

多级开关控制流量集成阀块的 计 算 机 仿 真*

邓启辉

(洛阳拖拉机学院 471004)

摘 要: 本文介绍了利用DSH液压系统仿真软件对作者开发、研制的液压电梯专用多级开关控制流量集成阀块进行的计算机仿真工作,并着重对阀块系统的压力-速度仿真曲线做了深入的分析,得到了与试验结果相符合的结论。

关键词: 多级开关 流量控制 集成阀块 计算机仿真

中图分类号: TP391.9

多级开关控制流量集成阀块(简称HEV阀块)是一种新型的液压电梯专用开关控制类的流量阀块,是流体传动及控制国家重点实验室(浙江大学)的年度课题,现已完成研制、试验工作。在开发、研制中,采用DSH液压仿真软件做计算机仿真工作,其目的为:(1)验证阀块油路系统设计原理的正确性及流量控制性能;(2)探讨阀口输出容腔体积增大对系统稳定性的影响;(3)研究先导控制液阻阻尼大小的调整对电梯运行速度曲线的影响;(4)通过在阀块工作压力上、下限附近的仿真分析外载变化对其流量特性的影响。

1 阀块工作原理简介(详见参考文献[1])

为实现电梯运行的理想速度曲线^[1],笔者利用开关电磁阀、可调先导控制液阻实现对节流阀的开环控制,使节流阀阀芯渐开启(渐关闭),从而完成电梯运行中的加速段、匀速段、减速段、平层段的动作过程。

1.1 阀块油路原理图(图1)

阀块主要有两大油路:(a)上行控制油路,(b)下行控制油路及附属元件组成。上行控制油路控制油缸上行加速、匀速及减速过程的速度值大小及变化率;下行控制油路除控制下行时上述过程外又增加一个平层油路。附属控制元件包括安全阀1,单向阀12等。

上行控制油路包括旁路节流阀3,先导液阻7、9,电磁阀8;下行控制油路包括节流

* 收稿日期: 1995-05-08

阀 2, 先导液阻 4、5, 电磁阀 6、11, 平层阀 10。^{〔1〕}

1.2 阀块执行上行运动指令控制过程表(参看图 1)

系统接到上行指令, 电机转动, 泵开始供油。此时阀 3 阀口全开, 大部分流量返回油箱。

	阀 6	阀 8	阀 11	阀 3 阀芯状态	进入油缸流量
加速段	-	+	-	向阀口关闭方向移动	线性增大
匀速段	-	+	-	阀口全闭	最大稳定流量
减速段	-	-	-	向阀口开启方向移动	线性减小
平层段	-	-	-	阀芯于最大限定位置	最小稳定流量
停 靠	-	-	-		泵停转

1.3 阀块执行下行运动指令控制过程表 (参看图 1)

电机停转, 泵不供油, 利用轿厢及负载产生的压力为动力源, 驱动油缸下行。

	阀 6	阀 8	阀 11	阀 2 阀芯状态	进入油缸流量
加速段	+	-	+	向阀口开启方向移动	线性增大
匀速段	+	-	+	阀芯于最大限定位置	最大稳定流量
减速段	-	-	+	向阀口关闭方向移动	线性减小
平层段	-	-	+	阀口全闭	最小稳定流量
停 靠	-	-	-	阀口全闭	无

(注: 下行运动时, 平层阀 10 处于开启状态)

2 DSH 液压系统仿真软件简介

德国亚琛(Aachen)工业大学开发的液压动态特性数字仿真专用软件 DSH(Digital Simulation of Hydraulic System) 共有 9 个模块^{〔2〕}, 用特定描述语言给出被仿真的液压系统(元件), 凭借专用模型库和数据库建立数学模型, 进行动态仿真, 绘制动态响应曲线。

2.1 DSH 程序系统的主要功能

DSH 程序系统具有自动建立数学模型, 时域阶跃响应过渡分析的仿真积分计算和绘制过渡曲线等其本功能, 此外还具有频率响应计算、线性化、根轨迹分析和参数优化等功能。

2.2 DSH 程序系统的主要特点

面向物理模型, 即用户只需要输入被仿真液压系统(元件)的物理模型, 计算机便能自动建立相应的数学模型。设计人员能用自己习惯的工程方法来设计系统, 易于掌握。

提供一套非线性仿真程序, 因此仿真结果与实验曲线实现良好吻合。

2.3 DSH 程序系统的理论基础

两类基本微分方程式。第一类为由连续性方程推出的某一容腔的“压力微分方程”^{(3) 4}; 第二类为由牛顿第二定律推出的运动部件的“运动微分方程”^{(3) 7}。

微分方程组的龙格——库塔 (Runge-Kutta) 解法——应用四阶龙格-库塔法的改型进行数值积分^{(3) 8}。

3 HEV 阀块的计算机仿真

3.1 系统的建模

DSH 软件具有启动建模功能, 因此一般系统只需输入软件能识别的构件说明^{(2) 1~10}。但正如阀块工作原理所述, 由于 HEV 阀块大都采用非标准构件, 因此难以用 DSH 提供的标准元件库中的构件来描述阀块系统。所以在仿真输入文件采用 DSH 提供的 MI CRO (非标准构件) 方法^{(2) 10~11}。

在系统建模中, 首先按规定给出仿真油路图, 再用 DSH 格式化语言描述出阀块的结构与结构说明, 最后由 DSH 软件自动建立数学模型。(本文仅以油缸上行运动为例简介建模过程)

3.1.1 上行运动阀块系统仿真油路图 (图 2)

图 2 可看出, 上行运动仿真油路由 V1、V2、V3、V4 四个容腔和 8 个构件组成。构件为 P1、S1、F2、F3、F4、R1、M1。F2 为旁路节流阀, 是决定阀块上行运动系统性能优劣的关键控制阀。F2、R1、S1、F4 为 MI CRO 构件, 要根据具体结构专门进行构件说明。

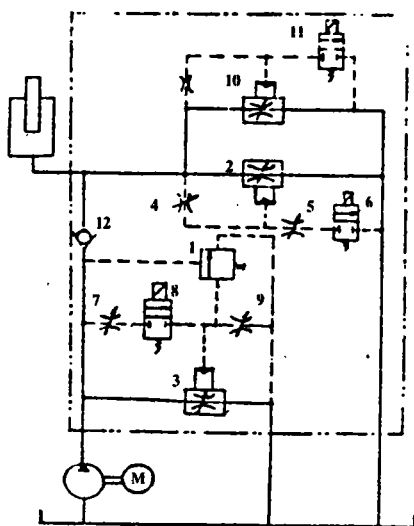


图1 阀块油路原理图

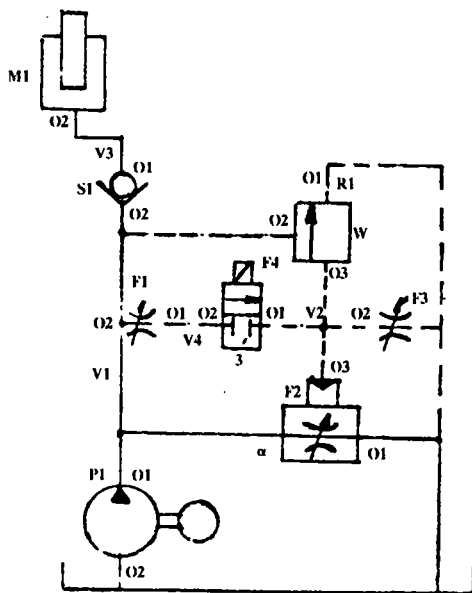


图2 上行运动阀块系统仿真油路图

3.1.2 数学模型的建立

将用户程序(本文略)输入后, 利用 DSH 中的 STRUB 模块^{(2) 43~52} 及 AKDA 模块^{(2) 52~59} 自动搜索模型库, 边界值, 最后输出 HEV 阀块上行运动油路系统的数学模型——14 个微分方程和参数(略)。

3.2 仿真结果与分析

将数学模型按照 DSH 软件要求的格式输入, 并根据实际情况给出各参数赋值及各变量的初始值, 以 5×10^{-5} 秒步长进行仿真计算。经过 GRASAB 系统程序^{(2) 74~96} 处理, 得到了不同参数值状态下的压力——速度仿真曲线和压力——阀芯位移仿真曲线。现仅给出电梯上行运动时阀块系统的压力——速度仿真曲线, 并进行相应分析(压力参数赋值为 4MPa)。

3.2.1 仿真曲线与试验曲线的吻合程度较高(图 3)

从图 3 可以看出, 仿真曲线与上行运动过程的试验曲线相比较十分近似, 两曲线基本吻合。从而验证了 HEV 阀块设计原理的正确性和控制性能, 也说明了 DSH 软件对复杂液压元件具有良好的仿真性能。实际上, 试验曲线压力波动要比仿真曲线大一些, 这主要是试验中采用柱塞泵的流量脉动造成的结果; 同时, 试验曲线的变化更类似于二次曲线, 是由于实际系统中的非线性因素造成的。

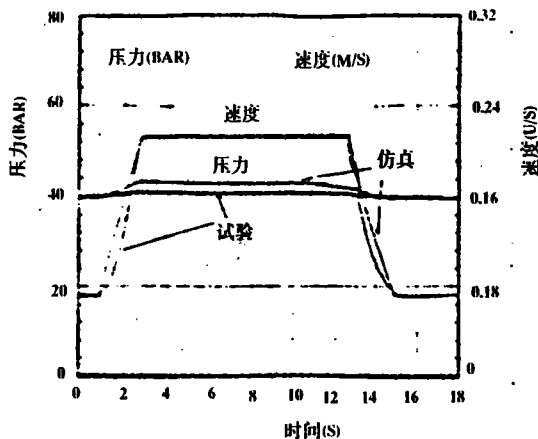


图 3 仿真曲线与试验曲线比较

3.2.2 降低先导液阻流量系数的仿真曲线(图 4)

当同时按平方比例关系降低旁路节流阀 F2 的先导控制液阻 F1、F3(图 2) 的流量系数时, 由于液阻的阻尼按比例变化, 因此速度曲线在加速段变化不明显; 而在减速段使过程时间变长, 这是由于随着 F3 阻尼的增大, 节流阀 F2 阀芯开启的时间增长。此仿真结果与理论分析、试验结果相一致, 为阀块在使用中的最佳运行状态调整提供了依据。

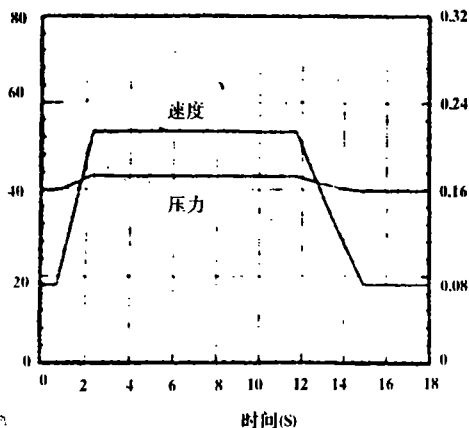


图 4 降低先导液阻流量系数时的仿真曲线

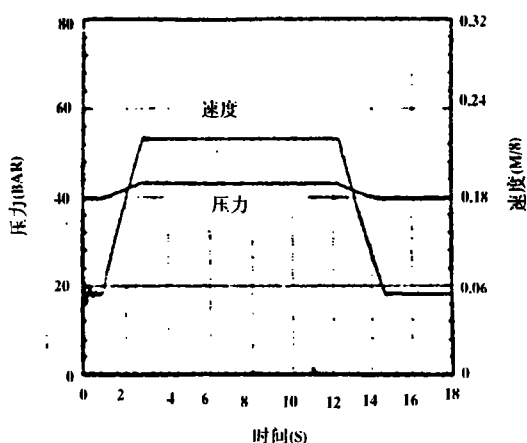


图 5 增大节流阀至油缸间容腔体积的仿真曲线

3.2.3 增大节流阀至油缸之间的容腔体积的仿真曲线(图5)

当增大节流阀 F2(图2)与油缸之间容腔体积参数后,由图5可以看出,系统的流量曲线振荡大大增加,尤在起始段振幅为最大,同时压力也将产生较大振荡。这是因为随着容腔体积的增大,液压系统的频率降低,降低了系统的阻尼和稳定性。因此若在液压电梯上安装储能器或采用较长的油管联接都将十分不利于系统的稳定性,进而直接影响电梯运行的平稳性。

4 结论

4.1 验证了多级开关控制流量集成阀块结构原理正确,能在开关电磁铁控制下实现电梯运行所要求的流量控制,并且对流量控制能达到一定要求。

4.2 在安装、调试中,要合理调整先导控制液阻的阻尼大小;并要注意阀块与油缸之间的容腔体积,以满足电梯运行的平稳及舒适性要求。

参 考 文 献

- 1 邓启辉. HEV多级开关控制复合流量集成阀块的开发研究. 浙江大学硕士学位论文.1992.1
- 2 浙江大学流体传动及控制教研室.液压动态仿真——DSH声用软件手册.1984.10
- 3 浙江大学流体传动及控制教研室.应用DSH系统对液压系统进行动态仿真.1989.1

Computerized Simulation on the Flow Valve Block Integrated with Multistage on-off Control Units

Deng Qihui

(Luoyang Tractor College of Technology)

Abstract: This paper deals with the computerized simulation carried out with DSH software on a newly-developed flow control valve block integrated with multistage on-off control units, which is designed specially for hydraulic elevating system. Through deep analysis of the simulation curve of block valve on pressure-speed, the same conclusion has been drawn as the experiment results.

Keywords: multistage on-off flow control integrated valve block computerized simulation