

丘陵山地履带式多功能底盘的设计研究

李 强¹ 李籽环¹ 杨清慧²

1. 重庆文理学院 重庆永川 402160

2. 重庆市农业科学院 重庆九龙坡 400000

摘 要：农业支撑着国家的发展，影响着人们的生活质量，随着现代人们需求的增高，对农产品质量与数量也提出了新的要求，进一步带动了丘陵山地农业事业的发展。但是丘陵山地虽农作物丰富，但受到地形环境因素的影响，无法实现大规模种植，所以借助多功能机械设备促进农业发展十分必要。本文阐述了当前丘陵山地多功能底盘的发展现状，讨论了履带式多功能底盘的总体结构、设计研发以及各功能的实现路径，以此提高丘陵山地地区的农业自动化水平，促进农业的繁荣发展。

关键词：丘陵山地；多功能底盘；履带式

我国国土面积丰富，丘陵山地分布辽阔，所覆盖的耕地面积较广，据不完全统计显示，高原山地和丘陵占粮食产量的1/2。但丘陵地区地形较为复杂、形状不规则，在山丘上使用的农机很少，大多数都是人工操作，劳动强度极大许多，农业工作者并不愿开展农业种植工作。尤其是在果树种植方面受到机械化程度低的影响，无法实现高效、快速地对果物进行运输，不仅增加了劳动量，还影响了农业收益。因此涉及多功能、轻型化的多功能底盘农业机械设备，能够提供多元化的农机具作业支持，提高农业生产效率，有效解决农业生产操作难度大等问题。

一、丘陵山地多功能底盘发展现状

国外自动化农业生产机械设备发展较早，以欧美国家为例，在园艺作业方面，多功能底盘可进行旋耕、剪草、粉碎、短距离运输等；亚洲国家则用于农业作业。丘陵山地主要位于我国南方地区，过去引进了国外进口机型，但是受到作业环境特性的影响，导致设备的适应性并不理想，而且进口设备价格较高，配件不全，并不

适合应用于丘陵山地的农业生产中。目前我国对多功能底盘的研究也有了初步进展，种类较为全面，在耕种和收割方面，都有相关的机器，但总体上来说，它们的发展不均衡，大部分都是以稳定的结构进行，不能根据必要需求改变它们的形态，在实际应用过程中，也存在不同程度的操作不灵活、功能匮乏等问题，所以无法使用丘陵山体的作业^[1]。因此研发适合丘陵山地的多功能底盘机具，是提高农业生产效率的关键。

目前的履带行驶底盘有：

1. 弹性底盘

弹性底盘的构成需要杠杆和弹簧与主机架相连接，底盘的缓冲作用相对更为良好，能够有效适应地面，适合应用于高速度驾驶需求、舒适程度要求高的机械中。但是底盘结构较为复杂，成本较高，在农用机械中并不适合。

2. 半刚性底盘

半刚性底盘需要在支重台架上，固定支重轮，支重台架可经铰链，与后部相关结构连接，前部与机架连接时使用弹性件。主要应用特点是在支重台架的支持下，使主机架进行纵向摆动，行驶机构在运转过程中，所产生的振动不会传送至主机架。但是侧重底盘支架需要安装重架导向装置，以免发生横向摆动，所以整体结构较为复杂，安装成本较高。

3. 刚性底盘

刚性底盘的支重轮轴在与底盘机架连接时，需要支重台架的支持。刚性底盘更利于制造结构相对较为简单，成本更低，但是由于缓冲作用较差，所以在运转过程中，

项目基金：

1. 重庆市技术创新与应用发展重点项目（cstc2021jscx-gksbX0005、cstc2021jscx-gksbX0065）；

2. 重庆文理学院引进人才项目（R2020FYX06）；

作者简介：李强（1989.04-），男，汉族，中共党员，黑龙江人，工学博士，在站博士后，副教授，重庆文理学院硕士研究生导师，研究领域为智能农业装备与机器人、生物质转化技术与装备。

行驶机构所产生的振动作用,可能会经底盘直接传给机身,导致整个机构连接件处于振动状态,影响结构的稳定性,且驾驶容易疲劳,所以刚性底盘更适合应用在低速行驶的普通机械设备中。

二、多功能底盘的总体结构

目前在丘陵山体所采用的多功能底盘,以橡胶履带行走为主,动力方面使用双缸柴油机,主要放置在机架前端横放,可实现对各机具的动力支持,而机架的中后端则用于安装运输、喷药机具。行走机构设计采用双联变量泵等全液压驱动结构,无行走变速箱占用空间,整体布置更为紧凑。履带行走机构的构成包括底盘机架、橡胶履带、导向轮、液压驱动系统等部分。液压马达需要固定在底板机架上,在输出轴位置处安装履带驱动轮,在驱动轮的作用下可带动履带行走,行走速度主要依靠变量泵流量加以控制,可实现底盘的前进、后退与转向^[2]。由于多功能底盘的行走机构依靠于全液压驱动,主要作用机制是发动机通过传送带,将传动装置传送到双联泵上,再由双联泵将传动的电能传输到液压电机上,然后带动履带前进。在步行时,履带的行进阻力由内外两部分组成。导向轮等产生的摩擦力;外部阻力则来源于地面土壤与履带之间产生的变形阻力。

三、丘陵山地多功能底盘的设计与研发

(一) 整体设计

多功能底盘的构成包括行走底盘系统、作业机具系统、机电液控制系统。由于丘陵山地道路较为狭窄、地形崎岖,大型机械无法通过,所以在整体设计时,为了节约工作面积,减少生产费用,应选用微型皮带驱动和齿轮驱动相结合的方法。在控制动力中断方面,选择圆盘摩擦离合器,在多个档位的相互作用下,通过多档传动,使机器适应更加复杂的工作条件,适应各种工作需要,使各种工作器具都能得到更合适的动力,以此保障农业作业的有序进行。丘陵山体的坡度变化较大,采取轮式底盘通过性能较低,此外,它还不能很好地适应当地的环境,运行环境为陡峭的山地时,还容易出现机械侧翻等情况,安全系数较低,此时就可选择履带式底盘,能够提高通过性能,而且履带方便拆卸与安装。机械设备的各项设计参数如下表1所示。

(二) 动力设计

在进行旋耕机的时候,要根据机具的最大出力来进行,例如,在旋耕工作中,要使用一体化的齿轮箱来带动旋耕刀片,而输出的能量则是用来进行入土、翻土,而前进速度会直接影响作业功率,且抛掷垡块速度不会

表1 机器参数

名称	参数规格
底盘尺寸(长×宽×高)/mm	1540×880×1000
主机质量/kg	<500
发动机型式	单缸水冷柴油机
额定输出功率/kW	17
最大输出功率/kW	22
额定转速/r·min ⁻¹	2200
启动形式	电启动
离合器型式	圆盘摩擦离合
工作速度/km·h ⁻¹	1.0~2.3
纯小时生产率/hm ² ·h ⁻¹	≥0.06
旋耕深/cm	8~20
开沟深/cm	10~30

受影响,而刀轴转速在一定情况下,随着前进速度的增加,所需功率也会随之增高^[3]。除了旋耕功率以外,机组在行驶过程中需要克服多种阻力,为了发挥出多功能底盘的最大功率,就需要综合考虑阻力因素,保障运输、作业效果。

(三) 动力传动设计

动力传动涉及到发动机、闭合器变速箱、作业输出轴、V带传动等。发动机动力会通过微带传动,将动力传送到发电机、齿轮油泵等位置,形成传统路线,等动力到达变速箱以后,通过齿轮的啮合,可以把动力传递给主动轴和工作输出轴。所采用的齿轮箱是一体化的齿轮箱,在箱体内部安装着离合齿轮组、行动传动齿轮组、作业传动齿轮组。通过两个传动机构之间的啮合,将传动系统中的功率分别传送到驱动和工作的两个轴上。所使用的变速箱为整体式变速箱,使得动力传动结构更为简化。发动机在提供动力时,可以将能量传递给齿轮箱,齿轮泵则是用来驱动液压控制系统,而手柄能够对其产生控制分裂作用。在获得了功率传递后,通过齿轮的传递,可以将能量传递给轴上的齿轮和行驶的半轴,结合把手的操作,可以对齿轮的啮合情况进行控制。

(四) 控制设计

控制模式的设计分为无线远程控制和手动远程控制两种。手动远程控制是指对切换和联动机构进行控制,而无线远程控制是由液压元件和线路来控制的^[4]。开关内部设有电路开关,照明开关,电源开关,起动机开关等;手柄控制则依托于换挡、离合、转向等。无线遥控控制需要对机器的启动、前进、后退、机具高度、转向、照明等加以控制。

四、多功能底盘的设计实现

多功能底盘要求将多种农具的功能整合起来,农业机械可以按照自身的传统特性和工作性能,将其做成多种功能模块,再通过螺钉将其与多用途的底盘相连,从而达到多样化的功效。

(一) 车架调平系统

车架调平系统包括调平控制器、调平执行器、调平机架和调平检测装置。其中,调平执行器采用的是液压传动方式,可以通过电磁油压阀门进行操作,从而使油缸进行伸缩,同时,油缸可以推进找平层框架,从而达到自动找平的目的。角度传感器是倾角探测设备中的一个关键部件,在安装了角度传感器之后,它的主体部分就放在了水平架上。如果可以对警报阈值进行适当的设定,那么在水平架出现了倾斜的情况下,该角度传感器就可以立刻向该水准控制系统发出信号,在收到警告信号之后,该水准控制器就会自行进行一次运算校正,从而滤出瞬时波动的无效信号,并且把校正好的有效执行信号传送给该执行机构,从而达到了自动找平的目的。框架找平系统可以在115度之上进行横向的垂直找平,并且可以进行横、纵两种工作方式的双向结合,还可以适应各种农机的特定工作需要,从而提升农业生产的效率。

(二) 旋耕机

旋耕机的整体组件包括:转向装置,过渡传动,液压提升装置,旋耕机。该旋耕机置于车架后部,作业幅宽度800 mm;旋转刀片的旋转速度是280 r/min,旋耕机的驱动盒的输入速率是1250 min,从转速可以算出柴油与传动盒的传动比例,并将其与传动比例相结合,将两级带传动的传动线路进行设计,可以满足最后的传动要求。旋耕机离合机构采用液压提升方式,并兼顾犁地深度的稳定。该液压缸采用了双动作油缸,保证了在工作时,旋耕机不会随着地面的改变而发生升降,从而大大提升了工作效率。而在旋耕机操作方面可选择乘坐式人工操作,也能够进行遥控操作。

(三) 除草机

在多功能地板中,除草剂是重要的组成部分,它的整合方法和旋耕机相似,包括液压提升转换传动装置,操作装置和割草机。但是,由于割草机和旋耕机的工作机理有很大的不同,因此,在常规的模块化和水力提升设备的设计上有很大的区别。本实用新型的割草机工作宽度800 mm,叶片选用锤-石型叶片,采用两级带驱动。而在动力离合器上选用的是带松紧式的传送方式。本实

用新型的割草机在工作时,其刀刃是不能着地的,因此可以利用纤维轮来限制刀刃,同时也可以判断出它的接地轨迹。而在液压提升时,可以选择一种单作动机构,以使驱动机构在工作时始终处于漂浮的状态。多用途车和割草机一体化作业,使用手动或远程控制。

(四) 喷药设备

喷洒装置也是农用机械中不可缺少的一部分,其与多功能驱动系统的整合模块主要包括活塞泵、传动装置和操纵装置等。活塞泵安装在发动机后部,处于车体前部,便于传动。活塞泵以900转/分钟的速度旋转,通过计算机传动比,结合传动路线需求,使用二级皮带进行传动^[6]。药箱放置在柱塞泵后侧,更利于开展喷药操作,也便于喷药胶管的安放。此种喷药设备的集成方式,整体重心更稳,使用更安全。

结束语

综上所述,丘陵山地的地理条件较为复杂,运输难度相对更高,对林果种植等农业产业的发展产生了一定影响,因此合理设计多功能底盘,可实现运输、旋耕、喷药、收获等自动化开展,通过与农机具的集成,可显著提高农业生产效率,为现代农业的发展提供支持。本文中所采用履带式多功能底盘,具有良好的爬坡能力与自适应调平能力,能够满足行走需求,实现横纵双向调平,使得运输作业更为安全平稳,联合多种农机具,更可提高农业生产效率,提高农业生产实力。

参考文献

- [1] 薛天茂.丘陵山地履带式果园运输机的研究进展[J].机电技术,2023,(4):41-44.
- [2] 向文博,汤晶宇,范志远等.丘陵山地动力底盘发展现状与展望[J].林业机械与木工设备,2023,51(5):4-10.
- [3] 路平,刘飞虎,冯波.一种多功能底盘控制器设计方案[J].汽车电器,2022,(12):35-39.
- [4] 汤晶宇,寇欣,徐克生等.丘陵地区经济林内动力底盘研究现状分析[J].林业机械与木工设备,2019,47(12):4-8.
- [5] 周汉林,刘华,陈中武等.丘陵山地履带式多功能底盘的设计[J].现代农业装备,2021,42(5):56-59.
- [6] 陈嘉辉,单超杰,陈黎辉等.多功能农用机器人底盘结构设计[J].智慧农业导刊,2021,1(1):36-38.