

## 数智化坚强电网与新型电力系统研讨会

4月10日,由全球能源互联网发展合作组织、中国能源报联合主办的数智化坚强电网与新型电力系统研讨会在北京举行。会议围绕新型电力系统与电网数智化关键技术展开深入交流,以下为部分与会嘉宾发言摘编——

中国科学院院士 管晓宏:

## 氢赋能零碳智慧能源系统有望重塑能源结构



降低能源电力系统的碳排放,是实现“双碳”目标的关键。储能技术是实现可再生能源高效利用的关键,与电网配合效果最佳的储能方式是抽水蓄能,但其可开发容量有限,且受环境、地质等多种条件严格限制。锂电池、飞轮储能、压缩空气储能等其他储能方式,目前都难以在大规模与电网配合的同时兼顾良好的经济性。所以,氢储能值得重点关注。

氢赋能智能能源系统涉及电联供,以水为载体进行水能存储,可提高能源利用效率,实现氢能供应链的市场化运营和管理,使存储与电网及可再生能源交互,达成能源的并网和独立运行。这是一种全绿色的结构变化,能够有效应对可再生能源和新能源消纳以及能源电力市场化等难题。未来,我们有望形成氢能和电能并重的能源供应系统,上方是电的发输配用系统,下方是氢能的生产、运输、存储和使用系统,生产的电既可以接入电网,也能独立运行。

2022年起,我们承担了自然科学基金重大项目“含氢多能源供需系统协同运行的基础理论与关键技术”。该项目涉及一系列基础研究问题,氢赋能新型物理融合系统具有典型性,主要包括系统的智

能性设计和一体化建模,涉及终端系统和供需系统,属于典型的人机混合系统。

陕西榆林的氢赋能零碳智慧能源站(以下简称“能源站”)示范项目,是首个实现规模化和经济性的系统。太阳能和光伏可直接供电,电力过剩时用于制氢;电力不足时,由热电联产的氢燃料电池供电。项目65%的氢来自外部,供热采用地源热泵系统,通过地埋管和导热管,与氢燃料电池产生的热共同供热。夏季多余的热量通过地埋管与土壤进行热交换,提升土壤温度,冬季用冷水将这部分热量置换出来供热。供热同样依靠地源热泵,并配备水罐储存热能,用于夏冬两季储存冷热水。若仅考虑电能利用,利用率仅30%,而目前的能源利用率超过92%,几乎充分利用了所有能量。

能源站还安装了5G基站和数据中心,采用直冷机柜,经济性良好,同时打造了一个出色的数字孪生系统。若采用电网供电、城市热力网供热以及冷水机组夏季供冷,综合单位能源成本约为每千瓦时0.57元,能源站可将成本降至0.36元。相比电网供电、热网供热、空调供冷的传统能源结构,能源站在供电、供热和供冷方面合计可降低35%的能源成本。

另外,我们提出扩展应用范围,强调能源系统与电网需建立良好的协调关系,通过自用或双边协议的方式,实现完全自我平衡。经初步分析和计算,我们认为这一模式完全可行,能为30%的新能源接入电网作出贡献,实现自我平衡,无需增加电网负担,通过电、热等多种能源形式实现平衡。新能源分布式系统能够实时跟踪不确定的可再生能源,根据能源的实际情况灵活使用,能源不足时可暂停使用,从而实现新能源的完全消纳。

综上所述,氢赋能零碳智慧能源系统有望深度改变能源结构,为发展新质生产力的基础设施提供零碳能源。

(本报记者 杨梓/整理)

西安交通大学常务副校长 别朝红:

## 创新平台助推数智化坚强电网建设



作为数智化坚强电网基础研究的主力军,西安交通大学(以下简称“西安交大”)已建成以9个全国重点实验室、10个国家工程研究中心,以及3个国家产教融合创新平台为代表的228个省部级以上创新科研基地。

首先,我们拥有的电工材料、电气绝缘全国重点实验室,以实现高端电工装备材料的国产化替代为目标,是我国重点实验室重组后的首批能源相关全国重点实验室。学校同时建有绿色氢电重点实验室,以绿色氢电为突破,以构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系为目标,从制氢、储氢到用氢,进行全方位探索。

同时,西安交大建有我国首批储能产教融合创新平台、我国首批人工智能产教融合平台,2020年创建了全国首个储能专业。在人工智能方面,教育部人工智能101计划也由西安交大牵头。产教融合平台的创建融合了校企力量,实现企业作为创新主体提出问题、校企共同解决问题的产教融合模式。

在技术创新攻关方面,我们面向电力系统发展过程中出现的新领域开展研究,提出极端事件

风险辨识和评估理论,攻克了小概率、高风险事件捕捉的难题,同时提出电力系统关键元件强化与多元灵活资源协同的主动防御方法,将电力系统对极端事件的被动应对转向主动防御。我们还对多类型分布式资源协调快速恢复方法做出探索。

此外,针对氢赋能的零碳智慧能源系统进行开拓性研究,在榆林科创新城建成全国首个规模化和实用化的含氢多能源供需系统示范项目,已运行约3年。同时,学校也在抽水压缩空气储能技术的工程化实践方面做了大量工作,与企业一同研制我国首台套100千瓦抽水压缩空气储能技术验证平台,合作研发我国首台套十万空分压缩机组。

西安交大的多项技术创新已在电力系统得到应用。其中,电力系统极端事件防御与恢复决策支持系统在我国14个电网项目得到应用,针对自然灾害和人为攻击进行有效预防,获得2023年国家自然科学奖二等奖。我们的工作也得到国家能源局的认可,牵头进行相关立法评估工作,同时承担中国工程院的相关咨询项目。

针对未来能源发展,西安交大积极推进“未来能源电力产生、输送及控制”项目。在电力产生方面,重点突破Z压缩重复频率运行的核心技术,材料和装备。在能源传输方面,计划通过现有的能源传输方式,实现远距离大功率无线传输技术,未来有望用于海上风电。在能源控制方面,计划通过信息物理融合系统的建模控制,实现未来能源高效管理。

当前,西安交大正筹建“一带一路”联合实验室,围绕绿色能源领域的全产业链合作,通过实验室建设,有望将中国在绿色能源发展方面的实践传播到共建“一带一路”国家。

(本报记者 杨沐岩/整理)

电气电子工程师协会前主席 赛义夫·拉曼:

## 智能电网打破传统电网效能瓶颈

技术与分布式计算能力,构建覆盖发电、输电、配电及终端用电全环节的实时监测与控制系统,从而打破传统电网的效能瓶颈。

当前,电力正与信息深度融合,智能电网的核心特征首先体现在能源交互模式的升级。相较传统电网的单向电力传输模式,智能电网支持用户通过分布式能源反向输电,形成供需动态平衡的能源生态系统,这就好比普通手机向智能手机的迭代,电力基础设施与通信网络的深度融合进一

步释放系统潜能:通过住宅数据集中器、控制中心等节点,电力流与数据流实现协同管理,这一架构使电网从“功能型设备”进化为“智能决策平台”。

推动智能电网发展的核心动力,源于可再生能源规模化并网的迫切需求。目前,风电、光伏发电等清洁能源的间歇性特征对电网稳定性提出严峻挑战。例如,某150MW风电场曾出现1分钟内功率骤降43.7MW的剧烈波动,光伏系统在沙尘暴等极端天气下

也会出现出力中断问题,这些更凸显传统“需求驱动供应”模式的局限性。由此,智能电网必须重构能源供需关系,通过动态电价信号引导用户调节用电行为,使负荷曲线主动匹配可再生能源的波动输出,这种“供应驱动需求”的转型标志着能源消费从被动响应向主动参与的跨越。

面对可再生能源管理的技术难题,智能电网通过储能技术与微电网架构开辟了破局路径。在短时波动平抑方面,压缩空气储能系统与需求响应机制的协同应用已展现出显著效果。

更具革新性的是智能互联微电网的实践,项目感知层通过密集部署的传感器实时捕捉电网异常,控制层依托智能逆变器协调分布式电源与储能设备,最终通过交

互层实现微电网与主网的能量双向流动。这种“细胞化”设计不仅提升电网抗风险能力,更为智慧城市生态构建奠定基础。

智能电网正加速与城市基础设施融合,形成多层次嵌套体系。在宏观层面,跨区域主干电网实现风光水电互补;中观层面,城市微电网集群通过云端平台协同优化;微观层面,智能建筑通过能效自优化系统,将空调、照明等设备转化为电网调节的柔性单元。这种分级协同架构预示着一个更宏大的愿景——未来的电网将突破传统电力系统边界,通过数字孪生与人工智能技术,演变为“可编程能源互联网”,在保障能源安全的同时,成为碳中和目标落地的核心引擎。

(本报记者 渠沛然/整理)



作为能源系统数字化转型的核心载体,智能电网正通过技术革新重塑传统电力网络的运行逻辑,通过借助传感器、通信

