

# 国家自然科学基金“十三五”发展规划

国家自然科学基金委员会

2016年6月

根据《国家创新驱动发展战略纲要》《国民经济和社会发展的第十三个五年规划纲要》《国家“十三五”科技创新规划》的相关部署，结合国家深化科技体制改革和建设创新型国家的总体要求，为统筹谋划国家自然科学基金“十三五”发展，制定本规划。

## 序言

“十三五”是我国全面建成小康社会和进入创新型国家行列的决胜阶段，是实现“两个一百年”目标和中华民族伟大复兴中国梦的关键时期。党的十八大提出实施创新驱动发展战略，统筹部署以科技创新为核心的全面创新。十八届五中全会描绘了未来五年国家发展的宏伟蓝图，提出要牢固树立并切实贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。党中央、国务院强调发展是第一要务，创新是引领发展的第一动力，科技是第一生产力，人才是创新驱动的第一战略资源。国家长远可持续创新发展对基础研究提出了更为迫切的需求。

基础研究是提升原始创新能力的根本途径，是培育高新技术的重要源头，是可持续发展的重要保障，是培养创新人才的重要摇篮，是构建创新文化的重要基石。作为基础研究的核心理念，原始创新孕育着科学技术质的变化和发展，是一个民族对人类文明进步做出显著贡献的重要体现，也是当今世界科技竞争

的制高点。筑牢我国科学技术大厦，必须对基础研究实行长期稳定支持和超前部署。科学筹划基础研究“十三五”发展，对于加快推进原始创新、蓄积长远发展原动力、支撑和引领创新驱动的新经济、打造未来核心竞争力具有重要战略意义。

实施国家自然科学基金制是党和政府应对世界科学技术变革趋势、推动我国基础研究发展的重要抉择，是改革国家科技体制、优化科技资源配置的战略举措，是尊重科学家主体地位、推进科学民主管理的重要里程碑。30年来，科学基金不断探索科技管理改革，创新资助管理机制，完善同行评议体系，提升资助管理水平。通过长期持续支持，培育和稳定了高水平人才队伍，涌现了一批有国际影响的重大成果。基础研究整体水平稳步提高，正在进入从量变到质变、从点的突破到全面提升的重要时期。“十三五”期间，科学基金应加强超前部署，全面推进基础研究繁荣发展，促进产生更多的创新成果和人才，为创新驱动发展提供持久动力。

## 第一篇 发展形势

### 第一章 形势与需求

我国基础研究正处于创新发展的新阶段，总体上面临“六期叠加”的形势，即全球新科技革命和产业变革的历史交汇期、中国经济和产业提质增效升级的全面转型期、国家发展跨越中等收入陷阱的战略突围期、创新型国家建设的关键决胜期、科技体制和创新体系的深度调整期、基础研究从量变到质变的重要

跃升期。筹划科学基金“十三五”发展，必须目光远大、统观全局，深刻认识并准确把握国内外形势的新变化新特点。

### **（一）全球基础研究发展态势**

新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起，全球科技创新呈现新的发展态势，物质结构、宇宙演化、生命起源、意识本质等基础科学领域正在酝酿突破，信息、生物、新材料、新能源等前沿技术广泛渗透，科技创新链条更为灵巧，技术更新和成果转化更为快捷，产业更新换代不断加速。基础研究前沿突破精彩纷呈，学科交叉特征突出。需求牵引更为凸显，科学、技术、工程相互渗透，知识创新、技术创新和产业创新深度融合，催生了新一代技术群和新产业增长点。基础研究日益成为推动科技革命和产业变革的重要原动力。

为更有力地促进基础研究发展，各国科学资助机构纷纷加强战略部署，推进科学与工程前沿，应对新挑战。坚持将培养和凝聚优秀人才，特别是青年和高端人才作为构筑卓越科学的持续保障。实施科学中心等先进支持机制，强化资助工具的高效组合以鼓励学科交叉与原创突破。加强智库建设和科学传播，致力于提高科学服务决策的能力，提升科学对社会的影响力。全球创新网络格局不断演变，科学资助机构成为全球科学界最活跃和富有生命力的公共组织，在世界科学合作与交流中发挥重要的引导作用。

### **（二）我国基础研究发展状况**

《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》实施以来，我国基础研究的整体水平、综合实力和国际影响力不断提高。基础研究经费投入持续快速增长，2015年达到671亿元。研究产出质量与数量同步攀升，科技论文总量连续多年居于世界第2位，2005年至2015年（截至2015年9月），我国

论文共被引用 1287 万余次，高被引论文（引用次数居世界前 1%）15011 篇，均居世界第 4 位。学科繁荣发展，逐步从“仰视”向“平视”演进，部分学科进入国际先进行列，学科之间的交叉融合日益显著并取得重要进展。重大成果呈“星星之火”，蓄积“燎原之势”，取得了一批诸如铁基超导、中微子振荡、量子反常霍尔效应、多自由度量子隐形传态、鸟类起源研究等在世界上具有重大影响的研究成果，在量子调控、纳米科学、蛋白质科学、干细胞、发育与生殖、全球变化等研究领域取得系列重要进展。

虽然我国基础研究取得了长足发展，但与主要发达国家相比，整体实力仍有差距。一是具有国际影响力的重大原创成果偏少，缺乏开创重要新兴学科和方向的能力。二是引领科学潮流的世界级科学家匮乏，青年人才成长环境尚需改善。三是基础研究促进经济社会发展、保障国家安全的作用有待提升。四是创新文化氛围有待改善，科研诚信状况不佳、不端行为时有发生，科研伦理未得到应有的重视。“十三五”期间，科学基金应着眼上述问题与挑战，开拓进取，实施有针对性的政策措施，促进我国基础研究健康发展。

### （三）科学基金“十二五”发展成效

“十二五”期间，科学基金工作取得显著进展，在支持学科均衡协调发展、培育高层次人才和优秀青年人才、产出创新思想和创新成果、服务国家决策等方面发挥了突出作用。“更加侧重基础、更加侧重前沿、更加侧重人才”的战略导向，为科学基金在国家科技发展战略布局中赢得了发展空间。经费投入大幅增加，科学基金事业快速发展。“十二五”期间，科学基金运用国家财政投入约 888 亿元，吸引其他渠道资金 17.5 亿元，资助各类项目近 20 万项，主渠道作用更加凸显。资助体系更加完善，设立了优秀青年科学基金、国家重大科

研仪器研制项目，联合资助工作进一步拓展。资助与管理绩效国际评估成功实施，助力完善资助管理，在国内外产生广泛影响。推行多项重要改革措施，评审流程更加科学高效，绩效评估机制逐步建立。国际合作、信息化、科研诚信建设、法治工作、资金管理、管理队伍建设等成效显著。科学基金工作坚持尊重科学规律，大力营造鼓励自由探索的宽松环境，推动资助管理升级发展。

#### **（四）科技体制改革与创新驱动发展战略需求**

我国经济发展进入新常态，新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展，创新驱动发展成为立足全局、面向全球、聚焦关键、带动整体的国家重大发展战略。“十三五”期间，来自经济社会发展和国家安全各领域对源头创新的巨大需求将集中释放，迫切需要基础研究发挥战略引擎的作用。当前，我国正在深入推进新一轮科技体制改革，明确了科学基金承担支持基础研究和前沿探索、培养人才和团队、推动学科交叉等重要职责，成为全面培育源头创新能力的主要战略支撑。

面对新的形势与需求，科学基金作为国家重要战略资源，应立足国情，放眼世界，前瞻思考资助基础研究的体制机制改革，积极谋划我国基础研究未来发展。引导和鼓励科学家增强使命感和创新自信，推进科学前沿，促进科学事业发展。发挥导向作用，为国家重大发展战略提供科技源头支撑，解决国家经济社会长远发展、重要国计民生和行业产业发展中的关键科学问题，为创新驱动发展提供持久动力。

## 第二篇 总体战略

### 第二章 发展目标

#### （五）推动我国基础研究实现“三个并行”

“十三五”乃至更长一段时期，科学基金要推进科学和工程前沿，催生更多科学突破，培育科学英才，助推我国基础研究实现与科技发达国家的“三个并行”，为创新驱动发展提供战略支撑，形成学科繁荣发展、原创成果充盈、高端人才集聚、创新文化浓郁的局面，奠定创新型国家的科学基础。“三个并行”的总体目标：2020年达到总量并行，即学术产出和资源投入的总体量与科技发达国家相当，学科体系更加健全，奠定进入创新型国家行列的科学基础。2030年达到贡献并行，即力争中国科学家为世界科学发展做出可与诸科技强国相媲美的众多里程碑式贡献，形成若干引领全球学术发展的中国学派，助推我国跻身创新型国家前列。2050年达到源头并行，即对世界科学发展有重大原创贡献，有支撑和引领经济社会发展的重大源头创新工作，为我国建成世界科技创新强国提供源头支撑。

“三个并行”是对我国基础研究数量和质量水平提升的整体表征，在国家创新能力发展的不同阶段，各项“并行”的实现程度有所不同，是一个积叠、渐进的循序发展过程。到2020年，“三个并行”的参考指标包括：

“总量并行”：（1）经费投入方面，基础研究经费占R&D投入比例显著提高；国际合作交流经费达到与合作对象大范围等同体量。（2）论文总量方面，与美国差距进一步缩小。（3）论文影响力方面，论文总被引用次数全球第二；高被引科学家占全球10%；篇均被引用次数接近世界均值。

“贡献并行”：（1）热点研究方面，每年涌现 10 项左右里程碑式的学科前沿工作；主导 5% 以上的学科前沿热点形成。（2）学科发展方面，在全球学科地貌图上形成若干“隆起”区域。（3）人才队伍方面，拥有一批具有全球影响力的领军人才，学科全球前 50 位科学家占比进入前 4 名；更多科学家进入世界主要学术组织的核心领导层。

“源头并行”：（1）原创成果方面，面向世界科学前沿每年涌现 3-5 项具有原创意义的重大成果。（2）创新高地建设方面，形成一批在国际上有重要影响的学术高地。（3）创新驱动发展方面，产出一批从原创到应用、支撑创新驱动发展的重大成果。

#### （六）建设卓越科学基金管理机构

不断完善科学基金资助管理机制，建设评审制度公正、绩效回报丰富、全球视野开阔、管理服务高效、资源总量宏大、资助谱系多样的卓越科学基金管理机构，促进科学基金成为学术探索的灯塔、创新思想的熔炉、创新人才的摇篮、创新驱动的引擎、科学文化的沃土、专业管理的典范。

评审制度公正：建设具有持久公信力的评审制度平台，发挥国家科技计划专业化管理示范作用。制度设计更加科学，评审程序更加公正，信息支撑更加有力，评审结果更加可信，激励科学突破更加有效。到 2020 年构建较为完善的同行评议质量监测体系。

绩效回报丰富：不断提高科学基金资助绩效，激励出成果、出人才、出思想，不断拓展科学家自由探索、施展才华的空间，实现更多的原创突破，占据科学制高点，培养有国际影响力的领军人才，发挥基础研究的支撑引领作用。

全球视野开阔：统筹利用国内外科技资源，推进实质性合作研究，营造有利于科学家更好参与国际（地区）科学合作的开放创新环境。研究发起国际大科学计划与工程，积极参与大型国际科学合作计划，与各国科学家共同应对重大全球性科学挑战。

管理服务高效：完善咨询、决策、执行、监督相协调的资助管理体系，弘扬科学基金文化，建设具有重要国际影响力的科学资助机构。完善管理制度，提升服务效能。建设稳定可靠安全的信息系统，促进资助管理科学化、智能化。

资源总量宏大：精心管好用好科学基金，进一步提升科研资源配置的公信力，争取不断加大财政投入力度。到 2020 年，努力建设成为具有高度专业化、信息化、国际化水平，资助覆盖宽广，资助规模宏大的世界级科学基金组织。

资助谱系多样：完善资助格局，优化支持机制，统筹实施多层次资助工具。适应不同年龄、不同职业生涯阶段人才成长规律，发展多样化人才资助模式。夯实广泛学科基础，关注支持传统学科、基础学科、薄弱学科、濒危学科，鼓励开展交叉学科、边缘学科、新兴学科和跨学科研究，促进基础研究繁荣发展。

### 第三章 发展思路

#### （七）指导思想

全面贯彻党的十八大及历次全会精神，牢固树立创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，以深入实施创新驱动发展战略、支撑供给侧结构性改革为主线，面向世界科学前沿、面向国家战略需求、面向重要国计民生，把握战略定位，尊重基础研究发展规律，实行分类管理，培养创新人才，培育创新思想，推动学科发展，营造创新环境，突出聚力前瞻部署、聚力科学突破、聚力精准



管理的战略导向，全面提升源头创新能力，为建设创新型国家和世界科技强国、实现中华民族伟大复兴的中国梦奠定扎实的科学基础。

坚持创新发展，强化原创价值导向，繁荣创新文化，孕育科学突破，提升基础研究整体水平和原创能力。坚持协调发展，统筹战略引导与鼓励自由探索，推动学科均衡协调演进，加强与相关部门及其他科技计划的配合衔接，促进科技资源优化配置。坚持绿色发展，夯实生态文明的科学基础，促进人与自然和谐发展、经济社会可持续发展，营造健康学术生态。坚持开放发展，加强国际（地区）合作与交流，以更积极的姿态主动融入全球科学体系。坚持共享发展，促进区域和行业基础研究能力提升，打造高水平、专业化信息支撑平台，推进成果开放共享，加强科学传播，履行社会责任。

遵循科学规律、加强分类管理是新时期提高科学基金资助成效的必然要求。针对不同类型的基础研究，实行差异化的有效资助机制。对于好奇心驱动的基础研究，科学基金要发挥主导作用，充分尊重科学家的学术敏感，扩大自主选题空间，鼓励自由探索、宽容失败；对于体现国家重大战略目标的基础研究，科学基金要发挥源头孕育作用，引导科学家在关系国家发展命脉的战略必争领域攻坚克难；对于面向全球性挑战的基础研究，科学基金要推进高水平国际合作，用好全球创新资源，服务人类进步；对于满足区域或行业发展特殊需求的基础研究，科学基金要发挥“育种”作用，加强与地方政府、产业部门的协作，通过指南引导科学家深入研究，促进知识创新体系和技术创新体系有机结合。科学基金将继续坚持以资助好奇心驱动的基础研究为主体，统筹兼顾其他类型的基础研究和重要基础性工作，鼓励科学家将学术兴趣和国家目标有机结合。

聚力前瞻部署是应对新科技革命与产业变革的必然要求。科学基金应计虑长远，突出支持科学前沿、培育新的学科生长点，关注影响长远发展和产业变革的重大科学问题，为国家重大科技项目部署做好前期预研，更加注重培育下一代基础研究人才，为经济社会发展提供知识基础和人才储备。聚力科学突破是提升我国原始创新能力的关键所在。针对我国具有自身优势、蓄势已久、可望突破的关键科学领域，加强资助部署，鼓励科学家不断开拓，抢占科学制高点。聚力精准管理是提升资助绩效的有效途径。梳理整合资助格局，优化评审程序，建立体现学科差异的战略引导机制、科学评价体系和资助管理机制，提升科学基金资助管理效能。

#### （八）总体思路

坚持定位：把握科学基金的战略定位，更加聚焦基础、前沿、人才，更加注重创新团队和学科交叉，筑探索之渊、浚创新之源、延交叉之远、遂人才之愿。坚持把鼓励自由探索作为基本立足点，积极构建有利于科学家自由探索的学术生态，引导科学家勇于向科学之渊的更深处开掘；坚持把培育原始创新能力、服务创新驱动发展作为核心任务，提炼和解决重大战略需求溯及的重要科学问题；坚持把推动学科交叉融合、破解复杂难题作为战略重点，引导科学家结合科学前沿和国家需求开展交叉研究；坚持把发现培养科技才俊作为根本使命，营造有利于人才成长和发挥作用的良好环境。

激励原创：瞄准科学前沿，激励科学突破，提高原始创新能力。树立原创价值导向，尊重首创、包容多元、宽容失败、鼓励冒尖；加强原创导向的资助部署和机制设计，激励新概念、新构思、新方法、新工具的创造；完善从非共识学术争议中甄别发现原创思想的工作机制，探索加强对挑战传统范式的变革性

研究的资助力度；凝练重大原创性科学问题，加强系统部署，稳定支持科学家潜心研究。

**统筹支持：**立足创新驱动发展战略全局，增强资助工作系统性、协同性，为全面培育原创能力提供战略支撑。统筹当前与长远的部署，既关注国家急需的重大问题，又着力解决影响经济社会长远发展的关键科学问题；统筹竞争与稳定支持，在竞争择优中实现对优秀人才团队、重要学科领域的长期稳定支持；统筹面上部署与重点资助，全面培育源头创新能力，精准选择重要战略领域；统筹基础学科、交叉学科、传统学科、新兴学科、优势学科、薄弱学科布局；统筹基础研究关键要素，促进科研与教育结合，形成探索、人才、工具、融合四位一体的资助格局。

**升级发展：**实现科学基金资助与管理升级，促进基础研究从量变到质变的跃升。更加注重学科特点，实现差异化管理；不断提升信息化水平，促进开放共享，实现智能化管理；充分利用全球科技资源，提升国际化水平；加强资源配置战略管理，保障评审质量，加强管理队伍能力建设，提升专业化水平；不断完善绩效管理体系，提高资助绩效；更加注重以法治基金建设推进改革发展，提高法治管理水平。

## 第四章 资助格局

### （九）构建“探索、人才、工具、融合”资助格局

适应基础研究资助管理的阶段性发展需求，统筹基础研究的关键要素，将科学基金资助格局调整为探索、人才、工具、融合四大系列。探索系列主要包括面上项目、重点项目、国际（地区）合作研究项目等；人才系列主要包括青年

科学基金项目、优秀青年科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、创新研究群体科学基金项目、地区科学基金项目等；工具系列主要包括国家重大科研仪器研制项目等；融合系列主要包括重大项目、重大研究计划项目、联合基金项目、基础科学中心项目等。

围绕科学基金发展目标，统筹实施各类项目，增强资助计划的系统性和协同性。坚持自下而上的自主选题和自上而下的战略引导相结合，鼓励自由探索和需求导向并举。弘扬改革创新精神，加强宏观精准调控。深化学科战略研究，适时调整学科结构，增强资源配置的灵活性、有效性。

## 第三篇 发展任务

### 第五章 培育创新思想

#### （十）聚焦科学前沿，加强前瞻部署

加强科学前沿探索，力争在更多领域引领世界科学研究方向，着力培育源头创新能力，更好地为国家其他重要科技计划孕育源头知识、提供成果储备。根据我国基础研究转型发展需求和科研队伍发展状况，遵循基础研究特点和规律，科学运用宏观调控手段，有效发挥资助率和资助强度的杠杆调节作用，引导科研资源优化配置。

面上项目要支持自由探索，激励原始创新，促进学科均衡协调可持续发展。重点项目要着眼关键前沿，结合战略需求，兼顾学科发展，集成创新资源，孕育重点突破。切实加大对非共识、变革性创新研究的支持力度。鼓励质疑传统、挑战权威，重视可能催生新概念、新范式或新学科、新领域的研究，强化颠覆

性技术的科学基础。探索建立针对风险高、回报大、探索性强的研究项目的特殊评审和管理机制。

## 第六章 培养创新人才

### （十一）强化智力支撑，培育科学英才

尊重科技人才成长规律，完善科学基金人才和团队支持体系，为国家科技创新队伍建设奠定人才资源基础。针对人才发展学科广泛性、路径多样性等特征，完善稳定支持机制，对不同年龄段优秀人才实行全谱系支持，为各类人才施展才华、探索创新提供舞台。加强对女性科研人员的支持。持续支持研究生参与基础研究，培育下一代创新人才。

持续加大对青年研究人员的支持力度。青年科学基金项目坚持多学科、广覆盖，给更多处于起步阶段的青年科研人员以及时、有力的支持，保持合理规模，提高资助强度，为基础研究队伍建设蓄积人才之源。加强对博士后研究人员的支 持。深入贯彻党的民族政策和国家的区域发展战略，推进少数民族地区和西部地区人才的稳定与培养。完善地区科学基金项目资助机制，鼓励项目负责人走出“温室”，参与更高水平的开放竞争。调整完善优秀青年科学基金项目规模和评审机制，促进各学科优秀青年人才均衡发展。国家杰出青年科学基金项目坚持高端引领，发挥凝聚海内外人才的带动示范作用和创新拔尖人才的品牌效应。争取适度增加规模，激励基金获得者聚焦科学前沿、攻坚克难，开展长期性、系统性、原创性科学探索，提升国际影响力，造就学科领军人物。创新研究群体项目要加强科学目标引导，进一步发挥团队协作和多学科交叉融合优势，着力培养和建设一批具有重要国际影响力、冲击世界科学前沿的创新团队。

扩大外国青年学者研究基金资助规模，探索设立外国高级科学家来华研究项目，吸引国外优秀人才来华长期工作，支持和鼓励大学和科研机构聘请世界一流专家到中国开展合作研究，逐步完善吸引国外优秀人才的资助机制，努力创造有利于人才及学术交流的国际化环境。充分发挥境外科技资源优势，支持内地与海外及港澳学者合作开展高水平研究。

## 第七章 打造先进工具

### （十二）创新仪器研制，强化条件支撑

突出科学目标引导，鼓励和培育具有原创性学术思想的探索性科研仪器设备研制，为科学研究提供新颖手段和有力工具，开拓研究领域，催生源头创新。加强宏观指南引导，加强对优先和重点支持领域科研仪器研制的战略布局。加强与国家其他科研仪器设备研制计划的衔接和协调，共同提高我国科研装备自给水平。

明确不同层次仪器研制项目功能定位，研究制定适合不同规模和特征的仪器类项目管理模式，加强分层细化管理。规范经费管理，加强预算指导与评估。探索项目评审、监督检查及监理的管理机制。探索加强大额经费监管的有效措施，努力实现研制高水平科研仪器、扎实推动重要战略领域自主创新的科学目标。探索开展项目结题后仪器应用效果评估。按照国家关于大型仪器开放共享服务等要求，推进仪器有效利用和向社会开放。

## 第八章 推动交叉融合

### （十三）聚焦重大主题，创新交叉融合资助模式

重大项目要面向科学前沿和国家需求，推动学科交叉，汇集创新力量，攻克科学难题，服务创新驱动。继续推进实施重大研究计划，凝练科学目标，长期稳定支持，强化集成整合，推动跨越发展。试点实施基础科学中心项目，面向科学前沿和未来制高点，集成优势资源，推动学科交叉融合，汇聚和培养高水平人才，打造科学研究高地。针对重要研究方向和系统性研究需求，探索实施项目群资助方式，加强研究交流和成果集成。鼓励自然科学与人文社会科学交叉，探索支持教育科学研究。发挥联合基金的导向作用，引导社会资源，解决关键科学问题，促进产学研合作，推动领域、行业或区域的自主创新能力提升。

## 第九章 拓展国际合作

### （十四）深化开放合作，推进新型国际化

适应中国特色大国外交战略的新要求，充分利用全球科技资源，坚持平等合作、互利共赢、注重实效的原则，支持实质性合作，推动战略型合作，切实营造有利于国际（地区）科学合作的开放创新环境，以更加开放的姿态促进中国科学更好融入全球科学体系，推进新型国际化发展，全面提升科学基金资助与管理的国际化水平。

发挥国际科技合作在人才培养方面的作用，提高我国科技队伍的国际化水平，培养引领科学潮流、具有国际视野的学术领军人才。积极推进我国大学、科研院所等机构开展国际科技合作，利用协议渠道向中国学生和青年研究人员提供国际合作研究与培训机会，培养全球视野和全球科技活动参与能力。强化国际合作的人才培养与合作网络建设功能。依托优势学科和机构，加强与全球优势和特色研究团队合作，实现由单纯的研究项目合作，向“项目-人才-基地”

合作方式转变。加强对“一带一路”沿线国家基础研究合作的支持。支持我国科学家在国际大型科学装置上开展研究工作或参与国际重大科学计划。鼓励中国科学家发起重大国际合作研究计划，协同应对人类共同关注的重大科学挑战。加强与重要国际科学组织的合作，参与国际科学组织议程的设计与决策，支持科学家在重要国际学术组织中担任领导职务。探索在科技发达国家设立办事处，加强与国外相关机构的合作与交流，借鉴国际先进经验，推进科学基金管理水平的提升。

## 第四篇 学科布局与优先领域

### 第十章 夯实学科基础

#### （十五）学科发展战略思路与任务

学科是科学研究和人才培养的重要基础。我国要实现从科学大国向科学强国的转变，必须具有全面均衡的学科结构与学科体系。“十三五”期间，要继续重视基础学科、传统学科、优势学科，鼓励开展交叉学科、新兴学科、薄弱学科研究，大力促进学科交叉与融合。在各学科 SCI 论文总量和总被引用次数持续增长的趋势下，力争论文篇均被引用次数和高被引论文数量进一步增长，部分学科学术影响力达到世界领先，各学科吸引和培养一批具有国际影响力的科学家及研究团队，形成国际上具有学科优势和专业特色的学术高地。

“十三五”期间，科学基金将在促进学科协调发展和重点突破方面强化以下工作。一是加强战略研究成果的有效应用。继续做好同中国科学院和中国工程院联合开展的战略研究工作，广泛凝聚以院士群体为代表的战略科学家和一线



科研骨干专家的集体智慧，为引导科学家探索科学前沿和服务于国家需求提供战略视野和科学依据。与中国科学院共同支持的学科发展战略研究，侧重于发现新的科学前沿和新的学科生长点；与中国工程院共同支持的未来 20 年工程科技发展战略研究，注重从国家经济社会需求出发，提出支撑我国传统产业升级与高新技术产业发展的共性技术和关键技术突破所需解决的核心科学问题。二是加强资助工具的优化组合，推动学科交叉。在促进学科均衡协调发展的同时，有效利用重大项目和重大研究计划等资助工具，探索基础科学中心等资助机制，切实推动学科交叉与融合。促进自然科学与工程科学及人文社会科学交叉、物质科学与生命科学交叉。加强问题导向的综合交叉研究，如能源、资源、生态环境、人口健康等领域的重大挑战性问题。三是加强学科布局及资助管理。深入开展学科发展态势分析与评估工作，绘制学科发展“地貌图”，制定更加符合学科自身发展特点与规律的更精准的学科资助政策，探索与学科发展规律和人才成长规律相适应的资助管理模式，鼓励各科学部在学科结构调整、评议方式创新、资源配置优化等方面，探索差异化的学科管理方式。

在综合考量学科发展国际趋势和我国基础研究发展现状的基础上，着眼于推动学科均衡协调可持续发展的战略要求，“十三五”期间，科学基金工作的学科发展布局以自然科学、工程科学和管理科学为基本框架，制定针对数学、力学、天文学、物理学、化学、纳米科学、生命科学、地球科学、资源与环境科学、空间科学、海洋科学、材料科学、能源科学、工程科学、信息科学、数据与计算科学、管理科学、医学等 18 个学科未来五年的发展战略。

**数学：**数学是研究数量关系和空间形式的科学，包括纯粹数学、应用数学与计算数学、统计学与数据科学等学科。数学既是自然科学的基础，也是众多重

大技术发展的基础。未来五年，将推动数学各分支学科进一步交叉融合，使其获得新的发展动力与活力；同时推动应用数学更加满足实际需求，使数学在解决科学技术发展以及国家重大经济社会发展的的问题中发挥更加积极的作用。到2020年，在基础理论研究方面，争取产生在国际上有重大影响的成果，在前沿领域形成具有引领性的研究团队，培养和造就具有竞争菲尔兹奖实力的青年数学家；在实际应用研究方面，力争解决国家重大需求中的科学问题，培养具有交叉学科背景和攻关能力的研究团队。“十三五”期间，重点支持几何分析、代数几何和代数数论及数学内部各分支学科之间的交叉研究；重点扶持问题驱动的应用数学研究；大力推动高性能科学计算研究、统计学和数据科学基础理论研究；特别重视物质科学、生命科学、信息科学、地球科学、环境科学、材料科学、系统科学、经济金融等应用领域中与数学相关的学科交叉问题研究。

**力学：**力学是关于力、运动及其关系的科学，研究介质运动、变形、流动的宏微观行为，揭示力学过程及其与物理、化学、生物学等过程的相互作用规律。已形成以动力学与控制、固体力学、流体力学、生物力学为主要分支学科，以爆炸与冲击动力学、环境力学、物理力学等为重要交叉学科的力学学科体系。未来五年，将继续鼓励原创性及引发学科理论创新的研究，重点加强面向国家重大需求的新概念、新理论、新方法和新技术研究，加大支持薄弱方向，不断促进学科交叉，培育新的学科生长点。到2020年，努力培养具有国际影响力的力学家，形成在国际上有影响力的学科高地。“十三五”期间，重点支持多场多过程下固体的本构理论及极端力学行为、近空间高超声速流场内局部稀薄气体流态机理和方法研究、高速流动中的可压缩湍流问题、非线性系统的跨时空尺度动力学耦合机理及其应用等前沿问题的研究；加强新型材料的本构关系与

强度理论、超常环境下材料与结构的力学行为、湍流理论及机理、高超声速空气动力学模拟与实验、航空航天动力学与控制、生物组织与仿生材料的多尺度力学行为等优势学科；着力扶持多体动力学、结构力学和高速水动力学等薄弱学科；加强关注航空、航天、能源、海洋、环境、先进制造、交通运输、人类健康等重大需求领域中的关键力学问题，形成对国家重大需求的重要支撑能力。

**天文学：**天文学研究宇宙中各种不同尺度的天体，包括太阳和太阳系内天体、恒星及其行星系统、星系和星系团，乃至整个宇宙的起源、结构和演化。天文学研究包括星系和宇宙学、恒星与银河系、太阳系与太阳系外行星系统、太阳物理、基本天文学。天文技术方法作为支撑天文学发展的技术基础，是天文学研究的组成部分。未来五年，将保持已经具备一定优势的研究方向，促进充分发挥我国观测大设备潜力的相关研究，扶植国内虽刚刚起步、但属于国际主流的研究方向。到 2020 年，围绕 FAST、HXMT、DAMPE 等在国际上有重要影响的大型地面和空间天文观测设备，在揭示银河系的结构和集成历史、暗物质粒子的物理性质、致密天体周围的强场物理规律、引力波相关物理问题、 $\gamma$  射线暴中心能源机制、宇宙加速膨胀机理、太阳活动的来源等重大研究方向取得突破性成果，涌现出约 20 位具有国际影响力的科学家，将研究规模扩大五成，并显著提高学术水平。“十三五”期间，重点支持银河系的集成历史及其与宇宙大尺度结构的演化联系、致密天体周围的强场物理过程、引力波相关物理问题、恒星的形成与演化以及太阳活动的来源等前沿问题研究；加强天文技术和系外行星系统探测方面的研究；重视天文学与物理学、力学、空间科学、地球科学、信息科学等密切相关的交叉研究。

**物理学：**物理学是研究物质结构及其相互作用和运动规律的科学。在更小微观尺度和更大宇观时空上探索物质的深层次结构及其相互作用，也研究复杂体系、多粒子运动等“演生”出来的凝聚合作现象和规律。未来五年，将继续保持我国已有的优势研究方向，重点促进主流方向全面进步，促进我国物理学整体水平提升；鼓励对根本性基础科学问题进行长期深入的探索，引导面向国家重大战略需求、为突破国家安全和经济发展中的瓶颈问题做出实质性贡献的研究。到 2020 年，争取有 1-2 个科学思想和关键技术上的重大突破，形成 2 个以上国际上起主导作用的研究团队和有特色的学派，实现原创性实验技术方法和核心仪器设备的关键性能力建设。“十三五”期间，重点支持自旋、轨道、电荷、声子多体相互作用及其宏观量子特性；光场调控及其与物质的相互作用；冷原子新物态及其量子光学；量子信息技术的物理基础与新型量子器件等研究，深入开展后 Higgs 时代的亚原子物理与探测、中微子特性、暗物质寻找和宇宙线探测、硬 X 射线自由电子激光及其加速器物理研究；进一步扶持原子分子物理和等离子体物理等学科，增强软凝聚态物理、统计物理研究力量；加强物理学在与信息、能源和生命科学等学科交叉融合中的实质性作用。

**化学：**化学是研究化学反应和物质转化的学科，是创造新分子和构建新物质的根本手段，是与其他相关学科密切交叉和相互渗透的一门中心科学。当代化学发展的核心问题是如何实现化学合成与过程及功能的精准控制。化学科学在国家工业生产、经济发展、环境健康和国家安全等相关领域的发展中具有无可替代的作用与价值。未来五年，将强化基础性、前瞻性、交叉性和变革性的创新研究，实现从量的扩张到质的提升，使我国化学研究的部分领域在全球化学研究中成为开拓者和引领者；培养一支具有国际视野的杰出人才队伍，形成若

干引领化学发展的创新团队；在若干化学领域取得重大科学突破。“十三五”期间，针对分子精准转化的目标，实现功能分子的高效绿色合成、组装及新形态与新功能物质的构建；重点发展宏量制备及相关复杂反应体系的介尺度理论与方法，重视化学与化工过程的协同研究；优先支持面向能源高效转化与利用的催化与表界面科学；强化基于新原理的化学精准测量与分子成像技术研究；深化化学动态修饰调控的生物大分子及其生物学意义的认识；探究化学物质对人类健康与生态环境的系统功能关系；重点扶持团簇和仿生化学及其应用；引导基于国家重大战略需求的选态化学及理论与计算化学的基础研究等。

**纳米科学：**纳米科学是在纳米尺度上研究物质的相互作用、组成、特性、制造方法以及由纳米结构集成的功能系统的科学，主要包括纳米表征技术，纳米材料的制备及其在能源、环境、催化领域的应用，纳米器件与制造，纳米生物医学以及纳米标准与安全等五个领域的研究。未来五年，进一步加强和促进纳米材料的精准/可控制备，发展高时间、空间分辨的纳米表征技术以及纳米结构的定量分析技术，加强新型微纳器件的开发与制造加工和集成技术，开拓面向能源、环境和生物医药领域应用的纳米材料，进一步揭示与评价纳米材料的生物效应与生物安全性，制定面向纳米领域应用的重要标准。到2020年，在保持论文总量和被引用次数世界第一的基础上，争取在纳米科技领域有1-2个原创性的重大突破，形成2个以上国际上起主导作用的学科高地，有10人左右进入TOP1%科学家行列。“十三五”期间，重点支持纳米材料与纳米结构的精准/可控制备；纳米催化的本质以及应用；新型碳纳米材料以及碳纳米材料在电子器件、生物医药方面的应用；亚纳米尺度以及多层次表面微结构的表征新方法；面向能源高效转化、环境治理的多层次纳米材料；纳米生物效应与诊疗技术，

基于纳米效应的器件设计与制造，功能仿生纳米材料与自组装，多维纳米打印制造，结构材料的纳米化以及纳米科技的基础理论等研究方向。

**生命科学：**生命科学是研究生命现象、揭示生命活动规律和生命本质的科学。其研究对象包括动物、植物、微生物及人类本身，研究层次涉及分子、细胞、组织、器官、个体、群体及群落和生态系统。既探究生命起源、进化等重要理论问题，又有助于解决人口健康、农业、生态环境等国家重大需求。未来五年，将显著提升我国生命科学领域的论文质量，取得一批系统性的原创成果，继续提高在世界顶级科学期刊发文的数量和国际影响力；进一步壮大生命科学研究队伍，培养高水平研究团队，造就一批在国际生命科学研究领域具有重要影响力的科学家。“十三五”期间，继续保持我国科学家在优势方向上的国际领先地位，力争将部分优势方向，如蛋白质和核酸等生物大分子的修饰和调控、干细胞命运决定机制、农林生物基因组学与分子辅助育种等，发展成为引领国际前沿的重要阵地；促进更多研究方向的快速成长，培养更多在国际上占有一席之地优势方向；大力促进弱势学科和研究方向的发展，如经典生物分类、动物模型建立和拟人化等；围绕重要科学问题，积极推动生命科学与其他学科的交叉研究。

**地球科学：**地球科学是认识地球的一门基础科学，包括地理学、地质学、地球化学、地球物理与空间物理学、大气科学、海洋科学等以及与相关学科的交叉研究。探究发生在地球系统的各种现象、过程及过程之间相互作用机理、变化及其因果关系等，并为解决资源供给、环境保护、防灾减灾等重大问题提供科学依据与技术支撑。未来五年，将以科学问题为导向，解决制约保障资源供应、保护生态环境、服务生态文明的重大地球科学问题；发挥区位优势，扩大

优势学科，推进传统学科向纵深发展；加强学科交叉，强化新兴学科发展。到2020年，力争在克拉通岩石圈形成与演化过程、关键地质历史时期生命-环境协同演化、季风系统动力学、青藏高原地球动力学过程及天气气候效应、大气复合污染形成机制等领域，能够形成在国际上有影响力的研究团队，引领相关领域的国际趋势。“十三五”期间，重点支持矿产资源和化石能源形成机理研究；地球环境演化与生命过程研究；地球深部过程与动力学；人类活动与地球环境相互作用机理与调控研究；类地行星起源与演化研究；典型地区圈层相互作用与资源环境效应研究；全球环境变化与地球圈层相互作用研究；天气、气候与大气环境过程、变化及其机制研究；重大灾害形成机理及其减灾对策研究；加强地球观测与信息提取的理论、技术和方法的研究。

**资源与环境科学：**资源与环境科学是以与人类生存发展相关的环境要素及其综合体为研究对象的学科，包括自然地理学、人文地理学、土壤学、生态学、环境科学、地图学与地理信息系统等分支学科。未来五年，将深入开展陆地表层系统单要素与子系统的时空运动特征与变化规律的探索；着力拓展多介质界面相互作用与过程、多系统耦合机理与过程、区域人类活动及其对全球变化的响应机制、关键带过程与功能等前沿与核心科学问题的研究；发展陆地表层系统动力学理论与系统模式和基于大数据的资源环境研究新范式；创新资源环境观测技术与科学数据共享。到2020年，培养造就一支强大的资源环境研究队伍；构建先进的研究平台，保持在区域地理环境研究、全球环境变化的区域响应模式、人地相互作用关系与机理、地学信息图谱与空间分析等学科的世界领先地位；显著提升在环境污染及其健康效应、土壤生物的生态功能与环境效应、地理空间数据挖掘与地学建模等学科领域的国际地位。“十三五”期间，进一步

聚焦陆地表层系统多要素多尺度相互作用，理解水文过程、土壤过程和生态过程、区域气候过程及其耦合，转型期城市/区域人文-资源-环境过程与机理，空间对地观测系统等前沿方向；扶持土地变化科学、数据集成模型方法等薄弱研究方向；建立对环境综合观测及长期定位研究的稳定支持机制，促进学科稳定发展。

**空间科学：**空间科学是以空间飞行器为主要工作平台，研究发生在地球、日地空间、太阳系乃至整个宇宙的自然现象及其规律的科学。主要包括空间天文学、太阳物理学、空间物理学（包括空间环境科学）、行星与太阳系探测、微重力科学、空间生命科学、空间大地测量学、空间地球科学等领域。未来五年，将继续保持我国的优势研究方向，加强空间探测基础性工作，不断开拓新的领域，促进学科交叉，鼓励国际合作。到2020年，有选择地开展重大科学问题的前沿探索，在北斗导航卫星的科学应用和基于子午工程、三亚非相干散射雷达等天基和地基探测的地球空间多圈层耦合研究方面获得创新性重大成果；力争更多科学家在重要的国际会议上作邀请报告，高水平论文数和论文被引用次数均进入世界前列；着重空间探测与研究的基础建设和能力建设，初步形成以覆盖多个前沿学科领域的空间科学研究计划为标志的学科创新体系；培养一批有国际影响的领军人才，促进我国空间科学进入世界先进行列。“十三五”期间，优先支持日地空间环境和空间天气、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等重大前沿问题研究；重点扶持行星物理等学科的发展；重视与等离子体物理、地球科学、大气科学等学科交叉研究。



**海洋科学：**海洋科学是研究海洋水体和海底，以及海洋与大气、海水与河口海岸等界面各种过程的自然科学，主要由物理海洋学、化学海洋学、生物海洋学、海洋地质学和海洋技术科学等五大分支学科构成。其时代特征表现为学科的交叉融合与技术的突飞猛进，从而催生发明与发现，在科学理论与应用研究上取得重大突破。未来五年，将进一步促进我国的优势研究方向和具有一定规模的研究领域，同时培育我国涉足较少、但属于国际海洋科学研究前沿的发展方向和领域，并推进各分支学科的多学科和跨学科交叉研究。到 2020 年，力争主要分支学科取得国际领先的基础研究成果和支撑国家重大需求的应用研究成果；全面提升我国海洋科学家的国际地位，形成 3 个以上具有重要国际影响力的、高水平的科学家群体。“十三五”期间，重点支持深海过程与圈层相互作用、深海大洋生态系统动力学、海气相互作用、陆海相互作用以及海洋综合观测系统与科学实验；加大扶持海洋技术科学等薄弱学科，加强对海洋观测、调查仪器设备的支持；重视海洋科学与地球科学其他学科以及生命科学、信息科学、环境科学、工程技术等领域的交叉与融合。

**材料科学：**材料科学是研究材料成分、制备与加工、组织结构与性能、材料使用性能诸要素以及它们之间相互关系的科学。既是以探索材料科学技术自身规律为目标的基础学科，又是与工程技术密切相关的应用学科。未来五年，将继续资助我国已有的优势领域，并在国际主流研究和发展方向上加大资助力度，为发展具有自主知识产权的材料体系打下坚实的理论基础。同时重视促进学科交叉研究，如材料科学与信息技术、能源利用、环境科学和生命科学等重要应用领域的交叉融合，形成新的学科交叉研究热点；特别重视开展应用目标导向的材料科学基础研究。到 2020 年，形成 3-5 个在国际上有较大影响力的学术

研究成果或解决国家重大需求的科技成果，培育 3-5 个在国际上有较大影响力的创新研究团队和若干名在国际上有影响的青年材料科学家。“十三五”期间，重点支持金属非晶材料、轻质合金材料、低维碳材料、新型功能材料、有机光电材料、生物医用材料、通用材料高性能化等方面的前沿和基础研究，发展计算材料学和新材料制备科学，加强基于新原理和新效应的材料性能测试方法研究及表征手段研究，注重材料的资源化可持续利用研究，提升传统材料绿色制备技术水平。

**能源科学：**能源科学是研究能源在勘探、开采、运输、转化、存储和利用中的基本规律及其应用的科学，其研究对象包括自然界广泛存在的化石能源、可再生能源和新能源等，以及由此转化而来的电能和氢能等各种能量形式、能质相互转化和有效利用的各个方面。未来五年，将继续保持我国的优势领域，扶持相对薄弱的分支领域，鼓励和促进学科交叉与融合研究；深入研究能源高效洁净转化、新能源和可再生能源利用、维护国家能源安全及环境保护的能源相关基础理论与关键技术，推动我国能源学科整体发展达到国际先进水平，为我国经济社会可持续发展提供理论和技术支撑。到 2020 年，取得 3-5 个具有国际引领水平的基础研究成果或支持国家能源可持续发展战略的应用成果，培养具有竞争国际知名奖项能力的青年科学家，形成 3-5 个由多位国际知名科学家组成的高水平研究群体。“十三五”期间，重点支持新概念热学-热质理论、化石能源高效清洁燃烧、多相流热物理与太阳能光热化学研究、新型热动力循环和超常极端条件下的传热传质研究、智能电网和新一代能源电力系统、高效能电机及系统基础研究、电力电子系统可靠运行理论与优化方法、可再生能源大规模利用、高效低成本规模化电能存储等研究领域。

**工程科学：**工程科学是研究人造结构及其系统在特定条件下的表象及相关规律的科学，主要包括冶金与矿业工程、机械工程、建筑环境与土木工程、水利科学与海洋工程等学科。未来五年，在继续支持我国具有优势或特色的研究方向基础上，积极推动协同创新研究；结合经济社会发展以及国防安全等方面的重大需求，瞄准国际前沿开展基础研究，并形成具有自主知识产权的核心技术；加强和促进工程科学与其他学科之间的交叉与融合，推动工程领域开展实质性的国际合作，尽快缩短我国与世界强国在工程科学领域基础研究的差距，在若干方向和技术领域实现与发达国家“并跑”。到2020年，形成若干个在国际上有重要影响力的研究团队或群体，有更多的青年学者在国际一流学术会议上作主题报告。“十三五”期间，重点支持领域包括化石能源高效开发与灾害防控理论、高效提取冶金及高性能材料制备加工过程科学、复杂机电系统集成设计、增材制造技术基础研究、机械表面/界面效应与控制、多种灾害作用下的高性能结构全寿命可靠性设计理论、绿色建筑设计与方法、变化环境下水资源高效利用与生态水利等。

**信息科学：**信息科学是研究信息产生、获取、存储、显示、处理、传输、利用及其相互作用规律的学科。信息科学与技术近几十年的发展，深刻改变了科技、经济与社会生活，对当代科学的几乎所有学科领域发展都有很强的推动作用。未来五年，信息科学的资助工作将面向科学前沿，聚焦网络强国战略、“互联网+”行动计划、国家大数据战略以及《中国制造2025》战略等国家需求，把科学前沿研究和国家对信息科技的需求相结合，围绕相关重要科学问题开展深入的基础研究，使信息科学在解决国家信息基础设施建设、信息安全、智能制造等领域面临的重大技术问题中发挥更加积极的作用。到2020年，力争取得对

促进信息产业与经济社会可持续发展、维护国家安全具有明显作用、并在国际上产生重要影响的成果。“十三五”期间，重点支持通信与电子学、计算机科学与技术、自动化科学与技术、半导体与微纳电子学、光学与光电子学等分支学科之间的交叉研究，通过交叉研究孕育重大突破。大力推动量子计算、量子通信、智慧城市、类脑计算等重大交叉领域的研究，特别重视信息科学与其他学科交叉问题的研究。

**数据与计算科学：**数据与计算科学是一门研究数据的感知、传输、管理、分析、计算及其应用的交叉学科。数据与计算科学旨在揭示数据的内在规律及数据之间的关联关系，研究数据计算理论，实现从数据到知识的转化，为大数据科学计算、大数据分析、知识发现、问题预测与辅助决策提供理论和技术支持。数据与计算科学是 21 世纪的一门新兴学科，在溯源过去、感知现在、预测未来方面均具有重要的应用价值。针对国家大数据战略需求、产业需求和数据科学理论探索需求，开展数据与计算科学的前沿研究具有重要的战略意义。到 2020 年，力争取得 2-3 项具有重要影响的国际领先理论创新成果，取得若干在解决国家重大需求中具有引领作用的信息技术创新成果，培养一批具有国际影响力的数据与计算科学领域的科学家和研究群体。“十三五”期间，重点支持数据与计算科学的基础理论、大数据获取与管理、大数据分析与理解、大数据计算模式，以及面向大数据的新型存储管理架构与系统等重要基础问题的研究；同时特别重视在“互联网+”、经济与金融、智慧城市、健康医疗、工业制造、能源环保、社会治理、公共安全等应用领域中与数据和计算科学密切相关的学科交叉问题的研究。

**管理科学：**管理科学是研究人类社会不同层次组织的管理和经济活动客观规律的科学。管理科学包括管理科学与工程、工商管理、宏观管理与政策、经济科学等子学科，是一门跨自然科学、工程科学和社会科学的综合性交叉科学。未来五年，将继续保持我国的优势研究方向，形成具有广泛国际影响的中国特色管理科学领域，推动基于中国管理实践的管理知识源头创新，完善研究基础设施体系布局。到2020年，力争使管理科学国际论文总量、总被引用次数接近国际先进水平；培育具有国际影响和中国特色的以及能够支持国家重大管理决策的成果；形成由多位顶尖管理科学家组成的、具有重要国际影响力的研究群体；建成具有一流国际水准的中国管理科学数据平台和智库。“十三五”期间，将更加重视解决源于国家经济社会发展重要实践中的相关管理科学问题；重点支持复杂工程决策理论、企业创新行为与国家创新系统管理、国家安全的基础管理规律，以及深化改革中经济结构及体制重构研究；加强管理科学与工程等优势学科及前沿方向，着力扶持经济科学等薄弱学科；重视管理科学同其他相关学科领域的交叉科学问题研究；瞄准重要且具有优势的前沿方向以及具有“中国议题”特色的领域，实施集群式高强度支持，使中国管理科学实现在部分特色领域引领国际前沿。

**医学：**医学是研究人口、健康、疾病等规律的一门科学，包括基础医学、临床医学、预防医学、中医与传统医学、药学、转化医学、医学技术等学科。既涉及众多长期尚未解释的基本理论问题，也面临大数据、创新技术、转化应用、个体化医疗和迈向精准医学等亟待解决的难题，还与心理、环境、社会等密切相关。未来五年，将遵循保持既往优势领域、鼓励原创基础研究、强化我国特色疾病探索的原则，布局具有战略意义和潜在引领作用的优先发展领域。深化

已取得国际公认进展的重要疾病的研究，进一步加强药学研究与加快药物研发的速度，加强医学技术的创新与转化；力争更多医学科学家在顶级刊物发表系列原创性论文、受邀在国际大会上作报告或在顶级综述/评述性刊物撰写评论，形成一批由多名顶尖医学科学家组成的研究团队。“十三五”期间，重点支持疾病的共性病理新机制研究、重大慢病疾病的精准化研究、新发突发传染病的综合研究、康复和再生医学前沿研究、重大环境疾病的交叉科学研究、个性化药物与个性化医疗关键技术与转化研究、中医理论的现代医学内涵研究；加强免疫学、肝脏病学等优势学科；扶持妇科、儿科重大疾病的医学研究；重视医学与其他学科的前沿交叉，包括医学物理学、化学医学、定量医学、干细胞医学、代谢医学、疾病微生物学、医学材料学、医学集成成像学等方向的发展都将促进对医学本质和疾病机制的理解。

## 第十一章 优先发展领域

### （十六）各科学部优先发展领域

“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。各科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。各科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 $\beta$ 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、药物输运、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；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；微生物黏膜免疫机制；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；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、快速检测的理论与新技术、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的影响和致灾机理；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；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；服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；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；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；人机器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；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运营；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；移动互联网时代的多渠道变革、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；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；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；明确肿瘤的精细分子分型，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。

### **（十七）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、 $\gamma$  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/cm<sup>2</sup> 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与决策方法研究

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，个体化医疗信息获取、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，个体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。

## 第五篇 保障措施

### 第十二章 保障投入增长

#### （十八）争取财政投入

着眼科学的长远价值和投资未来的战略视野，围绕“十三五”期间我国经济新常态发展形势和基础研究发展趋势，合理测算科学基金的经费需求，明确新的经费需求增长点，结合国家财政投入可能，完善预算申请论证机制，科学编制经费预算。加强基础研究投入机制研究，按照国家预算管理制度改革的要求，充分展示科学基金资助绩效，争取财政进一步加大对科学基金的投入。

#### （十九）调动多元投入

坚持引导投入、聚焦特色、集成优势、强化协同，积极拓展与地方政府、行业部门、产业界的战略合作，促进军民融合，进一步提高各方面投入基础研究的积极性和主动性。完善科学基金多元投入机制，加强统筹规划与分类管理。

## 第十三章 加强战略管理

### （二十）完善咨询体系

建立多层次、常态化的科学基金咨询体系。充分发挥全委会在科学基金发展战略和重大决策中的咨询作用。创新科学部专家咨询委员会工作机制，加强学科发展战略咨询。建立相对稳定的科学基金发展战略咨询专家网络，通过内部专家与外部专家的有效互动，深化战略研究与决策咨询。建立常态化的调研机制，广泛吸纳相关各方对科学基金发展战略和资助管理的意见和建议。

### （二十一）拓展智库功能

结合中国特色新型智库建设的战略部署，充分发挥科学基金的专家资源优势，为我国科技创新和基础研究发展提供智库支撑。通过项目资助等方式，与有关部门共同支持国内高端智库发展。建立广泛联系和使用智库实体或智库网络的机制，推进战略研究的常态化和系统化，服务国家发展和科学基金战略决策。加强与中国科学院、中国工程院等的联合战略研究，充分发挥科学家群体决策咨询作用，强化智库功能。与国际科学基金组织、国际科学组织、政府部门、大学、研究机构等建立战略咨询合作关系，增进中国科学与科学基金的影响力。

## 第十四章 建设法治基金

### （二十二）推进依法管理

围绕全面推进依法治国的总目标，贯彻落实《法治政府建设实施纲要（2015-2020）》，推动科学基金资助与管理工作的法治化。推进《国家自然科学基金条例》修订工作。不断完善立法工作机制，定期清理部门规章和内部规范性文件，制定配套细则。开展科学基金法治评估。落实普法工作实施纲要，完善组织机构，统筹安排普法工作。建立完善重大决策合法性审查机制，完善法律顾问制度，确保决策科学、程序正当、过程公开、责任明确。

## 第十五章 强化经费管理

### （二十三）规范财务管理

健全安全、规范、高效的科学基金财务管理体系，提升科学化、精细化管理水平。坚持讲求绩效和收支平衡的原则，科学编制中期财政规划和年度预算，增强预算编制的规范性、前瞻性。规范预算执行，突出绩效导向，逐步实现全面预算绩效管理。遵循基础研究规律，构建职责清晰、科学规范、公开透明的资助项目资金管理新机制。完善间接成本补偿机制，探索建立依托单位信用等级评价体系，研究制定与信用等级挂钩的间接费用核定办法。加强机关运行经费管理，科学有效实施内部控制，充分利用信息技术，努力降低管理成本，提高管理效率。

### （二十四）加强资金监督

进一步提升资金管理的透明度，拓宽接受科技界和社会监督的渠道。切实加强项目资金监管，推进痕迹管理，建立完善覆盖项目决策、管理、实施主体的

逐级考核问责机制，加大对违规行为的惩处力度。建立依托单位经费管理信用制度。引导和督促依托单位、项目负责人分别履行管理主体责任和资金使用直接责任。完善以抽查审计等方式开展巡视检查或抽查的工作机制，探索委托中介审计、联合政府审计和依靠依托单位内部审计等多元监督方式，建立多向反馈机制。

## 第十六章 完善资助管理

### （二十五）完善评审机制

着力构建科学规范、功能完善、动态更新、安全可靠的评审系统，实现程序公正、结果可信、管理高效。适应学科发展需求，动态调整学科结构。加强评审专家库建设，完善评审质量控制机制，促进评审业务科学化、规范化、专业化。全面推进通讯评审专家计算机辅助指派系统的使用，提高评审质量和效率。依据项目定位和不同学科特点，完善差异化项目评审标准和评价体系。突出激励科学突破的评议机制设计，针对高风险、创新性强的非共识研究项目、变革性研究项目以及学科交叉研究项目，积极探索建立有别于传统同行评审的机制以及特别项目甄别与评价模式。

### （二十六）改进项目管理

加强战略研究和科学论证，充分征求有关方面意见，科学编制项目指南。优化项目申请、评审、实施、监督等管理流程，更加重视项目后期管理。完善复审制度，充分保障项目申请人的合法权益，实现立项过程可申诉、可查询、可追溯。简化过程管理程序，避免频繁检查和考核，保证科研人员的科研时间，营造宽松的科研环境。

## **（二十七）加强绩效管理**

加强资助与管理绩效评价，构建运作规范、科学高效、公开透明的绩效评价制度体系。探索建立基于绩效评价的延续支持机制，促进竞争性支持与稳定性支持相结合。加强成果管理，完善科技报告制度，持续开展创新成果展示和科学传播。鼓励科研人员结合项目研究开展科学普及。继续完善第三方独立评估机制，推进科学基金资助管理整体绩效评估、项目类型年度绩效评估等工作，加强绩效评价的信息反馈，提升管理科学化和规范化水平。

## **第十七章 强化信息支撑**

### **（二十八）加强信息化管理**

充分发挥信息化建设对促进管理改革、提高资助效能的重要支撑作用。加强全过程信息管理和信息公开，加大信息系统建设力度，推进无纸化申请，提升科学基金的信息化和智能化管理水平。升级基础设施，整合数据资源，优化业务流程，集成服务平台，改进交互体验，扩展共享范围，强化信息安全。加强机构知识库建设。优化信息系统结构，主动支撑全流程痕迹管理，强化协同，共同完善国家科技管理信息系统。

### **（二十九）提升信息服务水平**

建立健全科学基金信息化的标准规范体系、安全保障体系、运维保障体系、人才支撑体系。加强信息门户系统建设，全力建设科学基金的服务共享平台、业务应用平台、知识服务平台、基础数据平台、科学基金个性化管理云平台、基础设施平台等六大功能平台。打造透明开放、高效集约、功能丰富、交互畅通、安全可靠、持续发展的信息服务环境。进一步推进信息系统从数据服务向

知识服务、从服务用户向服务社会迈进。形成全新的智慧型信息化体系，为科学基金管理者 and 研究人员提供便捷高效的信息服务。

## 第十八章 加强组织建设

### （三十）优化行政管理体系

建设作风优良、办事高效、运转协调、保障有力的服务型机构，推进科学基金治理体系和治理能力现代化。结合科学基金行政运转体系的特点，努力建设符合科研规律的科学化管理体系、符合行政运行规律的规范化管理体系、符合法律法规要求的法治型管理体系、符合基金法定职责的责任型管理体系、面向未来的创新型管理体系。完善科学基金的现代法人治理结构，适时修订《国家自然科学基金委员会章程》，进一步完善全委会审议、监督、咨询等职能。完善绩效考核和行政问责机制，提高执行力和管理效能。推进部门工作规则实施，加强内部控制和风险防范制度体系建设，不断提升科学基金依法行政、科学管理的水平。

### （三十一）加强机构和管理人才队伍建设

适应科学基金的职能定位和未来发展，积极稳妥地推进组织机构改革和人事管理体制变革。进一步理顺科学基金管理和 service 职能，建设现代化高效能组织机构。建设政治素养高、服务意识强、专业素质好、清正廉洁、求真务实、创新进取的高素质科学基金管理队伍。加强岗位管理，转变用人机制，创造有利于专业水平提升和职业发展的空间。规范和完善领导干部选拔任用制度。积极推进轮岗交流，提升干部综合管理能力。加强干部教育培训的组织与管理，增强培训的系统性和针对性。改进干部绩效考核评价体系，注重平时考核与专项



考核，加强年度考核，提升考核实效。完善薪酬福利保障制度，形成有效的激励和约束机制。营造和谐融洽环境，加强职业发展规划指导，帮助工作人员立足岗位成就事业。

### **（三十二）加强评审专家队伍建设**

坚持依靠专家评审与规范约束评审行为并重，完善动态管理机制和激励约束机制，着力构建具有较高学术水平、良好职业道德、规范履职能力的评审专家队伍。加强评审政策引导和法规培训。加强专家库建设，按规定实行评审专家轮换、调整和回避。遵循评审专家行为规范，严格执行回避与保密管理办法、评审专家工作管理办法等制度，强调专家依规自律，加强行为规范约束，接受同行质询和社会监督。建立评审专家信誉档案，加强信用管理。

### **（三十三）加强依托单位基金管理队伍建设**

突出依托单位在项目经费管理与使用中的主体地位，加强管理培训，引导依托单位加强项目管理，强化监督责任，保障资金安全，推进诚信教育，防范不端行为。进一步规范依托单位注册和退出管理。完善依托单位科学基金项目管理制度，提升依托单位依法管理能力。建立和加强项目和资金监管抽查机制，促进依托单位切实履行监督职责。建立依托单位在项目、财务管理规范运行和科学诚信等方面的信用评价体系，按照信用评级实行依托单位的分级分类管理。

## **第十九章 优化学术生态**

### **（三十四）维护科研诚信**

完善教育、制度、监督和惩戒并重的科学基金科研诚信工作体系，充分发挥监督委员会的作用，在国家科研诚信建设中发挥示范引领作用。实行科学严谨

的科研诚信管理制度，对科研不端行为“零容忍”，在项目立项评审与绩效考核等过程中，实行科研诚信问题“一票否决”。突出负责任的科学研究规范教育，开展常态化科研诚信巡讲，建立联动媒体通报典型案例制度，发挥警示教育作用。强化信息技术支撑，推进科研诚信网络教育。完善监督规章体系，强化制度的刚性约束。加强科研伦理研究和制度建设，逐步构建科学基金伦理管理组织体系与规章体系。建设科研诚信投诉举报网站和数据分析系统，完善投诉举报管理机制。加强申请项目相似性检查。加强驻会监督，完善公正性调查和专家承诺制度，提高监督效能。完善科研不端行为调查、处理机制，加强结构化案例库建设，使科研不端行为处理既有法规可依，又有案例参照。

### （三十五）建设创新文化

发挥科学基金对科学精神塑造的重要导向作用，弘扬尊重科学、公正透明、激励创新的价值观，营造有利于原始创新的文化氛围。完善科研评价机制，建立以质量、贡献、绩效为导向的分类评价体系，防止简单量化、急功近利等倾向。构建健康评审文化，倡导学术批评，促进学术交流。将科学思想、创新精神、科学伦理、学术道德作为重要价值观贯穿到科学基金管理的各个环节。构建尊重科学、鼓励探索，宽容失败、激励创新，公正透明、民主和谐的创新文化氛围，倡导攻坚克难、敢为人先的拼搏精神，营造有利于繁荣基础研究、提高原始创新能力的良好环境。

## 实施

本规划是国家自然科学基金“十三五”发展的重要指南。要围绕科学基金发展目标，结合科学基金工作实际，明晰责任，合理分工，把控过程，强化监测评估，确保规划各项任务能够落实到位、取得预期成效。

明晰责任分工。加强组织管理，保障重点任务有序实施，确保“十三五”发展目标如期实现。要按照规划安排，理清主要规划任务链，按照科学基金管理的岗位职能，形成合理分工，强化责任担当。

完善配套措施。协调有序推进规划发展目标和战略任务落实，结合科学基金发展实际制定对策，注重可操作、可考核、可督查，统筹兼顾、互促互动，确保改革举措落地生根。

加强监测评估。建立规划实施情况的监测、评估机制，适时开展规划实施进展的第三方评估，加强跟踪检查。及时总结在实施规划中的成功做法和有益经验。

深入宣传动员。加强宣传引导，传播正能量。促进社会理解基础研究和科学基金工作，动员科技界共同支持基础研究发展，为规划顺利实施创造良好的社会环境和舆论氛围。