

高等学校应用实践型规划教材

电子技术实训 与课程设计

DIANZI JISHU SHIXUN YU KECHENG SHEJI

吴俊芹 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子技术实训与课程设计

主编 吴俊芹
参编 李 燕 袁 媛 薛金华
赵海志 张 然 吴晓飞
主审 曹振军

机 械 工 业 出 版 社

本书内容包括：元器件的识别、测量与选用，常用仪器、仪表的使用，附录中列出了常用中、小规模集成电路产品型号及引脚图；以简单实用电路为基础的焊接技术练习；电路的装调、故障排除、验收考核标准；课程设计的具体设计步骤等。书中每章都编有与内容相对应的实训、设计作业题目。本书既是基本技能和工艺入门指导，又是启迪学生科技创新思维的开端。

本书可作为高校相关专业学生进行电子工艺实习、实训的教材，也可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

电子技术实训与课程设计/吴俊芹主编. —北京：机械工业出版社，2009.4

ISBN 978-7-111-26346-3

I. 电… II. 吴… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 022189 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：吉 玲 责任编辑：吉 玲 阎洪庆

版式设计：霍永明 责任校对：张晓蓉

封面设计：张 静 责任印制：杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2009 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·7.25 印张·192 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-26346-3

定价：18.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：(010)68326294

购书热线电话：(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：(010)88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

电子技术实训与课程设计是高职高专电气、电力、机电、计算机控制、电子应用等专业学生在学习了电子技术课程后必修的实践性教学环节。学生通过该环节的学习，可巩固电子技术的基础理论知识，锻炼和提高动手能力和综合分析问题的能力。但是现有此类教材中，电子技术实训、课程设计内容多数庞杂笼统，缺乏针对性，不便于教师教学及学生自学参考。我们编写此书作为学生电子技术实训和课程设计的参考教材，目的是使学生在实训中有书可依、有据可查，减少电子技术实训与课程设计中的盲目性。本书既是学生学习基本技能和工艺的入门指导，又是启迪学生科技创新思维的开端。

本书也可作为其他相近专业的学生进行电子工艺实习、实训的教材及有关工程技术人员参考用书。

本书的编写特点：

1) 实用性强。书中不但含有元器件的识别、测量与选用，常用仪器、仪表的使用，还在附录中列出了常用中、小规模集成电路产品型号及引脚图。

2) 书中编入一些简单的实用电路，将枯燥的焊接技术练习，变得颇具趣味性、现实性。

3) 方便教师教学及学生自学。书中详细讲述了实训中电路的装调、故障排除、验收考核标准，课程设计的具体设计步骤等，并且每章都编有与内容相对应的实训、设计作业。

本书由吴俊芹任主编，曹振军任主审。参加本书大纲讨论及编写工作的老师还有薛金华、李燕、袁媛、赵海志、吴晓飞、张然等。各章编写分工如下：第1章由吴晓飞、张然编写；第2章由赵海志编写；第3章由袁媛编写；第4章的4.1~4.4节由薛

金华编写、4.5~4.6节由李燕编写；此外，李燕老师还参与了附录A的编写；吴俊芹编写第5章、附录B及部分章节的思考实训题，并负责全书的修改、补充、统稿工作。以上作者均来自河北机电职业技术学院。

由于编者水平有限，书中难免有欠妥和疏漏之处，恳请同行及读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 常用工具及电子测量仪器的使用	1
1.1 焊接工具	1
1.1.1 电烙铁	1
1.1.2 辅助工具	2
1.1.3 拆焊工具	3
1.2 万用表	4
1.2.1 指针式万用表	4
1.2.2 数字式万用表	8
1.3 示波器	12
1.3.1 面板布置和旋钮作用	12
1.3.2 示波器的基本功能及操作使用方法	15
1.3.3 示波器的基本使用方法	20
1.4 晶体管特性图示仪	22
1.4.1 面板布置和旋钮作用	22
1.4.2 使用方法和注意事项	25
思考与实训题	27
第2章 常用电子元器件识别与选用	29
2.1 电阻器和电位器	29
2.1.1 图形符号、基本单位	29
2.1.2 型号命名	30
2.1.3 主要参数、阻值与偏差标注法	30
2.1.4 电阻的测量与使用常识	32
2.2 电容器	36

2.2.1	图形符号、基本单位	36
2.2.2	电容器的型号命名方法	36
2.2.3	主要参数、容量与偏差表示法	37
2.2.4	电容器的测量与使用常识	38
2.3	晶体管	41
2.3.1	中国晶体管型号命名法	41
2.3.2	二极管	42
2.3.3	三极管	44
2.3.4	场效应晶体管	50
2.3.5	单向晶闸管	54
2.4	半导体集成电路应用常识	56
2.4.1	集成电路的分类	56
2.4.2	数字集成电路的特点与分类	57
2.4.3	模拟集成电路的特点与分类	60
2.4.4	集成电路引脚排列的识别	61
2.4.5	集成电路应用须知	63
2.4.6	集成电路的检测	64
	思考与实训题	65
第3章	焊接技术实训	69
3.1	实用焊接工艺	69
3.1.1	焊接材料	69
3.1.2	电子元器件的安装	70
3.1.3	手工焊接方法	72
3.1.4	焊接的注意事项	75
3.2	简单实用的电路焊接练习	76
3.2.1	门锁防盗报警器	76
3.2.2	叮咚门铃	80
3.2.3	实用电话防盗报警器电路	81
3.2.4	光电打靶电路	84

3.2.5 简易电子触摸式开关电路	87
3.2.6 实用自行车防盗报警电路	89
3.2.7 NE555 组成的触摸式延时开关	91
3.2.8 八音阶简易电子琴	92
思考与实训题	96
第4章 实用电路的制作、装配与调试	99
4.1 MF—47 型指针式万用表	99
4.1.1 MF—47 型指针式万用表的结构	100
4.1.2 万用表的工作原理	101
4.1.3 组装与调试	102
4.1.4 常见故障	111
4.1.5 验收考核评分细则	111
4.2 超外差收音机	113
4.2.1 工作原理	113
4.2.2 装配步骤	121
4.2.3 调试方法与步骤	126
4.2.4 常见故障的检修	134
4.2.5 验收考核评分细则	139
4.3 多用充电器	139
4.3.1 工作原理	141
4.3.2 装配步骤	143
4.3.3 检测与调试	150
4.3.4 故障检测	151
4.3.5 验收考核评分细则	152
4.4 数字万用表的组装	153
4.4.1 工作原理	153
4.4.2 DT—830 型数字万用表的组装	161
4.4.3 DT—830 型数字万用表的调试	162
4.4.4 常见故障	166

4.4.5	验收考核评分细则	167
4.5	三管调频无线话筒	168
4.5.1	工作原理	168
4.5.2	装配步骤	168
4.5.3	检测调试	169
4.5.4	常见故障	170
4.5.5	验收考核评分细则	170
4.6	简易调频无线话筒的制作	171
4.6.1	工作原理	171
4.6.2	装配步骤	172
4.6.3	检测调试	173
4.6.4	常见故障	174
4.6.5	验收考核评分细则	174
	思考与实训题	175
第5章	电子技术课程设计	176
5.1	电子电路的一般设计方法	176
5.1.1	总体方案的选择	177
5.1.2	单元电路的设计	177
5.1.3	总体电路图的画法	178
5.1.4	审图	178
5.1.5	实验/仿真	178
5.2	电子技术课程设计举例	179
5.2.1	单级低频放大电路设计	179
5.2.2	集成稳压电源设计	186
5.2.3	十字路口交通灯	192
5.2.4	彩灯循环控制器的设计与制作	199
5.2.5	数字抢答器的设计与制作	202
5.3	电子技术课程设计报告的内容及评分方法	206
5.3.1	设计报告的内容	206

5.3.2 评分	207
思考与实训题	207
附录	213
附录 A 常用数字集成电路引脚图	213
附录 B 电子技术基础课程设计的基本要求和步骤	218
参考文献	221

第1章 常用工具及电子测量仪器的使用

1.1 焊接工具

1.1.1 电烙铁

电烙铁是我们最常用的工具之一，也是最重要的工具之一。

1. 电烙铁的选择和检测

电烙铁分为外热式和内热式两种。

外热式电烙铁热效率低，升温慢，但坚固耐用且功率都较大，目前仍被使用。

内热式的电烙铁体积较小，价格便宜，常用的是 15W、20W、25W、30W 和 40W 等几种，一般电子制作都用 20 ~ 30W 的内热式电烙铁。内热式的电烙铁发热效率较高，而且更换烙铁头也较方便。

电烙铁应根据焊件来选择，见表 1-1。

表 1-1 电烙铁的选择

焊件及工作性质	选用电烙铁	烙铁头温度 (室温、220V 电压)
一般印制电路板、安装导线	20W 内热式、30W 外热式	300 ~ 400℃
集成电路	20W 内热式	
焊片、电位器、2 ~ 8W 电阻、大电解电容、功率管	35 ~ 50W 内热式 50 ~ 75W 外热式	350 ~ 450℃
8W 以上大电阻、 $\phi 2\text{mm}$ 以上导线等较大元件	100W 内热式 150 ~ 200W 外热式	400 ~ 550℃
汇流排、金属板等	300W 外热式	500 ~ 620℃
维修、调试一般电子产品	20W 内热式	400 ~ 550℃

新买的电烙铁先要用万用表电阻挡检查一下插头与金属外壳之间的电阻值，万用表指针应该不动，否则应该彻底检查。

2. 电烙铁的正确使用与维护

新电烙铁使用前，应用细砂纸将烙铁头打光亮，通电烧热，蘸上松香后用电烙铁头刃面接触焊锡丝，使电烙铁头上均匀地镀上一层锡。这样做，可以便于焊接和防止电烙铁头表面氧化。旧的电烙铁头如严重氧化而发黑，可用钢锉锉去表层氧化物，使其露出金属光泽后，重新镀锡后才能使用。

电烙铁要用 220V 交流电源，使用时要特别注意安全。应认真做到以下几点：

- 1) 电烙铁插头最好使用三极插头，要使外壳妥善接地。
- 2) 使用前，应认真检查电源插头、电源线有无损坏，并检查烙铁头是否松动。
- 3) 电烙铁使用中，不能用力敲击，要防止跌落。烙铁头上焊锡过多时，可用布擦掉。不可乱甩，以防烫伤他人。
- 4) 焊接过程中，电烙铁不能到处乱放；不焊时，应放在烙铁架上。注意电源线不可搭在烙铁头上，以防烫坏绝缘层而发生事故。
- 5) 使用结束后，应及时切断电源，拔下电源插头。冷却后，再将电烙铁收回工具箱。
- 6) 使用电烙铁时，电烙铁的温度太低则熔化不了焊锡，或者使焊点未完全熔化而形成不好看、不可靠的样子。温度太高又会使电烙铁“烧死”（尽管温度很高，却不能蘸上锡）。另外也要控制好焊接的时间，电烙铁停留的时间太短，焊锡不易完全熔化，形成“虚焊”，而焊接时间太长又容易损坏元器件，或使印制电路板的铜箔翘起。每一两秒内要焊好一个焊点，若没完成，待焊点冷却后再焊一次。

1.1.2 辅助工具

1. 尖嘴钳

尖嘴钳是组装电子产品的常用工具，它主要用于对焊接点上

网绕导线和网绕元件进行引线，还可以用于元件的引线成形。为了使用方便和提高效率，可在尖嘴钳两柄内安装弹簧，以便钳口在使用中自动随手的握力放松而张开。

2. 斜口钳

斜口钳又称偏口钳、剪线钳，主要用于剪断导线，尤其是用来剪除网绕元件多余的引线。

3. 剥线钳

适用于剥掉塑料胶线、蜡克线等线材的端头表面绝缘层，具有使用效率高、剥线尺寸准确、不易损伤芯线等优点，其主要用途是剥离导线端头的绝缘外层。

4. 镊子

镊子可分为尖嘴和圆嘴镊子，尖嘴镊子主要功能是夹置导线和元器件防止其焊接中移动。如果导线塑胶绝缘层的端头因余热要收缩，在焊点尚未完全冷却前，可用镊子夹住塑胶绝缘层向前推动，可使塑胶绝缘层恢复到收缩前的位置。圆嘴镊子用于弯曲元器件引线 and 夹持元器件焊接等，用镊子夹持元器件焊接时还能起到散热的作用。

5. 十字旋具

十字旋具俗称螺丝刀、改锥或起子，常用的有平口和十字两大类，用于紧固或拆卸螺钉。

1.1.3 拆焊工具

常用的拆焊工具除以上介绍的焊接工具外还有以下几种专用工具。

1. 吸锡器

用于吸取熔化的焊锡，与电烙铁配合使用。先用电烙铁将焊点熔化，再用吸锡器吸取熔化的焊锡即可。

2. 吸锡电烙铁

用于吸取熔化的焊锡，使焊盘与元器件或导线分离，达到解除焊接的目的。

1.2 万用表

万用表有时也被称为三用表——主要测量电压、电流、电阻。准确地说，它能够测量直流电压、交流电压、直流电流和电阻值，还能测量晶体管的直流放大倍数，检测二极管的极性，判别电子元器件的好坏，有的还可测量电容和其他参数。

万用表有指针式和数字式两大类。指针式万用表小巧结实、经济耐用、灵敏度高，但读数精度稍差；数字式则读数精确、显示直观、有过载保护，但价格较贵。

1.2.1 指针式万用表

指针式万用表通常由磁电式测量部件（表头）、电子测量电路、转换开关等组成。面板表头的有机玻璃上配有机调零螺钉，右边是零欧姆电阻调零电位器，下边是两个正负极测试输出插孔。如图 1-1 是 MF—30 型指针式万用表面板图。

1. MF—30 型指针式万用表的性能指标

1) 直流电压 (V-): 1V、5V、25V 三挡；灵敏度及电压降：20000 Ω /V；测量精度：2.5；100V、500V 两挡，灵敏度及电压降：5000 Ω /V，测量精度：2.5。

2) 交流电压 (V~): 10V、100V、500V 三挡；灵敏度及电压降：5000 Ω /V；测量精度：4.0（此三挡仅适合测量频率 45~1000Hz 范围内的电压）。

3) 直流电流 (A-): 50 μ A、0.5mA、5mA、50mA、500mA 五挡，灵敏度及电压降 ≤ 0.3 V；测量精度：2.5。

4) 电阻 (Ω): $R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$, $R \times 1k$ 四挡，表内配有 1.5V 干电池，测量精度：2.5； $R \times 10k$ 挡，表内配有 15V 叠层电池，专为测量大电阻使用，测量精度：2.5。

5) 音频电平 (dB): -10 ~ 22dB, 0dB = 1mW, 600 Ω ；测量精度：4.0。

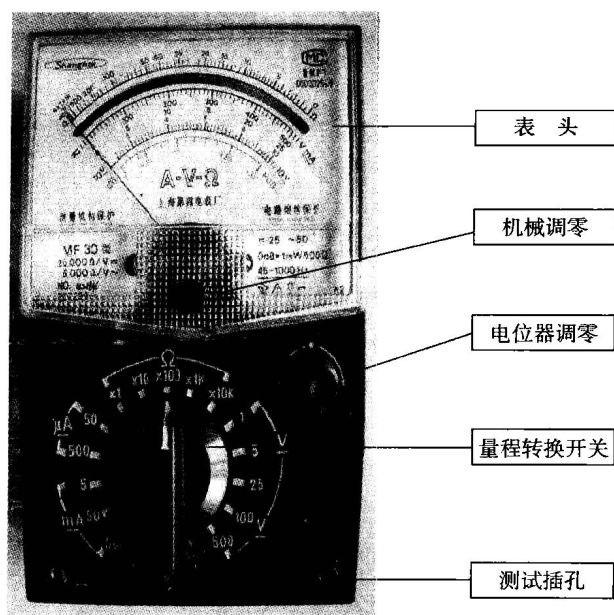


图 1-1 MF—30 型指针式万用表面板图

2. 指针式万用表的机械调零和电位器调零

万用表的准确零位非常重要，否则测出的参量就失去了意义，犹如市场上买东西时要校准称盘一样。万用表的调零分为机械调零和电位器调零两种，具有不同的适用场合。

1) 电流、电压的调零——使用机械调零。在测量电流或电压之前，将连接面板插口正、负极的两根表棒悬空，观察表头指针是否向左满偏，指在零位上，如不在零位，可适当调整表盖上的机械零位调节螺钉，使其恢复调至零位上，测试的电流电压读数才会准确。

注意：万用表在使用中很少进行机械调零，并且不建议学生自行使用机械调零。当遇到需要机械调零的万用表，一般应交给指导教师操作。

2) 电阻调零——使用电位器调零。测量电阻共有 5 个挡

位，在每个挡位下，都需要重新使用调零电位器，以保证准确的零位。因此，几乎每次测量电阻前，都需要对万用表进行电阻调零。

在测量电阻之前，将连接面板插口正、负极的两根表笔短接，观察表头指针是否向右满偏，指在零位上，如不在零位，可适当左右调整电阻调零电位器，使其调至零位上。

3. 指针式万用表的正确使用

(1) 测量电阻：为了能够测量不同数量级的电阻，MF—30型万用表设有 $R \times 1 \sim R \times 10k$ 共五个挡位，且共用表头中第一条欧姆标尺刻度。转换开关所选欧姆值与指针偏转读数以倍率关系计算。指针指在不同位置的数值应乘以所选挡位的欧姆数，即为所测电阻的数值。

由于零欧姆电阻调零不能覆盖五个挡位，故每换一挡量程，就必须调零，以确保测量电阻的精确度。通过换挡，使指针位于表头中部时读数精度最高。

为了保证测量电阻的准确性，有以下几点注意事项：

1) 保证电阻不和其他导体连接，避免出现并联。不要用双手接触电阻，避免将人体电阻与被测电阻并联；尽量不要在电路中测量电阻，以免电路中其他元件对测量产生影响，因此，最好将电阻拆卸下来测量。

2) 选择合适的挡位，使得指针尽量处于右顶端偏左 $1/3$ 处。

3) 准确调零。

4) 正确读取测量值。

(2) 判断二极管极性：用万用表的欧姆挡测量二极管时，万用表作为被测二极管的偏置直流电源 E 。当万用表位于 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 挡时， $E = 1.5V$ 。若将黑表笔（表内电池的正极）接到二极管的正极，红表笔（表内电池的负极）接到二极管的负极，表头指针向右偏转较大，呈现低电阻，则二极管处于正向偏置。反之表针向左偏转较大，呈现高电阻，则二极

管处于反向偏置。根据正反两次测得的电阻值的大小，即可判别出二极管的极性。

注意：一般不宜使用 $R \times 1$ （电流太大）或 $R \times 10k$ （电压太高， $E = 15V$ ）挡测试二极管，而应在 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡测试二极管，此时内阻 R 较大，可避免损坏二极管。

（3）测量直流电压：MF—30 型指针式万用表的直流电压测量范围从 $1 \sim 500V$ 共五个挡位。测试直流电压时，把转换开关换至直流电压量程挡，根据被测电压大小，应从大到小选定量程，再将万用表插孔的 +、- 极性通过表笔并联接入待测电路，在表头第二条刻度（具有 V 标识符）的线上找出相应读值。

例：测量双路稳压电源的 +12V 电压输出时，应先将万用表转换开关选至直流电压挡，继而转至向右满偏时为 25V 量限位置，把万用表插口的正极表笔（红色）接电源正极（红色）插孔，负极表笔（黑色）接电源负极黑色插孔，以并联方式连接，在表头第二条刻度（具有 V 标识符）的线上找出满挡为 25V 时的数值，此时表针摆向中部，通过折算读数为 12V。

（4）测量交流电压：磁电式结构万用表测量交流电压时，刻度标尺上标出的是正弦交流电的有效值，因此，万用表的交流电压挡只能测正弦交流电压且读数为有效值，仅适合测量 $45 \sim 1000Hz$ 频率范围内的电压。

交流电压的测量范围从 $10 \sim 500V$ 共三挡。测试交流电压的方法与测试直流电压的方法相同，只需将转换开关选至交流电压量程范围。

若测量小于 10V 的交流电压，考虑到二极管非线性因素的影响，特别设置了第三条刻度标尺线，测量方法及读数方法与测量直流电压方法相同。

例：检测某插座上有无 220V 交流电压输出时，应先将万用表转换开关选至最下方的交流电压挡，继而转至向右满偏时为 500V 交流量限位置上，把万用表 +、- 插孔的红黑表笔（以并