



KH4135A 型

全自动数字低失真度测量仪

使用指南

北京计算机一厂凯弘仪器研发中心
北京凯弘电子仪器有限公司

目 录

一、概述.....	2
二、主要特征.....	2
三、基本工作特性指标.....	3
四、面板描述.....	5
五、操作指南.....	8
六、工作原理简介.....	9
七、程控操作指南.....	10
八、仪器的维护和保养.....	15
九、失真度测试仪应用范例.....	16
十、仪器附件.....	17
十一、附件一：常用分贝表.....	17

一、概述

KH4135A 型低失真度测量仪是一台新型全自动数字化的仪器，是根据当前科研、生产、计量检测、教学和国防等用户实现快速精确测量的迫切需要重新设计的。最小失真测量达到 0.01%，它是一台性能/价格比高的智能型仪器，是 KH41 系列全数字失真仪家族中的最新成员。

被测信号的电压、失真、频率全部有 LED 自动显示，采用真有效值检波。电压测量可在输入电压 $300\mu\text{V} \sim 300\text{V}$ ，频率 $10\text{Hz} \sim 550\text{kHz}$ 范围内实现全自动测量；失真度测量可在输入电压 $50\text{mV} \sim 300\text{V}$ ，频率 $10\text{Hz} \sim 110\text{kHz}$ ，失真 $100\% \sim 0.01\%$ 范围内全自动测量。该仪器具不平衡输入电压和失真测量的功能，同时还可具有测量 S/N（信噪比）、SINAD（信杂比）的功能。幅度显示单位可为 V、mV、dB，失真度显示单位可选择%或 dB，S/N、SINAD 显示单位为 dB。该仪器内设 400Hz 高通、30kHz 和 80kHz 低通滤波器，方便用户使用。

该仪器是一台具有全自动测量信号电压、频率和信号失真等多种功能的新一代智能型仪器，可根据用户要求选配 GPIB488 接口，是当前在信号失真测量领域国内最新、功能最强的全数字化、全自动、多功能型的智能化仪器。

二、主要特征

1. 具有全自动失真度测试功能，内部自动校准，自动跟踪滤波。
2. 可测量的最小失真度 $\leq 0.01\%$ 。
3. 设置了 30KHz，80KHz 低通滤波器，降低了宽带非谐波（例如噪声）的影响，使测量低频段信号的谐波失真时更精确。
4. 增加了测量信/杂比（SINAD）和信/噪比（S/N）的功能。
5. 提高了测量信号失真时输入信号的电压范围： $50\text{mV} \sim 300\text{V}$ 。
6. 增设了频率计数功能，被测信号频率可直接由 LED 精确显示。
7. 保留了示波器输出监视插孔，方便使用者观察被测信号的波形，以及小失真信号测量时的整机滤谐状态。

8. 陷波网络滤除特性可达 90dB ~ 100dB。
10. 采用高精度真有效值检波器检波，有效减少检波误差。
11. 可配 IEEE488 接口，实现程控自动测量。

三、基本工作特性指标

1. 失真度测量：

- 1) 频率范围：10Hz ~ 110kHz
- 2) 输入信号电压范围： 50mV ~ 300V
- 3) 失真度测量范围：

输入电压 300mV ~ 300V:	100%~0.01%
输入电压 50mV ~ 300mV:	100%~0.05%
- 4) 准确度：

20Hz ~ 20kHz	± 0.5dB
10HZ ~ 110kHz	± 1dB

失真在 0.03%及以下及输入信号在 50 - 300mV: ± 2dB
- 5) 残余失真和噪声 (>1Vrms 输入时):

20Hz ~ 20kHz:	≤0.0058%
10Hz ~ 50kHz:	≤0.0088%
50kHz ~ 100kHz:	≤0.0098%
- 6) %显示分辨率：

10% ~ 100%:	0.01%
1% ~ 9.99%:	0.001%
1%以下:	0.0001%
- 7) dB 显示分辨率：0.01dB

2. SINAD 测量：

- 1) 频率范围： 20Hz ~ 110kHz
- 2) SINAD 测量范围： 0dB ~ 80dB (其他指标通失真测量)

3. AC 电压测量:

- 1) 电压测量范围: $300\mu\text{V} \sim 300\text{V}$
- 2) 频率范围: $10\text{Hz} \sim 550\text{kHz}$
- 3) 以 1kHz 为基准的频响:

$20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$	$\leq \pm 0.5\text{dB}$
$10\text{Hz} \sim 100\text{kHz}$	$\leq \pm 1\text{dB}$
$10\text{Hz} \sim 550\text{kHz}$	$\leq \pm 1.5\text{dB}$
- 4) 电压表准确度: (以 1kHz 为基准) $\pm 5\%$, 固有噪声 $\leq 50\mu\text{V}$
- 5) 电压表有效值波形误差: $\leq 3\%$ (输入信号波峰因数 ≤ 3 时)
- 6) 显示分辨率:

100V 以上:	100mV	10V 以上:	10mV
1V 以上:	1mV	100mV 以上:	0.1mV
10mV 以上:	0.01mV	1mV 以上:	0.001mV
1mV 以下:	0.0001mV		

4. S/N 测量:

- 1) 频率范围: $10\text{Hz} \sim 550\text{kHz}$
- 2) S/N 测量范围: $0 \sim 99.99\text{dB}$

5. 频率测量:

- 1) 电压测量时频率范围: $10\text{Hz} \sim 550\text{kHz}$, 输入信号 $\geq 5\text{mV}$
- 2) 失真测量时频率范围: $20\text{Hz} \sim 110\text{kHz}$, 输入信号 $\geq 50\text{mV}$
- 3) 准确度: $0.1\% \pm 4$ 个字

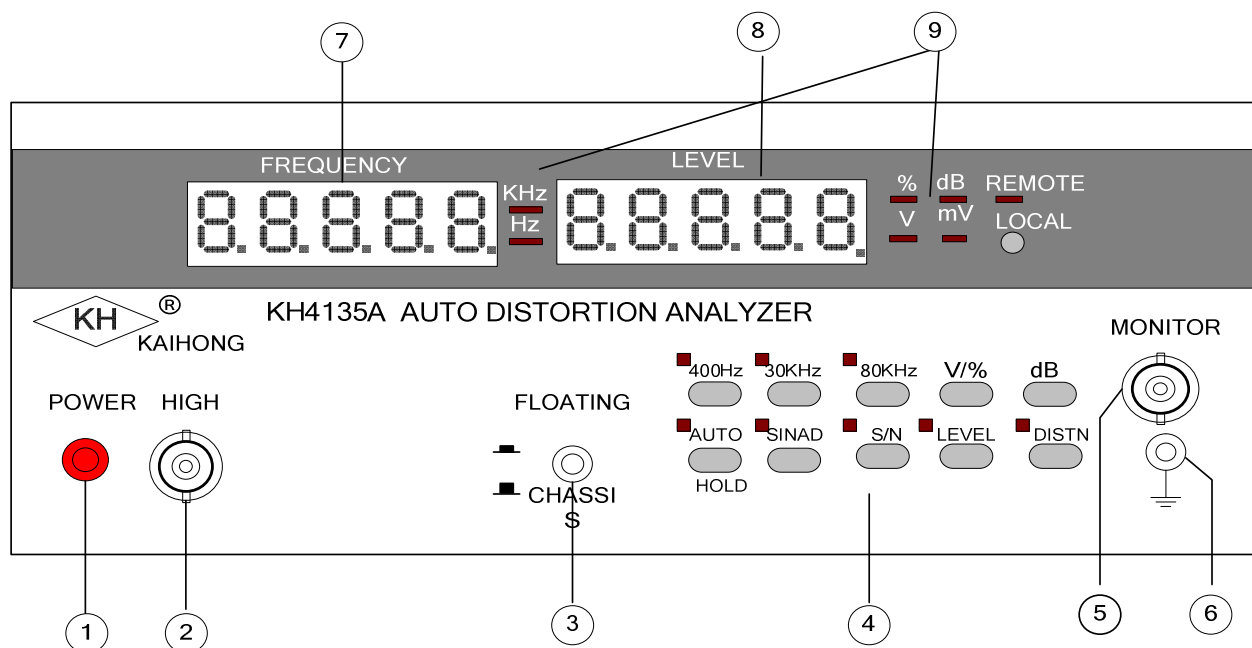
6. 本仪器定义 $0\text{dB} = 1\text{V}_{\text{rms}}$; 测量功率时 $0\text{dBm} = 0.7745\text{V}$, 即 1mW 在 600Ω 上的功率, 所以只需在当前 dB 读数上加 2.22 即为 dBm 值, dB 显示分辨率: 0.01dB 。

7. 输入阻抗: $100\text{K}\Omega // 100\text{PF}$

8. 电源电压: 220V ± 10%, 50Hz/60Hz
9. 功率消耗: 约 20VA
10. 仪器的工作环境条件为 II 组
11. 体积: 290(W) mm X 120(H) mm X 320(D) mm
12. 重量: 约 8Kg

四、面版描述

1. 仪器前面板布置及其功能说明:



- (1) **电源开关** 将仪器电源线插入仪器后面板插座中，另一端接 220V 交流电源，再按下此键即仪器接通电源。
- (2) **被测信号输入端** “INPUT” 插座：不平衡信号接入端
- (3) **浮地、接地** “FLOATING/CHASSIS” 选择：它是专为环境

干扰大时而设置的。按下此键，机箱与内部电路地断开，机箱通过接地端子接大地起到了屏蔽作用，一般情况下不使用浮地键。

(4) 按键控制区。

◆ **400Hz (HP):** 为 400Hz 的高通滤波器，在被测信号大于 400Hz 时，按下此键可基本消除 50Hz 电源干扰，特别在测量小信号失真时按下此键，可提高小失真的测量准确度。

◆ **30kHz、80kHz (LP):** 低通滤波器，可根据需要选择，在测量信号谐波失真时，10kHz 以下的信号可按下 30kHz 低通。20kHz 以下的信号可按下 80kHz 低通以消除高频噪声。

◆ **“V/%”、“dB” 键:** 选择电平的显示方式。

电压测量时，可选择 V、dB 显示；失真测量时，可选择%、dB 显示。S/N 和 SINAD 测量只用 dB 指示。

◆ **AUTO:** 是专门用来锁定滤谐网络的。当对复杂信号失真测量时，频率测量准确度可能变差，为防止网络误动，可按下此键，锁定网络，以便准确滤谐，如果锁定的不是要测量的信号频率，需送入一个失真小的同频率信号，按该键锁定该频率，再进行测量，自动跟踪频率时，对应该键指示灯亮，锁定频率时，指示灯灭。在程控状态下，可发命令 ‘N2X’ 来锁定频率到 X 上。

◆ **SINAD 键:** 信/杂比测量。按下该键，对应指示灯亮，即进入 SINAD（信/杂比）测量，显示单位为 dB。

◆ **S/N 键:** 信/噪比测量。在电压测量状态下，按动此键，对应指示灯亮，再按动信号源上的 OFF 键（如果所用的信号源无此功能，也可将被测设备输入端短路），即可进行 S/N（信噪比）测量，显示单位为 dB。

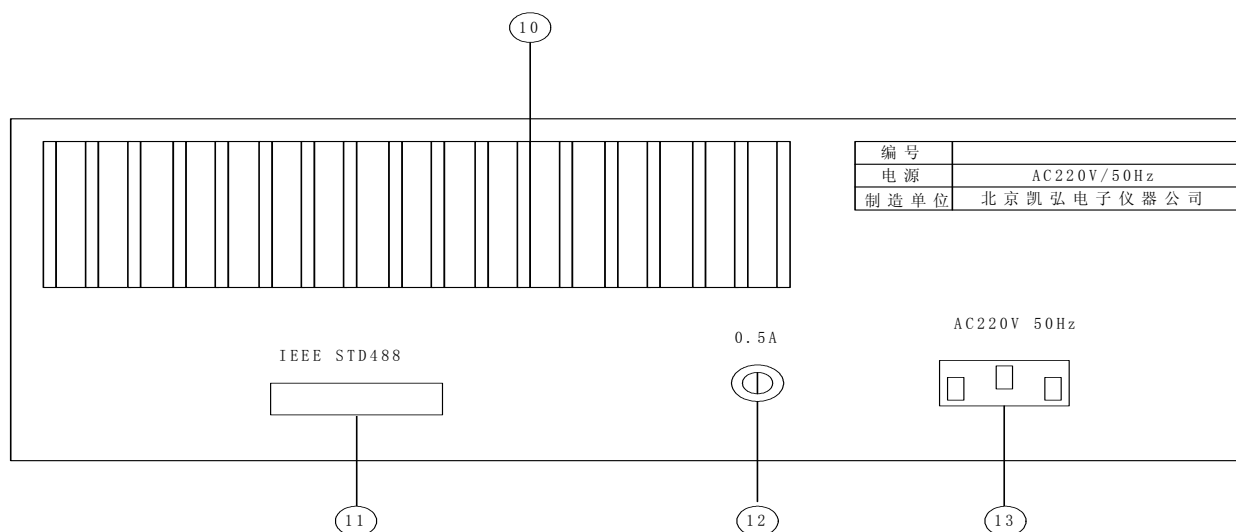
◆ **LEVEL 键：电平测量。**按下此键，对应指示灯亮，进入电压自动测量状态。

◆ **DISTN：失真度测量。**按下此键，对应指示灯亮，则进入失真度测量状态，首次进入失真测试状态测试时间一般大于 6 秒，此后再测试，则可较快得出准确结果。一般被测信号频率低，滤谐时间长；频率高滤谐时间就短。当电平显示“LOW”时，表示输入信号低于测量幅度要求，增大输入信号幅度即可；**注意测量信号的输入范围。**

◆ **LOCAL 键：**此按键是专门为远程控制设计的，在远地工作下‘REMOTE’灯亮，（1）如果本机未收到本地封锁命令(LLO)，则除‘LOCAL’键其他按键无效，此时按‘LOCAL’键则可回到本地工作状态（此时 REMOTE 灯灭），面板上的按键设置有效；（2）如果本机收到‘LLO’命令，则**面板上所有按键无效**，只有收到回本地命令‘GTL’，才可回到本地操作状态。

- (5) **示波器 BNC 插孔** 将示波器输入接到该插孔可直接观看被测信号的波形或滤谐后谐波波形，该输出端输出阻抗为 600 Ω。
- (6) **接地端子** 前面板上的接地端子是机壳接地用的，在使用本仪器前，应首先将该接地端子与被测设备接地端子连接，再可靠地接入大地。
- (7) **FREQUENCY** 被测信号的频率显示窗。
- (8) **LEVEL** 显示被测信号的幅度、失真度、S/N 和 SINAD。
- (9) 单位指示灯，用于指示当前显示数值的单位量纲。

2. 仪器背板布置及其功能说明:



- (10) 散热片
- (11) IEEE488 接口
- (12) 保险丝座
- (13) 交流电源输入插座

五、操作指南

1. 按下面板上的电源开关，仪器自动进入电压测量状态。如果未配 GPIB 接口，则显示全零；否则显示接口地址如：IE-23。

2. 电压测量:

将信号电缆接入本仪器的“INPUT”端，被测的信号电压和频率就会自动显示出来；电压显示单位可通过按‘V/%’或‘dB’键设置。

3. 失真度测量:

被测的信号电压应大于或等于 50mV，按下‘DISTN’键则进入失真测量，

系统自动跟踪被测信号的电平和频率，无需任何操作，显示稳定后则可记录数据。失真度显示可选择 dB 或 % 显示，按失真键时，仪器自动选择 % 显示。（此时可根据输入信号频率选用低通滤波器，一般选择低通滤波器的上限频率要比被测信号的频率大 3—5 倍）。

4. SINAD 测量：

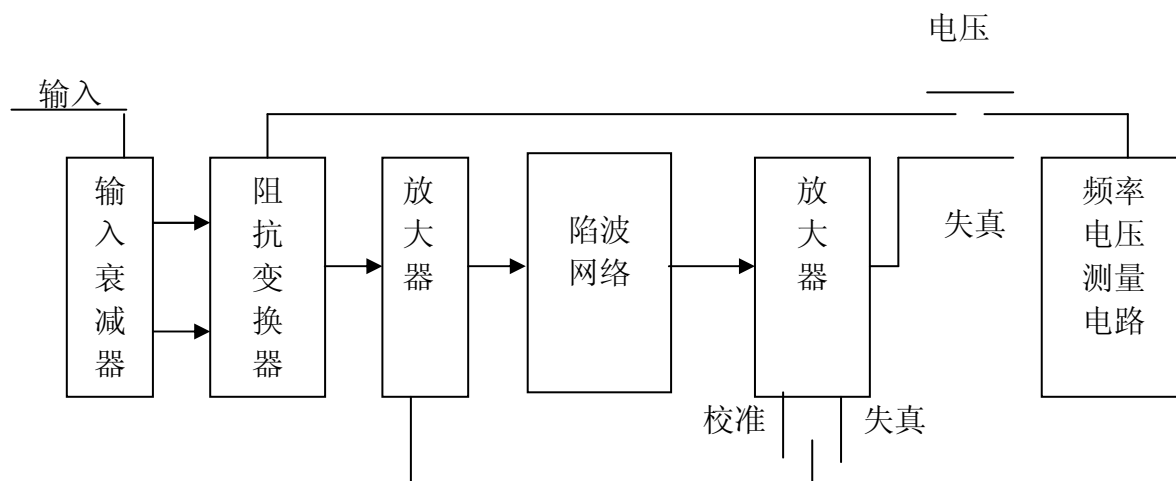
信号的接入法同电压测量。按下 ‘SINAD’ 键则进入信杂比测量，测量方法原理同失真度测量，显示单位为 dB。

5. S/N 测量：

信号的接入法同电压测量。首先在电压测量状态下按下 ‘S/N’ 键，本仪器此时显示的为被测设备输出端电平，然后关闭信号源的输出或被测设备输入短路，此时本仪器显示的 dB 数，即为被测系统的信/噪比。

六、工作原理简介

本仪器的工作原理采用基波滤除的方案，如下框图：



本仪器设计中对关键电路和器件采用了特殊的设计和制造工艺，并采用了当代计算机技术与之相结合，程控自动跟踪输入信号的频率、幅度，自动滤谐，全部数据有 LED 数字显示。仪器面板上保留了示波器输出监视插孔，便于使用者直接观察被测信号的波形，特别在失真测量状态，使用者可直接观察到被测信号

的失真主要是由哪次谐波形成的及滤谐状态。

本仪器采用最新的陷波网络，二次谐波损耗较小，滤除特性可达 90~110dB，克服了老式文氏电桥只能达到 70~80dB，剩余失真大，小失真滤谐时滤不下去的缺点，从而保证了 0.01% 的低失真测量精度。本仪器设计了 30kHz、80kHz 和 750kHz 三种低通滤波器，在使用中可根据需要加入适当地滤波器，抑制高频干扰及噪声的影响，提高了测量精度；同时又设计了 400Hz 高通滤波器，当测量高于 400Hz 的信号失真时，按下它可以大大消除 50Hz 的电源干扰。

本仪器采用了高精度的真有效值检波器，使信号的波峰因数在不大于 3 的情况下不会带来象采用平均值或准有效值检波器带来的检波误差。

本仪器采用宽带超低噪声放大器，经过精心设计，使仪器的底度噪声很小，残余失真较小，从而保证了测量的准确度，

1) 本仪器关于失真度的测量：

$$D = \frac{\text{noise (噪声)} + \text{distortion (谐波)}}{\text{signal (信号)} + \text{noise} + \text{distortion}}$$

显示单位定义：%单位 = $D * 100\%$ ，dB 单位 = $20\log D$

当失真度大于 10% 时，应按下式加以计算修正（根据计量规程 JJG251-97）：

$$D = \frac{D_0}{\sqrt{1 - D_0^2}}$$

式中：D₀ 为本仪器的显示值，D 为经修正后的真实失真度量值。

2) 信噪比 (S/N) 测量：

$$D = \frac{\text{signal} + \text{noise}}{\text{noise}}, \quad \text{dB 单位} = 20\log D$$

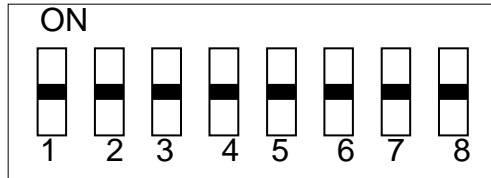
将信号源设定在一定的输出值，然后按动 OFF 键，即可读出 S/N 的 dB 值。

3) 信杂比 (SINAD) 的测量：

$$S = \frac{\text{signal} + \text{noise} + \text{distortion}}{\text{noise} + \text{distortion}}, \quad \text{dB 单位} = 20\log S。$$

七、程控操作指南

本机地址出厂设定为 23（十进制），用户若要修改，可打开机箱上盖，在最后一个插槽中可看到 8 为红色拨盘，前 5（1-5）位拨子，地址有效范围：0 ~ 31。



拨盘第 6 位：ON – 禁止讲，OFF – 允许讲
 拨盘第 7 位：ON – 禁止听，OFF – 允许听
 拨盘第 8 位：ON – 允许接口工作
 OFF – 禁止接口工作

对应地址为：

5	4	3	2	1	地址（十进制）
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	00
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	01
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	02
OFF	OFF	OFF	ON	ON	03
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	04
OFF	OFF	ON	OFF	ON	05
OFF	OFF	ON	ON	OFF	06
OFF	OFF	ON	ON	ON	07
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	08
OFF	ON	OFF	OFF	ON	09
OFF	ON	OFF	ON	OFF	10
OFF	ON	OFF	ON	ON	11
OFF	ON	ON	OFF	OFF	12
OFF	ON	ON	OFF	ON	13

OFF	ON	ON	ON	OFF	14
OFF	ON	ON	ON	ON	15
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	16
ON	OFF	OFF	OFF	ON	17
ON	OFF	OFF	ON	OFF	18
ON	OFF	OFF	ON	ON	19
ON	OFF	ON	OFF	OFF	20
ON	OFF	ON	OFF	ON	21
ON	OFF	ON	ON	OFF	22
ON	OFF	ON	ON	ON	23
ON	ON	OFF	OFF	OFF	24
ON	ON	OFF	OFF	ON	25
ON	ON	OFF	ON	OFF	26
ON	ON	OFF	ON	ON	27
ON	ON	ON	OFF	OFF	28
ON	ON	ON	OFF	ON	29
ON	ON	ON	ON	OFF	30
ON	ON	ON	ON	ON	31

1. 程控命令列表:

1) 测量方式

命令	说明
M1	LEVEL (电平测量)
M2	SIND (信杂测量)
M3	DISTORTION (失真测量)
S2	S/N (信噪测量)

2) 陷波器设置

命令	说明
N0	AUTOMATIC NOTCH TUNING (自动滤谐)
N1	NOTCH HOLD (滤谐网络保持)
N2X	NOTCH HOLD AT (滤谐网络吸合在给定的频率上)

其中 X 代表频率值: 如 10.000kHz; 800.00Hz

3) 滤波器设定

命令	说明
L0	ALL LP FILTERS OFF (全通 750kHz 低通)
L1	30KHZ LP FILTER ON (吸合 30kHz 低通)
L2	80KHZ LP FILTER ON (吸合 80kHz 低通)
H0	400HZ HP FILTER OFF (不用 400Hz 高通)
H1	400HZ HP FILTER ON (吸合 400Hz 高通)

4) 输出单位设定

命令	说明
LG	DB indication (输出单位用对数表示)
LN	LIN INDICATION (线性表示: 如 V、mV、%)

信杂、信噪测量输出单位只用 dB 表示; 电平测量可用 V、mV 或 dB 表示; 失真测量可用%或 dB 表示。

5) 输出内容

命令 说明

RL read left display (读取频率值)

RR read right display (读取电平、信杂、失真、信噪测量结果)

2. 编程命令输入格式:

- 1) 所有命令必须大写。
- 2) 字符使用 ASCII 码。
- 3) 当发送多个命令时, 各命令之间用逗号 (,) 分隔。
 - I) 字符串最大长度为 64。
 - II) 如发送命令有错, 则仪器只执行正确的命令, 正确命令之后分隔符 (,) 后的命令被忽略。
- 4) 发送命令结束符为 CR+LF (0DH+0AH 一十六进制数表示; CH\$(13)+CH\$(10)):
- 5) 发送命令结束后, 若读取结果, 应适当延时, 一般电平、信噪测量时延时 1—3 秒, 失真、信杂测量时延时 5—8 秒。

3. 输出数据格式:

- 1) 使用 ASCII 码编码输出。
- 2) 按显示格式(5 位数字+1 位小数点)+单位, 如 1.8756kHz; 0.0182%; 358.2mV。
- 3) 有效数字不足 5 位的, 前面为空格; 如 □□9.95Hz。

4. 程控工作状态:

当本机处于远控状态时, REMOTE 灯亮; 1) 若本机未收到本地封锁命令 (LLO: Local Lock out) 则此时所有按键(除 LOCAL 键)无效, 此时可按 LOCAL 键使本机回到本地状态, 此时 REMOTE 指示灯灭, 各按键可以使用。2) 若本机收到 LLO 命令, 则全部按键无效, 直到收到回本地命令 (GTL: Go to Local)。

本机具有听、讲和带寻址的器件清除功能。

5. 程控命令示例:

如使用 VB 发送命令示例:

```
Private Sub Command_Click()
```

```
Dim kk, gg, As Integer
```

```
Dim str As String
```

```
str = String(64, 0)
```

```
Init      ' 初始化
```

```
Send 0, 23, "M3, L0, FN21.8KHZ, RR, LIN", 0, 1
```

'23 为仪器地址, M3=失真度测量, 滤谐网络合在 1.8kHz 频率上, 读取右边显示的失真值, 单位为%。

```
FOR KK=0 TO 5000 '延时 5 秒
```

```
Next kk
```

```
gg= receive 0, 23, str, 0, 1 '23 是设备地址, str 未接收数据缓冲区
```

其中使用控制函数 (不同的 **gpib** 卡使用的控制函数可能不同):

send 命令格式 (使用的 **Gpib** 控制卡不同, 命令名称、格式可能不同):

```
Send(board_Index,Device_Address,Data_Buffer,Byte_cout, EOT_Mode)
```

用途: 向仪器写数据

参数说明:

Board_Index	板卡定义, 不用置 0;
Device_Address	仪器地址;
Data_buffer	向仪器发送数据块的存储单元;
Byte_count	指定被写的字节数;
EOT_Mode	0 表示没有数据传输结束标志; 1 表示数据传输用回车换行结束; 2 表示数据传输用最后一个字符结束;

```
Receive(Board_Index,Device_Address,Buffer,Byte_Count,Termibation)
```


用途：从仪器读数据

参数说明：

Board_Index	板卡定义，不用置 0；
Device_Address	仪器地址；
Data_Buffer	接收数据的缓冲区存储单元 ；
Byte_Count	将读取的字节数；
Termination	读取数据的结束方式： 0—回车换行（13+10） 1—回车（ASCII 码 13） 2—换行（ASCII 码 10） 3—EOI 结束

八、仪器的维护和保养

- 1、仪器出厂时电源电压使用 220V/50Hz
- 2、仪器可连续工作八小时。
- 3、仪器的使用及存放处所的条件：
 - 1) 额定工作环境温度 0 ~ 40℃
 - 2) 相对湿度小于 80%
 - 3) 室内有通风设备，无尘酸碱及其它腐蚀性气体，不应有强烈的机振动冲击影响及强烈的电磁场作用。
- 4、仪器的维修

本仪器属智能型仪器，且内部一些特制的电路和器件只有在满足特定的参数条件下，方能保证整机的性能。故只有经过特定培训的人员才能进行维修。本仪器出厂后免费保修十八个月，终生维护。（如用户自行拆修责任由用户自负，本公司不予负责），外埠的用户可以通过我们的维修点或直接与我们联系维修。

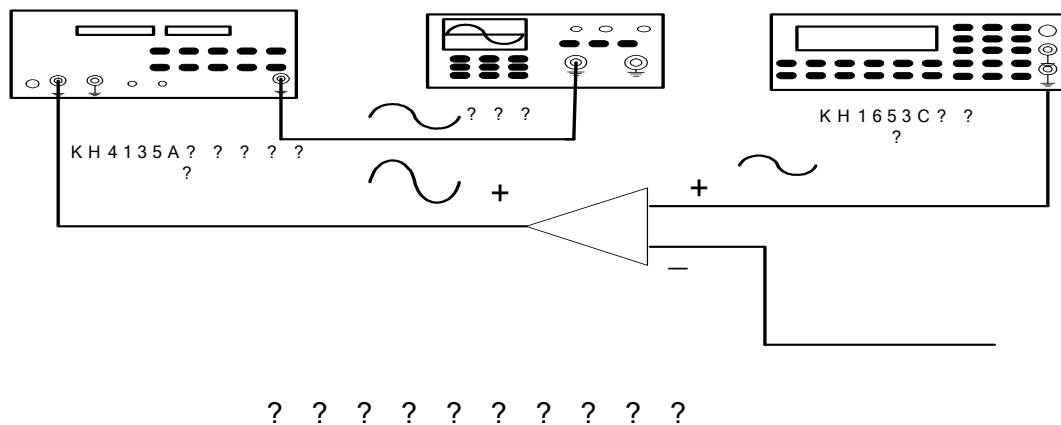
- 5、用户收到仪器后，请在一个月内将保修单填好，发回制造单位（传真或寄回）
备案，以确保售后服务。

九、失真度测试仪应用范例

本项测试可对放大电路的电压，频率，失真度三项指标进行测试。本测试所用
仪表 KH1653C 信号源，KH4135A 全自动失真度测试仪，双踪示波器。

1. 进行电压测试：测试放大电路的输出电压。
2. 进行频率测试：测试放大电路的输出频率。
3. 进行失真度测试

测试放大电路的输出失真度，并通过示波器监视输出，可直接观察被
测信号的波形，特别在失真测量状态，使用者可直接观察到被测信号的失
真主要是由哪次谐波形成的及滤谐状态，在小失真信号测量时，以直接观
察到整机的滤谐状态。



十、仪器附件

1. 电源线一条
2. 双头 BNC 电缆线 1 条，夹子线 1 条
3. 示波器插口输出电缆一条
4. 使用指南一本

十一、附件一：常用分贝表

常用分贝表				
功率比	电压或电流	- 分贝 +	电压或电流	功率比
1.0000	1.0000	0.0	1.0000	1.0000
0.9772	0.9886	0.1	1.0116	1.0233
0.9550	0.9772	0.2	1.0233	1.0471
0.9333	0.9661	0.3	1.0351	1.0715
0.9120	0.9550	0.4	1.0471	1.0965
0.8913	0.9441	0.5	1.0593	1.1220
0.8710	0.9333	0.6	1.0715	1.1482
0.8511	0.9226	0.7	1.0839	1.1749
0.8318	0.9120	0.8	1.0965	1.2023
0.8128	0.9016	0.9	1.1092	1.2303
0.7943	0.8913	1.0	1.1220	1.2589
0.6310	0.7943	2.0	1.2589	1.5849
0.5012	0.7079	3.0	1.4125	1.9953
0.3981	0.6310	4.0	1.5849	2.5119
0.3162	0.5623	5.0	1.7783	3.1623
0.2512	0.5012	6.0	1.9953	3.9811
0.1995	0.4467	7.0	2.2387	5.0119
0.1585	0.3981	8.0	2.5119	6.3096
0.1259	0.3548	9.0	2.8184	7.9433
0.1000	0.3162	10.0	3.1623	10.0000

北京凯弘电子仪器有限公司

通信地址：北京市东城区新中街 7 号

邮政编码：100027

电话：(010)64150988 64159299

传真 (010)64150988

Email: bjkh@bjkh.com

网址: <http://www.bjkh.com>