

郭世怀, 刘晋浩, 孙治博, 王 典. 轮式林木联合采育机林地越障能力分析与仿真[J]. 江苏农业科学, 2013, 41(8): 387-389.

轮式林木联合采育机林地越障能力分析与仿真

郭世怀, 刘晋浩, 孙治博, 王 典

(北京林业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 为了获得林木联合采育机在行走过程中的越障能力, 在充分考虑采育机驱动力以及复合铰接结构的基础上, 建立采育机林地越障的数学模型, 作为采育机越障的理论基础, 并在 ADAMS 仿真软件环境下进行采育机的越障仿真, 得到采育机在林地松软路面条件下的越障高度为 195 mm。

关键词: 林业; 轮式采育机; 越障能力; 仿真

中图分类号: S776.02 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0387-02

林木采育机是一种高性能的现代林业机械, 是集采伐、打枝、造材、集材、归堆、清林和采伐剩余物收集等于一体的机械, 大大提高了劳动生产率和木材生产的安全性, 并改善了林区作业条件^[1]。我国的人工林, 尤其大量的同龄人工林在今后几年内将成为主要用材林。国外对林木联合采育机的研究起步较早, 技术也较国内成熟, 国内的研究还属于起步阶段, 目前国内多采用装载机、挖掘机改装的形式进行林木联合采育机的试制与研发。目前, 国内外林木联合采育机多分为 2 种: 履带式林木联合采育机和轮式林木联合采育机。山地林区地形复杂, 地面不平, 地质松软, 且有石块、伐根、倒木、壕沟等障碍物, 相比轮式林木联合采育机, 履带式采伐联合机具有更好的越障能力以及行驶稳定性, 但是履带式采伐联合机的通病是与地面接触面大, 自身重量对地表损害较明显, 不利于林地恢复和生态保护^[2]。CFJ30 林木联合采育机是在 ZL50 型装载机的基础上进行改造的^[3]。考虑到我国按树林的林间路面环境, 采用较为轻型的轮式林木联合采育机进行林间作业更为适合。轮式采育机主要由底盘、发动机、驾驶室、机械臂及伐木头组成, 其中底盘是实现越障功能最主要的结构部分, 车辆的越障能力取决于采育机自身的结构参数与几何尺寸, 同时还与自身的驱动设备、自身与林地的接触力以及我国林区的路面物理性质有关^[4]。目前轮式林木联合采育机按照采伐级划分有轻型、中型和重型几种, 通常用轮数来区分轮式联合采育机的种类, 常见的是 4 轮和 6 轮 2 种形式, 少量重型轮式联合采育机采用 8 轮形式^[5]。笔者主要对 4 轮林木联合采育机的越障能力进行分析与仿真。

1 采育机越障数学模型

轮式林木联合采伐机的底盘多采用铰接式车架, 这种车架构造有利于林木联合采伐机在林地作业时保持车身的稳定

性, 同时具备一定的越障能力, 因为是大型工程机械, 为避免产生整车大范围的震动, 驱动桥都采用刚性悬架^[6], 采用复合铰接结构。一般来说障碍物可以分为对称障碍模型和非对称障碍模型两大类, 依据这两类模型并根据采育机自身具备复合铰接结构的特点, 以两前轮同时越障、单侧前轮越障这个典型的行驶工况为例, 通过简化力学模型, 给出这种情况的平衡方程。

1.1 双轮同时越障数学模型

轮式林木联合采育机在通过障碍物时车速较低, 因此可以应用静力学理论进行分析, 建立静力学平衡方程来求解采伐联合机通过障碍物时的受力情况与林木联合采育机结构参数之间的关系。由于采育机属于四轮驱动车辆, 所以在整个越障过程中, 采育机的前后轮都会有牵引力以及行驶阻力, 图 1 为轮式林木联合采育机越障静力分析模型。

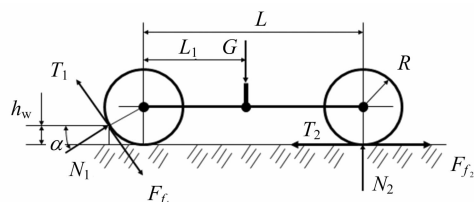


图1 轮式林木联合采育机越障静力分析模型
(图中各指标的含义如以下公式所述)

根据受力平衡可以得到:

$$\begin{cases} T_1 \times \sin \alpha - F_{f1} \times \sin \alpha - N_1 \times \cos \alpha + T_2 - F_{f2} = 0 \\ T_1 \times \cos \alpha + N_1 \times \sin \alpha - F_{f1} \times \cos \alpha + N_2 - G = 0 \\ T_1 \times R - F_{f1} \times R + T_2 \times R - F_{f2} \times R + G \times L_1 - N_2 \times L = 0 \\ h_w = R - \sin \alpha \times R \end{cases}$$

式中: T_1 、 T_2 分别为前后车轮的牵引力; N_1 为障碍对前车轮的反作用力; N_2 为地面对后车轮的反作用力; F_{f1} 、 F_{f2} 分别为前后车轮的滚动阻力; G 为该铰接车总重力; R 为车轮半径; L 为轴距; L_1 为重心到前桥的距离; h_w 为障碍物高度。采育机在林地路面行驶的过程中, 前后轮都受到牵引力和行驶阻力的影响, 牵引力主要来自于驱动轮对地面施加向后的水平力, 使地面发生剪切变形, 剪切变形所构成的地面水平反作用力推动采伐联合机前进。行驶阻力计算比较复杂, 主要包括车轮的压实阻力、车轮的推土阻力, 以及充气轮胎变形引起的弹滞损

收稿日期: 2013-03-12

基金项目: 国家林业局林业公益行业科研专项(编号: 201104007)

作者简介: 郭世怀(1980—), 男, 河南人, 博士, 从事林木机械自动化与智能化研究。Tel: (010) 62338341; E-mail: guosh@bjfu.edu.cn。

通信作者: 刘晋浩, 教授, 博士生导师, 主要从事林业与环境特种装备的研究。E-mail: liujinhao@vip.163.com。

耗阻力等。由于涉及的问题比较复杂,通常用附着系数 φ 和摩擦阻力系数 f 与车轮与地面接触压力的乘积来表达牵引力与行驶阻力,表达式如下:

$$T_1 = \varphi \times N_1, F_{f1} = f \times N_1 \quad (1)$$

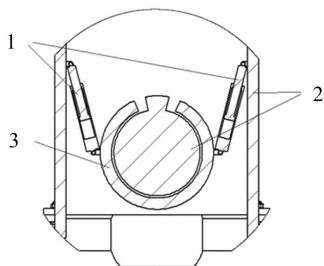
1.2 轮式采育机单轮越障分析

采育机在前轮单轮越障时,由于采育机结构的特点,主要是凭借折腰转向复合铰接机构的作用实现越障功能的,在前轮单轮遇到障碍时,由于采育机存在折腰复合转向结构,使得采育机前后车架产生了 1 个偏转角,前车架可以在后车架不动的情况下偏转一定的角度,从而达到单轮越障的效果。采育机在林间行进时,复合铰接结构偏转角的大小体现采育机的越障能力。复合铰接结构如图 2 所示。复合铰接结构的作用是实现轮式林木联合采育机前后车架的连接,同时可以通过连接前后车架的液压缸的伸缩而实现前后车架偏转(图 3)。前轮单轮平均越障能力计算公式如下:

$$h \approx (B + \frac{D}{2}) \times \sin\theta \quad (2)$$

式中: h 为越障高度; θ 为偏转角; B 为轮距; D 为轮胎宽度。

采育机轮距为 2 050 mm,轮胎宽度为 605 mm,复合铰接结构的偏转角为 11° ,可以算出单轮平均越障能力约为 391 mm。



1—液压缸；2—前车架；3—后车架

图2 轮式采育机复合铰接结构

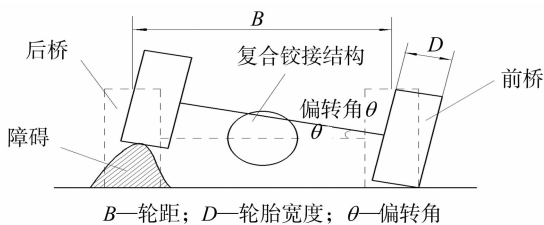


图3 单轮越障模型

2 轮式林木联合采育机的越障仿真

根据轮式采育机的设计尺寸,在 solidworks 环境下,建立轮式林木联合采育机的三维实体模型。保存成 Parasolid 格式导入 ADAMS 中,在 ADAMS 环境下进行轮式林木联合采育机的越障仿真分析。ADAMS 是美国 MDI 公司(Mechanica - Dynamics Inc.)开发的虚拟样机分析软件,它由基本模块、扩展模块、接口模块、专业领域模块及工具箱 5 类模块组成(图 4)。当 solidworks 导入到 adams 后,采用 MMKs 单位系统设置重力加速度为 9.8 m/s^2 ,然后对各个部件进行重新定义,赋予相应的材料属性,以及各部件之间的约束。前轮单轮越障的高度可以根据之前的公式算出,所以只需要做前轮双轮越障能力的仿真。双轮越障能力仿真不需要考虑复合铰接结构

的自由度,所以在定义各部件之间约束的时候,将复合铰接处定义为固定约束,设定林木联合采育机以匀速行驶,在采育机的前方设置一个障碍物,障碍物的高度是可以改变的,仿真采育机在正常行驶以及采伐头作业 2 个过程中轮式林木联合采育机通过障碍物时前轮的驱动力,对比采育机在不同路面上前轮所能达到的驱动力,从而得到采育机在不同路面上的越障高度。

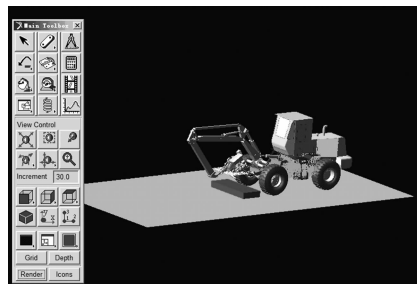


图4 导入ADAMS 仿真模型

3 仿真结果分析

根据之前的数学模型分析,可以看出采育机的越障高度不会超过采育机轮胎的半径。在仿真过程中以每次 50 mm 的速率递增设置障碍物的高度从 0 至 785 mm(最后一次障碍物高度为 785 mm),从而得到障碍物在不同高度条件下,采育机正常行驶下前轮的驱动力变化(图 5)。采育机作业越障时前轮驱动力的变化如图 6 所示。

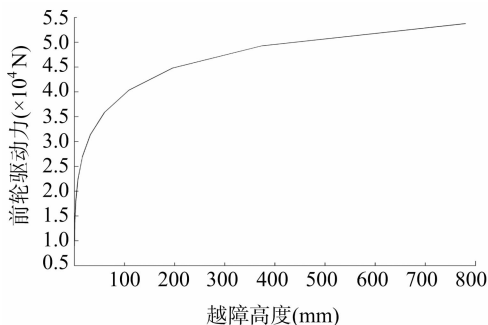


图5 正常行驶前轮驱动力与越障高度的仿真曲线

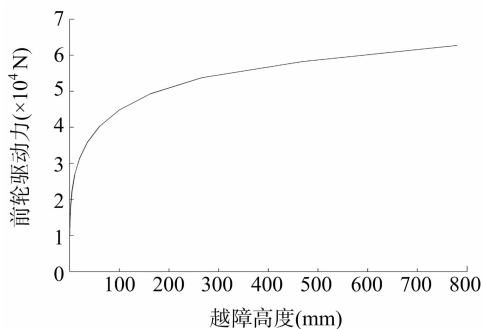


图6 作业时前轮驱动力与越障高度的仿真曲线

不同路面的附着系数见表 1,对比仿真结果,可以得到在不同路面上,采育机所能体现的越障能力是不同的。由表 2 可知,采育机在正常行驶过程中其越障能力要比采育机作业时强;采育机的越障能力随着前轮驱动力的增加而增大,当增大到一定程度时趋于平缓;采育机正常行驶在林区松软土地

张绪坤,魏 伟,祝树森,等.油茶果壳颗粒燃料平模压缩成型试验[J].江苏农业科学,2013,41(8):389-391.

油茶果壳颗粒燃料平模压缩成型试验

张绪坤,魏 伟,祝树森,马怡光

(南昌航空大学机电设备研究所,江西南昌 330063)

摘要:研究了影响油茶果壳颗粒燃料平模压缩成型过程中的原料含水率、粒度 2 个主要因素与颗粒成型率、颗粒燃料密度及成型机吨料电耗之间的关系,确定了颗粒燃料成型过程中原料的最佳含水率及筛网孔径(用以表征原料的粒度)。结果表明:在同一筛网孔径下,随着原料含水率的增加,颗粒燃料密度及成型率减小,成型机的吨料电耗增加;在相同含水率条件下,随着筛网孔径的减小,颗粒燃料密度及成型率增加,而成型机吨料电耗却减少。由于孔径为 2 mm 的筛网粉碎能耗较高,因此选择的最佳筛网孔径为 4 mm;选择的最佳含水率为 18.1%。

关键词:油茶果壳;粒度;成型率;单位电耗;筛网孔径

中图分类号: TK64 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)08-0389-03

近年来,我国生物质压缩成型技术已经取得了快速发展,并日趋成熟。河南农业大学研制的 HPB-IV 型液压驱动活塞式成型机以及合肥天炎绿色能源开发有限公司研制的 TYK-II 型成型机表明了相关技术已经达到了国内先进水平^[1]。由于平模压缩成型技术与其他压缩成型技术相比有诸多优点,如对原料的适应性广、产量高、辊模寿命长等^[2],因而平模压缩成型技术在国内外具有广阔的推广应用前景。

本试验采用的是平模压缩成型机,它是模辊式压缩成型机的一种。目前国内外模辊式成型机的压缩成型试验大多是以农作物秸秆、稻草等为原料进行的,肖宏儒等以麦秸秆、稻草等为原料进行平模压缩成型技术研究^[2];何晓峰等以玉米秸秆和麦秸秆为原料,利用环模颗粒成型机进行冷成型技术

试验研究^[3];卞丽娜等以麦秸秆为原料进行平模制块试验研究^[4];Stelte 等以麦秸秆为原料制作颗粒燃料,并探讨原料表面的蜡对颗粒燃料特性的影响^[5]。对于以油茶果壳为原料进行压缩成型试验的研究尚未见报道。

本研究通过对油茶果壳原料进行大量的压缩成型试验,得出成型过程中的最佳原料含水率为 18.1%,最佳筛网孔径为 4 mm(即最佳原料粒度)。本试验为生物质资源化利用的预处理技术提供了一定的科学数据。

1 仪器与方法

1.1 试验装置

MZLP400 型平模颗粒燃料成型机,基本结构如图 1 所示;9FQ40-20 型粉碎机(江西红星机械有限责任公司);TCS-C 型电子台秤(最大称重量 100 kg,上海银铨称重设备有限公司);DHG-9075A 型恒温干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司);BS124S 型电子天平(精度 0.001 g,北京赛多利斯仪器系统有限公司);孔径分别为 2、4、6、8 mm 的筛网及孔径为 6 mm 的筛子各 1 个。

真,得到采育机在林地松软路面条件下的越障高度为 195 mm,该数据为轮式采育机的研发提供了重要依据。

参考文献:

- [1] 赵文锐,刘晋浩.伐木联合机的现状及发展[J].林业机械与木工设备,2008,36(11):10-12.
- [2] 徐文轩.采伐联合机在山地林区的通过性研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2011.
- [3] 孙治博,刘晋浩,王 典.改装后林木联合采育机作业稳定性分析[J].农业工程,2012,2(1):20-23.
- [4] 魏 巍,刘昕晖,陈延礼,等.在复杂环境中 2 自由度轮式铰接车辆的越障能力[J].吉林大学学报:工学版,2011,41(5):1205-1209.
- [5] 魏占国.林木联合采育机底盘设计理论研究与应用[D].北京:北京林业大学,2011.
- [6] 魏占国,刘晋浩.轮式林木联合采伐机底盘的设计与研究[J].广西大学学报:自然科学版,2010,35(2):263-268.

表 1 常见路面的附着系数

路面类型	附着系数
沥青或混凝土路面	0.4~0.6
碎石路面	0.55
干土路面	0.65
湿土路面(松软路面)	0.45
冰雪路面	0.15

表 2 不同路面不同状态下采育机越障高度

状态	越障高度(mm)			
	沥青碎石路面	干土路面	松软湿土路面	冰雪路面
正常行驶	374	711	195	30
作业时	162	468	99	10

的越障能力为 195 mm,作业时的越障能力为 99 mm。

4 结论

本研究在 ADAMS 仿真软件环境下进行采育机的越障仿