

## 附件 1

# “病原学与防疫技术体系研究”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“病原学与防疫技术体系研究”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：以传染病防治为内核，强化生物安全防御，重点开展可用于临床重大应用的防治产品研发、可打开新领域的原创理论发现及可解决核心问题的创新平台建设。通过项目实施，加强致病机制、溯源预警等为核心的病原研究，以及宿主免疫反应、临床治疗方案等为核心的人类免疫研究，通过新的科学视角寻求新的重大突破。分层次有重点实现包括病毒、细菌、真菌和寄生虫在内的病原全覆盖研究，有效支撑新发突发和慢性传染病防控与诊疗需求。

2021 年度指南部署坚持重点关注传染病临床救治、预防控制领域的重大需求，秉承少而精、架通路、可应用与紧迫性优先原则和要求，围绕重大传染病传播致病机制与靶点发现，重大传染病病原体的发现、溯源及预警预测，新型疫苗设计及平台体系研

究，重大传染病临床防治，重大新发突发传染病防控一体化体系建立等 5 个任务，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 20 个方向，拟安排国拨经费概算 5.25 亿元。其中，围绕新冠病毒等呼吸道病毒感染和传播特性研究、重要病原细菌致病因子的系统发现、病原真菌感染机理与防控技术研究等 8 个方向，拟部署 5 个青年科学家项目，每个项目 500 万元，拟安排国拨经费概算 0.25 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目（项目名称后有标注）不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。常规项目下设青年科学家课题的，青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求，与青年科学家项目一致。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 重大传染病传播致病机制与靶点发现**

### **1.1 新冠病毒等呼吸道病毒感染和传播特性研究（青年科学家项目、基础研究类）**

**研究内容：**针对新冠病毒和流感病毒等重要呼吸道病毒，从细胞和动物水平，建立和完善病毒体外传播模型和仿真模拟系统，追踪病毒在人与动物间的传播链条；通过整合分子生物学、细胞生物学、结构生物学、高分辨率影像学等技术，研究

病毒感染过程中的重要分子机制，解析影响其感染传播的关键分子基础。

**考核指标：**了解 2 种以上呼吸道病毒的感染谱和传播链条以及病毒遗传变异特征；完成 5 种以上病毒感染相关受体和宿主因子的鉴定；解析 5 种以上参与病毒感染过程的关键蛋白复合物三维结构并阐明其分子机制。

## **1.2 虫媒病毒感染和传播机制及防治干预靶点的发现（基础研究类）**

**研究内容：**聚焦重要导致人类重大传染病的虫媒病毒感染机制、传播机制、宿主免疫保护机制，鉴定调控虫媒病毒感染传播的关键病毒及宿主因子，为重要虫媒病毒防治提供干预靶点，并研发新型抗病毒防治策略。聚焦重要虫媒病毒入侵感染和致病机制，研究病毒和宿主因子在虫媒病毒入侵、复制及致病过程的调控功能，描绘“病毒—宿主”蛋白互作图谱，鉴定药物新靶点；阐明重要虫媒病毒“宿主—虫媒”间的传播机制，研究媒介生物与病毒之间的互作关系，鉴定调控虫媒高效传播及获取病毒的关键因子，为阻断病毒传播提供新型干预靶点；解析调控虫媒病毒感染及传播关键因子的结构和功能性质，基于鉴定出的防治干预靶点发展特效或广谱抗虫媒病毒干预手段。

**考核指标：**发现 10~15 种调控重要虫媒病毒入侵感染和致病

的关键病毒和宿主因子,并阐明 3~5 种调控虫媒病毒感染及传播的新机制。确定 10~15 种基于病毒感染传播机制的新型干预靶点;提出 3~5 种基于防治干预靶点的特效或广谱抗虫媒病毒干预手段。

### **1.3 重要病原细菌致病因子的系统发现(青年科学家项目、基础研究类)**

**研究内容:**针对临床重要病原细菌或重要自然疫源性和高致病性病原细菌,选择不同地区和毒力差异的代表性菌株,通过多组学技术,系统揭示病原细菌在毒力演化、致病及传播等过程中的致病因子的进化规律;揭示关键致病因子及其变异与环境、宿主、菌群互作的规律和机制;阐明关键致病因子及其复合物的结构和功能;解析关键致病因子的信号通路,联系全局性网络及相关生物医学研究,探索病原细菌的致病新机制并制定其防御新策略。

**考核指标:**解析重要病原细菌的毒力变异规律,并揭示关键致病因子在病原致病和传播中的分子机制。发现 10~20 个病原细菌的关键致病因子,揭示 5~10 个重要致病相关基因、蛋白、非编码 RNA 调控网络变化在病原细菌毒力演化、致病和传播中的分子机制。制定 2~3 个针对病原细菌关键致病因子的防御新策略。

### **1.4 病原真菌感染机理与防控技术研究(青年科学家项目、基础研究类)**

**研究内容:**结合临床分离侵袭性感染的念珠菌、隐球菌和烟曲

霉等病原真菌，深入监测我国重要病原真菌的耐药性；系统分析其毒力及耐药表型、基因型和基因组特征，揭示临床菌株的遗传差异、毒力演化及耐药性发生的规律，针对我国存在的高致病性真菌，系统分析其分布范围、致病力特征及耐药性特点。建立黏膜和侵袭性感染动物模型，发现真菌感染的关键致病因子，阐明真菌病原体侵染及其宿主环境适应性的分子基础。基于病原真菌的侵染机制，发掘新的特异药物靶点，研发新的诊断和治疗策略。

**考核指标：**收集和分析 2000 株以上的代表性临床菌株（须包括高致病性真菌 1~2 种），揭示我国重要病原真菌的毒力和耐药性状的演化/流行规律 2~3 个；揭示真菌细胞壁合成、形态发生和毒力因子产生的分子基础，鉴定出 10 个以上的关键致病基因，并发现 5 个以上新型的特异药物靶点；发展包括耐药性病原真菌的快速检测在内的真菌诊断新方法或抗体治疗新技术 2~3 个。

### **1.5 长效免疫记忆在病原感染或疫苗免疫中的形成机制（青年科学家项目、基础研究类）**

**研究内容：**围绕病毒感染或疫苗免疫的应答过程，综合利用多组学等技术方法，明确长效型免疫记忆细胞类型、分子特征和组织分布，揭示不同类型的记忆细胞（B 细胞和 T 细胞）功能和产生途径的差异；从转录因子、表观遗传、细胞代谢等多角度，发现调控免疫记忆细胞形成、维持和应答功能的关键因子及信号

通路，阐明其作用机制；揭示感染过程中炎症、衰老等常见病理生理因素对免疫记忆细胞形成、维持和应答的影响及其作用机制。根据免疫记忆细胞特点，开展免疫记忆及疫苗保护持久性相关研究，设计能够增强记忆性免疫应答的相关疫苗产品和接种策略。

**考核指标：**阐明重要病原感染或疫苗免疫过程中，免疫记忆细胞分子特征和分布情况；揭示不同类型免疫记忆细胞功能和产生途径差异，明确 6~8 种调节免疫细胞记忆的重要分子和作用机制，并确定 3~5 种增强记忆性免疫应答的干预手段。

### **1.6 慢性感染与免疫细胞耗竭机制（基础研究类）**

**研究内容：**描绘重大慢性感染性疾病（如：肝炎、结核病和艾滋病等）诱发的免疫耐受/耗竭关键的免疫细胞特征，研究调节免疫细胞耗竭的分子机制和信号网络；筛选、验证重大慢性感染性疾病中介导免疫耐受/耗竭的新的免疫卡控点及其他重要调节分子；基于免疫卡控点及重要调节分子，设计新的针对慢性感染疾病的诊疗方案；明确慢性感染导致的免疫细胞耗竭致炎、致活化、致衰老的分子机制，并有针对性地设计潜在治疗药物及免疫干预手段。

**考核指标：**揭示慢性感染疾病发生发展过程中 3~5 种重要免疫细胞耗竭特征；筛选 6~8 种新的免疫细胞耗竭相关的免疫卡控点分子，并获得 4~6 种基于免疫细胞耗竭分子设计的潜在药物及

干预策略。

### **1.7 病毒复制蛋白质机器与广谱药物靶点研究（青年科学家项目、基础研究类）**

**研究内容：**选择 3~5 种不同类型的感染人的重要病毒，研究病毒复制的分子机制，分析病毒复制蛋白质机器的活性位点，并探索可能的药物靶位点；通过比较分析不同种/类病毒的靶位点，找到共有的药物干预靶点；通过计算机辅助和人工智能等技术筛选和设计靶向病毒共有靶点的抑制剂；阐明病毒复制蛋白质机器与现有广谱药物的作用机制，通过药物/病毒蛋白复合物精细结构分析，分析老药新用的可行性，并进行优化改造。

**考核指标：**解析 5~10 种以上病毒复制相关蛋白以及与现有抗病毒药物的复合物结构，并阐明其作用机理；鉴定一系列参与病毒复制的关键保守氨基酸；鉴定不少于 5 个广谱抗病毒新靶点；设计和开发 1~2 种广谱抗病毒抑制剂，可对 3 种以上病毒有抗病毒效果，并阐明其分子作用机制。

### **1.8 重要威胁人类寄生虫感染致病机制和防控干预技术研究（基础研究类）**

**研究内容：**针对我国重点防治的威胁人类寄生虫病，尤其是血吸虫病、包虫病、肝吸虫病等重要病原，以致病和免疫调控靶分子或标识分子及非编码 RNA 为切入点，从体内外，蛋白、分



子和表观遗传等层面，研究寄生虫对宿主的免疫抑制及感染致病分子机制；从人—动物—环境界面，利用多组学和分子技术及动物模型等，研究不同来源虫株毒力关键分子与致病及临床表现的关系及传播规律，阐明其分子遗传特征、流行规律、种群结构，揭示其跨物种传播的分子机制，及其入侵宿主细胞，建立感染和致病的分子机制。同时，从形态学、生物学、遗传学角度阐明人和动物宿主之间寄生虫病原共进化关系；采用空间统计学技术和传播动力学模型，研究不同宿主间寄生虫病原传播动力过程；开展基于传播动力过程的仿真，设计人和动物宿主“全健康”干预模式并实证。

**考核指标：**从 RNA、蛋白、信号通路、代谢和细胞等层面，解析重要寄生虫侵入宿主细胞、感染致病及致宿主免疫抑制分子机制；获得 10~15 个重要寄生虫感染的关键致病因子，并阐明 5~8 个重要致病因子感染、致病和传播的作用机制，发现 3~5 个候选疫苗、药物或免疫治疗靶分子，或诊断标识分子。解析 3~5 种威胁人类寄生虫病宿主多样性和遗传共进化关系；阐明 3~5 种人兽共患寄生虫病原多宿主之间传播动力学过程；建立 3~5 种人兽共患寄生虫病人和动物宿主“全健康”干预模式。

## **2. 重大传染病病原体的发现、溯源及预警预测**

### **2.1 潜在威胁人类病原体发现与挖掘**

**研究内容：**在新发未知动物源性、突发再发等传染病未流行或流行早期阶段，开展未知病原体发现与挖掘研究，建立国家级威胁人类野生动物源或环境源病原体数据库。一是开展野生动物及其媒介、高原、极地、冰川、深海等多环境病原体组学调查，发现新病原体、确认致病性；二是系统开展新病原体生态分布、流行规律以及信息调查，从疫源动物、不明原因感染人群、口岸输入性病原等 3 大源头开展摸底，建立我国具有潜在威胁的传染病病原体名录，并建立其生态环境的地理信息系统；三是开展未知、输入性病原体遗传变异特征、感染谱和跨种感染机理的研究；四是以古代生物标本为研究对象，建立古代病原核酸提取、信息分析、物种鉴定和病原表型分析技术，形成古代病原样本的标准化、系统化、体系化储存、使用、鉴定、溯源及危害评估平台，为古代病原体复活致病的防控奠定基础。

**考核指标：**在冰川、高原、极地、森林边界等新近出现病原体潜在生境，开展 100 种以上野生动物及其媒介的微生物组学本底调查；开展未来输入性病原体资源以及信息调查，提出未来新发传染病病原体目录与对应地理信息系统 1 套；开发可用于多种环境样品采集与分析的可移动实验体系与平台 1 套；阐释 1 种以上新病原体或古病原体跨种感染机理、分布、致病性和流行规律；建立未知病原感染性预判平台和数字资源平台 1 套；建立潜在病

原体监测网 1 个。

## 2.2 难培养和微量病原体靶向培养技术

**研究内容：**研究制约难培养病原体体外分离和培养的关键机制和因素，结合传统经典的分离培养技术和现代的组学和测序、细胞驯化及定向改造等技术，组合新兴的微流控培养技术、全条件模拟和拟生态三维培养技术，采用高通量或者靶向单细胞筛选等方式，提高目标病原体的分离效率，改进病原体富集和扩培方法，实现难培养病原体的示踪、高效分离和扩大培养。建立结合体外培养和核酸等生物大分子的微量病原体检测和数字定量诊断方法，提升难培养病原体和微量病原体的检测和定量监测水平。

**考核指标：**建立微量、复杂临床样品中病原体的高效捕获手段；建立基于细胞分裂和图像识别的快速微生物生长判读方法；建立复杂样品中目标活菌的筛查与培养技术；建立 5~8 种难培养和微量病原体通用的标准化培养体系或敏感细胞系；开发标准化可推广的 8~15 种有临床价值的厌氧菌、微需氧、苛养菌、胞内寄生菌以及非传统细胞系培养病毒的检测方法、培养方案及靶向示踪方法。

## 2.3 病原多场景实时检测技术应用平台（青年科学家项目）

**研究内容：**针对病原标志物的释放、保护、富集，研发一体化快速前处理技术；研究生物样本采集的规范性和有效性，

以及规避交叉感染风险的采样机器人系统；融合新型 CRISPR、生物传感、微流控、宏基因组或新一代测序技术等新技术优势，建立自动化实验室与临床检测关键技术平台装置，实现对核酸序列和蛋白标志物双靶标的高灵敏快速检测识别。针对新冠肺炎疫情症状监测需求，研发可穿戴式智能检测设备、非接触式体征监测系统 etc 综合性体征监测系统，提高疾病状态监测水平；拓展检测技术在社区、野外、学校或工厂等场景中应用，满足低专业人员使用、低检测成本、大规模高通量使用、即时数据上传的实际需求。研制基于全自动一体化检测设备、综合体征可穿戴监测设备及配套预警模型的多点触发智慧化监测预警系统，搭建预警模型，实现自主学习、数据实时获取、自动分类预警、自主态势预判等智能化监测功能，大幅提高我国新发突发传染病发现与预测预警能力。

**考核指标：**融合新型 CRISPR、生物传感、微流控、宏基因组或新一代测序技术等新技术，研制具有自主知识产权的提升规避交叉感染风险特性的自动化检测设备 1 套，30 分钟内完成不少于 16 种已知病原核酸与免疫等双重标志物检测，针对核酸的检测灵敏度达到单拷贝水平/测试、针对蛋白的检测灵敏度达到 pg 水平，该平台在实验室与临床可用基础上，要具备向社区、野外、学校或工厂等场景拓展能力，具备结合综合性体征的智能病原感

染判别系统，同时具备检测监测结果的快速传输能力。该系统需要覆盖国内多个边境口岸和不同地域、气候、海拔的不少于 20 家监测点验证，并能够对各监测点数据进行分析与预警。

#### **2.4 “口岸与物流”病原检测和防御技术示范研究**

**研究内容：**针对新冠病毒等我国重要国境输入病原体，开展口岸重要输入性病原检测参考物质和标准品的研制和方法学评价研究；建立入境人员、交通工具及物表、污水和气溶胶等环境病原实时监测和快速检测技术；建立辐射等新交叉应用技术在冷链食品、货物、交通工具等大规模消杀中的能力评估体系；开展输入性病原的在线检测、基因大数据溯源研究与流行病学调查；研发基于时空分布的全球输入性传染病、病媒生物扩散预测模型，提高预警预测能力和应急水平。

**考核指标：**形成重要输入性病原检测标准品 30 项；建立重要传染病样本采集及处理、实时监测和快速检测新技术不少于 15 项；建立具有自主知识产权的多种病原体气溶胶实时监测工作站，实现不少于 10 种病原体的实时监测并能有效防止交叉污染。形成 3 套消毒处理与评价新技术，并在至少 5 个重点口岸建立示范应用。形成常态防控技术装备等关键核心试剂盒和核心器件等 20 台套（种）以上。

**有关说明：**由海关总署推荐申报。

## 2.5 病原变异及其跨物种传播的回溯和演进方法体系构建

**研究内容：**以已经积累的大量新冠病毒及其近源动物冠状病毒基因组为基础，整合细胞和体内实验进化数据、生物信息学、人工智能、数学建模等手段，构建病原变异及其跨物种传播、适应性和协同进化理论体系，应用于新冠病毒溯源并进而推广到潜在威胁人类的其它病原的分析体系构建。1) 利用生物信息学和进化基因组学方法，进行大数据挖掘、收集、整合，解析新冠病毒基因组及其跨物种（人、水貂、猫科动物和家犬等）传播的变异特征、速率和热点；2) 建立病原细胞和动物体内实验进化体系，进行人源和动物源的不同新冠毒株的体内和体外感染、传代，分析实验进化体系中病毒演化特征和时空动态分布规律；3) 研究新冠病毒在人和动物宿主之间病原变异以及实验进化体系中同种和跨种演变规律，比较自然和实验体系中的异同，推测病毒最终可能的演化趋势；4) 通过建立跨境和国际合作体系，以及样本新鲜保存、采集和分析技术，构建国内外人类及动物病原大数据，解析病原的适应性演化与协同演化规律；5) 建立人工智能模型，预测潜在的病原跨种传播，并为未来可能的疫情爆发建立预警机制。

**考核指标：**建立新冠病毒组学实时变异的数据分析平台 1 个；开发跨物种动物病原比较基因组学演变和病毒与宿主协同进化分

析流程 2 个；构建病毒演变规律的人工智能分析模型；建立 3~6 个物种的体外细胞系跨种新冠病毒感染传代的实验进化体系；建立 2~4 种实验动物的新冠病毒感染和传代实验体系；开发新鲜、微量或保存样本的病毒分离、提取和单细胞组学或宏基因组、转录组测序和分析技术 2~4 个；建立跨境和国际数据收集、共享和快速分析的联动合作网络和数据库。

### **3. 新型疫苗设计及平台体系研究**

#### **3.1 针对重要病原的免疫原设计（青年科学家项目）**

**研究内容：**聚焦对人类危害严重的病原，创立理性设计免疫原的理论和体系，并应用于疫苗的研发实践。发现并解析复杂、多变抗原的广谱保护性表位，包括 B 细胞表位和 T 细胞表位，描绘表位谱，探索通用疫苗免疫原的设计、优化和提升策略。建立抗原操控新的理论和体系。提出多肽抗原、蛋白质抗原或核酸抗原免疫原性的理论并揭示保护性免疫的抗原组分和结构信息基础；发展诱导特定保护性免疫反应的抗原选择、改造、免疫原性设计和从头设计技术；建立通用疫苗免疫原、治疗性疫苗免疫原设计新技术。上述新理论和技术可支撑流感病毒、冠状病毒这一类需要通用疫苗、结核这一类需要新型疫苗的疫苗研发。

**考核指标：**建立至少 2 种复杂、多变病原的表位与功能的知识图谱。基于抗原操控的新理论和技术，建立免疫原性设计新

技术。基于天然抗原组分及结构信息规律和疾病保护性免疫应答的结构信息基础，提出免疫原性及保护性免疫新理论，创立免疫原选择、改造、设计新技术体系，建立通用疫苗免疫原、治疗性疫苗免疫原设计新技术。阐明理性设计的免疫原诱导和维持人体保护性免疫应答的结构信息基础及机理。应用于 3~5 种重大疾病新免疫原和新疫苗设计，完成 2~3 种疫苗安全性和有效性评价。

### **3.2 新冠灭活疫苗应用与免疫策略**

**研究内容：**重点关注新冠灭活疫苗不良事件发生情况，开展新冠疫苗上市后长期安全性研究，严重异常反应与疫苗接种的因果关联研究，以及疫苗相关增强性疾病发生情况及可能原因分析；开展新冠疫苗大规模人群使用的免疫原性及免疫持久性、疾病保护效果研究；开展新冠疫苗不同免疫程序、不同疫苗序贯免疫程序、与其他疫苗同时接种等优化免疫程序研究；开展新冠疫苗接种对疫情防控效果影响的模型研究；开展新冠疫苗接种卫生经济学评价研究；开展新冠疫苗大规模高效接种的实施性研究；开展人群新冠疫苗接种意愿干预策略研究。

**考核指标：**获得新冠疫苗大规模人群使用 1 年的安全性研究数据；获得新冠疫苗在不同年龄和特殊人群中的免疫原性、免疫持久性（1~2 年）；获得新冠疫苗不同免疫程序的免疫原性及安全性数据；获得新冠疫苗与流感等其他疫苗同时接种的免疫原性及



安全性数据；获得不同厂家新冠疫苗序贯或替代接种的安全性及免疫原性数据；获得不同免疫策略的防控效果预测结果和经济学评价结果；探索新冠疫苗短时间内大规模高效接种的服务模式；提出提高人群接种意愿的适宜干预工具包；获得新冠疫苗对变异株的免疫效果。

### 3.3 病原突变对疫苗及药物有效性影响的动物模型评价

**研究内容：**基于突变病原的动物模型评价技术体系，针对流感病毒、冠状病毒、寨卡病毒、登革热病毒、艾滋病病毒、手足口病病毒、耐药结核菌等人类传染病原，建立突变病原感染动物模型及从分子到细胞水平的分析技术体系。基于动物模型及潜伏感染—复发动物模型与人类临床致病特征的相似性，建立包含病原学、免疫学、病理学、症状及影像学等在内的集成动物模型评价技术体系。以标准株感染动物模型为对照，开展现有疫苗及药物的有效性评价研究，评价现有疫苗、抗体、化药和中药对突变株的抗感染效果。建立高致病病原变异株敏感药物的比较数据库。建立涵盖病原关键位点突变与动物模型体内疫苗、抗体及药物防治效果变化比对信息的比较数据库。

**考核指标：**建立 10 种以上不同类型重要致病病原突变株的疫苗及药物有效性评价技术体系，涵盖流感病毒、新型冠状病毒、寨卡病毒、登革热病毒、艾滋病病毒、耐药结核菌、手足口病病

毒等重要病原。以新型冠状病毒为代表，完成现有疫苗、抗体或药物对 5 种以上临床突变株的防治效果评价。以流感病毒、艾滋病、耐药结核菌、手足口病病毒等为代表，完成现有药物及疫苗对 5 种以上新型临床突变株的防治效果评价。建立 20 种以上病原关键位点突变与疫苗、抗体及药物防治效果变化的比较数据库。

#### **4. 重大传染病临床防治**

##### **4.1 细胞因子风暴综合征发生机制及其诊治体系研究**

**研究内容：**建立细胞因子风暴综合征的重症患者研究队列，描绘动态演变规律及人群异质性，并建立与临床表型相符合的疾病“内型”；鉴定可精准预测危重症患者进展的标志物组合，确定早期干预的“黄金窗口期”；阐明细胞因子风暴诱发系统性全身炎症导致脏器/系统功能衰竭的病理机制；解析细胞因子风暴综合征发生发展与人体微生态的互作机理，挖掘相关诊断标志物和治疗靶点，并开发微生态调控诊治产品；通过疾病表型、内型及诊断标志物精准界定靶向综合征治疗策略的适宜人群及治疗时机，并建立综合治疗体系。

**考核指标：**建立 1000 例以上合并细胞因子风暴的重症患者研究队列；发现 6~8 种新的引起炎症因子风暴的细胞因子和细胞亚群，建立早期临床诊断体系，并获得具有阻遏细胞因子风暴发生的标志物组合；阐明 3~5 种关键的炎症细胞调控模式；发现 8~10

个与人体微生态相关的感染病重要易感因素；筛选 8~10 个对综合征具有重要调控作用的人体微生物；完成 1~2 种新型治疗策略的临床前研究和临床研究申报，并参与制订相关临床诊疗指南 1~2 项。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。

#### **4.2 基于干细胞技术的重大传染病临床救治方案研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**建立与人类重大传染病临床特征及疾病进程相似的动物模型和类器官模型；开展干细胞治疗的机制研究以及临床前评价，为干细胞治疗重大传染病的临床救治方案提供支撑；在此基础上，以建立完备的临床救治方案为目标，利用干细胞产品或干细胞治疗技术，开展合规的临床研究，并进行安全性和疗效评价研究；建立靶向重大传染病临床救治的新型干细胞治疗策略，为应对未来可能具有共同病理救治的传染病提供技术储备。

**考核指标：**针对 2~3 种重大传染病，建立干细胞治疗临床前评价研究的动物模型和疾病类器官模型；检测干细胞移植后在体内分布、动态变化等功能性指标；实现疾病表型的功能逆转或重塑，发现可能的新机制和新方法，并建立干细胞治疗临床前评价体系；研究 1~2 种干细胞治疗产品或者干细胞疗法的有效性和安全性，形成未来基于干细胞技术的重大传染病临床救治标准化方

案和评价体系。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。

### **4.3 临床救治中的抗感染免疫治疗**

**研究内容：**以抗病毒治疗临床队列为对象，探索病毒储存库维持的机制及与炎症和持续免疫激活的关系，设计干预靶点及措施，在临床队列中评估干预措施对储存库清除及患者临床结局的影响。用临床样本筛选使储存库释放病毒且不激活免疫系统的小分子化合物；鉴定储存库的标志物，建立临床适用的检测方法及促进病毒释放的技术，并对储存库进行识别、定性和定量；揭示储存库内变异病毒的优势表位，为免疫治疗提供精准靶点；确定储存库清除的最佳免疫治疗时机、介入方式和最佳适应症。

**考核指标：**揭示病毒储存库维持的机制及与炎症和持续免疫激活的关系，获得有效的储存库清除靶点及干预措施，并获得具有临床应用价值的促进静息状态下储存库细胞释放病毒的小分子化合物 2~3 个；获得病毒储存库细胞的标志物 1~2 个；建立临床适用的储存库检测方法 1~2 种；建立储存库中变异毒株的定性和定量检测方法 1~2 种；获得 1~2 个可用于免疫治疗的优势抗原表位；确定储存库清除的最佳免疫治疗方式。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。

## 5. 重大新发突发传染病防控一体化体系建立

### 5.1 “平急一体”数据标准化接口与体系建设

**研究内容：**建立病原体的数据分类管理与共享标准，实现病原体实物资源数据、临床数据、组学数据与流行病学数据等不同来源的数据系统整合；研究基于模式识别的病原微生物数据高通量控制技术，实现数字化信息的标准化、规范性和一致性，满足病原微生物和重大新发突发传染病数据的快速、高效汇聚管理与研究利用的需求。整合全球病原微生物相关资源的动态监测和分析数据库，初步形成全球病原数据网络系统。针对重要新发突发传染病，建立全面的高质量参考数据库；针对临床重要病原真菌及其耐药菌株，建立耐药基因、毒力基因等数据库和分析模型，建立包括数据安全技术、数据整合与融合技术、数据分析与可视化为一体的病原体智能管理技术体系，实现突发重大疫情预警和临床感染的快速鉴定与分析。在病原数据库基础上，建立实时的信息分析与预警机制，平时能够分析已知流行病原的变异和进化，战时能够对突发病原进行快速响应并分析病原的变异和进化。

**考核指标：**形成 5~8 项病原体资源数据整合标准，建立一套覆盖全球 200 种以上重要病原体数据管理和共享系统；建立 200 种以上重要病原体的高质量参考数据库；建立高通量数据比对与分析模型，实现病原微生物快速的鉴定分析。建立平急结合的大

数据监测和分析应用体系，可用于预警和反馈重大疫情发生发展趋势。

## 附件 2

# “长江黄河等重点流域水资源与水环境 综合治理”重点专项 2021 年度 项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“长江黄河等重点流域水资源与水环境综合治理”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向“健康长江、幸福黄河”构建中的重大科技需求，通过专项研究，为长江黄河水资源调控和承载力提升、水环境质量改善、生态用水需求保障、河湖生态系统功能修复及生态系统完整性提升等提供强有力的技术支撑，为流域为主体的治理与管理能力现代化水平提升提供探索性经验。

2021 年度指南部署坚持基础理论研究先行、重点关键技术优先原则/要求，围绕流域水系统健康诊断与病因识别、流域水资源系统调配与高效利用、流域水环境质量改善与综合治理、水源水质风险阻断与饮用水安全供给等 4 个技术方向，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 15 个项目，拟安排国拨

经费概算 6 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期 3~5 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 流域水系统健康诊断与病因识别**

### **1.1 长江、黄河流域水生态环境质量监测与评价技术研究与示范**

研究内容：选择长江流域高原、丘陵、平原河网区和黄河流域上游水源涵养区、黄河三角洲区域等为典型研究区。在常规理化监测指标基础上结合指示生物组织污染监测，构建有毒有害污染物筛查技术，提出有毒有害特征污染物清单，建立我国流域水



生态环境监测技术体系。研发基于水文过程的生态流量监测新技术，攻克流域多手段、多尺度水生态环境监测系列新技术，建立适合我国的流域水生态监测技术体系。筛选不同区域、不同水体类型的指示水生生物类群，建立流域指示水生生物名录并绘制其空间分布图。建立统筹水环境、水资源和水生态的、涵盖物理生境、水生生物、水体理化等要素的、具有我国特色的流域水生态环境质量基准、评价指标和评价标准方法体系，构建流域水生态环境质量监测平台，并在长江、黄河流域开展业务化示范，实现水生态环境质量由单一要素监测评估到生态健康监测评估的转变。

考核指标：水环境监测、生态流量监测、水生态监测、以及水生态环境基准等关键技术 4~5 项；水生态环境质量评价技术工具包 1 个；长江、黄河流域典型区域、水域指示生物名录（图谱）各 1 套；建成长江、黄河流域重要水生生物数据库，提出长江、黄河流域水生态环境质量基准建议，提交水生态监测与评价等相关行业技术规范（征求意见稿）1 套；流域水生态环境质量监测平台各 1 个，在长江和黄河流域进行业务化示范运行，并提供一年以上业务化运行记录及应用示范报告 2 份。

## **1.2 长江水生态系统完整性退化与修复机制**

研究内容：针对长江水生态系统完整性的显著差异性特点与不同退化成因，选择长江干流重点河段（上游高坝大库河段、

中游江湖连通河段和下游工业园区河段)、长江典型支流(人类干扰高、污染重、调水工程影响大的支流)、平原湖泊和高原湖泊等典型水体,明晰各代表性水体生态系统物理、化学、生物完整性表征指标,建立长江水生态系统完整性指标体系;识别水生生态系统完整性退化特征与关键影响因子,厘清水生态系统完整性退化与长江流域气候变化、水工程调度运行、水质恶化、食物网衰退等自然变化和人类活动的内在关系;研究水生生态系统中物质—能量迁移转化途径与控制原理,揭示不同尺度水体“水文—水动力—水质—水生生物”的多过程耦合与交互影响机制,建立长江水生态系统耦合模型;研究长江干流及重点支流(湖泊)水生态完整性状态对环境压力因子的响应规律与机制,预判变化环境下重点干支流、湖泊水生态系统完整性演变趋势,提出长江干流重点河段、重点支流、典型湖泊水生态系统完整性修复的主要调控因子及其阈值区间。

考核指标:明确长江不同类型河流、湖泊生态系统的主要指示性生物,确定不同类型河流、湖泊生态系统完整性指标和完整性退化的主控因子,构建不同典型类型水生态系统完整性诊断技术体系(10项以上),并在示范流域得到应用;建立长江流域河流、湖泊水生态完整性退化预测模型1套;提出重点区段河流、湖泊生态系统优化调控策略及主要调控因子的阈值区间;编制

长江生态系统损伤评估、生态系统修复等相关行业标准规范征求意见稿3~5项。

### 1.3 黄河水源涵养区环境变化径流效应及水资源预测

研究内容：研究黄河源区地面、遥感等多源立体监测数据融合技术，分析黄河水源涵养区降水、蒸发、径流、蓄量等水循环要素的演变规律；研究全球变暖下的黄河源区冻土水文过程，揭示水源涵养区水资源对下垫面和气候变化的响应机理，明晰水资源变化成因；研究黄河流域地表—地下水文过程与流域生态过程的相互作用，诊断流域生态环境变化与河川径流之间的互馈关系；建立分布式水循环与水资源模拟系统，预测未来不同气候与下垫面变化情景下黄河水源涵养区水资源变化趋势；分析未来变化环境下黄河流域水资源承载能力，研究未来黄河流域水安全和生态环境趋势及风险。

考核指标：形成多源数据融合技术及融合产品，以及黄河水源涵养区水循环参数数据集；提出基于地表—地下水文过程的多维、多尺度流域生态环境退化诊断分析方法和黄河源区等典型区域水文过程的气候响应机理模式；提出流域分布式水资源模型及具有自主知识产权的软件系统，基于多源数据驱动的流域水文模拟精度较地面监测数据驱动的模拟精度提高5%以上，模型系统在黄河业务部门得到应用；定量预测2035年、2050年黄河水源涵养区水资源变化趋势，发布黄河流域未来15~30年水资源情势分

析研判结果，形成 2~3份咨询报告，被流域管理机构或国家有关部门采用，并在黄河流域水资源规划和管理中得到应用。

## **2. 流域水资源系统调配与高效利用**

### **2.1 区域水平衡机制与国家水网布局优化研究**

研究内容：研究区域水平衡基础理论、水资源安全度评价方法与现代水网规划方法，研发嵌入水资源要素的高时空精度经济系统模拟技术；定量开展长江、黄河等重点流域片及重点地区的水平衡状况评价，识别主要失衡区与风险区；研究环境变化与经济社会发展对区域水平衡的影响与作用机制，科学研判全国和长江、黄河等重点流域片及重大战略经济区2035、2050年水平衡发展态势，开展水资源安全度评价；研究跨流域多区域水资源综合调配关键技术，研发全国水资源均衡调配模型以及水资源驱动的经济系统模拟模型，提出国家和长江、黄河等重点流域片及重点地区水资源均衡调配重大措施，开展水资源系统调配对河湖生态流量过程与经济社会影响的多情景精细化模拟，形成面向中远期水资源安全保障的国家水网优化布局方案与重大措施建议。

考核指标：提出基于物理机制的区域水平衡描述方程3个（流域水收支平衡、经济与生态平衡、经济社会供需平衡），建立区域水平衡诊断分析系统，提出水安全度评价方法，嵌入水资源要素的高精度经济系统模拟技术取得突破；提出跨流域多区域水资源综合

调配关键技术，构建有完全自主知识产权的全国水资源综合调配模型，实现业务化运行，完成调控一体化智能平台示范工程，促进示范区河湖生态流量达标率整体提升 10%以上；形成全国重点流域片、重大战略区的水平衡基础数据集和水资源安全度评价成果，提出国家水网优化方案、重大工程布局和相关措施建议，被国家水网工程的规划和实施采纳应用。

## **2.2 长江流域水工程多目标协同联合调度技术研究与应用**

研究内容：针对目前长江流域联合调度工程类别单一（主要为水库群），尚未实现与调水工程、分蓄洪区、涵闸泵站等水工程系统的联合调度，尚未实现水资源—水环境—水生态等多目标协同调度等问题，研究长江流域水资源、水环境、水生态调度需求和目标，提出水资源—水环境—水生态多目标融合协同调度关系；研究建立复杂水工程多目标协同联合调度风险决策评估指标体系；研究水库、调水工程、分蓄洪区、涵闸泵站等水工程多区域协调防洪调度、联合供水调度、水环境保障及水生态调控技术；研究以“三水”多目标融合协同为重点的长江流域水工程群联合调度方案；研究水工程多目标联合智能调度技术，建立面向流域多区域防洪与水资源配置、水环境保护及水生态修复于一体的水工程多目标协同智能调度模型，并在长江流域开展示范应用。

考核指标：长江中下游干流防御标准洪水超额洪量减少 5%

以上；纳入长江流域年度联合调度运用计划的水电站弃水量减少 3%以上，长江中下游干流重要控制断面水库蓄水期平均流量增加 500m<sup>3</sup>/s 以上；开展促进鱼类自然繁殖的长江上游控制性水库群联合生态调度试验不少于 2 次；长江中游干流入洞庭湖“三口”的断流时间减少 2%；建立 1 套适应长江流域特点的水工程多目标协同联合智能调度模型，在长江流域水工程联合调度中开展应用示范，水工程规模不少于 100 座；形成以“三水”融合协同为重点的长江流域水工程调度方案 1 套，并被长江流域相关调度管理机构采纳；形成相关行业标准规范征求意见稿不少于 1 项。

### **2.3 黄河流域多目标协同水沙调控关键技术**

研究内容：针对黄河水沙调控工程的功能布局和运用方式对水生生态系统考虑不足、泥沙调控技术和丰水年径流利用率仍待提高、水库群联合调度系统仍然空白的问题，研究黄河水沙变化和水资源梯级开发对河流生态环境的影响与累积效应，揭示水库群调度下水—沙—生态多维互馈关系与耦合机制。基于防洪减淤、供水、生态环境质量改善、发电等多目标需求，提出不同来水情势下黄河重要断面（河段）的水—沙—温阈值和适宜水沙过程。研究水库群水—沙—生态多目标协同调度技术，建立复杂系统可持续运行的定向控制方法，创建梯级水库群多维协同控制原理及调度技术。优化水沙调控体系的适宜格局和功能配置，科学确定古贤、

黑山峡和碛口水库等待建工程的功能定位和规模，提出多时空尺度、多维功能协同的全河水沙调控模式、原则和极端洪（枯）水沙情境应对策略。

考核指标：黄河干流主要断面基本生态流量及过程的保障程度提高 10% 以上，梯级水库防洪减淤和供水发电综合效益提升 5% 以上，黄河下游河道输沙能力提高 5~10%、下游和内蒙古河段最小过流能力维持在  $5000\text{m}^3/\text{s}$  和  $2200\text{m}^3/\text{s}$  以上；提出兼顾行洪输沙—生态环境—社会经济多过程的协同调度方案与梯级水库群协同调度规则和模式、提出针对不同水沙情境流域水沙联合调控技术体系，并在黄河流域 3 座以上大型水库调度中应用示范；提出适应未来水沙变化、支撑黄河流域生态保护和高质量发展国家战略的水沙调控工程体系配置格局与中长期调控对策，并被流域机构采纳。

## 2.4 黄河宁蒙灌区节水—控盐—减污—生态保护技术与研究与示范

研究内容：针对灌区用水粗放、但过度节水将危及生态和粮食安全的问题，分析不同程度节水的生态响应和土壤盐渍化演变规律，研究灌区山水林田湖草系统的适宜结构和灌溉规模。研究控盐保墒秋浇/冬灌的定额科学确定方法，优化灌溉技术和灌溉制度，研发节水—控盐—减污技术与产品，评价高效节水、面源削

减、灌排协同和水肥一体化等技术与产品的适用性。研发灌区生态水文模型，揭示水—盐—污—生交互作用机理和耦合机制，分析提出可基本维持生态屏障功能的灌区节水潜力、改善灌区尾间河湖水环境和水生态的排水方式、灌区的合理引黄水量。研究水权转让和水价等促进机制和政策、以及基于水资源刚性约束的灌区适水管理策略，研究灌区农业—水文—环境—生态协同调控机制。开展水肥调控、面源消减、灌排协同和种植结构优化的节水—控盐—减污—提质技术集成，构建灌区科学节水与退水示范区。

考核指标：研发灌区节水—控盐—减污—生态保护关键技术及产品 8~10 项，提出宁蒙灌区宜农规模及节水技术集成体系、配套措施和行业标准，并被流域和区域水行政管理部门采纳；建设灌域级节水—控盐—减污—生态及水权转换典型示范区，面积分别不低于 50 万亩，耗用黄河水量减少 10%，灌溉水利用系数提高 10%以上，中度盐碱地面积减少 10%、轻度盐碱地面积减少 15%、土壤盐分减少 10%~15%，灌区退水减污 10%以上。

## **2.5 城镇生活节水技术装备研发及集成示范**

研究内容：针对快速城镇化导致的生活用水资源紧张问题，突破以往重要节点管控的城镇节水方式，从城镇水系统的视角出发，研究不同类型城镇生活水循环系统的变化规律与驱动机制，提出含



非常规水源的城镇水系统节水重构与与均衡配置关键技术；研发基于城镇生活水循环系统水力模拟的精细化节水管控技术、设备和节水评价技术标准；研发城镇生活用水末端微循环节水综合利用技术及节水新产品，建立基于大数据分析的城镇生活节水精准动态诊断与智慧监管平台；研究水资源刚性约束下强化城镇生活节水多层次政策保障体系、用水定额标准以及全要素供水价格机制；在重点流域和缺水地区开展集成示范。

考核指标：提出含非常规水源的城镇水系统节水重构关键技术指南；提出城镇多水源多用户均衡配置技术指南；提出城镇生活水循环系统节水精细化管控技术指南；制定城镇生活节水国家标准2项；研发城镇生活低成本、环保型节水新产品、新设备2套，生命周期内成本降低10%以上、节水率提高15%以上；研发在线分布式、移动式自识别等城镇供排水漏失监测设备2套，定位精度 $\leq 0.5\text{m}$ 、准确率 $\geq 95\%$ ；研发原位水动力供能的水量水压水位等在线监测新设备2套，数据传输频率不低于5分钟/次，计量误差流量 $\leq \pm 3\%$ 、压力 $\leq \pm 5\%$ 、液位 $\leq \pm 5\%$ ，准确率 $\geq 95\%$ ；在经济发达地区、缺水地区和水质敏感区城镇建立3处以上集成应用示范区，单个示范区覆盖范围 $\geq 50\text{km}^2$ 、生活用水规模 $\geq 500$ 万 $\text{m}^3$ /年，构建城镇节水大数据分析智慧监管平台，提升综合用水效率 $\geq 10\%$ 。

## 2.6 黄淮海地区地下水超采治理与保护关键技术及应用示范

研究内容：针对黄淮海地区地下水超采及其引发环境地质灾害和自然湿地退化问题，研究不同类型超采区地下水位不断下降对气候变化和人类活动的响应与规律，揭示典型区地下水超采致灾风险及危机机制；研究地下水资源功能、生态功能和地质环境功能的时空耦合关系，构建地下水超采致灾风险评价、预警和保护理论；研发经济合理、有效治理和智能精准管控的关键技术体系，根据不同类区地下水超采对区域经济发展和社会稳定风险情势，研发针对性地下水超采治理和防控技术方案与战略策略，提出相应流域水平衡约束下地下水合理开发与生态功能保护指标体系，并选择不同类型典型超采区开展核心成果示范应用。

考核指标：构建不同类型地下水超采致灾风险评价、预警和保护理论体系 1 套，研发地下水超采风险预警与智能精准管控的关键技术体系 1 套；示范应用 2~3 处，核心成果示范应用区地下水超采程度减缓 15%以上，显著提高我国应对地下水超采情势的预警与精准管控能力；通过示范应用，形成可复制的具有针对性地下水超采治理和防控技术方案、行业标准，提出面向国家主管部门、符合新时期生态文明建设要求的区域地下水超采治理与管控战略策略，包括 2~3 份咨询建议报告。

### **3. 流域水环境质量改善与综合治理**

#### **3.1 面向高盐废水资源化的低成本膜集成系统研发与示范**

研究内容：针对膜技术在高盐废水资源化利用中运行成本高、膜污染严重的问题，优选并研发适用于高盐废水处理的低污染、高通量的反渗透膜材料，优化膜组件结构，提高抗污染能力并降低运行能耗；研究纳滤膜一二价离子分离的关键影响因素和控制条件，优选并研发高性能纳滤膜组件；面向高盐废水资源化，开发多膜集成—蒸发结晶耦合系统，优化膜组合模式及操作条件，研发低成本高稳定性的蒸发结晶技术和装备；识别膜集成系统各运行过程中的膜污堵关键组分，研发有机物—无机物协同去除及膜污染控制技术，提高膜集成系统运行稳定性；开展面向高盐废水资源化的膜集成系统应用示范，形成可规模化推广应用的技术标准体系。

考核指标：开发出适用于高盐废水处理的反渗透膜和纳滤膜组件；在操作压力不高于 0.5MPa 下，纳滤膜对室温下 2000ppm 硫酸镁水溶液的脱盐率大于 97%，对硫酸根和氯离子双组分体系的分盐率不低于 97%，纳滤膜通量不低于 60LMH；高盐废水工业应用纳滤膜组件清洗周期大于 1 个月，纳滤膜分盐率年衰减不高于 2%，通量年衰减不高于 5%；反渗透膜功能层厚度不低于 200nm；在操作压力不高于 6MPa 下，反渗透膜对室温下 32000ppm 氯化钠水溶液的脱盐率大于 99.7%，反渗透膜通量不低于 40LMH；高盐废水工业应用反渗透膜组件清洗周期大于 1 个月，反渗透膜脱盐率年衰减不高于 1%，通量年衰减不高于 3%；建立处理量不低于 5000 吨/

天的高盐（盐浓度大于 1%）废水资源化利用工程示范 1 项，膜集成工艺段的运行成本较现有膜系统降低 10%以上，产品盐回收率 85%以上，产品盐质量分别不低于《工业盐》（GB/T 5462-2015）中的二级质量标准和《工业无水硫酸钠》（GB/T 6009-2014）中的Ⅲ类合格品质量标准；编制面向高盐废水资源化的膜集成系统技术指南（行业标准）1 部。

### 3.2 污水生物处理前沿技术研发与示范

研究内容：针对长江黄河流域有机物、氮、磷和新污染物的污染与资源回收率低等关键问题，重点围绕城镇污水、污泥与痕量新污染物处理前沿技术的研发与应用，实现碳减排与污染物治理协同资源能源转化的重要目标。研发以污水厌氧氨氧化新工艺为代表的前沿生物处理技术，突破厌氧氨氧化菌工程化与规模化培养富集技术瓶颈，实现低碳源污水总氮深度去除、节能降耗与碳源利用；开发新型生物载体功能材料，强化微生物种间协同与代谢调控，显著提升微生物固碳、储碳能力；基于电化学活性微生物胞外电子传递机制，研发微生物电催化污水处理技术，微生物与生态、物化耦合处理新技术，强化新污染物的去除，提高污水中难降解组分生物转化效率和能源化效率，并实现碳减排；研发将污水或污泥中有机物、氮、磷等物质定向转化为高附加值化学品或者生物质能的生物耦合物化处理新技术，实现生物能源生产与资源回收。

考核指标：研发高效低耗、高资源能源回收率的污水、污泥生物处理前沿技术，处理能耗降低 20%以上，温室气体减排50%以上。针对城镇污水和污泥与新污染物处理，集成新型高效生物处理技术与过程控制系统和装备各 5 套，形成行业技术标准与操作规程（征求意见稿）2 套。提出微生物耦合物化处理与资源回收新技术，实现磷资源化率不低于 50%。开发基于部分厌氧氨氧化强化的城市污水深度处理工艺，建立规模不低于 30000m<sup>3</sup>/d 的工程示范 1 座；污水中有机物作为能源和碳源的利用率不低于 60%，厌氧氨氧化的脱氮贡献率不低于 20%，全流程能耗降低 30%以上。

### 3.3 长江流域城市水环境治理提质增效关键技术研究及示范

研究内容：针对流域厂网河湖一体化过程中多源污水和污泥亟待生态统筹与资源化处置的关键技术问题，研发与自然生态协同建设的城市径流污染源头控制关键技术与设备；研发管网雨污混接、错接和破损的非开挖检测关键技术及装备，突破管网工程建设问题的非开挖识别和智慧管控技术瓶颈；研发溢流污染和初期雨水污染控制关键技术及装备，研发受纳河湖水体水环境容量耦合厂网河湖一体化提质增效技术；研发市政污泥、管渠底泥、河道底泥等多源污泥资源化处置关键技术及装备，实现多源污泥绿色低碳资源化利用；开展长江流域典型城市多源污水—污泥—生态统筹

的资源化处置技术体系的综合应用,并在长江流域相关城市对厂网河湖一体化提质增效开展示范。

考核指标:开发降雨径流源头控制技术和设备 2~4 项,年径流污染控制率不低于 60%;开发工程实施便捷且精确度高的管网问题精确检测技术及装备 5~6 项(套),管网混接错接和破损问题定位准确率比现有技术提高 20%以上;开发溢流污水和初期雨水处理技术 3~5 项,年污染物总量削减率不低于 50%;开发多源污泥处理与资源化转化技术及装备 3~5 项(套),污泥种类不少于 3 类,市政污泥内碳源回用率不低于 15%,多源污泥资源化利用比现有水平提升 20%以上;示范城市厂网河湖一体化提质增效服务面积不小于 100 平方公里,主城区水环境水质主要指标(COD、SS、BOD、NH<sub>3</sub>-N)达到国家考核标准。

### 3.4 流域面源污染防控技术与应用示范

研究内容:针对我国流域面源污染日益突出、重要水质断面氮磷季节性反弹等问题,选择长江流域丘陵山区、平原河网区和黄河大型灌区为典型研究区,研发流域面源易流失多组分网络监测、河流断面水质水量在线同步监测技术和面源通量核算技术集成;突破自然径流、农业种植面源、分散畜禽养殖面源和城镇面源主要污染物溯源关键技术,研发大尺度流域面源污染负荷核算与模拟预测模型、关键源区识别解析和负荷核算技术;突破流域农业种植面源污

染零直排、养殖污染物转化分解及资源高效利用、城镇复合面源污染生物生态处理等关键技术，建立不同区域最佳面源治理技术模式；研究分区分类面源污染防治管理模式和考核评估体系，制定管理政策和相关制度标准；在长江与黄河流域，分别选择地市级行政区，开展技术应用和监督管理综合试点示范。

考核指标：提出面源污染物通量监测关键技术 2~3 项，并业务化应用；面源污染溯源识别和污染负荷核算关键技术 3~5 项；研发大尺度流域面源污染模拟计算机模型（含通量监测、污染溯源与负荷核算工具）；断面污染物通量监测、面源污染溯源与负荷核算行业技术规范或技术指南（征求意见稿）1 套；形成农业种植、畜禽养殖、城镇复合面源污染最佳治理技术模式 1 套；面源污染防治管理模式和考核评估体系 1 套；政策制度和相关行业标准（征求意见稿）1 套；综合试点示范 2~3 个。

## **4. 水源风险阻断与饮用水安全供给**

### **4.1 饮用水源风险优控污染物清单与风险源分布热点图**

研究内容：整合长江、黄河沿线工业园区布局、企业生产工艺及产品信息、毒理学数据，开展重点排污口监测调查，建立长江、黄河流域典型工业源排放的致癌物、内分泌干扰物等健康风险物质的污染源数据库，绘制流域高风险污染物的风险源分布热点图；针对流域断面及重点排污口筛查出的多种疾病相关生物效应，利用疾

病相关靶蛋白与高分辨质谱相结合的高通量靶向分析与非定向分析手段，鉴定出主要健康风险物质，并以饮用水水质标准制定为约束条件开展毒理学研究；针对长江、黄河干流与一级支流关键断面和集中式饮用水水源，开展流域代表性健康风险物质的污染特征与工艺可处理性研究，制定流域饮用水源及饮用水优控污染物清单，为我国饮用水标准持续更新修订、行业排水毒性减排和风险因子管理提供科技支撑。

考核指标：明确长江、黄河干流和一级支流不少于 8 类健康相关的生物毒害效应分布特征，利用疾病相关靶蛋白与高分辨质谱相结合的水环境中健康风险物质高通量识别技术，提交不少于 8 类健康相关生物毒害效应物质清单；建立饮用水 700 种风险污染物高通量分析方法，结合靶向分析与非靶向分析结果，提出基于 700 种以上风险物质的长江、黄河流域饮用水源优控污染物清单和数据库 1 份，形成饮用水风险管控技术体系；提出不少于 20 种高风险污染物的长江、黄河干流和一级支流流域负载图和流域潜在风险源热区图，建立饮用水源风险管控技术体系，制定长江、黄河流域饮用水源优控污染物清单、高风险污染物管控国家或行业等技术导则标准或规范，被管理等部门采纳。

#### **4.2 长距离调水工程水质安全保障关键技术研发与应用**

研究内容：针对南水北调长距离调水工程中存在的藻贝类有毒



有害污染物、沿线水体掺混后的复合污染等问题，研发基于生物毒性效应导向的风险污染物高通量测试技术，构建水质安全评价方法，甄别筛选优先控制有毒有害风险污染物；识别调水干线藻贝类暴发机制与关键因子，开发基于物理机制和深度学习的预测预警模型和设备，实现智能预警和趋势预测，研发适合长距离调水渠道特性的藻贝类治理与固定清栖的整装成套技术与装备并进行示范；研究水动力条件变化对污染物迁移转化及水质稳定性的影响，建立长距离调水工程水量水质交互影响智能预测系统，研发水质安全保障的水动力调控关键技术，构建水量水质联合优化的智能化调度系统；研究消毒副产物前体物、臭味物质、藻毒素等藻源污染物在输水过程中的迁移转化规律，揭示藻类和有毒有害污染物在水源区、枢纽区、调蓄区等关键节点的污染特征及形成机制，研发输水沿线关键节点水质安全保障关键技术；研发高效去除饮用水典型新污染物的深度处理关键技术，研制大剂量高级氧化设备、节能型纳滤膜组件等深度处理系统；研究突发水污染事件快速监测及应急处置技术，建立具备风险污染物识别—预警—调控—处置的决策支持综合管理平台，开展长距离输水水质安全保障技术综合应用示范。

考核指标：形成长距离输水工程水质安全保障优控污染物溯源甄别技术及装备，建立包含毒性数据、离子碎片等质谱信息的重点风险污染物数据库，构建调水水质安全评价方法并研制相应的智能

软件各 1 套；开发长距离调水干线藻贝类暴发在线检测预警设备，实现 7 天、3 天的藻类变化预报，研发藻贝类治理与固定清栖的整装成套装备 1 套，研制壳菜清理水下机器人和渠道底栖智能清理设备各 1 套，综合防治技术可降低示范结构中壳菜幼虫密度的 50% 以上；研发水量水质交互影响的水动力—水环境耦合模拟智能预测预警系统 1 套，预测时间不少于 7 天，预警准确率不低于 90%，构建水量水质联合优化的智能化调度系统 1 套；研发输水沿线关键节点水质安全保障关键技术，输水沿线藻类、氮磷、风险污染物等深度削减的生物生态控制关键技术并开展技术示范，规模不少于 10 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，风险污染物削减 30% 以上，处理成本降低 20% 以上；开展南水北调饮用水深度处理技术示范，工程规模不少于 20 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，典型新污染物消减 50% 以上，饮用水深度处理装备的价格比国外同类产品降低 40% 以上；研发多源生物在线预警监测设备 1 套，构建风险污染物识别—预警—调控—处置的全过程决策支持综合管理平台示范并业务化运行。通过长距离输水水质安全保障技术综合应用示范，总体实现调水工程水质风险可预测、污染可预防、优劣可调控、安全可控制。

## 附件 3

# “生物安全关键技术研究”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“生物安全关键技术研究”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：聚焦国家生物安全重大现实需求，全面提升国家生物安全领域科技支撑能力，准确甄别生物安全危险因子“危害源”，即时切断生物危害事件“传播流”，高效防护生物危害“袭击靶”，系统完善重要战略地域生物资源“战略库”，着力培育新兴两用生物技术“慑止力”，筑牢国家生物安全科技防线。

2021 年度指南部署坚持全链条部署、一体化实施原则/要求，围绕重大新发突发传染病与动植物疫情防控、防范生物恐怖袭击与防御生物武器威胁、外来生物入侵管控、人类遗传资源和特殊生物资源保护与利用、生物技术谬用防范、实验室生物安全保障等 5 个任务，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 7 个方向，拟安排国拨经费概算 1.75 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## 1. 基础研究

### 1.1 重大外来入侵物种适应性演化与进化机制研究

**研究内容：**重大外来入侵物种种群定殖和扩张过程中对寄主和异质环境的遗传适应性特征及快速进化/演化机制；特定功能基因表达及其表型可塑性调控机理；入侵物种与共生微生物互作与入侵适应机制，入侵物种与本地生态位近缘种或等值种的“协同与竞争”入侵效应；复杂多物种互作网络的适应性进化入侵机制。

**考核指标：**明确影响入侵物种种群定殖、增长与暴发的关键生态适应性进化的基因可塑性机制、表观遗传学机制和多物种协同入侵机制；阐明入侵物种传入、演化过程以及致害力变异特征；解析 3~5 种入侵物种的种群暴发机制，创新入侵物种的分子靶向干预技术和生态调控技术。

### 1.2 物种群体易感性和生境脆弱性防护研究

**研究内容：**研究物种易感性的遗传基础和作用机制，鉴定差异性标识物；开展生境脆弱性研究，探讨有害生物对生态环境、物种种群等的损伤机制，建立相应的损伤研究模型及监测方法，研发针对物种易感性与生境脆弱性的防护技术与产品。

**考核指标：**针对至少 5 种有害生物明确其物种易感性的遗传物质基础；鉴定获得 5 个以上差异性生物标识物；明确 3 种重要有害生物对生境和种群的损伤机制；建立 3~5 个可用于监测和损

伤评价的适用性模型,研发相应防护技术与产品 3~5 种,并形成相关标准。

## **2. 共性关键技术及重大产品研发**

### **2.1 人畜共患烈性传染病临床救治技术与防护规范研究**

**研究内容:** 研究建立基于临床特征的人畜共患烈性传染病临床救治技术体系,明确其临床特点、疾病进展和转归的规律,发现重症和危重症病例的病情预警预测因素;建立临床救治生物安全防护标准和相关设施建设的技术规范;研发面向烈性传染病临床救治的智慧重症医学信息系统。

**考核指标:** 研发 3~5 种人畜共患烈性传染病临床救治新技术,提高疾病转归;明确重症和危重症病情预警预测因素;围绕烈性传染病的医学控制全链条,建立临床救治生物安全防护标准和设施建设技术规范 3~5 项;设计实现人畜共患烈性传染病临床救治的智慧重症医学信息系统,并在 5 个以上医院开展临床验证

### **2.2 理化防护装备**

**研究内容:** 以新材料、新原理和新技术为基础,构建可单独或同时对各种类型的生物危害因素进行有效的个人和现场集体防护的物理空间屏障技术装备;研发高效、移动式、自动化,且适应低温等特定环境的洗消技术和洗消装备,实现模块化、智能化。

**考核指标:** 研发防生材质、纳米衍生等理化防护装备适用性

新材料、新技术 2~3 种；研发用于个人的物理防护装备 2~3 种；研发符合特定需求的新洗消技术 2~3 套、新洗消设备 2~3 种；形成相关技术规范 and 装备标准。

### **2.3 重大外来入侵物种前瞻性风险预警和实时控制关键技术研究**

**研究内容：**针对新发/突发和潜在的重大农林外来入侵物种，开展基于多组学、生物传感、模型验算、智能分析等的前瞻性风险预警和实时监控关键技术研究，提升外来入侵物种的早期预警、阻止入侵、狙击扩散的早期主动防控应对能力。

**考核指标：**建立完善重大外来入侵生物跨境/区域/生境传入和扩散风险预判和即时预警的动态可视化智能分析技术平台和用户终端网络，完成 200 种以上重要外来农林入侵物种的入侵扩散风险与适生区域的定量评估；研发重大入侵物种风险预判、实时监测、甄别溯源、应急灭除、狙击拦截等技术产品；建立 10 种以上重要农林入侵物种“关口外移、风险预警、源头监控、技术共享”的联防联控技术模式。

### **2.4 重要公共场所生物恐怖防控技术研究**

**研究内容：**研究地铁、火车站、机场、体育场馆、剧院等大型公共场所生物恐怖威胁因子特性、发生、作用和播散机制，开发重要公共场所生物恐怖袭击现场防控新技术；研发大型公共场

所重大生物恐怖威胁事件风险评估方法、模型，创建快速风险评估和决策支持系统，建立重大突发生物恐怖威胁事件联防联控响应机制，集成大型公共场所生物恐怖风险评估、预测预警、应急决策和防控技术体系；研制面向重要公共场所生物恐怖防控的卫生应急指挥与决策管理体系，形成系统应对生物恐怖事件的处置能力。

**考核指标：**研究 3~5 类大型公共场所生物恐怖威胁因子特性；研发 3~5 种生物恐怖威胁因子防控新技术与新设备；建立 1 套大型公共场所生物恐怖风险评价与决策支持体系，形成大型公共场所生物恐怖威胁应急预案和防控技术体系；实现面向重要公共场所生物恐怖防控的卫生应急指挥与决策管理系统，并在 3~5 类大型公共场所开展验证。

### **3. 典型应用示范**

#### **3.1 全球动植物种质资源引进中转示范基地建设**

**研究内容：**开发动植物引种自动评估、智慧型隔离检疫、多目标健康筛查、系统性风险监测系统及无害化处置技术，用于全球动植物种质资源引进中转基地建设；建设动植物种质资源活体暂存库、动植物种质资源基因数据库、全球检验检疫信息资源库；构建覆盖境内外的集数据存储、信息查询及繁育保藏为一体的资源保存与共享平台；在中转基地完成高风险动植物种质资源的引



种落地，建立技术示范基地。

**考核指标：**开发支撑技术软件系统 1 套；建设容纳 200 种以上动植物种质资源活体暂存库 1 个、包含 200 种以上动植物种质资源基因数据库 1 个、具有 5000 条以上全球检验检疫信息资源库 1 个；开发中转基地动植物种质资源生物安全大数据综合分析技术平台 1 个；建设动植物种质资源引进中转示范基地 2 个。

## 附件 4

# “生育健康及妇女儿童健康保障”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“生育健康及妇女儿童健康保障”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：聚焦生育障碍、出生缺陷、妇女疾病、儿童健康等突出问题，科技布局侧重于对生育力建立和维持过程的深入了解、生育健康维护与妇幼保健关口前移、疾病防治精准化、健康保障和疾病诊疗关键技术、产品研发等，最终建立国家级生育力评估监控、出生缺陷预警筛查体系，实现妇女儿童健康监控与重点疾病诊疗智能化、标准化和服务水平同质化，推动实施生育健康维护及妇幼健康保障工程。

2021 年度指南部署坚持突出重点、分步实施的原则，围绕生育健康维护与促进、出生缺陷防控、妇女健康促进与疾病防治、儿童健康促进与疾病防治 4 个任务，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 20 个方向，拟安排国拨经费概算 5.5

亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，除特殊说明外实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 开展生育健康维护与促进研究**

### **1.1 卵母细胞发育的质量控制（基础研究类）**

**研究内容：**从代谢、表观、母源调控等角度解析卵母细胞发育过程中的质量控制机制；阐明卵母细胞发育过程中母体微环境改变（重点关注高龄、肥胖等）对其质量的影响；揭示人类卵母细胞发育障碍及质量低下的分子机理；发现预测卵母细胞质量的潜在标志分子，为改善卵母细胞质量提供新策略。

**考核指标：**初步阐明生理条件下卵母细胞发育过程中的质量控制机制；揭示 1~2 种母体微环境因素影响卵母细胞质量的分子机理；筛选 4~6 个介导人类卵母细胞发育受损的新分子并阐明其调控基础；提供 1~2 项预测及改善卵母细胞质量的诊疗新途径。

### **1.2 生精微环境的构筑与调控机理（基础研究类）**

**研究内容：**解析生精微环境的构成基础，筛选调控生精细胞发育过程的关键分子，通过离体和在体体系阐明其作用机制；鉴定生精细胞与体细胞（主要是睾丸支持细胞和间质细胞）互作过程中的重要机制和关键因子，解析其对生精细胞发育的调控作用及分子机制；揭示生精微环境/生精细胞发育异常的发生机理，为精子质量评价提供新途径，在此基础上辅助临床男性不育症诊疗新体系的建立。

**考核指标：**发现 3~5 个构筑生精微环境的关键分子，阐明其作用机理；建立 1~2 种离体生精细胞发育的新技术和新方法；发现 4~6 个导致生精细胞发育异常的新基因及机制；发现 1~2 种生精微环境/生精细胞发育异常相关男性不育的新的辅助诊断生物标志物。

### **1.3 人类胚胎着床过程中的细胞分化机制研究(基础研究类)**

**研究内容：**利用临床捐赠的人类胚胎，结合多组学、三维培养和类胚胎（器官）等技术，揭示调控人类胚胎在着床过程中的（不超过 14 天）细胞命运决定和分子调控机制；利用灵长类（人，猴）子宫内膜类器官，从体内体外等不同角度筛选确证人类胚胎着床过程中调控细胞不同发育命运的关键分子并研究其生物学功能；利用可模拟早期胚胎发育过程的干细胞体外重构人类胚胎，解析调控人类胚胎细胞着床过程上下游的分子调控机制及关键分子，阐明不同发育命运细胞“对话”的互作机制；利用人类受精卵和重构胚胎，结合基因编辑等技术，进一步阐明人类胚胎着床过程中细胞分化失调导致胚胎停育及流产的病理机制。

**考核指标：**建立 2~4 种新型的人类早期胚胎发育体外培养体系，全面系统绘制人类胚胎着床过程的分子调控网络和细胞类群；建立 3~4 种干细胞来源的人类和非人灵长类重构胚胎，及 2~3 种子宫内膜类器官，鉴定 4~6 个决定人类胚胎着床过程中不同命运细胞分化的关键调控分子，阐明其分子机制和互作网络；筛选 4~6

个人类胚胎着床失败的关键调控分子，揭示细胞分化决定人类胚胎停育及流产的内在调控机制。

#### **1.4 女性重大生殖内分泌代谢性疾病的精细化诊治**

**研究内容：**建立重大生殖内分泌代谢性疾病专病队列，通过机器学习/人工智能和队列随访，探索适用于我国生殖内分泌代谢性疾病的亚型分类诊断新模式；通过前沿组学技术，发现新的亚型诊断生物标志物；结合遗传和代谢等探索不同亚型的关键致病因素，关注肥胖或代谢异常亚型，利用模式动物解析生殖与代谢的互作关系，寻找干预新靶点，探讨其改善代谢、促进生殖功能恢复、降低远期并发症发生风险的作用和机制；通过队列和/或前瞻性随机对照临床研究，分型优化现有治疗方案，注重多学科协作的智能化、精准化、个性化、操作性强的干预模式，制定可推广应用的精细化诊疗指南或共识等行业规范。

**考核指标：**建立重大生殖内分泌代谢性疾病的亚型分类诊断标准，发现 1~2 种亚型诊断生物标志物，明确 3~5 种关键致病因素，建立或优化 1~2 种临床干预新举措/方案，发布或更新 1 项临床诊疗的行业指南或共识，建立生殖内分泌代谢性疾病特征性的临床精细化防治规范体系。

#### **1.5 辅助生殖医疗产品的自主研发与生产**

**研究内容：**针对辅助生殖医疗过程中常规使用的医学试剂和

耗材，结合体内及体外研究，优化调节生殖细胞及胚胎发育的微环境，自主研发辅助生殖培养液、体外诊断试剂及专用耗材等，从细胞、分子、模式动物和临床试验不同层面，明确产品的有效性和安全性，及其改善和提高辅助生殖医疗结局的效果，推动国产产品替代进口产品进程；推动完善辅助生殖医疗产品质量规范和标准，实现我国在辅助生殖医疗主要产品领域的自主化、系统化与规范化。

**考核指标：**开发不少于4种具有自主知识产权的辅助生殖医疗过程中常规使用的主要产品（试剂和耗材），多层面确证开发的辅助生殖医疗产品的有效性和安全性，阐明相应的作用机理，开发产品在3~4个具有开展人类辅助生殖技术（IUI，IVF，ICSI，PGT，冷冻保存技术等）运行证书的国内省级生殖医学临床机构开展临床研究，建立2~3个辅助生殖医疗产品质量规范和标准，申请专利10项以上，转化成果2~3项，申请2~3项Ⅱ类或Ⅲ类医疗器械许可证。

**有关说明：**项目实施周期不超过4年；该项目要求产、学、研联合申报，企业提供的其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于1:2；合作企业具备GMP（产品生产质量管理规范）标准规定的生产体系。

## 2. 开展出生缺陷防控研究

## 2.1 辅助生殖中遗传性疾病的临床队列与干预研究

**研究内容：**基于我国现有的大量辅助生殖临床资源，建立辅助生殖研究人群队列，同步开展自然妊娠人群队列建设，完善辅助生殖遗传资源样本库和相关数据库，建立统一标准和规范管理流程；全面系统地比较辅助生殖与自然妊娠家庭成员中的基因组图谱，描述基因组变异的特征类型、发生频率、热点区域，及其与临床表型及疾病的关联，揭示辅助生殖子代出生缺陷等全生命周期重大疾病的遗传学病因和基因组基础；建立新型单基因变异筛查技术，对辅助生殖中新发单基因疾病的疾病谱、发生频率、基因型—表型关联性、热点突变等进行阐明；健全并推广遗传咨询操作流程和临床干预措施，降低和避免辅助生殖中由基因组变异导致的出生缺陷和重大疾病风险。

**考核指标：**建立多中心、十万人级辅助生殖研究人群队列并完善样本库和数据库；研发辅助生殖人群队列建设的行业标准、指南和专家共识 2~4 项，推广应用辅助生殖人群队列建设标准与适宜技术；构建辅助生殖/自然妊娠核心家系的基因组图谱并鉴定特征性基因组变异；建立 2~3 个适用于辅助生殖场景的新发单基因变异筛查、染色体变异筛查技术，明确中国辅助生殖人群中新发单基因疾病的各项特有数据；阐明 1~2 种特征表型/疾病相关的 2~3 个基因组变异及其功能和机制，并探讨临



床实用价值。

## **2.2 母体内分泌、代谢和主要营养素对子代健康的影响及机制研究**

**研究内容：**建设大规模、前瞻性、多中心围产队列，探讨孕产妇营养健康状况及母体肥胖、糖尿病等内分泌代谢疾病对子代发育的影响，包括子代糖脂代谢、发育异常及相关疾病；重点关注母体糖脂代谢对发育编程的调控作用，阐释母胎代谢互作机制，筛选生物标志物；关注生命早期疾病，并以改善子代健康为目标，制定妊娠期防治策略。

**考核指标：**筛选能反映孕产妇营养健康状况、内分泌代谢疾病相关的，且可能影响子代发育的标志物 3~5 个，阐明母胎代谢互作机制；筛选出可能影响子代代代谢和重要器官生长发育的关键分子，及可应用于临床检测的关键生物指标 3~5 个，为制定临床可行、有效的疾病防治策略提供依据。

## **2.3 出生缺陷基因治疗的临床前研究和产品研发**

**研究内容：**建立导致出生缺陷且适用于基因治疗的疾病模型（包括核基因突变模型和线粒体基因突变模型等）；阐明相关基因的致病机制和分子调控通路；明确基因治疗的靶点，通过体外实验、动物实验等开展临床前研究，探讨其科学性、可行性、实用性和安全性；开发安全、有效、低成本的国产化重大遗传病的基因治疗新

技术，完善临床应用前的各项数据收集和评估；开展细胞（基因）储存、制备、各类基因载体生产和质量控制等关键技术研发，以及符合 GMP 要求的个体化培养设备等配套产品开发。

**考核指标：**建立 3~4 种适用于基因治疗的出生缺陷疾病模型；阐明相关基因致病的分子机制，确定基因治疗的靶点，验证基因治疗的可行性；建立并优化基因治疗的技术方法，完成不少于 1 种出生缺陷基因治疗新药临床前研究；申请 2~3 项基因治疗技术相关专利；1~2 种基因治疗新技术进入临床研究阶段。

## 2.4 结构性出生缺陷疾病防控和救助体系的构建

**研究内容：**以具有区域示范性的结构性出生缺陷干预救助工作的大规模普筛普治优势资源为支撑，利用或整合已有的围孕期亲子队列以及结构畸形专病队列和相关资源，分析中国人群结构畸形流行病学相关数据；从环境、遗传学、表观遗传学、营养代谢和影像学等多维度研究心血管、消化、泌尿、神经和骨骼系统等常见结构畸形的发病危险因素和致病机制；探索发现具有筛查、诊断作用的分子标志物、基因变异等多组学指标，开展多模态数据分析利用，建立诊疗规范，构建具有示范推广意义的预防—诊治—救助—监控体系。

**考核指标：**开展多中心、万人级先天畸形队列研究，评估妊娠期药物暴露、营养代谢等环境因素在重大结构畸形发生中作用；

发现 3~5 个导致结构畸形的新基因；研发适合中国国情的出生缺陷防控新技术和产品；形成一批专利和临床诊疗指南；建立具有可在全国推广的预防—诊治—救助—监控体系。

## **2.5 重大出生缺陷的致病位点识别和非经典遗传模式解析（基础研究类）**

**研究内容：**建立适宜大规模高通量识别出生缺陷中致病性突变的模型方法；解析重大出生缺陷中寡基因遗传的致病模式；明确非编码区变异导致出生缺陷的致病机制；探讨代谢物修饰等表观遗传改变引发出生缺陷的分子途径；解析出生缺陷中遗传结构和非经典孟德尔遗传对临床诊断的贡献。

**考核指标：**开发大规模识别重大出生缺陷致病性突变的模型方法；系统解析 1~2 种超大致病基因众多突变位点的致病性；发现并证明 2~3 种寡基因导致出生缺陷的遗传模型；明确 2~3 种出生缺陷非编码基因的致病机制；为代表性重大出生缺陷提供较为全面的基因检测示例。

## **3. 开展妇女健康促进与疾病防治研究**

### **3.1 宫颈病变的精准筛查防治研究**

**研究内容：**以宫颈高危型 HPV 持续性感染作为着眼点，深入阐释在宫颈高危型 HPV 持续性感染的生物结构特征的变化，甄别宫颈高危型 HPV 持续性感染的遗传易感位点变异和关键

致病基因；探索 HPV 疫苗接种后人群的 HPV 持续性感染规律和 HPV 整合新模式,开展中国 HPV 疫苗接种后 HPV 感染型的观察研究；探索高危型 HPV 持续性感染人类基因组整合与宫颈恶性转化的交互机制，进一步探讨 HPV 整合在宫颈恶性转化中的作用，探讨和研究宫颈病变的临床筛查技术、新辅助筛查技术和筛查策略，提高临床筛查效率。

**考核指标：**采用高通量多组学技术阐释宫颈高危型 HPV 非同源整合的理论，明确 1~2 个 HPV 基因组整合新模式；构建 2 个模拟高危 HPV 感染整合的动物模型；研发 1~2 种基于高危 HPV 整合为基础的宫颈病变精准筛查的检测手段及应用临床的检测试剂盒。建立可供筛选高危人群的高危型 HPV 持续性感染恶性转化的精准靶向干预新策略。完成 2~3 个新的辅助筛查诊断技术的临床评价，建成符合国情的中国消除子宫颈癌综合防控模式。

### **3.2 中国盆底功能障碍性疾病手术治疗并发症和盆底康复预防的平台体系建立**

**研究内容：**聚焦盆底功能障碍性疾病手术治疗、康复的选择和并发症的防治问题，以国内现有的盆底重建手术数据库优势资源和并发症上报管理系统为依托，建立中国国家级盆底功能障碍性疾病的数据信息平台。整合已有队列和多中心研究的相关资源，开展多项国家层面的多中心、大样本盆底疾病手术队列的临床注

册研究,以获取各类主要盆底术式在真实世界中重要预后终点(有效性、安全性及功能评价)的中国资料,实现各类术式优劣选择的临床策略研究和预后模型建立,为指南和诊疗规范制定提供循证医学证据;通过临床队列的远期随访,并发症的网络直报和智能化管理,进行中国人群的并发症病因学研究、建立风险预测及评估模型,研究对并发症动态监控、智能预警、早期干预和精准预防策略;健全和强化盆底疾病手术培训和准入制度,建立国家级盆底疾病手术师资培训的综合诊治示范中心,形成覆盖全国的手术治疗、并发症管理的综合防治体系;建立覆盖全国、基于电生理基础的盆底功能障碍性疾病康复网络。

**考核指标:** 1.建立标准化、规范化、具有自主知识产权的国家级盆底功能障碍性疾病手术数据库以及并发症登记网络信息平台。2.获取中国大样本、真实世界的盆底重建手术临床数据,重点关注网片植入手术(经阴道植入合成网片的盆底重建术及骶骨固定术),其随诊比例要求达到70%以上,为国际争议热点的盆底重建术提供高质量的数据支撑。3.通过跟踪大规模临床队列的结局和实践总结,形成2~4个用于临床实践的诊治指南(规范)或临床路径,符合中国国情的植入网片重建术并发症的新型评估标准和治疗规范,形成中国女性盆底功能障碍性疾病手术并发症的预防策略。4.形成覆盖全国的盆底功能障碍性疾病治疗及并发

症防控的管理体系。5.初步形成覆盖全国的盆底功能障碍性疾病筛查、康复和诊治的三级预防诊疗体系。

**有关说明：**牵头单位应具备盆底障碍疾病研究相关的良好工作基础（如大样本临床队列）和条件（已有成熟、或初具规模的数据库平台）。

### **3.3 女性生殖道结构异常的发病机制及修复与重建技术研发**

**研究内容：**在女性生殖道结构异常基因组学研究的基础上结合临床大数据信息、模式动物和基因编辑技术，探索女性生殖道结构异常患者的基因突变及其致病机制，建立疾病的遗传/临床分型，并指导治疗；基于多模态影像机器学习算法构建女性生殖道发育异常的形态学及临床表型的研究，建立女性生殖道结构异常国家级数据平台，实现病例网络直报和智能化随访管理，推进全国多中心女性生殖道结构异常生物标本库的建立和完善。探索生物工程、干细胞等新技术在女性生殖道结构重塑与功能修复中的内在机制和应用；探索生殖道相关器官重建的新技术、新方案，进行有效性、安全性评价。开展全国多中心女性生殖道结构异常的临床注册研究，以获得重要的预后终点（妊娠结局、生活质量）及相关预后因素的循证依据，建立疾病妊娠结局预测模型；为女性生殖道结构异常建立完善的整复策略。制定推广指南，提高全国各级医院对该类疾病的诊治水平。

**考核指标：**通过高通量基因组学分析，明确 2~4 个女性生殖道结构异常的关键基因突变及其作用机制；建立 2~3 种女性生殖道相关器官重建和功能修复的先进技术；制定安全、有效、完善的女性生殖道结构异常相关整复策略；建立高效、开放的数据共享平台；以统一的标准和规范，采用基于互联网与移动医疗技术的直报监控体系，完善全国多中心单位具有代表性的女性生殖道结构异常的临床表型。建立全国多中心女性生殖道结构异常的诊疗网络，发表并推广相关指南 1~2 项；申请发明专利或实用新型专利 2~3 项。

**有关说明：**申报单位应有以下条件：1. 前期已具备稳定的、长期的、持续随访的女性生殖道结构异常患者队列。2. 前期有较好的研究基础、资源可整合度高。3. 牵头单位需具备处理罕见复杂疑难的“女性生殖道结构异常”患者的综合实力。

### **3.4 优化严重产后出血诊治策略的研究**

**研究内容：**探索严重产后出血相关机制，重点是产妇内环境变化与子宫收缩乏力关系；在建立严重产后出血患者数据库、生物样本库基础上，利用病史、结合生化指标、影像学资料，确定严重产后出血的高危因素；利用 AI 技术，构建严重产后出血预测模型探索性研究；探索预测严重产后出血简单实用的指标；系统评价严重产后出血管理模式与严重产后出血患者结局关系；探

讨适合不同医疗机构的严重产后出血处置模式。

**考核指标：**阐明严重产后出血患者相关机制；确定 3~5 种严重产后出血的高危因素；建立一种适合临床推广的严重产后出血预测模型，找出 3~5 种简单、实用、易于推广的预测指标；探讨适合不同医疗机构的严重产后出血处置模式；建立一套预测、预防、预警、救治、适合中国实际情况的 AI 管理系统。

### **3.5 早发型子痫前期发病机制及整体化防控策略的研究**

**研究内容：**建立大规模的前瞻性子痫前期专病队列，开展高水平循证医学研究，制定适宜中国国情的诊疗规范及指南；从代谢、氧化应激、免疫耐受、细胞分化与命运决定以及微生物菌群等不同角度去剖析早发型子痫前期发生的相关机制；揭示早发型子痫前期的临床异质性与细胞及组织异质性关系和规律；利用多组学和系统生物学技术，筛选与子痫前期早期发生、疾病表型、预后评估等相关联的生物标记物与潜在靶标；探索老药新用在子痫前期防治中的应用前景，开发适宜的药物靶向投递系统；开展转化医学研究，重点研发子痫前期早期预测与筛查的新指标、新技术。

**考核指标：**建立大规模的前瞻性子痫前期专病队列 1~2 个；阐明子痫前期发生的新机制；评价 2~3 个药物在子痫前期防治中的效果及方案；发掘可用于预测与筛查的新指标 1~2 个。



有关说明：项目实施周期不超过4年。

#### 4. 开展儿童健康促进与疾病防治研究

##### 4.1 新生儿/儿童危重症体外生命支持应用评价和质量改善研究

**研究内容：**开展体外生命支持系统在新生儿/儿童危重症疾病（暴发性心肌炎、严重呼吸衰竭等）中的应用评价和质量改善研究；从分子、细胞、组织多层次研究新生儿未成熟器官发育、损伤和修复的机制和调控因素，寻找预后不良的标志物和关键作用靶点；研究导致危重症疾病的易感基因和致病机制；建立儿童危重症心脏病的心肌重构与机械卸载干预理论，监测儿童心肌逆重构的生物力学与分子生物学指标；制定儿童危重症疾病患者应用体外生命支持系统的临床规范与质量控制体系。

**考核指标：**建成1000例新生儿/儿童危重症专病队列，包括300例以上应用体外生命支持系统的病例；确定2~3个预测新生儿器官发育不良的分子标记物和关键靶点，形成不少于2个新生儿救治和后遗症防治规范；筛选出不少于3个导致儿童危重症疾病的易感基因，发现不少于3个影响儿童心肌重构的力学与分子生物学指标；建立1个全国性儿童危重症疾病体外生命支持系统质量控制体系。

##### 4.2 儿童重症感染性疾病精准诊疗与应用

**研究内容：**通过建立全国协作研究网络，开展儿童重症感染（包括新生儿脓毒症）多中心临床病例注册研究，了解不同发育阶段儿童免疫特点及在重症感染发生发展中的作用机制；开发包括各种高危因素、炎症指标的数据预测量表；采用分子生物学技术，实现重症感染患儿病原学快速诊断与个体化精准治疗；从基因表达调控、免疫应答环境等多角度探索不同病原发病的分子机制，获得早期预警、诊断、评估疾病转归的分子标志物；探讨儿童重症感染治疗新策略，支持治疗与康复管理在儿童重症感染性疾病临床救治中的作用与价值，制定促进儿童重症感染脏器功能恢复的新策略。

**考核指标：**建立重症感染患儿早期预警的计算机辅助决策系统；筛选出 3~5 个导致儿童重症感染的易感基因并阐明其致病机制；筛选儿童重症感染早期诊断特异性标记物 3~5 个；推广应用 3~5 项儿童重症感染精准诊疗适宜技术与标准；研发 2~3 套拥有自主知识产权集成生物标记物检测试剂盒，建立高通量测序病原体诊断方法和流程；建立并优化儿童重症感染诊疗指南 2~3 部；申报专利 3~5 项。

#### **4.3 儿童肥胖代谢性疾病发生机制与精准防治示范研究**

**研究内容：**依托全国儿童青少年健康监测网络，整合并随访 20 万人以上的儿童青少年队列，收集肥胖与代谢性疾病的病因流

行病学研究，揭示其发生发展的规律、特点和病理生理机制，构建早期预警体系；采用生命多组学策略（基因组、代谢组、转录组等），发掘儿童肥胖代谢紊乱的易感和驱动分子，筛选并解析儿童肥胖多表型的分子标志物，结合高通量基因芯片、机器学习等技术手段，探索儿童肥胖精准预警与关键干预技术；建立出生至儿童期的肠道微生物组学标本库，探索肠道微生物及其活性代谢物、环境因素、宿主遗传背景之间的相互作用在儿童肥胖及相关代谢性疾病发病和疾病进展中的作用及相关机制；研究身体活动（运动、睡眠和屏幕暴露等）和膳食干预对改善和优化儿童身体成分（增肌、健骨、减脂）及能量代谢的机制，评估其对预防和改善儿童肥胖、代谢性疾病及其他健康问题的群体干预效果，建立体医融合的儿童青少年科学健身标准化方案与流程；利用学生电子健康档案、可穿戴设备、连续健康大数据、人工智能、云平台服务等核心技术，打造覆盖全生长发育周期儿童健康智能服务体系，建立起链接“学生/家庭—校园/社区—医疗机构”的儿童肥胖及慢病的规范化、院内外联动的闭环管理与干预流程的示范区，开展循证医学评价研究，在全国推广应用。

**考核指标：**鉴定出预测儿童肥胖的分子标志物 3~5 个，申请专利 3~5 项；研发新的儿童肥胖代谢疾病的行业标准和指南 2~4 项；定期发布具有代表性的我国儿童肥胖及相关代谢性疾病健康

报告；建立针对肥胖儿童合理膳食和科学健身指导标准和示范应用服务标准 1 套；建立覆盖多场景（社区、家庭、学校、体育场馆）的针对肥胖儿童科学健身指导标准和示范应用服务标准 1 套；建立 1 套可推广实施的“学生/家庭—校园/社区—医疗机构”防控儿童肥胖及代谢性慢病的闭环管理体系与技术规范。

**有关说明：**项目实施周期不超过 4 年。

#### **4.4 儿童免疫相关性疾病的机制与临床研究**

**研究内容：**通过建立全国协作研究网络，开展儿童常见的免疫相关疾病，如 ANCA 相关血管炎（AAV），系统性红斑狼疮，幼年慢性关节炎等多中心临床病例注册研究；通过质谱、RNA-seq、多组学、大数据智能分析等构建上述免疫相关性疾病的预后和精准诊疗体系；通过免疫学、基因解析、细胞或动物模型等功能研究手段，研究单基因和经典型系统性红斑狼疮的发病机制及治疗靶点；探索早期预测疾病的生物标志物，建立疾病防控及随访网络，进行心理干预，减少致残，制定儿童免疫相关性疾病的诊疗新策略。

**考核指标：**建立多系统 AAV 肾脏损伤的预警预后评估体系和病理诊断及分型标准；推广应用 3~5 项儿童免疫相关性疾病精准诊疗适宜技术与标准；研发 1~2 套拥有自主知识产权集成生物标记物检测试剂盒；建立 2~3 种模式细胞或动物筛选模型并筛选 2~3

种治疗单基因或相关多基因系统性红斑狼疮的候选治疗药物；制定儿童免疫相关性疾病诊疗规范或临床实践指南 2~3 部。

#### **4.5 基于视力保护的儿童近视精准干预技术与策略**

**研究内容：**建立全国多区域儿童近视协作研究网络，开展儿童近视多中心临床病例研究；分析儿童眼球正视化发育，以及近视的发生发展过程中可能存在的危险因素，建立儿童正视化过程数据集、近视眼部数据集和用眼环境数据集；开展基于全基因组测序技术的高度近视的易感基因和遗传与环境相互作用的致病机制研究；监测儿童近视发展的生物力学与分子生物学和行为学指标，从分子、细胞、组织和行为等多层次研究儿童高度近视发展和调控机制，寻找相关标志物和作用靶点；整合多中心近视相关因素大数据，通过多模态多维度的深度学习方法 and 综合分析，提取可能导致近视和高度近视发生发展的环境和遗传风险因素，构建兼顾预测精度和临床可解释性的儿童近视评估和屈光度变化的预测模型；从基因表达调控等方面，研究儿童高度近视家系，并对环境因素与遗传基因的交互作用进行分析，阐释儿童近视和高度近视的发病机制；开展近视防控药物、光学矫正等临床研究；构建儿童青少年近视防控体系，开展应用试点，建立长期监测示范区。

**考核指标：**建立百万人级儿童正视化数据集，构建儿童近视

评估和屈光度变化的预测模型；筛选出 3~5 个导致儿童高度近视的易感基因并阐明其致病机制；发现不少于 3 个儿童高度近视敏感的生物学指标或用眼环境风险因素；建立 2~3 个近视防控产品质量规范和标准，获得 3 种以上近视干预新产品注册证并实现区域推广；构建 1 套儿童青少年近视综合防控体系；建立链接家庭—校园—医院的儿童近视及慢病规范化管理与防治的示范系统，并在百万人以上的合作区域中心推广。

## 附件 5

# “战略性矿产资源开发利用”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“战略性矿产资源开发利用”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：围绕国家资源安全和重大战略需求，瞄准战略性矿产资源勘查开发利用的重大科学问题与技术难题，在矿产资源精细勘查、绿色开发、高值化利用、智能融合等方面取得理论突破，攻克一批重大核心共性关键技术与装备，形成若干战略性矿产资源开发利用示范基地，为构建高质量资源保障体系提供科技支撑。

2021 年度指南部署坚持“全链条设计，一体化组织实施”要求，围绕战略性矿产资源分布与成矿规律研究、战略性矿产勘查技术与增储示范、战略性矿产智能绿色开采技术与装备、战略性矿产绿色选冶技术、紧缺战略性矿产高效开发与资源保障、战略性矿产高质化利用技术、战略性矿产分析测试技术和标准体系、前沿探索与集成示范等 8 个技术方向，按照基础前沿技术、

共性关键技术、示范应用，拟启动 20 个项目，拟安排国拨经费概算 10 亿元。其中，围绕战略性矿产勘查、开采、选矿、冶金和综合提纯等技术方向，拟部署 20 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 1 亿元，每个项目 500 万元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期 3~5 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目（项目名称后有标注）不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。常规项目下设青年科学家课题的，青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求，与青年科学家项目一致。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持



的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 战略性矿产资源分布与成矿规律研究**

### **1.1 中重稀土矿床成矿规律及勘查评价技术**

研究内容：我国主要中重稀土矿带/区地质及矿化特征；中重稀土元素富集成矿过程及成矿机制；我国主要稀土成矿带中重稀土成矿潜力；典型矿集区中重稀土找矿勘查示范。

考核指标：查明中重稀土富集成矿过程及成矿地质条件，建立中重稀土矿床成矿模型；预测我国主要稀土成矿带中重稀土成矿潜力，建立离子吸附型中重稀土矿床勘查评价技术；提供 3~4 个可供勘查的找矿新靶区，形成 2 个找矿勘查示范基地。

### **1.2 钴—镍成矿规律与高效勘查技术**

研究内容：沉积岩及变沉积岩容矿钴发育特征及成矿潜力；红土型钴—镍发育特征及成矿潜力；铜镍硫化物矿床和钒钛磁铁矿中钴的赋存状态、富集成矿机制及成矿潜力；各种类型钴—镍矿床的成矿模型及高效勘查技术方法；重点成矿区带成矿预测和勘查示范。

考核指标：建立 4 种类型钴（-镍）矿床成矿模型；定量评估我国主要钴—镍矿带的成矿潜力；建立不同矿床类型找矿勘查技

术体系；预测 4~5 个找矿新靶区，形成 2 个找矿勘查示范基地。

### **1.3 全球战略性矿产成矿规律和预警决策支持技术**

研究内容：全球战略性矿产资源大数据平台技术；基于大数据的全球战略性矿产资源预警与决策支持技术；全球战略性矿产资源重要成矿区带时空分布规律和发育特征；控制全球不同类型战略性矿产时空分布的关键因素；基于大数据平台的关键矿产资源潜力评价方法及开发利用水平评价技术。

考核指标：建立全球战略性矿产资源大数据平台；建立战略性矿产资源预警与决策模型并开发相关软件；查明全球战略性矿产成矿规律，出版高质量全球战略性矿产专著 1 部；建立我国 20 种战略性矿产成矿模型。

## **2. 战略性矿产勘查技术研究及增储示范**

### **2.1 我国西部伟晶岩型锂等稀有金属成矿规律与勘查技术**

研究内容：我国西部伟晶岩型和粘土型锂稀有金属资源地质背景及矿化特征；我国西部伟晶岩型和粘土型锂稀有金属资源时空分布特征及成矿规律；含矿及无矿岩体快速评价技术和伟晶岩型锂等稀有金属资源勘查方法体系；我国西部主要伟晶岩型和粘土型锂稀有金属矿带成矿潜力；我国西部主要锂稀有金属成矿区带找矿预测及勘查示范。

考核指标：建立伟晶岩型和粘土型锂稀有金属成矿模型；

定量评价我国西部主要锂矿带的成矿潜力；建立伟晶岩型锂稀有金属勘查技术方法体系；形成 2 个以上找矿勘查示范基地。

## **2.2 煤系战略性金属矿产资源赋存规律与精细勘探技术**

研究内容：煤系铀、镓、锗、钒、锆、锂等战略性金属矿产资源时空分布规律、耦合成藏规律、赋存特征及其协同勘探模型；主要煤系战略性金属矿产资源综合地球物理与地球化学精细勘查方法与技术；煤及共伴生资源赋存环境和开采地质条件超前精准探测；全生命周期智慧地质监测技术；煤共伴生战略性金属矿产靶区优选方法和评价指标体系。

考核指标：查明煤系主要战略性金属矿产资源成矿规律、赋存状态，建立找矿模型；开发含煤岩系多矿产储层地质构造、水文地质条件高分辨率精细勘查技术，形成煤系主要战略性矿产资源综合地球物理与地球化学精细勘查方法技术体系，建成 1 处综合勘查示范工程；建立地下地质条件精准超前探测与智慧感知的方法技术体系，开发远距离超前探测装备和全生命周期智能感知与监控系统各 1 套；建立我国煤共伴生战略性金属矿产靶区优选方法和评价指标体系。

## **3. 战略性矿产智能绿色开采技术与装备**

### **3.1 煤与共伴生战略性金属矿产协调开采理论与技术**

研究内容：煤与共伴生战略性金属矿产全生命周期采矿规划

理论及协调开采方法；煤与共伴生战略性金属矿产协调开采的开拓延伸与地下空间安全服役技术；煤与共伴生战略性金属矿产协调开采的多相多物理场演化与围岩活动叠加影响规律；共伴生战略性金属矿产协调开采隔水层稳定性与含矿含水层水位控制技术；协调开采过程中污染物迁移规律与控制技术。

考核指标：构建煤与共伴生战略性金属矿产协调开采的理论体系和规划方法；形成煤与共伴生战略性金属矿产协调开采的成套方法与模式，在示范工程中实现3种以上可利用的与煤共生战略性金属矿产的协调开采；煤与共伴生战略性金属矿产协调开采的地下空间开挖效率提高30%以上；煤系各矿产的开采活动不影响彼此的正常开采，含矿含水层水位变化小于10%；研发出污染物迁移控制关键技术，使污染物含量低于国家标准，地下水中污染物迁移控制在150米以内；建立煤与共伴生战略性金属矿产协调开采示范工程1处，典型共伴生战略性金属采出率达30%以上。

## **4. 战略性矿产绿色选冶技术**

### **4.1 离子吸附型稀土矿绿色高效开发关键技术与装备**

研究内容：离子型稀土矿山渗漏通道综合勘查及无氨原位浸出控制技术；离子型稀土矿绿色强化浸取关键技术；稀土浸出液高效富集与杂质分离关键技术及大型连续可移动装备；离子型稀土矿区生态修复与治理技术以及提取全过程环境影响分析；离子

型稀土矿产资源绿色提取工程示范建设。

**考核指标：**形成离子型中重稀土资源绿色高效提取关键技术 3~4 项，大型可移动装备处理浸出液能力达到 100m<sup>3</sup>/h 以上；离子型稀土回收率在现有矿山回收率基础上提高 10%以上，稀土矿产品达到国家和行业标准，全流程不产生含放射性废渣和氨氮污染，地表植被恢复率达 90%以上；建立 1~2 个百吨级 REO/年离子型稀土矿工程示范，实现连续稳定运行，形成全套的工程技术体系；申请发明专利 10 件以上，形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

#### 4.2 铍绿色冶炼与精深加工

**研究内容：**铍强化熔炼反应器内温度场分布规律、矿相解离机制，分离纯化过程杂质元素深度脱除机理等；铍溶液分离提纯萃取体系、工艺参数与反应器优化等技术；高温还原金属化工艺过程与渣型优化、杂质深度脱除、反应器结构设计等技术；铍铜、铍铝、氧化铍等产品绿色制造技术与装备，5N 级高纯金属铍制备技术与装备；铍废渣资源化利用与处置技术及装备。

**考核指标：**形成强化熔炼、萃取分离提纯等绿色冶炼技术 2~3 项；研制电解精炼、真空熔炼等核心装备 2~3 台套；铍矿石到氧化铍工艺段铍回收率大于 85%，污染物排放减少 50%；研制出铍化合物、铍合金、5N 级高纯铍等产品 3~5 种；形成覆盖研究内

容的技术专利 5~8 件以上。

## 5. 紧缺战略性矿产高效开发与资源保障

### 5.1 复杂难处理铁矿资源高效开发利用技术

研究内容：针对菱铁矿、褐铁矿、高磷鲕状赤铁矿资源利用难度大、利用率低等问题，研究铁及共伴生元素赋存状态、分布规律，开展基于矿石性质的分选强化理论研究；研究高效抛尾及废石资源化利用集成技术；研究菱铁矿、褐铁矿、鲕状赤铁矿矿相转化与精准分离协同调控机制及智能控制技术与装备；研究铁矿物强化富集分离及杂质元素深度脱除技术与药剂；研究高磷鲕状赤铁矿直接还原同步降磷技术与装备；建成相应示范工程（或工程示范）。

考核指标：形成菱铁矿、褐铁矿、高磷鲕状赤铁矿物质组成特性、精细分选及矿相转化理论体系；形成难选铁矿资源高效开发利用技术 3~5 项；预选抛尾产率达到 15%、全铁回收率达到 90% 以上、废石（尾矿）的资源化利用率达到 40% 以上；研制难选铁矿矿相转化及分离提取核心智能化装备 1~3 台/套；菱（褐）铁矿物矿相转化率  $\geq 95\%$ ，铁精矿 TFe 品位  $\geq 60\%$ ，铁回收率  $\geq 85\%$ ；研发难选铁矿物富集与深度除杂专属药剂 2~3 种；高磷鲕状赤铁矿精矿 TFe 品位  $\geq 62\%$ 、铁回收率  $\geq 70\%$ 、 $P \leq 0.25\%$ ；还原铁 TFe 品位  $\geq 90\%$ ，回收率  $> 90\%$ ， $P \leq 0.1\%$ 。建立 10 万吨级/年以上规

模工程示范 1~2 项；申请发明专利 10 件以上；形成标准及规范征求意见稿 2 项以上。

## 5.2 镍钴钨清洁提取与高效利用关键技术

研究内容：红土镍矿强化浸出过程优化、反应器结垢机理与抑制、杂质梯级分离等技术；镍钴中间品低成本精炼与短流程制备前驱体等技术；含硫铁渣钙/铁分离、低温预处理与高效分离富集技术及装备；红土镍矿非常规介质温和浸出、微气泡强化氧化除杂、介质循环、镍基新材料短流程制备等技术与装备；伴生钨走向分配规律、超常富集与分离提纯等技术。

考核指标：形成红土镍矿强化浸出、短流程制备前驱体、铁渣高效利用等技术 4~5 项；研制耐高温高压超大型反应器、非常规介质反应器等装备 2~3 套；镍钴综合回收率达到 90%，铁回收率 > 85%、铁精粉品位 > 65%，酸耗降低 10%、生产成本降低 10%；形成年处理能力三百万吨级红土镍矿强化浸出及三万吨级镍钴前驱体制备工程示范各 1 个；建立千吨级非常规介质温和提取工业试验线和吨级钨分离提取扩大试验线；形成覆盖研究内容的专利 20 件以上。

## 5.3 煤系战略性金属矿产协同分离回收理论与技术

研究内容：煤系战略性金属矿产与主成矿元素共伴生相关关系及洗选迁移规律；煤炭燃烧和气化过程战略性金属的矿相重构

及诱导活化；煤系战略性金属或原生矿物与载体矿物预富集技术；煤系战略性金属元素选择性强化分离理论与技术；废液废渣资源化和高值化利用技术；煤系战略性金属的协同分离回收技术与装备。

**考核指标：**揭示煤系战略性金属多尺度赋存机制和分异富集机理；研发 2~3 项煤系战略性金属高效活化、预富集成套技术与装备；研发煤系共伴生关键稀散金属选择性强化分离技术，开发 4~5 种高效分离新药剂；建立 1~2 个处理能力 2 万吨/年以上的煤系战略性金属协同回收示范工程，主要煤系战略性矿产镓、锗、锂、铟、镥等资源综合回收率达到 55% 以上。

#### **5.4 战略性矿产选冶过程智能化关键共性技术**

**研究内容：**战略性矿产选冶过程智能检测新机理、新方法及虚拟孪生理论、技术与应用；智能可穿戴选冶过程数据感知元器件与产品；基于 5G 的选冶过程智能优化技术；选冶共性工业软件技术与产品。

**考核指标：**开发 10 种选冶在线检测智能装置、智能机器人、智能可穿戴装置；研究 15 个选冶过程共性工业数据模型，开发 5 项基于虚拟孪生的操作与决策优化技术，形成选冶过程虚拟孪生技术应用体系；研制 20 种选冶数字孪生装置及仪表，10 套嵌入式和共性智能优化工业软件；建设 1 个选冶过程智能优化远程服



务云平台;选冶生产设备点、巡检效率提升30%、运转率提升10%,生产劳动效率提升20%,产品质量稳定性提高10%;申请发明专利20件,登记软件著作权10项。

## **6. 战略性矿产高质化利用技术**

### **6.1 稀土高质化基础原材料制备与高丰度稀土元素平衡应用**

研究内容:稀土分离提纯新理论、新方法和新技术;高丰度稀土元素基础物性及新应用;高纯及特殊物性稀土化合物材料制备关键技术与装备;高纯稀土金属短流程、规模化制备及应用技术;镧、铈、钇等高丰度稀土元素在铁、镁、铝基金属等方面规模化应用技术。

考核指标:形成高纯和特殊物性稀土制备、高丰度稀土元素平衡应用等技术3~4项;制备出2~3种5N~6N级高纯稀土氧化物和物性可控稀土化合物,制备出2~3种特殊需求的4N~5N级高纯稀土金属,单次提纯量达到30kg以上;开发出3~5种高丰度稀土元素的高值化产品并获得规模应用;建立1~2个工程示范,实现连续稳定运行;形成涵盖研究内容的技术专利、标准或规范体系,包括申请发明专利10件以上,形成标准及规范征求意见稿2项以上。

### **6.2 稀散金属镓—锗—铟高效富集及分离纯化**

研究内容：稀散金属晶格嵌布特征与赋存状态，铅锌等冶金过程分配规律与精准分离强化调控机制、高纯金属与前驱体制备方法；镓锗与主金属高效选择性分离富集，高富集比镓锗物料强化溶出与杂质深度脱除、多元溶液分离提纯等技术装备；铟与主金属短流程分离、铟粗产品制备等技术；高纯镓、二氧化锗、铟靶材前驱体等产品制备技术与装备。

考核指标：形成稀散金属分离提纯和高纯金属制备等 3~5 项新技术，研制分离提纯装备和专属药剂 2~3 种；研制 6N 级高纯镓、二氧化锗和靶材前驱体等高质原材料 3~4 种；镓锗铟综合回收率提高 5~10%，建立具有年产 20 吨镓锗和 50 吨铟生产能力的示范工程，建立吨级高纯产品生产线；形成覆盖研究内容的技术专利 10~15 项。

### **6.3 晶质石墨提纯与精深加工技术**

研究内容：晶质石墨鳞片保护与杂质迁移过程机制，晶质石墨超大鳞片、大鳞片和细鳞片采选协同保护和短流程分选技术与装备；多场耦合提纯技术与装备；长循环低成本天然石墨负极材料技术；氟化石墨制备技术。

考核指标：揭示晶质石墨提纯及精深加工机理；超大鳞片石墨矿精矿固定碳回收率达到 92%，超大鳞片的产率提高 10%；细鳞片石墨矿的精矿固定碳回收率达到 90%；球形石墨球形化率提

高 10%以上。建成涵盖研究内容的合计选矿产能达到 20 万吨的鳞片石墨绿色选矿示范线 2~3 条。建成万吨级高性能天然石墨负极材料示范工程。形成覆盖研究内容的技术专利 15~20 项。

## 7. 战略性矿产分析测试技术和体系化

### 7.1 战略性矿产岩矿分析测试技术和标准体系

研究内容：主要战略性矿产的岩矿分析测试技术和标准化；主要战略性矿产的岩矿标准物质库和质量监控系统；面向野外和现场的车载实验室及快速分析测试技术；针对复杂赋存状态元素和超低含量元素的高精度、高灵敏度、高空间分辨前沿分析测试技术。

考核指标：针对战略性矿产岩矿样品，建立光质谱分析测试技术标准体系、标准物质库和质量监控系统；研制出车载实验室，开发锂、铍、铌、钽、稀土等元素的现场快速分析测试技术，测量元素 $\geq 8$ 种，检测下限 2~30  $\mu\text{g/g}$ ；研发前沿分析测试技术，开发铯、锆、铟、镓等超低含量分散元素的高精度测量方法和复杂共伴生元素的微区原位测量方法，测量元素 $\geq 10$ 种，检测下限 $\leq 20\text{ ng/g}$ ，原位分析空间分辨率 $\leq 30\text{ }\mu\text{m}$ ；形成行业或团体标准征求意见稿 15~20 项，申报标准物质 15~20 种，申请软件著作权登记 3~5 项，申请发明专利 4~6 件。

### 7.2 战略性矿产选冶分析测试技术和标准体系

研究内容：针对稀有、稀散、稀土、稀贵矿产和战略性非金属矿产，研究选冶过程分析检测技术和标准；中间物料与产品的标准样品和质量监控体系；选冶工艺过程关键节点的在线检测技术；选冶产品的质量检测与预测技术；选冶过程痕量有害元素追踪检测方法。

考核指标：建立战略性矿产选冶分析检测技术标准、标准样品、质量监控和痕量有害元素追踪技术体系，形成行业或团体标准征求意见稿 15~20 项，申报国家标准样品（物质）15~20 项，申请软件著作权 3~5 项；研发选冶过程在线检测系统，元素检测下限  $25 \mu\text{g/g}$ ，单样检测时间  $\leq 5 \text{ min}$ ，元素  $\geq 5$  种，开展应用示范 1~2 项；研发选冶产品质量预测和痕量有害元素追踪、高纯产品质量检测技术，预测精度平均相对误差  $\leq 8\%$ ，选冶过程痕量有害元素及高纯产品中痕量元素检测下限  $\leq 20 \text{ ng/g}$ ，申请发明专利 4~6 件。

## 8. 前沿探索与集成示范

### 8.1 战略性矿产勘探开发利用基础研究与前沿技术探索（青年科学家项目）

研究内容：战略性矿产成矿新理论，战略性矿产勘探新方法及新设备；深部稀有金属矿产连续智能化开采理论与技术；基因矿物加工和材料基因工程耦合的矿物—原材料—材料—高精尖产

品过程适配性科学本质,战略性矿产矿物加工与循环利用新理论、新方法、新装备;新冶金理论与方法;战略性矿产分离提纯新理论、新方法、新应用等。

考核指标:形成原创理论 3~5 项,前沿技术原型 3~5 项,完成实验室小型试验,制备出样品或样机。

有关说明:该任务方向仅部署青年科学家项目,在勘探、开采、选矿、冶金及综合提纯五个方向分别支持 4 个项目。

## **8.2 白云鄂博多金属资源绿色高效开发利用集成示范**

研究内容:稀土、铌、萤石、钽等关键矿物赋存状态、分布规律及分异富集机制;多种伴生铌矿物的共存机制、物理强化分选机理以及高效非常规同步预富集技术;稀土、钙、钡、硅等杂质深度脱除与萤石精深提质强适应性新技术;稀土精矿高效分解及焙烧烟气治理技术与装备;稀土浸出液无铵沉淀转型及废水循环利用技术;白云鄂博稀土多金属矿产资源绿色开发工程示范建设。

考核指标:形成白云鄂博稀土多金属矿绿色选冶技术 3~4 项,研制装备 3~5 台套。稀土精矿 REO $\geq$ 60%,回收率提高 5%;萤石精矿 CaF<sub>2</sub> 品位 $\geq$ 95%;钽铌回收率达到 50%,精矿 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 $>$ 5%;铁精矿 TFe 品位 $\geq$ 65%,回收率达到 70%;稀土冶炼回收率大于 90%,回收硫酸浓度大于 90%,氢氟酸和硅氟酸混酸浓

度不低于 20%；沉淀转型过程物料循环利用率大于 50%，水循环利用率大于 85%；建立白云鄂博稀土多金属矿万吨级/年规模工程示范，申请发明专利 10 件以上，形成标准及规范 2 项以上。

### 8.3 特殊环境下硬岩型锂矿开发与高质化利用集成示范

研究内容：伟晶岩锂矿嵌布特征、粒度分布规律及智能预抛废技术与设备；耐低温锂辉石专属浮选药剂研制，极寒条件下多场锂铍钽铀共富集组合技术与装备；特殊环境下电位调控锂辉石短流程高效浮选新工艺；锂精矿低温转化、强化溶出、分离提取技术与装备；锂精矿直接浸出短流程制备碳酸锂技术与装备；电池级氢氧化锂、高纯金属锂等深加工产品制备技术。

考核指标：形成特殊环境下多金属锂矿高效选矿技术与装备 3~4 项，锂选矿回收率达到 80%以上，锂精矿中  $\text{Li}_2\text{O}$  品位不低于 5.5%，钽铀的回收率达到 50%；研制新型锂辉石浮选耐低温药剂 1~2 种，药剂凝固点  $\leq 0\text{ }^\circ\text{C}$ ，浮选过程药剂用量降低 10%，形成新型药剂全生命周期评价方法；形成锂精矿低温转化、短流程直接浸出等分离提取技术 3~4 项，锂回收率大于 90%，成本降低 15%以上；研制出电池级氢氧化锂、高纯金属锂等深加工产品 2~3 种，产品质量满足锂电正极材料要求；建成 5000 t/d 锂矿石选矿示范工程和万吨级锂分离提取示范工程，实现稳定运行 3 个月以上。

## 附件 6

# “诊疗装备与生物医用材料”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“诊疗装备与生物医用材料”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：抢抓健康领域新一轮科技革命和制造领域向服务型制造转型的契机，以精准化、智能化和个性化为方向，以诊疗装备和生物医用材料重大战略性产品为重点，系统加强“卡脖子”部件攻关；重点突破一批引领性前沿技术，协同推进监管科学技术提升；开展应用解决方案、应用评价示范研究，加快推进我国医疗器械领域创新链与产业链和服务链的整合；以实现“高端引领”为目标，为建立新产业形态、改变产业竞争格局、促进我国医疗器械整体进入国际先进行列提供科技支撑。

2021 年度指南部署坚持全链条部署、一体化实施的原则/要求，围绕前沿技术研究及样机研制、重大产品研发、应用解决方案研究、监管科学研究 4 个任务，拟启动 13 个方向，拟安排国拨经费概算 2 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。除特殊说明外，项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## 1. 前沿技术研究及样机研制



## 1.1 先进结构与功能内镜成像技术研究及样机研制

**研究内容：**探索具有先进性、原创性，无需造影剂的新型结构与功能光学内镜医学成像技术（含窄带多光谱成像、组织成分分析、血流成像等），突破窄带多光谱光源器件，同时实现精细血管结构成像与基于代谢及成分改变的功能成像，并结合大数据分析，实现肿瘤早期精准诊断。

**考核指标：**研制医疗器械原理样机，可观察血管深度 10~100  $\mu\text{m}$ ，目标图像最高分辨率优于 10  $\mu\text{m}$ ，窄带多光谱光源单位面积光功率密度不小于 1500mW/mm<sup>2</sup>，单光源窄带光出射波长数不少于 9 个，实现蛋白质、脂质等组织成分在线分析，体模定量检测指标误差不超过 10%，功能成像分辨率 1080p 以上，最高帧速率 60 帧/秒以上；提交证明该技术先进性和实用性的设计报告、分析报告、测试报告、查新报告；申请/获得不少于 2 项核心发明专利。

**有关说明：**鼓励产学研医检联合申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

## 1.2 有源植入器械磁共振兼容技术研究及样机研制

**研究内容：**研究有源植入器械的磁共振兼容技术，解决人体及器械在磁共振扫描仪射频磁场中的电磁建模、计算、测量难点，

研究磁共振扫描仪、有源植入器械和患者的相互影响关系；研发和测试新型磁共振兼容的有源植入器械，实现有源植入器械开机状态下的安全扫描；研究有源植入器械的磁共振兼容系统性评价方法、装置和规范。

**考核指标：**研制原理样机，建立有源植入器械磁共振兼容的系统性设计、测试和评价方法，研制新型磁共振兼容植入导线及其连接结构，研制具备磁共振风险防护的有源植入器械软件和硬件，支撑至少 2 种磁共振兼容有源植入器械获得注册证；在有源植入器械开机情况下，实现 1.5T 和 3.0T 磁共振扫描仪在 T1、T2、DWI、EPI 等临床扫描序列及参数的正常扫描，符合临床诊疗安全要求；提交证明该技术先进性和实用性的设计报告、分析报告、测试报告、查新报告；申请/获得不少于 2 项核心发明专利。

**有关说明：**鼓励产学研医检联合申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

### **1.3 术中放疗定量化技术研究及样机研制**

**研究内容：**围绕术中放疗定量化控制需求，开展荧光图像引导、基于蒙特卡洛方法的术中放疗剂量算法、术中调强放疗方法、适用于术中放疗的柔性控制和治疗头屏蔽优化设计等技术研究；基于现有的或设计创新的放射源系统，设计术中放疗机器人系统，

包括小型化、轻量化治疗头，实现治疗头的助力柔性位姿控制；设计囊状施照器，实现平面、球面、半球面剂量分布。

**考核指标：**研制 1 台术中放疗原理验证机，包含放射源、术中放疗剂量算法以及平端、球囊状、半球囊状施照器各 1 套；具备术中调强放疗功能；图像引导误差不大于 1mm，机械定位误差不大于 1mm，剂量计算误差不大于 3%，最大治疗射野不小于 10cm<sup>2</sup>，治疗头的尺寸和重量不超过国外同类产品；提交证明该技术先进性和实用性的设计报告、分析报告、技术测试报告、第三方检测报告、查新报告；申请/获得不少于 2 项核心发明专利。

**有关说明：**鼓励产学研医检联合申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

#### **1.4 仿生骨电学活性牙槽骨/牙周再生材料研制**

**研究内容：**围绕牙槽骨/牙周组织再生，开展骨电学活性植入材料仿生设计技术、可控制备技术、组织再生调控技术研究，揭示牙槽骨/牙周组织免疫特性与材料电响应性级联调控机制，研发用于牙缺失后牙槽骨缺损及牙周组织缺损修复的电学活性植入材料，建立临床先进治疗技术。

**考核指标：**研发至少 2 种具有自主知识产权的仿生骨电学活性牙槽骨/牙周缺损修复材料；经批量动物实验验证，牙缺失后的

牙槽骨垂直向骨增量不低于 8mm，满足种植手术需要，引导牙周组织再生治疗 3 个月后骨增量不低于 60%；申请/获得不少于 4 项核心发明专利，建立至少 2 项产品技术要求，取得第三方检测报告。

**有关说明：**鼓励产学研医检联合申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

### **1.5 可抑制骨与皮肤肿瘤术后复发的生物材料研制**

**研究内容：**揭示材料干预和调控肿瘤微环境的关键材料学要素和机理，研发恶性骨肿瘤切除后抑制肿瘤复发、促进骨再生的新型骨科材料及其工程化和临床应用技术，以及可抑制黑色素肿瘤切除后复发的新型生物材料，为具有重大疾病治疗功能的生物材料研究提供启示。

**考核指标：**研发至少 2 种具有自主知识产权的抑制骨与皮肤局部肿瘤术后复发的生物材料；经批量动物实验验证，在不外加药物或生长因子/细胞的条件下，术后 12 个月骨局部肿瘤复发率低于 20%，材料内部新骨生成率大于 60%，无延迟愈合或不愈合现象发生，黑色素瘤抑制率大于 80%；制定产品技术要求 2 项，申请/获得核心发明专利 4 项，建立产品临床手术规范。

**有关说明：**鼓励产学研医检联合申报。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不

低于 1:1。

## 2. 重大产品研发

### 2.1 新型可降解镁合金硬组织植入器械研发

**研究内容：**围绕新型可降解镁合金作为硬组织植入器械所存在的产品化和产业化问题，开展新型可降解镁合金硬组织植入器械的设计及先进加工、降解调控、生物学评价、大动物实验、临床适应证及临床试验研究；建立相关标准及规范。

**考核指标：**开发出 4 种针对不同用途的可降解镁合金硬组织植入器械产品，其中 2 种产品获得医疗器械注册证；可降解镁合金材料抗拉强度不低于 230MPa，延伸率不低于 15%，体内植入 90 天强度下降不大于 20%，生物相容性满足国标 GB/T16886 标准；骨折内固定螺钉直径 3.5mm 规格最大扭矩不小于 0.8N·m；埋头加压空心螺钉均匀降解模式下降解周期 24 个月；300 $\mu$ m 规格口腔引导组织再生膜拉伸断裂力不小于 30N；肿瘤骨切缘填充器直接接触骨肿瘤细胞 48 小时后坏死率不小于 50%；申请/获得不少于 5 项核心发明专利，制定不少于 5 项标准和规范。

**有关说明：**项目实施周期不超过 5 年；企业牵头申报，鼓励产学研医检合作，牵头单位须具备较好的研究基础和较强的产业化能力，临床机构须承担临床研究任务；实施过程中将根据项目执行情况进行动态调整。其他经费（包括地方财政经费、单位出

资及社会渠道资金等)与中央财政经费比例不低于 2:1。

## 2.2 天然生物材料构建的降解调控神经移植物产品研发

**研究内容：**通过研究微纳结构、化学组分、生物信号时空分布等仿生构建神经再生微环境的关键技术，优化神经移植物材料的生物相容性等性能；研发 3D 生物打印、静电纺丝、相分离等技术，构建由天然生物材料（如壳聚糖、丝素蛋白、细胞基质等）制备的功能型神经移植物，包括线性调控材料降解速度（体内降解时间为 3~12 月），具有多分支（1~3）、拓扑结构（材料表面特定形状）和导电性等，改善周围神经再生能力，制备性能优异的神经移植物，充分满足临床需求；进一步提高粗大、长距离、特殊形状周围神经缺损的修复疗效，实现组织工程神经移植物产品转化新突破。

**考核指标：**完成 3 种产品临床前研究，修复人体分叉神经缺损及不短于 6cm 的长距离神经缺损；按照医疗器械生物学评价标准和指导原则，完成产品的生物学评价；明确缺损修复的临床评价指标，3 种产品进入临床试验；1 种产品获得注册证；申请/获得核心发明专利不少于 15 项（其中国际发明专利不少于 5 项）。

**有关说明：**项目实施周期不超过 5 年；企业牵头申报，鼓励产学研医检合作，牵头单位须具备较好的研究基础和较强的产业

化能力，临床机构须承担临床研究任务；实施过程中将根据项目执行情况进行动态调整。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 2:1。

### **2.3 新型核酸分析系统平台研发**

**研究内容：**研发现场快速和高通量全自动等核酸检测系统（二选一）；实现封闭式“样本进，结果出”全流程一体化，其中样本核酸提取需要实现裂解、纯化、洗脱全步骤，检测性能不低于临床常规核酸检测。

**考核指标：**整机产品及两种以上配套试剂获得医疗器械产品注册证，检测下限不差于 250 拷贝/毫升；现场快速核酸检测系统全流程检测时长不超过 30 分钟，试剂常温储存；高通量全自动核酸检测系统单样本检测周期不超过 4 小时，24 小时检测通量不低于 3000 个测试；提供核心部件、全系统的可靠性设计和失效模型设计文件及相关测试报告；申请/获得不少于 10 项相关技术发明专利。

**有关说明：**拟支持不超过 2 项（现场快速和高通量全自动各不超过 1 项），项目实施周期不超过 5 年；企业牵头申报，鼓励产学研医检合作，牵头单位须具备较好的研究基础和较强的产业化能力，临床机构须承诺安装本项目研发的创新设备并承担临床研究任务；实施过程中将根据项目执行情况进行动态调整。其他

经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 2:1。

#### **2.4 高效液相色谱—三重四极杆质谱联用仪研发**

**研究内容：**研发高效液相色谱—三重四极杆质谱联用仪；实现高灵敏度离子透镜聚焦系统、四极杆质量分析器、高压射频电源、高效离子源等核心部件国产化。

**考核指标：**整机产品及至少一种配套试剂获得产品注册证；核心部件和配套软件实现国产化；质量范围 5~3000amu，全质量数范围达到单位质量分辨率，扫描速度不低于 12000amu/s，MRM 模式极性切换时间不大于 5ms，动态范围达到 6 个数量级；电喷雾源正离子模式，1pg 利血平进样，信噪比不低于 50000；电喷雾源负离子模式，1pg 氯霉素进样，信噪比不低于 20000；大气压化学电离模式，1pg 利血平进样，信噪比不低于 5000；提供核心部件、整机的可靠性设计和失效模型设计文件，以及相关测试报告；申请/获得不少于 10 项核心发明专利。

**有关说明：**项目实施周期不超过 5 年；企业牵头申报，鼓励产学研医检合作，牵头单位须具备较好的研究基础和较强的产业化能力，临床机构须承诺安装本项目研发的创新设备并承担临床研究任务；实施过程中将根据项目执行情况进行动态调整。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央



财政经费比例不低于 2:1。

### 3. 应用解决方案研究

#### 3.1 基于国产迷走神经刺激器的临床应用解决方案研究

**研究内容：**围绕成人和儿童癫痫的治疗，研发基于国产植入式迷走神经刺激器（已获得医疗器械注册证，优先支持国家创新医疗器械产品）的新型癫痫治疗技术集成解决方案，系统加强产品集成（包括国产核心产品、配套产品、软件产品等）及不同层级医疗机构的临床应用规范研究，强化临床应用为导向的研究。

**考核指标：**完成针对完整诊疗路径的创新性解决方案，形成适用于不同层级医疗机构的产品配置方案、技术操作规范、临床诊疗规范及相关验证报告，并完成不少于 500 例的临床队列研究；技术操作规范、临床诊疗规范应得到中华医学会或中国医师协会或中国抗癫痫协会认可，发表临床专家共识。

**有关说明：**本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。牵头单位具备较强的创新能力和组织能力，参与项目的医疗机构必须已开展解决方案必需的国产核心产品上市后临床应用并提供证明；鼓励产学研医检合作，不同类型医疗机构、核心装备制造商、检验机构共同参与研究。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与

中央财政经费比例不低于 1:1。

### **3.2 半个性化高强度高韧性全膝置换用人工关节的临床解决方案研究**

**研究内容：**使用自主知识产权的、具有男性和女性性别差异性设计的国产高强度高韧性全膝置换用人工关节（已获得Ⅲ类医疗器械注册证），进行前瞻性队列研究，内容包括术前 AI 图像分割、重建和测量，术中切骨面测量，术后影像学分析，膝关节功能和运动能力评估，并对不同层级医院的应用推广临床路径差异化进行临床方案研究。

**考核指标：**完成针对完整诊疗路径的创新性解决方案，形成适用于不同层级医疗机构的产品配置方案、技术操作规范、临床诊疗规范及相关验证报告，并完成不少于 500 例的临床队列研究；技术操作规范、临床诊疗规范应得到中华医学会二级及以上学术组织认可，发表临床专家共识。

**有关说明：**本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。牵头单位具备较强的创新能力和组织能力，参与项目的医疗机构必须已开展解决方案必需的国产核心产品上市后临床应用并提供证明；鼓励产学研医检合作，不同类型医疗机构、核心装备制造商、检验机构共同参与研究。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与

中央财政经费比例不低于 1:1。

#### 4. 监管科学研究

##### 4.1 标准数字光学模体研究

**研究内容：**开展医用光学领域的全链条共性技术研究，研究人眼视网膜、组织血氧等仿生模体的数字化溯源技术，建立医用光学检测与影像技术的标准化评价体系 and 检测系统，为医用光学诊疗器械的创新研究、检验验证、使用中的质量控制以及第三方技术评价等全流程提供技术支撑。

**考核指标：**建立多模态、多尺度且可溯源至国际单位制的“标准数字光学模体”不少于 2 种，建立医用光学检测与影像技术的标准化评价体系 and 检测系统，空间尺度测量不确定度优于  $2\ \mu\text{m}$  ( $k=2$ )，光学折射率测量不确定度优于 0.001 ( $k=2$ )；研制人眼视网膜、组织血氧等可溯源仿生模体不少于 2 种；获得用户验证报告不少于 2 家；申报行业标准或国家级技术规范不少于 2 项；申请/获得核心发明专利不少于 2 项。

**有关说明：**国家市场监督管理总局推荐牵头单位，鼓励产学研医检联合申报，支持国家级开放共性关键技术平台建设，形成公共服务能力。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

##### 4.2 放疗设备统一接口标准研究

**研究内容：**研究参考基于 DICOM 协议、IHE-RO TDWII 的放疗设备标准数据传输接口，支持常规放疗和先进放疗技术；通过参考国际通用公有协议（DICOM，TDWII 等）的标准数据接口，开发完整的放疗设备接口协议，开展标准数据接口验证，实现对国内外放疗厂商设备间相互的实时驱动，实现治疗计划数据、治疗中的影像数据、治疗中的计划修正和质控数据、治疗记录数据等实时互通；形成国家/行业标准，实现放疗中心多品牌设备的统一管理，提升流程的效率和便捷性。

**考核指标：**形成标准设备数据接口 1 套；获得不少于 5 家主流放疗设备厂商的互联互通验证报告 1 套；形成国家/行业标准建议，在标准管理机构立项；形成公共服务能力。

**有关说明：**国家药品监督管理局推荐牵头单位，鼓励产学研医检联合申报，支持国家级开放共性关键技术平台建设。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

## “生物与信息融合 (BT 与 IT 融合)” 重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“生物与信息融合 (BT 与 IT 融合)”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：聚焦未来生命科学、医药健康产业和经济社会发展等重大需求，通过加强生物技术与信息技术跨界融合研究，兼顾科学创新和技术图谱，引领新经济模式发展。突破信息大数据、生物大数据的获取、管理、分析、挖掘、调控和知识发现等底层支撑技术，提升数据整合与转化利用能力；构建 DNA 存储、类脑智能与人机交互、生物知识图谱、可编程细胞智能、智慧医疗等交叉融合技术，推进大数据驱动的生命科学知识发现及转化应用；催生一批面向生命健康的颠覆性新技术，形成一批新工具、新技术、新标准与新产品，解决医疗大数据、医疗人工智能原创性理论基础薄弱、重大产品和系统缺失等难点问题。

2021 年度指南部署坚持“优化学科布局和研发布局，推进学

科交叉融合,完善共性基础技术供给体系”的要求,围绕基于 DNA 原理的信息存储系统开发、面向生命—非生命融合的智能生物系统构建与开发、BT 与 IT 融合技术的健康医学场景应用示范等 3 个任务,按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用,拟启动 16 个方向,拟安排国拨经费概算 6.7 亿元。其中,围绕 DNA 信息存储等技术方向,拟部署 5 个青年科学家项目,每个项目 500 万元,拟安排国拨经费概算 0.25 亿元。

项目统一按指南二级标题(如 1.1)的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项,实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个,项目参与单位总数不超过 6 家,共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个,项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人,每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目(项目名称后有标注)不再下设课题,项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人,青年科学家项目负责人年龄要求,男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生,女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。常规项目下设青年科学家课题的,青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求,与青年科学家项目一致。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 基于 DNA 原理的信息存储系统开发**

### **1.1 DNA 分子信息存储的高加密性编码与信息安全体系研究 (青年科学家项目)**

研究内容：针对大数据时代海量数据高效存储需求，开发基于 DNA 存储技术特征的高加密性存储编码方法，建立基于数据可靠有效恢复的 DNA 存储特有的新型信息安全体系。开发 DNA 存储个性化编码，实现信源信道联合编码；研究 DNA 存储错误

特征，开发 DNA 存储专用纠错编码体系；研究多类型 DNA 存储介质选择及长效远距离传输等的数据安全相关理论与方法；挖掘 DNA 存储的生化特性，开发依靠数学方法的 DNA 存储的数据加密关键技术、防恶意复制的生物方法关键技术、防篡改的类区块链方法关键技术。

考核指标：开发高效可靠 DNA 存储编解码方法，可支持低冗余条件下（合成冗余率 $\leq 20\%$ ）数据有效恢复（恢复率 $\geq 90\%$ ）所需平均拷贝的分子数达到 10。开发高容错编解码和纠错方法，较现有国际先进水平容错率提升一个数量级，达到 1%读写容错率；开发不少于 3 种 DNA 存储专用介质及适配存储条件下的数据加密技术体系，实现  $K \geq 128$  的密钥强度（ $2^K$ ）；开发不少于 2 种防复制、防篡改方法，实现单碱基水平的改动可识别精度。形成 3 项以上行业或团体等技术标准。

## 1.2 基于多类型生物分子的新一代超高密度信息存储技术研发（青年科学家项目、基础研究类）

研究内容：研究基于多类型生物分子的新型 DNA 信息存储技术，实现对现有 DNA 分子编码效率极限的突破；研究包括但不限于镜像核酸（L-DNA）、D 型非天然核酸或带有修饰基团的天然核酸等的信息写入/读取成套技术；研究新型 DNA 存储的编解码算法与系统设计新方法；研究非天然碱基在 DNA 存储应用



中的错误特性并开展相应纠错方法研究；开发制备适合镜像核酸和 D 型非天然核酸的扩增酶，实现信息的无损复制与扩增；开发非天然核酸的高效生物、化学合成方法及适配高通量测序技术。

考核指标：在信息与生物分子的编解码理论和分子信息寻址、加密等方面形成理论基础，开发不少于 2 种基于新型存储介质分子的存储技术体系，实现实际净信息密度  $\geq 3.8$  bits/nt 的原理验证，数据保真度  $\geq 99.9\%$  的突破；开发不少于 3 种适配新型存储介质分子的转码算法与纠错方法；建立生产级（kg 级）低成本适配碱基单体的制备工艺与技术流程；研制不少于 2 种适配核酸扩增酶，实现  $> 200$ nt 的高效扩增；完成适配高通量测序技术原理验证，验证通量大于 10M 碱基。

### 1.3 基于大规模可寻址可控催化原理的 DNA 合成新技术研发（青年科学家项目、基础研究类）

研究内容：针对高通量 DNA 合成的需求，设计独立寻址、可控的微电极阵列，开发亚微米尺度的 DNA 可控合成单元，通过集成电路设计理念实现超大规模反应矩阵；研究光化学电极、酶化学电极或热电极的制备，通过光触、电触、热触酶化学或化学反应控制 DNA 实时合成过程；结合快速微流体等控制技术，实现局部可控的间歇合成方式，将碱基或者短链碱基片段逐个加入到 DNA 链中，实现高通量的“数据写入”过程。

考核指标：建立至少 1 种基于大规模寻址改变物理量控制生物酶活性或化学催化活性的创新合成理论模型；搭建可实现寻址控制功能的配套芯片；实现兼容 CMOS 或 MEMS 工艺和可控合成反应的电极或光极材料、加工工艺和合成方法；DNA 可控合成阵列可达 1000 万单元每平方厘米；开发可用光、电或热控制活性的合成酶；实现单元间的合成的交叉干扰几率 < 3%；实现可控合成长度 > 40nt。申请核心发明专利 3~5 件。

#### 1.4 基于晶体管场效应的单分子测序关键技术研发（青年科学家项目）

研究内容：针对 DNA 数据存储所需的高速“读出”的需求，依靠半导体先进制程的发展缩小晶体管等微纳器件的物理尺寸，赋能高灵敏单分子传感和基因测序的新机遇，开发基于可规模化制造的晶体管或晶体管纳米孔的新一代超高通量单分子测序技术。研究固态晶体管或晶体管纳米孔用于液相单分子基因测序的器件原理和工作机制，开发预测单分子测序性能数值模型；攻克 CMOS 工艺兼容的测序芯片的单元架构、关键制造工艺、测试系统等核心技术难题，实现原型器件；开发适配高速、并行化测试数据的智能算法和分析技术。

考核指标：建立基于晶体管或晶体管纳米孔为核心传感器件的单分子测序的完整工程化理论模型和工作机制；实现预测物理

器件在微纳流体中的性能数值仿真技术，开发一套单分子传感和测序的仿真模拟器；实现检测单元的核心器件，最优可达单分子灵敏度，单个单元的最快数据采样频率高于 1MHz；验证 DNA 碱基识别原理，单种碱基的识别准确性不低于 90%；单分子 DNA 的最长读长优于 10kb；开发核心器件的 CMOS 和生物应用兼容的可规模化的制造工艺，可实现阵列化独立检测（如  $4 \times 4$ ）；申请核心发明专利 2~3 件。

## 2. 面向生命—非生命融合的智能生物系统构建与开发

### 2.1 蛋白质结构折叠的精准预测与设计应用（青年科学家项目、基础研究类）

研究内容：利用蛋白质氨基酸序列、结构性质、主侧链、相互作用、功能等多种大数据信息，运用生物物理及人工智能原理开发有效的深度学习解析算法，重点解决非同源蛋白质、未知功能新蛋白、膜蛋白等的结构精准预测问题。研究蛋白质序列、结构与功能的内在关系，建立蛋白结构精准预测技术体系，并取得大规模测试。利用典型的生物表达体系，结合高分辨率结构生物学技术，与合成生物学、分子生物学方法等测试蛋白质结构，揭示蛋白功能。

考核指标：建立非同源蛋白、未知功能新蛋白与膜蛋白的精准预测方法 2~3 个；参与最新国际蛋白质结构预测评估实验，预

测方法整体排名进入前 3，并在最新评估实验测试数据集上的平均准确度 GDT\_TS 分值达到 90；建立发展 5~10 种核心深度学习精准演算法，申报 3~5 件新方法核心发明专利；设计 1~2 个具有新结构的蛋白质，完成生物功能应用验证。

## 2.2 原子尺度生物系统基础元件的人工智能理性设计技术 (青年科学家项目、基础研究类)

研究内容：围绕原子尺度精度上设计和制备的复杂生物系统的基础模块解析、理性设计、组合优化与制备所面临的瓶颈性、基础性问题，发现并结合自然界中基于进化的针对复杂蛋白元件以及原子精度的类酶人工生命体等生物系统底层逻辑的理性设计的研究和认知，完善基于代谢通路的发现、组合和迁移的数据库、知识库体系，发现大数据基础上的通路以及基础元件设计原则、公理体系并实现设计工具的智能迭代和优化；研究建立高效、灵活、理性的基于进化选择、大数据和知识融合、面向人工合成生物系统智能构建的高性能计算分析技术体系，建立有机和有机—无机复合生命元件的创造、设计和优化的理论基础，研究大数据和知识指导下的基本元件系统自我进化的模型与算法，开发基于第一性原理的新型统计模型和基于小样本稀疏监督下的“设计—构建—测试—学习”闭环系统，实现自动化的分子生成与化合物逆向合成，研究建立涵盖智能设计、智能控制和智能风险评估三

个方面理论和技术的人工生物系统构建的基础性支撑平台。

考核指标：开发基于第一性原理的 3~5 种新型统计关联的精准预测模型和人工智能学习模型，为提高定向进化速度、提高虚拟筛选精度提供理论依据和算法基础；针对离子通道等大尺寸、复杂蛋白元件，以及原子精度的类酶人工生命体，明确各自体系底层的关键特征，开发基于小样本的、稀疏监督下的“设计—构建—测试—学习”闭环系统，提高虚拟筛选的精度，指导原子尺度精度上设计和制备合成生物系统；基于生命功能模块构成的公理体系和设计原则，设计、合成和构建 10~30 种具有基础性和框架性的有机、无机体系生命元件，建立基本原则发现和理论实现、大数据、智能分析、高效理性设计与高性能计算一体化的全链条生物系统合成的技术支撑体系，形成验证示范。

### **2.3 自动化细胞设计流水线开发及应用（青年科学家项目、基础研究类）**

研究内容：利用自动化软件设计、深度学习算法和高通量测试平台，全面提高生物设计过程的速度与精度，开辟以智能工程细胞为基础的高效率、低污染的材料和医药产业。在基础研究方面，研究细胞调控线路计算设计原理、细胞调控线路的稳定性和鲁棒性、细胞调控线路的跨物种适配原则、合成多细胞系统的动态自组织理论，形成可定量预测的人工细胞调控线路的设计算法

理论体系。在关键技术方面，开发高时空精确度、微型高通量的细胞测量与操作平台，开发用于大规模细胞调控线路装配的自动化工程细胞改造平台，并开发实验设计、数据收集和管理机器学习工具，形成全整合的软件平台。在产业辐射方面，开发数字模拟系统，将细胞计算功能与产业应用需求对接。

考核指标：以功能性细胞和细胞群体为设计目标，在人工细胞调控线路的定量预测理论上产生重要突破。在工程菌、病毒载体、HEK293T 和 CHO 哺乳细胞系等 3~5 种模式生物系统中，建立 4~6 种功能性单细胞或多细胞中人工调控线路的可定量预测模型。建立 1 个标准化表征的细胞设计元件库；建立 1~2 套基于模型和基于深度学习的智能设计算法，以及 1~2 套定量测试的标准体系。建成 1 套自动化的大片段细胞调控线路 DNA 组装与转化平台，实现功能密集型工程细胞的高效改造与测试。利用以上理论和工具，对定制化合成生物细胞系实现“设计—装配—测试”的快速迭代，服务于科研、绿色生产、新型智能药物研发等领域。

#### **2.4 高精度非侵入神经电生理编解码计算芯片体系**

研究内容：针对现有国产非侵入式神经电生理信号采集计算系统研发使用设备需大量依赖进口，及现有神经电生理信号计算、处理系统性能不足、功耗大、集成度低等重大现实问题，构建完全自主国产高精度非侵入神经电生理编解码计算芯片体系。研究低

功耗仪表放大器设计技术、高精度模数转换器技术，开发高精度神经电生理信号采集放大模拟芯片，获取极微弱信号；研究信号处理加速模块，实现芯片级信号时\频\空\非线性等特征设计解析，支持 SVM\LDA\DNN 等分类模型加速器，形成非侵入神经电生理信号编解码计算芯片；研究芯片级精识别、快通讯、高指令等范式，形成高效基础算法库和接口标准；开发信号采集、计算系统原型。

考核指标：非侵入神经生理信号采集模拟芯片的任务指标 ADC 分辨率  $\geq 24$  bit，ADC 采样率  $\geq 16$  KHz，ADC 信噪比  $\geq 120$ dB，ADC 动态范围  $\geq 125$ dB，单通道功耗  $\leq 5$ mW，共模抑制比  $\geq 120$ dB，输入噪声  $\leq 0.8 \mu$  Vpp，输入阻抗：1G $\Omega$ ；基于自主模拟芯片的非侵入神经生理信号采集系统，无线传输速率  $\geq 216$ KB/s，重量（不含电池） $\leq 120$ g；智能编解码计算芯片要求采用 55nm 以下工艺；架构安全高性能 RISC-V 处理器，主频不低于 300 MHz，支持实时操作系统；内嵌 FPGA 模块，查找表数量不低于 60KLUTs，典型工作频率不低于 200 MHz，BRAM 不低于 3 Mbits，DSP 不低于 150 个，支持千兆以太网接口、ADC DAC 接口、音视频接口；支持微伏以下精度微弱生理解码、信息传输速率不低于 350bit/min、超百指令集的交互范式。在国产自主高精度非侵入神经生理信号采集芯片和编解码计算芯片方面取得突

破，申请 10 项以上核心发明专利；在 5 个以上的场景上实现示范应用。

有关说明：由企业牵头，其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 3:1。

## 2.5 新一代高相容性生物植入电极设计与应用（青年科学家项目）

研究内容：针对各类全侵入型、半侵入型等生物植入电极传感材料与生物组织界面的生物相容性和检测灵敏度问题，通过原子工程设计开发人工酶改性的生物植入电极。通过人工智能技术研究人工酶结构与活性的关系，设计开发新的原子精度人工酶，对植入电极进行表面改性，提高植入电极与生物组织接触界面的生物相容性，提高生物植入电极的灵敏度与精确度。开展改性后植入电极多通道信号采集与分析研究，促进其临床应用。

考核指标：应用原子工程开发人工酶构建 10 种以上的新型生物植入电极。通过人工智能算法指导团簇实验，在原子掺杂、合成方法以及处理方法组成的实验参数空间中进行优化设计，探索 10 万种合成参数空间，至少找出 50 种可将电极性能提升 10~100 倍以上的人工酶。结合量子力学方法预测 1 万种以上可能的人工酶结构，进一步获得 20 种以上的原子水平人工酶。开发 10 种以上团簇级的人工酶改性的生物植入电极，人工酶均匀度 >



90%，表面粒径 2~3nm，抗氧化反应速率不低于 20 $\mu$ M/s，类氧化还原酶活性的最大反应速率不低于 1mM/min，催化的转换频率（TOF）值不低于 320 /min。通过人工酶降低炎症反应提高电极材料的生物相容性，疤痕组织在电极材料表面生长的抑制率>80%，实现电极催化稳定性和植入电极的检测时间>1 年。神经电生理信号检测在全频带灵敏度提升 10 倍以上，实现 1 $\mu$ V 以下的微弱信号检测，电荷存储量达到 50mC。开展人工酶生物植入电极在神经系统疾病如癫痫中的临床应用，实现 100 例以上病人的电生理信号安全可靠采集 1 年以上，建立发病预测、监测模型 2 种以上，为临床诊断和治疗效果检测提供新的技术方案，预测准确度>99%。

## **2.6 组织工程类脑智能复合体设计与开发(青年科学家项目)**

研究内容：建立诱导性多能干细胞增殖分化体系，2D 实现干细胞的定向分化和神经元突起的精确定位，3D 构建具有神经生物学功能的脑类器官；研发模拟脑组织弹性模量的柔性电极，与人工脑组织构建神经—电子复合体，并开发适用于生物类脑信息分析的神经形态器件与芯片；建立体外训练调控体系，实现神经—电子复合体的双向交互，在信息和实体层面构建可植入的神经—电子智能复合体。将这种复合体植入体内，在结构上形成植入物靶向神经环路的定向、定点、可控地整合，在功能上实现本体神

经—植入神经—神经电极信号传导回路的建立。研究其长期植入的可能性、生物相容性以及神经信号空间与时间分辨能力。通过对植入物的构建、植入方式的优化、植入后的控制和数据分析算法等一系列关键技术的突破，最终实现生物胞体介导的新一代生命体—非生命体混合智能体的融合和交互。

考核指标：构建血管化脑类器官，可通过血液给脑类器官供氧；脑类器官体外培养时间不少于 90 天，直径不小于 1 cm。研发不少于 3 种柔性电极；柔性电极在拉伸至 100% 时，电学性质衰减至 95% 以内；开发基于神经形态器件的芯片可用于生物类脑信号处理；建立 2~3 种人工脑学习训练的刺激信号；人工脑可识别的图像和声音信号不少于 5 种；在 3 种任务模态下，实现人工脑对外部电子系统的控制；完成 2D 和 3D 可植入的神经—电子复合体，通道数不少于 60 个。完成中枢神经系统植入测试，体内有效观察时间不少于 30 天，有效通道数目保持在 60% 以上。在自体神经—植入复合智能体之间实现至少 3 种不同模态的信息双向交互传输。

### **3. BT 与 IT 融合技术的健康医学场景应用示范**

#### **3.1 数字化细胞参照系研究、建设与示范应用（青年科学家项目）**

研究内容：利用结构复杂、关系多维、蕴含丰富功能规律的

多组学大数据,发展各类数据深度解析与关联分析算法,研究人体各系统、器官、组织及各主要发育阶段和重要疾病状态下各类细胞的内在规律、相互关系、稳态失衡和命运决定,发展能适应细胞多重结构解析,空间、时间和多种内在功能关系表征的信息表示体系,建立包含细胞分类的基因组学、表观基因组学、转录组学和重要细胞表型信息的人体细胞全息图谱,建立具有更完备信息框架、包含更全面信息的人类细胞体系全信息基础参照系,实现对人体复杂系统全方位的细胞分子特性观测,发现人体几十万亿个细胞具有复杂多样的多重分子特征、稳态维持和动态规律,并开展医学示范应用。

考核指标:获得 5~10 个人体重要组织器官的包含细胞分类的基因组学、表观基因组学、转录组学和重要细胞表型信息的人体细胞全息图谱和 1 个人类细胞体系全信息基础参照系;建立 3~5 个细胞多重分子特征、稳态维持与命运决定、发育演化及其动态规律解析的计算分析系统和 3~5 个核心深度学习算法;构建 5~10 个涵盖人类细胞分类和功能研究的基础性数据库体系。

### **3.2 数字化人体表型建模与呈现技术(青年科学家项目)**

研究内容:研究分子、细胞、功能和影像等多尺度人体表型信息的可视化技术;针对多尺度人体表型信息,通过信息采集、存储、处理、共享、分析等多个环节,制定功能互联、格式规范、

操作便捷的人体表型信息数据库，并与指南 3.4 中的大型队列间联合研究大数据云平台联动共享；通过对表型数据的系统挖掘，建立表型间的跨尺度关联模型；开展体现分子、细胞、功能、影像等表型变量间关系的动态建模，并建立相应的人体表型数字化呈现系统；在健康医疗领域开展相关系统的验证，辅助临床教学与诊疗等实际应用。

考核指标：同时采集分子、细胞、功能和影像等 4 类表型数据，建立不少于 1 万人的多尺度人体表型队列；建立涵盖以上 4 类表型，数据规模不少于 1PB 的多尺度人体表型数据库；提出表型数据库建设规范与评价规范，形成 6 项以上标准规范，申请或获得不少于 5 项核心发明专利；构建 1 套可面向临床的人体表型数字化呈现系统，可体现分子、细胞、功能、影像等表型之间的动态关系；在 3 家以上综合医院进行该人体表型数字化呈现系统的验证与实际应用。

### **3.3 融合形态特征和组学信息的智慧病理辅助诊断技术体系**

研究内容：以常见恶性肿瘤和重大传染病等重大疾病为主要研究对象，应用 BT 与 IT 融合的最新技术产品，建立或基于已有的多尺度生物样本资源平台，形成包含包括电子病历等规范化、结构化临床诊疗信息、影像特征、病理形态特征和多组织学特征的医疗大数据；基于新型人工智能技术，深入挖掘影像特征、病

理改变、组学信息和临床信息间的准确关联；研发病理与影像、组学、临床信息的交叉和融合技术；建立以病理变化、影像特征和组学信息为基础的人工智能辅助智慧病理整合诊断技术体系。

考核指标：成功构建具有自主知识产权的、融合影像学特征、病理变化和组学特征的智慧病理辅助诊断体系，与目前诊断指南中诊断指标的契合度大于 95%，并能提供个体化诊疗措施建议，提示新的疾病相关组学特征信息；在至少 5 家三甲医院完成对以上诊断技术体系的评估。

### **3.4 大型队列间联合研究大数据云平台支撑系统研发**

研究内容：依托现有、正在建设大型人群队列，应用最新 BT 与 IT 融合新技术，支持不同队列间科研、临床等数据的快速精准获取、质控、共享、数据融合、联合研究等科研活动。针对人群队列数据的专业性、安全性和可共享性，研究不同人群队列之间的通用数据治理、使用及共享的术语和定义、体系框架等基础标准；研究促进队列数据共享的技术和机制、跨队列安全分析技术、共享过程去中心化监管及可溯源技术；研发不同队列数据之间从质控、采集、传输、存储、处理、交换、分享、发布、销毁等环节的共性信息技术；研制并部署涵盖全流程的不同队列间数据交汇分享管理平台。

预期指标：根据跨队列研究需求，形成 20 项以上国家、行

业或团体标准；构建一套队列间合作研究及数据共享的标准和机制；在研究内容涉及的各个方面研发出先进的新算法、新计算模型和改进方法，形成不少于 50 个具有跨队列研究意义的工作流；在不同队列数据之间的全流程共性信息技术中取得突破，申请 10 项以上核心技术发明专利，申请 30 项以上相应的软件著作权。建立具备支持超过百万规模的跨队列研究平台，该平台需要支持同时 5 个以上万级大型人群队列的联合研究，服务 20 个以上跨人群队列研究相关重大科研项目。

### **3.5 生物数据深度挖掘与知识融合的智能系统研发与示范应用**

研究内容：面向高性能计算环境，构建融合大规模生命组学数据分析系统与工作流的类脑计算环境；研究基于边缘计算、联邦计算和分布式计算的知识访问控制模型，研究具备隐私保护能力的知识存储证明方法，研究实现基于前沿 IT 技术的新一代的知识共享和价值体现模式；研究建立群智协同下的基于规则、统计、深度学习的多源知识图谱构建和标准融合方法、前沿的知识图谱联邦更新机制和多尺度生物知识图谱构建及可视化交互方法；以前沿知识图谱推理和知识融合技术为基础，研究建立精准医学知识图谱推理技术体系，将语义网、图嵌入等前沿知识图谱推理技术应用到智能决策系统当中，面向健康医学场景应用，开发临床

应用的智能诊疗和临床决策支持系统。

考核指标：研发 20~30 项、可部署在云端、具有支撑数据密集型科研的“类脑”计算模式的组学大数据深度解析 workflow；建立 3~5 种基于边缘计算、联邦计算和分布式计算的知识访问控制模型；研发 5~10 项基于规则、统计、深度学习、语义网、图嵌入、平移模型、路径排名算法的多源知识图谱融合推理算法和应用体系，研发 2~3 个可对标 Transformer、Bert 等现有通用技术的自主知识产权的知识图谱网络构建平台，形成相应的自然语言处理技术体系；建立可支持精准医疗临床决策支持的、重要性能指标达到国际同类产品相同水平的集成引擎产品 1 个；研发可部署在大型医院的基于生物学多组学大数据的临床决策支持系统不少于 1 套；建立 5~10 种具备隐私保护能力的知识存储证明方法，实现基于前沿 IT 技术的新一代的知识共享和价值体现模式。

### **3.6 基于跨尺度多模态生物学大数据的肿瘤智能诊疗共性关键技术研究**

研究内容：针对恶性肿瘤生物学大数据的高维度、跨尺度和多模态特点，研究生物学大数据的存储方案、共享体系、融合计算、隐私保护和安全监管技术，发展面向生命组学、影像组学、临床表型组学等的大数据汇聚分析的药物靶点和疾病新型标

标志物发现的“干”“湿”结合的新方法和疾病风险预测新技术；研究整合医学典籍、电子病历等多来源多层次医学知识的智能诊疗知识融合方法，研发构建智能诊疗算法库、通用软件框架及在线分析共享平台。研发以临床需求为导向的面向高维度、跨尺度和多模态临床大数据的集成分析引擎和软件工具，建立面向临床的科研大数据支持系统和操作环境；建立基于生物医学多组学大数据的面向疾病风险预测、疾病诊断、精准治疗、药靶和疾病生物标志物发现、预后监控的智能化诊疗支持系统；推广并验证系统的临床适用性。

考核指标：建立 5~10 种“干”“湿”结合、通用的基于跨尺度、多模态、高维度生物医学大数据融合的肿瘤精准诊疗生物标志物、药物作用靶点发现和个体患病风险预测评估的新算法和新方法；建立 5~10 种基于通用数据标准、诊疗规范的临床大数据与海量医疗知识融合利用的新技术新方法；建立综合病例数 20000 例以上，多组学数据 2000 例以上的肿瘤研究标准化可共享数据集；建立 5~10 种推动临床基础研究向“数据密集型科研新范式”转化的临床大数据新型计算分析技术；开发可整合医院临床真实世界基础大数据，涵盖临床数据质量评估、数据清理和编审、智能搜索、统计关联分析、深度挖掘、知识融合、大数据分析 workflow 等技术的临床的科研大数据支持 HRP 系统和智能操作



环境 1 套。

## **“常见多发病防治研究”重点专项 2021 年度项目申报指南**

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“常见多发病防治研究”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：加强对常见多发疾病的科学研究与科技创新，全面提高我国常见多发疾病的诊治水平，降低致残致死率，减少疾病负担，提升我国在该领域的国际学术地位，为国家制定常见多发疾病防控策略提供科学依据。聚焦影响我国居民身体健康、期望寿命的常见多发疾病，开展发病机制和防治关键技术及产品研究；重点推进常见多发疾病的防治关键技术研究；加快研发急危重症应急救治、疾病诊疗和长期管理技术产品和辅助工具，强化信息技术与医疗健康服务融合创新，提升基层诊疗水平；聚焦大数据到精准化防诊治方案的临床转化难点，加强队列研究、标志物发掘、防治新靶点研发、疾病多组学数据和数字化健康医疗大数据深度融合。

2021 年度指南部署坚持“以常见病多发病等为突破口，加强

综合防治，强化早期筛查和早期发现，推进早诊早治、科学防治，推进疾病治疗向健康管理转变”的要求，围绕常见多发疾病的前沿基础性研究，常见多发病早期筛查、干预技术及策略研究，常见多发疾病临床诊疗关键技术及策略研究，常见多发疾病防控技术应用示范及推广研究等 4 个任务，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 22 个方向，拟安排国拨经费概算 5 亿元。其中，围绕血管性认知障碍的生物标志物谱系评价体系和智能诊疗研究、急性髓系白血病诊疗新方法研发等 9 个技术方向，拟部署 5 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 0.25 亿元，每个项目 500 万元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。除特殊说明外，基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目（项目名称后有标注）不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女

性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。常规项目下设青年科学家课题的，青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求，与青年科学家项目一致。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项研究涉及人类遗传资源采集、保藏、利用、对外提供等，须遵照《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》相关规定执行。涉及人体研究需按照规定通过伦理审查并签署知情同意书。涉及实验动物和动物实验，要遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准及有关规定，使用合格实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。

## **1. 常见多发疾病的前沿基础性研究**

### **1.1 血管性认知障碍的生物标志物谱系评价体系和智能诊疗研究（青年科学家项目、基础研究类）**

研究内容：依托前期建立的大规模前瞻性临床队列，对比无症状性颅内动脉狭窄/颈动脉狭窄等因素脑血流灌注降低人群与

血管性认知障碍人群，建立以多模式磁共振（MRI）为代表的影像学新技术手段，联合 PET-MRI，脑脊液、血液等多种生物标志物检测新技术组合的精准定性定量研究，建立国内多中心、大规模、符合国际标准的基因、影像学等新型生物标志物谱系研究的大数据平台和随访数据库。系统开展以 MRI-pCASL 为代表的定量脑血流灌注影像检查和体液检测的临床适应症标准及血管性认知障碍疾病的超早期预警标志物研究及预测研究。基于不少于 1 万例大数据分析结果揭示血管性认知障碍发生发展的共性机制，建立治疗预后的风险性、有效性等预测模型并提供决策分析优化方案，建立血管性认知障碍新型智能分级分层诊疗标准。围绕临床实际应用场景，依托现有高质量结构化数据库，建立多级医院规范化联动体系，在 200 家以上机构推广应用，实现数据驱动下的血管性认知障碍新型智能诊疗模式应用示范，降低社会经济成本、完善伦理规范。

考核指标：建成不少于 1 万人，符合国际标准的包含临床、基因和影像学信息的国人血管性认知障碍高危人群数据库；建立一个血管性认知障碍超早期预警指标检测方法；建成一套适合国人的血管性认知障碍风险精准评估体系；研发一套国产自主知识产权的自动量化影像学（解剖和功能）的分析软件。

## 1.2 慢性肾脏病发生、发展及预后的风险预测体系（青年科

## 学家项目、基础研究类)

**研究内容：**建立基于高质量、多元化、大样本的自然人群和住院人群及常见肾脏病随访队列的医疗健康大数据平台和生物样本库。揭示与慢性肾脏病发生发展或预后相关的临床表型；通过多组学技术(表观遗传组学、转录组学、代谢组学、蛋白组学等)，筛选能早期预测慢性肾脏病发生、发展、不良预后和对治疗反应的生物标志物；借助人工智能技术，融合健康医疗大数据和生物信息数据，建立多模态风险预测模型；通过验证，证实模型的准确性、敏感性和特异性；开发预测模型软件，在临床试用，实现慢性肾脏病和急性肾损伤进展为慢性肾脏病的早期风险预测；在包括基层医院的各级医疗机构推广应用。

**考核指标：**建立千万级样本量的肾脏病及高危人群医疗大数据平台，包括各类肾脏病患者的临床数据及生物信息学数据；开发具有自主知识产权的、能准确预测肾脏病发生、发展及不良预后风险的预警系统；在全国范围内至少 50 个试点医院推广应用，完成项目成果的转化。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。

### 1.3 急性髓系白血病诊疗新方法研发(青年科学家项目、基础研究类)

**研究内容：**聚焦急性髓系白血病治疗的难点，围绕诊断、治疗新方法的靶点，借助人工智能技术，综合多组学、大数据等海量信息，通过多中心、前瞻性临床队列形成急性髓系白血病诊疗新方法；针对新靶点形成促进患者造血恢复及疗效提高的创新性治疗策略；利用高水平临床研究证实基于新靶点的诊疗方案有效性。

**考核指标：**发现 2~3 种急性髓系白血病诊疗相关的关键新靶点；建立 1 种具有自主知识产权的覆盖 AML 多组学和大数据的人工智能诊疗系统，建立 2~3 种聚焦新靶点的精准诊断或创新性治疗方法，以前瞻性、多中心临床医学研究证实上述诊疗方法有效性；形成 2~3 项可能改变指南、共识的急性髓系白血病综合诊疗方案。

## 2. 常见多发病早期筛查、干预技术及策略研究

### 2.1 恶性肿瘤早期筛查技术研发及评价研究

**研究内容：**针对我国常见高发恶性肿瘤（肺癌、食管癌、乳腺癌、结直肠癌、胃癌、肝癌等）现有筛查技术接受度差和精准度不高的现状，研发基于生物组学和影像组学，易于推广的无创或者微创早期筛查技术。优化解决微量样本进行生物多组学检测的痕量核酸提取技术、生物标志物鉴定技术；研究分子影像、功能影像、多光子、多模态成像等用于癌症早诊的关键成像技术；应用基于多组学大数据的降维分析处理技术、影像组学技术，整

合所筛选出的基于生物组学的早筛生物检测靶点和基于影像组学的纹理特征，建立相应恶性肿瘤综合早筛早诊技术；基于人群组织性筛查资源，充分利用宏观流行病学数据，分子标志物，筛查影像以及随访等大数据，系统集成中国人群遗传和环境危险因素时空暴露研究成果，优化个体化癌症风险预测模型；在全国具有代表性和工作基础较好的地区（包括高发区、非高发区、农村、城市地区）开展多中心大样本的前瞻性筛查队列研究（50万人以上），与目前现行的早筛技术与方案进行对比，开展有效性和卫生经济学评价。

**考核指标：**改进现有的痕量核酸提取、代谢组学检测等技术，实现 pg 级样本的多组学微量生物标志物检测；影像重建的空间分辨率达到 2mm，对病灶进行自动识别准确率达到 95%以上；通过整合生物多组学和影像组学等多组学大数据，建立一套成熟的人工智能筛选和建模算法体系，形成 1 套可用于癌症早期特征筛选鉴别的软件，对早期癌症识别的敏感度>80%，特异性>90%；通过前瞻性的评估与验证，开发可用于多癌种联合筛查的早筛试剂盒 2~3 套（每种包含 10~20 个生物标志物检测靶点）；构建 5G+ 多组学技术的一站式多癌种筛查导诊“方舱”，可对一般人群进行多癌种的联合标志物及影像筛查，提升早期癌症筛查依从性和检出率；获得 2~3 套适用于中国人群的常见恶性肿瘤联合筛查方案，



并制定出 2~3 套适合我国常见恶性肿瘤早筛的行业指南和规范，并在不少于 200 家医疗相关机构中推广应用。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

## 2.2 泛血管疾病筛查、系统评价及防治体系研究

**研究内容：**针对泛血管（涵盖心脏、脑、外周等脏器血管）解剖学和功能学，通过无创和有创检测技术结合生物学标记物检测，对泛血管疾病开展系统筛查和识别；建立我国泛血管疾病的大数据平台和数据库，系统开展泛血管疾病诊治的模型预测研究；研发和推广基于泛血管疾病多组学和人工智能的新技术、新方法，开发具有自主知识产权的泛血管疾病自动化评估、预测及防控辅助系统，发挥西医和传统医学优势，探索临床多组学指导下的泛血管疾病早期诊疗、评估和防控新策略，建立完善泛血管疾病的管理体系并推广应用。

**考核指标：**确立泛血管疾病筛查的无创和有创检测的临床适应征和标准流程，阐明我国泛血管疾病的流行病学特征，发布中国泛血管疾病蓝皮书 1 部；建成包含临床资料和多组学数据（30 万例以上）的我国泛血管疾病大数据平台；建成 1 套适合我国泛血管疾病早期筛查和风险精准评估体系；研发 1 套自主知识产权

的泛血管疾病自动化评估、预测及防控辅助系统，优化泛血管疾病的全周期管理，并在全国不少于 150 家医疗机构推广应用；构建涵盖超过 20 个省（市）、1000 家医疗机构的泛血管疾病预防和诊治四级服务网络，形成具有示范推广效应的泛血管疾病多学科防治模式。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

### **2.3 高胆固醇血症的筛查与干预新靶点研究**

**研究内容：**基于现有大规模筛查人群，建立基于临床、实验室、遗传等多维度指标的立足分级诊疗的高胆固醇血症及其心血管病风险筛查方法，以及高胆固醇血症筛查诊断的中国标准；研究降胆固醇治疗的新的干预靶点和治疗策略，建立在心脑血管病高危和极高危患者中精准和强效降胆固醇方案，并评价其在家族性高胆固醇血症合并冠心病及脑卒中中的作用。为高胆固醇血症及其中的家族性高胆固醇血症患者提供早期诊断、有效干预的临床诊疗方案，降低心脑血管疾病的发生。

**考核指标：**建立不少于 200 万的人群队列和生物银行，建立立足分级诊疗的高胆固醇血症及其心血管病风险筛查方法，在 >200 家网络成员单位推广应用；建立临床、实验室、基因指标

的家族性高胆固醇血症的诊断标准，提高家族性高胆固醇血症的确诊率达 90%；找出新的降胆固醇的靶点  $\geq 2$  个。

#### **2.4 纤维化间质性肺疾病的早期识别与治疗策略**

**研究内容：**间质性肺疾病是一组以肺纤维化形成为基本病变特征的一组异质性疾病，依托已经建立的全国多中心间质性肺疾病数据库，构建包括尘肺的纤维化间质性肺疾病队列及长期管理系统，揭示与肺纤维化形成、进展或预后相关的临床表型，通过影像组学及生物多组学技术，筛选能早期识别肺纤维化并预测其进展及不良预后的生物标志物，构建纤维化间质性肺疾病的早期识别与进展预警模型；系统评价冷冻肺活检、外科开胸肺活检、胸腔镜肺活检等不同肺活检方式的安全性与诊断的可靠性，建立优化的肺组织学诊断方法；建立基于深度学习的识别和分类间质性肺疾病的人工智能（AI）模型，构建深度学习和机器学习定量评价纤维化及严重程度方法；基于临床表型和多组学分析，研究肺纤维化发生的关键分子机制与干预靶点，探索纤维化肺疾病的早期抗纤维化治疗策略。

**考核指标：**构建纤维化间质性肺疾病（包括尘肺）队列不少于 10000 例，揭示临床表型；确定 2~3 个生物标志物，结合临床、影像等多维度构建纤维化间质性肺疾病的早期识别与进展预警模型 1~2 个；建立优化的肺组织学诊断方法；构建 1 套纤维化及严

重程度的 AI 评价体系，形成相关应用软件 1~2 个；筛选肺纤维化的关键干预靶点 1~2 个；提出纤维化间质性肺疾病的早期识别与干预策略，形成指南或共识 1 个，并在全国至少 100 家二级以上医院进行推广。

## **2.5 脓毒症导致多器官功能障碍早期识别和动态风险预警体系研究**

**研究内容：**通过以实时动态生命体征及临床信息为基础，联合生物标志物和多组学信息，建立脓毒症导致多器官功能障碍的早期识别、风险分级和动态预警体系；基于已有的区域重症医学临床信息平台，建立国内多中心、大规模的脓毒症大数据平台（包括临床信息库和生物样本库）和远期随访数据库；研发基于自然语言识别技术及设备互联互通的物联网技术的多器官功能障碍早期识别和动态风险智能预警模型，并实现远程决策支持；利用人工智能、机器学习、生信分析等技术，探索脓毒症导致多器官功能障碍的预警及远程决策支持治疗的新方法，优化脓毒症导致多器官功能障碍的早期诊断和规范化治疗策略，降低脓毒症患者器官功能障碍的发生率及病死率。

**考核指标：**建成不少于 6 万例包括动态生命体征、临床资料和生物样本信息的大型脓症患者数据库；建立不少于 3 个重要损害器官的脓毒症多器官功能障碍早期识别和动态风险评估体

系；研发 1 套适用于我国国情的脓毒症多器官功能障碍规范治疗远程决策支持软件，开发客户端并实现不少于 10 个地区的示范应用；制定一套基于早期识别和风险预警体系的脓毒症多器官功能障碍防治规范，并在不少于 100 家具代表性的省、地市、县级医院推广应用。

**有关说明：**本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

### **3. 常见多发疾病临床诊疗关键技术及策略研究**

#### **3.1 肺癌手术联合新辅助免疫治疗的评价体系和优选模式研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**在已经建立的前瞻性临床队列基础上，通过影像组学、多组学等先进手段，深入研究肺癌新辅助免疫治疗（含免疫单药、免疫单药联合化疗、免疫双药、免疫联合其他治疗等多种模式）的疗效和不良反应的分子机制，筛选适用于临床的疗效和副反应预测标记物，并开展前瞻性验证；通过对临床队列中外科切除范围、手术难点和不良事件等因素综合分析，构建新辅助免疫治疗外科手术推荐方案；通过对早期肺癌外科根治性切除后预后不良患者的综合研究，筛选和扩大新辅助免疫治疗的潜在获益人群；通过建立覆盖全国的肺癌新辅助免疫治疗专病大数据平台，基于中国肺癌患者的循证医学证据，建立适合国人的肺癌新

辅助免疫治疗的疗效评价体系和优选治疗模式。

**考核指标：**发现至少 2 种影响新辅助免疫治疗疗效、预后或副反应的分子机制，筛选验证 2 个预测标志物；建成包含临床信息、病理信息、医学影像、治疗副反应、疗效和随访等全面信息的国家级肺癌新辅助免疫治疗数据平台。建立一套针对新辅助免疫治疗后外科手术推荐方案；建立 1 套适合中国肺癌患者的新辅助免疫治疗获益精准评估与预测体系，在 30 家网络成员单位开展多中心验证。

### **3.2 食管癌变动态演进机制及个体化精准诊疗体系构建研究 (青年科学家项目)**

**研究内容：**基于食管细胞采样新技术，运用单细胞多组学以及体内谱系示踪技术，全面解析食管癌变演进和治疗过程中肿瘤微环境构成与动态变化规律，揭示肿瘤免疫、肿瘤代谢与肿瘤演进的关系及其调控机制；鉴定食管癌变演进过程中特征改变分子，建立基于液体活检的食管癌变早期识别和预警的模型，在大规模前瞻性队列中验证模型效力；构建食管癌多维组学图谱，对食管癌进行精确分子分型，鉴定食管癌驱动基因、新型预后标志物和治疗靶点，从遗传和表观遗传协同调控角度阐释关键基因表达或功能异常的分子机制，深化对食管癌变本质的认识和理解，建立食管癌早期诊断、精准治疗、疗效评估与预后判读的新途径和新

技术，开发用于食管癌个体化精准诊疗的新产品。

**考核指标：**建立基于新兴技术的高灵敏度、高特异度、高效经济的食管癌液体活检早筛早诊技术体系，建立多因子信息联合评测系统，开发 1~2 套具有完全自主知识产权的筛查/早期诊断试剂盒；建立食管癌精准分子分型和疗效预测方法，获得食管癌演变进和治疗过程中微环境的全景图谱；鉴定 3~5 个影响食管癌发生、转移及治疗耐受的特定细胞亚群；提供 3~5 个食管癌转移、耐药预测标记物及新药靶点。

### **3.3 脑心共患病的临床诊疗体系建立及关键技术应用研究 (青年科学家项目)**

**研究内容：**建立国内多中心，大规模的包含临床、样本库、影像等多维度信息的“脑心共患”动态数据库平台；基于中国人群脑心共患疾病的临床特点和脑心 CT 血管造影新技术 (CTA)，应用人工智能方法建立“脑心共患”影像自动识别系统、高危患者预测模型及临床辅助决策系统；针对动脉粥样硬化性多血管疾病、心房纤颤、卵圆孔未闭等系统性栓塞性疾病和获得性易栓症等血栓性疾病，结合心脑血管疾病的主要危险因素进行队列或随机对照临床研究，以探讨源性心脑血管疾病新发病机制，建立预测模型，制定风险评估体系；基于复合手术室新技术，系统开展不同脑卒中合并以动脉粥样硬化为主的心脏疾病的临床诊疗研

究，探讨神经外科/介入科和心脏外科/心脏介入等多学科联合诊疗模式在“脑心共患”的治疗原则；针对心源性脑卒中高危人群，应用新型造影剂、高分辨率、快速、无创性多模态心脑血管床联合检查方法，筛查动脉粥样硬化、心律失常、结构性心脏病、主动脉病变等高危人群，诊断、评估“脑心共患”人群联动治疗适应证，并对比运用介入、微创、外科及复合心脑血管联合手术方案的疗效。

**考核指标：**建成多中心（不少于8个中心）的脑心共患病门诊（不少于2500门诊量/年/中心）及大型动态随访脑心共患10万人数据库；研发1套具有国产自主知识产权“人工智能脑心CTA自动识别系统”及1套“脑心同防同治”辅助临床决策系统软件，在至少5家三甲医院安装该系统，开展应用验证，纳入病例不少于5000例；进行队列或随机对照临床研究（入组病例不少于1万），探讨源性心脑血管疾病新发病机制及风险评估体系，达到早期预测和预防；进行队列研究（不少于2万例）对比运用神经外科、神经介入、心脏外科，心脏介入、复合手术及药物治疗方案的疗效，制定规范化脑卒中合并心脏疾病的诊治策略及临床治疗路径，发表共识并推广至百家医院；建立万例以上开展各类心脑血管疾病治疗方式的研究队列，制定规范化心源性脑卒中高危人群的心脑血管疾病预防及手术诊治策略，推广应用1000家以上医



院；最终形成中国特色的“脑心，心脑”共患疾病的预防、诊断、治疗新模式，优化诊疗，改善预后。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过6个，参与单位总数不超过15家。

### **3.4 帕金森相关疾病队列建设和诊治关键技术研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**基于融合型运动及行为感知技术（包括可穿戴、机器视觉、新型传感器及智能手机等），结合移动端软件，通过开放性的智能平台构建多中心、大规模帕金森相关疾病队列和帕金森病高危人群社区队列；对帕金森病患者运动症状、运动并发症、非运动症状等参数进行多维度、实时、量化跟踪，建立高质量的全国多中心帕金森相关疾病多模态数据库，探索高效、便捷的交互性远程诊疗模式。围绕帕金森病核心发病机制中的体液标志物、脑外组织活检病理标志物、神经影像标志物（含高场强核磁、分子影像、脑连接组学）、脑深部核团电生理参数等生物学标记物，研发检测方法，探索临床前期帕金森病的精准诊断；基于上述生物学标记物及多模态临床表型参数建立帕金森病动态分型体系，结合药物基因组学研究，指导精准药物治疗。在新型生物学标记物指导下，从社区高危人群中识别临床前期帕金森病患者并进行

早期干预，探索延缓帕金森病进展和具有疾病修饰作用的新药、康复技术等。应用多模态影像技术和神经电生理技术研究帕金森病相关神经环路病变，基于上述技术精准引导神经调控技术（脑深部电刺激、无创性神经调控）治疗进展期帕金森病，创新调控模式。

**考核指标：**建成基于移动端平台上至少 2 万人的全国多中心帕金森相关疾病患者和帕金森病高危人群的研究队列，并建立帕金森相关疾病深度临床表型数据库和多维生物标志数据库；研发至少 2 套基于融合型感知技术、定量评估帕金森病功能障碍、进展和疗效的客观方法；结合临床表型参数以及体液标志物、脑外组织活检病理标志物、核磁技术、分子影像、神经电生理等生物学标记物，研发不少于 2 种帕金森病临床前期诊断和临床早期诊断指标，建立 1 套帕金森病分型体系和预后判断体系；探索至少 1 项针对帕金森相关疾病修饰治疗的新疗法；研发不少于 2 项脑深部电刺激和无创性神经调控新技术。

**有关说明：**本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

### **3.5 系统性红斑狼疮重要脏器损害早期识别、危险分层及干预策略研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**基于系统性红斑狼疮长程随访队列，针对危及患

者生命及生活质量的严重脏器损害，如狼疮肾炎、神经精神狼疮、重度血小板减少症、肺动脉高压等以及狼疮相关不良妊娠等，探索系统性红斑狼疮疾病进展、复发与预后不良危险因素，建立风险预测模型并进行验证；根据不同脏器损害的差异结合相关临床资料及长期随访数据，探讨早期识别重要脏器损害、早期诊断、危险分层和早期干预策略，实现精准的疾病分型及治疗决策，构建中国系统性红斑狼疮药物疗效评价体系，为我国系统性红斑狼疮的规范治疗提供依据。

**考核指标：**建成随访 5 年以上、且不少于 6 万例（其中至少 5000 例配合完备生物样本库）的系统性红斑狼疮患者多中心前瞻性临床队列，采用多维度大数据分析策略，制定适合我国患者的多维度、规范化、精准化风险评估体系，确立早期诊断指标，建成新的系统性红斑狼疮脏器损害评价体系。针对不少于 3 个重要脏器损害，每个脏器损害发现并验证新的临床危险/预后因素不少于 3 个，建立不少于 3 个重要脏器损害的风险及预后预测模型，在至少 5 个地区进行模型验证。制定 1 套基于疾病分型的治疗策略及药物疗效评价体系，形成相关诊治指南 2 个，在不少于 100 家具代表性的省、地市、县级医院推广应用。

**有关说明：**本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

### 3.6 睡眠—觉醒障碍防治技术研究（青年科学家项目）

**研究内容：**建立大规模多中心睡眠—觉醒障碍（以失眠障碍为主）患者队列，研究常见睡眠—觉醒障碍发生发展特点、相关影响因素以及对不同人群的短期和长期影响，寻找睡眠—觉醒障碍发生的预警指标；研究睡眠—觉醒障碍相关的认知、脑电、影像、生化、遗传等层面的标记物，并进一步探索睡眠异常发生的神经机制；阐释睡眠—觉醒障碍与其他常见病如抑郁、焦虑、痴呆、药物依赖、慢性痛等的共病关系及共同生物学基础；探索药物和非药理学干预睡眠—觉醒障碍的新手段，包括中医药疗法、神经调控技术、认知疗法、睡眠时相及节律调节等，评价干预手段的治疗效果并明确发挥作用的神经机制，制定具有推广价值的防治措施。

**考核指标：**建立不少于1万例睡眠—觉醒障碍患者的多中心队列并开展随访研究，明确不同人群睡眠—觉醒障碍的发生特点及变化轨迹；确定3~5个与睡眠—觉醒障碍密切相关的风险因素，构建1套睡眠—觉醒障碍预警体系；确立2~3个结合生化、免疫、遗传、影像、认知等指标的睡眠~觉醒障碍与共病复合诊断指标体系，阐明至少1种相关的神经机制；提出1~2种在睡眠过程中调节情绪、记忆等认知功能的方法，并在相关人群中开展应用研究；开发1~2种新型睡眠—觉醒障碍治疗手段，形成1~2项专家

共识或指南，并在不少于 100 家的网络成员单位推广应用。

#### 4. 常见多发疾病防控技术应用示范及推广研究

##### 4.1 精准采集人体代谢参数评估原发性醛固酮增多症药物治疗疗效和预后研究

**研究内容：**利用代谢舱评估原发性醛固酮增多症患者治疗前、治疗后各类人体基线数据、实验室检查指标（肝肾功能、电解质、血脂、血糖）、激素水平（皮质醇、儿茶酚胺激素、醛固酮、甲状腺激素、性激素）；通过各类可穿戴设备实时采集人体数据（体温、心率、脉率、呼吸频率、氧饱和度、血压、血糖、心电等），同时收集血液、尿液、粪便等生物样本。研发和推广基于代谢舱评估原发性醛固酮增多症患者代谢指标的新技术、新方法，探索分型诊断、评估疗效新方法，优化原发性醛固酮增多症诊断和治疗策略。

**考核指标：**建成 1 套包含 2000 例以上原发性醛固酮增多症临床资料和各种代谢指标、疗效反应的数据库；建成 1 套适合国人的原发性醛固酮增多症精准分型评估体系，并推广应用；研发 1 套代谢舱分析原发性醛固酮增多症患者疗效评估软件；提高原发性醛固酮增多症患者分型诊断敏感性和特异性（95%以上），提高药物治疗原发性醛固酮增多症有效性（90%以上）。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申

报。本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

#### **4.2 骨质疏松性骨折综合防治体系及关键技术研究**

**研究内容：**针对骨质疏松性骨折的疾病特点、风险预警和防治体系构建开展研究，建立全国性的骨质疏松性骨折注册登记平台和具有人群代表性的高质量生物样本资源库，探讨我国骨质疏松性骨折疾病特点和规律，并结合高通量多组学技术、临床资源和人工智能技术，揭示骨质疏松性骨折发生的危险因素、早期预警生物标记物，阐明相关生物学机制，建立骨质疏松性骨折预警系统。开展基于影像学和分子靶标等新技术的疾病分子分型和诊断预警新方法研究；研发具有自主知识产权的骨质疏松性骨折治疗创新器材/器械，通过多中心研究进行临床疗效评价；开展真实世界研究，验证主要抗骨质疏松药物、骨质疏松性骨折预警系统、关键手术技术的临床效果。最终建立适于全国推广的骨质疏松性骨折防治技术及方案。

**考核指标：**建立全国性的骨质疏松性骨折注册登记平台，建成覆盖 5 万例患者、具有全国代表性的（20 个省市以上）、多中心（30 家以上综合性医院）骨质疏松性骨折大数据库，主要标准：包含至少 20 个基础变量的结构化电子数据库，涵盖患者基本信息、基础病、临床各项检验结果及影像学报告等多种要素；建立

一个多中心人群队列和生物样本库，明确 3~5 种骨质疏松及骨折发生的风险因素，开发并验证 3~5 种能预测骨质疏松及骨质疏松性骨折的关键生物标志物，建立至少 1 项适用于极高危人群的骨折预警系统；阐明 1~2 项骨质疏松症疾病致病新机制，研发并验证基于影像学和分子标志物的骨质疏松性骨折诊断新技术。开发 1~2 项具有自主知识产权的骨质疏松性骨折预防/治疗相关的创新器材/器械；制定 1~2 个骨质疏松性骨折诊疗规范或指南；建立骨质疏松性骨折综合诊疗体系。以上成果推广至全国 30 家以上综合性医院，覆盖全国新发骨质疏松性骨折患者或高危人群 2 万人以上。

**有关说明：**由建有国家临床医学研究中心的医疗机构牵头申报。本项目为临床研究类项目，下设课题数不超过 6 个，参与单位总数不超过 15 家。

#### **4.3 急性呼吸窘迫综合征及相关器官衰竭的精准化救治体系研究**

**研究内容：**基于已有的急性呼吸窘迫综合征临床数据库及生物样本库，针对严重威胁急性呼吸窘迫综合征患者生命的多器官功能障碍，探讨急性呼吸窘迫综合征疾病特点和规律，结合多组学技术、临床资源和人工智能技术，建立基于临床表型、影像表型及炎症/免疫表型的多维度急性呼吸窘迫综合征分型体系；开发

急性呼吸窘迫综合征临床表型分析检测芯片及临床决策软件；建立基于体外细胞模型、类器官及器官芯片等高通量快速评价技术的疾病模型以及治疗措施评估平台。探索基于临床分型的急性呼吸窘迫综合征及相关多器官功能障碍综合征精准化治疗新技术、新方法和新路径；从病因治疗、免疫调控治疗、器官功能保护和  
支持治疗角度，系统开展急性呼吸窘迫综合征精准化治疗及器官功能支持治疗效果研究，建立临床分型导向的急性呼吸窘迫综合征相关多器官功能障碍的精准化救治体系；改善急性呼吸窘迫综合征及多器官功能障碍患者的预后。

**考核指标：**建成不少于 6 万例临床资料和生物样本信息的我国大型急性呼吸窘迫综合征患者数据库；建立 1 套多维度的急性呼吸窘迫综合征临床分型体系；开发 1 套急性呼吸窘迫综合征临床分型的检测芯片或试剂盒，研发 1 套决策软件；制定一套基于临床分型的急性呼吸窘迫综合征及相关多器官功能障碍的精准化救治路径，并在不少于 100 家具代表性的省、地市、县级医院推广应用。



## 附件 9

# “社会治理与智慧社会科技支撑”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“社会治理与智慧社会科技支撑”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：落实《关于加强科技创新支撑平安中国建设的意见》，围绕“平安中国”的战略总目标，构建智慧社会理论体系，研究共性关键技术与装备，开展行业应用示范，构建一体化社会安全体系，提升防范化解重大系统性风险能力，提升科学监管和服务能力，为推进社会治理体系和治理能力现代化、建设智慧社会提供科技支撑，切实增强人民的安全感、获得感和幸福感。

2021 年度指南部署按照分步实施、重点突出原则，围绕社会安全关键技术与装备、智慧司法关键技术与装备、社会治理关键技术与应用示范、科学监管关键技术与装备等 4 个技术方向，按照基础前沿技术、共性关键技术、示范应用，拟启动 9 个项目，

拟安排国拨经费概算 1.9 亿元。其中，围绕社会安全关键技术与装备等技术方向，拟部署 2 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 0.1 亿元，每个项目 500 万元；围绕社会治理关键技术与应用示范等技术方向，拟部署 4 个部省联动项目。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 5 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题数不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家，共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。常规项目下设青年科学家课题的，青年科学家课题负责人及参与人员年龄要求，与青年科学家项目一致。

本重点专项部分项目采用部省联动方式组织实施。部省联动项目要求地方财政投入与中央财政投入不低于 1:1，相关技术方案需得到地方科技主管部门和政法机关共同认可，地方科技主管

部门和政法机关需为项目成果示范应用提供条件保障。针对指南方向 3.1、3.2、3.3、3.4，各省（自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团）科技主管部门限组织申报其中一项。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## **1. 社会安全关键技术与装备**

### **1.1 DNA 勘验核心装备自主研制及可控应用关键技术研究**

研究内容：研究 DNA 物证提取扩增检测一体化装备，包括 DNA 高精度电泳核心部件国产化研制、DNA 微量物证高效提取和扩增关键技术、DNA 物证提取扩增检测一体化工作站研制；研究 DNA 数据库样本高通量检测装备，包括 DNA 数据库样本前处理工作站研制、DNA 数据库样本高通量检测关键仪器研制；研究 DNA 物证勘查管控关键技术，包括微量 DNA 物证勘查关键技术、物证溯源标识码隐藏关键技术和验证设备；研究新一代复合扩增试剂和关键耗材，包括多色荧光复合扩增试剂、毛细管阵列关键耗材、电泳筛分介质等。

考核指标：研制 DNA 物证提取扩增检测一体化工作站 1 台，

单泳道可检测颜色通道数不低于 9 个，精确度不低于 0.12bp，检测通量不小于 24 样本/小时，实现微量 DNA 物证全自动提取、扩增、检测和 DNA 分型；研制 DNA 数据库样本高通量检测关键仪器不少于 2 台，数据库样本打孔精度不低于 0.01mm，检测通量不低于 96 样本/小时；研制 DNA 物证勘查管控装备不少于 2 台（套），物证标识码可喷附在肌肉、骨头、衣服、刀具等物证主体、可全面隐藏且耐受-50℃~1300℃，支持潜血、毛发、唾液等微量物证智能发现；研制 DNA 检测关键耗材 2 种以上，复合扩增试剂位点数大于 30 个、支持常染色体和 Y 染色体同时检测，毛细管阵列通道数不低于 24 个。集成上述研究成果，在地市级以上（含地市级）公安机关不少于 3 家开展应用示范，申请发明专利不少于 10 项。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

## **1.2 基于 DNA 的生物物证来源人脸部表征遗传推测技术研究**

研究内容：筛选中国人群脸部特征关联的基因位点及甲基化位点，研究适用于生物物证特点的人脸部特征关联位点检测技术；建立包含中国北方、南方、西北、青藏四大地理区域特征和个体遗传特征的人脸推测算法模型，研究遗传位点效应可视化技术；研究推测人脸图像在公安刑侦人像库的检索比对技术方法。

考核指标：筛选脸部特征关联 SNP 位点>200 个，甲基化位点>50 个，建立人脸特征关联位点法医学检测技术方法 1 套；建立覆盖中国四大地理区域的参考人群样本库，每个区域样本>500 份且均包含二维、三维人脸图像信息和全基因组测序数据，其中家系样本>200 份，人脸特征提取与自动量化图像处理软件 1 套，具有二维及三维人脸图像处理功能，特征提取标记的脸部五官关键点>60 个，可自动输出关键点距离、角度等几何信息，软件成果完成研发后需在第三方检验机构完成功能测试；人脸特征推测算法 1 套，可通过人脸图像推测图像来源人所属中国地理区域并提取地域特征，推测准确率>80%；在地域特征基础上添加脸部特征相关位点效应，实现对个体脸部特征的遗传推测和可视化，推测图像在参考人群样本库内的比中准确率>70%；遗传推测人脸图像在公安人像库的比对方法 1 套，可实现遗传推测的人脸特征与公安人像库中的人脸特征的对接，并在不少于 3 家省级及以上公安刑侦人像库中进行测试。

有关说明：该任务作为青年科学家项目，由青年科学家牵头申报。

### **1.3 复杂环境全天候高光谱智能人脸防伪技术研究**

研究内容：面向社会安全中开放场景复杂光照条件下的全天候人脸防伪识别重大需求，针对目前人脸识别系统对光照条件和

人机方位要求高、只能采集光强信息等限制导致的复杂光照环境（强光、弱光、阴影等）防伪识别精度差的瓶颈问题，聚焦生物特征高光谱信息获取、全天候高精度安防监控的技术难点，研究集成式高光谱成像传感器件，包括高光谱集成化计算采集、空—谱—时视觉全信息联合反演关键技术；研究复杂光照多维图像融合增强技术；研究高光谱智能人脸防伪系统，包括人脸光谱生物特征提取构建、多维光谱特征人脸防伪识别关键技术。

考核指标：开发一套集成式光谱传感器件，相比现有传感器尺寸不增加，空间分辨率不降低，光谱分辨率不低于 10nm；开发一套复杂光照环境图像增强算法，相比传感器原始采集数据，在强光/弱光条件下的多光谱成像性能提升不低于 10dB；开发一套高光谱智能人脸防伪系统，具备伪装人脸识别能力，相比现有人脸识别系统，在复杂光照环境下的识别精度提升至不低于 90%，人脸识别响应时间低于 0.1 秒，伪装材质鉴别精度不低于 90%，功能性及可靠性完成第三方评测。

有关说明：该任务作为青年科学家项目，由青年科学家牵头申报。

## **2. 智慧司法关键技术与装备**

### **2.1 法检司协同分布式大数据融合关键技术研究**

研究内容：研究面向司法协同的大数据治理与服务关键技

术；研究以审判为中心的虚拟数据空间构建技术；研究面向检察专业化办案的分布式数据融合关键技术；研究面向司法行政业务资源整合的数据交互管控技术；研究构建跨领域协同的分布式融合大数据中心原型。

考核指标：构建一体化、全业务的司法协同大数据治理体系，形成司法协同数据标准，针对结构化数据、卷宗、证据、文书等不少于6类数据形成分布式融合元数据模型及校验管理系统，实现跨部门数据一致性不低于99%，涵盖刑事办案、减刑假释等不少于5类司法协同业务；形成面向审判执行的跨部门动态数据组织模型，构建数据组织融合系统，支持形成调解、诉讼、审判、执行等不少于6个维度的虚拟数据空间，支持以案件、用户、部门等3个维度按需订阅、发布数据，单个案件跨部门数据组织融合时间不大于5秒；形成面向检察专业化办案的跨部门数据汇聚融合系统，支持刑事检察、民事检察、行政检察、公益诉讼等4类业务，实现案件数据、涉案主体、办案人员、涉案财物等不少于6类数据汇聚模型，汇聚融合结构化案件信息、文书、证据等不少于5种数据源，在不少于1000万案件数据容量下检索延时不大于5秒；构建司法行政数据资源共享系统，支持科学立法、执法监督、刑事执行、公共法律服务等不少于4类司法行政业务，构建面向交互管控的知识模型，支持法律法规、执法行为、执法

主体、涉案主体等不少于 5 类数据的管控，支持数据溯源认证、访问控制、一致性校验等不少于 5 种交互管控方式，管控预警响应时间不大于 5 秒；提出分布式融合大数据中心系统架构，构建分布式融合大数据中心，支持刑事办案公诉提请、交付执行、案件监督等不少于 6 类业务过程数据交换，在隔离交换条件下，跨部门数据服务吞吐量不低于 1000tps，平均响应时间不大于 3 秒。集成上述研究成果，在不少于 2 个省域（含省、自治区、直辖市）的人民法院、人民检察院、司法行政部门开展协同应用示范，申请/获得专利不少于 10 项、软件著作权不少于 10 项，制定国家/行业技术标准不少于 1 项。

有关说明：由最高人民法院、最高人民检察院、司法部组织申报；其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

### **3. 社会治理关键技术与应用示范**

#### **3.1 面向社会治理复杂系统的体系设计方法与应用研究**

研究内容：针对市域社会治理参与主体多、网络社会风险放大效应带来的治理难度增维跃升，亟需社会治理复杂系统基础理论指导、体系设计方法和工具支撑等问题，研究面向物理、社会、信息“三元空间”的社会治理复杂系统相关要素，分析要素关联关系和影响因素，研究“三元空间”实体映射和匹配，研究构建



社会治理复杂系统体系框架，研究“三元空间”交互式大规模仿真技术；研究数字孪生体系总体架构；基于计算社会科学与演化博弈论，研究社会治理状态演化及应变决策模型，研究数据与知识融合驱动的社会治理复杂系统演化仿真方法，研究复杂社会系统结构和信息传播的关系，基于社会治理大数据对上述体系框架和数字孪生体系总体架构进行推演、验证及调优；研究社会治理复杂信息系统体系工程设计方法。

考核指标：建立社会治理体系和治理能力状态的描述体系，实现治理目标、治理环境、治理主体、治理制度、治理方法、治理运行机制、治理效果等的指标及其关联关系的描述，定量指标总数不少于 30%；构建社会治理数字孪生体系总体架构，构建面向社会治安综合治理、智慧社区治理、矛盾纠纷调处等不少于 3 种场景的治理模型，对不少于 3 种典型场景治理模型进行数字化设计；建立社会治理状态演化博弈模型，支持对日常和突发公共安全事件等不少于 2 种情景、对态势演变和治理效果等不少于 2 种要素目标的演化表征和仿真，揭示核心规律的准确性不低于 85%，运用示范城市社会治安综合治理、智慧社区治理、矛盾纠纷调处等不少于 5 个场景的治理大数据和知识平行系统及数字孪生体系总体架构进行推演、迭代、优化；构建面向物理、社会、信息“三元空间”的社会治理复杂信息系统体系设计方法，覆盖

需求论证、架构设计、系统设计、研制实现、仿真验证等全生命周期，至少提供覆盖 5 类活动的流程描述，提供支撑系统体系构建、韧性架构构建、数据表征与处理、资源管理控制等不少于 5 类设计方法和工具，构建至少 3 种“三元空间”实体映射模型，实体识别精度不低于 75%；申请软件著作权 5 项以上、专利 3 项以上，制定行业标准规范 2 项以上，在环渤海、长三角、珠三角或多民族聚居地区 1~2 个城市开展应用示范。

有关说明：该指南方向采用部省联动机制实施，由各省（自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团）组织申报，地方财政投入与中央财政投入不低于 1:1，相关技术方案需得到地方科技主管部门和政法机关共同认可，地方科技主管部门和政法机关需为项目成果示范应用提供条件保障。

### **3.2 基层社会网格治理数字化关键技术研究与应用示范**

研究内容：针对基层社会网格治理，研究民主协商、社会协同、公众参与的社区治理新模式；研究人、地、事、物、组织等社会治理要素的“块数据”标准和要素编码体系；研究多源、动态、异构、海量社会时空大数据与基层社会网格治理业务数据的关联、汇聚、融合方法及一体化建模技术；研究重点人员画像和风险人员危害指数评估技术，建立针对潜在社会危害人员、需帮扶对象的分类分级管控体系；研究事件统一分拨平台，实现事件

全周期管理；研究社区危险源多参数精准探测与多元泛在感知技术；研究融合打通现有基层服务应用的一体化中台技术，构建基层社会网格治理协同中台数据资源模型，研发具有共性协同支撑能力与共治共用的基层社会网格治理中台，构建基层治理“一网统管”门户，并开展应用示范。

考核指标：构建基层社会网格治理机制模型 1 套，制定基层社会网格治理指导性规范 1 项，涵盖基层治理多元协同、会商研判、民主协商等机制；构建基层社会网格治理大数据字典和要素编码体系，至少涵盖居民、单位法人、房屋等 3 类内容，分级层级不少于 3 级，属性涵盖社会属性、法律属性等，涵盖通讯、城管、卫生、社保、车辆交通、水电气等不少于 10 类基层治理要素，形成基层社会网格治理数据行业标准规范 1 项、“块数据”行业管理标准规范 1 项；构建面向基层社会网格治理时空大数据的主题数据关联融合规范及方法，实现结构化、半结构化和非结构化时空数据的统一存储模型，支持至少 8 个数据源、10 种数据类型的异构融合，数据量大于 500G 时数据一致性 95% 以上；构建至少 7 类重点关注人员全息画像模型，画像字段和标签不少于 1000 个，构建重点人员分级管控体系和模型，构建高风险人员危害指数评估模型不少于 5 个，实现重点关注人员轨迹识别和分析，准确率不低于 95%、批量查询响应时间不超过 5 秒；构建社会治

理事事件分级分类标准规范 1 项，涵盖基层社会治理矛盾纠纷、问题隐患、群众诉求、行政执法、公共服务等类别事件的采集、分拨、处置、考核标准；研制一体化气体危险源专用高可靠性智能传感器不少于 2 款，可探测气体压力、温度、湿度、组分等参数不少于 5 种，关键参数检测与报警响应时间不超过 5 秒，标识定位精度不大于 3m，稳定连续工作时间不低于 3 个月，可实现危险源参数的全天候精准状态监测、趋势分析与预警，异常情况检测准确度 98% 以上；研制具有共性支撑能力的基层社会网格治理中台，支持基于电子地图的核心数据入块上图呈现，共性治理业务微服务组件不少于 300 个，提供统一门户、人员、事件等态势展示、信息交互、服务推送、统一信息填报、风险发现、事件处置等共性业务构建，支持社区重点人员管控、社会危险源管控、商事主体监管等不少于 20 种典型治理业务模型构建，针对常住人口千万级超大规模城市的社区治理数据提取展示延时不超过 3 秒、准确率 98%、支持并发查询请求数不少于 100000 条/秒，互操作和信息加载服务响应时间不超过 2 秒，覆盖至少 2 个社会治理主导部门和至少 4 个社会治理参与部门，申请不少于 8 个软件著作权、不少于 5 个专利，面向中国特色社会主义先行示范区、市域社会治理现代化试点城市，在 1~2 个地区开展示范。

有关说明：该指南方向采用部省联动机制实施，由各省（自

治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团)组织申报,地方财政投入与中央财政投入不低于 1:1,其他经费(包括单位出资及社会渠道等)和中央财政经费比例不低于 1:1,相关技术方案需得到地方科技主管部门和政法机关共同认可,地方科技主管部门和政法机关需为项目成果示范应用提供条件保障。

### 3.3 市域社会治理协同化关键技术研究与应用示范

研究内容:针对跨区域、跨层级、跨行业的市域社会治理多元主体协同及数据汇聚需求,研究市域社会治理多元协同技术,构建多元主体协同治理决策绩效评估模型;研究运用区块链技术建立市域社会治理数据安全协同共享技术;研究基于多源感知信息融合的多类型安全隐患事件的智能发现、自动预警与处置技术;研究多方力量参与的协同调度机制,研究“数据—模型—案例”驱动的市域协同治理情景推演和态势研判关键技术,构建市域协同社会治理一体化平台,并开展应用示范。

考核指标:针对跨区域、跨层级、跨行业的市域社会治理多元主体协同需求,构建多元价值和多方利益整合的协同治理范式,构建协同治理决策绩效评估模型,支持不少于 4 种场景的模式和范式设计及绩效评估,支持从管理规范、运作专业、开放多元、上下联动等多维度进行建模;针对跨市、区/县行政管理区域、跨层级、跨业务的市域协同治理场景下数据汇聚、交换共享需求,

构建基于区块链技术的治理数据可信共享智能化数据共享交换平台，支持对城管、交通、医疗、公共安全等多源异构信息融合，支持对公民隐私数据、企业机密数据、政府受限公开数据等处理、脱敏、融合、治理、穿透监管，支持与不少于 3 种主流联盟链之间的跨链协同，实现调用多个智能合约的原子化跨链操作、效率达到每秒 100 笔以上，支持可信执行环境下节点密钥管理和数据加密存储、确保公平机制，设计并实现不少于 10 项业务系统在同构或异构链之间的跨链互操作，不少于 3 项专利申请，不少于 2 项行业标准规范；汇聚城市管理、综治维稳、市场监管、安全生产数据，支持针对不少于 5 类安全隐患事件的智能发现、预警，准确率不低于 95%，响应时间和协同时间分钟级，构建不少于 5 种类型社会治理风险事件指挥调度模型，构建应急指挥决策树，支持至少 4 类状态自动切换，响应时间分钟级、决策有效率不低于 95%；针对跨区域、跨层级、跨行业的市域社会治理业务场景，构建不少于 10 种业务协同调度模型，构建市域协同社会治理一体化平台，具备基于区块链的治理数据交换共享服务能力，支持多分支情景推演，可预设 5 个以上决策点，支持基础设施、数据、应用等 5 个以上维度的 10 个以上态势评估指标，具备治理业务协同处理流程编排，支持快速配置流程规则、定制动态表单，支持 5 种以上接口组件化，所有规则数据的更改，均可在配置界面

更改后 30 秒内生效，支撑百万级用户并发访问和 PB 级数据量的秒级即席查询能力，并发请求处理数目不小于 10000 条/秒，批量处理的请求数目不小于 50000 条/秒，互操作和信息加载服务响应时间不超过 3 秒，支持市域协同治理、应急指挥调度等业务场景不少于 20 种，申请软件著作权不少于 5 项、专利不少于 2 项，面向两岸交流合作综合配套改革试验区、市域社会治理现代化试点城市，在 1~2 个城市开展示范。

有关说明：该指南方向采用部省联动机制实施，由各省（自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团）组织申报，地方财政投入与中央财政投入不低于 1:1，其他经费（包括单位出资及社会渠道等）和中央财政经费比例不低于 1:1，相关技术方案需得到地方科技主管部门和政法机关共同认可，地方科技主管部门和政法机关需为项目成果示范应用提供条件保障。

### **3.4 多元矛盾纠纷成因分析及疏导技术研究与应用示范**

研究内容：针对城镇化新旧利益冲突、新老业态矛盾等新型矛盾纠纷突出区域，研究社会矛盾纠纷生成因素、演进进程、规律辅助分析与智能预测模型，研究社会矛盾纠纷分级分类标准，揭示社会矛盾发生根源；研究社会矛盾纠纷信息自动归集、同源纠纷智能研判、智慧疏导技术；研究社交媒体使用与个人心理健康复杂关系，研究大规模在线心理测评干预和康复技术；研制多

元矛盾纠纷分析管控及化解效果评估平台，并开展应用示范。

考核指标：基于近5年不少于10万件社会矛盾纠纷重大案例，包括医疗事故、金融证券、民间借贷、邻里纠纷、劳务劳资、山林土地、征地拆迁、房屋宅基地等10种以上纠纷类型，其中“三跨”纠纷即跨地区、跨行业、跨单位典型重大纠纷不少于1万件，构建矛盾案例要素画像，构建社会矛盾纠纷分类标准，涵盖概率、影响、成因要素等不少于5个典型影响维度；选取统计排名前10的社会矛盾纠纷类型进行成因溯源分析，构建不少于5类的社会矛盾纠纷演化规律模型，并建立预判标准、干预规范等；建立多元社会矛盾纠纷知识图谱，涵盖矛盾涉及的成因、实体、属性、关系、事件、处置预案等，案例不少于10万件，图谱实体数不少于100万个、关系不少于100万个；建立多元社会矛盾纠纷信息自动归集模型，建立同源纠纷智能研判模型，至少涵盖医疗事故、借贷、邻里纠纷、劳务劳资、山林土地、征地拆迁纠纷等典型矛盾；构建线上心理援助及自动化干预平台，提供50万人次以上心理疏导服务；构建社会矛盾纠纷化解多元协同组织体系、运行机制、业务流程模型，研发多元矛盾纠纷分析管控及化解效果评估平台1套，涵盖不少于10万件社会矛盾事件库，支持多元社会矛盾图谱查询、信息采集、综合分析、预警、干预建议、处置等功能，申请软件著作权不少于5项、发明专利不少



于5项，面向统筹城乡综合配套改革试验区、市域社会治理现代化试点城市，形成可推广可复制原型系统，在不少于3个区/县验证应用。

有关说明：该指南方向采用部省联动机制实施，由各省（自治区、直辖市、计划单列市及新疆生产建设兵团）组织申报，地方财政投入与中央财政投入不低于1:1，其他经费（包括单位出资及社会渠道等）和中央财政经费比例不低于1:1，相关技术方案需得到地方科技主管部门和政法机关共同认可，地方科技主管部门和政法机关需为项目成果示范应用提供条件保障。

#### **4. 科学监管关键技术与装备**

##### **4.1 金融欺诈及支付受理市场违规侦测与处置技术研究**

研究内容：针对金融交易数据的高维、海量、稀疏、失真、碎片化等挑战，开展金融欺诈交易场景下的特征抽取与交易主体风险画像构建的智能处理技术研究；针对金融欺诈场景及手段更新迭代快，样本及行为模式认知难的问题，研究基于小样本、零样本、不平衡样本数据的欺诈侦测技术、自适应异常检测方法、基于异构图的异常检测；研究多方安全计算技术，研发跨机构的金融诈骗数据开放共享平台，构建金融诈骗数据共享交换标准体系，并开展示范应用；构建支持风险评估与智能决策的银行卡支付受理市场交易知识图谱，研究耦合领域下跨领域金融风险识别

和传导模型，研发基于交易图谱的金融欺诈违规行为智能侦测方法及系统，开展支付受理市场欺诈违规行为智能侦测应用示范。

考核指标：针对银行和互联网金融交易欺诈场景，研发 PB 级交易规模的数据特征智能处理工具 1 套，构建亿级支付用户风险画像、千万级商户风险画像，提升支付风险防控系统的实时决策能力；构建针对金融欺诈场景下的小样本、不平衡样本数据的欺诈异常欺诈侦测分析工具 3 套，构建至少 2 种大规模图异常检测模型，针对异常转账欺诈、支付交易欺诈、支付账户伪冒注册、赌博等交易欺诈行为识别准确率 95% 以上，模型预测查询平均延时在 10 毫秒以内，提升金融支付欺诈交易的实时及准实时风控处理能力；研制可信的跨行业金融欺诈数据开放共享平台 1 套、支撑数据联合建模、建模可视化、数据使用合规审计、计费结算等功能，支持不低于 100 万条记录、100 维特征数据集规模的联合训练，联合预测服务 TPS 不低于 5000，并在不少于 5 家跨行业机构间开展应用示范，制定跨行业数据开放共享规范 1 套；构建支持风险评估与智能决策的千万级节点、亿级边的支付受理市场知识图谱，基于支付受理市场交易关联图谱网络研发不少于 3 种欺诈风险感知与智能决策算法模型，具备可解释性，模型的准确率在 95% 以上，模型预测查询平均延时在 10 毫秒以内，构建至少 2 种耦合领域的风险识别模型，构建大规模金融系统风险仿真

系统，并在不少于 6 家金融机构进行风险防控的应用验证。申请发明专利不少于 5 项，软件著作权不少于 4 项，制定行业标准不少于 2 项。

有关说明：其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 1:1。

## **“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项 2021 年度项目申报指南**

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“重大自然灾害防控与公共安全”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：按照“突发公共事件应急能力显著增强，自然灾害防御水平明显提升，发展安全保障更加有力”发展目标要求，在重大自然灾害监测预警与风险防控、安全生产风险监测预警与事故防控、处置救援装备与综合支撑技术等方面开展基础研究、技术攻关、装备研制和应用示范，实现重大自然灾害与公共安全事件精准监测、精确预警、精细防控、高效救援，支撑“平安中国”战略实施。

2021 年度指南部署坚持分步实施、重点突出原则，围绕特大洪涝干旱、特大森林草原火灾、大规模地质灾害、特大地震灾害、极端气象灾害、复合链生灾害等监测预警与风险防控，危险化学品和化工园区安全、矿山安全、城市建设和运行安全、交通运输和物流安全、火灾高效预防与扑救、特种设备安全等风险监测预警与事故防控，以及灾害事故现场保障、抢险救援、生命救护等

关键技术与装备共 15 个技术方向，按照共性关键技术、示范应用，拟启动 22 个项目，拟安排国拨经费概算 6.2 亿元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。每个项目拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 3 年。申报项目的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。共性关键技术类和示范应用类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## **1. 特大洪涝干旱灾害精准监测与风险防范技术与装备**

### **1.1 长江下游洪涝灾害集成调控与应急除险技术装备**

**研究内容：**研究长江下游跨地区防洪除涝标准协同设计方法与技术；开发沿海沿江潮位与区域洪涝灾情灾害集成监测预报技术，构建基于防洪工程体系联合调控的洪涝灾害多元信息智能分析与决策支持系统；研究蓄滞洪区布局调整、抗灾设施优化、分类管理运用的综合模式及保障机制；研发堤防渗漏险情精确定位

探测装备、高性能快速处置装置和材料，并对装置和材料性能进行现场验证；构建流域及区域洪涝灾害社会化管理与全景分析平台，并进行业务化应用。

**考核指标：**提出跨地区防洪除涝标准协同设计技术指南，并得到流域水行政主管部门或省级行业主管部门认可；开发长江下游洪涝及灾情监测技术和灾害多元信息分析平台，洪涝淹没范围监测误差低于 10%；开发流域洪涝集成预报与调控模型，综合预报精度不低于 80%；形成蓄滞洪区分类管运技术指南，并得到流域水行政主管部门或省级行业主管部门认可；研发堤防渗漏险情定位探测装备，渗漏定位 100km 长堤段误差 10m 以内；研发堤防渗漏快速处置新材料，渗漏水流速 2m/s 下材料留存率>50%，固化时间在 30min 以内；建立流域洪涝灾害社会化管理与全景分析平台，纳入长三角一体化发展核心示范区、巢湖流域、滁河流域和里下河 4 个典型地区防汛指挥系统、实现业务化应用，洪涝应急响应时间提前 3~6 小时、灾害损失预测评估误差低于 10%。

## **1.2 特大干旱精准诊断与应急水源智慧调度技术装备**

**研究内容：**研究大深度土壤水分监测原理，研制大范围大深度土壤水分连续精准监测装备；研究候、旬和月尺度来水与需水精准预测预报技术；研究特大干旱诊断标准，研发特大干旱精准诊断与风险评估技术；研究区域抗旱水源配置技术；研发江河湖

库和地下水旱限（警）水位确定技术；开发面向特大干旱应对的水利工程群应急调度系统，并实现业务化应用。

**考核指标：**土壤水分监测装备的监测范围不小于 10 万 km<sup>2</sup>，监测深度不小于 1m，空间分辨率不低于 16m×16m，时间分辨率不低于 1 日，土壤水分监测精度不低于 85%，连续示范应用不低于 6 个月；候、旬和月尺度来水与需水预测预报精度分别不低于 95%、90%和 85%；提出特大干旱诊断标准，并通过行业主管部门的技术审查；提出抗旱水源配置技术导则，并得到行业主管部门的批准；提出 2~3 种江河湖库和地下水旱限（警）水位确定技术，并在 2 个以上的省级行政区域得到示范应用；面向特大干旱应对的水利工程群应急调度系统，需在流域水行政主管部门或省级行业主管部门得到业务化应用。

## **2. 特大森林草原火灾监测预警与防控扑救技术与系统**

### **2.1 全天候多模式森林火险监测预报与火灾早期精准探测技术**

**研究内容：**研究森林可燃物类型、垂直分层植被含水量及可燃物载量的大范围观测与遥感反演方法，建立综合天气预报和气候预测的火灾气象因子与可燃物特性信息反演方法，构建适用于多时空粒度的森林火险监测与预报技术；研究森林多类型火灾早期特征感知识别技术，研发森林火灾大范围远距离全天候早期探测装备；研究林火初期自主侦察、精准定位技术，研发临近空间

森林火灾浮空监测装置与森林火灾多维信息地基传感器；建立基于天—临—空—地多平台数据，综合地理信息、遥感影像处理、远程视频监控、微传感器网络及无人监测技术的森林火灾协同监测体系和监测预警系统；开展典型高风险林区火灾监测预警工程示范应用研究。

**考核指标：**构建天—临—空—地多模式集成的大范围全天候森林火险监测和火情探测体系，包括：5~7天尺度和月尺度的火灾风险评估体系，可预报未来一周的每日火灾风险；不少于5项监测预警算法，森林火灾可靠预警范围 $\geq 100\text{km}^2$ （单一站点），具备烟火识别能力，抗水雾、灰尘干扰，探测林火尺度 $\leq 2.5\text{m}^2$ ；全天候早期探测成套装备1套，森林火灾多维信息地基传感器具备烟、温探测和抗水雾、灰尘干扰能力，节点不低于100个，具备不低于10跳自组网能力，单组探测/监测范围不小于 $80\text{km}^2$ ；临近空间森林火灾浮空监测装置具备高度不低于20km、载荷不低于500kg的飞行能力；实现全自主、无人化火情预警侦察和监测，满足 $-40^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ ，海拔-200m~2500m工况环境适应性要求。申请发明专利不少于5项，制/修订标准不少于1项，在不少于2个火灾高风险林区开展示范应用。

### 3. 大规模地质灾害监测预警与风险防范技术与装备

#### 3.1 广域重大地质灾害隐患综合遥感识别技术研发



**研究内容：**研究揭示多因素多尺度耦合下的山体形变特征，研究建立重大山体崩塌、滑坡危险源识别指标；研发高覆盖度隐患早期识别的综合遥感技术；论证优化国产 SAR 卫星的山体形变观测应用指标；研究西部山区地质灾害隐患智能识别方法；研发时空信息协同的工程化处理与智能化检测技术；研发隐患自动识别技术平台；研究建立重大崩塌、滑坡灾害隐患早期识别技术标准。

**考核指标：**复杂山区大规模山体崩塌、滑坡灾害隐患早期识别指标体系 1 套，实现西南地质灾害中、高易发山区业务化应用；突破广域灾害隐患智能识别技术，不少于 2 项；建立西部山区隐患识别技术平台 1 套，基于遥感图谱特征的识别准确率不低于 70%，实现形变集中区自动探测准确率不低于 80%，完成 3 类地区综合识别与实地验证，正确率不低于 50%；提出面向全国陆域全覆盖 InSAR 动态监测的国产 SAR 卫星观测技术指标体系与发展建议，支持 2~3 次/月全国地质灾害易发区 InSAR 普查识别与动态更新，通过至少 1 个卫星总体单位、1 个载荷总体单位以及 2 个主要行业应用单位的联合评测；制定高易发区灾害隐患早期识别行业或团体标准不少于 2 项，申请发明专利 7 项。

### 3.2 复杂山区地质灾害监测预警北斗集成系统研发

**研究内容：**论证 BDS 三代卫星导航技术在复杂山区地质灾害监测预警场景的应用指标，研制更低功耗的高精度自适应多参数

GNSS 智能终端；研制抛投式监测预警集成技术装备系统；研究高易发区国家—省—市多级 CORS 站网布设优化技术；研究 BDS 三频高采样率观测数据的快速精密基线解算、组网平差、虚拟静态化滤波技术，实现地/星基增强定位和位移计算的软件与服务；研究 GNSS 与 MEMS 的芯片模组级融合技术及深耦合算法，实现极端工况基于 MEMS 唤醒的多参数验证预警机制；构建单机和多机自组网条件下地质灾害自适应预警模型和判据，建设基于 BDS 三代的 GNSS 与 MEMS 集成组网的监测预警云技术系统；实现全天候远程预警与协同响应示范应用。

**考核指标：**实现基于北斗三代的滑坡崩塌自适应多参数 GNSS 智能终端，集成 GNSS 和 MEMS 的芯片模组及深耦合算法，模组功耗低于 100mW，终端功耗低于 800mW；自组网容量 50 点以上，覆盖范围大于 2km；抛投式 GNSS 监测技术装置总重量小于 10kg；基于北斗三代地/星基增强差分技术的 GNSS 终端实现单站毫米级静态位移解算，初始化时间优于 10min；研发基于北斗系统应用的无线自由组网预警预报技术，实现西南山区不少于 50 台的业务化示范应用；制定行业或团体相关标准不少于 2 项；申请发明专利 7 项。

#### **4. 特大地震灾害监测预测预警与风险防范技术与装备**

##### **4.1 川滇地区活动断裂公共模型与大震危险性研究**

**研究内容：**围绕中国地震科学实验场区活动地块复杂断裂系统和介质物性不均一性对强震的控制作用，综合研究活动地块主要边界断裂带和地块内部次级活动地块边界断裂带精细结构，构建川滇地区三维断裂公共模型；发展百万年（Ma）~千年（ka）断裂活动时代判定技术，揭示断裂地质演化历史、活动习性与大震活动模式；分析断裂带摩擦滑动稳定性与岩石物性分布，揭示大震发生的环境条件和力学机制；基于三维断裂模型和介质物性参数分布、大震破裂迁移规律，结合断裂系现今运动变形状态，构建川滇地区四维地震构造动态演化模型；综合分析大震孕震环境和发生机理，判定大震危险区域和主要断裂。

**考核指标：**给出川滇地区三维活动断裂精细结构公共模型，其中主要断裂地表定位精度优于 25m，三维控制节点 5km 以内；形成至少 5 种断裂活动年代判定技术以及相关技术方案，其中年龄误差晚更新世以来小于 10%，第四纪以来 15%~20%，给出主要活动断裂带演化历史、运动学参数及大震复发模型；形成岩石物性参数获取方法，给出主要断裂带滑动稳定性与岩石物性分布，其中岩石强度精度优于 10MPa，弹性波速精度优于 0.1km/s，岩石强度各向异性精度优于 10%，波速各向异性精度优于 5%；给出四维地震构造动态演化模型，时间演化尺度百万年—数十年，并形成相关建模技术规程；揭示断裂系相互作用与大震发生机理，

给出大震危险区域和主要断裂判定结果。

#### 4.2 基于大数据和人工智能的地震监测预测技术研究

**研究内容：**基于国家防震减灾监测预测业务产生的海量地震观测数据，以中国地震科学实验场为研究区，研发基于人工智能的地震实时检测、数据产出和预测预报技术。研发地震实时检测、定位、震源参数实时测定、余震序列自动处理和预测，以及与中强地震孕育相关的特殊信号识别和提取的人工智能技术，实现地震的秒级检测、定位和分钟级震源参数测定的能力。利用大数据优势和人工智能技术，发展震源和介质参数精细测定和自动提取等新技术，综合分析大震前地震成核、应力和介质的四维时空演化特征，建立地震前兆异常演化特征和指标体系，开展地震预测预报业务应用。

**考核指标：**构建地震智能检测模型，形成地震实时自动检测和定位、震源机制解等震源参数测定、大震前异常信号识别和提取等实用化处理软件，建立实验场震源参数目录、事件波形及异常事件数据库；将地震速报时间提高至1分钟内，震后1分钟内获取 $M \geq 2$ 地震震源机制解等参数，地震目录数量增加5倍以上，波形数据库规模增加至少10TB，地震定位精度优于1km。建立实验场震源参数、震群和重复地震、应力场和介质参数数据库，构建实验场区高分辨率的三维应力和介质结构模型，分辨率水平

方向优于 10km，深度方向优于 3km；建立中强震综合震例库并研发处理软件，开展基于震例库的地震预测预报应用探索，建立强震地震综合预测指标体系，并应用于实验场地震预测，其中 6 级以上地震中期预测准确率由~30%提高至~40%、短期预测准确率由~5%提高至~10%，力争实现具有减灾效果的临震预测。

## **5. 极端气象灾害精准监测预报预警技术与装备**

### **5.1 灾害天气变分辨率预报模式关键技术研究与应用**

**研究内容：**针对灾害天气精准预报，基于我国自主知识产权全球大气模式，发展和优化适合非结构网格变分辨率模式的尺度自适应物理过程配置；改进变分辨率过渡带物理过程参数化方案的计算和模拟性能；基于卫星、雷达、台站等多源观测，评估与改进物理过程，使之适用于东亚地区加密分辨率模拟；改进与完善东亚地区高分辨率复杂地形下的物理过程参数化方案；通过改进模式物理过程提升对我国强降水的模拟能力并示范应用；针对变分辨率模式特性和灾害性天气预报需求建立模拟预报性能评估体系。

**考核指标：**给出一套适应全球变分辨率模拟要求的尺度自适应物理过程参数化方案配置，并完成与动力框架耦合；实现 1km~100km 变分辨率下的稳定高效运行；变分辨率过渡带不影响天气系统演变，完成同期至少两个加密区的数值天气预报试验，

试验结果优于同期区域模式预报结果；对我国特定区域（京津冀、长三角、珠三角、高原东部等）灾害天气的气温、降水等天气要素预报准确率比当前区域模式提高 5%。

## 5.2 灾害天气公里级要素实时滚动预报关键技术与示范应用

**研究内容：**研究典型灾害天气过程的精细化演变规律，在公里尺度上诊断分析不同来源的预报误差特征；研究对流尺度分辨率的高分辨率天气预报模式集合预报技术；研究公里级、分钟级更新的短时临近气象要素的确定性及概率预报技术；研究公里级、实时快速滚动的短中期气象要素偏差订正、时空降尺度、多源融合等统计后处理技术；研究公里级气象要素预报的业务检验评估技术和标准；研制面向统一完整、全链条的公里级气象要素网格预报的新一代智能网格预报系统。

**考核指标：**提供灾害性天气的气象要素的 4~5 类典型公里尺度预报误差特征分析，完成技术报告 3~5 篇；构建对流尺度分辨率集合预报天气业务模式，空间分辨率达到 3km，集合成员 10 个以上；提供公里级短时临近气象要素预报产品，实现降水、温度、风等要素的逐 10 分钟更新、空间分辨率 1km 的确定性和概率预报产品制作；提供可业务运行的公里级短中期气象要素预报产品，实现降水、温度、风、湿度、云量等要素的逐 1 小时更新、空间分辨率 1km 的预报产品制作；提供适用于公里级气象要素预

报的业务检验评估标准规范报告；完成面向统一完整、全链条的公里级气象要素网格预报的智能网格预报系统的研制。申请软件著作权不少于4项。

## **6. 复合链生灾害监测预警、场景推演与综合防御技术装备**

### **6.1 粤港澳大湾区衍生复合灾害评估与应急避险关键技术**

**研究内容：**识别新的海陆交互作用环境下粤港澳大湾区风暴潮—咸潮—洪水—内涝“多碰头”及其衍生地质灾害复合灾变时空变异分布；研发变异条件下“多碰头”遭遇组合概率分布与发生几率计算模型；研发复合灾害衍生风险与多灾种组合灾变风险传递叠加评估技术；研制面向特大城市群咸潮河网区高精度网格的“多碰头”及其衍生地质灾害复合灾害“孕灾—发灾—致灾”全过程留痕追踪监测区块链技术与大数据实时预警技术；研发防汛抗洪—抗咸供水复合调控技术；构建复合灾害应急避险场所、物质、路径及容量等多目标优化布局调配模式，建立复合灾害实时感知、预警和应急避险调度决策系统；研发复合灾害的隐患快速探测与应急避险快速反应技术。

**考核指标：**建立粤港澳大湾区“多碰头”及其衍生地质灾害复合灾害综合数据库1套，制作复合灾害风险分布图1套，搭建复合灾害应急避险调度快速反应决策平台1套。复合灾害风险事件全过程追踪留痕区块链监测过程覆盖度 $\geq 90\%$ ，大湾区“多碰

头”遭遇组合概率分布线型拟合优度检验方法不少于5种；复合灾害特征预报精度 $\geq 85\%$ 、预警方案制作发布时间 $\leq 5\text{min}$ ；防汛抗洪~抗咸供水复合调度珠海澳门供水保证率 $\geq 95\%$ 、防洪达标率 $\geq 90\%$ 。制定大湾区复合灾变变异识别与风险传递叠加评估规程、复合灾害应急避险标准、应急避险技术指南各1套；申请发明专利10项。

## 7. 危险化学品和化工园区安全关键技术与装备

### 7.1 精细化工危险化学品生产安全关键流程再造技术及示范

**研究内容：**研究精细化工行业中硝化、氟化、加氢等危险工艺过程的反应/分离与能量转化、热量释放特性；研发外场、膜、微化工等过程强化技术及集约化、智能化本质安全反应/分离装备；研究装备内传热、传质与流动特性，研究装备内危险反应过程稳态运行与状态失控下物质、能量传递过程特性及风险演化特征的评估方法；研究装备及工艺过程的组合/耦合手段，研发连续化、短流程技术。

**考核指标：**建立反应/分离装备集约化设计技术与反应过程风险演化评估方法，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于3项；典型工艺的关键反应过程危险等级降到3级以下，生产单位产品物料在核心装备中停留时间缩短50%以上；研制基于外场强化、膜技术强化和微化工强化技术的提升精细化工行业危险化学品生



产过程本质安全的流程再造技术与装备不少于 3 套，绝热微反应工艺装备的反应压力不超过 1.0 MPa，核心装备泄放的危险废弃物小于 10 吨/万吨产品；在涉及硝化、氟化、加氢等危险工艺过程的生产企业，进行工业应用示范。

## 7.2 化工园区重大风险智能感知与预警技术及示范

**研究内容：**研究化工园区安全生产“韧性”理论和“断链”技术，研究化工园区成一受灾体风险动态演化机理，研究风险预警指标体系、综合防控效能评估及综合减灾技术，研制安全风险综合感知、预警与灾害事故“断链”技术标准；研发化工园区烟气、有毒气体泄漏等区域性监测预警技术及装备；研究化工园区区域性爆炸载荷量化分析与抗爆能力提升技术，研发新型抗爆材料及高性能轻质模块化抗爆结构；研发化工园区高风险特殊作业现场违章作业固定式和移动式监测预警技术及装备。

**考核指标：**建立化工园区成一受灾体风险防控理论，构建化工园区综合风险感知预警、效能评估、抗爆能力提升与防灾减灾标准体系，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 5 项；烟气和有毒气体智能监测预警装备监测范围大于 20 km<sup>2</sup>（烟气目标面积 < 1m<sup>2</sup>），烟气探测现场实验准确率 ≥ 90%，单一传感器可识别有毒易燃气体种类不低于 8 种，检出限小于 10ppm；构建真实园区场景广域爆炸流场和多灾耦合灾害效应高精度计算模型，爆炸流

场计算精度不低于 5 阶、耦合灾害效应类型不少于 3 种、典型并发灾害源不少于 3 类（个），广域模型计算能力总和不少于亿级单元；开发不少于 3 种新型抗爆材料和模块化抗爆结构，可抵抗质量 50g、速度 200m/s 的破片，以及超压 350kPa、持续时间 50ms 的爆炸冲击，抗爆结构面密度低于 30kg/m<sup>2</sup>；研发化工园区高风险特殊作业固定式、移动式风险感知与预警装备，无线传输不小于 2km，具备不少于 10 人面部同时跟踪抓拍及识别、亚米级定位、不少于 5 种典型违章作业行为智能识别和报警功能；申请发明专利不少于 5 项；技术成果在不少于 4 家国家级化工园区应用示范。

**有关说明：**由工业和信息化部、应急管理部组织申报。

## **8. 矿山安全风险监测预警和防控关键技术与装备**

### **8.1 非煤矿山重大安全风险智能预警技术及示范**

**研究内容：**面向地下非煤矿山和尾矿库全生命周期重大安全风险监测预警关键技术需求，研发矿山生产全过程重大隐患智能识别、态势判别技术及装备；研制面向典型图像、监测数据、事故征兆的非煤矿山全过程边缘计算专用设备；研发地下非煤矿山危险征兆智能巡检机器人；研发尾矿库全库区智能巡检技术和排洪系统隐患智能识别装备；研究地下非煤矿山和尾矿库国家、省、市、县、企业五级的重大风险智能预警技术。

**考核指标：**研发重大隐患识别及态势判别装备，可识别采空区坍塌、地压灾害、火药爆炸、透水、坠罐、中毒窒息、边坡垮塌、溃坝、洪水漫顶、排洪系统垮塌等矿山事故隐患，准确率不低于 90%；研发矿山专用边缘计算设备，风险智能识别输出延迟低于 500ms；研发危险征兆智能巡检机器人，运行安全稳定适用，侦测准确率不低于 90%；研发尾矿库全库区智能巡检设备，三维监测误差不高于 20mm；针对地压灾害、火灾、爆炸、水害、中毒窒息、溃坝、排洪系统垮塌等不少于 7 类典型非煤矿山事故，建立国家、省、市、县、企业五级预警技术体系，编制非煤矿山和尾矿库典型事故风险预警技术指南，制订矿山重大安全风险预警技术相关国家/行业标准（送审稿）不少于 10 项；申请发明专利不少于 15 项；相关技术成果在不少于 2 个省 15 个县以上区域开展应用示范。

**有关说明：**由应急管理部组织申报。

## **9. 城市建设和运行安全风险监测与防控技术**

### **9.1 城市内涝风险防控与系统治理关键技术及示范**

**研究内容：**研究城市降雨水文过程与排水管渠运行机理及定量评估技术，城市内涝风险识别和诊断预警技术，开展城市、街区、内涝积水点不同尺度的内涝模拟和识别预警；研究城市更新过程中，排水设施与自然空间耦合的街区型内涝系统治理成套技

术及装备；研制城市下凹桥区内涝系统治理与智慧管控技术及装备；研究蓝绿空间与建设用地蓄排平衡协同防涝技术，城市内涝防治设施布局、运行优化及管控关键技术；研究具备内涝风险模拟、预警预报、设施调控等功能的城市内涝防治综合管控平台关键技术，开展城市内涝防治综合示范应用。

**考核指标：**完成城市排水管渠系统运行效能评估技术导则、城市内涝风险图划定技术导则各 1 部，研发具有自主知识产权的内涝模拟软件；编制城市典型地区内涝系统治理技术指南 1 部，自主研发排水管道微米级淤泥连续固液分离成套装备一套，连续工作单级柱塞泵压力级不低于 15MPa，实现管道淤泥冲洗、固液分离与清水回用一体化，在不少于 2 个城市更新场景开展示范应用；建立典型下凹桥区降雨积水动态演变预测分析模型和设施智能调控系统，调控频率达到 1 次/分钟，实现智能排放、调蓄与预警；研发城市蓝绿空间与建设用地蓄排平衡仿真模拟系统，制订城市内涝治理系统化方案编制技术国家/行业标准（送审稿），编制城市内涝治理系统技术方案，并在不少于 2 个城市实施；构建城市内涝防治综合管控平台，具备内涝风险模拟、预警预报、设施优化等功能，实时雨情数据反应时间不超过 5 分钟，平台业务化运行时间不少于 6 个月，并在不少于 2 个城市开展综合示范应用。申请专利不少于 2 项，软件著作权不少于 2 项。

有关说明：由住房和城乡建设部组织申报。

## 10. 交通运输和物流安全风险监测预警与防控技术

### 10.1 营运车船驾驶人员适岗状态智能监测预警技术及示范

**研究内容：**针对营运车船驾驶人员，研究构建适岗状态综合评价体系；研究基于高维特征职业画像的岗前适岗状态智能评估技术及工具；研究基于历史数据和状态监测的出岗状态快速智能评估技术及装备；研发在岗状态多维多模态感知、在线智能监测、动态风险识别及人机交互主动干预技术及装备；研发驾驶员适岗状态网联智能监测预警平台。

**考核指标：**建立适用于“两客一危”、城市公交（含城市轨道交通）和客渡游船等重点领域驾驶人员的适岗状态评价体系，包括岗前、出岗和在岗的适岗状态综合评价指标、模型及其评价标准；研发驾驶人员岗前适岗性全面诊断与智能评估技术，适岗状态辨识准确率 $\geq 85\%$ ；建立驾驶人员出岗适岗性快速筛查与智能化辨识方法，心率/心电/血压/情绪等异常状态辨识准确率 $\geq 90\%$ ；研发驾驶人员在岗状态非侵入智能感知、监测与主动干预装备，实时辨识疲劳、情绪异常等不少于 10 种非适岗状态类别，辨识准确率 $\geq 90\%$ ；建立驾驶人员适岗状态网联智能监测预警平台，监测预警准确率大于 90%，平台业务化运行时间不少于 6 个月；申请国家发明专利不少于 10 项；制修订国家/行业标准（送

审稿)不少于5项;在不少于3个交通运输安全生产重点领域示范应用。

**有关说明:**由交通运输部组织申报。

## **11. 火灾高效预防与扑救关键技术**

### **11.1 公共建筑火灾征兆早期精准识别技术及示范**

**研究内容:**研究大型综合体、高层/超高层建筑、大跨度建筑和战略储备库等场所的火灾发生机理及早期特性,烟、温、火焰等火灾参量以及粉尘、水汽、油烟、结露等典型干扰物的特征规律,火灾与典型干扰多参数耦合辨识技术;研究火灾烟雾气溶胶特征多维传感与识别技术,研发适用于各类复杂公共建筑的点型抗干扰复合火灾探测器;研究大尺度空间火灾烟火光学谱化特征提取与分析技术,研发适用于会展中心、博物馆等高大空间场所的多光谱光束感烟火灾探测器;研究缓慢发展火临灾指征信息识别技术,研发适用于仓储物流、战略储备库等场所深位火探测的非接触测温式光谱成像火灾探测器;研究基于人工智能的火灾超早期精准识别技术,研究典型场所火灾和干扰源图像特征智能辨识技术,研发适用于机场航站楼、体育场馆等大跨空间的智能化复合式图像火灾探测器。

**考核指标:**构建多场景火灾与典型干扰特征模拟及测试平台,可实时分析不少于4种火灾参量的12种传感数据,建立

火灾征兆多参量传感与耦合辨识模型；研发 4 类核心技术自主可控火灾探测器，点型抗干扰火灾探测器实现对粉尘、水汽、油烟、结露等典型干扰气溶胶的辨识响应抑制比 $\geq 5\text{dB}$ ，探测器耐受干扰气溶胶浓度提高 2 倍以上，在高层建筑、大型综合体等场所应用示范；多光谱光束感烟火灾探测器灵敏度达  $1.2\text{dB}$ （减光值），在会展中心、博物馆等场所开展应用示范；非接触测温式光谱成像火灾探测器差温报警响应时间 $\leq 5\text{s}$ ，在大型物流仓储、国家战略储备库等场所开展应用示范；复合式图像火灾探测器对于  $0.15\text{m} \times 0.15\text{m}$  尺寸燃烧盘实验火，可靠探测距离不低于  $200\text{m}$ ，图像火焰响应时间 $\leq 10\text{s}$ ，图像烟雾响应时间 $\leq 40\text{s}$ ，在机场航站楼、体育场馆等场所开展应用示范；申请发明专利不少于 8 项；制修订国家/行业技术标准（送审稿）不少于 2 项。

## 11.2 高层/超高层建筑火灾防控与扑救关键技术研究及示范

**研究内容：**研究高层/超高层建筑电气电缆非接触温度精准监控技术、基于 AI 图像的电气火灾监测预警技术、电气运行参数采集及电气火灾分布式防控技术，研制高层/超高层建筑电气火灾综合防控设备；面向高度超过  $250\text{m}$  的超高层建筑耐火需求，研发钢结构复合防火保护产品；研制高性能防火封堵材料，研发模块化防火封堵密封系统；研究适用于不同高度的高层/超高层建筑

消防供液优化技术，高层/超高层固移结合的供液技术，研发便携式高层中继供水泵、适用于超高层建筑的压缩空气泡沫灭火系统；研究举高消防车关键部件高性能化、控制系统智能化、举高臂架轻量化与减振技术。

**考核指标：**研发核心技术自主可控的电器火灾监控设备，电气火灾探测器响应阈值达到 0.5%obs/m，AI 图像实时监控点数 64 点；研发复合防火保护产品，耐火极限不低于 4h，面密度不大于 25kg/m<sup>2</sup>；高层/超高层建筑幕墙楼层间防火封堵构造耐火极限不低于 1.5h；封堵材料拉伸强度 $\geq 3$  MPa，烟气毒性不低于 ZA1 级，氧指数 $\geq 40\%$ ，垂直燃烧性能达到 V~0 级，封堵系统的耐火极限不低于 2.5 h，具有良好气密性；高层中继供水泵压力不低于 0.8MPa，流量不小于 10L/s，重量不大于 37kg，压缩空气泡沫灭火系统启动后开始出液时间不超过 100s，泡沫有效垂直输送高度不小于 200m；60m 以上举高消防车前三个振动周期内振幅减小 50%、转台调平能力 $\geq 8^\circ$ ，液压泵、多路阀、控制器等关键部件与控制系统模拟测试技术国产化；申请发明专利不少于 10 项，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 2 项。

**有关说明：**由应急管理部组织申报。

## 12. 特种设备安全风险监测预警与事故防控关键技术

### 12.1 超设计使用年限服役承压设备安全智能预警关键技术



## 及示范

**研究内容：**针对超期服役亚临界以上电站锅炉、加氢反应器、大型储罐等承压设备，研究典型材料长时服役性能演化和检测评价技术；研究电站锅炉承压部件损伤定量诊断、寿命快速评估技术，燃烧智能监测与评价技术，以及整机完整性评价技术；研究超期服役大型压力容器损伤识别与预测技术，基于损伤演化的安全评价技术，损伤控制与修复技术及报废准则；研发高温承压设备腐蚀与开裂监测技术及装备；研发超期服役承压设备安全风险综合评价、智能预警技术及系统；在企业开展示范应用。

**考核指标：**研发长时服役检测评价、损伤定量诊断、寿命快速评估、风险综合评价和智能预警等新技术方法，并在企业示范应用；研制腐蚀减薄、开裂等缺陷在线监测设备 3 台套，适用监测温度不低于 400℃，其中：定点厚度监测设备的灵敏度不低于 0.1mm，开裂监测设备的灵敏度不低于长 2mm 的裂纹开裂，远距离减薄监测设备的灵敏度应不低于检出 10mm 壁厚钢板、1m 距离远、大小为  $\Phi 10\text{mm}$ （平底孔）的 5%壁厚减薄；建立承压设备安全状态智能诊断与预警系统，实现多源数据融合分析和实时预警，融合分析数据不少于 300 套石化装置的压力容器和 300 台亚临界以上电站锅炉的数据，且覆盖 30 种以上典型损伤类型；制修订国家承压设备安全技术规范 1 项（送审稿），制修订国家/行

业标准（送审稿）不少于3项，申请发明专利不少于15项。

### **13. 现场保障技术与装备**

#### **13.1 救援现场次生灾害监测预警关键装备**

**研究内容：**研制森林草原火灾救援现场三维风场精准探测装备；研制灾害救援现场高边坡三维地形快速重构和地表微形变精准监测装备，开发便携式二次滑坡、滚石、崩塌等预警技术装备；研制地震、火灾等救援现场便携式建筑物形变快速监测、结构稳定性评估与坍塌预警技术装备；研制救援现场次生灾害风险预警与防控指挥平台；开展应用示范；研制救援现场次生灾害监测预警技术标准规范。

**考核指标：**森林草原火灾救援现场三维风场探测装备，作业启动时间 $\leq 10\text{min}$ ，探测距离 $\geq 15\text{km}$ ，数据更新率 $\leq 8$ 秒/次，风速风向预测准确率 $> 90\%$ ；边坡三维地形重构精度 $\leq 0.5\text{m}$ ，地表微形变监测分辨率 $< 3\text{m}^2$ 、数据更新率 $\leq 30$ 秒/次，能同时追踪的滚石数量 $\geq 30$ 个，二次滑坡、滚石、崩塌预警技术装备有效预警率 $> 95\%$ ；建筑物监测高度 $\geq 100\text{m}$ ，测点分辨率 $< 1\text{m}^2$ ，结构稳定性评估响应时间 $< 5\text{min}$ ，振动频率异常预警准确率 $> 95\%$ ；救援现场次生灾害风险预警与防控指挥平台，在4支以上的国家级应急救援队伍开展应用示范；完成团体或行业相关标准规范（征求意见稿）不少于1项。

### **14. 抢险救援技术与装备**

## 14.1 长大公路隧道突发事故应急处置关键技术与装备

**研究内容：**针对长大公路隧道突发火灾、燃爆、坍塌等三类事故的应急处置，研究事故隧道“人—车—结构—环境”等关键信息采集与侦测技术，研发突发事故侦测装备，构建灾情态势预测模型，研究灾情快速推演与研判技术；研发基于态势预测模型的人员智能引导疏散技术及装备，可快速启动的隧道智能通风排烟控制系统，基于火灾发展态势的定向控制技术及装备；研究灾后受损结构快速恢复技术，多功能应急处置机具及快速互换技术，装备远程控制及多模式转向控制技术，研制适应隧道多类灾损的一体化应急处置装备；研究火灾、燃爆、坍塌事故对隧道围岩与结构的致灾机理，灾后隧道灾病耦合服役状态评价技术；研发隧道典型事故灾变全过程物理试验模型，针对典型事故场景开展试验验证与应用示范。

**考核指标：**侦测装备具备事故定位、关键信息感知与采集功能，火灾侦测响应时间不大于 10s，事故态势推演模型不少于 3 项，火灾态势预测时间不大于 1min；引导疏散装备具备搜寻受困人员与主动引导逃生功能，通风排烟系统整体启动完成时间不大于 1min，定向控制灭火装备具备自动定位及定点控火功能；应急处置装备具备牵引、剪切、起顶、破碎、挖掘、装载等 6 种功能，隧道内作业可远程控制和双向行驶，机具互换时间不大于 120s，

挖掘最大作业高度小于 4.5m、挖掘斗容不小于 0.6m<sup>3</sup>、装载斗容不小于 2m<sup>3</sup>；研发基于热—力—病耦合实验的火灾后隧道服役状态评估技术，基于人车行为实验与坍塌灾损仿真的隧道服役状态评估技术；建成典型事故场景隧道物理试验验证平台不少于 3 处，在我国中北部、西南部、东南部等地区进行应用示范，示范工程不少于 3 处。申请发明专利不少于 10 项，制修订国家/行业标准（送审稿）不少于 3 项。

#### **14.2 面向无人机机群协同作业的区域救援目标识别及生命定位技术装备**

**研究内容：**研制适应地形遮挡和恶劣气象条件的异构无人机及探测载荷自组网和高效信号传输技术装备；研制机载多信号融合的广域快速扫描、救援目标智能判别及精准定位技术装备；研制机载智能化远距离及埋压生命精准定位装备；研究机群快速响应、任务动态规划与智能化任务部署等关键技术，研制机群协同调度指挥装备；开展应用示范；形成机载救援目标判别及生命定位技术标准。

**考核指标：**无人机及探测载荷自组网和高效信号传输技术装备，满足地表起伏度超过 300m 和暴雨场景需求，组网半径不低于 100km，图像更新速率不低于 5min；机载救援目标快速扫描定位装备，融合 3 种以上信号类型，扫描范围不低于 20km<sup>2</sup>，识别

准确率不低于 90%，定位误差小于 10m；机载智能化远距离及埋压生命精准定位装备，三维定位精度不低于 1m，能够穿透 2 层楼板探测微动人体目标，准确率不低于 80%；机群协同调度指挥装备，可满足 3 种机型、100 架以上无人机群协同指挥及任务部署需求，机群响应时间不超过 15min；在不少于 2 个专业应急救援队伍开展示范应用；完成行业或团体标准规范（征求意见稿）不少于 2 项。

## **15. 生命救护技术与装备**

### **15.1 灾害事故现场危重症伤员伤情评估与快速诊治关键技术装备**

**研究内容：**研发支持灾害事故现场伤员生命体征参数采集与传输的可穿戴设备，满足灾害事故救援现场便携穿戴、生命体征实时在线监控、数据可靠通信等需求，实现边云结合的智能检伤分类；研究基于自组网络和物理联网的医疗资源智能调度、伤员医疗数据实时交互和远程救治指导技术；研究灾害事故相关挤压伤/挤压综合征进展中多脏器损伤的相关机制，鉴定挤压综合征早期快速诊断和现场干预的分子靶标；研发适用于灾害事故现场的挤压伤/挤压综合征早期快速诊断方法、快速进行损伤控制的新技术与新装备。

**考核指标：**研制可穿戴多生理参数监测系统，可监测心电、

呼吸、血压、血氧饱和度、心音/呼吸音、体温等，具备数据无线传输功能，具备导联脱落报警、抗除颤干扰等能力，阻抗呼吸率范围 5~99BPM，血氧饱和度监测参数值 55%~100%，具备单次、定时、连续测量（最小间隔 1min）血压等模式，心音及呼吸音检测频率响应 10~600Hz，灵敏度  $>4\text{mV/Pa}$ ，满足伤员伤情动态评估—监测—预警功能；研制针对批量伤员的现场快速分检平台，研制伤员伤情医疗数据实时交互和远程救治指导装置，实现对伤员流的全过程记录并实时分析时空演化规律；发现确定不少于 3 种挤压综合征快速诊断标志物，研制便携一片式血钾、肌酐微创快检设备，芯片检测下限达  $1\mu\text{M}$ ，准确度大于 95%；研制实时自动评估伤情的挤压伤智能快诊设备，采集速度大于 200 帧/秒，信噪比大于 60dB，体积不大于  $10\text{dm}^3$ ；编制面向典型灾害事故现场的危重症伤员救援规范和指南 5 项，在综合应急演练或应急救援中应用示范。

## “国家质量基础设施体系”重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“国家质量基础设施体系”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，围绕质量强国、科技强国、健康中国、数字中国等重大国家战略需求，加强国家质量基础设施体系量子化、国际化、智能化、数字化、系统化建设。

2021 年度指南按照“基础研究—关键技术—集成示范”三个层次，进行全链条设计、一体化实施，围绕基础前沿和战略任务研究、关键共性技术研发、场景应用及示范 3 大方向进行部署，拟支持 21 个重点任务，拟安排国拨经费概算 4.82 亿元。其中，拟部署不超过 6 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 1200 万元，每个项目 200 万元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，同一指南方向下，如未明确支持项目数，原则上只支持

1 项，仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。所有项目均应整体申报，须覆盖全部研究内容和考核指标。项目执行期原则上为 3~5 年。项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

青年科学家项目支持青年科研人员承担国家科研任务，可参考重要支持方向（标\*的方向）组织项目申报，但不受研究内容和考核指标限制。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1.信息技术与人工智能领域 NQI 协同创新**

### **1.1 基于 D-SI 的数字质量基础设施关键技术研究及体系建立**

**研究内容：**研究基于数字国际单位制（D-SI）的数字质量基础设施关键技术，研制符合可发现、可获取、可互用、可复用（FAIR）规则的 NQI 数字框架，研制测量数据的数字化规范、国际互认机器可读数字校准证书的结构规则及参考实例，建立面向



NQI 实体的数字身份管理规范 and 基于可信时间戳的信息安全系统,开展基于 D-SI 用于数字转换的安全可靠校准测量系统的应用研究。

**考核指标:** 建立基于 D-SI 的数字质量基础设施技术体系:符合 FAIR 规则的 NQI 数字系统框架方案 1 套;测量数据数字化规范 1 项;机器可读数字校准证书的结构规则及参考实例 1 套;建立 1 套面向 NQI 数字化的可信时间戳数字防伪安全系统和实体数字身份数据库,防伪系统通过信息安全检测,实体数字身份数据  $\geq 5000$  条;实现国际比对数据库的数字化转型;基于 D-SI 机器可读的安全可靠校准测量系统 1 套,并通过安全可靠测试。研制国家标准(报批稿)或具有国际先进水平的团体标准 1 项和技术规范(审定稿) 2 项,形成专利池,申请发明专利  $\geq 15$  项。

## 1.2 人工智能多模态感知关键计量测试技术研究

**研究内容:** 研究机器视觉感知装备多维动态校准装置与技术;音频特性听觉感知、气体成分嗅觉感知、柔性界面触觉感知智能装备校准装置与技术;光电融合智能感知装备校准技术,实现复杂环境光电特性快速有效定标以及智能系统原位训练和测试能力;智能车路感知系统校准装置与技术,实现动态目标关键运动参数的溯源校准;多模态智能感知安全性、可靠性等性能评价

测试方法。

**考核指标：**机器视觉标准测试样本数 $\geq 1T$ ，差分光谱响应度不确定度 $\leq 5\%$ ；听觉标准测试数据混响时间（0.1~0.6）s、指向精度 $\leq 5^\circ$ ；嗅觉标准测试样本数 $\geq 10$ 万；触觉动态压向力不确定度 $\leq 5\%$ ；光电融合校准模組的雷达散射截面与理想值差异优于0.5dB、漫反射比和发射率0.1~0.9；自动驾驶智能感知仿真测试模組逆反射系数（1~1000）cd/lx/m<sup>2</sup>、反射因数0.01~1.0，动态位置测量范围（1~200）m；参加国际比对 $\geq 2$ 项，获得国际互认的多模态智能感知关键支撑校准与测量能力 $\geq 2$ 项，形成性能评价测试方法 $\geq 2$ 项。

### 1.3 基于数据可信的质量信任关键技术研究与应用

**研究内容：**围绕质量检测可信要求，研究多元数据采集融合技术、基于高精度时钟源的非结构化数据与物联网等结构化数据的关联技术，在采集端实现多元数据精准关联融合并形成标准化数据格式；基于数字证书和国密算法，研究多元数据分级认证签名和加密保护技术，防止伪造和篡改，实现数据可信溯源、防伪和防泄露；研发便携和固定式可信视频采集设备原型、后端系统及数据可信溯源检测验证系统，开展试点应用，建设质量检测可信系统。

**考核指标：**研制 1 套基于高精度可信时钟源、具备人工智能视频分析、多元数据采集融合技术、支持数据安全采集、传输、存储、共享的质量检测可信系统，数据可信签名增加延时不超过 400ms；采集端支持温度、湿度、射频识别、视频及智能分析结果等至少 9 类数据采集融合，支持基于数字证书采用符合国密安全一级或以上密码模块对多元数据分级认证签名和加密；后端系统支持多元数据验签、解密、安全分享和融合应用。研制 1 套数据可信溯源检测系统，支持不少于 9 类多元数据可信验证检测，验证检测延时不超过 1s。选择在先进制造、环境监测、公共安全等不少于 3 个领域场景开展质量检测可信系统试点应用。研制或修订可信数据处理相关国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准  $\geq 1$  项。

#### **1.4 面向 5G 工业应用质量保障关键技术研究**

**研究内容：**面向 5G 工业应用建立涵盖物理层、基于场景的协议层的质量指标体系，研究 5G 工业应用测试评估、故障定位等方法；研究典型工业应用场景无线信道测量及信息网络泛在通信性能评估技术；5G 工业应用场景下复杂信号场强溯源关键技术及典型干扰的定量模拟技术；建立针对 5G 宽带工作场景的频率、功率、调制等物理参数测量标准；研制面向工业应用场景的 5G

性能评估测试工具及综合测试验证系统。

**考核指标：**研制 5G 工业应用及验收相关国家标准/行业标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 $\geq 3$ 项；突破 5G 工业应用故障定位、应用时延、可用性评价等新技术新方法 $\geq 10$ 项；形成典型 5G 工业应用场景信道模型 2 套，在实验室搭建工业 5G 产品性能测试装置 1 套；研制 5G 宽带信号的场强、功率、调制、信道参数测量标准装置 4 套，其中多频段并发调制场强参数频率范围 9kHz~50GHz；功率、调制、信道参数频率范围 450MHz~50GHz；研制面向工业应用的 5G 时延、丢包、同步精度、可用性等综合评估测试工具 1 套，时延精度 $\leq 10\text{ms}$ ；建立 5G 工业应用测试验证系统 1 套，具备数字计量、视觉检测等至少 10 个典型工业应用场景仿真及测试验证，上行带宽 $\geq 300\text{MB/s}$ ，数据流量类型 $\geq 3$ 。

### 1.5 典型灾害情景下突发事件应对数字化关键标准研究与应用

**研究内容：**研究突发事件应对基础通用类标准中应急管理共性标准要素，建立突发事件应对共性标准要素数据集；选择工业园区危化品事故和城市燃气管网事故两种典型灾害情景，研究灾害场景描述要素标准化，基于应急响应流程的结构化思路，以事

件信息流为驱动机制，将流程、节点、任务与对应的标准要素进行关联匹配，研究灾害情景应对标准要素知识图谱，建立基于知识图谱的灾害情景应对标准要素数据库；形成模块化和流程化的突发事件应对标准数字化通用方法，研究基于突发事件应对标准数字化的应急响应辅助决策支撑技术；研究“情景—知识—决策”型突发事件应对数字化关键标准，研发与风险防范、监测预警、应急处置等系统深度融合基于情景的全过程、多灾种数字化标准辅助决策原型系统。

**考核指标：**形成标准要素数据库模块化和流程化的通用方法 1 套；建立数字化标准辅助决策原型系统 1 套；梳理不少于 1000 项的规范性文件，建立突发事件应对共性标准要素数据集 1 套，其中共性标准要素  $\geq 50$  个；建立典型灾害情景应对标准要素知识图谱 2 套；形成灾害情景应对标准要素数据库 1 个；数字化标准辅助决策原型系统在国家应急管理部和不少于 3 家地方应急管理部开展试点应用；研制国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准  $\geq 4$  项；申请发明专利  $\geq 5$  项。

## **2. 高端装备与先进制造领域 NQI 协同创新**

### **2.1 多维度应力场高准确度定量表征与测量关键技术研究**

**研究内容：**针对应力场测量能力低、测量结果一致性与稳定

性差等突出问题，研发多尺度、复杂结构、多维度应力场超精密无损检测与精准调控技术，研制应力场测量仪器与标准样品，建立应力场计量校准与现场/在役测量体系，并在超精密高端装备制造与尖端装备在役工作领域开展应用。

**考核指标：**应力定值标准样品 $\geq 3$ 套，静力加载样块内部平均应力在（10~600）MPa 范围内，相对不确定度 1%（ $k=2$ ）；应力场计量仪器测量分辨力 0.25MPa，在 $\pm 600$ MPa 范围内，应力场测量不确定度优于 5MPa（ $k=2$ ）；以 100MPa 为考核点，计量型仪器短期稳定性（1 个月）优于 2.5MPa，长期稳定性（1 年）优于 5MPa，测量结果一致性优于 5MPa；应力场便携式测量仪器测量分辨力 1MPa，在 $\pm 600$ MPa 范围内，内部应力测量不确定度优于 10MPa（ $k=2$ ）；应力场在役测量仪器测量分辨力 5MPa，应力场测量不确定度优于 50MPa（ $k=2$ ）；形成面向不同种类材料从表层到内部应力的多种测量技术与方法的标准体系，国家标准（报批稿）或具有国际先进水平的团体标准 $\geq 6$ 项；申请发明专利 $\geq 15$ 项；在不少于 2 个领域中实现有效应用（超精密高端装备与尖端装备）。

## 2.2 核设施安全重要辐射参量计量检测和评价关键技术研究

**研究内容：**针对核设施安全管理涉及的辐射监测与防护、重

要辐射参量测量结果准确性和一致性不足、评价技术不完善的现状，研究 20MeV 以下单能中子注量绝对测量技术研究及装置；固定式环境辐射剂量仪原位校准方法及评价技术；亚秒级辐射剂量标准装置及量传方法；放射性气态流出物中  $^3\text{H}$ 、 $^{133}\text{Xe}$  活度绝对测量方法研究及装置；液态流出物中  $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 $^{109}\text{Cd}$  等同质异能态核素活度绝对测量方法及装置，废水中  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、TN 等标准物质。

**考核指标：**计量检测装置 5 套：单能中子注量率测量不确定度  $\leq 10\%$  ( $k=2$ )；固定式环境辐射剂量仪原位校准不确定度  $\leq 20\%$  ( $k=2$ )；亚秒级曝光条件下 X 射线剂量测量不确定度  $\leq 10\%$  ( $k=2$ )； $^3\text{H}$ 、 $^{133}\text{Xe}$  放射性气体活度浓度测量不确定度  $\leq 3\%$  ( $k=2$ )；同质异能态核素  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  活度测量不确定度  $\leq 2.5\%$  ( $k=2$ )。国际比对 3 项，规程或规范 2 项，标准物质 3 种，国际互认的校准与测量能力 (CMC) 5 项，申请发明专利 3 项。

### 2.3 精密加工原级标准及核心部件极端参数检测与评估技术研究\*

**研究内容：**针对高端装备与核心部件精密制造及应用高质量发展需求，开展一体化质量保障技术研究。研究加工装备原位测量、溯源、标准及评价体系；研究核心零部件性能、关键参数指

标、安全性、可靠性等综合评估及测试方法；研究高端装备数据字典、资源数字化接入等数字化标准和测评技术；研究工业现场在线认可模式及检验技术。

**考核指标：**研制量值可溯源的加工装备激光功率、温度、几何量标准装置，增材加工熔池温度测量范围（600~1400）℃，不确定度优于 2℃（ $k=2$ ），激光功率计量标准测量范围（1~50）kW，不确定度优于 2%（ $k=2$ ），分布式激光干涉测量网络不少于 6 通道。核心零部件的关键指标及性能检测装置  $\geq 4$  种，小螺纹直径小于 1.5mm，中径测量不确定度不大于 3 $\mu\text{m}$ （ $k=2$ ），微孔直径小于 1mm，测量不确定度不大于 10 $\mu\text{m}$ （ $k=2$ ），微孔的深径比  $\geq 3:1$ ，动态摩擦系数测量相对标准不确定度优于 10%，角度敏感器件标准不确定度 0.05"。完成关键参数计量比对 1 项；计量标准 2 项；研制关键技术国家标准（报批稿）2 项；申请发明专利  $\geq 5$  项。高端装备与核心部件智能检测实验室认可规范 2 项。

#### 2.4 复杂条件典型燃烧设备能效评价 NQI 协同创新技术

**研究内容：**针对复杂条件典型燃烧设备，研发燃烧器高温环境下挥发性有机物（VOCs）和氮氧化物（NO<sub>x</sub>）的高准确度在线测量技术；研发低气压条件下燃烧器火焰智能检测与稳定性诊断技术；研制基于物联网的能效与大气污染物初始排放在线智能检



测关键技术及装置；研制高原地区工业锅炉能效评价及优化关键技术及标准；研制典型石化工业炉燃烧控制及能效排放优化关键技术及标准；开发基于多信息融合的燃气锅炉智能诊断平台。

**考核指标：**形成复杂条件典型燃烧设备能效计量、检测、评价等新技术和新方法 10 项；低/变气压（海拔 0m~3500m）条件燃气锅炉能效与排放特性实验装置 2 台套；便携式物联网烟气成分检测装置 1 套，SO<sub>2</sub> 和 NO 检出限 1μmol/mol，测量不确定度 3.0%，在（80~100）%RH 实现相对湿度原位测试，测量不确定度 2.0%；VOCs 及 NO<sub>x</sub> 在线计量测试装置 1 套，（273~1700）K 温度范围内，VOCs 检出限 2μmol/mol，NO<sub>x</sub> 检出限 1μmol/mol，VOCs（含 C<sub>2</sub>~C<sub>12</sub>）时间分辨率 30min，NO<sub>x</sub> 时间分辨率 15s，测量不确定度 2.0%；高原锅炉能效与排放特性数据库，案例 ≥100 个；申请国家发明专利 10 项，国际专利 2 项；研制或修订国家标准/行业标准（报批稿）2 项。

### **3.生命健康与绿色环保领域 NQI 协同创新**

#### **3.1 新兴生物功能性物质结构关键计量技术研究**

**研究内容：**开展新兴生物功能物质特征结构关键计量技术攻关，并实现嵌入式应用，提升生物功能性产品质量。研究多肽物质异构体鉴别技术；研究单抗异质性关键质量参数表征技术，用

于体外免疫原性风险评价和产品质量控制；研究动物源肝素结构与副反应和免疫原性风险的对应关系，完善产品质量控制体系；研究建立微痕量代谢产物测量技术，解决血样中复杂代谢物浓度的快速准确定性和定量分析难题。

**考核指标：**建立多肽物质精确定性和定量技术，实现 $\geq 15$ 种二硫键异构体鉴别；建立抗体中聚集体等颗粒表征技术，覆盖 $100\text{nm}\sim 70\mu\text{m}$ 粒径范围；建立有机小分子合成产物的表征技术，实现含 $\geq 2$ 个立体中心的异构体鉴别；建立低分子肝素免疫原性风险评估方法，应用于 $\geq 2$ 个产品的质量评价；研制出微痕量代谢物监测芯片，检测样品最小取样量 $\leq 50\mu\text{L}$ ，检测时间 $\leq 15\text{min}$ ；主导国际计量比对或能力验证 $\geq 1$ 项；研制标准物质 $\geq 2$ 种；申请发明专利 $\geq 3$ 项。

### 3.2 蛋白类生物产制品质量检测和计量溯源技术

**研究内容：**利用表面等离子体共振（SPR）技术等，明确决定蛋白活性的关键位点及其与活性定量的关系；建立蛋白活性浓度测量方法，研制活性标准物质，结合免疫分子识别等技术实现蛋白类生物制品活性浓度检测和计量溯源；分析影响蛋白类生物制品纯度的关键因素，建立异构体、聚集体等杂质定量分析技术，建立纯度精准鉴定方法；针对蛋白类生物制品中重要病原微生物、

宿主残留脱氧核糖核酸 (DNA) 等危害物, 研究多重重组酶聚合酶扩增 (RPA)、微流控芯片等快速检测技术。

**考核指标:** 建立活性计量新技术 1 项, 测量不确定度 $\leq 5\%$ ; 研制活性快速检测试剂盒 5 个, 检测时间 $\leq 15\text{min}$ , 开发便携式检测装置 1 台; 建立精准纯度鉴定新技术 2 项, 测量不确定度 $\leq 5\%$ ; 建立危害物快速检测技术及相应试剂 10 项, 一次检测目标物 $\geq 3$  个, 检出限 $\leq 50\text{copies/mL}$ ; 开发“高通量前处理—快速检测—智能分析”一体化智能检测设备 1 台; 研制国家标准物质 10 种、国家标准 (报批稿) 2 项, 申请发明专利 10 项。

### 3.3 生物纳米几何量计量与智能检测技术研究\*

**研究内容:** 基于微纳光学检测技术, 研究基于生物适配体的几何参数表征技术, 建立多物理场耦合模型, 构建生物参量与纳米尺寸对应体系; 研究关键器件加工以及生物表面修饰技术, 微纳尺度异质材料和器件加工、封装技术; 智能检测技术和生物参量与纳米尺寸对应性试验, 实现智能生物纳米计量系统; 生物参数几何量标准物质制备技术, 建立关键参数准确表征方法, 进行生物纳米量值溯源研究; 生物参数几何参量测量系统计量特性, 进行多参数生物纳米标尺的测量及其不确定度评定。

**考核指标:** 设计 3 种生物纳米计量关键器件结构; 实现 8 通

道检测系统；灵敏度优于  $0.05\text{V}/\mu\text{m}$ ；偏转噪声密度优于  $200\text{fm}\cdot\text{Hz}^{-1/2}$ ；完成表面修饰技术 3 项，修饰后接触角偏差小于 5%；完成 3 种生物参数几何量标准物质研制，均匀性 1%，测量重复性 1%；形成计量校准规范送审稿 1 项；申请发明专利 3 项。

### 3.4 城市大气排放时空精准监测及定量评价关键技术研究与应用

**研究内容：**研究光腔衰荡光谱和质谱联用的计量检测方法；研究企业有组织和无组织排放在线计量监测技术；研究城市多源交通大数据的路网动态排放量实时监测方法；研究区域无组织排放定量反演和溯源技术；建立城市大气排放时空精准监测的应用典型工程。

**考核指标：**免标气标定的苯、甲苯、二甲苯和乙苯等大气污染物在线测量检出限（ $0.03\sim 0.3$ ） $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，重复性优于 5%；搭建适用于高湿（ $0\sim 30\%$ ）、大流速攻角（ $60^\circ$ 以内）、高温（ $200^\circ\text{C}$ ）含尘脉动烟气流场的全口径（ $0.5\text{m}\sim 15\text{m}$ ）烟道  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$  和颗粒物排放量现场校准装置，排放量测量不确定度优于 5%，企业总排放量测量不确定度优于 20%；城市交通路网排放量的测量不确定度优于 20%；无组织排放源反演系统排放量测量不确定度优于 20%；在不小于 100 平方公里范围内建立技术应用和定量评价工

程。申请发明专利 $\geq 15$ 项；研制国家标准/行业标准（报批稿）1~3项，国家计量技术规范（报批稿） $\geq 5$ 项；建立CO<sub>2</sub>、CO等大气中温室气体和污染物浓度计量校准装置1套，测量不确定度优于0.05%。

### 3.5 引领典型行业率先碳达峰的质量基础协同控制技术体系研究与应用

**研究内容：**针对火电、钢铁、建材等典型行业率先碳达峰需求，研究实现率先碳达峰的技术路线图；研究支撑典型行业率先碳达峰的能耗、能效、低碳等系列关键和配套技术标准；研发达到国际领先水平的关键节能低碳耦合集成技术，太阳能、氢能等低碳能源重构技术方案，研究典型行业关键负排放技术方案，开发典型碳中和项目方法学，开展试点应用；研究低碳和新能源计量检测和智能化技术以及支撑能耗能效低碳等标准实施的符合性评价技术；研究质量基础协同控制技术方案并开展试点；研究支撑典型行业碳交易等绿色金融机制的质量基础技术体系，构建典型行业碳足迹基础数据库和绩效评价体系，开展绩效评估试点。

**考核指标：**完成火电、钢铁、建材等典型行业率先碳达峰的技术路线图，形成20家企业试点；研制10项以上国际领先的能耗、能效、低碳等系列国家标准（报批稿），突破5个典型领域

节能低碳耦合集成关键技术方案，形成 5 项专利及 2~3 套低碳能源检测试验装置；完成太阳能、氢能等低碳能源体系重构的技术方案和典型行业负排放关键技术方案，开发 2 个典型碳中和项目方法学，引领相关技术创新；形成支撑低碳、能效、新能源、碳交易等关键领域的质量基础协同控制技术体系建设方案，开发 1~2 个重点行业碳足迹基础数据库。

### **3.6 在役新能源汽车缺陷识别与风险防控关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究面向不同电芯形态的运行数据挖掘与缺陷技术调查结合的事故深度调查关键技术，建立新能源汽车事故深度调查体系；研究新能源汽车使用安全、充电安全和换电安全缺陷画像关键技术和监测模型，构建动力电池缺陷监测与预警系统；开展新能源汽车电池管理系统控制策略与动力电池热失控缺陷判定技术研究及关键装置研制；研究新能源汽车“突然失控”事故数据挖掘、场景重构与事故鉴定技术、软件远程升级大数据云平台接口技术与规范，建立大数据驱动的缺陷智慧识别云平台；研究多要素事故数据共享技术，面向司法鉴定、应急处置、产品召回与缺陷预防等领域开展标准研制与应用。

**考核指标：**制定火灾事故与“突然失控”事故深度调查规范

各 1 套；面向全国的事故深度调查数据库 1 个，收集 2018 年以来的事故数量  $\geq 350$  个；动力电池缺陷监测与预警系统 1 套，并在 5~7 个企业（含动力电池、乘用车及商用车企业）开展应用；面向全国的车辆缺陷智慧识别云平台 1 个，应用于缺陷判定且接入车辆数量  $\geq 50$  万辆；研制国家标准（报批稿）4 项、申请发明专利 4 项；开发动力电池安全试验装置 2 套。

### 3.7 基于谱学和显微成像的产品品质检测鉴定技术研究与应用

**研究内容：**针对高端产品存在以假充真、以次充好等行为缺乏甄别技术手段的突出问题，基于谱学鉴定技术、高通量组学分析技术、原位显微组织表征技术、无损快速及可视化检测技术等，建立高值木家具、皮革制品、精加工织物等产品的成分、结构、性能等品质特性的鉴定评价方法，构建质量追溯平台，并在产品监管执法中开展应用。

**考核指标：**研发高值木家具、皮革制品、精加工织物等产品的谱学、组学、无损快速及可视化等检测鉴定方法 10 项（识别准确率 90%以上）；研发织物纤维无损检测样机 1 台（检测偏差小于 5%，检测周期小于 15min）；研发专用便携式拉曼光谱仪 1 台（灵敏度高于  $10^{-6}\text{mol/L}$ ）；研制用于谱学分析的原位采样装置 1

套（采样周期小于 5min、采样过程无需有机溶剂）；开发具有特定显微结构的基体标准样品 1~2 种；建立谱学指纹图谱库、共性特征谱库、显微结构库等数据库 3 套；开发产品品质多元分析评价模型 3 套；申请国际发明专利 2 件、国家发明专利 15 件；研制国家标准/行业标准（报批稿）1 项；建立质量追溯平台 1 套，并在产品监管执法中开展应用。

#### **4.标准国际化战略与重要国际标准研究**

##### **4.1 区域标准化战略与国际标准关键技术研究**

**研究内容：**开展重点区域合作的国际标准化研究、国家战略需求的国际标准研制、前沿技术和颠覆性技术领域的国际标准培育研究，标准数字化转型研究、绿色低碳国际标准和应对突发公共卫生事件国际标准研制等重点任务研究。

**考核指标：**由申报单位自主设定。

**有关说明：**由市场监管总局（国家标准委）推荐不超过 14 项，拟支持项目不超过 7 项。

#### **5.重点领域 NQI 集成应用示范**

##### **5.1 快递业绿色与智能标准化关键技术及检测认证应用研究**

**研究内容：**研究质量基础支撑快递业绿色化和智能化发展关键技术需求，提出政策工具、研发指南及实施措施。研究快递包



装、快递场地等绿色关键技术标准及检测与评价方法。研制测量智能分拣仓储设备的参考样品和基于典型场景的智能分拣、仓储系统评价与可靠性评估方法，建立认证规范体系。建立冷链仓储、运输设备应用运营可靠性的计量测试和认证评价体系。建立快递业绿色化和智能化服务指标体系、认证评价体系和第三方验证评价平台，并开展应用。

**考核指标：**提出质量基础支撑快递业绿色化和智能化发展的技术研发指南、政策措施及其实施意见。研制绿色包装国家标准和行业标准（报批稿）4项，快递关键场所绿色评价技术规范2项，示范应用不低于5个场地，每个不低于3000平方米。研制绿色材料计量测试装置2套，绿色材料检测评价参考样品10套，标准验证系统1项，建立数据库，形成数据产品。研制智能分拣机检测用参考样品10种，测试系统和评价规范各1套，在3种不同型号的智能分拣设备上示范应用，智能仓运维技术规范1套，在至少5个智能仓储上示范应用，每个不低于3000平方米。研制冷链设备评价规范1套，制冷计量测试系统1套，在3种典型冷链设备上做示范应用。申请专利 $\geq 3$ 项，制定认证技术规范 $\geq 5$ 项，建设第三方认证评价服务平台1个，发放有效证书 $\geq 10$ 张。

## 5.2 住宅工程质量保障体系及关键技术研究

**研究内容：**面向建筑工程民生和品质提升需求，针对住宅工程，特别是保障性住房工程核心质量环节及典型质量缺陷，研究工程检测机构认可认证技术、检测机构管理准则和信用评估体系；开展中外工程标准—检测—认证体系比对，建立适应工程质量提升需求的标准—检测—认证技术体系；研究工程质量检测数字协同与信息化监督技术；研究工程质量快检和智能评估技术；研究工程全过程质量监测云服务技术和标准。

**考核指标：**响应住宅工程（保障性住房工程）高质量监管需求，研究工程检测机构认证认可、信用评估技术 4 项；建立典型质量缺陷控制 NQI 技术体系  $\geq 2$  项；建立智能监管与能力认证云平台，应用 2 个以上城市；开发精度达到 0.02%、延迟 1ms 级的监测系统 1 套，建立工程质量快速与无损检测集成技术  $\geq 3$  项，每项集成 3 种以上检测方法，综合精度达到毫米级；建立质量综合评估预测模型 1 项，包含质量缺陷种类  $\geq 10$  种，研制建筑工程 NQI 体系全过程健康监测云服务技术 4 项，开展应用 3 项；研制国家标准/行业标准（报批稿）3 项，申请发明专利  $\geq 5$  项。

**有关说明：**由住建部推荐不超过 2 项，拟支持项目不超过 1 项。

### 5.3 法庭科学视频人像鉴定系统证伪测试与质量评价关键技术

**研究内容：**以贝叶斯网络和大数据假设检验技术为核心，研究生成伪造、对抗样本、模型窃取等新型系统攻击的量化检验技术；基于刑侦大数据的涉案视频图像聚类及溯源技术；针对人像鉴定及活体检测系统攻击的检测与防御技术；法庭科学视频人像检验鉴定系统证伪评测技术标准，人脸、人体、步态鉴定系统证伪测试平台；开展视频人像鉴定证伪评测标准方法验证。

**考核指标：**人像智能证伪鉴定系统 1 套，自动识别 15 种以上人像证伪鉴定特征，准确率高于 95%，并在 3 个地市级公安机关开展应用；视频人像证伪测试平台 3 套，生成伪造人脸的检出率高于 95%，对抗人脸样本检出率高于 97%；基于刑侦大数据完成对不少于 3 类 15 种视频人像检验鉴定系统的安全风险评估；法庭科学视频人像鉴定证伪评测标准方法验证指标体系 1 套；研制国家标准/行业标准（报批稿）2 项；申请专利 10 项。

#### **5.4 重点产业和领域 NQI 关键技术集成应用示范**

**研究内容：**围绕先进制造、公共安全、工程质量等重点领域的创新发展，突破制约领域技术创新和产业瓶颈性 NQI 关键技术，构建和完善 NQI 协同创新技术体系，开展 NQI 系统化集成与应用示范。

**考核指标：**由申报单位自主设定。

**有关说明：**由市场监管总局、工信部、公安部、国资委和海关总署 5 个部门各推荐不超过 4 项，拟支持项目不超过 10 项。其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 2：1。

## “基础科研条件与重大科学仪器设备研发” 重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“基础科研条件与重大科学仪器设备研发”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项的总体目标是加强我国基础科研条件保障能力建设，着力提升科研试剂、实验动物、科学数据等科研手段以及方法工具自主研发与创新能力；围绕国家基础研究与科技创新重大战略需求，以关键核心部件国产化为突破口，重点支持高端科学仪器工程化研制与应用开发，研制可靠、耐用、好用、用户愿意用的高端科学仪器，切实提升我国科学仪器自主创新能力和装备水平，促进产业升级发展，支撑创新驱动发展战略实施。

2021 年度指南部署围绕科学仪器、科研试剂、实验动物和科学数据等四个方向进行布局，拟支持 39 个项目，拟安排国拨经费概算 5.39 亿元。此外，拟支持 16 个青年科学家项目，拟安排国拨经费概算 4800 万元，每个项目 300 万元。科学仪器方向各项

目自筹经费与国拨经费比例不低于 1:1。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。同一指南方向下，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近、技术路线明显不同时，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。

除特殊说明外，所有项目均应整体申报，须覆盖全部研究内容和考核指标。项目执行期原则上为 3~5 年。一般项目下设的课题数不超过 5 个，项目参与单位数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。科研试剂和科学仪器两部分指南方向（除 5.1 外）须由科研机构与从事相关领域生产并具有销售能力的企业联合申报，建立产、学、研、用相结合的创新团队。

青年科学家项目（项目名称后有标注）支持青年科研人员承担国家科研任务。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1981 年 1 月 1 日以后出生，原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

专项实施过程中，涉及实验动物和动物实验，应遵守国家实验动物管理的法律、法规、技术标准和有关规定，使用合格的实验动物，在合格设施内进行动物实验，保证实验过程合法，实验

结果真实、有效，并通过实验动物福利和伦理审查。涉及高等级病原微生物实验活动的，必须符合国家病原微生物实验室有关要求，并具备从事相关研究的经验和保障条件。涉及人体被试和人类遗传资源的科学研究，须遵守我国《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《涉及人的生物医学研究伦理审查办法》《人胚胎干细胞研究伦理指导原则》等法律、法规、伦理准则和相关技术规范。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

## **1. 高端通用科学仪器工程化及应用开发**

### **1.1 辉光放电质谱仪**

**研究内容：**针对高纯材料、高温合金、绝缘固体样品等材料中主成分、微量和痕量元素检测需求，以及针对材料剥层分析、材料元素深度分布检测、涂层材料表面分析等需求，突破直流辉光放电离子源、绝缘固体第二阴极系统、高分辨电磁双聚焦质量分析器、法拉第杯与电子倍增管双检测器等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的辉光放电质谱仪产品，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在半导体、高纯稀土、高温合金等材料科学研究领域的应用。

**考核指标：**质量分析范围（4~250）amu；质量分析稳定性 $\leq 25\text{ppm}/8\text{h}$ ；分辨率 LR300/MR4000/HR10000；平均背景 $\leq 0.5\text{cps}$ ；灵敏度 $\geq 1\times 10^9\text{cps}$ ；丰度灵敏度 $\leq 20\text{ppb}$ ；主成分重复性 $\leq 3\%\text{RSD}$ ；微量成分重复性 $\leq 5\%\text{RSD}$ ；痕量成分重复性 $\leq 10\%\text{RSD}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 1.2 第三代基因测序仪

**研究内容：**针对 DNA 基因测序的无扩增、长读长直接测序、大容量生物特征信息获取等检测需求，突破 DNA 精确长读长直接测序、极微弱光或极微弱电信号测量等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的第三代基因测序仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在基因工程、病毒检测、生物安全检测、体外诊断等领域的应用。

**考核指标：**序列平均读长 $\geq 15\text{kb}$ ；最长读长 $\geq 500\text{kb}$ ；DNA 直接测序最高准确率 $\geq 95\%$ ；采样率 $\geq 1\text{kHz}$ ；单个通道测序速度



≥400nt/s；可溯源量值定值和质量评价方法≥3种；基因组比对一致性≥99%；组装连续度 NG50≥1M 碱基；结构变异检测精度与检出率≥90%（片段长度≥50bp）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间≥3000 小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **1.3 超高分辨活细胞成像显微镜**

**研究内容：**针对实时观察活细胞精细结构动态变化的检测需求，突破超高分辨活细胞成像显微、精密光机电控制、图像实时处理和成像标定等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的超高分辨活细胞成像显微镜产品，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在细胞学、微生物学、生物物理学和药理学等领域的应用。

**考核指标：**视场≥10μm×10μm；横向分辨率≤150nm；纵向分辨率≤350nm；时间分辨率≥15 帧/秒（2D 成像）；时间分辨率≥8 帧/秒（3D 成像）。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间≥3000 小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权

等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### 1.4 核磁共振波谱仪

**研究内容：**针对化学分析、生物分子结构、代谢混合物组分等检测需求，突破超高场稳态磁体设计与制造、高精度磁共振谱仪控制、高效射频激发与接收等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的核磁共振波谱仪产品，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在化学化工、生命医学、食品制药和环境能源等领域的应用。

**考核指标：**磁场强度 $\geq 14\text{T}$ ；室温孔径 $\geq 50\text{mm}$ ；磁场稳定度 $\leq 9\text{Hz/h}$ ；磁场均匀度 $\leq 0.05\text{ppm}$ ；支持多核素频谱分析范围 $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ 、 $^{31}\text{P}$ 、 $^{129}\text{Xe}$ 等；射频带宽 $50\sim 650\text{MHz}$ 以上；波谱频率分辨率 $\leq 0.003\text{Hz}$ ；射频发射通道数 $\geq 2$ 通道；液氮补充时间 $\geq 150$ 天。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级；至少应用于2个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### 1.5 宽频带取样示波器

**研究内容：**针对 5G 移动通信、光纤通信设备和高速网络设备的宽带模拟电路和高速数字电路开发与检测需求，突破 85GHz 采样器、超低抖动时钟产生与触发、高速时钟恢复、高精度波形采集与恢复、信号完整性分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的宽频带取样示波器，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在光纤通信、5G 移动通信、雷达、卫星通信与卫星导航等领域的应用。

**考核指标：**电采样模块：通道数量 2；测试带宽  $\geq 85\text{GHz}$ ；采样率  $\geq 150\text{kSa/s}$ ；抖动  $\leq 80\text{fs}$ ；采样分辨率 16bit；光采样模块：波长范围 800~1600nm；光接收灵敏度优于 -7dBm；测试带宽  $\geq 65\text{GHz}$ ；采样率  $\geq 150\text{kSa/s}$ ；抖动  $\leq 250\text{fs}$ ；采样分辨率 16bit。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 1.6 高灵敏手性物质离子迁移谱与质谱联用仪

**研究内容：**针对生物样品分析、临床诊断和药物开发等领域

对手性分子同分异构体快速识别、高灵敏高准确定量分析的需求，突破离子迁移过程模型仿真与控制、手性物质高选择性试剂制备、手性气相离子高效选择性存储、高分辨手性气相离子构型差异分析与质量分析等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的高灵敏手性物质离子迁移谱与质谱联用仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在生命科学、临床医学和药理学等领域的应用。

**考核指标：**手性分子纯度检测范围 0.1%~99.9%，离子迁移谱分辨率 $\geq 300$ ；手性物质分析检出限 $\leq 10^{-10}$  摩尔/升；质谱质量分辨率 $\geq 100000$ ；手性分子分析时间 $\leq 10$  分钟/样品；建立手性物质数据库 1 套。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$  小时，技术就绪度不低于 8 级；至少应用于 2 个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### 1.7 复杂微结构三维光学显微测量仪

**研究内容：**针对光电探测器、MEMS 微系统、半导体集成电路等微小型器件和光学器件表面和亚表面缺陷检测需求，突破高倾斜光滑微结构、深 V 结构、混合材料层叠微结构、层叠结构亚

表面等复杂微结构三维几何形状表征、三维几何参数精密测量、亚表面缺陷检测等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠、核心部件国产化的复杂微结构三维光学显微测量仪，开发相关软件和数据库，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在超光滑光学表面损伤、半导体集成电路、光电集成电路等领域的应用。

**考核指标：**显微视场 $\geq 100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ ；水平方向表面显微分辨率 $\leq 250\text{nm}$ ；水平方向亚表面显微分辨率 $\leq 400\text{nm}$ ；垂直方向分辨率 $\leq 20\text{nm}$ ；光滑微结构测倾斜角度 $\geq 50^\circ$ ；单一材料台阶高度测量误差 $\leq 5\%$ ；多层材料台阶高度测量误差 $\leq 10\%$ ；亚表面缺陷检测深度 $\geq 110\mu\text{m}$ ；缺陷检出灵敏度 $\leq 200\text{nm}$ ；深度定位精度 $\leq 2\mu\text{m}$ ；高能损伤缺陷判定准确率 $\geq 80\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 3000$ 小时，技术就绪度不低于8级；至少应用于2个领域或行业。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2. 核心关键部件开发与应用

原则上，每个项目下设课题数不超过4个，项目参与单位总数不超过4个，实施年限不超过3年。

## 2.1 快速可调谐激光器

**研究内容：**开发波长调谐范围大、调谐速度快的可调谐激光器，突破大范围无跳模腔体设计、高速微腔调制制备、高速数字化激光模块驱动电路设计和模式补偿算法、波长非线性修正等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光学相干层析检测、高精光谱分析和共焦测量等仪器中的应用。

**考核指标：**中心波长 1060nm 和 1310nm；输出功率 $\geq 15\text{mW}$ ；波长调谐范围 $\geq 110\text{nm}$ ；重复频率 $\geq 100\text{kHz}$ ；相干长度 $\geq 15\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.2 热场发射电子源

**研究目标：**开发热场发射电子源，突破单晶钨制备、尖端取向和形状控制、氧化锆处理、电子枪结构设计、灯丝对中控制等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在扫描电子显微镜、透射电子显微镜等仪器中的应用。

**考核指标：**微尖曲率半径范围  $1.2\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ （可控），误差  $\leq \pm 0.05\mu\text{m}$ ；阴极温度  $1750\text{K}\sim 1800\text{K}$ ；栅极电压  $-200\sim -600\text{V}$ （可调）；角电流密度  $200\mu\text{A}/\text{sr}$ ；引出电压  $3\sim 6\text{kV}$ （可调）；最大电子束流  $\geq 150\text{nA}$ ；电流稳定度  $\leq 1\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### 2.3 侧窗型光电倍增管

**研究内容：**开发高性能多碱阴极侧窗型光电倍增管，突破宽光谱及高灵敏度反射式多碱光电阴极制备、高增益电子倍增极结构设计、高二次电子发射材料制备、低暗计数率等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光谱分析、电子显微分析和 X 射线分析等仪器中的应用。

**考核指标：**探测面积  $\geq 8\text{mm}\times 24\text{mm}$ ；阴极光谱响应范围  $\geq 165\text{nm}\sim 900\text{nm}$ ；阴极积分灵敏度  $\geq 250\mu\text{A}/\text{lm}$ ；增益  $\geq 1\times 10^7$ ；暗计数率  $\leq 1000\text{cps}$ ；暗电流  $\leq 10\text{nA}(1000\text{V})$ ；上升时间  $< 4\text{ns}$ ；渡越时间弥散  $< 3\text{ns}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，

平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.4 磁共振成像低温探头

**研究内容：**开发磁共振成像低温探头，突破高密度射频阵列、超低温制冷系统、低噪声前置放大等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在高场磁共振成像仪、波谱分析仪等仪器的应用。

**考核指标：**通道数 $\geq 2$ ；扫描孔径 $\geq 2\text{cm}$ ；射频探头匹配 $\leq -15\text{dB}$ ；探头温度 $\leq 30\text{K}$ ；前置放大器噪声系数 $\leq 1\text{dB}$ ；灵敏度提高（低温/常温） $\geq 4$ 倍。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.5 X射线能谱探测器

**研究内容：**开发X射线能谱探测器，突破大面积硅漂移探测、



电荷前置放大、数字多道分析、漏电流噪声抑制、真空封装等关键技术；开展工程化开发、应用示范和产业化推广；形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在 X 射线能谱仪、电子显微能谱分析仪等仪器以及同步辐射大科学装置的应用。

**考核指标：**探测器尺寸 $\geq 30\text{mm}^2$ ；能量分辨率 $\leq 127\text{eV}(\text{MnK})$ ；探测元素范围 Be~Am；最大输出计数率 $\geq 300\text{kcps}$ (最大输入计数率 $1000\text{kcps}$ )；窗口材料铍、氮化硅( $\leq 100\text{nm}$ )或无窗。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.6 高精度哈特曼—夏克波前传感器

**研究目标：**开发高精度哈特曼—夏克波前传感器，突破高质量微透镜阵列制备、微透镜阵列与探测器高精度耦合、超高精度误差标定、快速高精度波前重构等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光束质量分析、自适应光学系统和三维测量等仪器中的应用。

**考核指标：**空间分辨率 $\geq 128\times 128$ ；倾斜测量范围 $\geq \pm 3^\circ$ ；倾

斜测量精度 $\leq 1\mu\text{rad}$ ；相对波前测量精度（RMS） $\leq \lambda/150$ ；绝对波前测量精度（RMS） $\leq \lambda/100$ ；重复性精度（RMS） $\leq \lambda/200$ ；工作波长范围 400~1100nm；频率 $\geq 7\text{Hz}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.7 高通量生物样品真空传递装置

**研究内容：**开发高通量生物样品真空传递装置，突破小样品精细操作、真空低温精密运动、低温样品镀膜等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在透射电镜和扫描电镜等仪器中的应用。

**考核指标：**最低存储温度 $\leq -160^\circ\text{C}$ ；真空度 $\leq 5 \times 10^{-4}\text{Pa}$ ；运动精度 $\leq 100\mu\text{m}$ ；样品存储数量 $\geq 12\text{grids}$ ；镀膜真空度 $\leq 4\text{Pa}$ ；镀膜样品台温度 $\leq -160^\circ\text{C}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，

满足用户使用要求。

## 2.8 深地声学探测器

**研究内容：**开发具有耐高温、耐高压、高性能和高稳定性的声学探测器，突破耐高温高压材料调控、小体积低频宽带结构以及界面粘接机理和工艺等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在三维远程声波检测仪、深地超声成像测井仪等仪器中的应用。

**考核指标：**单极换能器（长度伸缩）：工作频带 5~20kHz，最高耐温 $\geq 260^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 200\text{MPa}$ ；偶极换能器（弯曲振动）：工作频带 1~4.5kHz，最高耐温 $\geq 230^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ ；多极接收器：工作频带 1~20kHz，最高耐温 $\geq 230^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ ；超声换能器：工作频带 250~700kHz，最高耐温 $\geq 205^{\circ}\text{C}$ ，最高耐压 $\geq 172\text{MPa}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## 2.9 太赫兹超导混频器

**研究内容：**开发太赫兹超导混频器，突破超导混频器芯片设计与制备、超导混频器与低温低噪声放大器集成、一维相干探测接收机阵列集成等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在太赫兹频谱仪、太赫兹安检仪和射电天文接收机等仪器中的应用。

**考核指标：**探测器中心频率 0.1~0.3THz；中频带宽 $\geq 5\text{GHz}$ ；噪声温度 $\leq 7$  倍量子噪声；动态范围 $\geq 30\text{dB}$ ；像素 $\geq 1\times 10$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

## **2.10 分离打拿极电子倍增器**

**研究内容：**开发分离打拿极电子倍增器，突破检测器高纯打拿极合金及膜层制备、高精度封装、空气中安全存储、脉冲和模拟双模式检测等关键技术，开发具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，实现在磁质谱仪、四极杆质谱仪上的应用。

**考核指标：**增益 $\geq 10^5$ （模拟工作状态下），增益 $\geq 10^7$ （脉冲计

数方式下); 暗电流 $\leq 1\text{pA}$ ; 暗计数率 $\leq 50\text{cps}$ ; 单离子脉冲宽度/半高宽 $\leq 7\text{ns}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时, 技术就绪度达到 9 级; 至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户使用要求。

### 2.11 宽频带同轴探针

**研究目标:** 开发宽频带同轴探针, 突破弹性件热处理与表面处理工艺、精密微组装、微小零件加工等关键技术, 开展工程化开发、应用示范和产业化推广, 形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品, 实现在微波集成电路在片测试仪、片上天线测试仪、三维封装天线测试仪等仪器中的应用。

**考核指标:** 2.92mm 连接器探针: 工作频率 DC~40GHz, 插入损耗 $\leq 1.5\text{dB}$ ; 2.4mm 连接器探针: 工作频率 DC~50GHz, 插入损耗 $\leq 1.5\text{dB}$ ; 1.85mm 连接器探针: 工作频率 DC~67GHz, 插入损耗 $\leq 2.0\text{dB}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试, 平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时, 技术就绪度达到 9 级; 至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量, 具有自主知识产权; 形成批量生产能力, 经用户试用, 满足用户

使用要求。

### **2.12 精密大带宽锁相放大器**

**研究目标：**开发精密大带宽锁相放大器，突破大带宽数字调制、高分辨率数模转换和高精度相位解调等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在微弱信号探测、光谱测量及分析、电子束测量及能谱分析等仪器中的应用。

**考核指标：**频率范围 0~50MHz；输入电压噪声  $\leq 5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ；动态储备  $\geq 120\text{dB}$ ；满量程输入灵敏度  $\leq 1\text{nV}$ ；A/D  $\geq 14\text{bit}$ ；相位分辨率  $\leq 1\mu\text{deg}$ ；频率分辨率  $\leq 0.7\mu\text{Hz}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.13 相位型液晶空间光调制器**

**研究目标：**开发相位型液晶空间光调制器，突破大相位调制深度、高帧率驱动、高抗激光损伤等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在光束整形仪、波分复用仪、单色仪、超快激

光加工机、激光打标机等仪器设备中的应用。

**考核指标：**像元数 $\geq 1920 \times 1080$ ；相位范围 $\geq 2\pi$ （1064nm）；相位灰阶 $\geq 8\text{bit}$ ；填充因子 $\geq 92\%$ ；衍射效率 $\geq 80\%$ ；刷新频率 $\geq 100\text{Hz}$ ；最大输入光功率密度 $\geq 50\text{W}/\text{cm}^2$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

#### **2.14 X 射线椭球聚焦镜**

**研究目标：**开发X射线椭球聚焦镜，突破X射线椭球聚焦镜制作、性能检测、高精度装校等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在X射线衍射仪、X射线散射仪和X射线成像仪等仪器中的应用。

**考核指标：**工作能段1~8keV；聚焦斑点 $\leq 100\mu\text{m}$ ；口径 $\geq 15\text{mm}$ ；聚焦镜长度 $\geq 30\text{mm}$ ；镜面表面粗糙度 $\leq 0.5\text{nm}$ （rms）；反射率 $\geq 70\%$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到9级；至少应用于2类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，

具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.15 双频短相干激光光源**

**研究目标：**开发双频短相干激光光源，突破激光线宽调制、高稳定低频差调制、高精度光程匹配与高效率耦合等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在任意曲面测量、大口径干涉测量和平面干涉测量等仪器中的应用。

**考核指标：**中心波长 633nm；相干长度 $\leq 300\mu\text{m}$ ；功率 $\geq 1\text{mW}$ （单模光纤输出）；双频频差 5Hz 和 10Hz；频差不稳定度 $\leq 1\%$ ；光程匹配范围 $\geq 100\text{mm}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.16 高稳定度高压电源**

**研究目标：**开发高稳定度高压电源，突破高电压长时间稳定控制、低纹波噪声抑制和低温度漂移控制等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量



稳定可靠的部件产品，实现在电子显微镜、离子显微镜等科学仪器中的应用。

**考核指标：**加速电压-20V~-35kV（可调），纹波 $\leq 20\text{mV}$ ，稳定性 $\leq 10\text{ppm}/15$ 分钟；抑制级电压-200V~-1kV（可调），纹波 $\leq 15\text{mV}$ ，稳定性 $\leq 10\text{ppm}/15$ 分钟；引出级电压：1kV~6kV（可调），纹波 $\leq 15\text{mV}$ ，稳定性 $\leq 10\text{ppm}/15$ 分钟；灯丝电源电流 0~3A（可调）、电压 0~5V（可调），电流稳定性 $\leq 0.5\text{mA}/1$ 小时。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间 $\geq 5000$ 小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### **2.17 多通道可变分辨率数据采集卡**

**研究内容：**开发高速数据采集卡，突破高密度多通道隔离设计、多通道同步采集和噪声抑制等关键技术，开展工程化开发、应用示范和产业化推广，形成具有自主知识产权、质量稳定可靠的部件产品，实现在超声检测仪、电子显微镜、扫描探针显微镜等仪器中的应用。

**考核指标：**采集通道单端 16 路/差分 8 路，每通道采样率和分辨率可设置；采样率 50kSa/s，分辨率 24bits，噪声电平  $3.4\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ；

采样率 500kSa/s，分辨率 24bits，噪声电平  $4.3\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ；采样率 1MSa/s，分辨率 22bits，噪声电平  $13\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ；采样率 5MSa/s，分辨率 20bits，噪声电平  $31\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ；采样率 10MSa/s，分辨率 18bits，噪声电平  $92\mu\text{V}_{\text{rms}}$ ；采样率 15MSa/s，分辨率 16bits，噪声电平  $401\mu\text{V}_{\text{rms}}$ 。项目完成时通过可靠性测试和第三方异地测试，平均故障间隔时间  $\geq 5000$  小时，技术就绪度达到 9 级；至少应用于 2 类仪器。明确发明专利、标准和软件著作权等知识产权数量，具有自主知识产权；形成批量生产能力，经用户试用，满足用户使用要求。

### 3. 高端化学试剂研制

#### 3.1 高端金属与配体试剂制备关键技术研发

**研究内容：**开展广泛应用于偶联、氧化、还原、加成、聚合反应的金属试剂（钪、铈、钇、铈、铈、铈、铜、镍、铬、锰、铁、钴、锂及其各种价态的金属试剂）的制备方法和批量生产技术研究，研发具有自主知识产权的金属试剂；发展并建立具有重要应用价值的配体，特别是手性配体（含磷、氮、氧、硫配位原子的手性配体、手性烯烃配体和卡宾配体）的高效合成方法和批量制备技术，以及研发基于研究基于上述配体的新型高效金属催化剂，开展其在化学、化工、医药以及新材料中的应用示范研究。

**考核指标：**建立高端金属试剂、配体试剂自主知识产权体系，

申请专利 20 项以上，实现重要金属试剂、催化剂以及配体的批量制备能力，包括 1) 建立 50 个以上高纯 ( $\geq 99\%$ ) 金属试剂百克级规模的制备技术和质量控制标准；2) 建立 100 个以上高纯手性配体和手性催化剂 (纯度  $\geq 99\%$ ,  $\geq 99\%ee$ ) 的克级规模的制备技术和质量控制标准，形成 5 项以上企业或行业标准，并研发 15 个以上具有自主知识产权的手性配体和手性催化剂。

### 3.2 有机氟试剂研制

**研究内容：**利用我国储量丰富的氟资源（萤石），研发新型亲电/亲核氟化、氟烷基化、氟烯基化、氟烷杂基化、 $[^{18}\text{F}]$ 同位素标记氟化试剂，开发具有我国自主知识产权的氟化学试剂，发展经济可行性好的合成工艺，实现原创试剂的批量化制备，并建立高纯氢氟酸的制备方法，把资源优势转化为技术优势，并利用原创性试剂，有力促进催化科学、含氟新材料和药物等方面的创新研究。

**考核指标：**建立系列氟化学试剂的合成方法，形成 40 个以上具有自主知识产权的氟化、氟烷基化、氟烯基化、氟烷杂基化试剂 (纯度  $\geq 99\%$ ) 的批量制备技术并实现商品化，研发的试剂列入国内外知名试剂销售商的产品目录，实现在国内外销售，催生 15~20 项原创性氟化、氟烷基化、氟烯基化、氟烷杂基化新技术；突破 8~10 项基于氟化试剂的 $[^{18}\text{F}]$ 标记探针(丰度  $\geq 90\%$ , 纯

度 $\geq 99\%$ )的合成技术；建立氟化学试剂从原料、合成、工艺到产品全流程自主知识产权体系，申请专利 15 项以上，实现高纯氢氟酸和若干重要氟化学试剂的批量制备能力，并制定质量控制标准。

#### 4. 应用于重大疾病诊断的生物医学试剂创制与应用

##### 4.1 近红外活体荧光成像诊断试剂体系研究开发

**研究内容：**针对恶性肿瘤、心脑血管等重大疾病的早期精准诊断挑战，根据特异性标志分子、病理微环境特性等，发展高特异性抗体及抗体导向的响应近红外荧光成像试剂，建立高组织穿透深度、高时空分辨率、高灵敏的诊断技术方法，揭示重大疾病的发生发展机制；开发系列诊疗一体化近红外荧光成像试剂，实现在“可视化”药物筛选与评价、光热与光动力治疗、免疫治疗、荧光指导的手术导航等领域的应用；建立红外二区荧光成像试剂的安全性评价方法和标准化、规模化制备方法与流程，推进临床转化。

**考核指标：**建立近红外荧光成像材料的可控制备技术，研发 4~6 种高性能近红外成像材料（含有机分子、稀土材料、量子点、荧光蛋白等）并实现百克级量产，发光波长 1000~1700 纳米，荧光量子效率 $>20\%$ ；研发 5~8 种重大疾病靶向的特异性抗体，并实现与荧光材料的耦联，发展高性能近红外荧光成像试剂，实现

生物组织穿透深度>1.8cm；对<0.2mm的微小隐匿肿瘤病灶的高灵敏检测；对<25 $\mu$ m微小血管的结构可视化；实现动物活体体内重要分子、离子变化的实时、动态监控；完成近红外荧光成像试剂的体外及小动物水平生物安全性评估。

#### 4.2 先进高场磁共振设备高分辨影像试剂研究开发

**研究内容：**拟针对现有磁共振诊断试剂在高场下灵敏度低的难题，研发具有原始创新性的先进高场磁共振影像试剂，发展在体、实时、无创成像的新技术；为国产高端磁共振设备提供具有完全自主知识产权的高分辨率影像试剂，实现高场磁共振影像在生物医学应用的新突破，满足重大疾病微小病灶早期成像以及疾病区域血管等精细组织成像的重大需求；建立评估高场磁共振诊断试剂的生物安全性评价机制，建立试剂量产质控体系和标准品，推进其向临床转化。

**考核指标：**研发3~5种高性能磁性纳米材料并实现公斤级量产，在7T以上的高场条件下，试剂的横向弛豫率与纵向弛豫率比值（ $r_2/r_1$ ） $\leq 2$ ；试剂在水相中保持稳定分散时间不少于1年。作为高场磁共振影像试剂，其在磁共振成像应用中应达到接近组织病理学检测水平的诊断灵敏度，实现接近组织病理学检测水平的诊断灵敏度，对<0.3mm微小肿瘤病灶进行精确成像；对<150 $\mu$ m血管可视化，分析疾病部位的血管分布、血管通透性等情况；完

成高场磁共振影像试剂在细胞和动物水平的生物安全性评价，建立试剂量产质控体系和标准品。完成磁共振造影剂产品质控用国家级标准物质1套，数量不少于200瓶，不确定度优于15%，均匀性满足ISO导则统计学要求。与高端磁共振设备企业合作，尤其是国内企业，形成先进磁共振设备和原创影像试剂集成应用示范。

## 5. 同位素试剂

### 5.1 典型同位素试剂研发与科研试剂评价技术标准研究

**研究内容：**建立稳定可控的同位素试剂制备流程，开展制备方法标准化和程序化研究，进行产品重现性和稳定性的测试，研究高丰度无机同位素试剂制备和丰度测量技术；研究以 $^{13}\text{C}$ 、 $^2\text{H}$ 同位素标记为代表的系列有机同位素标记物的共性制备、纯化和测量技术，开发 $^2\text{H}$ 和 $^{13}\text{C}$ 标记同位素标记物；研究基于 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$ 稳定同位素标记的新型大分子同位素标记物；研制基于核反应堆和回旋加速器的放射性同位素试剂及溶液标准物质；研制高纯试剂、同位素试剂、生化试剂等的质量评价技术体系，包括质量评价共性技术方法、评价用质控物质，和评价规程规范。

**考核指标：**制备无机同位素试剂8种，每种至少1克，总量不低于50克，丰度 $\geq 90\%$ ，纯度 $\geq 99\%$ ；开发食品环境检测用 $^2\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ 取代同位素标记物17~20种，各1克，丰度 $\geq 98\%$ ，纯度 $\geq 98\%$ ，或不低于进口产品；核设施安全运行监测用8种放射性同位素质

控物质，不确定度优于 1.5%，单种放射性同位素产能 3.7E11 Bq/年， $\gamma$ 放射性不纯度 $<0.1\%$ ；临床诊断用  $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  稳定同位素标记大分子同位素标记物 2 种；建立同位素试剂检测方法 12~15 种；高纯试剂、同位素试剂、生化试剂等共性关键指标评价技术方法 20 种、评价用参考物质 30 种、规程规范 8~10 项，建立科研试剂质量评价技术体系 1 套，开展重点领域科研试剂质量评价示范应用 10~15 次。

## **6. 人类疾病动物模型创制研究**

### **6.1 人类重大传染病基因修饰动物模型研发**

**研究内容：**针对 SARS-CoV-2、SARS、MERS、H7N9、Zika 等病毒感染造成的人类重大传染病，研究以小鼠和大鼠等动物为主要实验载体的基因编辑动物模型的创新技术体系，研发一批适用于对某类（些）疾病发生机制进行多维度解析和新药研发与安全性评价等领域有重要应用价值的系列化基因编辑动物模型。开展基因编辑动物模型表型分析与评价技术平台建设的研究，以及病理学图谱的研究。开发相应疾病动物模型数据库和动物资源库，为阐明相关疾病发病机制、验证新的药物靶标和新药开发与疫苗评价等提供基础条件。

**考核指标：**建立完整的以小鼠和大鼠等动物为主要实验载体

的基因编辑动物模型创新技术。完成 10~15 种符合人类重大传染病临床特征的新型基因修饰动物模型。建立和完善与这些疾病相关的动物生理生化、组织功能、动物行为学及免疫学检测技术和表型分析方法，以及动物模型技术指标体系和评价技术平台。完成描述和绘制新建人类重大传染病动物模型的动态演变规律和靶器官细胞分子演化图谱，以及不同阶段典型的病理学图谱，揭示其生理和病理意义。建立相关疾病动物模型数据库和生物学数据库。完成新建疾病动物模型相关的专利申报，并实现创建的新型疾病动物模型与现有国家实验动物资源库的整合。

## **6.2 心血管、代谢性疾病等基因修饰动物模型研发**

**研究内容：**针对人类心血管（冠心病、心肌梗死、心力衰竭、高血压、心肌缺血/再灌注损伤等）、代谢性（肥胖、糖尿病、非酒精性脂肪肝病等）疾病等严重危害人民健康的重大疾病，研究以小鼠和大鼠等动物为主要实验载体的基因编辑动物模型的创新技术体系，研发一批适用于对某类（些）疾病发生机制进行多维度解析和新药研发等领域有重要应用价值的系列化基因编辑动物模型。建立动物模型制备技术体系，开展基因编辑动物模型表型分析与评价技术平台建设的研究。利用所研发的疾病动物模型，深入研究主要心血管和代谢性疾病的发生机制，开发关键治疗靶



点。建立相关疾病动物模型不同阶段典型的病理学图谱，揭示其生理和病理意义。开发相关疾病动物模型数据库、样本资源库和生物数据库。

**考核指标：**建立多位点、多易感动物基因的疾病动物模型和完整的动物模型制备技术体系，完成以小鼠和大鼠等动物为主要实验载体的 50 种人类心血管和代谢性疾病等基因编辑动物模型。完成不少于 50 种疾病动物模型评价流程、技术指标体系及评价技术平台，以及不同阶段典型的病理学图谱，揭示其生理和病理意义。利用新建疾病动物模型研究 30 种以上主要心血管和代谢性疾病的发生机制，发现 20 个以上关键药物靶点。建立疾病动物模型数据库和模型资源库，以及相关疾病动物模型的生物数据库。完成新建疾病动物模型相关的专利申报，实现创建的新型疾病动物模型与现有国家实验动物资源库的整合。

### **6.3 基于特色实验动物的人类疾病动物模型创建及关键技术研究**

**研究内容：**在已建立的长爪沙鼠、东方田鼠、裸鼯鼠、高原鼠兔、树鼯、非人灵长类等动物的标准化种群基础上，选择已有较好研究基础和重要应用潜质的动物开展人类疾病动物模型的研究。重点支持利用基因编辑、物理干预、化学诱导等技术，研究

病因性阿尔茨海默症、帕金森病、代谢性紊乱、辐射损伤、脑缺血、血吸虫病等动物模型。解决利用这些特色动物创制人类疾病动物模型的关键技术难点，建立疾病动物模型评价体系，系统描述和绘制疾病动物模型病理学图谱，开发疾病动物模型数据库。

**考核指标：**根据选定的研究目标、研究技术和特色实验动物种类，完成 4~6 种人类疾病动物模型的制备，建立完善的动物模型的创制技术和评价技术体系。完成相关疾病动物模型不同阶段典型的病理学图谱。完成新建疾病动物模型相关的专利申请或新种鉴定，实现新建疾病动物模型与现有国家实验动物资源库的整合。

**有关说明：**本方向拟支持不超过 6 个项目。

## 7. 国家实验动物资源库服务质量提升

### 7.1 国家实验动物资源库服务科技创新能力提升关键技术研究 研究与示范

**研究内容：**以国家实验动物资源库已有资源和已建立标准化种群的实验动物新品种新品系为主要对象，开展遗传选育、资源保藏、生物净化、品种品系鉴定等技术，以及相关生物学特性深度挖掘、数字化描述和数据汇交等方面的研究；开展实验动物新资源创建关键核心技术研究，利用具有较好前期研究基础和重要

应用潜质的资源动物，采用动物种群生物学和种群基因组学技术培育实验动物新品种新品系。研发符合标准要求的规模化生产关键技术，形成具有一定规模的保藏与供应的实验动物资源平台，提升国家实验动物资源平台技术能力和资源共享服务水平。

**考核指标：**建立完善的 SPF 级实验动物的遗传育种、资源保藏和生物净化等技术体系、实验动物新品种新品系的鉴定技术体系和技术平台。完成培育不少于 10 种实验动物新品种新品系，并建立 SPF 实验动物种群。完成不少于 20 个实验动物品种品系生物学特性的数字化描述，建立不少于 5000 个生物学特性指标的数据库。国家实验动物资源库与其他资源保藏机构共同构成的资源平台，所保藏与共享服务的实验动物资源种类覆盖我国常用实验动物品种品系 80%以上，供种满足率达到 70%以上。实现不少于 5 种具有自主知识产权的实验动物新品种新品系与现有国家实验动物资源库的整合。

## **8. 实验动物质量评价**

### **8.1 实验动物质量评价关键技术研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**参照国际先进的实验动物质量标准，研究实验动物微生物和寄生虫的病原/抗体检测方法；研究常用实验动物 SNP 等遗传质量检测技术；建立针对病原微生物和寄生虫的特异、敏

感、稳定的病原/抗体检测方法和相关技术规范；研制假病毒库，建立实验动物免疫后中和抗体评价方法和技术规范；建立达到国际先进水平、适于自动化操作的封闭群和近交系实验动物 SNP 等遗传检测方法体系。所有新建检测方法技术指标（敏感性和特异性等）符合相关标准或技术指南要求。

**考核指标：**由申报单位自主设定。

## **8.2 实验动物病原快速检测新技术研究（青年科学家项目）**

**研究内容：**开展实验动物人兽共患病、烈性传染病、新发和再发传染病的分子病原学检测技术，以及高通量筛查与鉴别、基因芯片和快检技术等新技术和新方法研究；建立高通量筛查与鉴别、基因芯片和快检方法及技术规范。所有检测方法技术指标（敏感性和特异性等）符合相关标准或技术指南要求。

**考核指标：**由申报单位自主设定。

## **9. 科学数据分析挖掘应用关键技术与软件系统**

### **9.1 生物大数据管理和分析关键技术与系统**

**研究内容：**面向生物大数据管理、深度挖掘和转化应用等核心技术方面的短板，研发生物大数据汇交质控、发布更新等全生命周期的智能化管理系统；研究基于海量大数据的基因组序列精准定位、生物信息库多源融合及跨库检索等关键方法；建立生物

大数据与文献信息关联融合机制，研发海量生物文献关键信息提取及其与数据共享互联的关键技术；优化现有基因组变异演化分析等生物信息学方法，建立对基因组重要功能位点突变的快速自动化监测和基于基因型网络推演重大疾病感染途径及传播路径的实时智能追踪系统；建立人工智能网络模型，开展肿瘤和心脑血管等疾病演变模式分析，实现疾病精准诊断、个体化治疗和健康管理等重大临床需求。

**考核指标：**形成具有 PB 级数据处理能力的生物大数据智能化管理系统等应用软件 5 项以上、基于海量大数据的基因组序列精准定位等分析挖掘的关键算法 5 项以上；形成生物信息库多源融合及具有上亿条记录处理能力的跨库检索等关键方法 2 项以上；研发 2~3 种肿瘤和心脑血管疾病全景式演变模式的人工智能分析模型；在国家生物类科学数据中心开展战略生物资源、人类遗传资源方面的应用，部署 100 种以上生物信息软件和流程，关联 100 个以上生物信息数据库，集成不少于 50PB 的组学原始数据等各类生物学数据；形成生物数据管理和分析的专利或软件著作权。

## 9.2 微生物科学数据管理与挖掘关键技术与应用

**研究内容：**研究以微生物科学数据为重点的微生物数字信息

管理、汇聚、共享和安全保障的数据治理技术体系，研究微生物菌、毒种标本、样本的图像、图谱、序列等信息数据的高效识别与实时处理技术，建立符合国际标准的新型智能管理软件系统；研发针对海量微生物相关科学数据的加密与脱敏软件工具；研究微生物表型、基因型、免疫性、形态图谱等数字资源整合与挖掘技术，研发智慧化微生物数据挖掘和分析模型、软件系统；研究面向海量异构微生物资源信息数据的垂直检索、关联整合与可视化技术，结合知识图谱和智能识别技术，实现基于科学数据在食品安全、口岸安全等领域的智慧化多点信息监控和应用示范。

**考核指标：**建立一套符合国际标准的覆盖细菌、真菌、病毒的二十种以上微生物数据的智能化整合挖掘软件系统；建立微生物资源数据治理体系、数据安全分析体系和数据安全保障技术体系，形成 3~5 项微生物科学数据安全与管理标准，开发基于区块链技术的微生物数据隐私计算技术平台，支撑千万级数据的实时分析；整合新建超过 50 亿条微生物科学数据与文献数据的知识图谱，在国门生物安全、食品安全等方向建立应用示范，在金砖、一带一路沿线等不少于 30 个国家进行推广应用；围绕微生物科学数据的智能管理与挖掘应用形成一系列专利与软件著作权。

### **9.3 生态系统大数据智能管理与挖掘关键技术及应用**

**研究内容：**面向我国生态文明建设国家战略，依托我国不同类型生态系统野外观测研究台站，研发耦合人工、自动等多源、高频观测数据的多层次的生态系统大数据管理软件系统；建立标准化生态台站监测数据质量控制和数据产品开发体系，研发基于工作流的生态数据产品软件工具；整合联网观测、地面调查、卫星遥感、文献等多源异构生态数据，研究多源生态数据时空挖掘、融合和数据同化技术，发展耦合人工智能和生态过程模型的生态系统质量评估模型与预测技术体系，研发生态系统大数据挖掘与预测软件系统；提高我国生态系统观测研究台站自主的数据处理分析挖掘能力，支撑我国生态文明建设。

**考核指标：**建立一套覆盖农田、森林、草地、湖泊等多种生态系统类型的长期生态监测数据的智能化管理系统软件，在不少于 10 个野外台站以及中亚一带一路沿线国家野外站推广示范应用；整合形成超过 30 个以上野外台站的长序列生态类监测数据产品，建立标准化的生态监测数据质控软件工具和产品开发工具，生态系统大数据分析挖掘和预测系统 1 套，在科学数据中心部署应用，并在国家生态系统质量评估中开展示范；形成生态系统大数据挖掘与管理方面的软件著作权和专利。

#### **9.4 场景驱动的海洋科学大数据挖掘分析关键技术与应用**

**研究内容：**针对海洋观测、监测、调查、统计等数据的多源多维异构特征，研究海洋科学大数据存储管理、融合分析、关联挖掘等关键技术，构建大数据在线存储分析引擎；突破多源海洋环境数据的多尺度多要素同化技术，建立自主化高分辨率海洋数值模式，研制多区域、高精度、长时序的海洋环境信息产品；构建集传统统计分析方法和大数据方法于一体的海洋经济与资源环境协调发展分析和预测模型，面向空间资源开发利用、生态环境修复等典型应用场景建立知识图谱；研发集算力—数据—模型—知识于一体的海洋科学大数据融合分析软件，在沿海地区经济布局优化、产业提质增效、资源集约利用等领域开展示范应用，提升海洋科学数据增值服务能力。

**考核指标：**海洋大数据在线存储分析引擎 1 套，支持超大规模数据的并发在线交互计算分析能力，集成多源要素融合、特征提取、关联分析、可视分析、统计分析、机器学习等方法算法不少于 6 种，典型分析计算响应时间不超过 5 秒；自主化海洋环境大数据超分辨率融合分析模型 1 套，中国海区 1/12°和海区 1/30°海洋环境要素信息产品各 1 套，海洋资源和生态环境综合数据集各 1 套；建立基于大数据的海洋经济与资源环境融合分析和预测指标体系及模型各 1 套，形成海洋典型应用场景通用知识图谱构



建框架，建立海洋空间规划应用、海域海岛管控与开发利用等知识图谱不少于 2 套；海洋科学大数据融合分析软件 1 套，在沿海地区开展示范应用；有关软件系统在科学数据中心得到部署应用，形成保护相关技术方法、模型和软件的知识产权。

### **9.5 卫生健康科学大数据智能分析与挖掘关键技术与应用**

**研究内容：**面向人民生命健康，研发多源卫生健康科学大数据汇聚管理、多维特征刻画、深度整合、大规模智能语义搜索和可视化关键技术，研究多病种及人群特征数据智能筛选、抽取和建模方法，研发集成疾病危险因素分析、病例跨时空分析、疾病风险预测等多种智能挖掘算法和功能的协同分析系统和系列工具；研究卫生健康科学大数据跨域、跨机构共享机制及隐私感知与计算、关联识别、自动分类和智能自适应脱敏算法以及卫生健康科学大数据安全态势感知与监测预警关键技术；研究医学影像辅助判读、临床病历智能提取和标注、多病种知识图谱自动构建关键技术，在疾病风险预测、临床辅助决策、药物不良反应监测、健康管理等领域开展应用示范。

**考核指标：**研发一套面向 PB 级卫生健康科学大数据的智能语义搜索、高效融合、特征抽取、深度挖掘的一体化、智能化数据管理和协同分析平台，具备万级用户并发访问能力；研发大数

据应用所急需的具备高扩展性、高性能的智能人群分层、特征识别、疾病风险因素挖掘分析等工具软件不少于 10 个；研发可与国际主流产品可比的卫生健康科学大数据跨域共享和隐私保护、安全多方计算、安全感知预警等工具软件不少于 10 个；研发医学影像辅助判读、临床电子病历智能化提取和标注等软件工具不少于 10 个；研发融合多源异构卫生健康大数据的知识图谱自动构建工具 1 套，并建立融合不少于 20 个病种的具有高可更新性、可迁移性的知识图谱，有效支撑医学语义搜索、智能问答以及临床决策。研发的软件工具可独立发布部署，形成系列相关专利和软件著作权，并在国家科学数据中心应用部署，在临床、教育、科研等机构推广应用，应用示范单位不少于 20 家。

## **9.6 面向国家科学数据中心的基础软件栈及系统**

**研究内容：**面向国家科学数据中心实现科学数据的发现、获取、分析、利用等需求，研发自主的科学数据中心基础软件栈及系统；面向科学数据全局可发现和可信共享需求，研究科学数据标识、建模方法和互操作、可信存证技术，支持数据确权和流转追溯；研究面向分析的科学数据加工处理流水线技术，研发面向领域的大数据处理流水线管理调度系统；研发面向多学科跨领域数据的融合管理系统和搜索引擎，支持结构化/非结构化数据的融

合存储与查询；面向大数据集成分析需求，研发安全隔离的交互式云分析服务引擎，形成面向领域应用多编程语言、多算法环境、多适配版本的大数据分析环境，为科研人员提供在线编程和在线 workflow 交互分析服务。

**考核指标：**构建科学数据与分析软件共享社区，在科学数据的标识、可信存证、跨中心互操作等方面形成一套自主的关键技术与软件体系。标识系统支持国家标准与国际主流科学数据标识的双标识注册解析与服务，系统存证的吞吐能力>10 万 TPS；数据处理系统具备完整、可追溯的数据汇聚、清洗功能，具备跨中心调度能力，处理性能优于 1000 万行/秒；融合管理系统支持 100 亿级实体和关系、1000 亿级非结构化数据对象的融合存储，提供标准的统一查询语言，科学数据搜索引擎可检索的科学数据集不少于 500 万个，覆盖生物、生态、农业等领域，实体数据量不低于 1PB；软件体系在不少于 5 个国家科学数据中心进行示范应用；在核心技术方向申请专利或软件著作权。

## **10. 科学数据自主应用软件**

### **10.1 科学数据自主应用软件研发（青年科学家项目）**

**研究内容：**针对大规模文本、图像、图谱、序列、遥感影像、数值等具有典型特征且在多个领域广泛普适的科学数据类型，面

向海量科学数据分析的应用场景，发展数据分析和挖掘技术，开展智能分析挖掘方法的研究，研发具有自主知识产权的软件或软件系统，并在科学数据中心示范应用。

**考核指标：**由申报单位自主设定。