AFT-0968 准静态电荷放大器

使 用 说 明 书

秦皇岛爱伏特电子科技有限公司

地址：河北省秦皇岛市北戴河区高新科技园
电话：0335-4039795　　邮编：066100
Web ：http://www.0335AFT.com
http://0335aft.1688.com

一、概述

AFT-0968 准静态电荷放大器是一种输入阻抗极高（$10^{12}\,\Omega$ 以上）的前置放大器，其输出电压量正比于输入电荷量。它可以与压电式力、压力、加速度传感器配接，对振动、冲击、压力等瞬态脉冲信号进行动态测量，也可以对力、压力传感器进行准静态标定。因此，它在力学测量方面具有独特的优势。

其基本原理是将输入信号通过场效应管的栅极电容注入到源端，使得源端电压发生变化，然后通过高阻抗负载电路将源端电流放大，并转化为输出电压信号。由于场效应管的输入电容非常小，这种放大器的噪声特性非常好。

由于采用电荷变换成电压再滤波放大的原理，它适于配用各种电荷输出的振动冲击传感器，并可以滤除不必要的信号分量。电荷变换原理的采用，可使传感器与电荷放大器间的连线距离很长而不衰减被测信号。本系统加入了电荷灵敏度适调开关，使不同电荷灵敏度的传感器，相同的被测量（例如：加速度、力）输入具有相同大小的输出量，达到输出量归一化的目的。

AFT-0968 准静态电荷放大器在航空、航天、动力、兵器、机械、建筑、电力和环境试验等领域，准静态电荷放大器是科研所、高等院校、工矿企业不可缺少的重要设备。

二、电荷放大器原理

1、压电加速度计

根据压电效应原理，压电加速度传感器是可以把机械量（作用于其上的加速度或压力）转换成电荷量的高阻抗转换器，压电加速度传感器的电荷等效电路示于图 2.1

其中　　Q-压电加速度计在加速度 a 的作用下产生的电荷

Sq-压电加速度计的电荷灵敏度

Ct-压电加速度计的固有电容

a-作用于压电加速度计上的加速度

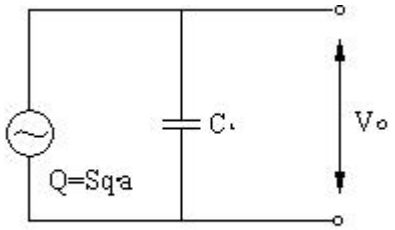


图2.1

从图 2.1 可看出输出反映的是电压 VO，而 VO $= \frac{Q}{C_t} = \frac{S_q a}{C_t}$

如用 $S_v = \frac{V_0}{a}$ 代表电压灵敏度(单位 V/ms^{-2})则有

$$V_o = S_v \cdot a = \frac{S_q \cdot a}{C_t}$$

$$S_q = S_v C_t$$

$$S_v = \frac{S_q}{C_t}$$

从图 2.1 可看出，对与压电加速度计连接的电荷放大器有如下要求：

①由于压电加速度计可视为一高内阻信号源（一般达 $10^{10}\Omega$ ）这就要求电荷放大器有相应高的输入阻抗。

②要求电荷放大器输出电压不受压电加速度计自身电容 Ct 和长电缆及等效电容的影响。

2、电荷放大器原理

电荷放大器为图 2.2 虚线框内所示。

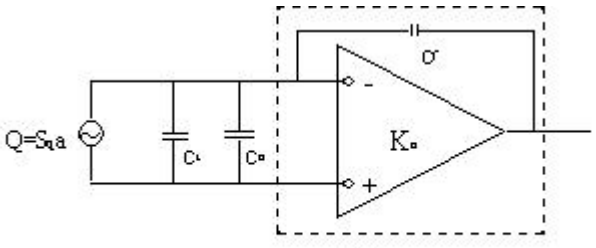


图 2.2

电荷放大器是一种具有电容反馈的高增益运算放大器，其输出电压与压电加速计两端所产生的电荷成正比。

根据密勒效应，反馈电容折合到输入端的有效电容量是

$$C=（1+KO）Cf$$

其中 KO 为运放的开环增益 ，Cf 为反馈电容。

从图 2.2 可看出电荷变换级的输出电压 Vo 为：

$$V_0 = \frac{-QK_0}{C_t + C_c + C_f(1+K_0)} \cdots\cdots (5)$$

当 Ko>>1 时，（Ct+Cc）<<Cf（1+Ko），（5）式可简化为：

$$V_0 = \frac{Q}{C_f} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

由（6）可看出，电荷放大器的输出电压仅由压电加速度计两端所产生的电荷和反馈电容决定，而与压电加速度计的固有电容和电缆及等效电容无关。

三、线路说明

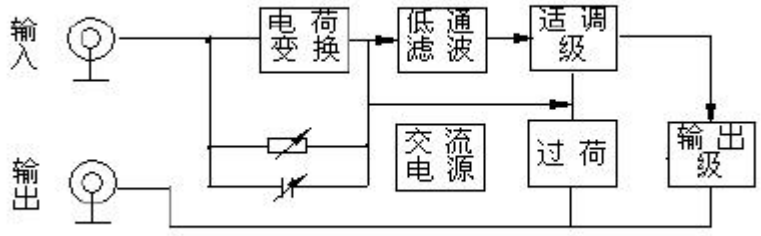


图3.1

1、电荷变换级

原理见二.2 节

2、低通滤波器

由高阻抗运放组成二阶伯特沃斯滤波器具有平坦的频率特性可有

效消除高频干扰信号对有效信号的影响。旋钮上示值为下降 3dB±1dB 频率点。

3、适调级

由适调开关和适调放大器组成，此级作用是在应用不同灵敏度的压电加速度计时，整个仪器有归一化的电压输出。

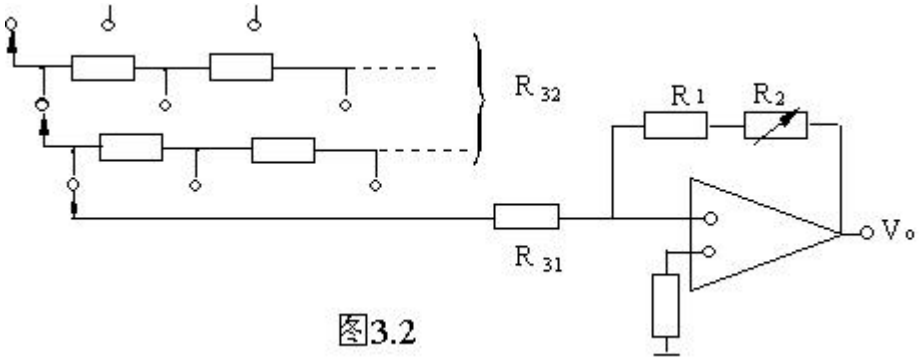


图3.2

根据运算放大器原理，由图 3.2 可看出有

若压电加速度计电荷灵敏度在 10~100pc/ms^{-2} 之间，

Cf =1000PF

①当输入电荷灵敏度为 100pc/ ms^{-2},则适调级输入电压灵敏度为

$$S_{vi} = \frac{S_q}{C_f} = \frac{100pC/ms^{-2}}{1000pF} = 0.1V/ms^{-2}$$

适调开关置于 9-9-9，即 R31+R32=1K+9K=10KΩ

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{10k}{10k} = -1$$

输出电压灵敏度 S_{vo} =（-1）×0.1V/ ms^{-2}

②当 Sq=86.2PC/ms-2，Cf 仍为 1000PF 时

$$S_{vi} = \frac{S_q}{Cf} = \frac{86.2pC/ms^{-2}}{1000pF} = 0.0862V/ms^{-2}$$

适调开关置于 8-6-2

则 R31+R32 =8×1k+6×0.1k+2×0.01k=8.62kΩ

$$\frac{V_0}{V} = \frac{-10k}{8.62k} = \frac{-10}{8.62}$$

$$S_{v0} = \frac{-10}{8.62} \cdot \frac{86.2}{1000} V/ms^{-2} = -0.1 V/ms^{-2}$$

由上述二种情况可以看出：虽然传感器电荷灵敏度值不同，只要有相同的输入量，可以通过改变适调电阻值来改变适调放大器的放大倍数，以求得到归一化输出。

4、输出级

本级可通过波段开关转换完成×0.01，×0.1，×1，×10 倍增益转换。

5、过荷电路

当输出级或二个放大器的电压输出峰值超过±10Vp 时，过荷电路红色发光二极管发光，此时仪器为不正常运行状态，必须等发光停止时方可正常测量(如发光仍不停止应减小增益 mV/UnitOut）。

四、各旋钮使用说明

1、灵敏度选择　PC/Unit　(Unit 为物理量单位,如 ms^{-2}、g 、N、 Pa)

此三位拨码开关是按从左向右规定为由高位向低位设置的十进制灵敏度指示，三位拨码开关刻度示值从左到右分别按 0~9 、 0~9、0~9、改变，三位拨码开关合起来可适应 1-0-0 至 9-9-9 的灵敏度变化范围,次此型电荷放大器设置的基本灵敏度范围为 1.00~9.99PC/Unit，面板上的“mV/UnitOut”旋钮上方数字 0.01、0.1、1、10 四挡是对应基本灵敏度范围设置的，也就是说使用的传感器灵敏度在 1.00~9.99PC/Unit 之间，被

测信号的每个单位物理量输出电压值对应“mV/UnitOut”旋钮的指示值（0.01mV、0.1mV、1mV、10mV）。例如使用灵敏度值为 6.78PC/ms-2 的传感器时，把三位拨码分别置于 6-7-8 位置，“mV/UnitOut”旋钮指向“1”时，如果仪器输出电压为 10mV，那么被测信号为 $10ms^{-2}$（10mV÷1mV/ms^{-2}=$10ms^{-2}$）；如“mV/UnitOut”旋钮指向“10”，被测信号不变时，此时仪器输出电压应为 100mV，那么被测信号仍为 $10ms^{-2}$（100mV÷10mV/ms^{-2}=$10ms^{-2}$）。

如使用的传感器灵敏度范围在 10.0~99.9PC/Unit 间，“mV/UnitOut”旋钮上之值 0.01mV、0.1mV、1mV、10mV 应按分别增长 10 倍对待，即输出 0.1mV、1mV、10mV、100mV，例如使用灵敏度值为 67.8PC/ms-2 传感器时，把三位拨码分别置于 6-7-8 位置，“mV/UnitOut”旋钮指向“1”时（此时“1”应按增大 10 倍看待，为 10mV/ms^{-2}），如测出此时仪器输出电压为 100mV，那么被测信号为 $10ms^{-2}$（100mV÷10mV/ms^{-2}=$10ms^{-2}$）；如“mV/UnitOut”旋钮指向“10”（此时“10”应按增大 10 倍看待，为 100mV/ms^{-2}），被测信号不变时，此时仪器输出电压应为 1000mV，那么被测信号仍为 $10ms^{-2}$（1000mV÷100mV/ms^{-2}=$10ms^{-2}$）。同理对 0.1~0.999PC/ms-2 范围的传感器“mV/UnitOut”旋钮上方数字应分别按缩小 10 倍对等。其它灵敏度范围类推。

2、mV / Unit Out：分为×0.01、×0.1、×1、×10 倍四挡

“mV/Unit Out ”表示每个单位物理量输出的电压值，从整个仪器输出电压值（mV）除以“mV/Unit Out”钮指示位置所标之值即得出被测物理量

值大小。具体使用“灵敏度选择”中已说明。

3、低通滤波器

旋钮上方的数值为下降-3dB 的频率点，即对应于“中频点”下降到 0.707 倍处，通常低通滤波挡放在被测信号最高频率分量的 3~5 倍处。

五、主要技术指标

1.型号:　AFT-0968

2.电荷灵敏度适调: 3 位

3.检测量: 加速度，力（和前端传感器有关）

4.最大输入电荷量：10^7pC。

4.系统灵敏度(增益)：0.01mV、0.1mV、1mV、10mV/Unit

5.频带(Hz)：2uHz～100kHz（0.01mV 档位时频响 30kHz）

6.低通滤波(kHz)：0.1, 1, 3, 10, 30, Lin(100)kHz

衰减特性：标称值处-3dB±1dB。

7.准确度：1%

8.噪声：　<10mV

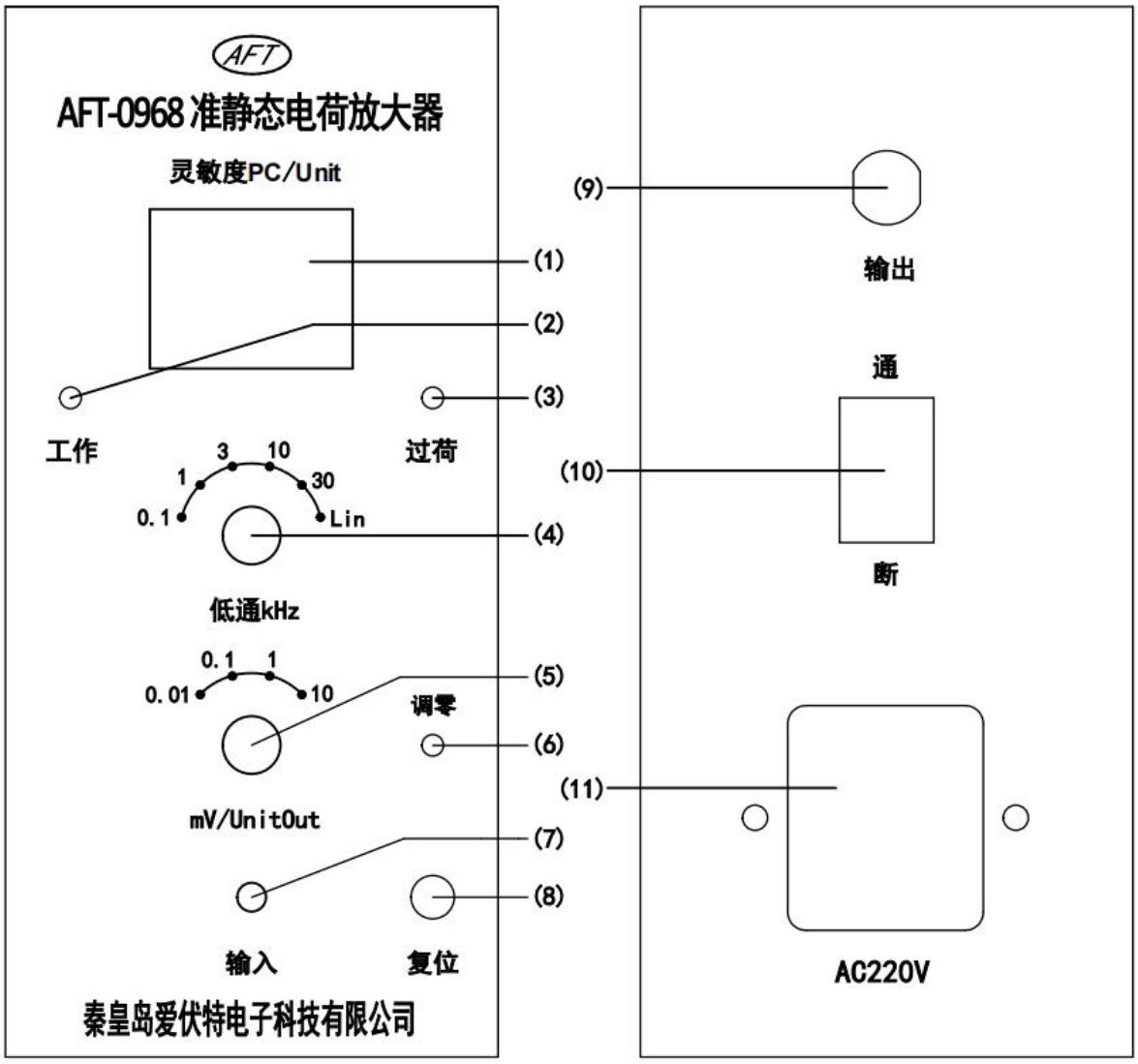
9.供电电源：AC220V/50Hz

10.通道数: 单通道

11.外形尺寸：68×145×200mm^3

六、面板结构

前面板结构如下图所示：



（1） 传感器灵敏度开关

（2） 仪器过载指示灯

（3） 仪器工作指示灯

（4） 低通滤波器

（5） 增益选择开关

（6） 测量前调节零点，和（8）配合使用。

（7） 传感器电荷输入端

（8） 测量前调节零点，和（6）配合使用

（9） 仪器输出端

（10） 仪器电源开关

（11） 电源输入端：AC220V/50Hz

七、注意事项

1、电荷放大器输入级是高阻抗电路，一般应在相对湿度不超过 80%条件下保存和使用。使用前应预热 15~30 分钟。

2、前后面板上同时具有输入插座的机型，不使用的插座应拧上屏蔽帽，以减少外界干扰。

3、静态测量时低通滤波器最好打到 0.1kHz 档位，此档滤波高频信号效果更好。

4、连接好传感器后首先按复位按键，如果零点过大，可以通过调零电位器进行调零，每次测量前都需要重新复位调零。如果测量过程中信号（超过 DC10V）过大时过荷灯亮，应逆时针方向减小系统增益。

八、附件

1、交流电源线一条。

2、每通道附带一条输出线。

3、说明书一份。

4、合格证一片。