

常用电子仪器使用说明

上海纺织工学院

说 明

“常用电子仪器使用说明”对电子仪表实验室现有电子仪器的技术性能、工作原理、使用方法等作了简要的说明，对没有接触过电子线路的学员来说，可暂时不读工作原理及线路部分，而把阅读重点放在仪器的正确使用上。待电子仪表教学进行到一定阶段后，学员可运用学得之知识，对仪器的各电路组成部分进行分析，以达到熟练操作仪器及提高读图能力之目的。

目 录

第一章 晶体管、电子管毫伏表与电子管繁用表	
第一节 电压表中的分贝刻度	1
第二节 DA-16型晶体管毫伏表	2
第三节 GB-2型电子管毫伏表	3
第四节 GB-1型电子管繁用表	4
第二章 示波器	
第一节 SBT-5通用示波器	18
第二节 175A(SB-10型)示波器	36
第三节 其他示波器介绍	40
第三章 低频信号发生器	
第一节 XD7低频信号发生器	42
第二节 XD1低频信号发生器	52
第三节 音讯-1甲型音频振荡器	62
第四节 其它类型的振荡器	65
第四章 晶体管测试仪	
第一节 JS-7A型晶体管测试仪	67
第二节 JT-1型晶体管特性图示器	89
第五章 电子稳压器	
第一节 自制晶体管稳压器	108
附图：	
1、DA-16晶体管毫伏表电原理图	
2、SBT-5通用示波器电原理图(2-1~2-7)	
3、XD1低频信号发生器电原理图	
4、XD7低频信号发生器电原理图	
5、JS-7A型晶体管测试仪电原理图	
6、自制晶体管稳压器电原理图	

第一章 晶体管、电子管毫伏表与电子管繁用表

第一节 电压表中的分贝刻度

分贝是一个按对数来表达的单位，它可以用来表示任意量的两个数值之比或用来表示这个量的增大或减小。

在电子技术中，分贝可用来表示放大（即增益），或衰减，也就是按对数来表达两个电压、电流或功率的比值。计算方法如下表：

	增大 (或减小)	
	以数值表示	以分贝表示
以功率计算	$\frac{P_2}{P_1}$ 倍	$10 \lg \frac{P_2}{P_1}$ 分贝
以电压计算	$\frac{V_2}{V_1}$ 倍	$20 \lg \frac{V_2}{V_1}$ 分贝

例如，电压放大为 100 倍（即电压比为 100 : 1），表示为分贝时，也就等于 $20 \lg 100 = 20 \times 2 = 40$ 分贝。又例如，功率放大为 1000 倍（即功率比为 1000 : 1），要表示为分贝时，也就等于 $10 \lg 1000 = 10 \times 3 = 30$ 分贝。

为了便于比较电压和功率的高低，通常给定某一电压或功率值作为基准，比该基准电压或功率高者，为正分贝值；反之比该基准电压或功率低者为负分贝值。在电压表中是以一个 600 欧姆电阻上，消耗 1 毫瓦功率时的电压

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{0.6 \times 10^{-3} \times 10^{-3}} = \sqrt{0.6} = 0.774 \text{ V}$$

作为基准的，即此时的电压定为 0 分贝。所以当电表的指示为

7.74V时，根据表中可算得，以分贝表示的电压为 $+20 \lg \frac{7.74}{0.774} =$

+20分贝。故对应的分贝刻度为+20分贝。当电表的指示为0.0774V时，则分贝表示的电压为-20分贝，故对应的分贝刻度为-20db。当一个放大器的输入信号电压为-20分贝，而输出电压为+20分贝时，放大器的增益为40分贝。

在万用表中，电压量程往往有好多档，但只绘出一条或二条分贝刻度，通常是绘出与0—10V这一档相对应的分贝刻度。所以当更换电压量程时，以分贝表示的电压值，必须加以换算。现举G-63型万用表为例，当电压量程选择在0—10V档，满度时约为22分贝。当更换到50伏档时，此时指示0分贝位置，对应的电压已不再是0.774伏，而是 (5×0.774) 伏 = 3.87伏了，所以这时的电压要比0分贝时高出 $20 \lg \frac{3.87}{0.774} = 14$ 分贝，这样，满度时的电压将是 $22 + 14 = 36$

分贝了。显然，当更换到100伏档时，此时指示0分贝位置，对应的电压将是 (10×0.774) 伏 = 7.74伏，即比0分贝时高出 $20 \lg \frac{7.74}{0.774}$

=20分贝，这样，被测电压的分贝值是电表指示的分贝数，加上20分贝；满度时的电压将是 $22 + 20 = 42$ 分贝；同理，当更换到250伏档时，则电表指示的分贝数，加上28分贝，便是被测电压的分贝数。通常在表面上已给出换算数据。G-63型万用表表面的左下端，更换量程时的分贝换算表如下：

V~	+db
50V	14
100V	20
250V	28

第二节 DA 16 型晶体管毫伏表

1. 概 述

晶体管毫伏表测量交流电压主要有检波——放大式和放大——检波式两种。前者由于具有宽广的频率响应而被广泛地用于超高频毫伏表。放大——检波式具有较高的灵敏度和稳定度，而且检波级置于最后，由于属于大信号检波，因而有良好的指示线性。本晶体管毫伏表采用放大——检波的形式，它具有较高的灵敏度和温度稳定性等特点。前置电路使用二串接晶体管，获得了低噪声电平及高输入电阻。本毫伏表用于工厂、实验室测量从100微伏到300伏的交流电压，其频率范围自20赫到1兆赫，电表刻度指示为正弦波有效值。

2. 技术性能

(1). 测量交流电压范围：100 μ V~300V

1, 3, 10, 30, 100, 300mV, 1, 3, 10, 30, 300V共十一档
级 -72dB~+32dB(600 Ω)。

(2). 被测电压的频率范围：20HZ~1MHZ

(3). 交流精度： $\pm 3\%$

(4). 频率响应为：20HZ~100KHZ $\leq 3\%$

100KHZ~1MHZ $\leq 5\%$

(5)输入阻抗：

输入电阻在1KHZ时约为1.5M Ω

输入电容 1mV~0.3V时约70pF

1V~300V时约50pF

(包括接线电容在内)

(6). 噪声：当输入端短路时，电表指示不大于1小格。

(7)、使用电源：220V50HZ，消耗电力3瓦。

(8)、外形尺寸：220×150×100mm³ 净重约3Kg。

3. 电路说明

参阅DA-16型毫伏表原理图(附图1)

(1)、射极跟随器

毫伏表输入阻抗以高为佳，如果对被测信号直接分压，采用高阻抗衰减，频率响应不容易做好。本电路使用BG₁、BG₂接成射极跟随器，对0.3V对下的电压变换成低阻抗信号进行分压，0.3V以上的电压则必须先衰减成小信号进入射极跟随器。

由D₁₀组成保护电路，以防止测量过载时毁坏晶体管。

(2)、放大器

由BG₃~BG₇五个三极管组成，电压增益60dB左右，放大器具有反馈式频率补偿及反馈式线性补偿；因而有效地克服了检波二极管的非线性和温度系数。

(3)、稳压电源

BG₉为放大管，BG₈为调整管，输出直流电压12V，作为射极跟随器和放大器的偏置。

4. 使用须知

(1)、接通电源，等电表指针摆动数次后，校正调零到6位即可进行测量。

(2)、输入端短路时，指针稍有噪声偏转是正常的。

(3)、所测交流电压中的直流分量不得大于300V。

(4)、如果用毫伏表测量36V以上电压，应注意机壳带电，以免发生危险。

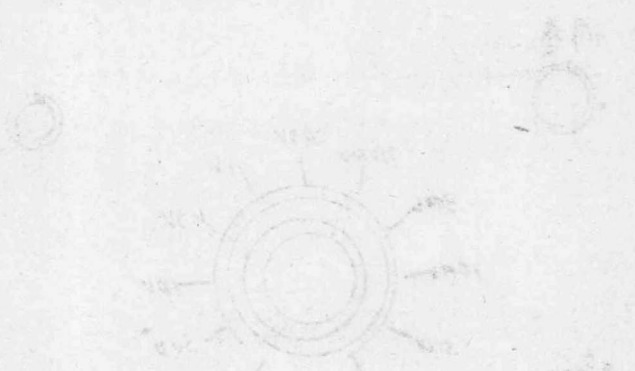
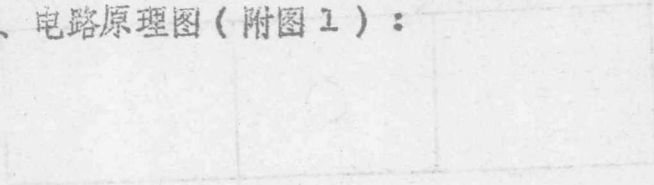
(5)、由于本仪器灵敏度高，接地点必须良好，或正确选择接地点，

否则测试效果不好。

(6)、当未知被测电压大小时，则应把“测量范围”置于最高档，然后先接入公共端子（黑色），然后再接入输入端子（红色）再减小“测量范围”到所需量程为止。如上述过程倒置或公共端子与输入端子反置，都会引起表针打过满度，使表针可能受损。

5、面板图：（图 1、-1、-1）

6、电路原理图（附图 1）：



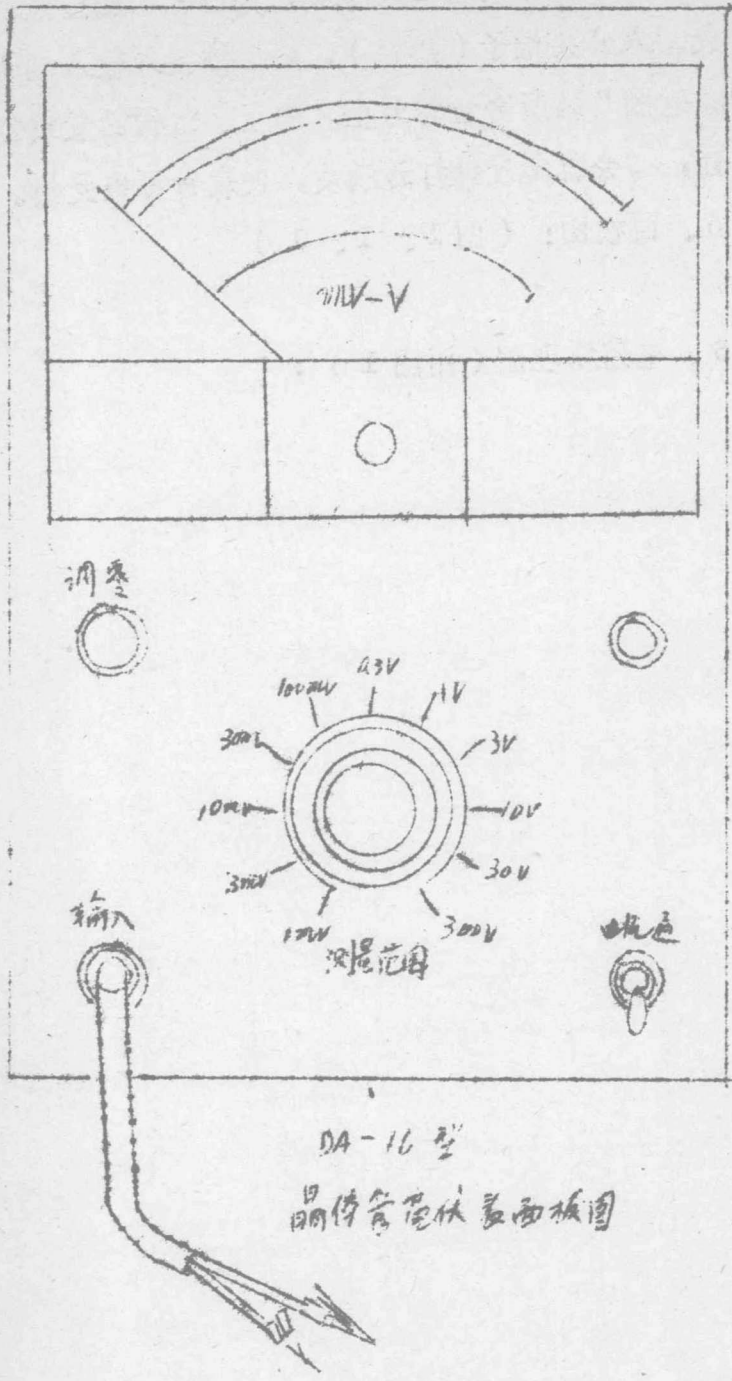


图 1. 1-1

第三节 GB-2 型电子管毫伏表

1、用途及特点介绍：

本表输入阻抗较高，很少消耗被测量电路的功率，所以基本上不对被测电路的工作状态产生影响，仪表的灵敏度也较高。本仪器适合测量音频电压的有效值。

2、主要技术性能

(1)、电压测量范围：1mV 300V，共分成10档：

10mV, 30mV, 100mV, 300mV, 1V, 3V,
10V, 30V, 100V, 300V.

(2)、工作频率范围：50赫~50千赫

(3)、输入阻抗：不平衡输入式 电阻 > 150K

电容 < 100P

3、面板布置：

面板布置如图 1.2-1 所示：

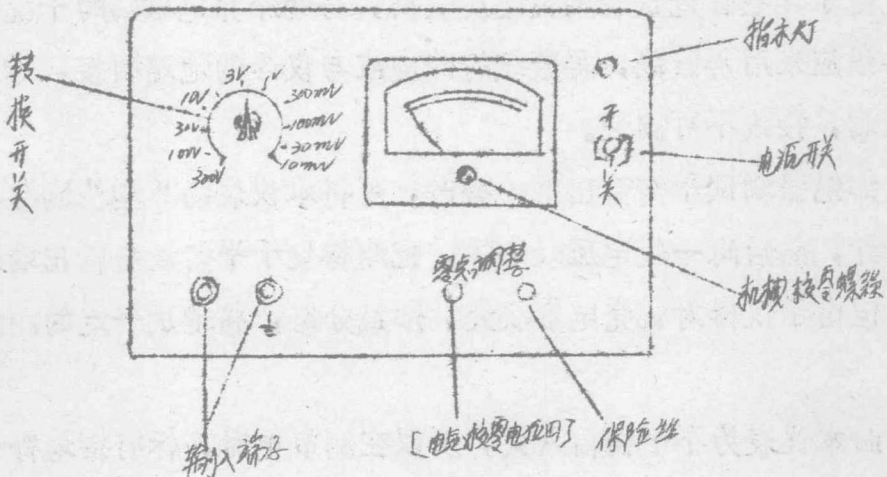


图 1.2-1 GB-2 型电子管毫伏表

4、使用要点：

(1)、开机前应检查表头的零点，必要时进行机械调零。

(2)、一般“地”端都与地线相接，并与被测设备的“地”端相接，以免干扰影响读数。

(3)、仪表开启电源后15—20分钟，才能达到稳定工作状态，然后将输入端子短路进行电气校零（在使用过程中，要经常检查零点是否准确）。

(4)、将转换开关置于所需的测量范围，即可进行测量。测量时，应先接入地线端子，然后再接入高电位端子，测量完毕，应先取下高电位端子的测棒，然后再取下接地端子的测棒。如果上述过程倒置，有可能因表针打过满度，而使表针受损。

(5)、当未知被测电压大小时，则应把“测量范围”置于最高档，然后按上述步骤接入测棒，再减小“测量范围”，直到表针偏转超过表面的 $1/3$ 时为止。然后根据“测量范围”的指示及表针的指示，读出被测电压值。

(6)、由于真空管毫伏表的灵敏度较高，易受外界电磁场的干扰，故引入导线应采用屏蔽线，屏蔽线的外皮应与仪器的地端相接，芯线接高电位端，接线不可倒置。

(7)、如勉强测试平衡输出式设备时，可将本仪表的“地”端与其他设备断开，然后同一般电压表一样，把测棒置于平衡设备输出端进行测量，但由于仪器对机壳电容较大，形成分路，将造成一定的测量误差。

(8)、因本仪表为不平衡输入式，所以在测市电时，标有接地符号一端，要接电源中线，不可接错，以免造成短路事故。（如果仪器外壳接大地时会造成事故，否则机壳带电。）

(9). 电子管毫伏表按正弦波有效值刻度, 故测非正弦电压时表针虽有偏转, 但指示不正确。

第四节 GB-1型电子管繁用表

1. 用途: 本仪表是一种多用处的测量仪器, 可测量交直流电压、电阻及作中心指示。

2. 主要技术指标:

输入阻抗:	直流	15MΩ	交流	15MΩ < 20Pf
直流电压测量范围	0.1 ~ 1000V 共分六档;			
交流电压测量范围	0.1 ~ 300V 共分五档;			
电阻测量范围	0.2 ~ 1KMΩ 共分六档;			
满刻度误差:	直流	± 3 %		
	交流	± 5 %		
	电阻	100 ~ 100K	± 5 %	
		100K ~ 10M	± 10 %	
	其他		± 20 %	
探极频率响应:	30C 25MC, 0.5db			

3. 面板布置如图 2-10 所示:

4. 使用要点:

开机前检查表针是否指零, 如不指零可轻轻调整表头上的调整螺丝(机械校零)。接通电源, 预热几分钟后, 表针应稳定地指到零, 如不指零, 可调整表头下的“零位调整”直到指零。此时, 仪表即可开始使用。

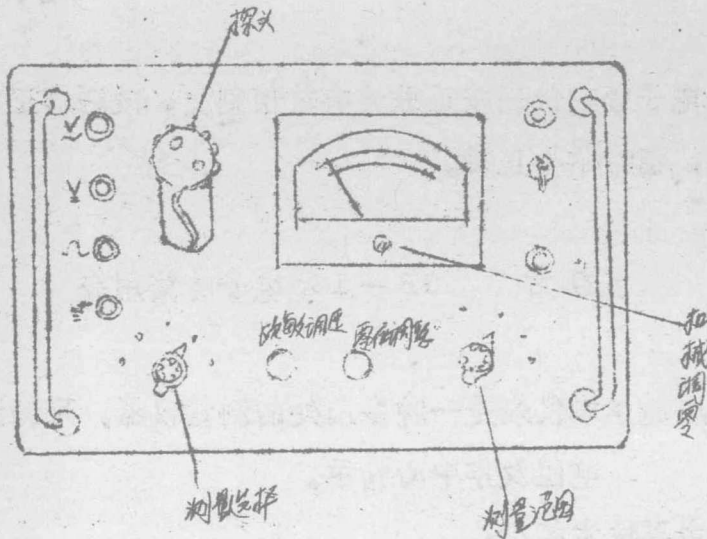


图 2-10 GB-1 型真空管繁用表

(1)、测量直流电压：

将“测量选择”开关打到“ V_{+} ”（或 V_{-} 位置），（注意：在“ V_{-} ”位置时，被测电压正极是接机壳的，有可能和其他机壳间，存在着较高的电位差，所以切忌用双手同时触及繁用表和其他设备的外壳，否则有触电的危险了。当未知被测量值时，宜将“测量范围”置于最大位置上，把测棒置于被测电压的输出端，由“ V_{+} ”及“ $\frac{2}{3}$ ”端引入电压，逐渐减小量程，直至表针超过 $1/3$ 满度指示为止，如果“测量范围”置于100上，表针指示正中，则测得的直流电压是50伏。

(2)、测量正弦交流电压：

“测量选择”置于“ V_{\sim} ”，“测量范围”选择适当位置，把接线柱“ V_{\sim} ”与“ $\frac{2}{3}$ ”端短接，然后调节“零位调整”，使表针指零，由“ V_{\sim} ”与“ $\frac{2}{3}$ ”端引入被测交流电压，则根据“测量范围”及表针的指示，便可读出被测交流电压值。例如“测量范围”置于100上，表针指示正中，则测得的交流电压是50伏。注意：此时探头应插好

同时，在测量过程中应先接入地线测棒后接入与“V_~”端子联接的测棒。

在测量高频电压时，须把探头拔出，直接由探头输入，可避免分布参数对测量引起的误差。

(3)、测量直流电阻：

“测量选择”开关置于“Ω”位置，断开“Ω”与“ $\frac{\infty}{\Omega}$ ”端接线柱调节“零位调整”，使欧姆值指示无穷大，短路“Ω”与“ $\frac{\infty}{\Omega}$ ”端，调节“欧姆调整”使欧姆值指示为零，然后断开，重调“零位调整”；再短路，重调“欧姆调整”，反复几次，直到“Ω”与“ $\frac{\infty}{\Omega}$ ”端短接时，Ω指示为零，断开时为无穷大为止。适当选择“测量范围”，在“Ω”与“ $\frac{\infty}{\Omega}$ ”端间接入被测电阻，则表针指示的数值与“测量范围”指示的数值之乘积，即为被测电阻的阻值。例如“测量范围”指示“×10K”，表针指示为10，则被测电阻的阻值是 $10 \times 10K = 100K\Omega$ 。

(4)、零位指示器：

当“测量选择”置于 \times 位置时，表针即指向刻度的中心附近，调节“零位调整”，使指针偏向正中，被测信号从“V_~”和“ $\frac{\infty}{\Omega}$ ”接线柱输入，灵敏度由“测量范围”开关控制，此时可作检流计用，当输入改变极性时，指针朝相反方向偏转。

〔注：〕测电阻时，仪器内须装2节串联的1号干电池，当“欧姆调整”已不能使表针指示满度时，需要换电池，仪器长期不用时，应将电池取出，以免电池干涸后，外皮锈蚀，内部酸性溶液外流，造成仪器底板腐蚀生锈。

第二章 示波器

示波器是一种用途广泛的电子测量仪器。它在社会主义革命和建设飞速发展的今天，已被越来越多地应用于生产实践和科学研究等方面。随着无线电工业的发展，尤其是火箭技术，计算技术，自动控制、彩色电视等先进技术的发展，示波器的使用将越来越广泛。

示波器对微微秒数量级的脉冲波或者变化极其缓慢的非周期性的电压变化，都能比较真实且而清晰地显示出来，以提供对它精确地进行定性、定量的分析和研究。示波器之所以应用广泛，是由于它能把原来非常抽象的、肉眼看不见的电过程，变换成具体的看得见的图象。

在电讯工程中，通常使用示波器来观察电压（或电流）波形，测量频率及电压、电流、功率等数量。正无线电制造工业中，示波器已广泛地用来校验整机的电路性能、描述电子半导体器体的特性参数。目前，在电视、雷达设备的生产制造中，示波器也成为不可缺少的测量仪器。在生理、医疗方面，示波器也用来探索人体组织机能的活动检查生理病变等。在冶金等重工业企业中，示波器已作为探伤测试设备的调整自动控制装置。此外，在轻化工业生产等方面，示波器也有很大的用途。

总之，示波器在国民经济各部门的应用日趋广泛。我国生产的示波器种类很多，大致可分为两大类，通用示波器和专用示波器。本讲义着重叙述 SBT-S 示波器的电路基本原理及其正确使用方法，从而对通用示波器的原理及使用有一概括的了解。

第一节 SBT-5 通用示波器

1. 技术规格:

Y轴

频带宽度	$10\text{Hz} \sim 10\text{MHz}$	3db
上升时间	40ns	
上冲	$\leq 3\%$	
灵敏度	$\leq 25\text{mV PP/cm}$	
衰减	13 10 100 300和 1000	
入端阻容	直接 $1\text{M}\Omega/40\text{Pf}$ 或 75Ω	
探头	$10\text{M}\Omega/10\text{Pf}$	
延迟时间	250ns	

X轴:

扫描时基	$6.1\mu\text{S/cm} \sim 10\text{ms/cm}$	
	1—10分档 $\pm 10\%$	
触 发	内 50mV_{PP} 外 0.5V_{PP}	
同 步	$10\text{Hz} \sim 5\text{MHz}$	
扩 展	5倍 $\pm 30\%$	
外 接	$10\text{Hz} \sim 500\text{KHz}$	30db
	$\leq 120\text{mV}_{\text{PP/cm}}$	
	$2\text{M}\Omega/30\text{Pf}$	

示波管:

型 号	13SJ38J
加速电压	345KV
显示有效面	$8 \times 10\text{ cm}$

余 海 中

其他:

比较讯号 $50\text{mV}_{\text{PP}} \sim 50\text{V}_{\text{PP}}$ 分 7 档 $\pm 3\%$ 约 1kHz 时 标 $0.4\text{ns} \sim 100\mu\text{s}$ 分 5 档 $\pm 3\%$

探 极 10 : 1

工作环境 $+10 \sim +35^{\circ}\text{C}$ $\leq 80\%$ $750 \pm 30\text{mmHg}$ 额定电源 $220\text{V} \pm 5\%$ 50Hz 功率消耗 约 380VA

工作时间 可连续使用 8 h

外形尺寸 $370\text{B} \times 470\text{H} \times 550\text{L}_{\text{mm}}$ 重 量 48Kg

2. 电路叙述:

示波器结构方框图:

示波器的电路基本上可分为: Y 轴系统、显示器和电源四个主要部分。它采用的电路有放大电路、脉冲电路、振荡电路等。示波器的结构方框图如图 21-1 所示。

SBT-5 型示波器的电路组成有 Y 轴偏转系统, 它包括输入 RC 衰减器、前置放大级、延迟线以及末级平衡放大级等; X 轴偏转系统包括触发放大级、扫描发生器、水平放大级等; 显示器包括示波管及其控制器等; 电源部分包括变压器、滤波

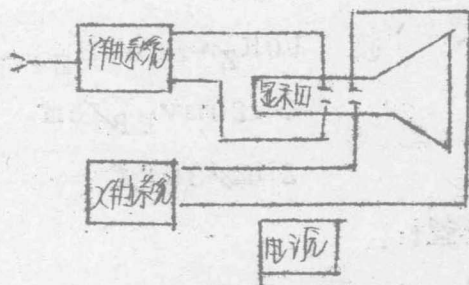


图 21-1 示波器结构方框图