

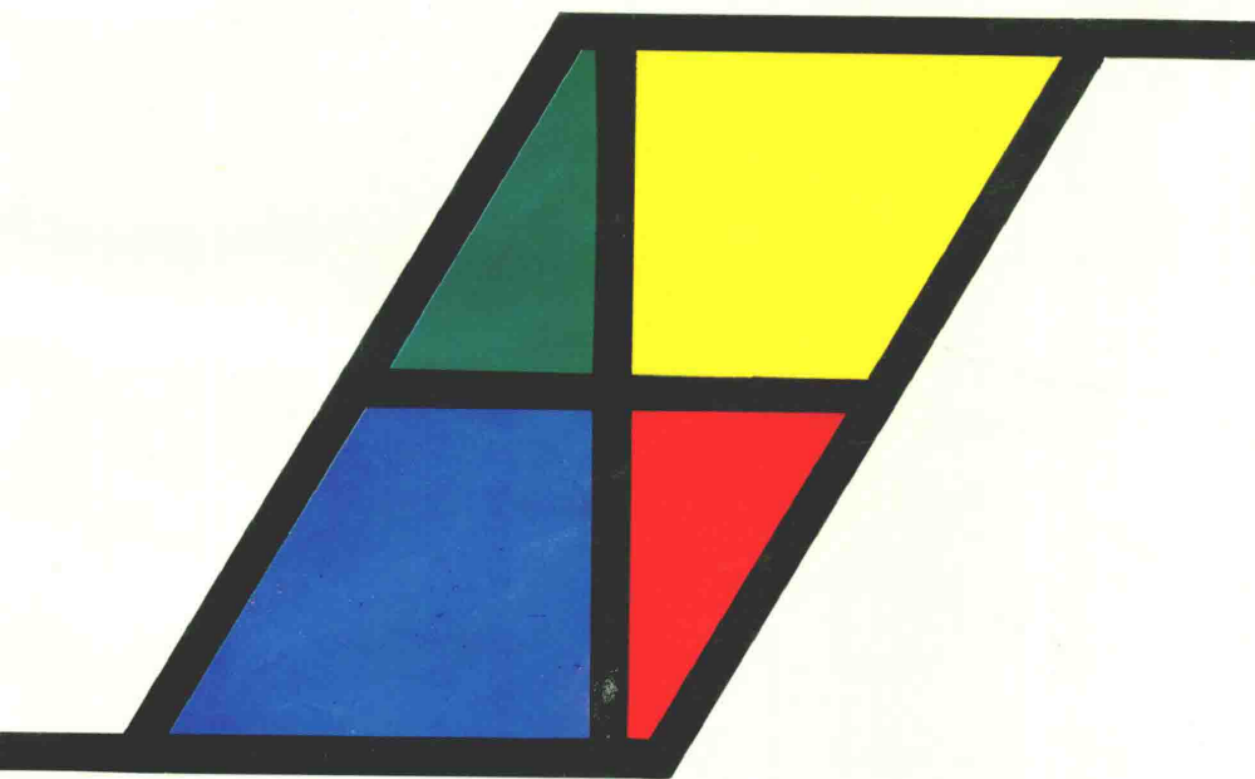


中等专业学校实验指导丛书(二)

非电专业适用

工业电子学实验指导书

刘祖其 井建康 编



电子科技大学出版社

中等专业学校实验指导丛书(二)

非电专业适用

工业电子学实验指导书

刘祖其 井建康 编

电子科技大学出版社

内 容 简 介

本实验指导书是作者根据 1987 年 3 月国家教委和 1986 年 6 月石油工业部工科中专非电专业颁发的《工业电子学实验教学大纲》的要求,并结合自己十几年的教学经验,又考虑到各学校的教学实际而编写的。本指导书可作为工科中专初中四年制、高中两年制非电专业的实验教材,也可供技工学校、职业高中使用和有关技术人员和教师阅读、参考。

本实验指导书共编入三部分内容,第一部分是常用电子仪器、仪表的使用方法及注意事项。第二部分是实验内容,以大纲为依据,并考虑到为适应当前电子技术的高速发展,部分内容有所加深,共编入 22 个实验。第三部分是常用电子元器件简介,介绍了常用电子元器件的命名方法、主要参数、引脚排列与识别、选用及查表方法等。凡标有星号“*”的为选做实验和综合应用型实验,各校可根据学时数和专业不同进行选做。

中等专业学校实验指导丛书(二)

工业电子学实验指导书

刘祖其 井建康 编

*

电子科技大学出版社出版

(成都建设北路二段四号)邮编 610054

电子科技大学出版社印刷厂印刷

新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 231 千

版次 1996 年 6 月第一版 印次 1996 年 6 月第一次印刷

印数 1—5000 册

ISBN 7-81043-256-7/TN·29

定价:8.70 元

前 言

本实验指导书是根据 1987 年 3 月国家教委颁发的工科中专非电专业《工业电子学教学大纲》和 1986 年 6 月石油工业部颁发的四年制中专非电专业《工业电子学实验教学大纲》，结合工科中专学校的教学实际而编写的。本指导书可作为工科初中四年制、高中两年制非电专业通用实验教材。

考虑到电子技术的飞速发展和在企业中的普及和应用，从培养学生的实践动手能力出发，本指导书共编入三部分内容，第一部分是常用电子仪器、仪表简介，介绍了后续实验需要使用的主要仪器、仪表设备的使用方法及注意事项。主要有双踪示波器、低频信号发生器、晶体管特性图示仪、数字电路学习机、数字万用表等。第二部分是实验内容，以大纲为依据，共编入二十二个实验，主要有晶体二极管、三极管、晶闸管的测试；单级、多级放大电路；整流、滤波稳压电路和数字集成电路等。实验一至实验十二为模拟电路实验，实验十三至实验二十为数字电路实验，实验二十一为安装焊接练习，实验二十二为超外差式收音机的组装与调试，可作为学生第二课堂或实验单独考核的内容。第三部分是常用电子元件简介，介绍了常用电子元件的命名方法、主要参数、引脚排列识别、选用及查表方法。主要有电阻元件、电容元件、电声元件、晶体二极管、三极管、稳压管及集成器件等。凡有星号“*”的为选做实验和综合应用型实验。在教学过程中，教师可根据各专业的需要和所给学时数进行选做。

本指导书尽可能地跟踪目前的实验教改方向，体现对学生的三基（基本概念、基本理论、基本技能）能力的培养，同时对目前应用较多的新技术、新电路也进行介绍，为了全面培养学生分析问题、解决问题的能力，提高综合运用能力。本实验指导书可作为中专非电专业的实验教学用书，也可供技工学校、职业高中使用和有关专业技术人员、教师阅读、参考。

本实验指导书是在多年开设电子学实验的基础上，借鉴了兄弟院校经验及有关资料的同时，进行整理充实，重新验证而写成的。由新疆石油学校实验教研室主任、电子技术工程师刘祖其同志执笔编写，由新疆石油学校教学研究室主任、高级讲师井建康同志修改、审查定稿，由电子科技大学副教授肖士璋主审。参加本书编写的还有新疆石油学校基础学科主任、高级讲师卢平同志，安徽省电子工业学校无线电科主任、讲师张素彪同志，新疆石油学校工程师卜新才同志。在编写过程中，教研室全体教师均给予了大力协助，本书如有错误和不妥之处，欢迎提出宝贵意见。

意见请寄：新疆石油学校教学研究室收

邮编：833600

电话：0992-682572

编 者

1995 年 1 月

目 录

工业电子学实验须知	1
第一部分:常用电子仪器、仪表简介	2
1.1 V-222 双踪示波器	2
1.2 XD2 型低频信号发生器	13
1.3 JT-1 晶体管特性图示仪	15
1.4 SL-3 数字电路学习机	21
1.5 通用测试板(集成电路测试板)	24
1.6 TTL-CMOS 逻辑笔	27
1.7 DT-830 数字万用表	29
第二部分 实验内容	31
实验一 常用电子仪器、仪表的使用方法	31
实验二 二极管与三极管的测试	34
实验三 单管交流放大电路的测试	39
实验四 两极阻容耦合放大电路的测试	42
实验五 射极输出器的测试	45
实验六 LC 振荡电路的测试	48
实验七 差动式放大电路的测试	50
实验八 集成运算放大器的测试	54
实验九 单相整流、滤波、稳压电路的测试	60
实验十 串联型直流稳压电源的测试	63
实验十一 可控硅的认识与测试	66
实验十二 单相可控整流电路的测试	70
实验十三 逻辑门电路的测试	73
实验十四 触发器的研究与测试	79
实验十五 计数器	82
实验十六 用集成与非门组成单稳、多谐电路	86
实验十七 数-模(D/A)转换	89
实验十八 模-数(A/D)转换	92

实验十九 计数、译码、显示电路综合应用	95
实验二十 555 时基电路的应用	101
实验二十一 安装与焊接练习	106
实验二十二 超外差式晶体管收音机的组装与调试	113
第三部分 常用电子元件器简介	120
3.1 常用电阻、电容型号的命名方法及标注	120
3.2 常用二极管、三极管、稳压管的主要参数	122
3.3 电声器件	128
3.4 集成运算放大器	131
3.5 常用 TTL 数字集成电路	135
3.6 器件手册及查阅方法	143
参考文献	145

01	电阻器	一、电阻器
02	电容器	二、电容器
03	电感器	三、电感器
04	变压器	四、变压器
05	继电器	五、继电器
06	半导体器件	六、半导体器件
07	集成运算放大器	七、集成运算放大器
08	数字集成电路	八、数字集成电路
09	电声器件	九、电声器件
10	其他电子元件	十、其他电子元件
11	电阻器	一、电阻器
12	电容器	二、电容器
13	电感器	三、电感器
14	变压器	四、变压器
15	继电器	五、继电器
16	半导体器件	六、半导体器件
17	集成运算放大器	七、集成运算放大器
18	数字集成电路	八、数字集成电路
19	电声器件	九、电声器件
20	其他电子元件	十、其他电子元件
21	电阻器	一、电阻器
22	电容器	二、电容器
23	电感器	三、电感器
24	变压器	四、变压器
25	继电器	五、继电器
26	半导体器件	六、半导体器件
27	集成运算放大器	七、集成运算放大器
28	数字集成电路	八、数字集成电路
29	电声器件	九、电声器件
30	其他电子元件	十、其他电子元件

工业电子学实验须知

一、实验课的任务及基本要求

本实验课是完成课程大纲要求、培养学生理论联系实际、分析和解决问题的重要环节,是提高学生动手能力,加强电子实验技能的重要途径。实验教学使学生加深理解和巩固理论知识,掌握常用电子仪器、仪表的使用,独立进行某些电子实验的设计、验证、计算等工作,并有较熟练的实践操作技能,这些对于培养中等专业技术人才是必不可少的。实验课和理论课的关系相辅相成,实验是研究一切科学的重要方法,是科学理论的源泉,是自然科学的根本,也是工程技术的基础。故学生必须贯彻理论联系实际的原则,加强实验课程的学习,成为既懂理论,又会动手实践,有较强的解决实际问题的能力的技术人才。

电子学实验是工科学生的重要技术基础课之一,必须重视,故我们提出下列要求:

1. 学会对常用电子元器件的参数和电路主要性能指标的测试方法,掌握常用电子仪器、仪表的正确使用及注意事项,并了解它的简单工作原理,提高学生的实际动手能力。
2. 通过实验操作,对实验现象的观察、数据的记录以及对实验结果的处理,最后能独立完成实验报告。
3. 为使每个学生都能得到基本技能的训练,学生和教师应高度重视实验效果,因此实验课需进行单独考核或单独设课,力争做到“一人一组”最多不得超过两人。要求学生从课前的预习、实验的接线、操作、测量和记录、实验报告都必须独立完成。

二、实验课的基本原则

1. 实验课的教学方式

实验课一般是在教师指导下由学生独立完成每一实验所规定的实验项目。掌握仪器、仪表的正确使用,并通过实验的操作、测试、分析、总结,进一步掌握实验课的内容,加深对基本电子电路的理解和深化。每次实验课应由2~3名教师负责指导,指导教师在上课时要检查学生的预习情况,指导性讲解实验内容、仪器、仪表的使用方法及注意事项,讲解时间的长短应根据学生的情况、专业要求及具体实验的难易程度等决定。指导检查操作情况和实验结果,处理和解答学生在实验中所出现的问题,对学生实验能力进行考核和评分。

2. 实验课的基本过程

(1) 实验预习 是做好实验的前提。课前必须仔细阅读实验指导书和课本中与本次实验相关的内容,理解实验原理,明确实验目的、步骤和要求。每个学生应按预习要求认真准备,回答预习思考题,画好数据记录表格,必要时,可结合实验仪器进行现场预习,写出预习报告。

(2) 做实验 操作前,先查看实验仪器、仪表是否齐全和符合要求,在进行桌面布置和接线时要考虑到便于接线和测量。必须按要求正确使用各种仪器仪表,仔细连接电路,如实记录实验数据和现象。不可用理论计算和推测的数据代替实验结果。实验时要心中有数,切忌粗枝大叶,接完线路需自己对照电路图复查无误后,经教师检查同意才能接通电源进行实验。测量完毕,经教师检查同意方能断电拆线,并把仪器、仪表设备摆放整齐。

(3) 实验总结 按要求写好实验报告,是实验课的继续和提高,实验报告是评价、记录该次实验成绩的依据,一定要认真完成原始数据的整理与计算,得出实验结果、达到总结、提高的目的。

第一部分 常用电子仪器、仪表简介

1.1 V-222 双踪示波器

一、使用前的准备

1. 检查电源电压

本仪器使用电压范围如表 1-1 所示。开启电源开关前,应检查电源电压是否符合表 1-1 规定。

表 1-1

标 称 电 压	电源电压范围(50/60Hz)
AC 100V	AC 90V—110V
AC 120V	AC 108V—132V
AC 220V	AC 198V—242V
AC 240V	AC 216V—264V

通常情况,电压选择器置于适合于用户的位置,当仪器使用其它规定电源电压时,可旋转电压选择器(电源电压范围标注在后面板上)。

2. 保险丝的使用标准

为防止过载,保护电路,电源变压器初级采用了一只 2A 或一只 1A 的保险丝(AC100V 或 AC120V 用 2A,AC220V 或 AC240V 用 1A),若保险丝过载熔断,应仔细检查原因,排除故障,然后按规定换用保险丝。

3. 不要将辉度调得太亮

不要将光点或扫描线调得太亮,以避免眼睛过度疲劳和示波管荧光层表面的灼伤。

4. 测量电压不要超过规定值

各输入端的耐压以及经探头最高输入电压如表 1-2 所示,所加电压不得超过规定值。

表 1-2

输 入 位 置	最高电压幅值 AC_{p-p}
CH ₁ ,CH ₂ 直接输入	300V (DC+ AC_{p-p} ,频率 1kHz)
CH ₁ ,CH ₂ ×10 探头输入	400V (DC+ AC_{p-p} ,频率 1kHz)
CH ₁ ,CH ₂ ×1 探头输入	300V (DC+ AC_{p-p} ,频率 1kHz)
外触发输入	300V (DC+ AC_{p-p})
外 消 隐	30V (DC+ AC_{p-p})

二、各旋钮的作用

1. 电源(POWER)开关

电源开关是自锁按键开关,按进去为电源开。

2. 电源指示灯(POWER LAMP)

指示灯在电源接通后亮。

3. 聚焦控制(FOCUS)

当辉度调到适当的亮度后,调节聚焦控制直至扫描线最佳。虽然聚焦在调节亮度时能自动调整,但有时要用手调节以便获得最佳聚焦效果。

4. 刻度照明控制(SCALE ILLUM)

用于在黑暗的环境中或照明时调节此旋钮能照明刻度线。

5. 基线旋钮(TRACR ROTATION)

用于调节扫描线和水平刻度线平行,克服外磁场变化带来的基线倾斜。用螺丝刀调节。

6. 辉度控制(INTE SITY)

这个旋钮用来调节辉度电位器,改变辉度。顺时针旋转,辉度增加。

7. 电源选择开关(POWER SOURCE SELECT)

用于选择不同电压的电压源。

8. 电源插座(AC INLET)

电源插头插入插座。

9. 通道 1 输入(CH₁ INPUT)

用于垂直轴信号输入的 BNC 同轴连接。

当示波器工作在 X-Y 方式时,输入到此端的信号变成 X 轴信号。

10. 通道 2 输入(CH₂ INPUT)

类同 CH₁,但当示波器工作在 X-Y 方式时,输入到此端的信号作为 Y 轴信号。

11、12. 输入耦合开关(AC-GND-DC)

用以选择被测信号馈至 Y 轴放大器输入端的耦合方式。

AC:在此耦合方式时,耦合交流分量,隔离输入信号的直流分量。使屏幕上显示的信号波形位置,不受直流电平的影响。

GND:在此位置垂直放大器输入端接地。

DC:在此耦合方式,输入信号直接加到垂直放大器输入端而无变化,其中包括直流成分。

13、14. 伏/度选择开关(VOLTS/DIV)

选择开关用于选择垂直偏转因数。可以方便地观察到垂直放大器上的各种幅度范围的波形。

当使用 10:1 探头时,在荧光屏上的读数要 $\times 10$ 。

15、16. 微调(VAR)

(PULL $\times 5$ GAIN)

} 扩展控制开关

当旋转此旋钮时,可小范围地连续改变垂直偏转灵敏度。当此旋钮以反时针旋到底时,其变化范围应大于 2.5 倍。

此旋钮用于比较波形或同时观察两个通道方波上升时间。通常将这个旋钮顺时针旋到底(校准位置)。

当旋钮被拉出时,垂直系统的增益扩展 $\times 5$ 倍,最高灵敏度变成 $1\text{mV}/\text{Div}$ 。

17、18. 不校准(VACAL)灯

灯亮表示微调旋钮没有处在校准位置。

19. 位移(POSITION)和拉一直流偏置(PULL DC OFFSET)旋钮,此旋钮用于调节垂直方向的位移。

顺时针旋转扫描线上移,逆时针旋转扫描线下移。拉出此旋钮可获得适用的输入波形(通常这个旋钮是按进去的)。

20. 位移(POSITION)和拉一倒相(PULL INVERT)旋钮。位移功能同 CH_1 ,但当旋钮被拉出时,输入到 CH_2 的信号极性被倒相。

这个控制功能可以通过改变 CH_2 的输入信号的极性,在利用 CH_1 和 CH_2 相加的同时,还可获得 $(\text{CH}_1) - (\text{CH}_2)$ 的信号差。

21. 工作方式开关(MODE)

这个开关用于选择垂直偏转系统的工作方式。

CH_1 只有加到 CH_1 通道的信号能显示。

CH_2 只有加到 CH_2 通道的信号能显示。

ALT 加到 CH_1 和 CH_2 通道的信号能交替显示在荧光屏上,这个工作方式通常用于观察加在两通道上信号频率较高的情况。

CHOP 在这个工作方式时,加到 CH_1 和 CH_2 的信号受 250kHz 自激振荡电子开关的控制,同时显示在荧光屏上。这个方式用于观察两通道信号频率较低的情况。

ADD 加到 CH_1 和 CH_2 上信号的代数和在荧光屏上显示。

22. CH_1 输出插口(CH_1 OVTPVT CONNECTOR)

输出 CH_1 通道信号的取样信号。

23. 直流电压偏置输出插口(DC OFESET VOLT OUT)

当仪器置于直流偏置(DC OFESET)方式时,这个插口可配接数字万用表,读出被测量的电压值(除 $\times 5$ 扩展不校正外)

24、25. 直流平衡调节控制(DC BAL)

用于直流平衡调节

26. TIME/DIV 选择开关

扫描时间范围从 $0.2\mu\text{s}/\text{div}$ 到 $0.2\text{s}/\text{div}$ 分 19 档。

X-Y 位置用于示波器工作在 X-Y 状态。

在 X-Y 工作方式时,X-信号连到 CH_1 通道输入端,Y-信号加到 CH_2 通道输入端,偏转范围从 $1\text{mV}/\text{div}$ 到 $5\text{V}/\text{div}$,带宽缩小到 500kHz 。

27. 扫描微调控制(SWP VAR)

此旋钮开关在校正位置时,扫描因数按 TIME/DIV 读出。当开关不在校正(CAL)位

置时,扫描因数 TIME/DIV 能连续变化。当开关顺时针旋到底时是校正(CAL)位置,此时扫描时间由 TIME/DIV 开关准确读出。

反时针旋转到底可将扫描因数扩大 2.5 倍。

28. 扫描不校正灯(SWEEP UNCAL LAMP)

灯亮表示扫描因数不校正。

29. 位移(POSITION)和拉扩展 $\times 10$ (PULL $\times 10$ MAG)控制旋钮

本旋钮用于水平移动扫描线。在测量波形的时间参数时适用。该旋钮顺时针旋转,扫描线向右移,反时针旋转,扫描线左移。当旋钮被拉出时,扫描扩展 10 倍,即 TIME/DIV 开关指出的是实际扫描时间的十分之一。这样通过调节该旋钮就可以观察所需信号放大十倍的波形(水平方向),将屏幕外的所需观察信号移到屏幕内,如图 1-1 所示。

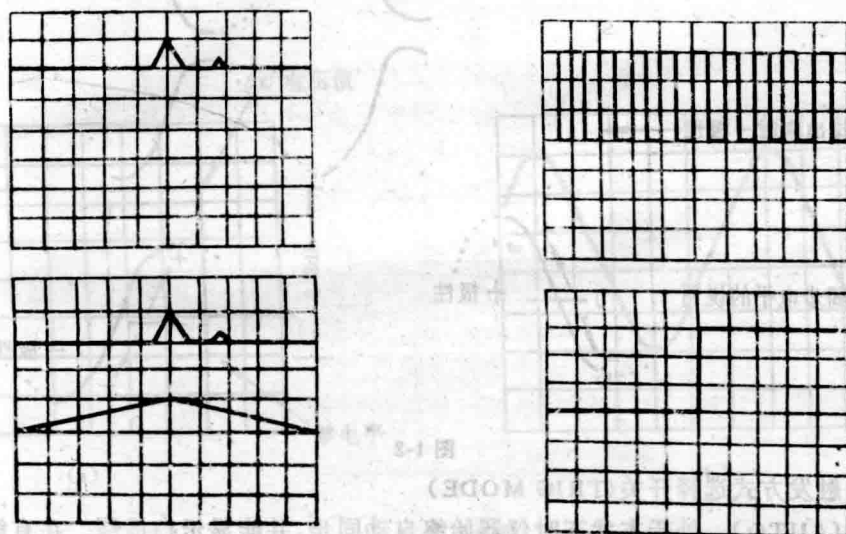


图 1-1

30. CH₁ 交替扩展开关(CH₁ ALT MAG)

通道 1 的输入信号能以 $\times 1$ (常态)和 $\times 10$ (扩展)的两种扫描形式交替显示。

31. 触发源选择开关

本开关是用于选择扫描触发信号源。

内(INT) 取加到 CH₁ 或 CH₂ 的信号作为触发源。

电源(LINE) 取电源信号频率作为触发源。

外(EXT) 外触发信号加到外触发信号输入端(TRIG INPUT)作为触发源。

外触发用于垂直方向上特殊信号的触发。

32. 内触发选择开关(INT TRIG)

本开关是用于选择不同的内触发信号源。

CH₁ 取加到 CH₁ 的信号作触发信号。

CH₂ 取加到 CH₂ 的信号作触发信号。

组合方式(VERT MODE)用于同时观察两个波形,同步触发信号交替取自 CH₁ 和

CH₂。

33. 触发输入插座(TRIG INPUT)

本插座用于外触发信号的输入。

34. 触发电平控制旋钮(TRIG LEVEL)

本旋钮通过调节触发电平来确定波形扫描的起始点,亦能控制触发开关的极性。按进去(常用)是正极性,拉出来是负极性。

同步极性选择的说明如图 1-2 所示。

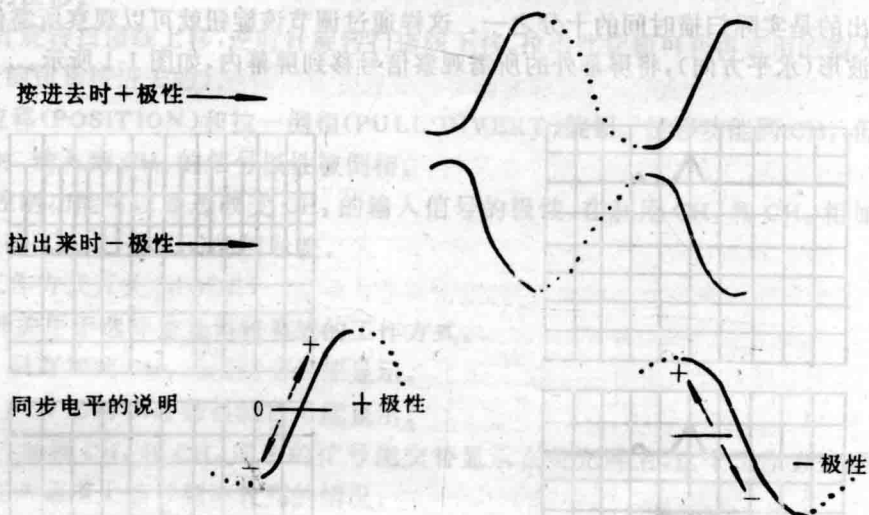


图 1-2

35. 触发方式选择开关(TRIG MODE)

自动(AUTO) 处于本状态时仪器始终自动同步,并能显示扫描线。在有触发信号存在时,同正常的触发扫描,波形稳定显示。这个自动触发功能使用方便。

常态(NORM) 只有当触发信号产生时,才获得触发扫描;在没有信号和非同步状态下,没有扫描线。

该工作方式(NORM),当信号频率很低时,(25Hz 以下)将影响同步。

电视场(TV-V) 本方式能观察电视信号中全场信号波形。

电视行(TV-H) 本方式能观察电视信号中的行信号波形。

注:TV-V 和 TV-H 同步仅适用于负的同步信号。

36. 外增辉插座(EXT BLANKING)

本输入端用于辉度调节。它是直流耦合。加入正信号辉度降低,加入负信号辉度增加。

37. 校正 0.5V 方波输出(CAL 输出 0.5V(1kHz)的方波信号,用于校正探头补偿。

38. 接地端(GND)

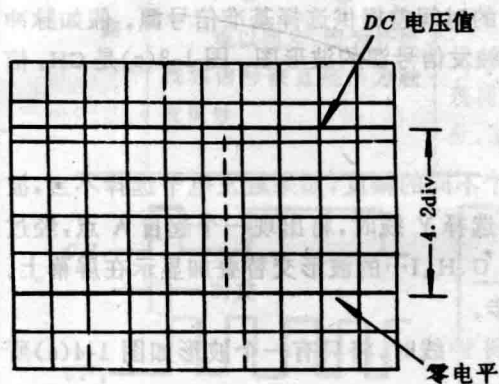
示波器的接地端。

三、参数的测量

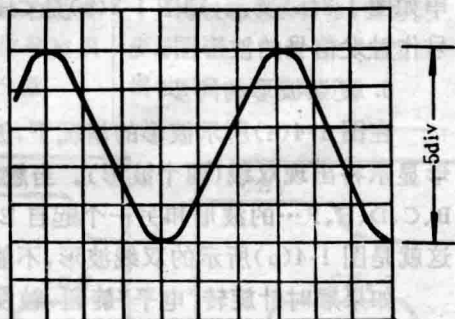
1. 直流电压的测量

置 AC-GND-CD 输入开关于 GND 位置, 确定零电平的位置。

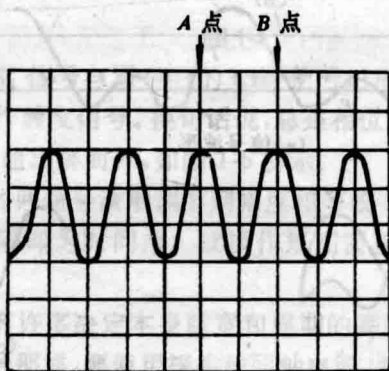
置 V/DIV 开关于适当位置(避免信号过大或过小而观察不出), 置 AC-GND-DC 关于 DC 位置。这时扫描亮线随 DC 电压的大小上下移动(相对于零电平时), 信号的直流电压是位移幅值与 V/DIV 开关标称值的乘积。当 V/DIV 开关指在 50mV/DIV 档时, 若位移的幅度值是 4.2DIV, 则直流电压是 $(50\text{mV/DIV}) \times 4.2\text{DIV} = 210\text{mV}$, 如果使用了 10:1 探头, 则直流电压为上述值的 10 倍。即 $(50\text{mV/DIV}) \times 4.2\text{DIV} \times 10 = 2.1\text{V}$ (图 1-3 (a) 所示)。



(a)



(b)



(c)

图 1-3

2. 交流电压的测量

与前述“直流电压的测量”相似。但在这里不必在刻度上确定零电平。可以按方便观察的目的调节零电平。

如图 1-3(b)所示, 当 V/DIV 开关是 1V/DIV, 图形显示 5div, 则 $1\text{V/div} \times 5 = 5\text{V}_{\text{p-p}}$

(当使用 10:1 的探头测量时是 50V_{p-p})。当观察叠加在较高直流电平上的小幅度交流信号时,置 AC-GND-DC 开关于 AC,这样就截断了直流电压。能大大提高 AC 电压的测量灵敏度。

3. 频率和周期的测量

说明见图 1-3(c)所示。

一个周期的 A 点和 B 点在屏幕上的间隔为 2div(水平方向)。

当扫描时间定为 1ms/DIV 时:

周期是 $(1\text{ms}/\text{div}) \times 2.0\text{div} = 2\text{ms}$

频率是 $1/2\text{ms} = 500\text{Hz}$

然而,当扩展乘 10 旋钮被拉出时,TIME/DIV 开关的读数必须乘 1/10,因为扫描扩展 10 倍。

4. 时间差的测量

触发信号源“SOURCE”为测量两信号之间的时间差提供选择基准信号源。假如脉冲串如图 1-3(a)所示,则图 1-3(b)是 CH₁ 信号作触发信号源的波形图。图 1-3(c)是 CH₂ 信号作触发信号的波形图。

5. 复杂波形的同步

在图 1-4(a)所示波形的情况下,波形有两个不同的幅度,如果触发电平选择不当,波形显示将出现双线(两个波形)。当触发电平是选择 Y 线时,将出现一个起自 A 点,经过 B、C、D、E、F...的波形和另一个起自 E 点、经 F、G、H、I...的波形交替叠加显示在屏幕上。这就是图 1-4(b)所示的双线波形,不能称为同步。

如果顺时针旋转“电平”旋钮,触发电平达到 Y'线时,将只有一个波形如图 1-4(c)所示从 B 点到 C、E、F...同步显示在屏幕上。

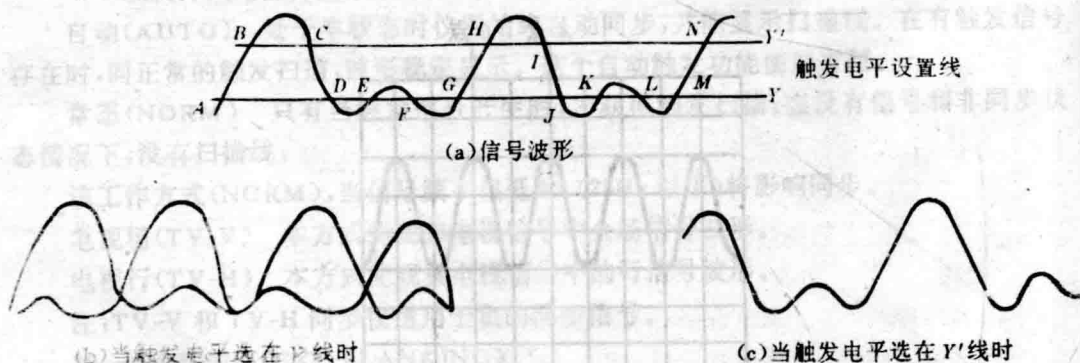


图 1-4

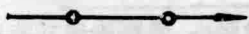
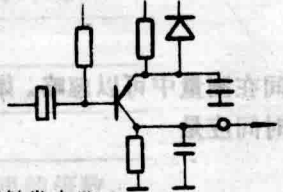
6. 两个波形的同步观察

① 当 CH₁ 和 CH₂ 通道的两个信号具有相同的频率或频率之间成整数倍或频率之间具有个固定的时间差,内触发(INT TRIG)选择开关可以任意选 CH₁ 或 CH₂ 的信号作为基准信号。CH₁ 位移旋钮可选择 CH₁ 信号作基准信号,CH₂ 位移旋钮可选择 CH₂ 信号作

基准信号。

② 为了同时观察不同频率的信号,置内触发选择开关于组合方式(VERT MODE),这样同步信号交替选择,每个通道都能稳定触发。

7. 电视信号的同步

一般示波器的专用电路		本仪器的专门电路(示意图)
普通电路	简单的同步电路	电视专用同步分离电路
视频信号至触发电路  难以同步,因为外接视频信号被直接作为触发信号	至触发电路  较左边电路容易实现同步。因为信号被积分,去除了高频分量	 至触发电路 可以稳定的同步,因为同步脉冲通过检波、放大,然后倒相积分滤除高频分量

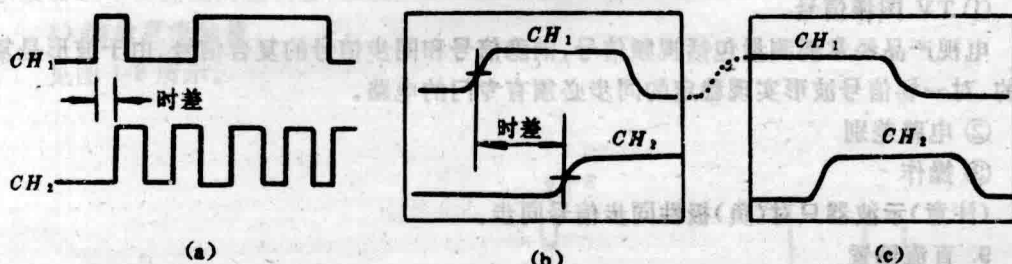


图 1-5

这就说明当确定 CH_1 信号与滞后它的 CH_2 信号时间间隔时,以 CH_1 信号作触发信号;反之,则以 CH_2 信号作触发信号。换句话说,总是相位起前的信号作为触发信号源。否则,被测部分波形有时会超出屏面外,如图 1-5 所示。

另外使屏面上显示的两信号波形调节到幅度相等或者垂直方向叠加。则两信号各自 50% 幅度点间的时间间隔即为时间差。就操作规则而言,叠加法有时较方便,见图 1-6 (a)、(b) 所示。

因为脉冲波形包含有许多决定本身脉宽和周期的高频分量(高次谐波),在处理这类信号时要象对待高频信号那样,要使用探头和同轴电缆,并尽量缩短地线。

8. 上升(下降)时间的测量

测量上升时间不仅要注意上述条款,还要注意测量误差。

被测波形上升时间 $T_{\text{波}}$,示波器上升时间 $T_{\text{示}}$ 和在荧光屏上显示的上升时间 $T_{\text{示}}$ 存在下列关系:

$$T_{\text{波}}^2 = T_{\text{示}}^2 + T_{\text{示}}^2, T_{\text{波}} = \sqrt{T_{\text{示}}^2 + T_{\text{示}}^2}$$

当被测脉冲的上升时间比示波器的上升时间足够长时(为 17.5ns)示波器本身的上

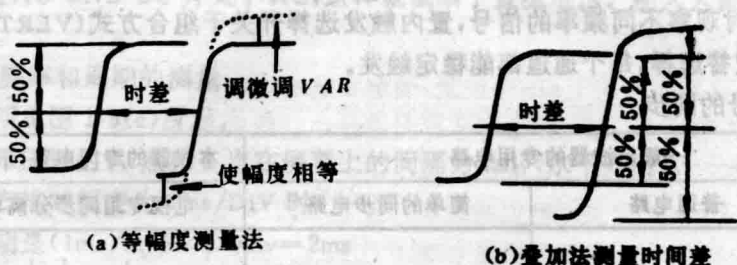


图 1-6

升时间在测量中可以忽略。如果两者相差不多,测量引起的误差将是不可避免的。实际的上升时间应是

$$T_{\Sigma}^2 = T_{\Sigma}^2 - T_{\Sigma}^2$$

通常在一般情况下,在无脉冲和下巴类畸变波形的电路里,频宽和上升时间之间有下列关系: $f_c \cdot t_r = 0.35$,这里 f_c 是频带宽度(单位 Hz), t_r 是上升时间(单位 s)。上升时间和下降时间均由脉冲从 10% 到 90% 幅度之间的宽度(时间距离)确定。示波器在内刻度面板上标有 0%、10%、90%、100% 的位置,便于测量。

① TV 图像信号

电视产品经常要测量包括视频信号,消隐信号和同步信号的复合信号。由于波形是复杂的,对一场信号波形实现稳定的同步必须有专门的电路。

② 电路差别

③ 操作

(注意)示波器只对(负)极性同步信号同步。

9. 直流偏置

本仪器提供 $\pm 1V$ 到 $\pm 100V$ 跟随的直流偏置电压显示,见图 1-7 所示。

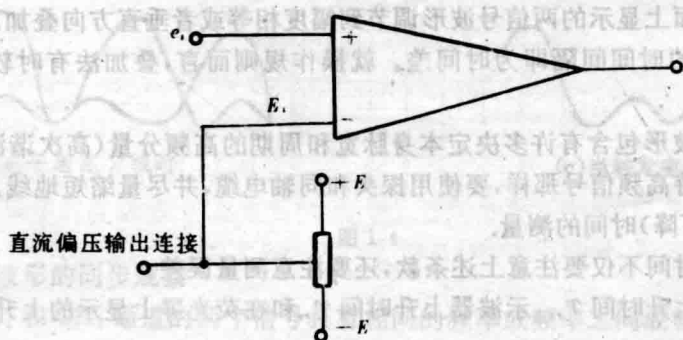


图 1-7 直流偏置电压输出

有一个输出端用于电压读出(扩展 $\times 5$,不校正除外)。

下面给出运算放大器输出电压 e_o , 输入电压 e_i 和 E_2 之间的关系。

$$e_o = A(e_i - E_2) \quad e_i = E_{DC} + e_{AC}$$

(这里 E_{DC} 是 DC 输入, e_{AC} 是 AC 输入)

当控制使 $E_2 = E_{DC}$, $e_o = A \times e_{AC}$

直流成分能由移位获得。

表 1-3 偏置电压范围

V/DIV	直流偏置电压(DC OFFSET)
5mV/div—50mV/div	大于 $\pm 1V(\times 1)$
0.1V/div—0.5V/div	大于 $\pm 10V(\times 10)$
1V/div—5V/div	大于 $\pm 100V(\times 100)$

当用数字万用表测量,必须将数字表上的读数乘上括号里的倍数。

下面将详细解释用数字万用表测量的方法。

10. DC 偏置功能的测量

为了使电压值读出数字化,连接数字万用表至直流偏置(DC OFFSET)输出端,并置示波器工作在直流偏置状态(拉前面板上旋钮⑩)。

1) 测量直流分量

见图 1-8 所示。

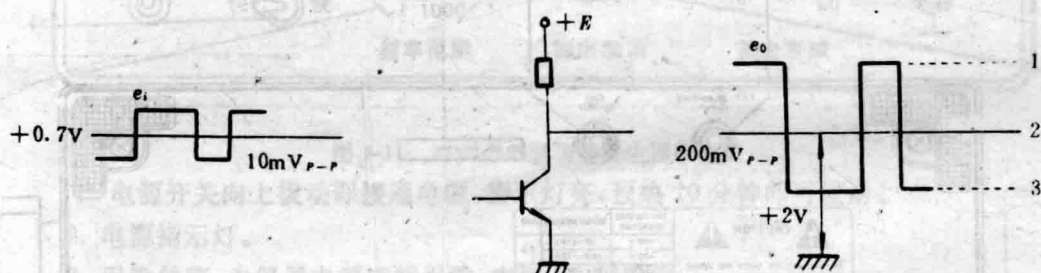


图 1-8 晶体管放大器

将电平 2 与刻度中心成一条线,并读出数字万用表电压值(将显示 $+2V$)。

2) 测量交流分量

当输入⑬旋钮处在 50mV 灵敏度档时,在示波器屏幕上可以显示 4div 的幅度。

这样交流分量就象直流分量在数字万用表上测出一样可以在示波器屏幕上观察出来。也不象一般示波器需要复杂的开关。并且“直流偏置”(DC OFFSET)能在数字万用表上读出 e_o 的峰值。

将电平 1 移至与中心刻度线重合,读出数字万用表上显示的值称为 U_a ,然后将电平 3 移至与中心刻度线重合,读出 U_c 。 U_a 与 U_c 之间的电压差(即交流峰峰值)就可以在数