

农业机器人的研究现状及未来发展方向展望

张琛

(中北大学机械工程学院, 山西太原 030051)

摘要: 文章通过叙述农业机器人领域国内外研究现状, 分析了目前我国在该领域与国外的差距, 并指出了我国农业机器人技术发展缓慢主要是受工业制造水平、研究制造成本和智能化组件与系统应用三个方面制约。同时对农业机器人未来研究方向进行展望, 指出未来相关领域研究重点应偏向实现农业机器人轻便化、模块化和自主化, 并给出了相关理由, 以期望为我国未来农业机器人技术的发展提供参考。

关键词: 农业机器人; 研究现状; 智能化; 展望

0 引言

农业技术是国民经济发展的基础, 农业发展水平直接影响到国民经济的发展和社会运行的稳定。我国作为世界农业大国之一, 农业技术问题是影响社会经济发展的根本因素。自古以来, 我国将传统种植业作为农业生产的基础并进行重点发展, 但受到我国土壤质量、气候等环境因素影响, 我国可耕作土地面积相对较小, 同时由于生产力水平较低、相关技术短缺等问题, 致使我国农业发展速度较缓。但随着科学技术的不断发展、生产力水平的持续提高, 在农业生产领域出现了一大批智能化机器人。

1 农业机器人概述

农业机器人是指进行特定农业生产活动的特种机器人。是一种由一个或多个程序软件控制, 能对不同种类作物和环境进行智能感知, 配备有机器视觉、

传感模组等检测组件并能进行智能运算的自动化或半自动化设备^[1]。与传统工业领域机器人相比，农业机器人面临工作结构不确定、作业环境复杂和特殊的作业对象，在技术上具有更大的挑战性。

2 国内外相关课题研究概述

2.1 国外农业机器人研究现状

国外发达国家对农业机器人相关技术的研究起步早、成果多。

作为涉足农业机器人领域最早、市场发展最成熟的日本，早已于 20 世纪 60 年代实现了以小型机械替代手工进行农业劳动，并在 70 年代后期开始了对农业机械领域的探索，在 70 年代末针对西红柿采摘机器人展开了研究^[2]。目前，日本已研究并开发出西红柿采摘机器人、黄瓜采摘机器人、马铃薯收获机器人、草莓采摘机器人、水稻育苗机器人、插秧机器人、嫁接机器人、施肥机器人、农药喷洒机器人等涉及多个不同农业生产过程的农业机器人。同时，得益于其丰富的理论研究和实践经验以及政策支持，日本已基本实现全国农业机械化、自动化生产，并且 2017 年 Spread 公司在京都府龟冈市建立了世界上第一个智能化机器人农场^[3]。日本研究开发出的西红柿采摘机器人，该机器人装配的镜头能够拍摄 7 万像素以上的彩色图像，准确捕捉西红柿的位置，并且其内部集成的传感器能检测出成熟的西红柿。

美国作为世界上农业最为发达、技术最为先进的国家之一，在 20 世纪 70 年代初期就已完成了棉花、甜菜等经济作物从播种到收获各个环节的全面机械化生产^[4]。同时，由于美国高度发达的工业化生产体系以及成熟的生产加工技术，提出了如苹果收割机器人、智能生菜生产机器人、苗圃机器人、多用途自动化联合收割机器人等多种高度智能化的农业机器人，并正向着精准化农业的

方向发展。

其他具有代表性的从事农业机器人研究与开发的国家有：西班牙科技人员发明的柑橘采摘机器人（图 1），通过机器视觉技术对柑橘的大小、形状和颜色进行判断，并决定是否采摘；英国普利茅斯大学的 Fieldwork Robotics 研究所研制出了用于采摘覆盆子的智能机器人，该机器人通过机器学习和机器视觉技术对覆盆子进行智能采摘；新西兰 Robotics Plus 公司开发出的猕猴桃自动采摘机器人，利用 4 只采摘机械臂将成熟猕猴桃从果架上摘下；比利时企业 Octinion 研发出的草莓机器人通过配备在机体上的具有机器视觉功能的摄像头，可以自动对果实进行定位和成熟度识别，然后用柔性采摘头进行采摘；法国发明的葡萄园服务机器人，可进行修除嫩芽、修剪藤蔓、监控土壤环境和藤蔓的健康状况等工作，几乎能完全取代传统种植园工人；德国研发的作物生长观察机器人，通过搭载的光谱成像仪可以对土壤和作物进行区分，并利用高精度卫星导航进行运行和作物位置定位，通过内置储存芯片对工作区域中的植物进行位置记录，并在生长季中往返观察其生长状况。



图 1 柑橘采摘机器人

2.2 国内农业机器人研究现状

与发达国家相对比，我国农业机器人相关研究还处于初期阶段，与农业机

机器人技术成熟的国家之间还有一定的差距。并且，受到技术水平、研发成本等问题的制约，我国现阶段农业机器人的发展速度较缓。同时，由于现阶段农业机器人生产制造成本较高、智能化水平较低，我国绝大多数农业机器人领域的研究还处于实验室阶段。目前我国已研制开发出自动嫁接机器人、授粉机器人、施肥机器人、伐根机器人、打药机器人等农业机器人^[5]。中国农业大学作为开展农业机器人技术研发的早期单位之一，研制出了如图 2 所示的智能化自动蔬菜嫁接机器人，解决了蔬菜幼苗柔嫩性、易断性和生长方向不定性等问题^[6]；华南农业大学研发团队研制出的荔枝采摘机器人，通过搭建的双目立体视觉系统，对荔枝进行定位并自主规划采摘作业路径，最后利用机械臂末端的拟人夹指对果枝进行剪断处理、摘取果实；北京农林科学院开发的草莓采摘机器人可以通过自身装备的智能化组件进行搜索、识别和采摘，不仅降低了人工采摘成本，还减轻了工作强度；苏州博田自动化技术有限公司开发出如图 3 所示的自走式智能割草机，利用辅助导航和视觉伺服控制技术实现了对杂草的精准识别、定位。



图 2 蔬菜嫁接机器人



图3 自走式智能割草机

3 存在的问题与不足

虽然我国在农业机器人研究领域已经取得了一定的成果，但相比于具备成熟技术的国家，因我国起步较晚、基础较弱，总体上农业机器人领域研发应用水平整体呈落后态势，与国际先进技术还有一定的差距。总体上，我国农业机器人的开发受工业制造水平、研究制造成本和智能化组件与系统应用三个方面制约。

3.1 工业制造水平问题

毋庸置疑的是，我国工业产值位列世界第一。作为工业制造发展增速最快的国家之一，我国充分发挥劳动力丰富、平均工资水平低等优势，快速融入全球分工格局，并以此为基础，迅速发展为世界主要的加工制造基地。但由于我国总体上科学研究水平较弱、综合工业水平较低，使得我国工业制造领域对接国际先进技术的能力较差，自主知识产权转化能力较弱。反映在农业机器人制造领域就是缺乏制造农业机器人核心部件的关键技术，同时缺少具有自主知识产权的大规模生产流水线。

3.2 研究制造成本问题

现阶段推广应用的主流农业机器人集成了例如机器视觉系统、智能学习系统和卫星定位组件等众多的系统和组件。同时，由于目前主要采取设施大棚或露天农田（场）种植农作物，使得农业生产具有很高的季节性要求。并且目前研制出的绝大多数农业机器人都只能针对农业生产过程中的某一环节或某环节中的某一项工作进行作业，这使得农业机器人的总体利用效率比较低，并间接增加了农业机器人的生产成本^[5]。从市场需求来看其性价比较低，而且由于工作时间的限制，使得只有当农业机器人的生产成本低于人力作业成本时，才有推广的必要。

3.3 智能化组件与系统应用问题

随着智能化技术在现代农业装备中的应用，使得集成各种现代化技术的智能农业设备推动农业生产方式逐步从机械化向智能化转变。同时，智能化技术的运用也使得农业机器人能够根据使用者需求或外部环境变量的变化进行智能的实时调整。但由于种种原因，国外先进智能化技术对中国始终处于封锁状态。技术的缺失对我国农业机器人发展是致命的，虽然目前我国农业机器人理论研究已趋于完善，但想要在未来进行大规模生产、推广和应用，还需要具备完善的技术体系和完整的生产、列装流水线，而这些都需要多学科、多领域共同进行研究和开发。

4 农业机器人未来发展方向展望

从目前我国农业机器人研究现状来看，农业机器人具有较高的工作效率，能够代替人力完成绝大多数的任务，但由于技术水平限制等原因，使得应用率并不是很高^[5]。同时，传统意义上的农业机器人集成了众多的系统和组件，体

积较大，在实践过程中或多或少会对农作物造成破坏。随着我国社会经济不断发展、科学技术水平的不断提高，未来农业机器人将会向着轻便化、模块化和自主化的方向发展。

1) 轻便化是指未来农业机器人将朝着体型更小、结构更简单、移动性更强的方向发展。对于现阶段的农业机器人，体型较大、质量较重，在大田和大棚种植场地工作时易使农作物发生形变和断裂，造成损失。同时，体型较大的农业机器人在田间作业时易受工作通道宽度等环境因素的影响。所以，农业机器人向轻便化发展是势在必行的，只有降低农业机器人组件负荷、缩小农业机器人尺寸，使得其能灵活、迅速地在田间穿梭、作业，才能从根本上降低成本，提高工作效率。

2) 目前农业机器人都是针对农业生产过程中的某一环节或某环节中的某一项工作进行设计开发的，这样做的好处是能迅速地设计出解决方案，但是只能进行特定工作的农业机器人不仅工作效率较低，而且对农业生产全过程的贡献不大，且生产成本与预期利益不成正比。未来农业机器人的研究方向将逐步向开发模块化机器人转变。所谓模块化机器人就是将机器人主要工作部件模块化，在进行特定工作时将对应部件安装至机器人上（例如进行除草作业时安装杂草拔除部件和除草剂喷洒部件，在进行收获作业时安装收获部件等）。这样做的好处在于只需研发一款农业机器人及其几个部件就能利用该机器人进行多数农业生产作业，在一定程度上提高了农业机器人的作业效率，同时间接地降低了研究开发农业机器人的技术成本和经济成本。

3) 研发农业机器人的目的之一是减轻人力劳动强度，但目前农业机器人主要通过运行预先写入微处理器的程序实现自动化，自主运行能力不强，并且效

率不高。未来农业机器人将逐步从自动化向自主化转变，通过大数据技术、物联网技术相串联，机器学习领域、人工智能领域相结合，实现机器自动编程、自动运行，从根本上将人力劳动与农业生产相分离，实现农业生产效率最大化。

5 结语

通过分析目前国内外相关研究现状可知，将机器人技术应用于农业生产能极大地提高生产效率，并降低生产过程中的人工成本。但受目前科学技术水平和社会经济水平等因素的制约，农业机器人领域也面临着重点技术难攻关、工作模式单一、生产成本过高等问题，而这也表明我国在农业机器人领域的研究依然任重道远。但相信，随着我国社会经济水平的不断提高，农业产业结构趋于完善和农业生产的集约化、系统化以及我国农业机器人技术领域的快速发展，我国农业机器人的发展必将实现重大突破。

参考文献

- [1]侯方安，祁亚卓，崔敏.农业机器人在我国的发展与趋势[J].农机科技推广，2021(02)：25-27,33-33.
- [2]武达荣，陈天赐，张世昂，等.果蔬采摘机器人关键技术研究进展[J].机电工程技术，2021，50(09)：128-132.
- [3]潘轶群，王文强，王跃勇，等.我国无人农场的现状与展望[J].农业与技术，2021,41(20)：177-180.
- [4]刘敏.浅析国外农业机械化的发展[J].中国新技术新产品，2010(12)：231-231.
- [5]王儒敬，孙丙宇.农业机器人的发展现状及展望[J].中国科学院院刊，

2013, 30(06): 803-809.

[6]潘强, 王波, 冯淳元, 等. 农业机器人发展概况与展望[J]. 广西农业机械化, 2017(05): 4-5.