

# “电荒”阵痛里的中国能源大变局

2021年9月英国举行的一场能源听证会上,出现了戏剧性的一幕。

英国能源市场监管机构官员乔纳森·布里利正在回答公众冬季用电问题,承诺一定不会让英国无电可用。谁知道话音刚落,恰好就停电了。这一视频被人放到网络上,英国网友纷纷担忧——看来果然是没电了。

这一切早有端倪。今年下半年以来,欧洲天然气批发价格涨超250%,存储量处于历史新低。澳大利亚煤炭价格自春季以来翻了一番,原油价格突破85美元一桶,创下7年来的历史新高。

上游能源涨疯了,英国、德国、西班牙、葡萄牙、荷兰的电价跟着水涨船高,继而波及全球。我国也未能幸免,9月下旬爆发了10年来罕见的电荒。

这时候,“冬季会不会缺电”就不单单是英国的担忧了,进而发展成为一种全球性的恐慌情绪。各国能源专家纷纷表态,一部分人认为“今年冬天必然缺电”,因为这只是一个开始,后续的滞胀会更加凶猛。

但更多的声音是:当今世界并不缺能源。美国的页岩油和俄罗斯的天然气还在捂盘,欧佩克的石油还在限价,总之大头们都还在掖着藏着——所以短缺也只是阶段性的,是供需时间差造成的“软短缺”。

综合各方说法,这场全球能源短缺是疫情后的“应激反应”,工业需求和消费需求已经飙升,但能源投资和产能都尚未恢复到疫情前水平。一言以蔽之,能源需求跑得比供应快,就出现了能源短缺。

不过,能源危机发端于欧洲,或许不仅仅是巧合。作为“双碳”目标最激进的倡议者和践行者,欧洲诸国的破旧立新是真的“刚”。欧洲能源都缺成这样了,担心泄露污染的德国还在坚定不移地推动“全面弃核”,不仅自己要弃,还撺掇甚至绑架欧洲其他国家“同舟共弃”。

欧美话语体系下的ESG(环境、社会和公司治理)通过持续不懈努力,已经成功地将化石燃料和核能妖魔化,阻挠资金向这些领域流入,这势必造成化石能源的投入不足。绿色议题如今已是普世价值,任何拒绝或无力承诺这一主题的国家都将被排除在世界主流经济秩序之外。

以欧洲为急先锋,世界各大经济体都在积极干预本国能源结构,限煤、限油、限天然气,降低化石能源占比的同时大力发展清洁能源。但摆在眼前的现实问题是,新能源还没有做好准备接管整个世界,急于灭杀化石能源不但不利于平稳过渡,反而带来了化石燃料的价格飙升。

目前全球正处于从化石能源向可再生能源过渡的关键时期,剧烈变化的能源结构增加了能源系统的不稳定性。激进地人为干涉,更是让复杂多变的能源格局显得更加易碎。

新旧能源范式转换,不啻为人类和地球相处方式的一场深刻变革。平稳度过阵痛期,既需要运筹帷幄的谋略,也需要日拱一卒的耐心。在这场能源革命的全球混战中,相对布局超前、步伐稳健的中国,或许有机会领跑下一个时代。

## 一、解决14亿人的用电问题

中国是目前全球发电量最大的国家,2020年发电量约为7.779万亿千瓦时,约占全球发电量的29%。在一穷二白基础上,建立起全球发电量最大的现代机电工业,中国用了大半个世纪的时间。

建国初期至上世纪末,我国电力供应长期处于严重不足的状态。直到世纪交替的2000年,我国发电装机和发电量跨上3亿千瓦台阶,才基本扭转电力严重短缺的局面。

我国上世纪电力建设又以改革开放为分水岭。1978年以前,我国电力建设以水电为主,陆续建成了丹江口、三门峡、富春江等大型水电站,奠定了中国电力工业的初步基础。改革开放后,经济发展迅速,水电供应远远不能满足日益飙升的工业和生活用电需求。为加快提高电力产能,我国开始积极发展火电,并逐渐成为主力电源。

用电需求与工业发展和城市发展成正相关,因而在改革开放后,中国经济高速发展的进程中,电力短缺这条暗线一直如影随形。尤其是2001年我国加入WTO后,化工、钢铁、建材、有色金属等重化工业蓬勃发展带来了电力需求的激增。2000年至2011年这十余年间,国内用电量增长率均高于GDP增长率。

进入新世纪以后,人们以为“电荒已成过去式”,却再三被现实“打脸”。2000年至2021年,我国先后出现过三次电荒。

第一次电荒爆发于2003年,这是金融危机之后,由于电厂投入不足、供给侧紧缩带来的“硬缺电”,即既缺电力也缺电量。这次电荒持续一年多时间,带来的直接结果是特高压电网的上马。这一年,国家电网、南方电网两大电网和华能、大唐、华电、国电、中电投五大发电集团刚刚完成重组。上任国家电网总经理的刘振亚力排众议,提出要建设电力运输的“高铁”——特高压电网。

2010年,云南—广东、向家坝—上海两条特高压线建成投运,成为当时的世界之最。中国从此实现了除台湾省以外的全国联网和户户通电。

第二次电荒发生在2010—2012年,持续时间长达两年。与上一次的“硬短缺”不同,这是煤炭价格高涨和季节性因素导致的“软短缺”。受当时的“双控”政策影响,制造业出现被压制后的“报复性用电”,煤炭价格因此被一路拉高。煤炭是市场定价,但电价是计划管控的,在这个前提下,火电企业发电越多亏损越大,发电产能就上不去。

今年9月爆发的第三次电荒,主要原因也是煤电博弈带来的周期性波动——市场煤、计划电,煤炭价格和电价不能及时响应,导致了发电厂积极性不高,煤电供应出现短缺。

这次全国范围的大规模拉闸限电发生后,人们一方面担忧煤炭供应,一方面疑惑投入多年、耗资巨大的新能源为何没有发挥应有的作用。

首先,中国并不缺煤,而且是世界上煤炭资源较为丰富的国家。火电在我国现有能源结构中依然占据着主导地位,由于燃煤发电不受自然条件影响,供应稳定,是电力调峰的主力。“十三五”期间,我国煤炭开采一度供大于求,导致后续关停了约10亿吨产能,也为这轮电荒埋下伏笔。

近年来,在“双碳”压力下,我国持续压减火电装机比例,火电从高速增长进入低速增长阶段,与此同时,新增装机中的光伏和风电比重逐年加大。今年截至9月,我国非化石能源装机容量占比已接近总量的一半。

但是,这些新型电力的部署并不能立刻让我国供电格局出现根本性扭转。光电和风电具有间歇性、波动性和随机性的特点,早期曾一度被业界视为“垃圾电”。光伏只能在白天发电,风电则取决于风力大小,不仅无法保证持续性,还难以调控。

在当下的电力工业中,技术层面已经可以有解决办法,但却会带来额外的成本增加。要想把光电、风电变得稳定可用,可以通过建更多抽水蓄能站、上超大规模储能装置、上大量燃气轮机来解决,但这些都会大幅增加清洁能源的使用成本。

## 二、从“水火共济”到“风光无限”

位于青海塔拉滩的光伏电站,是目前全球最大的光伏基地。从2012年修建至今,基地面积已达609.6平方公里,接近新加坡的国土面积。塔拉滩土地荒漠化严重,建设之初面临一个头疼的问题:风卷砂石会损坏光伏板。有人提议种牧草固土,于是在基地里撒满了牧草种子。

由于光伏板需要定期清洁,水流到土里浇灌了牧草。基地牧草因此长势非常惊人,遮蔽了光伏板。结果牧草又成了新问题,这时候又有人提议:要不然养羊?让羊去吃草。

这个提议居然又通过了,于是基地里又投进去几千头羊。然后问题又来了——这么多羊谁来管理?又有出主意的人站出来:可以把羊群的收益分给当地牧民,让他们管理羊群,还可以顺便清洁光伏板,守卫基地。

就这样,牧草、羊群、牧民、光伏之间形成了奇妙的经济生态,不仅解决了光伏设备的工作环境问题,还创造出大量工作岗位,给当地牧民带来了经济收益。

光伏发电的间歇性问题,在塔拉滩基地也得到了解决。这里建起了世界最大规模的水光互补光伏电站,通过接入龙羊峡水电站的水电机组快速调节,把基地不稳定的光伏电调整为均衡、优质、安全的稳定电源。

“光伏+畜牧+扶贫+环境改善”的良性循环,不仅降低了光伏发电的成本,创造了现实的经济价值,还带来了长远的生态价值——到2021年,基地植被覆盖率比2012年增加了15%。

因地制宜与当地产业融合的“光农互补”形式,已经形成我国大型光伏基地建设特色模式。光伏基地的建设在青海与畜牧业结合,在天津与晒盐业结合,在浙江则与渔业相结合。今年5月,华电海晶总投资

40亿元的“盐光互补”光伏发电项目落户天津大沽街,预计2022年12月建成并投产。而在浙江湖州市和孚镇的4000亩鱼塘上,农民也架起了光伏板,发电养鱼两不误,一块鱼塘双份收入。

根据国家能源局统计数据,截至2021年10月底,我国水光伏发电累计装机量达2.82亿千瓦,持续保持世界第一。

在风电领域,随着陆上风电行业渗透率的提升,优质的风口区位已经逐渐减少。我国在持续建设大规模的风光基地的同时,开始探索分散式发展格局。近年来,国家积极推动“风电下乡”,鼓励中东南地区就地就近开发风电,将风电的发展与乡村振兴和共同富裕的目标相结合。

2021年10月,118个城市与600多家风电企业在国际风能大会上共同发起“风电伙伴行动·零碳城市富美乡村”计划。据此计划,全国在“十四五”期间将在100个县5000个村安装1万台风机,惠及农村人口300万以上。

目前,我国风电装机容量位居世界第一。2020年风力发电量占全球风力发电总量的29.32%。

更为关键的是,光电和风电的成本问题取得了突破性进展。根据2021中国国际金融年度论坛的会议资料显示,过去十年内,光伏发电的成本降低了80%-90%,已经低于传统燃煤发电成本。2020年,国内光伏发电上网电价已降至0.35元/千瓦时,正在大踏步进入平价电时代。

与此同时,风电也在我国大部分地区实现了平价上网,平均发电成本与水电持平。据“风电伙伴行动”计划,到2025年,陆上高、中、低风速地区的度电成本要力争降至0.1元、0.2元和0.3元,近海和深远海风电度电成本分别降至0.4元和0.5元。

时至今日,中国已经成为全球可再生能源发电利用规模最大的国家。从传统的“水火共济”到如今的“风光无限”,作为全世界最大的能源消费国,中国正在汇集各方力量和智慧,自上而下推动一场意义深远的能源革命,而彻底实现新型能源的自主供应,也就抓住了国家发展和安全战略的“牛鼻子”。

## 三、范式转换中的科技竞赛

能源话语权直接关系国家战略发展。19世纪初,通过蒸汽革命建立起制衡全球的“煤炭体系”,英国迅速崛起成为全球工业霸主。20世纪以来,当内燃机逐步取代蒸汽机时,美国建立起新的“原油体系”和汽车工业,工业霸权的接力棒就从英国人传到了美国人手中。如今这场从“碳能源”到“硅能源”的革命,或许是中国工业经济当下最关键的一场硬仗。

草蛇灰线,伏脉千里。20多年来,中国在新能源领域的多条战线上同时规划部署,实行规模空前的财政补贴,推动多个新能源产业站到了世界第一梯队。“光伏+特高压+新能源车”的强强产业组合,正在成为我国抢跑下一个能源时代的优势牌面。

在发电端,中国光伏产业在政府扶持下,逐步走出关键原材料、关键设备、主要市场“三头在外”的困局。如今,我国高纯晶硅产量位居全球第一,电池、组件产量占全球产量70%以上。全球光伏组件排名前十的企业中有7家来自中国。

在储能端,我国锂电池产业发展迅速,拥有自主完整的产业链。根据韩国市场研究机构SNEResearch2021年最新发布的数据显示,全球排名前十的电池制造商中有6家来自中国,宁德时代蝉联榜首。

在运输端,我国已经成为世界上唯一全面掌握特高压输电技术的国家。由于中国的大规模实际建设和运用,中国特高压标准已经被确定为国际标准向全世界推广。

供给端技术的发展离不开消费端需求的快速增长。我国新能源汽车制造和销售规模连续6年位居世界第一,由于电动车的发展,2020年,我国有8家车企跻身全球市值排名前25强。

随着我国新能源发展进入新阶段,产业政策也迎来退坡补贴的调整期。过去,新能源产业快速发展得到了大量来自国家资源的扶持,包括政策支持、政府补贴、国企主导等。如今,产业政策正在从“扶上马、送一程”,逐渐转向构建平等、开放、有序、健康的市场竞争环境。

从“碳能源”到“硅能源”的范式转换,也意味着大规模的基建重置和产业重构,这个过程中,我国还面临着许多现实制约和实际困难。

例如,在集中式光伏与农业互补结合

中,一些经济合作项目不及理想预期,未来需要朝着更加复合化、智能化的技术方向发展。在分布式光伏与建筑物结合中,利用光伏替代结构性建筑材料方面研发力度不足,未来要朝着模块化、家电化的技术方向发展。

目前,我国风电设备国产化程度已经达到70%以上,但在轴承、液压、变桨电机等精密设备和控制系统方面,核心技术还大量被欧美厂商把持。

抽水蓄能是目前最成熟、经济效益最高的灵活储能模式。我国已建和在建抽水储能规模均为世界第一,但在整个能源结构中仅占1.4%,与欧美发达国家差距巨大,尚有较大发展空间。

我国锂电池整体规模全球领先,但在单体电池的制造精度方面与国外先进技术还有差距。锂电池的供应链虽然完整,但低端电池材料产能过剩,高端关键材料供应不足,工艺上仍有缺陷,亟待提升自主创新能力。

我国新能源汽车在核心的“三电”(电池、电驱、电机)领域均有短板。动力电池仍然需要加大高比能、高安全和长寿命等方面的研发力度;高效高密度驱动电机系统等关键技术与国际先进水平仍有差距;关键零部件如车用芯片、高速轴承、智能汽车所需的毫米波雷达等都还部分处于“卡脖子”状态。

在政府扶持和国内市场的双重利好下,我国多个新能源产业脱颖而出。但我们也要清醒地看到,新能源正从早期占道式的粗放式发展进阶为精细化发展,规模最大并不等同于拥有核心竞争力。发挥新型举国体制优势,通过加大自主创新补齐技术短板,避免低端重复建设和无序竞争,才能让我国新能源优势产业的竞争后劲绵延不断。

## 四、走出科幻片的未来能源

2021年9月,全球首个钍核反应堆将在甘肃武威试运行。虽然功率只有2兆瓦,却能为1000户居民提供电能,测试后将建造更大规模的钍反应堆以实现商用。

钍基熔盐堆核能系统(TMSR)是第四代核能系统的6种候选技术之一,能够将原本的核污染废料变成无害产品,而且比铀元素安全得多,既不会爆炸也不会融化。目前,中国是全球首个尝试将该新型反应堆商业化的国家。

事实上,早在2012年12月,我国在山东荣成石岛湾核电站采用的超高温气冷堆技术,已是第四代核电技术。

前沿的第四代核电依然是核裂变技术,而人类利用核能的更高志向在于核聚变。顾名思义,核裂变能量来自于原子分裂,核聚变能量来自原子聚合,核聚变本质上就是“人造太阳”。一旦人类掌握了核聚变技术,科幻片中的场景就将变成现实,开启人类能源利用的新纪元。

全球规模最大的科研合作项目就是ITER,全称“国际热核聚变实验堆”,由中、美、欧、日、俄、韩、印七方成员共同研发,这是人类历史上第一次,由超过3/4人口的科技强国心无芥蒂的联合在一起,共同研究同一个课题。ITER装置是一个能产生大规模核聚变反应的超导托克马克,俗称“人造太阳”。

我国也建成了自己的全超导托克马克EAST,中文名为“东方超环”,如今已经平稳运行了15年。2020年12月4日,我国新一代“人造太阳”中国环流器二号M装置(HL-2M)在成都建成并实现首次放电。

“人造太阳”工程目前已经进入研发阶段,另一个科幻片中的能源场景离我们似乎更近——在太空建设发电站。2021年6月18日,我国在重庆市璧山区开始兴建全球第一个空间太阳能电站实验基地。

与地面太阳能电站相比,空间太阳能发电站可以不分昼夜地获取能量,还能够避免大气层干扰,接收量级更高。收集的太阳能以微波或激光等无线能量的形式,传回地面上的无线能量收集站,再由收集站将能量转化成电能对外输送。

《流浪地球》里让地球在宇宙中实现旅行的动力,“钢铁侠”胸前的超级环,这些科幻片中的未来能源技术正在现实中徐徐展开,而这距离我国造出第一台电机不过才百余年的时间。

科幻的不是未来,而是过去和未来的时空距离竟如此接近,新旧两个时代的更替如白驹过隙。我们才刚刚解决了14亿人口的用电问题,就已经要重构现有的一切,做好准备去领跑一个新时代。