

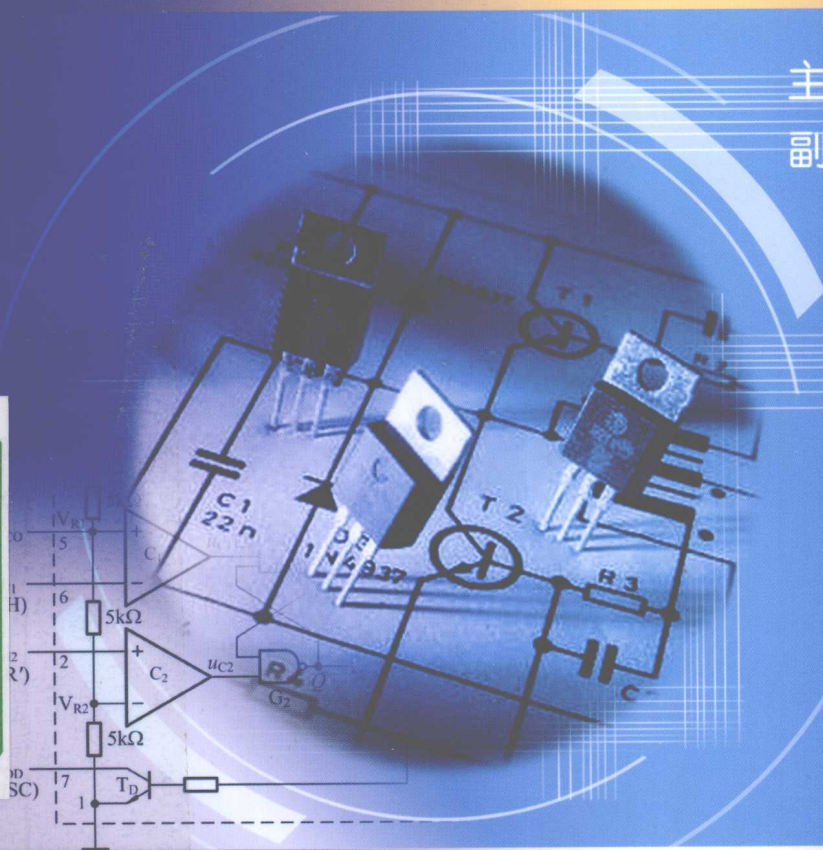


普通高等教育“十一五”电子电气基础课程规划教材

电子技术实验教程

主 编 赵立民

副主编 张 欣 于海雁



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TN-33/32

2008

普通高等教育“十一五”电子电气基础课程规划教材

电子技术实验教程

主 编 赵立民
副主编 张 欣 于海雁
参 编 孙洪林 庞 杰

机 械 工 业 出 版 社

本实验教程根据电子技术课程教学大纲的要求,系统地编排了电子技术实验的内容。实验包括三部分:模拟电子技术基础性实验、数字电子技术基础性实验、电子技术综合性实验,共36个实验项目。书的前三章及附录列出了电子技术实验的有关参考资料,为进行实验和设计提供了很大方便。

本实验教程在内容上加大了综合性、设计性实验的比重,强调理论与实践的融合,精心选择实验内容,注重典型性、实用性。实验内容由易到难、由简单到综合,循序渐进,最主要的是有设计参考,使学生有章可循,减少盲目性。另外,每个实验既有基本要求又有提高部分,使不同层次的学生各有所需。综合性实验的选择既考虑难易程度,同时又要使学生感兴趣,比如警笛电路的设计。实践证明效果非常好。

实验教程中所列实验项目都经过教师的试做,参数真实可行,其中,综合性实验的多种实现方法也都是经过实际验证的,不存在参数或原理不可行、做不出来的情况。

本实验教程既可作为高等学校电类各专业的实验教材,也可作为广大电子爱好者的参考书。

本实验教程配有光盘,包括实验指导课件、部分实验的参考设计。如有需要,请与我们联系。联系方式:邮箱:zhaolm@sut.edu.cn,电话024-25692288。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验教程/赵立民主编. —北京:机械工业出版社, 2008.3
普通高等教育“十一五”电子电气基础课程规划教材
ISBN 978-7-111-23570-5

I. 电… II. 赵… III. 电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第024496号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王保家 责任编辑:王保家 版式设计:霍永明
责任校对:张媛 封面设计:张静 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷
2008年3月第1版第1次印刷
184mm×260mm·11.25印张·276千字
标准书号:ISBN 978-7-111-23570-5
定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 88379711
封面防伪标均为盗版

前 言

电子技术包括模拟电子技术和数字电子技术，是高等工科院校一门理论性和实践性很强的技术基础课，其实验教学是必不可少的重要环节。本实验教程就是与电子技术课程配套使用的。

依据高校课堂教学和实验操作的规律与要求，并以提高学生的实际工程设计能力和自主创新能力为目的，全书内容作了恰当的编排。实验内容包括三部分：模拟电子技术基础性实验、数字电子技术基础性实验和电子技术综合性实验，共 36 个实验项目。这些实验项目涵盖了电子技术的大部分知识点。

实验内容的设置考虑了学生的接受能力，秉承从验证到设计、从基础到综合的原则。实验内容加大了设计性实验的比例，强调理论与实践的融合，注重典型性、实用性、综合性及设计性。

第一章至第三章主要介绍了常用电子仪器及元器件的基础知识，弥补理论教学的不足，并使学生对实验中应注意的问题有所了解，逐步建立系统的观念、工程的观念。

第四章、第五章包括模拟电子技术和数字电子技术共 22 个基础性实验。既有验证性实验也有简单的设计，使学生初步掌握电子技术的实验技能。根据学时安排，可以将实验数量和内容加以调整。建议每个实验 2 学时。

第六章为电子技术综合性实验，包括模拟电子技术综合实验、数字电子技术综合实验和电子技术综合实验三部分内容。考虑到学生的能力，实验项目大多有参考设计，减少盲目性，使学生有章可循。另外，为了使學生感兴趣，实验项目具有实际意义，如温度控制、逻辑电平检测、警笛电路控制等。实践证明，学生对该部分实验很感兴趣，主动去做，课上完不成，课下继续做。建议每个实验 4 学时。根据具体情况，也可只完成实验的一部分。如果实验条件不具备，应充分利用 EDA 仿真软件。为与主教材一致，本书中逻辑电路图形符号采用国外流行符号，请读者注意。

书中附录部分为实验中使用的集成电路引脚图，方便学生查阅。

沈阳工业大学“电子技术”课程是辽宁省精品课，多年来一直重视实践教学环节，本实验教程是多年电子技术实验教学经验的积累。实践证明，本教材有利于培养学生基本实践能力和创新意识。

本书所提供的每个实验项目及其实验内容都有较大的选择余地，可根据学生具体情况进行操作。本书的实验模式与实验内容安排是一种新的尝试，疏漏之处在所难免，请使用本书的老师和同学将您发现的问题反馈给我们，我们将非常感谢。

编 者

目 录

前言

第一章 常用电子测量仪器的使用 1

第一节 COS5020B 型通用示波器 1

第二节 函数信号发生器 6

第三节 SX2172 型交流毫伏表 11

第四节 SG1732 型三路直流稳压源 13

第五节 万用表 16

第六节 ADCL—Ⅲ型电子技术综合实验箱 18

第二章 常用电子元器件基础知识 22

第一节 电阻器 22

第二节 电容器及电感器 24

第三节 二极管、晶体管及集成电路 27

第三章 电子技术实验中应注意的问题 33

第一节 电子电路设计的一般方法与步骤 33

第二节 电子电路调试的方法与步骤 35

第三节 故障诊断技术 37

第四节 抗干扰技术 40

第四章 模拟电子技术基础性实验 42

实验一 双极型晶体管单管放大器
(一) 42

实验二 双极型晶体管单管放大器
(二) 46

实验三 场效应晶体管放大器 49

实验四 差分放大器 51

实验五 集成运算放大器负反馈放大
电路 56

实验六 集成运算放大器的基本运算
电路 59

实验七 积分、微分运算电路 64

实验八 有源滤波器 67

实验九 RC 正弦波振荡电路 71

实验十 电压比较器 74

实验十一 集成功率放大器 80

实验十二 集成稳压器 82

第五章 数字电子技术基础性实验 87

实验一 TTL 集成门电路的逻辑功能与
参数测试 87

实验二 CMOS 集成门电路的逻辑功能
与参数测试 92

实验三 TTL 集电极开路门、三态门 94

实验四 数据选择器和译码器 97

实验五 触发器 102

实验六 移位寄存器 105

实验七 计数器、译码器和显示电路 109

实验八 555 集成定时器 115

实验九 随机存取存储器 118

实验十 D/A 和 A/D 转换器 122

第六章 电子技术综合性实验 128

实验一 多波形发生器 128

实验二 压控振荡器 134

实验三 数字逻辑电平测试仪 137

实验四 模拟运算电路的综合应用 140

实验五 低频放大电路的设计 142

实验六 水温测量与控制电路 145

实验七 4 (8) 路智力抢答器 148

实验八 数字电子钟 153

实验九 汽车尾灯控制器 156

实验十 交通信号控制器 158

实验十一 电子密码锁 163

实验十二 脉冲序列发生器 165

实验十三 警笛电路 166

实验十四 可编程增益放大器 168

附录 常用集成电路引脚图 172

参考文献 175

第一章 常用电子测量仪器的使用

第一节 COS5020B 型通用示波器

COS5020B 型示波器是一种双通道示波器,带宽为 20MHz,最小垂直偏转因数为 1mV/cm,扫描时间因数为 20ns/cm,采用 8cm×10cm 矩形内刻度示波管。

双通道示波器是指可以在一个示波管荧光屏上同时显示两个信号波形,用来比较被测系统的输出和输入信号、研究波形变换器的各级信号、观察脉冲电路各点波形及信号通过网络时的波形畸变、测量波形相位移等。也可以任意选择通道独立工作,进行单踪显示。还可以两信号叠加后显示。

一、COS5020B 型示波器的基本组成原理

COS5020B 型示波器由垂直偏转电路、水平偏转电路、校准信号、示波管电路及电源供给电路等部分组成。其原理框图如图 1-1 所示。

被测信号电压通过探头加到 CH1 (通道 1) 或 CH2 (通道 2) 输入端,经衰减器、前置放大器垂直开关电路、垂直输出放大器放大加至示波管的垂直偏转板。触发电路将取自被测信号的一部分 (也有外触发、电源触发) 放大后去控制扫描发生器。扫描发生器在触发信号的作用下,产生一个与“TIME/DIV”扫描时间开关选择的时间因数相一致的锯齿波电压。此锯齿波电压经水平 (X 轴) 输出放大器放大加在示波管的水平偏转板上,使示波管阴极发射出的电子束在荧光屏上形成周期性的与时间成正比的水平位移,从而把垂直方向的被测信号电压按时间变化的波形展现在荧光屏上。示波管电路给示波管各极提供合适的电压,使示波管工作于最佳状态。垂直开关电路的作用是转换 CH1 和 CH2 前置放大器信号,并将信号送入垂直输出放大器,触发信号通过触发开关电路被送到触发生器。水平开关电路的作用是转换来自扫描发生器的扫描锯齿波信号和在 X—Y 工作方式时由垂直开关电路送来的 CH1 水平信号,然后将信号送到 X 轴缓冲放大器。衰减器的作用是使被测信号电压变成一个合适的电压,以得到垂直方向适当大小的波形高度。

二、COS5020B 型示波器面板各控制旋钮的作用

COS5020B 型示波器的面板包括示波管控制、水平方向控制、垂直方向控制 (双通道)、触发扫描控制 4 部分,其面板结构如图 1-2 所示。

1. 基本操作

按表 1-1 设置各开关及旋钮的初始位置,按下列步骤操作。

- 1) 开启电源开关,指示灯亮,约 20s 后,示波器屏幕上将出现扫描线。如没有扫描线出现,应检查各开关及控制旋钮 (按键) 的初始位置是否正确。
- 2) 调节辉度旋钮和聚焦旋钮,使扫描线亮度适当且最清晰。
- 3) 将与 CH1 输入端连接的探头加到校准信号上。

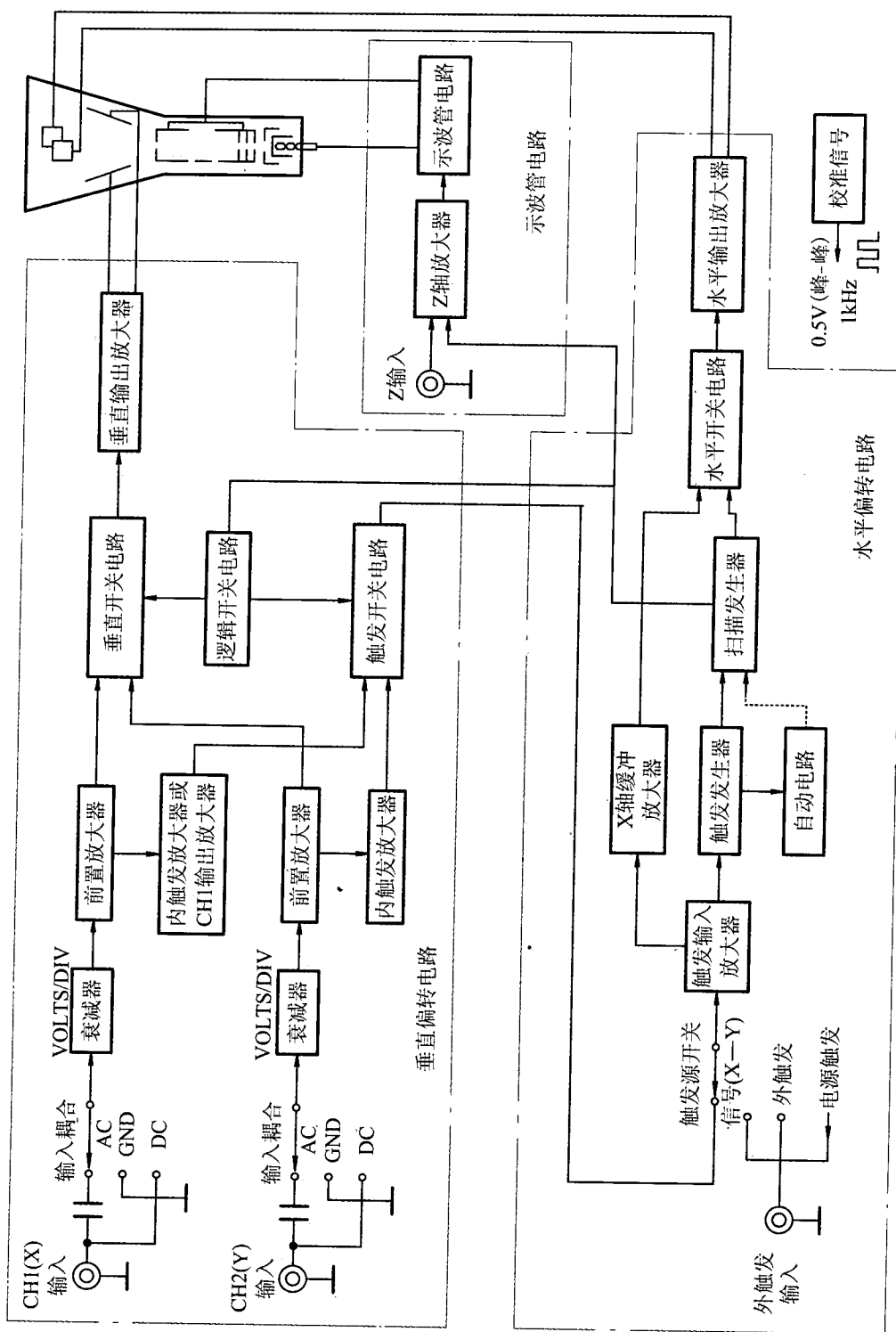


图 1-1 COS5020B 型示波器原理框图

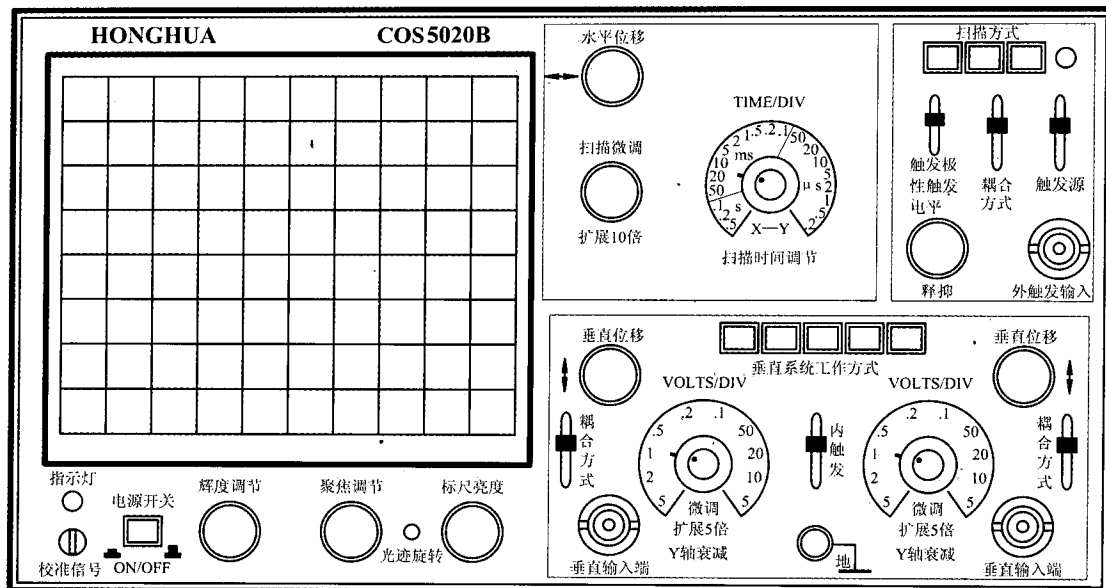


图 1-2 COS5020B 型示波器的面板结构

表 1-1 示波器面板说明

	装置名称	作用	初始位置设定
示波管电路	电源开关 (POWER)	示波器的主电源开关。按下时, 此开关上方的指示灯亮表示电源已接通	▲为关位
	辉度调节 (INTEN)	控制光点或扫描线亮度	相当于时钟“3”点
	聚焦调节 (FOCUS)	使扫描线最清晰	中间位置
	标尺亮度 (ILLUM)	标尺照明调节	逆时针旋到底
	光迹旋转 (TRACE ROTATION)	用来调整水平扫描线, 使之平行于刻度线	
垂直偏转系统	垂直输入端	分别为通道 1 (CH1), 通道 2 (CH2) 的输入端; X—Y 运行时 CH1 为 X 轴输入端, CH2 为 Y 轴输入端	待接被测信号
	耦合方式 (AC—GND—DC)	选择输入信号与垂直放大器之间连接方式 AC—交流耦合, 隔断直流; GND—前置放大器与输入端断开并接地, 可用于检查基准线 (0 电平); DC—直流耦合	GND
	Y 轴微调 (VARIABLE)	Y 轴灵敏度微调, 可调率为面板指示值的 1 ~ 0.4 倍。在 CAL'D 位置灵敏度校准为面板指示值, 拔出时灵敏度提高 5 倍, 即为面板指示值的 1/5	CAL'D (顺时针到底位置) 推进
	Y 轴衰减 (VOLTS/DIV)	电压/格 (VOLTS/DIV), 选择 Y 轴灵敏度, 0.5mV/DIV ~ 5V/DIV, 共分 10 挡	0.5V/DIV
	↑ Y 轴位移 (POSITION)	调节扫描线或光点的垂直位置	推进, 中间位置

(续)

	装置名称	作用	初始位置设定
垂直偏转系统	垂直系统工作方式 (VARTMODE)	选择垂直系统的工作方式 CH1—显示通道 1 的波形; CH2—显示通道 2 的波形; DUAL—两路波形同时显示; ADD—显示通道 1 与通道 2 信号的和或差。显示差值时通道 2 的 POSITION 拔出。由 SOURCE 选择内触发信号	CH1
水平偏转系统	扫描时间 (TIME/DIV)	时间/格 (TIME/DIV), 选择扫描时间因数。指示值乘 10 为一个扫描周期。当置于“X—Y”“EXTHOR”位置时, 示波器作为 X—Y 运行, CH1 为 X 轴或外输入信号作为扫描信号	0.5ms/DIV
	扫描时间微调 (VARIABLE)	扫描时间微调, 可调率为面板指示的 1~0.4 倍。在 CAL'D 位置时扫描时间校准为面板指示值, 拔出时扫描频率提高 10 倍	CAL'D 推入
	↔水平位移 (POSITION)	调节扫描线或光点的水平位置	中间位置
	扫描方式 (SWEEPMODE)	选择扫描方式, AUTO—自动, 有无被测信号均扫描; NORM—常态, 无触发信号 (或被测信号) 加入时, 处于准备状态, 无扫描线; SINGLE—单次, 按下时扫描一次, 指示灯亮	AUTO
触发控制	触发源 (SOURCE)	选择触发信号。当 VERTMODE 开关置在 DUAL 或 ADD 时, 分别由 CH1 或 CH2 作触发信号。示波器 X—Y 运行时, 置“X—Y”起连通作用 (CH1 为 X 轴), EXT—选择外部信号触发; LINE—电源触发, 以交流电源频率信号作为触发信号	CH1
	外触发输入 (EXTTRIG)	当 SOURCE 开关置 EXT 位置时, 外触发信号由此加入	
	耦合方式 (COUPLING)	选择触发信号与触发放大电路之间连接方式。AC—交流耦合, 排除直流成分的影响; HFR—交流耦合滤掉高频成分; TV—交流耦合, 通过电视同步分离电路连接; DC—直流耦合	AC
	触发极性 (SLOPE)	选择触发信号的极性。“+”—信号正斜率触发; “-”—信号负斜率触发	+
	同步脱离 (HOLDOFF) 触发电平 (LEVEL)	调整扫描起点和触发电平。当 LEVEL 旋钮置锁定位置 LOCK 时, 触发电平自动保持在最佳状态, 不需调节; 当信号波形复杂调节之不能使其稳定触发时, 可用 HOLDOFF 使波形稳定	NOME (常态) LOCK (逆时针旋转)
其他	CA (U_{p-p}) 校准信号	自检电压输出端, 此校准信号频率为 1kHz、电压峰-峰值为 0.5V 的方波	

4) 将耦合方式开关置 AC, 这时示波器荧屏上将显示校准电压的方波波形。

5) 为便于观测, 适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关和扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关, 使显示波形幅度适中, 周期适中。

6) 调节垂直位移旋钮和水平位移旋钮使显示的波形对准某一刻度, 以便读取电压

(U_{p-p}) 和周期值 (T)。CH2 的操作与 CH1 相同。

2. 电压测量

(1) 交流电压值的测量

被测信号通过探头输入示波器，耦合方式开关置 AC，Y 轴微调置于 CAL'D (校正) 位置，适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关和扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关以得到适合高度的一个或两个完整周期的波形。调节垂直位移旋钮使电压峰值与某一刻度线重合，以便读出电压值。根据屏幕上的坐标读出被测波形负峰到正峰在 Y 轴上的高度 (格数 DIV)，测出被测信号电压的峰-峰值。

如图 1-3 所示，Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关置于 0.5V/DIV 挡，此时如果被测波形占 Y 轴的坐标幅度 H (DIV) 为 4DIV，则此时信号电压 U_y 幅度为

$$U_y = \text{VOLTS/DIV} \times H = 0.5\text{V/DIV} \times 4\text{DIV} = 2\text{V}$$

若示波器的探头有衰减倍数，则电压 U_y 幅度为

$$U_y = \text{VOLTS/DIV} \times H \times \text{探头衰减倍数}$$

(2) 直流电压的测量

将耦合方式开关置 GND，屏幕上出现一条扫描线。调节垂直位移旋钮，使扫描线与某一刻度线重合，作为零电压的基准线，然后保持其不变。将耦合开关置 DC，被测信号通过探头输入示波器。Y 轴微调置于 CAL'D (校正) 位置，适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关以便观测。根据屏幕上坐标读出被测信号距零电压基准线的距离 (格数 DIV)，即可读出被测信号电压值。

3. 时间测量

将扫描时间微调置于 CAL'D (校正) 位置，适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关和扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关以得到适合高度的一个或两个完整周期的波形。调节水平位移旋钮以便观测。根据屏幕上的坐标读出被测波形一个完整周期在 X 轴方向的长度 (格数 DIV)，则测出被测信号的周期。

如图 1-4 所示，扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关置于 0.2ms/DIV，如被测波形在水平方向长度 D (DIV) 为 5DIV，则此时信号周期 T 为

$$T = \text{TIME/DIV} \times D = 0.2\text{ms/DIV} \times 5\text{DIV} = 1\text{ms}$$

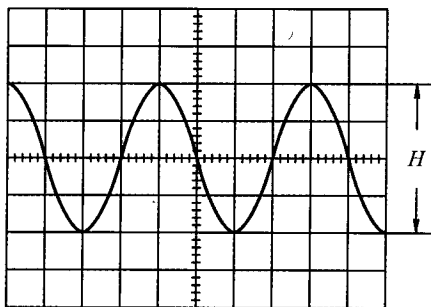


图 1-3 电压测量

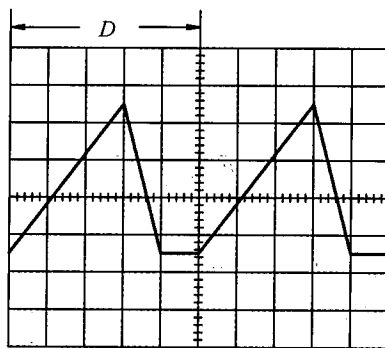


图 1-4 时间测量

4. 频率测量

对于周期性的重复频率来说，按时间测量的公式测定其周期 T ，按照频率 f 与周期 T 的

倒数关系来计算频率, 即

$$f = \frac{1}{T}$$

5. 相位测量

将示波器垂直偏转系统置于双通道工作方式。测量相位时触发点正确与否很重要, 应将 Y 轴触发源开关置于“CH2”的位置, 然后用内触发形式启动扫描, 测量两信号的相位差。

如图 1-5 所示显示的被测波形, 其中一个周期占坐标刻度 X 轴上 8DIV, 则每一个 DIV 相应 45° 相位, 即 $360^\circ \times 1/8$, 两波形相位间隔 D 为 1.5DIV, 则两波形间相位差 ϕ 为

$$\phi = D \times 45^\circ / \text{DIV} = 1.5 \text{DIV} \times 45^\circ / \text{DIV} = 67.5^\circ$$

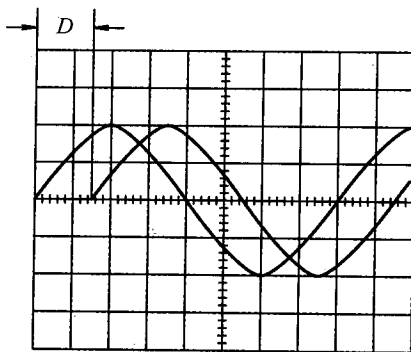


图 1-5 相位测量

6. 使用注意事项

- 1) 为了防止对示波管的损害, 不要使扫描线过亮或光点长时间静止不动。
- 2) 示波器的输入端和探头输入端的最大允许输入电压如表 1-2 所示, 输入电压不要高于这些极限值。
- 3) 不能在强磁场或强电场中使用, 以免测量时受干扰。
- 4) 使用前, 应检查电网电压, 与仪器要求的电源电压应一致。
- 5) 定量观察波形时应尽量在屏幕的中心区域进行, 以减小测量误差。
- 6) 调节各种开关、旋钮时, 不要过分用力, 以免损坏。

表 1-2 最大允许输入电压

输入端	最大允许输入电压
CH1, CH2 输入	400V (DC + AC _{p-p})
外触发输入	100V (DC + AC _{p-p})
探头输入	600V (DC + AC _{p-p})
Z 轴输入	50V (DC + AC _{p-p})

第二节 函数信号发生器

一、SG1645 型功率函数信号发生器

SG1645 型功率函数信号发生器是一种多功能、6 位数字显示的函数信号发生器。该仪器能产生正弦波、三角波、方波、对称可调脉冲波和 TTL 脉冲波, 其中正弦波的功率输出最大, 为 10W; 具有短路报警保护功能; 还具有压控输入控制、直流电平连续调节和频率计外接测频等功能; 频率范围宽, 最高可达 2MHz; 方波前沿小于 100ns。

1. SG1645 型功率函数信号发生器的原理

SG1645 型功率函数信号发生器的原理框图如图 1-6 所示。在电压控制器 A_1 的作用下, 正、负两个恒流源交替对电容 C 充电、放电, 由于两恒流源的电流相等, 因此电容上的电

压波形就是对称的三角波。经电压比较器，得到和三角波频率相等的方波。将三角波信号经过一组由二极管管阵组成的正弦波整形器，利用二极管的非线性将三角波转换成正弦波。然后将信号送入由高速运算放大器组成的放大器 A_2 放大、输出。

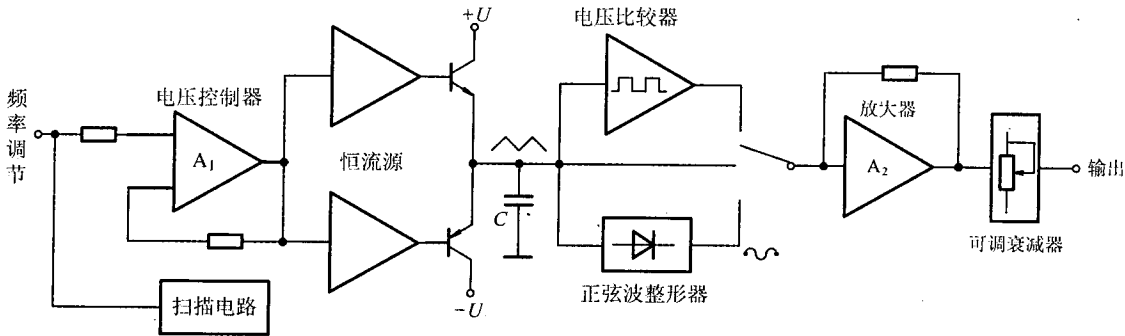


图 1-6 SG1645 型功率函数信号发生器的原理框图

2. SG1645 型功率函数信号发生器面板各控制旋钮的作用

SG1645 型功率函数信号发生器的面板包括数码显示、计数、波形选择、频率选择、幅度选择、电压输出等部分，功能如表 1-3 所示，面板结构如图 1-7 所示。

表 1-3 功率函数发生器各开关及旋钮功能

序号	面板状态	作用
1	衰减 (dB)	按下按钮可产生 -20dB 或 -40dB 衰减 两只按钮同时按下可产生 -60dB 衰减
2	波形选择	输出波形选择 波形选择为脉冲时，可与“18”配合使用改变脉冲占空比
3	频率倍乘	频率倍乘开关与“12”、“14”配合选择工作频率 外测频率时选择闸门时间
4	计数	频率计内测和外测频率信号（按下）选择 外测频率信号衰减选择按下时信号衰减 -20dB
5	Hz	指示频率单位，灯亮有效
6	kHz	指示频率单位，灯亮有效
7	闸门	此灯闪烁，说明频率计正在工作
8	溢出	当频率超过 6 个 LED 所显示范围时灯亮
9	数码显示	数字 LED，所有内部产生频率或外测时的频率均由此 6 个 LED 显示
10	电源	按下开关电源接通，频率计显示
11	计数输入	外测频率时，信号从此输入
12	频率调节 (Hz)	与“3”配合选择工作频率
13	压控输入	外接电压控制频率输入端
14	频率微调	与“12”配合，微调工作频率
15	同步输出	输出波形为 TTL 脉冲，可作为同步信号

(续)

序号	面板状态	作 用
16	直流偏置	拉出此旋钮可设定任何波形电压输出的直流工作点, 顺时针方向为正, 逆时针方向为负, 将此旋钮推进则直流为零
17	电压输出	电压波形由此输出, 输出阻抗为 50Ω
18	占空比	当“2”选择脉冲时, 改变此电位器可以改变脉冲的占空比
19	幅 度	调节幅度电位器可以同时改变电压输出和正弦波功率输出幅度
20	正弦波功率输出	1. 当波形选择为正弦波时, 有正弦波输出 2. 当选择其他波形时输出为零 3. 当 $f > 200\text{kHz}$, 电路会保护而无输出

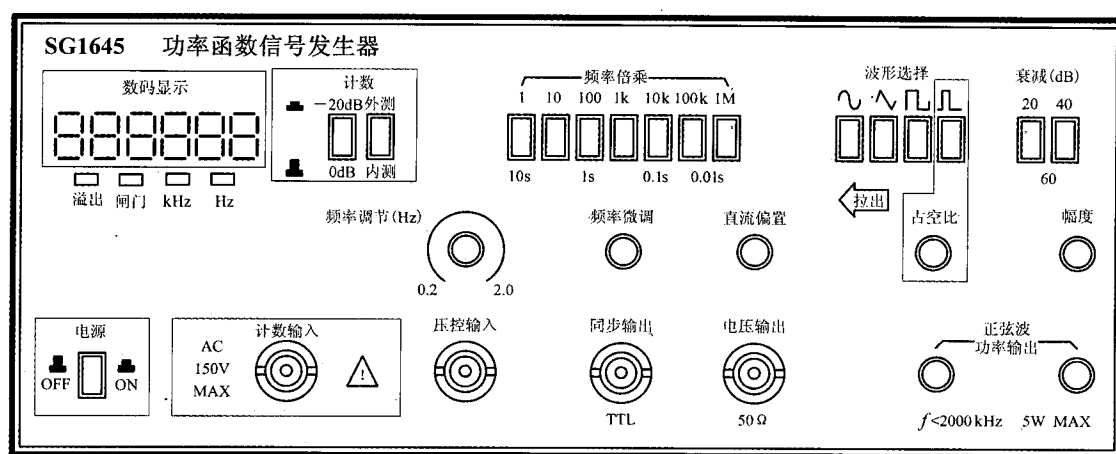


图 1-7 SG1645 型功率函数信号发生器的面板结构。

- 1) 电源开关按下。
- 2) 波形选择, 按下所需选择的波形功能开关。
- 3) 当需要脉冲信号时拉出并转动占空比调节开关, 调节占空比, 其他状态时关掉。
- 4) 当需要小于 1V (峰-峰值) 信号时, 按下衰减器。
- 5) 调节幅度旋钮至需要的输出幅度。
- 6) 调节直流偏置旋钮至需要设置的电平值, 即在交变信号叠加直流分量, 当和占空比调节开关同时使用时, 可得到正、负脉冲。其他状态时关掉, 直流电平为零。
- 7) 当需要 TTL 信号时, 从同步输出端输出, 此电平将不随功能开关改变。
- 8) 当需要外测频率时, 将被测信号输入本机的计数输入端, 按下外测键, 根据外测频率选择合适的闸门时间。
- 9) 当需要功率输出时, 从电压输出端引出信号即可。

3. SG1645 型功率函数信号发生器的使用注意事项

- 1) 输出端不能短路。作为电压源, 信号发生器本身的输出阻抗很小, 理想情况下输出阻抗等于零。由 $I = E/R$ 可知, 当仪器输出端短路时, 内部将有一个很大的电流通过, 以致可能烧坏仪器。
- 2) 输出信号电压的低端 (地端) 要与被测电路的地端相连, 以免引起杂波干扰。

二、SG1005 5MHz 数字合成信号发生器

SG1005 5MHz 数字合成信号发生器是采用大规模 CMOS 集成电路、超高速 ECL、TTL 电路、高速微处理器等工艺的函数发生器，具有 TTL 波、正弦波、方波、三角波产生，调频、调幅、调相，频率、幅度、相位键控（FSK、ASK、PSK），线性频率扫描、对数频率扫描等信号发生功能，并且可以实现函数信号任意个数发生功能。主波信号频率最高为 5MHz，频率分辨率可达 0.01Hz。

1. SG1005 5MHz 数字合成信号发生器面板各控制旋钮的作用

SG1005 5MHz 数字合成信号发生器的面板包括快捷键区域、方向键区域、屏幕键区域、数字键盘区、旋转脉冲开关区域、显示器区域、输出区域。面板结构如图 1-8 所示。

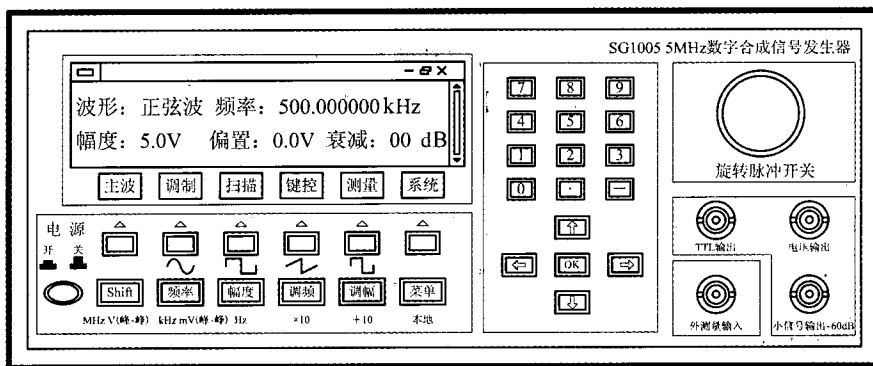


图 1-8 SG1005 5MHz 数字合成信号发生器面板结构

2. SG1005 5MHz 数字合成信号发生器的主要功能

- 1) 正弦波、方波信号输出频率为 0.01Hz ~ 5MHz。
- 2) 脉冲波、三角波信号输出频率为 0.01Hz ~ 1MHz。
- 3) 波形频率分辨率可达 0.01Hz。
- 4) 具有频率、幅度、相位调制功能，并且有外调幅功能。
- 5) 具有频率、幅度、相位键控功能。
- 6) 具有任意起点、终点的频率调制、扫描功能。
- 7) 具有频率测量、周期测量、正负脉宽测量和计数功能。
- 8) 操作界面采用全中文交互式菜单。

按键介绍如下：

(1) 快捷键区域

快捷键包含【Shift】、【频率】、【幅度】、【调频】、【调幅】、【菜单】6 个键，主要功能是方便快速进入某项功能或常用波形的快速输出。可以分为以下两类：

- 1) 当显示菜单为主菜单，可以通过单次按下【频率】、【幅度】、【调频】、【调幅】键进入相应的频率设置功能、幅度设置功能、调频波和调幅波的输出。任何情况下可以通过按下菜单键来优先从各种设置状态进入主菜单。还可以通过按下【Shift】键配合【频率】、【幅度】、【调频】、【调幅】、【菜单】键进入相应的“正弦波”、“方波”、“三角波”、“脉冲波”的输出，即为按键上面波形符号所示。

2) 当显示菜单为频率相关的设置时, 快捷键所对应的功能为所设置的单位。即为按键下面单位所示。例如在频率设置时, 可以按下数字键【5】, 再按下【幅度】键来输入单位 Hz 即为 5Hz 的频率值。如按下【频率】键, 即为 5kHz 的频率值。

(2) 方向键区域

方向键分别为【Up】(↑)、【Down】(↓)、【Left】(←)、【Right】(→)、【OK】5 个键, 它们的主要功能是移动设置状态的光标和选择功能。例如设置“波形”的时候, 可以通过移动方向键选择相应的波形, 被选择的波形以反白的方式呈现出来。

当为计数功能时, 【OK】键为暂停/继续计数键, 按下奇数次为暂停, 偶数次为继续。【Left】为清零键。

方向键不可以移动菜单项, 菜单项是通过屏幕键来选择的。

(3) 屏幕键区域

屏幕键是对应特定的屏幕显示而产生特定功能的按键。把它们从左向右排队分别设置为【F1】、【F2】、【F3】、【F4】、【F5】、【F6】。它们是对应屏幕的“虚拟”按键。

(4) 数字键盘区

数字键盘区专门为快速输入一些数字量设计的。它们由【0~9】的数字键、【.】、【-】12 个键组成。在数字量的状态下, 当按下任意一个数字键时, 屏幕会打开一个对话框, 保存所按下的键, 然后通过按下【OK】键输入默认单位的量或者选择性地按下相对应的单位键即可。

(5) 旋转脉冲开关

利用旋转脉冲开关可以快速加、减光标所对应的量。利用它输入数字量, 更快捷。

显示菜单介绍如下:

显示器区采用高分辨、宽视角的 LCD 模块。

3. SG1005 5MHz 数字合成信号发生器的使用举例

例如, 产生一个 2MHz、峰值为 5V、直流偏置为 -2V 的正弦波。

确保仪器正确连接后, 通电, 欢迎界面出现, 如图 1-9 所示。

仪器自检通过后会直接跳到主菜单, 如图 1-10 所示。

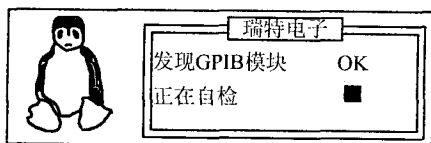


图 1-9 通电后的界面

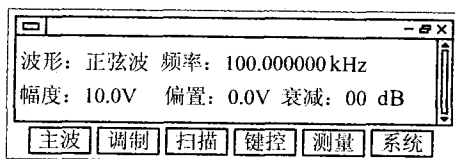


图 1-10 主菜单

按下“主波”菜单对应的屏幕键【F1】, 进入“主波输出”二级子菜单, 并且“波形”菜单被激活, 如图 1-11 所示。

默认波形已经指向正弦, 不需要移动 (如产生方波, 只需按下【Right】键即可)。

按下“频率”菜单对应屏幕键【F2】, “频率”菜单被激活, 进入频率设置, 如图 1-12 所示。

系统默认频率为 100kHz, 这时可以通过按下【Shift】、【频率】、【幅度】快捷键来选择显示的单位为 MHz、kHz、Hz。可以通过三种方法输入频率:

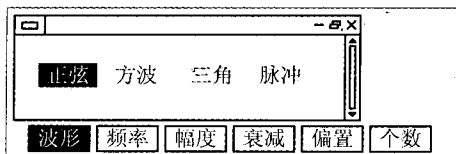


图 1-11 激活波形菜单

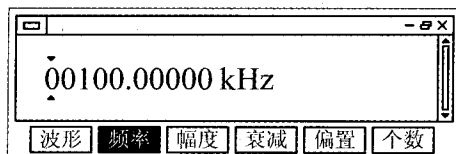


图 1-12 激活频率菜单

1) 通过按方向键【Left】、【Right】移动选择光标，再通过【Up】、【Down】增加、减小频率值。

2) 通过按方向键【Left】、【Right】移动光标，再通过旋转脉冲开关逆时针、顺时针旋转增加、减小频率值。

3) 通过数字键盘输入。进入频率设置状态后，当按下数字键盘任意一个按键后，屏幕会打开一个小窗口等待要输入的数字，如图 1-13 所示。

键入数字后，按【OK】键即可，用快捷键输入单位。输入完毕后的结果如图 1-14 所示。

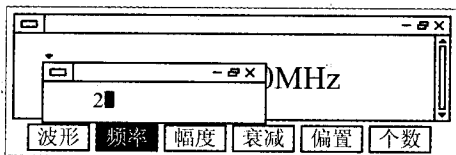


图 1-13 输入频率

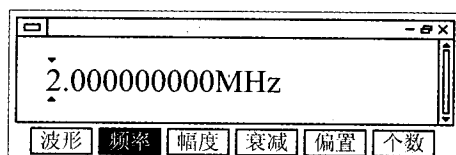


图 1-14 输入完毕后的结果

用同样的方法选择“幅度”、“偏置”菜单，并输入幅度为 5V，偏置为 -2V 的电压即可。

4. SG1005 5MHz 数字合成信号发生器的使用注意事项

- 1) 仪器显示液晶属于易碎、易腐蚀物品，不要猛烈碰撞。
- 2) 仪器正常工作时不要剧烈移动仪器以免对内部电路造成不可修复的损坏。

第三节 SX2172 型交流毫伏表

SX2172 型交流毫伏表的功能是测量正弦波电压的有效值。它具有输入阻抗高、测量频率范围宽、灵敏度高特点。

一、SX2172 型交流毫伏表基本组成原理

SX2172 型交流毫伏表是由 60dB 衰减器、输入保护电路、阻抗转换器、10dB 步级衰减器、前置放大器、表放大器、表电路、监视放大器和稳压电源电路组成。其原理框图如图 1-15 所示。

二、SX2172 型交流毫伏表面板结构及技术参数

1. 面板结构

面板结构如图 1-16 所示。

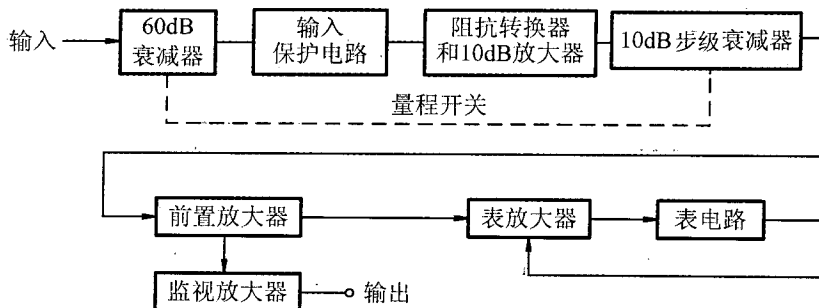


图 1-15 SX2172 型交流毫伏表原理框图

2. 技术参数

1) 交流电压测量范围为 $100\mu\text{V} \sim 300\text{V}$ ，共分 12 挡量程（如图 1-16 所示）。

2) 测量频率范围为 $5\text{Hz} \sim 2\text{MHz}$ 。

3) 测量误差为小于满刻度的 $\pm 2\%$ 。

4) 输入电阻： $1 \sim 300\text{mV}$ 的量程为 $8\text{M}\Omega$ ，误差为 $\pm 10\%$ ； $1 \sim 300\text{V}$ 的量程为 $10\text{M}\Omega$ ，误差为 $\pm 10\%$ 。

5) 输入电容： $1 \sim 300\text{mV}$ 的量程小于 50pF ， $1 \sim 300\text{V}$ 的量程小于 35pF 。

6) 最大输入电压为 $\text{AC 峰值} + \text{DC} = 400\text{V}$ 。

7) 输出电压，在任一挡量程上，指针指示满刻度“1.0”位置时输出电压为 1V 。

8) 输出电阻为 $600(1 \pm 20\%) \Omega$ 。

9) 工作温度范围为 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ 。

10) 电源电压 $220(1 \pm 10\%) \text{V}$ ， $(50 \pm 2) \text{Hz}$ ， $2.5\text{V} \cdot \text{A}$ 。

3. 使用方法

1) 开机前先将量程开关置于 300V 挡位上，开启电源开关，指示灯亮，指针有大约 5s 的不规则摆动（不属于仪器故障）后稳定。

2) 使用时不用调零。量程选择本着先大后小的原则把量程旋钮调到所需的量程上。

3) 由于毫伏表灵敏度高，使用过程中，表头容易大幅度过量摆动。故在测量时，如果事先不知道被测电压的大致数值，应从大逐渐减小，不要超量程使用。输入电压幅度不要超过技术规范中的规定幅度。当改变测量点或暂时不用时，应将量程置于 300V 挡位上。

4) 输入应使用屏蔽线，其地端（黑夹子）应与被测电路的地端相连，以避免地线干扰。

5) 在使用毫伏级量程时，应先接地端，然后接输入端子。测量完毕拆线时，应先断开输入端，然后再拆除地线，以免当人手触及输入端子时，使表头发生冲击性的大偏转。同时，测量线应尽可能短，以减小外界感应引起的测量误差。

6) 在低量程挡时，如果输入开路，表头指针可能会摆到尽头，当接入测试电路时，会自动返回到实测值。

7) 读取数据时，应使仪表指针偏转至满刻度的 $1/3$ 以上区域。根据量程开关的位置，

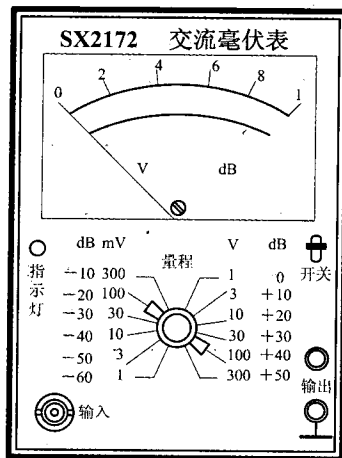


图 1-16 SX2172 型交流毫伏表面板结构