



普通高等教育“十二五”规划教材

电子技术实验教程

主 编 马学文 李景宏

副主编 郑世才 迟德选



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

电子技术实验教程

主 编 马学文 李景宏
副主编 郑世才 迟德选

科学出版社

北 京



内 容 简 介

本书是综合性电子技术实验教材,强调工程实用性,着眼于培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。全书共6章,包括实验仪器操作基础、Multisim 7 仿真软件入门、模拟电子技术实验、模拟电子技术课程设计、数字电子技术实验、数字电子技术课程设计。

本书可作为工科院校的计算机类、电子类、自动化类、电气类等专业的本科生实验指导教材,同时也是本科生参加各类电子设计竞赛、毕业设计等极为有用的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验教程/马学文,李景宏主编. —北京:科学出版社,2013.3
(普通高等教育“十二五”规划教材)

ISBN 978-7-03-036235-3

I. ①电… II. ①马…②李… III. ①电子技术-实验-高等学校-教材
IV. ①TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第305392号

责任编辑:余江 张丽花 / 责任校对:钟洋

责任印制:阎磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市安泰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

2013年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2013年3月第一次印刷 印张:12

字数:296 000

定价:26.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书是综合性电子技术实验教材，在编写的过程中参照了教育部颁布的“高等工业学校电子技术基础课程教学基本要求”。编写本书遵循的原则是适应当前对人才的需要，强化工程实践训练，培养学生的创新意识，提高学生的综合素质。本书的特点是重在实践，突出基础训练（含基本技能的培养）和设计型综合应用能力、创新能力、计算机应用能力的培养。选编的实验强调工程实用性，着眼于培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。在实验手段与方式上，既重视硬件调试能力的基本训练，又融入了 Multisim 软件的仿真，使学生学会用现代手段与传统方式结合的方法来分析、设计电路。在实验内容上，以设计型实验为主，每一个设计型实验都分为基本设计和扩展设计两部分，其中基本设计是学生必须完成的内容，而扩展设计则是选择完成的内容。这有利于提高不同层次学生的综合素质，为后续课程的学习、各类电子设计竞赛、毕业设计，乃至毕业后的工作打下良好的基础。

全书共 6 章。第 1 章为实验仪器操作基础，第 2 章为 Multisim 7 仿真软件入门，第 3 章为模拟电子技术实验，第 4 章为模拟电子技术课程设计，第 5 章为数字电子技术实验，第 6 章为数字电子技术课程设计。全书共含各类实验 28 个，课程设计 10 个。

本书由马学文、李景宏主编，郑世才、迟德选为副主编，杨华参编。第 1 章及附录 C 由迟德选编写；附录 A 由郑世才编写；第 2、3、4 章由李景宏编写；第 5、6 章及附录 B 由马学文编写；郑世才参加了第 5 章的部分编写工作；杨华参加了第 3 章的部分编写工作。

在本书编写过程中得到了东北大学电子技术实验室许多老师的大力帮助，在此表示诚挚的谢意。

限于编者水平和编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者不吝指正。

编 者

2012 年 12 月

目 录

前言

第 1 章 实验仪器操作基础	1
1.1 数字存储示波器基本功能介绍	1
1.2 GFG-8026H 函数信号发生器	10
1.3 SFG-1000 函数信号发生器	11
1.4 YB2172 数字交流毫伏表	13
1.5 SM1000 系列数字交流毫伏表	13
第 2 章 Multisim 7 仿真软件入门	16
2.1 概述	16
2.2 Multisim 7 基本界面	16
2.3 Multisim 7 的元器件	23
2.4 虚拟仪器的使用	26
2.5 建立电路原理图	35
2.6 Multisim 7 的分析功能简介	45
第 3 章 模拟电子技术实验	51
实验 1 晶体管放大器 (一)	51
实验 2 晶体管放大器 (二)	53
实验 3 场效应管放大器	57
实验 4 功率放大电路	60
实验 5 差动式放大器	64
实验 6 集成运算放大器指标测试	66
实验 7 负反馈放大器	69
实验 8 基本运算电路	73
实验 9 有源滤波器	77
实验 10 电压比较器	80
实验 11 正弦波振荡电路	82
实验 12 方波-三角波发生器	85
实验 13 集成稳压器	86
第 4 章 模拟电子技术课程设计	90
课程设计 1 低频放大电路的设计	90
课程设计 2 压控振荡器	92
课程设计 3 光电报警器	94
课程设计 4 温度测量、显示与报警系统	95
第 5 章 数字电子技术实验	99
实验 1 集成与非门的参数测试	99

实验 2	集成逻辑门及其应用	102
实验 3	三态门和集电极开路门	105
实验 4	加法器及译码显示电路	108
实验 5	数据选择器和译码器	110
实验 6	触发器及其应用	112
实验 7	计数器及其应用	116
实验 8	计数、译码和显示电路	119
实验 9	计数器、数值比较器和译码器	121
实验 10	控制器和寄存器	124
实验 11	多谐振荡器及单稳态触发器	127
实验 12	随机存储器	129
实验 13	D/A 与 A/D 转换器	133
实验 14	通用阵列逻辑 GAL 实现基本电路的设计	137
实验 15	GAL 实现全加器和十六进制七段显示译码器	141
第 6 章	数字电子技术课程设计	144
课程设计 1	交通灯定时控制系统	144
课程设计 2	数字电子钟	147
课程设计 3	数字电子秤	151
课程设计 4	数字频率计	152
课程设计 5	公用电话计时器	155
课程设计 6	数字抢答器	158
附录 A	电子技术综合实验箱的介绍与基本操作	161
附录 B	常用电子元器件的识别与简单测试	164
附录 C	常用芯片的识别与引脚排列	179
参考文献		185

第 1 章 实验仪器操作基础

1.1 数字存储示波器基本功能介绍

数字存储示波器具有触发、采集、缩放、定位测量、多次储存、连接打印机和计算机软件制图等多种功能。主要有双通道液晶显示数字存储示波器，四通道彩色数字存储示波器。利用数字存储示波器可以检测各种物理量，如声音、机械应力、压力、光、热等，能完成各种信号的监测记录。学会使用数字存储示波器与一些基本测量仪器是理工科大学生应具备的基本能力。在电子实验课之前，先介绍一下示波器的基本功能和使用方法。

1. 32TDS1002 双通道数字存储示波器的简单介绍

1) 数字存储示波器前面板旋钮与按键的分布

根据面板上的旋钮和按键的标识，先对旋钮与按键的布局作简单的说明。前面板被分成几个易操作的功能区，用线条或线框划分，提供了有关控制功能的标识提示，以不同的区域风格来区分。屏幕的右边有五根横线，分别对应着五个未标记的机动按钮。面板右侧显示信息操作提示，按下对应的按钮，整个屏幕显示当前最后一次操作的信息提示。图 1-1 是 32TDS1002 双通道示波器的前面板图。

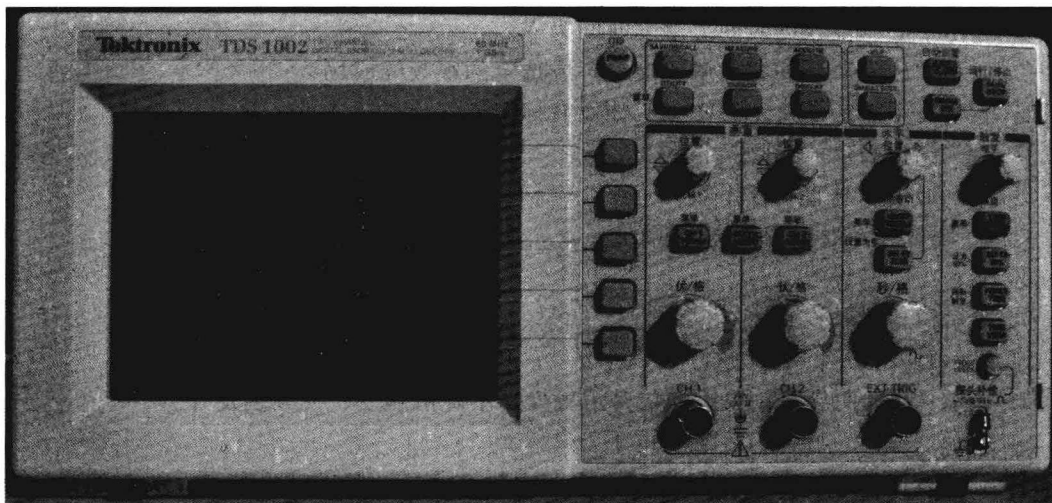


图 1-1 数字存储示波器前面板图

2) 显示区域

数字存储示波器的顶板左上部有一个电源按键，按下此键后示波器通电，数字存储示波器的液晶屏幕片刻被点亮。此时如果示波器处在测量状态下，信号幅值在 mV 范围内，液晶屏幕区域内会显示随机感应的不规则的杂波。在正式测量信号时，示波器的探头应按照规定接在被测量端，被调整合适幅值和时基后的示波器应该能显示输入信号的波形，同时在屏

幕上不同的位置显示关于示波器控制设置的详细信息。除显示波形外，显示屏幕上还含有关于波形和示波器控制设置的详细信息。对照图 1-2 说明如下。

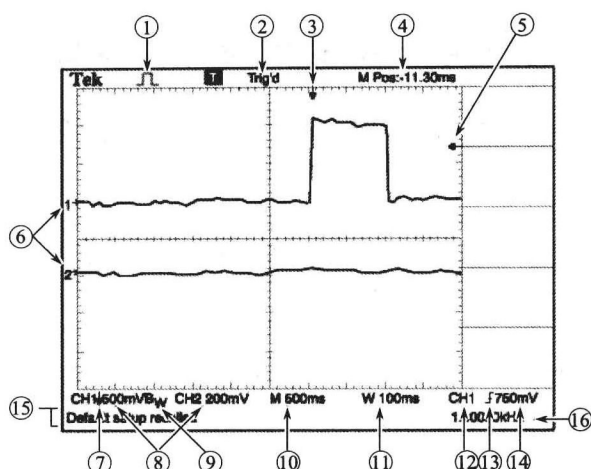


图 1-2 示波器屏幕提供显示信息位置

- ① 采集模式。包括：取样模式；峰值检测模式；均值模式等。
- ② 触发状态显示。包括：☐已配备；☒R准备就绪；☒T已触发；●停止；●采集完成；☒A自动测量；☒S扫描信号。
- ③ 显示水平触发位置。旋转“水平位置”旋钮调整标记位置。
- ④ 显示中心刻度线的时间。触发时间为零。
- ⑤ 显示“边沿”脉冲宽度触发电平，或选定的视频线或场。
- ⑥ 表明显示波形的接地参考点。如没有标记，不会显示通道。
- ⑦ 箭头图标表示波形是反相的。
- ⑧ 显示通道的垂直刻度系数。
- ⑨ B_w 图标表示通道是带宽限制的。
- ⑩ 显示主时基设置。
- ⑪ 显示窗口时基设置。
- ⑫ 显示触发使用的触发源。
- ⑬ 显示“帮助向导”信息。如上升沿触发、下降沿触发、视频触发等。
- ⑭ 表示“边沿”脉冲宽度触发电平。
- ⑮ 显示有用信息。调出某个储存的波形读数，就显示基准波形信息，如 REFA 1.00V 500μs 等。
- ⑯ 显示触发频率。

3) 使用菜单系统

数字存储示波器的用户界面设计用于通过菜单结构方便地访问特殊功能。按下前面板上的某一按钮，示波器将在显示屏的右侧显示相应的菜单。该显示菜单对应面板左侧有一列未标记的按钮，根据菜单提示按下相应的选项按钮可实现选择项目的功能。（在某些文档中，选项按钮可能也指显示屏按钮、侧菜单按钮、bezel 钮或软键）。通常使用示波器有以下 4 种方法显示菜单选项：

(1) 子菜单选择。对于某些菜单，可使用面板上部的选项按钮来选择两个或三个子菜单。每次按下某个按钮时，选项显示提示都会随之改变。例如，按下“保存/调出”(SAVE/RECALL)按钮，然后按下菜单对应的顶端选项按钮，示波器的菜单显示将在“设置”和“波形”间进行切换，如图 1-3 (a) 所示。

(2) 循环列表选择。每次按下这类选项按钮时，示波器都会将参数设定为不同的值。例如，可按下“CH1 菜单”按钮，然后按下耦合对应的顶端选项按钮，那么“耦合”方式将在直流、交流、接地之间进行选项切换，如图 1-3 (b) 所示。

(3) 动作选择。当按下“动作选项”按钮时，示波器显示会立即给出动作选项的类型。例如，按下“显示菜单”(Display)按钮，然后再按下“对比度增加”对应的选项按钮，这时示波器屏幕会立即改变对比度的显示深度，如图 1-3 (c) 所示。

(4) 单选钮选择。示波器为区分每一选项的内容，使用不同的显示环境提示。每个当前选择的选项被加亮为黑色衬底显示文字。例如，当按下“采集菜单”(Acquire)按钮时，示波器会显示不同的采集模式选项。要选择某个选项，可按下相应按钮，相应的选项被加亮，如图 1-3 (d) 所示。

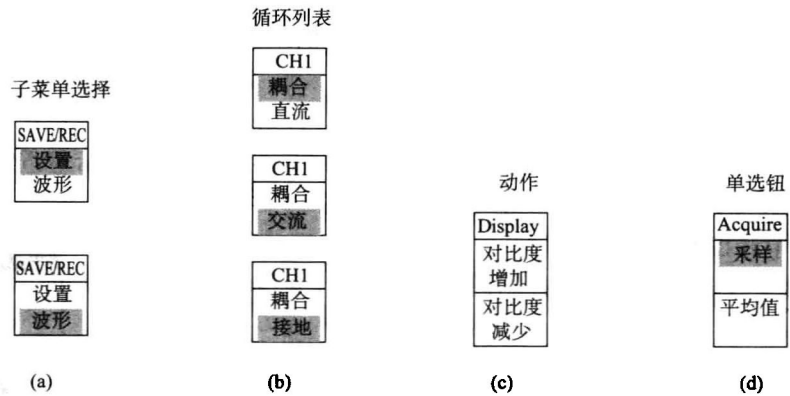


图 1-3 示波器菜单功能举例

4) 垂直面板操作功能

CH1, CH2, 游标 1 及游标 2 位置可确定垂直与水平定位。当使用光标时，旁边 LED 指示灯变亮，在这种状态下旋转位置旋钮，光标定位移动有效。

CH1, CH2, 显示垂直通道的菜单选择项，并打开或关闭对通道波形显示。

其中，伏特/格是选择标定的 Y 轴刻度系数。还有显示数学运算波形，并可用于打开和关闭控制选项功能的其他子菜单，垂直面板操作如图 1-4 所示。

5) 水平面板操作功能

(1) 位置。调整所有通道和数学波形的水平位置。水平控制的分辨率随时基设置的不同而改变。要对水平位置进行大幅调整，可旋动调整秒/格的旋钮更改水平刻度的

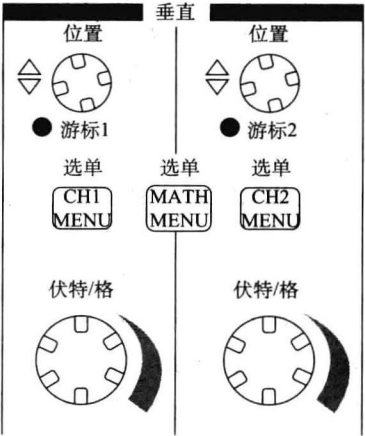


图 1-4 垂直控制面板操作位置



图 1-5 水平控制
面板操作位置

读数，在使用水平控制改变波形时，水平位置读数表示屏幕中心位置处所表示的时间（将触发时间作为零）。

(2) 水平菜单。显示“水平菜单”的选项，继续操作测量可选择对应按钮。

(3) 设置为零。将水平位置从任意处移到 X 轴的中心定义为零。

(4) 秒/格为主时基或窗口时基选择水平的时间/格（刻度系数）。如“窗口区”被激活，通过更改窗口时基可以改变窗口宽度。水平面板操作如图 1-5 所示。

6) 使用触发菜单系统

(1) “电平”和“用户选择”。使用边沿触发时，“电平”旋钮的基本功能是设置电平幅度，信号必须高于它才能进行采集。还可使用此旋钮执行“用户选择”的其他功能。旋钮下的 LED 发亮以指示相应功能，设置触发电平面板操作如图 1-6 所示。

(2) 触发菜单。显示“触发菜单”。

(3) 设置为 50%。触发电平设置为触发信号峰值的垂直中点。

(4) 强制触发。不管触发信号是否适当，都完成采集。如采集已停止，则该按钮不产生影响。

(5) 触发视图。当按下“触发视图”按钮时，显示触发波形而不显示通道波形。可用此按钮查看诸如触发耦合之类的对触发信号的影响。

7) 使用菜单和控制按钮功能

图 1-7 为数字存储示波器触发控制面板操作位置，控制按钮的功能如下：

保存/调出 (SAVE/RECALL)：显示设置和波形的“保存/调出菜单”。

测量 (MEASURE)：显示自动测量菜单。

采集 (ACQUIRE)：显示“采集菜单”。

显示 (DISPLAY)：显示“显示菜单”。

光标 (CURSOR)：显示“光标菜单”。当显示“光标菜单”并且光标被激活时，“垂直位置”控制方式可以调整光标的位置。离开“光标菜单”后，光标保持显示（除非“类型”选项设置为“关闭”），但不可调整。

辅助功能 (UTILITY)：显示“辅助功能菜单”。

帮助 (HELP)：显示“帮助菜单”。

默认设置 (DEFAULT SETUP)：自动调出厂家出厂设置。

自动设置 (AUTO SET)：自动设置示波器控制状态，以产生适用于输出信号的显示图形。

单次序列 (SINGLE SEQ)：采集单个波形，然后停止。

运行/停止 (RUN/STOP)：连续采集波形或停止采集。

打印 (PRINT)：开始打印操作。要求有适用于 Centronics、RS-232 或 GPIB 端口的扩



图 1-6 触发控制
面板操作位置

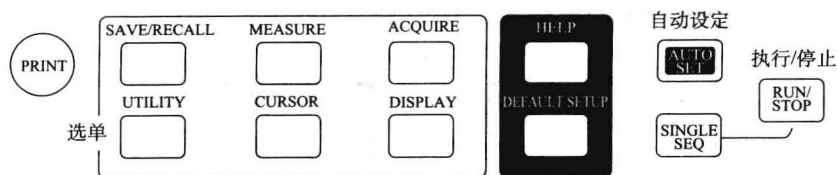


图 1-7 数字存储示波器触发控制面板操作位置

充模块。

8) 简单测量

(1) 测量单个信号。将通道 1 探头设定为 10X，按下 CH1 菜单按键，将探头与信号连接，按下自动设置按键，示波器自动设置垂直、水平和触发控制。示波器根据检测到的信号进行模数转换和一些相应的处理，在显示屏幕上自动显示测量波形和数据。使用时也可选择 DEFAULT SETUP 按键，然后再用其他的按键和自动设置完成测量。也可手动调整设置控制。

(2) 自动测量。示波器可自动测量大多数显示出来的信号。要测量信号的频率、周期、峰-峰值、上升时间以及正频宽，可按下 MEASURE 按钮，查看“测量菜单”。具体操作步骤如下：

- ① 按下顶部的选项按钮；显示“测量 1 菜单”。
- ② 按下类型选项按钮，选择频率。值读数将显示测量结果及更新信息。
- ③ 按下返回选项按钮。
- ④ 按下顶部第二个选项按钮，显示“测量 2 菜单”。
- ⑤ 按下类型选项按钮，选择周期。值读数将显示测量结果及更新信息。
- ⑥ 按下返回选项按钮。
- ⑦ 按下中间的选项按钮，显示“测量 3 菜单”。
- ⑧ 按下类型选项按钮，选择峰-峰值。值读数将显示测量结果及更新信息。
- ⑨ 按下返回选项按钮。
- ⑩ 按下底部倒数第二个选项按钮，显示“测量 4 菜单”。
- ⑪ 按下类型选项按钮，选择上升时间。值读数将显示测量结果及更新信息。
- ⑫ 按下返回选项按钮。
- ⑬ 按下底部的选项按钮，显示“测量 5 菜单”。
- ⑭ 按下类型选项按钮，选择正频宽。值读数将显示测量结果及更新信息。
- ⑮ 按下返回选项按钮。测量方波结果见图 1-8 中右侧 5 项信息提示。

(3) 测量两个信号。假设正在测试音频放大器的增益。需要测量音频发生器的输入端和音频放大器输出端，测量操作时可将示波器的两个通道的探头分别接在被测试信号的连接处，接地端统一接地，适当地调整触发位置可见到两个稳定波形为止。根据两个信号电平数据的测量结果，可以计算出放大器增益的大小。测量时要激活并显示连接到通道 1 和通道 2 的信号，可按如下步骤进行：

- ① 如果未显示通道，可按下 CH1 菜单和 CH2 菜单按钮使屏幕出现两条曲线。
- ② 按下自动设置按钮。

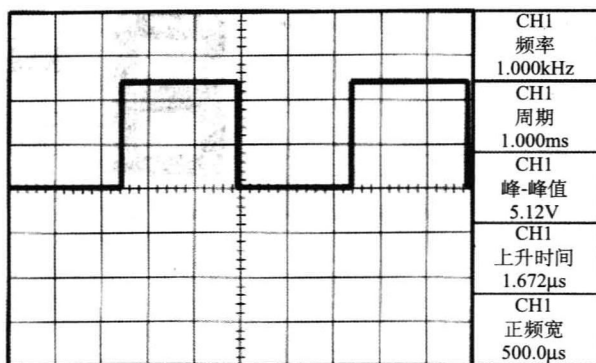


图 1-8 屏幕显示测量波形信息

要选择两个通道进行测量，可执行以下步骤：

- ① 按下测量按钮查看“测量菜单”。
- ② 按下顶部的选项按钮，显示“测量 1 菜单”。
- ③ 按下信源选项按钮，选择 CH1。
- ④ 按下类型选项按钮，选择峰-峰值。
- ⑤ 按下返回选项按钮。
- ⑥ 按下顶部第二个选项按钮，显示“测量 2 菜单”。
- ⑦ 按下信源选项按钮，选择 CH2。
- ⑧ 按下类型选项按钮，选择峰-峰值。
- ⑨ 按下返回选项按钮。读取两个通道的峰-峰值。
- ⑩ 要计算放大器电压增益，可使用以下公式：

$$\text{电压增益} = \text{输出幅值} / \text{输入幅值}$$

$$\text{电压增益 (dB)} = 20 \times \lg (\text{电压增益})$$

实际测量电路及波形如图 1-9 所示。

(4) 存储和调出。数字存储示波器具有存储测量波形和调出测量波形的功能，操作方法是按照键名按下存储和调出按钮，能够实现存储或调出测量波形的设置与波形的再现。具体操作根据面板 SAVE/RECALL 的键功能，按下后显示功能提示菜单，提示功能注解如下：

设置功能：显示用于存储和调出设置的菜单选项。

设置记忆：设置存储内容到指定的 1~10 位置中的储存器内。

存储：当按下“存储/调出”按钮后，再按下第一个菜单选项按钮选中“波形”，再按一下第四个菜单选项按钮选中“存储”，即可完成当前屏幕显示波形的保存。

调出：当按下“存储/调出”按钮后，再按下第一个菜单选项按钮选中“波形”，再选最下面的菜单选项按钮，看到切换“开启”项后屏幕显示最后一次存入的波形。而对于波形的存储和调出，首先应确定信号源 CH1、CH2 及参考位置 Ref A 或 B，波形被存入后，由最下面的菜单选项按钮切换子菜单中的关闭和开启，并控制存入波形的消失和显示。

2. TDS1000C-EDU 型彩色数字存储示波器的简单介绍

TDS2000C 和 TDS1000C-EDU 型示波器是彩色数字存储示波器，彩色示波器与黑白屏

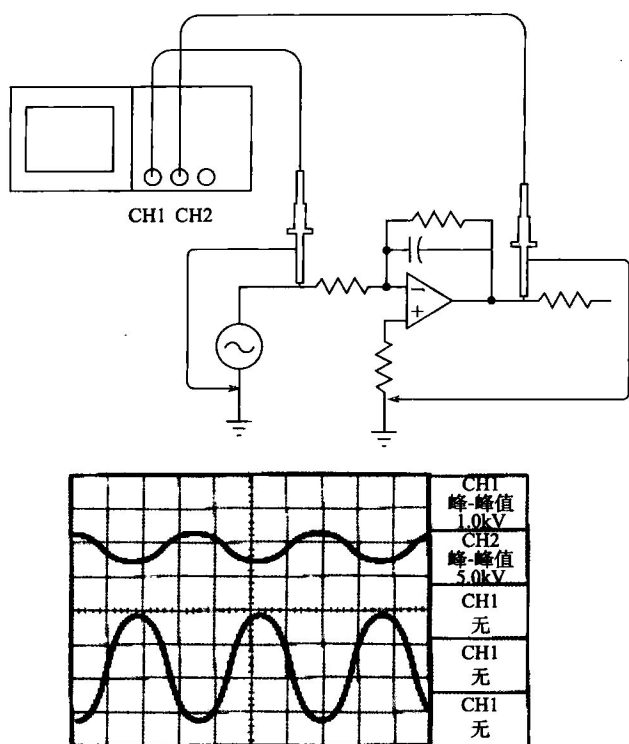


图 1-9 实测电路及屏幕显示

示波器的使用方法相似，彩色示波器增加了一些新的功能，如软件极限测试、模板测试、8 小时记录、USB 接口、LABVIEW 软件及 PCB 制图软件等功能。下面根据图 1-10 所示的前面板的操作简单说明。

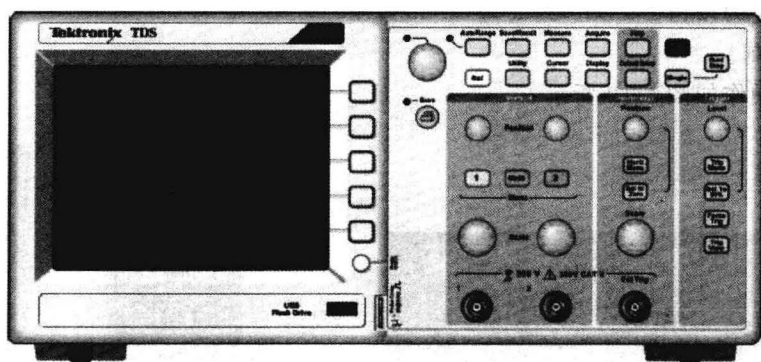


图 1-10 彩色 2 通道示波器 TDS1000C-EDU 前面板图

1) 显示区域

显示屏幕上还含有关于波形和示波器控制设置的详细信息，如图 1-11 所示，其中信息标号①～⑮与黑白数字存储示波器相同，⑯显示日期和时间，⑰显示触发频率。

2) 使用菜单系统

菜单按钮在屏幕的右侧一列五个键，每个键对应屏幕的一行提示。按下前面板的按钮，

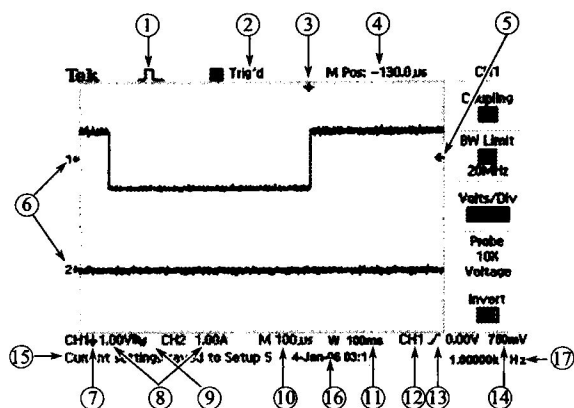


图 1-11 屏幕显示信息位置

示波器将在屏幕的右侧显示相应的菜单。该菜单显示的右侧一列五个键直接按下某个按钮时，可用于确定选项。示波器菜单选项常使用下列几种方法：

(1) 页面（子菜单）选择。对于某些菜单，可使用上边第一个为顶端选项按钮，用这个按钮来选择两个或三个子菜单。每次按下顶端按钮时，选项都会随之改变。例如，按下“触发”菜单中的顶部按钮时，示波器显示类型会循环显示“边沿”、“视频”、“脉冲宽度”的触发子菜单。

(2) 循环列表。每次按下选项按钮时，示波器都会将参数设为不同的值。例如，按下 1（通道 1 菜单）按钮，然后按下顶端的选项按钮，即可在“垂直（通道）耦合”各选项间切换。有些列表，可以和多用途旋钮配合来选择选项。使用多用途旋钮时，提示行会出现提示信息，并且当旋钮处于活动状态时，多用途旋钮附近的 LED 变亮。

(3) 单选按钮。示波器的每一选项都使用不同的按钮。当前选择的选项高亮显示。例如，按下 Acquire（采集）菜单按钮时，示波器会显示不同的采集方式选项。要选择某个选项，可按下相应的按钮。

3) 垂直控制

垂直面板操作如图 1-12 所示。

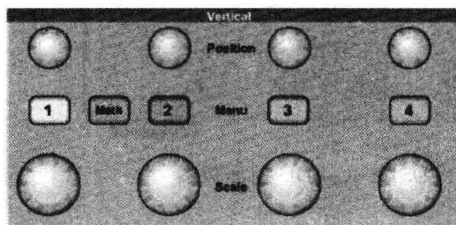


图 1-12 4 通道或 2 通道垂直位置选择

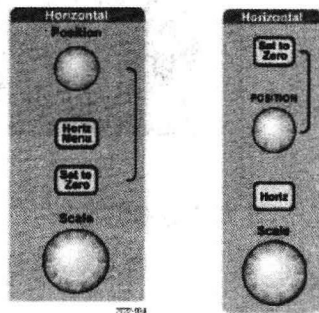


图 1-13 2 通道水平位置选择

位置：可垂直定位波形。

1, 2, 3, 4 菜单：显示“垂直”菜单选择项并打开或关闭波形显示。

标度：选择垂直刻度系数。

数学：显示波形数学运算菜单，并打开和关闭对数学波形的显示。

4) 水平控制

选择操作见水平面板如图 1-13 所示。

位置：调整所有的通道和数学波形的水平位置。这一控制的分辨率随时基设置的不同而改变显示状态。

水平：显示 Horiz Menu（水平菜单）。

设置为零：将水平位置设置为零。

标度：为主时基或视窗时基选择水平的时间/分度（刻度系数）。如果“视窗设定”已启用，则通过更改视窗时基可以改变视窗宽度。

5) “触发”控制

设置触发电平面板操作如图 1-14 所示。

位置：使用边沿触发或脉冲触发时，“位置”旋钮设置采集波形时信号所必须越过的幅值电平。

触发菜单：显示 Trig Menu（触发菜单）。

设为 50%：触发电平设置为触发信号峰值的垂直中点。

强制触发：不管触发信号是否适当，都完成采集。如采集已停止，则该按钮不产生影响。

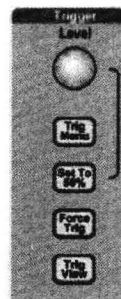


图 1-14 2 通道触

触发视图：按下 Trig View 按钮时，显示触发波形而不是通道波形。

可用此按钮查看触发设置对触发信号的影响，如触发耦合。

6) 菜单和控制按钮

图 1-15 显示了数字存储示波器触发控制面板操作位置，这些菜单和按钮控制信息要和屏幕反馈构成交互式使用方式，这里不作介绍。

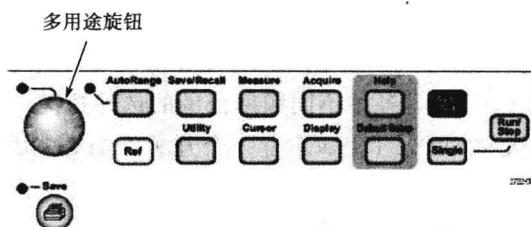


图 1-15 菜单按钮位置选择

7) 多用途旋钮

通过显示的菜单或选定的菜单选项来确定功能。激活时，相邻的 LED 变亮。

8) 前面板 USB 闪存驱动器端口

插入 USB 闪存驱动器以存储数据或检索数据。示波器显示时钟符号以显示闪存驱动器激活的时间。存储或检索文件后，示波器将删除该符号并显示一行信息，通知您存储或调出操作已完成。

1.2 GFG-8026H 函数信号发生器

GFG-8016H/26H 函数信号发生器能产生正弦波、方波、三角波、斜波、脉冲波等信号，频率可高达 2MHz。普遍应用于音频响应测试，震动测试，超声波测试等方面。

1. 控制面板编号旋钮功能说明

图 1-16 为函数信号发生器 GFG-8026H 产品图片，系列产品中面板有些区别，前面板的各个按键、旋钮位置有些变化，但基本功能相同或者说类似，这里仅参考这张图片介绍功能和操作。

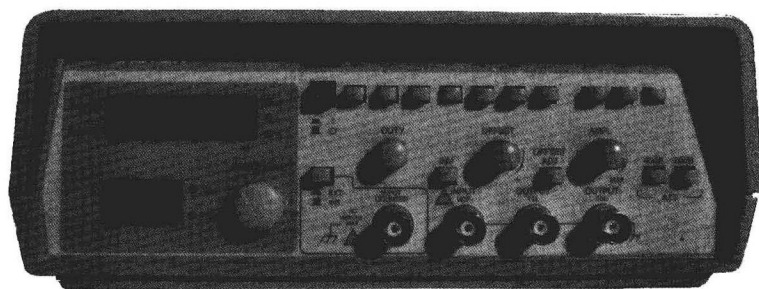


图 1-16 函数信号发生器 GFG-8026H

- (1) 开关“Power”键：按下后整机接通电源开始工作。
- (2) 左边是“GAIT”指示灯：电源开关按下后，此指示灯就开始闪动。
- (3) 左边是“OVER”指示灯：外部计数时，频率大于计数范围此灯会亮。
- (4) LED 数码显示测量出的外部频率。
- (5) 数码管的右边有 3 个指示灯，分别为 M\k\m 显示频率的单位。
- (6) 电源开关的右侧 2~7 键是各种不同频率范围的选择按键。
- (7) 波形选择功能开关（FUNCTION）有 3 个开关在右边排列。分别为~正弦波、方波（占空比可调节）、三角波。
- (8) 频率微调大旋钮“FREQUENCY”用来细调频率值。
- (9) 面板上标有“DUTY”、“OFFSET”、“AMPL”三个旋钮，一般放在逆时针旋到头的位置，需要时再重新调节。
- (10) “ATT”标识中包含 -20dBm 和 -40dBm 两个按钮，按下 -20dBm 信号衰减 10 倍，按下 -40dBm 信号衰减 100 倍，两个旋钮同时按下信号衰减 1000 倍。
- (11) 标识“Main Output”为主要信号输出探头。
- (12) “AMPL”旋钮主要是调节输出信号大小的，顺时针旋转增大，逆时针旋转减小。

2. 操作说明举例

使用函数信号发生器 GFG-8026H 能够提供不同类型的信号，用示波器观察可以看到规范的不同波形，例如，在做模拟实验时需要交流信号频率为 $f=1000\text{Hz}$ ，有效值为 5mV 的正弦波，其具体操作步骤如下。

(1) 按下蓝色开关 “Power” 电源开关。

(2) 输入频率。进行输入频率的操作过程：选择正弦波键按一下；选择 1kHz 键按一下；观察数码屏数值，调节频率微调旋钮，小范围地改变频率，使频率显示为 $f=1000\text{Hz}$ 。

(3) 同时按下 -20dBm 和 -40dBm 按键（即把内部信号衰减 1000 倍）。输出信号连接到毫伏表上，观察毫伏表的读数调节 “AMPL” 旋钮停在 5mV 时为止，为了准确 5mV 稍微停留一会再调准结束。

(4) 输入信号调好后，函数信号发生器的探头输出信号已经为 $f=1000\text{Hz}$ ，有效值为 5mV。把这个信号接到放大器输入端的操作方法是：黑色的鳄鱼夹接地，红色的鳄鱼夹接到实验电路的输入端上。

1.3 SFG-1000 函数信号发生器

SFG-1000 函数信号发生器采用了最新的数字合成（DDS）技术，解决了一系列传统信号发生器所遇到的一些问题。如电阻、电容元件的温度变化产生影响输出频率的精度和分辨率等。图 1-17 是 SFG-1000 函数信号发生器的面板图。

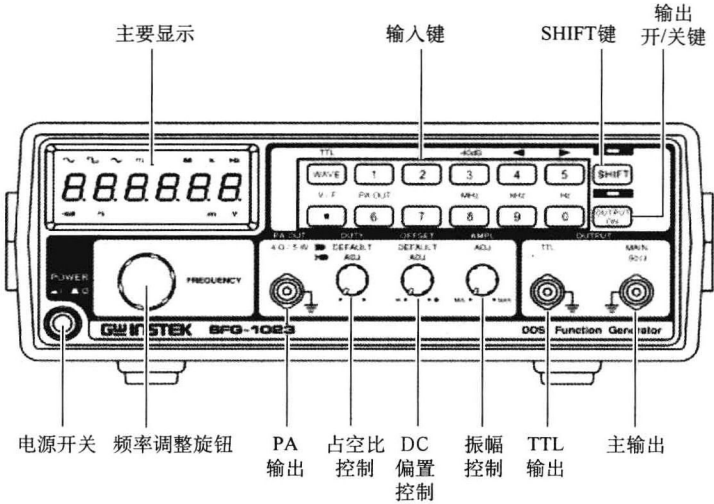


图 1-17 SFG-1000 函数发生器面板标识

1. 控制面板键功能及各键的使用说明

图 1-17 中标识出各个部件的名称，输入键包括 12 个键，各键的定义在键面上有提示，符号波形键在输入键面板的左上角，其他各键可以按照键面上的标示去识别。

1) 按键功能

波形键：选择正弦波、方波、三角波，重复按下此键就会显示相应的波形。

产生 TTL：按下 shift 键，再按下 wave 键，TTL 指示灯将会出现在显示屏上。

数字键 10 个：输入频率数值。

频率调整选择：由 shift 键配合频率单位 MHz, kHz, Hz，对应输入需要频率的数据，然后由频率微调旋钮细调频率数据。