

**DS-1A型  
失真仪检定装置标准  
使用说明书**

**中国计量科学研究院**

**北京凯弘电子仪器有限公司**

# 目 录

一、概述	2
二、主要技术指标	2
三、工作原理	4
1. 整机方框图	4
2. 标准失真波信号的形成	4
3. 标准不平衡电压的产生	5
4. 主要单元电路简介	5
四、面板按钮和功能	7
五、使用方法	8
1. 检定失真仪	8
2. 校准电压表刻度	9
3. 校准电压表频响	10
六、注意事项	10

## 一、概 述

DS-1A型失真仪检定装置是一种输出频率范围由10Hz至200kHz的高精度标准失真波信号发生器。该标准在10Hz至200kHz频段内分十四个点频，输出的失真度范围为0.003%至100%。

DS-1A型失真仪检定装置是根据失真度计量发展需要而开发的新型失真度标准仪器，具有宽频带、宽量程、多功能、准确度高等优点，性能稳定可靠、操作简便、体积小、重量轻，可作为检定各种通用失真仪、超低失真仪和音频分析仪性能的新型计量标准，适用于计量部门、实验室及工厂使用。

## 二、主要技术指标

### 一、DS-1A 的主要技术指标

1. 基波频率范围：10Hz~200kHz，误差限： $\pm (2\% \pm 0.1\text{Hz})$
2. 谐波频率范围：20Hz~400kHz，误差限： $\pm (2\% \pm 0.1\text{Hz})$
3. 基波剩余失真：10Hz~10kHz  $\leq 0.0008\%$   
                               20kHz~100kHz  $\leq 0.004\%$   
                               150kHz~200kHz  $\leq 0.012\%$
4. 标准失真度范围：0.003%~100%，由五位十进分压器调节。
5. 标准失真信号的失真准确度（非同步状态下测量值）：

频率	失真度			
	100%-0.3%	0.3%-0.03%	0.03%-0.01%	0.01%-0.003%
10Hz-10kHz	$\pm (0.5-1)\%$			$\pm (1-5)\%$ +0.0001%
20kHz-100kHz	$\pm 1\%$	$\pm (1-3)\%$	$\pm (3-5)\%$ +0.0001%	
150kHz-200kHz	$\pm 3\%$	$\pm (3-8)\%$ +0.0001%		

6. 谐波信号失真度： $\leq 0.2\%$ （非同步时）； $\leq 0.5\%$ （同步时）。
7. 采用双热偶真有效值电压表
8. 电压表准确度：（在1kHz；1.0000V时） $\leq \pm 0.2\%$
9. 电压表频响误差：（在电压为1.0000V时）
- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 10Hz~200kHz   | $\leq \pm 0.2\%$ |
| 200kHz~400kHz | $\leq \pm 0.3\%$ |
| 400kHz~600kHz | $\leq \pm 0.5\%$ |
| 600kHz~1MHz   | $\leq \pm 1\%$   |
10. 谐波分压比相对误差：
- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 谐波频率范围：20Hz~40kHz | $\pm (0.2\%+10\mu V)$ |
| 100kHz~200kHz     | $\pm (0.5\%+10\mu V)$ |
| 300kHz~400kHz     | $\pm (1.5\%+10\mu V)$ |
11. 幅度稳定度：优于0.05%/10min
12. 叠加器误差： $< \pm 0.05\%$ （ $100\text{Hz} \leq f \leq 20\text{kHz}$ ）
13. 标准失真信号输出幅度：3V，输出阻抗：600 $\Omega$
14. 标准电压输出：在20Hz~400kHz范围内有1mV~10V，误差 $\pm (0.5\sim 1)\%$ 的标准电压输出。
15. 基波振荡器频率分十四个点频：10Hz、20Hz、50Hz、100Hz、315Hz、400Hz、500Hz、1kHz、10kHz、20kHz、50kHz、100kHz、150kHz、200kHz。
16. 仪器预热时间：30分钟
17. 功耗：20 VA
18. 体积：440×140×400（宽×高×深）（mm）
19. 重量：约10 kg
20. 成套性
- |             |    |
|-------------|----|
| DS-1A型失真度标准 | 1台 |
| 电源线         | 1根 |
| 输出电缆        | 1根 |
| 技术说明书       | 1份 |

### 三、工作原理

#### 1. 整机方框图

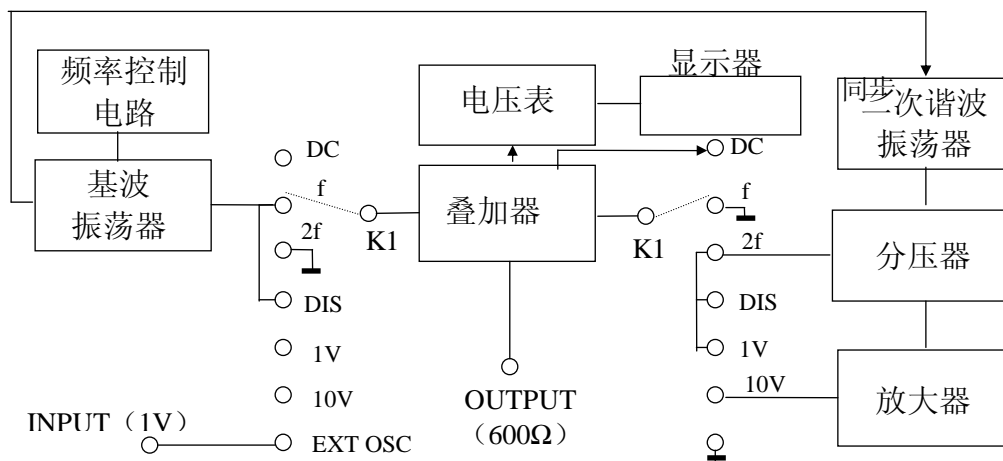


图1. DS-1A型失真度标准原理框图

整机方框图如图1所示，它由基波振荡器、二次谐波振荡器、分压器、叠加器、电压表及电源组成。

#### 2. 标准失真波信号的形成

基波振荡器和二次谐波振荡器分别产生基波和二次谐波信号，通过功能开关K1切换，可以分别或同时加到叠加器上，产生标准失真波的过程如下：

当功能开关K1置于基波校准位置“f”档时，仅有基波信号加至叠加器并在输出端输出。根据电压表指示将基波信号 $V_{f0}$ 调到1.0000，输出幅度为3V。

当功能开关K1置于谐波校准位置“2f”档，且分压器置于直通位置时，谐波信号通过分压器加至叠加器并在输出端输出，根据电压表指示调节谐波信号 $V_{2f0}$ 为1.0000，输出幅度为3V。

当功能开关K1置于失真波输出位置“DIS”档时，基波信号和谐波信号同时加至叠加器，在输出端输出失真波信号。当改变分压器的分压比为 $K$ 时， $V_{2f} = K \cdot V_{2f0}$ ，则输出失真波信号的失真度为

$$K_0 = \frac{V_{2f}}{V_f} = \frac{V_{2f0} \cdot K}{V_{f0}} = K$$

所以从分压器的分压比可以直接读出输出失真波的失真度。

应当指出，基于基波抑制法原理的失真度测量仪的失真度 $Kr$ 为谐波电压总有效值与被测信号的总有效值之比，与 $K$ 值的定义有所不同，它们的关系式为

$$Kr = \frac{K}{\sqrt{1+K^2}}$$

在小失真时， $Kr \approx K$ ；但随着失真的增大，它们之间的差别也增加。

### 3. 标准不平衡电压的产生

#### 3.1 1V电压输出

当功能开关置于“1V”档时，工作原理框图变成如图2所示的电路。

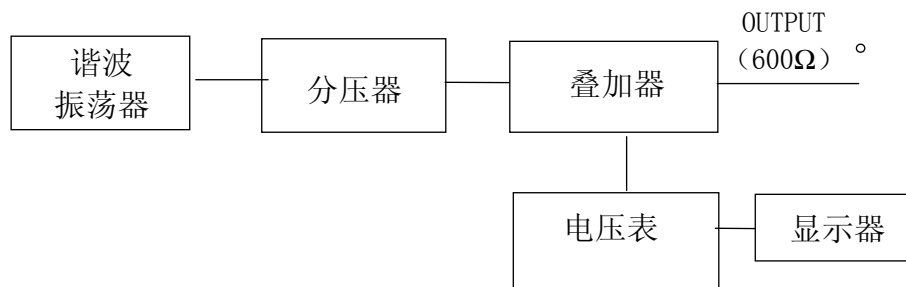


图2. 1V电压输出时的等效电路

在分压器置于直通状态时调节谐波信号幅度，使显示器示值为1.0000，输出幅度为1V。然后改变分压器，就可得到30 $\mu$ V至1V的谐波信号，由于该电压精度高，可以用于校准失真仪电压表或其它低频电子电压表。

#### 3.2 10V电压输出

当功能开关置于“10V”档时，工作原理框图除了在分压器与叠加器之间接入一个放大器之外，与图2所示的电路相同，可以输出0.1V至10V的已知电压幅度信号，供校准失真仪电压表或低频电子电压表用。

### 4. 主要单元电路简介

#### 4.1 基波振荡器工作原理

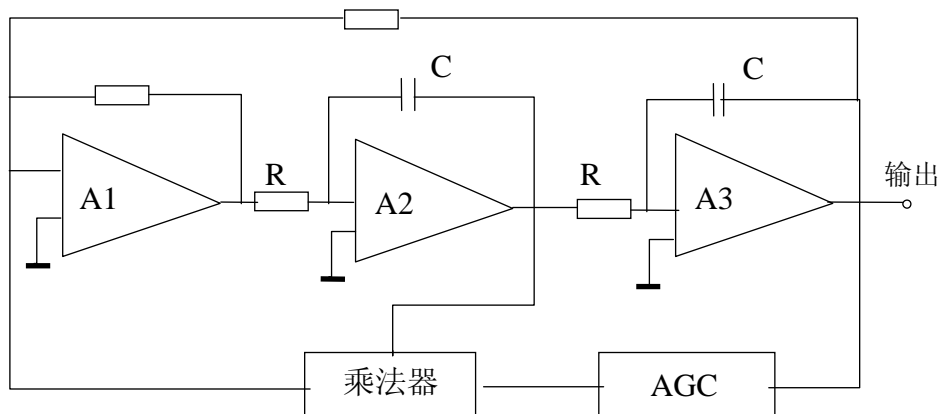


图3. 基波振荡器原理框图

基波振荡器采用两相振荡器或称双积分振荡器,由三个电路基本相同的放大器A1、A2和A3组成,如图3所示。A1为反相放大器,A2和A3为积分放大器。反相放大器A1和正交放大器A2、振荡放大器A3串联成一个闭环系统,在 $\omega = 1/RC$ 处,积分器增益近于1,相移近于 $\pi$ , $\omega$ 即为双积分振荡器的起振频率,而振荡幅度靠AGC电路和乘法器实现稳定。改变积分电阻 $R$ 和积分电容 $C$ 的数值可以改变振荡频率,这由频率控制电路实现。两个积分器的积分电阻 $R$ 和积分电容 $C$ 的数值完全一样。通过改变前面板上基波频率按钮,频率控制电路切换两个积分器的积分电阻和积分电容数值,从而选择14个频率点中的任意一个频率。本仪器采用分立元件构成的运放电路,以便获得振荡器输出信号失真度符合指标要求且幅度约为10V的基波频率信号。

#### 4.2 二次谐波振荡器工作原理

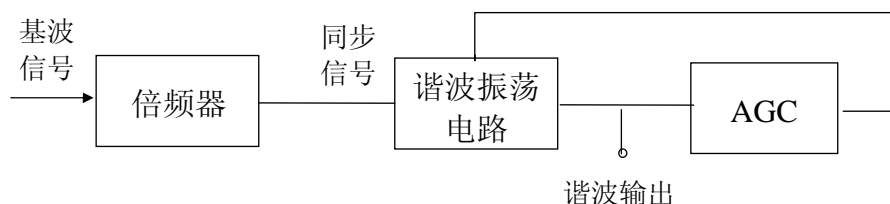


图4. 二次谐波振荡器原理框图

二次谐波振荡器的振荡器部分是一个文氏桥构成的 $RC$ 振荡电路,它的输出经由AGC电路稳幅,保证谐波振荡器的输出具有较高的稳定度(0.05%)。构成文氏桥的电阻 $R$ 和电容 $C$ 也受频率控制电路控制,改变面板上的基波频率按钮,使谐波输出的频率为基波频率的两倍。

文氏桥RC振荡器可以工作在自激振荡状态，振荡频率主要取决于电阻R和电容C，也可以接受来自基波信号经倍频后的同步信号的强迫振荡，使振荡频率等于基波频率的两倍。在前面板上有一个开关在两种方式之间切换。

#### 4.3 双热偶真有效值电压表

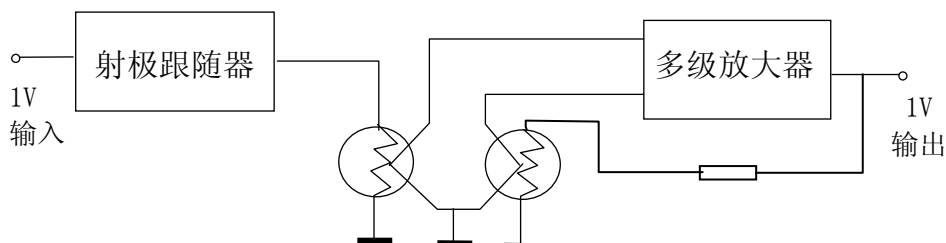


图5. 双热偶真有效值电压表原理框图

双热偶真有效值电压表的原理框图如图5所示，它采用高输入阻抗 $1 \times 10^{12} \Omega$ 低输入电容3pF的射极跟随器作为电压表的输入级，可极大地提高测量精度。利用对称双热偶对温漂有相互补偿的特性，可以降低由温度波动引起的电压长期漂移。闭环放大器的放大量可达80dB，保证电压表的准确度在0.2%以内。

4.3 叠加器：本机采用纯电阻线性叠加器。

## 四、面板按钮和功能

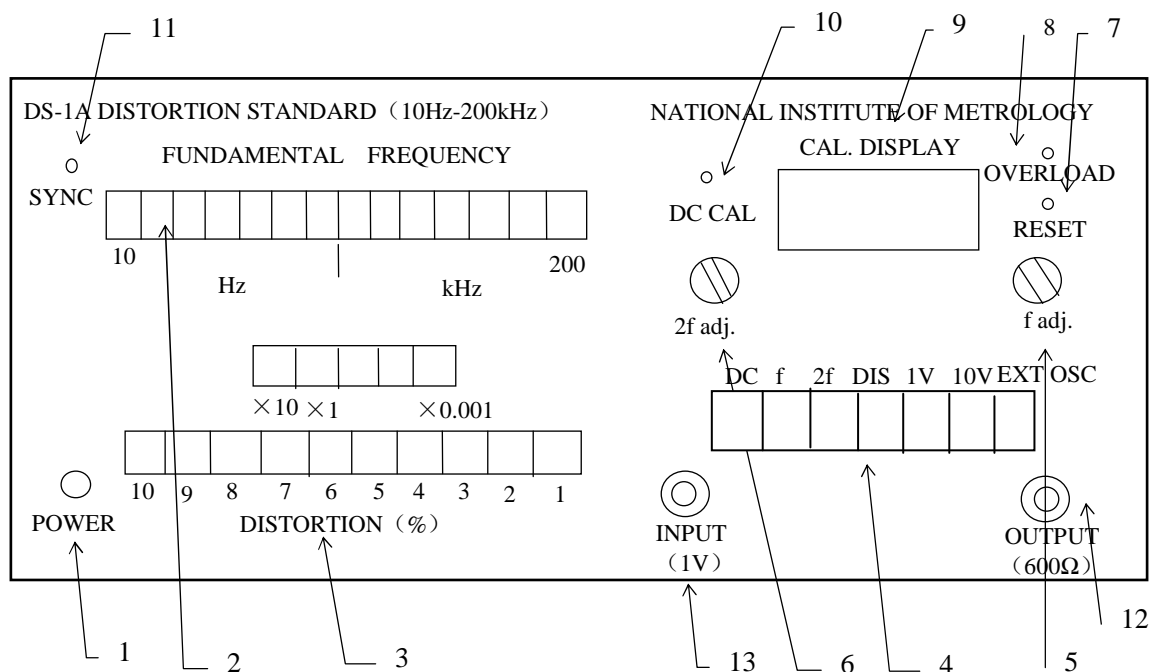


图6 前面板布局图



1. POWER: 电源开关。
2. FUNDAMENTAL FREQUENCY: 基波频率选择按钮。
3. DISTORTION(%): 检定失真仪时为：失真倍乘键和失真读数键；  
电压校准时为：电压倍乘键和电压读数键。
4. FUNCTION: 功能转换开关，分七档：
  - DC: 直流基准电压档。在该档上，校准直流电压。调节“DC CAL”（直流校准）旋钮，使显示器显示1.0000。
  - f: 基波电压校准档。在该档上，显示器显示基波电压相对幅度。
  - 2f: 谐波电压校准档。在该档上，显示器显示谐波电压相对幅度。
  - DIS: 标准失真信号档。在该档上，输出检定失真仪用的标准失真信号。
  - 1V: 1V信号档。在该档上，显示器显示1.0000时，输出校准电压1V信号。
  - 10V: 10V信号档。在该档上，显示器显示1.0000时，输出校准电压用的10V信号。
  - EXT OSC: 校准电压频响档。在该档上，用于校准电压频响。
5. f Adj: 基波调节旋钮。用于调节基波电压幅度。
6. 2f Adj: 谐波调节旋钮。用于调节谐波电压幅度。
7. RESET: 复位。解除电压表的过载。
8. OVERLOAD: 电压表过载指示灯。
9. CAL. DISPLAY: 显示器。
10. DC CAL: 直流校准旋钮。
11. SYNC: 同步按钮。使谐波频率同步于基波频率。
12. OUTPUT (600  $\Omega$ ): 输出端。输出标准失真信号或电压校准信号。
13. INPUT (1V): 输入端。校准电压频响时，外接5Hz至1MHz的1V信号。

## 五、使用方法

### 1. 检定失真仪

- 1.1 将DS-1A型失真度标准的“OUTPUT (600  $\Omega$ )”（输出端）连接至被检失真仪的输入端，预热30分钟，被检失真仪工作在测量失真方式，**请严格按照“先设置基波幅度再设置谐波幅度”的顺序进行。**

- 1.2 用“FUNDAMENTAL FREQUENCY”（基波频率选择）按钮，设置工作频率。
- 1.3 将“DISTORTION(%)”的失真倍乘键（上排键）放置在“ $\times 10$ ”档，失真读数键（下排键）放置在“10”档。
- 1.4 将“FUNCTION”（功能）开关放置在“f”档；调节“f Adj”（基波电压调节）旋钮，使“CAL. DISPLAY”（显示器）显示的基波电压幅度为1.0000。
- 1.5 将“FUNCTION”（功能）开关放置在“2f”档；调节“2f Adj”（谐波电压调节）旋钮，使“CAL. DISPLAY”（显示器）显示的谐波电压幅度为1.0000。
- 1.6 将“FUNCTION”（功能）开关放置在“DIS”（标准失真信号）档上；改变“DISTORTION(%)”的失真倍乘键（上排键）和失真读数键（下排键）到相应的失真度，就可以在输出端得到所需要的标准失真信号。例如，失真倍乘键（上排键）放置在“ $\times 0.1$ ”档，而失真读数键（下排键）放置在“1”档，则输出端输出信号的失真度为“1”与“ $\times 0.1$ ”相乘等于0.1%。

## 2. 校准电压表刻度

- 2.1 将DS-1A型失真度标准的“OUTPUT (600  $\Omega$ )”（输出端）连接至被检失真仪的输入端。被检失真仪工作在测量电压方式。
- 2.2 用“FUNDAMENTAL FREQUENCY”（基波频率选择）按钮，将基波频率设置在“500Hz”，即电压校准频率（谐波频率）为1kHz。
- 2.3 将“FUNCTION”（功能）开关放置在“10V”档，调节“2f Adj”（谐波电压调节）旋钮，使“CAL. DISPLAY”（显示器）显示的谐波电压幅度为1.0000。此时输出信号电压幅度为10V。改变“DISTORTION(%)”的电压读数键（下排键）到相应的电压示值，就可以在输出端得到所需要的已知电压幅度（10V—0.1V）的信号。此时，不必使用电压倍乘键（上排键）。
- 2.4 将“FUNCTION”（功能）开关放置在“1V”档，调节“2f Adj”（谐波电压调节）旋钮，使“CAL. DISPLAY”（显示器）显示的谐波电压幅度为1.0000。此时，输出信号电压幅度为1V。改变“DISTORTION(%)”的电压倍乘键（上排键）和电压读数键（下排键）到相应的电压示值，就可以在输出端得到所需要的已知电压幅度（1V—30  $\mu$ V）的信号。例如，电压倍乘键（上排键）放置在“ $\times 0.1$ ”档，而电压读数键（下排键）放置在“1”档，则输出端的输出信号

幅度为示值读数0.1%（即“1”与“×0.1”相乘）与“1V”相乘等于0.001V。

### 3. 校准电压表频响

- 3.1 用外接信号源在DS-1A型失真度标准的“INPUT(1V)”（1V输入端）输入5Hz至1MHz的1V信号。被检失真仪连接至DS-1A型失真度标准的“OUTPUT（600Ω）”（输出端），并工作在测量电压方式。
- 3.2 在外接信号源不同频率上，调节外接信号源的输出，使DS-1A型失真度标准的“CAL. DISPLAY”（显示器）显示的读数为1.0000V，记录被检失真仪的电压读数，即得到电压频响误差。

## 六、注意事项

### 1. 使用条件

- 1.1 使用温度：+10℃— +30℃。
- 1.2 建议工作温度：+15℃— +25℃。
- 1.3 电源要求：220V±10%，50Hz±2Hz。
- 1.4 使用时预热30分钟。
2. 被检失真≥30%时，被检失真仪的电压量程应置放在10V档。被检失真<30%时，被检失真仪的电压量程可置放在3V档。
3. 被检失真仪的输入阻抗应不小于100kΩ || 100pF。
4. 改变基波频率后，应等到显示器电压指示稳定后再开始测试。
5. 过载指示灯亮后，要减小输入电压到小于1V后再按“RESET”按钮。否则易烧毁DS-1A型失真度标准中电压表的热偶。
6. DS-1A型失真度标准与被检失真仪应有公共的接地线。
7. 本仪器自售出后保修十八个月。

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

传真：010-64150988

Email: [beijingkaihong@yahoo.cn](mailto:beijingkaihong@yahoo.cn) 网址: <http://www.bjkh.com>