

电容器与声音

如众所知，电容器(C)于声音线路是和电感器(L)组成 LC 网路 (NETWORK) 用于分频线路-功率放大器 (POWER AMPLIFIER) 的输出综合信号通过此 LC 网路时, 会依所设计的分频点及音路, 将各高低频率分开输往各不同的扬声器 (如 TWEETER、MID-RANGE、WOFFER、SUB-WOOFER..等)

- LC 网路依各厂工程师的设计, 有从最简单的二音路 (2 WAY) 高/低音, 普遍的三音路 (3 WAY) 高/中/低音, 高级的四音路 (4 WAY) 高/中/低/超低音或超高/高/中/低音, 到顶级的五音路 (5 WAY) 超高/高/中/低/超低音, 甚至更多音路都有.
- LC 网路的线路也依各厂工程师的设计, 每一音路有从最基础的 1 只电容 1 只电感, 2 只电容 2 只电感, 到数只电容数只电感都有.
- 因信号通过电容器其相位倒退 90 度 (假如此电容是无损失的话-实际上来说这是不可能的), 而信号通过电感器时其相位前进 90 度, 所以为使信号相位还原于原相位, 通常完整的分频线路的每一音路皆须使用相同数目的电容器及电感器-(当然也有人执意用不同的数目来作为信号相位差)

因为所有的声音从功率放大器到扬声器间都要通过 LC 网路 (除非是阳春型), 所以此两种组件对于声音的重要性实不容忽视, 说其重要性和单体喇叭或音箱相同也不为过.

电容器和声音的关系:

1. 精确的分频点与电容器

如前所言电容器和电感器组成 LC 网路为分频线路, 其公式是

$$F (\text{分频频率}) = 2\pi\sqrt{L \times C}$$

所以要分类点的分频频率精确, 电容器的电容值也相对的要精确, 因此用于分频线路上的电容器其误差值都较准确, 如 $\pm 20\%$ $\pm 10\%$ $\pm 5\%$ 甚至于 $\pm 2\%$ $\pm 1\%$ 都有.

2. 信号 (SIGNAL) 与电容器极性 (POLARITY):

因为功率放大器所输出的是信号电压 (也可称为交流电), 所以用于分频线路上的电容器必须是 "无极性" (NON-POLARIZED).

3. 信号 (SIGNAL) 与电容器耐压 (WV):

为了承载功率放大器所输出的信号电压, 而用于分频线路上的电容器其耐压值必须要高于功率放大器所设计的输出信号电压 PP (PEAK-PEAK) 值, 一般都高出 30%-40% 当作安全值 (也不须要求过高的耐压值以免增加无谓的成本). 绝大部份功率放大器所输出的信号电压都不超过 30VAC, 所以用耐压值 50V 就可, 当然耐压值 100V 更加保险.

** 承载功率 (POWER) 的大小和电容器的耐压值没有影响, 而是和电容器的可承载涟波电流 (RIPPLE CURRENT) 即损失角值 (DISSIPATION FACTOR) 有关.

4. 信号功率 (POWER) 与电容器的损失角:

上言电容器的承载功率大小和损失角值有关连的，损失角值越低则承载功率越大，损失角值越高则承载功率越小。

何谓损失角 (DISSIPATION FACTOR-又简称 DF)? 信号通过电容器之相位角度与-90度之夹角称为损失角 (DISSIPATION FACTOR-又简称 DF)·标准电容器其相位角为负90度 (损失角为零，ESR 阻抗值也是为零)，且 DF 值越低，ESR 阻抗值也越低。

如信号通标准电容器其相位角为负90度，所以电容器相位角越接近-90度则其损失角值越低，也因此承载功率也越大，若假设有标准电容器，因其相位为-90度，也就是说损失角值为零，ESR 阻抗值也是零，如此便可承载无限大的功率。

5. 音质 (TONE) 与电容器的损失角：

损失角值的高低和电容器的等级串联内阻值 (ESR) 成正比，损失角值越低则内阻值越低，损失角值越高则内阻值越高，是故音质好坏和损失角高低成反比，损失角值越低则内阻值越低，因此音质越好，损失角值越高则内阻值越高，因此音质越差。

6. 频率响应 (FREQUENCY RESPONSE) 与电容器的损失角：

同一只电容在不同的频率下工作，它的损失值及容量值是不相同的，通常而言工作频率越高损失角值会越大 (容量值则会越小)，变化率的大小和此电容量的损失角值的高低成正比，损失角值越低变化率越小，损失角值越高变化率越大，所以说频率响应与电容量的损失角值是息息相关的，损失角值越低的电容器，因其在各种频率工作时其损失角值及容量值的变化率较小，如此频率响应会越平 (可通过越宽的频率)，损失角值高的则相反。

** 大部份的分频用电容器可指定其测试频率在 120HZ 或 1KHZ 下要求所能容许的最高损失角值 (例如 10% 5% 4% 3% 1%.....)，但是为了要使频率响应更平以求尽善尽美 (一般都是要使高频即高音的曲线不要被拉下)，也可要求电容器指定其测试频率在于较高的频率下 (例如于 3KHZ 6KHZ 10KHZ 甚至 20KHZ，最好是和所设定的分频点相同的频率) 设定最高能容许的损失角值及额定电容值-关于此点音响专业的电容器业者可以配合做到此项要求。

7. 声音传送速度 (SPEEDY OF TRANSMISION) 与电容器的损失角：

如前述损失角值的高低和电容器的等级串联内阻值 (ESR) 成正比，是故除了音质的好坏和损失角值有关连，声音传送速度也和损失角值息息相关，损失角值越低则内阻值越低也因此传送速度也较快好，损失角值越高的则反之。

由上述应以了解电容器的好坏和音响喇叭 (不论是家用或是车用) 有很重要的关连，电容器就好似音响的动脉，好的音响分频线路就要有好的电容器-也就是说电容器的误差值要精确，耐压值要足够，损失角要低。

简述各种分频线路所使用的电容器：

电容器种类及其最高 DF 值@1KHZ	一般容量范围及公差值	特点
PP 塑胶膜 0.04% — 0.10%	0.01 μ F ~ 47 μ F $\pm 1\%$ ~ $\pm 10\%$	损失角最低 速度最快 频率最高 声音最清 成本最高 适用于：超高频 高频 高功率 顶级品
PE 塑胶膜 0.4% — 1.00%	0.1 μ F ~ 100 μ F $\pm 1\%$ ~ $\pm 10\%$	损失角低 速度快 频率高 声音亮 成本高 适用于：高频 中高功率 高级品
低损失 NP 电解 2% 3% 4% 5% 6% 10%	1 μ F ~ 300 μ F $\pm 2\%$ ~ $\pm 10\%$	损失角低 速度可 频率中高 声音柔 成本适中 适用于：中高频 中高功率 高级品
一般 NP 电解 10% 12% 15%	1 μ F ~ 1000 μ F $\pm 10\%$ ~ $\pm 20\%$	损失角高 速度慢 频率中低 声音糊 成本最低 适用于：低功率 普级品