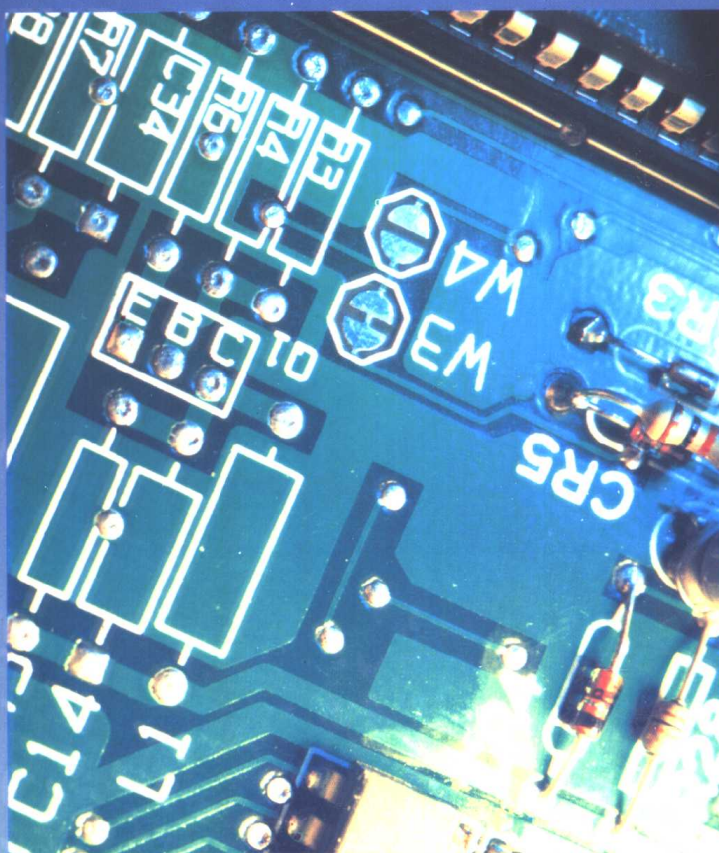


电子技术实验教程

李景宏 马学文 主编



NEUPRESS
东北大学出版社

电子技术实验教程

主 编 李景宏 马学文

东北大学出版社

• 沈 阳 •

© 李景宏 马学文 2004

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术实验教程 / 李景宏, 马学文主编. — 沈阳 : 东北大学出版社, 2004.1

ISBN 7-81102-001-7

I. 电… II. ①李… ②马… III. 电子技术—实验—高等学校—教学参考资料
IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 004398 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83687331 (市场部) 83680267 (社务室)

传真: 024—83680180 (市场部) 83680265 (社务室)

E-mail: neuph @ neupress.com

http: // www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳农业大学印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 14.5

字 数: 362 千字

出版时间: 2004 年 1 月第 1 版

印刷时间: 2004 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 李毓兴

封面设计: 唐敏智

责任校对: 花 甲

责任出版: 杨华宁

定 价: 21.50 元

前 言

本书是为东北大学信息学院实验课程改革而编写的。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》和《普通高等教育“十五”国家规划教材》的立项要求。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，培养创新意识和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）和设计型综合能力、创新能力、计算机应用能力的培养。在选编的实验中，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的结合来分析、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。

全书由六章和三个附录组成。第一章为实验仪器操作基础，第二章为 Multisim 7 仿真软件入门，第三章为模拟电子技术实验，第四章为模拟电子技术课程设计，第五章为数字电子技术实验，第六章为数字电子技术课程设计。全书共含各类实验 29 个，课程设计 9 个。

本书由李景宏、马学文主编。第一章及附录 A、附录 C 等由迟德选编写；第二章、第三章、第四章由李景宏编写；第五章、第六章及附录 B 由马学文编写；许桂芝也参加了第五章的部分编写工作。

本书由东北大学王永军、李景华教授主审。在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，书中不妥和错误之处在所难免，敬请读者不吝指正。

编著者

2004 年 1 月

目 录

第一章 实验仪器操作基础	1
第一节 数字存储示波器基本功能介绍.....	1
第二节 VP-5020D/C 模拟双通道示波器	7
第三节 EM 系列函数发生器	10
第四节 数字交流毫伏表	12
第五节 SG1642 系列智能函数信号发生器.....	14
第二章 Multisim 7 仿真软件入门	18
第一节 概述	18
第二节 Multisim 7 基本界面	18
第三节 Multisim 7 的元器件	25
第四节 虚拟仪器的使用	28
第五节 建立电路原理图	39
第六节 Multisim 7 的分析功能简介	51
第三章 模拟电子技术实验	57
实验一 晶体管放大器 (一)	57
实验二 晶体管放大器 (二)	60
实验三 场效应管放大器	65
实验四 功率放大电路	69
实验五 差动式放大器	74
实验六 集成运算放大器指标测试	77
实验七 负反馈放大器	81
实验八 基本运算电路	85
实验九 有源滤波器	90
实验十 电压比较器	94
实验十一 正弦波振荡电路	97
实验十二 方波—三角波发生器.....	100
实验十三 集成稳压器.....	102
第四章 模拟电子技术课程设计.....	106
课程设计一 低频放大电路的设计.....	106

课程设计二 压控振荡器·····	109
课程设计三 光电报警器·····	111
课程设计四 温度测量、显示与报警系统·····	113
第五章 数字电子技术实验·····	116
实验一 集成与非门的参数测试·····	116
实验二 基本逻辑门及其应用·····	120
实验三 三态门和集电极开路门·····	124
实验四 加法器及译码显示电路·····	128
实验五 数据选择器和译码器·····	131
实验六 触发器·····	134
实验七 计数器·····	138
实验八 计数、译码和显示电路·····	142
实验九 计数器、数值比较器和译码器·····	146
实验十 控制器和寄存器·····	149
实验十一 多谐振荡器及单稳态触发器·····	153
实验十二 随机存储器·····	156
实验十三 D/A 与 A/D 转换器 ·····	160
实验十四 通用阵列逻辑电路 GAL 实现基本电路的设计 ·····	164
实验十五 通用阵列逻辑电路实现 N 位任意进制计数器的设计 ·····	170
实验十六 GAL 实现全加器和十六进制七段显示译码器 ·····	178
第六章 数字电子技术课程设计·····	180
课程设计一 交通灯定时控制系统·····	180
课程设计二 数字电子钟·····	184
课程设计三 数字电子秤·····	188
课程设计四 数字频率计·····	190
课程设计五 公用电话计时器·····	193
参考文献·····	197
附 录·····	198
附录 A 电子技术综合实验箱的说明与基本操作·····	198
附录 B 常用电子电路元器件的识别与简单测试·····	203
附录 C 常用芯片的识别与引脚排列·····	218

第一章 实验仪器操作基础

第一节 数字存储示波器基本功能介绍

伴随着全球电子科技产业的飞速发展和国内科技与经济实力的不断增强，一些先进的仪器与新的教学理念正在被不断地引入我们的实验教学中。各种品牌系列的数字存储示波器得到广泛应用。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。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该具备的基本能力。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。

一、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，我们先对旋钮与按键的布局做一简单的说明。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。屏幕的右侧有五根横线，分别对应着五个未标记的机动按钮。屏幕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的实物拍照图。

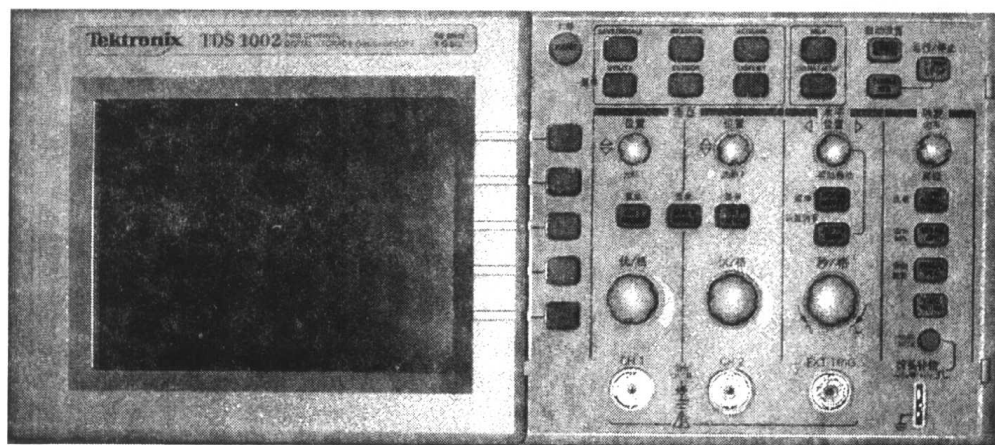


图 1-1 数字存储示波器前面板的各部分位置

二、显示区域

数字存储示波器的顶板左上方有一个电源按键，此键按下后示波器与电源接通，随即数字存储示波器的液晶屏幕出现亮光。此时如果示波器处在测量状态下，信号幅值在毫伏范围内，液晶屏幕上会显示随机感应的不规则的杂波。在正式测量信号时，示波器的探头应接在被测量端，在被调整到合适幅值和时基的示波器上应该能看见输入信号的波形，同时在屏幕上的不同位置显示与示波器控制设置有关的详细信息。对照图 1-2 分别作如下说明。

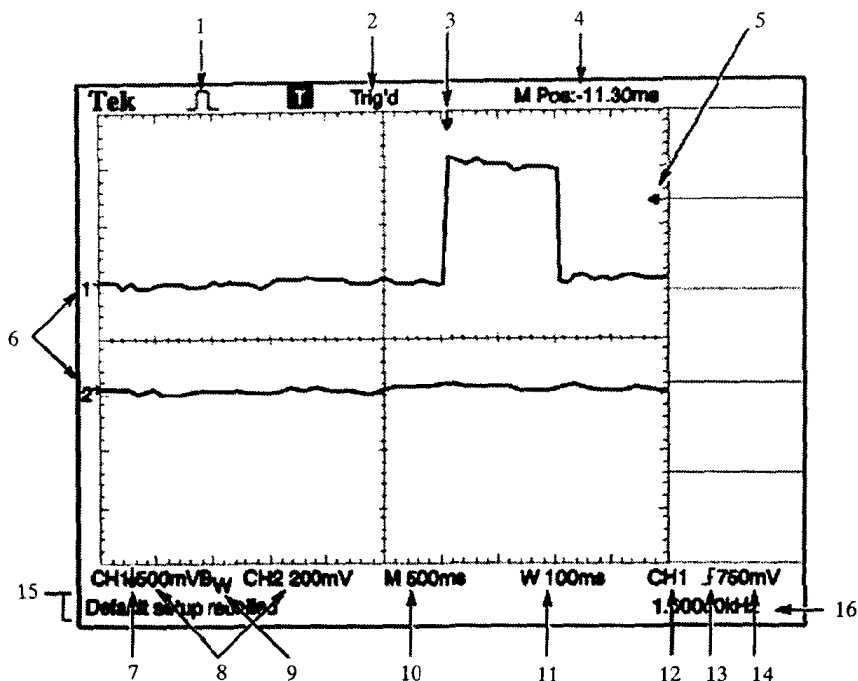


图 1-2 示波器屏幕提供显示信息位置

1. 图标表示采集模式。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；☐ 准备就绪；☒ 已触发；● 停止；● 采集完成；☒ 自动；☒ 扫描。
3. 使用标记。显示水平触发位置，旋转“水平位置”旋钮可调整标记位置。
4. 显示中心刻度线的时间，触发时间为零。
5. 使用标记显示“边沿”脉冲宽度触发电平，或选定的视频线或场。
6. 使用屏幕标记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. BW 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 500 μ s 等。
16. 显示触发频率。

三、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。该显示菜单与对应面板左侧有一列未标记的按钮相配合，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四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” SAV/RE 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 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，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 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 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 所示。

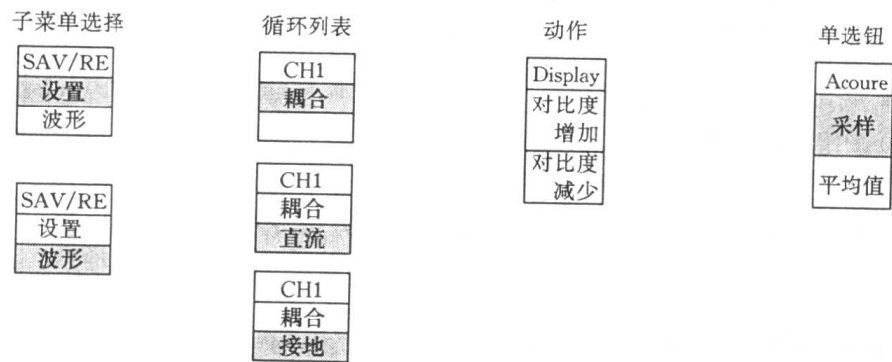


图 1-3 示波器菜单功能举例示范

四、垂直面板操作功能

CH1, CH2, 光标 1 及光标 2 位置可确定垂直与水平定位。当使用光标时旁边指示灯 LED 变亮，在这种状态下拧动位置旋钮，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/格 (VOLTS/DIV) 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，垂直面板操作见图 1-4 所示。

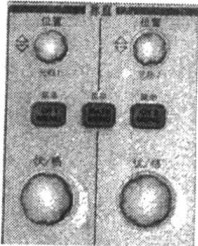


图 1-4 垂直控制面板操作位置

五、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。这一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。选择操作水平面板见图 1-5 所示。



图 1-5 水平控制面板操作位置

六、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见图 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信号对触发信号的影响。

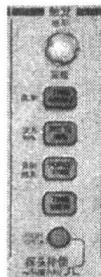


图 1-6 触发控制面板操作位置

七、使用菜单和控制按钮功能

图 1-7 是数字存储示波器触发控制面板操作位置。各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 (DEFAULTSETUP)：自动调出厂家出厂设置。

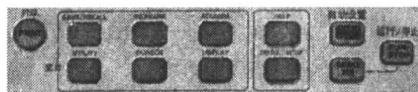


图 1-7 数字存储示波器触发控制面板操作位置

自动设置 (AUTOSSET): 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。

单序列 (SINGLESEQ): 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 端口的扩充模块。

八、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, 可按下测量 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 右侧信息的 5 项提示。

3. 测量两个信号。假设我们正在测试音频放大器的增益。我们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, 能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

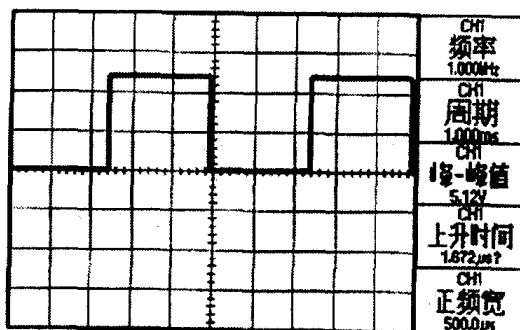


图 1-8 屏幕显示测量波形信息

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。

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幅值。
- 10) 要计算放大器电压增益，可使用以下公式：

$$\text{电压放大倍数} = \text{输出幅值} / \text{输入幅值}$$

$$\text{电压增益 (dB)} = 20 \times \lg (\text{电压放大倍数})$$

实际电路测量及波形显示见图 1-9 所示。

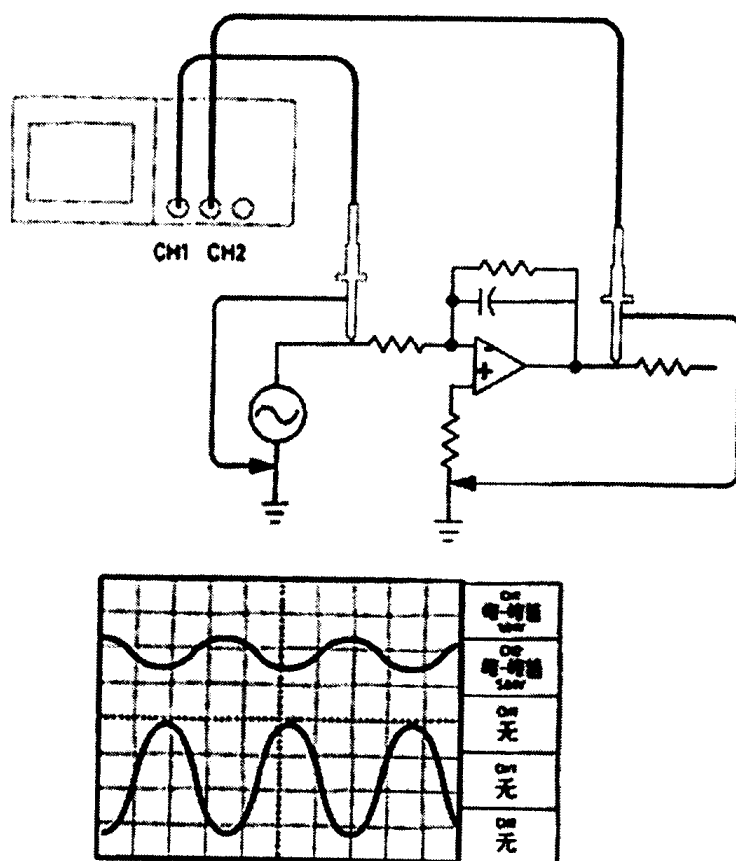


图 1-9 屏幕显示两个测量波形

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，操作方法是按照功能键标识按下存储和调出按钮，能够实现存储或调出测量波形的设值与波形的再现。具体操作根据面板 SAV/RE 的键功能，按下后显示功能提示菜单，对功能提示解释如下：

设置功能：显示用于存储和调出设置的菜单选项。

设置记忆：把指定设置 1 到 10 的非易失性存储器中。

存储：按下后完成当前存储操作。

调出：按下后完成调出一个在选定的位置处由“设置”字段存储在示波器内的设置。而对于波形的调出和存储，首先应确定信号源 CH1、CH2 及参考位置 Ref A 或 RefB，并由关闭和打开控制功能状态。

第二节 VP-5020D/C 模拟双通道示波器

一、前面板旋钮与按键的标号垂直部分定义

目前一些实验室使用的还是模拟示波器，我们经常用到的各种模拟示波器大同小异，这里介绍一种国产模拟双通道示波器，型号为 VP-5020D/C，带宽为 20kHz。模拟示波器因具有适用性强，操作简单，记录波形真实，价格便宜等优点而被普遍使用，下面根据图 1-10 上的波段开关和旋钮的标号，做一简单的使用对照说明。

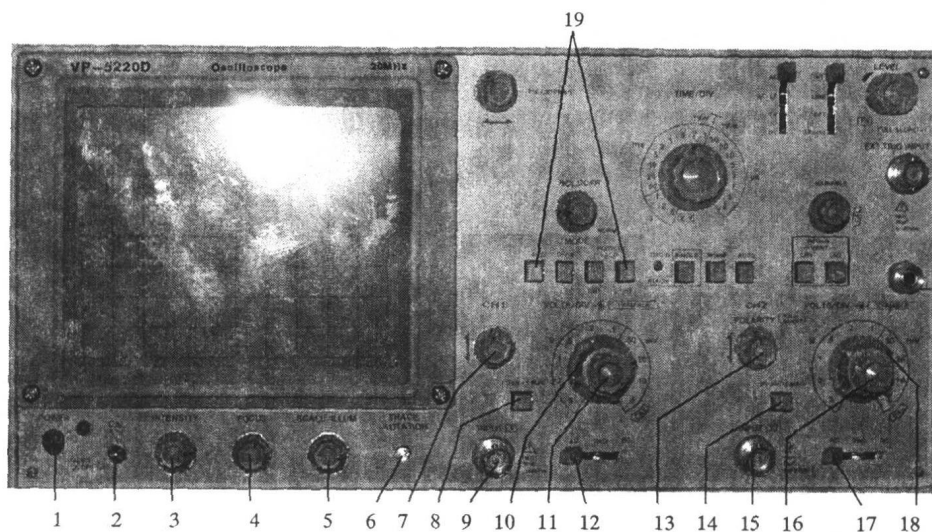


图 1-10 前面板整体位置标定

前面板上 1~6 为 CRT 部分，7~19 为垂直部分，20~34 为水平部分，水平部分另剖局部视图重新标记。下面先对 1~19 的标记说明如下：

1. POWER：电源开关。按下后接通电源，开关右侧的灯点亮。
2. CAL 0.3V：校准电压的输出端子。
3. INTENSITY：屏幕扫描线的亮度调整。

4. FOCUS: CRT 辉线的聚焦调整。
5. SCALE ILLUM: 用于屏幕刻度的照明。沿顺时针方向旋转变亮。
6. TRACE ROTATION: 扫描线由地磁等影响发生倾斜时进行调整。
7. CH1: 能调整 CH1 的辉线的垂直位置。
8. PUSH 5MAG: 按下旋钮, 灵敏度扩大 5 倍。
9. INPUT: 连接 CH1 垂直输入信号的端子。作为 X—Y 示波器使用时, 成为 X 轴信号的输入端子。
10. VOLTS/DIV: 套轴的外侧旋钮。旋转旋钮来改变 CH1 的垂直偏转因数。
11. VAROABLE: 套轴的内旋钮。使 CH1 的垂直灵敏度连续地变化。被显示的灵敏度降低到 1/2.5 以下。
12. AC GND DC: 选择 CH1 的输入信号和垂直放大器的耦合方式。
AC: 用电容阻止输入信号的直流成分, 只有交流成分通过。这时, 1kHz 以下的方波明显下垂, 使用上必须注意。低频特性约为 4Hz (−3dB)。
GND: 放大器的输入回路被接地。
DC: 输入信号直接进入放大器。
13. CH2 POLARITY: 能调整 CH2 的辉线垂直位置。拉出旋钮使 CH2 信号的显示极性反向。
14. PUSH 5MAG: 按下旋钮, 灵敏度扩大 5 倍。
15. INPUT: 连接 CH2 垂直输入信号的端子。作为 X—Y 示波器使用时, 为 Y 轴信号的输入端子。
16. VARIABLE: 套轴的内侧旋钮。其作用与 11 相同。
17. AC GND DC: 选择 CH2 的输入信号和垂直放大器的耦合方式。作用和 12 相同。
18. VOLTS/DIR: 套轴的外侧旋钮。其作用与 10 相同。
19. 垂直工作方式开关: 选择垂直工作方式。
CH1: CH1 的信号显示在屏幕上。
CH2: CH2 的信号显示在屏幕上。
CHOP: 是与扫描无关大约以 300kHz 频率相互切换信号的多踪操作, 用于慢扫描观测。
ALT: 以扫描控制切换信道的多踪操作, 用于快扫描观测。
ADD: CH1、CH2 按钮同时按下。CH1 和 CH2 的信号被代数相加后显示在屏幕上。

二、前面板旋钮与按键的标号水平部分功能

20 以后项的标记说明见前面板位置说明图 1-11 所示。

20. TRIG' D: 绿色灯。在单次扫描时表示为触发信号的 READY 状态, 其他以外的场合表示扫描为触发状态。

21. SINGLE: 单次扫描。另外还作为单扫描的复位开关来使用。

22. NORM: 只在触发状态下波形显示在屏幕上, 非触发状态下不显示波形。

23. AUTO: 在触发状态下, 能稳定显示波形, 在非触发状态下, 扫描自激扫描方式。

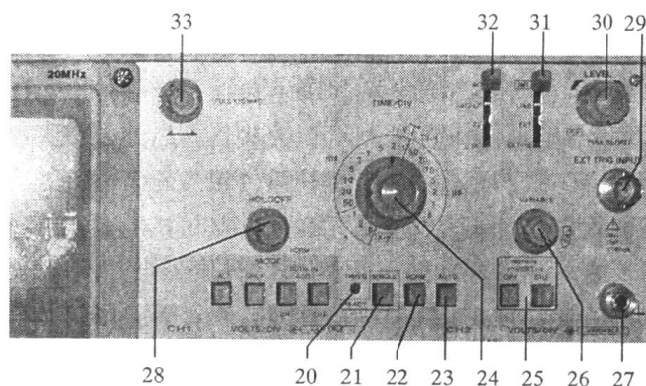


图 1-11 前面板水平局部位置

24. TIME/DIV: 设定扫描挡。在 X—Y 位置时, 本仪器作为 X—Y 示波器进行工作。

25. 内触发信号源开关: 是选择内部信号源的开关, 触发信号源开关 31 处在 INT 位置时能进行 3 个触发信号的选择。

CH1: 扫描电路只被 CH1 信号触发。

CH2: 扫描电路只被 CH2 信号触发。

VERT: 显示在管面上的信号直接去触发扫描电路。

26. VARIABLE: 能使 X 轴的扫描时间因数在 $1 \sim 1/2.5$ 间连续变化。在 CAL 位置 (右旋到头的位置) 时, 扫描时间因数被校准。

27. $\perp$: 表示测试用的接地端子。

28. HOLDOFF: 配合 LEVEL 旋钮使不易触发的复杂波形稳定地显示。左旋释抑时间变长, 显示波形的亮度下降。通常右旋到头 (NORM 位置)。

29. EXT TRIG INPUT: 为连接外部触发信号的输入插座。

30. LEVEL: 选择扫描的触发电平。旋钮按入是用触发信号的上升沿触发, 拉出是用触发信号的下降沿触发。当把这个旋钮左旋到头置 FIX 位置时, 触发电路以固定电平自动触发扫描电路。

31. 触发信号电源开关。

INT: 选择从垂直放大器来的触发信号。

LINE: 用主电源信号作为触发信号。

EXT: 把接在 EXT TRIG INPUT 插座 29 上的信号作为触发信号。

EXT÷10: 把输入的 EXT 触发信号衰减成 1/10。

32. 触发信号的耦合开关。

AC: 用电容阻止触发信号源的直流成分 (30Hz 以下的信号也被衰减)。

AC-LF: 使触发信号中 50kHz 以上的信号衰减。

TV: 使电视信号中的同步信号作为触发信号。TIME/DIV 开关在 05s~0.1ms 内, 场同步信号作为触发信号; 在 $50\mu\text{s} \sim 0.2\mu\text{s}$ 内, 行同步信号作为触发信号。

DC: 触发信号直接接到触发电路。

33. PULL 10MAG: 调整扫描线的水平位置 (X—Y 时为 X 位置)。拉出旋钮, 屏幕

波形在水平方向上扩大，扫描速率提高 10 倍。

三、示波器的基本操作

为简化操作，下面给出具体设定示波器的控制旋钮（或按键）的基本操作位置的设置方法，在示波器通电之前先设置开关及控制旋钮（或按键）的基本位置，具体操作如下：

电源（POWER）设置在断开位置；辉度（INTEN）屏幕扫描线的亮度设置在时钟 3 点位置；聚焦（FOCUS）设置在中间位置；标尺亮度逆时针轻轻旋最小；水平位移推进去旋到中间位置；垂直位移推进去设置在中间位置；X 轴周期宽度选择（TIME/DIV）旋到 0.5m/cm（扫描时间因数的波段开关）；Y 轴电压幅值衰减选择（VOLTS/DIV）外套 10 或 18 旋到 0.1V/cm（垂直偏转因数的衰减开关）；Y 轴工作方式中 MODE 选 CH1 压下；内触发 CH1 压下；触发源开关选 INT；耦合开关选 AC；扫描方式 AUTO 键压下；标尺亮度 SCALE ILLUM（逆时针旋到底）最小；触发电平旋到锁定位置（逆时针旋到底）最小；释抑 HOLD OFF（顺时针轻轻旋到头）最大；微调 VARIABLE（顺时针轻轻旋到头）校准位置。

各开关及控制旋钮在通电之前按照以上位置粗调设置好以后，接通示波器电源，然后按下列步骤进行细调操作：

- (1) 打开电源。电源指示灯亮，大约 20s 后示波管屏幕将出现一条扫描的绿色线。
- (2) 调节辉度和聚焦使扫描亮度适当且最清晰。
- (3) 选择 12、GND 的位置调节位移使扫描线与水平中心刻度平行，然后选择 AC 或 DC。
- (4) 将 P2200 探头连接到 CH1 输入端，将探针部分与示波形的校准信号 0.3VP-P 相连接。
- (5) 将 AC—┴—DC 置 AC，可见到显示校准的方波波形。
- (6) 调节聚焦使扫描波形达到最清晰的程度。
- (7) CH1 探极从 0.3V_{P-P} 校准信号上取下，垂直偏转因数的衰减开关外套 10 或 18 旋转到 1V/cm 的位置上，然后接电路测量点，探头上的鳄鱼夹与电路的地一定要相接好，观察显示测量点的波形，根据显示波形的状态进行 X 轴和 Y 轴调整，垂直、水平等控制旋钮的设定在适合频率和幅值的显示的位置上，调到在示波器上能看到两个周期以上的完整测试波形为止，并读出各个参数值。

第三节 EM 系列函数发生器

EM 系列函数发生器能产生正弦波、方波、三角波、脉冲波、锯齿波等波形；频率范围宽，最高可达 5MHz；具有直流电平调节，占空比调节，VCF，TTL 电平，单次脉冲输出，频率数字显示和频率计显示，频率计可外测功能，具有优良的幅频特性，方波上升时间小于或等于 50ns。下面针对这种仪器的使用和性能做一简单的介绍。

一、控制面板编号旋钮功能说明

图 1-12 是 EM 系列函数发生器前面板面件位置图，下面逐一说明各旋钮（或按钮）

的功能。

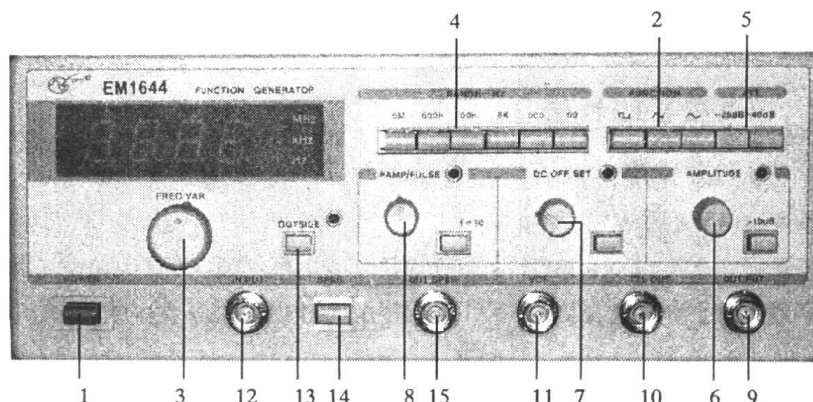


图 1-12 EM 系列函数发生器前面板面件位置图

1. 电源开关 (POWER): 按下后整机开始工作。
2. 功能开关 (FUNCTION): 波形选择。 $\sim$: 正弦波、 $\square$: 方波和脉冲波 (占空比可变)。 $\wedge$: 三角波和锯齿波 (占空比可变)。
3. 频率微调 FREQVAR: 频率覆盖范围为 10 倍。
4. 分挡开关 (RANGE-Hz): 10~2MHz, 分六挡选择。
5. 衰减器 (ATT): 开关按入时衰减 30dB。
6. 幅度 (AMPLITUDE): 幅度可调。
7. 直流偏移调节 (DC OFF SET): 当开关拉出时, 直流电平为 -10~+10V 连续可调。当开关按入时, 直流电平为零。
8. 占空比调节 (RAMP/PULSE): 当开关处于按入位置时, 占空比为 50%~80%。当开关处于拉出位置时, 占空比在 10%~90% 内连续可调。实际频率为指示值除以 10。
9. 输出 (OUTPUT): 波形输出端。
10. TTL 电平 (TTLOUT): 只有 TTL 电平输出端。幅度 3.5V_{P-P}。
11. VCF: 控制电压输入端 (EM1643 是 TTL OUT: TTL 波形输出)。
12. INPUT: 外测频输入。
13. OUTSIDE: 测频方式 (内/外)。
14. SPSS: 单次脉冲开关。
15. OUT SPSS: 单次脉冲输出。

二、基本操作方式

1. 将仪器接入 AC 交流电源, 按下电源开关。
2. 按下所需选择波形的功能开关。
3. 当需要脉冲波和锯齿波时, 拉出并转动 VAR RAMP/PULSE 开关, 调节占空比, 此时频率显示值除 10, 其他状态时关掉。
4. 当需小信号输出时, 按入衰减器。
5. 调节幅度至需要的输出幅度。