



中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会“十三五”规划教材

电子技术实践教程

DIANZI JISHU SHIJIAN JIAOCHENG

杨倩 唐红霞 主编

HEUP 哈尔滨工程大学出版社



中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会“十三五”规划教材

电子技术实践教程

DIANZI JISHU SHIJIAN JIAOCHENG

杨倩 唐红霞 主编

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书根据高等工科院校电子技术实践教学的基本要求,结合任课教师在理论教学、实践教学、课程设计指导中的经验编写而成。本书的主要内容包括电子技术中常用仪器仪表的使用方法、电子技术中基本元器件介绍及使用规则、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、综合设计性实验五部分内容。本书既包括基础的验证性实验和测量实验,也包含一定的设计性实验,旨在培养学生对电子技术知识的综合运用,以及对电子电路的设计和调试能力。

本书可作为高等学校电子信息类专业实践教学教材,可独立设课使用,也可与理论教学课程结合同步进行。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实践教程/杨倩,唐红霞主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2016.6
ISBN 978-7-5661-1264-4

I. ①电… II. ①杨… ②唐… III. ①电子技术-教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 152923 号

选题策划 吴振雷

责任编辑 张忠远 马毓聪

封面设计 恒润设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东市一兴印刷有限公司
开 本 787mm×1 092mm 1/16
印 张 12
字 数 300 千字
版 次 2016 年 6 月第 1 版
印 次 2016 年 6 月第 1 次印刷
定 价 32.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会 “十三五”规划教材编委会

主 任:

- 吕菁华 (中国高等学校电子教育学会副理事长、中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会理事长、哈尔滨师范大学教授)
张 玲 (哈尔滨工程大学出版社社长、总编辑)

副主任:

- 牟洪臣 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长兼秘书长)
于长兴 (绥化学院电气工程学院院长)
张艳鹏 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长、绥化学院电气工程学院副院长)
徐 权 (大庆师范学院机电工程学院院长、教授)
邱 敏 (黑河学院理学院院长、教授)
张梅恒 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长、牡丹江师范学院教授)
王少华 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长,齐齐哈尔大学理学院副院长)
牟海维 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长,东北石油大学电子科学学院院长、教授)
李林君 (中国高等学校电子教育学会黑龙江省分会副理事长、黑龙江工程学院教授)
于险波 (哈尔滨工程大学出版社副社长)

委员(按姓氏笔画排序):

- | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于长兴 | 于险波 | 王少华 | 王玉玲 | 王雪飞 | 王福刚 | 付兴烨 |
| 卢振生 | 白 玉 | 白 龙 | 刘 铭 | 吕菁华 | 吕鹏举 | 孙春风 |
| 成宝芝 | 曲明哲 | 牟洪臣 | 牟海维 | 齐凤河 | 张 玲 | 张世明 |
| 张晓林 | 张艳鹏 | 张梅恒 | 张博洋 | 李怀亮 | 李林君 | 杨 倩 |
| 杨景昱 | 邱 敏 | 陈春雨 | 林 芳 | 唐红霞 | 徐 权 | 徐晓雨 |

前 言

电子技术是电气信息类专业重要的技术基础课,课程的显著特征之一是它的实践性较强。要想很好地掌握电子技术,除了掌握基本器件的原理、电子电路的基本组成及分析方法外,还要掌握电子器件及基本电路的应用技术,因此实验课是电子技术教学中的重要环节。通过实验可使学生掌握器件的性能、参数及电子技术的内在规律、各个功能电路间的相互影响,从而验证理论并加深对理论知识的理解和掌握。通过实践教学,可使学生进一步掌握基础知识、基本实验方法及基本实验技能。

通过实验教学,使学生在基本实践知识、基本实践理论和基本实践技能三方面受到系统的训练;掌握常用电子仪器的使用方法;能够正确测量和调整电路参数及各种电子电路的主要技术指标;具备正确选择和使用常用元器件、查阅手册和测量参数的技能;能够独立完成电子电路小系统的设计、组装和调试;具备实验数据分析和处理能力,能够有效地把理论和实践结合起来。

电子技术实验大致可分为三个层次:第一个层次为基础验证性实验,主要是以电子元器件特性、参数和基本单元电路为主,根据详细的实验要求和步骤,来验证电子技术的有关理论;第二个层次为提高性实验,主要是根据提供的参考电路,自行拟订实验步骤,完成测试;第三个层次为综合设计性实验,学生根据实验题目和要求,自行设计、组织调试实验电路,拟订出测试方案,达到最终的设计要求。

本书是根据模拟电子技术、数字电子技术教学内容,考虑到理论和实践的有机结合,从实用的角度出发,结合在理论教学、实践教学、课程设计和大学生电子设计竞赛等教学实践中的经验编写而成。

全书共5章。第1章介绍了电子技术中常用仪器仪表的使用方法,第2章主要介绍了电子技术中基本元器件及使用规则,第3章为模拟电子技术实验,第4章为数字电子技术实验。模拟电子实验和数字电子实验部分分别精选了20个实验,既包括了基础的验证性实验和测量实验,也包含一定的设计性实验,既利于理论和实践的有机结合,也利于对学生实验、分析能力的培养。基础实验部分均给出了详细的实验目的、实验中需要使用的仪器和元器件、参考电路及具体的操作步骤。部分设计性实验仅提供了设计要求和原理简图,由学生自己完成实验方案、实验步骤和数据记录表格等。第5章为综合设计性实验,旨在培养学生对电子技术知识的综合运用,以及对电子电路的设计和调试能力。

本书由杨倩、唐红霞任主编,编写过程中参考了清华大学科教仪器厂提供的模拟、数字电路实验箱使用说明和指导书。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点,真诚地希望读者在使用过程中提供宝贵意见。

编 者
2016年4月

目 录

第1章 常用仪器仪表简介及使用	1
1.1 万用表	1
1.2 示波器	4
1.3 函数信号发生器	8
1.4 频率计	9
1.5 交流毫伏表	11
第2章 基本元器件介绍及使用规则	13
2.1 半导体二极管	13
2.2 晶体三极管	16
2.3 场效应管	17
2.4 电阻和电容	20
第3章 模拟电子技术实验	25
实验1 单级放大电路	25
实验2 两级放大电路	29
实验3 射极跟随器	31
实验4 互补对称功率放大器	34
实验5 差动放大电路	36
实验6 负反馈放大电路	40
实验7 集成运放组成的运算电路	43
实验8 积分与微分电路	47
实验9 有源滤波器	53
实验10 RC 正弦波振荡器	57
实验11 集成电路 RC 正弦波振荡器	60
实验12 LC 振荡器及选频放大器	63
实验13 波形发生电路	65
实验14 整流滤波与并联稳压电路	68
实验15 串联型直流稳压电路	72
实验16 集成稳压器	76
实验17 电流/电压转换电路	79
实验18 电压/频率转换电路	81
实验19 集成功率放大器	83
实验20 波形变换电路	87
第4章 数字电子技术实验	91
实验1 门电路逻辑功能及测试	91
实验2 COMS 门电路测试	96

实验 3 TS 门、OC 门的功能测试及应用	99
实验 4 逻辑笔实验与分析	102
实验 5 组合逻辑电路(半加器、全加器及逻辑运算)	104
实验 6 加法器及其应用	108
实验 7 译码器和数据选择器	113
实验 8 竞争冒险	119
实验 9 触发器的功能测试及转换	122
实验 10 触发器应用电路测试及设计	126
实验 11 集成计数器及寄存器	131
实验 12 时序电路测试及研究	135
实验 13 计数器 MSI 芯片的应用	139
实验 14 三态输出触发器及锁存器	142
实验 15 波形产生及单稳态触发器	145
实验 16 施密特触发器及其应用	148
实验 17 555 时基电路及其应用	151
实验 18 集成单稳态触发器及其应用	157
实验 19 电压变换器	161
实验 20 数字定时器	163
第 5 章 综合设计性实验	165
设计 1 直流稳压电源的设计与调试	165
设计 2 万用电表的设计与调试	167
设计 3 多路竞赛抢答器设计	170
设计 4 数字电子钟的设计与调试	175
设计 5 交通信号灯控制电路	178
参考文献	184

第1章 常用仪器仪表简介及使用

1.1 万用表

万用表(或称多用电表、万用电表)是一种常用的多用途仪表,不仅从事电子技术的专业人员需要它,广大业余无线电爱好者也需要用它来调试电路和维修仪器。

1.1.1 万用表的分类

万用表分为指针式和数字式两种类型。

1. 指针式万用表

指针式万用表是由磁电式微安表头上加一些元器件构成的。当表头并联、串联、加上整流器、外接电池和加上附加电阻时,就构成了多量程的电压、电流、电阻的测试仪表。在此基础上还可以扩大测量范围,如测量晶体管类型、参数,测电感、电容值,以及测量放大器的特性等,万用表因此而得名。

2. 数字式万用表

数字式万用表在模拟指针刻度测量的基础上,用数字形式直接把检测结果显示出来。数字式万用表由直流数字电压表或加上一些转换器构成。数字式万用表采用了大规模集成电路,故与指针式万用表相比有以下一些优点:

- (1)读数容易、准确;
- (2)测量精度高;
- (3)因为内阻高,所以测量误差可以达到很小;
- (4)性能稳定,工作可靠、耐用;
- (5)在强磁场下也能正常工作。

尽管数字式万用表具有如此多的优点,但是由于指针式万用表具有结构简单、读数直观、操作方便、可靠性高、价格便宜等特点,仍然被人们广泛使用。

1.1.2 万用表的基本使用方法

1. 指针式万用表的基本使用方法

测试前,先把万用表放置水平状态,并观察其表针是否处于零点(指电流、电压刻度的零点),若不在,则应调整表头下方的“机械零位调整”,使指针指向零点。根据被测项,正确选择万用表上的测量项目及量程开关。

如已知被测量的数量级,则选择与其相对应的数量级量程;如不知被测量值的数量级,则应选择从最大量程开始测量,当指针偏转角度太小而无法精确读数时再把量程减小,一般以指针偏转角不小于最大刻度的30%为合理量程。

(1)万用表测量电流

①把万用表串接在被测电路中时,应注意电流方向。正确的接法如图1-1所示,即把

红表笔接电流入的一端,黑表笔接电流出的一端。如果不知被测电流的方向,可以在电路的一端先接好一支表笔,另一支表笔在电路的另一端轻轻地碰一下:如果指针向右摆动,说明接线正确;如果指针向左摆动(低于零点),说明接线不正确,应把万用表的两支表笔位置调换。

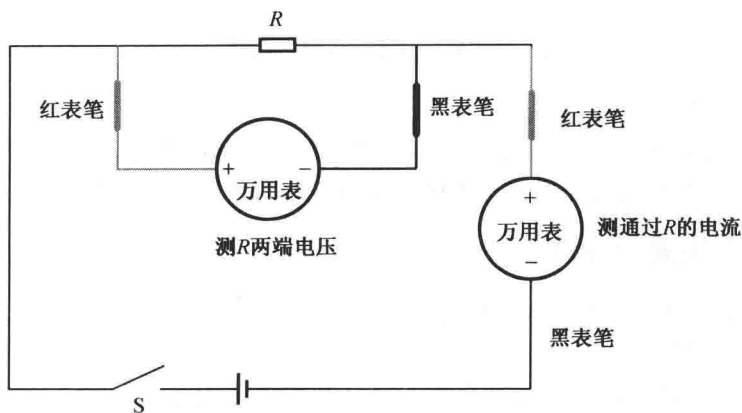


图 1-1 万用表测量电压电流示意图

②在指针偏转角度大于或等于最大刻度的 30% 时,尽量选用大量程挡。因为量程愈大,分流电阻愈小,电流表的等效内阻愈小,这时被测电路引入的误差也愈小。

③在测大电流(如 500 mA)时,千万不要在测量过程中拨动量程选择开关,以免产生电弧烧坏转换开关的触点。

(2) 万用表测量电压

①把万用表并接在被测电路上,在测量直流电压时,应注意被测电压的极性。正确接法如图 1-1 所示,即把红表笔接电压高的一端,黑表笔接电压低的一端,如果不知被测电压的极性,可按前述测量电流时的试探方法试一试:如指针向右偏转,则可以进行测量;如指针向左偏转,则把红、黑表笔对换位置,方可测量。

②与电流表一样,为了减小电压表内阻引入的误差,在指针角度大于或等于最大刻度的 30% 时,测量尽量选择大量程挡,因为量程愈大,分压电阻愈大,电压表的等效内阻愈大,这时被测电路引入的误差愈小。如果被测电路的内阻很大,就要求电压表的内阻更大,才会使测量精度高。此时需换用电压灵敏度更高(内阻更大)的万用表来进行测量。

③在测量交流电压时,不必考虑极性问题,只要将万用表并接在被测电路两端即可。此外,也不必选择大量程挡或选高电压灵敏度的万用表,因为一般情况下交流电源的内阻都比较小。

值得注意的是,被测交流电压只能是正弦波,其频率应小于或等于万用表的允许工作频率,否则会产生较大误差。

④不要在测量较高的电压(220 V)时拨动量程开关,以免产生电弧烧坏转换开关的触点。

⑤在测量大于或等于 100 V 的交流电压时,必须注意安全,最好把一支表笔固定在被测电路的公共地端,然后用另一支表笔去碰触另一端测试点。

⑥在测量有感抗的电路中的电压时,必须在测量后先把万用表断开再关电源,不然在切断电源时因为电路中感抗元件的自感现象,会产生高压而可能把万用表烧坏。

(3) 万用表测量电阻

①测量时应先调零,即把两表笔直接相碰(短路),调整表盘下面的零欧姆调整器,使指针正确指在 $0\ \Omega$ 处。这是因为随着时间的延续,内接干电池提供的电源电压会下降,内部分流电阻调整作为补偿,因此测量时必须调零。

②为了提高测量的精度和保证被测对象的安全,必须正确选择合适的量程挡,一般测电阻时,要求指针在全刻度的 $20\% \sim 80\%$ 的范围内,这样测试精度才能满足要求。

③由于量程挡不同,测量电流大小也不同,量程挡愈小,测量电流愈大,否则相反。所以,如果用万用表的小量程欧姆挡 $R \times 1$ 挡和 $R \times 10$ 挡去测量小的未知电阻时,未知电阻上会流过大的电流,如果该电流超过了未知电阻所允许通过的电流,未知电阻会烧毁,或者把指针打弯。所以,在测量不允许通过大电流的电阻时,万用表应置在大量程的欧姆挡上。同时,量程挡愈大,内阻所接的电池电压愈高,所以在测量不能承受高电压的电阻时,万用表不宜在大量程的欧姆挡上。如测量二极管和三极管的极间电阻时,就不能把欧姆挡置在 $R \times 10\ k$ 挡,不然易把管子的极间击穿,只有降低量程挡,让指针指在高阻端。

④由于做欧姆表使用时,万用表内接干电池,对外电路而言,红表笔接干电池的负极,黑表笔接干电池的正极。

⑤测较大电阻时,手不可同时接触被测电阻的两端,不然人体电阻就会与被测电阻并联,使测量结果不正确,测试值会大大减小。另外,要测电路上的电阻时,应将电路的电源切断。不然不但测量结果不准确(相当于再外接一个电压),还会使大电流通过微安表头,把表头烧坏。同时,还应该把被测电阻的一端从电路上拆焊,再进行测量,不然测得的是电路在该两点的总电阻。

⑥使用完毕不要将量程开关放在欧姆挡上。为了保护微安表头,以免下次开始测量时不慎烧坏表头,测量完成后,应注意把量程开关拨在直流电压和交流电压的最大量程位置,千万不要放在欧姆挡上,以防两支表笔万一短路时,将内部干电池全部耗尽。

2. 数字万用表的基本使用方法

数字万用表是在模拟万用表的基础上发展起来的数字式测量仪器。

(1) 直流电压的测量

①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔。

②将功能开关置于直流电压挡“V—”量程范围,并将测试表笔连接到待测电源(测开路电压)或负载上(测负载电压降),红表笔所接端的极性将同时显示于显示器上。

③察看读数,并确认单位。

为了正确读出直流电压的极性($\pm$),将红表笔接电路正极,黑表笔接负极或电路地。如果用相反的接法,有自动调换极性功能的数字多用表会显示负号来指示负的极性。如果不知被测电压范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下降,如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程。当测量高电压时,要格外注意避免触电。

(2) 交流电压的测量

①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/Ω 插孔。

②将功能开关置于交流电压挡“V~”量程范围,并将测试笔连接到待测电源或负载

上。测量交流电压时,没有极性显示。

(3) 电阻的测量

①关掉电路电源。

②选择电阻挡。

③将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入电阻测试插孔。

④将表笔探头跨接到被测元件或电路的两端。

⑤察看读数,并注意单位是欧姆(Ω)、千欧($k\Omega$)还是兆欧($M\Omega$)。

注: $1\ 000\ \Omega = 1\ k\Omega$, $1\ 000\ 000\ \Omega = 1\ M\Omega$ 。

注意:在测试电阻时一定要关掉电源。

(4) 电流的测量

将数字多用表直接串到被测电路上,让被测电路电流直接流过多用表内部电路。

①关掉电路电源。

②断开或拆焊电路,以便将表串入电路。

③选择相应的交流(A~)、直流(A-)挡位。

④将黑表笔插入 COM 插口:当测量最大值为 200 mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20 A 的电流时,红表笔插入 20 A 插孔。

⑤将表笔串联接入断开的电路部分。

⑥将电路电源打开。

⑦观察读数,并注意单位。

注:测量直流电流时,如果测试探头接反,会有“-”出现。电流测量完毕后应将红笔插回“V/ Ω ”孔。

1.2 示波器

1.2.1 示波器的基本功能

示波器是电子测量中必备的仪表,它将电信号转换为可以观察的视觉图形,以便人们观测。若利用传感器将各种物理参数转换为电信号,可以利用示波器观测各种物理参数的数量变化。

每个电子技术行业的从业者都必须熟练掌握示波器的使用方法,所谓的熟练掌握有三个标准:

- (1) 每调节一个开关或旋钮都有明确的目的;
- (2) 调节顺序正确,没有错误动作;
- (3) 操作快速。

1.2.2 模拟示波器(GOS-620)

模拟示波器以连续的方式将被测信号显示出来。图 1-2 和图 1-3 分别为 GOS-620 模拟示波器前面板的实物图和示意图。

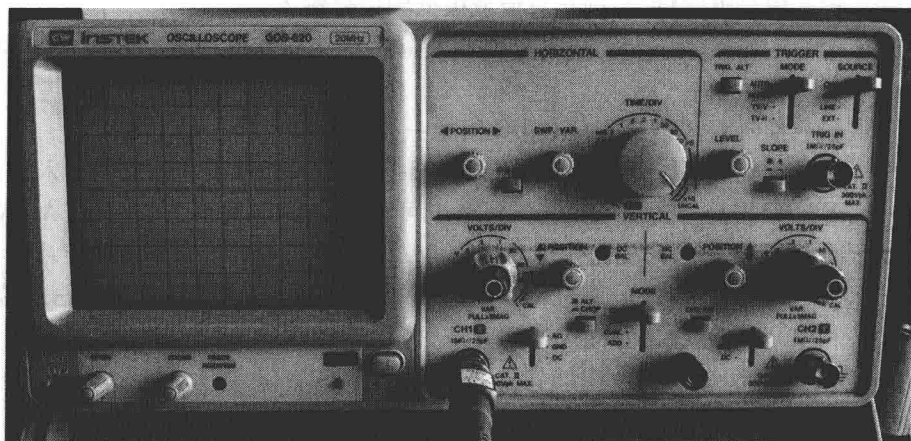


图 1-2 GOS-620 模拟示波器前面板实物图

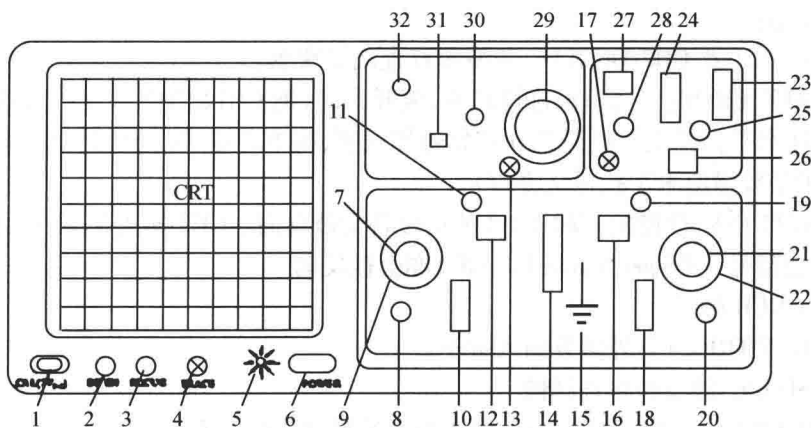


图 1-3 GOS-620 模拟示波器前面板示意图

1. 前面板说明

(1) CRT 显示屏

- 1——CAL 接头, $2V_{p-p}$, 1 kHz 的方波。
- 2——INTEN: 轨迹及光点亮度控制钮。
- 3——FOCUS: 轨迹聚焦调整钮。
- 4——TRACE ROTATION: 使水平轨迹与刻度线平行的调整钮。
- 5——电源指示灯。
- 6——POWER: 电源主开关, 压下此钮可接通电源, 电源指示灯会发亮; 再按一次, 开关凸起时, 则切断电源。

(2) VERTICAL 垂直偏向

7, 22——VOLTS/DIV: 垂直衰减选择钮, 以此钮选择 CH1 及 CH2 的输入信号衰减幅度, 范围为 5 mV/DIV ~ 5 V/DIV, 共 10 挡。

10, 18——AC - GND - DC: 输入信号耦合选择按钮。

AC:垂直输入信号电容耦合,截止直流或极低频信号输入。

GND:按下此键则隔离信号输入,并将垂直衰减器输入端接地,使之产生一个零电压参考信号。

DC:垂直输入信号直流耦合,AC与DC信号一齐输入放大器。

8——CH1(X)输入:CH1的垂直输入端,在X-Y模式下,为X轴的信号输入端。

9,21——VARIABLE:灵敏度微调控制,至少可调到显示值的1/2.5。在CAL位置时,灵敏度即为挡位显示值。当此旋钮拉出时($\times 5$ MAG状态),垂直放大器灵敏度增加5倍。

20——CH2(Y)输入:CH2的垂直输入端,在X-Y模式下,为Y轴的信号输入端。

11,19——POSITION:轨迹及光点的垂直位置调整钮。

14——VERT MODE:CH1及CH2选择垂直操作模式。

CH1或CH2:通道1或通道2单独显示。

DUAL:设定本示波器以CH1及CH2双频道方式工作,此时可切换ALT/CHOP模式来显示两轨迹。

ADD:用以显示CH1及CH2的相加信号。当CH2 INV键为压下状态时,即可显示CH1及CH2的相减信号。

13,17——CH1&CH2 DC BAL:调整垂直直流平衡点。

12——ALT/CHOP:当在双轨迹模式下,放开此键,则CH1&CH2以交替方式显示(一般适用于较快速水平扫描文件位);当在双轨迹模式下,按下此键,则CH1&CH2以切割方式显示(一般适用于较慢速水平扫描文件位)。

16——CH2 INV:此键按下时,CH2的信号将会被反向。CH2输入信号在ADD模式时,CH2触发截选信号(Trigger Signal Pickoff)亦会被反向。

(3) TRIGGER 触发

24——EXT TRIG. IN:外触发输入端子。

26——SLOPE:触发斜率选择键。

“+”:凸起时为正斜率触发,当信号正向通过触发准位时进行触发。

“-”:压下时为负斜率触发,当信号负向通过触发准位时进行触发。

27——TRIG. ALT:触发源交替设定键,当VERT MODE选择器(14)在DUAL或ADD位置,且SOURCE选择器(23)置于CH1或CH2位置时,按下此键,本仪器即会自动设定CH1与CH2的输入信号以交替方式轮流作为内部触发信号源。

23——SOURCE:用于选择CH1和CH2或外部触发。

CH1:当VERT MODE选择器(14)在DUAL或ADD位置时,以CH1输入端的信号作为内部触发源。

CH2:当VERT MODE选择器(14)在DUAL或ADD位置时,以CH2输入端的信号作为内部触发源。

LINE:将AC电源线频率作为触发信号。

EXT:将TRIG. IN端子输入的信号作为外部触发信号源。

25——TRIGGER MODE:触发模式选择开关。

常态(NORM):当无触发信号时,扫描将处于预备状态,屏幕上不会显示任何轨迹。本功能主要用于观察小于等于25 Hz的信号。

自动(AUTO):当没有触发信号或触发信号的频率小于25 Hz时,扫描会自动产生。

电视场(TV):用于显示电视场信号。

28——LEVEL:触发准位调整钮,旋转此钮以同步波形,并设定该波形的起始点。将旋钮向“+”方向旋转,触发准位会向上移;将旋钮向“-”方向旋转,则触发准位会向下移。

(4)水平偏向

29——TIME/DIV:扫描时间选择钮。

30——SWP. VAR:扫描时间的可变控制旋钮。

31—— $\times 10$ MAG:水平放大键,扫描速度可被扩展10倍。

32——POSITION:轨迹及光点的水平位置调整钮。

2. 模拟示波器的使用

以CH1为范例,介绍单一频道的基本操作法。CH2单频道的操作程序是相同的,仅需注意要改为设定CH2栏的旋钮及按键组。插上电源插头之前,请务必确认后面板上的电源电压选择器已调至适当的电压挡位。确认之后,请依照以下要求顺序设定各旋钮及按键。

电源开关(6)POWER:OFF状态

SLOPE(26):凸起(+斜率)

亮度旋钮(2)INTEN:中央位置

TRIG. ALT(27):凸起

聚焦旋钮(3)FOCUS:中央位置

TRIGGER MODE(25):AUTO

垂直操作模式(14)VERT MODE:CH1

TIME/DIV(29):0.5 ms/DIV

ALT/CHOP(12):凸起

(ALT)SWP. VAR(30):顺时针到底CAL位置

CH2 INV(16):凸起

POSITION(32):中央位置

POSITION(11,19):中央位置

$\times 10$ MAG(31):凸起

VOLTS/DIV(7,22):0.5 V/DIV

VARIABLE(9,21):顺时针转到底CAL位置

AC - GND - DC(10,18):GND

SOURCE(23):CH1

设定完成后,请插上电源插头,继续下列步骤。

(1)按下电源开关,并确认电源指示灯亮起。约20 s后CRT显示屏上应会出现一条轨迹,若在60 s之后仍未有轨迹出现,请检查之前各项设定是否正确。

(2)调整出适当的轨迹亮度及聚焦。

(3)调CH1 POSITION钮(11)及TRACE ROTATION(4),使轨迹与中央水平刻度线平行。

(4)将探棒连接至CH1输入端,并将探棒接上 $2V_{p-p}$ 校准信号端子。将AC - GND - DC置于AC位置,可调整VOLTS/DIV(7)及TIME/DIV(29),CRT上会显示校准信号波形。

(5)然后撤掉校准信号端子,VOLTS/DIV(7),TIME/DIV(29),LEVEL(28)配合使用,即可测量任意信号波形。

1.3 函数信号发生器

GFG-8016G 函数信号发生器可产生频率范围从 0.2 Hz ~ 2 MHz 的方波、三角波、正弦波和脉冲波信号,且有可调输出信号直流偏置和 TTL/CMOS(电平可调)脉冲输出端子。另外,还有频率计功能,可以测量的频率范围为 0.1 Hz ~ 10 MHz,输入灵敏度 ≤ 20 mVrms 的信号。图 1-4 和图 1-5 分别为 GFG-8016G 函数信号发生器前面板的实物图和示意图。

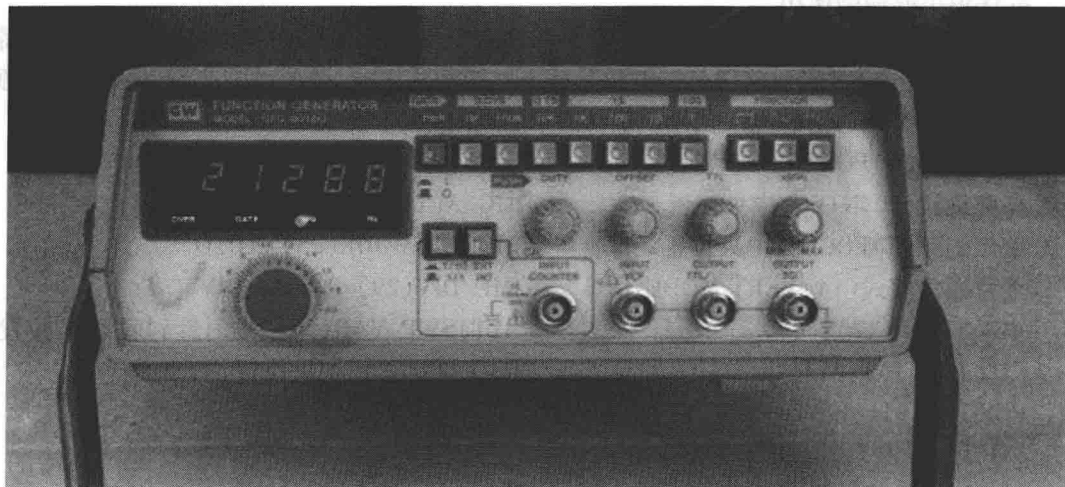


图 1-4 GFG-8016G 函数信号发生器前面板实物图

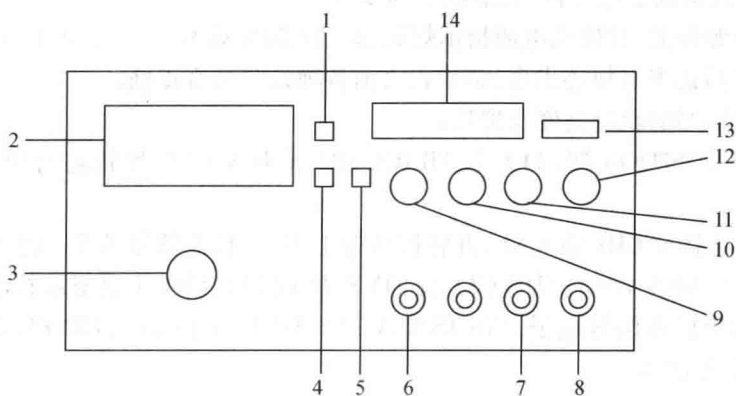


图 1-5 GFG-8016G 函数信号发生器前面板示意图

1.3.1 面板及操作说明

GFG-8016G 函数信号发生器前面板示意图如图 1-5 所示。

1——电源开关(POWER):按下接通电源。

- 2——频率显示屏:六位数码显示输出信号或输入信号的频率。
- 3——频率倍乘电位器:从0.2到2连续可调。
- 4——频率计输入衰减选择开关:按下将输入信号衰减1/10。
- 5——频率计输入选择(EXT/INT):按下选择测量外接输入信号的频率。
- 6——频率计输入端。
- 7——TTL/CMOS输出端。
- 8——模拟信号输出端。
- 9——占空比调节/反相输出选择(DUTY/INVERT):转动旋钮调节输出脉冲占空比,此旋钮位于CAL位置,输出波形的时间对称比是50:50,近似对称;按下INVERT选择反相输出。
- 10——输出信号偏置调节:调节输出信号直流偏置。
- 11——TTL/CMOS选择及CMOS电平调节:按下选择CMOS输出,转动旋钮调节CMOS输出电平。
- 12——模拟输出信号幅度调节/输出衰减(AMPLITUDE/ATTENUATION):按下输出衰减20 dB,转动旋钮调节输出信号幅度。
- 13——模拟输出波形选择开关FUNCTION:分别有正弦波、三角波和方波三个选择开关。
- 14——频段选择开关:分别有1 M、100 k、10 k、1 k、100、10和1等七个频段选择开关。

1.3.2 操作步骤

- (1)按下“电源开关”,电源接通,指示灯亮。
- (2)按下“波形选择”,选择需要的波形。
- (3)按下“频率范围”按钮,选择所需信号的频率范围,调节并获得所需频率的信号。
- (4)当需要输出小信号时,选择“输出衰减”按钮。
- (5)“振幅调整”按钮可调节信号的输出幅度。

1.4 频率计

YB3100P频率计应用单片机控制和运算完成宽带等精度频率和周期测量;采用倒数计数实现高分辨率;可完成频率、周期测量;具有计数、保持、100 MHz标频输出功能;100 MHz以下设有低通过滤器;10 Hz以下设有DC/AC耦合功能,以完善10 Hz以下低频特性。YB3100P频率计前面板实物图如图1-6所示。

1.4.1 频率测量范围

频率测量范围:1 Hz ~ 1 000 MHz

A通道测频范围:1 Hz ~ 100 MHz

B通道测频范围:100 MHz ~ 1 000 MHz

测量周期:0.1 μ s ~ 1 s

测量累计:108 - 1



图 1-6 YB3100P 频率计前面板实物图

1.4.2 输入特性

A 通道灵敏度: (1 Hz ~ 3 Hz) 35 mVrms, (3 Hz ~ 90 MHz) 25 mVrms, (90 MHz ~ 100 MHz) 30 mVrms。

最大输入电压: 250 mVrms。

B 通道灵敏度: (100 MHz ~ 1 GHz) 20 mVrms。

最大输入电压: 3 mVrms。

A 通道输入阻抗: 10 MΩ/35 pF。

B 通道输入阻抗: 50 Ω。

1.4.3 时基特性

晶体振荡类型: 简易恒温晶体振荡器。

短期稳定性: $1 \times 10^{-7}/s$ 。

长期稳定性: $2 \times 10^{-5}/月$ 。

电源电压稳定性: 电源电压变化范围为 $\pm 10\%$, 频率变化小于 10^{-6} 。

温度稳定性 (0 °C ~ 50 °C 范围内): 2×10^{-5} 。

标频频率: 10 MHz。

1.4.4 前面板功能键介绍

POWER: 电源开关。按下电源开关, 仪器进入工作状态。

REST: 计数复位功能键。仪器处于计数状态, 按下此键将使频率计清零。

FA: A 通道频率测量选择键。

FB: B 通道频率测量选择键。

PA: 通道周期测量选择键。按下此键, 仪器开始进行 A 通道周期测量。

TOT: A 通道计数功能键。计数时只能对 A 通道进行计数。

HOLD: 保持功能键。按下此键, 仪器将锁定在当前的工作状态。

0.01 s \ 0.1 s \ 1 s: 闸门时间选择键。