

甘肃人民出版社

电影扩音机维修技术

责任编辑：王郁明

封面设计：陆维宁

电影扩音机维修技术

潘鉴清 编著

甘肃人民出版社出版

(兰州第一新村51号)

甘肃省新华书店发行 天水新华印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/32 印张16 字数339,000

1982年11月第1版 1982年11月第1次印刷

印数：1 — 13,800

书号：15096·52 定价：1.50元

内 容 简 介

本书以维修技术为重点，比较系统地叙述了电子管和晶体管两类电影扩音机的修理知识。全书共分十章，第一章至第四章分别介绍了电影扩音机的基本常识、常用零件的结构、质量参数及其使用和维护方面的知识；第五章至第八章对修理的基本常识和两类电影扩音机在现场和修理时的检修方法、故障原因，以及修复后的校核作了比较详细的讨论；第九章和第十章分别介绍了固定放映扩音机检修中的一些特殊问题、放映中常用的话筒、唱机的结构和修理方法。

本书通俗易懂，图文并茂，并尽量避免过深的理论叙述和繁复的数学计算，力求实际应用，可供电影放映和修理人员学习，也可供修理其它扩音机和业余无线电爱好者参考。

前 言

近年来，我国电影事业迅速发展，全国各地都不同程度地建立了放映网点和修理组织，为宣传党的方针政策，丰富群众的文娱生活起了很大的作用。

鉴于放映队伍的迅速扩大，以及修理站不够普及等实际情况，如何提高放映人员的修理能力，对搞好放映工作具有很大的实际意义。编写本书的目的也仅在于此。

为减少篇幅，以及考虑到放映人员在各级培训学校已学过的基本知识和近年来出版的电影专业书刊等资料，对有关的电学知识和电影扩音机基本电路的工作原理等内容本书没有列入讨论范围。故在阅读本书时，能参阅过去所学的电学知识及有关书籍，会有更好的效果。

本书在编写过程中，曾得到有关生产单位的支持和《电影机械》编辑部周志兴等同志的帮助，谨此致谢。由于编者实践经验有限，书中缺点和错误必然很多，请读者批评指正。

编 者

一九八一年八月

目 录

第一章 电影扩音机概述	(1)
第一节 电影扩音机的电路结构.....	(2)
第二节 电影扩音机的技术要求.....	(6)
第三节 电影扩音机的使用和维护.....	(13)
第二章 零件与修理	(21)
第一节 电阻器.....	(21)
第二节 电容器.....	(37)
第三节 电子管.....	(50)
第四节 晶体管.....	(73)
第三章 变压器和阻流圈	(89)
第一节 概述.....	(89)
第二节 铁芯和线圈.....	(97)
第三节 故障与修理.....	(123)
第四章 扬声器及其修理	(146)
第一节 概述.....	(146)
第二节 扬声器的故障类别和检查.....	(159)
第三节 扬声器的修理.....	(170)
第五章 修理须知	(189)
第一节 修理工具和修理工作台的布置.....	(189)
第二节 怎样看懂电影扩音机电路图.....	(197)
第三节 怎样更换印刷电路零件.....	(208)
第四节 怎样制作印刷电路板.....	(211)

第五节	锡焊技术·····	(218)
第六章	电影扩音机的检修方法·····	(227)
第一节	检修顺序·····	(227)
第二节	机器外表的检查·····	(233)
第三节	零件电气性参数的检测方法·····	(235)
第四节	电影扩音机的初步校核·····	(263)
第五节	静态工作特性的检测方法·····	(272)
第七章	电影扩音机的故障与检修·····	(295)
第一节	故障类别及表现·····	(295)
第二节	现场修复故障的方法·····	(301)
第三节	电子管电影扩音机常见故障及检修·····	(320)
第四节	晶体管电影扩音机常见故障及检修·····	(341)
第八章	电影扩音机修复后的校核·····	(361)
第一节	仪器校核扩音机的方法·····	(362)
第二节	声带校验片校核扩音机的方法·····	(404)
第三节	试听放声音质·····	(415)
第九章	固定放映扩音机修理中的	
	几个特殊问题·····	(433)
第一节	分频器·····	(433)
第二节	影院现场的检修方法·····	(448)
第十章	话筒和唱机·····	(458)
第一节	话筒·····	(458)
第二节	唱机·····	(471)
附录一	国产漆包线线径、重量表·····	(492)
附录二	常用电影扩音机静态工作电压·····	(496)

第一章 电影扩音机概述

电影扩音机是有声电影放映机的一个重要组成部分，也是有声电影还音的重要设备。通过电影扩音机可以把记录在影片声带上微弱的音频信号（如语言、音乐、音响效果等）转换成电信号，并放大到足以能供整个放映场中观众听到的声音，它的好坏将直接影响放映效果。

电影扩音机根据使用的元件不同，可以分为电子管电影扩音机和晶体管电影扩音机两种。早期生产的移动式放映机，大部分配用的是电子管电影扩音机，近年来随着半导体器件的发展，晶体管电影扩音机在移动式放映机中已得到普遍的使用。目前，仅在个别机种和三十五毫米固定式放映机中仍配用电子管电影扩音机。

电影扩音机还可根据配用的放映机不同分为八点七五毫米电影扩音机、十六毫米电影扩音机和三十五毫米电影扩音机三种，它们之间的区别主要是所要求的技术指标不同。一般来说，三十五毫米电影扩音机的技术指标要求较高，十六毫米电影扩音机次之，八点七五毫米电影扩音机的技术指标最低。固定式放映机用扩音机的要求又高于移动式放映机的扩音机。除此之外，各类电影扩音机的安装方法也各不相同：电子管电影扩音机一般都装在放映机外，自成一套系统，与放映机之间用电缆连接；晶体管电影扩音机除三十五毫米移动式放映机外，一般都与放映机装在一起，以满足使

用和运输上的要求。

不论哪一种型式的电影扩音机，它们所起的作用都是相同的，它们的电路结构也基本相同。

第一节 电影扩音机的电路结构

电影扩音机的电路结构可以用图 1-1 所示的方框图来

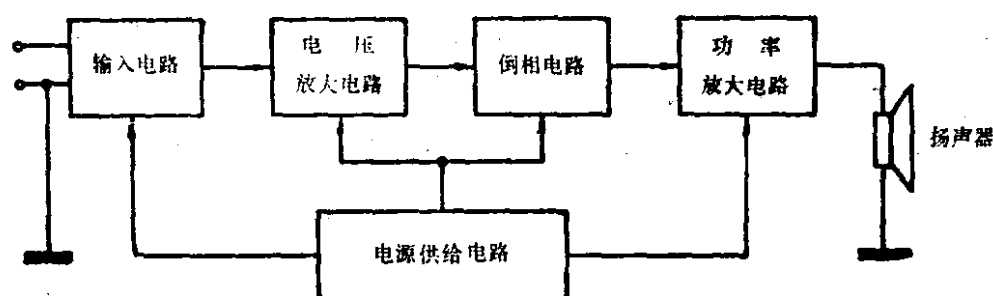


图 1-1

表示。它是由输入电路、电压放大电路、倒相电路、功率放大电路和电源供给电路五个部分组成。每一部分电路又常可称为“级”，通常以一个或两个管子（电子管或晶体管）组成的电路作为一级，所以方框图中的每部分电路又可分别叫做输入级、电压放大级、倒相级、功率放大级和电源级。又常把倒相级之前的各级统称为扩音机的前级，把功率放大级称为扩音机的末级。每一级电路都有它自己的作用和要求。

输入级的作用是将各种信号源（如话筒、唱机和影片声频信号）通过各自独立的电路，把各种信号电压变为适合于电压放大级所要求的输入电压，作为电压级的输入信号。话筒和唱机的输入电路比较简单，扩音机上都备有独立的插口

供话筒和唱机输入用。电影还音的输入电路,应根据不同的还音方式(光学还音或磁性还音)确定不同的电路形式。对于采用光电管还音的输入电路,需要供给光电管一定的直流工作电压。有时根据需要还应单独设立一级电压放大电路,以满足电影还音的要求。

输入电路有它特殊的要求。由于输入级处于整个扩音机的前级,很容易接受外界的各种干扰信号,如果输入级本身的噪音很大,或者接受了外界的某种干扰信号,这些无用的信号就会被电压放大级逐级放大,最后在扬声器上变成很大的噪声,从而影响扩音机的还音质量。因此,输入级电路的元件应该选用噪声较低的管子,必要时还得经过精心挑选,以尽量减小本级的噪声。有时对输入电路还应考虑各种屏蔽措施,以抑制各种干扰信号对输入级的影响。

电压放大级的作用是将输入电路送来的各种信号放大,以满足倒相级电路所需要的输入幅度。在实际使用中,由于一级放大电路的放大量是有限的,有时达不到所需要的放大量,因此常需要装置二至三级电压放大电路,以满足后级电路的要求。由于各种信号都将在电压放大级混合,因此又常把这种电路称为混合级。

电压放大级除了要求有一定的放大能力以外,为了改善整个扩音机的技术性能,往往在电压放大电路中加入各种形式的负反馈电路以获得一定的技术性能。其次,就是对噪声的控制,因为电压放大级仍处于扩音机的前级,特别是第一级电压放大电路,如果本级噪声过大,也会被逐级放大而在扬声器里出现很大的噪声,因此在前一、二级的电压放大电路里,常需要选用低噪声管。在维修更换时,也应使用同型

号的低噪声管，不要用其它管子代用，以免增加噪声。

倒相级电路的作用是将已放大的信号变换成具有大小相等、相位相反的两个输出电压，供给推挽功率放大电路工作。因为微弱的输入信号经过电压放大级放大后，并不足以能推动功率放大级工作，而电影扩音机经常采用推挽功率放大电路，推挽放大电路的输入端又常需要有两个大小相等、相位相反的输入电压，因此在功率放大级前必须装有倒相级电路。倒相级电路直接激励和推动功率级工作，因此又称为激励级或推动级。

对倒相级电路，要求能稳定而平衡地工作，也就是说它的两个输出电压在大小或相位上不能有所差异，否则就会严重影响功率放大级的工作。在元件选择上，凡与倒相输出电压有关的一些管子、电阻和电容元件，对它们的特性和参数就有较高的要求，有些还需要进行专门的配对和挑选。

功率放大级是整个扩音机的最末一级电路。所谓功率放大，并不是说放大器能将它的输入信号功率真正地加以放大，功率放大器输出到负载上的功率，实际上是由电路中的直流电源供给的。放大器里的电子管（或晶体管）只是起了一个能量转换的作用，也就是说它只是把直流电源的能量按照输入信号的变化规律输送给负载（扬声器），使负载得到与输入信号电压相对应而又较大的信号功率。因此，功率放大级的基本任务是以较高的转换效率保证在一定的电源功率下，尽量获得最大的输出功率。

功率放大器要求输出较大的功率，必须要有足够的电流。这就要求输入信号电压要足够大，使电子管（或晶体管）处于充分利用的状态。但另一个问题是：功率放大器为

了得到大的输出功率而输入信号又要足够大的情况下，就有可能使电子管（或晶体管）工作进入到非线性区域，引起非线性失真。所以，在功率放大器中，输出功率与非线性失真就成为一对主要的矛盾。

要使推挽功率放大器既要有较大的输出功率，又要有较小的失真，除了要求电路处于充分利用的工作状态外，还要求电路能处于完全平衡的工作状态。因此，对功率级所有零件的要求也比较高，而且还要求用于两臂电路中对应零件的电参数极为接近，否则电路的平衡就可能被破坏。在维修更换时也必须进行配对挑选。

功率级的负载是扬声器，扬声器的好坏直接影响功率放大级的正常工作。为了获得最高的转换效率以求得最大的输出功率，要求扬声器与功率放大级之间具有最佳的阻抗匹配。因此，扬声器的阻抗不能随便变动，在更换扬声器时要符合原扩音机的要求，不能随便代用。否则就会影响扩音机的输出功率和放声音质。

电源级的作用是提供各种适合于放映机和扩音机需要的交流或直流电压，以保证放映机和扩音机的正常工作。一套放映机需要的电源种类有两种：一种是供给电动机、指示灯、电子管灯丝、移动式放映机的放映灯泡以及其它控制器件所需要的交流电；另一种是供给扩音机、激励灯和固定式放映机的直流弧光灯（炭棒）所需要的直流电。由于所用的交流电或直流电的电压数值不完全一样，因此必须装置一套电源供给电路，把电网电压*变换成放映机和扩音机所需要的各种工作电压。为了保证各种电路和器件能正常工作，要

*我国常用的电网电压为：三相380伏、50赫兹，单相220伏、50赫兹。

求电源级所提供的各种电压在外界电网电压发生变化时，仍能保持一定的稳定性，必要时还必须采取一定的稳压措施。

电源级工作的好坏将直接影响整个放映系统的工作，其中对扩音机的影响更大，轻者使音量减轻、失真增大，重者使扩音机完全停止工作。在使用中，电源级自身损坏的机会并不多，往往在外电路特别是功率放大电路发生短路故障时间接地损坏电源级电路。

电源级的安装，根据不同的放映机有不同的方法。对于八点七五毫米或十六毫米放映机来说，由于耗用电源功率较小，电源级的体积也就较小，因此可把电源级安装在放映机上，以减少连接电缆的数量，使用上也比较方便。对于三十五毫米流动式和固定式放映机来说，由于耗用电源功率较大，电源部分的体积也相应增大，因此常把电源级单独制成电源盒或电源柜，用电缆与放映机和扩音机连接起来，在使用上就不如前一种方便。

第二节 电影扩音机的技术要求

电影扩音机除了在实际放声时应具有较好的音质以外，往往还用一些数值来表示它的质量优劣。这些数值可以用专用仪器直接测量读出，作为生产或维修后的质量验收标准。我国国家标准规定了以下几项为电影扩音机的主要技术要求。

一、输出功率

输出功率是指扩音机在一定失真条件下能提供给扬声器电功率的大小。输出功率有两种：一种是在一定失真条件下

的输出功率，称为额定输出功率；另一种是在最大允许失真条件下的输出功率，称为最大输出功率。输出功率的大小在一定条件下表示了扬声器所能发出的声音大小，输出功率越大，扬声器发出的声音也越大。通常在额定输出功率范围内扬声器发出的音质比较好，超过了最大输出功率时扬声器发出声音的音质会变得很差。

输出功率用符号 P 表示，单位为瓦特（ W ）。输出功率的大小可用功率计测量，在实际测试时为方便起见，常先测出扬声器两端在某一频率时的音频电压值 U ，再根据扬声器的阻抗 R_L 按下式算出这一频率时的扩音机输出功率：

$$P = \frac{U^2}{R_L}$$

在本书的第八章表 8 - 1 中列出了 各类扬声器负载在额定输出功率时的输出电压值。

输出功率是电影扩音机的一项主要技术指标，而且衡量其它一些技术性能的好坏又都必须在额定输出功率条件下才能测定。因此在维修时，首先应使扩音机获得规定的输出功率，然后再检测其它性能指标才具有实际意义。

电影扩音机的输出功率，根据不同的放映机有不同的要求。表 1 - 1 列出了各类电影扩音机所需要的几项技术要求。必须指出：这些规定的数值是按最低要求订出的。为了获得较好的音质，扩音机最好能具有较大的富余功率，以满足有时候需要提高电影还音音量时，不致于因输出功率不足而造成的声音失真。

使用时，电影扩音机的输出功率会因种种原因而减小。功率减小不多时，可以借助于增大音量的办法加以补救。但

表1-1

项 目 \ 机 种	三十五毫米电影扩音机		十六毫米	八点七五
	固 定 式	移 动 式	电影扩音机	毫米电影扩音机
额定输出 功率 (瓦)	40	20	15	8
最大输出 功率 (瓦)	50~80*	25*	17~20*	12
灵敏度 (毫伏)	话筒	3~15*	4~25*	2~7*
	唱机	60~150*	50~300*	70~80*
	光还	5~15*	3~70*	
	磁还			0.15
非线性失真 (%)	额定功率时	1,000赫<2% 70,7,000赫<4%	1,000赫<3% 70,7,000赫<5%	<5%
	最大功率时	<5%	<5%	<8%
频率响应	40~8,000赫 ±3分贝	70~7,000赫 ±3分贝	70~5,000赫 ±3分贝	100~5,000赫 ±3分贝
整机信噪比	>38分贝	>28分贝	>28分贝	>35分贝

*此数据为各生产厂自定的出厂标准。

当功率减小很多时，如果仍继续开大音量，不但不能使声音响度增加，反而会使音质变得很差，听起来会觉得很不舒服。因此，不论在使用或修理时，都应该力求做到使扩音机具有足够的输出功率。

二、灵敏度

灵敏度是表示扩音机对微弱信号接收能力的大小，灵敏度越高的扩音机对信号的接收能力也越强。由于电影制片厂在大量复制拷贝时的处理过程不可能完全一致，影片声带的种类（彩色片或黑白片）和影片的新旧程度又有不同，每个光电转换元件（光电管或光电池）和磁电转换元件（磁头）本身的灵敏度也各不相同以及放映机还音系统中的激励灯也不是都能发出同等的光通量等原因，使输入到扩音机的输入电压不可能保持同样大小。为了在使用不同拷贝或在上述多种因素存在时，都能有充分响亮的发声，就要求每一种电影扩音机都有充分的灵敏度。

灵敏度常用毫伏（mV）或微伏（ μ V）表示。由于电影扩音机需要适合话筒、唱机和电影三种输入信号，因此每一种扩音机都规定了这三种信号的灵敏度要求，见表1-1。

灵敏度与各级电路的放大能力有关。电路的放大能力低会使整个扩音机的灵敏度降低，而使输出功率减小。在电路的放大能力降低不多时，由于每一电路一般都留有一定的放大余量，因此可通过电路的调整或借助于音量开关开足的办法予以补救。当放大能力降得很多时，那就只能用更换元件的办法来解决。灵敏度的降低会造成发声减轻和噪音增大，但过高的灵敏度又会非常容易地拾取各种干扰信号，使噪音增大。因此在修理机器时，灵敏度不要提得过高，只要符合规

定的要求就可以了。

三、非线性失真

输出信号与输入信号不一致的现象称为失真。失真有线性失真和非线性失真两种：由电路中的电抗性元件（电感和电容）的阻抗而产生的失真称为线性失真，这种失真会改变原来信号中的频率和相位之间的关系，从而使输出信号不再与输入信号相同；由电路中非线性元件（电子管或晶体管）产生的失真称为非线性失真，这种失真会使通过非线性元件的电流与所加的电压不成比例，在输出信号中出现输入信号所没有的成分，改变了原来信号频谱的成分。非线性失真是电影扩音机失真的主要原因，因此常以非线性失真作为电影扩音机的失真指标。失真使扩音机不能完善地重发原来的声音，所以失真的大小是衡量扩音机的主要质量指标之一。

非线性失真用百分比（%）表示。各类电影扩音机的失真要求并不相同，一般座机的失真要求较高，八点七五毫米放映机的失真要求较低。但是，若失真超过了5~8%，那就很容易感觉出来，所得出的音色失真，成为“呼呼”声或颤抖声等。

产生非线性失真的部位很多，在扩音机的各级电路都有可能产生。如果对每一级电路的失真不加注意，各级电路失真叠加的结果会使整个扩音机的失真大大增加。因此在维修过某一级电路后，应对整机的失真作一校核或测试，以消除修复故障后可能产生的失真。

非线性失真和输出功率有关，一般输出功率增加，失真也会增大，当输出功率增加25%时，非线性失真将增加一倍左右，在低频端或高频端则更加明显。每一扩音机的失真指

标都有两项：一项是额定功率时的失真值，另一项是最大输出功率时的失真值。

非线性失真还与频率有关，一般在中频端失真较小，在高、低频端失真较大。因此在扩音机的失真指标中还分别列出了低频端、中频端和高频端的失真值。但有些机种只列出中频端的失真要求。

四、频率特性

频率特性也称为频率响应，是衡量电影扩音机对各种不同频率所表现的放大能力是否均匀的一项指标。通常总是希望它能对所要求频率范围内的各种频率都有相同的放大能力。但要做到这一点却并不容易，因为扩音机中存在着各种电抗性元件，这些元件在不同频率时所呈现的阻抗也不同。因此，它在整个频率范围内或多或少总会产生一些失真（频率失真），从而使扩音机对某一频率的放大能力减小或者增大，造成音色变坏。

测量一台电影扩音机的频率特性，就是量出它对高频端、中频端和低频端各种频率放大能力的大小或平均与否。通常把中频段的放大能力作为基准，高频段和低频段的放大能力再与其进行比较，看扩音机在整个频段范围内的放大能力是否平均，把测得的数据绘制成一条曲线，这条曲线就是频率特性曲线。扩音机的频率特性好，这条曲线应比较平直，频率特性不好时曲线就高低起伏。如果起伏的最大程度超过3分贝（db），说明扩音机的频率失真十分严重，意味着扩音机功率放大倍数已降低了一半。所以扩音机的频率特性可用曲线或数值来表示。用数值表示时，要写明它的频率范围（如100~5,000赫兹），后面还得注明±多少分贝。比