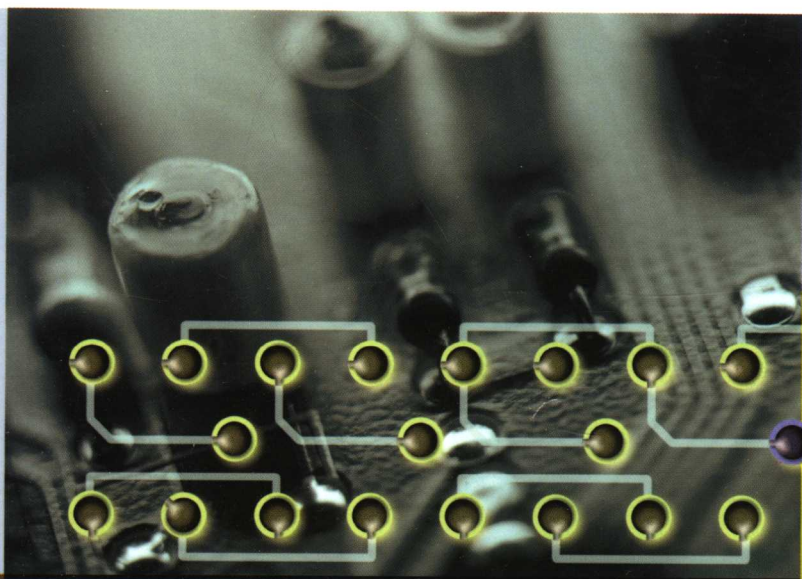




北京市高等教育精品教材立项项目

电路实验与 综合训练

—— 电路综合训练



王慧玲 沈月来 主编

苏坤隆 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

北京市高等教育精品教材立项项目

电路实验与综合训练

——电路综合训练

王慧玲 沈月来 主编

苏坤隆 主审

王慧玲 沈月来 陈强 编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据教育部对高职高专电子类专业教学的要求,突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限,从电路基本实验到专业技能训练,整体架构电路实践教学体系,同时兼顾电子技师的培养和考工取证要求来组织本书的教学内容。

全书分为上、下两册。

上册为电路实验部分,包含电路实验初步、电路基础实验、低频电路实验、高频电路实验和数字电路实验等五篇内容。实验方案科学经典,知识目标和能力目标明确,“项目—任务”组织方式非常灵活。

下册为电路综合训练部分,包含电路综合训练准备知识、电子整机装配与调试、电子整机性能检验和电子整机维修等四篇内容。这里以电子整机为线索,分别配有 AM/FM 收音机的装配与调试、SANYO 组合音响技术指标的检验、彩色电视机的维修等技能训练任务,使教材内容综合全面地覆盖一个电子工程技术人员应具备的基本能力要素。

本书内容综合全面,思路顺畅,理论指导实践,实用特色明显。不但可以作为相关课程教学的配套教材,也可以作为电路实验和实训独立设课的教材,还可以作为电子工程技术人员岗位培训的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电路实验与综合训练·电路综合训练/王慧玲等主编. —北京:电子工业出版社,2005.10
(北京市高等教育精品教材立项项目)

ISBN 7-121-01805-5

I. 电… II. 王… III. 电路—高等学校—教材 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 113819 号

责任编辑:张云怡

印 刷:北京铁成印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1 092 1/16 印张:13.25 字数:339 千字 黑插:1

印 次:2005 年 10 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:20.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

本教材是北京市高等教育精品教材立项项目，是为高职高专电子类专业编写的教材。

随着电子信息技术的迅速发展，各类电路的应用也愈加普及和广泛。为了更好地培养 21 世纪的应用型技术人才，培养学生的工程技术素质和实际动手能力，我们编写《电路实验与综合训练》一书。为突破传统的学科教育对学生技术应用能力培养的局限，本书从电路基础知识到专业技能整体架构电路实践教学的理论知识和技术技能训练内容，为技能型人才的培养提供一本适用的教材。

本书分上、下两册。上册为“电路实验”，内容包含电路实验初步、电路基础实验、低频电路实验、高频电路实验和数字电路实验等。第一篇电路实验初步主要介绍电路实验的基本要求，使学生掌握科学规范的实验操作方法，正确观察分析实验现象和处理实验数据，正确使用电子仪器仪表以及正确选用电子元器件等。第二、三、四、五篇的内容分别为电子类专业的《电路基础》、《低频电路》、《高频电路》和《数字电路》课程的经典实验。每一篇内容按专题分成若干教学项目，每一项目又由几个任务组成。一般情况下，一次实验教学完成一个任务，当教学需要时也可以集中安排时间带领学生进行项目研究。这种“项目-任务”的组织方式，使教学过程既具灵活性，又具专题性，在方便实验教学组织的同时也使实验效果得到强化。

下册为“电路综合训练”，内容主要为电路综合训练，包含电路综合训练准备知识、电子整机装配与调试、电子整机性能检验和电子整机维修等四篇。第六篇电路综合训练准备知识，介绍了常用装接工具及使用，专用电子仪器仪表的使用，常用元器件的识别与测量，贴片元件及贴片工艺等。伴随着知识的介绍，相应地安排了技能训练任务，并同时对新元件、新工艺进行了详尽和系统的介绍。第七篇电子整机装配与调试，第八篇电子整机性能检验以及第九篇电子整机维修三篇内容以电子整机为线索，分别配有 AM/FM 收音机的装配与调试、SANYO 组合音响技术指标的检验、彩色电视机的维修等技能训练任务，使教材内容综合全面地覆盖一个电子工程技术人员应具备的基本能力要素。

下册的编写既考虑了高职高专电子类专业教学的要求，又考虑了电子技师的培养和考工取证要求，如无线电调试工、电子产品检验和检测工、家用电子产品维修工等。对于从事电视机维修的工作人员，第九篇会提供特别的帮助，作者将长期积累的电视机维修经验和电视技术理论融会贯通、化繁就简，用清晰的线索（信号流程、设置故障、练习维修）指引读者排查电路故障，解决实际问题。

本书在体现新知识、新技术、新工艺、新方法的同时，也体现实施素质教育的要求，注意培养创新精神、实际动手能力和踏实的工作作风。全书内容丰富，叙述顺畅，实验目标和实验要求明确，实验方案科学得当。本书技能培养主线突出，内容综合全面，实用特色明显，不但可以作为相关课程教学的配套教材，也可以作为电路实验和实训独立设课的教材，或者作为电子工程技术人员岗位培训的教学用书。

本书上册由王慧玲担任主编，陈强、路昭、鲍秋凤参编。其中王慧玲编写了第一、二篇，

陈强编写了第三篇，鲍秋凤编写了第四篇，路昭编写了第五篇。下册由王慧玲、沈月来担任主编，陈强参编。其中陈强编写了第六、七、八篇，沈月来编写了第九篇。武马群审阅了部分内容，全书由王慧玲统稿，苏坤隆教授担任主审。

编 者
2005 年 5 月

目 录

第六篇 综合训练准备知识

第一章 常用装接工具及其使用	(2)
第一节 装配工具及使用方法	(2)
第二节 焊接工具及焊接方法	(2)
技能训练任务 手工焊接	(4)
第二章 专用电子仪器仪表的使用	(6)
第一节 数字频率计	(6)
第二节 失真度仪	(8)
第三节 抖晃仪	(9)
技能训练任务 电子仪器使用	(11)
第三章 元器件的识别与测试	(13)
第一节 特殊电阻器	(13)
第二节 特殊电感器	(14)
第三节 电声器件	(15)
第四节 光电器件	(16)
第五节 压电器件	(17)
技能训练任务 元器件的识别与测试	(18)
第四章 贴片元件及贴片工艺	(21)
第一节 贴片元器件	(21)
第二节 表面安装技术	(26)
技能训练任务 贴片技术	(30)

第七篇 电子整机装配与调试

第一章 电子整机装配	(33)
第一节 电子整机装配概述	(33)
第二节 电子整机装配工艺	(34)
第二章 电子整机调试	(38)
第一节 电子整机调试概述	(38)
第二节 电子整机调试工艺	(39)
技能训练任务 AM/FM 收音机的装配与调试	(41)

第八篇 电子整机性能检验

第一章 电子产品检验概述	(52)
第一节 质量管理与 ISO9000 族标准	(52)
第二节 电子产品检验概述	(55)

第二章 电子产品检验工艺	(57)
第一节 检验工艺概述	(57)
第二节 电子产品检验工艺	(58)
第三章 电子产品的技术指标和测量方法	(60)
第一节 录音机的技术指标和测量方法	(60)
第二节 激光唱机的技术指标和测量方法	(63)
第三节 标准信号源与检验工装	(65)
技能训练任务 SANYO 组合音响技术指标的检验	(67)

第九篇 电子整机维修

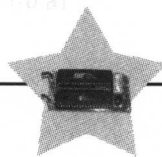
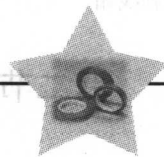
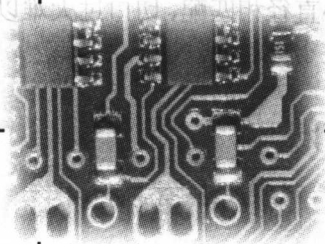
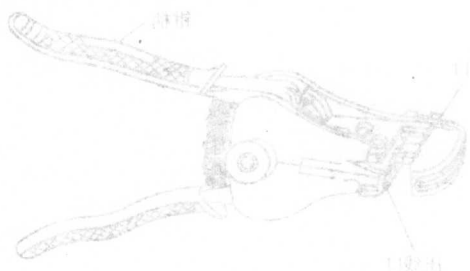
第一章 彩色电视机维修概述	(82)
第一节 常用维修方法	(82)
第二节 彩色电视机维修的原则与顺序	(85)
第三节 彩色电视机维修中的注意事项	(86)
第四节 彩色电视机维修实训	(87)
第五节 整机框图及信号流程	(91)
第二章 开关电源电路的维修	(95)
第一节 开关电源电路分析	(95)
第二节 开关电源电路常见故障的检修	(101)
第三节 电源电路的故障设置及典型故障演示	(102)
技能训练任务 开关电源维修实训	(105)
第三章 行扫描电路的维修	(108)
第一节 行扫描电路信号流程	(108)
第二节 行扫描电路分析	(108)
第三节 行扫描电路常见故障的检修	(112)
第四节 行扫描电路的故障设置及典型故障演示	(114)
技能训练任务 行扫描电路维修实训	(116)
第四章 场扫描电路的维修	(119)
第一节 场扫描电路信号流程	(119)
第二节 场扫描电路分析	(119)
第三节 场扫描电路常见故障的检修	(123)
第四节 场扫描电路的故障设置及典型故障演示	(124)
技能训练任务 场扫描电路维修实训	(126)
第五章 视放与显像管电路的维修	(128)
第一节 视放与显像管电路信号流程	(128)
第二节 视放与显像管电路分析	(128)
第三节 视放与显像管电路的检修	(130)
第四节 视放与显像管电路的故障设置及典型故障演示	(133)
技能训练任务 视放与显像管电路维修实训	(134)

第六章 亮度通道电路的维修	(136)
第一节 亮度通道电路信号流程	(136)
第二节 亮度通道电路分析	(136)
第三节 亮度通道常见故障的检修	(138)
第四节 亮度通道故障设置及故障演示	(140)
技能训练任务 亮度通道维修实训	(142)
第七章 中频通道电路的检修	(144)
第一节 中频通道电路信号流程	(144)
第二节 中频通道电路分析	(144)
第三节 中频通道常见故障的检修	(149)
第四节 中频通道故障设置及故障演示	(152)
技能训练任务 中频通道电路维修实训	(155)
第八章 高频通道及外围电路的维修	(156)
第一节 高频通道电路信号流程	(156)
第二节 高频通道及外围电路分析	(156)
第三节 高频通道及外围电路常见故障的检修	(159)
第四节 高频通道电路故障设置及故障演示	(161)
技能训练任务 高频通道电路维修实训	(162)
第九章 色度通道电路的维修	(164)
第一节 色度通道电路信号流程	(164)
第二节 色度通道电路分析	(168)
第三节 色度通道电路常见故障的检修	(171)
第四节 色度通道故障设置及故障演示	(171)
技能训练任务 色度通道电路维修实训	(173)
第十章 伴音通道电路的检修	(174)
第一节 伴音通道电路信号流程	(174)
第二节 伴音通道电路分析	(174)
第三节 伴音通道电路常见故障的检修	(177)
第四节 伴音通道电路故障设置及故障演示	(178)
技能训练任务 伴音通道维修实训	(179)
第十一章 遥控系统电路的维修	(181)
第一节 飞利浦遥控系统概述	(181)
第二节 遥控系统电路分析	(182)
第三节 遥控电路常见故障的维修	(188)
第四节 遥控电路故障设置及故障演示	(190)
技能训练任务 遥控电路维修实训	(192)
第十二章 整机电路故障部位的判断	(193)
技能训练任务 整机电路维修实训	(195)
附录 A 集成电路引脚功能及电压数据	(196)
附录 B 整机图纸符号说明	(201)
附录 C 整机原理图纸	(202)
附录 D 综合训练用材介绍	(203)
参考文献	(204)

第六篇

综合训练准备知识

本篇为基本技能训练部分，既包括装接工具的使用、焊接及拆焊训练、电子元器件的基本知识，又包括贴片元件的识别及安装工艺。同时为满足后续技能训练的需要，还介绍了几种专用仪器的使用方法。



工具技能

第一章 常用装接工具及其使用

在电子产品安装、调试及维修过程中，经常使用一些工具，如镊子、偏口钳、剥线钳和电烙铁。了解它们的基本结构，熟练掌握它们的使用方法，是每个电子技术人员必备的基本技能。

第一节 装配工具及使用方法

一、镊子

镊子分为尖嘴镊子和圆嘴镊子两种。尖嘴镊子用于夹持较细的导线，以便于装配焊接；圆嘴镊子用于弯曲元器件引线或夹持元器件焊接。此外，在拆焊引线少的元器件时也要用到镊子。

二、螺丝刀

螺丝刀又称改锥，有“一”字形和“十”字形两种，专门用于紧固和拆卸螺钉。使用时，应根据螺钉的大小选用不同规格的螺丝刀。在调整电感元件磁心时，应使用无感螺丝刀。

三、偏口钳

偏口钳又称斜口钳，主要用于剪切导线或元器件焊接后多余的引脚。剪切时，应使钳头朝下，防止剪下的线头伤到眼部。

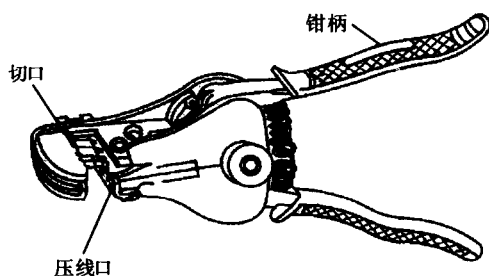


图 6-1-1 剥线钳

四、剥线钳

图 6-1-1 所示为剥线钳，它是用来剥除直径 3mm 及以下绝缘导线的塑料或橡胶绝缘层的专用工具。它由钳头和手柄两部分组成，钳头部分由 1 个压线口和 4 个切口构成。使用时，应使切口与被剥导线线心直径相匹配，切口过大难以剥离绝缘层，切口过小会切断线心。

第二节 焊接工具及焊接方法

一、焊接工具

电烙铁是电子整机装配人员最常用的焊接工具之一，用于各类无线电整机产品的手工焊接、补焊、维修及更换元器件。常用的电烙铁有内热式和外热式两种，如图 6-1-2 所示，其结构包括烙铁头、烙铁心、外壳、手柄及电源线。

电烙铁的烙铁头有纯铜头和合金头两种。纯铜头容易被氧化，使工作面变得凹凸不平，

影响焊接质量，故须用锉刀锉平。新烙铁头的表面有一层氧化层也须用锉刀锉掉。合金头又称长寿头，其表面镀有特殊的抗氧化层，不能用锉刀去修理，否则烙铁头就会很快被氧化而报废。

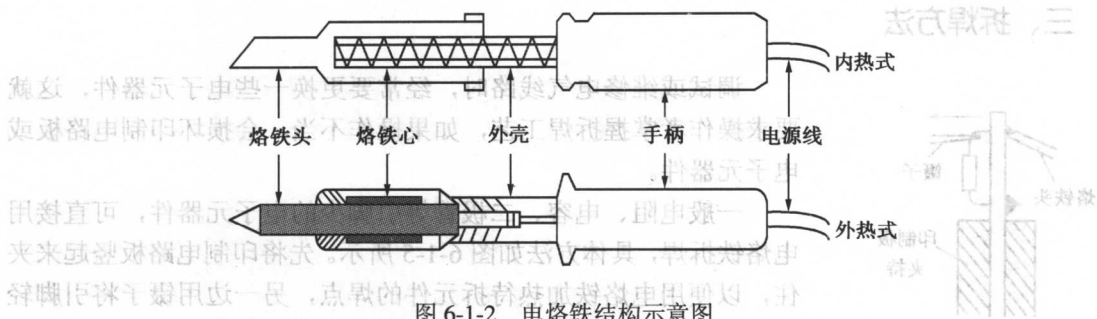


图 6-1-2 电烙铁结构示意图

电烙铁有 3 种握法：正握法、反握法和握笔法，如图 6-1-3 所示。在焊接电子元件时，常采用握笔法。



图 6-1-3 电烙铁握法

二、手工焊接方法

1. 焊锡与助焊剂

焊接时所用焊锡称为共晶焊锡。共晶焊锡中，锡占 63%，铅占 37%，熔点为 183℃。助焊剂在焊接过程中，用于去除被焊金属表面的氧化层，增强焊锡的流动性，使焊点美观。常用的助焊剂有松香和松香酒精助焊剂两种。

2. 焊接方法

最常用的焊接方法叫点锡焊接法，如图 6-1-4 所示。具体步骤如下：

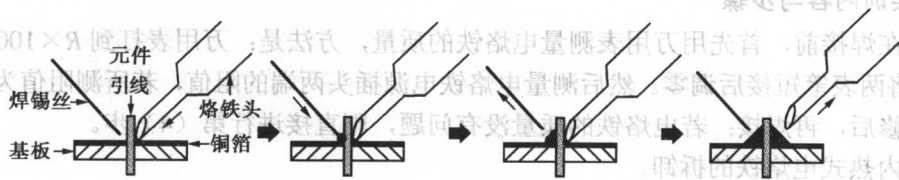


图 6-1-4 点锡焊接方法

- (1) 把待焊元器件的引脚插入印制电路板的焊接位置，并调整好元器件的高度。
- (2) 右手握住电烙铁，将烙铁头的刃口放在元器件引线的焊接处。
- (3) 左手捏着焊锡丝，用它的一端去接触烙铁头刃口与元器件引线的接触点。焊锡适量

后（根据焊点大小），立即移开焊锡丝。

（4）待焊锡流满整个焊盘后，向右上 45° 方向移开烙铁。

整个焊接过程为 $2\sim 5\text{s}$ 。

三、拆焊方法

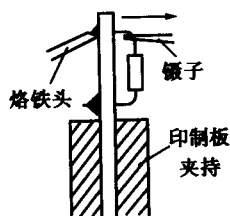


图 6-1-5 一般元件的拆焊

调试或维修电气线路时，经常要更换一些电子元器件，这就要求操作者掌握拆焊工艺，如果操作不当，会损坏印制电路板或电子元器件。

一般电阻、电容、二极管等引脚少的电子元器件，可直接用电烙铁拆焊，具体方法如图 6-1-5 所示。先将印制电路板竖起来夹住，以使用电烙铁加热待拆元件的焊点，另一边用镊子将引脚轻轻拉出。也可采用吸锡烙铁或吸锡材料吸净焊点上的焊锡，完成电子元器件的拆焊。

技能训练任务 手工焊接

1. 实训目的

（1）掌握镊子、偏口钳、电烙铁等常用焊接工具的使用方法。

（2）通过对内热式电烙铁的拆装，了解电烙铁的基本结构，掌握电烙铁常见故障的排除方法。

（3）熟练掌握元器件的焊接和拆焊方法。

2. 实训课时安排

手工焊接是电子技术人员必备的最基本的技能，且焊接质量直接影响到产品的质量。因此，理论学习控制在 2 学时以内，实操练习在 $10\sim 12$ 学时。此项技能训练也可同电子整机装配一起实训。

3. 实训器材

（1）焊接工具：内热式电烙铁 1 把、烙铁架 1 个、镊子 1 把、偏口钳 1 把、小螺丝刀 1 把。

（2）仪表：万用表 1 块。

（3）焊接材料：电阻、电容、晶体管、元器件引脚若干、焊锡丝 2m、印制电路板 1 块。

4. 实训内容与步骤

（1）在焊接前，首先用万用表测量电烙铁的质量，方法是：万用表打到 $R\times 100\Omega$ 或 $R\times 1\text{k}\Omega$ 挡，将两表笔短接后调零。然后测量电烙铁电源插头两端的阻值，若所测阻值为 0 或 ∞ ，应对其检修后，再焊接；若电烙铁的质量没有问题，则直接进行第（4）步。

（2）内热式电烙铁的拆卸。

① 用螺丝刀旋下手柄后端的制动螺钉。

② 小心旋下手柄，观察烙铁内部是否有短路或断路的情况。

③ 旋下接线柱上连接、紧固电源线的小螺钉，拔出电源连接线。

④ 旋下接线柱，取出烙铁心，更换一只同功率的新烙铁心。

（3）内热式电烙铁的安裝。

① 安装是拆卸的逆过程，应按照烙铁心→接线柱→电源线→手柄→制动螺钉的顺序装配。

② 安装后，还应再次测量电源插头两端的阻值，若阻值为 0 或 ∞ ，证明有安装不当的地方，应仔细检查，直至故障排除才可通电使用。

(4) 在印制电路板上焊接电阻、电容、晶体管、元器件引脚（500 个以上焊点）。

(5) 拆下印制电路板上的元器件，用镊子配合电烙铁将焊锡堵住的元件孔捅开，然后重新进行焊接。

(6) 用偏口钳将露出的多余引线剪掉，防止引线过长，造成元器件之间短路。

5. 注意事项

(1) 电烙铁拆装时应细心谨慎，防止造成损坏。

(2) 电烙铁使用时要轻拿轻放，以免烙铁心损坏。

(3) 焊接和拆焊时，防止电烙铁烫伤手臂。

第二章 专用电子仪器仪表的使用

电路综合训练中有一项要求是对电子产品技术指标进行检验。在电子产品技术指标检验过程中,能否正确使用检验仪器将直接影响到测量结果的准确性和有效性。本章主要介绍指标检验过程中用到的一些专用仪器仪表,目的是使学生掌握这些仪器的正确使用方法。

第一节 数字频率计

数字频率计是一种最常见、最基本的数字化仪器,它利用数字电路技术对在给定时间内通过的脉冲进行计数并显示其计数结果,具有测量频率、周期、频率比、时间间隔、累加计数等多种功能。这里以 GUC—2010G 型数字频率计为例说明数字频率计的使用。

GUC—2010G 型数字频率计可测量频率、周期、频率比,并具有自动计数和自校验的功能。

一、主要技术指标

- (1) 频率测量范围 A 通道 1Hz~100MHz; B 通道 1Hz~25MHz。
- (2) 周期测量范围(仅限于 A 通道)为 0.04 μ s~10s。
- (3) 计数容量为 1~10⁷。
- (4) 闸门时间有 10ms、0.1s、1s、10s 4 挡,测量单位为 kHz,小数点自动定位。
- (5) A、B 两通道输入电压最大值 $U_{INmax} \leq 250V$ (DC+AC 峰值);输入 1kHz 信号时, $U_{INmax} \leq 150V$;输入 100MHz 信号时, $U_{INmax} \leq 5V$ 。
- (6) 输入阻抗为 1M Ω 。
- (7) 输入衰减(仅限于 A 通道): 1/1 或 1/10。

二、面板说明

GUC—2010G 型数字频率计的面板布置如图 6-2-1 所示。

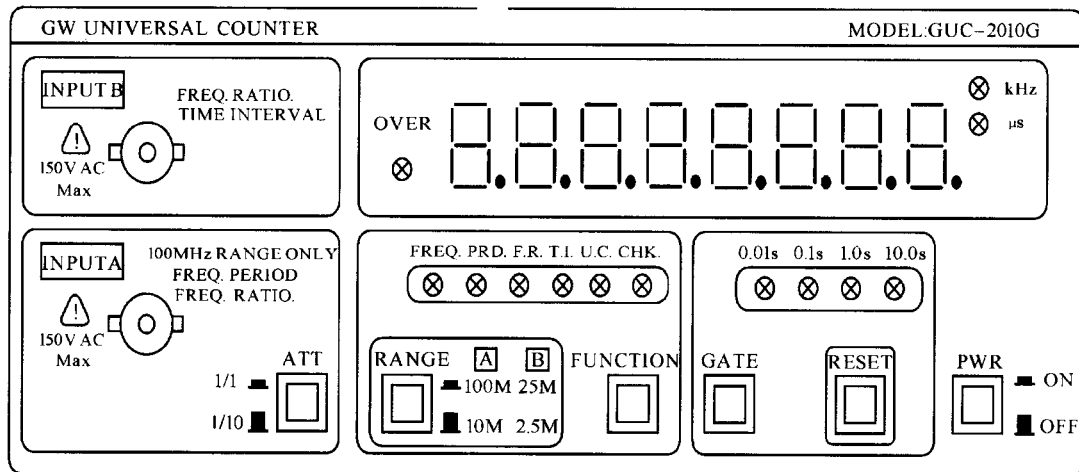


图 6-2-1 GUC—2010G 型数字频率计面板图

1. 电源开关 (PWR)

按下此按钮电源打开, 仪器进入工作状态, 抬起后, 整机电源关闭。

2. 复位按钮 (RESET)

复位按钮用于测前或测试过程中复位使用。

3. 闸门时间选择 (GATE)

此按钮用于 10ms、0.1s、1s、10s 4 种闸门时间的选择。按一下按钮, 相应指示灯点亮, 表明当前选定闸门时间的大小。

4. 功能选择 (FUNCTION)

功能选择按钮用于频率 (FREQ.)、周期 (PRD.)、频率比 (F.R.)、时间间隔 (T.I.) 的测量功能和自计数 (U.C.)、自校准 (CHK.) 功能的选择。按一下按钮, 相应指示灯点亮, 表明当前的工作状态。

5. 频率测量范围选择 (RANGE)

按下此按钮 A 通道的频率测量范围是 1~100MHz, B 通道的频率测量范围为 1~25MHz; 抬起此按钮 A 通道的频率测量范围为 1~10MHz, B 通道的频率测量范围为 1~2.5MHz。

6. 衰减按钮 (ATT)

按下此按钮 A 通道输入信号幅度不衰减 (1/1), 抬起此按钮 A 通道输入信号幅度衰减为 1/10。

7. A 通道输入 (INPUT A)

A 通道可测量频率、周期和频率比。

8. B 通道输入 (INPUT B)

B 通道可测量频率比和时间间隔。

三、测量方法

1. 频率测量

(1) 信号由 A 通道输入, 将 ATT 钮抬起, 使输入信号幅度衰减为 1/10。

(2) 按下 RANGE 按钮, 使频率测量范围是 1~100MHz。

(3) 按动 FUNCTION 钮, 使 FREQ. 下面的指示灯点亮。

(4) 根据所需的分辨率, 按动 GATE 钮, 选择适当的闸门时间, 闸门时间越长, 分辨率越高。

(5) 数码管显示为频率值, 其单位是 kHz。

2. 周期测量

(1) 信号由 A 通道输入, 将 ATT 钮抬起、RANGE 钮按下, 按动 FUNCTION 钮, 使 PRD. 下面的指示灯点亮。

(2) 根据所需的分辨率, 按动 GATE 钮, 选择适当的闸门时间, 闸门时间越长, 分辨率越高。

(3) 数码管显示为周期值, 其单位是 μs 。

3. 频率比

(1) 信号由 A、B 两通道同时输入, 将 ATT 钮抬起、RANGE 钮按下, 按动 FUNCTION 钮, 使 F.R. 下面的指示灯点亮。

(2) 根据所需的分辨率, 按动 GATE 钮, 选择适当的闸门时间, 闸门时间越长, 分辨率

越高。

(3) 数码管显示为 A、B 两通道输入信号频率的比值。

第二节 失真度仪

从低频到高频信号只要通过非线性器件或电路，都要产生新频率，即其输出中不仅有与原来信号相同的基波分量，而且有各次谐波分量。这种现象称为非线性失真，非线性失真的程度可用非线性失真系数（简称失真度）表示。失真度是衡量线性系统工作性能的重要指标。失真度测量常用基波抑制法测量，常用的失真度仪通常基于基波抑制法的测量原理。这里以 ZN4110 型失真度测量仪为例说明失真度仪的使用方法。

ZN4110 型失真度测量仪能同时自动地测量收录机左、右两个通道的谐波失真。

一、主要技术指标

- (1) 基波频率有 315Hz 和 1 000Hz 两种。
- (2) 失真测量范围是 0.1%~30%，分 6 挡。
- (3) 输入电压范围是 31mV~10V （在 100%校准时）。

二、面板说明

ZN4110 型失真度测量仪的面板布置如图 6-2-2 所示。

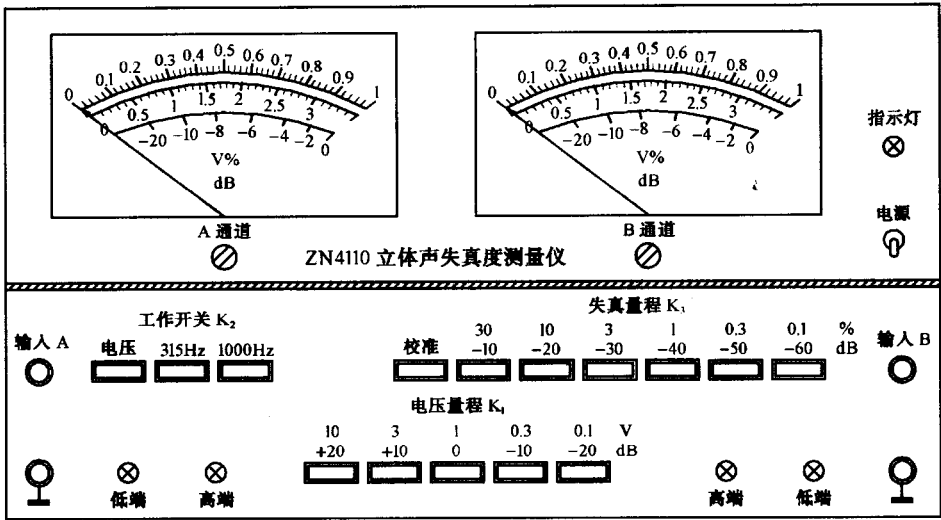


图 6-2-2 ZN4110 型立体声失真度测量仪面板图

1. 输入 A、B

输入 A 和输入 B 是待测失真信号的输入端，A、B 两输入端可同时输入左、右声道信号，并自动测量两声道的谐波失真。

2. 电压量程 K_4

由于待测失真信号具有一定的幅度，通过改变电压量程，使待测信号电压与仪器本身所

提供的电压达到同一数量级。电压量程共分为 10V、3V、1V、0.3V、0.1V 5 挡。

3. 高、低端指示灯

当输入信号的电压高于当前电压量程的挡位时，高端指示灯亮，此时电压量程应换到高挡位；当输入信号的电压低于当前电压量程的挡位时，低端指示灯亮，此时电压量程应换到低挡位。只有高、低端指示灯同时熄灭时，待测信号电压与仪器本身所提供的电压才达到同一数量级，此时才能进行失真度测量。

4. 工作开关 K_2

工作开关分为“电压”、“315Hz”、“1 000Hz” 3 挡。当被测失真信号的基波频率为 315Hz 时，将“315Hz”按钮按下，失真度仪内部电路将 315Hz 抑制掉；当被测失真信号的基波频率为 1 000Hz 时，将“1 000Hz”按钮按下，失真度仪内部电路将 1 000Hz 抑制掉。

5. 失真量程 K_3

失真度是指除去基波分量以外的谐波和噪声电压与总电压（基波+谐波+噪声）之比。失真量程共分为 30%、10%、3%、1%、0.3%、0.1% 6 挡，选择相应的量程，读出失真度的大小。

三、测量方法

(1) 在接通电源以前，失真量程 K_3 置于 30%位置，工作开关 K_2 置于 315Hz 或 1 000Hz 位置，电压量程 K_1 置于 10V。

(2) 接通电源，将被测信号送至输入端。

(3) 调整电压量程开关 K_1 ，使输入电压监视高、低两端的指示灯均不亮为止（其中有一灯亮，则 K_1 开关位置不对）。

(4) 依次改变失真量程 K_3 ，使失真表指到便于读数的位置。

(5) 依照失真量程 K_3 位置及表针指示，读出被测信号的失真度。

第三节 抖晃仪

由于磁带、机心传动机构的不平稳，引起瞬时带速产生规则和不规则的变化，造成录、放音信号的寄生调频现象，称为抖晃。抖晃率是指寄生调频频偏与录音信号频率的百分比。抖晃仪是专门用于测量磁带录音机抖晃率的设备，这里以 FL—140 型抖晃仪为例说明抖晃仪的使用方法。

一、抖晃仪的功能

(1) 可测量录音机的抖晃率。

(2) 可用 JIS（日本工业标准）、CCIR（国际无线电咨询委员会）、DIN（德国工业标准）标准录制的标准信号，对录音机进行抖晃检测。

(3) 能够测量抖晃率的有效值（JIS）或峰值（DIN/CCIR）。

(4) 测量范围宽，有 0.03%、0.1%、0.3%、1%和 3% 5 个挡位。

(5) 它包括 3k/3.15k 高稳定度正弦信号发生器，既可作为漂移表的校准，又可作为录音用的标准信号源。