电荷灵敏前置放大器实验报告

1 实验目的

研究电荷灵敏前置放大器的放大特性；

学习测试变换增益、噪声和噪声斜率的方法；

了解电荷灵敏前置放大器外壳屏蔽的重要性。

2 实验原理

FH1047型电荷灵敏前置放大器实验电路如下图所示。

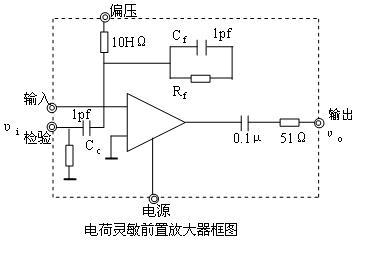


图1 电荷灵敏前置放大器框图

**2.1 电荷灵敏前置放大器的工作原理**

如图所示的电路，输出信号电压稳定值为

(1)

式中为输入信号电压稳定值。输入电荷

(2)

考虑到

将(1)式代入上式，可得输出信号电压稳定值，亦即输出信号电压幅度

(3)

其中 (4)

是电荷灵敏前置放大器低频等效输入电容。如果满足

(5)

则

(6)

上式表明，当时，只要保持恒定不变，不论是否稳定，输出电压幅度对输入电荷的“放大倍数”都是稳定的。

**2.2 电荷灵敏放大器的噪声**

探测器-前置放大器系统的噪声与探测器电容有关。为了说明电荷灵敏前置放大器本身的特性，其噪声指标往往分两项给出，一项是零电容噪声，它表示前置放大器的固有噪声，即不带探测器、不外加电容时的噪声；另一项是噪声斜率，它定义为前置放大器输入端对地每外加1微微法的电容时噪声增加多少；噪声斜率用来估计在接上探测器时，它的极间电容对噪声的影响。以表示的噪声是指等效噪声能量线宽。

可以通过示波器和宽频带电压表测量噪声。在无信号输入时测量系统输出电压的均方根值为，则以电压为单位的噪声线宽

(7)

为了得到以电荷为单位的噪声线宽，可用以下方法进行换算。由脉冲发生器输入已知幅度的信号，用示波器测量系统的输出电压幅度，因这时输入电荷为，则

代入上式得

(8)

也可由式将。

2.3 变换增益

称为变换增益或电荷灵敏度，以表示，

(9)

由(3)式，当时，得到

(10)

由此可知大时可小，从而得到较大的变换增益，但要有良好的稳定性。从噪声考虑也要求小，在低噪声前置放大器中，这一点特别重要。

对于电压增益，

（11）

3 实验步骤及数据处理

**3.1 测电荷灵敏放大器变换增益和衰减时间常数**

如图所示连接实验线路。

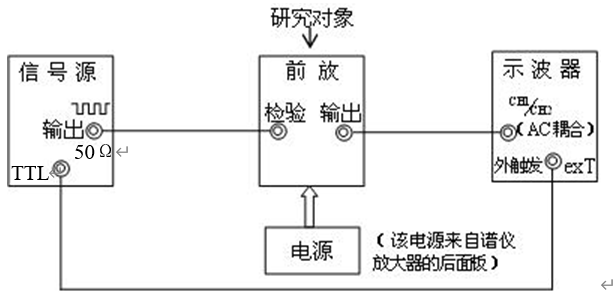


图2 实验线路示意图

调整信号源的频率为，在前放的检验端输入幅度为的负阶跃脉冲，则输入电荷＝。测出输出幅度。本前放，则变换增益为：

呈指数衰减，，当经过时间，，可利用此结果来测出，。

3.2 用示波器或高频毫伏表测前方的噪声和噪声斜率

如图所示连接实验电路。

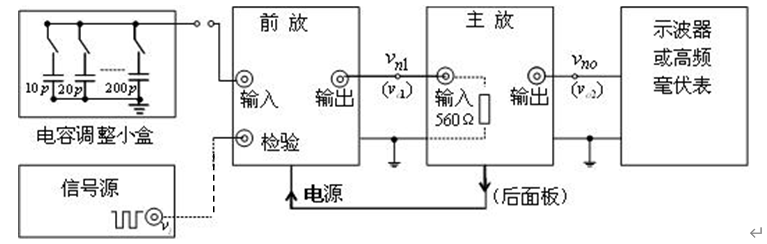


图3 实验线路示意图

首先粗测系统。 电容调整器，在前放的检验端输入幅度为的负阶跃脉冲，测出输出幅度，衰减时间常数为，此时由于主放的输入阻抗已作为前放的负载，所以衰减时间常数减小。

断开，将电容调整期直接接到前放的“输入”端。调整主放大器，最大。

改变电容调整器的电容量，用示波器测出输出端的噪声。

表1 电容器容值与对应的噪声

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

图4 电容器容值与对应的噪声

可见随着电容器容值的增大，输出噪声也增大。

改变值，重复上述测量。

表2 电容器容值与对应的噪声

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

图5 电容器容值与对应的噪声

可见当与减小时，输出噪声增大。这是因为主放中的带通滤波器的带宽变宽，使得更广范围频率的噪声可以通过，所以输出噪声增大。

将由改回，改变，重复上述测量过程。

表3 电容器容值与对应的噪声

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

图6 电容器容值与对应的噪声

可见当变小后，输出噪声变小。因为噪声的放大倍数变小，所以输出噪声变小。

3.3 观察前放外壳的屏蔽作用

，放最大，C=0pf，用改锥打开前放屏蔽外壳，噪声变为。所以前放电路屏蔽十分重要。

