

● 李勇帆 编著

组合音响昂贵易损件的 应急修复 与变通代换

● 湖南科学技术出版社



组合音响昂贵易损件的 应急修复 与变通代换

李勇帆 编著

湖南科学技术出版社

湘新登字004号

佩

组合音响昂贵易损件的应急修复与变通代换

李勇帆 编著

责任编辑：肖和国

*

湖南科学技术出版社出版发行
(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华书店经销

湖南省新华印刷二厂印刷
(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1994年3月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：31.75 字数：797,000

印数：1—6,000

ISBN 7—5357—1335—1

TN·37 定价：19.80元

前 言

在持续已久且日趋升温的“音响热”中，组合音响的维修高峰期悄然而至。

检修实践业已表明，集现代电子技术及精密的机械工艺于一体的组合音响发生故障，绝大多数是其易损元器件损坏所致。由于各类组合音响的易损件不仅价格昂贵，而且结构特殊，规格多、互换性小，因此，在检修组合音响时，维修者往往为了寻求其专用的原装配件而伤透脑筋。尤其是维修进口机，在历经艰辛找到了组合音响的具体故障元件后，却往往因找不到原配件而无法修复，使之成为无药可治的“癌症患者”，只好长期躺在检修台上，使维修者伤脑筋，令用户忧虑。为了给家电维修者和音响用户排忧解难，作者特撰写了此书。

本书是作者长期从事组合音响设计、调试、检测、教学及检修实践的经验结晶。全书共分九章，在精要地介绍了组合音响结构原理、实用维修技巧与方法的基础上，系统而详尽地介绍了组合音响中常用的诸如大功率环型变压器、特殊集成块、电子轻触式录音机芯、激光唱盘与唱片、激光拾音器、驱动电机、立体声录放磁头、盒式磁带、高保真传声器、扬声器及组合音箱等昂贵易损器件的结构特性、典型故障的机理原因、检测方法及修复技巧。同时，针对各类进口组合音响特殊易损件规格多、互换性小的情况，给出了其以简代繁、以易代难、以廉代贵的变通代换窍门，并示范例举了近100个组合音响易损件疑难杂症的巧修实例，涉及的机型有国内外覆盖面广、代表性强的星河、美多、熊猫、钻石、先锋、珠江、三洋、先锋、赛格、健伍、夏普、东芝、日立、雅马哈等20多种牌号近50种机型的组合音响。书中还收集整理各类组合音响易损件的检测数据与维修参数，这些资料均为首次面市，是广大音响维修与工程技术人员在工作中急需而难得的。本书实用性强，取材新颖，音响维修人员循着该书提供的思路和维修技巧，即可收到急功近利之效。

在本书撰写过程中，湖南省娄底师范学校的领导给予了大力支持，陈茜、李卫民同志协助了资料的收集与整理，石东林同志热心为本书描图，在此谨表示衷心感谢。另外还参阅了《家电维修》、《电子报》、《音响集成电路大全》、《录放磁头的原理与应用》及许多专家的论著和资料，在此一并向有关编辑、作者表示谢意。

鉴于作者的水平有限，书中疏漏和错误定有不少，诚恳欢迎广大读者及专家不吝赐教，以便今后修订补正。

李勇帆

1992年8月初稿

1993年8月修改

内 容 提 要

本书在精要地介绍了组合音响的结构原理、实用维修技巧及方法的基础上，系统而详尽地介绍了组合音响中常用的诸如大功率环形变压器、特殊集成块、电子轻触式录音机芯、激光唱盘、激光拾音器、驱动电机、磁头及高保真传声器、扬声器与音箱的结构特性、典型故障的机理原因、检测方法、修复技巧及以简代繁、以易代难、以廉代贵的变通代换窍门，并给出了使用面最广的近50种机型的组合音响的100多个易损件疑难杂症的巧修实例。书中还给出了首次面市的各类组合音响易损件的检测数据与维修参数。

本书通俗易懂，注重实用，是广大无线电爱好者、维修专业人员、音响工程技术人员、军地两用人材、电教工作者及职业学校师生等必备的维修手册。

目 录

第一章 组合音响维修技术概述	(1)
§ 1—1 组合音响的结构原理	(1)
一、声源系统各单元的结构特性	(1)
二、放大器系统各单元的结构特性	(5)
三、还音系统各单元的结构特性	(8)
§ 1—2 组合音响的检修方法及典型故障的检修	(20)
一、检修程序	(20)
二、检修方法	(22)
三、典型故障的检修捷径	(32)
§ 1—3 组合音响昂贵易损件的种类及应急修复与变通代换注意事项	(45)
一、昂贵易损件的种类	(45)
二、昂贵易损件应急修复与变通代换的注意事项	(45)
第二章 电源变压器	(47)
§ 2—1 音响电源变压器的结构特性与类型	(47)
一、结构原理	(47)
二、常用材料的特性参数要求	(49)
三、音响电源变压器的常用类型	(53)
§ 2—2 音响电源变压器典型故障的检测及修复	(61)
一、内部断路	(61)
二、内部短路	(62)
三、绝缘不良	(63)
§ 2—3 故障电源变压器重绕的技巧与方法	(64)
一、原硅钢片和漆包线的技术处理与利用	(64)
二、绕组匝数的确定	(65)
三、材料的准备与选择	(66)
四、绕制与检测	(77)
五、装配、浸渍与烘干	(82)
六、重绕变压器使用中的常见故障与对策	(84)
§ 2—4 电源变压器疑难杂症巧修实例 (共2例)	(85)
第三章 集成电路	(87)
§ 3—1 特殊音响集成电路的结构功能及常用参数特性	(87)
一、数字调谐系列集成电路	(87)
二、电脑自动选曲集成电路	(98)
三、大功率音频功放厚膜集成电路	(109)
§ 3—2 音响集成电路应急修复与变通代换指南	(123)

一、音响集成电路的识别	(123)
二、音响集成电路应急修复与变通代换注意事项	(132)
三、音响集成电路的检测方法	(133)
四、音响集成电路的拆装方法	(135)
§ 3—3 不同型号音响集成电路直接代换的方法与实例	(157)
一、不同型号音响集成电路可直接代换的几种类型	(157)
二、不同型号音响集成电路直接代换的方法与实例	(158)
三、各类中外音响集成电路可直接互换归纳	(174)
§ 3—4 音响集成电路变通代换与应急修复的技法及实例(共66例)	(199)
一、音响集成电路变通代换的技法及实例	(199)
二、音响集成电路应急修复的技法及实例	(209)

第四章 录音机芯

§ 4—1 录音机芯的类型与主要参数特性	(216)
一、类型	(216)
二、录音机芯的主要参数特性	(217)
§ 4—2 录音机芯的基本结构与主要零部件	(219)
一、主驱动机构及其主要零部件	(219)
二、带盘驱动机构及其主要零部件	(229)
三、快进与倒带机构及其主要零部件	(232)
四、暂停和自停机构及其主要零部件	(232)
五、防误抹机构及其主要零部件	(236)
六、慢开门出盒机构及其主要零部件	(236)
七、轻触式控制机构	(237)
§ 4—3 录音机芯的拆卸技法	(240)
一、拆卸注意事项	(240)
二、各主要部件的拆卸步骤与方法	(241)
§ 4—4 录音机芯典型故障的原因及检查与易损件的修复技法	(243)
一、放音磁带不转动	(243)
二、轧带、逃带与绞带	(245)
三、抖晃偏大(带速不稳)	(250)
四、有机械声响	(256)
五、自停、暂停、出盒、自动选曲及按键机构操作失灵	(257)
§ 4—5 录音机芯各部件疑难杂症巧修实例(共19例)	(264)

第五章 激光唱盘与模拟唱盘

§ 5—1 激光唱盘的结构原理及工作过程	(274)
一、激光唱盘与模拟式电唱盘的区别	(274)
二、激光唱盘的基本结构及工作过程	(275)
§ 5—2 激光唱盘常见故障的检修技法	(295)
一、检修激光唱盘的安全事项、技能及故障逻辑寻迹流程图	(295)
二、激光唱盘机械部件的拆卸与安装技法	(303)
三、激光唱盘典型故障的检修	(311)
四、激光唱盘维修后的调整	(315)

§ 5—3 模拟式电唱盘典型故障的检修技法	(316)
一、普及型模拟式电唱盘的结构原理及典型故障的原因分析与检修	(316)
二、模拟立体声自动回臂唱盘的结构原理及典型故障的原因与检修	(325)
三、模拟立体声半自动唱盘典型故障的原因分析与检修	(329)
§ 5—4 激光唱盘与模拟唱盘各部件疑难杂症巧修实例(共11例)	(331)
第六章 微型直流电机	(335)
§ 6—1 组合音响用微型直流电机的结构特性	(335)
一、组合音响所用微型直流电机的性能要求与种类	(335)
二、组合音响所用微型直流电机的基本结构及工作过程	(336)
§ 6—2 组合音响用微型直流电机典型故障的检测及应急修复与代换	(344)
一、拆卸与装配技法	(344)
二、常见故障的原因分析与检修	(345)
三、电机严重损坏的修复技法	(347)
四、电机修复后的转速校准	(350)
五、组合音响常用微型直流电机的主要特性参数及代换	(351)
§ 6—3 组合音响用微型直流电机疑难杂症巧修实例(共8例)	(351)
第七章 磁头	(363)
§ 7—1 磁头的结构特性	(363)
一、磁头的基本结构及各组成部分的性能要求	(363)
二、组合音响磁头的种类及其结构特性	(369)
§ 7—2 组合音响磁头典型故障的机理原因与修复	(373)
一、磁头表面积有尘垢	(373)
二、磁头上带有剩磁	(373)
三、磁头安装的几何位置发生改变	(374)
四、磁头损伤	(375)
五、抹音头不能抹音	(375)
六、抹音头抹音不净	(375)
七、磁头磨损	(376)
§ 7—3 故障磁头的代换技法	(379)
一、代换磁头的正确选择	(379)
二、代换磁头的安装与调整	(409)
三、磁头代换后的几种异常故障及处理	(411)
§ 7—4 组合音响磁头疑难杂症巧修实例(共4例)	(412)
第八章 激光(CD)唱片与盒式磁带	(414)
§ 8—1 激光唱片的结构特性及其正确选购与维护	(414)
一、激光唱片的结构特性	(414)
二、激光唱片的构造原理	(415)
三、激光唱片的正确选购与日常维护	(418)
§ 8—2 盒式磁带的结构特性及其选购维护与常见故障的检修	(419)
一、盒式磁带的基本结构	(419)
二、盒式磁带的种类与特性	(420)
三、盒式磁带的选购与正确保管	(425)

四、盒式磁带常见故障的检修	(426)
第九章 传声器与扬声器(组合音箱)	(433)
§ 9—1 传声器的结构特性及选购与常见故障的修理	(433)
一、传声器的种类及结构特性	(433)
二、传声器的电性参数	(439)
三、传声器的正确选购、使用与保养	(442)
四、传声器常见故障的检修	(443)
§ 9—2 扬声器的结构特性及常见故障的修理	(444)
一、扬声器的种类及结构特性	(444)
二、扬声器质量的鉴别及选购	(450)
三、扬声器常见故障的检修	(464)
§ 9—3 传声器与扬声器(含音箱)疑难杂症巧修实例(共5例)	(471)
§ 9—4 高保真组合音箱的业余设计与制作	(472)
一、高保真组合音箱的结构特性	(473)
二、高保真组合音箱的设计方法	(475)
三、组合音箱的制作工艺	(492)

第一章 组合音响维修技术概述

组合音响昂贵易损件的应急修复及变通代换是一门理论性和技巧性很强的综合性技术。由于组合音响不但有着复杂的电子电路与精细的机械传动机构，而且昂贵易损件分布范围广而多，故障率也高，同时发生故障的原因又错综复杂。据此，要求维修人员不仅要谙熟组合音响的结构原理，各个系统所用元器件的特点和功能，而且还要求掌握基本的维修方法，善于根据故障现象，直觉地判断出故障件所在部位，并有效地进行“逻辑分割”，以迅速缩小故障范围，找出具体故障元件。为此，本章拟在精要介绍组合音响基本结构原理的基础上，着重叙述组合音响的维修技法与典型故障的检修捷径，以及组合音响各系统所用易损件的种类、应急修复与变通代换的注意事项。

§ 1—1 组合音响的结构原理

组合音响是由多种音频设备有机组合起来的高保真度 (H_i-F_i) 立体声重放系统，人们形象地把它称之为“家庭音乐中心”。它所包含的范围非常广泛，所涉及的技术内容亦十分丰富，通常有以下三个方面的主要特征：

首先，从数量来看，组合音响不只是指单独的收音机、电唱机及录音机等，而是指将它们融为一体的多功能放音设备。

其次，从质量上看，组合音响是一套较为完善的高保真度放音设备。高保真公认的定义是：与原来的或“真的”声音高度相似的重放声音。对于组合音响来说，所谓高保真度，主要是指音响尽可能如实地重放唱片、磁带和广播节目源所载有的声音信息。

第三，立体声是组合音响的精髓。在当今，如果一套组合音响的放声不具备立体声性质，就称不上令人满意的高保真系统。所谓立体声是指既有强弱、音调和音色之差，又有层次分明，具有分位感和深度感的声音。

组合音响是现代电子科学技术和音响技术高度发展的产物，随着现代科学技术日新月异地发展，音响技术正朝着声频数字化方向发展，比如90年代日趋普及的组合音响中就广泛地采用了数字技术、激光技术及微电脑技术，使其技术性能更加可靠与完善，操作使用更加简单与自动化。

组合音响从其音频设备的组合结构来看，主要由声源、放大器及还音等三大系统组成，从结构原理来看，主要由电子线路、机械传动及电声换能等三大部分构成。其结构方框见图1—1所示。

一、声源系统各单元的结构特性

声源即节目源，在组合音响中声源系统主要由调谐器、电唱盘、录音座、卡拉OK伴唱机及电子乐器等单元设备组成。

(一) 调谐器

调幅 (AM) 和调频 (FM) 广播节目是组合音响的再个重要节目源。尤其是全国各地音乐电台、曲艺电台风行的当今, 为了能及时欣赏这些动听的节目, 组合音响节目源设备系统中必须设置调谐器。

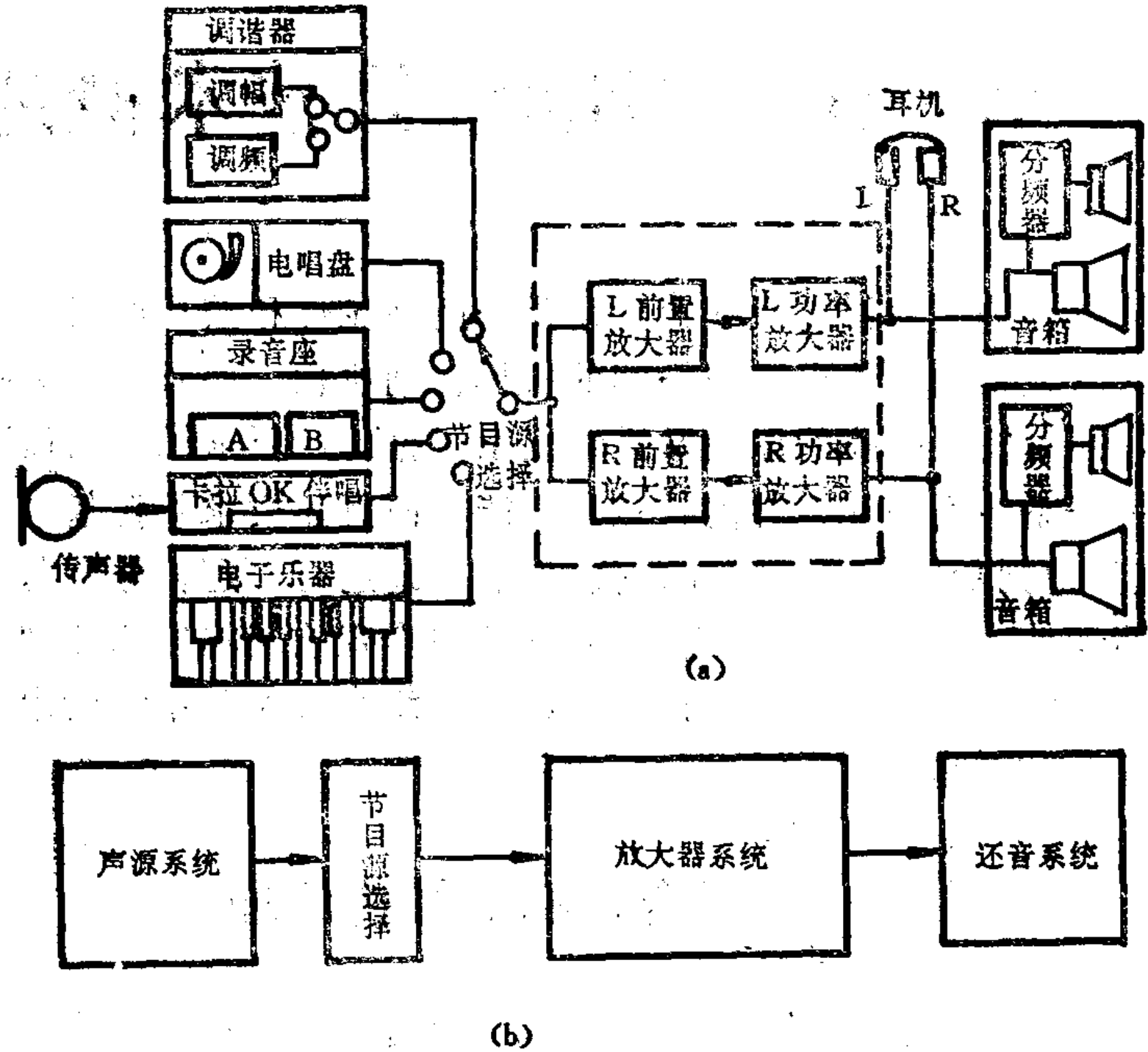


图1—1 组合音响的结构方框图

调谐器俗称“收音头”。严格地说, 调谐器应是指接收机 (收音机) 的信号输入和选择部分。但目前所流行的调谐器已把接收机的高放、变频、中放、检波、立体声解调等部分包含在内, 因此, 这里所指的调谐器是去掉了低频放大器、功率放大器和扬声器的接收机, 但其性能要比一般的接收机要高。从电路结构程式来看, 各类组合音响的调谐器通常有调幅超外差式及调频立体声解调式两种, 前者可接收调幅广播 (一般为中短波), 后者能接收立体声广播, 现在一些新型组合音响的调谐器还能接收特高频 (VHF频段) 段的电视伴音。从调谐方式来看, 早期 (80年代中期以前) 的组合音响采用机械式手动调谐, 现在新型的组合音响则为电调谐、数字式自动调谐, 较高档的还具有数字频率显示及记忆等功能。

调频式调谐器与调幅式调谐器相比, 具有如下优点:

- ①抗干扰能力强, 信噪比高。调频波为视距传播, 各电台之间相互干扰少。一般的无线电干扰、工业干扰大都以幅度调制出现, 这种干扰一旦叠加在调幅波上, 便难以消除, 而调频式调谐器设有限幅器, 能很好克服这类幅度干扰, 使得信噪比有很大提高。
- ②频带宽、音质优美。中波广播的频道间隔统一规定为9kHz, 考虑到选择性, 中放的通频带不能做得太宽, 因此放声的最高频率只能做到4—7kHz范围, 致使高频分量衰减较大, 故中波是很难实现高保真广播的。而调频广播的频道间隔规定为100kHz, 单声道调频式调谐器的通频带为180kHz, 立体声调谐器的通频带为198kHz, 放音频率达到20—15000Hz的范围是不困难的。因此调频方式最适于进行高保真广播, 这也是为什么组合音响中的调谐器一定要有调频波段的缘故。

表1—1给出了组合音响中调幅调谐器的电声技术指标, 表1—2给出了组合音响中调频立

体声调谐器的电声技术指标。

表1—1 组合音响中调幅调谐器的电声技术指标

电声技术指标 \ 分 级	A 级	B 级	C 级
频 率 特 性	80~6000Hz	150~4000Hz	300~3000Hz
谐 波 失 真	7%	10%	15%
交 流 声 电 平	-46dB	-36dB	-30dB

表1—2 组合音响中调频立体声调谐器的电声技术指标

电声参数名称	电声技术指标	电声参数名称	电声技术指标
频 率 响 应	40~15000Hz ±2dB	左、右通道，串音衰减	>15dB
谐 波 失 真	≤1.5%	左、右通道，不平衡度	<1.5dB
信 号 噪 声 比	≥50dB	通频带内相位差或时间差	90或20μs

(二) 电唱盘

电唱盘是将唱片上贮存的音频信息还原成音频电信号的装置。唱片的电声指标优异，性能稳定，易于长期保存。这些都是其它节目源无法比拟的。目前，国外许多立体声广播电台都直接采用优质密纹唱片作为广播节目源，而且中等以上家庭欣赏音乐，均以唱片为主。因此，电唱盘也就自然地成为了组合音响的重要节目源设备。电唱盘只能输出唱片重放的低电平音频信号，本身没有设置放大器和扬声器，不能单独用来播放唱片，必须再配上合适的扩音器，才能组成一套完整的唱片放音系统，但组合音响为了获得高保真的音质，均配置有单独的，并经过精心设计的高性能放大器和音箱系统，因而组合音响的唱片播放系统都采用电唱盘，且将电唱盘制做成一个独立的部件。

由于唱片节目的记录（即贮存）方式有模拟式和数字式两大类，因此，为了能适合播放两种不同结构形式的唱片，组合音响中的电唱盘亦有模拟式电唱盘和数字式电唱盘两种。

1. 模拟式电唱盘

模拟式电唱盘用于播放以机械形变方式模拟并贮存音频信息的唱片，这种唱片从音频信息的录制到拾取均是使用模拟音频信号。模拟式电唱盘有单声道和立体声两种。前者用于播放单声道唱片，典型的国产机型有中华C206和C-84型；后者用于播放立体声唱片，典型机型有中华F2011型及海燕牌94011型等。

2. 数字式电唱盘

数字式电唱盘用于播放以数模转换方式贮存音频信息的唱片，这种唱片从音频信息的录制到拾取均是用数字信号代替模拟信号。激光式（即CD式）数字唱盘是目前较好的一种数字唱盘。现阶段新型组合音响绝大多数采用激光式电唱盘。表1—3给出了高保真度家用电唱盘的电声技术指标要求。

(三) 录音座

录音座是以磁带作为载体，利用电磁转换原理记录重放音频信号的设备。由于近年来杜比降噪系统等新型电路的采用及高性能磁带的出现，使盒式录音座的电声指标进入了高保真领域。

表1—3

高保真度家用电唱盘的最低电声技术指标要求

电声参数名称	电声技术指标	电声参数名称	电声技术指标
额定转速平均偏差	+1.5%~ -1% (电源电压变化 $< \pm 10\%$)	左、右通道隔离度	$\geq 20\text{dB}$ (1kHz测)
抖晃率(计权)	$\leq \pm 0.2\%$	有效频率范围	63~8101Hz $\pm 2\text{dB}$ 40~12500Hz $\pm 3\text{dB}$
参考信号转盘噪声比	$\geq 35\text{dB}$ (参考信号: 315Hz, 3.8cm/s)	额定输出电压	对速度型唱头: 0.7~2.0mV/cm/s
参考信号交流声比	$\geq 50\text{dB}$	垂直循迹角	$20^\circ \pm 5^\circ$
左、右通道不平衡度	$\leq 2\text{dB}$ (1kHz测)		

现阶段新型组合音响的录音座为立体声双卡盒式录音座, 具有双卡连放、电脑选曲、磁带选择、信速复制以及降噪等功能, 并且具有较高的电声性能指标, 放大器中不设功率放大电路, 也不带扬声器, 同时将其设计为一个独立的部件。

录音座主要由磁带驱动机构、磁头以及电路放大器等部分构成, 各部分的结构原理以后有详细介绍。表1—4给出了国际电工委员会对高保真录音座的电声技术指标要求。

表1—4

高保真度家用磁带录音座的电声技术指标要求

电 声 参 数 名 称	电 声 技 术 指 标
额定带速的平均偏差	$\leq 1.5\%$ (电源电压变化 $< \pm 10\%$ 时)
抖晃率(计权)	$\leq \pm 0.2\%$
综合信号噪声比(不计权)	$\geq 48\text{dB}$
综合信号噪声比(计权)	$\geq 56\text{dB}$
左、右放音通道的不平衡度	$\leq 2\text{dB}$
相邻非相关磁迹间的隔离度	$\geq 60\text{dB}$ (1kHz时)
相邻立体声磁迹之间的隔离度	$\geq 20\text{dB}$ (500~6000Hz时)
综合有效频率范围	250~6300Hz $\pm 2.5\text{dB}$ 40~12500Hz $\pm 2.5 \sim 4.5\text{dB}$
信号与被消残留信号比	$\geq 60\text{dB}$ (1kHz时)
达到额定带速的最大起动时间	$\leq 1\text{s}$

(四) 卡拉OK伴唱机

卡拉OK伴唱机是一种将声音加以扩大、延时、混响, 从而修饰音质的电声设备。它是90年代进入家庭的新型组合音响节目源设备。在实际使用中, 它能够在播送伴奏音乐带的同时, 输入话筒演唱信号, 经内部电路的延时混响处理, 从而模拟出厅堂演唱时的混响效果。

与组合音响配套使用的卡拉OK伴唱机的代表机型有万科VK-90型、文华WH-328型、迪波EM-9010及万山WS-7704等, 其性能可以与专业卡拉OK伴唱系统相媲美。它们的显著特点是: 有多只传声器输入插口, 多路音调补偿, 延时混响和混响深度可分别调节, 备有多路信号输入端, 有自动切换功能, 有电脑自动评分等多种功能。其电声特点是: 低噪、高保真、宽动态范围, 宽频率响应。其外型特点是: 超薄型机, 做成独立的单元部件, 采用标准机壳设计。

(五) 电子乐器

有些家用组合音响往往还自配有电子乐器，进行自奏自唱，在欣赏音乐的同时，体现参与感。在组合音响中配用的电子乐器最常见的是电子琴。

电子琴是电子乐器中最有代表性的键盘乐器。它是一种以电子元器件构成的“电子振荡器”或集成电路作为发声手段的一种乐器，它把电子振荡器所产生的电信号经过修饰、放大，使扬声器的纸盆产生机械振动而发出预定的声音。它是现代电子科学技术的先进性和音乐艺术的高雅性的集中体现。其主要电声特性有：

- (1) 能模拟所有传统乐器甚至人声的音色，并能产生自然的音响(如宇宙音和太空音等)。
- (2) 音域极广，超出任何传统乐器，能够覆盖人类整个听觉频段。
- (3) 它所具有的音色变换和自动伴奏功能为演奏复杂的多声部音乐提供了条件，使一台电子琴即能产生一个小乐队的音响效果。

二、放大器系统各单元的结构特性

放大器俗称扩音机，它是组合音响的核心部分，通常由前置放大器和功率放大器两大部分组成。前置放大器除了用来放大各种节目源设备输出的微弱信号外，几乎集中了整个组合音响的控制单元——例如节目源选择、均衡网络选择、音量控制、立体声平衡控制、响度控制、高频噪声滤波和低频噪声滤波等功能，因此前置放大器也常称为组合音响的控制中心。功率放大器的功能是把前置放大电路送来的幅度信号进一步放大，以便得到足够大的输出功率去驱动音箱系统放音。

从结构形式来看，组合音响的放大器有两种结构：一种是把前置放大器和功率放大器组装在一个部件内；另一种是把前置放大器和功率放大器分别设置成两个单独部件。一般来说，后一种方案组成的音响系统更为灵活，效果也就更好。因此专业组合音响及高档家用组合音响均采用这种结构形式。

(一) 前置放大器

从声源设备送来的信号是相当微弱的，不足以推动功率放大器，所以要先通过前置放大器放大到适当程度，然后再去推动功率放大器。前置放大器主要由输入放大、音调控制、音量及平衡调节、响度控制，高通和低通滤波等电路部分组成。其电路结构方框见图1—2所示。

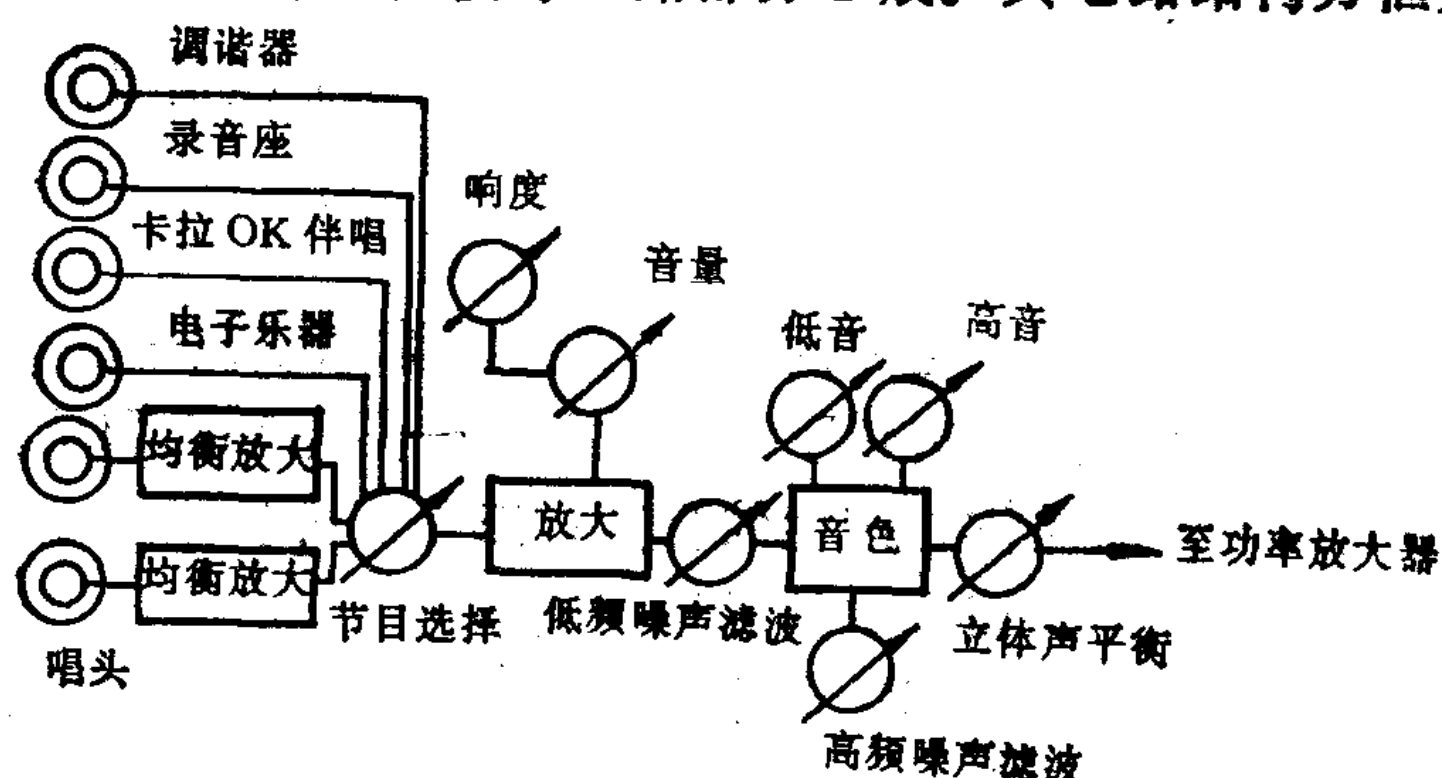


图1—2 组合音响前置放大器的电路结构方框图

1. 输入放大电路

这部分电路主要是进行低噪声电压放大，将低电平节目源信号经过均衡放大到与高电平输入同样的数量级。通常由集成块来完成，其具体结构原理后面再详细介绍。

2. 音频控制电路

它用于人为地改变信号高、低频成分的比例，或者补偿某些不足的频率成分，以满足欣

赏者的不同爱好。常用的有高、低音分别调节的衰减式音调控制电路和反馈放大式音调控制电路。近年来生产的高档音响中多采用多频段图示均衡器，即将音频全频段分成5个、7个或10个频率点，分别进行提升或衰减，且各频率点间互不影响。采用多频段图示均衡器可以对音质进行更细致的调整，使声音更加优美，同时，用发光二极管阵进行动态频谱显示，直观显示各频点分量的大小，把声音融成一体，以提高视听效果。

3. 音量平衡调节电路

理想的立体声放音设备，不仅左右声道的增益应该相等，而且要求采用同一型号的音箱。但即使如此，二组音箱的转换音量仍会出现偏差。另外，立体声电唱头的左右二路输出也很难保持完全一致。因此，为使放音设备左右声道的音箱的容量取得平衡，在前置放大器中必须增设音量平衡调节电路。

所谓平衡调节，实质上是使左右声道的音量相对变化，当某一声道的音量增加时，另一声道音量减小，从而达到音量平衡。音量调节电路采用电位器调节放大器的增益，以获得所需要的音量。当然，采用左右声道各自独立的音量电位器，也可以调节声道平衡，但一旦需要改变音量时，其平衡势必又要重新调节，令人不胜其烦。为此，立体声前置放大器通常是以左右声道同轴的双连电位器来调节音量。而另装专用电位器调节声道平衡。

4. 等响控制电路

在欣赏节目时，随着放音设备音量由大到小，人耳对高、低音的灵敏度会不断减弱。在音量较小时，人耳对高、低音的灵敏度已经很差，因此，音量小时欣赏音乐会觉得低音非常弱。甚至几乎听不出低音，而高音的音色也变得不清脆，显得沉闷，失去了高保真放音特有的柔和感和优美感。为此，在前置放大器中一般都加入了等响控制电路。

组合音响由于采用了等响控制电路，故而不论音量在开大或开小时，低音，高音听起来都具有相等的响度。这样，在音量较小的情况下，也可以听到丰满而柔和的低音，清脆而明亮的高音。在实际控制过程中，等响控制程度与音量大小有密切关系，所以等响控制应加在音量电位器上。常用等响控制电路有抽头电位器法和LC响度控制法。

5. 高通和低通滤波电路

所谓高通滤波电路是指提升并通过高频信号，衰减低频信号的电路，低通滤波电路与其相反，通过低频信号，衰减高频信号。

(1) 高通滤波电路

在组合音响中增设高通滤波电路的目的，是为了滤除或在一定程度上削弱低频噪声干扰。组合音响装置中的低频噪声大致有以下几种类型：一是电唱机和录音座因机械振动引起的低频噪声；二是由输入放大级晶体管产生的噪声；三是因外界感应或电源纹波系数不良造成的交流声；四是放音设备因声反馈导致的低频啸叫。

在组合音响系统中存在的低频噪声除了会降低信噪比外，还会加剧放音设备的互调失真，使音质混浊不清，大大影响了欣赏效果，因此必须增设滤波电路予以滤除。常用的高通滤波电路有阻容衰减式和反馈式二种基本类型。

(2) 低通滤波电路

采用低通滤波电路的目的是除去放音系统中的高频噪音。组合音响系统产生的高频噪声主要有以下几种类型：一是因唱片质量原因或因磨损沾污而引起的“沙沙”声；二是磁带的表面噪声；三是接收调幅和调频广播时，因邻频差拍，外来干扰以及接收机内部产生的噪声；四是接调频立体声广播时，因导频载波引起的噪声。常用的低通滤波电路与高通滤波电路一

样，仅就是阻容元的设置位置不同而已。

(二) 功率放大器

功率放大器的主要功能是放大来自前置放大器的信号（各类组合音响前置放大器的输出信号电平为1V左右），使其产生足够的不失真的输出功率，以驱动音箱正常工作。

与小信号工作的前置放大器相比，功率放大器是处于大信号输入和大信号输出的工作状态。因此功率放大器必须满足以下基本要求：一是具有足够的输出功率；二是具有优良的动态特性；三是谐波失真、互调失真、交越失真、瞬态失真、削波失真尽可能小；四是信号噪声比(S/N)尽可能高；五是具有平坦的频率响应特性。

组合音响的功率放大器常见的有晶体管与集成电块（多为厚膜块）组成的 OTL、OCL 及 BTL 电路。下面就这些电路的主要结构特性作一简单叙述，对于其具体电路原理与分析将在后面电路解析时详细介绍。

1. OTL电路

OTL是英文OUT PUT TRANSFORMERLESS的缩写，其含义是指没有输出变压器。OTL功率放大电路与采用输出变压器的功率放大电路相比，这种功率放大器体积小，重量轻，制作方便，其技术性能也大大改变。在中期的中低档组合音响中普遍采用 OTL 电路。常见的 OTL 电路有三种形式：一是输入变压器倒相式；二是分负载倒相式；三是互补对称输出式。

前两种电路虽然电路结构简单，但因电声性能欠佳，因此，只在早期的低档组合音响系统中采用。互补对称输出的OTL电路发挥了异性晶体管能互补工作这一优点，电路简单、合理，调试也方便，故而目前高保真OTL功率放大器，大都采用这种电路形式。

2. OCL电路

OCL是英文OUT PUT CAPACITORLESS的缩写，意指没有输出电容的功放电路。OCL电路也是一种互补对称输出的单端推挽电路。它的最大特点是电路内部直到负载扬声器全部直接耦合，中间既不需要输入、输出变压器，也不需要输出电容器，电声性能更好。现阶段 OCL 电路已成为高保真功率放大器的主流电路。

3. BTL电路

BTL 是英文 BALANCED TRANSFORMERLESS 的缩写，意思是指平衡式无变压器功放电路。从电路结构原理上看，BTL 电路实质上是一种桥接推挽功率放大电路。它的优点是在较低的电源电压下能得到较大的输出功率。

BTL电路除电源利用率高，输出功率大外，由于电路的高度对称性以及其共模反馈的引入，同相干扰基本抵消，交流声极小，失真度做到0.1%以下，且具有较高的稳定性。其缺点是多用一组功率放大器，显得不太经济。另外，这种电路是负载浮地，输出两端都不接地，给测试调整带来不便。

随着集成电路技术飞速发展，功放集成块产品已标准化、系列化，以便适应不同工作电源电压，不同输出功率等技术要求。功率集成块（大多数为厚膜块）具有性能好、工作稳定可靠、外围元件少、调整简单及安装方便等特点。

在家用组合音响中，通常要求功率放大器每通道额定功率大于10W，这是为了保证放音时有足够的响度，并能重放出大型交响乐的动态范围。由于在音乐和语言节目中，信号振幅的变化很大，存在着许多短暂的峰值，这些峰值功率往往要比节目的平均功率高几倍至十几倍。如果功率放大器的不失真功率不够大，在这些峰值处就会产生削波，此时音乐节目听起来会感到“发燥”、“发毛。”为了克服削波，需要功率放大器有一定的功率储备量。从高保真

放音的要求来看，希望功率储备量大一些好。但功率储备量太大，功率放大器的功率就会很大，造价便会高。因而一般对于专业用高档音响装置，其功率储备量应大于10倍，对于家用音响则功率取五倍以上。为了便于读者能在维修与使用中参考，表1—5和表1—6列出了常用高保真度家用功率放大器的最低电声技术指标及分级电声指标参数，表1—7列出了常用进口名牌功率放大器的电声技术指标参数。

表1—5 高保真度家用功率放大器的最低电声技术指标

电 声 参 数 名 称	电 声 技 术 指 标
频率范围	40~16000Hz±1.5dB，若有录音反均衡网络，则与曲线偏离<±2dB
增益调整	可降低4dB，在250~6300Hz内，偏差量≤4dB
总谐波失真	前级或功率放大器≤0.5%，组合放大器≤0.7%
额定输出功率	每通道>10W
左、右通道串音衰减	1kHz时，≥40dB，250~10000Hz时，30dB
两输入端间串音衰减	250~10000Hz时，≥40dB，>10000Hz时，≥50dB
宽带信号噪声比	前置放大器≥50dB，组合放大器≥58dB，功率放大器≥81dB
计权信号噪声比	前置放大器≥63dB，组合放大器≥63dB，功率放大器≥86dB
平衡控制	应对左、右通道均可改变8dB增益

表1—6 功率放大器分级电声技术指标

分 级	一 级	二 级	三 级	四 级
电声技术指标				
频率特性	20Hz~20kHz	40Hz~16kHz±1dB	80Hz~8kHz±2dB	150Hz~5kHz ±2dB
谐波失真	20Hz~20kHz ≤0.5%	40Hz~16kHz ≤2%	80Hz~8kHz≤5%	150Hz~5kHz ≤7%
信号噪声比	≥55dB	≥53dB	≥50dB	≥46dB
左、右通道间串音衰减	≥40dB	≥40dB	—	—

三、还音系统各单元的结构特性

还音系统是组合音响的终端设备，其任务是将由功率放大器输出的音频电信号不失真地还原成人耳能感觉到的声音。它由立体声音箱和耳机两个单元组成。

(一) 音箱

音箱又称扬声器箱。由扬声器、分频器和箱体等构成，扬声器是其核心元件。为了更好地重放出音频信号中的不同成份，常用不同结构和不同口径的扬声器分别重放出高、中、低音，并通过分频器进行连接。采用独立的音箱系统是组合音响与传统的单台放音机或多用组合机的一个重要区别，也是组合音响能获得高保真效果的关键。因为无论节目源多么理想、多么动听、放大器多么优良、多么精湛，如果最后不通过高质量的音箱也是不能获得高保真的音响效果的。因此，在组合音响中音箱里是一个至关重要的单元。

立体声音箱比单声道音箱有严格得多的要求。首先其主要电声技术指标必须符合或基本符合高保真要求；其次，两只立体声音箱应尽可能配对，电声指标应尽量相同，否则重放时立体声象位置就会畸变、飘移和模糊。表1—8给出了国际电工委员会提出的高保真家用音