

目 录
前 言
一、新时代中国能源转型之路
(一)能源转型是必由之路
(二)坚定不移加快能源转型
(三)中国能源转型发展取得显著成就
二、厚植能源绿色消费的底色
(一)强化节能降碳制度约束
(二)推动重点领域节能提效
(三)培育绿色能源消费新模式
三、加快构建能源供给新体系
(一)推动非化石能源高质量发展
(二)促进传统能源和新能源协同发展
(三)提升能源系统韧性
四、大力发展能源新质生产力
(一)健全能源科技创新体系
(二)加快能源转型升级创新
(三)打造能源产业升级增长点
五、推进能源治理现代化
(一)构建公平开放、有效竞争的能源市场
(二)加强政府引导和服务
(三)加强能源转型法治保障
六、助力构建人类命运共同体
(一)中国为全球绿色发展提供新动能
(二)推动共建“一带一路”绿色能源合作
(三)共同促进全球能源可持续发展
结束语

前 言

能源是人类赖以生存和发展的重要物质基础,能源低碳发展关乎人类未来。工业革命以来,化石能源大规模开发利用有力推动了人类文明进步,但也产生资源枯竭、气候变化、地缘政治冲突等问题。加快能源转型发展,实现能源永续利用、持续提升民生福祉,为世界经济提供不竭动力,已成为各国共识。

新中国成立75年来,能源事业加快发展,中国已成为世界上最大的能源生产国和消费国。党的十八大以来,中国能源进入高质量发展新阶段。2014年,习近平总书记提出推动能源消费革命、供给革命、技术革命、体制革命和全方位加强国际合作的“四个革命、一个合作”能源安全新战略,为新时代能源发展指明了前进方向、提供了根本遵循。在能源安全新战略指引下,中国走出了一条符合国情、顺应全球发展大势、适应时代要求的能源转型之路。

中国的能源转型,立足于高质量发展,加快构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系,为经济社会发展提供坚强的能源保障,不断满足人民日益增长的美好生活需要。

中国的能源转型,着眼于生态文明建设,加快形成节约高效、绿色普惠的能源消费新模式,协同推进降碳减污扩绿增长,推动实现人与自然和谐共生。

中国的能源转型,服务于构建人类命运共同体,持续深化绿色能源国际合作,积极做全球能源转型的推动者,携手各国共建可持续发展的未来。中国尊重发展中国家自主选择符合国情的转型路径,以公平、公正、有序方式推进能源转型。

为全面介绍十年来中国能源转型取得的历史性成就,分享中国能源转型的实践做法,发布本白皮书。

一、新时代中国能源转型之路

当今世界,新一轮科技革命和产业变革深入推进,绿色低碳、数智化、可持续发展成为时代主题。各国经济发展阶段、资源禀赋不同,如何统筹能源安全稳定供应和绿色低碳转型既是共同的目标,也是面临的难题。中国提出能源安全新战略,推动能源转型取得显著成效,回答了世界之间、时代之间、展现了中国之治、大国担当。

(一)能源转型是必由之路

能源的开发利用,是与自然互动的重要方面。纵观人类社会发展历程,人类文明的每一次重大进步,往往伴随着能源开发利用方式的变革、主体能源的更替。

经过长期发展,中国建立了煤、油、气、核、水、风、光等全面发展的能源供给体系,为经济社会持续快速发展提供澎湃动力。当前,中国开启全面建设社会主义现代化国家新征程,对能源高质量发展提出新要求。中国是世界上最大的发展中国家,但人均用能水平不高,工业化、城镇化尚未完成,未来一段时间能源需求仍将增长;产业结构偏重、能源结构偏煤,资源环境约束长期存在。应对这些困难挑战,根本要靠能源转型。

中国的能源转型,注重加快转变能源发展方式、转换能源发展动力,推动主体能源从化石能源向非化石能源更替,这是破解资源环境约束、实现碳达峰碳中和目标的迫切需要;是抢抓新一轮科技和产业变革机遇,加快培育新质生产力的迫切需要;是推动形成绿色生产方式和生活方式,实现经济社会高质量发展的迫切需要;是主动担当大国责任、推动构建人类命运共同体的迫切需要。中国推进能源转型,不是别人让我们做,而是我们自己要做;也不是能不能做,而是必须做。

(二)坚定不移加快能源转型

中国顺应全球能源发展大势,坚定不移贯彻落实能源安全新战略,着眼于促进人与自然和谐共生、开创人类文明新形态,推动能源发展方式逐步从资源依赖型向创新驱动型转变,走出了一条符合中国国情、适应时代要求的能源转型之路。中国的能源转型,坚持以下理念原则:

——坚持人民至上。能源与人民生活息息相关。中国坚持以人民为中心的发展思想,持续提升全社会能源普遍服务水平,更好满足人民美好生活需要提供清洁可靠的用能保障,不断增强人民群众的获得感、幸福感、安全感。

——坚持绿色低碳。既要绿水青山,也要金山银山,能源转型是关键。坚持走生态优先、绿色低碳的发展道路,着力促进人与自然和谐共生,把能源转型作为经济社会发展重要目标。把

节约能源资源放在首位,实施全面节约战略,充分用好一克煤、一滴油、一度电,不断提升能源利用效率。以绿色低碳为导向,大力实施可再生能源替代,加快构建以非化石能源为主体的能源供给体系。

——坚持立足国情。能源的饭碗必须端在自己手里,立足国内增强能源自主保障能力。坚持先立后破、通盘谋划,传统能源逐步退出必须建立在新能源安全可靠替代的基础上,加强能源产供储销体系建设,补足能源储备调节短板,发挥化石能源兜底保障作用,有效应对能源安全风险挑战。

——坚持创新引领。创新是打开能源转型之门的“金钥匙”。加快实施创新驱动发展战略,加强关键核心技术攻关,加快能源技术、产业、商业模式创新,推动新能源技术及其关联产业成为带动产业升级的新增长点,培育壮大新质生产力。深化能源市场化改革,充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,更好发挥政府作用,激发各类经营主体活力。

——坚持开放合作。推动可持续发展、应对气候变化,是人类面临的共同挑战。秉持人类命运共同体理念,扩大能源领域高水平对外开放,全方位加强能源国际合作,构建能源绿色低碳转型共赢新模式。深度参与全球能源治理变革,推动建立公平公正、均衡普惠的全球能源治理体系。

(三)中国能源转型发展取得显著成就

十年来,在能源安全新战略指引下,中国深入推进能源生产和消费方式变革,能源供给保障能力全面提升,能源绿色低碳发展实现历史性突破,有力保障了经济社会高质量发展,更好满足了人民日益增长的美好生活需要,有效支撑了美丽中国建设。

中国能源转型推动清洁能源发展驶入快车道。2023年,清洁能源消费比重达到26.4%,较2013年提高10.9个百分点,煤炭消费比重累计下降12.1个百分点。发电总装机容量达到29.2亿千瓦,其中,清洁能源发电装机容量达到17亿千瓦,占发电装机总量的58.2%。清洁能源发电量约3.8万亿千瓦时,占总发电量比重为39.7%,比2013年提高了15个百分点左右。十年来,新增清洁能源发电量占全社会用电量一半以上,中国能源含“绿”量不断提升。

中国能源转型支撑经济社会高质量发展。能源饭碗越端越牢,一次能源生产能力十年增长了35%,有力支撑了我国经济平稳健康发展。十年来,能源领域固定资产投资累计约39万亿元,显著拉动了上下游产业链及相关产业的投资增长。一系列能源领域重大工程建设投产,建立起完备的能源装备制造产业链,新能源水电、核电、输变电、新型储能等领域技术创新加快,推动清洁能源产业成长为现代化产业体系的新支柱。

中国能源转型保障人民美好生活需要。十年来,能源供需保持平衡,能源价格总体平稳,14亿多人的能源安全得到有效保障。全国人均生活用电量从约500千瓦时增长到接近1000千瓦时,翻了一番,天然气用户达5.6亿人,在世界银行全球营商环境评价中“获得电力”指标排名上升到第12位。能源产业全面助推脱贫攻坚和乡村振兴。农村电网改造升级中央预算内总投资超千亿元,带动地方和企业加大资金投入,2015年历史性解决全国无电人口用电问题。农村地区户用光伏规模达到1.2亿千瓦,涉及农户超过550万户,每年可为农户增收110亿元,增加就业岗位约200万个。不断满足群众绿色用能需求,2023年底,北方地区清洁取暖率近80%,全国充电基础设施从不到10万台增加到近860万台。

中国能源转型与生态环境高水平保护协同推进。十年来,煤电平均供电煤耗降至303克标准煤/千瓦时,先进机组的二氧化碳、氮氧化物排放水平与天然气发电机组限值相当。2013—2023年,单位国内生产总值能耗累计下降超过26%。持续推进成品油质量升级,成品油质量达到世界先进水平。全国燃煤锅炉减少80%以上,京津冀及周边地区、汾渭平原基本完成平原地区冬季取暖散煤替代。能源资源实现绿色集约化开发,绿色开发技术广泛应用,矿山生态环境得到明显改善。在沙漠、戈壁、荒漠及采煤沉陷区推广“光伏+”生态修复新模式。PM2.5平均浓度累计下降54%,重污染天数下降了83%,有效支撑了美丽中国建设。

中国能源转型为全球能源转型、共建清洁美丽世界作出重要贡献。2023年中国能源转型投资达6760亿美元,是全球能源转型投资最多的国家。十年来,中国向全球提供优质的清洁能源产品和服务,持续加大科技创新力度,不断推动新能源技术快速迭代,有力促进全球风电、光伏成本大幅下降。中国持续扩大开放合作,与100多个国家和地区开展绿色能源项目合作,核电、水电、新能源等一大批标志性项目接连建成投产,2023年出口风电光伏产品助力其他国家减排二氧化碳约8.1亿吨。中国新能源产业不仅丰富了全球供给,缓解了全球通胀压力,也为全球应对气候变化和绿色转型作出了突出贡献。

二、厚植能源绿色消费的底色

绿色是生态文明的底色。中国牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,从人与自然和谐共生的高度谋划发展方式转型,着力转变对能源资源的路径依赖,推动经济社会发展全面绿色转型。

(一)强化节能降碳制度约束

始终坚持节能优先方针,抑制不合理能源消费,在转变资源利用方式、提高资源利用效率上下功夫。

用好能耗双控指挥棒。实施能耗双控是中

国加快生态文明建设、推动高质量发展的重要制度性安排。中国适应经济社会发展新形势,将能耗强度下降作为约束性指标,并推动向碳排放双控转变。十年来,中国通过产业结构调整和优化升级,大力发展节能降碳技术和产业,全面提高能源效率,能耗强度持续下降,累计节约能源消费约14亿吨标准煤,减少二氧化碳排放约30亿吨。

构建立体化节能管理体系。深入实施《中华人民共和国节约能源法》《中华人民共和国循环经济促进法》等法律法规,建立完善固定资产投资项目节能审查、节能监察等制度体系,明确重点行业、重点企业节能管理要求,加强重点用能单位节能管理,实施能效“领跑者”制度,提升各主体节能提效内生动力。发挥税收、金融等政策杠杆作用,引导全社会加大节能提效投入力度。

创新市场化节能方式。强化能效标准标识管理制度,不断推动节能领域标准制修订,以标准引领各环节各领域节能提效。截至2023年底,共计发布能耗限额、产品能效等国家标准335项,能效标识覆盖5大用能领域44类用能产品。积极推进合同能源管理等市场化机制,推广节能咨询、诊断、设计、融资、改造、托管等“一站式”综合服务模式,2023年节能服务产业总产值超过5000亿元,比2013年翻了一番。

(二)推动重点领域节能提效

节能提效要啃“硬骨头”。工业、建筑、交通运输、公共机构等作为全社会能源消耗的主体,是节能提效工作的“基本盘”。通过全面实施节能标准,推广先进能效产品、淘汰落后产能,重点领域能效水平持续提升。

深挖工业领域节能潜力。工业企业是节能提效的重中之重,持续推动工业领域淘汰落后产能和节能技术改造,积极推动生产工艺革新、流程再造和数字化智能化升级,组织重点企业提升用能精细化管理水平。十年来,规模以上工业企业单位增加值能耗累计下降超过36%,钢铁、电解铝、水泥、玻璃等单位产品综合能耗平均降幅达9%以上。(见专栏1)

推广绿色节能建筑。中国正处于全球规模最大的城镇化进程中,为避免形成高碳锁定效应,中国强化新建建筑节能标准要求,稳步推进既有建筑节能改造,加快发展超低能耗、近零能耗建筑。截至2023年底,累计建成节能建筑面积达326.8亿平方米,节能建筑占城镇既有建筑面积比例超过64%,较2013年提升了近30个百分点,累计建成超低能耗、近零能耗建筑超过4370万平方米。

全方位构建清洁高效的交通运输体系。随着经济社会发展,物流、出行需求不断增加,交通用能还将持续增长。中国加快发展多式联运,提高铁路、水路在综合运输中的承运比重。深入推进城市公共交通优先发展,构建完善绿色出行服务体系,在城市客运领域推广应用新能源车辆。机动车排放标准与世界先进水平接轨,基本淘汰国三及以下排放标准车辆。运输能耗强度不断下降,2023年铁路单位运输工作量综合能耗较2013年下降约19%。大力发展充电基础设施网络,完善加氢、加气站布局及服务设施。截至2023年底,累计建成充电基础设施近860万台,加氢站超过450座。(见专栏2)

建设节约型公共机构。制定《公共机构节能条例》,积极开展节约型机关、节约型公共机构创建活动,推广采用合同能源管理方式实施节能技术改造,推动公共机构终端用能电气化,倡导绿色办公、绿色出行,推进采购绿色节能产品。截至2023年底,90%县级以上机关单位建成节约型机关,创建节约型公共机构示范单位5114家。2023年全国公共机构人均综合能耗较2013年下降20.4%。

(三)培育绿色能源消费新模式

中国积极引导全社会优先使用绿色能源,大力弘扬勤俭节约的中华民族优秀传统文化,推动生活方式和消费模式向简约适度、绿色低碳、文明健康的方式转变。

促进可再生能源消费。实施可再生能源电力消纳责任权重制度,对各省(自治区、直辖市)行政区域设定年度可再生能源电力消纳责任目标,并监测评价其完成情况。建立可再生能源绿色电力证书制度,将绿色电力证书作为用能单位消费绿色电力的唯一凭证和环境属性的唯一证明。将绿色电力费作为评价、认证和标识绿色产品的重要依据和内容,鼓励全社会优先使用绿色能源和采购绿色产品服务,鼓励具备条件的企业形成低碳零碳的能源消费模式。2022年北京冬奥会、2023年杭州亚运会均实现100%使用绿色电力。

促进终端用能电气化低碳化。工业领域以生产加热、烘干、蒸汽供应等环节为重点,实施高温热泵、电加热等电能替代,推动化工、冶金领域可再生能源制氢示范应用。建筑领域广泛使用太阳能热水器、电炊事等,积极推进北方地区清洁取暖,推动以电力、天然气、生物质、地热、工业余热等清洁低碳能源替代燃煤供暖,2023年北方地区清洁取暖率近80%。交通运输领域大力推广新能源汽车,提升铁路电气化水平,推行船舶、飞机靠港使用岸电。截至2023年底,中国新能源汽车保有量超过2040万辆,全国铁路电气化比例达73.8%。全社会终端用能电气化率达28%,十年来电气化水平提升约7个百分点。(见专栏3)

践行绿色低碳生活方式。节能降碳是一场贯穿整个社会的全民行动。中国积极倡导绿色低碳生活理念,深入开展绿色生活创建行动,推动全民持续提升节约意识。加大绿色低碳产品推广力度,组织开展全国生态日、全国节能宣传周、全国低碳日、世界环境日等主题宣传活动,全面普及节能理念和节能知识。鼓励公众绿色出行,优先选择公共交通、自行车和步行等绿色出行方式。组织109个城市开展绿色出行创建行

动,其中考核达标城市97个,绿色出行比例达到70%以上。

三、加快构建能源供给新体系

中国立足基本国情和发展阶段,把握好新能源和传统能源协调平衡,在保障能源可靠供应的同时推动能源转型。大力提升非化石能源的可靠替代能力,发挥化石能源支撑调节作用,加快构建多元清洁、安全韧性的能源供给新体系。

(一)推动非化石能源高质量发展

加快发展非化石能源是加强生态文明建设、推动经济社会绿色低碳发展、积极稳妥推进碳达峰碳中和的必然要求,是发展绿色生产力的必由之路。

推动风电、光伏发电跃升发展。中国风能、太阳能资源丰富,风电、光伏发电成为清洁能源的主力军。有序推进大型风电光伏基地建设,以库布其、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠为重点,规划建设4.5亿千瓦大型风电光伏基地项目。推进海上风电规模化集群化发展,累计装机规模达3728万千瓦。积极推进分布式新能源发展,开展“千乡万村驭风行动”“千家万户沐光行动”,推广农光互补、渔光互补、牧光互补等“光伏+农业”新模式,打开了农村新能源发展的广阔空间。截至2023年底,中国风电、光伏发电累计装机容量分别达4.41亿千瓦、6.09亿千瓦,合计较10年前增长了10倍。其中,分布式光伏发电累计装机容量超过2.5亿千瓦,占光伏发电总装机容量40%以上。(见图1)(见专栏4)

因地制宜开发水电。科学统筹水电开发和生态保护,有序推进大型水电基地建设和大型水电站升级改造。截至2023年底,常规水电装机容量达3.7亿千瓦。稳步推进小水电绿色改造和现代化提升,截至2023年底,近4000座小水电完成改造升级,生态综合效益显著提升。(见专栏5)

积极安全有序发展核电。核电是优质高效的清洁能源。中国始终将核安全作为核电发展的生命线,坚持采用最先进的技术、最严格的标准发展核电,在运核电机组长保持安全稳定运行。沿海核电项目建设有序推进,代表“中国名片”的自主三代核电技术“华龙一号”首批机组陆续投产,“国和一号”示范工程正在建设,全球首座第四代核电技术商业电站高温气冷堆示范工程建成投运。核能清洁供暖、供热等综合利用取得突破,核能应用领域进一步拓展。截至2023年底,在运核装机容量5691万千瓦,是2013年底的3.9倍;在运在建总装机容量10033万千瓦。

推动生物质能、地热能 and 海洋能发展。因地制宜推进生物质能多元化开发利用,稳步发展农林生物质发电、沼气发电 and 城镇生活垃圾焚烧发电,截至2023年底,生物质发电累计装机容量4414万千瓦。因地制宜推广生物质能清洁取暖,利用畜禽养殖废弃物等发展生物天然气。有序推广应用生物燃料乙醇、生物柴油等清洁液体燃料。中深层地热开发取得新突破,建成一批以地热能为主的集中供暖项目。海洋能规模化利用取得积极进展。

(二)促进传统能源和新能源协同发展

传统能源和新能源是互补、替代关系,大力发展新能源的同时,也要发挥好传统能源支撑和兜底保障作用,推动新能源和传统能源协同发展。

推动煤炭清洁高效开发利用。建立煤矿绿色发展长效机制,建设安全智能绿色现代化煤矿,实施矿区综合治理和生态环境修复,生态环境质量持续提升。十年来,全国原煤入洗率、矿井水综合利用率、土地复垦率均提高10个百分点以上。加强煤矿瓦斯综合治理和安全利用,瓦斯抽采利用对安全生产、资源利用、生态环保的综合效益不断显现。十年来,累计淘汰煤电落后产能超过1亿千瓦。积极推进煤电机组节能降碳改造、灵活性改造、供热改造“三改联动”,截至2023年底,95%以上煤电机组实现了超低排放,50%以上煤电机组具备深度调峰能力,电力行业污染物排放量减少超过90%。(见图2)

推动油气绿色转型发展。原油年产量稳定在2亿吨左右,天然气年产量连续七年增长超百亿立方米。推动绿色油气田建设,大力推进深捕集、利用与封存(CCUS)技术,建设“近零”排放油气田示范区。推进石油炼化产业转型升级,加强可再生能源制氢、二氧化碳加氢制备化工产品等研发应用。科学规划、整体有序推进成品油质量升级工作,分阶段实现从国Ⅲ到国Ⅵ的“三连升”,成品油质量达到世界先进水平,用不到10年的时间走完了发达国家近30年的成品油质量升级之路。(见专栏6)

推动传统能源和新能源协同发展。推动传统能源产业向清洁能源系统转型,在资源富集地稳步实施风光水(储)一体化、风光火(储)一体化建设。在煤矿工业场地、采煤沉陷区、电厂闲置空地、油气矿区等区域建设新能源发电项目,通过开发海上风电为油气平台提供绿色电力,为传统能源生产开发、加工转换提供清洁用能。探索氢能管道输送,在传统加油站、加气站建设油气电氢一体化综合交通能源服务站。(见专栏7)

(三)提升能源系统韧性

随着新能源大规模发展和电力负荷特性变化,能源电力系统运行面临更多不确定性,亟须增强系统灵活调节能力,不断提升能源系统安全运行和抵御风险能力。

加强能源管网互联互通。为加强资源优化配置,中国加快建设横贯东西、纵贯南北、覆盖全国的能源网络基础设施,提升能源大范围远距离输送能力。形成“西电东送”北、中、南三大通道的跨省跨区输电格局,输电能力约3亿千瓦,建成20条特高压直流输电通道。不断完善区域电网主网架,形成以若干区域电网为主体、区域间

有效互联的电网络局。基本形成油气“全国一张网”,油气资源优化配置和互济互保水平显著提升。截至2023年底,全国长输油气管网总里程约19万公里,其中原油管道3.3万公里、成品油管道3.3万公里,天然气管道12.4万公里。(见专栏8)

提升能源储备应急能力。进一步健全以企业储备为主体、政府储备为补充、产品储备与产能储备有机结合的煤炭储备体系。逐步形成政府储备与企业储备相结合、战略储备与商业储备并举的石油储备体系。加快构建地方政府、供气企业、管输企业、城镇燃气企业各负其责的多层次天然气储气调峰体系。十年来,中国天然气储气能力实现翻番式增长。加强能源应急能力建设,建立预测预警机制,制定应急预案,完善演练制度和应急调度机制,增强对各类突发事件的防范能力。

提升能源系统调节能力。深入实施煤电机组灵活性改造,合理布局天然气调峰电站,加快抽水蓄能电站建设,推进新型储能多元化发展。截至2023年底,具备灵活调节能力的火电装机容量近7亿千瓦,抽水蓄能装机容量5094万千瓦,新型储能规模3139万千瓦/6687万千瓦时、平均储能时长2.1小时。强化网间互补互济能力,挖掘可调节负荷、车网互动等需求侧响应能力。(见专栏9)

四、大力发展能源新质生产力

随着全球能源绿色低碳转型快速推进,“技术就是资源”的趋势愈加明显。科技创新是加快能源转型、发展能源新质生产力的核心要素。中国深入实施创新驱动发展战略,围绕巩固延伸优势产业、改造提升传统产业、加快培育未来产业,推进能源产业链创新链协同发展,不断提升能源含“新”量。

(一)健全能源科技创新体系

坚持创新是第一动力,加强能源科技创新顶层设计和统筹协调,加快构建以企业为主体、市场为导向、产学研用深度融合的协同创新体系。

加强能源科技协同创新。围绕核电、油气等国家重大专项,先进可再生能源技术、储能和智能电网、氢能、煤炭清洁高效利用等重点研发计划,制定实施能源科技创新规划,强化科技创新顶层设计。建立健全能源领域全国重点实验室、国家工程研究中心、国家能源局研发创新平台,依托重大能源工程推进科技创新和成果转化,健全央地、政企、校企、院所等协同联动的能源重大技术装备攻关示范新模式。

激发创新主体活力。加强能源企业科技创新主体地位,推动龙头企业牵头组建创新联合体,打造原创技术策源地和现代产业链链长。实行能源领域重大科技项目“揭榜挂帅”“赛马”等制度,有效激发研发主体创新活力。完善能源技术装备首台(套)支持政策,推进重大技术装备示范应用。支持创新型企业发展成为创新发展地,完善扶持政策和公共服务体系,促进企业创新创业潜能充分释放。

(二)加快能源转型科技创新

瞄准世界能源科技前沿,聚焦能源关键领域和重大需求,加强科技攻关,大力发展新能源技术和产业,推动传统能源产业绿色转型发展。

大力发展绿色能源技术。建成高效的风电、光伏全产业链研发设计和集成制造体系,高效晶体硅、钙钛矿等光伏电池技术转换效率多次刷新世界纪录,率先实现晶硅电池光伏电池转换效率超过25%。陆上风电机组最大单机容量突破10兆瓦,单机18兆瓦的海上风电机组顺利下水。水电设计、施工、设备制造全产业链体系全球领先,世界最大单机容量100万千瓦水电机组已在白鹤滩水电站投运。全面掌握“华龙一号”“国和一号”等三代压水堆和高温气冷堆第四代核电技术,“玲龙一号”小型压水堆示范工程开工建设。智能电网技术处于世界前列,建成柔性直流输电等标志性工程。新型储能和氢能技术加快发展。(见专栏10)

提升传统能源清洁高效利用水平。煤电行业推广应用超(超)临界燃煤发电、深度调峰技术等,环保和能效指标达到世界先进水平。油气领域二氧化碳驱油、水平钻井和页岩气开发等先进技术勘探开采技术实现产业化应用,深海油气勘探开发技术取得显著进步,全球首座十万吨级深水半潜式生产储油平台“深海一号”投运,推动油气行业绿色转型升级。

(三)打造能源产业升级新增长点

大力推进数字技术与能源产业深度融合,催生新技术、新业态、新模式,为能源产业基础高级化和产业链现代化插上腾飞的“翅膀”。

以数字化智能化技术推动能源产业转型升级。加快推动能源基础设施数字化智能化升级,大力推进智慧电厂、智能油气田、智能化煤矿建设,提升企业决策智能化水平、经营效益和服务质量。加快建设新型电力系统,源网荷储全链条各类主体信息共享,实现全景可感知、全局可控制,主配电网有效协同、各类电源实时调控,提升电力资源配置效率和系统安全运行水平。终端用能环节加快构建数字能源生态,建设智慧能源城市、智能社区(园区),提高用能系统协同调控及智能化水平,催生智慧用能新模式,以数字经济助推绿色消费升级。(见专栏11)

培育能源新业态新模式。优化整合电源侧、电网侧、负荷侧资源,构建源网荷储高度融合、协同互动的供给新形态。结合工业、交通、建筑等典型应用场景,因地制宜建设智能微电网,促进新能源就地消纳。推进虚拟电厂建设,提升电力系统调节能力。推广天然气冷热电三联供、地热、分布式新能源、新型储能、余热利用等综合能源服务新模式,提高能源综合利用率。(见专栏12)

(下转第三版)