

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.09.011

移动式自动劈木机的设计

李文慧, 胡 力

(文华学院 机械与电气工程学部, 湖北 武汉 430074)

摘要:针对劈木机劈木效率低、自动化程度不高的问题,对劈木机的结构、工作原理等方面进行了研究,设计了基于 Inventor 软件的集锯木、劈木功能于一体的移动式自动劈木机,创建了虚拟样机,通过整机干涉分析、应力分析等验证结构设计的合理性,提出了一种利用高低压双泵供油满足劈木机连续工作动作要求的液压系统。利用叉车或吊车或安装上料机构举起原木并放到机器工作台上,同时利用传送带或输送机将劈好的木材运到了指定位置,从而实现了上木、锯木、劈木、运木全自动作业流程。研究结果表明:通过应用虚拟样机技术对劈木机外形、机械系统、液压系统等部分性能进行分析,为劈木机的设计和制造提供了参数依据,提高了劈木机设计质量和效率。

关键词:劈木机;虚拟样机;应力分析;液压系统

中图分类号:TH122;TH39

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)09-1009-04

Design of mobile automatic log splitter

LI Wen-hui, HU Li

(Mechanical and Electrical Engineering Department, Wenhua College, Wuhan 430074, China)

Abstract: Aiming at the problems of low efficiency and low automation level of log splitter, the splitter structure and working principle were studied. A mobile automatic log splitter which was integrated the functions of sawing wood and chopping wood was designed by the Autodesk Inventor software. The virtual prototype was built to analyze the interference of the whole machine, and the stress analysis was used to verify the rationality of the structural design. Based on the requirement of continuous action of the log splitter, hydraulic system with high and low pressure double pump was conducted. Feeded wood by forklift or crane or installed feeding mechanism lifted the log on the machine table. At the same time, chopped pieces of wood by conveyer belts or conveyors were transported to the designated location collected. Wood was automatically feeded, sawn, split and transported by the machine. The results indicate that the virtual prototype technology is used to analyze the performance of the machine, such as the shape of the log splitter, the mechanical system and the hydraulic system, which can provide the parameter basis for the design and manufacture of the log splitter, and improve the design quality and efficiency.

Key words: log splitter; virtual prototype; stress analysis; hydraulic system

0 引言

劈木机是木材加工行业的重要设备之一,其功能是将树墩、大型树杈、大型原木段以及较坚硬的木料劈开,或将原料劈成其他用途的材料。劈木机主要有立式、卧式两大系列,以卧式机型使用比较方便,并可根

据用户需求制作为牵引移动式机。

目前国内应用较多有卧式劈木机、龙门劈木机和侧刀式劈木机。卧式劈木机为主要以劈直径较大的原木为主,龙门式劈木机是以劈木墩、树墩为主,而侧刀式劈木机是原木与树墩都可以劈。国外出现的分裂锥劈木机是一种能快速地钻入木头当中把木头瞬间开裂

变形的高效劈木设备。

现有的劈木机大多劈切尺寸有限制,人工上下料,手工压紧,既不安全,效率又低,自动化程度不高。

本研究设计的移动式自动劈木机将在现有卧式劈木机结构基础上改进,设置锯木工作台与劈木工作台,整个机架增设车身适应工作地点改变,以实现连续锯木劈木,移动方便。此外,借助其他工具自动上下料避免人工操作,完成自动上木、锯木、劈木、运木全过程,提高效率^[14]。

1 劈木机总体结构及工作原理

大径原木放到机器上,将长短不齐的原木锯成一定规格的木段,液压推杆将已锯好的原木推入落到劈木装置变为木柴,经传送带运到指定位置。劈木机整体结构分为:车身、工作台、固定装置、电锯、刀具架等结构组成。

移动式自动劈木机总体结构示意图如图 1 所示。

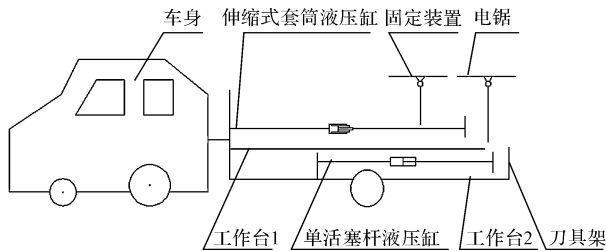


图 1 移动式自动劈木机总体结构示意图

大径原木上料到一级 V 型槽工作台 1,木材进给采用液压传动,用多级伸缩式套筒液压缸完成较长木材传送,固定装置液压定位夹紧木材后电锯完成定长锯木。锯好的圆木段在重力作用下落在二级 V 型槽工作台 2,利用单活塞杆液压缸往复移动,产生强大的压力,将木材推向刀具架,实现劈木功能。固定装置定位和电锯刀架转动切割过程,也是由液压装置控制完成。

2 劈木机虚拟样机创建及有限元分析

本研究采用先进计算机辅助设计软件 Inventor 对劈木机结构进行详细设计,三维建模装配、结构干涉检验、动态仿真、应力分析等。笔者利用软件,把一些设计缺陷在制作实物样机前改进,得到符合设计要求的较优设计方案。劈木机机架由标准型材和板材经切割后焊接而成的框架结构,具体参数可用

Inventor 软件进行有限元分析优化结构,检验不同负载下的应力和变形,保证强度的前提下降低零部件的厚度,降低成本,增加产品的可靠性^[5]。虚拟样机如图 2 所示。

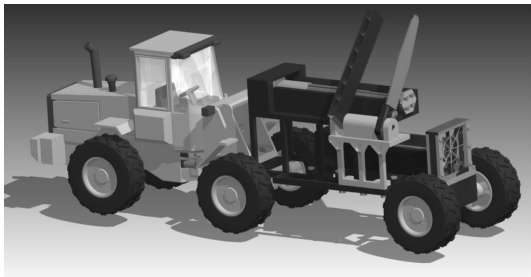


图 2 移动式自动劈木机虚拟样机

刀具架上刀具存在磨损,可替换,并且刀具结构形状有多种,常见的有十字型、花型刀具等。对于十字型刀具,适用于直径较小的木材,可以把木材分成 4 份。对于花型刀具,适用于直径较大的木材,可以把木材分为较多份。用户可根据自己需求设计刀具结构形状,保证刀具的合理利用,用 Inventor 软件对刀具进行有限元分析。

花型刀具应力分析结果如图 3 所示。

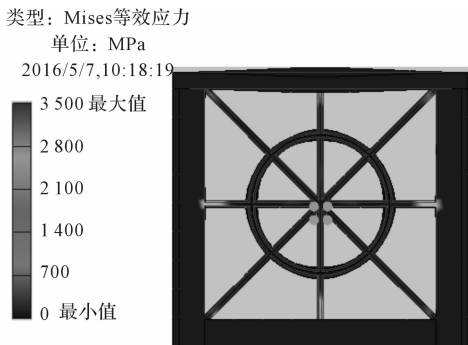


图 3 花型刀具应力分析

3 劈木机液压系统设计

移动式自动劈木机液压系统主要承担工作台 1 木材进给、固定装置定位、电锯刀架转动及工作台 2 木材进给 4 个支路的驱动与控制,实现工作台 1、工作台 2 木材往复进给、固定装置定位夹紧与放松、电锯刀架的正、反转。液压系统所用电磁换向阀的电磁铁通电、断电均由系统的 PLC 控制,有较高的自动化程度,定位较准确。

劈木机锯、劈木动作顺序如下所述:工作台 1 木材进给→固定装置定位夹紧→电锯刀架正转锯木→(锯好木材落置工作台 2)工作台 2 木材进给

劈木返回,同时电锯刀架反转退回及固定装置定位放松收回。工作台1继续木材进给实现对同一较长原木段多次锯木劈木,整根木材都劈好后,多级

伸缩液压缸退回进入下一个循环。考虑液压系统需要完成动作要求及调速特性,劈木机液压系统如图4所示^[6-9]。

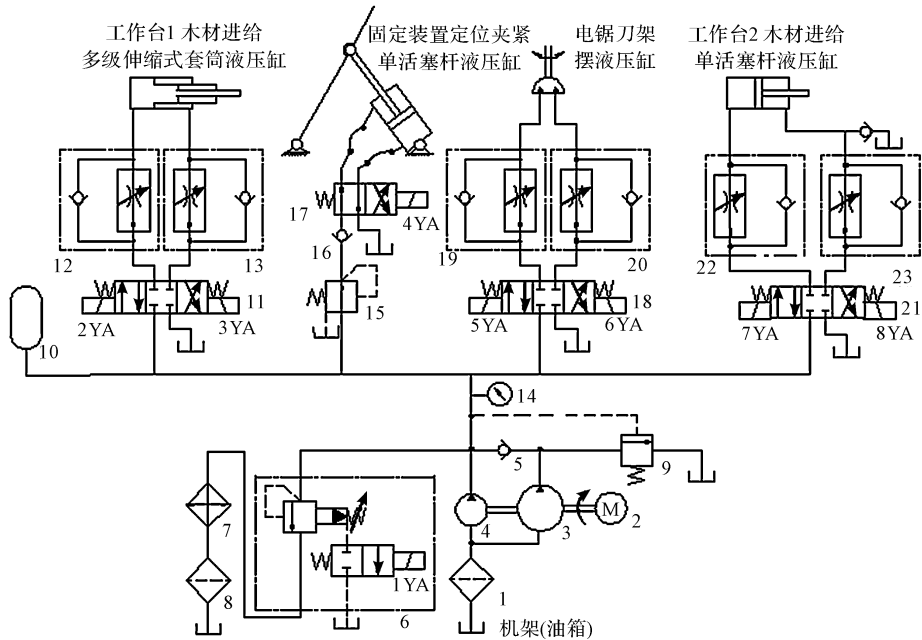


图4 移动式自动劈木机液压系统图

1,8-滤油器;2-电动机;3-低压大流量泵;4-高压小流量泵;5,16,24-单向阀;6-先导型电磁溢流阀;
7-冷却器;9-液控顺序阀;10-蓄能器;11,18,21-三位四通电磁换向阀;12,13,19,20,22,23-单向调速阀;
14-压力表;15-减压阀;17-两位四通电磁换向阀

针对液压缸快退时的低压大流量供油和工进时的高压小流量供油两种工况,若采用单个定量泵供油,显然系统的功率损失大、生产效率低。若采用限压式变量泵结构复杂,成本高,且流量突变时液压缸冲击较大,工作平稳性差,因此该设计选用双联液压泵供油方案,有利于降低能耗和生产成本。在快速运动回路时,低压大流量泵3输出的油经单向阀5和高压小流量泵4输出的油(流量之和应等于系统快速运动所需的流量)共同向系统供油。在工作进给运动,系统压力升高,打开液控顺序阀9使低压大流量泵3卸荷,此时单向阀5关闭,由高压小流量泵4单独向系统供油。先导式电磁溢流阀6控制高压小流量泵3的供油压力。液控顺序阀9使得低压大流量泵在快退时供油,在工进时卸荷,它的调定压力比快速运动系统所需的压力要高,但比溢流阀6的压力低。

移动式自动劈木机液压系统,包括4个支路,各部分都有相对的独立性,具体情况如下:

(1)工作台1木材进给。工作台1木材进给液压支路利用三位四通电磁换向阀11处于左位、中位或右

位工作,实现木材工进、木材停止运动、多级伸缩缸快退,液压缸推送木材移动速度的改变可通过单向调速阀12及13调节进出油口的流量实现,采用多级伸缩式套筒液压缸具有较长可变量程往复移动实现木材进给,蓄能器10在管路高压时存储液压能,管路低压时,存储的高压液体和泵流量同时输入液压缸,实现快速回路;

(2)固定装置定位加紧。固定装置定位液压支路通过电气控制两位四通电磁换向阀17处于左位或右位工作,改变油液进、出固定装置定位液压缸油腔,使固定装置定位实现夹紧、放松动作,减压阀15用来调整固定装置夹紧力大小,单向阀16起保压作用,保证锯木过程木材夹紧的可靠性;

(3)电锯刀架转动。电锯刀架必须在固定装置定位夹紧后进行锯木,电锯刀架转动液压支路利用三位四通电磁换向阀18处于左位、中位或右位工作,摆动液压缸实现电锯刀架的正转劈木、静止、反转退回动作,摆动液压缸转动速度的改变,可通过单向调速阀19及20调节进出油口的流量大小;

(4)工作台 2 木材进给。工作台 2 木材进给液压支路组成元件作用与工作台 1 木材进给液压支路类似,控制单活塞杆液压缸往复移动实现劈木,单向阀 24 在液压缸快速回路时,起到补油作用。

移动式自动劈木机液压系统特点为高低压双泵供油,系统低压时双泵供油快速运动,高压时由高压小流量泵单独向系统供油,系统功率利用较合理^[10]。

4 结束语

移动式自动劈木机的结构是在常用的卧式劈木机的基础上改进而来,笔者用 Inventor 软件对其创建虚拟样机进行干涉检验、应力分析等校核结构设计的合理性,根据劈木机动作要求设计液压系统,结合 PLC 控制满足动作要求实现连续锯木劈木。

本研究应用虚拟样机技术设计劈木机,完成后没有制作物理样机模拟各种工况试验,成本高。在整个仿真过程中,可随时按照优化建议或市场用户需求修改参数,得到改进的虚拟样机,反复这个过程直至获得系统优化级的整机设计方案。本研究通过建立的机械系统的三维实体模型对产品的部分性能进行仿真分析,为产品的设计和制造提供参数依据,缩短了开发周期,降低了生产成本。

移动式自动劈木机虚拟样机的机械系统与液压系统的设计对劈木机的发展与应用具有一定的意义。在下一阶段,笔者利用 AMESim 对自动劈木机液压系统

进行仿真研究,为进一步改进其液压系统设计提供理论借鉴。

参考文献(References):

- [1] MINÁRIK M, HRICOVÁ J. Log splitter design and construction[J]. **Drvna Industrija**, 2015, 66(1): 11-16.
- [2] STEVE M, CHERYL L. A more efficient log splitter[J]. **Mother Earth News**, 2012(250): 16-18.
- [3] SKIDMORE D. Mobile log splitters[J]. **Horticulture Week**, 2005(1): 26-27.
- [4] DELL, TIMOTHY W. Use a log splitter to demonstrate two-stage hydraulic pump[J]. **Tech Directions**, 2012, 72(1): 24-26.
- [5] 陈英凯, 仪垂良, 任冬梅, 等. 基于 SolidWorks 仿真分析的劈木机机架优化设计研究[J]. 农业装备与车辆工程, 2011, 49(1): 32-33.
- [6] 孙增忠. 电动液压劈木机液压系统设计[J]. 机械设计与制造工程, 2014, 43(1): 83-85.
- [7] 苗国华, 雀元福, 王 永, 等. 平地机负载敏感液压系统设计[J]. 液压气动与密封, 2017(1): 56-59.
- [8] 樊 娜. 岩心钻机提下钻机械手的液压系统设计[J]. 机床与液压, 2014, 42(3): 68-69, 53.
- [9] 姜 鑫. 一种回火炉液压搬运机械手的设计[J]. 液压气动与密封, 2015(12): 55-57.
- [10] 杨曙东, 何存兴. 液压传动与气压传动[M]. 3 版. 武汉: 华中科技大学出版社, 2008.

[编辑: 李 辉]

本文引用格式:

李文慧, 胡 力. 移动式自动劈木机的设计[J]. 机电工程, 2017, 34(9): 1009-1212.

LI Wen-hui, HU Li. Design of mobile automatic log splitter[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2017, 34(9): 1009-1212.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>