

铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套

YD/T 837.2—1996

市内通信电缆试验方法

第2部分 电气性能试验方法

1 范围

本标准规定了铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆电气性能试验中的试验方法、试验设备、试验条件、试验步骤、试验结果及计算等的要求。

本标准适用于检验铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆的电气性能,也适用于检验其它类似通信电缆的相关性能。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

YD/T 837.1—1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第1部分 总则

3 一般规定

3.1 电气性能试验除应符合本标准规定外,还应符合 YD/T 837.1 的规定。

3.2 除非另有规定,电气性能试验一般在环境温度下进行。

4 试验方法

4.1 直流电阻试验

4.1.1 试验设备

电缆导线直流电阻或线对直流电阻不平衡试验通常采用惠斯登电桥。电桥准确度应不低于 0.1 级。也可采用其他试验方法(如恒流源法),但应保证其准确度不低于电桥法。

电桥法为基准试验方法,其他方法(如恒流源法)为代用试验方法。

4.1.2 试验条件

试验应在环境温度和空气相对湿度不大于 85% 的室内进行。

4.1.3 试验步骤

4.1.3.1 闭合直流电源开关,调整电桥检流计表针的机械零点,使其指零。

4.1.3.2 将被测试样的两端分别接到电桥的两个接线端上,并确保良好的电接触。

4.1.3.3 接通电桥检流计开关,对电桥进行平衡,直到检流计灵敏度最大,电桥平衡为止。

4.1.3.4 读取电桥平衡时的读数,记录四位有效数字。

4.1.4 试验结果及计算

4.1.4.1 温度 20℃ 时电缆导线每千米长度的直流电阻按下式计算:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{20}(t - 20)} \cdot \frac{1}{L}$$

式中： R_{20} ——20℃时电缆导线每千米长度的直流电阻， Ω/km ；

R_t —— t ℃时电缆导线的直流电阻， Ω ；

α_{20} ——20℃时软铜线的电阻温度系数， $1/^\circ\text{C}$ ， $\alpha_{20} = 0.00393$ ；

t ——试验时的电缆温度， $^\circ\text{C}$ ，一般取电缆所处的环境温度作为电缆温度，有争议时，应按 4.10 规定的方法来确定电缆温度；

L ——被测电缆的长度， km 。

4.1.4.2 线对直流电阻不平衡按下式计算：

$$R_u = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\min}} \times 100\%$$

式中： R_u ——线对直流电阻不平衡， $\%$ ；

R_{\max} ——线对中较大的电阻值， Ω ；

R_{\min} ——线对中较小的电阻值， Ω 。

4.2 绝缘电阻试验

4.2.1 试验设备

电缆绝缘芯线的绝缘电阻试验通常采用电压电流（高阻计）法。试验设备的测量范围应不小于 $10^5 \text{M}\Omega$ ，误差应不超过 $\pm 10\%$ 。

4.2.2 试验条件

试验应在环境温度及空气相对湿度不大于 80% 的室内进行。有争议时，应在温度 $20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 下进行。

试验应在绝缘电气强度试验之后进行。

4.2.3 试样准备

被测试样应干燥，端头应清洁，试验用的连接引线应具有良好的屏蔽性和绝缘性。

4.2.4 试验步骤

4.2.4.1 将被测绝缘芯线的一端接高阻计的高压端子，该端其余芯线与屏蔽相连后接高阻计的低压端子。电缆芯线的另一端应相互绝缘。

4.2.4.2 接通电源，试验电压为 DC 100V~500V，读取充电 1min 时的读数，然后使试样放电。

4.2.5 试验结果及计算

4.2.5.1 电缆每千米长度绝缘芯线的绝缘电阻按下式计算：

$$R = R_x \cdot L$$

式中： R ——电缆每千米长度绝缘芯线的绝缘电阻， $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ ；

R_x ——电缆被测绝缘芯线的绝缘电阻， $\text{M}\Omega$ ；

L ——被测电缆的长度， km 。

4.2.5.2 20℃时电缆每千米长度绝缘芯线的绝缘电阻按下式计算：

$$R_{20} = k \cdot R$$

式中： R_{20} ——20℃时电缆每千米长度绝缘芯线的绝缘电阻， $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ ；

k ——绝缘电阻温度校正系数，由专门的文件规定。对于聚烯烃绝缘的电缆， $k \approx 1$ 。

4.3 绝缘电气强度试验

4.3.1 试验设备

电缆绝缘芯线间及绝缘芯线与地间的绝缘电气强度试验采用直流耐压试验仪进行。直流耐压试验仪的输出电压幅度应能满足产品标准的要求，并能连续可调，输出电压值的偏差应不超过标称值的 $\pm 3\%$ ，输出电压脉动系数应不大于 5%。

4.3.2 试验步骤

4.3.2.1 基准试验方法按如下方式接线(高压端→接地端):

- a) 每根绝缘导线对其他连接在一起的所有绝缘导线,电缆对端芯线相互绝缘。
- b) 所有绝缘导线 $a+b \rightarrow 0$ (屏蔽或高频隔离带), 电缆对端芯线相互绝缘。

4.3.2.2 代用试验方法按如下方式接线(高压端→接地端):

- a) 所有绝缘导线 $a \rightarrow$ 所有导线绝缘 b , 电缆对端芯线相互绝缘。
- b) 所有绝缘导线 $a+b \rightarrow 0$ (屏蔽或高频隔离带), 电缆对端芯线相互绝缘。

4.3.2.3 试验内屏蔽电缆绝缘导线与高频隔离带间的绝缘电气强度时,电缆的屏蔽铝带和铠装层应浮空,试验绝缘导线与屏蔽铝带间的绝缘电气强度时,电缆的高频隔离带和铠装层应浮空。

4.3.2.4 试验时,电压应从较低值开始,缓慢平稳地升至标准所规定的试验电压值,并维持标准所规定的持续时间后,逐渐降低电压,然后切断电源,最后将被测物放电。

4.3.3 试验结果

试验结果用试样在所规定的试验电压和持续时间内有无放电或击穿来表示。

4.4 工作电容试验

4.4.1 试验设备

电缆线对的工作电容试验通常采用电桥法。电桥应为对称电容电桥,其振荡器的输出频率为 800Hz 或 1000Hz,频率误差应不超过 $\pm 10\%$,非线性失真系数应不大于 5%。电桥测量误差应不大于被测值的 $1\% \pm 10\text{pF}$ 。

也可采用其他试验方法,但应保证其准确度不低于电桥法。

电桥法为基准试验方法,其他方法为代用试验方法。

4.4.2 试验步骤

4.4.2.1 在接入被测线对前,先对电桥进行初始平衡。

4.4.2.2 将被测线对的一端直接或通过引线接到电桥的测量端(引线电容应在初始平衡时平衡掉或在试验结果中扣除),被测线对的另一端开路。在测量端,除被测线对外,其余芯线应接屏蔽。

4.4.2.3 测量时,应反复平衡电桥的“电导”和“电容”部分,直到指示器具有足够的灵敏度,电桥平衡为止,读取测量结果,取四位有效数字。

4.4.3 试验结果及计算

4.4.3.1 每千米长度电缆线对的工作电容按下式计算:

$$C = \frac{C_x}{L}$$

式中: C ——每千米长度电缆线对的工作电容, nF/km ;

C_x ——被测电缆线对的工作电容, nF ;

L ——被测电缆的长度, km 。

4.4.3.2 填充式电缆工作电容差按下式计算:

$$D = \left[\frac{\bar{C}_o - \bar{C}_i}{\bar{C}_o} - \frac{\bar{R}_o - \bar{R}_i}{\bar{R}_o} \right] \times 100\%$$

式中: D ——电容差, %;

\bar{C}_o ——电缆最外层若干线对工作电容平均值, nF ;

\bar{C}_i ——电缆最内层若干线对工作电容平均值, nF ;

\bar{R}_o ——电缆最外层若干线对电阻平均值, Ω ;

\bar{R}_i ——电缆最内层若干线对电阻平均值, Ω 。

4.5 电容不平衡试验

4.5.1 试验设备

电缆线对间及线对与地间的电容不平衡试验通常采用电容耦合电桥。电桥振荡器的输出频率为 800Hz 或 1 000Hz, 频率误差应不超过 $\pm 10\%$, 非线性失真系数应不大于 5%。电桥测量误差应不大于被测值的 $3\% \pm 2.5\text{pF}$ 。

也可采用其他试验方法, 但应保证其准确度不低于电桥法。

电桥法为基准试验方法, 其他方法为代用试验方法。

4.5.2 试验步骤

4.5.2.1 在接入被测线对前, 将电桥的转换开关置于测量所需的档位上, 对电桥进行初始平衡。

4.5.2.2 在测量端, 非被测线对的连接应符合下列要求:

对没有超单位的电缆, 将该电缆内所有非被测线对与屏蔽相连接并接地; 对有超单位的电缆, 将该超单位内所有非被测线对与屏蔽相连接并接地; 对内屏蔽电缆, 隔离带应浮空不接地。

4.5.2.3 测量线对与地间的电容不平衡时, 如果所用试验设备不能自动把接在其上的非被测线对接地的话, 则必须把他们从试验设备上取下接地。

4.5.2.4 被测线对直接或通过屏蔽软引线接到电桥的测量端上(引线应具有良好的屏蔽性, 引线电容应在初始平衡时平衡掉或在试验结果中扣除), 电缆另一端的芯线必须相互绝缘。

4.5.2.5 测量时, 电桥的转换开关置于测量所需的档位上, 反复平衡电桥的“电导”和“电容”部分, 直到指示器具有足够的灵敏度, 电桥平衡为止, 读取测量结果, 至少精确到 pF。

4.5.3 试验结果及计算

4.5.3.1 每千米长度电缆线对与地间的电容不平衡按下式计算:

$$e = \frac{e_x}{L}$$

式中: e ——每千米长度电缆线对与地间的电容不平衡, pF/km;

e_x ——被测电缆线对与地间的电容不平衡, pF;

L ——被测电缆长度, km。

4.5.3.2 每千米长度电缆线对与线对间的电容不平衡按产品标准中规定的方法换算。

4.6 线对固有衰减试验

开短路法为基准试验方法。在一定条件下本章所规定的其他三种方法也可代用。其中, 比较法优于电平差法。当有争议而必须应用开短路法时, 应使试样的长度满足开短路法的要求。

4.6.1 开短路法

采用开短路法时, 被测电缆线对的固有衰减宜在 2~10dB 范围内。

4.6.1.1 试验设备

测量系统的接线原理如图 1 所示。

试验设备应符合下列要求:

- 振荡器: 连续工作 4h 的频率稳定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。
- 对称阻抗(导纳)电桥: 精度应不低于 $\pm 2\%$ 。
- 电平表: 灵敏度应不低于 -110dB。
- 数字频率计: 显示数字的位数不少于 6 位, 频率稳定度不大于 $\pm 1.5 \times 10^{-7}/24\text{h}$ 。

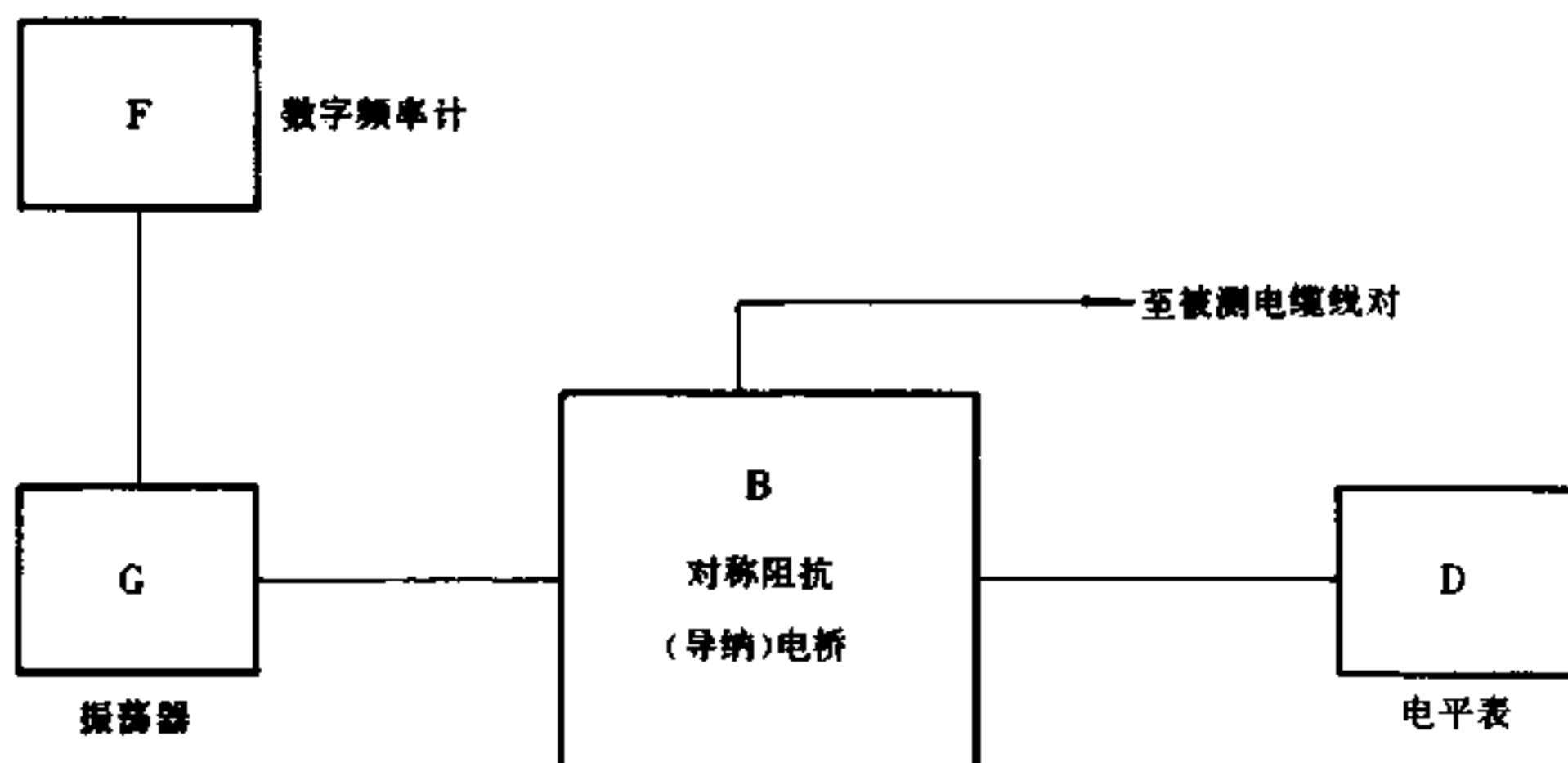


图 1 开短路法

4.6.1.2 试验步骤

- 按测量系统接线原理图连接测量系统。
- 将被测线对直接接于电桥的两接线柱上,粗略找到被测线对在终端开路或短路状态时所在的档位。
- 取下被测线对,在测量终端开路所需的档位上进行电桥初始平衡。初始平衡时,振荡器的频率应调在测量所需的频率上,电平表选频或统调后逐渐增加灵敏度,同时反复调节电桥零平衡旋钮,直到电平表达到最小指示为止。
- 将终端开路的被测线对接在电桥上,反复平衡电桥的电导(电阻)和电容(电感)部分,直到电平表达到最小指示为止。读取 $G_{\infty}(R_{\infty})$ 和 $C_{\infty}(L_{\infty})$ 的值。
- 将终端短路的被测线对接在电桥上,按 b)、c) 和 d) 进行测量,读取 $G_0(R_0)$ 和 $C_0(L_0)$ 的值。
- 在同一频率上进行开路、短路两种终端状态的测量时,应保持振荡器输出频率不变。电桥换档后,应重新进行初始平衡。

4.6.1.3 试验结果及计算

- 每千米长度电缆线对的固有衰减按下式计算:

$$\alpha = \frac{4.343}{S} \cdot \operatorname{arcth} \frac{2T \cos \phi_T}{1+T^2}$$

$$\text{式中: } T = \sqrt{|Z_0|/|Z_{\infty}|} \quad \phi_T = \frac{\phi_0 - \phi_{\infty}}{2}$$

式中的 $|Z_0|$ 、 $|Z_{\infty}|$ 、 ϕ_0 、 ϕ_{∞} 应根据电桥平衡支路不同的等效电路按表 1 所列公式进行计算。

上式及表 1 中:

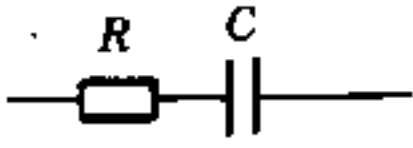

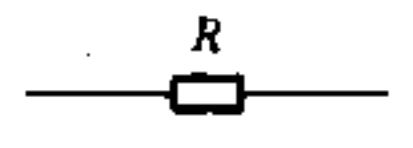
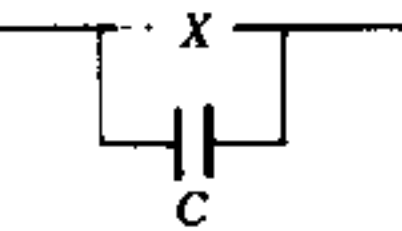
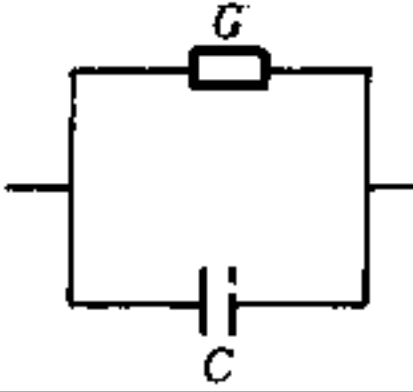

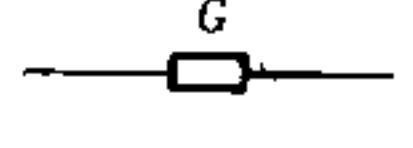
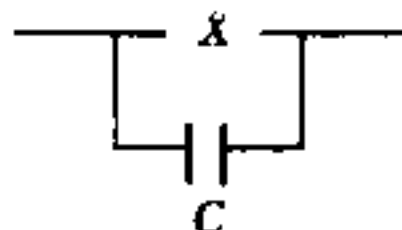
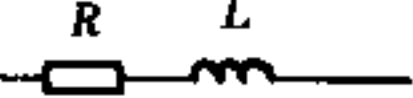

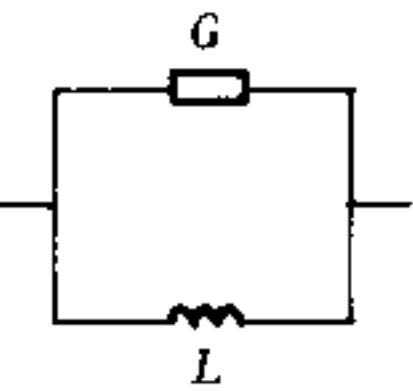

- α ——被测电缆线对温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时的衰减常数, dB/km;
- S ——被测电缆长度, km;
- R ——电桥平衡时的电阻读数(终端短路时为 R_0 , 开路时为 R_{∞}), Ω ;
- G ——电桥平衡时的电导读数(终端短路时为 G_0 , 开路时为 G_{∞}), S;
- L ——电桥平衡时的电感读数(终端短路时为 L_0 , 开路时为 L_{∞}), H;
- C ——电桥平衡时的电容读数(终端短路时为 C_0 , 开路时为 C_{∞}), F;
- Z ——输入阻抗(终端短路时为 Z_0 , 开路时为 Z_{∞}), Ω ;
- ω ——角频率, rad/s;
- f ——频率, Hz。

- 20 $^{\circ}\text{C}$ 时每千米长度电缆线对的固有衰减按下式计算:

$$\alpha_{20} = \frac{\alpha}{1 + K_{\alpha 20}(t - 20)}$$

式中： α_{20} ——20℃时每千米长度电缆线对的固有衰减,dB/km；
 t ——试验时的电缆温度,℃,一般取电缆所处的环境温度为电缆温度,有争议时,应按 4.10 规定的方法来确定电缆温度；
 $K_{\alpha 20}$ ——20℃时电缆的衰减温度系数,1/℃。对聚烯烃绝缘的电缆,参考值为 0.2%。
c) 有争议时,应在温度 20℃±1℃下测量。

表 1

| 平衡支路接法 | 被测支路接法 | 试验结果 | 阻抗与相位计算公式 |
|---|---|---|---|
|  |  | $R(R_0 \text{ 或 } R_\infty)$ $C(C_0 \text{ 或 } C_\infty)$ | $\phi = -\arctg(1/\omega CR)$ $ Z = R/\cos\phi$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = 1/(\omega C \sin\phi)$ |
|  |  | $R(R_0 \text{ 或 } R_\infty)$ $C(C_0 \text{ 或 } C_\infty)$ | $\phi = \arctg(\omega CR)$ $ Z = R\cos\phi$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = \sin\phi/(\omega C)$ |
|  |  | $G(G_0 \text{ 或 } R_\infty)$ $C(C_0 \text{ 或 } C_\infty)$ | $\phi = -\arctg(\omega C/G)$ $ Z = \cos\phi/G$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = \sin\phi/(\omega C)$ |
|  |  | $G(G_0 \text{ 或 } G_\infty)$ $C(C_0 \text{ 或 } C_\infty)$ | $\phi = \arctg(\omega C/G)$ $ Z = \cos\phi/G$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = \sin\phi/(\omega C)$ |
|  |  | $R(R_0 \text{ 或 } R_\infty)$ $L(L_0 \text{ 或 } L_\infty)$ | $\phi = \arctg(\omega L/R)$ $ Z = R/\cos\phi$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = (\omega L)/\sin\phi$ |
|  |  | $G(G_0 \text{ 或 } G_\infty)$ $C(C_0 \text{ 或 } C_\infty) = 1/\omega^2 L$ | $\phi = \arctg(\omega C/G)$ $ Z = \cos\phi/G$ $\phi \rightarrow 90^\circ \text{ 时 } Z = \sin\phi/(\omega C)$ |

4.6.2 75Ω(50Ω)可变衰减器比较法
比较法的误差随电缆线对衰减的降低而增大,衰减低于 5dB 时宜慎用。

4.6.2.1 试验设备

测量系统的接线原理如图 2 及图 3 所示。
试验设备应符合下列要求：

- a) 振荡器:连续工作 4h 的频率稳定度应不大于±0.5%。
- b) 电平表:最小分辨率应不大于 0.1dB,必要时,应加接扩展器。
- c) 可变衰减器:各档衰减值总和应能满足测量的需要,最小分辨率应不大于 0.1dB。

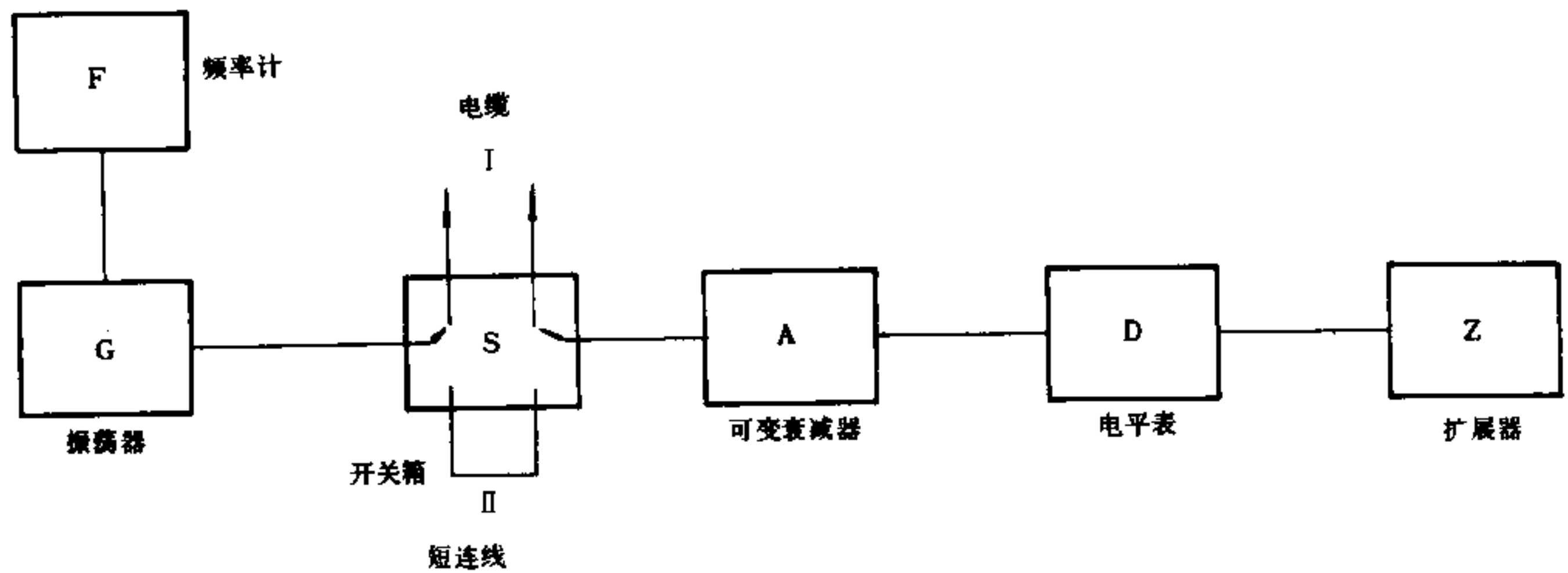


图 2 串联比较法

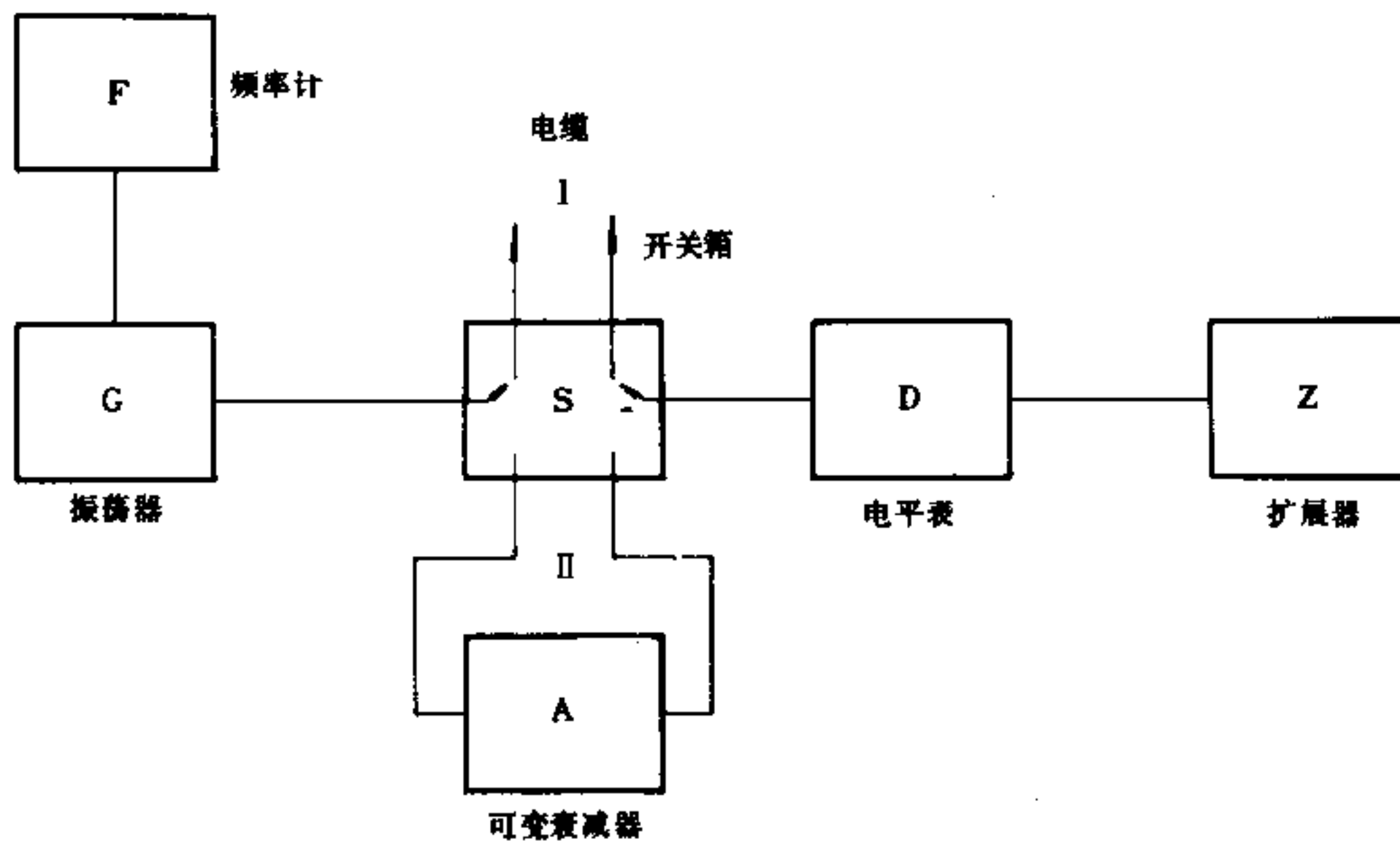


图 3 并联比较法

- d) 扩展器：最小分辨率应不大于 0.01dB（如采用分辨率为 0.01dB 的数字式电平表，则可不用扩展器）。
- e) 开关箱：阻抗应能与测量系统匹配。接触电阻小而稳定。
- f) 当系统的失配衰减小于 30dB 时，应加放具有一定衰减值的缓冲衰减器使失配衰减达到 30dB。
- g) 振荡器、开关箱、可变衰减器、电平表都是不平衡的，它们的阻抗必须相同（75Ω 或 50Ω）。
- h) 在被试验的电缆线对两端，必须接入不平衡/平衡阻抗匹配变量器，以把试验系统的阻抗变到电缆的阻抗。不平衡/平衡阻抗匹配变量器的平衡衰减应不小于 55dB。

4.6.2.2 试验步骤

- a) 选定测量系统的接线方式。
- b) 串联比较时：
 - 1) 振荡器调到所需的测量频率上，开关箱置于 II 支路，用电平表选频。估计被测电缆的衰减值，将可变衰减器置于略大于此值的位置上，将该值作为起始衰减 A_0 ，并读取扩展器读数 A_1 。
 - 2) 开关箱置于 I 支路，减小可变衰减器，直到扩展器上的读数与 A_1 极接近为止，读取可变衰减器的值 A_s 及扩展器读数 A_1 。

3) 将可变衰减器重新调到起始衰减 A_0 , 开关箱置于 I 支路, 此时扩展器的读数应为 A_1 , 如果偏离 A_1 较大, 则应重新进行测量。

c) 并联比较时:

1) 振荡器调到所需的测量频率上, 开关箱置于 I 支路, 可变衰减器置 0dB, 用电平表选频。

2) 开关箱置于 I 支路, 读取扩展器读数 A_1 。

3) 将可变衰减器置于接近电缆衰减的位置, 然后将开关箱置于 II 支路, 再仔细调可变衰减器, 直到扩展器读数接近 A_1 为止, 此时读取衰减器值 A_0 及扩展器读数 A_1 。

4) 将开关箱再置于 I 支路, 此时扩展器的读数应为 A_1 , 如果偏离 A_1 较大, 则应重新进行测量。

d) 引线修正值

在图 2 或图 3 中, 用短连线代替电缆(两只变量器保留串接于引线中), 用上述同样方法可测得引线修正值 $\Delta A_y = A_{1y} - A_{1y}$

e) 失配衰减

根据所选定的测量系统接线方式, 按图 4、图 5 选取测量失配衰减的接线方式(两只变量器保留串接于引线中), 以检查设备的失配衰减是否符合要求。

4.6.2.3 试验结果及计算

a) 串联比较时电缆线对的衰减按下式计算:

$$A = A_0 - A_s + A_1 - A_1 - \Delta A_y$$

b) 并联比较时电缆线对的衰减按下式计算:

$$A = A_0 + A_1 - A_1 - \Delta A_y$$

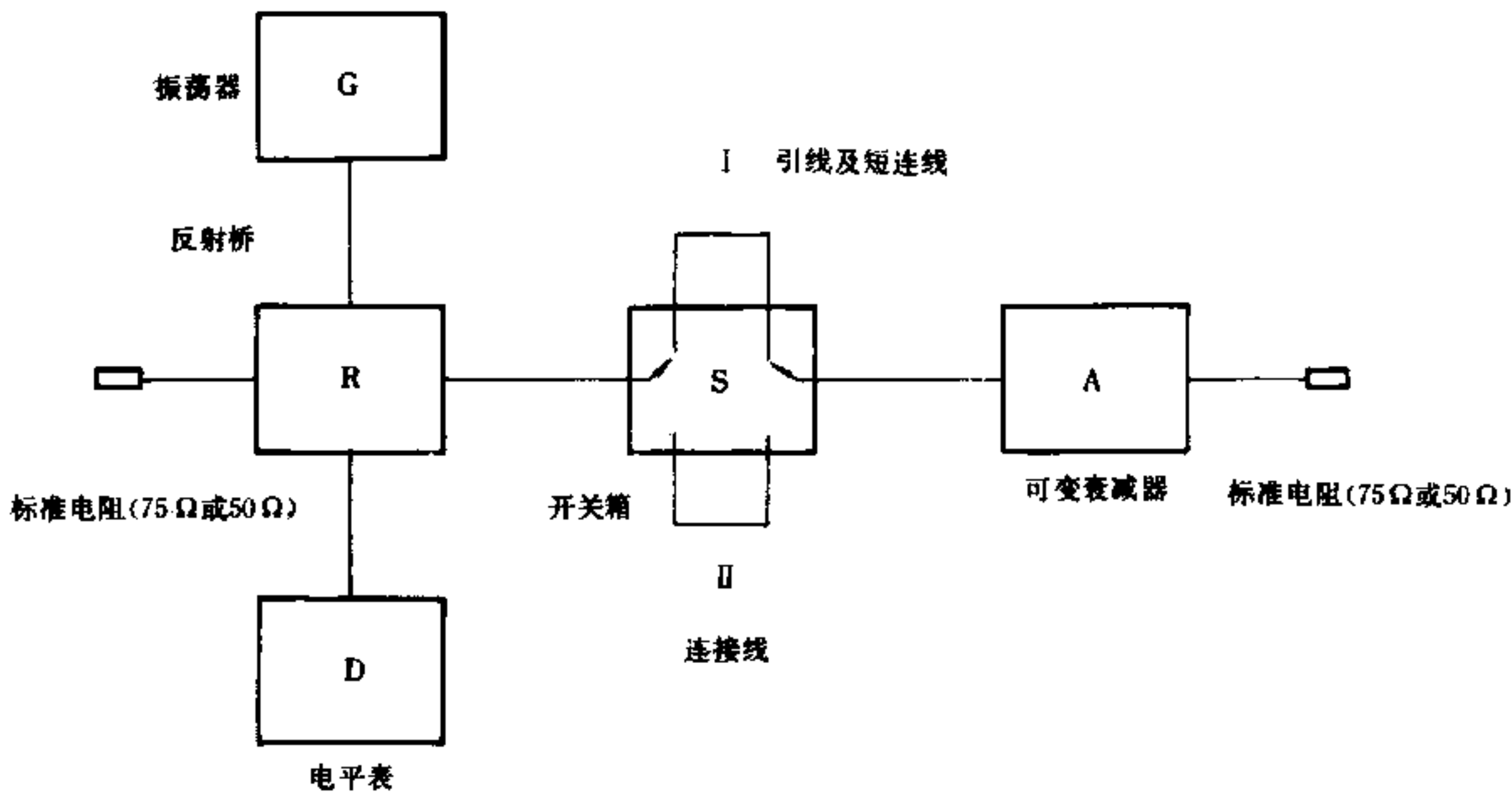


图 4 系统失配衰减测量连接图(串联比较法)

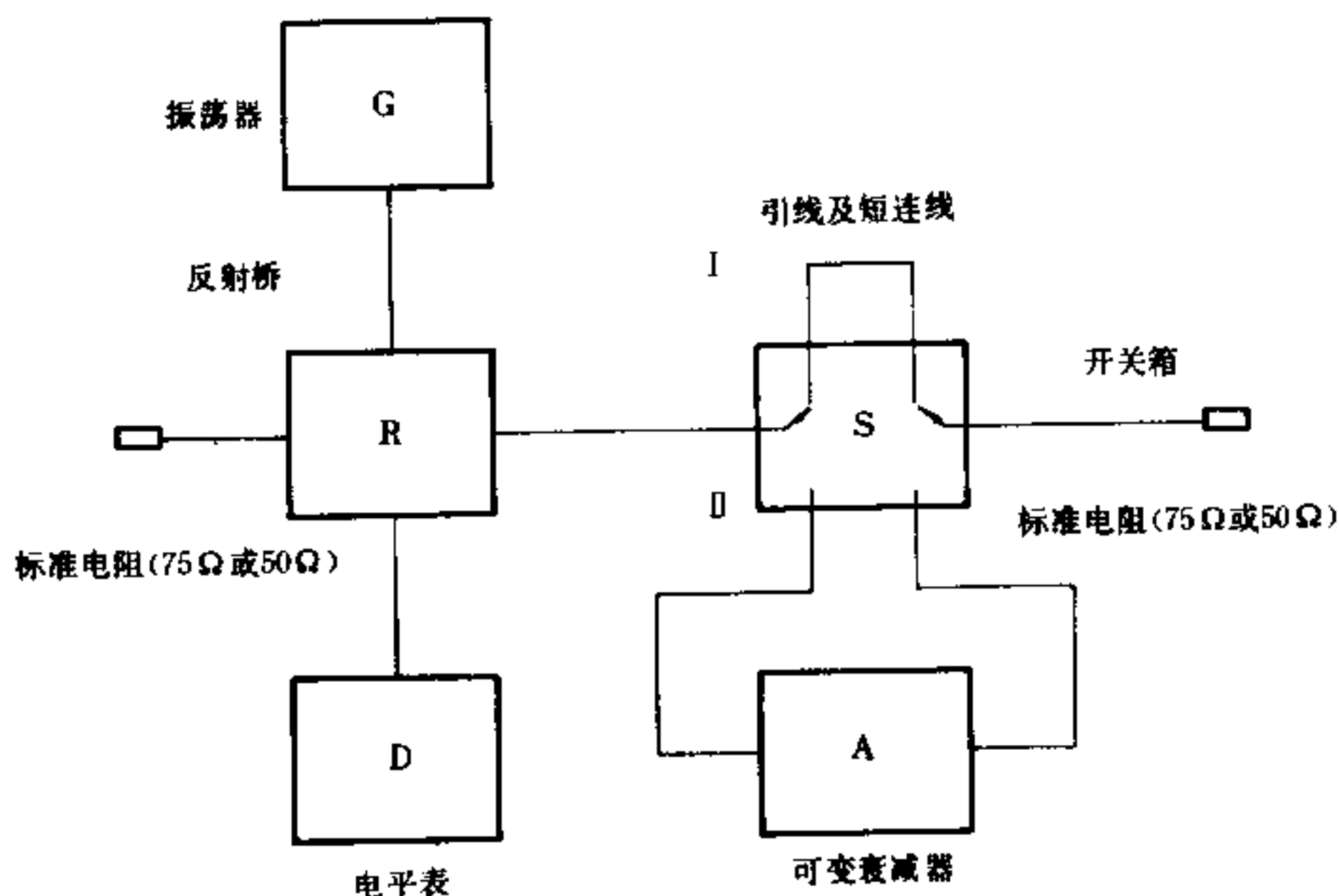


图 5 系统失配衰减测量连接图(并联比较法)

c) 每千米长度电缆线对的衰减按下式计算:

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

式中: α ——每千米长度电缆线对的衰减, dB/km;

A ——被测电缆线对的衰减, dB;

L ——被测电缆长度, km。

d) 温度修正按 4.6.1.3b)。

4.6.3 高阻抗可变衰减器比较法

比较法的误差随电缆线对衰减的降低而增大, 衰减低于 5dB 时宜慎用。

4.6.3.1 试验设备

测量系统的接线原理如图 6 所示。

试验设备应符合下列要求:

a) 对称串音衰减测试器(S_1): 其可变衰减器(A)应为高阻抗输入, 其衰减值应能满足测量的需要, 分辨率应不低于 0.1dB。对称串音衰减测试器的输入变量器及输出变量器的平衡衰减应不低于 55dB。

b) 振荡器(G): 连续工作 4h 的频率稳定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

c) 振荡器的输出变量器: 平衡衰减应不小于 55dB, 输出阻抗($Z_{出}$)应尽量接近被测线对的标称特性阻抗(Z_c)。

d) 电平表(D): 对称或不对称的电平表, 输入阻抗($Z_{入}$)应为高阻, 最小分辨率应不大于 0.1dB, 必要时, 应加接扩展器。

4.6.3.2 试验步骤

a) 将被测线对的两端分别接于串音衰减测试器的主、被串端子上, “近”、“远”端转换开关置于“近”端, 电平表置于高阻。

b) 改变可变衰减器的衰减值, 直到比较电键置于“线路”、“仪器”两个位置上电平表指针的读数相等为止, 读取衰减器的读数, 精确到一位小数。

4.6.3.3 试验结果及计算

a) 每千米长度电缆线对的衰减按下式计算:

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

式中： α ——每千米长度电缆线对的衰减，dB/km；

A ——衰减器的读数，即被测电缆线对的衰减，dB；

L ——被测电缆长度，km。

b) 温度修正按 4.6.1.3b)。

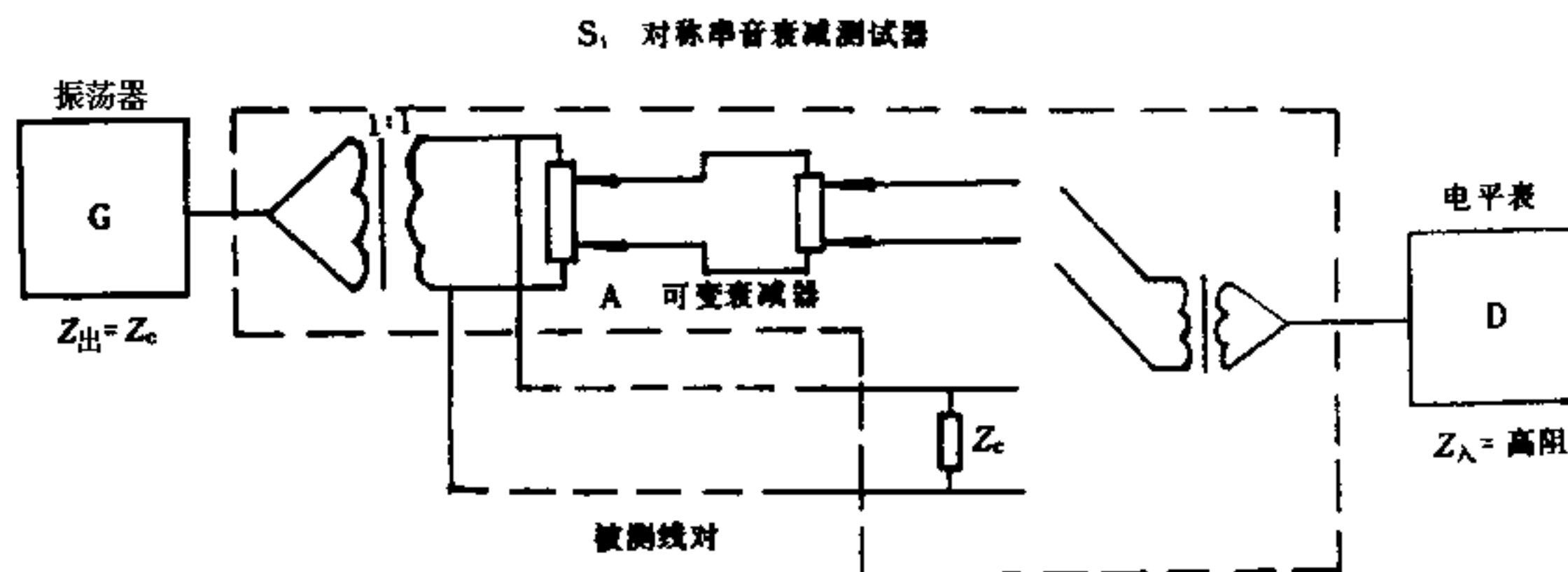


图 6 高阻抗可变衰减器比较法

4.6.4 电平差法

本方法一般适用于自动测量系统。其测量误差应不大于被测值的 2%。自动测量系统需经过检定或校验。

在特殊情况下采用人工测量系统时，应保证测量误差不大于被测值的 2%。当衰减低于 5dB 时宜慎用。

4.6.4.1 试验设备

测量系统的接线原理如图 7 所示：

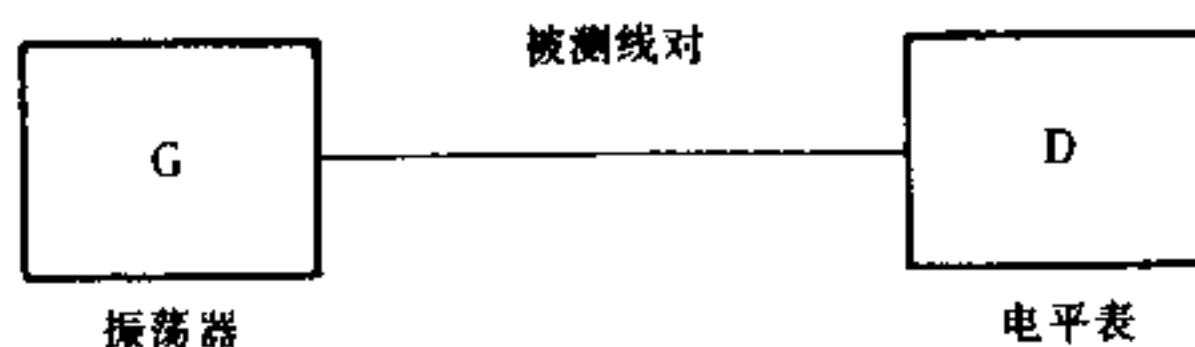


图 7 电平差法接线原理图

试验设备应符合下列要求：

a) 振荡器：连续工作 4h 的频率稳定度应不大于 $\pm 0.5\%$ ，输出阻抗应尽量接近被测线对的标称特性阻抗。平衡衰减应不小于 55dB。对聚烯烃绝缘电缆，标称特性阻抗为 110 Ω 。

b) 电平表：输入阻抗应尽量接近被测线对的标称特性阻抗，平衡衰减应不小于 55dB。对聚烯烃绝缘电缆，标称特性阻抗为 110 Ω 。最小分辨率应不大于 0.1dB，必要时，应加接扩展器。

c) 当振荡器及电平表的输出及输入变量器的平衡衰减与输入或输出阻抗不满足上述要求时，则必须在电缆线对两端介入阻抗匹配变量器使其满足上述要求。必要时应在电缆线对两端介入缓冲衰减器。

4.6.4.2 试验步骤

a) 接入被测线对前，将振荡器和电平表直接连通（如有变量器的话，则应包括在内），振荡器输出频率调节到测量所需的频率上，并将电平表选频在该频率上，调节振荡器的输出电平，使电平表指零。

b) 接入被测电缆线对，由电平表上直接读得衰减值，至少精确到一位小数。

4.6.4.3 试验结果及计算

a) 每千米长度电缆线对的衰减按下式计算：

$$\alpha = \frac{A}{L}$$

式中： α ——每千米长度电缆线对的衰减，dB/km；

A ——被测电缆线对的衰减，dB；

L ——被测电缆长度，km。

b) 温度修正按 4.6.1.3 b)。

4.7 近端串音衰减和远端串音防卫度试验

比较法为基准试验方法，电平差法为代用试验方法。

4.7.1 比较法

4.7.1.1 试验设备

测量系统的接线原理如图 8 和图 9 所示：

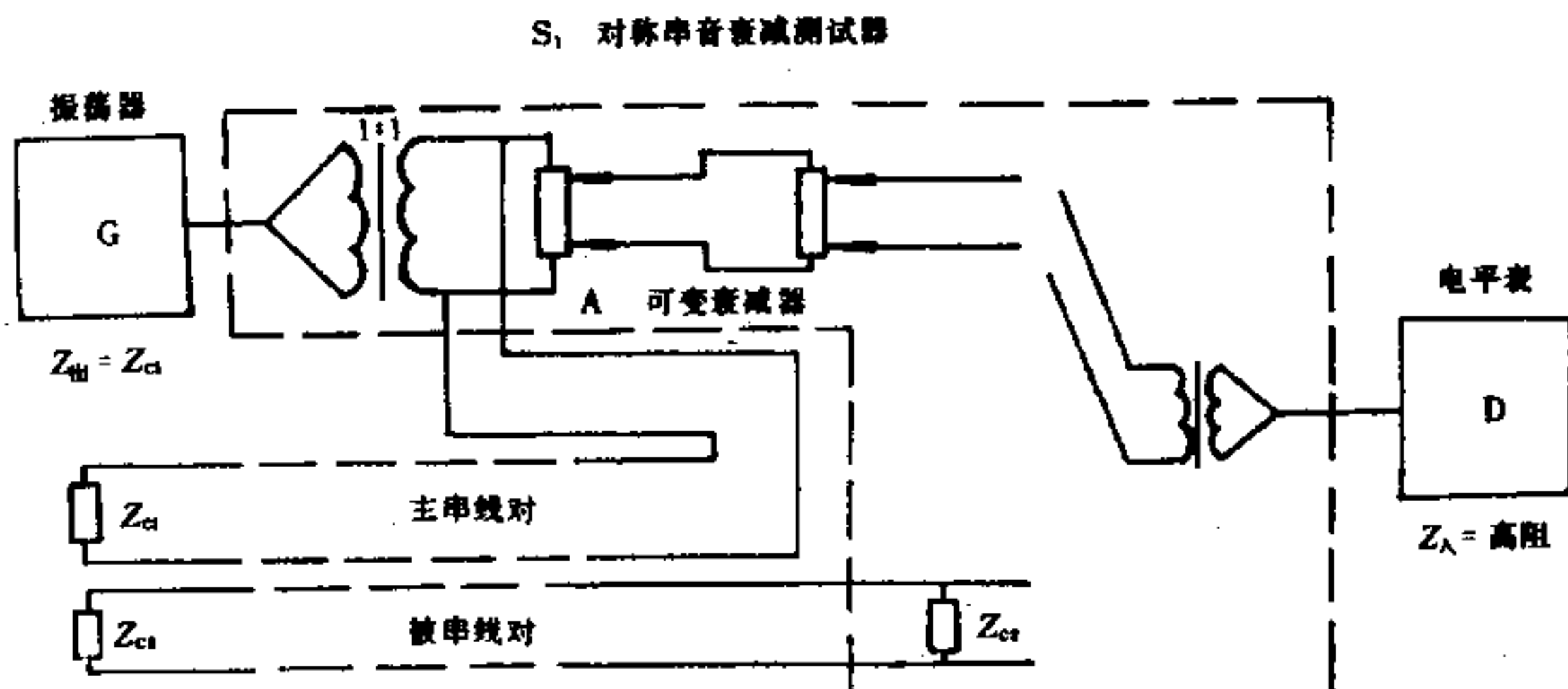


图 8 比较法测量近端串音衰减

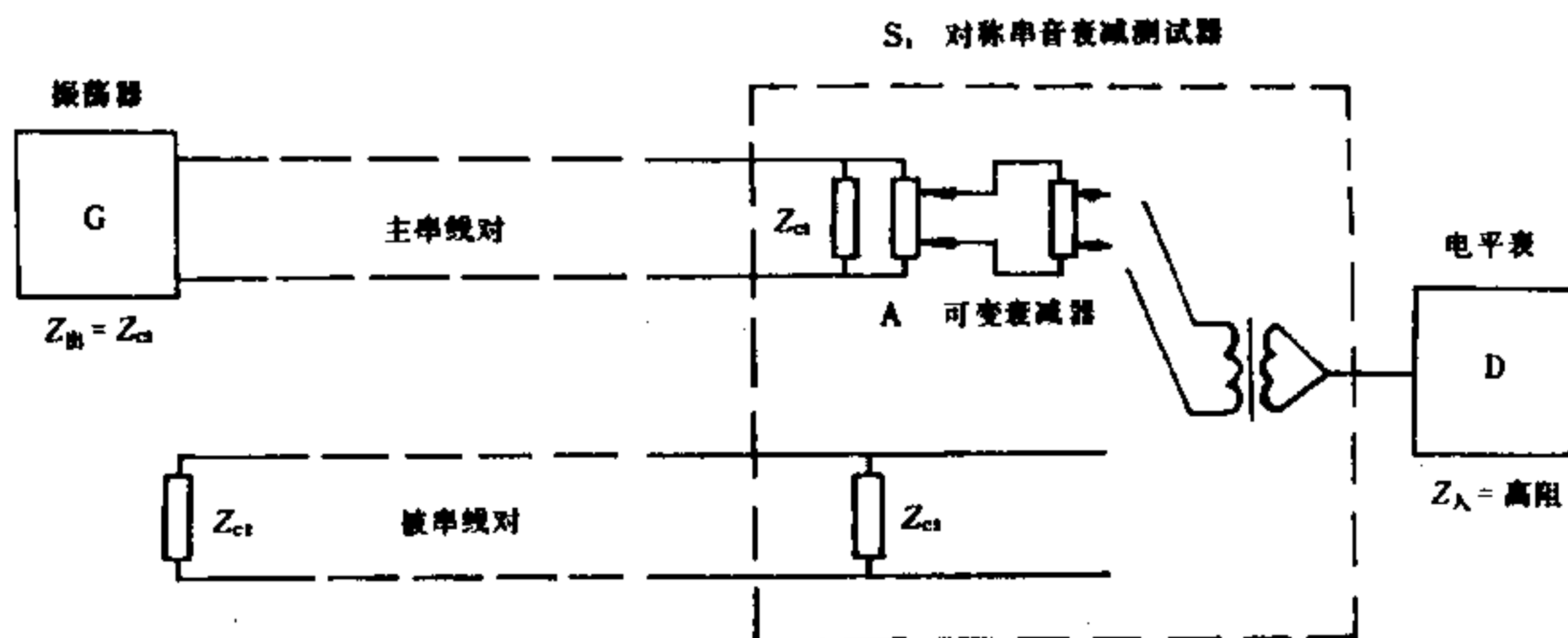


图 9 比较法测量远端串音防卫度

试验设备应符合下列要求：

a) 对称串音衰减测试器(S_1)：其可变衰减器(A)应为高阻抗输入，其衰减值应能满足测量的需要，分辨率应不低于 0.1dB。对称串音衰减测试器的输入变量器及输出变量器的平衡衰减应不低于 55dB。

b) 振荡器(G)：连续工作 4h 的频率稳定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。必要时，允许在振荡器的输出端串接功率放大器来提高测量灵敏度。

c) 振荡器输出变量器：平衡衰减应不小于 55dB，输出阻抗($Z_{出}$)应能与被测线对匹配。当应用功率放大器时，其平衡衰减与输出阻抗亦有同样的要求。

d) 电平表:对称或不对称的电平表。其灵敏度应不低于-110dB,必要时,允许在电平表的输入端串接前置放大器来提高灵敏度。电平表的输入阻抗(Z_A)应为高阻。

e) 主、被串线对终端(或始端)所接入的负载阻抗应等于线对的标称特性阻抗(Z_C)模值(对聚烯烃绝缘电缆,标称特性阻抗模值为110 Ω),负载阻抗与标称特性阻抗模值的偏差应不超过 $\pm 1\%$ 。测量频率高于100kHz时,应采用带有屏蔽的负载阻抗进行匹配。

f) 在未接入被测线对时,整个测量系统所引起的串音衰减应不低于120dB。

4.7.1.2 试验步骤

a) 按测量系统的接线原理图接线,电平表置高阻档。

b) 将对称串音衰减测试器的转换开关置于测量所需的档位,比较电键置“线路”。调节选频电平表,使其指于适当位置,然后将比较电键置“仪器”,调节可变衰减器,使电平表的指示与比较电键置“线路”侧时相同,读取衰减器的读数 br ,精确到一位小数。

4.7.1.3 比较法测量近端串音衰减及远端串音防卫度按下式计算:

$$N_{ij}(EF_{ij}) = br + 10 \lg \left(\frac{Z_{C2}}{Z_{C1}} \right)$$

式中: $N_{ij}(EF_{ij})$ ——线对 i 和线对 j 间的近端串音衰减(远端串音防卫度),dB;

Z_{C1} ——线对 i 的特性阻抗, Ω ;

Z_{C2} ——线对 j 的特性阻抗, Ω 。

当 $Z_{C2} = Z_{C1}$ 时, $N_{ij}(EF_{ij}) = br$ 。

4.7.2 电平差法

4.7.2.1 试验设备

测量系统的接线原理如图10所示:

试验设备应符合下列要求:

a) 振荡器:连续工作4h的频率稳定度应不大于 $\pm 0.5\%$ 。必要时,允许在振荡器的输出端串接功率放大器来提高灵敏度。

b) 电平表:灵敏度应不低于-110dB。必要时,允许在电平表的输入端串接前置放大器来提高灵敏度。

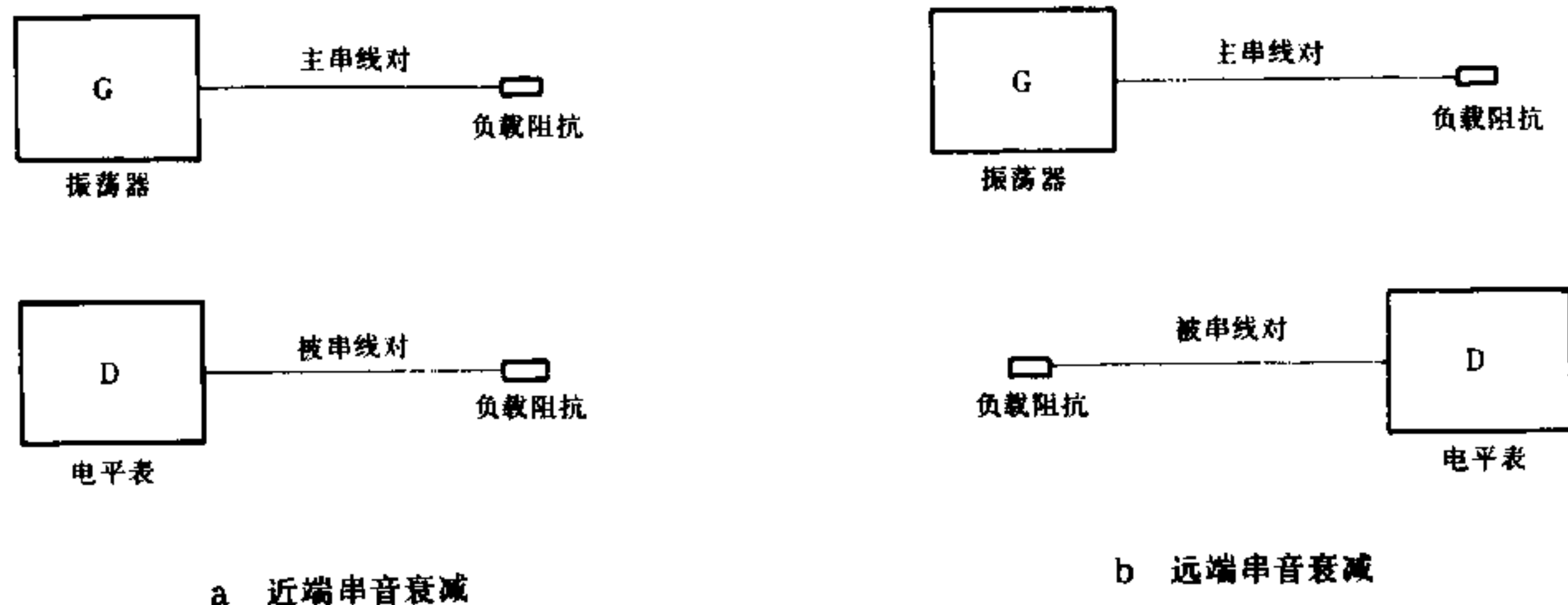


图10 电平差法测量串音

c) 振荡器和电平表的输出或输入变量器:平衡衰减应不小于55dB,输出或输入阻抗应能与被测线对匹配。当应用功率放大器或前置放大器时,它们的平衡衰减与输出或输入阻抗亦有同样的要求。

d) 主、被串线对终端(或始端)所接入的负载阻抗应等于线对的标称特性阻抗模值(对聚烯烃绝缘电缆,标称特性阻抗模值为110 Ω),负载阻抗与标称特性阻抗模值的偏差应不超过 $\pm 1\%$ 。测量频率高于

100kHz 时,应采用带有屏蔽的负载阻抗进行匹配。

e) 在未接入被测线对时,整个测量系统所引起的串音衰减应不低于 120 dB。

4.7.2.2 试验步骤

a) 在接入被测线对之前,先调节测量系统的零点。其方法为:将振荡器输出频率调节到测量所需的频率上,并将电平表选频在该频率上,调节振荡器的输出电平,使电平表指零。

b) 按测量系统的接线原理图连接被测线对,由电平表上直接读得近端串音衰减或远端串音衰减,精确到一位小数。

从远端串音衰减中减去线对的衰减值后即得远端串音防卫度值。

4.7.3 试验结果及计算

4.7.3.1 近端串音衰减与远端串音防卫度的试验结果应按产品标准的规定进行统计计算,所用公式按产品标准的规定从下列公式中选用。公式中的 n 、 m 和 N 值按产品标准的规定确定。

$$\text{平均值} \quad M = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij}}{n}$$

$$\text{标准差} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_{ij} - M)^2}{n-1}}$$

$$\text{功率平均值} \quad MP = -10 \lg \frac{\sum_{i=1}^n 10^{-P_{ij}/10}}{n}$$

$$\text{单线对功率和} \quad IPS_j = -10 \lg \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^m 10^{-P_{ij}/10}$$

$$\text{平均功率和} \quad MPS = -10 \lg \frac{\sum_{j=1}^N 10^{-IPS_j/10}}{N}$$

$$APS = \frac{\sum_{j=1}^N IPS_j}{N}$$

$$\text{最坏线对功率和} \quad WPS = IPS_j \text{ 中的最小值}$$

$$\text{总功率和} \quad GPS = -10 \lg \left(\frac{1}{2} \sum_{j=1}^N 10^{-IPS_j/10} \right)$$

式中: P_{ij} —— i, j 两线对之间的近端串音衰减(N_{ij})或远端串音防卫度(EF_{ij}), dB;

m ——要统计的线对 i 串扰到线对 j 的线对组合数;

n ——要统计的相互串扰的线对组合数;

N ——要统计的单线对功率和(IPS_j)的个数;

i, j ——相互串扰的线对序号。

4.7.3.2 长度换算公式

a) 当电缆长度小于 0.3km 时,近端串音衰减按下式换算(单位: dB/0.3km):

$$N_{ij} + 10 \lg \left[\frac{1 - 10^{-(\alpha \times L/5)}}{1 - 10^{-(\alpha \times 0.3/5)}} \right]$$

b) 远端串音防卫度按下式换算(单位: dB/km):

$$EF_{ij} + 10 \lg L$$

式中: α ——线对的衰减值, dB/km;

L ——电缆长度, km。

4.8 绝缘芯线在线火花试验

4.8.1 试验设备

直流火花试验机的直流输出电压幅度应能满足产品标准的要求,输出电压值的偏差应不超过标称值的 $\pm 3\%$,输出电压脉动系数应不大于 5% 。

4.8.2 试验步骤

在绝缘挤出生产线上,把经冷却干燥后的绝缘芯线通过直流火花试验机,所施加的试验电压按产品标准的规定,并由直流火花试验机的击穿指示器记录击穿数。

4.8.3 试验结果及计算

试验结果以所施加的试验电压、试样长度及击穿数表示。当绝缘芯线的击穿数超过产品标准的要求时,应将其在专用的复绕返修机上进行返修,返修后的绝缘芯线应再次经过火花试验。

4.9 导线断混线及屏蔽铝带通断试验

4.9.1 试验设备

万用表或带有电池(通常为 $9V$)的蜂鸣器或指示灯。

4.9.2 试验步骤

4.9.2.1 试验导线通断时,将电缆一端的导线全部短接在一起,并将万用表或蜂鸣器或指示灯一端的引线与该端相连,引线另一端逐个接电缆另一端的每根导线。

4.9.2.2 试验芯线混线时,将电缆一端所有导线连接并捆扎在一起,另一端的芯线相互绝缘。用万用表或蜂鸣器或指示灯引线的一端与捆扎端的导线相连,然后在该端抽出一根导线与引线的另一端相连。这样逐个试验每根芯线。

4.9.2.3 试验屏蔽铝带通断时,将万用表或蜂鸣器或指示灯的两根引线分别接于电缆屏蔽铝带的两端。

4.9.2.4 上述连接均应有良好的电接触。

4.9.3 试验结果

由万用表或指示灯或蜂鸣器的指示或声音来判断通断及混线。

4.10 电缆温度的确定

4.10.1 试验设备

4.10.1.1 直流电桥:准确度不低于 0.1 级。

4.10.1.2 温度计:分辨率不低于 $0.1^{\circ}C$ 。

4.10.2 试样的确定

按照充分利用电桥分辨率及兼顾电缆内外层芯线的原则来选择具有适当电阻值的芯线,并将这些芯线串接起来组成测温线。

4.10.3 试验步骤

在试样的电缆盘上悬挂温度计,每隔 $15\sim 30min$ 测量一次试样的直流电阻并同时记下温度计的温度及测量的时刻,测量到分别出现温度及电阻的峰值及谷值(需时约 $24h$)时为止。如果温度及电阻变化很小,则测量需时约 $6h$ 。

4.10.4 试验结果及计算

4.10.4.1 将测量结果绘制成温度时间及电阻时间曲线,分别得出温度及电阻的峰值和谷值,并求出平均温度(t)及平均电阻(R_t)。

注:为了减小 t 和 R_t 的误差,宜在室温变化不大的条件下进行。

4.10.4.2 按下式用上述的 t 和 R_t 计算出 $20^{\circ}C$ 时测温线电阻 R_{20} :

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{20}(t - 20)}$$

式中: R_{20} —— $20^{\circ}C$ 时测温线的电阻, Ω ;

R_t —— $t^{\circ}C$ 时测温线的电阻, Ω ;

α_{20} ——20℃时软铜线的电阻温度系数,1/℃, $\alpha_{20}=0.00393$;

t ——温度,℃。

4.10.4.3 在进行电缆电性能试验时,监测测温线的电阻 R_t ,并用下式计算出此时的电缆温度。

$$t = \frac{(R_t/R_{20} - 1)}{\alpha_{20}} + 20$$
