

振荡回路应用的扩展

钱家骊, 关永刚

(清华大学, 北京 100084)

Application Expansion of Oscillating Circuit

QIAN Jia-li, GUAN Yong-gang

(Tsinghua University, Beijing 100084, China)

摘要: 推荐通常用于无非周期分量电感性电流开断的振荡回路的几种新的应用方法, 包括电阻性电流、电容性电流、带非周期分量的工频电流以及延迟过零电流的开断及关合等。

关键词: 高压断路器; 振荡回路; 开断; 试验

中图分类号: TM561

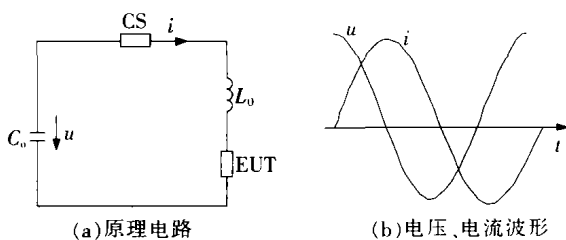
文献标识码: A

Abstract: This paper introduces a new serial applications for oscillating circuit usually used to test inductive current without aperiodic component only. These applications include test of breaking and making resistive current, capacitive current, inductive current with aperiodic component and current with delayed current zero as well.

Key words: HV circuit breaker; oscillating circuit; breaking; test

1 前言

振荡回路装置^[1]通常用于高压断路器开断能力的研究性试验, 其最基本的单回路振荡回路的基本原理见图 1(图中不包括恢复电压电路等, 下同)。



EUT——被试设备(高压开关)

图 1 单回路振荡回路原理图

由图 1(a)可知, 当预先充电为 $u=U_0$ 的高压电容器 C_0 通过合闸开关 CS 合闸向电感 L_0 放电时, 在忽略衰减的情况下, 电路中的电容 C_0 上的电压 u 及电路中的电流 i 见图 1(b)。此时, 将被试开关 EUT 分断, 即可试验其开断能力。在不考虑衰减时, u 和 i 可用下式表示^[1]:

$$u = U_0 \cos 2\pi f t; \quad i = I_m \sin 2\pi f t$$

式中:

$$f = \frac{1}{2\pi(L_0 C_0)^{1/2}} = 50 \text{ (Hz)}$$

$$I_m = U_0 (C_0 / L_0)^{1/2} = U_0 / (2\pi f L_0) = 2\pi f C_0 U_0$$

由公式及图 1 可见, 被试开关开断的只能是电感性电流。实际上, 高压开关应具有关合、开断多种电流的能力, 但振荡回路却不能提供相应的关合、开断试验。为此, 仍以振荡回路装置为基础, 适当改动线路及试验方法, 使振荡回路有更多的试验能力。当然在当前, 振荡回路仍只是一种等价试验方法, 只适于试验研究用。

2 应用的推广

2.1 开断电阻性电流和电阻-电感性电流

开断电阻性电流的振荡回路原理见图 2。

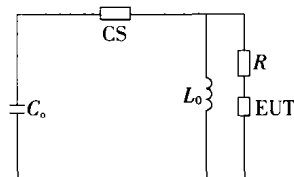


图 2 开断电阻性电流的振荡回路原理图

由图 2 可看出, 可以粗略地将电感和电容组成的回路看成一个交流 50 Hz 的电源(带一定衰减)。条件是: $R \gg 2\pi f L_0$ 。如将电阻改为电阻-电感, 则应有条件是: $(R^2 + L_0^2) \gg (2\pi f L_0)^2$ 。

2.2 关合、开断电容性电流

用于关合、开断电容性电流的振荡回路原理示于图 3(a), (b)。在该电路图中, 被关合、开断的电容为图中的 C_0 。CB 为合闸开关。被试开关 EUT 中的电流为容性电流(领先电容器电压 90° , 暂态恢复电压基本频率为工频)。

同前, 显然需遵守的条件: 是 $C_L \ll C_0$ 。图 3(a)适用于关合和关合-开断试验, 因为在合闸时电容中有涌流出现。为了较准确地再现电网中的涌流, 应加上包括电源和可能的用于限制涌流和谐波的总电感 L_C 。这个电感也将使电流过零后的恢复电压波形及

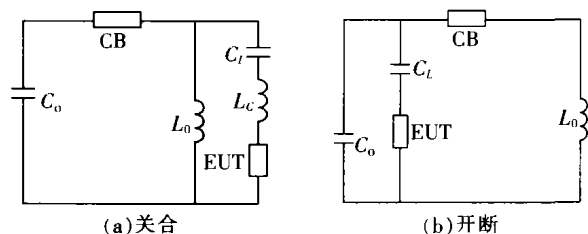


图3 开断、关合电容电流的振荡回路原理图

幅值更接近实际情况。图3(b)则适用于试验开断电源内阻抗为0的电容性电流。

2.3 开断带有非周期分量的电感性电流

用于开断带有非周期分量的电感性电流的振荡回路见图4。

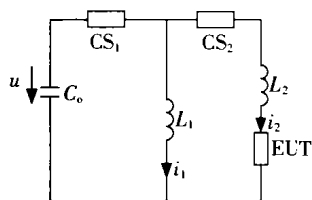


图4 有非周期分量电感性电流的振荡回路原理图

在试验中,先关合合闸开关CS₁,电容C₀通过电感L₁放电,电流为i₁。当t=0,电流i₁达到最大值I₀时,也即u=0时,将CS₂合闸,此时在L₂中电流为i₂。在忽略各电路中的电阻时,可得电流i₁及i₂方程式如下:

$$u = L_1 \frac{di_1}{dt} = L_2 \frac{di_2}{dt}$$

$$u = -\frac{U_0}{C_0} \int (i_1 + i_2) dt$$

可以联立解上述方程,代入起始条件可得:

$$i_1 = I_0 \left(\frac{L_1}{L_1 + L_2} + \frac{L_2}{L_1 + L_2} \cos \omega t \right) \quad (1)$$

$$i_2 = \frac{-I_0 L_1}{L_1 + L_2} (1 - \cos \omega t)$$

式中: $\omega = (L_0 C_0)^{-1/2}$, i₁为带有与交流电流峰值相等的直流分量的电流。当不在电流峰值时合闸,可得不同非周期分量的电流。L₁, L₂值不同时, i₁的波形也不同。

为得到电流i₁的最大值,应合适选择L₁, L₂。在保证电流频率不变的条件下,应保持以下条件:

$$\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} = \frac{1}{L_0}$$

由此可以求得: L₁ = 3 L₀, L₂ = 1.5 L₀。

在该条件下求得i₁的峰值为同样参数的单回路振荡回路(即C₀, U₀, ω均相同)交流电流峰值的76%。

2.4 开断带有非周期分量延迟过零点的感性电流(短路电流)

用于大型发电机侧的发电机断路器在开断机端短路电流时,由于短路电流的直流分量可能比交流分量衰减慢,因而在断路器的开断电流中可能延迟出现零点。试验开断这种电流的振荡回路仍见图4。由式(1),在电感L₁和L₂的比例恰当,即L₂略小于L₁时,电流i₁即可呈现该特性。

由于多种原因,上述多种试验方法仍只适用于研究性试验,并不适用于型式试验等正式试验场合。

参考文献:

[1] 徐国政, 张节容. 高压断路器的原理和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.

作者简介: 钱家骊(1932-), 男, 天津市人, 教授, 博导, 现从事高压电器及其监测与诊断技术, 故障电流限制器研究。

广告单位

彩色广告:

- 扬州万能电器有限公司
- 中国人民解放军5719电器厂
- 上海德力西集团有限公司
- 广东长园电缆附件电气有限公司
- 《电力电子技术》
- 西安高压电器研究所科技开发公司
- 余姚市兴邦高压电器开关厂
- 南通市神马橡胶制品有限公司
- 宁波天安(集团)股份有限公司
- 河南庆华机器厂
- 北京荣威电气技术有限公司
- 乐清市东盟电力智能化设备有限公司

- 南京因泰莱电器股份有限公司
- 武汉国力电气有限公司
- 珠海英之泰电气设备有限公司
- 上海珂利电气有限公司
- 福州中能电力设备有限公司
- 上海华通开关厂五分厂
- 西安西电高压开关有限责任公司
- 浙江万控电气成套设备有限公司
- 江阴市科达电气技术有限公司
- 浙江黄华电气有限公司
- 珠海电力士电源有限公司
- 武汉新电电气技术有限责任公司
- 武汉市协力电气设备有限公司
- 无锡市南方电器制造有限公司
- 北京四方华能设备有限公司

- 广州启能开关有限公司
- 广州市增强绝缘电器厂
- 华仪电器集团

黑白广告:

- 咸阳秦华特种电子元器件厂
- 上海苏特电气有限公司
- 平顶山天鹰智能电气有限责任公司
- 武汉市合众电气设备制造有限公司
- 2004国际高低压电器及成套设备工程展览会
- 武汉科新电力设备有限公司
- 南通市神马橡胶制品有限公司
- 溧阳市永新绝缘粉末有限公司
- 武汉南星电气有限公司