

高保真音响中的胆石之争^{*}

韩学儒

(盐城工学院纺织工程系, 盐城, 224003)

摘 要 分析了 Hi-Fi 音响中胆机、石机的特点和差异, 指出设计得当, 胆、石机均可获得 Hi-Fi。并指出在讨论胆石之争时, 应考虑中国的国情。胆机不适合中国国情。

关键词 Hi-Fi 音响 胆机 石机 胆石之争

分类号 TN85

所谓高保真音响, 是指能如实反映声音信号的音色、音高和声强等音质状况的电声系统, 它包括实现声音信号的记录和重放两个方面的设备。但狭义上的高保真音响仅指两声道立体声重放设备。要判断一部音响是否具有高保真度(High Fidelity, 简称 Hi-Fi), 有很多具体的衡量指标, 最后, 还要由专家对设备进行主观听音评价, 即用它来播放高质量音源(如 CD、DAT 等)时, 应听到能和现场演奏相媲美的音乐。

1 胆石之争的由来

胆石之争是指音响界中对电子管机(俗称“胆机”)和晶体管机(俗称“石机”)之间孰优孰劣的争论。在晶体管出现之前, 音响界是胆机独霸天下(高峰期是六十年代)。四十年代末出现了晶体管, 于是形势发生了变化。初期, 晶体管并不引人注目。但是它的体积小、耗电省、机械强度大和工作时不需加温的优点吸引着众多的科技人员去攻关, 使晶体管性能很快得到大幅度提高。到七十年代中期, 晶体管已占领了除大功率和高电压以外的一切电子领域, 石机的性能也明显超过胆机, 这就迫使胆机悄悄地退出了音响舞台。随着技术的进步, 信息处理逐步采用数字化方式, 八十年代出现了激光唱片(CD)和数字录音磁带(DAT)等数字化音源。这些数字化音源对声音信号的记录达到了相当高的标准, 即在音频 20Hz~20kHz 范围内, 信噪比不小于 90dB, 动态范围不小于 90dB, 立体声分离度不小于 90dB。在石机上播放 CD 时, 声音明亮、通透, 低音干脆有力, 音乐细节一览无余。但音质却显得干涩、生硬。人们把这种特有的音质称为“晶体管声”和“金属声”、“数码声”。对音质有特殊追求的“发烧友”们对石机的这种音质耿耿于怀, 但一时又弄不清原因, 于是便想用被丢弃了多年的胆机试一试。结果出人意料, 胆机的声音温暖平和, 听感很好, 而且石机中“干涩、生硬”感竟奇迹般地消失了! 那么胆机、石机究竟哪一种性能更好, 更适合播放数字音源? 于是, 便引起了“胆石之争”。

• 收稿日期: 1998-09-04

2 真空器件和固体器件的性能差异

我们知道,电子管是一种电真空器件,它在负栅压下工作,无输入电流。它的阳极电压约为250V(或更高),因此电子管是一种动态范围较大的电压放大器件,能容纳幅度较大的输入信号,即使输入信号过大,也无削波现象出现,失真也不会骤增。电子管的输出阻抗很高,它不能和低阻抗的扬声器直接连接,必须通过变压器进行阻抗变换。而变压器存在着漏感和分布电容,这就限制了胆机的频响和相移指标的提高。电子管特性的非线性会使信号产生失真,主要表现为偶次谐波失真。

和电子管不同,晶体管是一种固体器件。工作时只需几伏到几十伏电压,工作电流较大,是一种电流放大器件。晶体管的输出阻抗较小,和扬声器的阻抗相当,可以直接接在放大电路的输出端,使石机的频响可以做得很宽,而且相移也较小。晶体管的线性较电子管好,谐波失真很小,但以奇次谐波为主。晶体管在大信号输入时晶体管易饱和,其失真也急剧增大。

3 造成胆、石机音质差异的原因

3.1 瞬态互调失真

从电子管和晶体管的基本性能来看,它们都没有特别的缺陷,但在用来欣赏大动态数字音源时为什么出现明显的差别呢?这是由于早期晶体管的性能较差,为了获得较高的性能指标,在电路设计上大多使用大环路深度负反馈。这种大环路深度负反馈电路用在动态范围不大(模拟立体声唱片LP的动态范围约为60dB)的模拟音源下工作时,能产生较好的效果。但数字音源的动态范围达90dB以上,要使负反馈放大器能适应快速变化的声音信号,必须使输入信号加到输入端时,反馈信号也能立即反馈到输入端。只有这样,负反馈才能有效地抑制由放大器本身的非线性带来的失真,而且反馈越深,抑制失真的效果越好。但是为了消除深度负反馈给电路带来的不稳定,电路中一般都接有消震电容,该电容的移相特性造成了反馈信号与输入信号不能同时到达输入端。如果反馈信号滞后,在输入端出现大动态突发信号时,放大器就会出现瞬间开环(无反馈),使晶体管进入深度饱和,失真急剧增大,出现了“瞬态互调失真(TIM)”。石机的“晶体管声”在很大程度上就是由TIM造成的。随着科学的迅速发展,半导体器件性能较晶体管刚出现时已有大幅度提高,现在的音频放大电路已不再单纯依靠大环路深度负反馈来获得高性能,环路反馈用得较小,而且使用超前补偿的方法,消除了放大器瞬间失控的现象。有的电路干脆不用大环路负反馈,改用局部反馈,从而从根本上克服了TIM。对胆机来说,输出端要用变压器和扬声器连接,由于变压器存在着分布电容和漏感,使胆机无法引入较深的环路反馈,这样,它的TIM就不怎么明显了。

3.2 数字信号取样频率 f_s 的影响

为了获得高性能,石机频响的上限一般可达100kHz(或更高),从保证信号不失真出发,是无可非议的,但对数字音源来说,由于信号的取样频率 f_s (CD为44.1kHz,DAT为48kHz)位于音频上限的一个倍频程上,数模(D/A)变换后虽经低通滤波,但仍有残存部分混入音频通道。加上音频通道或多或少的非线性,取样频率就会和音频信号产生类似于超外差收音机中的混频现象,混频后落在可闻频率范围内额外频率信号,使音质变坏,出现听感生硬的“数码声”。人们为消除这种数码声进行了大量的研究和实践,研制出不少高性能型D/A变换器。例如采

用高倍超取样数字滤波器、高阶噪声整形电路等技术,很好地去除了取样频率 f_s 对音频信号的影响,消除了数码声,使石机的音质达到了很高的水平。对于胆机,受输出变压器的限制,频响上限一般不超过 20kHz,其本身就是一个良好的低通滤波器,当然也无“数码声”之忧了,但声音的动态和清晰程度显然不及石机。

3.3 频响宽度与信号的变化速率

石机的频响是否可以做得小一些呢?回答是“不”!因为音乐中经常出现一些前沿很陡的突发性信号,对这类信号的分析可知,它们实际上是由基波和无数个高次谐波叠加而成的。为了保证信号不失真,Hi-Fi 放大电路必须能容纳尽可能多的高次谐波,这就要求放大电路有较宽的频率响应。但是频响较宽的石机不一定都能保证突发信号的不失真。实践表明,有的电路在用小信号测试时,它的频响特性很宽,但用频率相同、幅度较大的正弦信号测试时却会出现类似于“交越失真”的波形,这说明只用频响特性指标还不能全面反映放大器放大突发信号的能力。我们知道,频率相同而幅度不同的正弦信号在零点附近变化速率是不同的,幅度愈大的信号在零点附近的变化速率也愈大,因此对于大动态信号的放大,除了考虑宽频响外,还应考虑放大电路有较大的电压上升率。只有这样才能保证电路的 Hi-Fi。在这方面,石机的性能明显高于胆机。

3.4 输出功率

音响输出功率的大小也会对音质带来较大的影响。实践表明,石机要在听感上和胆机相当,就必须有比胆机大数倍、乃至十数倍的输出功率。根据 Hi-Fi 的要求,在 $20\text{m}^2 \sim 30\text{m}^2$ 左右的房间内,按普通音箱的转换效率,要产生相当于音乐厅内的平均声压级,放大器约需输出 $5\text{W} \sim 10\text{W}$ 的电功率(指平均功率)。但乐曲中经常会出现幅度很大、持续时间很短的脉冲,它的峰值可达平均功率的 $10 \sim 20$ 倍。对石机来说,过大的信号会引起晶体管饱和,使失真急剧增大。要保证石机在大信号时不出现这种失真,就必须加大功率裕量。实践证明,家用 Hi-Fi 音响应有 $2 \times 100\text{W}$ 的输出功率(RMS)比较合适,否则在大动态时声音会出现声嘶力竭之感,音质明显下降。对于胆机就不同了,电子管在大信号时出现的是“软失真”,即随信号幅度的增大,失真增加缓慢,在听感上不易觉察,因此,如果不是极品机的话,它的功率裕量都不会很大。但它对音乐的动态表现就不如石机那么自如了。

3.5 Hi-Fi 与两种谐波失真

当前,晶体管的质量已经达到了相当高的程度,高性能石机也不断涌现,但有些人总觉得胆机比石机“好听”。这里涉及到两个问题,一是两种器件的失真情况不同,另一是如何看待高保真(Hi-Fi)问题。我们在前面已经提到,电子管的失真虽然较大,但主要是偶次谐波,偶次谐波在听感上比较柔和、动听,一般人容易接受。而晶体管的失真虽然较小,却以奇次谐波为主,即使是很小的奇次谐波也容易被耳所觉察。这就造成了胆机和石机在主观听音上的差别:即有的人觉得胆机比石机更“动听”。但是 Hi-Fi 讲究“原汁原味”,乐器演奏出什么声音,在音响中就应该放出什么声音,不能加入任何“佐料”,不能出现任何声“染色”。虽然胆机的偶次谐波能使声音变得“好听”,但毕竟已和乐曲原来的韵味有了差别,这种“好听”实际上是一种失真,因此也就不是 Hi-Fi。至于石机的奇次谐波也应彻底消除,人们也为此付出了艰辛的劳动,目前 Hi-Fi 石机的总谐波失真已能控制在 0.05% 以下,这一点,胆机是望尘莫及的。另外,在音乐创作上,作曲家运用不同的配器手段,组成不同的和声以表现不同的音乐主题,有些和声具有明

显的不协和性,听起来并不“顺耳”,某些乐器演奏出的声音也不那么“动听”。例如,有的乐曲中采用小号加弱音器演奏,虽然声音充满了尖刺感,但却可以反映出人物的诙谐、滑稽或阴险、狡诈的性格;在小提琴协奏曲“梁祝”中小提琴持续演奏的一连串的和声中,正是由于琴弓和琴弦之间重重的摩擦噪声,才使人感受到祝英台与封建势力坚定不屈的抗争精神;琵琶曲“十面埋伏”中,演奏者用指尖反复扫过琴弦,这里的噪声,可使人感受到战争场面的宏伟和激烈。Hi-Fi 任务就是要保持这些声音的原貌。如果因为我们的音响有较大的偶次谐波失真,把这些声音充满噪声的乐句都变得“温文尔雅”、“娓娓动听”,完全不能表现乐曲的主题,岂不是叫人有点啼笑皆非!但卡拉 OK 就不同了。因为卡拉 OK 机能对声音进行一番“粉饰”,去除了原声中的较难听成分,增加了一些“动听”成分。人们在卡拉 OK 中往往不能分辨出歌唱者是谁,其原因就是这时听到的是已经大大失真的声音。我们所要强调的是,Hi-Fi 所追求的是对声音信号进行无失真(或极低失真)处理,并且在听感上要 and 原音一模一样。

目前无论胆机还是石机都有不少 Hi-Fi 款式(石机和胆机相比要略胜一筹),用它们来欣赏音乐,都能淋漓尽致的表现出原乐曲的风格和韵味,从这个意义上说,胆石之间没有争论的必要。

4 胆机不适合中国国情

上面我们讨论了放大电路对 Hi-Fi 的影响,实际上,Hi-Fi 音质除受放大电路的制约外,还与扬声器的阻尼特性、音箱性能、听音环境等诸多因素有关,这些都已超出本文讨论范围。最后,还需指明的是,电子管和晶体管在使用上有不少差别:

(1)电子管在工作时必需对灯丝进行加温,晶体管则不用加温。电子管工作在高电压下,电路中电阻的耗能较大。也就是说,胆机的耗能远比石机大。在我国以至世界能源十分很紧张的环境里,我们不应大肆吹捧作为耗能“大户”的胆机。

(2)电子管怕震动、易破碎,机械强度无法和晶体管相比。

(3)电子管随着使用时间的增长会逐渐老化,性能逐渐变差,从而使胆机失去 Hi-Fi 特性。而晶体管是一种半永久性器件,它的性能随使用时间的增长基本不发生变化,因此石机能在较长的时间里保持它的高性能。

(4)胆机的体积和重量也比石机大得多。

(5)性能相近的胆机价格明显高于石机。

近年来,港台地区有一股吹捧胆机之风,把胆机说得神乎其神,甚至说生产胆机是中国音响工业的发展方向。但从各方面进行综合比较,胆机对石机实在无优势可言。如果有少数“发烧友”在他们“发烧”时去制作一两台胆机,高兴时用来欣赏一下大师们的经典乐曲,平时又不失作为一件古董装饰一下房间,这也无可非议。但没有必要把胆机推向社会。对于大多数发烧友和音响爱好者来说,他们需要的是高性能、高质量、低价位而且耐用的音响设备。我国的音响生产厂家,应在提高石机的性能和降低价格上多下功夫。随着科学技术的发展,晶体管和半导体器件的性能还将大幅度提高。因此,可以预言,在音响界,胆机将面临再一次被淘汰境地。

参 考 文 献

- 1 李宝善, 高保真放声技术, 上海: 上海科学技术出版社, 1981

- 2 余仁工. 胆石不必争. 无线电与电视, 1997(1): 9~10
- 3 尹海斌. 使 CD 唱片机靓声的高保真 D/A 数模转换板. 无线电与电视, 1997(3): 35~38

The Controversy between Electronic Valve And Transistor Hi-Fi Acoustics

Han Xueru

(Department of Textile Engineering of Yancheng Institute
of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract The article analyies the differences between electronic valve and tronsistor Hi-Fi acoustics and their respective traits. It says that Hi-Fi can be arrivecl at if proper designs are available. It is also suggested in this article that the national conditions should be considered in taking up the controversy and electronic valve set doesn't go with the reality in China.

Keywords Hi-Fi; acoustics; electronic valve; transistor

(上接第 71 页)

参 考 文 献

- 1 贾韵琦, 王毅红. 工民建专业课程设计指南. 北京: 中国建材工业出版社, 1994
- 2 鲍家声, 杜顺宝. 公共建筑设计基础. 南京: 南京工学院出版社, 1986

Problems in Graduation Project of Civil Engineering

Wu Shengyi Bi Yi

(Department of Constrction Engineering of Yancheng
Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract Graduation project is a test to the students' comprehensive abilities in their elementary and professional knowledge. Mistakes appear in the design often, even failure to the whole project. It is a problem deserving of both teachers' and students' attention.

Keywords construction; working drawing; structure calculation