

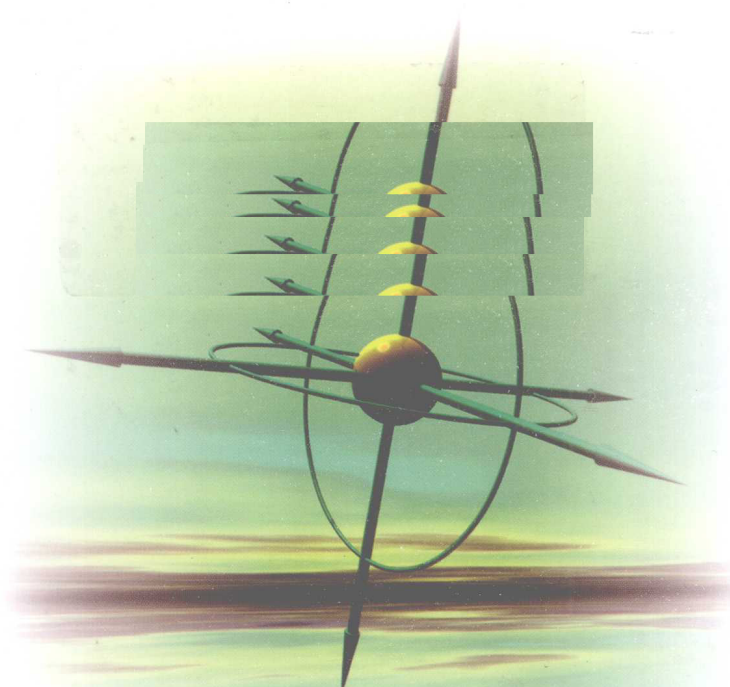


世纪普通高等教育基础课规划教材

电工与电子技术实验

Diangong yu dianzi jishu shiyan

✿ 刘红 赵敏玲 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪普通高等教育基础课规划教材

电工与电子技术实验

主编 刘 红 赵敏玲

参编 陈 霄 曹跃龙



机械工业出版社

电工技术和电子技术是非电类专业很重要的技术基础课程,而实验又是其重要组成部分,具有举足轻重的作用,不可轻视。通过实验,可以巩固和加深对所学理论知识的理解与掌握,培养学生严格的科学作风及综合设计和创新能力。本书是根据电工技术和电子技术课程教学大纲的基本要求,面对扩招后新的培养对象、21世纪对人才培养的新要求和学分制下学生自由选课的新形势,结合作者多年的教学经验以及当前教学改革和教学体系建设的要求编写而成。本书内容包括常用仪器仪表的使用、电工技术实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验四部分,分成验证性、设计性和综合提高性实验三个层次。

本书可作为工科院校非电类及相关专业的本科、专科学生的电工技术和电子技术实验课教材,也可作为电工与电子技术、模拟电子技术、数字电子技术等课程的实验教材和实验指导书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验/刘红,赵敏玲主编. —北京:
机械工业出版社,2010.7
21世纪普通高等教育基础课规划教材
ISBN 978-7-111-31096-9

I. ①电… II. ①刘…②赵… III. ①电工技术-实
验-高等学校-教材②电子技术-实验-高等学校-教材
IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第119019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:李永联 责任编辑:任正一
版式设计:霍永明 责任校对:程俊巧
封面设计:赵颖喆 责任印制:杨曦
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2010年8月第1版·第1次印刷
169mm×239mm·11印张·217千字
标准书号:ISBN 978-7-111-31096-9
定价:19.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066 门户网:<http://www.cmpbook.com>
销售一部:(010) 68326294 教材网:<http://www.cmpedu.com>
销售二部:(010) 88379649
读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

“电工与电子技术实验”是工科院校有关专业学生进行科学实验基本训练的一门必修课程，对培养学生的实验方法、实验技能和创新意识具有重要作用。西安理工大学一贯重视实践教学环节的改革与实践，注重对学生的实践能力、创新意识和全面素质的培养，学校长期以来对三电中心电工学的实验教学给予了极大的支持和帮助，三电中心电工学实验室多次获得省、部级先进实验室称号。

电工与电子技术课程包括电工技术基础、模拟电子技术基础和数字电子技术基础，是一门理论和实践性都很强的专业技术基础课程。而实验教学课程是一个必不可少的重要环节。如果学生仅有书本理论知识而缺乏独立思考和分析、解决问题的能力，是很难真正掌握以上课程的基本理论和有关的实际应用。为了培养学生的实际动手能力，以及发现问题、分析问题和解决问题的能力，尽快适应现代电工电子技术快速发展和对工程技术人员培养的要求，特别是面对扩招后新的培养对象，电工学实验室经过多年的摸索和实践，对实验教学的内容和形式进行了不断的改革，并且取得了显著的成效。在总结了近几年实验教学改革工作经验的基础上，为进一步适应新的培养模式，同时参照了国家教委有关《电工学教学大纲》、《电子技术教学大纲》，我们重新编写了《电工与电子技术实验》教材。本书注重基础理论，以实验为核心，突出基本原理、基本方法和基本实验技能。根据实验室近年来不断建设和更新的仪器设备，在保留原基本实验内容的同时，增加和丰富了综合性、设计性和创新性实验的内容，并对新购置的仪器仪表设备增加了使用说明。

本书共分四章，即常用电子测量仪器的使用、电工技术实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验，各章配备的实验内容可满足非电类不同专业、不同层次学生的要求。在每个实验中都配有预习要求和思考题，有助于学生在实验课前提高预习效果，在实验课后巩固实验收获。

实验教学是一项集体的事业，凝聚了西安理工大学电工学老师们几十年来辛勤劳动的成果，是全体同仁在长期的实验教学改革与实践不断探索、充实和完善的结晶。

本书由刘红、赵敏玲主编，陈霄、曹跃龙参编，许泽鹏主审。在编写过程中，得到了不少校内外同仁的帮助，并借鉴和参阅了兄弟院校的有关教材和经验，在此深表谢意。由于编者水平和经验有限，书中难免会有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2010年4月

目 录

前言

第一章 常用电子测量仪器的使用	1
第一节 双踪示波器	1
第二节 函数信号发生器	10
第三节 数字交流毫伏表	15
第四节 MPS3002L-3 型双路直流稳压电源	17
第五节 万用表	22
第六节 数字电路实验逻辑箱	25
第七节 电工电子技术实验台	27
第二章 电工技术实验	31
实验一 电源外特性测试及电压源与电流源的等效变换	31
实验二 叠加原理、戴维南定理及诺顿定理	35
实验三 串联谐振	41
实验四 电感性电路功率因数的提高	46
实验五 三相交流电路	49
实验六 一阶 RC 电路的过渡过程	54
实验七 三相异步电动机直接起动与正反转控制	59
实验八 电动机 Y- Δ 换接起动控制与能耗制动控制	63
实验九 电气控制电路综合设计	67
第三章 模拟电子技术实验	70
实验一 单管交流放大电路	70
实验二 阻容耦合多级放大电路	76
实验三 集成功率放大器	81
实验四 集成运放组成的基本运算电路	85
实验五 放大电路中的负反馈	90
实验六 单相桥式整流、电容滤波及并联稳压电路	94
实验七 温度监测及控制电路	99
实验八 用运算放大器组成万用电表的设计与调试	105
第四章 数字电子技术实验	110
实验一 基本门电路测试	110
实验二 组合逻辑电路分析一	116
实验三 组合逻辑电路分析二	120

实验四 组合逻辑电路设计	127
实验五 集成触发器	129
实验六 寄存器及其应用	136
实验七 计数器及译码显示电路	145
实验八 555 集成定时器及其应用	153
实验九 数字钟	158
实验十 数字频率计	163
参考文献	169

第一章 常用电子测量仪器的使用

第一节 双踪示波器

一、MOS—620F 型示波器

(一) 基本组成和原理

MOS—620F 型示波器是一种双通道示波器，带宽为 20MHz，最大灵敏度为 1mV/DIV，最大扫描速度为 0.2 μ s/DIV，并可扩展 10 倍使扫描速度达到 20ns/DIV，采用 8cm \times 10cm 矩形内刻度示波器管。

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；还可以对两信号叠加后显示。

MOS—620F 双踪示波器由垂直偏置电路、水平偏置电路、校准信号、示波管电路及电源供给电路等组成，其原理框图如图 1-1 所示。

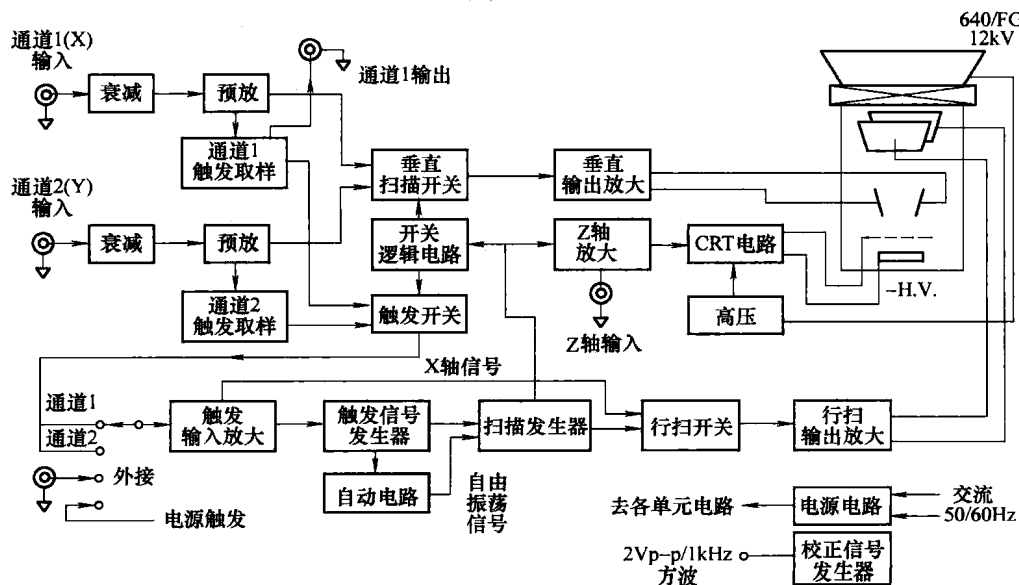


图 1-1 MOS—620F 双踪示波器原理框图

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、前置放大器垂直开关电路、垂直输出放大器放大加之示波管的垂直偏置板。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) 输出放大器加在示波管的水平偏置板上, 使示波管阴极发射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级提供合适的电压, 使示波管工作于最佳状态。垂直开关电路的作用是偏转 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, 以便在垂直方向得到合适大小的波形高度。

(二) 面板及控制按钮的作用

MOS—620F 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、信号频率显示等五部分, 其面板结构如图 1-2 所示。

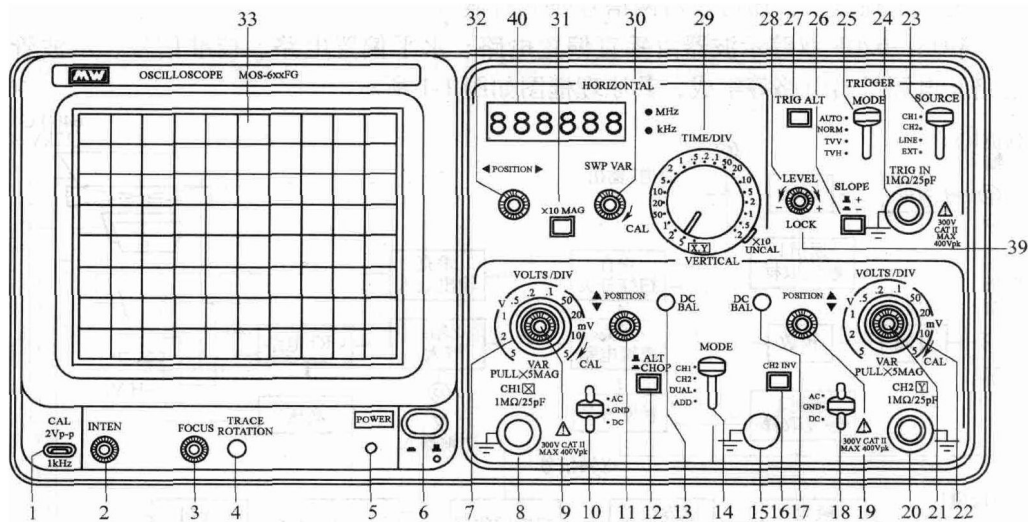


图 1-2 MOS—620F 型示波器面板结构

1. 基本操作

按表 1-1 设置开关及旋钮初始位置, 按下列步骤操作。

1) 开启电源开关 6, 指示灯亮, 20s 后, 示波器屏幕上出现扫描线。如没有扫

描线出现,应检查各开关及聚焦旋钮(按键)的初始位置是否正确。

2) 调节辉度旋钮 2 和聚焦旋钮 3,使扫描线亮度合适且最清晰。

3) 将 CH1 输入端连接到校准信号 1 上。

4) 将耦合方式开关 10 或 18 置于 AC,这时示波器荧光屏上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 7 或 22 和扫描时间调节(TIME/DIV)开关 29,使显示波形幅度适中、周期适中,使得波形的幅度和时间易于读出。

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。CH2 的操作与 CH1 相同。

表 1-1 示波器面板说明

	序号	装置名称	作用	初始位置功能
示 波 管 电 路	6	电源开关 (POWER)	示波器的主电源开关(当此开关开启时发光二极管发亮,表示电源已接通)	关位置
	2	辉度旋钮 (INTER)	亮度调节轨迹或亮点的亮度	居中
	3	聚焦旋钮 (FOCUS)	聚焦调节轨迹或亮点的聚焦	居中
	4	光迹旋钮	轨迹旋转半固定的电位器用来调整水平轨迹与刻度线的平行	
	33	滤色片	使波形看起来更加清晰	
垂 直 偏 置 系 统	8 20	垂直端输入	分别为通道 1(CH1)、通道 2(CH2)的输入端;在 X-Y 模式下,CH1 作为 X 轴输入端,CH2 作为 Y 轴输入端	待接被测信号
	10 18	耦合方式开关 (AC-GND-DC)	选择垂直轴输入信号的输入方式 AC: 交流耦合,隔断直流 GND: 垂直放大器的输入接地,输入端断开,可以用检查基准线(0 电平) DC: 直流耦合	GND
	7 22	Y 轴垂直衰减开关 (VOLTS/DIV)	垂直衰减开关;调节垂直偏转灵敏度从 5mV/DIV ~ 5V/DIV 分 10 档	0.5V/DIV
	9 21	Y 轴垂直衰减微调旋钮 (VAR)	垂直微调;微调灵敏度大于或等于 1/2.5 标示值,在校正位置时,灵敏度校正为标示值。当该旋钮拉出后($\times 5$ MAG 状态)放大器的灵敏度乘以 5	CAL(顺时针到底位置)推进
	11 19	Y 轴位移 (POSITION)	垂直位移;调节光迹在屏幕上的垂直位置	居中

(续)

	序号	装置名称	作用	初始位置功能
垂直偏置系统	14	垂直方式开关 (VARTMODE)	选择 CH1 与 CH2 放大器的工作模式 CH1 或 CH2: 通道 1 或通道 2 单独显示 DUAL: 两个通道同时显示 ADD: 显示两个通道的代数和 (CH1 + CH2)。按下 CH2 INV 按钮, 为代数差 (CH1 - CH2)	
	12		ALT/CHOP: 在双踪显示时, 放开此键, 表示通道 1 与通道 2 交替显示 (通常用在扫描速度较快的情况下); 当此键按下时, 通道 1 与通道 2 同时断续显示 (通常用于扫描速度较慢的情况下)	
	16		CH2 INV: 通道 2 的信号反向, 当此键按下时, 通道 2 的信号以及通道 2 的触发信号同时反向	
	13 17	CH1 和 CH2 的 DC BAL	用于衰减器的平衡调试	
水平偏置系统	29	扫描时间开关 (TIME/DIV)	时间/格 (TIME/DIV) 水平扫描速度开关: 扫描速度可以分 20 档, 从 0.2 μ s/DIV 到 0.5s/DIV。当设置到 X-Y 位置时可用做 X-Y 示波器	
	30	扫描时间微调 (VARIABLE)	微调水平扫描时间, 使扫描时间被校正到与面板上 TIME/DIV 指示的一致。TIME/DIV 扫描速度可连续变化, 当逆时针旋转到底为校正位置。整个延时可达 2.5 倍以上	
	32	水平位移	调节光迹在屏幕上的水平位置	
	31	扫描扩展开关	按下时扫描速度扩展 10 倍	
	25	选择扫描(触发)方式	AUTO: 自动。当没有触发信号输入时扫描在自由模式下 NORM: 常态。当没有触发信号时, 踪迹处在待命状态并不显示 TV-V: 电视场。当想要观察一场的电视信号时 TV-H: 电视行。当想要观察一行的电视信号时。 (仅当同步信号为负脉冲时, 方可同步电视场和电视行)	AUTO
触发控制	23	触发源开关 (SOURCE)	触发源选择: 选择内 (INT) 或外 (EXT) 触发 CH1/CH2: 当垂直方式选择开关 14 设定在 DUAL 或 ADD 状态时, 选择通道 1/2 作为内部触发信号源 LINE: 选择交流电源作为触发信号 EXT: 外部触发信号接于 24 作为触发信号源	CH1

(续)

序号	装置名称	作用	初始位置功能	
24	外触发输入端子 (TRIG IN)	用于外部触发信号。当使用该功能时,开关 23 应设置在 EXT 的位置上		
27	TRIG. ALT	当垂直方式开关 14 设定在 DUAL 或 ADD 状态,而且触发源开关选在通道 1 或通道 2 上,按下 27,它会交替选择通道 1 和通道 2 作为内触发信号源		
触发控制	26	极性	触发信号的极性选择 “+”上升沿触发,“-”下降沿触发	“+”
	28	触发电平旋钮	显示一个同步稳定的波形,并设定一个波形的起始点。向“+”旋转触发电平向上移,向“-”旋转触发电平向下移	
	39	触发电平锁定	将触发电平旋钮 28 向顺时针方向转到底听到咔嚓一声后,触发电平被锁定在一固定电平上,这时改变扫描速度,或信号幅度时不再需要调节触发电平即可获得同步信号	
其他	1	CAL	提供幅度为 2V _{p-p} 频率 1kHz 的方波信号,用于校正 10:1 探头的补偿电容器和检测示波器垂直与水平的偏转因数	
	15	GND	示波器机箱的接地端子	
	40	频率显示	用于显示 CH1 信号的频率大小	

2. 电压测量

(1) 交流电压信号的测量 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 (校正) 位置,适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关 7 和扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关 29 以得到适当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峰-峰在 Y 轴上的高度 (格数 DIV),测出被测信号电压的峰-峰值。

(2) 直流电压信号的测量 将耦合方式开关置于 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。将耦合开关置于 DC,被测信号通过探头输入示波器。Y 轴微调置于 CAL (校准) 位置,适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV) 开关 7 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 (校准) 位置,适当调节 Y 轴衰减 (VOLTS/DIV)

开关 7 和扫描时间调节 (TIME/DIV) 开关 29 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。

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

将示波器垂直偏置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。

6. 使用注意事项

- 1) 为了防止示波管的损害, 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) 不要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) 调节各个旋钮时, 不要过分用力, 以免损坏仪器。

表 1-2 示波器的最大允许输入电压

输入端	最大允许输入电压
CH1, CH2	400V(DC + AC Peak)
外触发输入(EXTTRIG IN)	400V(DC + AC Peak)
探头	600V(DC + AC Peak)
Z 轴	300V 峰值

二、DS1000E—EDU 系列数字示波器简介

DS1000E—EDU 系列为双通道加一个外部触发输入通道的数字示波器。DS1000E—EDU 系列数字示波器前面板设计清晰直观, 完全符合传统仪器的使用习惯, 操作简单方便。为加速调整, 便于测量, 可以直接使用 AUTO 键, 将立即获得适合的波形显示和档位设置。此外, 高达 1GSa/s 的实时采样、25GSa/s 的等效采样率及强大的触发和分析能力, 可帮助使用者更快、更细致地观察、捕获和分析波形。

(一) 初步了解示波器面板和用户界面

在使用 DS1000E—EDU 系列数字示波器时, 需要对示波器的操作面板有一定的了解。本节主要对 DS1000E—EDU 系列数字示波器的前后面板使用及功能作简

单的描述和介绍，以便熟悉该系列数字示波器的使用。

1) 前面板：如图 1-3 所示，面板上包括旋钮和功能按键，旋钮的功能与其他模拟示波器类似。显示屏右侧的一列 5 个灰色按键为菜单操作键（自上而下定义为 1 号键至 5 号键）。通过它们，可以设置当前菜单的不同选项；其他按键为功能键，通过它们，可以进入不同的功能菜单或直接获得特定的功能应用。

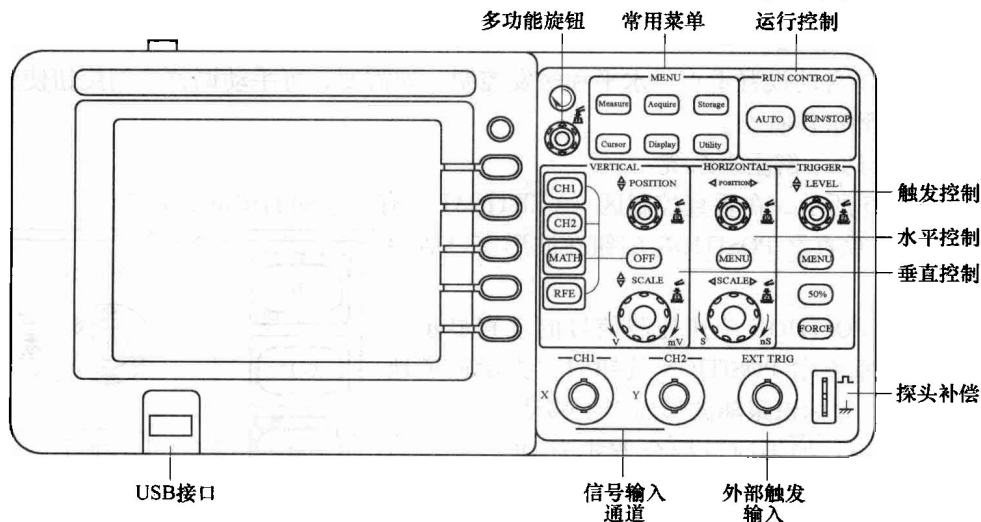


图 1-3 DS1000E—EDU 系列前面板

2) 显示界面：如图 1-4 所示。

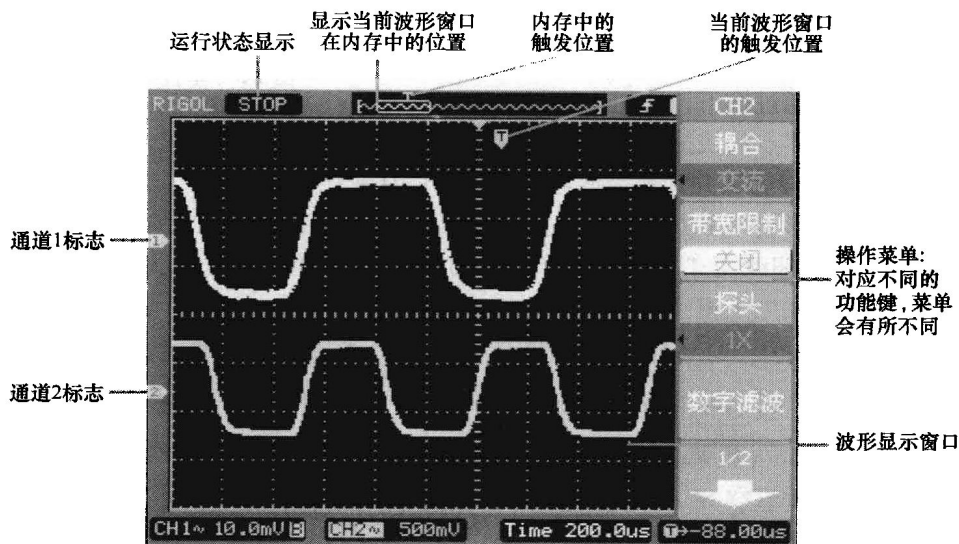


图 1-4 显示界面

(二) 波形显示的自动设置

DS1000E—EDU 系列数字示波器具有自动设置的功能。根据输入的信号，可自动调整电压倍率、时基以及触发方式，使波形显示达到最佳状态。应用自动设置要求被测信号的频率大于或等于 50Hz，占空比大于 1%。使用自动设置的步骤如下：

- 1) 将被测信号连接到信号输入通道。
- 2) 按下 **AUTO** 按键。

示波器将自动设置垂直、水平和触发控制。如需要，可手动调整控制旋钮使其波形显示达到最佳状态。

(三) 初步了解垂直系统

如图 1-5 所示，在垂直控制区 (VERTICAL) 有一系列的按键、旋钮。

1. 使用垂直 **POSITION** 旋钮在波形窗口居中显示信号

垂直 **POSITION** 旋钮控制信号的垂直显示位置。当转动垂直 **POSITION** 旋钮时，指示通道地 (GROUND) 的标识跟随波形而上下移动。

测量技巧：如果通道耦合方式为 DC，可以通过观察波形与信号地之间的差距来快速测量信号的直流分量。如果耦合方式为 AC，信号里面的直流分量被滤除。这种方式方便使用更高的灵敏度显示信号的交流分量。

双模拟通道垂直位置恢复到零点快捷键：转动垂直 **POSITION** 旋钮不但可以改变通道的垂直显示位置，更可以通过按下该旋钮作为设置通道垂直显示位置恢复到零点的快捷键。

2. 改变垂直设置，并观察因此导致的状态信息变化

可以通过波形窗口下方的状态栏显示的信息，确定任何垂直档位的变化。转动垂直 **SCALE** 旋钮改变“VOLT/DIV (伏/格)”垂直档位，可以发现状态栏对应通道的档位显示发生了相应的变化。

按 **CH1**、**CH2**、**MATH**、**REF** 屏幕显示对应通道的操作菜单、标志、波形和档位状态信息。按 **OFF** 键关闭当前选择的通道。

3. Coarse/Fine (粗调/微调) 快捷键

可通过按下垂直 **SCALE** 旋钮作为设置输入通道的粗调/微调状态的快捷键，调节该旋钮即可粗调/微调垂直档位。

(四) 初步了解水平系统

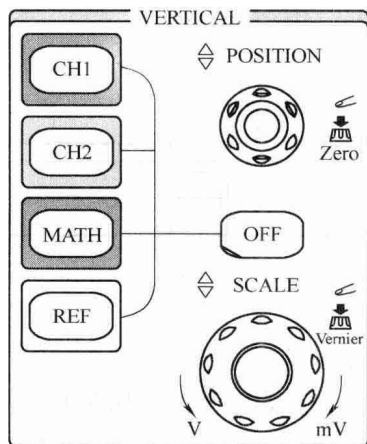







图 1-5 垂直控制系统


如图 1-6 所示，在水平控制区（HORIZONTAL）有一个按键、两个旋钮。

1. 使用水平  SCALE 旋钮改变水平档位设置，并观察因此导致的状态信息变化
转动水平  SCALE 旋钮改变“s/DIV（秒/格）”水平档位，可以发现状态栏对应通道的档位显示发生了相应的变化。水平扫描速度从 2ns * 至 50s，以 1—2—5 的形式步进。

Delayed（延迟扫描）快捷键：水平  SCALE 旋钮不但可以通过转动调整“s/DIV（秒/格）”，更可以按下此按钮切换到延迟扫描状态。

2. 使用水平  POSITION 旋钮调整信号在波形窗口的水平位置

水平  POSITION 旋钮控制信号的触发位移。当转动水平  POSITION 旋钮调节触发位移时，可以观察到波形随旋钮而水平移动。

触发点位移恢复到水平零点快捷键：水平  POSITION 旋钮不但可以通过转动调整信号在波形窗口的水平位置，还可以按下该键使触发位移（或延迟扫描位移）恢复到水平零点处。

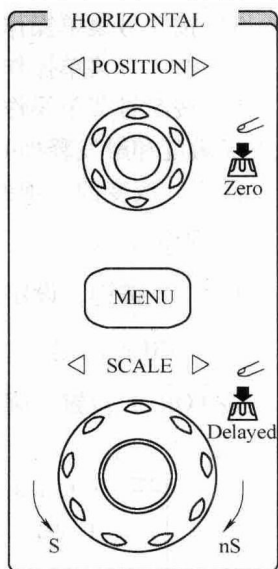



图 1-6 水平控制区


3. 按  MENU 键，显示 TIME 菜单


在此菜单下，可以开启/关闭延迟扫描或切换 Y-T、X-Y 和 ROLL 模式，还可以设置水平触发位移复位。

触发位移：指实际触发点相对于存储器中点的位置。转动水平  POSITION 旋钮，可水平移动触发点。

（五）初步了解触发系统


如图 1-7 所示，在触发控制区（TRIGGER）有一个旋钮、三个按键。

1. 使用  LEVEL 旋钮改变触发电平设置

转动  LEVEL 旋钮，可以发现屏幕上出现一条桔红色的触发线以及触发标志，随旋钮转动而上下移动。停止转动旋钮，此触发线和触发标志会在约 5s 后消失。在移动触发线的同时，可以观察到在屏幕上触发电平的数值发生了变化。

触发电平恢复到零点快捷键：旋动垂直旋钮不但可以改变触发电平值，还可以通过按下该旋钮作为设置触发电平恢复到零点的快捷键。

2.  MENU 按键

使用  MENU 键调出触发操作菜单如图 1-8 所示，改变触发的设置，观察由此造成的状态变化。

- 1) 按 1 号菜单操作按键, 选择边沿触发。
- 2) 按 2 号菜单操作按键, 选择“信源选择”为 CH1。
- 3) 按 3 号菜单操作按键, 设置“边沿类型”为上升沿。
- 4) 按 4 号菜单操作按键, 设置“触发方式”为自动。
- 5) 按 5 号菜单操作按键, 进入“触发设置”二级菜单, 对触发的耦合方式, 触发灵敏度和触发释抑时间进行设置。

注意: 改变前三项的设置会导致屏幕右上角状态栏的变化。

3. **50%** 按键

按 **50%** 按键, 设定触发电平在触发信号幅值的垂直中点。

4. **FORCE** 按键

按 **FORCE** 按键: 强制产生一个触发信号, 主要应用于触发方式中的“普通”和“单次”模式。

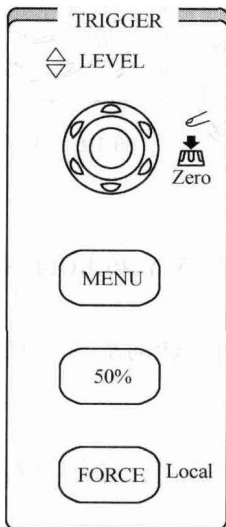


图 1-7 触发控制区

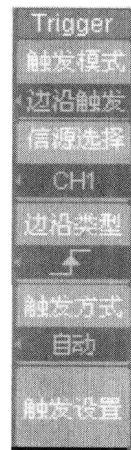


图 1-8 触发操作菜单

第二节 函数信号发生器

一、SG1646 多功能函数信号发生器

本仪器是一种多功能、6 位数字显示频率、3 位数字显示幅值, 并具有功率输出的函数信号发生器。它能直接产生正弦波、三角波、方波、脉冲波、TTL 直流电平。其中正弦波具有最大为 10W 的功率输出, 并具有短路保护功能; 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。

(一) SG1646 多功能函数信号发生器的原理

SG1646 多功能函数信号发生器的原理框图如图 1-9 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，由于两个恒流源的电流相等，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矩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。

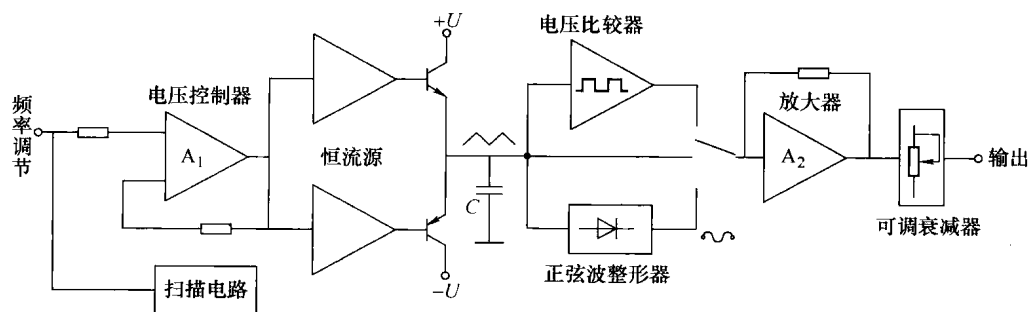


图 1-9 SG1646 多功能函数信号发生器的原理框图

(二) SG1646 多功能函数信号发生器面板及使用说明

1. SG1646 多功能函数信号发生器面板

面板包括数码管显示、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 1-10 所示。

表 1-3 多功能函数信号发生器面板各开关及旋钮的功能

序号	名称	功能
1	波形选择	(1) 输出波形选择 (2) 波形选择脉冲波时，可与“24”配合使用改变脉冲占空比
2	频率倍乘	频率倍乘开关与“18”、“20”配合选择频率
3	mVp-p	指示幅度单位，灯亮有效
4	Vp-p	指示幅度单位，灯亮有效
5	三位数 LED	指示电压的输出幅度，在不按输出衰减状态，功率输出幅度可参考此值
6	Hz	指示频率单位，灯亮有效
7	kHz	指示频率单位，灯亮有效
8	六位数 LED	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
9	闸门	此灯闪烁，说明频率计正在工作