

# 煤电“三改联动”不是“一机三用”

■本报记者 赵紫原

## 核心阅读

“三改联动”是煤电实现高质量、可持续发展的重要途径。但“三改联动”并不是要求“一机三用”，而是要因地制宜、一机一策。尤其要在经济效益与社会效益中找到平衡，为煤电机组的经济性谋求一条出路。



## 经济账与社会账要算好

“2022年煤电机组全年改造规模超过2.2亿千瓦”“‘十四五’期间改造规模合计6亿千瓦左右”“‘十四五’期间，煤电节能降耗改造规模不低于3.5亿千瓦、供热改造规模力争达到5000万千瓦、灵活制造规模1.5亿千瓦”……自去年国家发改委、国家能源局发布《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》以来，我国大力实施煤电节能降碳改造、供热改造、灵活性改造制造。

## “一招鲜吃遍天”不现实

煤电“三改”，简而言之，即在节能改造方面，到2025年全国平均供电煤耗降至300克/千瓦时以下；在供热改造方面，对具备条件的纯凝机组进行改造，主要替代采暖和供汽小锅炉；在灵活性改造方面，提升火电机组深度调峰能力，消纳新能源。

什么是联动？上海发电成套设计研究院火电中心副主任兼总工陶丽告诉记者，煤电机组节能降碳、供热和灵活性改造三者紧密联系。“燃煤机组在实施节能降碳改造的同时，需要兼顾机组深度调峰、低负荷节能。比如，从机组本身性能挖掘潜力、提升调峰能力，同时通过对主辅机及系统改造，实现燃煤机组运行灵活性及热电解耦，甚至做到机组只带厂用电零输出运行。”

正如陶丽所言，机组的本身性能是改造基础。对存量机组而言，“三改联动”绝不是要求煤电机组同时具备“低煤耗、带供热、深调峰”三项性能。

中国电力工程顾问集团华东电力设计院副总经理叶勇健表示，目前，还没有任何一项技术能同时实现“三改”。“‘三改联动’要打组合拳，采取一系列技术来实现这三个目的。‘三改联动’的目标机组是存量机组，机组情况不同，所以要‘一机一策’。‘一招鲜吃遍天’是不现实的。”

行业研究者李某对此表示赞同，“三改联动”不是要求“一机三用”，而是要便于基层自主选择。“各地政策和实际情况迥异，三个选择要有机组合，不搞层层加码，从而实现能改则改、宜改则改。”

“十三五”期间，国家能源局全力推动煤电超低排放改造、节能改造和灵活性改造等工作。数据显示，截至2021年底，我国已累计实施煤电机组节能改造近9亿千瓦，实现超低排放的机组超过10亿千瓦，实施灵活性改造的超过1亿千瓦。

降碳目标下，“三改”路线既定，煤电将朝着“清洁、高效、灵活、低碳、智慧”方向转型，业内对如何“联动”进行了积极探索。

稍早前召开的“全国煤电‘三改联动’典型案例和技术推介会”，强调了“三改联动”既要算“经济账”，更要算“社会账”。业内普遍认为，“三改联动”经济性有待提升。那么，“三改联动”中，这两个“账”如何找到平衡点？

陶丽表示，“三改联动”中节能降碳改造、供热改造的“经济账”比较清晰，可通过改造实现节煤降碳及供热收益。灵活性改造更多基于算“社会账”，燃煤机组通过灵活性改造，实现深度调峰、热电解耦及燃料灵活性，能更好地保障我国

能源电力供应安全，发挥保障电力安全稳定供应的“主力军”和“稳定器”作用。

陶丽进一步指出，灵活性和供热改造两者关系较为密切，煤电机组通过挖掘供热潜力获得供热收益，并通过灵活性改造实现热电解耦，改造过程中秉持全负荷段综合煤耗低的理念，实现“社会账”和“经济账”平衡。

但灵活性改造的“经济账”并非“无解题”，而是可以实现经济效益和社会效益双赢。

叶勇健指出，为了适应新型电力系

统，未来煤电机组的主要发展方向是灵活性，包括机组负荷运行区间的灵活性、机组变负荷的灵活性、机组启停的灵活性，以及机组燃料的灵活性。“节能降碳改造和供热改造的‘经济账’清晰，而灵活性改造增加了发电企业的成本。”

“‘三改联动’还是要以市场为推动力改造。行政化手段可在一定程度上推动，但基于合理的政策、科学的规则，以市场引导为主，可以使资源配置效率更高，‘三改联动’的推进会更顺利。”叶勇健说。

## 一机一策推动改造

那么，“三改”如何“联动”？

有发电企业科研机构研究指出，应基于煤电机组的盈利能力、利用小时数、机组型式、压力等级等因素，分类、分级、分批实施。盈利好的超临界以上机组应以节能改造为主、供热及灵活性改造为辅；利用小时数低的亚临界机组应以供热及灵活性改造为主、节能改造为辅。

上述研究指出，对于发电利用小时

数低或者后续有大幅下降预期的煤电机组，应着重研究煤机的综合转型出路，以“三改”为契机主动融入所在区域园区及城市的发展。对于盈利能力差的煤电机组应开展专题研究，结合“三改联动”，制定综合升级方案，提高盈利能力。同时，将智慧电厂建设示范与煤电改造升级工作结合，制定智慧电厂顶层设计，统筹选取试点电厂，开展智慧电厂全面评估，分

级分类推进技术攻关，使智慧电厂建设成为煤电改造升级的重要手段之一。

“当前我国煤电‘三改联动’面临时间紧、任务重、投资能力不足、缺乏有效回收机制等问题。‘联动’应重点把握因地制宜、因厂施策、一机一策，统筹安排好改造方案、时间以及资金分配等问题，关键还是要为煤电机组的经济性谋求一条出路。”李某说。

## 安徽宿松:发展风电光伏 走绿色低碳道路



## 图片新闻

国家首批大型风电光伏基地项目  
腊巴山风电项目正式开工

本报讯 日前，位于四川省凉山州德昌县的腊巴山风电项目正式开工建设。这是国家首批大型风电光伏基地项目，也是雅砻江流域水风光互补绿色清洁可再生能源示范基地标志性项目。

腊巴山风电项目装机容量为19.2万千瓦，拟建设60台风电机组，风机分布于腊巴山主山脊北段、中段及西侧沿雅砻江河谷延伸支脉，计划于2022年10月首台机组吊装，2023年9月全部机组投产发电。

据悉，该风电机组建成后每年可为四川提供约5.01亿千瓦时的清洁电能，可满足约21万户家庭年用电量。其每年发出的电量可节约标煤约16万吨、减少二氧化碳排放约40万吨，对实现节能减排目标、推进成渝经济圈协调发展具有重要意义。该项目总投资超15亿元，建设期间将为凉山州财政贡献税费约6000万元，为凉山州提供千余个就业岗位。项目全部投产后，每年可继续为凉山州贡献税费约4000万元。

该风电项目是“十四五”以来雅砻江流域清洁能源基地首个开工建设的风电机组。2021年3月，国家“十四五”规划和2035年远景目标纲要明确提出雅砻江流域清洁能源基地为我国九大清洁能源基地之一。该项目的开建，将进一步促进雅砻江清洁能源基地建设，服务国家“双碳”目标。

凉山州是四川最大的风电基地，也是西南地区重要的清洁能源产业基地。作为凉山州风电开发提速的标志性项目，该项目的开工建设，标志着凉山建设国家级清洁能源产业基地又向前迈进了一步。

(温存)

## 氢电耦合快速升温

■本报实习记者 杨梓

近日，浙江宁波慈溪氢电耦合直流微网示范工程开工。据悉，该示范工程是国家电网公司首个氢能相关的国家重点研发计划配套项目，也是宁波市氢能产业发展重点项目，计划今年12月具备投运条件。投运后，每日可满足慈溪滨海经济开发区10辆氢能燃料电池大巴加氢、50辆纯电动汽车直流快充需求。

近年来，氢电耦合越来越热。业内人士认为，未来氢能与电能的深度耦合将成为一种重要的储能方式。

## 应用前景广阔

氢电耦合直流微网是指氢能和电能能够互相转化、高效协同的能源网络，在用电低谷时利用清洁能源制氢存储，在用电高峰时再通过氢燃料电池发电，实现电网削峰填谷。该示范工程将电、氢、热等能源网络中的生产、存储、消费等环节互联互通，

实现多种能源的协同转化与调配，形成以电为中心的氢电热耦合能源互联网示范。

据了解，除宁波外，目前国网浙江电力还在杭州、丽水、台州等地开展了基于工业园区、产业基地、农村、海岛等的氢电耦合多场景示范与应用，覆盖了氢电耦合主要应用场景。

“氢比较适合于长时间的能量存储，其存储特性与电化学储能互补，有助于在新型电力系统中实现对能源长周期性波动的调节。宁波氢电耦合示范工程既有电化学储能也有氢储能，通过风电、光伏等波动性电源来制取氢气，既可以平抑新能源出力的波动，也可以与电化学储能配合，相当于在源荷之间加了一个很强的缓冲器，能实现波动性电源和不确定性负荷之间的全时间尺度平衡。”国网浙江电科院氢能专家雷其表示，随着新能源渗透率的快速提高，氢电耦合成为实现高比例新能源电力系统稳定运行的一种重要方式。

据全球能源互联网组织预测，到2050年，我国电制氢规模将达到5000万吨，折合电能约30000亿千瓦时。佛山环境与能源研究院副院长王子缘表示：“氢能跨时段、跨季节的调节周期长、储能容量大，在可再生能源丰富的区域，可以依托高效电解水制氢、氢储能技术实现规模化、稳定的可再生能源消纳、能源转换、储存与控制，并通过燃料电池技术为基础发电调峰。”

业内人士指出，氢电耦合是实现100%可再生能源消纳、100%零碳电力供给的重要手段。在供给侧，以电网为平台，通过氢能和可再生能源耦合运行，可以促进可再生能源就地或并网消纳；在消费侧，氢在交通、化工、钢铁、半导体等领域有着广泛的应用前景，可有效减少消费侧碳排放。

## 可有效解决车端用能问题

“与交通网的融合是氢电耦合的一大特

色。事实上，该项目是电、氢、热、车4个元素耦合的一个中压直流微网，车是其中很重要的一个元素。氢电耦合系统制出的氢气，主要就是用在氢燃料电池汽车上面。”国网宁波供电公司互联网办公室专职叶夏明介绍，未来，随着大量充电+加氢一体化综合能源站的建成，电网和交通网将进一步深入融合。

数据显示，2020年我国交通领域碳排放量达9.3亿吨，占全国终端碳排放量的15%。而在整个交通领域中，道路交通碳排放量的占比为90%。不过，值得注意的是，随着交通领域新能源化转型的推进，补能的便捷性极大影响着新能源汽车的发展。目前，氢燃料电池乘用车尚未大规模普及，电动汽车的快速补能需求也受制于技术水平。

在王子缘看来，氢电耦合可有效缓解新能源汽车用能问题。“当前，氢电耦合可与传统电网深度融合协作。一方面，保障国家示范

城市群鼓励的车用绿氢供应，让氢燃料电池汽车用上低成本氢源；另一方面，可结合地方新能源渗透情况、地方用能特征及电网特性等，与交通网络深度协同，解决区域内燃料电池汽车等新能源车辆高峰时段用能紧张和路面堵塞等问题，或将成为交通调峰的一个重要手段。”

## 氢能基础设施薄弱成掣肘

目前，慈溪滨海经济开发区已入驻绿

动、博氢等氢能相关高新企业，以燃料电池、制储氢装备和氢能应用装备为重点布局方向。不过，记者了解到，目前我国氢电耦合产业仍处于起步阶段，还面临着成本、技术、基础设施等多方面的挑战。与完善的电力基础设施相比，氢能相关基础设施较为薄弱，也制约了氢电耦合的发展。

叶夏明表示，氢电转换设备的效率直接影响着整套系统。“用在氢燃料电池汽车上面可能没有明显影响，但如果是在电网中充当储能电池，其转换效率会非常重，所以对电网来说也是个新挑战。”

“技术方面，仍需重点关注先进电解槽技术及装备、高安全高效储氢技术及装备，以及高适配性氢电耦合微网技术等；政策方面，需要加快突破能源用制氢项目不能进化工园区的政策壁垒。”王子缘认为。

在王子缘看来，氢电耦合需要结合区域资源禀赋和应用场景，因地制宜、以示范促技术迭代进步为切入点，逐步形成区域内氢电耦合的闭环生态链条，不能仅局限于车辆应用，还要通盘考虑地方实际。“比如在光伏和煤化工资源丰富的西北地区，可以创新探索氢电耦合+绿色化工的应用场景闭环，以较为合适的商业模式实现可再生能源消纳与降碳。此外，还需重点关注隔墙售电，加快探索多元化商业模式。”

## 关注