

高等学校实践教材

电工电子 实验技术

吕曙东 孙宏国 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

电工电子实验技术

主 编 吕曙东 孙宏国
副主编 姚志树 许志华

东南大学出版社

· 南京 ·

内 容 简 介

本书是根据高等学校电工电子实验课程的教学基本要求编写的实践教材。主要内容包括 40 个电工电子实验、8 个电子电路计算机仿真实验及 10 个综合设计性实验,可满足不同专业、不同学时数和不同层次的教学需要。

本书可作为高等学校电气信息类和其他相关专业的本、专科教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验技术/吕曙东主编. —南京:东南大学出版社,2004. 10

(高等工科院校电工电子课程系列教材)

ISBN 7-81089-426-9

I. 电... II. 吕... III. ① 电工技术-实验-高等学校-教材 ② 电子技术-实验-高等学校-教材
IV. ① TM-33 ② TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 105677 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

南京玉河印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:13.5 字数:337 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~3000 册 定价:22.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向发行部调换。电话:025-83795801)

前 言

电工技术与电子技术基础实验是高等工科院校实践性很强的专业基础课,目的是培养学生理论联系实际的能力、实践操作能力、综合应用能力和创新意识,培养学生严谨求实的科学态度和踏实细致的工作作风。

本书根据电工电子实验教学大纲的要求,在总结了多年的实验教学经验和实验教学改革的基础上编写而成,综合了“电工学”、“电路”、“信号与线性系统分析”、“电路与电子技术”、“电子技术基础(模拟部分)”、“电子技术基础(数字部分)”等专业基础课程的实验内容,便于单独开设实验课程,在实验项目的安排上既有基础验证性实验,又增加了 EWB 仿真实验及综合设计性实验以培养学生独立思考、独立操作和独立分析、解决问题的能力。

全书共分为六章。第 1 章为常用电工、电子实验仪器设备的使用;第 2 章为电工、电路与信号系统实验,内容包括电工学、电路与信号系统共二十个实验项目;第 3 章为模拟电路实验,共十个实验项目;第 4 章为数字电路实验,共十个实验项目;第 5 章为电子电路计算机仿真,介绍了计算机仿真设计软件 EWB 的应用及八个电子电路计算机仿真实验实例;第 6 章为综合设计性实验,共十个实验项目。

参加本书编写的有吕曙东、孙宏国、姚志树、许志华。具体分工为:吕曙东编写了绪论、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 5 章,孙宏国编写了第 6 章,姚志树编写了第 4 章,许志华绘制了书中的部分插图。全书由吕曙东组织编写并负责统稿。孙宏国副教授审阅了全稿。

在本书的编写过程中,我们参阅了一些电工电子实践教材,在此向有关作者谨致谢意。

由于我们的水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者给予批评指正。

编 者

2004.6 于盐城工学院

目 录

0 绪 论	(1)
0.1 做好课前预习	(1)
0.2 实验操作程序	(1)
0.3 电路故障检查	(2)
0.4 误差分析处理	(3)
0.5 实验报告要求	(4)
1 常用电工、电子实验仪器设备的使用	(5)
1.1 YB1718 型三路直流稳压电源	(5)
1.2 MF-47 型万用表	(6)
1.3 YB1639 型函数信号发生器	(8)
1.4 EE1642B 型函数信号发生器/计数器	(11)
1.5 YB4320 型示波器	(14)
1.6 YB4340G 型示波器	(16)
1.7 YB2172(YB2173) 型交流毫伏表	(19)
1.8 GDDS 型高性能电工电子实验台简介及使用说明	(20)
1.9 MDS 模拟电子实验系统简介及使用说明	(24)
1.10 TKSS-C 型信号与系统实验箱简介及使用说明	(25)
2 电工、电路与信号系统实验	(28)
2.1(实验1) 电路基本元件的伏安特性测定	(28)
2.2(实验2) 基尔霍夫定律	(30)
2.3(实验3) 叠加定理	(32)
2.4(实验4) 戴维南定理和诺顿定理	(33)
2.5(实验5) 最大功率传输条件的实验研究	(35)
2.6(实验6) CCVS 及 VCCS 受控电源的研究	(37)
2.7(实验7) 三表法测量交流电路等效阻抗	(40)
2.8(实验8) 日光灯电路功率因数的提高	(42)
2.9(实验9) 互感电路	(44)
2.10(实验10) RLC 串联谐振	(47)
2.11(实验11) 三相交流电路电压、电流的测量	(49)
2.12(实验12) 三相电路电功率的测量	(52)

2.13(实验13)	线性无源二端口网络的研究	(55)
2.14(实验14)	一阶电路的方波响应	(58)
2.15(实验15)	运算放大器的特性与应用	(60)
2.16(实验16)	回转器的应用	(63)
2.17(实验17)	50 Hz 非正弦周期信号的分解与合成	(65)
2.18(实验18)	无源和有源滤波器	(67)
2.19(实验19)	二阶网络函数的模拟	(71)
2.20(实验20)	抽样定理	(74)
3	模拟电路实验	(77)
3.1	电子技术实验中基本电量(电压、电流)的测量	(77)
3.2	模拟电路实验	(80)
4	数字电路实验	(102)
4.1(实验1)	TTL 与非门参数测试	(102)
4.2(实验2)	集成门电路逻辑功能测试及逻辑变换	(104)
4.3(实验3)	OC 门和三态门的应用	(107)
4.4(实验4)	组合逻辑电路的设计	(111)
4.5(实验5)	译码器和编码器	(114)
4.6(实验6)	半加器、全加器及数据选择器、分配器	(119)
4.7(实验7)	触发器	(123)
4.8(实验8)	计数器及其应用	(127)
4.9(实验9)	寄存器、移位寄存器及其应用	(131)
4.10(实验10)	D/A 和 A/D 转换	(137)
5	电子电路计算机仿真	(142)
5.1	EWB 仿真软件操作指南	(142)
5.2	电子电路计算机仿真实验实例	(159)
6	综合设计性实验	(178)
6.1(实验1)	直流稳压电源的设计	(178)
6.2(实验2)	模拟三相交流信号源的设计	(181)
6.3(实验3)	函数信号发生器的设计	(183)
6.4(实验4)	数字钟设计	(186)
6.5(实验5)	交通信号灯	(190)
6.6(实验6)	多组竞赛抢答器的设计	(193)
6.7(实验7)	节日彩灯控制器的设计	(196)
6.8(实验8)	数据采集系统	(199)
6.9(实验9)	温度测量仪	(201)
6.10(实验10)	低频相位计的设计	(204)
主要参考文献		(208)

0 绪 论

高等院校培养的大学生既要有坚实的理论基础,又要有过硬的实践操作能力,还要具有一定的实验研究能力、分析计算能力、总结归纳能力和解决各种实际问题的能力。开设并做好必要的实验,是学好理论课程的重要教学辅助环节。

0.1 做好课前预习

预习是提高实验课质量的关键,没有预习的学生,不得参加实验。为了能在实验时有清晰的思路,以便主动地有计划地进行实验,对预习提出下列要求:

1) 验证性实验

(1) 复习与实验内容有关的理论知识,明确实验目的与原理,了解实验步骤,明确操作方法,记住注意事项。

(2) 完成实验所要求的计算和图表。

(3) 熟悉实验线路及所用仪器的规格、性能及使用方法。

2) 设计性实验

(1) 根据题目要求,设计或选用实验电路和测试电路。设计电路时,计算要正确,步骤要清楚,画出的电路要整洁,元器件符号要标准化,数值符合系列标准。

(2) 列出本次实验所选用元器件、仪器、仪表和器材的详细清单。

(3) 拟定详细实验步骤,包括实验电路的调试和测试步骤,设计实验数据记录表格。

0.2 实验操作程序

1) 实验前

(1) 实验指导教师在实验前检查学生的预习情况,不合格者不准参加实验。

(2) 由实验指导教师讲授本次实验的内容、步骤及注意事项。

(3) 学生到指定的实验台(桌)上核对所需仪器及辅助设备是否齐全,性能是否良好,发现有损坏或不齐全时应及时报告。

(4) 学生了解电源配制情况,了解仪器设备的规格及使用方法。

2) 接线原则

按实验原理(接线)图连接实验线路:

(1) 接线要整齐清楚,尽量避免交叉。

(2) 要便于读取数据与操作。

(3) 接线时应先接主要回路,然后接上其他支路(先串联后并联,实验中需改接线或实验完毕都应先断开电源,然后改接或拆除线路)。

(4) 接线要牢固,每个接线柱上不要超过两根连接导线。

3) 实验中

(1) 接通电源前,学生必须首先自己检查所接线路是否正确,然后经指导老师检查认可后方可接通电源。

(2) 进行实验操作,观察实验现象,记录实验数据,并将测量数据交老师审阅,发现错误及时重做。

(3) 实验中要改接线路时,必须在断开电源后进行;线路改接好后,也应严格检查方准接通电源。

(4) 发现异常气味或危险现象等不正常的情况时必须立即断开电源,保持原状,并报告指导老师处理,不得私自调换或改接线路。只有找出并排除故障后,方可继续进行实验。

(5) 测量数据和调整仪器要注意设备的安全和人身安全,对 220 V 以上的市电进行操作时,要特别小心,以免发生触电事故。

4) 实验后

(1) 实验完毕后断开电源,实验设备经指导老师检查清点后拆线并做好仪器设备、实验台(桌)和环境的清理工作。

(2) 实验原始记录必须经指导教师签字。

(3) 认真填写《仪器设备使用情况记载簿》,并经指导老师签字认可。

0.3 电路故障检查

故障是不可避免的电路异常工作状态。分析、寻找和排除故障是电气工程人员必备的实践技能。

(1) 直接观察法

首先检查仪器的选用和使用是否正确;电源电压的等级和极性是否符合要求;电解电容的极性、二极管和三极管的管脚、集成电路的引脚有无错接、漏接、互碰等情况;布线是否合理;电阻、电容有无烧焦和炸裂等,然后再用万用表欧姆挡,对照实验原理图,对每个元件及连接导线逐一进行检查,根据被查点的电阻大小找出故障点。

(2) 信号寻迹法

对于各种较复杂的电路,可在输入端接入一个一定幅值、适当频率的信号(例如,对于多级放大电路,可在其输入端接入 $f=1\,000\text{ Hz}$ 的正弦波信号),用示波器由前级到后级(或者相反),逐级观察波形及幅值的变化情况,如哪一级异常,则故障就在该级。这是深入检查电路的方法。

(3) 对比法

怀疑某一电路存在问题时,可将此电路的参数与工作状态和相同的正常电路的参数(或理论分析的电流、电压、波形等)一一进行对比,从中找出电路中的不正常情况,进而分析故障原因,判断故障点。

(4) 旁路法

若有寄生振荡现象,可以利用适当容量的电容器,选择适当的检查点,将电容临时跨接在检查点与参考接地点之间,如果振荡消失,就表明振荡是产生在此附近或前级电路中。否则就在后面,再移动检查点进行寻找。

应该指出的是,旁路电容容量要适当,不宜过大,只要能较好地消除有害信号即可。

(5) 短路法

就是采取临时性短接一部分电路来寻找故障的方法。短路法对检查断路性故障最有效。但要注意对电源是不能采用短路法的。

(6) 断路法

可以采取依次断开电路的某一支路的办法来检查故障。如果断开该支路后,电路恢复正常,则故障就发生在此支路。断路法用于检查短路故障最有效,也是一种逐步缩小故障怀疑点范围的方法。

0.4 误差分析处理

测量结果和待测量的客观真值之间存在的差别即测量误差。

1) 误差的表示方法

(1) 绝对误差

设被测量的真值为 X_0 , 测量仪器的示值为 X , 则绝对误差为

$$\Delta X = X - X_0$$

(2) 相对误差

相对误差是用绝对误差 ΔX 与被测量的真值 X_0 的比值的百分数来表示的, 记为

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_0} \times 100\%$$

(3) 引用误差

绝对误差 ΔX 与仪器的满刻度值 X_N 之比的百分数来表示的相对误差, 则称引用相对误差, 即

$$\gamma_N = \frac{\Delta X}{X_N} \times 100\%$$

电工仪表的准确度等级就是由 γ_N 决定的, 如 1.0 级的电表, 表明 $\gamma_N \leq \pm 1.0\%$ 。我国常用电工仪表分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七级。因此, 当我们使用这类仪表进行测量时, 一般应使被测量的值尽可能在仪表满刻度值的二分之一以上。

2) 测量误差的处理

(1) 系统误差

是指在相同条件下重复测量同一量时, 误差的大小和符号保持不变, 或按照一定的规律变化的误差。为了减小或消除系统误差, 应配备性能优良的仪器并定时对测量仪器进行校准。

(2) 随机误差

在相同条件下多次重复测量同一量时, 误差大小和符号无规律的变化的误差称为随机误差。随机误差不能用实验方法消除。但可通过多次重复测量, 然后取其算术平均值来达到目的。

(3) 过失误差

这种误差是由于测量者对仪器不了解、实验过程中粗心导致读数不正确而引起的, 测量

条件的突然变化也会引起粗差。所以应做到:测量过程中认真仔细;反复对被测量进行测量以避免单次误差;改变测量方法或测量仪器后测量同一被测量。

0.5 实验报告要求

实验报告是对本次实验课的全面总结,要对实验的目的、原理、设备、任务、数据的分析和处理等方面进行明确的叙述。

(1) 实验报告必须用规定的实验报告册书写,一般情况下,必须交出前一个实验报告,方可做下一个实验。

(2) 实验报告必须整洁,除图表可用铅笔外,一律用钢笔或圆珠笔书写,不得用红笔。

(3) 实验报告内容应有下列各项:

① 预习报告。

② 实验目的和要求。

③ 实验所用仪器或器材(需写明名称、规格、编号)。

④ 实验电路图(要用直尺和其他工具作图,特别要注意交接点的圆点)。

⑤ 实验的具体步骤、实验原始数据及实验过程的详细情况记录,实验结果的数据记录表格以及实验数据的处理过程(必须注明实验条件,数据要注明量程和单位)。

⑥ 波形的绘制:必须注明坐标及时间的对应关系和波形的名称。

⑦ 曲线的制作:必须注明函数关系及实验条件,坐标轴应注明单位,尤其是对数坐标要取正确,如一个图上同时要画几条曲线时,应分别指示相应的坐标,曲线应尽量布满全图,不要过大或过小,并且要用曲线板画工整。

⑧ 实验结果的必要分析和问题的讨论必须引用实验中所得的数据与观察到的现象来说明,反对不用具体数据而空谈理论。

⑨ 回答实验思考题。

⑩ 实验报告不符合要求的要退回修改或重做,并限时完成。

1 常用电工、电子实验仪器设备的使用

1.1 YB1718 型三路直流稳压电源

1) 主要技术特性

(1) 输出电压: $0 \sim 32 \text{ V}$ (双路); 5 V 固定输出 (第三路)。

(2) 最大输出电流: 2 A (双路)。

(3) 负载效应: $\text{CV}-5 \times 10^{-4} + 2 \text{ mV}$; $\text{CC}-20 \text{ mA}$ 。

(4) 源效应: $\text{CV}-1 \times 10^{-4} + 2 \text{ mV}$; $\text{CC}-1 \times 10^{-4} + 5 \text{ mA}$ 。

(5) 纹波及噪声: $\text{CV}-1 \text{ mVrms}$; $\text{CC}-1 \text{ mArms}$ 。

(6) 输出调节分辨率: $\text{CV}-20 \text{ mV}$; $\text{CC}-50 \text{ mA}$ 。

(7) 跟踪误差: $\pm 1\% 10 \text{ mV}$ 。

(8) 指示仪表精度: 2.5 级。

(9) 电源电压: $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$; 频率: $50 \text{ Hz} \pm 2 \text{ Hz}$ 。

(10) 工作温度: $0^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ 。

(11) 相对湿度: $< 80\%$ 。

2) 面板图

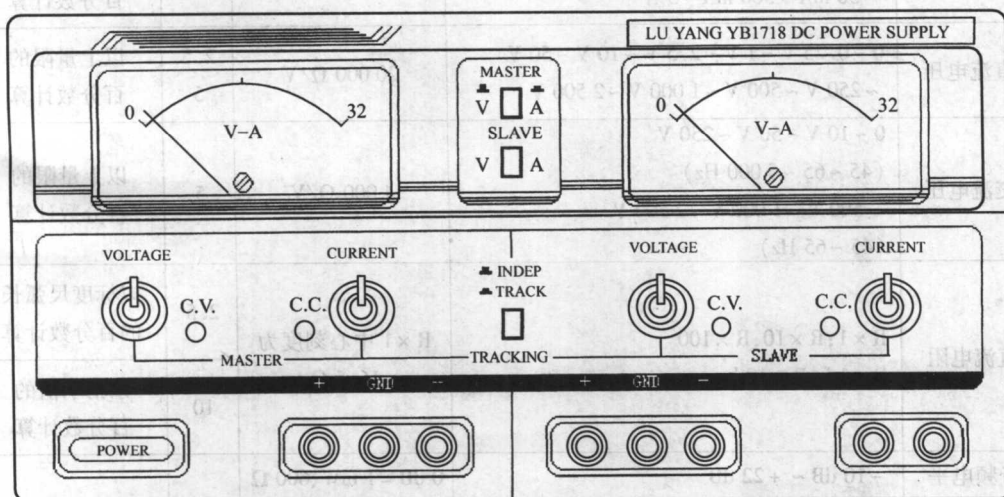


图 1.1 YB1718 型三路直流稳压电源

3) 使用说明

(1) 图 1.1 中 YB1718 型三路直流稳压电源面板控制功能说明:

电压表/电流表头

指示输出电压/输出电流

电压调节 (VOLTAGE) 旋钮

调整恒压输出值

电流调节(CURRENT)旋钮

调整恒流输出值

跟踪/独立工作(TRACK/INDEP)按键

串联跟踪/非跟踪工作选择

接地端(GND)

机壳接地接线柱

(2) 使用方法:

① 图 1.1 中面板上面的“MASTER”按键为主(左)路仪表指示功能选择,按下时,指示该路输出电流,否则指示该路输出电压,中间为从(右)路按键“SLAVE”,功能与主路相同。

② 下面的按键是跟踪/独立选择开关(TRACK/INDEP),按下此按键后,再在左路输出负端至中路输出正端之间连接一短导线,开启电源开关后,整机工作在主一从跟踪状态。此时从路的输出电压随主路而变化,这对于需要对称且可调双极性电源的场合特别适用。

③ 串联工作或串联跟踪工作时可输出 0~64 V、0~2 A 或 0~32 V、0~2 A 的单极性或双极性电源,此时两路的四个输出端子原则上只允许有一个端子与机壳地相连。

④ 当表头指针偏离机械零点时,可调节面板上表头下方的机械零点旋钮使之恢复。

1.2 MF-47 型万用表

1) 技术性能(见表 1.1)

表 1.1 仪表的测量范围及精度等级

	量限范围	灵敏度及电压降	精度	误差表示方法
直流电流	0~0.05 mA~0.5 mA~5 mA ~50 mA~500 mA~5 A	0.3 V	2.5	以上量限的 百分数计算
直流电压	0~0.25 V~1 V~2.5 V~10 V~50 V ~250 V~500 V~1 000 V~2 500 V	20 000 Ω/V	2.5 5	以上量限的 百分数计算
交流电压	0~10 V~50 V~250 V (45~65~5 000 Hz) ~500 V~1 000 V~2 500 V (45~65 Hz)	4 000 Ω/V	5	以上量限的 百分数计算
直流电阻	R×1; R×10; R×100 R×1 k; R×10 k	R×1 中心刻度为 16.5 Ω	2.5	以标度尺弧长的 百分数计算
			10	以指示值的 百分数计算
音频电平	-10 dB~+22 dB	0 dB=1 mW, 600 Ω		
晶体管直流 放大倍数	0~300 h_{FE}			
电感	20~1 000 H			
电容	0.001~0.3 μF			

2) 面板图(图 1.2)

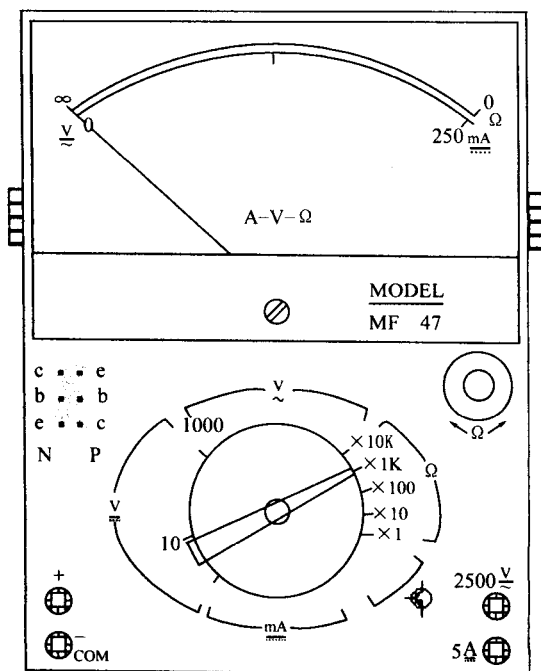


图 1.2 MF-47 型万用表面板

3) 使用方法

(1) 使用前应检查表头指针是否指在机械零位上,如不指在零位时,可旋转表盖上的调零器使指针指示在零位上。

(2) 将红黑测试表棒分别插入“+”、“-”插座中,如测量交、直流 2 500 V 或直流 5 A 时,红表棒则应分别插入标有“2 500 V”或“5 A”的插座中。

(3) 直流电流的测量:测量 0.05 ~ 500 mA 时,转动开关至所需电流挡;测量 5 A 时,转动开关可放在 500 mA 直流电流量限上而后将测试棒串接于被测电路中。

(4) 交、直流电压的测量:测量交流 10 ~ 1 000 V 或直流 0.25 ~ 1 000 V 时,转动开关至所需电压挡。测量交、直流 2 500 V 时,转动开关应分别旋至交流 1 000 V 或直流 1 000 V 位置上,而后将测试棒跨接于被测电路两端。

(5) 直流电阻的测量:装上电池(1.5 V 二号电池及 9 V 层叠电池各一只),转动开关至所需测量的电阻挡,将红黑测试表棒两端短接,调整零欧姆调节旋钮,使指针对准欧姆挡“0”位上,再将测试表棒分开测量未知电阻的阻值。如短路测试时调整零欧姆调节旋钮不能使指针对准欧姆挡“0”位上,则表示电池电压不足,应尽早取出并更换新电池。

测量电路中的电阻时,应先切断电源,如电路中有电容则应先行放电。

(6) 音频电平:测量方法与测量交流电压相似,转动开关至相应的交流电压挡,并使指针有较大的偏转。

音频电平刻度是根据 $0 \text{ dB} = 1 \text{ mW}$ 、 600Ω 输送线标准而设计的。音频电平(N)与功率、电压的关系是:

$$N = 10\lg\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = 20\lg\left(\frac{U_2}{U_1}\right)$$

式中: P_1 ——在 $600\ \Omega$ 负荷阻抗上 $0\ \text{dB}$ 的标称功率, $P_1 = 1\ \text{mW}$;

U_1 ——在 $600\ \Omega$ 负荷阻抗上消耗功率为 $1\ \text{mW}$ 时的相应电压, 即

$$U_1 = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775\ \text{V};$$

P_2 ——被测功率;

U_2 ——被测电压。

音频电平是以交流 $10\ \text{V}$ 为基准刻度, 如指示值大于 $+22\ \text{dB}$ 时, 可在 $50\ \text{V}$ 以上各量限测量, 其示值可按表 1.2 所示值修正。

表 1.2 音频电平测量量限及范围

量限(V)	按电平刻度增加值(dB)	电平的测量范围(dB)
10		$-10 \sim +22$
50	14	$+4 \sim +36$
250	28	$+18 \sim +50$
500	34	$+24 \sim +56$

(7) 电容的测量: 转动开关至交流 $10\ \text{V}$ 位置, 被测电容串接于任一测试棒, 然后跨接于 $10\ \text{V}$ 交流电压电路中进行测量。

(8) 电感的测量: 与电容测量方法相同。

(9) 晶体管直流放大倍数 h_{FE} 的测量: 先转动开关至 ADJ 位置上, 将红黑测试表棒两端短接, 调节欧姆电位器, 使指针对准 $300\ h_{FE}$ 刻度线上, 然后转动开关至 h_{FE} 位置, 将要测的晶体管脚分别插入晶体管测试座的 e、b、c 管座内, 指针偏转所示数值约为晶体管的直流放大倍数 β 值。NPN 型晶体管应插入 N 型管孔内, PNP 型晶体管应插入 P 型管孔内。

4) 注意事项

(1) 仪表在测试时, 不能旋转开关旋钮。

(2) 测量电路中的电阻阻值时, 应将被测电路的电源切断, 如果电路中有电容, 应先将其放电后才能测量。切勿在电路带电情况下测量电阻。

(3) 测未知量的电压或电流时, 应先选择最高量限, 待第一次读取数值后, 方可逐渐转至适当位置以取得较准确读数并避免烧坏电路。

(4) 电阻各挡所用干电池应定期检查、更换, 以保证测量精度。

(5) 每次使用结束后, 应将万用表量程开关置于交流电压最大挡。

(6) 仪表应经常保持清洁和干燥, 以免影响准确度和损坏仪表。

1.3 YB1639 型函数信号发生器

1) 主要技术性能

(1) 频率范围:

3	$0.3 \sim 3\ \text{Hz}$
30	$3 \sim 30\ \text{Hz}$
300	$30 \sim 300\ \text{Hz}$
3 k	$300\ \text{Hz} \sim 3\ \text{kHz}$

30 k	3 ~ 30 kHz
300 k	30 ~ 300 kHz
3 M	300 kHz ~ 3 MHz

(2) 频率调整率: 0.1 ~ 1

(3) 输出波形: 正弦波、方波、三角波、TTL 方波、脉冲波、斜波和直流电平

(4) VCF: 约 0 ~ 10 V, 输入阻抗约 10 k Ω

(5) 电压输出:

① 正弦波失真度: 0.3 Hz ~ 200 kHz $\leq 2\%$;

② 频率响应: 0.3 Hz ~ 300 kHz ± 0.4 dB;

③ 三角波线性: 0 ~ 100 kHz $\leq 1\%$ 100 kHz ~ 3 MHz $\leq 5\%$;

④ 电压输出幅度: 20 V_{P-P} (开路)

10 V_{P-P} (50 Ω)

⑤ 直流电平设置: +10 V ~ -10 V (开路)

+5 V ~ -5 V (50 Ω)

⑥ 占空比: 20% ~ 80%;

⑦ 对称度: 20% ~ 80%;

⑧ 对称度对频率响应: $\pm 20\%$;

⑨ 方波上升时间: ≤ 80 ns;

⑩ 衰减精度: 20 dB $\pm 3\%$

40 dB $\pm 3\%$

60 dB $\pm 3\%$

(6) TTL 输出:

① TTL 方波上升、下降时间: ≤ 25 ns;

② TTL 方波幅度: $\geq +3$ V, 可接 20 个 TTL 负载。

(7) 功率输出:

① 频率范围: 0.3 Hz ~ 30 kHz;

② 输出波形: 同电压输出;

③ 正弦波失真: $\leq 2\%$;

④ 三角波线性: $\leq 1\%$;

⑤ 正弦波频率响应: ± 1 dB;

⑥ 输出电压幅度: 50 V_{P-P};

⑦ 输出电流: 1 A_{P-P};

⑧ 电平设置: ± 25 V;

⑨ 输出特性: 纯电阻性;

⑩ 过载保护指示: 约 1.3 A_{P-P}。

(8) 频率计:

① 测量精度: $\pm 1\%$;

② 时基频率: 10 MHz;

③ 闸门选择: 10 s、1 s、0.1 s、0.01 s 四挡;

④ 计数显示: 六位 LED;

- ⑤ 测频范围:0.1 Hz ~ 10 MHz;
- ⑥ 灵敏度:200 mV;
- ⑦ 输入阻抗:100 k Ω 。
- (9) 一般特性:
 - ① 工作环境:温度 0 $^{\circ}\text{C}$ ~ +40 $^{\circ}\text{C}$;湿度 20% ~ 90%;
 - ② 电源:AC220 V $\pm$ 22 V;50/60 Hz;
 - ③ 视在功率:电压输出时约为 20 V $\cdot$ A,
最大功率输出时约为 25 V $\cdot$ A。

2) 面板图

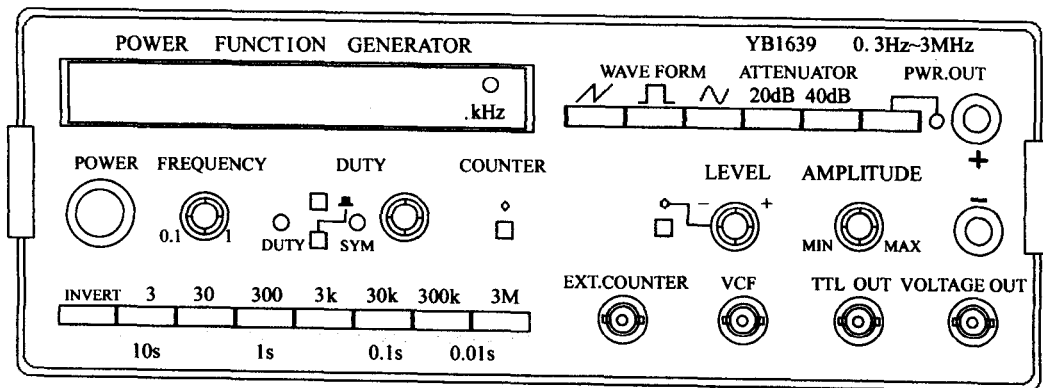


图 1.3 YB1639 型函数信号发生器

3) 面板操作键名称及功能说明(图 1.3)

- (1) POWER:电源开关。
- (2) FREQUENCY:频率调节旋钮,调节此旋钮改变输出信号频率。
- (3) LED 显示屏:指示输出信号的频率。显示屏显示信号频率的单位是 kHz。
- (4) DUTY:占空比控制开关,按下此键方可选择“DUTY”占空比和“SYM”对称度。“DUTY”指示灯亮为占空比调节,“SYM”指示灯为对称度调节状态,此时输出信号频率为原来频率的 1/5 左右。
- (5) INVERT:反相开关,波形相位反相 180 $^{\circ}$ 。
- (6) 频率范围选择开关(兼频率计数闸门开关):根据需要的频率,按下其中某一键(3 Hz ~ 3 MHz)。
- (7) WAVEFORM:波形方式选择开关,按下对应波形某一键可选择需要的波形(三角波、方波、正弦波)。三只键都未按下,无信号输出,此时为直流电平。
- (8) ATTENUATOR:电压输出衰减开关。如需小信号,则按下此键后波形(含直流)将被衰减(20 dB)10 倍或(40 dB)100 倍,如果两挡同时按入将衰减(60 dB)1 000 倍。
- (9) PWR. OUT:功率输出开关,按下此键指示灯变为绿色,为电路负载提供功率输出,负载应为纯电阻,若是感性或容性负载,请串入 10 W/50 Ω 左右的电阻(最大幅度输出时),如果是 40 V_{p-p},可选择 40 Ω 左右的电阻等。根据幅度的大小取对应的电阻。如果该指示灯由绿色变为红色则说明已短路或过载。

(10) LEVEL:电平控制开关,按下此键,电平调节旋钮方可起作用,可进行输出信号的直流电平设置。

(11) AMPLITUDE:波形幅度调节,可改变“电压输出”和“功率输出”的输出幅度。

(12) VOLTAGE OUT:电压输出插座。

(13) TTL OUT:TTL 方波输出插座。

(14) VCF:外接电压输入端,可改变信号的振荡频率实现外调频,幅度为0~10 V 输入。

(15) EXT COUNTER:外测频率输入端。在按下“COUNTER”键后,将被测信号接入“EXT COUNTER”,选择适当的“闸门时间”的键按下,即可获得正确的频率测量显示,最高频率为10 MHz。

(16) COUNTER:频率测量内/外开关,按入此键,指示灯亮,为外测信号频率;常态为本机信号频率显示。

1.4 EE1642B 型函数信号发生器/计数器

1) 主要技术参数(见表 1.3)

表 1.3 主要技术参数

一、函数信号发生器技术参数		
项目		技术参数
输出频率		0.2 Hz ~ 10 MHz 按十进制分类共分八挡
输出阻抗	函数输出	50 Ω
	TTL 同步输出	600 Ω
输出信号 波形	函数输出	正弦波、三角波、方波(对称或非对称输出)
	TTL 同步输出	脉冲波
输出信号 幅度	函数输出	不衰减:(1 V _{P-P} ~ 10 V _{P-P}), $\pm 10\%$ 连续可调 衰减 20 dB:(0.1 V _{P-P} ~ 1 V _{P-P}), $\pm 10\%$ 连续可调 衰减 40 dB:(10 mV _{P-P} ~ 100 mV _{P-P}), $\pm 10\%$ 连续可调
	TTL 同步输出	“0”电平: ≤ 0.8 V,“1”电平: ≥ 1.8 V(负载电阻 ≥ 600 Ω)
函数输出信号直流电平 (OFFSET)调节范围		关或(-5 V ~ +5 V) ± 0.5 V(50 Ω 负载) 关位置时输出信号所携带的直流电平为: < 0 V ± 0.1 V 负载电阻 ≥ 1 M Ω 时,调节范围为(-10 V ~ +10 V) ± 1 V
函数输出信号衰减		0 dB/20 dB 或 40 dB
输出信号类型		单频信号、扫频信号、调频信号(受外控)
函数输出非对称性 (SYM)调节范围		关或 25% ~ 75% “关”位置时输出波形为对称波形,误差 $\leq 2\%$
扫描方式	内扫描方式	线性/对数扫描方式
	外扫描方式	由 VCF 输入信号决定