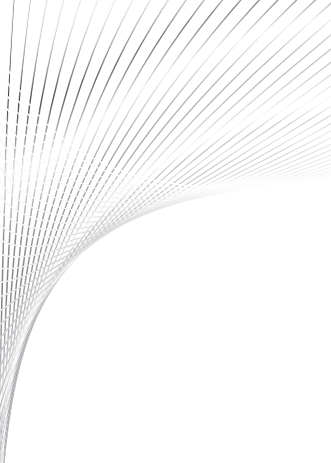




丛 书 序

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。

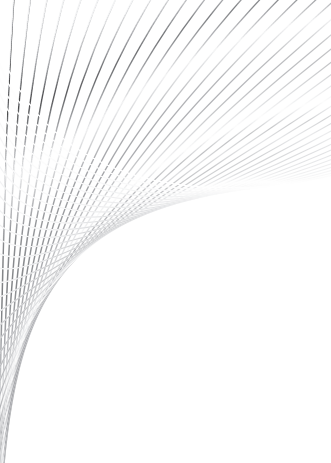
为将这些思想成果更好地服务社会、引导公众，中国科学院自2009年起，以“中国科学家思想录”丛书的形式，按年度汇编中国科学院学部完成的咨询报告和院士建议，已出版16辑。2026年，“中国科学家思想录”丛书更名为“中国科学院院士咨询建议”丛书继续出版，旨在更加贴合国家科学技术思想库“决策咨询”品牌定位和丛书内容，以进一步拓展丛书的决策价值和社会影响，为各级政府和产业部门提供纵深的决策参考，为广大科技工作者提供国家急需的方向选择，为社会公众提供理解科学决策的直观窗口。

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
关于确保我国锂资源战略安全与推进储能技术发展的建议	1
提升语言智能技术水平，促进我国人工智能发展	5
新时代网络空间安全基本问题研究	10
关于建设青藏高原高速公路的建议	21
关于发展我国粮食干燥与贮藏技术的建议	26
关于新一代空间信息系统发展战略的建议	31
关于推进中文科技期刊高质量发展的改革建议	39
后疫情时代我国科技事业面临的机遇和挑战	44
关于前瞻部署国家科学教育的几点建议	50
关于加强农村留守儿童心理健康服务体系建设的建议	55
构建“美丽中国中脊带”的建议	59

关于提升我国空间环境感知与应用能力的建议	63
全球化新格局下全方位吸引国际一流科技人才的政策建议	68
城市特大暴雨致灾防御的关键问题与对策	73
关于提升我国科学仪器自主创新能力的建议	79
关于应对人机融合社会系统治理挑战的建议	84
统筹全国力量，尽快形成面向碳中和目标的技术研发体系	89
加强我国科学道德与伦理教育，推进治理体系建设	97
关于 2020~2021 年冬季东北和华北地区气温变化预测及建议	102
发展自主、可持续的基础软件技术与产业	105
加强我国中小学科学教师队伍建设的建议	110
关于协同水土资源与环境治理保障国家粮食安全的对策建议	114
关于加速规模化开发长三角地区地热能源，助力该区提前实现 碳达峰的建议	118
关于以渔业资源恢复为指标实施渤海生态环境综合治理的建议	121
关于加快聚乳酸等生物基材料产业布局的建议	125
关于尽快启动黄河流域综合科学考察，推动黄河流域高质量发展的建议	130

长江上游径流量严重减少对成渝城市群建设的影响分析及对策建议	134
-------------------------------------	-----

关于破解“人才胡焕庸线”的建议	138
-----------------------	-----

关于加强我国艾滋病防控与临床研究的建议	146
---------------------------	-----

关于确保我国锂资源战略安全与推进储能技术发展的建议

段 雪 等

锂是新能源储能技术与产业发展严重依赖的能源金属，是石化产品合成领域重要催化剂的关键组元，锂基润滑脂在航天航空等领域的润滑脂中占比 70%，锂同位素 ^6Li 是可控热核聚变反应的重要材料， ^7Li 是钍基核反应堆必需的基础材料。锂资源是国家重要的战略金属资源，目前，我国锂资源储量低、需求大，已呈现日渐紧缺的趋势。我国在锂资源提取、利用方面存在不少问题，现有开发模式不可持续。因此，必须推进储能技术发展，确保我国锂资源战略安全。

一、我国锂资源现状与问题

（一）我国是锂资源大国，但对美国、澳大利亚依存度高

当前，全球已探明锂矿资源 7452 万吨，我国有 532 万吨，占全球总量 7.14%，居第 4 位。我国锂产业对国外资源的依存度较高，主要依赖美国控股的南美卤水锂资源企业和澳大利亚等锂矿丰富的国家，这对我国能源安全构成重大隐患。

（二）我国锂资源镁锂比高，锂提取难度大

高镁锂比盐湖卤水的镁锂分离及锂提取是世界性难题，锂提取技术难度

大，提取率低。我国盐湖锂资源占全国锂资源总量的 71%，且存在高镁锂比的特性^①。目前，我国工业化锂提取方法的锂提取率普遍低于 40%，相当于半数以上的锂资源未被利用，同时镁资源被闲置或回填，严重制约锂资源的可持续提取与利用。

（三）我国锂电池回收市场规模巨大，回收面临政策和技术难点

2018 年，我国累计废旧动力锂电池超过 12 亿瓦·时、报废量超过 17 万吨。预计 2023 年废旧动力锂电池将达到 101 亿瓦·时、报废量约 116 万吨，其中含锂约 10 万吨。当前，锂电池回收面临诸多问题：①电池回收利用法律法规不完善；②我国尚未建立电池回收利用全链条完整体系；③回收技术和工艺水平亟待提高；④回收能耗高，回收率低，盈利难。

二、政策建议

（一）确保我国锂资源战略安全，保证可持续供给

加强国家层面的战略指导和规划。建议我国锂资源供应实现“三分天下”的目标，即自产 1/3，进口 1/3，在南美等锂资源产地的控股企业生产 1/3，以保障我国在国际形势动荡时的锂资源供给，并在国际锂产品市场具有定价权；建议制定我国锂资源开发利用技术和储能技术发展路线图，逐步提高我国锂资源及储能产品附加值。

（二）加强法律法规体系、标准体系和回收制度建设

在《中华人民共和国可再生能源法》、《中华人民共和国节约能源法》和《中华人民共和国矿产资源法》等的基础上，进一步健全能源金属资源可持续利用的法律法规体系。

^① 中国盐湖资源除西藏扎布耶盐湖（中度碳酸盐型盐湖）外，都具有高镁锂比的特性，锂的浓度甚至低于 0.1%，且与镁、钙、硼等杂质离子共存，增加了锂的提取难度。

1. 制定和健全资源分离提取的技术门槛及相应的保障措施

重视锂产业的健康发展，限制并逐步淘汰提取率低、资源浪费严重的落后工艺。建议设立锂资源提取技术准入门槛，引导开发和使用从自然资源中锂提取率达 80% 以上的技术。

2. 加强电池储能的标准化体系建设

特别应提升电池安全性方面的标准，建议借鉴三类压力容器的标准体系与行业管理模式。

3. 完善回收制度建设

建议新能源汽车相关生产企业加快锂电池回收体系建设以承担其主体责任，利用其现有服务网点构建回收网络，与报废汽车拆解企业、废品回收网点等建立战略合作伙伴关系，健全废弃锂电池回收处理产业链，减少环境污染，促进资源梯级利用。

（三）加强科技攻关，进一步发展储能技术

建议由科学技术部、国家自然科学基金委员会、国家发展和改革委员会、工业和信息化部等多部门，以及地方政府共同协作，加强科技攻关。在基础研究层面，部署具有前瞻性、探索性的重大科学研究计划和重大项目，占领科学前沿，突破传统分离提取技术的限制及瓶颈，开展高效提取与资源平衡利用等核心技术的基础研究，为实现技术原创奠定科学基础；在技术攻关层面，设立重点研发计划与产业化建设专项，支持有重大发展前景的新技术、新工艺、新产品成果转移转化，培育和扶持一批长期深耕资源可持续利用领域的科研团队和高新技术企业；在产业布局层面，建设锂资源高效提取、精深加工与伴生资源综合利用产业基地，在税收、资金补贴、贷款等方面给予政策支持。

1. 重点支持锂资源高效提取技术和资源平衡利用技术

针对当前急需解决的锂提取率低难题，支持发展反应/分离耦合技术、离子印迹提取等高效提取技术，提高盐湖提锂技术水平，促进镁资源综合利用。

以开发锂资源为龙头，在锂资源丰富地区，建立从锂资源勘探、提取、利用到回收和循环利用的全产业链技术产业基地，形成能够支撑整体锂资源可持续利用产业链的技术储备。以绿色低碳为方向，推进重大技术研究和重大设备研发项目，实现关键技术国产化、知识产权自主化，并提升国际市场竞争力。建议在青海海东、西台吉乃尔湖、一里坪及察尔汗盐湖地区，建立万吨级锂盐生产及配套资源综合利用技术产业基地，发展锂镁协同利用技术，构建多品种镁基材料集群等，形成示范效应。

2. 健全锂电池回收技术体系，发展多品种锂产品

建议重点开展以高效回收为导向、以电极结构简单化设计为原则的基础研究：①结构敏感，化学组成尽量简单；②化学组成应遵循首先选用易于相互分离的能源金属的原则。开展“面向资源回收全链条生命周期的电池设计”的技术攻关与产业化布局，实现全产业链最优。

建议支持发展具有自主知识产权的高端/高纯锂产品制备过程强化技术。在技术攻关层面，重点发展电池级高纯碳酸锂、氢氧化锂、氯化锂、金属锂、锂基润滑脂和锂基催化剂等精深加工产品，延伸锂产业链，提高产业安全性。

3. 鼓励发展资源多元化利用、差异化发展的储能技术

以锂资源可持续利用为原则，在基础研究、技术攻关与商业化推广等不同层次推进多元化储能技术发展。鼓励研发锂资源的替代电池储能技术，更多利用储量相对丰富的钠、镁、镍、锰、铁、钒、锌等金属资源。在关键技术攻关层面，协同发展多种能源技术，缓解锂资源供需矛盾。

建议根据各应用领域的技术需求，选择最适合的储能技术，针对应用领域特点进行储能技术差异化研发。将多种储能技术进行有效组合，优势互补，发挥储能技术的最佳效果。

（本文选自 2021 年咨询报告）

提升语言智能技术水平，促进我国人工智能发展

李启虎 等

一、语言智能技术与国家安全息息相关

语言智能技术是人工智能研究的重要领域，在促进社会发展方面具有重要作用和意义。21 世纪，人工智能技术大潮蓬勃兴起，语言智能技术的社会需求强劲，可以预见将得到空前的发展。自然语言处理理论和技术应用，与人工智能、计算机以及其他信息技术（包括深度学习、云计算、大数据）等热点研究领域紧密地结合起来，可以大大推进语言智能技术的发展和應用；语言智能技术的发展，又会反过来推动智慧城市、机器人、无人驾驶、无人运载器等行业的进步和发展。

语言智能技术与国家安全息息相关。例如，美国国防高级研究计划局（Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA）2012 年启动“文本深度挖掘和过滤”（Deep Exploration and Filtering of Text, DEFT）项目，利用自动化的深度语言智能技术使国防情报分析人员能够有效调查更多数量的文档，并发现其中隐含的可操作信息。2015 年，DARPA 将自动语音识别和语言翻译列为服务国家安全的突破性技术。2018 年，DARPA 启动“下一代人工智能”（AI NEXT）项目，提出下一代（第三代）人工智能技术应当像人一样具有相互交流和进行推理的能力，能辨别新环境并进行相应调整。智能语音技术还被应用在先进的武器装备上，先进的战机已装备机载语音控制系统（voice-activated control system, VACS），大

幅减轻了飞行员的负担，使其能更好地应对各种威胁。2018 年，美国国会通过了《2018 年出口管制改革法案》（Export Control Reform Act of 2018），限制多项语言智能技术出口；2019 年 10 月 7 日，美国商务部将我国语言智能技术企业列入“实体管制清单”，遏制我国语言智能技术发展之意非常明显。

语言智能技术能有力助推共建“一带一路”倡议落实。共建“一带一路”国家的语言种类多样，语言资源丰富，语言状况复杂，“语言相通”是共建“一带一路”倡议成功的基础，语言智能技术可以很好地支撑这些需求。

二、语言智能技术现状与挑战

近年来，语言智能技术已经成为热点，并取得了令人瞩目的进步和丰硕的成果。大数据机器学习促进语言智能技术走向实用。统计机器学习、深度神经网络成为语言智能技术的主流方法，蓬勃发展的大数据、统计学习模型和深度神经网络方法，部分解决了语言智能技术对知识学习和利用的需求。语言智能产品大规模进入商用，市场反应积极。各大公司纷纷推出语言智能技术商用软件，在智能助手（智能音箱）、车载智能语音系统以及机器翻译等方面取得良好的市场业绩。语言智能技术的专利申请量迅速增加，各大企业纷纷布局相关知识产权。语言智能技术领域的专利申请量快速增长，反映出企业和研究机构看好语言智能技术市场的前景，通过专利布局保护研发成果，为未来竞争抢占有利地位。

语言智能技术的发展中仍然面临诸多挑战。这些挑战主要包括两个方面：模型能力欠缺和应对数据不足。前者主要涉及：①经验方法和理性方法缺乏融合；②模型的可解释性亟待提高；③交互学习能力严重不足；④知识表示和利用有待发展。后者主要涉及：①理想或者合格的语言数据稀缺；②非规范语言使用的应对能力薄弱；③面向小数据低资源的处理方法需要加强。

三、政策建议

1. 抓住机遇，发展理性和经验相融合的方法，促进语言智能技术进步

在语言智能技术中，经验方法通过统计分析和深度学习得到模型，理性方法则通过专家对语言现象的分析总结来获得模型。鉴于理性方法和经验方法各自的优缺点，应当充分融合理性方法和经验方法各自的优点，以便得到更加合理的模型方法。同时，将理性方法和经验方法融合，也有助于突破小数据低资源的限制。因此，需要立足于技术发展的角度，重点布局相关研究，形成理性和经验相融合的基础方法。

2. 立足自然语言处理的特点，推进知识表示和利用研究，为语言智能技术深化奠定基础

首先，语言知识的表示和利用是语言智能技术的关键和基础，在知识表示和利用方面，知识图谱已经成为有效的知识表示和知识组织方法。一方面，需要利用语言智能技术提升知识图谱构建和利用的效率；另一方面，也需要建立形成服务语言智能技术的知识图谱，利用这一知识表示方法为语言智能技术提供处理所需的知识。知识图谱也可为深度学习模型提供更多的可解释性。

其次，需要探索符号化表示的知识与深度神经网络表示的知识相互融合转换的方法。一方面，可以将已有的成规模的知识库转换成可被深度学习机制利用的知识；另一方面，利用深度学习的强大学习能力，从语料数据中获取知识，对已有知识库进行补充和完善，更好地发挥知识库的作用。同时这一研究还可能形成结合两种知识表示方式优点的、新的语言智能技术框架，将为交互学习能力的形成奠定基础。

最后，还要加大语言资源的建设力度，鼓励采取多种形式推进语言资源建设。语言资源的商业价值也被不断发掘，运用互联网，采取众包模式进行语言数据的整理和加工，大大降低了建设成本；利用语言资源数据进行服务，已形成较好的商业模式。

3. 开拓以汉语为中心的多语言智能应用技术,提升国家语言能力,服务共建“一带一路”倡议和国家战略

利用语言智能技术解决好共建“一带一路”国家“语言相通”的问题,有助于推进我国国际传播能力建设,提高国家文化影响力,提升国际话语权。有些共建“一带一路”国家,很难通过市场化运作促进语言智能技术应用的发展,需要从国家层面引导和推进。具体可以围绕以汉语为中心的多语语音翻译、面向共建“一带一路”国家的语言资源建设和多语情报感知与分析等工作展开。很多的共建“一带一路”国家的语言都属于“低资源语言”。需要针对低资源语言开发和构建语言资源,探索新的技术和算法,降低资源约束和资源瓶颈限制的影响。

4. 布局重大应用研发,把语言智能技术的发展融入人工智能的发展大潮之中

从技术发展和社会需求看,在国家层面上需要进一步推动布局一些综合性强、涉及面广、影响大的应用研发,促进语言智能技术与社会需求更好结合。

语言智能技术是智能教育的主要支撑技术,在语料库辅助教学、智能测试与阅读分级、学习画像与个性化学习、自动评分检测、智能答题、课堂评价和教师评价等多方面起着关键作用。

语言智能技术将为司法领域智能化建设引入语言信息处理的数据化自动化、文书制作的智能化,以及辅助法官审判。利用智能技术协助法官做出适合的判决,减少类似案件在判决上的偏差,力求刑罚量刑的平等和一致。在我国,语言智能技术已经在司法领域的实际业务中得以应用,取得较好效果;进一步还需要利用语言智能技术提升司法智能技术水平,促进智能系统的应用。

5. 推动跨学科融合借鉴,激发技术创新思路

语言智能技术是一个跨学科的技术领域,在发展过程中不断借鉴、参考其他分支的学术思想,借以完善自身的理论和技术,需要进一步推动跨学科融合借鉴,促进技术发展和学术繁荣。

声纹技术除了用于个人身份识别和认证外,还可进一步应用于类似帕金森病等疾病的诊断;结合工业物联网,利用“声纹”信息对锅炉的漏气故障

进行检测；利用噪声特征对运输工具进行识别分类等。

语言智能技术的一些方法应用于古籍整理研究和文献研究中，甚至能有效检测出已出版古籍中的断句错误，很好地服务于古籍整理和文献研究。更进一步地，语言智能技术可为人文学科的发展提供新的技术支持，为人类文明提出新的解释。

6. 重视汉语语言文字研究，助力人工智能技术的发展

汉语有着悠久的历史，是华夏古代语言文字的延续和发展，语言、文字和文化的特征就蕴含于人们日常所说、所写的语言和文字之中。中国语言文字有其脉搏、神经和感情，也体现了本民族对“人工智能”的需求。

汉语很早就形成了以语言文字为研究对象的学科——“小学”，包括分析字形的文字学、研究字音的音韵学、解释字义的训诂学等。而汉语不同于西方语言的音一义对应，具有形、音、义对应的特点。由此展开探索似可触摸到中华民族思维方式的若干特质：形象性、关联性、延展性、系统性、创造性、情理性。语言智能处理的理论、模型、技术，如果更加重视汉语汉字音形义的相关度及其来源与嬗变，有望在“深度语义分析”和人机“自由交互”方面更上一层楼，进而形成闪烁着中华民族智慧之光的语言智能技术，为人工智能的发展提供新活力。

（本文选自 2021 年咨询报告）

新时代网络空间安全基本问题研究

黄民强 等

党的十九大报告提出,“到建党一百年时建成经济更加发展、民主更加健全、科教更加进步、文化更加繁荣、社会更加和谐、人民生活更加殷实的小康社会,然后再奋斗三十年,到新中国成立一百年时,基本实现现代化,把我国建成社会主义现代化国家”^①。今后三十年是中华民族伟大复兴的关键时期,也恰逢信息化深度发展阶段。在这一重大历史交汇期,有两个关键的必然趋势:一是深度信息化必将成为我国实现复兴目标的主要途径;二是深度信息化在全面赋能国家发展的同时,其所伴生的网络空间安全风险已日益凸显,如应对不当,可能会成为影响甚至迟滞中华民族伟大复兴进程的重大安全隐患。

2018年4月,习近平总书记在全国网络安全和信息化工作会议上的讲话,是“一篇科学回答信息化提出的重大理论和实践问题的马克思主义纲领性文献,是建设网络强国、数字中国、智慧社会的行动指南”^②。为落实习近平总书记重要指示精神,本报告“从哲学的高度和信息文明的角度”,围绕信息化进程中的层阶进化迭代关系、新时代网络空间主要矛盾、新时代网络空间安全观等基本问题开展研究,并据此提出宏观层面的、方向性的建议,

① 习近平:决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告. 2017-10-27. https://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm.

② 人民日报评论员:坚持网络强国战略思想——一论贯彻习近平总书记全国网信工作会议重要讲话. 2018-04-21. https://www.gov.cn/xinwen/2018-04/21/content_5284830.htm.