

一场万米高空的能源革命 高空风电千亿市场引而待发

□本报记者 刘杨



将发电装置用类似放风筝的方式飘到空中,利用高空充裕的风能进行发电,看似天方夜谭,但经过科学界的不断研发,理想之光正在照进现实。根据海外的最新一项调研,未来可能改变世界的十大发明中,高空风电赫然居首。科学界的评价是,其可能深刻改变全球未来的能源结构和现状。近两年来,一场关于高空风电技术的赛跑已然开始。经粗略统计,高空风能发电公司全球已经超过50家。随着实验样机的成功,2015年全球将正式开启高空风能的商用化市场。根据全球风能协会GWEC(Global Wind Energy Council)对2012年-2016年全球风电累计装机容量预测,以高空风能发电产业化初期在风电行业市场占有率为20%计算,高空风电行业市场需求量超过1000亿美元。芜湖天风新能源科技有限公司总经理邹南之在接受中国证券报采访时表示,我国发展高空风电有着独特的资源禀赋。在国内外市场需求的推动下,高空风电设备、高空风电电站建设的市场规模难以估量。但也有分析人士称,受制于空域管制和“弃风”的情况,高空风电的发展仍有诸多掣肘,其产业化前景光明但道路依旧漫长。

风电新的解决方案

从定义看,高空风电是利用距地面约1600至40000英尺高空的风力来发电。早在20世纪70年代爆发能源危机时,各类高空风电的设计就不断涌现。发达国家对高空风电的研究从未停止。美国、荷兰、意大利等国都多次进行过高空风能发电试验。目前主要有两种高空风电的构架方式。一种是在空中建造发电站,然后通过电缆输送到地面;第二种类似“放风筝”,即通过拉伸产生机械能,再由发电机转换为电能。

从技术层面看,高空“风筝型”发电有两大关键环节,首先是高空风能收集环节,其次是高空风能转化环节。其中,在高空风能收集环节,为了把“风筝”凭借风力送上天,至少需要100吨拉力。如果用钢铁做绳子,如此远距离,钢绳连自身重力都无法承受,因此采用的材料必须比重极轻,并具备高强度、耐腐蚀的特点。

高空风能转化环节,则需要有效解决空中系统的稳定性,高空风能发电的持续性和稳定性难以得到有效保障。“风筝型”高空风力发电系统中,由于“风筝”既担负平衡作用,又担负做功的主体,平衡运动与做功运动互相耦合,所以不能分别控制,对平衡的控制必然影响到做功运动。而做功运动也必然会影响到系统的平衡。在整个运行做功的过程中,系统的平衡稳定很容易被破坏,而寻找平衡与做功的最佳控制模式复杂而又困难。

站在能源格局的角度,利用好风能十分必要。风能是太阳能的转化形式,是一种不产生污染物排放的可再生能源。受破解化石能源日趋枯竭、保障能源供应安全和保护环境等诉求驱动,20世纪70年代中期以来,世界主要发达国家和一些发展中国家均十分重视风能的开发利用。特别是自20世纪90年代初以来,现代风能的最主要利用形式——风力发电发展十分迅速,全球风电机装机年均增长率超过30%,从1990年的216万千瓦升至2003年的4020万千瓦。

同时,风电商业性开发的可行性已得到了验证,限制风能大规模商业开发利用的主要因素——风力发电成本过去20年中有了大幅下降。随风力资源不同、风电场规模不同和采用技术不同,风力发电的成本也相应有所不同。目前低风力发电成本已降至每千瓦时3至5美分,高风力发电成本也降至每千瓦时10至12美分。到2010年,其更将降至每千瓦时2至4美分和每千瓦时6至9美分,达到与化石能源展开竞争的水平。

随着风能这一态势的发展,全球风力发电装机到2020年预计达12.45亿千瓦,发电量占全球电力消费量的12%。业内普遍认为,风能将是21世纪最有发展前途的绿色能源,是当前人类社会经济可持续发展

展的最主要的新动力源之一。

我国具有产业先天优势

高空风电之所以被业内给予很高期望,在于目前的风能利用仅限于几十米至百米的低空,其一大缺点就是不稳定可靠。而在几千米至1万米的高空,不仅风速更大且风力稳定,一年中不刮风的时间不足5%,因此高空风能发电具有发电时间长与输出稳定的优势。同传统风电相比,高空风电投资成本约为常规风电的1/3到1/2,而占地面积仅为1/30且无噪音,对环境影响较小。

业内人士强调指出,高空风电客观上克服了传统风电因风量随意性、波动性以及所处地理位置偏僻所伴生的电网建设欠缺等“缺陷”,可以一定程度上降低弃风问题的严重程度。

正因为如此,尽管业内对于高空风电的技术可行性存有较大的疑问,但是高空风电客观的存在并有巨大的利用价值却是不争的事实。

美国环境和气候科学家克里斯蒂安·阿切尔和肯·考德伊拉在研究报告指出:高空中蕴藏的风能超过人类社会能源总需求的100多倍。美国国家环境预报中心(NCEP)1979年至2006年的数据资料表明:在500米至15000米的高度范围,风的流向稳定,且高度越高,风的强度越大,稳定性就会越好;当靠近地面时,受地形等影响,风具有很强的随机性,强度也显著下降。

而美国国家环保中心和美国能源局的气候数据则显示,高空风能最好的地点是美国东海岸和亚洲东海岸。这其中,就包括中国。

相关资料显示,中国绝大部分地区5000米以上高空中的有效风能密度在每平方米1000瓦以上。由于高空风的稳定性,高空风能发电技术的另一大优势就是电场可以建在主干电网附近或大城市周边,而不像传统太阳能发电场、传统风电场多位于远离发达城市和主干电网的偏远地区或海边。

2009年,北京市上空百米高度的平均风速是每秒4.1米,能量密度是每平方米78瓦;700米高度的风速是每秒7.3米,能量密度每平方米430瓦;而在万米高度,风速达到每秒34.5米,能量密度则上升到每平方米16275瓦。青岛市条件更好:100米高度风速每秒5.5米,能量密度每平方米194瓦;700米高度风速每秒7.5米,能量密度每平方米470瓦;万米风速每秒40.8米,能量密度高达每平方米22584瓦。

据国网能源研究院副总经济师白建华介绍,眼下正致力于高空风能发电的欧美知名公司主要有WindLift、Altaeros energies、Makani Power等,几家公司分别发展自身的高空发电系统,目前研制出商用样机,最早于今年内能够商用化。

此外,中国广东高空风能技术有限公司创造性地发明了天风技术方案,采用伞梯组合型高空风电

机组解决了高空风能采集稳定性的问题,成为商业化的优势方案,世界上首台实用性大功率高空风能发电系统已经落户安徽芜湖。

两大顽疾仍待解

白建华指出,风电在技术层面上有诸多解决方案,一是在“风筝”机翼上安装类似螺旋桨的涡轮机叶片,空气带动叶片旋转产生电能,然后通过导电绳索将电能传送到地面,这种技术如今被昵称作“飞翔的发电机”;另一种方案是,通过空中的风筝施加给控制绳索的力,带动地面设备发电。目前的主流高空风能发电模式是高空风筝型发电。不过无论是哪种解决方式,都是一种伞梯的组合形式。

伞梯组合高空风能发电的空中系统运行高度是300至10000米,与目前风力发电相比具有诸多优势。伞梯组合高空风能发电无噪音,无废气污染,不受地理位置的限制,是环境友好型的产品技术。高空风及高空风能相较于低空风和低空风能的优点是:风速大、平均能量密度高、地域分布广、稳定性高、常年不断。

但白建华认为,哪怕克服了技术路径和商业应用难题,高空发电仍有诸多难题待解,其中核心在于两个方面。首先,其运行范围内需要禁飞,而我国高空风能丰富地区为经济发达的东部地区航线密集,而该区域却是高空风能的优势区域,高空风能发电需要得到军方的批准。目前我国空域紧张,高空风能发电能否大规模应用,需要等待空域改革的进一步进行,放开空域用于民用。

其次,就是风电上网问题,即使在技术和商业上均已实现突破的情况下,风电上网仍然困难重重。白建华强调,在近年快速发展之下,我国风电装机规模在2012年底超过美国成为世界第一。但风电发展过程中,因电网建设工期不匹配而导致的弃风消纳问题也逐步凸显,并同样可能成为高空风电的掣肘。数据显示,今年上半年弃风限电主要集中在蒙西(33亿千瓦时,弃风率20%)、甘肃(31亿千瓦时,弃风率31%)、新疆(29.7亿千瓦时,弃风率28.82%)。

未来国家节能减排的方向或会是高空风电领域最大的利好。长江证券研究报告认为,高空风能发电对节能减排作用显著。根据专家统计估算,每输出1度风电,可以节约0.4千克标准煤。

根据上述数据,并以中路股份参股的天风技术建设的100兆瓦高空风力发电场项目(年发电量约5.6亿千瓦时)为例,可估算出仅此项目,正常投产后每年可为社会节约原煤逾30万吨,减少污染物排放逾70万吨。

白建华表示,可以预见风力发电产业化道路仍然崎岖,但是技术的实现并非遥不可及。更重要的是其商业模式存在一定吸引力。他预计,如果政策环境到位,技术层面完全能达到商业化“甜蜜点”,只要产业配套成熟,未来发展仍值得期待。

态势也可能松动。

尽管如此,建设“美丽中国”的趋势,也在为高空发电可能的落地做“人和”上的准备。同时,中国在高空发电研发技术起点和人才储备方面,并不逊于任何欧美国家。

目前,除去需要谨慎决策的空域改革之外,显著存在的弃风问题,就是高空发电落地中国最主要的负面因素之一。弃风,最直接的原因就是消纳并网未获有效解决;好消息则是,分布式光伏发电领域已为新能源发电并网做出了有益的尝试。而即将到来的“十三五”周期,则是高空发电在中国发展不可错过的机遇期。

虽说“谋事在人,成事在天”。但只有“谋事”在先,“成事”才有基础和可能性。这个道理,同样适用于期待高空发电落地的中国。

各路资本纷纷进军高空风电领域

□本报记者 刘杨

在产业领域,高空风电仍然是嗷嗷待哺的婴儿。在资本领域,国内外各路资本早就对高空风电项目虎视眈眈,这也从很大的程度上促进了高空风电发电行业发展。从这些企业的技术轨迹上也可以一窥高空风电产业未来的发展方向。目前致力于高空风能发电的欧美知名公司主要有WindLift、Makani Power、Altaeros energies等几家,各家的方案也不尽相同。

谷歌入股Makani Power

2006年Makani Power获得了谷歌1500万美元的种子资金、美国高级研究计划局300万美元的拨款以及其他私人投资,2008年谷歌公司投资又增加到2000万美元。2013年5月,Makani Power被谷歌公司收购,并入Google X部门。

Makani Power已制造出大型碳纤维复合材料“风筝”,每个“风筝”配备4台带螺旋桨发电机。在起飞前,这些发电机作为电动机带动螺旋桨转动,作为风筝上天的动力。风筝起飞后就能在风中飞行,飞行所产生提升力很快就能使风筝在不需要其他助力下前行。一旦靠风带来的推力和螺旋桨产生拉力平衡,此时,发电机将开始产生电力。风筝的飞行电脑将引导风筝被绳索牵引沿着弧线飞行,不断围绕地面基站转圈。

不过,上述产品的成本显然还有进一步压缩空间。根据Makani Power自身针对大功率风筝涡轮发电机的研发,其利用翼状“风筝”收集高海拔风能的试验,已实现的发电成本是使用风力涡轮发电的50%。

KiteGen高空风筝发电MARS系统

为克服传统风力发电受场地和风向风速因素影响较大等诸多缺点,意大利KiteGen科技公司将目光投向高空风能,并开发出全新的MARS(Magenn AirRotor System)系统。

MARS系统主要由高空的拖曳风筝和地面的发电设备两部分组成。拖曳风筝和地面的风力涡轮机相连,并通过安装在发电设备上的航空感应器来控制风筝旋转的方向和路径,以最大限度带动风力涡轮机旋转并发电。

与传统风力发电相比,MARS系统拥有无可比拟的优势:能从高空获得稳定风能。“风筝”飞行高度越高,所获平均风速就越大,发电效率也就越高,而传统风力涡轮机最高平均高度只有100米左右。

MARS系统不仅发电效率高,占用的空间和面积也非常小。一般来讲,一个发电能力为1000兆瓦的传统风力发电厂所用面积约在250到300平方公里之间,而使用MARS系统的发电厂只需5到6平方公里就可达到同等发电能力。此外,MARS系统每千瓦小时的发电成本约为0.02美元到0.05美元,而石化能源每千瓦小时发电成本在0.05美元到0.09美元,传统风力发电厂成本则为0.15美元。

对于还处于测试阶段的MARS系统,上述优势也许预示着广阔的前景。

Windlift仍需研发全自动运行系统

Windlift由Robert Creighton于2006年在美国威斯康辛州建立。美国国防部在2009年9月授予Windlift开发产品的合同。该产品是一个具有12Kw功率的移动可再生能源系统。

Windlift目前的系统使用了一个90厘米直径的滚筒和一个60千瓦发电机连接,这个发电机最初用于混合动力汽车。风筝通过拉动绳索转动滚筒带动发电机发电,电能存储到铅酸电池,然后通过控制线使风筝释放拉力。这个过程还会反过来通过电力带动电机,反转滚筒并再次拉紧风筝。

但需要指出的是,Windlift的上述成果仍为半自动运行系统,需要一位操作员手动操作控制杆来飞行机翼。该公司目前正在研发全自动运行系统。

软银入股Altaeros Energies

Altaeros Energies公司的高空风能发电系统被称为“结合了飞艇与风电涡轮机”(BAT)。该系统由四个部分组成:第一部分为壳,壳由工业纺织物构成,里面充满惰性气体氦气。壳的作用是用来带涡轮机飞上天并让涡轮机在高空保持稳定;第二部分为涡轮机,涡轮机为传统的轻量型的三叶风能涡轮机,涡轮机被垂直固定在壳内;第三部分为缆绳,缆绳本身具有高强度、比重极轻的特性,缆绳与地面工作站相连,用来固定住涡轮,同时缆绳也被用于把电力传送到地面工作站;第四部分为地面工作站,它是移动的,包含自动控制系统和电源调节设备。

BAT工作过程为,充满氦气的壳带着涡轮机飞上天,到风能能量密度足够的高空后固定住,涡轮机开始利用风能发电,通过缆绳把电力传回地面工作站。

2014年12月4日,软银宣布将投资700万美元,支持Altaeros Energies发展高空风力发电。

中路股份入股广东高空风能

继以3000万元增资入股广东高空风能技术有限公司后,中路股份去年12月发布公告称,拟以人民币4049.15万元受让公司实际控制人陈荣持有的广东高空风能50.005%股权。同时,拟对高空风能增资人民币3000万元,本次交易完成后,公司将持有高空风能58.041%的股权。通过这两次资本运作,中路股份也成为A股市场高空风电的唯一标的。

广东高空风能技术有限公司由留美博士张建军于2009年回国在广州建立,是目前国内唯一从事300米-10000米高空风能发电技术研发、发电系统设计和高空风能发电站建造等业务的企业。以张建军为首的高空风能技术团队成员,专业技术涵盖了流体物理、精密机械制造、机电控制、无线通信、智能传感、联网技术、软件工程及自动控制等。

高空风能公司采取天风技术方案,由空中系统和地面系统组成。空中系统由一个或数个做功伞、若干平衡伞组成;地面系统主要由发电机、卷扬机(滚筒和反向转动电机)和万向滑轮组成;伞之间、做功伞与卷扬机之间是通过轻质高强度缆绳连接。

天风技术伞梯组合型高空风电机组解决了高空风能发电系统不稳定的问题。这也是国外Makani公司与Windlift公司产品尚未完全解决的问题。天风技术中,升力平衡系统与做功系统是分别控制的。平衡系统在风的作用下产生升力,维持整个系统在空中的平衡,本身不参与做功,这种平衡系统,平衡系统在整个运行过程中都处于稳定状态,从而保证了做功的稳定进行。

由于做功系统和平衡系统相对独立,在风的随机扰动下,平衡系统可以自我调节而不影响做功。做功过程中对系统的扰动也不会直接传递到平衡系统,平衡系统在整个运行过程中都处于稳定状态,从而保证了做功的稳定进行。

长江证券研究报告指出,用天风技术建设的高空风电场项目,可以获得稳定性高的风电输出,一改目前常规风电稳定性低的“垃圾电”现象。采用天风技术建设的高空风电场,无需建造塔筒及叶片,由于风电系统采用模块组合结构而容易实现规模效应,项目建设造价可低于常规风电场。采用模块组合结构,高空风电场的发电功率可达1000兆瓦,实现的发电成本低于每千瓦时0.30元。

记者观察

高空风电发展需“天时、地利、人和”

□本报记者 刘杨

“高空风电”其实并不像其字面意思那样触不可及甚至虚无缥缈。现代科技发展已无数次证明,新技术从概念推进到实体产品所需要的时间越来越短。对于能源消费大国之一的中国,高空风电的落地正在加速推进中。当然,这需要同时具备“天时、地利、人和”。

在这其中,最不费力的也许就是“地利”。据美国权威气候监测数据,高空风能最佳地点就包括中国所在的亚洲东海岸。数据显示,最先进的地面风力发电站的风力密度低于每平方米1千瓦。中国陆地上空万米高空处大部分地区的风力密度均值逾每平方米5千瓦;其中,江浙鲁地区上空的高空急流附近的风力密度甚至达到每平方米30千瓦,为世界之最。中国

的高空风能条件尤其好,风力强且分布广,大部分地区都具有发展高空风电、特别是“风筝型”发电的气候条件。

在此背景下,中国的广东高空风能技术有限公司跻身全球高空风电主要“玩家”行列丝毫不令人意外。

不过,当前开展研发工作的“天时”似乎并不有利。国际油价在过去一年里呈现出“断崖式”下跌走势并持续低位徘徊;更重要的是,这种趋势可能长期存在。业界普遍认定低油价现状短期内将难有改观。

传统能源价格重挫,对于新能源形式的研发,从来都不是好消息。对于中国来说,一方面,国内能源资源仍以煤炭为主,石油对外依存度持续上升,让国内高空风电研发成本压力高企、意愿逐渐淡漠;另一方面,此前中国企业与全球同行业竞争对手“你追我赶”的竞争