

国家自然科学基金委八学部 公布“优先发展领域及主要研究方向”

来源：国家自然科学基金“十三五”发展规划

“十三五”期间，通过支持我国优势学科和交叉学科的重要前沿方向，以及从国家重大需求中凝练可望取得重大原始创新的研究方向，进一步提升我国主要学科的国际地位，提高科学技术满足国家重大需求的能力。

各学部遴选优先发展领域及其主要研究方向的原则是：（1）在重大前沿领域突出学科交叉，注重多学科协同攻关，促进主要学科在重要方向取得突破性成果，带动整个学科或多个分支学科迅速发展；（2）鼓励探索和综合运用新概念、新理论、新技术、新方法，为解决制约我国经济社会发展的关键科学问题做贡献；（3）充分利用我国科研优势与资源特色，进一步提升学科的国际影响力。各学部优先发展领域将成为未来五年重点项目和重点项目群立项的主要来源。

1. 数理科学部优先发展领域（1）**数论与代数几何中的朗兰兹 (Langlands) 纲领** 主要研究方向：几何 p -adic Galois 表示的 Fontaine-Mazur 猜想；亚辛群的稳定迹公式；Shimura 簇的上同调；特征 p 上的代数群的不可约特征标问题；简约群的表示和它们的扭结 Jacquet 模的关系；BSD 猜想及相关问题。（2）**微分方程中的分析、几何与代数方法** 主要研究方向：几何方程奇点问题与流形分类；Morse 理论和指标理论及应用；高亏格的 Lagrangian Floer 同调理论；Hamilton 系统的动力学不稳定性；动力系统的遍历论；Navier-Stokes 方程的整体适定性；广义相对论中 Einstein 方程的宇宙监督猜想，以及相关的反问题数学理论与方法。（3）**随机分析方法及其应用** 主要研究方向：非线性期望下的随机微分方程；随机偏微分方程与正则结构；随机微分几何、狄氏型及应用；马氏过程遍历论；离散马氏过程的精细刻画；随机矩阵、极限理论与大偏差，以及在金融、网络、监测、生物、医学和图像处理等方面的应用。（4）**高维/非光滑系统的非线性动力学理论、方法和实验技术** 主要研究方向：含非线性、非光滑性、时滞和不确定性等因素的高维约束

系统的动力学建模、分析与控制，及学科交叉中的新概念和新理论；相关的大规模计算和实验方法和技术研究。

（5）超常条件下固体的变形与强度理论 主要研究方向：超常条件下固体的变形与强度理论、柔性结构多场大变形本构关系与功能 - 材料 - 结构一体化设计原理、新型复杂结构的不确定性动态响应规律及固体中弹性波传播机理；相关的新实验方法与仪器、多尺度算法与软件。

（6）高速流动及控制的机理和方法 主要研究方向：与高速空天飞行器和海洋航行器流动以及多相复杂流动相关的湍流机理及其控制手段；稀薄气体流动和高速流动的理论、模拟方法及实验技术。

（7）银河系的集成历史及其与宇宙大尺度结构的演化联系 主要研究方向：银河系的集成历史；银河系的物质分布；暗物质粒子性质探测；宇宙大尺度结构的形成；宇宙加速膨胀的观测；暗能量本质和宇宙尺度引力理论；星系形成的物理过程；星系性质与大尺度结构的关系；大质量黑洞的形成及对星系形成的影响。

（8）恒星的形成与演化以及太阳活动的来源 主要研究方向：星际物质循环、分子云的形成、性质及其演化；恒星的形成、内部结构与演化；致密天体及其高能过程；太阳大气的磁场结构；太阳发电机理论与太阳活动周演化规律。

（9）自旋、轨道、电荷、声子多体相互作用及其宏观量子特性 主要研究方向：新的量子多体理论与计算方法；新的高温超导以及拓扑超导体体系，铜基、铁基和重费米子超导的物理机理问题，界面超导体体系的制备与机理；拓扑绝缘体等拓扑量子态的调控机制，不同材料体系中拓扑磁结构；高密度、低能耗信息拓扑磁存储的原理性器件；新型低维半导体材料中能谷与自旋态的控制，高迁移率的杂质能带和多能带效应。

（10）光场调控及其与物质的相互作用 主要研究方向：光场的时域、频域、空间调控，超快、强场和热稠密环境中原子分子动力学行为；强激光驱动粒子加速、辐射源产生及激光聚变物理；纳米尺度的极端光聚焦、表征与操控；介观光学结构光过程精确描述以及微纳结构中光子与电子、声子等相互作用新机制，光子 - 光电器件耦合与操控和等离激元的产生及传输。

（11）冷原子新物态及其量子光学 主要研究方向：光子 - 物质相互作用及其量子操控的先进技术，新奇光量子态的构造、控制和测量，固态系统相互作用的光力学；基于量子光学的精密测量的新原理和新方法；冷原子分子气体的高精度成像技术与量子模拟，分子气体冷却的新原理和新方法；原子分子内

态、外部环境及相互作用精确操控的新机制。 **(12) 量子信息技术的物理基础与新型量子器件** 主要研究方向 :可扩展性的固态物理体系量子计算与模拟 ;面向实际应用的量子通讯、量子网络和量子计量学等量子技术前沿的变革性新技术 ;用逻辑严谨的量子物理理论诠释、导引量子信息的研究方向。 **(13) 后 Higgs 时代的亚原子物理与探测** 主要研究方向 :超弦/M - 理论、极早期宇宙研究探讨相互作用的统一 ; TeV 物理、Higgs 特性、超对称粒子和其他新粒子、强子物理与味物理、对称性研究和格点 QCD 计算 ;量子色动力学的相结构与夸克胶子等离子体新物质特性 ;不稳定核和关键天体核反应的精确测量 ,滴线区原子核的奇异结构和同位旋相关衰变谱学 ,合成超重核的新机制和新技术。 **(14) 中微子特性、暗物质寻找和宇宙线探测** 主要研究方向 :中微子振荡、中微子质量、无中微子双 β 衰变、直接和间接寻找暗物质、宇宙线源的成分和加速机制 ;抗辐照 ,大面积、空间、时间和能量高灵敏、高分辨的核与粒子探测原理、方法和技术 ;超弱信号 ,超低本底的探测机制和技术。 **(15) 等离子体多尺度效应与高稳运行动力学控制** 主要研究方向 :等离子体中多尺度模式 (包含波与不稳定性与边界层物理)之间的非线性相互作用和磁重联过程 ;稳态高性能等离子体的宏观稳定性和动力学和微观不稳定性、湍流和输运 ;电子动力学和在相空间所有维数上的多尺度湍流/输运的机理和模型 ;寻找降低热和粒子流对材料表面损伤的方法 ;波与粒子相互作用及其与其他物理过程的耦合。

2. 化学科学部优先发展领域 **(1) 化学精准合成** 主要研究方向 :新试剂、新反应、新概念、新策略和新理论驱动的合成化学 ;非常规和极端条件下的合成化学 ;原子经济、绿色可持续和精准可控的合成方法与技术 ;化学原理驱动的合成生物学 ;特定功能导向的新分子、新物质和新材料的创造。 **(2) 高效催化过程及其动态表征** 主要研究方向 :构筑特定结构和功能催化材料的新方法与新概念 ;催化活性位点的调控 ;原位、动态、高时空分辨的催化表征新方法与技术 ;催化反应机理和过程的新理论方法。 **(3) 化学反应与功能的表界面基础研究** 主要研究方向 :表界面结构与电子态的新颖特性 ;表界面修饰和反应性的调控 ;分子吸附、组装、活化与反应 ;外场调控与表界面反应性能增强 ;多尺度、多组分复杂界面电化学体系 ;新介质体系中的胶体以及界面现象 ;表界面过程研究的新理

论和新方法。 **(4) 复杂体系的理论与计算化学** 主要研究方向：强关联及激发态的电子结构理论新方法；针对大分子和凝聚相体系的低标度有效算法；针对复杂体系，发展多尺度的动力学理论，包括量子动力学、量子 - 经典混合以及经典动力学。 **(5) 化学精准测量与分子成像** 主要研究方向：新的分析策略、原理与方法；超高时空分辨光谱技术与成像分析；多维谱学原理与技术；单分子、生物大分子和单细胞的精准测量、表征及操控；活体的原位和实时分析；生物传感与重大疾病诊断；公共安全预警、甄别与溯源；大科学装置的应用；极端条件下的化学测量与分析。 **(6) 分子选态与动力学控制** 主要研究方向：高效分子振动态制备技术和基于相干光源的探测技术；多原子反应动态学；表界面化学反应动力学；分子振动激发态、电子激发态及非绝热动力学；多元复杂体系的动力学测量及模拟。 **(7) 先进功能材料的分子基础** 主要研究方向：新型功能材料体系的分子基础与原理，以及多尺度结构及宏观性能控制；高性能和多功能新材料的创制，这些性能与功能包括面向能源、健康、环境和信息等领域的光、电、磁、分离、吸附、仿生、能量储存与转换、药物运输、自修复、极端条件应用等。特别注重我国特色资源的研究和深度利用。 **(8) 可持续的绿色化工过程** 主要研究方向：复杂体系化工基础数据的精准测量与建模；限域空间或极端条件下的质荷与能量传递和反应；复杂化工体系介尺度理论与方法；基于原子经济性和宏量制备的化工过程及过程强化技术。 **(9) 环境污染与健康危害中的化学追踪与控制** 主要研究方向：复杂环境介质中污染物的表征与分析，多介质界面行为与调控；大气复合污染控制；灰霾形成机制与健康风险；水和土壤污染过程控制与修复；持久性有毒污染物环境暴露与健康效应；环境中抗生素及抗性基因的传播与控制；放射性物质的环境行为与防控。 **(10) 生命体系功能的分子调控** 主要研究方向：以细胞命运调控为主线的分子探针设计、合成及应用；生物大分子的合成、标记、操纵、动态修饰、化学干预及其相互作用网络定量化；小分子对生物大分子的系统调控；重要生物活性分子的发现与修饰(文本复制于“口袋科研”公众号)；重大疾病治疗的先导药物发现和靶点识别。 **(11) 新能源化学体系的构建** 主要研究方向：碳基能源的高效催化转化；燃料电池、二次电池和超级电容器等电化学能量储存与转化系统集成；高效太阳能电池材料设计与制备、器件组装与

集成的光电转换过程化学；纤维素类生物质选择转化和生物燃料电池。 **(12) 聚集体与纳米化学** 主要研究方向：分子聚集体中的基元协同作用；大分子、超分子和纳米结构的精确构筑和调控；大分子凝聚态结构、动态演变及其理论与计算方法。 **(13) 多级团簇结构与仿生** 主要研究方向：团簇的精准制备、本征性质表征和理论；团簇的动态生长、机理、结构和性能；团簇多级结构的构筑与协同效应；仿生团簇的生物功能和高效化学活性。

3. 生命科学部优先发展领域

(1) 生物大分子的修饰、相互作用与活性调控 主要研究方向：生物大分子修饰、动态变化及其功能；生物大分子相互作用的动态性和网络特征；生物大分子特异相互作用的结构基础和预测；生物大分子复合体的自组装；糖、脂化学与酶促合成、结构与功能；高分辨等技术方法研究细胞内大分子行为。

(2) 细胞命运决定的分子机制 主要研究方向：细胞可塑性调控机制；细胞器和亚细胞结构的动态变化及其功能；细胞跨膜信号转导与命运决定；干细胞多能性维持与定向分化的机制；胚胎干细胞分化的转录和表观遗传调控网络。

(3) 配子发生与胚胎发育的调控机理 主要研究方向：配子发生和成熟的分子机制；胚胎发育图式的动态变化及其分子调控网络；细胞谱系发育的分子机制；配子发生和胚胎发育的表观遗传调控。

(4) 免疫应答与效应的细胞分子机制 主要研究方向：免疫细胞新亚群、新分子及其功能；免疫细胞识别和活化的信号转导；不同类型免疫细胞相互作用及其功能；微生态黏膜免疫机制；免疫耐受和免疫逃逸机制。

(5) 糖/脂代谢的稳态调控与功能机制 主要研究方向：糖/脂代谢与能量代谢的网络调控；膜糖/脂代谢的动态调控与功能；糖/脂特异代谢物的转运机制与功能；细胞或组织器官特异的糖/脂代谢与功能；糖/脂代谢调控与内分泌系统的相互关系；糖/脂代谢的稳态维持与异常发生机制。

(6) 重要性状的遗传规律解析 主要研究方向：复杂性状的遗传结构和调控机制；复杂疾病的遗传和生理机制；生物性状演化的遗传基础；人类及重要生物表型的特征及遗传基础；次级代谢调控的遗传基础。

(7) 神经环路的形成及功能调控 主要研究方向：神经元的发育、形态与功能；神经元之间选择性联系机制；神经环路信息的处理和整合；神经环路异常与疾病发生机理。

(8) 认知的心理过程和神经机制 主要研究方向：感知觉信息处理与整合；注意和意识的心理过程和神经机制；高级认知过程（学习、记忆、决策、

语言等)的心理和神经机制;认知异常的发生机理、早期识别与干预;人类个体认知与社会行为的发生发展过程。

(9)物种演化的分子机制 主要研究方向:特殊环境下物种的适应性演化机制;物种相互作用的协同演化机制;物种相似性状的趋同演化机制。

(10)生物多样性及其功能 主要研究方向:生物多样性的形成机制;生物多样性的维持机制;生物多样性丧失机制;生物多样性与生态系统功能的关系。

(11)农业生物遗传改良的分子基础 主要研究方向:农业生物重要性状形成的遗传基础;农业生物基因与环境互作机制;农业生物表型和基因型的关系;农业生物育种的新理念和新模型。

(12)农业生物抗病虫害机制 主要研究方向:农业生物抗病虫害的分子和生理机制;农业生物免疫应答的分子基础;农业生物病虫害发生的规律与防治基础。

(13)农林植物对非生物逆境的适应机制 主要研究方向:农林植物适应非生物逆境的分子生理基础;农林植物对多种非生物逆境的交叉响应机理;农林植物适应非生物逆境的栽培调控机制。

(14)农业动物健康养殖的基础 主要研究方向:农业动物重要性状形成的生物学规律和生理基础;农业动物及养殖环境中病原的适应性与传播规律;重要人兽共患病的发生规律及防控;养殖过程中环境因子变化和污染物迁移规律;饲料营养及代谢产物对动物免疫的影响机制;牧草品种选育及草地生产力维持机制。

(15)食品加工、保藏过程营养成分的变化和有害物质的产生及其机制 主要研究方向:食品加工方式、加工过程营养成分的变化及其机制;食品贮藏保鲜和营养成分维持的生物学基础(文本复制于“口袋科研”公众号);食品中有害物质的产生及其消除的机制;食品有害物质痕量、快速检测的理论及新技术、新方法。

4. 地球科学部优先发展领域

(1)地球观测与信息提取的新理论、技术和方法 主要研究方向:地球物质物理化学性质和过程的实验技术;地球深部探测和地表观测的理论和新技术;微量、微区与高精度和高灵敏度实验分析技术;地球系统基础信息采集和应用的理论与技术;深空、深地、深时、深海的探测理论与方法;地学大数据的同化、融合、共享和分析技术;地球系统科学体系下的遥感定量化研究;观测系统和多源数据融合;地球系统科学数值计算与模拟技术。

(2)地球深部过程与动力学 主要研究方向:地壳和地幔的结构、组成和状态;大陆岩石圈的形成、改造与演化;板块汇聚过程与造山带动力学;地

球深部流体和挥发份；板块界面相互作用与俯冲带过程；地球深部过程与表层过程的耦合关系；早期地球的构造体制和组成；地震灾害孕育发生和成灾机理；大陆活动火山成因机理与灾害和环境效应。

（3）地球环境演化与生命过程 主要研究方向：重要化石门类系统古生物学与生命之树；深时生物多样性演变与规律；生命起源与地球物质演化；高分辨率综合地层学与地时研究；地球微生物学及化学过程与环境演化；极端条件下的生命过程与地质环境；地质历史时期的重大环境事件与成因；人类起源与环境背景之间的共同演化；类地行星起源与演化。

（4）矿产资源和化石能源形成机理 主要研究方向：地球深部资源和能源的赋存状态与勘察；板块汇聚、岩石圈再造与成矿作用；特殊元素分散富集与成矿作用；盆地动力学与成矿成藏作用；致密油气形成条件、富集区分布与勘探；地下水循环与可持续利用；成矿模型、成矿系统与成矿机理。

（5）海洋过程及其资源、环境和气候效应 主要研究方向：多尺度海洋过程及其在气候系统中的作用；海洋生态系统与生物多样性；海洋生物地球化学过程与生态环境；东亚大陆边缘海形成演化与岛弧 - 洋中脊系统；洋陆过渡带结构、构造与相互作用；南、北极环境变化与海洋过程，海洋多圈层相互作用过程和机理。

（6）地表环境变化过程及其效应 主要研究方向：陆地表层系统的过程与机制；地表过程对环境变化的响应机制及其反馈；土壤过程及其生物地球化学循环；典型区域地表过程综合研究。

（7）土、水资源演变与可持续利用 主要研究方向：土壤过程与演变；土壤质量与资源效应；流域水文过程及其生态效应；区域水循环与水资源的形成机制；区域水、土资源耦合与可持续利用；土壤生物的生态功能与环境效应；生态水文过程与生态服务。

（8）地球关键带过程与功能 主要研究方向：关键带结构、形成与演化机制；关键带物质转化过程与相互作用；关键带的服务功能与可持续发展；关键带过程建模及系统模拟研究。

（9）天气、气候与大气环境过程、变化及其机制 主要研究方向：天气与气候变化的动力机制及其可预报性；气候年代际变异预测；大气物理、大气化学过程及相互影响机制；亚洲区域天气变化、气候变异和大气环境的相互影响；气候系统中能量和物质的交换和循环；极端气候事件的频率和幅度。

（10）日地空间环境和空间天气 主要研究方向：空间天气科学前沿基本物理过程；日地系统空间天气耦合过程；空间天气区域建模和

集成建模方法；空间天气对人类活动的影响的机理和对策研究；太阳活动及其对空间天气的影响；空间与海洋大地测量理论、方法与技术及其地学应用。 **（11）全球环境变化与地球圈层相互作用** 主要研究方向：全球变暖停滞（Hiatus）的过程与机制；海气相互作用与亚洲气候环境变化；全球气候变化与水循环；生物地球化学循环与气候环境变化；新生代气候系统古增温及其影响；圈层相互作用和地球系统模拟。 **（12）人类活动对环境和灾害的影响** 主要研究方向：工业、城镇固废弃物污染特征、交互作用规律与安全处置；大规模人类工程活动对环境影响和致灾机理；矿产资源利用的生态环境效应；滑坡、泥石流等地质灾害的演化机制、诱发因素与成灾机理；大气复合污染物形成过程中的人类影响；人类活动对区域和全球环境的影响（文本从“口袋科研”Copy而来）；区域环境过程与调控；区域可持续发展；环境污染物的多介质界面过程、效应与调控；区域人类活动与资源环境耦合；城镇化与资源环境效应。

5. 工程与材料科学部优先发展领域 **（1）亚稳金属材料的微结构和变形机理** 主要研究方向：发展新型具有特殊性能的非晶态合金体系；复杂合金相的结构和性能研究；结构特征与表征方法；结构与热稳定性；变形机理及强化机制；脆性断裂机理及韧化；深过冷条件下的凝固行为及晶体形核和生长过程研究。 **（2）高性能轻质金属材料的制备加工和性能调控** 主要研究方向：轻质金属材料（铝、镁、钛合金和泡沫金属等）合金设计、强韧化机理及组织性能调控研究；先进铸造、塑性加工以及连接过程中的工艺、组织和性能调控的基础理论研究；使役性能与防护基础理论研究；烧结金属孔结构控制基础研究。 **（3）低维碳材料** 主要研究方向：低维碳材料的结构特征及其新物性的物理起因；低维碳材料中电子、光子、声子等的运动规律和机制；低维碳材料的可控制备原理与规模化制备方法；低维碳材料的新物性、新效应、新原理器件和新应用探索。 **（4）新型无机功能材料** 主要研究方向：基于微观物理模型和物理图像的高温超导机理研究与应用；多铁性材料的合成和磁电耦合机理与应用；超材料的结构设计原理及其新效应器件；阻变材料的物理机制和器件忆阻行为的可调控性及原型器件研究。 **（5）高分子材料加工的新原理和新方法** 主要研究方向：高分子材料加工中结构演变的物理与化学问题；高分子材料非线性流变学，以

及高分子加工不稳定现象的机理；高分子材料加工的多尺度模拟与预测；高分子材料加工的在线表征方法；微纳尺度加工等新型加工方法，以及基于原理创新的加工技术。（6）

生物活性物质控释/递送系统载体材料 主要研究方向：生物启发型和病灶微环境响应载体材料；疾病免疫治疗药物载体材料；核酸类药物载体材料及其递送系统；具高灵敏度、组织和细胞高靶向性及信号放大功能的分子探针，以及诊-治一体化的高分子载体材料及其递送系统。（7）

化石能源高效开发与灾害防控理论 主要研究方向：实钻地层物化特性和岩石力学；油气藏开发，复杂工况管柱与管线，复杂油气工程相互作用及流动；开采条件下岩体本构关系，多相、多场耦合的多尺度变形破坏机理；极端条件下开采机器人化的信息融合与决策。（8）

高效提取冶金及高性能材料制备加工过程科学 主要研究方向：冶金关键物化数据；选冶过程物相结构演变；反应器新原理与新流程，低碳炼铁；高效转化与清洁分离，二次资源利用，高效连铸；高性能粉末冶金材料；多场作用下的金属凝固；界面科学；冶金过程高效利用。（9）

机械表面界面行为与调控 主要研究方向：界面接触与粘着机理；表/界面能形成机理及应用；受限条件下界面行为调控；运动体与介质界面行为；生物组织/人工材料界面行为；生物组织界面损伤与修复。（10）

增材制造技术基础 主要研究方向：高效、高精度增材制造方法；先进材料增材制造技术及性能调控；材料、结构与器件一体化制造原理与方法；生物3D打印及功能重建；多尺度增材制造原理与方法。（11）

传热传质与先进热力系统 主要研究方向：非常规条件及微纳尺度传热的基础研究；基于先进热力循环的新型高效能量转换与利用系统；生物传热传质基础理论及仿生热学；热学探索-热质理论的微观基础及其与宏观规律的统一。（12）

燃烧反应途径调控 主要研究方向：基于燃料设计和混合气活性控制的燃烧反应途径调控研究；非平衡等离子体燃烧反应途径调控研究；以催化辅助、无焰燃烧、富氧燃烧和化学链燃烧等新型燃烧技术为主燃烧反应途径调控研究；基于尺度效应的燃烧反应途径调控；基于物理过程控制的燃烧反应途径调控。（13）

新一代能源电力系统基础研究 主要研究方向：新一代能源电力系统的体系架构及系统安全稳定问题作用机理（包括智能电厂和智能电网等方面）；电工新材料应用及新装备的研制、运行和服役中的相关科学问题；多种能源系统的互联耦合方式（文本

从“口袋科研” Copy 而来)；供需互动用电、能源电力与信息系统的交互机制；系统运行机制与能源电力市场理论；网络综合规划理论与方法。 **(14) 高效能高品质电机系统基础科学问题** 主要研究方向：电 - 磁 - 力 - 热 - 流体多物理场交叉耦合与演化作用机理；“结构 - 制造 - 性能 - 材料服役行为”的耦合规律和综合分析方法；多约束条件下电机系统及其驱动控制；电机系统的新型拓扑结构、设计理论与方法、制造工艺、控制策略。 **(15) 多种灾害作用下的结构全寿命整体可靠性设计理论** 主要研究方向：多种灾害(地震、风灾、火灾、爆炸等)作用下的土木工程结构全寿命可靠性设计理论与方法；多种灾害作用危险性分析原理，工程结构时、空多尺度破坏规律，高性能结构体系与可恢复功能结构体系，防御多种灾害的结构整体可靠度设计理论与方法。 **(16) 绿色建筑设计与方法** 主要研究方向：建筑形体、空间、平面和构造与绿色建筑评价指标体系的耦合作用规律；不同地域绿色居住建筑模式、公共建筑和工业建筑绿色设计的原理、方法、技术体系和评价标准。 **(17) 面向资源节约的绿色冶金过程工程科学** 主要研究方向：外场强化下的资源转化机理和节能理论；非常规介质特别是高温熔体中强化反应传递过程的机理和调控机制；物质相互作用的特殊现象和反应机理、热力学与动力学调控机制(文本从“口袋科研” Copy 而来)；多因素多组元固/液/气界面结构及界面反应；反应器内及各种物理场下的化学反应、物质、能量传输的耦合机制；资源利用过程中的高效、低碳排放转化的共性科学问题。 **(18) 重大库坝和海洋平台全寿命周期性能演变** 主要研究方向：深部岩土破坏力学；库坝和海洋平台材料性能演变；库坝和海洋平台多相多场耦合与性能演变及灾变风险；库坝和海洋平台的实时监控与防灾减灾。

6. 信息科学部优先发展领域 **(1) 海洋目标信息获取、融合与应用** 主要研究方向：海上目标探测、识别理论及方法；水下目标探测机理和识别方法；水下通信与海空一体信息传输；海洋目标环境观测与信息重构；异质异构海量数据处理与信息融合理论与关键技术。 **(2) 高性能探测成像与识别** 主要研究方向：多维多尺度探测成像机理；微弱信号检测与认知探测成像；探测成像信号处理与目标智能识别；多模态成像理论与信息重建；计算成像理论与方法。 **(3) 异构融合无线网络理论与技术** 主要研究方向：新型超高速无线

传输理论与方法；星座宽带通信网络基础理论；移动互联网络理论与技术；空地协同网络体系架构及组织机理；高动态异构无线资源高效利用与优化方法；基于计算通信融合的无缝信息服务。

（4）新型高性能计算系统理论与技术 主要研究方向：高能效的新型微处理器体系结构；可扩展高性能计算机系统结构及大规模并行编程模型；基于新型存储介质的存储结构与技术；大规模并行应用算法、软件与协同优化；基于新材料和新结构的量子器件；新型量子计算模型和量子计算机体系结构。

（5）面向真实世界的智能感知与交互计算 主要研究方向：真实物理世界的多通道高效表征、建模、感知与认知；人机物融合环境的情境理解与自然交互；网络环境下的虚实融合与互操作；多媒体深度挖掘与学习、复杂高维信息的合成与可视分析。

（6）网络空间安全的基础理论与关键技术 主要研究方向：网络环境下系统安全性评估理论与方法；移动与无线网络安全接入模型、协议与系统架构；云计算环境下的虚拟化安全分析和访问控制模型；基于设备指纹、信道特征的硬件身份认证与安全通信；面向网络应用的新密码体制基础理论与数据安全机制。

（7）面向重大装备的智能化控制系统理论与技术 主要研究方向：多层次、高维度、强非线性、强耦合的复杂工业过程的智能建模、控制与优化的新理论与新方法；系统报警与运行故障智能诊断与自愈控制；自适应、自学习、安全可靠运行的智能化控制系统实现技术；重大工业装备智能化控制系统的验证平台与应用验证研究。

（8）复杂环境下运动体的导航制导一体化控制技术 主要研究方向：面向未来智能车的行驶优化与安全控制；极地导航的新机理、新方法；深空探测器高性能导航与制导一体化控制；在轨操作与服务的航天器自主导航与制导一体化控制；深海探测器高精度高可靠感知、导航与控制一体化。

（9）流程工业知识自动化系统理论与技术 主要研究方向：工业大数据驱动的流程工业的领域知识挖掘、推理与优化重组；知识工作者自动化+COCC（控制与优化、计算机技术、通讯技术）与流程工业实体相结合的智能优化技术系统理论与方法；基于工业云和工业物联网的工业认知网络系统基础；性能指标决策、优化运行与控制一体化软件平台系统基础；流程工业知识自动化系统实验平台与验证。

（10）微纳集成电路和新型混合集成技术 主要研究方向：新型低功耗器件及电路理论；纳米单片集成电路技术；微纳传感器及异质集成融合技术。

（11）

光电子器件与集成技术 主要研究方向：光通信及信息处理功能集成芯片；超高分辨成像及显示芯片技术；宽禁带半导体光电子器件及集成技术。（12）**高效信号辐射源和探测器件** 主要研究方向：太赫兹/长波红外器件设计、仿真与测试技术；太赫兹/长波红外材料生长和器件研制；毫米波射频器件；真空电子器件、超导电子器件；人工电磁材料和器件。（13）**超高分辨、高灵敏光学检测方法与技术** 主要研究方向：突破衍射极限的光学远场成像方法与技术；多参数光学表征和跨层次信息整合以及单分子成像与动态检测；亚纳米级精度光学表面检测，包括三维空间信息精确获取与精密检测、高灵敏度精细光谱实时检测技术。（14）**大数据的获取、计算理论与高效算法** 主要研究方向：大数据的复杂性与可计算性理论及简约计算理论；大数据内容共享、安全保障与隐私保护；低能耗、高效大数据获取机制与器件技术；异质跨媒体大数据编码压缩方法；大数据环境下的高效存储访问方法；大数据的关联分析与价值挖掘算法；面向大数据的深度学习理论与方法；大数据的模型表征与可视化技术；大数据分析理解的算法工具与开放软件平台（文本从“口袋科研”Copy 而来）；存储与计算一体化的新型系统体系结构与技术；面向大数据的未来计算机系统架构与模型。（15）**大数据环境下人机物融合系统基础理论与应用** 主要研究方向：人机物融合系统的动态行为分析与评估；基于大数据的趋势预测与决策；面向人机物融合的软件方法与技术；面向人机物融合的未来网络体系结构；面向领域大数据的人机物融合系统示范应用（包括金融征信、网络空间安全、智能交通、环境监测等）。

7. 管理科学部优先发展领域（1）**管理系统中的行为规律** 主要研究方向：消费者隐私保护行为与个人信息价值模型；移动互联环境下消费者行为变迁理论；服务参与者行为机理与服务策略研究；社会化网络环境中的创业者行为机理研究；企业管理者的行为及其财务决策影响；企业和居民的绿色低碳行为规律。（2）**复杂管理系统分析、实验与建模** 主要研究方向：社会系统集群行为涌现机制及其原理；博弈行为偏好演化与管理实验；复杂社会经济系统运行与计算实验；时空关联数据建模与可视化分析理论及方法；网络大数据挖掘和社会计算；互联网金融的复杂系统理论基础。（3）**复杂工程与复杂运营管理** 主要研究方向：复杂工程基本理论；复杂工程组织模式、组织行为与现场管理；复杂工程

战略决策分析与管理 ;复杂地下物流系统集成与管理 ;大数据驱动的分布式运营管理模式 ;
基于电子商务消费者行为的运营管理理论和方法 ;智能工厂和智能制造中的运营管理。(4)

移动互联环境下交通系统的分析优化 主要研究方向 :信息时代的交通行为人因机理与即时需求管理 ;大城市复杂综合交通网络设计与优化 ,多方式交通时空资源动态协同配置作用机理 ;大型综合交通系统的实时可靠性分析 ;交通运输系统整体运行状态在线建模与分析。

(5)数据驱动的金融创新与风险规律 主要研究方向 :实时金融大数据的计量分析理论和技术 ;异质非常规金融大数据的融合与价值发现 ;基于大数据的金融风险识别和管理新理论、新方法 ,互联网和数据驱动的金融创新及其风险管理 ;社会网络对公司金融政策和决策的影响机理 ;网络环境下公司财务危机的规律及其全局性影响。

(6)创业活动的规律及其生态系统 主要研究方向 :新创企业的商业模式创新规律 ;新创企业知识员工的激励机制 ;新型创业生态系统的要素及其演化规律 ;基于物理 - 信息空间融合的创业企业生态群落 ;互联网对创业活动和运营决策的影响。

(7)中国企业的变革及其创新规律 主要研究方向 :经济转型背景下企业与政府的新型关系 ;中国企业的全球化规律及其驱动因素和影响 ,新形势下的企业战略变革与组织演化规律 ;中国会计制度和信息披露改革机制 ;数据驱动的市场推广模式与促销策略 ;移动互联时代的多渠道变革、整合与创新 ;企业发展智库与数据库建设理论与平台。

(8)企业创新行为与国家创新系统管理 主要研究方向 :全球科技治理体系重构及其对中国的影响 ;国家创新能力与创新体系评估的理论基础 ;创新驱动发展的国家治理体系与政策科学 ;企业创新与产业发展的重大影响因素和影响规律 ;大数据驱动的企业创新战略理论 ;企业知识产权与技术标准的战略管理 ;企业的创新行为与创新生态系统相互作用规律。

(9)服务经济中的管理科学问题 主要研究方向 :服务资源组织与协调机制 ;信息产品与服务定价 ;制造商的服务化模式与战略 ;新兴领域服务系统的运营管理 ;移动互联环境下变革性服务与创新 ;基于大数据的客户体验优化与服务模式创新。

(10)中国社会经济绿色低碳发展的规律 主要研究方向 :绿色物流、供应链和运营管理 ;国家能源体系变革的规律及其驱动机理 ;全流域和跨流域水资源的系统管理机制 (文本从 “口袋科研” 复制而来) ;中国宏观经济绿色发展的新规律和新形态 ;绿色低

碳发展的国家政策设计及其影响评估；国际气候治理结构演变与合作机制。 **(11) 中国经济结构转型及机制重构研究** 主要研究方向：中国宏观调控体系的转型与重构；国家治理机制与财税体制改革；中国国有企业体制转轨和新型治理规律；中国金融体系的演化和变革规律；新时代背景下中国企业对外投资与战略管理；中国资本市场国际化规律及其金融安全影响。 **(12) 国家安全的基础管理规律** 主要研究方向：国家安全治理与管理基础规律和科学理论；新时期国家发展策略与国际竞争战略分析；国家综合应急管理体系建设基础规律；国家信息安全管理与应对策略；超大都市安全运行与安全规划基础理论；面向重大突发事件的交通流/物流演化与应急调控；中国的老龄化与可持续养老制度设计机理。 **(13) 国家与社会治理的基础规律** 主要研究方向：国家治理和社会治理的基本理论；国家治理和社会治理的体系构建与运行机理；全球治理体系中的国家与社会治理规律；政府决策支持的新理论和新方法；异质治理信息的分布式采集与数据处理方法；国家智库与数据库建设理论与平台。 **(14) 新型城镇化的管理规律与机制** 主要研究方向：中小城镇群落的城市综合管理规律和体系构建；新型城镇化的人本目标、演化进程与资源约束；城镇化中的新农村经济发展规律与乡村治理；跨区域的系统性人口迁移规律及其社会经济影响。 **(15) 移动互联医疗及健康管理** 主要研究方向：健康管理指标的数据标准化原理；电子健康系统中的参与者协同与价值创造；基于大数据的电子健康管理及其模式创新；数据驱动的医疗质量和医疗安全管理；分布式医疗资源的优化配置。

8. 医学科学部优先发展领域 (1) 发育、炎症、代谢、微生态、微环境等共性病理新机制研究 主要研究方向：重点研究发育 - 老化机制、炎症可控化机制、细胞代谢机制、微生态局部与全身互作机制、神经 - 内分泌 - 免疫网络、组织器官或病变区域微环境特性等疾病发生、发展、转归、康复过程的共性科学问题，为各种器官的急性衰竭、自身免疫功能损伤、慢性功能退化、组织修复、恶性肿瘤等一系列疾病过程提供新视角和新干预策略。 **(2) 基因多态、表观遗传与疾病的精准化研究** 主要研究方向：利用中国病例资源，通过全基因组关联研究、外显子组深度测序和表观遗传分析，精确鉴定各种疾病的易感位点；通过分子 - 细胞 - 器官 - 整体的现代疾病研究策略，加强分子网络关键节点的精准研究，为疾病

防治提供有效的候选靶点。 **(3) 新发突发传染病的研究** 主要研究方向：加强新发突发传染病病原体的快速鉴别、致病机制、免疫病理、疫苗研究、治疗性抗体等实验室研究；加强新发突发传染病的临床救治新思路新策略研究，以及预警与紧急防控的战略研究。 **(4) 肿瘤复杂分子网络、干细胞调控及其预测干预** 主要研究方向：构建基因转录调控、细胞代谢与信号转导网络、蛋白质相互作用网络等肿瘤的系统调控网络，揭示网络交互调控在肿瘤发生发展中的作用（文本从“口袋科研”复制而来）；研究肿瘤干细胞在肿瘤发生发展、复发转移和耐药中的分子机制；明确肿瘤的精分子分型，为肿瘤预测早期、早诊及干预提供依据。 **(5) 心脑血管和代谢性疾病等慢病的研究与防控** 主要研究方向：加大对心脑血管疾病、代谢性疾病、神经精神疾病、退行性疾病等慢性疾病的深入系统、规模化流行病学和人群干预研究；探索面向慢性疾病早诊早治早干预和逆转疾病重症化的前沿基础研究。 **(6) 免疫相关疾病机制及免疫治疗新策略** 主要研究方向：深化各类器官特异性和全身性自身免疫疾病的新机制研究，加强各种重大疾病（肿瘤、感染性疾病、器官移植排异等）的免疫病理机制研究，解读疾病发生发展中免疫稳态的关键作用与机制；创新性发掘各种细胞免疫治疗、免疫基因治疗、单抗靶向治疗、免疫功能蛋白药物等免疫治疗新途径新策略。 **(7) 生殖 - 发育 - 老化相关疾病的前沿研究** 主要研究方向：围产期胎儿发育异常（包括出生缺陷）、孕妇妊娠疾病风险的早期预测；成年期慢性病的胚胎源性发病机制研究；儿童发育相关疾病（尤其是神经精神疾病）的前沿研究；以老年共病和健康长寿队列人群为对象，进行重要器官衰老生物学（例如脑老化）及其医学干预研究。 **(8) 基于现代脑科学的神经精神疾病研究** 主要研究方向：发现重大神经精神疾病（AD、PD、精神分裂症、抑郁症和孤独症等）的关键基因与发病新机制，创新性确立特定神经精神疾病的分子分型；基于内源性神经再生修复新机制的干细胞治疗新策略。 **(9) 重大环境疾病的交叉科学研究** 主要研究方向：充分利用人群和现场优势，加强环境因素（自然、社会、心理、食品、职业、生活习惯等）对健康危害的暴露组学研究，注重特殊环境因素对特有高发疾病（例如空气污染与呼吸疾病、环境内分泌干扰物早期暴露与出生缺陷、高/低温环境致多器官功能障碍机制与防治等）的综合研究和健康风险评估，并通过与其他相关学

科密切交叉提高研究能力。 **(10) 急救、康复和再生医学前沿研究** 主要研究方向：深入探索急救与康复医学的基本科学问题，创建新型急救与康复技术；加强再生医学的前沿研究，注重学科交叉与转化，在干细胞技术、组织工程、生物医用材料、细胞治疗、基因治疗、微生态治疗、骨髓移植、器官移植等方面进行新理论指导下的技术提升。 **(11) 个性化药物的新理论、新方法、新技术研究** 主要研究方向：建立基于分子分型 - 靶标的个性化药物筛选体系，开展基于基因多态、结构多态的个性化药物设计，进行基于疾病动物的功能评价与成药特性研究；明确药物疗效与毒性的生物标志物，为个性化药物的研究提供新技术、新方法、新策略。 **(12) 中医理论的现代科学内涵及其对中药发掘的指导价值研究** 主要研究方向：加大对中医基础理论和中药研发的研究投入；加强证候与病证结合、藏象基础研究和功能机制研究、经络研究等，深入挖掘其中现代科学内涵；深入解析常用中药方剂的物质基础，并在中医理论指导下实现中药现代化。 **(13) 个性化医疗关键技术与转化研究** 主要研究方向：建立基于单细胞收集、培养、示踪、分析的全套单细胞研究体系；优化循环 DNA 的富集和深度分析技术；完善微型化免疫检测技术；发展床旁诊断技术研发和标准化流程体系，为个性化医疗与转化研究提供技术手段。 **(14) 多尺度多模态影像技术与疾病动物模型研究** 主要研究方向：自主研发或集成创新多尺度多模态影像技术平台，实现实时动态精确直观疾病发生发展过程中分子、细胞器、细胞、组织的病理变化；利用基因操作技术创建各类疾病动物，开发各类高等级动物疾病模型和创建人源化小动物模型，实现动物模型和临床疾病的高度交叉融合。 **(15) 智能化医学工程的创新诊疗技术研究** 主要研究方向：综合交叉应用生物医学、物理、信息、工程材料等学科相关研究手段，创建与提升前沿性、创新性、实用性、普惠性的诊疗技术及器械的研制水平，加强各类技术的研发和标准化，推进我国独立医学医疗体系的建设。

跨科学部优先发展领域 跨科学部优先发展领域以促进基础科学取得重大突破性进展和服务创新驱动发展战略为出发点，根据我国经济社会和科学技术发展的迫切需求，凝练具有重大科学意义和战略带动作用的学科交叉问题，为制定重大项目和重大研究计划指南以及重点领域战略部署提供指导。 **跨科学部优先发展领域包括**：着力推动我国基础研究在

拓展新前沿、创造新知识、形成新理论、发展新方法上取得重大突破的领域；着力解决我国传统产业升级和新兴产业发展中深层次关键科学问题的领域；着力提升我国应对全球重大挑战能力的领域；着力维护国家安全和我国在国际竞争中核心利益的领域。

1.介观软凝聚态系统的统计物理和动力学 介观软凝聚态系统是涉及生物、医学、数学、物理及工程科学广泛且深入的新交叉领域，它将人们对物质性质的了解从原先的原子和分子尺度延伸到介观尺度。研究软凝聚系统多级结构与复杂物理现象联系和特性，理解和控制决定介观尺度功能复杂性的原理与技术，为人类理解生命现象与过程，发展精确的诊断与医疗手段提供关键基础与新技术支撑。**核心科学问题：**软凝聚态系统维度降低与尺度减小导致的新物性与新效应，生物小系统和大脑生命过程等调控网络，活性物质相关的非平衡统计物理效应；统计物理理论与方法，量子涨落、量子相变和量子热机等以及颗粒物质、液晶、胶体和水等系统的平衡性质与结构动力学；生命信息分子（DNA、RNA）、蛋白质和细胞的力学特性、信息编码，及其相互作用的神经网络动力学；生理系统及相关疾病诊治的生物力学与力生物学机理和多生理系统耦合、跨分子 - 细胞 - 组织等层次生物力学实验和建模仿真。

2.工业、医学成像与图像处理的基础理论与新方法、新技术 成像与图像处理是工业、公共安全、医学等领域探查不可及物件、内部结构、缺陷及损伤、病变等的基本手段。为支持典型工业及公共安全检测和重大疾病诊断与治疗的需求，聚焦研究工业、医学成像与图像处理的新原理、新方法、新手段和关键技术，实现信息获取、处理、重建、传输等，将为促进工业技术发展、探索生命机理、疾病诊断与治疗和健康器械创新发挥重要作用。**核心科学问题：**MRI、CT 及 PET 成像的新方法，多模态光学成像，工业及公共安全、医学图像判读的基础算法；支持精准诊断和治疗的成像、图像处理与重建、建模与优化的新技术新方法，包括图像分析与处理的大数据技术等；可延展柔性电子器件的性能、器件与人体/组织的自然粘附力学机制、生物兼容性与力学交互；生物介质及非牛顿流体中本构关系与物理、生物信息传播特征研究，获取生命活性物质更详细信息的新概念、新方法、新技术。

3 . 生物大分子动态修饰与化学干预 人体是由 200 多种共几万亿个细胞组成的复杂系统，越来越多的证据表明基因组不能完全决定细胞的状态和命运；此外，基因组本身、蛋白质组、甚至 RNA 和多糖也处于不断变化和化学修饰的动态过程中，组成生命体的生物大分子（蛋白质、核酸和多糖等）的动态化学修饰对生物个体发育、细胞命运调控和疾病的形成均起着决定性作用。研究生物体内生物大分子化学修饰的动态过程和机制，并对其进行化学干预和调控，对探索新的生命过程和发现新的疾病诊疗手段，均具有重要的科学意义和应用价值。 **核心科学问题**：动态化学修饰（如蛋白质翻译后修饰和核酸表观遗传修饰等）调控生物大分子结构、功能及相互作用的分子机制；生物大分子动态化学修饰的生物学意义；生物大分子动态化学修饰的探针技术与检测手段；靶向生物大分子动态化学修饰的小分子干预策略；外源（化学合成）生物大分子的修饰和生物功能化。

4 . 手性物质精准创造 手性是自然界的基本属性，存在于从基本粒子到宇宙的各个物质层次。手性起源的探索、手性物质的精准创造和功能的发现已经成为化学、物理、生物、材料和信息等领域的前沿科学问题；手性物质与光的特殊相互作用研究也将为手性物质的功能化提供新视野；揭示手性诱导和传递、控制和放大的本质规律，对于发展手性科学与技术的新理论、实现手性物质的精准创造并赋予其新功能具有重大科学意义，将推动解决国家在医药、材料等领域对手性物质方面的重大需求。 **核心科学问题**：手性物质精准创造的高效性和高选择性；宏观手性材料制备的有序化和可控性；手性功能材料性能调控的分子基础；手性分子的生物学效应。

5 . 细胞功能实现的系统整合研究 细胞是由复杂的生物大分子（复合体）和亚细胞结构（细胞器）组成的生命基本单元。以往的研究主要针对单一组分或单一细胞器，而随着组学大规模数据的积累、信息理论的应用，以及化学和工程科学等多学科交叉和融合，系统、整合、跨尺度研究细胞内不同组分和结构的功能与互作机制成为可能。细胞功能的系统整合研究是在对细胞内所有组分进行鉴定和认识的基础上，描绘出细胞的系统结构，包括生物大分子相互作用网络和细胞内亚结构间的互作系统，构造出初步的细胞系统模型，通过不断地设定和实施新干预实验，对模型进行修订和精练，最终获得一个理想的模型，

使其理论预测能够反映出细胞的系统功能和真实性。细胞功能实现的系统整合研究对于推动生命基本单元 - 细胞的功能机制的深入认识，更好地诠释组织、器官和个体生长和发育机制，有效地开展防病治病和农作物生产等，对于未来的人造细胞、合成生命以及新型生物产业发展如细胞工厂、细胞治疗等均具有重要的意义。核心科学问题：多个细胞器之间的相互作用和网络调控；胞浆中的生物大分子(复合体)与亚细胞结构的相互作用和调控；细胞器形态生成和维持中的力学机制；细胞功能预测和诠释的细胞模型和模拟；细胞器和亚细胞结构的人工设计原理与构建。

6. 化学元素生物地球化学循环的微生物驱动机制 在地球各种生命形式中，微生物类型最为多样，分布最为广泛，生存与代谢方式最为丰富，在生物地球化学循环中发挥关键的驱动作用。微生物通过光合、呼吸和固氮等代谢活动，改变地球元素价态，促进矿物岩石风化、土壤及矿藏形成，介导海洋元素成分和海底沉积物的转化,影响海洋和大气组成，推动地球与生命的共演化。由于技术方法的局限，占总数 99%以上的微生物至今尚不能培养，对微生物尤其是未培养微生物在地球化学元素循环中的基础性作用仍知之甚少。研究地球典型环境中如大洋、热液口等微生物群落及结构、生态学特征、功能类群丰度及时空变化规律，阐述微生物受温度、洋流等因素影响条件下各种过程如碳捕获与释放/反硝化等的调控机制，揭示微生物遗传和代谢多样性、关键元素的生物地球化学循环过程、耦合机理与驱动方式，有助于阐明微生物在地球重要元素（碳、氮、硫、磷等）的生物地球化学循环中的驱动机制。核心科学问题：典型环境微生物群落结构与元素循环的关系；微生物物质代谢途径对元素循环的作用；微生物能量转化机制及其与元素循环的偶联；驱动元素循环关键微生物（群）的环境适应与响应机制。

7. 地学大数据与地球系统知识发现 随着现代科学技术的飞速发展，极大地提高了人类对地球的观测和探测能力，观测数据量成幂律增长。探索地球所涉及的海量静态数据和动态数据，是一种时空大数据，具有典型的多源、多维、多类、多量、多尺度、多时态和多主题特征，其中还包含着大量的非关系型、非结构化和半结构化数据。对地球科学领域的不同来源、不同获取方式、不同结构及不同格式的离散数据，开展结构化重建、关联分

析、地学建模，将加速地学知识的融汇，深化对地球系统的认识和理解，可望引发地球科学研究方式的变革。**核心科学问题**：三维空间分析与时空数据挖掘方法体系；地学大数据规则化重构；地学大数据关联分析与统计预测；快速、动态、精细全信息三维地学建模方法；三维地学空间数据结构模型；多维时空大数据组织、管理与动态索引；地学大数据计算理论、技术方法与知识发现；资源环境空间格局及其变化探测。

8.重大灾害形成机理及其减灾对策 我国是一个自然灾害频繁的发展中国家，灾种多、分布广、频次高、灾情综合复杂。对我国经济建设和社会发展有重大影响的自然灾害主要包括气象灾害、地震灾害、地质灾害、海洋灾害、生态灾害等。深入研究灾害事件的致灾机理、灾害发展规律及其与人类活动的相互作用，有效预防和控制自然灾害，最大限度减轻灾害损失，对保证我国经济和社会的可持续发展有着重要的意义。重大灾害形成机理及其减灾对策所涉及的重大科学问题，亟需加强多学科的交叉合作，开展系统综合的创新性研究，形成多学科交叉合作的研究团队。**核心科学问题**：强震的孕育环境、发生机理及预测探索；大陆活动火山成因机理与灾害和环境效应；重大滑坡、泥石流等灾害事件的成灾机理；极端气象灾害形成机理；水旱与海洋灾害风险形成机理；重大工程活动及致灾机理；不同类型自然灾害的诱发、成灾和灾害链；人类活动与自然灾害的相互作用；重大灾害的监控预警与风险评估。

9.新型功能材料与器件 新型功能材料是利用物理和化学的新现象、新效应、新规律获得具有光、电、磁、热、化学和生化等特定功能的材料，主要涉及信息材料、能源材料、生物医用材料、催化材料和环境材料等。新型功能材料与器件是材料、物理、化学、生命、医学、能源和环境等多学科交叉的前沿研究领域，是材料科学领域最活跃的研究地带，具有丰富的学科内涵有待挖掘，相关研究进展将对发展材料新技术，促进国家产业升级具有基础性的重要意义。**核心科学问题**：功能材料的新现象和新机制；功能材料及器件多层次结构的表界面调控；新型功能材料的宏量制备与缺陷控制；影响能量转换/存储材料效率的物理机制、器件模型和失效原理；信息探测、传输、计算与存储功能材料及器件的可控制备原理、稳定性及新物性、新效应的物理起因；柔性电子技术关键材料的设计制造与可靠

性；催化材料功能调控机理、制备及新型催化材料设计理论和方法；高性能生物医用诊断、替换和修复、治疗、药物载体新材料的功能性、相容性和服役寿命；面向不同功能特性的材料计算基础。

10 . 城市水系统生态安全保障关键基础科学问题 随着城市化的快速发展和环境污染的加剧，城市水环境日趋恶化，城市缺水和雨涝等难题也日益严重，城市水系统的生态安全保障正面临严峻挑战。目前以常规污染物控制为核心的城市水环境保护理论、方法和技术体系，已无法满足城市可持续生态安全和人体健康的实际需求，迫切需要工程、化学、生物、地学和管理科学的多学科交叉。以城市水生态系统完整性保护和恢复为核心，深入研究污染控制、污水深度净化与再生利用、生态储存及水环境修复、生态毒理与健康、城市水系统规划管理等基础理论问题；突破水质变化与生态系统响应及交互作用的过程机制，解决城市水系统生态风险控制难题；构建城市水储存、输送和利用的良性循环新模式，创建城市水系统生态安全保障和风险控制的理论和技术体系。**核心科学问题**：水生态系统与水质水量变化的交互影响与调控机制；污染物共暴露过程对城市水体生物群落及敏感物种的危害机理；基于生态完整性的城市水环境健康安全与生态修复理论和方法；城市水系统多元循环的物质流、能量流变化规律与动力学模式；城市再生水生态储存与多尺度循环的风险控制原理与途径；城市水系统可持续健康的综合保障策略。

11 . 电磁波与复杂目标/环境的相互作用机理与应用 随着计算电磁学理论与方法研究的迅猛发展，通过数值模拟精确地量化研究电磁波与目标/环境相互作用的物理原理与相关规律已成为可能。相应的数值模拟和理论预估可为复杂环境中的目标探测与识别，地下资源的勘探开发，地、海、空、天环境中的信息获取，电磁隐身设计和电磁对抗研究等技术研发提供坚实的理论基础，激励崭新的研究思路并通过精确高效的数值模拟与理论预估工具的研发与应用，促使相关技术研发在质量与水平上产生新的飞跃。**核心科学问题**：超电大、多尺度复杂结构目标电磁散射特性建模；地空和海空半空间背景中复杂结构目标的复合电磁散射特性建模；具有普适性的精确、高效的理论建模和数值计算方法研究；随机时变环境（如粗糙地、海面）的电磁散射及与确定性目标电磁散射模型的融合方法；分层介

质低频近场探测中的空间选择性和自适应聚焦方法；大规模可信电磁计算中的数理模型验证、校核与评价；非均匀介质中电磁探测的反演解释模型、全局约束条件和解的收敛性、解的置信度分析。

12 . 超快光学与超强激光技术 超强超短激光能创造出前所未有的强场超快综合性极端物理条件。基于超强超短激光及其产生的超快 X 射线、g 射线、电子束、离子束和中子束，可以开展阿秒科学、原子分子物理、超快化学、高能量密度物理，极端条件材料科学，实验室天体物理，相对论光学，强场量子电动力学等前沿科学研究，也可推进激光聚变能源、台式化高能粒子加速、放射医学、精密测量术等战略高技术领域的创新发展。 **核心科学问题**：面向激光聚变、激光加速、阿秒（ 10^{-18} s）科学等重大需求，突破提升超强超短激光的峰值功率、可聚焦能力、重复频率和电光转换效率的瓶颈问题，力争达到 10^{16} W 的激光峰值功率和 10^{23} W/cm² 激光聚焦强度；发展中红外等新波段超强超短激光和超高通量激光放大技术；开拓阿秒非线性光学等超快非线性光学新前沿，包括高光子能量和极短脉宽阿秒脉冲的产生与诊断，超快光谱与超快成像等。发展可支撑超高峰值功率与超宽带宽以及新波段超强超短激光、具有超高破坏阈值的新型激光与光功能材料与元器件。

13 . 互联网与新兴信息技术环境下重大装备制造管理创新 重大装备制造作为制造业的高端领域，集中了高新技术与先进管理模式的密集点，是工业化国家的主导产业之一。在我国深化经济体制改革、促进产业结构调整的大环境下，充分利用互联网大数据带来的机遇，紧密结合我国复杂装备制造工程管理的实践，开展新型信息技术环境下的复杂装备制造工程管理创新性研究，对实施创新驱动发展战略，促进产业转型升级，保障国家经济安全和国防安全具有重要的理论意义和实践价值。 **核心科学问题**：复杂装备制造工程管理学方法论，复杂装备制造工程管理模式创新，重大装备开发、生产与再制造过程管理，重大装备制造供应链管理的制造质量与可靠性管理。

14 . 城镇化进程中的城市管理决策方法研究 城镇化过程包含了经济社会发展中的各项因素，涉及多部门、多行业的大数据资源共享和协同决策。在城市/交通/土地/产业/环境等各项规划编制过程中，存在跨部门、跨区域、跨学科统筹决策的问题，迫切需要顶层

战略设计与方法体系研究。同时，在大数据的时代背景下，新型城镇化过程中城市管理决策理论与实践范式、资源配资与创新等方面衍生出新的机遇与挑战。开展新型城镇化过程中的驱动机制、演化机理、规划方法与管理对策研究，对于推动经济、土地、交通、产业、人口以及环境等要素协同发展具有重要科学价值。 **核心科学问题：**区域产业结构演化模式，城镇化驱动机制，新型城镇化导向下的城市协同理论与方法，人口合理集聚与有机疏散的决策理论研究，城镇化过程中综合交通网络资源配置。

15 . 从衰老机制到老年医学的转化医学研究 人口快速老龄化与老年慢病高发，是全球日益严峻的社会问题。老年医学涵盖衰老基础研究、衰老表型特征及其延缓和干预以及老年慢病防控的临床转化，是国际前沿热点学科。近年来，国内外科学家相继在衰老机制、临床表型以及衰老相关疾病研究等方面获得突破性进展。随着生物学、基因组学、信息科学等领域技术和研究手段的快速发展，以及与医学的不断深入融合，多学科交叉的、基于衰老机制的老年医学研究将成为认识和防治老年重大慢病的有效途径。充分发挥我国在衰老基础研究领域的国际并行优势，利用我国丰富的人口和临床资源、特色的天然药物、非人灵长类动物等疾病模型，开展老年转化医学研究，争取在该领域实现重大突破，达到国际领先。 **核心科学问题：**开展衰老系统生物学机制、组织器官衰老、变性与病损机制、衰老相关临床表型特征研究；建立衰老及相关老年慢性疾病灵长类动物模型、特色人群队列和数据库、并利用其开展机制研究；基于穿戴设备和移动医疗技术的人类衰老与健康大数据收集、分析与应用；衰老与相关疾病的早期诊断与靶向治疗；规范化衰老评价体系的建立；基于衰老机制关键环节的小分子药物研究和对相关疾病的干预效果评价。

16 . 基于疾病数据获取与整合利用新模式的精准医学研究 随着高通量、高特异性、高灵敏度的基因测序技术，各类单细胞单分子分析技术、各类组学技术、各类化学探针示踪技术、多用途广谱高速生物芯片技术等的突破与推广应用，医学研究已进入大数据和精准化并行融合时代，将逐步实现定量医学、系统医学和医学信息化的目标，对数学模型、信息分析、化学材料、电子器件设计等理论与技术的依赖度大幅提高，需要这些学科的密切交叉和高度融合才能取得实质进展。

核心科学问题：在大数据获取方面，高通量、高特异性、高灵敏度的基因测序、单细胞测序、表观遗传谱系与分子网络检测、NcRNA 测定，各种蛋白质组学、代谢组学、器官组织的定位定量平行数据挖掘等相关理论与前沿技术的再创新，以及可应用于医学检测的生物芯片、串联质谱、化学探针等海量数据获取方法的提升，各类疾病的规模化前瞻性临床队列与大规模亚健康人群的分子群谱大数据的规范化获取，个性化医疗信息获取、分类与存储，医疗信息系统大数据整合与数据库构建；在大数据分析方面，系统整合的数学模型的建立，单或多通路分子动态网络的模式化分析，疾病共性机理或单一疾病的模块式模拟，基于网络药理学的多靶点药物设计，个性化疾病诊治的数据集成与预案推导，重大疾病发生与流行的数字化预警模型与防控时空节点的推演，医疗信息系统构建、数据传输与精准分析等。

本文来源口袋科研，仅用于学术分享。