

21 世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

开放式电子技术 基础实验教程

梁明新 主 编
仲崇山 段颖昕 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>



21 世纪高等学校规划教材
Textbook Series of 21st Century

开放式电子技术 基础实验教程

主 编 梁明新
副主编 仲崇山 段颖昕
编 写 梁亚平 魏章怀
主 审 刘 珩



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书是根据高等院校工科学生电子技术基础实验课程的基本要求编写的。

本书的特点是实验内容上的开放性,且内容丰富,实用性、趣味性、针对性强,既包含基础的验证性实验、训练性实验,又包含综合性实验和设计性实验;强调实物实验,也要求电子自动化设计软件 EDA 设计,两者互相结合,取长补短,在设计调试阶段实现真正意义上的软硬设计相结合。

针对目前大学生中存在个体水平、能力差距较大,需求层次不一致的特点,本书提供了较多的实验内容可供选用,有基础的知识验证性实验,还有部分设计内容和小型综合性实验。为了适应开放实验教学模式的需要,本书对实验的重点、难点等关键知识内容进行了解说,有的甚至提供参考电路,供读者选用。本书在第一部分和附录中还介绍了典型电子实验设备的使用要点和注意事项,在附录中介绍了一些常用电子器件;并把电子实验中经常出现的一些问题,渗入到具体的实验中,力求给读者一些启迪。

本书的宗旨是让学生入门容易,实验选题力求做到有趣,内容上层次分明,难易和谐结合。

本书可作为高等院校电类和非电类专业本科学生、高职高专学生教材使用,亦可作为电视大学、职业院校、业余大学以及远程教育、网络教育的电子技术实验课程的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

开放式电子技术基础实验教程/梁明新主编. —北京:
中国电力出版社, 2007

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5274 - 9

I. 开... II. 梁... 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 (2007) 第 032078 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http: //jc. cepp. com. cn)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 3 月第一版 2007 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×980 毫米 16 开本 9.5 印张 216 千字

印数 0001—3000 册 定价 16.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

本教材是根据高等学校电子技术实验课程改革的要求,并结合教学实验、实验设备条件编写的基于开放模式的电子技术基础实验教程。本书适用于高等院校电类、非电类专业,开设了模拟电子技术、数字电子技术课程的本科生、专科生进行实践环节学习的配套基础实验教材,也可作为单独开设实验课程的实验教材。

本书具有很强的开放意识和时代特点,在选材和安排上,打破了以往的实验教材的编写模式,实验内容丰富、有浅有深、有难有易,有最基础的验证性实验内容,也有自己设计参数或电路的设计性实验内容,更有富于趣味性的、贴近生活实际的小型综合性设计内容,内容上层次推进。根据教学要求和时间安排,本书给予教师和学生较大的选择范围,可以自由地进行内容上的选取和组合,每个实验标题下的内容,可以分几次完成、分段完成或部分完成。开放模式下的电子技术实验教学,应该是虚拟、仿真和实物实验的合理融合。所有实验都要求尽可能先做 EDA 的虚拟、设计和仿真,再做实物实验。为了适应开放模式的实验教学,让学生能有更多自主发挥的空间,在本教程每个实验标题下,编者结合多年的课程和实验教学经验,以及学生在实验中经常遇到的问题与实验技巧,精心编写了相关知识要点供学生查阅。本书中的常用仪器的使用,以及附录的内容, also 具有很强的针对性。一切内容都为学生顺利完成实验、解答疑惑提供方便。

在实验教学中,针对学生知识和能力的个体差别,建议区分层次和对象来提出实验基本要求和提高要求,以满足不同需求。应加强对平时实验内容的记录和检查,对实验基本技能的训练,更要强调实验考试环节的突出作用。本书旨在这种开放式的自由的实验模式下,为培养学生开放、创新的实验意识,运用知识解决问题的综合能力,自主设计实验的能力,在实验中研究问题、创建新知识的能力提供合适的养分,为真正培养研究型、创新型人才作出贡献。

本教材由梁明新主编,仲崇山、段颖昕为副主编,梁亚平、魏章怀参加部分内容编写。全书由梁明新统稿,刘珩主审。本书得到翟庆志的大力支持,得到杜松怀教授的亲切关怀。在此,对所有为本书的编写和出版工作提出意见和建议,并给予大力支持和热情帮助的同志表示最衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正,并提出建设性的意见。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 电子技术基础实验的性质与任务	1
第二节 电子技术实验的基本程序	2
第三节 电子技术实验的操作规程	3
第二章 常用仪器的使用	7
第一节 COS5021B 型双踪延迟扫描示波器	7
第二节 SX2172 型交流毫伏表	11
第三节 DT-9233 型数字万用表	12
第四节 HH1636 函数发生器	13
第五节 SXJ-Z2 电子技术学习机	15
第三章 模拟电子技术基础实验	22
模拟实验一 常用电子仪器的使用和电子器件的辨识与测试	22
模拟实验二 三极管及其放大电路	33
模拟实验三 集成运放参数测试	44
模拟实验四 集成运放的线性应用(运算电路)	51
模拟实验五 集成运放的非线性应用(信号的产生和变换)	58
模拟实验六 模拟测试实验	64
第四章 数字电子技术基础实验	68
数电实验一 门电路参数和功能的测试	68
数电实验二 组合逻辑电路与集成器件	78
数电实验三 锁存器、触发器及其应用	92
数电实验四 时序逻辑电路(集成寄存器和计数器)	100
数电实验五 脉冲发生电路与 555 集成定时器的功能及应用	112
数电实验六 模数、数模转换电路实验	121
数电实验七 存储器基本功能测试	128
数电实验八 数字测试实验	131
附录 A 如何使用面包板	133
附录 B 示波器的相关知识	136
附录 C 本书涉及到的集成电路的引脚排列图	140
附录 D 开放电子技术实验室器件配置清单	145
参考文献	147

第一章 绪 论

第一节 电子技术基础实验的性质与任务

电子技术是一门应用性、实践性很强的学科,实验在这一学科的研究及发展过程中起着至关重要的作用。工程及科研人员通过实验的方法和手段分析器件、电路的工作原理,完成其性能指标的检测,验证和研究其功能及使用范围,设计并组装各种实用电子电路和整机。

“电子技术基础”是电气、电子信息类专业的重要技术基础课,而电子技术实验是这一课程体系中不可或缺的重要教学环节。通过实验手段,使学生获得电子技术方面的基础知识和基本技能,并能够运用所学理论来分析和解决实际问题,提高与人合作等方面的实际工作能力,得到意志品质方面的磨练,这对正在进行本课程学习的学生来说是极其重要的。在特别重视科学研究、创新发明的今天,很多高等院校都已经认识到电子技术实验课程的特殊地位,所以开放式电子技术实验室应运而生,而电子技术基础实验也已经成为一门单独的必修课程。

电子技术实验分为三个层次:

第一个层次是验证性实验。它主要是以电子元器件的特性、参数和基本单元电路为主,根据实验目的、实验电路、仪器设备和较详细的实验步骤来验证电子技术的有关原理和知识,从而巩固和加深理解所学的知识。

第二个层次是提高性实验。它主要是根据给定的实验电路,由学生进行部分参数的设计、计算,选择测试仪器,拟定实验步骤,完成规定的电路性能指标测试任务。

第三个层次是综合性和设计性实验。学生根据给定的实验题目、内容和要求,自行设计实验电路,选择合适的元器件并组装实验电路,拟定调整和测试方案,最后使电路达到设计要求。在这一阶段,实验教师只是起一个答疑解惑的作用。综合性和设计性实验可以培养学生综合运用所学知识和解决实际问题的能力,可以培养学生在学习中学习的本领。

电子技术基础实验的任务是使学生在基础实验知识、基础实验理论和基本实验技能三个方面受到较为系统的训练,逐步使他们爱实验、敢实验,进而会实验,成为善于把理论知识与实践相结合,善于把理论知识服务于实际,并进而成为在实践中创新和发展理论知识的高级专业技术人材。

电子技术基础实验的内容极其丰富,涉及的知识面极广,并且还在不断地充实和更新。在整个实验过程中,电类专业学生需要着重掌握的有:示波器、信号源、毫伏表等常用电子仪器的使用方法;常用元、器件的规格与型号,手册的查阅;信号的频率、相位、周期、脉冲波形的上升与下降时间,电压和电流的平均值、有效值、幅值,以及电子电路主要技术指标的测试;实验电路的设计、组装与调试技术,实验数据的记录、分析、处理能力;EDA软件的使用等。

第二节 电子技术实验的基本程序

电子技术实验的涉猎面很广，每个实验的目的、内容、步骤都不相同，但基本过程却是类似的。为了达到实验的预期效果，要求实验者做到：

1. 实验前的预习

实验前要对实验内容作充分的预习，实验要有备而行，目标明确。

为了避免盲目性，使实验过程有条不紊地进行，每个实验者在实验前都要做好以下几方面的实验准备：

(1) 阅读实验教材，明确实验目的、任务，充分了解实验内容。

(2) 学习、弄懂有关理论知识，认真完成实验所要求的电路设计、参数计算等任务。

(3) 根据实验内容拟好实验步骤，选择测试方案，选定测试仪器，学会并掌握所用仪器的使用方法。

(4) 设计用于记录实验数据的表格和坐标图待用。

2. 实验前的操作、安全准备

为了保证实验过程的安全和实验效果，在连线完毕即将通电测试之前，应做好以下准备工作：

(1) 首先检查 220V 交流电源和实验所需的仪器仪表等是否齐全且符合要求，检查各种仪器面板上的旋钮，使之处于所需的待用位置。如直流稳压电源应置于所需的电压档级，并将其输出电压调整到所需要的数值；切勿在调整电压之前与实验电路板接通或者在测试之前打开实验电路箱的电源；示波器的旋钮应放在合适的位置上等。

(2) 接线之前，应先对实验所用元器件的好坏进行检查，将使用的元器件进行合理布局，安插在实验电路板（或面包板）上，整理好导线，再按照设计好的实验电路图连接导线，完成实验电路的实物连接。

(3) 在接通电源之前，应对实验电路板上的元器件和连接线进行仔细的寻迹检查，检查各引线有无错接、漏接，特别是电源与电解电容的极性是否接反，电源线、地线要区分开来，实验电路板的地线和仪器地线要共地，并注意防止碰线短路等问题。经过认真仔细的检查，确认安装、接线无差错后，方可将实验电路板与电源及测试仪器等接通，开始实验。

3. 实验

实验中必须严格遵守实验操作规程，集中精力、积极开动脑筋思考，仔细观察实验现象，认真做好实验记录。对于大的实验，最好分块进行或分步进行。出现问题或遇到挫折要冷静面对，运用理论知识去思考、分析，找出问题症结，切不可一急之下，把连线全部拔掉。因为重新来过很可能还会遇到同样的问题。在实验中，出现问题是最正常不过的事情，有很多种出错的可能，不需惊慌害怕。遇到问题时开动脑筋自己独立解决，是最能锻炼能力的，这样的实验也是收获最大的。当然实验中可以请教老师，和同学商量，但绝不是期待老师或同学来代替你把问题解决掉。

4. 撰写实验报告

实验报告是实验结果的总结和反映,也是实验课的继续和提高。通过撰写实验报告,使知识条理化,从而培养学生综合分析问题的能力。一个实验的价值在很大程度上取决于报告质量的高低,因为报告中体现出的实验结果,是他人认识和了解你的实验内容的凭据,因此对撰写好实验报告必须予以充分的重视。撰写一份高质量的实验报告必须做到以下几点:

(1) 以实事求是的科学态度认真做好每次实验。

1) 在实验过程中,对读测的各种实验原始数据应按实际情况记录下来,不应擅自修改,更不能杜撰和抄袭。

2) 对测量结果和所记录的实验现象,要会正确分析与判断,不能对测量结果的正确与否一无所知,以致出现因数据错误而导致实验完全失败,不得不重做。

如果发现数据有问题,要认真查找线路并分析原因。数据经初步整理后,请指导教师审阅,然后方可拆线。

(2) 实验报告必须独自撰写,不得实验小组成员共同撰写一份实验报告。实验报告应该包括以下几个方面内容:

1) 实验目的。

2) 实验电路、测试方法和测试设备。

3) 实验的原始数据、波形和现象以及对它们的处理结果。

4) 结果分析及问题讨论。

5) 收获和体会。

6) 记录所使用元器件和仪器的规格及编号(以备以后复核)。

在编写实验报告时,常常要对实验数据进行科学的处理,才能找出其中的规律,并得出有用的结论。常用的数据处理方法是列表和作图。实验所得的数据可分类记录在表格中,这样便于对数据进行分析 and 比较。实验结果也可用坐标图绘成曲线直观地表示出来。在作图时,应合理选择坐标刻度和起点位置(坐标起点不一定要从零开始),并要采用方格纸绘图。当标尺范围很宽时,应采用对数坐标纸。另外,在波形图上通常还应标明幅值、周期等特征参数。

第三节 电子技术实验的操作规程

与其他许多实践环节一样,电子技术实验也有它的基本操作规程。工程及科研人员经常要对电子设备进行安装、调试和测量,因此,要求同学们一开始就应注意培养正确、良好的操作习惯,并逐步积累实验经验,不断提高实验水平。

1. 实验仪器的合理布局

实验时,各仪器、仪表和实验对象(如实验电路板或实验装置)之间应按信号流向,并根据连线简捷、调节顺手、观察与读数方便的原则进行合理布局。

图 1-1 为实验仪器的一种布局形式。输入信号源置于实验板的左侧,测试用的示波器

与电压表置于实验板的右侧，实验用的直流电源放在中间位置。

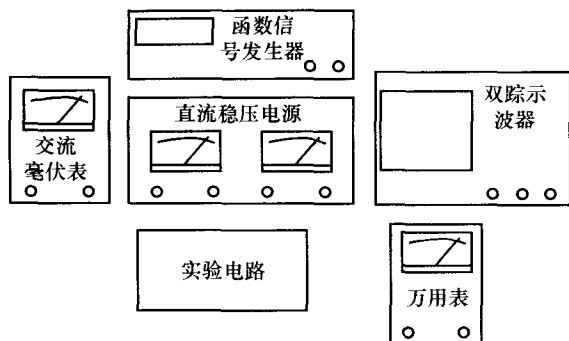


图 1-1 实验仪器的布局

确保线路稳定可靠地工作，因而正确和整齐的布线是顺利进行实验的基础。实践经验证明，草率和杂乱无章的接线往往会使线路出现难以排除的故障，以致最后不得不重新接插或安装全部实验电路，浪费很多时间。为此，在多孔插座板上接插安装时应注意做到以下几点：

(1) 首先要搞清楚多孔插座板和实验箱的结构（参见附录 A），然后根据实验箱的结构特点来安排元器件的位置和电路的布线。一般应以集成电路或三极管为中心，并根据集成电路豁口一率朝左，输入、输出分离的原则，以适当的间距来安排其他元件。最好先画出实物布置图和布线图，以免发生差错。

(2) 接插元器件和导线时要非常细心。接插前，必须先用钳子或镊子把待插元器件和导线的插脚拉平直。接插时，应小心地用力插入，以保证插脚与插座间接触良好。实验结束时，应一一轻轻拔下元器件和导线，切不可用力太猛。注意，接插用的元器件插脚和连接导线均不能太粗或太细，一般线径以 0.5mm 左右为宜，导线的剥线头长度约为 8~10mm。

(3) 布线的顺序一般是先布电源线与地线，然后按布线图从输入到输出依次连接好各元器件和接线。在可能条件下应尽量做到接线短、接点少，但同时又要考虑到测量的方便。

(4) 在接通电源之前，要仔细检查所有的连接线。特别注意检查各电源的连线和公共地线是否接得正确。查线时建议以集成电路或三极管的引脚为出发点，逐一检查与之相连接的元器件和连线，在确认正确无误后方可接通电源。

3. 正确的接线规则

(1) 仪器和实验板间的接线要用颜色加以区别，以便于检查，如电源线（正极）常用红色，公共地线（负极）常用黑色。接线头要拧紧或夹牢，以防接触不良或因脱落而引起短路。

(2) 电路的公共接地端和各种仪表的接地端应连接在一起，既作为电路的参考零点（即零电位点），同时又可避免引起干扰，如图 1-2 所示。在某些特殊场合，还需将一些仪器的外壳与大地接通，这样可避免外壳带电从而确保人身和设备安全，同时又能起到良好的屏蔽作用。如在焊接和测试 MOS 器件时，电烙铁和测试仪器均要良好接地，以防它们漏

2. 电子实验箱上的元件接插、安装与布线

目前，在实验室中常用的各类电子技术实验箱上通常有一块或数块多孔插座板（俗称面包板），利用这些多孔插座板可以直接接插、安装和连接实验电路而无需焊接，而且可以重复使用。然而，面包板接线很容易出现接触不良的连线问题，因此正确和整齐的布线在这里显得极为重要，不仅方便检查和测量，更重要的是可以

电而造成 MOS 器件的击穿。

(3) 信号的传输应采用具有金属外套的屏蔽线, 而不能用普通导线, 并且屏蔽线外壳要选择一点接地, 否则有可能引进干扰而使测量结果和波形异常, 如图 1-3 所示。

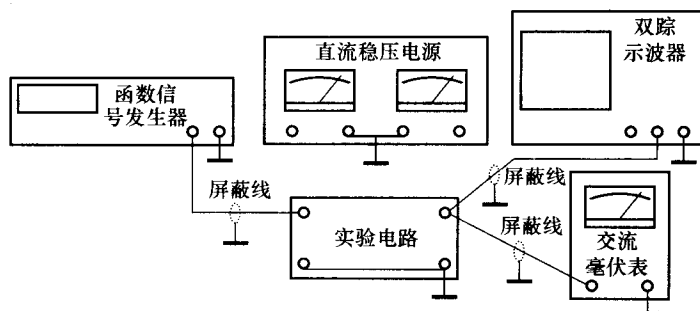


图 1-2 仪器与实验电路板的连接

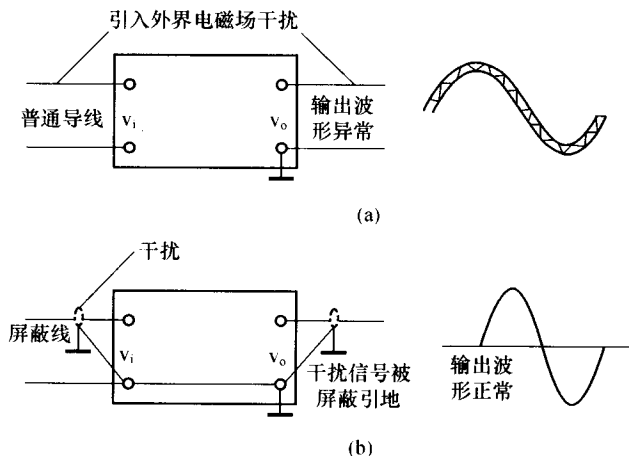


图 1-3 外界电磁干扰与屏蔽

(a) 采用普通导线会引入电磁干扰；(b) 采用屏蔽线避免了干扰

4. 注意人身和仪器设备的安全

(1) 注意安全操作规程, 确保人身安全。

1) 为了确保人身安全, 在调换仪器时必须切断实验台的电源。同理, 为防止器件损坏, 更换元器件、改接线路时要求先切断实验电路板上的电源。

2) 仪器设备的外壳应接大地, 防止机壳带电, 以保证人身安全。在调试时, 最好养成单手操作的习惯, 并注意人体与大地之间有良好的绝缘。

(2) 爱护仪器设备, 确保实验仪器和设备的安全。

1) 在仪器使用过程中, 不必经常开关电源, 因为多次开关电源往往会引起冲击, 结果使仪器的使用寿命缩短。如在实验结束前, 不必因暂时不用而关闭示波器。

2) 切忌无目的地随意扳弄仪器面板上的开关和旋钮。旋钮弄松后, 会影响准确性, 缩

短仪器使用寿命。实验结束后，通常只要关断仪器电源和实验台的电源，而不必将仪器的电源线拔掉。

3) 为了保证仪器设备的安全，在实验室配电柜、实验台、电子实验箱及各仪器中通常都单独安装有电源熔断器。常用的熔断器规格有 0.5、1、2、3、5A 等，应注意按规定的容量调换熔断器，切勿以大代小。

4) 要注意仪表的安全工作范围，如电压或电流切勿超过最大允许值。

当被测量的大小无法估计时，应从仪表的最大量程开始测试，然后逐渐减小量程。

第二章 常用仪器的使用

第一节 COS5021B 型双踪延迟扫描示波器

COS5021B 型双踪延迟扫描示波器是一种带宽覆盖 DC~20MHz 的小型轻便示波器。与其他同类型示波器相比,具有稳定度高、无需触发调整的触发电平锁定功能、交替触发功能和加亮拓宽功能等特点。

一、主要技术指标

(1) 垂直偏转因数:

微调 (13) (17) 按入 ($\times 1$): $5\text{mV/cm} \sim 5\text{V/cm}$, 误差 $\leq \pm 3\%$;

微调 (13) (17) 拉出 ($\times 5$): $1\text{mV/cm} \sim 1\text{V/cm}$, 误差 $\leq \pm 5\%$ 。

(2) 频率响应:

DC 耦合为 $0 \sim 20\text{MHz}$ (-3dB); AC 耦合为 $10\text{Hz} \sim 20\text{MHz}$ (-3dB);

($\times 5$) 扩展: DC 为 $0 \sim 15\text{MHz}$ (-3dB); AC 为 $10\text{Hz} \sim 15\text{MHz}$ (-3dB)。

(3) 输入阻抗: $1\text{M}\Omega \pm 2\%$; 并联电容 $20 \pm 2\text{pF}$ 。

(4) 上升时间: $\leq 17.5\text{ns}$; ($\times 5$) 扩展 $\leq 23\text{ns}$ 。

(5) 最大输入电压: 400V (直流 + 交流峰峰值) (AC 低于 1kHz)。

(6) 扫描时间因数:

微调 (31) 按入 ($\times 1$): $0.2\mu\text{s/cm} \sim 0.5\text{s/cm}$, 误差 $\leq \pm 3\%$;

微调 (31) 拉出 ($\times 10$): $0.02\mu\text{s/cm} \sim 0.05\text{s/cm}$, 误差 $\leq \pm 10\%$ 。

(7) 延长时间范围: $2\mu\text{s} \sim 5\text{s}$ 。

二、前面板介绍

前面板各旋钮、开关、插座的位置和对应的编号如图 2-1 所示。下面以示波器面板图上的旋钮标号为序进行说明。

1——“校准信号”输出 [CAL (V_{p-p})]: 该端供给频率为 1kHz , 校准电压为 $0.5V_{p-p}$ 的方波。用于探头的补偿调节和示波器校准精度的检查。

2——电源接通指示灯。

3——电源 (POWER) 开关: 此键按入时仪器接通电源, 指示灯亮。

4——辉度 (INTEN): 转动此钮, 可调节光点和扫描线的亮度。

5——B 辉度 (BINTEN): 在 B 扫描方式时, 用来调节扫描线的亮度。

6——聚焦 (FOCUS): 转动此钮, 可调节扫描线的粗细。

7——光迹旋转 (TRACEROTATION): 用起子转动此电位器, 可使水平扫描线平行于显示屏的水平刻度线。

8——标尺亮度 (ILLUM): 转动此钮, 可调节刻度照明的亮度。

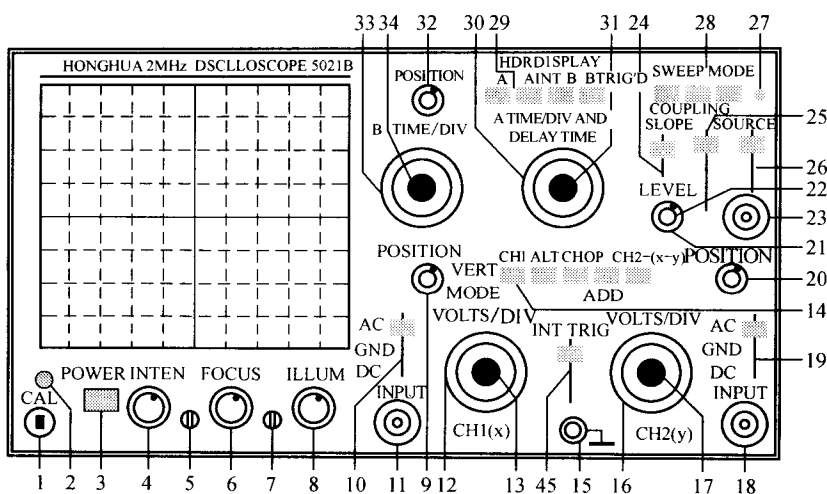


图 2-1 COS5021B 型双踪延迟扫描示波器面板图

9——垂直位移 (POSITION): 转动此钮, 可使该通道所显示的波形 (或扫描线) 上下移动至合适位置。

10 (19) ——输入方式开关 (AC—GND—DC): 用于控制被测信号与示波器内部对应的垂直放大器输入端的耦合方式, 共三个位置。

AC: 输入信号经电容耦合到垂直放大器输入端, 信号的直流成分被阻断。

GND: 输入信号与放大器断开, 放大器输入端在内部接地, 即示波器无输入。

DC: 直接耦合, 可观察被测信号的交直流成分。

11——CH1 的垂直输入插座 (INPUT): 被测信号由此插座输入仪器内的 CH1 通道。在 X—Y 工作时作为 X 轴输入端。

CH2 (18) 的垂直输入插座 (INPUT): 功能同于上条。在 X—Y 工作时作为 Y 轴输入端。

12——(16) 垂直灵敏度 (VOLTS/DIV): 用于调整垂直输入信号幅度坐标 (垂直偏转因数), 从 5mV/DIV~5V/DIV 共分 10 档调整。

13——(17) 微调 (VARIABLE): 垂直灵敏度的微调。当“微调”旋钮位于顺时针转动到底 (有响声) 的校准位置时 (CAL), 可从显示屏上直接读出输入信号的峰峰值 (峰峰值 = V/DIV × 格数)。当该旋钮被拉出 (×5 扩展状态) 时, 实际的输入信号峰峰值是所读峰峰值的 1/5, 因此, 平时应处于按入位置。

14——垂直系统工作方式选择键 (VERTMODE): 共五个按键。

CH1: 显示通道 1 输入信号的波形, 即为 CH1 单独工作状态。

交替 (ALT): 双踪显示。CH1 和 CH2 交替工作。适用于较高扫速。

断续 (CHOP): 双踪显示。仪器内以频率为 250kHz 的速率轮流显示 CH1 和 CH2 的信号。适用于低扫速。

相加 (ADD): 显示 CH1 和 CH2 两输入信号的代数和 (X+Y) 的波形。当 CH2 的垂

直位移旋钮 (20) 拉出, CH2 的输入信号被反相, 则显示的波形是两通道之差 ($X-Y$)。

CH2: 显示通道 2 输入信号的波形, 即为 CH2 单独工作状态。

15——接地公共端 ($\perp$): 示波器外壳接地端, 可与测试系统的公共地相连。

20——垂直位移 (POSITION): 此钮按入状态时功能同于编号 9; 但拉出时, 可使输入 CH2 的信号极性反相。

21——释抑 (HOLDOFF): 此为双联控制旋钮, 位于底部的是释抑时间调节钮 (21), 位于顶部的是触发电平调节钮 (22)。当信号波形复杂, 用电平旋钮 (22) 不能稳定波形时, 可用“释抑”旋钮使波形稳定。此旋钮一般置于左端的“常态”状态, 使用顺时针转动至波形稳定位置。

22——电平 (LEVEL): 触发电平调节。转动此钮可使输入波形稳定。此钮一般置于逆时针转动到底 (有响声) 的“锁定”状态。

23——外触发输入插座 (EXTTRIGOREXTHORIN): 外触发信号或外水平信号的公共输入端。用此输入端时, “触发源”开关 (26) 应置于“EXT”位置。

24——触发极性 (SLOPE): 此开关供选择触发极性用。“+”表示选择在信号的正斜率上触发, “-”表示选择在信号的负斜率上触发。

25——耦合 (COUPLING): 此开关选择触发信号和触发电路之间的耦合方式, 也选择 TV 同步触发电路的连接方式, 共有四个位置。

AC: 通过交流耦合施加触发信号。

HFREJ: 交流耦合, 但可抑制高于 50kHz 信号的功能。如发现输入信号中有高频干扰, 可将开关置于此位置。

TV: 这种耦合方式适用于全电视信号的测试。由开关 (30) 选择 TV. H 或 TV. V 同步。

DC: 通过直流耦合施加触发信号。

26——触发源 (SOURCE): 用于选择触发信号 (同步信号), 共有三个位置。

内部 (INT): 由内触发开关 (45) 选择的内部信号作为触发信号。当置于“ $X-Y$ ” ($X-Y$) 工作方式时, 起连通信号的作用。

电源 (LINE): 选择交流电源作为触发信号 (50Hz)。

外部 (EXT): 选择外触发输入端 (23) 的输入信号为触发信号。

27——准备指示灯 (READY): 指示灯亮, 表示单次扫描可以开始, 单次扫描结束后灯熄灭。

28——扫描方式 (SWEEP MODE) 选择: 共有三个按键。

自动 (AUTO): 当无触发信号加入或触发信号频率低于 50Hz 时, 由自激扫描产生基准扫描 (有扫描线)。

常态 (NORM): 当无触发信号加入时, 扫描处于准备状态, 无扫描线。主要用于观察低于 50Hz 的信号。

单次 (SINGLE): 用于单次扫描启动, 类似复位开关。当扫描方式的这三个键均未按下时, 电路即处于单次扫描工作方式。当此钮按下时, 扫描电路复位。此时准备灯 (27) 亮, 单次扫描结束后灯熄灭。

29——水平系统扫描方式 (HORIZONTAL DISPLAY): 选择 A 和 B 扫描方式的方法如下。

A: 即 A 扫描方式。是主扫描方式, 用于一般的波形观察。在一般的电子实验中, 按下此键即可。

A 加亮 (AINT): 如选择 A 扫描的某区段扩展作为被延迟扫描时, 即用此扫描方式。与 A 扫描对应的 B 扫描区段 (被延迟扫描) 以高亮度显示。

B: 即 B 扫描方式。单独显示被延迟扫描 (B 扫描)。

B 触发 (BTRIG/D): 选择连续延迟和触发延迟。具体功能略。

30——A 扫描时间因数或工作在被延迟扫描时间 (ATIME/DIV AND DELAY TIME)。

当水平系统扫描方式 (29) 选择 A 扫描方式时, 输入信号的时间轴坐标由此波段开关决定。调整时, 应使输入信号显示两个周期以上的完整波形为好。顶部的微调 (31) 位于顺时针旋转到底 (有响声) 的校准位置时 (CAL), X 轴数据 (波形周期、延迟时间……) = 时间/格 $\times$ 格数。当此开关设置在 “X—Y”、“X 外接” 位置时, 示波器作为 X—Y 示波器, CH1 输入的信号 (或外输入的信号) 为 X 轴输入, CH2 输入的信号为 Y 轴输入。

31——扫描时间微调 (VARIABLE): X 轴时间坐标的微调。此旋钮置于 “标准” (CAL) 位置时, 扫描时间因数 (30) 被校准到面板指示值, 此时读出的数据准确, 否则是不准确的, 这一点一定要注意。该旋钮拉出时, 处于 $\times 10$ 扩展状态, 因此平时应处于按下位置。

32——水平位移 (POSITION): 转动此钮可使显示的波形或光点作水平方向的移动。

33——(34) 延迟时间及微调 (BTIME/DIV): 是用来调节延迟时间的, 具体功能略。

45——内触发 (INTTRIG): 选择内部的触发信号源。当 “触发源” 开关 (26) 设置在 “内” 时, 由此开关选择馈送到 A 触发电路的信号, 有三个位置。

CH1 (X—Y): 以 CH1 输入信号作为触发源信号, 在 X—Y 工作方式时, 该通道输入信号连接到 X 轴上。

CH2: 以 CH2 输入信号作为触发源信号。

VERTMODE: 把显示在荧光屏上的输入信号作为触发信号。当垂直工作方式选择键 (14) 置于交替 (ALT) 位置时, 触发也处于交替方式中, CH1 和 CH2 的输入信号交替地作为触发源。

注意:

(1) 交替触发与交替显示的概念不同。在不交替触发的情况下 (指以 CH1、CH2、LINE、EXT 作为触发信号的四种情况) 既可以交替显示, 也可以断续显示。在交替触发的情况下, 只允许交替显示, 这时, 两通道显示的波形在时间和相位上都无关。

(2) 通常, 显示哪一路信号就用哪一路的信号作触发源。双踪显示时, 应选择周期较大的那一路信号作触发源, 以保证两波形稳定同步, 保证严格的时间和相位关系。

三、操作说明

为了帮助同学尽快掌握 COS5021B 型双踪延迟扫描示波器的使用方法, 现以观察示波器内部提供的 “校正信号” 波形为例, 说明各旋钮、开关的位置和操作步骤。

(1) 开机前, 应检查下列各旋钮、开关的位置是否合适。

1) 转动两垂直位移 (9) (20)、水平位移 (32) 三旋钮至中间位置;

2) 转动辉度 (4)、聚焦 (6)、刻度照明 (8) 三旋钮至中间位置;
3) 四个推拉开关 (13)、(17)、(20)、(31) 全部处于按入位置;
4) 垂直方式 (14) 按下“交替”键;
5) 伏特/格 (12) (16) 置于 0.2V/DIV, 微调 (13) (17) 顺时针旋到校准位置 (有响声)。在屏幕上读取测试信号的周期等时间量时, 一定要把此微调旋钮放在校准位置, 读数才是准确的。

6) 输入方式开关 (10) (19) 置于 AC 或 DC;
7) 内触发 (45) 置于 CH1 或 CH2 位置;
8) 触发源 (26) 置于内部 (INT) 位置;
9) 耦合 (25) 置于 AC 位置 (交流耦合);
10) 电平 (22)、释抑 (21) 均逆时针旋到底;
11) 扫描方式 (28) 置自动 (AUTO) 位置;
12) 水平方式 (29) 置 0.2ms/DIV 处, 其微调 (31) 顺时针旋到校准位置 (有响声); 在屏幕上读取测试信号的幅值大小等参量时, 一定要把此微调旋钮放在校准位置, 读数才是准确的。

13) 两测试探头已插入输入插座 (11) (18) 上, 且探头头部开关为“ $\times 1$ ”处, 夹子与钩子已短接;

14) 仪器电源线已插入市电电压的插座内。

(2) 按下电源开关 (3), 电源指示灯亮, 约 20s 后, 荧光屏上应显示两条扫描线。若一分钟后, 还没有出现扫描线, 则按上述要求再检查各开关、旋钮的位置是否合适。转动两垂直位移旋钮, 使两扫描线上下隔开一段距离。

(3) 调节“辉度”和“聚焦”旋钮, 使扫描线亮度适当且最清晰。

(4) 将两探头的钩子连接到校准信号 (1) 上, 荧光屏上即有方波显示。

(5) 为便于观察, 调节“V/DIV”和“S/DIV”开关到适当的位置, 使波形的幅值和周期均适中。

(6) 调节“垂直位移”和“水平位移”旋钮, 使显示的波形对准屏幕上的刻度, 以便读出电压峰峰值 (V_{p-p}) 和周期 (T)。

四、其他说明

(1) 示波器使用中的注意事项和配套用的测试探头设计原理等的介绍, 可参考本书后面的附录 B, 此处不再叙述。

(2) 其他没有介绍的旋钮和开关暂时不要动, 以免影响实验正常进行。如确有必要, 可查阅相应型号的示波器技术说明书。

第二节 SX2172 型交流毫伏表

SX2172 型交流毫伏表具有测量准确度高、频率影响误差小、输入阻抗高、换量程不用调零、测量电压范围广等优点。电表指示为正弦波有效值。面板如图 2-2 所示。

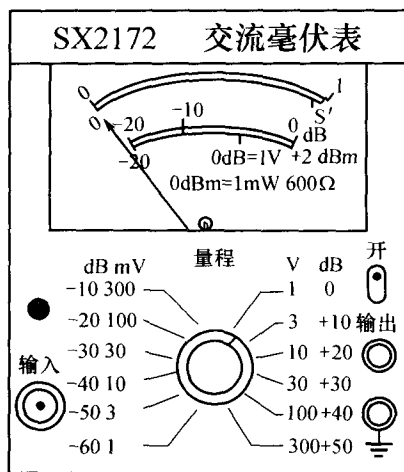


图 2-2 交流毫伏表面板图

量程档上。

(2) 将输入线的信号端（红夹子）、地端（黑夹子）相接。接通电源开关，待表针摆动稳定后，将被测信号从输入端接入。接入被测信号时，必须使毫伏表与被测线路“共地”，即输入线的地端与被测线路的地端相接，信号端与被测信号端相接。

(3) 量程开关应从大量程位置开始向小量程位置调整，直至表指针指向读数表盘 2/3 位置时，方可读取测量数据。尤其是在对被测信号的大小不清楚的情况下。

(4) 如要再测其他信号时，必须将量程开关重新置于 300V 量程上，待新的被测新信号接入后再按第三项操作说明测取新的数据。

三、注意事项

(1) 输入线地端与机壳相通，故用本表量测市电时，应将相线接输入端正（红夹子），中线接负（黑夹子），不得接反，以避免机壳带电。

(2) 由于本表灵敏度较高，输入阻抗高，在使用 100mV 以下量程档时，应避免输入端开路，以防外界干扰电压造成打表针的现象。

(3) 本毫伏表测量的是任意信号交流分量的整流平均值，电表指示刻度为正弦波有效值。故若用本表测量失真波形，其读数无意义。

(4) 使用完毕后，应将量程开关置于 300V 量程上，并将输入信号线的两个夹子短接。

一、主要技术指标

(1) 交流电压测量范围：100 μ V $\sim$ 300V。量程为 1、3、10、30、100、300mV 和 1、3、10、30、100、300V 共十二档。

(2) 被测电压频率范围：5Hz $\sim$ 2MHz。

(3) 输入阻抗在 1 $\sim$ 300mV 各档为 8M Ω $\pm$ 10%，在 1 $\sim$ 300V 各档为 10M Ω $\pm$ 10%；输入电容在 1 $\sim$ 300mV 各档小于 45pF，在 1 $\sim$ 300V 各档小于 30pF。

(4) 最大输入电压：AC 峰值+DC=600V。

(5) 电源：220V $\pm$ 10%、50/60Hz、功耗 2.5W。

二、操作说明

(1) 仪器接通电源前，应先检查电表指针是否指在零。如果不指在零位，用绝缘起子调节机械零调节调零螺丝，使指针指零，并且将量程开关置于 300V

第三节 DT-9233 型数字万用表

DT-9233 型为三位半液晶显示小型数字万用表，可测量直、交流电压，直流电流、电阻、晶体管 β 值，检查二极管的好坏和电路是否短接等。用一个波段开关改变测量的功能和量程，共 20 档。该表最大显示值为 1999，可自动显示 0 和极性，过载时显示 1 或 -1。