

电子信息类“十三五”规划教材

# 电路与计算机原理 综合实验

|    |     |     |
|----|-----|-----|
| 主编 | 杨威  | 方小平 |
| 参编 | 崔彬  | 韩亮  |
|    | 高锦秀 |     |



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

高等院校电子信息类“十三五”规划教材

# 电路与计算机原理 综合实验

主编 杨 威

参编 崔 彬 方小平 高锦秀 韩 亮

西安电子科技大学出版社

## 内 容 简 介

本书是为高等院校电子信息类专业大学本科“电子线路实验”、“计算机组成原理实验”、“单片机技术实验”课程编写的。书中内容安排合理,实验衔接性好,实用性强,突出了对学生实验动手能力的培养。

全书共分为四部分:模拟电子技术实验(包含 13 个实验)、数字电子技术实验(包含 8 个实验)、计算机组成原理实验(包含 8 个实验)和单片机技术实验(包含 8 个实验)。

本书在内容选择、次序安排等方面,体现的指导思想是理论教学与实际应用相结合,既易于教师组织教学,也便于学生直接运用。

## 图书在版编目(CIP)数据

电路与计算机原理综合实验/杨威主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2017.11

(高等院校电子信息类“十三五”规划教材)

ISBN 978-7-5606-4648-0

① 电… Ⅱ. ① 杨… Ⅲ. ① 电路—实验—高等学校—教材 ② 计算机组成原理—实验—高等学校—教材 Ⅳ. ① TM13-13 ② TP301-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 215978 号

策 划 李惠萍

责任编辑 曹 锦 李惠萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 11.5

字 数 271 千字

印 数 1~3000 册

定 价 22.00 元

ISBN 978-7-5606-4648-0/TM

XDUP 4940001-1

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

# 前 言



实验课程的主要任务是培养学生的实践能力、研究与创新能力。根据教育部颁布的“电工电子技术实验”、“微机原理及接口技术实验”课程教学大纲,结合电工电子技术与计算机技术的发展,对独立开设的实验课程,要突出基本实验技能、科学实验方法的训练,突出电路设计与电路实现能力、使用计算机工具能力的培养,突出研究、探索和创新精神。为此,“电子线路实验”、“计算机组成原理实验”、“单片机技术实验”的课程体系与内容需要不断完善和改革。

“电子线路实验”通常包括模拟电子技术和数字电子技术实验内容;“计算机组成原理实验”和“单片机技术实验”通常包括微处理器、存储器、指令系统,以及大规模可编程逻辑器件(FPGA/CPLD)、硬件描述语言(VHDL)、软件开发工具的相关实验内容,它们都属于相对独立的技术应用型课程。但是近年来,采用大规模可编程逻辑器件作为电路载体,以硬件描述语言表达系统的逻辑关系,以微机和开发软件作为设计工具来设计数字系统已成为一种趋势,为顺应这种发展趋势,本书将“电子线路实验”、“计算机组成原理实验”和“单片机技术实验”有效、连贯地结合起来。在本书编写的过程中,力图建立以培养能力和创新精神为目标的实验教学新体系,将主要实验教学内容分为模拟电子技术实验、数字电子技术实验、计算机组成原理实验和单片机技术实验四大部分。将培养创新能力和研究性思维贯穿整个实验教学之中,努力做到以学生为本,为学生营造自主学习、自主研究的环境和氛围,使学生有多种选择的空间。同时,本书尽量以实验任务书来代替实验指导书,许多实验题目和实验项目一般只提出实验要求,由学生自主设计实验方案,以便充分调动和发挥学生学习的积极性和主动性,使学生有独立思考的空间。

为了适应不同实验课的类型和不同实验学时的需求,本书安排了较多的实验题目,其内容和难易程度基本上覆盖了不同层次的教学要求,为因材施教提供了基本素材,任课教师可以根据实际情况灵活选用。多数学生可以通过自学或在教师的指导下,自行拟定实验步骤和设计方法,独立完成实验全过程。

本书由杨威任主编,参加本书编写工作的有崔彬、方小平、高锦秀、韩亮等同志。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2017.5.3

# 目 录

## 第一部分 模拟电子技术实验

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 模拟电子技术概述 .....              | 2  |
| 实验一 信号源、数字万用表和示波器使用实验 ..... | 5  |
| 实验二 单级交流放大电路 .....          | 12 |
| 实验三 两级交流放大电路 .....          | 17 |
| 实验四 负反馈放大电路 .....           | 19 |
| 实验五 集成运算电路 .....            | 22 |
| 实验六 积分与微分电路 .....           | 27 |
| 实验七 波形发生电路 .....            | 31 |
| 实验八 有源滤波电路 .....            | 35 |
| 实验九 电压比较电路 .....            | 39 |
| 实验十 RC 正弦波振荡电路 .....        | 42 |
| 实验十一 乙类推挽单电源功率放大电路 .....    | 45 |
| 实验十二 串联稳压电路 .....           | 48 |
| 实验十三 集成稳压电路 .....           | 53 |

## 第二部分 数字电子技术实验

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 数字电子技术概述 .....                   | 58 |
| 实验一 门电路逻辑功能及测试 .....             | 60 |
| 实验二 组合逻辑电路(半加器、全加器及逻辑运算) .....   | 67 |
| 实验三 R-S 触发器、D 触发器和 J-K 触发器 ..... | 70 |
| 实验四 计数器及寄存器 .....                | 74 |
| 实验五 三态输出触发器及锁存器 .....            | 77 |
| 实验六 NE555 时间基准电路应用 .....         | 80 |
| 实验七 寄存器及其应用 .....                | 84 |
| 实验八 译码器和数据选择器 .....              | 87 |

## 第三部分 计算机组成原理实验

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 计算机组成原理概述 .....              | 90  |
| 实验一 基本运算器实验 .....            | 95  |
| 实验二 随机存取存储器实验 .....          | 100 |
| 实验三 时序发生器设计实验 .....          | 105 |
| 实验四 微程序控制器实验 .....           | 108 |
| 实验五 具有基本输入/输出功能的总线接口实验 ..... | 122 |
| 实验六 具有中断控制功能的总线接口实验 .....    | 126 |
| 实验七 具有 DMA 控制功能的总线接口实验 ..... | 129 |
| 实验八 CPU 与简单模型机设计实验 .....     | 131 |

## 第四部分 单片机技术实验

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 单片机技术概述 .....                  | 146 |
| 实验一 数据传送(RAM→XRAM) .....       | 148 |
| 实验二 双字节 BCD 码(十进制数)加法 .....    | 150 |
| 实验三 双字节 BCD 码(十进制数)减法 .....    | 153 |
| 实验四 双字节 BCD 码(十进制数)乘法 .....    | 157 |
| 实验五 双字节 BCD 码除以单字节 BCD 码 ..... | 162 |
| 实验六 冒泡排序 .....                 | 167 |
| 实验七 电子钟(定时器、中断)综合实验 .....      | 170 |
| 实验八 频率计(定时器、计数器、中断)综合实验 .....  | 173 |
| 附录 集成电路引脚图 .....               | 176 |

# 第一部分

## 模拟电子技术实验

# 模拟电子技术概述

## 1. 模拟信号

模拟信号是指时间上和数值上均连续的信号。自然界的大多数物理量都是模拟信号,例如温度、压力、流量、位移、速度、加速度、声音、颜色等,这些物理量通常可以通过相应的传感器转换为电信号。模拟电信号是随时间连续变化的电压或电流,其幅值(或称振幅)和周期(或频率)均在某一范围内变化。例如声音信号可通过麦克风转换成模拟电压信号,当音量大小变化时,模拟电压信号的幅值随之发生变化;当音调发生变化时,模拟电压信号的频率也随之发生变化。模拟信号通常是以某个参考点“地”为基准变化的。

## 2. 模拟电路

由于自然界的模拟信号转换成电信号后,幅值通常很微小且含有噪声信号,不便于直接传送和交换,因此需要进一步处理才能用于传送和交换。产生和处理模拟信号的电子电路称为模拟电路。根据处理模拟信号方法的不同,模拟电路可分为放大电路(包括功率放大电路)、滤波电路、运算电路、电压比较电路、信号转换电路、信号产生电路等,另外电子电路所用的直流电源通常也用模拟电路实现。任何微小的模拟信号首先都需要进行放大,然后才能进行其他处理,处理后的模拟信号有时还需要通过特定的功率放大电路进一步放大,之后才能进行传送、发射或者驱动执行器(例如扬声器、直流电机、电动阀门等)。因此,放大电路是最基本的模拟电路,其他模拟电路都是以放大电路为基础组成的。滤波电路用于提取有用信号、滤除干扰和噪声;运算电路用于实现模拟信号的数学运算功能,如加、减、乘、除、积分、微分、对数、指数等运算;电压比较电路用于比较模拟电压的大小,输出结果用数字信号表示;信号转换电路可以实现电压与频率之间的转换,以及模拟信号与数字信号之间的转换等;信号产生电路用于产生各种波形信号,如正弦波,以及非正弦波如方波、三角波、阶梯波等,通常用于测试和测量;直流电源则是给电子电路提供电源的电路。通常根据被处理的模拟信号的特征和需要传送或交换的要求来选择和设计模拟电路。

## 3. 模拟电路的特点

(1) 模拟电路处理的是连续变化的电信号,人们的日常生活、生产等活动与模拟信号的联系更加密切,所以模拟电路应用面十分广泛。

(2) 模拟电路中的器件往往工作在放大状态,因而电路的灵敏度比较高,但也容易受到干扰信号的影响。

(3) 在模拟与数字电子电路的复合系统中,需要在模拟—数字、数字—模拟信号间进行变换,其中少不了模拟电路,而且技术难点往往在模拟电路部分。

(4) 许多模拟电路便于集成,可较大地降低成本,减小体积。

(5) 模拟信号相对数字信号而言,不便于处理和存储。处理数字信号的电子电路是数

字电路, 数字电路研究各种逻辑器件、各种数字电路中数字信号的变换、存储、测量和应用等内容。

#### 4. 常见电子器件与集成电路

##### 1) 运算放大器和各种专用放大器

运算放大器用途十分广泛, 是模拟集成电路最主要的品种, 主要用于各种运算电路、信号变换电路等方面。目前运算放大器已经发展到很高的水平, 放大倍数可以达到几百万倍, 工作频率可以达到 2 GHz, 噪声仅为几个纳伏。在运算放大器的基础上又发展了一些专用的放大器, 如数据放大器、对数放大器、反对数放大器、功率放大器和隔离放大器等。

##### 2) 模拟乘法器

模拟乘法器是可以实现模拟量相乘的电子电路, 也经常用于信号的变换、控制和测量电路中。到了 20 世纪 90 年代初, 新型模拟乘法器的性能有了长足的进步, 使用十分方便。

##### 3) 稳压电源

直流稳压电源集成化比较早, 目前集成稳压电源性能优越, 可靠性大大提高, 但其体积仅与一只大功率三极管相当。集成稳压器有完善的保护功能, 只需配上几只外围元件和散热器即可工作。各种开关稳压电源控制器更是多种多样, 已经广泛用于电视机、计算机等仪器设备之中。此外, 还有一些具有专门用途的电源电路, 例如给电池充电的专用集成电路可保证良好的充电曲线以防止过充, 可有效地延长电池的寿命, 以及晶闸管(可控硅)的触发集成电路、用于调节灯光的集成电路等。

##### 4) 音频视频集成电路

音频视频集成电路广泛用于家用电器, 如电视、录像机、可视电话和闭路电视监测系统。单片集成化的收音机不再使用旋钮调电台, 而采用数字调谐, 性能优越。彩色电视机和录像机也可由几片大规模集成电路组成。CD 机、随身听、VCD、DVD 和数字式彩色电视机也都是由专用集成电路 ASIC 构成的。

##### 5) 通信集成电路

目前功率较小的有线电话、数字交换机、移动通信、车载卫星定位系统和军人使用的头盔通信定位系统中广泛使用通信集成电路。一部移动电话的重量, 包括电池在内仅有几百克, 但却可实现全球漫游通信。

##### 6) 波形发生电路

波形发生电路, 如函数信号发生器芯片可产生方波、三角波和正弦波信号, 目前可以产生 20 MHz、1% 失真度的信号。可编程器件——GAL、PAL、FPGA 等新型可编程逻辑器件以及模拟电路的可编程器件可以在相应编程软件的支持下, 将若干片集成电路组成的单元电路制作到这些可编程逻辑器件中去, 在普通的实验室里即可完成这项工作。

##### 7) 半导体存储器

半导体存储器是存储器的主流品种, 用于存储数据、程序和指令等, 各种智能化仪器仪表和控制电路的程序都是存储在半导体存储器中的。一种新型的存储器——半导体快闪存储器, 它的容量大, 工作速度快, 使用寿命特别长, 已经取代了计算机上使用的软盘, 同

时作为存储元件用于数码录音、数码相机等设备中。

开发新的专用集成电路，可以大大缩小产品的体积，降低成本，提高可靠性。一些超大规模集成电路中的三极管数目可以达到上亿只，在可编程逻辑器件中可制造出几十万个门。通常用制造集成电路线条的宽度来反映集成度的高低，目前  $0.18\ \mu\text{m}$  的制造工艺已经成熟，正在向  $0.1\ \mu\text{m}$  进军。可以说，不掌握集成电路就无法掌握现代电子技术，就无法进行产品研制。

通过以上介绍，可以看出模拟电子技术的重要性，掌握模拟电子技术是当代理工科大学生的重要任务之一。

## 实验一 信号源、数字万用表和示波器使用实验

### 一、实验目的

模拟电子技术实验是学习和掌握电子技术的一个重要环节,对巩固和加深理解理论教学内容,提高大学生实际动手技能,为学习后续课程奠定厚实的基础具有重要作用。常言道“工欲善其事必先利其器”,好的工具对提高工作效率、工作上不走或少走弯路是非常有帮助的,但是有好的工具不会用或者仅仅一知半解也是一种浪费,是一件可悲的事情。

实验中所用到的几台仪器将是我们大多数人今后甚至毕生都耳鬓厮磨的伴侣和工具,熟练和正确使用这些仪器也是我们谋生的基本技能的一部分。

通过本实验的完成,可以使读者对数字万用表、函数信号发生器和数字示波器的功能理解和常规使用产生比较深的印象,养成诸多好的使用习惯。

### 二、实验仪器

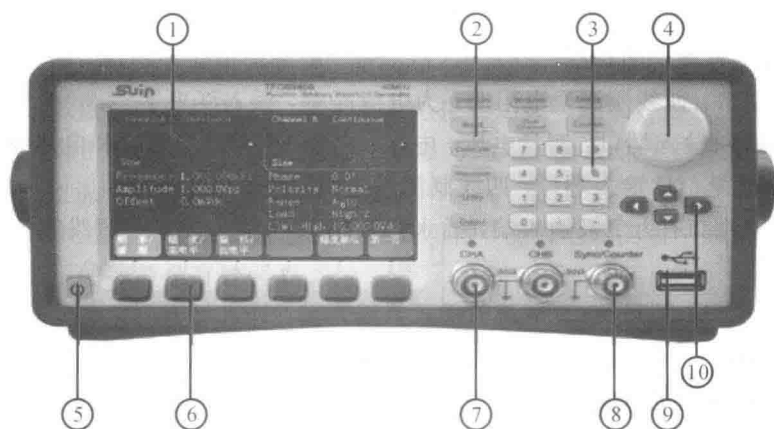
- (1) UT805A 型数字万用表。
- (2) GDS-1000A-U 型数字存储示波器。
- (3) TFG6900A 系列函数发生器。
- (4) TPE-A3 型模拟电路实验箱(简称实验箱)。

### 三、实验仪器使用须知

#### (一) TFG6900A 系列函数发生器(信号源)的使用

##### 1. TFG6900A 系列函数发生器面板介绍

TFG6900A 系列函数发生器(简称函数发生器)如图 1-1-1 所示。



①—显示屏;②—功能键;③—数字键;④—调节旋钮;⑤—电源按钮;  
⑥—菜单软键;⑦—CHA、CHB输出;⑧—同步输出/计数输入;⑨—U盘插座;⑩—方向键;

图 1-1-1 TFG6900A 系列函数发生器

## 2. 使用说明

(1) 信号源显示器下方有相应的按键分别为“频率/周期”、“幅度/电平”和“偏移/低电平”键(同一按键再按一次,即为另一参量)的选择,按下其中之一,再调节旋钮④;或在数字区域③输入数值,同时配合区域⑩中左、右键的按动——改变欲调节的位(个、十、百、千位等),即可改变输出信号的大小。

(2) 进行信号输出选择时,注意有效值、平均值和峰峰值的不同选取。

(3) 输出开关:字样“CHA”输出端上方功能键区的 OUTPUT 键是输出控制开关(按 CHA/CHB 键可使 CHA 和 CHB 输出外连),当它被按下时对应的指示灯亮起,表示 CHA/CHB 上有信号输出了。使用输出开关可以在不动连接线的情况下而很方便地接入或去掉输入信号。

## (二) UT805A 型数字万用表的使用

UT805A 型数字万用表(简称数字万用表)的面板如图 1-1-2 所示。

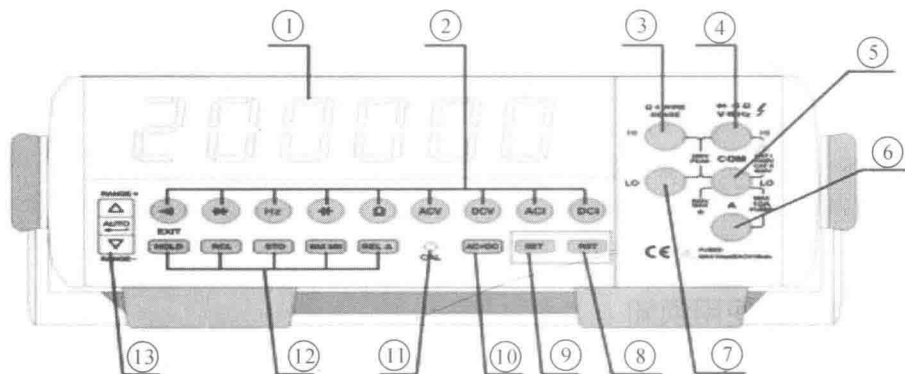


图 1-1-2 UT805A 型数字万用表面板

### 1. UT805A 数字万用表面板介绍

①—点阵液晶显示器。

②—主功能键:各种功能选择。

③—HI 输入端口:四线制测量电阻时,为电流高端,插入红表笔。

④—V  $\Omega$   $\mu$ Hz  $\rightarrow$   $\rightarrow$  输入端口:测量电压、电阻、电容、频率、二极管和电路通/断时的正极输入端,插入红表笔(HI 输入端口,四线制测量电阻时,为电压高端)。

⑤—COM 输入端口:为负极输入端,插入黑表笔(LO 输入端口,四线制测量电阻时,为电压低端)。

⑥—电流输入端口:测量交/直流时的正极输入端,插入红表笔。

⑦—LO 输入端口:四线制测量电阻时,为电流低端,插入黑表笔。

⑧—复位键:对系统进行复位。

⑨—设置键:对系统进行设置。

⑩—AC+DC 键:带有直流偏置的交流电压或电流测量。

⑪—CAL 调校键:电压、电流、电阻正确度调校。



⑫—副功能键：各种功能选择。

⑬—量程键：自动/手动量程选择；系统设置的上/下功能确定键。

## 2. 常规测量

(1) 电阻测量：被测对象所在电路部分不能加电！

将量程置于合适的位置上(宁大勿小)，在不加电的情况下，按下主功能键区的“ $\Omega$ ”键，测量实验箱上功率放大器模块中的电位器  $4R_P 100\text{ k}\Omega$ 。调节旋钮并对其测量，或测量其他的电阻(若读数与原标称值不符，注意是否与其他部分的元器件有串、并联连接)。

(2) 通/断测量：在电路工作状态不对或检查接线时使用。

测量时不加电，检查地线与地线、电源与电源之间的连线有没有连上。正、负表笔分别接欲检查连线的两端，若蜂鸣器发出声音，则测量值一般小于  $25\text{ }\Omega$ ；测量值为  $25\sim 600\text{ }\Omega$ ，则会显示欧姆数；大于  $600\text{ }\Omega$  则显示“OVLD-”。

(3) 电流测量：分为“交流”与“直流”电流测量两种，在主功能区有各自对应的按键(电流 ACI、DCI)。电流测量完毕，请把正表笔(红色)接回到正常位置上。量程一般选择到交流电压的大量程位置上。

数字万用表的红表笔应插入仪表面板电流表上有“mA”或“A”字样的插孔中，黑表笔接在共用端(COM)，电流表的两个表笔要串接在被测回路中。对数字电流表，可不管极性进行测量(即一个表笔搭接在被测电路的一个缺口上，缺口的另一端接另一个表笔)，显示面板上会显示电流的流向：电流数值显示为正，则表示正、负表笔连接正确；否则正、负表笔的电流与实际流向相反。

一般电流表量程在默认位置上，如果要更精细地读取测量数据，请将显示屏左下角的自动/手动量程改为手动量程，然后按动向上或向下键改变量程。

**注意：**电流表的两个表笔测电流时只能串联接入某个支路或回路，绝对不能并联接在电路的任意两点之间，更不能并接在电源与地之间！

如果对电流测量和其他测量交替使用会出现错误以至于损坏仪器而心存顾忌，则电流测量也可通过对被测电流回路内的某个电阻上电压的测量来间接对电流进行测量和估算。

(4) 电压测量：

① 直流电压测量：主功能键上按下“DCV”键，将数字万用表的两个表笔接到被测试端和参考地端之间。对数字万用表来说，负表笔(黑色)可不要求与参考地端搭接在一起，但要看清显示的数值前的极性符号，如果负表笔接的是参考地端，当电压读数前符号为正时，则说明所测的为正电压。如果红表笔接的是参考地端，黑表笔接被测电压，当电压读数前符号为正时，则说明所测量的电压为负电压。

② 交流电压测量：主功能键上按下“ACV”键，交流电压测量一般表笔不分极性，交流电压表默认显示的数值是有效值  $U_{\text{rms}}$ 。

模拟电路实验时，读取电压数值取两位小数；数字电路实验时，读取电压数值取一位小数。

(5) 电容器的电容量测量：测量时实验箱不加电，按下主功能区的“ $\text{H}$ ”键，正、负表笔分别对应连接电解电容器的正、负两个端子，注意将电容与电路中的其他连接断开；对小容量的无极性(双极性)电容器，正、负表笔可随意连接。例如测量实验箱上功率放大器模块中的电容  $4C_3$ ，或者测量数字电路实验元件库上的电容。

(6) 频率测量：按下主功能区的“Hz”键，正、负表笔分别连接测试信号端子和地，然后直接从显示屏上读数。

(7) 二极管、三极管 PN 结的测量：可以大致判定二极管或三极管的好坏，按下主功能区的“▶”键，在被测试器件不带电情况下，当正、负表笔分别接器件的 P 端和 N 端时称为正向(偏置)连接。此时仪表显示的是电压数值大约为 0.7 V。反向(偏置)连接时显示“OVLD-”，说明被测 PN 结是好的。

当二极管所在支路或放大器状态不正常时，可以在不加电状态下测试二极管和晶体三极管 PN 结的好坏。

(三) GDS-1000A-U 型数字存储示波器的使用

GDS-1000A-U 型数字存储示波器(简称示波器)的前面板如图 1-1-3 所示；按键/旋钮功能说明如表 1-1-1 所示。

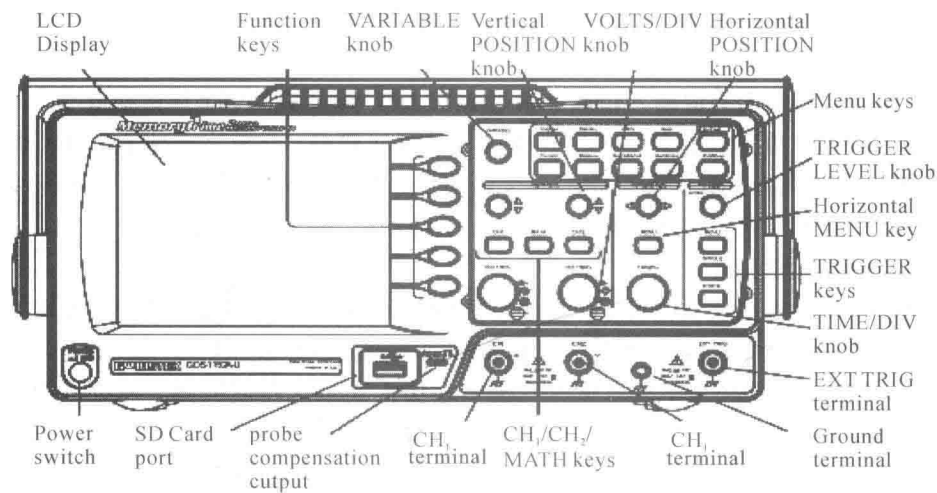


图 1-1-3 GDS-1000A-U 型数字存储示波器前面板

表 1-1-1 按键/旋钮功能说明

| 名 称                                                 | 符 号 | 功 能                 |
|-----------------------------------------------------|-----|---------------------|
| Function 键<br>F <sub>1</sub> (顶)~F <sub>5</sub> (底) |     | 打开 LCD 屏幕左侧的功能      |
| VARIABLE 旋钮                                         |     | 增大或减小数值，移至下一个或上一个参数 |
| Acquire 键                                           |     | 设置获取模式              |
| Display 键                                           |     | 设置屏幕设置              |

续表

| 名称                     | 符号                                                                                  | 功能                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Cursor 键               |    | 运行光标测量                                                       |
| Utility 键              |    | 设置 Hardcopy 功能、显示系统状态、选择菜单语言、运行自我校准、设置探棒补偿信号以及选择 USB host 类型 |
| Help 键                 |    | 显示帮助内容                                                       |
| Autoset 键              |    | 根据输入信号自动进行水平、垂直以及触发设置                                        |
| Measure 键              |    | 设置和运行自动测量                                                    |
| Save/Recall 键          |    | 存储和调取图像，波形或面板设置                                              |
| Hardcopy 键             |    | 将图像、波形或面板设置存储至 USB，或从 Pict-Bridge 兼容打印机直接打印屏幕图像              |
| Run/Stop 键             |    | 运行或停止触发                                                      |
| TRIGGER LEVEL 旋钮       |   | 设置触发准位                                                       |
| TRIGGER MENU 键         |  | 触发设置                                                         |
| SINGLE TRIGGER 键       |  | 选择单次触发模式                                                     |
| TRIGGER FORCE 键        |  | 无论此时触发条件如何，获取一次输入信号                                          |
| Horizontal MENU 键      |  | 设置水平视图                                                       |
| Horizontal POSITION 旋钮 |  | 水平移动波形                                                       |

(1) 接入单通道信号测量时，注意触发信号所指通道也应该指向相同的通道；当两个通道都接有输入信号时，触发信号可选择其中一个输入来进行同步。

(2) 需要注意的是，“扫描时间”和“垂直偏转灵敏度”要根据信号的情况置于合适的位置上。

水平方向一般通过调节扫描时间使显示屏上显示 1~2 个周期的波形。

信号幅值可通过调节垂直偏转灵敏度使之有完整的波形显示(为了保证一定的读数精度，要使偏转灵敏度的数值与信号大小数值相协调，当信号幅值为数百毫伏时，偏转灵敏度就应该选 50 mV/div 或附近选项；如果选择 500 mV/div 或更大，则示波器测量值的误差会很大)。

读数时，注意探头的衰减开关必须与示波器上的衰减倍数(\*1 或 \*10)相对应(否则读

数不准),更不要调节出在电压测量时显示的“电流 $\times N$ 倍乘”等的状态。

**注意:**信号的耦合有三种方式:短接、交流和直流。它们可分别用于寻找信号零点、去除掉直流成分或测试直流电压等场合(在信号接入状态下,按一下通道号按键,点击显示屏右侧功能键区最上面的按键(A),可以在“直流”、“接地”和“交流”三者之间切换,在“直流”状态下可以进行直流电压测试:先在“接地”状态,通过调节本通道“垂直位移”旋钮将其变成一条水平线,并和显示屏上的某一条水平格线重合以作为参考“0”电平;再按一下该按键(A),使耦合为“直流”方式,之后就可以进行直流电压测量了)。

(3)接入两路信号时,按下触发菜单键,选择执行触发的信号通道,触发信号电平调节旋钮(TRIGGER LEVEL knob)必须在本信号波形的数值范围内上、下移动,以使两路信号都达到稳定。

(4)被测信号的数值类型(峰值、平均值、有效值、最大值、最小值、频率、周期、上升或下降时间等参量)的选择,通过在显示器右侧的测量菜单(Measure)下拉选项里按下某一具有测量数值类型属性的参量(周期、电压或占空比等)右侧的按键,则会在屏幕上跳出“Select Measurement”的界面,此时通过调节显示器右上角的 VARIABLE knob 旋钮,移动光标至欲读取的参量类型名称上;再按一下“Measure”键,即可在显示屏上得到所测信号的数值类型(有效值、平均值、峰值、最大/最小值、频率、周期、占空比、上升/下降沿时间、延迟时间等)的显示。

## 四、实验内容

**实验内容 1** 从 TFG6900A 系列函数发生器上输出频率为 20 kHz、有效值为 3.5 V 的正弦波,试用 UT805A 型数字万用表测量出信号的频率和电压值大小,用示波器测量其波形、有效值、峰值、平均值、频率和周期,填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2 示波器和数字万用表数据测量对比

| 名称  | 示波器读数 | 数字万用表读数 | 相对误差 | 示波器倍率开关等使用对吗? |
|-----|-------|---------|------|---------------|
| 频率  |       |         |      |               |
| 周期  |       | 不测      |      |               |
| 有效值 |       |         |      |               |
| 峰值  |       | 不测      |      |               |
| 平均值 |       | 不测      |      |               |

**实验内容 2** 使用实验箱左边直流电压源的输出  $OUT_1$  或输出  $OUT_2$  接示波器某一通道,分别用示波器的直流耦合挡和数字万用表的 DCV 挡测量。调节  $OUT_1$  输出回路上的电位器使之处于较大位置(顺时针),当开关按下和抬起时,输出电压会有很大的变化,分别读取三组(电位器处于三个不同的位置)共 6 个数据的示波器和数字万用表的读数,填入表 1-1-3 中,并对两者读数进行比较,若差别较大,则是示波器相关倍率设置(探头和通

道的倍乘是否在合适位置)有误,请检查改正后使两者读数接近(一般将数字万用表的读数作为真值)。

表 1-1-3 示波器和数字万用表直流电压测量对比

| 电位器  | 按键开关 | 示波器 | 数字万用表 | 相对误差 | 示波器倍率开关等使用对吗? |
|------|------|-----|-------|------|---------------|
| 位置 1 | 按下   |     |       |      |               |
|      | 抬起   |     |       |      |               |
| 位置 2 | 按下   |     |       |      |               |
|      | 抬起   |     |       |      |               |
| 位置 3 | 按下   |     |       |      |               |
|      | 抬起   |     |       |      |               |

五、实验报告

对各实验内容的过程进行叙述,以数字万用表的测试值作为真值,对示波器的正确设置(所在通道的倍乘、探头的倍乘、显示参数的正确选取等)进行判断和衡量,对其测量值进行数据处理和误差分析。完成实验报告。