

- 风能是一种资源丰富、绿色环保、运用技术成熟的可再生能源
- 我国风电产业在短时间内实现从跟跑、并跑到领跑的巨大跨越
- 从陆上、海上再到高空，风电将为能源安全供应作出更大贡献

这里“风景”甚好

■赵旺



高技术前沿

“风起电涌”

风能将成为推进碳中和及能源革命的主力军

如今,当我们坐在列车上望向窗外,空旷的原野上,一座座耸立的“白色大风车”在乘客眼中早已司空见惯、屡见不鲜。据国际能源署发布的《2023年可再生能源》,2023年中国风能新增装机容量比上年增长66%,风能装机容量位居世界第一。

在世界能源危机和全球生态环境恶化的双重压力下,风能取之不尽、用之不竭,已成为全球公认的最具潜力、最具经济优势的清洁能源之一。

风能发展之所以能“风景”甚好,是由于其具备一些独特优势。

——环保优势。风力发电过程不需要消耗化石燃料,有利于减少环境污染。据测算,平均每装一台单机容量1兆瓦的风力发电机,每年就可以减排2000吨二氧化碳、10吨二氧化硫和6吨二氧化氮。

——技术优势。相较其他可再生能源,风电技术已非常成熟。陆上风电最大单机容量已达15兆瓦,海上风电迈入20兆瓦时代。据全球风能协会《全球风能报告2023》数据,截至2022年,全球风电累计装机容量已达到906吉瓦(一吉瓦=1百万千瓦)。

——资源优势。风能资源丰富、分布广泛、永不枯竭。有研究发现,全球风能理论蕴藏量约2000万亿千瓦时/年。对贫油少气的国家来说,发展风电有助于摆脱资源禀赋劣势、提升能源保供能力。

——成本优势。国际可再生能源署《2022可再生能源发电成本》报告显示,陆上风电度电成本最低,比最便宜的化石燃料发电成本便宜一半,海上风电度电成本也持续下降。随着风电规模化发展,叠加科技创新突破,未来风电成本优势将进一步凸显。

在全球能源结构绿色低碳转型的大背景下,风能的地位更加凸显,大力发展风能成为全球能源革命和应对气候变化的核心路径之一。各国纷纷制定发展规划,出台扶持政策,风能建设和应用规模呈加速扩张态势。

2022年初,美国能源部发布《海上风能战略》,规划到2030年、2050年海上风电累计装机规模分别达到30吉瓦、110吉瓦。2022年4月,英国发布《英国能源安全战略》,明确到2030年风电占可再生能源发电的一半以上,海上风电规模达到50吉瓦。德国计划到2030年

将陆上和海上风电装机容量分别扩至115吉瓦、30吉瓦。

一场“能源革命”已经在世界范围内掀起。

2020年,我国承诺力争在2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和。国务院在相关文件中明确,到2060年,我国非化石能源在能源消费中的比例将超过80%。有专家估算,风电将贡献最大发电量,成为推进碳中和及能源革命的主体电源。

“乘风而上”

我国风电产业达到国际先进水平

东南沿海,全球首台超大容量16兆瓦海上风机并网发电,我国海上风电大容量机组研发制造及运营能力再上新台阶;东北草原,兴安盟300万千瓦风电项目全容量并网,成为我国在运最大陆上风电基地;西部高原,世界超高原海拔地区最大风力发电场,克服高原空气稀薄的困难,持续稳定送电……近年来,新纪录新突破捷报频传,是我国风电产业“乘风而上”强劲发展的缩影。

实际上,在风力发电这场世界级马拉松赛道上,我国并没与世界同时起跑。

人们关于风电的研究始于19世纪末。1887年,苏格兰科学家詹姆斯设计建成世界第一台风力发电机,用于蓄电池充电和房屋照明。1891年,丹麦气象学家库尔设计建造出世界上第一台现代意义的风力发电机。此后,历经半个多世纪的探索,少数国家开始小规模利用风电。到20世纪70年代,两次石油危机让各国高度关注“化石燃料依赖”问题。丹麦、德国、瑞典、英国和美国对风能的重视空前加强,纷纷出台政策促进风电发展。

我国直到1986年,才建成了第一座陆上风电场——乌兰风电场。当时使用的还是从丹麦引进的3台55千瓦电机,总装机容量165千瓦,最高年发电量33万千瓦时。这个发电量在如今以兆瓦为单位的时代看来,着实有些落后。但是,当时那一座座矗立在山东省荣成市的巨大“风车”,吸引了全国人的目光,倾注着一代人的期待。

2006年是我国风电规模化发展的起点。这一年,《中华人民共和国可再生能源法》正式实施,全国新增风电装机容量达133.7万千瓦,超过此前装机量总和。

在持续有效的政策支持下,依托规模化开发和持续创新,仅用30多年,我国风电产业就实现了从跟跑、并跑到领跑的巨大跨越。

当前,我国已成为全球最大的风电市场。据国家能源局公开的最新消息,2022年,我国风电新增装机4983万千瓦,

累计装机容量3.96亿千瓦,风电新增装机容量连续14年、累计装机容量连续13年居全球首位。

我国已成功培育出一条具有国际领先水平 and 全球竞争力的风电产业链,拥有全球最大的风电设备制造基地。当前我国生产的风电机组占全球市场的2/3以上,铸锻件及关键零部件产量占全球市场70%以上。

我国风电技术已处于国际领先水平。中国首个可并网的兆瓦级高空风电示范项目成功发电,双转子漂浮式海上风电平台、陆上双风轮风电机组等新产品研发成功,发电机、齿轮箱等关键核心部件国产化率接近100%。长叶片、高塔架应用领跑全球。

一系列风电产业关键核心技术的不断突破,助推我国风电建设大幅度提速。风电企业已能够很好地满足沙漠、海洋、低湿、高海拔、低风速、台风等各种环境气候区域风电的设计、研发、制造、安装、调试和运行需求,支撑国家陆上和海上风电基地规模化建设,推动风电装机由“三北”地区逐步向中东南地区发展,由陆向海、遍布全国。

技术突破还带来风电成本持续下降。国际可再生能源署报告指出,过去10年间,全球风电平均度电成本累计下降超过60%,其中很大一部分归功于中国创新、中国制造、中国工程。

正是凭借丰富的风电机组产品谱系和明显的价格优势,我国风电企业正加快“乘风出海”,全面参与国际市场竞争。据中国可再生能源学会风能专委会统计,截至2022年底,国产风电机组出口的地区和地区已超过49个,遍布五大洲,累计出口容量达1193万千瓦,成为带动我国出口贸易的重要新生力量。

“风驰电掣”

利用风能的方式越来越多样

按风电场部署位置,风电可分为陆上风电、海上风电和高空风电三大类。

其中,陆上风电起步最早,技术也最为成熟。陆上风电主要由风力发电机组、集电线路、升压站、送出线路等4个大部分组成,设计相对简单,便于运输和安装。得益于技术成熟度、建设难度、建造成本等方面优势,多年来陆上风电得到各国优先发展,累计装机容量独占鳌头。全球风能理事会《2023全球风能报告》数据显示,截至2022年,全球陆上风电累计装机841.9吉瓦,占比高达92.9%。

高塔、长叶片、大容量成为陆上风电发展的主要趋势。当前,陆上风电最大单机容量已达15兆瓦,叶轮直径已覆盖240米。

不过,经过持续多年的规模化发

展,陆上优质风能资源日益稀缺,土地资源限制影响越来越大,这促使人们把目光聚焦到了海上。

海上风能资源丰富,风向改变频率较陆上低,平均风速高,离岸10千米的海上风速通常比沿岸高20%,且很少有静风期,同等发电容量下海上风机的年发电量比陆上高70%。

“向海争风”成为全球风电新一轮规模化发展的主流方向。据全球风能理事会发布的《2023年全球海上风电报告》数据,截至2022年底,全球海上风电总装机容量64.3吉瓦,预计到2032年,全球海上风电总装机容量将增加到447吉瓦。

海上风电加速扩张带来大容量机组加快突破。从我国海上风电机组单机容量发展看,从1.5兆瓦增至5兆瓦用了整整10年,而从5兆瓦增至16兆瓦的用时仅6年。当前,海上风电更是迈入20兆瓦时代,叶轮直径已覆盖280米,有专家预测,未来几年或突破30兆瓦。

目前已建成的海上风电场基本在滩涂和近海,然而全球海上风能资源约80%集中于水深超过60米的海域,在近海风能资源开发趋饱和背景下,远海风电将成为海上风电发展的增长点。

在改进陆上和海上风电技术提高低空风能资源利用效率的同时,一些国家把注意力放在了空中。

有研究显示,高空蕴藏的风能超过人类社会总需能源的100多倍。由于高空风的流向稳定、强度更大,理论上高空发电时间可以超过95%。此外,高空风电占地面积仅为传统风电的1/30,可以建在主干电网附近或大城市人口稠密地区周边,非常利于风电就近消纳。

高空风电按发电机位置不同分为空基和陆基两种。其中,空基高空风电原理与传统风电模式类似,区别在于其利用飞艇、高空气球、无人机等将发电机悬浮在高空,发电通过电缆传到地面。

陆基高空风电则是把飞行器系在缆绳上,像风筝一样放飞到高空,飞行器在风力作用下带动缆绳往复牵引地面发电机转盘旋转,进而产生电能。据媒体消息,今年1月上旬,我国首个可并网的兆瓦级高空风能发电示范项目在安徽绩溪成功发电,总装机容量2×2.4兆瓦,能够利用500米至3000米的高空风能进行发电,采用的就是该技术路径。

整体看,当前高空风电还处于验证阶段,但随着材料技术、浮空器技术和轻量化电力系统技术的发展,高空风电在“风电家族”中的地位作用将逐渐凸显。

风驰电掣,赋能未来。随着一个个风电项目落地投产,风电在新型能源体系中的地位作用更加凸显,将为世界能源安全稳定供应和绿色低碳发展作出更大贡献。

上图:我国最大陆上风电基地:中国广核集团兴安盟项目。

论 见

前不久,中国科学院、中国工程院公布了2023年新当选的133名院士名单。院士是我国科学技术方面和工程科技领域的最高荣誉称号,院士制度是党和国家为树立尊重知识、尊重人才导向,凝聚优秀人才服务国家设立的一项重要制度。肩负着历史赋予的重任,勇做新时代科技创新的排头兵,激励着广大科技工作者着眼实现高水平科技自立自强,把科研创新不断引向深入,为推进中国式现代化作出更大贡献。

习主席深刻指出,希望广大院士做胸怀祖国、服务人民的表率。强烈的爱国情怀,是对科技人员的第一位要求。从李四光、钱学森、邓稼先等老一辈科学家,到陈景润、黄大年、南仁东等一大批新中国成立后成长起来的杰出科学家,一代又一代矢志报国的科学家怀着深厚的爱国主义情怀,凭借精湛的学术造诣、宽广的科学视野,前赴后继、接续奋斗,为祖国和人民作出了彪炳史册的重大贡献。正如王大中院士所说,“科技创新是我们最主要的爱国方式。”新时代更需要继承发扬以爱国主义为底色的科学家精神,干惊天动地事,做隐姓埋名人。始终把个人理想与祖国命运紧紧联系在一起,以拳拳爱国心、追梦赤子情,引领科技创新征途,孕育累累硕果。

自力更生是中华民族自立于世界民族之林的奋斗基点,自主创新是我们攀登世界科技高峰的必由之路。只有把关键核心技术掌握在自己手中,才能从根本上保障国家经济安全、国防安全和其他安全。当前,全球科技创新进入空前密集活跃期,我国既面临着千载难逢的历史机遇,又面临着差距巨大的严峻挑战。如何打破科技樊笼、赢得竞争主动,考验着科技工作者的忧患意识和责任担当。只有勇闯科技创新“无人区”,以关键共性技术、前沿引领技术、现代工程技术、颠覆性技术创新为突破口,加强前瞻性、先导性、探索性研究,敢于提出新理论、开辟新领域、探索新路径,才能抢占国际科技竞争制高点。

青年是祖国的前途、民族的希望、创新的未来。青年一代有理想、有本

高水平科技自立自强靠什么

董泽

领、有担当,科技就有前途,创新就有希望。当年,我们之所以能在一穷二白的基础上研制出“两弹一星”,就在于那一代的青年科技工作者有着改天换地的魄力、勇气和担当。“人材者,求之则愈出,置之则愈匮。”院士专家要当好科研工作的伯乐,涵养为国举贤的公心、修练“伯乐识马”的眼力,为青年人才施展才干提供更多机会和更大舞台。也要敢于放手、支持青年人才在重大科研任务中“挑大梁”,甘做致力提携后辈的铺路石和领路人,让青年才俊像泉水一样奔涌而出。

丈量宇宙的尺子——

光年

■裴梓淇 熊天霞 邹一萌



科学的历程

当我们哼唱起“一转眼,一瞬间,一光年”这句歌词时,是否会认为,光年意味着漫长的时间?这个理解其实是错误的。“光年”中因为有个“年”字,很容易被误以为是时间单位,实际上它是长度单位。

天文学中,光年表示的是光在真空中一年所走的距离。1光年的确切长度是9460730472580800米。注意,“确切”二字说明它没有任何近似,它的值是被人为定义的。光在真空中的速度是不变的,因此,光在真空中走一年的距离也是固定的。

或许您对这个数字没有太大的感觉,那我们来举例说明。如果汽车的速度为120千米/时,我们大约需要900万年的时间才能行驶完1光年的距离。如果坐飞机的话,假设飞机的速度是1000千米/时,我们也需要100多万年的时间去走完这段路程。

1838年,德国天文学家弗里德里希·威廉·贝塞尔首先使用“光年”一词作为天文学测量上的单位。他测量出天鹅座61与地球之间的距离是10.3光年。后来其他天文学家发现这个单位用来衡量天体间的距离很方便,也就逐渐普及开了。作为一种极其巨大的距离单位,光年的使用对天文学的发展起到了非常重要的作用。无论是测量恒星的距离、制定宇宙模型还是发现新天体,光年都成了不可或缺的尺度。

或许您会有这样的疑问:科学家为

什么要用时间单位“年”,来为长度单位“光年”命名?实际上,光年的“年”,和我们传统意义上的公历年和农历年都不同,而是另外重新定义的一种年,叫儒略年(Julian Year)。实际上,儒略年并不是国际单位制(SI)中的计量单位,而是专门供国际天文学联合会(IAU)使用的单位。儒略年原本是指儒略历中的一年的长度,因为它每隔128年就会增加一天,误差有点大,所以在1582年就被公历年所取代。现在,儒略年只被作为天文中测量时间的单位,它不对应特定的历史年份,也与任何历法都没有关联。因此,儒略年成为光年定义的基础也并不奇怪。

光年在天文学中的应用非常广泛。使用光年作为单位,可以方便地表示星系、星团、星云、恒星等宇宙天体之间的距离。通过观察不同光年距离上的天体,科学家们可以更好地了解宇宙的历史和结构变化。例如,通过观察距离地球13.8亿光年的宇宙微波背景辐射,科学家们推测出宇宙在大爆炸后的演化历程,并计算出它的温度、密度等参数。

光年既是人类探索宇宙空间的标尺,也是人类认识宇宙文明的敲门砖。光年让我们能够更加深入地了解宇宙的广阔和复杂性,帮助我们认识到宇宙是一个巨大而神秘的所在,激发了人类对宇宙的探索和对科学的好奇心。通过观测和研究遥远的星系和宇宙现象,我们不断拓展着对宇宙的认识,这也为人类未来的深空探索提供了重要的参考和依据。

上图:璀璨而神秘的大空。

资料图片