

文章编号 :1007-649X(2001)01-0100-03

模型识别在实时线损计算中的应用

梅海彬,谢琦,张明华

(郑州工业大学电气信息工程学院,河南 郑州 450002)

摘 要 : 针对配电网传统的统计理论线损计算方法准确度低和反应滞后的不足,介绍了一种利用每 5 min 存储 1 次的实时遥测数据进行实时理论线损计算的方法,在实现过程中对模型参数采用了模型识别技术.实际应用表明,该方法可以较好地估计线路或线路上变压器的运行状态,使得计算结果偏差更小,更接近于实际的线损率.
关键词 : 模型识别 ; 实时线损计算 ; 负荷率 ; 铜铁损
中图分类号 : O 235 文献标识码 : A

0 引言

线损是指在供电线路上损失的电量,它一直都是供电企业内部考核的重要指标和供电决策的重要依据,也直接影响到供电企业的经济效益.采用各种手段减小线损是供电企业长期以来追求的目标.但对一条具体的供电线路来说,在特定的运行方式下,线损控制到底到多小才算合理是需要理论依据的,这也一直是供电企业比较头痛的问题.及时、准确地掌握理论线损的数值对于供电企业进行生产管理和决策有着重要意义.

传统的理论线损计算方式是以月电量数据和典型日负荷特征为依据,采用统计学的方式或经验公式进行计算^[1].由于数据源的准确性问题,往往计算误差偏大,可信度较差,同时,理论线损数据在时间上反应滞后,不利于及时进行有效地管理和决策.

分析上述因素,我们采用变电站 SCADA 系统的实时数据和变压器的电量数据相结合的方式,进行在线式理论线损计算的方法,即采用变电站 SCADA 系统每隔 5 min 的线路出口遥测数据 P (有功功率), I (电流), $\cos \varphi$ (功率因数), Q (无功功率), U (电压)值作为主要原始数据,采用变压器的抄表电量和变压器的负荷特点作为支路电流分配的依据,进行实时的理论线损计算.

实现方法采用模糊理论中的模型识别原理对支路电流的分配进行修正,使计算结果尽可能准

确,即理论运行状态尽可能接近实际运行状态.

1 理论线损的在线计算

对于 35 kV 和 10 kV 的供电线路来说,从 SCADA 系统中可以获得一定时间间隔(如 5 min)的一组源头遥测数据: P, I, C, Q 和 U 值.利用该时刻其中的电压和电流,可将电流分配到线路的每条支路上(因为 10 kV 线路的支路电流无法遥测到,只有靠分配得到),这样便可算出每条支路的线路损耗.根据源头的电压、分配的电流以及一条线路所连接的末端变压器的空载损耗和负载损耗也可算出这时的每个变压器的绕组损耗(铜损)和铁芯损耗(铁损).

参考下面的一条线路模型(见图 1),该线路在某时刻 T 的总电能损耗为^[2]

$$W_s = W_l + W_t,$$

其中:

$$W_l = 3 \sum_{k=1}^n I_k^2 R_k T;$$
$$W_t = W_{cp} + W_{co};$$

$$W_{cp} = 3 \sum_{k=1}^m ((FI_k)(PK_k)U_e^2)(RL)T;$$

$$W_{co} = \sum_{k=1}^m ((U_{pj}/U_e)^2 P0_k)T,$$

式中: W_s 为总电能损耗; W_l 为导线损耗; W_t 为变压器损耗; W_{cp} 为变压器绕组损耗; W_{co} 为变压器铁芯损耗; I_k 为每条支路导线上分配的电流; R_k 为支路导线的电阻; T 为遥测间隔; FI_k 为每变压器上分配的电流; U_e 为变压器额定电压; RK_k 为变

压器负载损耗; U_{pj} 为源头遥测电压; $P0_k$ 为变压器空载损耗.

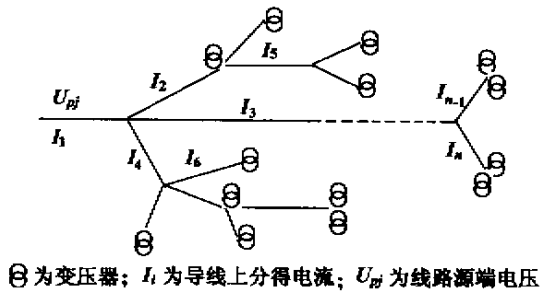


图 1 参考线路模型图
Fig.1 A reference model line

根据每个时段的线损,只要对它们求和,就很容易得出每天的线损和每月的线损.这就是实时线损计算的基本原理.

在对线路进行分流时常见的方法有:一是采用变压器的容量的比率作为支路电流的分配依据;二是采用变压器供电量的比率作为支路电流的分配依据;或者采用两者的结合.

根据上述的支路电流分配方法,在实际的计算过程中算出的线损率有偏大的趋向,经过对算出的导线损耗、铜损、铁损进行分析,发现在源头电流偏小时,线损率误差偏大.经过分析得知,在实际中可能有这样的情况:一台变压器可能某些天(或时段)运行而在某些天(或时段)不运行,而在计算它的铁损时,在变压器不运行时铁损就不该计算.问题的关键就是怎样判断变压器的运行状态.由于准确地得知变压器的运行状态需要分布于供电网各个地方的遥测设备,这种巨大的投资要求在目前还是不可行的.

2 模型识别在实时线损计算中的应用

针对上述问题,采用模糊理论中模型识别的方法来对变压器某时刻的运行状态进行估计.具体方法如下:将源头的电流分为两类:①正常;②偏低.同样对变压器的负荷率也分为两类:①正常;②偏低.当源头的电流偏低时,说明有些变压器可能停运了,这时就看变压器的负荷率,如果该变压器的负荷率偏低,就认为该变压器停运,则不计算该变压器的铜铁损.

以上问题实际就是一个模型识别问题,即已知各类标准模型,判断 F 对象属于哪一类的问题^[3].现在的标准模型有两类:①正常;②偏低.要判断的对象就是源头的电流和变压器的负荷率.根据模糊理论,问题的关键就是找到隶属函数.然

后根据最大隶属原则来判定对象属于哪一类.

根据电流的实际情况,选取正常的隶属函数为

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 0 & (x < a) \\ 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2 & (a \leq x \leq \frac{a+b}{2}) \\ 1 - 2\left(\frac{x-b}{b-a}\right)^2 & (\frac{a+b}{2} < x \leq b) \\ 1 & (x > b) \end{cases}$$

其中: a, b 的值根据实际情况,每条线路选择不同的值(主要参考该线在正常情况下的平均电流值).偏低的隶属函数为

$$\tilde{B}(x) = \begin{cases} 1 & (x \leq c) \\ e^{-(x-c)} & (x > c) \end{cases}$$

其中: c 的值也是每条线路取值不同.类似地,对变压器的负荷率的正常和偏低也取这两个隶属函数,不同的只是参数的取值不同.有了隶属函数,对于源头的每次遥测的电流分别代入这两个隶属函数,根据最大隶属原则,可知谁的值大,电流就属于哪一类,当电流值属于“偏低”时,在计算变压器铁损时,再将该变压器的负荷率进行模型识别,看它属于哪一类,如也属于“偏低”则该变压器的此刻的铜铁损就不计算,否则就计算.通过该方法的调整,可大大提高理论线损的准确度.

3 结束语

本文介绍的理论线损的计算方法比以往的计算方法有较大改进,提高了线损计算的准确度.在滑县电业局的实际应用中,本方法选取了两条具有代表性的线路作为计算对象,计算结果表明,计算出的理论线损率与实际线损率相差不到0.1%,表 1 为使用前后的比较.

表 1 线损率数据计算结果

Table 1 The calculation results of line loss			%
线路名	实测	未使用模型识别	使用模型识别
新赵	4.08	5.11	4.13
齐寨	4.30	5.40	4.22

但是,该方法在对电流大小及变压器负荷率的大小进行模型判别时,隶属函数的选择较难.该方法计算线损是在线的,涉及到的数据量和计算量都较大,所以对于计算部分应放在服务器端.这样做至少有两个好处:①可减少网上数据的传输量;②可缩短计算时间.客户端仅仅是调用服务器上的存储过程,让存储过程在服务器上运行,运行完成后服务器只将最终的结果返回给客户端^[4].

本算法的存储过程在 SQL Server 7.0 上得以实现.

参考文献:

- [1] 蔺格晒, 王国强. 配电网理论线损计算分析系统的研究与开发[J]. 青海电力, 1999(2): 12 - 17.
- [2] 吴安官, 倪保珊. 电力系统线损[M]. 北京: 中国电力

出版社, 1996.

- [3] 闫家杰, 赵万忠, 迟凤起. 模糊数学基础及应用初阶[M]. 郑州: 河南教育出版社, 1993.
- [4] PAPA John, SHEPKER Matthew. Microsoft SQL Server 7.0 Programming Unleashed[M]. 邓劲生, 张晓明, 译. 北京: 机械工业出版社, 1999.

Applications of Model Identification in the Calculation of Real - time Line Loss

MEI Hai - bin, XIE Qi, ZHANG Ming - hua

(College of Electrical & Information Engineering Zhengzhou University of Technology Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Against the general inaccuracy and delay of the traditional statistical line loss calculation method, a real - time line loss calculation method, which makes use of the real - time telemetric data saved in the real - time supervisory control system for intervals of 5 minutes, and a model identification technology applied to the model parameters during the realization of this method are presented. Proved by practical application, this method can perfectly estimate the operation state of line or transformers on the line, and deviation hardly appears in the calculation result, which is more close to the real line loss rate.

Key words: 万方数据
model identification; real - time line loss calculation; load rate; copper loss and core loss