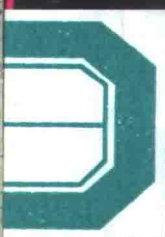


浙江大学出版社

ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS



常用电子仪器的原理 使用及维修

楼正国 丁振荣 编著

常用电子仪器的原理 使用及维修

楼正国 丁振荣 编著

浙江大学出版社

内 容 简 介

本书首先扼要地介绍了实验室常用电子仪器的故障检修方法,接着对几种典型的仪器仪表,如万用表、直流稳压电源、信号发生器、示波器、电子计算器、数字电压表的基本原理、使用方法和常见故障的检修作了具体的说明,并选择了一些典型故障的检修实例。

本书内容通俗,联系实际,具有实用价值,可供电子仪器维修人员,有关大专院校学生参考。

常用电子仪器的原理使用及维修

楼正国 编著
丁振荣

责任编辑 楼纪放

* * *

浙江大学出版社出版

(杭州玉古路20号 邮政编码310027)

浙江省煤田地质局制图印刷厂印刷

浙江省新华书店经销

* * *

787×1092 16开 16.5印张 422千字

1992年12月第1版 2000年4月第6次印刷

印数:21001—23000

ISBN 7-308-01028-7/TH·038 定价:17.00元

目 录

第一章 电子仪器使用和维修的基本知识	(1)
第一节 电子仪器维护的基本知识.....	(1)
第二节 电子仪器故障检修的基本方法.....	(3)
第三节 常用的十种检修方法.....	(4)
第四节 元器件的一般检查方法.....	(8)
复习思考题	
第二章 万用表的原理, 使用和维修	(11)
第一节 万用表的原理.....	(11)
第二节 万用表的使用.....	(21)
第三节 万用表的常见故障及其原因.....	(28)
第四节 数字万用表的工作原理及故障检修.....	(30)
复习思考题	
第三章 晶体管直流稳压电源的原理, 使用和维修	(35)
第一节 直流稳压电源的原理.....	(35)
第二节 提高稳压电源性能的措施.....	(36)
第三节 直流稳压电源的使用.....	(38)
第四节 直流稳压电源的检修程序.....	(39)
第五节 稳压电源常见故障检修实例.....	(40)
复习思考题	
第四章 音频信号发生器的原理, 使用和维修	(42)
第一节 XD-2型音频信号发生器的工作原理.....	(42)
第二节 XD-2信号发生器的使用.....	(47)
第三节 XD-2信号发生器的维修.....	(48)
复习思考题	
第五章 示波器的原理, 使用和维修	(50)
第一节 示波器的一般工作原理.....	(50)
第二节 示波器故障的检修方法和步骤.....	(53)
第三节 SB-10 阴极射线示波器.....	(54)
第四节 SR8双踪示波器.....	(65)
第五节 SJ-7型记忆示波器.....	(92)

第六节 ST-16型示波器的原理使用维修.....	(103)
复习思考题	
第六章 电子计数器	(133)
第一节 电子计数器的原理及组成.....	(133)
第二节 E312型电子计数器的原理、使用及维修.....	(137)
第三节 AS3341通用电子计数器.....	(161)
复习思考题	
第七章 数字电压表	(179)
第一节 概述.....	(179)
第二节 模拟数字转换器.....	(181)
第三节 数字电压表的抗干扰能力.....	(201)
第四节 DS-14-1型数字电压表.....	(206)
第五节 BY1955A数字多用表.....	(230)
第六节 数字电压表的维修.....	(250)
复习思考题	

第一章 电子仪器使用和维修的基本知识

第一节 电子仪器维护的基本知识

常用的电子仪器通常是指测量各种电学量的仪器，如：信号波形测试仪、信号发生器、电子设备性能测试仪等等。尽管常用电子仪器种类繁多，工作原理也各不相同，但他们的作用都是用来检测各种电子设备的工作状态，保证其正常工作，电子仪器也是设计、制作、测量调试、检修各种电子设备不可缺少的工具，为此必须经常加强对仪器的维护，及时排除故障，定期校准，使仪器性能保持出厂的技术指标。电子仪器的维护工作，可归纳为以下几个方面。

一、日常维护

电子仪器日常维护工作十分重要，如果不加以足够的重视，往往会直接影响仪器的性能，严重时甚至会丧失仪器的使用价值。日常维护包括以下几方面的工作。

（一）技术资料的妥善管理

完整地积累和保存仪器的技术资料可以帮助维修人员了解仪器的基本状况，技术性能，检修的重点以及正确的使用方法。

技术文件应包括仪器的技术说明书，出厂时的技术数据，以前的维修记录，平时使用情况记录，定期检定的测试数据等，这些文件资料无疑地将有助于及时排除故障保证仪器正常使用。

（二）仪器的保管

仪器管理的好坏将直接影响到仪器的正常工作及使用寿命。仪器保管的环境条件一般为：环境温度 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度 $50\%\sim 80\%$ （温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ ）；

室内清洁无尘，无腐蚀性气体，无强电磁场。

1. 防尘

灰尘具有吸湿性，当仪器内积满尘埃时，会使仪器的绝缘性能变坏，或使活动部件和接触部件间的磨损加剧，或者导致电击穿。以致仪器不能正常工作。但是绝对的无尘是无法做到的，解决的办法是平时在仪器上加盖仪器罩，最好采用质地细密的编织物，既可防尘，又有一定的透气性。塑料罩因潮气不易散发，易使仪器内的金属件锈蚀。

电子仪器的维护应建立制度，定期用吸尘器、皮老虎或长毛刷进行除尘，接触点处可用四氯化碳或酒精擦净。

2. 防潮

潮气会使电子仪器内部的元器件绝缘性能下降，尤其是用纤维材料制成的绝缘材料，及变压器、线圈、线绕电位器，表头动圈等，都会因受潮而霉烂断线；潮气还会使金属部件生锈。因此必须采取一定的防潮和驱潮措施。

防潮措施包括首先要选择好仪器的存放点，要放在向阳、透风、干燥的房间内，不要直接放在水泥地上或紧靠墙壁，也不要放在窗口，以防太阳直接照射。

长期不用的仪器应定期通电，每次2~4小时可有效地对仪器进行驱潮。

3. 防腐蚀

为了防止酸、碱等气体对电子仪器的腐蚀作用，切忌将蓄电池与电子仪器放在一起，也不要采用石灰作为防潮剂。电子仪器内部的干电池，如长期不用，应取出另行存放。在沿海地区，要经常注意盐雾气体对仪器的侵蚀。

4. 防漏电

电子仪器大多使用交流电源，因此防漏电是一项重要的维护措施。方法是在不通电的情况下，把被测仪器的电源开关置于“通”位置，然后用兆欧表检查仪器电源线插头对机壳之间的绝缘是否符合要求。一般规定，电器用具的最小绝缘电阻不得小于500kΩ，否则应禁止使用。

如无兆欧表，也可用万用表进行漏电程度的测试。方法是将万用表置交流250伏档，将一个表棒碰触双孔电源插座的一端，另一根表棒碰触通电仪器的机壳上，如无交流电压指示或指示值很小，则将测试棒调换，碰触双孔电源插座的另一端，如交流电压指示大于0伏，则表明被测仪器的漏电程度已超过最低允许值，应进行必要的检修。

(三) 仪器的定期检查

电子仪器一般都应定期进行定性检查，内容包括外观检查和附件是否齐全，仪器面板上的旋钮、开关、接线柱、插座、度盘等有无松动、滑位、损坏；表头是否卡针等。通电检查观察仪器的基本功能是否正常。仪器在使用交接时，都应进行类似的检查，以便及时发现问题。

二、仪器的使用

电子仪器若使用不当，轻则影响正常工作，严重时将造成仪器损坏。各种仪器的用途不同，它们的使用方法也各异，即使同种仪器，因型号不一，使用方法也不尽相同。因此，初次使用时，必须仔细阅读仪器的使用说明书，牢记使用注意事项，严格遵循规定的操作步骤。使用仪器时一般应注意如下事项：

(1) 检查供电电压与仪器的工作电压是否相符。检查仪器的电源电压变换装置是否位于相应电压值的部位。

(2) 仪器开机通电前，应检查面板上的各种开关、旋钮、度盘、插座等是否完好，面板上的“增益”，“输出”，“辉度”，“调制”等控制旋钮应置于最小位置，防止仪器通电后可能出现的冲击现象，而造成某些损伤或失常。

在被测量未能估计的情况下，应将仪器的“衰减”或“量程”放在较大部位，以免仪器过载受损。

(3) 有“高压”、“低压”开关的仪器接通电源前要格外注意“高压”、“低压”开关是否都在“断”开的部位，必须先接通“低压”开关，机器预热5~10分钟后，再接通“高压”开关，否则会损坏仪器内的整流器件。

对于只有单一电源开关的仪器，也需要预热数分钟、等待电路工作稳定后再使用。

(4) 仪器接通电源后，如发现异常现象，如嗡嗡声、噼啪声、糊味、冒烟等，应立即切断电源，在未查明故障原因时，不能再次通电，以免故障扩大。

通电后如果保险丝立即烧断，切忌匆忙换上新的保险丝，一定要查明原因后，方可换上同容量的保险丝才能通电。

(5) 对于有通风设备的电子仪器，开机通电后应注意仪器内部的电风扇是否正常运转，如发现有碰片或旋转不正常，甚至停转，应立即切断电源进行检修。

(6) 使用仪器时，应注意仪器机壳接地，特别是在多台仪器联用时，应用金属编织线作为多台仪器的接地连线，避免杂散电磁场的干扰。

(7) 仪器进行测试时，应先连接“低电位”端子（如地线），然后再连接“高电位”端子（如探测器的探针等），反之，测试完毕后，应先拆除“高电位”端子，再断开“低电位”端子的连线，否则可能导致仪器过负荷，甚至打坏指示电表的指针。

(8) 仪器使用完毕后，应先切断仪器的电源开关，然后拔下仪器的电源插头，对于有高压低压电源开关的仪器，应先切断“高压”电源开关，然后再切断“低压”电源开关。切忌只拔下仪器的电源插头，而不切断仪器的电源开关。这会使仪器再次使用时，由于先插上电源插头而造成不应有的冲击。也应防止只切断仪器的电源开关，而不拔下电源插头，这可能忽略仪器局部电路的电源切断，而使部分电路一直处于通电状态，以致造成故障。

(9) 仪器使用完毕后，应将面板上的“辉度”、“增益”、等控制旋钮反时针向左转到底，对于“量程”、“衰减”等开关应置于最大位置。

(10) 仪器使用完毕后，应填写“仪器使用卡”，特别是在发生故障时，应详细记录当时的情况以便维修人员维修时参考。

第二节 电子仪器故障检修的基本方法

常用电子仪器的种类很多，有简单的，也有复杂的，工作原理各不相同。但从检修的过程来看，基本方法是一致的。归纳起来，可以分成以下几个方面的内容。

一、准备阶段

在维修一台电子仪器时，首先要向使用者了解该仪器的使用情况，故障产生的过程和观察到的现象。这对维修时正确判断故障的性质、范围有很大作用，可少走弯路，缩短维修时间。

另外，应掌握待修仪器的工作原理、工艺结构、技术指标、电气性能、有关数据及使用方法和检修方法等。因此，在着手维修前，维修人员一定要仔细阅读技术说明书或有关资料，图纸。查阅他人的维修经验和维修档案。

维修前，还须事先准备好维修工具和检测设备，检查工作场地，看是否存在电场，磁场、易燃易爆物。最后还须检查一下工作场地的电源是否符合要求，这些准备工作都有利于顺利迅速地修好仪器。

二、外观检查

外观检查分通电前的检查和通电瞬间的检查。通电前，先仔细看一下待修仪器的外部情况，例如旋钮是否齐全，转动是否灵活，电源插口、保险丝座、其他的插孔有无松动，保险丝有否装好或烧断。一些仪器的正确工作状态，需要各个旋钮配合使用，若配合不

当, 就可能导致仪器工作不正常。这种情况并不属于仪器本身有故障, 而是使用人员不了解使用方法所致。如果急于检修, 往往会造成时间的浪费, 或者由于不留心反而越修越糟。对于保险丝接触不良, 电源线断线等故障, 不需打开箱壳就可修好, 有些故障是由于使用不当而引起的, 例如将开关拧坏, 电位器旋转不当而使接线拧断; 则可根据旋钮的情况进行判断。有些故障纯属仪器使用场地有问题所致, 例如, 电网电压太高或太低, 或有强电场、强磁场。

表面检查完以后, 就可以打开机箱进行观察。首先直观检查机内有无断线, 脱焊, 插件或插板有无松动, 插头有无损坏, 有无烧焦熏黑的元件, 有无金属异物使电路短路。电子管等真空器件有无漏气变白, 破裂等。这些显而易见的故障往往是造成整机工作不正常的原因所在。

上述故障排除以后, 就可以通电检查了。尤其是接通电源的瞬间, 一定要高度集中注意力, 保持视觉、听觉与嗅气的高度灵敏。迅速查找有无发生冒烟、打火、特殊声响、元器件烧红等, 如发现可疑现象, 应迅速关机、查找原因。关机后可用手迅速地触摸元器件, 导线、变压器等, 是否有发热、发烫等异常现象, 如果没有, 就可以进行下一步检查了。

三、判断故障范围

检修一台有故障的仪器时, 首先要根据仪器的原理方框图来划分故障的范围。要有主次地分别检查, 要针对不同的仪器, 抓住其功能特点分别对待。比如, 检修示波器, 重点应观察示波管的荧光屏, 有无亮点、有无时基扫描线、聚焦好坏、亮度大小, 加入信号后观察波形是否失其, 信号能否同步等等。又如, 检修直流稳压电源时, 重点应观察输出电压是否可调, 负载能力大小、基准电压是否正常等等, 根据这些基本现象, 在掌握了工作原理的基础上, 加上已有的维修经验, 故障范围是不难确定的。

四、故障的排除

判断出故障的范围以后, 采取某些检修方法对症下药, 找出故障点并排除故障。检查故障的方法很多, 大致上有下面十种: (1) 参数测量法; (2) 波形观察法; (3) 信号寻迹法; (4) 电路分割法; (5) 短路旁路法; (6) 等效取代法; (7) 元件试调法; (8) 整机对比法; (9) 敲击振动法; (10) 焊点处理法。下一节中, 我们将结合具体例子详细介绍这十种检修方法。

五、调整恢复

有故障的仪器经修复后, 必须按该仪器的技术指标重新进行调整, 恢复原设计的电气性能, 如在检修中, 没有原机的器件, 而采用代替器件, 则应及时记录, 计算误差范围, 以便在使用中加以注意。

第三节 常用的十种检修方法

电子仪器发生故障的原因大致有如下几种: 元器件变值损坏, 绝缘不良造成的漏电或短路, 焊接点的虚焊或脱焊, 电路断线, 接插件接触不良, 活动部件工作失常, 以及由于

外界原因造成的短路等等。下面介绍的十种检修方法都是比较常用的。检修时，有时应用一种方法就可以找到故障点，有时需几种方法结合起来才能找到故障，因此它们之间不是孤立的。

一、参数测量法

参数测量法是检修仪器时最基本、也是最常用的一种检修方法。它的具体内容就是用测试仪器，主要是万用表，通过测量电路的直流电平，直流工作电流，某点的对地电阻及各种元器件参数。不少电子仪器在原理图中往往标出关键点的工作电压及电流值，根据这些参数对电路进行检测，往往能很快地判断出故障点。如果原理图上没有这些数据，可采用估算法，大体判断出电路的工作参数，然后用万用表检测。

例如，要检查某级晶体管放大器，可以测量它的基——射极电压。如果放大器工作于放大状态，对于PNP型三极管，基——射极间的电压应在 -0.2 伏左右；对于NPN三极管，基——射极间电位应在 0.7 伏左右。另外，也可以测量集——射极电压，如果电压在 0.3 伏左右，则晶体管处在饱和状态，如果接近电源电压，则晶体管截止。当然也可以采用测量集电极电流的方法来判断三极管的工作状态，不过，测量电流时，必须断开电路，把万用表串联进去，比较麻烦。

通电检测电路参数时，应注意不要触碰与其无关的电路，防止电路间短路，以免烧坏器件。

对于可疑的元器件，应断电后拆下来用万用表或其他仪器检查。如何用万用表检查元器件好坏，将在后面的章节中介绍。

二、波形观察法

波形观察法是检查稳压电源，脉冲数字电路，振荡器等常用的方法。在这些电路中，有各种脉冲的产生、变换，传递以及振荡波形等。因此，可用示波器来观察波形的幅度、频率、形状，看是否符合要求。

各种不同的使用场合应选用不同的示波器，例如检查稳压电源的纹波电压时，可采用高灵敏度的低频示波器，但若观察脉冲电压，就要采用脉冲示波器或宽带示波器。为了观察脉冲的形状，还要注意示波器的带宽，否则观察到的脉冲波形就会失真，看不到前沿。对于频率特别高的周期信号（几百兆赫以上），最好采用取样示波器来观察。

在使用示波器观察信号波形时，还要注意信号的直流电平，不能将很高的直流电平信号直接加入示波器的垂直通道，必要时，应串入一个容量较大的高压电容，把直流电压隔掉，以防烧坏示波器。

示波器的校准也很重要。示波器的扫描线性，垂直衰减器的过渡特性、垂直通道的放大倍数、非线性失真等都应在测试前检查。否则显示在荧光屏上的不正常波形，并不是被测电路有故障，而是示波器本身所引起的。

三、信号寻迹法

信号寻迹法是检查多级放大器的有效方法。就是在放大级的输入端加一个正弦信号，用示波器由前向后逐级观察信号的有无和畸变情况。对于终端是显示屏或扬声器的电子设备，也可由后向前加入信号，观察或试听信号的有否或是否畸变。

例如,某示波器垂直通道不工作,输入端已加入信号,但示波屏上无显示。垂直通道由衰减器,射极跟随器,延迟网络,前级放大器,倒相放大器,末级放大器组成。通常的检修方法是将输入信号由垂直输入端加入,用示波器由前向后逐级检查各部分的输出端有无信号输出。先检查垂直衰减器,看有无波形输出。如果有输出,则问题在后面的电路中。如果无输出,则故障就在垂直衰减器。这样依此类推,哪一级无信号输出,问题就出在哪一级。同时,还可检查各级的放大情况以及波形有无畸变。

四、电路分割法

电路分割法是判断故障范围的有效方法,所谓电路分割,就是把与故障有牵连的电路分割开来。通过检查,肯定一部分,否定一部分,一步步地缩小故障可能产生的范围。

一种方法是将无关的电路一部分一部分地断开,最后找出确实的故障范围。比如,有一台直流稳压电源,开关一合上就烧保险丝,经判断是存在对地短路现象,对照原理图,我们可以把整流二极管,滤波电路,取样电阻等断开,一一进行检查,如果断开滤波电容后,不再烧保险丝,就说明故障的产生是由于电容短路而引起的。对于这类故障,往往要进行多次分割才能找到故障点。值得注意的是,每次分割测量后,要把无故障的部分按原样焊接好,否则在查找其他故障时,忘记了前面的分割,造成新的故障。

对于采用插件,插板结构的电子仪器,采用分割法查找故障尤为方便。例如,某示波器看不到亮点,电源又正常,我们可以将垂直插件,水平插件都拔出,这样就可以看到亮点了。然后插入水平插件,如果出现了亮点,则证明水平插件是好的。再插入垂直插件,如果扫描线在荧光屏上又消失了,证明垂直通道严重偏离平衡位置。

在数字仪表中,有许多相同的插板,如分频器、倍频器、计数器等。对于这样的仪器仪表,我们可以将怀疑的插板拔下,而将此板插座的输入输出端短接。如果原来的故障是不分频,不倍频或不计数,插板短接后,电路工作正常,则故障在拔下的插板中。

值得指出的是,拔插板时,一定要将电源关掉,否则会产生火花或短路现象。

有的仪器具有许多单元,各单元不但可以完成某一功能,相互间的组合又可以完成多种功能。例如E312型数字频率计,这种仪表的计数部分可以做计数器,从B路输入可以测量信号周期,从A路输入可以测量信号频率,也可输出标准时间脉冲和输出标准频率信号等。如果故障现象是输出的标准频率不对,可以判断是晶体振荡器发生故障;输出标准时间脉冲不对,判断是分频器有故障;计数器不对,可置功能开关于计数来判断有无故障。

五、短路旁路法

这是一种比较迅速的检查方法。短接就是在查找故障的过程中,根据需要把电路的某两点或几点暂时用导线连接起来,使其他单元电路不影响待查电路,以检查故障是否在待查部位。旁路则是指利用某一适当的电容,对电路中的某一部分进行交流旁路检查。实际上,旁路也是一种交流信号对地的短接。

许多仪器常采用对称平衡电路。例如SE18型宽带示波器中,垂直插件,垂直末级,水平末级都采用了多级对称平衡差动放大电路。仪器正常工作时,各差动电路平衡输出,扫描线在荧光屏中间。如果垂直通道差动电路出现故障,失去平衡,扫描线就会偏上偏下,甚至旋动垂直位移旋钮也不起作用,为了判断到底是哪一级不平衡,就可采用短接法。由后向前依次将差动电路的输入端短接。短接到哪一级使扫描线偏离,故障就产生在这一级。

有时电路中产生干扰或自激的寄生振荡,使仪器工作不稳定,在无信号输入的情况下,仪表指针仍有指示或不规则抖动。为了判断干扰是从哪一级进入或自激发生在什么部分,往往采用旁路法。用电容对地旁路到哪一级故障消失,则故障产生于前一级(旁路输入端)或本级(旁路输出端)。对于自激干扰,往往不是一级产生的,而是因为两级或几级分布参量正反馈所致。此时,应仔细查找,破坏振荡条件,如采取输出端与前级输入端远离等办法。

六、等效取代法

等效取代法是最常用的检修方法之一。采用这种方法可迅速判断故障的范围,也是最后排除故障的唯一手段。所谓等效取代,就是用功能正常的元器件、系统或单元去代替电路中有故障的或被怀疑有故障的功能相同的元器件、系统或单元。

等效取代法判断故障的范围。具有两台以上同型号的仪器,可通过置换插件或插板来判断故障的范围。方法是用工作正常的插件或插板去代替被怀疑的插件或插板,如果仪器工作正常了,说明原被代替的插件或插板有故障。当然也可以把被怀疑的插件或插板插到正常的仪器上去,如果产生相同故障现象,则证明后插上去的插件或插板确实有故障。如果两种方法都不奏效,就是说原来不正常的仪器仍不正常,原来正常的也不正常了,说明不仅被怀疑的插件或插板有故障,而且其他部分还有故障。这时,还要在被检测的仪器上继续进行等效取代。

采用这种方法时,一定要保证被测仪器的直流供电部分是正常的,即不存在短路现象,以免烧坏工作正常的插件,插板或主机。这可以通过测量插件供电电压和对地直流电阻介决。另外,在取代前后,仪器的某些外部表现将会不一致,这主要是调整不一致造成的,因为元器件具有离散性,不属于故障范围。采用等效取代法后,如果证明插件或插板无故障,要及时换回。

等效取代法排除故障点。排除故障的过程,就是采用各种方法,不断缩小故障可能发生的范围,最后找到故障点的过程。故障点一般是损坏的元器件、虚焊点、脱焊点、断线、短路等等。如断线,脱焊等明显的故障点很容易排除。而对于损坏的元器件,一般还要通过等效取代的方法,换上好的元器件,最后决定元器件是否真正有问题,替换电子管比较方便,只要插上同型号的管子即可。替换半导体器件时就要重新焊接,替代时要注意尽量采用相同型号的器件,如果手头一时没有同种型号的器件,也可用性能相近的器件暂时代替。但最后彻底排除故障还必需换上同种型号的器件,否则仪器原有的指标会受到影响。检查电容时可以将好的电容并在被怀疑的电容上试验。检查电阻,电感时也可以根据电路的具体情况,采用并接的方法,但不能严重地破坏电路原来的工作情况,最可靠的办法还是拆下旧的,换上新的。

七、元件试调法

元件试调法适用于解决一些“软毛病”,即仪器工作基本正常,但存在着如寄生振荡,工作不稳定,可调元件失调引起的异常。例如,仪器仪表中的振荡器由于可调电感磁心,可调电容松动或移位,造成频率不准,甚至加大正反馈引起高频自激,可以微调一下可调器件来消除,但要注意,如果调节可调器件不起作用时,一定要将可调器件调回到原来状态,以防越调越乱。

八、整机对比法

整机对比法是将被检修的仪器与同型号的正常仪器相比较，比较的内容大致包括各部位的电压、工作电流、工作波形、对地电阻、元器件参数，走线工艺等。

这种方法特别适用于脉冲电路的检查。脉冲电路波形比较复杂，有时很难用其他方法判断波形是否正常，尤其是原理图中无波形图，而维修人员对待修仪器又不太熟悉时，采用此法检修比较直观而迅速。

例如，某台示波器扫描线不稳，可采用整机比较法，比较有关直流电压，直流工作点，脉冲波形等。若在对比中发现有故障的示波器开关波形不稳定或波形失常，故障便可能发生在闸门电路，然后再对闸门电路进行深入检查。

九、敲击振动法

敲击振动法是检查虚焊和插件等接触不良的一种常用方法。仪器仪表的插脚和焊点很多，由于接触不良或虚焊，往往使机器时好时坏，很难检查。遇到这种情况，可轻轻敲击各个部位，观察哪一部位对敲击最敏感，这个敏感的部位有很大可能是接触不良或虚焊的部位，然后再仔细检查。

敲击振动法应视不同仪器而定，但总的原则是敲击幅度不能太大，尤其是对真空器件，如示波管、电子管，以及各种指针式仪表等。

十、焊点处理法

经过敲击振动法确定了虚焊的部位以后，就要采用焊点处理法。就是对被怀疑虚焊的焊点上的元器件，用镊子或尖咀钳试拔元件的引线、如果虚焊则引出线就会被拔出，但用力要适当，动作幅度不宜太大，以免拉断元器件。最后还可以用25瓦的电烙铁，将可疑的焊点重新焊一次，使焊点虚焊消除或暴露出来。

第四节 元器件的一般检查方法

电子仪器的故障，绝大多数是由于元器件损坏所致，因此正确迅速地判断元器件的好坏是很重要的一步。

一、怎样检查电真空器件

电真空器件包括各种电子管、示波管等。主要故障现象是：真空管破裂、漏气、灯丝烧断，电极与管脚接线折断，内部连极，发射电子的能力局部或全部丧失，管脚接触不良等。

检查电子管应采用外观检查法。通电后，观察电子管灯丝是否亮，板极是否红，管内有无跳火现象。用手迅速摸一下管壳是否过热或毫无温度。如果管顶内上方出现一层乳白色附着物时，说明管子已经漏气。判断电子管是否有故障，可采用等效取代法，换上一只同型号的好管子试验之。

有时故障现象表现在电子管上，但实际上毛病并不在电子管本身。比如开机后电子管不亮，可能是灯丝管脚接触不良或无灯丝电压；有时管内有跳火现象，可能不是管内连

极，而是外电路有问题。

示波管的故障现象类似于电子管，检查方法也大致相同。但示波管构造比电子管复杂，检查时更应谨慎。需要说明的是，示波管损坏的情况并不多，例如当发现示波管亮度、聚焦不正常时，一般是示波管供电电路有故障；开机后无亮点，往往也是偏转板上电压不对称，而使扫描线或光点移出荧光屏外。只有当各极工作电压均正常时，示波管上的光点或扫描线仍有毛病，才考虑用等效取代法换上好的示波管试验。

二、怎样检查晶体管器件

晶体管的种类很多，如检波管、整流二极管、稳压二极管、隧道二极管、阶跃二极管、高、低频三极管、单结管、雪崩管、场效应管、可控硅等。基本上可将它们分为三大类：即二极管、三极管和特种半导体器件。

晶体管的故障常见的有，结击穿烧毁、断腿、连极，接触不良或因工作状态改变而使参数变化等。

通常采用万用表检查晶体管的好坏，具体检查方法请参看第二章中的有关内容。有条件的话，最好采用晶体管图示仪，它不但可以测量晶体的各种参数，而且还能直观地描绘出曲线的图象。

三、怎样检查元件

（一）电阻元件

电阻和电位器的主要故障是：过流烧毁（大多开路）、变值、断裂、脱焊等。电位器的滑动触头与环形滑架接触不良。

检查电阻元件应该用万用表的欧姆档，检查时应关断电源。最好焊下电阻的一端，再行测量，阻值在标称值的5~10%时，可认为是好的。检查电位器时，把表笔放在电位器的滑动触头和一个接线片上，然后旋动把柄，观察阻值及阻值变化的均匀性。接触不良的电位器，表针有跳动现象。检查完一端后，再用同样的方法检查另一个接线片。

在检修电子仪器时，检查电阻常和检查电压相配合，往往是通过检查电压发现问题，而检查电阻做最后判断故障的原因。比如，某示波器垂直系统无放大作用，检查电压发现前置放大器的帘栅极无电压。这时，可关掉电源，检查帘栅极对地电阻，检查帘栅极所接滤波电容是否击穿，帘栅电阻是否开路，帘栅极是否接通直流电压等。

（二）电容器

电容器的主要故障是：（1）击穿短路。即电容器内的绝缘材料被击穿，使两极板相通；（2）漏电。由于绝缘材料不良，工艺问题，杂质污染或老化，造成两极板绝缘电阻减小；（3）断线、电解液腐蚀，使电解电容引线断开；（4）变质失效。电解电容因干枯而失效；（5）破损。以瓷介微调电容较易发生。

检查电容可用万用表的欧姆档。对0.1微法以上的电容，可观察其充放电现象和充电后的绝缘电阻。每次检查时，应将电容器从电路中焊下，并放电。对容量较小的电容可测其绝缘电阻，一般表针不动，如阻值为零，表示电容器已击穿。一般小电容的开路故障不宜用万用表检查，有条件时，可用Q表来检测电容。

（三）电感

电感常发生的故障是：（1）短路。如线圈匝间短路，绕组层间短路。（2）断线。线径

较细的线圈常发生断线情况，烧断或碰断。

对于匝数较多的电感，可用测量电阻的方法来估算，用测电压的方法，判断线圈是否短路。用测线圈两端电阻的方法，测电感是否开路。线圈被烧坏，有时并不是线圈本身的故障，而是电路中有短路现象。

复习思考题

1. 防尘时，为什么不能用塑料布做仪器罩？
2. 长期不用的仪器为什么一定要定期通电？
3. 有“高压”，“低压”开关的仪器通电时应注意什么问题，为什么？
4. 检查故障的方法有几种？各有什么特点？
5. 采用“等效取代法”时，为什么一定要保证被测仪器的直流供电正常？
6. 什么情况下，采用整机比较法较合适？
7. 用万用表检查电阻时，为什么要关断电源、且应焊下电阻的一端？

第二章 万用表的原理、使用和维修

万用表又称多用表或叫复用表。其特点是用途广，量限多。一般的万用表可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平等量。有些万用表还可以用来测量交流电流、电容、电感及半导体三极管的穿透电流和直流电流放大倍数等参数。

本章将介绍万用表的一般结构和工作原理，掌握万用表的正确使用和基本 的 维 修 方 法。

第一节 万用表的原理

一、结构

万用表主要由表头、测量线路及转换开关组成。表头用以指示被测量的值，测量线路用以将各种被测量转换成适合表头测量的微小直流电流，转换开关用以对不同测量线路进

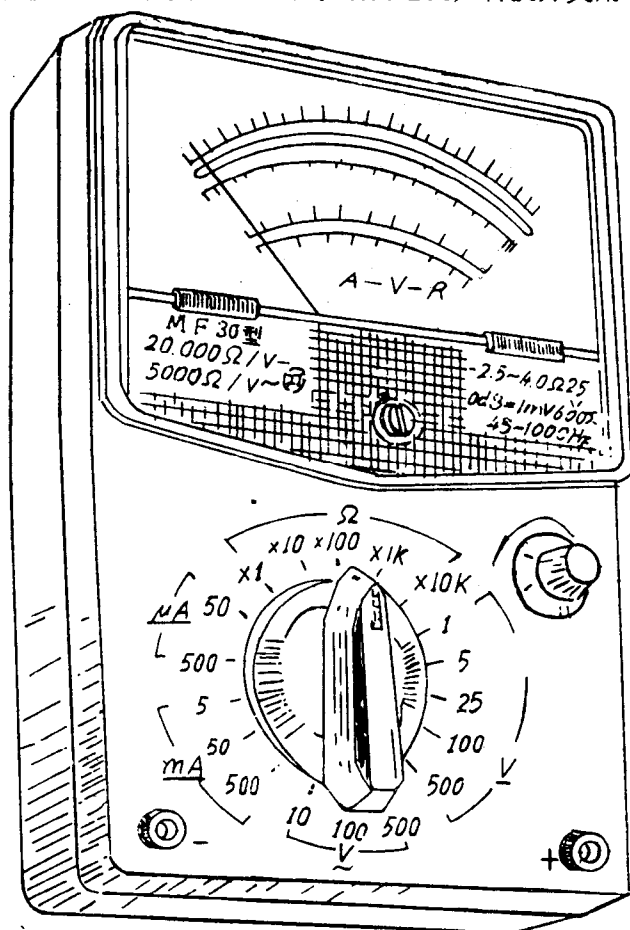


图2-1 MF-30型万用表外形图

行选择以适应各种测量项目和量程的要求。

各种型号的万用表面板结构不完全一样，但下述几部分是每种万用表都有的，即带有标度尺的标度盘，带转换开关的旋钮，测量电阻时实现零欧姆调节的旋钮以及供测量接线用的接线柱。图2-1为MF-30型万用表的外形图。

它共有18个档位，由仪表面板上的转换开关转换，各档作用及测量范围如下：

直流电流 (mA)：500、50、5、（第一～第三档）(uA)：500、50、（第四～第五档）。

电阻 (Ω)： $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100 \times 1k$ 、 $\times 10k$ 、（第六～第十档）。

直流电压 (V)：1、5、25、100、500、（第十一～第十五档）

交流电压 (V)：500、100、10、（第十六～第十八档）。

仪表面板下半部分右上角为零欧姆调准器，测试棒两个插孔在最下方。

仪表面板上半部分是表头，表盘有四条标度尺，表头指针调零器螺帽在表头下方。

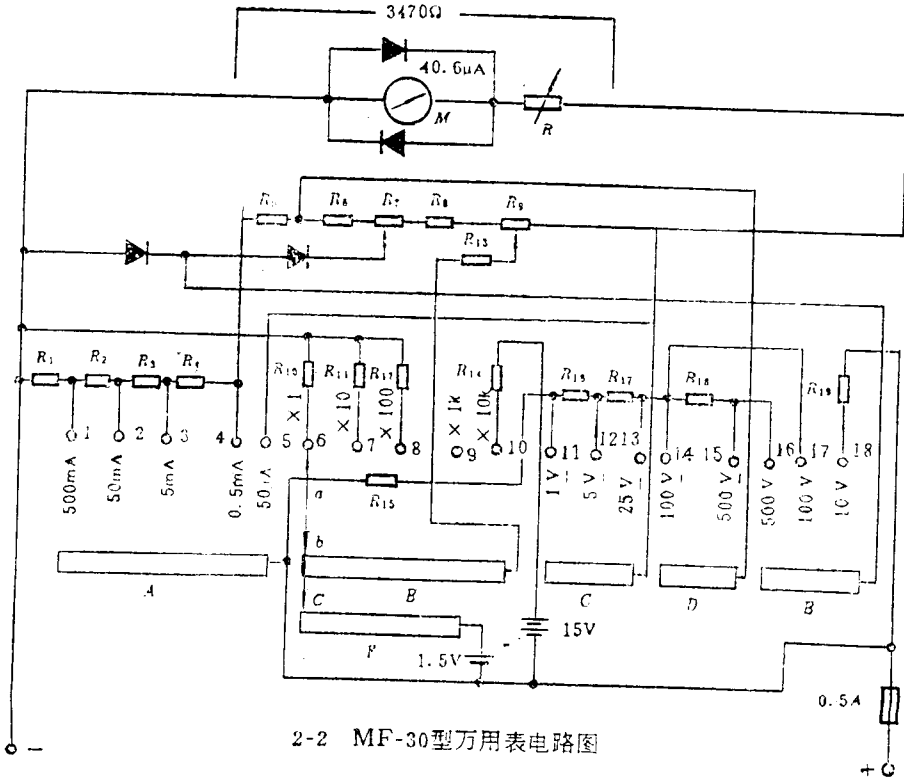
(一) 表头

万用表表头采用高灵敏度的磁电系测量机构，表头满刻度偏转电流值，实用中叫作表头灵敏度。满刻度偏转电流越小，表头灵敏度越高。MF-30型表头灵敏度为 $40.6\mu A$ ，表头内阻为 $3.25k\Omega$ 。表头表盘上还有对应各种测量所需要的一些标度尺。

(二) 测量电路

为了适应万用表测量各种电量和不同量程的要求，万用表应有一套测量电路。一般万用表的测量电路实质上就是多量程的直流电流表，多量程的直流电压表，多量程的整流式交流电压表以及多量程的欧姆表的组合。

图2-2为MF-30型万用表的电路图。



2-2 MF-30型万用表电路图