

智能电网的认识和理解

智能电网的组成:

配电网, 输电网, 微电网;

我们主要研究的输电环节:

特高压交直流输电定位于大水电基地和大煤电基地的超远距离、超大容量外送,

1 回特高压直流线路可输送电力 6.4GW,是 $\pm 500\text{kV}$ 直流线路输送能力的 2 倍以上,输电距离可达 2500km[4]。我国建设特高压电网是实现电源和电网在同一规划下协调发展、跨区域资源优化配置、改善受端短路电流水平、提高输电走廊利用率、提升我国电网技术装备水平的需要。

特高压的规划目的在于接受大规模电力并且远距离传输。我国的能源基地多分布在北方、西北、西南等水电、风电资源丰富地区,而经济中心则分布在东南沿海,电源、负荷呈倒置分布状态,全国整个电力呈西电东输的态势【5】。特高压的作用就是把大水电、大煤电、大风电等大电源基地的电力远距离输送到负荷中心地区。特高压的规划不仅应该考虑到特高压输电网对大电源的接入、安全可靠传输问题,还应该考虑特高压受端电网的支撑能力。原有受端电网接受大规模电力会怎样影响电网的安全稳定运行,以及如何优化特高压规划,都是应该研究的问题。在国外已有成熟经验和国内近 20 年研究的基础上,特高压关键技术在外绝缘配合、过电压控制、电磁环境影响、无功平衡及潜供电流等方面取得了大量研究成果,为特高压的发展奠定了基础。

1.2.1 输电网规划

输电网指的是将从发电厂发出的电力通过高压线路传输到各个变电站、所的那一部分电力网络。国家电网公司正在积极建设以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展的国家电网,到 2020 年底,我国将形成一个覆盖华北、华中、华东地区的特高压交流同步电网。以超高压、远距离输电、大容量机组、大范围互联和大容量区域功率交换为特征的现代电力系统,与过去的电力系统特征有着一定的差别,需要针对现代电力系统的特超高压电源、网络优化布局和结构进行研究。目前我国在输电网发展特高压指的是现有 500kV 交流和 $\pm 500\text{kV}$ 直流上采用更高一级电压等级输电,包括 1000kV 交流特高压和 $\pm 800\text{kV}$ 直流特高压两个部分,共同构成国家特高压骨干电网[3]。

特高压建设对于提高输电网,特别是骨干输电网的坚强性有着显著作用,例如 1 回特高压交流线路可输送电力 5GW 左右,是 500kV 交流线路输送能力的 5 倍。

3

我们所对应的微电网:

1.2.3 微电网规划

随着经济的发展,电力需求的增长,电力工业的发展趋势之一是大火电、大水电、大型核电等大型集中电源和超高压远距离输送。但是超大规模电力系统也存在一些问题,如自身运行难度大,难以适应用户越来越高的安全性要求以及多样化的供电需求,近年来几次大面积停电事故充分说明了大电网的脆弱性。因此,一味地建设大电网并不能完全满足供电安全可靠

的要求,还需对大电网进行必要的补充。微电网是指在负荷端组建,含有分布式电源、负荷、储能装置的可以独立运行控制的小型电力网络单元。其中分布式电源包含风力发电、太阳能发电、柴油发电机、燃料电池、微型燃气轮机、储能装置等。分布式电源具有位置灵活、分散的特点,可以较好适应电力需求和资源分散分布的特点,使负荷供电可靠性得以改善,逐渐成为未来大型电网的有力补充和有效支撑[8]。但是分布式电源供电本身存在诸多问题,分布式电源单机接入成本高、控制困难,而且由于分布式电源的不可控,往往采取限制、隔离的方式来处置分布式电源,限制了分布式能源效能的充分发挥。为了充分发挥分布式能源的优势,协调大电网与分布式电源,微电网的概念应运而生。

微电网的组建不仅可以充分利用可再生能源,还可以提高电网的安全性,增强负荷的供电可靠性,是建设坚强智能电网的一个重要环节。微电网的接入改变了传统的电力系统发输电的单向潮流模式,使得电网的控制、负荷的预测变得困难和复杂。合理的微电网接入将会对配电网潮流和短路电流产生影响,可提高线路传输功率、减少网损、提高稳定性,不合理的微电网接入将起到相反的作用。传统的输电网和配电网的规划理论相对成熟,微电网的规划需要对用户需求、经济环保、安全可靠等约束条件进行综合考虑。微电网的安全可靠、经济运行涉及到以下一些问题:微电网的规模、电压等级、配电网中微电网的最优接入位置、分布式电源和储能装置的选型选址及定容、微电网接入标准;满足重点用户的供电可靠性;微电网网络结构的稳定性、微电网的孤岛运行研究、多样化的电能供给;微电网的控制与保护;微电网与配电网之间的支撑与互联问题;接入分布式电源对配电网的影响分析、微电网对配电网的支撑的研究、配电网和微电网协调控制策略;此外微电网经济性确定微电网实现经济性运行的手段与评价指标体系也需要研究。基于以上分析,由于电网的网络性、整体性等特点,电网结构合理性在很大程度上决定了电网的安全性,电网稳定特性则是电网结构坚强程度的重要标志。电网建设滞后会造成电网的输电能力不均衡,而局部电网的薄弱则可能会影响到整个电网的安全性。因此,对电网的网架结构进行统一、科学的规划是智能电网发展首要的根本性任务。

分布式发电是靠近它服务负荷的小规模电力发电技术,它能够降低成本、提高可靠性,减少排放量和扩大能源选择。在可再生的清洁能源中,太阳能和风能由于其在地理上天然分布式的,因此分布式的太阳能和风能的发电技术受到广泛的重视。许多国家制定政策,推广其大量应用。风电由于价格下降,其推广应用的前景已被认知。

事实上,技术上的新进展也已展示了太阳能发电的良好前景,可望在未来 10 年左右能够具有市场竞争力。属于分布式电源的还有小型、微型燃气轮机(如冷热电联产系统,英文是 Combined Heat and Power,简记为 CHP),以及小规模储能和下边将介绍的需求响应等。未来的几万千瓦的微型核电也在视野当中。

随着技术的日益进步,可预见未来的电网会逐渐摆脱过去单一集中式发电的模式,而转向分布式发电辅助集中式发电的模式。请注意丹麦在

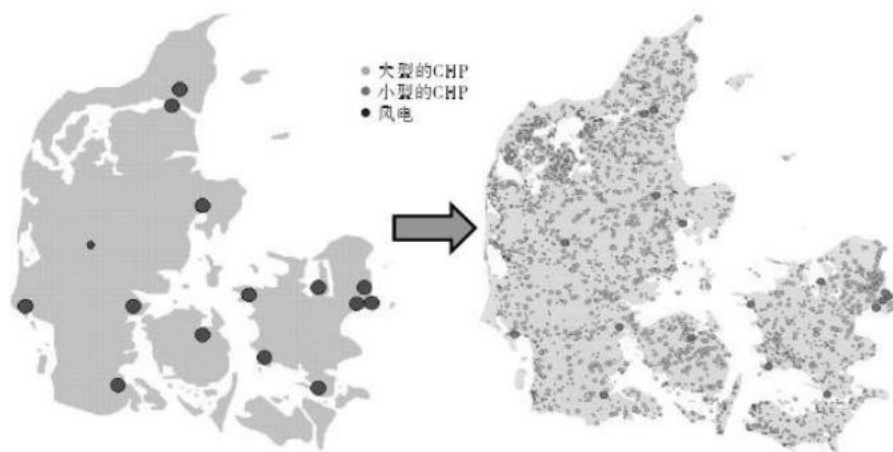


图 1 丹麦发电行业在过去 20 多年的演变

Fig.1 Denmark's evolution over the last two decades

过去 20 多年的进程，如图 1 所示(此图来源为丹麦能源局)，它的电网在 20 世纪 80 年代中期还是一个集中式的系统，而今天则成了更为分散的系统。

当大量的分布式电源集成到大电网中时，多数是直接接入各级(如 110,kV 及其以下电压等级的)配电网，使得电网自上而下都成了支路上潮流可能双向流动的电力交换系统，从而出现了如何处理数以万计的分布式电源和应对其发电的不确定性和间歇性，以确

保电网的可靠性和人身与设备安全的问题。然而，现时的配电网络是按单向潮流设计，不具备有效集成大量分布式电源的技术潜能。