

无线电爱好者丛书

高保真扩音机制作

李应楷 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

这是一本介绍高保真扩音机制作的书。全书共分十章，首先介绍高保真扩音机的特点和取得高保真的电路措施，接着逐一介绍OTL、OCL、全对称、新甲类以及电子分频、立体声、集成电路等扩音机的电路原理和制作方法，然后是扩音机的制作技巧和故障检修，最后介绍一些有特色的参考电路。

本书实用性较强，内容通俗易懂，插图丰富，适合无线电爱好者阅读，也可供音响设备的生产和维修人员参考。

无线电爱好者丛书

高保真扩音机制作

Gao bao zhen Kuo Yin Ji Zhi zuo

李应楷 编著

责任编辑：甘本拔

责任编辑：孙中臣

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/16

1984年10月第一版

印张：14 8/16页数：116

1984年10月天津第一次印刷

字数：355千字插页：1

印数：1—85,000册

统一书号：15045·总2912—无6293

定价：1.30元



中国电子学会科学普及读物编辑委员会

主 编：孟昭英

副主编：杜连耀

编 委：毕德显 吴朔平 叶培大 任 朗
杜连耀 吴鸿适 童志鹏 陶 械
顾德仁 王守觉 甘本祓 张恩虬
何国伟 周炯槃 邱绪环 陈芳允
秦诒纯 王玉珠 周锡龄

丛 书 前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的现代科学技术。电子技术水准是现代化的重要标志。为了尽快地普及电子科学技术知识，中国电子学会和出版部门约请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套有不同特点的、较系统的普及丛书。

本丛书是《无线电爱好者丛书》，由人民邮电出版社出版，其余两套是《电子应用技术丛书》，由科学普及出版社出版，《电子学基础知识丛书》，由科学出版社出版。

本丛书密切结合实际讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理及应用；介绍各种家用电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、小型电子计算器及常用测试仪器等）的原理、制作、使用和修理；提供无线电爱好者所需的资料、手册等。每本书介绍一项实用无线电技术，使读者可以通过自己动手逐步掌握电子技术的一些基本知识。本丛书的对象是广大青少年和各行各业的无线电爱好者。

我们希望广大电子科学技术工作者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版提出意见，给以帮助，以便共同努力，为普及电子科学技术知识，为实现我国四个现代化作出贡献。

前 言

随着科学技术的普及和文化生活水平的提高，高保真扩音机已在许多专门场所直到普通家庭里得到广泛应用。业余无线电爱好者自己动手制作高保真扩音机，是近年兴起的一项有益的业余活动。为配合这项活动的开展和普及音响技术，笔者根据广大无线电爱好者的要求，结合自己的一些实践经验，并参考有关资料编写了这本书。

为了满足无线电爱好者的需要，本书内容侧重于实际制作，并配以较多插图。在介绍新电路、新技术时，一般只说明其工作原理，不作数学推导。各制作实例所用的器件以晶体管为主，也有少量集成电路。书中还结合原理介绍，选登了一些国内外的先进电路，供读者参考。

全书共分十章：头两章先介绍高保真扩音机的特点和取得高保真的电路措施；第三章到第八章逐一介绍OTL、OCL、全对称、新甲类以及电子分频、立体声、集成电路扩音机的电路原理和制作方法；第九、十章是扩音机的制作技巧和故障检修。本书介绍的制作电路由浅入深，各实例均有其特色，并有灵活运用的方法，可满足不同爱好者的需要。

本书初稿完成后，中国唱片厂李宝善同志在百忙中审阅了全稿，提出了许多中肯意见。北京邮电学院董继光同志花了大量时间为本书作了详细审校。在此谨对他们表示衷心感谢。

限于笔者水平，书中错漏在所难免，敬请电声界的老前辈和广大读者批评指正。

李应楷

目 录

第一章	高保真扩音机的特点	1
第一节	高保真的含义	1
第二节	高保真扩音设备的组成	1
一、	信号源	2
二、	扩音机	2
三、	扬声器	2
第三节	高保真扩音机的特性指标	3
一、	静特性指标	3
二、	动特性指标	5
第二章	取得高保真的电路措施	8
第一节	负反馈	8
一、	反馈的种类	8
二、	负反馈对电路性能的改善	9
三、	负反馈与高保真	11
第二节	直接耦合	12
一、	简单的直耦放大单元	12
二、	差动输入放大电路	13
第三节	互补输出	17
一、	互补输出原理	17
二、	复合管与准互补输出	19
三、	OTL电路	20
四、	OCL电路	22
五、	BTL电路	27
第四节	频率特性处理	30
一、	频率均衡	30
二、	音调控制	31
三、	带宽调节	36
四、	多频率补偿	40
第五节	响度控制	41
一、	人耳的听觉频率特性	41
二、	抽头电位器式响度控制器	41
三、	用普通电位器的响度控制器	42
第六节	电子分频	43
一、	分频方式	43

二、	滤波型电子分频电路	45
三、	滤波——运算型电子分频电路	45
第七节	一些与前置放大器有关的问题	48
一、	各种信号源与放大器的配合	48
二、	信号的选择和混合	50
三、	怎样降低噪声	52
第八节	一些与功率放大器有关的问题	54
一、	晶体管的工作状态	54
二、	交越失真与开关失真	55
三、	准甲类放大电路	56
四、	大功率放大	59
五、	过载保护	60
六、	扬声器保护	63
第三章	小功率家用扩音机	66
第一节	电路工作原理	66
一、	全电路简介	66
二、	前置放大电路	66
三、	音调控制电路	68
四、	功率放大电路	69
五、	电源部分	70
第二节	元件选配	70
一、	晶体管的选用	70
二、	电源变压器	71
三、	其他小元件	71
第三节	安装与调整	73
一、	安装方法	73
二、	静态调整	74
三、	动态调整	75
第四节	电路活用	76
第五节	使用	76
第四章	20瓦OTL扩音机	78
第一节	电路工作原理	78
一、	全电路简介	78
二、	前置放大电路	80
三、	音调控制和中间放大电路	81
四、	功率放大电路	81
五、	电源电路	82
第二节	元件选配	82

一、	晶体管的选用	82
二、	电源变压器	83
三、	其他小元件	83
第三节	安装与调整	85
一、	安装方法	85
三、	静态调整	85
三、	动态调整	87
第四节	电路活用	88
第五节	使用	88
第五章	30瓦OCL扩音机	91
第一节	电路工作原理	91
一、	全电路简介	91
二、	前置放大和信号选择	91
三、	中间放大和音调控制	93
四、	功率放大电路	94
五、	电源电路	95
六、	保护和指示电路	96
第二节	元件选配	96
一、	晶体管的选用	96
二、	电源变压器	98
三、	其他元件	98
第三节	安装与调整	100
一、	安装方法	100
二、	静态调整	101
三、	动态调整	103
第四节	电路活用	104
一、	买不到电压合适的稳压管怎么办?	104
二、	怎样增加或缩小扩音机的最大输出功率?	105
三、	改用PNP型晶体管做差动放大管时的接法	105
第五节	使用	107
第六章	电子分频扩音机	108
第一节	电路工作原理	108
一、	全电路简介	108
二、	前置放大与信号选择	108
三、	响度控制与带宽调节	111
四、	中间放大和音调控制	112
五、	电子分频	112
六、	功率放大	113

七、	电源部分	114
第二节	元件选配	114
一、	晶体管的选用	114
二、	电源变压器	116
三、	其他小元件	116
第三节	安装与调整	119
一、	安装方法	119
二、	静态调整	121
三、	动态调整	123
第四节	电路活用	126
一、	改为两频道电子分频	126
二、	改变扩音机的最大输出功率	127
第五节	使用	127
第七章	新甲类放大立体声扩音机	128
第一节	电路工作原理	128
一、	全电路简介	128
二、	电磁拾音器前置放大	132
三、	信号选择与声象宽度控制	134
四、	响度控制与带宽调节	134
五、	中间放大与音调调节	135
六、	立体声平衡调节	137
七、	新甲类功率放大和阻尼因数调节	137
八、	电源部分	140
第二节	元件选配	141
一、	晶体管的选用	141
二、	电源变压器	143
三、	其他元件	143
第三节	安装与调整	146
一、	安装方法	146
二、	静态调整	147
三、	动态调整	151
第四节	电路活用	152
一、	配接传声器	152
二、	提高前置放大器的开环增益	152
三、	改变功率放大器的最大输出功率	153
第五节	使用	153
第八章	集成电路扩音机	155
第一节	电路工作原理	155

一、	全电路简介	155
二、	前置放大与信号选择	157
三、	音调控制	158
四、	功率放大	158
五、	输出指示	160
六、	电源部分	161
第二节	元件选配	163
一、	半导体器件	163
二、	电源变压器	166
三、	其他小元件	166
第三节	安装与调整	167
一、	安装方法	167
二、	静态调整	170
三、	动态调整	171
第四节	电路活用	171
第五节	使用	176
第九章	制作技巧	178
第一节	怎样选择电路	178
一、	根据信号源的情况来选择前置放大电路	178
二、	根据对音质的要求来决定电路的繁简	178
三、	根据听众的多少和放音场所的大小来决定扩音机的输出功率	178
四、	根据已有元件来选择适当的电路结构	179
五、	根据扬声器的性能来决定是否分频或分频方式	179
第二节	元件检测	179
一、	晶体管的检测	179
二、	阻容元件的检测	182
第三节	安装工艺	183
一、	整机布局	183
二、	散热	184
三、	屏蔽	187
四、	接地	189
五、	布线	191
第四节	印刷电路板	192
一、	设计方法	192
二、	制作	194
第五节	焊接	195
第十章	故障的检查与排除	197
第一节	完全无声	197

一、 无电·····	197
二、 电路中断或短路·····	197
三、 因自激而产生的无声·····	198
第二节 元件发热·····	198
一、 电阻发热冒烟·····	198
二、 散热器发烫·····	200
第三节 输出中点直流电位失常·····	202
一、 失常的原因·····	202
二、 减小漂移的方法·····	203
第四节 放大器自激·····	204
一、 自激反映出来的现象·····	204
二、 抑制放大器的高频自激·····	205
三、 抑制其他形式的自激·····	208
第五节 声音小·····	210
第六节 声音失真·····	210
一、 小信号失真·····	210
二、 大信号失真·····	211
第七节 音质不好·····	211
一、 频率特性不良·····	212
二、 瞬态特性不好·····	212
第八节 噪声大·····	212
一、 噪声的形式·····	212
二、 排除方法·····	213
附录（一）·····	214
附录（二）·····	218

第一章 高保真扩音机的特点

第一节 高保真的含义

“高保真”的英文原词是High-Fidelity, 简称Hi-Fi。声频设备能如实地反映声音信号的本来面貌, 就叫高保真。

众所周知, 物体振动便激动空气, 使之也跟着振动, 形成声波。声波传到人的耳朵, 刺激了听觉神经, 便使人产生声音的感觉。不同的声音, 具有大小不同的音量(响度)、高低不同的音调、发声体所特有的音色和确定声音特征的音品。如果把声音作为振动信号来研究, 则音量是振动幅度的反映, 音调是振动频率的反映, 而音色和音品却分别由振动的波形(频谱)和波形包络所决定。在通常情况下, 声音信号的振幅越大, 声音就越响; 信号的频率越高, 音调也就越高; 而不同发声体(例如乐器)所发出的声音, 则由于它们的谐波(泛音)组成及各次谐波的振幅比例各不相同, 再加上乐音的起始建立过程和结束后的衰减过程也各不一样, 使得它们的波形包络有很大区别, 这便决定了声音的音色和音品。

人耳能敏锐地判断声音的这些要素, 从而识别各种特定的音响。不仅如此, 人们对声音还有方位感, 即根据两耳所听到声音的差异, 就能判断出各个声源的位置。只要重放的声音能基本保持原来的方位及其他现场效果, 便会使听者获得身临其境的感觉。这样的声音信号称作立体声。

高保真的扩音设备必须忠实地把声音信号的各个要素按原样反映出来。就此而言, 是不应对原信号再加以修饰、加工的。但实际上, 高保真扩音设备常加进各种调节装置, 使重现的声音在其特定放音环境中变得更加优美动听。

怎样的声音才算好听? 这既是个艺术问题, 也是个技术问题。对语言来说, 要求它清晰、自然、易懂; 对音乐来说, 则要丰满、纤细、平衡、融合, 还要音域宽、动态大, 低频段厚实有力、中频段明亮悦耳、高频段色彩丰富, 听起来使人感到亲切、和谐、有层次和空间感。要使重放的声音好听, 首先要有优质的高保真声频设备和音响效果良好的放音场所, 其次还要根据艺术的需要, 借助各种技术手段对声音信号加以修饰和美化, 使之得到预期的艺术效果。

对扩音设备来说, “高保真”的技术含义是很广的, 频响宽、失真小、噪声低、动态大、瞬态响应好……都是一些公认的技术条件。随着时代的进步, 人们对扩音设备的高保真要求也越来越高。这些要求, 不断推动新器件、新电路的开发, 并促进了整个电声技术的发展。

第二节 高保真扩音设备的组成

与普通的扩音设备一样, 完整的高保真扩音设备应包括信号源、扩音机和扬声器三大组成部分。信号源给我们送来各种节目信号, 由扩音机加工、变换到足够的功率, 再推动扬声器发出声音。从高保真角度来考虑, 这几个环节对声音质量都有直接影响。我们不能只侧重

于优质扩音机的制作，而把优质信号源和优质扬声器的选配忽视了。此外，听音场所的音响条件对音质也有关系，爱好者在布置房间时，应把音响条件考虑进去。

一、信号源

通常与高保真扩音机配套的信号源有收音调谐器、磁带录音机、电唱机和传声器等几种。如要重放立体声，应选立体声的信号源。

收音调谐器可看成是没有声频功率放大部分的收音机，它的接收性能往往比普通收音机好。专门供高保真扩音设备使用的收音调谐器常具有较宽的通频带和较低的失真，还能接收超短波调频（FM）广播，并装有立体声解调器。业余爱好者如要利用现成的超外差收音机代替调谐器的话，应从收音机的检波输出取出声频信号，以获得较好音质。

业余爱好者多使用盒式磁带录音机。如把它作信号源使用的话，为了得到较好音质，最好在录音机的功率放大级之前（例如在线路输出插口）取出信号。

当把立体声调谐器或立体声录音机的输出信号送往普通的单声道扩音机放大时，需将信号源的选择开关放到“单声道”位置，以让左、右声道的信号混合起来输出，使单声道的扩音设备重放出包含左、右声道内容的完整节目。

其他信号源与扩音机配合时应注意的问题见本书第二章第七节。常用信号源的输出特性如表1-2-1所示。

二、扩音机

扩音机，即声频功率放大器，是本书要介绍的主要内容。一台扩音机大致可分为前置放大器、功率放大器和直流电源三大部分，见图1-2-1。从各个信号源送来的节目信号，经过前置放大器的选择、均衡、混合和放大，得到适当的特性和电平，然后再送到功率放大器加以放大以得到足够的功率，去推动扬声器发声。电源部分则为前置和功率放大器提供平稳的直流电源。

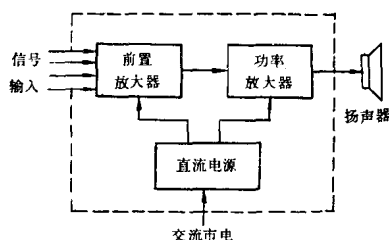


图 1-2-1 扩音机的主要组成部分

高保真扩音机应具有较高的特性指标。早期的高保真扩音机几乎都是电子管式的。随着科学技术的发展，各种半导体器件的质量和数量正不断提高，应用也日益广泛。晶体管具有体积小、重量轻、耗电省、寿命长、坚固耐震、使用方便等优点。现在，晶体管已取代电子

管，成为高保真扩音机的主要放大器件了。本书介绍的扩音机，都采用晶体管、集成电路等半导体器件。

三、扬声器

目前高保真扩音机所配用的扬声器大都是电动式（动圈式）的。电动式扬声器按其振动辐射系统的不同，可分为普通纸盆扬声器、橡皮边（或用泡沫塑料、布基阻尼材料）复合盆扬声器、号筒式扬声器、球顶形扬声器等几种，它们的结构示意图1-2-2。其中纸盆扬声器按纸盆形状来分，又有圆形、椭圆形等。有的大口径纸盆扬声器为了扩展高频响应，还增加一个辅助小纸盆，构成双纸盆扬声器。

纸盆扬声器工作时，纸盆前后所辐射的声波是反相的。为了减弱或消除这两种声波在低频时因绕射而造成的相位干涉，提高扬声器在低频时的效率，应把扬声器装在音箱里。常见

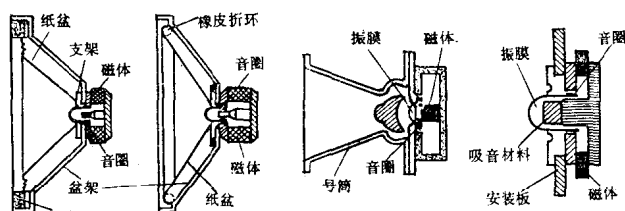
表 1-2-1

常用信号源的输出特性

信号源		输出阻抗	输出电压	对放大器的要求
调 谐 器		几~十几千欧	几十~几百毫伏	
半导体收音机	检波输出	几千欧	几十毫伏	
	扬声器输出	很低	0.1~2伏	输入阻抗接近扬声器阻抗
录 音 机	磁 头	几百~几千欧	零点几~几毫伏	需要频率均衡
	低阻线路	600欧	几十毫伏~1伏	阻 抗 匹 配
	高阻线路	几~几十千欧	几十~几百毫伏	
拾 音 器	压 电 式	几百千欧~1兆欧	0.1~2伏	高输入阻抗
	动磁、动铁式	几百~几千欧	1~10毫伏	需要频率均衡
	动 圈 式	几十欧	几十~几百微伏	需要频率均衡
传 声 器	高阻动圈式	约25千欧	几~几百毫伏	
	低阻动圈式	200~600欧	几~几十毫伏	
	电 容 式	200~300欧	几十毫伏~1伏	

的音箱有开放式、封闭式、倒相式和曲径式等几种。我们可根据扬声器及使用场合的要求而选用。即使是优质的扬声器,也只有良好的音箱配合下,才能放出优美的声音。

无论哪一种扬声器,要单靠它来完美地重放整个音乐频谱是相当困难的。因此,以欣赏音乐为目的的音箱,多用若干个不同直径、不同结构的扬声器一起组成扬声器组,再用分频的方法,让各个扬声器发挥各自的特长,分别去重放高、中、低各频段的音乐。高保真组合音箱中的高、中频单元常用球顶形扬声器、专用号筒式或小口径纸盆扬声器等,低频单元则以采用大口径普通纸盆扬声器或复合盆扬声器为多。



(a)纸盆扬声器(b)橡皮边扬声器(c)号筒式扬声器(d)球顶形扬声器

图 1-2-2 各种电动式扬声器

第三节 高保真扩音机的特性指标

一、静特性指标

扩音机的输出功率、增益、频率特性、谐波失真、信号噪声比……等等以稳态信号来测量的指标,统称为扩音机的静特性指标。静特性指标说明了扩音机的基本性能,大都是沿用多年的传统指标。它们的含义和测量方法,在一般书刊里常有介绍,下面只谈谈高保真扩音机对这些指标的要求。

由于音乐节目的振幅变化很大,瞬间超过额定输出功率是常有的,扩音机如没有一定的功率余量,就容易过载,使声音层次不清,所以高保真扩音机的输出功率往往比普通扩音机大得多。家用高保真扩音机的输出功率常在10~40瓦之间,并且其最大输出(不削波)功率应达额定输出功率的1.6~2倍。

扩音机输出额定功率时所需的最小输入信号电压，称为输入灵敏度，它的大小与所用信号源的特性有关。

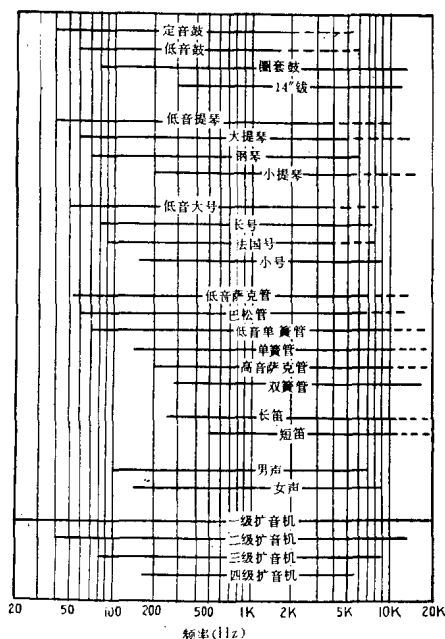


图 1-3-1 常见乐器的频率范围

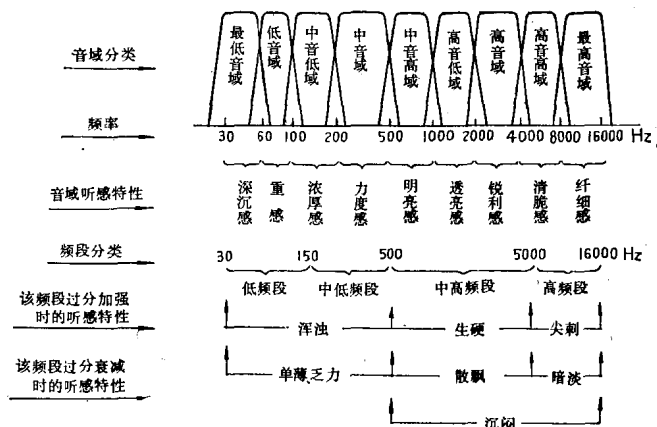


图 1-3-2 各频段声音对听感的影响

常见乐器的频率范围及各级扩音机的频响指标见图1-3-1，各频段声音对听感的影响见图1-3-2。只有音响设备的频率特性良好，重放出来的乐音才会使人感到低音丰满柔和、中低音雄浑有力、中高音明亮纤细、高音色彩丰富，整个音乐层次清楚。高保真扩音机为了能真实地反映各种信号，减少低频和高频的相移，常把频响做到几赫到几十千赫，有的甚至做到从直流到几百千赫。

谐波失真是一种非线性失真，它因放大器在工作时的非线性特性所引起。失真的结果是产生了新的谐波分量，使声音失去原有的音色，严重时声音发破、刺耳。高保真扩音机的谐波失真应在1%甚至0.1%以下。谐波失真还有奇次和偶次之分，奇次谐波会使人烦躁、反感、更容易被人感知。

在谐波失真不超过规定值时，扩音机的 $\frac{1}{2}$ 额定功率频带宽度，即由高、低频端功率下跌一半的两个频率点间所包括的频带，称为“功率带宽”。

扩音机的输出信号电压与同时输出的噪声电压之比，就叫信号噪声比，简称信噪比，习惯上常用分贝表示。信噪比越大，表明混在信号里的噪声越小，放音质量越高。只有信噪比高的扩音机，才能使重放的乐音清晰、有层次和干净。

除了上述的传统指标外，高保真扩音机还要注意以下指标：

1. 动态范围

信号源的动态范围常指信号中可能出现的最高电压与最低电压之比，用分贝表示。而扩音机的动态范围则是它的最高不失真输出电压与无信号时的输出噪声电压之比，也以分贝表示。显然，扩音机的动态范围必须大于节目信号的动态范围，才能获得高保真的放音效果。

以标称的传输电平为界,动态范围可分为上动态和下动态。良好的节目信号,其上动态为26~32分贝,下动态为50~55分贝。这便要求高保真扩音机的动态范围也要尽量与此适应,即上动态为26~32分贝,下动态为55~60分贝。显然,扩音机上动态与放大器输入级的过激励能力、输出级的功率余量等性能有关,而下动态则与信噪比有关。如果扩音机的动态范围上移(即下动态缩小),信噪比便恶化;动态范围下移(即上动态缩小),则会产生过载失真。因此,要想提高扩音机的动态范围,除了提高信噪比、增加最大输出功率以外,还要对放大器各级工作电平的安排、音量电位器和衰减器的设置等设计技巧倍加注意。只有这样,才能如实地反映原节目的面貌。

2. 阻尼因数

扬声器及扬声器箱在低频时会产生共振,使声音变得难听。扬声器的共振可以部分地用电的方法来抑制:只要扩音机的输出内阻足够小,就可以将扬声器共振时音圈产生的感生电动势短路,由此产生的短路电流能抑制扬声器的自由振动,即起了阻尼作用。我们把扩音机的额定负载阻抗 R_L 与输出内阻 R_0 之比称为阻尼系数 DF ,即

$$DF = \frac{R_L}{R_0}$$

DF 的大小会影响扩音设备重发的音质。 DF 越大,对扬声器共振的抑制能力就越强。高保真扩音机的阻尼系数应在10以上。但 DF 值也不是越大越好,而是要适当。不同的扬声器有不同的 DF 最佳适配值。较讲究的高保真扩音机,最好备有阻尼系数调节装置,以满足不同扬声器的配合需要。

3. 互调失真

互调失真也是非线性失真的一种。实际音响信号几乎都是由多频率信号复合而成的复杂信号。这种多频率信号通过非线性放大器时,各个频率信号之间便会互相调制,产生出新的频率分量,形成互调失真。互调失真系数要用互调失真仪来测量,它是把高、低频两个简谐信号按一定幅度比混合后,再输入放大器来测试的,比较符合实际声音信号的情况。

互调失真的耳感是声音尖刺、有附加音,失去层次,听的时间长了会使人产生疲劳和不舒服的感觉。

4. 相位失真

声频信号通过扩音机后,不同频率的信号会产生不同的相移,该相移的不均匀性便称为相位失真。它以工作频段内最大相移与最小相移之差(度)来表示。

人耳对相位失真并不敏感,所以这项指标对音质的影响较小。但如果相移很大,也会使乐音的清晰度、层次感、环境感变劣。因此,高保真扩音机要求其相位失真最好不要超过 30° ,立体声扩音机对相位失真的要求更高。

二、动特性指标

所谓动特性指标,是考虑到扩音设备在工作时的瞬变过程,用非稳态的较复杂信号来加以研究的指标。由于实际的音乐、语言信号都是非稳态的复杂信号,而前述各种静特性指标只用稳态的简谐信号来测量,所以还不能全面地说明扩音机的音质。为了弥补这一不足,各

种动特性指标便陆续被研究出来。

1. 瞬态响应

用不同频率的方波信号输入扩音机，观察并比较输入、输出波形的差别，便可对扩音机的瞬态响应作出定性分析。输出方波的上升部分和平顶部分能反映扩音机对瞬变信号和缓变信号的跟随能力。从输出方波的形状还能观察到扩音机的频率特性是否良好，有无不稳定等现象。研究表明，方波前沿陡度的变化、上冲和拖尾阻尼振荡等都与重放音质有关。扩音设备的瞬态响应良好时，钢琴声音特别悦耳，对跳跃式的短促音符更感清晰。而瞬态响应不好的扩音设备，则会使低音混浊、高音发毛。近年来，为了提高测试精确度，并便于定量测量，已逐渐采用猝发声列信号来对扩音机进行瞬态响应测量。

2. 瞬态互调失真 (Transient Intermodulation Distortion简称TIM失真)

近年的研究表明，瞬态互调失真是一种影响晶体管扩音机音质的重要指标。瞬态互调失真与环路负反馈直接有关。如果放大器的开环特性不好，对所放大的信号发生时间延迟，负反馈便比输入信号滞后。当往该放大器输入瞬变信号时，输出端便不能立刻得到应有的输出电压，使输入级也不能及时得到应有的负反馈。放大器在这瞬间工作于开环状态，输入级瞬时过载，过载时的瞬间输入电压有时会比正常时输入级的净输入电压大几十倍，于是便产生了瞬间电压的严重削波，形成瞬态互调失真，见图1-3-3。图中的①、②、③、④表示相应波形产生的先后顺序。

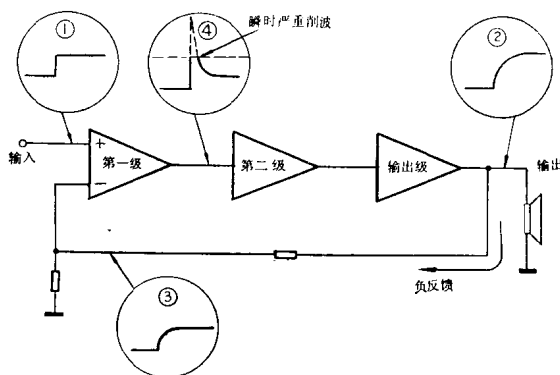


图 1-3-3 TIM失真的产生

瞬态互调失真对音质是否自然有很大影响。由于晶体管扩音机功率放大器的工作电平高、输入过激励能力差，在电路设计和调整时应瞬态互调失真倍加注意。

定量测量瞬态互调失真的方法有几种，都相当麻烦，这里便不介绍了。

3. 交界面互调失真 (Interface Intermodulation Distortion简称IIM失真)

由于扬声器音圈在工作时会产生反电动势，这个反电动势通过环路负反馈作用到放大器输入级，便产生新的动态失真，见图1-3-4。这种失真称作“交界面互调失真”，严重时将使重放声音不清晰。

降低交界面互调失真的主要途径是：（1）减小环路负反馈量，（2）降低功率放大器本身的输出内阻。