

智能化配电网与配网设备产业展望

作者:冯锐

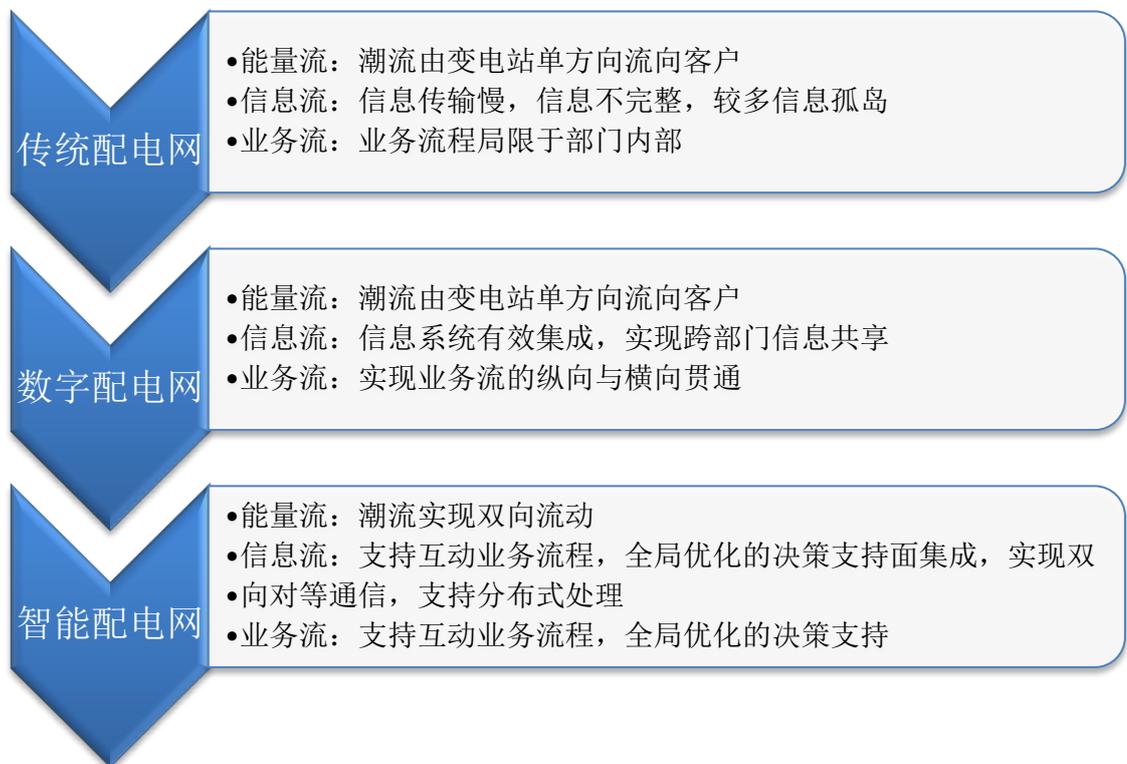
《电网“十二五”规划》对智能配电网提出了安全可靠、优质高效、灵活互动的三大目标，其核心内容之一是使配电网具有更高的供电可靠性，具有自愈（重构）功能，最大限度减少供电故障对用户的影响。

智能配网是智能电网的关键环节之一。配电网是由线路、杆塔、配电变压器、开关、无功补偿装置以及附属设施等组成的在电力网中起分配电能作用的网络，通常电压等级在 110kV 及以下，但在负载率较大的特大型城市，220kV 电网也有配电功能，目前国内配电网多是指 35kV 及其以下电压等级的电网。配电网是整个电力系统与分散的用户直接相连的部分。

一、我国配电网发展情况

我国配电网经历传统配电网、数字配电网、智能配电网三个发展阶段，目前我国正进入智能配电网建设的初期阶段。

图：我国配电网发展历程



二、我国配电网现状

1. 国家电网公司城市配网设备规模

	配电线路数量	配电线路长度	配电变压器	配变容量	开关
全部 6-20 千伏	197757 条	2823996 公里	3675552 台	709271 兆伏安	1939103 台
全部 35 千伏	18577 条	183727 公里	10508 台	99253 兆伏安	43808 台
城市 6-20 千伏	76257 条	514496 公里	790005 台	292123 兆伏安	1209789 台
城市 35 千伏	5669 条	42490 公里	3745 台	51079 兆伏安	12059 台
城市架空线路绝缘化率:48.2%					
城市电缆化率:39.5%					

数据来源：英大证券研究所

2. 国家电网公司配网网架结构

	单辐射比例	联络线比例	平均联络点	线路满足 N-1 比例	大于 4 公里 干线比例	平均分段点
总体现状	43.5%	56.5%	1.52 个	52.7%	42.9%	1.89 个
城网现状	26.3%	73.7%	2.41 个	65.8%	23.7%	2.01 个

数据来源：英大证券研究所

3. 国家电网公司配网装备水平

	配电线路			超过 20 年设备比例				自动化比例		
	电缆化率	绝缘化率	开关无油化率	线路	配变	开关	开闭站	配电站	环网柜	开关 (三遥)
总体现状	12%	23.6%	96.6%	18.9%	6.6%	2.8%	17.3%	3.7%	5.3%	6.7%
城网现状	43.4%	69.8%	98.9%	14.3%	6.1%		18.2%	7.0%	4.7%	8.7%

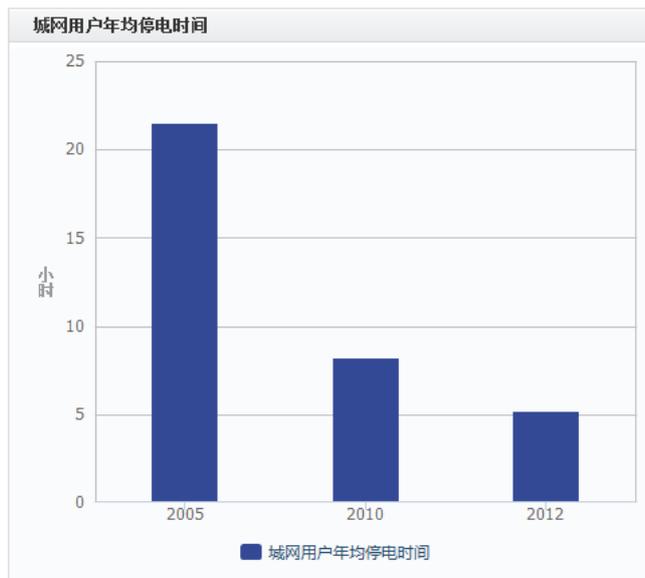
数据来源：英大证券研究所

三、智能配电网建设的市场需求

1. 配电网可靠性对用电的影响

要提高供电可靠性，必须重点关注配电网。目前在电力系统中，配电网是影响用户供电可靠性的短板。根据数据统计，扣除缺电因素，目前我国用户的停电时间 95%以上都是由配电网引起的。提高配电网的供电可靠性和供电质量，是实现人民安居乐业、经济发展、生活富裕的重要保证。

对于现代城市，由于大量使用电梯和轨道交通，停电可能带来较为重大的人身安全问题，因此通过配网改造提高电网可靠性更加重要。



数据来源：Wind 资讯金融终端

2. 分布式发电对配电网的要求

以集中发电、远距离输电和大电网互联为主要特征的电力系统是目前世界上电力生产、输送和分配的主要方式。近年来，由于太阳能、风能等新能源的迅速发展，分布式发电 DG(Distribute Generation)对电网，特别是配电网的影响越来越大，可能会对整个配电网从结构到设备上产生巨大的影响。

分布式发电，是指满足用户特定的需要、支持现有的配电网经济运行或者同时满足这两方面要求，在用户现场或靠近用户现场配置的功率为小型，与环境兼容的发电机组。目前增量最快的是分布式太阳能、风能等新能源发电方式。从目的上说，新能源发电可以增加电力系统的电量，减少电力系统对一次能源的消耗。特别是对化石能源缺乏、人口密集能源需求大的地区，通过分布式新能源发电可以很好的缓解能源需求紧张和环境压力。

将分布式发电(DG)系统集成到现有的配电系统中，是今后分布式发电的发展趋势。但是把大量的 DG 系统接入配电网会对配电系统的结构和运行产生很大的影响。其影响范围包括网损、线路上潮流、电压、电能质量、系统保护、可靠性、故障电流等方面。配网智能化技术的不断提高，更加广泛的应用将是解决以上问题的重要步骤。

3. 电改涉及的智能配电网建设和配网自动化需求

电改文件要求通过信息技术实现需求响应，区域电网、新成立的售电配电公

司需要配网自动化、能源互联网技术提供支持。

电改之前，由电网公司负责电力的调度、运行、输送、配送、运行、检修、销售、故障处理，而电力设备公司仅负责提供一、二次设备，部分电力设备公司在电网公司的安排下负责设备的安装、调试、试运行，电网公司有能力处理几乎所有业务。

而随着电改的实施，多种售电主体将成立，供水供气公司、光伏发电企业、电力设备企业、高新技术开发区等都可能进入售电行业，而此部分公司不具备电力控制保护、调度、运行、检修、故障处理、配网建设的经验及能力。我们认为，此类售电主体，将需要专业的调度、运行、检修、控制保护、故障处理公司作为支持。

为解决此类问题，电改文件明确，积极开展电力侧需求和能效管理，通过运用现代信息技术、培育电能服务、实现需求响应。按照文件规划，当前我国的电力市场上，提供控制保护、调度运行、故障录波等二次设备的公司，将可能为新成立的小型电网公司提供相关技术支持，并从设备销售向技术支持、调度运行转型。二次设备公司甚至可能参与电力销售收入的分成。而能够提供一、二次设备融合及整体解决方案的全产业链化电力设备供应商将具有更广阔的市场空间，上市公司包括许继电气、思源电气等企业。

四、我国智能配电网及配网设备产业发展方向

1. 智能配电网发展趋势

配电网现在的趋势：强调引入分布式能源之后的双向潮流状态下的稳定控制、电能质量；强调用户交互，随着测点增多和实时性要求后台软件将面临真正海量数据、移动互联技术使得巡视、维护、检修与远程办公融为一体（主动配电网）。

配电网未来可能的方向：分布式智能微电网和配电网的融合交叉；环形配电网（继电保护的革命）；直流配电网和交直流混合配网。

具体方向如下：

1) 加强监控。采用更加经济、可靠、先进的传感、通信和控制终端技术，实现对配电网运行状态、资产设备状态和供电可靠状况的实时、全面的监视，实现配电网的可观测性。

2) 提高可靠性和电能质量。研究智能配电网控制理论和方法，实现电网自

愈控制；研究分布式电源并入配电网运行控制与保护技术，优化发输配用各环节的协调调度；研究利用电力电子技术，实现电能质量控制和电能的灵活分配，降低损耗、提高供电可靠性和电能质量。

3) 国家电网公司对智能配电网的定位：(1) 以覆盖全部配网设备为基本考虑；(2) 以信息资源综合利用为重要手段；(3) 以配网调度/生产指挥为应用主体；(4) 以提高配网管理水平为主要目的。

4) 智能配电网发展的五个具体层面

电能输送	由于分布式电源、储能以及微网的大量应用，电能不仅可以从变电站输送到用户，部分电能也可以从用户端或配电站所将电能反送到电网中
设备层面	智能化设备具有信息就地处理能力；广泛安装的传感器能够对设备缺陷和健康状况进行自我检测
监控层面	快速判断系统发生变化的原因，进行快速仿真分析其后果，并快速生成控制策略；实现智能控制系统对人工的替代，系统具备自动恢复到安全状态的能力，现电网的自愈功能
通信层面	灵活采用多种通信介质，实现智能设备间、以及设备与控制系统间双向的、集成化的通信
信息层面	信息系统不仅实现有效集成与共享，而且要实现电力企业内部以及外部的信息交互
业务层面	实现电力企业内部和外部的业务互动，实现全局优化的决策支持

2. 配网设备产业发展方向

配网设备产业将依然遵循配网自动化的核心技术为发展方向，以技术和质量为核心竞争推动产业的整体发展。配网自动化的核心技术包括：

1) 配电数据通信网络。

2) 先进的传感测量技术，如光学或电子互感器、架空线路与电缆温度测量、电力设备状态在线监测、电能质量测量等技术。

3) 先进的保护控制技术,包括广域保护、自适应保护、配电系统快速模拟仿真、网络重构等技术。

4) 高级配电自动化。

5) 高级量测体系(Advanced Metering Architecture ,AMA)是一个使用智能电表通过多种通信介质，按需或以设定的方式测量、收集并分析用户用电数据的系统。

6) DER 并网技术，包括 DER 在配电网的“即插即用”以及微网(Micro Grid)两部分技术内容。

7) DFACTS 是柔性交流输电(FACTS)技术在配电网的延伸，包括电能质量

与动态潮流控制两部分内容。

8) 故障电流限制技术，指利用电力电子、高温超导技术限制短路电流的技术。

基于以上技术发展的情况，市场将催生一批以智能配电网设备为主要产品和提供智能配电网整体解决方案的高技术电力设备公司。