

国内液压式水果采摘机械的发展现状

宋玲^{1,2}, 史勇^{1,2}, 高泽斌^{1,2}, 叶云霞^{1,2}, 亢银霞^{1,2}

(1. 新疆农业大学机械交通学院, 新疆乌鲁木齐 830052; 2. 新疆农业工程装备创新设计重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要 水果采摘作业是林果业生产中非常重要的环节。水果采摘机械的使用可以解决人工采摘水果时所出现劳动强度大、效率低、成本高等不足。将液压技术应用到水果采摘机械设备中, 可使设备具有传递功率大、结构简单、传动平稳等优点。该文对国内现有的液压式采摘机械的研究现状进行了分析, 指出了不同液压式采摘设备的不足, 并给出了相关的改进建议。提出了要将液压传动技术与液压控制技术紧密结合起来, 实现水果采摘设备的自动化和精确化, 并研发功能更强大、更合理、更容易操作的液压系统。

关键词 水果采摘; 液压; 研究现状

中图分类号 S225.93 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)22-336-04

Research on the Development Status of Domestic Hydraulic Fruit Picking Machine

SONG Ling^{1,2}, SHI Yong^{1,2}, GAO Ze-bin^{1,2} et al (1. College of Mechanic and Traffic, Xinjiang Agricultural University, Urumqi, Xinjiang 830052; 2. Key Laboratory for Agricultural Engineering Equipment Innovative Design of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang 830052)

Abstract The fruit picking operation is a very important link in the forestry and fruit industry. The use of fruit picking machine can solve the problems of artificial fruit picking high labor intensity, low efficiency, high cost. The application of hydraulic technology to fruit picking in the mechanical equipment, the equipment has the advantages of high power transmission, simple structure, stable transmission. The hydraulic of the existing domestic research status of mechanical harvesting were analyzed, and the deficiencies of different hydraulic picking device were pointed out, relevant suggestions for improvement were put forward. It was pointed out the hydraulic transmission technology and hydraulic control technology combined with automation, fruit picking device and precision, and the development of the hydraulic system is more powerful, more reasonable, more easy to operate.

Key words Fruit picking; Hydraulic; Research status

我国是水果生产大国, 每年各类水果产量都保持在一亿吨以上。我国果品种植面积大、产量高, 但大多数果品仍然采用人工收获, 其劳动强度非常大、效率低、成本高^[1]。尤其在新疆地区, 水果的收获期正值棉花、辣椒等经济作物的收获期, 这会导致劳动力紧缺, 不能对水果进行及时收获, 造成水果品质下降, 严重影响了新疆水果业健康发展^[2]。因此, 为了水果业的正常健康发展, 机械式采摘机械的研究和应用, 将是未来果品采摘技术的主流。

目前, 液压传动技术在水果采摘机械中得到了越来越多的应用。液压装置能在同等体积下比电气装置产生更大的动力。在同等功率下, 液压装置的体积和质量更小、传动更平稳, 还能在大范围内实现无级调速。液压元件与电气元件结合使用, 能实现水果采摘机械的自动化控制。因此, 将液压技术应用到水果采摘机械中, 研究控制性能最佳、结构更合理的液压系统, 对我国果品采摘业的发展具有非常重要的意义。

1 液压式水果采摘机械概况

液压式水果采摘机械主要依靠液压系统驱动机械机构完成对不同水果的采摘作业。在国外, 振动式液压采摘机械研究颇多, 这类机械主要依靠偏心机构对果树树干或树枝的振动, 最终实现林果果实的采摘^[3]。而且激振频率的不同对采收效果影响较大, 合理的激振频率可使杏、核桃、红枣的最高采净率达到90%以上。但是这类采摘机械都属于大型机具, 作业空间大, 适用于稀疏果园。

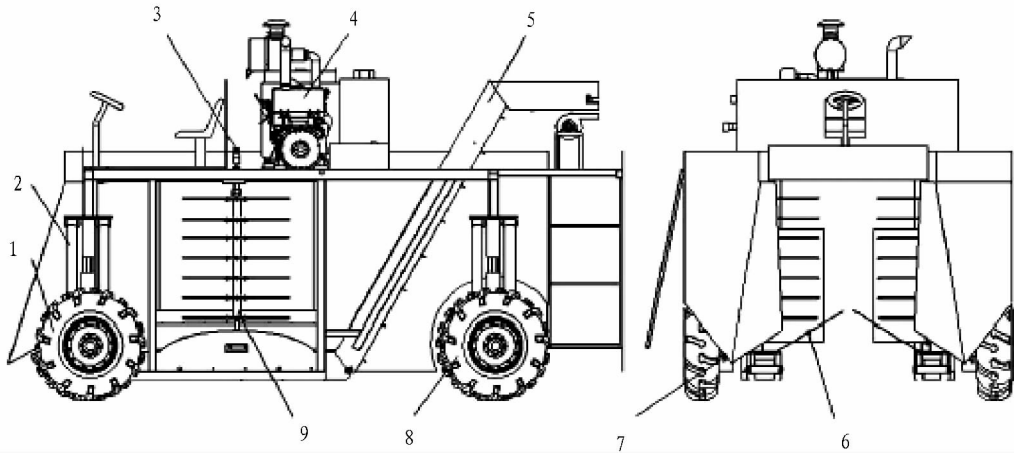
国内的液压式采摘机械的研究起步较晚, 但近年来发展

迅猛。例如杏、红枣、核桃的摇振式采摘收获机及蓝莓、黑莓、酒葡萄等接触式振动收获机械都被设计创造出来并申请了专利。各类液压式收获采摘机通过试验表明, 他能够对成熟水果进行高效快速地采收, 收获的效率是人工的5~10倍, 并且采摘作业不受季节的限制。虽然液压式采摘机械能降低采摘成本, 提高经济效益, 但是国内的大多数机械还是存在体积过大、不适合密植型果园、振动机构的振幅和频率无法调整、损伤树干等多种问题。因此, 开发新式的液压采摘机械要以小型化为主, 振动机构的振幅和频率要能实现连续可调, 并且参数的设定要与果树的实际情况相符合, 这样才能实现对果实的合理安全高效的采摘。

2 国内液压式水果采摘机械采摘方式的研究现状

2.1 液压摇振式水果采摘机械

2.1.1 液压式红枣采摘机。红枣属于矮化密植型植物, 成熟果实枝干上的密度较大, 并且果树的种植间距较小, 需要小巧灵活的采摘机械对其进行采摘。石河子大学的付威、坎杂研制了4ZZ-4型全液压驱动自走式红枣收获机(图1), 该设备主要由行走底盘、采摘装置、集果装置、输送装置、液压传动系统、转向机构、动力装置和机架等组成。行走、转向和采摘都是依靠液压系统来实现的。该设备在采摘过程中, 利用PLC实现电磁换向阀的换向, 以此来改变液压马达的旋转方向, 使振动机构产生不同的振幅和频率, 利用拨杆对枣树枝进行击打作业, 使树枝产生往复性的振动, 最终实现红枣的采摘^[4]。该设备采用全液压传递动力, 具有传递功率大、结构简单、传动平稳等优点。不足之处是液压系统采用的开式回路, 无法对振动频率和振幅进行连续的调节。拨杆击打树枝时如果振幅过大还容易造成对果树的伤害。

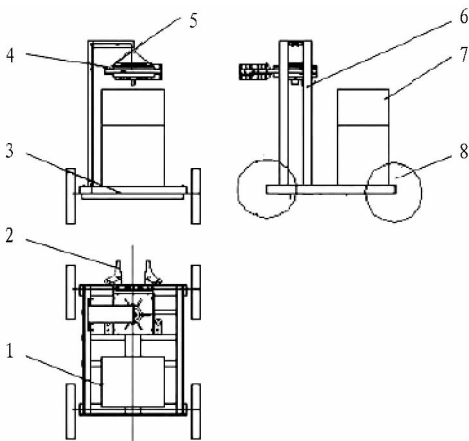


注:1-前轮;2-升降油缸;3-激振马达;4-发动机;5-输送装置;6-集果装置;7-行走马达;8-后轮;9-立轴采摘滚筒。

图1 全液压驱动自走式红枣收获机

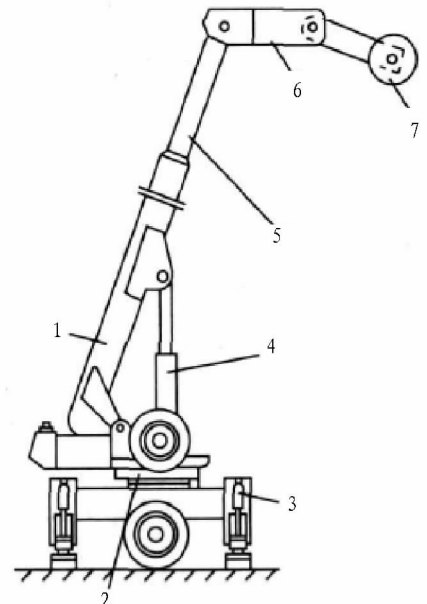
2.1.2 液压式核桃采摘机械。核桃的营养价值和药用价值都非常高,深受消费者喜爱。传统的核桃采摘主要依靠人工敲打以及摇树来实现,这种采摘方式劳动强度大、效率低。因此,液压式核桃采摘机械的设计和研发,可满足采摘过程的农艺要求,从而降低了劳动力,提高了生产率,为核桃产业的健康发展提供了保障。郑甲红等人研制了液压式核桃采摘机,该设备主要由果树摇振装置、液压控制系统、液压泵、油箱、电机和小推车组成,整个采摘装置都安装在手推车上,方便设备移动。该设备同样采用摇振原理实现核桃采摘,通过换向阀控制油缸的伸缩使摇振装置夹持在枝干上,再由液压马达驱动摇振装置内的偏心机构,使振动头振动,并将振幅和频率传递到树干上,使核桃果实产生加速运动,最后掉落^[6-7]。该设备效率采摘效率高,每棵树从准备夹持到果实脱落用时约为1.5~2 min,采净率达90%以上,不足之处是无法为振动机构的振幅和频率进行调节。

用传统的人工爬树采摘,其效率低,安全性差^[8]。因此,液压式椰果采摘机的研制和使用,可以实现精确定位,灵活采摘,较好地解决了人工采摘存在的问题。梁栋等人研制了液压式椰果采摘机,该设备的动力来自拖拉机,由拖拉机的柴油机带动液压泵工作。设备在工作过程中,先由4个液压支腿将整台机顶起,再由变幅缸控制大臂变幅,接着通过伸缩缸让大臂逐级伸出,大臂到达一定高度之后,再通过液压马达使旋转臂旋转和割刀旋转,最终完成切割椰果果穗的目的^[9-11]。该设备的最大特点是所设计的液压系统为开式系统,执行元件不仅采用了液压马达,还采用了液压缸,通过对整个回路的合理控制,就能顺利实现对椰果的采摘。



注:1-油箱;2-夹持头;3-小车支架;4-振动机构;5-悬挂绳索;6-悬挂支架;7-液压油箱及电机;8-车轮。

图2 液压式核桃采摘机



注:1-基本臂;2-回转塔;3-支腿;4-变幅缸;5-伸缩臂;6-旋转臂;7-割刀。

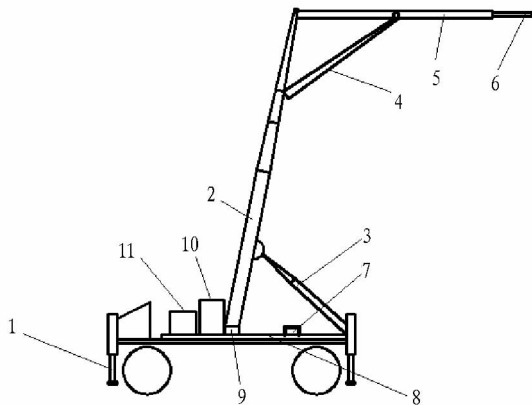
图3 液压式椰果采摘机

2.2 液压举升式水果采摘机械

2.2.1 液压式芒果采摘机械。椰子属于棕榈科单子叶多年生常绿乔木,是一种典型的热带木本油料作物,在我国的海南省得到了大量的种植。目前海南的椰子收获方法还是采

2.2.2 液压式芒果采摘机械。液压式芒果采摘机械可以很好地提高采摘效率,解决了人工采摘时存在的劳动强度大、效率低、安全性差等不足。张燕等人设计了一种芒果采摘

机,该设备采用液压传动系统来传递运动并执行相关的采摘工作。该采摘机的主要由液压支腿、不同用途的液压缸、液压剪等部分组成^[12]。工作过程中,支腿先将设备支起,然后伸缩缸变幅、伸缩,将执行机构伸到制定位置,最后驱动液压剪,将芒果的枝条剪短,最终实现采摘。该设备采用液压系统驱动后,灵活多变,定位精准,并能完成一系列复合动作,很好地解决了大面积芒果收获时采摘慢、费时费力等问题。



注:1-液压支腿;2-伸缩缸;3-伸缩变幅缸;4-剪切变幅缸;5-剪切缸;6-液压剪;7-液压马达;8-旋转台;9-齿轮泵;10-配重;11-手动液压泵组件。

图4 液压式芒果采摘机

3 国内液压式水果采摘机械液压系统的研究现状

国内液压式水果采摘机械的液压系统主要分为开式系统和闭式系统,有少数采摘机的液压系统是这两种的组合。开式系统能够利用液压阀实现对不同执行元件的独立控制,可满足多种作业工况及复合动作要求。闭式系统主要用在摇摆式液压采摘机械中,能够实现对马达的无级调速,系统的可靠性较好,不仅简化了操作过程,同时也大大降低了油箱的损耗。

3.1 开式液压系统的水果采摘机 开式系统的液压式水果采摘机能够完成多种动作,系统中的执行元件常常为液压缸与液压马达的组合,并且液压马达的调速通常利用节流阀进行调节。图5为一种核桃采摘机械的液压系统示意图,从图5可以看出,马达的转速利用节流阀进行调节,通过换向阀控制马达的正反转就实现对执行装置的振幅和频率的调节。采用这种开式系统,需要设计容积较大的油箱,用以满足系统对油液的需求,另外,该设备提升、夹紧和摇摆3个动作可以单独进行控制。设备的灵活性较好,并能通过调频和调幅来满足对不同粗细核桃树的摇摆作业。

3.2 闭式液压系统的水果采摘机械 采用闭式液压系统的水果采摘机械最大的特点就是能够更好地实现无级调速,可通过调节变量泵或变量马达的变量机构,最终实现对马达转速的调节。在许多小型液压式水果采摘机中,就常常用到

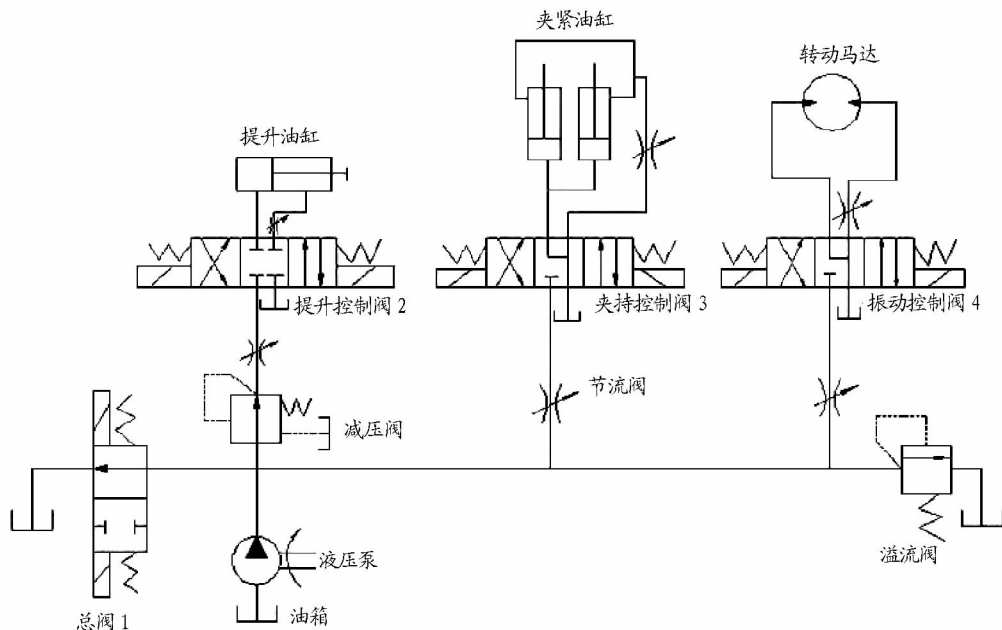


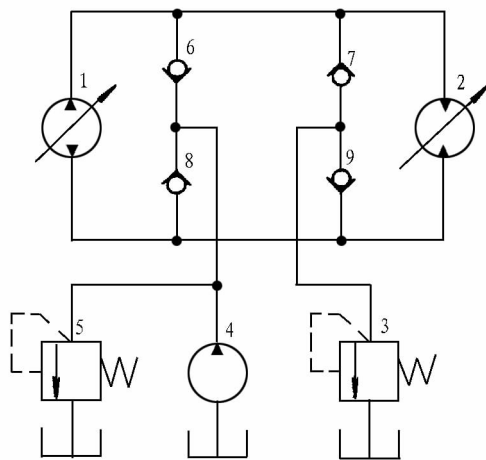
图5 核桃采摘机开式液压系统

闭式液压系统。图6为红枣采摘机械采摘部分的液压传动系统示意图。该液压系统由液压泵直接与液压马达连接,通过调节液压泵的变量机构实现对马达转速的调节。由于马达与摇摆式的偏心机构相连,通过对马达调速,就可以改变偏心机构的激振力,这样就可以实现对采摘频率的调节。通过改变泵变量机构的偏转方向,就可实现马达的正反转,最终实现对采摘振幅的调节。这种系统,可以较好地适应果树的粗细和生长情况,采摘效率更好,还能实现对果树的保护。

4 液压式水果采摘机械存在的问题及发展趋势

4.1 存在的问题 目前的液压式水果采摘机械普遍利用液压系统驱动采摘装置完成对水果的采摘。通过分析发现,这类设备最大的不足就是设备的行走和转向比较困难,有的设备采用拖拉机进行牵引,有的需要人工推扶,没有将液压系统的优势用在设备的行走和转向方面。这类设备另一个最大的不足是自动化程度不高,很多设计人员为了节省成本,通常都选用手动控制阀实现对元件的换向和调速,这样就无

法实现对执行机构的自动控制,反而还增加了操作人员的劳动强度。另外,液压式采摘机通用性比较差,例如许多红枣采摘机只能采摘红枣,而对于枸杞、苹果、梨等水果就不能实现采摘。因此,液压式采摘机未来的发展,就需要向着能够适应各种不同工况、能够实现对不同种类水果采摘的方向发展。



注:1-变量泵;2-变量马达;3、5-溢流阀;4-补油泵;6、7、8、9-单向阀。

图6 摇振式红枣采摘机闭式液压系统

4.2 发展趋势

(1) 液压摇振式采摘机应开发能够升降的平台,实现对高处水果的采摘。利用液压缸和相应的机械机构,实现平台的升降,当采摘者站在平台上时,液压缸带动平台升起后,就可以进行高空作业,对果树高处的没有被摇下的果实进行采摘。这样会使采摘机的通用性更强,既能摇振作业,也能实现高空采摘作业。

(2) 液压式采摘机应能够实现行走、转向、制动的全液压化。国内的大多数采摘机不能实现独立行走,需要拖拉机牵引或人工推扶,这样在某些松散或不平整的底面,会导致行走困难。因此,将液压系统用于设备的行走驱动,将会很好地缓解这些问题。

(3) 将液压传动技术与液压控制技术相结合,实现采摘机的自动化和智能化。运用液压控制技术,摇振式采摘机可以根据采摘工况自动调整马达的转速和旋转方向,最终实现

对执行机构振幅和频率的自动调节,这样会大大提高设备的采净率,而且对果树的损伤更小。

(4) 开发性能更优越、结构更合理的液压系统。通过分析国内采摘机的液压系统,发现多数液压系统结构不是最合理,最终导致设备的整体性能受到影响。因此,未来在开发这类液压系统时,应选用更合理的液压元件、设计更加合理的系统,并利用负载匹配的原理对系统进行优化设计,使设备更加节能高效^[13-14]。

5 结束语

液压式水果采摘机械具有传递功率大、能够实现无极调速、易于实现自动化控制等优点。传统的水果采摘方式已经不能适应经济社会的迅速发展,因此,在未来的研究工作中,应该充分将液压技术的优势合理应用到采摘机械中,开发结构更合理、性能更优异的液压系统,并将液压控制技术也融合到设备中去,最终实现采摘设备的智能化和精准化,大大提高采摘精度和效率。

参考文献

- [1] 孟祥金,汤智辉,沈从举,等. 4YS-24型红枣收获机[J]. 新疆农机化, 2013(1):13-14.
- [2] 范修文,张宏,李传峰,等. 新疆红枣收获机械现状及发展建议[J]. 新疆农机化,2013(6):40-41.
- [3] 黄俊清,王伟,范修文,等. 一种摇振式红枣采收设备设计与仿真[J]. 塔里木大学学报,2012(12):45-47.
- [4] 孙雨,坎杂,付威,等. 自走式红枣采摘机采摘装置的液压系统仿真设计[J]. 农机化研究,2014(3):78-81.
- [5] 刘进宝,韩长杰,杨宛章,等. 振动式林果采摘机械的设计[J]. 中国农机化学报,2014(3):41-44.
- [6] 郑甲红,毛俊超,梁金生,等. 基于Pro/E便携式核桃采摘机的设计[J]. 农机化研究,2014(5):128-131.
- [7] 牛硕雅,郑甲红,梁金生,等. 液压式核桃采摘机的设计与试验研究[J]. 农机化研究,2015(8):124-127.
- [8] 王长勤,许林云,周宏平,等. 偏心式林果振动采收机的研制与试验[J]. 农业工程学报,2012(8):10-16.
- [9] 梁栋,张劲. 椰果采摘机液压系统设计[J]. 液压与气动,2010(5):27-28.
- [10] 王伟. 椰果采摘机液压系统的改造[J]. 机床与液压,2013(2):124-126.
- [11] 李光乐,林茂,冯活伦,等. 椰果采摘机的电液比例控制系统设计[J]. 液压与气动,2011(11):11-13.
- [12] 张燕,罗林辉,廖宇兰,等. 芒果采摘机的液压系统控制[J]. 液压与气动,2012(1):51-54.
- [13] 刘小龙,田芳. 新疆核桃采摘环节存在的问题及解决对策[J]. 农村科技,2010(10):44.
- [14] 散鳌龙,牛长河,乔园园,等. 林果机械化收获研究现状、进展与发展方向[J]. 新疆农业科学,2013(3):499-508.

(上接第332页)

参考文献

- [1] 蔡正科,杨保成. 发动机非正常磨损的机理探析[J]. 农机使用与维修, 2005(4):18-19.
- [2] 曾凡领. 工程机械设备故障的原因分析与处理探讨[J]. 装备制造,2009(12):126.
- [3] 苏勇. 农业机械故障诊断技术的研究进展[J]. 农民致富之友,2014(3):55.

- [4] 程军圣. 基于Hilbert-Huang变换的旋转机械故障诊断方法研究[D]. 长沙:湖南大学,2005.
- [5] 张森林. 农业机械故障诊断与农具修复方法的探讨[J]. 农机使用与维修,2006(5):7-9.
- [6] 胡云根,张莉华. 农业机械中冷却水温监控报警系统的研制[J]. 安徽农业科学,2012,40(7):4434-4436.
- [7] 刑明. “十二·五”期间黑龙江省农业机械化发展研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(22):7675-7677.