

附件

# 省重点实验室重组（第三批）指南建议

## 目录

### 数理

- 1.随机控制与科学计算（基础公益类）
- 2.金融数学与风险度量（基础公益类）
- 3.光场调控物理及应用（基础公益类）
- 4.智能光子研究（基础公益类）
- 5.天文与空间（基础公益类）

### 地球海洋

- 1.海洋装备材料与防护
- 2.海洋工程地质与环境
- 3.深海资源勘探与开发技术
- 4.海洋生物资源探测与可持续利用
- 5.海水资源化利用技术
- 6.北极科学应用与治理（基础公益类）
- 7.河口海岸环境与可持续发展（基础公益类）
- 8.战略性矿产成矿过程与开发

### 生物

- 1.微生物资源利用

- 2.生物力学
- 3.细胞稳态与发育
- 4.智能代谢调控
- 5.生物发酵技术
- 6.先进生物制造
- 7.遗传信息解析与应用
- 8.逆境植物资源（基础公益类）

## 化学

- 1.环境自适应化学品
- 2.低碳化工过程与绿色化学制造
- 3.化学生物学
- 4.电化学交叉技术
- 5.精准智能化学（基础公益类）

## 生态环境

- 1.复合污染跨介质协同治理
- 2.固体废物污染防治及资源化利用
- 3.水土保持与生态修复
- 4.新污染物风险评估与控制
- 5.水资源安全保障与风险防控
- 6.黄河三角洲生态脆弱区保护修复（基础公益类）

注：基础公益类方向鼓励企业参与申报。

# 数理

## 1. 随机控制与科学计算（基础公益类）

聚焦随机控制与对策、非线性系统优化分析、高维强耦合随机系统的科学计算等核心问题，着力突破传统方法在复杂系统的非线性、不确定性与强耦合性上的局限，重点研究大规模、多目标、带约束、带状态切换、不完备信息正倒向随机系统的最优控制问题；平均场非线性系统的分析、控制、博弈及混沌传播问题；高维超大规模正倒向随机微分方程理论及科学计算方法等，高维 Riccati 方程的高效智能算法，为推动随机控制、工程计算、大数据分析、人工智能等领域的多学科交叉融合提供理论和技术支撑。

## 2. 金融数学与风险度量（基础公益类）

聚焦不确定风险度量的非线性期望数学理论和方法，分析我省金融风险的演化结构和行为模式，研究基于非线性期望理论的风险计量模型，建立非线性期望理论架构下的审慎的金融风险计量理论；针对金融市场数据的高维性、不确定性和非线性，建立风险计量模型，研究基于高性能计算的高精度金融风险计算方法，分析金融市场交易风险与复杂金融衍生品的定价问题；通过非线性期望理论，突

破传统统计方法、数值求解方法与投资组合优化方法的局限，基于人工智能和大数据的市场定价机制研究高性能、高精度金融风险预测模型，提出有效的资产配置策略。

### **3.光场调控物理及应用（基础公益类）**

结合光场调控物理的发展趋势，开展多参量时空光场联合调控，由单一光场参量调控向多参量联合调控的研究转变；研制直接输出参量可调控的新型光场激光器及光场参量调控的微纳光场调控芯片和器件；研究新型光场与复杂介质（如湍流、海水等）相互作用的物理机制，实现光场鲁棒性传输现象；通过新型光场调控物理与微纳结构相互作用，实现激光高效频率变换和高速调制；基于光场多参量、时空多维度联合调控方法，实现复杂环境（如自由空间、水下等）大容量、高保真光通信；利用整形光场技术提升激光制造的性能，增强复杂环境中的弱暗目标物体的探测与感知能力。

### **4.智能光子研究（基础公益类）**

探索智能超衍射成像、超采样显像与全链路传像的智能成像方法，研究面向光场成像的薄片光子器件智能设计；发展光学触觉反馈、智能光纤传感、光谱物质识别等智能传感技术；开展光子神经网络、集成光子器件与光互连与片上系统等光计算与光芯片研究；突破抗湍流传输、高可

用度智能激光通信技术，掌握光场调制器件设计与微纳加工工艺，为智能光子应用发展提供理论技术支撑。

## **5.天文与空间（基础公益类）**

聚焦空间物理与空间环境、行星科学与深空探测、卫星导航与遥感、时域天文与空间碎片监测等重点领域，突破光学探测、射电探测、粒子探测、X 射线探测等空天探测关键技术瓶颈研究，自主研发日冕仪、日像仪、行星拉曼光谱仪、太阳 X 射线探测仪等具有国际领先水平的空间环境地基和星载探测装备体系；基于自主可控的关键核心数据，开展日地空间各圈层的相互作用及演化规律、智慧天文、宜居行星与环境演化、日地空间无缝导航等方向研究。

# 地球海洋

## 1.海洋装备材料与防护

针对近海和深远海海洋工程设施装备所面临的强风浪、高盐、高湿、高/低温等带来的安全性和可靠性问题，研究极端条件下材料成分、跨尺度结构及性能与服役行为的关系；研发设施装备的腐蚀和污损防护关键技术，特别是低成本、高效率的耐腐蚀、耐磨损、防污损、防覆冰、自清洁、阴极保护和缓蚀剂等防护材料与技术；建立动态数据库，开发基于人工智能大数据的腐蚀分析和预测预警模型；建立结构材料、组件可靠性、装备与环境适应性、长周期一体化的评价预测方法与实验验证基地，形成相关领域的核心技术、创新平台、行业规范与标准等。

## 2.海洋工程地质与环境

研究海底滑坡、浊流等海洋地质灾害的成因、演化机理及防控机制研究的关键难题；开展海洋开发过程中的海洋物质循环、生态系统健康、污染物迁移转化评估，突破受损生态系统的修复技术；研发基于声学、电学、光学、力学传感和智能观测平台的海底高精度、实时性的海底监测技术与装备，实现海洋资源开发工程的地质与生态环境安全保障。

### **3.深海资源勘探与开发技术**

研究海底装备-深海海底岩土体相互作用理论及矿车行进-矿石采收耦合高效作业机理，构建集矿装备智能路径规划及导航协同控制技术；研究深海采矿智能化监测平台与全周期监测-评估-预警技术，构建超深水环境水下装备全天候高可靠作业优化理论及方法；攻克海洋地球物理方法智能协同勘探技术，突破多地球物理场高精度联合反演技术，发展新一代智能化海洋地球物理勘探装备，构建国际领先的海洋地球物理立体探测技术与智能装备体系。

### **4.海洋生物资源探测与可持续利用**

研究生物多样性失衡与灾害爆发的互馈机制，分析海洋污染物胁迫下的生物多样性退化路径，研发基于合成生物学的靶向修复技术；研发载人/无人深海作业及实验室模拟技术，研究深海极端生命的地理分布与演化机制，探索海底生物为核心的多圈层物质能量循环机制，解析海底生物多样性的生态服务功能，发掘深海种质与基因资源，突破极端生物活性物质合成技术；开展深海微生物采集、培养与生物分子合成等研究，构建深海功能基因应用开发平台。

### **5.海水资源化利用技术**

面向海水资源利用的高技术需求，研发功能分离膜材

料及其在海水淡化、海水/盐湖卤水富集分离、化学资源综合利用、污水资源化等领域的应用技术；通过功能分子设计，开展环保型海洋装备设施防污防腐、吸波隐身、生物医用、海洋环境修复等材料研发，及其在海洋环境中的应用性能评价与监测关键技术，以及相应的化工过程强化、系统集成与装备研发。

## **6. 北极科学应用与治理（基础公益类）**

针对北极新疆域展与冰上丝绸之路建设需求，发展北极空-天-气-冰-海立体智能感知技术和冰海环境多参数动态预报技术；研究北极快速变化机理、气候影响与中国应对措施；构建物理和生态耦合模型实现对北极渔业资源变化的预测能力，支撑中国的北极渔业国际管理对策；发展形成我国参与北极开发与治理的基本理念与战略思路。

## **7. 河口海岸环境与可持续发展（基础公益类）**

研究人类活动与气候变化共同影响下的海岸系统多圈层交互机制、环境演变规律及修复路径，分析河口海岸生物地球化学过程与生态系统响应机理；识别海岸带人海复合系统的临界过程与风险阈值，研究近海核环境安全风险评估模型；研发智能感知与遥感融合技术，构建“空天地海”海岸带生态环境与放射性核素监测系统；研发河口海岸与近海核环境的数字孪生平台。

## 8. 战略性矿产成矿过程与开发

开展战略性矿产中生代构造-岩浆-流体耦合控矿机制研究，建立深部（>2000 米）“空-地-井” 勘查体系，实现矿体三维动态建模与靶区智能圈定；重点研发深部及滨海金矿智能化开采关键技术，研究动力灾害智能监测预警防治技术与系统；开展复杂共伴生、难选冶、低品位金矿资源选冶关键技术攻关，研发矿产资源梯级分离、高效提取与无废化、无尾化综合利用技术，构建绿色冶金与高值化利用技术体系。

# 生物

## 1.微生物资源利用

开展真菌、细菌等微生物的资源化利用研究；解析微生物催化转化机理及微生物-动植物互作机制，发掘互作活性分子；构建微生物生态资源数据库和信息交互系统，建立微生物资源综合评价、基因组设计改造以及活性分子生物合成体系；制定微生物资源开发与利用的技术标准和规范，创制以微生物天然产物、互作活性分子为核心的功能生物制品、生防分子及药物。

## 2.生物力学

针对生命体不同层级力学表征及其力学调控规律，开展以固体和流体系统为主体的应用力学基础研究；攻克组织生物力学量化表征、微流控芯片流体力学设计与仿真关键技术，突破生物组织流固耦合模型构建、跨尺度生物力学建模新方法；研究不同作用力对骨细胞、软骨细胞和髓核细胞的影响，明确骨骼生长、发育、衰退和死亡与力学作用间的相互关系，揭示机械门控离子通道在骨组织响应力学刺激中的作用，推动生物力学理论和技术的应用与转化。

## 3.细胞稳态与发育

阐明动物细胞内部稳态调控、稳态维持及稳态失衡的分子机制，为疾病诊疗与精准干预提供新策略和靶标；推动细胞稳态可塑性研究在干细胞分化发育、配子发生障碍、纤毛缺陷等稳态失衡干预相关诊断试剂及药物研发领域的转化应用；通过定向分化干细胞生成类器官模型，创建类器官数字孪生体及多尺度、多模态 AI 大模型，探索多种器官的发育及再生原理。

#### **4.智能代谢调控**

建立生物传感敏感元件、界面高效电子传递等传感器制造关键技术，研发感知细胞内外生化参数的传感分析系统；基于生物传感研究微生物的静/动态代谢调控机制，实现生物合成路径的理性设计；建立超高通量工业微生物定向智能筛选方法，突破菌种智能迭代筛选；基于工业微生物菌群风味代谢产物数字化应用一体化平台，开展动态数字建模，实现风味预测与合成优化；开展功能生物制品发酵过程的智能监测、多模态数据融合和动态建模，开展人工智能、传感器等技术研究风味数据库与知识挖掘，实现风味靶向设计与调控，构建基于数据计算的智能代谢调控关键技术体系。

#### **5.生物发酵技术**

突破工业菌种系统发掘、分子改造和高效诱变技术，研发风味微生物组功能解析与定向调控技术，构建具有自主知识产权的核心优势菌种和微生物种质资源库；建立菌群协同发酵的智能调控体系，发展菌群发酵过程智能监测与控制技术；研发高品质液体发酵制品、生物基化学品、功能生物制品等产品，突破品质稳定性控制与标准化生产工艺技术；建立高粘度、高纯度、高品质发酵产品制备及系统开发关键技术。

## **6.先进生物制造**

针对多元化原料的绿色转化与生物制造，开发新一代高效、普适性基因编辑工具以及智能化酶和菌种设计工具；创制可高效利用多种原料生产大宗及精细化学品的微生物细胞工厂及酶催化转化工艺；解析优质菌种和酶适应极端工况的分子机制；构筑先进生物制造概念验证平台，开展过程优化、工程放大和产物分离纯化研究；建立“数据驱动-智能设计-自动化验证-应用示范”的全链条创新体系。

## **7.遗传信息解析与应用**

采用全基因组和单细胞测序等技术解析疾病遗传变异，利用基因编辑、合成生物学及多组学等前沿技术，重点攻克遗传病精准治疗、基因组设计重构及细胞命运调控等关键难题，建立基因和细胞治疗新手段；构建合成生物

学药物研制平台，研发核酸、多肽等创新药物，并基于微生物组遗传学改造和构建微生物群落，探索新治疗途径；整合多组学数据与智能算法，挖掘疾病信息和构建遗传数据应用平台。聚焦于多模态影像人工智能基础理论与可解释性研究、遗传信息学解析与跨模态关联机制、影像-遗传融合驱动的疾病全流程管理与转化关键技术突破，开展多模态影像人工智能与遗传信息解析与应用研究，开发多模态影像模型预测遗传信息表并进行生物学解释；构建多模态影像人工智能与遗传信息模型，建立疾病演进数字孪生平台。

## **8.逆境植物资源（基础公益类）**

系统收集、鉴定、保存适宜于黄河三角洲盐碱地生长的盐生植物及耐盐碱植物种质资源，创建完整的种质库、表型库和基因库；解析盐生植物及耐盐碱植物抗盐碱的遗传机理和分子调控网络；驯化、培育和创造耐盐碱高产协同的黄河三角洲特色作物种质资源，通过“以种适地”服务于盐碱地等边际化土地的高效开发。

# 化学

## 1.环境自适应化学品

围绕化学品使用的宽温域、强酸碱介质、辐照等极端环境,开展极端条件下新型强极性单体设计合成与绿色催化剂创新制备,研究化学品连续流强化反应合成工艺与技术,开发连续化、清洁化、智能化生产工艺;建立化学品使用高低温、强酸碱、高盐雾和强紫外等环境下分子结构与性能的构效关系;突破化合物成型过程中界面粘接及功能助剂的化学键合难题,实现结构基元-分子链-凝聚态等性能参数协同优化;发展特种化学品标识物制备及纯化分离理论与技术,打造特种化学品全产业链质量标准技术体系。

## 2.低碳化工过程与绿色化学制造

针对低碳石化资源高值化利用及精细化学品制造过程中的工艺路线选择、原料及产品纯化分离、催化剂理性设计、产品定向精准转化与放大等难题,开展绿色化学工艺及产品优选、分离及反应过程强化、高性能催化剂制备、高端精细化学品绿色制造等研究;强化萃取与反应精馏、膜分离与吸附分离绿色反应分离过程,建立低碳石化资源低耗高效分离成套技术;解决催化剂原子级活性位

点精准调控问题,建立基于原位多尺度表征与人工智能辅助设计的“结构-性能”构效关系;揭示微/纳尺度传递和反应规律、化学转化和分离机制、化学品结构和绿色智能制造过程的关键因素。

### 3.化学生物学

针对高通量化学生物学和高效化学药物递送系统,开展创新药物的设计与合成研究,攻克天然化学活性成分分离纯化与制备技术;突破药物活性成分精准控释和透皮给药系统智能化关键技术;建立天然化学药物活性成分检测标准及化学生物学工艺规范;开发基于反应加速和放大策略的用时更短核酸快速检测技术;构建化学生物学智能影像探针,实现疾病高分辨、高灵敏影像学诊疗。

### 4.电化学交叉技术

聚焦催化转化、绿色合成与功能分子设计等方向,突破非贵金属电催化剂界面精准构筑瓶颈;构建三相界面传质-传荷-催化协同模型;揭示复杂工况下电极动态演变规律,提升电催化体系能效与稳定性;开发金属催化螯合辅助及自由基历程的新型电合成反应体系;攻克催化剂设计、反应路径调控和高效转化关键技术,实现高附加值有机化学品的电化学生产制备;揭示电子传递、能量/物质转化本质及氧化还原调控原理;构建“结构设计-动态追踪-

机制解析”一体化体系。

## 5.精准智能化学（基础公益类）

针对化学物质开展精准计算模拟和化学理论智能创新，开展复杂化学体系的量子化学和动力学理论以及人工智能（AI）化学理论研究，攻克高精度电子结构算法、多尺度分子模拟、AI加速计算模拟、基于AI大模型的反应与分子逆向设计、量子计算与AI相结合的量子机器学习等难题；开发具有自主知识产权、嵌入AI算法的计算化学软件，建立融合知识图谱、大数据分析的智能化学数据库，搭建从基础理论创新到实践应用的全链条可控精准智能化学平台；围绕催化反应机理与工艺优化、功能分子虚拟筛选与理性设计等关键方向，开展精准计算与模拟、智能预测与筛选，实现精准智能化学创新研发的新范式。

# 生态环境

## 1.复合污染跨介质协同治理

针对跨介质、复合型环境污染问题，解析污染物跨介质迁移转化与协同调控的科学原理及关键过程，开发流域复合污染低碳治理技术与装备，研发污染场地多介质协同修复与质量提升技术，创新陆海统筹污染精准识别与协同控制技术，制定统一的跨介质复合污染协同控制技术标准和规范，形成复合污染全要素精准管控与协同治理体系。

## 2.固体废物污染防治及资源化利用

聚焦多源固体废物污染防治及资源化利用需求，开展典型无机固废再生利用技术研究；研发有机固废清洁利用及污染控制技术；开发危险废物无害化处理及资源回收技术；研究新兴产业固体废物高值利用技术；建立固体废物资源化利用和再生产品相关标准，构建高效低碳的固体废物污染防治与循环利用体系。

## 3.水土保持与生态修复

围绕区域水土生态系统结构与功能变化过程，研究生态环境损害机理、污染物迁移转化和生态系统功能修复理论与技术；探析气候变化背景下水土流失过程及水沙界面污染物迁移转化规律；开发物理-化学-生物协同治理技术，

构建以生态环境系统完整性、稳定性和持续性为导向的调控治理方法与工程技术体系。实现山东低山丘陵区农业高质高效、环境健康友好、经济社会可持续发展的多目标协同。

#### **4.新污染物风险评估与控制**

研究微量新污染物筛查鉴定和精准分析方法，突破新污染物高分辨检测关键技术；揭示新污染物低剂量、长期暴露的环境健康危害效应机制，建立新污染物风险高效评估方法；研究新污染物主要来源与迁移转化途径，研发新污染物精准溯源关键技术；开发新污染物生物生态治理技术，构建绿色低碳全过程新污染物风险控制体系。

#### **5.水资源安全保障与风险防控**

解析变化环境下水循环演变机制及水旱灾害致灾机理，创新现代水网建设关键理论与技术体系。开展水旱灾害精准防控、水资源优化配置与高效利用、水环境保护与河湖生态复苏等关键技术研究，研发洪涝与干旱智能预警预报、取用水精准管控、闸坝库群联合调度、地下水高效回补等关键技术装备，推动数字水利建设与智能管控技术深度融合，为提升我省水安全保障能力，应对水资源系统风险提供支撑。

## 6.黄河三角洲生态脆弱区保护修复（基础公益类）

研究黄河三角洲典型生态系统保护、修复理论与技术，阐明黄河三角洲生态脆弱区多系统、多要素耦合机制，形成河口湿地、贝壳堤湿地、盐碱地林草等典型生态系统生态保育理论与技术；研发融合多过程、多功能的生态修复及表征遗传多样性变化的生态修复成效技术；研究黄河下游碳汇减缓区域生境变化过程，构建高效固碳增汇技术体系。