

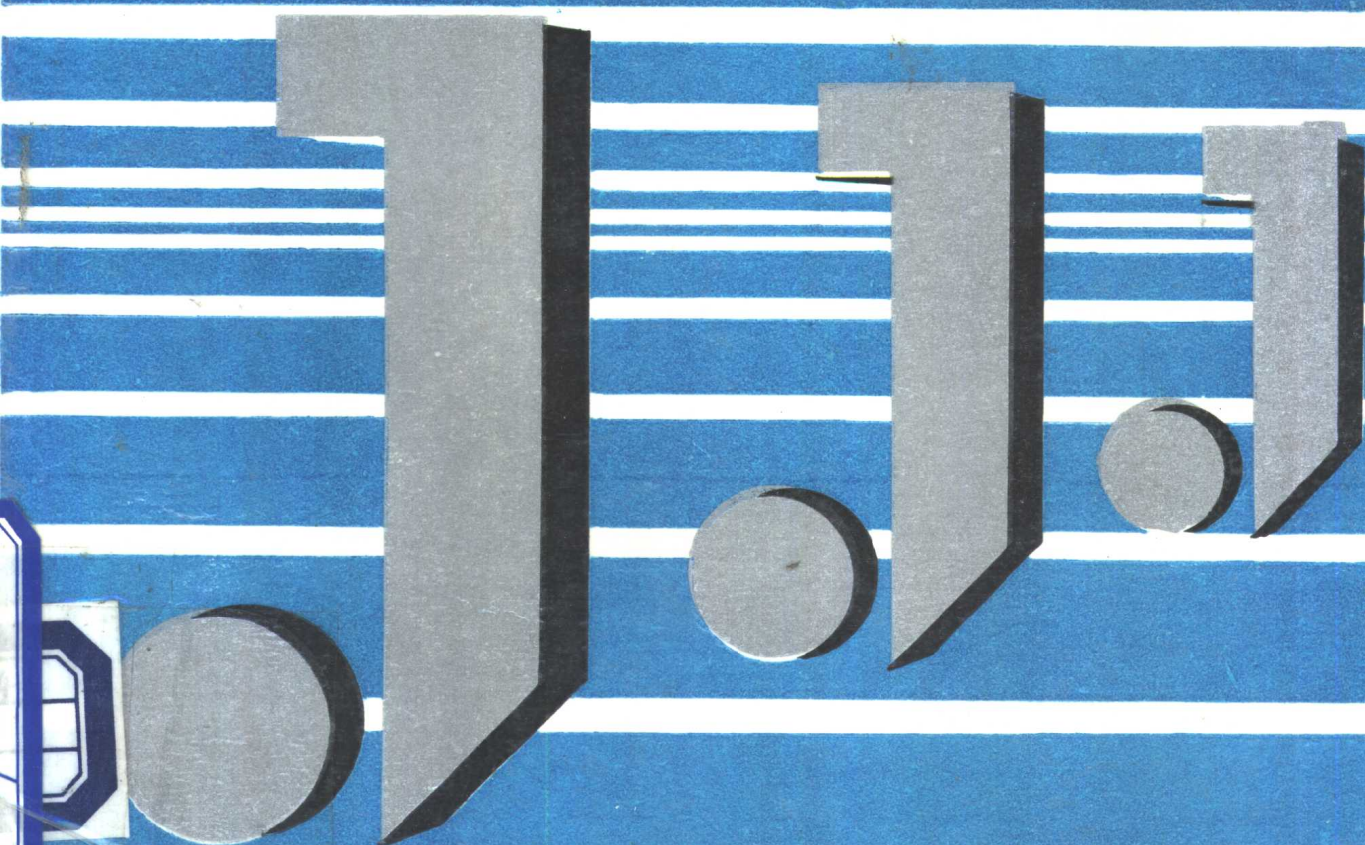
机械工业部 统编

热工仪表修理工 操作技能与考核

(中级工适用)

机械工人操作技能培训教材

JIXIEGONGRENCIAOZUO JINENGPEIXUN JIAOCAI



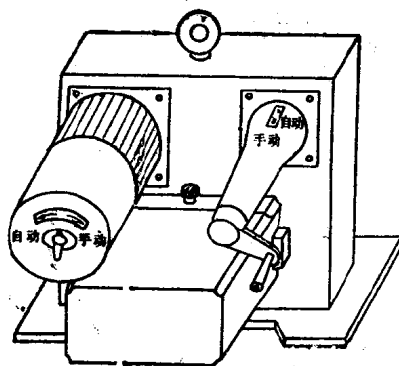
机械工业出版社

机械工人操作技能培训教材

热工仪表修理工操作技能与考核

(中级工适用)

机械工业部 统编



机械工业出版社

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的，教材的基本内容及所包涵的技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。本工种教材包括以下主要内容：简要介绍了中级热工仪表修理工安全操作规程及基本的操作技能，主要介绍了自动平衡记录仪的量程改换和JF-12放大器的故障修理，电动变送器、显示计算单元仪表、调节器、执行器、流量测量仪表、气动单元仪表、电动单元仪表的故障修理、调校和安装使用，数字式仪表及热工气体分析器的故障修理、调校和安装使用，典型加热系统和工业锅炉控制系统仪表的维护。为检测仪表故障的需要，本书同时介绍了SR 8型双踪示波器和JT-1型晶体管特性图示仪的使用方法和注意事项。

本教材供中级工培训和考核使用，也可作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

热工仪表修理工操作技能与考核/机械工业部统编。—北京：机械工业出版社，1995

机械工人操作技能培训教材·中级工适用

ISBN 7-111-04797-4

I. 热… II. 机… III. 热工仪表-维修-技术工人-技术教育-教材
IV. TH810.7

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第10396号

出版人：马九荣（北京市百万庄南街1号 邮政编码100037）

责任编辑：边 萌 版式设计：冉晓华 责任校对：肖新民

封面设计：肖 晴 责任印制：路 琳

北京市房山区印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年2月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·17.5印张·2插页·437千字

0 001—2 500册

定价：19.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

机 械 工 业 部
机械工人操作技能培训教材
编审委员会名单

(均按姓氏笔画排列)

主任委员: 陆燕荪

副主任委员: 王文光 谷政协 吴关昌 郝广发(常务)
郭洪泽

委 员: 丁占浩(常务) 于新民(常务) 王治中
王贵邦 王 斌(常务) 刘亚琴(常务)
刘起义 汤国宾 关连英 关荫山 孙 旭
沈 宇 沈富强 李国英 李炯辉(常务)
李震勇(常务) 杨国林 杨晓毅(常务)
杨溥泉 吴天培 吴铁钢 房志凯 林丽娟
范广才 苗 明(常务) 张世银 胡有林(常务)
胡传恒 施 斌 唐汝钧 董无岸(常务)

本工种教材由刘建波、徐维德、熊启编著 郝晓明、周月德审稿

前 言

继1991年我们组织编写出版初级技术工人基本操作技能培训教材之后,经过几年努力,一套中级技术工人操作技能与考核培训教材又将问世了。这套教材共35种,包括34个技术工种,是建国以来首次为我国机械工业中级技术工人组织编写的正规的操作技能培训教材。

当前,我国正在建立社会主义市场经济体制。在市场经济体制下,企业的竞争,产品的竞争,归根结底是人才的竞争。谁拥有人才,谁就能够在激烈的市场竞争中立于不败之地。

在机械工业企业中,技术工人是职工队伍的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量,是高技能人才的后备军,是企业人才群体中重要的组成部分。但是,据调查,目前机械工业企业中,有相当一部分中级技术工人(包括一部分技工学校毕业生),其实际业务水平同国家颁布的《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》的要求相比,尚存在差距,而在操作技能方面,差距更大。这种状况,是造成企业产品质量不稳定,影响产品质量进一步提高,使产品缺乏市场竞争力,制约机械工业产品结构调整、科技进步和生产发展的重要因素之一。

因此,继续加强中级技术工人的业务培训,特别是操作技能培训,不仅是提高企业职工队伍素质、改善企业整体素质的需要,同时也是实施机械工业高技能人才工程、加强企业“能工巧匠”队伍建设的一项基础性工作,对于振兴我国机械、汽车工业具有重要的战略意义。本套教材的编写和出版,为机械工业企业开展工人中级操作技能培训,并使培训工作制度化、正规化、规范化提供了条件。

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的,教材的基本内容及所包涵的基本技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职工技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。因此,这套教材也可以作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

本套教材的编写贯彻了“从实际出发,面向企业,面向生产,学以致用”的岗位培训原则,以培养能够熟练地综合运用基本操作技能,全面掌握中级操作技能,并具有一定的工艺分析能力和解决生产中实际问题能力的中级技术工人之目的。教材内容分为操作技能训练课题和考核实例两大部分。

操作技能训练课题的设计和安排,遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的教学规律,注意了与工艺学教材的区别,内容包括:加工工艺和具体的、规范的操作方法,加工步骤,工艺分析和加工过程中的质量检验,重在解决“会做和做好”的问题。若干个技能训练课题之后,插入一个工艺分析能力训练课题,以集中培养、提高工人这方面的能力。

考核实例的设计和选定,紧密结合课题,结合生产实际,力求照顾到不同产品的生产企业和不同地区的实际,体现行业的针对性,具有典型性、通用性和可行性,不仅可供培训、考核使用,还可供技能竞赛、技能鉴定命题参考或选用。

本套教材图文并茂、形象直观,叙述文字简明扼要,通俗易懂,较好地体现了工人培训教材的特点;严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

本套教材的编写，借鉴了我部技术工人教育研究中心和天津市机械局教育教学研究室编写的《工人中级操作技能训练辅导丛书》的经验，参考了《丛书》中的部分内容，特此说明。

参加本套教材编写工作的有天津、上海、四川、江苏、沈阳等地区机械厅（局）和中国第一汽车集团公司、湘潭电机厂、上海材料研究所等单位。在此，谨向这些地区和单位的领导、组织者和编、审人员以及其他热心支持这项工作的单位和同志表示衷心的感谢！希望行业广大技工培训工作者和读者对本套教材多提宝贵意见，以便今后修改完善。

机械工业部技工培训教材编审组

1995年3月10日

目 录

前言	
课题1 常用检测仪器的使用	1
作业一 SR 8 型双踪示波器的使用	1
作业二 JT-1型晶体管特性图示仪的使用	10
课题2 热工仪表工安全操作和故障检修基本技能	18
作业一 热工仪表工安全操作	18
作业二 故障检修的基本操作	19
作业三 运算放大器电路故障的检测	27
课题3 检修自动平衡记录仪	30
作业一 电子电位差计和平衡电桥刻度范围的修改	30
作业二 JF-12型晶体管放大器的检修	33
课题4 电动变送器的检修	44
作业一 变送器的检修	44
作业二 温度变送器的检修	64
课题5 检修电动显示计算单元仪表	70
作业一 I 型比例、开方积算器及乘除器的检修	70
作业二 II 型比例积算器及开方器的检修	81
课题6 检修电动调节器	89
作业一 I 型电动调节器的检修	89
作业二 II 型电动调节器的检修	102
课题7 检修DKJ型电动执行器	117
作业一 DKJ型电动执行器的修理	117
作业二 DKJ型电动执行器的调校	120
作业三 DKJ型电动执行器的使用与维护	122
课题8 其它电动单元仪表的检修	125
作业一 其它I 型电动单元仪表的检修	125
作业二 其它II 型电动单元仪表的检修	134
课题9 流量测量仪表的检修	149
作业一 环室取压孔板节流装置的检修	149
作业二 分流旋翼式流量计的检修	155
作业三 涡街流量计的检修	164
作业四 椭圆齿轮流量计的检修	173
作业五 金属管电动远传转子流量计的检修	181
课题10 气动单元仪表的检修	188

作业一 气动变送器的检修	188
作业二 气动调节器的检修	191
作业三 电/气转换器的检修	203
作业四 电/气阀门定位器的检修	205
作业五 气动薄膜调节阀的检修	203
课题11 数字温度显示调节仪表的检修	214
作业一 XMT-101型数字温度显示调节仪表的检修	214
作业二 XMT-192型数字温度显示调节仪表的检修	221
课题12 热工气体分析器的检修	226
作业一 QF系列红外线气体分析器的检修	226
作业二 磁导式氧自动分析器的检修	231
作业三 CX-2A工业色谱仪的检修	235
课题13 典型加热系统仪表的维护	239
作业一 电加热保温炉系统仪表的维护	239
作业二 油加热炉温控系统的维护	243
课题14 工业锅炉测控系统仪表的维护	249
作业一 锅炉测控系统启动前的检查和准备	249
作业二 锅炉测控系统的投运与停运	254
作业三 锅炉仪表的正常运行、维护及常见故障处理	256
考核实例	
1. 改换电子电位差计的量程	262
2. 修理JF-12型晶体管放大器故障	262
3. 修理电动Ⅱ型差压变送器输出始终最大故障	262
4. 修理电动Ⅱ型温度变送器无输出电流故障	262
5. 修理DXS-202型比例、开方积算器计数器停计故障	263
6. 修理DTL-321型调节器整机无输出故障	263
7. 修理椭圆齿轮流量计指针不转动故障	263
8. 修理气动调节器输出振荡故障	263
9. 检查电阻炉温度测量系统无指示故障	263
10. 检查电阻炉控制系统不加热故障	263
11. 工业锅炉水位调节曲线波动大故障的处理	263
12. 调校电动Ⅱ型差压变送器	263
13. 调校电动Ⅱ型温度变送器	263
14. 调校DXS-1100型比例积算器	264
15. 校验电动调节器PID参数	264
16. 调校DKJ型电动执行器	264
17. 校验DFP-2100型配电器	264
18. 调校DZS型磁氧分析器	264
19. 检定XMZ-101型数字温度指示仪	264
20. 工业锅炉水位控制系统启动前的检查	264
附录	266
附录A 考核实例检定及调校项目考核内容表	266
附录B 数字温度指示仪检定规程	266

课题 1

常用检测仪器的使用

作业一 SR8型双踪示波器的使用

●要点 SR8型双踪示波器的使用及安全操作

●训练1 面板开关旋钮的使用

图1-1所示是SR8型双踪示波器的面板布置图。现对显示, Y通道和X通道等三大部分进行介绍。

1. 显示部分(位于面板左面)

(1) “电源开”和指示灯: 当开关拨置“电源开”时, 仪器接通电源, 指示灯亮。

(2) “ ”——亮(辉)度旋钮: 可调节屏幕上显示波形或光点的亮度, 按顺时针旋转亮度增加, 逆时针旋转亮度减弱直到显示亮度消失。

(3) “ ”——聚焦、“ ”——辅助聚焦: 两个旋钮配合调节, 可使屏幕上的波形或光点清晰。

(4) “ ”——标尺亮度: 调节屏幕坐标分度板边灯的亮度, 使分度线明显可辨。顺时针旋转亮度增加, 反之亮度减弱。

(5) “寻迹”: 它是控制放大倍数的按键开关。当按键向下按时, 放大倍数减小, 使偏离屏幕的光迹回到显示区域, 此时便于X、Y通道的位移旋钮将基线调到屏幕的适当位置。

(6) “1 kHz”、“ ”——校准信号输出开关和输出插座: 输出开关用来控制校准信号工作与否, 在不使用校准信号时, 开关处于“关断”的位置, 使用时开关

应拨至开通的位置。校准信号由输出插座引出。

2. Y通道部分(位于面板右下部分)

(1) 显示方式开关: 它是选择两个Y通道工作状态的转换开关。该开关有五个作用位置。

1) “Y_A”: 单踪显示, Y_A通道放大器单独工作。

2) “Y_A+Y_B”: Y_A和Y_B两通道同时工作, 并通过Y_A通道的“极性”作用开关选择, 可以显示两个通道输入信号的和或差。

3) “Y_B”: 单踪显示, Y_B通道放大器单独工作。

4) “交替”: 双踪显示, Y_A和Y_B通道交替工作。

5) “断续”: 双踪显示, Y_A和Y_B两个通道受电子开关自激振荡频率(约200kHz)的控制, 促使两个通道作快速交替切换, 此时双踪断续光迹显示。

(2) “DC-⊥-AC”——Y轴输入耦合选择开关: 用以选择被测信号馈至示波器输入端的耦合方式。

1) “DC”位置: 输入信号与Y轴放大器直流耦合, 屏幕上显示出含有直流分量的输入信号。

2) “AC”位置: 输入信号与Y轴放大器交流耦合, 屏幕上只能显示输入信号中的交流分量。

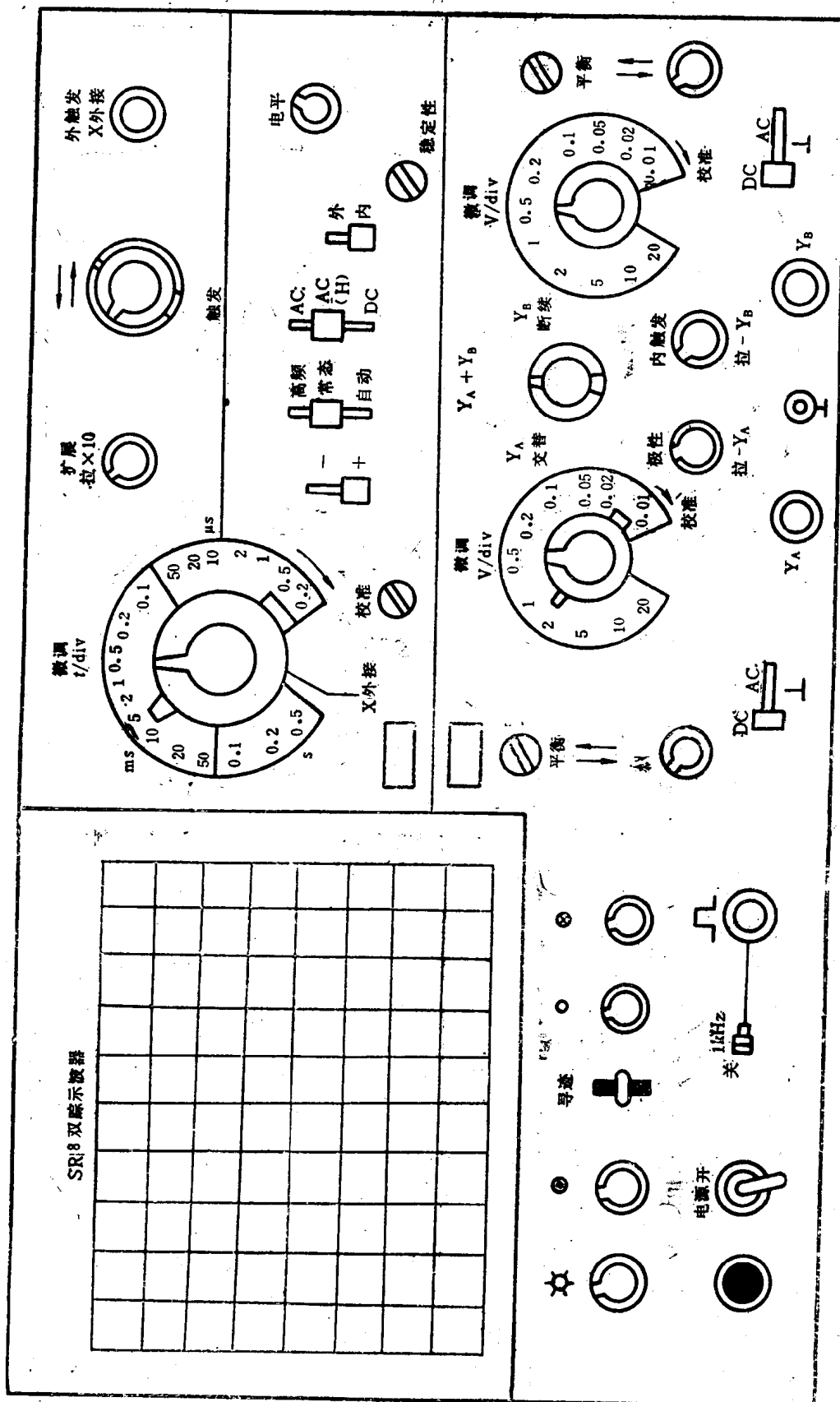


图 1-1

3) “ $\perp$ ”位置: Y轴放大器的输入端不仅与被测信号断开,而且与地相接,便于校正屏幕上基线的零位。这在测试直流电平时特别有用。

(3) “微调 V/div ”——灵敏度选择开关及微调旋钮: 灵敏度选择开关是套轴装置, 黑色旋钮是选择Y轴灵敏度的粗调装置, 可调节 $10mV/div \sim 20V/div$ 11个档级, 按被测信号的幅度选择适当的档级可便于观测。红色旋钮是微调装置, 当它顺时针转至满度并接通开关(即“校准”位置)后, 可按黑色旋钮所指面板上的标称值读取被测信号的幅度值。

(4) “平衡”——平衡调整电位器: 调节此电位器可使Y轴放大器平衡。此时, 调节Y轴放大器的微调旋钮, 扫描基线不会在Y轴方向上产生移动, 或者移动甚微。

(5) “ $\uparrow \downarrow$ ”——Y轴移位旋钮: 可用来调节波形或光点的上下位置。顺时针旋转波形向上移动, 逆时针旋转波形向下移动。

(6) “极性、拉- Y_A ”开关: 这是一种按拉式开关。在按下状态时, 屏幕显示的波形与 Y_A 信号极性相同。开关拉出时, 使 Y_A 通道的信号为倒相显示。

(7) “内触发、拉- Y_B ”开关: 该按拉式开关用于选择内触发信号源。在按下的位置时, 扫描的触发信号取自经电子开关后的 Y_A 通道的信号。这时, 若选用“交替”或“断续”工作状态, 则可分别显示出两个被测信号, 但此时不能作两个信号之间的时间比较。在拉出的位置上时, 扫描的触发信号取自 Y_B 通道的输入信号。此时, 选用“交替”或“断续”的双踪显示, 可对两种信号的时间进行比较。

(8) “ Y_A 、 Y_B ”——两个Y通道的信号输入插座: 被测信号可由此插座直接输入或经探头后由此输入。

3. X通道部分(位于面板右上部分)

(1) “微调 t/div ”——扫描速度开关及微调旋钮: 在使用示波器时, 通常是以瞬时电压与时间关系的曲线来表示的, 然后对被测波形进行测量或计算, Y轴方向表示电压, 而X轴方向则用以表示时间。黑色旋钮为扫描速度的粗调装置, 红色旋钮为微调装置。当它顺时针转至满度并接通开关(即为“校准”位置)后, 黑色旋钮所指面板上的标称值即为扫描速度值。

(2) “校准”——校准调节电位器: 借助机内的校准信号(1 kHz矩形波), 调整“校准”电位器可对扫描速度进行校准。

(3) “扩展拉 $\times 10$ ”开关: 该开关是按拉式开关。在按下的位置时仪器作正常使用, 扫描时间按刻度读数。在拉出位置时, 扫描范围扩大10倍。

(4) “ $\rightleftharpoons$ ”——X轴移位: 它是套轴旋钮装置, 用来调节基线或光点的水平位置。套轴顺时针旋转时, 时间基线右移; 反之则左移。套轴上的小旋钮是细调装置, 适用于对扩展后时间基线的左右位置进行精细的调整。

(5) “外触发、X外接”插座: 在使用外触发形式时, 作为联接触发信号的插座。如果“ t/div ”开关置于“X外接”位置, 则用作X放大器外接信号输入插座。其输入阻抗约为 $1M\Omega/40pF$, 最大输入电压幅度(直流+交流峰值)应小于12V。

(6) “电平”旋钮: 用于选定输入信号波形中的触发点, 使得在信号达到该电平时启动扫描。若触发电平的大小选择不当, 超越信号电平(过低或过高)时, 扫描将不能启动, 屏幕上无被测波形显示。

(7) “稳定性”调整电位器: 在触发扫描过程中, 遇到显示波形不稳定时, 可调节“稳定性”调整电位器使之稳定。在正常使用时, 一般不需经常调节。

(8) “内、外”触发源选择开关: 用

于选择触发信号源。开关置于“内”时，触发信号取自Y通道的被测信号。开关在“外”时，触发信号取自“外触发、X外接”输入端引入的信号。采用外触发的优点是：只要外触发波形无变化，就能得到稳定的显示波形，并可对各波形的时间进行比较。

(9) “AC、AC(H)，DC”触发耦合方式开关：它是触发耦合的控制开关，分三种方式，即使是用在外触发输入方式时，同样也可以选择输入信号的耦合方式。

1) “AC”位置：触发信号以交流耦合方式引入，信号中的直流分量对触发没有影响，它的频率范围是100Hz~5 MHz。

2) “AC(H)”位置：触发信号通过高通滤波器进行耦合，抑制了信号中的低频成分，它的频率范围是30kHz~5 MHz。

3) “DC”位置：触发信号以直流耦合方式引入，适用于对变化缓慢的信号进行触发，它的最低频率为0.1Hz。

(10) “高频、常态、自动”触发方式开关：它是用于按不同目的或用途转换触发方式的三位拨动开关。

1) “高频”位置：扫描处于高频触发状态，由本机内产生的约200kHz信号进行触发，对较高频率的信号可不经常调整“电平”旋钮，也能观测到稳定的波形。

2) “常态”位置：可进行一般的触发扫描。

3) “自动”位置：扫描处于自激状态，扫描基线始终存在，并且能随时与输入信号同步。

(11) “+、-”触发极性开关：开关置于“+”的位置时，用触发信号的上升部分启动扫描；置于“-”的位置时，用触发信号的下降部分启动扫描。

SR8型双踪示波器的后面板上有电源输入插座和熔丝座，熔丝的容量为0.5A。底盖板上“Y_A增益校准Y_B”孔，用以分别调整Y_A、Y_B通道的灵敏度。

●训练2 示波器的使用

1. 测试前的准备和调校

(1) 通电前的准备

1) 检查电源电压和频率，必须在确认与仪器供电要求相符，且在仪器电源开关处于关断的状态下，才可将仪器用专用电源线接入电源。

2) 将各开关、旋钮置于表1-1所列位置，即示波器通电前面板上各开关、旋钮位置。

表 1-1

控制件名称	作用位置
亮度	居中
显示方式	Y _A
极性 拉-Y _A	常态(按)
DC- $\perp$ -AC	置于“ $\perp$ ”
内触发 拉-Y _B	常态(按)
触发方式，触发极性	“自动”或“高频”，“+”
触发耦合方式	AC(H)
Y轴移位	居中
X轴移位	居中
X轴移位微调	居中

(2) 测试前的调校

1) 将电源开关扳至“电源开”的位置，指示灯亮，待约1 min，见屏幕上有扫描光迹后，即可调整亮度、聚焦和辅助聚焦旋钮，使光迹清晰，亮度适中；若未见光迹，则可将“寻迹”按键按下，并调节Y轴和X轴的移位旋钮，使光迹移至屏幕正中，然后放开按键，再将光迹调至适当位置。

2) 扫描速度校正和Y_A、Y_B增益校正

① 将“t/div”开关旋置0.1ms/div档，并将微调旋钮顺时针旋到底，直到接通开关。

② 将“V/div”开关旋置0.2V/div档，并将其微调旋钮顺时针旋到底，直到接通

开关。

③ 用同轴插头联接线将校准信号的输出插座与 Y_A 输入插座联通, 并将校准信号开关拨置 “1 V/1 kHz” 处。

④ 将 Y_A 输入耦合开关拨至 “AC” 位置, 调节 “电平” 旋钮, 屏幕上应显示方波。如波形不稳, 则可调 “稳定性” 电位器使波形稳定。

⑤ 将波形调至屏幕水平中线附近, 并将脉冲前沿对准屏幕左侧第一根刻度线。若第11个脉冲的前沿未与右侧第一根刻度线对齐, 则可调整 X 轴部分的 “校准” 电位器使之对齐。这时, 扫描部分的校正已经完成。

⑥ 调 Y_A 移位旋钮, 使方波底边与屏幕下部的一根刻度线对准, 此时方波幅度应占 5 个格。若不为 5 个格, 则调整仪器底板上标有 “ Y_A ” 孔内的电位器, 配合调节 Y_A 移位旋钮, 使方波幅度正好占 5 个格。这样, Y_A 灵敏度也校正完毕。

Y_B 灵敏度的校正方法与 Y_A 相同, 但需将显示方式开关转置 “ Y_B ” 位置后再类似上述步骤进行校正。

3) Y 通道平衡的校正: 将 Y_A 输入耦合方式开关置于 “ $\perp$ ” 的位置, 触发方式开关拨置 “自动”, 这时屏幕上即有扫描基线。调整 Y_A 移位旋钮, 使基线在屏幕中间的水平刻度线上。然后大幅度调节 Y_A 微调旋钮。若基线位置发生上下偏移, 则需调整 Y_A 平衡旋钮, 使扫描线调回中间位置。再将 Y_A 微调旋钮来回旋动, 逐步修正平衡。如此反复调整, 可使基线位置基本不变。这样, 在测直流电平时可以避免经常校准扫描基线零位的麻烦。 Y_B 平衡的校正需将显示方式开关转置 “ Y_B ” 位置, 然后按上述方法进行校正。

经上述校正后, 仪器各档误差已达到说明书规定的范围之内。拆下 “ Y_A ” 或 “ Y_B ” 输入插座上的同轴电缆插头, 换上探头测量线 (在低频小信号测量中可直接用同轴电缆

测量线), 即可进行各种测量。

2. 测量方法

(1) 电压测量: 测量前必须将 Y 轴灵敏度选择开关 V/div 上的微调旋至 “校准” 位置, 这样才可按 “V/div” 的指示值直接计算被测信号的电压值。由于被测信号可能同时含有交流和直流成分, 因此, 在测试时应注意输入耦合方式的选择。

1) 交流电压峰峰值 (V_{P-P}) 的测量

① 测量前应先按被测电压幅值的大约值, 选择 V/div 置适当档级。

② 将 Y 轴输入耦合开关置于 “AC”, 但当被测信号频率很低, 且信号中不含有大的直流电压 (与被测交流电压相比) 时, 则应将输入耦合开关置于 “DC” 位置。

③ 接通被测信号, 将触发源选择开关置于 “内” 的位置, 触发方式开关置于 “自动” 或 “高频”, 触发耦合方式开关置于 “AC” 或 “DC” 位置, 调节 “电平” 旋钮使信号波形稳定。

④ 调节 Y 轴和 X 轴移位旋钮, 使信号波形在屏幕的适当位置 (见图 1-2), 读取波形在 Y 轴方向上所占的格数, 再乘以 V/div 示值, 即可求出交流电压峰峰值。

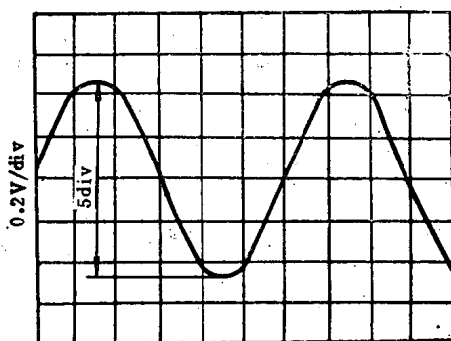


图 1-2

例如, 示波器 Y 轴灵敏度开关置于 0.2 V/div 档, 被测波形在 Y 轴方向上占的格数为 5 div, 则被测电压峰峰值为

$$U_{P-P} = 0.2 \text{ V/div} \times 5 \text{ div} = 1 \text{ V}$$

⑤ 如果测量时使用探头, 则应把探头的衰减倍数(10倍)考虑进去, 此时, 被测电压峰峰值为

$$U_{P-P} = 0.2 \text{ V/div} \times 5 \text{ div} \times 10 = 10 \text{ V}$$

2) 直流电压的测量

① 触发方式开关置于“自动”位置, 再将Y轴输入耦合选择开关置于“⊥”位置, 调节Y轴移位旋钮使扫描线与屏幕上某根水平刻度线相重合, 并记住其所在位置。

② 估计输入电压大小, 选择V/div开关置适当位置, 并将微调旋钮旋置“校正”位置。

③ 加入被测信号, 并将Y轴输入耦合开关拨置“DC”位置, 此时, 扫描线在Y轴方向上产生位移(见图1-3)。在正常情况下, 上移表示被测电压为正, 下移表示被测电压为负。位移格数与所选V/div示值的乘积即为被测直流电压值。

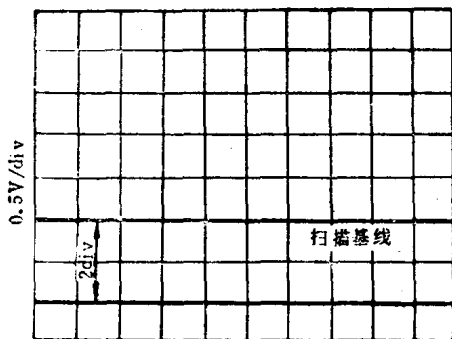


图 1-3

$$\begin{aligned} \text{图中: } U_{\text{直流}} &= -0.5 \text{ V/div} \times 2 \text{ div} \\ &= -1 \text{ V} \end{aligned}$$

若测量使用探头时, 计算其电压值还应乘以10, 即 $U_{\text{直流}} = -0.5 \text{ V/div} \times 2 \text{ div} \times 10 = -10 \text{ V}$ 。

(2) 时间测量: 将扫描速度开关 t/div 上的微调旋钮旋置“校准”位置, 这样, 屏幕上所见波形在X轴方向的时间可按 t/div 的指示值直接计算。

1) 间隔时间的测量: 按交流电压峰峰值的测量方法放置好开关旋钮的位置, 并将

触发极性开关置在“+”的位置, 调整扫描 t/div 至适当值, 使屏幕出现稳定的波形(见图1-4), 读取时间基线上被测两点间所占的格数(图中为6div), 则所选 t/div (图中为 0.2 ms/div) 之值与格数的乘积即为被测的间隔时间。

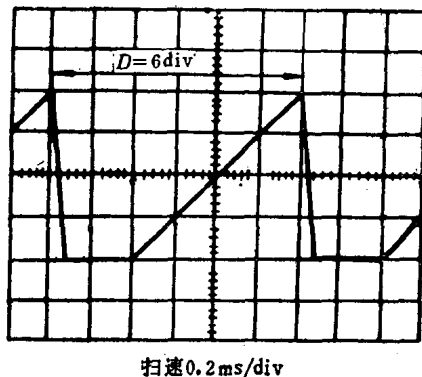


图 1-4

$$T = 0.2 \text{ ms/div} \times 6 \text{ div} = 1.2 \text{ ms}$$

图1-5所示是扫描“扩展×10”拉出前后的波形比较图。其中, 图1-5 a 是扫描速度在 0.2 ms/div 的波形, 可以读出该信号的重复周期为 0.2 ms ; 图1-5 b 是扩展×10拉出后的波形, 此时信号周期为

$$\begin{aligned} T &= 0.2 \text{ ms/div} \times (1/10) \times 10 \text{ div} \\ &= 0.2 \text{ ms} \end{aligned}$$

比较图1-5所示图 a 与图 b, 扩展与不扩展对读取或计算出的信号周期是相等的, 但扩展后, 由于时间轴上的波形放大了10倍, 所以波形看得更清晰, 对进一步分析或研究波形很有帮助。

2) 时间差的测量: 使用“交替”或“断续”的显示方式可以测出两个信号的时间差。测量时, “内触发、拉-Y_B”应拉出, 被测的超前信号由Y_B输入, 滞后信号由Y_A输入, 其它操作与间隔时间测量相同。当触发扫描后, 即可测得如图1-6所示波形。由此可计算出两个波形前沿之间的时间差为

$$T_D = 0.2 \mu\text{s/div} \times 4.2 \text{ div} = 0.84 \mu\text{s}$$

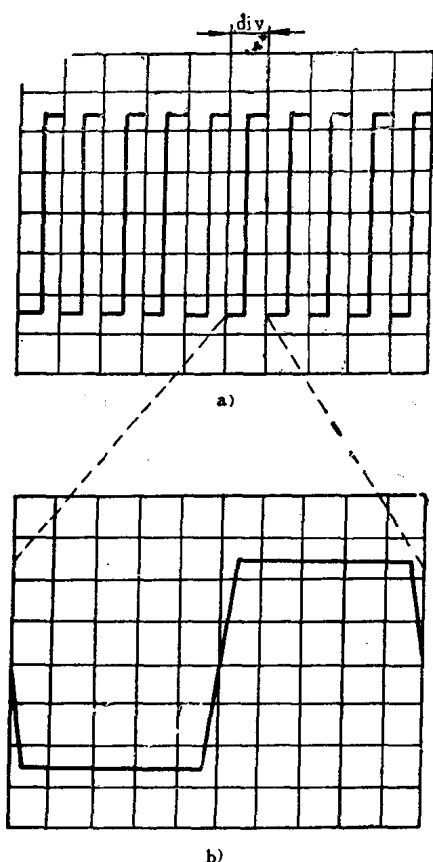
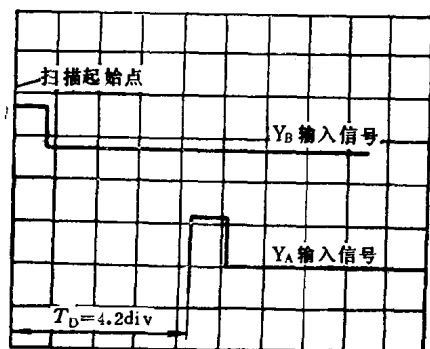


图 1-5

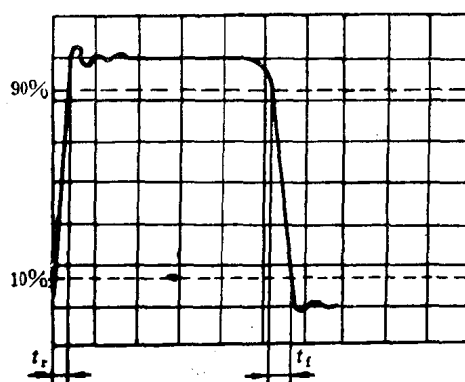
a) 扫速为0.2ms/div时, b) 增加扫速“扩展×10”时



扫速0.2μs/div

图 1-6

3) 脉冲前后沿时间的测量: 由于机内Y轴放大器中装有延迟线, 因此采用内触发方法能很方便地测出脉冲前沿和后沿的时间。如图1-7所示, 图中两条虚线示出了脉冲前后沿幅度的10%和90%位置, 由此可



扫速1μs/div

图 1-7

得:

前沿时间 $t_r = 1\mu\text{s}/\text{div} \times 0.4\text{div} = 0.4\mu\text{s}$

后沿时间 $t_f = 1\mu\text{s}/\text{div} \times 0.5\text{div} = 0.5\mu\text{s}$

如果脉冲宽度很宽, 则可分开测量: 选用“+”极性触发看前沿时间, 再转至“-”极性触发看后沿时间。

必须注意, 若被测脉冲的前沿或后沿时间大于本机的上升时间(24ns)的3倍, 则可按面板指示值直接计算求得, 否则脉冲前沿或后沿时间应按式(1-1)计算, 即

$$t_r(\text{或 } t_f) = \sqrt{t^2 - t_s^2} \quad (1-1)$$

式中 t_r ——前沿时间的实际值;

t_f ——后沿时间的实际值;

t ——测得值;

t_s ——本机上升时间值。

4) 脉冲宽度的测量: 测量方法除与脉冲前后沿时间测量相同外, 还需调节V/div开关, 使屏幕显示出Y轴幅度为2~4div的脉冲波形; 再调节t/div开关, 使脉冲波形在屏幕X轴方向约占4~6div, 如图1-8所示。图中脉冲前沿及后沿中心点之间的格数为4.4div 乘以扫描速度1μs/div 即为脉冲宽度。计算如下:

$$T = 1\mu\text{s}/\text{div} \times 4.4\text{div} = 4.4\mu\text{s}$$

(3) 频率测量: 对重复频率可先测出

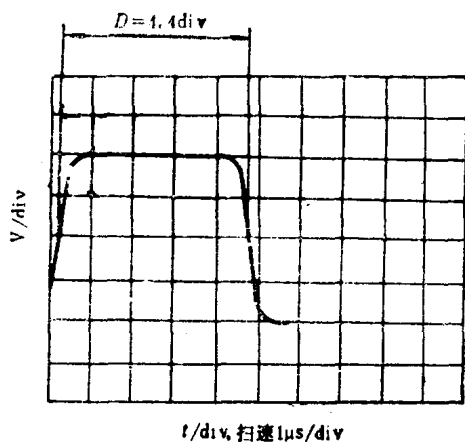


图 1-8

其周期 T ，再根据频率为周期的倒数求出频率，即 $f(\text{Hz}) = 1/T(\text{s})$ 。

如图1-9所示被测信号波形，其周期 T 占 8div ，扫描速度为 $1\mu\text{s}/\text{div}$ ，其微调置“校准”位置。则周期 T 和频率 f 分别为

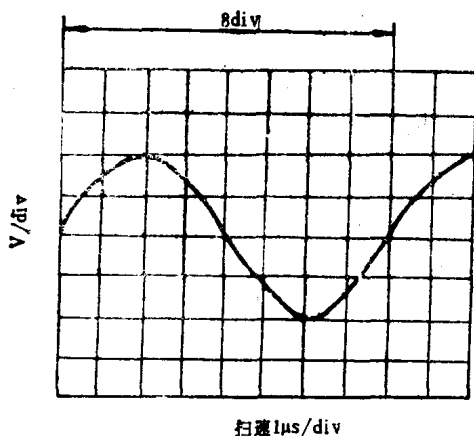


图 1-9

$$T = 1\mu\text{s}/\text{div} \times 8\text{div} = 8\mu\text{s}$$

$$f = (1/8) \times 10^{-6} = 125 \times 10^3 \text{Hz} \\ = 125\text{kHz}$$

为减少测量误差，应调整 t/div 开关，使波形的一个周期尽量接近 10div ，但不得超过 10div 。如果屏幕上能显示较多个被测

波形的周期，也可以测出 X 轴方向近 10div 内多个周期的波形所占的格数。这样可进一步减小测量误差。如：扫描速度值为 $1\mu\text{s}/\text{div}$ ，在 $K\text{div}$ 内占有 N 个周期的波形，则频率为 $f = N/K$ 。

(4) 相位差的测量：用双踪显示方法可以测出相同频率信号之间的相位差，如图1-10所示。测量时要正确选择触发信号和触发点，其方法有两种。

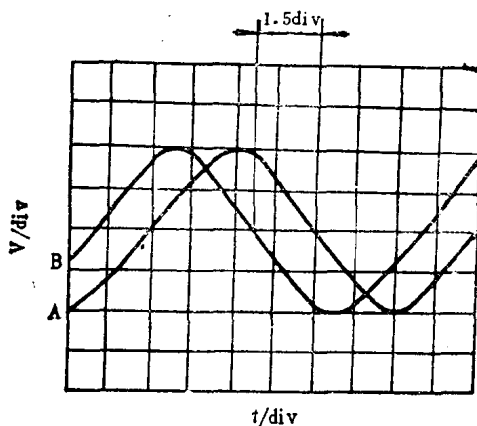


图 1-10

1) 用内触发启动扫描：将两个被测信号分别接入 Y_A 、 Y_B 输入插座，并将两信号幅度和波形高低调得一致。设定一个输入信号（一般采用相位超前的信号作为基准信号，图1-10中为 B 信号）， Y 轴触发源开关置于“拉- Y_B ”，扫描方式置“交替”位置，用“+”极性内触发形式启动扫描，调节 t/div 开关及微调旋钮，使其一信号周期在屏幕水平方向占整数格（如图1-10中信号周期占 8div ）。测得两个信号在水平方向的差距，再经运算可得相位差。图1-10所示两信号的相位差为

$$\theta = (360^\circ/8\text{div}) \times 1.5\text{div} = 67.5^\circ$$

2) 用与被测信号频率相同的信号作外触发来启动扫描，也可测得正确的相位差。

(5) 非电量的测量：只要有相应的传感器，将对应的非电量转换成电信号，也可用示波器测量出反应非电量某种特性的

参数,从而使示波器的应用范围增大。

2. 使用注意事项

1) 示波器应背光安放,使屏幕处于阴暗位置。使用时辉度保持适中,以达到正常观测为准。若辉度太强且停留不动,会损坏荧光屏上的磷光物质,特别在无扫描情况下,强光点停留在一点上,会烧毁磷光物质,形成黑斑,不能发光。另外,要求示波器安放地点不应有振动和强磁场干扰。

2) Y通道的最大输入信号电压(直流电压加交流峰值电压)不可大于40V,用10:1衰减探头时,输入信号电压不能超过400V。

3) 测量较高电压时,最好使用探头,并须事先将V/div转换开关旋置20V/div档,然后逐步提高Y通道的灵敏度,使屏幕上出现幅度合适的波形。切忌事先放在高灵敏度档,以免损坏放大器。

4) 在测量较高直流电压(如30V)中的较低交流电压(如毫伏级)时,除输入耦合开关必须置于“AC”位置和输入线改用无衰减作用的同轴电缆线外,Y轴V/div开关也要按上一条的操作步聚进行。在高灵敏度档观测波形时,千万不能误将输入耦合方式开关拨到“DC”位置,否则Y轴放大器将遭损坏。测量完毕后,应谨防示波器输入线短路,V/div开关应放置灵敏度较低档,以免重新使用时不注意,损坏Y轴放大器。

5) X通道外触发信号的最大电压(直流电压与交流峰值电压之和)不可超过12V。

6) 使用中,应先接好输入线的低端(与示波器机壳相联的输入端),再接测量端;拆除时,应先拆除测量端,然后断开低端,以免因感应或漏电造成输入过载而损坏示波器。这在使用灵敏度较高档时更应特别注意。

7) 示波器的接地:SR8型示波器的接地系统是测量端子的低端与机壳相联,因此,当电源插头接通电网时,测量低端即通过机壳和电源插头与大地接通,所以使用时

应特别注意以下情况。

① 对不接地信号源的测量:一般对不接地信号源可直接进行测量,但对高内阻小信号源进行测量时,应将信号源的电磁屏蔽盒与信号源的低端相联。图1-11所示是对不接地高内阻小信号源的测量示意图。这样,可以消除外界干扰的影响,同时,示波器的机壳也不会使人触电。

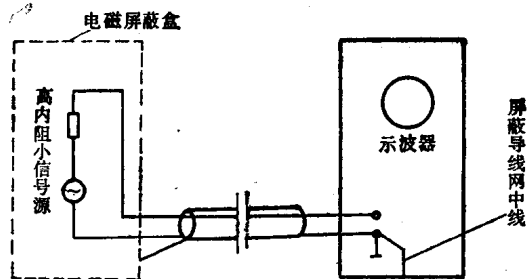


图 1-11

② 对接地信号源的测量:图1-12所示是对接地信号源进行测量时示波器地线接法的示意图。

对图1-12 a所示信号源进行测量时,如

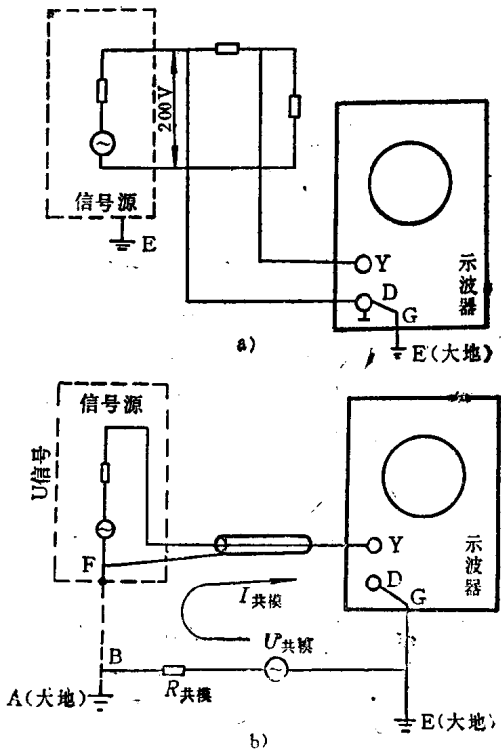


图 1-12