

美国太阳能农牧产业发展势态

■ 王志成 编译

在世界各国都意识到能源日渐枯竭的今天,随着现代社会与新兴经济的发,太阳能等绿色新能源产业正在美国方兴未艾,光伏产业带动而兴起的太阳能农牧产业更是成为美国政府驱动持续疲软经济的重要引擎之一。

太阳能农牧场产业是近年来在国际间刚刚兴起的,它是现代光伏科技与农牧业生产的有机结合,它是现代光伏技术在追求经济效益、社会效益与生态效益并举的基础上,开启了低碳农牧业发展的新模式,达到农牧业经济可持续发展的目的,前景十分广阔。

一、美国太阳能农牧场的发展模式

太阳能农牧场作为最具前景的新能源利用形式与新农牧产业模式之一,美国对于它的利用与开发都进行了不懈的努力和追求。在追求经济效益、社会效益与生态效益并举的基础上,开启了低碳农牧业与相关产业发展的新模式,达到新产业经济可持续发展的目的,前景十分广阔。

什么是太阳能农牧新产业的发展模式,即太阳能发电和农牧业的种植、养殖与放牧结合。例如:弗吉尼亚州建成的阿可麦克郡太阳能农场,是太阳能和种植业的结合;北卡罗莱纳州马克思斯頓建设的太阳能农场,则是太阳能和放牧业的结合;俄亥俄州建成的托利多太阳能休闲渔场,又是太阳能和休闲渔业结合;德克萨斯州建成的圣安东尼奥太阳能机械农场,更是太阳能和农牧业机械及动力的结合等等。

在相关产业发展方面,迪斯尼集团与杜克能源公司合作,在佛罗里达州奥兰多艾波卡特主题公园附近建成一座新米奇灵感(NMI)太阳能农场;该农场以光电科技创新、未来农牧业和娱乐文化为主题,成功地运用了米奇的形象设计,包括48000块形状为米老鼠头部的太阳能接受面板;NMI太阳能农场的光伏安装面积超过20英亩,这项新奇有趣的5兆瓦太阳能设备已经开始提供清洁能源,让光伏农业为迪士尼变成一个可诱人的品牌创新。此外,苹果公司在北卡罗莱纳州希科里市卡托巴郡数据中心新建的太阳能农场,在100英亩的光伏绿色种植范围内安装了5万块太阳能燃料电池板阵列,可产生20兆瓦的发电容量。不仅将数据中心变得更为环保,其发电量还比数据中心的需求量还多约10兆瓦。

另一方面,太阳能光伏系统与现代农场相结合的大型并网发电项目,除了进行低成本发电自用,剩余的电能还可并入地方与国家电网,可以取得优势互补,互利共赢的局面。

二、美国促进太阳能农牧场的发展策略

相对于其他国家来说,美国是市场经济较为发达的国家,各类制度与法规相对齐全。近几年美国太阳能农牧产业快速发展,各州从联邦政府到地方政府围绕着发展太阳能农牧产业这一目标,相继出台了大量的政策法规与优惠策略,体现出美国各级政府对于现代农牧业可持续发展的重视。

在美国的光伏产业政策中,美国政府出台有国家光伏发展计划和相关激励政策,加大具有更低成本优势的光能发电的研发投入和太阳能农牧场支持发展等措施。例如美国政府于1978年颁布的《公共事业政策管理法》、1992年的《联邦能源政策法案》、1990年的《清洁空气修正案》等。如《联邦能源政策法》规定:对农牧业可再生能源的开发利用给予投资税额减免与永久减税10%;对于太阳能农牧场的可再生能源及发电系统给予为期10年的减税。此外,美国的《清洁空气法》第10章“太阳能和可再生能源”是专门为促进太阳能和可再生能源而制定的激励政策。其中规定:为太阳能农场的发展“建立一个激励的退还费用,该费用承担太阳能和可再生能源的潜在风险;允许一个10年到20年的分期偿还期来回收太阳能和可再生能源技术的资本成本。”

由于《联邦能源政策法》规定的太阳能农牧业投资的优惠政策有期限性,为了顺应时代的发展,2005年8月份,布什宣布了《联邦能源政策法》第一次修正案,制定了光伏农牧业投资政策的新规定,对光伏农牧业利用的太阳能系统投资,予以30%的税收抵扣两年,第三年变为10%。在2008年底,为了再次延续光伏农牧业投资政策的优惠期限,为此美国参议院在2008年的9月份通过了对《联邦能源政策法》第二次修正案。其具体内容为:对光伏农牧业开发利用的太阳能系统投资税的减免延长8年。2015年8月3日,美国总统奥巴马和美国环保署颁布了《清洁电力计划》,这是美国在采取实际行动应对气候变化、实现能源行业绿色转型与发展新产业应用清洁能源的历史性策略。此外,前总统奥巴马还决定从经济刺激计划中专门划拨出4.67亿美元来促进光伏农牧业的开发与发展。美国能源部还为太阳能光伏产业相关企业提供了5.35亿美元贷款担保。这一系列的太阳能农牧产业政策为美国光伏市场的稳定发展提供了有力保障。

太阳能农牧场产业是近年来在国际间刚刚兴起的,它是现代光伏科技与农牧业生产的有机结合,美国各级政府追求经济效益、社会效益与生态效益并举的基础上,开启了低碳农牧业发展的新模式,达到农牧业经济可持续发展的目的,前景十分广阔。



美国促进太阳能农牧场发展策略另一方面特点是,美国光伏农牧业开发与投资的差异政策主要由各州制定与实施,联邦政府则侧重于监督。在过去,美国联邦政府对太阳能光伏市场的支持大都针对农牧业部门和农牧主的税收优惠,其对各州的援助大都是以免税债券为主要形式的长期融资工具。因此州与地方部门的光伏政策实施较多,其中大部分政策的设计与实施是短期且类似的政策,经费的主要部分来自政府的资助,其促进太阳能农牧业的发展法律和条例如《明尼苏达州条例》和《罗德岛州普通法律》等。

三、美国太阳能农牧场的发展现状

太阳能农牧场作为最具前景的农牧渔业能源利用形式之一,美国对于它的利用与开发都进行了不懈的努力和追求,已经形成了一套完整的光伏农牧业体系,但是该行业仍然属于尖端行业;各州地方政府围绕着发展太阳能农牧场产业这一目标,相继出台了大量的政策法规与优惠策略,促进了这一新兴产业在全美各地的快速发展。

“每当太阳出现在纽约长岛上空,SCL太阳能农场就能为农场与当地居民提供清洁太阳能发电。”在美国东部最大的太阳能农场——长岛太阳能农场于2011年完工并投入商业使用时,当地媒体这样介绍。

SCL太阳能农场占地200亩,地处美国布鲁克海文国家实验室东南角;共装有164312万块太阳能阵列面板,所有这些组件产生32MW的恒定电力输出,为住户内200亩蔬果禽种的养殖与当地4500家住户供电绰绰有余。作为衡量太阳能技术的核心指标,SCL太阳能农场先进的光能转化率尤其引人注目。布鲁克海文国家实验室可再生能源组组长罗伯特·洛法罗介绍说,我们这个农场典型的太阳能板的能效有16.5%,也就是说,集中在太阳能板上的直流电,接着它被转化成交流电。其中,太阳辐射到这块板上或是能量输入到电网时,能量损失都比较小。

为了推动太阳能产业发展的新模式,北卡罗来纳州阿什维尔市政府与创新太阳能系统(ISS)公司合作,今年初建成了马克思斯頓太阳能农场,这是北卡罗莱纳州第一座太阳能和放牧业结合的光伏产业新模式。据悉,这个新型的太阳能农场由12万组太阳能板构成,占地面积200英亩,可再生35兆瓦的交流发电。ISS公司CEO约翰·格林表示,对于当地农牧民来说,这个新产业项目所带来的好处不止是为当地10000户农牧居民提供足够的清洁电力,还带来了大量的新兴产业工作机会。

继加州蒙特利县的太阳能农场基地之后,苹果公司又在卡罗来纳州的梅登、德克萨斯州的奥斯汀和内蒙达州的里诺建造绿色环保能源农场。据苹果公司介绍,其中在内华达州里诺建造的太阳能农场,占地137英亩的光伏设置由新型再生转化高效能太阳能面板阵列组成,将能提供4350万度清洁能源,不仅供农场自家用电,还为苹果云数据中心提供电力支持,同时也为附近的社区提供电力。全美非盈利可持续发展集团Ceres的董事长明迪·鲁勃表示:“可再生能源项目对人类的未来发展至关重要,因此我们很高兴看到像苹果这样的创新企业能够开发太阳能农场项目。”

最近,亚马逊公司也在阿可麦克郡建成弗吉尼亚州最大的太阳能农场,已经在2017年3月全面投产,每年将产生17兆瓦时的电能。这是大约相当于1.5万户美国家庭的年用电量。在该农场的电力购买协议中,太阳能发出的电能将进入当地电网,并通过亚马逊支付。签署这个电力购买协议(PPA)意味着亚马逊公司将拥有有效稳定的电力供应,并可以将其可再生能源接入电网实现等量交换。弗吉尼亚州州长特里·麦考利夫对该农场的建成表示欢迎:“亚马逊公司建成的阿可麦克郡太阳能

农牧场项目,将为创造东部海岸更多的工作机会,并促进了弗吉尼亚州可再生能源经济的新发展。”

在宾夕法尼亚州,由美国CES公司开发新建成的兰卡斯太阳能农场,由近两万个阿特斯太阳能290W太阳能组件安装在由Schletter提供的固定倾角、地面安装铝支架上,每年发电50MW,将与AE逆变器和平台互连到PPUL12kV电网。根据美国环保署预估,该太阳能农场产生的可再生能源电力将足以避免每年5,726吨二氧化碳的排放,相当于每年从宾夕法尼亚道路上清除超过1193辆汽车。

四、美国发展太阳能农牧场的加州风暴

多年来,在联邦政府制定颁发的一系列清洁能源开发与光伏新产业发展的法规政策的促进中,美国的各州与各市县政府也在持续推动发展,其中加利福尼亚州成为美国太阳能新产业发展的“领头羊”,形成了美国发展光伏农牧新产业的“加州风暴”。

早在2006年,加利福尼亚州政府宣布推行“加利福尼亚州太阳能鼓励计划(CSD)”。从2007年开始,为农牧渔业安装和商用并网发电的光伏系统提供约56亿美元的装机补贴,初期的补贴力度为每瓦3.6美元,然后补贴力度以按每年不低于10%的比例递减。直至2016年,按此补贴换算下来,农牧渔产业光伏总装置量可以达到3太瓦(TM)。该鼓励计划包括由加州公用事业委员会(CPUC)负责的太阳能计划、加州能源委员会(CEC)负责的新产业绿色能源计划以及州电力公司运行的管理机构(CPPMM)负责的新能源补助计划。

为了贯彻鼓励计划,2008年加州能源委员会颁布了CEC-300-2008法规,要求从2009年始,加利福尼亚州新建农牧产业节能率要达到90%以上。2015年加州政府又通过了一项《可再生能源供应与采购(RPS)》,要求光伏全面开发再生能源组合标准条件的可再生能源电力资源,并计划全州农牧渔业到2020年实现53%光伏产业化目标的要求。

为了实现这一目标,2015年加州奥比斯波县新建成一座Topaz太阳能农场。该农场投资高达25亿美元,在9.5平方英里农场土地上架设了超过900万块太阳能面板,具备550MW的光伏电力输出能力,是北美最大的太阳能农场。其光伏电力不仅满足农场全部的用电需求,还能够满足16万乡镇家庭的用电需求,每年能够减少37.7万吨二氧化碳的排放。

虽然加州奥比斯波县建成Topaz农场成为北美最大的太阳能农场,但是这个头衔在2016年又易主了,Solar Star公司在加州圣路易斯建成一座运行具备579MW兴伏电力的太阳能农场。此外,阿特斯太阳能光伏公司正在为加州太阳能农场提供整合解决方案。该公司已经为加州的Netto、Tos和SHD等农场的光伏发电提供了整合性解决方案,包括1.25MWAC的28kW逆变器和1.5MWDC的CS6X-305P太阳能板,同时提供技术、安装与供货等佳的服务能力。

在加州蒙特利县,苹果公司又斥资8.48亿美元与First Solar合作“加州最大的平原太阳能农场项目”,正在为赫斯特杰克牧场建设太阳能农场,该农场将占据这处牧场7.3万英亩土地中的1300英亩。苹果CEO蒂姆·库克将这一项目称作苹果“有史以来规模最大、最大胆、最具雄心壮志的项目”。赫斯特杰克太阳能农场的建设预计将于2017年10月全面运行。该农场生产的光伏电力,除了农场自主用电外,其余电力以固定价格卖给苹果公司,确保苹果2号园区、加州其他办公室、纽瓦克数据中心和加州52家苹果零售店的运行。

由南加利福尼亚州政府投资的美国最大的沙漠太阳能农场,不久前在离洛杉矶市中

心以东约273公里的里弗赛德县建成。该农场可产生550兆瓦的光伏电力,可供约16万户家庭使用,每年可减少排放的二氧化碳达30万吨,相当于减少6万辆汽车在路上行驶。在该农场的开幕式上,美国前任内政部长萨莉·朱厄尔称赞“里弗赛德太阳能农场占地约1619公顷,由联邦机构土地管理局营运,是2009年以来联邦政府第6项在公地上开设的太阳能计划;该太阳能农场为全美沙漠气候的治理提供了创新的具体措施,促使美国在将来发展成为拥有更多可再生资源的国家”。

据美国国家太阳能发电中心(NSPC)报告,近5年来,加州的太阳能农场装置量一直占据领先地位,2016年加州又开创了新纪录:加州的光伏农场装机量达到967MW,这个数字仍是所有州中最高的,预计在2017年,加州光伏农牧业以太阳能所产生的电力可达1.2TW。相比之下,与加利福尼亚大小差不多的州,如新墨西哥州以及亚利桑那州,同一时期的装置量预计只有300MW左右。除去太阳能发电量排名前十的州,余下40个州的光伏装机量加起来总共才有395MW,只有加州的三分之一。

五、美国太阳能农牧场的技术发展动向

建设光伏农牧业是现代光伏科技与农牧渔生产的有机结合,在追求经济效益、社会效益与生态效益并举的基础上,开发利用创新光伏技术以达到农牧渔业更高效益可持续发展的目的。当前美国太阳能农场的技术发展动向有:

向日葵技术。苹果公司在北卡罗莱纳州数据中心建成的太阳能农场,采用了Sunflower(向日葵)技术:每一个太阳能电池板的背面都有一个控制器连接到电池板转向装置上;太阳能电池板采用光强跟踪器;在白天,计算机对输入的数字信号按照预定的程序进行处理以及根据处理结果输出跟踪并遥控倾斜角度,使太阳能电池板以最佳角度面对太阳(类似向日葵)。

组串式逆变技术。创新太阳能系统公司(ISEC)在北卡罗莱纳州马克思斯頓建设的35兆瓦交流发电太阳能农场,采用最精良的串式逆变器成为ISEC的示范性项目。该技术由多路MPPT输入回路组成,每路MPPT接两路组串,各光伏组串通过Boost升压电路后并接在一起,目的是当电压升高到一定值后将Boost升压电路旁路,提高系统的效率。另一方面,通过在逆变器中集成PID防护模块,可以有效的避免组件发生PID现象,减少电站发电量损失。同时,PID模块具有修复功能,可以对已发生PID问题的组件进行修复,使组件的各项指标参数恢复正常。在技术不断发展的今天,该技术呈现了光伏全功率段范围的发展趋势。

塔式太阳能技术。此种发电系统是通过多台跟踪太阳运动的定日镜将太阳辐射反射至放置于支撑塔上的吸热接受器上。吸热接受器的聚光倍率可超过1000倍。在这里把吸收的太阳光能转化成热能,再将热能传给工质,经过3000KW的热流密度的蓄热环节,再输入热动力机膨胀做工,带动发电机,最后以电能的形式输出。主要由聚光子系统、集热子系统、蓄热子系统、发电子系统部分组成。美国在加州南部巴斯托附近的沙漠地区先后建成“太阳1号”与“太阳2号”塔式太阳能农场,由1818面反射镜环包括接收器高达85.5米的高塔排列组成。

生态光伏系统技术。美国Sun Power公司与Cuesta大学可再生能源教育中心合作加州中部海岸建成的奥比斯波太阳能农场,该太阳能农场占地250英亩,光伏发电250MW,采用了Sun Power公司新研发的绿色电力光伏组件模块,该光伏模块与阵列是专门为奥比斯波太阳能农场的生态光伏系统设施以及快速施工、提高成本效益而设计的。Sun Power公司开发的生态光伏电池板透明度为45%,其

结构是在锡液浮法玻璃玻璃之间夹上2种电极和碳酸酯电解液;电极表面附着色素分子可吸收400纳米~600纳米等蓝绿色波长的光进行发电;而种养生物所需的波长较长的橙红色光可以穿过电池板。Sun Power公司副总裁罗伯特·皮克有人说:“该太阳能农场的生态光伏系统设施,除了采用组件模块装置的9个生态光伏阵列外,还包括生物必须空间系统设置以及一个光电水循环利用设施;因此,该太阳能农场不仅尽可能减少对于现场种养生物的影响,同时在光伏阵列周围进行了植被恢复并保留了野生动物的迁移路径,而且以最大限度地减少了场内水资源的利用,保护和节约了农渔场及其周围12000英亩土地的生态环境。这对于保护当地农牧渔业生态环境有着重要意义。”

作为世界著名的大型综合性科学研究基地,布鲁克海文国家实验室曾专注于光子、新能源、纳米与化学等多个领域的研究,历史上有7个项目获得诺贝尔奖。该实验室在纽约州长岛建成的SCL太阳能农场,应用与研究相结合是其主要特色。最近,该农场开始了智能型光能转化与光子生产物(ICPPB)的实验。据悉,智能型ICPPB产业中的技术性课题主要包括在考虑气象条件和固有空间的变化时,能否保证收集到环境要素和繁殖要素自由度的数据;能否一定并充分感应到周围环境和生长情况等;并且与植物生长状态相关的数学建模和生物感应技术等也是必不可少的。例如:科研人员通过安装传感器数据,让农场给实验室提供重要的数据。这些数据让科研人员了解美国东北地区气候多样性是如何影响太阳能板的能效变化、光子转换率、种植物光合作用以及养殖动物的光照效率等。更重要的是,通过输变电装置的实验,科研人员可以找到未来太阳能变化中如何更有效地被农场光电网吸收的途径。目标是通过栽培面积多样化、水资源应用处活化以及光能转换与光子利用智能化等技术,建立未来绿色有机食品生产农场系统,大力发展智能型光子植物农场。

六、美国太阳能农牧场的发展新趋势

建设太阳能光伏农牧场是达到农牧产业经济可持续发展的目的之一,也是符合当前美国产业政策与能源发展趋势的。其新趋势有:

一是商业化农牧场发电方兴未艾。目前,全球太阳能农场热发电装机容量稳步上升,截至2017年6月,装机容量已超过4.5GW。欧洲和美国仍是主要市场。现在美国,已处于商业化光伏发电的太阳能农场发电有32座,总装机容量为1.25GW。据美国太阳能研究协会(ASERA)的报告:在今年下半年和2018年上半年,美国太阳能农场光伏发电量的增加量有望继续打破纪录;到2020年,美国的太阳能农场将达到60座左右,总装机容量将达到3.5GW以上。ASERA报告指出,联邦政府已提出宏伟计划:到2050年使太阳能发电提供美国总电力的69%和其总能源(包括运输业)的35%;其中,预计2050年美国农牧产业的光伏资源利用率将达到90%以上。ASERA副会长格罗·霍尼曼指出:随着美国各州政策的发展与运行经验的增加,系统成本和投资风险都在逐步降低,商业化太阳能农场发电项目必将在全美更快推进。

二是绿色农牧业可持续发展趋势。美国各级政府追求经济效益、社会效益与生态效益并举的基础上,开启了低碳农牧业发展的新模式,达到农牧业经济可持续发展的目的,前景十分广阔。据美国国家太阳能发电中心(NSPC)发布的《联邦政府光伏产业发展指标》显示,以一个装机容量100MW的太阳能农场发电项目为例,平均年发电量约为1.5亿度,25年发电总量约为37.75亿度。同时,按照火电煤耗平均360g标煤/kWh计算,每年可节约标准煤约5.4万吨,减排二氧化碳约14.2万吨、二氧化硫约1194吨、氮氧化物约402吨、烟尘约814吨。25年发电周期内,共节约标准煤约135.7万吨,减排二氧化碳约355.6万吨、二氧化硫约3.0万吨、氮氧化物约1.0万吨、烟尘排放量约2.0万吨。

三是光伏土地多模式多产业效益发展。在一定的土地空间上,太阳能农场不仅实现了产业经济性和绿色发电效益的“双赢”,更实现了多模式多产业发展的“多赢效益”。美国国家太阳能发电中心(NSPC)主任克里斯汀·比德尔指出,虽然太阳能电站经常被指责占用农业土地,但是在许多地区,种植业、养殖业以及渔业和太阳能发电相结合成为发展趋势,因为农民能够得到多产业或多模式的收入来源。例如加州公用事业委员会(CPUC)目前在圣地亚哥的迭戈海湾太阳能农场进行多模式与圣产业的规模试验测试:该农场占地200亩,其光伏棚顶发电约40MW;棚下借用LED进行补光,种植食用菌、蓝莓、花卉、水果等;棚外在畜群管理监控之下饲养波尔山羊;棚外滩地则开发了光伏鱼类养殖业。CPUC主席皮克·比德尔说,截至目前,这是全美最先进可行的光伏产业模式,不仅利用农业土地进行能源生产,还为所有参与者创造多赢的经济效益,这是美国光伏产业发展的一大趋势。(待续)