

能源安全和供给保障是一个系统性问题，需要我们建立整体能源安全观。

提高多元互补能力， 筑稳能源供给体系

文 / 刘强

在对能源供给安全、成本可承受、低碳排放的重要性进行排序时，供给安全无疑要排在第一位。

如今，能源体系日趋复杂，面临的攻击类型也更加多样。我们除了要保障能源资源开采和生产的稳定性、传输网络等基础设施的稳定性之外，还要预防地质和气象灾害、战争与恐怖袭击对能源供给造成的冲击。同时，能源消费侧的多元化也会影响地区之间、年份之间、季节之间、昼夜之间的负荷波动，进而影响能源供给。

全球能源资源总体充裕， 但分布不均

从全球角度看，化石能源的资源

储量加上核电、水电，以及近几年风光等可再生能源的发展，能源资源的总供给是充足的，但是在地理分布上不均衡。

化石能源方面，石油主要集中在波斯湾、北非、北海、里海、委内瑞拉等国家和地区，天然气主要集中在卡塔尔、澳大利亚、土库曼斯坦、西伯利亚等国家和地区，煤炭则主要分布在中国、南非、澳大利亚、印度尼西亚等国。

风能和太阳能虽然分布广泛，但与风光等可再生能源产业关系密切的金属资源在全球分布也不均衡。这种资源的分布不均，使得全球的能源供给体系易受地缘冲突的影响，继而引发能源危机，比如历次中东战争和今

年的俄乌冲突。

依据本国能源资源禀赋发展具有比较优势的能源供给体系，是各国能源战略与能源产业发展的基本逻辑。比如中东国家和俄罗斯主要依赖油气资源建设能源供给体系；美国大量廉价天然气构成了其能源供给的基础；丹麦、荷兰、西班牙等风电资源较好的国家，其能源供给体系中风电占比就非常高；法国核电占比非常高；老挝、巴西等国家水电占比较高。

保障能源供给需整体能源观

我国的能源供给还需要国际市场。

常规化石能源方面，目前我国石油和天然气的进口依存度达到70%和



依据本国能源资源禀赋发展 具有比较优势的能源供给体系， 是各国能源战略与能源 产业发展的基本逻辑。

>> 沙特阿拉伯石油和天然气资源丰富，图为鲁卜哈利沙漠中的Shaybah油田。

40%以上，且人均油气资源储量低于世界平均水平，与波斯湾地区和俄罗斯、美国、墨西哥、挪威这些富油国相差更远。我国煤炭资源储量相对丰富，但要满足目前国内生产和消费需求，每年还需要进口约3亿吨。

我国的页岩气理论蕴藏量主要集中在西北和西南地区，但除川南盆地相对开采成本较低外，其他地区都面临着地质条件不稳定、开采成本高、水资源缺乏等难题。

非化石常规能源方面，我国水电

资源蕴藏量世界第一，主要集中在西南、西北经济欠发达地区；核电的铀矿资源则相对缺乏，需要从国外进口。

可再生能源方面，我国风能、太阳能资源非常丰富，地热资源主要集中在西藏，生物质能丰富但是相对分散，海洋能因不面对大洋也不够丰富。我国是世界上最大的清洁能源产品生产国和出口国，但在相关制造业所需的关键金属方面，铜、钴和锂等关键金属仍高度依赖进口。预计未来

十年，我国除稀土金属外某些关键矿物的产量将达到峰值。

在这种背景下，我们就需要在全球共同能源安全的前提下来谈中国的能源安全。维护全球能源安全，包括资源保障、开采生产、运输通道、跨国投资等方面，这既是中国维护世界安全与发展的重要领域，也是中国维护自己能源安全的必然选项。中国作为全球最大的能源消费国，需要全球能源市场，而全球能源生产与出口国同样需要中国市场，这是能源命运共同体的坚实基础。

所以，我们要建立整体能源观，优化国内资源，加强国际合作，统筹协调国际资源，建立多元能源供给体系，确保能源产业链和供应链安全。

优化国际、国内两种资源，保障国内能源供给。这其中的关键在于低成本资源的多元化，既包括油、气进口来源的多元化；也包括非常规产品进口的多元化，如作为燃料的甲醇、液化石油气（LPG）等；还包括中国与资源国之间的产能合作，比如与沙特、科威特、阿联酋等国家的炼化产能合作，与南美和撒哈拉以南非洲国家在关键金属领域的合作。

供给稳定的关键在成本

谈能源供给的同时还要考虑成本问题，即能源价格的稳定性。如果国内资源在供给和价格方面的稳定性超过国际资源，优先考虑国内资源。如果国际资源供给和价格都很稳定，一定比例的进口是有利于提高我国能源

供给的稳定性和维护经济竞争力。

我们除了要考虑能源使用的经济成本外，还要考虑环境与生态成本。

提高中国能源自给的途径有两种：一是化石能源资源储量的增加与清洁化利用，二是可再生能源的利用。化石能源包括煤炭、石油、天然气和非常规的页岩气、煤层气等等；可再生能源资源包括风能、太阳能、生物质能、地热能、水能等。同时，核电也是一个选项。

目前，煤炭仍是我国能源安全稳定供应的“压舱石”，而现有的煤炭利用产业路径下燃煤发电与煤化工是分开的，电能与热能并没有被充分利用。未来我们需要在这一领域取得突破，有效改善煤炭行业的碳排放问题，让煤炭更多地作为化工原料进行循环利用，过程中的热量可以用来发电和供热。

我国通过开发本土可再生能源资源以及发展核电，可以提高能源自给度。从纯技术角度而言，大幅度降低煤电比例是基本可以实现，需要解决的问题是经济成本和资源可得性。根据我们能源模型的测算，把煤炭在总能源消费中的比例降到40%以下，石油的比例降到15%左右，天然气的比例提升到15%左右，水电、核电和其他一次电力的比例提高到30%以上是完全可行的，伴随着风电和太阳能发电成本的下降，这一比例并不会明显提高我国的能源和电力成本。而这一能源消费结构可以有效帮助我们实现碳达峰目标，要实现碳中和目标，

则需要继续降低煤炭和石油在总消费中的比例，并相应提高一次能源电力的份额。

多元互补才能抵抗冲击

中国超大规模市场对应着超大规模与多元化的能源供给，和峰谷特性突出的超大规模消费负荷。这种特性使得能源与电力体系需要加强韧性建设，才能抵抗各种冲击。

随着新能源大规模并网，以及电动汽车、分布式电源等交互式设备的大量接入，电力系统在供需平衡、系统调节、稳定特性、配网运行、控制保护等方面也将面临一系列新的挑战。

多元互补能力是电网和能源网络韧性的来源，简单地说，就是当一种电源或能源出现供给不足时，其他电源或能源能够迅速补位，从而保障稳定供给。比如今年夏天西南地区水电不足，没有其他形式的足够电源如煤电、气电、风电和光伏发电填补这一缺口，造成西南地区总体上的电力供给短缺。因此，未来电力体系需要加强相应的备用装机建设，在水电为主的地区配备一定规模的煤电、气电和可再生能源装机，在煤电为主的地区配备一定规模的气电和可再生能源装机。同时，煤炭、天然气等领域要加强物流灵活性建设。■

（作者系中国社会科学院数量经济与技术经济研究所能源安全与新能源研究室主任、全球能源安全智库论坛秘书长）