



KH4136 型

全自动数字低失真度测量仪

使用指南

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、仪器的维护和保养	11
八、失真度测试仪应用范例	11
九、仪器附件	12
十、附件一：常用分贝表	12

一、概述

KH4136 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、教学和国防等用户群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范围为 $300\ \mu\text{V}\sim 300\text{V}$ ，频率范围为 $10\text{Hz}\sim 550\text{kHz}$ 内实现全自动测量；失真度测量可在输入电压范围为 $50\text{mV}\sim 300\text{V}$ ，频率范围为 $20\text{Hz}\sim 110\text{kHz}$ 内全自动测量，失真测量范围为 $30\%\sim 0.01\%$ 。该仪器具有平衡和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智能型仪器。

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. 具有测试平衡信号或不平衡信号的失真功能。
7. 增设了频率计数功能, 被测信号频率可直接由 LED 精确显示。
8. 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。

9. 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

三、基本工作特性指标

1. 失真度测量

- 1) 频率范围：

不平衡：	20Hz~110kHz
平衡：	20Hz~40kHz
- 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：	30%~0.01%
输入电压 50mV~300mV：	30%~0.05%
- 4) 准确度：

20Hz~20kHz	± 0.5dB
20Hz~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：

20Hz~20kHz：	≤0.0058%
20kHz~50kHz：	≤0.0088%
50kHz~100kHz：	≤0.0098%
100kHz~110kHz：	≤0.015%
- 6) %显示分辨率：

10%~30%：	0.01%
1%~9.99%：	0.001%
1%以下：	0.0001%

2. SINAD 测量：

- 1) 频率范围：

不平衡：	20Hz~110kHz
平衡：	20Hz~100kHz
- 2) SINAD 测量范围： 10dB~80dB；其他指标同失真度测量。

3. AC 电压测量:

- 1) 电压测量范围: 300 μ V \sim 300V
- 2) 频率范围: 不平衡: 10Hz \sim 550kHz
平衡: 10Hz \sim 300kHz
- 3) 以 1kHz 为基准的频响:

不平衡:	20Hz \sim 20kHz	\leq \pm 0.5dB	
	10Hz \sim 100kHz	\leq \pm 1dB	
	100kHz \sim 550kHz	\leq \pm 1.5dB	
平衡:	10Hz \sim 100kHz	\leq \pm 1dB	
	100kHz \sim 300kHz	\leq \pm 1.5dB	
- 4) 电压表准确度: (以 1kHz 为基准) \pm 5%, 固有噪声 \leq 50 μ V
- 5) 电压表有效值波形误差: \leq 3% (输入信号波峰因数 \leq 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: 10Hz \sim 550kHz
- 2) S/N 测量范围: 0 \sim 99.99dB; 其他指标同 AC 电压测量。

5. 频率测量:

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

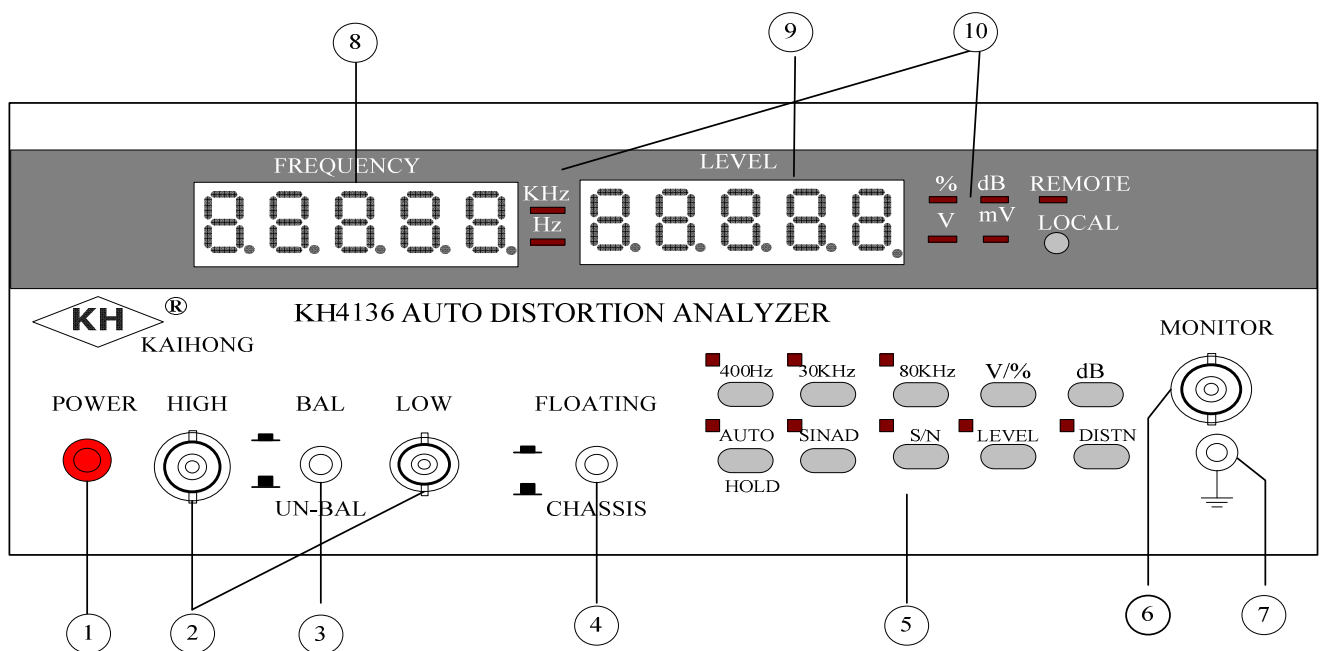
6, 本仪器定义 0dB=1Vrms(测量功率时 0dBm=0.7745V,即 1mW 在 600 Ω 上的功率, 所以只需在当前 dB 读数上加 2.22 即为 dBm 值), dB 显示分辨率: 0.01dB。

7. 输入阻抗: 100K Ω //100PF (平衡、不平衡)

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** **“HIGH”** 和 **“LOW”** 插座: **“HIGH”** 和 **“LOW”** 是为测量平衡输入信号设置的; 当测不平衡信号时, 信号接入 **“HIGH”** 端, **BAL** 按键抬起。当测平衡信号时, 先按下 **BAL** 键, 然后将信号高

端接“HIGH”，低端接“LOW”即可。测量 220V 电网时，若未经变压器隔离，应按平衡输入方式接入。

(3) **BAL/UNBAL** 平衡输入或不平衡输入的切换开关。

(4) **浮地按键** ‘FLOATING/CHASSIS’，当测量 220V 电网时（未经变压器隔离），按平衡输入方式接入，并按下该按键处于浮地状态，其他测量根据需要决定。

(5) 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**。

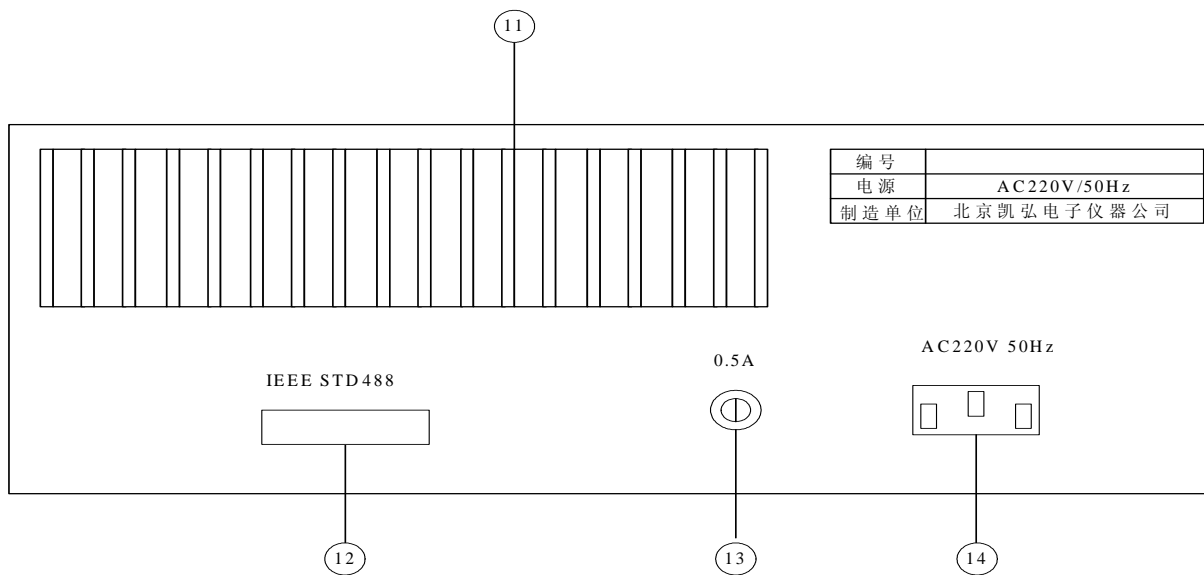
◆ **LEVEL 键：电平测量**。按下此键，对应指示灯亮，进入电压自动测量状态。

◆ **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。

- (6) **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**。
- (7) **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。
- (8) **FREQUENCY** 被测信号的频率显示窗。
- (9) **LEVEL** 显示被测信号的幅度、失真度、**S/N** 和 **SINAD**。
- (10) 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:



- (11) 散热片
- (12) IEEE488 接口
- (13) 保险丝座
- (14) 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。

2) 电压测量:

当被测为不平衡电压信号时，只需将信号电缆接入本仪器的“HIGH”端，则被测的信号电压和频率就会自动显示出来。当被测为平衡电压信号时，首先按下 BAL 键，然后将高端接入“HIGH”，低端接入“LOW”，即可实现平衡电压的自动测量。电压显示单位可通过按 V/% 或 dB 键设置。

3) 失真度测量:

对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。被测信号电压应大于或等于

50mV（否则将显示“LOW”），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。（请按说明书四中（5）选用滤波器，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，即可不影响测量结果的精度了）。

4) SINAD 测量:

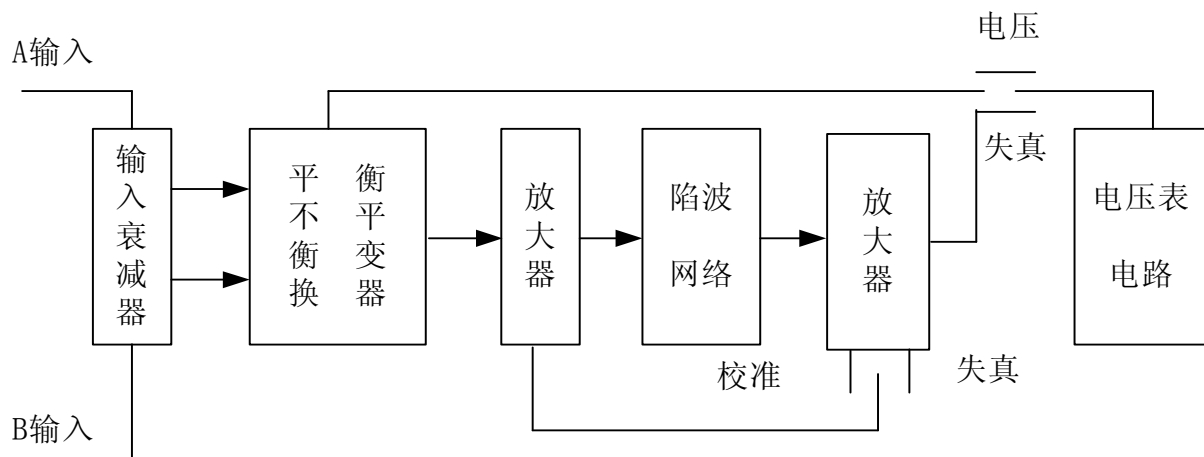
对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。按下 SINAD 键则进入信杂比测量，测量方法原理同失真度测量，显示单位为 dB。

5) S/N 测量:

对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。在电压测量状态下按下 S/N 键，本仪器首先显示被测设备输出端的电平，一般用 dB 显示。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：



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，在小失真信号测量时，可以直接观察到整机的滤谐状态。

对平衡信号的测量，本仪器设计时放弃了老式仪器采用平衡变压器转换的方案，因为它制造工艺复杂，造价高，使用频带窄。本仪器设计了特种平衡—不平衡转换电路，扩展了使用频带。

本仪器的陷波网络滤除特性可达 90~100dB，克服了老式文氏电桥只能够达到 70~80dB，剩余失真大，影响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 为经修正后的真实的失真度量值。

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。

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、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

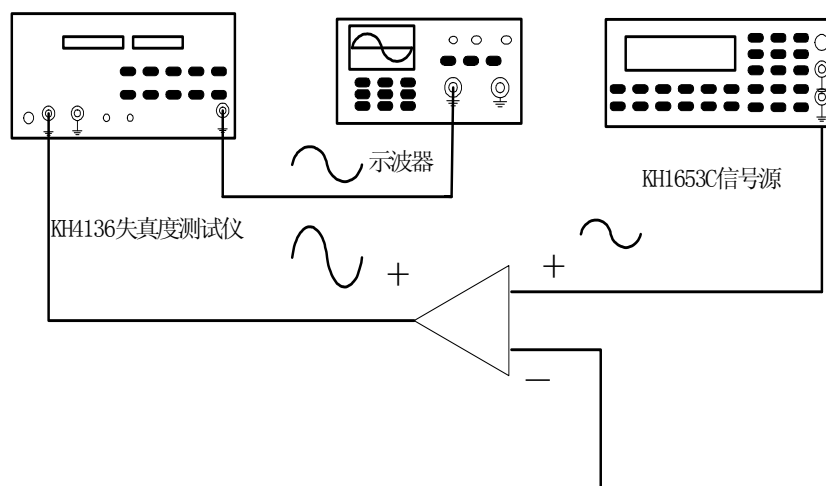
本仪器属智能型仪器，且内部一些特制的电路和器件只有在满足特定的参数条件下，方能保证整机的性能。故只有经过特定培训的人员才能进行维修。本仪器出厂后免费保修十八个月，终生维护。（如用户自行拆修责任由用户自负，本公司不予负责），外埠的用户可以通过我们的维修点或直接与我们联系维修。
- 5、用户收到仪器后，请在一个月将内将保修单填好，发回制造单位（传真或寄回）备案，以确保售后服务。

八、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，KH4136 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。



失真度测试仪典型应用

九、仪器附件

1. 电源线一条
2. 双头 BNC 电缆线两条，夹子线两条
3. 示波器插口输出电缆一条
4. 使用指南一本

十、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

邮 箱：bjkh@bjkh.com

<http://www.bjkh.com>