

# SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器

产品使用手册

V6.00.00



## ■ 关于本手册

本手册为阿尔泰科技推出的 SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器产品使用手册，包括功能参数、设备特性、工作原理、使用方法、注意事项、产品保修。

文档版本：V6.00.00

## 目 录

■ 关于本手册.....	1
■ 1 功能参数.....	4
1.1 产品简介.....	4
1.2 规格参数.....	4
1.2.1 输入/输出特性.....	4
1.2.2 滤波器及频率响应.....	5
1.2.3 外部供电.....	5
1.2.4 功耗.....	5
1.2.5 物理特性.....	5
1.2.6 工作环境.....	5
■ 2 设备特性.....	6
2.1 外形图.....	6
2.2 后面板.....	6
2.3 前面板.....	7
2.4 外壳尺寸图.....	8
■ 3 工作原理.....	9
3.1 电荷放大级.....	9
3.2 高、低通滤波器.....	9
3.3 “归一化”电压放大级.....	10
3.4 输出放大级.....	11
3.5 过载保护.....	11
3.6 稳压电源.....	11
■ 4 使用方法.....	12
4.1 测量准备.....	12
4.2 测量步骤.....	12
4.3 测量结果分析.....	13
4.4 应用实例.....	13

■ 5 注意事项.....	14
■ 6 产品保修.....	15
6.1 保修.....	15
6.2 技术支持与服务.....	15
6.3 返修注意事项.....	15

## 1 功能参数

本章主要介绍 SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器的主要特点及基本特性，为用户整体了解 SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器的相关特性提供参考。

### 1.1 产品简介

SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器是一种输出电压与输入电荷量成正比的低噪声电荷放大器，与压电型加速度计和其它压电型传感器配套使用，可测量振动、冲击、动态力等机械量，广泛应用于机械、动力、采矿、交通、建筑、水利、航空、航天、兵器、化爆等部门。SIT\_QV2504V 具有高精度性能，因而也适用于加速度计校准。

SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器具有如下特点：

- ◎ 低噪声，稳定性高
- ◎ “归一化”系数固定
- ◎ 高、低通滤波器范围可调
- ◎ 输出过载指示功能
- ◎ 输出增益可调
- ◎ BNC 输入输出，可方便连接各种仪器

### 1.2 规格参数

#### 1.2.1 输入/输出特性

通道	
通道数	4 路
输入特性	
输入信号类型	电压/电荷（拨码开关切换选择，默认电荷档位）
最大输入电荷量	$\pm 10^6$ pC
电荷转换灵敏度	1mV/pC（电荷放大级源电容 1nF）
输出特性	
最大输出幅度	$\pm 10$ V <sub>p</sub>
最大输出电流	$\pm 10$ mA
最大输出阻抗	125 $\Omega$
输出增益档位	0.1、1.0、10 三档可调
准确度	对于 0.1, 1.0, 10 三档，当输入电缆等效电容分别 <10nF, 68nF, 22nF 时，1kHz 基准条件下 < $\pm 2\%$
谐波失真度	频率 <30kHz，电容性负载 <47nF，满幅输出时 <1%

噪声	<40mV（最高增益档折合至输入端）
过载指示	输出峰值超过±11Vp 时发光二极管亮

### 1.2.2 滤波器及频率响应

高通滤波器（HPF）	
下限频率（Hz）	1、3、10、30、100，共5档
允许偏差	-3dB±1dB
衰减斜率	-6dB/cot
低通滤波器（LPF）	
上限频率（kHz）	1、3、10、30、100，共5档
允许偏差	-3dB±1dB
衰减斜率	-12dB/oct

### 1.2.3 外部供电

输入电压	18V~24V DC（典型值 24VDC）
过流保护	1A
过压保护	28V
其他保护	防反接

### 1.2.4 功耗

工作方式	空载值（W）	负载值（W）
功耗(DC24V)	5.2W	6.2W

### 1.2.5 物理特性

外形尺寸	242.4(L)×160(W)×96(H) mm
重量	1574g ± 2g

### 1.2.6 工作环境

工作温度范围	0°C~+40°C
工作相对湿度范围	10% ~ +90%RH（无结露）
存储相对湿度	5% ~ +85% RH（无结露）
存储温度范围	-40°C ~ +70°C
最大高度	2000 米

## 2 设备特性

本章主要介绍 SIT\_QV2504V 的设备特性，主要包括实物外形图、前面板图、后面板图，为用户在使用 SIT\_QV2504V 过程中提供相关参考。

### 2.1 外形图



图 2-1-1 SIT\_QV2504V 外形图

### 2.2 后面板

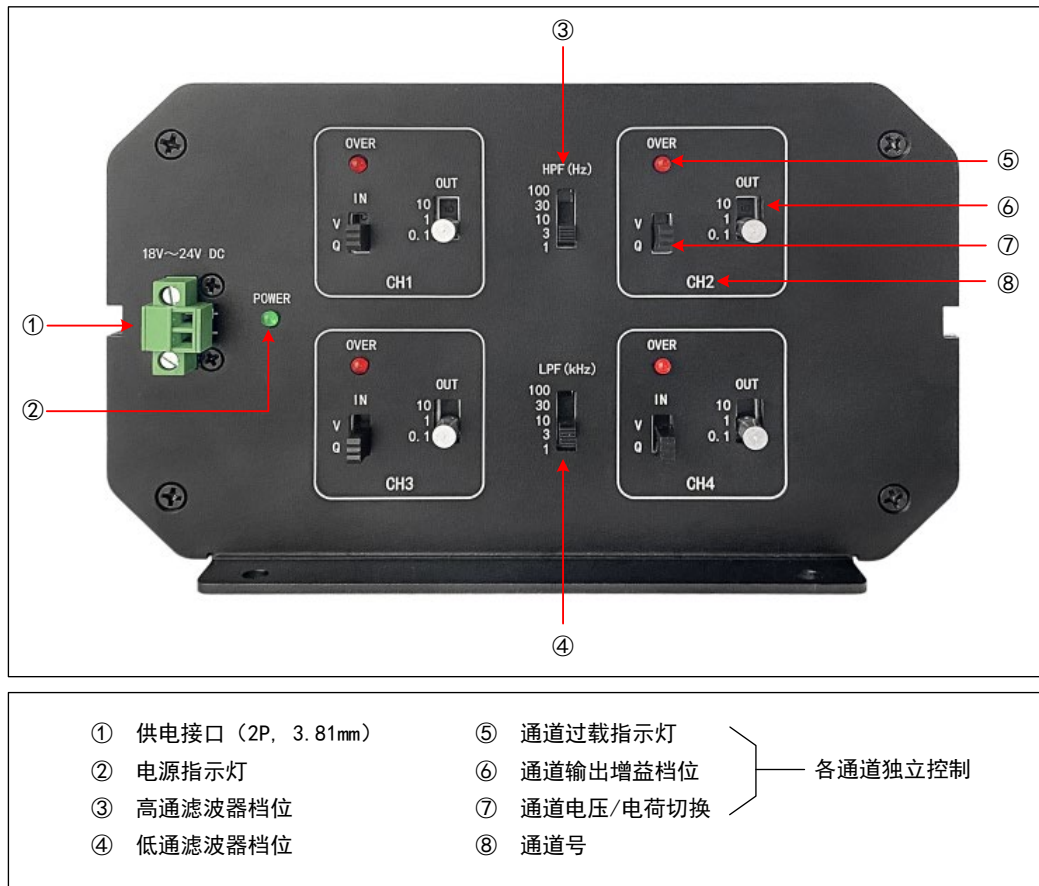


图 2-2-1 SIT\_QV2504V 后面板

表 2-2-1: 后面板功能概述

名称	功能概述
CH1_IN ~ CH4_IN	分别对应四通道输入信号接口
CH1_OUT ~ CH4_OUT	分别对应四通道输出信号接口

## 2.3 前面板



- ① 供电接口 (2P, 3.81mm)
  - ② 电源指示灯
  - ③ 高通滤波器档位
  - ④ 低通滤波器档位
  - ⑤ 通道过载指示灯
  - ⑥ 通道输出增益档位
  - ⑦ 通道电压/电荷切换
  - ⑧ 通道号
- } 各通道独立控制

图 2-3-1 SIT\_QV2504V 前面板介绍

表 2-3-1: 前面板功能概述

功能	功能概述
电源指示	供电正常, 指示灯为绿灯常亮
高通滤波器	通过拨码开关进行频率切换 (默认为1Hz)
低通滤波器	通过拨码开关进行频率切换 (默认为100KHz)
过载指示	输出电压大于 $\pm 11V$
输出增益	通过拨码开关进行增益切换 (默认为0.1)
电压/电荷切换	电荷/电压通过拨码开关调节 (默认为电荷)



## 2.4 外壳尺寸图

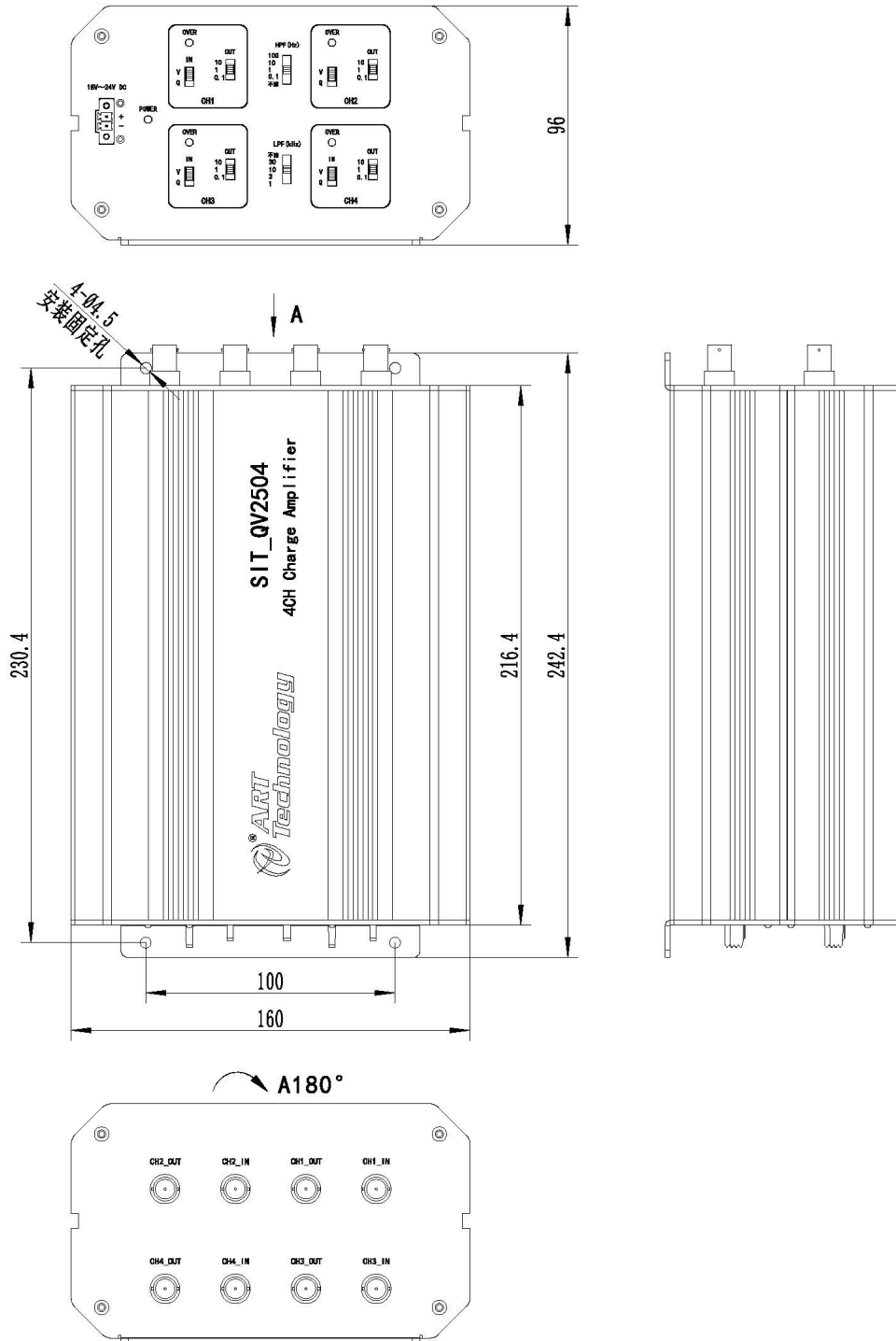


图 2-4-1 SIT\_QV2504V 外壳尺寸图

### 3 工作原理

本章主要介绍 SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器的各个组成部分原理，为用户在使用 SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器过程中提供相关参考。

SIT\_QV2504V 四通道电荷放大器由电荷放大级，高、低通滤波器，“归一化”电压放大级，输出放大级，输出过载保护和稳压电源六部分组成。

#### 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，图 3-1-1 为连同压电传感器与输入电缆等效电路图。

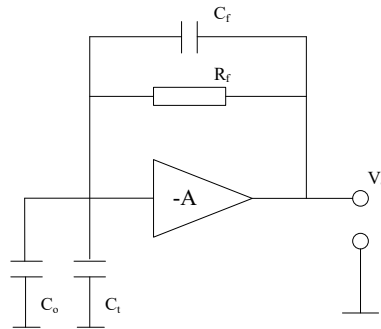


图 3-1-1 电荷放大级等效电路图

其输出电压：

$$V_o = -AQ/C_f + C_o + C_t(1+A)$$

式中：

Q——传感器产生的电荷

$C_t$ ——传感器电容

$C_o$ ——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）

因为 A 很大，所以  $|C_t + C_o| \ll |C_f(1+A)|$ ，故而  $V_o \approx -AQ/C_f(1+A) \approx -Q/C_f$ 。由上式可知，若反馈电容  $C_f$  不变，则输出电压  $V_o$  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很小。

四通道电荷放大级由结型场效应管和高增益运算放大器组成，反馈电容  $C_f$  有 3 档，分别为 1nF、10nF 和 100nF，从而可得到三档不同增益的输出。为了稳定放大器的直流工作点，各档均并联一只反馈电阻，并使各档最低下限频率为 0.08 Hz。为了减小对传感器绝缘的要求，输入端设有隔直电容。

#### 3.2 高、低通滤波器

高通滤波器为单级 RC 滤波器，其每倍频程衰减 6 dB，利用改变 R 来得到 5 档不同的下限频率。但在 1Hz 一档时，实际高通滤波器的频率约为 0.99Hz，而仪器的最低下频率由电荷放大级确定。

低通滤波器为两级 RC 有源滤波（图 3-2-1），从高通滤波器输出的信号经两级 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坦度，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，同时改变  $R_1$  和  $R_2$ ，以获得 5 档不同的上限频率。

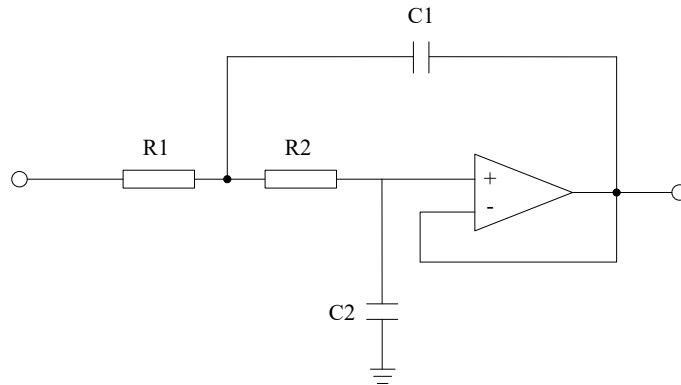


图 3-2-1 高通滤波器等效电路图

### 3.3 “归一化”电压放大级

利用增益可调的运算放大器，使其对不同灵敏度的传感器具有不同的增益，从而得到“归一化”处理。

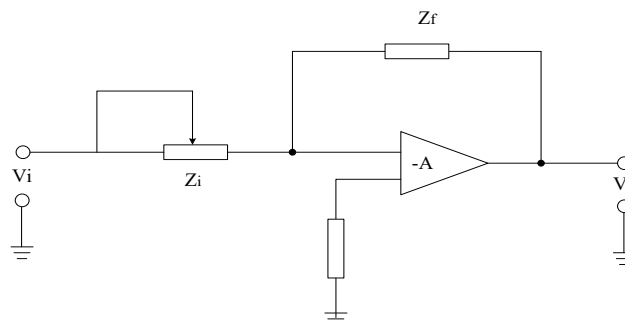


图 3-3-1 “归一化”电压放大级等效原理图

已知一个运算放大器见（图 3-3-1），其闭环增益可由下式确定：

$$-A_n = Z_f / Z_i$$

由上式可见，要改变增益，只需要改变  $Z_f$  或  $Z_i$  即可。在本设备中  $Z_f$  为固定的  $10k\Omega$ ，而  $Z_i$  是精密可调电位器，分别为  $RP_2$ （通道 1、通道 3）， $RP_4$ （通道 2、通道 4），当传感器灵敏度为 1 时，则需将  $RP_2$  或者  $RP_4$  调至  $1k\Omega$ ，此时  $Z_i=1k\Omega$ ，增益  $-A_n=10k\Omega/1k\Omega=10$ ，而当传感器灵敏度为 2 时，则需将  $RP_2$  或者  $RP_4$  调至  $2k\Omega$ ，此时  $Z_i=10k\Omega$ ，增益  $-A_n=10k\Omega/2k\Omega=5$ 。

实例如下：

设加速度传感器的灵敏度为  $2pC/g$ ，并给以  $10g$  振动，若输出增益为 10，经电荷放大级后输出电压为  $20mV$  送至“归一化”放大级，此时需将  $RP_2$  或者  $RP_4$  调至  $2k\Omega$ ，则  $Z_i=2k\Omega$ ，本级增益  $-A=10k\Omega/2k\Omega=5$ ，这样经本级放大后输出电压为  $20mV \times 5=100mV$ ，即  $10g$  振动转换为电压即为  $100mV$ ，从而达到“归一化”的目的。

$Z_i$ ：出厂默认为  $1k\Omega$

$A_n$ ：归一化系数，出厂默认为 10

### 3.4 输出放大级

本设备的输出放大级为 1:1 运算放大器，能在一定的容性负载下稳定工作。

### 3.5 过载保护

过载指示电路由两组对称的比较器组成，一组用于正信号，一组用于负信号，大小为  $10\mu\text{s}$  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和输出放大级两处分别引出，这样当任一处输出电压  $>\pm 11\text{V}$  时，即可使过载指示灯变亮。

### 3.6 稳压电源

本设备使用直流 24V 供电，经防反接、降压、滤波、稳压后得到  $\pm 15\text{V}$  电源供其他电路使用。

## 4 使用方法

### 4.1 测量准备

对于压电加速度计和其它压电型传感器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。

1、确定安装传感器的位置及其可能的质量载荷影响，对于簿板上测量，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。

2、需要考虑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）。

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。

4、检验和校正加速度计。

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。

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。

7、绘制测量系统框图，标出所用仪器的型号和序号。

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。

✓ 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。

✓ 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。

✓ 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。

✓ 使用胶合技术。

✓ 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。

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，可以使用 703 硅橡胶，703 硅橡胶是一种良好的密封材料，在 -60°C~+150°C 宽温度范围内具有极好的性能。

### 4.2 测量步骤

1、给本设备提供 DC24 外供电。此时前面板电源指示灯变亮。

2、将电荷输出型的加速度计或其他传感器通过低噪声电缆接入本设备的 BNC 输入端。

**注意：**在接入电荷前确保前面板上的电压/电荷拨码开关处于电荷档位；线缆的插头与 BNC 输入端应旋紧，将线缆固定好，尽可能远离强电磁场，如变压器、马达、大功率导线等。

3、输出端通过普通同轴电缆，接入三次仪表，便于对被测物理量进行显示、记录、分析等。**注意：**将输出增益档位调至最低档位，由小调至大，直至合适档位，以得到最佳信噪比，若无法确定时，应先置于输出增益最低档位。由于线缆电容的存在，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。

4、选择合适的上下限频率档位。

5、测量完毕后，先断开输入端，之后关闭 DC24V 外供电。

### 4.3 测量结果分析

输入机械量、传感器灵敏度与输出电压关系如下表：

实际输出 系数Ar (pC/mV)	输出增益 档位	0.1	1.0	10
归一化系数Zn				
10		10	1	0.1

$$\text{Unit} = \text{Vout} * \text{Ar} / \text{As}$$

Unit: 被测机械量  
 Vout: 输出电压  
 As: 传感器灵敏度  
 Ar: 实际输出系数

如：测量输出电压为 50mV，传感器灵敏度为 0.5pC/ms<sup>-2</sup>，输出增益档位为 1.0,则输入机械量为 100ms<sup>-2</sup>。

### 4.4 应用实例

用传感器灵敏度为 2pC/ms<sup>-2</sup> 加速度计测量一物体振动，振动频率约 1kHz。将下限频率档位置于 1Hz，上限频率档位置于 30kHz。调节输出增益档位由低到高置于 10 档。过载指示灯不亮，三次设备输出电压显示为 1000mV，则被测物体振动加速度为  
 Unit=1000(mV)\*0.1(pC/mV)/2(pC/ms<sup>-2</sup>)=50Unit，此时 Unit 为 ms<sup>-2</sup>。

## ■ 5 注意事项

- 1、电荷放大器属于高输入阻抗仪器，输入端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，应将输入端防尘帽旋上。
- 2、严禁将电压信号接入电荷放大器，在接入电荷前，确保电压/电荷档位正确性。
- 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。
- 4、仪器在使用中,如出现 50Hz 工频干扰,可从以下方面检查。
  - 将传感器与它安装的设备绝缘。
  - 输入电缆插头接触不良，屏蔽层不起作用，将插头旋紧。
  - 考虑设备接地是否可靠。
- 5、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。把传感器从测试点安装在一个非振动体上如置于墙角处，并测量此处的“背景噪声”，此时放大器输出无明显杂波，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 产品保修

### 6.1 保修

产品自出厂之日起，两年内用户凡遵守运输、贮存和使用规则，而质量低于产品标准者公司免费修理。

### 6.2 技术支持与服务

如果用户认为产品出现故障，请遵循以下步骤：

- 1)、描述问题现象。
- 2)、收集所遇问题的信息。

如：硬件版本号、软件安装包版本号、用户手册版本号、物理连接、软件界面设置、操作系统、电脑屏幕上不正常信息、其他信息等。

硬件版本号：板卡上的版本号，如 D22260X0-00。

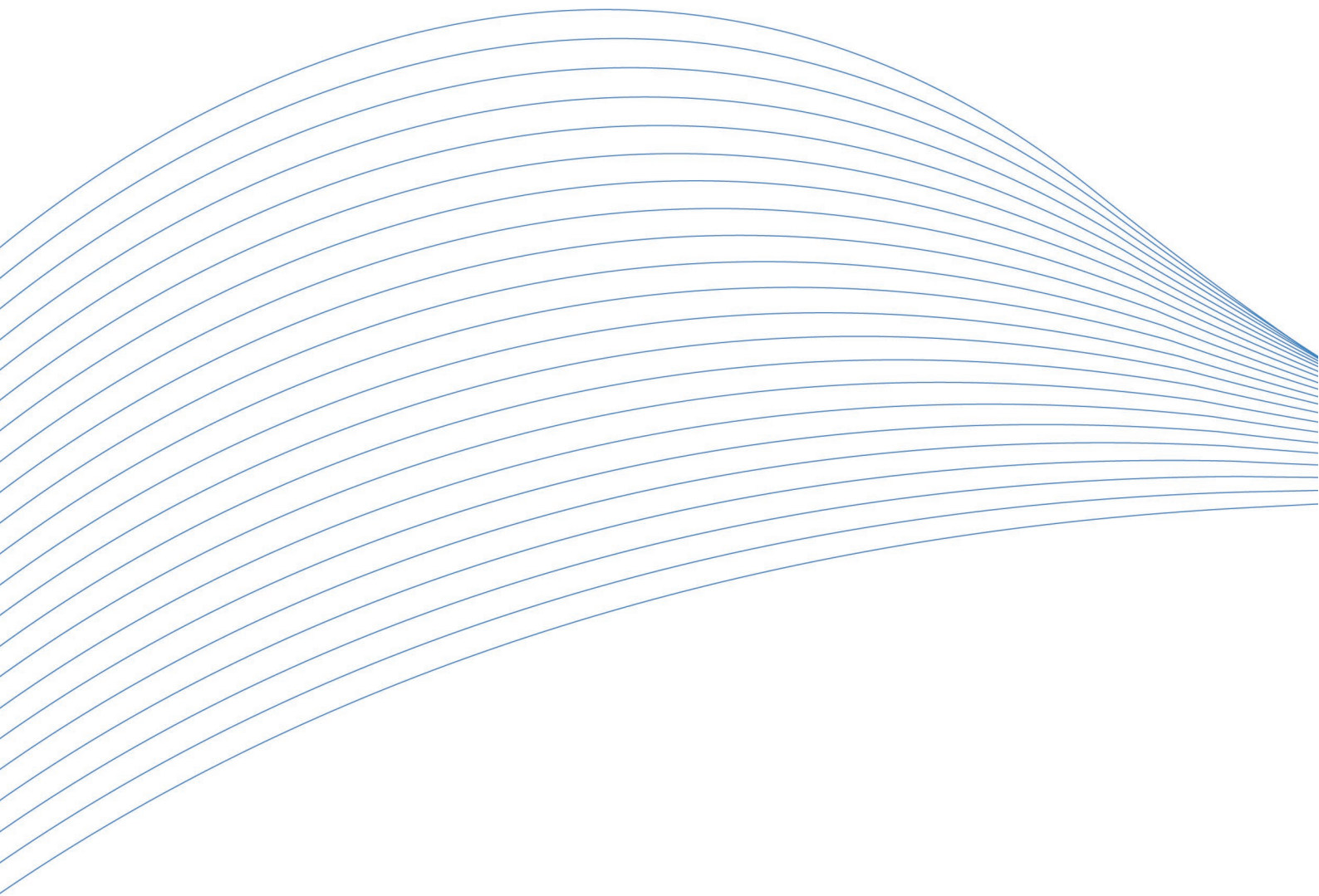
用户手册版本号：在用户手册中关于本手册中查找，如 V6.00.00

- 3)、打电话给供货商，描述故障问题。
- 4)、如果用户的产品被诊断为发生故障，本公司会尽快解决。

### 6.3 返修注意事项

在公司售出的产品包装中，用户将会找到该产品和这本说明书，同时还有产品质保卡。产品质保卡请用户务必妥善保管，当该产品出现问题需要维修时，请用户将产品质保卡、用户问题描述单同产品一起寄回本公司。





阿尔泰科技

服务热线：400-860-3335

网址：[www.art-control.com](http://www.art-control.com)