

[带电作业]

使用不同年限的带电作业绝缘手套耐压试验研究

文/眉山多能电力建设有限责任公司东坡分公司 余 健

通过对使用不同年限的带电作业绝缘手套进行耐压试验，建立使用年限与泄漏电流的关系模型。分析结果表明，绝缘手套使用年限越长，泄漏电流越大，绝缘性能越差，绝缘手套理论最多使用3.71年，即使用3.5年需进行更换。

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高，用户对供电可靠性的要求越来越高。近年来，通过带电作业的方式进行电网设备检测、检修维护和改造，大幅度缩短了用户停电时间，提升了服务质量。

配电网带电作业方式有两种：直接作业法和间接作业法。当前配电网带电作业大都采取直接作业法，利用绝缘斗臂车或绝缘平台穿绝缘服和防护用具戴上绝缘手套直接接触带电体进行作业。间接作业是指带电作业人员与带电体没有直接接触，而与带电体保持足够的安全距离利用绝缘工具进行作业。

进行带电作业的首要任务就是保证作业人员人身安全，作业人员作业时戴绝缘手套进行有效绝缘防护，是保障作业人员自身安全的措施。通过对使用不同年限的绝缘手套进行交流耐压试验可以了解其绝缘性能和使用寿命，达到保障作业人员安全的目的。

耐压试验

带电作业绝缘手套又叫高压绝缘手套，采用天然橡胶制成，用绝缘橡胶或乳胶经压片、模压、硫化和浸模成型，主要用于电网作业、检修、维修和安装维护的作业过程中，是对人体进行防护的首道防御器具。在使用过程中的电击、

摩擦、穿刺、浸水和浸油，以及储存过程中的受热、受潮等因素，极易导致橡胶老化，从而造成绝缘性能下降。因此需要对绝缘手套定期进行试验，以确保现场使用的绝缘手套的绝缘性能良好。

绝缘手套的耐压试验是依据GB 26860—2011《电力安全工作规程》、DL/T 1476—2015《电力安全工器具预防性试验规程》及DL/T 976—2005《带电作业工具、装置和设备预防性试验规程》进行试验的，试验原理图如图1所示。

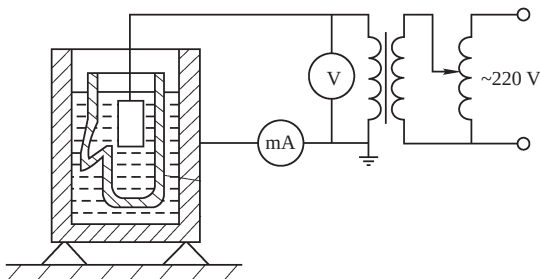


图1 试验原理

在实验室中搭建试验平台，控制环境温度25℃，相对湿度70%。将使用0年、0.5年、1年、1.5年、2年、2.5年和3年的被试手套内部放入电阻率不大于750 $\Omega \cdot \text{m}$ 的水，然后浸入盛有相同水的金属盆中，使手套内外水平面呈相同高度，手套应有90 mm的露出水面的部分，这一部分应该擦干。以恒定速度升压至8 kV，保持1 min，不应发生电气击穿，测量泄漏电流。

(下转第55页)

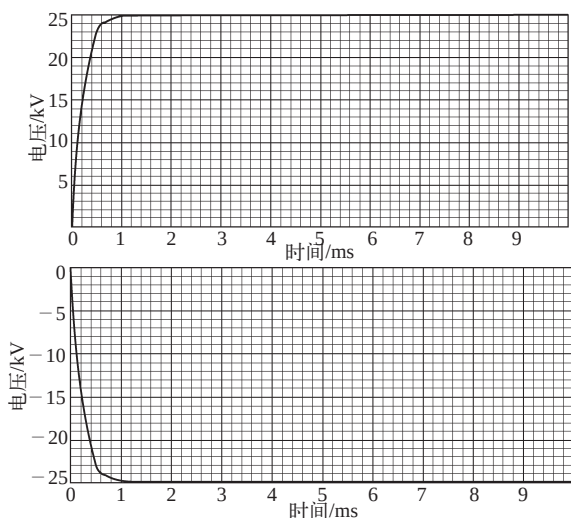


图8 变换器输出电压波形

(上接第42页)

试验结果分析

测量使用不同年限带电作业绝缘手套的泄漏电流,取其平均值绘制曲线如图2所示。由图2可知,未使用的绝缘手套泄漏电流只有1.04 mA,使用0.5年的绝缘手套泄漏电流为1.57 mA,使用1年的绝缘手套泄漏电流为2.26 mA,使用1.5年的绝缘手套泄漏电流为3.08 mA,使用2年的绝缘手套泄漏电流为4.02 mA,使用2.5年的绝缘手套泄漏电流为5.23 mA,使用3年的绝缘手套泄漏电流为6.75 mA,均小于规定的9 mA,所以都能达到绝缘要求。

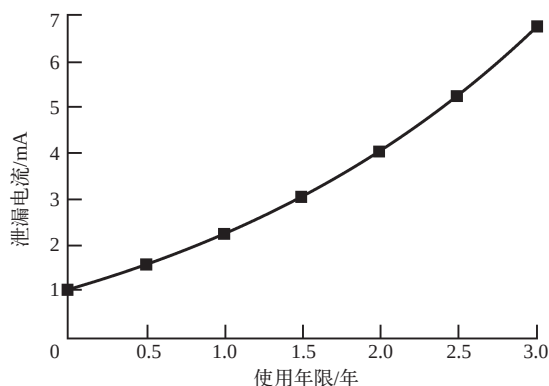


图2 使用不同年限绝缘手套泄漏电流曲线

最小二乘法通过最小化误差的二次方和寻找数据的最佳函数匹配,是进行曲线拟合的一种早期使用的方法。一般最小二乘法的拟合函数是一元二次,可一元多次,也可多元多次。该方法是通过求出数据点到拟合函数的距离和最小的拟合

了研究,分析了其工作原理及等效电路,通过软件对该变换器的增益特性及输出特性进行了仿真。结果表明,这种串并联谐振全桥变换器有如下优点:①输出电压与开关频率相关,输出电压范围宽;②变换器工作在谐振状态,开关管开通和关断损耗低,电路噪声小;③输出电压响应速度快,输出电压稳定无过冲。

对于要求宽电压输出范围和高动态响应速度的X光机高压电源,该串并联谐振全桥变换器有良好的应用前景。EA

(收稿日期:2020.04.15)

(编辑:朱金凤)

函数进行拟合的方法。通过不同年限绝缘手套泄漏电流的曲线可以看出,泄漏电流与绝缘手套的使用年限近似满足二次函数关系,因此,令 $I = at^2 + bt + c$,计算数据点到该函数所表示的曲线的距离和最小,即: $|\delta| = \sqrt{\sum_{i=0}^n (I(t_i) - y_i)^2}$ 。对式求导使其 $=0$,则可以求出 I 的系数 a, b, c ,从而求解出拟合函数。

使用MATLAB将曲线拟合,可以预估得到绝缘手套的理论使用寿命,拟合后的表达式如下

$$I = 0.371t^2 + 0.7593t + 1.077$$

式中, I 是泄漏电流,单位为mA; t 是使用年限,单位为年。

将泄漏电流9 mA代入拟合表达式,可以计算出绝缘手套最大使用年限为3.71年。

结束语

通过对使用不同年限的带电作业绝缘手套进行交流耐压试验并测量泄漏电流值,可以得到如下结论:

1) 绝缘手套使用年限越长,遭受电击、摩擦和受潮等因素后橡胶老化越严重,从而造成绝缘性能下降,泄漏电流增大。

2) 建立使用年限与泄漏电流关系模型,计算出绝缘手套理论最多使用3.71年,即使用3.5年需进行更换。EA

(收稿日期:2020.01.14)

(编辑:朱金凤)