

# 人工智能在几种典型农机装备中的应用研究

牛司英

沂水县夏蔚镇人民政府工作,山东 临沂 276400

**摘要:**人工智能对农业机械化作业具有重要意义,是保证农业机械化高速发展的关键技术之一。因此,介绍了人工智能概念以及人工智能对农业机械化发展的重要性。在明确人工智能在提高肥料利用率、降低灌溉损耗、改善脱粒效果方面优势的基础上,从农业智能播种机、农业智能定位机、农业智能施肥机、农业智能灌溉机、农业智能收获机等几个方面,探究了人工智能在几种典型农机装备中的应用原理、要点、效果。

**关键词:**人工智能;农业装备;施肥

**中图分类号:**TP24

**DOI:** 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.01.013

## 0 引言

新时期,农业劳动力结构加速调整,农村劳动力中从事非农就业的比例不断增加,推动着土地集约化经营、农业集中化生产的到来。我国各个地区大面积应用的农业机械为精量机械,在一定程度上提高了作业效率,降低了人工作业强度。但是,现有农业机械在反应灵敏度、控制智能化方面仍然具有较大的提升空间。因此,从机械运动学视角出发,以人工智能控制原理为支撑,探究人工智能对农业机械化发展的重要性具有非常突出的现实意义。

## 1 人工智能概述

### 1.1 基本概念

人工智能是研究用于模拟智能的理论,也可认定为开发用于延伸智能方法、应用系统与技术的科学。本质上而言,人工智能是人制造的机器表现的智能,实现手段为普通计算机程序,涵盖了计算机科学、脑神经学、统计学、社会科学等诸多领域<sup>[1]</sup>。从人工智能划分层次来看,可以划分为感知与分析、理解与思考、决策与交互3个层次,涉及的技术为自然语言处理、规则决策系统、大数据统计分析、计算机视觉、语音处理等。

### 1.2 应用优势

#### 1.2.1 提高肥料利用率

人工智能在农业施肥机械中的应用,可以按照程序精准施肥,确保施肥时间、施肥量与作物生理需要、气候条件相一致,提高养分吸收率与化学肥料利用率。同时在农业施肥机械作业期间,借助人工智能技术可以融合作物实际需肥配方与施肥控制程序,确保养分的精准供给,真正改善肥料在作物生长过程中发挥作用,实现丰产。

#### 1.2.2 降低灌溉损耗

以往农业灌溉机械为漫灌模式,存在灌溉用水

损耗量大的问题。而将人工智能应用到农业灌溉机械中,可以全程测量流量,根据流量参数精准控制灌溉水量,实现精量稳定控制。在精量稳定控制的基础上,借助人工智能技术监控农业灌溉机械作业期间灌溉用水 pH 值,在发现浓度突变问题的第一时间发出警报,避免浓度突变损坏作业质量。

#### 1.2.3 改善脱粒效果

在农作物成熟或临近成熟时,需要借助农业机械完成作物秸秆收割。传统农业收割机缺乏加速度优化模块,导致作物脱粒的必要部件——传送带启动速度具有较大波动,对传送电机产生较大冲击,埋下洒粒、脱粒不完全隐患。而在农业收获机中应用人工智能技术,可以融合 PLC(Programmable Logic Controller,可编程逻辑控制器)控制与三角形加速度控制算法,对收割机传送带启动速度加速度进行优化,自适应控制启动时期智能收割机传送带电机承受冲击与惯性作用,确保作物顺利脱粒。

## 2 人工智能在典型农机装备中的应用

### 2.1 农业智能定位机

农业生产具有特殊性,野外作业环境为农情数据采集、传输造成了较大限制。基于此,可以在农情监测时应用人工智能技术,突破环境、距离的限制,确保农情的快速、准确获取。如借助基于卫星定位系统与嵌入式单片机技术的手持式 GPS(Global Positioning System,全球定位系统)农田面积测量仪,在短时间内测绘不同形状农田面积,并自动显示农田所处位置经度、纬度,同时根据需要将信息上传到终端,为农业墒情判定以及生产计划安排提供依据。

### 2.2 农业智能播种机

#### 2.2.1 作业原理

常规农业播种机为精量播种机,基本满足作业动力、播种深度与开沟深度、作业行数与作业速度、播种幅宽与播种株距的调节要求,可以一次性完成

开沟、排种、导种、播种、覆土等作业。但是,对于环境高度复杂的免耕地,常规农业播种机无法保证播种深度一致性,最终影响了出苗均匀度。而利用人工智能技术,可以改善播种机作业性能,优化播种机作业深度控制精度,确保出苗一致性。

在基于人工智能的农业播种机限深轮内壁间隔安装 3 个 Flex-CORE 精密交流功率传感器,相邻传感器之间夹角为 120°,实时检测播种单体对地压力,输出电压峰值随对地压力的线性变化趋势。随后以对地压力跟随性良好的微分控制模型为依据完成对地压力智能调节模型的构建,经空气弹簧完成播种单体对地压力调节,确保作业速度变化过程中,播种机对播种深度控制误差小于±25 mm,为出苗一致性提供保障。微分控制模型如下:

$$\begin{cases} fh = f_{\text{han}}(x_1(k) - v(t), x_2(k), r, h_1) \\ x_1(k+1) = x_1(k) + hx_2(k) \\ x_2(k+1) = x_2(k) + hf \\ x(k+1) = \frac{x_1(k) + gx_2(k)h_1}{d} \end{cases} \quad (1)$$

式中,  $f$  为农业播种机速度控制频率;  $h$  为农业智能播种机微分控制中积分步长;  $f_{\text{han}}$  为农业智能播种机微分控制速度综合控制函数;  $x_1(k)$ 、 $x_1(k+1)$  为农业智能播种机微分控制中跟踪信号;  $v(t)$  为农业智能播种机微分控制中输入信号;  $x_2(k)$ 、 $x_2(k+1)$  为农业智能播种机微分控制中微分信号;  $r$  为农业智能播种机微分控制速度因子;  $h_1$  为农业智能播种机微分控制中滤波因子;  $g$  为农业智能播种机微分控制预报时间参数;  $d$  为农业智能播种机微分控制中相位补偿参数。

根据农业智能播种机微分控制输出变量与微分变量之间关系,选择强适应性无刷直流电机(表 1),经智能控制面板设定排种轴运转速度调控临界值。

表 1 无刷直流电机参数

编号	项目	参数
1	长度(mm)	51
2	重量(kg)	0.2
3	静力矩(mN·m)	150
4	电流(A)	1

根据所调整临界值,连接排导种部件与性能监测平台,确定播种机内部,排种槽、充种孔无缝对应的情况下,经柔性播种轮、V 型导种管等排导种部件排出种子,期间智能控制播种机种床带速度,设定速度为 200 r/min,对应电压为 12 V,功率为 15 W,空载效率为 85%,负载效率为 88%,减速比为 1/14,堵转电流为 1.25 A。在参数设定完毕后,依据传动机构无缝啮合的要求,准确设置锥齿轮传动、链传动的比例,确保啮合尺寸齿数、角度与勺式精量排种器相适应。同时借助落种信号拾取电路处理电压、电流,

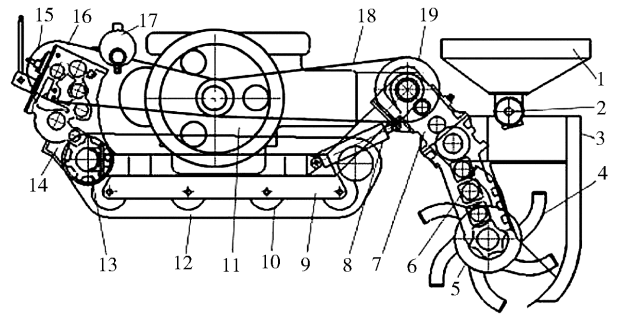
并放大信号记录作物种粒运动轨迹,根据轨迹柔性独立驱动播种轮,规避作业不利因素<sup>[2]</sup>。

2.2.2 作业过程

在农业智能播种机作业现场土壤墒情良好前提下,确定各个作业硬件组件无异常、电气连接线路无异常、软件控制执行程序无异常、过程监测与信号传输无异常、数据记录(含播种作业参数、GPS 报文、机械作业速度、定时器、驱动器输出占空比、PWM 控制信号、驱动器接收信号、电机转速控制精度等)无异常<sup>[3]</sup>。进而设定农业智能播种机行进速度为 0.5~2.0 m/s,在设定行进速度下连续作业。期间根据单体重播指数、播深变异系数、漏播指数要求,观测并记录整机系统运行稳定率、播深控制合格率、精量播种准确率,及时调整微分控制参数,确保整机智能控制运行效率达到 90%,精量播种准确率达到 99%,播种深度控制合格率与播种穴距合格率达到 92%、95%<sup>[3]</sup>。

2.3 农业智能施肥机

农业智能施肥机由施肥泵、控制器、测量装置几个部分组成,如图 1 所示。



- 1. 施肥泵 2. 排肥器 3. 开沟机罩壳 4. 开沟刀 5. 测量装置
- 6. 开沟传动箱 7. 控制器 8. 油缸 9. 机架 10. 支撑重轮
- 11. 柴油机 12. 履带 13. 驱动轮 14. 变速箱 15. 变速离合器
- 16. 皮带 17. 油箱 18. 三角皮带 19. 传动箱离合器

图 1 农业智能施肥机结构

开沟施肥泵主要是借助管路压力驱动主活塞,经主活塞带动注入活塞上下变化,变化期间,混合室内腔形成负压,将肥料吸入混合室,经注入活塞压出肥料,相应肥料随水流均匀进入田地。整个过程中肥料吸入量与施肥泵泵出量成正相关,与管道压力波动、流量变化无关;控制器的核心是单片机,发挥单片机低功耗、高速、可休眠特点,选择可擦写 flash(芯片储存器)构成的程序存储器(内置看门狗定时器)克服单累加器数据处理难题,及时经输入输出接口接收传感数据,经程序设定外围执行电路输出结果;测量装置主要是基于速度式测量原理的电子秤,在肥料由电子秤入口位置进入内腔时可以给叶轮提供旋转推力,叶轮旋转速度、肥料进入内腔速度呈正相

关。此时,借助感应线圈感知叶轮转动期间旋转磁场对应的流量信号,进行放大整形后显示到终端<sup>[4]</sup>。

## 2.4 农业智能灌溉机

### 2.4.1 机械结构

节水灌溉是现代农业的重点发展方向,主要方式之一是滴灌,相应机械为滴管、滴灌带、泵。在农业智能灌溉机运用前,应按照程序精量控制灌溉水进入田间以及水分被作物根系全部吸收的覆盖面,实现均匀、稳定播种。从农业智能灌溉机运行结构(图2)来看,农业智能灌溉机的核心是微控制器,其他部件为注水系统、检测系统等,各个模块均进行逻辑化关联处理,互相兼容。根据灌溉系统注水管路安装方式,其机械类型包括在线式、旁路式。在线式是保留两个灌溉节点主管路,将水管管路中串联入水口、出水口,此时,经某一节点可以将水注入管道,后经电动泵进行灌溉;旁路式则是不保留两个灌溉节点之间主管路,在进水口、出水口旁接到以往灌溉网主管路,水由管道按比例注入,经电动泵进行灌溉。根据灌溉系统检测模块类型,其检测装置包括过滤器、压力表、进口阀门、水表等,均加装在部首、尾端以及出口检测池,实现灵活监控。

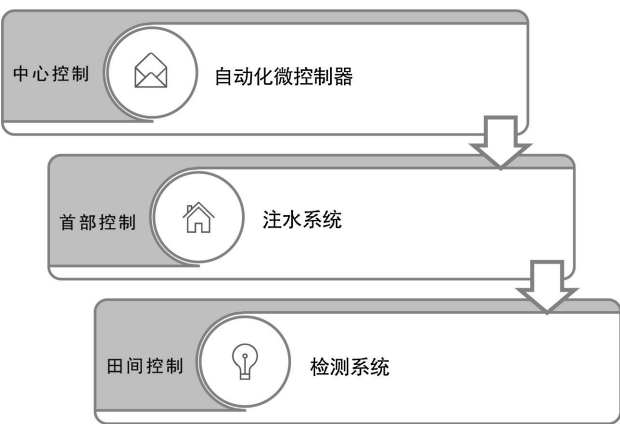


图2 农业智能灌溉机运行结构

### 2.4.2 机械应用

在农业智能灌溉机械应用前,人工点击主控制界面选择按钮,进入灌溉模式,在系统灌溉参数设置通用选项选中“水表”,并在逻辑层面关联 pH 传感器、精度传感器、温度传感器、溶解氧传感器与主界面,配置电磁阀逻辑编号,定义灌溉信号语境通道。

在农业智能灌溉机械应用期间,触摸屏自动进入主画面(实时流程图界面),在主画面读取监测压力、流量、pH、溶解氧、温度等数据,并动态显示,如压力为 135 kPa, pH 为 6.5,温度为 22 ℃,流量为 32 m<sup>2</sup>/h,液位为 80%,溶解氧为 9 mg/L。主控界面中,农业灌溉机智能化应用核心为支持实时仿真的 32 位 ARM7TDMi CPU,包括模拟量采集器、开

关量输出模块、通讯模块、开关量输入模块,主板继电器输出可扩展。微控制器负责处理传感器采集数据,发出灌溉执行命令以及与灌溉时间、灌溉量相关的信号,实现自动灌溉。控制器获取信息采集方式为轮询,包括温度、pH、溶解氧、液位等,均可经传感器转换为模拟量电流信号,并经多选一开关将模拟量处理成一路信号,配合分压电阻与缓冲器输送至模数转换芯片,完成模拟量向数字量的转换。转换后判断运算,获得灌溉动态控制信号,并在终端可视化展现。全程控制执行工具均为电磁阀,控制模式为开关量模式,控制信号由微控制器输入输出驱动芯片、隔离芯片、光电耦合电路上传到母板,母板译码器可对信号进行片选,经反相驱动器驱动继电器运行,运行信号输出到电磁阀控制信号。进而使能端输出一个低电平信号作为开关量,结合脉冲水表压力数据信号,判定灌溉期间流量与压力变化,自动调整参数,并存储有效参数,为农业灌溉机械运行效率分析提供依据<sup>[5]</sup>。

## 3 结语

人工智能在农业机械化发展中的应用,可以将精准操作与机械运行相结合,在保证机械操作均匀准确性的同时,平稳控制播种深度、灌溉水量、施肥浓度、施肥时间,促使农业机械作业与作物生理特点相适应,有效提高农业机械的作业效率。因此,各个地区可以根据农业机械化发展需要,合理应用人工智能,充分发挥农业智能定位机、农业智能播种机、农业智能施肥机与农业智能灌溉机、农业智能收获机的优势,提高农业装备在农业种植中的作业效率。

### 参考文献:

[1] 万同,罗奇.智能农业 4.0 助力中国农业转型升级:评《农业 4.0:即将来临的智能农业时代》[J].热带作物学报,2020,41(11):2373-2373.

[2] 翟长远,杨硕,王秀,等.农机装备智能测控技术研究现状与展望[J].农业机械学报,2022,53(4):1-20.

[3] 杨睿,王应宽,王宝济.基于 WoS 文献计量学和知识图谱的农业机器人进展与趋势[J].农业工程学报,2022,38(1):53-62.

[4] 洗进,洗允廷.基于 STM32 的智慧农业大棚系统设计[J].现代电子技术,2023,46(4):70-74.

[5] 赵小强,鹿金额,陈瑜,等.空间植物培养发展现状及其在现代阳台农业中的应用[J].江苏农业科学,2020,48(18):54-59.

作者简介:牛司英,女,1977 年生,工程师。研究方向为农业机械化及其自动化。