

配电网优化控制方法

华北电力大学工商管理学院 赵振宇, 高云, 叶海龙 阅读次数: 0

1 国内外研究现状

配电网优化控制的内容和相关算法很多,而其实际产品则主要以优化控制软件的形式出现。这些优化控制的软件的内容通常包括潮流计算、补偿电容器自动设计、联络断路器自动设计、新增负荷自动选点、短路电流计算、网络负载率均衡、配电网可靠性分析、配电网薄弱环节分析、配电网运行安全性分析等一些方面。

目前国内配电网优化控制分析的水平还不够高,有些地方还处于手工分析的阶段,对于多方案的合理性及经济性的比较更是困难。通过对电力行业需求的调研,目前国内自主研发的“配电网规划优化控制分析”类型的软件并不多,多数都是应用在输电网,在配电网的应用上还处于研究阶段。而在国外产品中,有美国的PTI公司的PSS/U、葡萄牙的TPlan等一些软件,由于国外配电网与国内配电网有很大的不同,所以无论在技术上还是在实际的操作中,这些软件也不完全适合中国配电网的特点,并不适合全盘引入。

2 配电网优化控制的基础数据

配电网的优化控制首先需要配电网相关基础数据的支持,由于配电网深入城市中心和居民密集点,传输功率和距离有限,并且各地供电容量、用户性质、供电质量和可靠性要求差别很大,所以必须要提供比较完整的配电网基础数据来做优化控制。这些基础数据大体可以分为两类,一类为配电网设备基础数据,一般数据包括变压器型号、容量、分接头、上级等效阻抗,配电网线路的型号、长度、台变容量等;而另一类为配电网运行数据,一般包括配电网运行可靠性、电压合格率、线损率、负载率等。而若要进一步做规划分析时,还需要有各行业5年以上的电量数据,规划年内新增点负荷数据,当地国民生产总值增长率,变电站5年以上负荷数据,配电网GIS图,规划用地图等,如果还要进行其它一些指标计算,则相应的需要更多的配电网数据作为支持。

3 配电网优化控制方法

预防控制。为了降低预想事故集中的扰动带来的损失,减少事故后的操作代价,使系统从不安全状态回到正常状态,所采取的一系列控制措施。

紧急控制。如果系统进入紧急状态,此时进行的防止事故扩大的操作称为紧急控制,使系统进入待恢复状态。

恢复控制。对处于待恢复状态的系统,需要采取负荷转供和负荷切除等手段,以最快的给尽可能多的失电负荷恢复电能供应。本文将重点讨论恢复控制中的网络重构、电容器投切以及相关的综合优化方法。

3.1 配电网网络重构

配电网网络重构是通过选择分段开关、联络断路器的开合状态,来改变网络的拓扑结构,以达到减少网损、平衡负荷、提高电压质量、实现最佳运行方式的目的。网络重构是一个比较复杂的问题,它是网络结构的优化,从数学模型来看,属于非线性组合优化问题。如果系统的网架结构和电气状况允许,对每一个单重故障,将可以找到多个可行的转供方案,方案越多,则可以粗略的认为该系统的网架结构越坚强。

在树枝没有联络断路器存在的配电网中是不存在重构问题的,所以配电网网络重构理论的推导都是基于配电网具有环形结构开环运行的网络。在配电网中存在大量的常闭分段断路器和少量的常开联络断路器,随着负荷的波动或者故障的原因,各条馈线在轻载与重载之间转换,配电网的结构允许其开合交换支路,平衡各条馈线之间的负荷,这不但可以增加各条馈线的稳定裕量,消除过载,提高其安全性,还可以提高总体的电压质量,降低网损,提高系统的经济性。

配电网重构是一个有约束的、非线性、整数组合优化问题，通常以网损最小为目标函数，以电压质量、线路变压器容量等为约束条件，目前配电网网络重构的算法有很多，诸如最短路径法、遗传算法、快算支路交换算法、穷举搜索法等，这些算法都在处理目标函数上，在不同的方面取得了一定的进展，但是考虑到网络重构在实际中仅是配网优化控制的一个方面，是在多目标决策下的一种优化，还需要受到其它优化目标的限制，所以这些网络重构算法在实际应用中还需要做一定的调整。

3.2 电容器的投切

电容器投切在一般的配电网优化中，主要作用就是改善电能质量和降低网损，电容器的投切对配电网的优化控制有着很重要的意义。长期以来，研究规划阶段电容器优化配置的文献比较多，对运行中电容器优化投切的研究还非常有限。后来许多学者就电容器的投切策略做了大量的研究，还有些学者针对配电网的模型进行了研究，并对相应的算法做了进一步改进。比如在中、低压配电网中，三相负荷由于是随机变化的，且一般不平衡，但大多数对电容器优化投切的研究是建立在三相负荷平衡的假设条件上的。三相负荷不平衡会导致供电点三相电压、电流的不平衡，进而增加线路损耗，同时会对接在供电点上的电机运行产生不利影响。因此许多学者开始研究三相模型，其中有人提出了一种配电网中三相不平衡负荷的补偿方法，还有些文献利用三相负荷模型进行电容器优化投切的研究，取得了较好的效果。

就优化方法而言，不少文献和著作都介绍了各种各样的算法，具体可以分为两类：数学模型的解析算法和优化问题的人工智能算法。前者主要有非线性规划、线性规划、整数规划、混合整数规划和动态规划等算法；后者有人工神经网络算法、遗传算法、模拟退火算法、Box算法和Tabu搜索法等现代启发式算法。解析算法迭代次数少，收敛速度快，但得到的往往是局部最优解。智能算法计算速度较慢，但在全局最优性方面较好。在实际应用中，采用解析类算法的相对多一点。

3.3 综合优化

如果将考虑安全性的网络重构和电容器投切结合起来，这就是计及安全性的配电网综合优化。配电网网络重构是一个有约束的整数规划问题，配电网电容器投切是个非线性整数规划问题，即使单独考虑其中一个问题就已经十分复杂，若将它们综合起来考虑就会更加复杂，网络结构的优化影响着电容器投切，电容器投切又反过来影响网络结构的优化，二者相互影响。

对大规模配电网而言，有一种解决办法就是将综合优化问题分解成网络重构和电容器投切两个优化子问题，对这两个子问题进行交替迭代逐步逼近最优解。即在重构算法的优化过程中所得到的每一个可行重构方案的基础上，加载电容器投切过程，得到基于该重构方案的一个综合优化解，然后依据目标函数交替迭代，向最优解不断逼近，直到获得最终可行方案。这种配电网预防控制的综合优化方法，由于所针对问题及求解过程的复杂性，使得在线应用具有一定的困难，一般用在离线的运行规划、安全性分析与调度当中。

电容器采用基于遗传算法的投切方法进行计算，在现有的补偿设备基础上，以网损最小为目标，在满足电压约束前提下，使整个网络有功损耗最小。

而网络重构通过仿真配电网潮流的计算和网损的评估，来对配电网进行重构，确定最优网络结构，整个程序的流程如图1所示。

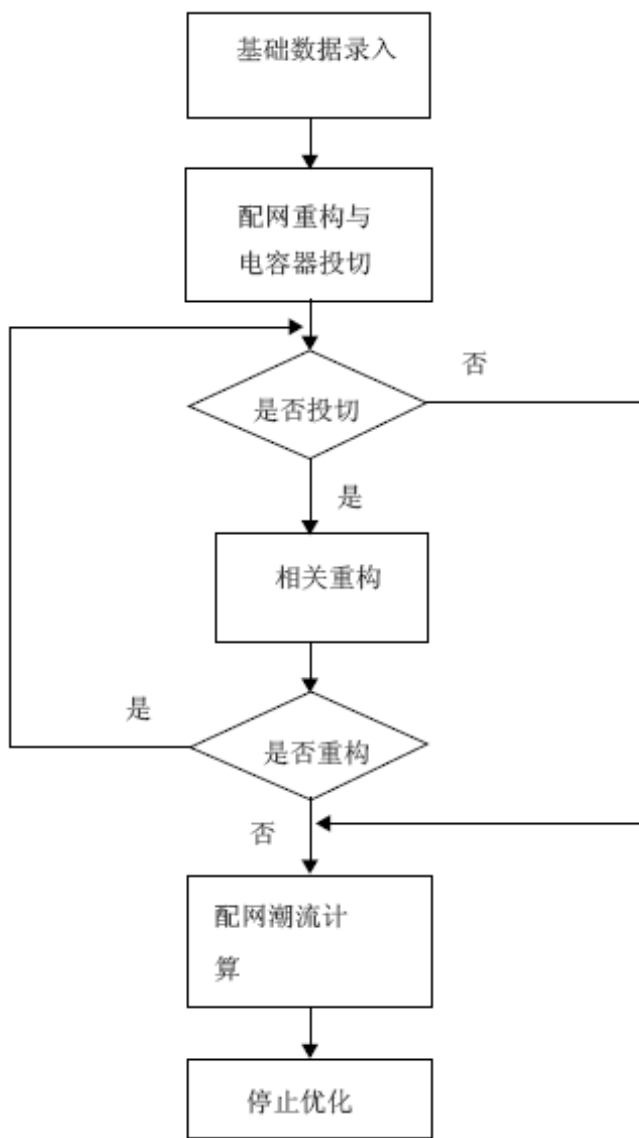


图1 优化控制流程

该程序在如下的一个算例中进行了验证，该算例为3个系统的3组数据，如表1所示。

表1 配电网综合概括

系统	有功损耗 /kW	无功补偿度 /%	最低电压 /kV	重构 /投切次数
A	1223.6	26.9	0.946	2/1
B	526.4	68.5	0.972	2/1
C	212.3	12.8	0.897	2/1

对三个系统的数据分别进行了电容器投切、配电网重构以及综合优化三种优化方法的测试，测试的结果如表2所示。

表2 配电网优化效果比较

系统	优化前	只做投切		只做重构		综合优化	
	网损/kW	网损/kW	降损	网损/kW	降损	网损/kW	降损
A	1223.6	1160.3	5.2%	998.2	18.4%	1032.6	15.6%
B	526.4	510.3	3.1%	486.2	7.6%	506.8	3.7%
C	212.3	206.9	2.5%	185.8	12.5%	197.1	7.2%

从结果可以看到，若单纯以配电网的网损作为衡量指标，则只做电容器投切的算法效果最好，综合优化的次之，重构的效果相对最差，但是从配电网整体综合优化的角度来看，综合优化的方法则有可取之处，具体选择哪一种算法，需要根据实际配电网

的运行情况来加以考量。

4 结束语

配电网优化控制方法在理论上已经有许多控制的方法，但在实际的应用过程中，由于存在着许多不确定因素，如环境因素、政府政策等，最优化的结果很可能是个综合、折衷的结果，而不是单方面优化后的最佳结果。配电网的运行是多个指标的综合体现，在具体的操作中，可以考虑如何将这些约束条件进行简化处理，并进行综合考虑，从而达到配电网优化运行的目的。

来源：《农村电气化》

看后感：

发表看法：姓名： 匿名：

[编读往来](#) | [会员服务](#) | [我要发布](#) | [站点导航](#) | [网站地图](#)

©中国农村电气化信息网 版权所有

指导部门：原国家经济贸易委员会电力司

主办单位：农村电气化期刊社(中国电力企业联合会农电分会、中国电机工程学会农村电气化分会)

北京天衡可再生能源有限责任公司

承办单位：北京天衡可再生能源有限责任公司



联系方式： 电话：010-87581178 传真：010-87581052