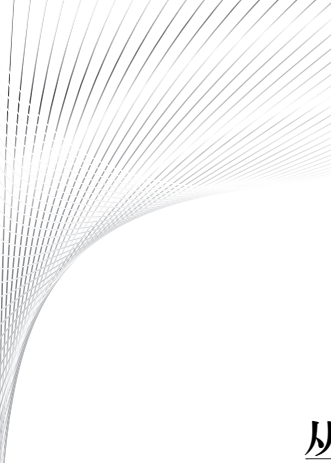




丛 书 序

百年变局深度演进，新一轮科技革命和产业变革加速突破，科学技术已成为大国博弈和文明转型的关键变量，科技界的使命责任与国家命运和社会发展深度绑定、同频共振。在全面推进科技强国建设的关键时期，党中央、国务院赋予中国科学院新的使命定位——国家科学技术界最高学术机构、国家科学技术思想库、自然科学基础研究与高技术综合研究的国家战略科技力量。新定位不仅进一步明确了中国科学院在国家创新体系中的核心地位，更体现出党和国家对中国科学院新时代担当更大责任、发挥战略引领作用的要求。

作为国家科学技术思想库，中国科学院承前启后，精心策划打造国家科学技术思想库“决策咨询”“学术引领”“科学文化”“科学普及”四大系列品牌，旨在以思想照亮科学道路，以智慧服务科学决策，以前瞻引领发展方向，以文化塑造价值坐标。其中，“中国科学院院士咨询建议”丛书正是“决策咨询”系列的主要成果与重要载体。

决策咨询是中国科学院发挥国家科学技术思想库作用的核心使命，特别是 1955 年学部成立以来，汇聚全国各领域的优秀专家

学者，组织编制《1956—1967 年科学技术发展远景规划》、倡议设立国家自然科学基金和中国工程院、推动实施“863”计划、系统研提碳中和框架路线图、全面研判稀土产业链发展、前瞻布局人工智能赋能学科体系变革等，完成了一系列高质量的咨询报告和院士建议，在国家科技决策和创新实践中发挥了重要引领支撑作用。

为将这些思想成果更好地服务社会、引导公众，中国科学院自2009年起，以“中国科学家思想录”丛书的形式，按年度汇编中国科学院学部完成的咨询报告和院士建议，已出版16辑。2026年，“中国科学家思想录”丛书更名为“中国科学院院士咨询建议”丛书继续出版，旨在更加贴合国家科学技术思想库“决策咨询”品牌定位和丛书内容，以进一步拓展丛书的决策价值和社会影响，为各级政府和产业部门提供纵深的决策参考，为广大科技工作者提供国家急需的方向选择，为社会公众提供理解科学决策的直观窗口。

面向未来，中国科学院学部将进一步团结凝聚广大院士和全国科技工作者，开展宏观战略研究，培养锻造更多具有宏大视野格局的战略科学家，不断提升“中国科学院院士咨询建议”丛书的学术影响力、决策影响力、社会影响力和国际影响力，以战略之谋对接国家决策之需，以思想之力夯实科技强国之基，为以科技创新推进中华民族伟大复兴贡献不竭智慧和力量。

中国科学院学部咨询评议工作委员会主任

饶子和

2026年6月

目 录

丛书序	i
关于加强我国“纳米医药”技术自主创新及产业化新赛道变革的建议	1
祁连山—河西走廊生态治理有关问题与对策建议	6
关于加快推进航空救援高质量发展的建议	9
加速发展盐碱地草牧业，保障国家饲料粮安全	13
加强基础研究，做好系统集成 ——关于我国脑机接口技术发展形势的研判与建议	17
我国科技新闻报道规范治理的问题与建议	22
协调统筹柴达木盆地水资源促进区域高质量发展对策建议	25
加强农作物新发病虫害综合防治，保障我国粮食及生态环境安全	28
关于强化我国高校和科研机构科学数据安全主体责任的建议	33
极端突发事件下我国电网安全韧性存在的问题及对策建议	37

关于申请主办 2028 年联合国海洋大会的建议	42
关于建设地球系统关键过程综合观测试验国家平台的建议	45
推进我国纤维新材料产业提质增效的建议	48
长江中游城市群洪涝治理“三脱节”，亟待统筹防控	52
关于长江自然通江湖泊湿地生态保护存在问题及政策建议	56
推进“光伏-储能-超充”一体化布局 加快城市公共交通低碳化转型	60
以林区功能改造提高森林火灾防控能力的建议	64
关于加强风险管理，推进大兴安岭林区高质量发展的建议	67
关于健全企业协同培养专业学位研究生机制的建议	70
关于构建面向未来的科学教育生态系统的建议	73
应对人工智能大模型生成内容污染人类知识体系问题的政策建议	78
川藏铁路建设进展、面临的挑战及对策建议	84
关于广东省梅大高速公路“5·1 塌方灾害”的 成因分析及相关对策建议	87
关于弱化“帽子”吸引、强化任务驱动，激发科研人员创新活力的建议	90
关于构建“两个体系”，加快提升中医药健康服务能力的建议	94
关于大力发展国产高性能科学计算软件的建议	97

借鉴“松山湖模式”，依托新型研发机构探索有组织的 科技成果转化路径	102
我国城市轨道交通高质量发展的主要问题及对策建议	108
关于开展碳捕集与封存集群规划与示范工程的建议	112
关于科学实施拉萨南北山绿化工程的建议	115
关于防止地方政府对智算中心建设投资过热的建议	119
关于前瞻规划、分类布局、科学遴选，建设“旗舰型” 重大科技基础设施的建议	123
我国废弃塑料化学循环存在的问题与对策	129
关于加快我国微波光子技术发展与应用的对策建议	133
关于加快推动光电融合技术发展的建议	137
关于强化面向生态的国家水网建设的建议	141
关于突破我国高端轴承关键核心技术的对策建议	145
关于加强国内英文科技期刊发展，高度重视科技数据安全的建议	149
关于加快构建全国统一数据标识体系的建议	153
关于技术科学领域抢占科技制高点应予重点关注主题的建议	157

关于加强我国“纳米医药”技术自主创新 及产业化新赛道变革的建议

赵宇亮 等

纳米医药技术属于解决医药健康问题的科学前沿与技术变革领域，当前正处于产业颠覆和市场争夺的关键时期。2023 年诺贝尔化学奖（量子点）和诺贝尔生理学或医学奖（mRNA^①疫苗）均依托了纳米医药技术。目前，我国的纳米医药基础研究已积累大量创新成果，科学论文数量、质量及专利数量在全球呈现领先态势。纳米医药的全球市场需求增长迅速，加速成果的临床转化是抢占国际市场的关键，例如美国莫德纳（Moderna）公司因脂质纳米粒（lipid nanoparticle, LNP）-mRNA 疫苗这一项新技术就形成了市值过万亿元的医药新赛道，而我国纳米医药成果转化率仅为 5% 左右，严重低于欧美发达国家。因此，我国亟须整合科技力量布局并突破产业化瓶颈，以反制发达国家对我国医药新赛道的制约，支撑建设现代化“质量强国”的重大国家战略需求。

一、纳米医药技术研究和产业发展现状

（一）国际纳米医药研究与产业发展现状

1. 我国纳米医药研究能力位居世界前列

纳米医药技术目前已突破传统医药领域边界。我国纳米医药领域的研究

① mRNA, messenger RNA, 信使 RNA。

与欧美同时起步，在蛋白药物及基因药物递送、体内纳米机器人等医疗应用基础研究领域已取得重点突破，我国也是最早提出纳米毒理学与生物安全性研究的国家。然而，纳米医药变革性理论体系仍在探索与积淀，存在许多“无人区”，新产业新赛道的国际竞争日趋激烈。

2. 全球纳米医药研究成果临床转化竞争加剧

近年来，纳米医药全球市场需求增长迅速。2022 年，北美地区纳米医药市场全球占比为 51.1%，欧洲为 23.8%，亚洲为 19.6%，我国占国际市场份额比例较小。2022 年，我国国内纳米医药市场规模为 332.8 亿元，较 2018 年翻番，增长明显，但其中约 80% 依赖进口。加速成果的临床转化是抢占国际市场的关键，美国近五年公布了 890 项纳米药物临床试验，而我国仅有 56 项；全球商品化的 26 款抗肿瘤纳米药物中，欧美就占了 21 款，而我国仅有部分仿制药品种。我国生物医药成果转化率仅为 5% 左右，与欧美发达国家的 25%~30% 相比差距较大，国际市场竞争力亟待提升。

3. 具有中国标签的药物载体纳米技术创新仍有差距

从当前格局来看，辉瑞、默沙东等欧美药企占全球纳米医药市场份额的 40%。例如，辉瑞公司及莫德纳公司的 LNP-mRNA 新冠疫苗几乎垄断全球市场，销售额超千亿元且市值过万亿元，而我国 2022 年纳米医药出口额仅为 4.4 亿元。根据预测，全球纳米医药市场规模将从 2020 年的 1717 亿美元增长到 2030 年的 3930 亿美元，其中以纳米载体为技术核心的产品占主导地位。其中，LNP、聚乙二醇（polyethylene glycol, PEG）化修饰、主动靶向递送等技术均由欧美学者率先提出和发展。美国《2018 年出口管制改革法案》将纳米医药相关技术列为首要对华管制目标，这使得我国在药物载体纳米技术领域的自主创新需求变得极为迫切。

（二）我国存在的主要问题

1. 尚未形成有利于产业创新和国际竞争力的“四链”融合局面

我国高度重视纳米医药研究（例如纳米研究经费投入中的约 20% 被用于纳米医药研发），但科研经费投入结构不合理，研究团队尚未实现力量整合，研究内容重复，且缺少结构性布局。从纳米医药产业化发展来看，我国基础

研究、临床试验、医药企业、国家监管“四链”结构性脱节，尚未形成合力。

2. 缺乏创新概念验证平台和成熟的纳米医药产业化研发中试平台

目前，我国仅在特定的几种 LNP 仿制药研发上具有一定经验，远未形成具有转化潜力的关键底层纳米载体技术，尤其缺乏纳米医药创新概念验证和研发中试平台。我国亟须发展可开展原创性产品产业化研发的平台，诸如美国百特国际有限公司（Baxter International Inc.）的水相介质中的高压匀浆脂质体制备技术平台、辉瑞公司及莫德纳公司的 LNP-mRNA 递送技术验证平台、爱尔兰阿尔凯默斯（Alkermes）公司的纳米晶技术平台等。

3. 纳米医药产业和市场成熟度较低

纳米医药市场技术壁垒高，资本和企业研发投入意愿不足，相关企业目前未能发挥创新主体作用。纳米医药的高性能原材料及核心辅料产能不足，大量依赖进口；生产工艺和高端制造设备缺乏，面临严重进口管制；在产业链下游，新进企业无力布局销售网络。以上加剧了纳米医药产业研发成本高、周期长、风险大等已有问题，进一步导致了企业自主创新意愿低、成果转化困难。

4. 纳米药物审批政策的制定有待加速

美国食品药品监督管理局和欧洲药品管理局分别于 2012 年和 2015 年开始发布纳米医药相关产品上市的规范和指导原则。我国医药监管部门目前更重视对现有产品的评价，2021 年开始才陆续发布了《纳米药物质量控制研究技术指导原则（试行）》《纳米药物非临床药代动力学研究技术指导原则（试行）》《纳米药物非临床安全性评价研究技术指导原则（试行）》等相关政策文件。完善的监管体系是增强创新医药领域国际竞争力的关键环节，为避免欧美医药监管机构在政策上抢跑，对我国形成新的制约，亟须制定纳米药物和纳米医疗器械的产品标准以及专项审批政策。

5. 纳米医药人才储备不足

根据国家纳米科学中心对全球高校的统计，2021 年世界大学排名前 200 的学校中开设纳米专业教育的高校已有 70 所，开设专业总数达 150 个。我国现有纳米医药高等教育资源分散在北京大学、中国科学院大学等自主设置

的二级交叉学科中，缺乏系统性人才培养体系。2022 年，我国国务院学位委员会批准建立“纳米科学与工程”一级学科，尚未启动招生。

二、政策建议

1. 开展基础科学和产业技术全链条联合攻关，加速纳米医药技术产业化

建议设立纳米医药全国重点实验室，开展纳米医药重要理论、材料创新、技术变革等原创性基础研究及关键技术的全链条研发。加强顶层设计、统筹资源，设立纳米医药专项进行支持，保持我国基础研究的国际领先地位。同步开展全链条攻关，进行转化导向的产学研结构性调整，平衡基础研究、前沿技术、生产工艺、临床研究的投入。围绕全国重点实验室形成网络型联合新型研发机制，与企业联合提升研发速度、制造能力和工艺创新水平，5 年内突破关键核心技术并解决产业困境。

2. 从“仿制驱动”走向“创新驱动”，集中力量突破关键载体技术的产业化和专利封锁困境

针对药物递送关键技术如 LNP 技术、主动靶向载体制备、体内纳米机器人等技术，建设创新概念、创新材料和创新技术的验证平台。解决原材料的批量生产问题，发展下一代纳米递送技术，针对市场热点如免疫治疗、抗病毒疫苗和恶性肿瘤等方向重点突破。

3. 加强政策协同和财政支持，完善我国纳米医药产业环节生态链

建议国家科技管理部门加强政策协同，推动新赛道创新产业的建设和快速发展。制定引导性政策，鼓励基础研究、临床试验、医药企业、国家监管四方建立无缝协作、无延时合作的体制机制。

在纳米医药载体高端原料供应、工艺优化、规模化生产、精密设备制造等方面加大政府财政扶持力度，融通发展纳米医药上游原材料、中游制造、下游流通和医疗服务四个环节。

建立激励机制，充分发挥企业的创新主体作用，鼓励地方政府、医药企业和金融机构等主动融入纳米医药科技成果从原始创新到转移转化的全过

程，与科研院所优势互补，通过厂房共享、股权投资等合作模式，以及提供新药注册、临床咨询、药品营销等服务，提高创新药开发成功率。

4. 加快制定和发布相关标准和审批政策，加强纳米医药监管

建议药品监督管理机构“专人专事”，加快建立纳米药物标准、纳米医疗器械产品标准，以及专项审批和指导原则。具体包括：在纳米药物的通用名中加入“纳米”字样；出台纳米药物处方工艺研究、质量表征、临床前和临床研究的相关指南；加快纳米医药临床试验伦理审查审批流程；在将纳米药物纳入医保、对其集采过程中给予适当优惠政策，从而提高学术界及产业界研发创新纳米药物的积极性。

5. 采取多元化手段培养创新人才，重点培养纳米医药产业化人才

建议国家教育部门依托“纳米科学与工程”一级学科加快人才储备，储备研究型和技术型人才，尤其是产业化人才。在有条件的高校中设置纳米药物与纳米医药监管研究专业，以适应新型医药产品的发展和临床应用的需求。

（本文选自 2024 年院士建议）

祁连山—河西走廊生态治理有关问题与对策建议

秦大河 等

祁连山是黄河及河西走廊主要内流河的发源地，每年约有 70 亿米³ 的出山径流，灌溉了河西走廊近 10 万千米² 的农田、林地和草场，保障了 500 多万人的生产生活用水。祁连山及其毗邻的河西走廊构成了完整且典型的山水林田湖草沙冰生命共同体。秦大河院士牵头就如何贯彻新发展理念，加强祁连山—河西走廊区域山水林田湖草沙冰共同体建设，破解祁连山生态保护与河西走廊区域发展难题，提出了对策建议。

一、需要重视的祁连山生态问题

1. 冰川冻土退化导致水资源调节功能下降的问题

与 20 世纪 60 年代相比，祁连山冰川面积萎缩了 20.5%±6.04%，即 (396.9±116.9) 千米²，冰储量损失了 23.9% (25.7 千米³)。据估计，祁连山冰川水源对河西走廊河流出山径流补给量的贡献率为 10%~20%。冰川加速消融导致径流先增加后减少，预计到 2030 年左右出现拐点，届时流域冰川融水的水文调节功能将逐渐减弱，从而影响山区水循环格局，进一步改变河西走廊水资源供给的时效性。海拔 3600 米以上既是冻土分布区，也是径流的主要形成区，其上的高寒草甸冻融荒漠化风险不断增加，导致水土流失且水资源调节功能下降。

2. 生态建设与生态系统持续稳定的问题

祁连山北坡的天然植被主要是斑块状森林镶嵌在草地上形成的林草复合系统，这是植被适应气候的长期结果，林草配置的比例是影响植被稳定性的重要因素之一。大规模的人工林建设，虽然提高了固碳功能，但也降低了产水量。研究表明，林木的耗水基本抵消了降水，森林地段基本不发生径流，40 年左右林地土壤水分较草地降低 30%~40%，林分稳定性变差。根据对祁连山典型小流域的对比，天然草地转化为农田和人工林地后，产水量减少约 4500 米³/公顷。此外，经调查发现，在一些水热条件相对好的区域，长期草地封禁出现了植物多样性下降、生态系统碳循环速率降低等问题。根据在祁连山中段北坡的监测结果，退化草地禁牧 4 年，物种数量达到最多（18 种），之后随着禁牧时间的延长，草地物种数开始下降；禁牧过程中，草地总生物量的变化呈先增加后降低的趋势，禁牧 2 年左右，草地地上地下总生物量达到峰值（53.8 吨/公顷），随后开始下降，至禁牧 6 年时降到 28.3 吨/公顷。

3. 区域环境保护和经济发展共赢的问题

自 2017 年我国加大对祁连山生态环境治理力度以来，该区域的生态环境整治已初见成效。但是地方经济的发展，以及农牧民生计的可持续发展问题也不容忽视。持久、根本性地破解生态保护和区域经济协同发展难题的办法仍很有限，迫切需要寻求保护和发展共赢的科学途径。

二、有关建议

1. 加强冰川冻土区的水文调节功能

针对冰川冻土调节径流的功能下降问题，建议加强应对气候变化对径流影响的预测预估研究；建设山区水库，增强年内水资源调节能力；加强山前地表水向地下水转化的调控途径与技术研究，提高该区域多年调节能力。

2. 拓宽将祁连山绿水青山和冰川雪地转变为金山银山的途径

适度放牧以促进草地生态系统健康运行，林草合理配置，增加生态系统固碳功能，建议强化相关研究，以合理确定放牧规模和林草配置比例。祁连

山集冰川、冻土、森林、草原、农田、荒漠等景观于一体，观赏性高，交通方便，具有极其丰富的生态体验和旅游观光价值。应在做好生态保护的前提下，加强旅游资源开发利用研究，拓宽祁连山绿水青山和冰川雪地转变为金山银山的渠道。

3. 构建祁连山—河西走廊应对气候变化科技示范区

祁连山—河西走廊区域在县域上具有典型完整的山水林田湖草沙冰体系，是山水林田湖草沙冰示范工程之一，具有开展相关试验研究和建设科技示范区的有利条件，形成的技术和经验将会对干旱区山地具有普适性。因此，建议加强山水林田湖草沙冰共同体建设，构建祁连山—河西走廊应对气候变化科技示范区，为内流河流域生态环境保护和可持续发展提供样板。

（本文选自 2024 年院士建议）

关于加快推进航空救援高质量发展的建议

李应红 等

航空救援指使用直升机、固定翼飞机、无人机、飞行汽车等航空器进行灾害应急救援和紧急医疗救护，具有快速响应、军民融合的特点。汶川地震以来，我国航空应急救援体系建设初见成效，但是还存在医疗救护能力弱、产业生态弱、科技支撑能力弱等突出问题。加快推进航空救援高质量发展，对于践行“人民至上、生命至上”^①理念、保障人民群众生命健康、促进航空科技自立自强、拉动我国低空经济万亿级产业发展，具有重大而紧迫的意义。

一、主要问题

1. 航空医疗救护能力弱，难以支撑“平时医疗，灾时应急，战时救护”运行模式，航空救援产业体系尚未形成

航空医疗救护起源于战时伤员的转运，之后逐渐转向公共医疗服务，是保障人民群众，尤其是乡村和偏远地区人民群众生命健康的重要手段之一，同时也是灾害救援和战时救护的重要支撑力量。航空医疗救护速度比救护车快3~5倍，可以降低事故死亡率40%左右。欧美发达国家已经实现航空医疗救护全覆盖，大部分地区可实现救援航空器15~20分钟到达现场。我国

^① 习近平. 保护人民生命安全和身体健康可以不惜一切代价. <https://jhsjk.people.cn/article/31720085> [2025-12-24].

仅在部分地区开展了航空医疗救护试点，每年仅救护 2000 多人，在航空医疗救护装备、救护基地、运营模式、医疗队伍等建设方面严重滞后。

从欧美发达国家的经验看，只有形成良好的航空救援产业体系，才能聚集资金、技术、装备和人才，实现持续快速发展。航空救援产业的主体是航空医疗救护，以及由此带动的通用航空装备制造业。欧美的航空医疗救护采用市场化运营，其费用由政府、公益组织和保险支付，个人无需支付或支付比例极低，已经形成了“平时医疗、灾时应急”的产业体系。美国平均每 26 万人拥有一架救援直升机，每年航空医疗救护直接运营收入超过 280 亿元，带动上下游产业约 5000 亿元。我国航空应急救援建设主要靠国家投入支持，没有发挥市场在资源配置中的作用，尚未形成航空救援产业体系，尤其是航空医疗救护能力建设尚处于起步阶段。我国平均每 1100 万人拥有一架救援直升机，并且航空医疗救护费用目前主要由个人承担，每次费用高达 5 万~7 万元，用不上、用不起的问题突出，更难以支撑“平时医疗，灾时应急，战时救护”运行模式。

2. 航空救援装备的自主可控能力弱，尚无通过适航认证且自主可控的救援直升机

近年来，我国研发了 AG-600 灭火型、新舟 60 灭火型、ARJ21 医疗救护型等中大型救援飞机，实现了从无到有的跨越，但在航空救援中应用最广泛的救援直升机、医疗救护通航飞机的研发上仍严重落后。目前，我国航空救援主要依赖国外进口装备，国产直升机仅约占 4%；尚无通过适航认证且自主可控的救援直升机（含发动机），民用直升机在可靠性、全寿命周期成本方面与国际先进水平存在明显差距；缺乏低耗油率小功率涡轴发动机适用产品，发动机功重比、耗油率、寿命、可靠性等技术指标与国际先进水平存在较大差距；国产机载救援设备少，使用比例低，航空救援装备的自主可控、自立自强任重道远。

国外进口装备使用维护费用高，零件供货周期通常在 6 个月以上，且容易受到国际政治形势的影响。多型号、多批次国外新旧装备的流入，增加了航空监管难度，扰乱了市场价格，影响了国内航空救援装备自主研发的积极性。