

特高压大电网发展规划研究

印永华

(中国电力科学研究院,北京 100192)

A Study of Large UHV Electric Power Grid Development Planning

YIN Yong-hua

(China Electric Power Research Institute, Beijing 100192, China)

ABSTRACT: The study of UHV grid development is introduced in this paper. Several newly research and development aspects are investigated, which include the distribution of energy resources and demand in China, the strategy for development of electric power industry, the advantages of UHV transmission technology, the progress of UHV project, as well as the preliminary planning scheme and security evaluation for UHV grid. Finally, the future developing strategy of electric power grid is presented.

KEY WORDS: UHV; Large electric power grid; Developing strategy

摘要: 针对我国能源资源和负荷中心分布状况,结合“一特四大”发展战略,研究特高压大电网的发展规划,包括特高压输电的优越性、重大特高压输电工程进展、特高压电网发展思路和特高压大电网的安全性论证,并给出新的发展战略目标。

关键词: 特高压;大电网;发展战略

1 能源资源和负荷中心分布

我国一次能源分布和生产力发展水平很不均衡,重要的煤电、水电基地与负荷中心的距离一般都在800~3 000 km,具体表现在:

- 1) 煤炭资源的80%以上分布在山西、内蒙古、陕西、新疆、宁夏等西部和北部地区。
- 2) 水能资源80%分布在西部地区。
- 3) 陆地风能资源主要分布在西北、华北北部和东北地区,其中西北地区占50%以上。太阳能的大规模开发主要分布在西部、北部地区。
- 4) 东部和中部地区的能源需求占75%,是负荷中心地区。

我国煤炭和水能资源分布如图1所示。

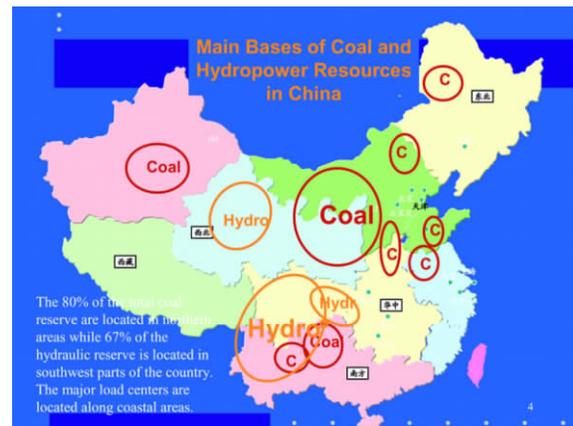


图1 中国煤炭和水能资源主基地

2 实施电力工业发展的“一特四大”战略

鉴于我国能源资源分布和生产力发展水平的实际情况,为满足国民经济和社会发展的需要,必须实施电力工业发展的“一特四大”战略,即:开发和应用以特高压为骨干网架的跨大区、跨流域、大规模、远距离输电技术,促进大煤电基地和大水电基地集约化发展,并为大核电和大型可再生能源基地建设提供坚强的电网支撑。

3 特高压输电的优越性

发展特高压输电的优越性主要体现在输电容量、输电距离、工程投资、走廊效率和联网能力等方面,具体表现如下:

- 1) 输电容量大、距离远。1 000 kV交流特高压输电线路的自然输送功率是500 kV交流输电线路

的4~5倍,但是电气距离只有500 kV线路的1/4~1/5;±800 kV特高压直流的输送功率是±500 kV高压直流的2倍以上,其经济输电距离可提高到2 500 km以上。因此,采用特高压交/直流输电技术可以实现大容量、远距离输电。

2) 线路损耗低。1 000 kV交流特高压线路损耗约为500 kV交流输电线路的25%;±800 kV特高压直流线路损耗约为±500 kV高压直流线路的39%。

3) 工程投资省。1 000 kV交流特高压的单位容量造价约为500 kV交流输电方案的73%;±800 kV特高压直流线路的单位输电综合造价约为±500 kV高压直流线路的72%。

4) 走廊效率高。交流特高压单位容量走廊宽度约为500 kV交流输电方案的33%;直流特高压单位容量走廊宽度约为±500 kV高压直流线路的77%。

5) 联网能力强。通过交流特高压联网,可增强跨区电网输电能力,有利于充分发挥大电网互联的水火互济、错峰、跨流域补偿等综合效益。

6) 推动大煤电基地建设,促进大容量机组发展,实现煤炭资源的集约化开发和清洁使用。

7) 推动金沙江、雅砻江、澜沧江等水电基地建设,至2020年水电装机容量将达到约2.6亿kW。仅金沙江、雅砻江流域水电开发容量可达到9 110万kW,每年可节约标煤1.32亿t,减排CO₂3.67亿t。

8) 推动核电开发,预计到2020年我国核电装机容量达8 000万kW,每年可节约标煤16 740万t,减排CO₂4.66亿t。

9) 推动可再生能源开发,预计到2020年我国风电装机容量达1.5亿kW左右,每年可节约标煤约9 000万吨,减排CO₂约2.5亿t。

4 我国特高压输电工程的重大进展

1) 建成了目前世界上输送能力最大、代表国际输变电技术最高水平的交流特高压输变电工程(晋东南-南阳-荆门交流特高压输电试验示范工程)。该工程已于2009年1月6日投入正式运营。

2) 四川向家坝-上海±800 kV特高压直流示范工程已全线开工。该工程全长2 000 km,额定输送功率640万kW,最大连续输送容量720万kW,将于2010年6月建成。

3) 特高压设备研制取得重大突破,包括世界首

台1 000 kV、3 000 MV·A特高压变压器;电压等级最高、容量最大的1 000 kV、960 MV·A特高压并联电抗器;特高压交流开关设备开断能力达到世界最高水平。特高压直流输电关键元件6英寸晶闸管等关键元件已研制成功。

4) 特高压标准化工作居于领先水平,提出的特高压交流1 100 kV电压被国际电工委员会和国际大电网组织推荐为国际标准电压;国家电网公司向国际电工委员会标准化管理局提出的高压直流输电新技术委员会已成立。

5) 建成了世界上实验能力最强和技术水平最高的特高压试验研究体系,特高压交流、直流试验基地和国家电网仿真中心达到国际领先水平。

5 我国特高压电网的发展思路

5.1 大容量、远距离输电需要特高压电网

我国北方煤电基地和西南水电基地远景外送规模均可达1亿kW。接受这样大规模的电力,需要大规模的坚强受端电网,初步分析受端特高压同步电网的合理规模应在5~7亿kW。

华北、华中、华东三大电网位置相互毗邻,互补性强。因此,采用特高压交流形成坚强灵活的“三华”同步电网,将为促进能源资源的优化配置和高效利用奠定物质基础。

5.2 大规模新能源基地需要坚强大电网的保障

当前,在国家新能源发展政策的指引下,开发清洁能源和绿色电力,已成为能源发展的新趋势。

我国陆地风能和太阳能的大规模开发主要分布在西部、北部地区,需要走集中开发、规模外送、大范围消纳的发展道路。为实现这一目标,也需要建设以特高压为骨干的坚强大电网。

我国风电发展迅速,从2004年至2008年4年间风电装机增长了10倍多;2008年新增风电装机容量630万kW,位居世界第二;到2008年累计风电装机容量1 221万kW,位居世界第四;预计到2011年将超过3 500万kW;到2020年将达到1.5亿kW。

目前,已规划的千万kW级风电基地达7个,甘肃酒泉千万kW级风电基地已开工建设。

风电发展需要坚强大电网支撑的原因如下:

1) 我国大容量风电群大多远离负荷中心,需要通过大电网在更大范围内消纳。

2) 风电具有随机性、间隙性等特点,需要通过大电网优化配置风电、火电和水电装机容量,才能保证风电群的正常运行和电网的安全稳定性。

3) 目前风电的上网电价高于水电和火电,而风电的发电小时数又相对较低,因此单一的风电群大规模外送,会带来输电成本高和受端电价高的问题,因此,需要通过大电网实现风电、火电和水电的打捆外送。

经过深入论证,我国特高压电网的发展思路是:

1) 建设坚强的华北-华中-华东特高压同步电网。

2) 西南水电和北方煤电基地采用特高压交流和直流送至华北-华中-华东同步电网;形成连接各大电源基地和华北、华中、华东负荷中心的特高压大电网。

3) 大规模风电群依靠大电网,与火电、水电等合理配合,打捆外送至负荷中心地区。

4) 西北、东北、南方电网采用直流输电方案与华北-华中-华东特高压同步电网实现联网,从而形成华北-华中-华东、西北、东北、南方4个同步电网。

5) 建设以特高压为骨干网架、各级电压电网协调发展的坚强电网。通过推广新设备、新技术,推进电网的可持续发展,目前已取得的成果如下:

① 实施提高电网输送能力工程,降低输电线路损耗,从2005年2月至今,已累计提高各级电网输送能力1.54亿kW。

② 实施节能降耗规划,2006~2008年3 a线损累计降低0.49个百分点,节约电量101亿kW·h。

目前,在特高压交、直流输电工程建设方面,四川向家坝-上海特高压直流输电工程将于明年6月投运;安徽淮南-上海特高压交流输电工程准备工作已就绪;陕北-长沙、锡盟-上海、雅安-南京、蒙西-潍坊特高压交流和溪洛渡-浙西、景屏-苏南特高压直流等后续工程的前期工作全面启动。

6 特高压大电网的安全性论证

充分考虑在电网发生严重故障下的安全稳定水平,形成合理的网架结构,是电网规划的基本原则。遵循这一原则,严格按照我国电网的相关技术标准,对特高压输电技术和特高压电网的发展规划目标和过渡方案开展了大量的研究工作,包括构建各电压等级、送端和受端电网协调发展的格局、合理配置安全稳定措施等等,确保特高压大电网满足“电力系统安全稳定导则”的要求。

这一研究工作将跟踪工程进展情况,持续滚动进行,优化过渡方案,为特高压大电网的安全稳定运行提供可靠的技术保障。

7 新的发展战略目标

国家电网公司积极推动电网技术的创新与发展。在对我国能源资源格局、负荷分布特点等开展大量研究的基础上,结合世界电网发展新趋势以及我国电网发展的实际,立足于服务发电企业、服务用户、服务社会的基本理念,提出了以下新的发展战略目标:规划建设以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的坚强电网为基础,利用先进的通信、信息和控制技术,构建以信息化、自动化、互动化为特征的国际领先、自主创新、中国特色的统一坚强智能电网。统一坚强智能电网的建设分为3个阶段:

1) 第一阶段:(2009—2010年),为规划试点阶段,重点开展以下工作:

① 智能电网发展规划编制;② 制定技术和管理标准;③ 开展关键技术研发和设备研制;④ 开展各个环节的试点。

2) 第二阶段:(2011—2015年),为全面建设阶段,重点开展以下工作:

① 加快特高压电网和城乡电网建设,为智能电网建设提供可靠基础;② 初步形成智能电网运行控制和互动服务体系;③ 关键技术和设备研制实现重大突破和广泛应用。

3) 第三阶段:(2016—2020年),为引领提升阶段,重点开展以下工作:

① 全面建成统一坚强智能电网;② 电网的资源配置能力、安全水平、运行效率以及电网与电源、用户之间的互动性显著提高;③ 在服务清洁能源开发和保障能源供应中发挥重要作用。

在这一新的发展战略指引下,我国特高压大电网的建设将进入新的历史发展时期。以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的统一坚强智能电网,将创造巨大的社会效益和经济效益,有力地推进我国电力工业的全面、协调、可持续发展。

收稿日期:2009-08-22。

作者简介:

印永华(1949—),教授级高工,博士生导师,现任中国电力科学研究院总工程师,长期从事电力系统规划和运行研究工作。

(编辑 董小兵)