

# 成交量、交易额均居全国第一 广东何以成为碳市场“排头兵”?

■本报记者 张胜杰

近日,记者从广东省生态环境厅了解到,作为现有七个碳排放权交易市场(下称“碳市场”)试点之一,近年来,广东通过构建多层次低碳试点体系,积极探索碳市场建设等,让低碳从观念转为行动,“十三五”前四年,实现经济稳定发展的同时,全省碳强度累计下降20.1%。

特别是在碳排放权交易方面,截至2020年12月,广东省碳排放配额累计成交量达1.72亿吨,占全国碳交易试点的38%,累计成交金额35.61亿元,占全国碳交易试点的34%,连续七年稳居全国第一,在全国应对气候变化工作中发挥了“排头兵”作用。那么,广东省试点碳市场有哪些经验可参考?

## 从航空、电力到社区 低碳理念已进寻常百姓家

“每吨最终成交价28.1元!”近日,南方航空公司战略规划投资部能源环保室相关负责人高兴地说,2020年7月,公司将自2016年以来,通过节能减排节省下来的约90万吨碳排放配额进行拍卖,经过激烈竞争,最终被6家控排企业和5家投资机构购得,获得2500多万元的收益。

谈起前几年买配额时的情景,他颇有感触地说:“2016年,我们的碳排放配额还有七八万吨的缺口,大概花了100多万元到交易市场买了配额。自那时起,我们就意识到要加大力度做好节能减排工作,否则就得自掏腰包去买。随后,我们就迅速展开了建立节能管理机制、组建碳管理团队、应用新技术等一系列工作。目前看来,当初的决定非常正确。”

不同于南方航空公司,中山市永安电力有限公司则加强能源基础管理,利用碳配额向兴业银行抵押融资200万元,用于



中山市小榄镇低碳社区实景图

企业运营和减排,并通过“油改气”技术改造、燃机低氮燃烧技术改造、水泵变频改造、淘汰高耗能Y型电动机、机组热电厂技术改造等手段,不断提升电厂技术装备效能,提高能源的利用效率。

据广州碳排放权交易所(下称“广碳所”)碳市场部负责人张辰介绍,近年来,广东省电力、造纸、航空、石化等行业企业单位产品的碳排放都在逐年下降。数据显示,2018年,广东省电力、石化、造纸、民航等控排行业的单位产品碳排放在上一年下降的基础上,继续同比下降0.7%、2%、1.2%和3.1%。

记者发现,目前在广东省,就连社区居民的日常生活也融入了低碳的理念,节能降碳、低碳发展正成为普遍共识和社会新风尚。

2017年,中山市小榄镇北区社区就开

创了社区建设近零碳排放区示范项目的先河,这也是广东省唯一一个社区类近零碳排放试点项目。数据显示,通过低碳驿站、太阳能光伏屋顶、太阳能充电桩、智能垃圾分类系统、雨水回收、太阳能路灯等低碳设施,该社区人均碳排放降至0.789吨,由社区、企业共同参与的光伏发电项目经碳普惠核证减排高达646吨。

## 促企业主动减碳 淘汰落后产能与节能减排双赢

据介绍,广东碳市场自2013年12月正式启动交易以来,不仅纳入管控的六大行业碳强度均实现了下降,控排企业2019年排放量与纳入碳市场当年相比,整体实现了绝对量减排。

值得一提的是,广东省是国内碳交易中唯一实行配额免费和有偿发放相结合制度的试点。2013年以来,该省共组织了20次有偿配额竞价拍卖,拍卖收入超过8亿元。2013年企业免费配额的比例为97%,2014年电力企业进一步降至95%。企业既获得了大部分免费的碳资产,又承担了一定的减排压力,体现了“资源稀缺、使用有价”的理念,提高了企业主动减碳的意识。

张辰介绍,通过对广东碳市场启动初期(2013年)和2019年度履约数据对比分析发现,在此期间,广东省第二产业碳排放总量只增加了3.1%,单位GDP碳排放大幅下降下降了21.6%。在碳市场控排企业2019年和2013年企业边界一致的前提下,碳交易的电力、水泥、钢铁、石化控排企业排放量实现了绝对量减排,减排幅度达12.3%,有效减缓了第二产业排放总量的上升。

不仅如此,碳市场对落后产能产生了更大的成本压力,使落后企业逐步退出市场。“自纳入碳市场以来,已有66家控排企业关停、停产或降至控排门槛以下,该类企业年排放量规模达1480万吨,有效促进了广东淘汰落后产能、节能减排目标的实现。”张辰说。

## 示范效应突出 七年交易量激增超30倍

总结目前碳市场试点经验,广东碳市场不断发展完善——二级市场交易量从2013履约年度的仅119万吨增至2019履约年度的3784万吨,增幅达到近31倍;市场流动性从开市之初最长连续52个交易日无交易,到2019履约年度的日均交易量超过10万吨,市场活跃度全国首屈一指;市场参与者从最初仅有的200多家碳排放管控企业,

发展到现在各类市场参与主体超过1200户;现货交易量在2019履约年度更是超过同期欧洲能源交易所配额现货交易量,位居世界前列。

之所以能够取得如此突出成效,广碳所总裁孟萌认为,首先就是广东将碳市场作为加快区域转型升级,以市场化手段推动节能减排的重要实践思路。在这个指导思路下,碳市场在筹备和建设过程中,建立了完善灵活的工作机制,基础工作做得很扎实,完备的核查数据,科学合理的配额分配方案,完善的交易和监管制度为碳市场建设和发展提供强有力的支撑。加之广东经济体量大(每年发放给控排企业的配额总量超过4亿吨),参与主体多,各项机制的设计充分尊重市场规律,引入多元市场参与者,扩大市场规模,提升了流动性;其次是政策稳定性较好,透明度高。

“广东试点是市场公认的全国各试点中信息透明度最高且稳定性强的市场。”孟萌说,各年度配额分配方案、核查履约要求都是主动公开,交易信息披露充分,给予了市场充足的信心和预期,这样市场主体主动参与市场的积极性就高。

广东碳市场的建设为全国碳市场提供参考和借鉴,孟萌认为,碳市场的核心在于坚持总量控制,实施适度从紧的配额管控政策,以及建立“鼓励先进、淘汰落后”的配额分配机制。

比如,可以按照“抓大放小”的原则,先从区域内电力、水泥、钢铁、石化、造纸、航空等着手,然后再推及其他行业。

同时,还需坚持正向激励,“根据当地行业企业单位碳排放平均水平,参照国内外先进地区情况,合理制定控排企业碳排放基准线,并以此划分先进和落后企业及计算发放配额,从而大力鼓励企业提高碳生产力,进而降低当地碳排放水平。”孟萌说。

# 四川为西部绿氢产业发展树“标杆”

■本报实习记者 张金梦

根据工信部赛迪研究院于2020年10月发布的“氢能产业发展潜力百强城市”榜单,四川省成都市是我国主要城市(不含县级市)氢能产业发展潜力前六名唯一上榜的西部城市。

相较于燃料电池车研发与示范最早的东部区域,如上海、江苏,以及燃料电池车大规模示范和加氢网络规划较为成熟的南部区域,如广东佛山、云浮,西部地区在氢气资源、经济发展水平等方面尚有不足,发展氢能产业优势相对薄弱。

但凭借水电制氢成本优势和燃料电池电堆等核心技术研发,四川省氢能发展“脱颖而出”,成为了西部地区“领头羊”。其不仅建成了我国西部地区首个氢能燃料电池公交示范线路,首个加氢站,还上线了我国首批高原氢能燃料电池公交车,截至目前,氢能应用规模居西部首位,成为国内氢能产业链最为完整的地区之一,为我国打造出具有水电特色的“绿氢样板”。

## 氢能产业全国领先、西部“领跑”

为推动我国燃料电池汽车产业持续健康、科学有序发展,2020年9月,财政部、工信部、科技部、国家发改委、国家能源局五部委联合发布通知,正式启动了氢能示范城市群申报工作。

记者了解到,全国近20个城市群提交了燃料电池汽车示范应用的申报材料,但符合要求的城市仅有6个,其中,以四川省成都市牵头的成渝城市群是符合要求的西部城市群。

据成都市经济和信局汽车产业处处长文彬介绍,截至2020年11月底,四川省已累计投入氢能燃料电池汽车220辆,其中氢能燃料电池公交车120辆,物流100辆,推广的氢能燃料电池公交车已安全运行超600万公里,单车最高运行里程超13万公里,加氢总量超20万公斤,其氢能应用规模居西部地区首位,氢耗指标国内领先。

在氢能发展核心技术方面,四川省亦交出了亮眼“成绩单”。据四川省经济和信局党组书记、副厅长刘少敏介绍,截至目前,四川省已聚焦100余家企业和科研院所,形成了覆盖氢气制备、储氢等氢能产业发展各环节完整产业链,建成了西部第一条氢能燃料电池自动化生产线,具备了年产1000套氢能燃料电池发动机的批量化生产能力,成功研制出国内首台100千

瓦分布式氢燃料电池热电联产系统等一系列氢能发展关键设备,氢燃料电池车研发水平属全国前列。

## 水电制氢优势凸显

“近年来,四川省氢能产业得到长足发展的主要原因是四川氢气资源占优。”刘少敏指出,四川拥有丰富的可再生能源,是全国最大的水电开发基地。数据显示,截至2019年年底,四川省水电装机容量为7840万千瓦,居全国第一。

通过发展水电制氢,将富余电力储存起来“变废为氢”,一方面有助于缓解弃水难题,实现规模化消纳;另一方面,将带动氢能及相关产业协同发展,打造出具有水电特色的氢能产业经济。

“较其他可再生能源制氢,如风电制氢、光伏制氢等,水电制氢的成本优势十分明显。”东方锅炉股份有限公司氢能事业部副总经理张定海介绍,如按每度电0.3元计算,水电制氢的直接成本仅为1.5元/立方米,而若按照目前光电、风电制氢综合成本将远高于水电制氢。

“与此同时,四川省水电还具有明显的丰、平、枯的特性,在丰水期(6—10月),利用低谷弃水电量,电价则会更低。”张定海说。

氢气来源优、制氢成本低让四川省氢能产业在西部地区占尽上风。在此基础上,四川省先后出台了多项政策文件,支持省内企业利用水电制氢。其中包括,明确电解氢执行单一制输配电价0.105元/千瓦时,到户电价为0.3元/千瓦时左右,鼓励用户电价按照全年综合电价不高于0.22元/千瓦时执行。

“通过进一步调整电价,从而鼓励水电制氢产业的发展,这为四川省发展水电制氢创造了良好的政策环境。”张定海指出。

## 仍需加强区域协同

为进一步加快推进四川省氢能产业持续健康有序发展,四川省经济和信局于去年10月发布了《四川省氢能产业发展规划(2021—2025年)》(下称《规划》),提出了未来五年四川氢能发展的目标任务。

根据《规划》,到2025年,四川氢能产业发展初具规模,核心技术实现

阶段性突破。车载电堆寿命、电堆体积功率密度、系统经济性、低温启动等燃料电池堆各项指标都将显著提升;在示范应用方面,到2025年,四川燃料电池汽车(含重卡、中轻型物流车、客车)应用规模将达6000辆,氢能基础设施配套体系初步建立,建成多种类型加氢站60座;氢能示范领域进一步拓展,实现热电联供(含氢能发电和分布式能源)、轨道交通、无人机等领域示范应用,建设氢能分布式能源站和备用电源项目5座,氢储能电站2座。

根据规划,下一步,四川省发展氢能产业将充分利用雅安、凉山、阿坝的旅游和矿产资源,开展燃料电池景区车辆、燃料电池房车、燃料电池矿用汽车等示范应用;依托四川富余水电资源开展电解水制氢,打造攀枝花—凉山—雅安—成都、乐山—眉山—成都、阿坝—绵阳—德阳—成都三条绿色氢路,并沿线布局氢能基础设施和电解水制氢设备生产制造。

以成都市氢能发展规划为例,文彬表示,根据《成都市新能源汽车推广三年行动方案(2020—2022年)》与《2020年成都市氢能暨新能源汽车产业发展及推广应用工作要点》,下一步,成都市将继续以区域集中示范的思路,加快推动成都市郫都区、龙泉区今年实施150辆的示范试点,积极拓展应用场景,覆盖客车、物流车、环卫车、重卡货车,逐步拓展到无人机、分布式发电、氢储能示范应用等,打造氢能示范城市。

但即便如此,当前,四川省氢能发展仍面临氢气供应不足、氢能储运成本偏高等产业瓶颈。

成都市郫都区人民政府党组成员、副区长徐传峰对此建议,下一步,四川省氢能产业发展应加强区域协同,建立氢气产、储、运、加、用全体系监管机制,多方位保障氢能并有效降低氢源成本;进一步深化推进国内市场供需协同和产业链协同,促进全产业链成本降低;探索区域联动加一体运营模式,降低氢能储运成本,探索建设氢、油、电一体综合加氢站,鼓励现有加油站改扩建加氢站,降低运营成本。

“下一步,四川省应进一步构建氢能燃料电池四川应用推广体系,加快基础设施和配套信息化建设,促进产业融合发展,强化生产要素协同支撑;积极拓展四川省燃料电池汽车市场产品的推广,助力解决弃水电量过高、光伏产能过剩等难题。”文彬同时指出。

# 实地探访国内首家户用光伏全直流微电网

■本报记者 张胜杰



楼顶上整齐地分布着两排深蓝色的光伏板,楼下窗台边整齐摆放着两组回收利用的汽车动力电池组和两个氢气瓶,书房兼实验室里还安装着各种直流家电和一个低压转换站……近日,记者慕名来到上海电力大学太阳能研究所名誉所长、中国可再生能源学会理事赵春江所居住的二层小楼里,感受这座私人住宅如何演绎成为了“上海电力大学太阳能研究所实验基地”。在他家大门口,一块印有“上海电力大学太阳能研究所实验基地”的黄色金属门匾格外醒目。

作为太阳能发电的技术专家,2006年,赵春江成为了国内在私人住宅安装并网户用光伏的第一人。随着技术的进步和时代的变迁,该系统已演变成了光伏全直流微电网。

赵春江家光伏直流微电网系统由发电主体光伏方阵、光伏发电控制器、储能主体磷酸铁锂离子电池组、氢燃料电池应急电源、电动车反哺电源以及电力控制中心构成,为日常生活提供可靠低成本稳定电能,所用负载全部为直流电器。

所谓“光伏全直流微电网”,就是以光伏为电源主体,发、供、用电全部采用直流形式。谈及研究光伏全直流微电网的目的,赵春江对记者说:“其中之一就是要让农民既买得起车也跑得起车,并且不增加碳排放,不污染大气环境。利用自家屋顶的光伏系统给电动汽车充电,不仅能解决充电难问题,还可让农民用上低成本电力。”

“现在,我家的这辆新能源汽车,可以实现一车两用,不仅是普通的代步工具,还可作为一个可移动的储能装置,来反哺微电网。”赵春江一边操作给电动汽车充电,一边向记者介绍。

这只是赵春江家建成的户用光伏直流微电网组成部分之一。

在赵春江的带领下,记者爬上他家楼顶,看到上面布局着一排建筑一体化光伏方阵,仔细一数,整个楼顶一共安装了30块光伏板,受光面积约50平方米,共计7.95kW,其中13块共4kW构成独立的全直流微电网用于实验,其他17块3.95kW通过逆变器并入电网运行。

当微电网发的电用不完时,该如何处理?赵春江指着两组锂离子电池组说:“我采用了退役的磷酸铁锂离子电池作为储能单元的。根据上海地区的太阳辐射量和平均阴雨天气持续天数及电动车的反哺能力,以1kW

光伏配5kWh储能的比例,配备了20kWh容量的24V蓄电池组。”

当微电网发的电不够家里用时,也不用担心,氢燃料电池则扮演了后备电源的角色。“目前,我配备了两个20升40公斤压力的气瓶,功率达500W。按每天补电4小时,可维持3—4天。”赵春江对记者说,今后拟采用40升350公斤压力的碳纤维增强高压气瓶,届时可维持10天以上阴雨天的补电。

谈及该套系统的经济性,赵春江向记者介绍,目前,光伏电池和退役锂电池的价格已经完全可以接受,可以规模化应用。燃料电池因氢气的生产、输送、供气站的建设,应用成本等诸多课题,实现规模化应用预计至少需要3年。

“没有燃料电池做后备电源的微电网仍然可以维持运行。若阴雨天气持续时间较长,在后期可关掉一部分次要负载,并通过电动车反哺电能来维持最低限度的用电量。事实上,这种不用燃料电池的微电网因摆脱了无氢气供应的窘境,应用场景更广。由于各地区太阳辐射量和气候有很大差异,配备的储能容量比例也不同,所需投资还要视用户需求定。”赵春江说,由于系统并不复杂,故障率较低,后期的运维费用几乎可以忽略。

记者了解到,全直流微电网是一种独立性很强的分布式电源网络。该网络可由太阳能光伏发电、生物质发电、燃料电池发电等直流发电方式同蓄电池组等储能装置进行耦合,再加入计量和控制装置,自成系统,可独立于大电网,也可以并入大电网,成为智能电网终端用户侧的独立单元。

由于采用直流方式,因此对于供电侧可省去逆变器环节,对于用电侧则可省去整流环节。用电侧采用直流负载后,可大大改善整个网络从发电到用电的综合效率。“这种方式非常适合用于离大电网较远的农舍、农村个体养殖场、山区养殖场、环保型农业项目(通常远离生活区)和通信基站等,还可以作为应急电源用于疫情隔离区、方舱医院和野战医院等。”赵春江说。

另外,赵春江还坦言,系统的推广应用有待成本的进一步下降,犹如当年的户用光伏系统,微电网同样离不开政策扶持。“建议国家像当年的并网户用光伏一样,对家庭储能系统也给予一定补贴,随着全直流微电网+储能系统技术进步和市场应用规模扩大,其成本会逐渐下降,最终也会在将来能源系统占有一席之地。”