

跨界创新 智赢未来

——第三届中国光伏+创新发展论坛暨领跑基地技术交流会发言摘编

水电水利规划设计总院副院长易跃春

光伏产业进入提质增效新阶段



光伏产业进入了提质增效新阶段，领跑者基地建设推进了光伏整个行业的技术进步、成本降低和综合发展。技术创新、跨界融合，将进一步推动光伏产业绿色和高质量发展。

提质增效成为主旋律

光伏产业近年来发展迅猛，在电力体系中所占比重逐年上升，光伏发电在我国电力系统中的作用逐步显现。数据显示，我国光伏发电年度新增装机连续5年全球第一，累计装机连续3年全球第一；2017年度新增5306万千瓦，同比增长54%，发电量1182亿千瓦时，同比增长78.6%，占全部发电量的1.84%；2018年一季度新增965万千瓦，同比增长22%，发电量351亿千瓦时，同比增长64%。

这一系列数据背后是光伏全产业链建设能力整体的提升。电池组件产能高比例增长，2016和2017两年的时间，国产电池片产量同比分别增长24.4%和41.2%；

组件产量同比分别增长26%和39.7%。产品技术水平持续提升，晶硅组件转换效率以每年0.5%的速度持续提升。这一切犹如一股由内而外迸发而出的原动力，激励着整个产业不断发展。

光伏产业的进步不是一两个点的爆发，而是不同维度立体推进的连锁反应。在光伏电站建设方面，已然不是单一的或集中或分布的简单叠加，不同的电站建设模式已经超乎想象。

光伏电站建设形式向集中与分布式相结合、地面建设与建筑物建设相结合方向发展。2017年度新增光伏：集中式占63%，同比增加11%，分布式提升至37%，同比增长3.7倍；2018年一季度新增光伏：集中式占20%，同比下降了64%，分布式同比增长217%。

光伏电站建设市场朝中、东、西部方向均衡发展。2017年度新增光伏：华东地区1467万千瓦，同比增加1.7倍，占全国27.7%；华中地区1064万千瓦，同比增长70%，占全国的20%。西北地区622万千瓦，同比下降36%。

光伏电站建设内容也由单一化功能，向多元化、综合化利用方向发展。水光、农光、林光、渔光、建筑一体化，以及扶贫等多种形式并举。

这些成绩的取得是光伏发电市场建设不断完善的结果。从规划管理到对市场环境建设进行规范，从加强专项管理到推动技术的进步，目前国家都有或正在制

定相应的规范性文件进行管理，无序化的市场建设得到了有效遏制，弃光问题也逐步缓解。2017年全国弃光电量73亿千瓦时，弃光率同比下降4.3%；2018年一季度弃光电量16.2亿千瓦时、同比下降30%。

基于此，光伏产业发展目标也在不断调整完善。光伏产业发展的宏观目标是加快推进绿色发展，构建清洁低碳、安全高效的能源体系，发展的重点要从提高规模转向提质增效和推进技术进步。近期的发展目标在于推进技术进步、产业升级、降低发电成本、减少补贴依赖，实现行业健康有序发展。

旨在推动平价上网

从第一批到第三批，光伏领跑者基地建设给整个行业带来的是持续有力地推动光伏行业技术进步和电价降低。领跑者基地建设的目的是通过市场化方式支持先进技术示范，以促进技术进步为基础支撑，加速先进技术市场应用转化，实现光伏发电平价上网。

从第一批的技术能力分值占比15%，到第二批的技术能力及方案分值占比30%，再到第三批的应用领跑基地技术与产业先进性及技术方案分值占比35%，技术基地技术与产业先进性和技术方案分值占比甚至高达80%。人们可以清晰地看到，光伏领跑者基地技术能力已成为竞争中的重要砝码。组件转化效率的不断提升也将成

本降低和电价下降幅度逐步拉大，逐步接近火电标杆电价。

第二批光伏领跑者基地落实项目边界条件，择优、综合选择开发企业，引入价格竞争机制，电价水平分值占30%。尤其是内蒙古乌海基地入选企业平均电价较第一批下降幅度达36.3%。第三批光伏领跑者应用基地建设进一步加大了竞争力度，促进成本降低。在引入基地间竞争基础上，基地内项目开发企业竞争电价分值占35%，基地电价下降幅度进一步增大，达到32%~41.8%。

光伏电价不断降低，让企业在基地建设及跨产业结合方面提出了更多的新要求，也将产生新的机遇。从第一批单纯的采煤沉陷区治理到第二批的生态治理和综合利用，再到第三批的沉陷区治理与农、林、牧、渔业的跨产业结合，光伏行业已呈现多元化发展之势。

党的十九大提出，要贯彻新发展理念，加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在创新引领、绿色低碳等领域培育新增长点、形成新动能。光伏行业应以问题为导向，通过创新驱动和跨界融合，不断破解发展面临的弃光、用地和补贴等热点、难点和瓶颈问题，推动行业绿色发展、高质量发展。

要利用大数据，做好清洁能源消纳；要加强规划指导作用，做到电源和电网、消纳市场兼顾；此外，要加快技术研究和创新示范，做好预测预报、智慧能源、微电网，多能互补、储能、能源互联网等相关工作；注意加强机制体制创新，在节能调度、配额制、电力市场等方面发力。

江苏省发改委党组成员、省能源局局长杭海

江苏开启低碳供能新时代



2017年，江苏省光伏新增装机容量达361万千瓦，占全国新增量的6.8%，累计907万千瓦，占全国7.0%，位居全国第三，仅次于光照资源和土地资源大省山东、新疆。

能源可持续发展是全球普遍共识，更是江苏省能源发展的方向。多年来，在各级领导的支持下，江苏省积极扩大光伏发电和可再生能源的应用规模，不断优化能源结构，努力推动能源转型。2017年，全省新增可再生能源发电装机626万千瓦，占全省新增量47.8%，成为新增装机重要组成部分。累

中共宝应县委书记王道霄

光伏应用成为宝应转型重要抓手



光伏发电产业作为最具变革性、创新性的新能源产业之一，发展前景十分广阔。近年来，宝应依托自然禀赋优势，在国家和省市主管部门的领导和指导下，在技术服务单位和众多企业的支持和参与下，积极打造光伏发电应用与制造全产业链，光伏发电产业从无到有，飞速发展，并成功获批国家级光伏应用领跑者示范基地。

截至目前，宝应县光伏发电总装机容量

中共宝应县委副书记、县长余俊臣

构建光伏发电装备制造完整产业链



宝应县立足传统优势产业以及自然资源禀赋，积极抢抓光伏新能源应用发展的战略机遇，将新能源产业作为未来重点发展方向。近年来，宝应县先后实施了射阳湖协鑫和光硕、柳堡艳阳天、西安丰宝丰达、广洋湖华电福新等一批光伏、风电项目，总装机容量800多兆瓦。

宝应县具有以光伏发电为主的新能源产业的天然优势。宝应县日照条件良好，日平均日照时数7小时，水平面总辐射量达4821兆焦耳/平方米；水面资源丰富，水域面积占全县总面积1/3左右，非常适合大型光伏、风电项目实施；消纳能力较好，2017年扬州全社会用电量达237.1亿千瓦时，预计到2020年扬州全社会用电量将接近300亿千瓦时；电网配套完善，目前，宝应县已建成一座500千伏变电站，三座220千伏变

中国新能源电力投融资联盟秘书长彭澎

中东部或出现无补贴试点项目



2017年可谓是分布式光伏的元年。1.3亿千瓦的全国光伏发电

装机中，分布式光伏达到2966万千瓦，吸引着更多的非电力行业持有光伏资产。

从一级市场来看，光伏资产持有逐步开始集中，民营企业的持有比例仍在上升，电站交易活跃。分布式的投资中，民营企业高于国有企业，估计比例为80%:20%，融资成本非常高。银行在分布式光伏融资方面承担着担保和抵押，融资租赁公司近年来则扮演着最重要的角色，基金持有项目面临退出渠道的问题，保险公司虽然暂时还没有进入新能源一级市场，但是在投

资二级市场，保险制度进一步放开，可以进一步通过不同的渠道来持有新能源资产。

分阶段完成融资是将来整个金融市场发展的趋势，针对光伏融资则可以分为三个阶段：一是建设期供应链金融，合作方为部分非金融企业。二是运营期融资租赁，合作方为融资租赁公司。三是稳定期资产包，合作方为市场企业、被配网企业收购、发行金融产品。

需要注意的是，融资方和投资方的关注点不同，融资方首先关注的是投资方的资质，其次是

抵押担保，再次是现金流的情况。而投资方主要关注电站发电量，以及电站流动性和现金流。从去年下半年开始，一级市场逐步规范：投资主体扩大，之前未做过光伏的企业以及海外资金，都在寻找投资机会。资产流动性改善，投资人根据自身资金和风险偏好，持有不同阶段的资产。资产服务市场完善，市场出现专业的服务机构，帮助不了解RE(可再生资源)的也能持有RE资产。

能源新政策下，光伏投融资市场将出现以下趋势：今年的新增预计调整为40GW，自发自用的比例将提高，全额上网项目难以开发。而政策变动肯定导致金融机构以最低收益模式提供融资，中东部或出现无补贴的试点项目。

光伏电站建设完成后，就是光伏智慧运营的搭建，可以利用BIM+GIS的手段建立智慧光伏电站综合管理系统，实现对各电站的集中监控、资源共享、经济指标综合分析及智能化运维管理，使光伏电站拥有者的投资回报率最大化。

运营过程中可以综合所有数据以及电站的实时监控信息，单个电站分析、多个电站对比，所有数据都可以通过手机等设备进行随时的跟踪。

事实上，泗洪和宝应光伏领跑者基地的规划都是依托丰富的水面资源，结合现代渔业养殖技术实现水产养殖的全面升级，并综合利用水面空间建设光伏电站，促进光伏产业升级，从而降低成本、引导电价下降。在此基础上，建设集科普教育、工业旅游、渔业休闲为一体的旅游基地，从而实现一、二、三产业的高度融合。

中南勘测设计研究院新能源分院副院长廖铿

依托BIM构建数字化光伏领跑基地



中南勘测设计研究院引进建筑信息化模型(BIM)进行数字化光伏领跑基地设计，将工程项目在全寿命周期中各个不同阶段的工程信息、过程和资源集成在一个模型中，方便被工程各参与方使用。并

通过三维数字技术模拟建筑物所具有的真实信息，为工程设计和施工提供相互协调、内部一致的信息模型，使该模型达到设计施工的一体化，各专业协同工作，从而降低工程生产成本，保障工程按时按质完成。

以宝应基地射阳湖片区电站为例，测绘专业利用航测和水下测量，再结合其他摄影技术生产数字化图，地质专业现场提取图样，通过三维地质设计系统生成地质界面模型，然后交给结构专业进行方案遴选设计，精细化构建三维结构模型。总图/电气专业利用完善的参数化元件库实现设备的快速布置，同时分析桥架路径，对电缆进行最优化的设计，并且实现与

结构、建筑、暖通等专业的协同设计。通过模型间相互参考，在三维视图中规避碰撞，最后各专业再通过协同升级平台进行总装。

光伏电站设计完之后，就进入了电站数字化建造环节，以光伏电站BIM模型为基础，将工程施工各阶段管理过程中信息数据与BIM模型进行关联，实现工程施工各阶段信息化、数字化和智慧化管理。该环节主要包括三个方面，一是设计资料管理，设计图纸可以随时调取，二是质量管理、进度管理和安全管理，均能通过移动端实现可视化的管理。三是基于平台结合工程概算、造价和项目施工进度，实现成本精细化管理。