



■ 欧阳昌裕

党的二十大擘画了以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的宏伟蓝图,强调要“积极稳妥推进碳达峰碳中和”,为推进“双碳”工作提供了根本遵循。碳达峰碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,是中国式现代化征程的必由之路。中国作为全球最大的发展中国家,实现“双碳”目标将面临更为复杂局面与艰巨挑战。实现“双碳”目标,能源是主战场,电力是主力军,能源电力“双碳”之路牵一发而动全身,必须完整、准确、全面贯彻新发展理念,树牢系统观念,统筹好发展与安全、发展与减排关系,处理好整体与局部、短期与中长期关系,实现战略全局层面的多目标动态平衡优化,坚持走出一条中国特色能源电力“双碳”转型之路。

■ 能源电力碳达峰碳中和要牢牢把握中国式现代化的本质要求

中国式现代化是中国共产党领导的社会主义现代化,既有各国现代化的共同特征,更有基于自己国情的中国特色。我国实现“双碳”目标充满挑战,受到资源禀赋、自然条件、发展阶段、产业结构、科技水平、社会制度等多重因素影响,要将能源发展客观规律与中国具体国情紧密联系起来,将“双碳”道路与百年未有之大变局下我国经济社会亟待解决的一系列重大实践问题紧密联系起来,与时俱进创新发展,更好筑牢中国式现代化的能源根基。因此,研究的首要任务是深入理解中国式现代化对能源发展的重大要求,坚持守正创新、坚持问题导向,统筹处理好经济、能源和环境关系,走出具有中国特色的能源电力“双碳”之路,谱写中国式现代化绿色低碳篇章。

一是人口规模巨大的现代化要求走出一条独立自主、全面节约的能源现代化发展道路。中国特色能源电力“双碳”之路要创新解决人口规模巨大的现代化所带来的能源消费刚性增长需求、生产要素保障的严峻挑战。二是全体人民共同富裕的现代化要求走出一条普惠发展的能源现代化发展道路。中国特色能源电力“双碳”之路要积极践行共同富裕的人民情怀,站稳站牢人民立场,发挥好能源作为要素融通互联、资源配置的突出作用,助力生态文明建设、经济发展、民生保障、区域协同、普惠文明等多重战略目标的协同实现。三是物质文明和精神文明相协调的现代化要求走出一条硬实力与软实力协同提升的能源现代化发展道路。能源行业要坚决扛牢政治责任、经济责任、社会责任,并在节约型社会文化培育、治理现代化等方面发挥示范带动作用,为经济社会高质量发展提供强大的发展凝聚力、文化感召力和价值引领力,形成能源科技产业等硬实力与能源治理等软实力互促共进的良好局面。四是人与自然和谐共生的现代化要求走出一条引领经济社会绿色发展的能源现代化发展道路。人口众多、资源相对不足、环境承载力弱的基本国情,决定了中国式现代化必须摒弃大量消耗能源资源、肆意破坏生态环境的现代化老路,努力走人与自然和谐共生的现代化道路。五是和平发展道路的现代化要求走出一条开放中合作与引领的能源现代化发展道路。坚持高度包容性发展,通过能源国际合作着力保障开放条件下的能源安全,服务构建绿色低碳全球能源治理格局,为全球能源治理贡献中国力量。

■ 在满足能源电力消费刚性增长的前提下条件实现大规模减排要走守正创新的“双碳”之路

走中国式现代化道路,能源电力“双碳”转型的路径选择、节奏把握、强度控制至关重要,必须坚持系统观念,做好顶层规划。我国产业结构偏重、能源结构偏

煤,实现“双碳”目标时间窗口紧,在满足能源特别是电力消费刚性增长下实现大规模减排面临巨大挑战。中国特色能源电力“双碳”之路要坚持守正创新,既要遵循各国的一般共同规律,也要充分认识中国的基本国情,坚持走自己的道路,为全球绿色发展贡献中国方案。

我国正处于新型工业化、新型信息化、新型城镇化、新型农业现代化快速发展阶段,能源消费将保持刚性增长态势。未来,我国一次能源消费总量仍有一定增长空间,考虑新增可再生能源和原料用能不纳入能源消费总量控制、能耗“双控”逐步向碳排放总量和强度“双控”转变等影响,我国经济发展可以选择一条以相对宽松的能源消费峰值实现能源低碳转型的道路。预计一次能源消费总量2030—2035年达峰,峰值约60—67亿吨标煤,能源消费上升达峰期内保障能源供应安全仍面临较大压力,2035年后,一次能源需求稳步下降,2060年降至45亿吨标煤左右。

以产业结构调整与能源革命同频共振实现经济社会绿色低碳转型。面对“双碳”带来的环境空间压缩和经济社会持续发展需求的叠加挑战,必须走出一条通过产业结构绿色升级、能源结构绿色转型来引领、推动我国经济社会高质量发展的道路。一方面,要稳步推动产业升级,推进“双高”产业向低能耗、高附加值第三产业转型升级,加快推进绿色制造体系建设。我国国情决定产业升级需要稳定制造业占比,夯实实体经济根基,走制造强国之路,确保工业体系完整,走新型工业化道路,同时也会带来我国调整产业结构、降低碳排放强度的难度大于发达国家,这将对我国经济社会发展模式以及工交建各部门和能源电力转型路径产生深远影响。另一方面,要加快能源绿色低碳转型,在保障能源安全前提下控制化石能源消费,加快实施可再生能源替代。预计2030年非化石能源消费占比提升至25%以上,2060年达到82%。风光等新能源是增长最快的非化石能源,预计2030年、2060年占一次能源消费总量比重将分别达到11%和46%以上。煤炭消费占比稳步下降,但仍将持续发挥压舱石功能,以增强我国能源安全保障的总体裕度和整体韧性。煤炭未来在能源系统的功能定位将经历主体能源、兜底保障、调节补充的转变。2030年前,煤炭仍将维持主体能源地位,在能源消费中的占比保持在43%以上水平。2031—2050年,功能定位由主体能源向兜底保障转变,支撑能源消费结构平稳转型。2051—2060年,功能定位为调节补充,主要用于新型电力系统的调节和部分难以替代领域的消费。

电力作为清洁能源配置的主要载体,在终端能源消费中将发挥日益重要角色,逐步形成多元化供应体系。需求方面,未来全社会用电需求仍有较大增长空间,增速逐步放缓,中远期趋于饱和。近中期,我国电力需求增长空间大、增速快,预计2030年全社会用电量达到11.9万亿千瓦时左右,终端电气化水平超过32%。2040—2050年电力需求增长开始进入饱和增长长期。2060年全社会用电量达到15.7万亿千瓦时左右,终端电气化水平超过70%。供应方面,充分发挥煤、气、水、核、风、光等互补优势,持续优化电源结构,形成多元化供应体系。非化石能源发电量占比持续提升,2020—2030年约70%新增电量需求将由非化石能源发电满足。2060年非化石能源发电量预计为14.3万亿千瓦时,占比达到91%。

电力部门晚达峰助力全社会稳步达峰,采用“先慢后快”的节奏安排达峰到中和的减排路径,有利于降低转型成本和实现难度。电力低碳转型路径与工业、交通和建筑等不同部门间承担的低碳转型责任高度相关。碳达峰时期,电力部门因电能替代承接来自终端用能部门的减排压力,是上升达峰期最主要的碳排放增长部门,预计2030年左右进入峰值平台期,峰值约46亿吨(不含供热碳排放)。电力行业以自身的晚达峰推动全社会提前达峰是较优选择。碳达峰至碳中和时期,在

节奏上,采用“先慢后快”的方式安排电力减排路径,有利于降低综合成本和实现难度。能源电力碳中和路径规划呈现强技术驱动特性,高度依赖新型储能、CCUS、氢能等前沿技术,但过早过快大规模应用上述技术实现快速减排,又将面临技术突破不确定风险和高转型成本代价。相对于电力碳排放达峰后立即稳步下降的减排路径,延长碳排放峰值平台期路径下,新能源发展前期规模适度、后期加快,煤电经CCUS改造留存规模降低,碳达峰至碳中和阶段电力供应成本将小幅下降。碳预算保持不变情况下,若电力减排路径保持匀速“下斜直线”或先快后慢“下凹曲线”,将对新能源和脱碳技术发展提出更高要求,“先慢后快”碳减排轨迹下电力供应成本降低4%—8%。

经济增长对能源消费增长和碳排放增长的依赖程度将持续降低,资源节约型和环境友好型产业结构、生产方式、生活方式、空间格局逐渐形成,共同创造人类文明新形态。“高效益、低能耗、低排放”的经济增长模式逐步形成,能源利用方式加快转变,生态环境质量稳步提升。未来我国GDP碳排放强度持续下降,绿色发展理念将深刻改变中国发展模式。

■ 走中国特色能源电力碳达峰碳中和道路谱写中国式现代化绿色低碳新篇章

在能源—经济—环境同步重塑下,规划建设新型能源体系、构建新型电力系统是走好中国特色“双碳”之路的核心,是谱写马克思主义中国化时代化新篇章的重要实践。要坚持系统观念,从基本国情出发,加强对根本性、全局性、长远性问题的谋划和部署,以科技创新为第一动力,以产业升级为基础,以总体安全为前提,以节能提效为先导,以实现高质量能源供给为中心,以用能经济可持续为保障,以提升治理能力为支撑,在统筹兼顾中协调处理好“双碳”过程中各方面各领域的关系,走出一条具有强大韧性的中国特色能源电力“双碳”转型之路。

激发第一动力,走出能源科技自立自强之路。科技创新是“双碳”转型的第一动力,在高质量发展中的位势和作用更加突出,科技自立自强的重要性和紧迫性更加凸显。纵观能源发展历史,科技创新是每一次能源转型背后的重要驱动力,面向“双碳”目标,我国必须坚持科技是第一生产力、创新是第一动力,加快实施创新驱动发展战略,以关键技术的重大突破支撑高质量可持续发展。中长期发展规划的关键难点是研判不确定性因素变化趋势。一方面,新型储能、CCUS、氢能等前沿技术在已设计的实施路径中不可或缺,但这些技术的研发突破、商业应用等面临强不确定性。另一方面,近40年跨度中可能出现用能方式等潜在的、难以预见的颠覆性技术,使电力碳中和走上完全不同的发展路径。实现“双碳”目标是复杂的系统工程,面临全方位挑战,必须充分发挥科技创新的引领作用,统筹支撑能源安全、低碳、经济转型,全面考虑技术发展和低碳转型在路径、节奏上相互耦合的重大影响,突出融合创新、集成创新和协同创新。

服务与融入新发展格局,走出现代化能源产业体系发展之路。现代化产业体系是社会主义现代化强国建设的关键。加快培育发展现代化能源产业体系,塑造发展新动能新优势,更好服务与融入新发展格局中的现代化产业体系,要依托我国发展现代化能源产业体系的独特优势,实现电力产业转型升级,为服务与融入新发展格局打造经济增长新引擎。要在加强顶层设计、科学规划路径的基础上,以掌握关键核心技术为主线加快推进产业链高端化,着力提升产业链供应链韧性和安全水平,打造高质量供给和数字化基础设施,畅通电力与各类资源要素的互联互通,推动高新技术产业应用和商业模式创新,在服务与融入现代化产业体系中促进发展现代化能源产业体系。

坚持系统观念,走出增强安全降碳的主动权之路。能源安全是国家安全体系的重要组成部分,是中国式现代化进程中能源领域的首要任务。实现人口规模巨大的现代化,要求走出一条高度自立自强的能源现代化发展道路。能源电力“双碳”将面临一系列传统能源安全和新型安全问题,只有把握能源安全主动权才能把握住发展主动权。需坚持问题导向和系统观念,增强保障能源供应安全的主动权,将能源安全贯穿能源绿色低碳转型的全过程,以适应中国式现代化对能源高质量支撑的要求。随着我国进入新发展阶段,能源发展约束增多增强、安全态势日趋严峻、系统结构形态发生深刻变化,潜在的系统性风险是最大安全挑战。同时,“双碳”道路下,能源安全保障压力逐步向电力系统转移集聚,电力安全面临一系列新型风险,从传统电力安全向非传统电力安全拓展,需主动做好全方位应对策略,认清电力安全目标韧性化、电力安全边界模糊化、电力安全责任主体多元化等三大变化,树立新型电力安全观。

激活第一能源,走出追赶世界节能强国之路。作为能源消费规模世界最大且仍在刚性增长的国家,节能降耗在实现“双碳”目标中的重要地位日益凸显。能效受技术进步、能源结构调整、产业结构优化、能源价格及碳价变动、政策法规制定实施等多重因素影响,需要在工业、建筑、交通等各领域共同发展。展望2030年、2060年,我国单位GDP能耗预计较2020年分别下降27%、75%,可释放出的节能潜力空间巨大。制约我国节能提效的关键因素,突出表现在综合能源体系及能效服务尚未普及、市场在能效提升中的作用不充分、先进能效技术研发应用尚存在瓶颈、能效综合人才培养认证体系有待健全、能效相关法律法规执行力度不到位、标准体系仍需完善、提升全民节能意识仍有不足等方面,需要多维发力共筑节能提效之路,在能源消费总量持续保持增长的同时,充分发挥节能降耗的关键作用。要全面落实节能提效优先战略,抑制不合理的能源消费,倡导绿色消费,推动生产生活方式绿色低碳转型,以更加集约高效的方式满足人民美好生活需要,为推动中国式现代化夯实物质基础。

“量率”协同治理,走出新能源高质量发展之路。实现人与自然和谐共生的现代化,关键在能源绿色低碳发展。实现“双碳”目标,新能源发展规模要大、利用水平要高,“量率”要协同。经过三个“五年”规划期的快速发展,我国已成为全球新能源发展高地,在装机规模等重要指标上世界领先。要应对新能源的随机波动性、弱支撑性,支撑新能源规模化、高比例发展,解决好新能源“立”的问题,必须基于我国以煤为主的基本国情,统筹协调发展和利用好各类能源,走出一条立足新能源供给消纳体系的高质量协同发展之路。与国外相比,我国能源电力结构偏煤、系统综合调节能力偏弱,推动新能源大规模高比例发展替代高碳能源难度偏大。新能源高质量发展,重点要解决“立”的问题,更好发挥新能源在能源保供增供方面的作用。

公平协同可承受,走出统筹减排与成本之路。我国经济社会高质量发展需要经济可承受的用能成本。中国式现代化道路下,实现“双碳”目标必须充分考虑经济承受能力。新能源发电本体逐步进入“平价上网”时代,但整体能源转型成本和新能源系统成本呈快速上升趋势,目前仍缺乏有效疏导渠道。不利于转型的平稳可持续。要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,有效市场和有为政府相结合,统筹好减排与成本的关系,实现转型成本的公平分担和及时传导,更经济地推动能源电力绿色低碳转型。转型成本的疏导,公平及时是要求,价格机制是途径。要重点关注新能源参与市场和支撑各类电源功能定位转变两大市场机制,并从市场空间、价格机制、市场政策、绿色认证、数据联通、助力“双控”等角度设计我国一碳市场协同策略。

打造体系工程,走出碳治理现代化之路。党的二十大报告强调,完善能源消耗总量和强度调控,重点控制化石能源消费,逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度。这是“双碳”目标下国家治理方式的重大变化,关系到国家战略、经济布局,“双碳”路径规划、市场设计、央地关系等各方面。中国特色能源电力“双碳”之路要求在不断夯实能源绿色低碳转型物质基础的同时持续加强能源领域软实力建设,助力实现物质文明和精神文明相协调的现代化。实现“双碳”目标要求经济发展与环境承载力相协调,走绿色低碳、利益共享的可持续发展道路,关键需要推动碳治理理念、模式和目标等多层面的现代化转型升级,不断增强行业间和地域间协同治理,不断增强碳治理的系统性、整体性和协同性。

【作者系国家电网有限公司副总工程师兼国网能源研究院有限公司执行董事(院长)、党委书记】

加强“人、法、技”建设,积极参与应对气候变化全球治理

■ 黄溶冰

参与应对气候变化全球治理,人才是关键、法制是基础、技术是保障。为构建人与自然生命共同体,体现负责任大国担当,需要加强“人、法、技”建设,协同推进应对气候变化的中国主张、中国智慧、中国方案全面落地。

■ 加强人才队伍建设 为应对气候变化提供智力支持

应对气候变化,实现绿色低碳发展,需要依靠一支规模化、专业化、稳定化的人才队伍。根据中国石油和化学工业联合会预测,“十四五”期间,我国与气候变化相关领域的人才需求在60—100万人左右。以碳交易市场为例,碳核查、碳会计、碳审计、碳资产管理员、碳排放管理员等岗位都存在巨大的人才需求。但同时,相关领域又普遍存在大量人才缺口,表现为高端复合型人才供给不足,学历教育与行业需求脱节,社会培训无法满足企业要求等问题。

建设一支高素质应对气候变化的人才队伍,首先要加强政府引导,各级党政领导干部要切实贯彻“绿水青山就是金山银山”的发展理念,将绿色低碳指标纳入地方经济社会发展目标,结合节能减排重点工作,围绕绿色转型和产业升级,引进和培养一批熟悉绿色低碳发展政策、掌握绿色低碳前沿技术的核心人才,统筹安排辖区内行政干部、专业人员和技工的知识技能培训。

高等院校应积极与行业需求对接,加快绿色低碳人才培养体系建设。围绕“双碳”目标,加强师资队伍建设,推进国际交流合作,提升教师的理论水平和实验实

训教学能力。设立清洁能源、绿色发展、生态文化等通识课程,通专结合,推动绿色知识素养的养成;理、工、文、管、农等专业应拓展绿色、低碳课程模块,推动专业转型升级,加快急需紧缺人才培养。

企业作为人才需求方,应主动参与产教融合协同育人,及时向高校传递企业的需求信息和人才专业知识结构要求,为高校修订人才培养方案提供产业层面的诉求,通过联合建立实训基地和实验室等方式,加强高校人才培养与企业需求的同步性,缓解人才供需错配,提升专业人才培养质量。

■ 加强法律规范建设 为应对气候变化提供法制基础

通过在国家层面专门立法,引领绿色低碳转型,推动“双碳”目标实现,是国际社会应对气候变化的普遍做法。我国目前已经出台了《全国人民代表大会常务委员会议关于积极应对气候变化的决议》《碳排放权交易管理办法(试行)》等制度文件;但同时,我国在法制建设方面还存在顶层法律缺位、系统协同性不强、司法审判机制不完善等问题。

积极参与应对气候变化全球治理,首先应加强顶层设计。目前应对气候变化相关的制度规范主要是部门规章和地方性法规,尚未完成向国家层面立法的转变。尤其是我国尚未构建完整的应对气候变化法律体系,顶层法律的缺位影响法律体系的一体化格局。建议国家适时出台《气候变化应对法》,作为整个应对气候变化法律体系的统领,明确各参与主体的权利和义务,使其成为促进“双碳”目标实现的基础性法律。

协同已有的法律规定。目前在污染防治、自然资源、能源开发等相关法律中涉及到一些温室气体排放、能源节约、碳减排等相关规定,但囿于当时的立法原则,并未将“双碳”目标予以统筹考虑,这就造成现有法律规定之间缺乏协同甚至存在矛盾之处。国家应通过对能源法、节约能源法、电力法、煤炭法、可再生能源法、循环经济促进法、清洁生产促进法等法律法规的修订完善,全面清理现行法律法规中与“双碳”目标冲突的内容,以增强相关法律法规与应对气候变化工作的适应性。

完善涉碳案件审判机制。根据最高人民法院的统计,我国自《巴黎协定》签订以来,各级人民法院一审审结涉碳案件高达112万件。由于绿色低碳转型本身是一项复杂的系统工程,在推进过程中不可避免会产生各种利益纠纷,给现有审判机制带来新的挑战。各级人民法院应当深入学习贯彻最高人民法院《关于完整准确全面贯彻新发展理念,为积极稳妥推进碳达峰碳中和提供司法服务的意见》,健全完善有利于积极稳妥推进应对气候变化的案件归口审理制度,以增强司法监督的实效。

■ 加强创新能力建设 为应对气候变化提供技术保障

加强技术创新,是早日实现碳达峰碳中和目标、推动高质量发展的保障。我国亟需加大应对气候变化领域的技术跟踪力度,消除因创新不足、“技术卡脖子”等因素导致的结构调整和产业升级障碍,进而构建良性发展的绿色经济、低碳经济和循环经济体系。

通过科技创新引领能源结构调整。“富煤贫油少气”是我国自然资源禀赋的主要特征。煤炭污染持续存在的主要原因是我国可再生能源的技术不成熟、装备不齐全、利用率低,导致能源结构单一,煤电需求压力大,制约了减排进程。为应对气候变化,我国应大力发展可再生能源技术,开发风能、光能、氢能等新能源大规模储能技术,提高化石能源清洁高效利用技术,促使能源结构逐步由高碳向低碳和无碳转变;推进新能源科技革命,逐步利用可再生能源替代化石能源,满足工业生产和人民生活需求。

通过科技创新推动产业结构优化。为提升核心竞争力,打破在国际价值链的中低端锁定,承担起对全球环境治理的大国责任,我国迫切需要进行产业结构的绿色转型。通过应用新材料、新技术、新流程,促进化工、冶金、采矿等传统行业的流程改造和节能减排;大力发展高新技术产业,利用高新技术的引领和辐射作用,促进传统产业提质增效;促进绿色技术创新协同、加快绿色技术转化应用,围绕减污降碳协同增效,形成一批基础性、原创性、颠覆性绿色技术创新成果。

通过科技创新实现生态碳汇能力提升。“南高北低,东多西少”是我国目前的碳汇布局。我国干旱、荒漠、高寒地区较多,植被覆盖率较低,生态碳汇能力有限。在护绿增绿理念下,需要坚持推进生态脆弱区的森林草原生态保护和修复,持续推进国土绿化,逐步提升生态碳汇。通过科技创新,加强基于生物过程的碳移除技术的研发和能力建设,应用遥感监测等多种手段,加快碳捕集和封存;构建以科技为支撑的碳汇增量发展体系,提升森林、草原、湿地、海洋等生态碳汇能力。

(作者系浙江工商大学教授)