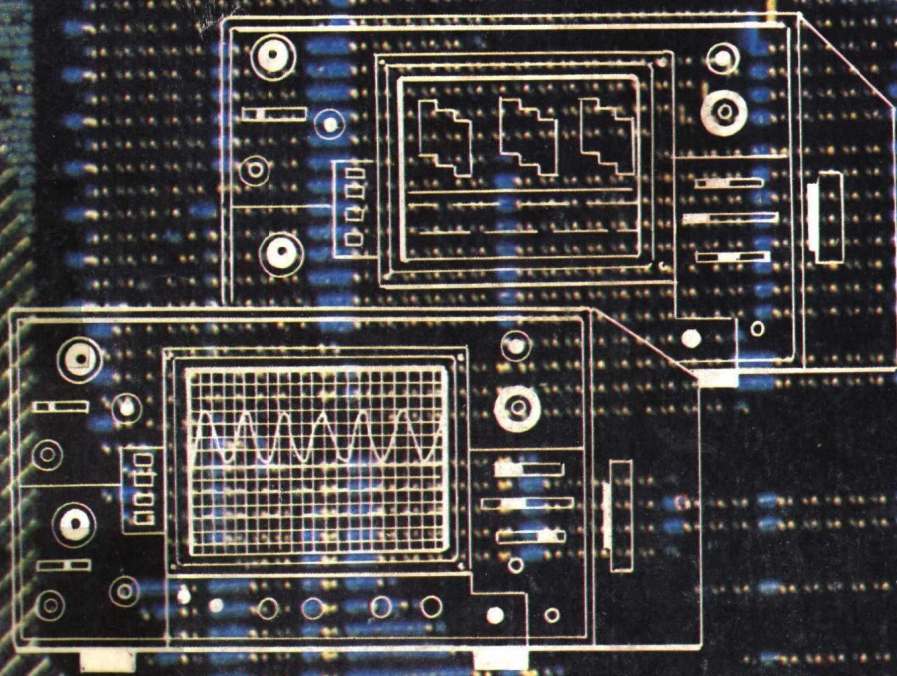


家用电器维修捷径丛书

仪器仪表维修捷径

李莉 编著



科学普及出版社

家用电器维修捷径丛书

仪器仪表维修捷径

李 莉 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书简明扼要的以“故障树”——检修流程图的形式较系统地介绍了示波器、晶体管特性图示仪、扫频仪、万用表和稳压电源(包括交流稳压源和直流稳压源)的典型故障检修方法和步骤。本书的特点是以图为主,图文并茂,既实用易读又简单明了。

家用电器维修捷径丛书

仪器仪表维修捷径

李 莉 编著

责任编辑:沈成衡 朱桂兰

科学普及出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

一二〇一工厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/16 印张: 20 插页: 6 字数: 485千字

1989年3月第1版 1989年3月第1次印刷

印数: 1—10,100册 定价: 7.60元

ISBN 7-110-00842-8/TN.19

前 言

随着现代电子技术的发展和人民生活水平的提高，种类繁多的家用电器已成为人民生活中不可缺少的组成部分。为适应家用电器维修人员修理仪器仪表的需要，更好地检修电子仪器，编写了本书。

本书内容共分九章，比较系统地介绍了通用示波器、晶体管特性图示仪、扫频仪、万用表和稳压电源的一些典型的仪器仪表的故障检修技巧，力求对大多数常见故障，能够在尽量短时间内排除。为此，本书以图为主，图文并茂，对每一种故障现象列出检修流程图，标明相应的正常波形和电压值，并附有每一种仪器仪表的方框图、电原理图、印制电路板图和元件位置图，是一本实用性强、易读易用的图解式维修工具书。

本书在编写过程中得到赵棣华、傅琨、王永安、张文伊等同志的大力协助，在此对他们表示感谢！

由于本书编写时间仓促，水平所限，参考资料不足，难免有遗漏和不妥之处，尚望读者批评指正。

编 者
1988年 北京

家用电器维修捷径丛书编委会

顾 问：郭厚登 佟 力

主 任 委 员：孙天正

副主任委员：岳家俊 刘学达

委 员：金维克 朱桂兰

宁云鹤 左万昌

王明臣 林正豹

张道远 李 军

陈 忠 陆如新

目 录

第一章 维修仪器仪表的基本要求	(1)
1-1 概 述	(1)
1-2 检修步骤	(1)
1-3 检修基本方法	(2)
第二章 SBT-5型通用示波器的检修	(10)
2-1 低压电源系统	(10)
2-2 高频高压和显示系统	(14)
2-3 Y轴系统	(23)
2-4 X轴系统	(35)
2-5 触发、扫描系统	(37)
2-6 比较信号系统	(43)
附录1 SBT-5型通用示波器的主要元件位置	(52)
第三章 SBM-10型多用示波器的检修	(55)
3-1 低压电源系统	(55)
3-2 高频高压系统	(62)
3-3 Y轴系统	(68)
3-4 X轴系统	(76)
3-5 扫描系统	(80)
3-6 同步系统	(87)
3-7 标准信号系统	(90)
第四章 SR-8型二踪示波器的检修	(107)
4-1 低压电源系统	(107)
4-2 高频高压和显示系统	(114)
4-3 Y轴系统	(118)
4-4 X轴系统	(128)
4-5 同步系统	(130)
4-6 扫描系统	(133)
4-7 Z轴系统	(135)
4-8 校准标准信号系统	(136)
附录2 控制件的名称	(145)
第五章 JT-1型晶体管特性图示仪的检修	(147)
5-1 电源系统	(147)
5-2 高频高压和显示系统	(156)
5-3 X、Y轴系统	(161)
5-4 阶梯波系统	(169)
5-5 扫描系统	(194)
5-6 波段开关系统及其它故障	(197)

5-7	JT-1型晶体管特性图示仪的校正	(200)
第六章	IT-3型大功率晶体管特性图示仪的检修	(213)
第七章	BT-3型频率特性测试仪的检修	(218)
7-1	低压电源系统	(218)
7-2	高频高压和显示系统	(221)
7-3	Y轴放大器与X轴系统	(224)
7-4	频标、移相网络系统	(228)
7-5	扫频系统	(237)
第八章	万用表常见故障及检修	(251)
8-1	表头故障及检修	(251)
8-2	500型万用表故障及检修	(256)
8-3	MF-10型万用表故障及检修	(265)
8-4	MF-14型万用表故障及检修	(276)
8-5	MF-40型袖珍万用表故障及检修	(290)
第九章	电源部分故障及检修	(301)
9-1	交流稳压电源系统	(301)
9-2	直流稳压电源系统	(307)

第一章 维修仪器仪表的基本要求

1-1 概 述

“工欲善其事，必先利其器”。要维修好各种电器设备，必须拥有适当、良好的测试仪表仪器。而保证测试仪器仪表的正常工作状态是从事电器维修人员的基本职责。

如果对电子仪器使用不当，比如对外表不注意防护，将会积尘沾污，损坏油漆镀层，使一台新的仪器很快脱漆生锈，破旧不堪；不注意防潮、防热，将会使内部的电源变压器、电路元件、接线、支架等的绝缘强度下降，因而产生漏电、变值、击穿、烧坏等严重故障。如操作过快过猛，将会使面板上的旋钮、开关、度盘、插口、插头、接线柱等发生松动、滑位、断裂等现象，因而牵动内部的电路，造成断线、短路、接触不良等人为故障。如果检修不得法，比如对仪器的故障现象不加以研究分析就瞎摸乱碰，甚至随意变动电路的工作点，势必会出现毛病愈修愈多，终至无法修复；或者不懂得检修的方法，害怕动手而盲目猜测，即使产生故障的原因仅仅是由于个别器件损坏，个别元件变值，个别接点开断，也将束手无策，造成时间上和经济上的很大损失。因此，为了使电子仪器保持良好备用状态，以及按照科学的方法进行检修，本书从大量的修理实践中，通过对各类故障客观、全面的分析，总结出维修仪器仪表故障的一般方法和步骤。只要按照科学的方法和检修的一般程序，就能既快又顺利地找到故障点。本章就对这几方面内容，作比较系统的阐述。

1-2 检 修 步 骤

检修仪器仪表(以后简称仪器)是一项理论性与实践性要求较高的技术工作，仪器的检修者，既不应单凭经验，也不应纸上谈兵，更不应瞎乱碰以图侥幸成功。因此，必须遵循科学的工作程序和检修步骤。

一、熟悉电路图

检修前应首先熟悉被修仪器的电原理图、各元件的作用和元器件的具体位置，避免心中无数。

二、认真分析故障

根据使用者所述的仪器故障发生过程和故障现象，分析故障属于哪一类或大概部位，而后分清是机械故障，还是电气故障。

三、检查外部

一般应首先检查仪器的各旋钮位置是否放置正确，转动是否灵活，有无损坏或不起作用。

检查外部各接线、插头插座等是否良好，有无断路、短路。当确认外部元件无故障后，再检查仪器内部元件。

四、不通电检查

就是在仪器未通电前对仪器进行保安检查。如测量整机的绝缘电阻等。这样可防止在情况不明时，就通电检查，造成不应有的损坏和烧坏元器件。

五、检查电源

在检修时，应先检查整机电源(如低压、高压电源)，而后检查各部件电源。这是因为电源不正常，就不可能使仪器正常工作。

六、排除故障现象

遇复杂故障或特殊故障，要注意先排除带有普遍性和带有规律性的常见故障，以便争取时间，少走弯路。

七、最后调试

先排除故障，而后进行调试。调试时要按照该仪器的技术参数，反复调试到正常的工作状态。

1-3 检修基本方法

检修仪器的关键在于选用适当的检查方法，发现、判断和确定故障的部位和原因，检查仪器故障的基本方法，一般可归纳为：观察法、压缩法、电阻测量法、电压测量法、电流测量法、替换法、敲击法、信号注入法、匝间法、断路法、导线折断分段法、扩大量程法等十二种。实际上这也是检修仪器的通常步骤。只要根据仪器的故障现象和工作原理，针对各种电路的特点，交叉而灵活地加以运用这几种方法，就能有效而迅速地排除故障。

一、观察法

所谓观察法，就是用眼、耳、手、鼻等手段检查。眼看，观察机内有无烧焦、漏液、发霉、击穿、脱焊、开断、冒烟、跳火等现象。耳听，听机内有无发出异常的响声，判断故障现象所产生的原因和大概部位。手摸，用手摸变压器、线包、管子、滤波电容、线绕电阻等元件是否温度失常。鼻闻，闻一闻机内元器件有无烧焦气味等。

二、压缩法

就是逐步缩小故障范围。可利用该仪器面板上的各种开关、旋钮、插孔，接线柱等不同用途来压缩故障部位。利用这一方法，可以大概判断故障发生在哪一部位。例如：示波器无亮点，可短路后面的 X_1 、 X_2 ， Y_1 、 Y_2 插孔，旋动面板上的移位电位器，如仍无亮点，则是高频高压部位出现的故障。

三、电阻测量法

在检修仪器时，经常发现由于电器器件的插脚或滑动接点接触不良，个别接点虚焊或者电阻变值，以及电容器漏电等等，从而导致故障的发生。这些问题都需要在待修仪器不通电的情况下，采用“电阻测量法”进行检查，以寻找故障所在之处。

对于接触电阻或通路电阻的测量，要使用万用表的最小测阻档位，即“ $R \times 1$ ”档位；对于连接在电路中的电阻器件的测试，要考虑到被测元件与其它电路之间的连通关系。如果没有其它回路的连通，则可用万用表的相应测量档，直接在待测电阻的两端进行测量，否则应脱焊被测电阻的一端，然后才能进行阻值的正确测量。对于高阻值电阻元件的测试，应防止手指碰触测试棒的金属探针，以免影响测试结果，而引起错觉。对于整流输出短路情况，也可用测量负载电阻的阻值加以判断。

电容器的漏电程度，绝缘击穿以及电容量变值等情况，一般都可采用“电阻测量法”进行检查，但必须脱焊被测电容的一端。在检查电解电容时，应注意万用表测阻档级的测试棒极性不能接错，即红笔为“-”电压端，黑笔为“+”电压端。

电感线圈和变压器绕组的通断，也可采用“电阻测量法”进行检查。

对于各种晶体管的性能好坏，也可采用“电阻测量法”来粗略判断晶体管p-n结的正反向电阻大小，以及检测相应于 I_{ceo} 、 I_{cbo} 和 I_c 量值的电阻指示值，并加以比较或估算。如p-n结的正反向电阻都很小，表明晶体管已击穿短路；反之，正反向电阻都很大，表明晶体管已烧坏断路等等。

列举下列判断漏电故障的几种测量情况：

1. 若电源插头一端A点与机壳之间电阻为零，说明A线绝缘层损坏并与机壳相碰（见图1-1）。

2. 量A、B两点时若取掉保险丝，表针仍为零，说明电源输入线短路（见图1-2）。

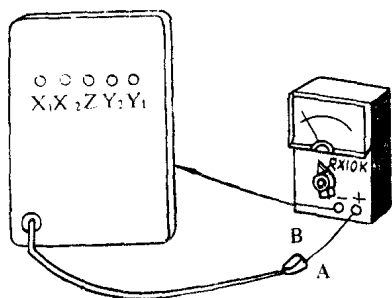


图1-1 测量机壳漏电的方法

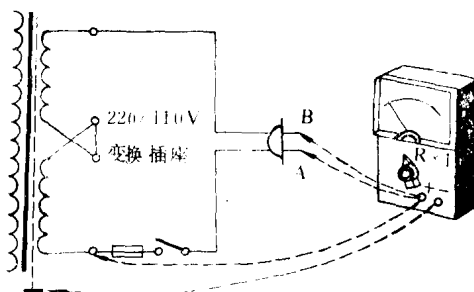


图1-2 检查变压器初级绕组漏电方法

3. 若A点或B点与机壳的绝缘电阻阻值较小，说明变压器初级绕组局部击穿或与机壳相碰而造成短路（A、B任意一点对机壳的绝缘电阻都应大于 $5M\Omega$ ）。

4. 若A、B两点与机壳的绝缘电阻阻值相等，说明击穿部位在绕组中间。如果绝缘电阻不等，则击穿部位在阻值小的一端。

四、电压测量法

检查仪器内各种电源电压是否正常，是分析故障原因的基础。因此，检修仪器时，应先

测试待修仪器中各种直流电源的电压是否正常。即使在已经确定故障所在的电路部位时，也经常需要进一步测试有关电路中的电子管、晶体管各个电极的工作点电压，这对于发现与分析故障的原因和损坏的器件，都是很有帮助的。此外，若电阻中流过该电路的总电流时，也往往测量已知电阻器两端的电压降，然后借助欧姆定律进行换算。所以，“电压测量法”是检查仪器故障原因的最基本的方法。一般的仪器说明书中，都附有电子管或晶体管各个电极的工作电压数据表，或者在仪器的电路原理图上，标注有主要部位的工作电压值。在检修仪器中，经常需要对照说明书中给出的电压数据，进行必要的直流电压测量，这就很快地查明故障的产生原因和损坏变值的器件。如果没有现成的电压数据可供参考对照，也应当根据电路的工作原理加以分析和估计。

五、电流测量法

测量电流时，应先将被测电路中导线断开，而后将万用表置于适当的直流量程，再把两表笔分别接在断开处的两端，但要注意把红表笔接在“+”压端。有时还需要根据电压、电阻值并借助欧姆定律进行计算电流值。

六、元器件替换法

在检修仪器时，最好不要拆动电路中的元件和器件，特别是精密仪器，更不应随便拆动。通常先使用相同型号、相同规格、相同结构的元件、器件、印刷电路板、单元插接部件等来临时替换有疑问的部位，以便观察其对故障现象的影响。如果故障现象消失了，表明被替换的部位存在问题，然后进行脱焊更新。元器件替换中要防止低耐压电容替换高耐压电容、小功率元件、器件替换大功率元件、器件等，防止烧坏本器件及其它部件。

七、信号注入法

采用“信号注入法”来检查存在故障的电路部分特别有效。具体方法是使用外部的相应信号源，从待修仪器的终端指示器的输入端开始注入，然后依序向前级电路推移，注入测试信号到各级电路的输入端(电子管注入栅极、晶体管注入基极)，同时观察仪器终端指示器的反应是否正常，作为确定故障存在的部位和分析故障发生原因的依据。电子管信号注入法(见图1-3)，晶体管信号注入法(见图1-4)。如果指示器反应正常，表明信号注入的这一级电器是好的；如果指示器反应不正常甚至没有反应，则表明故障是存在于这一级电路中。

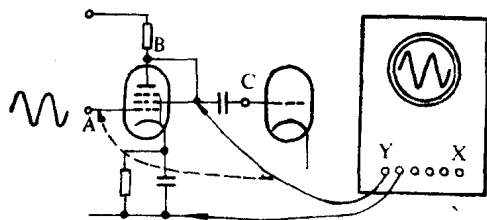
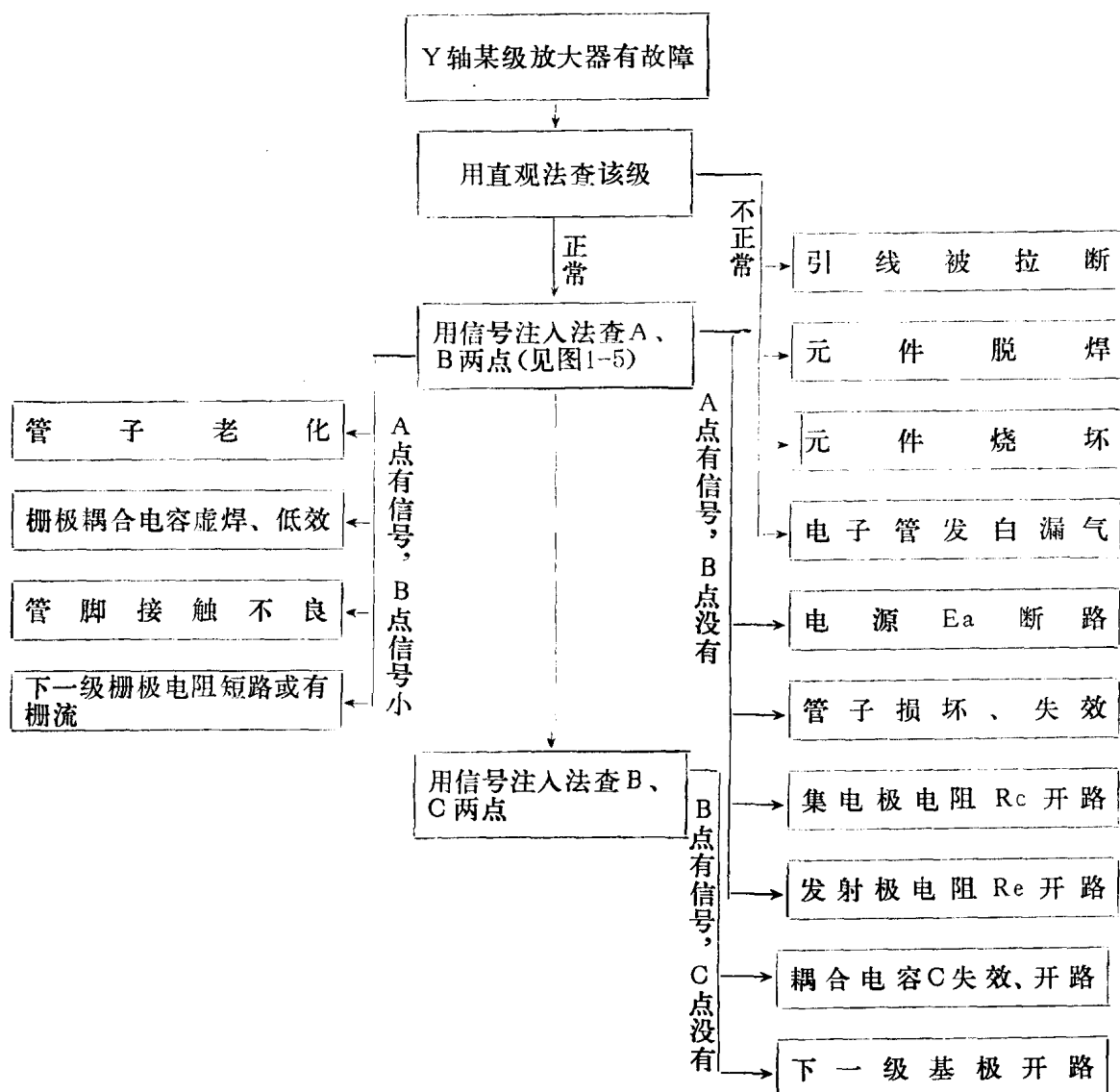


图1-3 电子管信号注入法

例举：Y轴某级放大器有故障



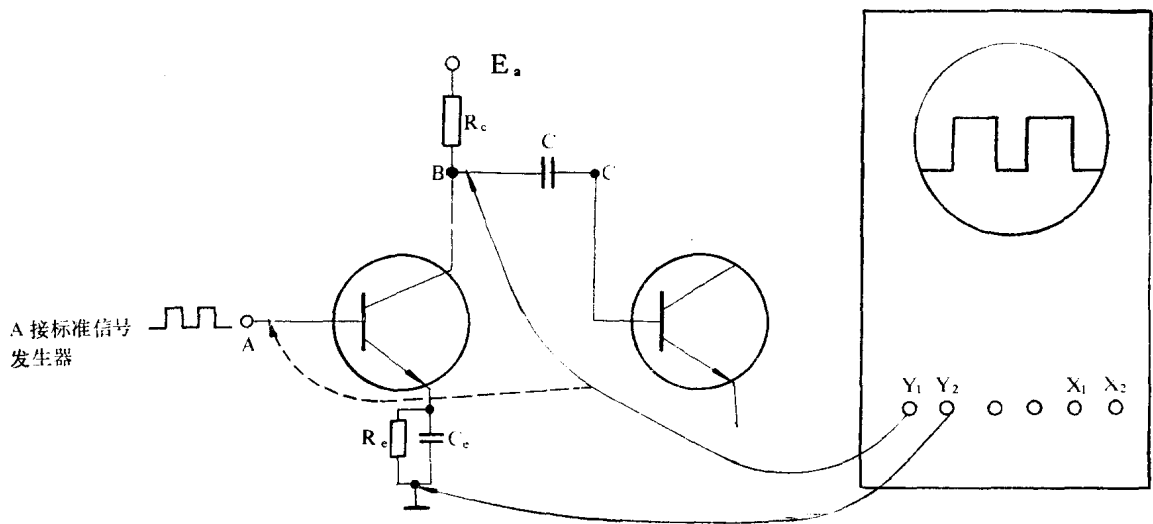


图1-4 晶体管信号注入法

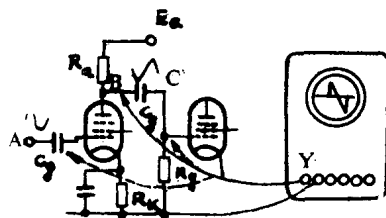


图1-5 用示波器检查放大器增益的方法

八、敲击法

就是手拿小起子的金属部分并轻轻敲击示波器Y输入插孔，观察屏幕上的变化，若出现人体感应的50赫正弦波，说明Y轴正常。通过敲击法还可判断有无虚焊、接触不良等现象。

九、匝间法

此法适用于检查变压器。检查时将变压器次级空载，初级串入一个20瓦或40瓦的灯泡（见图1-6）。如果灯泡微红，说明变压器空载电流很小，各绕组正常；若灯泡较亮，说明变压

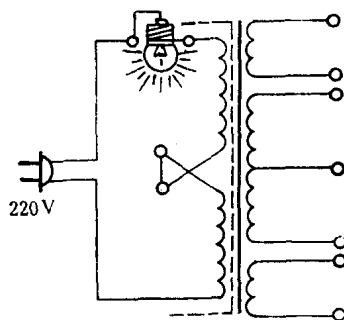


图1-6 定性检查变压器匝间短路的方法

器空载时电流很大，则是初级或次级绕组匝间有短路的部位。

十、断路法

就是采用断开某一支电路或元件、器件的方法来缩小故障范围。此法一般适用于某电源的负载短路或支路的局部短路故障。例如：电源变压器有A、B、C、D四组负载，则逐一断开负载A、B、C、D，当断开某一负载，电源变压器恢复正常时，说明此负载有短路故障。负载全部断开后，电源变压器仍不能恢复正常，说明变压器本身有短路故障（见图1-7）。

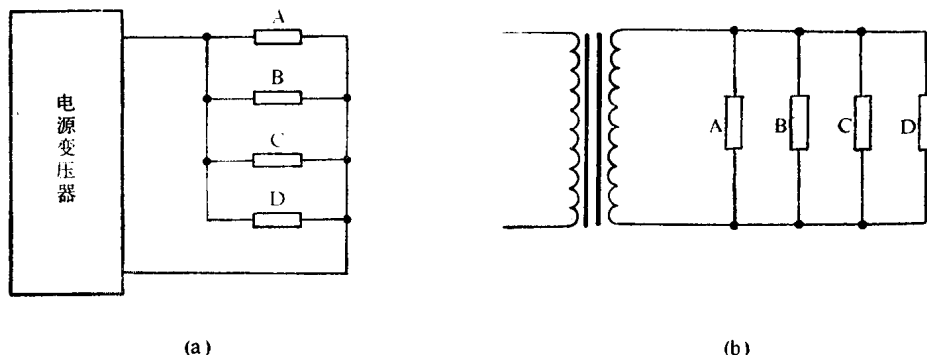


图 1-7

若怀疑电路中某一电解电容出现故障时，可用下列方法检查（用500型万用表的 $R \times 1$ 档）。

正常时，电解电容充电幅度大，约等于欧姆表满刻度的 $2/3$ ，充电后表针逐渐回转，最后电阻值约有70千欧左右。如有短路故障时，一般有下列二种测量结果（用500型万用表的 $R \times 1$ 档）。

1. 电解电容充电幅度小，表针很快停下来，电阻值有几千欧或十几千欧，说明某一支路有短路故障或滤波电容有严重漏电，可采取分割方法对各支路进一步检查。

电容不充电，且阻值很小，如只有几百欧或近似等于零，说明滤波电路部分发生短路。

如果断开某一支路或某一电解电容后，表针所指示的电阻值有明显增大，说明短路故障一般在这一支路或这一电解电容。如果断开某一支路后，表针的指示值没有明显增大，再断开其它支路继续检查，逐步缩小故障的范围。

十一、电容旁路法

在检修有寄生振荡或寄生调幅等故障的仪器时，通常采用“电容旁路法”来检查和确定发生问题电路部分。具体方法是，使用一个适当容量和耐压的电容器，临时跨接在有疑问电路的输入端，使之对“地”旁路，以观察其对故障现象的影响。如果故障现象消失了，说明问题存在于前面各级电路中。反之，故障不消失，表明问题存在于本级电路。

一般情况，寄生调幅大都是由于整流电源的滤波电容器，或者是有关电路部分的电源输入滤波电容器和去耦电容器等变值、虚焊、断线所引起的。检查时，应选用相应工作电压和大容量的电解电容器，临时跨接在有疑问电容器的两端进行旁路，以观察其对故障现象的影

响。如果寄生调幅现象消失了,则说明有关电器元件有问题,必须加以重焊或更新。

十二、扩大量程法

在检修示波器、图示仪时,一般万用表没有这样高的电压档量程,需自制一种高压表和高绝缘的表笔(见图1-8)。将10个1兆欧姆电阻串联在万用表的正端子上,把万用表置于直流1伏档即可测试高压(满量程为10000伏,只指500型万用表,若用其它表则不同,可参阅表1)。

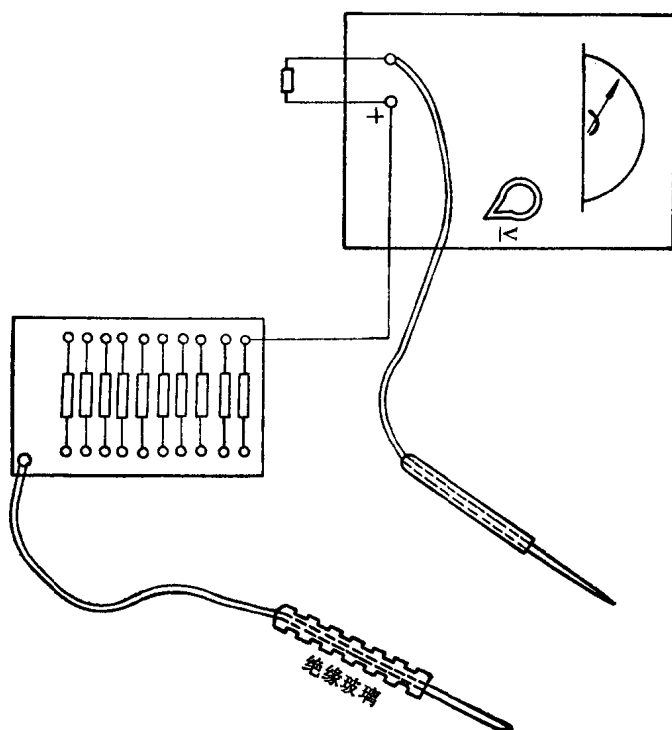


图1-8 自制高压表

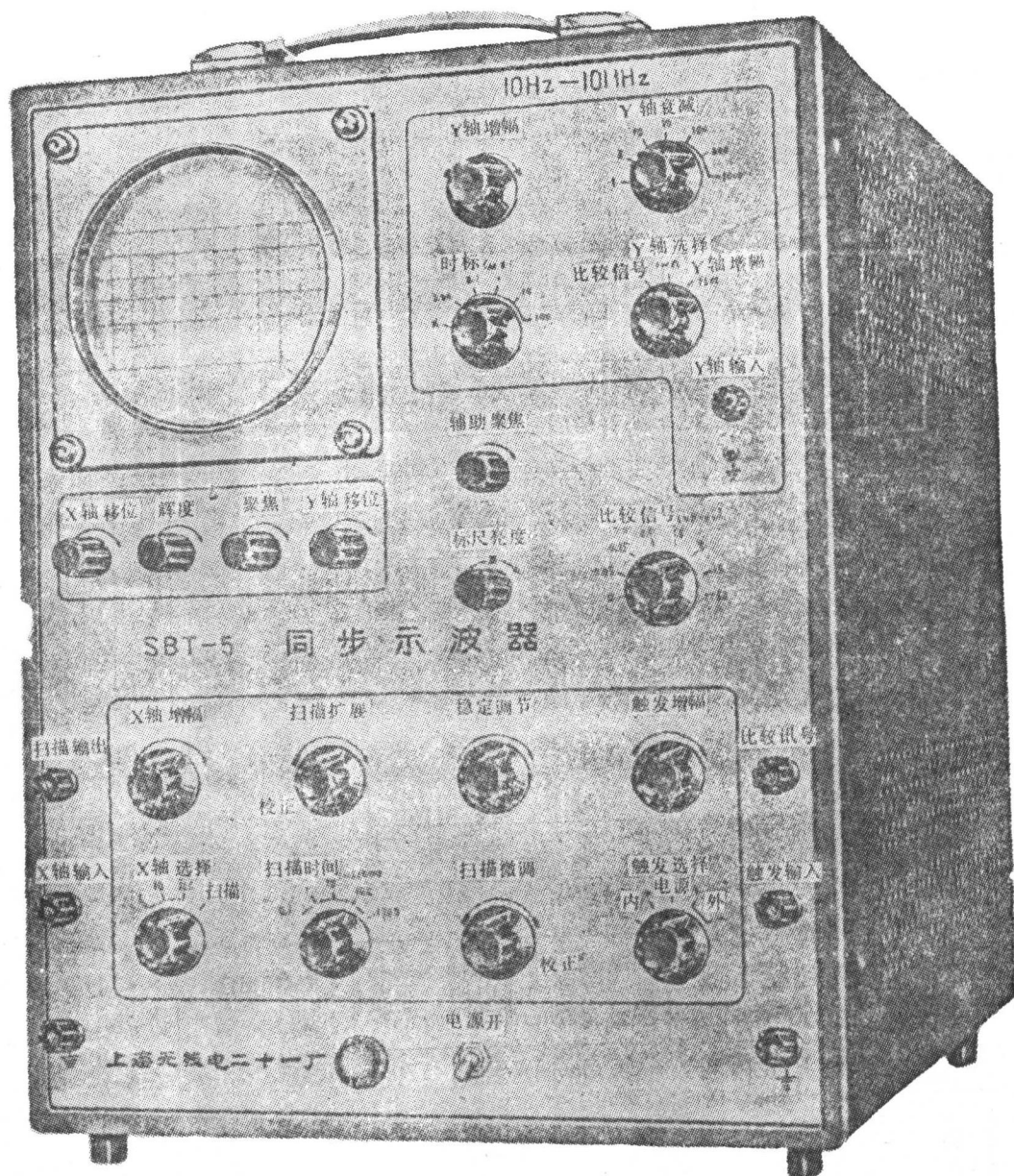
表1 不同表头内阻串、并联电阻数值表

表头灵敏度DCV	并 联 电 阻	串 联 电 阻
5k/V		$1\text{M}\Omega \times 10 (\text{RJ}; 2\text{W})$
10k/V	$1\text{M}\Omega$	$1\text{M}\Omega \times 10 (\text{RJ}; 2\text{W})$
20k/V	$610\text{k}\Omega$	$1\text{M}\Omega \times 10 (\text{RJ}; 2\text{W})$
50k/V	$560\text{k}\Omega$	$1\text{M}\Omega \times 10 (\text{RJ}; 2\text{W})$

注意事项:

1. 10个1兆欧姆电阻,不能用1个10兆欧姆电阻或2个5兆欧姆电阻代替,否则高压会将电阻击穿,除非是特种高压电阻。

2. 使用高压表笔要装在直径5毫米玻璃管内,或装在有机玻璃管内(最好用聚四氟乙烯),否则高压会将表笔击穿。

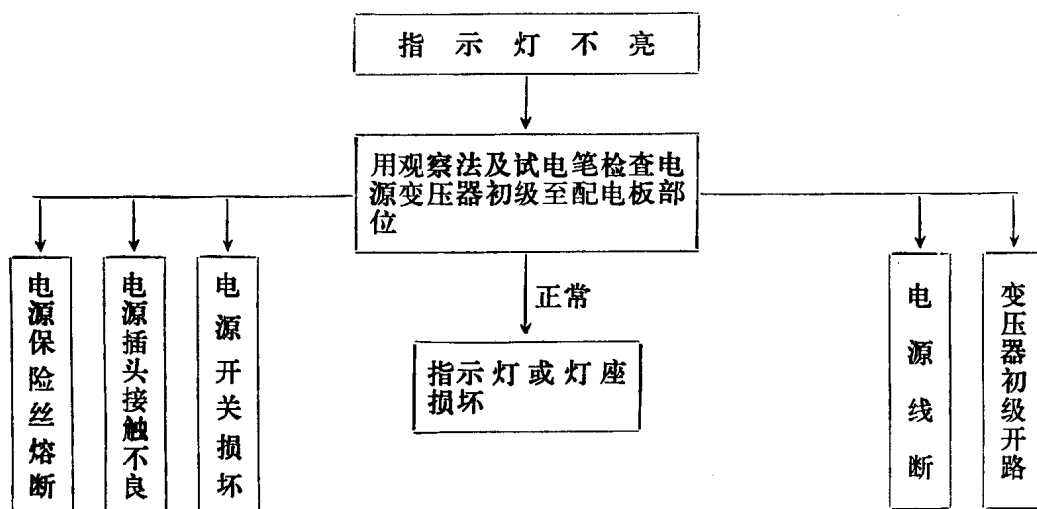


SBT-5 同步示波器外形图

第二章 SBT-5型通用示波器的检修

2-1 低压电源系统

(2-1-1)



(2-1-2)

