

必须在更高站位、更广视野、更活机制上构建具有现代特点的能源体系。

让能源与经济实现良好耦合

文 / 叶春

2014年6月7日，国务院办公厅印发《能源发展战略行动计划（2014—2020年）》，作为一段时期内我国能源发展的总体方略和行动纲领，其首次提出要加快构建清洁、高效、安全、可持续的现代能源体系。

当前，百年未有之大变局加速演进，必须在更高站位、更广视野、更活机制上构建具有现代特点的能源体系，才能全面贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略和“能源强国”新目标，才能推动能源发展与经济运行实现良好耦合。

两翼：系统思维和数字化

经济社会发展与能源的相互依赖性越来越强。2021年，由于疫情导致的供应链断裂，使得全球煤炭、石油、天然气价格大幅上升，能源电力供需形

势持续紧张，多个国家和地区出现了能源电力短缺的局面。2022年，国际地缘政治冲突涉及的国家，均为能源重要生产国或供应国，继续推高本已高位的煤、油、气等一次能源价格，并逐步波及下游产品及居民生活，进而增大经济下行压力。能源供应链的安全性、稳定性和可靠性被提升到一个新的高度。尤其近年来能源发展电气化特征愈加显现，2021年，电能占终端能源消费比重超过27%。到2025年，电能占终端用能比重将达到30%左右。届时，电力与经济的强耦合性特征愈加明显，电力供应的安全稳定对经济的影响也将越来越大。

自2020年我国提出“双碳”目标以来，电力领域成为低碳转型的主力军，电力供应结构加快调整，呈现类型多特性复杂的趋势。新型电力系统



建设持续推进，呈现系统惯量降低、电力电子元件增多的特征。电力需求范围扩大，呈现刚性变柔性、反向供电的特性。能源转型目标下的电力供应保障是一项复杂艰巨的系统工程，需要统筹考虑低碳、安全、经济等多重目标，促进一次能源供应企业、发电企业、电网企业、用户等协调运作、形成合力，以源网荷储全环节协同发展应对电力供需平衡面临的严峻挑战。在构建和规划现代能源体系的过程中必须要有系统思维，单一的总量平衡已不能满足经济高质量发展的需求。

当前，数字经济发展速度之快、

辐射范围之广、影响程度之深前所未有的，正推动生产方式、生活方式和治理方式深刻变革。数字化也同样在推动能源的变革，电力系统逐步由自动化向数字化、智能化演进，先进量测技术、通信技术、物联网技术等将覆盖电力系统全环节，形成及时高速感知的“神经系统”，推动传统电力系统向主动防御、智能调度、高灵敏度响应的新型电力系统转型，不断提高新能源和多元新型负荷的消纳水平。

实现上述目标必须依靠科技创新，加快能源产业数字化和智能化升级，推动能源系统效率大幅提高，全面提升能源产业基础高级化和产业链

现代化水平。从外部看，能源系统必须依靠数字技术与用户进行海量的链接，实现柔性、智慧对接。从内部看，能源产业链、供应链必须依靠智慧技术相互匹配，以实现高效运转。因此，数字化，智能化是提升现代能源体系效率、保障现代能源体系运行的根本要求。

现代能源体系的五大特征

不同于以前以化石能源为核心的、单一的、集中的传统能源供给体系，现代能源体系是以可再生能源为主体的、供给品种多元、供给模式多元的体系。现代能源体系的最终目标是实现能源系统的绿色、安全和经济的平衡。以系统思维模式和数字经济手段构建的现代能源体系表现出以下五个明显的特征。

一是整体性。现代能源体系规模庞大，已经无法割裂产业链的上下游和供应链的两端，也无法分解各能源门类和产业用户，必须以系统思维整体考虑。无论是规模建设，还是结构调整，都应统筹各能源品种、各区域生产目标，兼顾产业链上下游供应和各类用户用能需求。

二是智慧性。实现庞大的现代能源体系稳定运行，必须畅通一、二次能源产供储销通道，实现多能协同调度转换，能源便捷流动、灵活调用；必须将信息智能化与能源物理体系深度耦合，形成自适应、自判断、自调节、高弹性的能源体系。

三是清洁性。绿色低碳是现代能

源体系的重要特征之一。在国内循环经济的背景下，现代能源体系以新能源和可再生能源为主体，体现出明显的绿色特征。在国际应对气候变化趋势下，现代能源体系以其自身低碳化，助力实现碳达峰和碳中和目标实现。

四是安全性。从数量上看，现代能源体系能够形成多元化的能源供应体系、畅通的成本传导机制，以及国际能源供应及储备合作机制，进一步保障国内能源安全和社会平稳发展；从质量上看，现代能源体系能够利用成熟的高精尖技术，实现敏捷性、可靠性和稳定性的高度统一。

五是高效性。一方面，运行高效。现代能源体系能够在数字技术的协助下打造信息高效处理、应用便捷灵活，实现资源利用效率最大化，全社会投入产出效益高，资源配置高度优化；另一方面，服务高效。现代能源体系能够满足各类用能主体的需求，既能快速响应，又能高质量供应。

防范未来风险挑战

加快构建现代能源体系是保障国家能源安全，力争如期实现碳达峰、碳中和目标的内在要求，也是推动实现经济社会高质量发展的重要支撑。尤其是在当下，在全球主要国家能源短缺的形势下，我国电力保供乃至能源安全进入了各种风险交织、多种因素叠加的新阶段，亟须立足我国国情，防范化解未来能源电力供需存在的风险挑战。

不同于以前以化石能源为核心的、单一的、集中的传统能源供给体系，现代能源体系是以可再生能源为主体的、供给品种多元、供给模式多元的能源供给体系。

第一，做好增量提升，加快发展新能源和可再生能源。着力增强能源供应能力，统筹推动非化石能源发展和化石能源清洁利用，加快实施可再生能源替代行动，持续扩大清洁能源供给，同时高度重视其长时段大幅度波动给电力可靠供应带来的风险。近年来，欧洲持续推动和引领全球能源低碳转型，新能源发展迅猛，发电量占比较高，但遇到极端气候导致大规模新能源出力不足时，欧洲电力安全可靠供应面临极大的压力。

第二，稳住存量保障，发挥煤炭、煤电在推动能源绿色低碳发展中的支撑作用。近年，欧洲多国激进减退煤电、核电，叠加发电用煤用气短缺、价格屡创历史新高，造成电力供应能力不足。2010~2020年，德国煤电发电量占比从43%降至25%、核电发电量占比由22%降至11%，并计划于2022年全面弃核。为应对2021年以来疫情导致的能源短缺危机，英国重启燃煤发电，德国增加煤电发电量，瑞典重启燃油发电，各国都在重新审视能源战略。对于我国而言，无论从资源角度，还是从电网系统特性角度，煤电作为电力供应的稳定器和压舱石，将在未来相当长的时间内依然发挥重要的托底保供作用。

第三，守住安全底线，推动电源协调发展。要加大力度规划建设以大型风光电基地为基础、以其周边清洁、高效、先进、节能的煤电为支撑、以稳定、安全、可靠的特高压输变电线路为载体、以特高压输电线路为支撑的新能源供给消纳体系。减碳要坚

持系统思维，电力转型要循序渐进，能源安全是关键。从当前及较长的一段时间看，电源发展多元化是能源安全的重要保障。只有充分发挥煤、气、水、核、风、光、储等多能互补优势，构建多元融合、协调发展的电源体系，才能满足并保障电力供应的稳定性。

第四，适应多元主体，加快构建新型电力系统。传统电力系统难以适应新形势下安全保障的需要，目前我国多区域交直流互联的大电网结构日趋复杂，新型电力电子设备大比例增加，改变了传统电力系统运行特性，理论分析和控制方式都需要重新深入研究以应对新的挑战。此外，由于大规模高比例新能源的接入，带来系统调节能力不足、转动惯量不足，叠加波动性负荷增大，传统电力系统安全稳定风险日益加大，加快新型电力系统建设是化解当前风险、保障新能源消纳和系统安全的关键。

第五，推进共享互济，加快建设全国统一电力市场。相对完善的能源电力市场，可以在供给侧成本上升时将成本向消费侧传导，推动高耗能等行业主动减产停产，通过供需调整实现市场再平衡。同时，在特殊情形下，政府可以对能源价格高涨进行干预，如限制一次能源和终端能源价格水平、对中小企业实施税费减免、向终端消费者提供补贴等。唯有发挥有为政府和有效市场合力，才能保障我国能源安全。■

（作者系国务院国资委中国大连高级经理学院特聘教授）