

# 未来大规模储能技术花落谁家

□ 任声权

近日,我国抽水蓄能领域首套全国产化核心控制系统,在改造机组上安全运行超25000小时,首个人工智能数据分析平台版本更新上线,机组远程集中控制模式深化应用,促进抽水蓄能产业向高端化、智能化、绿色化发展,并将于今年9月在广州安装更新抽水蓄能电站6号机组。

抽水蓄能在当前各种储能技术中是大规模、大容量、长周期储能首选。抽水蓄能就是人为修建两个水库,一高一低,上下水库并不会像长江、黄河那样奔流不息,大部分时间像静止的湖泊一样平静。

当电网电量充足时,比如中午阳光灿烂时会发很多电,这时电价便宜,用电从下水库抽水,装到上水库里;当电网缺电时,比如晚上光伏不会发电,这时电价可能更贵,就从上水库放水,驱动上下水库间机组发电送给电网,水再流到下水库里。抽水蓄能就像一个巨型充电宝,储电容量一般都很大,一座典型的抽水蓄能电站储存的能量,可以充满大约12万辆电动车。同时,抽水蓄能的充放电时长又非常灵活,一池子水可以1小时就抽上去,也可以1小时就把水放干净,充放电功率都很大,还能“慢悠悠”地充放,也能组合起来配合电网需求充放电。

抽水蓄能大多选址在水利资源比较丰富的地区,而风电、光电等可再生能源发电主要集中在三北地区、高山地区以及海洋,很难获得丰富的水利资源。目前,抽水储能的发展规模,远比不上新能源发电装机增长速度。

除了抽水蓄能,电化学储能、压缩空气储能、飞轮储能等储能装置的容量,普遍较小、投资成本高、使用寿命短,并非大容量、长周期储能优选方案。而氢储能则不受地域限制,具有大容量、存储时间长、不易衰减,以及



近年来,东北三省围绕资源优势加速布局清洁能源。由一座座陆地、海上风场,光伏和生物质电站提供的绿色电能,正在东北能源供给中扮演重要角色。图为国网新源黑龙江荒沟抽水蓄能电站下水库一角。 新华社记者 王建成 摄

使用灵活的特点,成为未来大规模储能的焦点技术。

氢储能技术是利用电—氢—电互变性而发展起来的,基本原理就是水电解得到氢气和氧气。在可再生能源发电系统中,电力间歇产生和传输受限时时有发生,利用富余、非高峰或低质量的电力大规模制氢,将电能转化为氢能储存起来,在电力输出不足时,利用氢气通过燃料电池或其他方式转换为电能输送上网,能有效解决当前模式下可再生能源发电并网问题,同时也可将此过程中生产的氢气分配到

交通、冶金等其他工业领域中直接利用,提高经济价值。

在能源利用充分性方面,氢能大容量、长时间储能模式,对可再生电力利用更充分。从规模储能经济性上看,固定式规模化储氢比电池储能成本低一个数量级,在电池放电互补性上,氢能是一种大容量、长周期灵活能源。

目前,储能有很多办法,但似乎还没有一个“一了百了”的通用办法。纵观所有大规模储能技术,氢能、抽水蓄能未来很可能会并驾齐驱,重点发展。

(作者系安徽省科普作家协会会员)

## 减碳行动

### 我国在建核电机组26台数量保持全球第一

据新华社讯(记者张晓洁 高敬)“作为全球为数不多拥有自主完整核工业产业链的国家,我国内地现有在运核电机组55台,居全球第三;在建核电机组26台,保持全球第一。2022年、2023年连续两年,每年核准10台核电机组,核电建设进入高质量发展轨道。”中国核学会理事长王寿君在近日召开的2024年中国国际核工业展览会上作出上述表述。

我国自主知识产权三代核电技术“华龙一号”、新一代人造太阳“中国环流三号”、多用途模块化小型堆科技示范工程“玲龙一号”……展会上,我国核科技工业近年来取得的成果引人注目。展会同期举办“核科技助力美好生活”科普展、全国核科普教育基地授牌仪式、科普书籍发布会等活动。

“中国国际核工业展览会是我国核工业产品技术、重大装备走向世界的窗口和平台。”王寿君表示,近年来,我国核科技创新体系能力全面提升,先进核能技术规模化发展有力推动我国“双碳”目标实现,核技术应用、核电装备自主化、核工业数字化智能化等有力带动国民经济发展。

中核集团董事长余剑锋说:“我国在运、在建、核准待建机组的总装机容量已超1亿千瓦,全国核电产业累计发电约4万亿度,其中2023年发电量为4300亿度,相当于减排二氧化碳约3.2亿吨,为助力实现碳中和目标,应对全球气候变化发挥了建设性作用。”

### 江苏一季度光伏产业“加速跑”

据新华社讯(记者陈圣炜)记者4月27日从国网江苏省电力有限公司获悉,今年一季度江苏全社会用电量1964.22亿千瓦时,同比增长11.58%,其中光伏设备及元器件制造用电量表现突出,同比增长56.01%,光伏产业呈现“加速跑”的发展势头。

国网江苏电力统计数据显示,今年一季度,江苏光伏发电新增装机突破492万千瓦,再创同期历史新高;光伏发电量首次突破90亿千瓦时,达到96.95亿千瓦时,同比增长43.63%。

江苏已拥有从高纯多晶硅、硅片到电池、组件再到光伏发电应用的完整产业链。“尤其是近几年,光伏产业链已逐渐从‘重’下‘轻’,转为全链条均衡发展。”国网江苏营销服务中心数字运营部主任邓君华说。

电力数据显示,2019年至2023年,江苏硅料、硅片等光伏生产企业用电量占整个光伏产业用电量的比重从64.2%下降到57%,光伏组件或成品生产企业用电量占比从35.8%上升至43%。

“用电量的一降一升,从侧面反映出江苏光伏产业结构转型升级趋势明显,光伏全产业链正持续壮大,韧性不断增强。”邓君华说。

记者从江苏省光伏产业协会获悉,目前江苏光伏相关上市企业数量位居全国前列,国家级专精特新“小巨人”光伏企业遍布上游的硅料、硅片,中游的电池片、电池组件及下游的应用系统,光伏产业基本形成大企业领衔、中小企业配套的格局,建成完整、坚韧的光伏产业链,竞争力突出。

## 生物固氮:农业绿色发展关键环节

□ 杨维才 杨莉

进入4月份后,全国各大豆产区陆续迎来播种期。近日,农业农村部种植业管理司、全国农业技术推广服务中心等部门发布的2024年大豆春季科学施肥指导建议指出,应尽可能采用拌种、包衣、喷施等方式促进生物固氮,减少氮肥用量。

植物生长离不开氮元素,尽管空气中氮气占据了78%,但生物圈中活性氮的总量相当有限,包括动植物在内的真核生物主要依赖原核微生物获取氮源,这就导致氮素一度成为农业生产的瓶颈。

直到20世纪中期绿色革命,工业固氮制造的氮肥在农业生产中广泛应用,大大提高了农作物的产量。然而,氮肥大规模制造和施用,加剧了能源和环境问题。在当今保障国家粮食安全和推动农业绿色发展背景下,亟需新的替代措施。这次春季科学施肥指导建议中提到的生物固氮,就是工业固氮之外的最佳选择。

所谓生物固氮,就是固氮微生物利用其独特的固氮酶系统,将从光合作用产物或其他碳水化合物得到的电

子和能量传递给氮气,从而将氮气转化为植物可以利用的形式。与工业固氮相比,生物固氮能够在常温常压下进行,是一种生态友好型固氮方法。生物固氮对于解决土壤氮素缺乏问题、节约化肥开支,以及减少使用化肥带来的生态问题具有重要意义。

不过,生物固氮仅限于少数“固氮类群”植物。自然界最高效的生物固氮体系存在于豆科植物中,固氮量是工业固氮的三倍。其中,共生固氮是生物固氮中最重要的固氮形式,固氮量占整个生物固氮一半以上。如何将生物固氮能力转移到其他农作物中,一直是科研人员孜孜不倦探索的一个世界级难题。

在过去20多年里,科研人员在生物固氮机制研究中取得了巨大进步。以共生生物固氮为例,他们详细解析了豆科植物与根瘤菌之间的共生信号通路,揭示了信号分子传递的机制和关键调控因子,还深入探讨了根瘤菌侵染和定殖对宿主植物细胞内部的影响,以及这些变化对固氮效率的影响。此外,在根瘤和共生体发育方面也取得了重要进展,包括对根皮层细

胞分裂调控模块研究、结瘤自调控途径的阐明,以及从单细胞层面对调控共生固氮的转录网络进行了精细分析。最近,相关研究报道了首个固氮真核生物,为设计能在作物中自主进行固氮的新途径提供了思路。

目前,生物固氮研究处于研究成果应用于生物育种的新阶段,未来会有几个优先发展方向:首先是研究基因组调控元件,设计和构建高效固氮基因回路,提高固氮效率并探索非豆科固氮途径。其次是利用现有微生物固氮底盘,开展人工合成生物固氮研究和应用。此外,还应充分利用高效根际联合固氮体系,打造适用于现代化农业发展的新型固氮产品。

随着基因编辑技术、高通量检测平台、合成生物学和人工智能等颠覆性前沿技术不断突破,生物固氮必将成为农业绿色发展关键环节,为保障国家粮食安全和促进生态农业建设贡献力量。

(作者杨维才系中国科学院院士,杨莉系杨维才院士生物固氮研究团队科研主管)