

国家机械工业委员会统编

有线电维修工工艺学

(高级工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

T-0

8.10(30)

机械工人技术理论培训教材

有线电维修工工艺学

(高级工适用)

机械工业出版社

本书共分七章，主要内容有：晶体管扩音机复杂故障的仪表测试、检修和调试；电子管扩音机的工作原理、故障分析和检修；收录机的结构、工作原理和故障检修及扩音技术；按键式拨号自动电话机、录音电话机和电视电话机的性能、电路原理及技术要求；按键式拨号自动电话机、录音电话机的故障分析和检修；电话交换机的电路原理和性能测试；自动电话机的中继组合分析；国内外有线电通信中的新技术、新设备介绍等。

本书由沈阳工业大学祝恒林、刘宝奇、李树森编写，由沈阳工业大学王心淳、葛琦章审稿。

有线电维修工艺学

(高级工适用)

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑：边 萌 版式设计：罗文莉

封面设计：林胜利 方 芬 责任校对：熊天荣

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南路一号)

(北京市书刊出版业营业登记证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $14 \frac{1}{3}$ · 插页 2 · 字数 317 千字

1988 年 12 月北京第一版·1988 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—22,700 · 定价：5.30 元

*

ISBN 7-111-01136-8/TN · 27

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以基本

概念和原理为主,突出针对性和实用性,着重讲授基本知识,注重能力培养,并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发,努力做到理论联系实际,通俗易懂,具有工人培训教材的特色,同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接,便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位,组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人,在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际,谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员,各地的组织领导者,以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意!

编好、出好这套教材不容易;教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误,我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题,及时提出批评和指正,以便再版时修订,使其更完善,更好的发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 晶体管扩音机	1
第一节 前置电压放大电路	1
第二节 推动放大电路	12
第三节 功率放大电路	19
第四节 电源	61
第五节 特殊电路	65
第六节 几种晶体管扩音机整机电路分析	77
第七节 检修与调试	84
第八节 其他晶体管扩音机	93
第九节 小功率 OTL 扩音机制作	97
复习题	112
第二章 电子管扩音机	114
第一节 电子管扩音机电路	114
第二节 扩音机整机电路分析	151
第三节 扩音机的使用与维修	163
复习题	190
第三章 扩音技术与盒式录音机	192
第一节 扩音技术	192
第二节 盒式录音机	196
复习题	225
第四章 电话机	226
第一节 按键电话机	227

Ⅶ

第二节	录音电话机	235
第三节	电视电话工作原理	242
复习题		244
第五章	电话交换机性能测试及电路原理	245
第一节	人工交换机的性能测试	245
第二节	自动电话交换机的性能测试	250
第三节	纵横制自动电话交换机的工作原理	257
第四节	电话交换机的技术要求	261
复习题		271
第六章	自动电话交换机的中继组合	272
第一节	步进制自动电话交换机的中继组合	272
第二节	纵横制自动电话交换机的中继组合	278
第三节	纵横制自动电话交换机接续过程及设备布置讨论	311
第四节	步进制自动电话交换机的故障分析	376
第五节	纵横制自动电话交换机的故障分析	399
复习题		408
第七章	新技术、新设备介绍	410
第一节	国内外先进通信设备介绍	410
第二节	程控交换机	421
第三节	脉冲转发器介绍	438
复习题		446

第一章 晶体管扩音机

第一节 前置电压放大电路

一、送话器放大电路与故障分析

送话器放大电路，实际上是一种小信号放大器，它位于扩音机电路的前面。一般送话器放大电路如图 1-1 所示，它是两级阻容耦合放大器。其中 R_{20} 、 R_{23} 、 R_{22} 和 R_{20} 、 R_{30} 分别是第一级和第二级的基极直流偏置电阻； C_{34} 、 C_{38} 各为第一级、第二级的耦合电容； V_5 由低噪声三极管 3AX31E 组成射极跟随电路， R_{27} 是它的射极负载电阻； V_6 组成的第二级放大电

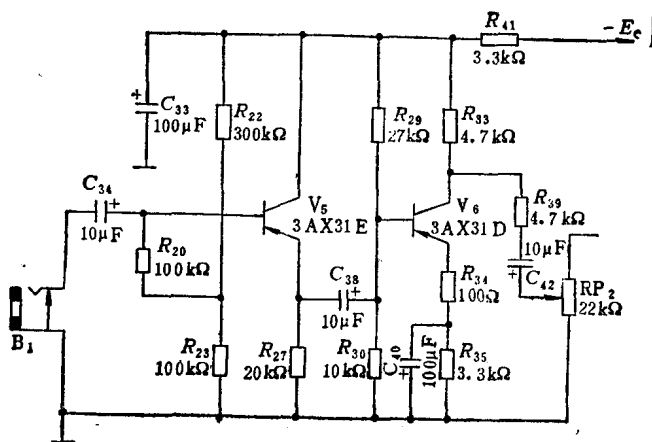


图1-1 送话器放大电路

路是共发射极电路， R_{33} 是它的集电极负载电阻； R_{34} 、 R_{35} 和 C_{40} 是第二级的射极电阻和射极旁路电容，组成第二级的直流和交流的电流负反馈； R_{41} 和 C_{33} 是退耦电路。

1. 极跟随器故障分析 主要故障有以下几点。

(1) 输入耦合电容器的故障 输入耦合电容 C_{34} 除将送话器的音频信号耦合到 V_5 的基极外，还起着隔断送话器与 V_5 基极的直流电压、电流的作用。其容量大小对音频信号频率特性影响不十分显著，一般取 $10\mu\text{F}$ 左右。由于输入耦合电容器 C_{34} 两端的直流电压和交流信号电压都很低，因此它发生故障的机会也少，一般出现的故障为开路。 C_{34} 开路后， V_5 的基极就无送话器信号输入，扬声器中也就没有声音。有时这种电容器引线内部接触不好，故障现象是发出的声音时断时续。

这个电容器在个别情况下也可能产生短路或漏电情况，此时电容器就失去隔直流的作用。一般接入动圈送话器，因升压变压器二次线圈直流电阻很小， V_5 基极经二次线圈接地，使基极电压下降接近地电位， V_5 管不能正常工作，故障现象是无声。如用电压表测 V_5 基极无电压（因通过送话器插孔触点使基极与地短接）。用手点触插孔接基极点，使触点与接地线离开、合上，扩音机发出嘟嘟声且很响，即是这种故障。

(2) 输出耦合电容器 C_{35} 的故障 耦合电容 C_{35} 的作用，主要是将第一级射极跟随器输出的音频信号耦合到 V_6 的基极上，且隔断直流。它的容量一般和输入电容器 C_{34} 相同，取 $10\mu\text{F}$ 左右。它发生的故障可能有三种情况。

1) 开路： C_{35} 开路后， V_6 无信号输入，于是扩音机无声。

2) 漏电大甚至短路： C_{35} 除了将 V_5 的音频信号耦合到

V_6 的基极上外，还有隔断 V_5 与 V_6 的直流电压、电流的作用。如果 C_{38} 漏电大甚至短路，就使 V_5 、 V_6 有直流电流流通，使该极的直流工作点改变，这时将出现失真、音小等故障。

3) 接触不良：当 C_{38} 内部接触不良时，扩音机有时工作正常，有时工作不正常，扩音机声音时断时续。

(3) 偏置电路的故障 偏置电路由电阻 R_{20} 、 R_{22} 、 R_{23} 和 R_{27} 组成。这些电阻值的大小，直接影响到 V_5 的直流工作状态和集电极电流的大小。

如果 R_{22} 开路， V_5 无偏压，则会使扩音机声音很小且失真很大，甚至发音断续，有时因虚焊等可能产生开路。另外， R_{22} 也可能变值。如 R_{22} 阻值变小，则 V_5 的集电极电流加大，虽然声音能有所增大，但噪声将显著增加。然而因该电阻阻值较大而电流较小，一般不易发生故障。

一般 R_{23} 不易产生故障，只可能因虚焊等而产生开路。这时 V_5 的正向偏压有改变，使扩音机的噪声加大（但有时不太明显）。

R_{20} 是为了提高扩音机的输入电阻而设的，一般也不易发生故障，但有时假焊开路，使 V_5 管无偏压，这时出现的故障同 R_{22} 开路。

R_{27} 的故障多为开路，其结果使 V_5 无集电极电流，扩音机无声。

(4) V_5 管子的故障 作为送话器放大用的晶体管，经过长时间使用之后，可能会发生衰老，放大作用减小或消失，使扩音机音小，甚至无声。

当作送话器放大用的晶体管穿透电流太大时，常常会产生噪声。在开启晶体管收音机以后，不论有无信号，扬声器中总是发出“沙沙”的声音，象下雨一般。尤其在信号较弱而音

量控制电位器开得最大时，往往由于噪声过大而无法使用。

有时，晶体管会出现内部短路的情况，尤其是集电极更为多见。这时该级已失去放大能力，扩音机无声。

(5) 插口 B_1 的故障 因送话器经常在插口上反复插、拔，故插口出现故障的可能有三种。

1) 接触不良：插孔接触弹簧片因使用日久变形，与插头接触不良出现声音时有时无或“喀啦喀啦”杂声，也可能在送话器拔出后，接基极触片与接地触片接触不上，使 V_5 基极不能同地短接。当这一路音量控制未闭时会出现干扰杂音甚至啸叫。

2) 短路：当接入送话器后， V_5 基极触片仍与地短路，且这时无声，可用万用表欧姆档测量（注意测量时要使插孔处于插头接入状态）。

3) 断路：接线断裂、脱焊，一般在外观检查时即可发现。

2. 共射放大电路故障分析 针对第二级共射放大电路进行分析。

(1) 偏置电路故障 图中 R_{20} 、 R_{30} 、 R_{34} 、 R_{35} 是该级偏置电路。 R_{20} 的故障基本上同第一级的 R_{22} 。它断路时会使 V_6 管无偏置，使声音断续、失真；短路时会使 V_6 管饱和不能工作，扩音机无声；变值时会使工作点改变，工作出现不正常。 R_{30} 脱焊断路会使 V_6 管集电极电流增大出现噪声加大或声音失真的故障。 R_{30} 短路会使 V_6 基极加不上信号而不工作，但一般极少出现短路故障。 R_{34} 、 R_{35} 故障基本同射极跟随器的 R_{27} ，多是开路故障，开路会使 V_6 管不能工作，扩音机无声。

(2) 射极电容 C_{40} 的故障 C_{40} 并联在 R_{35} 的两端，它的作用是防止交流负反馈。这个电容一般用 $50\sim 100\mu\text{F}$ 的电解

电容器。这种电容器常因电解质的变化而使电容量减小。所以 C_{40} 对发射极电阻 R_{35} 的旁路作用也就减小或者失去作用，这时 V_6 的集电极静态电流正常，但增益将下降很多，使扬声器中音量降低。

另一种故障是 C_{40} 漏电。如果漏电很大，相当于一只低值电阻和 R_{35} 并联，因而使 V_6 集电极电流较正常值有显著的增加，杂音加大，有时会产生失真。

另外， C_{40} 也有可能发生短路的情况。这时 V_6 发射极只通过小电阻 R_{34} (100Ω) 接地。 V_6 管趋于饱和，产生严重失真或不工作。

(3) 负载电阻的故障 图中 R_{33} 是 V_6 管的负载电阻，其阻值的大小与该级增益关系较大， R_{33} 的故障主要为两点。

1) 开路： R_{33} 开路后， V_6 没有集电极电压和电流，不能工作，扩音机无声。

2) 变值： R_{33} 另一故障就是变值。如果阻值变得很大， V_6 的集电极电压会显著下降，使扬声器音弱而失真。

(4) 晶体管 V_6 的故障 作放大用的晶体管出现的故障情况基本上与 V_5 管故障情况相同。

(5) 去耦电阻 R_{11} 的故障 去耦电阻可能出现开路或变值的故障。当 R_{11} 开路后，送话器放大级无电源电压，该放大级不工作，扩音机无声。当 R_{11} 阻值变大时，使该级电源电压降低，扩音机音小。但一般多因电阻制造质量不良而产生故障。

(6) 去耦电容 C_{33} 的故障 C_{33} 的作用是为了防止因各级公用电源而发生级间耦合产生低频啸叫声。 C_{33} 使用日久会出现变质失效或断路、短路等故障。

1) C_{33} 变质失效：不能起去耦滤波作用而可能产生低

396845

频啸叫声,即是 C_{33} 失效。这时若用一完好电容与之并联,故障消失。若 C_{33} 开路故障同失效。

2) 短路: C_{33} 短路后,该送话器放大级电源被短路,该级不能工作,扩音机无声。这时去耦电阻 R_{33} 会因流过电流大而发热。

3. 送话器放大级静态电压、电流值详见下表。

	V_5	V_6
集电极—发射极电压 (V)	5	2.7
集电极电流 (mA)	0.1	0.45

4. 另一路由 V_7 、 V_8 等组成的送话器(拾音器)放大电路基本上同上述电路。其中因与拾音器公用一级放大电路,这一路偏置电阻值较小,而且还多一个 C_{30} 组成“自举”电路。该电路故障情况基本上同上述,只是因偏置阻值小,如某一电阻出现故障,会使 V_7 电流改变更显著,故障更突出,噪声更大。 C_{30} 的故障有以下两点。

(1) 短路 使 V_7 管不工作,送话器信号可通过 C_{30} 短路处直接耦合,扩音机有声。又因射极跟随器不工作直接接入 V_8 共射电路,输入阻抗低,不匹配,扩音机声音很小。

(2) 失效开路 不起自举作用,输入阻抗变小,不匹配,使扩音机声音减小,噪声增大。

二、混合放大电路故障分析

接在送话器放大器后面的就是混合放大电路。其作用是对送话器放大、拾音器放大等几路信号进行控制、混合与放大,或一路单独输出或几路混合输出。它的电路如图 1-2 所

示, 它也属于小信号电压放大电路, 是由 V_9 、 V_{10} 组成的两级阻容耦合放大器。 V_9 、 V_{10} 分别组成共射放大电路; R_{33} 、 C_{42} 、 RP_2 和 R_{40} 、 C_{45} 、 RP_3 组成混合电路; C_{53} 、 R_{59} 、 C_{52} 、 R_{60} 和 C_{45} 、 R_{41} 分别组成本级和多级负反馈电路; C_{49} 、 R_{48} 、 R_{49} 组成并机输出; 其他部分组成一般共射放大电路。

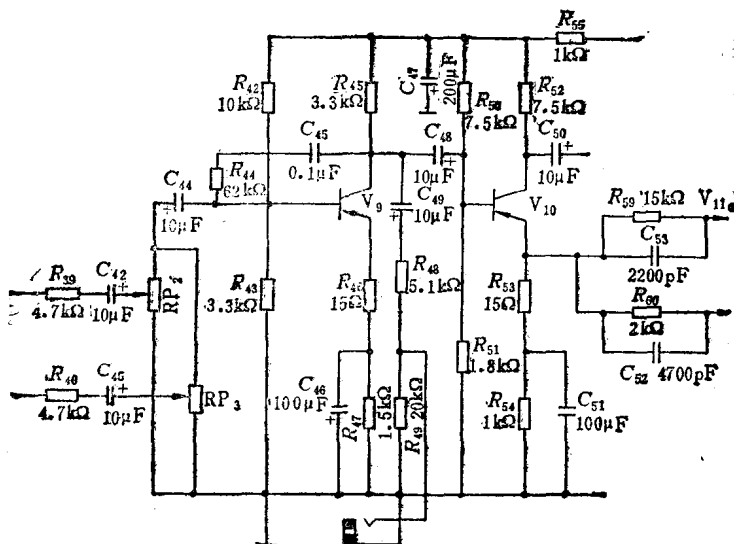


图1-2 混合放大电路

1. 混合电路故障分析 把混合电路单独抽出来, 可画成图 1-3 所示的电路。其中 R_{33} 和 R_{36} 分别是送话器放大级 V_6 、 V_8 的集电极负载; R'_{66} 和 R'_{88} 是 V_6 和 V_8 的等效内阻; R_{A_9} 是 V_9 的输入阻抗。两路相同并联在一起, 现分析一路故障情况, 另一路相同。

(1) 音量控制器 RP_2 的故障 音量控制, 电位器 RP_2 由于经常活动, 很易出故障。最常见的是接触不良和断路两

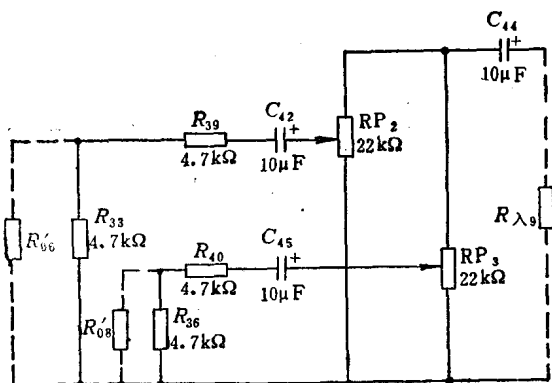


图1-3 混合电路

种。当电位器接触不良时，用手转动电位器旋钮，喇叭中会发出较大的“沙沙”声，且声音随着电位器的拧动发生突变。

电位器发生断路，可能有三种情况：一种是中间滑臂断路；另一种是接 C_{44} 输出的一端断路，这路送话器信号传输不到 V_0 管基极，扩音机无此路送话器声音；第三种是接地端断路，这时此路送话器信号不能减弱。

(2) 隔离电阻的故障 此电阻的作用是隔离两路音量控制的相互影响。除脱焊开路外，一般不易发生故障。当开路时信号传不过去，扩音机中无此路送话器声音，如短路则既不起隔离作用又会影响另一路控制，但此类故障不易发生。

(3) 耦合电容 C_{42} 的故障 此电容的作用是传输送话器信号并隔直。常见故障是变质失效。

2. 两级阻容耦合放大电路的故障 此处故障基本上与上述送话器放大第二级共射放大电路相同。偏置电路故障使

静态工作点失常,不能正常放大;射极旁路电容故障情况同前 C_{40} ;负载电阻 R_{45} 、 R_{52} 也基本上同 R_{41} ; R_{55} 和 C_{47} 为去耦电路,故障情况基本上与 R_{41} 、 C_{30} 类似;并机输出 R_{48} 、 R_{49} 、 C_{40} 的故障一般只在并机输出时取不出信号,可能是开路或电容 C_{40} 失效或插孔接触不良。通常不用并机输出时,该电路对扩音机工作影响不大。

3. 混合放大电路静态电压、电流值 详见下表。

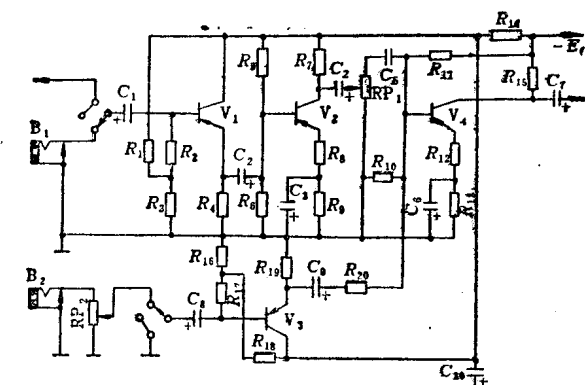
	V_9	V_{10}
集电极—发射极电压 (V)	3	3.8
集电极电流 (mA)	1.6	2

三、几种常见前置放大电路

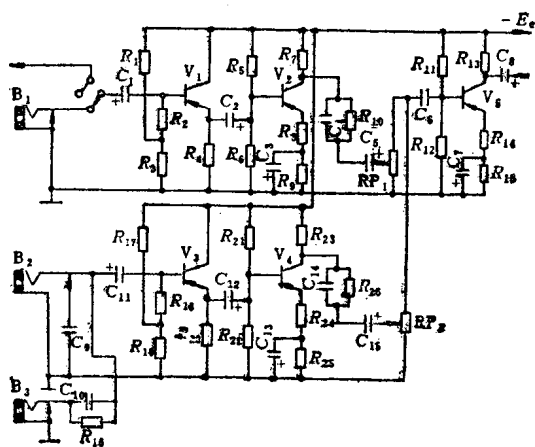
有些扩音机用来转播有线广播或输入录音机信号。由于这些信号一般都较强(即信号电压较大),设有线路输入插口,故信号大都是直接输入混合放大级或经变压器耦合加入混合放大级,变压器起阻抗匹配和隔离作用。

由其他类型的送话器、拾音器、线路与混合放大电路组成的前置放大部分的电路,基本上都大同小异。常见的有如图1-4所示几种。

在图1-4 a中,送话器输入经半导体管 V_1 、 V_2 放大后,经电位器 RP_1 送至 V_4 的基极,而拾音器输入经 V_3 放大后送至 V_4 的基极进行混合,用电位器 RP_2 控制音量。在图1-4 b中,两路送话器分别经两级放大后混合,拾音器经过音调调整网络接至送话器的输入端混合。在图1-4 c、d中,除两路送话器、一路拾音器外,还有一路线路输入,作有线转播用。



a)



b)

图1-4 常见前置