

一、 概述

1-1 电桥简介:

BQS-37a 型高压电桥是本公司推出的新一代高压电桥，主要用于测量工业绝缘材料的介质损耗($\text{tg } \delta$)及介电常数 (ϵ)。符合 GB1409、GB5654 及 GB/T1693, ASTM D150-1998(2004) 固体电绝缘材料的交流损耗特性及介电常数的试验方法其采用了西林电桥的经典线路，内附 0-5000 的数显高压电源及 100PF 标准电容器，并可按用户要求扩装外接标准电容线路。

1-2 电桥的特点:

- 桥体内附电位跟踪器及指零仪，外围接线及少。
- 电桥采用接触电阻小，机械寿命长的十进开关，保证测量的稳定性
- 仪器具有双屏蔽，能有效防止外部电磁场的干扰。
- 仪器内部电阻及电容元件经特殊老化处理，使仪器技术性能稳定可靠。
- 内附高压电源精度 3%
- 内附标准电容损耗 < 0.00005 ，名义值 100pF

二、 技术指标

2-1 测量范围及误差

本电桥的环境温度为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 30%-80%条件下，应满足下列表中的技术指示要求。

在 $C_n=100 \text{ pF}$ $R_4=3183.2 (\Omega)$ 时

测量项目	测量范围	测量误差
电容量 C_x	40pF—20000pF	$\pm 0.5\%$ $C_x \pm 2\text{pF}$
介损损耗 $\text{tg } \delta$	0-1	$\pm 1.5\%$ $\text{tg } \delta_x \pm 0.0001$

在 $C_n=100 \text{ pF}$ $R_4=318.3 (\Omega)$ 时

测量项目	测量范围	测量误差
电容量 C_x	4pF—2000pF	$\pm 0.5\%$ $C_x \pm 3\text{pF}$
介损损耗 $\text{tg } \delta$	0-0.1	$\pm 1.5\%$ $\text{tg } \delta_x \pm 0.0001$

2-2 电桥测量灵敏度

电桥在使用过程中，灵敏度直接影响电桥平稳衡的分辨程度，为保证测量准

准确度，希望电桥灵敏度达到一定的水平。通常情况下电桥灵敏度与测量电压，标准电容量成正比。

在下面的计算公式中，用户可根据实际情况估算出电桥灵敏度水平，在这个水平上的电容与介质损耗因数的微小变化都能够反应出来。

$$\Delta C/C \text{ 或 } \Delta \text{tg}\delta = I_g / U\omega C_n(1 + R_g/R_4 + C_n/C_x)$$

式中: U 为测量电压 伏特 (V)

ω 为角频率 $2\pi f=314(50\text{Hz})$

C_n 标准电容器容量 法拉(F)

I_g 通用指零仪的电流 5×10^{-10} 安培(A)

R_g 平衡指零仪内阻约 1500 欧姆(Ω)

R_4 桥臂 R_4 阻值 3183 欧姆(Ω)

C_x 被测试品电容值 法拉(pF)

2-3 工作电压说明

在使用中，本电桥顶 A，B 对 V 点的电压最高不超过 11V，R3 桥臂各盘的电流不超过下列规定：

$10 \times 1k\Omega$ $I_{\max} \leq 15\text{mA}$

$10 \times 100\Omega$ $I_{\max} \leq 120\text{mA}$

$10 \times 10\Omega$ $I_{\max} \leq 150\text{mA}$

用户在使用前应注意以上的问题。如不清楚，可根据实验电压及标准电容量，按以下公式来计算出大概的工作电流。

$$I = \omega V C$$

2-4 辅桥的技术特性：

不失真跟踪电压 0~11V（有效值）

2-5 指零装置的技术特性：

在 50Hz 时电压灵敏度不低于 $1 \times 10^{-6}\text{V/格}$

电流灵敏度不低于 $2 \times 10^{-9}\text{A/格}$

二次谐波 减不小于 25dB

三次谐波 减不小于 50dB

三、 电桥工作原理

BQS-37a 型高压电桥采用典型的西林电桥线路。C4 桥臂在基本量程时，与 R4 桥臂并联，测量数值为正损耗因数。结构采用了双层屏蔽。并通过辅桥的辅助平衡，消除寄生参数对电桥平衡的影响。辅桥由电位自动电位跟踪器与内层屏蔽 (S) 组成。自动跟踪器由电子元器件组成。它在桥顶 B 处取一输入电压，通过放大后，在内屏蔽 (S) 产生一个与 B 电位相等的电压。当电桥在平衡时，A,B,S 三点电位必然相等，从而达到自动跟踪的目的。本电桥在平衡过程中，辅桥采用自动电位跟踪，在主桥平衡过程的同时，辅桥也自动跟踪始终处于平衡的状态，用户只要对主桥平衡进行操作就能得到可靠的所需数据。同时也有效的抑制了电压波动对平衡所带来的影响。在指零部分，采用了指针式电表指示，视觉直观，分辨清楚，克服了以往振动式检流计的缺点。

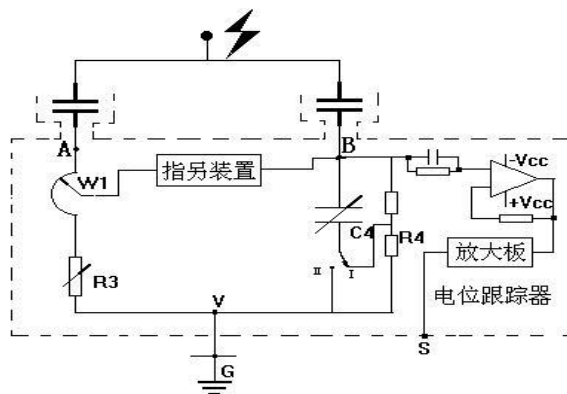


图 2

3-1 桥体的组成

电桥各臂的组成

第一臂：由被测对象 C_x 组成 Z_1 。

第二臂：由高压标准电容器 C_n 组成 Z_2 。

第三臂：由十进电阻器 $10 \times (1000 + 100 + 10 + 1 + 0.1)$ 欧姆和滑线电阻 (0-0.13) 欧姆组成 Z_3 。

第四臂：由十进电容臂 $10 \times (0.1 + 0.01 + 0.001 + 0.0001)$ uf 和可变电容器 100pF 组成 C4 再与电阻 R4 并联组成 Z_4 。

3-2 计算公式

$$C_x = R_4 \times C_n / R_3 \quad R_4[\Omega] \quad R_3[\Omega] \quad C_n[\text{pF}] \quad C_x[\text{pF}]$$

$$\text{tg}\delta = \omega \cdot R_4 \cdot C_4 \quad R_4[\Omega] \quad C_4[\text{F}]$$

$$\text{当 } R_4 = 10\text{K} / \pi$$

$$\text{tg}\delta=C4$$

当 $R4=1K/\pi$

$$\text{tg}\delta=0.1C4$$

我们采取相对固定 $R4$ 电阻，分别调节 $R3$ 和 $C4$ 使桥跟平衡，从而测得试品的电容值 Cx 和介质损耗 tg 。本电桥为了直读出损耗值，取电阻 $R4$ 的阻值为角频率 ($f=60\text{Hz}$) 若干倍。

3-3 公式说明

频率对介质损耗正公式：

本电桥额定的工作频率 $f=50\text{Hz}$ ，在实际工作频率偏离额定频率时可用修正式进行修正：

$$\text{tg}=f' \cdot \text{tg}\delta / f$$

式中： f 为额定工作频率 ($f=50\text{Hz}$)

f' 为实际工作频率

$\text{tg}\delta$ 电桥测得损耗值

$\text{tg}\delta$ 为被测试品介质损耗角正切的实际值

四、安全操作规程

1. 本仪器必须有专人负责保管，使用，非专职操作者应在使用前了解和熟悉本说明书，以免造成不必要的损失和事故。
2. 每次使用前应仔细检查接地线是否完好，确保以后方可通电使用。
3. 接通电源前应将灵敏度开关调到最低位置。
4. 测量试品前应先对试品进行高压试验，证明在电桥工作电压下无噪声，电离等现象出现，然后才能进行测试（若试品已做过高压试验，该项可不必每次测量都做）。
5. 对试品施加高压时缓慢升高，不可以加突变电压。
6. 测试时操作人员必须集中思想，工作前做好一切准备工作，测试地点周围应有明显的标记或金属屏蔽围成高压危险区，以防止非操作人员闯入。
7. 在测量过程中，如有放电管发光时，则必须及时切断电源，仔细检查接线及试品都无击穿，待检查排除故障后，再进行高压测量工作。

五. 操作方法

5.1 测试前的准备工作

①按图（3）所示，连接标准电容 C_n （选用外接标准电容时），与被测电容 C_x ，并且将标准电容与被测电容尽可能远离，以防止互相之间干扰。如选用内部标准电容器，只需连接被测试品即可。

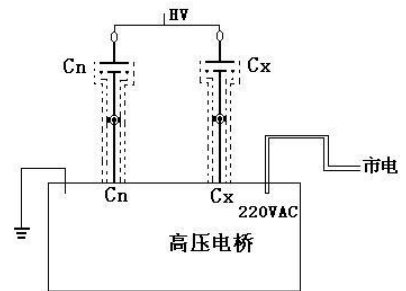


图3

②检查周围是否有强电磁场干扰，应尽量避免。

③检查大地线是否牢靠，以保证操作人员的安全，应检查电桥上的（⊥）与大地是否接触良好。

④检查电桥的灵敏度开关是否已回另位。

⑤检查试品的绝缘强度，应符合大于 $2U+1$ 的标准。

⑥对试品施加试验电压（按部标或国际所规定的专业标准进行）。

5.2 试品的测试

①在不知道被测试品的大概容量及损耗时，可先施加少许的电压，找到粗平衡点后，再把工作电压升到所需的值，然后再寻找细平衡点。

②在测量时，灵敏度开关是按从小到大的规律来调节的。

③在测量时，R3开关时按从左至右的规律来调节的。

④在测量时，C4开关时按从右至左的规律来调节的。

⑤整个测量步骤：首先检查接线无误后，方可通电试验。第二升起试验电压，并调节灵敏度开关，使UA表头有明显的指示。此时表明电桥没有平衡。第三调节R3开关，顺序从左至右。这时通过观察表头来观察电桥的平衡状况。如表头已回另，可再加大灵敏度。应总保持能明显地观察到调节R3时，电桥的平衡状况。第四在某一点上用户会发现，调节R3已无法使表头再回到另位。这时可调节C4开关，顺序时从右至左，把表头指针调节到最小位。第五用户在调节C4到某一点时又会发

现无法将指针调回另位。这时又要去调节R3开关，调节的位数是上一次调节R3的最后位，然后又会出现第四点时的问题，又必须要调节C4开关. . . 就这样来回往复地调节R3和C4两组开关，直至灵敏度开关最大时，并指针回另（或指另仪指示到最小）。表明电桥已达到平衡。

⑥测量完毕后或在暂停测量时，应将另仪的灵敏度开关降至“0”，再将测量电压降至另并切断电源开关，根据计算公式，算出被测试品的容量及介损值。

五、装置成套性

- | | |
|------------------|----|
| 1. BQS-37a 型高压电桥 | 一台 |
| 2. 试验电极 | 一台 |
| 3. 使用说明书 | 一份 |
| 4. 电源线 | 二根 |
| 5. 测试线 | 三根 |



