

DN-501 型微弱信号检测综合装置

编写：孙士平 审核：武洪涛

一、设备名称：

DN-501 型微弱信号检测综合装置

二、型号/规格：

DN-501

三、生产厂家：

南京大学微弱信号检测技术开发研究中心

四、操作面板：



五、功能说明：

本实验综合装置的特点是：由十多个单元实验盒和几个配有电源的插入式机箱组成。通过组合，能开设十多个微弱信号检测的教学实验。通过不同的实验部件盒组合，可以排出不同的实验或组成不同类型的微弱信号检测仪器。能方便、经济地排出学生要掌握的微弱信号检测技术的基本实验。同时也可以利用这些组件构成一个完整的锁定放大器、同步积分器和多点信号平均器，等等。

1.1 仪器的配套性：（如表一所示）

表一：仪器的配套性

仪器实验盒	A 组合	B 组合
(1)、相关器（PSD+低通滤波器）实验盒	1 件	2 件
(2)、宽频带相移电路实验盒	1 件	1 件
(3)、同步积分器实验盒	1 件	1 件
(4)、多点信号平均器部件实验盒	1 件	1 件
(5)、选频放大器实验盒	1 件	1 件
(6)、多功能信号源实验盒	1 件	2 件
(7)、有源高通、低通滤波器实验盒	1 件	1 件
(8)、低噪声前置放大器实验盒	1 件	1 件
(9)、交流、直流、噪声电压表实验盒	1 件	1 件
(10)、频率计实验盒	1 件	2 件
(11)、跟踪滤波器实验盒	1 件	1 件
(12)、相位测量与指示实验盒	1 件	1 件
(13)、直角坐标分量 (V_i , V_q) 到极坐标分量 (V_A , V_ϕ) 变换电路实验盒	无	1 件
(14)、综合实验机箱与电源	3 件	4 件

2.2 仪器的实验功能

本实验组合装置配有 HB—620 型精密衰减器，能开设下列十个实验：

- (1)、相关器的研究及其主要参数测量
- (2)、同步积分器的研究及其主要参数测量
- (3)、多点信号平均器原理实验
- (4)、锁定放大器原理实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）
- (5)、跟踪滤波器实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）
- (6)、锁定放大器性能测试实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）
- (7)、用锁定放大器测量低频点噪声电压的实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）
- (8)、锁相电压表原理实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）

- (9)、跟踪选频放大器实验（需增加 HB-602 型精密衰减器）
- (10)、选频放大器原理及其性能测试实验

六、参数指标

- (1)、频率范围：10Hz——10KHz
- (2)、测试电压范围：1 μ V——1V
- (3)、波形：正弦波、方波、三角波
- (4)、选频 Q 值：3、30
- (5)、倍频、分频数：倍频：1——15，分频：1——1/15
- (6)、抑制噪声能力： ≥ 100 倍
- (7)、抑制不相干能力： ≥ 800 倍
- (8)、前置放大器噪声电压： $\leq 5nV/\sqrt{Hz}$
- (9)、电压表测量功能：直流、交流、噪声
- (10)、相位测量范围：0°——360°

说明：因为实验室有 **A**、**B** 两个组合配置的部件不同组合，都配备 HB-602 型精密衰减器，因此可以排出上述十多个微弱信号检测技术方面的实验。由于这些实验中，有些实验需要两个相关器实验盒、两个多功能信号源实验盒、两个频率计实验盒及 V_I 、 V_Q — V_A 、 V_ϕ 变换电路实验盒。**B** 组合的配置能更方便地排出有关实验。

七、基本使用/操作指南

7.1 打开电源

接通电源输入线，220V 50Hz，按下电源开关，电源指示灯点亮，预热 2 分钟。

7.2 多功能信号源

产生 1—10kHz 正弦波、三角波、方波信号。

通过波形选择可以选择输出正弦波、三角波、方波信号。

通过频率粗调 10、100、1000、10000 四档、细调频率 0.7—12 选择输出频率。

调节倍频 nf 和分频 $1/nf$ 以及 n 预置来选择倍频和分频输出，倍频和分频预置数由 4 位二进制开关选择，最大为 15，最小为 1，由倍频、分频端口输出。

通过调节噪声幅度，可以得到不同幅度的噪声输出，由噪声输出端口输出。

7.3 频率计

用于对待测频率进行计数，六位数字显示。

技术量程分两档 0—1000Hz 和 1000—100000Hz。

7.4 宽带移相器

宽带移相器用于对输出信号进行移相。

移相范围为 0° — 360° 可调，由粗调和细调两部份组成。

粗调分 0° 、 90° 、 180° 、 270° 四档

细调可移相 0° — 100° ，与粗调组合可以实现 0° — 360° 移相

同时系统设有失锁指示。

移相后的信号同相和正交输出端口输出。

7.5 相位差计

相位差计用于测量输入信号和参考输入信号的相位差。

测量频率分两档分别是：0.3—3kHz 和 10—300Hz。

同时微调用于调节失锁状态下的锁定。

功能档位用来选择测量和锁定两个工作状态。

7.6 低噪声前置放大器

有输入和数出两个端口，由于对微弱信号进行低噪声前置放大。

浮地调零已锁定用于校准浮地测量时的零输入—零电位输出，校准时功能键置短路。

测量时功能键置测量，放大器增益分 100、1000 两档。

测量类型分浮地和接地两种。

7.7 有源高通、低通滤波器

用于对信号进行可选测的频带进行滤波。

高通滤波频率由高通频率选择档位：最低、37.5Hz、250Hz、1500Hz 四档和 X1、X10 档位综合组成进行选择。

低通滤波频率由低通频率选择档位：37.5Hz、250Hz、1.5KHz、25KHz 四档组成。

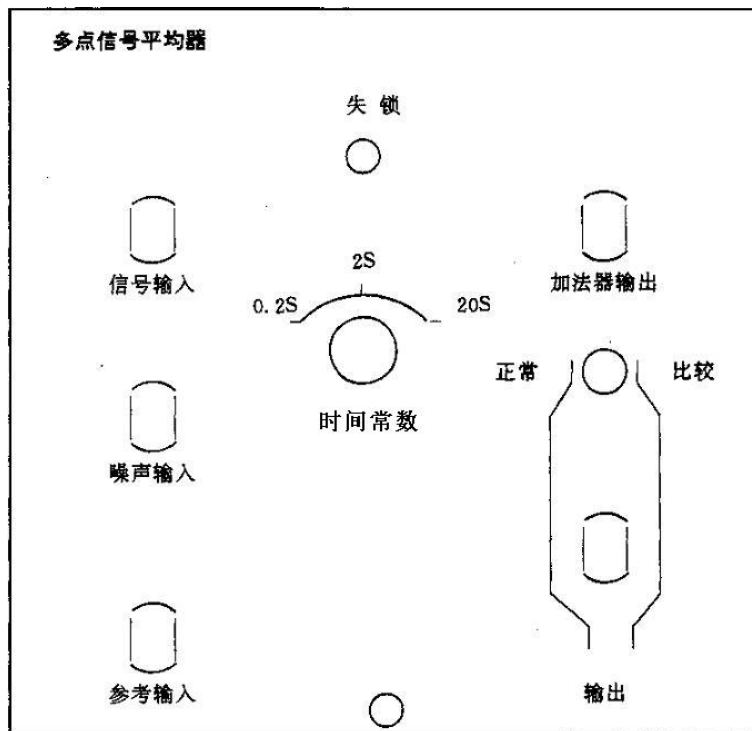
7.8 跟踪滤波器

跟踪滤波器是用一个与待测信号频率 f_s 相等的参考信号，频率为 $f_R = f_s$ ，去控制跟踪滤波器，使跟踪滤波器的中心频率自动调节在待测信号频率上，从而能抑制待测信号频率之外的其他频率信号和噪声干扰。

其输入有一个信号输入和一个参考信号输入端，输出有跟踪滤波输出和跟踪滤波直流输出，同时还有一个跟踪指示灯。

7.9 多点信号平均器

多点信号平均器是一种信号处理装置，能从较强的干扰和噪声中提取信号，依据时域特性的取样平均来改善信噪比，复现被噪声淹没的信号波形。其控制面板如图所示：



其对应的输入端有信号输入、噪声输入和参考输入。

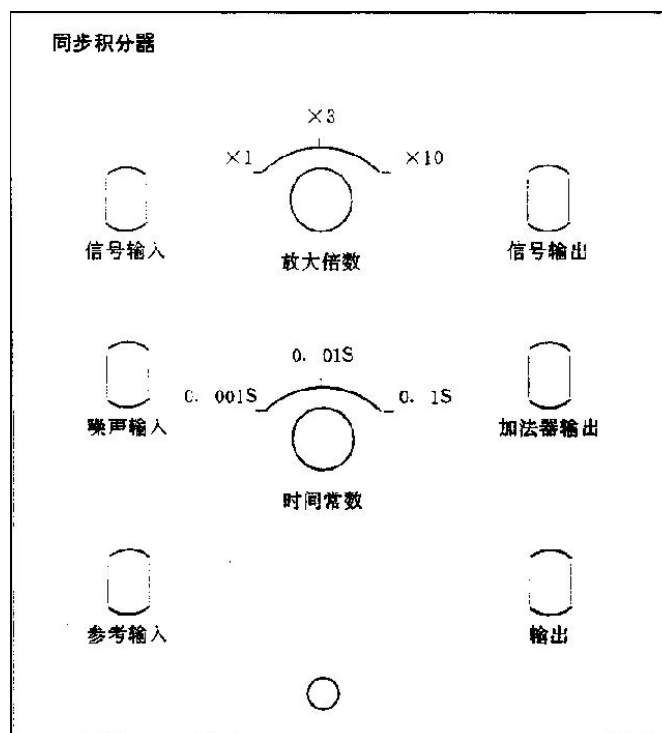
本组合模块还设有失锁指示。

多点平均的时间常数选择由 0.2S、2S、20S 三个档位，可根据待测信号特性进行灵活选择。

其输出端有多点平均加法器输出和多点平均器输出，多点平均输出可由档位开关正常、比较选择输出，用以观察信号通过多电平平均器后变化的特性。

7.10 同步积分器

同步积分器是一种同步滤波器，它能在干扰中提取微弱信号，具有很强的抗干扰能力。其控制面板如下图所示：



同步积分器的输入由信号输入、噪声输入、参考输入三个输入端组成。

对于输入信号的放大倍数档位有 X1、X3、X10 三个档位供选择，选择原则是根据输入信号的大小。

同步积分时间常数有 0.001S、0.01S、0.1S 三个时间档位供选择，选择积分时间常数的原则主要根据被测信号的频率。

同步积分器的输出端有加法器输出，主要用于和数学运算进行比较；同步积分输出，用以指示信号大小。

7.11 相关器

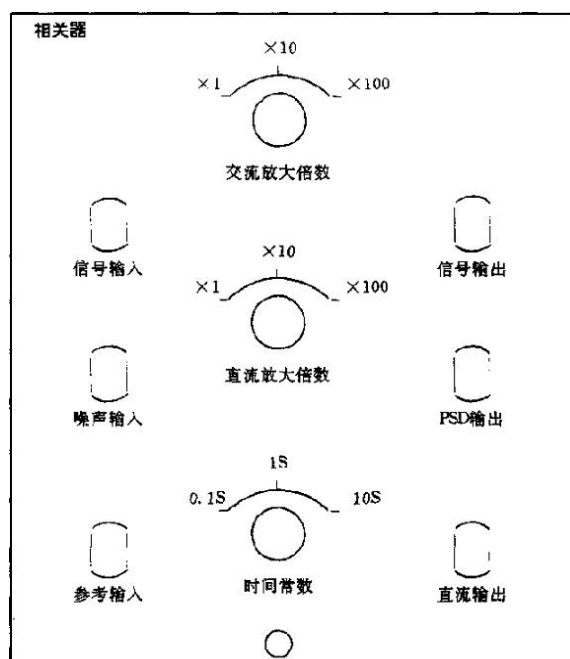
相关器由相敏检测器和低通滤波器组成，是锁定放大器的核心部件，其控制面板如图所示：

同步积分器的输入端由信号输入、噪声输入、参考输入三个输入端组成。

对于输入信号的放大倍数由交流放大倍数决定，档位有 X1、X10、X100 三个档位供选择，选择原则是根据相关器的动态特性。

对于直流信号的放大倍数由直流放大倍数决定，档位有 X1、X10、X100 三个档位供选择，选择原则是结合相关器的动态特性选择。

积分时间常数有 0.1S、1S、10S 三个时间档位供选择，选择的主要原则是信号特性。



7.12 交流、直流、噪声电压表

交流、直流、噪声电压表主要用于测量交流、直流和噪声电压的大小。
测量过程中注意被测信号的特性，通过信号选择开关完成，分别有：正弦、噪声、直流三个功能选择开关。
量程选择分别有 200mV、2V、20V 三个档位开关。

7.13 HB-620 型精密衰减器

HB-602 型精密衰减器是专为获得微弱电压信号而设计与生产的衰减器，本仪器不同于一般的衰减器，它包括一个加法器和一个精密衰减器，能方便地进行被测信号与干扰或噪声信号相加，然后衰减，模拟得到淹没在噪声或干扰背景中的微弱电压信号。因此，除作为一般的精密衰减器使用外，特别适用于对微弱信号仪器的抗干扰、抑制噪声能力的有关各种测量。它在微弱信号检测仪器的研制、生产、测量、校准及微弱信号检测的教学实验中得到广泛应用。HB-602 型精密衰减器外形图如下图所示：



主要技术指标：

技术指标	HB-602 型精密衰减器
1.衰减量：	$10^{-1}—10^{-8}$ (有 db 指示)
2.衰减精度：	<1%
3.最大输入电压(rms)：	3V
4.输入阻抗：	1MΩ
5.输出阻抗：	150Ω
6.工作频率：	1Hz—100KHz
7.电源：	220V,50Hz

它有两个输入端：输入 V_{i1} 、 V_{i2} ；两个输出端： $V_D=V_{O1}+V_{O2}$ 、 V_O 。

同时它有 4 个组合调节衰减开关，各衰减开关的选择及衰减量如下表所示：

衰减量： $V_{01} = K_1 V_{i1}$ $V_{02} = K_2 V_{i2}$ $V_D = V_{01} + V_{02}$ $V_0 = K_3 K_4 V_D$		
n	K_3 、 K_4	dB
1	1	0 dB
2	3.162×10^{-1}	-10 dB
3	1×10^{-1}	-20 dB
4	3.162×10^{-2}	-30 dB
5	1×10^{-2}	-40 dB
6	3.162×10^{-3}	-50 dB
7	1×10^{-3}	-60 dB
8	3.162×10^{-4}	-70 dB
9	1×10^{-4}	-80 dB
0	0	