



视觉中国供图

新看点

2022年我国充电桩数量同比增长近100%

新华社（记者戴小河）2022年我国充电基础设施数量达到520万台，同比增长近100%。其中，公共充电基础设施增长约65万台，累计数量达到180万台；私人充电基础设施增长约190万台，累计数量超过340万台。

这是国家能源局新闻发言人梁昌新2月13日介绍的。充电基础设施是促进新能源汽车产业发展的重要保障，对促进我国交通领域清洁低碳转型具有重要意义。近年来，我国充电基础设施快速发展，已建成世界上数量最多、分布最广的充电基础设施网络。

梁昌新说，我国充电市场呈现出多元化发展态势，目前各类充电桩运营企业3000余家。电动汽车充电量持续增长，2022年全年充电量超过400亿千瓦时，同比增长85%以上。

他表示，行业的技术与标准体系正逐步成熟。国家能源局组建能源行业电动汽车充电设施标准化技术委员会，建立具有中国自主知识产权的充电基础设施标准体系，累计发布国家标准31项、行业标准26项，我国直流充电标准与欧、美、日并列世界四大充电标准方案。

“目前仍存在公共充电设施布局不合理、部分居民小区建桩难、充电市场运行不规范、设施维护不到位等问题。”梁昌新说，下一步国家能源局将会同有关部门继续加强充电基础设施产业发展的顶层设计和政策协同，持续优化充电网络规划布局，着力破解充电难题，优化完善政府监管平台体系，提升充电行业发展质量和建设运营标准，服务新能源汽车产业发展。

甘肃通渭

“大风车”转出真金白银

◎本报记者 颜满斌 通讯员 李苏敏

最近一段时间，甘肃省定西市通渭县华家岭的“大风车”比往年转得更“勤快”。

“风扇转一圈，就赚一元钱”“这个风车转着就能赚钱，真成了大风刮来的财富”“在夜间看会更壮观，风车上的灯闪烁着，看起来像是漫天的星星”……通渭县华家岭的村民们看着转动的风车议论纷纷。

“一年一场风，从春刮到冬”作家笔下让人头疼的华家岭大风，如何变成了老百姓手里的真金白银？

2012年，国家能源局定点帮扶通渭，经过调研考察，选中了这里的风力资源。

国家能源局干部、甘肃通渭县委常委、副县长徐军介绍说：“我们发现这里的风电资源非常丰富，就协调能源企业参与风力资源的项目建设”。

2012年，第一台风力发电机组在华家岭吊装成功，陇中首个风电场落地，从此，“大风车”在通渭县开转。漫山遍野的银色风车耸立于梁峁之上，稳健旋转的桨叶犹如随风起舞之鹤，它们生产的清洁电能沿着电网，汇入西电东送的电缆，能源革命的春风吹遍通渭大地。

从2012年至今，通渭县419座大型风力发电机并网装机容量110万千瓦，地方政府和老百姓都切切实实享受到了大风“吹”来的红利。



甘肃省通渭县黑燕山风电场区域的风机在夕阳下迎风转动
张文博摄

大力推进绿色低碳转型

中国华能今年首批新能源项目开工

科技日报讯（李叶 记者陈瑜）近日，中国华能集团有限公司（以下简称中国华能）召开2023年新能源建设推进会，靠前安排2000万千瓦、共计152个新能源项目实现实体开工和施工准备，全年新能源开工3000万千瓦以上。中国华能党组书记、董事长温枢刚在会上宣布首批新能源项目开工。

本次实现实体开工和施工准备的新能源项目涉及全国29个省区，主要聚焦“三线一带”，即北线清洁能源基地、东线海上风电、西南“风光水储”一体化基地，以及中东部分散的分布式光伏项目的建设开发。

在今年1月召开的中国华能年度工作会议上，中国华能提出“三六六”发展战略，2023年将按照“服务大局，稳中求进，主动摸高，奋勇争先”的总要求，全力争取大基地开发实现更大突破，在实现“双碳”目标中展现新作为；围绕年内新能源项目投资额超1000亿元的任务，带动产业链上下游发展，全力以赴服务国家稳增长，勇当畅通经济循环、推动国民经济高质量增长的“压舱石”；大力实施精益化管理，推动新能源发展提质增效，塑造公司发展新动能新优势。

近年来随着新型电力系统建设推进，无论是电力生产还是需求都有着越来越大的随机性。虚拟电厂的出现，则可以最大限度地平抑新能源电力的强随机波动性，提高新能源的利用率，打破传统电力系统中发电厂之间，以及供给侧和用电侧之间的物理界限。

整合分散资源 促进源荷网良性互动

虚拟电厂：不生产电，但管理电

◎本报记者 张晔

近日，国网上海市电力公司经济技术研究院主持申报的《虚拟电厂资源配置与评估技术规范》已由国家标准化委员会正式批准立项，标志着虚拟电厂领域首

个国家标准正式立项。

解决灵活性资源供需问题，是建设新型电力系统必须攻克的难题，虚拟电厂正是新型电力系统建设的重要抓手和典型实践。制定并出台相关标准，将对目前虚拟电厂建设中遇到的诸多问题起到纲领性的指导作用。

可灵活实现削峰填谷

2022年8月，特斯拉公司在缺电情况最为严峻的美国加利福尼亚州举办了一场紧急响应活动，散布在加州各地的2300多名特斯拉用户通过“虚拟电厂”，将家用储能设备“能量墙”（PowerWall）中存储的电能输送至最缺电的地方。这些分散的电力在某个时点的输出功率高达16兆瓦。

这是一次多赢的尝试：用户输出不完的电，1度电即可挣2美元；虚拟电厂的调度，缓解了电网在用电高峰时期的巨大压力。

“虚拟电厂，顾名思义就是一个虚拟化的电厂，它不直接发电，但是却起到了‘电厂’的作用。”国网江苏电科院新能源技术室主管汪成根博士介绍说，实际上，虚拟电厂就是一套能源管理系统。

传统电网稳定运行了这么多年，已经形成一套完备的调控体系，为何还需要另起炉灶建设虚拟电厂？

传统电力系统中，电网根据用电侧的电力需求对供给侧的发电进行调控，供给侧的发电厂多为数百万兆瓦级的大型火电机组。

破解绿色能源消纳难题

新能源发电产业高速增长，综合能源站、储能、电动汽车充电桩、智能楼宇、冷热电三联供等多能柔性负荷大量接入电网系统，如何灵活调度现有资源，提升供电可靠

汪成根告诉科技日报记者，近年来随着新型电力系统建设推进，无论是供给侧的电力生产，还是用电侧的电力需求，都有着越来越大的随机性，对电力保供工作、系统经济高效运行等带来了严峻挑战。

具体而言，在供给侧，近年来的“双碳”目标以及能源转型，使得风光发电在能源结构中的占比持续扩大，“靠天吃饭”的新能源具有随机性、间歇性和波动性等特点；在用电侧，以空调大规模普及为代表的终端电气化水平持续提升，以及充电桩等新型负荷不断涌现，让预测用电负荷也变得愈加困难。

虚拟电厂的出现，则可以最大限度地平抑新能源电力的强随机波动性，提高新能源的利用率，打破传统电力系统中发电厂之间，以及供给侧和用电侧之间的物理界限。

虚拟电厂将相对分散的电源、电网、负荷和储能等进行集成调控，实现了“源网荷储一体化”，其等效为一个可控的电源，既能作为“正电厂”向系统供电，也能作为“负电厂”消纳系统储存的电力，灵活实现削峰填谷。

性、经济性和新能源利用率，成为电网面临的重要难题之一。

汪成根认为，随着“双碳”目标的持续推进，新型电力系统的发展成为未来

趋势，对可再生能源、分布式发电的开发利用得到了前所未有的重视，传统“源随荷动”的运行模式亟须向“源荷互动”转变。虚拟电厂能够提升能源服务，实现对分布式能源的响应分配、灵活挖掘潜力、实时协调控制，有效参与电力市场交易，响应多样化的用电需求，在破解清洁能源消纳难题、绿色能源转型方面将发挥重要作用。

国网江苏电科院自动化技术室博士易文飞认为，虚拟电厂不仅可以支撑电网安全稳定运行，还能延缓或节约电力投资。根据国网能源院预测，较乐观边界条件下，我国2025年需求侧资源的技术可开发潜

力有望达到最大负荷的9%左右，通过虚拟电厂将难以调度利用的小微资源整合，并参与系统运行调节，能够有效提升电力系统的灵活性。

“仅依靠传统电力系统直接调度管理‘点多面广’的分布式资源，成本高且十分困难，一旦分布式资源在能源供给中的占比达到一定程度，将对电力系统平稳运行带来极大的不确定性。”易文飞说，虚拟电厂的发展应该瞄准小微资源的聚合管理，扮演系统调度与用户的中间管理者角色，使分布式光伏、用户侧储能、可调节负荷等各类资源更好地在系统运行和市场中发挥作用。

国内虚拟电厂建设方兴未艾

据悉，全球首个虚拟电厂项目诞生于2000年，德国、荷兰、西班牙等5国11家公司共同启动虚拟电厂项目VFCPP。

近年来，我国虚拟电厂建设也开始步入战略发展阶段。2017年5月24日，世界上首套大规模“源网荷互动”系统在江苏投运，它的投运标志着我国拥有了世界上最大规模容量的虚拟电厂。

2021年以来，国家层面的能源规划、低碳转型、碳达峰行动方案和新储能指导意见等政策中，都明确支持虚拟电厂参与调节电力系统、电力辅助服务和现货市场交易等。北京、内蒙古、河南等多地将虚拟电厂写入其“十四五”能源发展规划中。

汪成根表示，国内虚拟电厂建设起步较晚，仍处于初级阶段。虚拟电厂的发展可分为邀约型、市场型和自由调度型三个阶段。目前，我国虚拟电厂仍处于邀约型向市场型发展的阶段，主要通过政府机构或电力调度机构发出邀约信号，由负荷聚合商、虚拟电厂组织资源进行削峰、填谷等需求响应。

易文飞认为，虚拟电厂代表了能源数字化、用电侧资源开发利用等一系列能源电力系统未来高价值的发展方向，但当前

也有部分服务商借虚拟电厂的概念包装其传统的节能改造等低技术密度业务。

“当前，关乎虚拟电厂健康发展的部分宏观问题尚未得到解决。”易文飞说，一是虚拟电厂的概念内涵、功能形态未形成权威、统一的认识，政产学研各界均在各自的专业和立场上对虚拟电厂进行解读；二是虚拟电厂参与电网调度交易责任边界还不够明确，国家发改委等部门已经出台相关文件将虚拟电厂认定为辅助服务市场主体和并网调度主体，但是在文件中明确其权责，电网企业也未出台详细的说明文件，这就使资本方、运营商、电网企业在虚拟电厂的发展投入上有所保留；三是虚拟电厂技术标准体系尚不健全，当前虚拟电厂建设缺少统一的标准，市场主体的数据交互存在壁垒，导致虚拟电厂运行成本高且存在信息安全风险。同时，虚拟电厂并网标准、规程不明确，导致并网调度存在困难。

虽然有着诸多需要解决的问题，但虚拟电厂在我国仍然有着非常大的市场潜力，国家以及各省市也在积极探索虚拟电厂的“建厂”路径。随着首个国家标准正式立项，虚拟电厂正朝着健康有序方向蓬勃发展。

锂离子电池未来发展方向或被重新定义

◎本报记者 吴长锋

经济的飞速发展，推动着世界对各类能源的庞大需求。

在当今能源格局中，化石能源仍占据主要地位，但大量、持续的化石能源消耗，也导致了大量的二氧化碳气体的排放。

一方面，化石能源属于非可再生能源，终将面临不可避免的能源枯竭问题；另一方面，温室效应的不断加剧，也迫使各国寻求一种可持续的绿色能源。

在新能源电池领域，锂离子电池似乎是个“一举两得”之法。

近日，记者从中国科学技术大学了解到，该校工程科学学院热科学和能源工程系特聘教授谈鹏团队，通过探究多组分协同传输对锂离子电池的作用规律，为下一代锂离子电池的发展提供了调控策略。

相关成果日前发表于国际著名学术期刊《美国科学院院刊》。

能量密度是锂离子电池的7倍

锂离子电池是一种新型锂离子电池，普遍认为是储能领域的重要技术。

一般而言，锂离子电池的工作原理是当对电池进行充电时，锂离子从电池正极经过电解液运动到负极。作为负极的碳呈层状结构，有很多微孔，到达负极的锂离子就嵌入到碳层的微孔中。因此，嵌入的锂离子越多，充电容量越高。

同样道理，当对电池进行放电时（即我们使用电池的过程），嵌入在负极碳层中的锂离子脱出，又运动回到正极。回到正极的锂离子越多，放电容量越高。我们通常所说的电池容量指的就是放电容量。

1985年，诺贝尔化学奖获得者吉野彰首次制作了第一个现代意义上的二次锂离子电池。1991年，索尼公司开始大规模生产商用锂离子电池。同时，为了满足更多设备和约束条件下的使用要求，锂电先驱塔拉斯孔等人开始研究锂氧电池，随后的锂离子电池，正是在锂氧电池的基础上发展起来的。

锂离子电池的能量密度是锂离子电池的7倍以上。此外，锂离子电池能够在输出电能的同时将二氧化碳固定为碳酸盐和碳，因而具有储能和固碳的双重优势。

作为一种具备极大发展潜力的可充电电池，锂离子电池比容量极高，但是目前还处于发展的初级阶段。影响锂离子电池效能的因素有很多，包括

锂离子电池的能量密度是锂离子电池的7倍以上。此外，锂离子电池能够在输出电能的同时将二氧化碳固定为碳酸盐和碳，因而具有储能和固碳的双重优势。

电池的正负极材料、电解质等。

寻找高电压的来源

此前普遍认为，锂离子电池的工作电位和锂氧电池相似，在2.6伏左右。但缓慢的二氧化碳还原反应是否真的能够媲美更活泼的氧气还原反应，从而产生高电压？

谈鹏团队搭建了一种电化学测试平台，使电池中的活性气体流动起来，确保了纯净的二氧化碳环境。碳电极、催化剂负载的碳电极及非碳电极均表明锂离子电池的工作电压为约1.1伏，且二

氧化碳还原反应速率远低于氧还原反应。经产物测试分析，研究团队提出约1.1伏电压下的放电产物为晶态、非晶态碳酸锂以及非晶态碳的混合物，肯定了四电子转移机制（锂离子电池从正极至负极的电荷迁移中包含4个电子）。研究表明，部分研究中所呈现的透射电子显微镜（TEM）图像很可能不是自然放电产物，而是电子束诱导的物质形态。

为寻找高电压产生的原因，研究团队将电压平台提升至1.8—2.0伏，放电产物中并没有检测到氢氧化锂、氧化锂等副产物。然而，所产生碳酸锂的形貌和结晶度却有明显差异。氧气和水通过改变碳酸锂的生成路径降低能量势垒，并且有效缓解电极钝化，从而加快反应速率。随后，研究团队通过模拟先前报道中静态封存二氧化碳的测试方法，成功复刻出了2.6伏的电压平台，发现锂源产物仍然为单一的碳酸锂。

这项研究重新定位了下一代锂离子电池的发展和应用方向：一方面，进行纯二氧化碳环境下的机理研究，开发相适配的组件如催化剂、电解质和电极，而不是复制先前的研究或锂氧电池；另一方面，面向大规模废气处理或深空探测，开发环境气体辅助的二氧化碳基电池。