附件4

2023年度北京市自然科学基金-昌平创新

联合基金项目指南

肿瘤免疫与精准治疗领域

重点研究专题项目

**一、实时动态的胃肠道肿瘤患者类器官库的建立和鉴定**

针对现有胃肠道肿瘤类器官模型存在异质性大、可重复性不足以及稳定扩增受限等问题，建立可重复、可稳定扩增、可传代和能动态反映肿瘤演变状态的胃肠道肿瘤患者类器官库，并对其进行鉴定和分析，为肿瘤治疗新靶标和高通量药物筛选评价提供平台或基础。

**二、EGFR突变阳性早期肺腺癌新辅助免疫治疗的响应机制与疗效预测研究**

针对EGFR突变阳性肺癌患者仍存在肿瘤免疫微环境响应机制不明、有效分子标志物及疗效预测模型缺乏等问题，通过多维度、多组学研究，解析EGFR突变阳性早期肺腺癌免疫疗效相关的单细胞水平空间免疫微环境特征，探索新辅助免疫治疗获益EGFR突变阳性肺腺癌的响应机制，鉴定潜在分子标志物，建立EGFR突变阳性早期肺腺癌新辅助免疫治疗疗效预测模型，为新辅助免疫治疗应用于EGFR突变阳性早期肺腺癌提供理论依据。

**三、免疫治疗负向疗效调控分子机制研究**

针对目前免疫治疗部分患者疗效不佳的问题，基于多维度、多组学等方法，研究免疫治疗后肿瘤免疫微环境中免疫细胞亚群、细胞因子、关键分子表达等变化规律；分析免疫微环境变化的特征标签及相关基因上下游信号通路；阐明免疫治疗负向疗效调控分子机制，建立免疫治疗负向疗效人群预测模型，并进行评价。

**四、高质量免疫治疗相关数据库和人工智能预测模型建立**

针对我国缺乏高质量免疫治疗相关组学数据库等问题，聚焦我国发病率高的特定肿瘤，整合国内外免疫治疗相关临床数据和多维度组学数据，建立高质量数据库；基于人工智能等技术，分析肿瘤免疫耐药等机制，建立并验证肿瘤免疫治疗疗效和不良反应预测模型。

前沿项目

**1.肿瘤免疫治疗生物标志物筛选研究**

针对我国常见肿瘤的免疫治疗，解析肿瘤免疫微环境特征，探索肿瘤对免疫治疗的响应及引起免疫治疗耐受的机制，筛选肿瘤免疫治疗的预测性生物标志物和潜在治疗靶标。

**2.肿瘤靶向治疗的耐药机制与干预策略研究**

针对我国常见肿瘤的靶向治疗，探索肿瘤靶向治疗的耐药机制和关键分子，提出克服肿瘤耐药的新策略。

**3.免疫联合治疗协同增敏机制研究**

针对重大肿瘤疾病临床治疗中的关键问题，提出靶向治疗、免疫激动剂、化疗或局部治疗等与免疫治疗联合的新策略，研究联合用药的协同增敏机制。

**4.逆转肿瘤免疫治疗耐药的策略研究**

基于基因编辑、单细胞组学或纳米技术等新技术，提出逆转肿瘤免疫治疗耐药的新策略，揭示相关作用机制。

**5.基于人工智能的抗肿瘤药物筛选**

基于大数据、知识图谱等方法，构建系统、高效的药物重定位算法，开展抗肿瘤药物筛选，并进行验证。

**6.基于罕见瘤种患者来源的类器官模型与药物筛选**

建立罕见瘤种患者来源的类器官模型,筛选肿瘤候选治疗药物。

**7.基于真实世界数据的抗肿瘤药物的药理学模型研究**

基于国内外抗肿瘤药物的循证评价和不良反应的真实世界研究，开展中国人群药物有效性和安全性分析，构建人群用药的PK/PD模型。

**8.抗肿瘤药物综合获益的卫生经济学评估**

基于前瞻性研究队列，量化评估不同类型抗肿瘤药物对患者生命质量、医疗资源消耗等影响，并对抗肿瘤药物安全性提升带来的综合价值获益进行卫生经济学评估。

疫苗与检测领域

重点研究专题项目

**一、基于真实世界的水痘疫苗有效性、安全性及卫生经济学评价研究**

围绕儿童水痘疫苗接种后疫苗株相关的水痘样疹和带状疱疹发生情况开展研究，研究其流行病学特征和突破性感染的发生机制，明晰水痘样疹的发疹规律，阐明水痘疫苗接种的有效性及安全性的真实世界效果，分析水痘疾病负担，并开展疫苗接种的卫生经济学评价。

**二、基于广谱中和表位结构图谱的EV71疫苗效力体外评价方法研究**

针对EV71疫苗的有效性评价存在效率低、检测变异大、仍需体内和体外效力并行检测等问题，构建EV71疫苗关键中和表位对应的单克隆抗体盘，揭示中和表位结构特征与疫苗免疫效力的对应关系，建立EV71疫苗体外相对效力检测方法与评价体系，阐明广谱中和表位结构图谱，为EV71疫苗效力体外评价方法和疫苗抗原设计提供理论依据。

**三、呼吸道黏膜疫苗对过敏性鼻炎的影响研究**

针对过敏性鼻炎发病率高、病程长、易反复发作，特别是北京地区过敏性鼻炎发病率呈逐年上升趋势等问题，探究呼吸道黏膜疫苗在应用过程中对过敏性鼻炎患者的影响，探索疫苗对过敏性鼻炎患者影响机制与持久性，为呼吸道黏膜疫苗在过敏性鼻炎患者中的应用提供理论支撑。

**四、HIV自检试剂在艾滋病防控中的应用及策略优化研究**

针对我国HIV诊断检测率低等问题，围绕HIV自检的心理、社会、文化等行为机制的理论与方法开展研究，探究适应新时期HIV自检模式的政策和路径，评价新型HIV自检模式在扩大检测和促进感染者发现中的效能，评估新型HIV自检模式的卫生经济学效益，为提升我国艾滋病防控水平提供科学依据。

前沿项目

**1.医院内感染重要细菌核酸快速检测新技术研究与评价**

针对医院内感染重要细菌，建立基于基因编辑等核酸快速检测新技术，并对其快速性、灵敏性、特异性等关键性能进行评价。

**2.手足口病的流行病学研究**

基于我国手足口病的流行病学和病原学特点，分析我国手足口病的流行特征，阐明引发手足口病的主要肠道病毒（EV71、CA16、CA10、CA6等）的病原构成变化及主要肠道病毒基因变异规律，为多价疫苗的研发提供依据。

**3.水痘-带状疱疹病毒血清流行病学调查及疾病负担研究**

开展不同人群中水痘-带状疱疹病毒血清流行病学调查，探索人群病毒感染特征，预测人群带状疱疹发病风险、疾病负担，为疫苗接种策略提供依据。

**4.高通量水痘-带状疱疹病毒膜抗原荧光抗体智能检测方法研究**

针对经典水痘-带状疱疹病毒膜抗原荧光抗体检测方法（FAMA法）判读主观性和劳动密集等问题，构建基于人工智能的高通量FAMA检测方法，并对检测方法可靠性进行评价。

**5.艾滋病毒感染后不同体液样本中抗体动态变化规律研究**

研究艾滋病毒感染后人体血液、尿液或口腔渗出液中HIV抗体阳转时间特征，探究治疗前后不同类型样本中抗体含量及动态变化规律。

**6.结核感染的T细胞免疫应答反应及检测干扰因素研究**

探究结核潜伏期、活动期、隐性感染等不同感染阶段的T细胞免疫应答规律，分析免疫受损、炎症风暴等特殊人群结核感染T细胞检测的干扰因素，为相关试剂优化提供依据。

**7.传染病免疫检测的影响因素研究**

探究微生物因子、生物制剂、免疫调节药物、疾病类型或治疗等因素对传染病感染八项免疫诊断试剂检测结果的影响，为相关试剂优化提供依据。

**8.癌症核酸标志物灵敏检测新方法**

针对癌症核酸标志物检测，基于倏逝波荧光、CRISPR等技术，构建高特异性、高灵敏度生物传感系统，建立癌症核酸标志物灵敏检测新方法，并开展验证。

**9.半胱氨酸蛋白酶抑制剂C量值溯源体系的建立与评价**

基于靶向液相色谱串联质谱法等技术，建立半胱氨酸蛋白酶抑制剂C参考方法，研究基于人血清基质参考物质，为半胱氨酸蛋白酶抑制剂C检测系统提供高级别量值溯源标准。

骨与关节领域

重点研究专题项目

**一、新型生物型关节假体制备、调控与评价**

针对现阶段常规生物型关节假体由于表面弹性模量不可调控，植入人体后假体与骨质界面处存在力传导屏障，易引起骨折、假体与骨质不整合等问题，设计制备表面弹性模量可调控、整体结构强韧、易于骨长入的生物型关节假体；分析关节假体植入前后力学性能变化规律，探究假体植入后与骨微环境交互作用机制；建立弹性模量匹配度评价模型，并进行安全性有效性评价。

**二、适用于我国人群特征的全腕关节置换假体制备与评价**

针对腕关节融合术导致腕关节活动功能丧失、上肢功能减退等问题，研究我国典型区域人群全腕关节骨性解剖特点，建立生物力学表征体系及全腕关节运动学模型，并基于腕关节生物力学表征体系关键指标，提出具有仿生特征的人工全腕关节假体设计方法；研制符合生物力学特征人工全腕关节假体，并进行安全性有效性评价。

**三、基于多维适配理念的人工髋关节发育不良假体制备与评价**

针对髋关节发育不良诊疗中常规人工髋关节假体存在适配性差、术后脱位率高、翻修率高等问题，研究髋关节发育不良患者的脊柱-骨盆-下肢解剖特征、肌骨力学环境、联动机制；开展髋关节发育不良患者假体置换后的肌骨运动学、动力学研究，探究人工髋关节摩擦机制；制备满足髋关节发育不良患者矢状面-冠状面-横截面多维适配的人工髋关节假体，调控假体解剖适配性、耐磨性；并对假体安全性有效性进行评价。

**四、面向全膝关节置换的多模态影像融合与张力控制研究**

针对机器人全膝关节置换手术中存在的软组织平衡与张力控制过程精度不足、实时性差、主要依赖主观经验、无法与术前影像相融合等问题，研究多模态影像特征提取与融合算法，建立软组织平衡与张力控制方法，实现术中软组织平衡与张力的精准化、数字化控制，并进行安全性有效性评价。

前沿项目

**1.基于侧方腰椎椎间融合器的脊柱侧弯矫形方法研究**

基于脊柱侧弯个体化生物力学特征，开展基于3D打印腰椎椎间融合器的脊柱侧弯精准矫形方法研究。

**2.个性化颈椎椎体制备及其生物力学性能研究**

基于颈椎生物力学特性，制备满足患者个性化需求的颈椎椎体，并开展个性化颈椎椎体生物力学性能研究。

**3.个性化填充体治疗距骨巨大骨软骨损伤关键技术研究**

面向距骨巨大骨软骨损伤治疗需求，建立距骨生物力学模型，研制符合距骨生物力学特征的个性化填充体。

**4.面向儿童肘关节周围复杂骨折诊疗的个性化钢板研制与评价**

基于儿童肘关节周围复杂骨折特点，研制满足儿童骨质特点的个性化钢板原理样件，并进行评价。

**5.面向机器人髋关节置换的术前规划方法研究**

面向机器人髋关节置换，研究基于脊柱-骨盆参数优化的术前规划方法，并进行评价。

**6.基于二维影像的膝关节个性化截骨工具关键技术研究**

开展二维影像三维重建方法研究，建立基于下肢二维影像的膝关节个性化截骨工具设计方法。

**7.不同应力状态下上肢骨骼-假体界面整合机理研究**

针对上肢典型部位，建立拉、压、剪切等不同应力作用下的生物力学模型，并研究其在不同应力状态下的骨界面整合机理。

组织再生与功能修复领域

重点研究专题项目

**一、基于人工智能的重组人源化胶原蛋白材料设计、敷料研发及其促血管再生功能评价**

针对慢性难愈合创面的发病机制复杂、创面血管化难度大的问题，基于Alpha Fold技术开展重组人源化胶原蛋白基材料的促血管功能化智能预测和高通量筛选研究，探究其促血管化的构效关系，发展快速促创面愈合敷料的设计方法，阐明敷料促创面修复及促血管再生的界面作用机制，并对敷料安全性有效性进行评价。

**二、高性能小关节软骨修复材料关键技术研究**

针对目前小面积软骨缺损修复材料性能差等问题，研制基于聚乙烯醇（PVA）高分子凝胶类高生物相容性软骨修复材料，探究新型软骨修复材料与软骨接触界面的长期相互作用机制，建立新型软骨修复材料弹性模量等关键性能调控方法，并在足趾软骨、足踝软骨等小关节软骨损伤修复中进行安全性有效性评价。

**三、长效青光眼引流装置关键技术研究**

针对青光眼引流管植入术后瘢痕化的问题，研制基于聚乙烯醇（PVA）的长效青光眼引流装置；建立PVA材料的管径、膨胀系数等关键性能调控方法；发展PVA引流管表界面修饰技术，实现抗瘢痕性能；探究基于PVA材料的青光眼引流装置的安全性与有效性；并进行验证。

**四、基于胶原仿生有序结构的颅颌面复合组织修复材料研制与评价**

针对颅颌面复合组织缺损自我修复能力差等问题，研发多级取向仿生结构胶原支架材料体外制备新技术；建立仿生胶原支架材料理化性能及生物功能调控新方法，探究仿生胶原支架材料诱导骨腱形成、血管长入等疗效及机制，并对仿生胶原支架材料促进颅颌面复合组织缺损修复的安全性有效性进行评价。

**五、神经内镜下颅底重建新型修复材料研制及机制研究**

针对现有神经内镜下颅底重建效果不理想等问题，系统构建临床修复治疗策略，研制含成纤维细胞生长因子缓释系统的胶原蛋白类新型修复材料，探究其在颅底修复应用中止血抗感染、促进血管生成、诱导胶原长入并有序排列等动态修复机制，建立此类新材料应用于颅底重建的关键性能评价标准，并开展安全性有效性评价。

**六、医用级对二氧环己酮单体低成本制备关键技术研究**

针对国内医用级对二氧环己酮（PDO，又称1,4-二恶烷-2-酮）单体供应受限的问题，通过一步简单反应制备PDO单体，设计新型高稳定性催化剂，探究催化剂种类、配比、用量等因素对该反应动力学的影响，获得转化效率高于70%的高效催化剂，发展原料易得、可规模化生产、成本可控的PDO单体制备关键技术。

前沿项目

**1.NIR-II区光敏分子的设计合成及效果评价**

设计制备高光热转化效率的NIR-II区光敏剂，探究其在光热条件下对脂肪细胞的作用机制，并对其减脂效果进行评价。

**2.透明质酸复合溶液对老化真皮组织的修复机制与评价**

研究含肌肽等成分的透明质酸复合溶液对老化真皮组织的抗糖基化、抗氧化及促胶原再生等作用机制，并基于改善前胸皮肤老化分级进行安全性有效性评价。

**3.含生长因子的胶原蛋白海绵促慢性创面修复机制研究**

研究成纤维细胞生长因子和胶原的协同作用，探索其在慢性创面修复过程的增殖期促创面血管化、上皮化及重塑期抑制瘢痕增生的机制，并对其促慢性创面修复效果进行评价。

**4.含PEG-PLLA的透明质酸修复皮肤光老化机制研究**

基于皮肤光老化动物模型，探究**含**PEG-PLLA的透明质酸对皮肤微环境调控、皮肤屏障修复和组织再生的作用机制。

**5.皮下植入羟丙基甲基纤维素体内代谢研究**

研究皮下植入羟丙基甲基纤维素在生物体内的分布、降解、外排等特征及影响因素。

生物医用材料领域

重点研究专题项目

**一、降解时间可控的皮肤填充材料的制备及性能评价**

针对皮肤填充材料长期填充效果不理想、皮肤修复机制不明确等问题，基于可降解高分子微球和天然生物活性材料，制备降解时间可控的复合皮肤填充材料，解析其体内降解行为与诱导机体免疫响应并刺激胶原蛋白分泌的相关性，以及随时间变化的动态规律，体内外试验评估其长期皮肤填充和修复效果，构建满足持续性填充效果和最佳修复效果的复合填充材料体系。

**二、胎盘多肽促面部皮肤状态改善的机理研究及效果评价**

针对胶原蛋白流失导致面部皮肤状态难以改善的问题，分析面部胶原蛋白流失程度及分布特点，建立面部皮肤状态改善评价的体内外模型，构建胎盘多肽谱库，研究胎盘多肽改善面部皮肤状态的机制，并对胎盘多肽应用效果进行评价。

**三、复合石墨烯可降解材料生物安全性评价关键技术研究**

针对复合石墨烯可降解材料体内应用的安全性问题，建立石墨烯体内检测方法，完成材料降解及释放行为研究；发展生物组织中石墨烯结构和含量的精准分析技术，探究复合石墨烯可降解材料体内植入后石墨烯的分布、代谢及结构变化规律，并对复合石墨烯可降解材料植入体内的安全性进行评价。

**四、复合石墨烯的神经导管再生修复周围神经损伤研究**

围绕临床长距离周围神经缺损的修复难题，针对周围神经损伤后生物电信号紊乱等问题，采用不同部位、不同类型周围神经损伤动物模型，研究复合石墨烯材料加强生物电信号传导、促进轴突再生的机制，并对不同配方复合石墨烯材料的神经导管修复周围神经损伤的效果进行评价。

**五、基于脐带Wharton胶的关节软骨再生材料的研制与评价**

针对关节软骨损伤有效修复难题，探究关节软骨细胞外基质的空间排列和力学传导规律；制备基于脐带Wharton胶的低免疫原性生物基质材料。模拟关节软骨空间和力学微环境，构建多维度仿生软骨再生支架，评估其大动物软骨修复效果，解析调控软骨再生修复机制，并对再生软骨中长期功能进行预测。

前沿项目

**1.液态动物胶原蛋白灭菌新技术与新方法**

发展液态动物胶原蛋白灭菌新方法，评价其对胶原蛋白结构与活性的影响，建立胶原蛋白活性无损的灭菌工艺，并进行评价。

**2.动物源胶原蛋白端肽去除关键技术与评价**

建立动物源胶原蛋白端肽的检测新方法，发展有效去除端肽的关键技术，并对检测方法和去除率进行评价。

**3.胎盘来源胶原蛋白制备技术与评价**

针对胎盘来源胶原蛋白提取率低、纯度不高等问题，建立胎盘胶原蛋白提取、纯化和分型鉴定的有效方法，发展人源胎盘提取胶原蛋白关键技术，并进行提取率、类型及纯度评价。

**4.用于软组织缺损修复的可注射细胞外基质材料研究**

设计制备可注射型动物源细胞外基质材料，通过软组织缺损及皱纹填充等动物模型，探究组分、结构对材料修复功能的影响规律，并进行安全性有效性评价。

**5.胶原蛋白膜材料力学性能调控机制与评价**

针对胶原蛋白膜材料机械强度低等问题,发展动物源提取的胶原蛋白材料力学性能调控方法，建立胶原蛋白膜材料的增强工艺，并对材料安全性进行评价。

**6.胶原支架装载干细胞修复椎间盘纤维环关键技术研究**

研制装载人源干细胞的胶原蛋白组织工程支架，探究其促进组织再生的机制，并对其修复椎间盘纤维环的安全性和有效性进行评价。

**7.用于快速止血的原位气纺纳米纤维关键技术研究**

针对大面积皮肤创伤及外科手术中快速止血需求，研究气纺纳米纤维快速原位制备关键技术，并评价其可行性。

**8.用于肩袖修复的生物补片研制与评价**

研制具有调控肩袖损伤区氧化应激微环境的仿腱-骨界面肩袖再生补片，探究其调控微环境和组织再生机制，并进行安全性有效性评价。

集成电路领域

重点研究专题项目

**一、面向电网设施的低轨卫星直连通信关键技术研究**

针对电力偏远地区电网设施信息采集成本高、延时大等问题，研究面向大规模相控阵的高性能、低复杂度星端信号处理理论，确保功率受限下的高可靠上行接收处理；研究快速用户发现与波束对准方法，实现高动态场景下的高效下行链路建立；研究直连通信关键技术，确保大尺度场景下的用户切换与传输优化，搭建仿真平台，并进行有效性、可靠性评价。

**二、面向新能源大规模并网的存算一体计算原理与方法**

面向新能源大规模并网中谐波带宽跃增和数据指数级增长的场景，研究基于忆阻器的存算一体芯片技术谐波预测/抑制算法，获得低功耗、大算力、高并行的新型计算方法，构建端到端新能源并网谐波预测/抑制原型系统。

**三、面向智能电网的链上链下数据隐私协同技术研究**

针对目前智能电网解决方案存在电力边缘数据安全性不足、数据共享难度大、系统可靠性低等问题，研究分布式电网链上链下隐私协同机制，设计电力边缘数据安全存储策略，研究高效协同的电力边缘数据隐私保护技术，建立分布式链上链下隐私保护协同原型系统并验证。

**四、电驱系统中碳化硅功率器件短时过载能力评估技术研究**

针对基于碳化硅（SiC）功率器件的电驱系统应用存在的短路耐受与过载能力有限、额定电流设计裕度过大等导致器件利用率低、装备成本高的问题，研究碳化硅功率器件退化的物理机理，建立器件失效模型；研究器件结温估计与监测技术；研究功率器件失效边界判别方法,提升器件的短时过载耐受能力。

**五、工业高压隔离器件可靠性关键技术研究**

针对电力用隔离芯片核心电容或电感隔离器件工作温区窄，高压耐受性差，以及抗电磁能力低等问题，研究高温、高压、强瞬态电磁环境下的可靠性退化表征手段，提出复合场景下的电学退化表征方法；研究反映内部微观机理的物理化学可靠性分析技术，揭示隔离器件内部微观退化机理；研究工艺缺陷累积与隔离器件电学特性之间的定量构效关系，建立隔离电容或电感器件可靠性预测模型，实现隔离器件工业场景下的预测；提出隔离器件可靠性提升方法，有效提升隔离芯片可靠性。

**六、基于智能反射面的电力线巡检数据传输技术研究**

针对杆塔等巡检设备因载荷限制发射功率受限，导致通信性能降级，无法满足未来巡检数据高速传输需求等问题，研究高速巡检数据传输架构、智能反射面辅助的巡检数据传输方法；研究基于低能耗连续调控的宽带智能反射面，实现电力线巡检数据的低功耗高速传输，并进行智能反射面测试评估与有效性评价。

**七、面向高性能封装的铜带互连键合工艺及可靠性关键问题研究**

针对铜带与芯片焊盘互连键合易失效、高低温冲击下芯片封装易分层等问题，探索多物理域下的铜带与芯片焊盘互连键合机制，并开展封装可靠性失效机理研究；建立基于封装铜带键合工艺及可靠性失效的数值分析模型，提出铜带互连设计及优化方法，为工业级芯片高性能封装提供技术支撑。

**八、电力控制系统的功能安全与信息安全融合关键技术研究**

针对电力控制系统中功能安全与信息安全机制（两安）存在的冲突性和互补性等问题，构建电力控制系统安全融合框架，发现违背“两安”的设计缺陷，实现冲突原生点的理论建模；研究“两安”风险的量化分析技术；探索融合功能安全的信息安全增强技术，实现对安全冲突消解的耦合优化。

前沿项目

**1.工业控制专用SoC芯片关键架构优化技术研究**

面向工业控制芯片设计需求，研究专用SoC芯片体系架构中关键芯片IP模块互连配置参数的自动化决策理论方法，并进行设计验证。

**2.后量子密码算法的硬件实现及侧信道安全性研究**

针对后量子时代格密码算法在新型电力系统环境下的算法优化与硬件实现进行研究，并开展侧信道分析与安全性评估。

**3.大规模TSN组网关键技术研究**

针对电力系统应用场景大规模TSN组网需求，研究高精度全局时钟同步、高精准实时门控、全局协同流控等关键技术。

**4.复杂电磁环境下工业芯片电磁干扰机制研究**

针对电力电子器件开关产生的频带宽幅值的强瞬态电磁，研究电磁干扰来源和传播特性，提出复杂电磁环境的实验室模拟方法与工业芯片电磁干扰抑制方法。

**5.电力高可靠宽温区新型MRAM存储器关键技术研究**

针对磁存储器温度和磁场敏感特性，研究新型MRAM抗磁扰和热稳定机理，探索符合严苛电力电子系统工作环境要求的高可靠、宽温区新型MRAM的工艺及制备技术。

**6.新型电力系统本地通信感通算资源融合技术研究**

针对配用电典型应用场景和新能源接入需求，研究新型电力系统本地通信感通算资源融合技术，并搭建仿真验证平台。

**7.SiC功率器件微区结构损伤无损表征技术研究**

研究SiC功率器件微区结构的无损表征技术，分析演化特征及物理机制，探索芯片的非破坏性测量和在线监测技术。

**8.面向电力场景的5G RedCap关键技术研究**

面向电力5G应用低功耗、低复杂度等需求，开展电力场景下终端接入、用户识别、移动性等关键技术研究。

**9.电力传感网零功耗通信技术研究**

面向电力传感网超低功耗通信需求，基于射频能量收集开展资源协同、反向散射等通信传输技术研究，并搭建链路仿真平台。

**10.电力芯片强瞬态电磁兼容测试技术研究**

研究强瞬态电磁环境下的电力芯片电磁骚扰及抗扰测量技术，构建电磁兼容强瞬态测试平台。

**11.高精度微弱电流感知关键技术研究**

研究基于磁阻的高精度微弱电流调理电路，结合硬件电路和软件算法，实现电流传感器关键参数的在线感知。

**12.芯片掩码防护有效性的形式化验证研究**

研究密码芯片网表级掩码安全建模方法与验证技术，研制较大规模掩码防护有效性的形式化验证工具。