

# 正视能源转型复杂性,推动“双碳”目标顺利实现

■张跃军 王伟

能源转型是发展方式绿色转型的重中之重,是实现国家能源安全的必然选择,更是应对全球气候变化的重要举措。主要发达国家经验表明,能源转型是一项极其复杂而长期的系统工程,国家或企业对其认识不足都将导致发展困境。特别是俄乌冲突导致欧洲主要国家重启煤电,能源低碳转型进程受阻,进一步凸显了能源转型的复杂性和不确定性,为我国能源转型工作提出警醒。

我国能源消耗基数大、品种全、区域资源差异大且能源国际贸易频繁,能源转型的复杂性更为突出。当前,“双碳”目标为我国中长期能源转型指明了方向与路径,也进一步提出了新的要求与挑战。

一是能源转型内部路径导向存在不确定性,包括传统能源与可再生能源替代时空路径的不确定性、高碳能源替代过程与技术创新路径协同的不确定性,以及区域能源低碳转型路径选择的不确定性。

二是煤电转型与新能源替代过程存在动态性,包括煤电绿色发展与绿色替代统筹过程的复杂性,煤电替代过程阶段性方案设计的动态性和储能技术、智能电网及长距离输电技术在替代过程中影响的复杂性。

三是油气转型与电能替代过程存在关联性,包括国际油气市场波动与油气转型有高度关联性,国内新能源汽车产业升级、居民与工业燃气消费基础设施设备的更新完善与油气转型替代效率有高度相关性,以及油气转型的绿色替代效果与可再生能源发电对煤电替代效率有高度依赖性。

四是新能源发展路径设计要有前瞻性,因为新能源发展技术路径设计需要前瞻性,氢能、可燃冰等新兴新能源的商业化规模化应用路径与目标规划设计需要超前性,新能源科技路线及投入具有风险性等。

五是能源转型驱动因素多样,包括国际能源市场形势对我国能源转型具有复杂而深刻的影响、国内外能源环境政策是我

国能源转型的重要驱动因素,经济产业政策及技术创新变革是我国能源转型的重要考量因素等。

基于上述认识,建议从以下五个方面破解“双碳”目标下我国能源转型复杂性,科学推动我国能源绿色低碳转型,助力“双碳”目标顺利实现。

## ■完善体制机制 筑牢“双碳”目标顶层导向意识

首先,要完善能源转型部门协调机制,加强部门间的协作统筹。建议强化国家能源委员会、国家应对气候变化及节能减排工作领导小组等国家级议事协调机构在能源转型高层职能部门的统筹协调;加强能源转型部门职能的整合与优化,设立国家能源转型推进工作办公室,协作统筹指导国家发改委、国家能源局、生态环境部、工信部及财政部等相关管理部门的能源转型领域职能。

其次,要分类统筹协调推进,建立多目标协同政策机制。建议国家发改委、国家能源局等部门充分评估能源转型对经济社会发展、环境状况及能源安全形势的影响,分行业、分地区统筹推进能源转型目标,建立考虑地区经济发展、产业结构、社会发展、环境治理及能源安全等多目标协同的能源转型阶段性政策及多目标协同管理体系。

再次,要牢固树立“双碳”目标导向约束机制,科学设定阶段性能源转型目标。建议国家能源局建立以“双碳”目标为首要导向的国家、省级能源转型目标规划体系,科学设计合理的新能源替代时间节点和空间替代方案;按照“双碳”目标工作节点,科学测算与分解能源转型阶段性、地区性及行业性目标,逐步纳入约束性规划指标考核体系。

## ■行政市场并举 统筹推进关联目标政策

一是综合运用行政手段与市场工具,

相互补充形成能源转型政策合力。建议国家能源局强化行政手段在能源转型目标制定及战略规划等顶层设计方面的考核与指导作用,统筹运用好全国碳市场、用能权交易及绿证交易等市场化机制手段,形成持续有效、总体成本最优的市场政策体系,合力推进能源转型工作。

二是协同推进新能源、节能降耗与碳减排政策,充分发挥全国碳市场对能源转型的促进作用。建议国家能源局、生态环境部等部门充分考虑能源转型关联政策的相似逻辑与协同机理,在“双碳”目标总体框架下统筹推进能源转型政策与新能源发展、节能降耗、碳减排等能源环境政策。以全国碳市场建设为契机,将碳市场制度设计与能源转型复杂过程机理充分耦合,充分发挥全国碳市场在促进能源转型领域的重要作用。

三是统筹央地能源转型目标与政策,确保政策执行不走偏、不变形。建议国家能源局加强与地方政府的能源转型政策及目标协同,确保能源转型总体目标的一致性。充分考虑地方特色、发展阶段、资源禀赋等因素,加强省级层面能源转型政策及目标的指导与审批,有序分类推进地方能源转型目标,有效规避各自为政及政策冲突现象。

## ■立足供需两端 狠抓工业领域降碳工程

一方面,建议推动电力供给端主动变革,坚持煤电绿色替代与绿色发展双驱动。建议鼓励建设公共型和商业型区域储能电站,提升调峰效率,因地制宜实施差异化新能源-储能配比,增强电网灵活性调控能力及分布式电源利用水平。新增煤电项目优先考虑超容量或减容量置换,2030年前实现高效超超临界机组全覆盖,探索固碳减排纳入配额,参与碳交易机制。

另一方面,建议强化油气需求侧的消

费引导,推进电能、氢能有序替代。进一步推进新能源汽车及配套设施发展,优化快速充电电池技术,完善充电基础设施建设,加大新能源汽车消费引导。实施工业燃气消费替代工程,减少工业领域燃气消耗。加大氢能技术研发及商业化应用支持力度,实现油气转型领域电能、氢能替代双驱动。

同时,建议实施重点工业领域降碳工程,倒逼工业能源消费转型。建立新建工业项目“双碳”合规性审查制度,增加全生命周期和供应链环节碳排放评估环节,探索试点新建工业项目碳排放空间—产能退出减排交易置换机制。多措并举促使工业企业采用绿色低碳能耗工艺和设备,推动能源消费绿色低碳转型。

## ■强化科技攻关 推进绿色技术协同创新

首先,建议鼓励各级财政加大能源转型资金投入,加强能源转型技术攻关。建议鼓励各级财政与科技研发资金设立能源转型专项,支持重大能源转型项目建设和能源转型“卡脖子”技术研发应用,重点支持煤电、新能源发展等能源转型核心技术攻关。加强国家级、省级能源转型技术创新中心建设,构建校企、政企联合机制,开展协同技术创新。

其次,建议敦促金融机构加快能源转型领域绿色金融发展,推进能源转型项目落地。建议各级政府采取贴息补助、授信背书等方式,扩大绿色信贷规模,推进能源转型项目建设和发展。充分运用PPP模式开展基础性和公共性能源转型项目、平台以及系统的投融资和建设,鼓励引导社会绿色资本广泛参与能源转型项目建设。

再次,建议推动技术创新成为能源转型原动力,引领企业能源绿色低碳转型。建议国家发改委、科技部等部门创新体制机制,引导组建能源转型关键技术风投基金,

大力推进能源转型创新型科技企业登陆科创板和创业板,开展能源转型核心技术对标管理,积极培育和推动能源转型关键技术领域创新型企业发展,以技术创新引领能源绿色低碳转型。

## ■借鉴先进经验 优化政策动态评估管理

一是借鉴先进国家、地区及企业能源转型经验,因地制宜制定我国能源转型政策。可总结欧盟、美国及日本等发达国家或地区能源转型过程中的经验教训,特别是评估其能源转型过程中遇到的问题与阻力。综合考虑我国“双碳”目标及经济新常态、高质量发展、富煤贫油少气的资源禀赋、以煤为主的能源结构等特殊国情,因地制宜制定适合我国发展阶段的能源转型政策目标体系。

二是做好能源转型相关政策实施的影响研究与预判。建议国家能源局、国家自然科学基金委、工信部、财政部等部门设立能源转型政策与技术影响重大研究计划,开展能源转型政策评估学术研究,科学研判煤电转型、新能源替代、油气转型等能源转型政策的实施对全国和区域经济社会发展的影响。充分做好能源转型目标、替代方案等政策模拟,科学预判能源转型对我国经济社会发展和重点企业经营的冲击。

三是做好能源转型政策的动态评估和经济发展规划的动态管理。各级政府在大能源转型政策制定过程中,要做好动态跟踪评估,研究“双碳”目标、生态文明、绿色发展、高质量发展、安全发展等宏观政策与能源转型政策的内在逻辑与互动机制,适时适度微调能源转型相关政策,使其与宏观经济政策协调发力,形成调控合力,实现政策效果动态优化。

(张跃军系湖南大学资源与环境管理研究中心主任,王伟系长沙理工大学高级工程师)

# 新能源开发中的安全风险应引起重视



资料图

■张娜 邓嘉纬

能源安全一直是国家高度重视的问题。我国不断增长的能源需求与外部供给通道狭窄之间的矛盾、传统化石能源的结构性矛盾、能源消费与环境保护及碳减排之间的矛盾,是影响我国能源安全的主要矛盾,也是影响我国经济安全的重要因素。

工业化以来,能源利用成为驱动经济社会发展 and 提升国力的主要力量,各国围绕能源资源的争夺从未停息。2022年发生的大国对能源的争夺,目标已不完全是占有资源、保障己方的能源安全,而是带有给竞争对手造成能源危机并限制其发展的强烈意图。

近年来,在美国顽固坚持逆全球化和“脱钩”政策的影响下,基于分工提高效率的共识一再被美国所谓的“国家安全论”破坏,以至于全球经济的安全假设被动摇,国际分工和全球化被安全追求所侵蚀,世界经济进入到了效率与安全并重的时期。在经济领域,某些国家除了对自身技术绝对安全的追求,还存在着对自身能源绝对安全的追求,以及利用能源供给威胁其他国家经济安全的追求。这种威胁目前还处在可能状态,而一旦发生根本利益冲突,潜在的能源安全威胁就可能转化为现实安全破坏。

本世纪以来,以风电和光伏为代表的能源高速发展,即将打破能源争夺的局面,化石能源产能很可能逐渐过剩,困扰各国经济发展的能源安全问题将逐步缓解。通过发展新能源,各国不再过分依赖国际化能源市场和运输通道;以化石能源为基础构建起来的金融体系也将被重组,并且对以制造业为本的大国经济产生深远影响。

中国一直以和平发展和坚持全球化为目标,基于世界长期和平稳定的假设而发展经济并开发新能源。如今,这些目标面临很大的外部挑战甚至冲击,发展假设也必须加以重估。为了维护国家能源安全,履行减碳承诺,新能源开发的节奏不但不能减慢,而且需要加快。

不过,新能源的开发虽然可以降低能源对外依赖的安全威胁,其自身也将面临新的产业安全威胁问题。主要表现为以下几个方面:

一是集中开发的安全风险。风电场和集中式光伏发电基地如果过于集中,易受到安全挑战,破坏这些设施的成本很小而受益较大。以我国为例,在空间分布上,目前新能源设施主要集中在西部、北部和东南沿海地区,其中西部、北部风能和太阳能处于并驾齐驱的状态,东南沿海主要是风能,特别是海上风能开发正蓬勃发展,特定区域的装机规模较大。成片开发的风、光基地装机容量较大,特别是光伏基地密度较大,一旦受到攻击,损失较大。

二是新能源存储和能量形式转换中的安全风险。由于新能源发电具有不连续、不稳定性,大规模发电场需要配建储能设施,包括电池储能和抽水蓄能等形式,而储能设施比电场本身更加集中,破坏设施的成本就更低。

三是输送电网的安全威胁。集中于西部和北部地区的新能源电力要输送到东南部地区需要通过特高压线路,除了电网本身的安全之外,如果线路过于集中,在特殊时期容易成为攻击目标。

四是远海开发风电的规模越来越大,海上风电单机容量越来越大,单体价值越来越高,攻击成本较低而攻击价值较大。东南沿海地区外部形势较为复杂,风电开发过于集中存在安全风险。

针对上述分析,必须慎重对待新能源开发面临的风险,研究制订相应的对策,在新能源开发中考虑做出某些政策调整以降低安全风险。面对日益复杂的安全形势,新能源开发要在经济收益与安全之间取得平衡,而不能把降低经济成本作为唯一目标。应尽可能缩短能源供需距离,尽可能短距离消化新能源电力。在新能源基地建设方面,我国适宜开发的区域很多,在重视连片开发的成本效益优势的同时,在集中式开发中必须适度考虑项目的分散;要把分布式开发作为突出重点,在经济发达地区充分利用建筑物的开发价值。低风速地区的风力资源仍然具有很大开发潜力,并且距离电力消费终端较近,输送成本较低,需要加大开发力度。远海大容量风机和海上光伏开发的节奏要与安全形势相适应。与此同时,加大薄膜型太阳能电池在民用建筑领域的推广应用。在电能利用、储能和能量转换环节,在集中的新能源基地优先考虑布置电能直接利用项目,以及电能转换为氢能进行利用的项目,重点是基础冶金工业项目和化工项目,以减轻依赖电网输送的风险。对于分散的水库储能项目,库容不宜太大。在大型水电站周边,应充分利用新能源进行蓄能和发电。

当前,已经实现了商业化应用的各种新能源正在我国蓬勃发展,处于世界领先地位;同时,在以可控核聚变为代表的“终极能源”领域,研究也取得了巨大进步,与世界先进水平同步。基于抢占能源竞争制高点、保障我国现代化进程顺利实现的目标,国家仍需加大可控核聚变技术研究的投入,以确保未来我国能源安全。

(张娜供职于北京交通大学国家经济安全研究院,邓嘉纬供职于同济大学经济与管理学院)

■李永昌

众所周知,天然气对外依存度对于国家的能源安全至关重要,并且关系到天然气在各个利用领域的健康发展,例如,调峰能力最强的天然气发电增量就直接受制于对外依存度和气价。

天然气对外依存度今后的走势是什么?其上限究竟该是多少才合理?业内有许多不同看法,值得认真讨论。

目前,国内关于天然气对外依存度有两种计算方法:一种是当年天然气进口量与同年消费量之比;另一种是当年消费量与产量之差跟消费量之比。因为每年的天然气消费量与产量可查,二者之差就是供需缺口的真实反映,该差值就是需要靠进口来填补的量,即为对外依存度。而对于每年的天然气进口量,多卸一船天然气和少卸一船都会产生影响,一般会略大于供需缺口。笔者认为,第二种计算方法更科学合理,且具有唯一性。

以2022年我国天然气产业的运行数据为例:当年天然气的产量、消费量和进口量分别为2201.1亿立方米、3663亿立方米与1507.65亿立方米。按第一种计算方法,对外依存度为41.2%;按第二种计算方法,对外依存度为39.9%。可见,两种计算方法的结果是不同的。

许多专家认为,未来相当长的一段时间内,我国天然气对外依存度将一直呈增长趋势。其中,比较有代表性的是在2017年12月5日举行的“第二届中国油气资源发展战略高端研讨会”上,有人建议国家在2035年前将天然气对外依存度控制在50%以内。中国石油经济技术研究院发布的《2050年世界与中国能源展望(2019年版)》预测,“2035年中国天然气需求达6100亿立方米,届时国内产量约为3000亿立方米,将有超过一半依赖进口”。还有专家甚至预言,2050年对外依存度将超70%。

今年一季度,我国天然气产量为595亿立方米,同比增长4.5%;表观消费量为974.8亿立方米,同比增长3.1%。根据这两个数据可计算出对外依存度为38.96%,为近五年来新低。

据自然资源部发布的《中国矿产资源

# 我国天然气对外依存度可控制在40%以内

报告(2022)》,截至2021年底,我国天然气剩余探明技术可采储量为63392.67亿立方米,煤层气储量为5440亿立方米,页岩气储量为3660亿立方米,三者合计为7.25亿立方米。另据今年4月15日发布的《中国油气产业发展分析与展望报告蓝皮书(2022-2023)》,2022年我国新增天然气探明地质储量超过1.2万亿立方米。目前我国天然气储量世界排名第六。

2017年到2022年,我国天然气产量连续6年增长超过100亿立方米,2022年产量达到2201.1亿立方米,目前排名世界第四位。预计两三年后,我国天然气产量或将超过伊朗,仅次于美、俄,排名世界第三位。

《关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》于2018年9月5日发布后,江苏、重庆、湖北、青海、山西、新疆、福建、吉林、安徽、天津和云南等省(区、市)也相继发布了《促进天然气协调稳定发展的实施方案》。2019年,全国天然气消费量迅速从两位数的增幅下降到个位数,并且出现了消费量增幅低于产量增幅的状况。实践表明,我国天然气消费量完全可以做到合理调控和稳定健康发展。

按照近几年我国天然气产量和消费量的增长速度,2025年的产量和消费量预计将分别达到2548亿立方米(年均增速5%)和4180亿立方米(年均增速4.5%),对外依存度将分别为39%;2030年,产量和消费量预计将分别达到3100亿立方米以上和5000亿立方米左右,对外依存度将为38%左右。2035年,产量和消费量预计将分别达到3750亿立方米和6100亿立方米,对外依存度将为38.5%左右。

此外,可再生的生物天然气和焦炉煤气生产的液化天然气尚未纳入国家天然气产量统计范畴,其年产量可能达到100亿立方米。这些天然气也将为我国天然气对外依存度不超过40%作出一定贡献。

综上所述,笔者认为,只要将天然气消费量增速控制在不超过同期产量增速的范围内,今后我国天然气对外依存度就可以长期控制在40%以内。

(作者系四川省清洁能源汽车产业特别顾问)

## 近5年我国天然气对外依存度 (产量、消费量单位:亿立方米)

年份	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
产量	1602.7	1761.7	1925	2075.8	2201.1
消费量	2803	3067	3240	3726	3663
对外依存度(%)	42.8	42.6	40.6	44.3	39.9