

【兵器与装备】

某履带车辆液压转向操纵系统仿真*

任彦恒, 吕建刚

(军械工程学院 自行火炮教研室, 石家庄 050003)

摘要:介绍了液压式转向机的工作原理,并应用 AMESim 软件对某履带车辆液压式转向机建立仿真模型,对其转向、加力、制动工况进行了仿真.仿真结果与实际工况相符,表明仿真分析可以有效地研究液压式转向机的动态特性,为设备的性能分析与优化、故障预测与诊断提供依据.

关键词:液压式转向机; AMESim 软件; 建模仿真

中图分类号: U469.694

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2008)02-0036-03

目前,履带车辆多采用行星式转向机构.某履带车辆采用了液压式行星转向机,转向过程由液压系统控制,使得转向操纵轻便灵活.

1 工作过程

1) 直线行驶.此时各拉杆不动作,各油缸无压力,制动离合器分离,闭锁离合器结合.车辆直线行驶.

2) 大半径转向.转向操作杆拉到1位,转向阀接通闭锁离合器油缸和制动离合器油缸,闭锁离合器分离,制动离合器结合,实现大半径转向.

3) 原地转向.转向操作杆拉到2位,闭锁离合器继续分离,制动离合器油缸与油箱相通,同时,液压油进入制动油缸,使车辆实现原地转向.

4) 加力操作.挂加力档,使转向操作阀的2个阀芯同时处于大半径转向状态,主动轮降低转速.

5) 刹车.手刹时,使转向操作阀的2个阀杆同时处于原地转向状态,实现刹车.脚刹时,动作脚制动阀,实现刹车^[1].

液压操作系统结构如图1所示.

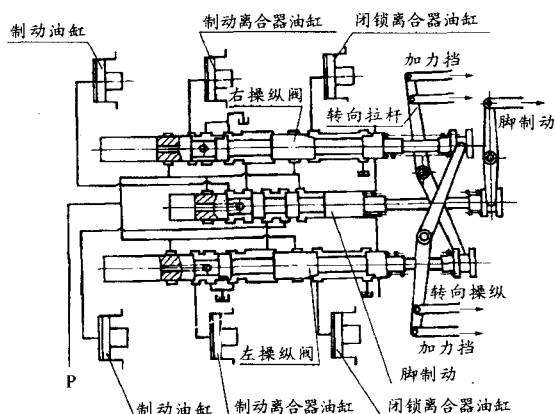


图1 液压操纵系统结构

2 仿真模型

本研究采用法国 IMAGINE 公司的 AMESim (Advanced Modeling Environment for Simulation of engineering systems) 软件进行建模. AMESim 为流体动力(液压及气动)、机械、控制等工程系统提供了一个完善的综合仿真环境及灵活的解决方案^[2].它具有丰富的模型库,用户可以用基本元素法按照实际物理系统来构建自定义模块或者仿真模型. AMESim 的液压系统标准仿真模型库,为液压系统的建立提供几乎所有的液压元件,当 AMESim 提供的液压元件有可能难于满足设计者的需要时,设计者可以采用 AMESim 提供的一个 HCD (Hydraulic Component Design) 库中的元件,根据自己的需要,建立自己的超级液压元件,并可以封装到模型库当中^[3].

利用 AMESim 软件对以上输弹机液压系统进行仿真建模,一般需要4个步骤:

- 1) Sketch, 从应用库中选取现存的图形模块来建立系统的模型.
- 2) Submodels, 为每个图形模块选取数学模型(给定合适的建模假设).
- 3) Parameters, 设定每个图形模块需要的特定参数.
- 4) Simulation, 运行仿真并分析仿真结果^[4].

在 AMESim 的液压系统标准仿真模型库中没有转向操作阀和制动阀的标准模型,采用 AMESim 提供的 HCD 库中的元件,根据其工作原理建立超级液压元件.如图2~3所示.

* 收稿日期:2007-12-25

作者简介:任彦恒(1979—),男,河北深州人,硕士研究生,主要从车辆控制技术与自动化研究.

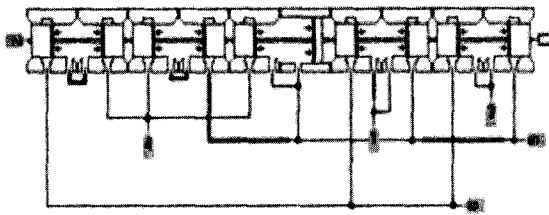


图2 转向操纵阀超级元件

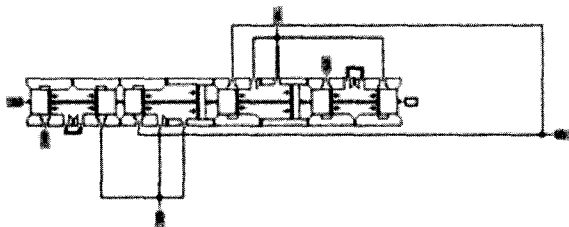


图3 制动阀超级元件

对2个超级元件进行封装,封装后如图4所示。

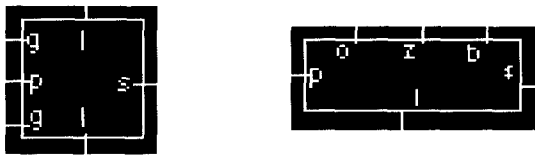
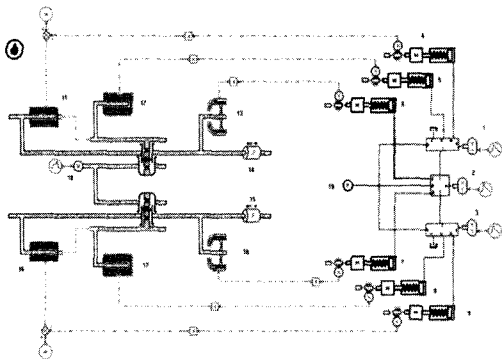


图4 封装后的转向阀超级元件与制动阀超级元件

利用 AMESim 建立转向机机械部分模型,并利用信号控制实现液压与机械的结合,液压转向操作系统整体模型如图5所示。



- 1.左转向操作杆;2.制动操纵杆;3.右转向操纵杆;4.左闭锁离合器油缸;5.左制动离合器;6.左制动油缸;7.右制动油缸;8.右制动离合器油缸;9.右闭锁离合器油缸;10.动力输出轴;11.左闭锁离合器;12.左制动离合器;13.左制动;14.左侧主动轮;15.右侧主动轮;16.右闭锁离合器;17.右制动离合器;18.右制动;19.液压油压力源

图5 液压式行星转向机系统仿真模型

在“子模型模式下(Submodel Mode)”中为系统各模块选择合适的子模型及相应的数学模型,其中压力源取 PS00,液压油缸取 HJ003,行星齿轮取 TRPB0D,闭锁离合器、制动离合器取 TRDC1A。

在“参数模式下(Parameters)”设置的主要参数如表1所示。

表1 AMESim 液压系统仿真模型主要参数

意义	数值	意义	数值
压力源压力/bar	11	输入转速/ rmin^{-1}	1 000
油液密度/ gm^{-3}	850	油缸活塞直径/mm	60
参考温度/ $^{\circ}\text{C}$	40	油缸活塞杆直径/mm	20
液压油动力黏度/cp	0.02	油缸弹簧刚度/ Nm^{-1}	10 000

3 仿真分析

3.1 转向仿真.左转向拉杆动作,使左转向阀阀芯位移按图6所示的曲线运动.由图6可知,在10s时左转向阀动作,并在30s之内由初始位置移动到40mm,而后迅速返回初始位置。

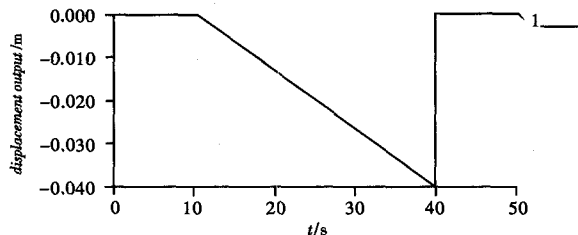


图6 左转向阀阀芯位移曲线

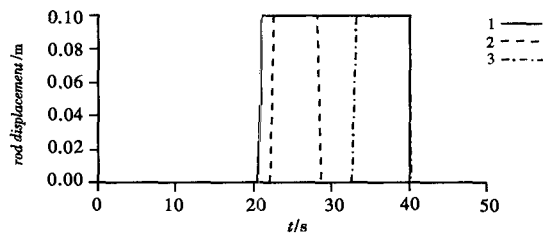


图7 左闭锁离合器油缸活塞(1线)位移、左制动离合器油缸活塞(2线)位移、左制动油缸活塞(3线)位移

图7为左闭锁离合器油缸活塞、左制动离合器油缸活塞、左制动油缸活塞位移曲线,图8为左右两侧主动轮转速曲线,由图7~8可知:

1) 左侧转向阀虽在10s时开始动作,但在20s时才接通闭锁离合器油缸.闭锁离合器油缸接通后,保持分离状态20s;在22s时制动离合器油缸接通动作,保持结合7s;在32s时制动油缸接通,保持结合到40s时。

2) 在闭锁离合器油缸动作前,左右侧主动轮转速都为1 000 rev/min,当闭锁离合器逐渐分离而制动离合器还未动作时,左侧主动轮转速逐渐下降;在制动离合器结合后,右侧主动轮转速保持1 000 rev/min不变,而左侧降为740 rev/min,此时为大半径转向。

3) 闭锁离合器保持分离,制动离合器分离后而左制动油缸尚未动作时,左侧主动轮转速继续下降.在32s时左制动开始作用,转速迅速下降到0.即左侧履带不动,右侧

履带保持原速度,实现原地转向。

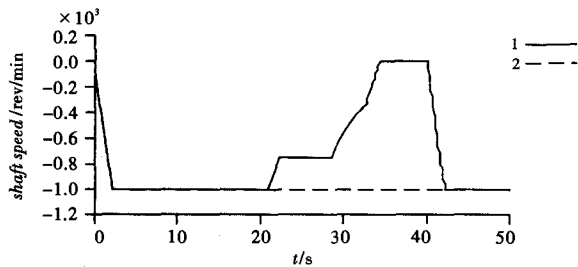


图8 左(1线)右(2线)侧主动轮转速

3.2 加力仿真.当进行加力操作时,拉动加力操纵杆,使左右转向阀同时处于大半径转向位置,减小主动轮转速,以达到增扭加力的效果。

图9为左(1线)右(2线)转向阀阀芯位移曲线,由图9可知,在10s时,左右转向阀阀芯都到达大半径转向的位置.图10为左(1线)右(2线)侧主动轮转速曲线,由图10可知,此时两侧主动轮转速均下降到740 rev/min,发动机功率不变,所以到达了减速增扭的目的。

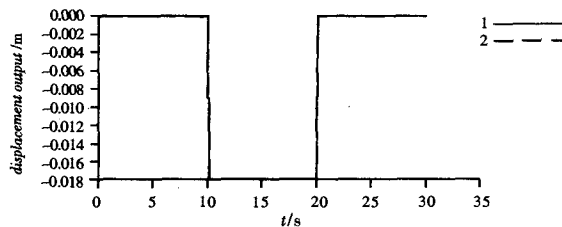


图9 左(1线)右(2线)转向阀阀芯位移曲线

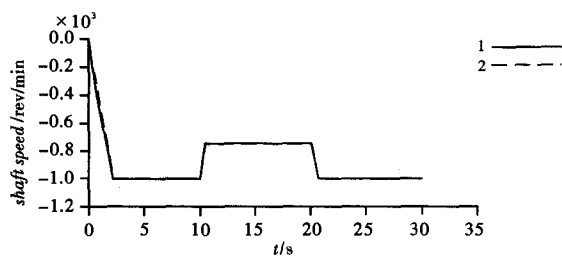


图10 左(1线)右(2线)侧主动轮转速曲线

3.3 脚制动仿真.由图11、图12可知,当在10s踩下脚制动时,左右侧主动轮迅速减小到0.达到减速制动的目的。

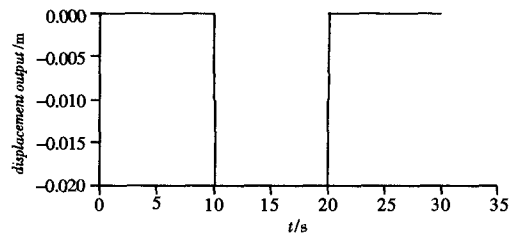


图11 脚制动阀阀芯位移

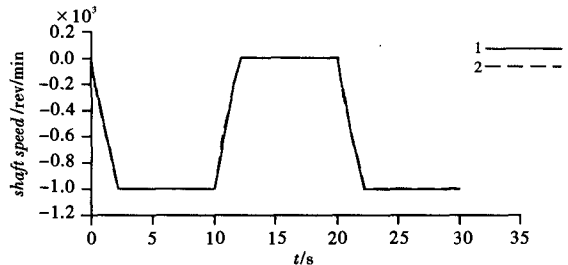


图12 左(1线)右(2线)侧主动轮所受阻力矩曲线

4 结束语

本研究应用 AMESim 软件对液压式转向机进行了建模仿真,仿真结果与实际工况相符,仿真表明,利用 AMESim 软件进行仿真可以有效地研究液压机械装置的动态特性,为设备的性能分析与优化、故障预测与诊断等提供参考。

参考文献:

- [1] 吕建刚,李国璋,张英堂,等.自行火炮液压传动技术[D].石家庄:军械工程学院,2003.
- [2] AMESim. AMESim4.2 user manuals[Z].
- [3] 刘海丽.基于 AMESim 的液压系统建模与仿真技术研究[D].西安:西北工业大学,2006.
- [4] 吴定海.自行火炮液压系统智能故障诊断技术研究[D].石家庄:军械工程学院,2002.

更正:本刊2008年1期发表的《灵敏度分析在某新型火炮系统效能分析中的应用》一文,作者:赵明海、李进、包强、张国新,更正为:赵明海、高斌(炮兵学院)、包强、张国新。特此更正。

《四川兵工学报》编辑部