配电网结构优化在淮安智能电网中的应用

为有效指导淮安智能电网的进一步发展，提出配电网结构优化在淮安智能电网中的应用。配电网结构优化在智能电网中的应用方式包括多时差递进式、多层次结构式、多时段运行式和多系统分布式四种。在保持接线电源稳定的情况下，对配电网综合结构优化在智能电网中的应用进行规划，有效提升了配电网的电流控制能力和电流输出质量，保证淮安智能电网的高效运行，为我国电力系统建设提供理论依据和参考。

李 峰 孙 波 王 轩 李海涛 徐子鲲/国网淮安供电公司

李 峰/高级工程师

关键词/Keywords
配电网·
结构优化·
智能电网·

0 引言

现阶段，人们对电力系统的需求在不断增加，这就使得电力系统运行过程中配电不足或是配电不及时现象经常发生，严重限制了我国电力系统的进一步发展[1]。本文通过四个方面分析了配电网结构优化在淮安智能电网中的应用方式，包括多时差递进式、多层次结构式、多时段运行式和多系统分布式。在实际智能电网的应用过程中，结合淮安市经济发展特点和位置因素，选择最佳的配电网接线方式进行配电，降低配电过程中的能源消耗，节省配电成本。应用结果表明，配电网的结构优化对智能电网的应用有重要意义，可以提升配电网的电流控制能力和电流输出质量，进而提高淮安智能电网的运行效率。

1 配电网结构优化在智能电网中的应用方式

为了通过优化配电网结构实现智能配电网的高效运行，要在多个不同时段进行配电网结构优化在智能电网运行过程中的应用尝试，同时获取配电网运行过程中的信息差别，并将差别信息的来源确定到固定元件，以使智能电网在运行过程中的差别信息和方法具有确定的相关性[2]。以局部协调整体的思路，对配电网的结构优化进行应用，从而提高智能电网供电的可靠性，实现智能配电系统的高效运行。配电网结构优化在智能电网中的应用方式主要包括多时差递进形式、多层次结构式、多时段运行式和多系统分布式四种。配电网优化应用结构如图1所示。

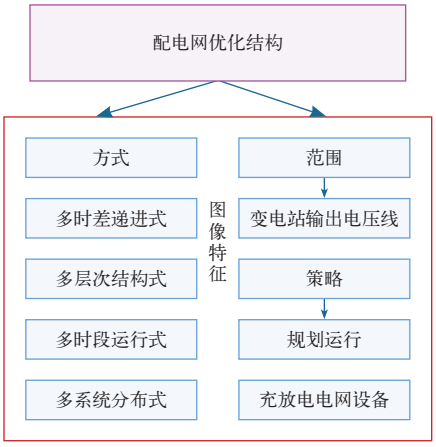

图1 配电网优化应用结构

1.1 多时差递进式

长时间的结构优化考虑到智能电网的应用规划与调度的关系，利用多媒体信息技术将调度负荷降到最低，避开差峰值。采用创新性的优化方法进行与配电网的协调应用，降低结构优化的风险，优化馈线联络点采用分散式的充放电设备，可将负荷线路中断，实现智能电网的安全应用。

智能电网在夏季和冬季的用电负荷量最大，因此对配电网的需电量和供电量进行调度优化最为合理。对负荷电量较高的配电网结构，设置长时间的供电削减参数，直至峰值降低，配电网将自动调度为原始参数进行供电。对于供电能力充足的配电网，降低峰值是结构优化的重点，而对于低负荷的配电网[3]，就要保证所有负荷的供电量保持在合理范围内，允许对已经输出的电量进行过滤操作，将用不掉的负荷电量进行储存，为下次的供电不足提供充足的供电基础。现阶段，淮安智能电网已研发出具有太阳能光伏发电的配电网设备，只要利用太阳能光伏进行发电操作，就可以将光能转化为电能直接利用。太阳能作为优先发电的载体，在阴雨天并不适用，因此开发风力发电的配电网以备不时之需，为智能电网提供充足的负荷供电。

1.2 多层次结构式

多层次的结构优化可以对配电网的馈线设备进行单相接地绝缘测试，尽可能避免接线发生凸起、断裂等故障。在发生电网故障的瞬间能够快速智能地对故障进行处理，实现对智能电网安全的预防控制。将配电网结构中的电压、电流信号控制在额定范围内，模拟操作电网装置的运行状态[4]。对配电网在配电前后的开关状态进行传输，将开关内容直接传递给馈线，再由馈线连通系层和变电站，控制中心再将接收到的开关内容执行开关控制命令，控制电网故障中需要锁定的开关，触发开关控制继电器，分合相应开关，完成对智能电网的开关控制。

1.3 多时段运行式

基于多时段运行的运行方式在配电网络优化调度过程中，考虑到现阶段淮安智能电网的分布情况，在配电网结构优化中对时间和区间进行划分。根据每个时间段配电网运行方式的不同，将配电网最优的结构应用在智能电网中。

在满足闭合开关操作约束的前提下，将配电网的机构优化周期控制在24 h内，对配电网的运行时段进行运行式的调整，使得配电网在每一时刻的运行过程中都能保持最优的应用状态。设定淮安智能电网中配电网的优化调度目标主要为调度对象，将优化周期内的电网损耗降到最低，则运行过程输出的函数方程为

$$\int_b^c P_{\mathrm{los}}(t)\mathrm{d}t \tag{1}$$

式中，$P_{\mathrm{los}}(t)$为某一时段内的电网损耗；b为结构优化周期；c为配电网优化总时长。

实际配电网优化过程中为了便于统计优化数据，采用梯形曲线代替配电网的实际优化曲线[5]，在忽略最小和最大时间段的电网电流和电压的波动情况下，将连续变量撤销掉，注重分析配电网结构的变化趋势。连续目标变量的函数方程为

$$\min\sum_{t=1}^{T}P_{\mathrm{los}}(t)\Delta t \tag{2}$$

式中，Δt为配电网优化一个结构的时段长度；T为优化过程中消耗的时间段的总数目，假设优化周期为1天，则$T=24$。

由于配电网的结构复杂，造成其优化过程频繁的现象，大大降低智能电网电源开关的使用寿命。因此，优化过程中，除了要满足静电约束外，还要增加对整个优化过程中的开关动作的次数限制，限制方程为

$$N_{\mathrm{mix}}\leqslant N_{\max} \tag{3}$$

式中，N_{mix}为优化过程中触发的开关动作；$N_{\max}$为开关动作最大限制次数。

具有运行式的动态优化结构可以保证多时段的配电网运行状态稳定，为智能电网提供充足的配电源。通过分析配电网中的负荷特性建立电流的变化指标，利用电流的指标变化，将配电网结构优化的时间和区间进行指标性划分。同时采用多时段编码的形式解决配电网开关状态的协调工作[6]，利用配电集群算法对配电网故障结构进行重新构建与优化，使得在整个优化周期内，优化电流的总消耗在满足静态约束下将配电网的开关动作次数降到最低。

1.4 多系统分布式

分布式的配电网结构优化的原理是对配电网内部的各系统逐一执行优化命令，通过对分布式

的电源输出率进行计算，将优化算法执行到电源输出方式中，再对高频电源进行分解优化，最后将优化后的电源功率值输出，完成对配电网输出电压结构的优化。具体优化流程如图2所示。

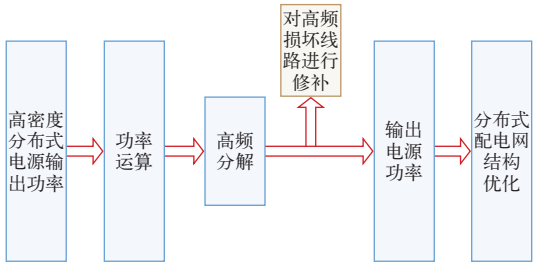

图2　分布式配电网优化结构

配电网结构在优化过程中，通过改变电源功率的波动形式[7]，将高密度的电源以分散的形式进行功率输出优化，对优化后的输出功率按照波形长短的方式分为高频段和中频段功率。高频段波形可以有效地抑制凸出功率，中频段将最适合配电网输出功率的波形进行重新拟定。控制中心将接收到的不同等频率形式的功率波形进行复刻操作，并且控制配电网其他子系统的充放电装置，保证最终配电网的输出功率处于标准范围内。优化后的多系统分布式的配电网具备储能系统，可以将风能和光能发电的电能进行储存，一旦在无风、无阳光的天气时，储能系统自动将储存的电能贡献出来，为智能电网提供充足的电能。除此之外，储能系统还具有可充电可放电的运行特性，能够改善配电网发电的间歇性与波动性，将配电网的发电效率保持在平稳的状态下进行发电工作，从而实现多系统分布式的电源接入，达到对配电网结构优化的最佳效果。

2　配电网结构优化在智能电网中的应用过程

智能电网在运行过程中，开关传感器的灵敏度和准确度是提升智能电网运行效率的关键点。使用自动化控制设备[8]，对电网开关分销网络进行合理布置，将配电网结构优化的要点串联，形成一个强大的智能电网控制系统，有效地为网络空间提供技术支持。智能电网控制系统线路如图3所示。

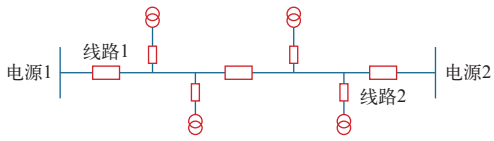

图3　控制系统线路

智能电网中的开关创新，利用智能传感器改善开关本身对配电网的控制能力，确保分销网络能够准确地获取配电网的电流传输动作，并且在相关位置设置合理的开关布局，形成整个智能电网的控制关键点，发挥自身的自动控制功能。

在实际配电操作过程中，结合配电网的实际配电情况进行合理设计。其初始状态的运行效果和终端显示器上最终呈现的效果是有所差别的，这一过程中出现的误差是不可避免的。因此为了降低误差，将主站和终端设备利用光纤网络连接起来。采取实时通信的方式对配电操作的电流输出结果进行对比，扩大智能网络的应用范围和规模。为了适应配电网结构优化的需求，将配电网的传输线路作细微调整，使其传输路径顺应配电网结构的发展，提高与智能电网的交流能力。

3　配电网结构优化在智能电网中的应用结果

配网络的结构优化在智能电网中的应用广泛，运行过程中不需要大量技术人员进行其他维护工作，智能电网可利用自身的优化结构进行控制，对智能电网的一系列设备操作使用智能化的方式运行，实现智能电网的自动化操作。

智能电网的应用过程中，配电网的结构优化处于一个协调指挥的地位[9]。合理的配电网结构优化，可以增强智能电网的协调能力，提升配电网的配电能力，并保证智能电网运行中的量测信息量和信息质量。通过对配电网线路、电流和电源的合理优化，对配电网各个子系统的运行方式进行优化，保证各个元件的配电效率，将配电消耗降到最低，节省配电网的配电成本。依靠调控员的经验，探索出符合我国配电网形式的结构优化方式。从配电网工作性质本身提升其配电能力，提高配电网的实际运行效率，保持对输出电流的

实时维护，减少电源的开关次数，将电源开关控制在合理范围内，降低电流损耗，保证配电网在智能电网中合理、科学地进行配电工作，提高配电网的配电效率。

通过对配电网结构优化在淮安智能电网中的应用结果进行分析可知，现阶段我国电力系统的创新与发展，离不开配电网结构的优化。探索出符合我国智能电网的优化模式，对配电网在智能电网中的应用发挥着越来越重要的作用，并得到了广泛的应用和发展。未来我国电力系统的发展重点主要放在优化配电结构和削减电力消耗之上，将绿色发展理念应用到配电网结构的优化中，在提高配电网的配电技术的同时，将能源消耗降到最低，促进我国电力系统的可持续发展。

4 结束语

本文对配电网结构优化在淮安智能电网中的应用方式、应用过程及应用结果进行分析。建立多时差递进式、多层次结构式、多时段运行式和多系统分布式的应用策略，并设计配电网结构优化在淮安智能电网中的应用过程，实现对配电网的电流和电源的有效控制，保证配电网的输出电流量和输出质量，提高淮安智能电网的工作效率，促进我国电力系统的发展。

参考文献

[1] 陈敬德，盛戈皞，吴继健，等．大数据技术在智能电网中的应用现状及展望 [J]．高压电器，2018，25 (1)：35-43．

[2] 刘宁，赵飞．虚拟局域网技术在智能电网中的应用研究 [J]．电源技术，2016，40 (7)：151-152．

[3] 樊会丛，赵建华，邵华，等．无线公网2G/3G技术在智能电网中的应用 [J]．光通信研究，2016，53 (4)：75-77．

[4] 张根周．大数据在智能电网领域的应用 [J]．电网与清洁能源，2016，32 (6)：114-117．

[5] 张雪松，周旋，李卓，等．面向能源互联网的未来配电网优化规划 [J]．电力建设，2017，38 (2)：45-51．

[6] 王钦，蒋怀光，文福拴，等．智能电网中大数据的概念、技术与挑战 [J]．电力建设，2016，37 (12)：11-14．

[7] 叶笑莉，赵洁，刘涤尘，等．考虑风电接入的配电网双阶段优化重构策略 [J]．水电能源科学，2017，26 (5)：195-199．

[8] 王丹，田杰，毛承雄，等．智能电网中的电子电力变压器：改善电力系统可控性 [J]．电工电能新技术，2017，36 (5)：21-33．

[9] 夏立萌，郭飞，顾颖，等．基于模拟子站的智能电网调度控制系统集成调试方法 [J]．电气工程学报，2018，13 (6)：42-48．

（收稿日期：2018－06－15）EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告