

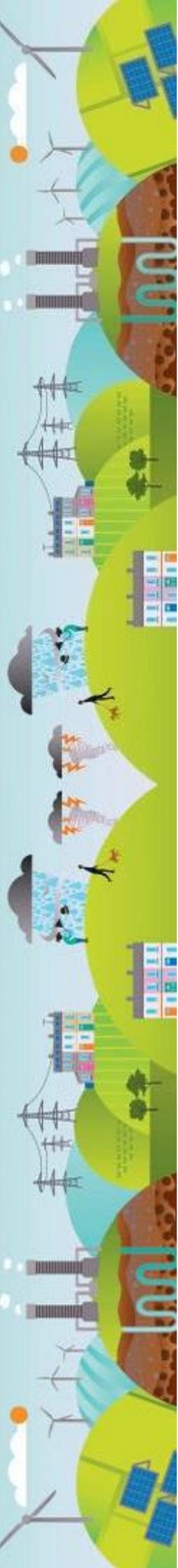
能量转换科技信息

广州能源研究所信息服务与编辑部 广东省新能源生产力促进中心
中国科学院可再生能源重点实验室 中国科学院天然气水合物重点实验室
广东省新能源和可再生能源研究开发与应用重点实验室

第 5 期 2021 年 3 月

目 录

总论	1
“十四五”贵州将大力实施新能源产业提升行动	1
2021 年将成为全球清洁能源大发展的起点	2
美国能源政策“反转”？	3
美国正式重返《巴黎协定》	5
外交部：气候变化问题是全球性挑战，需各方携手应对、共同展现领导力	5
我国经济绿色低碳循环发展顶层设计出炉 推动风电、光伏发电发展	6
中国对全球能源格局重塑影响巨大	7
中央 1 号文件：实施乡村清洁能源建设工程	8
热能、动力工程	14
“风光”产业助力能源低碳发展	14
2050 年率先碳中和，欧洲何以出此豪言？	15
2050 年欧盟需 150GW 以上电池储能系统才能实现碳中和	17
国家发展改革委解读《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	18
后处理集成之路面临几道坎儿？	20
今年全球储能装机将首超 10 吉瓦	23
辽宁组织开展碳达峰行动 推动节能降耗减排	24
建筑领域减碳亟待提速	25
加强生物多样性保护助力碳达峰	26
绿色城市将加速“拥抱”产能建筑	27
配储不是解决新能源消纳的灵丹妙药	29
山东：加快构建清洁低碳的现代能源体系	30
碳交易鸣锣开市！	31
碳中和目标宜分省推进	36
提前 5 年实现碳达峰，上海有何底气？	37
推进“碳达峰”目标需市场和政策“两条腿”并行	38
为实现“碳达峰、碳中和”目标贡献智慧和力量	39
新一代电力系统各环节均要“适配”储能	40
专访徐林：碳中和按时交卷虽难，也催生产业新机遇	42
生物质能、环保工程	44
“十四五”上海总投资 650 亿元治水	44
污水再利用，潜力可不小	46
用稀土超分子笼 捕捉环境污染物	48
太阳能	49



“完美优化”14种材料 使用双面串联配置 第三代太阳能电池效率显著提升	49
600W+异质结光伏组件 东方日升开创异质结高功率组件先河	50
多晶硅 2021“紧平衡” 2022 可能过剩	50
跟踪支架紧密“跟踪”210 组件，全面迎来平价时代——全球 7 大跟踪支架品牌相继宣布 210 适配性声明	51
光伏度电成本测算与分析	52
尼日利亚将建造 200MW 光伏电站	54
今年全球新增光伏装机或超 200GW，中美欧日印怎么走？	54
年增 3.24GW 仅是“起步价” 江西光伏储备项目或超 40GW	56
日本灾后重建最大漂浮式光伏电站	58
山西、宁夏、青海、山东.....2021 年起这些省份要求光伏电站强配储能！	58
土地、电网掣肘 山西“十四五”光伏发展攻略详解	62
新纪录！美国光伏装机量增长 24%	84
智能光伏助力光伏进入平价时代 未来或可联接智能家居省电	85
风能	86
2020 年中国离岸风电新增装机量占全球过半	86
广东海上风电补贴政策持续引发热议	87
厉害了，“追风人”！	88
氢能、燃料电池	91
欧洲多国争相发力氢能产业	91
能源政策	92
2020 年风电产业重大政策一览	92
国务院： 加快建立健全 绿色低碳循环 发展经济体系	94
国务院： 壮大绿色环保产业 打造一批大型绿色产业集团	94
国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	98

本快报是内部资料，请注意保存。信息均转载自其它媒体，转载目的在于传递更多信息，并不代表赞同其观点和对其真实性负责，版权归原作者所有。严禁将本快报用于任何商业或其他营利性用途。用于读者个人学习、研究目的的单篇信息报道稿件的使用，应注明版权信息和信息来源。

《能量转换科技信息》半月一期。希望你对我们的工作提出宝贵意见。联系方式：02087057486，zls@ms.giec.ac.cn。



总论

“十四五”贵州将大力实施新能源产业提升行动

截至目前，贵州连续两年成为全国光伏竞价项目规模最大、建设速度最快、并网率最高的省份。那么，“十四五”期间，贵州光伏还有没有发展后劲？在碳达峰、碳中和背景下，未来贵州省如何发展可再生能源，又面临着哪些挑战？日前，贵州省能源局党组书记、局长丁雄军就上述问题接受了本报记者的专访。

推进风光水火一体化项目建设

贵州“十三五”实现了风、光迸发，谈及“十四五”期间新能源发展的重点，丁雄军表示，未来五年贵州省将继续大力实施新能源产业提升行动，大力发展光伏、风电等新能源，依托大型水电站和现有火电厂富余通道，建设一批风光水火一体化项目。此外，贵州还将加快推动地热能勘探开发利用，推进主要城镇区域浅层地热能资源勘查评价，支持有条件地区开展中深层地热能资源勘查评价，推动不同利用方式的试点示范项目建设。

“‘十四五’贵州省新能源将围绕新增 2200 万千瓦左右装机的目标，重点抓好以下工作。”丁雄军具体介绍，贵州省将强化风电、光伏项目管理，风电、光伏项目建设必须同时符合资源、选址、消纳、地方支持四个前提才能开工建设。2021 年贵州省将支持“风光水火储一体化”和“源网荷储一体化”风电、光伏项目优先开发建设；支持农光互补、林光互补等融合项目优先开发建设；支持区域内多项目打捆联合送出、提升消纳能力的项目优先开发建设；支持挖掘石漠化治理、采煤沉陷区治理等土地利用空间的项目优先开发建设；支持给予下游企业电价优惠的项目优先开发建设。

丁雄军表示，未来五年，贵州省将着力建设“四个一体化”水风光可再生能源综合基地及火风光一体化项目，推进毕节、六盘水、安顺、黔西南、黔南等五个百万级光伏基地建设。此外，贵州还将推进地热能开发利用。按照一个规划、一个专班、一个政策、一批项目、一批业主“五个一”要求，加快推动地热能开发利用，围绕城镇集中区、城市功能区、工业园区、农业园区及旅游景区“五区”驱动，加快推动浅层地热能供暖制冷应用，力争新增地热能供暖制冷面积 400 万平方米。

疏通新能源外送通道

在贵州省新能源快速发展的同时，也面临诸多挑战。比如，新能源发展需要匹配相应的煤电机组或储能装置，以满足电网调峰需求，但贵州省现有煤电装机与新能源发展装机严重不匹配；此外，电网输出通道也滞后于新能源项目建设。

“风电、光伏发电实现平价上网，但主要光伏设备价格仍处于高位，加之储能装备成本较高，项目经济性大大降低。”丁雄军坦言，未来五年，贵州省将加快电网建设，做好 500 千伏兴独线、500 千伏奢鸭线等新能源送出工程前期工作，推进 500 千伏八河变扩建工程、500 千伏习水变等重点项目建设，积极开展荔波、台江、正安等县 220 千伏变电站前期及建设工作，以改变贵州省新能源外输薄弱现状。

此外，丁雄军表示，贵州省将依托乌江、南盘江、北盘江、清水江四条流域大型水电站富余通道容量，建设装机规模达 1000 万千瓦级可再生能源基地（风电 200 万千瓦、光伏发电 800 万千瓦）。同时，充分利用贵州省火电厂富余通道容量，结合火电厂周边资源及用地等情况，宜风则风，宜光则光，着力建设火风光一体化项目。

在丁雄军看来，“风光水火一体化”首先是优化电源项目建设布局，建设先进燃煤机组，优化发展水电，科学发展风、光等新能源，推动风光水火储一体化发展，到 2025 年全省装机达 1 亿千瓦以上。加快煤电机组改造，实施煤电机组节能改造、超低排放改造、灵活性改造、智能化改造。其次是完善主网架构，形成“三横两纵一中心”500 千伏骨干网架。此外，建成习水、水场等 500 千伏变电站，

实现 220 千伏变电站县级全覆盖，提高城市配电网智能灵活性，提升农村电网稳定可靠性。再次是优化用电负荷结构，探索试行峰谷分时电价政策和可中断负荷补偿机制，鼓励电源集中地区富余电量实现就地就近消纳，提升需求侧响应能力，促进发、供、用电协同发展。最后是探索电力发输配用储能模式，推进抽水蓄能电站建设，推动可再生能源加装储能装置建设。

能源高质量发展把握“五个化”

谈及贵州“十四五”能源发展方向，丁雄军直言，新阶段贵州要把握“五个化”。

首先是低碳化，能源作为碳排放的重要领域，绿色低碳将是今后能源发展的必然趋势，要加快推动煤电清洁发展，大力发展新能源。

第二是综合化，热电联产、冷热电三联产模式的能源能效大大高于单纯发电模式，能源服务正在由单一形式向综合能源服务加速演进。

第三是一体化，“风光水火一体化”发力电源侧，增强电源基地送电可持续性和稳定性。“源网荷储一体化”发力负荷侧，激发市场活力、引导市场预期。

第四是智能化，“大云物移智链”等先进技术正与煤炭、电力、油气、新能源等深度耦合发展，全面提升能源系统的经济性、灵活性、智能性。

第五是市场化，风电、光伏发电已全面进入平价上网时代，电力、油气正按照“管住中间、放开两头”思路深化改革，煤、电、油、气、新能源全部都要面向市场竞争。

本报记者 苏南 中国能源报 2021-02-22

2021 年将成为全球清洁能源大发展的起点

随着清洁能源成本的迅速降低，以及化石燃料需求前景的恶化，预计 2021 年将成为全球清洁能源大发展的起点。

全球对清洁能源的投资将迅速增加，对石油的投资将快速减少，同时在电力等领域，清洁能源的占比将超过化石燃料。随着清洁能源从依赖政策支持到具有最低的成本，商业投资取代了政策支持成为推动清洁能源发展的最大动力。在部分情况下，风能与太阳能已经提供了电网超过一半的电力。预计 2021-2030 年，还将产生一批清洁能源巨头公司。

清洁能源资本支出超过油气

高盛预计，2021 年，包括生物燃料在内的清洁能源将占有所有能源资本支出的 25%，而 2014 年这一比例只有 15%。资金成本的差异是推动清洁能源投资增加的重要原因。碳氢化合物项目的资金利率已经高达 20%，而清洁能源项目资金利率只有 3%。清洁能源项目的大规模建设，预计每年可以带来 1-2 万亿美元的基础设施投资，并且在全球创造 1500 万-2000 万个工作岗位。化石燃料高昂的开发成本会导致投资不足，进而带动石油与天然气价格上涨，刺激全球更快地转向使用清洁能源。

高碳排放的化石燃料与低碳排放的清洁能源之间的资金成本差异，意味着碳排放的价格将达到 40 美元/吨-80 美元/吨。而现在，全球仅对 16% 的碳排放量进行了定价，平均价格是 3 美元/吨左右。

联合国气候行动与金融特使、前英格兰银行行长马克·卡尼表示，必须在更大范围内建立碳补偿市场，以帮助实现全球净零排放的目标。预计随着中国与全球碳交易市场的建立与成熟，资金将流向风能、太阳能与生物燃料等低成本领域，减少对高成本化石燃料的投资。

清洁能源发展不再需要补贴

随着技术的进步，清洁能源的成本迅速下降，在大多数地方，风能与太阳能已经是最便宜的电力来源。预计清洁能源发展的重大时刻将在 2021 年到来。

2014-2016 年期间，清洁能源被认为是一个动荡与分散的市场，挤满了试图夺取新兴能源市场份额的初创公司，而一些早期的大公司则被认为有倒闭的风险。现在，投资清洁能源公司已经被视为一种安全的选择。以美国为例，其养老基金与保险公司正在大量投资拥有太阳能与风电场的公司。美国佛罗里达州的 NextEra Energy 公司是一家私营的太阳能和风能公司，其拥有 22 吉瓦的可再生能源

源发电能力，制定了“到 2030 年在美国佛罗里达拥有 3000 万块新型太阳能电池板”的目标。今年 2 月，NextEra Energy 公司的市值已经从 2014 年的 366 亿美元，增加到 1624.6 亿美元。而与此形成对比的是，美国油气巨头埃克森美孚的市值，从 2014 年开始就不断下降，2021 年市值仅有 2014 年的一半。这凸显了投资者对主流清洁能源公司的押注。

早期清洁能源无法在商业上获利时，政府提供了慷慨的补贴，随着清洁能源成为世界上大多数地区最便宜的电力来源，煤炭成为发电成本的边际变量，清洁能源在超级巨头的支持下，在大多数市场迅速传播。有数据显示，风能与太阳能发电已经占当前全球电力供应的 9% 左右。据彭博社预计，到本世纪中叶，风能与太阳能在电力领域的份额将上升到 56%。

清洁能源巨头正在形成

在太阳能与风能成为“主流能源”的时代，世界上最令人垂涎的不是蕴藏着石油与天然气的土地，而是阳光明媚、有平稳持续风的热点地区。从摩洛哥到智利再到澳大利亚，巨型太阳能发电场覆盖了大片的沙漠，而海上风电成了竞争最激烈的行业之一。

新兴的清洁能源公司具有显著的地理位置特征。美国的 NextEra Energy 公司计划在阳光明媚的佛罗里达新增 3000 万块太阳能电池板。丹麦清洁能源巨头沃旭能源则计划在希腊、马耳他与挪威天然岛屿上建造巨大的海上风电场，面积在 218 至 407 平方千米之间。即使在没有合适的近海岛屿的德国，沃旭能源业计划在人工岛上建设 100 平方千米的海上风电场。

清洁能源企业正在迅速成长，预计在 2030 年，将出现类似埃克森美孚石油公司一样的清洁能源巨头。意大利国家电力公司现在清洁能源电力的装机量是 44 吉瓦，预计在 2030 年间将达到 120 吉瓦。沃旭能源的清洁能源装机量预计在 2030 年间将达到 30 吉瓦。而英国 bp 公司的清洁能源电力装机量预计在 2030 年间将达到 50 吉瓦。

（作者供职于前海期货，本文仅代表作者个人观点）

黄笑凡 寿晨杰 中国能源报 2021-02-22

美国能源政策“反转”？

根据美国当选总统拜登的预告，在他就任总统的第一天，美国将重新加入《巴黎协定》。此类迹象表明，入主白宫后，奉行多边主义的拜登有望很大程度上回调特朗普的既定政策，包括能源政策。

在过去历届美国政府中，能源政策通常会随政府更替而发生变化，并对美国乃至全球造成深远影响。作为现代经济重要命脉的能源，与政治、经济、环境都有密切联系，地位举足轻重，其政策走向格外引人关注。

二战后美国能源政策演变

纵观第二次世界大战以来的发展历史，受能源供需情况、地缘政治以及政府治理能力等因素影响，美国能源政策经历了一系列演变。

20 世纪 40 至 60 年代：能源政策宽松自由。在此阶段，美国国内主要能源政策倾向于防止石油进口对国内石油产业的冲击；国际方面，政府强调保障盟国石油安全，以服务于其世界霸权地位。

20 世纪 70 至 90 年代：强调政府干预，强化能源安全。国内主要进行能源结构调整，并实施节能政策，能源供需矛盾逐渐缓和；国际方面，主导成立了国际能源署，制定最低保护价政策以促进国内石油产业的持续发展，保障国家能源安全。

21 世纪以来：兼顾市场机制和政府政策调节作用，促进能源独立与清洁能源发展。这一时期，国际地缘政治态势复杂多变，历任政府虽然采取的举措不尽相同，但都致力于降低美国的能源对外依存度，增加国内能源供给，推进节能以及大量使用清洁能源，实现能源供给的多元化。

奥巴马自 2009 年上任后先后提出了美国能源新政、汽车节能减排计划和美国联邦政府创新战略，将新能源技术作为创新战略实施的突破口。尽管很多具体政策未能得到有效实施，但奥巴马时期美国能源生产形势还是发生了显著变化。气候政绩空前优异，保护了逾 2.65 亿英亩（约合 107.2 万平方千米）的公共土地和水域，清洁能源政策成效显著。

在支持大规模开采天然气、支持核能等清洁能源以及生物燃料开发等方面，特朗普政府的能源政策与奥巴马政府保持了一定的连贯性，但其能源政策所秉持的总体理念与奥巴马政府南辕北辙。就任总统的第一天，特朗普即发布“美国第一能源计划”，其核心措施是发展化石能源，此后所有行动举措都围绕着消除煤炭、石油、天然气生产的障碍而展开。国内政策上“为油气松绑”，积极鼓励化石能源生产；国际往来上“促油气外销”，积极扩大化石能源出口。同时，“以油气为筹码”，在实现国家安全与对外政策目标时频繁借力能源工具。

特朗普任上的这几年，美国石油和天然气产量激增，国际能源地位提高。美国能源信息署发布的《能源短期展望报告》指出，2019年美国石油出口量首次超过进口量，甚至一度超越沙特，成为全球最大原油出口国。根据英国石油公司发布的《2020年世界能源统计年鉴（第69版）》，2019年全球天然气产量增长了1320亿立方米，其中美国增长量为850亿立方米，几乎占据了全球净增长的2/3。

特朗普政府的能源政策，在化石能源生产与出口、能源安全方面均取得了一定成效，但这种“美国优先”和“赚快钱”的能源政策，加剧了世界能源市场供应过剩，同时也加速改变了现有国际能源格局和能源地缘政治，更对全球气候环境造成了不可估量的破坏。

拜登的“绿色新政”

拜登堪称美国国会中推动气候变化议题的先驱，曾参与起草气候控制法案，其在奥巴马政府内担任副总统期间也积极规范碳排放，始终支持清洁能源和气候治理。从拜登在此次总统竞选中发表的讲话来看，他在能源政策方面延续了民主党一贯的立场和主张，旗帜鲜明地为清洁能源站台。他表示支持清洁能源革命，并决心挽回特朗普任期内对气候造成的破坏。

竞选期间，拜登多次强调石油行业带来的严重污染，及其被可再生能源取代的必要性。拜登在竞选纲领中给出了非常详细的绿色能源计划，其实施核心包括新能源的研发、广泛应用与对传统能源的替代升级。同时，拜登还做出了多项促进清洁能源发展的承诺，包括在未来4年内投资2万亿美元来实现能源100%的清洁化和车辆零排放；制定更加严格的燃油排放新标准，确保100%新销售的轻中型车辆实现电动化等。

他还表示，将在未来10年内对清洁能源的基础设施建设投资4000亿美元；在2030年年底前部署超过50万个新的公共充电网点，同时恢复全额电动汽车税收抵免；到2030年将海上风能增加一倍；到2050年之前达到“净零排放”（即通过植树造林、碳捕集等方式抵消碳排放）。

拜登以“绿色新政”为框架，回应气候挑战，依托技术创新、需求激发和基础设施投资三大支柱，意在以清洁能源为杠杆，撬动美国经济；借气候变化问题的溢出效应，重振美国在气候治理、清洁能源技术、制造业和能源行业发展方面的全球领导力。

入主白宫后，拜登可能将寻求扭转特朗普任期内对石油和天然气行业的放松管制措施，同时实施从化石燃料中“合理过渡”的政策，试图建立结构性的经济和政策支持方案，以刺激清洁能源的发展。大西洋理事会全球能源中心主任兰道夫·贝尔称，拜登的气候和能源计划颇具雄心，但由于参议院可能仍由共和党控制，政策推行或将受阻。拜登很可能将工作重点放在减少对化石燃料的需求上，限制甲烷排放，鼓励发展碳捕集与封存技术。

世界能源格局迎巨变

从其所秉持的总体理念来看，拜登的立场应与奥巴马时期无异。但当今世界能源发展面临着一系列新的不确定因素，尤其是受到全球化走势和地缘政治变动等方面的影响，拜登团队制定的能源政策将不会仅仅是奥巴马时期的翻版，也将对时局做出回应。

当前，新冠肺炎疫情在国际上尚未得到有效遏制，各国经济复苏缓慢。发展新能源的前期投入高，回报周期长，贯彻新能源政策可能会使美国的经济增长速度放缓。在美元与石油挂钩的结算方式下，大力发展新能源在某种程度上是对既有美元体系的打击，势必经历相当长的阵痛期。美国是否能承受住这样的风险和代价，以及在促进经济复苏的紧迫性与发展新能源、应对气候变化的紧迫性之间，如何寻找到一个平衡点等，都有待进一步观察。

与此同时，国际油气市场震荡。特朗普政府掀起的针对多个国家和地区的贸易战，使得世界各大经济体央行货币政策收紧，世界经济增长前景不明，加剧了国际市场对能源需求增长放缓的担忧。

国际能源署预计未来几年国际原油市场将延续供大于求的态势，油价将维持低位震荡，难以有效提振。而廉价的石油和天然气唾手可得，不管是在美国国内还是新兴市场，对清洁能源的需求都将受到抑制。虽然投资清洁能源技术也可以作为经济刺激计划的一部分，但美国参众两院很难就清洁能源立法达成一致。

在未来的几十年里，世界能源的面貌将会发生根本性改变。这些变化不仅与能源自身的演进有关，而且涉及能源系统发展和运行模式的根本性转变。在各种因素的作用下，不同层面的能源政策将面临新的威胁和挑战。（作者系浙江外国语学院环地中海研究院助理研究员）

环球网 2021-02-26

美国正式重返《巴黎协定》

新华社华盛顿2月19日电 美国国务卿布林肯19日表示，美国已于当天正式重新加入《巴黎协定》。

布林肯当天在一份声明中说，《巴黎协定》是“一个前所未有的全球行动框架”，该协定有助于避免灾难性的地球变暖，并在全球范围增强应对气候变化影响的能力。

布林肯说，气候变化和科学外交不再是美国外交政策讨论中的“附属品”，应对气候变化带来的现实威胁和听取科学家的建议将是美国内政外交政策的重中之重。

美国总统拜登当天在慕尼黑安全会议线上特别会议中发言说，他将于4月22日世界地球日主持有关气候问题峰会，推动包括美国在内主要温室气体排放国采取更具雄心的举措。

1月20日，拜登就任总统首日签署行政令，宣布美国将重新加入应对气候变化的《巴黎协定》。美国前总统特朗普2017年6月宣布美国将退出《巴黎协定》，称该协定给美国带来“苛刻财政和经济负担”。2020年11月4日，美国正式退出该协定。此举遭到美国国内和国际社会的广泛批评。

2015年联合国气候变化大会达成的《巴黎协定》提出，各方将加强对气候变化威胁的全球应对，把全球平均气温较工业化前水平升高控制在2摄氏度之内，并为把升温控制在1.5摄氏度之内而努力。全球将尽快实现温室气体排放达峰，本世纪下半叶实现温室气体净零排放。

新华网 2021-02-20

外交部：气候变化问题是全球性挑战，需各方携手应对、共同展现领导力

中新网北京2月19日电 近日有外媒称中国作为世界上最大的碳排放国，目标却是在全球气候变化中发挥领导作用。中国外交部发言人华春莹19日在例行记者会上回应称，气候变化问题是全球性挑战，需要各方携手应对、共同展现领导力。

当日有记者提问，美国 Politico 网站日前报道称，中国通过“一带一路”倡议向全世界 70% 的燃煤电厂建设提供资金支持，中国作为世界上最大的碳排放国，目标却是在全球气候变化中发挥领导作用。中方对此有何回应？

华春莹表示，中国的“一带一路”倡议，不仅是发展的“一带一路”，更是绿色的“一带一路”。她说，水电、风电、光伏等清洁能源是中方在“一带一路”电力合作的主要领域，帮助东道国能源供给向高效、清洁、多元化方向加速转型，带来了积极的经济、社会和环境效益。

“全世界光伏产能近 70% 是由中国企业提供的，为世界范围内降低光伏建设成本，降低上网电价，促进清洁转型作出了巨大贡献。”华春莹说。

她还表示，全世界还有 8 亿人没有解决用电问题，主要集中在“一带一路”相关国家。有些国家根据自身国情和资源禀赋，选择了先发展煤电，主要是为了解决“用得上电、用得起电”的问题。中方

企业基于东道国的需求和要求，通过市场化方式，在坚持高标准、低排放、低能耗基础上，提供的是清洁、可靠、安全的电力供应解决方案，既帮助增加有关国家民生福祉，也促进了当地经济发展与社会稳定。

“中国是最大的发展中国家，中国的人口规模经济体量、发展阶段决定了我们在全球气候治理中地位独特。中国积极节能减排、不断自我加压，积极应对气候变化就是对全球气候治理最大的贡献。”华春莹说，去年中方接连宣示系列重大气候政策，提出二氧化碳排放力争于 2030 前达到峰值目标和努力争取 2060 年前实现碳中和愿景，以及提高国家自主贡献力度的四项新举措，这些气候政策是中国根据国情和能力作出的最大努力，展现了《巴黎协定》所要求的“反映尽可能大的力度”，体现了中国作为负责任大国积极应对气候变化的坚定决心，也得到国际社会充分肯定。

华春莹表示，气候变化问题是全球性挑战，需要各方携手应对、共同展现领导力。中方愿与各方一道，共同推动《巴黎协定》全面有效实施，携手构建合作共赢、公平合理的气候治理体系，助力全球低碳转型和疫后绿色复苏。

中国新闻网 2021-02-20

我国经济绿色低碳循环发展顶层设计出炉 推动风电、光伏发电发展

近日，国务院发布《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》。《指导意见》提出，以节能环保、清洁生产、清洁能源等重点率先突破，做好与农业、制造业、服务业和信息技术的融合发展，全面带动一二三产业和基础设施绿色升级。

提出全方位全过程实施路径

《指导意见》明确，到 2025 年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。到 2035 年，绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

中央财经大学绿色金融国际研究院副院长、长三角绿色价值投资研究院院长施懿宸对上海证券报记者表示，《指导意见》从供给和需求两侧全面提出了关于绿色低碳循环发展经济体系建立的顶层设计与实施路径，体现了实现“3060”目标的协同效应，即将调整产业结构、能源结构、运输结构等会影响碳排放水平的主要因素纳入 2025 年主要目标。

提升可再生能源利用比例

为推动能源体系绿色低碳转型，《指导意见》要求，坚持节能优先，完善能源消费总量和强度双控制度。提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展，因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强对记者表示，《指导意见》再次明确大力发展可再生能源，中短期在风电、光伏以及清洁能源占比较小的情况下，强调节能优先，进行产业结构调整 and 工业绿色转型，从而减少对传统能源过分依赖，最终保障能源替代顺利实现。

根据《指导意见》，要加快大容量储能技术研发推广，提升电网汇集和外送能力。提高能源输配效率。实施城乡配电网建设和智能升级计划，推进农村电网升级改造。同时，培育绿色交易市场机制。进一步健全排污权、用能权、用水权、碳排放权等交易机制，降低交易成本，提高运转效率。

在林伯强看来，更加灵活的电网和储能是支持可再生能源大比例发展的基本条件，但目前相关成本还比较高，能源转型产生的成本需要通过各种排污权、碳排放权等交易提高可再生能源的竞争力，抑制传统高耗能行业需求。

发展绿色信贷和绿色直接融资

《指导意见》明确，推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”，鼓励地方建立再生资源区域交易中心。鼓励企业采用现代信息技术实现废物回收线上与线下有机结合，培育新型商业模式，打造龙头企业，提升行业整体竞争力。

前瞻产业研究院研究员分析认为，近几年全国主要再生资源（废钢铁、废金属等）的回收量、回收价值总体都在增长。同时，从部分细分市场的利用情况来看，在废金属市场、废弃电器电子市场和废旧轮胎市场中，还有较大增长空间。

《指导意见》明确，发展绿色信贷和绿色直接融资，加大对金融机构绿色金融业绩评价考核力度。统一绿色债券标准，建立绿色债券评级标准。发展绿色保险，发挥保险费率调节机制作用。支持符合条件的绿色产业企业上市融资。

“从目前绿色金融支持体系来看，其支持范围与《指导意见》所示领域具有高度一致性，下一步地方可以此为切入点，通过划定《指导意见》、绿色金融支持项目目录及地方重点产业的重合领域，制定绿色金融支持地方绿色低碳循环发展的先行行业、产业，率先行动，这既符合绿色目标，又有助于获得绿色金融支持，最终带动整个经济基本盘的绿色低碳转型。”施懿宸认为。

上海证券报 2021-02-23

中国对全球能源格局重塑影响巨大

世界能源理事会总干事兼首席执行官安吉拉·威尔金森近期接受经济日报记者专访时表示，从长远看，中国的能源选择对重塑全球能源格局具有重大影响。

威尔金森认为，中国能源行业有力推动了国际能源市场从新冠肺炎疫情阴霾下稳步复苏。

世界能源理事会数据显示，中国是全球最大能源消费国，也是全球最大可再生电力生产国。中国自2000年开始水电产能就位列全球第一。同时，中国还积极发展太阳能和风能，并成为全球最大的风力发电机制造国之一。“中国在光伏、核电、氢能等领域非同小可的投资实力和技术水平，让中国在国际能源市场上越来越具有竞争力。”威尔金森说，“尤其是面对此次疫情冲击时，中国坚持推进经济结构转型，能源行业展现出强劲韧性。”

疫情暴发前，全球能源发展主要受去碳化、去中心化、数字化、以需求为中心转型四大因素驱动。然而，受到全球经济衰退、气候变化加快、社会结构性不公加剧这三大风险抬头影响，全球能源格局急剧变化。“学习如何从危机中复苏对优化全球能源结构具有重大意义，而中国能源行业的表现尤为重要。”威尔金森说。

“后疫情时代，以人为本的能源转型理念将日益成为潮流，这要求全球共同努力、强化合作、不断创新。”威尔金森认为，现代文明正面临两大挑战，一是在人口不断增长的同时，社会不公加剧；二是“气候变化天花板”等“全球边界”日益增多。“全球能源转型是一项可将上述挑战转化为机遇的事业。如果我们能探索出走向‘气候中性’的发展道路，尤其是找到减少、回收、再利用碳排放的新方法，增加获取清洁、便宜、可靠、普惠能源的新渠道，这个世界将会有更多选择和机会。”威尔金森说。

令人欣慰的是，中国正致力于减少温室气体尤其是碳排放，这是全球经济社会实现绿色发展，进而走向“气候中性”的重要组成部分。世界能源理事会运用全球首个多维度能源政策评估模型——能源三难指数测算各国如何在安全、平等、可持续三大能源难题间实现平衡。“研究发现，过去10年中，中国在确保能源安全性前提下，在能源平等性和能源可持续性上均取得了不错的成绩。”威尔金森说。

威尔金森认为，数字化依然是全球能源转型的四大驱动因素之一，而且将发挥更大作用。“目前，很少有国家能够在发展能源基础设施的同时平衡好存量与增量的关系。多数国家一味追求建设新项目，却不能优化已有设施配置。运用智慧集成系统、加强数据和网络安全等将有助增强全球清洁能源的有序开发。在数字化浪潮的大背景下，中国无疑将在此过程中发挥更重要的作用。”

威尔金森表示，世界能源理事会将加大对华合作力度，与中国共同推动全球能源格局和气候治理向好发展。“中国是世界能源理事会前身‘世界电力大会’的创始成员之一，我们将继续同中国一道，为实现‘人人享有更好的能源’目标而努力。”

经济日报 2021-02-20

中央 1 号文件：实施乡村清洁能源建设工程

加强乡村公共基础设施建设。实施乡村清洁能源建设工程。加大农村电网建设力度，全面巩固提升农村电力保障水平。推进燃气下乡，支持建设安全可靠的乡村储气罐站和微管网供气系统。发展农村生物质能源。加强煤炭清洁化利用。

中共中央 国务院

关于全面推进乡村振兴加快农业农村现代化的意见

（2021 年 1 月 4 日）

党的十九届五中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，对新发展阶段优先发展农业农村、全面推进乡村振兴作出总体部署，为做好当前和今后一个时期“三农”工作指明了方向。

“十三五”时期，现代农业建设取得重大进展，乡村振兴实现良好开局。粮食年产量连续保持在 1.3 万亿斤以上，农民人均收入较 2010 年翻一番多。新时代脱贫攻坚目标任务如期完成，现行标准下农村贫困人口全部脱贫，贫困县全部摘帽，易地扶贫搬迁任务全面完成，消除了绝对贫困和区域性整体贫困，创造了人类减贫史上的奇迹。农村人居环境明显改善，农村改革向纵深推进，农村社会保持和谐稳定，农村即将同步实现全面建成小康社会目标。农业农村发展取得新的历史性成就，为党和国家战胜各种艰难险阻、稳定经济社会发展大局，发挥了“压舱石”作用。实践证明，以习近平同志为核心的党中央驰而不息重农强农的战略决策完全正确，党的“三农”政策得到亿万农民衷心拥护。

“十四五”时期，是乘势而上开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向第二个百年奋斗目标进军的第一个五年。民族要复兴，乡村必振兴。全面建设社会主义现代化国家，实现中华民族伟大复兴，最艰巨最繁重的任务依然在农村，最广泛最深厚的基础依然在农村。解决好发展不平衡不充分问题，重点难点在“三农”，迫切需要补齐农业农村短板弱项，推动城乡协调发展；构建新发展格局，潜力后劲在“三农”，迫切需要扩大农村需求，畅通城乡经济循环；应对国内外各种风险挑战，基础支撑在“三农”，迫切需要稳住农业基本盘，守好“三农”基础。党中央认为，新发展阶段“三农”工作依然极端重要，须臾不可放松，务必抓紧抓实。要坚持把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重，把全面推进乡村振兴作为实现中华民族伟大复兴的一项重大任务，举全党全社会之力加快农业农村现代化，让广大农民过上更加美好的生活。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，贯彻落实中央经济工作会议精神，统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局，坚定不移贯彻新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚持加强党对“三农”工作的全面领导，坚持农业农村优先发展，坚持农业现代化与农村现代化一体设计、一并推进，坚持创新驱动发展，以推动高质量发展为主题，统筹发展和安全，落实加快构建新发展格局要求，巩固和完善农村基本经营制度，深入推进农业供给侧结构性改革，把乡村建设摆在社会主义现代化建设的重要位置，全面推进乡村产业、人才、文化、生态、组织振兴，充分发挥农业产品供给、生态屏障、文化传承等功能，走中国特色社会主义乡村振兴道路，加快农业农村现代化，加快形成工农互促、城乡互补、协调发展、共同繁荣的新型工农城乡关系，促进农业高质高效、乡村宜居宜业、农民富裕富足，为全面建设社会主义现代化国家开好局、起好步提供有力支撑。

(二) 目标任务。2021 年，农业供给侧结构性改革深入推进，粮食播种面积保持稳定、产量达到 1.3 万亿斤以上，生猪产业平稳发展，农产品质量和食品安全水平进一步提高，农民收入增长继续快于城镇居民，脱贫攻坚成果持续巩固。农业农村现代化规划启动实施，脱贫攻坚政策体系和工作机制同乡村振兴有效衔接、平稳过渡，乡村建设行动全面启动，农村人居环境整治提升，农村改革重点任务深入推进，农村社会保持和谐稳定。

到 2025 年，农业农村现代化取得重要进展，农业基础设施现代化迈上新台阶，农村生活设施便利化初步实现，城乡基本公共服务均等化水平明显提高。农业基础更加稳固，粮食和重要农产品供应保障更加有力，农业生产结构和区域布局明显优化，农业质量效益和竞争力明显提升，现代乡村产业体系基本形成，有条件的地区率先基本实现农业现代化。脱贫攻坚成果巩固拓展，城乡居民收入差距持续缩小。农村生产生活方式绿色转型取得积极进展，化肥农药使用量持续减少，农村生态环境得到明显改善。乡村建设行动取得明显成效，乡村面貌发生显著变化，乡村发展活力充分激发，乡村文明程度得到新提升，农村发展安全保障更加有力，农民获得感、幸福感、安全感明显提高。

二、实现巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接

(三) 设立衔接过渡期。脱贫攻坚目标任务完成后，对摆脱贫困的县，从脱贫之日起设立 5 年过渡期，做到扶上马送一程。过渡期内保持现有主要帮扶政策总体稳定，并逐项分类优化调整，合理把握节奏、力度和时限，逐步实现由集中资源支持脱贫攻坚向全面推进乡村振兴平稳过渡，推动“三农”工作重心历史性转移。抓紧出台各项政策完善优化的具体实施办法，确保工作不留空档、政策不留空白。

(四) 持续巩固拓展脱贫攻坚成果。健全防止返贫动态监测和帮扶机制，对易返贫致贫人口及时发现、及时帮扶，守住防止规模性返贫底线。以大中型集中安置区为重点，扎实做好易地搬迁后续帮扶工作，持续加大就业和产业扶持力度，继续完善安置区配套基础设施、产业园区配套设施、公共服务设施，切实提升社区治理能力。加强扶贫项目资产管理和监督。

(五) 接续推进脱贫地区乡村振兴。实施脱贫地区特色种养业提升行动，广泛开展农产品产销对接活动，深化拓展消费帮扶。持续做好有组织劳务输出工作。统筹用好公益岗位，对符合条件的就业困难人员进行就业援助。在农业农村基础设施建设领域推广以工代赈方式，吸纳更多脱贫人口和低收入人口就地就近就业。在脱贫地区重点建设一批区域性和跨区域重大基础设施工程。加大对脱贫县乡村振兴支持力度。在西部地区脱贫县中确定一批国家乡村振兴重点帮扶县集中支持。支持各地自主选择部分脱贫县作为乡村振兴重点帮扶县。坚持和完善东西部协作和对口支援、社会力量参与帮扶等机制。

(六) 加强农村低收入人口常态化帮扶。开展农村低收入人口动态监测，实行分层分类帮扶。对有劳动能力的农村低收入人口，坚持开发式帮扶，帮助其提高内生发展能力，发展产业、参与就业，依靠双手勤劳致富。对脱贫人口中丧失劳动能力且无法通过产业就业获得稳定收入的人口，以现有社会保障体系为基础，按规定纳入农村低保或特困人员救助供养范围，并按困难类型及时给予专项救助、临时救助。

三、加快推进农业现代化

(七) 提升粮食和重要农产品供给保障能力。地方各级党委和政府要切实扛起粮食安全政治责任，实行粮食安全党政同责。深入实施重要农产品保障战略，完善粮食安全省长责任制和“菜篮子”市长负责制，确保粮、棉、油、糖、肉等供给安全。“十四五”时期各省（自治区、直辖市）要稳定粮食播种面积、提高单产水平。加强粮食生产功能区和重要农产品生产保护区建设。建设国家粮食安全产业带。稳定种粮农民补贴，让种粮有合理收益。坚持并完善稻谷、小麦最低收购价政策，完善玉米、大豆生产者补贴政策。深入推进农业结构调整，推动品种培优、品质提升、品牌打造和标准化生产。鼓励发展青贮玉米等优质饲草饲料，稳定大豆生产，多措并举发展油菜、花生等油料作物。健全产粮大县支持政策体系。扩大稻谷、小麦、玉米三大粮食作物完全成本保险和收入保险试点范围，支持有条件的省份降低产粮大县三大粮食作物农业保险保费县级补贴比例。深入推进优质粮食

工程。加快构建现代养殖体系，保护生猪基础产能，健全生猪产业平稳有序发展长效机制，积极发展牛羊产业，继续实施奶业振兴行动，推进水产绿色健康养殖。推进渔港建设和管理改革。促进木本粮油和林下经济发展。优化农产品贸易布局，实施农产品进口多元化战略，支持企业融入全球农产品供应链。保持打击重点农产品走私高压态势。加强口岸检疫和外来入侵物种防控。开展粮食节约行动，减少生产、流通、加工、存储、消费环节粮食损耗浪费。

（八）打好种业翻身仗。农业现代化，种子是基础。加强农业种质资源保护开发利用，加快第三次农作物种质资源、畜禽种质资源调查收集，加强国家作物、畜禽和海洋渔业生物种质资源库建设。对育种基础性研究以及重点育种项目给予长期稳定支持。加快实施农业生物育种重大科技项目。深入实施农作物和畜禽良种联合攻关。实施新一轮畜禽遗传改良计划和现代种业提升工程。尊重科学、严格监管，有序推进生物育种产业化应用。加强育种领域知识产权保护。支持种业龙头企业建立健全商业化育种体系，加快建设南繁硅谷，加强制种基地和良种繁育体系建设，研究重大品种研发与推广后补助政策，促进育繁推一体化发展。

（九）坚决守住 18 亿亩耕地红线。统筹布局生态、农业、城镇等功能空间，科学划定各类空间管控边界，严格实行土地用途管制。采取“长牙齿”的措施，落实最严格的耕地保护制度。严禁违规占用耕地和违背自然规律绿化造林、挖湖造景，严格控制非农建设占用耕地，深入推进农村乱占耕地建房专项整治行动，坚决遏制耕地“非农化”、防止“非粮化”。明确耕地利用优先序，永久基本农田重点用于粮食特别是口粮生产，一般耕地主要用于粮食和棉、油、糖、蔬菜等农产品及饲草饲料生产。明确耕地和永久基本农田不同的管制目标和管制强度，严格控制耕地转为林地、园地等其他类型农用地，强化土地流转用途监管，确保耕地数量不减少、质量有提高。实施新一轮高标准农田建设规划，提高建设标准和质量，健全管护机制，多渠道筹集建设资金，中央和地方共同加大粮食主产区高标准农田建设投入，2021 年建设 1 亿亩旱涝保收、高产稳产高标准农田。在高标准农田建设中增加的耕地作为占补平衡补充耕地指标在省域内调剂，所得收益用于高标准农田建设。加强和改进建设占用耕地占补平衡管理，严格新增耕地核实认定和监管。健全耕地数量和质量监测监管机制，加强耕地保护督察和执法监督，开展“十三五”时期省级政府耕地保护责任目标考核。

（十）强化现代农业科技和物质装备支撑。实施大中型灌区续建配套和现代化改造。到 2025 年全部完成现有病险水库除险加固。坚持农业科技自立自强，完善农业科技领域基础研究稳定支持机制，深化体制改革，布局建设一批创新基地平台。深入开展乡村振兴科技支撑行动。支持高校为乡村振兴提供智力服务。加强农业科技社会化服务体系，深入推行科技特派员制度。打造国家热带农业科学中心。提高农机装备自主研发能力，支持高端智能、丘陵山区农机装备研发制造，加大购置补贴力度，开展农机作业补贴。强化动物防疫和农作物病虫害防治体系建设，提升防控能力。

（十一）构建现代乡村产业体系。依托乡村特色优势资源，打造农业全产业链，把产业链主体留在县城，让农民更多分享产业增值收益。加快健全现代农业全产业链标准体系，推动新型农业经营主体按标生产，培育农业龙头企业标准“领跑者”。立足县域布局特色农产品产地初加工和精深加工，建设现代农业产业园、农业产业强镇、优势特色产业集群。推进公益性农产品市场和农产品流通骨干网络建设。开发休闲农业和乡村旅游精品线路，完善配套设施。推进农村一二三产业融合发展示范园和科技示范园区建设。把农业现代化示范区作为推进农业现代化的重要抓手，围绕提高农业产业体系、生产体系、经营体系现代化水平，建立指标体系，加强资源整合、政策集成，以县（市、区）为单位开展创建，到 2025 年创建 500 个左右示范区，形成梯次推进农业现代化的格局。创建现代林业产业示范区。组织开展“万企兴万村”行动。稳步推进反映全产业链价值的农业及相关产业统计核算。

（十二）推进农业绿色发展。实施国家黑土地保护工程，推广保护性耕作模式。健全耕地休耕轮作制度。持续推进化肥农药减量增效，推广农作物病虫害绿色防控产品和技术。加强畜禽粪污资源化利用。全面实施秸秆综合利用和农膜、农药包装物回收行动，加强可降解农膜研发推广。在长江经济带、黄河流域建设一批农业面源污染综合治理示范县。支持国家农业绿色发展先行区建设。

加强农产品质量和食品安全监管，发展绿色农产品、有机农产品和地理标志农产品，试行食用农产品达标合格证制度，推进国家农产品质量安全县创建。加强水生生物资源养护，推进以长江为重点的渔政执法能力建设，确保十年禁渔令有效落实，做好退捕渔民安置保障工作。发展节水农业和旱作农业。推进荒漠化、石漠化、坡耕地水土流失综合治理和土壤污染防治、重点区域地下水保护与超采治理。实施水系连通及农村水系综合整治，强化河湖长制。巩固退耕还林还草成果，完善政策、有序推进。实行林长制。科学开展大规模国土绿化行动。完善草原生态保护补助奖励政策，全面推进草原禁牧轮牧休牧，加强草原鼠害防治，稳步恢复草原生态环境。

(十三) 推进现代农业经营体系建设。突出抓好家庭农场和农民合作社两类经营主体，鼓励发展多种形式适度规模经营。实施家庭农场培育计划，把农业规模经营户培育成有活力的家庭农场。推进农民合作社质量提升，加大对运行规范的农民合作社扶持力度。发展壮大农业专业化社会化服务组织，将先进适用的品种、投入品、技术、装备导入小农户。支持市场主体建设区域性农业全产业链综合服务中心。支持农业产业化龙头企业创新发展、做大做强。深化供销合作社综合改革，开展生产、供销、信用“三位一体”综合合作试点，健全服务农民生产生活综合平台。培育高素质农民，组织参加技能评价、学历教育，设立专门面向农民的技能大赛。吸引城市各方面人才到农村创新创业，参与乡村振兴和现代农业建设。

四、大力实施乡村建设行动

(十四) 加快推进村庄规划工作。2021 年基本完成县级国土空间规划编制，明确村庄布局分类。积极有序推进“多规合一”实用性村庄规划编制，对有条件、有需求的村庄尽快实现村庄规划全覆盖。对暂时没有编制规划的村庄，严格按照县乡两级国土空间规划中确定的用途管制和建设管理要求进行建设。编制村庄规划要立足现有基础，保留乡村特色风貌，不搞大拆大建。按照规划有序开展各项建设，严肃查处违规乱建行为。健全农房建设质量安全法律法规和监管体制，3 年内完成安全隐患排查整治。完善建设标准和规范，提高农房设计水平和建设质量。继续实施农村危房改造和地震高烈度设防地区农房抗震改造。加强村庄风貌引导，保护传统村落、传统民居和历史文化名村名镇。加大农村地区文化遗产遗迹保护力度。乡村建设是为农民而建，要因地制宜、稳扎稳打，不刮风搞运动。严格规范村庄撤并，不得违背农民意愿、强迫农民上楼，把好事办好、把实事办实。

(十五) 加强乡村公共基础设施建设。继续把公共基础设施建设的重点放在农村，着力推进往村覆盖、往户延伸。实施农村道路畅通工程。有序实施较大人口规模自然村（组）通硬化路。加强农村资源路、产业路、旅游路和村内主干道建设。推进农村公路建设项目更多向进村入户倾斜。继续通过中央车购税补助地方资金、成品油税费改革转移支付、地方政府债券等渠道，按规定支持农村道路发展。继续开展“四好农村路”示范创建。全面实施路长制。开展城乡交通一体化示范创建工作。加强农村道路桥梁安全隐患排查，落实管养主体责任。强化农村道路交通安全监管。实施农村供水保障工程。加强中小型水库等稳定水源工程建设和水源保护，实施规模化供水工程建设和小型工程标准化改造，有条件的地区推进城乡供水一体化，到 2025 年农村自来水普及率达到 88%。完善农村水价水费形成机制和工程长效运营机制。实施乡村清洁能源建设工程。加大农村电网建设力度，全面巩固提升农村电力保障水平。推进燃气下乡，支持建设安全可靠的乡村储气罐站和微管网供气系统。发展农村生物质能源。加强煤炭清洁化利用。实施数字乡村建设发展工程。推动农村千兆光网、第五代移动通信（5G）、移动物联网与城市同步规划建设。完善电信普遍服务补偿机制，支持农村及偏远地区信息通信基础设施建设。加快建设农业农村遥感卫星等天基设施。发展智慧农业，建立农业农村大数据体系，推动新一代信息技术与农业生产经营深度融合。完善农业气象综合监测网络，提升农业气象灾害防范能力。加强乡村公共服务、社会治理等数字化智能化建设。实施村级综合服务设施提升工程。加强村级客运站点、文化体育、公共照明等服务设施建设。

(十六) 实施农村人居环境整治提升五年行动。分类有序推进农村厕所革命，加快研发干旱、寒冷地区卫生厕所适用技术和产品，加强中西部地区农村户用厕所改造。统筹农村改厕和污水、黑臭水体治理，因地制宜建设污水处理设施。健全农村生活垃圾收运处置体系，推进源头分类减量、

资源化利用，建设一批有机废弃物综合处置利用设施。健全农村人居环境设施管护机制。有条件的地区推广城乡环卫一体化第三方治理。深入推进村庄清洁和绿化行动。开展美丽宜居村庄和美丽庭院示范创建活动。

（十七）提升农村基本公共服务水平。建立城乡公共资源均衡配置机制，强化农村基本公共服务供给县乡村统筹，逐步实现标准统一、制度并轨。提高农村教育质量，多渠道增加农村普惠性学前教育资源供给，继续改善乡镇寄宿制学校办学条件，保留并办好必要的乡村小规模学校，在县城和中心镇新建改扩建一批高中和中等职业学校。完善农村特殊教育保障机制。推进县域内义务教育学校校长教师交流轮岗，支持建设城乡学校共同体。面向农民就业创业需求，发展职业技术教育与技能培训，建设一批产教融合基地。开展耕读教育。加快发展面向乡村的网络教育。加大涉农高校、涉农职业院校、涉农学科专业建设力度。全面推进健康乡村建设，提升村卫生室标准化建设和健康管理水平，推动乡村医生向执业（助理）医师转变，采取派驻、巡诊等方式提高基层卫生服务水平。提升乡镇卫生院医疗服务能力，选建一批中心卫生院。加强县级医院建设，持续提升县级疾控机构应对重大疫情及突发公共卫生事件能力。加强县域紧密型医共体建设，实行医保总额预算管理。加强妇幼、老年人、残疾人等重点人群健康服务。健全统筹城乡的就业政策和服务体系，推动公共就业服务机构向乡村延伸。深入实施新生代农民工职业技能提升计划。完善统一的城乡居民基本医疗保险制度，合理提高政府补助标准和个人缴费标准，健全重大疾病医疗保险和救助制度。落实城乡居民基本养老保险待遇确定和正常调整机制。推进城乡低保制度统筹发展，逐步提高特困人员供养服务质量。加强对农村留守儿童和妇女、老年人以及困境儿童的关爱服务。健全县乡村衔接的三级养老服务网络，推动村级幸福院、日间照料中心等养老服务设施建设，发展农村普惠型养老服务和互助性养老。推进农村公益性殡葬设施建设。推进城乡公共文化服务体系一体建设，创新实施文化惠民工程。

（十八）全面促进农村消费。加快完善县乡村三级农村物流体系，改造提升农村寄递物流基础设施，深入推进电子商务进农村和农产品出村进城，推动城乡生产与消费有效对接。促进农村居民耐用消费品更新换代。加快实施农产品仓储保鲜冷链物流设施建设工程，推进田头小型仓储保鲜冷链设施、产地低温直销配送中心、国家骨干冷链物流基地建设。完善农村生活性服务业支持政策，发展线上线下相结合的服务网点，推动便利化、精细化、品质化发展，满足农村居民消费升级需要，吸引城市居民下乡消费。

（十九）加快县域内城乡融合发展。推进以人为核心的新型城镇化，促进大中小城市和小城镇协调发展。把县域作为城乡融合发展的重要切入点，强化统筹谋划和顶层设计，破除城乡分割的体制弊端，加快打通城乡要素平等交换、双向流动的制度化通道。统筹县域产业、基础设施、公共服务、基本农田、生态保护、城镇开发、村落分布等空间布局，强化县城综合服务能力，把乡镇建设成为服务农民的区域中心，实现县乡村功能衔接互补。壮大县域经济，承接适宜产业转移，培育支柱产业。加快小城镇发展，完善基础设施和公共服务，发挥小城镇连接城市、服务乡村作用。推进以县城为重要载体的城镇化建设，有条件的地区按照小城市标准建设县城。积极推进扩权强镇，规划建设一批重点镇。开展乡村全域土地综合整治试点。推动在县域就业的农民工就地市民化，增加适应进城农民刚性需求的住房供给。鼓励地方建设返乡入乡创业园和孵化实训基地。

（二十）强化农业农村优先发展投入保障。继续把农业农村作为一般公共预算优先保障领域。中央预算内投资进一步向农业农村倾斜。制定落实提高土地出让收益用于农业农村比例考核办法，确保按规定提高用于农业农村的比例。各地区各部门要进一步完善涉农资金统筹整合长效机制。支持地方政府发行一般债券和专项债券用于现代农业设施建设和乡村建设行动，制定出台操作指引，做好高质量项目储备工作。发挥财政投入引领作用，支持以市场化方式设立乡村振兴基金，撬动金融资本、社会力量参与，重点支持乡村产业发展。坚持为农服务宗旨，持续深化农村金融改革。运用支农支小再贷款、再贴现等政策工具，实施最优惠的存款准备金率，加大对机构法人在县域、业务在县域的金融机构的支持力度，推动农村金融机构回归本源。鼓励银行业金融机构建立服务乡村

振兴的内设机构。明确地方政府监管和风险处置责任，稳妥规范开展农民合作社内部信用合作试点。保持农村信用合作社等县域农村金融机构法人地位和数量总体稳定，做好监督管理、风险化解、深化改革工作。完善涉农金融机构治理结构和内控机制，强化金融监管部门的监管责任。支持市县构建域内共享的涉农信用信息数据库，用3年时间基本建成比较完善的新型农业经营主体信用体系。发展农村数字普惠金融。大力开展农户小额信用贷款、保单质押贷款、农机具和大棚设施抵押贷款业务。鼓励开发专属金融产品支持新型农业经营主体和农村新产业新业态，增加首贷、信用贷。加大对农业农村基础设施投融资的中长期信贷支持。加强对农业信贷担保放大倍数的量化考核，提高农业信贷担保规模。将地方优势特色农产品保险以奖代补做法逐步扩大到全国。健全农业再保险制度。发挥“保险+期货”在服务乡村产业发展中的作用。

（二十一）深入推进农村改革。完善农村产权制度和要素市场化配置机制，充分激发农村发展内生动力。坚持农村土地农民集体所有制不动摇，坚持家庭承包经营基础性地位不动摇，有序开展第二轮土地承包到期后再延长30年试点，保持农村土地承包关系稳定并长久不变，健全土地经营权流转服务体系。积极探索实施农村集体经营性建设用地入市制度。完善盘活农村存量建设用地政策，实行负面清单管理，优先保障乡村产业发展、乡村建设用地。根据乡村休闲观光等产业分散布局的实际需要，探索灵活多样的供地新方式。加强宅基地管理，稳慎推进农村宅基地制度改革试点，探索宅基地所有权、资格权、使用权分置有效实现形式。规范开展房地一体宅基地日常登记颁证工作。规范开展城乡建设用地增减挂钩，完善审批实施程序、节余指标调剂及收益分配机制。2021年基本完成农村集体产权制度改革阶段性任务，发展壮大新型农村集体经济。保障进城落户农民土地承包权、宅基地使用权、集体收益分配权，研究制定依法自愿有偿转让的具体办法。加强农村产权流转交易和管理信息网络平台建设，提供综合性交易服务。加快农业综合行政执法信息化建设。深入推进农业水价综合改革。继续深化农村集体林权制度改革。

五、加强党对“三农”工作的全面领导

（二十二）强化五级书记抓乡村振兴的工作机制。全面推进乡村振兴的深度、广度、难度都不亚于脱贫攻坚，必须采取更有力的举措，汇聚更强大的力量。要深入贯彻落实《中国共产党农村工作条例》，健全中央统筹、省负总责、市县乡抓落实的农村工作领导体制，将脱贫攻坚工作中形成的组织推动、要素保障、政策支持、协作帮扶、考核督导等工作机制，根据实际需要运用到推进乡村振兴，建立健全上下贯通、精准施策、一抓到底的乡村振兴工作体系。省、市、县级党委要定期研究乡村振兴工作。县委书记应当把主要精力放在“三农”工作上。建立乡村振兴联系点制度，省、市、县级党委和政府负责同志都要确定联系点。开展县乡村三级党组织书记乡村振兴轮训。加强党对乡村人才工作的领导，将乡村人才振兴纳入党委人才工作总体部署，健全适合乡村特点的人才培养机制，强化人才服务乡村激励约束。加快建设政治过硬、本领过硬、作风过硬的乡村振兴干部队伍，选派优秀干部到乡村振兴一线岗位，把乡村振兴作为培养锻炼干部的广阔舞台，对在艰苦地区、关键岗位工作表现突出的干部优先重用。

（二十三）加强党委农村工作领导小组和工作机构建设。充分发挥各级党委农村工作领导小组牵头抓总、统筹协调作用，成员单位出台重要涉农政策要征求党委农村工作领导小组意见并进行备案。各地要围绕“五大振兴”目标任务，设立由党委和政府负责同志领导的专项小组或工作专班，建立落实台账，压实工作责任。强化党委农村工作领导小组办公室决策参谋、统筹协调、政策指导、推动落实、督促检查等职能，每年分解“三农”工作重点任务，落实到各责任部门，定期调度工作进展。加强党委农村工作领导小组办公室机构设置和人员配置。

（二十四）加强党的农村基层组织建设和乡村治理。充分发挥农村基层党组织领导作用，持续抓党建促乡村振兴。有序开展乡镇、村集中换届，选优配强乡镇领导班子、村“两委”成员特别是村党组织书记。在有条件的地方积极推行村党组织书记通过法定程序担任村民委员会主任，因地制宜、不搞“一刀切”。与换届同步选优配强村务监督委员会成员，基层纪检监察组织加强与村务监督委员会的沟通协作、有效衔接。坚决惩治侵害农民利益的腐败行为。坚持和完善向重点乡村选派驻村第

一书记和工作队制度。加大在优秀农村青年中发展党员力度，加强对农村基层干部激励关怀，提高工资补助待遇，改善工作生活条件，切实帮助解决实际困难。推进村委会规范化建设和村务公开“阳光工程”。开展乡村治理试点示范创建工作。创建民主法治示范村，培育农村学法用法示范户。加强乡村人民调解组织队伍建设，推动就地化解矛盾纠纷。深入推进平安乡村建设。建立健全农村地区扫黑除恶专项斗争常态化机制。加强县乡村应急管理和消防安全体系建设，做好对自然灾害、公共卫生、安全隐患等重大事件的风险评估、监测预警、应急处置。

（二十五）加强新时代农村精神文明建设。弘扬和践行社会主义核心价值观，以农民群众喜闻乐见的方式，深入开展习近平新时代中国特色社会主义思想学习教育。拓展新时代文明实践中心建设，深化群众性精神文明创建活动。建强用好县级融媒体中心。在乡村深入开展“听党话、感党恩、跟党走”宣讲活动。深入挖掘、继承创新优秀传统乡土文化，把保护传承和开发利用结合起来，赋予中华农耕文明新的时代内涵。持续推进农村移风易俗，推广积分制、道德评议会、红白理事会等做法，加大高价彩礼、人情攀比、厚葬薄养、铺张浪费、封建迷信等不良风气治理，推动形成文明乡风、良好家风、淳朴民风。加大对农村非法宗教活动和境外渗透活动的打击力度，依法制止利用宗教干预农村公共事务。办好中国农民丰收节。

（二十六）健全乡村振兴考核落实机制。各省（自治区、直辖市）党委和政府每年向党中央、国务院报告实施乡村振兴战略进展情况。对市县党政领导班子和领导干部开展乡村振兴实绩考核，纳入党政领导班子和领导干部综合考核评价内容，加强考核结果应用，注重提拔使用乡村振兴实绩突出的市县党政领导干部。对考核排名落后、履职不力的市县党委和政府主要负责同志进行约谈，建立常态化约谈机制。将巩固拓展脱贫攻坚成果纳入乡村振兴考核。强化乡村振兴督查，创新完善督查方式，及时发现和解决存在的问题，推动政策举措落实落地。持续纠治形式主义、官僚主义，将减轻村级组织不合理负担纳入中央基层减负督查重点内容。坚持实事求是、依法行政，把握好农村各项工作的时度效。加强乡村振兴宣传工作，在全社会营造共同推进乡村振兴的浓厚氛围。

让我们紧密团结在以习近平同志为核心的党中央周围，开拓进取，真抓实干，全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化，努力开创“三农”工作新局面，为全面建设社会主义现代化国家、实现第二个百年奋斗目标作出新的贡献！

北极星电力网 2021-02-22

热能、动力工程

“风光”产业助力能源低碳发展

前不久，我国风电行业 2020 年“成绩单”出炉，受到业界广泛关注。新增并网装机容量 7167 万千瓦，创下历史新高；风电发电量 4665 亿千瓦时，同比增长约 15%，差不多相当于 4 个三峡电站 2020 年的发电量……一台台“风车”整齐耸立，为经济高质量发展提供电力保障、注入澎湃动能。截至 2020 年底，我国风电累计装机容量已达 2.81 亿千瓦，规模居世界首位。

要了解我国风电产业发展历程，不妨先来看一组累计吊装数据：2005 年进入百万千瓦级、2008 年进入千万级、2014 年进入亿级、2018 年进入两亿级……从曾经名不见经传、风机几乎全靠进口到如今规模技术全球领先，风电产业发展实现了大跨越。

风电产业不仅“块头”更大，“体质”也更强。从布局结构来看，过去风电开发主要集中在风资源较好的“三北”地区，随着近几年大兆瓦机组、长叶片、超高塔筒等应用推广，平原地区、低风速地区也具备了开发条件。2020 年风电新增装机中，中东部和南方地区占比约 40%。再看开发成本，从多年前风力发电最便宜也要八毛钱一度，有的甚至要两元左右，到如今我国大部分地区尤其是新建风电陆上项目不再需要补贴，风资源好的一些地方，价格甚至比煤电还低，改变了以往人们对风电等新

能源“昂贵、难以被市场接受”的刻板印象。

新冠肺炎疫情冲击之下，风电行业克服上游部分零部件和原材料供应不足、运输受阻、施工进度迟滞等不利影响，取得远超行业预期的新增装机数据，殊为不易。其实不仅是风电，去年光伏行业的发展同样可以说是“逆流而上”，4820 万千瓦的新增装机规模创下近 3 年来新高，同比增长约 60%。2020 年风电、光伏新增装机接近 1.2 亿千瓦，约占全国新增发电装机的 62.8%，水电、风电、光伏发电、生物质发电装机容量，均居世界首位。这些无不展现了清洁能源产业的强大韧性和旺盛活力，折射出我国能源行业高质量发展的速度和成色。

风电、光伏等清洁能源规模为何能够稳步扩大？根源在于党的十八大以来我们坚定不移推进能源革命。去年底发表的《新时代的中国能源发展》白皮书全面阐述了中国推进能源革命的主要政策和重大举措，其中一个重要方面就是坚持清洁低碳导向。着眼未来，兑现“二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”的承诺，实现到 2030 年“风电、太阳能发电总装机容量将达到 12 亿千瓦以上”的目标，进一步明确了风电、光伏发展的市场预期，充分调动市场主体投资积极性。

更广阔的发展前景，有赖持续推动产业高质量发展。风电、光伏等新能源具有间歇性、波动性，未来大规模、高比例接入电力系统，需要在加快推进煤电灵活性改造、储能商业化应用、电网升级改造等方面下功夫。当前，风电、光伏建设的土地、融资等非技术成本依然较高，需要进一步推动完善土地利用、税费等相关政策，提升产业竞争力。与此同时，风电、光伏迎来投资热潮，在技术快速迭代、竞争日益激烈的背景下，如何做好科学论证、防止一哄而上，保持产业的健康发展，也是需要答好的考题。

能源低碳发展关乎人类未来。期待通过政府、企业、社会等多方共同努力，让“风光”产业更好发展，为应对气候变化挑战、建设清洁美丽世界贡献更多的中国力量。

丁怡婷 人民日报 2021-02-24

2050 年率先碳中和，欧洲何以出此豪言？

欧洲是人类发展指数较高及适宜居住的大洲之一，也是全球应对气候变化、减少温室气体排放行动的有力倡导者，在能源转型上走在全球前列。

2019 年 12 月欧盟委员会正式发布的《欧洲绿色协议》明确指出，要在 2050 年前建成全球首个“气候中和”的大洲。丹麦和瑞典更是放出豪言，要在一代人之内实现无化石能源社会。欧洲社会为何能够对能源转型达成如此广泛的社会共识？他们又将如何实现这些目标？

在北京国际能源专家俱乐部与亚洲开发银行、北京大学能源研究院近日联合举办的“建言‘十四五’能源发展”系列活动中，清华大学能源转型与社会发展中心常务副主任何继江分享了他“欧洲能源转型万里行”的所见所思，与多位专家共同探讨欧洲转型对我国“十四五”能源规划的启示。

2050 年碳中和

欧洲各国竞相发力

根据《欧洲绿色协议》提出的气候目标，2030 年温室气体排放量在 1990 年基础上减少 50%—55%，在 2050 年前欧洲建成全球首个“气候中和”的大洲。

“气候中和”不同于“碳中和”，北京国际能源专家俱乐部陈新华指出，“碳中和”指的是将二氧化碳排放降到最低，无法完全消除的部分通过森林碳汇、永久封存等途径来抵消，使得进入大气的二氧化碳总量为零。而“气候中和”不仅包含二氧化碳，还包括其他温室气体，使得人类活动不再加剧气候变暖。

基于对气候变化问题的共识，许多欧洲国家已行动起来。法国是欧盟第一个在法律上明确“2050 年碳中和”目标的国家，英国《气候变化法案》、德国《气候保护法》也均将应对气候变化提升到了国家立法层面。

《欧洲绿色协议》指出，能源对温室气体排放的贡献达 78%。因此能源转型至关重要。目前欧洲的能源转型技术路线图已经基本清晰，“转向清洁能源”是《欧洲绿色协议》提出的首要举措。

可再生能源占比不断提升是欧洲能源转型的重要标志。欧洲各国在提高可再生能源利用的实践方面各具特色。

何继江花了 16 个月时间，走访了 23 个国家，从南欧炎热的西班牙马德里到北欧寒冷的芬兰北极圈，乘坐飞机、轮船、火车、公交车，自驾电动车、骑自行车，行程超过 24000 公里，考察并体验了欧洲各层面能源转型的行动。

“奥地利维也纳是我见过的风机最多的首都，该国政府提出了 2030 年可再生能源 100% 的目标；挪威特隆赫姆市最大的光电建筑每年光伏发电 48 万度，超过了自身用电量；法国巴黎埃菲尔铁塔下安装了光伏智慧垃圾桶……”何继江介绍，在欧洲多国，可再生能源已逐渐渗入到百姓生活中。

其中，北欧五国可谓是欧洲能源转型的先锋，其中挪威、芬兰和瑞典政府已分别承诺在 2030、2035 和 2045 年实现碳中和。

以瑞典为例，据何继江介绍，瑞典曾非常依赖石油，70 年代石油危机后，经历了水电扩容、核电大发展、生物质能源持续增长，近十年，风电、分布式光伏发展迅速。目前，在瑞典，电、热领域已经基本不再使用煤炭和石油等传统化石能源，可再生能源占比超过 55%。

在最早提出“能源转型”概念的德国，一个标志案例是柏林欧瑞府零碳能源科技园。何继江介绍，从过去的煤气厂转变为如今的零碳园区，该科技园走在了低碳能源科技的最前沿，被动房、光伏、充电设施、智慧电力、无线充电等能源转型的前沿要素在这里都有体现。

多措并举

强化发用“耦合”稳电网、促消纳

高比例的可再生能源并网势必会对电力系统的平衡和稳定运行产生消极影响，这是各国电力系统必须考虑的问题。

那么如何提高电力系统的稳定性？何继江介绍，欧洲国采用的重要手段之一就是电力市场。

以北欧电力市场互联为例，通过跨国联网调节余缺，让水电和风电资源“打好配合”。比如，若丹麦因风车停顿、发电量骤降，导致丹麦输送到德国的电力不足，可通过强大的电网及时调整，确保受电国家的电力供应；再比如，丹麦在风力资源优越时可向挪威输电，在风电出力不足时则可从挪威调入水电。

与此同时，灵活的电价机制则可以让发电方“多发尽卖”，减少弃风弃光。据了解，北欧电力市场的电价以 15 分钟为一个时间单位进行调整。对天气的预测能力对于衡量可再生能源，尤其是新能源电厂经营水平的就显得尤为重要。

在城市层面的需求侧，大量工商业用户的终端负荷集成、电动汽车低谷负荷、智能家居以及大量储能设施需求响应等均为电网提供了灵活的分布式资源。

此外，“更加灵活的电源、更大的电网、用户侧响应以及储能，是德国应对风电、光伏对电网带来波动的四个主要手段。”中德可再生能源合作中心执行主任陶光远介绍。

“制氢也是欧洲解决风电、光伏季节性差异的方案。”何继江补充说。

以欧为鉴，“十四五”要以

“提升系统灵活性”为核心

与会专家指出，明确的目标、强大的共识、灵活的市场机制均是我国可以向欧洲借鉴的经验。

“但与此同时，我国无论是国家规模还是发展水平、地区差异都与欧洲有很大差别，如何找到最符合我国国情的能源转型方案确实具有挑战。”北京大学能源研究院副院长杨雷指出。

杨雷认为，“十四五”时期能源生产关系的重要变化，要以“提升系统灵活性”为核心。要促使氢、储热、储能、新能源汽车、动力电池等灵活性资源发挥作用，就要借助市场的力量，让参与方得到实惠以提高参与积极性。

何继江指出，借鉴欧洲经验，我国的电动汽车、绿色建筑、工业负荷与电网、波动性电源的良

好互动，可以很好地解决可再生能源电力的间歇性、不稳定性问题。长远看，大规模的可再生电力将具有比煤电更高的竞争力，煤电退出将成为可能，从而成为碳达峰、碳中和最主要的助推力。

“要实现高比例可再生能源的目标，资源和电价都将不是问题，关键是灵活性资源如何获得。需求侧可以提供更大的灵活性，但目前其市场潜力还未被完全激发出来。”何继江指出，“十四五”规划应特别强调发挥好灵活性资源的市场作用，加强电力灵活性资源市场、能源金融市场等建设。

陶光远亦建议，要将对风光电的补偿消纳作为“十四五”规划的一个重要内容，鼓励发展灵活性资源促进新能源消纳的示范工程，并建立市场机制，加速灵活性资源的应用。

本报记者 齐琛 中国能源报 2021-02-22

2050年欧盟需150GW以上电池储能系统才能实现碳中和

管理咨询机构麦肯锡公司最近发布的一份研究报告表明，随着全球经济的发展，在未来十年迫切需要脱碳，可再生能源发电量增长与电池储能系统成本下降密切相关。

麦肯锡公司的合伙人 Bram Smeets 表示，电池价格不断下降将使可再生能源发电设施部署量快速增长。麦肯锡公司日前发布了一份名为《2021年全球能源展望》调查报告。报告预测，随着全球各国制定政策以支持脱碳和降低可再生能源成本，到2035年，可再生能源发电量将占全球发电量55%左右。

麦肯锡公司研究表明疫情对电力增长长期需求影响有限

报告指出，当冠状病毒疫情得到有效控制时，全球各地对石油和天然气的需求可能会反弹，但难以恢复到疫情发生之前的增长水平。而与化石燃料发电相比，可再生能源发电设施与电池储能系统的配套部署正变得越来越具有成本竞争力。麦肯锡公司预测，到2050年，可再生能源电力占能源消耗份额将从目前的19%大幅上升到30%，从2030年起，可再生能源电力在电力市场中将占据主导地位。

该报告还研究了一系列问题，从预期2027年化石燃料发电需求将达到峰值（早于此前的预期，部分原因是疫情对能源需求的影响）到电动汽车应用发展趋势等长期的行为转变。

脱碳是公认的全球政策目标，但做得还不够

麦肯锡公司的合伙人 Smeets 强调，可再生能源发电的兴起和电池成本的下降有着不可分割的联系。

他说，“麦肯锡公司发布的《2021年全球能源展望报告》表明，到2035年，全球可再生能源发电量将占全球发电量的55%，而电池价格持续下跌将推动可再生能源的快速增长。麦肯锡公司对于电池行业领域进行了调查和研究，而基于对技术创新、价值链整合、跨部门电气化、降低资本成本的新金融解决方案的多维度分析，电池成本近年来降低约90%。”

麦肯锡公司的研究报告指出，到2030年，全球碳排放量需要减少50%以上，才能达到2050年实现控制全球气温上升1.5C的目标。然而现在做得还不够，该报告包括了该小组模拟的几个场景，其中包括一个“参考案例”和一个“1.5C路径”，该路径假定存在实现脱碳轨迹的政治意愿。

麦肯锡公司合伙人 Bram Smeets 说，“更高的脱碳目标也将导致对电池储能系统的需求进一步增加。如果设定更高的脱碳目标，例如，我们发布的欧洲净零排放报告显示，欧盟需要在2030年前部署装机容量为25GW电池储能系统，到2050年将部署150GW以上电池储能系统才能实现碳中和。”

麦肯锡公司的调查报告表明，到2036年，全球一半的电力可能来自可再生能源，而这在很大程度上将由电池储能系统驱动，但某些化石燃料资产仍将发挥重要作用，例如天然气调峰发电厂。因此需要将传统能源发电容量和新的灵活容量（例如电池储能系统）混合使用，以便在全球范围内转向可变或间歇的可再生能源发电，同时维持和确保电力系统安全。

Smeets 也表示，其他能源技术可能也起着重要作用：尤其是氢气。许多国家都在大力支持氢气能源发展，尽管使用可再生能源电解生产的绿色氢气成本仍然很昂贵，但人们相信，到2030年，氢

气在经济上将变得越来越可行。Smeets 指出，在减少碳排放比较困难的行业中，氢气发挥的作用可能更加重要。

他说，“尽管电池储能系统技术在脱碳工作中至关重要，但在我们的 1.5C 路径分析报告中，还看到了氢气日前发挥重要作用，可用于工业加工等难以减排的行业脱碳，并将其作为电力行业的一种长时储能解决方案。”

北极星电力网 2021-02-19

国家发展改革委解读《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》

近日，国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（以下简称《意见》），国家发展改革委有关负责同志接受采访，回答记者提问。

问：请问出台《意见》的背景是什么？

答：党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央坚持生态优先、绿色发展，作出了一系列重大决策部署，一以贯之大力推进。习近平总书记指出，建立健全绿色低碳循环发展经济体系是解决我国资源环境生态问题的基础之策。绿色低碳循环发展是构建高质量现代化经济体系的必然要求，是当今时代科技革命和产业变革的方向，是最有前途的发展领域，我国在这方面的潜力相当大，可以形成很多新的经济增长点。李克强总理强调，要深入推进供给侧结构性改革，促进产业结构优化升级，打造绿色低碳循环发展的产业体系，使经济社会发展更可持续、更具活力。

各地区各部门坚决贯彻落实党中央、国务院决策部署，全面促进资源循环高效利用，坚决打好污染防治攻坚战，加快推动形成绿色生产生活方式，我国生态文明建设发生了历史性、转折性、全局性变化，得到人民群众的充分肯定和衷心拥护，得到了世界的广泛赞誉。但是，我们也清楚认识到，我国绿色生产生活方式尚未根本形成，实现碳达峰碳中和任务艰巨，能源资源利用效率不高，生态环境治理成效尚不稳固，生态环境质量与人民群众的要求还有不小的差距，绿色技术总体水平不高，推动绿色发展的政策制度有待完善。党的十九届五中全会明确指出“生态环保任重道远”。

为此，根据党中央、国务院决策部署，国家发展改革委牵头起草了《意见》，2020年12月30日中央全面深化改革委员会第十七次会议审议通过，近日国务院印发实施。《意见》对加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系作了顶层设计和总体部署，旨在统筹好经济发展和生态环境保护建设的关系，促进经济社会发展全面绿色转型，建设人与自然和谐共生的现代化。

问：请介绍《意见》的总体思路？

答：《意见》坚持系统观念，用全生命周期理念理清了绿色低碳循环发展经济体系建设过程，提出要坚定不移贯彻新发展理念，全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，明确了经济全链条绿色发展要求，推动绿色成为发展的底色，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，统筹推进高质量发展和高水平保护，确保实现碳达峰碳中和目标，推动我国绿色发展迈上新台阶。

问：《意见》提出了哪些原则和目标？

答：《意见》明确了四条基本原则：一是坚持重点突破。以节能环保、清洁生产、清洁能源等为重点率先突破，做好与农业、制造业、服务业和信息技术的融合发展，全面带动一二三产业和基础设施绿色升级。二是坚持创新引领。深入推动技术创新、模式创新、管理创新，加快构建市场导向的绿色技术创新体系，推行新型商业模式，构筑有力有效的政策支持体系。三是坚持稳中求进。做好绿色转型与经济发展、技术进步、产业接续、稳岗就业、民生改善的有机结合，积极稳妥、韧性持久地加以推进。四是坚持市场导向。在绿色转型中充分发挥市场的导向性作用、企业的主体作用、各类市场交易机制的作用，为绿色发展注入强大动力。

《意见》提出，到2025年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资

源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。到2035年，绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

问：《意见》的重点任务有哪些？

答：建立健全绿色低碳循环发展经济体系涉及到经济社会方方面面，是一项全局性、系统性工程。《意见》从生产、流通、消费、基础设施、绿色技术、法律法规政策等6方面对绿色低碳循环发展作出了部署安排，并明确了85项重点任务和牵头单位。

一是健全绿色低碳循环发展的生产体系。《意见》提出，推进工业绿色升级，加快实施重点行业绿色化改造，推行产品绿色设计，建设绿色制造体系。加快农业绿色发展，加强绿色食品、有机农产品认证和管理，发展生态循环农业。提高服务业绿色发展水平，培育绿色流通主体，规范发展闲置资源交易。壮大绿色环保产业，建设国家绿色产业示范基地，打造一批大型绿色产业集团。提升产业园区和产业集群循环化水平，推进既有产业园区和产业集群循环化改造。构建绿色供应链，开展绿色供应链试点。

二是健全绿色低碳循环发展的流通体系。《意见》提出，积极调整运输结构，加强物流运输组织管理，打造绿色物流。加强再生资源回收利用，推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”，加快落实生产者责任延伸制度。建立绿色贸易体系，积极优化贸易结构，加强绿色标准国际合作。

三是健全绿色低碳循环发展的消费体系。《意见》提出，促进绿色产品消费，加大政府绿色采购力度，加强绿色产品和服务认证管理。倡导绿色低碳生活方式，因地制宜推进生活垃圾分类，扎实推进塑料污染全链条治理。

四是加快基础设施绿色升级。《意见》提出，推动能源体系绿色低碳转型，大力推动可再生能源发展，加快大容量储能技术研发推广。推进城镇环境基础设施建设升级，推动城镇生活污水收集处理设施“厂网一体化”，加快城镇生活垃圾处理设施建设。提升交通基础设施绿色发展水平，积极打造绿色公路、绿色铁路、绿色航道、绿色港口、绿色空港。改善城乡人居环境，大力发展绿色建筑，加快推进农村人居环境整治。

五是构建市场导向的绿色技术创新体系。《意见》提出，鼓励绿色低碳技术研发，实施绿色技术创新攻关行动。加速科技成果转化，积极利用首台（套）重大技术装备政策支持绿色技术应用，发布绿色技术推广目录，推进绿色技术交易中心建设。

六是完善法律法规政策体系。《意见》提出，强化法律法规支撑，强化执法监督。健全绿色收费价格机制，完善污水处理收费政策，建立健全生活垃圾处理收费制度。加大财税扶持力度，继续利用财政资金和预算内投资支持相关项目建设。大力发展绿色金融，加大对金融机构绿色金融业绩评价考核力度，统一绿色债券标准。完善绿色标准绿色认证体系和统计监测制度，开展绿色标准体系顶层设计和系统规划，加强节能环保、清洁生产、清洁能源等领域统计监测。培育绿色交易市场机制，进一步健全排污权、用能权、用水权、碳排放权等交易机制。

问：请问如何确保《意见》提出的政策措施得到贯彻落实？

答：建立健全绿色低碳循环发展经济体系是党中央、国务院作出的一项重要决策部署，具有较强的宏观性和战略性，也是一项长期性、艰巨性任务。有关部门和地方要一锤接着一锤敲，持之以恒抓好落实，把贯彻落实《意见》作为准确把握新发展阶段、深入贯彻新发展理念、加快构建新发展格局的重要内容。为此，《意见》在抓落实方面提出了四点要求。

一是抓好贯彻落实。《意见》指出，各地区要充分认识到建立健全绿色低碳循环发展经济体系的重要性和紧迫性，根据本地实际情况研究提出具体措施，狠抓落实，加强监督，确保政策措施取得实效。

二是加强统筹协调。《意见》是建立健全绿色低碳循环发展经济体系的顶层设计和总体部署，需

要各方面的共同配合，形成工作合力。国家发展改革委将会同有关部门强化统筹协调和督促指导，做好年度重点工作安排部署，研究解决推进过程中的新情况、新问题，重大情况及时向党中央、国务院报告。

三是深化国际合作。建立健全绿色低碳循环发展经济体系要统筹好国内国际两个大局，加强“引进来”和“走出去”，深化与世界各个国家和地区在绿色低碳循环发展领域的政策沟通、技术交流、项目合作、人才培养等，积极参与和引领全球气候治理，为构建人类命运共同体作出积极贡献。

四是营造良好氛围。建立健全绿色低碳循环发展经济体系需要全社会的参与和支持，特别是各类新闻媒体要积极发声，讲好我国绿色低碳循环发展故事，适时曝光破坏生态、污染环境、严重浪费资源和违规乱上高污染、高耗能项目等方面的负面典型，为绿色低碳循环发展营造良好氛围。

国家发改委 2021-02-23

后处理集成之路面临几道坎儿？

自国四排放标准实施以来，后处理系统已成为柴油车尾气污染控制的必备装置。尤其是在国六阶段，更为严苛的排放限值要求，给我国柴油车污染物排放控制带来巨大挑战。对于后处理系统的性能、耦合，以及后处理与整车的系统集成提出了更高要求。

如今，重型车国六标准日益临近，后处理系统行业该如何做出应对？后处理系统的集成排布，是否符合行业的发展趋势？

后处理系统集成一体化是发展趋势

相较于国四、国五排放标准，国六阶段对 PM、NO_x、CO 和 HC 排放提出了更为严苛的要求，这也导致仅加装 SCR 或 POC 系统的车辆无法达到国六排放标准。为此，很多供应商针对后处理系统进行了设计优化，并采用了全新结构。

目前来看，国六后处理系统采用的主流技术路线是 DOC+DPF+SCR+ASC，即先通过氧化催化器（DOC），降低尾气中的 CO 和 HC，再利用颗粒捕捉器（DPF）降低尾气中的颗粒物，最后通过选择性催化还原器（SCR）降低尾气中的 NO_x，而氨逃逸催化器（ASC）一般安装在 SCR 后端，在载体内壁使用贵金属等催化剂涂层，用于还原废气中的氨。这一系列操作，可有效减少尾气中有害排放物的含量。

“开发国六后处理系统时，供应商不仅要结合排放限值的要求，还要考虑如何对增加的配置进行合理布局。”天津大学内燃机燃烧学国家重点实验室副主任姚春德指出，随着排放标准的不断升级，后处理系统集成一体化的趋势愈发明显。

姚春德进一步介绍，后处理系统走向集成化的原因主要有以下三个方面：一是柴油车作为运输工具，留给后处理系统的装置空间有限。因此，为了节约空间，后处理系统的结构需要根据整车布置进行改进；二是在尾气进入后处理系统后，会进行一系列氧化催化还原反应，这个过程对温度的要求较高，需要部件之间保持紧凑距离。比如，SCR 系统的催化还原，需要借助 DPF 过滤过程中的余热来提高排气温度，进而保障系统的正常工作；三是后处理系统的开发需要适应市场需求进行低成本设计，从一定程度上讲，集成式后处理系统更省材料、更节约成本。

对此，多位业内专家也持有相同观点。在山东省汽车行业协会副会长兼秘书长谭秀卿看来，集成式后处理系统不仅能够节约空间和成本，还有利于提高装置的安装效率，是行业当下以及未来的发展趋势。

集成式后处理系统尚存技术难点

无疑，从整车布置空间和低成本要求等层面考虑，集成式后处理系统更具优势。不过，有业内人士指出，想要实现国六后处理系统集成，需要从总成耐久性、保温性、总成背压、NVH 性能、集成化布置、流速均匀性、尿素结晶等多维度综合考虑。尤其是当后处理系统内部集成更多装置时，会对产品自身的可靠性、安全性以及后续的维修保养提出更多挑战。

“按照整车制造商的要求，我们会根据测算数据，对后处理系统进行整体结构设计。”在接受记者采访时，无锡威孚力达催化净化器有限责任公司市场营销部客户经理徐海兵告诉记者，一般企业开发后处理系统时，主要会聚焦产品能否满足排放标准，以及关注市场终端对于产品价格的接受程度，而对于产品安全性方面的考量确实有所欠缺。同时，相比分布式后处理系统，集成式产品的后续维修保养成本更高，一旦某个部件出现问题，很可能需要更换整个系统。

“在后处理系统进行氧化还原的过程中，DPF 是最容易出现问题的部件。”姚春德介绍说，在国六阶段，车辆对于燃油、润滑油的清洁度和含硫量要求非常高，如果用户使用不合规的油品，会导致 DPF 堵塞，进而影响整个后处理系统的氧化、还原效果。另外，由于在集成式后处理系统中，DPF 和其他部件是串联关系，很容易造成“一堵全堵”的情况出现，所以需要更加精确地控制 DPF 的过滤量，对于其再生功能及时进行技术性干预。

对此，某品牌后处理系统研发技术人员表示，尽管后处理系统的集成技术相对成熟，但在特殊工况或无法加注符合标准油品的情况下，后处理系统仍有可能出现“一堵全堵”的问题。事实上，在国四、国五阶段，类似的故障也比比皆是，这表明在排放标准不断升级的背景下，后处理厂商需要加强研发创新和技术储备，并且做好成本控制以及产品的充分验证。

除了技术难点亟待突破，集成式后处理系统易安装、易拆卸的特性，也给运输从业者增添了很多烦恼。记者了解到，由于国六后处理系统单价高，其中一些部件以贵金属作为催化剂涂层，且提炼难度不大，很容易进行后续加工，这给了不法分子可乘之机。自国六排放标准实施以来，偷窃后处理系统的案件频发，严重损害了卡车司机的利益。

对此，徐海兵表示：“从研发角度来看，厂商可以在设计产品时，提供多种防丢失措施。除了可以通过加固硬件防范，还可以在后处理系统上安装触摸式传感器。一旦有异常触碰，传感器便可及时将信息传送到系统平台，触发被动报警。这样一来，后处理系统丢失率将会大大降低。”

在姚春德看来，想要从根本上防范后处理系统被盗，相关企业需要不断提升技术水平、突破技术瓶颈，进一步减少催化剂中的贵金属含量，或者使用钙钛矿等价值不高的替代资源。另外，从节能减排的角度来看，柴油+甲醇的技术路线可能更符合中国国情，也可以直接避免因为需要安装后处理系统而带来的问题。

未来市场增量可观 技术、成本是核心竞争力

随着国六排放标准的逐步实施，后处理市场将迎来新的发展机遇。不过，机遇往往伴随着挑战，这块“大蛋糕”已经成为零部件企业的必争之地。

据了解，康明斯、银轮股份、威孚高科、贵研铂业、艾可蓝等国内外企业均已积极布局，完成了相关的技术储备，以抢占国六后处理市场份额；自主零部件企业正向市场领军企业发起冲击。不过，与外资企业相比，自主企业在后处理产能、技术研发等方面仍有差距。

“由于技术领先和品牌影响力大，跨国零部件公司在国内柴油车后处理领域占有较大的份额。而在燃气车领域，国内后处理厂商与跨国公司的市场份额比例各半。”徐海兵告诉记者，现在博世、康明斯等跨国公司创新性地推出了 U 型后处理系统。相比而言，U 型后处理系统更具技术先进性，不仅能够有效应对排放升级，还具有出入口布置灵活、安装方式多样化，且更容易快速与整车集成等优势。

“基于 U 型后处理系统的优势，不少整车企业已开始要求国内后处理厂商跟进开发。”徐海兵表示，在激烈的市场竞争中，国内自主企业需要静下心来攻坚克难，做好产品的自主研发以及成本控制，进一步解决后处理系统集成过程中存在的问题，只有不断地自我完善，才能形成核心竞争力。

详解后处理技术升级之路

随着排放标准的快速升级，后处理技术路线也在不断变革完善。那么，经过多年发展，柴油车后处理系统到底有了哪些变化？本文将对此进行详细梳理。

国三国四阶段：EGR、SCR 初露头角

从排放升级的进程来看，国一到国三阶段，降低尾气排放污染物的关键在于优化燃油喷射系统；

而国三到国四阶段，EGR、SCR 系统开始出现在大众视野，并逐渐成为排放升级的必备配置。

相较于国三排放标准，国四阶段对于各项指标的限制要求均大幅加严。由于单纯通过优化喷射、改进燃烧技术等手段，已经很难满足排放标准的要求，因此在国四阶段，除发动机本体进行改造升级外，后处理系统也开始普遍应用于柴油车上。

升级国四排放标准主要有两条技术路径，一种是 EGR 路线（EGR+DOC/POC），原理是通过控制发动机内部燃烧时的温度，从而抑制 NO_x 的生成，然后在尾气后处理过程中吸收 PM。另一种是 SCR 路线，它通过使柴油机完成最大限度的燃烧而减少 PM 的生成，再将尾气还原成无污染气体，这种路线需要添加催化剂，就是业内所熟知的车用尿素。

在轻卡市场中，考虑到成本和装置空间等因素，应用 EGR 路线的车型占大多数。而在中重型柴油车领域，SCR 则是主要技术路线，且被认为是未来国内柴油机排放升级的技术方向。

在国四阶段，相比并行的 EGR 路线，SCR 技术在燃油消耗、减排稳定性、未来技术提升空间等方面均有一定优势。不过，由于 SCR 技术在国内市场初露头角，该系统转化效率只能达到 70%~80%，而且由传感器故障和尿素结晶导致的系统堵塞问题，也曾一度让用户和厂家吃了不少苦。

国五阶段：SCR 批量应用

国五时代到来后，SCR 技术依然是主流路线。由于该技术在国四阶段已趋于成熟，升级国五排放标准只需调整技术参数，对发动机改动不大，相对开发成本较低，市场认可度进一步提升。

与此同时，部分厂家也开始探索 EGR 技术路线（EGR+DOC+DPF）。据了解，NO_x 在高温富氧情况下容易生成，EGR 技术就是将排出的部分废气冷却后，重新引入进气系统参与燃烧，来降低峰值燃烧温度，以此来抑制燃烧时 NO_x 的生成。

EGR+DOC+DPF 的技术路线既可以满足国五阶段对于氮氧化物的限值要求，也可避免 SCR 系统尿素结晶带来的苦恼，同时能节省添加车用尿素的成本。不过，EGR 技术路线需要改变发动机结构，而且 DPF 单次购买价格高，在长时间使用之后还会产生堵塞现象，需要主动再生定期清洗，所以国五阶段并没有大规模推广。

国六阶段：有无 EGR 的技术之争

进入国六阶段，由于氮氧化物和颗粒物排放限值分别加严了 77%和 67%，同时新增颗粒数量（PN）限值，还规定 CO、HC、NH₃ 等排放限值，因此 DPF 和 DOC 成为了必备装置，发动机和尾气后处理系统面临更高的技术升级挑战。

目前，主流国六技术路线为：冷却 EGR+DOC+DPF+SCR+（ASC），也有部分采用无 EGR 国六技术路线（DOC+DPF+SCR+ASC），即不使用外部冷却 EGR，仅采用后处理系统中的高效 SCR 来使 NO_x 排放达标。

以 EGR+DOC+DPF+SCR 为代表的是最为普遍的技术路线，其中又分为高、中、低 EGR 三种模式。

在动力性方面，低 EGR 对动力影响不大，但高 EGR 却对动力性有较大影响。由于缸内废气增多，形成的可燃混合气体就会减少，混合气体燃烧速度降低，燃烧反应速度减弱，同时缸内压力降低，最终会影响发动机的爆发力。

不过，EGR 路线也有它的优势，与高效 SCR 技术路线相比，EGR+DOC+DPF+SCR 路线对 SCR 转化率要求不高（90%~92%），尿素消耗也相对较低，同时 EGR 还能降低缸内燃烧温度，使其不具备产生氮氧化物的条件，从而降低排放。

无 EGR 路线技术难度相对更大，对标定精度和后处理要求更高，需要和高效集成式（如 Hi—eSCR 系统、DOC 和 DPF 一体封装技术）后处理系统配合。另外，无 EGR 技术路线由于减少 EGR 相关组件，整体可靠性更高。同时，无 EGR 技术路线在动力性和经济性上也更有优势。

延伸阅读——柴油机后处理系统基础知识

目前，柴油车后处理系统的主要部件有：用于控制 CO 和 HC 排放的柴油机氧化催化剂（DOC）、用于控制 PM 排放的柴油颗粒捕集器（DPF）以及用于控制 NO_x 排放的选择性催化还原技术（SCR）。

一、DOC

DOC 通常以陶瓷蜂窝为基础负载催化剂，为通流式催化转化器。催化剂的活性组分一般采用贵金属铂 (Pt) 或钯 (Pb)。DOC 通常安装在柴油车后处理系统的最前端，利用贵金属组分的催化氧化作用，有效去除尾气中的 CO、HC 等还原性气态污染物，以及 PM 中的可溶性有机物 (SOF)；同时，DOC 还可以将尾气中的 NO 部分氧化为 NO₂，为后续的 DPF 再生和 SCR 反应提供促进作用。

目前关于 DOC 的相关研究，除了关注对 CO、HC、SOF 的低温起燃能力和对 NO 的氧化能力等催化剂活性外，催化剂的热稳定性和抗硫中毒能力也非常重要。贵金属组分在高温条件下容易发生烧结，造成活性位点损失、性能降低，其失活过程是不可逆的，燃油中含硫量过高，会导致 DOC 发生硫中毒，并且由于 DOC 的催化氧化作用，造成尾气中硫酸盐成分增加，导致 PM 排放升高。

二、DPF

DPF 是当前降低柴油车 PM 排放最为有效的技术，能够实现 90% 以上的颗粒物捕集。目前，最常用的是壁流式陶瓷蜂窝捕集器，利用相邻捕集器孔道前后交替封堵，使尾气从壁面穿过，从而实现 PM 的截留捕集。DPF 的相关研究主要集中在过滤材料和过滤体再生两项关键技术。

目前，市场上常用的 DPF 主要以堇青石、碳化硅和钛酸铝为过滤体材料，根据各种材料的特性而应用于不同环境。为了达到背压与捕集效率的平衡，DPF 载体的设计开发非常重要，非对称结构和高孔隙率是重要研究内容。

DPF 的再生方式主要包括主动再生和被动再生。其中，主动再生采用喷油助燃等方式提供能量，使 DPF 内部温度达到 PM 氧化燃烧所需的温度而实现再生；被动再生利用在过滤体表面涂覆催化剂来降低 PM 燃烧温度，并借助 DOC 将 NO 氧化为 NO₂，通过 NO₂ 氧化所捕集的 PM 提高燃烧效率。利用催化剂涂层来实现被动再生的 DPF 也被称为 CDPF，其催化剂的开发是重要研究热点，为了使柴油车在所有工况下都可实现 DPF 的可靠再生，通常需要将主动再生和被动再生结合使用。

三、SCR

SCR 是在催化剂的作用下利用还原剂选择性地还原 NO_x 为 N₂，从而有效去除 NO_x。SCR 技术根据还原剂的不同，又可分为氨选择性催化还原 NO_x (NH₃-SCR) 和碳氢化合物选择性催化还原 NO_x (HC-SCR)。

SCR 系统由尿素供给单元 (SM)、尿素喷射单元 (DM)、尿素液位温度质量传感器、尿素箱、后处理控制单元 (ECU) 及相应管路和线束构成。尿素 NH₂CONH₂ 与 H₂O 在高温下分解成 NH₃ 和 CO₂，其工作原理是将还原剂喷入排气管，排气中的氮氧化物与 NH₃ 反应被还原成氮气和水。

四、ASC

ASC 的作用主要是消除过量或逃逸的 NH₃，将 NH₃ 氧化为 N₂、N₂O、NO_x；同时，再催化 NO_x、NH₃ 反应为 N₂。

李亚楠 中国汽车报网 2021-02-22

今年全球储能装机将首超 10 吉瓦

本报讯 市场研究机构埃信华迈 (HIS Markit) 日前发布最新报告称，今年，全球储能装机规模同比将翻一番，达到创纪录的水平。

该报告预测，2021 年，全球储能年新增装机量将首次超过 10 吉瓦，大大超过 2020 年的 4.5 吉瓦。埃信华迈清洁技术高级分析师 George Hilton 表示，随着全球积极推进脱碳行动，助力更多可再生能源电力并入电网的储能装置将大受欢迎。“由于储能技术已成为发达市场中电网的核心组成部分，同时新兴市场中也有更多新的机会，因此储能行业将从 2021 年开始成规模性增长，并将持续到 2030 年。”

根据该报告，预计今年美国将部署 3.8 吉瓦的储能装机容量，较 2020 年的 0.9 吉瓦涨幅高达 320%。埃信华迈清洁技术高级分析师 George Hilton 表示，这主要是受美国可再生能源相关政策利好

的带动。今年 2 月，美国太阳能工业协会表示，太阳能投资税收抵免或将延长五年，这意味着直至 2025 年，美国太阳能储能项目将继续受益于较轻的税收负担。

除了美国，亚太及欧洲地区的储能市场规模也将迅猛增长。埃信华迈预测，今年欧洲储能市场同比将增长约 70%；未来几年，亚太地区的储能安装速度则将加快，到 2030 年，亚太地区的储能部署将占全球市场的 44%。

另据市场研究机构 Guidehouse Insights 预测，在中国储能业务的推动下，亚太地区最早可能在 2023 年超过北美，成为全球最大的储能市场。行业咨询机构伍德麦肯兹电力与可再生能源部还预测，到 2025 年，中国、韩国等亚太主要市场的储能成本将下降约 30%。

埃信华迈气候与可持续性部门总监 Sam Wilkinson 表示，除了主要市场，处于“发展初期阶段”的新兴市场也将看到储能辅助电网平衡服务应用的重要性，菲律宾、意大利和北欧国家等都将在近几年推动储能项目的部署应用。

另据 George Hilton 介绍：“全球储能市场正在迅速发展并走向成熟，年安装容量超过 100 兆瓦的国家数量将从 2020 年的 9 个增加到 2022 年的 17 个。美国、中国和澳大利亚将是全球储能市场增长的三个贡献最大的国家，今年，预计这三个国家的储能总装机容量将达到 4.5 吉瓦。”

仲蕊 中国能源报 2021-02-22

辽宁组织开展碳达峰行动 推动节能降耗减排

记者 25 日从辽宁省生态环境厅获悉，辽宁省研究制定控制温室气体排放目标责任考核办法，建立碳排放考核制度，对各市开展碳达峰行动进行考核评估，将达峰行动有关工作纳入省级生态环境保护督察。

辽宁省生态环境厅相关负责人介绍，碳排放达峰是指某个地区或行业年度二氧化碳排放量达到历史最高值，然后经历平台期进入持续下降的过程，直观的看，就是以年代为横轴、二氧化碳排放量为纵轴的碳排放曲线呈现较平稳持续高值(即峰值)，然后逐渐下降、不再出现更高的值，即为碳排放达峰。中国力争 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和。

据介绍，辽宁省是工业大省，能源消费偏煤、产业结构偏重，碳达峰任务将十分艰巨。为此，辽宁组织开展碳达峰行动，编制辽宁省碳达峰行动方案及温室气体排放清单，摸清二氧化碳排放现状、分析排放趋势、研判峰值目标，强化重大政策和行动，统筹推进能源、工业、建筑、农业、林业等行业绿色低碳转型升级。目前，辽宁省生态环境厅已组建《碳达峰方案》编制团队，正在开展相关基础研究工作。

同时，深入推进产业结构、能源结构优化调整，坚决遏制高耗能高排放项目盲目发展；化解淘汰过剩落后产能，推动传统产业绿色改造升级；严控化石能源消费总量，大力发展非化石能源；加快建设综合立体交通网，推进公转铁项目建设；加强工业领域节能减排，强化大气污染防治重点行业深度治理；推进农业农村、城镇建设、交通运输和消费流通领域节能增效；大力实施节能减排重点工程。

积极参与全国碳排放权交易。组织开展石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、电力等重点行业碳排放核查，为重点行业碳减排、碳达峰及碳排放权交易市场扩容夯实工作基础。同时配合国家碳排放交易，开展重点排放单位碳配额分配及清缴履约工作，运用市场机制促进重点排放单位节能减排降碳。辽宁省生态环境厅已与统计部门建立信息共享机制，并构建重点行业碳排放统计、数据直报和强化监管体系。

辽宁还开展低碳试点示范创建。推进近零碳排放示范工程和碳中和示范区建设，鼓励推动有条件的地区开展低碳城(镇)、低碳工业园区、低碳产业示范园区、低碳社区等试点示范，充分发挥试点示范引领作用，为全省尽快达峰提供可复制、可借鉴路径模式。如法库县经济开发区陶瓷生产企业基本实现清洁能源替代，每年节约燃煤约 30 万吨，是辽宁省首个“国家级循环化改造示范试点园区”，

建筑领域减碳亟待提速

“建筑领域的节能减碳是实现我国碳达峰、碳中和目标的‘关键一环’。”近日，中国建筑科学研究院建筑环境与节能研究院院长徐伟在接受记者采访时表示，建筑领域的节能减碳对于推动我国实现碳达峰、碳中和的目标至关重要。

根据政府间气候变化专门委员会（IPCC）统计数据，我国建筑碳领域排放量占到全国总碳排放量的近 1/3。不仅如此，伴随城市化程度不断提高，我国每年新增建筑面积约 20 亿平方米，这就意味着建筑领域的温室气体排放量仍将进一步攀升。

徐伟预计，若维持现有建筑节能政策标准与技术不变，建筑领域的碳达峰时间约在 2038 年左右，这无疑将对我国兑现“2060 碳中和”目标构成巨大挑战。

碳排占四成、2038 年达峰

增压“2060 碳中和”

“我国建筑面积规模位居世界第一，现有城镇总建筑存量约 650 亿平方米，这些建筑每年仅在使用过程中的‘运营碳排放’就达到 21 亿吨，约占我国碳排放总量的 20%。”徐伟表示。

“运营碳排放”之外，我国新增建筑的工程建设每年产生的碳排放约占总排放量的 18%，主要集中在钢铁、水泥、玻璃等建筑材料的生产和运输以及现场施工过程。

徐伟对此表示，从建设到运营，我国建筑行业碳排放约占总碳排放量的 40%，是名副其实的碳排放“大户”。

而根据中国社会科学院城市发展与环境研究所和社会科学文献出版社发布的《城市蓝皮书：中国城市发展报告 No.12》，预计到 2030 年，我国城镇化率将提高到 70%，2050 年将达到 80%左右。

“初步预测，到 2030 年，我国人均住房建筑面积将达到 38.8—39.8 平方米，城镇住房存量也将达到 395—405 亿平方米。”徐伟表示，伴随着建筑需求的不断攀升，加之南方供暖市场逐渐扩大，我国建筑领域的碳排放量在未来十年内仍会持续攀升，若维持现有建筑节能政策标准与技术不变，碳达峰时间预计在 2038 年左右，平台期将集中在 2038—2040 年，届时碳排放峰值约将达到 25.4 亿吨二氧化碳，这将明显滞后全国碳排放总量达峰时间，为 2060 年前实现碳中和目标和“增压”，建筑行业节能减碳挑战空前。

政策给力

零碳社区势头渐显

面对严峻的碳排放攀升形势，为进一步加强建筑领域节能减碳力度，2020 年 7 月，住建部、发改委等多部门发布《绿色建筑创建行动方案》，明确到 2022 年，当年城镇新建建筑中绿色建筑面积占比需达到 70%，进一步提高既有建筑能效水平和推广绿色建材应用。

与此同时，山西、安徽、河南、河北、湖北、山东等地均出台地方绿色建筑标准。其中，河北省提出到 2022 年，全省城镇新建建筑中绿色建筑面积占比需达到 92%，建设被动式超低能耗建筑面积达到 600 万平方米；河南省明确到 2022 年底，城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达到 70%。湖北省规划到 2022 年，武汉、襄阳、宜昌等地城镇新建建筑中绿色建筑面积占比达 80%以上；山东省要求 2020—2022 年，新增绿色建筑 3 亿平方米以上，到 2022 年，城镇新建民用建筑中绿色建筑占比达到 80%以上。

“政策的有力支撑，使得我国绿色建筑发展迅速，现已基本形成了清晰目标、完善的标准、管理到位的体系。”徐伟表示，当前，在我国已涌现出诸多绿色建筑的典型示范案例，如中国建筑科学研究院（CABR）近零能耗示范楼、河南郑州经济开发区“双零楼”等。

其中，中国建筑科学研究院（CABR）近零能耗示范楼通过采用真空绝热板建筑保温系统、地源

热泵、中高温太阳能集热器，热回收系统等技术，年能耗可控制在 25 千瓦时/平方米，建筑节能率达 80%。

一方面全国多地超低能耗、近零能耗等绿色建筑全面开花；另一方面建筑节能减碳主体正从单一建筑向社区综合转变，已逐渐从绿色建筑试点向区域示范过渡。

“如浙江未来社区的零碳建筑、重庆广阳岛的零碳示范区、安徽蚌埠光伏城市的低碳示范区、青岛零碳示范区海南低碳驿站、苏州低碳示范城等，都体现了绿色建筑社区化趋势。”徐伟说，目前，单一的建筑节能仍存空间、时间、资源局限性，而“零碳社区”“低碳社区”则可实现多能互补，一定程度上减缓了单一建筑节能减碳的压力，是未来绿色建筑发展的必然趋势。

能效提升+可再生能源

2027 年碳达峰可期

“同发达国家相比，我国建筑节能仍处于发展阶段，但随着未来城市化进程的不断推进，我国建筑领域将释放巨大节能减碳潜力。”徐伟表示，预计到 2050 年，推动建筑迈向低能耗、零能耗，将能够带来 7—15 亿元的市场总容量，市场潜力巨大。

“为尽快实现建筑领域碳中和目标，提升新建建筑节能是首要任务。”徐伟进一步表示，新建建筑节能能效提升对于碳中和目标实现作用显著。若新建建筑节能能效稳步提升，那么我国建筑领域碳达峰时间预计将会提前到 2030 年；若新建建筑节能能效快速提升，我国建筑领域碳达峰时间则有望提前到 2027 年。

此外，提高建筑可再生能源利用率也是关键因素。“在现有建筑节能标准稳步提升的前提下，若新增建筑可再生能源利用面积 2 亿平方米，那么我国建筑领域碳达峰时间就有望提前到 2027 年，达到 21.7 亿吨二氧化碳。”徐伟说。

徐伟进一步建议，对新建建筑而言，要通过不断提升围护结构性能，逐步更新建筑节能标准，提升新建建筑节能能效，有条件的地区和类型可率先达到近零能耗建筑，最终实现零能耗和零碳建筑；对既有建筑而言，要通过不断健全市场化改造机制，完善税收补贴奖励机制，以此激励提升既有建筑的节能水平；而在农村建筑节能改造方面，建议加强改造北方供暖地区农村建筑，将农村建筑节能纳入监管，以此推动“零碳”建筑时代早日到来。

本报记者 张金梦 中国能源报 2021-02-22

加强生物多样性保护助力碳达峰

地球上主要碳库包括陆地和海洋生态系统，以及大气和化石燃料。陆地生态系统中碳约为 2.1 万亿-2.9 万亿吨、海洋中碳约为 38 万亿吨、大气中碳约为 0.76 万亿吨，化石燃料中碳约为 5 万亿吨。不同库中碳转换直接影响着碳达峰与碳中和过程。陆地生态系统碳贮量是大气中的 3-4 倍，海洋碳贮量是大气中的 50 倍以上。生态系统既可能成为碳源，也可能成为碳汇，源/汇强度直接影响着二氧化碳排放与碳中和过程。

在受到极端干旱、高温等事件及火灾等影响下，生态系统中的碳将被大幅释放到大气中。在干旱、洪涝、火灾和病虫害等影响下，稳定性低的生态系统抗干扰能力弱，容易发生水土流失、荒漠化及石漠化等，碳汇功能下降，甚至将会成为碳源。

因此，实现碳达峰与碳中和目标，除了要减少能源使用以及工业、交通、建筑、农林业等部门温室气体排放外，还要增加生态系统碳汇来抵消人类活动造成的二氧化碳排放。这就要充分考虑生态系统碳汇/源功能，加强对生态系统及生物多样性的保护。

一是加强碳达峰、碳中和行动与保护生态系统及生物多样性工作的制度统筹。我国生态脆弱区范围广，提升生态系统质量和稳定性潜力大。同时，我国太阳能、风能及生物质能源等丰富，实施碳达峰及碳中和行动基础扎实。生态环境部 2021 年 1 月发布的《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》指出，要协同推动适应气候变化与生态保护修复等。为实现碳达

峰与碳中和目标，需要建立碳达峰及碳中和行动与生态系统及生物多样性保护协同推进的资金机制、激励政策、部门协调机制、考核制度及产业发展政策等。在制定碳达峰行动与碳中和行动方案，以及制定实现应对气候变化自主贡献行动方案中，都需要把保护生态系统及生物多样性作为重要内容。在保护生态系统及生物多样性工程中，也要把实现碳达峰与碳中和目标作为重要内容。与基于自然的解决方案结合，科学设计和实施各类碳减排工程，增加生态系统碳汇。

二是加强统筹碳达峰与碳中和与保护生态系统及生物多样性行动的研究。我国在应对气候变化、保护生态系统及生物多样性方面都开展了大量相关研究，但在大规模发展光伏发电、风能等对生态系统及生物多样性影响，以及保护生态系统及生物多样性对碳达峰及碳中和影响的研究都还比较有限，对相关工作的科技支撑还较弱。为全面协调碳达峰及碳中和与保护生态系统及生物多样性，需要加强碳达峰及碳中和对生态系统及生物多样性风险及对策研究，评估保护生态系统及生物多样性对实现碳达峰及碳中和目标的效益，构建对生态系统及生物多样性友好的碳达峰及碳中和技术清单等。

三是完善碳达峰与碳中和相关措施对生态系统及生物多样性影响评估技术规范。我国建立了资源开发和工程建设对生态环境影响评价的制度和规范，如《中华人民共和国环境影响评价法》《光伏电站环境影响评价技术规范》等，但相关内容对生态系统及生物多样性影响评价的内容还不完善。应基于全生命周期角度，建立碳达峰及碳中和活动对生态系统及生物多样性影响评价的技术规范。

四是加强碳达峰与碳中和相关措施对生态系统及生物多样性影响的监管。我国可再生能源开发利用取得很大成就，在“十四五”期间，还将加快清洁能源开发利用，到2030年非化石能源消费比重达到25%，风能、太阳能要达到12亿千瓦以上。为科学协调碳达峰及碳中和行动与保护生态系统及生物多样性工作，应系统开展光伏发电等碳减排工程措施对生态系统及生物多样性影响评估，以及保护生态系统及生物多样性对碳达峰及碳中和效益的评估。基于生态系统及生物多样性保护，科学规划布局未来碳减排的措施。开展碳减排工程对自然保护地、生态保护红线和国家主体生态功能区等影响评估与监管等。

中国环境报 2021-02-19

绿色城市将加速“拥抱”产能建筑

照明、供暖、热水、空调、电器……建筑用能涉及生活方方面面，其能耗和碳排放不容小觑。根据中国建筑节能协会能耗统计专委会发布的《中国建筑能耗研究报告（2020）》，2018年，我国建筑运行阶段能耗占全国能源消费总量的比重、碳排放占全国碳排放的比重均超过20%。为了如期实现碳中和愿景，建筑节能势必摆上重要日程。

事实上，近年来我国建筑节能减排方面的实践已呈“百花齐放”之势，记者注意到，继“超低能耗建筑”“近零能耗建筑”“零能耗建筑”之后，“产能建筑”正逐渐进入公众视野。

研究表明，按既有发展情景，建筑领域到2040年才有望实现碳达峰，2060年碳排放高达15亿吨，将严重制约全国碳达峰和碳中和目标的实现。而节能情景和产能情景下，2030年可实现建筑碳达峰目标。

从“节能型”建筑向“产能型”建筑跨越，建筑领域或将掀起一场改革“风暴”。

从产能建筑到产能社区

可行性已得到验证

想象一下，会发电的建筑是什么样？居民不再为用能买单，生产的能源用不完卖出去，让房子变成“印钞机”和“环保石油井”，这就是产能建筑时代的场景。

何为“产能建筑”？在德国国际合作机构（GIZ）近日举办的“产能建筑与社区研究项目成果信息

扩散会”上，中国建筑科学研究院研究员张时聪介绍，按国家标准《近零能耗建筑技术标准》要求，产能建筑属于零能耗建筑的一种形式。简单来说，产能建筑就是建筑及其附近场所产生的能量超过其自身所需要的能量，尤其是可再生能源产出量，不仅能够满足建筑自身需求，还可向外部供能。

尽管产能建筑在国内尚属于新鲜事物，但在德国已经有了多年成功实践。东南大学能源与环境学院教授陈振乾介绍，第一栋位于德国柏林的产能建筑早于 2011 年就已建成。十年来，从独栋住宅、集合住宅，产能建筑已扩展到德国的学校和非居住建筑，并扩展为“产能社区”，可行性与实用性已得到验证。

他举例道，约有 5100 位居民的德国弗莱堡沃邦西新区，就于 2004 年建成了“太阳能社区”，59 座住宅建筑全部为产能建筑，利用太阳能、风能、生物质能、地热能等进行发电和供热。

位于德国巴伐利亚州的维尔德波尔茨里德镇，是德国第一个完全脱离电网、生产能源比所需能源多出 500% 的城镇。其通过可持续的城镇规划、可再生能源供电供热、智能电网等手段，正引领德国居民社区走上可再生能源转型的道路。

“总结共性，德国产能建筑和产能社区的能源供应均全部由可再生能源提供，盈余太阳能发电量输入公共电网。”陈振乾指出。

在陈振乾看来，产能社区相关关键技术有以下几种：在屋面、墙体及社区内采用太阳能光伏与光热技术，社区内生物质能利用技术；在社区内部采用水地源热泵系统和微电网系统，同时采用储能技术和街区通风技术；在能源分布与调配方面通过多能互补与综合利用技术达到目的；而在能源管理方面，则采用区域分布综合能源智慧管控与运维技术。

提高可再生能源的利用率是产能建筑由能源“消费者”变身“生产者”的关键。张时聪介绍，根据计算，当建筑本体性能要求提升至近零能耗建筑标准后，如建筑光伏组件光电转换效率突破 50%，我国全部地区各类建筑均有可能实现能源生产。

率先示范

江苏领跑全国

在国内探索产能建筑的道路上，江苏省是首批“吃螃蟹”的省份之一。

陈振乾告诉记者，江苏南部大部分地区处于夏热冬冷地区，北部部分地区处于寒冷地区，太阳能资源、沿海地区风能资源均很丰富，因湖泊众多，浅层地热能利用条件也较好，从而为江苏建设产能社区提供了自然资源条件。

记者了解到，近年来江苏已经加快了推动建筑节能的步伐。2020 年 3 月，江苏省发起了深入开展绿色建筑创建行动。截至 2020 年 10 月底，该省已共设立 76 个省级绿色生态城区，实现了全省设区市全覆盖。

陈振乾指出，“江苏省绿色生态城区建设在全国处于领先地位，其功能涵盖了住宅、办公、医院、学校等，尤其是在城区节能与产能规划建设方面已有丰富的实践经验，因此有条件开展产能社区试点建设，成为可持续发展的城市标准。”

以南京江北新区人才公寓为例，这是国内首个分布式光伏直流微网与住宅社区结合的示范项目。该项目借助直流供配电和储能技术，实现可再生能源的就地消纳，用于照明、储能、电动车充电、空调及其它电器设备等。从实际运行情况看，单位建筑面积用电约 51 千瓦时/平方米，而光伏发电为 113.07 千瓦时/平方米，真正实现了“能源产销一体化”。

苏州同里新能源小镇也是产能建筑的“明日之星”。该小镇综合能源服务中心构建了多能互补的智能微网，让风电、光伏、地热能等可再生能源高效接入并得到充分利用，使古镇焕发出了能源创新活力。“目前，同里新能源小镇已有社区的可再生能源利用率达 50—70%，今后有望推广发展成为产能社区。”陈振乾说。

三步走

2031 年后进入全面推进期

“尽管江苏省绿色生态城区正不断探索利用可再生能源为建筑供能，但从目前建设实践来看，城

区可再生能源利用率依然远低于产能社区所要求的‘100%由可再生能源供能’的指标。”陈振乾表示，因此，研究推广城区节能与产能技术，扩大可再生能源利用规模，是产能社区建设的必然要求。

放眼全国，陈振乾认为，目前来看，有潜力的产能社区场景中，可优先在低密度建筑、疗养院等居住型建筑区进行推广实施，并尽可能提高自用电比例。

超低能耗建筑是通往产能建筑最为现实的第一步。据不完全统计，截至目前，全国已有16个省市对超低能耗建筑给予了资金奖励、容积率奖补、收价上浮等政策支持。

住房和城乡建设部科技与产业化发展中心副处长、研究员彭梦月分析未来发展趋势时指出，随着近零能耗建筑的蓬勃发展和碳中和目标的提出，“十四五”期间，从中央到地方将对超低能耗建筑、近零能耗建筑、产能建筑的产业培育提供更大支持。

那么，如何探索出一套适合中国现状的产能建筑和产能社区建设之路？彭梦月建议，应强化顶层设计，先从试点示范做起，根据我国不同地区气候条件、经济发展水平、技术发展水平和产业成熟度的差异，确定优先发展的区域和建筑类型、发展目标与实施路径，总结示范经验和成果；同时加强关键技术攻关，建立可持续的激励机制，鼓励各地先将超低能耗建筑、近零能耗建筑纳入地方绿色产业中长期规划中，再加强科技投入对零能耗建筑和产能建筑的支持。

展望我国产能建筑和产能社区的前景，彭梦月描绘了这样的发展路线图：2020—2025年为技术攻关阶段，需要国际合作进行技术攻关，启动试点示范并总结经验；2026—2030年为示范引领阶段，需由点到面、因地制宜扩大示范，通过经济激励政策，强化产业支撑；2031年以后是全面推进阶段，标准体系进一步完善，推动产能建筑规模化发展。

本报记者 齐琛 中国能源报 2021-02-22

配储不是解决新能源消纳的灵丹妙药

去年以来，多地大力推动新能源配储能。配建储能成为新能源场站并网或优先调度的前置条件。“新能源+储能”大有成为标配之势。

当前，各省面临着可再生能源电力消纳配额的压力，积极提升可再生能源消纳比例的初衷无可厚非。但是，对技术的采用需要采取审慎的态度，切忌病急乱投医。配置储能也并非解决新能源消纳的灵丹妙药。同时，更要提防在实际操作过程中“一配了之”，使储能沦为新能源并网的工具和手段，而无法发挥其应有的价值。

首先，从系统层面讲，电化学储能的确有新能源“稳定器”的作用，能够平抑波动，有助于提高新能源的消纳能力。但这并不意味着，储能是解决新能源并网消纳问题的必要条件和最优选项。

业内有个形象说法，当前，小时级的储能配置犹如“水库边上挂水桶”，虽然成本投入巨大，但对于解决新能源消纳而言收效却甚微，投入产出比较低。

储能作为技术手段，固然有助于解决弃风弃光等新能源消纳问题，但是技术手段不能解决所有困扰。当前面临的新能源消纳难题，更是深层次的市场机制问题所致。储能解决不了市场机制问题，其发挥作用反而依赖于市场机制。

因此，实现更大比例的可再生能源消纳，不是配置一个储能硬件所能解决的，也不是仅在电网运行的物理特性上做出改变就能解决的，更关键的是要在电网运行策略、规则和程序上做出改变。

其次，即使确有必要配置储能，那么，为了发挥其最大价值，也必须探寻合理化针对性配置方案，避免简单复制，杜绝“千人一面”。

电力系统固然需要调峰手段，让风电场、光伏电站配储能，利用的是电量型储能，而从世界范围内来看，储能都是以功率型应用为主，即通过短时间放电，来响应系统峰谷价差，并非大规模用于电量存储。

显然，电力系统当前急需的不是完整的“充放”能力，而是调节能力，也就是把负荷适时变大变小的能力和把发电适时变大变小的能力。

即使在新能源内部而言，风电和光伏对储能配置的需求也不尽相同。实践表明，光伏发电配置储能的效益要优于风电配置储能，在新能源汇集区配置储能要优于在各个新能源场站配置储能。

忽视新能源场站之间、不同地域之间、更大范围内的电力系统平衡能力，简单要求每一个新能源场站加装储能来平衡自己的出力，既无必要，也不经济。相反，集中利用系统提供的辅助服务，才是最具经济性的调峰手段。

最后，配置储能并不能直接带来新能源消纳能力的提升，用好储能才是关键。这需要严谨的流程和标准。

当前，电化学储能装置在电力系统中的大规模应用，在国际上没有先例，在国内相关技术标准和标准也不完善，包括消防标准、电力系统接入标准都处于缺失状态。

储能装置若作为一个独立项目，无法取得安全消防手续，也不具备运行资质。若与新能源项目配套，则将所有安全风险全部转嫁到新能源企业身上。因此，需要尽快完善相关标准，为新能源配储能的安全运行堵上漏洞。

如果仅仅为了满足并网的硬性要求“一配了之”，只盯着配建，不着眼用好，那么，无论对于新能源行业还是储能行业都是不可估量的损失。

张子瑞 中国能源报 2021-02-22

山东：加快构建清洁低碳的现代能源体系

本报讯 2月19日，山东省能源局印发的《2021年全省能源工作指导意见》（下称《指导意见》）提出，以推动能源高质量发展为主题，以深化能源供给侧结构性改革为主线，加快构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。

为加快推进能源结构优化调整，《指导意见》提出：印发实施“十四五”能源规划。围绕实现碳达峰、碳中和战略目标，系统谋划“十四五”规划目标和重点任务，印发实施《山东省能源发展“十四五”规划》，配套出台煤炭、电力、石油天然气、可再生能源、能源技术创新等分领域专项规划。

《指导意见》提出的主要指标：提出实施可再生能源倍增计划，到2021年底，新能源和可再生能源发电装机达到5200万千瓦以上，占电力总装机比重达到32%以上。煤电装机控制在1亿千瓦左右，占电力总装机比重66%左右。2021年，煤炭产量稳定在1.1亿吨左右；天然气供应量220亿立方米以上；省外来电1200亿千瓦时以上；能源基础设施投资600亿元以上。

数据显示，2020年，山东全省新能源和可再生能源发电装机累计达到4791万千瓦，2021年山东新增可再生能源发电装机将达到409万千瓦以上。

《指导意见》在能源结构优化调整方面指出，推进清洁能源建设作出具体规划：规划布局千万千瓦级中远海海上风电基地，建成投运首批海上风电试点示范项目，实现海上风电“零突破”；科学布局陆上风电，推进华润德州陵城风电二期、沃尔新源莱西风电等重点项目建设。围绕打造千万千瓦级盐碱滩涂地风光储一体化基地，建成投运通威东营渔光一体化生态园区等项目；推进采煤沉陷区光伏基地建设，建成新泰翟镇采煤塌陷地平价光伏等项目；支持利用厂房、商业建筑屋顶等，建设分布式光伏电站。可再生能源发电装机突破5000万千瓦，年内完成投资300亿元以上。

积极有序增加核能供应。围绕打造千万千瓦级沿海核电基地，积极推进海阳、荣成等核电厂址开发，荣成高温气冷堆示范项目建成并网，争取海阳核电二期工程获得国家核准，加强后续核电厂址研究论证和保护，在运在建核电装机达到700万千瓦左右，完成投资100亿元。

增加天然气供应能力，加快山东天然气环网干线、中俄东线山东段建设、建成投运青岛董家口LNG（液化天然气）接收站二期，稳步推进龙口南山、烟台西岗港区LNG接收站建设，中石化龙口LNG接收站获得国家核准并开工建设，在运在建LNG接收站接卸能力达到2500万吨/年。完成投资200亿元以上。

加大煤炭煤电减压力度。重点淘汰安全无保障、资源枯竭、长期亏损三类煤矿。启动煤电转型

升级高质量发展行动计划，关停淘汰 30 万千瓦以下所在地区非唯一、不可替代民生热源燃煤机组，2021 年关停规模 200 万千瓦，升级改造规模 100 万千瓦，30 万千瓦及以上煤电装机占煤电总装机的比重提高到 75%以上。

对于新兴氢能产业发展，《指导意见》提出，积极推动东岳集团燃料电池用质子交换膜产业化等首批重大示范项目建设，评选并启动第二批省级示范项目建设，年内完成投资 20 亿元。开展可再生能源制氢试点，建成东营“渔光互补”光伏制氢项目。有序推动鲁氢经济带及周边加氢站建设，新增加氢站 8 座，日供氢能增加 6000 公斤。

积极推动储能发展。在电源侧，重点推动莱州土山昊阳“光伏+储能”、国能蓬莱电厂热储能、华能黄台电厂电化学储能等项目建设；在用户侧，重点推动煤炭领域“储能+”应急电源、电力需求响应等场景示范应用，建成 1-2 个示范工程，建立独立储能共享和储能优先参与调峰调度机制，新能源场站原则上配置不低于 10%储能设施，全省新型储能设施规模达到 20 万千瓦左右。

宗和 中国能源报 2021-02-22

碳交易鸣锣开市！

2020 年最后一天，生态环境部给碳市场送了一份厚礼。

2020 年 12 月 31 日，生态环境部正式公布《碳排放权交易管理办法(试行)》(以下简称《办法》)，这标志着历时十年之久的中国碳交易试点终于走向全国统一。2021 年 2 月 1 日，该试行办法正式生效。

在《办法》公布之后，生态环境部接连公布《纳入 2019-2020 年全国碳排放权交易配额管理的重点排放单位名单》和《2019-2020 年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案(发电行业)》。发电行业作为首批参与全国碳排放交易的行业，将率先面对碳配额带来的约束和机会。

早在 2011 年 10 月，国家发改委发布《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，标志着我国碳排放交易正式启动。北京市、天津市、上海市、重庆市、广东省、湖北省、深圳市等七省市陆续开启了碳排放交易的试点工作。

从 1997 年的《京都议定书》开始，世界主要经济体都开始为控制温室气体排放不断努力。2015 年 12 月，《巴黎协定》在巴黎气候变化大会上通过；2016 年，《巴黎协定》正式签署。作为缔约方之一，中国的碳排放交易也进入了新的篇章。

发电行业是中国碳排放的绝对主力，占全国碳排放的 40%以上。随着碳市场交易的推进，以及政策端对发电行业碳排放约束的收紧，中国的电力市场结构也将随之嬗变。

正式启动的全国碳市场经历了怎样的波折？对于市场参与者来说，现行碳市场存在哪些不足？中国的发电行业又会因此产生哪些变化？

“碳中和”是全国碳市场催化剂

“30·60”碳目标是全国碳市场启动的催化剂。

2011 年国家发改委发布《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》之后，深圳率先在 2013 年启动了碳排放交易的试点；2014 年，国家发改委发布《碳排放权交易管理暂行办法》，提出推动建立全国碳排放交易市场；2017 年国家发改委印发《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》，全国碳市场进入议事日程。

与 7 个地区分散试点的状态不同，全国碳市场无疑更具系统性和统一性。相对独立的碳交易市场存在系统独立、重复投资、重复建设，以及碳汇、碳抵消机制不通用等问题。同时，碳交易价格和资源配置功能都需要在一定的市场规模下才能发挥作用。

故此，在“30·60”碳中和的大目标下，全国性碳市场建设迫在眉睫。

除发电之外，国内碳排放的主要行业还包括石化、化工、建材、钢铁、有色金属、造纸和国内民用航空等 7 个行业。虽然试点地区往往包含了多个二氧化碳排放重点行业，但从实际效果来看，并

非纳入的行业越多越好。

以北京为例，去年甚至有整月交易量几乎为 0 的时间段，而每到 5~7 月（履约期临近），各地就会出现交易高峰。其他试点地区也有类似的情况，说明市场交易还是以履约驱动为主。

“发电行业是目前国内二氧化碳排放最多的行业。”北京中创碳投科技公司副总经理郭伟告诉《能源》杂志记者，“而且发电行业的产品比较单一，排放检测更便利。所以自然成为了首批进入碳市场的行业。”

根据中电联发布的《中国电力行业年度发展报告 2020》，2019 年全国单位火电发电量二氧化碳排放约 838 克/千瓦时。2020 年全国火电发电量 5.28 万亿度，对应的是大约 44 亿吨二氧化碳排放量。率先将发电行业纳入碳市场，不仅是低成本减碳的重要途径，而且可以推动淘汰低效燃煤电厂，促进发电行业的低碳转型。

对于发电企业来说，碳配额直接影响到发电量（收入）和成本，对企业经济效益上的影响更加直接，能有效地改变履约驱动的交易情况。而且考虑到发电行业碳排放的巨大份额，先进行发电行业的碳排放权交易，可以为未来全国更大范围的碳排放权交易打下坚实的基础。

与世界上绝大多数国家的碳交易模式不同，中国没有设定碳排放总量上限，而是建设了一个类似“排放绩效系统”。这实际上给发电企业更多时间来采取措施减少碳排放强度。最终，减排成本低的企业可以依靠自身技术措施减少排放；而减排成本高的企业只能少减排或者不减排，通过购买额度来实现减排目标。

在这一过程中，碳市场中自然就会涌现出大量的市场机遇，尤其是对于低碳、甚至是零碳的电源。

低碳电源新机遇

如前文测算，火电全行业的碳配额大约为 40 亿吨。如果按照试点区域 5% 配额进入交易平台，那么全国碳市场的单一年份交易规模就可以达到 2 亿吨。生态环境部此前公开表示，截至 2020 年 8 月，我国试点省市碳市场累计成交量超过 4 亿吨，累计成交额超过 90 亿元。未来随着市场规模的扩大，碳价有可能比试点区域的平均价格大幅度提高，最高市场规模甚至有可能达到 400 亿元（以碳价 200 元/吨计算）。

如此巨大的市场，会诞生出大量的新机遇。对发电行业来说，首先利好的就是低碳或是零碳电源机组。

随着配额有偿分配的展开、交易比例扩大，加上其他行业的进入，预计碳价会不断提高，进而增加火电机组的运营成本。

在现行规则中，管理部门为鼓励燃气机组发展，在燃气机组配额清缴中规定，当燃气机组经核查排放量不低于核定的免费配额量时，其配额清缴义务为已获得的全部免费配额量；当燃气机组经核查排放量低于核定的免费配额量时，其配额清缴义务为与燃气机组经核查排放量等量的配额量。

也就是说，燃气机组的碳排放对行业不会产生强约束。这可能使得碳价难以大幅度上涨，但对于天然气发电来说却是极大的利好。

虽然如此，但也有专家认为天然气发电相比燃煤发电本就有较低的碳成本。在未来电力现货市场成熟的情况下，燃气机组结合较高的碳收益会比燃煤机组有巨大的优势。

欧洲碳市场经验或许会对中国燃气机组未来的发展有一定借鉴意义。2021 年 2 月 1 日，欧洲能源交易所（EEX）的 EUA（欧盟碳配额）期货价格为 33 欧元/吨。以煤电的碳排放强度为 800g~1000g 二氧化碳/度来计算，煤电机组的碳成本在 0.03 欧元/度左右，大约是 0.235 元/度。

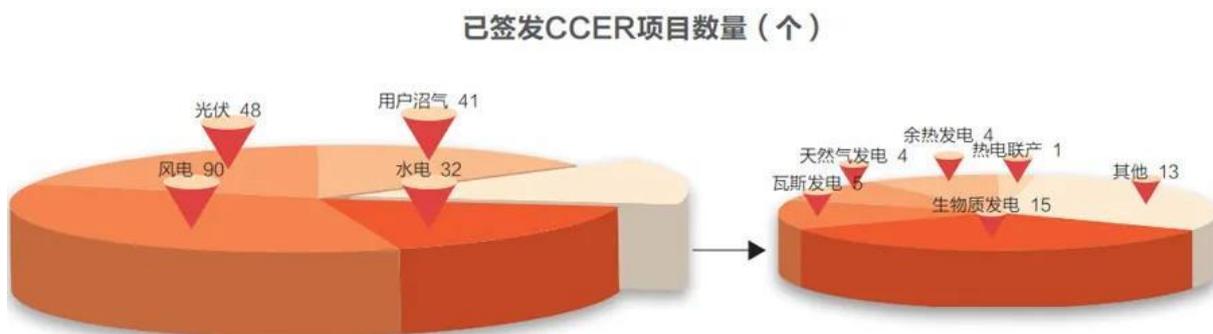
这个数字不仅本身看起来就足够高，而且根据欧盟碳市场配额分配，电力部门将全部通过拍卖获得碳配额。也就是说碳成本将出现在每一度煤电发电量中。所以，在欧洲部分电力市场的调度优先次序中，天然气发电已经全面比煤电便宜了。从这一角度来看，严苛的碳排放限制、高昂的碳价正是欧洲去煤电的底气。

除了火电，可再生能源发电在未来的碳市场中也将获得更多的商机。

首先，对于发电企业来说除了对火电厂改造增加效率、推进 CCUS、使用高质量煤炭外，投资风电、光伏等可再生能源是减少整个发电企业碳排放的最佳手段了。

其次，在中国发展了多年的国家核证自愿减排量（CCER）会是可再生能源参与碳市场的另一个重要途径。

2012 年国家发改委印发《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》，国家核证自愿减排量（CCER）制度开始启动。CCER 是经备案，并在国家注册登记系统中登记，单位以“吨二氧化碳当量”计算，在经过国家主管部门备案的交易机构内进行交易。



《办法》明确规定了“重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量抵销碳排放配额的清缴，抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的 5%。相关规定由生态环境部另行制定。用于抵销的国家核证自愿减排量，不得来自纳入全国碳排放权交易市场配额管理的减排项目。”

2020 年全国火电发电量 5.28 万亿度，对应大约 40 亿吨二氧化碳排放量。也就是说，仅发电企业的碳市场，每年 CCER 消耗量就有 2 亿吨。以 1000 度电约等于 1 吨 CCER 计算，也就是 2000 亿度电。未来 CCER 无疑会成为全国碳排放权交易市场中的重要部分。

但如此重要的 CCER 目前正处于暂停审批的状况。这又是因为什么呢？

待完善的碳交易

CCER 是中国在成熟碳市场建立之前的减排路径之一。

“《京都议定书》中引入了清洁发展机制（CDM）这种灵活的履约机制，而中国很早就启动了 CDM 项目的开发，并且发展为主要的供应国。”郭伟说。

CDM 的核心内容是允许其缔约方即发达国家与非缔约方即发展中国家进行项目级的减排量抵销额的转让与获得，从而在发展中国家实施温室气体减排项目。也就是说，有减排需要的一方，可以通过购买 CDM 实现自身的减排目标。

截至 2014 年，中国注册的 CDM 项目接近 4000 个，年减排量超过 6 亿吨，超过全球 CDM 总量 50%。但随着《京都议定书》第一承诺期在 2012 年到期，依托于《京都议定书》的 CDM 项目也开始大规模终止。中国开始探索本国的减排抵消制度。

2012 年国家发改委印发《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》，国家核证自愿减排量（CCER）制度开始启动。

可以说，CCER 是对 CDM 中国化的产物。“但 2017 年 CCER 项目就被国家主管部门暂缓受理了。”龙源（北京）碳资产管理技术有限责任公司碳资产业务部姚艳霞对《能源》杂志记者说，“目前业内普遍认为，尽快恢复 CCER 是完善全国碳排放权交易市场的重要一环。”

2017 年，国家发改委发布公告称：“为进一步完善和规范温室气体自愿减排交易，促进绿色低碳发展，按照简政放权、放管结合、优化服务的要求，我委正在组织修订《暂行办法》。即日起，我委暂缓受理温室气体自愿减排交易方法学、项目、减排量、审定与核证机构、交易机构备案申请。”

有业内专家认为早期 CCER 审批没有更多地考虑到碳排放权交易，是发改委暂停 CCER 的重要原因。

2012 年出台《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》时，国内碳排放市场尚未启动，因此在 CCER

的审批中，并没有很好的考虑到未来碳排放权交易的使用。从《温室气体自愿减排交易管理暂行办法》印发的通知来看，CCER 当初是为了保障自愿及安排活动有序开展，调动社会积极性，为碳排放交易积累经验而施行的。

所以，CCER 没有很好的在各地试点市场进行使用，部分地区甚至还有地区的核证自愿减排量，例如福建林业碳汇（FFCER）、广东碳普惠核证自愿减排量（PHCER）等。

从 CCER 已签发的项目来看，不仅有大量的光伏、风电、水电等项目，还有天然气发电、瓦斯发电，甚至还有部分热电联产项目。显然，2012 年对于自愿减排的标准已经完全不适用于当下的国内实际情况。

CCER 以何种方式、何时重启，是全国碳排放权交易市场待完善的一个部分。根据前文测算，风电、光伏的 CCER 未来很可能处于供需失衡状态，在 CCER 的管理办法正式出台之前，对于 CCER 或者可再生能源参与碳市场的方式尚无定论。

“事实上，目前的碳排放权交易还有很多需要补充的地方。”业内专家说。

例如说企业碳配额如何发放，全国各省能否统一时间发放，就是一个不小的问题。姚艳霞说：“既然是全国统一的市场，那么企业拿到配额的时间就应该尽可能地保持一致。这样才能更好地保证全国市场的有序开展。”

随着碳排放权交易市场不断完善，意味着火电的“紧箍咒”也越来越紧。那么对于火电来说，碳市场的来临到底意味着什么？

火电“紧箍咒”

碳负担毫无疑问是发电企业最为担心的问题。

从 7 个碳排放权交易试点的推进情况来看，国内碳价格还处于低位。根据生态环境部公布的数据，我国试点地区碳价平均水平只有 22.5 元/吨。前文所述的履约推动交易，是碳流动性低、价格低的主要原因。

在试点地区中，有发电企业透露，火电厂的配额不仅够用，还可以拿到市场上进行交易，成为收益来源。这样的话，碳排放不仅不会增加发电企业的成本，反而扩大了收入。

那么这种情况在全国碳市场中会怎样呢？

有专家认为，目前的《2019-2020 年全国碳排放权交易配额总量设定与分配实施方案(发电行业)》还没有形成对发电企业的强约束。“现在的配额设定可以说是多方博弈的结果，对发电企业，尤其是火电企业还没有形成强有力的约束。”

例如说，根据配额设定与分配的实施方案，火电厂在配额清缴相关工作中设定的配额履约缺口上限是核查排放量的 20%。

对火电成本构成压力的另一大因素是配额的分配方式。根据《办法》，“碳排放配额分配以免费分配为主，可以根据国家有关要求适时引入有偿分配。”也就是火电企业不需要付出成本就可以获得碳排放额度。这无疑大大减少了企业额外支付碳成本的可能性。

“由于 30 万机组的物理减排潜力更大，减排成本更低，因此，这些机组可以通过更大程度的主动减排，满足排放限制要求，某些条件下还能够略微增加发电量，甚至获得利润。”卓尔德环境研究（北京）中心主任张树伟对《能源》杂志记者说。“这倒是完全正常甚至合理的，因为在这种绩效交易系统中，机组的损益强烈地取决于配额的发放，只要整体减排实现了，那么对机组的伴生影响必须考虑历史公平性的问题。当然，目前来看，当前的市场安排对整体煤电行业利润的影响很小，大概在总利润的 1%左右。”

由于全国碳排放权交易市场还处在早期，因此业内专家普遍认为类似拍卖的有偿配额发放很难在近期实现。“现在全国碳市场最主要的任务是让相关企业尽早入场、熟悉规则，而不是一开始就给大家带来很大的成本压力。”

这种对于发电企业的弱约束可能会让企业在短时间内感受不到碳排放权交易带来的压力。事实上，《能源》杂志记者咨询了相关火电厂人士后发现，目前电厂还没有相关正对性的措施。火电厂内

部人士坦言，目前的碳排放约束很宽松，企业没有实际行动。“也许未来会是个问题，但现在还没影响。”

电价与碳价正相关

与世界上绝大多数国家采取的碳交易模式不同，中国没有设定绝对的碳排放总量上限。现阶段，碳成本对企业的影响有限，电价上涨的压力自然也小得多。

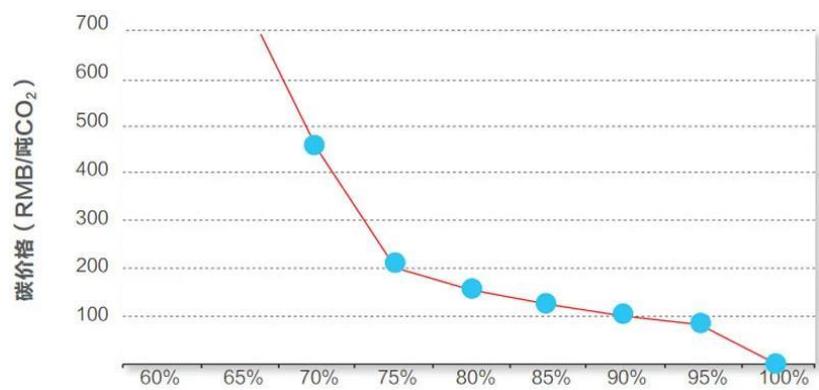
碳价与电价测算模拟情景

情景名称	物理减排潜力	配额发放比例	平均电价水平
当前电力系统运行		100%	0.3543
电力系统“经济调度”		100%	0.3502
中心情景	0.25 (30万千瓦) 0.19 (60万千瓦) 其他机组更低	75%	
低配额发放情景	同上	75%-70%-65%-60%	
更大减排潜力情景	0.26 (30万千瓦) 0.2 (60万千瓦)	75%	

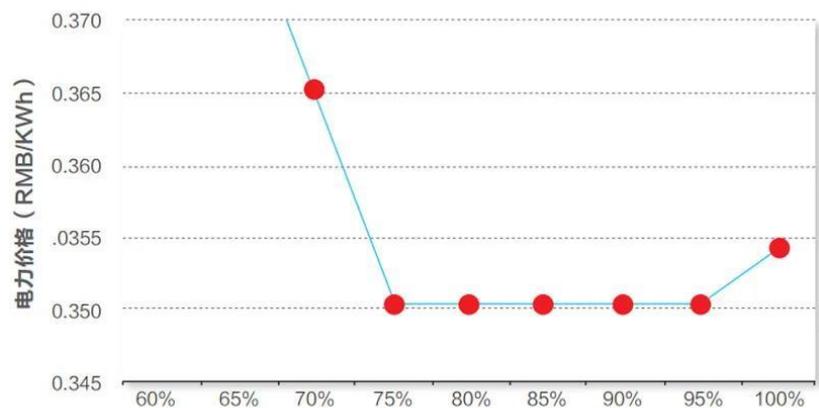
数据来源：卓尔德环境研究（北京）中心

另一方面，由于目前只有发电企业参与市场，免费额度的多少就至关重要。“如果免费配额很高，只需要释放很有限的减排潜力，企业通过减排、增加发电量实现利润最大化；如果免费配额接近了其减排的物理极限，那么无论碳价格上升到多高，由于缺乏减排潜力，碳市场将无法实现平衡。因此，碳市场价格在某些区间之外，可能会快速上涨，对减排成本高度敏感。”张树伟说。

卓尔德环境研究（北京）中心对碳市场中碳价与电价的变化进行了模拟情景测算。在发放排放总量75%配额的情况下，市场形成了200元/吨的碳价格。但是，机组并不会在很大程度上通过减少发电量减少排放，因此电力价格几乎不会上涨。



数据来源：卓尔德环境研究（北京）中心



数据来源：卓尔德环境研究（北京）中心

但是如果随着配额发放的收紧，免费额度逐渐逼近机组的最大减排潜力。那么碳价会陡然上升，电力价格也会随之增加。特别是在电力需求没有大幅度减少的情况下，机组也无法通过减少发电量来满足排放限额。

在现行碳排放权交易市场和发电企业配额分配制度下，部分机组的度电碳成本可能高于度电利润。在这种情况下，一方面碳价格会下降，另一方面电力供给相应减少，会出现电价上涨的趋势。一旦价格逆转，机组会再度开机，碳价与电价最终实现动态平衡。

多项研究成果显示，在目前乃至未来一段时间，在配额免费发放的方式下，预计碳价很难突破200元/吨。2019年，全国单位火电发电量二氧化碳排放约838克/千瓦时。以200元/吨的碳价计算，度电碳成本大约是0.1676元。但考虑到至少75%的免费碳排放额度，实际上0.1676元/度的碳成本会被均摊掉很多，实际度电碳成本只有不到0.04元/度。当然，这一测算是基于电价完全没有传导下的情况。

“目前来看，全国碳市场的启动大于约束。”上述专家说，“尽快地让各个行业进入碳交易市场、熟悉碳交易，远比立刻对重点行业实行严格的碳排放限制更为重要。”

武魏楠 能源杂志 2021-02-23

碳中和目标宜分省推进

“中国要在2060年前实现碳中和的目标。这是一个全国的大概念，但如果分解到各个省，压力是完全不同的，责任也不一样。比如北京、四川、青海、内蒙古，这几个省区市就天差地别，如果笼统地混为一谈，责任界定就会模糊不清。所以，我国更适宜走分省碳中和的道路。”在全国碳中和的大目标下，如何稳扎稳打、步步推进，中国科学院院士、青海大学校长王光谦有着自己的思考。

在王光谦看来，分省的重要意义在于可以调动政府力量去主导碳中和的实施。“碳中和一方面是减排，另一方面是增汇。如何增汇？我其实并不看好单个项目的纯市场化碳交易。如果完全走市场化的道路，从经济性、商业性上来说大多数市场主体是不愿意的。”王光谦认为，一旦推行分省碳中和，碳汇交易就不再是完全自由的市场化行为。“分省碳中和是一种政府行为，而且是区域化的政府行为，不同省份地理环境不同、经济发展水平不同、支柱产业不同，省一级的行政力量最能契合当地实际去推动碳中和。”

事实上，纵观日前陆续召开的各地方两会，实现碳达峰、碳中和已经成为多个省区市未来的重点工作，已有十余个省区市在政府工作报告中进行了相应的部署。而且已经有部分省份正在探索将目标分解的思路，针对不同城市给出不同的进度。例如在福建省的政府工作报告中就提出，制定实施二氧化碳排放达峰行动方案，支持厦门、南平等地率先达峰。

同时，在各省的规划方案中，针对不同的区位条件，也提出了各具特色的行动措施。例如山西省主打煤矿绿色智能开采、煤炭分质分级梯级利用；浙江省着力开展低碳园区建设和“零碳”体系试点；海南省提出推广清洁能源汽车、推进热带雨林国家公园建设等方案；广东省则致力于发展风电、核电、氢能等清洁能源。

要因地制宜，更要心中有数。在分省碳中和的路径下，王光谦指出，“算账”实乃头等大事。“每个省现状是怎样的？排放了多少碳？每年可以减排多少碳？本省又可以中和多少碳？这是非常重要的基础工作，应该先把这些事情算清楚。”王光谦透露，目前他正在组织力量协助青海省完成相应的测算工作。“青海也许已经快要实现碳中和了，只是当地并不知道具体差了多少、差在哪里、该在哪里发力。在全国范围内，可能也有一些省份有类似的情况。如果经过系统测算，结合当地的实际，再加上一些有效的政策支持，有些省份完全可能更快、更早达成碳中和的目标。”

“账算清了，目标有了，碳交易自然而然就‘逼’出来了，跟耕地占补平衡的模式是一样的。”王光谦认为，如此催生的碳交易乃至碳中和，其实与我国现行的耕地占补平衡政策有着异曲同工之妙。

王光谦口中的“耕地占补平衡”政策，是一种耕地占用的补偿制度。建设项目占用耕地需要补充

同等数量和质量的耕地，“占一补一，占优补优”。如果某一省区后备土地资源匮乏，则可以通过资金等交易方式向资源丰富的省区购买耕地指标，由国家统一组织实施，从而实现跨省占补平衡。“东部城市化用地多，需要通过购买西部地区耕地来平衡。一亩地的占补平衡费 30 万、40 万或者更高，如何定价就要政府根据需求来确认。分省碳中和、碳交易也是同样的道理。”王光谦表示，如此，能够率先实现碳中和的省份还可以通过相应的交易机制获得一定的补偿收益。

此外，王光谦强调，在分省实现碳中和的过程中，也必须对全国碳中和有清晰的认知。“各地的时间表要明确，比如在 2035 年之前，像青海、西藏、海南等省份就要率先实现碳中和。类似福建省等生态环境处于中等位置的，可以在 2045 年左右实现碳中和。最后，在 2055 年前后，推进最后一批省份实现碳中和。分期分批，既考虑了不同省份的具体实际，也对全国范围内实现碳中和有了宏观把控。”

本报记者 姚金楠 中国能源报 2021-02-22

提前 5 年实现碳达峰，上海有何底气？

“到 2025 年，上海市碳排放总量要力争达峰。”前不久，上海市生态环境局明确提出这一目标。这一时间表，比中国承诺的“碳达峰”时间提早了 5 年。

这座常住人口超过 2400 万的超大城市，将如何制定碳排放达峰路径？就在前不久闭幕的上海两会上，记者了解到，目前上海正在制定碳排放达峰的行动方案，将加快产业结构优化调整，深化能源清洁高效利用，进一步提高生态系统碳汇能力，积极推进全国碳排放权交易市场建设，推动经济社会发展全面绿色转型。

“十三五”碳减排任务

预计超额完成

上海作为改革开放的“排头兵”，提出“较全国提前 5 年实现碳达峰”，其底气何来？

相关数据显示，目前，上海煤炭消费总量占一次能源消费结构比重已降至 31%左右，非化石能源占比超过 17%。与 2015 年相比，2019 年上海市万元 GDP 能耗累计下降 17.07%。

“十三五”期间，上海市生态环境保护规划中各项目标全面完成。主要污染物排放量显著下降，且均超额完成国家下达的减排目标。细颗粒物年均浓度为 32 微克/立方米，较 2015 年下降 36%；环境空气质量优良率为 87.2%，较 2015 年上升 11.6 个百分点。

“预计本市将超额完成国家下达的‘十三五’碳排放强度下降任务，为下一步实现碳达峰打下了很好的基础。”上海市生态环境局局长程鹏说。

作为全国七个碳交易试点之一，上海的创新碳排放交易模式也为减碳降排打下了良好基础。

“上海从 2013 年底试点碳交易，到目前为止，累计交易量 1.55 亿吨，其中上海配额交易 4500 多万吨；CCER（中国核证自愿减排量）交易约在 1.10 亿吨，总交易规模在全国位居前列，尤其 CCER 的交易量份额占比约 40%以上。”上海环境能源交易所董事长赖晓明总结说。

记者了解到，上海碳交易启动运行 7 年来，全市 300 多家控排企业，整体二氧化碳排放量下降了 7%左右，电力、石化和钢铁等碳排放大户，排放量下降幅度分别为 8.7%、12.6%和 14%。

“上海碳交易试点不仅对行业减排起到了促进作用，更重要的是极大提升了本市控排企业排放管理意识，排放管理思路从‘单纯控制’转换为‘与成本、效益挂钩’，并从设备和能源部门转向综合性管理部门，加以统筹考虑。”赖晓明说。

在程鹏看来，实施碳达峰、碳中和是上海应对国际新变局、构建新发展格局、落实新发展理念的重大战略布局。下一步，上海要善于用碳减排、碳达峰和生态环境改善来建立高质量的城市生态体系，通过减污降碳的协同治理，使上海天更蓝、地更绿、水更清。

碳达峰倒逼能源结构

优化提速

程鹏认为，对于上海而言，通过碳达峰和碳中和，推动经济社会发展全面绿色转型，尤其对能源结构的优化将产生倒逼成效。

据介绍，今后，上海将完善各部门、各领域的工作协调机制，抓紧碳达峰、碳中和工作与“十四五”能源、产业、交通、建筑等相关专项规划的衔接。

上海市信息中心绿色发展研究中心主任刘佳也于前不久称，为确保在 2025 年之前实现碳达峰，上海要深入推动低碳转型，能耗增量将主要由外来电、天然气和新能源支撑；要有序削减煤炭消费总量，严格控制油品消费增量，进一步提高新能源电力比例，城市交通加快电动化进程，工业、建筑和居民生活加大节能力度。

新能源汽车无疑是上海近期低碳发展的重点。《上海市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》已经明确，要继续深化交通运输结构调整，完善集疏运体系，优化货运场站布局，进一步发挥水运、铁路等在对外交通运输中的作用。加大新能源车推广力度，到 2025 年力争全市公交、巡游出租、邮政、环卫、公务用车等新增或更新全部选用新能源车。

减少建筑领域碳排放亦是不可忽视的重要环节。对此，同济大学机械与能源工程学院教授潘毅群建议称，上海在城区要推动新建建筑和既有建筑改造中被动式技术的大规模应用，通过更加严格的绿色建筑标准（运行标识）和超低能耗标准，大幅度提升新建建筑本体的保温性能和能效，提升既有建筑能效，达到减碳效果。同时，大力推动主动式技术，如高效制冷制热设备、高能效的制冷主机、高效热泵机组（用于供热和生活热水），以及机电自动控制系统等的推广应用。

“此外，上海还需要强化对城区（区域）的负荷准确预测技术研发和综合能源规划，着力推广应用绿色低碳的可再生能源（太阳能、风能、地热能等），通过需求响应等技术，提升区域总体能效。”潘毅群进一步强调。

打造国际碳金融中心

正当其时

程鹏同时指出，上海将大力推进绿色低碳技术开发应用和产业发展，加快推进全国碳市场建设，大力发展绿色金融，力争建成国际碳金融中心。

在程鹏看来，碳达峰和碳中和将为上海带来一系列投资机会。据清华大学估算，仅能源相关基础设施领域 2020—2050 年的累计投资需求就高达 100—138 万亿元，带动的其他节能环保产业发展更是不可估量。

上海市政协委员、普华永道亚太及中国主席赵柏基认为，上海作为国际金融中心以及长三角城市群的核心枢纽，有着发展绿色金融的先天优势，“发展绿色金融及责任投资，上海正当其时”。

记者了解到，当下，上海正将碳金融纳入到金融中心整个框架体系建设中来。在原来“上海金”“上海油”的基础上，将努力打造“上海碳”，增强上海对于全国的碳金融服务功能。

而要提前 5 年实现“碳达峰”的目标，上海亦兼具人才优势和科创优势。程鹏举例说：“上海市诸多高校和科研院所，以及国际金融中心等，均可以推动加快培育绿色发展的新动能与节能降碳环保关键技术创新，打通产业链、创新链、金融链，助力上海碳达峰目标率先兑现。”

本报记者 张胜杰 中国能源报 2021-02-22

推进“碳达峰”目标需市场和政策“两条腿”并行

中新网北京 2 月 25 日电 (刘亮)北京大学光华管理学院副教授唐遥 25 日在一场经济形势和政策展望分析会上表示，中国提出的“碳达峰”承诺既是机遇也是挑战。未来，在协调推进“碳达峰”目标时需做到市场和政策“两条腿”并行。

唐遥认为，中国提出碳达峰目标具有重要的现实意义。于国际社会而言，全球面临日益严峻的极端天气，亟需构建新的全球治理体系；于中国而言，有利于调整自身能源结构，降低能源消耗和化石能源依赖，保障国家能源安全。

在他看来，中国要实现碳达峰还存在不小挑战。一方面，重化工业在中国经济结构中仍占相对重要的位置；另一方面，降低化石能源在能源结构中的占比也是一项艰巨任务。官方数据显示，2019年煤炭消费占能源消费总量比重仍超过50%。

与此同时，中国还面临时间上的紧迫性。他强调，多数发达国家从碳达峰到碳中和之间预留了约60年的时间，但中国仅有30年。

鉴于中国各地情况不一，他认为，中国需尽快在今年开始做好相关规划，并鼓励有条件的地方可率先实现碳达峰。据不完全统计，目前已有北京、天津、山东、海南等多个省市提出了明确目标。

他建议，未来在协调推进碳达峰目标时需做到市场和政策“两条腿”并行。在市场端，利用市场化手段加速碳排放交易市场的建设，为碳排放合理定价。在政策端，通过产业政策和技术标准调整能源结构，完善碳减排相关税收制度；建立财政转移支付制度，对承担生态功能的区域给予财政支持；引导资金流向绿色发展领域，开发绿色金融产品等。

刘亮 中新网 2021-02-26

为实现“碳达峰、碳中和”目标贡献智慧和力量

习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上向国际社会作出“碳达峰、碳中和”郑重承诺，在气候雄心峰会上提出了具体目标，党的十九届五中全会、中央经济工作会议作出了相关工作部署。国家电网迅速认真贯彻党中央决策部署，组织开展深入研究，制定“碳达峰、碳中和”国家电网行动方案，明确六个方面18项重要举措，积极践行新发展理念，全力服务清洁能源发展，加快推进能源生产和消费革命。

近年来，国家电网认真贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，把推进能源转型作为根本任务，全面推动电网向能源互联网升级，有力支撑了绿色低碳发展。截至2020年底，公司经营区清洁能源发电装机7.1亿千瓦、占比42%，其中新能源发电装机4.5亿千瓦、占比26%，比2015年提高14个百分点，国家电网是世界上新能源等清洁能源发电装机接入规模最大、发展速度最快的电网。

在能源生产环节，服务新能源等清洁能源大规模开发利用。近十年，我国风电、太阳能发电等新能源发电装机年均增长33.6%，发电量年均增长34.8%，均比全球平均水平高13个百分点以上；2020年，我国煤电装机容量占总装机容量比重为49.1%，历史性降至50%以下。在能源消费环节，促进电能占终端能源消费比重不断提升。2000—2019年，全球电能占终端能源消费比重从15.4%增至19.6%；中国从10.9%增至26%、提高约15个百分点。近年来，公司累计实现替代电量8677亿千瓦时，相当于减少散烧煤4.8亿吨、减排二氧化碳8.7亿吨。

“碳达峰、碳中和”目标的提出，树立了负责任的大国形象，彰显了大国担当，为我国经济社会发展提供了动力引擎，为能源电力工业提供了“弯道超车”、抢占世界制高点的重大战略机遇。

电网连接能源生产和消费，在能源清洁低碳转型中发挥着引领作用。国家电网结合“十四五”规划，对实施“碳达峰、碳中和”进行了深入研究。“碳达峰”是基础前提，要尽早实现能源消费尤其是化石能源消费达峰；“碳中和”是最终目标，要加快清洁能源替代化石能源，通过碳捕捉、利用和封存技术，实现碳排放和碳吸收的平衡。实现“双碳”目标，关键在于推动能源清洁低碳安全高效利用，在能源供给侧构建多元化清洁能源供应体系，在能源消费侧全面推进电气化和节能提效。

国家电网将坚持系统思维，统筹发展与安全、速度与质量、成本与效益，充分发挥龙头企业引领作用，带动产业链、供应链上下游，共同推动能源电力从高碳向低碳、从以化石能源为主向以清洁能源为主转变，积极服务实现“碳达峰、碳中和”目标。当好“引领者”，充分发挥电网“桥梁”“纽带”作用，促进能源生产清洁化、能源消费电气化、能源利用高效化，推动能源电力行业尽早以较低峰值达峰；当好“推动者”，加强技术创新、机制创新、模式创新，引导绿色低碳生产生活方式，推动全社会尽快实现“碳中和”；当好“先行者”，系统梳理输配电各环节、生产办公全领域减排清单，深入挖掘减排潜力，实现企业碳排放率先达峰。重点做到“六个推动、六个着力”：

一是推动电网向能源互联网升级，着力打造清洁能源优化配置平台。推进各级电网协调发展，完善西北、东北送端和华东受端主网架结构，加大跨区输送清洁能源力度，到2025年公司经营区跨省跨区输电能力达到3亿千瓦，输送清洁能源占比达到50%。加快水电、核电并网和送出工程建设，到2030年公司经营区风电、太阳能发电总装机容量将达到10亿千瓦以上。加强“大云物移智链”等技术在能源电力领域的融合创新应用，支撑新能源发电、多元化储能、新型负荷大规模友好接入，到2025年初步建成国际领先的能源互联网。

二是推动网源协调发展和调度交易机制优化，着力做好清洁能源并网消纳。强化电网统一调度，加快构建促进新能源消纳的市场机制，积极开展风火打捆外送交易、发电权交易、新能源优先替代等多种交易方式，保障清洁能源能发尽发、能用尽用。加快抽水蓄能电站建设，持续提升电力系统调节能力，到2025年公司经营区抽水蓄能装机达到5000万千瓦。

三是推动全社会节能提效，着力提高终端消费电气化水平。大力拓展电能替代，推动交通电气化发展，深挖工业生产窑炉、锅炉替代潜力，实施乡村电气化提升工程，“十四五”公司经营区替代电量达到6000亿千瓦时。以工业园区、大型公共建筑等为重点，积极拓展用能诊断、能效提升等综合能源服务。助力国家碳市场运作，支撑全国碳市场配额测算，加强碳减排方法研究，从供给和需求双侧发力，统筹推进能源电力发展和节能减碳目标实现。

四是推动公司节能减排加快实施，着力降低自身碳排放水平。加强电网规划建设运维各环节绿色低碳技术研发，实现全过程节能、节水、节材、节地和环境保护。强化公司办公节能管理，充分利用清洁能源解决用能需求。积极参与全国碳市场建设，充分挖掘碳减排（CCER）资产。建立健全公司碳排放管理体系，培育碳市场新兴业务，形成共赢发展的专业支撑体系。

五是推动能源电力技术创新，着力提升运行安全和效率水平。针对电力系统“双高”“双峰”特点，加快电力系统安全稳定控制关键技术研发，加快特高压输电、柔性直流输电等技术装备研发，推进虚拟电厂、新能源主动支撑技术进步，研究推广有源配电网、分布式能源、终端能效提升和能源综合利用等技术装备研制。深化应用“新能源云”，全面接入煤、油、气、电等能源数据，支持碳资产管理、碳交易、绿证交易、绿色金融等新业务，服务国家智慧能源体系构建。

六是推动深化国际交流合作，着力集聚能源绿色转型最大合力。贯彻人类命运共同体理念，高水平举办能源绿色转型国际论坛，打造能源“达沃斯”，传播“能源转型、绿色发展”理念。围绕“双碳”目标，促进政府机构、行业企业、科研院所研讨交流，开门问策、集思广益，携手共创绿色发展美好未来。

推进能源绿色转型，实现“碳达峰、碳中和”，事关经济社会发展全局。需要坚持全国一盘棋，统筹好发展与安全、政府与市场、保供与节能、成本与价格，研究制定政府主导、政策引导、市场调节、企业率先、全社会共同参与的国家行动方案。要加强顶层设计，强化政策引导；发挥企业实施主体作用，推动国家方案落地；强化基础理论研究，深化技术装备创新；加强能源电力统一规划，引领行业协同发展；引导社会各界参与，形成绿色生产生活方式。

（作者为国家电网有限公司董事长、党组书记）

人民日报 2021-02-23

新一代电力系统各环节均要“适配”储能

编者按

要实现碳达峰、碳中和目标，到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量将达到12亿千瓦以上，这要求电力系统要更加灵活。与煤电灵活性改造、建设气电等调节技术手段相比，储能技术多样化，具有广阔的应用前景，如电动汽车、新能源+储能、光储充一体化等各种储能技术正加快应用到电力系统各环节。但同时，动力电池等储能细分领域小、散、乱，发展缺乏统筹规划。因此，面对构建新一代电力系统的迫切需求，储能机遇与挑战并存。

近日，记者在调研采访如何构建新一代电力系统的过程中，多位业内专家不约而同提到“要发展储能”。众所周知，随着储能技术逐渐深入应用，其在新能源并网消纳、电网运行控制等方面发挥的作用正日益显现。据预测，到2050年，我国风电、光伏发电占总装机的比例将接近70%，储能尤其是电池储能技术将应用到电力系统发、输、配、变、用、调等各个环节，有效解决高比例可再生能源的接入问题，助力构建新一代电力系统。

提升系统灵活性的可靠手段

在落实碳中和目标、保障能源安全、加快推进能源转型的背景下，“十四五”我国可再生能源将快速发展，“双高”（高比例可再生能源、高比例电力电子装备）电力系统特征日趋显著。同时，存量调节资源呈现枯竭化，转动惯量、电力和调峰平衡、频率调节、电压支撑等问题将逐渐凸显，电网安全稳定运行面临重大挑战。为提高电力系统的灵活性，在电源侧和电网侧调节手段均难以满足大规模新能源并网消纳需求的情况下，储能将极具吸引力。

“源、网、荷、储各侧将共同构建未来电力系统灵活调节资源体系，储能作为性能优异的灵活调节资源，将具有广泛的应用前景。”国网能源院新能源研究所专家胡静对记者分析，从发挥作用层面来看，储能可以更有效地满足因新能源大规模接入和用能方式升级带来的系统平衡新需求；从发展前景方面来看，传统的电力系统灵活调节电源具有一定局限性，储能是我国未来提升系统灵活性较为重要和可靠的手段；从发展优先级层面来看，储能属于提升系统灵活性的增量资源，要在充分挖掘存量资源的基础上，进行统筹开发；从发展平台层面来看，需要发挥电网的平台作用，引导电源侧、电网侧、用户侧各侧储能共同发挥作用。

对于“十四五”储能在新一代电力系统中的定位，中关村储能产业技术联盟研究经理张兴认为，短期来看，由于缺乏独立的主体身份，储能更多是和新能源、火电、用户等主体绑定在特定领域里发挥作用，应用场景也较单一。由于储能在促进新能源接入和消纳、电网安全高效运行、提高用户用电体验和经济性等电力系统的发、输、配、用等各个环节均能发挥作用，因此需从全局性、系统性、整体性上看待储能在未来电力系统中的价值。

胡静也认为：“储能产业发展不能就储能论储能，需要站在整个国民经济的高度，全面考虑系统调节资源成本的投入，统筹储能发展，使储能发挥其应有价值，又能获得收益。”

亟需解决诸多关键问题

目前，我国以电化学储能为代表的新一代非抽蓄储能发展态势强劲，储能产业发展已从技术示范进入商业化初期发展的新阶段。但同时，“在形成源网荷储协同消纳新能源的格局中，亟需技术突破。”华东电力设计院智慧能源室主任吴俊宏对记者表示，如果能快速降低新型储能技术的成本，储能将得到更广泛的应用，甚至颠覆传统电力系统模式。如果短期内还难以实现技术的显著突破，那么建立合理的源荷储协同机制就显得非常必要。

一方面，通过交易机制或需求响应机制让源荷储之间能更好地互动和平衡，提高能源利用效率和经济性；另一方面，可以将其打包为一个整体参与到电力系统的平衡运行中，以发挥更大价值，如负荷聚集商、虚拟电厂就是典型的聚集“源荷储”资源并发挥更大作用与效果的模式，而基于增量配电网或微电网的多能互补系统则可以发挥“网”的作用，进一步提升源网荷储协同优化的价值。

胡静对记者直言，未来储能快速发展需要重视多个关键问题，要统筹储能发展规划，引导储能合理布局、有序发展。我国在推动储能产业发展时应注重规划先行，从安全效益、经济效益、社会效益等角度进行综合衡量，结合“十四五”电力需求及电源发展趋势预测，考虑成本变化、环保要求等因素，在提高电力系统安全可靠性的前提下，以能耗最低、投资最优、可再生能源充分消纳等为目标，统筹不同技术类型和应用需求，测算各地区合理的储能建设时序与规模，滚动规划区域电网储能容量，引导储能有序发展。

同时，要明确储能在部分细分应用场景下的市场准入，完善交易规则。如完善新能源配置储能、共享储能、电网侧独立储能的参与电力电量交易的市场准入、调度运行管理和交易机制；推动形成电化学储能参与有偿调压、容量备用、黑启动的市场化运营规则；建立健全电能量市场、辅助服务

市场、容量市场，实现抽水蓄能电站在市场中的“长协采购+现货市场”的收入方式；推动形成聚合储能、虚拟电厂、V2G（车网互动）等电力新业态用户侧储能参与电力市场的规则。

“对于特定场景储能和抽水蓄能要考虑其公共属性，适当纳入监管范围。同时，对于特定场景储能，如保障系统安全、保障输配电功能等无法从市场获利的场景，若无第三方投资建设，可通过电网公司兜底建设，并通过完善输配电价机制进行疏导。”胡静指出。

储能成本呈快速下降态势

对于未来五年储能发展的前景，业内人士均持乐观态度。据统计，截至 2020 年底，我国风电装机 2.81 亿千瓦、光伏发电装机 2.53 亿千瓦，合计达 5.34 亿千瓦，根据相关机构预测，到“十四五”末，我国风光发电累计装机规模将达 10 亿千瓦以上，波动性新能源发电量占比将超过 15%。

“根据 IEA（国际能源署）的研究结论，如果波动性可再生能源渗透率超过 15%，电力供需平衡难度更大，需系统性地提高电力系统的灵活性，而现有设施和改进运行方式难以满足这一要求，尤其是在我国缺乏成熟的电力市场的情况下，这一问题会更加突出。”张兴对记者表示，储能可为电力系统提供调频、备用、调峰、黑启动等调节能力，从目前各地区辅助服务市场规则条文来看，基本明确了储能参与辅助服务的身份，独立储能电站和联合储能电站形式均被允许参与电力辅助服务。

胡静表示，储能未来发展很大程度上取决于储能和新能源的技术经济进步性和政策机制的影响。从目前的发展趋势来看，“十四五”期间储能、光伏发电、风电仍将实现较快的技术进步和成本下降，新能源配置储能、用户侧储能、分布式光储等项目的收益水平将逐步提升，迎来规模化发展。同时，在政策机制方面，随着我国电力辅助服务市场和现货市场的市场机制逐步健全完善，除削峰填谷和需量管理外，储能可从市场上获取更多收益，将成为电力系统中最为活跃的主体之一。

张兴认为，从储能成本来看，根据 CNESA（中关村储能产业技术联盟）预测，磷酸铁锂储能的度电成本在“十四五”末将下降至 0.18-0.27 元/千瓦时，在当前基础上下降 50%以上。随着储能度电成本的快速下降，“十四五”期间，储能会呈现加速发展趋势。

科华数据股份有限公司新能源事业部副总经理曹建还表示，未来光伏+储能将创造更多更安全可靠的发电场景，同时，其具备快速响应电网调频等众多优势。

本报记者 苏南 中国能源报 2021-02-22

专访徐林：碳中和按时交卷虽难，也催生产业新机遇

自 2020 年 9 月 22 日中国在联合国大会上提出减排目标以来，中国能否在 2060 年前努力实现“碳中和”目标，是能源领域和产业界都关注的一个议题。

根据中国提出的碳排放时间表，中国的二氧化碳排放将力争于 2030 年前达到峰值，也就是“碳达峰”。此后，“降低碳排放强度”，“碳排放达峰后稳中有降”也被写入了“十四五”规划建议的重点工作中。在 2020 年末结束的中央经济工作会议上，也将做好碳达峰和碳中和列为 2021 年 8 大重点任务之一。

如今，碳达峰、碳中和已经成为了网络热词。碳达峰目标，是指中国在 2030 年前，二氧化碳的排放不再增长，达到峰值之后再慢慢减下去；碳中和目标，是指每年排放的二氧化碳，要靠节能减排等各种方式全部抵消掉，实现二氧化碳零排放。

那么，中国能否按时兑现 2030 年和 2060 年两项有关碳减排的重要目标，还有哪些难题待解？

《财经》记者就此专访了中美绿色基金董事长徐林，此前他曾长期任职于国家发改委发展规划司，参与多个五年计划的研究与起草工作。

徐林向《财经》记者表示，目前不少发达国家已经实现碳排放和经济脱钩，但中国仍处于碳排放增加阶段，尚未达到峰值。这意味着与发达国家相比，中国从“碳达峰”到“碳中和”的时间大大缩短，对中国是一个很大的挑战。

据了解，早在 2013 年中国就组织了 2050 年中国低碳发展宏观战略研究，那时已经预判，中国可以在 2025 年左右实现二氧化碳排放达峰，基于国情，对达峰做了战略估计。即煤炭消费率先达峰，为非化石能源（可再生能源加核电）或低碳能源（非化石能源加天然气）的发展留出空间；工业部门率先达峰，为其他行业特别是人民生活水平提高所增加的二氧化碳排放增加留出空间；东部地区率先达峰，为中西部地区的发展留出排放空间。同时，此前国家对《巴黎协定》自主贡献的承诺是：2030 年左右二氧化碳排放达峰，并尽早达峰。这一宣示，已经暗含了 2030 年之前可能达峰。

徐林表示，中国承诺碳减排的两个时间表，对中国经济发展也意味着新的攻坚克难和发展机遇。因为碳中和不仅仅是能源领域的事，它与产业链等方方面面都有关系，碳中和将推进中国能源结构调整、引领新技术变革创新，引导传统产业转型升级。新能源、节能环保、绿色技术创新等产业将迎来新的发展机遇。

《财经》：中国提出二氧化碳排放力争 2030 年前达到峰值，力争 2060 年前实现碳中和的目标，这一减排目标的提出将对中国经济社会发展带来哪些影响和变革？这一目标的实现难度有多大？

徐林：中国提出在 2060 年实现碳中和目标，这对中国未来经济社会的绿色低碳转型提出了很高的要求，这意味着中国在 2030 年实现碳排放达峰后，只有 30 年的时间就要实现碳中和。目前不少发达国家已实现碳排放和经济脱钩，但中国仍处于碳排放增加阶段，尚未达到峰值，中国的这一进程比现有发达国家的碳中和进程有明显的缩短，对我们来说是一个很大的压力和挑战。

以能源为例，能源是现代经济增长发动机的燃料，中国是能源消费大国，目前中国的单位 GDP 能源强度、碳排放强度水平较高，与发达国家有很大差距。碳达峰、碳中和目标的实现意味着中国在能源系统的减排面临巨大挑战。

另一方面，中国的能源消费总量还将继续增长。当前中国能源资源的人均自然禀赋明显不足。目前，人均能源消费为每年 3.2 吨标准煤，与美国人均 11 吨标准煤、俄罗斯 13 吨标准煤的水平有很大差距，只相当于能源利用效率最高的日本和德国的人均消费水平的一半多一点。

未来，随着居民人均收入水平的提高，居民消费能力提升，国人的消费行为会进一步向发达国家趋同，最终也会体现在人均能源消费水平的趋同。即便是向日本和德国趋同，中国人均能源消费还将提高约 1 倍左右。这也意味着中国能源消费总量最终会在现有基础上翻一番左右，碳排放增长势头仍然强劲，这将给中国的减排目标以及能源安全方面带来双重挑战和压力。

《财经》：碳中和目标将给中国经济发展带来哪些机遇？

徐林：碳达峰、碳中和目标的实现充满挑战，但是也蕴含着巨大的机遇，中国在产业结构、能源结构、投资结构等各方面都将发生深刻变化。

还是以能源为例，刚才讲到，预计未来中国能源消费的总量还将至少翻一番，所以今后要实现碳中和的目标，必须加快能源结构调整，提高非化石能源生产和消费的比重，也就是清洁能源、低碳能源消费的比重。此外，在节能领域，我们与发达国家也有很大差距，这意味着，未来新能源、节能环保、绿色技术创新、清洁生产等产业将迎来巨大的发展机遇。

这些领域也将带来大量的投资机会，创造更多的就业岗位。可以预见，绿色低碳发展将成为中国经济高质量发展的新动能。

《财经》：碳达峰、碳中和目标任务艰巨，有业内专家分析，中国要在 2030 年前实现碳达峰，重中之重便是布局“十四五”，只有在“十四五”提高政策力度，才能保障中国在 2030 年前达峰，并把峰值稳定在合理水平，从而使碳达峰到碳中和这一曲线更为平滑，并实现软着陆。您认为，“十四五”期间应该重点推进哪些工作或者作出哪些改变推动减排目标实现？

徐林：我认为落实碳达峰、碳中和工作，在“十四五”时期必须推进几大改变。

第一，需要加快调整产业结构，进一步降低高碳排放产业和高含碳产业的比重。

第二，要加快能源革命进程和能源结构调整步伐，大幅度降低化石能源生产和消费的比重，提高光伏风力发电、生物质能源和核电的比例，并在相关材料技术、氢燃料技术、储能技术、微电网技术等领域加快技术研发和突破。

第三，在城市化和城乡融合发展进程中，无论是新城新村建设还是老城老村改造，都要用碳中和理念来规划设计城乡建设和运营，包括整个城乡社区高效清洁能源体系的构建。

最后，还要尽快实施碳排放额度分配和交易制度，从电力、钢铁、建材等高排放行业起步，逐步向全行业推开，在此基础上完善碳交易制度和碳金融制度，形成正向的碳排放激励机制。

《财经》：实现碳达峰和碳中和目标，加快推进能源供给侧改革，提高清洁、零碳或低碳能源的占比是重中之重，在能源方面，我们具体需要重点做好哪些工作？

徐林：解决能源问题带来的挑战，主要是加大节能力度和优化能源结构两个方面。

在节能方面，特别要在建筑领域、制造领域、生活消费领域加大节能力度，用更有效的激励机制鼓励各类用能主体加大节能技术开发和推广应用，进一步提高国家整体的能效水平。

在优化能源结构方面，重点提高能够自给的清洁能源特别是可再生能源比重，加大对风能、光能、氢能等相关的材料技术、储能技术、智能电网等技术的研发和商业推广，提高转化效率。在此基础上，要加快推动经济社会的电气化、电动化或氢动化，推进分布式清洁能源体系建设和智慧能源互联网建设，实质性减轻对原油和天然气的持续上升的进口依赖，降低化石能源生产和消费比重。这是因为中国在风能、太阳能、核能、生物质能方面，还有较大空间通过技术和模式创新扩大低碳电力供给，这一替代不仅具有绿色低碳的减排意义，还具有降低能源对外依存度、提高能源自主安全保障能力的长远战略意义。

最后，还要加大森林碳汇的建设，与提高森林植被覆盖率结合起来推进，构建更有激励性的生态资产价值的市场化实现机制和交易机制。

能源领域的上述改变，也将有利于新发展格局的构建，提高能源领域的内循环水平。

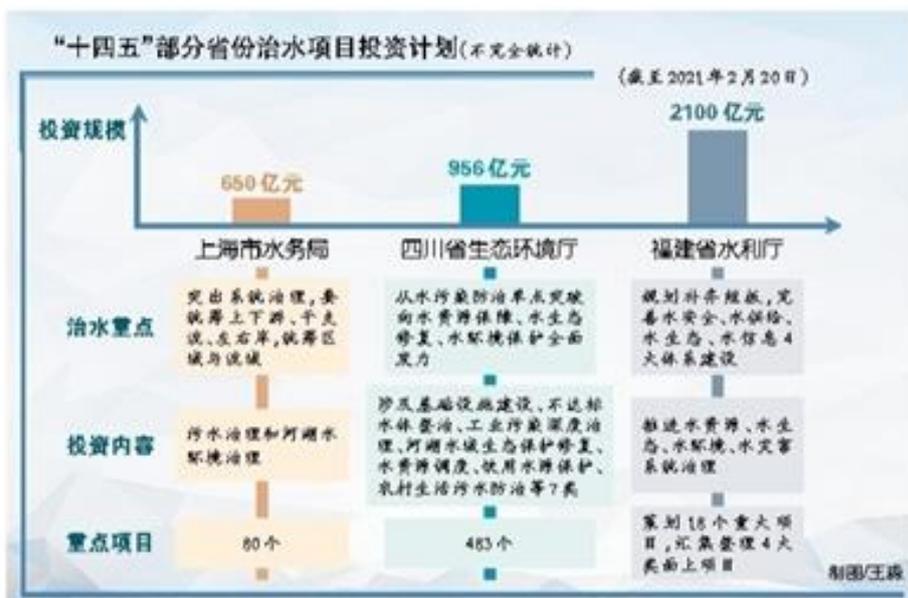
财经杂志 2021-02-19

生物质能、环保工程

“十四五”上海总投资 650 亿元治水

上海市水务局副局长周建国日前公开表示，“十四五”期间，在水环境治理方面，上海将重点推进约 80 个建设项目，总投资约 650 亿元。

那么，这些真金白银具体流向哪些项目？与“十三五”相比，“十四五”上海水环境治理的重心在哪？又有何变化？



两类治水项目，污水治理占大头

污水治理项目投资约 500 亿元，城投集团是主要投资主体

上海市水务局相关负责人告诉记者，“十四五”期间，上海水环境治理项目主要分为污水治理和河湖水环境治理两类。

污水治理项目方面，上海计划 2025 年城镇污水处理率达 99%，项目总投资约 500 亿元，投资主体主要是城投集团。

“具体污水治理项目主要包括建设竹园污水处理厂四期、泰和污水处理厂扩建、白龙港污水处理厂扩建三期等。”这位负责人说。

资料显示，竹园污水处理厂四期工程是苏州河环境综合整治四期工程的重要组成部分，建设内容包括新建规模 120 万立方米/日的污水处理厂、规模 50 万立方米的调蓄池，规模 120 吨干基/日的污泥处理中心等，总投资约 100 亿元。工程建成后，竹园片区污水处理规模将达 340 万立方米/日。

正计划扩建三期工程的白龙港污水处理厂是亚洲最大污水处理厂，位于长江口沿岸，目前日处理量达 280 万立方米/日，占全市中心城区污水总量的 1/3 以上。

同时，上海将进一步完善污水管网，完成南干线改造工程，建设竹园白龙港污水连通管和竹园石洞口污水连通管工程，以及实施合流污水一期复线及干线改造工程、一批污水及初雨调蓄设施等工程。

其中，竹园白龙港污水连通管工程今年 1 月 29 日开工，将新建长度为 19 公里、输送规模为 80 万立方米/日的污水连通管道，以及新建两座末端提升泵站，标志着上海向着深入贯彻《长江保护法》、落实长江大保护目标迈出更坚实的一步。

河湖水环境治理项目方面，2025 年上海力争主要河湖优良水体比例达 60%以上，主要包括 40 余个生态清洁小流域建设项目，覆盖全市四成左右的面积，总投资约 150 亿元，投资主体主要是市、区水行政主管部门。

“十四五”贯彻系统治理理念

从消除“劣水”到追求“好水”，注重水岸联动、“厂站网”统筹

那么，与“十三五”相比，“十四五”上海治水的重心有何变化？

上海市水务局相关负责人表示，目前，上海在水环境治理方面取得了一定成绩，但对标世界先进城市最高标准、最好水平还存在差距，主要体现在：现有污水处理设施布局不均衡、能力不匹配；中心城区三大污水片区的污水干管互连互通不足，厂站网一体化运行调度能力有待提高；部分农村生活污水处理设施建设标准低，存在设施损坏停用、处理效果不佳的现象等。

基于上海水环境治理的现状，在污水治理方面，“十三五”上海污水处理厂以提标改造为主，全市污水处理厂全部达到一级 A 及以上排放标准，净增污水处理能力约 70 万立方米/日。“十四五”期间，则要以提升污水末端处理能力、互连互通能力和削峰调蓄能力为主，预计 2025 年末新增污水处理规模超 200 万立方米/日。

而在河湖水环境治理方面，“十三五”以“消黑除劣”为主，“十四五”以提高优良水体比例为主，建设目标从消除“劣水”提升到追求“好水”，注重河湖水环境系统治理。

事实上，“十四五”上海水环境治理的策略就是突出系统治理，要统筹上下游、干支流、左右岸，统筹区域与流域。

这意味着上海将更加注重水岸联动、“厂站网”统筹、“水泥气”同治、全过程治理，河道治理从以前的单一河道治理向集中连片系统治理转变，提升河湖防汛、灌溉、生态、景观、文化等综合功能，为市民打造水清岸绿、生态宜人的滨水空间。

中国环境报 2021-02-26

污水再利用，潜力可不小

小到街边洗车店，大至城镇工业园，污水资源化利用已走入日常生活。数据显示，近年来，全国再生水利用量持续增加，目前年利用量约 100 亿立方米。污水再利用，让缺水城市有了“第二水源”。与此同时，随着用水需求和污水排放量的增加，污水利用不足的问题也日益凸显。当前，全国再生水利用量不到城镇污水排放量的 15%，可开发利用潜力巨大。

如何释放这一潜力？今年初，国家发展改革委等十部门联合出台文件，推进污水资源化利用，提出到 2025 年，全国地级及以上缺水城市再生水利用率达到 25%以上，京津冀地区达到 35%以上。如何实现这一目标？污水资源化利用面临哪些挑战？

替代常规水资源

“我们洗车用的都是再生水。”山东省济南市一家洗车店老板石方说，现在再生水水质已经完全能够满足洗车行业的需求，而且价格比直接使用自来水低了不少。

曾经黑脏臭的污水，如今“摇身一变”走进越来越多的生产生活场景中。业内人士指出，所谓污水资源化利用，主要是指污水经无害化处理达到特定水质标准，作为再生水替代常规水资源，用于工业生产、市政杂用、居民生活、生态补水、农业灌溉、回灌地下水等，以及从污水中提取其他资源和能源。

近年来，不少地方开始大力推广使用再生水。

景观水池、花园草坪、绿树环绕，仅从外面看很难想象这是一个中水处理站。此处占地 12 亩的中水站负责济南市领秀城社区约 10 万人的生活污水资源化利用，日处理量达 1 万立方米。“领秀城小区的绿化浇灌和道路喷洒全部来自中水站的中水，每天用水量在 800 至 1000 立方米。同时，片区内购物中心和酒店的保洁、冲厕用水也全部来自中水。剩余的中水则作为柏石峪泄洪沟和兴济河河道的景观补水。”中水站运营方负责人颜京柏说，据估算，仅这一个中水站一年的污水资源化处理量就相当于 3 个大明湖的水量。

在北京经济技术开发区，再生水成为不少企业的用水首选。“京东方 8.5 代生产线已百分之百采用再生水，实现了‘生产不用新水’的目标。”北京京东方显示技术有限公司副总经理顾香春算了一笔账，按照每天使用 2 万吨水计算，每年可节省自来水约 700 万吨。再生水水量稳定，水质符合要求，生产出来的超纯水符合液晶面板生产的要求，水价还要比自来水低。使用再生水后，光是用水这一项，企业每年就可节省 1000 万元左右。

北京市生态环境局日前发布的数据显示，截至 2020 年，北京市完成 142 条段黑臭水体整治，全市一类至三类水质河长较 2015 年增加 15.8 个百分点，劣五类水质河长较 2015 年下降 42.1 个百分点，再生水年利用量提高至 11.5 亿立方米。

此外，重庆市璧山区大力推进再生水用于城市市政杂用，一年利用量接近 400 万立方米；广东广州加快新建污水管网、污水厂。目前全市再生水利用率超 35%；江苏常州将江边污水处理厂的优质再生水用于生态补水，一年再生水回用超 4000 万立方米。

利用水平还不高

“中国人多水少，水资源时空分布不均，水资源短缺已成为生态文明建设和经济社会可持续发展的主要瓶颈。”中国水利水电科学研究院水资源所副所长赵勇说，根据过去 20 年城镇化率与城镇用水的相关关系，中国城镇化率每增加 1%，城镇生活用水将增加 16.7 亿立方米，如果据此规律推算，到 2030 年仅城镇生活用水就将增加 250 亿立方米。“城镇污水量大质稳，就近可取。要满足日益增长的用水需求，推进污水资源化利用至关重要。”

业内人士指出，当前多地开始加快推进污水资源化利用，但与巨大的需求和约 750 亿立方米的城镇污水排放量相比，现在不足百亿立方米的再生水利用量显然还比较低。

清华大学环境学院教授胡洪营认为，中国污水资源化利用尚处于起步阶段，发展不充分不平衡，利用水平总体不高。目前，不少现实问题困扰着污水资源化利用，如政策法规、管理机制和标准体

系不健全，再生水利用规划与设施建设欠统筹，污水资源化利用理论研究不足、科技支撑不强等。

“现在整个行业中，用中水洗车的不算多。”石方对此深有感触，中水价格虽然便宜，但目前中水的相关配套设施仍不完善，“离中水站远的门店不能直接用，需要用水车运输，这样成本就上来了，价格便没了优势。”他认为，如果未来中水管网能够像自来水管网一样普及，用起来既方便又便宜，而且环保，洗车行业的中水利用率肯定会大大提升。

胡洪营表示，目前在大多数城市，污水处理厂过于集中布局在城市下游，这种方式有利于污水收集，但是再生水利用工程往往需要建设长距离管网，将再生水输配到城市中上游地区，能耗高、经济性低；再生水储存设施缺失，再生水利用季节性波动问题没有得到重视。此外，一些城市推行的小区内或建筑物内分散式污水再生利用模式存在运维管理不到位、设施稳定运行难等问题，再生水“管对管”利用模式的公众接受度不高。

济南市城乡水务局城市节水办的工作人员此前在调查中发现，相比于学校、商场、写字楼等，住宅小区的中水利用率普遍偏低。“小区的中水一般只用于道路冲刷和绿化浇灌，使用场景偏少，这导致大量中水处理后无处可用。”上述工作人员举例说，“假如中水站处理 1 万立方米水，但小区只用 1000 立方米就够了。多出来的水没有去处，反而增加了成本，久而久之就难以维持下去了。”

建立合理水价机制

为加快推进污水资源化利用，国家发改委等 10 部门出台的《关于推进污水资源化利用的指导意见》明确提出，在城镇、工业和农业农村等领域系统开展污水资源化利用，以缺水地区和水环境敏感区域为重点，以城镇生活污水资源化利用为突破口，以工业利用和生态补水为主要途径，全面推动我国污水资源化利用实现高质量发展。

有效利用污水，处理能力和配套管网要跟上。《意见》指出，以现有污水处理厂为基础，合理布局再生水利用基础设施；重点流域、缺水地区和水环境敏感区结合当地水资源禀赋和水环境保护要求，实施现有污水处理设施提标升级扩能改造；加大城镇污水收集管网建设力度；缺水城市新建城区要因地制宜提前规划布局再生水管网。

赵勇认为，实施污水资源化利用将推动一批污水处理厂的新建和提标扩容改造，涉及再生水输水、蓄水、配水工程及新增用水项目建设，将加速污水处理基础设施建设和运维服务发展，催生规模庞大的新领域环保产业。

据有关机构测算，2025 年中国再生水规模预计将达到 8500 万立方米/日左右，未来 5 年，通过改造现有污水处理厂、新建再生水厂，有望为用于水处理的膜技术和产品等相关领域带来千亿级市场空间。

价格方面，《意见》强调，建立使用者付费制度，放开再生水政府定价，由再生水供应企业和用户按照优质优价的原则自主协商定价。对于提供公共生态环境服务功能的河湖湿地生态补水、景观环境用水使用再生水的，鼓励采用政府购买服务的方式推动污水资源化利用。

“建立合理的水价机制，充分引入市场竞争，有助于发挥水价杠杆的作用，推动产业进一步发展。”赵勇认为，同时，污水资源化利用具有鲜明的公益性特征，国家应该在项目融资、收费制度、财政补贴、政策机制等方面予以扶持。

颜京柏介绍，领秀城社区中水站通过 PPP 模式投资建设，运营中暂不由开发商出钱，且前期达成协议，开发商免费使用处理后的中水，这推动企业在建设、运营中水站方面表现出较高的积极性。

国家发改委相关负责人表示，将加大中央财政资金对污水资源化利用的投入力度，支持地方政府专项债券用于符合条件的污水资源化利用建设项目，鼓励地方设计多元化的财政性资金投入保障机制，引导社会资本投入。

“此外，应强化污水资源化利用科技支撑，研发集成低成本、高性能的污废水再生处理技术、工艺和装备。”胡洪营说，同时，健全污水资源化利用标准体系，加快制定再生水生态环境利用的技术规范和风险管控标准，逐步制修订污水资源化利用分级分质标准、评价标准和监管标准等。

邱海峰 都 芑 人民日报海外版 2021-02-24

用稀土超分子笼 捕捉环境污染物

长期以来，废水、废气的排放一直是诸多环境问题中的焦点，其中有机物小分子、重金属离子及挥发胺等污染物已严重威胁到环境及人身健康，及时检测发现并预防污染物向环境中扩散成为当务之急。

科技日报记者 2 月 21 日从包头市稀土高新区获悉，“稀土超分子传感材料产业技术开发”项目正式实施。该项目将有效推动我国稀土功能材料应用技术研究开发，进一步拓展北方稀土产业链。“基于这样一种目的，我们将研发制备高灵敏和高选择性污染物传感器。”项目工程师、黑龙江大学教授李洪峰告诉记者。

稀土传感材料存在痛点

“在现有多种检测污染物的方法中，基于荧光的化学检测方法相比于其他检测方法具有更多优势，比如，操作简单、成本低廉和测试结果可靠等。荧光传感器以其灵敏度高、选择性好等优点已成为传感器领域的主要研究对象之一。但是，寻找到合适的材料构筑实用化的荧光传感器仍然面临诸多挑战。”项目负责人、包头稀土研究院高级工程师李静雅向记者介绍说。

据李洪峰介绍，稀土离子独特的电子层结构使稀土基配合物具有发射谱带较窄、色纯度高、荧光寿命较长和斯托克斯位移大等优点。这些优点可以有效克服来源于检测体系背景荧光的干扰，提高检测的灵敏度和精确度。但因要同时兼顾材料的渗透性、器件的制造工艺和性能，构筑稀土基传感材料仍面临着技术难题，因此关于稀土基配合物作为污染物检测传感器的开发较少。

发挥好传感性能，需要材料具有一定的孔隙率。然而，稀土离子较大的配位数往往会导致材料形成致密聚集体。通俗地讲，就是稀土金属有机框架虽然具有多孔和明确的通道，但其通道内的溶剂分子通常会阻碍目标分子进入，并因此导致它们与识别位点的相互作用受到限制；而若去除溶剂分子则会导致框架的崩溃。此外，较差的溶解度也让将材料制成传感器薄膜的成型难度加大。

对此，李静雅表示：“一方面传感器薄膜要容易成型，另一方面要让污染物自由进出薄膜，与薄膜内化学物质充分作用，并利用荧光强度的变化来定性和定量污染物的种类和含量，这是摆在我们面前的技术难题，很少有研究人员在这方面取得突破。”

创新材料操作简单结果可靠

在研发过程中，研发团队的灵感来源于生物酶的超分子结构，其空间的专一选择性和高效的催化性能来自于特定的识别位点和空间的限域效应。

项目团队前期在实验室以三苯胺衍生物作为面式配体，以稀土镧离子为顶点，构筑了一种具有空穴结构的稀土四面体笼超分子材料（即稀土超分子笼），该稀土超分子材料具有较好的溶解性，可以用旋涂方法制备成薄膜。

随后，技术人员结合稀土超分子笼的空间选择性、渗透性和稀土离子的特殊光谱特征，研究开发出一类新型稀土超分子材料并将其制成薄膜用于检测有机物小分子、重金属离子及挥发胺。“我们制备的稀土超分子薄膜可以弥补荧光传感不能有效对有机物小分子、重金属离子及挥发胺进行探测的问题。”李静雅说。

为了进一步检测薄膜的一些化学特性，项目研发团队还就薄膜对各种不同浓度胺/ NH_3 气体的荧光响应及检测限进行了深入研究。

技术人员将不同浓度的 NH_3 、丙胺、二丙胺、三丙胺、苜胺、苯乙胺、苯胺等气体送入装有稀土超分子薄膜的测试装置中，让稀土超分子薄膜与胺/ NH_3 气体充分作用后，测定荧光强度随胺/ NH_3 浓度变化的曲线。随后又对稀土超分子薄膜的荧光强度增加率与各种胺浓度的关系进行了研究，发现对胺类物质的检测限达到微克级。

所谓检测限，是指某一分析方法在给定的可靠程度内可以从样品中检测待测物质的最小浓度或最小量，这个微克级的检测限远低于大多数的胺类物质荧光检测器，可谓十分经济环保。

研发团队通过实验得知，该稀土超分子材料薄膜对胺类物质的响应时间为亚秒级并对胺类物质

测试具有可逆性，这一特征说明稀土超分子材料薄膜具有良好的光稳定性和化学稳定性，其在荧光传感方面具有较强的应用性。

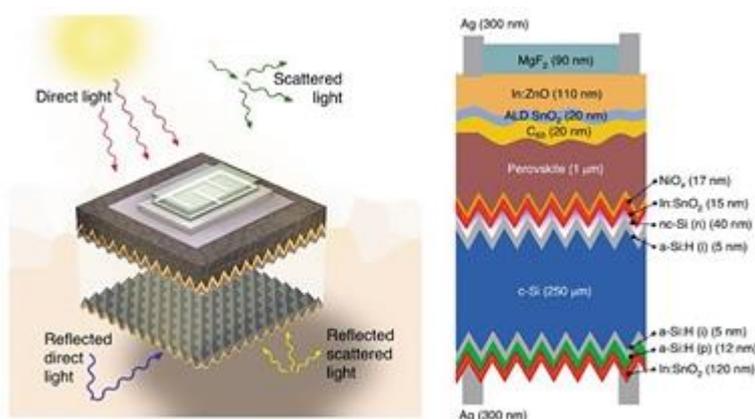
“本项目将开发出一种新型的稀土超分子传感材料，基于该材料所制得的薄膜可用于检测废水废气中的有机物小分子、重金属离子及挥发胺，能及时预防污染物向环境中扩散，该技术应用操作简单，结果可靠，对提升稀土产品的附加值意义重大。”李静雅说。

李宝乐 张景阳 科技日报 2021-02-25

太阳能

“完美优化”14种材料 使用双面串联配置 第三代太阳能电池效率显著提升

科技日报北京2月18日电 据英国《自然·能源》杂志近日发表的最新研究，一组国际联合团队报告成功制造了钙钛矿/硅双层单片电池。在室外条件下，双面串联太阳能电池实现超出任何商用硅太阳能电池板的效率。这也是首次通过实验清晰证明了双面串联装置效能优越的证据。



（基于带隙工程的高效钙钛矿/硅双层单片太阳能电池示意图。

图片来源：《自然·能源》在线版）

钙钛矿太阳能电池，是利用钙钛矿型的有机金属卤化物半导体作为吸光材料的第三代太阳能电池，具有成本低廉、光电转换效率高、商业潜力巨大等让人无法忽视的特点。

此次研究团队分析了在各种真实光照和反照率条件下，想要获得最佳电流匹配所需的钙钛矿带隙。研究中新的双面串联太阳能电池，其主体由硅层和钙钛矿层构成，同时还结合了许多其他化合物，由于最终采用了较窄的钙钛矿带隙，具有透明背电极的器件结构依赖于反照率来增强底部电池中的电流产生，增强了钙钛矿顶部电池中的电流产生。

团队进而首次报告了在单面 AM1.5G（太阳能转换系统标准测试的参考光谱）阳光的照射下，经认证的功率转换效率大于 25% 的双面串联配置，在户外实验场下，发电密度高达 26mWcm⁻² 的结果。对暴露在不同反照率下的性能进行比较后，研究团队得出了双面单片钙钛矿/硅串联太阳能电池利用环境中的漫反射光反照率，其性能优于单面钙钛矿/硅串联太阳能电池的结论。

研究人员表示，串联装置的复杂性，正是这次最主要的挑战，此次研究涉及 14 种材料，其中每一种材料都必须进行所谓“完美优化”。

尽管常规串联的太阳能电池也可以通过吸收额外波长的光转化为电能，但此次科学家们证明：使用双面串联配置，可以超过目前公认的串联配置的性能极限。这种利用传统硅基层和钙钛矿制成的另一层串联组合的新系统，不但可以搜集到更多的能量，还可以捕获许多原本被浪费掉的、从地面反射和散射的光，前所未有地增加串联太阳能电池的效能。

科技日报 2021-02-19

600W+异质结光伏组件 东方日升开创异质结高功率组件先河

近日，东方日升新能源股份有限公司（以下简称“东方日升”）宣布最新研发的高功率异质结组件，经权威第三方机构 TUV 南德实验室测试，组件最高功率达到 606.656W，将异质结组件功率最高世界纪录提升了 160W 以上，是东方日升在异质结电池组件应用技术道路上的新突破，为异质结高功率组件规模化生产的发展奠定了新的基础。

Sample No.	Voc [V]	Vmp [V]	Isc [A]	Imp [A]	Pmp [W]	FF[%]
45142610890141	39.191	35.066	18.673	17.300	606.656	82.897

据悉，东方日升此款高功率组件结合了高效异质结电池片，可通过两种不同版型设计实现，不仅具有目前主流高功率 210 组件的优势，而且兼具异质结产品高效高双面率等优势，充分体现了东方日升在光伏电池组件的实力。

作为国内率先实现异质结技术量产的制造商，2021 年，东方日升在高效异质结电池组件技术上继续发力，前期异质结电池效率量产不仅达到了 24.55%，这次又推出了超高功率异质结高效组件，开辟了异质结电池组件技术的先河，同时异质结技术也将继续成为东方日升在“十四五”光伏新时代下的利器，助其进一步开拓市场，继续保持全球领先的光伏企业地位。

东方日升副总裁黄强表示：“东方日升在异质结电池和组件的不断研究和开发，形成了一体化的异质结研究体系，积累了独有的自主研究成果。此次异质结电池组件喜人的成绩，更加坚定了东方日升对异质结组件开发的信心。我们会进一步坚定持续的探索异质结电池组件技术，推出高效低成本异质结光伏组件产品，响应国家号召，助力全球碳中和。”（仲新源）

仲新源 中国能源网 2021-02-26

多晶硅 2021“紧平衡” 2022 可能过剩

相对持续飙涨的光伏装机预期，2021 年的多晶硅料供应吃紧，但是对应 180-200 吉瓦的下游组件产能，还是平衡，是“紧平衡”，不是供不应求。

会有季节性不平衡，和结构性硅料供应松紧不一，比如高品质的致密的、供连续拉晶复投料趋紧，供多晶铸锭的非致密料就有富余。

去年四季度以来，硅业协会预警之后，协鑫、通威、特变、大全、亚硅都加紧扩产项目推进，通威的 4.5 万吨项目可能提早到今年三季度末投产，亚洲硅业的 3 万吨项目进展加快，东方希望 4 万吨新产线去年底投产后加紧稳定提产。各主要企业现有产线的去瓶颈提升也会贡献今年的增量。洛阳中硅和内蒙几个项目复产后也在现有价格支撑下保持运行，逐步提升供应。

这十几年的光伏赛跑，中国多晶硅产业基本保持了原料供应不拖后腿。多晶硅是光伏产业链中技术门槛、投资强度和安全稳定生产管理难度最高的环节。

没有 20 多亿，启动不了一个 3 万吨起点的多晶硅项目，没有技术管理团队的积累，一年时间抢不出工程，提产能、提品质、稳定生产降成本的过程漫长。现在主要玩家都玩了十多年。东方希望 2016 年启动万吨项目，记得五年前就组建了团队活跃在各种场合。

高技术门槛，加上多晶硅用途单一，光伏需求下滑时多晶硅装置停产代价大，减产成本反而上升，转产几无可能，退出成本巨大。所以这十几年来每每供应过剩跌落低谷，持续亏损时间更长，而供不应求的高光时刻总是很短暂。

多晶硅成本和价格降到原来的十分之一，十年降了 90%。很多人更多归结于低至 0.25 元的电价。其实像新特能源，大全新能源，和如今已经不存在的几十家企业，十几年前就是新疆等地区的低电价。倒是协鑫的成本全球领先时是在高电价的江苏。其实更主要的是技术。体现在技术支撑装置规模放大而能稳定高效运行，节能降耗提升，装备国产化使单位产能投资降到十分之一。

除了成本竞赛，更重要的是品质提升。现在 10 万元一吨的料，可以连续拉晶到第 8、9 根时，累积的杂质也不足以影响最后一根棒的质量。边皮料头尾料还可以回用拉晶。这是几年前 20 万元、30 万元一吨的硅料都达不到的品质。这几年硅片厚度只是从 180 微米减到 160 微米，但硅耗已经从 2012 年的 5000 吨一吉瓦，降到了 2020 年的 2780 吨一吉瓦。有晶体生长等技术提升的因素，更重要的是多晶硅品质提升，让光伏后端提升效率和降低成本有更大的进步空间。

远一点看，倒是要提防 2022 年多晶硅过剩。头部企业已经确认近 30 万吨的扩产计划，本人还接受过光伏同仁和各路资本咨询是否要加持多晶硅。再一次希望慎重决策。选择参股多晶硅龙头扩产以锁定供应不失常智之举

吕锦标 角马能源 2021-02-23

跟踪支架紧密“跟踪”210 组件，全面迎来平价时代——全球 7 大跟踪支架品牌相继宣布 210 适配性声明

近日，7 家全球领先的光伏跟踪支架制造商——Array Technologies、GameChange Solar、IDEEMATEC、Nexttracker、PVH、Soltec、天合光能相继发布了全面适配 210 超高功率组件的认证声明。这是全球支架领域的又一次全面升级，强有力地推动了整个光伏行业的产业链合作，并加快速度电成本的下降，进入平价上网时代，提升系统效率，为客户创造更大的价值。

本次发布适配 210 组件的跟踪支架品牌、适配产品及上市时间如下（按英文首字母排序）：

公司名称	品牌/产品类型	兼容组件型号	上市时间
Array Technologies Inc.	DuraTrack HZ v3	210 组件	Q1, 2021
GameChange Solar LP	GENIUS TRACKER™ 1P/ GENIUS TRACKER™ 2P	210 组件	Q1, 2021
IDEEMATEC Deutschland GmbH	H4 ^{PLUS} ™	210 组件	Q3, 2020
Nexttracker Inc.	Nexttracker 产品	210 组件	Q4, 2020
PV HARDWARE SOLUTIONS, S.L.U	Independent row: Monoline™ (all its versions 1V, 3H and 2V); Multi-row: Axone™, Axone Duo™)	210 组件	Q1, 2021
SOLTEC ENERGIAS RENOVABLES S.L.	SF7 & SF8	210 组件	Q1, 2021
天合光能	天合跟踪（开拓者/安捷）	210 组件	Q2, 2020

跟踪支架产品与 210 组件的适配，显示了全球领军跟踪支架企业对 210 组件产品高价值度的认可，以及在全方位协作、共同推进全球光伏平价应用上的支持；与超高功率 210 组件的适配也将提升跟踪支架在系统集成上的价值，实现在各种应用场景下的降本增效。低电压大电流的组件可以实现长组串设计，从而减少组串数量，降低 PV 直流线缆及相应的汇线安装的成本，进而降低度电成本，突显了 210 超高功率组件的高发电收益和低系统成本的优势。此外，210 高功率组件有助于减少组件数量，从而节省安装成本，加快工程进度；并且显著地减少阵列中连接器的数量，减小失配损耗。

除了显著提升系统价值，本次全球 7 大跟踪支架与 210 组件适配的相继声明，也进一步推动了整个行业的深度协同、合作共赢。

早在一年前，天合光能发布了首批 210 组件，开启了行业新时代。2020 年 6 月，硅片、电池、组件、逆变器、跟踪支架、材料、承包商等行业的领先厂商，以及设计院、专业研究机构和电厂共同成立了 600W+光伏开放创新生态联盟，目前联盟成员超过 66 家，形成了整个产业链完善的上下游协同机制。

2021年1月底2月初，华为、阳光电源、上能电气、SMA等世界顶级逆变器制造商全面推出支持210组件的产品 <https://www.trinasolar.com/cn/resources/newsroom/sun-02072021-1956>。本次跟踪支架与组件的完美适配是全行业共同推进的又一战略举措，进一步推动了210超高功率组件在系统端的应用。

作为光伏产业链的重要环节，逆变器和跟踪支架如今全面迈入210时代，配套协同更无缝、210产业生态更完备、客户价值更显著。

中国能源 APP 2021-02-20

光伏度电成本测算与分析

近几年光伏发电技术的成本快速下降，我国很多地区的光伏发电（大型光伏电站）的度电成本已经接近或低于当地燃煤标杆电价。本文梳理了光伏电站的成本构成，以2019年的数据为基础，测算了2019年我国光伏电站的度电成本。通过与各省燃煤标杆电价的对比，分析了我国光伏发电“平价”的现状。最后，提出了个人对新能源发电“系统成本”的思考。

1. 成本构成

光伏发电（大型光伏电站）的成本可以分为初始投资成本、运行维护成本、其他成本三大类。

（1）初始投资成本

初始投资成本是决定项目总成本的最重要因素，一般包括机组成本、建安工程成本、一次土地成本、电网接入成本等，每种成本的占比如图1所示。2007年至2019年，光伏电站的初始投资成已经下降超过90%，未来将保持缓慢下降的趋势。2019年，我国光伏发电初始投资成本约为4.3元/W。

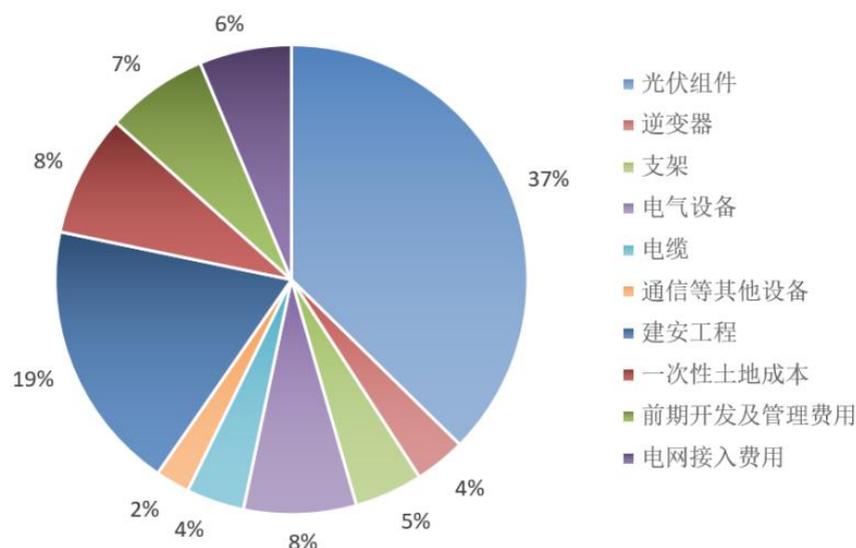


图1 光伏电站初始投资的构成

（2）运行维护成本

光伏发电的运维成本主要包括组件清洗、组件支架及基础维护、设备计划性检修、设备预防性试验等内容，不同地区的运维成本存在明显差异。据统计，目前我国光伏发电的运维成本在0.04~0.07元/W/年，未来运行维护成本基本保持稳定。

（3）其他成本

其他成本主要包括财务成本和税费成本。财务费用指融资所产生的相关费用及资金使用中产生的费用，与融资环境、政府政策相关也与建设期的长短及资金使用时间有关。

税费方面主要是企业所得税和增值税。国家对新能源发电项目有一定的税费优惠。光伏发电项目可以享受企业所得税“三免三减半”的优惠政策。自2013年起实施了阶段性的增值税“50%即征即

退”政策，但该政策已于 2018 年底到期，目前仍没有正式文件明确是否继续执行。

2. 2019 年度电成本

采用 2019 年各省光伏发电实际利用小时数，计算了各省光伏发电的度电成本，与各省燃煤标杆电价的对比如图 2 所示。位于东北或西部地区的吉林、黑龙江、四川、青海、西藏、内蒙古的度电成本已经低于本省（区）燃煤标杆电价。另外，有 8 个省（区、市）的光伏度电成本高于燃煤基准电价不足 10%，也将很快实现平价。需要说明的是，虽然一些省份光伏发电度电成本在全国已经处于较低水平，但是与当地燃煤标杆电价相比仍然没有实现平价。

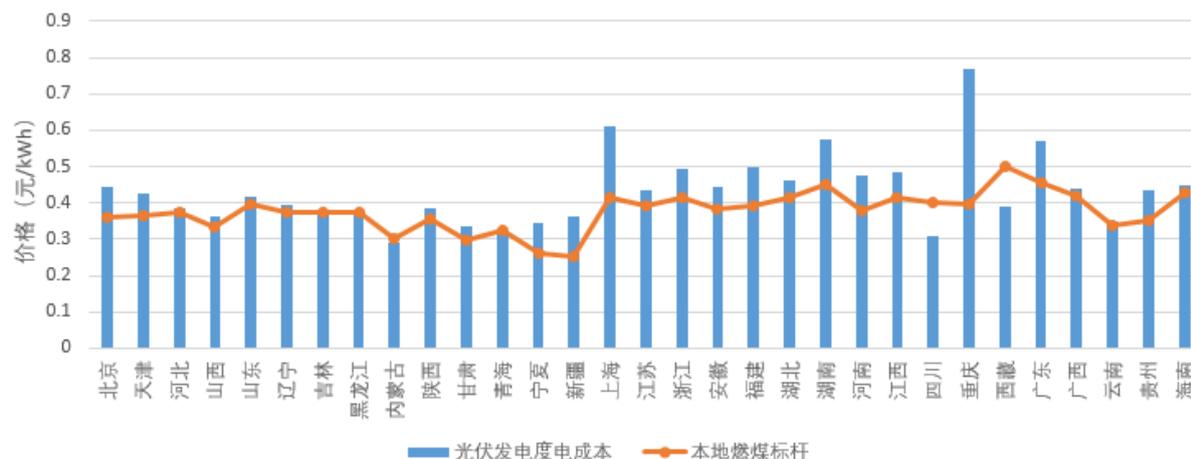


图 2 光伏发电度电成本与燃煤标杆电价对比

3. 未来趋势

未来光伏发电的初始投资仍将保持平稳下降的趋势。在初始投资中占比最大的光伏组件方面，我国目前是光伏组件的最大生产国和出口国，所以全球市场的变化对我国组件价格的影响较大。

2020 年初，新冠疫情肆虐全球，国内外光伏电站建设速度驱缓。考虑到国内外疫情爆发时间的差异，供需平衡被打破，光伏组件价格已出现 20%左右的降幅。随着疫情的好转，是否会出现光伏组件价格的较大反弹仍有待观察。

从产业链的发展来看，未来光伏组件的成本也仍有下降空间。此外，通过技术手段提高利用小时数，通过优化营商环境降低非技术成本等也是进一步降低光伏发电度电成本的有效途径。光伏等新能源平价已经是未来明确的发展趋势，据光伏行业协会预测，到 2021 年光伏发电将在全国大部分地区实现平价。

4. 个人思考

未来新能源发电技术将在我国能源电力发展中扮演越来越重要的角色。新能源发电成本的下降为此提供了有力保障。但是，随着新能源渗透率的不断提高，电网消纳能力、系统灵活性改造、电力系统惯量下降、火电机组调峰改造等问题受到广泛关注。其根本原因是，新能源发电出力具有波动性、随机性，为了保障供电的安全、可靠，需要电网和其他电源为其提供支撑。这也是世界各国发展新能源过程中必须解决的问题。

由于各国电源结构、电网形态不同，解决该问题的难度和路径也有所不同。笔者认为，解决该问题最关键的一点是，在保障新能源科学发展的前提下，需要研究如何合理分配因新能源出力波动性、随机性而引起的“系统成本”。“系统成本”指因新能源并网而必须采取的电网建设、系统灵活性改造、辅助服务等措施引起的成本。

近十几年，国外对“系统成本”已经开展了深入的研究。各国新能源发展中出现的终端电价上涨、辅助服务费用、对新能源功率预测精度的强制约束等均可认为是这“系统成本”的体现。我国在“系统成本”方面也已经进行了一定探索和研究，但目前仍有问题没有解决。我们的研究团队也正在开展相

关研究，相信未来研究成果可以支撑我国新能源发展相关政策机制的制定。

陈宁 中国电力 2021-02-19

尼日利亚将建造 200MW 光伏电站

近日，尼日利亚公司 Sunnyfred Global 与新加坡公司 B&S Power Holding PTE 签署了一项协议，旨在为三角洲阿萨马州的光伏电站提供融资和建设，该光伏电站装机容量预计为 200 兆瓦，建成后将成为西非最大的太阳能发电厂。

据悉，两家公司计划在 2021 年 2 月 25 日向新闻界介绍这一清洁能源项目。项目路线图的媒体交流和介绍将由索科托乌斯马努·丹佛迪约大学副校长、尼日利亚环境部长级技术和政策咨询委员会主席、尼日利亚能源委员会前总干事阿布巴卡尔·萨尼·桑博教授主持。

但有关该项目的一些细节已经泄露。该光伏电站将设在尼日利亚 Aniocha 的 Ashama，使用土地面积 304 公顷。这座光伏电站的投产不仅将增加尼日利亚的装机容量，还将使其电力结构多样化。

北极星电力网 2021-02-26

今年全球新增光伏装机或超 200GW，中美欧日印怎么走？

彭博社新能源财经的最新预测显示，2021 年光伏新增装机量可能会超过 200GW，成为一个创纪录的年份，可能性的范围在 160GW 至 209GW 之间。相应的，2019 年和 2020 年的新增装机量是 118GW 和 135GW。

展望未来，彭博社新能源财经给出了两个不同的发展版本。保守角度来说，2021 年新增光伏装机量可能是 160GW，2022 年和 2023 年将分别达到 163GW 和 179GW。

从更为乐观的角度看，2021 年新增装机量将突破 200GW，达到 209GW，而之后两年的新增装机量可能达 221GW 和 240GW。

2020 年影响行业发展的玻璃、硅料供应问题不会继续拖累行业，因为这些原材料供应将逐步恢复正常，大多数国家的光伏市场将在 2021 年继续增长，特别是在印度，2020 年积压的大量项目将重新启动。中国光伏市场也将继续保持增长，以实现未来“碳中和”目标。

印度市场

根据 JMK 研究预测，2021 年，印度新增光伏装机量可能达到 9.7GW，上半年并网安装量将达到 5.7GW。这项预测是基于印度 2020 年第四季度集中式、组串式逆变器 4.5GW 进口量、3GW 组件进口量来推算的。2021 年屋顶光伏装机量增长预计达到 2GW，而 2020 年是 1.17GW。

受新冠疫情影响，2020 年印度在光伏增长方面表现欠佳。该年新增装机量只有 2.6GW，比 2019 年减少了 65%。其中古吉拉特邦屋顶新增装机量是 496MW，Rajasthan 和 Tamil Nadu 分别增长了 180MW 和 154MW。

去年第四季度，印度安装了 1016MW 的太阳能，比前三季度安装总量还高出 86%。在逆变器进口方面，华为以超 1.7GW 领先其他企业，而晶科名列印度组件进口的榜首，占比为 25%。高效单晶 PERC 组件备受安装商的青睐，在第四季度占印度组件进口量的 58%。

美国市场

尽管受到新冠疫情的影响、经济萎缩也在发生，但 2020 年美国的可再生能源继续创出记录，风能和太阳能的发电容量高达 33.6GW。

根据 BNEF 彭博新能源财经和 BCSE 可持续能源商业委员会的联合报告显示，2020 年的太阳能发电量达 16.5GW，风能 17.1GW。可再生能源已占到美国总发电量的五分之一。当然，天然气还是美国最大的发电来源，达到了 41%。

EIA 预测，太阳能会在 2021 年占美国新增发电量 39.7GW 的 39%，也就是接近 16GW，其次是

风能，占比或为 31%。

美国能源信息署（EIA）发布最新能源展望报告显示，在“参考情景”（按市场趋势最可能发生的情景），2021-2050 年美国发电装机光伏装机量净增 435GW，风电装机增 114GW，燃气（油）发电装机增 375GW，核电增 2GW，其他电源增 26GW。煤电退役 111GW、天然气（油）发电退役 49GW、核电退役 29GW。

2020 年美国发电量的构成为：天然气 40%、可再生能源 21%、核电 19%、煤电 19%。在参考情景下，美国到 2050 年发电量的构成为：天然气 36%、可再生能源 42%、核电 11%、煤电 11%。也就是说，如果没有强力的政策鼓励和高水平的碳价，到 2050 年美国电力构成中，化石能源仍占 47%。

2020 年，美国的可再生能源发电比例为：风电 41%、水电 24%、太阳能 16%、地热 2%、其他 7%。2050 年，美国的可再生能源发电比例预计为：太阳能 47%、风电 34%、水电 13%、地热 2%、其他 4%。

美国养老基金和保险公司纷纷涌入新能源市场，大量投资拥有太阳能和风电场的公司。美国佛罗里达州的 NextEraEnergy 是一家私营的太阳能和风电公司，拥有 22GW 的可再生能源发电能力，最近提出了“到 2030 年在佛罗里达拥有 3000 万块新型太阳能电池板”的目标。2014 年，NextEraEnergy 的市值为 366 亿美元，而到了 2021 年 2 月，则涨到了 1624.6 亿美元。与此相反，传统国际油气巨头埃克森美孚的市值 2014 年以后一直下降，到 2021 年，公司市值只有 2014 年的一半。

欧洲市场

据 Wood Mackenzie 的报告，到 2021 年，欧洲光伏年新增装机容量将增长到 20GW。2019 年欧洲光伏装机容量就达到了 16.7GW，根据发展态势，2020 年初欧洲太阳能协会发布的欧洲光伏回顾与展望报告调整了 2021 年欧洲光伏发展的预期，认为 2021 年光伏新增装机将达到 21.9GW，接近年度光伏装机容量的历史最高纪录，即 2011 年的 22.2GW。而到了 2022 年，年度装机容量将超过最高纪录，新增 24.3GW；2023 年，更预计将达到 26.8GW。

日本市场

根据彭博社的统计显示，2020 年日本光伏装机量超过 8GW，2021 年日本市场可能继续在全球领跑，处于前 5~6 的位置。短期来看，光伏新增装机量将会有所减少。根据协鑫集成的数据显示，截至 2019 年年底，日本累计的光伏装机量为 63GW，受高额 FIT 的促使，大型地面光伏电站项目发展较为快速，户用项目也同比增加了 2.4 倍。

在去年 11 月举行的太阳能拍卖活动中，当时的最低竞标价为 0.095 美元/千瓦时。目前日本当地新政尚未确定，所以 2021 年新增装机情况还没有最终明确，短期而言 2021 年第一季度呈现良好态势，第二季度可能相比来说表现弱势一点。日本光伏项目主要集中在关东、九州、关西、中部四个区域，北海道存在大量光伏+储能项目在建，九州、东北区域市场趋于饱和。预计未来几年光储结合的形式在日本更为普遍，农光和水上光伏项目也会在政府推动下有所增加。

从 2014 年开始，日本的太阳能发电市场达到顶峰，并开始逐渐缩小。在经济产业省于 2020 年 11 月发表的资料中可以了解到，目前参与 FIT 认证的太阳能容量总计为 80GW 左右。其中进行导入的容量为 57GW，也就是说还有 23GW 的太阳能项目没有实际运作。为此该国经济产业省出台了处置措施，已有 2.08GW 的电站因没有依法运作而受到惩罚。从目前还没有进行运作的电站来看，23GW 之中，或许会有约一半的电站最终放弃进行发电项目。

中国市场

中国光伏行业协会的预测显示，2021 年国内新增装机规模或约 55GW~65GW，2020 年国内光伏装机为 48.2GW，因此今年或继续呈现增长趋势。

去年，国内的分布式新增装机占比 27%，集中式项目占比 73%。全国光伏发电量为 2605kWh，同比增幅 16.2%，光伏发电占中国总发电量的 3.5%，2020 年，全国累计光伏装机量已达 253GW。

同时，“十四五”期间国内年均的光伏新增装机规模或在 70GW~90GW 左右。

硅片市场方面，2020 年产量为 161.3GW，同比增长 19.7%。多晶硅产量是 39.2 万吨，同比增长

14.6%。电池片产量是 134.8GW，同比增长 22.2%。

组件看，去年产量为 124.6GW，同比大增 26.4%。而今年（2021 年），组件方面 50%的市场份额将可能由 210mm 和 182mm 系列的大硅片组件把持，160 到 166 尺寸的硅片组件占比将为 45%，其余 158.75 尺寸的硅片组件占比是 5%。

硅料和背板胶膜将会出现一定紧缺，但比 2020 年要好很多，各大企业也已纷纷签订长期订单（或准备签约）以求保证产品供应。

总体来说，IHS Markit 预计，今年上半年的组件价格将保持高位，在供应链状况的预期宽松政策生效并允许它们从年中开始下降之前。该咨询机构的约瑟芬·伯格(Josefin Berg)说：“一旦价格开始下降，那些已能够等待的买家就会争相购买组件。”

预计中国和美国的光伏产业仍将占主导地位，二者占全球安装量的一半以上。但是，除此之外，预计会有更多的国家做出更大的贡献。他表示，“十个最大的市场中的其他八个市场仅占全球需求的四分之一，而 2019 年为 40%。”

能源一号 2021-02-26

年增 3.24GW 仅是“起步价” 江西光伏储备项目或超 40GW

光伏等新能源的发展正改变江西以火电为主、水电为辅的能源供应格局。据了解，2015 年年底江西省新能源装机为 135 万千瓦，其中风电 67 万千瓦，光伏装机 44 万千瓦，生物质发电装机 24 万千瓦。截至 2020 年年底，江西省累计新能源装机达到 1366 万千瓦，其中风电装机 510 万千瓦、光伏发电 776 万千瓦、生物质发电 80 万千瓦，光伏发电一跃成为江西新能源主力，装机规模是 2015 年的 17.6 倍。

“十四五”光伏装机 11GW 以上步入“十四五”，江西加大光伏支持力度，根据江西省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要，到 2025 年江西风电、光伏、生物质装机分别达到 700、1100、100 万千瓦以上。这意味着，5 年里江西新增光伏装机在 324 万千瓦以上。而根据国家能源局公布的 2020 年第一批平价项目和竞价转平价项目，江西省竞价转平价项目共有 232 个，总规模 980MW。加上中广核鄱阳 500MW 光伏电站项目，江西 2020 年平价项目共有 1480MW。实际上，看中江西光伏市场的发展机遇，央国企、光伏企业纷纷提前布局，目前已有 3.5GW 项目落户。2020 年 12 月 30 日，北控清洁能源与江西省万年县人民政府订立的投资框架协议，北控清洁能源将分期投资及建设光伏农光互补示范性发电项目，潜在可发展项目规模总容量约 500MW。2020 年 12 月 31 日，国家电投江西公司与会昌县人民政府签约，将投资约 50 亿元建设 1GW 光伏项目基地。该项目计划分五年实施，2025 年达产达标后，年发电预计达 10 亿千瓦时。2021 年 1 月底，晶科科技、华能江西清洁能源有限责任公司与江西省丰城市成功签订了 2GW 光伏项目投资合作协议。除了保障装机外，江西坚持多元互补、合理布局、有序开发，发展光伏、锂电等新能源产业。加快新一代太阳能电池、新型锂离子动力电池产业化，推广“光伏+”应用，提高光伏转化效率，大力发展锂电池关键材料，培育若干国际一流企业，打造全国新能源产业重要基地，建设世界级新能源产业集聚区。

后续，江西将以宜春、新余、上饶、赣州等设区市为重点，打造赣西、赣东北、赣南三大新能源产业集聚区。加快上饶光伏国家新型工业化示范基地、新余国家硅材料及光伏应用产业化基地、宜春国家锂电新能源高新技术产业化基地等平台建设，培育形成若干特色产业集群。根据规划，到 2025 年江西新能源产业规模达 1700 亿元左右。国家电投、大唐、阳光等提前布局，27GW 入库项目+13.8GW 待论证根据江西发改委发布的《江西省发展改革委关于做好近期光伏发电工作有关事项的通知》，江西省“十四五”期间继续实施光伏发电项目分级规划管理，其中装机规模 1MW(含)以下项目由设区市级能源主管部门规划管理并组织调整，报能源局备案，装机规模 1MW 以上项目纳入省级光伏发电规划项目库管理。

2021 年 1 月 20 日，江西省能源局公布了 594 个纳入省级光伏发电规划论证项目库项目，总规

模 27.15GW，其中符合政策要求的新纳入论证库项目共 373 个、容量 20.75GW。经北极星太阳能光伏网统计，在 27.15GW 项目中，分布式光伏规模为 1.96GW，占比 7.2%，水光互补、渔光互补等项目 11.6GW，占比 42.7%。

序号	企业	项目数量：个	规模：MW	地面水面电站	分布式
1	国家电投	50	3504.47	3365.73	138.74
2	大唐	50	3130	2880	250
3	阳光电源	20	1764	1764	0
4	国家能源集团	78	1637.7	1369.2	268.46
5	华能	15	1301.78	1298.7	3.08
6	中核	7	800	800	0
7	中广核	6	700	700	0
8	晶科	13	689	58.8	630.2
9	展宇	11	620	610	10
10	华电	6	590	590	0
11	金风科技	8	564.18	530	34.18
12	联盛	13	550.7	0	550.7
13	赣能股份	31	247.46	200	47.46
14	华润	2	500	500	0
15	通威	2	500	500	0
16	江西联合能源	3	332.5	332.5	0
17	中节能	4	330	330	0
18	嘉寓集团	4	295	50	245
19	江西能源集团	11	278	20	258
20	镇江新华电	8	270	0	270
21	国阳电力	4	261.8	261.8	0
22	赛维电力	3	250	240	10
23	北京宝宜新能源	6	245	235	10
24	南京汽轮机	2	220	200	0
25	正泰	2	156	150	6
26	广东能源集团	3	128.54	0	128.54
27	金源新能源	2	110	110	0
28	特变电工	1	50	50	0
29	协鑫	2	23.4	20	3.4
30	丰城发展	3	17.85	0	17.85
31	正信光电	5	13.5	0	13.5

从电站业主属性来看，前十电站开发企业央企占据 7 席，GW 级别的有 5 家，而阳光电源在总排行中位列第三，民营企业中排名第一，晶科、展宇进入前十。

整体来看，国家电投入库项目规模最大，共有 3.5GW，其中地面、水面光伏电站 3.37GW，分布式项目 138.74MW。大唐以 3.13GW 规模位居第二，其地面、水面电站规模 28.8GW，分布式 250MW。阳光电源以 1.67GW 进入前三，(联合体项目按持股比例统计)，其中水面电站有 11 个总规模 1.13GW，地面电站 0.64GW。国家能源集团以 1.64GW 位列第四，其中分布式光伏项目 520.4MW，建设单位为国家能源集团及江西赣惠配电的合资公司。在集中式项目开发中，国家能源集团还分别与淮南矿业、阳光电源成立了合资公司共同开发水面光伏电站。华能以 1.3GW 位列第五，其中华能和广东能源集团联合开发分布式项目共计 12.85MW，以华能持股 24%计算共有 3.08MW。中核和中广核以 800MW、700MW 规模排行第六、第七，项目类型均为水面、地面电站。晶科电力以 689MW 位列第八，其分布式光伏项目规模高达 630.2MW；同为民营企业阵营的江西展宇，入库项目规模 620MW，排行第九。其中 610MW 为地面、水面光伏电站；华电以 590MW 进入第十名。在第二梯队中(11-20)，电站开发主体以民营电站开发商、地方国企以及合资公司为主。风机设备巨头金风科技共有 564.18MW 光伏项目入库，集中式光伏项目 530MW，分布式 34.18MW。联盛新能源是分布式光伏项

目开发主力之一，共有 550.7MW 分布式项目入库。赣能股份实控人为江西省国资委，经统计赣能股份申报项目规模 247.46MW，其与南昌高新区管委会联合开发分布式光伏项目 67.8MW，按 70%持股比例计算共 47.46MW。华润、通威分别有 500MW 项目入库，中节能共有 330MW 项目入库，此外嘉寓集团、镇江新华电入库规模超 200MW。除了已入库项目外，江西还有 13.8GW 待论证项目，这类项目大多支持性材料不齐全，或初步论证结论不明确以及意见为“尚不具备条件”。根据江西能源局规定，待外部建设条件改善、相关企业按申报规范补充完善支持性材料并取得明确的论证意见后，仍可申请纳入规划论证项目库。

北极星电力网 2021-02-23

日本灾后重建最大漂浮式光伏电站

法国漂浮光伏专业公司 Ciel&Terre 与京瓷集团 (Kyocera) 共同宣布，日本山仓 13.7MW 漂浮式光伏电站重建工作全面完成——早在 16 个月前，台风法茜导致该电站的一部分遭到破坏。Ciel&Terre 在一份声明中称：“山仓事件发生在 2019 年 9 月，当时千叶地区发生了 60 年来五次最强台风之一，时速最高达 207 公里。超强台风导致漂浮式光伏电站的一部分受到影响，需要重建。”

一位公司发言人表示：“形状复杂的浮岛被改成了多个较小的正方形岛屿，以避免应力集中。正方形的设计提高了安全系数。”

该公司介绍，日本经济产业省 (METI) 在事件发生后启动了调查，而他们的专家会同京瓷 TCL 太阳能公司的专家以“高度专业的方式全力配合 METI，确保充分了解事件的根本原因。” 2020 年 4 月，METI 调查确定最终的根本原因在于岛的大小和形状、应力集中荷载以及建造时所采用的安全系数。法国 Ciel & Terre 公司明确指出：“我们设计的 Hydrelion 结构是毋庸置疑的。我们也就 Hydrelion 结构的不同部分展开了客户调查，确认没有随着时间的推移而发生退化损伤。”

METI 在报告中认定事故的主要原因在于锚固失效。浮岛由 420 个锚栓固定，这些锚栓与 823 根锚泊线相连。在风暴过程中，7 个锚栓中部南端出现松动。在锚栓失效后，树脂锚杆开始崩落，因为此时风荷载分散得更加不均匀。每次有锚杆崩落时，相邻锚杆承受的荷载增加，如此引发了连锁反应。就这样，整个阵列裂成三部分。METI 也表示，电站的形状也产生了一定的影响。

虽然重建工作已经完成，但山仓漂浮式光伏电站尚未恢复商业运营。“我们将在 6 月公布最新消息。” Ciel&Terre 发言人介绍。

北极星电力网 2021-02-26

山西、宁夏、青海、山东……2021 年起这些省份要求光伏电站强配储能！

根据国家能源局数据，2020 年风、光新增装机以 120GW 创历史新高。截至 2020 年底，我国风电、光伏并网装机分别达到 2.8 亿千瓦、2.5 亿千瓦。且在国家“30·60”碳减排的宏观背景下，新能源装机仍旧充满想象空间。

然而，随着光伏、风电在整个电力系统中渗透率不断提高，新能源如何适配电网成为重中之重。其中，储能的重要性不言而喻。

由此，“十四五”开端，山西、宁夏、青海、内蒙古、贵州等多个省份发布新能源配置储能方案，光伏+储能也将成为未来光伏电站开发的主流模式。

但是，需要注意的是，当下储能的经济性仍未完善，而光伏电站配置储能的硬性要求必然给开发业主带来额外的成本增加。据业内人士核算，目前，虽然储能 EPC 中标单价比 2020 年初下降了 23%，但按光伏项目装机规模 20%、储能时间 2 小时计算，配套储能将导致企业初始投资成本提高 8%-10%。

1、山西大同

1月13日，山西省大同市人民政府发布《大同市关于支持和推动储能产业高质量发展的实施意见》，其中指出，“十四五”期间，大同市增量新能源项目全部配置储能设施，配置比例不低于5%；存量新能源项目鼓励企业分期适量配置，优先对微电网、增量配电、独立园区等具备条件的用户配置。同时文件还指定储能产品的起点标准要达到单体电芯容量280Ah及以上，循环寿命≥8000次(25℃, 0.5C 充放，容量>80%)。

2、宁夏

1月11日，宁夏自治区发改委《关于加快促进自治区储能健康有序发展的指导意见（征求意见稿）》明确指出要在新能源富集的宁东、吴忠、中卫地区先行开展储能设施建设。建设“新能源+储能”示范应用项目，并在全区推广应用；“十四五”期间，新能源项目储能配置比例不低于10%、连续储能时长2小时以上。原则上新增项目储能设施与新能源项目同步投运，存量项目在2021年底前完成储能设施投运。从2021年起，对于达到以上要求的新增新能源企业，在同等条件下优先获得风光资源开发权；对于达到以上要求的储能项目，支持参与电力辅助服务市场。

3、青海

1月18日，青海省发布《关于印发支持储能产业发展若干措施（试行）的通知》，试行稿明确要积极推进储能和可再生能源协同发展，实行“新能源+储能”一体化开发模式。新建新能源项目配置储能设备比例不低于10%、储能时长2小时以上。并对储能配比高、时间长的一体化项目给予优先支持。实行“水电+新能源+储能”协同发展模式，新建、新投运水电站同步配置新能源和储能系统，使新增水电与新能源、储能容量配比达到1:2:0.2，实现就地平衡。

此外，试行稿明确，对“新能源+储能”、“水电+新能源+储能”项目中自发自储设施所发售的省内电网电量，给予每千瓦时0.10元运营补贴，经省工业和信息化厅认定使用本省产储能电池60%以上的项目，再增加每千瓦时0.05元补贴，补贴对象为2021、2022年投产的电化学储能项目，补贴时限暂定为2021年1月1日至2022年12月31日。

4、内蒙古

1月25日，内蒙古自治区能源局印发《内蒙古自治区可再生能源电力消纳保障实施方案》，《方案》要求大力发展新能源，进一步增加可再生能源电力消纳能力，到2025年，全区可再生能源电力总量消纳责任权重力争达到25%以上，推动自治区可再生能源高质量发展。在对该区可再生能源电力消纳保障措施中指出：自治区能源局会同自治区工信厅督促各市场主体，通过配套储能设施、可调节负荷、自备机组参与调峰、火电灵活性改造等措施，提升可再生能源电力消纳能力。负荷调节电量、自备机组调峰电量、储能项目在接受电网统一调度运行管理下所发电量、风电供暖项目所用电量，全部认定为消纳可再生能源电量。

5、贵州

2020年11月24日，贵州省能源局发文要求各市(州)上报2021年光伏发电项目计划，文件要求：申报项目为集中式光伏电站，单个项目不限规模。项目选址不能与基本农田、自然保护地、生态红线等重叠，要具备送出消纳能力，经济上可行。鼓励风光互补、火光互补、水光互补等联合送出，鼓励区域内多家项目单位多个项目打捆联合送出，提升消纳能力；鼓励农光互补、林光互补、渔光互补等项目融合开发，鼓励光伏开展石漠化治理、采煤沉陷区治理，充分利用各种边坡、边沟、灰场、填埋场等，充分挖掘土地利用空间。鼓励项目配置向我省引进光伏上下游产业链企业倾斜，对2020年光伏竞价项目在2020年12月30日不具备并网条件的项目单位的申报项目不纳入计划；对光伏项目建设不够支持、企业办理手续难、土地成本严重高于我省平均水平等的地区项目不纳入计划。在送出消纳受限区域，计划项目需配备10%的储能设施。

6、湖南

2020年12月底，湖南因电力负荷大增而采取限电措施登上热搜。随后国网湖南省电力有限公司表示，“十四五”期间，全省电力部门将从电源、电网、储能建设和转移负荷等多方面综合施策，以确保全省经济社会发展得到坚实的能源支持。

其中新能源建设方面，加快推进“新能源+储能”模式，对新增风电按照装机容量 20%配置储能，新增光伏按照装机容量 10%配置储能，缓解全省电力供需矛盾。

7、山东

2021年2月19日，山东省能源局印发《2021年全省能源工作指导意见》，其中提出，建立独立储能共享和储能优先参与调峰调度机制，新能源场站原则上配置不低于 10%储能设施。全省新型储能设施规模达到 20 万千瓦左右。

在电源侧，重点推动莱州土山昊阳“光伏+储能”、国能蓬莱电厂热储能、华能黄台电厂电化学储能等项目建设；在电网侧，加快推动沂蒙、文登、潍坊和泰安二期抽水蓄能电站建设；在用户侧，重点推动煤炭领域“储能 +”应急电源、电力需求响应等场景示范应用，建成 1-2 个示范工程。

事实上，从 2020 年开始，地方各省对于光伏等新能源项目配置储能的政策支持力度已逐渐加强。以下为北极星太阳能光伏网整理 2020 年 18 省份鼓励支持新能源项目配置储能政策文件：

2019-2020年18省份支持新能源配置储能政策汇总				
制表：北极星太阳能光伏网				
序号	省份	发文日期	重点文件	相关内容
1	江西	1月13日	《江西省新能源产业高质量跨越式发展行动方案(2020—2023年)》	方案指出要推进储能市场发展。充分发挥江西省全钒液流电池及其储能系统产业基础，建设培育稳定的、与分布式新能源应用及区域智能微电网建设融合的新能源领域储能市场。支持锂电池、钒电池等二次电池在光伏、风力等新能源发电配建储能、电网调峰调频通信基站储能等多方面推广应用，开展综合性储能技术应用示范。
2	安徽	3月20日	《安徽省实施长江三角洲区域一体化发展规划纲要行动计划》	行动计划指出，将建设长三角绿色储能基地，开展风光储一体化等新能源微电网技术研发，实现分布式能源高效、灵活接入以及生产消费一体化。
3	内蒙古	3月26日	《2020年光伏发电项目竞争配置方案》	文件明确2020年内蒙古新增的光伏发电消纳空间全部通过竞争性配置的方式组织申报，重点支持在荒漠地区、采煤沉陷区、煤矿露天矿排土场建设光伏电站，支持以自发自用为主的工商业分布式电站，优先支持光伏+储能项目建设，光伏电站储能容量不低于5%、储能时长在1小时以上。
4	湖南	3月20日	《关于发布全省2020-2021年度新能源消纳预警结果的通知》	文件指出电网企业要通过加强电网建设、优化网架结构、研究储能设施建设等措施，切实提高新能源消纳送出能力，为省新能源高比例发展提供容量空间。
		4月8日	《关于组织申报2020年光伏发电平价上网项目的通知》	文件指出2020年湖南电网新增建设规模80万千瓦。2020年拟新建平价项目，单个项目规模不超过10万千瓦，鼓励同步配套建设储能设施。
5	新疆	3月25日	《新疆电网发电侧储能管理办法》	鼓励发电、售电、电力用户、独立辅助服务供应商等投资建设电储能设施，要求储能容量在10MW/20MWh以上。第十二条还指出，电储能设施根据电力调度机构指令进行充电状态的，按充电电量进行补偿，补偿标准为0.55元/kWh。
		5月6日	《关于做好2020年风电、光伏发电项目建设有关工作的通知》	文件要求各地发改委组织新能源企业参与电力市场化交易和储能设施建设，继续推进南疆光伏储能等光伏侧储能和新能源汇集集中式储能试点项目的建设。

6	吉林	4月27日	《吉林省2020年风电和光伏发电项目申报指导方案》	文件指出要重点支持带产业项目，大力支持为落户吉林储能、氢能等战略性新兴产业及装备制造等有带动作用的项目。 最终公示的项目清单中包含储能的有：吉电镇赉其100MW风电储能平价发电项目、天威（大安）新能源有限公司的大安市舍力镇风光制氢储能“源网荷储综合能源”示范项目-舍力风电三期项目、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司的乾安县200MW“光伏+储能+制氢”渔光互补扶贫项目。
7	河南	4月7日	《关于组织开展2020年风电、光伏发电项目建设的通知》	通知指出将实行新增项目与存量项目挂钩，对存量项目并网率低的区域，暂停各类新能源增量项目。在平价风电项目中，优先支持已列入以前年度开发方案的存量风电项目自愿转为平价项目，优先支持配置储能的新增平价项目。
		4月21日	《关于2020年申报平价风电和光伏发电项目电网消纳能力的报告》	文件指出，到2025年全省风电、光伏发电弃电率已超过消纳上限，无新增规模空间；同时建议2020年新纳入政府开发方案的风电、光伏项目配置足够的储能设施提高消纳能力。
8	湖北	4月15日	《关于2020年风电和光伏发电项目建设有关事项的通知》	文件指出，在落实电力送出和消纳等各项建设条件的基础上，积极推进2020年无补贴平价上网风电项目建设，申报范围包含风光互补、风光储一体化等多能互补平价项目。
		5月25日	《关于发布2020年度风电和光伏发电消纳预警结果的通知》	文件指出，七地市风电光伏发电消纳预警红色区域、2020年度不再安排新增建设项目，但同时要求加强对源网荷储的研究，鼓励社会资本投资储能技术装备研发和储能、风光储示范项目建设，对风光储项目优先配置资源和年度建设规模。
		6月8日	《关于开展2020年平价风电和光伏发电项目竞争配置工作的通知》	湖北省2020年度平价风电项目竞争配置工作方案指出风电场项目申报需填写“风电场与储能相结合”的承诺，风储项目配备的储能容量不得低于风电项目配置容量的10%，且必须与风电项目同时建成投产，以满足储能要求。优先支持风储一体化、风光互补项目。在项目配置中，对接入同一变电站的风储与光伏发电项目，优先配置风储项目。
9	辽宁	5月14日	《辽宁省光伏发电项目建设方案》	文件指出光伏风电需承诺在项目整体平价上网基础上，拿出一部分利用小时数实行低价结算（0.1元/kWh）；且低价光伏、风电项目的低价电量（0.1元/kWh）不参与东北电力辅助服务市场。
10	山西	6月2日	《关于2020年拟新建光伏发电项目的消纳意见》	文件在2020年新增光伏发电项目建设规模建议指出，建议新增光伏发电项目应统筹考虑具有一定用电负荷的全产业链项目，配备15-20%的储能，落实消纳协议。
11	山东	6月5日	《关于2020年拟申报竞价光伏项目意见的函》	文件公布了2020年山东参与竞价的光伏电站项目共计19个项目规模为97.6万千瓦，并且根据申报项目承诺，将按项目装机规模20%考虑配置储能，储能时间2小时，可以与项目本体同步分期建设。
12	福建	7月15日	《“电动福建”建设三年行动计划（2020-2022年）》	鼓励风力、光伏电站等配备储能设备，提升电能质量。加快完善电力现货市场、辅助服务市场政策体系，健全电力市场交易机制。推进一批风光储一体化、光储充一体化和储能电站项目建设，大力推动储能商业化应用。
13	河北	9月25日	《关于推进风电、光伏发电科学有序发展的实施方案（征求意见稿）》	文件指出要积极谋划分布式供能、一体化储能、智能微电网、多能互补集成优化等示范项目，支持风电光伏按10%左右比例配套建设储能设施。大力推广应用储能新技术，积极开展风光储能试点，探索商业化储能方式，逐步降低储能成本。积极推进分布式发电与能源智能微网多能互补，实现多能协同供应和能源综合梯次利用。
14	广东	9月29日	《广东省培育新能源战略性新兴产业集群行动计划（2021—2025年）》	《行动计划》提出先进储能应用工程等八大重点工程，推动电网侧储能布局，推进电源侧火电联合储能和“可再生能源+储能”发电系统建设。
15	江苏	11月	《江苏省“十四五”可再生能源发展专项规划（征求意见稿）》	鼓励建设新一代电网友好型可再生能源电站。探索在可再生能源场站侧合理配置储能设置，探索和完善的可再生能源场站侧储能市场化商业模式。通过各种类型储能技术与风电、太阳能等间歇性可再生能源的系统集成和互补利用，提高可再生能源系统的稳定性和电网友好性，推动可再生能源发电方式创新转型，积极推动多能互补能源综合利用。以风能、太阳能、生物质能等分布式可再生能源为基础，积极发展先进储能技术、信息通信技术和智能控制等技术，加强可再生能源与增量配电网、电动汽车、充电桩、氢能等融合发展，按照“因地制宜、多能互补、技术先进、机制创新”的原则，重点在消纳条件好、发展潜力大、渗透率高的地区，推进以可再生能源为主、分布式电源多元互补、与储能深度融合的新能源微电网应用示范工程、多能互补、“源网荷储一体化”等能源新业态，探索电力能源服务的新型商业运营模式，建立多源融合、供需互动、高效配置的能源生产和消费模式。
16	贵州	11月20日	《关于上报2021年光伏发电项目计划的通知》	通知指出鼓励风光互补、火光互补、水光互补等联合送出，鼓励区域内多家项目单位多个项目打捆联合送出，提升消纳能力；且在送出消纳受限区域，计划项目需配备10%的储能设施。
17	陕西	12月25日	西安市《关于进一步促进光伏产业持续健康发展的意见（征求意见稿）》	对2021年1月1日至2023年12月31日期间建成运行的光伏储能系统，项目中组件、储能电池、逆变器采用工信部相关行业规范条件公告企业产品，自项目投运次月起对储能系统按实际充电量给予投资人1元/千瓦时补贴，同一项目年度补贴最高不超过50万元。
18	西藏	2019年8月14日	《关于申报西藏自治区首批光伏储能示范项目的通知》	通知指出根据储能行动计划，为增加西藏电力系统备用容量，促进光伏消纳，依据目前光伏电站布局及消纳情况，将优先支持拉萨、日喀则、昌都已建成光伏电站侧建设储能系统，规模不超过200MW/1GWh，同时鼓励在阿里地区建设20MW光伏+120MWh储能项目，至此该文件透露的总储能规模达1.12GWh。文件指出纳入西藏首批储能示范项目清单的储能项目，与可再生能源场站作为联合体参与电网运行优化，接受电网运行调度，联合享有相应的权利与义务。

土地、电网掣肘 山西“十四五”光伏发展攻略详解

山西作为我国绝对的电力大省，“十三五”期间新能源发展成绩瞩目。“碳达峰”和“碳中和”目标对山西新能源行业发展既是挑战更是机遇。中国能建投资公司山西分公司通过对诸多和光伏未来发展相关的政府规划、行业政策、关键数据进行归纳整理，并进行分析研究，针对“土地和消纳土地资源紧缺和电网消纳困难”已经成为光伏发展最大拦路虎这一行业共识，结合新能源行业现状，对“十四五”期间山西光伏发展面临的挑战和机遇进行了详细阐述。



“十四五”期间山西光伏发展面临的挑战和机遇

“十四五”期间山西光伏发展面临的挑战和机遇



中国能源建设集团投资有限公司山西分公司

二〇二一年二月·太原



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

目录

一、前言	1
二、山西省光伏发展大事记	2
(一) 开辟光伏发电“精准扶贫”新业态	2
(二) 打造光伏发展里程碑：首个领跑者项目	2
(三) 推动光伏快速进入平价上网通道	2
(四) 促进光伏行业先进技术大发展	3
(五) 助力能源革命综合改革见初效	3
三、国土资源紧缺对光伏项目用地的影响	3
(一) 国土部门政策	3
(二) 山西省国土资源“三线”划定现状	5
(三) 光伏和国土规划的冲突及解决策略	6
1. 光伏发展和国土规划之间的冲突	6
2. 冲突解决策略	7
四、林地资源紧缺对光伏项目用地的影响	8
(一) 林业部门政策	8
(二) 山西省林业发展现状	9
(三) 光伏和林业规划的冲突及解决策略	10
1. 光伏发展和林业规划之间的冲突	10
2. 冲突解决策略	11
五、电网接入及消纳困难对光伏项目的影响	12
(一) 山西省电网及能源结构	12



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

(二) 山西省电网消纳和送出现状.....	13
(三) 山西省电网消纳和送出难题.....	13
(四) 可再生能源消纳责任目标对电网的影响	14
(五) 破解电网消纳和送出困境的方法.....	15
六、山西光伏发展的有利因素	17
(一) 战略地位无可比拟.....	17
(二) 区位优势大有可为	17
(三) 资源优势得天独厚.....	18
(四) 光伏技术进步可期.....	18
七、结论	19



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

“十四五”期间山西光伏发展面临的挑战和机遇

一、前言

“十三五”期间，山西省全面贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略，坚持把发展清洁低碳能源作为调整能源结构的主攻方向，在全国率先开展能源革命综合改革试点，推动清洁电力外送基地建设，大力发展新能源发电。光伏发电作为新能源典型代表，发展势头良好，装机规模增长率令人瞩目：2015年底，山西省光伏装机规模为113万kW；2020年底，光伏装机规模为1309万kW，增长近12倍，总规模排名全国第7。

2020年9月，习近平主席在联合国大会上宣布：中国将力争二氧化碳排放于2030年前达到峰值，2060年前实现碳中和。“30·60”目标的提出，是构建人类命运共同体的具体行动，其影响十分广泛，对我国能源体系，特别是新能源在十四五期间的发展具有重要的指导意义，光伏等可再生能源将加快成为主导能源，迎来更多发展机遇。

山西作为我国绝对的电力大省，“十三五”期间新能源发展成绩瞩目。“碳达峰”和“碳中和”目标对山西新能源行业发展既是挑战更是机遇。本文通过整理归纳诸多和光伏未来发展相关的政府规划、行业政策、关键数据，针对“土地资源紧缺和电网消纳困难”已经成为光伏发展最大拦路虎这一行业共识，结合笔者在新能源行业从业多年取得的心得体会，对



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 1 —

“十四五”期间山西光伏发展面临的挑战和机遇进行了阐述。

二、山西省光伏发展大事记

（一）开辟光伏发电“精准扶贫”新业态

2014年，山西省被国务院扶贫办和国家能源局确定为实施“光伏扶贫”的首批试点省份。山西省从临汾、大同两市选取5个贫困县作为光伏扶贫试点县。以此为起点，山西将光伏项目作为重要抓手，拉开精准扶贫的大幕。在国家政策支持、所有人员共同努力下，最终实现全省贫困县贫困村全覆盖。截至2020年山西建成5532座光伏扶贫电站，累计结算收益26.68亿元，惠及9477个村，帮扶带动56.8万贫困人口致富增收。目前，山西贫困县已全部摘帽脱贫。

（二）打造光伏发展里程碑：首个领跑者项目

2015年，山西大同被批准成为全国首个领跑者基地，总装机规模为1GW，至2016年6月30日，1GW项目全部完成并网。大同光伏“领跑者”项目，通过市场支持和试验示范，以点带面，加速技术成果向市场应用转化和推广，加快光伏发电技术进步、产业升级，加紧光伏发电成本下降、电价降低、补贴减少。

（三）推动光伏快速进入平价上网通道

2016年，山西芮城、阳泉两个领跑者基地开标。作为2016年最先开标的两个领跑者基地，在光伏标杆电价均为0.98元/kWh的情况下，最低中标电价分别达到0.61元/kWh和0.65元/kWh，在整个光伏行业引起较为强烈的轰动效应，将领跑者竞标带上一个“低价竞争”的不归路，或者说，带领



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 2 —

中国光伏快跑进入“平价上网”通道。

（四）促进光伏行业先进技术大发展

2017年，我国首个光伏技术领跑者项目落地山西长治。作为3.0版本领跑者项目，技术领跑者不单是电价的领跑，更是技术的领先和领跑。技术领跑者项目重在促进设备厂商的不断创新，推动整个成本的下降；技术领跑则意味着领跑者基地将为整个中国光伏行业赢得未来全球竞争发挥重大作用。随着中国光伏行业技术大发展，我国光伏产业已占据全球70%以上的市场份额，作为绿色可再生能源的代表，成为最靓丽的“国家名片”。

（五）助力能源革命综合改革见初效

截至“十三五”末，山西全省发电装机容量达到1.038亿千瓦，电源结构进一步优化，其中新能源发电装机容量3282.7万千瓦，占全省装机容量的31.6%。得益于山西良好的太阳能资源，山西省的光伏装机规模，一直走在全国的前列。截止2020年底，山西省光伏的装机规模为1309万kW，占全国光伏总装机的5%，在全国排名第7名。

三、国土资源紧缺对光伏项目用地的影响

（一）国土部门政策

2017年之前，国土资源部办公厅下发的《关于光伏发电用地有关事项的函》（国土资厅函〔2016〕1638号）明确规定：光伏项目可使用戈壁、荒漠、荒草地等未利用土地；对建设占用农用地的，所有用地部分均应按建设用地管理。该政策严重制约光伏项目选地用地，在整个光伏行业引起很大



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 3 —

反响，尤其是光伏扶贫作为国家确定精准扶贫产业，房前屋后选择场址建设村级扶贫光伏项目面临很大困难。光伏用地政策改革迫在眉睫，势在必行。

2017年，国土资源部、国务院扶贫办、国家能源局联合印发了《关于支持光伏扶贫和规范光伏发电产业用地的意见》（国土资规〔2017〕8号），明确使用永久基本农田以外的农用地开展光伏复合项目建设的，省级能源、国土资源主管部门商同级有关部门，在保障农用地可持续利用的前提下，研究提出本地区光伏复合项目建设要求（含光伏方阵架设高度）、认定标准，并明确监管措施，避免对农业生产造成影响。其中对于使用永久基本农田以外的耕地布设光伏方阵的情形，应当从严提出要求，除桩基用地外，严禁硬化地面、破坏耕作层，严禁抛荒、撂荒。对符合本地区光伏复合项目建设要求和认定标准的项目，利用农用地布设的光伏方阵可不改变原有土地性质。

在新的用地政策的支持下，“光伏+”项目迎来了新的发展机遇，伴随其他利好政策，光伏行业出现爆发式增长。十三五期间，各建设单位在光伏与其他产业深度结合方面进行了大量的探索。利用“光伏+”模式发展，让农、林、牧、渔的收益补贴光伏发电成本已经成为尽早实现光伏平价上网的方法之一。

以山西芮城县光伏领跑示范基地为例，该县因地制宜，积极采用“农光互补”模式，开创新能源融合化发展之路，在光伏板下种植油牡丹，实现了经济效益、社会效益、生态效



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 4 —

益的共赢，同时为沿山一代农民带来实实在在的利益。

（二）山西省国土资源“三线”划定现状

国土状况是光伏项目发展的最基础条件。在预测光伏发展前景时，首先需要对山西省土地资源，尤其是其对光伏项目的承载力有最基本的认识。

《中华人民共和国土地管理法》规定：十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地是我国的基本国策。十三五期间，山西省落实最严格的生态环境保护制度、耕地保护制度和节约用地制度，将生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界三条控制线（以下简称三线）作为调整经济结构、规划产业发展、推进经济可持续发展的首要基础条件。

国土资源“三线”的划定，对光伏项目选地用地起着至关重要的作用。根据山西国土资源厅官网公开数据，我省“三线”现状如下：

1) 山西省生态保护红线调整为 3.15 万平方公里，约占全省国土面积的 20.12%；

2) 山西省永久基本农田约 4891.52 万亩（3.26 万平方公里），永久基本农田储备区总面积约 62.62 万亩，同时考虑其他高质量农田，我省坚决守住了 5757 万亩耕地保护红线，约占全省国土面积的 24.48%。

3) 山西省初步划定城镇开发边界总面积 6418.84 平方公里，占全省国土面积的 4.09%；（为留足全省经济发展空间，山西省国土资源厅将结合“三调”成果，统一组织安排，进一步扩大城镇开发边界）。



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 5 —

综上所述，我省耕地红线、生态红线以及城镇开发边界控制线等三条红线的划定完成后，整体约占全省国土面积的50%。

（三）光伏和国土规划的冲突及解决策略

1. 光伏发展和国土规划之间的冲突

笔者从2014年开始光伏项目设计，后期从事新能源项目投资开发。光伏项目用地、选地一直都是一项非常重要的基础性任务，长期的光伏项目选地中，积累了大量的经验，也深刻体会到土地资源紧缺可能成为光伏项目发展最大拦路虎。光伏项目选地中，初步选定光伏项目建设区域后需要前往国土部门核实地类属性。常年和国土部门对接、沟通、相互配合，感受颇多，主要心得体会如下：

1) 山西耕地红线虽然只有25%左右，但考虑到山西省属于典型为黄土覆盖的山地高原，高原内部起伏不平，河谷纵横，地貌有山地、丘陵、台地、平原，山区面积占总面积的80.1%。基本上山西省少量的平原地带全部为基本农田。十四五期间，山西省境内平地上开发建设光伏项目的机会少之又少。

2) 局部县域存在“基本农田上山”现象。部分县市前期土地规划不合理，未预留足够的工业用地和城镇用地，随着城镇人口规模的不断扩大，经济规模的不断扩大，相关建设用地捉襟见肘，于是部分县市利用占补平衡本这一耕地保护制度，占优补劣、占多补少，基本农田纷纷上山下滩，甚至一块田补好多次，把占补平衡变成“数字游戏”，最终导致部分



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 6 —

原本可以建设光伏项目的荒山荒坡，最终因为土地属性为基本农田而不得已放弃。

3) 城郊的部分一般农田多数规划为各类开发区。为增强区域经济发展的动力和活力，2017年以来，全省按2%左右的国土面积规划开发区空间布局。目前，全省已批准设立省级以上工业类开发区、现代农业产业类示范区、生态文化旅游类示范区共86家，总规划面积达7186平方公里。总之，利用一般农田建设光伏复合项目的机会少之又少。

4) 生态红线的划定进一步限定了光伏项目的开发规模。“生态保护红线”是继“18亿亩耕地红线”后，另一条被提到国家层面的“生命线”。我省生态保护红线划定方案已报送生态环境部、自然资源部，自然资源部牵头正在进行评估和优化调整，相关图件没有公开。可以肯定的是，随着生态红线最终公布实施，必将对我省光伏项目用地造成重大影响。

2. 冲突解决策略

随着社会经济的不断发展，电网架构的不断投资建设，新能源消纳和送出难题会不断得到缓解甚至部分得到解决；随着新能源各种先进技术的不断推陈出新，光伏项目度电成本只会越来越低。但土地资源只会越来越少，限制因素只会越来越多。

但我们必须坚信，“3060”目标是继2013年能源局出台光伏电价后，中国光伏产业的第二次“强推动力”，必将给整个产业带来深刻的变革，并打破原有的一些桎梏。而落实“3060”目标，需要全社会共同努力，需要各部委的积极响应，可以



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 7 —

说此次目标提出，更重大的意义是为可再生能源发展定下了政府基调，各级政府也势必转变以往多是被动接受的情况，更加积极拥抱新能源。解决光伏发展和国土规划之间冲突的策略有以下三条建议：

1) 政府牵头，对省内为沉陷区、回填区、盐碱地、荒山荒坡等废地统一规划，提出相关土地支持政策，变被动为主动，全力推动光伏产业发展。贵州省作为我国光资源最差省份之一，近两年连续成为全国光伏竞价项目规模最大、建设速度最快、并网率最高的省份，其成立由省级官员挂帅，省、市、县、乡、企业五级联动的光伏项目推进联动机制，起到了关键作用。

2) 能源主管部门与其它部门之间的协同性进一步提高，大力支持农光互补、林光互补、光伏治地（盐碱地）、光伏畜牧等应用方式，统一多部门管理，制定政策注重操作性，简化审批流程，缩短投资周期，提高项目落地成功率。

3) 政府部门在制定全县土地利用总体规划时，支持光伏用地、规划光伏用地，至少能对县域内光伏用地提出指导性意见。

四、林地资源紧缺对光伏项目用地的影响

（一）林业部门政策

2015年11月，国家林业局印发了《关于光伏电站建设使用林地有关问题的通知》（林资发〔2015〕153号），文件规定：光伏电站的电池组件阵列禁止使用有林地、疏林地、未成林造林地、采伐迹地、火烧迹地，以及年降雨量400毫



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 8 —

米以下区域覆盖度高于 30% 的灌木林地和年降雨量 400 毫米以上区域覆盖度高于 50% 的灌木林地。对于森林资源调查确定为宜林地而第二次全国土地调查确定为未利用地的土地，应采用“林光互补”用地模式。

2015 年 9 月，山西省林业厅下发了《关于开展光伏发电项目使用林地改革试点的实施意见》（晋林资发〔2015〕90 号），在大同市开展光伏发电项目使用林地改革试点，有条件按地降低了灌木林地建设光伏项目的使用标准。

据统计，一期大同领跑者基地 13 个光伏项目占地面积总计 4.95 万亩，其中林业面积为 4.38 万亩，非林地 0.57 万亩。项目建成多年后，林光互补效果显著：一方面“光伏+林业”复合项目提高了土地综合利用率，另一方面光伏组件对于干旱和半干旱地区涵养水土，减少增发量有积极作用，在建设光伏发电园区后，采煤沉陷区地表植被增长，生态恢复显著，谱写了生态文明新篇章。

2020 年 12 月，山西省林业和草原局《关于停止大同市光伏发电项目使用林地改革试点的函》（晋林资发〔2020〕408 号）文件精神，决定停止大同市光伏发电项目林地改革试点。

（二）山西省林业发展现状

绿水青山就是金山银山。多年来，山西省坚持以习近平生态文明思想为指导，坚持把太行山、吕梁山生态脆弱地区作为三北工程的建设重点，将建设范围从最初的 28 个县逐步辐射到 57 个县（市、区）和 6 个省直林局，涉及面积 819.97



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 9 —

万公顷，到 2020 年底累计营造林 3544.33 万亩。2019 年底，全省森林覆盖率达 23.18%，首次超过全国平均水平。习近平总书记视察山西时指出，吕梁山不少地块开始见绿了，生态效益显现。

2021 年是“十四五”开局的关键之年。山西省将继续坚持围绕“两山七河一流域”生态修复治理布局，推动全省林草事业高质量发展，确保全年完成营造林 400 万亩。

“十四五”期间，山西将继续以太行山、吕梁山为主战场，大力探索以林权造林为主的生态修复机制，规划营造林 2000 万亩，实现全省基本绿化，森林覆盖率达到 26%，构建“三屏四群五区”林草生态建设新格局。

（三）光伏和林业规划的冲突及解决策略

1. 光伏发展和林业规划之间的冲突

相较国土资源，山西省林业规划和光伏项目用地之间的冲突更直接、更突出，原因主要有以下四点：

1) 根据山西林业和草原局官方数据，“十三五”期间山西基本保持每年完成营造林约 400 万亩，该造林速度将持续至整个“十四五”期间。用地冲突最直接的体现即为：营造林区域原土地属性多数为荒山荒坡和易林地，最适宜开发建设光伏项目，这就意味着每年新完成的营造林任务，将大量占用适宜建设光伏项目的土地资源。

2) 大同市光伏发电项目林地改革试点正式实施后，“光伏+林业”复合光伏项目发展迅速。2020 年，山西省林业和草原局决定停止该试点政策，即意味着“十三五”期间大量建设



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 10 —

光伏项目的灌木林地，从政策角度考虑，其在“十四五”期间基本难以开发利用。尤其是大同市南郊区、新荣区、大同县、天镇县、阳高县、朔州市山阴县、怀仁县、应县、朔城区、忻州市河曲县等县全部属于国家规定年均降水量 400 毫米以下地区，灌木林地开发建设光伏项目首先受到限制。

3) 部分光伏项目前期微观选地时，基本确实现场植被稀疏、林木极少，实际为荒山荒坡，但去林业局核查地类属性时发现，该区域为有林地，无法用于建设光伏项目。

4) 目前我国土地属国土部门与林地部门的双重管理现状。在实践中，国土部门和林业部门对土地性质的认定标准不同，且相关数据库没有联网合并，导致某些项目在国土部门的规划中被划为“未利用地”或“荒地”，而在林业部门的规划里则“变成”了“林地”或“宜林地”，使得用地难度大幅度增加，给光伏电站的开发建设带来严重障碍。

2.冲突解决策略

多年的光伏发展实践经验表明：“林光互补一体化”的林地改革新思路，既保证了光伏项目建设，又提升了光伏建设区域林地质量，还提高了林农收入，破解了光伏项目建设和保护绿水青山美好家园之间的矛盾，探索出一条绿色发展经济的新路。新华社的报道《羊，又回来了！》，更将光伏行业对生态的保护树立成让国人自豪的标杆。因此，解决光伏发展和林业规划之间冲突的策略有以下三条建议：

1) 期待政府大胆设想、小心求证、反复论证，规范“光伏+林业”的发展方式，依法依规支持光伏行业发展，切勿用



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 11 —

“一刀切”的政策限制光伏项目对林地的合理使用。

2) 针对占用荒山荒坡和宜林地最多的造林项目，望政府部门能够统筹规划，切实考虑光伏项目对山地生态尤其是植被的保护和修复作用，减少造林面积指标，增加建设林光互补光伏项目力度。

3) 国土资源数据与林业林地资源数据不一致，会造成两个部门诸多业务冲突，严重影响光伏项目的落地实施。望相关部门深化自然资源与林业林地数据资源共享，统一对林地的界定标准和面积统计，促进国土资源数据与林业林地资源数据一张图。

五、电网接入及消纳困难对光伏项目的影

(一) 山西省电网及能源结构

山西省是我国重要的煤炭、电力等综合能源基地，拥有世界首条商业化运行的 1000kV 特高压交流输电线路。目前，山西电网形成了以“三交一直”特高压混联大电网为核心、以 500kV“三纵四横”为骨干网架、220kV 分区环网运行、110kV 及以下电压等级覆盖全省城乡的供电网络格局。目前山西境内正在建设蒙西-晋中 1000kV 特高压通道、对晋北、晋中两座特高压站进行扩建以及对“西电东送”500 千伏通道进行调整建设，工程建成后，山西电网将成为世界上首个以特高压为主干网架的省份。

截至 2020 年末，山西全省发电装机容量达到 1.038 亿千瓦，其中火电装机 6877.6 万千瓦，水电装机 222.8 万千瓦，新能源发电装机 3282.7 万千瓦，占全省装机容量的 31.6%。



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 12 —

（二）山西省电网消纳和送出现状

山西目前正在打造全国首个能源革命综合改革试点，而建设全国电力外送基地是山西能源革命综合改革试点的重要任务。依托晋北、晋中、晋东 3 个千万千瓦级外送基地，配合国家“西电东送”和大气污染防治计划，山西已建成投运包括“三交一直”在内的 9 个外送通道、18 回线路，外送能力 3160 万千瓦，超过省调发电总装机的三分之一。

截至 2020 年末，全省新能源发电量达 424.3 亿千瓦时，占发电量的 12.5%，占全社会用电量的 18.12%；全省用电负荷达到 3643 万千瓦，净外送电量突破 1000 亿大关，达到 1053.6 亿千瓦时。

（三）山西省电网消纳和送出难题

十三五期间，山西省新能源装机规模以 31.5% 的速度增长，而省内用电负荷的年均增速仅为 7.64%，远低于新能源装机的增速。同时随着多个大型火电项目陆续并网（孟县电厂 2×100 万千瓦发电项目、保德 2×66 万千瓦超超临界发电项目、介休崇光 2×35 万千瓦超临界发电项目等），新能源消纳和送出难题逐步凸显，该现象在 2020 年国网山西电力公司给出的新建光伏项目的消纳意见中得到集中体现。

2020 年 6 月，国网山西省电力公司发文《关于 2020 年拟新建光伏发电项目的消纳意见》指出：在多种不利因素的叠加影响下，山西省一季度弃电量和弃电率持续攀升，有史以来新能源利用率首次下滑至 92.3%，考虑到不确定因素对消纳计算结果影响较大，建议 2020 年新增光伏开发建设规



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 13 —

模 80 万千瓦：平价项目 60 万千瓦、竞价项目 20 万千瓦。

相比较 2019 年国网山西省电力公司给出 300 万千瓦新能源消纳建议，2020 年新能源面临的接入和消纳压力非常大，而且可以预料，在未来较长的一段时间内，该困难会持续存在。

（四）可再生能源消纳责任目标对电网的影响

2021 年 2 月 5 日，为确保完成 2030 年非化石能源占一次能源消费比重达 25% 的目标，国家能源局对 2021 年可再生能源消纳责任权重目标和 2022-2030 年预期目标作出建议征集。

在这份《关于征求 2021 年可再生能源电力消纳责任权重和 2022—2030 年预期目标建议的函》（下称《征求建议函》）中，国家能源局提出，从 2021 年起消纳权重将从紧安排；从 2022 年开始，各地在 2021 年实际完成情况的基础上，采取年均等额增长的方式逐年提升，确保到 2030 年全国各省区达到同等消纳权重。高比例配额制的出台，为未来非水可再生能源的需求提供了保障，为未来可再生能源的消纳提供了保障。

2021 年及“十四五”期间可再生能源电力消纳保障将成为未来落实国家战略和目标最重要的机制，国家层面将逐年提升消纳责任权重目标，来发挥地方政府的积极性。与此同时，并网消纳也将从“十三五”时期的“消纳定空间”完成向“消纳支撑发展需求”角色定位的转变。



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 14 —



从国家层面的政策来看，为顺利的向平价时代过渡，国家能源局在 2019 年、2020 年相继启动的了两批平价示范项目的申报，在进入“十四五”之后，平价示范项目也将完成其历史使命。2021 年国家能源局将不会再统一发布全国平价项目名单，更多的主动权下方给地方主管部门，相应责任和压力也下方给地方主管部门，其中就包括电力公司。

可以预料，十四五期间电力公司即将面临双重压力：一方面必须按时完成国家规定的新能源发电量消纳指标，另一方面，需要持续推动送出通道的规划和建设，确保未消纳完的新能源发电量能够顺利送出。

（五）破解电网消纳和送出困境的方法

1.增加既有特高压电力通道的输出能力

2020 年 8 月 29 日，山西特高压扩建及“西电东送”500 千伏通道调整工程开工。该工程建成后，可通过晋北、晋中特高压站汇集山西网内的新增电力，增加蒙西—晋北—天津南、榆横—晋中—潍坊两条特高压通道的送电容量，向京津



增加送电 380 万千瓦，提升山西电能整体外送能力。

关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息 — 15 —

2.持续推动特高压电网规划落地

近年来，电网改革方向正在逐步利好新能源产业发展。2020年12月28日，国家电网总经理、党组书记辛保安主持召开专题会议，研究“碳达峰、碳中和”行动方案。辛保安表示，国家电网公司作为全球最大的公用事业企业和国有能源骨干企业，自觉肩负起推动能源转型和绿色发展的历史使命，推动构建清洁低碳、安全高效能源体系，为破解气候环境危机、实现可持续发展作出国网贡献。

2021年1月27日，国家电网董事长、党组书记辛保安在“达沃斯议程”对话会中表示：未来5年，国家电网公司将年均投入超过700亿美元，助力实现“碳达峰、碳中和”目标。

山西已建成“三交一直”特高压外送通道格局，连接华北、华东、华中三大区域电网，年外送电量近1000亿千瓦时。“十四五”期间，华东、华中区域能源电力需求仍保持旺盛态势，最大负荷年均增速分别为5.5%、6.4%，用电缺口将主要通过区外来电解决。目前，国网山西电力公司积极规划建设长治-南阳第二回1000千伏交流、山西-浙江±800千伏的晋电外送通道，加速推进“风光水火储一体化”和“源网荷储一体化”发展，促进山西能源资源在全国范围内的优化配置。

3.健全储能发展激励政策，加快储能在电力系统的推广应用

建设储能设施是推动构建清洁低碳、安全高效能源体系的重要举措，一方面能够显著增强电力系统运行的灵活性、稳定性和调峰能力，提高电力系统调节和消纳能力，另一方



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 16 —

面能够提高电力系统整体投资运行效率和经济效益，更好满足人民群众美好生活用电需求。目前，山西在运抽水蓄能电站占比不足 1.3%，垣曲抽水蓄能电站今年刚开工建设，储能发展远远滞后于新能源快速发展，可以说已经到非常急迫、非发展不可的时刻。

因此，进一步健全储能发展激励政策，引导电源侧储能建设，加快储能在电力系统的推广应用变得势在必行。

六、山西光伏发展的有利因素

十三五期间，山西光伏项目建设取得令人瞩目的成绩，考虑到山西发展新能源具备先天优势，未来几年，山西光伏行业必将砥砺前行，继续成就非凡。

（一）战略地位无可比拟

山西作为我国重要的能源基地，多年来为保障全国能源供应作出了突出贡献，肩负着全国能源安全的重大使命，是保障国家能源安全的基石。在未来的较长时间内，山西作为五大综合能源基地之一的战略地位不会发生变化。

“十四五”时期是山西“转型出雏型”的关键时期，山西省将深入贯彻习近平总书记作出的“全面深化改革推动经济转型发展，争当全国能源革命排头兵”重要指示精神，深入实施能源安全新战略，纵深推进能源革命综合改革试点，在清洁电力发展、清洁能源和新能源发展等方面加快蹚出转型发展新路。

（二）区位优势大有可为

山西作为中部省份之一，承接东西，连接南北，铁路、



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 17 —

公路、输电、输气立体能源输送管网基本形成，是京津冀、环渤海、中原经济区、长三角、珠三角等地区重要的能源供应基地。“十四五”期间，华东、华中区域能源电力需求仍保持旺盛态势。受环保因素制约和煤炭消费总量控制影响，华东、华中地区用电缺口将主要通过区外来电解决。山西显著的区位优势，将进一步促进山西新能源为主体的非石化能源的开发消纳。山西即将引来新能源蓬勃发展的窗口期。

（三）资源优势得天独厚

我省的光能资源十分丰富。从全国来看，除青藏高原和西北地区光能资源最丰富外，山西光资源在华北地区是一个高值区。根据国家能源局的公开数据，最近4年山西北部二类资源区的年利用小时数在1350~1570小时数之间，平均利用小时高于国家1400小时的保障小时数。已经初步具备平价光伏项目建设条件。山西南部的太阳能资源相对较差，年发电小时数仅有1200~1300小时。随着光伏技术发展和项目建设成本的不断降低，其他区域将陆续具备平价上网条件。

（四）光伏技术进步可期

“十四五”期间光伏发展将从补贴驱动转变为创新驱动。对光伏行业来说，最重要的是技术创新，通过技术进步促进产业升级和成本的持续下降，持续推动光伏发电技术的进步。

只有成本的持续下降，光伏应用的市场才会不断的增加，光伏应用的规模才能持续的扩大，光伏发电才能真正在能源革命中发挥重要的作用。从目前来看，光伏的发电仍有



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 18 —

成本下降空间。有专家提出一毛钱一度电的目标，如果该目标能够早日实现，光伏发电将与储能、氢能等新技术相结合，大大的降低全社会用能成本，深刻改变中国以及世界能源格局。山西作为历次领跑者项目的重要参与者，深刻理解技术进步对于整个行业带来革命性的变化，必将用最积极的行动拥抱新技术，促进光伏行业大发展。

七、结论

综上所述，虽然光伏发展未来仍然存在一些需要面临的挑战，但前景光明。国家的“3060”目标提出后，各级政府也势必转变过去多被动接受的情况，更加积极拥抱新能源，发展光伏所需大量土地资源的难题势必得到有效解决，新能源的消纳也将是未来十年国家电网的最重要工作。

对于光伏项目，“碳达峰、碳中和”的顶层设计不会变，电力企业能源转型、投资光伏等新能源的决心与目标不会变！“逢山开路，遇水搭桥”，光伏行业就是在不断解决各种问题中，突出重围的！山西光伏产业在“市场增长、技术进步、成本下降”等三驾马车的并驾齐驱下，一定会砥砺前行，成就非凡。



关注中国能建投资公司山西分公司微信公众号获取更多信息

— 19 —

注：文中表述仅代表中国能建投资公司山西分公司观点，欢迎同行共同探讨交流！

中能建山西分公司 北极星电力网 2021-02-22

新记录！美国光伏装机量增长 24%

日前，据《美国可持续能源实录》数据显示，2020 年美国光伏新增装机量达到了 16.5GW，同比 2019 年的 13.3GW 增加了 24%，继续保持强劲增长。



图片来源：OFweek 太阳能光伏网

据 OFweek 太阳能光伏网数据统计，16.5GW 的新增装机量，创下美国装机量新记录，此前记录为 2016 年的 13.6GW，时隔多年之后再次打破记录，让外界颇感意外。

2019 年底，美国政府正式通知联合国，要求退出应对全球气候变化的《巴黎协定》。不仅让世界震惊，同时也让美国本土的清洁能源产业备受打击，在没有政策支持的情况下，不管是风电、水电、光伏的前景都蒙上了一层阴影。

更为严峻的是，突如其来的疫情还严重影响了美国经济。据国外官方通报和国内权威媒体的报道显示，截至 2 月 22 日，美国累计确诊感染新型冠状病毒肺炎人数已达 28765423 人，2020 年全年 GDP 同比下滑 3.5%。

失去了强有力的政策支持，加上经济下滑，作为长远规划的清洁能源，肯定会首先受到冲击。据美国太阳能行业协会和伍德·麦肯锡报告显示，2020 年第二季度美国光伏市场新增光伏装机 3.5GW，环比下滑了 6%。

不过，这一情况很快就出现了好转，美国太阳能公司发布的数据显示，2020 年三季度美国新增光伏装机量已达 3.8GW，环比二季度增长了 9%。在这样的利好之下，美国太阳能行业协会和伍德·麦肯锡报告甚至预测，全年新增装机量有望达到 19GW。

当然，最终新增装机量并未达到上述预测，但依然创下了新的记录。

在新任总统拜登上台之后，不仅在近日重返《巴黎协定》，同时也多次表示会积极支持清洁能源发展，并将投资巨额资金投入技术研发，相信会让光伏迎来发展高峰。

近期，更让美国人感受颇深的是，美国德克萨斯州遭遇了突如其来的寒冷天气，导致当地电力多次被切断，甚至完全断电的情况。

据外媒报道，安装了特斯拉太阳能屋顶和 Powerwall 电池系统的家庭却并未受到严重影响，此种情况让很多居民意识到了光伏的重要性，很有可能会刺激户用光伏的安装。让光伏迎来进入高速增长。

值得一提的是，尽管美国是全球第二大的光伏市场，2020 年 16.5GW 的新增装机量也创下了新纪录，但跟我国依然存在很大差距。2020 年我国新增光伏装机量高达 48.2GW，相比 2019 年增加了 18.1GW，仅是增量就超过了美国的全年新增装机量。

OFweek 太阳能光伏网 OFweek 太阳能光伏网 2021-02-23

智能光伏助力光伏进入平价时代 未来或可联接智能家居省电

位于上海浦东的地铁龙阳路基地中，隐藏着一座“发电厂”。每天，列车从地铁车库中进进出出，车库屋顶则铺满了太阳能板，源源不断地为地铁列车提供着绿色清洁电能。



（上海龙阳路地铁车库屋顶的智能光伏）

龙阳路基地光伏发电项目由上海地铁新能源公司投资建设。据介绍，该光伏项目总面积达到 5 万平方米，相当于五六个足球场大小，项目总装机容量为 3.66 兆瓦，年均发电量约 340 万度，可节约标准煤约 1200 吨，减排二氧化碳 3390 吨。

上海地铁的光伏发电项目选择了华为光伏逆变器和智能光伏解决方案。相比传统解决方案，新方案发电量提升 2% 以上，运维效率提升 50% 以上。

2 月 22 日，上海地铁新能源有限公司光伏部负责人高俊告诉澎湃新闻，目前的光伏设备可靠性高，2019 年底并网发电以来还没有出现过因逆变器导致的故障问题。该光伏电站一年的发电量，大约可供 8 节编组的一辆 2 号线列车跑 20 万公里，相当于行驶 1560 多个来回，是绿色能源为绿色交通赋能的应用典范。

目前，上海地铁已有川杨河、治北、金桥、龙阳路、三林、富锦路、中春路、北翟路、陈太路、浦江镇等 10 个车辆基地完成了光伏发电系统并网，总装机容量合计约 24 兆瓦，年均发电量约 2300 万度。

记者了解到，上海地铁的光伏发电项目选择了华为光伏逆变器和智能光伏解决方案。所谓逆变器，是将光伏太阳能板产生的直流电转化交流电的核心电力转换设备。华为的智能光伏，是基于组串式逆变器为核心的整体解决方案，将 ICT 技术与光伏进行了融合。

相比传统解决方案，华为智能光伏总体 LCOE（度电成本）可以降低 6%，发电量提升 2% 以上，运维效率提升 50% 以上，可助力光伏全面进入平价时代。目前，华为智能光伏已在多种场景中得到应用，比如北京大兴国际机场、雄安高铁站等重大交通枢纽，再比如为宁夏荒漠化土地改良土壤、种植枸杞提供电力支持，以及渔光互补光伏电站等。

华为数字能源产品线专家严剑锋介绍，未来华为还将进一步推动光伏向光储一体化发展，致力于将光伏由辅助电力变为主力电，“今年我们还准备推出光伏和智能家居的互联，比如能告诉你什么

时候开空调和洗衣机最省电。”

2月22日，国务院发布关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见。意见提出，要提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展，因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。加快大容量储能技术研发推广，提升电网汇集和外送能力。

澎湃新闻 2021-02-23

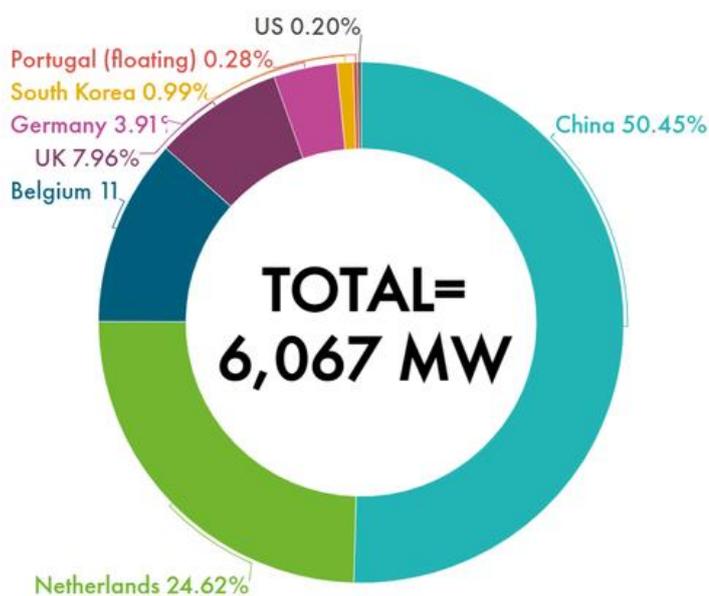
风能

2020年中国离岸风电新增装机量占全球过半

当地时间周四，全球风能理事会（Global Wind Energy Council）更新了全球离岸风电装机数据，中国以占据全球过半的新增装机发电量连续第三年成为离岸风电发展最快的国家，距离超越目前离岸风电装机量最高的英国仅一步之遥。

GWEC表示，2020年全球离岸风电总共新增6吉瓦的装机发电量，与2019年几乎持平。其中来自中国的贡献就有3.06吉瓦，排名第二的荷兰新增了1.5吉瓦的发电量。作为对比，美国仅新增了12兆瓦的离岸风电发电量（1吉瓦=1000兆瓦）。

Global annual offshore wind installations in 2020



整体而言，全球各国离岸风电装机发电量已经超过35吉瓦，其中新装机增速放缓的英国保有全球第一的10.2吉瓦离岸风电装机发电量，而中国以9.89吉瓦位列全球第二，按照增速有望在今年成为全球第一大离岸风电国家。

GWEC战略总监赵峰（Zhao Feng）在声明中表示，虽然中国在2020年初受到疫情打击，但对于离岸风电事业影响很小，从三月开始就进入了正常的业务模式。此外，亚太地区将对驱动产业增长起到愈发重要的作用，包括日本和韩国近期都发布了雄心勃勃的离岸风电计划。

财联社 2021-02-26

广东海上风电补贴政策持续引发热议

作为海上风电首个地方性补贴政策，广东省能源局日前下发的《关于促进我省海上风电有序开发及相关产业可持续发展的指导意见（征求意见稿）》（以下简称“征求意见稿”）在业内持续发酵。

“虽然地方政府出台补贴是好事，但是补贴力度太小了，难以帮助海上风电走完平价前的‘最后一公里’。”有企业对此略感失望。

补贴力度低于预期

根据征求意见稿，予以经济扶持的项目总容量不超过 4.5GW，分为 2022 年及 2023 年两年，分别按照每千瓦 1500 元、1000 元的标准进行补贴。

中国海洋工程咨询协会海上风电分会秘书长翟恩地曾以当前广东某风场为例进行测算，在项目全投资回报率为 8% 的条件下，支撑电价应为 0.72 元/千瓦时，但按照征求意见稿每千瓦 1500 元、1000 元的补贴标准核算，全生命周期度电补贴仅为 3 分钱。

中国农业机械工业协会风力机械分会常务副秘书长吕青源告诉记者，广东省出台的补贴方案，是按照一次性投资补贴并不是按电量补贴。“以风电场生命周期为 25 年进行推算，广东省补贴仅为原来国补的 1/10。”

吕青源直言，“广东省经济实力强，海上风电规划量大，业内本来对广东的补贴政策给予厚望。但现在广东的补贴力度比预期降了很多，这可能会对其他省份的补贴政策形成示范。”

能否支撑项目开发？

根据征求意见稿，广东省于 2021 年底前，“确保 13 个项目、力争 6 个项目全容量并网”。据记者梳理，截至 2020 年底，广东省共计约 32GW 的海上风电项目已获得审批（未并网），除去征求意见稿中确保 2021 年并网的 3.9GW 项目，仍有 28.1GW 的项目无法进入国家补贴目录，需要地方接棒补贴。

“关于具体补贴标准，广东省政府前期做了认真仔细的研究和测算，虽然补贴力度不及之前的国补标准，但仍能调动企业的积极性。”中国可再生能源学会风能专委会秘书长秦海岩认为，“广东省海岸线长，风资源的禀赋好，标杆电价高，过去几年积极地建设海上风电场，无论是在前期评估、勘探，还是在工程建设运维方面，都形成了良好的学习曲线，在这个补贴力度下，到底项目能不能干，最终由开发企业说了算。”

在吕青源看来，地方在进行补贴时，应以国家补贴为标准制定 5 年计划，每年降低 5 分钱补贴力度。“这样可以保证整体产业链可持续地向前发展，5 年时间内，通过全行业的共同努力，确保海上风电接近平价。”

秦海岩认为：“大家当然都希望补贴力度大点，但补贴多少算合理呢？测算的前提条件不同，边界不同，会有很大的差异。当前，技术进步和成本下降的速度比业内预期快得多，所以，根据现状得出电价无法支撑项目的结论站不住脚。”

补贴不是唯一的扶持方式

对于广东补贴政策引发的热议，秦海岩认为，行业当然希望补得越多越好，但财政也有自己的困难，不能仅盯着财政补贴，还要寻求其他的支持方式。

秦海岩建议，第一，海上风电输送线路由电网投资建设，并将成本纳入到输配电价中；第二，国开行等政策性金融机构成立海上风电发展促进基金，降低海上风电建设开发的长期贷款利率；第三，政府部门牵头负责把前期审批核准手续完成；第四，集中规模化开发，给予有能力有担当的开发商一次性 100 万千瓦以上的开发规模，可以有效降低开发成本。

翟恩地曾表示，广东省要达到平价，需通过技术创新降本增效，使得年等效发电小时数增加，投资成本和运营成本降低。以项目全投资回报率 6%、资本金回报率不低于 8% 测算，仍需降低 14% 的投资成本、降低 11% 的运维成本、年等效发电小时数提升 15%。

吕青源表示，除了给予必要的补贴外，还应在部门协调和海上风电的审批流程上下一番功夫，

营造出公平、良好的市场环境。

本报记者 韩逸飞 中国能源报 2021-02-22

厉害了，“追风人”！

你了解用风点亮灯的故事吗？

你能想象远在青海的阳光能为中原“充电”吗？

我国风能、太阳能资源丰富，但它们却像草原上的“野马”，性情不定，难以驯服。

如何驯服风光能源这匹“野马”，让风光绿能大显身手，从能源舞台的配角变为主角，成为保障国家经济社会健康发展的强大支撑，这是立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局面临的一个重大战略问题。

有这样一个团队，短短几年时间，他们突破一个个世界级难题，创造一项项世界第一。在他们的努力下，特高压直流输电成为国家战略级技术，和高铁、北斗一样，成为享誉世界的“中国名片”。

他们，是国家电网经研院直流技术攻关团队，他们被称作驯服风光野马的“追风人”。

攻下一个个世界难题，彻底摆脱“洋拐棍”

绿色、低碳是中国能源的发展方向，而服务新能源大规模开发利用，正是柔性直流输电技术的优势所在。

国网经研院作为国家电网的技术支撑单位，多年前就意识到柔性直流输电对新能源汇集送出的重要性。为了“驯服”风能、太阳能，2012年他们便开展了大量基础性研究。

当时我国在柔性直流输电技术方面没有任何经验，国外相关核心技术又严加封锁。“在接到项目任务时，攻关团队每个人心中都惴惴不安，完全没有成功的把握，有的同志提出以市场换技术的方式找外方搞技术引进，但几次接触下来，技术转让条件苛刻，我们根本无法接受。”国网经研院直流技术中心主任乐波坦言。

这支攻关团队太年轻了，刚组建时平均年龄还不到30岁。带着一股开拓创新、永不服输的拼劲，他们开始了披荆斩棘的闯关之旅。

柔性直流系统设计的第一步是确定主接线，这是系统设计的“纲”和“领”：就是确定系统采用哪些主要设备，这些设备怎么布置、怎么配合，如同家里装修要先画好电路图，确定开关、插座、照明等的位置，才能保证所有电器的用电安全和正常工作。

舟山工程是国家电网第一个商业化的柔性直流工程，也是世界首个五端柔性直流工程，主接线要比国外的两端工程复杂得多。整个工程要用的设备有上百种，每种设备又有多种型式，排列组合起来就有上千种，许多设备连见都没见过，更别说熟练使用和布置。

接到任务后，团队迅速分工，有的总结以前常规工程的设计经验，有的研究新设备的功能和特点，有的开展理论分析，有的搭建仿真模型。期间，他们提出了几十种方案，但经过反复仿真分析，都满足不了五端直流安全稳定运行的要求。

只好全部推倒，从头再来。

又经过数月的“闭关修炼”，世界首个五端柔性直流工程主接线终于完成，彻底打破了未来可能的国外知识产权限制，完全做到了自主化设计。

舟山工程后，他们又“攻下”了供电可靠性要求更高的厦门工程。“现在，外方为了提高工程可靠性，反而模仿起‘中国方案’，我们的身份也实现了从‘学生’到‘老师’的华丽转变。”乐波骄傲地说。

在没有任何资料可供借鉴的情况下，攻关团队拿下了一个又一个世界难题，实现多项技术“零”的突破，形成一套完整的柔性直流输电成套设计体系，彻底摆脱了“洋拐棍”，实现了柔性直流输电技术领域的“弯道超车”和“中国引领”。

不设权威自由发挥鼓励原创，创造12项世界第一

2020年6月29日，张北柔性直流电网工程竣工投产，来自草原的绿色动能点亮了京城的万家

灯火。张北工程不仅能够满足冬奥会的 100%清洁供电需求，还将每年向北京输送 225 亿度清洁电力，相当于北京年用电量的十分之一。

“柔性直流电网技术可以控制电能灵活转向，适应新能源的波动，是目前世界上最先进的输电技术。”乐波说，张北工程采用了我国原创、世界领先的柔性直流电网新技术，把过去不可控的风能变为可控优质电能。“工程创造了 12 项世界第一，提出了破解新能源大规模开发利用世界级难题的中国方案。”

12 项沉甸甸的世界第一，凝聚着科研人员克服重重困难、战胜层层挑战所付出的艰辛和努力。

灵活可靠消纳新能源，首先碰到的难题是要研制确保电网安全的新设备、新技术。“直流电网设计的难点在于要应对不经常发生的严重故障，解决这个问题，就必须找到能确保电网安全的‘速效救心丸’。”团队技术骨干李探博士说。

李探一毕业，就和团队一头扎入柔性直流电网的资料堆，从查公式、编程序开始，一晃就是 5 年时间。研发之初，由于相关技术在世界范围内都处于完全空白状态，没有任何经验可供借鉴，团队只能从零开始。然而正是这张“白纸”，给年轻的科研人员们提供了从理论到实践的广阔舞台。

不设权威、自由发挥、鼓励原创是团队组建时就确定的工作原则。从“半桥式换流阀+直流断路器”到“全桥式换流阀”，他们大胆假设、小心求证，从“交流耗能装置”到“直流耗能装置”，他们严谨细致、一丝不苟，经历了数月“白加黑”、“5+2”的鏖战和面红耳赤的争论，终于实现了“首台套”直流断路器和交流耗能装置的重大技术突破。

张北工程的联调试验需要依赖于“新能源”和“柔性直流电网”的真实模型，这两个高度复杂的系统，单独拿出来进行建模已经困难重重，进行联合测试更是从未有过先例。

四百多面控制屏柜，通过上万根线缆连接起来，将新能源和四座换流站组合在一起，建立起反映电网真实特性的超大规模仿真系统。仅启动一次，就要花费数小时。

“这只是迈出了平台构建的第一步。”实验室负责人厉璇介绍，“在资源条件有限的情况下，还要准确刻画复杂系统的快速变化特性，这是更加关键的一步。”

几十个新能源场站，四端柔性直流电网，包含了数十万元件，上万根光纤，对系统的实时运算能力提出了严峻挑战。为了实现实时运算，如此庞大的系统在每个毫秒都要进行几十亿次仿真计算，这俨然是一个超级计算系统，超算能力对系统配置提出了不可能达到的要求。

为了实现实时运算目标，必须另辟蹊径。“将系统和元件进行有效简化后，我们所提出的多项等值技术将仿真速度提升了近 60%，完全达到工程精度。”厉璇说。在对模型进行逐步等值的过程中，科研人员们经历了种种坎坷和失败，一个错误的脉冲信号，一个程序的细微漏洞，或一个设置不合理的参数，都容易导致系统报错或失稳奔溃。

一遍又一遍的检查设备，一次又一次的核对接线是团队每天的日常工作，一条通道调试不通就从头再来。

在团队齐心协力下，终于建立起世界首个大规模新能源柔直并网硬件在环实时仿真试验系统。

跨越千里，电力天路从规划变成现实

青海是我国清洁能源最丰富的省份之一，新能源发电量已经超过青海省全省用电负荷，亟需将大量富余的清洁电力送到上千公里之外的中东部负荷中心，变资源优势为经济优势。

特高压直流技术成熟、成本较低，在大容量远距离电能输送方面具有独特优势。因此，青海的新能源必须通过特高压直流技术进行远距离大规模消纳。然而，传统特高压直流犹如高速列车，运载量大、一站直达，而“始发站”的太阳能、风能等清洁能源就像自由出行的游客，何时出行、多少人出行均具有随机性。因此，对传统特高压技术升级改造才能更好实现对新能源的高效送出。

“能否将汇集新能源的系统电压控制稳定是工程设计的关键点。”项目负责人卢亚军向记者介绍。多年来，国网经研院直流技术攻关团队提出的“升级版”特高压技术，涵盖了多项稳定系统电压的“独门绝技”，这些措施在专门输送新能源的青海—河南（青豫）±800 千伏特高压直流工程中得到成功应用，实现了成果转化，极大提升了特高压直流对新能源送出的适应性。

换流站连接着纵横千里的直流输电线路，仿佛人体的心脏，是直流输电工程最重要的能源转换枢纽，交流和直流的变换就在这里完成。青海换流站海拔达 2900 米，是世界上海拔最高的特高压换流站，空气稀薄，设备也会“缺氧”，耐受高电压的能力大幅下降。

“我们对直流系统的过电压水平进行了上百次迭代仿真校核，优化了高海拔下均压电极设计，有效缩短了设备间的空气间隙，确保设备运行万无一失，根本上消除了设备的‘高原反应’，保证了高原换流站的运行性能与平原保持一致。”卢亚军说。

考验接踵而来。

由于风光能源不稳定，功率波动大，电网对变压器的电压调节能力要求较以往工程更高。分接开关是变压器执行电压调节功能的最核心装备，其设计一直是制约国产化的“卡脖子”技术难题。如何提高分接开关的运行可靠性，是摆在团队面前必须解决的一道难题。

科研团队深入研究了各种技术措施可能性，提出了几十种技术方案，推导了上百页分析算稿，经过反复研究论证仿真，确定了通过有效降低分接开关动作次数提高系统可靠性的技术方案，最终实现了分接开关动作次数减少 90%，显著提高了设备使用寿命，保障了工程的顺利投运和安全运行。同时，研究成果也在所有已投运的特高压工程中推广应用。

2020 年 12 月 30 日，青豫工程正式投入商业运行，来自青藏高原的可再生能源跨越千里，点亮中原。

“电力天路在我们手里从规划变成现实，成为了造福人民的幸福之路、光明之路和清洁之路。”乐波自豪地说。

从陆上风电到远海风电直流送出建立中国标准

2020 年 8 月 6 日，我国首个远海风电经直流送出项目——江苏如东海上风电柔性直流输电工程的成套设计顺利通过业主组织的专家评审。

如东工程是柔性直流输电技术在我国远海风电送出领域的首次应用，也是目前世界范围内在建的电压等级最高、容量最大的海上风电柔直送出工程，是我国乃至世界海上风电发展的重要里程碑。

“远海风电开发送出，我们没有任何经验可供借鉴，技术也被严格封锁，但我们要敢为人先！”乐波说，“凭借丰富的柔性直流工程经验，我们一定能独立啃下这块‘硬骨头’，核心技术掌握在自己手里才能保障能源安全。不仅要掌握核心技术，还要建立中国标准，带动国产化装备走出去。”

如东工程建设周期短，业主要求团队必须在不足半年的时间内完成全部设计工作。工期紧、任务重是摆在设计团队面前的严峻现实。

海上换流站是建设在远离陆地、大海深处的风能汇集与转换平台，建设费用高，紧凑化、轻型化设计要求与大规模风电集中送出互相矛盾。“设计方案需要在保证风电安全可靠送出的前提下尽量减少海上换流站的设备重量和数量。”项目负责人赵峥介绍。经过多轮技术方案比选，攻关团队决定先对主接线“动手术”，砍掉一般换流站“标配”的限流装置等大型设备，让同类设备“身兼多职”，尽量压缩海上设备数量。

与张北工程类似，如东工程也需要使用耗能装置。为使海上平台有效“瘦身”，团队挖掘设备潜力，提出采用“直流”耗能装置这一新型设备，把原本安装在海上换流站的耗能装置移植到陆上换流站，使得海上平台面积大大缩小。设备首次使用，没有任何设计、设备生产和运行经验，难度极大，只能将难点化整为零，各个击破。“面对新的技术方案，我们要心怀敬畏，任何一个小的疏忽都可能导致亿万投资打了水漂。”乐波说，“任何一处改动，我们都要反复计算、迭代仿真，绝不含糊。”经过一年的集中攻关，团队提出了三种典型的设计方案，其中，‘集中式耗能’方案成功应用于如东工程，实现了成果转化。”

由于出海成本高、时间长，为运行维护带来了诸多不便，高可靠性成为工程设计必须考虑的因素。“我们为海上换流站的关键设备配置了一定数量的‘替身’和‘备份’，可以自动切换，设备运行压力小了不少。”赵峥说，“例如变压器就采用两台并联运行的设计方案，当一台变压器故障时，另一台变压器可以暂时输送海上风电场发出的所有电能，从而避免能量损失。”

根据设计方案选择设备似乎是水到渠成的事，然而对于海上风电工程来说，并没有那么简单。设备不仅要适应恶劣的海洋环境，还要满足紧凑轻型化、运维远程无人化、高可靠性等特殊要求，但紧凑化布置不利于设备现场试验的开展和后期运维检修。团队到厂家开展多次交流调研，并亲自出海赴离岸 50 多公里的交流升压站实地调研，获得了大量第一手资料，并进行了有针对性的研究比选工作，最终提出了满足海上换流站建设、试验和运维要求的全部设备方案。“我们一直在做基础研究和技术方案升级，如何优化设备结构型式和布置方案，参数能否满足系统要求，能否在有限的空间内开展现场试验，这些都是我们要特殊考虑的。”赵峥说，“每一步都需要‘小心’，才能让业主‘安心’”。

大国工匠，精益求精。

在国内尚无任何工程应用经验可借鉴的条件下，国网经研院直流技术攻关团队从一幅幅拓扑接线、一页页公式推导开始，一步一个脚印开展技术攻关和研发，积累了一屋子的中间过程资料。每一份报告都见证了技术创新难度之大和挑战之巨，每一项成果都凝聚着团队成员的智慧与汗水。凭着这股创新精神和敢为人先的勇气，团队独立攻克了海上风电柔性直流送出多项重大技术难题，形成了完整的柔性直流输电成套设计技术体系，彻底打破了国外技术封锁。

“从柔性直流到升级版特高压直流，从陆上风电接入到远海风电直流送出，这些创新技术有力提升了我国在该领域的引领地位，为服务国家新能源开发战略提供了有力支撑。”国网经研院董事长潘尔生说。

光明日报 2021-02-20

氢能、燃料电池

欧洲多国争相发力氢能产业

近日，麦肯锡发布报告称，受益于政策激励及相关技术的发展完善，欧洲的氢能项目数量及投资规模都将迎来较大提升。业内普遍认为，现阶段，欧洲各国正竞相扩大氢能的发展规模，以实现气候目标，尽管挑战仍存，但氢能已被欧洲各国视为能源转型的关键，其发展前景不容小觑。

多国制定氢能规划

麦肯锡的报告称，在全球已宣布的 228 个氢能项目中，有 126 个位于欧洲，其中大多数将于未来 10 年内推出。该报告认为，如果所有计划中的项目都能最终落实，那么未来 10 年全球氢能投资将超过 3000 亿美元，约占能源领域总投资的 1.4%，其中欧洲约占 45%。

据了解，一直以来，氢能始终是欧盟未来降低碳排放的主要发力领域之一。根据欧盟最新发布的碳减排目标，到 2030 年，欧盟的碳减排量将在 1990 年的基础上降低 55% 以上，并在 2050 年实现碳中和。德国《经济周刊》报道称，欧盟将在未来 25 年投入 4700 亿欧元用于发展氢能等清洁能源，以便抓住氢能产业发展机遇，进一步实现气候目标。

去年 7 月，欧盟委员会推出欧盟氢能战略，将“绿氢”作为欧盟未来发展的重点。作为氢能战略的一部分，欧盟委员会还联合相关企业、民间机构、投资银行等共同成立了“清洁氢能联盟”，旨在为氢能提供投资、推动技术合作。

欧洲各国也纷纷行动，2020 年 6 月，德国推出国家氢能战略，确认“绿氢”的优先地位，提出至少投入 90 亿欧元发展氢能。去年 9 月，法国发布“国家氢计划”，拟在 10 年内向氢能研发和相关工业投入 72 亿欧元。随后，西班牙也发布了国家氢能路线图，宣布将在 2030 年建成 4 吉瓦可再生能源制氢产能。

截至目前，欧洲多国已纷纷制定并实施“氢能规划”，欧盟发展氢能的队伍仍在不断扩大。彭博新能源财经能源转型政策分析师 Emma Champion 表示，如果欧盟各国都能够完成各自的规划，欧洲将

实现其在氢能领域的发展目标。

全方位扩大产业规模

国际氢能委员会执行主任 Daryl Wilson 表示，欧洲氢能产业的快速发展应归功于对供应链和氢燃料车等项目的早期投资，以及气候变化政策的有效实施。

事实上，面对能源转型及气候目标压力，欧洲的相关能源企业早已开始布局，希望成为氢能源供应商。德国工业巨头蒂森克虏伯集团提出计划，扩大“绿氢”生产规模。英国储能和清洁燃料公司 ITM Power 也表示，将与丹麦风电巨头沃旭能源合作生产“绿氢”。此外，德国西门子能源近日也宣布，将继续淘汰化石能源等核心业务，大力发展“绿氢”等脱碳业务。

在氢能基础设施建设方面，欧洲部分国家也已制定了明确的加氢站建设目标。根据德国加氢站运营商 H2 MOBILITY 的最新统计，截至今年 2 月，欧洲已拥有商业化运营加氢站 200 座。其中，德国已建成约 100 座，并计划到 2023 年，共建成 400 座加氢站。法国则在其《面向能源变革的氢能发展计划》中提出，到 2028 年力争建成 400 到 1000 座加氢站。

除了加氢站，解决氢储运问题的输氢管道也在陆续规划建设。去年 7 月，欧洲 11 家天然气公司联合发布氢能基础设施主干网络研究，旨在解决欧洲在氢能产业发展中的氢源及氢储运难题。

欧盟委员会副主席 Margrethe Vestager 表示，研发氢能相关技术、开发必要的基础设施，将帮助欧盟更好地完成“2050 年前气候中和”的目标。“没有哪个国家、企业能够单独完成这个目标，必须要跨国的合作、大规模的公共和私人投资才可以实现。”Vestager 补充称。

保留“蓝氢”引批评

不过，值得注意的是，欧盟的氢能战略中，利用化石能源制造并同时配以碳捕获技术的“蓝氢”在中短期内仍有发展空间。业界普遍认为，由于欧盟范围内暂无大型设施可以储存被捕获的二氧化碳，因此，欧盟氢能战略中保留“蓝氢”发展空间的办法“令人担忧”。

欧洲太阳能发电公司政策总监 Aurélie Beauvais 表示：“欧盟氢能战略的推出是整个欧盟向绿色发展迈出的重要一步，但只有通过可再生能源生产出的氢才是帮助整个欧洲实现脱碳目标的最有效的方式。”

独立气候变化智库 E3G 的高级政策顾问 Lisa Fischer 也指出：“欧盟提出氢能战略能够为实现净零排放目标提供机会。然而，保留‘蓝氢’发展空间将为利用化石燃料制氢敞开大门，这不利于彻底消除化石能源带来的不良影响。”

除此之外，“绿氢”高昂的生产成本也亟待解决。根据欧盟委员会的估算，目前“绿氢”的生产成本约为每公斤 3-5.5 欧元，远高于“灰氢”的每公斤 1.5 欧元。德国柏林工业大学经济学者克拉维特尔表示，如果未来一段时间内不能通过技术改进，降低“绿氢”的生产成本，而必须依靠长期投资扶持，欧洲氢能经济的发展将遇到阻碍。

本报记者 仲蕊 中国能源报 2021-02-22

能源政策

2020 年风电产业重大政策一览

2020 年，是我国陆上风电全面实现平价上网的最后一年，全年取得了 7167 万千瓦新增装机量的傲人成绩。这一年，也是产业政策频出的一年，有力支撑了风电行业健康持续发展。本期，精心梳理过去一年最具影响力的产业政策，以飨读者。

《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见》

发文单位：财政部、国家发改委、国家能源局

印发时间：2020 年 1 月 20 日

关键词：风电补贴

内容提要：从 2022 年开始，中央财政不再对新建海上风电项目进行补贴，鼓励地方政府自行补贴，支持本省海上风电项目的建设；纳入补贴目录的可再生能源发电项目，按合理利用小时数核定中央财政补贴额度。

《可再生能源电价附加补助资金管理办法》

发文单位：财政部、国家发改委、国家能源局

印发时间：2020 年 1 月 20 日

关键词：风电补贴

内容提要：新增可再生能源发电项目，由财政部根据补助资金年度增收水平等，合理确定补助资金当年支持的项目补贴总额。国家发改委、国家能源局则合理确定各类需补贴的可再生能源发电项目新增装机规模。

《关于 2020 年风电、光伏发电项目建设有关事项的通知》

发文单位：国家能源局

印发时间：2020 年 3 月 5 日

关键词：风电建设

内容提要：积极推进平价上网项目建设、有序推进需国家财政补贴项目建设、积极支持分散式风电项目建设、稳妥推进海上风电项目建设、全面落实电力送出消纳条件、严格项目开发建设信息监测、认真落实放管服改革。

《关于印发省级可再生能源电力消纳保障实施方案编制大纲的通知》

发文单位：国家发改委、国家能源局

印发时间：2020 年 3 月 5 日

关键词：风电消纳

内容提要：省（区、市）能源主管部门按照国家明确的消纳责任权重，对行政区域内承担消纳责任的各市场主体，明确最低可再生能源电力消纳责任权重，主要履行方式为购买或自发自用可再生能源电力，购买其他市场主体超额完成的消纳量或绿色电力证书为补充履行方式。

《关于建立健全清洁能源消纳长效机制的指导意见（征求意见稿）》

发文单位：国家能源局

印发时间：2020 年 5 月 18 日

关键词：风电消纳

内容提要：构建以消纳为核心的清洁能源发展机制：加强清洁能源消纳能力分析、统筹推进源网荷协调发展；加快形成有利于清洁能源消纳的电力市场机制：完善辅助服务机制、完善电力中长期交易市场等，全面提升电力系统调节能力。

《关于印发各省级行政区域 2020 年可再生能源电力消纳责任权重的通知》

发文单位：国家发改委、国家能源局

印发时间：2020 年 6 月 1 日

关键词：配额制

内容提要：明确了各省(区、市)2020 年可再生能源电力消纳总量责任权重、非水电责任权重的最低值和激励值。文件称 2020 年可再生能源电力消费占比将达到 28.2%、非水电消费占比将达到 10.8%。

《关于促进非水可再生能源发电健康发展的若干意见有关事项的补充通知》

发文单位：财政部

印发时间：2020 年 9 月 29 日

关键词：合理利用小时数

内容提要：明确了可再生能源电价附加补助资金结算规则，进一步明确相关政策。风电一类、

二类、三类、四类资源区项目全生命周期合理利用小时数分别为 48000 小时、44000 小时、40000 小时和 36000 小时。海上风电全生命周期合理利用小时数为 52000 小时。

周嘉 中国能源报 2021-02-22

国务院：加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系

据中国政府网 2 月 22 日消息，国务院发布加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见（以下简称《意见》）。发改委有关负责人在接受记者采访时表示，《意见》从生产、流通、消费、基础设施、绿色技术、法律法规政策等 6 方面对绿色低碳循环发展作出部署安排，并明确了 85 项重点任务和牵头单位。

《意见》提出，实施绿色技术创新攻关行动，围绕节能环保、清洁生产、清洁能源等领域布局一批前瞻性、战略性、颠覆性科技攻关项目。

《意见》强调，要提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展，因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。加快大容量储能技术研发推广，提升电网汇集和外送能力。增加农村清洁能源供应，推动农村发展生物质能。促进燃煤清洁高效开发转化利用，继续提升大容量、高参数、低污染煤电机组占煤电装机比例。

金融支持方面，《意见》指出，要大力发展绿色金融。发展绿色信贷和绿色直接融资，加大对金融机构绿色金融业绩评价考核力度。统一绿色债券标准，建立绿色债券评级标准。发展绿色保险，发挥保险费率调节机制作用。支持符合条件的绿色产业企业上市融资。支持金融机构和相关企业在国际市场开展绿色融资。推动国际绿色金融标准趋同，有序推进绿色金融市场双向开放。

此外，《意见》进一步明确了绿色低碳循环发展目标。要求 2025 年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。

上述发改委有关负责人表示，建立健全绿色低碳循环发展经济体系具有较强的宏观性和战略性，也是一项长期性、艰巨性任务。国家发改委将会同有关部门强化统筹协调和督促指导，做好年度重点工作安排部署，研究解决推进过程中的新情况、新问题，重大情况及时向党中央、国务院报告。下一步还将深化与世界各个国家和地区在绿色低碳循环发展领域的政策沟通、技术交流、项目合作、人才培养等，积极参与和引领全球气候治理，为构建人类命运共同体作出积极贡献。

中国国际经济交流中心经济研究部副部长刘向东指出，推动经济社会发展绿色低碳转型，既要设定高标准形成倒逼的动力机制，还要增强形成发展自主意识的能动机制建设。通过形成发展的共同意识和绿色标准，倒逼技术进步和产业升级，实现供给和需求更高水平的动态平衡。

经济参考报 2021-02-23

国务院：壮大绿色环保产业 打造一批大型绿色产业集团

2 月 22 日国务院发布关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见。意见提出，壮大绿色环保产业，加快培育市场主体，鼓励设立混合所有制公司，打造一批大型绿色产业集团；引导中小企业聚焦主业增强核心竞争力，培育“专精特新”中小企业。进一步放开石油、化工、电力、天然气等领域节能环保竞争性业务，鼓励公共机构推行能源托管服务。适时修订绿色产业指导目录，引导产业发展方向。

国务院
关于加快建立健全
绿色低碳循环发展经济体系的指导意见

国发〔2021〕4号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

建立健全绿色低碳循环发展经济体系，促进经济社会发展全面绿色转型，是解决我国资源环境生态问题的基础之策。为贯彻落实党的十九大部署，加快建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，现提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，全面贯彻习近平生态文明思想，认真落实党中央、国务院决策部署，坚定不移贯彻新发展理念，全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，统筹推进高质量发展和高水平保护，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，确保实现碳达峰、碳中和目标，推动我国绿色发展迈上新台阶。

（二）工作原则。

坚持重点突破。以节能环保、清洁生产、清洁能源等为重点率先突破，做好与农业、制造业、服务业和信息技术的融合发展，全面带动一二三产业和基础设施绿色升级。

坚持创新引领。深入推动技术创新、模式创新、管理创新，加快构建市场导向的绿色技术创新体系，推行新型商业模式，构筑有力有效的政策支持体系。

坚持稳中求进。做好绿色转型与经济发展、技术进步、产业接续、稳岗就业、民生改善的有机结合，积极稳妥、韧性持久地加以推进。

坚持市场导向。在绿色转型中充分发挥市场的导向性作用、企业的主体作用、各类市场交易机制的作用，为绿色发展注入强大动力。

（三）主要目标。到2025年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。到2035年，绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

二、健全绿色低碳循环发展的生产体系

（四）推进工业绿色升级。加快实施钢铁、石化、化工、有色、建材、纺织、造纸、皮革等行业绿色化改造。推行产品绿色设计，建设绿色制造体系。大力发展再制造产业，加强再制造产品认证与推广应用。建设资源综合利用基地，促进工业固体废物综合利用。全面推行清洁生产，依法在“双超双有高耗能”行业实施强制性清洁生产审核。完善“散乱污”企业认定办法，分类实施关停取缔、整合搬迁、整改提升等措施。加快实施排污许可制度。加强工业生产过程中危险废物管理。

（五）加快农业绿色发展。鼓励发展生态种植、生态养殖，加强绿色食品、有机农产品认证和管理。发展生态循环农业，提高畜禽粪污资源化利用水平，推进农作物秸秆综合利用，加强农膜污染治理。强化耕地质量保护与提升，推进退化耕地综合治理。发展林业循环经济，实施森林生态标志产品建设工程。大力推进农业节水，推广高效节水技术。推行水产健康养殖。实施农药、兽用抗菌药使用减量和产地环境净化行动。依法加强养殖水域滩涂统一规划。完善相关水域禁渔管理制度。推进农业与旅游、教育、文化、健康等产业深度融合，加快一二三产业融合发展。

（六）提高服务业绿色发展水平。促进商贸企业绿色升级，培育一批绿色流通主体。有序发展出行、住宿等领域共享经济，规范发展闲置资源交易。加快信息服务业绿色转型，做好大中型数据中心、网络机房绿色建设和改造，建立绿色运营维护体系。推进会展业绿色发展，指导制定行业相关绿色标准，推动办展设施循环使用。推动汽修、装修装饰等行业使用低挥发性有机物含量原辅材

料。倡导酒店、餐饮等行业不主动提供一次性用品。

(七) 壮大绿色环保产业。建设一批国家绿色产业示范基地, 推动形成开放、协同、高效的创新生态系统。加快培育市场主体, 鼓励设立混合所有制公司, 打造一批大型绿色产业集团; 引导中小企业聚焦主业增强核心竞争力, 培育“专精特新”中小企业。推行合同能源管理、合同节水管理、环境污染第三方治理等模式和以环境治理效果为导向的环境托管服务。进一步放开石油、化工、电力、天然气等领域节能环保竞争性业务, 鼓励公共机构推行能源托管服务。适时修订绿色产业指导目录, 引导产业发展方向。

(八) 提升产业园区和产业集群循环化水平。科学编制新建产业园区开发建设规划, 依法依规开展规划环境影响评价, 严格准入标准, 完善循环产业链条, 推动形成产业循环耦合。推进既有产业园区和产业集群循环化改造, 推动公共设施共建共享、能源梯级利用、资源循环利用和污染物集中安全处置等。鼓励建设电、热、冷、气等多种能源协同互济的综合能源项目。鼓励化工等产业园区配套建设危险废物集中贮存、预处理和处置设施。

(九) 构建绿色供应链。鼓励企业开展绿色设计、选择绿色材料、实施绿色采购、打造绿色制造工艺、推行绿色包装、开展绿色运输、做好废弃产品回收处理, 实现产品全周期的绿色环保。选择 100 家左右积极性高、社会影响大、带动作用强的企业开展绿色供应链试点, 探索建立绿色供应链制度体系。鼓励行业协会通过制定规范、咨询服务、行业自律等方式提高行业供应链绿色化水平。

三、健全绿色低碳循环发展的流通体系

(十) 打造绿色物流。积极调整运输结构, 推进铁水、公铁、公水等多式联运, 加快铁路专用线建设。加强物流运输组织管理, 加快相关公共信息平台建设和信息共享, 发展甩挂运输、共同配送。推广绿色低碳运输工具, 淘汰更新或改造老旧车船, 港口和机场服务、城市物流配送、邮政快递等领域要优先使用新能源或清洁能源汽车; 加大推广绿色船舶示范应用力度, 推进内河船型标准化。加快港口岸电设施建设, 支持机场开展飞机辅助动力装置替代设备建设和应用。支持物流企业构建数字化运营平台, 鼓励发展智慧仓储、智慧运输, 推动建立标准化托盘循环共用制度。

(十一) 加强再生资源回收利用。推进垃圾分类回收与再生资源回收“两网融合”, 鼓励地方建立再生资源区域交易中心。加快落实生产者责任延伸制度, 引导生产企业建立逆向物流回收体系。鼓励企业采用现代信息技术实现废物回收线上与线下有机结合, 培育新型商业模式, 打造龙头企业, 提升行业整体竞争力。完善废旧家电回收处理体系, 推广典型回收模式和经验做法。加快构建废旧物资循环利用体系, 加强废纸、废塑料、废旧轮胎、废金属、废玻璃等再生资源回收利用, 提升资源产出率和回收利用率。

(十二) 建立绿色贸易体系。积极优化贸易结构, 大力发展高质量、高附加值的绿色产品贸易, 从严控制高污染、高耗能产品出口。加强绿色标准国际合作, 积极引领和参与相关国际标准制定, 推动合格评定合作和互认机制, 做好绿色贸易规则与进出口政策的衔接。深化绿色“一带一路”合作, 拓宽节能环保、清洁能源等领域技术装备和服务合作。

四、健全绿色低碳循环发展的消费体系

(十三) 促进绿色产品消费。加大政府绿色采购力度, 扩大绿色产品采购范围, 逐步将绿色采购制度扩展至国有企业。加强对企业和居民采购绿色产品的引导, 鼓励地方采取补贴、积分奖励等方式促进绿色消费。推动电商平台设立绿色产品销售专区。加强绿色产品和服务认证管理, 完善认证机构信用监管机制。推广绿色电力证书交易, 引领全社会提升绿色电力消费。严厉打击虚标绿色产品行为, 有关行政处罚等信息纳入国家企业信用信息公示系统。

(十四) 倡导绿色低碳生活方式。厉行节约, 坚决制止餐饮浪费行为。因地制宜推进生活垃圾分类和减量化、资源化, 开展宣传、培训和成效评估。扎实推进塑料污染全链条治理。推进过度包装治理, 推动生产经营者遵守限制商品过度包装的强制性标准。提升交通系统智能化水平, 积极引导绿色出行。深入开展爱国卫生运动, 整治环境脏乱差, 打造宜居生活环境。开展绿色生活创建活动。

五、加快基础设施绿色升级

(十五) 推动能源体系绿色低碳转型。坚持节能优先，完善能源消费总量和强度双控制度。提升可再生能源利用比例，大力推动风电、光伏发电发展，因地制宜发展水能、地热能、海洋能、氢能、生物质能、光热发电。加快大容量储能技术研发推广，提升电网汇集和外送能力。增加农村清洁能源供应，推动农村发展生物质能。促进燃煤清洁高效开发转化利用，继续提升大容量、高参数、低污染煤电机组占煤电装机比例。在北方地区县城积极发展清洁热电联产集中供暖，稳步推进生物质耦合供热。严控新增煤电装机容量。提高能源输配效率。实施城乡配电网建设和智能升级计划，推进农村电网升级改造。加快天然气基础设施建设和互联互通。开展二氧化碳捕集、利用和封存试验示范。

(十六) 推进城镇环境基础设施建设升级。推进城镇污水管网全覆盖。推动城镇生活污水收集处理设施“厂网一体化”，加快建设污泥无害化资源化处置设施，因地制宜布局污水资源化利用设施，基本消除城市黑臭水体。加快城镇生活垃圾处理设施建设，推进生活垃圾焚烧发电，减少生活垃圾填埋处理。加强危险废物集中处置能力建设，提升信息化、智能化监管水平，严格执行经营许可证管理制度。提升医疗废物应急处理能力。做好餐厨垃圾资源化利用和无害化处理。在沿海缺水城市推动大型海水淡化设施建设。

(十七) 提升交通基础设施绿色发展水平。将生态环保理念贯穿交通基础设施规划、建设、运营和维护全过程，集约利用土地等资源，合理避让具有重要生态功能的国土空间，积极打造绿色公路、绿色铁路、绿色航道、绿色港口、绿色空港。加强新能源汽车充换电、加氢等配套基础设施建设。积极推广应用温拌沥青、智能通风、辅助动力替代和节能灯具、隔声屏障等节能环保先进技术和产品。加大工程建设中废弃资源综合利用力度，推动废旧路面、沥青、疏浚土等材料以及建筑垃圾的资源化利用。

(十八) 改善城乡人居环境。相关空间性规划要贯彻绿色发展理念，统筹城市发展和安全，优化空间布局，合理确定开发强度，鼓励城市留白增绿。建立“美丽城市”评价体系，开展“美丽城市”建设试点。增强城市防洪排涝能力。开展绿色社区创建行动，大力发展绿色建筑，建立绿色建筑统一标识制度，结合城镇老旧小区改造推动社区基础设施绿色化和既有建筑节能改造。建立乡村建设评价体系，促进补齐乡村建设短板。加快推进农村人居环境整治，因地制宜推进农村改厕、生活垃圾处理和污水治理、村容村貌提升、乡村绿化美化等。继续做好农村清洁供暖改造、老旧危房改造，打造干净整洁有序美丽的村庄环境。

六、构建市场导向的绿色技术创新体系

(十九) 鼓励绿色低碳技术研发。实施绿色技术创新攻关行动，围绕节能环保、清洁生产、清洁能源等领域布局一批前瞻性、战略性、颠覆性科技攻关项目。培育建设一批绿色技术国家技术创新中心、国家科技资源共享服务平台等创新基地平台。强化企业创新主体地位，支持企业整合高校、科研院所、产业园区等力量建立市场化运行的绿色技术创新联合体，鼓励企业牵头或参与财政资金支持的绿色技术研发项目、市场导向明确的绿色技术创新项目。

(二十) 加速科技成果转化。积极利用首台（套）重大技术装备政策支持绿色技术应用。充分发挥国家科技成果转化引导基金作用，强化创业投资等各类基金引导，支持绿色技术创新成果转化应用。支持企业、高校、科研机构等建立绿色技术创新项目孵化器、创新创业基地。及时发布绿色技术推广目录，加快先进成熟技术推广应用。深入推进绿色技术交易中心建设。

七、完善法律法规政策体系

(二十一) 强化法律法规支撑。推动完善促进绿色设计、强化清洁生产、提高资源利用效率、发展循环经济、严格污染治理、推动绿色产业发展、扩大绿色消费、实行环境信息公开、应对气候变化等方面法律法规制度。强化执法监督，加大违法行为查处和问责力度，加强行政执法机关与监察机关、司法机关的工作衔接配合。

(二十二) 健全绿色收费价格机制。完善污水处理收费政策，按照覆盖污水处理设施运营和污

泥处理处置成本并合理盈利的原则，合理制定污水处理收费标准，健全标准动态调整机制。按照产生者付费原则，建立健全生活垃圾处理收费制度，各地区可根据本地实际情况，实行分类计价、计量收费等差别化管理。完善节能环保电价政策，推进农业水价综合改革，继续落实好居民阶梯电价、气价、水价制度。

（二十三）加大财税扶持力度。继续利用财政资金和预算内投资支持环境基础设施补短板强弱项、绿色环保产业发展、能源高效利用、资源循环利用等。继续落实节能环保、资源综合利用以及合同能源管理、环境污染第三方治理等方面的所得税、增值税等优惠政策。做好资源税征收和水资源费改税试点工作。

（二十四）大力发展绿色金融。发展绿色信贷和绿色直接融资，加大对金融机构绿色金融业绩评价考核力度。统一绿色债券标准，建立绿色债券评级标准。发展绿色保险，发挥保险费率调节机制作用。支持符合条件的绿色产业企业上市融资。支持金融机构和相关企业国际市场开展绿色融资。推动国际绿色金融标准趋同，有序推进绿色金融市场双向开放。推动气候投融资工作。

（二十五）完善绿色标准、绿色认证体系和统计监测制度。开展绿色标准体系顶层设计和系统规划，形成全面系统的绿色标准体系。加快标准化支撑机构建设。加快绿色产品认证制度建设，培育一批专业绿色认证机构。加强节能环保、清洁生产、清洁能源等领域统计监测，健全相关制度，强化统计信息共享。

（二十六）培育绿色交易市场机制。进一步健全排污权、用能权、用水权、碳排放权等交易机制，降低交易成本，提高运转效率。加快建立初始分配、有偿使用、市场交易、纠纷解决、配套服务等制度，做好绿色权属交易与相关目标指标的对接协调。

八、认真抓好组织实施

（二十七）抓好贯彻落实。各地区各有关部门要思想到位、措施到位、行动到位，充分认识建立健全绿色低碳循环发展经济体系的重要性和紧迫性，将其作为高质量发展的重要内容，进一步压实工作责任，加强督促落实，保质保量完成各项任务。各地区要根据本地实际情况研究提出具体措施，在抓落实上投入更大精力，确保政策措施落到实处。

（二十八）加强统筹协调。国务院各有关部门要加强协同配合，形成工作合力。国家发展改革委要会同有关部门强化统筹协调和督促指导，做好年度重点工作安排部署，及时总结各地区各有关部门的好经验好模式，探索编制年度绿色低碳循环发展报告，重大情况及时向党中央、国务院报告。

（二十九）深化国际合作。统筹国内国际两个大局，加强与世界各个国家和地区在绿色低碳循环发展领域的政策沟通、技术交流、项目合作、人才培养等，积极参与和引领全球气候治理，切实提高我国推动国际绿色低碳循环发展的能力和水平，为构建人类命运共同体作出积极贡献。

（三十）营造良好氛围。各类新闻媒体要讲好我国绿色低碳循环发展故事，大力宣传取得的显著成就，积极宣扬先进典型，适时曝光破坏生态、污染环境、严重浪费资源和违规乱上高污染、高耗能项目等方面的负面典型，为绿色低碳循环发展营造良好氛围。

国务院

2021年2月2日

北极星电力网 2021-02-23

国务院印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》

新华社北京2月22日电 国务院近日印发《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》（以下简称《指导意见》）。

《指导意见》提出，建立健全绿色低碳循环发展经济体系，促进经济社会发展全面绿色转型，是解决我国资源环境生态问题的基础之策。要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中全会精神，全面贯彻习近平生态文明思想，坚定

不移贯彻新发展理念，全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费，使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上，统筹推进高质量发展和高水平保护，确保实现碳达峰、碳中和目标，推动我国绿色发展迈上新台阶。

《指导意见》明确，到 2025 年，产业结构、能源结构、运输结构明显优化，绿色产业比重显著提升，基础设施绿色化水平不断提高，清洁生产水平持续提高，生产生活方式绿色转型成效显著，能源资源配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量持续减少，碳排放强度明显降低，生态环境持续改善，市场导向的绿色技术创新体系更加完善，法律法规政策体系更加有效，绿色低碳循环发展的生产体系、流通体系、消费体系初步形成。到 2035 年，绿色发展内生动力显著增强，绿色产业规模迈上新台阶，重点行业、重点产品能源资源利用效率达到国际先进水平，广泛形成绿色生产生活方式，碳排放达峰后稳中有降，生态环境根本好转，美丽中国建设目标基本实现。

《指导意见》从六个方面部署了重点工作任务。一是健全绿色低碳循环发展的生产体系。要推进工业绿色升级，加快农业绿色发展，提高服务业绿色发展水平，壮大绿色环保产业，提升产业园区和产业集群循环化水平，构建绿色供应链。二是健全绿色低碳循环发展的流通体系。要积极调整运输结构，加强物流运输组织管理，推广绿色低碳运输工具，加强再生资源回收利用，建立绿色贸易体系。三是健全绿色低碳循环发展的消费体系。要促进绿色产品消费，倡导绿色低碳生活方式，坚决制止餐饮浪费，因地制宜推进生活垃圾分类和减量化、资源化，推进塑料污染全链条治理。四是加快基础设施绿色升级。要推动能源体系绿色低碳转型，完善能源消费总量和强度双控制度，推进城镇环境基础设施建设升级，提升交通基础设施绿色发展水平，改善城乡人居环境。五是构建市场导向的绿色技术创新体系。要鼓励绿色低碳技术研发，加速科技成果转化。六是完善法律法规政策体系。强化法律法规支撑，健全绿色收费价格机制，加大财税扶持力度，大力发展绿色金融，完善绿色标准、绿色认证体系和统计监测制度，培育绿色交易市场机制。

《指导意见》要求，各地区各有关部门要思想到位、措施到位、行动到位，进一步压实工作责任，加强督促落实，保质保量完成各项任务。

新华社 2021-02-23