

全球能源互联网开启“实战”模式



本报记者 瞿剑

如果说,2015年9月26日国家主席习近平在联合国发展峰会讲话中明确“中国倡议探讨构建全球能源互联网,推动以清洁和绿色方式满足全球电力需求”,标志着这一宏大构想在国内凝聚共识的过程基本完成,那么,作为跨国、跨领域、跨专业国际合作平台的全球能源互联网发展合作组织即将于3月30日在京成立,则意味着全球能源互联网已经开启“实战”模式,由宏大构想迈向超级工程。

凝聚共识:一个可以待望的现实

自2014年5月国家电网公司董事长刘振亚在莫斯科召开的全球可持续电力合作组织峰会上首提“全球能源互联网发展构想”至今,这一定位于系统解决能源供应危机、环境污染和气候变暖三大挑战的“改变人类命运的大棋局”,的确经历了一个不长不短的凝聚共识的过程。

至2015年2月3日刘振亚专著《全球能源互联网》在京首发,“全球能源互联网”这一概念被外界广泛知晓并理解。同时,电力系统内部相关调研和研发一直悄然、扎实而未间断。其中就包括《全球能源互联网》首发式上,刘振亚所透露的本书写作过程中,工作组曾到10个国家和北极、赤道地区进行过实地调研。直至7月23日在京举行的全球能源互联网技术国际研讨会,以《特高压及全球能源互联网经济性研究》、《全球可再生能源资源量评估与典型地区资源详评》、《全球能源互联网中的电网技术与装备》等项研究,首次向外界系统展示了全球能源互联网的经济可行性、全球可再生能源家庭以及有和未来技术装备的支撑力;其后,全球能源互联网中美、中欧技术装备研讨会和投融资高层研讨会相继举办,把如此宏大命题具体到关键技术、重大装备和投融资层面来研讨,给人一个强烈信号:全球能源互联网,已经是一个可以待望的现实。

2015年9月14日,在《全球能源互联网》英文版首发式上,联合国全球契约组织创始人、特别高级顾问科尔指出,全球能源互联网是一个面向未来的伟大构想,将带领世界走向能源可持续发展的正确道路。全球能源互联网必须实现,也必将实现。

以此标志,国际社会对全球能源互联网取得广泛共识,主要得益于中国近年来在特高压研究与实践上的巨大成功。中国在特高压、智能电网、新能源发展等方面的领先优势得到了各方高度认同,有关国际组织、社会团体、能源企业、科研机构等纷纷表示愿意共同参与全球能源互联网建设,共同推进全球能源互联网创新发展,使梦想蓝图早日实现。

三大挑战:呼唤“血管系统”互联

谈到为何要构建全球能源互联网,刘振亚把能源比作经济社会的“血液”。

他指出,能源发展史是一部伴随人类社会进步的变革史。18世纪中期,煤炭取代薪柴,推动了近代工业建立和发展;19世纪中后期,石油开发和电的发明,催生了现代工业,化石能源成为主导能源。但化石能源大量开发利用,带来三大挑战:一是资源紧张。2014年,全球消费煤炭82亿吨、石油336亿桶、天然气3.5万亿立方米。按目前开采强度,全球煤

炭、石油和天然气资源技术可开发量仅能再开采110年、53年和54年。二是环境污染。全球化石能源消费总量从1965年的51亿吨标准煤增加到2014年的159亿吨标准煤,在生产、运输、存储、使用各环节,对大气、水质、土壤、地貌等造成严重污染和破坏。三是气候变化。化石能源产生的二氧化碳占全球温室气体排放的57%,是气候变化的主要原因。“如果不有效控制能源碳排放,到本世纪末温升将超过4℃,导致冰川融化、海面上升、粮食减产、物种灭绝等灾害,严重威胁人类生存发展”。

自1995年第一届柏林气候大会和1997年《京都

议定书》生效以来,为应对气候变化和环境污染,世界主要经济体持续谈判,采用碳定价、碳交易等方式试图解决问题。但实践证明,这条路举步维艰,全球二氧化碳排放总量仍以年均2%的速度增长。要实现2015年巴黎气候大会确定的“全球温升控制在2℃以内,并力争控制在1.5℃以内”的目标,根本出路是加快清洁能源发展,实施“两个替代”:即能源开发实施清洁替代,以清洁能源替代化石能源;能源消费实施电能替代,以电代煤、以电代油、电从远方来,来的是清洁发电,尽快摆脱化石能源依赖。

刘振亚分析,实施“两个替代”,关键是要大规模开发利用清洁能源。全球清洁能源资源分布不均,清洁能源资源富集地区大多远离负荷中心,相距数百到数千公里。适应清洁能源分布以及风电、太阳能发电随机性和间歇性特点,实现清洁能源的大规模开发利用,“必须构建以电为中心、具有全球配置能力的能源网络”。

这一分析也得到了中国工程院院士、中国电力科学研究院院长郭剑波的印象:从目前的资料分析看,清洁能源的利用范围越大,其波动性越小,平滑性越明显,利用效率也更高。他进一步解释,由于能



全球能源互联网效果示意图

源资源的天然特性,地理分布不均匀,新能源地域差异大,人类的生活作息又具有一定的时差效应,通过较大范围的能源资源优化配置可以实现全局性的互补和协调。“全球能源互联网由此应运而生”。

由此得出结论:电是最清洁高效的能源。清洁主导、电为中心是能源发展的必然趋势,有限且不可再生的化石能源将主要用于工业原料。供应侧,清洁能源必将替代化石能源;消费侧,电能可以替代各种终端能源。各类能源开发、转换、配置、使用的基本平台是电网,因此,“能源网的本质是电网,能源互联网必然是互联网”。能源网、交通网、通信(信息)网是全球最重要的三大基础网络设施。经过多年建设,全球交通网、通信(信息)网已实现跨国跨洲互联,能源网必然向全球互联方向发展,即全球能源互联网。“全球能源互联网就像人的‘血管系统’,信息互联网就像‘神经系统’,‘神经系统’已经互联,‘血管系统’也一定能够互联”。

权威解读:智能电网+特高压电网+清洁能源

刘振亚用“智能电网+特高压电网+清洁能源”来概括全球能源互联网的本质。他介绍,全球能源互联网是以特高压电网为骨干网架、全球互联的坚强智能电网,是清洁能源在全球范围大规模开发、配置、利用的基础平台。其中,特高压电网是关键,智能电网是基础,清洁能源是根本。

智能电网集成了现代智能技术、信息技术、先进输电技术、新能源接入技术,灵活性、适应性强,能够满足清洁能源、分布式电源接入,智能设备即插即用,智能互动服务等需求。

所谓特高压电网,由1000千伏及以上交流和±800千伏及以上直流输电构成,与超高压输电相比具有输送容量大、输电距离远、线路损耗低、走廊占地少等明显优势,是构建全球能源互联网骨干网架的关键。“世界各大清洁能源基地与负荷中心都在特高压输送范围内”。

清洁能源主要包括水能、风能、太阳能、核能、海洋能、生物质能等,是未来全球能源互联网输送的主导能源。各种清洁能源都可以转化为电能。就地转化为电能是清洁能源最主要、最高效、最便捷的利用方式。目前,全球水能、风能、太阳能等清洁能源超过100万亿千瓦,取之不尽、用之不竭,仅开发万分之

五就能满足世界能源需求。

从功能作用看,全球能源互联网是集能源传输、资源配置、市场交易、信息交互、智能服务于一体的“物联网”,是共建共享、互联互通、开放兼容的“巨系统”,是创造巨大经济、社会、环境综合价值的和平发展平台。

郭剑波强调,全球能源互联网理念中有两个非常重要的关键词:清洁能源大规模开发利用,能源的大范围优化配置。

他表示,大规模清洁能源,特别是具有间歇性和波动性特征的新能源的接入、传输与消纳将对电网的运行和控制带来极大的挑战,其实现需要信息通信(ICT)、电力系统、储能、电力电子、新能源等多个领域的技术突破和交叉融合。在全球能源互联网逐步推进的背景下,“应加大自主创新,超前规划布局,培育出一批独有的‘杀手锏’核心技术”,其中涉及新材料、新工艺、新技术、新装备,更有赖于其产业链上下游的技术、服务及产品的开拓与创新。

至于能源的大范围优化配置,郭剑波指出,能源互联网中最关键的一环就是电网互联,其中包含的技术问题包括清洁能源(特别是高比例新能源)的送出与消纳、大容量/远距离输电、复杂大电网的运行与控制等。从已有的应用及分析来看,电网互联可实现不同发电间的互补,有助于降低新能源发电的波动性对电网的影响,同时大范围互联也可以平衡不同区域负荷的峰谷差,有利于高比例清洁能源的消纳利用。其中,实现高比例的新能源接入和消纳,需要从源端、负荷乃至能源系统多方面结合,由发电、输电、配电、用电以及储能等多个环节共同承担,将带来电力系统乃至能源系统相关技术和产业的一系列发展和创新。实现能源资源的大范围优化配置,中国特高压直流输电技术为其奠定了坚实基础,1000千伏特高压交流输电距离达到1500公里,±1100千伏特高压直流输电距离可达5000公里,基本满足了跨国或洲际联网的输电需求。此外,考虑跨海、山地等复杂地形地段、电源和负荷分布不均匀区域等多种应用场景,也需要在超导输电等先进输电技术领域有所突破。他还着重强调了全球能源互联网背景下电力系统运行安全性、灵活可控能力的至关重要,“这些都需要更精确快速、安全可靠的调节控制技术,确保能源互联网的安全稳定、可靠高效运行;同时需要利用物联网、云计算、大数据等信息通信和数据处理技术,应对互联大电网中的海量数据和复杂多样性的控制”。

郭剑波介绍,全球能源互联网将带动电力系统各个环节的技术创新和产业发展。在发电领域,需进一步提高清洁能源,尤其是新能源发电比例,这将促进高效低排型传统能源发电技术、经济友好型新能源发电技术、灵活可靠新能源发电并网技术等一系列新技术的创新,促进大型火电机组、水轮机组、核电机组等装备产业的技术升级,带动低成本、高效率光伏板等组件材料的自主研制等。在输电领域,需满足大容量、远距离输电需求以及高比例新能源的接入输送需求,将促进超/特高压输电技术、柔性直流输电技术、超导输电技术以及电网安全稳定运行和柔性控制技术等相关技术的发展,带来高压电缆、换流阀、套管等输电装备、多FACTS等电力电子设备制造及超导材料等的自主开发等。在配用电领域,需满足电动车、变频器等负荷和新能源分布式发电的灵活接入需求,将促进电动车充电技术、储能技术、主动配电网运行与控制技术等关键技术的发展,带动电动车及充电、测量传感等产业和储能电池、配电自动化等材料、设备和技术的换代升级。

由此可见,能源互联网带来的是一系列以电力为主相关技术的变革和广泛综合利用的长产业链条。其实施还将直接带动研究设计、实验测试、软件开发、设备研制、生产运行等产业链条各环节的快速发展,依赖于电力系统、信息通信、数据处理、先进控制等多个领域技术的创新,尤其是在传感器、芯片、电力电子器件、高端新型材料等尖端技术上实现突破,其布局将推动新能源、新材料、节能环保、电动汽车、智能制造、新一代信息技术等战略性新兴产业发展,促进结构调整和产业升级,整体提高中国的技术装备水平和国际影响力。

国家电网公司副总会计师李荣华在对全球能源互联网的商业价值、商业模式、投融资模式等作了深入系统阐述后指出,全球能源互联网蕴含巨大商业价值,具有广阔投资机会:预计到2050年初步建成时,累计投资将超过50万亿美元,形成若干个万亿级的投资板块,催生众多新兴产业,为全球投资者带来丰厚回报。

超级工程:“三步走”路线图 愿景可期

从现在起到2050年的35年间,全球能源互联网被规划出“三步走”路线图:到2020年,重点加快各国清洁能源开发和国内电网互联建设;到2030年,重点

推动洲内大型能源基地开发和电网跨国互联;到2050年,重点开发“一极一道”能源基地和推动电网跨洲互联,基本建成全球能源互联网。

对此,刘振亚解释,构建全球能源互联网总体按照“先国内、再跨国、先洲内、再跨洲”有序推进;具备条件的重点地区,可以率先实现跨国、跨洲联网。他透露,国网公司正在研究推进东北亚、东南亚、南亚、中亚和亚洲-欧洲、非洲-欧洲等一批跨国跨洲联网示范项目,而未来几十年,是构建全球能源互联网的关键期。目前,世界上已形成北美、欧洲、俄罗斯-波罗的海三个特大型互联电网,以及南部非洲、海湾地区、南美洲等的跨国互联电网。中国已经实现(除台湾地区)全国联网;到目前,国家电网公司已建成投运“三交四直”7项特高压工程,在建“四交六直”10项特高压工程。已建成智能变电站2286座,安装智能电表3.1亿只,建成电动汽车充换电站1500余座、充电桩3万个。中国风电装机1.3亿千瓦,光伏发电装机4200万千瓦,比2010年分别增长3.3倍、45倍。国家电网成为全球接入风电、光伏发电规模最大的电网。这些都将成为全球能源互联网的重要组成部分。

全球能源互联网总体布局中,包括“一极一道”即北极地区风电、赤道地区太阳能的大规模开发。如此超大规模、超远距离的能源开发和输送,经济上是否可行?

国网北京经济技术研究院副院长韩丰的《特高压及全球能源互联网经济性研究》,从中国特高压电网工程实践、全球能源互联网效益评估、亚洲国际联网经济性分析,得出“依靠特高压输电技术实现亚洲国际互联,将中亚能源资源输送至欧洲负荷中心,具备良好的电价竞争力”的结论,颇具说服力;尤其对亚洲国际联网经济性的分析令人印象深刻:全球各主要负荷中心地理跨度大,考虑时差因素,负荷特性之间存在较强的互补性。以2050年北半球三大洲——欧洲、北美洲、亚洲为例,全球联网后,可利用自然时差优化全球电网负荷,形成较为平滑的负荷曲线,实现削峰填谷,峰谷差由25%—40%降到10%以内。

刘振亚展望,清洁能源发电技术、储能技术快速进步,将大幅提高风电、太阳能发电的经济性,清洁能源竞争力有望在2025年前超过化石能源。2000—2014年,全球风电、太阳能发电年均分别增长26%、45%,远远超过煤炭3.6%、石油1.2%、天然气2.5%的年均增速。到2050年全球能源互联网建成后,连接“一极一道”等大型清洁能源基地,将存在时区差、季节差的各大洲电网紧密联接起来,实现风光互补、水火互济、地区互调,有力保障能源供应。按照清洁能源比重达到80%计算,每年可替代240亿吨标准煤的化石能源,减排二氧化碳670亿吨;碳排放可控制在115亿吨左右,仅为1990年的一半,能够实现全球温升控制在2℃以内的目标。将亚洲、非洲、南美洲等地区的资源优势转化为经济优势,缩小地区发展差异,让人人享有可持续能源,“一个能源充足、天蓝地绿、亮堂堂、和和睦睦的地球村愿景可期”。



全球能源互联网构建路线图



溪洛渡左岸—浙江金华特高压直流工程金华站