

# 院士畅谈氢能商用前景 献策低碳中国

■本报记者 吴起龙

“碳达峰、碳中和”愿景下,全球能源体系面临深度重构。作为有潜力实现零碳排放的清洁能源,氢能无疑将发挥重要作用。近日,在2021长三角(张家港)国际氢能产业人才峰会上,中国工程院院士干勇、中国科学院院士郭烈锦、中国科学院院士李灿分别发表主旨演讲,分析目前氢能产业局势,洞察产业先机,把握政策走向,为氢能产业发展鼓与呼。本刊特别摘录三位院士的部分精彩观点,以飨读者。

## 干勇院士： 氢能重卡时代 应从港口物流车开始



经济效益。同时,港口交通发达,氢能运送进出便利,易于规划建设氢能输送网络,进一步降低氢能供应成本,提高氢能综合利用经济效益。”干勇认为。

数据显示,2017年,我国柴油车占汽车总保有量的比重为9.4%,但柴油车氮氧化物排放量却占总排放量的68.3%,颗粒物排放量占总排放量的99%以上。

一辆重型柴油车的氮氧化物排放量约等于100辆小汽车的氮氧化物排放量。以载重30吨的煤炭运输车为例,按运距1000公里计算,单车次即消耗柴油高达250公斤,测算可排放约13千克氮氧化物、3千克烟尘。

“在港口示范区推广应用氢燃料电池重卡,将使港口从雾霾重灾区变为清洁区。”干勇表示,不仅有助于减少氮氧化物、颗粒物等污染物的排放,且可发挥规模替代效应,使氢能重卡的运维成本降至与目前柴油重卡运营成本相当的水平,具备可行性。

干勇表示,开创氢能重卡时代,优先发展氢能能源商用车物流车是一个方向。在城市内,电力供应充足,完全可用电动公交车实现燃油公交的清洁化替代。“考虑到氢能供应的复杂性,氢能公交车只适合做示范,我认为发展氢能重卡才是可行路线。”

“氢能的重卡时代,应该从港口开始。”中国工程院院士、中国工程院原副院长、中国金属学会理事长干勇指出,短期内在非物流集散地的内陆区域大规模发展氢能是有困难的,但在港口城市则有必要提倡优先发展氢燃料电池物流车、燃料电池重卡。

干勇指出,氢燃料电池适用于长距离、重载量的物流车。港口货物吞吐量,柴油车辆数量多,且密集使用,若能改为氢能重卡,不仅可降低污染物排放,还有利于集中布局加氢站。因氢能消耗量大,集中建立大型加氢站,可有效降低加氢站运营成本,实现示范经济效益。

“沿海港口地区附近一般多有大型钢铁企业及联合焦化企业,副产氢来源较为丰富,可以实现氢能供应的

## 郭烈锦院士： 立足中国煤炭资源禀赋 构建氢电互补能源供给体系



自人类开展大规模工业活动以来,伴随着能源消耗,温室气体大量排放造成了全球变暖。大力推进能源结构转型,提升非化石能源在一次能源消费中的占比,力求实现“净零排放”已成全球各国的一致行动。

在中国科学院院士郭烈锦看来,当前,全球一次能源依然是以化石能源为主体,化石能源消耗占比84%以上,且中短期内难以大幅降低,仍将占据主导地位。

“依据我国的一次能源总消耗量测算,每年排出的二氧化碳约为100亿-104亿吨。”郭烈锦解释称,目前我国煤炭占一次能源消费结构的比重约为55%,煤炭使用贡献了70%以上的二氧化碳排放量,因此减少煤炭利用造成的二氧化碳排放是我国减排的首要任务。

他进一步表示,当下我国电力行业发展取得了巨大进步,但同时发电也是煤炭消耗的主力;如果电力行业不能减排二氧化碳,

“双碳”目标便不易实现。

“虽然可再生能源具有显著的可持续性和零排放等优势,且储量巨大,但具有明显的间歇不稳定性,在当前技术体系下发展受到电网调峰和消纳能力限制。短期内依靠可再生能源完成一次能源供给的主体任务,是不现实的。”郭烈锦说。

在郭烈锦看来,构建氢电互补的能源有序转化和供给体系或可担此大任。

“目前,国内外各层面所作对氢能的预期需求远远低估了氢能在未来能源供给体系中的地位。电很难存储,氢恰相反,相信未来的氢将会具有跟电同等的地位。”郭烈锦直言。

那么,大规模、低成本的洁净氢从哪里来,又将如何切实实现二氧化碳减排目标?

郭烈锦建议,必须发展洁净低碳甚至不排放二氧化碳的、以化石能源为一次能源的发电技术以替换当前传统的以化石燃料燃烧为基础的火电及常规热化学气制氢,同时大力发展风电、光伏和水电的全周期、全方位的发电制氢技术,并大规模生产应用。

“构建氢电互补互换的能源有序转化体系,同时统筹考虑体系中的碳集循环,并结合自然界中富集的二氧化碳,将其资源化高值利用,是廉价、洁净的制氢路线。”郭烈锦说。

传统的煤气化制氢是将煤炭部分氧化放热后,再与水蒸气变换重整的过程,可以概括为“以空气为基”,这种技术路径污染、低效。但如果“以水为基”,通过水-煤直接接触、吸热还原直接气制氢的方法,即可

实现清洁、高效制氢的目标。

他进一步解释,该技术路线是将煤置于超临界水蒸汽环境中,通过还原反应,制取氢气和二氧化碳,之后将溶解了二氧化碳的超临界水蒸汽推动轮机做功发电,做功后气水分离自然得到高纯度的二氧化碳,同时得到远高于现在燃煤发电机组的发电效率,“无论何种装机规模下,单台机组的煤电转化效率,均将比相同规模的火电机组至少提高5到10个百分点。”

“再结合可再生能源规模化制氢,以及可再生能源驱动的二氧化碳循环高值化转化利用,还可以实现工业废气中的二氧化碳利用,并将工业生产过程中的废水、废液利用起来。这应该是未来以煤炭为原料,规模化、低成本制取洁净氢,同时解决煤炭利用过程中二氧化碳排放问题的重要途径。”郭烈锦表示。

据测算,大规模以此技术路线制取的氢气,每标准立方米成本不高于0.6元,即生产1公斤氢,成本不足10元。经过20多年的努力,目前该技术路线已经开始规模化的工程示范。

“基于化石能源的清洁无污染制氢、可再生能源的低成本高效大规模制氢,构建新型的氢电互变、集中与分布式并存耦合互补的能源供给体系,将会带来多种产业及全链条的人类社会生产和生活方式的颠覆性变革。可以使我国立足于富煤的资源禀赋,独创性引领世界能源技术和能源供给体系的变革。”郭烈锦说。



## 李灿院士： 若等量替代现有煤制甲醇 “液态阳光”有亿吨级碳减排潜力

交通领域的汽油、柴油、天然气使用,以及煤化工、化工、炼油、冶金、合成氨、水泥等,这些均是刚性排放二氧化碳的工业。李灿认为,大自然吸收二氧化碳的量很有限,要解决二氧化碳问题,根本方法是提高可再生能源比例,降低化石能源使用比例。

“可再生能源主要是太阳能,以及以太阳能为代表的其他可再生能源,比如风电、光伏发电、生物质、水电等。”他解释称,这类资源非常丰富,不用担心实现碳达峰、碳

中和不够用。

“在当前化石能源仍占主导的情况下,实现碳达峰、碳中和,除了靠节能减排、降低单位GDP能耗,以及碳捕获存储技术外,大力发展风电、光伏等可再生能源已经成为共识。”李灿说,预计到2030年,我国风电和光伏装机量将达到12亿千瓦,化石能源占比将降至75%以下,其中煤电占比将降至40%以下;到2060年,煤电占比将降至20%左右。

李灿进一步指出,如果将光伏、风电、水电变成燃料(如绿色氢能),“这其中最关键的就是制氢过程,即电解水制氢,相当于储电。”1吨氢可产生3.3万度电,也就是说产生1吨氢相当于储存了3.3万度电。

不仅如此,以绿氢和二氧化碳为原料制取甲醇,有助于实现二氧化碳减排的同时,还可缓解我国液体燃料短缺的问题,同时解决化石液体燃料的清洁能源替代问题,助力实现碳达峰、碳中和。“这种来源的甲醇就是

“液态阳光”,实际上就是将氢的能量转移到甲醇里,而甲醇是基本的化学中间体,可替代汽油广泛应用于化学工业。”李灿说。

“每合成1吨甲醇,就可转化1.375吨二氧化碳。若液态阳光实现规模化生产,其规模完全可与目前国内煤制甲醇产量(8000万吨)相当,如此可转化上亿吨的二氧化碳。”李灿说。

众所周知,电能不易存储,氢气的储运也是制约其规模化推广应用的主要障碍。而甲醇常温常压处于液态,恰可弥补这一不足,实现长期安全稳定的储存。

“甲醇是理想的化学储氢载体,1吨甲醇可以放出187公斤氢气。如此,制氢与氢能储存的安全性问题,均可通过液态阳光甲醇工艺实现。”李灿说。

上接 25 版

### 创新驱动碳减排 与经济增长双赢

高质量发展需以强化创新驱动,烟台亦不例外。“我们高度重视加强与高校、科研院所等机构的合作力度,大力推动清洁能源综合利用技术创新,全面提升创新驱动发展水平,以促进核能等高质量发展。”张洁非说。

具体来看,一方面,烟台以国家核

电产业创新技术平台为载体,建立清洁能源企业与清华大学、哈尔滨工程大学、中国核学会、核电研发中心等科研院所、机构的“产学研”合作机制,共同推动工业蒸汽、海水淡化、制氢、供暖、储能等能源产品的成果转化与应用。

另一方面,率先实施核能综合利用,实施国内首个商业化清洁供热项目——海阳核能清洁供热工程项目。早于2019年,该项目就开始为海阳市70万平方米区域供热,截至目前

已连续供应两年。

据介绍,随着海阳核电逐步建成投运,烟台将在海阳建成全国首个“零碳”供暖城市基础上,依托中国核学会和烟台核电研发中心,采用清华大学“长距离水热同产同送”技术,实现烟台地区零碳供暖全覆盖,并开拓“居民用暖价格不增加、政府财政负担不增长、热力公司利益不受损、核电企业经营作贡献、生态环保效益大提升”的共赢新局面。

“烟台作为山东省新旧动能转换三大核心城市之一,未来将聚焦碳达峰、碳中和发展目标,继续贯彻‘以资源换产业,以市场换技术’的发展理念,以零碳能源为载体,构建新兴产业集群空间布局,推动工业领域、居民用电、供暖等民生领域摆脱对传统化石能源的依赖,实现碳减排与经济增长双赢,成为全国清洁能源发展的桥头堡和制高点。”张洁非说。



海阳核电站