

信息科学部

“鼓励探索、突出原创”典型案例

案例 1：基于微结构七芯光纤的光致微马达（F05 光学与光电子学）

在光学操控领域，完全吸收性粒子的可控操作一直是一个具有挑战性的难题，目前仅在空气中或复杂光场（如矢量光场）下有少数实现案例。申请人提出了利用激光诱导产生光泳力，并同时调节介质热交换系数的新思想，实现了液体环境中吸收性粒子的捕获、移动、振动等操作，并利用常见的高斯光束，通过改变光强即可控制粒子的位置、运动速度、振动频率等物理量。它能够提供比于传统光学操控手段高 3-5 个数量级的驱动力。项目意在发展基于微结构七芯光纤的光致微马达，为光致微马达家族增添一种新的实现形式。

案例 2：非线性响应的可视化研究（F05 光学与光电子学）

光学非线性响应常常表现为光场引起的折射率变化。确定该响应的形式有利于分析非线性材料的性质，有助于精准再现与预测非线性动力学过程。传统方法通过探索非线性给光场形貌带来的变化规律，间接获取非线性响应函数。申请人研究发现非线性光传输方程中的内禀重力势场能分开非线性效应与衍射效应，同时将非线性响应函数映射到空间维度，提出及论证了非线性响应

可视化的实验方法。本项目以非线性响应可视化的物理机理为基础，利用自加速光场实现非线性响应函数到空间维度的映射，拟发展低功耗低成本、系统简单的实验方案，实现非线性响应的直接测量。

“聚焦前沿、独辟蹊径”典型案例

案例 1: 开放场景中大规模物体识别方法研究(F02 计算机科学)

目前的“深度学习+大规模数据+强监督标注”视觉识别模型范式在封闭场景数据集（类别确定、数量有限、标注充分）上的性能取得不断突破的同时也在日趋饱和，其发展正逐渐面临来自真实开放场景应用的挑战。申请人针对真实环境中开放式大规模物体识别的需求，重点解决小数据、弱标注、跨场景三个核心问题。不同于传统思路将物体识别看作单一维度、固定类别标签的分类任务，从真实世界万物互联的内在本质特性与人类视觉系统动态学习的智能机理中获得启发，将“物体识别”延伸为深度与广度两个维度上的“物理解”。本项目面向真实跨场景模型迁移需求，以视觉目标概念库为知识载体，通过场景动态交互建立模型学习与知识更新的闭环，赋予机器模型类人“终身学习”机制，有望突破现有识别方法框架的局限，建立具有仿人类视觉感知系统知识推理能力的理论与方法，引领形成新型的开放场景物体识别研究范式。

案例 2：基于复杂异构行为序列数据的用户行为建模关键技术研究（F02 计算机科学）

基于行为序列数据对用户行为进行建模，对用户偏好或未来行为做出预测，是当前的研究热点和前沿技术。当前行为序列数据呈现类型异构、复杂耦合等特性，而现有的用户行为建模方法把复杂异构行为数据按行为类型进行单独建模，无法有效捕获行为间复杂依赖关系。申请人针对行为序列数据呈现的新特性，采用独辟蹊径的研究思路，对异构行为间复杂依赖关系进行显式地刻画和建模，深度利用异构行为序列数据蕴含的信息，实现用户行为更精确的建模和预测。该项目的实施有望突破现有用户行为建模方法的局限性，为有效解决异构行为序列数据中复杂依赖关系的学习问题提供新的机制和模型，可支撑金融风险识别、精准广告、辅助医学诊断等重要应用。

“需求牵引、突破瓶颈”典型案例

案例 1：带钢轧机机组健康状况多源信息融合诊断与智能预测方法研究（F03 自动化）

带钢轧机机组健康状况决定轧机运行效率和轧制产品质量。本项目从轧机异常振动识别和关键设备故障诊断两个方面评估机组健康状况，建立机组异常振动动力学和故障机理模型，探索轧制过程多源信息融合新方法，构建工业环境下深度学习智能预

测策略，实现带钢轧机机组健康状况监测。本项目从带钢轧机机组实际生产中凝练关键科学问题，突破制约机组健康状况监测的关键技术瓶颈，属于需求牵引类研究。

案例 2：智慧燃煤发电系统多层次自学习协同最优控制（F03 自动化）

本项目从燃煤发电控制系统实际需求出发，针对燃煤发电控制系统存在着发电系统建模不精确、机炉协调控制不能满足灵活发电需求、锅炉运行效率低等燃煤发电核心问题，拟建立一套燃煤发电系统多层次自学习协同最优控制方案。首先根据燃煤电厂发电系统运行机理，通过贝叶斯网络等技术建立机炉协调系统、锅炉燃烧系统等系统神经网络控制模型，其次建立机炉多层次协同最优控制方案和机炉鲁棒自适应动态规划自学习最优控制方案，然后基于强化学习与多目标优化等理论，建立多目标锅炉燃烧子系统自学习最优控制方案，进一步构建汽水系统和汽轮机阀门自适应动态规划协调最优控制方案，最后建立燃煤发电控制系统自学习最优控制测试平台并在实际系统中进行实验与应用，创造实际经济与社会效益。本项目通过燃煤发电和人工智能技术的深度融合，致力于推动电力产业的智能化进程，进而促进能源技术革命，带动产业升级，对我国智能电网和智慧电厂的发展，具有重大价值和现实意义，属于需求牵引类研究。

“共性导向、交叉融通”典型案例

案例 1：基于射电天文望远镜的多基地雷达天体三维成像方法研究（F01 电子学与信息系统）

射电天文望远镜作为一种被动接收射电信号的科学装置是人类研究宇宙的重要工具。“十三五”期间建设的多部大口径射电望远镜都没有配备发射源，不具备主动雷达天文探测功能。申请人提出了基于射电天文望远镜的多基地雷达，通过将多部射电天文望远镜与雷达协同工作，使探测距离倍增。申请人提出的研究内容属于雷达和射电天文两个学科的交叉领域，需要解决的是行星高精度三维成像问题，研究的是天文学空间尺度与雷达成像机理的共同作用，拟采取的研究思路也是天文学知识与雷达信号处理技术相结合的产物。相关研究成果能为天文学提供一种新的观测手段，促进对类地行星和近地小行星的知识积累，有助于产生新的科学发现。

案例 2：玉米基因型-表型数据关联的智能处理方法与验证 F01 电子学与信息系统）

现代生物实验技术积累了大量的作物遗传数据，推动了传统田间育种向智能分子育种的转化。项目采用信息表示、机器学习、农学验证等理论与方法，解析玉米基因型-表型数据关联。申请人提出了通过揭示基因序列特征对表型作用机理，实现玉米多组

学数据的网络联合表示理论，探索亲本基因型-杂交种表型间遗传转化机制，以发现玉米分子遗传和智能化育种规律。研究内容属于智能化信息科学理论、方法与农业分子育种技术两个学科的交叉领域，需要解决基因型与表型正向决策可靠性和反向溯源合理性问题。拟采取的研究思路也是研究围绕基因型-表型间遗传关联网络构建、双向联合分析等不同阶段涉及的特定机器学习算法问题。相关研究成果能为揭示玉米基因型-表型间内在关联提供一种新的信息处理方法，有助于提升农作物产量与品质的分子育种。