



97 Base For Nova
SINOCERA®

YE5858B

电荷放大器

使用说明书

江苏联能电子技术有限公司

江苏联能电子技术有限公司 1965-2010 All Rights Reserved

一、概述

YE5858B 双积分型电荷放大器是一种输出电压与输入电荷量成正比的多功能宽带电荷放大器，可配接压电式传感器测量由机械振动产生的加速度、速度及位移信号，也可测量冲击加速度、动态压力等。广泛应用于水利、动力、采矿、交通、建筑、航空、航天、兵器、化爆等部门。由于精度高，因而也适合加速度计的校准。

本仪器装有三组十进制的电阻网络，用于对传感器灵敏度适调，使被测机械量与输出电压形成归一化输出，以便测试系统的读数和校正。

本机装有有源积分网络，能把振动加速度信号转变为速度、位移信号。内设高低通滤波器，可有效抑制和滤除不需要的频率份量。

二、特点

2.1 输入特性

2.1.1 最大输入电荷量： $\pm 10^5 \text{Pc}$ 。

2.2 输出

传感器电容 1nF 时，1~1000mV/Unit (1)。

传感器灵敏度调节：三位数字转盘调节传感器电荷灵敏度 1~109.9Pc/mS²。

2.3 精度误差：

加速度：固有误差 $\leq \pm 1\%$

工作误差 $\leq \pm 2\%$

速度：固有误差 $\leq \pm 3\%$

工作误差 $\leq \pm 5\%$

位移：固有误差 $\leq \pm 3\%$

工作误差 $\leq \pm 5\%$

2.4 滤波器及频率响应

2.4.1 高通滤波器：

下限频率：0.3, 1, 10Hz (-3dB)

偏差： $-3\text{dB} \pm 1\text{dB}$ 。

衰减斜率：约 -6dB/oct 。

2.4.2 低通滤波器：

上限频率：0.3, 1, 3, 10, 30 和 100kHz (-3dB)

偏差： $-3\text{dB} \pm 1\text{dB}$

衰减斜率：约 -12dB/oct 。

2.5 最大输出： $\pm 5\text{Vp}$

2.6 最大输出电流：5mA

2.7 最小负载电阻： $1\text{k}\Omega$

2.8 失真：在频率 10kHz，电容性负载 10nF 满幅输出时谐波失真度 $< 1\%$ 。

2.9 噪声： $\leq 5\mu\text{Vrms}$ (折合至输入端)。

2.10 过载指示：输出超过 $|\pm 5|\text{Vp}$ 发光二极管亮。

2.11 电源 $6 \times 1.2\text{V}$ (AA/五号容量大于 1300 毫安时) DC+5~28V $< 300\text{mA}$ 。

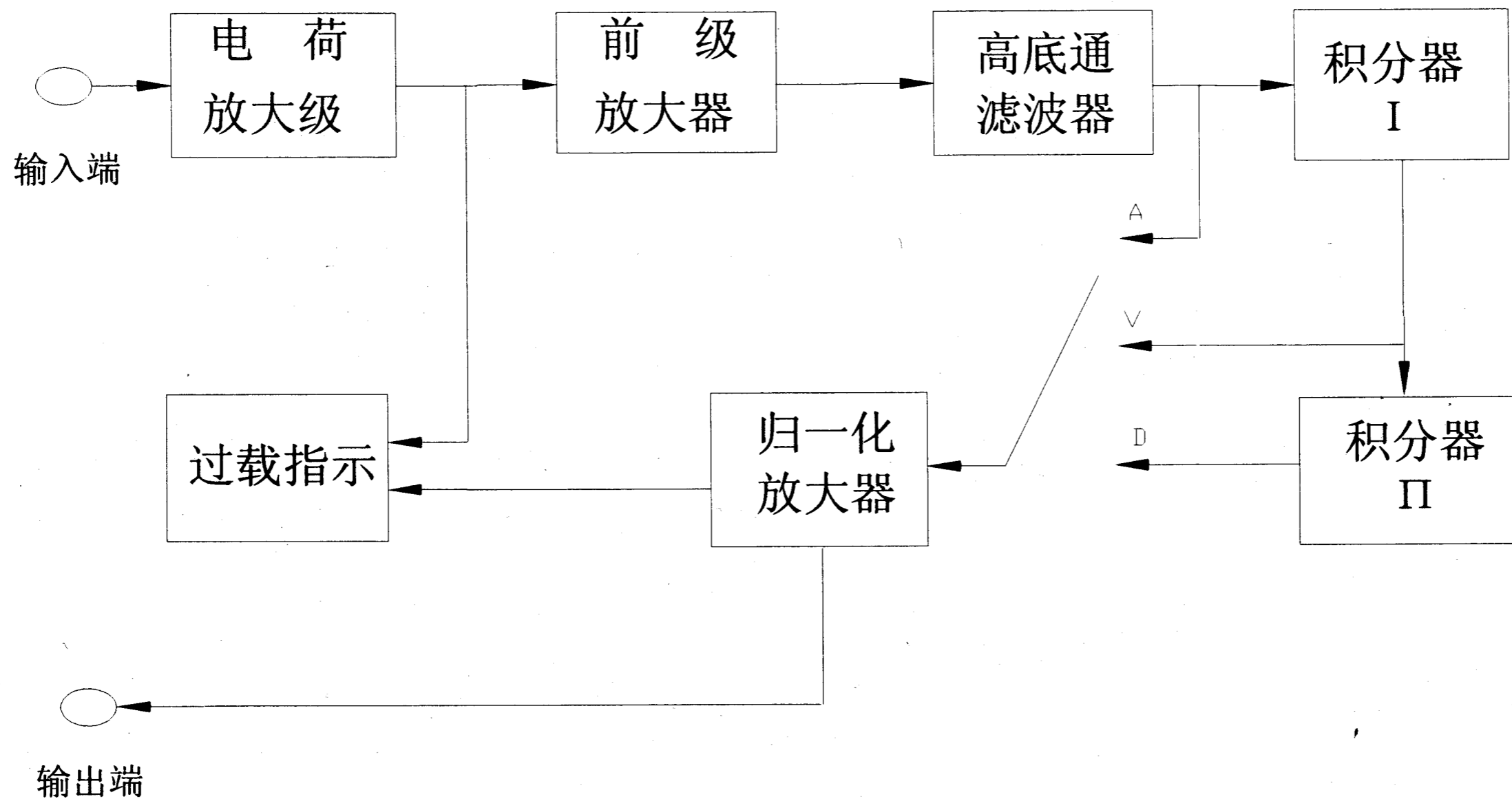
2.12 外形尺寸： $70\text{ (B)} \times 132.5\text{ (H)} \times 200\text{ (D)}\text{ mm}$ 。

2.13 重量：约 1.5Kg

注 (1)：Unit 表示机械量单位，取决于所用传感器的单位，例：加速度 g，绝对加速度单位 m/S²，压力单位 Kg/cm²，力单位 N，速度单位 m/S，以及位移单位 m 等。

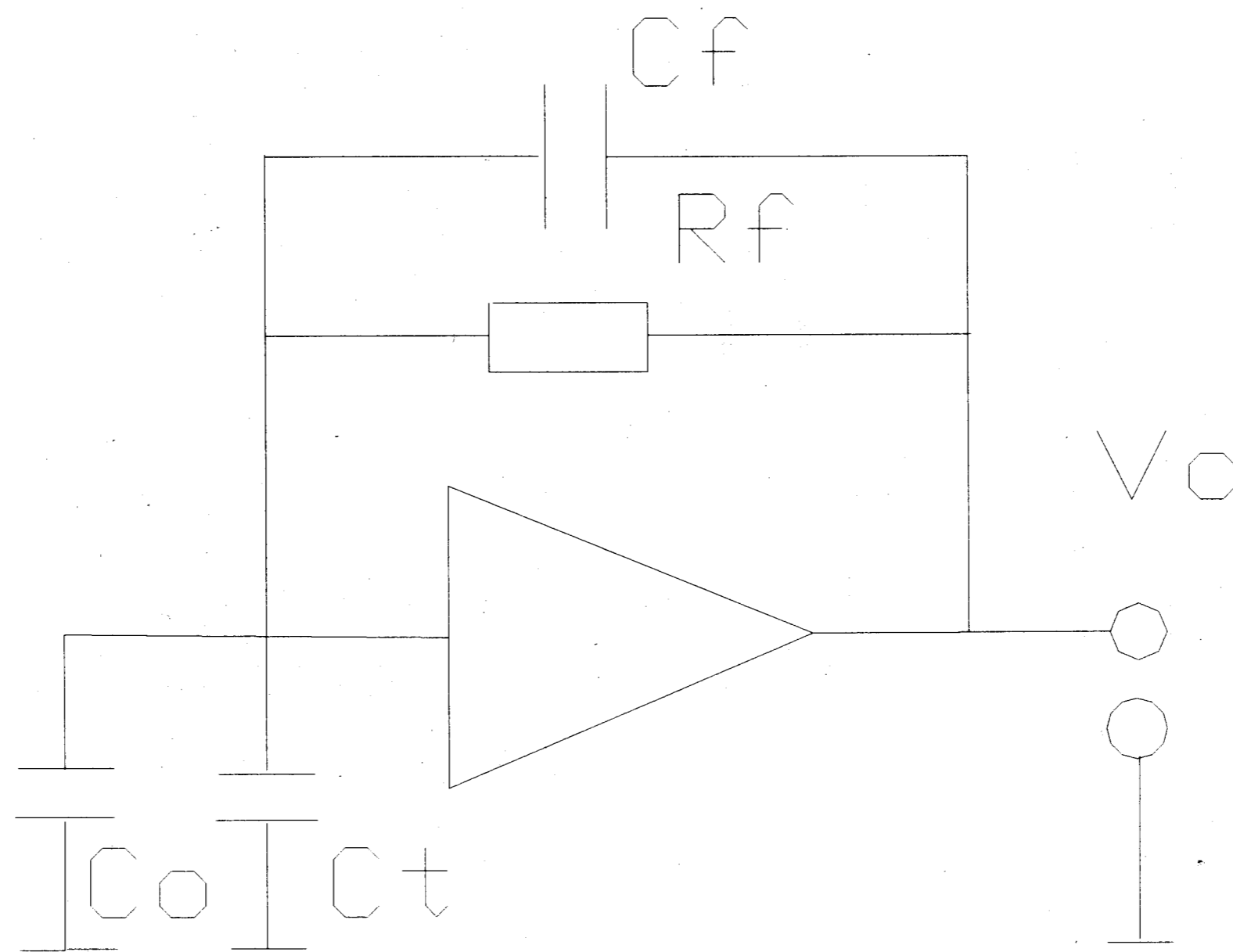
三、工作原理

YE5858B 电荷放大器由电荷放大级，前级放大级，高、低通滤波器，积分器 I，积分器 II，归一化放大级，过载指示和稳压电源五部分组成。其原理方框图如下：



3.1 电荷放大级

电荷放大级由一个带电容反馈的高输入阻抗高增益的运算放大器所组成，连同压电传感器与输入电缆，其效应电路图如下图



其输出电压：

$$V_0 = -QA / (C_0 + C_t + C_f(1+A))$$

式中：

Q - 传感器产生的电荷

C_0 - 传感器电容

C_t - 输入电缆电容

C_f - 反馈电容.

-A- 运算放大器开环增益 (负号指输入与输出反相), 由于 A 很大, 因此一般情况下: $C_t + C_0 \ll C_f (1+A)$ 这样, 由上式可知, 若反馈电容 C_f 不变, 则输出电压 V_0 与输入电荷 Q 成正比, 基本上与输入电缆电容无关, 因此电荷放大器可使用很长的输入电缆而对测量精度影响甚小。

本仪器电荷放大部分由场效应对管和—高增益运算放大器组成, 反馈电容 C_f 有 3 档。分别为 100pF.1000pF.0.01nF., 从而可得到三档不同灵敏度的输出 (最高灵敏度一档 C_f 仍为 100pf 利用前级放大器进行 10 倍放大)。

为了稳定放大器的直流工作特点, 各档均并联一只反馈电阻, 并使各档最低下限频率为 0.3Hz。

为了减少对传感器绝缘的要求, 输入端设有隔直电容。

3.2 前级放大器

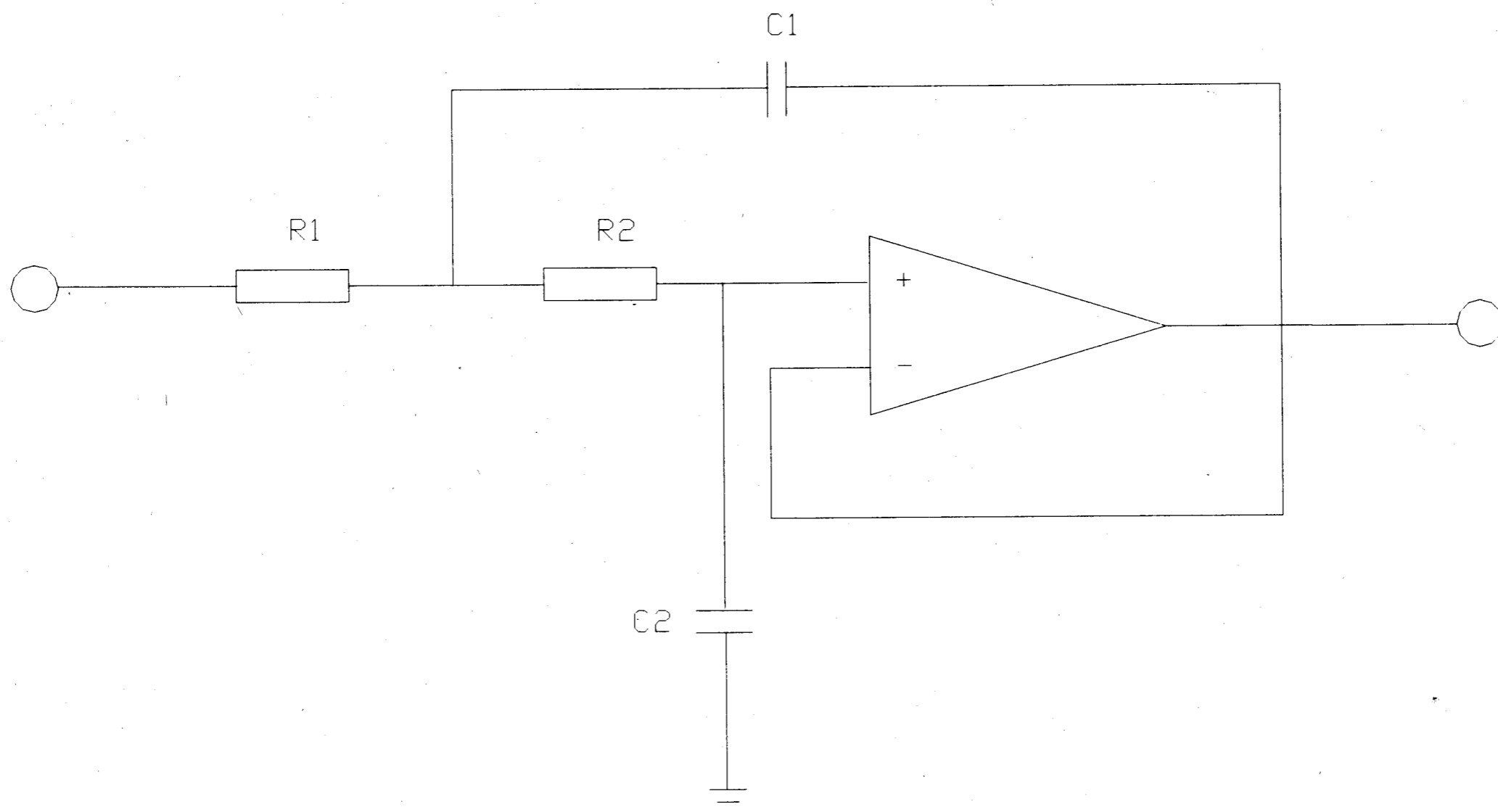
输入信号经过电荷放大级与前级放大级两次倒相, 因此本仪器的输出放大器为同一相输出运算放大器, 这样使仪器的输出信号与输入信号相位相同。

当“输出 mV/Unit”开关旋至最高灵敏度 (1000mV/Unit) 一档时, 本级放大器通过改变反馈量, 使增益从 1 变为 10。

3.3 高低通滤波器

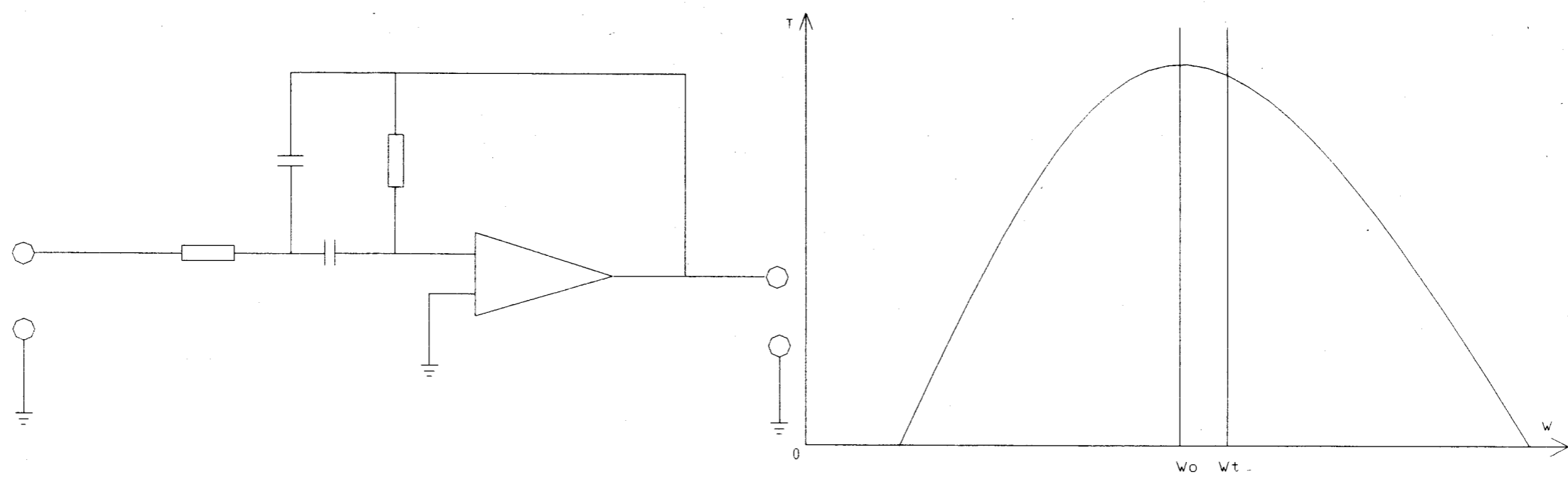
高通滤波器为前级放大器输入端的单级 RC 滤波器, 其每倍频程衰减 6dB, 利用改变 R, 来得到 3 档不同的下限频率。而仪器最低下限频率由电荷放大级确定。

本仪器低通滤波器为两阶 RC 有源滤波器, 从前级放大器输出的信号经二节 RC 低通滤波后送至运算放大器同相端并将输出信号正反馈至输入端以补偿通带内的不平度, 若 $R_1=R_2$, 则当 $C_1=2C_2$ 时, 其幅频特性最好。该滤波器衰减率为每倍频程约 12dB 利用同时改变 R_1 和 R_2 , 以获得 6 档不同的上限频率。



3.4 积分器

积分器采用多路反馈有源带通滤波器的形式, 当频率高于 ω_0 时, 衰减斜率 6dB/倍频程, 符合一次积分性, 利用高于 ω_0 处的曲线可实现有源积分器, 而将两路积分器串联实现二次积分。从而实现加速度到速度、位移的转换。本积分器下限频率为 1Hz、10Hz, 对应工作频率分别是 1.6HZ、16HZ 时, 积分器的增益为 20dB。

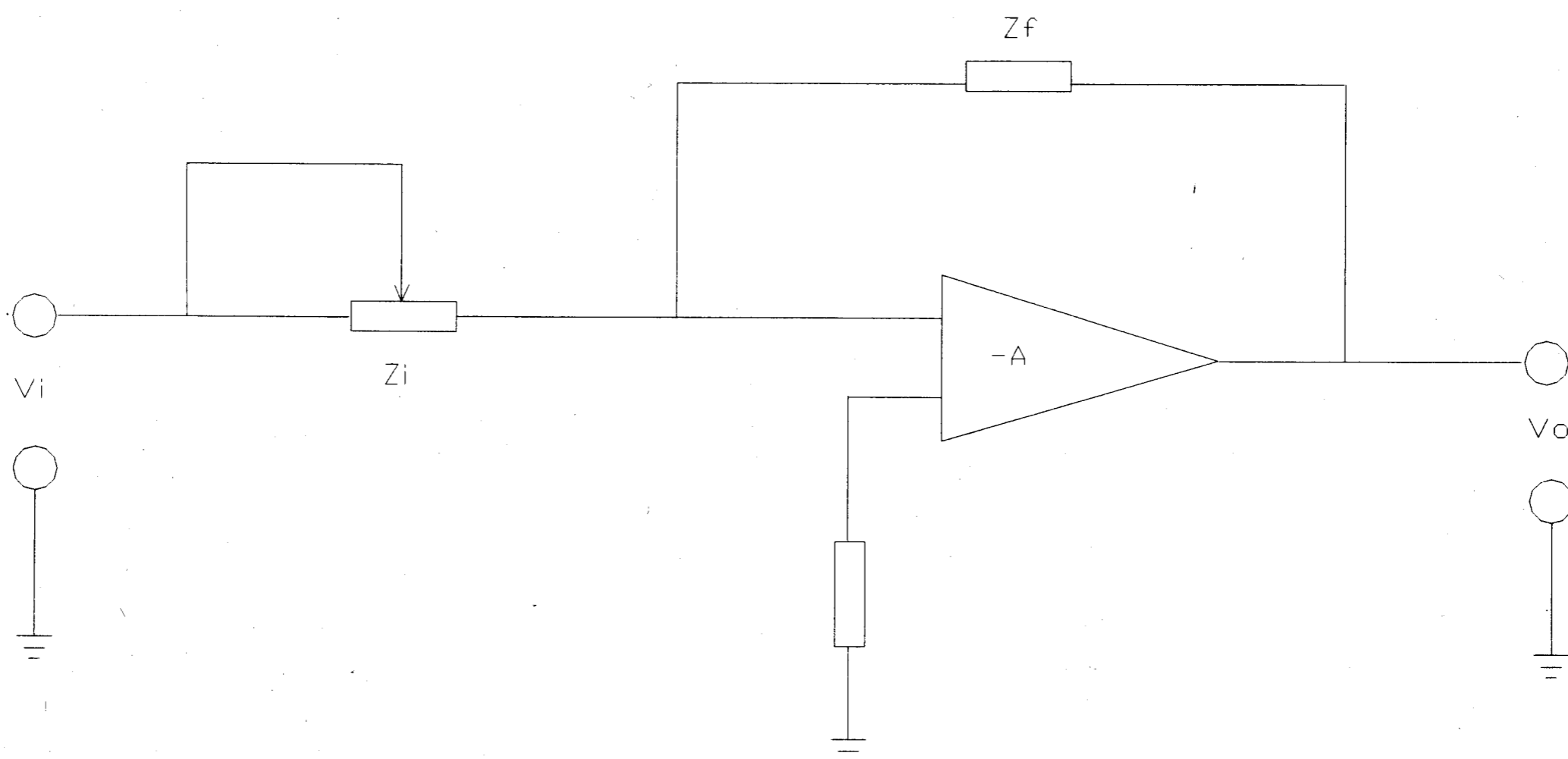


3.5 归一化电压放大级

是利用一增益可调的运算放大器,使其对不同灵敏度的传感度具有不同的增益,从而得到归一化处理。

已知一个运算放大器见图.其闭环增益可由下式确定:

$$-A=Z_f/Z_i$$



由上式可见,要改变 Z_f 和 Z_i 即可。本仪器中 Z_f 为固定的 $10k\Omega$ 电阻,而 Z_i 由三组十进制的精密金属膜电阻组成,当仪器面板上传感器灵敏度旋到 1-0-0 时, $Z_i=1k\Omega$ 增益 $-A=10k\Omega/1k\Omega=10$,而当传感器灵敏度旋到 10-0-0 时, $Z_i=1k\Omega \times 9+1k\Omega=10k\Omega$,增益 $-A=10k\Omega/10k\Omega=1$ 。

设加速度传感器的灵敏度为 $40Pc/g$,并给以 $10g$ 振动,若经电荷级放大后输出电压为 $0.4V$,送到归一化放大级,此时若传感器灵敏度旋到 4-0-0 时, $Z_i=4k\Omega$,本级增益 $-A=10k\Omega/4k\Omega=2.5$,这样经本级放大后输出电压为 $0.4V \times 2.5=1V$,也就是指示仪表上 $1V$ 即为 $10g$,从而达到“归一化”的目的。

3.6 过载指示

过载指示电路由两组对称的触发器组成,一组用于正信号,一组用于负信号,大于 $10\mu\text{S}$ 的脉冲即可使电路动作并延时 2 秒,指示器的输入信号从电荷放大级、前级放大器、归一化放大级三处分别引出,这样当任一处输出电压 $>5\text{V}_p$ 时,即可使过载指示动作,指示器为发光二极管。

3.7 DC/DC 电源变换器

DC/DC 电源变换器能把 $+5\text{V}\sim+28\text{V}$ 的电压变换成 $\pm 8\text{V}$ 的双极性电源,供放大器使用。可用内部四节可充电的电池供电,也可用外接直流电源供电。

3.8 欠压当供电电压低于 5V 时,欠压指示灯亮,应用本仪器提供的专用充电器对电池进行充电。

四、结构特征

本仪器为框架结构,可作单机使用,也可用内插或外插方式组合成多通道电荷放大器。机内主要元器件装于一块印制电路板上,调试修理均很方便。为保证在 $+40^\circ\text{C}$ 90%RH 环境下正常工作,高绝缘处均用四氟塑料作绝缘材料,同时进行相应涂复。

五、安装

5.1 传感器输出信号的配接:

若传感器输出为电荷信号,应接本仪器电荷输入端;若为电压信号则应接电压输入端。测量振动冲击时,可选用我厂 CA-YD 系列压电式加速传感器,测量压力冲击时,可选用我厂 CL-YD 系列压电式压力传感器。这两个系列的传感器输出均为电荷信号,因而均应接至电荷输入端,关于各种传感器的特性与使用方法,请参看传感器相应说明书。

5.2 电缆的连接:

本仪器所附的输入电缆为 STYV-1 型低噪声电缆,输入电缆两端均为 L5 插头,供连接传感器和仪器用。如需加长输入电缆,可定制或用我厂生产的不同长度的电缆线通过 L5 电缆接头进行加长后会引入一定的噪声,这些噪声有电缆的固有噪声,机械运动引起的噪声和从地回路感应的交流声,因此不仅要尽可能采用低噪声电缆,而且要把电缆固定好,并尽可能避免电缆靠近电力线、有线广播线等。此外输入和输出电缆会在一定程度上影响仪器的频率特性,使 30kHz 以上的信号有不同程度的衰减,因此测量中应尽可能避免过长的电缆。

5.3 输入显示仪器的选用:

电荷放大器系二次仪表,尚需根据不同要求配用适当的三次仪表,以便对被测物理量测量、显示分析、记录。选用时一般可按下列原则:(a)测量周期性、非周期性或单次信号的峰值、有效值,应选用有峰值保持功能的真有效值电压表(如我厂 YE1931 数字显示器)。对于正弦振动则可用普通电子交流毫伏表测得有效值再换算为峰值即可。(b)观察记录波形:对于重复频率较高的周期性振动冲击或动态力,可采用阴极射线示波器。频率低于数千赫的周期或非周期的振动,采用光线记录示波器,单次脉冲或瞬态力信号可用记忆示波观察同步照相,或用磁带机、瞬态数字记录仪后,反复重放。(c)频谱分析:可根据不同要求选用不同类型的频谱分析仪。

5.4 本仪器最大输出 $\pm 5\text{V}_p$,接 $1\text{k}\Omega$ 负载电阻时输出电流达 5mA ,当配接内阻较低的光线记录示波器振子时,应串接适当电阻 R_x ,保持 R_x+R (振子内阻)大于 $1\text{k}\Omega$ 。

为方便使用起见,可接入归一化直流电压(以数字电压表监视),微调 R_x 使之达到归一化电压灵敏度。

5.5 频率和相位

对于大多数测量,可置于幅度和相移误差忽略不计的频率范围内,但对于所选下限频率 10 倍和上限频率 0.1 倍的测量频率时,引入相应的非线性是不可避免的。

对于周期信号，放大器相位的非线性存在并不影响它的有效值测量，但当信号既含高频成份，也包含低频成份时，它们使信号的波形失真，会影响峰值测量精度。因此，对于复杂信号如冲击信号，应选用加速度“A, 0.3HZ”或“A, 1HZ”的方式，此时不推荐使用速度“V”和位移“D”的方式，去积分单个冲击和脉冲信号。

由于设计时已作考虑，多台 YE5858B 之间的相位差在通带内小于 3° 。

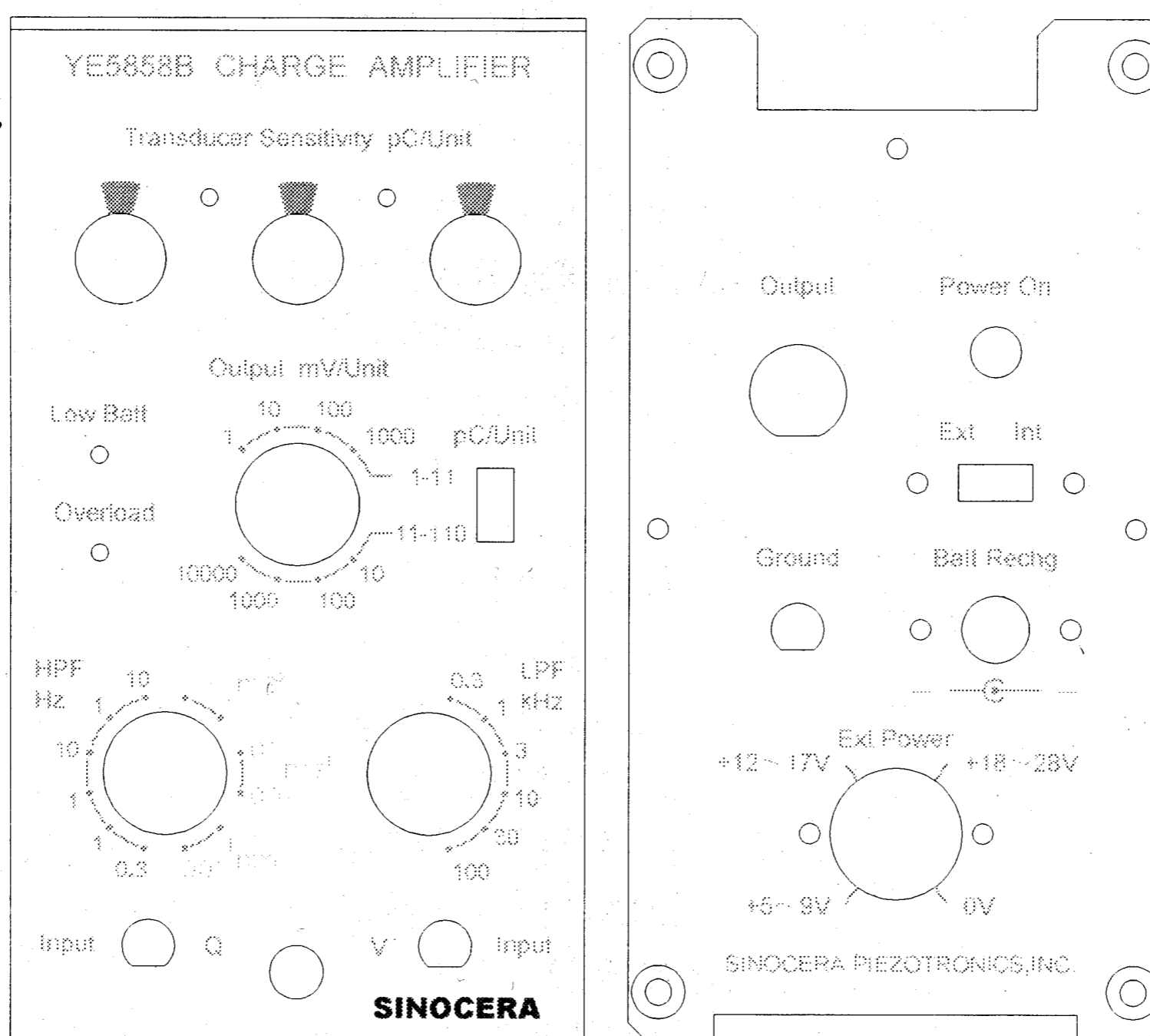
5.6 关于接地：

为防止共地干扰，测量系统的接地问题必须十分重视，一般应使用交流只有一个接地点，以避免形成地回路，否则可能使仪器输出端出现很大的噪声（交流声）。可根据具体情况实地试验，仔细选择噪声最小的接地方案。

六、使用和维修

6.1 使用

6.1.1 前后面板说明



见前后面板图。

1. 过载指示

指示仪器输出峰值是否超过 $5V_p$

2. HPF 及 A, V, D 开关：

用于选择单位额定机械量及下限频率，它们分别是：加速度 (mS^{-2})，对应下限频率有“0.3, 1Hz”；速度 (mS^{-1})，对应下限频率有“1, 10Hz”；位移 (mm)，对应下限频率有“1, 10Hz”。在测量时，正确选用下限频率（高通滤波器），可抑制低频干扰信号，提高信噪比。

3. 电荷输入

接传感器输出的电荷信号。切不可从电荷输入端接入电压信号。

4. 小数点

左边小数点亮表示传感器灵敏度范围 $1-10.99Pc/mS^{-2}$ ，右边小数点亮表示传感器灵敏度范围 $10-109.0Pc/mS^{-2}$ 。

5. 传感器灵敏度调节

供调节与之配接传感器灵敏度用。

6. 传感器灵敏度范围

当传感器灵敏度在 $1-11\text{Pc}/\text{mS}^{-2}$ 时, 开关置于上方, 左边小数点亮, 安《输出 mV/Unit 》旋钮上方的指示读数; 当传感器灵敏度在 $10-110\text{Pc}/\text{Unit}$ 时, 开关置于下方, 右边小数点亮, 安《输出 mV/Unit 》旋钮下方的指示读数。

7. 输出 mV/Unit

传感器灵敏度输出 mV/Unit 关系见表 6.1。其余类推, 被测机械量 $\text{Unit}=\text{输出电压}(\text{mV}) / \langle \text{输出 } \text{XXXmV}/\text{Unit} \rangle$ 档级, 见表 6.1:

表 6.1

实际输出 mV/Unit	输出 mV				
		1	10	100	1000
传感器 灵敏度范围					
0.1-1.099		0.1	1	10	100
1-10.99		1	10	100	1000
10-109.9		10	100	1000	10000
100-1099		100	1000	10000	100000

8. 上限频率

正确选用上限频率 (低通滤波器), 可抑制传感器自振峰等高频干扰, 提高信噪比。上限频率应置于被测信号中最高频率的 3 倍以上。

9. 电压输入

接电压型传感器。YE5858B 检修、标定时, 可将信号发生器输出电压由此接入。

10. 电源开关

控制电源是否接入。注意充电时此开关不起作用。

11. 欠压

当供电电压低于 5V 时, 此灯亮, 应及时充电或提高供电电压。

12. 输出

仪器信号输出端, 供配接电压表、示波器、记录器等仪器。

13. 外接电源

外接电源插头的红接线柱接电源正, 黑接线柱接零。测试结束后应将直流插头拔去, 以切断电源。

14. 充电

当电池电压低于 5V 时, 用本仪器提供的专用充电器进行连续四小时的充电。注意, 充电时间不够, 影响使用时间, 充电时间过长, 影响电池的寿命。仪器长时间不用后初次使用时, 应对电池进行检查, 电压不够, 应进行充电。充电结束后, 应将充电器插头拔去。

15. 外接 内置

当使用外接直流电源供电时, 外接、内置开关应置于外接, 使用电池供电时, 此开关应置于内置。

16. 测量顺序

16.1 接直流 $5\sim 28\text{V}$, 打开电源开关约 30 分钟。

16.2 将输出与适当的指示记录仪器——电压表、示波器、记录器、频谱分析仪等接好。

16.3 传感器装到被测物体上, 将低噪声电缆线和传感器接好, 用金属导体短接 L_5 插

头与芯，然后接至仪器输入插座。

16.4 将传感器灵敏度旋至所接传感器灵敏度位置。选择适当的《输出 mV/Unit》档，若无法确定时，应先置于灵敏度较低位置。

16.5 选择合理的上下限频率。

16.6 结束后应关掉电源。

七、齐套件与随机文件

1. YE5858B 电荷放大器	一台
2. 输入电缆线 (2M)	一根
3. 输出电缆线	一根
4. 专用充电器	一只
5. 电源电缆线 (DC)	一根
6. 可充电电池 (7.2V) (在仪器内)	四节
7. 干燥剂袋	二袋
8. 技术说明书	一本
9. 产品合格证	一张