

[配电网]

区域配电网规划设计原则的研究

文/国网北京市电力公司怀柔供电公司 谷哲飞

近年来随着我国经济的快速增长，城乡人民生活水平不断提高，城市化进程的逐步深入，如何结合地区自身的特点制订配电网规划，有效地满足地区经济建设和社会发展的需要，已经成为电网规划人员的重要研究课题。

电网发展规划是供电企业远景发展的总体设想，是带有战略性、纲领性、全局性的计划，是所在供电区域国民经济和社会发展规划的重要组成部分。对解决地区配电网现状存在的诸多问题，指导配电网建设工作，持续优化配电网网络结构，保障地区国民经济的快速增长，具有很大现实意义。

配电网规划编制流程和主要内容

1. 配电网规划的编制流程

规划编制的主要流程包括：①配电网现状分析。②负荷预测。③制订技术原则。④电力（电量）平衡。⑤确定远期配电网的初步布局，作为编制分期规划的发展目标。⑥根据预测负荷和现有的电网结构，经过分析计算，编制近期的分年度规划和中期规划。⑦根据近、中期规划确定的最后阶段的城网规模和远期预测的负荷水平，编制远期规划。

2. 配电网规划的主要内容

1) 配电网现状分析：主要分析城市的功能定位、社会经济发展情况、电网的布局以及负荷分布的现状。

2) 负荷预测：进行负荷预测，包括总量、分区和空间负荷预测。由于影响负荷需求的不确定性因素较多，负荷预测可采用多种方法进行。应该提出2~3个预测方案，并选定一个方案作为规划设计的基础。

3) 规划目标和技术原则：确定规划各分期的目标、电网结构的原则、供电设施标准及技术原则，其中规划技术原则应具有一定的前瞻性、适应性、差异性。

4) 电力（电量）平衡：进行有功（无功）电力和电量平衡，提出对电网供电电源点（220 kV 及以上的变电站、（地方）发电厂等）的建设要求。

5) 分期规划：通过科学计算校核（如潮流计算、“N-1”校核、短路电流计算等，必要时还应进行稳定计算校核），进行多方案技术经济比较，提出新建变电站的站点位置、线路路径方案，最终确定分期末及各规划水平年的目标网架，并给出电网现状及各分期末的城网规划地理接线图。

6) 确定建设规模：确定变电站的站址、容量及无功补偿容量；确定线路的路径和线径；确定分期建设的工程项目及其建设规模。

7) 确定投资规模：根据建设规模估算相应项目的投资水平，确定各电压等级的投资规模，汇总各规划水平年需要的静态投资，得到配电网规划的总投资。

配电网规划相关理论

1. 负荷预测理论

(1) 指数平滑法

该方法是常用的预测方法之一，指数平滑法的基本思想是加权平均。

(2) 趋势外推法

就是根据负荷的变化趋势对未来负荷情况作出预测。

(3) 时间序列法

时间序列预测方法可分为确定型和随机型两类，确定型时间序列作为模型残差用于估计预测区间的大小。随机型时间序列预测模型可以看作

一个线性滤波器。

(4) 回归分析法

回归分析法就是根据负荷过去的历史资料，建立可以分析的数学模型，对未来的负荷进行预测。

2. 供电可靠性准则

电网规划考虑的供电可靠性是指电网设备停运时，对用电客户连续供电的可靠程度，应满足：电网供电安全准则、满足客户用电的程度。

(1) 配电网供电安全采用“N-1”准则，即：变电站中失去任何一回进线或一台降压变压器时，不损失负荷。

高压配电网中一条架空线，或一条电缆，或变电站中一台降压变压器发生故障停运时：在正常情况下，不损失负荷；在计划停运的条件下又发生故障停运时，允许部分停电，但应在规定时间内恢复供电。

中压配电网中一条架空线，或一条电缆，或配电室中一台配电变压器发生故障停运时：在正常情况下，除故障段外不停电，并不得发生电压过低，以及供电设备不允许的过负荷；在计划停运情况下，又发生故障停运时，允许部分停电，但应在规定时间内恢复供电。

低压配电网中，当一台变压器或低压线路发生故障时，允许部分停电，待故障修复后恢复供电。

(2) 满足用户用电的程度：为了提高用户用电的满意度，电网故障造成用户停电时，原则上允许停电的容量和恢复供电的目标是：两回路供电的用户，失去一回路后应不停电。三回路供电的用户，失去一回路后应不停电，再失去一回路后，应满足 50%~70%用电。一回路和多回路供电的用户，电源全停时，恢复供电的时间为一回路故障处理的时间。开环网路中的用户，环网故障时需通过电网操作恢复供电的时间为操作所需的时间。

考虑具体目标时间的原则是：负荷愈大的用户或供电可靠性要求愈高的用户，恢复供电的目标时间应愈短。可分阶段规定恢复供电的目标时间。随着电网结构的改造和完善，恢复供电的目标时间应逐步缩短，若配备自动化装置时，故障后负荷应能自动切换。

变电站选址优化理论

1. 等负荷原则

假定各负荷点的性质相同，且具有相同的计算负荷、功率因数以及全年用电量，其目标函数定义为

$$\min C = \sum_{i=1}^n [(u-x_i)^2 + (v-y_i)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中， n 为该变电站所供负荷点的个数（下同）。

这种模型适用于负荷相差不大，年耗电量基本相同的场合，例如住宅区，对于区域规划中负荷不确定的场合，采用这种模型较为简单、直观。

2. 初投资最小原则

初投资最小原则主要是考虑了电线电缆的投资，并设电线电缆的价格及安装费用等与其截面成比例，这样计算出的初投资最小的负荷中心也就是有色金属材料消耗最少的变电站位置。先根据各负荷点的计算负荷和功率因数求出相应的配电线截面 S_i ，则其目标函数定义为

$$\min C = \sum_{i=1}^n S_i [(u-x_i)^2 + (v-y_i)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

该模型是将有色金属消耗最少作为主要因素，该方法尤其适用于铜芯电缆消耗量大的场合。

3. 负荷距最小原则

负荷距最小原则是各负荷点对负荷中心的负荷距之和最小，计算时必须求出各负荷点最大计算负荷，其目标函数定义为

$$\min C = \sum_{i=1}^n P_i [(u-x_i)^2 + (v-y_i)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

式中， P_i 为各负荷点功率（kW）（下同）。

该模型是基于单位电力负荷路径最短设计的，实际上它接近于初始投资最小原则，并考虑到降低线损，在确定负荷中心上应用较为普遍。

4. 网络运行费用最小原则

以网络运行费最小原则的目标函数定义为

$$\min C = \sum_{i=1}^n \beta_i P_i [(u-x_i)^2 + (v-y_i)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

式中， β_i 为单位距离、单位负荷的费用系数。

结束语

电网规划工作是电网建设的基础，是地区发展规划中的重要组成部分，其重点工作包括把握地区经济发展热点，紧密结合城市发展规划，深入调查分析电网现状，掌握详实的数据资料，统计、预测电力负荷需求，以配电网目标网架为出发点，安排各年度配电网的建设工作，不仅可以极大地提高配电网建设工作的整体效率，还能有效地避免重复性投资建设的发生，更是满足地区经济、社会发展的基础和保障。EA

（收稿日期：2018.04.24）

（编辑：朱金凤）