

可再生能源实现跨越式发展 装机规模稳居世界第一

# 汨汨绿电，点亮能源转型之光

本报记者 刘乐艺



图①：6月29日，由中国三峡集团投资建造的中国首艘2000吨级海上风电安装平台——“白鹤滩”号在广东省广州市顺利出坞下水。  
程林摄

图②：图为无人机拍摄的福建三峡海上风电国际产业园。  
资料图片

## 智慧大坝“领跑”世界

9月12日，在西藏自治区芒康县与四川省巴塘县交界的金沙江上游处，陡峭河谷间，热风夹带着水雾缓缓升腾，国家“西电东送”接续基地的先导工程——苏洼龙水电站就坐落于此。

作为西藏首座装机超百万千瓦级的水电站，苏洼龙水电站由华电金沙江上游水电开发有限公司（以下简称“华电金上公司”）开发建设，共安装4台30万千瓦机组。截至目前，3号、4号机组已顺利投产发电。

“筑坝料源组成复杂，是我们遇到的最大困难之一。”苏洼龙水电站设计副总工程师朱军解释说，水电站大坝由沥青心墙、粗细过渡料区、堆石区等分区组成，就像一个配料丰富的“三明治”。

“制作”好这个“三明治”绝非易事。为满足结构安全和防渗水需求，大坝每个分区选用的土石料均不相同。例如，堆石区的石料不能大于1000毫米，过渡料不能大于80毫米，相反滤料不能大于60毫米等。

海量的土石料，如何准确选取？又如何保证能被送到指定位置？为解决这一问题，建设项目部为200余辆运输车装上了北斗定位系统。每辆车上装的是哪种石料、应该运送到哪个区域，工程技术人员一目了然。

“我们还引入了‘智慧大坝’控制系统，使大坝既‘聪明’、又‘健康’。”华电金上公司苏洼龙分公司副总经理唐茂刚对记者说，一旦测压管、测缝计等仪器感知到大坝有任何“头疼脑热”，项目管理人员可立即知晓，并采取相应措施。“如同‘神经中枢’一样，这个系统会时刻告知我们大坝的‘身体状况’。”

除了肉眼可见的雄伟大坝，更多工程设备则藏在厂房之中。在参建各方的共同努力下，已投产的两台发电机组均实现了一次启动成功、一次并网成功、一次试运行成功。

2021年6月11日，正值主厂房

西藏首个百万千瓦级水电站投产发电，国内首艘2000吨级海上风电安装平台出坞下水，国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）开启整年度户外实证……今年以来，一批可再生能源项目建设，如火如荼地展开。

可再生能源是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能等非化石能源，是清洁能源。党的十八大以来，我国可再生能源实现跨越式发展，装机规模稳居世界第一，发电量占比稳步提升，

能源结构调整和减碳效果逐步显现。

从沙漠戈壁到蔚蓝大海，从世界屋脊到广袤平原，可再生能源发展展现出勃勃生机。通过风力发电、水力发电和光伏发电等技术手段，可再生能源转化为汨汨绿色电能（简称“绿电”），点亮中国能源转型之光。据悉，“十四五”时期，我国可再生能源发电量增量在全社会用电量增量中的占比将超过50%，风电和太阳能发电量将实现翻倍。

进行4号发电机组安装的关键环节——机组盘车。第一次盘车后，水导轴承绝对摆摆测值为0.26毫米，已在规范标准0.35毫米以下。

“但是，机组在高速运转下，精度对性能影响巨大。”发电机总装负责人王玥海回忆说，为确保机组长期安全稳定运行，装机团队决定继续调整摆摆参数，争取达到更低值。

“0.22毫米，调”“0.15毫米，继续调”“0.1毫米，再调”……通过绘制水平投影图，不断优化轴线空间几何状态图，各方密切联系、分析推算，终于达到理想效果。“0.05毫米，我们成功了！”厂房内响起一阵欢呼。

“现在，我们发电机组的摆摆参数，达到了国内同类型机组安装的领先水平。在额定转速下，机组能做到稳如泰山。”王玥海介绍，水电站已投产的两台机组正满负荷运行，每天可产生1440万千瓦时的电力，满足300万户家庭或1000栋大型写字楼的用电需求。

水电惠藏，造福民生。华电金上公司结合项目建设，面向当地群众，开设定向招生、培养、安置的“三定”培养班。“就业有保障，生活有奔头，我现在每个月都能领到上万元的工资。”“三定”培养班毕业生、苏洼龙分公司水情值班员昂旺卓玛笑着说。

在苏洼龙水电站成功建设开发的背后，是中国水电从奋起直追到超越领先的经验支撑。

如今，溯金沙江而下，葛洲坝、三峡、乌东德、溪洛渡、向家坝与白

鹤滩共6座水电站中，有5座跻身世界前十二大水电站榜单。6座水电站，发电总量大，调峰能力强，有效缓解了华中、华东地区及川、滇、粤等地的用电紧张局面。

其中，白鹤滩水电站16台单机容量100万千瓦水轮发电机组，更是世界上单机容量最大的水轮发电机组，实现了100%国产化，具有100%自主知识产权。“百万千瓦水轮发电机组的研发应用，使我国水电装备制造实现了从‘跟跑者’到‘并跑者’，再到‘领跑者’的角色转变。”白鹤滩工程建设部副主任涂阳文说。

“近几年，中国的水电项目在改善民生与保护环境等方面都产生了积极影响，我相信，中国水电也将在创新方面继续引领世界标准。”国际大坝委员会（ICOLD）主席迈克尔·罗杰斯称赞道。

## 海上风电 向海“争风”

风电是当今发展最快的绿色电能之一。与陆地风电不同，海上风电更少受土地占用、噪声污染等因素制约。向海“争风”，正成为我国东部沿海地区绿色低碳发展的“蓝色动力”。

根据《2021年中国海洋经济统计公报》数据显示，2021年全国海上风电新增并网容量1690万千瓦，同比增长4.5倍，累计容量跃居世界第一。

向海“争风”，离不开海洋高端

装备研发能力的快速提升。

受制于复杂多变的自然环境，海上风电施工的年均作业窗口期，往往仅有100天至150天左右。同时，海底地质条件也是变幻莫测，曾有人将海上风电施工比喻为“在豆腐上插筷子”。

因此，“白鹤滩”号的问世，对于破解这一系列难题具有重要意义。

今年6月29日，由中国三峡集团投资建造的国内首艘2000吨级海上风电安装平台——“白鹤滩”号在广东省广州市顺利出坞下水。据了解，其甲板面积为4200平方米，足有10个篮球场大，这为施工作业提供了广阔空间。

三峡物资招标公司船机项目部的王鹏告诉记者：“‘白鹤滩’号拥有的4条120米高的三角形桁架式桩腿，可使船体牢牢‘站立’在海面上，最大作业水深可达70米。”此外，“白鹤滩”号配有2000吨级塔式起重机，能满足10兆瓦及以上大容量风机一体化安装需求，在施工窗口期，也拥有更高的作业效率。

在“白鹤滩”号身上，建设者们付出了诸多心血。

2021年7月，“白鹤滩”号开始建造前，王鹏挑起了项目负责人的重任。“技术规格书足有上百页，涉及结构、舱室、机械、空调通风等多个专业，那阵子，甚至连吃饭、睡觉，我都在心里琢磨这些。”回想起当时的情景，王鹏不无感慨。

工作任务重、学习时间短，为了尽快掌握专业知识，王鹏每晚都会在办公室看技术资料、啃建造方针、学

法律法规。渐渐地，无论是船舶建造工艺，还是船舶设备性能，边学边干的他都能做到如数家珍。

“建造完成后，得尽快建立‘朋友圈’，找到‘好朋友’。”由于缺乏海上风电安装平台的管理经验，王鹏四处拜访上下游企业，深入了解市场行情。经过一年多的努力，他带领团队制定出与“白鹤滩”号相匹配的管理模式，为其交付运营做好了准备。

有了性能更优的安装设备，如何进一步提高捕“风”效率，转换为更多的绿电？

宽阔整洁的总装基地厂房里，各种型号风电机组配件整齐排列、整装待发。福建三峡海上风电产业园，是全国首个全产业链海上风电产业园。2018年以来，我国自主研发的6.7兆瓦、8兆瓦、10兆瓦、13兆瓦海上风电机组相继在产业园下线。

“目前来看，产业园发展良好，东方风电、金风科技、中国中车等多家龙头企业相继入园。”福建三峡海上风电产业园相关负责人刘建平说，园区已形成集技术研发、设备制造、检测认证、建设安装、运行维护为一体的世界级海上风电产业集群。

国家发展改革委、国家能源局印发的《“十四五”现代能源体系规划》提出，提升东部地区能源低碳发展水平，要积极推进东南部沿海地区海上风电集群化开发。与此同时，多地也锚定“蓝海”，海上风电“高质量跃升发展”的主题逐渐明确，今后，国产化将是助推高质量发展的重要抓手。

## 光伏性能 户外实证

光伏发电系统，简称光伏，是指利用光伏电池的光生伏打效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

近年来，中国光伏技术取得巨大进步，光伏组件等关键设备的实验室研究水平不断提升。与此同时，设备户外运行的系统性研究仍很欠缺，许多已建成的光伏发电系统的实际运行性能，尚未得到科学有效评估。

“实验室中的结果再好，产品的实效还是要拿到实际使用中来看，只有做好户外实证研究，才能掌握光伏产品的真实运行情况。”国家电投（国家电力投资集团有限公司的简称）光伏创新中心副总经理庞秀岚表示。

一片片光伏发电板汇成“蓝海”，在阳光下熠熠生辉；40余米高的监测塔犹如“海中灯塔”，傲立其间，指引航程……9月14日，在黑龙江省大庆市，国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）形成了一道亮丽的风景线。

记者了解到，该平台是全国首个新能源户外实证实验平台，由国家电投集团黄河公司建设管理，设立了光伏组件、逆变器、支架、储能产品等4个产品及2个系统的实证实验区。今年1月1日，平台正式开启了首期161种实证方案的整年度户外实证。

为何会选址大庆？“大庆地处高纬度、寒温带，太阳能资源丰富，且地势平坦，具备在同等条件下，规模化连续开展户外实证的优势。”国家电投光伏创新中心光储数字信息中心主任崇峰解释说，此外，平台所在区域的地表环境多样，有利于开展多种复合应用场景的户外实证。

在建设过程中，项目团队采取了一系列创新举措，采用“光伏+草原”的开发模式就是个例子。崇峰介绍，针对项目周边存在的大片盐碱化草原，团队专门进行了生态修复研究，预留出草原生态修复与复合生产的空间。“打造集科研、观光、科普于一体的‘光伏+’实证实验平台，提高了盐碱化草原的经济产出。”

“户外光照强度、土壤乃至地表水的酸碱度等，都会对光伏产品的性能造成影响。”庞秀岚告诉记者，为保障所有被测试设备的实验条件一致，平台安装了涵盖资源、环境、电性能等7大类共19种在线测试设备，实现全要素、全过程数据实时采集和分析。

“平台形成了很好的数据库，这将为相关企业和科研院所开展科技研究，提供公共数据服务。”在中国科学院院士杨德仁看来，对光伏、储能关键设备进行户外实证研究，能为国家制定产业政策和行业标准提供科学依据，为全球新能源行业发展贡献中国智慧、中国方案和中国标准。

国家能源局发布的数据显示，2022年上半年，光伏发电新增并网容量3087.8万千瓦，截至2022年6月底，光伏发电累计并网容量33620.4万千瓦。

中国工程院院士汤广福表示，当前，中国能源转型仍面临巨大挑战，在智慧能源系统等领域，有待大量的技术突破。

近日，国务院办公厅转发国家发展改革委、国家能源局《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》（以下简称《实施方案》），旨在锚定到2030年我国风电、太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上的目标，加快构建安全高效的能源体系。

围绕新能源发展的难点堵点问题，《实施方案》在创新新能源开发利用模式、深化新能源领域“放管服”改革、完善支持新能源发展的财政金融政策等7个方面，提出了21项具体举措。

国家能源局有关负责人表示，下一步，将会同有关部门制定《实施方案》的任务分工方案，进一步细化各项政策措施，并指导各地和有关单位认真贯彻落实，确保《实施方案》落地见效，在确保能源安全供应的前提下，持续推动新能源实现高质量发展，推动我国从能源大国向能源强国不断迈进。



图为坐落于西藏自治区芒康县与四川省巴塘县交界的苏洼龙水电站。

陈露摄



在福建省长乐海上风电场，风力发电机组在稳定运行。  
资料图片



在黑龙江省大庆市，国家光伏、储能实证实验平台（大庆基地）形成了一道亮丽的风景线。  
李龙摄