

助力实现“双碳”目标，多位院士出谋划策——

让清洁低碳能源“风光无限”

本报记者 余建斌

科技创新助力“双碳”①

习近平总书记在中央财经委员会第九次会议上强调，要构建清洁低碳安全高效的能源体系，控制化石能源总量，着力提高利用效能，实施可再生能源替代行动，深化电力体制改革，构建以新能源为主体的新型电力系统。

我国提出争取在2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标，为全球应对气候变化作出积极贡献。发展清洁能源是助力实现碳达峰、碳中和目标的有效途径。我们应该如何打造清洁低碳安全高效的能源体系？怎样构建以新能源为主体的新型电力系统？前不久，在中国国际文化交流中心国际能源经济研究院组织召开的学术会议上，多位院士专家积极建言。



山东荣成北部海湾附近，风力发电机组在运转发电。

人民视觉

“双碳”目标推动构建清洁低碳安全高效的能源体系，会使我们的能源更健康、更安全、更高质量

专家们认为，做出“双碳”目标的承诺，是我国经济社会发展中的一件大事，意味着能源的转型进入新阶段。在推进能源结构调整、发展清洁能源的过程中，必须坚持全国一盘棋，提升系统的整体性和协同性，这包括统筹各种能源品种，优化整体的开发布局，以及同步推进碳达峰、非化石能源的替代和能源战略储备。

中国工程院院士、国家能源委员会专家咨询委员会主任杜祥琬认为，我们要减少碳排放，同时能源不仅要保供，而且要有合理的增长。低碳不是要减能源，而是让人均能耗的增长达到高质量发展阶段。低碳转型和保障能源安全并行不悖。能源安全很重要的一点是供需安全，要以科学供给满足合理需求。目前我国的能源供给，一方面是化石能源供给，另一方面要逐步倚重非化石能源供给。我国的太阳能、风能、可再生能源的利用是我国自主可控的，这有助于提升能源体系的安全性。我们要认识到，丰富的非化石能源资源同样也是我国能源资源禀赋的重要组成部分。重新认识我国的能源资源禀赋，对于确保国家长远的能源安全、引导能源转型具有方向性、战略性的意义。碳达峰、碳中和目标推动能源转型，会使我们的能源更健康、更安全、更高质量。

截至2020年底，我国风电、光伏发电装机容量达到约5.3亿千瓦，占总装机容量的24%。未来新能源仍将保持快速发展势头，预计2030年风电和太阳能发电装机容量达到12亿千瓦以上，规模超过煤电，成为装机主体；到2060年前，新能源发电量占比有望超过50%，成为电量主体。

杜祥琬指出，我国电力负荷主要在东部地区，要满足东部电力消费需求，应采用“身边取和远方来”相结合的方式开发可再生能源。“身边取”指在东部地区就近开发。与传统化石能源相比，我国东部拥有丰富的风、光资源，可首先考虑通过分布

式光伏、海上风电、生物质能、垃圾发电等方式实现就近发电和消纳；“远方来”是指通过在西部开发光伏、风电、水电，利用西电东送为东部电力需求提供补充。

中国国际文化交流中心国际能源经济研究院院长杨良松认为，随着“碳中和、碳达峰”工作的推进，清洁能源产业将是未来我国能源产业的主要发展方向。我国西北地区在光照时间、风力条件方面，西南地区在水力资源方面拥有得天独厚的优势，非常适合集中开发光伏、风电、水电等清洁能源产业。从整个国家未来的能源战略来看，东部地区用电需求采取“身边取”和“远方来”并举，是一个较为科学的方式。

中国工程院院士、国家能源委员会专家咨询委员会主任彭苏萍指出，能源系统是系统性工程。当前，我国高碳能源比较多，今后解决的就是清洁、低碳的应对问题。未来十年，应当是传统能源和新能源、氢能等融合发展。在构建清洁能源体系过程中，清洁能源持续快速增长是基础，科学消纳和利用是前提，发展储能是重点，完善体制机制是保障。

随着未来风、光等可再生能源发电占比越来越高，迫切需要发展以新能源为主体的新型电力系统

数据显示，当前我国能源行业碳排放占全国总量的80%以上，电力行业碳排放占能源行业中的占比超过40%。据测算，到2060年，我国直接电力消费占整体能源消费的70%，加上间接电力消费，这个比例将达到90%。实现“双碳”目标，能源是主战场，电力是主力军，大力发展风能、太阳能等新能源是关键。构建以新能源为主体的新型电力系统有助于确保碳达峰、碳中和目标实现。

核电、水电、风电、光伏等清洁能源，主要通过电网传递到终端用户。杜祥琬认为，未来以新能源为主体的能源转型涉及能源系统整体，电网对于整个清洁能源的消纳将发挥关键作用。因此，风、光电装机大幅增加的同时，能否输出高

质量、又满足供需平衡的电力，是亟待解决的问题。光伏和风电的发展颠覆了过去我国能源资源禀赋不足的发展劣势，传统电力系统发展的禀赋依据正在发生巨大变化，新型电力系统规划要顺应时代发展趋势。

中国工程院院士、全球能源互联网研究院院长汤广福说，从能源供给侧看，未来接近70%的能源将由可再生能源替代，其中水能、核能、风能、太阳能等清洁能源，又都必须转化为电能才能加以利用。从能源需求侧看，大约70%的用能场景将会是电力消费，例如交通行业的电动车。因此，电力系统在能源转型中将起到核心作用。考虑到我国石油和天然气的对外依存度，以及我们所面临的能源国际环境，必须大力发挥电力系统在能源转型中的核心作用。现行电力系统是以稳定的火力发电为主导，我国可再生能源资源禀赋较好，适合大力发展以光伏、风电为主导的清洁能源体系。随着未来风、光等可再生能源发电占比越来越高，我们迫切需要发展以新能源为主体的新型电力系统。

中国工程院院士、中国南方电网公司专家委员会主任李立浔认为，新型电力系统设计需要适应风、光等可再生能源资源分散，具有随机性、间歇性等特点。未来我国风、光电装机容量非常庞大，电力系统将会发生根本性的变化。构建以新能源为主体的新型电力系统，需要充分考虑新能源这些特性。

新型电力系统建设可选择什么样的技术路径？汤广福认为，以光伏、风电为代表的清洁能源发电的重要特点是具有波动性和间歇性，要想大力发展清洁低碳能源，新型电力系统需要适应高比例清洁能源发电的特性和要求，技术上必须突出柔性化和灵活性。一方面，我国未来的能源体系以清洁能源为主体，具备灵活调节能力的煤电和气电是补偿风电、光伏间歇性的重要手段，灵活的发电方式必然需要灵活的电力系统作为支撑；另一方面，电力系统的柔性化是指推动以柔性直流为代表的柔性输电方式广泛应用。与传统方式相比，柔性直流技术就像一个完全可控的水泵，能够精准控制水流的方向、速度和流量。通过对电力系统的柔性化改造，使得调控更加灵活，确保电网安全稳定运行，更适合清洁能源大规模接入。

以国家战略科技力量支撑清洁能源发展，鼓励老百姓养成符合“双碳”目标的生活方式

当前，清洁能源的发电装机进入快速发展期。与此同时，电力电子技术、数字技术和储能技术等正推动传统电力系统向高度数字化、清洁化、智能化的方向演进。

目前，储能被认为是解决新能源发电不稳定问题的重要工具和关键支撑。中国工程院院士、清华大学教授韩英铎认为，大规模储能技术发展将根本性改变传统电力系统即发即用的特性。目前电能存储成本高，使用寿命短，可考虑将储电转化为储热、储冷，具有更高经济性，以此支撑新型电力系统建设产生社会效益。大功率电力电子技术解决了特高压柔性直流送电问题，柔性直流配网发展更有利于风、光电并网消纳，大大增强了设备可靠性和运行安全性。

汤广福认为，新型电力系统需要缓解大规模储能需求。由于技术和成本等原因，目前化学储能尚无法满足大规模电网级储能需求。新型电力系统需采用柔性输电等技术，将数百公里乃至上千公里的风电、光伏、水电等通过柔性直流输电串联起来，实现风、光、水发电时空互补和电网间接储能作用，实现电能的稳定输出。未来，氢能有望成为新型电力系统重要支撑性技术。新型电力系统需要发展储能，不仅可以解决电网削峰填谷问题，还可以实现跨季节超长时间储能。

汤广福也指出，实现碳达峰、碳中和目标，构筑高质量清洁低碳安全高效可持续发展的能源体系，构建以新能源为主体的新型电力系统，需要全社会广泛参与。一方面要以国家战略科技力量支撑清洁能源发展，另一方面要鼓励老百姓参与进来，逐步养成符合“双碳”目标的生活方式。例如，人们未来用手机就可以看到家里一年用了多少化石能源电力，用了多少清洁能源电力。要大力宣传能源转型意义，普及新能源知识，让人们接受并积极支持使用清洁低碳能源。

另外，还为农机规划了电子围栏，在任何时候都不会超出边界。

农机无人作业系统不仅高效、安全、精细，操作起来也非常简单。富裕县农业合作社的韩师傅说，农机手只需要在无人农机工作前设计一下它的作业地块即可，然后用手机远程监控，控制启停，接下来就是无人驾驶拖拉机自己工作，时长可达几十个小时。据中科院动力科技有限公司研发人员测算，农机无人作业系统大大提高了作业效率，使整体效率提升了30%。

当前，人工智能在我国农业的落地应用条件已成熟，正在农业场景中快速发展。中国工程院院士、中科院动力科技公司首席科学家李德毅认为，农业机器人是农业人工智能的重要内容，当前全球农业机器人市场重点集中在无人驾驶拖拉机、无人植保作业、喷药无人机、农田巡检机器人、挤奶机器人、摘果机器人等领域，其中无人驾驶拖拉机和喷药无人机是我国农业机器人的主力军。未来还需加大农业机器人研发力度，继续拓展农业场景，探索未来无人农场，实现智慧农场整体解决方案。

创新新谈

做“减法”，也是做“加法”。减掉的是繁琐、过时的机制障碍，增加的是创新创造的奔涌活力

我国科技队伍蕴藏着巨大创新潜能，关键是要通过深化科技体制改革把这种潜能有效释放出来，做好“减法”尤为必要

日前，国务院办公厅印发《关于改革完善中央财政科研经费管理的若干意见》，从扩大科研项目经费管理自主权、完善科研项目经费拨付机制、加大科研人员激励力度等7个方面，提出25条改革政策和工作要求。这对于回应科技界关切、完善科研经费管理、提高科研人员获得感具有重要的意义。

习近平总书记指出，科技管理改革不能只做“加法”，要善于做“减法”。我国科技队伍蕴藏着巨大创新潜能，关键是要通过深化科技体制改革把这种潜能有效释放出来，做好“减法”尤为必要。只有奋战在一线的科研人员真正拥有科研自主权，消除他们的不合理负担，科研生产力才能得到进一步解放。此次出台的《意见》，突出的特色就是做“减法”。从简化预算编制到扩大包干制实施范围，从改进结余资金管理到推进无纸化报销，从减少分线、分物、定项目等直接干预，到赋予科学家更大技术路线决定权和经费使用权，能减则减，应放尽放。

做“减法”，也是做“加法”。减掉的是繁琐、过时的机制障碍，增加的是创新创造的奔涌活力。以扩大经费包干制为例，自2019年以来，国家杰出青年科学基金开展包干制试点，取得了很好的效果。一位青年科研人员提起，正是在包干制的支持下，他回国后及时购置了专门的仪器设备，避免了申请项目“等米下锅”，在较短的时间内取得了高质量的科技成果。

做“减法”，就是要让科研人员轻装上阵。《意见》提出“不得将预算编制细程度度作为评审预算的因素”。科研人员反映，这样一来，就不必再为几元钱的瓶瓶罐罐、试管购买费用绞尽脑汁。又如“扩大结余资金留用自主权”这一新规，能让不少基础研究的项目维持团队稳定，避免青黄不接，保障科研活动的连续性。甚至无纸化报销这件看似不起眼的小事，也能为科研人员省下宝贵的时间和精力……

一分部署，九分落实。《意见》出台后，一方面要打通政策落地的“最后一公里”，尤其是及时清理修改相关规定，确保新旧政策无缝衔接、顺畅运行，提高科研经费使用绩效。另一方面，要进一步完善监督检查机制，如利用大数据等信息技术手段提高监督检查效率等，提高科研项目资金的安全性和有效性。

总的看，加快科技管理职能转变，意味着要为广大科研人员营造良好环境、提供基础条件，发挥好组织协调作用。科研经费管理是科技管理改革的重要内容，是牵一发而动全身的“关键点”。我国科研经费投入近年来快速增长，管好用好科研经费，更好激发科研投入活力，对促进科技事业发展至关重要。盼望各方共同努力，把科研经费管理改革举措落到实处，为建设世界科技强国提供有力支撑。

新闻速递

中国科学家首次荣获世界农业奖

本报电 日前，中国工程院院士、中国农业大学张福锁教授获得全球农业与生命科学教育协会高等教育联盟世界农业奖。这是中国科学家首次摘得该奖项。

据悉，世界农业奖是2012年由南京农业大学向全球农业与生命科学高等教育协会联盟发起倡议并设立的国际性奖项，旨在鼓励高等院校农业与生命科学领域在教育、研究与创新方面做出杰出贡献的个人。（蒋建科）

《中国科技人才发展报告(2020)》发布

本报电 由科技部组织编写的《中国科技人才发展报告(2020)》日前在京发布。《报告》显示，“十三五”期间，中国R&D(研究与试验发展)人员全时当量快速增长，年均增速超过7%，从2016年的387.8万人年增长到2020年的509.2万人年，连续多年居世界第一。《报告》还显示，中国科技人才受教育水平不断提高，更多青年科技人才成为科研主力。（沙迪）

中兴通讯产品亮相世界5G大会

本报电 5G智慧矿山解决方案为矿山智能化、少人化、无人化保驾护航；5G工业自然导航为企业实现柔性制造提供更大可能……日前，在第三届世界5G大会上，中兴通讯携自主创新产品和5G深耕行业成果亮相，全面展示数字经济时代核心技术支撑能力、5G行业应用创新实践等方面的最新进展。5G作为新一代信息通信技术领域的引领性技术，是赋能数字经济的关键新型基础设施。（阎冰洁）

本版责编：吴月辉

蓝蓝的天上白云飘，白云下面“智牛”跑

无人农机，快速驶进广袤田野

何勤

“蓝蓝的天上白云飘，白云下面‘智牛’跑”，在黑龙江省齐齐哈尔市富裕县，一块大约800亩的农田上，一辆无人驾驶的拖拉机正在刚刚收割完的玉米地里进行耕整土地作业；在河北省赵县，技术员规划自主作业路径、下达双机编组指令后，搭载北斗无人系统的两台120马力的拖拉机和智能采收无人农机、运输无人农机开始自主协同作业，不到10分钟，一垄甘蓝被采收得干干净净；在浙江省慈溪市横河镇新桥农机服务专业合作社，无人驾驶插秧机正在田里进行作业，田间自动插秧、智能避障、掉头转弯，保证了插秧作业的连续稳定性……类似的智能无人化作业场景，在黑龙、吉林、山东等多地的农田作业中屡见不鲜。

农田耕种的效率和精细化程度，直接影响农业的生产效

益，随着人工智能向农业的深度渗透，农业的智能化水平正在快速提升，农业的耕作方式也在发生改变。农机无人作业系统是人工智能在农业中最为广泛的应用，被称为“虚拟助手”，安装在普通农机上，可以适配几十种不同类型的农具，让普通农机具备全昼夜、无人化、精准作业的能力。

农机无人作业系统是如何实现智能耕地作业的呢？中科院动力科技有限公司总经理韩威介绍，以北斗无人农机系统为例，它由北斗接收机、毫米波雷达传感器、红外线摄像头、转向和驱动控制组成。在无人驾驶农机出发前，就已经通过智能规划设定好路径，保证沿着期望的轨迹行驶到农田里，定位精度可达2.5厘米。规划好路径后，挂上相应的农具，赋予它一个任务——去哪块地、干什么，并发出相应指