

回归分析法在线损计算中的应用

郭晓君

(襄樊供电局电力调度通信分局调度科,湖北 襄樊 441002)

摘要: 简要地介绍了回归分析法在电力系统线损计算中应用及方法。

关键词: 线损; 回归分析; 计算

中图分类号: TM744

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)08-0050-02

1 计算线损的意义

电力网的线损率是电力工业中的一个重要的技术经济指标,是衡量电力企业管理水平的主要指标之一,是电力企业“双达标”、“创一流”工作的否决性指标。

随着电力企业体制改革的全面展开,减人增效、控制成本等都是电力企业当前面临的问题。管理好电网,降低线损更是电力企业降低成本的主要措施。所以,准确简便的线损计算和分析方法,有利于拟定出合理的降低线损的措施,并考察措施的实施效果,也便于制订适当的线损考核指标和规划,达到对线损管理工作起指导和促进的目的。

2 回归分析法

在电力网的线损理论计算中,当需计算的电力网的元件数量多、分布复杂时,采用回归分析法可以对线损进行快速计算、分析和预测。首先用计算机潮流计算的结果建立数学模型,求得回归方程,然后再使用所求得的回归方程对电力网线损进行计算、分析和预测就简单易得。

每次潮流计算均可看成是线损计算的计算机模拟,其计算结果可认为是一次统计分析的实验样本,统计分析的因变量是计算时段内的线损值(或线损率),主要自变量是所计算电网的结构参数和运行参数,由于回归分析在这里是某个确定不变的电网,其结构参数是固定不变的,所以结构参数不作自变量,回归方程的自变量就只包括运行参数。当然,回归分析法也可拓展至电网在各种典型运行方式下的线损快速计算,对于每一种运行方式总有一个回归方程与之相对应。

经验表明,电力网线损与负荷有直接联系,根据统计和计算结果得知,电力网线损与负荷具有多项式回归模型。即:

$$P_1^{(i)} = a^{(i)} + b^{(i)} P_D + c^{(i)} P_D^2 \quad (1)$$

式中: $P_1^{(i)}$ 为线损; P_D 为总负荷; a, b, c 为回归系数。

把上式与潮流计算得到的线损精确值相比较得到误差 E ,使

$$E = E_1 + E_2 + \dots + E_n \rightarrow \min$$

即使 $E = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2 \rightarrow \min$

求得回归系数 a, b, c ,即可利用回归方程来求线损。

3 回归系数的求解及回归方程的建立

式(1)中, i 为 m 种典型运行方式,故 $i = 1, 2, \dots, m$ 。然后,根据电网在某种运行方式下的一天24h的误差列方程求解回归系数 a, b, c 。

$$\begin{cases} E_1 = P_{L1} - P_{L1}^* = \left\{ a + bP_{D1} + cP_{D1}^2 \right\} - P_{L1}^* \\ E_2 = P_{L2} - P_{L2}^* = \left\{ a + bP_{D2} + cP_{D2}^2 \right\} - P_{L2}^* \\ \dots \\ E_n = P_{Ln} - P_{Ln}^* = \left\{ a + bP_{Dn} + cP_{Dn}^2 \right\} - P_{Ln}^* \end{cases} \quad (2)$$

式中: $n = 1, 2, \dots, 24$; P_{Ln}^* 是由潮流计算得到的线损精确值。

为了使误差:

$$E = E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_n^2 \rightarrow \min$$

$$\text{令 } \frac{\partial E}{\partial a} = 0 \quad \frac{\partial E}{\partial b} = 0 \quad \frac{\partial E}{\partial c} = 0$$

用矩阵形式表示为:

$$\begin{bmatrix} n & & & & \\ & \ddots & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & \ddots & \\ & & & & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{D1} & P_{D1}^2 & \dots & P_{Dn} & P_{Dn}^2 & \dots & P_{Dn}^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{L1}^* \\ P_{L2}^* \times P_{D1} \\ \dots \\ P_{Ln}^* \times P_{Dn}^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

用高斯消去法求解矩阵(3)可以得出此种典型运行方法下的回归系数 a, b, c ,进而用式 $P_1 = a + bP_D + cP_D^2$ 求出线损,并与潮流计算所得精确值

进行比较,计算出误差 $E\%$ 。对所得出的 $E\%$ 进行分析,以判断利用回归分析法来快速估算网损是否满足准确度的要求。

以上这些计算步骤可以利用 FOR 语言编写的回归分析程序来实现。

4 算例分析

(1) 接线图及等值电路图

某 35~110kV 电力系统,共有 10 个节点,其中 1 个发电机节点,4 个 PQ 节点系统接线图及等值电路图如图 1(a)、(b) 所示。

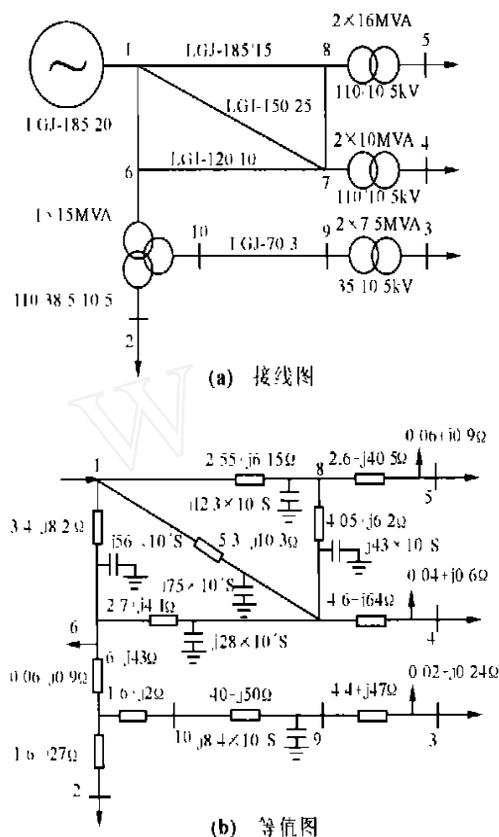


图 1 某 35~110kV 电力网的系统图

(2) 计算结果

先通过潮流计算得出该电网在这种运行方式下线损的精确值,这里略去潮流计算的步骤,只利用其计算结果如表 1 所示。

通过回归分析程序来调用表 1 的线损精确计算结果,求出回归系数 a 、 b 、 c 分别为 0.03226、-0.02997、0.01136,则回归方程为:

$$P_l = a + bP_D + cP_D^2 = 0.03226 - 0.02997 P_D + 0.01136 P_D^2 \quad (4)$$

运行回归分析程序,将表 1 中的 24h 总负荷数据分别代入式(4)得出该网络 24h 线损近似值。

表 1 潮流计算结果表

h	负荷	线损	h	负荷	线损
1	1.984	1.739×10^{-2}	13	3.061	5.455×10^{-2}
2	2.006	1.7535×10^{-2}	14	3.171	5.6069×10^{-2}
3	2.006	1.7535×10^{-2}	15	3.476	7.4238×10^{-2}
4	2.006	1.7535×10^{-2}	16	3.806	8.7442×10^{-2}
5	2.166	2.1558×10^{-2}	17	3.466	6.1013×10^{-2}
6	2.276	2.2998×10^{-2}	18	3.296	4.6448×10^{-2}
7	2.676	3.4672×10^{-2}	19	3.474	5.9762×10^{-2}
8	3.036	5.0224×10^{-2}	20	3.446	5.7605×10^{-2}
9	3.236	5.4822×10^{-2}	21	3.126	4.6925×10^{-2}
10	4.276	1.1472×10^{-2}	22	2.556	2.7808×10^{-2}
11	4.396	1.1803×10^{-2}	23	2.136	1.9999×10^{-2}
12	3.716	7.7565×10^{-2}	24	2.026	1.8174×10^{-2}

表 2 回归计算结果表

h	负荷	线损	h	负荷	线损
1	1.984	1.7546×10^{-2}	13	3.061	4.7033×10^{-2}
2	2.006	1.7884×10^{-2}	14	3.171	5.1529×10^{-2}
3	2.006	1.7884×10^{-2}	15	3.476	6.5434×10^{-2}
4	2.006	1.7884×10^{-2}	16	3.806	8.2861×10^{-2}
5	2.166	2.0676×10^{-2}	17	3.466	6.4944×10^{-2}
6	2.276	2.2935×10^{-2}	18	3.296	5.6972×10^{-2}
7	2.676	3.3463×10^{-2}	19	3.474	6.5336×10^{-2}
8	3.036	4.6049×10^{-2}	20	3.446	6.3972×10^{-2}
9	3.236	5.4315×10^{-2}	21	3.126	4.9656×10^{-2}
10	4.276	1.1196×10^{-2}	22	2.556	2.9923×10^{-2}
11	4.396	1.2019×10^{-2}	23	2.136	2.0109×10^{-2}
12	3.716	7.7862×10^{-2}	24	2.026	1.8202×10^{-2}

5 误差分析

将近似值与精确值进行比较得出误差 $E\%$,可以看出:

0~10%	20个	占83.3%
10%~15%	3个	占12.5%
20%以上	1个	占4.2%

因此,对于快速估算网损来说,满足准确度的要求。

6 结束语

根据以上分析可以看出,利用这种方法来解决线损问题是行之有效的。对于线损(下转第54页)

合闸脉冲收回,BZT不能正确地合上备用开关,也将造成全站失压。如果不考虑检测同期,可能会使备用开关2DL合闸于短路,造成较严重的事故。

为了解决以上的问题,我们将小水电上网的变电站侧开关3DL加入到控制逻辑中,通过修改外回路,控制输入微机BZT的开关量,达到控制BZT动作逻辑的目的。图4给出了修改后的接线逻辑。

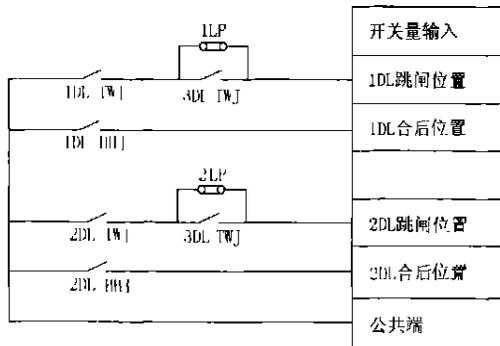


图4 有上网小水电的变电站的微机BZT接线

图4中,1DL、2DL为图3中的互为备用的电源开关,3DL为上网小水电开关,TWJ为开关跳闸位置继电器触点,HHJ为手动合闸继电器触点。由图4可以看出,修改后的方案是在1DL、2DL的开关跳闸位置触点(TWJ)分别串连一个上网电源开关3DL的跳闸位置触点(TWJ),BZT动作发跳闸命令,同时跳开主供电源及上网电源,为了防止上网电源开关检

修时TWJ不动作,与其并联了一个投退压板。

以1DL主供,2DL备用,3DL运行为例,2LP压板投入。BZT装置可检测到2DL跳闸位置,1DL合闸后位置,当母线及线路电压正常时,BZT充电,主供电源消失后,若变电站的电压降低达到BZT动作条件,BZT发跳闸命令,同时跳开1DL和3DL开关,BZT检测到1DL跳闸位置后,发合2DL命令。这样结合在变电站内设置低周低压跳3DL的功能,可以解决有上网小水电变电站的BZT的应用带来的问题。

4 结论

目前,以微处理器为内核的微机备用电源自投装置已经在新站建设和老站改造中得到了广泛的应用,本文是在继电保护实际工作中遇到的具体问题的特殊应用,如何进一步灵活地发挥计算机技术在继电保护领域的作用,以满足电网安全运行的要求,在继电保护实践中还将有许多重要的课题需要研究和解决。

收稿日期: 2002-02-08

作者简介:

唐广瑜(1971-),男,工程师,硕士,主要从事电力系统及其自动化工作。

周步祥(1965-),男,教授,主要从事电力系统自动化、计算机应用等方面的教学、科研、工程等工作。

The special application of reserve power supply automatic connection device

TANG Guang-yu, ZHOU Bu-xiang

(Sichuan University, Chengdu 610016, China)

Abstract: The reserve power supply automatic connection device is an important measure to make power supply reliable operation. This paper is provided to analyze the special logic and circuit improvement of reserve power supply automatic connection device within power system containing small power supply or security control equipment. The reality application confirm the effectiveness of the proposed method.

Key words: reserve power supply automatic connection device; security control equipment; small power supply

(上接第51页) 的管理者来说,可以使线损的计算、分析和预测做到经常性,可以快速地找出线损大的原因,以便于有的放矢地制定降损措施,大大地减少工作量,提高工作效率。

收稿日期: 2001-09-29

作者简介:

郭晓君(1970-),男,大学本科,从事电力系统运行方式工作。

The application of regressive analysis in line-loss calculation

GUO Xiao-jun

(Xiangfan Power Supply Bureau, Xiangfan 441002, China)

Abstract: Application and method of regressive analysis in line-loss calculation of power system was given.

Key words: line-loss; regressive analysis; calculation