

# 量度继电器可靠性指标体系

韩天行 王刚军 李全喜 许昌继电器研究所 (461000)

量度继电器是电力系统继电保护的基础元件,它的功能是在电力系统出现异常现象时,能发出各种信号,及时准确的发现故障,迅速的予以切除,防止故障的扩大,保证电力系统安全供电。在改革开放的今天,国民经济、生产的发展要求电力工业大力发展,现在各电站不论是单机容量或总机容量都在不断的增加,促使各电网容量不断增大,电网间的连接日益严密,日趋复杂,朝着高电压大容量远距离的方向发展。这样电力生产的可靠性运行就显得非常重要,从而要求量度继电器必需具有较高的可靠性。但量度继电器的可靠性指标及标准尚无成熟的国外经验可借鉴,因而我们在原有研究的基础上结合基金项目课题来进一步分析,针对量度继电器的工作特点确定了量度继电器的可靠性指标体系,为今后确定量度继电器的可靠性特征量的大小,促进电力系统的可靠运行提供了依据。

## 1 量度继电器的工作特点

量度继电器属于保护类电器,它不是一种频繁动作电器。量度继电器在电力系统正常运行时,它是不动作的,而当系统发生了故障时,如产生了短路或者过载运行时,量度继电器必须要可靠动作,发出各种信号,并操作其它电气设备及时切除故障。根据电力系统运行情况来看,出现故障的几率是较低的,并且没有一定规律,对于有的电力系统运行几年也发生不了几次故障,有的电力系统一年发生几次故障,因此有的继电器几年也动不了一次,有的一年可能动作几次,但总得来看动作的次数不多。

量度继电器的故障形式一般分二类,一类称之为拒动故障。即当电力系统发生故障时量度继电器不能及时可靠动作,这将使电力系统得不到可靠的保护,另一类称之为误动,即当电力系统没有故障时量度继电器由于本身的动作特性欠佳或由于各种干扰信号的作用而发生的误动作,当发生误动时导致电力系统不必要的停电。这二类故障形式都对电力系统的可靠运行有不良的影响。对于拒动会危及电力系统及用电设备的安全,从而可能导致巨大的经济损失。而对于误动也会造成不必要的停电,从而产生一定的经济损失。这二类故障对于量度继电器都是不允许发生的,但从经济损失方面来看拒动比误动带来的后果更为严重。

## 2 量度继电器的可靠性指标

量度继电器的范畴很大,从构成的原理上分有机电型(含电磁型,感应型,整流型)和静态型等。从输入的特征量上分有单激励量和多激励量等。

从构成的原理和输入的特征量来看构成的继电器有简单也有复杂的,从经济价值的角度来看,有的可以修复,有的不可以修复,因此可分为可修复和不可修复的两大类。因而从这一角度上决定其可靠性特征量有一定的区别。一般将单输入激励量的机电型等产品认为是不可修复的产品,多输入激励量的机电型和静态型产品认为是可修复的产品。

由上所述量度继电器的拒动故障发生的频繁程度,不仅取决于量度继电器本身的可靠性

---

本文 1994 年 4 月 1 日收稿

的高低,而且还取决于电力系统发生故障的频度,而误动故障发生频度主要取决于量度继电器本身元件及参数的漂移和抗干扰性能。因而反映量度继电器可靠性指标不可能用单一的可靠性特征量来表征,但也不宜用过多的复杂的可靠性指标体系。根据量度继电器的工作特点结合我国目前实际情况,我们规定如下的可靠性体系。根据量度继电器的工作特点结合我国目前实际情况,我们规定如下的可靠性特征量去反映量度继电器的可靠性。

(1)成功率 R:产品在规定的条件下,完成规定功能的概率或在规定条件试验成功的的概率。

(2)MTBF 或 MTTF

对于可修复产品为 MTBF(平均无故障工作时间)为两次故障间工作时间的平均值。

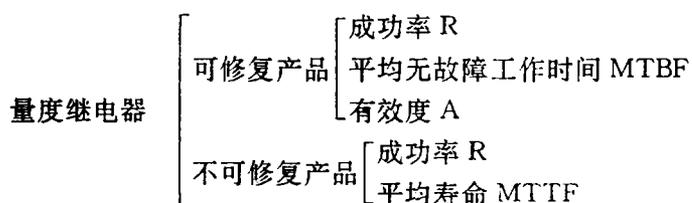
对于不可修复产品为 MTTF(平均寿命)为产品失效前平均工作时间。

(3)有效度 A:它是反映可以修复的量度继电器运行时的可靠性综合性指标在一定程度上还反映电力系统运行的可靠性。

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

MTTR—平均修复时间即从发现失效到产品恢复到规定功能所需时间的平均值

### 3 量度继电器的可靠性指标体系



### 4 量度继电器可靠性特征量的试验室测定方法

根据量度继电器可靠性指标体系规定的可靠性特征量,可以通过试验室模拟实际运行情况来测定。但是有效度 A,这一指标必须现场统计来决定。因为试验室无法模拟电力系统发生故障的频度。现将试验室测定成功率 R 及 MTBF(MTTF)的方法简要介绍如下:

根据规定抽样标准抽取足够的样品 N 并经检验合格后投入可靠性试验。

样品投入试验后,将一定的激励量施加给量度继电器,其大小是根据量度继电器在电力系统正常运行所通过的激励量来决定。量度继电器在电力系统运行时通过一定的检测设备来检查量度继电器有关参数(线圈参数,触点参数,或其它元器件的参数)根据这些参数是否变化到一规定的不允许值(如超过这一规定允许值时可认为产品失效)。在试验过程中统计其总的失效数 r 及工作时间 T 来测定平均寿命  $\theta$ (即 MTTF 或 MTBF)。试验可采用定时截尾也可采用定数截尾。

平均寿命的点估计值用下式计算

$$\hat{\theta} = T/r \tag{1}$$

定数截尾试验确定平均寿命的单侧置信下限  $\theta_L$  双侧置信限(置信下限  $\theta_{SL}$  和置信上限  $\theta_{SU}$ )

$$\theta_L = 2T / [x_{1-\alpha}^2(2r)] \tag{2}$$

$$\theta_{SL} = 2T / [x_{1-\alpha/2}^2(2r)] \tag{3}$$

$$\theta_{SU} = 2T / [x_{\alpha/2}^2(2r)] \tag{4}$$

定时截尾试验  $\theta_n, \theta_{SL}, \theta_{SU}$  等

$$\theta_u = 2T/[x_{1-a}^2(2r+2)] \quad (5)$$

$$\theta_{SL} = 2T/[x_{1-a/2}^2(2r+2)] \quad (6)$$

$$\theta_{su} = 2T/[x_{a/2}^2(2r+2)] \quad (7)$$

在上述试验过程中采用等时间间隔来模拟电力系统的故障,当量度继电器的整定值为 A 时,给量度继电器突然施加激励量其大小为  $A + \Delta A$ , ( $\Delta A$  大小由有关指标规定)。

当施加激励量为  $A + \Delta A$  时,量度继电器必须动作。如不动作则认为其产品发生了一次拒动,统计施加次数  $n_1$  和不正确动作次数  $r_1$ 。

当施加激励量为  $A - \Delta A$  时,量度继电器必须不动作。如动作则认为其产品发生了一次误动,统计施加次数  $n_2$  和不正确动作次数  $r_2$ 。

$$\text{统计总的动作次数 } n = n_1 + n_2 \quad (8)$$

$$\text{总的错误动作次数 } r = r_1 + r_2 \quad (9)$$

用数理统计的方法来确定成功率 R 的点估计值和区间估计值

$$\text{成功率 } R \text{ 的点估计值 } R = (n-r)/n \quad (10)$$

成功率的单侧置信下限为

$$R_L = (n-r)/[n-r+(r+1)F_{1-a}(v_1, v_2)] \quad (11)$$

式中  $1-a$  置信度

$$V_1 \quad V_2 \text{ 自由度 } \quad V_1 = 2r+2 \quad V_2 = 2(n-r)$$

$F_{1-a/2}(V_1, V_2)$  F 分布的分位数

成功率的双侧置信限(置信下限  $\theta_{SL}$  和置信上限  $\theta_{SU}$ )

$$R_{SL} = (n-r)/[n-r+(r+1)F_{1-a/2}(V_1, V_2)] \quad (12)$$

式中  $V_1 = 2r+2 \quad V_2 = 2(n-r)$

$$R_{SU} = (n-r+1)F_{1-a/2}(V_1, V_2)/[r+(n-r+1)F_{1-a/2}(V_1, V_2)] \quad (13)$$

式中  $V_1 = 2(n-r+1) \quad V_2 = 2r$