

山地机械动力底盘发展现状与趋势

袁 勰 陈 庚 李佳航*

新疆理工职业大学, 智能制造学院

DOI:10.12238/as.v8i6.3117

[摘 要] 农业机械化是我国农业现代化的根基,同时也是农业先进生产力的评价指标。发展山地机械化难度较大,主要难点在于山区的土地零碎、地块狭小、地势地貌高低不平,从而导致山地机械工作时的剧烈震动与易倾翻。常用的大型农用机械无法进场作业,因此研发适合山地作业,具有良好安全性、经济性的农业机械装备底盘是非常重要的。本文旨在通过综述近年来国内关于山地机械动力底盘的研究进展,对于山地机械动力底盘的研究具有指导意义,对于增强机械在山区环境下的作业质量和稳定性,促进山区农业机械化的发展具有重要意义。

[关键词] 机械动力底盘; 山区地势; 发展趋势

中图分类号: S23 **文献标识码:** A

Development Status and Trends of Dynamic Chassis in Land Machinery

Lin Yuan Geng Chen Jiahang Li*

Xinjiang Vocational University of Technology, College of Intelligent Manufacturing

[Abstract] Agricultural mechanization is the foundation of China's agricultural modernization and also an evaluation indicator of advanced agricultural productivity. The development of mountain mechanization is difficult, mainly due to the fragmented land, small plots, and uneven terrain and landforms in mountainous areas. It can cause severe vibrations and easy tipping during work, and commonly used large agricultural machinery cannot enter the site for operation. Therefore, it is very important to develop agricultural machinery and equipment chassis that are suitable for mountain operations and have good safety and economy. This article aims to review the research progress on the dynamic chassis of mountain machinery in China in recent years, which has guiding significance for the study of dynamic chassis of mountain machinery, and is of great importance for enhancing the quality and stability of machinery operation in mountainous environments, promoting the development of agricultural mechanization in mountainous areas.

[Key words] mechanical power chassis; Mountainous terrain; development trend

引言

我国丘陵山地面积辽阔,占据国土总面积的七成,是粮食生产及特色经济作物的重要产区^[1-2]。然而,山区复杂地形(如图1所示)导致农业机械化水平远远落后于全国平均水平,传统大中型农业机械在该地形条件下难以有效作业。鉴于此,设计和研发适应丘陵山地复杂地形的小型履带式动力底盘成为当前研究的重点^[3]。本文旨在通过综述近年来国内关于山地农机动力底盘的研究进展,包括底盘设计、仿真分析、控制系统设计及试验验证等方面,探讨其发展现状与未来趋势,为丘陵山地农业机械化的进一步发展提供理论支撑和参考依据。

1 底盘在山区地势下的应用研究

山区地势复杂,多为跌宕起伏地块,机械动力底盘在山地复杂地形条件下的应用研究尤为重要,此项研究能够很好的提高

农业机械的通过性和适应性。Yangzhou Chen等^[4]研究土豆联合收割机履带底盘在丘陵山地的行驶性能(如图2),通过机械分析和理论计算,得出其在不同地形条件下的行驶极限值。钱金源等^[5]则利用RecurDyn软件对履带底盘在不同地形条件下的通过性能进行了仿真分析,验证了其在复杂地形下的行驶能力。高巧明等^[6]针对地形复杂的丘陵地区,创新设计了一种高级动力平台,底盘采用紧凑的H型传动路线,能够很好的调节底盘地隙和轮距,在地隙变化过程中可以适应山区地形的复杂情况。这些研究为履带底盘在丘陵山地的应用提供了重要的理论依据和实践指导。应用研究中如何提高机械动力底盘的通过性和适应性则是最重要的。

2 底盘的结构设计与分析

对于底盘结构的设计,则要充分的考虑地形地貌以及实际

作业工具对搭载方式的需求。高巧明等^[7]设计了一种挂载悬挂装置的电动履带底盘(如图3所示),并利用RecurDyn软件进行了两种路面下的动力学仿真分析,验证了其在复杂地形下的行驶性能。周承成等^[8]也设计了一种小型履带式底盘,通过RecurDyn软件进行了动力学仿真分析,并通过实试验验证了设计的可行性。这些研究不仅展示了履带底盘设计的创新性,也验证了仿真分析在设计验证中的有效性。



图1 山区、丘陵地形地貌



图2 土豆联合收割机履带底盘

3 底盘的控制系统设计与分析

除了机械结构,底盘的控制系统也十分重要,复杂地形下带来的震动也会影响作业性能。蔡荣^[9]设计了一款具有姿态调整装置的两段式履带底盘及其控制系统(如图4所示),引入了模糊

PID控制器,增强了控制稳定性、适应性和交互性。苏畅等^[10]设计了一款灵活、高适应性的丘陵山地小型履带通用底盘,通过Solidworks软件建立了三维模型,并利用Recurdyn动力学软件进行了仿真验证。这些研究展示了控制系统设计在提高履带底盘性能方面的重要性。综上,履带底盘的控制系统设计能在提高控制稳定性和适应性方面起到重要作用,为实际应用价值提供了科学依据。

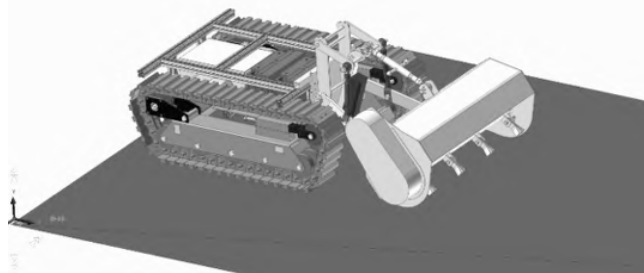


图3 挂载悬挂装置的电动履带底盘



图4 两段式履带底盘

机械动力底盘液压系统是连接作业模块的关键的设计内容,能够有效的提高其在丘陵山地的作业性能。王鹏等^[11]种液压控制、机械传动的丘陵山地果园动力底盘,利用AMESim仿真软件建立了液压系统模型,验证了其在复杂地形条件下的作业性能。不同的连接方式所需要的结构不同,在设计相关搭载平台时也要考虑作业模块的需求,完成整体化设计。

4 底盘的多功能应用研究

山地环境下的作业效率也是一大难题,频繁的更换机械结构或是搭载模块也会大大的降低作业效率,设计多元化的作业机械是解决该问题的途径之一。华李等^[12]设计了一种履带式旋耕机多功能底盘,该底盘集成了动力、传动、行走、操纵等系统,并配备了自适应调平机构,可根据地形自动调整俯仰/侧倾角度,确保作业质量。兴源等^[13]设计了一种山地茶园多功能电动动力底盘,初步实现了开沟、除草、旋耕作业模块快速更换,初步实现了一机多用的目的。这些研究展示了履带底盘在多功能应用方面的潜力,为机械动力底盘提高作业效率方面的研发,为实际应用提供了科学依据。

5 山地机械动力底盘发展趋势

鉴于诸多学者的研究,基于我国山地种植地势特点,常出现陡坡、坑洼地势,种植地不连续^[14-15],山地机械动力底盘应该具有很好的作业性能、适应性能、续航能力,既要能够稳定的在山地运行,也要多功能集成化提高作业效率^[16-17],主要发展趋势为如下几个方面:

(1)多功能化:山地机械动力底盘将朝着多功能化方向发展,以适应不同地形和作业需求。一机多能的机械底盘将成为首要选择,通过增加作业平台的操控装置控制设计,提升自动化程度,实现多种作业功能。

(2)高地形适应能力:山地地形复杂,机械动力底盘需要具备更强的适应性。仿生学原理的应用将推动底盘设计更加符合复杂地形的需求,例如仿生多足底盘或伸缩式底盘,以增强越野能力和地形适应性。

(3)智能化与自动化:智能化是未来农业机械底盘的重要发展方向。通过智能控制系统,底盘可以实现自主作业、线控转向、无人驾驶等功能,提升作业效率和适应性。信息化管理与远程控制技术的应用将提升底盘的作业效率和管理能力。通过各种通信方式,实现底盘系统的协调控制和信息互通,未来还能够引入AI系统全面的实现无人化作业。

(4)生态保护与绿色化:未来机械动力底盘将更加注重生态保护。例如,履带式底盘通过减少土壤压实,保护森林生态环境。绿色化和与自然和谐相处的设计理念将成为未来机械动力底盘研究技术发展的重要方向。

6 结论

国内山地机械动力底盘的发展现状表明,当前研究主要集中在提高底盘的通过性、适应性和作业效率上。通过采用履带式底盘设计、多体动力学仿真分析、遥控系统集成等技术手段,研究者们已经设计出能应用在山地复杂地形的多种动力底盘,这些底盘在爬坡、越障、通过沟壑等表现出良好的性能,为山区地形下的机械化作业提供有力支持。

未来的研究方向可能集中在进一步优化底盘结构设计,提高底盘的智能化水平和多地形适应能力。此外,针对不同作物和作业需求,开发更加灵活、多功能的动力底盘,以及探索新能源动力底盘的应用,将是提升丘陵山地农业机械化水平的重要趋势。这些研究将进一步推动山地农业机械化的发展,促进农业现代化进程。

[参考文献]

- [1]陈辉.丘陵地果园履带动平台设计与试验[D].华中农业大学,2024.
- [2]焦芮迪.丘陵地农机柔性底盘设计与试验[D].吉林农业大学,2024.
- [3]官庆福,宋鹏,任伟昂.国内丘陵地果园动底盘发展现状

与趋势[J].农机化研究,2025,(09):293-300.

[4]Yangzhou Chen,Zeyu Wang,Hua Zhang,Xiaolong Liu,Hui Li,Wei Sun,Hongling Li.Investigation of the Traveling Performance of the Tracked Chassis of a Potato Combine Harvester in Hilly and Mountainous Areas[J].Agriculture,2024,(9).

[5]钱源,王晴晴,许侗汉.丘陵地多功能履带底盘通过性能分析——基于RecurDyn软件仿真[J].铜陵学院学报,2024,(5):100-105.

[6]高巧明,高峰,赖永裕,等.具有平衡摇臂悬架的丘陵山区动力平台转向系统[J].农业机械学报,2014,45(3):13-19.

[7]巧明,余世海,宋得.型地农电动履带底盘设计与仿真分析[J].中国农机装备,2025,(01):7-14.

[8]周承成,索利利,任宁,.丘陵地型履带式底盘的仿真与试验[J].农机化研究,2025,(10):275-283.

[9]蔡荣.基于丘陵地的两段式履带底盘及控制系统的设计与试验[D].重庆三峡学院,2025.

[10]苏畅昊.丘陵地型履带通底盘设计与仿真分析[J].装备制造技术,2025,(01):17-21.

[11]王鹏,伊家安,朱建锡.丘陵地果园动底盘液压系统设计与试验[J].农业机械学报,2025,(06):702-711+722.

[12]华李,谢易恒.丘陵地履带式旋耕机多功能底盘的设计[J].南农机,2025,(08):8-10.

[13]兴源,王芳莉,林蜀云.地茶园多功能电动动底盘的设计[J].贵州农机化,2024,(03):4-8.

[14]Yiyong Jiang,Ruochen Wang,Renkai Ding,Zeyu Sun,Yu Ji ang,Wei Liu.Research Review of Agricultural Machinery Power Chassis in Hilly and Mountainous Areas[J].Agriculture,2025,(11).

[15]官庆福,宋鹏,郭晶伟.基于RecurDyn的型履带式动底盘设计与仿真分析[J].农业工程,2024,(10):76-82.

[16]刘世磊,鲁开讲.种型地农机械驱动底盘的设计[J].数字农业与智能农机,2024,(07):21-24.

[17]薛天茂.丘陵地履带式果园作业平台结构设计[J].机电技术,2024,(03):48-51.

作者简介:

袁粼(1996—),男,汉族,黑龙江哈尔滨人,硕士研究生,研究方向:机械工程。

陈庚(1999—),男,汉族,陕西渭南人,硕士研究生,研究方向:机械工程。

*通讯作者:

李佳航(1996—),男,满族,辽宁本溪人,硕士研究生,研究方向:机械工程。