

第四章 高频信号发生器及其应用

高频信号发生器主要是用来向各种电子设备和电路供给高频能量,或是供给高频标准信号,以便测试各种电子设备和电路的电气工作特性。它能提供在频率和幅度上都经过校准了的从 1V 到几分之一微伏的信号电压,并能提供等幅波或调制波(调幅或调频),广泛应用于研制、调制和检修各种无线电收音机、通讯机、电视接收机以及测量电场强度等场合。这类的信号发生器通常也称为标准信号发生器。

高频信号发生器按调制类型分为调幅和调频两种。本章只介绍调幅高频信号发生器。

一、调幅高频信号发生器的工作原理

调幅高频信号发生器工作原理方框图如图 4-1 所示。由图可见,它由振荡电路、放大与调幅电路、音频调制信号发生电路、输出电路(包括细调衰减电路、步级衰减电路)、电压与调幅度指示电路和电源电路等部分组成。

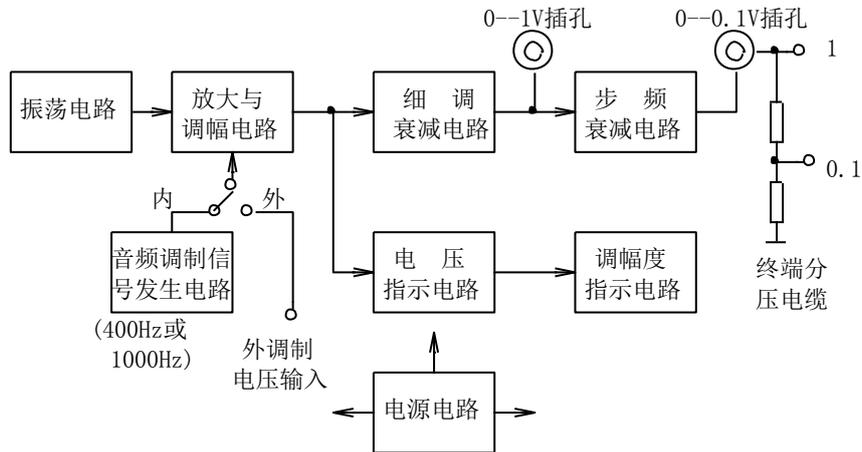


图 4-1 高频信号发生器原理功能方框图

1. 振荡电路

振荡电路用于产生高频振荡信号。信号发生器的主要工作特性由本级决定。为保证此主振有较高的频率稳定度,都采用弱耦合馈至调幅电路,使主振负载较轻。一般采用电感反馈或变压器反馈的单管振荡电路或双管推挽振荡电路。

通常采用 LC 三点式振荡电路,一般能够输出等幅正弦波的频率范围为 100kHz~30MHz (分若干个频段)。这个信号被送到调幅电路作为幅度调制的载波。

2. 放大与调幅电路

通常既是缓冲放大电路(放大振荡电路输出的高频等幅振荡,减小负载对振荡电路的影响),又是调制电路(用音频电压对高频等幅振荡进行调幅)。

3. 音频调幅信号发生电路

是一个音频振荡器,一般调幅高频信号发生器具有 400Hz、1000Hz 两档频率,改变音频振荡输出电压大小,可以改变调幅度。在需要用 400Hz 或 1000Hz 以外频率的音频信号进行调制时,可以从外调制输入端引入幅度约几十伏的、所需频率的信号。

4. 电压与指示电路

是两个电子电压表电路。电压指示电路用以测读高频等幅波的电压值。调幅度指示电路用以测读调幅波的调幅度值。

5. 输出电路

是进一步控制输出电压幅度的电路，其中包括输出微调（连续衰减电路）、输出倍乘（步级衰减电路），使最小输出电压达微伏数量级。

6. 输出插孔

一般仪器有两个输出插孔，一个是 0~1V 插孔，输出 0.1~1V 电压；一个是 0~0.1V 插孔，输出 0.1 μ V~0.1V 电压。0~0.1V 插孔配接带有终端分压电路的输出电缆。

7. 电源电路

供给各部分电路以所需要的电源电压。

二、调幅高频信号发生器的使用

调幅高频信号发生器型号不少，但是它们除载波频率范围、输出电压、调幅信号频率大小等有些差异外，它们的基本使用方法是类似的。本章以 XFG-7 型高频信号发生器为例介绍调幅高频信号发生器面板装置、测试步骤与技巧等方面的内容。

1. 面板装置

XFG-7 型调幅高频信号发生器面板图如图 4-2 所示。

(1) 波段开关 变换振荡电路工作频段。分 8 个频段，与频率调节度盘上的 8 条刻度线相对应。

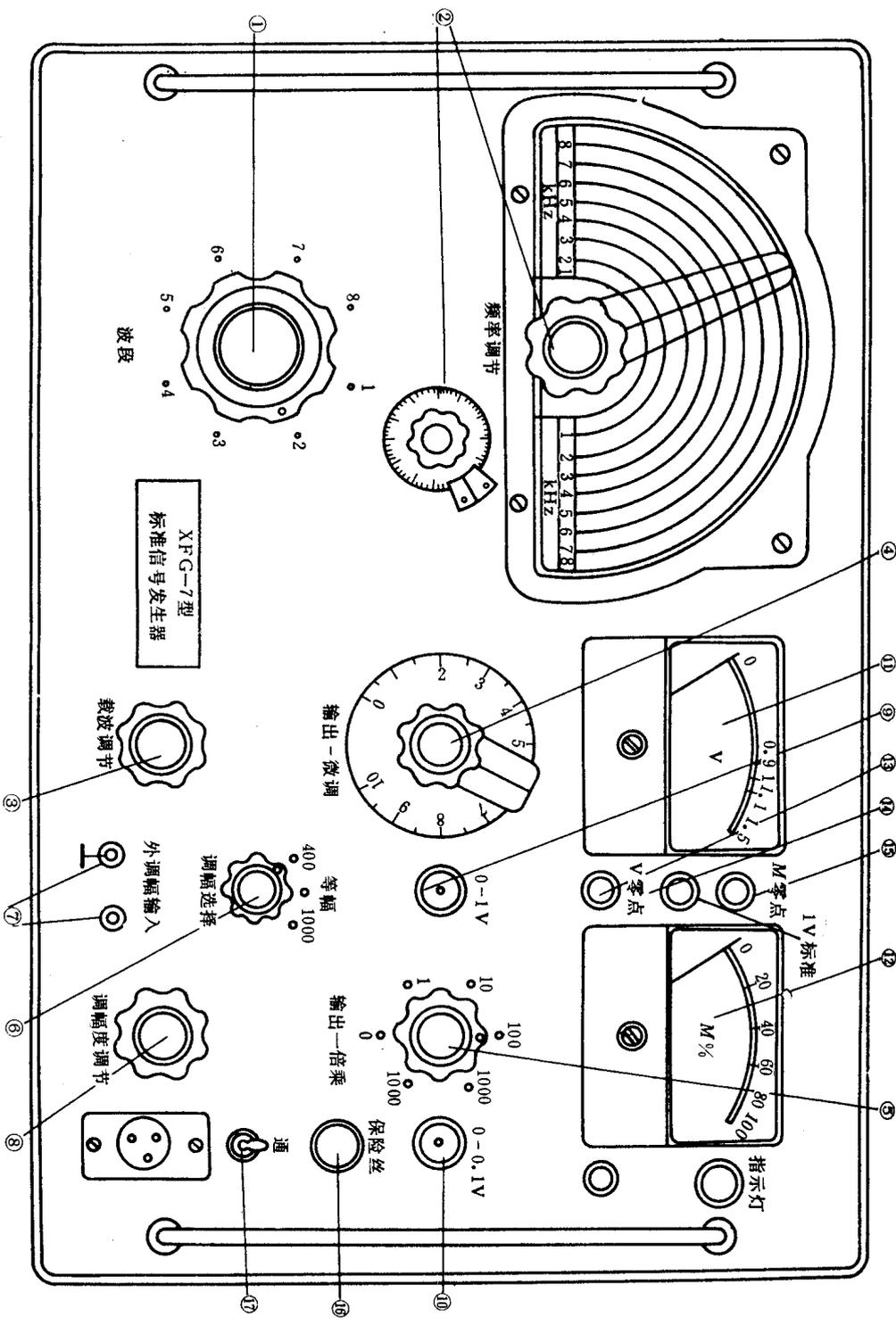
(2) 频率调节旋钮 在每个频段中连续地改变频率。使用时可先调节粗调旋钮到需要的频率附近，再利用微调旋钮调节到准确的频率上。

(3) 载波调节旋钮 用以改变载波信号的幅度值。一般情况下都应该调节它使电压表指在 IV 上。

(4) 输出-微调旋钮 用以改变输出信号（载波或调幅波）的幅度。共分 10 大格，每大格又分成 10 小格，这样便组成一个 1:100 的可变分压器。

(5) 输出-倍乘开关 用来改变输出电压的步级衰减器。共分 5 档：1, 10, 100, 1000 和 10000。当电压表准确地指在 IV 红线上时，从 0~0.1V 插孔输出的信号电压幅度，就是微调旋钮上的读数与这个开关上倍乘数的乘积，单位为 μ V。

图 4-2 XFG-7 型高频信号发生器面板图



(6) 调幅选择开关 用以选择输出信号为等幅信号或调幅信号。当开关在等幅档时，输出为等幅波信号；当开关在 400Hz 或 1000Hz 档时，输出分别为调制频率是 400Hz 或 1000Hz 的典型调幅波信号。

(7) 外调幅输入接线柱 当需要在 400Hz 或 1000Hz 以外的调幅波时，可由此输入音频调制信号（此时调幅度选择开关应置于等幅档）。另外，也可以将内调制信号发生器输出的 400Hz 或 1000Hz 音频信号由此引出（此时调幅度选择开关应置于 400Hz 或 1000Hz 档）。当连接不平衡式的信号源时，应该注意标有接地符号的黑色接线柱表示接地。

(8) 调幅度调节旋钮 用以改变内调制信号发生器的音频输出信号的幅度。当载波频率的幅度一定时 (1V), 改变音频调制信号的幅度就是改变输出高频调幅波的调幅度。

(9) 0~1V 输出插孔 它是从步级衰减器前引出的。一般是电压表指示值保持在 1V 红线上时, 调节输出-微调旋钮改变输出电压, 实际输出电压值为微调旋钮所指的读数的 1/10, 即为输出信号的幅度值, 单位为 V。

(10) 0~0.1V 输出插孔 它是从步级衰减器后引出的。从这个插孔输出的信号幅度由“输出-微调”旋钮、“输出-倍乘”开关和带有分压器电缆接线柱的三者读数的乘积决定, 单位为 uV。

(11) 电压表 (V 表) 它指示输出载波信号的电压值。只有在 IV 时 (即红线处) 才能保证指示值的准确度, 其它刻度仅供参考。

(12) 调幅度表 (M% 表) 它指示输出调幅波信号的调幅度, 不论对内调制和外调制均可指示。在 30% 调幅度处标有红线, 此为常用的调幅度值。

(13) V 表零点旋钮 调节电压表零点用。

(14) IV 校准电位器 用以校准 V 表的 1V 档读数 (刻度)。平常用螺丝盖盖着, 不得随意旋转。

(15) M 表零点旋钮 在调幅度调节旋钮置于起始位置 (即逆时针旋到底), 将 M 表调整到零点, 这一调整过程须在电压表在 1V 时进行, 否则 M% 表的指示是不正确的。

2. 使用步骤与技巧

(1) 等幅波输出

① 将调幅选择开关置于等幅位置。

② 根据所需频率, 将波段开关置于相应的频段, 粗调旋钮调到所需的频率附近, 然后再调节频率微调旋钮, 以得到准确的频率。

③ 调载波调节旋钮, 使电压表指示在红线上。

这时在 0~0.1V 插孔输出的信号电压等于输出-微调的读数和输出-倍乘读数的乘积, 单位为微伏。在调节输出-微调旋钮后, 如果电压表上的指示受影响, 则要反复调节载波调节旋钮, 使电压表准确地指在红线上。例如, 当输出微调旋钮的读数为 6 格, 输出倍乘旋钮在 10 的位置时, 其输出电压为 $6 \times 10 = 60 \text{uV}$ 。

仪器备有专用的带有分压器的输出电缆, 分压器上有 1 和 0.1 两个接线孔, 如果上例中信号从分压器的 0.1 孔输出来, 这时实际输出信号电压还要乘上 0.1, 这时, 其实际输出电压为 6uV 。

④ 如果需要的信号电压值大于 0.1V 时, 应从 0~1V 插孔输出。这时仍应调节载波调节旋钮, 使电压表指示在 IV 上, 如果输出-微调旋钮置于 5 处, 就表示输出电压为 0.5V。由于仪器的输出电压值在不同频率时是不同的, 因此每换一个频率必须按上述方法重新校准一次。

(2) 调幅波输出

使用内调制信号时

① 将调幅选择开关置于相应的位置 (400Hz 或 1000Hz)。

② 按选择等幅波频率的方法选择载波频率。

③ 调节载波调节旋钮, 使电压表指示为 IV。

④ 调节调幅度调节旋钮, 使调幅度表指示出所需的调幅度。一般调节指示在 30% 处。

⑤ 利用输出-微调旋钮和输出-倍乘旋钮来控制载波的输出幅度, 计算方法与输出等幅信号相同。

使用外调制信号时

① 将调幅选择开关置于等幅位置。

② 按选择等幅信号频率的方法选择载波频率。

③ 选择合适的音频信号发生器作为音频调幅信号源，音频信号发生器应具有相应的工作频段，而且它的输出应能提供 0.5W 以上的功率（在 $20k\Omega$ 负载上输出大于 100V）。

④ 接通音频信号发生器，将输出调到最小，然后将它接到外调幅输入接线柱上。将调幅度旋钮置于最大位置（顺时针旋到底）。逐渐增大输出，直到调幅度表上的读数满足为止。这时调幅度表上的读数就是输出调幅度。

⑤ 利用输出-微调旋钮和输出-倍乘开关控制载波的输出幅度，计算方法与输出等幅信号相同。

三、调幅高频信号发生器的测试应用

调幅高频信号发生器广泛应用在无线电技术的测试实践中。现以无线电接收机的性能测试为例，介绍高频信号发生器的应用。

1. 接线方法

(1) 被测接收机置于仪器输出插孔的一侧，两者距离应使输出电缆可以达到。

(2) 仪器机壳与接收机壳用不长于 30cm 的导线连接，并接地线。

(3) 用带有分压器的输出电缆，从 0~0.1V 插孔输出（在测试接收机自动音量控制时，用一根没有分压器的电缆，从 0~1V 插孔输出）。为了避免误接高电位，可以在电缆输出端串接一个 $0.01\mu\text{F}\sim 0.1\mu\text{F}$ 的电容器。0~1V 插孔应用金属插孔盖盖住。

(4) 输出电缆不应靠近仪器的电源线，两者更不能绞在一起。

(5) 为了使接收机符合实际工作情况，必须在接收机与仪器间接一个等效天线。等效天线连接在本仪器的带有分压器的输出电缆的分压接线柱（有电位的一端）与接收机的天线接线柱之间，如图 4-3 所示。每种接收机的等效天线由它的技术条件规定。一般可采用图 4-4 所示的典型等效天线电路，它适用在 540kHz 到几十 MHz 的接收机中。

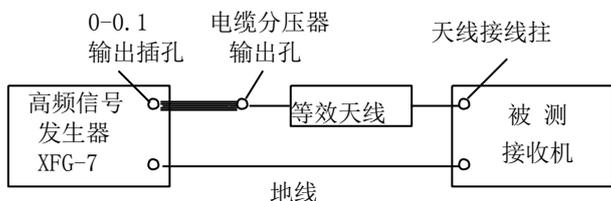


图 4-3 等效天线接法

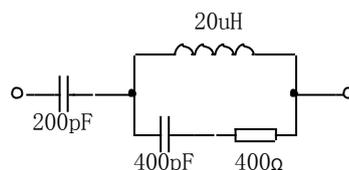


图 4-4 典型等效天线电路

2. 接收机的校准

(1) 调整仪器输出信号的载波频率，使它与被校接收机调谐频率一致。这时仪器输出信号应为调幅度 30% 的 400Hz 调幅波，它的电压大小应不使接收机输出过大或过小。

(2) 调整接收机中的调谐变压器使输出最大。

(3) 按上述方法由末级逐级向前调整。

3. 灵敏度的测试

(1) 调整仪器输出信号的载波频率到需要的数值（一般用 600kHz, 1000kHz, 1400kHz 三点测定广播段），这时输出信号仍为 30% 调幅度的 400Hz 调幅波。

(2) 调节仪器的输出电压使接收机达到标准的输出功率值（按各种接收机的技术条件定）。

(3) 依次测试各频率（仍维持标准输出功率值），将各个频率时仪器的输出电压作为纵坐标，频率作为横坐标，绘成曲线，就得到接收机的灵敏度曲线。

4. 选择性的测试

(1) 调整仪器输出信号的载波频率到需要的数值，这时输出信号仍为 30% 调幅度的 400Hz 调幅波。

(2) 调整接收机，使输出最大。再调节输出-微调旋钮，使接收机输出维持标准输出功率值。

(3) 改变仪器输出频率（每 5kHz 变一次），这时维持接收机不动，再调节输出-微调旋钮，使接收机输出仍为标准输出功率值，记下仪器的输出电压值。

(4) 依次用同样方法测试各频率，将各个频率时的电压值与第一次的电压值的比值作为纵坐标，频率作为横坐标，绘成曲线，就得到接收机的选择性曲线。

5. 保真度的测试

(1) 利用外接音频信号源，得到从 50Hz~8000Hz 的调幅波，以适应测试各级接收机的要求，具体频段按接收机的技术规定。

(2) 以 30% 调幅度的 400Hz 调幅波为标准，调谐接收机，使输出最大。再调节输出-微调旋钮，使接收机输出维持标准输出功率。

(3) 维持载波频率和调幅度不变，改变调谐频率，调谐接收机使输出最大，记下接收机的输出电压。将其它频率时的输出电压值与 400Hz 时的输出电压值的比值作为纵坐标，将频率作为横坐标（一般用对数刻度）绘得接收机的保真度曲线。