

便于温室番茄机械化管理的配套装备研究

王勇 王云飞 袁钊 于胜男 耿碧波

扬州大学机械工程学院 江苏扬州

[摘要] 我国在番茄机械化生产技术体系方面的研究才刚起步, 与主要农作物相比, 研究领域和研究深度都存在很大差距, 由此形成了机械化发展水平低下的差距。聚焦番茄产业机械化发展进程, 设计具体的机械化管理装备也是旨在提高此行业的农业质量、效益和农民收入, 为实现全方位的农业现代化贡献力量。

[关键词] 番茄机械化; 装备设计; 农业现代化

引言

我国番茄种植面积虽大, 机械化程度却很低, 除耕地环节基本实现了机械化外, 育苗、开沟、起垄、覆膜、移栽、高效植保、微滴灌、温控、搬运、收获和加工等环节机械化才刚起步, 大量的人工劳作, 不仅导致设施番茄生产成本的大幅度上升, 还制约了番茄生产的产量和品质, 影响了番茄种植户的收入, 所以传统番茄种植已不能满足现代化的需求。

此项目便于温室番茄机械化管理的配套装备研究适应了农业机械化趋势, 实现温室生产高度集约化和自动化, 日常管理技术与现代化机械设备相结合, 全程利用电子轨道机械辅助人工完成各项工作任务; 电脑系统自动控制温室内的温湿度、营养液、二氧化碳等, 生产率高; 燃烧废木代替化石燃料和电力为温室供暖和补充二氧化碳; 使用天敌昆虫控制害虫; 收集过滤屋顶雨水进行灌溉。实现温室番茄种植的机械化、智能化, 从而提高番茄的质量与生产效率。由于时间、能力有限, 此项目从番茄生长的每一具体过程需求着手, 设计了全自动绑蔓、采摘、喷药等功能, 而对整个温室环境的调控管理只进行了理论的设计和构思, 在当前技术条件下把可以达到的要求先应用到具体产业上, 慢慢提高技术水平。

1 全自动绑蔓机整体设计

此次设计的新型全自动番茄绑蔓机, 相较于市面上普遍应用的手持式捆束机, 优点是提高工作效率, 节约大量劳动力和时间成本, 是未来农业机械行业的主流发展方向。

采用的方案是: 绑蔓机的整体工作部件安装在四轮式小车上, 便于在不平坦的道路上行进和工作, 同时在小车的四周安装制动杆, 方便小车运行到位置时固定平稳。小车上安装直流伺服电机用于控制整体的供电和信号输入输出, 本设计采用带齿轮箱的直流伺服电机, 工作电压: 5V-18V 左右, 9.2V 电压下转速达 120 转/分, 6 个直流电机配合车体, 负载可达到 20KG, 满足设计要求。在小车的平台上安装机械手、工作台、导轨等。

该机械臂主要由轨道、小车和传动机构三大部分组成, 其总装配结构见图 1。

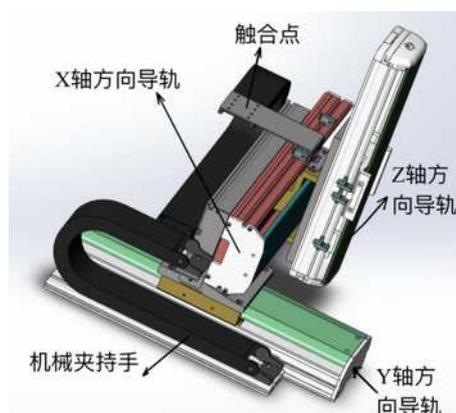


图 1 机械臂总体结构

1.1 机械夹持手设计

将实现装备绑蔓等功能的零部件通过触点与机械夹持手安装在一起, 设计成 U 型轨道, 并将一边安装在与导轨相对应运动的部件上。夹持式手部结构由手爪和传力机构组成, 将传力机构设计成齿轮齿条式, 方便装卸提高啮合度与灵敏度。考虑到工作对象是番茄的茎秆, 夹持手设计成椭圆形, 采用环保型胶带, 尽可能减少在束缚过程中对其伤害。此绑蔓夹配备塑料的夹柄、夹头和刀头, 刀刃一侧为锯齿设计, 便于绑蔓和剪短胶带操作。一般番茄的茎粗最粗在 2 厘米左右, 因此设计夹头闭合时内径为 2.5~3 厘米。本实用新型应用程序为: 传动机构在伺服电机的驱动下, 通过触点对接夹持头进行工作命令的驱使, 机械臂带动夹持头张开夹头, 并将秧蔓固定在吊绳或架杆上。经统计调查, 此应用比常规手持式绑蔓整枝工作效率提高了 2~3 倍, 是传统田间绑蔓整枝工作效率的 5~6 倍, 由于大幅度减少了手工操作, 田间损害及致病率降低了 15% 以上。

1.2 导轨设计

图 2 为导轨结构示意图。导轨设计成矩形导轨, 便于搜索工作对象时大范围调试, 在导轨端部安装控制器和传感器, 控制器负责导轨运行和制动, 在微小移动下, 控制器可将动作信号传递给机械手夹持装置, 实现精准定位。而传感器则负责导轨面的定位, 3 个导轨面设有 4 个传感器, 每一个导轨面均有一个光敏传感器, 在安装机械夹持手的地方添加一个压敏传感器, 主要负责是当 3 个运动

导轨定位到具体位置后, 夹持装置工进完成之后要退回时需要压敏传感器确认没有误夹或漏夹, 确认无误之后收回机械臂, 完成一次工作进程, 进入下一工作进程。一方面传感器就像摄像头一样监测导轨所处位置并通过控制驱动线路下达命令, 让导轨找准位置; 另一方面, 导轨带动传感器上下、左右、前后移动, 使传感器能更新定位新的方位, 就这样两者互为补充, 不断向更正正确精确位置点移动, 真正实现精准无误, 和人工相比, 有效降低了失误率。

1.3 传动设计

本设计采用 2 种传动方式: 滚珠丝杠和蜗轮蜗杆传动。三个方位的导轨相对于机械臂的安装平台的运动, 小车相对于装备平台的运动, 伸缩杆其上的零部件相对于车身的转动也是通过滚珠丝杠传动来实现的。工作部件连接运动小车之间的伸缩杆的伸缩运动通过蜗轮蜗杆传动实现。

2 装备工作过程

番茄绑蔓机整体为叠加式设计, 将主要外伸工作部件显露在整个机器外面, 将伺服电机、控制线路、具体的零部件都装入底部或顶部的工作箱中, 这样也能保证机器的长期良好运作。本装备采用机电一体化设计, 通过计算机实时监控机器的实际位置以及工作情况。当计算机下达动作指令时, 装备的伺服控制系统收到信号后驱动小车前进, 小车运动到合适位置后大致准停。此时小车停在植株附近不再前进, 等待计算机下达夹持命令。此时装备上的升降杆会首先工作, 根据番茄藤蔓所需束缚的大致位置, 通过滚珠丝杠上下运动, 确定大致方位, 以设计的机械臂达不到所需要的高度而完不成工作命令, 这样既能够节省机械臂的用料, 也能在一定程度上提高定位精度要求。当升降杆位置合适时, 机械臂中的伺服电机和驱动系统就会使 x 轴, y 轴, z 轴的三个滑动导轨平面通过光敏传感器和导轨平面不断配合和改进, 达到实时定位需要的位置, 此时启

动机械臂上的夹持装置。在计算机系统控制下完成动作, 完成夹持动作后, 通过压敏传感器确认无误之后收回机械臂, 进入下一工作循环状态。在装备的夹持过程中可以设多个工作台, 在一棵植株的不同位置实现相同的定位夹持工作, 提高工作效率。

当然, 更换夹持头也会改变不同的工作内容, 当更换为具有采摘功能夹持头的时候, 夹持型采摘装置模仿人的两根手指, 模仿人采摘的过程, 具有多个自由度、夹持力度大的特点。但也有缺陷, 由于其不具备人手的触感, 并没有很好的压力反馈, 所以存在漏剪和误伤茎秆的缺陷。也可以夹持喷药装置, 包括固定架、药箱、喷洒装置, 除了喷洒装置固定在夹头上, 其余设备可放置在 U 型架上, 跟随机械臂一同动作, 同时带动夹持头的喷洒装置运动, 药箱通过软管与喷洒装置连接, 本实用新型的喷药型机械装备有益效果是: 结构简单、操作方便, 能实现自动喷洒药品, 提高了喷洒效率, 降低了劳动强度和对环境的污染。



全自动绑蔓机的大体结构设计好之后就需要检测装备的可行性, 对其进行静力学计算, 分析其工作特性; 也需要进行动力学分析, 分析装备在番茄生长过程中受力, 根据分析结果对结构进行优化, 进而提出改进措施。

3 存在的问题、纵深研究的建议

此设备结构简单, 对设计的模型可行性考虑不周。通过初步设计和模型的建立, 可见只有基础平台、伸缩杆、液压导轨、夹持装备和机械臂等, 且模型设计的尺寸也存在偏差, 需要设计出一套能准确配合的装备还需要进行每一个零件的尺寸大小的设计。同时由于现在自身对控制系统和驱动元件认识有限, 只能设计出三维模型, 并不能组装出实体有效的设备, 真正实用交互体验并不清楚。而且现在是在同一台机器上实现对番茄的自动绑蔓、喷药和采摘等功能, 并未实现全方位的温室番茄机械化管理, 后期将会制作不同的模块和配套管理装备, 有望实现番茄的自动落蔓、自动插播等功能。当然随着智慧农业的到来和普及, 还有望实现在大棚、办公室或异地实时通过网页端或手机 APP 端进行数据查看, 设备可视化控制, 方便快捷。更精准更完善的管控系统, 减少人力干预, 提高自动化管理水平, 实现自动托管的管理模式, 做到“运筹帷幄, 决胜千里”。

4 结束语

从构思全自动的番茄绑蔓机到不断改进设计, 再到透过机械设计本身了解整个番茄行业机械发展状况和我国农业机械化水平, 一次次加深对机械设计、科技进步和思维革新的全新认识, 更坚定了设计初衷。所以说设计并不仅仅是设计, 更包含对未知领域的探索和对行业发展的反思, 设计出有用的装备, 就代表拥有更好的前景让番茄产业强大起来, 让农业现代化智能化惠及相关行业工作者。

参考文献:

- [1] 李宝筏. 农业机械学. 中国农业出版社, 2003.
- [2] (美) 斯克莱特, (美) 奇罗尼斯主编. 机械设计实用机构与装置图册. 机械工业出版社, 2007.
- [3] 王存荣. 机械加工中的工装夹具的定位设计及其价值研究[J]. 工程机械, 2016.15.0254:02.
- [4] 钱学龙, 张祖立. 我国农业机械化装备水平分析. 农机化研究, 2009 年第 12 期.
- [5] 机电一体化设备组装与调试. 凤凰出版传媒集团、江苏教育出版社出版, 2009.