

思考关于“十三五”电网规划的若干重大问题



党的十八届五中全会提出创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，要求推进能源革命，加快能源技术创新，构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系。9月26日，习近平总书记在联合国发展峰会上宣布“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”。

改革开放以来，我国能源电力取得了举世瞩目的发展成就，发电装机、用电量、电网规模均位列世界第一。但我国能源安全、电力供应、环境污染以及温室气体排放等问题十分突出，长期看以化石能源为主的传统能源发展方式难以为继，必须走清洁低碳发展之路，实施“两个替代”，在能源开发上实施清洁替代，以水能、太阳能、风能等清洁能源替代化石能源；在能源消费上实施电能替代，提高电能终端能源消费中的比重。“两个替代”是解决能源安全、环境污染和温室气体排放的治本之策，是贯彻落实国家能源“四个革命、一个合作”战略部署的关键举措，在世界各国已达成广泛共识。

构建全球能源互联网，实施“两个替代”要求我们必须从长远考虑能源电力发展问题，对影响电网规划的相关问题进行深入研究，为“十三五”及下一步电网发展指明方向。

一、全面建成小康社会，电力需求仍将快速增长

到2020年全面建成小康社会，是我们党确定的“两个一百年”奋斗目标的第一个百年奋斗目标。为保障国民经济发展需求，能源和电力需求仍将刚性增长，考虑产业转移、结构调整和绿色低碳发展，预计到2020年我国全社会用电量将达到8万亿千瓦时。

（一）电力需求与经济同步增长

“十三五”时期是全面建成小康社会决胜阶段，我国经济今后保持7%左右的增长速度是可能的。从发展阶段看，我国还处于工业化中后期、城镇化快速推进期，电力弹性系数保持在1左右是合理的。发达国家在工业化发展阶段一般超过1，甚至超过2。美国、日本、韩国等典型国家经济增速换挡期，分别出现在1951年、1972年、1996年前后；换挡前10年，电力弹性系数均超过1.3；完成转型后，电力弹性系数有所下降，但仍在较长时间内保持较高水平。美国在上世纪50年代、日本在上世纪70~80年代、韩国在2000年前后，电力弹性系数分别为2.7、0.9、1.7。2000年至2014年，我国电力弹性系数是1.1；“十二五”前三年，电力弹性系数为1.02，2014年、2015年用电量增速出现短时突降，“十二五”电力弹性系数下拉至0.78。“十三五”期间，随着经济增速触底回升，用电量增速和电力弹性系数必然随之反弹。

表1 典型发达国家在经济增速换挡前后10年的电力弹性系数

国家	经济增速 换挡期	前 10 年			后 10 年		
		经济 增速	用电量 增速	电力消费 弹性系数	经济 增速	用电量 增速	电力消费 弹性系数
美国	1951 年前后	4.7	6.1	1.3	2.9	7.8	2.7
日本	1972 年前后	8.4	12.2	1.5	3.9	3.3	0.9
韩国	1996 年前后	8.5	11.9	1.4	4.9	8.6	1.7

（二）我国人均用电量未来有较大增长空间

提高电力在终端能源消费中的比重，是提高能源利用效率的关键举措。电力在终端领域创造经济价值的效率为石油的3倍、煤炭的17倍。我国目前尚有燃煤锅炉、窑炉45万台左右，绝大部分可以实施电能替代。汽车保有量超过1.5亿辆，加快发展电动汽车，交通领域以电代油潜力很大。经测算，目前我国各领域电能替代潜力高达2.4万亿千瓦时。

美国等国家在经济增速换挡期，人均用电量仍然保持了较快增长。1960年、1965年、1970年、1980年美国人均用电量分别为3808、5235、6788、9243千瓦时/人，2014年达到14203千瓦时/人。同样，1990年、2000年韩国人均用电量分别为2369、5907千瓦时/人，2014年达到10219千瓦时/人。

2010年我国人均用电量为3140千瓦时/人，2014年达到4078千瓦时/人，相当于美国20世纪60年代、韩国90年代水平。我国人均用电水平还处于低位，与发达国家存在较大差距。可以预见，伴随我国经济的持续发展，终端消费电力比重上升，在未来较长一段时期，我国人均用电量水平将保持较快增长。预计2020年人均用电量为5691千瓦时/人，相当于OECD国家2010年平均水平的64%。

表2 2014年我国和世界人均用电量情况

国家/地区	全社会 用电量	人均 用电量	人均 生活用电量	人均 用电量比较	人均生活 用电量比较
	万亿千瓦时	千瓦时/人	千瓦时/人	中国相对其他国家	
中 国	5.52	4078	508	--	--
美 国	4.40	14203	4667	28.7%	10.9%
日 本	1.12	8786	2384	46.4%	21.3%
德 国	0.61	7511	1733	54.3%	29.3%
韩 国	0.50	10219	1240	39.9%	41.0%
英 国	0.38	6171	1800	66.1%	28.2%
印 度	0.90	812	132	502.2%	384.8%
OECD 国家	10.93	8870	2435	46.0%	20.9%
世界合计	22.00	2977	721	137.0%	70.5%

注：世界和OECD国家数据为2010年。

（三）东中部作为电力负荷中心的地位将长期保持不变

东中部地区是我国经济增长的龙头，人口比重高，经济基数大。“八五”至“十一五”期间，京津冀鲁、沪苏浙闽、豫鄂湘赣等东中部12省（市）全社会用电量占国家电网公司比重从58%增加到66%。目前，东中部用电量基本保持在63%左右。综合考虑产业转移、节能减排、结构调整、人口聚集、电能替代等因素后，东中部12省（市）用电量占

国家电网公司经营区用电量的比重将有所下降；产业转移在时间和空间上具有渐进性特点，转移速度较为平缓，预计“十三五”期间，东中部12省（市）用电量占国家电网公司经营区比重将下降1~2个百分点，仍是我国主要的负荷中心。

（四）电力预测要适度超前

电力发展关系国计民生，一旦出现供应不足，将严重影响经济发展和人民生活。为保证国民经济健康发展，电力发展应适度超前。以往对于电力需求预测往往趋于保守，事实证明实际经济发展增长远大于预期，例如2004年规划预测全国2010年、2015年和2020年全社会用电量将分别达到2.75、3.43和4.3万亿千瓦时，而实际全国2010年全社会用电量达到4.2万亿千瓦时，相当于用电量需求提前十年实现。目前我国全社会用电量增速低，要避免对电力需求预测过于悲观。

二、清洁能源开发力度进一步加大，能源开发重心进一步西移北移

贯彻《能源发展战略行动计划（2014-2020年）》，加快构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系，“十三五”必须以更大决心和力度控总量、调结构、提效率，加快发展清洁能源，推动能源生产与消费革命。

（一）能源开发实施清洁替代是必然趋势

“十一五”以来，我国装机规模持续高速增长，年均增长11.9%。其中，清洁能源装机增长率为15.1%，风电、太阳能装机增长率分别达到65.2%和53.7%，显著高于其他电源装机增长水平。截至2015年11月底，我国发电总装机容量14.1亿千瓦，其中风电装机1.13亿千瓦，光伏装机3327万千瓦。

我国在《中美气候变化联合声明》中承诺的2030年非化石能源占一次能源消费比重提高到20%。要达到这一目标，清洁能源的发展势不可挡。必须调整优化能源结构，以太阳能、风能等替代化石能源，促进生态文明建设，满足经济社会发展的需求。

近年来，世界各国能源发展低碳化趋势明显，风能、太阳能发电比重逐年上升。目前，德国风电、太阳能发电装机占比达到42%，我国风电、太阳能装机占比为10%；美欧等主要发达国家煤电占比大多低于30%，但油气发电比重较高，我国煤电占装机的比重仍然很高，达到62.6%。

从我国资源禀赋和发展趋势看，风电、太阳能发电将成为清洁发展的主力，随着技术进步和开发成本的逐步降低，已具备加快发展的条件。2014年我国风电发电成本已降至0.37~0.45元/千瓦时，光伏发电成本降至0.68~0.8元/千瓦时，预计2020年左右竞争力将超过化石能源。

（二）环境治理要求必须严控东中部常规煤电建设

东中部地区集中了全国75%的煤电，大气污染排放是全国平均水平的5倍以上，全国104个重酸雨城市全部在东中部。频繁出现的重度雾霾，成为人民群众的“心肺之患”，迫切需要严控煤炭消费总量，压减煤电规模。

目前，我国煤电发展面临失控的局面，全国核准在建煤电项目2.4亿千瓦，还有取得“路条”项目1.8亿千瓦，如果全部建设，2020年煤电装机将达到13亿千瓦。特别是东中部12省市核准煤电项目已达8000万千瓦，如果全部建设，能源结构调整和布局优化的目标将难以实现，环境问题将更加严重。

我国东中部地区的雾霾主要由排放引起，解决环境问题的根本措施是去煤化。按照《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》和环保部、发展改革委等6部委《关于印发〈京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则〉的通知》要求，京津冀、长三角等区域除热电联产外，禁止审批新建燃煤发电项目。远期来看，环境治理要求一大批煤电退出市场运行，留下部分大容量煤电电源作为调峰调频电源支撑电网。替之以本地气电、核电和外来电，解决负荷中心用电需要。

（三）能源开发重心进一步西移北移

建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系，重点要在西部、北部地区建设以清洁能源为主的能源基地。

我国西南地区水电资源丰富，开发利用程度不高，加快四川、西藏水电开发，能够显著改善东中部地区环境质量，

还将有力促进藏区经济发展、民族团结和社会稳定。我国陆上风能资源集中分布在华北、东北、西北地区，太阳能资源集中分布在西藏、西北、内蒙古地区。未来我国能源开发重心将进一步西移北移。

一方面大力加快清洁能源开发利用，建设大型光伏、风电基地，实现清洁能源的大规模送出；另一方面，依托西部、北部地区煤炭资源，建设大型煤电基地实现煤炭就地转化，并可与风电、光伏等清洁能源打捆外送，满足东中部用电需要。

按照以上发展思路，规划2020年全国电源装机总量20.7亿千瓦，相比2014年新增7亿千瓦，年均增加1.2亿千瓦。其中，煤电装机11.2亿千瓦，风电2.4亿千瓦（“三北”1.8亿千瓦，东中部6300万千瓦），太阳能1.5亿千瓦（西部8000万千瓦，东中部分布式光伏7000万千瓦），水电3.47亿千瓦。清洁能源装机占比由2014年的31.6%提高到2020年的39.3%，煤电装机占比由2014年的62.6%下降为2020年的54.3%。

三、电网格局科学发展的思考

我国能源资源禀赋特征决定了未来西电东送、北电南送的格局不会改变，规模还将进一步扩大。预计到2020年，东中部12省（市）受入电力流规模达到3.1亿千瓦，是目前1.1亿千瓦的3倍。为满足新能源的消纳和电力跨区大规模优化配置的需要，亟需科学规划电网布局，加强跨区跨省互联电网建设，提升电网的资源优化能力和安全承载能力，确保能源安全可靠供应。

（一）解决清洁能源规模开发和消纳难题，关键是扩大同步电网规模

我国风电、光伏资源集中的西部北部地区，受本地负荷水平低、系统规模小、跨区输电通道不足等因素制约，难以实现新能源发电的就地消纳，导致大量弃水、弃风、弃光。2014年，西南地区弃水近300亿千瓦时，“三北”地区弃风100亿千瓦时，西北地区弃光近25亿千瓦时。实践证明，我国目前基于行政管理区划和电力就地平衡逐步形成的，华北-华中、华东、东北、西北、南方、西藏6个交流同步电网的格局，已经不能适应清洁能源发展的需要。

由于新能源出力随机性、间歇性的固有特性，大规模新能源的开发外送消纳，对电网的汇集传输能力、调峰调频能力和转移支援能力都提出了更高要求，电网发展思路和发展格局都必须随之加以调整。总体来看，就是要围绕清洁能源开发布局，扩大同步电网规模，在现有同步电网格局基础上，通过将不同资源类型的送端电网（如西北、川渝藏）进行互联实现资源互补外送，将主要受端地区电网进行互联形成系统容量更大的坚强受端，最终形成送、受端结构清晰，交流和直流协调发展的格局。通过优化同步电网格局，一方面能够实现清洁能源跨区域跨流域多能互补，改善风电、太阳能出力随机性和间歇性，降低系统调峰需求，提高外送通道利用率，另一方面，也能有效提高受端电网系统规模，加强系统调峰能力和频率特性，从而提升接纳大规模清洁能源馈入的能力。

根据规划研究，通过构建西部、东部两个同步电网，到2020年，新能源跨区输送规模将可超过1.5亿千瓦，从而实现更大范围水火互济、风光互补、大规模输送和优化配置，弃风、弃光可以控制在5%的合理范围内，将从根本上解决西部地区清洁能源大规模开发和消纳难题，保障清洁能源高效利用。

（二）同步电网规模逐步扩大、数量逐步减少，是世界主要国家电网发展的必然趋势

从国外电网发展历程看，各国电网发展基本都遵循了同步电网不断联网融合这一规律。纵观北美、欧洲、俄罗斯、巴西、印度等世界主要国家/地区电网发展历程，电网结构与其能源资源分布、电力平衡方式、政治体制等息息相关，但无一例外都选择了大电网互联发展的道路。随着输电电压等级不断提升、电力技术的不断发展和突破，各国电网由孤立网到跨区互联、由初期弱联系到不断加强，同步电网的规模和覆盖范围都不断扩大。

较为典型的例子是北美电网和欧洲大陆电网。20世纪初，北美各地根据负荷和电源条件形成了众多孤立交流电网，到20世纪60年代，通过跨州跨国互联形成8个区域同步互联电网。目前，美国本土48个州和加拿大南部6个省所有的电网都联网运行，形成了北美东部、西部、魁北克和德州4大同步电网。未来美国还将进一步将德州电网纳入西部同步电网，同步电网数量进一步减少。欧洲大陆同步电网的发展更加具有代表性。为了获取联网效益，加强电力互济，消纳清洁能源，欧洲大陆在各国国内电网的基础上，在20世纪60年代，形成西欧联合电网、西葡联合电网、中欧联合电网、东欧电网、南斯拉夫电网共6个同步电网，到90年代末，同步电网互联规模进一步扩大，目前已形成覆盖24个国家的统一欧洲大陆同步电网。

表3 世界主要同步电网规模

项目	北美东部电网	欧洲大陆电网	俄罗斯-波罗的海电网
面积（万平方公里）	520	450	2300
装机（亿千瓦）	8.8	8.2	2
GDP（万亿美元）	11.7	13.3	3

总体而言，各国发展同步互联电网的主要动因是提高电网的资源配置能力、安全可靠性和规模经济性。交流联网是世界各地电网发展的共同趋势，构建大规模同步电网是满足大容量远距离输电的有效方法，面对故障冲击，更多的电源和负荷会同时做出反应，降低系统波动，整个电网的安全性和可靠性随之提高，符合电网发展的客观规律。

（三）确保电力安全可靠供应，需要建设坚强的同步电网结构

随着特高压直流的快速建设，特高压交流建设相对缓慢，造成电网“强直弱交”问题突出，严重威胁运行安全。目前，四川水电向华东送电的三大特高压直流满功率送电达2160万千瓦，现有西部送端和东部受端的500千伏电网严重不适应，已多次出现直流同时换相失败，造成有功功率和无功功率大量缺额，极易引发频率和电压稳定问题。如今年9月，锦苏直流发生双极闭锁，造成华东电网频率跌落至49.563赫兹、越限运行207秒，对电网安全稳定造成严重影响。华东地区通过多回直流接受区外来电，大容量直流同送端、同通道、同受端并列运行，发生多回直流同时故障的风险较大，如果不尽快加强交流网架，扩大互联规模，将会带来严重的安全隐患。未来西部能源基地向东中部负荷中心的直流输电规模还会不断扩大，“强直弱交”问题带来的安全隐患将更加突出，特高压直流输送能力也将受到严重制约。近年来随着用电负荷、装机容量的大幅提高，现有500千伏电网越来越密集，短路电流超标问题严重，电网被迫采取拉停线路、线路出串等控制措施，电网运行方式过于复杂、安排困难，且电网结构完整性遭到破坏，安全隐患难以克服。

按照“强交强直”原则，构建交直流协调发展、结构合理、技术先进的特高压电网，实现电网全面升级，能够根本解决电网“强直弱交”问题。同步电网潮流转移能力强，电压稳定性好，可以有效抵御严重故障、自然灾害、外力破坏、网络攻击等，能够保障电网安全运行。

四、加快现代配电网建设，服务社会民生

为贯彻落实中央“稳增长、防风险”有关部署，国家发改委、能源局发布了《关于加快配电网建设改造的指导意见》和《配电网建设改造行动计划（2015～2020年）》，提出2015～2020年配电网建设改造投资不低于2万亿元，全面加快现代配电网建设，支撑经济发展和服务社会民生。

（一）实现全面建成小康社会宏伟目标，提升配电网发展质量

随着我国新型城镇化、农业现代化深入推进，经济社会发展对配电网可靠供电和优质服务的要求越来越高，保障民生和电力普遍服务的刚性需求大。一是在北京、上海等17个城市核心区建设高可靠性示范区，用户年均停电时间不超过5分钟，以点带面高起点、高标准建设配电网，确保供电能力充足，网架结构合理，设备标准化配置，具备故障自动检测、隔离和网络重构的自愈恢复能力。二是在国家新型城镇化试点区域，适度超前建设配电网，紧密跟踪市区、县城、中心城镇和产业园区等经济增长热点，推进新能源示范城市建设。三是加大农网改造升级力度，增加农村变电站和配电变压器布点，提高农网供电能力，加快解决“卡脖子”、“低电压”等突出问题，2020年前逐步解决全部35个县域电网联系薄弱问题，满足农村地区居民生活、农业生产用电需要，推动美丽乡村建设。

（二）适应新能源及多元化负荷快速发展，加快配电网转型升级

新能源、分布式电源、电动汽车、储能装置快速发展，终端用电负荷呈现增长快、变化大、多样化的新趋势，配电网由“无源”变为“有源”，潮流由“单向”变为“多向”，加快配电网转型升级的任务非常紧迫。一是贯彻坚强智能电网发展战略，推广应用新技术、新产品、新工艺，提升配电网智能化水平。二是做好电动汽车充换电设施接入配套电网建设，建成电动汽车快充网络和车联网服务平台，实现城市及城际间充电设施的互联互通，积极开展电能替代，完成80%港口岸电工程建设，积极推广电采暖，倡导能源消费新模式，带动产业和社会节能减排。三是积极推广智能配电网项目和微电网示范项目建设，探索建立容纳高比例波动性可再生能源电力的发输（配）储用一体化系统。四是以配电网为支撑平台，逐步实现大数据、物联网、云计算等技术在电网运行管理的深化应用，全面提升配电网智能

化、互动化水平，实现绿色用电服务多渠道互动、分布式电源友好接入、电动汽车即插即用、智能电表多元双向互动、用能服务高效便捷，全面推动能源生产和消费革命。

（三）加强电网规划与地方规划衔接，确保规划落地

一是科学制定远景目标网架，实现由规划引领，促进输配电网、城乡电网、一次网架设备与二次系统之间协调发展。二是积极配合政府开展电力设施布局规划，及时将规划成果纳入城乡发展规划和土地利用规划，实现配电网与城乡其它基础设施同步规划、同步建设。三是统筹用户资源和公共资源，严格遵守目标网架规划和电力设施布局规划，按照典型供电模式规范电力用户和分布式电源接入方案设计，实现配电网协调有序发展。四是建立电网建设常态沟通协调机制，电网规划及时纳入地方总体规划，以及土地利用规划、控制性详细规划、新型城镇化规划等规划，保护变电站站址、线路走廊、地下管线等建设资源，促进电网规划有效实施。

五、结语

优化同步电网格局，加快建设坚强智能电网，能够促进新能源大规模开发和高效利用，实现煤电总量控制和布局优化、明显改善东中部生态环境，进一步提升电力普遍服务、推动城乡电气化，同时还将取得节约电力投资，降低能源供应成本等显著经济社会效益。国家电网将建成网架坚强、广泛互联、高度智能、开放互动的统一同步电网，成为全球能源互联网的重要组成部分，并将发挥极其重要的引领示范作用。（国网北京经济技术研究院院长、党组书记刘开俊）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/87408.html>