



高等职业教育“十二五”规划教材

电子装配工艺 项目教程

◎ 侯立芬 主编

- ✓ 与工厂的**实际应用**结合紧密
- ✓ 内容与**国家职业资格技能鉴定**规范相结合
- ✓ 按照电子产品**生产制作流程**进行每个项目的训练



赠

电子课件、习题答案
模拟试卷及答案等



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材

电子装配工艺项目教程

主 编 侯立芬

副主编 耿升荣 侯丽芳

参 编 李晓艳 张 娟 全瑞花 初 玲 董艳艳

董 秀 王 涓



机械工业出版社

本书共分9个模块,主要包括电子装配常用仪表、工具及材料,常用电子元器件的识别与检测,准备工艺,焊接技术,整机装配与连接工艺,整机调试、检验与包装,印制电路板的设计与制造,电子产品技术文件,电子产品组装、调试实例。通过对本书的学习,学生能了解电子产品生产的实际流程和基本管理知识,能够正确选择和合理使用各类电子材料及元器件,掌握电子元器件的加工与焊接、部件的调试与装连、整机产品的总装与总调等过程,能熟练利用电子仪器仪表检测元器件、电路和整机的工作状态或性能,并具有电子产品生产现场管理的能力。

本书可作为高等职业院校电子信息类、通信类相关专业的教材或参考书,也可作为参加国家职业资格技能鉴定考试的自学书籍,对从事电子产品生产的技术人员也具有参考价值。

为方便教学,本书配有免费电子课件、习题答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取。有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

电子装配工艺项目教程/侯立芬主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 10

高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-44562-3

I. ①电… II. ①侯… III. ①电子设备-装配(机械)-高等职业教育-教材 IV. ①TN805

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第253784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:曲世海 责任编辑:曲世海 王宗锋 王琪

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.25印张·378千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-44562-3

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

模块1 电子装配常用工具及材料

前 言

高等职业教育是高等教育的重要组成部分，培养目标是培养面向生产和服务第一线的应用型人才。为实现这一目标和全面素质教育的需求，结合职业技能鉴定需要，我们编写了《电子装配工艺项目教程》一书。“电子装配工艺项目教程”是电子信息类、通信类专业的专业基础课，对于学生职业能力的培养具有重要的意义。

本书遵循“精选内容、加强实践、培养能力、突出应用”的原则；以理论为先导，以培养实践能力为目标，做到理论与实践的有机统一。本书与工厂的实际应用结合紧密，在选择教学内容时，既强调基础，又力求体现新知识、新技术、新工艺，内容与国家职业资格技能鉴定规范相结合，同时注重学生基本操作技能的训练与培养。

本书作为高等职业教育的专业基础教材，具有以下特点：

- 1) 内容以项目教学形式组织，更有利于理论知识与动手能力的统一，有利于培养学生的职业能力。
- 2) 本书以应用为目的，以“必需、够用”为度，针对电子装配生产实际情况，讲原理、练技能。
- 3) 每个模块中设置了若干个项目，按照电子产品生产制作流程进行每个项目的训练，使学生逐步掌握装配基本技能。

本书由侯立芬任主编，耿升荣、侯丽芳任副主编，张娟、李晓艳、全瑞花、初玲、董艳艳、董秀、王涓参编。全书由侯立芬统稿，并编写了模块2、3、5，耿升荣、侯丽芳编写了模块1、4，全瑞花、初玲、董艳艳编写了模块6、8，董秀、王涓编写了模块7，张娟、李晓艳编写了模块9。

本书在编写过程中得到了许多老师和企业专家的帮助，同时也参考了很多书籍，在此向各位老师、专家及书籍作者们表示衷心感谢！

由于作者水平有限，书中难免有疏漏之处，敬请使用本书的教师同仁和同学们批评指正。

编 者

目 录

前言	
模块1 电子装配常用仪表、工具及材料	1
项目1.1 常用仪表	1
项目1.2 常用工具	11
项目1.3 焊接材料	19
项目1.4 常用线材、绝缘材料和磁性材料	25
习题	29
模块2 常用元器件的识别与检测	32
项目2.1 电阻、电容和电感的识别与检测	32
项目2.2 半导体元器件的识别与检测	46
项目2.3 机电元器件的识别与检测	57
项目2.4 表面安装元器件的识别与检测	64
习题	70
模块3 准备工艺	72
项目3.1 元器件装配前的加工	72
项目3.2 导线的加工工艺	77
项目3.3 线扎的制作	83
习题	89
模块4 焊接技术	91
项目4.1 手工焊接工艺	91
项目4.2 常见结构的焊接	99
项目4.3 自动焊接技术与拆焊	107
项目4.4 无锡焊接	116
项目4.5 表面安装技术	120
习题	128
模块5 整机装配与连接工艺	131
项目5.1 元器件装配工艺	131
项目5.2 常见的连接工艺	138
项目5.3 导线的安装与连接	145
项目5.4 整机的组装	150
习题	155
模块6 整机调试、检验与包装	157
项目6.1 整机调试工艺	157
项目6.2 整机检验工艺	163
项目6.3 整机包装工艺	170
项目6.4 安全用电	175
习题	182
模块7 印制电路板的设计与制造	183
项目7.1 印制电路板的设计	183
项目7.2 印制电路板的计算机辅助设计	193
项目7.3 印制电路板的制造与检验	202
习题	208
模块8 电子产品技术文件	209
项目8.1 设计文件	209
项目8.2 工艺文件	216
习题	222
模块9 电子产品组装、调试实例	224
项目9.1 正、负直流稳压电源的设计与制作	224
项目9.2 4人抢答器的设计与制作	230
习题	238
参考文献	240

模块1 电子装配常用仪表、工具及材料

一台电子设备中往往包括各种各样的电子元器件、导线和结构各异的装配零部件等。要将这些材料装配成一台合格的电子产品，在装配和调试过程中经常要用到各种仪器仪表、工具和设备，了解这些常用工具的主要用途和使用方法，按照正确的装配方法对产品进行组装，是每个从事电子行业人员必备的基本技能。整机装配中使用的工具和设备统称为电子装配工艺装备。

项目1.1 常用仪表

知识目标

- 1) 掌握常用仪表的性能特点和使用方法。
- 2) 掌握各种仪表的使用注意事项和维护方法。

能力目标

- 1) 能正确选择和使用常用仪表。
- 2) 能按要求进行各物理量的测量。

项目相关知识

一、万用表

万用表是一种可以测量多种电量，具有多种量程的便携式仪表。一般情况下，万用表主要用来测量直流电流、交直流电压和电阻，有的万用表还能测量交流电流、电感、电容和晶体管的 h_{FE} 等。

常用的万用表有模拟式和数字式两种，下面以 MF-47A 型模拟式万用表和 DT830 型数字式万用表为例，了解其结构和性能，学会使用万用表正确测量电压、电流、电阻等基本电量的方法，熟悉有关使用的注意事项。

1. MF-47A 型模拟式万用表

模拟式万用表又称指针式万用表，主要由表头、测量电路、转换开关三部分组成。MF-47A 型模拟式万用表如图 1-1 所示，这是一种高灵敏度、多量程便携式仪表。

使用前，应将表头指针准确地指示在表盘刻度尺的零位，如不在零位，可旋转表盖上的调零旋钮使指针指示在零位上。将红、黑表笔分别插入“+”、“-”插座中，若需测量交直流 1000 ~ 2500V 电压或 500mA ~ 10A 直流电流时，红插头应分别插到“2500V”或“10A”的插座中。

- (1) 交、直流电压的测量 测量电压（或电流）时要选择好量程，如果事先不知道被

测电压的大小,应先选择最高量程档,然后逐渐减小到合适的量程。为了读数准确,量程的选择应尽量使指针偏转在刻度盘的50%~80%之间。如果用小量程去测量大电压,则会有烧表的危险;如果用大量程去测量小电压,则指针偏转太小,无法读数。

万用表的两表笔和被测电路或负载并联,测量直流电压时,必须注意表笔的正、负极性。红表笔(“+”表笔)接被测电路的高电位端,黑表笔(“-”表笔)接低电位端,让电流从红表笔流入,黑表笔流出。若表笔接反了,表头指针会反向偏转,容易打弯指针。如果不知道被测点电位高低,可将表笔轻轻地试触一下被测点,若指针反偏,说明表笔极性反了,交换表笔即可。

选用10V挡测量交流电压时,读数要看交流10V专用刻度。



图 1-1 MF47A 型模拟式万用表

(2) 直流电流的测量 测量0.05~500mA直流电流时,转动档位开关至对应的电流档。测量500mA~10A直流电流时,先将档位开关置于500mA直流电流量程上,再将红表笔插入“10A”插孔内,断开电路,按照电流从“+”到“-”的方向,将万用表串联于被测电路中,保证电流从红表笔流入、黑表笔流出。测量时,电流的量程选择和读数方法与电压一样。

(3) 电阻的测量

1) 欧姆调零。装上电池,转动档位开关至所需测量的电阻档,将红、黑表笔短接,调节电阻调零旋钮,使指针对准欧姆刻度线右边的“0”位,然后分开表笔进行测量。注意:每换一次电阻挡位都要做一次调零,以保证测量准确。

2) 读数。表头的读数乘以倍率,就是被测电阻的电阻值。如果测量一只电阻,所选倍率为“ $\times 10$ ”,刻度盘数值为“20”,则该电阻的电阻值 $R = 20 \times 10\Omega = 200\Omega$ 。

另外,严禁在被测电路带电的情况下测量电阻,应先切断电源,如电路中有电容应先放电。测量时,直接将两表笔跨接在被测电阻或电路的两端。注意:不能用手同时触及电阻两端,以避免人体电阻对读数产生影响。

(4) 晶体管放大倍数 h_{FE} 的测量 转动开关至 h_{FE} 处,用电阻档调零方法调零后,将NPN型或PNP型待测晶体管管脚分别插入晶体管测试座的e、b、c管座内,指针指示值即为该管直流放大倍数。NPN型晶体管应插入N型管孔内,PNP型晶体管应插入P型管孔内。

(5) 通路蜂鸣检测 首先同电阻档一样将仪表调零,此时蜂鸣器工作发出长鸣叫声,即可进行测量。当被测电路阻值低于 10Ω 左右时,蜂鸣器发出鸣叫声。

注意事项:

1) 在不清楚被测量大小情况下,量程宜大不宜小。严禁在测量过程中拨动转换开关选择量程。如需换档,应先断开表笔,换档后再去测量。

2) 测量完毕,应将转换开关拨到最高交流电压档,有的万用表(如500型)应将转换开关拨到标有“.”的空档位置,使仪表内部电路呈开路状态,防止因误置开关旋钮位置进行测量而使仪表损坏。

3) 当 $R \times 1$ 档不能调至零位或蜂鸣器不能正常工作时, 更换 2[#] (1.5V) 电池, 当 $R \times 10k$ 档不能调至零位时, 请更换 9V 叠层电池。

4) 测量电阻时, 对外电路而言, 黑表笔接干电池的正极, 红表笔接干电池负极。测量较大电阻时, 手不可同时接触被测电阻的两端, 否则, 人体电阻就会与被测电阻并联, 使被测结果不准确。

5) 为了确保安全, 测量交直流 2500V 电压时, 应将一表笔固定接在电路低电位上, 将另一表笔去接触被测高压电源, 测试过程中应严格执行高压操作规程, 双手必须戴高压绝缘橡胶手套, 地板上应铺设高压绝缘橡胶板, 测试时应谨慎从事。

2. DT830 型数字式万用表

DT830 型数字式万用表面板结构如图 1-2 所示。

(1) 交、直流电压的测量 先将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔插入“V· Ω ”插孔, 然后将量程转换开关置于“DCV”(直流)或“ACV”(交流)区域内相应的量程, 将电源开关拨至“ON”位置, 并将两表笔并联到被测电路两端, 显示器将显示被测电压值。注意: “COM”和“V· Ω ”两插孔输入的直流电压最大值不得超过允许值, 另外还要注意选择适当量程, 并使所测交流电压的频率在 45~500Hz 范围内。

如果显示屏只显示“1”, 表示超量程, 应将功能开关置于更高的量程(下同)。如果显示屏上显示负的电压, 说明万用表红表笔接的是电位低的一端, 而黑表笔接的是电位高的一端。

(2) 交、直流电流的测量 先将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔需视被测电流的大小插入“mA”插孔(小于 200mA)或“10A”插孔(被测电流大于 200mA)。再将功能开关置于“DCA”或“ACA”量程, 电源开关拨至“ON”位置, 将两表笔串联接入被测电路, 显示器即显示被测电流值。

(3) 电阻的测量 先将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔插入“V· Ω ”插孔(注意: 红表笔极性此时为“+”, 与指针式万用表相反), 然后将功能开关置于“ Ω ”区域内恰当的量程档, 电源开关拨至“ON”位置, 将两表笔连接到被测电路上, 显示器将显示出被测电阻值。

(4) 二极管的测试 先将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔插入“V· Ω ”插孔, 然后将功能开关置于二极管档, 电源开关拨至“ON”位置, 将两表笔连接到被测二极管两端。若红表笔接二极管正极, 黑表笔接二极管负极, 则正偏, 显示器将显示二极管正向压降的 mV 值; 当二极管反向时则过载。

根据万用表的显示, 可检查二极管的质量及鉴别所测量的管子是硅管还是锗管。测量结



图 1-2 DT830 型数字式万用表面板结构

果若在 1V 以下,红表笔所接为二极管正极,黑表笔为负极;测量结果在 550 ~ 700mV 者为硅管;150 ~ 300mV 者为锗管。如果两个方向均显示超量程,则二极管开路;若两个方向均显示“0”,则二极管击穿、短路。

(5) 晶体管放大系数 h_{FE} 的测量 将功能开关置于 NPN 或 PNP 位置,并将发射极、基极、集电极分别插入相应的插孔。此时,显示器将显示出晶体管的放大系数 h_{FE} 值。

(6) 电路通断测试 先将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V· Ω ”插孔,然后将功能开关置于蜂鸣器位置(与二极管测试量程相同),电源开关拨至“ON”位置。将两表笔连接到被测导体两端,若蜂鸣器发出叫声,则表示电路接通。

注意事项:

- 1) 使用电阻档时,万用表内部电源正极接的是红表笔,与指针式万用表正好相反。
- 2) 为延长电池的使用寿命,在每次测量结束后,应立即关闭电源。欠电压符号亮时,应立即更换电池。
- 3) 超量程时,表头仅在最高位显示数字“1”,其他位均消失,这时应选择更高的量程。当外界电路阻抗极大时,例如开路情况,仪表显示为“1”。
- 4) 当误用交流电压档去测量直流电压,或者误用直流电压档去测量交流电压时,显示屏将显示“000”,或低位上的数字出现跳动。

二、示波器

示波器是电子测量中最常用的一种仪器,可以将被测电信号的波形及其变化过程形象而直观地显示在屏幕上。可以直接观察电信号的时域波形图像,并根据波形测量信号的电压、频率、周期、相位、调幅系数等参量,亦可间接观察电路的有关参数及元器件的伏安特性,而且可以观察到被测信号的动态变化过程。

1. 通用示波器

通用示波器是示波器中使用最广泛的一种,通常指采用单束示波管组成的示波器。通用示波器主要由示波管(CRT)、水平通道(X通道)、垂直通道(Y通道)和电源电路组成。

示波器垂直通道一般由探头、输入衰减器、Y前置放大器、延迟线、Y后置放大器等部分组成,主要作用是将被测信号尽可能不失真地加到示波器的Y偏转板上。垂直通道性能的好坏直接影响到被测信号观测结果的准确度。

示波器的水平通道一般由触发电路、扫描发生器、水平放大器等部分组成,其作用是产生随时间线性变化的扫描电压,将其放大到足够的幅度,然后输出到水平偏转板,使光点在水平方向达到满偏。

YB4320/20A/40/60 型双踪示波器面板结构如图 1-3 所示。

现以 YB4320/20A/40/60 型双踪示波器为例,介绍示波器的操作方法。

(1) YB4320/20A/40/60 型双踪示波器的基本操作方法

1) 电源和扫描。

- ① 确认所用市电电压为 198 ~ 242V,确保所用熔丝为指定的型号。
- ② 断开电源开关,确保电源开关(POWER)弹出(即为“关”位置),将电源线接入。
- ③ 设定各个控制键在下列相应位置:辉度(INTENSITY):顺时针方向旋转到底;聚

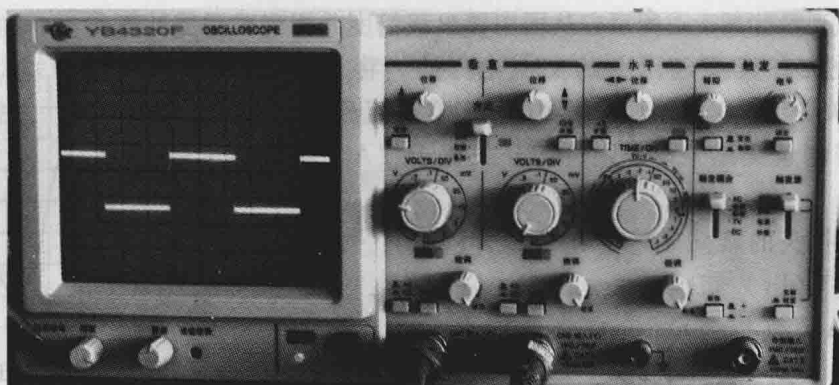


图 1-3 YB4320/20A/40/60 型双踪示波器面板结构

焦 (FOCUS): 中间; 垂直移位 (POSITION): 中间 ($\times 5$) 键弹出; 垂直方式: CH1; 触发方式 (TRIG MODE): 自动 (AUTO); 触发源 (SOVRCE): 内 (INT); 触发电平 (TREG LEVEL): 中间; 时间/格 (Time/div): $0.5\mu\text{s}/\text{div}$; 水平位置: X1 ($\times 5\text{MAG}$ 、 $\times 10\text{MAG}$) 均弹出。

④ 接通电源开关, 大约 15s 后, 出现扫描光迹。

2) 聚焦。

① 调节垂直位移旋钮, 使光迹移至荧光屏观测区域的中央。

② 调节辉度 (INTENSITY) 旋钮将光迹的亮度调至所需要的程度。

③ 调节聚焦 (FOCUS) 旋钮, 使光迹清晰。

3) 加入触发信号。

① 将下列控制开关或旋钮置于相应的位置。垂直方式: CH1; AC—GND—DC (CH1): DC; V/div (CH1): 5mV ; 耦合方式: AC; 触发源: CH1。

② 用探头将校正信号源送到 CH1 输入端。

③ 将探头的衰减比旋钮置于 “ $\times 10$ ” 档位置, 调节电平旋钮使仪器触发。

(2) YB4320/20A/40/60 型双踪示波器的测量操作方法

1) 直流电压测量。

① 将扫描方式开关置于 “AUTO” (自动) 位置, 选择扫描速度, 使扫描光迹不发生闪烁现象。

② 将 AC—GND—DC 开关置于 “GND” 位置, 且将被测电压加到输入端。扫描线的垂直位移即为信号的电压幅度。如果扫描线上移, 则被测电压相对地电位为正; 如果扫描线下移, 则该电压相对地电位为负。电压值可由下列公式计算后得到: 将探头的衰减比旋钮置于 “ $\times 1$ ” 档进行测量时, 其电压值 $U = \text{设定值 (V/div)} \times \text{信号显示幅度 (div)}$; 将探头的衰减比旋钮置于 “ $\times 10$ ” 档进行测量时, 其电压值 $U = \text{设定值 (V/div)} \times \text{信号显示幅度 (div)} \times 10$ 。

例如, 将探头的衰减比旋钮置于 “ $\times 10$ ” 档位置, 垂直偏转因数 (V/div) 切换开关置于 “ $0.5\text{V}/\text{div}$ ” 位置, 微调旋钮置于 “CAL” 位置, 所测得的扫描光迹偏高 5div。根据公式, 被测电压为 $0.5\text{V}/\text{div} \times 5\text{div} \times 10 = 25\text{V}$ 。

2) 交流电压测量。调节 V/div 切换开关到合适的位置, 以获得一个易于读取的信号幅

度。交流电压测量如图 1-4 所示,从图中读出该幅度并用公式进行计算。

当测量叠加在直流电压上的交流电压时,将 AC—GND—DC 开关置于 DC 位置时就可测出所包含直流分量的值。如果仅需测量交流分量,则将该开关置于“AC”位置。

例如,将探头的衰减比旋钮置于“×1”的位置,垂直偏转因数(V/div)切换开关置“5V/div”位置,微调旋钮置于“CAL”(校正)位置,所测得波形峰-峰值为6格(见图1-4),则 $U_{p-p} = 5\text{V/div} \times 6\text{div} = 30\text{V}$,电压有效值为 $U = 30/2\sqrt{2} \approx 10.6\text{V}$ 。

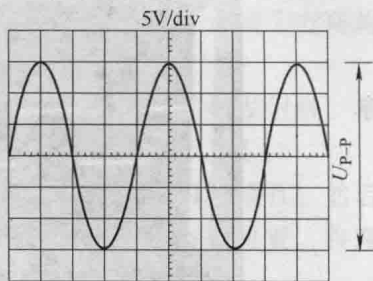


图 1-4 交流电压测量

3) 时间测量。信号波形两点间的时间间隔可按下列公式进行计算:

时间(s) = Time/div 设定值 × 对应于被测时间的长度(div)

× “5 倍扩展” 旋钮设定值的倒数

上式中,置 Time/div 微调旋钮于“CAL”位置,读取“Time/div”以及“×5 倍扩展”旋钮设定值。“×5 倍扩展”旋钮设定值的倒数在扫描未扩展时为1,在扫描扩展时是1/5。

4) 脉冲宽度测量。脉冲宽度测量如图 1-5 所示,调节脉冲波形的垂直位置,使脉冲波形的顶部和底部距刻度水平线的距离相等,读取上升沿和下降沿中点之间的距离,即脉冲沿与水平刻度线相交的两点之间的距离,然后用公式计算脉冲宽度。

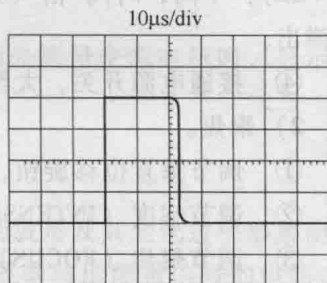


图 1-5 脉冲宽度测量

例如,图 1-5 中“Time/div”设定在 $10\mu\text{s}/\text{div}$ 位置,则有脉冲宽度为 $T = 10\mu\text{s}/\text{div} \times 2.0\text{div} = 20\mu\text{s}$ 。

用下式即可求出信号的频率

$$f = \frac{1}{T}$$

5) 相位差测量。两个信号之间相位差的测量可以利用仪器的双踪显示功能进行。相位差测量如图 1-6 所示,图中给出了两个具有相同频率的超前和滞后的正弦波信号用双踪示波器显示的例子。此时,触发源开关必须置于超前信号相连接的通道,同时调节 Time/div 开关,使显示的正弦波波形大于1个周期,图中一个周期占6格,则1格刻度代表波形相位 60° ,故相位差 $\Delta\varphi = 1.5 \times 360^\circ/6 = 90^\circ$ 。

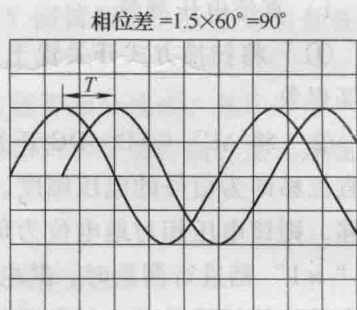


图 1-6 相位差测量

2. 数字存储示波器

数字存储示波器是在 20 世纪 70 年代初发展起来的新型示波器。与模拟示波器相比,它主要有以下一些特点:能长期存储信号;具有先进的触发功能;具有很强的处理功能;便于观测单次过程和缓慢变化的信号;多种显示方式;可以字符显示测量结果;便于程控和用多种方式输出;便于进行功能扩展;可实现多通道混合信号测量等。

示波器的种类繁多,使用 and 操作方法各异,使用前一定认真阅读使用说明,了解和掌握正确的使用方法。下面以 DS5022ME 型数字示波器为例,说明数字存储示波器的主要技术指标和使用方法,DS5022ME 型示波器面板结构如图 1-7 所示。

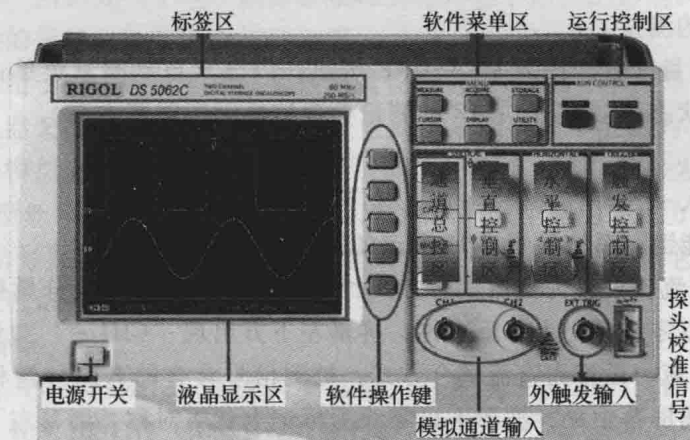


图 1-7 DS5022ME 型示波器面板结构

DS5022ME 型数字示波器的基本操作方法如下:

(1) 功能检查

1) 接通电源。

2) 接入信号到通道 1 (CH1)。将探头上的开关设定为 “ $\times 10$ ”, 按 CH1 功能键显示通道 1 的操作菜单, 应用与 “探头” 项目平行的 3 号菜单操作键, 选择与使用的探头同比例的衰减系数 “ $\times 10$ ”。将输入探头和接地夹接到探头补偿器的连接器上, 按 AUTO (自动设置) 按钮, 几秒内, 可见到 1kHz、约 3V 的方波显示。

如有必要, 可用非金属质地的螺钉旋具调整探头上的可变电容, 探头补偿示意图如图 1-8 所示, 直到屏幕显示的波形如图 1-7b 所示即可。

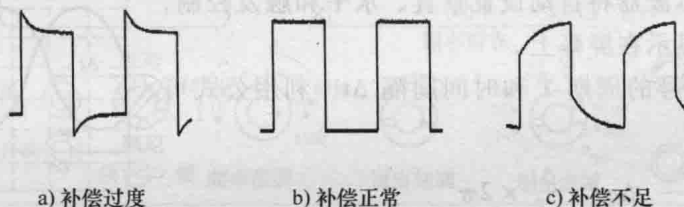


图 1-8 探头补偿示意图

3) 以同样的方法检查通道 2 (CH2)。按 OFF 功能按钮以关闭 CH1, 按 CH2 功能按钮打开通道 2, 重复步骤 2)。

(2) 测量信号的参数

1) 使用连接线将被测信号 (信号发生器的信号) 接入到 CH1 或 CH2 通道。按下 AUTO 按钮, 示波器将自动设置垂直、水平和触发控制, 将波形清晰地显示在屏幕上。

2) 自动测量信号的电压参数。按下 MEASURE 按钮, 以显示自动测量菜单; 按下信源选择按钮, 选择相应的信源 CH1/CH2; 按下电压测量按钮, 选择测量类型。

在电压测量类型下, 可以进行峰-峰值、最大值、最小值、平均值、幅度、顶端值、底端值、方均根值、过冲值、预冲值的自动测量。

3) 自动测量信号的时间参数。按下 MEASURE 按钮, 以显示自动测量菜单; 选择相应的信源 CH1/CH2; 按下时间测量按钮, 选择测量类型。

在时间测量类型下, 可以进行频率、时间、上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、正占空比、负占空比的测量。

4) 获得全部测量参数。按下 MEASURE 按钮, 以显示自动测量菜单; 按全部测量操作键, 设置全部测量状态为“打开”; 18 种测量参数值显示于屏幕中央。

(3) 通道设置

1) 在 CH1 接入一含有直流偏置的正弦信号, 关闭 CH2 通道。

2) 按 CH1 功能键, 系统显示 CH1 通道的操作菜单。

3) 按耦合→交流, 设置为交流耦合方式, 被测信号含有的直流分量被阻隔, 波形显示在屏幕中央, 波形以零线标记上、下对称, 屏幕左下方出现“CH1~”交流耦合状态标志。

4) 按耦合→直流, 设置为直流耦合方式, 被测信号含有的直流分量和交流分量都可以通过, 波形显示偏离屏幕中央, 波形不以零线为标记上、下对称, 屏幕左下方出现直流耦合状态标志“CH1—”。

5) 按耦合→接地, 设置为接地方式, 被测信号都被阻隔, 波形显示为一零直线, 左下方出现接地耦合状态标志“CH1≡”。

提示:

每次按 AUTO 按钮, 系统默认交流耦合方式, CH2 的设置同样如此。

交流耦合方式便于用更高的灵敏度显示信号的交流分量, 常用于观测模拟电路的信号。

直流耦合方式可以通过观察波形与信号地之间的差距来快速测量信号的直流分量, 常用于观察数字电路波形。

(4) 相位差的测量

1) 将两个频率相同的信号分别接入 CH1 和 CH2 通道, 按下 AUTO 按钮。示波器将自动设置垂直、水平和触发控制, 将两个波形清晰地显示在屏幕上。

2) 测出两个信号的周期 T 和时间间隔 Δt , 利用公式可求其相位差:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 2\pi$$

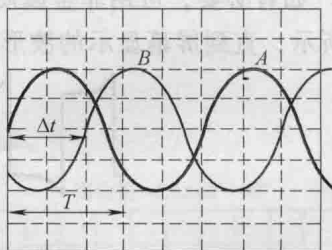


图 1-9 相位差测量

例如, 相位差测量如图 1-9 所示, 信号 A 和信号 B 的周期为 5div, A 与 B 的相位差为 2div, 根据公式可得相位差为 0.8π , 即 A 超前 B 的相位角为 144° 。

三、信号发生器

信号发生器是电子测量中最基本、应用最广泛的电子测量仪器之一。信号发生器又称为信号源, 其作用是产生不同频率、幅度和波形的各种信号, 如正弦波、方波、三角波、锯齿波、脉冲波等。信号发生器广泛应用于电子电路和电子设备的电参量测量, 各种电子设备的调试、校验和维修, 各种有源和无源四端网络的传输特性测试, 天线及馈电设备的性能测试等。

归纳起来, 信号发生器主要有以下三个用途:

(1) 激励源 作为某些电器设备的激励信号源, 如激励扬声器发出声音。

(2) 信号仿真 当研究一个电子设备在某种实际环境下所受的影响时, 需要施加具有与实际环境相同特性的信号, 如高频干扰信号等。

(3) 校准源 用于对一般信号源或其他测量仪器进行校准。

低频信号发生器又称为音频信号发生器, 主要用来产生频率范围为 $1\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$ 的正弦波信号, 主要用于模拟电子线路与系统的设计、测试与维修, 高频信号发生器的外调信号源等。下面以 XD-2 型低频信号发生器为例, 学习低频信号发生器的使用方法。

XD-2 型低频信号发生器是一种多功能、宽频带的通用测量仪器, 它可以产生幅度和频率都可调的低频正弦信号。

1. 主要性能指标

1) 频率范围: $1\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$, 分成六个波段, 分别为 $1 \sim 10\text{Hz}$ 、 $10 \sim 100\text{Hz}$ 、 $100\text{Hz} \sim 1\text{kHz}$ 、 $1 \sim 10\text{kHz}$ 、 $10 \sim 100\text{kHz}$ 、 $100\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$ 。

2) 频率的准确度: $\pm (1\% \sim 2\%)$ 。

3) 非线性失真: 在 $20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$ 内小于 0.1% 。

4) 最大输出电压: 5V 。

5) 电源供电: $(1 \pm 10\%) 220\text{V}$, $(50 \pm 2)\text{Hz}$ 。

2. XD-2 型低频信号发生器的面板结构

XD-2 型低频信号发生器的面板结构如图 1-10 所示。

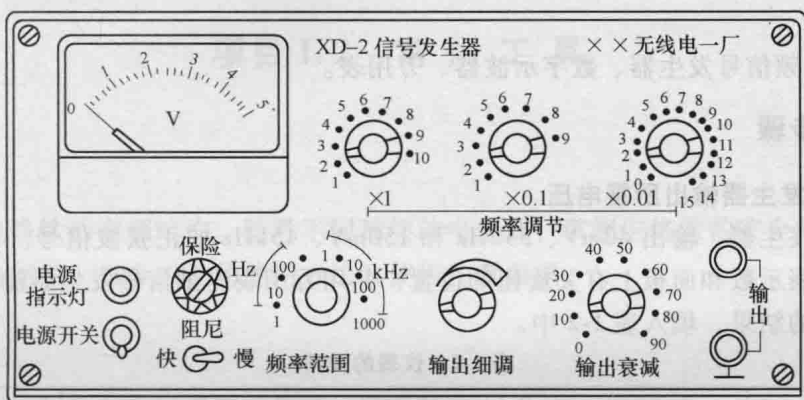


图 1-10 XD-2 型低频信号发生器的面板结构

1) 电源开关: 接通和切断仪器电源。

2) 电源指示灯: 指示仪器是否接通电源。

3) 交流电压表: 指示输出信号电压的大小。

4) 阻尼开关: 调节电压表指针摆动的速度。

5) 频率范围选择开关: 调节输出信号的频率范围。

6) 输出衰减开关: 调节电路对信号的衰减, 衰减越小, 输出信号越小。

7) 输出细调旋钮: 调节输出信号的幅度大小, 与输出衰减开关配合使用。首先调节输出衰减开关, 选择大致的输出信号幅度范围, 再调节输出细调旋钮, 精确调整输出信号幅度。

- 8) 频率调节旋钮：调节输出信号的频率，共有三个旋钮。
- 9) 输出接线柱：红色为信号输出端，黑色为接地端。

3. XD-2 型低频信号发生器的基本使用方法

- 1) 开机前将输出细调旋钮置于最小值处，防止开机因输出信号幅度过大而打弯指针。
- 2) 开启电源。将开关拨到“ON”位，电源指示灯亮。开机后，让仪器预热片刻，表头指示稳定才开始使用。
- 3) 频率调节与指示。先通过频率范围选择开关选择输出信号的频率范围，再调节面板上的三个频率调节旋钮（×1、×0.1、×0.01）至所需频率，输出信号的频率可由这四个旋钮所示位置直接读出。例如要输出 2.5kHz 的信号，先将频率范围旋钮旋至 1~10kHz 范围档，然后分别将三个频率调节旋钮旋至 2、5、0 档。
- 4) 幅度调节与指示。调节输出细调旋钮使面板上电压表指示在某一数值上，同时将输出衰减旋钮置于某档位置。这时输出电压的幅度等于电压表指示数值除以输出衰减旋钮指示的分贝数换算成的电压衰减倍数，输出衰减与电压衰减倍数的关系见表 1-1。例如要输出 40mV 的信号，要调整输出细调旋钮使表头指示为 4V，再调节“输出衰减”旋钮为 40dB，即衰减了 100 倍（即为原值的 0.01），则输出为 $4V \times 0.01 = 40mV$ 。

表 1-1 输出衰减与电压衰减倍数的关系

输出衰减/dB	10	20	30	40	50	60	70	80	90
电压衰减倍数	3.16	10	31.6	100	316	1000	3160	10 000	31 600

项目器材

XD-2 型低频信号发生器、数字示波器、万用表。

项目内容和步骤

1. 用信号发生器输出所需电压

调节信号发生器，输出 40mV、530Hz 和 150mV、15kHz 的正弦波信号。记录信号发生器面板上电压表示数和面板上有关旋钮的位置；并用万用表测试信号发生器输出电压的有效值，记录所测的结果，填入表 1-2 中。

表 1-2 仪表的使用

要求输出信号 (幅度、频率)	有关旋钮位置与面板电压指示值						万用表 测试值 /V	示波器 测试值 /V
	频率范围	频率调节			输出衰减	面板电压指示值/V		
		×1	×0.1	×0.01				
40mV、530Hz								
150mV、15kHz								

2. 用示波器测试输出电压

用示波器测试信号发生器输出电压的幅度和频率，将被测电压的峰-峰值转换成有效值，与万用表测得的数据加以比较，并记录测试数据，填入表 1-2 中。

项目评分标准

仪表的使用项目评分标准见表 1-3。

表 1-3 仪表的使用项目评分标准

序号	考核内容	评分标准	分数分配	得分
1	XD-2 型低频信号发生器的使用	1. 熟悉 XD-2 型低频信号发生器的面板结构，每错一处扣 5 分 2. 不能正确调节输出信号频率和幅度，扣 10 分	30	
2	用 DS5022ME 型数字示波器观察波形	1. 能够将被测信号接入到示波器，通过“ AUTO ”将信号波形显示在示波器上，否则扣 20 分 2. 能够进行垂直系统和水平系统设置，否则扣 10 分 3. 能够测量被测信号的周期和频率，否则扣 10 分	40	
3	万用表的使用	1. 不会正确使用万用表，扣 10 分 2. 测量方法、测量结果不正确，扣 10 分	20	
4	安全文明生产	1. 违反安全操作规定，扣 3~5 分 2. 工具摆放不整齐，卫生不好，扣 3~5 分	10	

项目实训报告

- 1) 设计封面，包括项目名称、班级、姓名、指导老师、时间等。
- 2) 实训报告内容包括项目目标、器材、步骤。
- 3) 测量过程中，要求记录 XD-2 型低频信号发生器和 DS5022ME 型数字示波器的技术指标、面板旋钮位置、仪表的操作步骤，总结实训心得体会。

项目 1.2 常用工具

知识目标

- 1) 学习电烙铁的内部结构，熟悉不同种类的电烙铁，掌握电烙铁的安全检查方法。
- 2) 掌握电烙铁、五金工具的使用方法及使用注意事项。

能力目标

- 1) 会使用万用表进行电烙铁的维修、安全检查。
- 2) 能正确使用电烙铁并进行保养。
- 3) 能正确使用各种五金工具。

项目相关知识

一、焊接工具

电烙铁是电子装配的主要焊接工具，其作用是加热钎料和被焊金属，使熔融的钎料润湿被焊金属表面生成合金，使被焊金属件永久连接。

1. 电烙铁的组成

电烙铁由烙铁头、烙铁心、外壳、手柄、电源线、插头等部分组成。电烙铁的组成如图

1-11 所示。

(1) 烙铁心 电烙铁的能量转换部分是发热元件, 俗称烙铁心, 它由镍铬电阻丝缠在云母、陶瓷等耐热、绝缘材料上构成。电子产品生产中最常用的内热式电烙铁的烙铁心, 是将镍铬电阻丝缠绕在两层陶瓷管之间, 再经过烧结制成的。

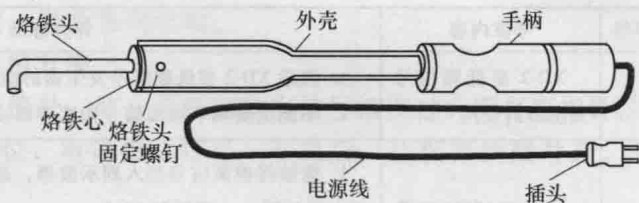


图 1-11 电烙铁的组成

烙铁心的功率规格不同, 其内阻也不同。25W 电烙铁的内阻约为 $2\text{k}\Omega$; 45W 电烙铁的内阻约为 $1\text{k}\Omega$; 75W 电烙铁的内阻约为 $0.6\text{k}\Omega$; 100W 电烙铁的内阻约为 $0.5\text{k}\Omega$ 。

(2) 烙铁头 存储、传递热能的烙铁头一般都是用纯铜制成的, 根据表面电镀层的不同, 烙铁头可以分为普通型和长寿型。

普通内热式烙铁头的表面通常镀锌, 镀层的保护能力较差, 在使用过程中, 因为高温氧化和助焊剂的腐蚀, 普通烙铁头的表面会产生不沾锡的氧化层, 需要经常清理和修整。

近年来, 市场还可以买到一种长寿型电烙铁, 其烙铁头的寿命比普通烙铁头延长数十倍。一把电烙铁备上几个不同形状的长寿型烙铁头, 可以适应各种焊接工作的需要。长寿型烙铁头通常是在纯铜外面渗透或电镀一层耐高温、抗氧化的铁镍合金, 所以这种电烙铁的使用寿命长、维护少。长寿型烙铁头看起来与普通烙铁头没有差别, 最简单的判断方法是把烙铁头靠近磁铁, 如果两者之间有吸合磁力, 说明烙铁头表面渗透或电镀了铁镍, 则是长寿型烙铁头; 反之, 则是普通烙铁头。

擦拭烙铁头要用浸水海绵或湿布, 不得用砂纸或纱布打磨, 以免破坏镀层, 缩短使用寿命。注意, 使用时应始终保持烙铁头的头部挂锡。

另外, 为适应不同焊接物的要求, 烙铁头的形状有所不同, 常见烙铁头形状如图 1-12 所示, 有圆锥形、凿形、圆斜面形等。凿形和圆锥形烙铁头的角度较大时, 热量比较集中, 温度下降较慢, 适用于一般焊点的焊接; 当烙铁头的角度较小时, 温度下降较快, 适用于焊接



图 1-12 烙铁头的形状

对温度比较敏感的元器件。圆斜面形烙铁头由于面积大, 传热较快, 适用于焊接布线不很拥挤的单面印制电路板; 圆锥形烙铁头适用于焊接高密度的线头、小孔及小而怕热的元器件。对插在烙铁心上的烙铁头长度进行适当地调整, 可控制烙铁头的温度。烙铁头插得越深, 温度越高, 反之越低。

(3) 手柄 电烙铁的手柄一般用耐热塑胶或木料制成, 使用中主要用于绝缘和隔热。如果设计不良, 手柄的温升过高会影响操作。

2. 电烙铁的种类

(1) 外热式电烙铁 由于烙铁头安装在烙铁心里面, 故称为外热式电烙铁。外热式电烙铁如图 1-13 所示, 烙铁心是电烙铁的关键部件, 它是将电阻丝平行地绕制在一根空心瓷