**教育部实验室2022年度开放课题申报指南**

**课题1：基于事件触发机制的无人机编队系统建模、分析与控制**

基于自抗扰与扩张状态观测器方法，以无人机集群战场侦察为背景，在构建基于事件触发机制的无人机编队系统模型与干扰模型基础上，深入地研究在通信受限与外力及机间干扰影响下的无人机编队控制的问题，研究相应的事件触发协议策略设计，探索行之有效的协议和自抗扰控制器设计方法，综合考虑多种编队系统性能指标，为无人机编队控制和应用提供理论指导和依据。

**课题2：数据驱动和机理分析联合建模方法研究**

智能装备的感知、控制及优化等功能的发挥依赖于模型，机理模型基于动力学结构和参数，具有良好的外推特性，但是复杂动态机理建模非常困难；数据建模通过装备运行过程中大量数据来识别其复杂动态，特别是机器学习等数据驱动方法被广泛应用于各类装备和过程的建模，受限于测量技术、实验周期、数据积累等因素，数据建模方法同样面临难点。将机理和数据联合或混合建模，既考虑动力学机理，又减少对运行数据的需求，是极为活跃的研究领域。

**课题3：异常测量干扰下复杂系统的控制和状态估计**

工业过程中的传感器在信号采集时，会因突发性的故障或强噪声等原因导致测量序列中出现部分严重偏离真实信息的数据，称之为异常测量干扰。本项目旨在解决异常测量干扰下的几类复杂系统的控制和状态估计问题。首先，需以实际工程中异常测量的表现为导向，提炼出不同异常测量信号的动态规律并建立对应模型。然后以“异常分离-数据处理-综合设计”为核心思想，构建基于异常检测机制的控制和状态估计研究框架。面向实际工业中的一些典型复杂性现象，针对性给出合理的控制器及状态估计器设计方法。

**课题4：复杂环境中移动机器人的路径规划与跟踪控制**

路径规划与跟踪控制是移动机器人学中密切相关的两个重要的研究内容。与传统研究相比，在实际复杂环境中工作的移动机器人受到非常复杂的不确定性及环境干扰的影响，如非平坦地面、轮子打滑、负载变化等。因此，传统的基于精确模型的路径规划与跟踪控制存在很大的局限性，这就需要针对各种不确定因素，对移动机器人的路径规划与跟踪控制策略进行全新的分析与设计。本项目需围绕复杂环境中移动机器人的路径规划与跟踪控制展开研究，提出新的理论方法并进行工程验证。

**课题5：基于多智能体强化学习的自主无人系统博弈优化策略研究**

﻿自主无人系统协同中的智能指挥与决策方法是提升系统空战自主能力的核心问题。本项目需围绕智能指挥与决策方法中存在的“协同决策模型构建”、“自主体角色的动态调节方法”、“决策的博弈优化”三方面挑战展开研究，研究内容包括：建立主动防御编队巡航问题的算法博弈论模型，设计基于QMIX的组合博弈策略，用于实现编队巡航过程中系统探索效率最优化与隐私损失最小化；建立动态目标编队跟踪问题的算法博弈论模型，设计基于群体深度强化学习的组合博弈策略；研究多目标追逃博弈模型的特点和性质，设计基于多智能体分层强化学习的组合博弈策略，用于实现与优化多目标追逃过程。

**课题6：具有持续学习能力的机器人仿人五指灵巧抓取方法研究**

针对当前机器人抓取能力较弱、且在部署后难以在线增量式地改善抓取性能等问题，开展具有持续学习能力的机器人仿人五指灵巧抓取方法与控制策略的研究。主要研究内容包括：拟借鉴人类灵巧抓取和持续学习的生物神经机制，研究面向仿人五指灵巧抓取的持续学习方法和控制技术，提高机器人灵巧抓取的能力，为机器人在动态开放环境和多样化任务领域的应用奠定基础。

**课题7：聚变装置真空检漏机器人关键技术研究**

聚变装置是实现受控核聚变反应的大科学装置，而真空环境是聚变装置运行必不可少的条件之一。检漏是真空获得的一个必经步骤，采用人工施氦方式在聚变装置运行现场进行真空检漏，工作强度高，危险性大。对于未来聚变研究而言，聚变反应持续涉氚、涉中子运行，人员无法进入聚变装置大厅的高危环境下作业，因此研究远程检漏机器人及其控制技术是未来聚变装置运行亟需解决的关键问题。本项目要求通过对检漏机器人运动规划算法，供给系统，施氦执行器，远程控制和视觉识别等关键技术的研究，构建出适用于聚变装置的远程检漏整体解决方案，达到在聚变装置运行过程中无人进入装置核心区域进行检漏的目标，有力推动中国磁约束聚变能的发展进程。

**课题8：分布式发电组网系统稳定性分析与优化控制**

针对含高比例电力电子设备的分布式发电组网系统，研究系统的稳定性建模与分析方法，提出外部扰动条件下系统维持稳定运行的关键指标和理论判据，研究提高系统稳定性的优化控制方法，指导分布式发电系统的参数设计和协同优化运行，保障系统运行的安全性和可靠性。具体研究内容包括：组网型分布式发电并联系统动态特性建模、组网型分布式发电系统稳定性分析方法、考虑稳定性约束的组网型分布式发电系统优化控制方法、组网型分布式发电系统稳定性分析与测试平台。

**课题9：面向无人作战平台的多模式微电网集群供电系统研究**

针对复杂作战场景下无人任务载荷对供电模式高灵活性、可扩展性、强抗扰性的需求，开展以“网络化、协同化和智能化”为核心理念的多模式微电网集群供电系统研究，以集中式“母”微电网为能源保障核心、车载式“子”微电网为辅助移动作战供电平台，形成可分可合、可进可退的多形态供电模式以应对无人载荷大范围侦察、深入突击等任务需求，突破单微网智能运维和多微网能源协同互供技术，形成各类扰动下无间断能源保障能力。

**课题10：新型电力系统灵活运行的市场机制研究**

双碳背景下构建以新能源为主体的新型电力系统已成为未来能源电力的发展趋势，高比例新能源接入以及电动汽车大量入市加剧了电力系统的源荷不确定性，对电力系统灵活性提出了新挑战，需要合理的市场机制激活系统灵活性潜力。然而，电力市场设计之初并没有考虑到现如今大规模新能源发电及电动汽车的接入与迫切的灵活性需求，已有的市场机制缺少对灵活性价值合理的量化评估方式，难以发挥有效的激励作用。为此，需要研究适应新型电力系统灵活运行的市场机制，包括价值量化方法、市场结算机制、收益分配方法等。

**课题11：群体智能多车协同驾驶决策方法与系统研究**

为适应复杂场景下多车智能协同工作的要求，开展多车智能协同驾驶决策方法与系统集成研究，建立可行的群体智能多车协同驾驶决策模型与系统。主要研究范围：群体智能决策技术、群体车辆协同控制技术、集群任务分配问题模型和算法、多种任务应用场景设计出高效的路由协议，多智能体间信息的可靠传输。

**课题12：自动驾驶车辆的车路协同关键理论与算法研究**

为确保自动驾驶车辆在复杂路况下高效、安全行驶，建立车路协同理论与算法模型，开展自动驾驶车辆车路协同关键理论与算法研究。主要研究范围：激光雷达、摄像头等多传感器融合理论与算法，三维目标检测算法，车辆控制、路径规划、避障理论与算法，道路上行人、车辆、路况信息、天气信息等信息感知，车车、车路动态实时信息交互等。

**课题13：车用少稀土高效域交替极永磁电机技术研究**

针对传统车用驱动电机稀土永磁材料用量较多造成电机整体造价较高，且电机高效运行区域与电动汽车运行工况不匹配等问题，开展以“少稀土、高效域”为典型技术特征的交替极永磁电机相关研究，搭建考虑永磁体用量、循环工况下典型工况点效率最优、转矩及功率输出能力的全工况下多层多目标优化设计，同时开展电机电磁-流体-机械耦合下的温升及动力学校核，保证电机安全可靠运行，突破传统车用驱动电机技术壁垒，形成一类低成本、高可靠性、全域高效的新型驱动电机。

**课题14：重载大功率永磁电机高效冷却技术研究**

特种车辆永磁电机短时大功率过载情况下电机损耗密度大，且电机散热困难等需求，开展以“高电磁负荷、高效” 等典型技术特征的高功率密度永磁电机高效冷却技术研究，分析高电磁负荷下永磁电机损耗分布规律及抑制方法，搭建电磁-流体-温度场多物理场耦合模型，有效提升电机功率密度，保证电机安全可靠运行，突破短时超强过载下电机的散热及效率难题，形成一类具有高功率密度、高效率、高安全性的新型永磁电机及高效散热方法。

**课题15：面向新能源汽车无线传感器系统的全数字锁相环芯片研究**

针对新能源汽车无线传感器系统芯片高集成度、高能量效率的应用需求，围绕低相位噪声、低时钟抖动的设计目标，从算法、架构、电路三个层次开展面向新能源汽车无线传感器系统的全数字锁相环芯片研究：研究基于硬件描述语言的全数字锁相环时域模型及低噪声全数字锁相环芯片架构；研究环路非线性与整数边界杂散的耦合机制及小数杂散抑制技术；研究高线性度、低噪声的关键射频模拟电路，包括时间-数字转换器，数字-时间转换器，数控振荡器等。基于上述研究工作，设计面向无线传感器系统的低噪声全数字锁相环芯片。

**课题16：网络攻击下基于采样数据的军用多智能体系统的事件触发协同控制**

基于李雅普诺夫函数或李雅普诺夫-克罗斯基泛函分析方法，以多智能体系统的军事应用为背景，在构建基于动态事件触发机制的多智能体系统的采样数据控制模型与网络攻击模型基础上，深入研究被攻击采样数据在网络传输中受阻、延迟、被替换等不利影响下的多智能体系统协同控制问题，研究对应的动态事件触发协议的设计，探索可行的连续、离散或混杂式自抗攻击控制器设计方法，综合考虑多种系统控制性能指标，为多智能体系统的协同控制及其军事应用提供理论指导和依据。

**课题17：面向无人机的随机系统稳定性数值仿真**

在航空领域中，稳定性是无人机最重要品质之一。无人机在飞行过程中，难免会遇到各种突发状况或天气变化，使无人机偏离正常飞行状态。在扰动消失后，无人机如何恢复到原来轨迹状态，就涉及到动态稳定性。本课题基于随机系统稳定性理论，在构建无人机干扰模型基础上，深入研究此类具有高度非线性特征的随机系统数值方法的稳定性，为无人机系统稳定性数值仿真提供理论指导和参考依据。

**课题18: 可重构智能表面辅助的MIMO系统中移动机器人位置和信道的联合估计研究**

精准定位服务与智能信息技术发展紧密相连，已经成为智能信息技术重要基础支撑。尤其在智能机器人领域，无处不在的精准定位服务是保障智能机器人与其他智能体能够有效运行的重要支撑技术之一。在诸多新的无线技术中，可重构智能表面 (RIS) 有望成为超5代 (B5G) 系统的基础技术，且现有研究表明，可重构智能表面能够为整体系统性能带来增益，如信道增益、频谱增益等。然而，诸多系统增益需要精准的信道参数以及智能机器人和其他智能体的位置。因此，对信道参数和机器人位置进行联合估计优化，是保证可重构智能表面辅助MIMO系统的关键步骤，但是信道参数估计和机器人位置估计均需要解决高复杂度、非线性的问题，需要面对多参数的级联耦合问题挑战。本课题聚焦于可重构智能表面辅助MIMO系统的定位和信道估计联合优化研究的关键技术，以概率图模型和变分贝叶斯框架为基础，设计低复杂度、高效的近似算法，实现对机器人位置和信道参数的联合优化设计，同时对提出的算法性能进行理论分析。

**课题19：基于立体视觉的移动式协作机器人对金属铸件的位姿测量与定位抓取研究**

针对使用立体视觉技术的移动式协作机器人，在开放环境下用于无序摆放的金属铸件的6DOF位姿测量时，存在的识别率低及定位精度差的问题。通过引入虚拟现实技术并借鉴持续学习的生物神经机制，研究面向金属铸件的机器人视觉引导定位方法，提高移动式协作机器人对无序放置的毛坯与粗加工金属铸件的6DOF定位抓取精度。为机器人在动态开放环境下，用于无人工厂中的多样化任务应用奠定基础。

**课题20：工业机器人的健康评估与预测技术研究**

以健康评估与寿命预测为核心的预测与健康管理是提高工业机器人等复杂工程系统安全性、可靠性和可维护性的重要技术手段。健康管理通过在线估计系统当前健康状态，预测其健康退化趋势和剩余使用寿命，为系统精准运维提供及时准确的决策辅助信息，提高系统安全性和可靠性。数据驱动的健康评估与预测技术是目前健康管理领域的研究热点之一，因它可以不依赖于故障演化或寿命退化过程的精确解析模型，通过分析传感器实时监测数据，利用统计学习、人工智能方法，挖掘系统中隐含的故障和退化特征信息，实现系统健康评估与剩余使用寿命预测。数据驱动的健康评估与预测技术易于理解，实用性强，在实际工程系统中已有诸多成功案例。然而，在缺少先验知识和完备信息的情况下，数据驱动的方法仍面临难于处理数据的高维度、无标签、不均衡问题和健康评估与预测过程中的多源不确定性问题。而这些问题严重影响健康管理技术的工程应用。本课题拟在充分研究健康监测数据预处理和退化特征提取基础上，开展基于先进人工智能算法的健康评估与预测技术研究，并在工业机器人控制系统上进行相应的算法验证，以期提供一个合理可行的系统级健康评估与预测技术实施方案。

**课题21：任务驱动下群体机器人系统协同控制关键技术研究**

随着电力无人巡检、物流协同运输、地图快速构建、交通路况检测等任务需求的提出，实现群体机器人在这些行业中的应用，有助于减少人力成本，提高经济效益，推动地方经济发展，进而促使传统行业向智能化方向发展。由于不同行业环境不同，导致任务需求不同。面对不同的任务需求，实现群体机器人系统协同控制关键问题的解决，具有一定的理论意义和实际价值。课题拟研究内容包括但不限于：自组网技术在群体机器人系统协同控制中的应用，群体异构传感器信息融合与估计技术，群体机器人系统协同控制技术、协同探测与识别技术，群体机器人系统时变编队控制技术，非理想环境下群体机器人间信息的可靠传输，群体机器人系统协同智能决策技术。

**课题22：新型硅橡胶干式变压器及其在光伏升压变工况下的分析与优化**

在以新能源为主体的新型电力系统中，干式变压器是广泛使用的关键设备。传统环氧树脂干式变存在耐热等级低、导热能力差、难以回收等问题。特别是在大容量光伏升压变工况下，较高的温升加速环氧树脂分解，其可靠性和环保性有待提升。本项目研究将绿色环保的硅橡胶材料用于光伏升压变绝缘系统的方案，针对光伏系统中的双分裂变压器，建立三维有限元模型，进行工频耐压和雷电冲击下的电场仿真，全/半穿越下的温度场计算，投切过程中暂态磁场与电动力仿真，校验变压器的电、热、动稳定性，研究优化方法，为光伏系统中新型硅橡胶干式变的设计与应用提供理论指导。

**课题23：面向智能电网中GSA安全状态估计关键技术研究**

随着智能电网的高速发展，智能电网的电力系统状态和电网安全问题日益突出。传统电网SCADA系统报告率低，非线性状态估计复杂，难以满足高精度状态分析和实时安全监测的要求。PMU可以提供同步相量测量，其采样率远高于SCADA系统，可以实时估计电力系统的状态，并对异常情况做出快速响应，在电力系统状态估计中的作用越来越重要。然而，由于PMU使用的是未加密的GPS民用信号进行同步，易受到网络攻击(GPS欺骗攻击，GSA)。GPS欺骗攻击通过引入错误的时间戳而引起PMU测量的相位角变化。这会导致状态估计其估计出不正确的系统状态，从而影响整个电力系统的正常运行。因此研究面向PMU的GPS欺骗攻击于防御方法对保证电力系统的安全有重要意义。

本项目拟从电力系统中未知的GSA下的安全状态估计和攻击检测出发，分析并建立GSA下的PMU测量模型，并通过分析求解模型，试图揭示电网攻击对电网状态估计的影响以及攻击的本质，为电网安全以及电网状态估计提供理论框架支撑。

**课题24：计及风电与光伏出力不确定性的最优潮流研究**

发展高比例可再生能源电力系统己成为我国乃至世界的必然趋势。由于风、光等能源的随机波动特性，电力系统不确定性激增，电网运行状态复杂多变，威胁电网可靠经济运行，甚至引发大停电事故。电力系统潮流分析(包括潮流计算与最优潮流计算)是保障电网可靠经济运行的基础分析工具。基于数据驱动的智能算法具有高维复杂非线性特征逼近能力强、在线计算速度快(输入直接映射至输出)的特点，为解决上述矛盾提供了新契机。本项目在现有优化理论的基础上，结合电力系统发展趋势以及基于数据驱动智能优化方法，研究考虑多种不确定性因素的电力系统最优潮流。优化方案更好的兼顾经济性和安全性，使得新型电力系统在不确定性环境中能保持较好性能。

**课题25：考虑需求响应的综合能源系统多时间尺度低碳经济调度**

拟以综合能源系统为主体，基于综合需求响应策略、碳交易机制以及模型预测控制方法，对综合能源系统多时间尺度低碳经济优化调度算法展开研究，达到有效降低源、荷预测误差对系统运行的影响，进一步提升综合能源系统的经济性和稳定性的目的。主要研究内容如下：（1）研究奖惩阶梯型碳交易机制和综合需求响应策略的协同优化，实现综合能源系统低碳、经济运行。（2）研究基于激励型综合需求响应策略的日内双时间尺度滚动优化调度策略。通过逐级细化时间尺度缓解系统中可再生能源和负荷预测误差对系统优化运行的影响，进一步提升综合能源系统的经济性和稳定性。

**课题26：基于数据驱动的大规模光伏阵列性能退化模型研究**

从内部工作机理和结构入手，建立大规模光伏阵列数学仿真模型；融合光伏发电数据、太阳辐射数据和气象数据，实现光伏阵列功率预测；结合光伏阵列运行过程数据，分析光伏阵列失效机理；综合统计学习及数据挖掘技术，完成大规模光伏阵列的性能退化建模；研究多物理场耦合及典型故障条件下光伏阵列系统出力行为特性，提出有效的光伏阵列寿命预测方法。本课题为大规模光伏阵列的运维提供理论指导，对提升光伏电站智能化运行水平、延长光伏阵列生命周期、使得投资收益最大化具有现实意义。

**课题27：基于改进多智能体一致性的并网微电网经济优化控制与关键技术**

为降低并网微电网系统中分布式电源（distributed generation, DG）运行成本和购电成本，本项目基于多智能体一致性算法提出一种改进牵制一致性算法，该算法选取成本微增率（Incremental Cost Rate, ICR）作为一致性变量，引入功率偏差消除项，快速消除总功率偏差，通过计算各DG的最优ICR，得到系统运行总成本最小化时各DG的优化有功出力。通过构建分布式三层控制架构，提出基于改进牵制一致性的并网微电网经济优化控制方法，其中经济优化运行控制层发送各DG优化后的有功出力目标至下垂控制层，实现各DG有功出力的合理分配，并通过频率和电压优化控制保证系统频率和电压的稳定，完成系统经济优化控制目标，满足用户负荷用电总需求和电能质量要求，使系统具有较快响应速率和较优动态稳态性能。同时项目将从全天分时电价、通信拓扑变化、牵制系数、功率偏差消除系数、DG即插即用、通信时延等方面研究优化控制关键技术。

**课题28：基于自中心分层拓扑结构的能源互联网路由策略研究**

能源互联网是能源系统、能源市场与互联网技术深度就融合的能源发展新形态，能源互联网的核心设备——能源路由器是进行能源控制和信息传输的智能控制单元。设计有效的路由策略实现能源的互联互通是能源互联网的核心问题之一。本项目研究内容：（1）构建以负荷路由节点为中心的分层递增网络拓扑结构；（2）采用LSRM神经网络算法预测能源路由器的拥塞情况，提出基于LSTM算法的实时拥塞能源路由优化策略；（3）考虑将能源传输损耗与电力交易价格，提出基于非线性规划的低损耗和低成本能源路由策略。相关研究对促进能源互联网的发展具有理论意义和实用价值。

**课题29：针对恶劣天气条件下的自动驾驶环境感知算法研究**

恶劣天气挑战是智能驾驶应用中的瓶颈问题。针对该问题展开恶劣天气条件下的自动驾驶环境感知算法研究。主要研究范围：（1）构建基于全卷积网络的图像增强算法，有效分解出本征分量，并对光照分量进行重构，实现图像视觉质量提升。（2）研究多模态特征融合算法，利用超声传感及3D点云辅助视觉感知，并通过专家混合模型实现多模态信息交互。（3）设计领域自适应算法，进行生成对抗网络建模，通过无监督监督学习消除语义鸿沟，改善模型的光照鲁棒性能。

**课题30：基于弱泛化重构的新能源汽车电池模组故障诊断与隔离技术研究**

利用新能源汽车管理系统数据建立数据驱动的故障诊断与隔离方法对系统安全和可靠运行具有重要意义，是近年来的研究热点与难点。本项目利用新能源汽车管理系统采集的大量电池运行状态数据进行无监督故障检测与隔离技术研究。首先，研究掩码自监督编码学习模型，利用掩码功能强迫模型学习更高效的特征表达，通过邻域约束，达到抑制自监督编码器泛化能力的目的，正常状态数据重构误差小，异常数据重构误差大。其次，基于重构误差和贡献率设计故障检测与隔离方法，提升电池模组的故障检测准确率和定位准确性。

**课题32：面向智能驾驶的环境感知视频结构化分析研究**

随着智慧城市发展与智能驾驶技术在各领域的广泛应用，大量的传感设备铺置在城市道路和轨道等场景，为多维度全方位感知城市交通状态构建了广泛的感知网络，产生了海量的环境感知视频数据。海量交通环境视频数据是智能驾驶的数据宝藏，理解与分析这些数据是实现可靠智能驾驶的关键。面对高度冗余的环境视频数据，如何高效、准确地挖掘和提取结构化信息，实现对重点目标的快速检测、识别与检索，是环境视频处理的核心问题，即环境感知视频结构化分析。环境视频结构化分析包括车辆视频结构化分析、人员结构化分析及其行为分析。其中，车辆结构化作为一个复杂的多步骤任务，主要由车辆的检测、车辆的属性识别以及车辆的检索与重识别等构成。人脸结构化和行人结构化是环境视频分析中行人结构化智能分析中的两个重要研究方向，主要分析人脸或者行人的一些表观属性。项目研究智能驾驶中环境感知数据的高精度特征提取、高维度信息融合和高准确度目标识别与检索的相关理论与高效算法，提高智能驾驶对周围环境的快速感知、准确规划及自主驾驶的能力和可靠性。

**课题32：新能源汽车再生制动力分配方法的多目标优化研究**

本项目以新能源汽车再生制动系统为研究对象，针对实现制动能量回收最大化进行的研究。通过研究最新电动汽车再生制动系统的结构，在Simulink中搭建关键零部件模型，综合考虑车辆运行状态、电机电池的工作状态，针对再生制动能量回收系统对整车安全性和节能性的要求，从前后轴制动转矩分配和再生制动与液压制动转矩分配等多角度进行分析。并考虑车辆运行和制动之中的多方面因素影响，设计控制器对上述不同因素进行控制。创新点在于对控制器的控制过程进行优化，完成隶属度函数参数自整定算法设计，从而得到基于深度学习后的控制器分配算法，实现再生制动力的分配优化。

**课题33：基于注意力机制的遥感影像路网检测**

从高分辨率遥感影像中提取并检测路网一直都是计算机视觉研究的热点和难点。目前，基于注意力机制的深度神经网络在图像分类和目标检测等方面取得优良性能，基于注意力机制的深度神经网络不仅拥有优良的特征学习和提取能力，而且对小目标检测同样有效。。鉴于此，本文将具有注意力机制的深度神经网络引用并应用于遥感影像路网检测，遥感影像路网检测存在着路网道路复杂、干扰信息较多以及路网检测目标较小等问题，利用具有注意力机制的深度神经网络对遥感影像进行路网提取和检测能够最大可能克服遥感影像路网检测存在的问题，以期取得更好的遥感路网检测结果。

**课题34：车载三维显示关键技术问题研究**

针对车载显示三维显示效果不佳和计算复杂高的问题，在分析其显示机制的基础上，突破现有的研究思路，从电磁波的基本理论根源着手，结合当前的新理论、新算法、新器件，研究全息再现的新理论、新算法，建立实验验证和研究系统。主要研究内容包括：(1)针对三维显示计算复杂度高的问题，根据信号的具体特征，采用压缩感知采样理论、深度神经网络理论对物光波进行稀疏、重构，建立相应的稀疏、重构模型。(2)从电磁波的理论根源着手，结合深度神经网络理论与算法，探究复杂物体的矢量传播原理，建立精确的物光传播模型，为高质量的全息制作提供理论与算法依据。(3)将深度神经网络理论与相位计算理论相融合，探索高精度、高衍射效率的全息图编码理论及相应算法，建立高质量纯相位全息图编码理论与算法模型。(4)通过研究三维显示器件的显示机理，建立三维再现系统，既可以验证所提的理论和算法，又可以为实际应用提供重要的实验依据。

**课题35：手术机器人视觉感知系统研发**

手术机器人已逐渐成为医疗系统高端装备技术，它首先需要一双敏锐的眼睛，即视觉感知系统，才能具备识别、分析和处理复杂工作环境的能力，典型的视觉感知系统包括图像采集和图像处理部分。本课题首先通过一套数字摄像系统完成非理想环境下的多路图像采集，通过传感器给出RGB信号，其次，利用基于FPGA的硬件系统对所得图像进行实时增强，三维重建，完成对目标体的距离和位姿信息的精准估计，为控制单元提供准确数据。