

DIANZIKEJIDAXUECHUBANSHE

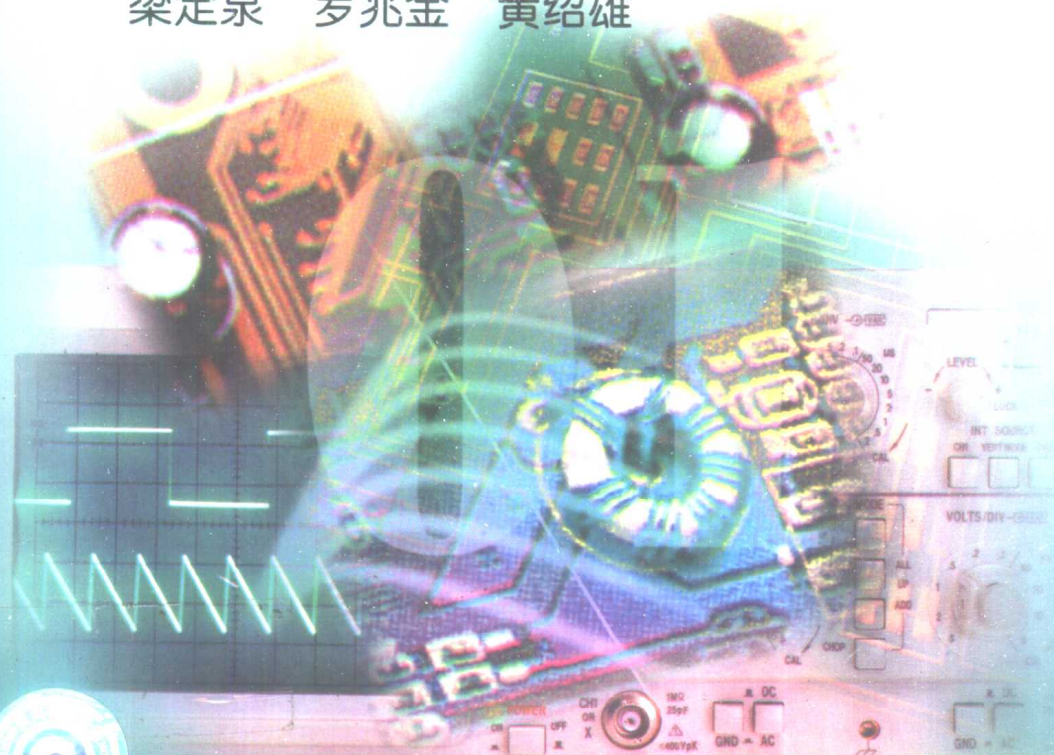
XILIEJIAOCAI

中等专业学校
电子信息类
系列教材

中专电子技术

模拟电路、数字电路 实验与实习

易兴俊 徐丽香 黎旺星
梁定泉 罗兆金 黄绍雄



电子科技大学出版社

UESTC PUBLISHING HOUSE

中等专业学校
电子信息类 系列教材

模拟电路、数字电路 实验与实习

易兴俊 徐丽香 黎旺星

梁定泉 罗兆金 黄绍雄

电子科技大学出版

内 容 简 介

本书是在广东省电子技术学校、广东省电子技工学校长期使用的模拟电子线路、数字电路实验与实习讲义基础上，参照全国中专电子技术专业 95 规划教材《电子线路实验》教学大纲的要求，整理、扩充编写而成。可供 410 学时教学之用。

本书分为五个模块。第一个模块是模拟低频电子线路实验，包括常用电子元器件测量、仪表使用、实验电路板制作和低频电路测试与调整。第二个模块是模拟高频电子线路实验，包括印刷电路板的设计与制作、工业生产中的焊接、表面装配技术、常见干扰与抑制、高频电路调整与测试等内容。第三个模块化数字与脉冲电路实验，复盖数字电路与脉冲电路的主要内容。第四个模块化模拟与数字电路实习，包括集成电路扩音机、收音机、数字钟控插座的原理、安装与调试。第五个模块是电视、仪器、实验，包括双踪示波器、频率特性测试仪的使用、电视机主要部分电路的测试等内容。各模块各有侧重，自成体系。

本书可作为中等专业学校，技工学校，职业高中电子技术专业、通信专业、电子与信息技术专业、应用电子技术专业及相近专业的模拟低频电子线路、模拟高频电子线路、数字与脉冲电路、电视原理与接收机等课程的实验课教材及实习指导书。

声 明

本书无四川省版权防盗标识，不得销售；版权所有，违者必究，举报有奖。举报电话：(028) 6636481 6241146 3201496

中等专业学校 系列教材
电子信息类

模拟电路、数字电路实验与实习

易兴俊 徐丽香 黎旺星
梁定泉 罗兆金 黄绍雄

出 版：电子科技大学出版社（成都建设北路二段四号 邮编：610054）

责任编辑：舒 标 王 林 周 芳

发 行：新华书店经销

印 刷：四川导向印务有限公司

开 本：787×1092 1/16 印张 18.125 字数 441 千字

版 次：1999 年 11 月第一版

印 次：2000 年 6 月第二次印刷

书 号：ISBN 7-81065-330-X/TN·18

印 数：4001—7000 册

定 价：22.00 元

前 言

实验是科学技术得以发展的重要保证，是研究自然科学的手段。对于模拟低、高频电子线路、数字与脉冲电路、电视原理与接收机等课程来讲，必须在系统学习理论知识的基础上加强实验技能的训练，才能巩固和加深理解所学理论知识。模拟电路、数字电路实验与实习就是上述课程实验技能训练的基本部分，是上述课程教学中的实践环节，应和相应的理论课同步或涉后一些时间进行。

一、本教材的内容安排

本教材是在广东省电子技术学校、广东省电子技工学校长期使用的模拟电子线路、数字电路实验与实习讲义基础上，参照全国中专电子技术专业 95 规划教材《电子线路实验》教学大纲的要求，并按广东省高教厅骨干（重点）专业改革与建设意见中有关理论教学、实践环节教学学时之比为 1：1 的要求，整理、扩充编写而成。可供 410 学时教学之用。

本书分为五个模块，各模块各有侧重，自成体系。第一个模块是模拟低频电子线路实验，内容涉及常用电子元器件测量、仪表使用、实验电路板制作和低频电路测试与调整。第二个模块是模拟高频电子线路实验，包括印刷电路板的设计与制作、工业生产中的焊接、表面装配技术（SMT）、常见干扰与抑制、高频电路调整与测试等内容。第三个模块是脉冲与数字电路实验，复盖数字电路与脉冲电路的主要内容。第四个模块是模拟与数字电路实习，内容包括集成电路扩音机、收音机、数字钟控插座的原理、安装与调试。第五个模块是电视、仪器实验，包括双踪示波器、幅-频特性测试仪的使用，电视机各主要部分电路的测试等内容。本书可作为中等专业学校、技工学校、职业高中电子技术专业、通信专业、电子与信息技术专业、应用电子技术专业及相近专业的模拟低频电子线路、模拟高频电子线路、数字与脉冲电路、电视原理与接收机等课程的实验课教材及实习指导书，亦可作为上述各专业电子线路课程实习、教学实习、大型作业等的配套教材。

第四个模块中所给出的实习项目与理论课的关系如下：集成电路扩音机原理、安装与调试可作为与“模拟低频电子线路”课程配套的实习项目；收音机原理、安装与调试可作为与“模拟高频电子线路”课程配套的实习项目；数字钟控插座的原理、安装与调试可作为和“数字与脉冲电路”课程配套的实习项目。

各个模块所需要的教学学时如下：第一模块，120 学时；第二、三模块共需 120 学时；第四模块，90 学时（每个实习需 30 学时）；第五模块，80 学时。合计：410 学时。

二、本教材的编写特色

本教材的特点是着重技术的传授和动手能力的培养，强调实验技能训练，培养读者分析问题和解决问题的能力。在选材上充分考虑了电子技术专业、通信专业、电子与信息技术专业、应用电子技术专业、计算机专业等弱电类专业的特点和需要，体现了必需、够用、实用、教学内容优化等原则。此外，在编写过程中还作了如下探索：

1. 将实验分为两种类型：一类是需学生自己制作实验电路的实验（通常是所需元器件较少，元器件价格便宜的实验），另一类是不需学生自己制作实验电路的实验，这类实验仍由实验室提供已做好的实验电路板和设备（这通常是所需元器件较多且价格较贵的实验）。这样编写的方法，较传统的实验模式（即：用实验室现成实验电路板作实验的方式），增加了学生焊接、元器件认识和简易测量、实验电路不工作时的故障查寻及维修这几个环节，无疑增加了学生的动手能力。学生实验成绩的评定办法也相应分为两类，见附录一。

2. 实验内容的安排也从传统实验模式的单一的验证性实验（即：验证所学理论知识）过渡到验证性、测量性（以测量性为主）、探索性、设计性、综合性的实验。

3. 测量方法及实验内容的取舍体现了用尽可能少的仪器做尽可能多的实验的思想，这对经费紧张，仪器缺乏的学校无疑是有意义的。比如：考虑到以后还有《电子测量与仪器》课与实验，故对电阻、电位器、电感、电容只介绍在实用中很重要的用万用表简易测量的方法，而不介绍用电桥或数字仪表（如数字电容、电感测量仪）测量的方法。能做全部实验的最低限度仪表清单见附录二。

4. 仪器仪表的介绍也一反一般实验教材将仪器仪表作为附录或单独一章介绍的方法，而将仪器穿插到各个实验中去介绍。对仪器的介绍也以介绍面板功能键和使用方法为主，而对原理则基本不涉及或只简单涉及。这种由浅入深、由易到难、循序渐进的安排，对刚开始接触电子测量与仪器的学生无疑是有帮助的。

三、如何使用本教材

由于本教材编排的实验中有一部分实验电路需学生自制，故存在一个在使用本教材的应注意的问题。

致 教 师

1. 在教学前应给学生发一袋元件和几样常用工具，能覆盖全部自制实验电路的最低限度元件清单和工具清单见附录三。

2. 对需学生自制的实验电路应提前（一般应提前 2~3 天）给学生交待任务并安排焊接，焊接可以在教务科安排的实验课时间内进行，也可以由学生利用课外时间进行。焊接前教师应花少量时间给学生简要介绍实验电路的有关问题。

3. 在教务科统一安排的实验课时间内组织学生进实验室测试。一般 2~3 个学生自己测试自己制作的实验电路板，当有的电路板不工作或时间不充裕时也可共同测试一块实验电路板（此时学生仍需独立测试、记录实验数据或曲线）。

4. 应在课程开始的时候组织学生实习“实验课考试及成绩评定办法”，见附录一。

5. 本教材有的实验可在课室里进行，如用万用表简易测量 R、L、C 等。可在课室里进行的实验，有些实验需学生自制实验电路板的实验。

致学生

1. 由于本课程有时和相应的理论课滞后一段时间进行, 故学生在每个实验之前应进行预习, 预习要求见实验指导书的第五项。不进行预习, 对实验内容不熟悉, 一般不可能在两个学时内完成测试项目。

2. 需自制的实验电路一定要在统一规定的测试时间前完成。未制作实验电路板学生该项成绩为零。

3. 学生应按实验指导书第六项“实验报告要求”独立编写实验报告, 实验报告是实验工作的全面总结, 不交报告者不得进行下一次实验。

4. 学生应按要求回答思考题, 思考题中有的问题是实验中易错的问题, 有的问题是带探索性、设计性、综合性的问题。通过回答思考题可检验学生是否真正学懂了相应的理论或能否运用所学理论解决实验问题。

5. 学生必须服从老师指挥, 遵守实验室守则和安全操作规则, 否则将按有关条款处理。

6. 所配元件为最低限度元件, 实验电路中的有些元件需用几个并或串联才能实现, 这点在焊接时应注意。

本书由易兴俊高级讲师主编, 徐丽香、黎旺星、梁定泉、易兆金、黄绍雄讲师参编。易兴俊编写第一章(概述)、第二章(模拟低频电子线路实验)、第三章(模拟高频电子线路实验)徐丽香编写第四章(数字与脉冲电路实验); 黎旺星编写第五章(集成电路扩音机原理、安装与调试); 梁定泉编写第六章(收音机原理、安装与调试); 罗兆金编写第七章(数字钟控插座的原理、安装与调试); 黄绍雄编写第八章(电视、仪器实验)。由徐丽香对全书进行了统稿, 梁永汉高级讲师担任本书主审。

由于编者水平所限, 本书错误缺点在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

1999年9月于广州

目 录

第一章 概 述.....	1
§1-1 实验的重要意义.....	1
§1-2 实验课的目的要求.....	1
§1-3 进行实验的主要步骤.....	1
§1-4 安全操作知识.....	2
§1-5 实验报告.....	2
§1-6 测量误差与测量数据处理基本知识.....	3
一、误差的基本概念.....	3
二、测量误差的各种表示方法.....	3
三、仪表的准确度.....	5
四、测量误差的来源及削弱消除措施.....	5
五、测量数据的处理.....	6
思考题.....	7
第二章 模拟低频电子线路实验.....	9
§2-1 用万用表测电阻和电位器.....	9
一、实验目的.....	9
二、实验原理.....	9
三、实验设备和元件.....	9
四、实验内容及步骤.....	9
五、预习内容.....	11
六、实验报告具体要求.....	11
思考题.....	12
§2-2 电容、电感的简易测量.....	12
一、实验目的.....	12
二、实验原理.....	12
三、实验仪器和设备.....	13
四、实验内容及步骤.....	13
五、预习内容.....	16
六、实验报告具体要求.....	16
思考题.....	16
§2-3 铆钉胶木板及鳄鱼夹导线的制作.....	16
一、实验目的.....	16
二、实验设备和元器件.....	16

三、实验内容及步骤.....	17
四、预习内容.....	18
五、实验报告具体要求.....	18
思考题.....	18
§2-4 基本电子测量仪器的使用.....	18
一、实验目的.....	18
二、实验仪器及使用方法简介.....	18
三、实验仪器和设备.....	28
四、实验内容及步骤.....	28
五、预习内容.....	30
六、实验报告具体要求.....	30
思考题.....	30
§2-5 半导体器件型号命名方法.....	31
一、中国半导体器件型号命名方法.....	31
二、日本半导体器件型号命名方法.....	33
§2-6 用三用表简易测试二极管、三极管.....	33
一、实验目的.....	33
二、实验原理.....	33
三、实验设备和器件.....	34
四、实验内容和方法.....	34
五、预习要求.....	37
六、实验报告内容.....	37
思考题.....	37
§2-7 单管低频放大器.....	38
一、实验目的.....	38
二、实验原理.....	38
三、实验仪器与器件.....	40
四、实验内容与步骤.....	40
五、预习内容.....	43
六、实验报告要求.....	43
思考题.....	43
§2-8 射极跟随器.....	43
一、实验目的.....	43
二、实验原理.....	43
三、实验仪器.....	45
四、实验内容及步骤.....	45
五、预习内容.....	47
六、实验报告要求.....	47
思考题.....	48

§2-9 场效应管放大器及效应管源极输出器的研究	48
一、实验目的	48
二、实验原理及电路	48
三、实验仪器	50
四、实验内容及步骤	50
五、预习内容	51
六、实验报告要求	51
思考题	52
§2-10 OTL 电路	52
一、实验目的	52
二、实验原理	52
三、实验仪器	53
四、实验内容及步骤	53
五、预习内容	54
六、实验报告要求	54
思考题	55
§2-11 负反馈放大器	55
一、实验目的	55
二、实验原理	55
三、实验仪器与设备	57
四、实验内容与步骤	57
五、预习内容	58
六、实验报告要求	59
思考题	59
§2-12 差分放大器	59
一、实验目的	59
二、实验原理	59
三、实验仪器及设备	61
四、实验内容及步骤	62
五、预习内容	63
六、实验报告要求	63
思考题	64
§2-13 集成运算放大器的运用	64
一、实验目的	64
二、实验原理	64
三、实验仪器及设备	66
四、实验内容与步骤	66
五、预习内容	69
六、实验报告要求	69

思考题	69
§2-14 晶体管直流稳压电源	70
一、实验目的	70
二、实验原理	70
三、实验仪器和设备	71
四、实验内容及步骤	71
五、预习内容	74
六、实验报告要求	74
思考题	74
第三章 模拟高频电子线路实验	75
§3-1 工业生产中的焊接	75
一、波峰焊	75
二、高频加热焊	77
三、脉冲加热焊	77
四、再流焊	78
五、其他焊接方法	78
§3-2 印制电路板的设计与制作	79
一、敷铜板与印制电路板	79
二、工厂生产印制电路板的工艺流程简介	80
三、如何设计印制电路板	81
四、手工自制印刷电路板	83
§3-3 表面装配技术 (SMT)	85
一、SMT 与通孔基板式 PCB 安装的差别	85
二、表面安装元器件	86
三、SMT 装配方案和生产设备	88
§3-4 数字万用表	90
一、数字万用表的特点	90
二、数字万用表的分类	91
三、数字万用表的基本构成	92
四、数字万用表的面板介绍	93
五、数字万用表的使用	94
§3-5 小信号调谐放大器	96
一、实验目的	96
二、实验原理	96
三、实验仪器设备	99
四、实验内容及步骤	99
五、预习内容	101
六、实验报告内容	101

思考题	102
§3-6 宽带放大电路的调试与测试	102
一、实验目的	102
二、实验原理	102
三、实验仪器及设备	104
四、实验内容与步骤	104
五、预习内容	105
六、实验报告要求	105
思考题	105
§3-7 电感三点式振荡器	106
一、实验目的	106
二、实验原理	106
三、实验仪器及设备	109
四、实验内容与步骤	109
五、预习内容	111
六、实验报告要求	111
思考题	111
§3-8 调幅电路与检波电路	112
一、实验目的	112
二、实验原理	112
三、实验仪器及设备	113
四、实验内容与步骤	113
五、预习内容	115
六、实验报告要求	115
思考题	115
第四章 脉冲与数字电路实验	116
§4-1 数字电路实验的基础知识	116
一、数字集成电路的分类	116
二、集成电路的外形、符号与识别	118
三、数字电路故障检测与排除技术	122
四、LCN-1 数字电子技术实验箱原理及使用	125
§4-2 门电路的测试	128
§4-3 组合逻辑电路设计	135
§4-4 编码译码综合设计	137
思考题	141
§4-5 触发器	142
思考题	149
§4-6 RC 电路	150

思考题	154
§4-7 TTL 集成多谐振荡器	154
思考题	159
§4-8 用 555 定时器构成脉冲电路	159
§4-9 D/A、A/D 转换器	166
第五章 扩音机的安装与调试	176
§5-1 概 述	176
一、目的	176
二、主要内容及基本要求	176
§5-2 扩音机的电路原理	176
一、电源电路	179
二、信号流程	179
三、电路分析	179
四、认识元件的主要参数	182
§5.3 扩音机的装配、调试与维修	184
一、元件清单	184
二、认识电路板	186
三、装配流程与工艺	186
四、调试与维修	192
§5-4 扩音机的测试	194
一、扩音机的主要参数	194
二、静态工作的测试	195
三、整机频率响应的测试	195
四、最大输出功率的测试	196
五、音调电路对方波的响应	196
六、音调电路的提升量和衰减量测试	196
七、左右声道不平衡度的测量	197
八、失真度的测试	197
思考题	197
第六章 AM/FM 收音机的安装与调试	198
§6-1 概 述	198
一、实习目的	198
二、实习内容	198
三、实习基本要求	198
§6-2 收音机工作原理	198
一、概 述	198
§6-3 收音机电路板装配	202

§6-4 收音部分的调整.....	205
一、调幅部分的调整.....	205
二、调频收音部分的调整.....	210
三、工厂生产线调试方法.....	213
§6-5 收音机的装配工艺.....	215
一、固定电位器旋钮和 PVC 旋钮.....	215
二、补焊线路板(见图 6-5-2).....	215
三、焊接前的准备工作.....	217
四、组装.....	218
思考题.....	218
第七章 数字钟控电源插座安装与调试.....	219
§7-1 概 述.....	219
一、实习目的.....	219
二、实习内容.....	219
三、实习基本要求.....	219
§7-2 数字钟控电源插座的工作原理.....	219
一、整机方框图.....	219
二、工作原理.....	220
三、主要元件介绍.....	220
四、电路工作原理分析.....	225
§7-3 数字钟控电源插座的装配与调试.....	226
一、装配.....	226
二、调试.....	226
三、测试.....	226
四、实习报告的要求.....	227
五、课时分配(4天)(如表 7-3-2 所示).....	227
六、实习成绩评定方法.....	227
第八章 电视仪器实验.....	229
§8-1 GOLDSTAR 示波器 OS-9020A 的使用.....	229
一、实验目的.....	229
二、实验器材.....	229
三、实验内容及步骤.....	229
§8-2 扫频仪 AH1254B 的使用.....	233
一、实验目的.....	233
二、实验器材.....	233
三、实验内容及步骤.....	233
§8-3 彩色电视机的认识.....	237

一、实验目的.....	237
二、实验器材.....	237
三、实验原理.....	238
四、实验步骤.....	238
五、实验报告(略).....	239
六、注意事项.....	239
§8-4 电源电路、显像管电路.....	242
一、实验目的.....	242
二、实验器材.....	242
三、实验原理.....	242
四、实验步骤.....	243
五、实验报告.....	243
§8-5 高频头.....	244
一、实验目的.....	244
二、实验器材.....	245
三、实验原理.....	245
四、实验步骤(本实验以二频道为例, 测试高频头).....	246
五、实验报告.....	248
§8-6 中频公共通道.....	248
一、实验目的.....	248
二、实验器材.....	248
三、实验原理.....	248
四、实验步骤.....	249
五、实验报告.....	251
§8-7 伴音通道.....	251
一、实验目的.....	251
二、实验田器材.....	251
三、实验原理.....	252
四、实验步骤.....	252
五、实验报告.....	253
§8-8 解码电路.....	253
一、实验目的.....	253
二、实验器材.....	254
三、实验原理.....	254
四、实验步骤.....	254
五、实验报告.....	257
§8-9 行场扫描电路.....	258
一、实验目的.....	258
二、实验器材.....	258

三、实验田原理.....	258
四、实验原理.....	258
五、实验报告.....	260
§8-10 彩色显象管的工作调整.....	261
一、实验目的.....	261
二、实验器材.....	261
三、实验原理.....	261
四、实验步骤.....	262
五、实验报告.....	263
六、实验报告.....	264
附录一 集成电路的功能与型号对照表.....	265
附录二 本书常用数字集成电路管脚图.....	268
附录三 乐华 TC374-2PD 彩色电视机原理图.....	271

第一章 概 述

§ 1-1 实验的重要意义

模拟低、高频电子线路，数字与脉冲电路是中专电子技术专业重要的专业基础课，其主要特点是理论性和实践性都很强，学生在学好理论知识的同时，还必须经过各实践环节的严格训练，才有可能进一步巩固和加深理论知识，提高运用理论分析、解决实际问题的能力。实验是电子线路等课程中最重要的实践性环节之一，因此，必须十分重视和加强实验教学。

§ 1-2 实验课的目的要求

模拟电路、数字电路实验与实习是为配合中专电子技术专业及相近专业模拟低、高频电子线路，脉冲与数字电路，电视原理与接收机几门课程而设置的一门实验课程，与相应的理论课同步或滞后一段时间进行。实验课的目的要求主要是：

1. 通过实验获得感性认识，验证和巩固所学的基本理论，加强对基本概念和基本定律的理解。
2. 熟悉常用电子元器件原理和性能，掌握其参数的测量方法及元器件的使用方法。
3. 了解常用电子仪器的基本工作原理，掌握其使用方法。
4. 培养电路分析、工程估算、安装、焊接、调试、测试、检验、寻找故障、维修等实际工作技能。
5. 学习观察实验现象，记录和处理实验数据、分析和综合实验结果、书写实验报告的方法。
6. 根据实验的目的和要求，完成实验方案设计、选择仪表并能进行实验的实施。

§ 1-3 进行实验的主要步骤

1. 预习及焊接

在实验前认真阅读实验指导书，看懂实验电路图，明确实验目的，了解实验原理、内容和步骤。然后在铆钉胶上板上焊接实验电路，焊接前应先对元器件作简易测量。

2. 检查仪器设备、联接线路

实验时首先应检查本次实验所需仪顺设备是否齐全完好，然后按实验指导书要求联接

电路和仪器并检查之。

3. 接通电源、读取数据

线路与仪器的联接经检查无误后，再接通电源，读取仪器指示数据或测绘仪器显示曲线，然后断开电源，但不拆线，以备重作。

4. 审查数据，拆除线路

当审查数据齐全、曲线完整、现象合理之后，即可拆除实验电路与仪器的联接线。

5. 编写实验报告

每次实验后，要根据实验指导书的要求编写实验报告。

§ 1-4 安全操作知识

在实验中必须注意安全，防止设备、人身事故。

1. 对电源要分清直流和交流，弄清电压数值，对直流电源还要分清正、负极性。
2. 对仪器设备要弄清规格型号、额定值，并熟悉其用法。
3. 实验电路接好并检查无误后才能接通电源。实验过程中，如电路和仪表有发热、光、声音、气味等异常现象，应立即切断电源并检查故障原因。
4. 实验过程中，养成不触摸金属裸露部分的良好习惯，即使在低电压情况下也不例外（注意：大于 24V 的电压就可能引起触电事故），确保人身安全。
5. 作实验后应随即断开仪表电源。
6. 与本实验无关的其他仪器设备不许乱动。
7. 保持安静。
8. 服从实验室工作人员指挥。

§ 1-5 实验报告

实验报告是对实验工作的全面总结。学生做完实验后必须用简明的形式将实验结果和实验情况完整地 and 真实地表达出来。

1. 实验报告的内容

实验报告应包括以下几个部分：

- (1) 实验的目的和要求。
- (2) 实验电路和测试电路。必要时需简单地介绍实验电路或测试电路的工作原理。
- (3) 实验用的仪器、主要工具。有时可附实验所用的元件清单。
- (4) 实验情况记录。要用简明的语言或提纲式地给出进行实验具体步骤；在实验指导书设计的图表中填写实验中所记录的原始数据；反映在实验中遇到的问题和处理经过；若