

常用电子仪器仪表使用与维修

彭妙颜 黄 岚 编著



广东科技出版社

常用电子仪器仪表使用与维修

彭妙颜 黄 岚 编著

广东科技出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电子仪器仪表使用与维修/彭妙颜等编著.

—广州: 广东科技出版社, 1998. 2

ISBN 7-5359-1881-6

I. 常…

II. 彭…

III. 电子-仪器-维修

IV. TM93

出版发行: 广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码: 510075)

E-mail: gdkjwb @ ns. guangzhou. gbm. com. cn

经 销: 广东省新华书店

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广东番禺印刷厂

(番禺市桥环城西路工农大街 邮码: 511400)

规 格: 787×1092 1/16 印张 18 插页 15 字数 43 万

版 次: 1998 年 2 月第 1 版

1998 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 0001—5 000 册

ISBN 7-5359-1881-6

分 类 号: TM·13

定 价: 28.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书介绍常用电子仪器仪表——万用电表、电子电压表、稳压电源、信号发生器、电子示波器、失真度仪、元件参数测量仪、数字电压表、数字频率计、晶体管特性测试仪和频率特性测试仪等的结构、原理、使用与维修。重点介绍电子仪器仪表常见故障的分析、修理和调试步骤及方法。本书适合电子仪器仪表操作使用和维修管理人员阅读,亦可作为大专院校相关课程的教学参考资料,并可供中等以上文化程度的人士作自学之用。

前 言

随着我国电子工业的发展,电子测量仪器仪表的种类与日俱增,应用范围日益广泛。在教学、科研、生产、维修等部门从事与电气、电子相关专业的广大技术工作者,经常要用到各种各样的电子测量仪器仪表。因此,熟练地掌握仪器仪表的使用方法和维修调试技能,是十分必要的。

本书讲述常用电子仪器仪表的基本结构、工作原理、使用方法和维修方法。全书共分十二章:第一章概述,主要介绍维修电子仪器仪表的一般程序和基本方法;第二章至第十二章分别讲述万用电表、电子电压表、稳压电源、信号发生器、电子示波器、失真度仪、元件参数测量仪、数字电压表、数字频率计、晶体管特性测试仪和频率特性测试仪等11种常用的电子仪器仪表。

对上述各种仪器仪表的讲述,都是首先介绍其功能、分类、结构和基本原理,然后选择一些具有代表性的型号产品作为例子,详细讲述其技术特性、电路原理、使用方法和故障维修方法。

本书在广泛收集国内外有关资料的基础上,结合笔者长期从事教学工作和维修实践的体会编写而成。内容侧重于电子仪器仪表的维修方法,对原理的扼要讲述主要是为维修打基础。编写中力求做到理论结合实际,通俗易懂,并列举大量的常见故障作为检修实例,阐明维修各类电子仪器仪表的具体步骤,对故障原因作详细分析并详细介绍修理调试方法。本书的原稿曾作为广州大学“应用电子”专业开设《电子仪器设备原理与维修技术》课程的教材使用多年。此次出版本书之前,作者又在原稿基础上作了大量补充修订,使全书的内容得到进一步充实,读者适应面更广。本书可供电子仪器仪表操作使用和维修管理人员阅读参考,亦可作为大专院校相关课程的教学参考材料,并可供有中等以上文化程度的人士作自学之用。

本书第一章至第八章主要由彭妙颜执笔,第九章至第十二章主要由黄岚执笔。广州大学电子工程系对本书的出版给予了大力的支持和帮助。

由于编者水平所限,不妥之处,祈望广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一章 概述	1
第一节 检修仪器的基本程序	1
第二节 故障检修的基本方法	4
一、直接观察法	5
二、电压测量法	6
三、电阻测量法	7
四、器件替代法	8
五、信号寻迹法	9
六、观察波形法	11
七、触击检查法	12
八、模拟检查法	13
九、分割电路法	13
十、短接旁路法	14
十一、整机比较法	15
十二、参数测量法	15
十三、改变现状法	15
第二章 万用电表	17
第一节 概述	17
一、万用电表的基本结构	18
二、万用电表的工作原理	18
第二节 500 型万用电表	23
一、技术特性	23
二、工作原理	23
三、故障检修	27
第三节 万用电表常见故障分析	29
一、直流电流部分	29
二、直流电压部分	31
三、交流电压部分	31
四、直流电阻部分	32
第三章 电子电压表	34
第一节 概述	34
一、单级电子电压表	34
二、放大—检波式电子电压表	34
三、检波—放大式电子电压表	35
四、外差式电子电压表	35

五、变流式电子电压表	35
第二节 GB—9B 型电子管毫伏表	36
一、技术特性	36
二、工作原理	37
三、使用方法	37
四、故障检修	39
五、调试校准	41
第三节 DA—16 型晶体管毫伏表	41
一、技术特性	41
二、工作原理	42
三、使用方法	46
四、故障检修	46
五、调试校准	47
第四节 HFJ—8 型超高频晶体管毫伏表	48
一、技术特性	48
二、工作原理	49
三、使用方法	51
四、故障检修	52
五、调试校准	52
第四章 稳压电源	53
第一节 概述	53
一、稳压原理	53
二、提高稳压性能的措施	54
三、稳压电源的使用和测试	56
第二节 JWY—30C 型直流稳压电源	58
一、技术特性	58
二、工作原理	58
三、使用方法	59
四、故障检修	59
第三节 WYJ—6A 型直流稳压电源	61
一、技术特性	61
二、工作原理	61
三、故障检修	62
第四节 614B 型交流稳压器	64
一、工作原理	64
二、故障检修	68
第五章 信号发生器	72
第一节 概述	72
第二节 XD—2 型低频信号发生器	72
一、技术特性	72
二、工作原理	73

三、使用方法	76
四、故障检修	77
第三节 XFD—6 型低频信号发生器	79
一、技术特性	79
二、工作原理	80
三、使用方法	80
四、故障检修	81
第四节 XG—25S 型立体声调频调幅信号发生器	82
一、技术特性	82
二、工作原理	83
三、使用方法	85
第五节 XFG—7 型高频信号发生器	86
一、技术特性	87
二、使用方法	87
三、工作原理	90
四、故障检修	94
第六节 AT—101 型模拟电路实验仪	96
一、技术特性	96
二、使用方法	97
三、工作原理	97
四、调试校准	98
五、故障检修	99
第六章 电子示波器	101
第一节 概述	101
第二节 SR—8 型双踪示波器	102
一、技术特性	102
二、使用方法	107
三、工作原理	113
四、故障检修	124
五、调试校准	140
第七章 失真度仪	146
第一节 概述	146
第二节 SZ—1A 型失真度仪	147
一、技术特性	147
二、工作原理	148
三、故障检修	150
四、调试校准	155
第三节 BS 3 型失真度仪	158
一、技术特性	158
二、工作原理	158
三、使用方法	159

四、故障检修	160
第八章 元件参数测量仪	162
第一节 概述	162
第二节 QS 18A 型阻抗电桥	170
一、技术特性	170
二、工作原理	170
三、使用方法	174
四、故障检修	178
第三节 101 型阻抗电桥	180
一、技术特性	180
二、使用方法	181
三、工作原理	183
四、故障检修	186
第四节 ZL 6 型 LCR 数字式自动测量仪	189
一、技术特性	189
二、原理简述	189
三、使用方法	190
第五节 QBG—3 型 Q 表	191
一、技术特性	192
二、使用方法	192
三、工作原理	194
四、故障检修	197
五、调试校准	201
第九章 数字电压表和数字万用表	204
第一节 概述	204
一、结构类型	204
二、数字电压表的测量原理	204
三、功能扩展	207
第二节 PZ—8 型直流数字电压表	208
一、技术特性	208
二、使用方法	209
三、工作原理	210
四、调试校准	212
五、故障检修	212
六、检修实例	213
第三节 DT—830 型数字万用表	215
一、技术特性	215
二、使用方法	216
三、工作原理	217
四、调试校准	223
五、故障检修	224

六、检修实例	225
七、数字万用表故障检查注意事项	228
第十章 数字式频率计	229
第一节 概述	229
一、数字式频率计的结构和分类	229
二、测量原理	232
第二节 E312 型数字式频率计	234
一、技术特性	234
二、使用方法	236
三、工作原理	237
四、故障维修	243
第十一章 晶体管特性测试仪	249
第一节 概述	249
一、结构类型	249
二、测量原理	250
第二节 XJ4810 型晶体管特性测试仪	251
一、技术特性	251
二、工作原理	251
三、使用方法	253
四、调试校准	254
五、故障检修	256
六、故障检修实例	258
第十二章 频率特性测试仪	261
第一节 概述	261
一、频率特性测试仪的结构	261
二、测量原理	261
第二节 BT4 型低频频率特性测试仪	263
一、技术特性	263
二、使用方法	263
三、工作原理	264
四、调试校准	267
五、故障检修	268
六、检修实例	269
第三节 BT3 型高频频率特性测试仪	270
一、技术特性	270
二、使用方法	271
三、工作原理	272
四、调试校准	274
五、故障检修	275
附录 常用电子仪器仪表电路图	277

第一章 概 述

随着电子技术的发展,在生产、科研、教学及其它领域中越来越广泛地要用到各式各样的电子仪器仪表——从简单的万用表、毫伏表,到比较复杂的电子示波器,直到各种自动化测量仪器仪表。对于任何一位电气或电子专业的工程技术人员,每天都要面对各类电子仪器仪表,难免会遇到各种问题或故障,需要动手维护或调校,他们如能掌握常用电子仪器仪表的原理及维修技术,对工作将大有帮助;而且,对于已掌握电工和电子技术基础知识的人员来说,掌握一般常用电子仪器仪表的原理和维修技能也并不困难。我们希望本书能助他们一臂之力。

本书主要介绍目前在生产、科研和教学领域中最为常见的通用电子仪器仪表,包括万用表、电子电压表、稳压电源、信号发生器、电子示波器、失真度仪、元件参数测量仪、数字电压表、数字频率计、晶体管特性测试仪和频率特性测试仪等的原理、使用和维修方法。本书在内容叙述中作为范例而列出的仪器仪表的选型难免有一定的局限性,但由于电子仪器仪表的维修和调试方法有着许多共同的规律,若能对其中的某些常用型号的仪器仪表有所了解掌握,对其他型号相近的仪器仪表也应能触类旁通。

为了帮助读者掌握维修电子仪器仪表的基本知识,本章首先介绍检修电子仪器的一般步骤,并以一个通用的电子电路(多级放大电路)为例,较详细地介绍检查判断电子电路常见故障的基本方法。我们祈望读者能通过阅读本书,理解和掌握这些有关仪器仪表检修的程序和方法,并对文中未涉及的故障也能迎刃而解。

第一节 检修仪器的基本程序

像所有的电子产品一样,电子仪器在使用一定时间后,或者是由于维护和使用不当,仪器内部的元器件、电源变压器等都有可能出现衰老、变值、漏电、击穿、开路或接触不良等问题,导致仪器性能下降和出现各种故障,而必须进行检修。

检修仪器是一项对检修者在理论与实践方面都要求较高的技术工作,检修者既不能单凭经验,也不能靠“纸上谈兵”,更不能瞎摸乱碰以图侥幸成功。否则将一无所获,甚至越修越坏。要做好电子仪器的检修工作,必须具备一定的电工和电子线路的理论知识,并了解和掌握仪器的基本结构、原理和正确的使用方法,此外,还应遵循一定的检修程序。通常,可将电子仪器的检修程序归纳如下:

一、了解情况

检修仪器就像医生给病人看病一样,首先要了解病情,即需在动手对仪器检修之前了解仪器发生故障的经过及原因,以及故障的表现情况,这对于分析和检修故障很有帮助。

二、观察现象

检修电子仪器要首先从观察故障现象入手,对待修的仪器进行定性测试和定量分析,再进一步观察和记录故障的确切现象与轻重程度,这对于判断故障的性质和发生毛病的部位很有帮助和启发;对于烧保险丝、跳火、冒烟、焦味等故障现象,更要小心行事,以防故障扩大而给检修增加难度。

三、表面检查

表面检查是指在不通电的情况下作检查,检查方法应从表及里进行。先检查待修仪器面板的开关、旋钮、刻度盘、插头、插座、接线柱、表头和探测器等是否有松脱、滑位、断线和接触不良等问题,如有发现异常当即先行修复。然后打开仪器外壳盖板,检查内部电路的元器件有无变色、异样,保险丝有无烧断,内部连接螺丝有无松脱等不正常现象。一经发现应先予以修复,待表面故障排除后方能进入通电检查程序。

四、了解和熟悉工作原理

经初步表面检查后,即可对仪器的整机工作原理作进一步的了解;应认真阅读和研究仪器说明书所提供的技术资料——如电路结构、方框图和电原理图等,以便分析产生故障的可能原因,确定需要检查的电路部位和应测量的有关数据等。这项准备工作做得扎实细致,能对检修工作起事半功倍的作用。

五、测试参数

根据电子仪器的故障现象,从仪器工作原理出发,初步拟定出寻查故障原因的步骤、方法以及需要测试的参数,做到心中有数,这是检修工作中的一个重要程序。测试的内容主要包括各工作点的波形、电压及输入输出点的总体指标等,切记在刚加电时必须密切注意元器件有无异常现象,一旦发现有不正常现象应马上关断电源,以免故障扩大造成不必要的损失。

六、分析数据

根据测试所得的数据、波形及反应等进一步分析产生故障的原因和部位。通过反复的分析测试,确定仪器的完好部分和有故障的部分,再逐步缩小故障范围,直至查出损坏、变值或虚焊的故障元器件为止。这一测试、分析程序是检修电子仪器的整个过程中最关键费时而又最能反映出仪器维修人员的理论水平和实践能力的一个环节。

七、实施修理

根据上述分析推理,基本上可判断出故障部位,继而找出故障元器件,即可对该元器件或故障点着手进行必要的选配、更换、焊接、调整、修补或复制等整修工作,直至仪器恢复正常功能。

由于故障的复杂程度不同,上述第五节、第六节、第七节三个程序有时一气呵成,一次

成功;但有时可能要反复进行多次,甚至走些弯路,经历多次失败挫折,才能成功。这对维修人员的意志、能力、耐心和细心等素质也是一种考验。

另外,实施修理时要注意工艺的严谨和焊接的牢固,以确保仪器仪表能长期可靠地工作,避免故障复发等不良后果。

八、修后检定

对修复后的电子仪器要进行定性测试。首先粗略检测其主要功能是否恢复,功能是否齐全。对修整更新后的仪器在保持原仪器的主要技术性能前提下,还应进一步作定量测试,以便进行必要的调整与校正,保持仪器应有的测量精确度,使仪器能尽量恢复原来的性能指标。

九、维修纪录

一台仪器经修复后,在整个维修过程中维修人员或多或少都会有一定的体会,也积累了维修经验。为了能在理论和实践上不断提高,最好能作一些维修纪录,这些纪录既可作为维修者的经验积累,也可作为该台仪器的维修情况登记和档案资料,为今后仪器维修提供一定的参考。检修纪录的内容无统一的模式,表 1-1 为一种电子仪器检修纪录表格的范例,可供参考。

表 1-1 电子仪器检修记录表					第____号
名 称		型 号		价 格	
厂 家		机 号		资产编号	
委托单位		送修日期		检 修 费	
故障现象					
检测 结果					
原因 分析					
使用 器材					
修后 性能					
修复日期		检 修 人		验 收 人	

第二节 故障检修的基本方法

检修电子仪器的关键在于用适当的检查方法,发现判断并确定故障的部位和原因。发现和确定电子仪器故障原因的基本方法,一般可归纳为:直接观察、电压测量、电阻测量、器件替代、信号寻迹、波形观察、触击检查、模拟检查、分割电路、短接旁路、整机对比、参数测量和改变现状等。

为了使读者能较深入具体地了解检修电子设备的基本方法,下面将以多级放大电路——OTL 扩音机为例讲述。

OTL 扩音机的原理图和方框图分别见图 1-1 和图 1-2。

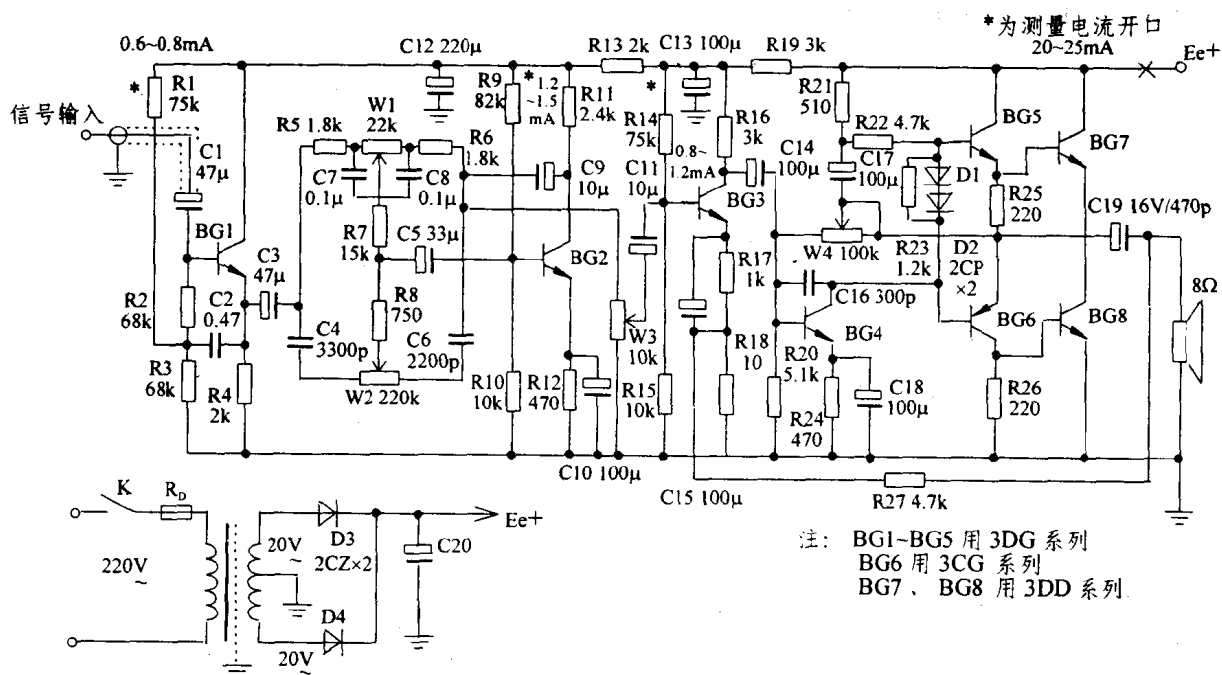


图 1-1 OTL 扩音机原理图

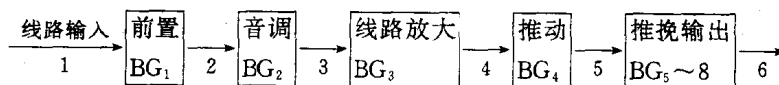


图 1-2 OTL 扩音机方框图

图 1-1 虽然不是什么很复杂的电路,但许多电子设备都由这些基本电路所组成,若能弄通其原理及维修技术,对其他类型的仪器也将会举一反三,迎刃而解。下面将侧重以图 1-1 为例,将电子设备常用的几种检修方法作一简要的介绍。

一、直接观察法

直接观察法是指不使用任何仪器,也不改动电路,而直接观察待修仪器外部和内部,发现问题并找到故障的检查方法。可分为不开机观察和开机观察两种。

不开机观察就是在待修设备不通电的情况下,观察仪器面板上的开关、旋钮、测试探头、连线、接口等元器件的状况,然后再打开仪器的外壳盖板,观察内部线路,及时发现诸如电子管漏气裂碎、元件脱焊、电容器漏液、变压器烧焦、晶体管断极等问题,这样不但可以排除某些故障,而且还可以预防一些故障的发生,所以不通电观察这一方法不可忽视。

如果在不通电观察时未能发现问题,或发现问题并已进行修复后,就可采用通电观察方法进行检查。为了避免仪器故障的扩大,以及便于重复观察,可使用自耦调压器(0~240V,500VA)逐步加压供电,参见图 1-3。

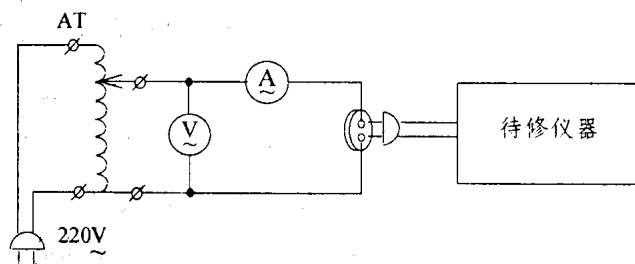


图 1-3 逐步加压检查连接图

在自耦调压器 AT 的输出端,应并联一个适当量程的交流电压表,以及串一个适当量程的交流电流表,然后使用带有夹头的导线,引接交流电源至被修电子仪器的电源插头上。通电观察时,应将被修仪器的电源开关扳到“通”部位,然后自“0V”开始逐步升高 AT 输出交流电压值,这时,既要注意电流表的指示,又要观察被修仪器内部有无异常现象发生。

通电观察的方法特别适用于检查跳火、冒烟、异味、烧保险丝等故障现象,这些故障通常发生在仪器的整流电路部分。在通电观察时,首先应注意整流管的工作状态,尤其是电子管整流电路,如果在升压过程中出现整流管的屏极发红、跳火,或者电解电容器发出“吱吱”的响声,或者电源变压器、电阻器等元件有发烫、发臭、发黑、冒烟、跳火等现象时,应立即切断仪器的电源,并将调压自耦变压器的输出电压退回到零位。如果一时还看不清损坏器件的部位,可再开机逐步升压观察。应当指出:通常在出现明显的故障现象之前,交流电流表的指示已有明显增大,因此,应特别注意电流表的指示不要超量限,否则会出现仪器

未修好反而烧坏电表的现象。

还应指出的是,在修理电子仪器仪表时不能单纯地调换某个损坏的元器件就算,而应进一步研读仪器的电原理图,搞清损坏元件的部位和作用,从而分析导致元器件损坏的原因及其可能涉及的范围,查出导致故障发生的真正原因,以及连带损坏的其他元件,这样才算修好了仪器。否则真正的故障因素没有排除,待仪器开机使用后,被置换更新的元件一定又会损坏。

例如,图 1-1 所示整机无声,当查找故障时发现 BG3 的电流 I_c 远大于额定值(0.8~1.2mA),焊下 BG3 测量发现该管已击穿,若此时满以为找到了故障的原因,将 BG3 更换了事,没有进一步追究导致 BG3 击穿的真正原因。这时,如果 BG3 的损坏是由本身质量引起,尚可侥幸过关,但若是由于上偏电阻 R14 的电阻(75k Ω)变值或短路引起输入偏置电压 V_{bc} 上升使 BG3 击穿,如不同时更换 R14,那么换上新管后,在 $V_{bc} \gg 0.7V$ 的情况下,开机后新管仍会再次被击穿。再进一步分析,如果 R14 是短路时,电源电压全加在管的 b 极,换上新管,一开机管子则马上又烧,这样会迫使你再次细致查找故障原因,直至查找出真正的故障为止。这也无非是浪费了管子和查故障的时间,尚不算得是很大的损失;最糟糕的还是 R14 并未完全短路,尚有几 k Ω 至十几 k Ω 电阻存在,这时换上新管后 V_{bc} 稍大于 0.7V, BG3 处于极限工作状态,管子不会马上烧,待您交付给顾客使用后,或者过几天,或者是几小时后,管子也最终要被烧毁,这样就会造成声誉上的损失,那才真正是难以弥补的损失。

二、电压测量法

检查电子仪器内部电路各处电压是否正常,是查找和分析故障原因的基础。因此,检修电子仪器时,应先测量待修仪器中各处的电压值是否正常,即使在已经确定为故障所在的电路部位,也经常需要进一步测量有关的电子管或晶体管的各个电极的工作点电压是否正常。这对于分析故障原因和发现损坏的器件,都是极有帮助的。此外,对于电路中通过电流的测量,往往是通过测该支路的已知电阻器两端的电压降,然后借助欧姆定律进行换算而得到的。所以,电压测量法是查找电子仪器故障原因的最基本方法。比较完善的仪器说明书大多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。在检修电子仪器的过程中,经常需要对照所给出的电压数据,进行必要的电压测量,这样就能很快地查明故障的产生原因和损坏变值的元器件。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估算而得出。

例如,图 1-1 中虽无注明各晶体管的电压值,利用电路的参数及已知条件我们可以估算出电流或电压值。从图中可见变压器的次级为 20V,全波整流加上滤波电解电容 C20 的升压作用,此机的直流供电电压约为 $1.2 \times 20 = 24V$,则输出级的中点电压 Z 点为 $\frac{24}{2} = 12V$ 。电路中有些点的电压值也无需精确计算,只要大致估计即可,如 24V 供电经过两节 RC 滤波电路(R19、C13 和 R13、C20)降压后,会出现前级 BG1、BG2 的供电电压低于 BG3,而 BG3 又低于后级的情况,这也给我们测量电压提供参考作用。再如,要测量 BG2

的静态电流与给出值(1.2~1.5mA)是否相同时,由于测电流要断开电路串上电流表,这样较麻烦,可以采用测电压的方法换算出该级的电流值。如测出射极电阻 R_{12} 的电压 V_{R12} ,而 $I_{e2} = \frac{V_{R12}}{R_{12}}$,然后根据 $I_c \approx I_e$,得出静态电流的值,从而判别管子是否处于正常工作状态。另外,晶体管处于不同工作状态时,各极电压也不同。如晶体管处于放大状态时,硅管的 $|U_{be}| = 0.6 \sim 0.7V$,锗管的 $|U_{be}| = 0.2 \sim 0.3V$ 。值得注意的是,在起振时,振荡管的 $|U_{be}|$ 较正常值小,甚至反偏。在正常情况下,集电极电压升高的原因有 NPN 晶体管的 ce 和 cb 结开路,be 结短路,上偏电阻开路,下偏电阻断路等。

例如,采用电压测量法寻找图 1-1 电路所示仪器的故障时,通常是先检测电源总电压(24V)是否正常,然后再测各级管脚的电压值,再从各电压值推理判断故障之所在。如在测量时发现 BG4 的基极无电压,其他均正常,可根据基极无电压的现象,寻找其基极电压的来源;从图 1-1 可见,其基极电压是由中点电压经 W4 和 R_{20} 分压而得到,W4 开路或 R_{20} 短路都会造成基极无电压,因此,我们可着手追查这两元件是否损坏,将损坏元件更换,故障即可消除。

三、电阻测量法

检修电子仪器时,经常会发现由于电路元器件的插脚或滑动接点接触不良,个别接点虚焊,电阻变值,以及电容器漏电等,从而导致故障的发生。以上问题可在待修仪器不通电的情况下,采用测量电阻的方法进行检查,以寻找出故障所在之处。

测量接触电阻或通路电阻,要使用万用表的最小测阻挡位,即“ $R \times 1$ ”挡位。对连接在电路中的电阻器件的测试,要考虑到被测试元件与其他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电阻挡,直接在待测电阻的两端进行测量,否则应使被测电阻的一端脱焊,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,应避免手指碰触测试棒的金属探针,以免影响测试结果。对于整流输出短路的情况,也可通过测量负载电阻的阻值加以判断。

电容器漏电、绝缘击穿以及容量变值等,一般都可采用测量电阻的方法查出,但必须脱焊被测电容器一端。在检测电解电容时,应注意电表的测试棒极性不能接反(电表拨到电阻挡),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。

在没有专门的晶体管测试仪时,可用电阻测量法来粗略判断晶体管的好坏。即用万用表的适当测阻挡级来检测相应于 I_{ceo} 、 I_{cbo} 和 I_c 量值的电阻指示值,并加以比较或估算。譬如若 p-n 结的正反向电阻很小,则表明晶体管已被击穿短路;反之,若正反向电阻都很大,表明晶体管已烧坏断路等。

电阻测量法可根据实际情况选用“在线测量法”或“离线测量法”。

1. 在线测量法

使用在线测量法时,不用将元件从电路上拆下来,而直接在电路上对元件进行测量,根据所测量阻值的大小即可判断出故障所在。当某电阻在电路工作正常时其值为某一定值,现怀疑变值(变大)或开路时,就最适宜用此法对此电阻进行测量。如图 1-1 中,整机无