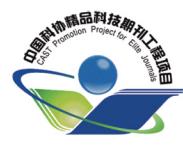


《中文核心期刊要目总览》收录  
Ei Compendex(核心版)收录  
百种中国杰出学术期刊  
RCCSE中国权威学术期刊



ISSN 1002-6819  
CN 11-2047/S  
CODEN NGOXEO  
[www.tesae.org](http://www.tesae.org)

# 农业工程学报

NONGYE  
GONGCHENG  
XUEBAO

TRANSACTIONS OF THE CHINESE SOCIETY  
OF AGRICULTURAL ENGINEERING

2023年 13

第39卷 VOL. 39



# 农业工程学报

2023年7月第13期 (总第462期) 第39卷

## 目 次

### · 专论与综述 ·

- 柔性可穿戴传感技术在智慧渔业中的应用进展 ..... 李道亮, 王帅星, 王 聰 (1)  
藻菌共生系统处理畜禽沼液的机制及影响因素研究进展  
..... 陈 彪, 朱 勇, 王锴瑜, 肖艳春, 黄 靖, 张剑宇, 张旭钊, 陈晓晨 (14)

### · 农业装备工程与机械化 ·

- 苹果四臂采摘机器人系统设计与试验  
..... 冯青春, 赵春江, 李 涛, 陈立平, 郭 鑫, 谢 丰, 熊子聪, 陈凯文, 刘 城, 严童杰 (25)  
启动方式对混流泵噪声特性的影响 ..... 朱国俊, 唐振博, 冯建军, 罗兴琦 (34)  
清种补种上提式甘蔗排种器设计与试验 ..... 钟家勤, 陶利民, 李尚平, 车日富, 李凯华, 何永玲 (43)  
预切种式木薯排种机构设计与试验 ..... 陈林涛, 刘兆祥, 牟向伟, 于新业, 李开文, 马 旭, 刘建军 (55)  
基质块苗移栽机挡销式自动送苗分苗装置设计与试验  
..... 崔志超, 管春松, 徐 陶, 李吉成, 陈亚勇, 宋井玲, 郑书河 (68)  
多特征融合的滚动轴承故障诊断 ..... 赵小强, 郭海科 (80)  
不同栽培措施对六盘山地区甘蓝高效生产的影响 ..... 叶 林, 穆晓国, 高 虎, 李海俊, 高富成, 张 莹 (89)

### · 农业水土工程 ·

- 黄土高原梯田和淤地坝坡沟治理措施对产流产沙的协同效应  
..... 白璐璐, 时 鹏, 李占斌, 李 鹏, 王 雯, 赵 准, 董敬兵 (96)  
淤地坝泥沙淤积高度对宽顶堰水力特性的影响 ..... 张家璇, 李永业, 宋晓腾, 陶思远 (105)  
基于 SHAP 重要性排序和机器学习算法的灌区渠道调度流量预测  
..... 葛建坤, 雷国相, 陈皓锐, 张宝忠, 陈来宝, 白美健, 苏 楠, 于子慧 (113)  
新疆参考作物蒸散发趋势转折与大尺度气候变率的关系  
..... 郭竞阳, 王雅琦, 张宝忠, 魏 征, 韩松俊, 刘文辉, 李 果 (123)  
基于分数阶微分光谱指数的冬小麦根域土壤含水率估算模型  
..... 刘 浩, 杨锡震, 张 蓓, 黄嘉亮, 赵 笑, 吴雨箫, 向友珍, 耿宏锁, 陈皓锐, 陈俊英 (131)  
辣椒根系影响下的农地土壤水分空间运动分异特征 ..... 杨 婷, 陈晓冰, 许 昊, 秦梓城, 刘思佳, 刘俊杰 (141)

· 农业信息与电气技术 ·

- 基于显著性特征的蝴蝶兰组培苗夹取点检测方法 ..... 苑 朝, 张 鑫, 王家豪, 赵明雪, 徐大伟 (151)  
基于无人机多光谱影像的水稻氮营养监测 ..... 凌琪涵, 孔发明, 宁 强, 魏 勇, 柳 展, 代明珠, 周 宇, 张跃强, 石孝均, 王 浩 (160)  
基于轻量级 CNN-Transformer 混合网络的梯田图像语义分割 ..... 刘 茜, 易 诗, 李 立, 程兴豪, 王 钺 (171)  
基于自纠正 NMS-ByteTrack 的套袋葡萄估产方法 ..... 吕 佳, 张翠萍, 刘 琴, 李帅军 (182)

· 农业生物环境与能源工程 ·

- 农林废弃物对厨余垃圾堆肥腐殖化的影响与微生物驱动机制 ..... 施 童, 陈 杰, 亓传仁, 李国学, 罗文海, 徐志程 (191)  
二氧化锰对微好氧堆肥腐熟、温室气体及臭气排放的影响 ..... 李 丹, 陈 豹, 曹 云, 孙 倩, 张 晶, 徐跃定, 曲 萍, 黄红英 (202)  
基于均流板原理的通风墙型植物工厂循环送风系统设计与模拟 ..... 王晋伟, 陈竞楠, 韩 冬, 林志远, 黄晨馨, 郑书河, 钟凤林, 侯毛毛 (213)  
石蜡/ZIF-8@ZIF-67 定形相变材料的储热性能 ..... 侯俊英, 侯传源, 李建昌, 杨金星, 王雅雅, 袁大超, 郝建军 (222)  
电刺激对产后母猪行为及生产性能的影响 ..... 赵 钺, 樊士冉, 杜晓冬, 陈麒麟, 曹立明, 郑智伟 (230)

· 土地保障与生态安全 ·

- 江苏省城镇化与生态环境耦合测度及空间冲突诊断 ..... 刘希朝, 李效顺, 陈 鑫, 张驭航, 李光亮, 沈春竹 (238)  
洞庭湖区乡村人居环境质量动态评价及障碍因子诊断 ..... 周雅萍, 赵先超 (249)  
基于减沙效益和经济效益的流域退耕还林方案优化 ..... 喻 丹, 董晓华, 彭 涛, 刘 冀, 刘 超, 刘 芳 (260)  
基于多功能评价与权衡-协同关系的福建省耕地区划管控 ..... 罗莎莎, 赖庆标, 王旭东, 王永萍, 赵一夫 (271)

· 农产品加工工程 ·

- 寒地沙棘种质资源果实品质分析与综合评价 ..... 王珊珊, 张 萍, 张冰冰, 赵晨辉, 李红莲,  
宋宏伟, 梁英海 (281)  
植物多酚-牛血清白蛋白相互作用及对蛋白质结构的影响 ..... 刘丽莉, 于 影, 苏克楠, 张潇丹,  
程伟伟, 贺家亮 (290)

期刊基本参数：CN 11-2047/S\*1985\*s\*16\*298\*zh\*P\* ¥ 80.00\*280\*30\*2023-07

◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \* ◆ \*

致谢：感谢北京市农林科学院智能装备技术研究中心农业机器人实验室提供的封面图片“‘采-收-运’一体式苹果四臂采摘机器人作业现场”

**Transactions  
of the Chinese Society of Agricultural Engineering  
Vol.39 No.13 (Total No.462) July 2023  
CONTENTS**

**• Review and Special •**

- Application of flexible wearable sensing technology in smart fishery ..... *LI Daoliang, WANG Shuaixing, WANG Cong* (1)
- Research progress on the mechanisms and influencing factors for the microalgae-bacteria symbiosis system for treating biogas slurry from livestock and poultry industry ..... *CHEN Biao, ZHU Yong, WANG Kaiyu, XIAO Yanchun, HUANG Jing, ZHANG Jianyu, ZHANG Xuchuan, CHEN Xiaochen* (14)

**• Agricultural Equipment Engineering and Mechanization •**

- Design and test of a four-arm apple harvesting robot ..... *FENG Qingchun, ZHAO Chunjiang, LI Tao, CHEN Liping, GUO Xin, XIE Feng, XIONG Zicong, CHEN Kaiwen, LIU Cheng, YAN Tongjie* (25)
- Influences of start-up mode on the noise characteristics of mixed-flow pump ..... *ZHU Guojun, TANG Zhenbo, FENG Jianjun, LUO Xingqi* (34)
- Design and experiments of a seed clearing, reseeding and elevating type seed metering device for sugarcane ..... *ZHONG Jiaqin, TAO Limin, LI Shangping, CHE Rifu, LI Kaihua, HE Yongling* (43)
- Design and test of a seeding mechanism for pre-cut cassava seeding ..... *CHEN Lintao, LIU Zhaoxiang, MOU Xiangwei, YU Xinye, LI Kaiwen, MA Xu, LIU Jianjun* (55)
- Design and experiment of the automatic conveying and separating device for substrate block seedling transplanting machine ..... *CUI Zhichao, GUAN Chunsong, XU Tao, LI Jicheng, CHEN Yayong, SONG Jingling, ZHENG Shuhe* (68)
- Fault diagnosis of rolling bearings using multi-feature fusion ..... *ZHAO Xiaoqiang, GUO Haike* (80)

Optimization study on the different cultivation measures for the efficient production of cabbage in Liupanshan of Ningxia Region in China ..... YE Lin, MU Xiaoguo, GAO Hu, LI Haijun, GAO Fucheng, ZHANG Ying (89)

**• Soil and Water Engineering •**

- Synergistic effects of terraces and check dams on runoff and sediment yields in a slope-gully system in Loess Plateau ..... BAI Lulu, SHI Peng, LI Zhanbin, LI Peng, WANG Wen, ZHAO Zhun, DONG Jingbing (96)
- Influence of siltation thickness on the hydraulic characteristics of the broad crested weir of check dams ..... ZHANG Jiaxuan, LI Yongye, SONG Xiaoteng, TAO Siyuan (105)
- Irrigation district channel dispatch flow prediction based on SHAP importance ranking and machine learning algorithm ..... GE Jiankun, LEI Guoxiang, CHEN Haorui, ZHANG Baozhong, CHEN Laibao, BAI Meijian, SU Nan, YU Zihui (113)
- Relationships between reference crop evapotranspiration trend transitions and large-scale climate variability in Xinjiang of Western China ..... GUO Jingyang, WANG Yaqi, ZHANG Baozhong, WEI Zheng, HAN Songjun, LIU Wenhui, LI Guo (123)
- Estimation model of soil moisture content in root domain of winter wheat using a fractional-order differential spectral index ..... LIU Hao, YANG Xizhen, ZHANG Bei, HUANG Jialiang, ZHAO Xiao, WU Yuxiao, XIANG Youzhen, GENG Hongsuo, CHEN Haorui, CHEN Junying (131)

Influence of pepper roots on the spatial movement differentiation of soil moisture in farmland ..... YANG Ting, CHEN Xiaobing, XU Hao, QIN Zicheng, LIU Sijia, LIU Junjie (141)

**• Agricultural Information and Electrical Technologies •**

- Pinch point extraction method for *phalaenopsis* tissue-cultured seedlings based on salient features ..... YUAN Chao, ZHANG Xin, WANG Jiahao, ZHAO Mingxue, XU Dawei (151)
- Rice nitrogen nutrition monitoring based on unmanned aerial vehicle multispectral image ..... LING Qihan, KONG Faming, NING Qiang, WEI Yong, LIU Zhan, DAI Mingzhu, ZHOU Yu, ZHANG Yueqiang, SHI Xiaojun, WANG Jie (160)

Semantic segmentation of terrace image regions based on lightweight CNN-Transformer hybrid networks

..... LIU Xi, YI Shi, LI Li, CHENG Xinghao, WANG Cheng (171)

Method for estimation of bagged grape yield using a self-correcting NMS-ByteTrack

..... LYU Jia, ZHANG Cuiping, LIU Qin, LI Shuaijun (182)

**• Agricultural Bioenvironmental and Energy Engineering •**

Effects of agricultural and forestry wastes on humification and its microbially driven mechanisms in kitchen waste composting

..... SHI Tong, CHEN Jie, QI Chuanren, LI Guoxue, LUO Wenhai, XU Zhicheng (191)

Effects of manganese dioxide on composting maturity, greenhouse gas and odor emission of multi-organic solid waste micro-

aerobic composting ..... LI Dan, CHEN Bao, CAO Yun, SUN Qian, ZHANG Jing, XU Yueding,

..... QU Ping, HUANG Hongying (202)

Design and simulation of the circulating air supply system for a ventilated wall-type plant factory based on the principle of

uniform flow plate ..... WANG Jinwei, CHEN Jingnan, HAN Dong, LIN Zhiyuan, HUANG Chenxin,

..... ZHENG Shuhe, ZHONG Fenglin, HOU Maomao (213)

Thermal storage properties of paraffin/ZIF-8@ZIF-67 shape-stable phase change materials

..... HOU Junying, HOU Chuanyuan, LI Jianchang, YANG Jinxing, WANG Yaya, YUAN Dachao, HAO Jianjun (222)

Effects of electrical stimulation on the behavior and production performance of postpartum sows

..... ZHAO Cheng, FAN Shiran, DU Xiaodong, CHEN Qilin, CAO Liming, ZHENG Zhiwei (230)

**• Land Security and Ecological Safety •**

Coupling measurement and spatial conflict diagnosis between urbanization and ecological environment in Jiangsu Province of

China ..... LIU Xizhao, LI Xiaoshun, CHEN Xin, ZHANG Yuhang, LI Guangliang, SHEN Chunzhu (238)

Dynamical evaluation and obstacle factors of rural human settlements quality in the Dongting Lake areas of Hubei in China

using multi-source data ..... ZHOU Yaping, ZHAO Xianchao (249)

Optimization of Grain for Green Program based on sediment reduction and economic benefits

..... *YU Dan, DONG Xiaohua, PENG Tao, LIU Ji, LIU Chao, LIU Fang* (260)

Control and management of cropland regionalization in Fujian Province of China using multi-functional evaluation and trade-off/synergy relationships ..... *LUO Shasha, LAI Qingbiao, WANG Xudong, WANG Yongping, ZHAO Yifu* (271)

**• Agricultural Product Processing Engineering •**

Fruit quality analysis and comprehensive evaluation of seabuckthorn germplasm resources in cold region ..... *WANG Shanshan,*

*ZHANG Ping, ZHANG Bingbing, ZHAO Chenhui, LI Honglian, SONG Hongwei, LIANG Yinghai* (281)

Polyphenol-bovine serum albumininteraction and its influence on protein structure

..... *LIU Lili, YU Ying, SU Kenan, ZHANG Xiaodan, CHENG Weiwei, HE Jialiang* (290)

# 《农业工程学报》：对标一流，追求卓越

《农业工程学报》(以下简称《学报》)创刊于1985年，现为半月刊，全年24期，大16开面向国内外公开发行。《学报》是由中国科学技术协会主管、中国农业工程学会主办的全国性专业学术期刊。读者对象为农业工程学科及相关领域的科研、教学及生产科技人员、技术管理及推广人员和高等院校师生。刊稿内容涵盖了农业装备工程与机械化、农业航空工程、农业水土工程、农业信息与电气技术、农业生物环境与能源工程、土地保障与生态安全、农产品加工工程等学科专业领域。

《学报》始终坚持“双为”方向和“双百”方针的办刊宗旨及“内容为王，质量为本”的办刊理念。拥有国内外农业工程相关领域各专业的知名专家学者组成的编委会，其中两院院士30余人。本刊坚持专家办刊，编委在稿件同行评审把关中发挥重要作用。

《学报》是中国农业工程领域的领军期刊，在行业具有很高的学术影响力，被EI Compendex(核心版)、Scopus、CA、CSA、CAB Abstracts、CSCD、《中文核心期刊要目总览》、《中国科技核心期刊目录》、《中国农林核心期刊概览2020》等国内外多个权威数据库收录。中国科学技术信息研究所2022年最新影响因子2.274。

我们愿与广大农业工程同仁携手并肩，共同奋斗，对标一流，追求卓越，创建国际知名品牌，引领学科发展，培养人才，激励创新，为全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化，促进农业农村高质量发展作出新贡献！



## 期刊荣誉：多项位列农业工程类期刊榜首

- ◆ 国家新闻出版广电总局“双效期刊”
- ◆ 国家新闻出版广电总局“百强报刊”
- ◆ 中国科技期刊卓越行动计划-梯队期刊
- ◆ 百种中国杰出学术期刊
- ◆ 中国精品科技期刊
- ◆ TOP5%中国最具国际影响力学术期刊
- ◆ RCCSE 中国权威学术期刊 (A+)
- ◆ 科技期刊数字影响力 100 强
- ◆ 世界学术影响力指数 WAJCI-Q1 区期刊 (为本学科唯一入选中文刊)
- ◆ Google Scholar 学术期刊影响力排名位列高被引中文刊第四名
- ◆ 中国农林领域高质量科技期刊分级目录第一区 (T1)
- ◆ 中国科协精品科技期刊工程项目资助期刊

追 對  
求 標  
卓 一  
越 流

ISSN 1002-6819

