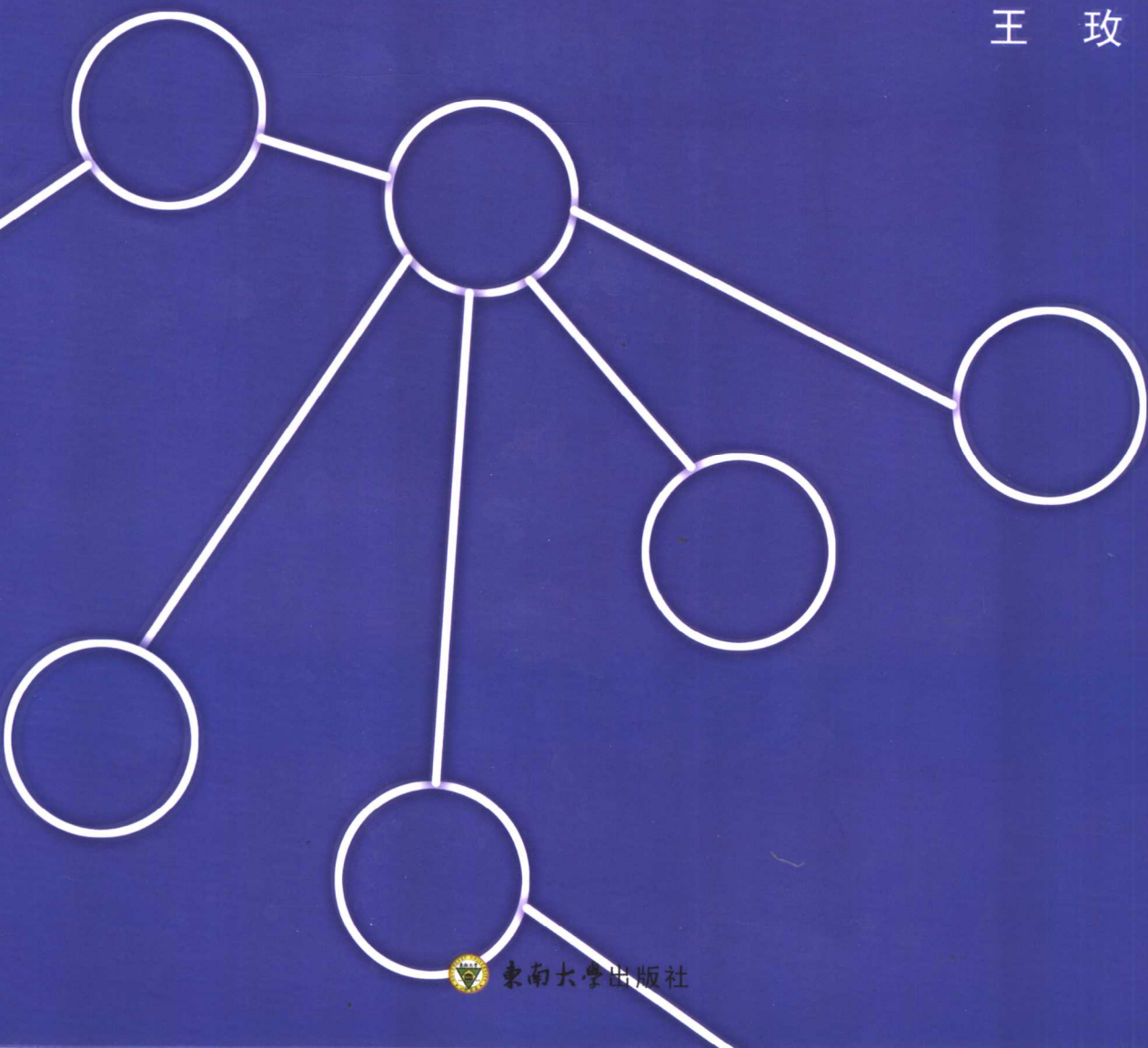


电子技术实验与课程设计指导

数字电路分册

主 编 许小军
副主编 龚克西
王 玫



电子技术实验与课程设计指导

数字电路分册

主 编 许小军
副 主 编 龚克西 王 玫

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 简 介

本书在总结数字电路实验与课程设计方面的教学经验基础之上,阐述了数字电路、数字逻辑系统设计的传统方法与基于可编程逻辑器件 EDA 的现代方法。深入浅出地介绍了常用的中小规模的集成芯片设计数字电路的方法,以及 EDA 技术软件开发工具和设计实例。本书的特色是力求使传统实验设计、计算机仿真实验设计与 EDA 技术实验设计相结合,硬件仿真与软件仿真相结合,形成数字电路的系列设计方法。同时在实验与课程设计的任务方面按验证、综合、创新设立,使读者可逐步掌握不同的数字电路设计方法。

本书可作为工科专业电子技术基础课程的实践教学指导用书,也可供相关工程技术人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验与课程设计指导. 数字电路分册/许小军

主编. —南京:东南大学出版社,2004.12

ISBN 7-81089-699-7

I. 电... II. 许... III. ① 电子技术—实验—课程设计—高等学校—教材② 数字电路—电子技术—实验—课程设计—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 124833 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京工大印务有限公司印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 总印张:26 总字数:649 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—2500 册 定价(全套 2 册):38.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向我社发行部调换,联系电话:025-83795801)

前 言

“数字电路”、“数字逻辑”等专业基础课是高等学校电气信息类的主干课程,具有理论性与工程实践性的特点,因此,实验与课程设计是十分重要的实践环节,对学生理论联系实际的实际动手能力、严谨的实验作风有重要的作用。

本书基于课程教学的要求与多年的教学经验,按照学生掌握知识的规律,循序渐进,由浅入深,阐述了数字电子技术实验的常用仪器使用、典型集成芯片使用、EWB 仿真、EDA 软件系统开发工具及 EDA 设计实例等多方面内容。编写了有助于学生理解与巩固基础知识的验证型实验,提高综合应用能力的综合设计型实验,发挥创新思维能力的创新、自选实验,希望以此训练学生数字电路设计与调试的实践技能。本书的特色是力求使传统实验设计、计算机仿真实验设计与 EDA 技术实验设计相结合,硬件仿真与软件仿真相结合。

本书实验与课程设计适应面广,且针对性强,便于教师与学生根据实际情况阅读与因材施教。

本书共分 6 章,第 1、2 章是常用电子仪器与实验,由王玫编写;第 3、4 章为 EWB 简介与计算机仿真实验,由龚克西编写;第 5、6 章为 EDA 软件开发工具与课程设计,由许小军编写。全书由许小军统稿,担任主编,南京工程学院的郭永贞教授担任主审,在此对郭教授表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,难免有疏漏之处,恳请各位读者提出批评与改进意见。

编 者

2004 年 10 月

目 录

1 常用电子仪器	(1)
1.1 MF-500 型万用表	(1)
1.1.1 主要性能	(1)
1.1.2 使用说明	(1)
1.1.3 注意事项	(3)
1.2 WYJ 型双路直流稳压电源	(3)
1.2.1 主要性能	(3)
1.2.2 使用说明	(4)
1.3 SGL641A 型函数信号发生器	(4)
1.3.1 主要性能	(4)
1.3.2 面板上按键、旋钮的名称及功能说明	(5)
1.3.3 使用说明	(6)
1.4 YB4325 型双踪示波器	(7)
1.4.1 面板上按键、旋钮的名称及功能说明	(7)
1.4.2 使用说明	(12)
1.5 数字电路实验箱	(17)
1.5.1 实验箱的结构	(17)
1.5.2 使用说明	(17)
1.5.3 注意事项	(17)
2 数字电子技术实验	(20)
2.1 基本实验	(20)
2.1.1 门电路逻辑功能测试	(20)
2.1.2 触发器逻辑功能测试	(23)
2.2 设计型实验	(27)
2.2.1 组合逻辑电路的设计	(27)
2.2.2 时序逻辑电路的设计	(32)
2.3 综合应用型实验	(39)
2.3.1 计数、译码和显示电路	(39)
2.3.2 移位寄存器及其应用	(42)
2.3.3 555 集成定时器及其应用	(46)
2.3.4 数模(D/A)和模数(A/D)转换器及其应用	(50)
3 电子电路设计仿真——EWB	(56)

3.1	概述	(56)
3.1.1	电子工作台(EWB)的特点	(56)
3.1.2	系统要求和软件安装	(57)
3.2	电子工作台 EWB 的基本界面	(58)
3.2.1	电子工作台(EWB)的主窗口	(58)
3.2.2	电子工作台(EWB)的工具栏	(59)
3.2.3	电子工作台(EWB)的元器件库栏	(59)
3.3	EWB 的基本操作方法	(67)
3.3.1	电路的创建与运行	(67)
3.3.2	基本操作方法	(68)
3.3.3	仪表的使用	(78)
3.3.4	帮助功能的使用	(85)
4	数字逻辑电路(EWB 仿真)实验	(88)
4.1	基础型实验	(88)
4.1.1	门电路性能测试	(88)
4.1.2	组合逻辑电路逻辑功能测试	(90)
4.1.3	触发器的组成及集成触发器的性能测试	(94)
4.1.4	典型时序逻辑电路的性能测试	(97)
4.1.5	波形产生和整形电路的应用	(99)
4.1.6	A/D 和 D/A 转换器的应用	(101)
4.2	设计型实验	(105)
4.2.1	组合逻辑电路的设计	(105)
4.2.2	时序逻辑电路的设计	(107)
4.3	综合型实验	(109)
4.3.1	计数、译码、显示电路	(109)
4.3.2	汽车尾灯显示电路	(110)
4.3.3	竞赛抢答器电路	(111)
5	EDA 数字电子系统的开发软件—Max+plus II 9.23	(113)
5.1	Max+plus II 9.23 简介	(113)
5.1.1	Max+plus II 的安装	(113)
5.1.2	Max+plus II 的 License 设置	(115)
5.2	Max+plus II 9.23 使用说明	(115)
5.2.1	Max+plus II 的设计流程	(115)
5.2.2	图形输入法的设计过程	(117)
5.2.3	项目编译	(124)
5.2.4	项目校验	(125)
5.2.5	器件编程	(132)
5.2.6	器件编程/配置	(136)

5.3	工具条和定时分析	(137)
5.4	Max+plus II 的层次化设计及 BUS 使用	(141)
5.4.1	Max+plus II 的层次化设计	(141)
5.4.2	使用 BUS(总线)	(144)
5.5	其他输入法	(145)
6	数字电路课程设计任务	(148)
6.1	功能扩展型设计任务	(150)
6.1.1	声光显示智力抢答器电路的设计	(150)
6.1.2	彩灯循环显示控制电路的设计	(151)
6.2	综合型设计任务	(152)
6.2.1	交通灯控制电路	(152)
6.2.2	多功能数字钟	(157)
6.3	创新设计电路	(159)
6.3.1	电子密码锁的设计(一)	(159)
6.3.2	电子密码锁的设计(二)	(160)
6.3.3	出租车自动计费电路	(161)
6.4	自行选题	(163)
6.4.1	拔河游戏机	(163)
6.4.2	电话键显示电路	(163)
6.4.3	量程可变的频率计	(164)
6.4.4	洗衣机控制电路	(164)
6.4.5	电梯控制器	(165)
附录 1	SE-5M 型 EDA 实验开发系统	(166)
附 1.1	下载板	(166)
附 1.2	实验主板的主要技术指标	(166)
附 1.3	下载板与主板的连接	(167)
附录 2	常用逻辑符号对照表	(171)
参考文献	(173)

1 常用电子仪器

1.1 MF-500 型万用表

MF-500 型万用表是一种高灵敏度,多量程的携带式整流型仪表。该仪表共具有 24 个测量量程,能分别测量交、直流电压、直流电流、电阻及音频电平,是数字逻辑电路实验中常用的仪表之一。

1.1.1 主要性能

- (1) 直流电压测量范围分六挡: $0\sim 2.5\sim 10\sim 50\sim 250\sim 500\text{ V}$ 和 $2\ 500\text{ V}$ 。
- (2) 交流电压测量范围分五挡: $0\sim 10\sim 50\sim 250\sim 500\text{ V}$ 和 $2\ 500\text{ V}$ 。
- (3) 直流电流测量范围分五挡: $0\sim 50\ \mu\text{A}\sim 1\sim 10\sim 100\sim 500\text{ mA}$ 。
- (4) 电阻测量范围分五挡: $0\sim 2\sim 20\sim 200\text{ k}\Omega\sim 2\sim 20\text{ M}\Omega$ 。
- (5) 音频电平: $-10\sim +22\text{ dB}$ 。
- (6) 灵敏度: 直流电压为 $20\ 000\ \Omega/\text{V}$; 交流电压为 $40\ 000\ \Omega/\text{V}$ 。
- (7) 准确度等级: 直流电压、直流电流为 2.5; 交流电压为 5.0; 电阻为 2.5。

1.1.2 使用说明

MF-500 型万用表面板结构如图 1.1.1 所示,使用说明如下:

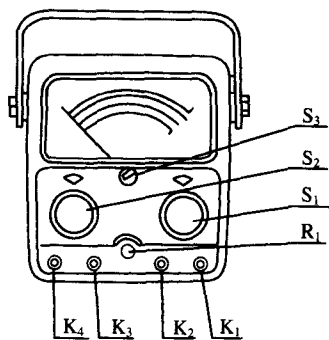


图 1.1.1 MF-500 型万用表面板结构示意图

- (1) 使用之前须调整调零器“ S_3 ”使指针准确地指示在标度尺的零位上。
- (2) 直流电压测量: 将测试杆短杆分别插在插口“ K_1 ”和“ K_2 ”内, 转换开关旋钮“ S_1 ”至“ $\frac{\text{V}}{\sim}$ ”位置上、开关旋钮“ S_2 ”至所需测量直流电压的相应量程位置上。再将测试杆长杆跨接

在被测电路两端,当不能预计被测直流电压大约数值时,可将开关旋钮旋在最大量限的位置上,然后根据指示值的大约数值,再选择适当的量限位置,使指针得到最大的偏转度。

测量直流电压时,当指针向相反方向偏转时,只需将测试杆的“+”、“-”极互换即可。读数见表头中直流交流“ \sim ”挡刻度。测量 2 500 V 时将测试杆短杆插在“ K_1 ”和“ K_1 ”插口中。

(3) 交流电压测量:将开关旋钮“ S_1 ”旋至“ $\frac{V}{\sim}$ ”位置上、开关旋钮“ S_2 ”旋至所需测量交流电压值相应的量限位置上,测量方法与测量直流电压相似。50 V 及 50 V 以上的各量限的指示值见表头中“ \sim ”挡刻度,10 V 量限的指示值见“ $10 \frac{V}{\sim}$ ”专用挡刻度。

(4) 直流电流测量:将开关旋钮“ S_2 ”旋至“A”位置上,开关旋钮“ S_1 ”旋至所需测量直流电流值的相应量限位置上,然后将测试杆串接在被测电路中,就可量出被测电路中的直流电流值,指示值见表头中“ \sim ”刻度。测量过程中仪表与电路的接触应保持良好的,并应注意不能将测试杆直接跨接在直流电压的两端,以防止仪表过载而损坏。

(5) 电阻测量:将开关旋钮“ S_2 ”旋到“ Ω ”位置上,开关旋钮“ S_1 ”旋到“ Ω ”量限内,先将两测试杆短路,使指针向满刻度偏转,然后调节电位器“R1”使指针指示在欧姆标度尺“0 Ω ”位置上,再将测试杆分开测量电阻的阻值,指示值见“ Ω ”刻度。为了提高测试精度,指针所指示被测电阻的值应尽可能指示在刻度的中间段,即全刻度起始的 20%~80% 弧度范围内。在 $\Omega \times 1$ 、 $\Omega \times 10$ 、 $\Omega \times 100$ 、 $\Omega \times 1k$ 量限所有用直流工作电源系 1.5 V 二号电池一节, $\Omega \times 10 k$ 量限所用直流工作电源系 9 V 层叠电池一节。

当短路测试杆调节电位器“ R_1 ”不能使指针指示到欧姆零位时,表示电池电压不足,应立即更换新电池。

(6) 音频电平测量:测量方法与测量交流电压相似,将测试杆插在插口“ K_1 ”和“ K_2 ”内,转换开关旋钮“ S_1 ”、“ S_2 ”分别放在“ $\frac{V}{\sim}$ ”和相应的交流电压量限位置上。音频电平刻度根据 0 dB=1 mW, 600 Ω 输送标准而设计。标度尺指示值从 -10 dB~+22 dB,当被测的量大于 +22 dB 时,应在 50 或 250 量限进行测试,指示值应按表 1.1.1 进行修正。

表 1.1.1 音频电平指示值对应的修正值

量限 (V)	按电平刻度增加值 (dB)	电平的测量范围 (dB)
50	14	4~36
250	28	18~50

音频电平与功率、电压的关系式是

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \lg \frac{V_2}{V_1} \text{ (dB)}$$

式中: P_1 ——在 600 Ω 负载阻抗上 0 dB 的标称功率,为 1 mW。

V_1 ——在 600 Ω 负载阻抗上消耗功率为 1 mW 时的相应电压,即

$$V_1 = \sqrt{P_1} = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775 \text{ V}$$

P_2 、 V_2 分别为被测功率和电压，指示值见“dB”刻度。

1.1.3 注意事项

为了测量时获得良好效果及防止由于使用不慎而损坏仪表，在使用时，应遵守下列事项：

(1) 仪表在测试时，不能旋转开关旋钮。

(2) 当被测量不能确定其数值时，应将量程转换开关旋到最大量限的位置上，然后再选择适当的量限，使指针得到最大的偏转。

(3) 测量直流电流时，仪表应与被测电路串联，禁止仪表直接跨接在被测电路的电压两端，以防止仪表过载而损坏。

(4) 测量电路中的电阻时，应将被测电路的电源切断，如果电路中有电容器，应先将其放电后才能测量，切勿带电测量电阻。

(5) 仪表在不使用时，最好将旋钮“ S_2 ”旋在“·”位置上，使测量机构两极接成短路，“ S_1 ”旋在“·”位置上，使仪表内部电路呈现开路状态，防止因误置开关旋钮位置进行测量而损坏仪表。

(6) 为确保安全，测量交、直流电压 2 500 V 量限时，应将测试杆一端固定接在电路“地”电位上，将测试杆另一端去接触被测高压电源，地板上应铺高压绝缘橡胶板，测试时应谨慎从事。

(7) 仪表应保持清洁和干燥，适合在气温为 $0 \sim +40^\circ\text{C}$ ，相对湿度在 25 % ~ 80 % 的环境中工作。

1.2 WYJ 型双路直流稳压电源

WYJ 型直流稳压电源能输出两组 $0 \sim 30 \text{ V}$ 连续可调的直流电压，每组电源均有可靠的过流保护功能。此外它还兼有输出电压稳定、使用方便、体积小、坚固耐用的特点。它在数字电路实验中为实验装置、集成电路等提供直流电压。

1.2.1 主要性能

(1) 输入电压： 50Hz ， $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$ 。

(2) 输出电压： $2 \times (0 \sim 30 \text{ V})$ ，共分六挡： 6 V 挡 ($0 \sim 6 \text{ V}$)、 12 V 挡 ($6 \sim 12 \text{ V}$)、 18 V 挡 ($12 \sim 18 \text{ V}$)、 24 V 挡 ($18 \sim 24 \text{ V}$)、 30 V 挡 ($24 \sim 30 \text{ V}$)，连续可调。

(3) 输出电流： $2 \times (0 \sim 3 \text{ A})$ 。

(4) 稳定度

电压调整率：在外电网 220 V 变化 $\pm 10 \%$ 的情况下，直流电压输出变化不大于 0.1% 。

负载调整率：从空载到满载输出电压变化不大于 0.1% 。

1.2.2 使用说明

图 1.2.1 是 WYJ 双路直流稳压电源的面板结构示意图,使用说明如下:

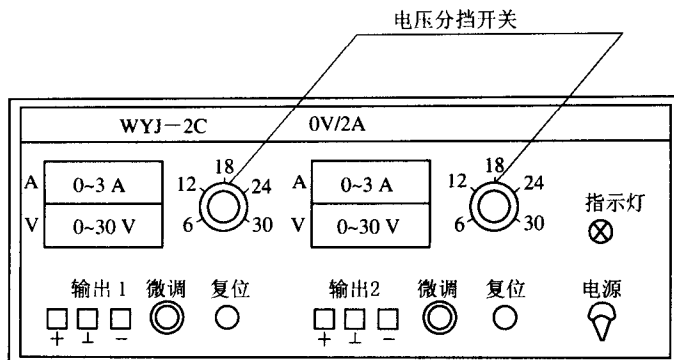


图 1.2.1 WYJ 型直流稳压电源面板示意图

(1) 开启电源开关,指示灯亮。拨动左、右两组电压分挡开关至所需电压挡,再旋转左、右两个微调旋钮到挡内需要电压,此时面板上左、右两个电压表 V 的读数即为两路输出电压值。

(2) 以上准备工作完成后,即可在输出端接入负载使用,接入负载时应注意输出端“+”、“-”极不要接反。

(3) 在向负载输出电压的同时,面板上电流表 A 将指出流过负载的电流。当负载电流超过额定值时,保护电路工作,输出为零,待排除故障后按下复位按钮,方可恢复正常输出。

(4) 切勿使输出短路。

1.3 SGL641A 型函数信号发生器

SGL641A 型函数信号发生器是一种多功能宽频带信号发生器。它能输出方波、TTL 电平的方波、正向脉冲波、负向脉冲波、正弦波、三角波、正向锯齿波和负向锯齿波,具有正、负向脉冲波以及正、负向锯齿波的占空比连续可调的特点。而且还具有 1 000 : 1 的电压控制频率(VCF)特性和直流偏置能力。其中的频率计可用于测试本机产生信号和外接信号的频率,所有输出波形和外测信号的频率均由六位数码管 LED 直接显示。由于这些功能,使得它在使用上显得方便灵活,在脉冲数字电路的教学实验中主要用作信号源和测频。

1.3.1 主要性能

(1) 供电系统:电压范围 $220\text{ V} \pm 22\text{ V}$,频率 50 Hz,功率 10 VA。

(2) 输出量

① 波形:方波、TTL 电平的方波、正向脉冲波、负向脉冲波、正弦波、三角波、正向锯齿波、负向锯齿波。其中方波上升时间 $< 100\text{ ns}$; TTL 方波高电平 $> 2.4\text{ V}$, 低电平 $< 0.4\text{ V}$,

上升时间 $<40\text{ ns}$ 。

② 阻抗： $50\ \Omega \pm 5\ \Omega$ 。

③ 幅度： $20\text{ V}_{\text{P-P}}$ (开路)； $10\text{ V}_{\text{P-P}}$ ($50\ \Omega$)。

④ 衰减： 20 dB 、 40 dB 、 60 dB (叠加)， $f < 200\text{ kHz} \pm 10\text{ kHz}$ 。

(3) 频率范围

$0.02\text{ Hz} \sim 2\text{ MHz}$ 共分七挡，并连续可调，数字 LED 直接读出。

(4) 直流偏置

$0 \sim \pm 10\text{ V}$ 连续可调(开路)。

(5) 频率计

① 测量范围： $1\text{ Hz} \sim 10\text{ MHz}$ 。

② 输入阻抗：不小于 $1\text{ M} / 20\text{ pF}$ 。

③ 灵敏度： 50 mV 。

④ 最大输入： 150 V (AC+DC)(带衰减)。

(6) VCF 特性

① 输入电压： $0 \sim 5\text{ V} \pm 0.5\text{ V}$ DC 反相。

② 最大压控比： $1\ 000 : 1$ 。

1.3.2 面板上按键、旋钮的名称及功能说明

SGL641A 型函数信号发生器的面板结构示意图如图 1.3.1 所示，各按键、旋钮功能说明如下：

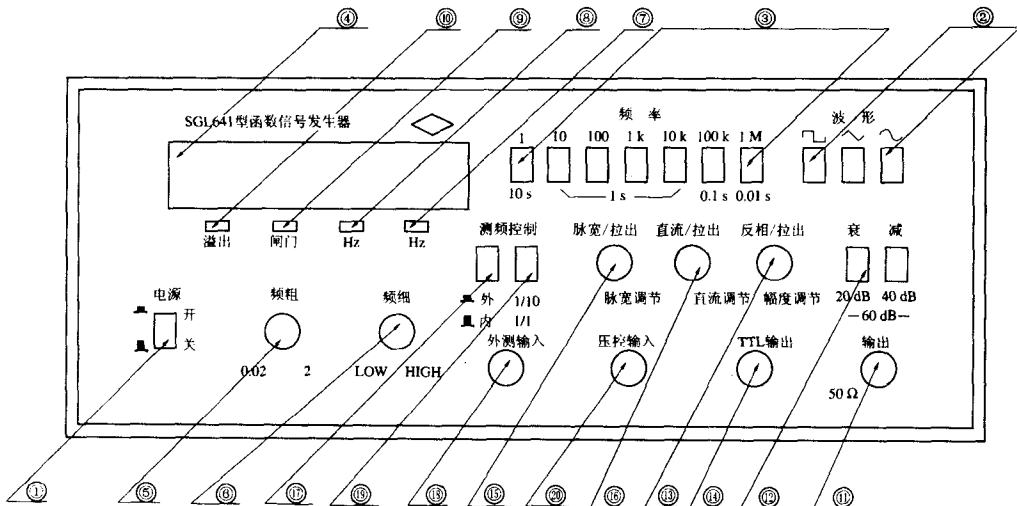


图 1.3.1 SGL641A 型函数信号发生器面板结构示意图

① 电源开关：按下开关则接通交流(AC)电源，同时频率计显示 LED 亮。

② 波形选择按键：根据三个按键上方波形图标志(方波、三角波、正弦波)，按下其中任

意一个,则输出与之相对应的波形。如果三个按键均未按下则无信号输出,此时可精确地设定直流电平。

③ 频率范围按键:在 1 Hz~1 MHz 频率范围内设有七个按键,用于选择所需的频率范围,按下其中任意一个按键,频率计显示 LED 其相对应的数值,即为信号发生器的输出频率。

④ 频率计显示 LED:由六位数码管 LED 组成,用来显示本机产生的信号频率和或外测信号的频率。

⑤ 频率粗调旋钮:旋转该旋钮在标度为 0.02~2 范围内确定一值,便可以从设定某挡的频率范围内,选择所需频率,直接从 LED 读出。

⑥ 频率微调旋钮:旋转该旋钮可精确选择频率。

⑦ Hz(赫兹)、⑧ kHz(千赫兹):指示频率单位。当按下 1、10、100 频率范围内任一挡按键时,则 Hz 灯亮。当按下 1 k、10 k、100 k、1 M 范围内任一挡按键时,则 kHz 灯亮。

⑨ 闸门时基指示灯:当频率计正常工作时,闸门灯闪烁。

⑩ 频率溢出显示灯:当频率超过六位 LED 所显示范围时,溢出灯即亮。

⑪ 输出端:波形输出端。

⑫ 输出衰减按键:按下 20 dB(或 40dB)键,输出分别衰减 20 dB(或 40 dB),当两键同时按下时,输出衰减 60 dB。

⑬ 幅度调节旋钮及反相/拉出开关:旋转该旋钮可调整输出波形幅度的大小,顺时针转到输出最大,逆时针转到输出衰减 20 dB。将该开关拉出,则脉冲波、锯齿波反相输出。

⑭ TTL 输出端:该端输出与主信号频率同步的 TTL 固定电平方波。

⑮ 锯齿波、脉冲波调节旋钮:将该旋钮按下,输出对称波形。拉出并旋转则可以改变输出波形的对称性,产生占空比可调锯齿波、脉冲波。

⑯ 直流偏置调节旋钮:拉出该旋钮可设置任何波形的直流电平,旋钮从顺时针到底向逆时针旋转到底直流电平在 +10 V~-10 V 连续可调,旋钮按下,则直流电平为零。

⑰ 内、外测频率按键:该按键弹出时当内部频率计使用,按下则可测出外接信号频率。

⑱ 外测频率输入端:输入外测信号频率。

⑲ 外测频率输入衰减器:该键在外测信号幅度大于 20 V 时按下,以保证频率计稳定工作。

⑳ 压控输入端:外加电压控制频率(VCF)的输入端。

1.3.3 使用说明

(1) 将仪器接入交流(AC)电源,按下电源开关。

(2) 输出所需频率的方波、正弦波、三角波:按下“波形选择键”中所需的波形键,同时将

“频率范围按键”选择在某挡,并调节“频率粗调旋钮”和“频率微调旋钮”,输出端便输出相应的波形,LED 将显示对应的频率。

(3) 输出锯齿波、脉冲波波形:将“锯齿波、脉冲波调节旋钮”拉出的同时,将“波形选择按键”按在某挡,输出端则会产生锯齿波或脉冲波,调节此旋钮,可调节波形的占空比。将“幅度调节旋钮”拉出,则输出反相的锯齿波、脉冲波。

(4) 外测信号频率:将“内外测频率按键”按下,外测信号接到“外测频率输入端”,此时频率计显示外测信号的频率,当频率超过六位 LED 指示值时,溢出亮表示有溢出。若输入信号的幅度大于 $10 V_{P-P}$ 时,按下衰减“1/10”,允许输入信号的最大幅度为 $150 V_{P-P}$ 。

SG1.641A 信号发生器除了以上的功能外,还可用于幅频特性的测量、电压控制频率(VCF)等,鉴于数字电路实验的应用范围,故不再赘述。

1.4 YB4325 型双踪示波器

YB4325 型双踪示波器不仅可以进行单踪显示,也可以在屏幕上同时显示两个不同电信号的瞬时过程,还可以显示两个信号叠加后的波形。

YB4325 型双踪示波器具有频带宽(DC~20 MHz)、灵敏度高(最高偏转系数 1 mV/div),显示屏幕大($6 \text{ in}, 1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm}$)、操作灵活、可靠性高(数字脉冲式开关),光标读出七种功能测量(电压差测量 $\Delta V\%$ 、电压增益测量 ΔVdB 、电压差百分比测量 $\Delta V\%$ 、时间差测量 ΔT 、频率测量 $1/\Delta T$ 、占空比测量 DUTY、相位测量 PHASE)、丰富的触发源(CH1、CH2、电源触发、外触发)、触发耦合、自动聚焦、触发锁定及释抑调节等特点。

基于上述功能、性能特点,该示波器被广泛使用在脉冲数字电路的实验中,用以对单通道或双通道的信号进行各种物理量的测量或对此。

1.4.1 面板上按键、旋钮的名称及功能说明

YB4325 型双踪示波器前面板和后面板结构示意图如图 1.4.1 和图 1.4.2 所示。其上分布着许多按键、旋钮,为了使读者易学易记,将它们归纳成五个部分,并扼要说明如下:

(1) 电源和显示电路

① 电源插座:接 220 V 交流电压,该插座下部装有 1 A 的保险丝。

② 电源开关:按下此按键为接通电源,按键弹出则为关断电源。

③ 电源指示灯:电源接通时,指示灯亮。

④ 显示屏:显示和测量被测信号的窗口。

⑤ 辉度旋钮:用于控制光迹的亮度,顺时针旋转光迹亮度增强,反之变暗。

⑥ 聚焦旋钮:此旋钮应与辉度旋钮配合使用,才能达到最佳效果。方法是,先调节辉度旋钮使显示屏上的光迹显示适当的亮度,然后调节聚焦旋钮直至光迹达到最清晰、最细的程度,这样可以减小测量误差。

⑦ 光迹旋转:当光迹与水平方向稍有倾斜时,可用该旋钮调节光迹至水平。

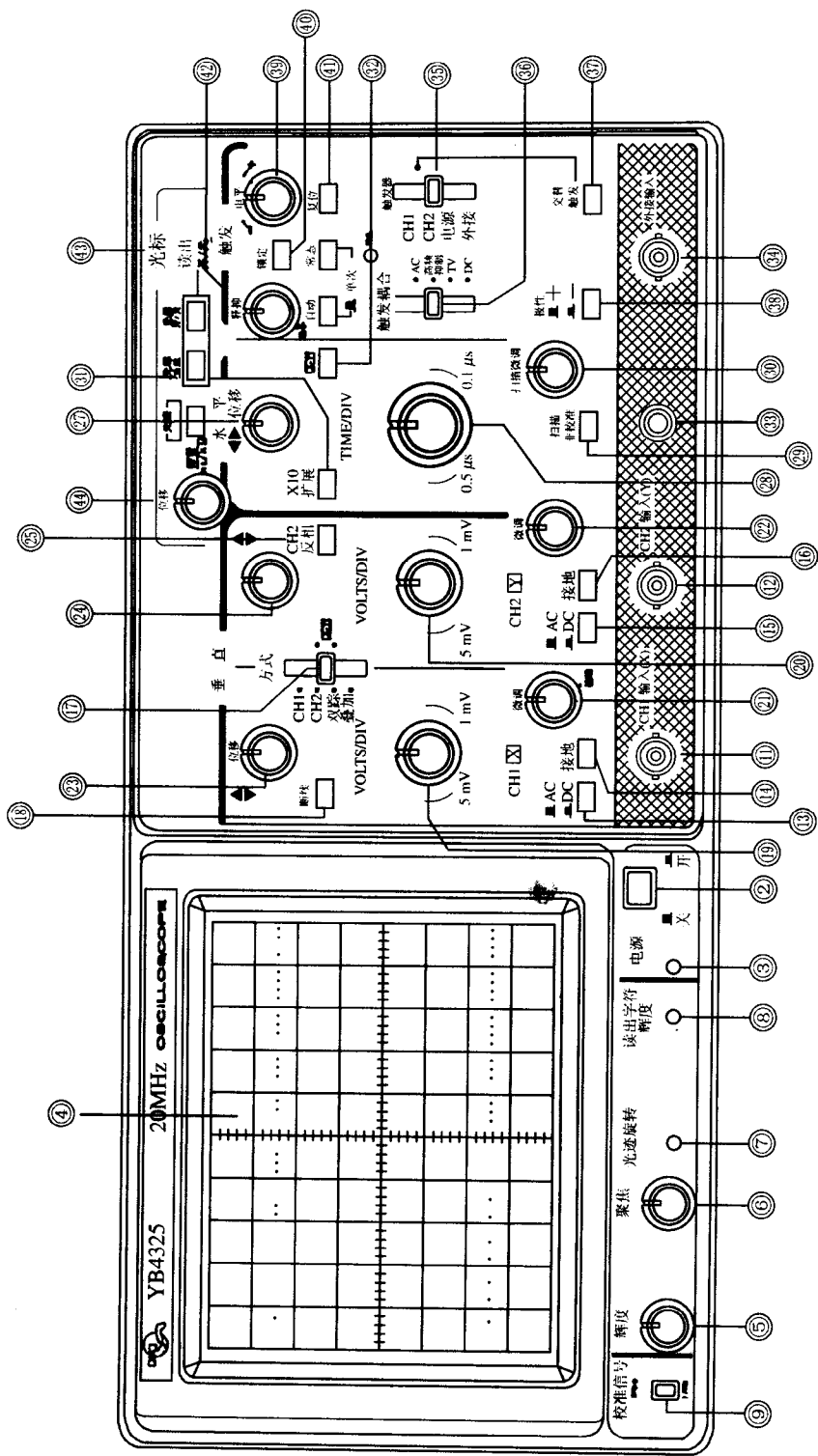


图 1.4.1 YB4325 双踪示波器前面板示意图

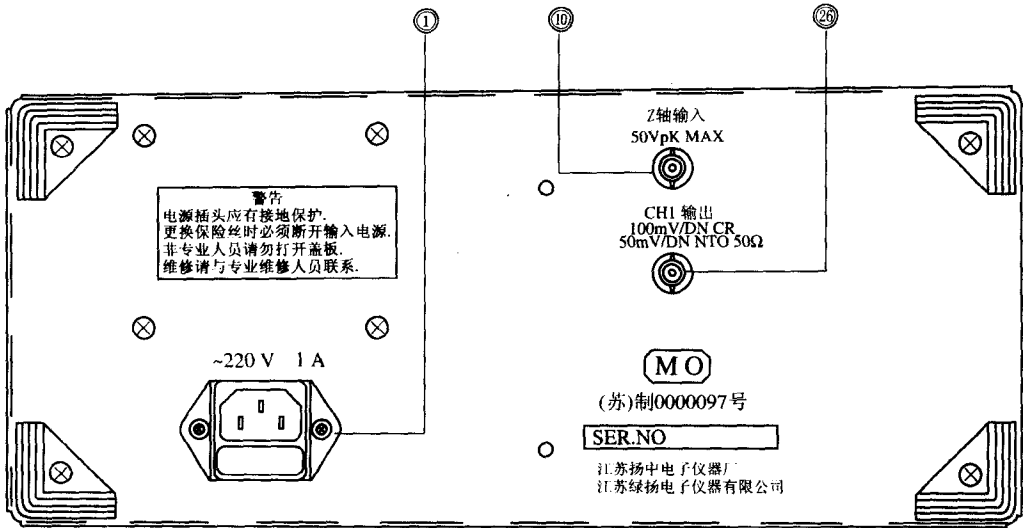


图 1.4.2 YB4325 双踪示波器后面板示意图

⑧ 读出字符辉度旋钮：用于调节光标和读出字符的亮度。

⑨ 校准信号输出端：此端为 Y 轴、X 轴提供 $2V_{P-P} \pm 0.04 V_{P-P}$, $1 \text{ kHz} \pm 0.02 \text{ kHz}$ 的方波，作为本机校准信号。

⑩ Z—轴输入端：此端外接亮度调制信号。

(2) 垂直方向控制部分

⑪ CH1(通道 1)输入端[X]、⑫ CH2(通道 2)输入端[Y]：它们是两个垂直方向的信号输入端。在 X-Y 方式下,CH1 作为 X 轴输入端,CH2 作为 Y 轴输入端。

⑬、⑭、⑮、⑯ AC-DC-接地(交流-直流-接地)按键：

DC(按键按下)和 AC(按键弹出)分别表示垂直放大器输入端信号采用直接耦合方式和电容器耦合方式连接。“接地”表示放大器输入端接地。

⑰垂直方式选择开关：

- 选择(CH1)：屏幕上仅显示 CH1 输入端的信号。
- 选择(CH2)：屏幕上仅显示 CH2 输入端的信号。
- 选择(双踪)：屏幕上出现双踪显示。“断续”或“交替”方式自动转换，同时显示 CH1 和 CH2 两个输入端的信号。

- 选择(叠加)：屏幕上显示 CH1 和 CH2 两个输入信号叠加后的波形。

⑱断续工作方式按键：按下此键，在屏幕上出现 CH1 输入端和 CH2 输入端两个被测信号由取样光点构成的断续波形。

⑲、⑳ VOLTS/DIV 旋钮(衰减旋钮)：从 $1 \text{ mV} \sim 5 \text{ V}$ 共分 12 挡，用于选择垂直偏转系数(灵敏度)，作粗调用。如果使用的是 10:1 的探极，其输出幅度 $\times 10$ 。

㉑、㉒ 垂直微调旋钮：此旋钮用于连续调节垂直灵敏度。在正常情况下它处于“校正”位置。将旋钮逆时针旋到底，垂直方向的灵敏度下降 2.5 倍以上。

⑳ ㉑ 垂直移位旋钮：调节此旋钮可使光迹或波形在垂直方向上移动，以利于观测信号。

㉒ CH2 反相开关：按下此开关时，显示 CH2 输入端的反相波形。

㉓ CH1 输出端：该端输出 CH1 输入端的信号(约 100 mV/div)。当输出端接 50 Ω 匹配终端时，信号衰减一半(约 50 mV/div)。该信号可用于频率的计数信号。

(3) 水平方向控制表部分

㉔ 水平移位旋钮：用于调节光迹或波形在水平方向的位置。

㉕ TIME/DIV 旋钮(扫描时间系数选择旋钮)：此旋钮共分 20 挡，在 0.1 $\mu\text{s}/\text{div}$ ~ 0.5 s/div 范围选择扫描速率。

㉖ 扫描非校准键：要求有效调节扫描微调，需按下此键，让扫描时基进入非校准状态。

㉗ 扫描微调旋钮：此旋钮处于“校准”位置时，扫描速率就是“㉕ TIME/DIV 旋钮”所在挡的标称值(如 0.1 $\mu\text{s}/\text{div}$)，逆时针方向旋到底，扫描速率减慢 2.5 倍以上。调节此旋钮时还需按下㉖键，否则调节无效，为“校准”状态。

㉘ 扫描 10 扩展键：按下此键，扫描因数 $\times 10$ 扩展。扫描时间是“㉕ TIME/DIV 旋钮”所在挡的标称值的 1/10(如 10 扩展时，100 $\mu\text{s}/\text{div}$ 为 10 $\mu\text{s}/\text{div}$)。

㉙ X-Y 键：按下此键，为 X-Y 工作方式，此时 CH1 输入信号作为水平偏转信号，CH2 输入信号作为垂直偏转信号。

㉚ 接地端：示波器外壳接地端。

(4) 触发系统

㉛ 外输入端：用来接外触发信号的输入端。

㉜ 触发源选择开关：

• CH1[X-Y]：以 CH1(通道 1)上的信号作为触发信号。在 X-Y 工作方式下，开关应拨到此挡。

• CH2：以 CH2(通道 2)上的信号作为触发信号。

• 外接：以“外接输入端㉛”的信号作为触发信号。

• 电源：以电源频率信号作为触发信号。

㉝ 触发耦合开关：

AC(交流)：指交流耦合方式。触发信号通过交流耦合电路送到触发电路，可避免触发信号中直流成分的影响，而得到稳定的触发。

• 高频抑制：触发信号通过交流耦合电路和低通滤波器送到触发电路，触发信号中高频成分通过滤波器被抑制，只有低频信号部分能作用到触发电路。

• TV(电视)：触发信号通过交流耦合送到触发电路，用于观察 TV 视频信号。

㉞ 交替触发按键：按下此键，实现双踪交替显示，触发信号交替地取自于 CH1 和 CH2 两个通道信号，屏幕上可同时观察到两个通道稳定的信号波形。

㉟ 极性按键：该按键用于触发极性选择。弹出“+”时，选择触发信号上升沿作为触发