**一、项目名称**：基于多平台精准探测技术的兵团主要农作物种植云服务体系研究

**二、提名者及提名意见**

提名者：陕西省测绘地理信息学会

提名意见:该项目落实了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006━2020年）》中把“农业精准作业与信息化”作为优先主题的方针，在新疆兵团发挥了运用先进技术和建设现代农业的示范作用。项目获得的知识产权主要包括取得发明专利3项、在审发明专利申请3项，软件著作权2项，发表论文3篇。本项目成果应用与推广效果良好，2017年以来，依托本项目依托本项目成果已先后成功申请或承揽项目7个，合同额累计460万元，与华南理工大学、西安交通大学等高校合作申请自然科学基金项目多项，以及陕西省地调院合作申建了陕西省国土资源卫星应用中心。2020年11月，本项目成果通过了中国科学院上海科技查新咨询中心的查新工作，结论是：该项目具有新颖性。2020年12月，项目成果通过了陕西省测绘地理信息学会成果鉴定，结论为成果达到国内先进水平。该项目成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科技进步奖提名条件。同意提名为陕西省科技进步奖一等奖。
**三、项目简介**

全球农业高科技的标杆是以色列，也是兵团追赶的目标，有巨大的经济发展需求和潜力。以色列方面的一系列电子田间探测技术、计算机技术、GPS技术、卫星遥感技术、雷达技术、红外线扫描等技术组装配套，应用到大田、大棚蔬菜管理，农业机械耕作方面，开展现代精准农业的生产管理，大幅度提高了劳动生产力，提高了经济效益。2012-2014年，国家科技部遥感中心牵头，组织28家单位开展了“旱区多遥感平台农田信息精准获取技术集成与服务”项目，针对旱区主产农作物冬小麦、玉米、苹果等农田信息精准获取与应用的迫切需求，开展多遥感平台协同的农田信息精准获取和作物水肥决策的关键技术研究，研制融合农田精准空间信息的耕地平整、水－肥-药精准作业系统装备，开发基于多遥感平台，并集成耕地质量关键指标的遥感监测技术、农业灾害遥感监测损失评估技术、全球变化环境下作物产量的影响与适应监测评估技术以及农田肥水决策等作物精准监测技术的空间决策支持系统和农田信息即时服务与会商系统集成平台，在此基础上开展多层次的推广应用示范，建立遥感空间信息业务化应用示范的规范和标准，促进多遥感平台空间信息应用模式的形成，提升遥感空间信息产业化应用的水平。

主要创新性成果如下：

1、深入开展了无人机高光谱数据预处理研究工作，对获取的无人机高光谱数据开展格式转换、亮度调整、辐射校正、光谱去噪、校正镶嵌等预处理研究工作，有效突破了无人机高光谱数据遥感技术的难点；无人机高光谱图像的获取技术集成，实现大疆M600PRO无人机与Gaiasky-mini高光谱相机的集成工作，获取推扫式高光谱图像、POS精准采集。在研究区飞行2批次，共计24架次高光谱成像。开发了基于Gaiasky-mini高光谱相机的高光谱图像预处理软件，实现了光谱定标、各景图像的亮度校正、暗电流校正等，获准发明专利1项。开发基于多批次长航时的航空摄影图像的亮度均衡化处理技术，实现了所有批次图像亮度统一调整，取得发明专利1项。

2、基于地面调查数据、分析化验数据、实测光谱曲线开展土壤墒情、肥力；植被叶绿素含量、叶片含水量等农情参数的高光谱遥感反演分析研究工作，构建了上述主要农情参数的高光谱遥感监测模型，并依据无人机高光谱数据，开展上述模型的优化工作；研发了基于多光谱、高光谱遥感图像的农田水、肥诊断与空间信息解析技术体系1套，能快速形成农情处方图，获准发明专利1项。

3、基于地面调查数据、分析化验数据及多时相卫星多光谱遥感数据开展土壤墒情、肥力；植被叶绿素含量、叶片含水量等农情参数的多光谱遥感分析研究工作，构建了上述主要农情参数的多光谱遥感监测模型，开展模型通用性研究，为研究区农事活动提供数据服务；形成了基于兵团精准农业服务体系，实现了主要农作物的种植面积、长势、土壤湿度、土壤肥力的快速诊断服务。

4、以遥感分析研究结果为基础，基于ENVI/IDL平台与ARCGIS平台集成开发，使用 IDL 语言与 C#语言混合编程，将研究成果进行转化，开展成果推广工作。

**三、客观评价**

项目获得的知识产权主要包括取得发明专利3项、在审发明专利申请3项，软件著作权2项，发表论文3篇。从专利、著作权等申请受理结果，可以看出本项目的成果具有显著优势。2020年11月，本项目成果通过了中国科学院上海科技查新咨询中心的查新工作，结论是：“经检索发现，国内外有一种基于无人机高光谱影像的土壤墒情检测新方法，基于无人机遥感的农作物长势关键参数反演研究进展，基于PROSAIL模型偏差补偿的水稻叶绿素含量遥感估测，基于综合指标的冬小麦长势无人机遥感监测，基于多源遥感数据反演土壤墒情方法研究，基于多源遥感数据的大豆叶面积指数估测精度对比，基于多时相无人机遥感植被指数的夏玉米产量估算，一种基于无人机成像高光谱遥感的冬小麦产量预测方法，一种作物长势定量遥感监测方法及系统，基于卫星遥感的棉花长势监测与应用等相关文献报道，但未见国内外有与该项目创新点完全相同的文献报道。综上所述，由中煤航测遥感集团有限公司委托查新的“基于多平台精准探测技术的兵团主要农作物种植云服务体系研究”课题，其创新点主要在于：建立了高光谱多源遥感农情分析模型;实现了无人机高光谱成像处理流程一体化；采用了任意时间航空摄影图像亮度均衡化处理技术。因此，项目具有新颖性。

**四、应用情况**

集成无人机与高光谱传感器形成实用化的航空高光谱遥感平台，研究了图像的几何畸变和亮度变化特征，开发了预处理模块，解决了该领域的应用难题，确保了煤航在高光谱遥感应用领域的优势。本项目研发的农情信息提取模型及专题信息图件，构成了精准农业应用的基础技术支撑，进一步巩固了煤航遥感在精准农业领域的技术优势，为后续自然科学基金项目、陕西省科技厅重大项目的成功申请奠定了重要基础。依托本项目依托本项目成果及相关技术，已与有关高校和生产单位展开了技术合作，获得了良好的经济效益和社会效益。其中，与华南理工大学合作，依托本项目成功申报了自然科学基金项目2个，共获得资助经费120万元；与西安交大合作，依托本项目成功申报陕西省科技厅重点科研项目2项，共获得资助经费80万元；与陕西地质调查院合作，依托本项目作为支撑单位成功申建了陕西省国土资源卫星应用中心，为高分辨率卫星遥感数据的快速获取建立了平台，同时促进了陕西省地质调查院高光谱遥感技术的发展。

本项目成果应用与推广效果良好，2017年以来，依托本项目成果已先后成功申请或承揽项目7个，主要包括：

1、《基于高光谱遥感技术的土壤重金属污染检测与评价研究，RW-2017-G05》，项目起止时间为2017.1-12，合同额为20万元，项目来源为：中煤航测遥感局集团有限公司；

2、《陕西省环境与农业信息多元遥感动态监测示范系统建设》项目，项目起止时间为2018.1-2019.12，合同额为50万元，其中单位承担部分的经费为15万元，项目来源为：陕西省科技厅；

3、《陕北煤炭基地生态环境遥感动态监测系统》项目，项目起止时间为2018.6-2020.6，合同额为30万元，其中单位承担部分的经费为12万元，项目来源：陕西省科技厅；

4、《开都河流域生态环境及重点区盐渍化遥感监测》项目，项目起止时间为2018.7-2018.12，合同额为30万元，项目来源：新疆地质调查院。

5、《西北五省耕地区1:25万土地质量地球化学调查遥感数据采集》项目，起止时间为2018.9-2018.10，合同额为10万元，项目来源：中国地质调查局西安地质调查中心；

6、《无人机拼接高光谱遥感图像的多结构回归编码空谱综合分类》项目，项目起止时间为2016.1-2019.12，合同额为66.6万元，其中单位承担部分的经费为25万元，项目来源为：国家自然科学基金项目；

7、《基于模型与数据联合驱动深度卷积神经网络的高光谱遥感图像锐化》项目，起止时间为2021.1-2024.12，合同额为54万元，其中单位承担部分的经费为16.2万元，项目来源为：国家自然科学基金。

**五、主要知识产权和标准规范等目录(限10条)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权类别** | **具体名称** | **授权号（标准编号、论文年卷页）** | **授权日期** | **权利人（标准起草单位、论文发表单位）** | **发明人（标准起草人、论文作者）** |
| 1 | 发明专利 | 高光谱图像预处理方法、装置及电子设备 | ZL201810009247.8 | 2019.06.07 | 中煤航测遥感集团,西安煤航遥感信息有限公司,华南理工大学 | 万余庆,贺霖,魏云迅,朱嘉炜 |
| 2 | 发明专利 | 一种航空数码相机图像亮度均衡化方法 | ZL201710431459.0 | 2019.02.22 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |
| 3 | 发明专利 | 高光谱图像全色锐化方法、装置及电子设备 | ZL201910132953.6 | 2019.02.22 | 中煤航测遥感集团,西安煤航遥感信息有限公司,华南理工大学 | 万余庆,贺霖,魏云迅,朱嘉炜 |
| 4 | 计算机软件著作权 | gaiya Field-v1.0高光谱图像预处理软件 | 2018SR609363 | 2017.10.28 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |
| 5 | 计算机软件著作权 | 多批次长航时无人机航摄图像亮度调整软件 | 2018SR737534 | 2018.03.28 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |
| 6 | 论文 | 土壤氮磷钾的高光谱遥感探测方法 | 2018年9月，第30卷增刊1，p19-23 | 2018.09 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |
| 7 | 论文 | 基于扫描式高光谱图像的预处理研究 | 2018年8月，西安地图出版社，p1-4 | 2018.08 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |
| 8 | 论文 | 无人机航摄图像的亮度均衡化处理技术研究 | 2019年8月出版，2019年第S1期，P310-314 | 2019.08 | 中煤航测遥感集团 | 万余庆 |

**六、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** |
| 万余庆 | 1 | 首席专家 | 教高 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 项目技术负责，参与项目策划和可行性调研，主笔立项论证、编写申请书、汇报答辩、编写设计书、组织实施、参与外业调查和部分报告编制、报告定稿、成果验收与鉴定汇报。重点参与航空高光谱遥感数据获取，负责航空高光谱图像和无人机航摄图像预处理技术研发，开发编程，发明专利和著作权申报。 |
| 谢涛 | 2 | 所长 | 高级工程 师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 项目负责，参与项目策划和可行性调研，配合项目立项，负责项目具体实施，负责野外数据采集、数据处理、图件制作和报告主要编写。 |
| 江晓光 | 3 | 副所长 | 高级工程 师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，负责野外数据采集、参与数据处理、图件编制、报告野外工作部分章节编写 |
| 徐凯磊 | 4 | 无 | 工程师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，负责进行高光谱数据处理、参与成果鉴定材料部分编写及整理。 |
| 黄斌 | 5 | 无 | 工程师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，野外调查和数据采集。主要工作为无人机高光谱数据获取。 |
| 尘福艳 | 6 | 无 | 高级工程 师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，野外调查和数据采集。对高光谱数据进行处理和部分图件编制。 |
| 刘俊蓉 | 7 | 所长 | 高级工程 师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，负责野外数据采集、参与数据处理、图件编制、报告野外工作部分章节编写。 |
| 李煜 | 8 | 无 | 工程师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 项目前期商务沟通，项目策划和可行性调研。 |
| 王惠敏 | 9 | 无 | 工程师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与项目实施，野外调查和数据采集。主要完成高光谱数据处理及应用。 |
| 金航 | 10 | 无 | 工程师 | 中煤航测遥感集团 | 中煤航测遥感集团 | 参与数据处理、图件编制及项目验收资料整理。 |

**七、主要完成单位情况及创新推广贡献**

中煤航测遥感集团有限公司是该项目承担单位，从项目的立项报告编制、申报、汇报、答疑及后续的项目具体实施全部由本单位人员完成。主要贡献包括：1）无人机高光谱图像的获取技术集成成功，实现大疆M600 PRO无人机与Gaiaskymini高光谱相机的集成、图像、POS精准采集。2）开发基于Gaiaskymini高光谱相机的高光谱图像预处理软件，实现光谱定标、亮度校正、暗电流校正等。取得发明专利一项。3）开发基于多批次长航时的航空摄影图像的亮度均衡化处理技术，实现了所有批次图像亮度统一调整，取得发明专利一项。4）研发了基于多光谱、高光谱遥感图像的农田水、肥诊断与空间信息解析技术体系一套，能快速形成农情处方图。5）形成了基于兵团精准农业服务体系。实现了主要农作物的种植面积、长势、土壤湿度、土壤肥力的快速诊断服务。6）针对无人机遥感还开发了高光谱图像数据融合（已获专利）、地面温度定量反演（在审专利）、土壤矿物组分定量识别等模型（在审专利）。

**八、完成人合作关系说明**

项目参与人万余庆、谢涛、江晓光、徐凯磊、黄斌、尘福艳、刘俊蓉、李煜、王惠敏、金航共10人组成本项目所有完成人的研究和现场应用攻关小组，在该项目研究期间共同参与项目立项、撰写研究报告、合著论文、交流沟通、协作开展调研工作等多种方式参与该项目的理论框架构建与实证分析，在第1完成人带领下项目组成员协同合同共同立项，并开展了系统性的科研攻关工作，并将项目研究成果进行推广应用。因此本项目成果，是所有完成人共同努力的结果。项目建立的高光谱多源遥感农情分析模型;实现的无人机高光谱成像处理流程一体化；采用的任意时间航空摄影图像亮度均衡化处理技术。这些成果为精准农业应用的基础技术支撑提供了有力保障，促进了精准农业领域的技术进步和社会发展。