

脉冲电容器及直流电容器

Pulse capacitors and direct current capacitors

GB/T 4704-92 代替 GB 4704-84

1 主题内容与适用范围

本标准规定了脉冲电容器及直流电容器的适用范围、术语、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、安全要求及标志等。

本标准适用于脉冲电容器及直流电容器(以下简称电容器)。这些电容器主要用于：

- a. 冲击电压发生器，冲击电流发生器、冲击分压器及其他非连续脉冲装置；
- b. 振荡电路、连续脉冲装置；
- c. 直流高压设备及整流滤波装置。

2 引用标准

GB 311.2~311.6 高电压试验技术

3 术语

3.1 连续脉冲

在一段时间内，不间断的充放电过程中重复出现的放电冲击。

3.2 振荡电路

由电容器和电抗器为主体组成的，借电容器和电抗器之间的振荡放电而获得交流电源的装置。

3.3 反峰电压率

放电时形成的振荡波中电压波的第一个反符号振幅与前一个振幅之比的百分数。

3.4 放电衰减率

放电时形成的衰减振荡波中同符号的先后两个相继振荡振幅之比。

3.5 自放电时间常数

电容器仅通过本身的绝缘电阻放电时，其绝缘电阻与电容实测值的乘积。

3.6 固有电感

电容器的导电系统所具有的电感。

3.7 重复率

电容器在单位时间内的充放电次数，单位为：次/s 或次/min。

3.8 振荡频率

振荡放电时电压(或电流)的频率，单位为 Hz。

4 产品分类

4.1 安装场所

电容器分为户内及户外两种。

4.2 用途

电容器按主要用途分为：

- a. 冲击电压、冲击电流、冲击分压及其他非连续脉冲装置用电容器；
- b. 振荡电路、连续脉冲装置用电容器；
- c. 直流高压设备及整流滤波装置用电容器。

4.3 额定电压

电容器的额定电压推荐在下列数值中选取：

1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 30, 40, 50, 80, 100, 110, 150, 200, 220, 250, 300, 400, 500kV。

其中带下横线者为优先值。

5 技术要求

5.1 使用要求

5.1.1 海拔

安装运行地区的海拔应不超过 1000m。

5.1.2 环境空气温度

交装运行地区环境空气温度应不超过下列范围之一：-5~+40℃、-25~+40℃或-40~+40℃。

5.1.3 相对湿度

户内应不大于 75%；户外允许达 100%。

5.1.4 化学条件

安装运行场所应无危害金属及绝缘材料的气体及其他化学物质，应无爆炸及易燃的危险。

5.1.5 机械条件

安装运行场所及装置应无剧烈的机械振动。

5.2 结构与性能要求

5.2.1 外观及外形尺寸

电容器的外观及外形尺寸应符合产品图样的要求，且其金属件外露表面应有可靠的防腐蚀层。

5.2.2 电气连接

电容器的内部电气连接应牢固可靠。

5.2.3 密封性能

电容器应具有良好的密封性能。

5.2.4 耐受电压水平

电容器端子间的电介质应能承受表 1 规定的直流试验电压，历时 1min。

凡出线端子均与外壳绝缘的电容器，其出线端子与外壳之间的绝缘应能承受的试验电压由制造厂规定。

表 1

电容器	试验电压	电容器	试验电压
冲击分压用电容器	1.0UN	冲击电流用电容器	1.3UN
		振荡电路用电容器	
冲击电压用电容器	1.2UN	连续脉冲用电容器	1.4UN
直流高压用电容器		整流滤波用电容器	

注：UN 为电容器的额定电压，kV。

5.2.5 电容偏差

电容器的实测电容与其额定值之差，对于冲击分压用电容器应不超过额定值的 ±5%。其余的应不超过额定值的 ±10%。

5.2.6 损耗角正切值

电容器的损耗角正切值的允许值由制造厂规定。

5.2.7 绝缘电阻或自放电时间常数

电容器的绝缘电阻或自放电时间常数应符合表 2 的规定。

表 2

电容器电容，	绝缘电阻 R 或自放电时间常数 RC
$C \leq 1$	$R \geq 1 \times 10^3 M\Omega$

C > 1	RC ≥ 1×10 ³ s
-------	--------------------------

5.2.8 固有电感

电容器的固有电感值由购买方与制造厂协商确定。

5.2.9 耐久性能

电容器的耐久性能应能满足表 3 的规定。

表 3

用途	工作条件	耐久性能(不低于)
冲击电压	在额定电压下, 按规定的波形或电路参数充放电	充放电 10000 次
冲击电流		
冲击分压	承受峰值等于额定电压的规定波形的冲击波	承受次数 10000 次
振荡电路	在额定电压下, 按规定的衰减率作衰减振荡放电	充放电 10000 次
连续脉冲	在额定电压下, 按规定的波形成电路参数作连续充放电	充放电次数或延续时间由购买方与制造厂协商确定
直流高压	在额定电压下连续运行	长周期的断续运行(例如, 每 24h 中运行 8h)总运行周期数由购买方与制造厂协商确定
整流滤波	一般在叠加有交流分量的直流电压下工作。脉动电压的峰值不超过额定电压 UN, 交流分量的振幅值不超过 0.15UN, 其中 f 为交流分量的频率, 以 Hz 计	

注：若需特殊要求的电容器，由购买方与制造厂协商确定。

6 试验方法

6.1 试验条件

电容器的一切试验及测量, 除本标准有关条款中另有规定者外, 均应在周围空气温度为 +5~+35℃、相对湿度不大于 75% 的条件下进行。所测得的数据, 如需校正, 则以标准大气条件(温度+20℃, 压力 101.3kPa, 湿度 11g/m³)为基准。

6.2 外观及外形尺寸检验

按制造厂的图样及有关文件进行。

6.3 密封性试验

将电容器加热至内部各部位温度均达 _____℃, 保持至少 2h, 不应渗漏油。

6.4 电容测量

电容测量应在交流电压下用能排除由于谐波及测量电路内的附件所引起的误差的方法进行, 测量电压方均根值应不大于 0.1UN, 测量准确度应不低于 2%。

6.5 耐电压试验

耐电压试验按 GB 311.2~311.6 中的有关规定进行。

在试验电压下保持 1min 后, 通过制造厂规定的放电电阻放电。

试验时, 根据仪表的指示、放电声音、对电容器观察或复测电容等方法来检验电容器是否损坏。

试验前后均应测量电容值, 两次测量值之差应在测量误差范围之内。对于全部元件并联

的电容器,有内部熔丝熔断而电容器的电容值仍符合 5.2.5 条的要求时,可以作为合格品。

对于要求在淋雨条件下使用的户外电容器,型式试验时,此项试验应在淋雨状态下进行。

6.6 5 次充放电试验

将电容器从低于或等于 50% 额定电压的数值开始加压,再以适当的速度充电至额定电压,然后通过制造厂规定参数的电路放电。

在此试验前后均应测量电容值,两次测量值之差应在测量误差范围之内。对于全部元件并联的电容器,有内部熔丝熔断而电容器的电容值仍符合 5.2.5 条的要求时,可以作为合格品。

6.7 损耗角正切值测量

损耗角正切值测量应在耐电压试验之后,在 50Hz 交流电压下,用能排除由于谐波及测量电路内的附件所引起的误差的方法进行。测量电压方均根值应不大于 0.1UN(但不低于 500V),测量准确度应不低于 20%。

6.8 绝缘电阻或自放电时间常数测量

绝缘电阻测量用下列任一方法进行。

自放电时间常数等于测得的绝缘电阻与实测电容值之乘积。

6.8.1 将电容器充电至额定电压(冲击分压用电容器为 0.8UN,保持 1min,然后切除电源,让电容器自放电,经历一段时间后测量电压,绝缘电阻按下式计算:

.....(1)

式中: R——绝缘电阻, Ω;

C——电容器实测电容, ;

U₀——自放电开始时的电压, kV;

U_t——自放电经历时间 t 的电压, kV;

t——自放电经历的时间, s。

6.8.2 将电容器施加额定电压,保持 1min,测量电容器的电压及泄漏电流。绝缘电阻按下式计算:

.....(2)

式中: R——绝缘电阻, Ω;

U——电容器上施加的直流电压, kV;

i——泄漏电流, mA。

6.8.3 用相对误差不大于 10% 的高阻计测量绝缘电阻。

6.9 固有电感测量

固有电感测量,应根据电感量的要求,适当选择下述一种方法或其他行之有效的方法进行。测量时应采取措施,尽量减少附加电感。

6.9.1 用示波器测量电容器的放电振荡频率及对数衰减率,按下式计算电容器的电感:

.....(3)

式中: L——电容器的固有电感, ;

——外电路的附加电感, ;

C——电容器实测电容, ;

f——放电振荡频率, Hz;

——放电对数衰减率, $=\ln(U_t/U_{t+T})$;

U_t ——放电时间 t 时的电压, kV;

U_{t+T} ——放电时间 $t+T$ 的电压, kV, $T=1/f$ 。

6.9.2 用差值法(或称串联电容器法)测量电容器的固有电感

将被测电容器 A 与同型号电容器 B 串联, 接于充放电电路上, 应使外电路电感与串联的电容器电感在同一个数量级上, 尽量减少附加电感, 并记录放电波形, 然后将被测电容器 A 两端子短路, 再测量放电波形。可按下式计算出被测电容器的固有电感:

..... (4)

式中: L——电容器的固有电感, ;

C_A ——被测电容器的电容, ;

C_B ——串联的电容器的电容, ;

T_B —— C_A 被短接时的放电周期, s;

T_{A+B} —— C_A 与 C_B 串联时的放电周期, s。

6.9.3 测量电容器的谐振频率, 然后按下式计算电容器的固有电感:

..... (5)

式中: L——电容器的固有电感, ;

C——电容器的实测电容, ;

f_p ——谐振频率, Hz。

6.9.4 用工频 50Hz 及高频 $10^5 \sim 10^7$ Hz 电源测量电容器电容, 按下式计算电容器的固有电感:

..... (6)

式中: L——电容器的固有电感, ;

f_z ——高频电源的频率, Hz;

C_2 ——用高频电源测得的电容器电容, ;

C_1 ——用工频电源测得的电容器电容, 。

6.10 耐久性试验

6.10.1 冲击电压、冲击电流、振荡电路用电容器的耐久性试验

将电容器接在表 3 规定的工作条件的放电电路内,均匀地加压至额定电压,按专用技术条件规定的充放电时间间隔,充放电到 10000 次。

试验前后及试验过程中均需测量电容器的电容,测得的电容值之差应在测量误差范围内。

6.10.2 连续脉冲用电容器的耐久性试验

试验方法由制造厂与购买方协商确定。制订协议时,除规定试验电压、耐久性能外,应注意协商电容器放电的反峰电压率(或放电衰减率)、振荡频率(或电流峰值)及重复率,如无有关协议,则试验方法由制造厂规定。

6.10.3 冲击分压用电容器耐久性试验

试验方法由制造厂与购买方协商确定。如无有关协议,当需要试验时其试验方法由制造厂规定。

6.10.4 直流高压及整流滤波用电容器的耐久性试验

试验方法由制造厂与购买方协商确定。如无有关协议,推荐用下述试验作参考性的考核。

6.10.4.1 直流高压用电容器的耐久性试验

将电容器施加直流电压至额定值,历时 24h。

6.10.4.2 整流滤波用电容器的耐久性试验

将电容器施加直流电压至额定值,并叠加幅值为 20% 额定电压值的 50Hz 交流电压,历时 24h。

试验前后及试验过程中均需测量电容器的电容和损耗角正切值。测得的电容及损耗角正切值之差应在测量误差范围内。

7 检验规则

电容器的试验分为:出厂试验、型式试验和验收试验。试验项目见表 4。

7.1 出厂试验

出厂试验由制造厂对制出的每台电容器进行。

7.2 型式试验

型式试验是在新产品制出时,或在生产中当产品的材料、结构或工艺有改变,且其改变有可能影响电容器某些性能时进行。对于经常生产的产品,虽没有上述改变,型式试验亦应每五年进行一次;对于不经常生产的产品,按购买方要求进行。

作型式试验的电容器应为出厂试验合格的电容器。

7.3 验收试验

验收试验主要是购买方在接收电容器时所需进行的试验。此项试验的目的是检验电容器在运输中有否受到损伤,以确保所接收的电容器是良好的。在有条件时,推荐进行的试验项目见表 4。

表 4

项号	试验类别	试验项目	技术要求条号	试验方法条号	说明
1		外观及外形尺寸检验	5.2.1	6.2	
2		密封性试验	5.2.3	6.3	
3		电容测量	5.2.5	6.4	
4		耐电压试验,干试	5.2.4	6.5	

5	出厂 试验	5次充放电试验	5.2.2	6.6	内部带有大电阻的电容器是否作此项试验 由制造厂规定
6		损耗角正切值测量	5.2.6	6.7	
7		绝缘电阻或自放电时间常数测量	5.2.7	6.8	可以在每批电容器中抽取部分电容器测量, 抽测台数不少于该批电容器总台数的5%, 且最少为3台, 抽测中如有不合格者, 则该批电容器应全部进行测量
8	型式 试验	耐电压试验, 湿试	5.2.4	6.5	
9		固有电感测量	5.2.8	6.9	
10		耐久性试验	5.2.9	6.10	
11	验收 试验	电容测量	5.2.5	6.4	
12		耐电压试验	5.2.4	6.5	所施加的试验电压应不超过额定电压
13		损耗角正切值测量	5.2.6	6.7	

8 标志

每台电容器应具有标明下列内容的铭牌:

- a. 名称;
- b. 型号;
- c. 额定电压, kV;
- d. 实测电容, ;
- e. 重量, kg (如受铭牌尺寸所限无法标出时, 可注在产品使用说明书中);
- f. 编号;
- g. 制出年月;
- h. 制造厂的名称。

9 安全要求

无论是在试验过程中或是在使用期间, 在接触电容器之前, 必须用接地棒将电容器可靠放电, 然后把电容器的各端子短接起来并接地。

电容器试验后, 必须用裸铜线将电容器的各端子间及与外壳间(如果是钢板外壳)短接起来。短接线应一直保留到购买方使用时拆除。

电容器应便于安装和运输。

附加说明:

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部西安电力电容器研究所归口。

本标准由桂林电力电容器厂、西安电力电容器研究所负责起草。

本标准主要起草人唐云光、申秀珠。