



助力绿色冬奥 工业废气“吸”进来，清洁能源“呼”出去

◎ 陈科

在即将召开的2022年北京冬奥会上，将有2000辆氢燃料电池车服务赛事。让人想不到的是，这批清洁、低碳的新能源汽车行驶所需要的高纯度氢气，竟来自石化企业的工业废气。而呈现在废气中“掘金”的，是拥有自主知识产权的变压吸附(PSA)气体分离技术。

12月8日，据西南化工研究设计院有限公

司(以下简称西南化工)透露，西南化工与中国石油天然气股份有限公司华北石化分公司签订的2000立方米/小时氢气提纯装置项目，预计将于2022年1月投产，该装置使用PSA技术所产的氢气，将为2022年北京冬奥会提供清洁能源。

今年3月，同样采用PSA技术新建的燕山石化2000立方米/小时氢气提纯装置已开车成功，所产的氢气纯度达99.976%，也将用于冬奥会氢燃料电池车。

2022年北京冬奥会，将有2000辆氢燃料电池车服务赛事。你可能想不到，这些车行驶所需要的高纯度氢气，竟来自石化企业的工业废气。而呈现在废气中“掘金”的，是拥有自主知识产权的变压吸附气体分离技术。

如今，“中国版”的PSA技术正应用于世界各国能源领域；在文莱达鲁萨兰国大摩拉岛上，2013年启动建设的22万标准立方米/小时炼厂PSA提纯氢气装置正安全高效地运行，这是我国出口海外最大的PSA提纯氢气装置之一；去年西南化工再次在国际竞标中，中标文莱炼化项目大型PSA提纯氢气工程，氢气总产量达到85万标准立方米/小时；今年，西南化工为韩国鲜都化学(株)公司提供了一套产品气量为1638标准立方米/小时的燃料电池氢生产装置，这也是首套在海外落地的PSA制燃料电池氢项目。

以较低能耗将废气“吃干榨净”

“PSA技术也是一项节能降耗技术。”陈健说，无论是石油炼制、湿法冶金、煤化工，还是生物制品精制、农药化肥的生产过程，都离不开分离技术。与众多分离技术相比，PSA技术具有能耗低的显著优点，并且工艺过程简单，操作稳定，可将混合气中的多种杂质净化并得到高纯度的目标气体。

西南化工技术负责人算了一笔账：PSA技术从炼化企业尾气中回收乙烯和丙烯的能耗大约为100千克标准油/吨，传统热裂解乙烯和丙烯的能耗约为360千克标准油/吨。依靠PSA技术建成的炼化企业尾气回收装置，每年可回收乙

与丙烯约103万吨，节约能耗折合26.78万吨标准油，按照每吨标准油排放3.36吨二氧化碳计算，相当于每年减排约89.9万吨二氧化碳。

“当前世界主要国家把氢能作为能源转型、实现碳中和的重要手段之一，制定了不同的氢能发展路径。从长远来看，绿氢生产技术尤为重要。但在氢能产业发展初期，从工业副产气中提纯氢气是氢气的重要来源，也是将工业副产气‘吃干榨净’的途径之一。”陈健表示，针对工业副产气资源浪费、环境污染、碳减排等问题，未来PAS技术还可拓展应用于更多类型的工业副产气的资源化高值利用。

先进经验为后续项目建设提速增能

梅蓄电站位于广东省梅州市五华县境内，是南方电网在广东省内建成的第五座抽水蓄能电站，主要服务于广东电网。梅蓄电站是国家电力发展“十三五”规划及《赣粤原中央苏区振兴发展规划》重点项目，电站上、下水库库容分别为4102万立方米和4382万立方米，位居全国第二，主体工程开工至首台机组投入试运行仅用时41个月，创造了国内抽水蓄能电站主体工程建最短期纪录。

阳蓄电站位于广东省阳春市与电白县交界处的八甲山区，是目前国内核准建设的单机容量最大、净水头最高、埋深最大的抽水蓄能电站。高水头、大容量使阳蓄电站的制造安装技术难度很大，但阳蓄电站实现了40万千瓦级单机容量、700米高水头抽水蓄能机组的全自主化制造，电站水道是世界首条800米水头级的钢筋混凝土衬砌水道，工程建设过程中成功攻克了十余项重大关键技术，为国内后续大规模建设同类电站奠定了坚实基础。

专家认为，两座电站建设的先进经验，将为后续抽水蓄能项目建设提速增能。

南方电网表示，作为构建新型电力系统、增强储能容量、提升电网调节能力的重要举措，公司正加快推进抽水蓄能系统建设，计划在“十四五”和“十五五”期间分别建成投产600万千瓦和1500万千瓦抽水蓄能电站，以满足2亿千瓦新能源接入电网调节需要，为电网大规模消纳风电、光伏发电等清洁能源提供有力支撑，服务国家碳达峰、碳中和目标。

将工业副产气转化为氢能

氢气是重要的炼化、煤化工、精细化工原料和清洁能源，我国工业副产气量大面广，可为氢能产业发展提供稳定、低成本的氢源。数据显示，2020年全国焦炭产量为4.71亿吨，副产氢气可达800万吨。另外，丙烷脱氢、炼油和氯碱行业副产氢气也是巨大的氢气来源。

“要有纯化技术才能使这些氢气成为氢能。PSA就是利用混合气中不同气体组分在吸附剂中吸附特性的差异，通过压力变化使混合气中的不同组分实现分离和净化，是气体分离领域最重要的共性技术之一。”西南化工党委书记、总经理陈健说。

“将工业副产氢转化为燃料电池用氢，定向除杂是一个必须突破的技术难题。”西南化工技术负责人说，由于不同用途氢气的质量指标差别大，即使是高纯氢，其中杂质的含量也可能高出燃料电池标准的规定值，从而造成燃料电池

催化剂中毒，导致氢燃料电池输出性能下降甚至损坏报废。

为此，西南化工的科研团队针对工业副产气制备燃料电池车用氢气，先后突破大规模、高压、多杂质气源的氢气吸附分离提纯技术难题，设计出世界最大规模的PSA提纯氢气装置，并形成了拥有自主知识产权的工业副产氢净化与提纯成套技术，使我国PSA提纯氢气装备技术达到国际领先水平。

“煤化工企业、氯碱企业、钢铁冶炼企业生产过程中产生的焦炉煤气、兰炭尾气、氯碱尾气、多晶硅尾气等，都可以成为氢能的‘原料’。采用PSA技术回收这些废气中的氢气，可大幅提高废气综合利用水平。”陈健说。

目前，以PSA技术为核心的工业副产气模块化净化提纯技术，已应用于60余套工业装置，为氢能产业提供了一条低成本的制氢路径。

PSA技术从提纯氢气拓展到净化回收一氧化碳、变换气脱二氧化碳、沼气回收甲烷、烟道气捕集二氧化碳等领域。”陈健说。

为世界能源产业提供“中国路径”

“20世纪90年代中期之前，我国大型化PSA提纯氢气装置全部依靠进口，西南化工于1996年成功实现大型PSA技术国产化以来，我们将

粤港澳大湾区再添两个巨型“充电宝”

◎ 本报记者 叶青
通讯员 杨彬 丁卯 宋超

12月10日，南方电网调峰调频发电有限公司梅州抽水蓄能电站(以下简称梅蓄电站)、阳江抽水蓄能电站(以下简称阳蓄电站)首台机组相继投产发电，成为“十四五”开局之年中国南方电网有限责任公司(以下简称南方电网)服务区域内首批投产的抽水蓄能机组，使粤港澳大湾区电网调节能力提升近一成，也为今冬明春的粤港澳

大湾区电力可靠供应提供了有力支撑。

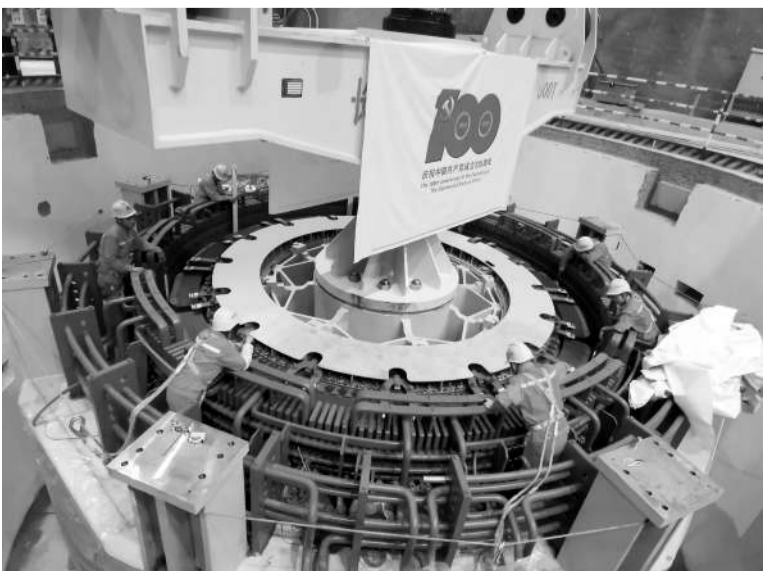
至此，南方电网抽水蓄能装机容量达858万千瓦，其中广东省内抽水蓄能装机容量达到798万千瓦，占全国23.4%，成为目前全国抽水蓄能装机容量最大的省份。

两座电站首台机组提前半年投产

梅蓄电站、阳蓄电站两座电站(一期工程)总装机容量为240万千瓦，总投资150亿元，主要服务于粤港澳大湾区，在电网中承担调峰、填谷、紧急事故备用任务，兼有调频、调相和黑启动、储能作用，是电网的“稳定器”“调节器”“充电宝”。

两座电站首台机组均提前半年投产。本次首台机组投运后，广东省抽水蓄能的投运容量已占到了统调负荷的7%，2022年全面建成投产后，预计年发电量将达34亿千瓦时，相当于广州市710万户家庭两个月的用电量，有力保障粤港澳大湾区电力供应。

南方电网调峰调频发电有限公司基建部负责人李育林介绍，两座电站还可带来明显的生态效益，每年可节约标准煤34万吨，减少二氧化碳排放94.6万吨，减少二氧化硫及粉尘排放0.65万吨，同时两座电站每年可为当地带来近2亿元税收，为当地经济社会发展增添动力。



南方电网梅蓄电站首台机组顺利吊装就位
陈泓宇摄

新看点

发力可再生能源 江苏每6度电就有1度是绿电

科技日报讯(记者张晔)12月12日，记者从国网江苏省电力有限公司(以下简称江苏电力)获悉，江苏年度消纳可再生能源量首次突破1000亿千瓦时大关，比2020年增加189.17亿千瓦时，同比增长21.95%，占江苏全社会用电量的近六分之一。其中消纳省内可再生能源占比近六成，省外近四成。

江苏全力发展省内可再生能源，目前单位面积陆上风电资源、太阳能资源开发强度已处于国际领先水平。截至今年10月底，江苏风电、光伏等可再生能源装机容量3598.95万千瓦，接近全省总装机四分之一；发电量超617亿千瓦时，同比增长42.74%。

在高效利用省内可再生资源的同时，江苏电力还利用跨区域输电通道，大力引入西部可再生能源。今年以来，已通过±800千伏特高压锦苏线、500千伏龙政线消纳水电超407亿千瓦时。

可再生能源产业正成为江苏经济社会发展的新引擎。据统计，与2019年相比，新能源汽车行业、光伏行业和风电设备制造业都迎来快速发展。其中，电动汽车充换电服务业用电量增速超过700%，光伏设备及元器件制造业用电量增速接近500%，碳化硅行业用电量增速接近300%。

为了更好地消纳、使用可再生能源，江苏建成了全国首个新能源发电数据中心，接入全省3214台风机和537座10千伏及以上分布式光伏运行信息，实现了风电、光伏等新能源发电超短期10小时、短期3天、中期10天的高精准预测。

“我们将推动能源系统、信息系统、社会系统有效融合，源网荷储各环节共同发力，促进清洁低碳发展。”江苏电力调控中心主任苏大威说。预计“十四五”末，江苏新能源消纳能力将达到7000万千瓦，区外来电引入能力超过4500万千瓦。

瞄准世界难题 贵州建起电网防冰试验场

◎ 通讯员 胡春 王燕 吴国卿 本报记者 何星辉

眼下，贵州六盘水市梅花山地区气温已低至零下。浓雾弥漫的山间，一座高200米的永久性气象监测塔巍然屹立，南方电网防冰减灾重点实验室(以下简称重点实验室)就坐落于此。

随着二期工程的建成投运，这里已经成为中国南方电网有限责任公司(以下简称南方电网)规模最大和技术最强的高海拔自然覆冰观测、考核、试验重点实验室。大量关于电网防冰减灾的第一手资料，正从这里源源不断输出……

建设首个大型专业化试验场

2008年初，历史罕见的低温雨雪冰冻灾害席卷我国南方，17个省区受灾，其中，贵州受灾最为严重，电网更是遭受重创，77%的电力杆塔线路受损，83%的变电站停运，全省50个县(市、区)受停电影响。抢险救灾结束后，如何确保类似极端天气下电网的安全稳定运行，成为南方电网公司关注的重大课题。

但从全世界范围看，输电线路覆冰仍然是一大难题，还有许多技术难点没有彻底攻克。2015年，南方电网选择在贵州梅花山建设防冰减灾综合技术应用示范基地。2016年，总投资3790万元、占地面积30亩的梅花山防冰基地一期工程建成启用，成为南方电网首个大型专业化的防冰技术试验基地。2018年，以梅花山防冰基地为主要科研平台的实验室被认证为南方电网防冰减灾重点实验室。

重点实验室主任曾华荣介绍说：“梅花山位于贵州地理的屋脊，平均海拔2515米，低温雨雪冰冻天气持续时间长，对开展电网输电设备冰冻试验具有得天独厚的优势。”

为电网防冰减灾提供第一手资料

梅花山防冰基地一期建成后，开展了多种型号绝缘子覆冰规律观测等工作，研发了电网防冰减灾的新方法、新技术、新材料、新装置，但在试验、展示及配套功能等方面还有扩展空间。于是，二期工程应运而生，将基地功能扩展为科研、生产支持、科普、展示、培训五大方面，成为目前南方电网规模最大、技术最强的高海拔试验基地。

“我们紧盯‘覆冰监测预警技术、覆冰抗融除冰技术、应急处置与灾害评估’三个方面。”曾华荣说，重点实验室结合贵州电网的实际，以及国内外防冰减灾领域的现状，重点实施了基于智能化的防冰体系建设，开展了高海拔地区基于自然环境的覆冰机理及特性研究工作。

由于特殊地理条件，每年冬季，贵州、云南部分地区都会出现雪凝天气。输电线路覆冰到一定厚度时，如不及时清除就会造成断线、倒塔等，影响电力供应。梅花山海拔高、空气湿度大，每年11月下旬到次年2月，只要有寒潮就会覆冰。重点实验室能为高海拔地区的覆冰灾害预测、融除冰处理和非干式防冰等研究，提供第一手科学数据和资料，并为南方电网探索电网规划设计和防冰技改提供最佳解决方案。

重点实验室是国内外首个高海拔地区集超高压交流自然覆冰试验线、防冰减灾应急培训、配网带电作业技术培训、电网典型设备带电覆冰观测及考核于一体的综合技术研究试验基地。

“基地最大的亮点是我们分为五层平台的永久性气象台。”曾华荣说，“在著名防冰专家、重庆大学蒋兴良教授的建议下，下一步我们计划在每一层平台建一个自动监测站，用以监测每一个高层的气象状况，除了为输电线路防冰设计提供基础数据外，还能为气象预测提供依据，填补国内沿高层分布的全要素气象数据空缺。”

基地建成以来，已经和高校以及科研机构合作，开展了相关科学项目的研究，也为电网的抗冰工作提供了宝贵的数据。