

**BW65863 型电荷放大器**

# 使用说明书

上海标智电子科技有限公司

# 感谢您使用本公司产品

请仔细阅读本说明书,它能帮助您正确地操作该仪器,获得所需的数据

## 目 录

1. 概述	2
2. 技术参数	2
3. 工作原理	3
4. 面板功能	5
5. 安装与操作	5
6. 维护	8
7. 随机附件	9

## 1. 概述

BW65863 型电荷放大器是一种多通道信号适调器,其输出电压量正比于输入电荷量,与压电式加速度计配接,可测量振动,冲击,动态压力等机械量。该产品可广泛应用于航空、航天、动力、兵器、机械、建筑、电力、环境试验等领域,是进行科研,教学的重要工具之一。

针对工程应用的需要,本仪器比同类产品增加了传感器灵敏度范围开关,它和输出灵敏度开关相关,用 LED 灯指示灵敏度,清晰直观,简化了机械量的换算。对影响性能操作部件采用进口器件,提高了仪器的使用可靠性。

本机具有以下特点:

- 进口灵敏度适调开关
- 传感器倍率与额定输出自动换算
- 宽频带,低噪声
- 量程按 1,3 分档,LED 指示
- 可选择低通滤波器
- 输出过载指示
- 多通道组合

## 2. 技术参数

2.1 通道数: 4, 6, 8 通道/台

2.2 输入电荷量:  $\pm 5 \times 10^5$  pC

2.3 电荷灵敏度: 0.1~100mV/pC

2.4 传感器灵敏度适调: 1-0-0~9-9-9pC/Unit

2.5 输出灵敏度: (表 1)

传感器灵敏度 pc/Unit	输出灵敏度 mV/Unit				
	1.00~9.99	1	3	10	30
10.0~99.9	10	30	100	300	1000
100~999	100	300	1000	3000	10000

2.6 误差:  $\pm 1\%$

2.7 频率范围: 0.3Hz~100KHz  $-3 \pm 1$ dB

2.8 低通滤波器: 30、100、300、1k、3k、10kHz, LIN

衰减斜率:  $-12 \pm 1$ dB/oct

2.9 最大输出电压:  $\pm 5$ Vp/10mA BNC 插座

2.10 输出直流偏移:  $\leq \pm 10$ mV

- 2.11 输出噪声:  $\leq 2\text{mVRMS}$  (最高增益, 源电容 1nf)
- 2.12 过载指示: 输出大于  $|\pm 5 \pm 1| V_p$  时, LED 亮
- 2.13 通道抑制能力:  $\geq 80\text{dB}$
- 2.14 工作温度:  $-10 \sim 50^\circ\text{C}$
- 2.15 电源:  $220\text{V} \pm 10\%$  48~52Hz
- 2.16 尺寸:  $300 \times 144 \times 240$  (mm)
- 2.17 重量: 约 4Kg

### 3. 工作原理

#### 3.1 电荷级

电荷放大器采用一个高输入阻抗的运算放大器作输入级。在放大器反馈回路里有一只电容器以此形成一个积分网络，对输入电流进行积分。这个输入电流是由加速度计内部高阻抗压电元件上产生的电荷形成的。放大器的作用是对该电流抗衡，使形成与电荷成比例的输出电压。图 1 表示压电加速度计和前置放大器相连的等效电路。

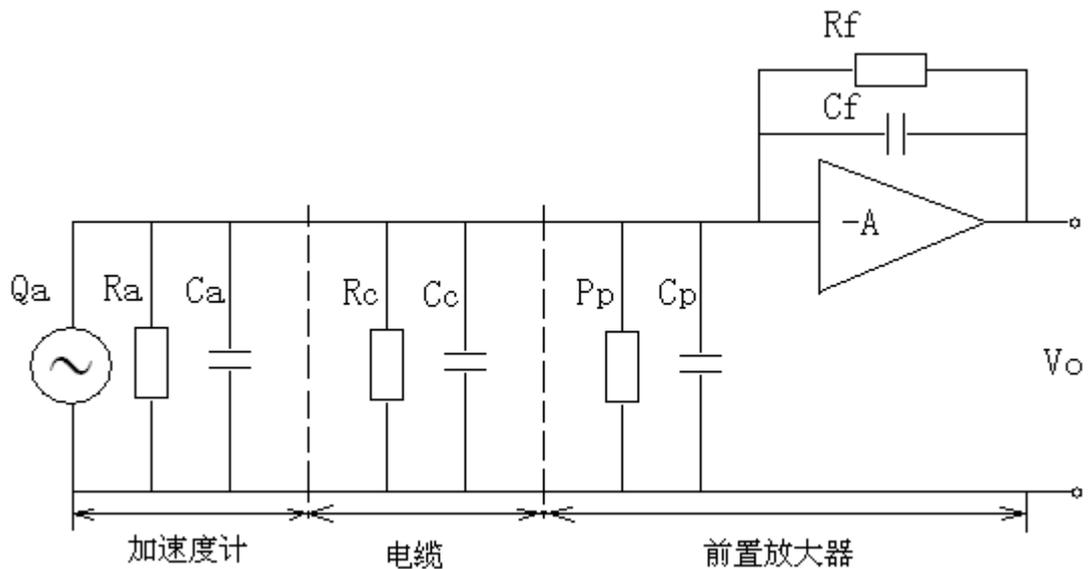


图 1

- Qa: 压电加速度计产生的电荷
- Ra: 加速度计的电阻值
- Ca: 加速度计的电容容量
- Rc: 电缆电阻值
- Cc: 电缆电容容量
- Rp: 前置放大器输入电阻值
- Cp: 前置放大器输入电容

- Rf: 反馈电阻
- Cf: 反馈电容器
- A: 运算放大器增益, 负号表示反相
- Vo: 放大器输出电压

一般来讲, 加速度计的阻值、前置放大器输入电阻及反馈回路阻值都是很高的, 因此图 1 可简化为图 2 所示:

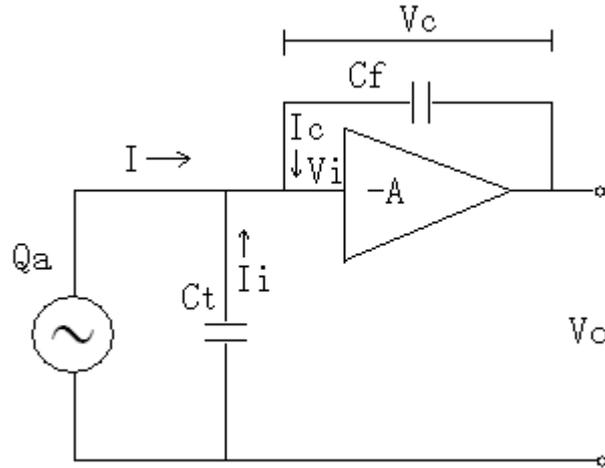


图 2

Ct:  $C_a + C_c + C_p$

I: 从加速度流出的总电流

Ii: 从 Ct 流出的电流

Ic: 运算放大器反馈回路上的电流

输入电压 Vi 和输出电压 Vo 存在下述等式关系

$$V_o = -AV_i$$

$$V_c = V_o - V_i = V_o - V_o / -A = (1 + 1/A) \times V_o$$

在图 2 中运用基尔霍夫定律法则:

$$I + I_c + I_i = 0$$

电流和压电元件产生的电荷及电容上的电压有关其电流表达式为:

$$I = dQ_a / dt$$

$$I_c = C_f \times dV_c / dt = (1 + 1/A) \times C_f \times dV_o / dt$$

$$I_i = C_t \times dV_i / dt = 1/A \times C_t \times dV_o / dt$$

根据基尔霍夫等式从加速度计流出来的电流可以为

$$dQ_o / dt = -(1 + 1/A) \times C_f \times dV_o / dt - 1/A \times C_t \times dV_o / dt$$

对上式积分得:

$$V_o = - \frac{Q_a}{(1 + \frac{1}{A}) C_f + \frac{1}{A} C_t}$$

考虑到 A 的值很大 ( $\geq 10^5$ ) 则上式可简化为

$$V_o = -Q_a / C_f$$

从上式可清楚看到输出电压与输入电荷成正比，传感器电容、电缆电容对放大器输出电压几乎不起作用，也就是说电荷放大器可以使用较长的输入电缆而不影响其灵敏度，这是电荷放大器重要特点。本放大器切换不同的反馈电容，得到  $\pm 20\text{dB}$  的动态范围。

### 3.2 中间放大器及滤波器

中间放大器及滤波器均采用同相放大器。中间放大器可进行 0dB 或近似 10dB 切换，缩小量程间隔，提高信噪比。低通滤波器采用二阶巴特沃思型 RC 有源滤波器，使得通带内有较好的平坦度。

### 3.3 输出放大器

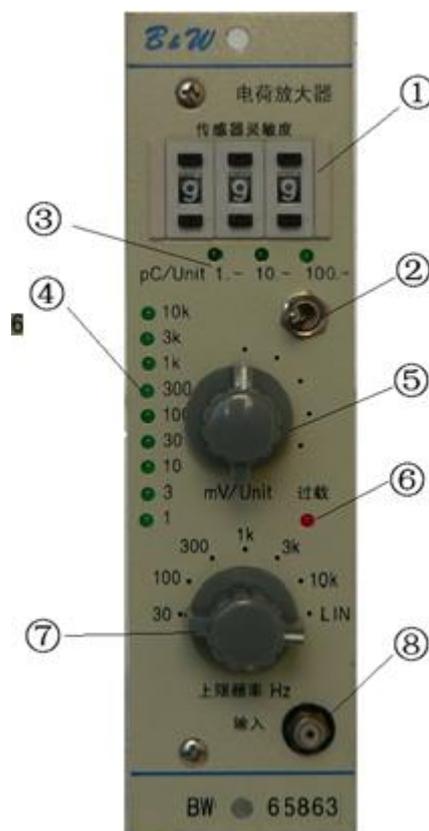
输出放大器是采用增益连续可调的比例运算放大器，其增益为传感器灵敏度数值的倒数，从而使散离的灵敏度参数得到归一化处理。传感器灵敏度由三组十进的按码开关设置控制放大器增益 0~20dB。这种特性大大简化了测量系统的读数与校正。该放大器装有前馈式校正网络和输出短路保护措施，外接容性负载时也能稳定工作。

### 3.4 过载指示器

过载指示器监视输出放大器的过载情况，它由一个电压比较器和发光二极管组成，阈值电压约  $\pm 5\text{V}$ 。灵敏的自举电路能响应微秒级的脉冲过载信号，使发光二极管点亮约 1 秒。

## 4. 面板功能

- 1 传感器电荷灵敏度设置开关
- 2 传感器灵敏度范围设置开关
- 3 灵敏度范围指示灯
- 4 输出灵敏度指示灯
- 5 输出灵敏度切换开关
- 6 过载指示灯
- 7 上限频率选择开关
- 8 电荷输入插座



## 5. 安装与操作

### 5.1 测量准备

压电加速度计与电荷放大器组成的振动测试系统在测量振动前应进行如下准备。

5.1.1 仔细确定安装传感器的位置及其可能的质量载荷影响，对于薄板上测量，就要求使用小而轻的加速度计，因为任何“额外”载荷可能会改变结构的原始运动，从而使测量无效。

5.1.2 估计在传感器安装点存在着的振动类型和振级（周期性振动、随机振动、冲击等）。

5.1.3 考虑上述 2 条及环境因素（温度、湿度、电磁场）选择最合适的传感器。

5.1.4 检验和校正加速度计。

5.1.5 确定哪种测量（加速度计、速度或位移的综合测量、波形记录、频率分析）最适合于所研究的问题。

5.1.6 考虑频率和相位特征，动态范围及操作方法，选择最合适的仪器。

5.1.7 画出测量系统草图，标出所用仪器的型号和序号。

5.1.8 考虑使用场合、频率范围、电绝缘问题及接地回路，选择最合适的传感器安装方法，以下是几种常用的安装方法。

第一种用螺钉直接安装，这是解决频率响应的最好方法，它基本符合加速度计实际标准曲线，如果安装面不十分平滑，最好在表面上涂一层硅脂，以便增加安装刚度。传感器安装螺钉不完全拧进去，防止引起基座面曲弯，影响传感器灵敏度。

第二种当传感器和振动体之间需要电绝缘时，可用绝缘螺栓和薄云母垫圈，由于云母的硬度，频率响应好，但要使垫圈尽可能薄。

第三种对需要移动的测点用磁吸螺钉，它也是绝缘的，该方法不适用于加速度振幅超过 100g 的场合。

第四种使用胶合技术。

第五种使用可更换的圆头或尖头探针，该方法对于大型旋转机械故障诊断是方便的，但不能用在高于 1000Hz 的频率范围，因为在这种情况下自然谐振频率很低。

5.1.9 如果在液体内或在非常潮湿的环境中使用，电缆和传感器的接头必须密封，703 硅橡胶是一种良好的密封材料，在 $-60^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$ 宽温度范围内具有极好的性能。

### 5.2 安装

5.2.1 电荷放大器可在 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ 宽温度范围内使用，供电电压为 220V/50Hz。

5.2.2 传感器的配接

本仪器为电荷输入型，任何型号的压电加速度计或压电式力传感器都可与本仪器配接。

### 5.2.3 电缆的选用

输入电缆应选用低噪声电缆（由本公司提供），电缆的插头与插座应旋紧，并且要把电缆固定好，尽可能远离强电磁场，如变压器、马达、大功率导线等。输出电缆为普通同轴电缆，由于电缆电容的存在，在一定程度上会影响仪器的频率特性，特别是加长电缆，它使 30kHz 以上信号有所衰减因此测量中尽可能避免过长的电缆。

### 5.2.4 输出仪器的连接

电荷放大器系二次仪表，尚需和三次仪表配接，以便对被测物理量进行显示、记录、分析等，本仪器输出为 5Vp/10mA，输出阻抗小于  $2\Omega$ ，能满足大多数三次仪表的输入特性。通过同轴电缆自动完成系统的接地。

### 5.2.5 接地

为防止工频干扰。测量系统的接地问题必须十分重视。本仪器的接地由接地开关控制。

## 5.3 操作

5.3.1 接通市电打开电源开关，预热 30 分钟

5.3.2 把适应的指示仪器如电压表、频率分析仪、数据采集器或示波器的输入插座接到放大器的输出插座。

5.3.3 将压电型传感器接到仪器的输入端，对照传感器灵敏度数值范围，从首位开始（左边第一位）把拨码开关调整到以 pC/Unit 为单位的电荷灵敏度值。

**\*注意：电荷灵敏度开关首位不能置为“0-x-x”禁用状态。故此设置将传感器放大了 10 倍，归一化输出时会被降低 10 倍，所以要将输出灵敏度设置放大 10 倍，也就是意味着实际灵敏度是设置灵敏度的 1/10。**

表 2

传感器电荷灵敏度 pC/Unit	灵敏度范围及倍率 n	电荷灵敏度开关
*0.125	0.1~1—×1	1~2~5
1.25	1~10—×1	1~2~5
12.5	10~100—×10	1~2~5
125	100~1000—×100	1~2~5

5.3.4 上限频率开关置于刚刚超过所感兴趣的最高测量频率处,在高于所选择的频率以外的信号和噪声都由滤波器予以衰减。

5.3.5 调节输出灵敏度开关到适当的位置，使输出小于 5V 大于 3V 以得到

最佳信噪比。

### 5.3.6 机械量的换算

$$\text{Unit} = \frac{V_0}{\text{mV/Unit} \times n}$$

Unit — 被测机械量

$V_0$  — 放大器输出电压单峰值

mV/Unit — 输出灵敏度

n — 倍率

(对于 **BW65863** 有三种传感器倍率与量程联动,计算机械量时分母无需再乘以倍率。即恒定的  $n=1$ )

### 5.3.7 应用举例

用 电荷灵敏度为  $12.5\text{pC/ms}^{-2}$  加速度计测量一物体振动, 振动频率约 30Hz。灵敏度设置倍率  $\times 10$  (此处的倍率仅为调整传感器的灵敏度用, 与输出无关), 电荷灵敏度开关置“1~2~5”, 上限频率选择“100” Hz, 输出灵敏度开关为“100” mV/Unit 时测出放大器输出电压为  $3.5\text{V}_p$  则被测物体振动量为:

$$\text{Unit} = V_0 / \text{mV/Unit} = 3.5\text{V} / 100\text{mV/Unit} = 35 \text{ ms}^{-2}$$

即被测物体的振动加速度为  $35 \text{ ms}^{-2}$ 。

## 5.4 注意事项

### 5.4.1 有 50Hz 干扰

仪器在使用中,如出现工频干扰,可从以下方面检查。

- a、 将传感器与它安装的机构绝缘。
- b、 输入电缆插头接触不良,屏蔽层不起作用,将插头旋紧。
- c、 将接地点移至分析或读出设备上。

### 5.4.2 “背景噪声”判断

在测试中如果杂波较大且分不清是测试问题还是系统问题时, 检查测振系统的“背景噪声”级很有必要。把传感器从测点离开, 安装在一个非振动体上如置于墙角处, 并测量这个装置的“视在”振级, 此时放大器输出安静无明显杂波, 这就是系统正常的“背景噪声”。以此判断系统(放大器)的正常与否。在实际振动测量中, 为了获得适当的精度, “视在”振级应当小于所测振动的三分之一。

## 6. 维护

6.1 电荷放大器属于高输入阻抗仪器, 输入链的各个部分都要保持清洁, 一旦被污染, 可用洁净的绸布沾少许无水乙醇清洗、烘干。仪器停用时, 应将输入插座防尘帽旋上。

6.2 不可将电压信号直接接入仪器输入端。如进行性能检查，可在输入端接一只带屏蔽层的电容器，容量 1000pF，电容另一端接电压信号，将电压转为电荷。

6.3 本仪器原则上属实验室设备，在其它场合使用时应注意避免酸、碱、盐雾、淋雨及过强的幅射场。

6.4 仪器出厂 18 个月内，非人为误操作等因素而发生故障，本公司负责修理或更换。

## 7. 随机附件

7.1 双头 BNC 同轴输出电缆（1.5 米）	1 根/通道
7.2 电源线	1 根
7.3 备用保险丝	1 只（保险盒内）
7.4 产品合格证	1 份
7.5 使用说明书	1 份