

[开关设备]

低压开关器件在成套设备主电路应用中的实际载流能力试验

文/西门子（中国）有限公司 EM LP Sivacon 合作伙伴支持团队 夏欣荣

阐述了成套设备温升试验的必要性；举例说明了新断路器集成在已经过试验验证的低压成套设备中所需采取的温升试验的过程、方法以及推导演算公式。

塑壳断路器是最常见的低压开关器件之一，除了与接触器和热继电器配合使用在电动机，同时还由于其操作维护方便而越来越多的替代熔断器隔离开关应用在馈电回路中。无论是哪种应用方式断路器都应遵循其国家标准GB 14048/IEC 60947进行设计研发，并通过相应的温升、短路等型式试验进行验证，从而得到诸如额定电流、分断能力等各种电气参数。考虑到低压开关器件验证试验时的工况与其在实际应用有很大的不同，因此必须将器件安装在低压成套设备中依照GB 7251.1/IEC 61439-1的标准再次进行验证试验，从而获得其实际应用中的电气参数。本文就是针对低压开关器件在成套设备中的实际载流能力即温升试验为例进行分析和探究。

成套设备温升试验的必要性

低压开关器件验证试验往往是在空旷的环境中进行的，低压开关器件运行过程中产生的热量通过对流、辐射及传导获得了良好的释放。而在实际应用中，成套设备中的开关器件的工况及散热冷却条件要比验证试验时恶劣的多。

低压成套设备的温升试验对再次验证器件的实际载流能力是非常有必要的。不仅针对于全新的成套设备的研发设计，对更新或替换了主电路器件的已经试验验证过的成套设备，同样需要进行相应的试验摸底从而获得新器件的实际电流出力值，这一要求在GB 7251.1/IEC 61439-1中均

有相应的规定。下文将介绍分享西门子在Sivacon 8PT中集成全新的3 VA低压开关器件的温升试验。

试验方案及成套设备样机的准备

Sivacon 8PT是西门子公司推出的一款成熟的通过完全型式试验的低压成套设备，其标准化、模块化的设计为试验方案及样机的准备带来了很多的便利。试验样机如图1所示。



图1 试验样机及试验回路

1. 样机柜体

1) Sivacon柜体结构、水平母线及垂直母线系统的温升试验已经得到验证，只需按照已验证过的电流数据作为试验电流值即可。

2) 考虑到防护等级对温升会带来很大的影响，准备2个方案的柜体，即通风型（IP40）和非通风型（IP54）两种。

2. 典型回路（功能单元隔室）

1) 抽出式设计试验单元，西门子新一代塑壳断路器3VA2具有5个壳架电流等级，断路器型号为3VA20/3VA21/3VA22/3VA23/3VA24，对应的断路器的

额定电流 I_n 分别为100 A/160 A/250 A/400 A/630 A, 本次实验为不同的壳架电流设计方案准备了五个相应的抽出式单元。

2) 加热器单元, 模拟产生相邻回路功能单元隔壁的热辐射。低压成套设备出线回路形式灵活多变且排列组合错综复杂, 但其最大电流总和不可能大于柜体垂直母线的额定电流, 因此采用2组加热器模拟单元模拟相邻于被试验回路的功能单元产生的热功率4耗, 具体加热器功率按系统垂直母线的额定电流来计算其功耗值。

试验检测点的布置及试验过程

1. 试验检测点的预埋

在进行温升试验前首先要将所有的温度检测点按照图2和表1在成套设备及待试验的回路中进行预埋。

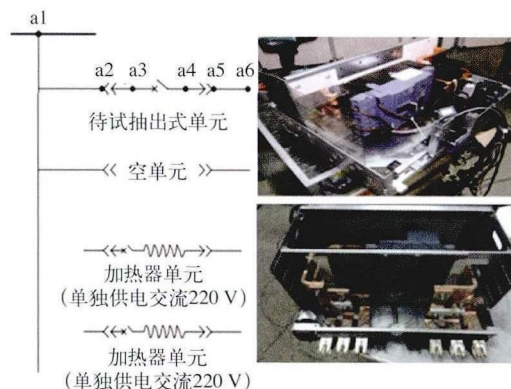


图2 温升检测点的布置

表1 温升检测点及相应温升极限值

温升检测点			
序号	描述	温升 极限值/K	备注
a1	主母线与垂直母线搭接处	95	L1~L3
a2	抽出式单元插头与垂直母线搭接处	70	L1~L3
a3	断路器进线端子	70	L1~L3
a4	断路器出线端子	70	L1~L3
a5	抽出式单元插头	70	L1~L3
a6	与回路出线端子连接处	70	L1~L3
a7	连接外部绝缘子电缆的端子	70	L1~L3
a8	开关柜侧板	40	
a9	开关柜后门(封)板(50cm顶板下)	40	
a10	抽出式单元前盖板金属面板	30	
a11	抽出式单元操作手柄	25	
a11	环境温度	—	柜前1 m 高度1.1 m
a12	环境温度	—	柜后1 m 高度1.1 m
a13	抽屉二次线仪表板	30	
a14	抽屉内空气温度	—	
a15	横向接线隔室空气温度	—	
a16	横向接线隔室面板温度	30	
a17	电缆隔室空气温度	—	

2. 试验过程

(1) 试验装置与样机的连接

电流发生器连接至样机连接点 I ; 模拟负载电阻连接至试验回路出线连接点 O ; 模拟负载电阻连接至垂直母线分流连接点 V 。

(2) 试验回路初始电流的设置

试验初始电流的设定是非常关键的, 须充分考虑各种因素, 精确的初始值推断会大大的缩短试验的时间, 节省人力物力从而降低试验费用。初始值设定需要考虑以下因素: 断路器的壳架电流与其额定电流的对应关系; 成套设备原有断路器的降容情况; 试验室的环境温度。

(3) 试验通电、断路器合闸

启动电流发生器, 调整模拟负载电阻, 确保, 试验回路的馈出电流等于推断的试验初始电流值 I_{nx0} ; 水平母线上的电流等于垂直母线的额定电流 I_n ; 垂直母线的电流分量 I_v 等于垂直母线额定电流 $I_n - I_{nx0}$ 。

(4) 电流的演算及修正

通过试验电流 I_{nx0} 且达到热平衡后(一般需要4~5 h), 找出温升最高的检测点, 该点便是试验回路通电载流后限制实际载流能力的最薄弱的环节。将该点的温升值 T 温升值与国家标准要求的相应的温升极限值 $T_{\text{温升极限值}}$ (见表1)相比较, 若温升值与极限值的差距仍很大, 就需要修正试验电流值, 通过公式进行推导演算得出在当前环境温度下新的试验电流值 I_{nx1} ; $I_{nx1} = I_{nx0} \times T_{\text{温升极限值}} / T$ 温升值按 I_{nx1} 调整试验电流等待新的热平衡(又需要3~4 h), 直至接近温升极限值, 为了节省试验时间, 并非要求100%的达到温升极限值, 且也很难做到整个试验过程的环境温度一直稳定, 故只要试验的环境温度小于35℃且最薄弱点的温升与相对应的极限值的差值在±3 K之间, 可以再次通过以下公式进行演算修正从而得到35℃下的额定电流值 $I_{n35℃}$; $I_{n35℃} = I_{nx1} \times T_{\text{温升极限值}} / T$ 温升值。

为了获得成套设备额定分散系数, 还必须分别合闸2组加热器单元来模拟相邻回路产生的热量对试验回路的影响。从而获得试验回路位于柜体不同位置时的实际载流能力; 同样的试验过程还需要在通风柜型和非通风柜型中进行, 从而获得该试验回路在不同的防护等级下的实际载流能力, 故而每个设计方案的试验回路要进行6次温升试验才能获得整套的实际应用载流能力数据, 见图3。

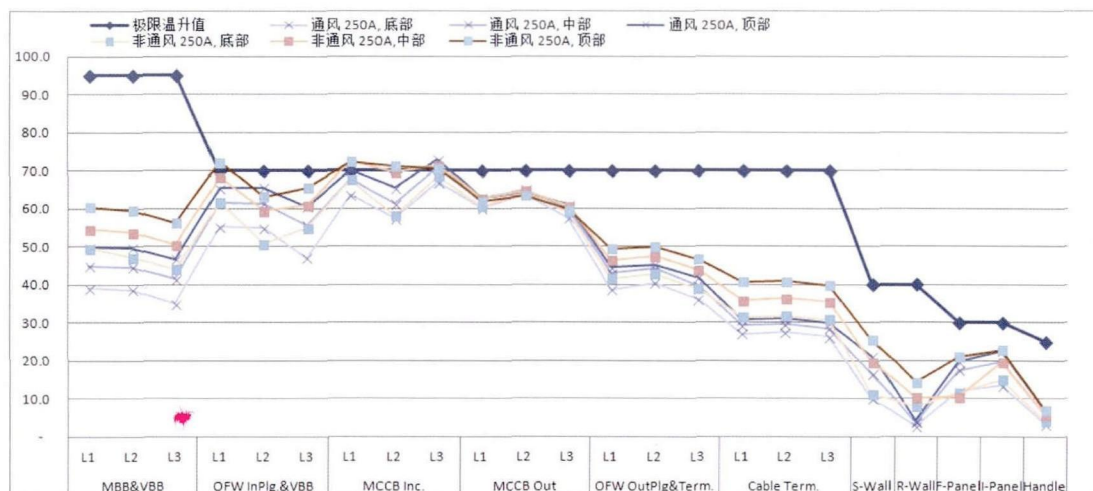


图3 各检测点升温曲线图

试验数据的整理、分析

由于实际的应用往往并不是在标准的35℃环境下,为了更好的指导实际设计、应用,可以通过以下公式推导演算出试验回路在实际应用环境温度下的最大承载电流 $I_{n[x]C}$, $I_{nxC} = I_{n35C} \times T_{\text{温升极限值}}K + 35^{\circ}\text{C} - x^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{温升极限值}}$ 必须是试验中的最薄弱检测点对应的极限值;②

环境温度的跨度值建议控制在20~40℃范围之间。

在整理试验所得数据后,再次验证了柜体的防护等级(通风/非通风)以及相邻回路对试验回路的载流能力影响还是很大的,如图4所示。同时还发现对于同一试验回路,在成套设备防护等级发生改变或其在成套设备内安装位置发生改变时,温升薄弱点也会出现改变漂移。

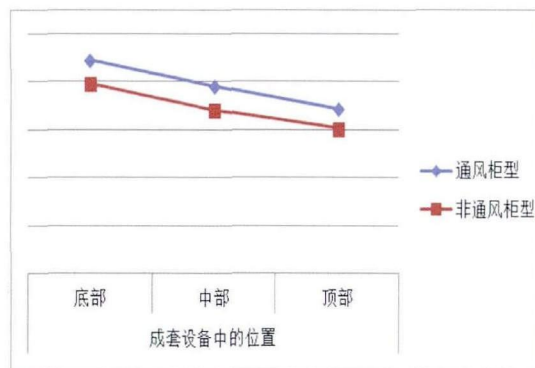


图4 柜型/安装位置电流对比曲线图

例如在通风柜中,试验回路装在成套设备的底部时,断路器电流流入的L2相端子的温升最高。但在非通风柜型尤其是试验回路安装在顶部时,同样的回路温升最高点却变成了L3相端子。可见由于试验回路受到安装在其下方的回路的热辐射,再加上非通风柜型的密闭性,热空气上升后集聚在设备的顶部而造成横向安装断路器的L3相的温升反而高于了L2相,如图5所示。

结束语

通过本次温升试验,获得了大量的试验数据,摸清了新的断路器在成套设备实际应用中的

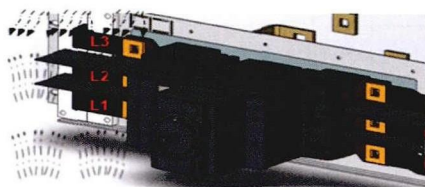


图5 横向安装的塑壳断路器

载流能力,确保该设计方案在实际应用过程中安全可靠的运行。同时在试验过程中也发现了演算推导也是非常重要的,试验结合演算推导能大大的缩短试验时间从而降低试验成本。EA

(收稿日期:2015.09.01)

(编辑:朱金凤)