

推动小水电健康发展亟待破解六大难题

——访水利部农村电气化研究所副所长董大富

■本报记者 苏南

水利部近日印发的《2023年农村水利水电工作要点》提出，“积极稳妥推进小水电分类整改，实施小水电绿色改造与现代化提升，落实小水电生态流量”。那么，目前，我国小水电站现状到底是什么样？未来发展方向在哪里？记者围绕上述问题日前专访了水利部农村电气化研究所副所长、中国水力发电工程学会小水电专委会主任委员董大富。

■新时代对小水电提出新要求

中国能源报：如何正确看待小水电行业？在新时代背景下，小水电在能源行业中处于什么地位？

董大富：提到小水电，给人固有的印象是生态环境的破坏者，不排除个别小水电存在破坏环境的问题，但大部分小水电反而是生态环境的修复者。新形势对小水电的安全与生态提出了新要求，未来小水电的发展要满足“人们对美好生活的向往”，可采用新技术、新方法、新理念，开展小水电绿色改造与现代化提升，实现高质量发展，提升现代化运营管理水平。

改革开放以来的40多年，小水电获得了初级农村电气化县、水电农村电气化县、水电新农村电气化县、小水电代燃料、农村水电增效扩容改造、小水电扶贫等国家资金投入，我国小水电装机容量增长了15



董大富

倍。目前，全国建成小水电站42400余座，总装机达8100多万千瓦，占全国水电总装机容量的22.1%。按照最新供电标准煤耗307克/千瓦时计算，2021年发电量相当于节约了6855万吨标准煤，减少二氧化碳排放1.7亿吨。

小水电在电力行业中虽然不是主体，但其是实现“双碳”目标的重要能源选择。作为清洁可再生能源，持续发挥着巨大的节能减排效益。此外，小水电兼具防洪、灌溉、供水、旅游、保护森林植被、水源涵养等社会、生态方面的综合效益。

■发展面临六方面难题

中国能源报：在您看来，目前小水电

发展面临哪些难题？

董大富：我国小水电行业面临六方面的问题。一是小而散，管理难。由于城镇聚集效应，农村人口减少，小水电站小而散问题逐步凸显，安全监管难。二是设备老旧，存在安全隐患。部分电站运行多年，未及时进行技术改造，加之设备设施维护较差，存在一定的安全隐患。三是流域小水电群缺乏高效运行调度技术支撑，水资源利用率偏低。四是人力成本逐年提高，从业人员年龄普遍偏大，不少小水电站面临若干年后无人可用的境地。五是自动化水平普遍偏低，许多老旧电站厂容厂貌差，与周围环境不协调，不能满足美丽乡村建设的需求。六是监管手段不足，电站生态流量泄放还需完善，个别电站生态修复措施不到位。

中国能源报：您刚提到小水电小而散，到底有多小？有多散？

董大富：全国小水电电站平均装机容量为1792千瓦，以长江经济带10省（直辖市）为例：单站平均装机容量为2460千瓦，单站平均装机容量最小的是江西省，为940千瓦；200千瓦及以下座数超过1/5，500千瓦及以下座数约占1/2，1000千瓦及以下座数超过2/3。

至于小水电有多散，小水电站大部分分布在农村边缘山区，甚至有些电站还没有通路，交通不便。除了小、散外，小水电还

弱。长江经济带10省市单站平均发电收入约200万元，单站平均发电收入最低的江西省，约60万元。

■建设生态友好型项目

中国能源报：在您看来，我国小水电未实现现代化发展的主要内容是什么？

董大富：主要内容是建设生态友好型的小水电站。首先，要对设备设施更新改造，提高发电能力、降低安全风险。小水电改造过程中要采用新技术、新材料、新工艺、新设备，全面提升水电站硬件现代化水平、运行可靠性，提高水能资源的利用效率。例如，可对水轮发电机组、励磁、调速器、油气管辅助设施、高低压开关柜、变压器、控制系统等设备设施进行更新改造。

其次，应用新技术建立智能化、集约化运行模式，提高发电效益。小水电业主可采用物联网感知设备、AI图像识别技术等提高远程感知与预警能力，增加安防系统，优化调度运行。通过小水电实现智能化运行，达到“自感知、自学习、自决策、自控制”，改变单站独立分散运行的常规模式，以区域或流域为单位，建立电站集群统一运行模式，把分散的小水电站整合成一个跨越物理空间的虚拟电站，建立集控中心，实现远程集中监控，实现集

约化运行。

再次，统筹考虑梯级电站上下游，优化水能资源利用效率。未来可根据水库水位及来水预测，动态制定梯级电站机组运行策略。例如，开机台数、开机顺序、机组负荷、开机时间等，以梯级电站集群发电效益最大化原则来调度各电站的运行。

最后，改变一支队伍运维一个电站的“一对一”管理模式，整合人力资源，组建一支专业化团队，管理一个区域的电站，建立物业化管理模式。

中国能源报：如何实现小水电的可持续发展，“双碳”目标下的高质量发展？如何更好地发挥出小水电清洁可再生能源的重要作用？

董大富：新时代对小水电提出了新要求。未来，小水电企业采用新技术、新方法、新理念实现小水电绿色发展和现代化提升，利用调节储能特点与新能源融合发展，优化存量、融合增量。以区域或流域为单位，技术上实现集约化，管理上采用物业化。发挥水库库容调节和梯级库群反调的功能，实现水风光储一体化融合发展。

我国具有10万方及以上库容且以发电为主的小水电站5800多座，总库容800多亿方，装机2500多万千瓦。通过库容调节、储能工厂、抽蓄改造等水风光储一体化建设，可为新能源开发和消纳提高供电可靠性。

远景集团高级副总裁田庆军： 储能「内卷」是伪命题

■本报记者 卢奇秀

迈入第二季度，储能产业扩张、跨界依然没有放缓的迹象，动辄百亿元的扩产计划时常涌现，新老玩家加速锁定这一黄金赛道。技术变化更是日新月异，新产品、新技术、新业态层出不穷。市场上，储能项目中标价格屡创新高，行业“内卷”现象愈演愈烈。

“新能源强制配储实际上抬高了企业的建设成本，且储能利用率较低，已然成为新能源项目的沉默资产，开发商更倾向于选择更低报价的企业，大家在追求低价而非高质量。基于此，靠低价锁定市场的‘内卷’是伪命题，本质上并不是真正的市场竞争。”远景集团高级副总裁田庆军在接受《中国能源报》记者采访时指出，随着储能市场化机制的完善，电网将成为一面“照妖镜”，各家企业储能产品的效率性能、安全质量、盈利能力都将显现出来，届时一大批企业会被淘汰出局。

田庆军指出，当前国内储能市场主要有三类主体：第一类拥有成熟电芯、电池包全栈自研核心技术的企业；第二类是老牌逆变器厂商，凭借企业之前在渠道与系统集成方面的积累，切入储能领域；第三类是集成企业，不具备研发和生产能力，简单将电芯、系统、PCS（程控系统）等部件进行组装。

储能产业的发展脉络或许可以参照风电行业。田庆军介绍，2006年左右，国内有100多家风电整机企业，他们大多将齿轮箱、发电机、叶片等配置堆砌和零件简单组装，这是风电的1.0时代；到2015年左右风电迎来2.0时代，国内风电企业快速缩减至不到20家，企业纷纷开始自主研发设计，就像今天的储能产业，开始研发关键零部件。2022年，我国风电已进入自研自制的3.0时代，与1.0的简单集成和2.0的自研设计时代相比，3.0还掌握深度制造能力。通过技术穿透产业链，形成部件与整机的协同技术进步，不断提升产品系统效率和质量，加速产品更新迭代，降低度电成本。在他看来，未来储能行业的竞争会愈发激烈，企业将面临巨大的生存压力，仅仅靠简单集成的企业不可持续，最终活下来的一定是具有全栈技术能力的企业。

据悉，远景从2018年开始布局分布式楼宇储能，2019年收购日本AESG成立远景动力并开发动力和储能专用电池，其电芯、BMS（电池管理系统）、PCS、EMS（电磁抗干扰）等储能系统主要零部件全部由自己研发生产。这在储能领域并

不多见。“远景硬件收入主要来自三部分：风电与风机、储能电池和动力电池。当前，风机业务已趋于稳定，而储能作为继风光之后的第三类资源，正处于快速增长期，未来年交付量将超过10吉瓦时。远景势必抓住储能产业发展黄金期，快速布局以抢占制高点。”田庆军称。

不唯价格论，但成本却是储能企业的核心竞争要素。今年以来，碳酸锂价格大幅下跌，储能系统、项目投标报价下降趋势明显，平均报价由去年的1.5元/瓦时—1.8元/瓦时，下降至1.2元/瓦时—1.4元/瓦时。田庆军指出，碳酸锂价格每下降10万元/吨，储能系统成本随之下降0.07元/瓦时左右。此轮碳酸锂价格从去年高点的60万元/吨下降至20万元/吨左右，带动系统成本下降0.28元/瓦时，“如果碳酸锂价格能够进一步下降至20万元/吨以下，加上技术进步，未来储能系统价格有望达到1元/瓦时。这意味着，储能综合度电成本能够下探至0.2元/千瓦时，这能为储能大规模推广奠定坚实基础。”

在可再生能源大规模接入的背景下，作为提高电力系统效率、安全性和经济性的关键支撑技术，储能的重要性已获得广泛共识。田庆军判断，未来储能价格大幅上涨的可能性不大，即便是调整也是小范围波动。储能产品价格不应该被矿产资源定义，这对供应链安全极其不利。在他看来，储能行业核心成本的下降应该遵循技术创新驱动成本降低的规律，通过技术不断更新迭代，让储能价格有序下行。

一方面降低成本，一方面憧憬“钱”景。田庆军认为，储能的本质是交易，其价值要在电力市场的动态交易中体现。“储能目前价值创造不明显，价值发挥不充分，商业模式尚不健全。”他建议，进一步拉开峰谷价差，完善辅助服务市场、容量电价和容量市场，通过提供多类服务，让储能获得多种收益。与此同时，要确保政策的连续性和确定性，储能是10年生命周期的资产，一旦政策发生变动，前期的投资模型将被全部推翻，政策的不确定性和不连续性对储能投资会产生巨大挑战。未来储能系统将走向智能化，要和电网、负荷、光伏电站、风场、风机预测特征整体结合起来，通过智能化调度，实现对新能源的负荷预测、实时协调控制和充放电管理，切实提升储能项目经济收益。

国家能源局总工程师向海平：

加快建立新型储能成本疏导机制

4月7日，在第十一届储能国际峰会暨展览会（ESIE2023）上，国家能源局总工程师向海平表示，目前我国新型储能呈现出多元化发展基础不断夯实、规模化发展趋势更加强劲和产业化发展稳步推进的特点，需要处理好建设与运用的关系、短期与中长期的关系、发展与安全的关系。

新型储能是深入推进绿色低碳转型、支撑建设新型电力系统、新型能源体系的关键技术和基础装备，对促进能源科技变革和自立自强、保障国家能源安全具有重要意义。向海平表示，国家能源局高度重视新型储能技术创新和产业发展，特别是2021年以来，国家能源局会同有关部门连续出台《关于加快推进新型储能发展的指导意见》等一系列文件，初步构建了以顶层设计文件为引导，以项目管理、调度运用、市场机制、价格和安全管理等专项政策为支撑，以试点示范、人才培养、产教融合、标准体系等共性政策为保障的行业发展政策体系，为各级政府、行业企业推进技术创新和产业发展提供了重要基础。

在向海平看来，我国新型储能发展正呈现出三方面的主要特点：一是多元化发展基础不断夯

实，锂离子电池储能加速发展，压缩空气、液流电池、飞轮等多种储能取得关键技术突破，实现规模化示范应用，钠离子电池、重力储能等新兴技术不断涌现。新型储能应用场景不断拓展，在促进新能源消纳、支撑电力系统安全运行、保障能源电力供应、提高能源综合利用效率等方面发挥了积极作用，为产业化、规模化发展提供了重要基础。

二是规模化发展趋势更加强劲。根据各省能源主管部门提供的数据，截至2022年底，全国已投运新型储能累计装机规模超过870万千瓦，比2021年底增长超过110%，装机规模居全球首位。各地新型储能累计装机规模超过40万千瓦的省份中，近70%的省份的装机规模增长超过100%。

三是产业化发展稳步推进。随着电力市场改革的深化，新型储能参与各类电力市场的机制不断完善，社会投资积极活跃，带动新型储能高速发展，产业链体系日趋完善。与此同时，标准体系逐步健全，推动健全基础通用、规划设计、施工验收、运行维护、安全应急等8个领域的标准体系，为产业化可持续发展提供保障。

向海平表示，在看到取得显著

成绩的同时，也要清醒认识到，作为新技术、新业态，新型储能发展还面临诸多风险挑战。当前，要重点统筹处理好三个方面的关系：

一是处理好建设与运用的关系。要高度重视新型储能作为电力系统的工具属性，既要加快规划建设，更要注重调度运用。坚持因地制宜多元化发展，着力推动新型储能科学优先调用，更好支撑新能源更大规模开发利用，提高能源综合利用效率。

二是处理好短期与中长期的关系。要深刻认识新型储能技术仍在快速进步，成本仍然较高的现状，着眼中长期新型储能规模化发展的必然要求，加大关键技术研发创新，加快建立新型储能等各类调节性资源成本疏导机制，强化产业链统筹布局，着力推动构建技术、市场、机制多轮驱动的发展格局，为新型储能可持续快速发展提供不竭动力。

三是处理好发展与安全的关系。安全是产业发展的重要前提。要统筹全产业链、项目全生命周期安全，加快建立完善安全管理制度，加大安全管理措施投入。同时，高质量发展是安全的保障，要持续加大新技术研发与示范应用，以技术创新推进高质量发展。（刘海霞）

国家林草局荒漠司原副司长胡培兴：

促进光伏治沙融合发展

4月12日，国家林草局荒漠司原副司长、中国治沙学会副会长胡培兴在第八届中国能源发展与创新论坛上表示，充分发掘沙漠、戈壁广袤的土地资源和充沛的光照资源，创新发展沙漠光伏，实现沙区经济转型和绿色发展，对保障国家生态安全和能源安全，实现地方经济振兴，助力国家碳达峰碳中和目标的实现，具有重要意义。

据最新调查结果显示，全国沙化土地面积由172.12万平方公里减少到168.78万平方公里。在世界荒漠化面积不断扩大的情况下，全国沙化土地面积连续20年持续减少，程度持续减轻，中国作出了巨大贡献，实现了由“沙进人退”到“绿进沙退”的历史性转变。

胡培兴表示，多年来，国家林草局坚持依法防治、科学防治，创新技术手段，实施重大生态工程，使全国荒漠化和沙化土地面积持续减少。京津风沙源工程实施20年，

北京沙尘天气次数由2000年前后的年均13次减少到目前的2-3次，“昔日风沙源”，变成了“今日后花园”。

在胡培兴看来，沙漠、戈壁、荒漠地区承载起新能源发展的新希望。他表示，面对全球气候变化和“双碳”目标实现的大背景，国家林草局积极推进沙戈荒光伏基地项目落地，多次组织开展光伏与治沙融合发展和用林用草用沙的调研。近期，与自然资源部、国家能源局共同出台了《关于支持光伏发电产业发展规范用地管理有关工作的通知》，文件从光伏基地布局、用地管理、手续办理和用地监管等方面进行了规范，优先将大型光伏基地用地列入重点项目计划清单；提倡在严格保护生态的前提下，鼓励在沙漠、戈壁、荒漠等区域建设大型光伏基地，鼓励采用林光/草光互补模式；对于光伏方阵用地实行备案制，不需按建设用地进行审批；

同时，强化部门协同，建立用地用林用草联审机制，加快项目用地审批等。“这一系列措施的出台，将为光伏产业的高质量发展插上腾飞的翅膀。”

当前，我国沙化土地面积168.78万平方公里，面积大、分布广，防治形势依然十分严峻，需要社会各方面给予广泛关注。对此，胡培兴表示，“我们将携手社会各方力量，以国务院批准印发的《全国防沙治沙规划（2021—2030年）》为指导，以沙戈荒大型风光基地建设为契机，积极推进光伏与治沙融合发展，实现新能源产业与生态产业融合，推动光伏治沙试验示范区建设，出台支持光伏治沙融合发展的政策，共谋零碳新蓝海，共寻转型新方向，共享发展新成果，把沙区建设成生产发展、生活富裕、生态良好的美丽家园，向世界分享生态文明建设、绿色低碳循环发展新经验。”（朱黎）



远景风电集电箱