

《案例解读(第四、五章)》发布

为指导各地更好地贯彻落实《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（国办函〔2022〕39号），及时总结推动新能源高质量发展的成功经验和优秀做法，我们组织国家发展改革委能源研究所、电力规划设计总院、水电水利规划设计总院、国家电投集团、三峡集团、中广核集团、光伏行业协会、风能协会等单位开展了案例解读编制工作，形成了《<关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案>案例解读》，拟按章节以连载方式陆续发布，供大家在推动可再生能源高质量发展工作中参考。3月、4月已分别发布第一、第二、第三章内容，现发布第四、五章内容。如有意见和建议，请及时反馈。

联系方式：010-81929522/81929525（传真）

电子邮箱：xinny@nea.gov.cn

附件：《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》案例解读第四、五章

《<实施方案>案例解读》编委会

2023年5月18日

附件

《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》案例解读（第四、五章）

四、支持引导新能源产业健康有序发展

经过多年培育，我国已经打造出一条技术成熟、产业链完备的新能源产业体系，具备了全球领先的竞争优势。在落实双碳目标的新形势下，面对更大规模与更高质量的发展要求，我国新能源产业仍需进一步强化创新驱动，统筹发展与安全，促进形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新格局。针对于此，《实施方案》从强化科技创新能力、保障产业链供应链安全、提高国际化水平等方面支持引导新能源产业健康有序发展。

（十二）推进科技创新与产业升级

主要政策点1：建立产学研一体化平台，建设国家级新能源实验室和研发平台，加大基础理论研究投入，超前布局前沿技术和颠覆性技术。

过去十多年，我国新能源产业体系日臻成熟，科技创新实力领跑全球。风电方面，我国已具备大兆瓦级风电整机和关键核心部件的自主研发制造能力，机组设备制造基本实现系列化、标准化和型谱化，机型涵盖双馈、直驱和混合式技术路线，单机容量最大达到18兆瓦，设备技术水平和可靠性不断提高，通过高塔架、翼型优化、独立变桨、场群控制、新材料应用和精准测风等技术创新，推动发电效率较十年前提高了30%，成本下降超过50%。光伏方面，我国更是在产业规模、技术创新能力以及成本经济性等方面占据了全球优势地位，推动光伏发电在全球部分国家成为单位造价最低的电源品种。目前，我国已建成了国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地），为有效支撑共性技术研发工作、充分发挥产学研用结合能力起到了重要作用。

下一步，通过加快技术创新进一步提升新能源经济性仍是业界必须推进的重点工作，尤其是强化基础理论研究、超前布局前沿技术和颠覆性技术，将是新能源产业能否持续提高竞争力、不断拓宽发展空间的关键所在。以光伏为例，虽然我国在产业化技术方面已处于全球第一梯队，但研发创新能力仍有待提升：一是原理性研究积累不足。在我国已实现大规模量产、在实验室不断打破效率世界纪录的PERC电池技术，其结构原理来自海外高校科研院所；TOPCON、HIT、IBC等有望实现量产的高效电池技术，其电池结构原创发明人同样来自海外。这给我国光伏产业的国际化发展埋下知识产权纠纷的隐患。二是前沿性研究滞后。虽然我国晶硅电池研发水平后来居上，不断创造世界纪录，但在叠层电池等前沿技术方面的研发储备不足，一旦出现产业化颠覆性技术，可能对我国光伏产业带来沉重打击。三是国家级实验室数量不多。光伏产业基础较好的国家基本上建有国家级研发实验室，如德国的弗劳恩霍夫实验室、美国的NREL实验室和日本的NEDO等，其通过与企业联合研发、政府合同服务等方式开展共性关键技术研发，屡次创造不同电池类型的转换效率世界纪录，并能通过产学研用紧密结合的运营模式快速实现产业化。

《“十四五”能源领域科技创新规划》将“先进可再生能源发电及综合利用技术”列为一项重点任务，并提出开展

新型高效低成本风电技术研究、开发15兆瓦及以上海上风电机组、研发远海深水区域漂浮式风电机组；建设晶体硅/钙钛矿、钙钛矿/钙钛矿等高效叠层电池制备及产业化生产线，开展钙钛矿光伏电池应用示范；开展高效低成本光伏电池技术研究和应用示范等研究工作。

为更好地支撑这些研究工作开展，下一步将尽快出台具体支持措施，包括建立产学研一体化平台、建设国家级新能源实验室，支持第三方机构通过政企合作的方式打造行业亟需的公共实验、测试平台和设施等。

案例4-1国家光伏、储能实证实验平台助推行业技术进步

随着我国光伏、储能产业的发展，相关技术进步迅速，光伏组件、逆变器、储能等关键设备以及产品理论研究、技术研发和实验室水平不断提升，户外实际运行专业性和系统性研究检测能力也需同步跟进。

国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）位于黑龙江省大庆市，是国家能源局批准的首个国家级光伏、储能户外实证实验平台，由国家电投黄河公司建设运维。平台可开展光伏和储能关键设备、产品、系统的户外实证实验检测工作，为新技术、新产品、新方案实际应用效果提供科学的检验对照数据支撑，为国家制定产业政策和技术标准提供科学依据，对推动行业技术进步、成果转化、产业发展具有重要意义。“十四五”期间，国家光伏、储能实证实验平台规划布置实证实验方案约640种，折算规模105万千瓦，逐年分期实施，2021年折算规模20万千瓦，2022-2025每年折算规模分别约15万千瓦、15万千瓦、30万千瓦、25万千瓦，总投资约60亿元。完全建成后，每年折算减少碳排放140万吨。目前，一期工程于2021年11月启动运行，布置了6个实验区、161种实证实验方案，二期工程于2022年5月开工建设，布置了4个实验区、111种实证实验方案。



图4-1 国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）

案例4-2产学研用深度融合推动海上风电跨越式发展

随着我国海上风电跨越式发展，深远海将成为主战场，漂浮式技术已经成为海上风电最前沿的技术。“三峡引领号”漂浮式风电机组是我国首台半潜浮动式海上风电系统装备，也是全球首座抗台风型漂浮式风电机组，单台装机容量5.5兆瓦，主要由半潜式浮体、系泊锚固系统、风电机组及塔筒、动态电缆和智能监测系统五部分组成。

漂浮式海上风电技术在我国尚无先例，早期投运的机组为基础形式，在设计、建设、运营等方面缺乏经验，加之项目区海洋水深较浅，台风多、风力大、地形条件复杂，对首台系统示范提出了极高的挑战。项目采用产学研用深度

融合的方式，研发出漂浮式风电机组-基础-系泊系统一体化分析技术，突破了一体化设计壁垒；使用破断力达14500千牛的国产浮式风电单股系泊钢丝绳，应对超浅水环境；对机舱、塔筒进行特殊减阻减震设计，可抵御17级台风；采用1.18公里的35千伏动态电缆以及配套附件，解决了电缆干涉、打扭问题。

本项目由上海勘测设计院、三峡能源联合明阳智能、华南理工大学共同研发，填补了国内漂浮式海上风电多项技术空白。项目依托的三峡新能源阳江百万千瓦海上风电场，于2018年初正式立项，2020年5月启动试验样机工程建设，2021年12月实现商业化并网发电，年平均上网电量1518万千瓦时，每年可节约标准煤约4600吨。



图4-2 “三峡引领号”漂浮式海上风电机组

主要政策点2：推行“揭榜挂帅”“赛马”等机制，推动企业、科研院所、高校等针对新能源占比逐渐提高的电力系统安全稳定可靠等问题开展系统性研究，提出解决方案。

未来我国非化石能源比重要逐渐提高到80%以上，意味着风电、光伏在电力系统中的占比也将不断提高，需要构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统。大规模风电、光伏、储能等分布式电源与以电动汽车、数据中心为代表的直流化负荷快速发展并大量接入电网，使得新型电力系统的源荷组成发生巨大变化。如何妥善解决源荷矛盾带来的能源供应和消纳时空不匹配等问题，成为新型电力系统运行所面临的重大挑战。为了解决这些挑战，需要进行大量的技术攻关，涉及高效低成本电网友好型可再生能源发电和综合利用技术、安全高效低成本长寿命新型储能技术、数字化智能化综合能源控制技术、信息物理融合的能源互联网/物联网技术等。

针对新型电力系统及其支撑技术，《“十四五”能源领域科技创新规划》提出，加快战略性、前瞻性电网核心技术攻关，支撑建设适应大规模可再生能源和分布式电源友好并网、源网荷双向互动、智能高效的先进电网；突破能量型、功率型等储能本体及系统集成关键技术和核心装备，满足能源系统不同应用场景储能发展需要。

高效推进解决新能源占比逐渐提高所涉及的电力系统相关问题，是一项牵涉面广、协调关系复杂的重大工程，有必要开展一系列系统性研究。通过“揭榜挂帅”制度，面向全社会开放性征集系统性研究参与主体或解决方案，充分发挥企业、科研院所、高校等各类机构参与研究的积极性与创造力。同时，采用一个课题由多个团队、不同路径同步攻关，在相互竞争中，激发参与主体更好完成研究工作，形成更富有成效的解决方案。

案例4-3国家电网“仿真技术”获突破加速推动构建新型电力系统进程

日前，中国电科院的国家电网仿真中心依托国家863计划和国家电网公司科技项目，深入开展相关研究，取得了多项重大技术创新，研发了具有国际领先水平的大电网电磁暂态仿真项目。

国家电网仿真中心的大电网电磁暂态仿真项目，有针对性地解决了三大难题：

首先是“仿得了”。该项目攻克了众多技术难题，将大电网仿真时间尺度由毫秒级变为微秒级，实现了含多回直流和高比例新能源的大规模电网的电磁暂态仿真，并实现了工程化应用，仿真规模达到上万节点，可以覆盖两个区域电网，突破了人们对电力系统特性认知的技术瓶颈，彻底解决了现代大电网“仿不了”的世界难题。

其次是“仿得准”。该项目攻克了子网分解随机优化、任务映射图匹配算法等技术难题，研制了基于高速光纤通信及软同步的大流量分散式数模接口，解决了大规模电力电子控制保护装置和复杂系统保护装置接入万节点级大区电网的数模混合仿真难题，实现了15回直流控制保护装置（约300面屏柜，上万个交互信号）同时接入到大规模实时仿真电网的数模混合仿真，跨越式提升了大电网的仿真精度，解决了对大规模电力电子设备接入电网控制响应特性“仿不准”的世界难题。

最后是“仿得快”。该项目攻克了多项技术难题，将含大规模电力电子设备的大电网电磁模型启动时长由上百秒减少至5秒以内，实现了多潮流方式与故障组合的大批量仿真作业动态资源配置，计算效率提升3000倍以上，彻底解决了大电网仿真“仿不快”的世界难题。

案例4-4南方电网公司结合新能源实际情况及特点，部署实施新能源并网消纳系列科技项目

自2021年开始，南方电网公司系统布局新型电力系统创新项目研究，在并网消纳领域已立项开展了新能源功率预测、电力电量平衡、源网荷储协同优化、灵活调节资源建设与互动、多类型能源协同优化调度、灵活智能调度等项目研究，组织优势力量集中攻关，在理论和应用等方面取得了系列成果，新能源可观可测可控方面基础技术支持水平实现提升，初步满足了新能源快速建设与安全并网的要求。

主要政策点3：加大对产业智能制造和数字化升级的支持力度。推进高效太阳能电池、先进风电设备等关键技术突破，加快推动关键基础材料、设备、零部件等技术升级。

加速科技创新和产业升级更是保持行业领先地位的核心要求，虽然经过多年发展我国新能源技术已经取得长足进步，但在部分材料和零部件环节仍存在一定的“短板”。未来，行业仍需要围绕关键核心技术和共性技术进行攻关。对于风电，主要方向包括风电机组大型化、定制化和智能化开发；大功率齿轮箱和百米级叶片等关键零部件技术的持续突破；以漂浮式为核心的海上风电技术研发；高性能替代材料的研发和应用；陆上和海上运输、安装、运维等工程装备的专业化研发；多能互补等综合应用技术创新等。对于光伏，需加大对高效晶硅电池与组件等关键技术及装备，银粉、POE树脂、IGBT芯片等关键核心材料与部件，跟踪支架跟踪算法，以及光伏系统设计等软件平台的支持力度，夯实产业发展基础；大力支持具有良好产业化前景的N型高效晶硅电池与组件技术的研发与产业化，提升对钙钛矿、晶硅/钙钛矿叠层电池等前沿技术的研发力度，加速科技研发成果应用转化，提升规模化量产能力。此外，风电和光伏产业链上下游的协同创新，产业外部围绕电力网、信息网和交通网的三网融合创新，也将是创新的重点。

对此，《“十四五”能源领域科技创新规划》提出了2025年前新能源科技创新的总体目标，确定了集中技术攻关、示范试验和应用推广任务，制定了技术路线图，并明确了支持技术创新、示范试验和应用推广的政策措施。下一步，将加大对关键技术攻关的财政金融支持力度，包括完善支持科技创新的税收政策，对企业投入基础研究实行税收优惠；研究设置专项研发资金，引导企业开展技术攻关；支持开展首台（套）重大技术装备保险补偿试点，促进重大技术装备的创新。

案例4-5攻克柔性直流技术难关助推海上风电产业升级

近海风电场资源有限，随着海上风电的快速发展，积极开发深远海海上风电是未来发展趋势，适应深远海海上风电开发的柔性直流技术是产业升级创新的关键。江苏如东柔性直流海上风电项目位于江苏省如东县东部黄沙洋海域，该项目为如东H6、H8、H10三座海上风电场配套建设的海上柔性直流送出工程，额定容量110万千瓦，由三峡集团牵头实施。如东柔直项目于2020年2月开工建设，2021年12月项目全容量并网，目前运行可靠稳定。

如东柔直项目是国内首个采用柔性直流输电技术的海上风电项目采用±400千伏电压等级的99公里直流海缆。实现国内电压等级最高、输送距离最长，国内、亚洲首座海上换流站等多项首创的同时，解决了设备关键部件国产化、国产重大装备首台套应用、海上平台浮托安装、大截面直流海缆敷设等多项重大关键技术突破；实现了风电传输新模式

等诸多技术集合运用，填补了国内行业多项空白，为今后深远海大容量海上风电产业升级发挥了较好的推动作用。

该项目年上网电量约33亿千瓦时，可满足约137万户家庭年用电，与同等规模的燃煤电厂相比，每年可节约标准煤约100万吨、减排二氧化碳约252万吨，节约淡水约979万立方米，具有重要经济、社会和生态效益。



图4-3 江苏如东海上风电场柔性直流输电工程海上换流站



图4-4 江苏如东海上风电场柔性直流输电工程陆上换流站

主要政策点4：推动退役风电机组、光伏组件回收处理技术和相关新产业链发展，实现全生命周期闭环式绿色发展。

进入“十四五”，我国风电机组、光伏组件将逐步迎来集中退役，随之面临关键部件的批量化处置问题。以光伏为例，我国是光伏组件制造和应用大国，组件产量占全球的四分之三以上，在应用方面，新增和累计装机容量均连续多年保持全球第一的地位。截至2021年底，我国光伏累计装机容量已达到3.06亿千瓦，若以每块光伏组件300瓦、体积0.066立方米、重量19千克来计算，即使仅考虑目前我国已有的装机容量，当全部光伏电站25年运行期满后，废弃的光伏组件将产生约6700万立方米、约2000万吨的固体废物。若这部分固废得不到及时、恰当的处理，显然不利于产业的长远健康发展。对此，产业链上下游一直在积极探索，已经初步形成了一些技术路线，但由于市场规模小、回收综合利用价值低，企业的投资积极性不高，导致此类技术尚未实现产业化。此外，组件回收相关政策和标准也有待完善。

目前，风电机组、光伏组件回收利用问题已逐渐受到重视。2021年10月，国务院发布《2030年前碳达峰行动方案》明确要求，推进退役动力电池、光伏组件、风电机组叶片等新兴产业废物循环利用；2022年1月27日，工业和信息化部等八部门联合印发《关于加快推动工业资源综合利用的实施方案》，提出推动废旧光伏组件、风电叶片等新兴固废综合利用技术研发及产业化应用，加大综合利用成套技术设备研发推广力度，探索新兴固废综合利用技术路线。

下一步，需要重点开展以下几项工作。一是加快政策与标准制定。尽快完善行业标准、技术规范、认证体系等，确立合理的商业模式，逐步推出综合利用产品绿色认证，研究给予税收政策优惠或向产业化生产线建设提供国家预算内资金支持。二是完善风电机组、光伏组件回收处置办法。在广泛征求生产企业、科研院所、循环利用环保机构的意见建议基础上，制定风电机组、光伏组件固废处理标准、复合材料固废处置企业主体评价准则、跨区域处置办法，有针对性地开展项目示范。同时，建立跨行业的合作交流机制，促使其他行业参与风电机组、光伏组件回收技术的应用示范，对使用再回收产品的项目和企业给予政策倾斜。对于回收再利用产品制定要求，放宽产品标准指标，限定适当的使用条件和场景供市场选择。三是开展风电机组、光伏组件回收再利用技术研究。优化资源化回收再利用技术，重点解决回收再利用方法的技术路线、设备产业化以及后物料的规模化应用等难题。引导科研机构、高校、固废回收企业研发更高效、更环保的回收处置工艺，拓展应用场景。鼓励设备制造企业完善回收再利用体系，培育风电机组、光伏组件制造、使用、回收再利用的完整产业链。四是强化新材料研发，实施技术改造延长风电机组、光伏组件的使用寿命。

案例4-6退役风电叶片实现变废为宝

在金风科技亦庄智慧园区内，一组采用固废3D打印技术建造的景观花坛已正式落成，为这座科技范儿十足的“碳中和”智慧园区注入更多绿色基因，为叶片回收利用开辟了新方向。

区别于一般的3D打印景观，这组花坛所应用的打印材料，取自内蒙古某风电场的退役风电叶片。这种打印材料含有叶片粉碎颗粒，借助3D打印机器人预制成型，成品花坛的叶片固废利用率达到30%以上。

这项技术可将风电叶片固废转化为3D打印的原材料，借助3D打印产业实现对叶片固废的规模化消纳，为批量无害化处置退役风电叶片探索出一条可行性和经济性兼顾的技术途径。

3D打印技术，本质上属于一种增材制造工艺，设计师将数字化设计模型输入3D打印机中，转化为打印指令，机器就会按照设计要求，将打印材料一层层叠加成特定形状的部件。将风电叶片的粉碎颗粒添加到打印材料中，其技术难点在于如何在保证打印成品达到特定强度的前提下，最大限度地增加叶片固废的添加比例。

在“叶片固废3D打印技术”的实验过程中，研究人员通过不断调整各种原料的配比，以及风电叶片粉碎颗粒的粒径和级配（各级粒径颗粒的分配情况），最终确定了满足打印成品强度和叶片固废消纳要求的“黄金比例”，并制定出一系列适用于风电固废3D打印的材料体系。

使用这种新型打印材料制成的成品，其力学性能、耐久性能和工作性能，均可达到常规建筑混凝土标准。通过调整风电叶片掺合料的比例，可以使打印材料的抗压强度分别达到或接近C30、C20和C15混凝土的强度等级。

（十三）保障产业链供应链安全

主要政策点1：出台推动能源电子产业发展的指导意见，加快电子信息技术与新能源产业融合创新

能源电子产业是电子信息产业和新能源产业融合创新的产物，是生产能源、服务能源、应用能源的电子信息技术及产品的总称，主要包括太阳能光伏、新型储能电池、重点终端应用、关键信息技术产品（光、储、端、信）等领域。

2021年，工业和信息化部等五部委联合印发《智能光伏产业创新发展行动计划（2021-2025年）》（工信部联电子〔2021〕226号），提出促进5G通信、人工智能、先进计算、工业互联网等新一代信息技术与光伏产业融合创新，加快提升全产业链智能化水平，增强智能产品及系统方案供给能力等要求，持续促进我国光伏产业持续迈向全球价值链中高端。

2022年2月，国家发展改革委、国家能源局联合发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》（发改能源〔2022〕206号）提出，推动能源电子产业高质量发展，促进信息技术及产品与清洁低碳能源融合创新，加快智能光伏创新升级。

推动能源产业和电子信息技术融合不仅有助于解决新能源发电存在的问题，还是新能源产业发展，制定行业规则、界定行业边界、推动行业发展的主要抓手。下一步，将继续推动风电、光伏产业与新一代信息技术深度融合，加快实现智能制造、智能应用、智能运维、智能调度，全面提升我国光伏产业发展质量和效率。

案例4-7我国首座潮光互补型智能光伏电站并网发电

2022年5月，我国首座潮光互补型智能光伏电站——国家能源集团龙源浙江温岭潮光互补型智能光伏电站实现全容量并网发电，总装机容量100兆瓦，设计布置24个发电单元，合计安装18.5万余块高效单晶硅双面组件。该电站与我国第一大潮汐发电站——龙源电力温岭江夏潮汐试验电站互补，实现了光伏与潮汐协调发电的新能源综合运用新模式。

该电站智能化、自动化程度达到国内一流水平，实现少人、无人值守。电站运用无人机巡检技术及AI智能诊断系统，依托数字化平台大数据分析，开展光伏发电设备的健康监测远程诊断，提前发现设备潜在问题，预警准确率达到85%以上，实现从“人找信息”向“信息找人”的转变，设备运维由被动变为主动，有效保障了电站经济效益。

案例4-8天津中环新能源国家会展中心（一期）7兆瓦屋顶分布式光伏发电项目

天津中环新能源会展中心（一期）7兆瓦屋顶分布式光伏发电项目，建设运营全过程采用先进理念，满足绿色节能

要求,整体规划应用智能光伏产品和智能光伏系统,为光伏发电系统的长期经济高效运行奠定了坚实的基础。项目装机容量7.46兆瓦,设10千伏并网点1个,采取“自发自用,余电上网”模式以及合同能源管理形式。

项目将光伏系统设计、施工和运营纳入到天津国展中心整体建筑规划中,光伏系统的整体施工按照建筑工程鲁班奖要求把控质量。在施工阶段,使用BIM建模,对光伏发电系统与其他专业施工的配合进行整体把控;在运营管理阶段,将光伏系统设备运行参数等传输至国展智能化平台,通过该智能平台实现对于各模块(包括光伏系统)的智能化监控与运维。

项目采用诸多智能光伏产品,包括叠瓦组件、组串式智能光伏逆变器等,有效提升了光伏发电量,支撑了光伏电站的智能化管理。项目运用互联网、大数据、人工智能、5G通信等新一代信息技术,推动光伏系统从设计、集成施工到运维的全流程智能管控,具体包括智能化光伏设计系统、智能施工管理系统、智能光伏发电监控系统、智能区域集控运维中心和移动智能巡检平台等。

项目采用光储充一体化技术,建设了“光储充”一体化充电桩服务,储能系统的引入既能为电动汽车供应绿色电能,还可以对光伏出力和能量调度起到平滑作用,改善电能质量,提升新能源发电的可预测性,提高利用率。

项目同时采用了节能、节水、节材等综合性措施,使得会展中心的建筑节能率达到66.2%,非传统水源利用率达到34.2%,设计建筑碳排放总量较基准建筑减少25%以上,取得了三星级绿色建筑标识证书。

案例4-9 工业园区智能微电网示范项目

该项目将分布式光伏发电系统、锂电池储能系统、电动汽车充电桩系统集成后接入华自科技园区已有配电系统,以华自科技自主研发的智能微电网能量管理系统(HZ3000-MEMS)作为园区级智能微电网系统的控制核心,对微电网进行协同控制,并将相关数据上传至自主研发的HZNet多能物联数据中心,构成园区级智能微电网系统,实现“分布式电源自律控制、柔性负荷自治控制”。

项目依托HZ3000-MEMS智能微电网能量管理系统先进的控制策略逐步实现园区用电从传统的“以需定供”向“以供定需”的转变,实现光伏、储能、充电桩、配电之间的多能流稳定性控制及多场景经济调度,融合频率稳定控制(AGC)、电压稳定控制(AVC)、功率分配、削峰填谷、备用容量等功能,进一步提升园区企业用电的稳定性和可靠性。

HZNet多能物联数据中心充分利用现代信息技术,实现电力系统各个环节互联,对内形成“数据一个源、电网一张图、业务一条线”,对外广泛连接上下游资源 and 需求,具有状态全面感知、信息高效处理、应用便捷灵活的特征。以电力系统为核心都多种类型能源在物理网络上互联互通,充分利用互联网思维和物联网技术,实现横向“电、热、冷、气、水”等多能互补,纵向“源网荷储”协调优化,形成具备全面互联、全面感知、全面智能、全面协同等特征的新型能源生态体系。同时以客户为中心,通过多种能源统一规划设计,多主体投资建设运营和管理、调度、服务等模式,充分实现价值增值。

主要政策点2:推动强链补链,依照新能源产业链分工对供应链上下游实施科学统筹管理。增加扩产项目信息透明度,增强设备、材料企业对产业供需变化的响应能力,防控价格异常波动,增强新能源产业链供应链韧性。

经过十几年的发展,我国已形成涵盖开发建设、设备制造、技术研发、检测认证、配套服务的完整风电和光伏产业链。我国生产的光伏组件、风力发电机齿轮箱等关键零部件占全球市场份额70%。

随着世界各国加快应对气候变化和推进能源革命,产业上下游协调必须形成联动才能有力推动行业的持续健康发展,这就要求产业链各环节以及供给侧和需求侧之间协调发展。近两年我国光伏价格出现较大幅波动的原因之一就是产业链供应链未能协同发展。一方面,供应链扩产周期、产能弹性等不匹配,造成上下游之间的供需失衡;另一方面,企业扩产和市场实际增长匹配不足,造成一定程度供需失衡。

2022年公开发布的《“十四五”可再生能源发展规划》,对产业链供应链发展也提出明确要求,包括“提升可再生能源产业链供应链现代化水平”“锻造产业链供应链长板、补齐产业链供应链短板、完善产业标准认证体系”等。全球碳中和背景下,新能源产业正迎来高速发展,产业链供应链也正经历新一轮重塑,保障新能源产业链供应链安全是确保我国新能源行业继续保持全球领先优势的基础。《实施方案》有针对性地提出保障产业链供应链具体措施,增强风电、光伏产业链供应链韧性。下一步,将继续实施强链补链,按照新能源产业链分工对供应链上下游实施科学统筹管理,推动各方在补齐产业链“短板”、确保供应链安全、规范产业发展秩序等方面做出更大贡献。

案例4-10瓦轴集团突破多项风电轴承关键技术

近年来，我国风电等新能源装机规模不断扩大，连续多年稳居全球第一，但轴承国产化率偏低一直是制约风电高质量发展中的一个主要“瓶颈”。瓦轴集团聚焦风电轴承“卡脖子”重点问题进行攻关，集中精力打造具有核心竞争力的产品，先后自主研发了一批高精度、高可靠性的风电偏航和变桨轴承、主轴轴承、齿轮箱轴承、驱动器轴承和发电机轴承，成为全球可以全系列批量生产配套风电轴承的企业之一，多项技术填补国内空白。

2021年以来，瓦轴集团为国内某风电机组制造企业自主研发并批量生产了4兆瓦级平台风电机组单列圆锥结构主轴轴承。在此基础上，瓦轴集团还在自主研发5兆瓦级平台风电机组单列圆锥结构主轴轴承。此外，其自主研发的大型深沟球轴承和大型圆柱滚子轴承已配套应用于11兆瓦海上风电机组；与风电机组制造企业共同研发的国内首台5兆瓦海上风电机组成功下线，10种规格的齿轮箱全系轴承也已完成装机。

案例4-11光伏硅料价格大幅上涨

2020年下半年以来，光伏多晶硅价格不断上涨。尤其是2021年上半年，仅半年时间硅料价格就从年初的7-8万元/吨快速上涨至年中的20万元/吨，三季度由于部分地区限电及工业硅原材料价格上涨，硅料价格再次快速拉升至26万元/吨以上，四季度虽有所回落但仍维持在20万元/吨以上的高位。进入2022年，由于国内外光伏市场需求仍十分旺盛，硅料始终处于供不应求状态，硅料价格从2022年初开始再次持续上涨，2022年7月已经上涨至约30万元/吨。据统计，晶硅料每公斤涨价10元，光伏组件成本将提高约3分钱/瓦，硅料价格的大幅上涨使得同期组件价格从1.6元/瓦反升至2.0元/瓦左右。

主要政策点3：指导地方政府做好新能源产业规划，落实光伏产业规范条件。优化新能源产业知识产权保护环境，加大侵权惩罚力度。规范新能源产业发展秩序，遏制低水平项目盲目发展，及时纠正违反公平竞争的做法，破除地方保护主义，优化新能源企业兼并重组市场环境和审批流程。

当前，在国际经济贸易环境日趋严峻、产业链部分环节发展不协调等因素的作用下，部分地方和企业出现了无序竞争、恶性竞争乃至不正当竞争等扰乱市场正常秩序的行为。为加强光伏行业管理，推动我国光伏产业持续健康发展，2013年工业和信息化部牵头制定了《光伏制造行业规范条件》，2021年对此版本进行修订形成《光伏制造行业规范条件（2021年本）》和《光伏制造行业规范公告管理暂行办法（2021年本）》，有效规范了行业发展秩序，提高行业发展水平，引导落后产能逐步退出。2014年，工业和信息化部编制发布《关于进一步优化光伏企业兼并重组市场环境的意见》，消除了兼并重组制度性障碍，优化光伏企业兼并重组审批流程，提高光伏企业海外并购便利化水平。光伏企业通过兼并重组，逐步加快转型升级、提高产业集中度和核心竞争力。

此外，新能源行业具有知识产权密集、行业竞争激烈、侵权易发多发等特点。而我国知识产权法律制度建立较晚，尚不成熟。下一步，将进一步加强新能源产业知识产权保护，引导产业良性竞争，促进新能源产业创新发展，努力营造高效规范、公平竞争的市场环境。

案例4-12加强知识产权保护提升国际竞争力

随着国内光伏技术的发展，国外对于国内光伏技术的知识产权诉讼愈演愈烈，例如，韩华在美、澳、德发起的PERC专利诉讼，美国已判定专利无效，澳大利亚还在审理过程中，德国判韩华胜诉，并要求召回自2019年1月30日以来在德国销售的涉及侵犯专利权的产品。2022年6月6日，阿特斯与Solaria公司达成和解，Solaria公司同意终止对阿特斯的诉讼，阿特斯则将在七年内停止在美国市场销售其叠瓦太阳能组件。专利纷争带来的后果是直接丧失某一特定光伏市场，相比贸易壁垒/关税影响更为巨大。

因此，亟待针对现有及未来光伏技术进行知识产权梳理，引导企业进行知识产权规避与布局，加强知识产权培训，提升企业知识产权保护意识和能力，并开展相应的预警工作。

（十四）提高新能源产业国际化水平

主要政策点：加强新能源产业知识产权国际合作，推动计量、检测和试验研究能力达到世界先进水平，积极参与风电、光伏、海洋能、氢能、储能、智慧能源及电动汽车等领域国际标准、合格评定程序的制定和修订，提高计量和合格评定结果互认水平，提升我国标准和检测认证机构的国际认可度和影响力。

我国光伏、风电产业的国际影响力不断提升，国内企业“出海”步伐明显加快。2021年，我国光伏组件出口接近1

亿千瓦，同比增长25.1%，光伏产品出口超过284亿美元，同比增长43.9%；风电机组出口装机326.8万千瓦，同比增长175.2%。国际化趋势的不断增强，对新能源企业在国际知识产权合作、产品的标准规范制定、合格评定结果采信等方面的需求也越来越高。在行业主管部门、企业和标准化研制和管理机构的积极努力下，我国在光伏材料、光伏电池和组件、光伏发电系统等方向制定了一系列产品标准和测试标准，扩大了标准的覆盖范围，同时在风电国际标准制定、合格评定互认机制等方面也取得较大进展。

但总体看，我国光伏标准化工作与处于国际领先优势的产业发展水平仍不相适应。光伏国标/行标虽然在数量上相较国际通用的IEC标准更多，但大部分实施时间早、技术指标落后，已经滞后于技术变革与光伏产业发展实际，并且部分标准缺失，尚未形成一套完善的标准体系。此外，行业发展速度较快不仅体现在技术变革上，还体现在建设新能源占比逐渐提高的新型电力系统对光伏发电的新需求上，对标准的研制范围、数量、质量、速度都提出了更高要求。因此，需建立更为完善、更适应行业技术及产业发展的光伏产业标准体系。

在光伏检测认证领域，我国已经涌现了一批检测认证机构，并逐步发展壮大。但与国外先进机构相比，国内机构发展时间较短、检测能力不强、高素质检测人员缺乏，测试数据国际公信力有待提升，由我国检测机构出具的电池转换效率数据尚不能得到国外权威机构的认可。此外，在“碳中和”逐步成为全球各国共同的发展目标、围绕能源变革领域的竞争日益激烈的形势下，产品认证、碳足迹认证等已成为进入部分国家和地区市场的新的贸易壁垒形式。

风电领域国际化方面也存在一些障碍，具体表现为国际标准制定中制造企业参与程度不高、观点输出较少。在西方主导市场和西方金融机构主导投资的项目中，我国企业仍然习惯依赖国外机构的采信能力，对推动国际互认体系的决心和信心不足，不愿意承担风险。这让我国风电行业在面对复杂的国际贸易保护现状时略显弱势。

下一步，需要行业提升整体协作意识，企业敢于主动输出成果，积极参与风电、光伏等新能源领域国际标准制定和修订，运用和改变游戏规则，逐步走出被动局面。同时，不断提高我国的计量、检测和试验研究能力，提高计量和评定结果互认水平，并提升我国标准和检测认证机构的国际认可度和影响力。

案例4-13中国积极参与可再生能源全球标准和认证体系建设

光伏、风电装备国际竞争力的不断增强，为国际知识产权合作、标准规范制定、合格评定结果采信提供了研究基础和底气。越来越多的中国企业和机构参与到国际标准与合格评定体系建设之中，取得显著成效，大大增强了中国在全球可再生能源领域的话语权与影响力。

我国相关认证机构早在2012年就参与到国际电工委员会（IEC）可再生能源设备认证互认体系（IECRE）的前身组织，最终推动了该体系在2014年9月的成立。IECRE是IEC的全球可再生能源设备认证体系，旨在开发高质量的国际标准，建立和运作全球统一的可再生能源认证制度，推动认证结果在全球范围内的广泛采信，促进国际间贸易的便利化，实现一张证书，全球通行。IECRE证书已被全球数十个国家和地区采信，将助力中国风电、光伏产业加速“走出去”。

五、保障新能源发展合理空间需求

风电光伏等新能源的开发需要以土地为关键载体。与传统能源相比，新能源能量密度较低、占地面积大。在双碳目标要求下，新能源规模将快速扩大，土地资源已经成为制约新能源发展的重要因素。《实施方案》主要从两个方面来保障新能源发展合理空间需求。

（十五）完善新能源项目用地管制规则

主要政策点1：在符合国土空间规划和用途管制要求基础上，充分利用沙漠、戈壁、荒漠等未利用地，布局建设大型风光电基地。严格落实生态环境分区管控要求，统筹安排大型风光电基地建设项目用地用林用草。

发展大型风光电基地应符合国土空间规划和用途管制的要求。我国沙漠、戈壁、荒漠等未利用地面积广大，是我国今后发展集中式大型风光电基地的主要地区。

从规划角度分析，即使我国碳中和需要建设100亿千瓦光伏，对应的占地面积大约为15万-20万平方公里，仍只占我国沙漠、戈壁、荒漠等地区面积的一小部分。

我国八大沙漠、四大沙地面积大约为67.41万平方公里，这些沙漠、沙地主要分布在风光资源丰富的西北五省（区

和内蒙古自治区, 尽管大多没有植被覆盖或植被稀疏, 但根据土地属性分类仍有相当一部分区域是草地、林地, 如毛乌素沙地在国土三调中大部分显示为草地或林地。我国戈壁面积大约65万平方公里, 主要分布在新疆、青海、甘肃、内蒙及西藏的东北部等地。戈壁是一类地面较平坦、组成物质较粗疏、气候干旱、植被稀少的砾质、石质荒漠。戈壁上植被稀疏, 以灌木、半灌木荒漠和荒漠草原为主, 种属较单纯, 植被覆盖度一般仅1%—5%左右, 有的甚至寸草不生。这类土地的分类属性大部分为未利用地, 部分戈壁地区植被覆盖度可达20%—30%以上, 分类属性为草地。

对于荒漠, 由于其不是土地利用现状分类属性, 只是生态系统类型, 目前并无明确的荒漠生态系统的范围和面积。荒漠实际包含沙漠、戈壁、盐碱地等, 而且有相当一部分表现为荒漠草原的形态, 在国土属性上为草地。

《实施方案》明确规定充分利用沙漠、戈壁、荒漠等未利用地发展大型风光电基地。对于地类中标注为林地、草地的沙漠、沙地, 标注为草地的部分戈壁, 以及标注为草地具有荒漠草原形态的荒漠等, 现阶段谨慎利用, 但在严格生态保护及监管条件基础上可以作为大型风光基地建设的备选土地。同时, 为了更好地评估利用沙漠、戈壁和荒漠建设新能源的可行性, 已经有很多地区在国土三调成果及全国荒漠化沙化防治、自然保护区和林保数据的基础上, 依据风光电建设的要求, 进行了风电光伏基地建设潜力区域调查和评估, 并将相关成果纳入了国土空间规划。

案例5-14 内蒙古自治区阿拉善盟风光资源潜力评估

阿拉善盟位于内蒙古最西端, 国土面积27万平方公里, 总人口26万人, 是内蒙古面积最大、人口最少的盟市。阿拉善盟是全区沙漠最多、土地沙化最严重的地区, 境内巴丹吉林、腾格里、乌兰布和、巴音温都尔沙漠分布面积9.47万平方公里, 占全盟国土面积的35.11%。全盟沙化土地面积19.87万平方公里, 占全盟国土面积的73.67%, 是我国沙尘暴西北路径的主要通道和重要的策源地。

阿拉善风能、太阳能资源均属于国家Ⅰ类资源区, 年有效风速4000-6500小时左右, 年日照3100-3600小时左右, 太阳总辐射量约6207兆焦/平方米。阿拉善沙漠、戈壁、荒漠草原各占总面积的1/3, 适宜开发利用清洁能源土地资源约9.53万平方公里。已纳入国家优先开发序列的腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠、乌兰布和沙漠等三大沙漠中综合条件最好的土地资源约2.44万平方公里, 可规划布局千万千瓦级的大规模基地20个, 可开发装机6.76亿千瓦。

案例5-15 甘肃省武威市民勤县风光资源潜力分析

甘肃省武威市民勤县地处河西走廊东北部、石羊河流域下游, 东、西、北三面均与内蒙古自治区接壤, 被巴丹吉林和腾格里两大沙漠包围。全县国土面积1.59万平方公里, 其中荒漠化和沙化土地面积占90.3%, 平均海拔1400米, 年均降水量113毫米, 蒸发量2676毫米。

民勤风能太阳能资源丰富, 年有效风能时间4851小时, 可利用风能年储量518.6千瓦时/平方米, 平均风速在2.8-3.5米/秒; 年平均日照时数3149小时, 年均太阳辐射总量5570-6613兆焦/平方米, 红沙岗区域的光伏项目年等效利用小时数达1747小时。

民勤县在梳理可开发风电光伏的土地类型的基础上, 严格避让生态红线及耕地等不宜建设风光电项目的土地, 县域可供发展风光电项目的潜力土地面积共4122平方公里, 规划总装机规模7475万千瓦, 其中, 光伏发电面积1244平方公里, 规划装机规模6092万千瓦。目前, 民勤县已建成光伏电站仅60万千瓦, 土地资源量可支撑光伏电站规模扩大100倍。

案例5-16 宁夏自治区中卫市沙坡头区沙漠光伏项目规划

中卫市沙坡头区国土总面积6877平方公里, 区地貌类型分为沙漠、黄河冲积平原、台地、山地和盆地五个较大的地貌单元, 西北部腾格里沙漠边缘面积约12万公顷, 属于干旱性荒漠气候, 整体上受西风环流控制, 降水稀少, 气候干燥, 年降水量179.6毫米, 年蒸发量高达1829.6毫米, 光照资源丰富, 年平均光照时间达3181小时, 光伏发电前景广阔。

中卫市沙坡头区拟规划利用西北部腾格里沙漠边缘18万亩集中连片沙漠和23万亩荒漠化土地的3个片区, 即: 腾格里沙漠世界银行贷款宁夏黄河东岸防沙治沙项目生态保护红线外19.78万亩天然牧草地(可用面积约12万亩), 沙漠旅游项目8万亩预留用地以北的3.1万亩沙地, 25.7万亩沙地范围内2.7万亩荒漠化土地, 总占地面积约17.8万亩土地发展草光互补光伏基地, 规划打造集防沙治沙、生态修复、光伏发电、旅游于一体的“光伏+治沙+生态修复”示范项目。

主要政策点2：建立自然资源、生态环境、能源主管部门等相关单位的协同机制。将新能源项目的空间信息按规定纳入国土空间规划“一张图”。

当前，新能源项目土地供应与建设资格信息不对称是项目落地难的重要原因。能源企业经申请批复（核准、备案）程序，获得了项目建设资格，但受生态红线、土地类型、地形地貌等限制无法获取用地审批或用地面积不足，导致新能源项目建设资格获批与土地供应的矛盾和不匹配时有发生，客观上影响了新能源项目建设的落地效率，增加项目成本并延长开发周期。为了实现新能源建设与生态保护、修复的协同发展，迫切需要建立自然资源、生态环境、能源主管部门等相关单位的协同机制，做到新能源项目建设与土地供应相协调，在严格生态保护的基础上，加快新能源项目的落地。

近年来，有关部门先后出台了一系列关于风电光伏项目用地的政策。自然资源部于2020年11月颁布了《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》，为进一步规范和管理风电光伏发电产业用地提供了地类认定的基础。同时，自然资源管理部门加快推进国土空间规划“一张图”，以国土三调土地类型及其面积为基础，建立覆盖国家、省、地、县四级国土调查数据库的全国统一国土空间基础信息平台，推进政府部门之间的数据共享以及政府与社会之间的信息交互。《实施方案》明确将新能源项目的空间信息按规定纳入国土空间规划“一张图”，有助于解决新能源开发的土地问题。依据国土三调数据，对适宜建设新能源的土地资源进行总量评估和规划选址，各级地方政府可以据此开展新能源发展规划，也有利于风电和光伏项目开发公司选址和进行各项准备，有效提升风电光伏项目的土地手续办理效率。

案例5-17 矿业权信息与风电产业用地信息的协同性有待解决

某市三个50万千瓦的风电项目在选址阶段多次遇到挑战。第一次选址为未利用地，在确定土地使用权的过程中了解到附近的天文观测基地的建设规划边界设定的保护区为半径50公里。保护区内需进行严格的光污染管制，而风机顶部需要安装航空器安全警示灯。这导致规划中的某新能源综合园区内近838平方公里无法开展新能源项目建设，于是重新选址。

第二次选址仍然在未利用土地上。在办理手续的过程中，当地油田公司提出这三个项目选址压覆某两处探矿权和采矿权。由于该油田公司大部分矿业权直接由自然资源部批准，地方各级自然资源部门无法掌握该油田矿业权分布情况。只能在具体办理土地使用权的时候，油田公司通过总部得到有关信息，然后核实该风光电选址与油田矿产压覆权土地是否重叠。目前确认，两处探矿权与规划中的风电选址重叠面积为51.93平方公里，一处采矿权与规划中的风电选址重叠面积为93.3平方公里。

目前这三个风电场址不得不进行局部选址调整。矿业权压覆问题及其占用土地的规划信息的沟通大大延缓了项目进展，增大了项目成本，还可能造成已经规划设计好的新能源项目无法实施的风险。就矿业权建立自然资源、生态环境、能源主管部门等相关单位的协同机制显得越来越重要。

主要政策点3：地方政府要严格依法征收土地使用税费，不得超出法律规定征收费用。

此前，一些地方政府在风电、光伏开发过程中存在土地税费征收不合理的情况。一是各省、市对土地使用税、耕地占用税征收范围不明确不统一，税费征收归口部门不明确。比如城镇土地使用税、耕地占用税征收范围不明确，一些项目实际占用更多的是林地、草地，支付植被恢复费的同时也要缴纳耕地占用税。又如部分地方的新能源用地在三调数据中界定为国有未利用地中的其他草地的类型，地方政府税务部门对风电、光伏项目既按照国有未利用土地缴纳土地使用税，又征收耕地占有税。此外，地方自由裁量权大，很多项目在并网或运行若干年后，还存在地方税局等事后加收土地税的情况，增大项目运营成本，影响项目收益。二是征收标准差异大，不同区域同类项目缴税额差距很大。比如：对于光伏电站用地，县城、建制镇、工矿区征收土地使用税的标准是每平方米0.6-12元，相差20倍，以光伏电站每10兆瓦占地13-17万平方米来算，每年需交纳7.8-204万元。不合理的税费会显著增加企业开发风电光伏的税费负担，抑制企业投资开发新能源的积极性。

当前，风电、光伏项目开发的主导权主要落在地方政府层面。按照《实施方案》的要求，各地方政府要严格依法征收土地使用税费，不得超出法律规定征收费用，比如部分地区征收的不合理的资源费、乡村振兴费、捐赠费等。下一步，各地还可按照“就低不就高”的原则，明确城镇土地使用税和耕地占用税征收范围和标准，并严格按照标准征收。对于利用国有未利用地开发新能源项目的，可适当减少土地使用费用。

案例5-18 第三批某领跑基地一度违背不征收城镇土地使用税承诺

2017年西南某地市政府在申报第三批光伏领跑基地时,明确承诺了当地光伏领跑者基地涉及的全部土地属于不征收城镇土地使用税的范围。但是在企业优选前夕即2018年2月,该省政府发布《关于进一步明确城镇土地使用税征收范围的通知》,根据该通知的要求,当地两个领跑者基地也被纳入城镇土地使用税征收范围内。

针对该地明显违背申报承诺的行为,主管部门于3月中旬下发正式通知,明确“在确认领跑基地是否按省政府相关文件征收城镇土地使用税政策、明确能否落实基地申报相关承诺之前,暂停基地的企业竞争优选等工作,相关申报材料依法依规予以封存”。直到该省政府于3月下旬正式发文暂缓执行前述文件,省市政府纠正了光伏发电领跑基地征收城镇土地使用税等有关问题后,主管部门才重新启动基地企业竞争优选工作。

案例5-19 西南某地光伏招标土地税费名目繁多

2021年,西南某地发布了光伏基地竞争配置方案,方案中除了项目开发企业需缴纳200元/亩/年的土地租赁费用这一正常要求外,还在招标中明确提出了名目繁多的土地税费标准。其中,在建设期需按照全部占地面积一次性缴纳耕地占用税、草原植被恢复费,在项目建设运行期以200元/亩/年标准缴纳草地补偿费,另外还要缴纳安置补助费和水土保持费,如果按照20万千瓦光伏电站占地6000亩计算,该项目仅土地税费合计将超过1.5亿元,提高项目开发成本20%以上。此外,该项目在土地税费之外,还明确要求项目开发企业按照项目实际发电量,向当地缴纳生态修复费,以0.03元/千瓦时为标准按年缴纳,连续缴纳20年。一系列名目繁多的费用极大提高了项目开发成本。

(十六) 提高国土空间资源利用效率

主要政策点1:新建新能源项目要严格执行土地使用标准,不得突破标准控制,鼓励推广应用节地技术和节地模式,用地节约集约化程度必须达到国内同行业先进水平。

我国陆地土地资源较为紧张,人地矛盾突出,尤其是中东部地区,土地资源更加紧张,新能源项目更应在节约集约利用土地资源上下足功夫。即使在西部人烟稀少、面积广阔的沙漠、戈壁和荒漠地区,也要节约集约利用土地,最大限度地发挥土地资源的效益。

风电是高效节地的可再生能源发电技术形式。当前风电普遍使用的是圆锥塔筒,其地下基础部分深埋至少2米,不会影响耕种,露出地面的承台部分占地不到100平方米。目前,单机容量为5兆瓦及以上的风电机组正成为我国陆上风电市场的主流机型。据此计算,开发1亿千瓦风电装机需安装2万台机组,占地200万平方米,即约3000亩。

各种新的节地技术不断涌现,进一步减少了风电占用的土地面积。如被列入《节地技术和节地模式推荐目录(第三批)》的“预应力构架式风电塔节地技术”,该结构底部采用四个小型基础,单个露出面积不足1.5平方米,总占地面积只有6平方米。塔架下面空间非常宽阔,可以行驶拖拉机和收割机,不影响机械化耕种或其他用途。采用这种塔架技术,使用5兆瓦机组开发1亿千瓦风电装机需用地12万平方米(即180亩),仅相当于十几个足球场的大小。

2016年,原国土资源部印发了《光伏电站工程项目用地控制指标》(国土资规〔2015〕11号),标准的颁布实施,规范了光伏电站工程建设项目用地审批和土地供应,促进了光伏电站工程项目节约集约利用土地资源。光伏行业以各种技术进步和管理创新积极探索各类节地技术和模式。通过采用先进工艺和技术装备实现电力设备的高架或深埋,充分利用未利用地和地下空间,减少光伏场站对土地的占用和对植被的破坏。光伏螺旋桩技术显著减少了光伏场站施工对植被的扰动和对土地的占用。大跨度柔性支架等技术使得陡坡地、污水处理厂的大跨度水池等过去难以利用的土地得以安装光伏,并显著减少了桩基面积。

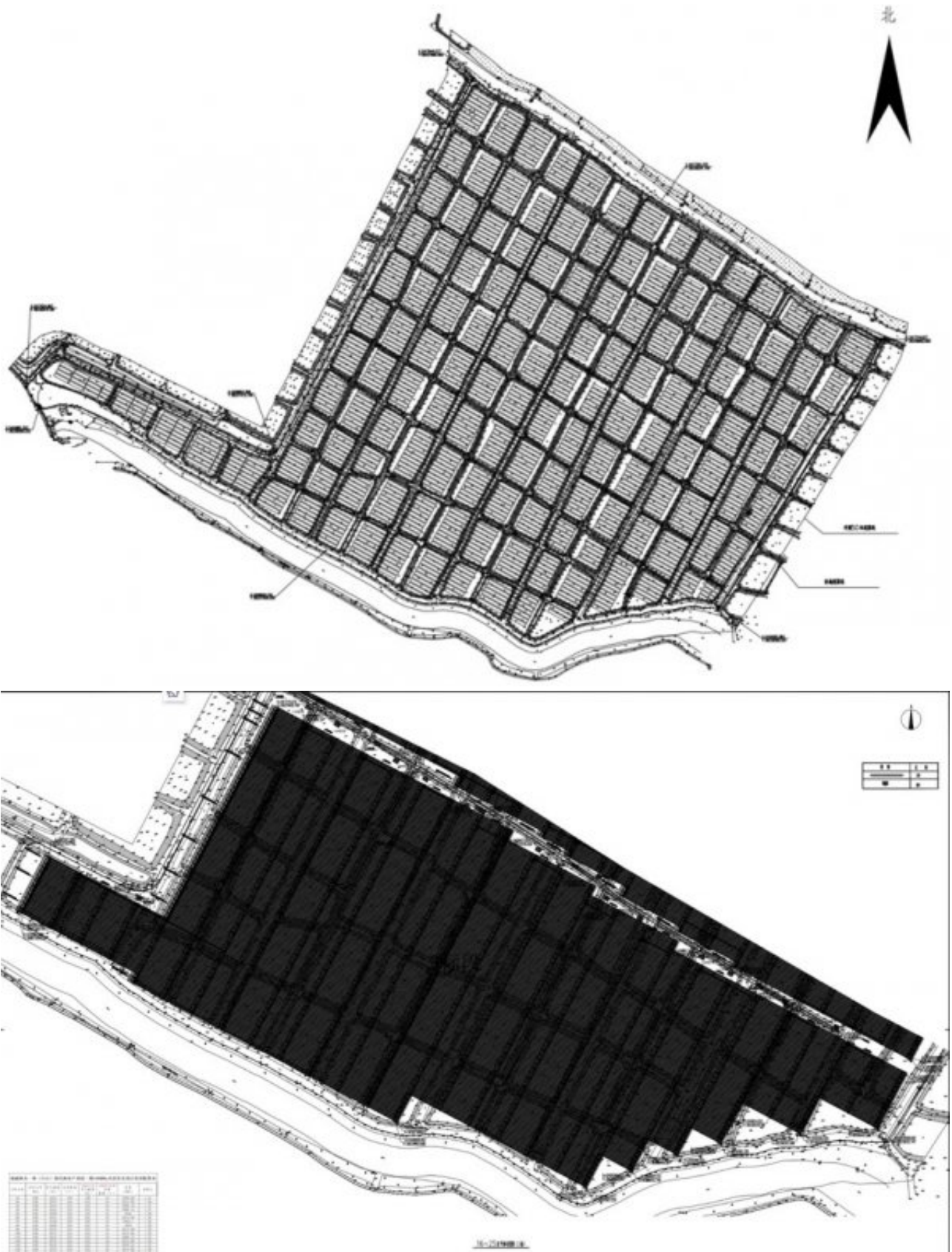
案例5-20 台山市通威现代渔业产业园二期100兆瓦光伏发电项目采用柔性支架大幅节约土地

广东省江门市台山市的通威渔光一体现代渔业产业园二期100兆瓦光伏发电项目采用柔性支架技术,平均每兆瓦用地仅13亩。

该项目位于台山市汶村镇冲口村,现为鱼虾混养养殖池塘,本项目利用项目地现有水面资源,采用渔光一体模式进行综合开发,将光伏电站与养殖业相结合,在鱼塘上建设光伏电站,形成“上可发电,下可养殖”的发电模式。此复合型方式用地,通过柔性支架大跨度、高净空的技术优势,有效节约土地,提高土地利用效率。每兆瓦光伏用地“渔光一体”光伏电站整个区域面积合计占地约1302亩,平均每兆瓦用地仅13亩。本项目若采用传统固定支架方式,以15度倾角,双面双玻440瓦的组件,装机容量仅能达到71兆瓦。柔性支架方案比传统固定支架方案节地达29%。

该光伏电站通过采用柔性支架方案,具有高净空、大跨距的优势,可以跨越塘埂。系统由25个方阵组成,每个方阵

容量3.59~4.06兆瓦，组件选用双面双玻640瓦的组件。系统共使用锚桩1300根、端桩650根、中桩2700根、箱变平台桩150根、高低压桥架桩100根。基础埋深约5.5米（相对于自然地面）。支撑桩顶标高高出地面约2.5米，同一组支架单元，桩左右间距为1.576米，前后排支架单元桩间距为3.08米。该项目的柔性方案大大提高了国土资源高效复合利用效率。



主要政策点2：优化调整近岸风电场布局，鼓励发展深远海风电项目；规范设置登陆电缆管廊，最大程度减少对岸线的占用和影响。鼓励“风光渔”融合发展，切实提高风电、光伏发电项目海域资源利用效率。

海洋为风电发展提供了广阔的土地资源。海上风电是优化沿海地区电力生产与消费格局的主要途径，也是推动我国沿海地区经济社会绿色低碳转型发展提供重要支撑。高质量发展海上风电要求在海上风电开发建设过程中进一步减少对岸线用海的占用和影响，优化电缆廊道布置、提高用地用海节约集约程度的重要性越来越凸显。

据中国气象局评估，我国海上风能资源技术可开发潜力超过35亿千瓦。截至2021年底，我国海上风电装机容量达到2639万千瓦，仅占技术可开发量的0.7%，未来我国海上风电仍拥有巨大的发展潜力。目前我国海上风电的绝大多数装机位于近海海域，而另据统计，我国水深大于50米的深远海风电资源占比超过60%，深远海风电的发展更具潜力。随着近海风电开发经验日益成熟，高质量、低成本的近海风电资源逐渐得以开发，积极探索深远海风电开发与模式，已经成为未来我国海上风电规模化发展的必由之路。未来几年，海上风电项目将不断向深远海发展，离岸距离从50公里发展到100多公里，水深从40~50米发展到80~100米。

规模化开发海上风电成为一条切实可行的发展之路。为进一步集约用海，充分利用海上风电资源，一方面风电项目开发应保持一定的规模，通过加强统筹规划，坚持集中连片开发，单体项目规模应不低于100万千瓦。通过规模化整合资源，采用高电压、集中送出技术，大兆瓦机组、大直径海缆等先进设备，从整体考虑统一规划，优化风场布置，降低单位千瓦资源占用率。提高资源整体利用率，进一步提高用海用地的节约集约程度并减少海上风电项目建设对海洋资源及海岸线的占用和影响。另一方面，通过大力发展大兆瓦风电整机技术，逐步提高海上风电机组的单机容量，可大幅减少相同装机容量下所需的机位点数量，从而在减少用海面积和节约海上风电资源同时，进一步提高发电量与运维效率，降低海上风电开发成本。同时，鼓励各地依托资源与区位优势，探索“海上风电+光伏+海洋牧场”、“海上风电+光伏+海上油气平台”等多产业融合发展，形成产业互补，产生多重价值，实现海洋资源的高效集约化利用。

案例5-21 提高国土资源利用效率实现海上风电规模开发

海上风电是风电产业技术制高点，也是最适宜规模化、集约化开发的领域。积极推进海上风电规模化开发，不仅有利于快速推进技术进步，而且可有效节约海域及岸线资源。三峡阳江海上风电场位于广东省阳江市沙扒镇南面海域，总装机容量170万千瓦，共布置269台海上风力发电机组，建设3座海上升压站，采用7回220千伏海缆接入1座陆上集控中心。该项目是我国首个并网投产的百万千瓦级海上风电场。

项目通过集中规模化开发，采用整体规划和整体送出模式，使用大容量风机及海上升压站、大直径海底电缆、大集控运维集中管理，不断优化风机布局及海缆路由。相较于分期常规建设项目，共约减少40台风机基础、2座海上升压站和3回220千伏海缆，不仅降低了建设成本，而且节约了用海面积。仅风机基础、海上升压站和海缆路由就可节约用海面积232公顷，极大程度减少对海岸线及海洋资源的占用。五期项目采用共建一个陆上集控中心的方式，最大程度地集约化使用土地，提高了土地利用效率，单一集控中心相较于分期常规建设单期项目陆上集控中心节约用地40亩。



原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/196548.html>