

低压电器的短路试验

武汉高压研究所 朱梦麟

武汉电力研究所 张其安

短路试验是低压电器型式试验的主要项目之一,为了确保其安全可靠,本文就这问题作些讨论。

1 试验电源

低压电器的短路试验,所需的电源容量较小,一般可由公用电网供电,即用10kV或35kV线路经过试验变压器而取得相应的试验电源。为使所选用的试验设备容量与电源容量相匹配,首先应计算电源短路容量。中低压网络的阻抗较大,同一条线路各点的短路电流差别也较大。根据供电变电所母线的短路容量来确定试验变压器安装处的短路电流值时,一般可用下列公式求得:

$$S_d = \frac{S_j}{\alpha_{*x}} \quad (\text{或} \alpha_{*x} = \frac{S_j}{S_d}) \quad (1)$$

式中 α_{*x} ——到试验变压器处的系统总电抗标么值,

S_j ——基准容量(一般取100MVA);

S_d ——实际短路容量(MVA)

变压器及线路对基准容量的电抗标么值:

$$\text{变压器: } \alpha_{*b} = \frac{U_d\%}{100} \frac{S_j}{S_b} \quad (2)$$

$$\text{线路: } \alpha_{*d} = \alpha \frac{S_j}{U_j^2} \quad (3)$$

式中: S_b ——变压器额定容量(MVA);

U_j ——基准电压(kV);

α ——线路电抗(Ω);

U_d ——变压器短路电压(%)

[例] 10kV 供电母线处短路容量为300MVA,安装在距母线3km处的试验站三相总阻抗为,

$$\alpha_{*x} = \frac{100}{300} + (3 \times 0.35 \times \frac{100}{10.5^2}) = 0.33 + 0.952$$

$$= 1.2821 \quad (10\text{kV线路阻抗取}0.35/\text{km})$$

$$\text{试验变压器高压侧短路容量 } S_d = \frac{100}{1.282} \approx 78\text{MVA}$$

试验电源的短路容量是指在试验变压器低压侧的三相短路容量,要计及试验变压器的阻抗。为了满足被试电器靠近电源侧端子上的电压不低于100% U_n 的要求, (U_n 为试验变压器的额定电压),据有关标准规定,试验电源的短路容量,一般应不低于37MVA(相当于 $1.1 \times \sqrt{3} \times 380 \times 50\text{kA}$)。

2 试验变压器的选择

电器的短路试验,包括通断能力试验和动热稳定试验。动热稳定试验电流比较大,如电流互感器,往往可达其额定电流的几十倍,甚至几百倍,且对试验电压不作要求,宜选用高压为400V的低压大电流变压器,如多磁路变压器,还可兼做发热试验。通断能力试验,尤其是对某些电器,既要校验其机械强度,又要验证其触头抗熔焊能力,须在额定电压下进行动热稳定试验,通常选用冲击变压器,还可兼做电寿命试验,这种变压器一般用10kV(或35kV)电压供电。其容量的选择,除考虑所试电器产品的范围与容量外,还应考虑和电源容量相匹配,即系统阻抗大小对容量选择的影响,以及试验时对系统供电的影响等方面。如选用50kA级的试验设备,相当于低压短路容量34.6MVA,按上面算例得电源短路容量为78MVA时,则试验变压器的容量,可按图1的接线进行

粗略计算, 电源与试验变压器的阻抗之和等于短路点要求的阻抗, 即

$$x_{*b} + 1.282 = 2.89, \quad x_{*b} = 1.61$$

$$\therefore 1.61 = \frac{4}{100} \times \frac{100}{S_{eb}},$$

$$\therefore S_{eb} = \frac{4}{1.61} \cong 2500 \text{ kVA};$$

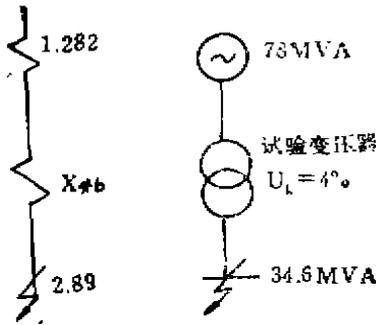


图 1

即欲得到的低压 50kA 的短路电流, 当高压侧短路容量为 78MVA, 冲击变压器的短路电压为 4% 时, 试验变压器容量应为 2500 kVA。低压网络的短路电流计算, 应计及元件和回路的电阻, 虽然上述计算值要比实际值大, 而电源短路容量又受系统运行方式的影响, 在试验过程中还应接入可调的负载阻抗, 故冲击变压器的额定容量宜比计算值大一些。

若系统短路容量为 150MVA 时, 则试验变压器容量可减少到 1800kVA。可见, 供电系统阻抗大小, 对选择试验变压器影响较大, 应注意适当选择试验设备的安装地点。

同样, 配电变压器的突发短路试验, 也可用上述方法求得被试变压器的额定容量。还须注意校核接入被试变压器的高压断路器的额定短路开断电流是否满足, 并通过试验取得正确数据。

低压电器模拟短路试验时, 高压网络也受此短路影响, 供电母线电压有所降低, 其他供电线路也受到影响。因此, 选择试验设备容量时, 还要验算对系统电压的影响, 其

近似计算如下:

$$U_{*m} = \frac{x_{*l} + x_{*b}}{x_{*o} + x_{*l} + x_{*b}} \quad (4)$$

式中 x_{*o} ——系统电抗标么值;

x_{*l} ——线路电抗标么值;

x_{*b} ——试验变压器电抗标么值。

本文的例中 $x_{*o} = 0.333$; $x_{*l} = 0.952$;

$$x_{*b} = 1.61$$

$$\begin{aligned} \text{则 } U_{*m} &= \frac{0.952 + 1.61}{0.333 + 0.952 + 1.61} \\ &= \frac{2.562}{2.895} = 0.885 \end{aligned}$$

即供电电源母线电压降到 88.5%。试验变压器高压侧母线的电压降至 $\frac{1.61}{2.89} = 56\%$, 对该母线上接的负荷将会有影响。短路试验时, 对供电变电所母线电压的影响, 不应低于 80%~90%, 过低应调整设备参数。

冲击变压器的高压绕组, 一般接成三角形, 低压侧取决于试验电压, 其额定电压可包括低压电器的电压等级, 有: 220V、380V、660V、1100V 四级。因此低压侧应有每相两个或三个相同的绕组, 通过采用电压转换板, 将低压线圈串、并联地接成三角形或星形接线, 同时高压侧还有适当的调整范围, 以适应各种电压产品对试验电压的要求。变压器一般选用三相式, 也可用单相三台组成。但三相三柱式变压器的零序阻抗较大。冲击变压器的主要技术性能见附录。

3 试验电路

试验电路, 因各种电器短路试验的要求不同而有差别, 有关的产品标准上一般有所规定。配电电器如自动开关和熔断器用来保护低压电网的, 其通断能力试验模拟负荷部分处于短接的状况。试验时仅在产品之前接入阻抗 R_1 和 x_1 。控制电器如接触器, 是用来控制电动机等负载的接通与分断的, 其通断能力试验模拟鼠笼式电动机转子堵转时接通和分断的情况, 试验时在试品后相应地接入相当于电动转子堵转的等效阻接 R_2 和 X_2 ,

代替实际使用情况。作为各种电器的通用试验装置，为适应不同电器产品的试验要求，通常采用在试品前和后均接入阻抗的接线，如图2所示。试验预期电流和有关参数，可以通过调节前置阻抗或后置阻抗来达到。可调的阻抗参数应与试验变压器相匹配，其额定值除标明电压、电流和电阻电感值外，还应标明动热稳定值。

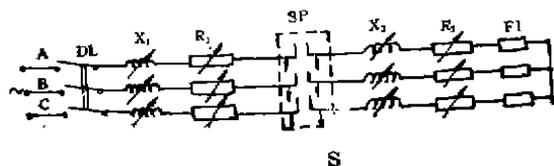


图2 SP—试器;FL—分流器;S—示波器

要求接入后置阻抗的试验电路，为了限制试品前可能发生相间短路而产生相间短路而产生过大的故障电流，在被试电器前仍须接入一定数值的前置阻抗。这对小容量开关试品(如漏电保护开关)尤为重要，因为它的接线端子小，相间距离近，通过大电流时接线端子由于接触不良，可能产生弧光，造成相间短路而烧毁试品。但接入的阻抗值不宜过大，前置阻抗过大，使被试电器触头在分断过程中的相间电压降低与电器实际使用情况不符。因此该阻抗值一般不大于试验回路总阻抗的10%。

4 试验参数的测量

低压电器的短路试验，回路阻抗影响很大，因此设备的连接及用线均应采用低感布置，应尽量缩短，接头连接牢靠使接触电阻减少，设备的切换开关及端子应详细检查，整个回路的阻抗(含试验变压器)有必要加以测量，以便计算和调整试验电流。试验参数的测量应符合有关标准，避免测量误差，并注意下列几点：

(a) 用电磁示波器测量试品触头间的电压波形时，从触头两端引出的测量回路应接入足够大的附加电阻，避免触头分断过程中对暂态恢复电压的影响。为了减少测量回路

电容的影响，不能采用有金属外护层的屏蔽线，应采用对地电容较低的导线，且尽量短些。

(b) 用电磁示波器可以测量试验电流的变化过程，从低感分流器引出的测量回路导线，各相建议用绞线，并将三相导线装于同一绝缘塑料套管内，以达到低电感的要求。

(c) 功率因数的测量要区分是负荷电路的功率因数还是整个电路的功率因数。测量负荷功率因数的方法仅适用于电源内阻抗小于总阻抗10%的电路。

5 试验电路的保护及控制

为了便于试验操作和不影响系统供电安全，对试验电路宜采用二级控制、双重保护，从母线引出经过两台高压开关至变压器，其中：母线侧开关为后备保护，装于配电室，变压器侧开关为主保护兼操作，装在试验室。主保护和后备保护都用反时限过流和速断两种方式，过流保护应验算对低压单相接地短路的灵敏度。

在试验变压器低压侧同样装两级开关，前级开关作操作或合闸，后级开关作保护或分闸用，试验电流大，操作低压开关有困难时，可操作高压开关，比较安全可靠。

附 录

冲击变压器的技术性能

- (1) 电源——三相50Hz
- (2) 额定电压 高压10kV(有5~7挡调压)，低压220V或390V(有3~3个线圈)；
- (3) 额定容量 560,750,1250kVA；
- (4) 阻抗电压 $U_z=4\%$ (1000kVA以上)， $U_z=3\%$ (1000kVA以下)冲击倍数为额定容量的64倍；
- (5) 绕组接线——高压 Δ 形接法，低压“ Δ ”或“Y”接；
- (6) 低压为220V两线圈的输出电压如表1。

表 1

接法	调压档						
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Δ	220	231	242	253	264	275	286
Δ/Δ	381	400	419	438	457	476	495
Δ/Δ	440	462	484	506	528	550	572
Δ/Δ	762	800	838	876	914	953	994



论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 高原环境对低压电器产品的影响及其对策](#)
- [2. 低压电器短路通断试验系统建设中的技术问题](#)
- [3. 2007中国（温州）国际电力电工及高低压电器展览会](#)
- [4. 短路试验不合格率的分析及对策](#)
- [5. 一起110kV主变压器短路故障分析](#)
- [6. 内生式产业转型升级的经验：电器产业的案例](#)
- [7. 关于发电机组空负荷调试](#)
- [8. 开关电器动热稳定性试验中电源变压器最佳变化的计算](#)
- [9. 低压电器大电流短路试验装置问题探讨](#)
- [10. 低压成套开关设备类产品的出厂试验设备条件讨论](#)
- [11. 正泰：“输出管理”试验](#)
- [12. 低压大容量试验和测试技术水平综述\(一\)](#)
- [13. 第三届低压智能配电系统技术论坛暨智能电器及系统整体解决方案研讨会在上海隆重召开](#)
- [14. 低压电器试验数据采集及处理系统\(I\)](#)
- [15. 低压成套开关设备中电器元件安装应注意的几个问题](#)
- [16. PLC在低压电器短路试验中的应用](#)

- [17. 1100kV/1200kV断路器大功率试验](#)
- [18. 国内低压电器智能化技术的领跑者](#)
- [19. 施耐德电气旗下5家合资企业荣膺中国电气工业100强深耕中国市场助力推进绿色经济发展](#)
- [20. 低压大容量试验和测试技术水平综述\(I\)](#)
- [21. 有关低压电器故障检修要领的探讨](#)
- [22. 低压用电设备过电压保护器的研制和试验](#)
- [23. 谈低压电器设备运行存在的问题与维护](#)
- [24. 电网运行中低压电器设备故障原因分析与对策分析](#)
- [25. 低压大容量试验和测试技术水平综述 II](#)
- [26. 低压电器品牌建设之我见](#)
- [27. 聊城广友变频近期代表性业绩](#)
- [28. 低压电器的计算机辅助设计\(I\)](#)
- [29. KEMA在沪举办中低压电器国际试验及安全认证研讨会](#)
- [30. 低压电器温升试验的不确定度分析](#)
- [31. 《电力变压器 第5部分 承受短路的能力》 GB1094.5—2003与GB1094.5—1985的对比分析](#)
- [32. 低压电器级联技术的应用和发展趋势](#)
- [33. 低压电器通断能力试验PLC控制系统](#)
- [34. 灯泡贯流型水轮发电机启动短路与空载试验](#)
- [35. 顺压电器试验中的过振荡频率及其系数的测试](#)
- [36. 第二届中国智能电工技术论坛在沪举行](#)
- [37. 低压电器试验和测试的集散控制系统](#)
- [38. 代压电器电磁兼容讲座 第五讲 低压电器电磁兼容试验及性能判别标准\(一\)](#)
- [39. 建筑工程中低压电气安装施工探究](#)
- [40. 短路机械力耐受能力试验](#)
- [41. 低压电器混合式无弧开断技术探讨](#)
- [42. 施耐德的垄断“阴谋”](#)
- [43. 塑壳断路器回路电阻的在线检测](#)
- [44. 基于ATT7022A的低压无功补偿控制器研制](#)
- [45. 电器试验报表的网络化](#)
- [46. 温州：垃圾堆里“淘金”](#)
- [47. 1100kV/1200kV断路器大功率试验\(英文\)](#)
- [48. 应用信息技术推动低压电器技术发展](#)
- [49. 低压电器的短路试验](#)
- [50. 低压电器的监测保护分析](#)