

21 世纪高等职业教育精品规划教材

无线电装接工

主审。宋一然

主编。余明辉



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

21 世纪高等职业教育精品规划教材

无线电装接工

主 编 余明辉
副主编 郭小芳
主 审 宋一然



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内容提要

本书分为三部分：第一部分为电子技术基础知识，包括常用电子仪器和常用电子元器件；第二部分为电子装联装配工艺基础，包括电子装联工艺基础、装配准备工艺基础、印制电路板设计与制作、电子部件装配工艺基础；第三部分为无线电装接工试题库，包括理论部分和实践部分，题量和难度设置合理，具有典型性、通用性和可行性。

本书可作为高职院校、中职学校以及技工学校相关专业教材，也可供各级技能鉴定机构培训和组织考核鉴定使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

无线电装接工/余明辉等主编. —哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2010. 11

ISBN 978-7-81133-746-4

I. ①无… II. ①余… III. ①无线电技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TN014

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 169582 号

出版发行: 哈尔滨工程大学出版社

社 址: 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号

邮 编: 150001

发行电话: 0451-82519328

传 真: 0451-82519699

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市通州京华印刷制版厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 12

字 数: 247 千字

版 次: 2010 年 11 月第 1 版

印 次: 2010 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

网上书店: www.kejibook.com

对本书内容有任何疑问及建议, 请与本书责编联系。邮箱: jixie_book@sina.com

出版说明

近年来,我国的高等职业教育事业实现了跨越式发展,为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类人才,在提高劳动者的素质、建设社会主义精神文明、促进社会进步和经济发展方面发挥了重要的作用。

随着我国科技的发展和经济的腾飞,高技能人才的缺乏逐渐成为影响社会快速、健康发展的瓶颈。高等职业院校作为培养各类高素质人才的重要基地,必然要对教育教学制度进行改革,以转变教育思想和教育观念为先导,以促进就业为目标,实行多样、灵活、开放的人才培养模式,把教育教学与生产实践、社会服务、技术推广结合起来,逐步形成适应我国社会主义现代化建设需要的高等职业教育思想和教育理念。

要加快高等职业教育改革和发展的步伐,就必须对课程体系和教学模式等问题进行探索。在这个过程中,教材的建设与改革无疑起着至关重要的基础性作用,高质量的教材是培养高素质人才的保证。高等职业教育教材作为知识的载体和教学的基本工具,直接关系到高等职业教育能否为社会培养并输送符合要求的高技能人才。

为推动高等职业教育教材的建设,加快高等职业教育改革和发展的步伐,我们精心组织了一批具有丰富教学和科研经验的教师,针对高等职业院校的教学特点,编写了“21世纪高等职业教育精品规划教材”,旨在使学生在具有必备的基础理论知识和专业知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能,致力于培养基础理论知识适度、技术应用能力强、知识面宽、素质高的应用型人才。

本系列教材非常注重培养学生的实践技能,力避传统教材“全而深”的教学模式,将“教、学、做”有机地融为一体,在教给学生知识的同时,强化对学生实际操作能力的培养。在编写过程中,教材力求从实际应用的需要出发,尽量减少枯燥、实用性不强的理论灌输,充分体现出“以行业为导向,以能力为本位,以学生为中心”的特色,更具有实用性和前瞻性,与就业市场结合更为紧密。

本系列教材的编写力求突破陈旧的教育理念,采用了“以案例导入教学”的编写模式。在对某一理论进行讲解的同时,紧密结合实际,援引大量鲜明、实用的案例进行分析说明,以达到编写高质量教材的目标。这些精心设计的案例不但可以方便教师授课,同时还可以启发学生思考,加快对学生实践能力的培养,改革人才的培养模式。

本系列教材可供高等职业院校、成人高校及各类培训学校相关专业使用。在编写过程中,得到了许多教师的大力支持,在此特向他们致以衷心的感谢,同时也对所有参与本系列教材出版工作的人员表示感谢!

哈尔滨工程大学出版社

前 言



本书在总结近年来技能鉴定改革经验的基础上，着眼于岗位需求，以培养实践技能为主线，围绕实际应用的需求精心组织内容。试题紧扣教材，并按教材内容顺序编写。

本书分为三部分：第一部分为电子技术基础知识，包括常用电子仪器和常用电子元器件；第二部分为电子装联装配工艺基础，包括电子装联工艺基础、装配准备工艺基础、印制电路板设计与制作、电子部件装配工艺基础；第三部分为无线电装接工试题库，包括理论部分和实践部分。全书内容与国家职业技能鉴定规范相结合，注重学生实践技能的培养。

本书试题库理论部分中的试题包括选择题和判断题两大类，这也是近年来职业技能鉴定一贯采用的题型。试题题量和难度设置合理，题意明确，具有典型性、通用性和可行性，可作为高职院校、中职学校及技工学校相关专业教材，也可供各级技能鉴定机构培训和组织考核鉴定使用。

本书由涪洲湾职业技术学院余明辉副教授任主编，由涪洲湾职业技术学院技能鉴定站郭小芳老师任副主编。全书由余明辉统稿，由涪洲湾职业技术学院宋一然教授主审。宋教授在审阅中提出了许多宝贵意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误与疏漏之处，恳请广大师生和读者批评指正。

编 者

目 录

第一部分 电子技术基础知识

第 1 章 常用电子仪器	3
1.1 指针式万用表	3
1.1.1 指针式万用表的外形	3
1.1.2 指针式万用表的应用	4
1.1.3 指针式万用表使用注意事项	5
1.2 数字式万用表	6
1.2.1 数字式万用表的使用方法	6
1.2.2 数字式万用表使用注意事项	7
1.2.3 数字式万用表保养注意事项	8
1.3 示波器	9
1.3.1 示波器的类型	9
1.3.2 示波器的应用	10
第 2 章 常用电子元器件	12
2.1 电阻器	12
2.1.1 电阻器概述	12
2.1.2 电阻器主要技术参数	14
2.1.3 电阻器的标识	15
2.1.4 可变电阻器	16
2.1.5 电阻器的检测与选用	17
2.2 电容器	18
2.2.1 电容器概述	18
2.2.2 电容器的主要技术参数	20
2.2.3 电容器的标识	20

2.2.4 可变电容器和微调电容器	21
2.2.5 电容器的检测与选用	22
2.3 电感元件	23
2.3.1 电感线圈	23
2.3.2 变压器	24
2.4 半导体器件	26
2.4.1 半导体二极管	26
2.4.2 晶体三极管	27
2.4.3 场效应晶体管	28
2.4.4 单结晶体管	29
2.4.5 晶闸管	30
2.4.6 光电器件	31
2.5 集成电路	33
2.5.1 集成电路的种类	33
2.5.2 集成电路的封装	33
2.5.3 集成电路的使用常识	34
2.6 其他元器件	35
2.6.1 扬声器	35
2.6.2 传声器	39
2.6.3 磁头	41
2.6.4 表面安装元器件	42
2.6.5 开关和接插件	42
2.6.6 继电器	45
2.6.7 霍尔集成电路	46
2.6.8 显示器件	47

第二部分 电子装联装配工艺基础

第3章 电子装联工艺基础	51
3.1 常用电子装联工具	51
3.1.1 钳口工具	51
3.1.2 剪切工具	52
3.1.3 紧固工具	53

3.1.4 紧固测电工具	56
3.1.5 焊接工具	57
3.2 焊接工艺技术	60
3.2.1 焊接基本知识	61
3.2.2 焊接操作要领	65
3.2.3 拆焊	67
第4章 装配准备工艺基础	70
4.1 导线加工工艺	70
4.1.1 绝缘导线加工工艺	71
4.1.2 屏蔽导线端头加工工艺	74
4.2 元器件引线成形和浸锡	76
4.2.1 元器件引线成形的技术要求	76
4.2.2 元器件引线成形方法	77
4.2.3 元器件引线浸锡	78
4.3 线扎制作	79
4.3.1 线扎的要求	79
4.3.2 线扎制作方法	79
第5章 印制电路板设计与制作	84
5.1 印制电路板基本知识	84
5.1.1 印制电路板的种类	84
5.1.2 元器件的封装形式	85
5.1.3 印制电路板设计常用术语	85
5.1.4 印制电路板设计常用标准	86
5.2 印制电路板布局设计	87
5.3 印制电路板布线设计	89
5.4 手工印制电路板设计	90
5.4.1 印制电路板的布线形式	90
5.4.2 制作印制电路板的基本原则	90
5.4.3 排版草图的绘制	91
5.4.4 印制电路板的手工制作	93

第6章 电子部件装配工艺基础	96
6.1 印制电路板的组装工艺	96
6.1.1 印制电路板组装工艺流程和要求	96
6.1.2 印制电路板元器件的插装	98
6.1.3 印制电路板表面贴装技术	104
6.2 面板、机壳装配工艺	108
6.2.1 塑料面板、机壳加工工艺	108
6.2.2 面板、机壳的装配	110
6.3 散热器、屏蔽装置装配工艺	112
6.3.1 散热器的装配	112
6.3.2 屏蔽装置的装配	113
6.4 整机装配	115

第三部分 无线电装接工试题库

第7章 无线电装接工试题库（理论部分）	119
参考答案	142
第8章 无线电装接工试题库（实践部分）	144
试题1 音乐门铃的制作	144
试题2 多路抢答器的制作	148
试题3 电子变音门铃电路的制作	152
试题4 四声报警电路的制作	156
试题5 闪光模拟动物“知了”声电路的制作	160
试题6 电子闪光灯电路的制作	164
试题7 声光报警电路的制作	168
试题8 简易催眠器电路的制作	172
试题9 流水灯电路的制作	176
试题10 彩灯循环控制器的设计与制作	180
参考文献	184

第一部分

电子技术基础知识

第 1 章

常用电子仪器

电子测量仪器具有精确度高、量程广、频带宽、测量速度快、容易实现多功能等一系列优点，所以应用愈来愈普遍。近几年来由于集成电路特别是仪器专用集成电路的发展，使得仪器结构得以简化、体积得以缩小。过去十分复杂的电路，现在用一个或几个集成电路就能代替，而且提高了仪器的可靠性，简化了整机调试工艺。

1.1 指针式万用表

1.1.1 指针式万用表的外形

图 1-1 所示为 JFX 型晶体管万用表，它体积小，用电池作为电源，可以在室外使用。这种万用表可以测量电压、电流、电阻、电感、晶体管的 β 值。

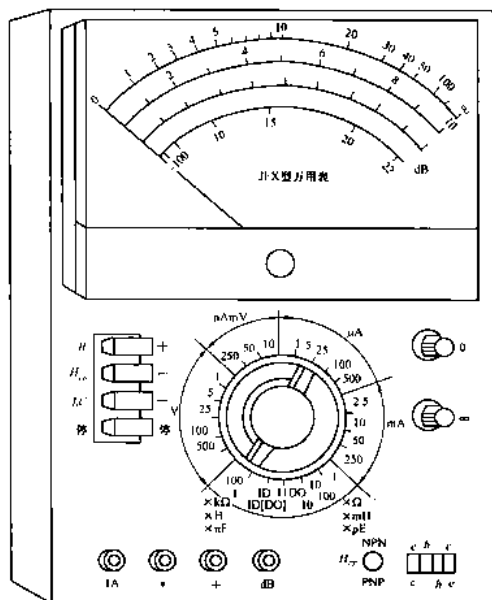


图 1-1 JFX 型晶体管万用表外形

1.1.2 指针式万用表的应用

指针式万用表由测量机构（习惯上称为表头）、测量线路和转换开关组成。外形做成便携式或袖珍式。面板上装有转换开关、电阻测量挡的调零旋钮以及接线柱、插孔等。使用前先把仪表水平放置，注意指针是否在零位上（刻度最左端即电流、电压零刻度位置）。如不在零位时，应调整表盖上的机械零位调节器，零位调好后，指针式万用表方可使用。

1. 直流电阻测量

直流电阻测量实质上就是一个多量程的磁电系欧姆表。图 1-2 所示为欧姆表标尺。

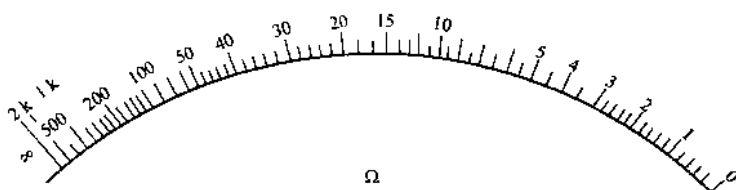


图 1-2 欧姆表标尺

确定欧姆中心值有两方面的意义，其一是确定了欧姆表的有效测量范围。一般测量电阻在欧姆中心值范围内读数才比较准确，为此测量电阻时，应选择欧姆中心值与被测电阻相近的挡位进行测量。其二是根据欧姆中心值，可以按十进制扩大其量限，使各个量限共享一条标度尺，使读数很方便，因此就构成了 $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$ 挡。将选择开关拨到电阻范围，根据被测电阻的大约量值，确定合适的欧姆挡。

量限确定后，应先将两测试表笔两端短接，并观察仪表指针是否在零欧（姆）刻度位置上。若不在零位时，则需调节零欧（姆）调整可变电阻器，使两表笔短接时仪表指针在刻度零位上。零欧（姆）调整后，即可测量未知电阻值，在电阻测量刻度（ Ω ）上得到读数。

在测量电阻值时，每换一个量限挡，都要进行一次零欧（姆）的调整，否则将会引起很大的测量误差。在测量电路中的电阻值时，应先将电路的电源切断。如有残存电容时，则应放电后再进行测量，切忌带电测量电阻。

由于在 $\Omega \times 1$ 挡消耗的电流较大，为延长表内电池使用寿命，在此挡短接调零欧（姆）的时间要尽量短暂。

2. 直流电压的测量

将红、黑色表笔分别插在正、负插口，根据所需测试的直流电压量值，将测量范围选择开关拨到直流电压范围适当的挡（量限），即可进行测量，并在交流电压、直流电压、直流电流刻度上得到读数。

若不能确定被测电压的大约数值,可先将选择开关拨到最大量程限挡上,根据表笔探测的(一表笔固定在测试的一端,另一表笔则在被测的另一端作短暂的接触测试)大约数值,再选择合适量限挡,使测量准确。在测量等效内阻很高的电路时,由于仪表的测试影响将会引起很大的测量误差,此时可将电压量限选得高一些,以减小测试影响。

3. 交流电压的测量

测量方法与直流电压的测量相同,只要将选择开关拨到交流电压挡即可。测量的交流电压的额定频率为45~1000Hz。对非正弦波或波形失真很大的电压,测量误差很大。对10kHz以内的交流电压仍可测量,但误差也较大。在测量交流电压时,若不知道电压高低,则应将选择开关拨到500V挡,并用表笔作短暂接触测试,待知道被测电压的大致范围后,再将选择开关拨到适当量限挡进行测量。

4. 直流电流的测量

根据被测直流电流的大约量值,将选择开关拨到直流电流范围的适当量限上。测量时,将表笔串接在被测电路中,并注意极性不要错接。

在测量直流电压、交流电压和直流电流时,应注意所选择的量限挡是否和面板刻度上量程的最大量限一致。如果一致,则指针所指读数即为所测的数值;如果不一致,则应把选择开关所指量限值作为测量时的最大量限,即把所对应刻度上量程的最大量限值换算成选择开关所指量限值,根据指针的具体指示数值再进行简单的换算,便可得到较准确的实际测量值。

1.1.3 指针式万用表使用注意事项

指针式万用表种类繁多,结构形式多种多样,面板上旋钮、开关的布局也各有差异。因此使用万用表之前,应仔细阅读说明书。

(1) 孔(或接线柱)的选择 红色测试棒接到标有“+”的插孔内,黑色测试棒接到标有“-”或“*”的插孔内。在测量特殊量时,红色测试棒接到标有“5A”、“2500V”专用插孔,黑色测试棒的位置不变。

(2) 量挡位的选择 使用万用表时,根据测量对象,将转换开关旋至相应的位置。

(3) 量限的选择 用万用表测量电压电流时,尽量使指针工作在满刻度的2/3以上区域。

(4) 正确读数 读数时尽量使视线与万用表表面垂直。

(5) 欧姆挡的使用 每一次测量电阻都必须调零。测量电阻时被测电路不允许带电。否则不仅使测量结果不准确,而且很可能烧坏表头。

被测电路不能有并联支路,否则测量结果是被测电阻与并联支路电阻并联后的等效电

阻。因此测量电阻时,决不能用手去接触测试棒的金属部分,避免因人体并接于被测电阻两端而造成误差。

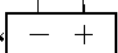
万用表使用完毕后,应把转换开关旋至交流电压的最大量限或 OFF 挡。

1.2 数字式万用表

数字万用表是目前常用的一种数字化仪表。它具有以下特点:数字显示,读取直观、准确,可避免指针式万用表的读数误差;分辨率高;测量速度快;输入阻抗和集成度高;测试功能、保护电路齐全;功率损耗小;抗干扰能力强。下面以 DT890A 型万用表为例,进行介绍。

1.2.1 数字式万用表的使用方法

操作时首先将 ON—OFF 开关置于 ON 位置。检查 9V 电池,如果电压不足,

“”或“BAT”将显示在显示器上,这时,需更换电池。

(1) 直流电压 (DCV) 测量 将量程转换开关置于 DCV 范围,并选择量程,其量程分为五挡:200mV、2V、20V、200V、1000V。测量时,将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔。测量时若显示器上显示“1”,表示过量程,应重新选择量程。

(2) 交流电压 (ACV) 测量 将量程转换开关置于 ACV 范围,并选择量程,其量程分为五挡:200mV、2V、20V、200V、700V。测量时,将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔。测量时不允许超过额定值,以免损坏内部电路。显示值为交流电压的有效值。一般情况下,量程转换开关置于最大量程,尤其是不知被测电压值情况下,更应如此。

(3) 直流电流 (DCA) 测量 将量程转换开关转到 DCA 位置,并选择量程,其量程分为四挡:2mA、20mA、200mA、10A。测量时,将黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200mA 时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20A 时,红表笔插入 A 插孔。注意:测量电流时,应将万用表串入被测电路。

(4) 交流电流 (ACA) 测量 将量程转换开关转到 ACA 位置,选择量程,其量程分为四挡:2mA、20mA、200mA、10A。测量时,将测试表笔串入被测电路,黑表笔插入 COM 插孔,当测量最大值为 200mA 时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20A 时,红表笔插入 A 插孔。显示值为交流电压的有效值。

(5) 电阻测量 电阻挡量程分为七挡：200 Ω 、2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 、20M Ω 、200M Ω 。测量时，将量程转换开关置于 Ω 量程，将黑表笔插入COM插孔，红表笔插入V/ Ω 插孔。注意：在电路中测量电阻时，应切断电源。

(6) 电容测量 电容挡量程分为五挡：2000pF、20nF、200nF、2 μ F、20 μ F。测量时，将量程转换开关置于CAP处，将被测电容插入电容插座中，注意：不能利用表笔测量。测量容量较大的电容时，稳定读数需要一定的时间。

(7) 二极管测试及带蜂鸣器的连续性测试 测试二极管时，只需将量程转换开关转换到二极管的测试，显示器显示二极管的正向压降近似值。通常情况下，锗二极管的压降约为0.3V，硅二极管的压降约为0.7V。

(8) 晶体管hFE的测试 将量程转换开关置于hFE量程，确定NPN或PNP，将E、B、C分别插入相应插孔。

(9) 音频频率测量 音频频率测量分为两挡：2kHz、20kHz。测量时，将量程转换开关置于kHz量程，黑表笔插入COM插孔，红表笔插入V/ Ω /f插孔，将测试笔连接到频率源上，直接在显示器上读取频率值。

(10) 温度测试 温度测试分为三挡：-20~0 $^{\circ}$ C、0~400 $^{\circ}$ C、400~1000 $^{\circ}$ C。测试时，将热电偶传感器的冷端插入温度测试座中，热电偶的工作端置于待测物上面或内部，可直接从显示器上读取温度值。

1.2.2 数字式万用表使用注意事项

1. 电压测量注意事项

(1) 如果不知道被测电压范围，应将功能开关置于大量程并逐渐降低量程（不能在测量中改变量程）。

(2) 如果显示“1”，表示过量程，功能开关应置于更高的量程。

(3) Δ ! 表示不要输入高于万用表要求的电压，否则就有损坏内部线路的危险。

(4) 当测高压时，应特别注意避免触电。

2. 电流测量注意事项

(1) 如果使用前不知道被测电流范围，应将功能开关置于最大量程并逐渐降低量程（不能在测量中改变量程）。

(2) 如果显示器只显示“1”，表示过量程，功能开关应置于更高量程。

(3) Δ ! 上表示最大输入电流为200mA或20A（10A），取决于所使用的插孔，过大的电流将烧坏保险丝，20A（10A）量程无保险丝保护。

(4) 最大测试压降为200mV。

3. 电阻测量注意事项

(1) 如果被测电阻值超出所选择量程的最大值, 将显示过量程“1”, 应选择更高的量程。对于大于 $1\text{M}\Omega$ 或更高的电阻, 要几秒钟后读数才能稳定, 对于高阻值读数这是正常的。

(2) 当无输入时, 如开路情况, 显示为“1”。

(3) 当检查内部线路阻抗时, 要保证被测线路所有电源断电, 所有电容放电。

4. 电容测试注意事项

(1) 仪器本身已对电容挡设置了保护, 在电容测试过程中, 不用考虑电容极性及电容充放电等情况。

(2) 测量电容时, 将电容插入电容测试座中 (不要通过表笔插孔测量)。

(3) 测量大电容时, 稳定读数需要一定时间。

(4) 单位换算: $1\text{pF}=10^{-6}\mu\text{F}$, $1\text{nF}=10^{-3}\mu\text{F}$ 。

(5) 测量电流时应将表笔串接在被测电路中, 测量电压时应将表笔并接在被测电路中。

(6) 不能测量高于 1000V 的直流电压和高于 700V 的交流电压。

(7) 测量高电压时, 要注意避免触电。

(8) 测量电流时, 若显示器显示“1”, 表示过量程, 量程转换开关应及时置于更高量程。

(9) 更换电池或保险管时, 应检查并确定测试表笔已从电路中断开, 以避免电击。

1.2.3 数字式万用表保养注意事项

数字式万用表是一种精密电子仪表, 不要随意更改线路, 并注意以下几点:

(1) 不要超量程使用。

(2) 不要在电阻挡或 $\rightarrow$ 挡时, 接入电压信号。

(3) 在电池没有装好或后盖没有上紧时, 请不要使用此表。

(4) 只有在测试表笔从万用表移开并切断电源后, 才能更换电池和保险丝。电池更换: 注意 9V 电池的使用情况, 如果需要更换电池, 打开后盖, 用同一型号电池更换, 更换保险丝时, 请使用相同型号的保险丝。