

手册使用须知

手册详细介绍了 E1004 调理放大器的操作和使用。请熟悉本手册的所有内容，使您正确使用 E1004 调理放大器。手册分为五部分进行介绍：

- ◆ 第一章 对调理放大器进行概述；
- ◆ 第二章 介绍调理放大器的前、后面板和操作规则；
- ◆ 第三章 详细介绍如何设置调理放大器参数；
- ◆ 第四章 介绍调理放大器的技术指标；
- ◆ 第五章 举例说明调理放大器的使用；

本手册内容最后更新于 2014 年 6 月 30 日。

本文档打印于 2014 年 6 月 30 日。

安全注意事项

在使用调理放大器前，请务必先阅读以下的安全注意事项。

- ◆ 请勿将调理放大器暴露在雨水或潮湿的空气中。
- ◆ 请勿在易爆环境或烟雾中操作本系统，任何电子设备在上述环境中操作将引致危险。
- ◆ 任何情况下，操作人员切勿拆除调理放大器螺钉、外壳，并且请勿对仪器做任何的修改，或在仪器内安装或替换部件。如仪器出现故障，应立即与厂家或供应商联系。
- ◆ 请使用干燥光滑的抹布清洁调理放大器表面，千万不要使用蜡、苯、酒精、稀释剂、杀虫剂、空气清新剂、润滑剂、清洁剂或其他有机溶剂。请勿让水溅到调理放大器上。一旦有水进入调理放大器，请立即停止使用并断电，否则可能会导致触电、漏电甚至起火。

警告



未遵守本安全性规范或手册中提及的特殊注意事项和操作，所引起的一切后果，厂家和供应商将不承担任何责任。

目录

1. 产品概述	1
1.1 概述	2
2. 开始使用	5
2.1 前面板	6
2.2 后面板	7
2.3 按键符号说明	8
2.4 开始使用	10
3. 如何设置	11
3.1 界面体系	12
3.2 Top window	13
3.3 Amplifier Set-up	15
3.4 Transducer Set-up	21
3.5 Store/Recall Set-up	24
3.6 Backlight Set-up	26
4. 技术指标	27
4.1 电荷输入技术指标.....	28

4.2 IEP/TEDS 输入	29
4.3 其他指标	30
5. 应用示例	31
5.1 加速度测量	32
5.2 速度测量	34
5.3 位移测量	35
5.4 TEDS 传感器设置	36

1. 产品概述

1.1 概述



■ 图1-1. E1004 调理放大器

E1004 调理放大器是信号测量体系的一个组成部分，用于对传感器信号的调理和放大。该产品可配接电荷型加速度传感器，IEPE 加速度传感器，并支持 IEEE P1451.4 带电子数据表的加速度传感器（Transducer Electronic Data Sheet，简称 TEDS）。

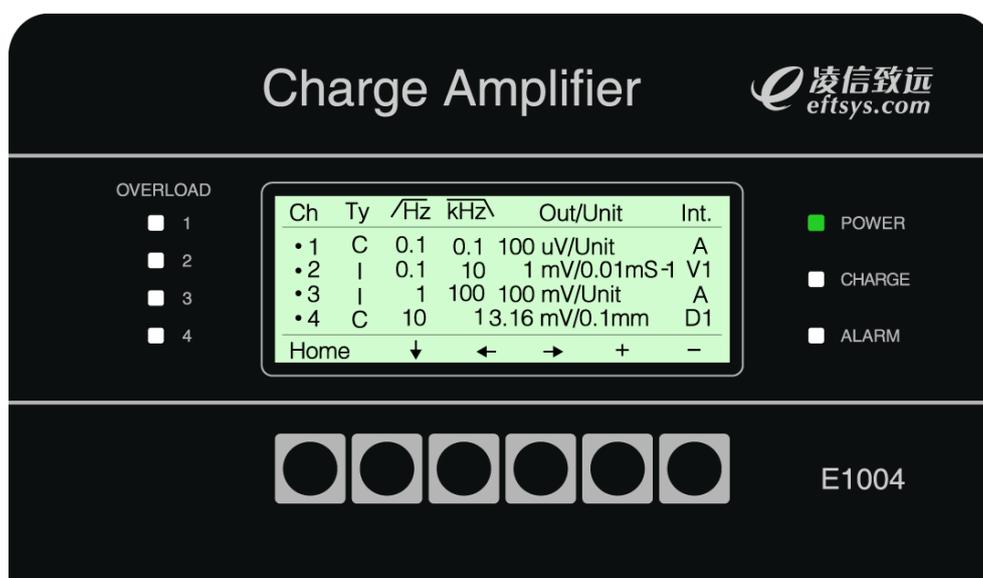
每台 E1004 调理放大器可以按用户需求配置为 1~4 个信号调理电路。在多台调理放大器的连接后，用户可以通过 PC 软件控制多台 E1004 调理放大器的信号调理过程。

E1004 调理放大器的每个信号调理电路采用模块化设计，其前级电路针对不同类型的传感器信号进行调整以适应不同类型传感器输出信号的特性。也就是说，E1004 调理放大器将电荷前置放大电路、IEPE 前置放大电路及 TEDS 读写电路设计为一个可变类型的前级电路，以减少用户购买信号调理电路的类型，并将每个信号调理电路设

1.1

计成一个通道，用户可以随时增加通道，实现传感器信号调理电路的扩展，而不必更换控制电路硬件平台。

E1004 调理放大器采用点阵液晶屏和薄膜按键对信号调理电路进行设置，操作简捷直观。采用这种方式的优势在于：在不改变控制平台的硬件电路的情况下，通过软件升级即可适应不同类型的信号调理电路对控制和显示的要求。

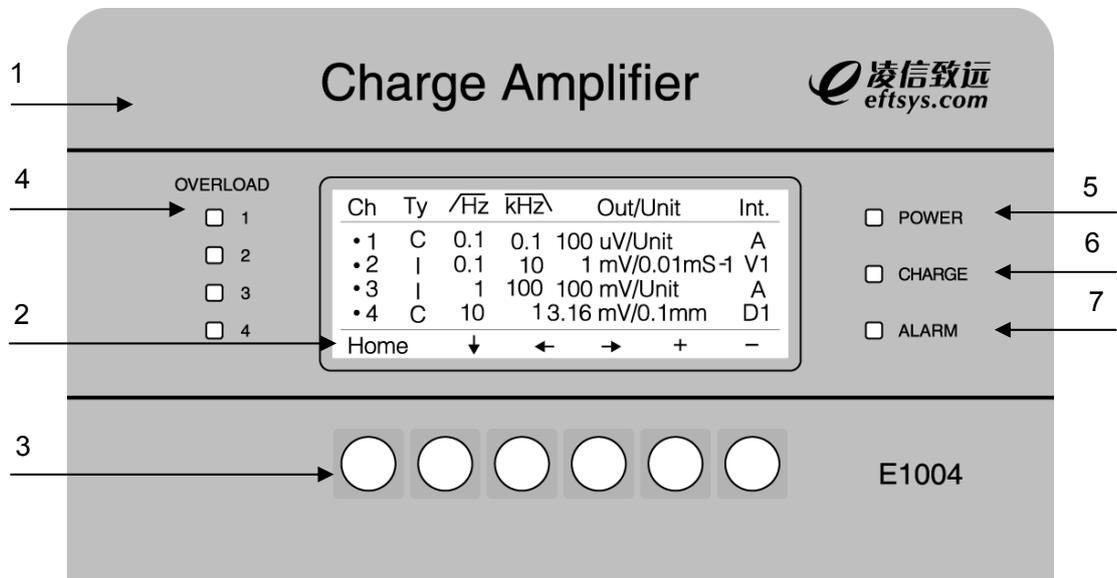


■ 图1-2. E1004 调理放大器的前面板

另外，E1004 调理放大器在断电后设置参数不丢失，并可以存储 2 组，每组 4 个通道的设置参数。

2. 开始使用

2.1 前面板

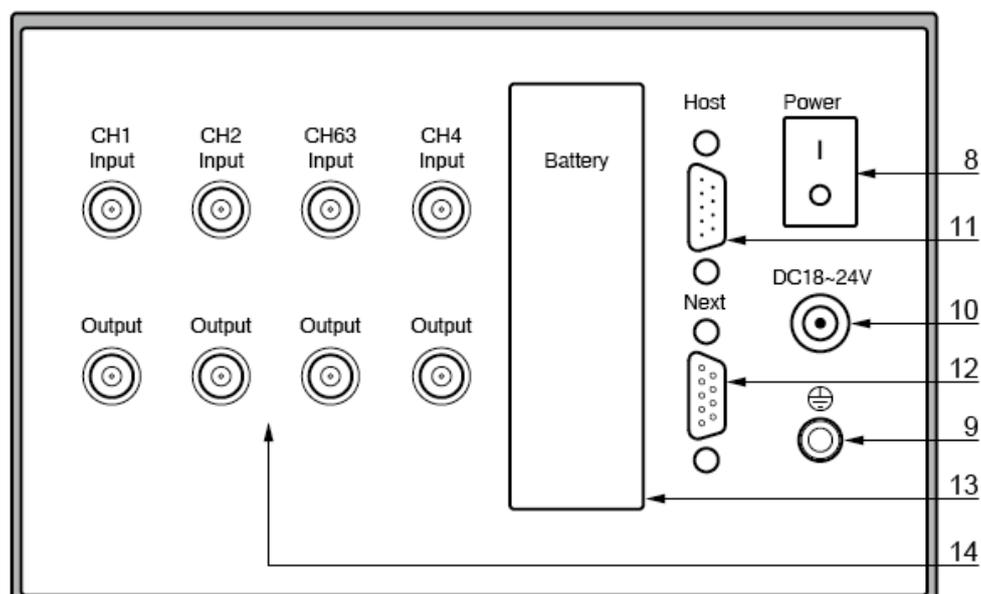


■ 图2-1. 前面板

1. PVC 面贴；
2. 192×64 点阵液晶显示屏；
3. PVC 面贴上薄膜按键，按键功能由液晶屏下方符号指示；
4. 过载指示灯，指示灯亮表示相应通道过载；
5. 电源指示灯；
6. 锂电池充电状态指示灯，红色：充电中，绿色：充满；
7. 锂电池耗尽指示灯，红色：需要充电。

后面板

2.2



■ 图2-2. 后面板

8. 仪器电源开关;
9. 接地柱;
10. 直流电源输入端;
11. RS-232 HOST 接口, 连接计算机或上一台 E1004 调理放大器;
12. RS-232 NEXT 通信接口, 连接下一台调理放大器;
13. 电池;
14. 信号调理通道 1~4 (图中最左边为第一通道)。

2.3 按键符号说明

E1004 调理放大器可以通过前面板的薄膜按键或 RS-232 接口来操作。薄膜按键功能与其液晶屏的最下面一行显示的功能符号相对应。根据不同的设置需求，各个界面对每个按键的功能有不同定义。

E1004 调理放大器以反显示方式表示项目被选中。

在操作中使用到以下按键符号：

Home 按下该键后返回最顶层界面，并选中该界面的第一项。

↓ 向下切换参数设置项目。当前选中项为最下一行时，按下该键后将选中第一行。

← 进入所选中设置界面或执行所选中的操作。

← 向左切换参数设置项目。当前选中项为最左一列时，按下该键后将选中最右列。

→ 向右切换参数设置项目。当前选中项为最右一列时，按下该键后将选中最左列。

+

增加当前参数设置项参数值。当前选中项参数值为最大值时，按下该键后参数值将设为最小值；但，若当前对增益参数值设置，则参数保持最大值。

2.3

-
- 减小当前参数设置项参数值。当前选中项参数值为最小值时，按下该键后参数值将设为最大值；若当前对增益参数值设置，则参数保持最小值。
 - √ 确认完成操作或当前选中状态。
 - × 未能完成操作或当前未选中状态。

2.4 开始使用

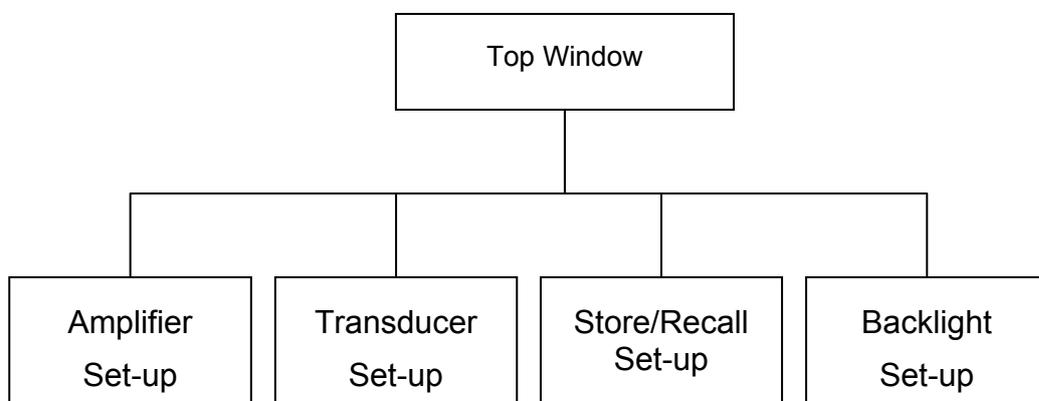
将 E1004 调理放大器的接地端连接至公共接地端，为 E1004 调理放大器连接电源适配器，打开电源开关，电源指示灯亮，点阵液晶屏显示当前各个通道设置状态。仪器预热 10 分钟后可以开始使用。

3. 如何设置

3.1 界面体系

E1004 调理放大器采用点阵液晶屏及薄膜按键控制。下图每一个方框表示点阵液晶屏显示的一个界面。

界面最下面一行符号用于指示与其位置对应的薄膜按键功能。具体符号和按键功能请参考 2.3。

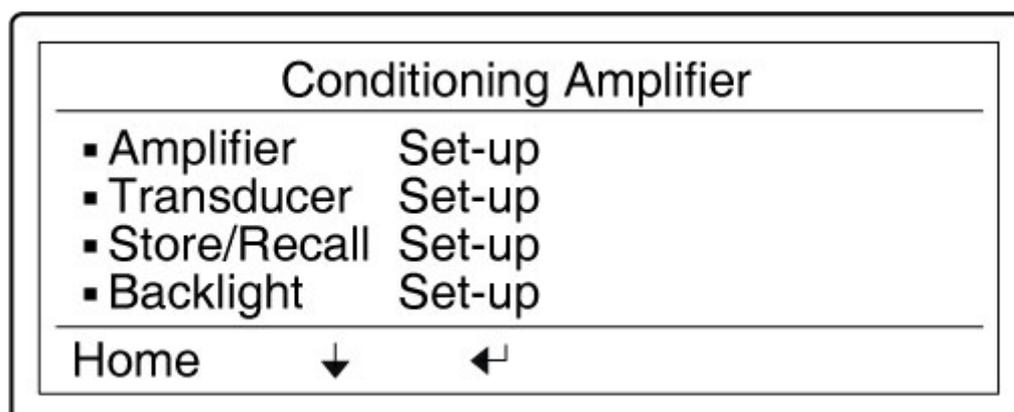


■ 图3-1. 界面框架图

3.2

Top window

Top Window 为最顶层界面。在该界面下包含了 Amplifier Set-up、Transducer Set-up、Store/Recall Set-up 和 Backlight Set-up。



■ 图3-2. Top Window 界面

使用“↓”键向下选择相应的界面项，再按“←”键进入相应设置界面。在设置界面中按“Home”键，将返回到 Top Window。

Amplifier Set-up:

设置通道的输入传感器类型，高通滤波截止频率，低通滤波截止频率，输出增益，及输出信号类型（具体设置参考相应界面说明）。程序将“Amplifier Set-up”界面设定为上电默认界面。

Transducer Set-up:

设置通道的输入传感器类型（功能同“Amplifier Set-up”界面），输入传感器灵敏度，配置 TEDS。

Store/Recall Set-up:

存储/调用通道参数，及恢复出厂设置。

3.2

Backlight Set-up:

设置液晶屏显示背光灯：自动、手动开、手动关。

3.3

Amplifier Set-up

Ch	Ty	$\sqrt{\text{Hz}}$	$\overline{\text{kHz}}$	Out/Unit	Int.
▪1	C	0.1	0.1	100 $\mu\text{V}/\text{Unit}$	A
▪2	I	0.1	10	1 $\text{mV}/0.01\text{mS}^{-1}$	V1
▪3	I	1	100	100 mV/Unit	A
▪4	C	10	1	3.16 $\text{mV}/0.1\text{mm}$	D1
Home		↓	←	→	+ -

■ 图3-3. Amplifier Set-up 界面

Ch (1、2、3、4) :

第 1~4 个通道电路。调理放大器后面板从左至右为第 1、2、3、4 通道。

使用 “↓” 按键，循环切换被设置通道，使用 “←” 和 “→” 按键选择该设置通道的不同设置参数项。

Ty (C、I) :

输入传感器类型设置，C：电荷输入；I：IEPE 输入；

用户通过按键 “+” 或 “-”，循环切换当前通道输入传感器类型。

3.3

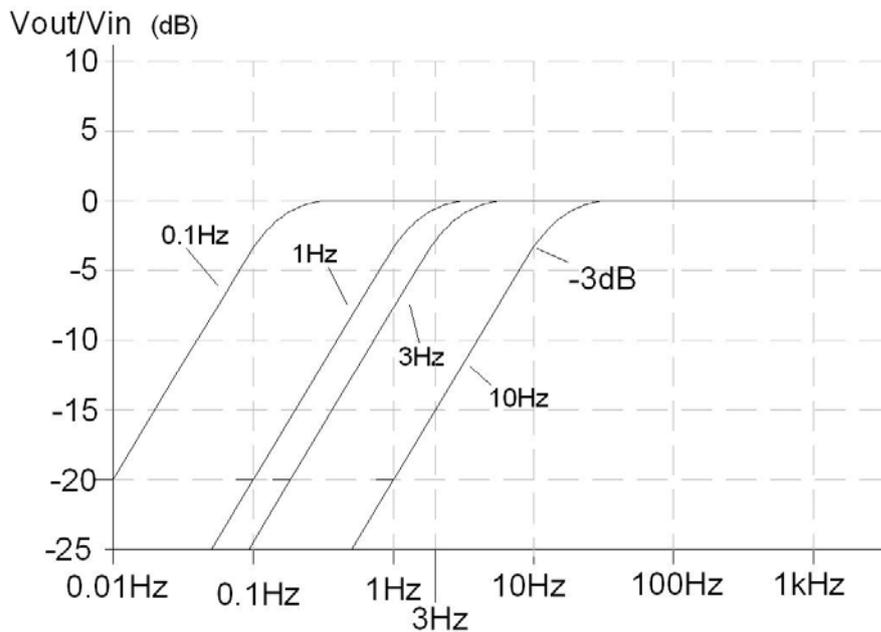
$\sqrt{\text{Hz}}$ (0.1、1、3、10) :

高通滤波器设置，下限截止频率为 0.1Hz、1Hz、3Hz、10Hz。

高通滤波器截止频率是比通频带下降 3dB 的频率点。

用户通过按键“+”或“-”，循环切换当前通道高通滤波器的截止频率。

高通滤波器衰减能力曲线：



■ 图3-4. 高通滤波器衰减能力曲线

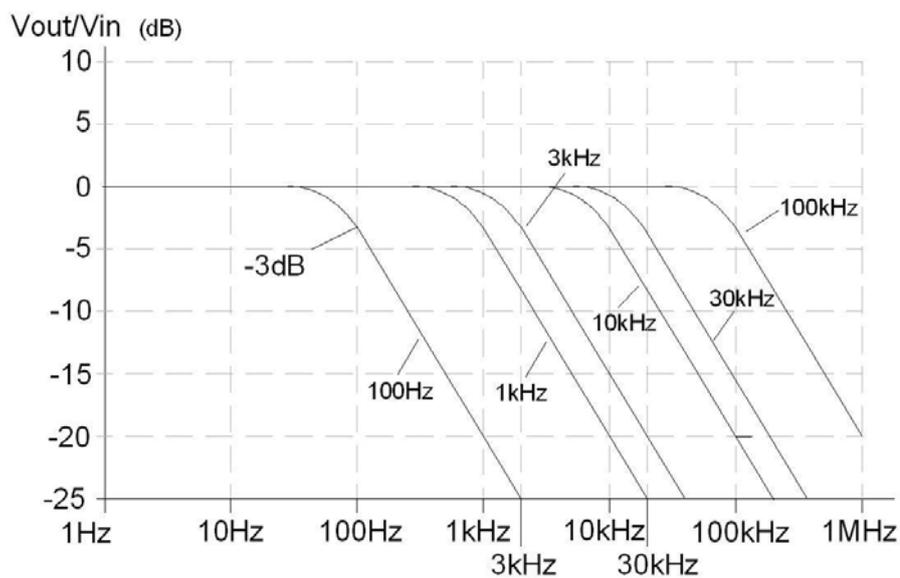
3.3

$\overline{\text{kHz}}$ (0.1、1、3、10、30、100) :

低通滤波器设置，上限截止频率为 100Hz、1kHz、3kHz、10kHz、30kHz、100kHz。低通滤波器截止频率是比通频带下降 3dB 的频率点。

用户通过按键“+”或“-”，循环切换当前通道低通滤波器的截止频率。

低通滤波器衰减能力曲线:



■ 图3-5. 低通滤波器衰减能力曲线

3.3

Out/Unit:

输出增益设置：根据用户对输出信号幅值的要求选择相应的增益值。输出增益值每档按 10dB 递增（设 1mV/Unit 为 0dB）。

对于电荷输入“C”，其增益可设置范围有 11 档：100uV/Unit、316uV/Unit.....3.16V/Unit、10V/Unit（-20dB~80dB）。

对于 IEPE 输入“I”，其增益可设置范围有 9 档：

100uV/Unit、316uV/Unit.....316mV/Unit、1V/Unit（-20dB ~ 60dB）。

用户通过按键“+”或“-”，增加或减小当前通道输出信号的幅值大小。注意：增益调节不能循环设置。

用户在设置增益时，输出信号可能出现过载，而出现信号失真。为避免上述情况发生，E1004 调理放大器增加了过载指示电路。当电荷量超过最大量程或信号峰值超过最大输出电平时，过载指示灯提醒用户输出信号出现过载。

过载指示灯位置见前面板图 2-1 标号 4，每个通道电路设置一个过载指示灯。

3.3

Int. (A、V1、D1、V2、D2) :

输出信号类型设置。A: 输出信号为加速度信号, 当输出类型为 A 时, “**Out/Unit**” 自动显示为 “V/Unit”; V1: 加速度信号一次积分, 为速度信号, 当输出类型为 V1 时, Unit 自动显示为 “V/0.01mS-1”; D1: 加速度信号二次积分, 为位移信号, 当输出类型为 D1 时, Unit 自动显示为 “V/0.1mm”; V2: 加速度信号一次积分, 为速度信号, 当输出类型为 V2 时, Unit 自动显示为 “V/0.1mS-1”; D2: 加速度信号二次积分, 为位移信号, 当输出类型为 D2 时, Unit 自动显示为 “V/1mm”。

用户通过按键 “+” 或 “-”, 循环切换当前通道输出信号类型。

注意



当输出信号为一次积分或二次积分后信号时, 必须先将传感器灵敏度转换为以 ms^{-2} 为单位。如: 当前传感器灵敏度为 52.6pC/g , 则传感器设定界面如下图中通道 4 设定状态。

3.3

速度、位移信号通过对加速度信号一次积分、二次积分获得。E1004 调理放大器采用分段积分，以兼顾高频和低频时输出信号能量特性。V1、D1 曲线与加速度曲线相交于 16Hz，V1 可测频带为 10Hz~10kHz，D1 可测频带为 10Hz~1kHz。V2、D2 曲线与加速度曲线相交于 16Hz，V2 可测频带为 1Hz~1kHz，D2 可测频带为 1Hz~100Hz。

当测量加速度信号时置 A；测量 10~10k 速度信号时置 V1；测量 1~1kHz 速度信号时置 V2；测量 10~1kHz 位移信号时置 D1；测量 1~100Hz 位移信号时置 D2。在选择速度 V1、V2 和位移 D1、D2 时，振动频率应位于测量频率范围的中间，以保证较高的测量精度。例如：振动频率为 10Hz 时，应采用 V1 和 D1 档测量。

各类输出信号幅频曲线图：

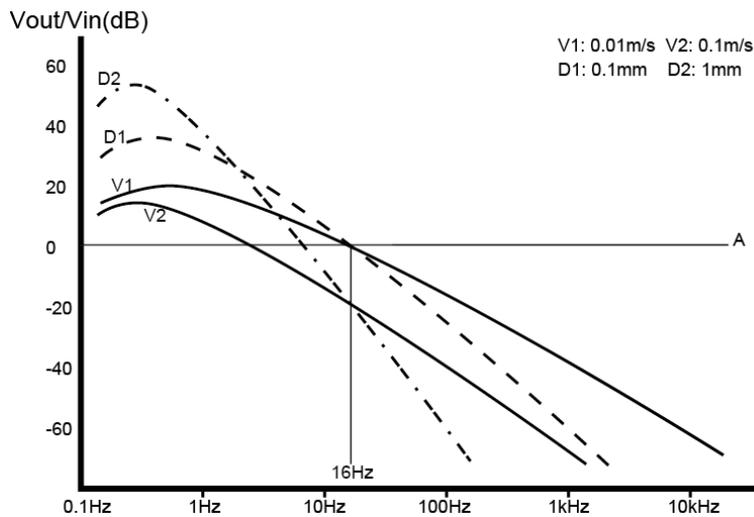


图3-6. 幅频曲线

3.4

Transducer Set-up

Ch	Ty	Sensitivity	Unit	TEDS	
▪1	C	001.050	pC/Unit	Set	
▪2	I	010.200	mV/Unit	Set	
▪3	I	002.010	mV/Unit	Set	
▪4	C	005.330	pC/Unit	Set	
Home	↓	←	→	+	-

■ 图3-7. Transducer Set-up 界面

Ch (1、2、3、4) :

第 1~4 个通道电路。调理放大器后面板从左至右为第 1、2、3、4 通道。

用户通过按键“↓”，循环切换当前被设置通道。

Ty (C、I) :

输入传感器类型设置，C：电荷输入；I：IEPE 输入。

用户通过按键“+”或“-”，循环切换当前通道输入传感器类型。同时传感器单位“Unit”将自动根据输入通道类型改变，C：pC/Unit，I：mV/Unit。

Sensitivity:

传感器灵敏度设置。若当前为输入传感器类型为“C”，其传感器灵敏度设置范围为 0.001~999.0 pC/Unit。若当前为输入传感器类型为“I”，其传感器灵敏度设置范围为 0.01~999.0 mV/Unit。

3.4

传感器灵敏度设置应该注意：传感器灵敏度设置取前三位有效值。例如，当前传感器灵敏度为 9.146mV/Unit 时，相应通道灵敏度参数设置为“009.150”。为确保灵敏度参数设置为 3 个有效数值，E1004 调理放大器在软件上做了如下处理：（1）当前“C”时，六个位置均可设置，可设置范围更改为：六个位置中第 1 位→第 3 个有效值位置。例如，当前传感器灵敏度为 52.6 pC/Unit 时，“052.600”中第 5、6 位“0”不可设置，即“+”或“-”功能失效。另外，若将当前灵敏度更改为“105.000”，当第 1 位设置为“1”时，“052.600”中第 4 位“6”清零，显示为“152.000”。所以设置传感器灵敏度时应从左至右设置。（2）当前“1”时，只有五个位置可以设置，第 6 位固定为“0”。可设定范围更改为：六个位置中第 1 位→第 3 个有效值位置。例如，当前传感器灵敏度为 0.181 mV/Unit 时，“000.180”中第 6 位“0”不可设置，即“+”或“-”功能失效。

3.4

TEDS:

TEDS 传感器应用。（1）若当前通道连接的加速度传感器支持 IEEE P1451.4 协议，选中“Set”并按“+”或“-”后，E1004 调理放大器自动读取传感器灵敏度、设置输入通道类型为“I”，并显示“√”。如图 3-9（a）通道 2。（2）若当前未连接传感器或当前传感器不支持 IEEE P1451.4 协议。当选中“Set”并按“+”或“-”，显示“×”。如图 3-9（b）。

Ch	Ty	Sensitivity	Unit	TEDS		
▪1	C	001.050	pC/Unit	Set		
▪2	I	010.200	mV/Unit	Set √		
▪3	I	002.010	mV/Unit	Set		
▪4	C	005.330	pC/Unit	Set		
Home		↓	←	→	+	-

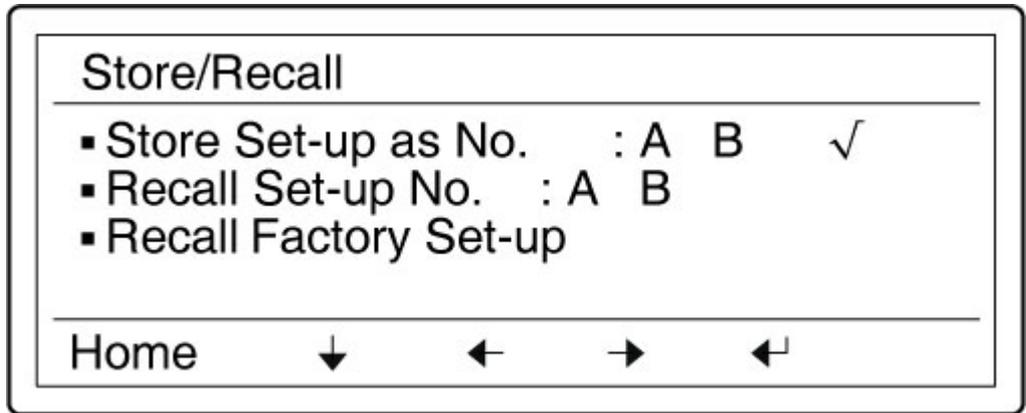
(a)

Ch	Ty	Sensitivity	Unit	TEDS		
▪1	C	001.050	pC/Unit	Set		
▪2	I	010.200	mV/Unit	Set ×		
▪3	I	002.010	mV/Unit	Set		
▪4	C	005.330	pC/Unit	Set		
Home		↓	←	→	+	-

(b)

■ 图3-8. Transducer Set-up 界面

3.5 Store/Recall Set-up



■ 图3-9. Store/Recall Set-up

Store Set-up as No. (A、B):

将当前四个通道参数存储为“ A ”或“ B ”。选中“ A ”或“ B ”后，按下“”键，如在右边出现一次“√”表示该操作完成。完成存储并关机后，“ A ”或“ B ”中信息不丢失。

Recall Set-up No. (A、B):

调用“ A ”或“ B ”数据，并按被调用数据设置四个信号调理通路。选中该行“ A ”或“ B ”后，按下“”键，如在右边出现一次“√”表示该操作完成。

Recall Factory Set-up:

E1004 调理放大器恢复出厂设置。用户选该行字符后，按下“”键，如在右边出现一次“√”表示该操作完成。

3.5

Amplifier Set-up 出厂设置:

Ch	Ty	$\sqrt{\text{Hz}}$	$\overline{\text{kHz}}$	Out/Unit	Int.
▪1	C	1	30	1 mV/Unit	A
▪2	C	1	30	1 mV/Unit	A
▪3	C	1	30	1 mV/Unit	A
▪4	C	1	30	1 mV/Unit	A
Home		↓	←	→	+ -

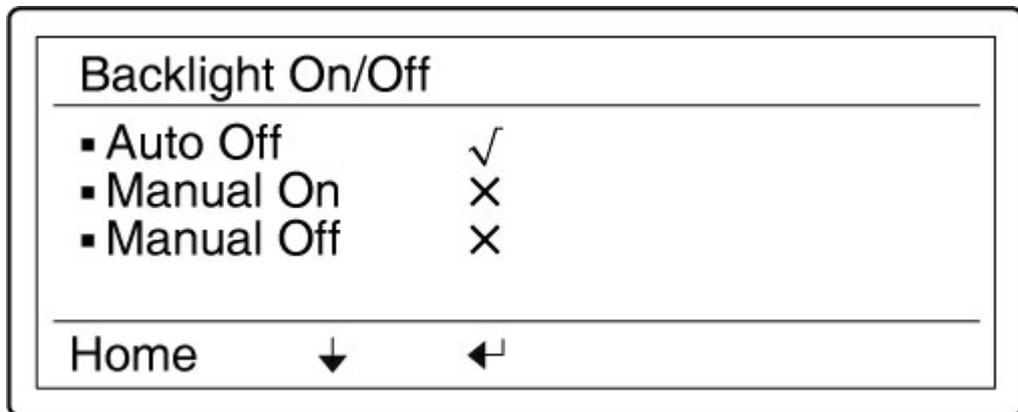
■ 图3-10. Amplifier Set-up 界面

Transducer Set-up 出厂设置:

Ch	Ty	Sensitivity	Unit	TEDS
▪1	C	001.000	pC/Unit	Set
▪2	C	001.000	pC/Unit	Set
▪3	C	001.000	pC/Unit	Set
▪4	C	001.000	pC/Unit	Set
Home		↓	←	→ + -

■ 图3-11. Transducer Set-up 界面

3.6 Backlight Set-up



■ 图3-12. Backlight Setup 界面

该界面用于设置 E1004 调理放大器液晶屏背光灯模式。

Auto Off

按键操作完成后一段时间，背光灯灭，参数设置项取消反显示状态；按任意键后，背光灯亮，参数设置项恢复反显示状态。右边状态指示为“√”时表示该模式选中。

Manual On

背光灯常亮。按键操作完成后一段时间，参数设置项取消反显示状态；按任意键后，参数设置项恢复反显示状态。右边状态指示为“√”时表示该模式选中。

Manual Off

背光灯常灭。按键操作完成后一段时间，参数设置项取消反显示状态；按任意键后，参数设置项恢复显示状态。右边状态指示依次为“×”、“×”、“√”。

4. 技术指标

4.1 电荷输入技术指标

最大输入电荷： 10^5 pC；

最大输出电压： ± 10 V（峰值）

传感器灵敏度范围： 0.001 pC/Unit ~ 999.0 pC/Unit
(Unit: mS-2, g)

高通滤波 (-3dB)：0.1Hz, 1Hz, 3Hz, 10Hz

低通滤波 (-3dB)：100Hz, 1kHz, 3kHz, 10kHz, 30kHz, 100kHz

增益： 100 uV/Unit, 316 uV/Unit, 1 mV/Unit 3.16 V/Unit, 10 V/Unit
(Unit: pC, -20dB ~ 80 dB, 每 10dB 递增, 设 1mV/Unit 为 0dB)

频率范围：加速度 0.1Hz ~ 100 kHz, 速度 1Hz ~ 10 kHz,
位移 1Hz ~ 1 kHz

输出精度：加速度 $\leq \pm 1\%$, 速度 $\leq \pm 2\%$, 位移 $\leq \pm 3\%$

短路噪声电荷： ≤ 0.01 pC（最大增益输出折算至输入端）

谐波失真： $\leq 0.001\%$ ($V_{in} = 1$ V @ 1kHz, 0dB)

4.2

IEPE/TEDS 输入

最大输入电压：±10V（峰值）

最大输出电压：±10V（峰值）

激励源：4mA/24V

传感器灵敏度范围：0.01mV/Unit~999.0mV/Unit（Unit: mS-2, g）

高通滤波（-3dB）：0.1Hz, 1Hz, 3Hz, 10Hz

低通滤波（-3dB）：100Hz, 1kHz, 3kHz, 10kHz, 30kHz, 100kHz

增益：0.1, 0.316, 1,316, 1000, (-20dB~60dB, 每10dB递增)

频率范围：加速度 0.1Hz~100kHz, 速度 1Hz~10kHz,

位移 1Hz~1kHz

输出精度：加速度 ≤±1%，速度 ≤±2%，位移 ≤±3%

短路噪声：≤10uV（最大增益输出折算至输入端）

5次谐波失真：≤0.001% (Vin = 1V @ 1kHz, 0dB)

4.3 其他指标

输入输出通道数：1~4

输入接口：BNC

输出接口：BNC

电源：：DC 18-24V

显示：192×64 图形点阵液晶屏

外观：110×180×310mm（高×宽×深）

重量：3.4kg（4 个通道，不含锂电池，不含电源适配器）

5. 应用示例

5.1 加速度测量

测量示例中采用通道 1 测量，其余通道默认设置。根据对测量输出信号要求设置增益输出，信号输出一般不应小于 0.05V（峰值）。

例 5-1-1:

加速度传感器的电荷灵敏度为 52.6pC/g，频率范围 1-10000Hz。

在“Amplifier Set-up”界面中，将输出通道类型设置为“C”，高通滤波器设置为“0.1”，低通滤波器设置为“30”，增益输出为“100mV/Unit”，输出类型为“A”。

在“Transducer Set-up”界面中，将通道灵敏度设置为“052.600” pC/Unit。

当测量的输出电压为 0.13VRMS 时，被测加速度 A 计算如下（此处 Unit 为 g）：

$$A = 130\text{mVRMS} / (100\text{mV/Unit}) = 1.3g_{RMS}$$

5.1

例 5-1-2:

IEPE 加速度传感器的灵敏度为 9.506mV/mS⁻²，频率范围 1-5000Hz.

在“Amplifier Set-up”界面中，将输出通道类型设置为“1”，高通滤波器设置为“0.1”，低通滤波器设置为“30”，增益输出为“100mV/Unit”，输出类型为“A”。

在“Transducer Set-up”界面中，将通道灵敏度设置为“009.510” mV/Unit。

当测量的输出电压为 0.674VRMS 时，被测加速度 A 计算如下（此处 Unit 为 mS⁻²）：

$$A = 674\text{mVRMS} / (100\text{mV/Unit}) = 6.74\text{mS}_{RMS}^{-2}$$

5.2 速度测量

例 5-2-1:

加速度传感器的电荷灵敏度为 1500pC/g，频率范围 1-5000Hz。

在“Amplifier Set-up”界面中，将输出通道类型设置为“C”，高通滤波器设置为“0.1”，低通滤波器设置为“30”，增益输出为“316mV/Unit”，输出类型为“A”。

将 1500pC/g 转换为以 mS^{-2} 为单位，则 $1500pC/g = 152.96pC/mS^{-2}$ ($1g = 9.8665mS^{-2}$ ，如果传感器灵敏度单位为 pC/g，应首先将灵敏度单位转换为 pC/mS⁻²)。在“Transducer Set-up”界面中，将通道灵敏度设置为“153.000” pC/Unit。

当被测频率为 100Hz 时，置“Amplifier Set-up”界面输出类型为“V1”。

当测量的输出电压为 0.073VRMS 时，输出速度为：

$$V = 73mVRMS / (316mV/0.01mS^{-1}) = 0.23cmS_{rms}^{-1}$$

5.3

位移测量

例 5-3-1:

传感器型号同例 5-2-1，与传感器型号相关的设置同例 5-2-1。

当被测振动频率为 100Hz 时，将输出类型设置为“D1”。

测得增益调节为 100mV/Unit 时，输出电压为 0.518V(峰值)。则当前位移为：

$$D=518\text{mV}/(100\text{mV}/0.1\text{mm})=0.518\text{mm} \text{ (峰值)}$$

对于不同频率下测量档的选择请参考 3.3 中“OUT (A、V1、D1、V2、D2)”项。

5.4 TEDS 传感器设置

例 5-4-1:

E1004 调理放大器支持满足 IEEEP1451.4 协议的加速度传感器。TEDS 加速度传感器的灵敏度为 9.79 mV/mS²。频率范围 1-5000Hz。以测量加速度为例。在连接 TEDS 传感器后，切换至传感器设置界面。按“←”或“→”键选中“Set”项，按“+”或“-”键将在“Set”项右侧出现一次“√”符号，表示自动设置过程完成。当未连接传感器或连接的加速度传感器不满足 IEEEP1451.4 协议时，执行上述操作将在“Set”项右侧出现一次“×”符号。表示未执行自动设置过程。自动设置完成后，其他测量方法同 IEPE 加速度传感器。