陕西省科学技术进步奖公示

(2025年度)

成果登记号： 9612022Y2442

**一、项目基本情况**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 黄土高原苹果精准施肥智能装备关键技术研究与应用 | | | | |
| 主要完成人 | 马伟 张田龙 杨会君 赵淑芹 | | | | |
| 主要完成单位 | 陕西美好家园农业科技发展股份有限公司、中国农业科学院都市农业研究所、西北农林科技大学 | | | | |
| 所属国民经济行业 | | 仁果类和核果类水果种植 | | |
| 所属陕西省重点发展领域 | | 农业 | | |
| 任务来源 | | □国家计划□国家基金□部委计划□省级计划□省市基金□委厅局和设区市级计划□其他企业□国际合作□自选□其他 | | |
| 具体计划、基金的名称和编号：作物生长三维形态快速获取与重构技术2013AA102304；渭北地区苹果产业精准施肥智能装备关键技术研究2022ZDFYJH-20 | | | | |
| 已呈交的科技报告编号： | | | | |
| 授权发明专利（项） | | 15 | 授权的其他知识产权（项） | 24 |
| 项目起止时间： | | 起始：2013年1月1日 | 完成： 2024年12月1日 | |

**二、提名意见**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 提 名 者 | 渭南市人民政府 | | | |
| 通讯地址 | 渭南市科学技术局 | 邮政编码 | | 714000 |
| 提名意见：由陕西美好家园农业科技发展股份有限公司、中国农业科学院都市农业研究所、西北农林科技大学共同完成的“黄土高原苹果精准施肥智能装备关键技术研究与应用”项目，主要针对我省及山西、甘肃等苹果主产区生态承载力弱，土壤有机质含量低等特点，聚焦苹果生产中过量施用化肥、劳动强度大和缺少专业施肥装备等瓶颈问题，通过集成推广精准施肥新技术，配套智能化装备，省力省时省成本，对苹果产业绿色高质高效发展提供科技支撑。实施过程中技术经济指标与同行业研究相比优势明显，总体技术达到国内先进水平，应用前景广阔。  该项目选题准确，技术路线科学合理，创新点突出，“产学研用”结合紧密，农机农艺有机融合，在实施过程中取得显著效益。  提名该项目为陕西省科学技术进步奖“三等奖”等级。 | | | | |
| 提名项目奖励等级意向 | | | | |
| 一等奖 | | |  | |
| 二等奖 | | |  | |
| 三等奖 | | | √ | |

**三、项目简介**

|  |
| --- |
| （限2页）  **1、所属科学技术领域**  农业科学技术  **2、立项背景**  苹果产业是陕西省千万吨产量、千亿级产值、千万人从业的特大产业，是深化果业强省战略的首位主导产业，2024年苹果栽培面积917.2万亩，产量1449.85万吨。然而，苹果园肥料利用率低下、施肥精度不高和施肥机械化装备短缺等问题一直是制约我省苹果产业高质量发展的关键因素，为此，项目组在构建多源融合高通量果实表型精准数字化系统的基础上，集成现代化精准施肥技术，配套智能化设施装备，历时12年研究创制、示范推广，有效提升肥料效能，取得显著社会经济生态效益。  **3、主要技术内容及创新点**  3.1 **首创“四根据三预估”以水促肥技术。**根据数字化养分感知监测果园养分状况、养分盈缺对靶肥料种类、肥料剂型配套智能设备、目标产量控制施用量基础上**，**通过冬剪后花芽量、盛花期花量、疏果后留果量计算园区产量，据产量数据调整肥水方案。据果树需肥需水特点，利用肥料可溶性，借助压力作用，通过全自动肥水一体化系统，少量多次注入灌溉管道，再通过滴灌带适时适量，精准化将肥液送至根系上方并均匀滴入根区，省时省工省肥，肥料利用效率最高提至75%。  3.2 **“三定（定时定点定量）”法驱动，创制苹果变量施肥机。**系统集成DGPS和机载作业控制计算机，并采用无线模式将施肥作业数据传送至云端服务器进行计算处理并形成处方图为果园导航时显示地块作业图，通过控制器和传感器向拖拉机提供准确施肥机前进速度。控制系统据测定速度值和目前处方图施肥量信息，自动改变液压马达转速且改变排肥链条转速，实际与处方图排肥量一致并使肥料精准分布在果树根部沟内。  3.3 **研发苹果施肥信息感知网络技术。**结合苹果健康状态评价及智能施肥机，以点云三维重建为理论基础，以无人机遥感为果园宏观监测，自研深度传感数字化装备为果树微观重构技术，通过引入多传感器融合重建感知，人工智能果脸识别和大数据分析，建立苹果养分感知功能-结构数字化框架，解决精准施肥位置和施肥量难以量化评价等问题，提升果园肥力管理效率。  3.4 创新“三站一线”推广模式和基层骨干跟踪服务体系。创新构建了试验站-科技小院-专家工作站一体化协同，开展科技成果示范推广，精选科研专家、学院教授、专门研究人才、专业培训教师、专职管理人员和基层田秀才，联合组建“六位一体”团队，采用产学研推训管结合，农机农艺融合，取得显著经济效益。  **4、推广应用及效益情况**  2021年-2024年累计在陕西省、山西省和甘肃省推广460万亩，平均亩产量提高22%以上，提升机械利用率35%以上，减少施肥用工量45%，带动苹果示范园区节本增效25%以上；培训果农4.2万人次以上，培育精准施肥技术能手2000人，辐射带动5.5万余名群众掌握先进技能。项目团队出版专著3部、授权知识产权30项，发表论文14篇，经济、社会和生态成效显著。 |

**四、客观评价**

|  |
| --- |
| 1、把握现代智慧农业中智能感知系统、人工智能与大数据分析、作物管理数字化等最新发展趋势，将三维重建技术深度融合到苹果精准化管理中。项目研究成果在国内外引起较大反响。  2、该项目取得的发明和实用新型专利、计算机软件著作权、地方标准、以及多篇SCI、EI收录研究性论文，充分说明项目成员具备较高理论研究和实践水平。  3、研究成果“基于三维点云的果实表型高通量无损监测与精准数字化”，解决果类作物表型高通量数字化问题，获2020年度陕西高等学校科学技术奖励二等奖；“Research on Extraction of Fruit scan from raw Point Clouds”，解决了从原始点云中准确抽取果实形态问题，获“2012年全国农业工程博士生学术论坛报告特等奖”。  4、2022年6月28日，陕西省园艺学会评价认为项目选题新颖，数据详实，技术先进，实用性强，“产学研用”结合紧密，农机农艺有机融合，节本增效，经济、社会及生态效益显著，总体达到国内先进水平。   1. 研究了基于LoRaWAN协议的物联网苹果养分感知技术，研制具有自主知识产权的条播式智能施肥机、移动式注肥喷药装置、果园机载根区变量施肥装置和果园施肥机器人等新技术和新装备，获发明授权。   6、技术成果在陕西省的渭南市、延安市、宝鸡市、咸阳市、铜川市；以及山西省和甘肃省等地市推广，累计推广应用面积460万亩，产量和优果率提高，施肥用工量减少，节本增效明显。 |

**五、应用情况和效益**

|  |
| --- |
| **1．应用情况**（限2页围绕创新性、应用效益和经济社会价值进行客观、真实、准确评价。填写的评价意见要有客观依据，主要包括与国内外相关技术的比较，国家相关部门正式作出的技术检测报告、验收意见、鉴定结论，国内外重要科技奖励，国内外同行在重要学术刊物、学术专著和重要国际学术会议公开发表的学术性评价意见等，可在附件中提供证明材料。非公开资料（如私人信函等）不能作为评价依据。）  项目于2013年1月开始实施，经12年研究创制、试验示范、推广应用，效益显著。陕西省科学技术成果登记号：9612022Y2442 ，创新性成果登记5项；授权发明专利15项、实用新型6项、软件著作权9项，发布实施地方标准8项，出版专著1部，在核心期刊发表论文13篇，5人获聘省级苹果专业特聘教师。 |

|  |
| --- |
| 1. **经济效益和社会效益**（限2页）   项目研究基于LoRaWAN协议的物联网苹果养分感知技术，研发具有自主知识产权的条播式智能施肥机、移动式注肥喷药装置、果园机载根区变量施肥装置和果园施肥机器人等。创新技术推广模式，集成精准施肥技术，“产学研用”结合紧密，农机农艺有机融合，近三年在全省累计推广应用面积460万亩，（其中2022年120.50万亩，2023年136.45万亩，2024年203.05万亩），平均亩产量提高22%，优果率提升5%，减少施肥用工量45%，带动苹果示范园区节本增效25%以上。 |

**六、主要知识产权证明目录（限10条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家  （地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 1 | 发明专利 | 移动式注肥喷药一体装置 | 中国 | ZL 2007 1 0175567.2 | 2009-08-05 | 第534667号 | 北京农业信息技术研究中心 | 赵春江  王秀\*  马伟\*  等 |
| 2 | 发明专利 | 一种果园机载根区变量施肥方法和装置 | 中国 | ZL 2015 1 0020447.X | 2016-12-07 | 第2309563号 | 北京农业信息技术研究中心 | 赵春江  马伟\*  王秀\*  等 |
| 3 | 发明专利 | 一种肥药注射扩散机理测试试验台装置 | 中国 | ZL 2014 1 0325673.4 | 2016-10-19 | 第2279424号 | 中国农业大学 | 祁力钧  马伟\* |
| 4 | 发明专利 | 土壤采样、水分测定复合装置 | 中国 | ZL 2012 1 0429507.X | 2014-11-19 | 第1521058号 | 北京农业信息技术研究中心 | 马伟\*  王秀\*  邹伟、  等 |
| 5 | 实用新型专利 | 一种果园液肥施肥装置 | 中国 | CN20373  5057U | 2014-07-30 |  | 北京农业信息技术研究中心 | 马伟\*  王秀\*  等 |
| 6 | 实用新型专利 | 一种无人驾驶果园施肥机器人 | 中国 | CN20367  5606U | 2014-07-02 |  | 北京农业信息技术研究中心 | 王秀\*  马伟\*等 |
| 7 | 实用新型专利 | 一种畜牧粪便与农作物秸秆还田处理装置 | 中国 | CN212324683U | 2021-01-12 | 第12312266号 | 赵淑芹、赵淑珍；等 | 赵淑芹\*  赵淑珍\*  等 |
| 8 | 实用新型专利 | 温室精准施肥高效施药一体化系统在设施生产中的研究与应用 | 中国 | 《农业工程技术》 | 2009-04-01 | 第 17-18页. | 马伟\* 王秀\*  陈立平 等 |  |
| 9 | 实用新型专利 | 温室精准施肥喷药控制软件设计 | 中国 | 《农业工程技术》 | 2013-05-01 | 第 56-57页. | 马伟\*, 王秀\*, 等 |  |
| 10 |  | 面向物联网的保护地气肥增施无线控制系统 | 中国 | 《农业工程技术》 | 2012-12-01 | 第22-23页. | 王秀\*, 马伟\*,等 |  |

承诺：上述知识产权无争议且为本项目独有，未曾在往年国家科学技术奖励项目、往年其他省部级（政府）科学技术奖励项目和本年度其他陕西省科学技术奖提名项目中作为支撑材料出现。用于提名陕西省科学技术奖的情况，已征得未列入项目主要完成人和主要完成单位的权利人（专利指发明人）的同意，有关知情证明材料均存档备查。

**七、主要完成人情况**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职称 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目贡献 |
| 马 伟 | 1 | 首席科学家 | 研究员 | 中国农业科学院  都市农业研究所 | 中国农业科学院  都市农业研究所 | 整体设计和协调、装备熟化，対靶喷施叶面施肥技术 |
| 张田龙 | 2 | 总经理 | 高级农艺师 | 陕西美好家园农业科技  发展股份有限公司 | 陕西美好家园农业科技  发展股份有限公司 | 具体组织和实施、技术集成和推广、数据收集和整理 |
| 杨会君 | 3 |  | 教授 | 西北农林科技大学 | 西北农林科技大学 | 负责数字化物联网技术研制和应用 |
| 赵淑芹 | 4 |  | 正高级农艺师 | 陕西省农业广播电视学校渭南市临渭区分校 | 陕西美好家园农业科技  发展股份有限公司 | 技术的集成和研究，试验示范和推广；技术培训和应用 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

**八、主要完成单位情况**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 完成单位 | 排名 | 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献 |
| 陕西美好家园农业科技发展股份有限公司 | 1 | 负责项目团队组建，协调、联络和管理，项目规划初步设计和实施方案起草和论证，负责示范基地的择定和管理，负责精准施肥关键技术试验、示范、推广等。填补陕西省精准施肥过程中智能装备使用率低，技术落后的空白，开创精准施肥智能装备关键技术新时代。 |
| 中国农业科学院都市农业研究所 | 2 | 主要负责开发苹果变量施肥机等智能装备，提出多源传感水肥精准控制方法，创制果园变量施肥机并开展示范应用。 |
| 西北农林  科技大学 | 3 | 负责试验过程和数据采集收集和整理分析，为园区管理标准化和可持续发展提供理论依据。推动该行业快速高质量发展。 |

**九、完成人合作关系说明**

（完成人合作关系说明：本项目于2013年1月开始实施，经过12年研究创制、已取得陕西省科学技术成果登记，登记号：9612022Y2442 ，创新性成果登记5项；授权发明专利15项、实用新型6项、软件著作权9项，发布实施地方标准8项，出版专著3部，在核心期刊发表论文13篇，5人获聘省级苹果专业特聘教师。通过试验示范、推广应用，效益显著。近三年在全省累计推广应用面积460万亩，平均亩产量提高22%，优果率提升5%，减少施肥用工量45%，带动苹果示范园区节本增效25%以上。本项目完成人在研发自主知识产权，集成精准施肥技术，创新技术推广模式，培训指导、信息宣传和推广应用等“产学研用”结合，农机农艺有机融合过程中，各个方面既各负其责，又各有侧重，相互联系，分工合作开展各项工作，在项目进行的不同时期肩负不同工作任务。 作为项目主持人，负责项目整体设计和协调、统筹技术推广和装备熟化，完成対靶喷施叶面施肥技术等，张田龙、杨会君负责技术标准的制定，马伟、杨会君、赵淑芹负责数字化物联网技术研制和应用；张田龙、赵淑芹负责项目实施中各项技术的集成研究和试验示范；赵淑芹、杨会君负责宣传、培训和推广工作。 马伟、张田龙、杨会君、赵淑芹的合作方式是共同研制黄土高原苹果精准施肥智能化技术及装备、技术集成、试验示范和应用推广，并进行成果登记）

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者/项目排名 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 |
| 1 | 共同立项 | 马伟2、张田龙1、杨会君5、赵淑芹6 | 2013年-2022年 | 苹果精准施肥智能装备关键技术研究与应用 |  |
| 2 | 共同知识产权 | 马伟1、张田龙2、杨会君4、赵淑芹3 | 2013年-2023年 | 果园精准施肥智能装备关键技术研究与应用 |  |
| 3 | 共同立项 | 马伟1、张田龙2、杨会君4、赵淑芹3 | 2013年-2023年 | 果园精准施肥智能装备关键技术研究与应用 |  |
| 4 | 共同参与制定标准规范 | 张田龙6、杨会君1 | 2019年-2021年 | 智慧农业 果实三维数字化数据采集及建模技术规范 |  |
| 5 | 共同参与制定标准规范 | 张田龙6、赵淑芹10 | 2021年-2024年 | 《瑞阳苹果生产技术规程》第一部分：种苗繁育 |  |
| …… | 共同参与制定标准规范 | 张田龙7、赵淑芹10 | 2021年-2024年 | 《瑞阳苹果生产技术规程》第二部分：建园 |  |
|  | 共同参与制定标准规范 | 张田龙2、赵淑芹10 | 2021年-2024年 | 《瑞阳苹果生产技术规程》第三部分：整形修剪 |  |
|  | 共同参与制定标准规范 | 张田龙8、赵淑芹2 | 2021年-2024年 | 《瑞阳苹果生产技术规程》第四部分：花果管理 |  |
| （不限条目） |  |  |  |  |  |