河南省高等学校

大学生创新训练计划项目申报表

|  |  |
| --- | --- |
| 推荐学校： | 河南农业大学（盖章） |
| 项目名称： | 融合多源数据的小麦智能灌溉决策方法研究 |
| 项目编号： | 202410466022 |
| 项目层次： | ☑ 创新重点项目 □ 创新一般项目 |
| 项目类别： | □ 重点支持项目 ☑ 一般项目 |
| 所属一级学科： | 人工智能 |
| 项目负责人： | 卢建龙 |
| 联系电话： | 18897269349 |
| 指导教师： | 汪强 |
| 联系电话： | 15937115936 |
| 申报日期： | 2024年6月11日 |

河南省教育厅 制

二〇二四年五月

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** | | | | 融合多源数据的小麦智能灌溉决策方法研究 | | | | | |
| **项目关键词** | | | | 小麦，智能灌溉，多源数据 | | | | | |
| **项目所属**  **一级学科** | | | | 人工智能 | | | | | |
| **项目层次** | | | | ☑ 创新重点项目 □ 创新一般项目 | | | | | |
| **项目类别** | | | | □ 重点支持项目 ☑ 一般项目 | | | | | |
| **项目实施时间** | | | | 起始时间： 2024 年 06 月 完成时间：2025 年 06月 | | | | | |
| **项目简介**  (200字以内） | | | | 项目以冬小麦为研究对象，基于Penman-Monteith 作物参考需水量计算方法，融合大气温湿度、土壤温湿度、光照、降雨量、大气压力等多源数据，研究构建冬小麦的生长需水量动态预测模型。在此基础上，将小麦需水量动态预测模型耦合到田间水量平衡方程中，预测冬小麦生育期每日根区土壤含水量，建立小麦灌溉时间和灌溉水量的智能决策模型。基于构建的小麦智能灌溉决策模型，研发小麦智能灌溉系统，实现田间数据自动数据采集、智能监测、定量精准灌溉控制等功能。 | | | | | |
| **申请人或申请团队** |  | 姓名 | | | 年级 | 学号 | 院系/专业 | 联系电话 | E-mail |
| 主  持  人 | 卢建龙 | | | 2022 | 2210120049 | 信息与管理科学学院/人工智能 | 18897269349 | 1434831468@qq.com |
| 成  员 | 朱可心 | | | 2022 | 2201181047 | 信息与管理科学学院/人工智能 | 15890652796 | 15890652796@163.com |
| 伍德辉 | | | 2023 | 2310011055 | 信息与管理科学学院/计算机科学与技术 | 19148122163 | 2878438016@qq.com |
| 温翱宇 | | | 2023 | 2310041056 | 信息与管理科学学院/信息与计算科学 | 15637576605 | 1506846610@qq.com |
| 黄欣欣 | | | 2023 | 2310011033 | 信息与管理科学学院/计算机科学与技术 | 19713020620 | 2927058011@qq.com |
| **指 导 教 师** | 第一指导教师 | | 姓名 | | 汪强 | | 单位 | 河南农业大学信管学院 | |
| 年龄 | | 45 | | 专业技术职务 | 副教授 | |
| 主要成果 | | | | 汪强，男，副教授，河南农业大学优秀教师、优秀班主任、社会实践优秀指导教师。近年来，获得河南省科技进步一等奖等厅级以上奖励9项；获得发明专利4项、软件著作权6项；获得河南省科技厅成果鉴定5项；获得河南省教学技能竞赛2等奖等厅级以上教学奖励6项；主持参加国家863计划项目、河南省科技攻关项目等省级以上教学科研项目5项；编写教材4部；是省级“金课”虚拟仿真实验教学项目主要完成人。长期指导学生参加全国软件设计大赛、“互联网+”大学生创新创业大赛等赛事，2009以来，指导学生参加的各类竞赛获省赛一等奖以上50余项，其中国家一等奖8项。2017年以来，作为河南省科技特派员到淅川县、台前县开展扶贫工作，将“科研”、“教学”、“社会服务”结合起来开展教学改革与实践，带领学生团队研发的“一枚有身份的鸡蛋”电商平台，帮助淅川花崖养殖农民专业合作社实现年增收130多万元，取得了较好的经济和社会效益，得到了河南省原副省长武国定、河南省人大原副主任李文慧等领导的好评，并得到《河南日报》等媒体宣传报道。 | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **指 导 教 师** | 第二指导教师 | | 姓名 | 时雷 | 单位 | | 河南农业大学 | |
| 年龄 | 45 | 专业技术职务 | | 教授 | |
| 主要成果 | | | 时雷，女，1979年2月生，河南省遂平县人，河南农业大学教授、博士，硕士生导师。现为中国人工智能学会会员，中国农学会计算机农业应用分会委员，河南省农学会智慧农业专委会委员，河南省高等学校计算机教育研究会第六届会员。先后主持或参与完成国家自然科学基金、国家“十二五”科技支撑计划项目、国家“十三五”重点研发计划课题、河南省自然科学基金、河南省科技攻关项目、河南省科技研发计划联合基金项目等省部级科研项目或课题20余项；获得省部级科技进步奖3项；发表学术论文45篇，获发明专利授权5项，获软件著作权26项，出版学术著作（教材）2部。 | | | | |
| 1. **申报基础**（包括自身具备的知识条件、自己的特长、兴趣、已有的实践创新成果等）   团队成员具备扎实的计算机科学基础知识，包括但不限于数据结构、算法、操作系统、计算机组成原理等，除了熟练使用C/C++、Python等编程语言外，团队成员还积极学习了MySQL、HTML等相关知识，能够迅速掌握新技术和新知识，并将其应用于项目中。团队成员对项目有极大的兴趣，愿意为此付出大量时间和精力。团队负责人卢建龙在算法设计与优化方面有较高的造诣，曾获得蓝桥杯国赛二等奖。项目成员卢建龙、朱可心、伍德辉、温翱宇、黄欣欣积极参与河南农业大学云上助农项目，积累了丰富的项目经验。团队氛围十分良好，成员具备创新思维和开放心态，能够与导师有效的沟通，准确理解项目需求并快速解决问题，确保项目顺利进行。 | | | | | | | | |
| **二、科研项目**（指导教师主持的在研科研项目） | | | | | | | | |
| 序号 | | 项目名称 | | | | 项目来源 | | 项目起止年月 |
| 1 | | 小麦生长信息感知及无人植保作业装备研发 | | | | 河南省重大科技专项子课题 | | 2022.1——2024.12 |
| 2 | | 基于F2C模式的多元化销售体系构建 | | | | 河南省科技特派员项目 | | 2024.06——2025.06 |
| 与申报的大创项目相关的课题研究现状：  结合卫星多光谱图像、无人机可见光图像、地面手持高光谱图像三类数据，基于深度学习方法，开展小麦生长信息智能化感知方法研究，实现小麦生长主要指标的监测。基于物联网、云计算技术，研究小麦生长环境信息感知与数据采集方法研究，集成多源传感器，研发小麦生长环境信息感知系统，实现小麦环境数据实时自动化采集。  基于小麦长势图像数据，利用机器学习算法，开展小麦生长营养状况诊断方法研究，判断不同生育期的小麦营养等级。基于小麦生长环境数据及小麦长势数据，开展小麦水、肥亏缺诊断方法研究，基于小麦生长机理模型，判断小麦生长营养及水肥胁迫程度和等级。基于无人机可见光图像及多光谱图像，利用深度学习算法，开展小麦主要病害、虫害、草害智能识别方法研究，判断与识别主要病虫草害类别及等级。 | | | | | | | | |
| **三、项目方案**   1. **研究意义**   我国是传统的农业大国，绝大部分农业生产活动都离不开水资源，农田灌溉是农业生产的重要环节。 随着我国经济社会的不断发展，对水资源的需求也与日俱增，但我国的水资源严重不足，人均水资源占有量不到世界平均水平的1/4。因此，大力发展现代灌溉技术来提高水资源利用率，以最佳的用水效率来管理农田灌溉是解决我国淡水资源日益紧张的必经之路。  传统农业人力灌溉施肥方式效率底下，并造成大量的水肥资源浪费和环境污染，这不仅不利于农作物高质高产，而且对农业可持续发展带来负面影响。目前，我国大田农业生产仍以漫灌为主，灌水均匀性差，水量浪费较大，造成大量的资源浪费且生产效率较低。  因此，**使用高效、智能的灌溉技术，确保土壤含水量保持在适宜作物生长的最佳状态，成为缓解农业用水供需矛盾的有效方法。农业灌区智能节水灌溉系统采用先进的物联网和人工智能技术，能够实现对灌溉过程的实时监测，开展数据分析和决策优化，从而减少水资源浪费，并提高农作物的生长效益。**良好的灌溉决策方法应在保证作物生长需求的基础上，尽量减少灌溉用水，同时在满足作物生长过程中对灌水时间、灌溉位置等的精确要求，可以最大限度地提高水资源的利用效率，并保护农业生产环境，实现农业水资源的可持续利用。在传统农业向现代农业的转变过程中，物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术被大量应用到农业工程中，农业生产者可在线实时监测影响作物生长的各项气象因素及土壤环境，对农业装备进行**远程开关控制**，实现农业生产过程的智慧化管理。  本项目**以冬小麦为研究对象， 基于Penman-Monteith 作物参考需水量计算方法，融合大气温湿度、土壤温湿度、光照、降雨量、大气压力等多源数据，研究构建冬小麦的生长需水量动态预测模型。在此基础上，将小麦需水量动态预测模型耦合到田间水量平衡方程中，预测冬小麦生育期每日根区土壤含水量，建立小麦灌溉时间和灌溉** | | | | | | | | |
| **水量的智能决策模型。基于构建的小麦智能灌溉决策模型，研发小麦智能灌溉系统，实现田间数据自动数据采集、智能监测、定量精准灌溉控制等功能。**  基于融合自注意力机制的长短期记忆神经网络(LSTM)，研究并构建冬小麦根区土壤水分预测模型，结合作物蒸散量计算和水量平衡方程，建立大田小麦灌溉决策机制。利用长短期记忆神经网络算法，结合试验区实测气象资料，实现逐日降雨量预测和作物参考需水量预测，根据作物系数实现对作物需水量的预测，基于水量平衡原理，构建冬小麦根区土壤水分预测模型，建立小麦灌溉决策机制，开发小麦智能灌溉决策系统，研发小麦智能灌溉装置，开展小麦灌溉决策应用，实现大田精准灌溉。通过研究建立一套小麦智能灌溉决策机制，提供一种小麦灌溉量以及灌溉时间的精准决策方法，促进我国小麦智能灌溉决策方法的研究创新，推动我国小麦智能灌溉决策系统的应用和发展，提高我国农业信息智能化化水平，为我国农业智能化灌溉发展提供理论依据和实践参考。   1. **国内外研究现状及发展趋势分析**   **2.1作物需水量预测研究**  作物需水量指作物为了生长发育需要消耗的水量，主要包括植株蒸腾与棵间蒸发两部分。在正常生育状况和最佳水、肥条件下，作物整个生育期中，农田消耗于蒸散的水量，一般以可能蒸散量表示，即为植株蒸腾量与株间土壤蒸发量之和，以毫米或立方米/亩计。作物需水量是研究农田水分变化规律、水分资源开发利用、农田水利工程规划和设计、分析和计算灌溉用水量等的依据之一。  作物需水量的计算主要有两类方法，分别是直接计算法和间接计算法。其中，直接计算法的计算公式需要基于实验数据统计建立，受到诸多具体条件限制，不易推广。间接计算法中有两个数值需要被确定，分别是参考作物需水量（ETₒ）和作物系数（Kc）。目前国内外研究者常用的计算作物参考需水量方法有：Penman-Monteith法、Penman 法、蒸发皿法、辐射法、布莱尼-克雷多（Blaney-Criddle）法等。Penman 等提出了参考作物蒸发蒸腾量的概念，后经简化和修正，得到了Penman-FAO 公式。Monteith 等（1965）通过引入表面阻力提出了 PenmanMonteith 公式，该公式的计算精度高，不仅能计算作物月参考腾发量，还能计算日参考腾发量，它既不需要改变参数，也不需要地区率定，因此被广泛使用。 | | | | | | | | |
| 马建琴、陈哲利用历史资料来分类统计计算ET0，以实时的天气信息数据和土壤水分监测数据为基础，采用模糊聚类的方法对实时的ET0进行修正，再充分利用预报的日降水量，根据作物非充分实时灌溉预报模型和计划湿润层深，对土壤水分修正参数、作物系数进行修正。以冬小麦为例，进行作物需水量预测，结果表明，预测的作物需水量的相对误差平均值为5.29%，该方法用于作物需水量预报有效可行，为实时优化配水提供依据。汪顺生等采用交替灌溉与普通灌溉两种模式对夏玉米作物的作物需水量进行预测研究，研究结果发现采用单作物系数法对夏玉米作物需水量预测在两种灌溉模式下均适用。孟玮等使用径向基神经网络对苹果的需水量进行了相关预测，但径向基神经网络对数据的依赖性较高，在数据不足够充分的时候该神经网络将无法工作。  刘婧然、刘心等根据多年气象资料、青椒的冠层温度以及逐日作物需水量资料，构建了以冠层温度、气象因素为输入因子的预测MFR-DI种植模式下青椒作物需水量的GA-SVM模型。李志新、赖志琴等构建了以日序数、日照时数、日平均气温等因子为输入向量，以逐日参考作物需水量为输出向量的GA-Elman神经网络参考作物需水量预测模型，结果表明构建的GA-Elman模型具有较高的预测性能精度。商志根等提出基于粒子群优化算法(PSO)优化最小二乘支持向量机(LS-SVM)的预测模型，实验结果表明与神经网络和随机森林相比，PSO优化的LSSVM可获得更好的预测精度和泛化能力。张明岳等，设计了一种基于改进的Elman神经网络和模糊控制的智能灌溉系统，利用Elman神经网络对作物蒸发蒸腾量即作物需水量进行了相关预测研究。孙博瑞基于LSTM神经网络对对枣树需水量进行预测研究，结果表明 LSTM 模型的实际值与预测值的拟合系数为 0.9872 高于 RNN 模型的 0.8438 且残差波动较小。  Karar M E等利用 MLP 神经网络设计了一种智能灌溉系统，由 MLP 神经网络根据传感器采集的气象信息来预测出作物需水量，然后根据预测值对作物进行灌溉，MLP 神经网络对数据的要求也比较高，且最严重的问题是把一切推理都变为数值计算，在结果输出时会丢失信息。Sidhu R K等构建了LSTM神经网络预测模型，以气象站和已有的灌溉数据来训练模型，用于对需水量进行预测，根据模型预测值来制定灌溉计划。Hegde M N A等提出了一种以 ANN 神经网络来优化农业用水的方法，ANN神经网络用于预测未来几天的需水量。Abdullah等采用极限学习机对作物蒸腾量进行预测，与彭曼公式计算结果对比，研究结果表明极限学习机网络模型效率快且预测精度高。Feng | | | | | | | | |
| 等采用三种模型对中国南部地区的作物需水量进行预测，研究表明极限学习机（Extreme Learning Machine, ELM）预测模型表现最佳。Kumar 等同样也采用了 Sigmoid 激 活函数的极限学习机、支持向量机（Support Vector Machine, SVM）、遗传编程（Genetic Programming ,GP）分别对参考作物需水量进行预测，对比三种模型，研究结果表明通过极限学习机建立的预测模型效果最优。  综上所述，**作物需水量的研究对现代智能灌溉系统的设计起着至关重要的作用。然而，从目前学者对作物需水量的研究来看，大多数研究是对以前或者当下的作物需水量进行计算或预测模型的建立，却忽略了未来一天作物需水量对于智能灌溉决策的影响，为提高智能灌溉决策的精准性，本研究将分别以网络气象数据和当地物联网实时监测数据为输入量，对研究区域未来一天作物需水量建立动态预测模型，为精准的智能灌溉决策系统设计提供理论依据。**  **2.2土壤水分预测的研究进展**  土壤水分预测对于灌溉计划的制定具有重要意义。目前国内外针对土壤水分预测的方法主要有经验公式法、水量平衡法、消退指数法、遥感监测法和神经网络法等。尚松浩等基于土壤水分变化率与贮水量正比关系这一假定，建立了冬小麦生育期土壤墒情预报的经验模型，模型预报效果较好。任罡根据汾河灌区各测站多年实测的土壤含水量资料以及多年的气象资料建立了土壤墒情预报的经验模型。王铁英等基于根区水量平衡原理，以实时根区平均土壤含水率为自变量构建了动态土壤墒情预测模型。蒲胜海等根据北疆膜下滴灌棉花全生育期土壤水分观测数据，研究了不同深度的棉田土壤水分消退指数随作物生长时间的变化规律，探讨了棉花生育期土壤水分预报的经验递推方法。冀荣华等利用基于多值神经元的复数神经网络方法，建立了土壤墒情多步预测模型。薛明等提出了一种基于多种算法的土壤墒情组合预测模型 GA\_IPSO\_BP-SVM，提高了土壤墒情预测精度。  王丽丽、王振龙等采用BP神经网络方法建立冬小麦生育期不同土层(10、30、50 cm)的土壤水分预测模型，并用遗传算法优化上述BP神经网络模型。结果表明两种模型均可用于冬小麦生育期土壤水分预测，遗传算法优化BP神经网络能够更好提高预测精度，且随着土层厚度增加，预测精度提高。聂红梅等选取宝鸡市2014年至2016年冬小麦种 | | | | | | | | |
| 植区3—5月的气象、地形和土壤属性3个方面共15个预测因子，建立了基于主成分分析(principal component analysis, PCA)的支持向量回归机(support vector regression, SVR)模型预测，结果表明PCA-SVR模型对宝鸡市冬小麦土壤水分具有更好的预测能力。梁鑫婕等建立了BP动态多因素神经网络模型和RNN动态多因素土壤水分预测模型，对两种土壤水分动态预测模型进行研究，研究结果表明，RNN模型的动态多因素土壤墒情预测具有更好效果。范嘉智等基于长沙站2016—2019年10 cm深度土壤水分自动观测小时数据集，利用长短期记忆神经网络(LSTM)模型结合随机采样学习方法，开展了土壤水分多时次预测，准确率均优于自回归整合滑动平均(ARIMA)模型，且误差稳定、无异常值出现，预测准确率远优于相关研究。  Gill 等应用支持向量机（SVM），将土壤水分和气象数据作为模型输入，预测了未来四天和七天的土壤水分，结果表明支持向量机模型比人工神经网络模型对土壤水分的预测效果更好。Bera等建立了对数线性回归模型，成功预测细粒土壤含水量。Matei等应用数据挖掘技术，基于多个气象站的天气数据，实时预测第二天的土壤含水量，并在现实条件下进行了测试，证明了该系统具有很高的预测精度。  综上所述，**使用机器学习算法进行土壤含水率的预测研究众多，但这些预测模型大多仅通过多个输入变量直接预测出土壤含水率，导致土壤含水率与降雨量、作物需水量等补水耗水行为之间的联系较为模糊，缺乏对土壤水分变化过程的连续性模拟，难以指导精量灌溉。本研究将中国气象局的气象数据和物联网实时监测数据为输入量，对土壤水分变化过程进行连续性模拟，建立土壤水分监测及预测模型。**  **2.3智能灌溉研究进展**  在国外，一些发达国家特别是水资源同样短缺的国家非常注重节约农业用水，最大程度提高灌溉用水利用率。在众多的节水灌溉研究中，将人工智能技术、传感器技术、智能控制技术等新一代信息技术应用在农业灌溉决策和控制系统中，研究如何节约农业灌溉用水，如何通过智能控制系统提高水资源利用率，并把技术成果应用在农业生产当中，取得了较好的效果。 | | | | | | | | |
| 以色列由于水资源短缺，是较早研究出提高灌溉利用率设备和技术的国家之一，比如他们是最早采用滴灌和喷灌设备的，也是最早使用由计算机控制实现自动灌溉的。近年，又开发出现代诊断式控制器，通过各种类型的传感器将平时由于地域和天气等原因不易收集的信息采集后，再利用 internet 网或 GSM 等通信技术进行数据传输，然后通过 PC 机中建立与灌溉有关的模型来分析这些采集到的数据，给出灌溉计划，实现智能灌溉。  美国在农业灌溉方面，节水措施主要针对输水、灌水、田间三个环节，地面灌溉特别强调通过提高田间入渗均匀度，实现节水，同时做到输水管道化，20世纪60年开始美国大力发展管道输水灌溉。同时，利用全球定位系统和遥感技术采集环境信息，如全方位的监测土壤水分状况、天气预报、作物需水量、水源等影响因素，然后预报灌水日期和灌水量，比较适用于大型灌溉系统。当前，美国的大部分灌区都不同程度的应用了电子技术进行自动控制与监测，基本实现了智能灌溉的工程化应用。  加拿大、澳大利亚和韩国等国家也开发出了一系列的灌溉控制系统。其中澳大利亚的 HARDIE11和 RGATION公司的灌溉控制器曾多次获得节水奖，有MlcRo、MASTER、RAINJET和 HR6100等多个系列几十种型号的产品，可适用于不同条件下的农田智能灌溉的控制系统。  日本由于土地较少，在农业物联网方面最先进的是应用在温室管理上，利用计算机对温室里面的光照强度、温湿度、通风、灌溉控制等环境参数进行调整，为农作物制造出最适宜的成长条件，比如“Open PLANET”系统，把相对分散的大棚作物利用集群管理的模式，不仅节省了人力物力，还提高了监管水平。  在国内，随着国家的政策导向，越来越多的研究团队和科技公司来研究如何将先进技术应用到农业方面，并已经有重要的技术突破。物联网、大数据、人工智能已经开始应用于农业的生产管理当中，如花卉、蔬果等经济作物已经实现了自动通风、自动浇水、自动升降温等智能化控制与管理。但是我国农业人工智能的研究和应用起步较晚，所以智能灌溉的研究和工程化应用相对发达国家仍然落后。  师志刚等设计了基于物联网的水肥一体化智能灌溉系统，农田气象检测系统采用自 | | | | | | | | |
| 动气象站采集雨量、湿度、温度等参数信息，并传送至智慧平台，根据内置数据库，结合彭曼公式分析得出参考作物需水量ET０、作物系数Kc、作物实际需水量ETc等，为制定灌溉制度提供数据参数。孙博瑞等设计开发了一款基于LSTM（长短期记忆神经网络）需水量预测模型的智能灌溉系统。系统以树莓派为下位机控制器，阿里云服务器为上位机，实现了数据采集、数据监测、需水量预测及智能控制灌溉等功能。  彭小莉等设计了一种基于遗传算法的农田智能灌溉控制系统，在系统硬件部分，采用PID算法设计智能灌溉控制器，并利用遗传算法进行控制参数寻优，实现智能灌溉控制。慕蓉蓉等采用传感器和设备实时感知农田环境数据，借助神经网络智能预测系统进行数据处理，设计灵活的节水系统架构等技术理论，涵盖系统架构设计、智能节水系统主程序设计、灌溉监控系统设计和实施精准化智能节水灌溉等应用路径。徐世周等为了实现智能精准灌溉,以STM32为主控板，将基于卷积神经网络图像识别技术应用在灌溉系统中，结合EC-5土壤水分和温度传感器来检测土壤的湿度和实时温度，利用图像识别技术对土壤不同的干旱情况下植物叶片状态的识别，结合农作物叶片状态和土壤的湿度情况进行精准灌溉。  严崇瑞等利用STM32单片机通过传感器进行多点数据的采集，采集到的数据利用LoRa模块和4G模块发送到云平台，从而实现了云端设备与泵站设备的通信，云端设备数据解析后再通过单片机控制泵站设备以实现泵站的智能化灌溉和管理。赵善政等设计了以Nordic公司NRF52832蓝牙系统级芯片(System on Chip, SOC)为核心的果园无线环境监测与灌溉控制系统，通过信息采集终端模块实时采集果园的土壤含水率、空气温湿度等环境信息，通过蓝牙Mesh中继节点将数据包发送到Mesh网关上，蓝牙Mesh系统有效精准执行灌溉指令，且水分利用效率大幅提高。网关通过通用无线分组网(general packet radio service, GPRS)将处理后的数据包传输到物联网云平台，为农业数据分析提供基础信息，通过电磁阀节点实现精准灌溉。  **综上所述，我国的智能灌溉控制系统仍处于研究和开发阶段，我国农田南北地域差异较大，大规模实现农田灌溉的智能化决策和自动化控制，仍需要进一步研究和实践，在进行小规模农田智能灌溉试验成熟后，进行推广和应用。本研究基于物联网、云计算、大数据等新一代技术，开展环境数据采集、无线数据传输、智能灌溉决策、伸缩式智能喷灌装置的研发与应用，实现小麦耕作管理的智能化决策和自动化灌溉。** | | | | | | | | |
| 1. **项目研究目标及主要内容**  * **研究目标**   项目以冬小麦为研究对象， 基于Penman-Monteith 作物参考需水量计算方法，融合大气温湿度、土壤温湿度、光照、降雨量、大气压力等多源数据，研究构建冬小麦的生长需水量动态预测模型。将小麦需水量动态预测模型耦合到田间水量平衡方程中，预测冬小麦生育期每日根区土壤含水量，开展数据分析和决策优化，建立小麦灌溉时间和灌溉水量的智能决策模型。基于构建的小麦智能灌溉决策模型，研发小麦智能灌溉系统，实现田间数据自动采集、智能监测、定量精准灌溉控制等功能。提供一种小麦灌溉量以及灌溉时间的精准决策方法，促进我国小麦智能灌溉决策方法的研究创新，推动我国小麦智能灌溉决策系统的应用和发展，为我国农业智能化灌溉发展提供理论依据和实践参考。   * **研究内容**   小麦需水量动态预测模型构建。对试验区气象站测得的各种气象数据与实测气象数据通过 Penman-Monteith 法计算的参考作物需水量进行相关性分析，选出相关性最高的气象因素作为预测模型的输入因子，融合自注意力机制的LSTM（长短期记忆神经网络），构建未来一天作物需水量动态预测模型。  小麦智能灌溉决策模型构建。基于机器学习算法开展田间土壤含水率预测方法研究，分析土壤含水率与降雨量、作物需水量等补水耗水行为之间的相关性，将小麦需水量动态预测模型耦合到田间水量平衡方程中，预测小麦生育期每日根区土壤含水量，并给出小麦灌溉时间、灌溉水量、灌溉位置等重要的灌溉决策指标。  大田自动伸缩式深埋管道智能灌溉系统研发。基于小麦智能灌溉决策模型，研发自动伸缩式深埋管道智能灌溉装置，开展田间环境数据采集、无线数据传输、智能灌溉决策、自动伸缩式深埋管道智能喷灌试验，开发小麦智能灌溉决策系统。   1. **项目创新特色概述**   项目以作物需水量动态预测模型构建为基础，融合田间水量平衡原理，建立一套智能溉决策机制，研发小麦智能灌溉决策控制系统，实现田间自动伸缩式深埋管道智能灌 | | | | | | | | |
| 溉方法。研究引入自注意力机制对模型进行优化，以高权重聚焦重要决策参数，以低权重忽略不相关参数，以多点位多层次田块级物联网数据及气象矫正数据为决策依据，建立小麦田间动态智能灌溉决策模型，依据预测的第二天作物根区含水量提前判断是否需要灌溉，给出灌溉量、灌溉点和灌溉时间，实现了小麦精准、定量、定位、自动化灌溉。   1. **项目研究技术路线**   项目针对小麦智能灌溉决策及灌溉装备研发等需求，利用大田气象监测站，采集试验区的大气环境数据、及土壤环境数据，同时爬取网络天气预报数据，处理分析模型数据输入参数，融合自注意力机制的LSTM（长短期记忆神经网络），构建未来一天作物需水量动态预测模型。基于未来一天作物需水量动态预测模型，分析土壤含水率与降雨量、作物需水量等补水耗水行为之间的相关性，并带入田间水量平衡方程，预测小麦生育期每日根区土壤含水量，并给出小麦灌溉时间、灌溉水量、灌溉位置等重要的灌溉决策指标。基于小麦智能灌溉决策模型，研发自动伸缩式深埋管道智能灌溉装置，开发小麦智能决策灌溉系统。项目研究技术路线如图1所示。  **1714208578123**  图1 项目研究技术路线 | | | | | | | | |
| 1. **研究进度安排**   全部项目拟于2024年1月——2025年12月完成。  （1）**2024年度**  对试验区气象站测得的各种气象数据与实测气象数据通过 Penman-Monteith 法计算参考作物需水量，开展数据与模型预测结果的相关性分析，选出相关性最高的气象因素作为预测模型的输入因子，融合自注意力机制的LSTM（长短期记忆神经网络），构建未来一天作物需水量动态预测模型。基于机器学习算法开展田间土壤含水率预测方法研究，分析土壤含水率与降雨量、作物需水量等补水耗水行为之间的相关性，将小麦需水量动态预测模型耦合到田间水量平衡方程中，建立小麦智能灌溉决策模型。  （2）**2025年度**  基于小麦智能决策灌溉系统需求，设计水井数量、水泵功率、管道型号、管理铺设方案，利用智能水阀控制装置，设计数字化智能化精准灌溉控制系统。基于小麦智能灌溉决策模型，研发自动伸缩式深埋管道智能灌溉装置，开展田间环境数据采集、无线数据传输、智能灌溉决策、自动伸缩式深埋管道智能喷灌试验，开发小麦智能决策灌溉系统，并选择1-2个试验区，开展小麦智能灌溉决策系统的应用和示范。   1. **项目组成员分工**   卢建龙：负责项目整体设计，及智能灌溉决策方法研究；  朱可心：“智能灌溉”智能决策数据采集平台开发，及硬件设备结构设计、嵌入式开发；  伍德辉：数字硬件控制系统进行二次开发，搭建网络环境，数据通信模块开发、接口程序编写等；  温翱宇：对硬件设备对接，云端服务器搭建，建立API接口与平台对接；  黄欣欣：负责后台管理系统的设计与开发，及技术集成、系统技术应用和推广。 | | | | | | | | |
| **四、学校提供条件**（包括项目开展所需的实验实训情况、配套经费、相关扶持政策等）  河南农业大学长期在创新创业方面不断改革与创新，支持学生在创新创业、实践项目训练等方面开展技能训练，2019年学校被教育部评为全国“创新创业”前50强单位。学校长期注重学生能力的培养，通过专业技能竞赛、“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”大学生课外作品竞赛、大学生社会实践等途径来培养学生的综合能力，学校也通过“实验室开放训练项目”、“大学生创新创业训练项目”等为学生和老师提供实践条件和经费支持。 | | | | | | | | |
| **五、预期成果**   1. 研发冬小麦智能灌溉决策模型方法1套。 2. 开发智能管理系统1套。 3. 申请软件著作权1—2件。 | | | | | | | | |
| **六、经费预算**  预算10000元，具体包括：  1、调研、差旅费1000；  2、用于项目研发的元器件、软硬件测试、小型硬件购置费等5000；  3、资料购置、打印、复印、印刷等费用1000；  4、学生撰写与项目有关的论文版面费、申请专利费等3000。 | | | | | | | | |
| **七、导师推荐意见**  卢建龙同学及其团队成员具备计算机软件设计与开发、嵌入式系统开发的基础，对计算机技术在农业中的应用有很高的兴趣。本项目将基于物联网、大数据、云计算等技术，研究智慧农业灌溉决策相关技术及其应用，为解决冬小麦科学灌溉等问题开展研究和探索，具有较好的实践意义及创新创业价值。团队成员于多次开展创新创业实践活动，并多次参加了“互联网+”创新创业大赛等比赛项目，为本项目的研究提供了一定的实践性基础，为项目的后续研究提供支持。相信通过他们的技术创新和应用，通过团队成员的实践训练，能够完成项目的各项指标任务，同时也希望项目完成后，团队能够继续开展后续研究和技术推广，实现项目社会价值与商业价值。  签名：  年 月 日 | | | | | | | | |
| **八、院系推荐意见**  院系负责人签名： 学院盖章：  年 月 日 | | | | | | | | |
| **九、学校推荐意见：**  学校负责人签名： 学校公章  年 月 日 | | | | | | | | |