AFT-0963型积分电荷放大器

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

电话：0335-4039795　　邮编：066100

http://www.0335aft.com

一、概述

AFT-0963型积分电荷放大器与压电加速度计等传感器配合，用来检测冲击振动信号，与记录分析仪器联接, 可组成冲击振动测量系统。

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）输入具有相同大小的输出量，达到输出量归一化的目的。

AFT-0963型积分电荷放大器与通常的电荷放大器相比有所改进，最显著的特征是，各个增益挡的低频特性基本相同，都有较低的低频截止点。另一个重要特点是，高增益挡在较潮湿气候条件下不会像传统电荷放大器那样出现明显的不稳定或输出波形失真。

AFT-0963型积分电荷放大器可以是多通道的，也可以是单通道的；主要用于与压电加速度计连接来测量冲击、振动加速度。

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

S_q-压电加速度计的电荷灵敏度

C_t-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

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

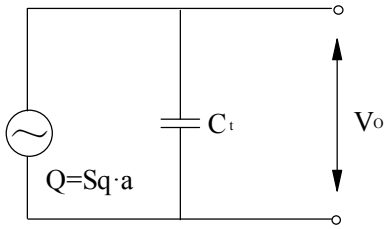


图2.1

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

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

$$S_q = S_v C_t$$

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

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C_t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。

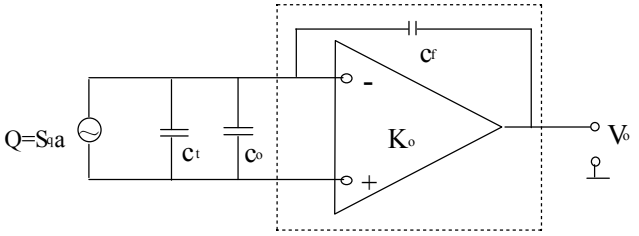


图 2.2

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

$$C=（1+K_O）C_f$$

其中K_O为运放的开环增益，C_f为反馈电容。

从图2.2可看出电荷变换级的输出电压V_o为：

$$V_O = \frac{-QK_o}{C_t + C_c + C_f（1 + K_o）} \cdots\cdots（5）$$

当$K_o>>1$时，$（C_t+C_c）<<C_f（1+K_o）$，（5）式可简化为：

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

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

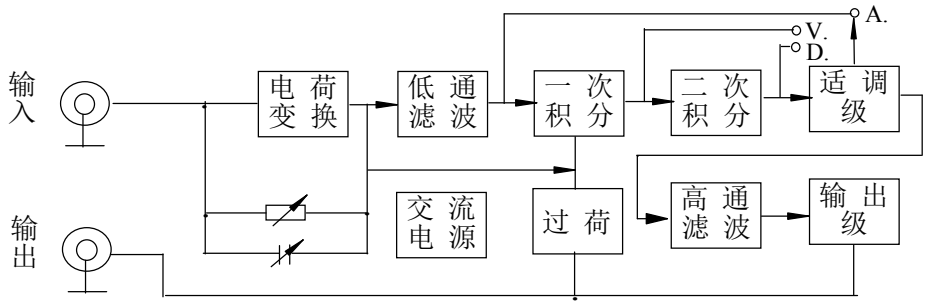


图3.1

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。

根据运算放大器原理，由图3.2可看出有

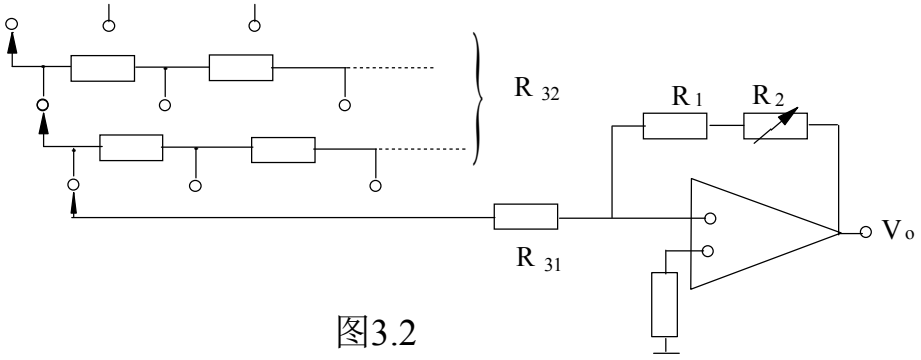


图3.2

$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_1 + R_2}{R_{31} + R_{32}}$ 若压电加速度计电荷灵敏度在10~110pc/ms^{-2}之间，C_f=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10-0-0，即R_{31}+R_{32}=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S_q=86.2PC/ms^{-2}，C_f仍为1000PF时

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

适调开关置于8-6-2

则 $R_{31}+R_{32}=8\times1k+6\times0.1k+2\times0.01k=8.62k\Omega$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{-10k}{8.62k} = \frac{-10}{8.62}$$

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

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×1, ×10, ×100, ×1K倍增益转换。

5、过荷电路

当输出级或二个积分放大器的电压输出峰值超过±10V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）。

6、积分器

仪器内由运放组成两个独立的积分电路，通过波段开关可以完成加速度、速度、位移的转换测量，通过波段开关也可以选择积分器的最低频率积分起始点，分为1Hz和10Hz二挡。

7、高通滤波器

高通滤波器通常用来滤除传感器引入的温度扰动造成的低频干扰。开关上的标志值为下降3dB±1dB的频率点。

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 . 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,AFT-0963型积分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1、10、100、1K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（1mV、10mV、100mV、1000mV）。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，如测出此时仪器输出电压为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1、10、100、1K应按分别增长10倍对待，即10、100、1000、10000，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、高频上限：

低通滤波器分为0.1k, 1k, 3k, 10k, 30k, Lin(100K)线性六挡，

阻带特性为 -3dB±1dB。

3、功能选择旋钮

分为加速度，速度1Hz、速度10Hz，位移1Hz、位移10Hz五挡，各挡分别对应输出单位是 1m/s^2、0.01m/s、0.01m/s、1mm、 0.1mm。

4、mV / Unit Out：分为×1、×10、×100、×1K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。

5、低通滤波器

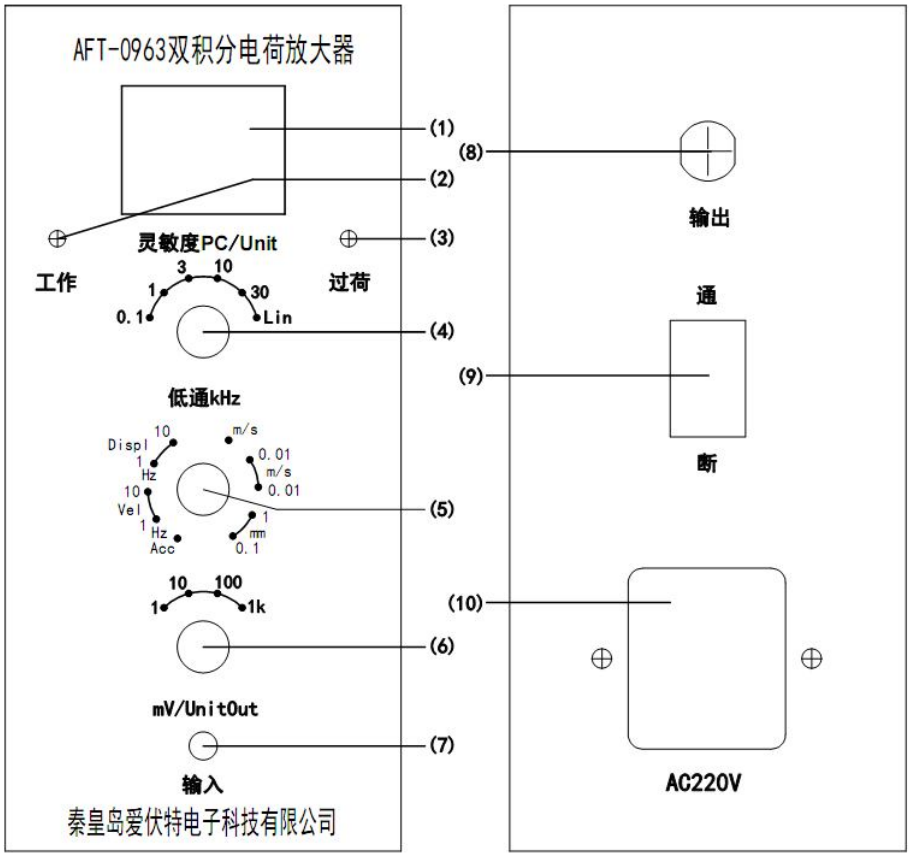
旋钮上方的数值为下降-3dB的频率点，即对应于“中频点”下降到0.707倍处，通常低通滤波挡放在被测信号最高频率分量的 3~5倍处。

五、主要技术指标

型号	AFT-0963
电荷适调	3位
输入量	电荷
检测量	加速度,速度,位移
加速度灵敏度 (增益)	1mV~1V/Unit
频带(Hz)	A.0.1~100k V.2~10k D.2~1k
低通滤波(Hz)	100,300,1k, 10k,30k,Lin(100K)
准确度	1.5%(A) 2%(V) 3%(D)
噪声	15mv
电源	220V 50Hz
通道数	1

六、面板结构

1、前后面板如下图：



（1） 传感器灵敏度开关

（2） 仪器通电指示灯

（3） 仪器过载指示灯

（4） 低通滤波器

（5） 积分转换开关

（6） 增益选择开关

（7） 传感器电荷输入端

（8） 信号输出端

（9） 电源开关

（10）AC220V输入插座

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、信号过大时过荷灯亮，应逆时针方向减小系统增益。

4、本仪器为交直流两用，使用交流电源供电时，不要接直流电源线，并且电源开关打在交流通，直流断；使用直流电源供电时，不要接交流电源线，并且电源开关打在直流通，交流断。

5、直流电源线：红色为正，白色为地。

八、附件

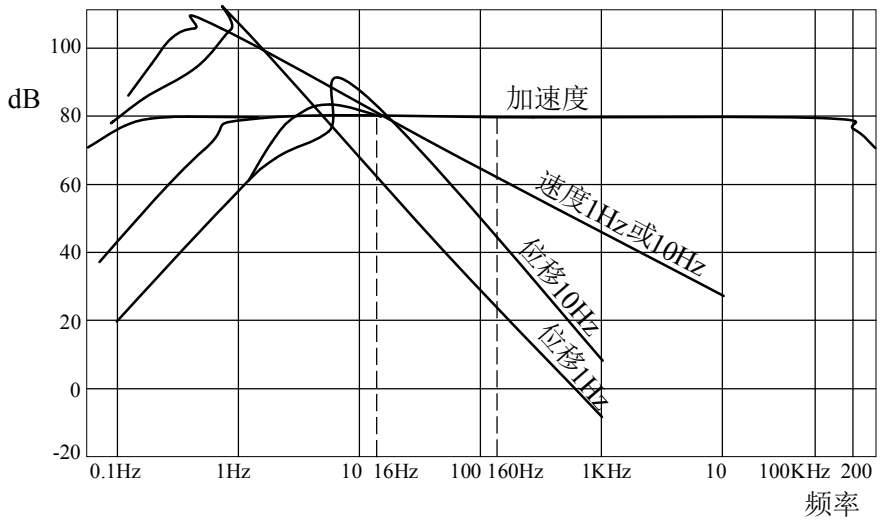
1、每台电荷放大器附带交流电源线和直流电源线各一条。

2、每通道附带一条输出线。

3、说明书一份。

4、合格证一份。

附：加速度、速度、位移幅频曲线图



在测10Hz以下的低频信号时采用速度1Hz挡和位移1Hz挡，但在测高于10Hz以上的信号时建议采用速度10Hz挡和位移10Hz挡，以保证稳定和精确测量。

积分电路在1Hz挡时采用了较大电容,使电路稳定时间较长。

从加速度、速度、位移三量的幅频关系曲线上，可看到加速度在通频带范围内幅度为同一量值，而速度和位移的幅度则从其低频下限开始随着频率的增长而分别按$1/\omega$和$1/\omega^2$规律衰减，也就是分别按20dB/10倍频和40dB/10倍频的规律下降。

测量举例：

1、如：“功能选择”旋钮指示加速度,对应输出单位为$1m/s^2$

“mV/UnitOut”旋钮指示“100”处

输出电压为1200mVo-P

则此电压值所对应的物理量值由上述各钮指示值可算出：1200mV÷100mV/ms^{-2} =12ms^{-2} 。

2、如：“功能选择”旋钮指示位移处、 单位对应指示为 0.1mm

“mV/UnitOut”旋钮指示“100”处

输出电压为5160mVo-P

则此时实际位移单位为5160mV÷100mv/Unit Out =51.6单位，每单位为0.1mm，所以实测位移值为51.6×0.1mm=51.6mm

3、配用传感器灵敏度为3.62PC/ms^{-2}，“mV/Unit Out”旋钮指示为“10”，“功能选择”旋钮指示“速度10Hz”，对应单位为0.01m/s。

输出电压950mVo-P

测量前把灵敏度拨码置于3-6-2处。

此时做以下计算求出速度值：

因为传感器灵敏度3.62属于基本灵敏度范围1-9.99PC/ms^{-2} ，“ mV/Unit Out”旋钮指示值不变，可以计算出：950÷10 =95 。

由于每个输出单位为0.01m/s。所以实测速度量为0.01m/s×95=0.95m/s。

如改用传感器灵敏度为0.362PC/ms^{-2},因这属于0.1-0.999PC/ms^{-2}范围，比基本灵敏度范围1-9.99PC/ms^{-2} 低一个数量级，此时“mV/Unit Out” 旋钮指示各挡均应按减小10倍对待，在其它各条件与上述一致情况下，实测输出单位应变以为950mV÷1mV/输出单位=950输出单位。

速度值为0.01m/s×950=9.5m/s。