安向东,乔雪涛,安宏伟. 液压故障诊断系统的开发[J]. 机床与液压,2010,38(9):96-97.
- [5] 汪晟杰,王宇恒,王博. 基于 LabVIEW 与三菱 PLC 通信在液压控制中的应用[J]. 机械制造与自动化,2017,46(2):171-173.
- [6] 钟日良,彭天好,张磊. LabVIEW 在液压缸试验测控系统中的应用[J]. 机床与液压,2014,42(7):39-41.
- [7] 张培红. LabVIEW 在液压马达测试系统中的应用[J]. 机械研究与应用,2012(3):179-180.
- [8] 谢冰,陈昌鑫,郑宾. 基于 LabVIEW 的数据采集与信号处理系统设计[J]. 现代电子技术,2011(14):173-175.
- [9] 高希功. 剪叉式液压升降台的结构设计与优化[D]. 济南:济南大学,2014.
- [10] 张鸿鹄,郭莲,王宇恒. 剪叉式液压升降台的设计[J]. 机械设计与制造工程,2014(12):69-72.

收稿日期:2018-08-17

(上接第 158 页)

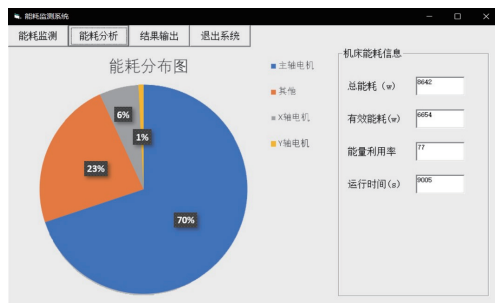


图 7 实验加工过程能耗分析

定性。能够广泛运用于数控机床机械加工过程中能量消耗的状态信息分析、管理控制和节能优化的研究中。基于嵌入式技术的数控机床监测系统集成度高,实用、便携,易于实现检测现场的快速安装。因此,本文所设计的能耗监测系统在现今绿色制造的大背景下具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘高君,刘飞,刘培基,等. 机床多源能耗状态在线检测方法 & 检测系统[J]. 计算机集成制造系统,2016,22(6):1576-1585.

- [2] 刘飞,王秋莲,刘高君. 机械加工系统效率研究的内容体系及发展趋势[J]. 机械工程学报,2013,49(19):89-94.
- [3] 刘霜. 机床服役过程机电主传动系统的能量模型及应用方法研究[D]. 重庆:重庆大学,2012.
- [4] 黄文帝. 数控机床主传动系统运行能耗状态在线监视系统研究[D]. 重庆:重庆大学,2013.
- [5] KARA S, LI W. Unite process energy consumption models formaterial removal processes[J]. CIRPAnnals,2011,60(1):37-40.
- [6] LI W, KARA S. An empirical model for predicting energy consumption of manufacturing processes: a case of turning process[J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B:Journal of Engineering Manufacture,2011,225(9):1636-1646.
- [7] KARA S, MANMEK S, HERRMANN C. Global manufacturing and the embodied energy of products[J]. CIRPAnnals - Manufacturing Technology,2010,59(1):29-32.
- [8] 刘飞,徐宗俊,但斌,等. 机械加工系统能量特性及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1995.
- [9] 王超,刘飞,唐军波,等. 一种数控切削机床运行能耗状态在线判别方法[J]. 中国机械工程,2017,28(2):326-331.
- [10] 唐任仲,贾顺,吕景祥. 基于活动的产品车间制造过程碳排放量计算方法[J]. 机电工程,2011,28(6):639-644.

收稿日期:2018-09-17