

2025年度自由探索类基础研究项目申报指南

2025年度自由探索类基础研究项目申报指南

一、第六代移动通信技术

（一）面向6G低空协同的太赫兹高动态感通指控无人平台一体化系统理论与方法

研究内容：面向低空经济，以建设低空无人平台的高速骨干网为目标，研究太赫兹感知通信与无人机平台设计、指挥控制一体化融合的系统实现方法，突破新型太赫兹高性能超构芯片收发前端技术、太赫兹大阵元数字编码被动相控阵跟瞄技术、太赫兹高动态定向组网-无人平台指控一体化方法、以太赫兹硬件载荷为核心的无人平台设计方法等，为低空无人平台的高速骨干网建设提供理论依据与技术支撑。

项目金额：500万元

实施期限：3年

（二）融合6G的下一代高铁移动通信的物理层信号设计的理论与方法

研究内容：面向下一代高铁移动通信，研究融合6G的高铁移动通信物理层信号设计的理论与方法，探索物理层信号的性能理论边界；研究达到性能边界的信号设计的数学理论与方法；突破下一代高铁移动通信高安全高可靠物理层信号设计方法，为下一代高速铁路高性能移动通信提供理论依据与技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

二、量子科技

（三）高性能连续变量量子保密通信协议设计、优化及验证研究

研究内容：针对现行量子保密通信协议传输速率受限难题，开展新型高性能连续变量量子保密通信协议设计、安全性证明、性能优化及光电实现方案优化等关键基础理论与方法研究，以此为基础开展高性能连续变量量子保密通信原型实验验证，为新一代高性能量子保密通信系统设计提供理论依据与技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（四）可扩展的低温快速量子误差纠正架构研究

研究内容：针对千比特量子误差纠正的可扩展性和纠错速度瓶颈等关键问题，研究低温快速纠错反馈架构，经典-量子测控界面保真度机理，高效实时量子解码算法等核心技术，将纠错周期降低至100ns。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（五）高频引力波和暗物质一阶电磁响应探测研究

研究内容：针对微波弱信号探测灵敏度亟待提高的现实需求，研究基于超导量子技术的微波弱信号灵敏探测机理；制备片上超导量子信息器件、研制出具有超高灵敏度的超导微波光子探测系统，应用于微波频段高频引力波和暗物质电磁响应的实验试探测，为引力量子效应的实验研究开辟新的路径，推动微波接收机前端产业技术的更新和变革。

项目金额：100万元

实施期限：3年

三、元宇宙

（六）多模态数据融合的山地旅游服务垂类智能体及增强可视化模型研究

研究内容：面向西南复杂环境山地旅游高质量发展的迫切需求，基于卫星和无人机多源遥感、轨迹等地理信息和气候天气等多模态数据融合模型及表示方法，揭示山地旅游服务供需与复杂动态地理情景间的时空演变规律，建立多模态特征融合图谱表示的山地旅游服务垂域多智能体模型，构建山地旅游服务增强可视化交互感知数字孪生模型及其智能推荐方法，阐释沉浸式山地旅游交互体验机理和开展场景验证，促进多模态数据在西南复杂环境山地旅游服务中的应用。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（七）多薄层隐身涂覆结构电磁散射机制数值建模与计算研究

研究内容：针对下一代隐身飞行器设计与制造对新型涂覆介质的迫切需求，面向金属纳米颗粒为涂层的电磁介质探究融入纳米颗粒的多尺度效应，构建融合涂覆材料多尺度特性的可计算模型，研究多薄层涂覆结构的电磁散射机理与多场耦合效应，设计高效准确的数值算法，提升电磁散射计算精度，建立涂覆吸波材料在力-热-电磁多物理场耦合作用下的动态本构理论，实现复杂环境下隐身性能的精准预测，为下一代隐身飞行器自主设计与制造提供核心理论与方法工具，助力四川省在航空航天领域的科技竞争力的提升。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（八）肿瘤演化相关趋化交叉扩散模型数学理论研究

研究内容：针对传统肿瘤模型难以模拟四川地区特殊环境因素的影响，建立并研究多组分交叉扩散模型，并考虑方程组中趋化灵敏度具有旋转机制的情况，建立并研究包含地理影响的肿瘤扩散模型，建立模型的整体适定性理论，为肿瘤防治等提供理论与方法支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

四、前沿半导体

（九）基于二维半导体的宽光谱光电探测效应及面阵探测技术研究

研究内容：围绕新一代光电探测的基础问题，开展大尺寸二维半导体薄膜制备、光电效应、互连集成与环境可靠性研究，研究光电跃迁与光生载流子调控机理、大面阵小像元钝化、隔离、串扰抑制机理，建立阵列器件互连工艺标准，突破高性能、高分辨率、室温宽波段大面阵光电探测芯片研制关键技术，支撑未来变革性光电探测技术发展。

项目金额：100万元

实施期限：3年

五、生命科学

（十）基于脑与外周交互的难治性癫痫发生发展机制研究

研究内容：针对难治性癫痫发病机制复杂且不清等，构建多器官系统共培养类器官芯片平台，体外解析多系统互作动态病理机制，进一步利用介观活体显微系统，基于动物模型体内探索脑-外周关键互作通路的脑体大网络和脑内小环路，识别外周干预的调控节点和分子靶标，为难治性癫痫精准个体化干预新策略奠定基础。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（十一）脂代谢异常导致脑和眼部神经退行性疾病病变分子机制及干预策略研究

研究内容：聚焦眼部变化与神经退行性疾病（如阿尔茨海默病、帕金森病等）之间的关系，提出眼-脑轴新理论，探索眼部作为脑部疾病早期标志物的潜力，及脂代谢异常在神经退行性疾病中的致病机制。结合眼部影像学技术、多组学数据和脂代谢分析，利用人工智能技术开发低成本、无创的早期诊断工具，提供精准治疗的生物标志物支持。通过组学与动物模型研究，推动技术和治疗方法在早期筛查及个性化治疗中的应用，满足老龄化社会日益增长的健康需求。

项目金额：500万元

实施期限：3年

（十二）解析川藏高原世居人群肝脏衰老“密码”及影响肝脏移植物功能的关键分子机制

研究内容：面向川藏高原低压缺氧环境下多民族世居人群的肝脏代谢及器官衰老特征，探究遗传背景与移植物功能的交互机制。通过高原肝移植临床队列，解析世居人群肝脏能量代谢重构规律，揭示遗传多态性对线粒体代偿机制及器官衰老的差异化调控。结合多民族遗传特征与移植物功能恢复关联性，构建融合遗传背景、代谢调控与器官衰老的多维评价模型，建立高原供肝质量评估的新型分子标记体系，为优化高原供肝维护及移植预后干预提供理论支撑。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（十三）颅缝干细胞的发育起源与调控机制

研究内容：针对发育早期颅缝干细胞的谱系来源不清，以人和小鼠为模型，通过基于CRISPR的barcoding和单细胞测序及谱系示踪等技术探究颅缝干细胞发育起源与分化轨迹；阐明Tnn+细胞对颅缝干细胞的贡献以及对颅骨发育过程的影响；探究Tnn+细胞对颅骨发育过程的调控机制，为颅骨发育异常相关疾病提供重要的理论支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（十四）抗血栓机制解析及药物靶点挖掘关键技术研究

研究内容：本项目聚焦开发动物毒素衍生的抗血栓药物，基于蛇毒活性蛋白，解析其序列及结构，进行功能验证，挖掘新的靶点，创制新型抗血栓活性先导分子。本研究为心脑血管疾病提供安全高效的治疗策略。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（十五）肿瘤神经调控网络与靶向干预研究

研究内容：揭示1-2种大脑中枢响应宏环境（如节律、压力、嗅觉、味觉）下行调控胃癌、肺癌等恶性肿瘤进程的脑体轴调控路径，绘制胃癌、肺癌等恶性肿瘤发生演化进程的中枢感知上行环路。鉴定2-3种介导脑胃器官间通讯的新型生物大分子（蛋白质、代谢物、多肽），并阐明这些分子调控胃癌、肺癌等恶性肿瘤进程的信号通路和分子机制。发现1-2个肿瘤相关的脑胃或脑肺异常通讯病理靶点，发展1-

2个干预策略。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（十六）生命科学人工智能体的构建及应用研究

研究内容：针对生命多组学目前面临三大瓶颈：1.多源异构数据整合低效；2.跨尺度机制挖掘不足；3.疾病靶点发现周期长且成功率低。当前大语言模型（如 ChatGPT 和 DeepSeek）专业深度不足，无法融合多组学数据且计算成本高昂，中小实验室难以负担等。拟构建生命科学专用人工智能体(AI agent)，突破现有算法在时空动态建模、因果推理等局限，开发低成本工具揭示疾病网络调控规律，加速基础研究向临床转化进程。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（十七）基于多维动态化数据探究呼吸道黏膜“未病”恶变机制及其预警体系与精准干预策略研究

研究内容：针对呼吸道黏膜“未病”久治不愈且恶变率高的临床问题，将中医“治未病”理念与生物学、数学、人工智能及材料学等技术方法进行交叉融合，以期阐释呼吸道黏膜“未病”及其恶变的生物学基础与数学表征，并探究呼吸道黏膜“未病”恶变的预警体系，研发精准干预策略。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（十八）基于肿瘤放疗新型分子影像技术的自适应放疗体系研究

研究内容：基于新型分子影像技术，探索多种实体瘤中生物靶区的识别与精确勾画策略，并构建体素级别的剂量响应模型，指导个体化放疗计划的优化。通过动物试验和临床研究，探索新型功能影像对于正常组织器官的保护作用以及机制。通过多模态数据的融合，构建以新型功能影像为核心的个体化在线自适应放疗技术体系。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（十九）肝脏炎-癌转化相关巨噬细胞代谢网络的鉴定及其机制研究

研究内容：利用组学技术研究肝脏炎-癌转化过程中巨噬细胞代谢网络的动态变化图谱。鉴定参与肝炎及炎-癌转化发生发展的巨噬细胞代谢网络。揭示肝炎及炎-癌转化相关重要巨噬细胞代谢网络的生理病理功能与作用机制。探索靶向巨噬细胞代谢网络调控慢性炎症相关肝癌发生发展的联合治疗新方法。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十）基于mtDNA突变精准检测的乳腺癌异质性演进及疗效预测体系研究

研究内容：聚焦乳腺癌异质性导致的疗效差异难题，以mtDNA突变为切入点，建立超高灵敏检测技术体系；重点解析乳腺癌演进中mtDNA突变的动态积累规律及亚克隆进化轨迹；基于mtDNA突变全景图谱，建立乳腺癌异质性演进的理论框架；同步开发基于突变特征的动态疗效预测体系，为乳腺癌临床诊疗提供原创性理论和技术创新。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十一）高效基因资源智能分析与智慧育种决策系统研究

研究内容：研发全生育期抗逆综合表型高通量智能采集系统与大数据降维算法，实现环境-表型多模态数据融合；研发表型大数据降维算法，挖掘西南玉米环境与表型互作核心变量；构建野生及地方抗逆种质泛基因组与泛甲基化图谱，挖掘抗逆基因及表观调控机制，建立基因-表型动态关联模型；搭建智能育种决策平台，集成基因编辑与设计育种技术，助推抗逆高产玉米品种精准选育。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十二）水稻耐复合胁迫及产量与品质关键基因的挖掘和机制解析

研究内容：针对高温与多病害（稻瘟病、稻曲病、纹枯病等）复合胁迫严重威胁西南地区水稻安全生产的现状，系统鉴定水稻耐复合胁迫等种质资源并挖掘胁迫与产量及品质调控关键基因，解析相关调控分子机制，建立耐复合胁迫等分子育种新理论，挖掘优异基因及遗传模块，创制耐高温抗多病害的高产优异水稻材料，为复合胁迫耐受及高产优质水稻育种提供新理论和新基因资源。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十三）人工合成石油烃机制研究

研究内容：人工生物合成石油烃类等烷烃，是下一代生物燃料和化工原料合成的前沿方向。依托厌氧微生物新物种新途径的理论突破，阐明新型功能酶催化C-H合成机制，揭示烷酰辅酶A到烷基辅酶M的转化途径，构建高效合成烷烃的古菌细胞工厂，为绿色低碳的高能化合物生产提供理论支撑，以保障能源供应和能源低碳转型。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十四）仿生驱动的碳化硅陶瓷基高速制动材料性能提升机制研究

研究内容：面向我国高速列车安全运行对碳纤维-碳化硅陶瓷（C/C-SiC）材料的制动性能提升的亟待需要，模拟天然生物耐磨材料纤维排序结构特征，创新设计碳纤维有序结构，提升C/C-SiC材料制动性能，揭示纤维排序的材料性能调控机制，突破仿生制动盘/片一体化制造技术瓶颈；引入人工智能实现制动材料性能预测与优化，引领未来高速制动材料发展。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十五）含多重复序列微生物基因组的多位点基因同步编辑技术研究

研究内容：本项目针对微生物基因簇多位点编辑技术效率低下的共性技术瓶颈问题，发展基于CRISPR转座酶系统的精准基因组编辑新技术，建立多位点基因簇协同编辑新技术系统。构建AI-多组学辅助的基因调控网络重构策略并应用于天然产物生物合成；通过多维度技术集成实现底盘细胞的基因组高效改造和目标天然产物的高效生物合成和表达制造，为重要天然产物菌种改造提供理论支撑与方法学创新。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十六）全景多维组学解析猪产肉性状遗传调控机制

研究内容：覆盖猪骨骼肌生长发育全时段、解剖学精细部位，利用三维基因组、单细胞转录组、空间转录组等构建全景多维分子图谱，解析不同类型细胞基因表达时空动态规律；构建层级调控网络，建立微效多基因耦合分子理论，筛选关键候选育种靶点；创制基因编辑动物，实现产肉性状的精准调控，为智能设计育种提供重要支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十七）川西亚高山针叶林心材腐朽综合评估及其对于碳汇估算的影响研究

研究内容：针对川西亚高山针叶林心材腐朽的时空分异特征及其对森林碳汇准确评估的问题，系统诊断亚高山针叶林心材腐朽发生的空间分布规律，解析树龄和关键环境因子对腐朽程度的调控作用；揭示心材腐朽导致亚高山针叶林群落生产力下降的碳水耦合调控机制；量化心材腐朽影响森林碳汇的功能，服务于四川省天然林保护与碳中和战略需求。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十八）基于三羧酸循环途径定向改造的高效微生物合成菌种创制研究

研究内容：针对现有菌种碳原子经济性不足问题，以芽孢杆菌和假单胞菌底盘为对象，构建三羧酸循环缺陷型菌株；解析其代谢流变化和重平衡机制；揭示 α -酮戊二酸代谢调控产物合成的机理；综合基因组精简与代谢途径优化，创制稳定高产 γ -聚谷氨酸和鼠李糖脂菌种，为高效生物制造提供核心菌种与技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（二十九）太阳能驱动甲烷直接转化制高值化学品催化剂的设计及反应机制研究

研究内容：针对甲醇制备工艺流程长、碳排放量大等问题，发展太阳能驱动天然气定向转化制甲醇新工艺路线，揭示活性金属尺寸与配位结构对其局部电子结构的调变规律，明晰活性金属局部电子结构对甲烷活化的增强机制及甲醇产物选择性调控的作用机理，开发高效太阳能利用系统，实现太阳能全光谱利用率与催化剂本征活性的协同最大化。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（三十）二氧化碳和木质素及其模型分子协同机制研究

研究内容：针对二氧化碳和木质素及其模型分子资源化利用的关键问题，建立清洁电能驱动的新型反应体系，实现两者同时高效活化和高效转化，精准合成具有高附加值的生物质基羧酸分子，并深入开展机理研究，揭示反应机制，为二氧化碳基高分子材料的低碳合成提供新方案，助力生物质炼制产业升级与负碳技术发展，服务国家双碳重大战略需求。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（三十一）光催化/电化学耦合降解含氟持久性有机污染物机制研究

研究内容：针对光伏制造和氟硅新材料产业中含氟持久性有机污染物难处理和机制不清晰等问题，开发新型光催化/电化学耦合技术和高效催化材料，揭示作用机制，阐明催化剂与结构之间的关系，实现含氟持久性有机污染物的高效处理，推动光含氟废水治理产业的发展，为提升我国含氟废水高效处理提供理论指导和技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

六、类脑智能

（三十二）无人机光电探测认知对抗技术研究

研究内容：针对低空安全问题，开展对无人机光电探测的认知对抗研究。结合认知建模与仿真，多模态融合识别，自适应学习等类脑智能技术，突破复杂背景下弱小目标识别、无人机光电探测、对抗自主决策、对抗效能在线评估等难题，从精准识别、威胁评估、对抗决策、效能评估等方面构建对无人机认知光电对抗的全自主流程和快速响应方法。为无人机光电智能探测提供理论依据与技术支持。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（三十三）滑移铁电体系极化调控机理及类脑器件构筑机制研究

研究内容：面向人工智能算力与类脑芯片的战略需求，开展新型滑移铁电体系的极化物态调控机理及器件构筑交叉研究，设计新型滑移铁电体系、阐明滑移铁电极化多态调控及抗疲劳机理、结合极化新物态构筑高能效类脑智能器件，为类脑芯片设计提供材料和器件基础。

项目金额：100万元

实施期限：3年

七、深空深地

（三十四）深地/深空极端环境下岩土体微弱力学效应探测与物理力学行为规律研究

研究内容：面向深地/深空能源空间开发基础理论创新与科学前沿，开展深地/深空极端环境模拟与微弱力学效应探测原理技术研究，揭示深地/深空非常规岩土体样本(珍贵、少量、微小等)微弱力学响应与宏观物理力学行为的关联机制，提出深地/深空岩土体本真物理力学参数的科学获取方法，揭示极端环境岩土体物理力学行为演变规律，服务深地/深空岩土体原位钻探取心设计与钻具性能优化等领域的理论技术需求，提升人类对深地/深空未知能源空间的获取能力。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（三十五）四川枯竭页岩气藏非纯CO₂提高采收率及原位再生甲烷储采一体化机制研究

研究内容：聚焦枯竭页岩气藏原位非纯CO₂强注致裂提高采收率、CO₂和H₂生化再生甲烷，揭示原位多孔介质中复杂气体影响下的气-水-岩-菌相互作用及再生甲烷机理，厘清生-化-热-流-固耦合的多相多组分反应及运移规律，构建非纯CO₂高效转换-封存及提高页岩气采收率一体化理论与技术，实现页岩气增采、含氢工业废气大规模经济利用、能源储存与碳封存的综合功能。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（三十六）特深油气井全生命周期力-热-化学环境耦合完井管柱完整性基础研究

研究内容：针对特深层油气完井管柱失效控制关键技术难题，研究特深油气井筒密闭空间复杂力学-热-化学耦合作用完井管柱腐蚀机理及损伤累积效应，建立完井管柱服役性能时效劣化机理模型，提出特深油气井全生命周期完井管柱完整性构建、完整性评价与维护方法，为特深井安全高效开发提供理论和技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（三十七）川北隐伏铀矿核素迁移过程与浅表放射性异常形成机理研究

研究内容：面向川北隐伏砂岩型铀矿勘查需求，以核素“深部活化-迁移路径-浅表异常”全过程为研究对象，研究深部及隐伏铀矿核素通过裂隙或流体活动自深部向浅部迁移规律，揭示川北隐伏砂岩型铀矿区核素在复杂上覆地层多介质环境中的迁移规律与浅表富集规律，构建“机理建模-异常解译-靶区预测”一体化体系，解决铀矿勘查难题，提升找矿效率。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（三十八）沙生蜥蜴足部栉缘结构的外星松软表面移动机器人设计研究

研究内容：针对传统轮式或履带式易陷入沙地或因摩擦力不足而打滑等问题，面向星球探测机器人非结构化复杂表面的运动能力和适应性等需求，研究沙漠蜥蜴爪部栉缘与沙地表面相互作用产生推力的仿生机理，描述颗粒物质的流变行为，揭示其类固-类液相转变的关键机制。

项目金额：100万元

实施期限：3年

八、未来交通

（三十九）面向智能交通的流式时空大数据分布式智能计算研究

研究内容：面向多源流式时空大数据（如车辆轨迹流、交通监控流、社交媒体流、遥感气象流等），围绕智能交通等领域迫切需求，融合大数据技术和人工智能方法，构建面向流式时空大数据的分布式智能计算平台，包括流式时空大数据统一管理、时空智能模型分布式训练、时空大模型在线部署等，为基于分布式智能计算的智能交通提供理论依据与技术支持。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（四十）全域高效分布式中小型无人机推进系统研究

研究内容：面向未来交通的新型航空动力需求，构建全新热力循环概念“布雷顿和奥托/迪赛尔组合热力循环”（BODCC）的新型航空动力机制，研究组合热力循环深度融合的原理，研究基于BODCC的混电/分布式推进系统，实现BODCC动力装置的关键技术难题，形成全域高效分布式中小型无人机推进系统理论及原型机，满足我国小型长航时无人机动力迫切的重大需求。

项目金额：300万元

实施期限：3年

（四十一）400km/h及以上高速列车制动摩擦副损伤失效机理、安全评估及性能提升研究

研究内容：针对未来400km/h及以上高速列车实际服役过程中制动安全问题，开展制动摩擦副损伤失效机理、安全评估及调控优化基础研究，揭示高温热冲击高频强扰动条件下摩擦副损伤失效机理，提出摩擦副多维度服役安全准确评估方法，并最终实现服役性能提升的调控优化，对保障400km/h及以上列车制动安全、占据轨道交通技术制高点具有重要意义。

项目金额：100万元

实施期限：3年

九、先进核能

（四十二）极端环境核电源可靠性数字孪生理论与方法研究

研究内容：针对外太空微型化核反应堆服役环境，研究典型核电源装备在极高温低温交替、超高压和强辐照等极端环境的服役可靠性，开展星表核电源可靠性数字孪生体系、极端环境下新型失效机理、故障零样本数据扩充、孪生体在线更新机制研究，建立极端环境下核电源可靠性方法和基础理论。

项目金额：100万元

实施期限：3年

（四十三）新型轻质柔性核辐射防护材料研制其服役性能研究

研究内容：针对传统核辐射防护材料重量大，加工困难以及灵活性差的问题。本项目拟采用人工智能与材料基因方法，研发具有轻量化、柔性易加工以及高效屏蔽性能的新型材料。研究新型材料化学组成与微观结构对辐射防护性能的影响，并建立材料研发-制备-服役的构效关系，为开发新概念轻质柔性辐射材料提供理论基础和技术支撑。

项目金额：100万元

实施期限：3年

技术热线：☎(028)85249950（工作日9-17时）、(028)65238321（工作日9-17时）、(028)65238378（工作日9-17时）、(028)65238305（工作日9-17时）、(028)65238332（工作日9-17时）

经费管理中心：☎(028)65985182、65985161、02880272168 成果登记热线：☎(028)85224983 科技报告热线：☎(028)86616345、86783421

Copyright © 版权所有：四川省科学技术厅 蜀ICP备20023911号-2 (<https://beian.miit.gov.cn>) 软件开发、维护单位：四川省计算机研究院 (<http://www.scsics.com>) 联系电话：☎