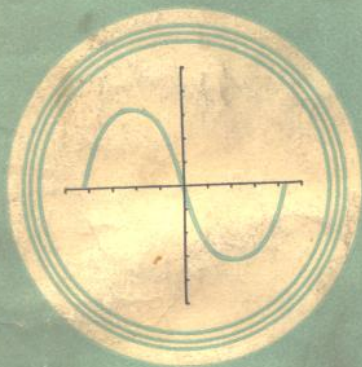




张乃国编

常用电子仪器的 调整和修理



中国工业出版社

73.6
550

常用电子仪器的調整和修理

张乃国 編

2603/5

中国工业出版社

本书主要叙述常用电子仪器，如电子管电压表、音频振荡器、直流电子稳压器和电子射线示波器等调整、修理和使用方法。并对常用电子仪器的基本结构，如整流、放大和振荡等部分也作了初步介绍。

读者对象：可供使用和维修电子仪器的工程技术人员、技术工人阅读。

常用电子仪器的调整 and 修理

张乃国 编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修德园路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ ·印张 $4 \frac{3}{8}$ ·字数84,000

1964年4月北京第一版·1964年4月北京第一次印刷

印数0001—16,210·定价(科四)0.48元

*

统一书号：15165·2975(水电-404)

前 言

电子仪器在我们国家里被广泛应用于工业生产、科学研究和数学实验等方面，已经成为不可缺少的设备。

常用电子仪器的结构基本上是以整流、放大和振荡等部分组成，本书对这些部分分别作了初步介绍，然后着重叙述常用的电子仪器：电子管电压表、音频振荡器、直流电子稳压器，以及电子射线示波器的调整和修理方法。为了便利初用此类仪器的读者，首先介绍了这些仪器的使用方法和一般调整修理步骤，并在最后叙述了电子线路在工艺上如何防止干扰和噪声，以及调整修理工作时安全操作问题。

本书以实用为主，在说明一些现象时引入必要的分析。凡初步了解无线电基本知识者都能阅读，可供技术人员、技术工人和初学者参考。

在编写过程中，曾蒙吴白纯先生对原稿进行审阅，并提出许多宝贵意见，谨此致谢。

由于本书是业余时间编写，介绍的仅是一些实际工作中的体会。限于编者理论水平和工作经验不足，一定会有不妥当的地方，希望读者批评指正。

张 乃 国

1963年8月

目 录

前 言

第一章 电子线路的一般调整和修理步骤	1
§1-1 电子设备的功用概述	1
§1-2 电子线路的一般分析方法	2
§1-3 电子线路一般调整和修理过程	3
第二章 常用的仪器及其使用方法	6
§2-1 使用万用表时的几点注意事项	6
§2-2 电子管电压表的使用方法	8
§2-3 信号发生器的使用方法	10
§2-4 电子示波器的使用方法	11
§2-5 其他常用仪器的简单介绍	16
第三章 整流器的调整和修理	19
§3-1 电子管整流器	19
§3-2 硒片和氧化铜整流器	23
§3-3 倍压整流器	24
§3-4 有负压输出的整流器	26
第四章 电子管放大器的调整和故障修理	26
§4-1 放大器的主要技术指标	27
§4-2 常用类型放大器的结构	29
§4-3 放大器的测试和异常现象的消除	36
第五章 电子管振荡器的调整和修理	43
§5-1 振荡器的应用举例	43
§5-2 振荡是怎样产生的	46
§5-3 LC和RC振荡器的结构	48

000000

§5-4	振蕩器的調整和異常現象的消除	53
§5-5	振蕩器的校準和刻度	56
第六章	電子管電壓表的調整和修理	58
§6-1	綫路結構和工作要求	58
§6-2	調整和校準	65
§6-3	常見故障的修理	70
第七章	直流電子穩壓器的調整和修理	75
§7-1	常見的幾種典型綫路	75
§7-2	穩壓綫路的測試和調整	81
§7-3	異常現象的消除和故障修理	83
§7-4	成品試驗	88
第八章	電子示波器的調整和修理	90
§8-1	示波器的組成部分及其主要特點	90
§8-2	電源、亮度、聚焦、位置調節部分的調整和修理	95
§8-3	掃描及時標綫路的結構特點和調整方法	99
§8-4	掃描及時標綫路異常現象和故障的消除	108
§8-5	示波器中放大器的調整和故障消除	114
§8-6	各部分組合調整	117
§8-7	示波器技術指標的試驗方法	118
第九章	電子綫路中如何防止干擾和噪聲	122
§9-1	干擾和噪聲的檢查方法	122
§9-2	外界干擾和空間電磁場所產生的干擾	123
§9-3	交流聲的消除	124
§9-4	電源和接地回路的干擾	127
§9-5	元件產生的干擾和噪聲	129
§9-6	寄生振蕩現象的消除和高阻抗回路的裝配	130
第十章	調整和修理時的安全操作	131
附錄	本書中用到的電子管與我國型號對照表	

第一章 电子线路的一般 調整和修理步驟

§1-1 电子设备的功用概述

电子线路是由一些无线电元件，如电阻、电容、电子管等组成。由于用不同参数的元件连接成不同的线路，可以得到不同的功用。如果做成仪器，就称为电子仪器，如电子管放大器、电子管振荡器、电子示波器等。

电子设备用途很多，尤其现代电子工业飞速发展，用途愈来愈广泛，可以说它在任何一个部门都有应用。

例如，用电子器件可以转换能量，把交流电变成直流电，以得到直流电能，供应电车、电镀、电子管等设备需要。可以把频率由低变高或由高变低。用电子器件产生超声波可以探伤……。用在机械上进行金属加工、机械拖动。产生热能用在高频电炉、电焊。

特别是近代电子计算机的出现，电子设备广泛用在自动控制方面。在国防、通讯和医疗上也有很广泛的应用。

把电子器件用在测量上，由于电子的质量极小，灵敏度很高，可以相当准确的测量出电量的大小和变化，尤其用电子线路能把极微小的变化放大，就更扩大了它的应用。它不但能对电量进行测量，而且若能把非电量，如温度、速度、压力的变化转换成电量的变化，那么用电子仪器同样也可以进行量测。可以说对于很多物理量都能用电子仪器量测。

§1-2 电子线路的一般分析方法

无论一个线路多么复杂，但都是由一些基本的环节组成。在调整电子线路时，首先要了解它有那些基本环节或构件，明确它们的功用，我们就可以按次序分部件的进行调整。每一部分能调整到正常工作，再把各部分组合在一起进行校准，在外壳和面板上进行一些加工，那么就可以做出一台完整的电子仪器来。

为了明了电子仪器的线路结构，常常把基本构件用方框图表示。譬如，常用的阴极射线示波器的主要部分可画成如图1-1的方框图。图中分压器供给调节亮度和聚焦的高压电源，扫描发生器产生锯齿波电压经过水平放大器加到水平偏

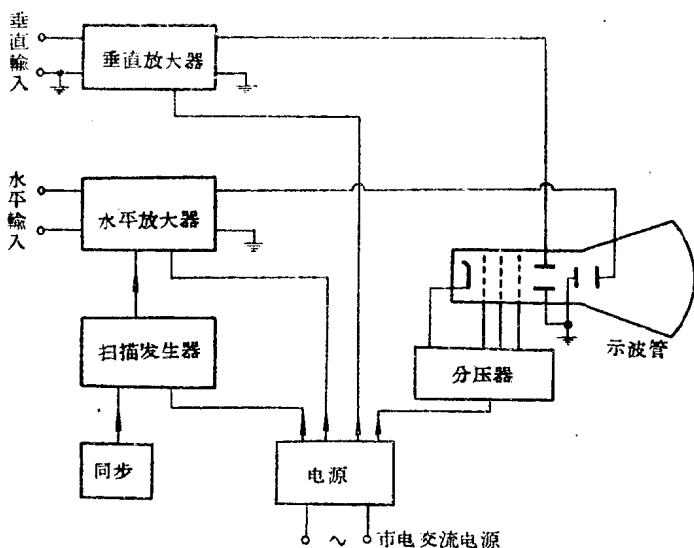


图 1-1

轉板做時間基綫，被測電量接至垂直放大器加到垂直偏轉板，這樣在示波管螢光屏上就可以觀察到被測電量波形的變化。

可見用方框圖可以把複雜的示波器綫路簡化成幾個基本環節來看待。

這種分解的方法可以幫助我們分析綫路各部分的作用，不至於一看上去被一片電阻電容電子管的符號所迷惑。

從上面和以後的分析可以看出：儘管各種電子綫路的功能是多種多樣的，但是它們的基本環節却是相仿的，差不多總是由放大器、振蕩器、電源再加上一件或幾件特殊用途的元件構成，因此如果能了解它的基本環節的性能，掌握其調整方法，那麼對各種電子儀器，即使它們類型不同，但總是找到調整和修理的門路。這裡我們先討論幾種主要基本環節綫路的調整方法。

§1-3 電子綫路一般調整和修理過程

一、一般的調整程序

按設計綫路裝配完畢(或裝配完一個環節)後，調整的程序一般可以這樣進行：

1. 首先應了解這台儀器的功用和技術要求，分析綫路的各部分關係和作用；
 2. 着手進行各個環節的測試和調整，使其達到技術要求；
 3. 把各環節組合起來進行總調、校準；
 4. 最後對整個儀器進行鑑定性試驗給出技術數據。
- 所謂調整就是經過測量和試驗適當修改電路參數，消除

一些弊病，使其滿足工作要求。

二、在調整開始時應該遵循下列具體步驟

1.按原理綫路圖檢查綫路連接是否正確。查綫這步工作相當重要，如有一點疏忽就會造成不正常工作，如果誤認為原理設計的不對而亂改一氣，將會造成很大損失。由於綫路接錯沒有查出，忙於加上電源很可能使元件損壞。查綫要先從電源部分開始，放大器先從輸入端開始。對於每個管座可按柵極、陰極、陽極的次序檢查。查綫時應注意：

(1)先大致了解主要元件布置，尤其各電子管位置；

(2)導綫種類的使用是否正確，如地綫、軟綫、硬綫、屏蔽綫等；

(3)元件數值是否正確，以及電阻的瓦數、電容的耐壓值、電解電容的極性等有無差錯；

(4)焊點是否牢固，這點很重要，如有虛焊點會造成接觸不良，如未經查出將給測試工作帶來很大麻煩。可用尖嘴鉗對每個焊點拉一拉看是否鬆動。應使每個焊點的焊錫熔合填滿接觸處的縫隙。

2.查綫無誤以後，先測量一下直流高壓電路與地綫之間的電阻值，如果有短路或電阻很小的現象，應再次檢查有無誤接地或元件早已損壞（如濾波電容原已击穿或極性接反等）。

3.在不插電子管的情況下加上市電電壓的一半（用調壓器），如果市電電壓為220伏先調到110伏處，注意電路有無異常現象，量一下變壓器副邊高壓綫圈及燈絲綫圈是否是額定值的一半，如一切正常就繼續加至220伏。這時測量一下整流管的陽極電壓及各管的燈絲電壓。

4.先插上整流管，注意各元件工作是否正常（詳見第三章），如无异常現象就量測已經有直流电压的各處，如滤波器的輸入和輸出，各电子管阳极、屏柵极等点有无电压。

5.再插上其他环节电子管，量測各脚电压数值与設計数据相比較是否符合。最好先測柵极电位（如系自生柵偏压，可測阴极电位），如果电压数值相差不大，表明工作状态是正常的。

下一步就进行測試校准等步驟。至于各种类型綫路发生的异常現象和消除办法将在以后各章詳細敘述。

三、故障原因的寻找

对于檢修电子仪器的工作，如同医生看病一样，必須先問清症狀，經過診察，定下診斷再对症下药，而这其中主要是診斷一步。电子仪器修理的關鍵同样在于找出損坏地方，予以修理或更換。具体步驟大致是这样：

1.先要了解仪器的損坏情形和現象，能知道損坏的部分更好。了解病情后再动手，不要貿然加上电源，这样在异常情况下工作可能使病情扩大或造成意外的損失。如滤波电容已击穿，但可能原来的整流管还未損坏，若这时加上电源就可能使整流管或变压器燒燬。当然对于一些失真、調节不灵等弊病是可以先接通电源看看現象。

2.参照原理图和装配图找出原因。这两个图很重要，至少应有原理图以便分析，这可以索取仪器說明书。如沒有图最好按照仪器接綫描下图来或仅描下損坏部分，这虽然很費事，但往往是很必要的。这样可以較快的分析出造成弊病的原因。

3.根据估計的原因，用仪表測量电子管工作点是否正

确，檢查有否断綫、接触不良、元件损坏等情况，必要时用示波器檢查各点波形是否正确。如系放大器可适当輸入一个信号观察各級工作情形，有无失真、振蕩現象等。如果已积累了一些經驗的人往往可以根据現象直接找出原因。为了能迅速的找出故障原因，最好在仪器正常工作时，将各点工作电压測記下来，必要时測繪一下波形，以备损坏时对照分析。

4. 檢查出原因，應該說已經完成了一大半工作，剩下的就是針對病情进行修理——改变参数或配換修补元件。

修理工作是很瑣碎的，必須耐心从事。修理完后对修改的地方进行清洁整理工作（除尘、擦掉焊药、清除碎錫、旋紧螺母等），以保持仪器原有的整洁。重新罩起外壳再經過一次試驗，能工作正常才算完事。

这只是一般步驟，当然对具体問題还要具体分析和安排。如果需要对整个仪器詳細檢查，可按調整程序逐步进行。

第二章 常用的仪器及其使用方法

調整和檢修电子設備时，必須有仪器仪表的帮助，它們像人的眼睛一样，用来发现和寻找故障。为了給初用此类仪器的人以方便，这里介紹几种常用仪器，并着重提出其使用方法和使用时常犯的毛病。

§2-1 使用万用表时的几点注意事項

万用表(也称万能表或繁用表)是調整和檢修工作人員的最好助手，它能測量多种范围的交流电压、直流电压、直流

电流(也有的表能测交流电流)、电阻等用途。其实万用表就是一只微安表(几十微安或 100 微安表)配上分压电阻、分流电阻和电池、整流器等元件构成,由于测量范围广泛,随手使用很方便。

这里想着重提一下使用万用表时几点注意事项:

1. 每次用表测量前先冷静想一下要测什么,估计被测数值大致量级,再拨转旋钮至对应的测量种类挡头,其量程放置在比估计测量值要大一些或放最高量程挡,切忌不动脑筋拿起试笔就去量,结果原来旋钮位置是低量程或电阻挡,触到高压上,仪表立即就会损坏。

2. 测量线路中的电阻或电容时,一定要把与该零件连接的其他零件焊掉再行测量,以免影响测量的准确。量测电解电容器漏电电阻时,先将其正负短路一下再接入仪表,初接入仪表时指针可能向零点偏转,这是电表中的电池向电容充电,待指针稳定后再读数,如一直指示为零,表明电容已击穿损坏;如仪表一直指 ∞ ,则为断路。

3. 用“输出电压”端测量音频电压时,拨至交流电压适当量程。如换算成功率或分贝值可用下式:

$$\text{算成功率} \quad P = \frac{U^2}{Z},$$

式中 Z ——负载阻抗,欧;

$$\text{算成分贝} \quad db = 20 \lg \frac{U_2}{U_1},$$

式中 U_1 ——增强或衰减以前的电压;

U_2 ——增强或衰减以后的电压。

其他一些单用途的电表,如电压表、毫安表,在使用时只要注意它的量程和极性就行了,如测高频电流时应当用

高周电流表。

§2-2 电子管电压表的使用方法

电子管电压表一般有两种：单用式和繁用式。单用式常为专用测量交流电压，频率范围很宽，而且测量范围广，可以低达10毫伏，高达300伏。繁用式如图2-1为GB-1型电子管电压表面板图，它可测下列各种数值：

交流电压：0.1伏~300伏，分6挡；

高频电压：30周~25兆周，用交流电压刻度，附有高频探头；

直流电压：可测到1000伏；

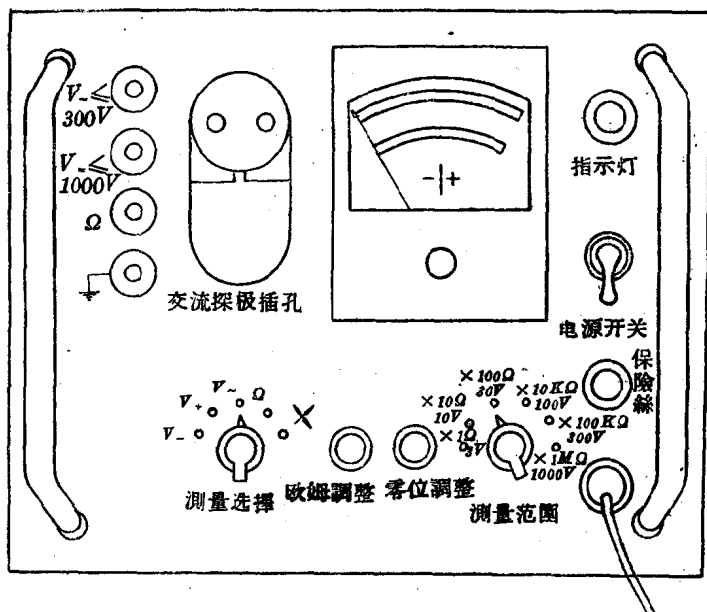


图 2-1

直流电阻：0.1欧~1000兆欧，分挡与测直流电压相同。

用电子管电压表的优点是有较高的输入阻抗，有宽阔的频率范围，可量微小电压，很适合检验和修配工作。

使用时应注意：

1. 先把“测量范围”转换开关拨至较大位置，插上电源，稍候五分钟左右，这时指针可能做一次较大偏转，但马上返回零点。如长时不能返回零点，则需拉开电源检查原因。

2. 拨“测量选择”开关与被测电压种类相同（如测交流电压拨至 $V_{\sim}$ ），选择适当量程范围将输入两端短接，借助于“零位调整”钮使电表指零。打开短接线，输入被测电压（注意地端接在一起）。每改换一次量程都需调整一下零点，以使测量结果准确。

3. 直流电压分“ V_{+} ”和“ V_{-} ”。正负是对地（机壳）而言，两者分别用于测量正、负电压，接线端均为“ V_{-} ”和“ $\perp$ ”。这样改变极性很方便。需要注意的是用“ V_{-} ”时，被测电压的正极是接机壳的，要谨防触电。

4. 测量交流电压接线端用“ $V_{\sim}$ ”和“ $\perp$ ”。如测高频交流电压须用探头触及被测处，以避免输入电路内分布电容和电感的影响。

5. 测量电阻时将“测量选择”开关拨至“ Ω ”挡，这时指针指向满刻度，用“欧姆调整”钮调至 ∞ 处，将“ Ω ”和“ $\perp$ ”接线端短接，指针退向零点附近，再用“零位调整”钮调至零处，如此循环调节2~3次。每改换量程都要按此手续调整。如在 $R \times 1$ 挡不能调到 ∞ 处，表明内部电池需要更换。做电容器绝缘电阻测量时，用法与万用表相同。

6. 有些表可作中心零位指示（国产GB-1型电子管电压表有此挡）。选择开关拨向“ ∇ ”，指针偏向刻度中心，用“零位

調整”鈕調至正中心。接綫端為“ V_{-} ”和“ $\perp$ ”。接入直流信號時，指向正或負即為被測信號的極性。作指示交流中心零位用“ $V_{\sim}$ ”和“ $\perp$ ”端，輸入信號後指針偏轉表明不是零位。使用時可用測量範圍開關選擇適當靈敏度，以免指針打過量程。

電子管電壓表的綫路結構可詳見第七章。

§2-3 信號發生器的使用方法

信號發生器能夠產生各種高低不同頻率的信號電壓或功率，一般分為兩種：能產生20赫到20千赫的振蕩器（也有的到200千赫），稱為音頻信號發生器或音頻振蕩器；100千赫以上的振蕩器稱為高頻信號發生器。

信號發生器能夠發出穩定的振蕩信號，用做標準頻率來檢驗放大器對不同頻率信號輸入時的工作情況（即所謂頻率特性），例如檢驗收音機調諧回路和中頻放大級等。

音頻振蕩器如圖2-2所示，它為音訊-1甲型音頻訊號產生器面板圖，用波段開關轉換頻段，一般分為20~200, 200~2K, 2K~20K三擋或再有20K~200K(赫)的第四擋，這樣各頻段可以做到共用同一個刻度盤。另有頻率細調，來微調頻率輸出。用电位器調節輸出電壓幅度並通過儀表指示（伏數或分貝數）。常用的只能輸出電壓信號，不能取用功率。裝有功率輸出的振蕩器一般可輸出功率5瓦左右。“輸出衰減”開關用以衰減輸出電壓的幅度。

使用方法：把振蕩器正常開啟後，預熱一分鐘。如系測試放大器的頻率特性時，將振蕩器輸出接到放大器輸入端（最好用屏蔽綫連接或使接綫盡短），選擇適當的輸出電壓幅度，在放大器輸出端接一電子管電壓表，頻率由低調到高，

看放大器輸出端电压讀数变动情况是否符合工作要求。使用时，調節阻抗選擇开关使輸出阻抗与負載阻抗大致匹配。用衰减器和微調旋鈕取得合适的輸出电压幅度。調節頻率时，輸出电压可能有所变化，須經常注意監視和調節。

音頻振蕩器的綫路結構可詳見第五章。

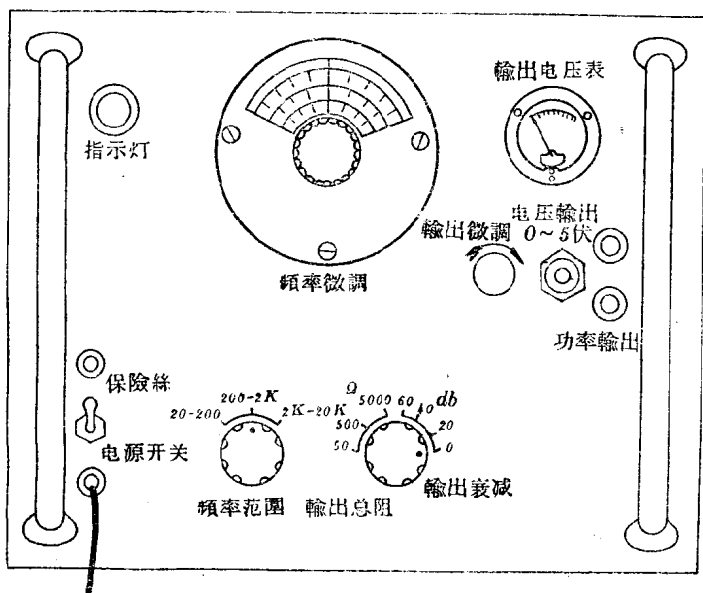


图 2-2

§2-4 电子示波器的使用方法

示波器可以说是一种用处較多的仪器，它可以观察或记录电的瞬时变化，用它观察到的现象沒有估計和猜度，沒有忽略掉运用中的小变化。它所表示的是被测量的实际行为。它具有反应快，使用便利，对被测量影响小等优点，因此在放大器、振蕩器、脉冲綫路等测试和調整工作中是一个不可