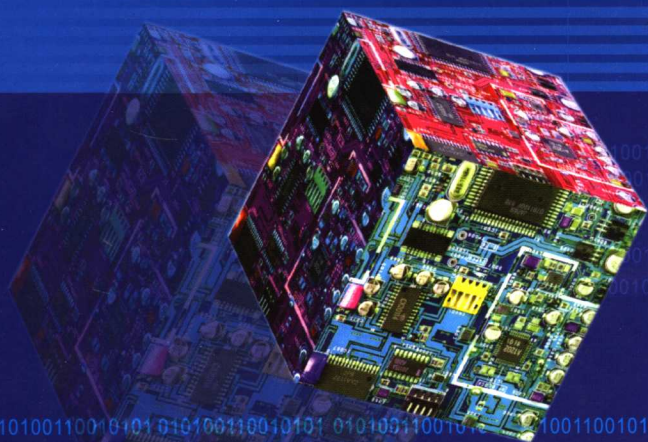




电子科技大学国家级实验教学示范中心系列教材

电子技术应用 实验教程

电子技术应用实验室 编



010100110010101 010100110010101 0101001100101 0101001100101
010100110010101 010100110010101 010100110010101 0101001100101
010100110010101 010100110010101 010100110010101 0101001100101
010100110010101 010100110010101 010100110010101 0101001100101
010100110010101 010100110010101 010100110010101 0101001100101



电子科技大学出版社

[Http://www.uestcp.com.cn](http://www.uestcp.com.cn)

电子科技大学国家级实验教学示范中心系列教材

电子技术应用实验教程

电子技术应用实验室 编

编 委 （以拼音排序）

陈 瑜 陈 英 陈骏莲

付 炜 李 雷 李春梅

毛瑞明 孙 红 孙可伟

肖 西 杨良成

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技术应用实验教程 / 电子技术应用实验室编. 成都: 电子科技大学出版社, 2006.9

ISBN 7—81114—265—1

I. 电... II. 电... III. 电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 108950 号

内 容 简 介

本教程是电子科技大学国家级实验教学示范中心的系列教程之一。

全书分为 4 章, 16 个实验项目, 以适应不同专业、不同层次学生的实验教学要求。本书突出实验教程的特点, 以实验为主线其内容安排如下: 第一章常用电子测量仪器、第二章实验基础知识、第三章数字电路实验、第四章模拟电路实验。

本教材以数字电路、模拟电路为理论知识背景, 以典型的数字、模拟常用电路为实验对象, 在实验中既重视学生“应知应会”的基础实验, 又强调综合性、设计性、开放性实验教学, 更加强学生工程训练和设计能力培养。教材针对已掌握了电子技术的基本理论知识, 但对理论的应用方面需进一步加强学习和实践的学生, 使其通过本课程的学习, 逐步提高设计能力和独立思考能力。本书可作为高等院校本科生的实验教材, 也可作为电子技术应用爱好者的参考用书。

电子科技大学国家级实验教学示范中心系列教材

电子技术应用实验教程

电子技术应用实验室 编

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号 邮编: 610054)

责任编辑: 周友谊

发 行: 新华书店经销

印 刷: 电子科技大学出版社印刷厂

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张 11.125 字数 267 千字

版 次: 2006 年 9 月第一版

印 次: 2006 年 9 月第一次印刷

书 号: ISBN 7—81114—265—1/TM · 7

印 数: 1—3000 册

定 价: 16.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028) 83201635 邮编: 610054

◆ 如需用与本书配套的实验底板, 请与电子科技大学电子工程学院电子实验中心联系。

电话: (028) 83202209

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

21 世纪的人才培养对理工科高等院校提出了更高更新的要求。树立以学生为本、以知识传授、能力培养、素质提高协调发展的教育理念越来越受到重视,构建以学生能力培养为核心,旨在加强学生实践能力和创新能力的工程实践,促进学生的知识、能力、素质综合协调发展的实验教学体系更是显得尤为重要。

电子科技大学电子工程学院电子实验中心作为国家级实验教学示范中心,其实验教学定位为电子信息类专业学生工程训练培养及创新能力培养的重要基地。电子实验中心针对理工科高等院校电子实验教学的特点,构建了“基础型、应用型、综合型、设计型、创新型”的分层次、循序渐进的实验教学体系,保证了实验教学分级分层,从基础到应用和综合,再到设计与创新的全过程。

《电子技术应用实验教程》是在重新修订基础型、应用型 and 综合型实验教学大纲,补充完善实验项目,改建传统实验室的基础上编写而成。本教程作为电子科技大学国家级实验教学示范中心的系列教程之一,在电子技术实验系列中承上启下,以电子技术基础实验为基础,通过对典型电路的应用及设计,将学生引入电子技术综合实验,进一步培养学生的实验技能和动手动脑能力。

本教材以数字电路、模拟电路为理论知识背景,以典型的数字、模拟常用电路为实验对象,在实验中既重视学生“应知应会”的基础实验,更强调综合性、设计性、开放性实验教学,加强学生工程训练和设计能力培养。教材针对已掌握了电子技术的基本理论知识,但对理论的应用方面需进一步加强学习和实践的学生,使其通过本课程的学习,逐步提高设计能力和独立思考能力。本书适合作为高等院校本科生的实验教材,也可作为电子技术应用爱好者的参考用书。

本书的编写特点如下:

1. 基础实验部分采用在实验任务前加“问题驱动”的编写方法。正确回答实验前的问题,对于学生理解实验目的和总结实验结论大有帮助,也能够更好地激发学生的实验兴趣。
2. 本教材在每个实验的基础性实验中增加了“实验中的常见问题及解决办法”,逐步引导学生掌握正确的实验技能和分析问题、解决问题的方法。
3. 教材对于设计性实验只提出了若干实验任务,在基础实验的带动下,学生可通过独立思考自己来完成设计。
4. 增加了一定数量的趣味性实验,即利用基本电路的一些组合,实现一些实用性电路,并可通过 LED 等元件实现显示。

本书突出实验教程的特点,以实验为主线,共分为 4 章,16 个实验项目,以适应不同专业,不同层次学生的实验教学要求。其内容安排如下:

- 第一章 常用电子测量仪器,介绍了示波器、信号源、数字逻辑箱等常用仪器的使用方法及使用注意事项。
- 第二章 实验基础知识,列出了 5 个与本书相关的实验技能知识及理论知识。

• 第三章 数字电路实验，内容包括三态门 OC 门、触发器应用、555 常用电路、组合逻辑电路以及数字逻辑电路等实验。

• 第四章 模拟电路实验，内容包括集成运放应用、模拟乘法器应用、集成稳压电源、DC-DC 开关电源、集成功放等实验。

电子技术应用实验室负责应用层的实验教学，开设电子技术应用实验等课程。实验室通过团队协作，加强课程建设和实验室建设，教学团队开展经常性的教学研讨和教学观摩，交流教学经验、探讨教学中的问题和不足，共享教学资源。本书是实验室全体教师共同编写的。

本书第一章由毛瑞明整理编写。第二章和实验七由陈瑜编写，并负责了实验三、四、五、六的部分整理及编写工作；实验二、实验十三、实验十四由陈英编写；实验一由李雷编写；实验八由肖西编写；实验九由孙红编写；实验十由李春梅编写；实验十一由陈骏莲编写；实验十二由杨良成编写；实验十五由孙可伟编写；实验十六由付炜编写；陈瑜、孙可伟、陈英负责了教材编写的组织工作。感谢毛瑞明老师为本书的实验设备制作做出的大量工作以及孙可伟老师为本书提供的图片及照片。感谢全体电子技术应用实验室教师一年来在实验开发及教材编写中所做出的努力。感谢关心本书出版的领导和电子科技大学出版社的大力支持。

本书承电子科技大学张玉兴教授、钟洪声教授和习友宝教授主审，他们提供了很多宝贵的意见和建议，对此表示衷心的感谢。

我们编写的教材难免有错误和问题，恳请广大读者指正。

编 者
2006 年 8 月

目 录

第一章 常用电子测量仪器.....	1
1.1 示波器.....	1
一、54621A 数字示波器.....	1
二、VP-5565D 模拟示波器.....	4
1.2 函数信号发生器.....	8
一、FG1617 函数信号发生器.....	8
二、EE1641B 型函数信号发生器/计数器.....	11
三、33120A 任意波形发生器.....	15
四、F40 型数字合成函数信号发生器/计数器.....	17
1.3 数字逻辑箱.....	23
一、DLE-4 型数字逻辑实验仪.....	23
二、DF6909 型数字逻辑实验仪.....	25
1.4 实验室其他常用仪器面板图.....	27
第二章 实验基础知识.....	29
2.1 集成电路外引线的识别.....	29
2.2 电路接地的概念.....	29
2.3 关于仪器的阻抗及阻抗匹配.....	30
2.4 常用元器件的检测方法.....	32
2.5 数字电路中逻辑信号的高低电平范围.....	35
第三章 数字电路实验.....	37
3.1 实验一 常用数字逻辑门电路的研究及仪器使用.....	37
一、实验目的.....	37
二、实验仪器与器材.....	37
三、预习要求.....	37
四、实验原理.....	37
五、实验任务及要求.....	38
六、实验中的常见故障及解决办法.....	40
七、实验报告中的数据要求.....	40
八、思考题.....	41
3.2 实验二 集成触发器的研究.....	42
一、实验目的.....	42

二、实验仪器与器材.....	42
三、预习要求.....	42
四、实验原理.....	42
五、实验任务及要求.....	45
六、实验中的常见故障及解决办法.....	46
七、实验报告中的数据要求.....	46
八、思考题.....	46
3.3 实验三 移位寄存器及其应用.....	47
一、实验目的.....	47
二、实验仪器与器材.....	47
三、预习要求.....	47
四、实验原理.....	47
五、实验任务及要求.....	49
六、实验中的常见故障及解决办法.....	50
七、实验报告中的数据要求:	51
八、思考题.....	51
3.4 实验四 同步计数器及其应用.....	52
一、实验目的.....	52
二、实验仪器与器材.....	52
三、预习要求.....	52
四、实验原理.....	52
五、实验任务及要求.....	54
六、实验中的常见故障及解决办法.....	55
七、实验报告中的数据要求.....	55
八、思考题.....	55
3.5 实验五 编码器与译码器.....	56
一、实验目的.....	56
二、实验仪器与器材.....	56
三、预习要求.....	56
四、实验原理.....	56
五、实验任务及要求.....	59
六、实验中的常见故障及解决办法.....	61
七、实验报告中的数据要求.....	61
八、思考题.....	61
3.6 实验六 数据选择器与数据分配器.....	62
一、实验目的.....	62
二、实验仪器与器材.....	62
三、预习要求.....	62
四、实验原理.....	62

五、实验任务及要求.....	64
六、实验中的常见故障及解决办法.....	65
七、实验报告中的数据要求.....	65
八、思考题.....	65
3.7 实验七 触发器实现波形整形及脉冲延时的研究.....	66
一、实验目的.....	66
二、实验仪器与器材.....	66
三、预习要求.....	66
四、实验原理.....	66
五、实验任务及要求.....	73
六、实验中常见的故障及解决办法.....	74
七、实验报告中的数据要求.....	74
八、思考题.....	74
3.8 实验八 555 集成定时器的应用.....	77
一、实验目的.....	77
二、实验仪器与器材.....	77
三、预习要求.....	77
四、实验原理.....	77
五、实验任务及要求.....	83
六、实验中的常见故障及解决办法.....	85
七、实验报告中的数据要求.....	86
八、思考题.....	86
3.9 实验九 数据选择和译码显示.....	88
一、实验目的.....	88
二、实验仪器与器件.....	88
三、预习要求.....	88
四、实验原理.....	88
五、实验任务及要求.....	96
六、实验中的常见故障及解决办法.....	98
七、实验报告要求.....	98
八、思考题.....	98
3.10 实验十 电子秒表.....	100
一、实验目的.....	100
二、实验仪器与器材.....	100
三、预习要求.....	100
四、实验原理.....	100
五、实验任务及要求.....	107
六、思考题.....	109
七、实验报告.....	109

第四章 模拟电路实验.....	110
4.1 实验十一 集成运算放大器的特性研究.....	110
一、实验目的.....	110
二、实验仪器与器材.....	110
三、预习要求.....	110
四、实验原理.....	110
五、实验内容.....	114
六、实验中的常见故障及解决办法.....	119
七、实验报告要求.....	119
八、思考题.....	119
4.2 实验十二 集成运放波形产生电路.....	120
一、实验目的.....	120
二、实验仪器与器材.....	120
三、预习要求.....	120
四、实验原理.....	120
五、实验任务及要求.....	124
六、实验中的常见故障及解决办法.....	128
七、实验报告要求.....	128
八、思考题.....	128
4.3 实验十三 调幅与检波的研究.....	130
一、实验目的.....	130
二、实验仪器与器材.....	130
三、预习要求.....	130
四、实验原理.....	130
五、实验任务及要求.....	140
六、实验中的常见故障及解决办法.....	141
七、实验报告要求.....	141
八、思考题.....	141
4.4 实验十四 混频与倍频的研究.....	142
一、实验目的.....	142
二、实验仪器与器材.....	142
三、预习要求.....	142
四、实验原理.....	142
五、实验任务及要求.....	145
六、实验中的常见故障及解决办法.....	146
七、实验报告要求.....	146
八、思考题.....	146
4.5 实验十五 直流稳压电源、DC/DC 开关电源.....	147

一、实验目的.....	147
二、实验仪器与器材.....	147
三、预习要求.....	147
四、实验原理.....	147
五、实验内容及步骤.....	154
六、实验中注意事项及常见故障.....	155
七、实验报告要求.....	156
八、思考题.....	156
4.6 实验十六 音频功率放大器.....	157
一、实验目的.....	157
二、实验仪器与器材.....	157
三、预习要求.....	157
四、实验原理.....	157
五、实验任务及要求.....	160
六、实验中的常见故障及解决办法.....	163
七、实验报告要求.....	163
八、思考题.....	163
附录 1.....	165
附录 2.....	166
参考文献.....	168

第一章 常用电子测量仪器

1.1 示波器

一、54621A 数字示波器

数字存储示波器（DSO）用 A/D 转换将被测模拟信号变成数字信号，然后存入 RAM 中，需要时再将 RAM 中存储的内容调出，通过相应的 D/A 转换器，再恢复为模拟信号显示在屏幕上。它不仅可用于记录波形，而且可以对获得的信息进行数据处理。在有突发、异常情况发生时，用它记录异常情况发生时的波形数据很方便，而且 DSO 以数字化的形式处理并记录波形，为其他设备提供了研究波形的方便。

54621A 是一种带宽为 60MHz，采样率为 200MSa/S 的 DSO。

与模拟示波器相比 54621A 数字示波器有以下特点：

- ◆ 该数字示波器可以连续更新慢速变化波形的扫迹，有利于低频信号的测试，而用模拟示波器测低频信号只能显示慢速移动的光点。
- ◆ 该数字示波器的垂直位置有分度，能在屏幕上显示地电位的位置。
- ◆ 具有自动适配及快速测试功能，能很方便地对波形进行快速测试。
- ◆ 可对波形进行存储、处理和调用，而模拟示波器输入信号消失时，显示的波形也消失。

54621A 示波器前面板结构如图 1.1 所示。按功能可分为屏幕显示区、水平控制区、功能区、触发区和垂直控制区五个部分。另有 6 个菜单按钮，3 个输入连接端口和 1 个信号校对端口。下面将分别简要介绍各部分的控制按钮及屏幕上的部分信息。

1. 屏幕显示区

在屏幕显示区，显示窗口除了显示波形图像外，在波形上方还显示出许多有关波形和仪器控制设定值的细节，下面从左至右依次介绍：

- (1) 表示 Y 通道的垂直标尺（V/格）；
- (2) 触发位置指示；
- (3) 表示 X 通道的主时基值；
- (4) 表示触发状态；
- (5) 表示边缘触发斜率： 上升沿  下降沿
- (6) 表示选用的触发信号源；
- (7) 读数表示触发点的电平值；

在显示窗口下方为菜单选择按钮。

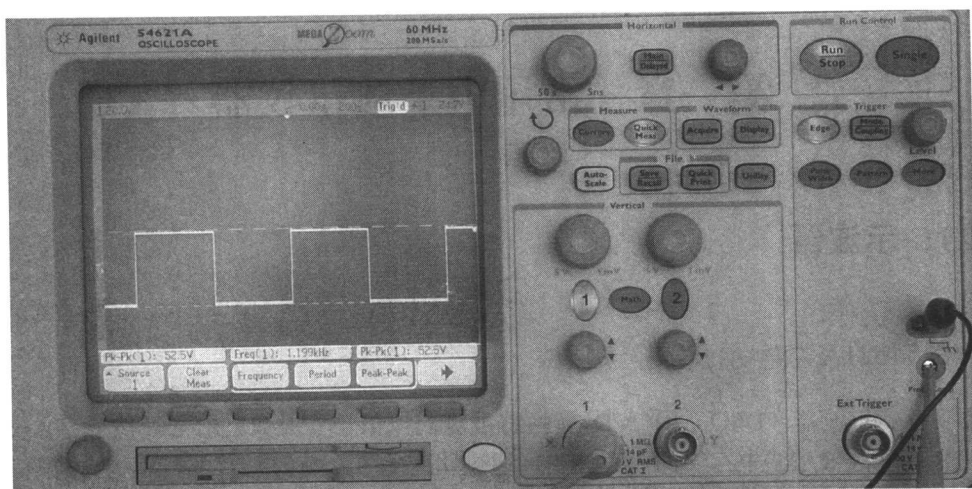


图 1.1 54621A 示波器前面板结构图

2. 水平控制区 (Horizontal)

水平控制区在仪器右上部，共有 3 个按钮：

(1) 时基（扫描）时间选择旋钮，选择范围 5ns~50s。

(2) 扫描选择键 main/Delay

在按下该键后，显示屏幕下方“√”表示选中该项，有以下菜单功能：

【main】主扫描。

【Delay】延迟扫描，此时屏幕上方为主扫描波形，下方为延迟扫描波形，调节扫描旋钮可改变延迟扫描的宽度，调节水平位移旋钮可改变延迟扫描的位置。

【Roll】滚动显示，波形从右向左移，此时时基应低于 500ms/div。若当前设置高于 500ms/div，示波器将自动设置于 500ms/div，适合低频信号测试。

xy 模式，测试李萨育图形。

【Vernier】微调，当选择该键时，扫速可进行微调，若不选该键，扫描为 1-2-5 进制。

【Time Ref】可改变时间轴参考点。

(3) 水平位移旋钮，用以调整屏幕上信号波形的左右水平移动位置。

3. 运行模式控制 (Run Control)

此键【Run Control】位于面板右上侧，包括【Run/Stop】和【Single】两按键。当【Run/Stop】键为绿色时，为启动获取功能，波形显示为活动状态；当【Run/Stop】为红色，则示波器处在停止获取状态，波形显示被冻结，此时，可能包括几个有用信息的触发，但只有最后的触发采集可以平移和缩放。用【Single】键可确保只采集一个触发。

4. 功能区

功能区按钮在水平控制区下面。

(1) “” 调节旋钮，在不同的菜单下可调节标有“”的参变量。

(2) Measure 测试方式选择，包括【Cursors】和【Quick meas】两按键。

【Quick meas】可以对输入源进行自动测试。在该栏菜单有许多常用参数以供测试选择。

【Cursors】游标测试，按下此键后在屏幕上会同时出现水平和垂直方向的两组游标虚线，在该按键菜单下可以选择测试源和测试参数（水平？垂直？），利用手动调节“”旋钮，改变游标以达到测试的目的，增量 ΔX （ ΔY ）即为两光标间距离。

（3）【Waveform】栏目，包括【Acquire】和【Display】两按键。

【Acquire】检测模式，包括：【Normal】（方式），【Peek Det】（峰值检测），【Averaging】（可平均多个触发以减少噪声），【Real time】（实时测试）。

【Display】显示控制，包括：【 ∞ persist】（无限余辉），【clear Display】（擦除先前采集）， 【Guide】（改变栅格亮度），【Vectors】（是否在各采集点间加上向量，防止出现频率混叠）。

（4）【Auto-scale】自动测试，当输入信号 $f > 50\text{ Hz}$ ，占空比大于0.5%，幅度大于10mV时，利用【Auto-scale】键可以根据信号对示波器各测试参数进行自动识配，使信号自动同步并在显示屏上显示一个完整周期。若要取消自动测试，可按软键【undo-Auto-scale】。

（5）File 文件菜单，包括【save/recall】和【Quick print】两按键。

在此栏可对所采集波形进行存储、打印功能。

（6）【Utility】通过它可以设置示波器的其他应用项目，如加载某种语言，设定屏幕保护方式等等。

5. 触发区 (Trigger)

（1）【Edge】边缘触发，可选择上升沿或下降沿触发，以及触发源对1、2通道及EXIT（外接信号）进行选择。

（2）【mode/coupling】按下此键可进行以下菜单操作：

【mode】触发方式，可选择 Normol, Auto, Auto level。

【coupling】触发源耦合方式，可选择 DC、AC、LF、Reject, TV（在 Trigger-More 中启用）

【Noise Rej】噪声抑制，若选择该项，对噪声不敏感，但有时需要更大的幅度来触发。

【HF Reject】高频抑制，此时系统加入一低通滤波器。

【Hold off】释抑时间，选择该项后，可以通过“”键调节释抑时间，使波形同步。

（3）【level】触发电平控制旋钮，用以改变触发电平值。

（4）【Pulse Width】脉冲宽度触发，按下此键可在菜单中选择正脉冲或负脉冲触发，以及触发脉冲的宽度等。

（5）【Pattern】模型触发，可以通过查找特定的模型而识别触发条件。

（6）【More】其他更多的触发方式，如 TV, I²C……

（7）【Ext Trigger】外触发信号输入端。

6. 垂直控制区 (Vertical)

垂直控制区按钮从上往下依次为：

(1) 垂直灵敏度旋钮 (垂直刻度的选择钮)，选择范围为 $1\text{mV}/\text{div} \sim 5\text{V}/\text{div}$ 。

(2) 通道选择键，灯亮表示选中并显示该通道波形，两个通道灯都亮表示双踪显示。

不需要时将灯按灭即可。

注意：在此菜单下有一  Probe (探头比)，一般测试时应使其为 $1.0:1$ ，否则应将测试峰峰值除以探头比才是真实值。

(3) 【math】键。按下此键会显示一系列菜单，在此菜单下可对被测波形进行数学分析，如 FFT、微分、积分等。

(4) 垂直位移旋钮，用以调节屏幕上波形的垂直移位位置。

(5) 示波器信号的输入端。

(6) 【Probe Comp】 探头校对补偿器，用以对探头进行使用前的校对。

二、VP-5565D 模拟示波器

这里主要介绍 VP-5565D 模拟双踪示波器的前面板及其各部分的使用要领。

VP-5565D 模拟双踪示波器的前面板如图 1.2。

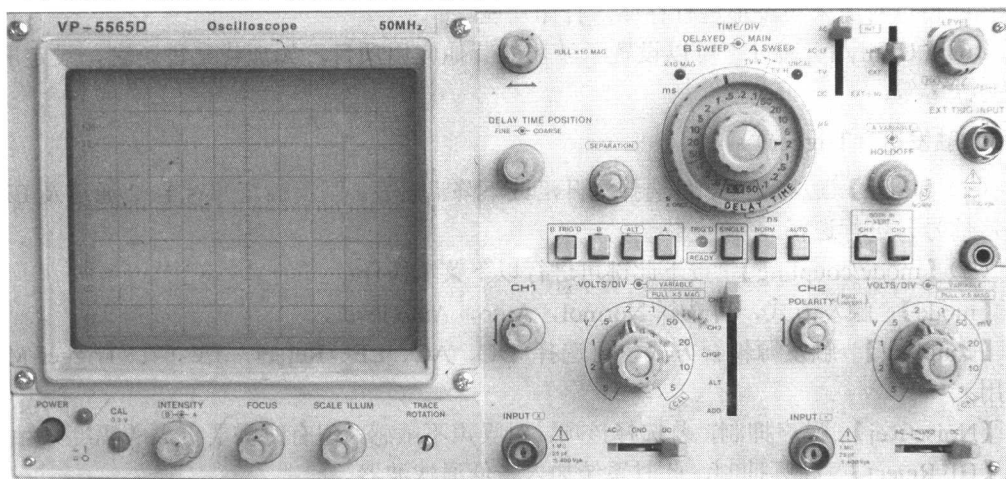


图 1.2 VP-5565D 模拟双踪示波器的前面板图

1. 垂直部分的使用要领

(1) 垂直方式开关

CH1, CH2: CH1 或 CH2 的单独工作及显示。

双踪工作时，把信号接到两通道的 INPUT 插座上，选择 CHOP 或 ALT 工作方式：

CHOP: 一般用于比 $0.5\text{ms}/\text{div}$ 还慢的扫描时的多踪工作，通道间的转换与扫描无关，以 300kHz 左右的重复频率对两路输入信号进行切换。

ALT: 在每次扫描结束时进行 CH1, CH2 的切换，一般用于快扫描的观测。在对比 $0.5\text{ms}/\text{div}$ 还慢的扫描观测时，用 CHOP 方式观测更有效。

ADD: 显示 CH1 和 CH2 信号的代数和或差。

(2) 信号的连接

探头比有 1:1 及 10:1 的切换。在 1:1 时, 带宽下降 (约 5MHz), 灵敏度和输入阻抗如图 1.2 所示。在 10:1 时, 输入阻抗为 $10M\Omega$, 实际灵敏度应是面板所指灵敏度再乘以 10。若输入用 AC 耦合方式, 低频特性约扩大至 0.4Hz (-3dB)。

要得到最好的高频特性, 应使用 10:1 探头电缆把信号接至面板的 INPUT 插座上。

对低频信号的观测, 也可以用一般的线连接信号, 但因为容易受其他的干扰, 所以请使用屏蔽线。

(3) 输入耦合开关 AC-GND-DC

DC 方式为全直流耦合输入, AC 方式则阻止信号的直流成分, -3dB 的通频带下限为 4Hz。在 GND 位置时切断加在通道输入端子上的信号, 垂直放大器的输入端被接地 (信号不被接地), 这可用于确认扫描线的基准位置。

(4) 偏转灵敏度【VOLTS/DIV】

偏转灵敏度由探头的衰减比, 【VOLTS/DIV】的挡值及【VARIABLE】旋钮的位置, $\times 5MAG$ 的状态来决定。

被校准的值只能在【VARIABLE】旋钮置【CAL】位置时得到。

【VARIABLE】旋钮能够使校正了的相邻两挡间的【VOLTS/DIV】的值连续变化, 在 5V/div 挡时, 能得到约 12.5V/div 的非校准值。

2. 触发功能的使用要领

(1) 触发信号源开关

(a) INT——选择从垂直通道来的输入信号作为扫描的内触发信号。使用内触发信号源开关来选择从哪个通道选取触发信号, 内部触发信号源开关的作用如下:

CH1: 只取 CH1 信号作为触发信号。

CH2: 只取 CH2 信号作为触发信号。

(b) LINE——在这个位置上, 交流供电电源电路的信号被接到触发电路。被观测的信号要与电源频率相关。

(c) EXT——在这个位置上, 接在 EXT TRIG INPUT 插座上的信号被接到触发电路。

(d) EXT $\div 10$ ——把接在 EXT TRIG INPUT 的信号衰减到约 1/10。

当外触发信号的幅度过大时使用该挡, 以选择合适的触发电平。

(2) 触发信号的耦合开关

(a) AC——用电容阻止触发信号中的直流成分, 与此同时也衰减 30Hz 以下的信号, 几乎所有的场合都使用这个 AC 位置。

在 AC 位置上, 对随机产生的信号有时同步不稳定, 此时可使用 DC。

(b) AC-LF——当对复杂波形以及对低频信号进行稳定同步时使用。

(c) TV——用于电视信号的同步, 使用方法见后面 (11) TV 视频信号的观测。

(d) DC——这个位置对于在 AC 上完全被衰减的低频信号, 以及对较慢的重复信号同步有效。

(3) PULL SLOPE (—) 开关

这个开关，是【LEVEL】旋钮附带的，目的是用触发信号的上升沿启动扫描还是用下降沿启动扫描的选择。这个旋钮按下在+位置上，用信号上升沿触发扫描，拉出旋钮在-位置上，用信号下降沿触发扫描。

(4) 【LEVEL】旋钮

此旋钮设定触发信号的基准电平，扫描电路在触发信号达到这一电平时开始扫描。将【LEVEL】旋钮由中央位置向右旋，则显示的起始点向正方向移动；反之，将此旋钮由中央位置向左旋，则显示的起始点向负方向移动。向左旋这个旋钮置 FIX 位置，此时，只要信号的电平超过一定值，显示信号将被自动同步。

(5) 【HOLDOFF】按钮

被用于观测不是等间隔脉冲序列中的一部分波形等。

【HOLDOFF】旋钮向左旋，释抑时间变长。

因为释抑时间长辉线将变暗，所以通常这个旋钮右旋到头，置 NORM 位置。

3. 水平部分的使用要领

(1) 水平方式

(a) 【SINGLE】——只进行一次扫描时使用，以便观测单次信号或者随机产生的信号。

在单次扫描时，为了确认一有信号就能显示，应先将 A 扫描方式置【AUTO】或【NORM】上，像普通的触发操作一样，确认能显示信号之后，再按入【SINGLE】键，此时 READY 灯点亮，等待信号的到来。

信号一到来，就只扫描一次，直到再按一次【SINGLE】按钮之前，即使加入信号也不扫描。

按下【SINGLE】键只能扫描一次。

【SINGLE】按键兼有单次扫描功能和单次扫描复位功能。

(b) 【NORM】——触发扫描时使用，在有触发信号时，【NORM】和【AUTO】的功能虽然相同，但 NORM 状态时，如果没有触发信号，A 扫描停止，管面上无扫描线。

此功能是想得到稳定的触发和在没有触发信号时想消去辉线时使用。

(c) 【AUTO】——自动扫描时使用，它对大部分信号观测都很方便。

没有触发信号时，扫描电路因处于自激扫描状态使管面上出现辉线，所以对确认辉线的位置很方便，有触发信号时正确地调节【LEVEL】旋钮就能得到稳定的波形。

A 扫描被触发之后，TRIG' D 灯点亮。

(2) 扫描时间的设定

被校正了的 A 扫描和 B 扫描的扫描速率由双重旋钮来选择。

在 A 扫描上为了使相邻两档的扫描速率连续可变，使用了【A VARIABLE】旋钮。把这个旋钮右旋到头，UNCAL 灯熄灭，此时，A 扫描的扫描速率为校准值。当 UNCAL 灯点亮时，警告 A 扫描为非校正状态。

【TIME/DIV】的双重旋钮的外侧旋钮为 A 扫描，内侧旋钮为 B 扫描，用各自旋钮的指示位置来表示扫描速率。0.1s/div~0.5s/div 的范围只是 A 扫描可以使用。

(3) 扫描的扩展【PULL×10MAG】

由扫描扩展能够使扫描速率扩大 10 倍。将要扩展观测的部分置管面中央，拉出

【PULL×10MAG】旋钮，管面中央部 1div 的波形在横方向最大扩大 10 倍。这时×10MAG 灯点亮。

(4) 延迟 B 扫描

当扫描方式开关选择【ALT】或【B】时，B 扫描才进行工作。

【ALT】为 AB 交替扫描的操作，是把 A 扫描（在辉线上具有表示 B 扫描的加亮部分）和 B 扫描（延迟扫描）相互切换显示在管面上。加亮部分表示 B 扫描的工作范围，其宽度由 B 扫描的扫描速率来决定，用【DELAYED B SWEEP】旋钮能改变。把从扫描的开始点到加亮的开始点叫做延迟时间，它由 A 扫描速率的【MAIN A SWEEP】旋钮的位置和【DELAY TIME POSITION】的粗调、细调的两个旋钮来确定。B 扫描波形的上下位置由【SEPARATION】旋钮来改变。

若扫描显示开关选为【B】，只显示被展开了的 B 扫描波形。

这样，可以用 B 扫描选择波形的一部分，加以展宽之后观测，以便观测波形的细节。

看管面上的加亮部分进行时间延迟，操作【DELAY TIME POSITION】的两个旋钮【COARSE】和【FINE】以达到任意的位置。延迟时间由管面刻度读取。

(5) B 扫描的两种形式

扫描方式开关左侧的【B TRIG' D】按键能单独操作，在按入状态时，B 扫描和 A 扫描同时被触发，弹出状态时，B 扫描为自激状态。

在自激状态下延迟时间一过 B 扫描立即开始，这个过程叫“延迟时间后 B 扫描开始”。若旋转【DELAY TIME POSITION】旋钮，辉线的加亮部分连续移动，能扩大并观测波形的任意部分。

按入【B TRIG' D】按键，B 扫描为触发状态，当延迟时间过后，第一个触发信号使 B 扫描开始。这个过程叫“延迟时间过后 B 扫描可以触发”。若旋转【DELAY TIME POSITION】旋钮，辉线的加亮部分在来自 A 扫描的观测波形间跳跃移动。此时用 B 扫描观测的波形必定从扫描的起始点（管面的左端）开始显示，这样虽然造成不便，但却能得到很少晃动的显示。

B 扫描的触发电平调整能够与 A 扫描同时用【LEVEL】旋钮进行。

(6) TV 视频信号的观测

触发信号的耦合开关选为 TV。

对于正极性的 TV 视频信号（同步头向下），把触发的【LEVEL】旋钮拉出来以选择负斜率触发。

当观测负极性的 TV 视频信号（同步头向上）时，按下【LEVEL】旋钮以选择正斜率触发。

这个斜率的选择若不正确就不能得到稳定的波形，所以请十分注意。

进行触发电平调整使之得到稳定的波形显示。

用 TV 视频信号中的场同步信号还是行同步信号作为触发信号，由 A 扫描旋钮的位置来决定。按照面板上所表示的 TV-V 和 TV-H，从 1ms/div 以左的位置（慢扫描）扫描被场同步信号触发，从 50us/div 以右的位置（快扫描）扫描被行同步信号触发。

在使用延迟 B 扫描功能来扩展观测 TV 视频信号时，应使扫描方式开关的【B TRIG' D】按键处在弹出位置，以便使 B 扫描处在（延迟时间过后 B 扫描开始）的状态下观测。