**变频串联谐振耐压试验原理及应用分析**

现场[耐压](http://www.whhuachao.com/plus/list.php?tid=48" \t "http://www.whhuachao.com/a/jishu/2017/0413/_blank)试验取高电压最直接的方法是使用[试验变压器](http://www.whhuachao.com/plus/list.php?tid=49" \t "http://www.whhuachao.com/a/jishu/2017/0413/_blank)将电压升到[耐压](http://www.whhuachao.com/plus/list.php?tid=48" \t "http://www.whhuachao.com/a/jishu/2017/0413/_blank)试验所需要的电压值，但该方法存在很多局限性。被试验设备电压等级越高，[试验变压器](http://www.whhuachao.com/plus/list.php?tid=49" \t "http://www.whhuachao.com/a/jishu/2017/0413/_blank)的变比就越大，由于试验电压比被试设备运行电压高很多，对变压器的绝缘水平要求较高，且带负载能力受到二次绕组的容量和现场试验电源的很大限制；因此，只有较低电压等级和较小电容值的被试设备才使用试验变压器产生高压进行耐压试验。对于较高电压等级和较大电容值的被试设备，现场常用串联谐振方法产生高电压进行耐压试验；对于较低电压等级和大电容值的被试设备，现场常用并联谐振方法产生高电压进行耐压试验。并联谐振方法主要用于电力电缆的交流耐压，它较好地满足了被试设备较大电力的要求，但产生的电压并不高，本文对这种方法不进行讨论。串联谐振产生高电压方法的应用较为广泛，但现场使用这种方法进行耐压试验时也遇到不少问题。本文主要就变频串联谐振耐压试验的原理及应用进行分析与研究。

**一、对高压电气设备进行交流耐压试验的必要性**
(1)直流耐压试验不能反映设备实际工况下的电场分布，难以正确发现高压电气设备的内部缺陷。直流电压下，电气元件上的电压按电阻分布，交流电压下电气设备上的电压则是按介电常数分布，它反映实际运行的情况。例如: 对于交联电缆、全膜或纸膜电容器，其固体介质的电阻率可高达1-100EΩ\*m ，当其电容元件绝缘薄膜绝缘不良时，其电阻率可大幅下降，只有原电阻率的几分之一。做直流耐压时。电阻率高、绝缘良好的电容元件可承受的电压较不良电容元件反而高出几倍，使绝缘不良的电容元件反而更容易通过试验，但在运行电压下，其绝缘缺陷便会暴露出来，诱发故障。(2)直流电压可使高压电气设备内部的局部放电大为减弱，不利于绝缘缺陷的检出。高压电气设备内部的某些绝缘弱点或极板边缘电场集中的部位均可能产生局部放电，持续的局部放电对绝缘是有害的。因高压电气绝缘的多样性，在导体和绝缘介质之间往往存在多种绝缘介质，而各种介质的场强分布不同，加压时，场强较高的介质会先发生局部放电，但是同样的复合材料，在直流电压作用下，局部放电会大大减弱。气隙发生局部放电后产生的正、负离子形成反向电场强度E'，使气隙中的合成场强下降，使局部放电削弱甚至熄灭。而交流电压则不然，只要外加试验电压高于局部放电起始电压，每半周内至少会发生两次局部放电，因此交流耐压试验检出的绝缘缺陷远比直流耐压敏感。(3)工频交流耐压试验反映(符合)实际运行电压波形，与运行中出现的工频暂态电压升高的情况较为符合，不存在等价性问题。但工频耐压，试验设备的容量不易解决:工频耐压试验由于其设备庞大笨重，现场运输困难，一般仅能在现场做110kv电压等级的G IS和SF 6 断路器，且试验过程中若被试品发生闪络或击穿，短路电流极易烧伤被试品。综上所述，施加交流耐压才能真实地考核高压电气设备的制造质量，才能有效地检出因各种因素造成的绝缘缺陷，但工频耐压存在一些缺陷。

**二、变频串联谐振耐压试验的原理和应用**
(1)根据串联谐振的原理(见图1) 当L、C、R 串联回路中的感抗与试品容抗相等时，感抗中的磁场能量与试品电容中的电场能量相互补偿，试品所需的无功功率全部由电抗器供给，电源只提供回路的有功功率，此时电路的功率因数cosψ=1.0，即电源电压与谐振回路电流同相位，电感上的电压降与电容上的电压降相等，相位相反。

(2)变频串联谐振装置是运用串联谐振的原理，利用励磁变压器激发串联谐振回路，通过调节变频电源的输出频率，使得回路中的电抗器的电感L和试品电容器的电容C发生谐振，最后通过调整励磁的输出电压，使谐振电压达到所要求的试验电压。变频串联谐振试验装置广泛应用于电缆、大型电力变压器、气体绝缘组合电器(G IS)、电力电容器等高电压、大容量的电力设备的交流耐压、感应耐压等试验项目中。其试验原理如图2所示：

原理总结:串谐装置可提供被试设备高于高于电源电压Q 倍的试验电压。由于电源容量减小且电感、电容可做成分段式，使试验设备轻巧，运输方便，为大容量、长距离现场试验成为可能并提供极大方便，同时利用试验频率允许在一定可调范围内(30一300H z)和试验电抗器固定可调(单一电抗器是不可调的，但是通过串并联，总电感可调)的原理，使得系统的柔性大大增加。
调谐式串谐具有体积小、重量轻，消耗的电源能量小，试验电压获得容易，操作方便，省时省工，同时串谐试验将避免被试设备击穿时产生过大的短路电流，而使设备进一步受损。但是，在试验过程中一定要做好一次引线及导电部分的屏蔽，尽量降低线路电晕损耗引起的等效电阻，提高设备品质因数Q，才能保证耐压试验顺利进行。