



中等专业学校通用教材

# 模拟电子技术基础实验

上海市化工学校 童迺涛 编

1.1

化学工业出版社

## 内 容 提 要

本教材较系统地介绍了常用电子仪器的基本原理和使用方法,常用电子元件的识别和合理选用,以及各种单元电路技术指标和质量指标的测试方法。通过学习,学生能获得一定的电子技术实验知识和实验基本操作技能,初步具备电子电路的综合应用和分析排除故障的能力,为毕业后的技术工作打下良好的实践基础。

本教材供中等专业学校仪电类专业使用,也可供从事电子技术工作,维修人员作参考用书。

中等专业学校试用教材

模拟电子技术基础实验

上海市化工学校 童迺涛 编

责任编辑:徐世峰

封面设计:季玉芳

\*

化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

\*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 7 字数 155 千字

1991年6月第1版 1991年6月北京第1次印刷

印 数 1—4,800

ISBN 7-5025-0867-8/G·235

定 价 1.80元

## 前 言

本教材是根据1987年4月化工部中专电类课程教材编委会审定的《模拟电子技术基础实验》教学大纲编写的,适用于招收初中毕业生四年制(或招收高中毕业生两年制)电类专业。为体现中专特点、突出实践技能的培养,本教材较系统地介绍了常用电子仪器的基本原理和使用方法,常用电子器件的识别和合理选用以及各种单元电路技术指标和质量指标的测试方法,使学生获得一定的电子技术实验知识和实验基本操作技能,初步具备电子电路的综合应用和分析、排除故障的能力,从而扭转了以往实验仅仅以验证理论为主的附属地位、为提高学生动手能力打下良好基础。

本教材在编写过程中力图做到以下几点:

一、强调实践教学的重要作用,扭转重理论轻实践的倾向。阐述电子技术实验的特点和基本原则,区分电子技术实验和电工实验的异同点,引起学生对电子技术实验的兴趣,为实验能顺利进行铺平道路。

二、从实际应用出发,适当地扩大知识面。介绍各种常用电子元件的型号、规格和性能,并以实例讲解如何选用。

三、简单介绍常用电子仪器的工作原理,但比较详细地讲解各种开关、旋钮的作用和各种电参数的测试方法,为学生达到熟练使用的目的,在各次实验中多次重复使用。

四、实验内容的安排应遵循由浅入深,由简到繁、由单

一到综合的原则。

五、实验力求做到科学化、规范化。本教材在前几个实验项目中都列有实验目的、实验电路、实验原理、实验仪器和器材、实验内容和步骤、预习要求、思考题以及实验报告等，并尽可能详细、具体、规范，进行强化训练，使主要操作技能得以反复练习、加深印象；而最后几个实验则要求学生根据实验项目和实验报告的要求，自行拟制实验步骤、测试方法及实验记录的表格等，培养学生独立进行实验和撰写实验报告的能力。

六、注意调动学生做实验的主动性和积极性，培养学生善于观察实验现象和分析、思考问题的能力。为此本教材中提供了较多的预习要求和思考题。

七、为了获得较好的实验效果，教材的编写注意到与理论教学的紧密配合，达到理论联系实际的目的。

八、便于强化训练，教材中各个实验都列有较多的实验记录表格。

本教材是编者在《模拟电子技术基础实验》讲义的基础上，结合多年的实验课教学实践，并参阅了部分专科学校、中等专业学校的实验指导书和审稿会上提出的修改意见编写而成。按教学大纲要求，本教材的学时数为40学时，在组织教学时应以学生动手操作为主，教师仅作少量的必要的讲解。附录中提供了实施本教材的学时分配建议方案，供教师组织实验课教学时参考。附录中还列出了完成本教材全部实验所需仪器的型号和数量，各校可视具体情况而定。

本教材由湖南省化学工业学校高级讲师叶若华主审，南京化学工业学校高级讲师龚顺益，淮南化学工程学校高级讲师徐恒、辽宁石油化工学校张世汉、裴莹等同志仔细审阅了

初稿，并提出许多宝贵的意见和建议。上海市化学工业学校孙云德等同志在教材编写过程中给予积极配合、协助完成测试实验数据的工作，在此谨致以诚挚的谢意。

由于实验单独设课时间不长，作者对如何进行实践性教学环节的改革理解还有待深入，本教材中的不完善和错误之处也就难免，恳请读者提出宝贵意见。

编者

一九八九年十二月

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一部分 模拟电子技术基础实验须知</b> .....   | 1   |
| 一、实验课的地位和作用 .....                | 1   |
| 二、实验课的目的和要求 .....                | 1   |
| 三、实验课的基本原则 .....                 | 2   |
| 四、实验室规则 .....                    | 5   |
| <b>第二部分 常用电子元件简介</b> .....       | 6   |
| 一、常用电阻器、电容器型号的命名方法和标注 .....      | 6   |
| 二、电阻器的识别和选用 .....                | 9   |
| 三、电容器的识别和选用 .....                | 16  |
| 四、国产半导体器件型号的命名方法 .....           | 23  |
| 五、常用二极管、稳压管和三极管的主要参数 .....       | 25  |
| 六、查阅器件手册的方法 .....                | 53  |
| <b>第三部分 常用电子仪器简介</b> .....       | 56  |
| 一、电子示波器 .....                    | 56  |
| 二、JT-1型晶体管特性图示仪 .....            | 83  |
| 三、音频信号发生器 .....                  | 99  |
| 四、晶体管(电子管)毫伏表 .....              | 106 |
| 五、DT-830型数字万用表 .....             | 112 |
| <b>第四部分 模拟电子技术基础基本电路测试</b> ..... | 116 |
| 实验一 常用电子仪器的使用练习 .....            | 116 |
| 实验二 二极管和三极管的测试 .....             | 121 |
| 实验三 单管放大电路 .....                 | 129 |
| 实验四 放大电路三种组态性能的比较 .....          | 136 |
| 实验五 (I) 变压器耦合推挽功率放大器 .....       | 139 |
| (II) 互补对称式功率放大器 .....            | 143 |
| 实验六 负反馈放大电路 .....                | 149 |

|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 实验七  | 差动式放大电路 .....         | 156 |
| 实验八  | (I) RC串并联正弦波振荡器 ..... | 162 |
|      | (II) 集成运放正弦波振荡器 ..... | 168 |
| 实验九  | 集成运算放大器的线性应用电路 .....  | 170 |
| 实验十  | 集成运算放大器的非线性应用电路 ..... | 181 |
| 实验十一 | (I) 集成稳压电源 .....      | 186 |
|      | (II) 串联型直流稳压电源 .....  | 192 |
| 实验十二 | 场效应管放大电路 .....        | 197 |
| 实验十三 | 电子电路寻迹练习 .....        | 205 |
| 实验十四 | 单相可控整流电路 .....        | 209 |
| 附录一  | 实施本教材学时分配建议方案 .....   | 214 |
| 附录二  | 本教材实验所需仪器一览表 .....    | 216 |

# 第一部分 模拟电子技术基础实验

## 须知

### 一、实验课的地位和作用

电子技术基础实验课是培养学生理论联系实际、分析问题和解决问题的重要环节，是训练学生实验技能的主要途径。通过实验教学使学生加深理解和巩固课堂上所学的理论知识外，还应掌握常用电子测量仪器和仪表的使用方法，并有独立进行科学实验的能力和熟练的操作技能。这些基本技能的训练对于培养中等技术人才是必不可少的。经过一个阶段的基本训练后，还应能根据理论知识判别实验结果的正确性；能够判别电子线路工作是否正常；具有检查和排除故障的能力；能够对简单电子装置有综合调试和撰写实验报告的能力。所以说实验课和理论课的关系是相辅相成的，二者是有机地联系的，但又各具特点，既不是割裂又不是从属。

实验是研究一切科学的重要方法，是科学理论的源泉，是自然科学的根本，也是工程技术的基础。因此学生必须克服重理论、轻实践的错误观念，贯彻理论联系实际的原则，加强实验课程的学习，培养自己成为既懂理论，又会动手实践，有较强的解决实际问题的合格中等技术人才。

### 二、实验课的目的和要求

电子技术基础实验课是工科学生的重要技术基础课之一，必须给予足够的重视。学生通过实验课的学习，应达到以下主要目的。

(1) 学会常用器件参数和电路主要性能指标的测试方法, 熟悉常用电子仪器、仪表的正确使用方法, 并了解它们的简单原理, 以期达到对实验方法和实验技能的基本训练, 提高学生的动手能力。

(2) 通过实验操作、实验现象的观察、实验数据的记录以及对实验结果的处理, 最后撰写完整的实验报告, 以提高学生观察、分析实验现象的能力, 以及理论联系实际和独立工作的能力。

(3) 进一步培养严谨的实事求是的科学态度和踏实细致的工作作风。

为了使每个学生都能得到基本技能训练的机会。实验课力争做到“一人一组”。要求学生从课前的预习、实验的接线、操作、测量和记录, 直到课后实验报告的撰写, 完全由学生个人独立完成。为此学生必须严格执行“实验课的基本原则”, 熟悉常用电子仪器的使用方法, 了解实验室电源和常用设备, 遵守实验室规则, 这样才能顺利、安全、有效地做好电子技术基础实验。

### 三、实验课的基本原则

实验课现已列入教学计划, 并规定为必修课程, 期终单独考核、单独计算成绩。因此, 学生必须重视实验课, 为了使每个学生能在实验课前对实验课的上课方式及要求有所了解, 进一步提高实验效果, 有必要熟悉“实验课的基本原则”。

#### (一) 实验课的教学方式

实验课是在教师指导下由学生独立完成规定的实验项目、熟悉仪器、仪表的正确使用, 并通过实验、总结进一步

掌握实验内容,把实验得到的感性认识与理论知识结合起来,使学生对基本电子电路的理解进一步深化,达到加深印象、熟练使用的目的。

实验课还安排了少量、必要的讲课,但讲课学时不得超过总学时的五分之一。讲课内容主要是与实验有关的测量原理;仪器、仪表的使用知识和排除故障的方法,还有手册的运用以及电子领域的常识等,以期丰富实验内容,扩大知识面。

由于受仪器、设备的限制,每堂实验课可分两次进行(即每次半个标准班),每人一组。每次实验课由两名教师负责指导,指导教师在上课时检查学生的预习情况、讲解实验内容、仪器使用方法及注意事项、检查操作情况和实验结果、处理和解答学生在实验中所出现的问题、指导学生正确的实验操作方法、批改实验报告及对学生的实验能力进行考核和评分。

## (二) 实验课的基本过程

尽管各个实验内容和实验步骤有所不同,但其基本过程总是可以分为预习、实验操作和总结三个环节。现将各个环节的要求作一简要说明。

### 1. 预习环节

充分预习是做好实验的前提,必须十分重视这一环节,每次实验课前必须仔细阅读教材中的有关内容,理解实验原理,明确实验目的和要求。每个学生应按预习要求认真准备,回答预习思考题,画好数据记录表格,必要时,可结合实验仪器进行现场预习,写出预习报告。

预习报告内容包括:(1)实验名称;(2)实验目的;(3)实验电路;(4)实验仪器和器材;(5)实验内容和步

骤；(6)实验注意事项；(7)数据记录表格及计算公式；  
(8)回答思考题。预习报告为实验报告的一部分，做完实验后再写实验总结报告。

上实验课之前，应交出预习报告，经指导教师检查后方能进行实验操作。凡不能按时完成实验报告者应暂停实验、留在实验室进行预习，待完成预习要求后再进行实验，但影响实验成绩。

## 2. 实验操作环节

实验操作环节是进行实验的主要内容。操作前，首先查看实验仪器和设备是否齐全和符合要求，在进行桌面布置和接线时，要考虑到便于接线、便于测量，做到整齐美观。接着按照实验内容和步骤有条不紊地进行操作，必须正确使用各种仪器，认真仔细地按规范操作，如实地记录实验数据和实验现象，切勿粗枝大叶或敷衍塞责。在进行实验时要做到心中有数，切忌对着教材看一条做一条的操作方法。

应该指出的是：接完线路后，要对照电路图复查(初始阶段必须经教师检查无误，才能接通电源)，测量完毕还需检查数据，确认所测数据合理后，方可断开电源开关，拆掉电源接线及其接线。

## 3. 实验总结环节

进行实验总结，写好实验报告，是实验课的继续和提高。实验报告是一项实验的成果，一定要认真完成。在分析问题时，要做到实事求是；要有工程观念不可追求过分的精确；要有科学的态度，对暂时不能解释的现象，可查阅参考书或请教师解答，也可以要求再进行实验观察和分析，以期达到较理想的实验效果。

要写好一份符合要求的实验报告，并做到文字通顺、字

迹端正、图表规范、结果正确、讨论认真。报告的内容除预习报告内容外，还应包括：数据记录表格；数据计算，作图和误差分析；讨论和心得体会。实验报告力求整洁美观，一律采用统一的实验报告纸，作图使用坐标纸。切不可有相互抄袭和修改原始记录数据的现象发生。实验结束后应尽快写好实验报告，这是因为刚做完实验印象较深，易于整理实验结果，分析实验现象。

#### 四、实验室规则

(1) 必须保持实验室的安静和整洁，实验时不得大声喧哗，不要在各实验组间任意走动。

(2) 爱护公物，仪器设备必须轻拿轻放，使用仪器前应先了解其性能和操作方法，按操作程序正确使用，反对盲目操作，切实注意安全用电。

(3) 实验时不得乱动与本实验无关的仪器和设备，不得将仪器、设备、工具、导线等物携出室外。

(4) 实验进行中若发现仪器损坏或其它异常情况，应立即切断电源，保护现场，并报告指导教师处理。

(5) 实验完毕后，整理好仪器设备、桌椅等，经教师同意后才离开实验室。每次实验后，值日生应进行室内清扫和整理工作。

## 第二部分 常用电子元器件简介

### 一、常用电阻器、电容器型号的命名方法和标注

#### (一) 电阻器型号的命名方法

电阻器产品的型号由下列四部分组成：

第一部分：主称（用字母表示：R——电阻器，W——电位器）

第二部分：材料（用字母表示）

第三部分：分类（一般用数字表示、个别类型用字母表示）

第四部分：序号（用数字表示）

电阻器的材料、分类代号的意义如表2-1所示。

#### (二) 电容器型号的命名方法

根据电容器的材料和特征代号分类，电容器型号由下列四部分组成：

第一部分：主称（用字母表示：C——电容器）

第二部分：材料（用字母表示）

第三部分：特征（用字母或数字表示）

第四部分：序号（用数字表示）

电容器的材料、特征代号的意义如表2-2所示。

#### (三) 举例

例一：RJX71型——精密小型金属膜电阻。

例二：WS2型——有机实芯电位器。

例三：CCG1型——圆形高功率瓷介电容器。

例四：CA11A型——铝箔电解电容器。

表 2-1

| 材 料 |                 | 分 类 |     |      |    |     |     |
|-----|-----------------|-----|-----|------|----|-----|-----|
| 代号  | 意 义             | 代号  | 意 义 |      | 代号 | 意 义 |     |
|     |                 |     | 电阻器 | 电位器  |    | 电阻器 | 电位器 |
| T   | 炭膜              | 1   | 普通  | 普通   | G  | 高功率 | —   |
| P   | 硼炭膜             | 2   | 普通  | 普通   | T  | 可调  | —   |
| U   | 硅炭膜             | 3   | 超高频 | —    | X  | 小型  | —   |
| H   | 合成膜             | 4   | 高阻  | —    | L  | 测量用 | —   |
| I   | 玻璃膜             | 5   | 高温  | —    | W  | —   | 微调  |
| J   | 金属膜             | 6   | —   | —    | D  | —   | 多圈  |
| Y   | 氧化膜             | 7   | 精密  | 精密   | K  | —   | 带开关 |
| C   | 沉积膜             | 8   | 高压  | 特殊函数 |    |     |     |
| S   | 有机实芯            | 9   | 特殊  | 特殊   |    |     |     |
| N   | 无机实芯            |     |     |      |    |     |     |
| R   | 热敏              |     |     |      |    |     |     |
| G   | 光敏              |     |     |      |    |     |     |
| M   | 压敏 <sup>①</sup> |     |     |      |    |     |     |

① 压敏电阻：当其两端的电压达到一个特定值时，阻值会急剧减小，可用作过压保护和稳压元件。

**（四）电阻器的标注常用直标法和色标法两种。电容器常用直标法**

表 2-2

| 材 料 |        |    |               | 特 征 |     |       |       |
|-----|--------|----|---------------|-----|-----|-------|-------|
| 代号  | 意 义    | 代号 | 意 义           | 代号  | 意 义 | 意 义   |       |
|     |        |    |               |     |     | 瓷介电容器 | 有机电容器 |
| C   | 瓷介     | A  | 钽电解           | T   | 铁电  | 非密封   | 非密封   |
| Y   | 云母     | N  | 铌电解           | W   | 微调  | 非密封   | 非密封   |
| I   | 玻璃釉    | T  | 钛电解           | X   | 小型  | 密封    | 密封    |
| O   | 玻璃膜    | H  | 混合纸介          | G   | 高功率 | 密封    | 密封    |
| Z   | 纸介     | M  | 纸膜            |     |     | 穿心    | 穿心    |
| J   | 金属膜(箔) | B  | 聚苯乙烯等非极性有机薄膜① |     |     | 支柱等   |       |
| F   | 聚四氟乙烯  |    | 聚酯等极性有机薄膜②    |     |     | 高压    | 高压    |
| D   | 铝电解    | L  |               |     |     | 高压    | 特殊    |
| Q   | 漆膜     |    |               |     |     |       |       |

① 用B表示除聚苯乙烯外的其它非极性有机薄膜时,在B后再加一个字母以区分具体材料。例如,聚丙烯用BB表示等。

② 用L表示除聚酯外的其它有机薄膜材料时,在L后再加一个字母以区分具体材料。例如,聚碳酸酯用LS表示等。

## 二、电阻器的识别和选用

### (一) 电阻器的类别

电阻器的种类很多,从构成电阻的材料来分:有炭质电阻器、炭膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器和线绕电阻器等。从电阻器的物理性能来分:有热敏电阻、光敏电阻和压敏电阻。从电阻器的结构形式来分:有固定电阻器、可变电阻器和电位器等。电位器按阻值和转角之间的关系可分为直线式、对数式和指数式。按其结构又可分为单连、双连和多连式、带开关和不带开关、可变多圈和半可变式(或微调)、旋转式和推拉式。常用电阻器的图形符号如表2-3所示。

### (二) 电阻器的规格参数和质量参数

电阻器的规格参数主要有:标称阻值和允许误差、标称额定功率和极限工作电压。质量参数主要有:温度系数、稳压性、噪声电动势、高频特性和机械特性等。要正确地选用电阻器必须了解电阻器的这些参数。一般主要考虑标称阻值、允许误差和标称额定功率、下面分别予以介绍。

#### 1. 标称阻值及其允许误差

在电阻器上一般都标明阻值,此阻值就是所谓的标称值。电阻的阻值范围很广,一般从一欧姆到几十兆欧姆,而同一标称值的电阻往往与它实际的阻值不完全符合,有的偏大些,有的偏小些,这就是误差。常用电阻器的允许误差等级如表2-4所示。

常用电阻器的标称阻值,是按标准化系列进行生产的,表2-5中列出了各种误差下的标准化系列产品的标称值或系列数值乘以 $10^n$ ,其中 $n$ 为正整数或负整数。

表 2-3

| 图形符号                                                                              | 名 称          | 图形符号                                                                              | 名 称         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | 固定电阻         |  | 压敏电阻        |
|  | 有抽头的<br>固定电阻 |  | 直热式<br>热敏电阻 |
|  | 变阻器          |  | 旁热式<br>热敏电阻 |
|  | 微调电阻器        |  | 光敏电阻        |
|  | 微调电位器        |  | 电位器         |

表 2-4

| 允许误差 | $\pm 0.5\%$ | $\pm 1\%$ | $\pm 5\%$ | $\pm 10\%$ | $\pm 20\%$ |
|------|-------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 等级   | 005         | 01        | I         | II         | III        |

在电路图中，为了简便起见，凡阻值在 $1000\Omega$ 以下的都不注出“ $\Omega$ ”字，例如 $680\Omega$ 可简写为680；凡阻值在 $1000\Omega$ 以上， $1M\Omega$ 以下的用“k”表示，例如4.7k就是 $4700\Omega$ ；凡 $1M\Omega$ 以上的用“M”表示，例如1.2M表示 $1200000\Omega$ 。

电阻器的标称阻值和允许误差一般都标注在电阻器上，其表示方法有下列两种：