

中华人民共和国广播电影电视部部标准

GY 81—89

农村有线广播线路传输质量指标测量方法

本标准规定了架空明线传输质量指标的测量方法。适用于有线广播声频传输系统设备的维护，也适用于线路工程建设的验收。

1 术语

1.1 中继设备

指信号线与信号线之间，用于放大信号的设备。

1.2 反接试验

在规定的测量状态下，将与被测系统相联的仪器两端接线互换，用以检验测量系统联接是否正确的一种试验方法。

1.3 跨接测量

测量仪器的输入阻抗远大于被测系统测量点的负载阻抗，使仪器不作为负载接入被测系统的测量方法。

1.4 输入回路对输出回路的串音防卫度

指广播台、站播音控制台线路输入端的信号电压与该广播站输出系统感应到输入端的电压之比，用分贝表示。

2 对测量仪器的要求

2.1 低频信号发生器

频率范围不窄于20~20,000Hz；

在20~20,000Hz频率范围内，输出电压不均匀度小于0.5dB；

输出电压能连续调整；

谐波失真系数不大于0.1%；

频率误差：100Hz以下小于±2Hz，100Hz以上不超过±2%。

2.2 谐波失真度测量仪

频率范围不窄于20~20,000Hz；

测量范围：0.1%~100%；

输入电阻：平衡输入不小于10kΩ，不平衡输入不小于500kΩ。

2.3 测量用扩音机

幅频特性：40~16,000±1dB；

信号噪声比不小于70dB；

总谐波失真系数不大于0.5%；

额定输出功率不小于被测设备标称功率的2.5倍；

定电压输出，调整率不大于2.5dB。

2.4 有效值电压表(毫伏表)

有效频率范围不窄于20~20,000Hz;

测量范围不小于0.001~300V;

输入电阻不小于500kΩ;

输入电容不大于70pF;

基本误差: ±2.5%。

2.5 数字频率计

测量范围不窄于10~200,000Hz;

输入电压范围不窄于0.5~10V;

频率精确度 3×10^{-5} ±一个数字;

输入电阻不小于200kΩ;

输入电容不大于100pF。

2.6 选频电平表

选频范围不窄于30~20,000Hz;

测量范围不小于 1×10^{-3} ~100V;

平衡输入阻抗不小于10kΩ。

2.7 三用电表

交流电压测量范围不小于0.25~500V;

测交流电压时的输入阻抗不小于4kΩ/V;

1,000Hz电压时, 其测量误差不大于5%。

2.8 直流电桥

测量范围0.01~ $1 \times 1,000,000\Omega$;

准确度等级不劣于0.2级。

2.9 兆欧表

额定电压500V;

有效量限0~500MΩ;

准确度等级不劣于2.5级。

2.10 接地电阻测量仪

测量范围0.1~1,000Ω;

准确度等级不劣于2.5级。

2.11 测量用电阻

测量用电阻、电阻箱应为无感电阻;

准确度等级不劣于0.2级。

3 测量条件

3.1 测量中仪器的输入或输出方式应于测量点一致, 如不一致, 应作不平衡与平衡变换。

3.2 测量时电源电压和频率的允许误差应符合仪器及设备的使用条件。

3.3 测量仪器工作环境的气候条件应符合仪器的使用要求。

4 测量方法

4.1 直流参数的测量

4.1.1 线路对地绝缘电阻

将被测线路与该线路相联的设备断开，线路终端开路，始端接兆欧表的L端，兆欧表的E端接地，测出该线路对地的绝缘电阻 R_L 按式(1)计算每公里绝缘电阻 R 。

$$R = R_L \cdot L \quad (1)$$

式中：R——每公里绝缘电阻值， $M\Omega \cdot km$ ；

R_L ——全程绝缘电阻值， $M\Omega$ ；

L——线路全长，km。

4.1.2 双线绝缘电阻不平衡度

按4.1.1的方法分别测出双线线路中两条导线的对地绝缘电阻值 R_1 和 R_2 ，在测量一条导线的绝缘电阻时，另一条导线应接地。设 $R_1 > R_2$ ，则不平衡度 D_1 按式(2)计算：

$$D_1 = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\% \quad (2)$$

式中： D_1 ——双线绝缘电阻不平衡度，%；

R_1 ——导线1对地绝缘电阻值， $M\Omega$ ；

R_2 ——导线2对地绝缘电阻值， $M\Omega$ 。

4.1.3 双线环路电阻实测值与计算标称值误差

将被测双线线路与该线路相联的设备断开，线路终端短路，始端分别接至电桥的 X_1 、 X_2 端，如图1所示。电桥平衡时，线路的环路电阻 R_0 。按式(3)计算：

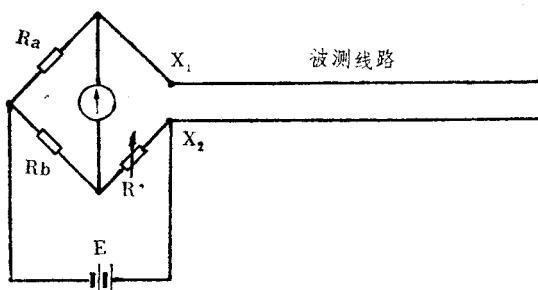


图 1

$$R_0 = n R'$$

式中： R_0 ——双线环路电阻值， Ω ；

R' ——电桥比较臂读数， Ω ；

n——电桥比例臂读数。

双线环路电阻实测值与计算标称值误差 D ，按式(4)计算：

$$D_s = \frac{R_0 - R_t}{R_t} \times 100\% \quad (4)$$

式中: D_s —双线环路电阻实测值与计算标称误差, %;

R_0 —温度为 t ℃时双线环路电阻实测值, Ω;

R_t —温度为 t ℃时的线路直流电阻计算值, Ω。

4.1.4 单线回路线路直流电阻实测值与计算标称值误差

将被测线路与该线路相联的设备断开, 线路终端接地, 始端接至电桥的 X_1 端, 电桥的另一接线端 X_2 通过一电感量不小于 $15H$ 的线圈接地, 如图 2 所示。按 4.1.3 测得单线回路电阻值为 R_1 然后将 X_1 、 X_2 接线对换, 如图 3 所示。测得单始回路电阻值为 R_2 。按式

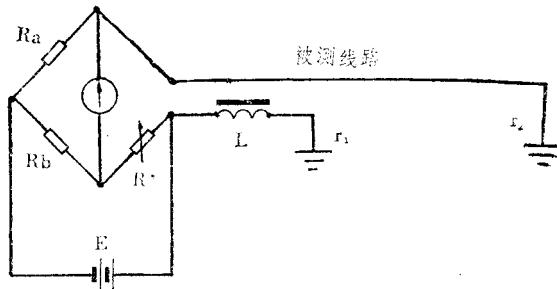


图 2

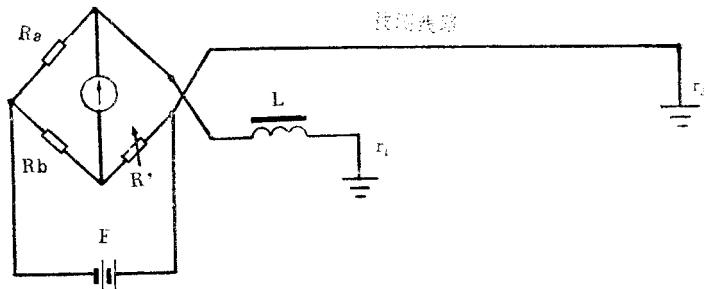


图 3

(5) 计算单线回路直流电阻值:

$$R_d = \frac{R_1 + R_2}{2} - r_1 - r_2 - r_3 \quad (5)$$

式中: R_d —单线回路的直流电阻值, Ω;

r_1 —始端地线接地电阻值, Ω;

r_2 —终端地线接地电阻值, Ω;

r_3 —电感线圈的直流电阻值, Ω。

单线回路线路直流电阻实测值与计算标称值的误差参照式(4)计算。

4.1.5 双线直流电阻不平衡度

先按4.1.3求出环路电阻 R_s , 然后按图4联接。

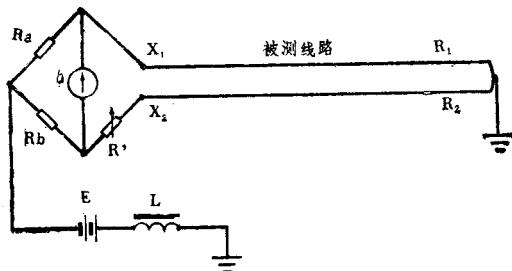


图 4

将线路终端短路并接地，始端分别接至电桥的接线端 X_1 、 X_2 ，电桥的接地端串接一电感量不小于 15H 的线圈后接地，平衡时：

$$R_1 = \frac{R' + R_s}{1 + m} \quad (6)$$

式中： R_1 ——导线1的电阻值， Ω ；

R_s ——双线环路电阻值， Ω ；

R' ——电桥平衡时比较臂的读数， Ω ；

m ——电桥比例臂的读数n的倒数。

导线2的电阻 R_2 按式(7)计算：

$$R_2 = R_s - R_1 \quad (7)$$

双线直流电阻不平衡度D'按式(8)计算(设 $R_1 > R_2$)

$$D' = \frac{R_1 - R_2}{R_2} \times 100\% \quad (8)$$

4.1.6 接地电阻

将被测地线接至接地电阻测量仪的接线端上，并按规定接好辅助地线，测出被测地线的接地电阻值。

4.2 交流参数的测量

4.2.1 特性阻抗

特性阻抗模值的测量按图5接法进行。

将被测线路与其它设备断开，对一线多站制的中间各站也应与被测线路断开，先将线路终端a、b开路，低频信号发生器输出一定频率和幅度的简谐信号，调节可变电阻箱，使毫伏表指示值相同，此时可变电阻箱的阻值为 R_1 。然后，保持信号发生器的输出频率不变，将线路终端a、b短路，调节可变电阻箱，使毫伏表指示值相同，此时可变电阻箱的阻值为 R_2 。按式(9)计算该频率时的线路特性阻抗模值：

$$|Z_e| = \sqrt{R_1 \cdot R_2} \quad (9)$$

式中: $|Z_c|$ ——线路特性阻抗模值, Ω ;

R_1 ——线路终端开路输入阻抗模值, Ω ;

R_2 ——线路终端短路输入阻抗模值, Ω 。

4.2.2 输入阻抗

输入阻抗模值的测量连接如图 5。被测线路的 a、b 端接实际负载。然后按 4.2.1 方法使毫伏表 V_1 、 V_2 指示值相同, 此时可变电阻箱的阻值即为该频率的线路输入阻抗模值。

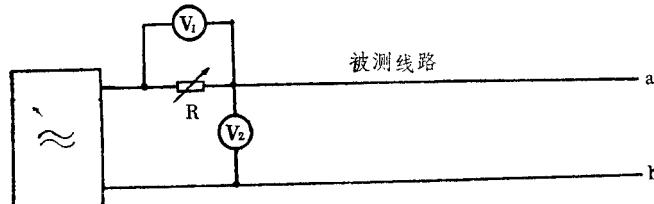
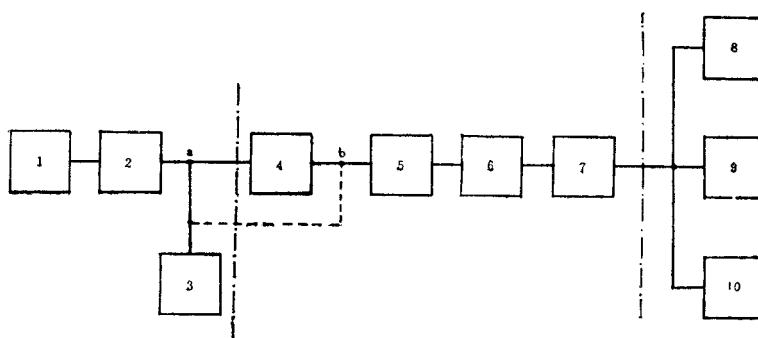


图 5

4.2.3 幅频特性

幅频特性的测量按图 6 接法进行。

被测系统的输入端串接等效信号源内阻抗, 其等效信号源内阻抗规定为 100Ω 。



1—低频信号发生器；2—扩音机；3—毫伏表；4—等效信号源内阻抗；5—信号输送变压器；

6—传输线路；7—信号接收变压器、衰减均衡器或匹配变压器；8—负载阻抗；9—选频电

平表或毫伏表；10—频率计。

图 6

测信号传输系统时, 在终端与播音控制台输入端断开后, 接 600Ω 等效负载电阻。测功率传输系统时, 终端接实际负载并选远端负载为测量点。被测系统的其它设备均按实际状态连接。图 6 中的毫伏表、选频电平表及频率计均作跨接测量。在系统作反接试验合格后(试验频率丙级为 $5,000\text{Hz}$, 乙级为 $8,000\text{Hz}$, 甲级为 $16,000\text{Hz}$, 仪表读数变化应小于 0.5dB)扩音机输出 1000Hz 简谐信号, 使图 6 中 b 点达到规定输入电压。对含有中继放大设备的信号传输系统, 也应依次调节有关控制器达到规定输出, 再将 b 点输入电压降为四分之一规定电压并记录 a 点电压, 此时在系统终端负载上测得电压为 U_1 。然后按 GY 17

《农村有线广播线路传输质量要求》中表1、表2的基本参数中相应级规定的频率范围内，依次改变信号频率，并保持a点输入电压不变，则系统终端负载上测得的最大或最小电压U₂与基准电压U₁之比，用分贝表示，即为幅频特性不均匀度。按式(10)计算：

$$A = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \quad (10)$$

式中：A——有效频率范围内电压不均匀度，dB；

U₁——终端1,000Hz信号电压值，V；

U₂——系统终端测得的最大或最小电压值，V。

测量用频率应在以下频率中选用：

40、63、80、125、160、250、500、800、1,000、2,000、3,150、4,000、5,000、6,300、8,000、10,000、12,500、16,000Hz

测量时，1000Hz频率应在开始，中间和结束时各送一次，当三次测量误差在0.5dB以内时，测量有效。

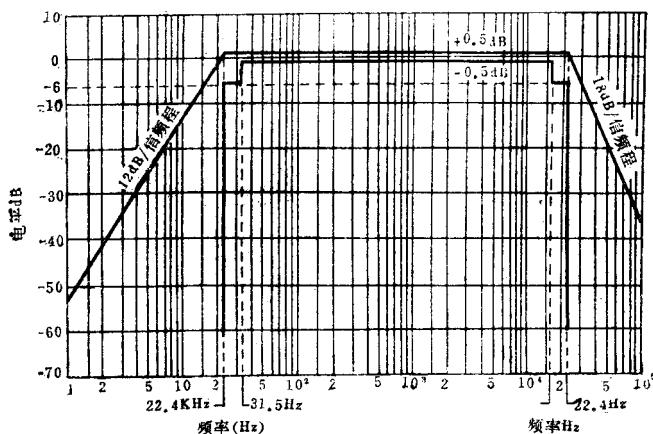


图 7

4.2.4 信号噪声比

在幅频特性测试结束后，被测信号传输系统或功率传输系统的始端接等效信号源内阻，其它状态保持不变，用毫伏表在终端负载上作跨接测量。当噪声电压有变化时，应取其指示最大时的稳定值。按式(11)计算信号噪声比：

$$S = 20 \lg \frac{U_0}{U_s} \quad (11)$$

式中：S——信号噪声比，dB；

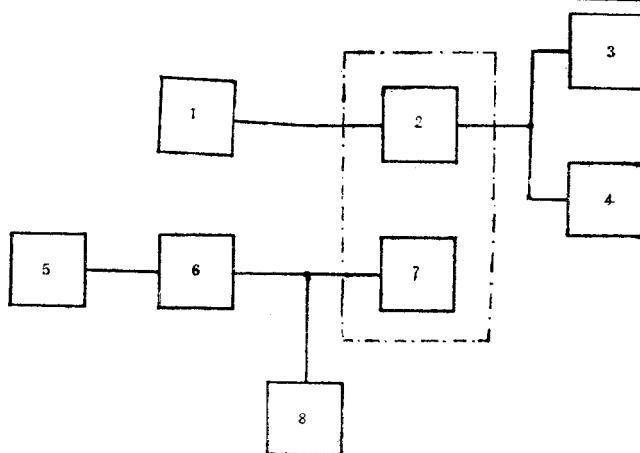
U₀——始端送1,000Hz额定电压时在终端的实测电压值，V；

U_s——噪声电压值，V。

在有效值电压表前允许接入带通滤波器，带通滤波器的频率特性应在图7范围之内。

4.2.5 输入回路对输出回路串音防卫度

输入回路对输出回路串音防卫度测量按图8接法进行。



1—信号传输系统等效信号源内阻抗；2—信号传输系统；3—负载阻抗；4—选频电平表或毫伏表；
5—低频信号发生器；6—扩音机；7—功率传输系统；8—毫伏表。

图 8

将被测信号传输系统中的始端和终端与其它设备断开，始端接入等效信号源内阻，终端接等效负载电阻，用选频电平表（应优先使用）或毫伏表在终端作跨接测量，功率传输系统接实际负载，信号发生器输出1,000Hz，简谐信号，使扩音机输出电压达到规定值，测得信号传输系统终端的串扰电压为 U_0 。则输入回路对输出回路的串音防卫度按式(12)计算：

$$A_f = 20 \lg \frac{U_0}{U} \quad (12)$$

式中： A_f ——输入回路对输出回路的串音防卫度，dB；

U_0 ——信号传输系统终端额定信号电压值，V；

U ——功率传输系统串扰到信号传输系统终端负载上的电压值，V。

当用有效值电压表测量时，串扰电压可按式(13)计算：

$$U = \sqrt{U_i^2 - U_0^2} \quad (13)$$

式中： U ——串扰电压值，V；

U_i ——串扰电压与噪声电压的总和，V；

U_0 ——无串扰时的噪声电压值，V。

4.2.6 传输衰减

被测馈电线或用户线的始端输入频率为1,000Hz，幅度为四分之一规定工作电压的简谐信号，终端接实际负载，用毫伏表或三用表在馈电线终端或用户线最远端负载上测信号电压。按式(14)计算传输衰减：

$$k = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} \quad (14)$$

式中： k ——传输衰减，dB；

U_1 ——馈电线或用户线终端信号电压值，V；

U_2 ——馈电线终端或用户线最远端负载上的信号电压值, V。

4.2.7 杂音电动势

被测线路的始端、终端与其它设备断开, 两端各接入与1,000Hz时线路特性阻抗等值的负载电阻, 在终端用毫伏表作跨接测量, 测得电压为 U_R 。按式(15)计算杂音电压 U_e 。

$$U_e = U_R \sqrt{\frac{600}{R}} \quad (15)$$

式中: U_e ——杂音电压值, V;

U_R ——负载电阻R上测得的杂音电压值, V;

R——负载电阻, 数值等于线路在1,000Hz时的特性阻抗模值。Ω。

杂音电动势 E_e 按式(16)计算:

$$E_e = 2U_e \quad (16)$$

4.2.8 纵电动势

测量联接方法如图9, 将被测线路与其它设备断开, 线路的一端接地, 另一端用毫伏表测出对地电压值, 此电压值即为该线路的纵电动势值。

4.2.9 用户线输入电压

功率传输系统始端输入频率为1,000Hz的规定工作电压, 在匹配变压器的次级用毫伏表或三用表测得的电压即为用户线输入电压。

4.2.10 地线电压降

按4.2.8测得用户线输入电压后, 将电压表或三用表的一端接到被测地线的引线, 另一端接辅助地线, 测得地线电压降 U_2 。辅助地线离被测地线接地体的最近距离应不小于20m, 其接地电阻应不大于1,000Ω。



图 9

4.3 声频变压器的测量

4.3.1 空载电压比

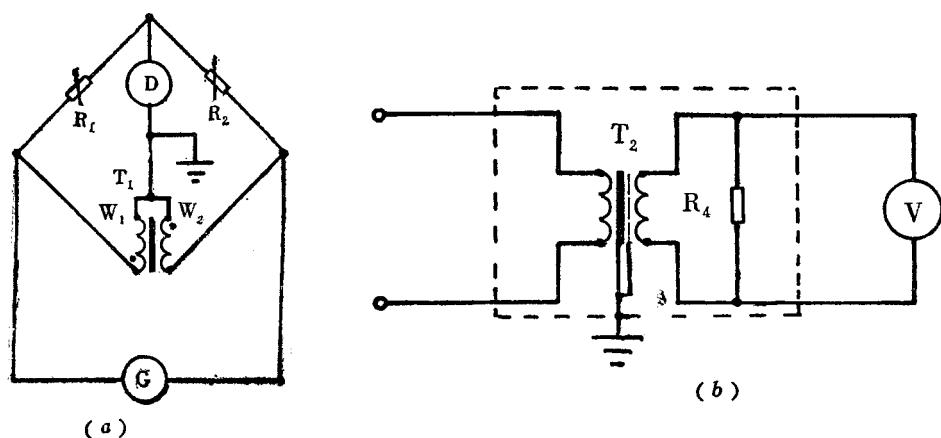
a. 测量电路按图10, 变压器绕组应正向串联。

测量频率为1,000Hz, 测量电压按产品标准规定。

当 $W_1 \approx W_2$ 时, 用 $R_1 = 1\text{k}\Omega$ 或 $R_2 = 1\text{k}\Omega$ 。

当 $W_1 \gg W_2$ 时, 用 $R_1 = 1\text{k}\Omega$ 。

当 $W_1 \ll W_2$ 时, 用 $R_2 = 1\text{k}\Omega$ 。



G—平衡输出型低频信号发生器(或经测量用扩音机); D—零点指示器; T₁—被测变压器。

W₁为绕组Ⅰ的圈数; W₂为绕组Ⅱ的圈数; R₁、R₂—无感电阻箱。

注: 当零点指示器为不平衡输出时, 零点指示器D应为平衡输入型, 或用图10b的电路代替零点指示器, 其中T₂为隔离变压器, R₄为一低阻, V为毫伏表。

图 10

根据变压器绕组W₁大于W₂或W₁小于W₂, 选取R₁或R₂的阻值为1kΩ。

测量时低频信号发生器输出适当电压, 保持R₁或R₂的阻值为1kΩ, 调整另一只电阻箱阻值使零点指示器为最小值, 则变压器空载电压比按式(17)计算。

$$n = \frac{W_1}{W_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (17)$$

式中: n—变压器空载电压比。

b. 也可以用毫伏表直接测各绕组的电压, 测量电路按图11, 此时应以圈多的数绕组接至信号发生器。

测量时, 低频信号发生器送1kHz信号, 转换开关S置于a-a位置, 测得电压为U₁, 再将S拨向b-b位置, 测得电为U₂, 变压器的空载电压比按式(18)计算:

$$n = \frac{U_1}{U_2} \quad (18)$$

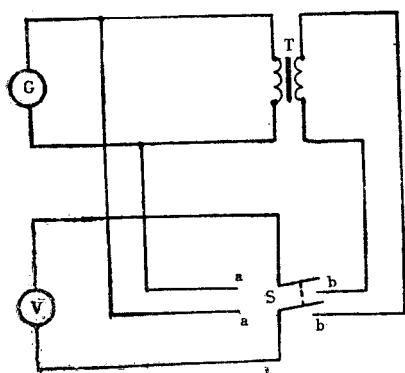


图 11

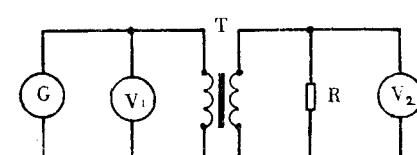


图 12

G—低频信号发生器(或经测量用扩音机); V—毫伏表; S—开关; T—被测变压器

G—低频信号发生器(或经测量用扩音机); V₁、V₂—毫伏表; R—变压器负载电阻; T—被测变压器

4.3.2 效率

测量时可在a、b、c三种方法中选用。

a. 测量电路按图12

测量方法：使变压器初级输入适当的电压（频率为1,000Hz）直到次级得到标称功率时的电压为 U_{21} ，卸去电阻 R_2 。保持 V_1 上电压不变，测得空载电压 U_{22} ，则变压器效率按式(19)计算。

$$\eta = \frac{U_{21}}{U_{22}} \times 100\% \quad (19)$$

式中： η ——变压器效率，%。

b. 用直流电桥先测量变压器各个绕组的直流铜阻，当环境温度不是20℃时，可按式(20)换算：

$$r_{20^\circ C} = \frac{254.5}{234.5 + t} r_t \quad (20)$$

式中： $r_{20^\circ C}$ ——温度为20℃时的直流铜阻，Ω；

r_t ——温度为t度时的实测铜阻，Ω；

t——测量时的环境温度，℃。

按式(21)计算效率

$$\eta = \frac{R'_L}{R'_L + r_1 + r'_2} \times 100\% \quad (21)$$

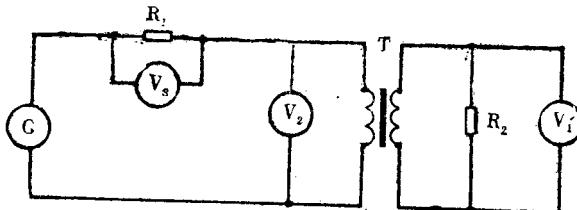
式中： η ——变压器效率，%

R'_L ——换算到初级线圈的变压器负载电阻值，Ω；

r_1 ——变压器初级线圈的直流铜阻，Ω；

r'_2 ——换算到初级线圈次级线圈的直流铜阻，Ω。

c. 测量电路见图13。



G—低频信号发生器（或经测量用扩音机）； V_1 、 V_2 、 V_3 —毫伏表； R_1 —适当值（如100Ω）；

R_2 —变压器负载电阻；T—被测变压器。

图 13

测量时，低频信号发生器送1kHz信号，使 R_2 上得到标称电压为 U_1 ，并记下 V_2 表上的电压 U_2 和 V_3 表上的电压 U_3 。变压器效率按式(22)计算：

$$\eta = \frac{U_1 R_1 R_2}{U_2 U_3} \times 100\% \quad (22)$$

4.3.3 幅频特性

幅频特性的测量方法在图14a、b或15a、b中选用。

低频信号发生器(或经测量用扩音机)输出1,000Hz简谐信号,使变压器初级输入适当电压直至次级负载 R_2 上达到额定值一半为 U_1 ,保持 V_1 上电压不变,在规定频率范围内改变低频信号发生器频率,则负载电阻上的最大或最小电压 U_2 与基准电压 U_1 之比,用分贝表示,即为变压器幅频特性不均衡度,可用式(23)计算:

$$A = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \quad (23)$$

式中: A——幅频特性不均匀度, dB;

U_1 ——二分之一额定输出电压值, V;

U_2 ——规定频率范围内最低或最高频率实测电压值, V。

图14中两只毫伏表的幅频特性应基本相同,图14d中,当信号发生器是不平衡输出时应加入一只隔离变压器。

为了避免由于 V_1 、 V_2 频率特性不同而引起误差,图15推荐了只用一只毫伏表的方法。有中心头的变压器可参考图14、图15定出。

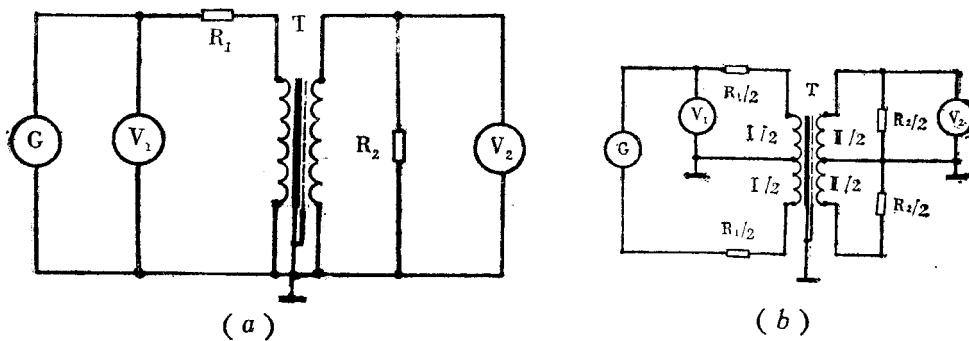
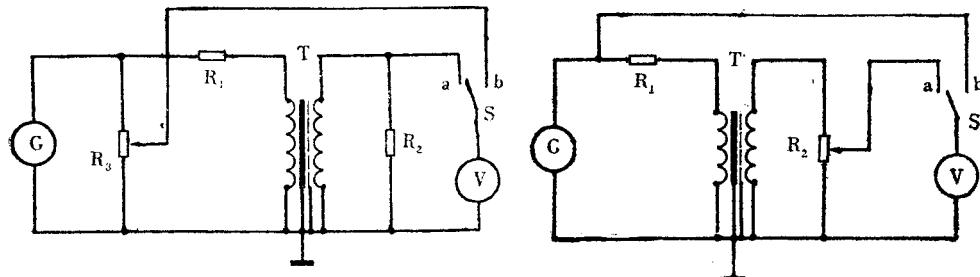


图 14



G—低频信号发生器(或经测量用扩音机); R_1 —无感电阻, 其阻值为变压器输入阻抗值;

R_2 —变压器负载电阻; V_1 、 V_2 —毫伏表; T—被测变压器。

图 15

4.3.4 谐波失真系数

测量电路按图16，只测量低频端由铁芯非线性特点引起的谐波失真。

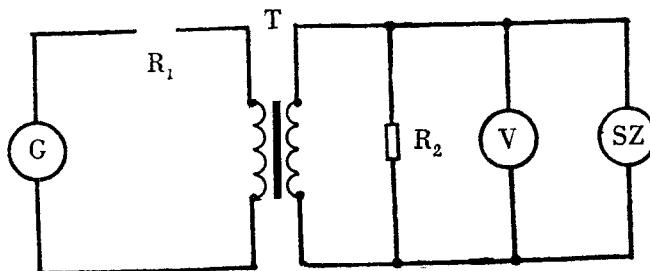
低频信号发生器（或经测量用扩音机）输出适当电压，频率为被测变压器的下限规定频率，使负载电阻上为额定电压值，用失真度测量仪测出谐波失真系数，则变压器谐波失真系数可按式（24）计算：

$$r = \sqrt{r_1^2 - r_2^2} \quad (24)$$

式中： r ——变压器谐波失真系数，%；

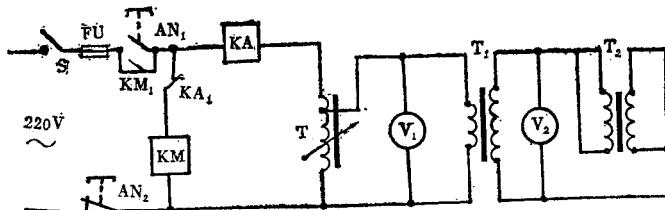
r_1 ——负载电阻上实测的谐波失真系数，%；

r_2 ——测量用扩音机本身的谐波失真系数，%；



G—低频信号发生器（低阻输出，或经测量用扩音机）；R₁—无感电阻，其阻值为变压器输入阻抗值；R₂—变压器负载电阻；V—毫伏表；T—被测变压器；Sz—谐波失真仪。

图 16



S—电源开关；FU—保险丝；AN₁—启动开关；AN₂—停止按钮；KM—交测接触器；KA—交流继电器；V₁、V₂—毫伏表；T—调压器；T₁—升压变压器；T₂—被测变压器。

图 17

4.3.5 绝缘电阻

将500伏兆欧表E端接被测变压器铁芯，兆欧表的L端依次接变压器各个绕组，测出各绕组对铁芯绝缘电阻值，然后将兆欧表E端接被测变压器初级绕组，兆欧表L端接次级绕组，测出变压器初级线圈之间的绝缘电阻值，当变压器为多绕组时，应分别逐一测试。

4.3.6 工频耐压试验

工频耐压试验按图17连接。

将调压器调至零位，合上电源开关，按下AN₁，交流接触器吸动，其接点KM闭合自保，逐渐增加调压器输出，使U₂达规定电压值，一分钟，降低调压器输出至零位，断开电源。

注：高压试验设备的容量不小于0.5kVA。

附加说明:

起草单位：浙江省广播电视台技术研究会、浙江省广播电视台广播电影电视部地宣局。
本标准主要起草人：黄舜寿、林静翁、任大成、潘善卫、祝银成、金光水、周才夫、贾存金。