

文章编号:1005-0523(2006)02-0101-02

基于随机分析的自适应重合闸时间预估值计算

邱万英

(华东交通大学 基础科学学院, 江西 南昌 330013)

摘要:自适应重合闸可显著提高供电可靠性,快速精确地计算重合闸时间预估值是其难点.本文提出了解决这一难题的随机分析方法,导出了时间预估值的计算公式,并给出了具体实现思路.

关键词:自适应重合闸;随机分析;半鞅;高斯过程

中图分类号:TM13

文献标识码:A

1 自适应重合闸及其半鞅特点

1.1 自动重合闸

自动重合闸是指当断路器跳闸之后,自动地将断路器重新合闸.

电力线路容易受到周围环境的影响,发生故障的可能性大.多数属瞬时性故障,如雷电造成的绝缘子闪络、线路对树枝放电、大风引起碰线、鸟翅展开造成短路等等.当故障线路被继电保护装置作用于跳闸之后,电弧熄灭,空气绝缘强度恢复,此时断路器重新合闸即可恢复供电,从而能够提高供电可靠性.为此,电力系统中广泛采用自动重合闸装置.

1.2 自适应重合闸

传统自动重合闸的重合时间是固定的,其随机性或盲目性很大.而自适应重合闸则根据历史记录计算相应的重合时间,使重合瞬间断路器两端电压差接近零,从而减小对电力系统的冲击.

1.3 自适应重合闸的半鞅特点

运行记录表明,断路器合闸时间是一个随机量.断路器的动作有一定延时,从操作线圈接到合闸命令到断路器真正合上还需要一段随机时间.因而,自动重合闸具有半鞅特点,它可表示为一个平

均轨道和一个随机偏差之和.平均轨道是规则的,具有有限变差;而随机偏差常常是不规则的,表现为一个鞅^{[1][2][3]}.

2 重合闸时间预估值的计算

2.1 半鞅

自动重合闸的随机过程可表示为一个平均轨道和一个随机偏差之和^{[1][2]}.

合闸时间是一个离散的随机变量,第 $n+1$ 次重合闸时间预估值可按杜伯一梅耶分解定理(Doob-Meyer Decomposition)求得^{[1][3]}

$$X_{n+1} = X_0 + \sum_{i=0}^n (X_{i+1} - E(X_{i+1} | F_i)) + \sum_{i=0}^n (E(X_{i+1} | F_i) - X_i) = X_0 + M_{n+1} + A_{n+1} \quad (2-1)$$

式中,

$$M_{n+1} = \sum_{i=0}^n (X_{i+1} - E(X_{i+1} | F_i)) \quad (2-2)$$

$$A_{n+1} = \sum_{i=0}^n (E(X_{i+1} | F_i) - X_i) \quad (2-3)$$

式(2-2)和(2-3)分别表示一个鞅和一个增过程.

2.2 高斯过程

作为特例,当随机的合闸时间符合正态分布

收稿日期:2006-01-16

作者简介:邱万英(1963-),女,江西赣州人,副教授.

时,自适应重合闸可按高斯过程处理.

对于合闸时间这个随机量,我们先预测到它的均值,然后把经修正的均值作为下一次合闸时间的预估值.

设记录的随机量个数为 n , x_i 为第 i 个随机量,把 n 个随机量作为一个样本,可求出其均值和方差:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2-4)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2-5)$$

利用以上结果,对 n 个数据进行筛选,取符合 $\bar{x} - 3s < x_i < \bar{x} + 3s$ 的数据,对剩下的数据再取均值

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_i \quad (2-6)$$

为了使结果更符合实际,对均值进行修正.

设断路器铭牌上的固定时间为 t ,则修正值

$$x_2 = \frac{1}{2} (\bar{x}_1 + t) \quad (2-7)$$

把作为均值,重新计算方差

$$s_2 = \sqrt{\frac{1}{n_1-1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_i - x_2)^2} \quad (2-8)$$

同理,按 $x_2 - 3s_2 < x_i < x_2 + 3s_2$ 对数据再进行一次筛选,筛选后计算出最终预估值

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} x_i \quad (2-9)$$

式(2-9)即为所求.

3 具体实现思路

高斯过程下,具体实现上述方案时,首先计算

均值和方差.

然后,筛选掉不合理的数据.筛选时,样本数据必须能够自动恢复,以备下次使用.断路器每次合闸时都计入此次合闸时间,排到 n 个随机量数据的最后,并删除这 n 个数据中最前面的一个,下一次估算时,以这个新的时间序列作为样本进行计算.

最后,根据预估值计算结果,提前发出合闸脉冲.

4 结语

自适应重合闸可减小对电力系统的冲击,显著提高供电可靠性.快速精确地计算重合闸时间预估值是其难点.本文提出了解决这一难题的随机分析方法.

由上述分析可知,该方法在理论上是行得通的.但要真正应用于现场,则仍有许多问题尚待解决,比如,初始样本的建立、信号滤波、在线计算、计算机通讯、与继电保护的配合等等.这些问题需作进一步研究.

参考文献:

- [1] F. C. Klebaner. Introduction to Stochastic Calculus with Applications [M]. London: Imperial College Press, 1998.
- [2] 黄志远. 随机分析学基础[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [3] 金治明. 随机分析基础及其应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 2003.

Calculation of Preestimate Time for Adaptive Reclose Using Stochastic Calculus

QIU Wan'ying

(School of Natural Science, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Adaptive reclose can remarkably enhance power system reliability. Yet rapid and accurate calculation of preestimate time proves to be difficult. This paper presents a stochastic calculus approach to this problem, deduces formulae to calculate the preestimate time, gives some thoughts of concrete realization.

Key words: adaptive reclose; stochastic calculus; semimartingale; Gaussian process