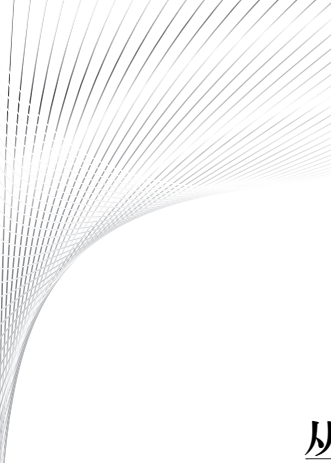




丛 书 序

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迫切要求。

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
完善新型举国体制攻关模式，保障国家安全和 发展权利	1
汤加火山喷发对我国的影响研判及政策建议	9
促进科技向善，构建我国科技伦理治理体系	14
关于大力发展我国植物蛋白素食精深加工产业的建议	20
关于推动我国基因编辑农作物产业化的政策建议	23
关于长江经济带绿色发展的建议	25
加快深部零碳能源资源勘查开发，助力“双碳”目标实现	28
建设科研项目评审专家大数据平台，补齐同行评议制度短板	32
关于加强天然药物创新研究，促进我国医药产业健康发展的建议	36
关于中国智能植物工厂产业发展战略的建议	39
关于系统提升我国应对极端高温天气能力的建议	44

关于我国科学数据权属界定的几点建议	48
推广“发电/制氢”前沿技术，化能源劣势为优势	52
关于实施能源利用效率与环保指标相关联的综合监控评价体系的建议	55
微电子与光电子前沿技术与发展策略研究	58
“软件定义”技术及其行业应用发展策略研究	74
关于构建中国特色的颠覆性技术创新体系和生态的建议	81
中国高铁实现引领发展的提速建议	90
加强国产生态监测技术和设备自主创新，全面推动生态监测体系 高质量发展	94
关于国家统计与数据工作的问题及建议	99
关于科学规划开发我国水能资源，助力电力系统消纳新能源的建议	105

完善新型举国体制攻关模式， 保障国家安全和发

郝 跃 等

当前，我国创新发展面临日益增高的技术壁垒和美国“举全球之力”的全方位遏制，迫切需要创新关键核心技术攻关的新型举国体制，有效维护国家主权、保障国家安全和平等发展权利。党的十九届五中全会明确提出，“健全社会主义市场经济条件下新型举国体制，打好关键核心技术攻坚战”。中国科学院设立重大咨询项目，组织院士专家开展集成电路、航空发动机、量子信息、新发突发传染病防控、人工智能与大数据、载人航天、“两弹一星”等专题研究，分析我国关键核心技术攻关体制存在的问题，研究世界主要国家的经验教训，提出关键核心技术攻关新型举国体制的创新思路和建议。

一、我国关键核心技术攻关亟待新型举国体制创新

1. 关键核心技术攻关的新型举国体制效能不高

近年来，虽然我国的科技创新管理体制机制改革成效显著，但关键核心技术攻关体制机制仍存在难点痛点问题。一是关键核心技术攻关新型举国体制事关国家兴衰安危，中央科技委员会的作用尚未充分发挥，缺乏针对性强、行之有效的攻关组织模式。二是新型举国体制攻关任务遴选标准不清晰。三是攻关工作的政治决策、执行推进与组织管理统筹不够有力，跨部门协同攻关仍面临明显壁垒和利益冲突。四是国家战略科技力量功能定位不

清、界限模糊，缺乏系统化功能布局，存在“平地起高楼”和“叠床架屋”等现象。

2. 关键核心技术攻关的创新主体能力建设有待进一步加强

近年来，虽然我国的创新体系与创新能力建设成效明显，但与发达经济体相比，关键核心技术攻关的创新主体能力建设仍存在明显短板。一是国家实验室体系与能力建设仍需持续补强，国家实验室领域布局与科技重大专项和重大科技基础设施一体化部署仍在探索中，尚未形成完备的建设运行管理规范 and 综合集成攻关能力。二是国家科研机构创新体系与综合实力发展不足，国家科研机构领域布局与科技平台配套缺乏系统性，难以支撑国家前沿引领技术和战略高技术的发展需求。三是研究型大学基础学科体系和前瞻性基础研究能力建设相对滞后，工科的理科化趋势明显，基础研究生力军和尖端人才培养基地功能有所弱化。例如，中国高校半导体人才培养数量仅为美国的 1/6。四是企业创新体系与能力建设严重滞后，关键核心技术受制于人和前沿引领技术有效需求不足并存。2016 年度全球研发投入百强企业中，美国^①有 34 家，中国^①只有 6 家。

3. 关键核心技术攻关创新主体缺乏协同机制

近年来，虽然我国全面改革创新极大地释放了创新主体的活力，但是关键核心技术攻关整体协同效能不高。一是缺乏系统高效的协同创新机制。国家实验室、国家科研机构、领军企业和研究型大学等创新主体之间竞争有余而协同不足。二是缺乏系统高效的资源配置机制。国家重大科技基础设施和创新平台领域布局缺乏全面统筹，学科布局和人才培养缺乏前瞻性。三是缺乏地方政府的有效支撑。地方政府在支持攻关主体能力建设方面存在短板，参与关键核心技术攻关的战略眼光、组织能力与实践经验均显不足。

4. 缺乏对关键核心技术攻关创新主体的有效政策激励

近年来，虽然我国的科技创新政策体系持续完善，但关键核心技术攻关主体仍受“五唯”评价导向困扰，缺乏有效的政策激励。一是国家科技计划管理、科技奖励、人才选拔等偏重成果数量和近期目标，导致创新主体过度

^① 未统计港澳台地区数据。

注重论文发表、个人名利、资源获取，缺乏直面重大技术科学、工程科学和复杂技术系统问题的勇气和决心。二是有些用户出于成本和可靠性等因素考虑，不愿采用关键核心技术攻关成果，这既挫伤了企业参与关键核心技术攻关的积极性，也不利于新技术（产品）在适配市场变化和应用场景演进过程中实现迭代创新。三是关键核心技术攻关难以集聚科技领军人才和专业化科技创新团队，制约了战略产业技术壁垒的突破和国家产业创新发展新优势的构筑。

二、主要国家长期支持使命导向关键核心技术攻关

第二次世界大战以来，美国、英国、德国、日本等国家从维护国家主权、保障国家安全、开拓经济发展空间等战略需求出发，实施了一批国家使命导向的重大科技工程和计划，其经验和教训值得我们借鉴。

1. 着眼于维护国家主权的關鍵核心技术攻关

在维护国家主权方面，针对紧迫性强且目标清晰的关键核心技术攻关，依托国家强大的政治统筹和行政资源，举全国之力完成目标任务。美国的“曼哈顿工程”，由总统亲自部署并赋予其高于一切行动的特别优先权，集中了当时西方国家最优秀的核科学家，动员了军民各界数十万人参与，最终按期完成了预定目标。“阿波罗”登月计划由总统提出战略目标，美国国家航空航天局（NASA）负责进行系统组织、设计和管理，先后联合2万多家企业、200余所大学、80余个科研机构开展技术和工程攻关，按期实现载人登月目标。苏联航天计划由苏共中央国防会议决定，国防工业委员会组织实施，最大限度地集中国家人力、财力和物力，不计成本地开展大规模探索活动和应用试验，成功发射了人类首颗人造卫星，实现了首次载人航天飞行。

2. 着眼于保障国家安全的關鍵核心技术攻关

在保障国家安全方面，针对技术发展路径存在一定不确定性的关键核心技术攻关，政府应动用行政资源高效组织相关研究力量，并调动市场主体积极参与，共同实现国家安全特定目标。例如，2017年美国启动电子复兴计划，以美国国防部高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects

Agency, DARPA) 为纽带, 通过强化军民合作, 解决了半导体制程瓶颈问题。日本宇宙航空研究开发机构为实施月球探测计划, 通过发挥装置平台优势和领军企业的带动作用, 成功研发了 H-II 系列运载火箭, 发射了无人货运飞船“鹳”前往国际空间站。2018 年, 德国启动了量子框架计划, 支持马克斯·普朗克科学促进协会、弗劳恩霍夫协会、亥姆霍兹联合会以及联邦信息安全办公室联合开展量子技术的开发与应用, 构筑产业竞争力, 确保国家安全和自主。2014 年, 英国启动国家量子技术计划, 设立量子技术计划管理董事会、量子技术计划战略咨询委员会、量子技术计划执行小组等, 构建全国量子技术研究模块化网络, 组建人才培养、技术转移机构, 旨在使英国在量子技术开发和商业化方面处于全球领先地位。

3. 着眼于开拓发展空间的关键核心技术攻关

在开拓发展空间方面, 针对技术发展路径不确定性较大且紧迫性尚未凸显的前瞻性关键核心技术攻关, 政府组织国家研究力量和市场主体开展联合研究, 发挥市场在资源配置中的决定性作用, 加快产业化应用。2020 年, 德国联邦政府通过了《微电子研究和创新框架计划(2021—2024): 可靠与可持续, 为了德国和欧洲》, 支持亥姆霍兹联合会、弗劳恩霍夫协会、马克斯·普朗克科学促进协会、莱布尼茨学会和相关高校通过联合开展技术开发, 促进产学研合作, 加强微电子技术应用。日本通商产业省支持日本工业技术院电子技术综合研究所牵头, 与富士通株式会社、日立公司、三菱电机株式会社、日本电气股份有限公司和东芝集团等 5 家领军企业成立创新联盟, 实施超大规模集成电路研发项目, 组建联合研究所, 开展竞争前技术开发合作; 但是, 由于日本政府对不确定性较大的技术发展路线选择失误, 过于超前地部署相关研究, 日本第五代计算机研发计划的产业领军企业参与度较低, 最终没有达到预期成效。

三、关键核心技术攻关新型举国体制机制创新思路

1. 关键核心技术攻关新型举国体制的新特征新变化

传统举国体制, 是指有效组织动员全国力量、以实现保障国家安全为特

定目标的体制机制安排。其主要特征是举全国之力实现国家特定目标。新型举国体制，是指有效组织动员全国力量、以保障国家安全和发权利为特定目标的体制机制安排。与传统举国体制相比，新型举国体制主要有五个方面的变化。一是目标导向发生变化，新型举国体制既注重保障国家安全和，也注重保障国家发权利，例如技术能力决定的太空资源开发、未来战略产业主导权利。二是政府作用发生变化，新型举国体制既强调中央集中统一领导与统筹协调，也注重有效发挥地方政府的作用。三是组织模式发生变化，新型举国体制既强调政府所属机构的有效参与，也注重动员社会力量的参与。四是资源配置方式发生变化，新型举国体制既注重发挥集中力量办大事的制度优势，也注重发挥市场配置资源的决定性作用。五是国家发展环境和条件发生变化，新型举国体制既面临新技术革命与产业变革的战略机遇，又有显著增强的创新能力和综合国力作为支撑。

2. 关键核心技术攻关的分类原则

关键核心技术攻关的任务重要性、时间紧迫性和路径确定性，是新型举国体制机制选择的核心依据，在很大程度上决定了机制体制的适配性。其中，任务重要性决定了资源动员的广度，主要涉及维护国家主权（例如“陆海空天网核”武器系统）、保障国家安全和（例如战略资源能源储备、生物安全保障等）、争取国家发权利（例如未来战略产业主导权、太空资源开发）等方面。时间紧迫性决定了资源动员的力度，按时间跨度可分为近期（5年）、中期（10年）和远期（15年）。攻关周期越短，对资源的动员力度越大。路径确定性决定资源动员的深度，可分为高确定性、中确定性、低确定性。攻关路径的不确定性，意味着需要开展多技术路径探索，甚至需要布局前沿引领技术开发和前瞻性基础研究。因此，需要以任务重要性、时间紧迫性和路径确定性这三大原则，对新型举国体制攻关模式进行分类，从而选择高效适配的攻关模式。

3. 关键核心技术攻关新型举国体制模式分类

依据上述分类原则，综合考虑资源动员形式、执行主体范围和组织管理方式等因素，可以将关键核心技术攻关新型举国体制的模式分为重大工程类、重大平台类、重大计划类等三类。

重大工程类攻关模式适用于任务最重要、时间最紧迫且路径最明确的关键核心技术攻关。这类攻关需要顶层政治决策来确定并举全国之力予以支持。重大平台类攻关模式适用于任务最重要、时间最紧迫且路径较明确的关键核心技术攻关。这类攻关需要通过顶层政治决策确定，以有效的行政资源作为保障，同时对攻关技术路径作出纵深安排。重大计划类攻关模式适用于任务最重要、时间较紧迫且路径较明确的关键核心技术攻关。这类攻关需要通过高层政治决策确定，以长期的、强有力的行政资源作为保障，以统筹技术科学、工程科学和前沿引领技术研究，协调推进关键核心技术攻关，做好攻关全过程的风险管控。

四、健全关键核心技术攻关新型举国体制的五点建议

1. 加强关键核心技术攻关任务遴选和分类管理

建立国家关键核心技术攻关任务遴选和分类工作机制，开展维护国家主权、保障国家安全和争取发展权利等急需的关键核心技术攻关任务遴选，依据任务重要性、时间紧迫性和路径确定性确定攻关任务类型，提出相应的政治决策、行政资源动员和组织实施模式建议，动态监测攻关任务进展，为中央国家安全委员会决策提供支撑。

建立国家关键核心技术攻关组织标准化工作机制，以系统工程管理思想统筹处理决策与执行、集权与分权、行政与技术、总体与局部、自主与开放、技术与工程、科学与技术等管理问题，研究适配不同类型关键核心技术攻关任务的组织管理流程，制定攻关组织管理标准（规范），明确攻关参与主体职责和风险控制机制，提升关键核心技术攻关整体效能。

2. 健全重大工程类关键核心技术攻关组织模式

重大工程类攻关组织模式适用于涉及维护国家主权和保障国家安全的关键核心技术攻关，具有最高级别的任务重要性、时间紧迫性和路径确定性，事关国家存亡安危，例如“两弹一星”、载人航天工程。该模式强调攻关决策、组织、执行主线的贯通，以举全国之力的方式推进。

健全重大工程类关键核心技术攻关组织模式：一是成立中央专委，强化

顶层政治决策、攻关重大决策和统筹规划；二是明确国务院组织攻关的执行主体职能，赋予其资源动员最高优先权；三是健全攻关组织管理体系，明确攻关实施责任主体，保证攻关的行政和技术指挥系统纵向贯通、横向协同，注重军民融合，加强国家战略科技力量协同创新；四是强化攻关主体创新和支撑体系服务保障的能力，按需调整国家实验室和科研机构布局，按需布局建设国家重大科技基础设施、试验验证基地以及学科体系，夯实攻关组织平台基础、物质技术基础和人才基础。

3. 健全重大平台类关键核心技术攻关组织模式

重大平台类攻关组织模式适用于涉及维护国家主权、保障国家安全和争取国家发展权利的特定关键核心技术攻关。与重大工程类攻关任务相比，重大平台类攻关的路径存在不确定性，其攻关使命增加了争取国家发展权利；重大平台类关键核心技术攻关，强调攻关路径的纵深安排、多技术路线部署和攻关风险管控。

健全重大平台类关键核心技术攻关组织模式：一是成立中央专门领导小组，强化攻关决策和统筹规划；二是成立攻关专责机构，明确其攻关组织执行主体职能，赋予其相应的资源动员优先权；三是健全攻关组织管理体系，明确攻关实施责任主体并赋予其统筹协调权力，健全行政指挥、技术指挥两条线纵向贯通与横向协同的管理体制，强化国家实验室、重大科技基础设施、重大专项和试验验证基地的一体化布局建设，确保国家战略科技力量能有效参与和协同攻关。其中，聚焦维护国家主权和保障国家安全的攻关组织模式，如航空发动机和燃气轮机专项（简称“两机”专项），更加强调专责机构主导和军民融合；聚焦保障国家安全和争取国家发展权利的攻关组织模式，如量子信息和人工智能，更加强调国家主导和产学研融通创新。

4. 健全重大计划类关键核心技术攻关组织模式

重大计划类攻关组织模式适用于保障国家安全和争取国家发展权利的特定关键核心技术攻关。与重大工程类攻关任务相比，重大计划类攻关的路径存在一定不确定性，攻关的紧迫性尚未凸显，它强调统筹安排、前瞻部署、系统布局以及攻关系统风险管控。

健全重大计划类关键核心技术攻关组织模式：一是成立中央专门领导小组，强化攻关决策和统筹协调；二是成立攻关专责机构，明确其攻关组织执行主体职能，赋予其相应的资源动员权力；三是健全攻关组织管理体系，明确攻关实施责任主体并赋予其统筹协调权力，超前部署攻关领域技术科学、工程科学和前沿引领技术与关键核心技术攻关，建立国家实验室、重大科技基础设施、重大专项和试验验证基地共同参与的攻关机制，打造科技领军企业主导的创新联合体。其中，聚焦保障国家安全的攻关组织模式，如集成电路，需要更加强调专责机构主导和军民融合，注重军民两用技术系统突破；聚焦争取国家发展权利的攻关组织模式，如碳中和关键核心技术攻关，需要强调国务院专责机构主导和领军企业有效参与，以把握战略性新兴产业发展先机，打造未来战略产业。

5. 加强关键核心技术攻关主体的创新能力建设

实施国家实验室能力建设工程，强化战略高技术供给和关键核心技术攻关的综合集成能力。聚焦国家发展与安全保障特定使命定位，配套建设“国家战略支撑型”重大科技基础设施，打造国家战略高技术系统集成平台，强化关键核心技术系统集成和攻关能力，引领带动国家科研机构、研究型大学和科技领军企业的创新能力建设。实施科技领军企业创新能力建设工程。引导企业加大技术创新体系与能力建设投入，培育一批集成创新能力强的科技领军企业及其主导的产学研创新联合体，扩大战略高技术有效需求，提升关键核心技术攻关能力。实施国家科研机构创新能力建设工程。聚焦前沿引领技术和战略高技术系统创新使命定位，统筹国家科研机构领域布局与创新平台基础能力建设，大幅增加战略高技术及前沿引领技术的有效供给，扩大基础科学研究的有效需求，建设世界一流的科研院所。实施国家研究型大学创新能力建设工程。优化理工融合的战略高技术学科体系和科研组织系统布局，强化前瞻性基础研究和前沿引领技术供给，增加基础科学研究、前沿引领技术创新和创新创业的人才供给。

（本文选自 2022 年咨询报告）

汤加火山喷发对我国的影响研判及政策建议

张人禾 等

北京时间 2022 年 1 月 15 日 12 时 10 分，南太平洋岛国汤加海域水下火山（175.38°W，20.57°S）发生猛烈喷发。我国卫星监测及反演数据显示，此次火山喷发引起强烈的地震和海啸，将洪阿哈阿帕伊岛“劈”为两半，形成的火山灰云最高冲至 30 千米，向大气排放约 360 万吨火山矿物颗粒等物质，并形成了影响全球的冲击波，被火山学家们认为是进入 21 世纪以来最剧烈的火山喷发。

汤加火山喷发引起了我国社会广泛的关注，但部分媒体报道的科学性和准确性不足。为科学研判汤加火山喷发的影响，中国科学院学部于 2022 年 1 月 25 日召开“汤加火山喷发的影响研判”研讨会，组织地质、海洋、大气、环境、生物等领域近 20 位院士专家，深入研讨了汤加火山喷发的地质构造原因、对全球及我国的影响以及未来喷发的可能性等问题，并就我国在开展火山研究、监测、评估、防灾和国际合作等方面提出了建议。

一、汤加火山喷发的影响研判

1. 总体判断：汤加火山喷发对全球性气候和环境影响较小

此次汤加火山喷发，有些媒体所称的“其威力相当于 1000 颗广岛原子弹”的表述并不准确。汤加火山喷发属于海底火山喷发，岩浆和喷发物经过海水的降温 and 吸收，进入大气的物质总量显著减少，对气候和环境的影响要弱于同等强度的陆地火山喷发。

1991年, 菲律宾皮纳图博火山喷发为VEI^①-6级, 造成随后2年全球陆地平均温度下降约0.5℃。据监测数据估算, 汤加火山二氧化硫排放量可能是1991年菲律宾皮纳图博火山喷发的5.7%, 喷发量级预估为VEI-5级。总体判断, 此次汤加火山喷发对当地和邻近区域造成较大危害, 对局地人体健康、生态环境和气候也造成一定影响, 但不会对全球气候和环境产生显著影响。同时, 汤加位于南半球且远离大陆, 对地处北半球的我国直接影响有限。从经济角度看, 汤加火山周边人口和城市稀少, 喷发所造成的经济影响也相对较小。

有研究表明, 火山灰中含有的营养盐可促进海洋浮游生物繁育, 有助于增强海洋对大气中CO₂的吸收。此次汤加海底火山喷发也会产生类似效应, 但这一过程也局限于汤加附近海域, 对全球气候和环境的影响依然有限。

总体来看, 火山喷发影响的时间尺度基本上介于年度到年代水平, 而CO₂等温室气体效应都是在百年尺度, 所以本次汤加火山喷发不会显著改变全球变暖的趋势, 也不会对我国“双碳”目标的实现产生显著影响。

2. 汤加火山喷发对气温、降水和环境的定量影响仍需要进一步的监测与研究

研究表明, 火山喷发的火山灰、二氧化硫等物质, 除对当地居民的健康产生直接危害以外, 进入平流层和对流层上层后, 还可能会影响大气中的臭氧浓度, 甚至形成臭氧低谷(洞), 进而影响地表的紫外辐射, 对人类健康和生态系统健康产生不利影响。以汤加火山目前的喷发规模看, 这些影响主要存在于南半球。

国际上对历史火山的相关研究结果表明, 汤加火山位于南半球热带低纬地区, 其喷发影响短期内虽然主要集中在南半球, 但3~4个月后很可能通过大尺度纬向环流(遥相关过程)影响到南北半球的中高纬度甚至极地地区的大气环流。也有研究表明, 澳大利亚上空的气溶胶能够影响到亚洲季风系统, 包括西北太平洋及我国东部区域的降水等。因此需要进一步结合地面观测、卫星遥感和数值模型, 研究汤加火山对我国未来一段时间内的天气、气候和环境的影响及程度。

① VEI指火山爆发指数(volcanic explosivity index)。