

“有线电视技术”实验指导书（一）

一、实验课程编码：102002

二、实验课程名称：有线电视技术

三、实验项目名称：载波电平测量

四、实验目的

对有线电视系统中信号电平进行测量，即在系统输出口或电缆分配系统中其它各点上，对电视信号的图像或伴音载波幅度的测量，以及对调频声音信号载波幅度的测量。

五、主要设备

频谱分析仪 场强仪

六、实验内容

1. 图像载波电平

图像载波电平是指在 75Ω 终端上调制包络峰处(同步头)图像载波电压的有效值，以分贝(微伏) $\text{dB}(\mu\text{V})$ 表示。

对于整个有线电视系统来说，图像载波电平是反映该系统质量的一个非常重要的因素。几个重要的指标都由它的值来决定，如任意频道间电平差、相邻频道间电平差、系统输出口电平、频道内频响、图像/伴音电平差等。

如果个别图像载波信号电平很低，一方面有可能被邻近伴音载波的高电平所调制，也就是说低电平的图像载波特别容易受到邻频声音干扰；另一方面，系统的载噪比降低，噪声有可能将遮盖节目内容，图像画面出现雪花。如果图像载波信号电平过高，则会引起用户接收机过载,产生图像撕裂和汽船声。

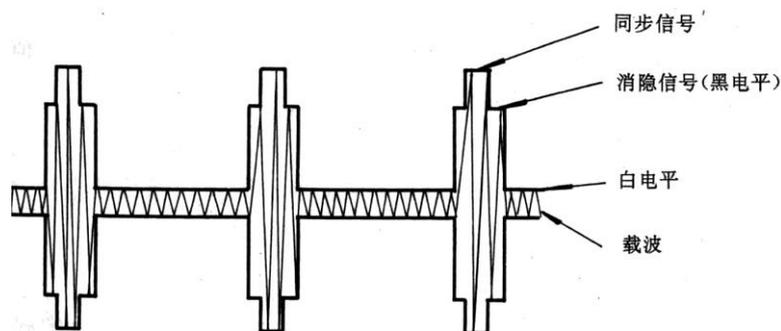


图 1.1 射频载波被电视信号调制

2. 伴音载波电平

伴音载波电平是指在 75Ω 终端上无调制音频载波电压的有效值,以分贝(微伏) dB(μ V)表示。

3. 系统输出口的载波电平

对有线电视系统来讲,系统输出口载波电平的一致性衡量该系统质量好坏的一个重要指标。但具体系统输出口的图像载波电平大小应取多少合适,则是由很多因素决定的,包括所使用的接收机性能和当地的安装方法等。我国行业标准 GY/T 106-1999 中则规定系统输出口电平为 60-80dB μ V。

4. 系统输出口频道间载波电平差

我国行业标准 GY/T 106-1999 规定在系统输出口上,被分配的任意频道之间的载波电平差小于(或等于) 10dB,在任意 60MHz 频率范围内,载波电平差小于(或等于) 8dB,相邻频道间电平差小于(或等于) 3dB。如果这些电平差值较大,则载波电平大的频道可能对电平小的频道产生非线性干扰。

5. 系统输出口频道间载波电平差

行业标准 GY/T 106-1999 规定在邻频传输系统中,图像/伴音电平差为 17 ± 3 dB,在非邻频传输系统,图像/伴音电平差为 7-20dB。

七、实验步骤

1. 频谱分析仪法

测量步骤:

(a)测量方框图见下图:

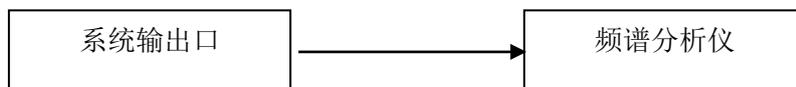


图 1.2 频谱分析仪法测量载波电平框图

(b)设置频谱分析仪的分辨带宽和图像带宽,调谐频谱分析仪,找出被测图像载波信号,记录电平读数,同时还应记录环境温度和测量时间;

(c)重新调谐频谱分析仪,逐个找出被测图像载波信号,并记录其图像载波电平读数;

(d)以同样方法测量伴音载波电平;

(e)所有频道测定以后,整理分析测量数据,可以得出以下性能参数测量结果,即系统输出口电平、任意频道间电平差、相邻频道间电平差、图像/伴音电平比。

2. 场强仪法

测量步骤:

(a) 测量方框图见下图所示

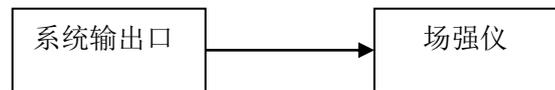


图 1.3 用场强仪测量载波电平方框图

- (b) 调谐场强仪，找出被测图像载波信号
- (c) 记录图像载波电平数，同时应记录环境温度和测量时间
- (d) 以同样方法测量伴音载波电平
- (e) 所有频道测量完毕后，整理和分析测量数据，可得系统输出口电平、任意频道间电平差、相邻频道间电平差、图像/伴音载波电平差等参数。

八、实验结果

完成对有线电视系统中信号电平进行测量，在系统输出口或电缆分配系统中其它各点上，对电视信号的图像或伴音载波幅度的测量，以及对调频声音信号载波幅度的测量。

“有线电视技术”实验指导书（二）

一、实验课程编码：102002

二、实验课程名称：有线电视技术

三、实验项目名称：载波频率测量

四、实验目的

对有线电视系统的图像载波频率准确度和图像/伴音载频间距偏差的测量。

五、主要设备

频率计数器 频谱分析仪

六、实验内容

有线电视系统对频率的测量主要是测量两个指标，一个是图像载波频率准确度的测量，另一个是图像/伴音载频间距偏差的测量。

七、实验步骤

1. 图像载波频率准确度的测量

(1)频率计数器法

1) 此种方法的测量方框图见下图所示

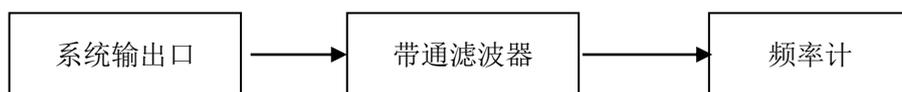


图 2.1 频率计法测量频率

带通滤波器为被测频道的带通滤波器，它只让被测频道的图像载波信号和伴音载波信号通过。由于图像载波电平较伴音载波电平高十几个 dB，因此，虽有伴音载波存在，但不会影响频率计数器测量图像载频的准确度。

2) 调整频率计数器测出被测频道图像载波频率

3) 根据定义算出其准确度

4) 改变频道，重复以上操作,300MHz 系统至少应检测 6 个频道，450MHz 系统至少应检测 7 个频道，550MHz 系统至少应检测 8 个频道。

频率计数器的功能是测量并显示单一频率的信号，因此，为了保证准确的读数，一般在计数器之前使用可调谐带通滤波器。当测量受调制的载波频率时，带通滤波器的通带必须足够窄,以便滤掉大部分的 15KHz 边带。另外，用频率计数器测量载波频率时，还要注意频率计数器的输入电平范围。

(2)频谱分析仪法

1))此种测量方法的测量方框图见下图所示

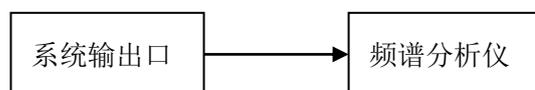


图 2..2 频谱分析仪法测量频率

2) 调谐频谱分析仪，找出被测图像载波频率。

3) 启动频谱分析仪的跟踪测量信号频率的功能，仪器会自动显示出信号的精确频率。

4) 根据定义计算其准确度。

5))改变频道，重复以上操作，300MHz 系统至少应检测 6 个频道，450MHz 系统至少应检测 7 个频道，550MHz 系统至少应检测 8 个频道。

2. 图像/伴音载频间距偏差的测量

在这里，我们只介绍采用频谱分析仪的相对频率测量方法

(1) 此种测量方法的测量方框图见下图所示



图 2.3 频谱分析仪法测量频率

(2) 调谐频谱分析仪，找出被测图像载波频率。

(3) 启动频谱分析仪的测量相对频率的功能，仪器会自动显示出精确的图像/伴音载频差。

(4) 根据定义计算其偏差， $(F_2 - F_1) - 6500\text{KHz}$

(5) 改变频道，重复以上操作，300MHz 系统至少应检测 6 个频道，450MHz 系统至少应检测 7 个频道，550MHz 系统至少应检测 8 个频道。

八、实验结果

完成对有线电视系统的图像载波频率准确度和图像/伴音载频间距偏差的测量。

“有线电视技术”实验指导书（三）

一、实验课程编码：102002

二、实验课程名称：有线电视技术

三、实验项目名称：载波噪声比（C/N）测量（综合性，设计性实验）

四、实验目的

对有线电视系统中噪声比（C/N）进行测量。

五、主要设备

信号电平表 频谱分析仪

六、实验内容

根据不同的测量仪器，载噪比的测量可采取两种方法，一种是信号电平表法，一种是频谱分析仪法。

七、实验步骤

1. 信号电平表法

(1) 测量方框图见下图所示:

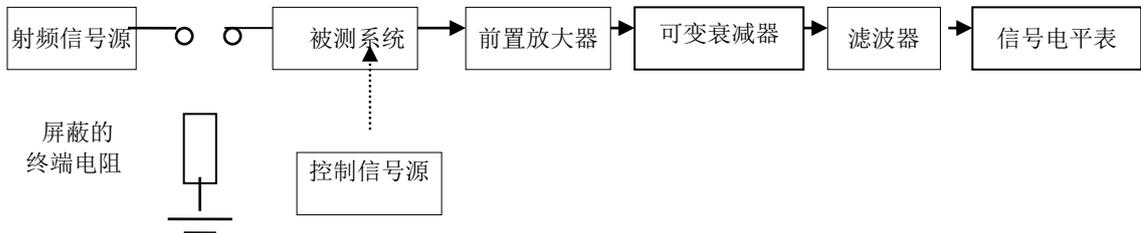


图 3.1 信号电平表法测量载噪比

(2) 接上射频信号源, 并将射频信号源置于被测频道图像载波频率, 调整其输出, 使被测系统输出获得规定的工作电平。

(3) 调谐信号电平表到某一测试信号频率, 同时调可变衰减器, 使电平表有一便于读的数 R , 衰减器的值记为 a_1 , a_1 值比被测载噪比 (估计值) 大一些。

(4) 去掉射频信号源, 用屏蔽的终端电阻代替, 减小衰减器的衰减量, 使电平表获得一读数 R , 衰减器的值记为 a_2 。

如果采用信号控制方式 AGC, 则不能断掉射频信号源, 测试要求在系统输入信号的最大电平和最小电平处进行, 同时在频道内重新调谐信号电平表, 使其读数仅反映随机噪声。

(5) 载噪比 (C/N) 用分贝可表示为: $C/N = a_1 - a_2 - C_m - C_b$

其中电平修正系数 C_m : 如果使用平均值测量, 而用有效值校准, 应取 $C_m = 1\text{dB}$, 如果用峰值读数的信号电平表, 应使用一个适合该仪表的修正系数 C_m 。

带宽修正系数 C_b : 该修正系数用信号电平表的噪声带宽 (B_m) 和其相应制式的噪声带宽 (B_{tv}) 的分贝差来估算, $C_b = 10\lg(B_{tv}/B_m)$, 式中 $B_{tv} = 5.75\text{MHz}$ 。

信号电平表的噪声带宽 B_m 需要测定, 具体方法是首先找到一个良好匹配的、已知其带宽 B_g (通常为 1MHz) 和有效值输出电压 V_g 的噪声源, 将信号电平表和噪声源连接起来, 并调谐到被测频率, 测出有效值电压 V_m , 并利用公式 $(B_m/B_g) = (V_m/V_g)^2$ 求出 B_m , 式中 B_m 、 B_g 的单位为 MHz , V_m 、 V_g 的单位为 μV 。

2. 频谱分析仪法

测量步骤:

(1) 测量方框图见下图所示:



图 3.2 频谱分析仪法测量载噪比

- 1) 在频谱分析仪上找到被测的图像载波，置于屏幕中心
- 2) 调整频谱分析仪处于测量图像载波电平的状态（见《载波电平测量》一节）
- 3) 微调频谱分析仪，使图像载波位于显示屏的中心
- 4) 调整频谱分析仪的参考电平，使图像载波峰值与频谱分析仪的参考电平重合，此时的参考电平，即为图像载波电平值，记为 A
- 5) 测量噪声时，调整频谱分析仪处于如下状态：
 - 中频分辨率带宽：30KHz（宽带也可以用）
 - 视频滤波器带宽：100Hz（不能大于 300Hz）
 - 对数标度：10dB/div
 - 扫频宽度：1MHz/div
 - 扫描时间：自动
- 6) 必要时，可重新调谐图像载波频率，使信号位于中心。
- 7) 调整频谱分析仪，使被测的噪声位于显示屏的中央，即移动载波向左 2—3MHz，测到的噪声电平记为 B，于是， $(C/N)_{\text{未修正}} = A - B$

制使得在规定的带宽范围内分不清噪声时，应去掉视频调制或者在频道的边缘测量。

八、实验结果

完成对有线电视系统中噪声比 (C/N) 的测量。

“有线电视技术”实验指导书（四）

一、实验课程编码：102002

二、实验课程名称：有线电视技术

三、实验项目名称：载波复合三次差拍比（C/CTB）和载波复合二次差拍比(C/CSO)测量（综合性，设计性实验）

四、实验目的

对有线电视系统中载波复合三次差拍比（C/CTB）和载波复合二次差拍比(C/CSO)进行测量。

五、主要设备

频谱分析仪

六、实验内容

采用频谱分析仪进行测量的方法对 C/CTB 或 C/CSO 进行测量。

七、实验步骤

(1)测量方框图见下图：

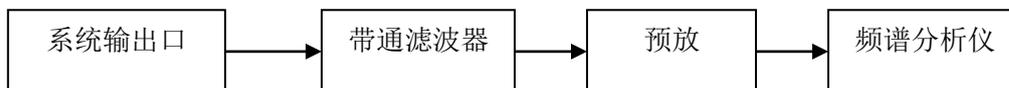


图 4.1 C/CTB 与 C/CSO 测量方框图

(2)在前端调整各频道的载波电平，使各频道的载波电平相等；

(3)调整频谱分析仪如下，测量载波电平：

中频分辨率带宽：30KHz

视频滤波器带宽：30KHz

扫频带宽：0.5MHz/div

垂直标度：10dB/div

扫描时间：自动

(4)调谐频谱分析仪，使被测载波到显示屏中心，测量图像载波电平，记为 A。

(5)关掉被测频道的调制信号。

(6)设置频谱分析仪的扫频宽度为 8MHz，分辨带宽 30KHz，图象带宽 30Hz，设

置频谱分析仪的检测器为取样检测方式。

(7)在频道内寻找差拍 (BEAT)。

(8)根据载波电平的提高或降低与 C/CTB 或 C/CSO 的关系, 判断差拍 (BEAT) 是 CTB 还是 CSO。

(9)关掉载波, 测量在载波点是否有差拍, 如有再判断是 CTB 还是 CSO。

(10)用断开法进行测试, 判断所测的 CTB 或 CSO 是否要加修正电平。

八、实验结果

完成对有线电视系统中 C/CTB 或 C/CSO 的测量。

“有线电视技术”实验指导书 (五)

一、实验课程编码: 102002

二、实验课程名称: 有线电视技术

三、实验项目名称: 电源交流声调制失真测量

四、实验目的

对有线电视系统中电源交流声调制失真进行测量。

五、主要设备

频谱分析仪 示波器

六、实验内容

采用频谱分析仪法和示波器法对有线电视系统中电源交流声调制失真进行测量。

七、实验步骤

一) 频谱分析仪法测量电源交流声调制

1. 测量方框图

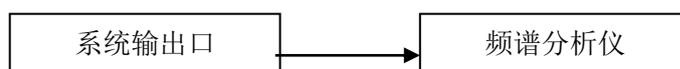


图 5.1 电源交流声调制失真测量

2. 测量步骤:

(1)将所测频道的载波调到中心频率，并设扫频带宽为 0Hz（相当于时域）

(2)调整频谱分析仪为如下状态：

分辨带宽：1MHz

视频带宽：1MHz

扫描时间：30ms

电压单位：线性显示

扫描方式：单扫描

(3)用频标找到最大点，并设为参考点

(4)用频标 Δ 找到最小点

(5)交流声的百分比可用 $(1-\Delta) 100\%$ 来计算

(6)取至少 5 次读数的平均值

(7)如果这个平均值超过了 3%，再次测量未调制的载波，这个干扰也许是节目源不好引起的

(8)去掉调制信号，将视频带宽设置为 1KHz，扫描时间为 50ms,重复（1）—（6）的测量步骤

(9)交流声干扰电平的精度为步骤（8）测量值的 15%

二) 示波器法测量交流声调制比

1. 测量方框图

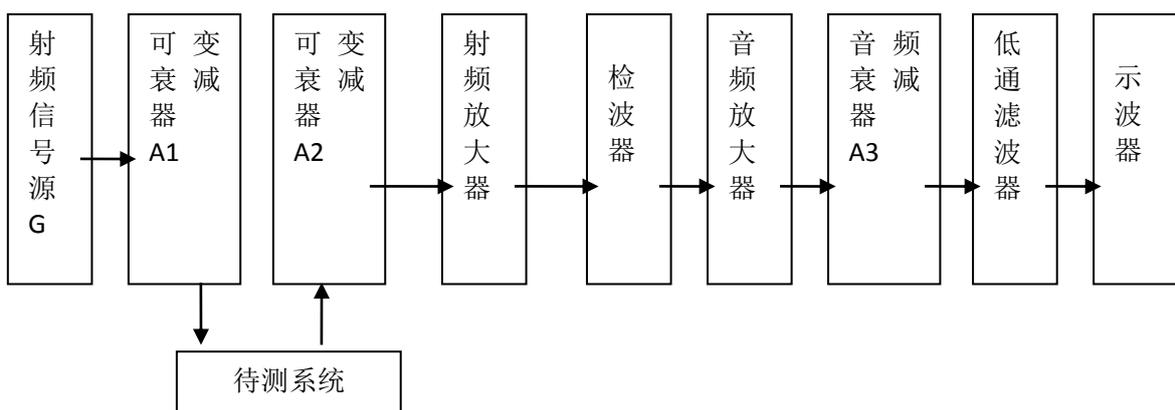


图 5.2 示波器法测量交流声调制比的测量方框图

2. 所需设备

(1)一台等幅信号发生器，其输出的频率范围和输出电平要适合被测系统。

(2)一台调谐信号放大器，其失真可忽略（同预期被测的交流声调制电平相比较

小), 把测量点的测试信号电平提高到大约 2V 均方根值。

(3)一台双通道, 直流耦合, 具有差动装置, 能测量 1mV 峰到峰值信号的示波器。

(4)一台终接型射频检波器, 其阻抗等于测试系统的特性阻抗 Z_0 。

(5)一台 1KHz 截止频率的低通滤波器, 其阻抗适合于检波器的输出。

(6)两个 1dB 步进的衰减器。

(7)稳定的可变直流电源。极性适合于检波器和示波器, 选择的值适合于所用的电源电压和稳压二极管, 用多档调节电位器设置则更精确。

3. 测量步骤

(1)射频信号源的调制深度指示器应在使用频率和调制深度上进行校准。

(2)置射频信号发生器的频率为被测频道的图像载波频率 (或伴音载波频率)。

(3)在 100Hz—1000Hz 范围内选一个适当频率去调制载波, 调制深度为 10%。

(4)调节可变衰减器 A1, 直至提供给系统输入口的等幅信号电平等于有关电视信号在调制峰值期间的均方根值 (或声音的无调制载波电平)。

(5)调节衰减器 A2, 给检波器的射频终端以大约 2V 均方根值的信号。

(6)使可变衰减器 A3 的衰减值为 60dB 左右, 调整示波器控制和音频放大器的增益, 在示波器上得到一适当的音频显示, 注意峰—峰值幅度。

(7)去掉射频信号源的调制信号

(8)调整音频衰减器 A3 在示波器上得到交流声的峰—峰幅度等于 (6) 中所看到的音频信号幅度, 记下衰减器读数的变化 a.

(9)信号交流声比用分贝表示为: $HM=14+(a-R)$

式中 R 是相应于制式的缩减系数, 见下表所示:

表 5-1 残留载波缩减系数

最大调制深度 (%)	残留载波 (%)	缩减系数 R(dB)
95	5	0.5
90	10	1.0
80	20	2.0
40	/	2.0

八、实验结果

完成对有线电视系统中电源交流声调制失真的测量。

“有线电视技术”实验指导书（六）

一、实验课程编码：102002

二、实验课程名称：有线电视技术

三、实验项目名称：回波值测量

四、实验目的

对有线电视系统中回波值进行测量。

五、主要设备

(1)一台测试信号发生器，能提供 $2T$ 的正弦平方脉冲波形，此处 T 是适合于所使用的电视制式周期。对应于我国的 625 行的制式， $T=100\text{ns}$ 。

(2)一台射频测试调制器。

(3)一台适合于所考虑制式的解调器。

(4)一台示波器

六、实验内容

对有线电视系统中回波值进行测量。

七、实验步骤

(1)正确选择测试点，一般选在用户端，因为用户端最能体现整个有线电视系统的质量，如果用户端测量不方便，也可将测试点选在前端混合器上，这主要是由于干线和分配系统对视频影响不会很大。

(2)对调制度进行检查调整，回波值的测量应在额定的调制度 87.5% 条件下进行。

(3)选择测试信号，测试信号（插测信号第 17 行）的幅度应为 $1V_{p-p}$ 。测量调制器频道时，视频测试信号直接连接被测系统的调制器输入端进行测量。测量非调制器频道时，应先将测试调制器的输出端与测试解调器的输入端连接，进行测试系统自校，再将经测试调制器调制的测试信号送入被测系统进行测量。

(4)测试解调器的输入端应接入带通滤波器，主要是为了防止其它频道信号干扰，同时用同步检波进行解调。

(5)利用示波器，参考回波值定义所用的图，测量回波的振幅 a_t 和 t ，其回波幅度是相对 $t=0$ 时的 $2T$ 脉冲幅度而言，即 $t=0$ 时， $a_0=100\%$ 。

(6)各个比较大的回波测定之后，按定义中的公式计算回波值 E ，取最差的价值为测量结果。

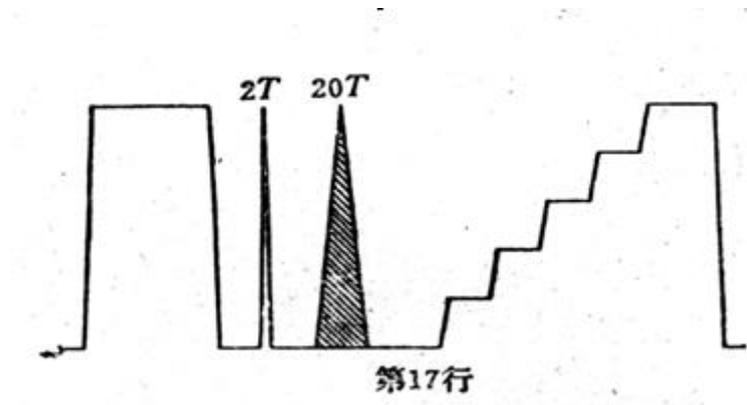


图 6.1 第 17 行测试信号

八、实验结果

完成对有线电视系统中回波值测量。