

院士话能源

全国政协常委、中国工程院院士 张来斌：

加强政策引导 更好推动海洋矿产资源开发

■本报记者 全晓波

在能源转型大背景下，全球关键矿产需求快速提升、价格大幅波动，向海洋要资源被视为解决我国钴、镍等对外依存度高的潜在路径。全国两会期间，全国政协常委、中国工程院院士、中国石油大学（北京）原校长张来斌提出，我国需加强政策引导、加力科技创新、深化国际合作，更好地推动海洋矿产资源开发。

纵观全球，近年来，海洋采矿技术正加速向深海突破，推动深海成为矿产争夺的新战场。据美国地质调查局预测，到2065年，深海矿产可满足全球35%—45%关键金属需求。随着海洋矿产开发国际博弈日趋激烈，深海采矿也从科学探索进入技术验证阶段。比如，比利时和加拿大已实现近商业化开采，年开采能力近100万吨。多家机构普遍预测，到2035年左右，深海采矿可实现平价。

张来斌介绍，近年来，我国深海采矿装备研发建造也实现了从无到有。目前，重载作业采矿车海水水深已突破6000米，并在西南印度洋首次获取7.6米多金属硫化物岩芯，首份深海采矿车试验环境影响声明报告也获得海底管理局（ISA）批准。

“然而，因技术尚不成熟，目前深海采矿综合开发成本仍高。加上全球范围对生态环境影响机理认识尚不清晰，在采矿许可发放、环境保证金比例等核心问题上仍未达成共识，深海矿产资源开发仍面临诸多难题。”张来斌说。

为此，张来斌提出三个方面的建议：

全国人大代表、中国工程院院士 袁亮：

建议将AI驱动矿山安全升级为国家战略

■本报实习记者 王堃宇

近年来，我国矿山安全生产形势总体持续向好，煤矿百万吨死亡率不断降低，目前已降至0.05左右。相关数据显示，2025年，中国原煤产量48.3亿吨，持续保持第一大能源的同时，矿山安全事故遇难人数同比下降6.1%，较大事故起数和遇难人数同比分别下降6.3%和17.1%。整体看，中国矿山安全生产形势呈现出“总体平稳”与“局部承压”并存的态势。

煤炭作为国家能源安全的“压舱石”，其稳定供应关乎发展全局。随着浅部资源枯竭，煤矿正以年均10—25米速度向深部延伸，目前平均采深已近500米。然而随着采深增加，水、火、瓦斯、冲击地压等多灾害耦合突发，传统风险与新兴技术挑战交织。以两淮矿区为例，深部开采比例高、地质构造复杂、新旧系统并存，风险防控难度尤为突出。

全国两会期间，全国人大代表、中国工程院院士、安徽理工大学校长袁亮在接受《中国能源报》记者采访时强调，在矿山向深部化、复杂化发展的背景下，构建全场景智能安全治理体系，推动矿山安全从经验驱动向数据驱动、从被动响应向主动响应转型，对提升行业本质安全水平至关重要。

为此，袁亮建议加强矿山安全顶层设计与数据标准体系建设。将AI驱动矿山安全升级确立为国家战略，制定发展路线图，同步完善配套标准，建立国家级矿山智能

化运行监管平台，“落实国务院办公厅关于‘构建高水平矿山安全智能化应用场景’的要求，在两淮、神东等重点矿区布局国家级综合示范工程。”同时，强化矿山安全智能开采核心技术攻关与支持。

此外，我国还需着力创新“AI+矿山安全”复合型人才培养与制度保障。在袁亮看来，相关举措包括“设立‘智能矿山安全’交叉学科，定向培养复合型人才”“鼓励AI企业与矿山企业共建人才培养基地”“实施‘矿山数字工匠’培训计划”，以及“制定相关职业资格标准，将AI应用能力纳入安全管理人员考核体系”等。

会议期间，袁亮还专门提交了关于系统布局深部煤炭安全开采与矿区生态协同治理、科技攻坚的建议。在他看来，我国煤炭资源开发一方面正面临深度与难度同步跃升的严峻挑战；另一方面深部开采与生态影响相互耦合，面临基础研究滞后、技术体系不健全、工程实证支撑不足等一系列瓶颈，传统“先采后治”模式难以为继。

为此，他建议加强顶层设计与专项引领，在“十五五”国家科技计划中构建“基础研究—技术攻关—工程示范”三位一体攻关体系，并强化战略科技力量与工程实证支撑，布局国家级协同创新网络。此外，还应建立“国家—省—企业—高校”四级联动机制，以及“中央财政引导、地方配套支持、企业主动投入”多元化保障机制，推进多源联动协同治理机制创新。

我国深层煤层气资源丰富，不但勘探开发前景广阔，煤层气开发更为油气变“绿色”提供了新的可能。1亿立方米煤层气大约可替代13万吨标煤，显著减少污染物排放。“从目前开发势头来看，未来3至5年煤层气有望成为继致密砂岩气、页岩气之后天然气产量增速最快的类型。”

资源不仅在陆地，也在海洋。全国政协委员、中国海洋石油集团有限公司原董事长汪东进指出，我国海洋经济具备巨大发展潜力。“我国海洋油气资源的开发利用已达到一定水平，而海洋风光、海洋能等新能源及可再生能源的开发利用尚处于起步阶段。未来，应重点关注海洋可再生能源、油气资源以及海底矿产资源的开发利用。”

2025年，我国石油消费量7.62亿吨，同比增长1.1%，“汽柴降、航煤升、化工轻油大增”是用能结构的新特征。这背后，是我国近年来持续将油气玩出“新花样”。碳纤维成为机器人、风电、航空的关键材料；保鲜材料延长果蔬保质期，让再远的地方都有新鲜食材；碳捕则是核电的“刹车”，其原料同样离不开石油。

全国人大代表、蓝海新材料（通州湾）有限责任公司执行董事、党委书记李贵合表示，石化产业是实体经济的重要支柱，推动绿色低碳转型，加快高质量发展，是“十五五”时期产业升级的重要方向。聚焦石化产业绿色低碳发展与结构性优化，他呼

吁加强核心技术攻关，完善标准体系，助力我国从石化大国迈向石化强国。

产业链出海，发展红利普惠世界

世界能源发展离不开中国。

在十四届全国人大四次会议新闻发布会上，大会发言人娄勤俭提到，中国国家电网投资葡萄牙国家能源网公司，分享中国在电网运行管理、新能源并网等方面的技术经验，支持与协助葡萄牙推进能源转型发展，实现了“互学互鉴”“互利共赢”。中石油与英国壳牌联合投资的澳大利亚箭牌能源公司，充分实现优势互补，为第三国提供创新、高效和环保的能源解决方案，促进了当地的就业和经济发展。

政府工作报告指出，2025年我国对外贸易较快增长，出口多元化成效明显。近年来，以电动汽车、锂电池、太阳能电池等为代表的“新三样”在出口领域持续领跑。高技术含量、高附加值、契合绿色转型趋势等优势，让新能源成为我国对外贸易的新增长点。

刘汉元指出，“新三样”产品、服务、资金全面出海，成为提高人民币国际化的有效载体。预计随着“新三样”产业链持续出海，未来二三十年可撬动50万亿—100万亿元规模的人民币出海，持续提升人民币在全球的权重和地位，助力筑牢我国金

全国政协委员、中国工程院院士 李根生：

建议将地热开发利用纳入国家“十五五”规划纲要

■本报记者 全晓波

我国地热资源丰富，总储量为857.25万吨吨标准煤，已成为地热能直接利用大国，规模居世界第一。但受战略定位不够清晰、核心技术瓶颈突出、政策法规不完善等因素制约，地热资源年利用量仅4019万吨标准煤，资源潜力未充分释放，亟须国家层面进行统筹规划和政策支持。

“目前，地热能在我国国家能源战略中的定位仍不够突出，与新型能源体系建设的需求尚不匹配。因缺乏国家层面的统筹协调，导致各地发展不平衡、资源开发碎片化，直接制约了地热产业的规模化、产业化发展。”全国两会期间，在谈及地热产业发展面临的主要问题时，全国政协委员、中国工程院院士、中国石油大学（北京）油气资源与工程国家重点实验室主任李根生如是说。

李根生进一步指出，我国地热能产业政策支持体系也有待完善，比如仍存在属性交叉、多头管理、政策衔接不畅的问题，直接制约了其高效开发利用与产业整体发展。此外，地热能开发核心技术也有待突破。“比如，我国在深部地热勘查开发、关键装备、多元场景应用等领域仍存在明显短板，与风、光等新能源的多能融合发展水平偏低，地热稳定供能优势，以及对新型能源体系的支撑作用均难以充分发挥。”

为此，李根生建议：

一是将地热开发利用纳入国家“十五五”规划纲要，推进地热高质量发展。

建议国家发改委、国家能源局在政策制定、规划布局、资源配置等工作中将其与风电、光伏、核电等能源品种统筹谋划、同力推进。将地热开发利用纳入国家“十五五”规划纲要，并出台国家级地热专项规划，统筹谋划区域性能源体系建设工程，明确指标任务。在重点区域建立地热开发

保障机制，强化开发责任考核。因地制宜构建区域专项规划体系，按照资源禀赋特点，分区分类实施地热供暖规模化替代、地热冷暖双供与多能互补融合、地热制冷与发电项目。

二是加强政策支持保障，形成优势发展环境。建议国家发改委牵头，统筹自然资源部、国家能源局、水利部、财政部、税务总局等部门出台保障措施，强化政策支撑。深化矿业权制度改革。突出地热能属性，将国家能源局列为主管部门，整合审批事项，推行矿业权区块出让模式并延长采矿权年限。建议优化取水许可管理。基于“取热不耗水”地热项目的开发特点，结合回灌率达标情况与资源埋深分级划定地热资源可采、限采与禁采区域。建议完善税费激励机制。对地热项目资源税减征或从低计征，对通过竞争方式取得矿业权并缴纳资源税的项目免征矿业权出让收益金，出台地热发电支持政策。

三是开展全产业链科技攻关，抢占科技制高点。

建议国家发改委、自然资源部、科技部制定地热领域战略性科学计划，加快构建以全国重点实验室为引领的战略科技力量，持续加大研发投入，实施一批具有前瞻性、战略性的国家科技项目。支持建设国家级深部地热工程中心和试验基地，为技术产业化应用提供平台支撑。建议以零碳园区、绿色矿山为核心拓展多元应用场景。推广地热制低温蒸汽在工业领域的化石能源替代，深化其在建筑与农业领域的规模化应用；推动地热与风电、光伏等多能源耦合协同，提升风光等新能源消纳能力；推动地热发电作为新型电力系统中基础性、兜底电源应用路径的示范落地，以“地热+”模式赋能新型能源体系构建，助力能源强国建设。

全国政协委员、中国工程院院士 王坚：

电力并非我国AI发展瓶颈

■本报记者 王长尧

全国两会期间，围绕人工智能发展与能源保障等问题，全国政协委员、中国工程院院士王坚明确表示，电力并非当前我国人工智能（AI）发展的瓶颈，不必追随美国产生相关焦虑，应立足自身能源与电网优势，聚焦AI技术创新与成本下降，推动智能经济普惠发展。

王坚指出，美国因电网老旧等问题，对AI发展面临的电力供给压力存在明显焦虑，而中美工业基础、国情与电网条件差异显著，我国无需陷入同类担忧。我国持续加大电网建设投入，电力供给能力与基础设施完善度持续提升，为人工智能产业发展筑牢坚实“能源底座”。

在能源结构与资源禀赋上，我国西部清洁能源开发利用成效显著，太阳能等绿色能源规模化发展，依托特高压直流输电技术，实现清洁能源高效跨区调配，区别于传统煤电输电模式，既保障能源供给稳定，也契合绿色低碳发展导向，彰显我国在能源转型与算力支撑上的责任

与优势。

谈及AI发展的能源与成本前景，王坚结合民生用电变迁历程表示，应坚定对AI技术迭代的信心。AI技术将持续在“低能耗、高算力”方向实现突破，算力成本伴随技术成熟与产业规模化应用逐步下降，如同早年居民用电从精打细算到普惠普及的发展轨迹，未来智能经济全面落地时，算力成本将不再成为产业与民生应用的阻碍。

从用电数据与结构来看，我国发电量规模优势突出，用电结构以工业与商业用电为主导，与美国居民用电占比偏高的格局形成鲜明对比，我国工业算力相关用电保障空间更为充足。

王坚强调，应依托电力供给、能源结构、电网建设等多重优势，集中精力推动人工智能技术研发与产业落地，着力降低算力使用成本，让人工智能技术惠及更多经营主体与普通民众，避免盲目跟风外部焦虑，走出符合我国国情的AI高质量发展路径。

上接1版

扛起能源保供责任、加快突破产业瓶颈的任务也在油气行业。2025年，我国原油产量约2.15亿吨，创历史新高；天然气产量突破2600亿立方米、连续9年增产超百亿立方米。

“我国油气产能与资源量仍存一定局限性，需探寻更多的储量与资源。”全国政协委员、中国地质大学（武汉）教授童金南表示，通过新技术手段，向更深层进发、向新型能源资源进发，是油气行业发展的关键。

全国人大代表、中石油煤层气有限责任公司总经理刘洪涛介绍，2025年全国天然气消费量达4265.5亿立方米，消费需求依旧维持高位，我国国内工业天然气产量仍有较大缺口。“十五五”时期，随着我国经济不断发展，天然气在能源消费结构中的占比将不断攀升，天然气资源的多元化供给要持续推进。

近年来，我国油气行业自主创新能力持续增强，深地钻探、非常规油气勘探开发等取得重大突破。在新疆沙漠、顺北油田完成超8千米深钻井，“地下珠峰”的探索标志着我国钻井技术走在世界前列；在四川盆地，首个页岩层系油田诞生，我国西南地区页岩油实现从无到有；在沁水盆地、鄂尔多斯盆地东缘，煤层气的高效开发为我国天然气增储上产开辟了新空间。

近期，我国最大煤层气田——大吉气田年产能突破40亿立方米。刘洪涛指出，

我国深层煤层气资源丰富，不但勘探开发前景广阔，煤层气开发更为油气变“绿色”提供了新的可能。1亿立方米煤层气大约可替代13万吨标煤，显著减少污染物排放。“从目前开发势头来看，未来3至5年煤层气有望成为继致密砂岩气、页岩气之后天然气产量增速最快的类型。”

资源不仅在陆地，也在海洋。全国政协委员、中国海洋石油集团有限公司原董事长汪东进指出，我国海洋经济具备巨大发展潜力。“我国海洋油气资源的开发利用已达到一定水平，而海洋风光、海洋能等新能源及可再生能源的开发利用尚处于起步阶段。未来，应重点关注海洋可再生能源、油气资源以及海底矿产资源的开发利用。”

2025年，我国石油消费量7.62亿吨，同比增长1.1%，“汽柴降、航煤升、化工轻油大增”是用能结构的新特征。这背后，是我国近年来持续将油气玩出“新花样”。碳纤维成为机器人、风电、航空的关键材料；保鲜材料延长果蔬保质期，让再远的地方都有新鲜食材；碳捕则是核电的“刹车”，其原料同样离不开石油。

全国人大代表、蓝海新材料（通州湾）有限责任公司执行董事、党委书记李贵合表示，石化产业是实体经济的重要支柱，推动绿色低碳转型，加快高质量发展，是“十五五”时期产业升级的重要方向。聚焦石化产业绿色低碳发展与结构性优化，他呼

吁加强核心技术攻关，完善标准体系，助力我国从石化大国迈向石化强国。

世界能源发展离不开中国。

在十四届全国人大四次会议新闻发布会上，大会发言人娄勤俭提到，中国国家电网投资葡萄牙国家能源网公司，分享中国在电网运行管理、新能源并网等方面的技术经验，支持与协助葡萄牙推进能源转型发展，实现了“互学互鉴”“互利共赢”。中石油与英国壳牌联合投资的澳大利亚箭牌能源公司，充分实现优势互补，为第三国提供创新、高效和环保的能源解决方案，促进了当地的就业和经济发展。

政府工作报告指出，2025年我国对外贸易较快增长，出口多元化成效明显。近年来，以电动汽车、锂电池、太阳能电池等为代表的“新三样”在出口领域持续领跑。高技术含量、高附加值、契合绿色转型趋势等优势，让新能源成为我国对外贸易的新增长点。

刘汉元指出，“新三样”产品、服务、资金全面出海，成为提高人民币国际化的有效载体。预计随着“新三样”产业链持续出海，未来二三十年可撬动50万亿—100万亿元规模的人民币出海，持续提升人民币在全球的权重和地位，助力筑牢我国金

融安全体系。不仅如此，中国的新能源产业出海，正在重塑全球能源体系，填补了广大非洲、中东、南亚和拉美国家和地区急需的能源基础设施空白，解决了所在国用电难、用电贵等问题，也帮助他们避免走“先污染后治理”的老路，踏入可持续发展快车道。

“十五五”规划纲要草案提出，创新发展数字贸易、绿色贸易，有序扩大数字领域开放。

近年来，宁夏积极融入共建“一带一路”，持续深化与阿拉伯国家的经贸合作。“阿拉伯国家是我国能源资源的重要供应区，也是我国新能源、高端装备、数字经济等优势产业的重要市场。”全国人大代表、宁夏回族自治区工商联兼职副主席、智慧国际文化传播集团有限公司董事长兼总裁张时荣表示，新能源等产品出口不仅能支撑宁夏本地经济发展，也可带动中阿合作成为共建“一带一路”高质量发展的典范。当前，宁夏正运用数字化手段，打造新型跨境贸易基础设施，未来宁夏将整合光伏、新能源汽车、工程机械、民用无人机等中国优势品类的产能，推动企业从单一商品出口向产能协同输出升级。

全国政协委员、广东粤丰投资有限公司董事长黎俊东表示，在环保发电、天然气发电等领域，也有多家中国企业成功拓展海外市场，业务范围覆盖东南亚、中亚等地区。部分环保企业进军欧洲市场并实现业

务扩张。

走出去，不仅将中国的新能源带向更广阔的天地，也将产业发展的关键资源带回国。

“银、铜、铝等关键金属在光伏和锂电池中用量很大。尤其是银，去年价格大涨直接推高了光伏组件成本，反映出供应链的脆弱性。”钟宝申说，中国公司到美洲、非洲国家和澳大利亚开发锂矿，去刚果布局钴资源，新能源“口粮”充足的积极信号正在释放。

融入世界，也有新路径。世界算力发展离不开“中国电”。

全国人大代表，二十届中央委员，宁夏回族自治区党委副书记、政府主席张雨浦说，依托绿电，近年来宁夏算力产业形成了很强的竞争力。“电力成本低是我们的重要优势，不仅吸引了国内的龙头算力企业布局，美国亚马逊的算力中心也在宁夏建了一期、建二期。”

全国人大代表，二十届中央候补委员，内蒙古自治区党委副书记，内蒙古自治区人民政府主席、党组书记包钢说，近期中国四款大模型霸榜全球调用量前五，其背后离不开内蒙古的算力支持。“相比以前卖煤、卖电，现在我们卖算力，显著提升了内蒙古能源的附加值。而且算力输出不受贸易限制，通过跨洋光纤就能送到国外。”以算力为媒介，中国能源发展正以一种新方式惠及世界。