



无线电与电视

合订本
78B-79

无线电与电视

1978—1979年总目录

笔谈会

谈谈无线电与电视····· 78 1 1

动态

电视机电路的今天与明天····· 78 2 1

收音机电路的今天与明天····· 78 3 1

磁带录音机电路的今天与明天····· 78 4 1

电视游戏····· 29 1 43

读者来信座谈纪要····· 79 2 1

气球广播····· 79 3 1

无线话筒及其应用····· 79 4 1

电视技术

开关式稳压电源的原理与计算····· 78 1 15

采用行回扫脉冲加热显象管灯丝····· 78 1 24

反极性行激励电路的分析和设计····· 78 2 15

电视机的串联开关式稳压电源····· 78 2 23

图象稳定性与 AGC 电路····· 78 3 10

自举升压行输出电路····· 78 3 16

PAL型彩色电视解码器····· 78 3 20

电视视频信号的直流耦合····· 78 4 8

硅阻尼二极管引起的辐射干扰及抑制方法····· 78 4 20

有短路自动保护和电子延时的稳压电源····· 78 4 33

黑白电视机性能的直观鉴别(1)····· 79 1 28

谈谈扫频仪的扫速····· 79 1 40

黑白电视机性能的直观鉴别(2)····· 79 2 28

电子线路的 CAD····· 79 2 35

电视机 AGC 动态特性及测量方法····· 79 2 40

自稳定行输出电路及其应用····· 79 2 58

P-24型集成化黑白电视机剖析····· 79 4 4

场扫描输出级的效率及其提高方法····· 79 4 24

电声技术

70年代高保真度纵横十谈····· 78 1 5

谈谈录音磁带的正确使用····· 78 2 6

DC 功率放大器对话····· 78 2 10

唱片的录音与还音····· 78 3 7

谈谈盒式录音机····· 78 3 9

声频功率放大器的设计改进····· 78 4 5

多话筒、多声道、强吸声录音····· 79 1 1

50W 高保真度 OCL 放大器——

设计与实验(上)····· 79 1 8

收音机可变通带中频放大器····· 79 1 14

电视中的声音····· 79 2 4

CL 功率放大器对话····· 79 2 8

50W高保真度OCL放大器——

设计与实验(下)····· 79 2 11

对 OTL 功率放大电路两个问题的讨论····· 79 3 5

OTL 场输出电路设计····· 79 3 8

多频率音调电路····· 79 4 30

唱盘频闪测速卡····· 79 4封三

基础讲座

高传真调频广播····· 78 1 44

介绍几种获得调频信号的方法——

兼谈调频发射机····· 78 2 32

调频接收机中的鉴频器和限幅器····· 78 3 36

调频接收机的电路结构····· 78 4 22

音箱设计(1)····· 79 1 18

音箱设计(2)····· 79 2 23

音箱设计(3)····· 79 3 29

音箱设计(4)····· 79 4 12

新型元器件

电视中频集成电路····· 78 1 27

谈谈自会聚彩色显象管····· 78 1 51

电视伴音集成电路····· 78 2 26

恒压变压器····· 78 2 29

电视场扫描集成电路····· 78 3 27

彩色电视解调集成电路····· 78 4 16

触摸式电视频道转换开关····· 79 1 33

滚筒式高频头(1)····· 79 2 50

滚筒式高频头(2)····· 79 3 38

声表面波电视中频滤波器..... 79 4 32

维修经验

电视机电路的定性检查..... 78 1 35
 金星 B40-A 电视机常见故障检修 78 3 32
 进口电视机的频道改制..... 79 1 36
 匈牙利 TA5203 电视机的故障检修..... 79 3 3
 英雄 228-3 直耦式视放电路的修理..... 79 3 42
 友谊 JD16-2 扫描电路板及其调试..... 79 3 45
 春雷 3T5 型收音机低放故障检修..... 79 4 35

电路集锦

集成运放音调控制电路..... 78 3 47
 新颖的 OCL 电路..... 78 4 31
 用集成功放 5G37 的 BTL 电路..... 79 2 45
 一种无须稳幅的正弦波振荡器..... 79 2 45
 简易的直流变换电路..... 79 2 45
 实用稳压电源逻辑..... 79 2 56
 用结型场效应管的音调放大器..... 79 4 37
 一种具有低输入和低输出阻抗的音频
 放大器..... 79 4 37
 4W 宽带功率放大器..... 79 4 37
 一种 10W OTL 电路..... 79 4 37

新产品介绍

凯歌 4D8 晶体管黑白电视接收机..... 78 1 57
 上海牌双频道电影还音扩音机..... 78 2 37
 GY-J35 监听机组——功率放大器 78 3 41
 GY-J35 监听机组——扬声器箱 78 4 26
 友谊 JD16-2 晶体管黑白电视机 79 1 21
 红灯 735 型全波段便携式收音机..... 79 3 20
 飞跃 19D1 型晶体管黑白电视机..... 79 4 16

修理札记

电视机亮度失控..... 78 2 31
 光栅半亮半暗..... 78 3 48
 火炬 S16-1 电视机 AGC 电路的改进 78 4 32
 同步故障二例..... 79 1 42
 判别高压包局部短路故障的简捷方法..... 79 2 49
 用直流电压表测量加热灯丝的行回扫

脉冲电压..... 79 2 49
 电视伴音帧频声..... 79 4 41

科技英语会话

Telecommunications (电信)..... 79 2 46
 Electronics (电子学)..... 79 4 38

科技日英汉词汇

盘式录音机..... 79 3 41

国外点滴

带闹钟的薄型电子计算机..... 79 1 目录
 袖珍式电视机..... 79 1 目录
 场致发光平板电视机..... 79 2 20
 计算器圆珠笔..... 79 2 21
 组装式袖珍收音机..... 79 2 57
 立体声收录两用机..... 79 3 目录
 双屏幕电视机..... 79 3 目录
 NV-8600 E 盒式录象机 79 3 28
 最小的掌上黑白电视机..... 79 3 32
 电视视频记录机..... 79 3 44
 四声道立体放音系统..... 79 4 40
 10寸手提式录象机..... 79 4 42
 手提式立体声放音系统..... 79 4 42
 口袋中的“译员”..... 79 4 42

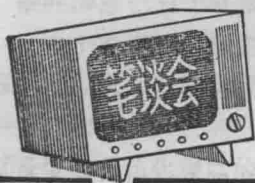
插 页

1. 凯歌牌 4D8 型全晶体管黑白电视机电原理图及电路装配图
2. 友谊牌 JD16-2 型全晶体管黑白电视机电原理图及电路装配图
3. 飞跃牌 19D1 型全晶体管黑白电视机电原理图及电路装配图
4. 匈牙利 TA5203 型(24英寸)黑白电视机电原理图及主电路装配图
5. P-24 型集成化黑白电视机电原理图
6. 红灯 735 型全波段便携式半导体收音机电原理图
7. 上海牌双频道电影还音扩音机总线路图及电路装配图
8. 50W 高保真 OCL 放大器电路装配图

无线电与电视

1978年第1期目录

- 谈谈无线电与电视.....(1)
- 70年代高保真度纵横十谈.....中国唱片厂 李宝善(5)
- 开关式稳压电源的原理与计算.....阚家溪(15)
- 采用行回扫脉冲加热显象管灯丝.....方月琴(24)
- 电视中频集成电路.....上海元件五厂 王国定(27)
- 电视机电路的定性检查.....赵忠卫(35)
- 高传真调频广播.....王保华(44)
- 谈谈自会聚彩色显象管.....上海无线电三厂设计二组(51)
- 凯歌4D8晶体管黑白电视接收机.....上海无线电四厂 4D8设计组(57)
- 插页: 凯歌 4D8 晶体管黑白电视接收机电路资料



谈：无线电与电视

上海人民广播电台副总工程师 何允

解放以来，上海的人民广播事业，有了很大的发展。由于林彪、“四人帮”的干扰和破坏，使广播、电视在技术上与国外先进水平的差距拉大了，广播电视事业的发展远远不能适应四个现代化发展的需要。特别是电视接收机的普及还很不够，频道又少，节目制作手段落后，调频广播等技术的应用还有待开展。粉碎“四人帮”后，华主席为首的党中央领导我们开始了新的长征，我们一定要在本世纪内全面实现农业、工业、国防和科学技术的现代化，把我国建设成为社会主义的现代化强国。广播、电视事业不仅在政治上是宣传群众、组织群众的有力工具，而且在教学上还是大规模传播科学文化知识的有力手段。为此，我们一定要积极响应华主席在五届人大提出的：“要办好新闻、广播事业，加速发展电视，使它们发挥宣传教育作用”的号召，努力加速广播电视技术和广播电视事业的建设和发展，充分发挥广播电视事业在提高整个中华民族的科学文化水平中的积极作用。当前最感迫切的是要普及接收工具，同时必须用最先进的技术来装备广播和电视事业。随着我国空间技术的发展，采用卫星直接播送广播和电视，也将指日可待。真是形势大好。展望未来，前途似锦。

我们衷心希望《无线电与电视》的出版，在今后总结交流推广广播电视技术和电视设备的生产经验等方面发挥积极的作用，为发展人民广播电视事业和实现我国社会主义建设的四个现代化而贡献力量。

工人工程师

王林鹤

电子工业是国民经济和国防工业的重要组成部分。电子工业的发展，将为我们提供最新的科学技术。伟大领袖和导师毛主席、敬爱的周总理和英明领袖华主席，都十分关心电子工业的发展。毛主席指出过，电子水准是现代化的一个重要标志。周总理讲到电子工业的重要作用时，深刻指出：与其说现在是原子时代，不如说是电子时代。华主席还专门为电子工业题词，号召我们：“发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，加速发展电子工业，努力攀登电子科学技术高峰。”由于林彪、“四人帮”的干扰破坏，我国的电子科学技术同世界先进水平相比，还是比较落后的。我们承认落后，就要奋发图强，加快速度，努力赶超先进。要象当年老红军爬雪山、过草地那样，只争朝夕，顽强战斗，为建设社会主义的现代化强国，为极大地提高整个中华民族的科学文化水平，努力学习和运用电子科学技术和一切先进的科学技术，把四个现代化提高到电子水准上来。

祝贺《无线电与电视》又同广大群众见面。希望它和广大群众一起，为电子科学技术的发

展，为无线电通讯和电视技术的普及和推广，为各条战线的技术革新和技术改造，作出新的贡献。

上海市电子学会理事长 朱物华

用电磁波将声音、图象等信息从一地传送到远距离的另一地，是最省时间、最省费用的通信方式。

通信技术与整个电子科学一样，发展很快。通信媒介已从射频传播、微波中继、对流层散射、电缆传输、圆波导 H_{01} 模，发展到同步卫星、光纤等形式。相应的工作频率已从射频、微波，发展到亚毫米波、光波。通信方式也由模拟式发展到数字式。

对通信设备质量的要求也越来越高。不但要求通信设备体积小、重量轻、容量大、成本低，而且要能抗干扰、自动化，在任何环境下都能可靠、高速、准确地传送信息。

电子技术的发展，不仅对农业、工业、国防及科学技术产生重大影响，而且与人们的日常生活有密切关系。电子技术的发展水平是一个国家实现现代化的重要条件和标志。

有了普及，才有提高。广播与电视是广泛使用的传送信息的电子设备，也是普及电子技术的基础。我们要搞好广播与电视，普及电子技术，努力攀登电子科学的高峰。

科学的春天来到了。我们要在以华主席为首的党中央领导下，团结互助，刻苦钻研，为我国早日实现四个现代化，为全世界人民作出贡献。

上海市电子学会副理事长 陈德馨

在全国科学大会上，英明领袖华主席号召我们：一定要极大地提高整个中华民族的科学文化水平。作为电子工作者，我们一定要响应号召，为早日把我国建成现代化的社会主义强国而努力奋斗！

电子技术是非常重要的。毛主席早在 1956 年就曾指出，电子水准是现代化的一个重要标志。没有雷达，不能探测快速飞行的飞机、导弹等飞行目标，也不能对之进行跟踪和制导。没有现代电子技术，不可能有今天这样的劳动生产率，也不可能今天的空间技术。电子技术的特点是“远”、“快”、“准”。通过无线电，能够实现全国和全球的通信、电视和广播，甚至从几亿公里外的星球传来拍摄的照片。现代电子计算机的速度已经到达每秒万万次，任何繁重的计算可以在极短的时间内完成。应用电子技术建立的时间标准的准确度比天文标准高出几个数量级。测量光速的准确度达到 ± 1 米/秒。这些都是其他学科所望尘莫及的。近年来，遥感技术和光纤通信等新技术的应用相继出现，进一步扩大了电子技术的服务领域。它的发展前途是无可限量的。我们一定要动员一切力量，组织浩浩荡荡的大军，尽快地把我国的电子科学搞上去，使它在向现代化进军的新的长征中，发挥巨大的作用。

上海市电视研究所所长 肖晓

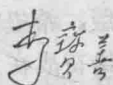
电视工业是三十年代才发展起来的新兴工业。由于它在军事、工业、农业、文化、教育等领域都占有很重要的地位，所以发展很快。我这里主要谈谈电视广播接收机方面的情况。

自1954年起各主要资本主义国家又相继开办了彩色电视广播。目前全世界建立有电视广播的国家已有120多个。

由于电视接收机生产投资少，资金周转快，利润高，所以资本主义国家和社会帝国主义国家均在大力发展电视工业，1977年全世界电视机的产量据不完全统计已近五千万台，其中美国和日本约占五分之三。近几年来，由于集成电路的大力发展，部件元件的标准化生产以及生产自动化程度的提高和新技术的广泛应用，黑白电视机的生产已逐步趋向于淘汰，目前生产的电视机总数中，彩色电视接收机所占的比例已达70%以上。在技术上改进和采用新技术，更是五花八门互相竞美，如：装上数字式寻址调谐器、多功能化(一机多用)、普及集成化、功能部件化、声表面波滤波器、一体化一次升压回扫变压器、单钮彩色跟踪电路等等，其他如卫星直播电视以及家用投影电视，电视唱片和家用录像发展亦很快。

以华主席为首的党中央一举粉碎“四人帮”后，形势大好，在五届人大和全国科学大会精神鼓舞下，目前正在制订规划，一定要为二十三年内赶上和超过世界先进水平打下坚实基础。

中国唱片厂工程师



声频和电声技术与广播、电视、电影、唱片等专业领域有着极密切的关系，它是提供优质声源的基础科学技术。声频与电声技术的发展方向是高保真度化。七十年代国内外在这方面均取得了很大的进展。高保真度表征声频与电声系统、设备或元器件保持声音信号原来面貌的能力，包括对音高、音强、音色以及临场感、混响感等复杂音质状态的保持能力，当然也不排斥对声音信号进行适当美化加工的能力在内。

为了达到高保真度化，必须控制诸多的技术指标，如对声频系统、设备来说，它们有传统的三大指标(频率特性、谐波畸变、信号噪声比)，还有互调畸变、阻尼系数、相位畸变、瞬态响应等指标，对电声元器件还应包括指向性、灵敏度、效率等指标。

七十年代，在研究晶体管和集成声频电路时，发现一项很有意义的动态指标，称为瞬态互调畸变(TIM)，1975年并提出了定量测量的方法，这是声频领域的一次技术突破。

在重视掌握技术指标的同时，还需同样重视对声频与电声系统进行听音评价。这首先是因声音信号最终是给人听的，另外，也只有这样，才能进一步明确各技术指标在音质评价中所占比重，才能进一步使指标测量方法更加合理，也才能找出新的更有意义的技术指标来。

听音评价要注意评价方法，要训练评价队伍，要统一评价术语，并研究表达评价结果的有效方式。

当前以华主席为首的党中央，向我们提出了向科技现代化进军的伟大号召，全国科技战线形势一片大好，愈来愈好。我们相信，声频与电声技术一定会在宣传马列主义、毛泽东思想，宣传党的方针政策，宣传革命文艺和满足广大人民文化生活的需要起到愈来愈大的作用。

华主席率领我们进行新的长征了！我们这一代人是二万五千里长征的继承者，老一辈无产阶级革命家的宏伟理想，无数革命先烈的遗志，将要在我们这一代人手里变为光辉的事实，一个强大的社会主义现代化中国就要在我们手中建设起来。看！这千军万马奔向四个现代化的二〇〇〇年的壮丽情景，怎不令人激动振奋！

“树雄心，立壮志，向科学技术现代化进军！”这是华主席向每一个科技战线的人们发出的战斗号令。

电子科学技术是廿世纪发展最快、内容最丰富、应用最广泛的学科之一，它最本质与重要的功能是延伸和补充了人体信息处理的三种器官：感官、神经和大脑，大大地增强了人类认识自然和征服自然的能力，正是进一步发展社会生产力的迫切需要把电子科学技术推向了现代化的最前沿，使电子水准成为现代化的一个重要标志。

祝贺《无线电与电视》的出版，希望它像战胜了严冬以后在祖国大地上长出的春芽，强劲有力！以最先进的技术，介绍给奋战在无线电电视战线上的人们，给大家以最新鲜的知识营养，来为祖国四个现代化贡献力量，来为奔向二〇〇〇年增加速度！

(接56页)

自会聚管 510HWB22 主要性能介绍

电路和管脚图见图 10，它的主要技术数据如下：

灯丝电压：6.3V

灯丝电流：0.375A

加热时间：小于 5 秒

聚焦方式：静电

静电聚焦方式：磁性

偏转角度：对角，90°

水平，78°

垂直，60°

典型工作参数

阳极高压：25KV

阳极束电流：700 μ A

聚焦电压：4450~5250V

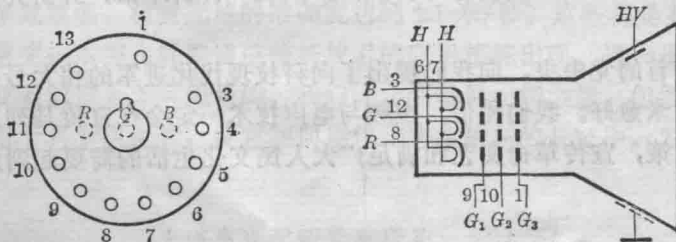
截止电压：445~780V

G₁ 电压：0V

阴极电压：155V

会聚特性：中心区，失会聚量小于 1 毫米

边缘区，失会聚量小于 2 毫米



1—G₃; 2,4,5,11,13—空脚; 3—B 阴极; 6,7—灯丝;

8—R 阴极; 9—G₁; 10—G₂; 12—G 阴极

图 10 510HWB22 电路图和管脚图

70年代

高保真度纵横十谈

中国唱片厂 李宝善

高保真度是专业声频、电声工作者和业余无线电爱好者都十分关心的问题。七十年代以来，声频、电声系统在高保真度方面有了新的很大的进展，引起人们的普遍注意。

当前，社会上流行着有关高保真度的一些说法，有些是正确的，也有一些不尽全面。本文试从十个方面，对高保真度问题从各个不同角度作一综合讨论，供关心这一问题的同志们参考。

一、什么是高保真度？

高保真度的英语原词是 High-Fidelity，简称 Hi-Fi，又称高传真度。但从它也描述各种录音设备的质量这一角度说来，“传”字似乎不能包含录声的概念在内，因而以用前者为佳。

高保真度指声频、电声系统和设备，如实反映声音信号的音色、音高、音强等音质状况原来面貌的能力。但也可包括对声音信号必要的修饰、加工，总之，使声音逼真并美化。评价一个电声系统是否达到高保真度，可以拿它重放出来的声音去和演奏现场的音乐进行比较。

当前，有些同志把 OTL 或 OCL 功放与高保真度划等号，这种看法不完全对。并不是只有 OTL 或 OCL 电路才能达到高保真度，电子管功放或其它一些形式的晶体管电路，同样可以做到高保真。相反，OTL 或 OCL 电路如果设计得不好，音质倒反而可能很差。还有人认为“倍司(低音)荡”就是高保真，这就更不妥当。原来声源中存在的低音成份，应如实重放出来。但是，声源本来就没有低音的话，则不应该“重放”出来。所谓“荡”，往往是由于扬声器箱设计不当，致使扬声器的基本谐振峰未受到抑制，在谐振峰频率产生所谓“荡”的声共振感觉。此时，在这个频率附近的非线性畸变是很大的，而且对信号的跟随能力也很差，亦即瞬态响应很不好。这些，正是高保真度系统所应该避免的。因此，“倍司荡”并不是一种优良的音质，相反，常常是不好的音质。

不少同志只偏爱低音，当然低音是不能被忽略的。但我们要求低音适量、柔和（亦有人称作“松”），这就是说非线性畸变小，瞬态响应好。过量的低音只能破坏音乐的均衡感。其实，音乐中的中音、高音成份同样是十分重要的。

由于大多数的人较少有机会在近处直接听到乐队演奏，因而不甚了解真实乐队的中音、高音却是十分丰富的，特别是我国的民族乐器。有人作过研究，我国二胡许多音的 17~18 次谐波仍然十分丰富。大竹笛当笛膜振动时（不完全是管振动了），25 次谐波仍然较强。因而，应当着重聆听乐队的全频带信息。打个比喻，用以描述音乐中各个频段的作用，即：

高频是色彩，中高频是亮度，中低频是力度，低频是基础。相应的上述四个频段的划分分别是：

高频段 5KHz 以上；

中高频段 500~5000Hz;

中低频段 150~500Hz;

低频段 150Hz 以下。

把中频段划分成两段是因为它包含的频带较宽，是音乐中功率集中的频带。在这个频段两端的音高悬殊太大，很难进行统一评价。音乐中 150Hz 以下的低频信号功率也不小，但不是经常都很大。5KHz 以上的高频信号，功率经常很小，大多是乐器的高次泛音，它决定着乐器演奏的色彩。

一个优良的高保真度系统，应该能够无畸变地、如实地重放以上整个频段的声。

二、衡量高保真度的技术指标

对各种放大器，过去传统的三大指标是：频率特性(频率响应)、谐波畸变和信号噪声比。频率特性显示重放频带的宽度，以及在此频带内振幅的不均匀性。谐波畸变指在重放原来声音信号上新增的谐波成份。信号噪声比则为各种增生噪声(如交流声、热噪声等)的程度。

以上三大指标从三十年代就已逐渐形成。到了四十年代，人们感到它们并不能完全说明音质。于是有人提出，对于非线性的检验应当采用两个振幅按一定比例(通常是 4:1)混合的单频信号，作为测量信号，而以待测设备输出端两个单频信号的各次谐波，及它们之间各种组合的和拍、差拍信号的均方根和，作为非线性畸变量，亦即互调畸变指标。

以后，人们又发现，尚需注意重放系统对突发声信号的跟随能力。例如，对于一个方波形或者一个断续的正弦波列，其波形或包络的前、后沿都是陡直的。跟随能力不好的设备，往往使它的前沿变缓，或者致使它的后沿以后产生阻尼振荡，亦即拖尾。这就使音乐的清晰度和层次感降低，特别对短促音符的钢琴、竖琴或木琴乐曲尤其是这样。这就是后来很流行的瞬态响应指标。不过目前对它还较难进行定量测量，只能拍下波形照片以供定性分析。

对于功率放大器，人们还很重视它的阻尼系数 f_D ，其定义为：

$$f_D = \frac{\text{额定输出阻抗}}{\text{功放输出内阻}}$$

由于与功放连接的扬声器系统，往往选用与功放额定输出阻抗相等的阻抗值，所以 f_D 值显示了功放给予扬声器的电阻尼，它反过来影响扬声器的重放效果。 f_D 值应与扬声器要求的电阻尼值相匹配才好。

七十年代声频系统的一项技术突破，就是提出了晶体管功放的瞬态互调畸变(TIM)概念及其测量方法，并且发现它的存在是晶体管功放音质不好的重要原因之一。

对扬声器、传声器等电声器件，除上述七项指标以外，还应包括指向性、灵敏度、效率等。把瞬态响应、瞬态互调畸变称作动态指标是因为它们的测量信号更加接近真实节目信号。而把其它一些指标称作静态指标，它们是借一些稳态信号来进行测量的，但它们说明电声指标的基本状况。所以，各个指标对总音质状况的贡献各有不同，它们都是值得加以注意的。同时，要重视对各项指标的综合测量与分析，并紧密结合听音评价，这样，才能对设备的高保真程度作出正确的判断。

总之，声频技术指标的项目、测量方法、以及在音质评价中所占比重，还处在演进过程中。

三、听音评价的重要性

技术指标测量(客观评价)虽然已日趋完善,但还不能完全说明音质的优劣。这就显得对电声设备进行听音评价(主观评价)的不可缺少了。何况,电声设备最终是重放节目给人听的,所以,听音评价也可说是更为直接的评价。人的听觉器官加上大脑,是一套十分复杂而完善的判断声音质量的计算机,它能迅速地按不同比重综合声音信息的各个指标,作出音质判断来。

但是,听音评价的最大问题是不能排除评价人员个人的主观因素(如习惯、爱好、听音经历等),因而评价结果的离散性大,一致性差。有时评价结果甚至说明不了问题,使电声设备的设计者无所遵循。为了解决这个问题,人们从以下方面作出许多努力:

1. 研究改进听音评价的方法,使它标准化,规定听音评价的标准环境。
2. 确定评价术语的技术含义,统一术语,使在评价中有共同语言。例如:声音发闷表示缺乏高频、中高频,声音发破表示两种非线性畸变很大,已达百分之几至百分之十几的数量级等等。
3. 训练专门的评价队伍,改进评价结果的表达方式。要把许多评价术语的评价结果用文字或图表综合表达出来是一件十分困难的事,直到目前,国内外都未找到理想的方法。

有一点是十分肯定的:应该经常把主、客观评价结果紧密结合起来加以分析,只有这样,才能使高保真度的具体内容,向更高级的阶段发展。

四、电子管功放与晶体管功放音质为何有差别?

晶体管(包括场效应管,部分集成化的电路)功放的电声技术指标(主要是前述静态指标)已明显超过电子管功放,为什么人们往往还感到晶体管功放音质不如电子管功放?或者说,其中存在着一种“晶体管声音”?七十年代初期,电子管功放一度回潮,各国有些生产晶体管功放的厂家,又回过头来生产电子管功放,这个问题也成了十年来声频系统长期争议的问题。直到近年,这个问题才达到基本澄清的阶段。

关于两种功放音质上存在着差别,目前找到的主要答案是:

1. 电子管功放与晶体管功放所需的功率储备量不相同,后者需要有更大的功率储备量。

由于音乐节目是电平不断变化着的信号,它的平均电平代表着节目放声的实际响度,而音乐节目电平包络中不时出现的短暂巅峰,对人耳感受到的响度并不作出什么贡献,但是它们却应该低于功放的削波点。否则如果让这些巅峰产生了削波,音乐节目听起来便会发噪发硬,音质变劣,产生了通常所谓的“动态畸变”。

电子管功放的过荷曲线较平缓,而晶体管功放在过荷点以后,非线性畸变迅速增加,因而对信号产生严重削波,如图1所示。

如果把电子示波器分别接在电子管功放与晶体管功放输出端,就可以明显地看到这种区别。对过荷的音乐电平巅峰,电子管功放并不明显产生削波现象,只是使巅峰的尖端变圆。而晶体管功放过荷后,却把它们整齐地切削平头。因此,对电子管功

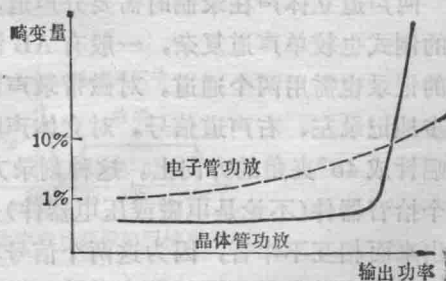


图1 两种非线性畸变与输出功率的关系

放，音乐可以开得响一些，最大功率与平均功率的比值可以较小。对晶体管功放，就要把音量关小一些，使电平巅峰不被切割。这就是说，如果两部功放开得同样响，又要保证高保真工作状态的话，晶体管功放的功率必须明显大于电子管功放，这一点过去未被人们所认识，因而对晶体管功放需要相当大的功率这一点估计不足，使得它的放声质量变得低劣。

过去的研究工作表明，对要求很高的晶体管功放，削波功率应该大于经常使用的平均功率十倍以上，对要求较高的晶体管功放，也要求有五倍的功率储备量。

举例来说，一间 20 平方米的房间，一般有 0.05 瓦声功率，响度便够了。可是收音机或电视机用的小扬声器，其效率往往只有 1~5%。按高效率 5% 计算，就需要输入 1 瓦的电功率，这是指平均功率。再按上述五倍功率储备量计算，就需要 5 瓦的削波功率。而一般晶体管收音机或电视机功放的削波功率往往大大低于此值，这就是许多收音机、电视机音质不好的重要原因之一。

2. 晶体管功放的开环增益量(未加负反馈前的增益量)往往很大，开环电声指标往往不如电子管功放，而它的优良的技术指标是依靠加了大量的负反馈来达到的。这就使得晶体管功放存在着发生明显瞬态互调畸变的机会，使得它的音质变坏，本文后面还要对这个问题作专题讨论。

3. 晶体管功放的输出内阻往往比电子管功放小得多，这就是说它的 f_D 值很大。电子管功放的 f_D 值往往在 10 以下，而晶体管功放则要大 1~2 个数量级。这就要求扬声器厂家生产适应高 f_D 值的扬声器。如果把适合电子管功放 f_D 值的扬声器接在晶体管功放上，则扬声器的电阻尼偏大，瞬态响应变劣，明显影响重放音质。

总之， f_D 值并不是愈大愈好，而是要求适量，要求匹配。

五、两声道立体声

立体声是电声技术五十年代出现的新进展。它首先应用在唱片上，而后，又有了立体声广播。在过去的高保真度系统中，只有一个扬声器或一套组合扬声器，应该说是一个点声源，所以不能反映乐队实际演奏时，各件乐器的位置和分布状况，对音乐聆听的临场感(或称现场感)也不强。两声道立体声用两组扬声器放声，利用声音到达听音者两耳的相位差(主要是低频段)与声级差(主要是高频段)，可以较准确地判断每件乐器的位置，也可以判断出移动着的声源(如歌剧中走动着的独唱者)的位置，可以感觉出整个乐队的宽度感。加上重放声音中包括了更多的混响声成份，所以两声道立体声比单声道重放在丰满度、临场感方面都有了很大提高，使电声系统的高保真水平进入到一个新的领域。

两声道立体声在录制时需要分声道，要用两只以上传声器分别拾取左、右声道信号，拾音的制式也较单声道复杂，一般有 AB 制、XY 制、MS 制、假人头制等几种方法。声音信号的记录也需用两个通道。对磁带录声说来，可把一条磁带分成上、下两个磁性声迹，分别同步地记录左、右声道信号。对立体声唱片则是将左、右声道信号分别刻录在声槽左、右壁与唱针成 45° 夹角的方向上。这种刻录方式有两个好处。一个是放音时，只要左、右声道的两个拾音器件(不论是电磁或压电器件)是垂直放置的，便基本上可把左、右声道信号分别拾取出来而相互不串音，因为这两个信号本身的合成矢量是相互垂直的。

另一个好处是可以与单声道放唱设备兼容使用。当用单声道拾声器放唱立体声唱片时，它可以检拾出立体声信号中左、右声道信号水平矢量之和，从而重放出一个合成的单声道信

号来。

双声道立体声的放声系统及方块图如图 2 所示。

由图可见，聆听双声道立体声音乐，需要在稍大一些(如 20 平方米以上)的房间内进行，而且要在房间内一定的区域里，才能听出较好的立体声效果。重放时，两组放声系统应该同相位，否则本来在中间位置的声象会跑到两只扬声器以外去。两组放声系统的音量也应当相等，否则重放声象位置会有畸变。这可借专门的平衡电位器进行调整。

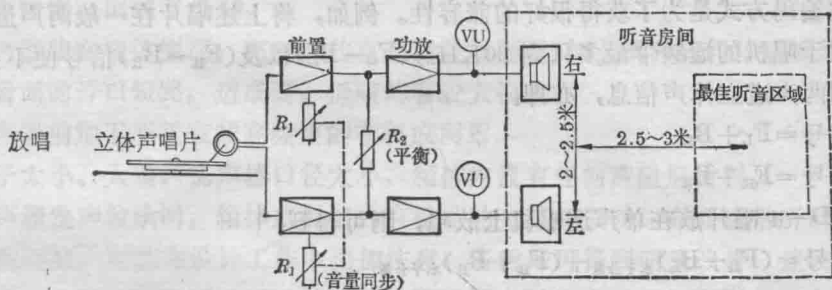


图 2 双声道立体声的放声系统

为了使相位校正与左、右声道的平衡工作易于进行，一般可以放唱专为此目的录制的立体声听测唱片。

六、四声道立体声

四声道立体声的扬声器有两种布置方案。一种是方形排列：前左(F_L)、前右(F_R)、后左(B_L)、后右(B_R)。另一种是菱形排列：前(F)、后(B)、左(L)、右(R)。四声道立体声也是首先在唱片中得到运用，而后发展到广播中去的。

四声道立体声侧面或后面的扬声器主要可以给出更多的混响声、反射声，因而有更强的包围感和临场感，可以听到更为丰富的混响效果与多次反射声效果。

但也有人认为由两声道到四声道，设备造价增加了许多，但高保真程度并没有太大的突破。再说，后面及侧面扬声器的混响声成份也很容易用人工手段从两声道立体声信号中加工得到。所以有人认为，搞四个记录通道似乎没有更多的意义和价值。

目前，不论四声道唱片或广播，都存在着多种制式，这些制式各有优缺点。但有一点是共同的，即它们都必须与两声道、单声道立体声兼容，否则就很难得到推广。

现举 CD-4 型四声道分离式立体声唱片的原理为例，来说明四声道立体声系统是怎样工作的。

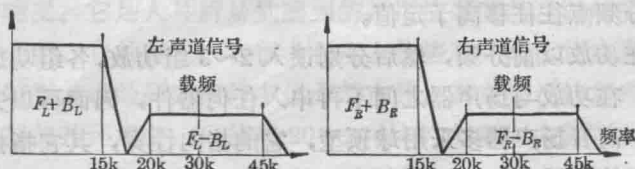


图 3 CD-4 分离式四声道立体声唱片频段使用情况

图 3 所示四声道放唱系统的频带要放宽到 50KHz，刻纹方式与两声道立体声相同，仍然采用 $45^\circ/45^\circ$ 方向。

在声槽内侧的 45° 方向上, 在 $0\sim 15\text{KHz}$ 频段, 记录 (F_L+B_L) 信号, 然后把 (F_L-B_L) 信号调制到 30KHz 载频上。由于 (F_L-B_L) 信号也是 $0\sim 15\text{KHz}$ 的频带, 故调制后的上边带到 45KHz , 下边带抑制到 20KHz , 以便与 (F_L+B_L) 信号分隔开来。重放时, 当 (F_L-B_L) 信号解调出来以后, 与 (F_L+B_L) 信号一并送入加、减法器, 两者相加得 $2F_L$, 两者相减得 $2B_L$ 。同理, 在声槽外侧的 45° 方向上, 记录上 (F_R+B_R) 及 (F_R-B_R) 信号, 解调及解码后, 得出 $2F_R$ 及 $2B_R$ 信号, 这样, 就得到四个完全分离的四声道信号。

采用上述编码方式是为了获得很好的兼容性。例如, 将上述唱片在一般两声道立体声唱机上放唱。由于唱机的通频带最多只到 20KHz , (F_L-B_L) 以及 (F_R-B_R) 信号便不会检拾到, 于是, 可得到两声道立体声信息, 亦即:

$$\text{左声道信号} = F_L + B_L$$

$$\text{右声道信号} = F_R + B_R$$

如果把 CD-4 唱片放在单声道唱机上放唱, 则可得到:

$$\text{单声道信号} = (F_L + B_L)_{\text{水平分量}} + (F_R + B_R)_{\text{水平分量}}$$

因而, 四声道、两声道、单声道相互兼容的要求, 基本上得到了满足。

七、最薄弱的环节是电声器件

众所周知, 电声器件(扬声器、传声器、耳机)的指标远比各类声频放大器的指标为低, 因而是声频系统中最薄弱的、也是较难提高的环节。

近二十年来, 扬声器元件或系统的指标虽有很大提高, 但在电—声转换形式、原理等方面并没有什么新的突破。在音箱设计方面, 倒相式、密闭式、迷宫式等仍为主要形式。

国外因为橡皮折环扬声器已成熟生产多年, 所以采用密闭式音箱、三频段分频的形式居多。这是因为大、中口径橡皮折环扬声器, 基本谐振峰的频率很低, 一般在 $17\sim 25\text{Hz}$ 范围内。装入密闭式音箱后, 谐振峰上升, 正好到达放声频带下限左右。这时, 在音箱内再加入重的声阻尼材料, 将谐振峰加以抑制, 即可保证低频段音质。由于橡皮折环扬声器中频段已跌落许多, 以至无法与高音扬声器的频带低端衔接, 所以必须加入中音扬声器而形成三频段分频系统, 为了保证三频段的声功率较均衡及节省电功率, 一般橡皮折环扬声器的灵敏度不能设计得太低。

除上述功率分频式扬声器系统, 近年来电子分频式功放和扬声器系统也得到很大发展。功率分频由于在功放与扬声器间必须串入分频网络, 带来一系列不利因素: 网络将介入损耗和非线性畸变, 网络使得扬声器的电阻尼变坏, 以及它会增加功放的不稳定性等等。另外, 扬声器阻抗随频率变化而变化, 而分频网络的计算是按固定阻性负荷来计算的, 这就使得分频曲线起伏很大, 分频点往往移离子定值。

电子分频系统在功放以前分频, 然后分别馈入 $2\sim 3$ 组功放, 各组功放各自驱动扬声器系统内的各只扬声器, 在功放与扬声器之间不再串入任何器件, 因而可以完全避免上述弊病。

近年, 新型中、高音扬声器多采用球顶型, 它的指向性宽, 其它指标也很好。有些球顶扬声器的振膜选用宇航金属(铍、钛等)制成, 其硬度大、重量小, 可使高频段展宽到超声频段, 从而改善了扬声器的瞬态响应。另外, 这种扬声器的非线性畸变也很小, 因而音质纤细洁净。

除传统形式的扬声器(还包括压电陶瓷式、舌簧式等)外, 近年来, 国外静电式、电离式

扬声器也有一些产品。在音箱及系统设计方面，有动力反馈系统（即在扬声器振膜上粘一片压电元件，将它的输出信号反馈到功放中去）、辅助振动辐射器（在倒相孔位置装置无源辐射器）等新的尝试，但都没有取得突破性的成就。

当前，不少收音机、电视机音质不好，也往往与忽视声学设计有很大关系。常遇到的问题为：

1. 在收音机、电视机箱体上扬声器安装位置附近有较大的孔，例如波段开关或转鼓的轴孔，形成声短路，削弱了低频。
2. 扬声器装在箱体侧面，高频声的直达声显著削弱，加上离开式箱体后面的开口太近，低频声通过后面的开口短路，造成高、低频均有较大损失。
3. 扬声器前加了严重衰减高频声的布料或网罩。
4. 箱子太小、太扁，扬声器口径太小，箱体内没有任何声阻尼材料。
5. 扬声器发声较响时，箱体或机架内有松动的金属件振动，亦即通常所谓机振。

以上一些问题，如能在设计工作中稍加注意，音质即可得到明显改善，建议引起重视。

目前，高质量耳机的指标已可以做得超过优质扬声器。由于用木制假人头（在人耳位置装置录声传声器）录制立体声的制式近期有了新的进展，而用立体声耳机（左、右两耳分别送左、右声道信号）重放这种制式的立体声效果最好，所以高质量耳机也日益受到人们重视。用耳机重放音乐还有一个附带的好处，即不受房间混响条件的影响，不影响室内其他人。为了配戴舒适，减少耳朵全部闭塞的不适感，近年还设计了开放式耳机，有的耳机上还设置了调整音量和声道平衡的器件。

八、瞬态互调畸变的提出

瞬态互调畸变是七十年代提出来的声频领域崭新的技术指标，它是更为典型的“动态指标”。晶体管分立元件声频电路与集成化的声频电路，往往存在较为严重的瞬态互调畸变。

由于晶体管功放多采用NPN及PNP管并接倒相，末级在缺乏大功率PNP硅管情况下又多选用对称性不好的准互补对称电路，电路的开环畸变大。电路的高指标是靠加入高达50~60dB的深度负反馈来获得的。为了克服加入深度负反馈引起寄生振荡的问题，往往在激励级晶体管集基极间加入一个小电容，作为滞后补偿，它使放大器在高频段增加相位滞后，从而抑制振荡。在放大器输入脉冲信号时，这个补偿电容的充电时间使得功放输出端不能立刻得到应有的电压，亦就是说，输入级就得不到应有的负反馈电压，从而会使输入级瞬时过载。由于负反馈是深度的，过载电压有时比额定值高数十倍到数百倍，这个过载电压肯定被切削平头，这就是瞬态互调畸变。由于这种畸变是补偿电容充电所引起。所以音量大、频率高的信号更易引起这种畸变。它是人耳所易觉察到的，谐波畸变与互调畸变指标不能包括这个指标在内。多次听音表明，它的存在，在很大程度上代表着“晶体管声音”存在的程度。

为了克服瞬态互调畸变，已经研究出许多优秀的电路，其主要设计原则为：

1. 降低整个放大器的开环增益，只使用20~30dB的大环路负反馈，在放大器的每一级分别施加局部负反馈。
2. 由滞后补偿改为提前补偿，其方法为在电压增益放大级的射极反馈电阻上并接一只小容量电容。
3. 各级晶体管的 f_T 要足够高，使放大器的开环频响较好。

4. 电路的各个前级应用甲类放大, 最好也用推挽对称式电路, 输入级的静态电流不宜选得过小。

5. 主放大器尽量采用对称式电路, 末级宜采用全互补对称电路, 大功率 PNP 高频硅管及大功率 NPN 与 PNP 组装对硅管宜尽早过关生产。

1975 年林诺灵等人还设计了用方形波和正弦波结合起来, 对瞬态互调畸变进行测量的仪器。测量装置如图 4 所示。

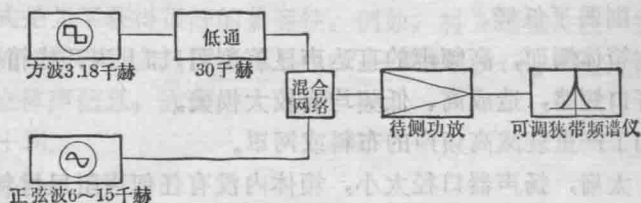


图 4 瞬态互调畸变的测量装置

测量时, 方波与正弦信号峰—峰振幅比为 4:1。正弦信号可选用声频频带上限频率, 这里选为 15KHz, 是因为这是目前高质量调频广播的频率上限。如果测量调幅广播声频系统或磁带录音机, 此频率可选为 6~10KHz。

对方波频率必须仔细选择, 使它的谐波不与正弦波及互调产物的频率相重叠, 这里选为 3.18KHz。

用频谱仪把各次瞬态互调畸变产物分析出来, 取其均方根和, 即为总的畸变量。

九、听音声源的问题

对电声、声频系统进行听音评价重要的问题是声源问题。声源一定要好, 要是高保真度的, 否则就无法鉴别电声系统的优劣。

目前, 声源常见的问题是: 低音不足, 高音和中高音过多, 非线性畸变较大, 噪声电平高。

对业余爱好者说来, 可以从以下几个方面来寻找较为合适的声源:

1. 选择原录质量较好, 非线性畸变小, 音乐较丰满而又有高、低音片段的唱片。如交响乐《红色娘子军》、管弦乐《瑶族午曲》、弦乐四重奏《二泉映月》、管弦乐伴奏。女声合唱《医疗队员到坦桑》、小提琴协奏曲《梁山泊与祝英台》等等。拾声器最好用电磁式的, 而且前置放大器要按规定经过仔细地频率均衡(详后述)。

2. 选择或自装优质调谐器, 亦即包括混频级、中放级和检波器在内的优质中波超外差接收头。这里重要的一点是要求仔细设计和调谐中放级, 使它有足够宽的通频带, 其高频端应到 10KHz。当广播电台播出优质音乐节目时, 可以接收下来作为声源。有些城市(如北京)已有调频广播, 则可选择或自装调频头。这样, 可以获得比中波接收更加优质的节目。

3. 录音机重放较优质的录音节目。

十、唱片放声与磁带放声

唱片放声已有很悠久的历史, 但迄今其电声质量仍可与磁带放声比美。

现在粗纹 78 转/分唱片已经淘汰, 国内、外均流行以 33 $\frac{1}{2}$ 转/分为主的密纹唱片, 45 转/分

也占一定比重，16 $\frac{3}{4}$ 转/分由于指标较低，至今一直得不到发展。另外，唱片则朝轻型方向发展。这种轻型唱片，不是指市面上畅销的聚氯乙烯廉价薄膜唱片。薄膜唱片的音质较差，耐磨性也不好。这里指的是以聚氯乙烯·聚乙烯共聚体为材料的轻型化的密纹唱片。这种唱片的外边缘及片芯部分厚，中间声槽部分薄，因而可节省原料 $\frac{1}{3}$ 左右并对声槽起到保护作用。

对唱片放唱说来，目前容易被人们忽视的问题是前置放大器必须加频率均衡电路的问题。由于制造唱片原版的刻纹头是电磁式的，馈入电压与刻纹刀振速 V 成正比，而且：

$$V = 2\pi fa$$

式中： f ——频率；

a ——刻纹振幅。

很明显，在低频段， a 值上升，这就造成声槽串通或串音现象，因而在刻纹过程必须压低低频。同时，为了克服唱片放声存在的高频噪声，需要在刻纹时将高频段予提升，所以唱片作原版时应该加上图5所示A曲线的校正，于是在放唱前置放大器中就应该加上与A相反具有曲线B的均衡器。

使用图所示曲线A来刻纹，实际上已使各个频率的刻纹振幅 a 基本恒定，因而也叫恒幅唱片录声特性。

高质量放唱应该选用电磁式唱头。近代电磁式唱头都做成低阻式，针压也很低，只有1~2克。用电磁式唱头放唱恒幅录声特性的唱片时，必须使用具有均衡曲线B的前置放大器，以便得到平直的频响。

压电(酒石酸钠或陶瓷)唱头的频率特性不好，非线性畸变也很大，因而很难达到高保真要求。用压电唱头放唱恒幅录声特性的唱片，由于恒幅即可使压电片在各个频率获得恒定的形变，亦即有恒定的电压输出，所以不需再加具有均衡曲线B的前置放大器，使用具有平直频响的前级即可。但由于它的频率不均匀性很大(如图6)，所以一般十分需要依靠高、低音调节电路按听音者爱好作大略补偿，但这种补偿与上述频率均衡是两码事，不可混为一谈。

磁带录声机目前通用19.05、9.53、4.75cm/s几种带速，磁带上可以录双声迹或四声迹。

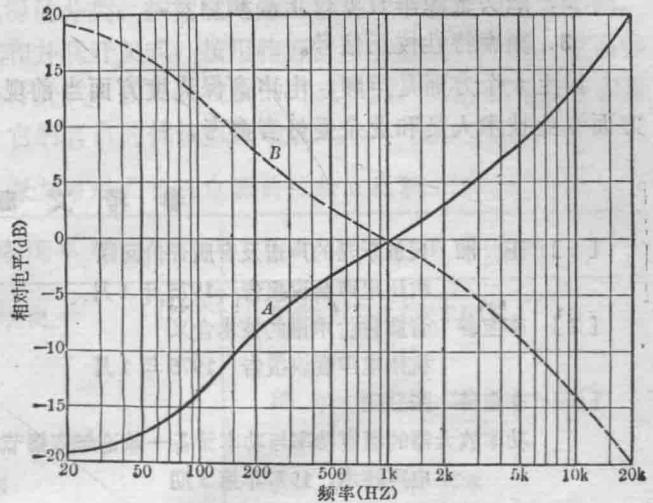


图5 唱片频率均衡曲线
A——录制 B……放唱



图6 酒石酸钠压电唱头频率特性