

电子技术基础 实验

李菁 编

机械工业出版社

电子技术基础实验

李菁 编



机械工业出版社

本书根据《电子技术基础》课程的性质和任务，并参照全国高等学校工科基础课教材会议所拟定的《电子技术基础》教材编写大纲中所指出的实验范围而编写的。

本书主要包括：电子器件和电子仪器的使用、各种放大器、脉冲及数字电路、集成电路等实验。书中共选编了54个模拟电子技术和数字电子技术实验。

本书侧重于实验方法和实验技术的训练，理论联系实际。可作为高等工科院校电类专业的实验教材，亦可供工科院校有关专业师生及从事电子技术的工程技术人员参考。

电子技术基础实验

李 菁 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $14 \frac{3}{8}$ · 字数 317 千字

1986年12月北京第一版·1986年12月北京第一次印刷

印数 0,001—5,500 · 定价 3.40 元

*

统一书号：15033·6166

前 言

电子技术基础是一门实践性较强的技术基础课，必须重视加强实验教学。在学习《电子技术基础》课程时，做好电子技术基础实验是一个重要环节。通过实验使学生在实验方法和实验技术上得到训练，进而培养学生理论联系实际的能力，实际操作的能力，以及培养正确处理数据、分析和综合实验结果、检查和排除故障的能力，同时也加深学生对课程内容的理解。

根据《电子技术基础》课程的性质和任务，并参照全国高等学校工科基础课教材编写组所拟定的《电子技术基础》教材编写大纲（讨论修订稿）所指出的实验范围，本书选编了54个实验。这些实验大致可分为四个方面：

- 一、常用电子器件和常用电子仪器的使用。
- 二、基本实验。
- 三、选做实验（标题注有“*”号者）。
- 四、安装与调试实验。

本书中每个实验均包括实验目的、实验原理、实验内容、实验仪器、预习要求、实验报告要求和思考题七部分。各个实验先后顺序是按当前《电子技术基础》课的教学次序（即“先模拟后数字”）来编排的。基本上体现了循序渐进的原则。但各个实验均具有相对独立性，因此可根据具体情况进行选择。

本书编写过程中由吉林工业大学刘恒昌同志和机械工业

IV

管理学院于志成同志先后对本书初稿进行了详细的审阅，并提出了许多宝贵意见。在此，表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，必有不足之处，恳请批评指正。

重庆大学 李菁

目 录

前 言

实验总的要求	1
各个实验的具体要求和说明	1
实验前的参观	3
第一章 常用电子元件测试与常用电子仪器的使用	5
〔实验1〕 电子示波器的使用试验	5
〔实验2〕 用普通示波器测量交流电的频率与相位差	16
*〔实验3〕 电子管电压表的应用	22
*〔实验4〕 半导体二极管特性试验	26
〔实验5〕 半导体二极管的应用实验	31
〔实验6〕 稳压二极管的特性试验	38
〔实验7〕 稳压二极管的应用试验	42
*〔实验8〕 半导体三极管极性判别和特性试验	50
〔实验9〕 结型场效应管实验	56
〔实验10〕 金属-氧化物-半导体(MOS)场效应管实验	60
第二章 分立元件放大电路	66
〔实验11〕 单管基本放大单元电路的研究	66
〔实验12〕 温度对放大器工作点的影响和怎样使工作点稳定的实验	73
〔实验13〕 双管基本放大单元电路实验	77
〔实验14〕 射极输出单元电路实验	85
〔实验15〕 射极输出器的应用实验	90
〔实验16〕 差动式放大电路实验	96
*〔实验17〕 相敏放大器实验	101
〔实验18〕 单管功率放大与推挽功率放大实验	106

V

第三章 分立元件正弦波振荡器	118
〔实验19〕 RC正弦波振荡器实验	118
〔实验20〕 LC正弦波振荡器实验	126
第四章 电源	142
〔实验21〕 整流及滤波实验	142
〔实验22〕 直流稳压电源实验	147
〔实验23〕 晶闸管可控整流电源实验	152
〔实验24〕 晶闸管逆变的变频电源实验	162
第五章 安装调试实验	169
〔实验25〕 单级放大器安装与调试实验	169
〔实验26〕 负反馈放大器的安装与调试实验	173
* 〔实验27〕 RC正弦波振荡器的安装与调试实验	178
〔实验28〕 直流稳压电源的安装与调试实验	181
* 第六章 调制与解调实验	187
* 〔实验29〕 调幅器实验	188
* 〔实验30〕 调幅信号的解调(检波器)实验	193
* 〔实验31〕 频率调制(调频)实验	195
* 〔实验32〕 调频波解调实验	202
* 〔实验33〕 工业信号调制和解调实验	214
* 〔实验34〕 直流信号对交流的调相和解调实验	218
第七章 集成电路运算放大器	228
〔实验35〕 集成电路运算放大器组件检查试验	228
〔实验36〕 集成电路运算放大器线性应用实验	236
〔实验37〕 集成电路运算放大器的非线性应用实验	252
第八章 分立元件脉冲数字电路	265
〔实验38〕 多谐振荡器实验	265
〔实验39〕 自激间歇振荡器实验	272
〔实验40〕 单稳态触发器实验	280

〔实验41〕 双稳态触发器实验	286
〔实验42〕 射极耦合触发器实验	295
〔实验43〕 分立元件二极管门电路实验	300
〔实验44〕 分立元件二极管-三极管与非门电路实验	307
第九章 数字集成电路	320
〔实验45〕 与非门集成电路性能测试	320
〔实验46〕 与非门组成单稳态触发器、多谐振荡器和 鉴幅器的实验	334
〔实验47〕 几种由与非门组成触发器的实验	348
〔实验48〕 维持-阻塞触发器和主-从触发器实验	357
〔实验49〕 寄存器和移位寄存器实验	368
〔实验50〕 计数器实验	378
〔实验51〕 译码器和数字显示器实验	393
〔实验52〕 数字-模拟转换(D-A转换)实验	409
〔实验53〕 模拟-数字转换(A-D转换)实验	420
〔实验54〕 金属-氧化物-半导体(MOS)场效应管数字电路实 验	429
参考文献	445
附录1 示波器使用操作注意事项	448
附录2 实验报告格式	449
附录3 MOS集成电路使用注意事项	450

实验总的要求

1. 熟悉和加深对基本理论的认识。
2. 熟悉常用的电子元件，如半导体二极管、三极管和一些常用的集成元件，如线性组件、门电路以及一些其他小规模集成电路等。同时还了解一些新技术中常用的元件，如单向晶闸管、双向晶闸管、可关断的晶闸管、光控晶闸管和一些其他的特殊元件。了解它们的基本性能和用法。
3. 了解并正确使用常用的电子仪器设备，如示波器，高频、低频信号发生器，稳压电源，电子管电压表……等。
4. 在一般电工测量的基础上，进一步掌握电子技术的测试技术。熟悉电子线路的工作特点。例如接线方式，阻抗匹配，干扰，接地等。
5. 学会简单的焊接技术与调试技术，为以后的设备检修或科学研究准备一定的条件。
6. 通过一定的表演实验或研究实验，学习认识复杂电路，以便进一步了解或运用更复杂的电子装置。

各个实验的具体要求和说明

一、实验规程

1. 实验前必须按“实验”所提示的预习要求，充分作

好预习，并写出预习报告。未进行此项工作者不能参加实验。

2. 实验前应将预习报告交指导教师检查后，方可进入实验室进行实验。

3. 开始实验前应在指定的实验台首先检查所要用的仪器设备是否完整无损。如有损坏或不全，应立即报告指导教师处理。

4. 实验中必须严格遵守操作规程。不得随意取用其他未经许可或不是本次实验所用的仪器设备。

5. 未经许可不得随意进行非本次实验内容要求的操作或测试。

6. 实验中仪器设备如有损坏，应立即报告指导教师，听候处理。

7. 实验完毕，应请指导教师检查记录和仪器。经教师许可，并将实验器材整理整洁后，方可离开实验室。

8. 实验后，应按规定的时间将实验结果进行整理，并写好报告交指导教师审阅。

二、实验预习报告

实验预习报告是实验报告的一部分，包括以下各项：

1. 实验题目。
2. 实验目的。
3. 回答预习题目。
4. 实验内容和步骤（包括自拟的记录表格）。
5. 主要仪器设备（考虑所需的名称、规格和数量。实验时，按具体情况作补充或修改）。

三、实验终结报告

1. 在预习报告的基础上，增加实验结果内容构成终结

报告。

2. 回答要求实验后回答的问题。
3. 讨论实验结果或实验中发生或意识到的问题。

四、说明

1. 实验后，应按规定时间将终结报告交指导教师评阅。不合格者约定时间重作。

2. 实验报告经教师评阅后，发给学生，要求注意保存，以备期末检查。

3. 缺实验或实验报告者，应向指导教师用书面说明原因，以便处理。否则会影响学习成绩。

实验前的参观

一、目的

1. 了解电子技术基础（工业电子学）实验的主要内容。
2. 了解电子技术常用的元件。
3. 了解电子技术基础常用的电子仪器设备。
4. 初步了解电子技术在科学技术中的应用和地位。

二、内容及步骤

1. 分组轮流参观

(1) 全部内容情况介绍（图片和解说）。

(2) 参观常用元件及材料的名称、型号、规格和用途（静物和说明）。

(3) 参观常用的电子仪器设备及其用法。包括各种示波器、各种信号发生器、各种稳压电源、晶体管图示仪、晶

4

体管参数测试仪、各种电子式电压表、频率测试仪、各种电桥、各种万用表……等（表演、解说）。

（4）参观电子技术的模拟系统（表演、解说）。

2. 重新分组着重参观某一部分

三、报告要求

1. 每人交参观记录一份。
2. 写出参观体会。
3. 提出参观后想到的问题或建议。

第一章 常用电子元件测试与常用 电子仪器的使用

【实验1】 电子示波器的使用试验

一、目的

1. 了解常用示波器的种类和普通示波器的作用原理。
2. 熟悉普通示波器面板上的各个旋钮的作用。
3. 熟悉示波器使用的程序和注意事项。
4. 学习示波器的各种用法。

二、示波器种类和普通示波器的基本原理

1. 示波器种类

(1) 按结构分机械示波器（振子示波器又称光线示波器）和电子示波器。振子示波器适应的频率不高，是适于低频和多线的示波器；电子示波器频率可高可低，目前国产最多只有四线。

(2) 按频率分超低频、低频、中频、高频、超高频等类型的示波器。

(3) 按扫描线分单线、双线、三线……等类型示波器。

(4) 按用途分普通示波器、慢扫描示波器、脉冲示波器、双线示波器、取样示波器、高压示波器等。

2. 普通示波器的电路结构（图 1-1.1）

- (1) 示波管电路。
- (2) 扫描或时基电路。
- (3) 垂直偏向放大电路。

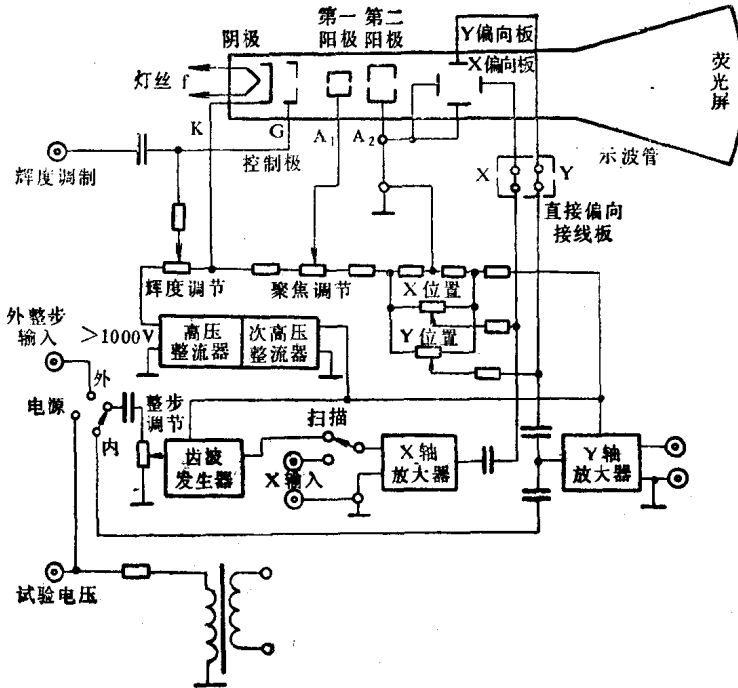


图1-1.1 普通示波器结构示意图

- (4) 水平偏向放大电路。
- (5) 整步电路。
- (6) 电源供给。

3. 普通示波器工作原理

(1) 示波管的工作原理

如图 1-1.1 所示的示波管，灯丝供电发热，阴极受热发射电子。阴极发射电子的多少，受到控制极对阴极的负电位高低的控制。第一阳极 A_1 的电位远高于阴极，它与阴极间

的电场对阴极发射出来的电子有加速的作用。第二阳极 A_2 的电位比第一阳极 A_1 更高，都是筒状， A_2 比 A_1 直径更大。 A_1, A_2 之间的电场如图 1-1.2 所示，将使电子通过这一段时发生偏斜，产生聚焦的作用。若改变第一阳极 A_1 的电位，可使聚焦的情况发生改变。

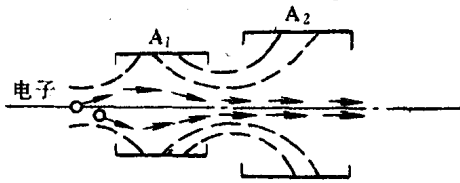


图1-1.2 阴极电子射线聚焦的原理

电子射线通过 A_1, A_2 两阳极后，

聚焦成电子束，然后再通过水平偏向板和垂直偏向板撞击到荧光屏上发光，便可完成显示的任务。

水平偏向板间加有偏向板电位差形成的电场，可使电子束发生偏向。偏向的多少决定于偏向板上电位差的高低。欲使电子束在荧光屏上发生均匀的扫描，偏向板上的电位差，或者说偏向电压，其波形应为锯齿波形。如图1-1.3所示。

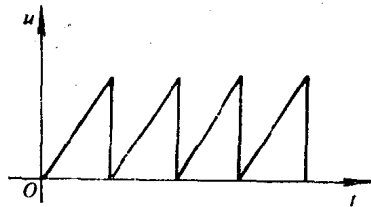


图1-1.3 锯齿波电压

即偏向板上电位的增加与时间成正比，可使电子束均匀偏向，在荧光屏上便形成均匀地扫描。重复扫描，希望第二次扫描开始与第一次扫描完毕之间的间隔越短越好。所以需要锯齿波的水平偏向电压。

垂直偏向板所加的电压，一般是受试电压。例如正弦波的电压。电子束通过水平偏向板作均匀扫描时，垂直偏向板同时按正弦规律在垂直方向发生偏向。合成的结果，便使电

子束打在荧光屏上显示出明晰的正弦波图象。如图 1-1.4 所示。

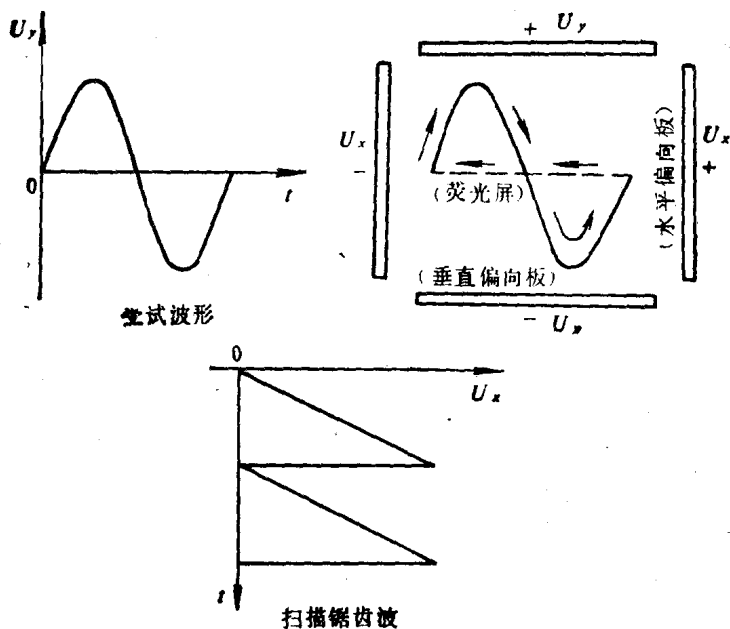


图1-1.4 荧光屏上显示受试电压的波形图象

(2) 普通示波器的调节装置 (参看图 1-1.1)

1) 辉度调节

控制极 G 的电位比阴极 K 对地更负, G 相对于 k 的电位差大约是“0”到“-100”V。负的少, 辉光亮度高; 负的多, 辉光亮度减少, 甚至可使电子束被截止, 辉光不亮。

2) 聚焦调节

设第二阳极 A_2 的电位为零, 第一阳极 A_1 的电位一般接在 $-600 \sim -900$ V 的电位上。因此, $A_1 A_2$ 的电位差可在

600~900V 的范围内调节，能使电子聚焦很细。射到荧光屏上的亮点直径可达 1mm 以下。通过扫描可在荧光屏上看见一根亮线。

3) X轴和Y轴位置调节

偏向板上的直流电位差，可使电子束作一定的偏向。扫描电压和受试电压是在固定偏向的基础上进行动态偏向的，因此，调节偏向板的直流电位差，可使动态图象位置发生移动。所以调节X轴或Y轴的位置时，只要调节X轴或Y轴的偏置电压就行了。

4) 同步调节（整步调节）

当锯齿波发生的起止与受试电压不一致时，调节锯齿波的起止时间使与Y轴输入的信号电压一致，可使扫描显示出来的波形图象在同一位置，看起来好象是不动的。

5) 扫描频率调节

调节锯齿波重复频率，可使受试电压频率与锯齿波扫描频率有整数倍的关系。即扫描一次可见到一个或几个受试电压的波形。

(3) 比较信号

普通示波器的比较信号，多是正弦波的。峰到峰的电压（正负波峰的合成电压视值）有 1V 或 2V 或其它值不一致。常用的，是把内部的指示灯电压，引出作比较信号（或称试验电压不很准确）。特殊用途的示波器，有专用的比较信号，是方波，有若干挡，电压较准。

(4) 辉度调制

为了测量荧光屏上波形所占用的时间，在示波管控制极上通过一电容器隔离高压直流，引出一接线端，称辉度调制输入端或称Z轴输入端。接入一已知频率（方波或正弦波）