

基于 AMESim 的轮履复合式底盘液压系统仿真

司癸卯, 赵明, 苟颖, 王彦成, 师毓, 汪程浩

(长安大学 道路施工技术与装备教育部重点实验室, 西安 710064)

摘要: 轮履式复合底盘的液压系统是在原履带底盘液压系统的基础上改装而成, 加装了轮式行走液压回路和轮履切换液压回路. 介绍了轮履式复合底盘的液压系统, 并阐述其原理. 利用 AMESim 软件, 对轮履式复合底盘的液压系统进行建模和仿真. 仿真结果表明, 轮履式复合底盘的液压系统能满足设计要求.

关键词: 液压系统; 轮履式复合底盘; 液压回路; 液压系统建模; AMESim 仿真

中图分类号: TH 12

文献标志码: A

文章编号: 1672-5581(2018)02-0120-05

Simulation on hydraulic system for composite chassis of wheel and crawler based on AMESim

SI Guimao, ZHAO Ming, GOU Ying, WANG Yancheng, SHI Yu, WANG Chenghao

(Key Laboratory for Highway Construction Technique and Equipment of Ministry of Education,
Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The hydraulic system of the composite chassis of wheeled and crawler is modified on the basis of the hydraulic system of the crawler chassis, and the hydraulic circuits both wheeled running and wheel-crawler switching are installed. The paper introduces the hydraulic system of the composite chassis of wheeled and crawler and expounds its principle. The hydraulic system of the composite chassis of wheeled and crawler is modeled and simulated by AMESim software. The results show that the hydraulic system of wheel-shoe composite chassis can meet the requirements.

Key words: hydraulic system; composite chassis of wheeled and crawler; hydraulic circuits; hydraulic system modeling; AMESim simulation

我国地域大多为山地、丘陵和高原, 山区公路建设、抢险任务繁重, 但由于山区公路相对狭窄, 路况不好, 致使施工机械转场比较困难. 同时, 国防建设地区大多为一些荒凉且自然环境复杂、未知、多变的非结构化的环境, 这对工程机械研究与设计提出了新的挑战. 底盘的通过性是工程机械重要的性能之一^[1], 而液压系统作为轮履式复合底盘的重要组成部分, 直接关系到工程机械的作业性能, 因此, 轮履式复合底盘液压系统的设计与研究显得尤为重要^[2]. 本文中的轮履式复合底盘是在原履带底盘的基础上改装而成, 其液压系统也是在原有液压系统的基础上进行改进扩充的, 使轮履式复合底盘液压系统集合了轮式和履带式两套相对独立的液压

系统的优点. AMESim 软件在液压系统中的动态模拟已经取得了越来越广泛的应用^[3]. 本文利用 AMESim 建立了轮履式复合底盘的液压系统仿真模型, 分别模拟了履带式和轮式行走机构在工作状况下行走马达的扭矩、流量和转速, 以及轮履切换装置在进行切换时摆动缸的外负载、流量、位移与速度, 以此来验证轮履式复合底盘液压系统计算选型正确性.

1 轮履式复合底盘液压系统

轮履式复合底盘配置有履带式行走机构、轮式行走机构、回转机构和轮履切换装置, 4 个部分的液

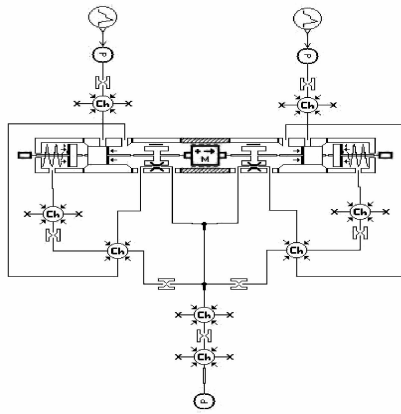


图2 分流集流阀

Fig.2 Dividing-combining valve

图3为由HCD库的构件所搭建的平衡阀,是利用HCD库里的一些基本模块、节流阀和单向阀搭建而成.该阀可以减少工程车辆自重作用下开始溜坡时,行走液压马达超速运行,关小甚至关闭液

压马达的回油回路,行走马达减速或者制动,这样就大大降低了工程车辆在坡上的行驶速度,防止了溜坡并且保证了安全.把上面两个阀组构造完毕,即可对轮履式复合底盘的液压系统进行建模.其他的液压元件选用库里的即可,则整车的液压系统模型如图4所示.

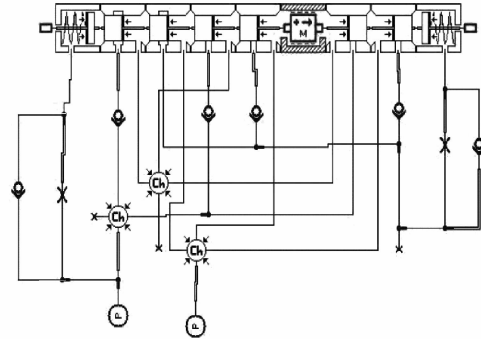


图3 平衡阀

Fig.3 Balance valve

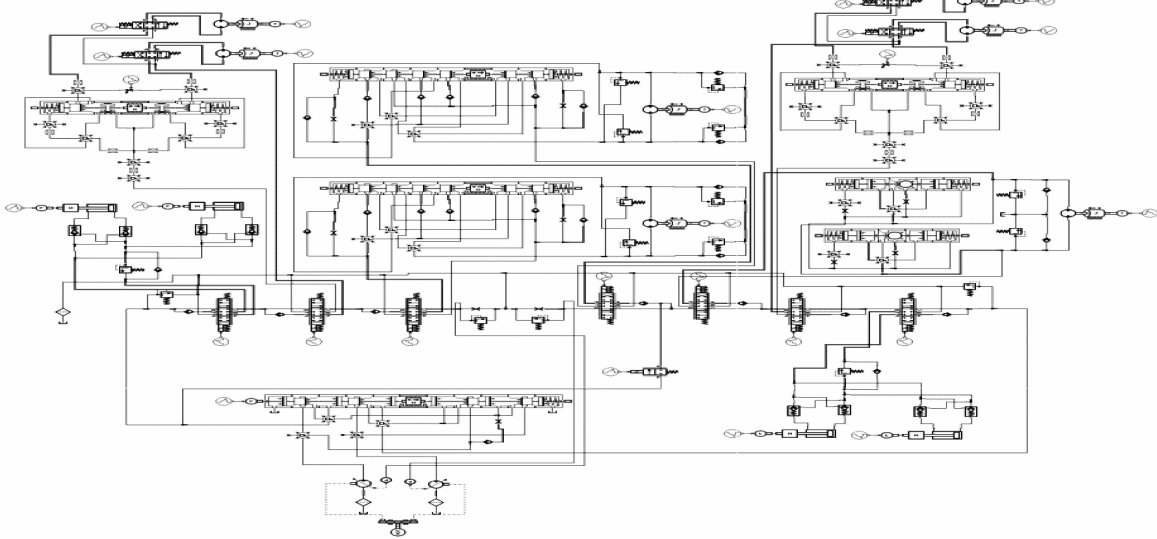


图4 底盘液压系统模型

Fig.4 Model of chassis hydraulic system

5~图7所示.

3 轮履式复合底盘液压系统仿真

设置好各个液压元件的参数后,运行仿真,得到履带式行走机构和轮式行走机构,以及轮履切换装置的仿真结果(数值为负数时为正常情况,是指与规定的正方向相反).

3.1 履带式行走机构液压回路的仿真分析

当进行施工作业时行走系统为履带式行走.由于施工作业时,环境比较复杂,底盘行驶在非公路的道路环境下,现以最大设计爬坡角进行仿真分析,在25°坡度角直线行走液压系统仿真结果如图

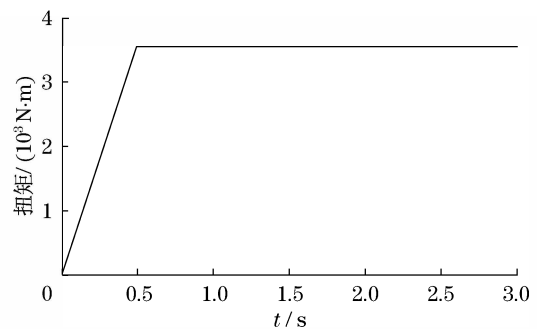


图5 履带式行走马达扭矩

Fig.5 Crawler walking motor torque

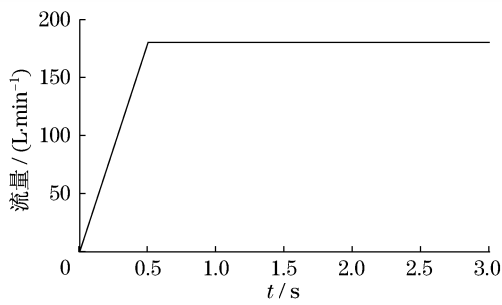


图 6 履带式行走马达流量

Fig.6 Crawler walking motor flow

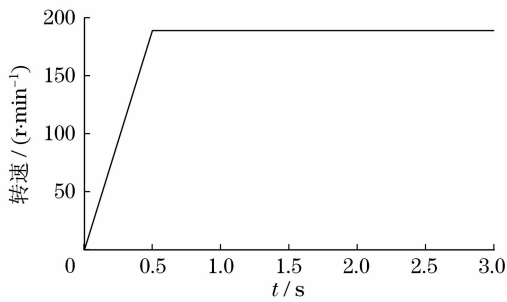


图 7 履带式行走马达转速

Fig.7 Crawler walking motor speed

对于履带式行走液压回路(见图 5~图 7),在 25° 坡度角直线行走马达加载负载后马达扭矩,其仿真结果与理论计算的行走马达扭矩 3 547.2 N·m 基本相符.在爬坡时,马达流量仿真结果与理论计算的马达流量 186.1 L/min 基本相符,马达转速仿真结果与理论计算的行走马达转速 179.5 r/min 基本相符.

3.2 轮式行走机构液压回路的仿真分析

当行走系统为轮式行走时,现以最大设计爬坡角进行仿真分析,在 16.7° 坡度角直线行走液压系统仿真结果如图 8~图 10 所示.

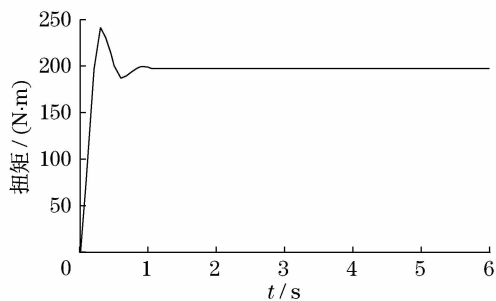


图 8 轮式行走马达扭矩

Fig.8 Wheel walking motor torque

对于轮式行走液压回路(见图 8~图 10),在 16.7° 坡度角直线行走马达加载负载后,马达扭矩仿真结果与理论计算的行走马达扭矩 197.7 N·m 基本相符.在爬坡时,马达流量仿真结果与理论计算的马达流量 82 L/min 基本相符,马达转速仿真

结果与理论计算的行走马达转速 1 500 r/min 基本相符.

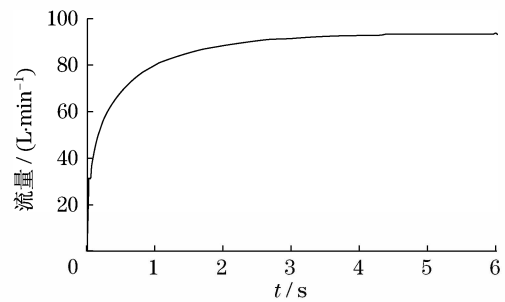


图 9 轮式行走马达流量

Fig.9 Wheel walking motor flow

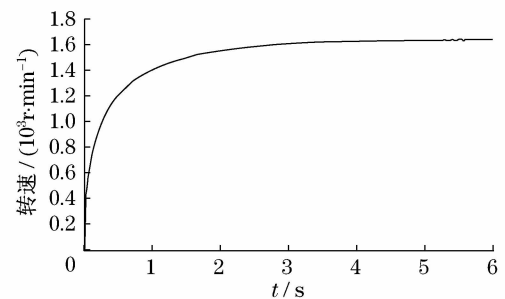


图 10 轮式行走马达转速

Fig.10 Wheel walking motor speed

3.3 轮履切换装置液压回路的仿真分析

当工程车辆需要转场或需要切换至轮式行走时,摆动液压缸伸出,则行走机构由履带式切换成轮式;当工程车辆进行履带式施工作业或需要切换至履带式行走时,摆动液压缸收缩,则行走机构由轮式切换成履带式.轮履切换装置液压回路仿真如图 11~图 14 所示.

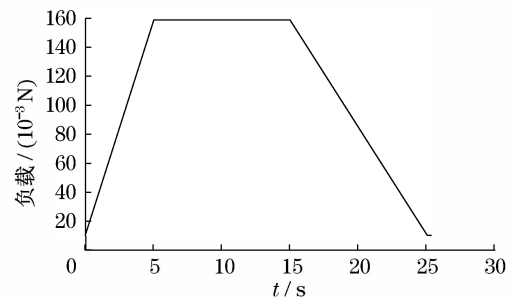


图 11 摆动缸外负载

Fig.11 Cylinder load

图 11~图 14 为轮履切换装置液压回路中由履带式行走切换至轮式行走,再由轮式行走切换至履带式行走的整个过程.在图中,1~10 s 为履带式行走切换至轮式行走的过程,10~25 s 为轮式行走切换至履带式行走的过程.摆动缸切换至轮式行走时,流量仿真结果与理论计算的摆动缸流量 88.31

L/min 基本相符;摆动缸切换至轮式行走时,摆动速度仿真结果与理论计算的摆动速度0.125 m/s 基本相符,且其在切换至轮式行走所用的时间仿真结果与设计相符;摆动缸在由轮式行走切换至履带式行走时,相比履带式切换至轮式行走切换速度相对缓慢,但符合设计要求。

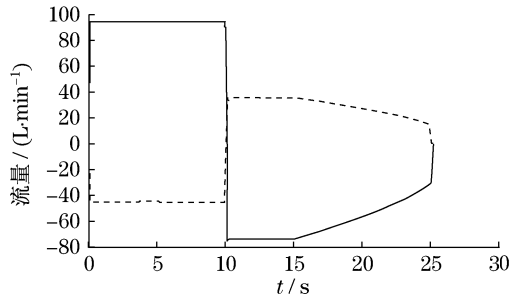


图12 摆动缸流量
Fig.12 Cylinder flow

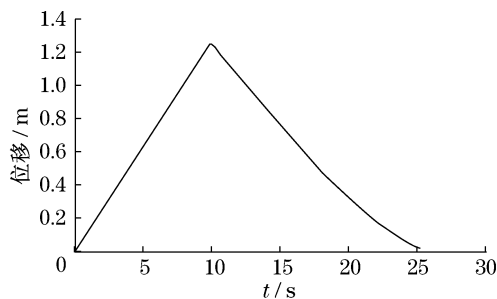


图13 摆动缸位移
Fig.13 Cylinder displacement

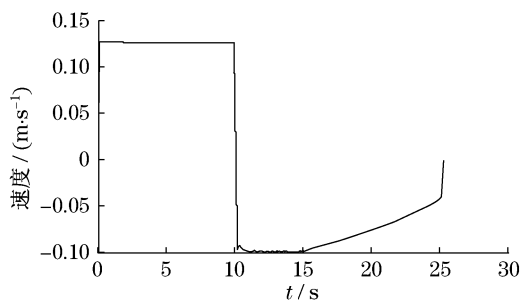


图14 摆动速度
Fig.14 Swing speed

根据以上结果分析,仿真结果和理论计算结果基本相符,因此,履带式行走和轮式行走液压系统设计满足要求。

4 结语

在已知履带式复合底盘液压系统参数的情况下,利用 AMESim 软件对履带式复合底盘的液压系

统进行建模,分别对轮式行走液压回路、履带式行走液压回路、轮履切换液压回路进行仿真。仿真结果表明:在轮式和履带式行走过程中,扭矩输出平稳,转速稳定;轮履切换状态时,摆动缸伸缩迅速,动作平稳,仿真结果与理论分析基本符合。笔者对轮履式复合底盘的液压系统设计提供了相关依据,设计方案具有可行性,有一定的工程应用价值。

参考文献:

- [1] 姚怀新. 工程机械底盘理论 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
YAO H X. Theory of engineering machinery chassis [M]. Beijing: China Communications Press, 2002.
- [2] 姚怀新. 工程机械底盘液压驱动装置性能分析 (11) [J]. 筑路机械与施工机械化, 2004(10): 60-63.
YAO H X. Performance analysis of hydraulic drive device for engineering machinery chassis (11) [J]. Road Machinery and Construction Mechanization, 2004(10): 60-63.
- [3] 刘海丽. 基于 AMESim 的液压系统建模与仿真研究 [D]. 西安: 西北工业大学, 2006.
LIU H L. Modeling and simulation of hydraulic system based on AMESim [D]. Xi'an: Northwestern Polytechnical University, 2006.
- [4] 高恒路, 桑勇, 邵龙潭. 同步控制策略及其典型应用的研究 [J]. 液压气动与密封, 2012(5): 1-6.
GAO H L, SANG Y, SHAO L T. Research on synchronization control strategy and its typical application [J]. Hydraulics Pneumatics and Seals, 2012(5): 1-6.
- [5] 赵明敏, 司癸卯, 雷元. 基于 AMESim 的除雪车振动铲和滚刷的液压系统建模与仿真 [J]. 装备制造技术, 2014(7): 206-207.
ZHAO M M, SI G M, LEI Y. Modeling and simulation of hydraulic system for shaking shovel and roller brush of snow remover based on AMESim [J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(7): 206-207.
- [6] 方子帆, 朱陈, 马振豪. 基于 AMESim 液压分流集流阀的动态特性研究 [J]. 机床与液压, 2014(6): 80-83.
FANG Z F, ZHU C, MA Z H. Study on dynamic characteristics of hydraulic shunt-flow valve based on AMESim [J]. Machine Tool and Hydraulics, 2014(6): 80-83.
- [7] 张宪宇, 陈小虎, 何庆飞, 等. 基于 AMESim 液压元件设计库的液压系统建模与仿真研究 [J]. 机床与液压, 2012(13): 172-174.
ZHANG X Y, CHEN X H, HE Q F, et al. Modeling and simulation of hydraulic system based on AMESim hydraulic component design library [J]. Machine Tool and Hydraulics, 2012(13): 172-174.
- [8] CHENG K, ZHANG J, DAI Q L. Modeling and simulation of hybrid hydraulic excavator based on AMESim [J]. Applied Mechanics and Materials, 2010, 29/30/31/32: 2071-2075.