

宜宾职院配电网规划探讨

黄应强,董秀成

(西华大学 电气信息学院,四川 成都 610039)

【摘要】本文对宜宾职业技术学院配电网的现状进行了分析,同时指出现有电网存在的问题,最后在城市电网规划理论及其规划方法的基础上,对影响学院配电网规划方案质量的三个主要方面:电力负荷预测、变电站规划及配电网接线模式进行了探讨。

【关键词】配电网规划;负荷预测;变电站规划;配电网接线

【中图分类号】TM7 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2009)04-0045-04

引言

配电网规划的许多因素使其难以量化、确定化,它是一个具有多目标性、不确定性、非线性和多阶段性等特点的复杂系统优化问题,在数学上属于NP难题。

本文从配电网规划的理论和方法上,对校园配电网规划^[1]的主要内容:配电网现状分析、负荷预测、变电站规划、配电网接线模式等进行了一些探讨,以期将来学校配电网的规划提供参考。

1 学校基本情况及配电网存在的主要问题

1.1 学校基本情况

宜宾职业技术学院自2002年成立以来,学生规模已由3000多人增至近12000人;占地面积已由28.5公顷增至43.3公顷,控规面积则达80余公顷;未来校园主要由现在的A1、A2、B区及已控规并即将征地置换的宜宾学院C区组成(见图1),四个校区位置相邻,但原来分属四个学校,配电网互不相连。根据学院发展需要及未来发展规划要求,现在急需对校园配电网进行统一规划并逐步改造。

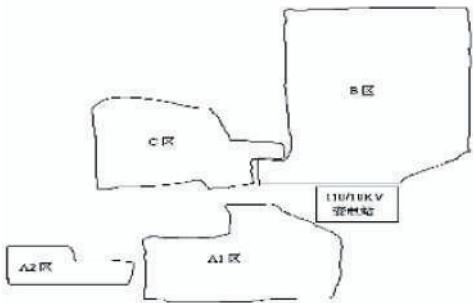


图1 宜宾职业技术学院四个校区示意图

1.2 校园配电网存在的主要问题

目前,校园配电网存在的主要问题是:10KV 网架相互独立互不相连,结构比较混乱,10KV 变电站布点不够,部分变电站容量不足,线路大部分负荷重,设备过时陈旧,配电网自动化水平低等,导致供

电可靠性低,电能质量差,停电时间长,电能损耗大,管理维护难等问题。

2 配电网现状调查

在着手进行配电网规划时,首先应开展配电网的现状调查。主要应调查现在学院各校区总用电量、最大供电负荷、供电可靠率、10KV 线路线损率;各10KV 变电站供电范围、主接线情况,变压器型号、容量、负荷率;10KV 变电站与110KV 电源连接位置、条数、长度、截面;低压线路长度、截面、负荷情况等。

3 负荷预测

负荷预测为配电网规划提供负荷发展水平的依据。负荷预测在内涵上包含两个方面,即对未来负荷需求量(功率)的预测和对未来用电量(能量)的预测;按预测对象又分为电力负荷总量预测(简称“负荷总量预测”)和空间电力负荷分布预测^[2](简称“负荷分布预测”)。

分布负荷预测和负荷总量预测的结果通过对比、拟合和专家论证,将提高负荷预测精度。

3.1 负荷分布预测

在负荷分布预测的诸多方法中,分类分区法^[3]因为具有基础数据易于获得、易于适应城市规划方案的变化和灵活性强等优点,而被普遍认为是一种比较好的负荷预测方法。

3.1.1 分类分区法

根据学校负荷的实际情况,可以先将负荷按性质的不同分为如学生宿舍、教学楼、实验楼、实习工厂、图书馆、体育馆、食堂等类别(即“分类”);再将供电区域按功能的不同细分成若干个单元小区(即“分区”),如将学院A1、A2、B、C四个区视为四个大区,再分别细分为若干小区(10KV 的小区可小于0.5Km²)。然后将小区聚合成类,也就是把散布在学院A1、A2、B、C各区的已有和未来规建的学生宿舍、

教学楼、实验楼等具有相同功能的小区分别聚合成为类,这样负荷分布预测即可归结为单元小区负荷的预测。以分类和分区为基础对小区的负荷变化进行研究,这就是分类分区法的设计思路。

由于学院各种分区的负荷密度容易得到,使用负荷密度法去进行分布负荷预测将十分简便。

3.1.2 用负荷密度法预测分布负荷

分类负荷平均密度(简称“负荷密度”)和分类小区面积预测是分类分区法的核心。负荷密度法的表达式为:

$$\text{小区平均负荷: } p_{\alpha v} = \rho S; \text{小区计算负荷: } P_c = \frac{P_{\alpha}}{K_{al}}$$

其中, ρ —— 负荷密度指标(W/m²); S —— 小区面积(m²); K_{al} —— 有功负荷系数。

算出各个不同用地性质小区块的负荷后,汇总成A1、A2、B、C各区及学院的总负荷(分区中少数集中用电大户,预测时可作为点负荷单独计算)。

① 小区分类负荷、电量汇总:

$$P_h = \alpha_{h-x} \sum_{x=1}^{X_h} P_{h,x} \quad (h=1, \dots, H)$$

式中, P_h 为 h 类负荷, α_{h-x} 为 h 类小区负荷之间的同时率(调查日负荷曲线而得), P_{h,x} 为 h 类小区 x 的负荷, X_h 为 h 类小区总数。

$$A_h = P_h * T_{MAX}^h$$

式中, T_{MAX}^h: h 类最大负荷利用小时数, 根据历史负荷与电量统计预测。

② 学校分布负荷、电量总量为:

$$P_{\Sigma} = \alpha_i \sum_{i=1}^n P_h \quad (i=1, \dots, n)$$

式中, n 为负荷分类总数, α_i 为 n 类负荷之间的同时率。

$$A_{\Sigma} = \sum A_h$$

$$\text{或: } A_{\Sigma} = P_{\Sigma} T_{MAX}^{\Sigma}$$

其中 T_{MAX}^Σ: 系统最大负荷利用小时数, 根据历史负荷与电量统计预测。

3.2 负荷总量预测

负荷总量预测是根据历史负荷与电量统计,并结合学院发展规划,采用与学院用电增长情况比较切合的预测方法,对规划水平年和各规划中间年的系统负荷总电量 A_Σ(年耗用电量总量)和系统总负荷 P_Σ(年峰值负荷)进行预测,最后通过专家论证确定负荷总量预测结果。

下面以回归分析法^[4]为例介绍负荷预测方法:

收集学院最近 6 年的历史负荷数据 l_k(t)(t=1, 2, ..., 6)及根据负荷密度法求出的规划水平年 h(设规划水平年为 20 年)的负荷估算值 l_k(h)。则负荷预测的回归方程为:

$$l_k(t) = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + e_k(t) = f_k(t) + e_k(t)$$

其中, e_k(t) = l_k(t) - f_k(t) 为拟合误差。

定义参数矩阵 U 及系数矩阵分别为:

$$Y_X = \begin{bmatrix} l_k(1) \\ l_k(2) \\ l_k(3) \\ l_k(4) \\ l_k(5) \\ l_k(6) \\ l_k(h) \end{bmatrix}, U = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 8 \\ 1 & 3 & 9 & 27 \\ 1 & 4 & 16 & 64 \\ 1 & 5 & 25 & 125 \\ 1 & 6 & 36 & 216 \\ 1 & 20 & 400 & 8000 \end{bmatrix}, B_k = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}, E_k = \begin{bmatrix} e_k(1) \\ e_k(2) \\ e_k(3) \\ e_k(4) \\ e_k(5) \\ e_k(6) \\ e_k(h) \end{bmatrix}$$

根据 $\min \left\{ \sum_{i=1}^6 e_k^2(t) + e_k^2(20) \right\}$ 即 E^T E_k 最小化原则,可求出回归系数矩阵:

$$B_k = [U^T U]^{-1} U^T Y_X$$

将上式结果带入回归方程,就可以方便地预测出未来第 t 年(规划年至水平年之任一中间年)的负荷值。同理,可预测未来第 t 年总电量值。

4 变电站规划

在各负荷容量和位置已知的基础上,变电站规划^[5]就是要确定出目标年及中间年待建变(配)电站的地理位置及容量,确定开关站规模、10kV 出线的供电范围、供电走廊等。

4.1 变电站选址

变电站选址需要先确定负荷中心。负荷中心的确定有以下三种方法^[6]:

① 负荷指示图(电力负荷按一定比例用负荷圆表示,负荷中心的确定更依赖规划专家的经验)

$$r = \sqrt{\frac{P_i}{K \pi}}$$

其中 r: 负荷圆半径, K: 负荷圆比例(KW/mm²)。

② 负荷功率矩法(此法未考虑各负荷工作时间,认为负荷中心固定)

$$\begin{cases} x = \frac{\sum (P_i x_i)}{\sum P_i} \\ y = \frac{\sum (P_i y_i)}{\sum P_i} \end{cases}$$

式中, p(x, y) 为负荷中心坐标, p(x_i, y_i) 为小区负荷坐标。

③ 负荷电能矩法(此法考虑各负荷工作时间,认为负荷中心是随负荷随机变化的)

$$\begin{cases} x = \frac{\sum (P_{ci} T_{maxi} x_i)}{\sum (P_{ci} T_{maxi})} = \frac{\sum (w_{ai} x_i)}{\sum w_{ai}} \\ y = \frac{\sum (P_{ci} T_{maxi} y_i)}{\sum (P_{ci} T_{maxi})} = \frac{\sum (w_{ai} y_i)}{\sum w_{ai}} \end{cases}$$

式中, p_{ci} 为有功计算负荷, T_{maxi} 为各负荷年最大负荷利用小时数, w_{ai} 为各负荷的年有功电能消耗量。

选择上述方法之一,通过负荷中心的计算,再

结合站址选择原则,由专家确定出站址规划位置。

4.2 变压器容量选择

主变压器容量按变电站建成后5~10年的电力负荷发展规划来选择。凡装有两台及以上主变压器的变电站,应按照“N-1”原则,当其中一台主变压器停运后,其余主变压器的容量能够承担规定的转移负荷。一般估算其余变压器需能保证70%~100%电力负荷的供电,在考虑变压器过负荷能力的允许时间内,应能保证对一级和二级负荷供电。

5 网络结构的规划

配电网规划需改善当前校园配电网结构的薄弱环节,增强配电环网的转供能力,提高配电网“手拉手”供电水平,满足供电可靠性“N-1原则”。网络结构采用环网、分段、多连接等方式,调整负荷过大的馈线,使每条馈线在各种运行方式下都能相互转供(见图3)。

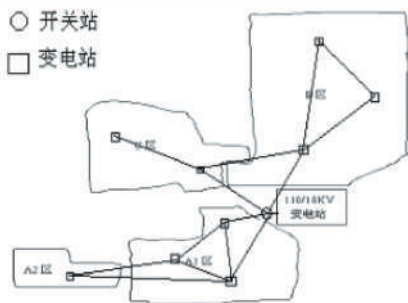


图3 校园配电网结构示意图

5.1 10kV 开关站接线模式

因学院分为四个校区,现在A1、B、C区的10KV电源分别由天池110KV/10KV变电站的10KV侧3个单独的出线间隔提供,A2区由另一个出线间隔的公共出线T接入,因此占用了110KV区域变电站紧缺的系统资源,增加了出线柜租赁费用,也不利于学校的配电网管理。因此,需要设置学院配电网10KV开关站。

根据开关站的设置原则及四个校区与110KV天池变电站的位置关系,拟将其建天池变电站与A1区之间比较合适(这个区域是学校的农业试验用地)。在开关站由上一级变电站提供两路电源,采用单侧电源放射状接线供电。开关站可以采用建筑或箱体结构,内部主接线为单母线分段形式,每段母线设置1回进线,3至4回出线。一般采用较大线径线路作为电源线。为了满足“N-1”准则,当开关站两回进线中的一回进线出现故障时,另一回进线应能带起全部负荷,这样正常运行时,每回进线应有50%的备用容量。开关站的容量可按一回进线的安全允许容量来进行计算。

方案1:独立设置的10KV开关站(见图4)。

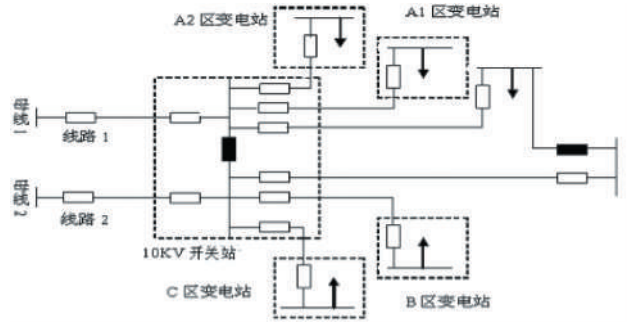


图4 独立设置的10KV开关站

方案2:10KV开关站+A1区1#变电站

由于学院A1区紧邻110/10KV变电站,而A1区由于面积较大,现有办公楼、教学楼、实训楼、实习工厂、宾馆等,负荷大且较分散,需要2个以上的10KV变电站,当其中一个变电站与10KV开关站相隔不远时,可以采用方案2(见图5)。

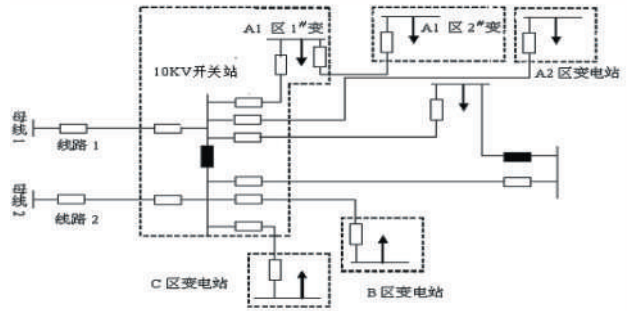


图5 10KV开闭所+A1区1#变电站

5.2 10KV网络接线模式

开关站、配电站应采用环网接线设计、实施开环运行。通常采用不同母线出线(可取自同一变电站的两段母线或不同变电站)的环式接线模式^[7](见图6)。

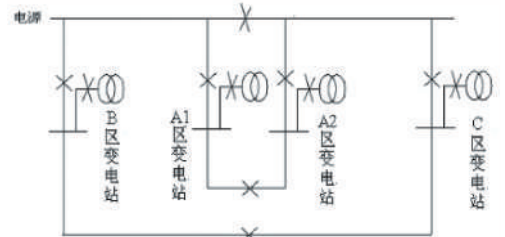


图6 不同母线出线的环式接线模式

这种接线模式的优点是可靠性比单电源线放射接线模式高、运行较灵活,适用于负荷密度较大且对供电可靠率要求较高的情况。线路故障或电源故障时,在线路负荷允许的条件下,通过倒闸切换电源可使故障段恢复供电。但由于考虑了线路的备用容量,线路投资将比单电源线放射接线有所增加。在这种接线模式中,线路的备用容量为50%,即正常运行时,每条线路最大负荷仅仅达到该架空线允许载流量的1/2。若系统中1条线路出现

故障时,可将联络开关闭合,从另一条线路送电,此时运行的供电线路将处于满载运行状态。

6 结语

对学校配电网进行规划的目的,就是要针对现在学校配电网存在的问题,结合电力需求的增长情

况,根据有关的技术导则规定,对配电网的变电站的站址、容量及网架进行优化,从而确定从现状年到目标年的改造和建设项目。使学校未来的配电网在保证安全、稳定、可靠运行的条件下,还能达到灵活、经济运行的目标。

注释及参考文献:

[1]蓝毓俊.现代城市电网规划设计与建设改造[M].北京:中国电力出版社,2004:20-38.

[2]城市电力网规划设计导则[S].国家电网公司.2007:1-7.

[3]H.L.Willis J.E.D.Northcote-green Spatial electric load forecasting a tutorial review Proc The IEEE Vol.71 No.2 February 1983:232-253.

[4]孙洪波.电力网络规划[M].重庆大学出版社.1996:16-225.

[5]王永宏.城市10kV配电网规划方法探讨[J].科技信息,2008(24):402-403.

[6]唐志平.供用电技术[M].北京:电子工业出版社,2006:89-122.

[7]薛丽华,张建民,张强,等.城市中低压配电网规划工作探讨[J].电网技术,2007(6).

Distribution Network Planning for YIBIN Vocational and Technical College

Huang Ying-qiang, Dong Xiu-cheng

(School of Electrical Engineering and Information, Xihua University, Chengdu, Sichuan 610039)

Abstract: In this paper, we analyzed the current distribution network of Yibin Vocational Technical College and pointed out its existing problems. In terms of city power grid planning's theories and its programming methods, we approached three main areas which affect the quality of College's distribution network planning, such as electric load forecast, substation planning and distribution network wiring modes.

Key words: Distribution network planning; Load forecasting; Substation planning; Distribution network wiring