



# AHAI 3002

## 噪声振动分析仪(声级计)

噪声部分使用说明手册

爱华智造

专注振动声学测量仪器研发

## 使用注意事项

- 1、第 1 次使用仪器前,请仔细阅读该说明书。
- 2、测试传声器的膜片破损不在保修范围之内。
- 3、其它因使用不当造成的损坏不在保修范围之内。
- 4、仪器需要维修时请带保修单。

## 常见问题

### 1. 信号明显异常

解决办法:

检查传声器膜片是否有损伤。

### 2. 校准时提示“本次校准与上次结果相差大于 3 dB，不能保存”

解决办法:

- a. 检查传声器是否坏掉。
- b. 如传声器正常，可在“校准”的“传声器设置”中手动更改灵敏度级。

## 修订历史

版本	时间	说明
V1.0	2022.10.17	

### 型批证书



## 中华人民共和国 计量器具型式批准证书

杭州爱华智能科技有限公司

根据中华人民共和国计量法第十三条和中华人民共和国计量法实施细则有关规定，对你单位申请型式批准的计量器具新产品经审查合格，现予批准，并可使用以下标志和编号：



2022S1032-33

批准人：

经批准的计量器具新产品（名称、型号）：

计量器具名称	型号	规格	准确度等级
噪声振动分析仪 (声级计)	AHAI3002-1	测量范围：25 dB(A)~141 dB(A) 频率范围：10 Hz~20 kHz 声级计类型：X 类声级计	1 级
	AHAI3002-2	测量范围：25 dB(A)~141 dB(A) 频率范围：20 Hz~8 kHz 声级计类型：X 类声级计	2 级

以下空白

发证日期：

二〇二二年十一月一日

发证机关（盖章）：



## 目录

1 概述 .....	1
2 主要特点 .....	1
3 主要性能指标 .....	2
4 名词术语 .....	5
4.1 仪器显示常见符号及术语 .....	5
4.2 常用声学测量指标的定义 .....	7
5 完整结构及标准工作模式 .....	12
5.1 组成 .....	12
5.2 按键功能 .....	14
5.3 指示灯 .....	14
5.4 关键零部件 .....	14
5.5 标称工作模式 .....	15
6 显示界面 .....	15
图 6-2 提示关机 .....	15
6.1 主菜单 .....	16
6.2 测量界面 .....	16
6.2.1 大字显示界面 .....	17
6.2.2 列表显示界面 .....	19
6.2.3 1/1 OCT 显示界面 (选配) .....	20
6.2.4 1/3 OCT 显示界面 (选配) .....	21
6.2.5 统计 24h 显示界面 (选配) .....	22
6.2.6 脉冲噪声次数和设备状态显示界面 .....	22

---

6.2.7 最大值和峰值声级的保持和清除 .....	25
6.3 测量设置子菜单 .....	26
6.3.1 基本设置 .....	26
6.3.2 启动设置 .....	29
6.3.3 声暴露设置 (选配) .....	33
6.3.4 统计设置(选配) .....	35
6.3.5 记录设置 (选配) .....	37
6.3.6 频谱设置 (选配) .....	38
6.4 数据调阅 .....	38
6.4.1 调阅数据 .....	39
6.4.2 清除所有数据 .....	40
6.4.3 数据导出 .....	41
6.5 仪器校准 .....	41
6.5.1 声校准 .....	42
6.5.2 传声器设置 .....	42
6.5.3 校准记录 .....	43
6.6 仪器设置 .....	43
6.6.1 电源设置 .....	44
6.6.2 硬件设置 .....	45
6.6.3 时钟设置 .....	46
6.6.4 DTU 设置 .....	47
6.6.5 蓝牙设置 .....	48
6.6.6 串口设置 .....	48
6.6.7 其他设置 .....	49

6.6.8 恢复出厂设置 .....	50
6.6.9 语言设置 .....	50
6.7 仪器信息 .....	50
7 使用方法 .....	51
7.1 使用前的准备 .....	51
7.2 使用说明 .....	51
7.2.1 仪器充电 .....	51
7.2.2 仪器校准 .....	52
7.2.3 DTU 的使用 .....	53
7.3 测量结果打印 .....	54
7.3.1 有线打印 .....	54
7.3.2 蓝牙打印 .....	55
8 测量范围及自生噪声 .....	56
9 过载和欠量程指示 .....	57
10 静电、射频和振动的影响 .....	57
11 为计量目的规定的信息 .....	58
附录 A 在参考方向上的标称自由场响应 .....	59
附录 B 相对参考方向的指向性响应 .....	60
附录 C: 风罩在没有风时的平均标称自由场响应 .....	61
附录 D: AHA15225 传声器的相对指向性响应 .....	62
附录 E: 在近似参考环境条件下仪器外壳的反射和传声器周围衍射典型影响 .....	63
附录 F: 交流输出和 PWM 输出参考表 .....	63
附录 G 固件升级 .....	65

## 1 概述

AHAI3002 噪声振动分析仪（声级计）采用数字信号处理技术，模块化设计，具有测量范围大、耗电省、体积小等优点，长期运行可靠稳定。产品符合 GB/T 3785.1-2010 和 IEC 61672-1:2013 标准的相关要求，并取得型式评价证书。

该系列产品按准确度等级可分为精密型和普通型，精密型的准确度为 1 级，型号为 AHAI3002-1 型，普通型的准确度为 2 级，型号为 AHAI3002-2 型；按功能可分为基本型、统计分析型、频谱分析型、数据存储型、物联网型、户外监测型等，各个功能可以相互组合，实现一机多用的功能。可以同时测量指数声压级、等效声级、统计声级、声暴露级、频谱声压级等多项指标，同时可记录声压级随时间变化的曲线。

该系列产品主要应用于各种噪声监测、监控的场合，如城市环境噪声自动监测、交通噪声监测、机场噪声监测、噪声污染源（如施工场地、厂界、道路车辆等）在线监测、工作场所在线监测等。可短期监测，也可长期固定点位监测。可单独组网，也可方便集成进各类原有环境监测系统。

## 2 主要特点

- 1) 数字信号处理技术，测量范围宽
- 2) 并行时间计权和频率计权
- 3) 体积小，安装简单，适合大范围布点



### 3 主要性能指标

1) 传声器:

1 级: AHAI5225 型预极化测试电容传声器;

2 级: AHAI5221 型预极化测试电容传声器。

2) 测量范围:

25 dB(A)~141 dB(A); 35 dB(C)~141 dB(C); 50 dB(Z)~141 dB(Z) ;

其他频率线性范围:

31.5 Hz: 26 dB(A)~101 dB(A); 12.5 kHz: 25 dB(A)~136 dB(A)。

注 1: 标配灵敏度-35.0dB, 测量范围随灵敏度级变化。

注 2: 未注明级别时, 表示适用于所有级别, 下同。

3) 频率范围:

1 级: 10 Hz~20 kHz。

2 级: 20Hz~12.5 kHz。

4) 本机电噪声: <17dB(A); <23 dB(C); <33 dB(Z) 。

5) 频率计权: 并行 A、C、Z 计权。

6) 时间计权: 并行 F(快), S(慢), I(脉冲)。

7) 基本功能: Lp、Leq,t、Leq,T、Lmax、Lmin、Lpeak、SEL 等。

8) 准确度:

1 级: 符合 GB/T 3785.1-2010/IEC 61672-1:2013 1 级。

符合 GB/T 3241-2010/IEC 61260-1:2014 1 级。

2 级: 符合 GB/T 3785.1-2010/IEC 61672-1:2013 2 级。

符合 GB/T 3241-2010/IEC 61260-1:2014 2 级。

个人声暴露计准确度: 符合 GB/T 15952-2010 / IEC 61250:2002。

- 9) 数据存贮: 4 MB Flash RAM。
- 10) 存贮组数(基本分析功能): 512 组。
- 11) 其它存贮: 8 组参数模板, 128 个测点名, 64 次校准记录。
- 12) 测量时间: 1 s 到 24 h。
- 13) 日历时钟: 每月误差小于 1 分钟。
- 14) 数据接口: RS232/RS485、直流信号、交流信号。
- 15) 显示: 1.5 寸 128×64 点阵 OLED 屏。
- 16) 功耗(基本功能): <80 mA/5 V。
- 17) 电源:
  - 4 节 AAA 碱性电池: 连续工作约 10 h;
  - 外接电源及接口: 5V/1A, USB Type-C 口或 DB9 座接入。
- 18) 主机尺寸: 172×69×26 mm。
- 19) 使用条件:
  - 气温: -10 °C~50 °C。
  - 相对湿度: 25 %~90 %。
  - 气压: 65 kPa~108 kPa。
- 20) 统计分析模块(选配):
  - 模块数量: 2。
  - 统计 0: 单次。
  - 统计 1: 单次或 24h 可选。
  - 单次统计分析指标: LXYN、SD。
  - 24h 模式分析指标: LXeq,T、LXYmax、LXYmin、LN、SD、Ld、Ln、Ldn。

注: X 为频率计权 A、C、Z; Y 为时间计权 F、S、I, N 为 1-99 之间的整数,

每个统计分析模块可以任取其中的 5 个。

21) 个人声暴露计模块 (选配) :

- 模块数量: 2。
- 测量内容: E、Lex,8h、TWA、LAVG、DOSE、Kurt.。
- 交换率: 3、4、5、6 可选。
- 门限: 40 dB~90 dB 可选。
- 限值: 70 dB~90 dB 可选。

22) 数据记录 (选配) :

记录内容: 关闭或 Type1~Type5

Type1: “LAFi, LAeqt, 2”

Type2: “Linst (ALL), 9”。

Type3: “Linst&Leqt, 12”。

Type4:

1 级: ——1/1 OCT: “LAF, LAeqt, 1/1, 13”。

——1/3 OCT: “LAF, LAeqt, 1/3, 32”。

2 级: ——1/1 OCT: “LAF, LAeqt, 1/1, 11”。

——1/3 OCT: “LAF, LAeqt, 1/3, 30”。

Type5:

1 级: ——1/1 OCT: “LAF, LAeqt, 1/1, 20”。

——1/3 OCT: “LALL, 1/3OCT, 39”。

2 级: ——1/1 OCT: “LAF, LAeqt, 1/1, 18”。

——1/3 OCT: “LALL, 1/3OCT, 37”。

Type6: “DOSItmin, 7”

记录间隔:

—— Type2, Type5: 0.01 s~6.00 s 可选。

—— Type1, Type3, Type4: 0.2 s~60.0 s 可选。

### 23) 1/1 OCT 频谱分析功能 (选配)

——滤波器类型: 并行(实时)倍频程, 以 10 为底,  $G=10^{3/10}$ 。

——滤波器中心频率:

1 级: 16 Hz、31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz、8 kHz、16 kHz。

2 级: 31.5 Hz、63 Hz、125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz、8 kHz。

——时间计权: F (快计权)、S (慢计权)。

——实时分析: 同时完成所有中心频率及 A、C、Z 计权。

——主要测量指标: 频带瞬时声压级(Lp)、频带最大声压级(Max)、频带最小声压级(Min)、频带等效连续声压级(Leq,T)。

**注: 也可选配 1/3 OCT 频谱分析功能, 且 1/1 OCT 和 1/3 OCT 只能选其中一种。**

## 4 名词术语

### 4.1 仪器显示常见符号及术语

“LFp” F 档时间计权声压级一秒内的最大值

“LSp” S 档时间计权声压级一秒内的最大值

“Llp” I 档时间计权声压级一秒内的最大值

“Leqt” 短时等效声压级, t 为积分平均的时间,

---

	测量界面为 1 s。记录时由记录间隔决定, 0.2 s~60 s 可选
“LeqT”	等效连续声压级, T 为积分平均的时间, 可在 1 s 到 24 h 之间任意设定
“Lpeak”	峰值声压级
“LFmax”	F 档时间计权声压级最大值
“LFmin”	F 档时间计权声压级最小值
“LSmax”	S 档时间计权声压级最大值
“LSmin”	S 档时间计权声压级最小值
“LImax”	I 档时间计权声压级最大值
“LImin”	I 档时间计权声压级最小值
“SEL”	声暴露级
“E”	个人声暴露量, 以 Pa <sup>2</sup> h 为单位
“Lex,8h”	8 h 等效声压级
“LAVG”	平均声压级
“TWA”	时间计权平均声压级
“DOSE”	噪声剂量, 超过 100%表示超标
“Kurt.”	峰度
“LN”	统计声压级,N 为 1 到 99 的整数, 可由用户任意选取
“Linst”	记录瞬时值声压级
“Li&Leq”	记录瞬时值和短时等效声级
“Dosi”	记录个人声暴露相关指标
“SD”	标准偏差
“Volt.”	电池电压

“RTC”	日历时钟
“OVER”	过载次数
“Tm”	测量时间
“Ts”	预设的测量时间
“F”	数据已存满
“Max@”	OCT 各中心频率点中的最大值
交换率	噪声暴露时间加倍（或减半）允许噪声超限值的降低值（或增加值）
门限值	当时间计权声压级低于此值时，不参与 TWA，LAVG 的计算
超限值	当 TWA 超过此值时，表示超标。

## 4.2 常用声学测量指标的定义

——峰值声压 peak sound pressure

规定时间间隔内的最大瞬时声压的绝对值。

——峰值声级 peak sound level

峰值声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘以 20,峰值声压用标准的频率计权得到。

——时间计权 time weighting

规定时间常数的时间指数函数，该函数是对瞬时声压的平方进行计权。

——时间计权声级 time-weighted sound level

方均根声压与基准声压之比的以 10 为底的对数乘以 20，方均根声压由标准频率计权和标准时间计权得到。

**注 1：时间计权声级用分贝（dB）表示。**

注 2: 时间计权声级, 对例如时间计权为 F 和 S, 频率计权为 A 和 C, 字母符号表示为  $L_{AF}$ 、 $L_{AS}$ 、 $L_{CF}$  和  $L_{CS}$ ;

注 3: 某时间  $t$  的 A 计权和时间计权声级  $L_{A\tau}(t)$  用下式表示:

$$L_{A\tau}(t) = 20 \lg \left\{ \left[ (1/\tau) \int_{-\infty}^t p_A^2(\xi) e^{-\xi/\tau} d\xi \right]^{1/2} / p_0 \right\} \dots\dots (1)$$

式中:

$\tau$  —— 时间计权 F 或 S 的指数时间常数, s;

$\xi$  —— 从过去的某时刻, 例如积分下限  $-\infty$ , 到观测时刻  $t$  的时间积分的变量;

$p_A(\xi)$  —— A 计权瞬时声压;

$p_0$  —— 基准声压。

——时间平均声级 time-average sound level

——等效连续声级 equivalent continuous sound level

在规定的时间内, 方均根声压与基准声压之比的以 10 为底的对数再乘以 20, 声压用标准频率计权得到。

注 1: 时间平均声级或等效连续声级用分贝 (dB) 表示;

注 2: 时间平均 A 计权声级用符号  $L_{AT}$  或  $L_{AeqT}$  表示, 并由下式给出;

$$L_{AT} = L_{AeqT} = 20 \lg \left\{ \left[ (1/T) \int_{t-T}^t P_A^2(\xi) d\xi \right]^{1/2} / p_0 \right\} \dots\dots (2)$$

式中:

$\xi$  —— 到观察时间  $t$  结束时的平均时间间隔内, 时间积分的变量;

$T$  —— 平均时间间隔;

$p_A(\xi)$  —— A 计权瞬时声压;

$p_0$  —— 基准声压。

## —声暴露 sound exposure

在规定的時間间隔或过程內，声压平方的時間积分。

注 1：积分持续时间隐含在时间积分內，不需要明确的报告，但过程的性质应该说明。对在规定時間间隔內（如 1h）的声暴露测量，积分的持续时间应在报告中表明。

注 2：在规定过程的 A 计权声暴露，用符号  $E_A$  表示，并由下式给出：

$$E_A = \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$p_A^2(t)$  ——在  $t_1$  起始和  $t_2$  结束的积分時間內，A 计权瞬时声压的平方。如果 A 计权声压为帕 (Pa)，运行时间为秒，则 A 计权声暴露单位为帕平方秒 ( $Pa^2s$ )；

注 3：对于工作场所的噪声暴露测量，用帕平方小时 ( $Pa^2h$ ) 为单位，使用上会更方便，见 GB/T 15952—2010。

## —声暴露级 sound exposure level

声暴露与基准声暴露之比的以 10 为底的对数乘以 10，基准声暴露是基准声压平方与基准時間间隔 1 s 的乘积。

注 1：声暴露级用分贝 (dB) 表示；

注 2：A 计权声暴露级  $L_{AE}$  与相应测量的時間平均 A 计权声级  $L_{AT}$  或  $L_{AeqT}$  之间的关系，用下式表示：

$$\begin{aligned} SEL &= 10 \lg \left\{ \left[ \int_{t_1}^{t_2} P_A^2(t) dt \right] / (p_0^2 T_0) \right\} \\ &= 10 \lg (E_A/E_0) = L_{AT} + 10 \lg (T/T_0) \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

式中：

$E_A$  ——A 计权声暴露，单位为帕平方秒[见公式 (3)]；



$E_0$  ——基准声暴露，为  $(20 \mu\text{Pa})^2 \times (1\text{s}) = 400 \times 10^{-12} \text{Pa}^2\text{s}$ ;

$T_0$  ——1s;

$T=t_2-t_1$ ——声暴露级和时间平均声级测量的时间间隔，s。

注3：在时间间隔内  $T$  内的时间平均 A 计权声级  $L_{AT}$  或  $L_{AeqT}$  与此间隔内的总的 A 计权声暴露  $E_A$  之间的关系，用下式表示：

$$E_A = (p_0^2 T) (10^{0.1L_{AT}}) \dots\dots\dots (5)$$

或

$$L_{AT} = 10 \lg [E_A / (p_0^2 T)] = SEL - 10 \lg (T/T_0) \dots\dots\dots (6)$$

——噪声剂量, Dose

$$\text{Dose} = [C1/T1 + C2/T2 + \dots\dots + Cm/Tm] \times 100 \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$Cm$ ——指定声级下的总暴露时间；

$Tm$ ——每个声级下允许时间。

$$\text{Dose} = 100 * 2^{(TWA-CL)/R} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$CL$ ——限制声级，单位为 dB；

$R$ ——交换率，一般为 3、4、5。

——时间计权平均声压级, TWA

它是指持续 8 小时的声暴露与被测声音的声暴露相等的恒定声级。

$$TWA = 10 * \lg [2^{(L1-CL)/R} + \dots\dots + 2^{(Ln-CL)/R}] * ts / 28800 * R / 3 + CL \dots (9)$$

式中：

$L_n$ ——超过门限值的时间计权声压级；

$t_s$ ——采样间隔，单位为 s；

$CL$ ——限制声级，单位为 dB；

$R$ ——交换率，一般为 3、4、5。

——平均声压级,  $L_{AVG}$

$L_{AVG}$  是在测量时间内测得的平均声级

$$L_{AVG} = TWA + R \cdot 10 \cdot \lg(8h/T_m) \dots\dots\dots (10)$$

式中：

$R$ ——交换率，一般为 3、4、5；

$T_m$ ——测量经历时间，单位为 h。

——8 小时工作日规格化声暴露级， $L_{ex,8h}$

$$L_{ex,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg(T_e/T_0) \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$T_e$ ——工作日的有效持续时间；

$T_0$ ——基准持续时间（等于 8h）。

## 5 完整结构及标准工作模式

### 5.1 组成



图 5-1 外观

仪器的外观形状见图 5-1，它是由传声器、前置级和主机组成。正常工作时应将测试电容传声器和前置放大器安装于主机头部，通过滚花螺母可将它们从声级计上取下，加上延伸电缆线。前置级和声级计之间插座引脚功能见图 5-1。声级计的外形呈尖形，以减小对声波的反射。声级计外壳引起反射的标称影响及在不同入射方向时声级计的指向特性见附录 C。外壳用 ABS 塑料注塑而成，电池装在电池盒内，取下电池盖板可很方便的更换电池。1 级仪器过载指示灯位于正面上方，2 级过载指示灯位于前置级的滚花螺母处。仪器通过底部 USB 接口和 DB9 接口可对仪器进行充电和联通计算机进行数据传输，引脚的定义及用途如图 5-2、5-3。测量的基本数据由  $128 \times 64$  点阵 OLED 显示。



图 5-2 底部









图 5-3 USB-Type-C\_16 母座

仪器底部有 USB-Type-C 接口、通信接口、工作和过载指示灯。通信接口采用 DB9 插座接口，引脚定义如下：

引脚号	功能	引脚号	功能
1	电源：+4.5V~8.0V	6	PWM（直流）输出
2	RXD/A+	7	交流输出
3	TXD/B+	8	NC，悬空
4	超限输出	9	仪器复位：平时应悬空
5	电源地	---	

## 5.2 按键功能

-  进入键，进入下一级菜单或确认操作
-  退出键，退到上一级菜单或关闭电源
-  光标键，将光标移到下一个位置
-  光标键，将光标移到上一个位置
-  参数键，光标所在处的参数加
-  参数键，光标所在处的参数减

## 5.3 指示灯

名称	颜色	功能描述
Work	绿色	每秒闪动表示正在积分测量，长亮表示测量暂停。
Over	红色	点亮时表示被测噪声的峰值超过了上限，1s 后如果被测噪声的峰值不再超过量程上限则此灯熄灭。
LIMIT	红色	点亮时表示被测噪声的峰值超过预设的限值，1s 后如果被测噪声的峰值不再超过预设的限值则此灯熄灭。。
NET	绿色	常量表示 DTU 初始化失败，1s 间隔表示正常，0.5s 表示同服务器连接正常。

## 5.4 关键零部件

- 1) 测试传声器 **注:禁止碰撞**
- 2) 前置级

## 5.5 标称工作模式

AHAI3002 噪声振动分析仪（声级计）的标准配置如图 5-1，内部采用 4 节 AAA 碱性电池供电。传声器类型默认为自由场型，传声器和前置级通过滚花螺母与主机可靠连接，声源位于传声器的轴向时为参考入射方向（0°），以传声器轴线为中心，仪器向右旋转 $\theta^\circ$ 时，称为声源 $\theta^\circ$ 入射。

## 6 显示界面

长按仪器面板“ON/RESET”键，仪器开机，显示“自检”，没有错误则进入主菜单界面，显示如下：

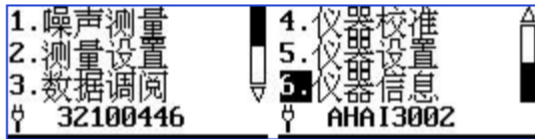


图 6-1 主菜单界面

在主菜单界面，如 6 s 内没有按键时，仪器会自动进入子菜单界面。按“退出”键时，返回上一级菜单。在主菜单界面，按“退出”键时，仪器提示“将要关机...”，长按 3s 后关机。



图 6-2 提示关机

