

一、概 述

SR13A是宽频带全晶体管化双踪通用示波器。垂直偏转系统的频带从直流到300兆。在300兆时的最高灵敏度为 $10\text{mV}/\text{cm}$ 。灵敏度可扩展达 $5\text{mV}/\text{cm}$ ，但频带为100兆，若将前置放大器串接使用，成为单踪显示时灵敏度高达 $1\text{mV}/\text{cm}$ ，但频带仅15兆。垂直偏转系统通过电子开关控制，可实现单踪、双踪或“信号和”以及“信号差”的显示。仪器的输入阻抗为 $1\text{M}\Omega$ ，使用时配TJ-4型无源探极，可进一步提高输入阻抗，减弱对被测电路的分流影响。水平偏转系统采用双扫描程式，根据测量需要，可任意选用A（主）扫描或加亮（B加亮A）扫描或B（延迟扫描），以及组合（A·B组合）扫描，或 $\begin{matrix} Y1-X \\ Y2-Y \end{matrix}$ （作X-Y示波器用）方式。

最快扫描时间因数为 $10\text{ns}/\text{cm}$ ，经水平扩展 $\times 10$ 可达 $1\text{ns}/\text{cm}$ 。整机在频带范围内，对信号可实现稳定地同步。因此本仪器适于观测高速信号和毫微秒脉冲，利用延迟扫描还可对复杂信号的任意部份进行扩展，既能仔细观测，并可提高测量精度。对高速电子计算机，彩色电视工程，激光研究，以及核物理工程等方面的测试是极为必需的一种仪器。

本示波器采用内刻度，行波偏转系统构造的高速示波管，后加速电压为 15KV 。本示波器采用插件式结构，触发、扫描部分和垂直前置放大器以及低压电源都构成独立插件，其他电路也尽量组成可插拔之印制板，便于检修，整机可在 $-10\sim+40^\circ\text{C}$ 条件下工作，其他适用环境条件符合部标准II组仪器的各项规定。

二、技术参数

1. Y轴输入阻抗

直接： R 约 $1\text{M}\Omega$ ； $C\leq 16\text{P}$ ；

经探极：R约10M Ω ；C约11P。

2 Y轴显示：

有Y₁，Y₂，交替，断续，Y₁±Y₂五种方式。

3 Y轴灵敏度

0.01 V/cm~5 V/cm按1-2-5顺序分九档；在微调置于校准时误差±5%（10~+35℃）或误差±10%（-10~+40℃）当扩展为5 mV/cm时，误差±10%（10~+35℃）或误差±15%（-10~+40℃）。当两前置放大器串接使用时，为1 mV/cm。

4 Y轴频带宽度

(1) 灵敏度为0.01 V/cm时

0~300 MHz -3db（10~+35℃）

0~300 MHz -4db（-10~+40℃）

(2) 灵敏度为5 mV/cm时

0~100 MHz -3db（-10~+40℃）

(3) 前置放大器串接使用，灵敏度为1 mV/cm时，

0~15 MHz -3db（-10~+40℃）

注：若使用AC耦合，则频带下限自10 Hz起。

5 Y轴瞬态响应（灵敏度为0.01 V/cm）

(1) 上升时间≤1.2 ns；上冲≤5%（10~+35℃）

上升时间≤1.4 ns；上冲≤10%（-10~+40℃）

(2) 直流特性：≤5%

6 视在延迟时间：约1.5 n-s。

7 Y轴通过干扰≤1:20（20 MHz）

8 Y轴信号和，信号差的误差±10%（20 MHz）

9 Y轴通道延迟时间差≤0.4 ns。

10. X轴显示方式：A（主扫描），加亮（B加亮A），B（A延迟B），组合（AB组合，其中A为主扫描，B为被延迟扫描）以及Y₁-X及Y₂-Y显示。

11. 扫描时间因数

A扫描： $10\text{ ns/cm} \sim 0.2\text{ s/cm}$ 按1—2—5顺序共23档，
其中 10 ns/cm ， 20 ns/cm ， 50 ns/cm ， 0.1 s/cm ， 0.2 s/cm ，5档误差 $\leq \pm 7\%$ ，其他各档误差 $\leq \pm 5\%$ 。

B扫描： $10\text{ ns/cm} \sim 5\text{ ms/cm}$ 按1—2—5顺序共18档，
其中 10 ns/cm ， 20 ns/cm ， 50 ns/cm 三档误差 $\leq \pm 7\%$ ，其他各档误差 $\leq \pm 5\%$ 。

A扫描扩展 $\times 10$ ：其中 10 ns/cm ， 20 ns/cm ， 50 ns/cm ，
 0.1 s/cm ， 0.2 s/cm ，误差 $\leq \pm 15\%$ ，
其他各档误差 $\leq \pm 10\%$ 。

12. 扫描线性：

A扫描 $\leq 15\%$ ，从起扫后 20 ns 看屏幕8 cm范围计算（扫描不扩展）。

13 B扫描延迟时间范围为 $0.2\mu\text{s} \sim 2\text{ s}$ 。

延迟时间的刻度线性误差 $\pm 3\%$

延迟扫描晃动比 $\leq 1 : 20000$

14. 扫描分常态和单次

触发源：内、外

触发耦合：AC、DC。

触发极性：+、-

触发方式：自动、触发

A扫描具有HF同步和电视场同步。

15. 触发同步频率范围及触发最小电压

A扫描： $0 \sim 100\text{ MHz}$ ，内触发 $\leq 1\text{ cm}$ ，（若AC耦合、频率下限到 10 Hz ，若“自动”，频率下限为 50 Hz ）。用HF同步， $100\text{ MHz} \sim 200\text{ MHz}$ ，内触发 $\leq 1\text{ cm}$ ；
 $200\text{ MHz} \sim 300\text{ MHz}$ ，内触发 $\leq 2\text{ cm}$ ，外触发 $\leq 0.5\text{ V}_{\text{p-p}}$ 。

B扫描：50Hz~10MHz，内触发 $\leq 1\text{ cm}$ ；10MHz~100MHz

内触发 $\leq 2\text{ cm}$

外触发 $\leq 0.5V_{p-p}$

外触发时，最大同步电压范围不大于 $5V_{p-p}$

16. 在 $\begin{matrix} Y1-X \\ Y2-Y \end{matrix}$ 工作时，X轴频带宽度为10Hz~1MHz不超过-3db；相移误差不超过 3° （1MHz正弦信号）。X轴灵敏度同于Y1灵敏度，误差 $\leq \pm 10\%$ （ $10\sim+35^\circ\text{C}$ ）

17. 校准信号

波形：方波幅度：20mV和 $0.2V \pm 2\%$

频率：1KHz $\pm 2\%$

18. 使用电源：220V $\pm 10\%$ ，频率50Hz $\pm 4\%$ ，视在功率耗约150VA。

19. 予热时间30分钟，可连续工作8小时。

20. 外形尺寸：220宽 $\times$ 320高 $\times$ 520深（毫米）

重量：约20kg

21. 配合使用探极：TJ-4型

使用探极后：上升时间 $T_r \leq 1.6\text{ ns}$ ；上冲量 $\leq 10\%$ （温度 $-10\sim+40^\circ\text{C}$ ）（ $T_r = \sqrt{T_{r1}^2 + T_{r2}^2}$ ，其中 T_{r1} 为SR13A上升时间， T_{r2} 为TJ-4型上升时间）

三、调节控制机构的作用

1. “电源开”（K15-1）：仪器的总电源开关，当左端按下时电源接通，指示灯发亮，仪器开始工作。

2. “辉度”（W13-1）：控制荧光屏上光迹的明暗程度，顺时针方向为增亮，逆时针方向为变暗。

3. “聚焦”（W14-6），“辅助聚焦”（W14-5）：控制示波管内电子束的聚焦好坏。两者同时调节务使光点聚焦最佳。

4 “标尺亮度”(W15-3):调节示波管内刻度线的照明亮度。顺时针方向为增亮。

5 “ $\square$ 输出”(CZ16-1):为1KHz校准信号的输出插座。

6 “20mV”和“0.2V”(K16-1):为控制校准信号输出幅度的按键开关。

7 “X移位、微调”(W12-1A和W12-1B):控制光迹在水平方向移动,顺时针旋转,光迹向右移动,反时针旋转,光迹向左移动。当用红色“微调”旋钮时,移位变怏,便于细微地缓动。

8 “拉出 $\times 10$ ”(K12-1),是借用红色“微调”旋钮的拉拔式开关。当“拉出”时,水平放大器放大量增大10倍,达到使扫描扩展 $\times 10$ 的作用。

9 “X校准”(W12-2):控制输入到水平放大器的扫描信号幅度,用以对扫描时间因数作细小的校准。

10 “Y₁”和“Y₂”输入插座(CZ21-1和CZ21-101)把被测信号连接到Y₁通道和Y₂通道的输入插座。

11 “AC $\perp$ DC”耦合开关(K21-1和K21-101):根据测量需要,可任选输入端是交流(AC)耦合或直流(DC)耦合,或接地($\perp$)。

12 “Y₁、Y₂交替、断续、Y₁+Y₂”Y系统显示方式开关(K22-2):根据测量需要,任意按下某根据测量需要,任意按下某一按键,控制电子开关工作状态,可使屏幕上显示Y₁、Y₂交替双踪、断续双踪,以及Y₁+Y₂五种不同方式。

13 “V/cm”衰减开关(K21-2和K21-102)、“微调”控制(W22-4和W22-104):根据被测信号的不同幅度,可任意选择一个档级,使显示幅度适于观测。当置于5mV时,频带宽度缩为100MHz。通常测试时,“微调”置于“校准”位置(顺时针到底)若为了观测需要,也可旋动“微调”来调节波形显示幅度,当微调不置于“校准”时,Y频带宽度变窄,也不能定量测试幅度。

14 “移位”(W22-11和W22-111):调节光迹在垂直方向

的位置，顺时针方向是向上，逆时针方向是向下。

15. “触发” (K23-1)：在双踪和 $Y_1 + Y_2$ 显示，可供任一个通道的信号去作为触发源。

16. “ Y_2 极性” (K22-1)：按此开关，可使所显示的 Y_2 通道信号反相，利用此开关和“ $Y_1 + Y_2$ ”，可达到 $Y_1 - Y_2$ 的信号差显示。

17. “A、加亮、B、组合、 $\frac{Y_1 - X}{Y_2 - Y}$ ” X 系统扫描方式选择开关 (K33-3)：根据测量需要，任意按下某一按键，可得到下列五种扫描方式中的任一种。

(1) “A”为独立的主扫描（简称 A 扫描），即一般常规使用的扫描方式。

(2) “加亮”时基显示为 A 扫描时基因数，但光迹上有与 B 扫描相对应的加亮部份，故简称“B 加亮 A”，调节“延迟倍率”电位器，使该加亮部份相对于 A 起扫点作可变延迟，从“延迟倍率”电位器的刻度盘可精确地续得延迟时间。

(3) “B”时基显示为 B 扫描时间因数，该扫描部份相对于 A 扫描而言是经过选定的一段延迟时间，故 B 扫描称为延迟扫描。

(4) “组合”整个时基由 A 扫描和 B 扫描组合而成。时基的前面部份为 A 扫描，后面部份为 B 扫描，通常 B 扫描时间因数总是快于 A 扫描时间因数。两部份的交界点可由“延迟倍率”电位器来调节选定。

(5) “ $\frac{Y_1 - X}{Y_2 - Y}$ ”时基显示不是由仪器的 X 系统来提供，而是由输入到 Y_1 通道的外接信号来产生。

18. “AC、DC” (K31-3)：用于选择 A 扫描触发信号的耦合方式，当需要低频 (10Hz 以下) 或直流信号的触发时用 DC。在一般使用时可用 AC。

19. “内、外” (K31-1 和 K32-1)：用于选择触发信号的来源。当内触发时，由 Y 通道所显示信号进行触发，当外触发时，由接

于外触发输入插座的信号进行触发。

20. “外触发输入” (CZ31-1 和 CZ32-1) : 当 A 扫描或 B 扫描使用外触发时, 外加触发信号由此连接插座输入。

21. “+、-” (K31-6 和 K32-2) : 用于选择 A 扫描或 B 扫描的触发极性, 当希望在信号的正向斜率上进行触发, 则用 “+”, 若在负向斜率上进行触发则用 “-”。

22. “自动、触发” (K31-4 和 K33-2) : 当 A 扫描置于自动时, 即使无信号触发, 扫描也会自激, 使屏上显示光迹, 若一旦触发信号来到, 便自动地转为触发扫描。当置于触发时, 若无信号, 则扫描处于待触发状态, 屏上不出现光迹。在延迟扫描 (“加亮”、“B”、“组合”) 时, 若 B 扫描置于 “自动”, 则经 A 扫描的连续延迟后由 “延迟倍率” 电位器刻度盘来控制, 立即产生 B 扫描。若置于 “触发”, 则经 A 扫描延迟后, 还需由信号触发才能产生 B 扫描。

23. “电平” (W31-1、W32-4) 和 “HF” (K31-2) : 用于调节 A 扫描和 B 扫描在信号的任意选定电平进行触发。当 “电平” (W31-1) 顺时针旋到底时, K31-2 接通, 为 “HF” 同步, 适于触发信号高于 10.0 MHz 时同步使用。

24. “释抑时间” (W33-3) : 用于对复杂信号的同步进行调节。通常测量一般信号时, 该旋钮宜置于顺时针到底的位置, 不需调节。

25. “HF 稳定度” (W31-5) 和 “拉出电视场” (K31-5) : 当 K31-2 接通, 处于高频同步时, 用于调节高频波形的同步稳定。本旋钮还同时控制拉拔开关 (K31-5), 当需要同步电视信号时, 拉出开关, 使电视信号便于同步。

26. “常态、单次” (K33-1) 和 “单次按” (AN33-1) : 一般使用时, 总是置于常态位置, 只有当需要单次扫描时, 才置于 “单次”, 在单次扫描使用时, 必须按动 “单次按” 开关 (AN31-1) 此时氖管发亮, 表示电路已作好单次扫描准备状态。一旦单次扫描结束, 氖管立即熄灭。

27. “延迟倍率” (W33-7) : 当使用延迟扫描 (B、加亮、组

合) 时与 A 扫描配合作为可变延迟时间的调节。

28. “ t/cm 开关” (K34-1): 为 A 扫描和 B 扫描的扫描时间因数档级开关。两开关异步异轴, A 扫描开关从 $10ns/cm \sim 0.2s/cm$ 以 1—2—5 顺序排列共计 23 档, 而 B 扫描开关从 $10ns/cm \sim 5ms/cm$ 以 1—2—5 顺序排列共计 18 档。开关结构保证 B 扫描时间因数不可能比 A 扫描时间因数慢。

29 “Z 轴放大器”输入 (CZ13-1): 该插座位于后面板。通常不使用, 只有当需要外加讯号去调制辉度时, 才把外调制信号接于此插座。调制极性是反相, 即负极性为加亮, 调制电压约需 $20V_{p-p}$ 。

30. “B 增辉”位于右侧箱板前部中间。当用“B”或“组合”扫描, 若嫌 B 扫描部份不够亮时, 可用小起子插入该孔内, 顺时针调节微调电位器 W13-33, 便可增强 B 扫描部份的增辉电平, 提高 B 扫描亮度。

四、电路叙述

本仪器是二踪双扫描宽带示波器, 整机由 Y 系统、X 系统与主机构成, Y 系统分插件和主放大器两部份, Y 插件由衰减器, 前置放大器, 电子开关和内触发放大器构成, 通过延迟线把插件与主放大器相连接。X 系统分为扫描插件和水平放大器两部份, X 插件由 A 扫描和 B 扫描的触发整形电路, 扫描发生器, 时基开关所组成, 水平放大器按装在主机上。主机除了 Y 主放大器和 X 放大器外还有低压电源, 高频高压, 增辉放大器, 示波管显示电路和校准信号等。

下面按主机、Y 偏转系统、X 偏转系统三大部分, 分别就各具体电路作进一步叙述。

1. 主机部分:

(1) 低压电源:

低压电源把 220 伏市电转换成整机各部分所需要的稳定直流电压。它输出 $\pm 12V$ 、 $\pm 24V$ 、 $+52V$ 和 $+170V$ 共六档电压。整个低压电源由变压器桥式整流器, 滤波电容和稳压电路所组成。其