

立体声收录机听音评价方法探讨

李宝善

(中国唱片公司上海分公司)

一、近代听音评价理论

音质评价对所有声频和电声设备、器件都具有重要意义，立体声收录机当然也不会例外。这首先是因为这些设备和器件是最终重放出声音给人聆听的，因而听音人的听感是最终的效果。其次，实质性的问题是：客观技术测量的结果还不能全面地说明音质，人们掌握的测量项目往往还不够充分，测量方法往往还有各种缺陷，使用的测量信号也与音乐、语言信号在频率、振幅特征上有较大的差别。再者，立体声重放音乐的临场感、空间感、展开感等信息在很大程度上是无法用测量结果来说明的^{[1]、[2]、[3]}。以上都说明听音评价决不是一种权宜之计，决不能把它仅仅理解为一种确定质量的辅助手段。应该说，听音评价是声频学和电声学具有重要意义的技术工作，因而颇受国内外有关专业人员的重视。

按作者的浅见，音质评价(主观测量)与技术测量(客观测量)二者的结果永远不能达到完全的吻合。其间的矛盾将不同程度地永远存在。旧的矛盾解决了，新的矛盾又将产生。声频、电声技术就是在不断解决矛盾的过程中得到发展的。这就是说，新的矛盾将产生在更高的技术水准的基础上。由此可见，主、客观评价存在矛盾非但不是件坏事，相反是件好事。事实已经说明，不少新提出的技术测量项目、测量方法、测量信号就是因为出现主、客观评价的矛盾而促使人们去研究、去提出的。即使今后进入到声频数字化年代，声频设备的技术指标表面上看来已达

到很高的水平，但肯定还会存在新的音质方面的问题。如所谓数字化噪声(digital noise)，它不似声频设备的噪声是按高斯规律分布的，因而即使噪音电平很低，听起来却不象是那么低，仍然有些刺耳。又如PCM声频设备的重放声音听起来较硬，这也是技术指标所无法说明的。看来，由声频数字化设备存在的主、客观评价间的矛盾，还会创立出一些新的声频技术指标来。

由此可进一步认为：人们对听音的要求一也即高保真度的要求，决非永远停止在某一固定水准上，而如同人类对其它精神、物质生活的要求一样，是会不断提高的，这就更加说明音质评价的必要性了。回想50年代，一般人听音侧重于低音丰满、柔和、对高音的要求并不突出。进入70年代以后，人们普遍要求高音纤细、明亮度高，对沙锤、钢片琴、竖琴等乐器的声音要求得到充分地反映，而且要求对高声级的乐音都能很好保持其动态，要求保持瞬态声的突变波形包络。对立体声重放则要求声象清晰、稳定，要求具有音乐厅内听音的包围感，对移动声象也要求有如实的反映。综上所述，今日认为高保真的声音，明日便不能满足。所以，不要认为，现今80年代的重放音质已经十分满意。笔者预测，到2000年再来重放今天的录音，它定会认为音质相当低劣！所以，可以肯定地说，高保真度的要求是永无止境的，就象人类生产、生活的提高是永无止境的一样。

还有一点应该指出：音乐本身也在发展之中，最近一些年出现的电子合成器音乐，其中许多已不是自然界的音响，有时有些大

于10%的谐波畸变是有意制造出来的，不少人对这种乐音还不熟悉。又如，在采用多声道分隔录音的情况下，声象位置及空间感都非乐队的自然状态，而完全是录音师创造出来的，这些都进一步说明听音评价在任何时候都是需要的。

国际电工委员会(IEC)在出版物543: 主观听音测试指导性文件中有一段话，对听音评价与客观测量的关系作了较好的概括，它说：人们需要可重复性的主观听音测试，是因为只靠客观测试不能充分地确定音质。当然，主观测试具有固有的一定程度的不肯定性，所以，在可能情况下仍需进行客观测试，特别是对合同条款中规定的那些技术参数。

这里需要强调的是我们所说的主观听音测试，是可重复性的，也即必须具有相当的科学性，而不是不可捉摸的或玄妙不可理解的。这就是说，听音评价必须有正确的方法，正确的遵循原则，否则是无法达到上述目的的。

听音评价运用的是我们人类所具有的最灵敏的仪器之一——耳脑系统。听音决不只是借助于耳，耳朵只是接收器件，真正的“听”要依赖大脑皮层的反映、比较、分析、定量^[6]，有人分析：^[6]人类耳/脑的功能至少相当于100台目前世界上最复杂最高级计算机的功能，它们相对于我们目前测量用的声频振荡器、示波器、电子毫伏表，那么后者只能类同于人类在石器时代所用的工具。所以说，声频测量技术相对说来太落后了，实在无法与天赋于人类的耳/脑系统相比拟！

应该说，对人们的听音机理至今还了解得极少，还有极大量的问题未弄清楚，对比人们对视觉机理的了解，对听觉机理的了解要差得多。有一点近日已经弄清，即：人们在作听音评价时，在大脑中实际上是存在一个参考音质的，这个参考音质是以前听音过程中存储起来的。心理声学的研究说明，人们对坏的音质作斗争固然需要，而且还需要

解放过去储存在大脑中坏的参考音质的问题。由此也可以看到，声频、电声科技工作面临的研究任务有多么艰巨。

二、立体声收录机听音评价方法的探讨

听音评价本身就已十分复杂，对立体声设备听音评价就更复杂，另外，对立体声收录机听音评价又有其特殊存在的问题，例如它可借助一对外接音箱放声，也可借助本机扬声器放声(还有耳机重放，此处从略。)下面拟对立体声收录机听音评价的有关方法问题，结合已做过的初步试听验证，作些讨论：

1. 试听室的声学要求：

为了减少试听室声学环境对听音的影响，它的混响时间应较短，要求在0.4秒左右，而且由80~6300Hz均要求控制在此数值。听音室内声扩散特性要求良好。

室内噪声级应较低，用声级计A计权档测量应低于40dB SPL(声压级)。

室内不得存在明显的声学缺陷，如颤动回声，声聚焦、声谐振等。

80年代以来，对试听室及录音控制室的声学设计，出现了新的理论，即活端——寂端(LEDE)设计方法。^[7]它的基本点是：试听室放置一对立体声扬声器的一端，在声学上设计成全吸收型的，与之相对的一端——亦即听音人背后的一半房间则设计成全反射型的。这样做，使听音人听到的一次反射来自后墙，加大了听音室内直达声与一次反射声间的延时，使这个延时量大于录音室内到达拾音传声器的直达声与一次反射声间的延时量2~5毫秒。根据哈斯(Hass)效应理论，这样的试听室可使听音室内听音人首先听到录音室内的一次反射声，则由于先入为主，听音室内的一次反射便不会干扰录音室内一次反射声带给听音人的信息，这样便保存了

录音室内原有的立体声定位及空间感信息。

所以试听室也可以设计成LEDE型的。

至于试听室的尺寸，可参照下例：宽 ≥ 3.5 米，长 ≥ 5.5 米，高 ≥ 2.8 米。其长宽高尺寸相对比例最好满足声学的“黄金分割”关系，例如：1:1.3:1.6, 1:1.5:2.5以及1:2:3等等。听音室内要求具有中等照明强度。

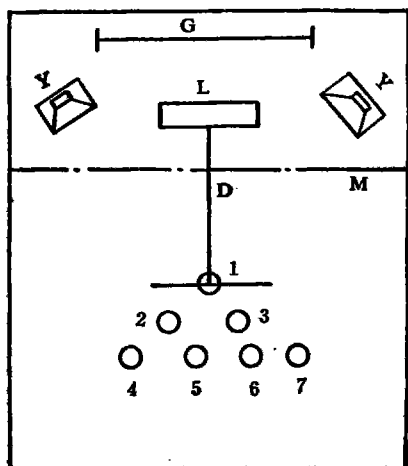


图 1

Y——立体声声箱

L——收录机

D——立体声收录机试听距离，可取为
1.5米~2米

M——透声幕布(10KHz穿透损失 $< 1\text{dB}$)
1~7为听音人位置

图1示对立体声收录机进行听音评价时，听音室内的布局及相对位置。现再作以下几点说明：

① 听音评价是双盲听测，也即听音人不知当时听的是哪个被测样机，同时比较听测的切换人也不知切换档位与被听测收录机的关系。所以，在被测收录机及样机前需要遮以透声的幕布。但这种幕布不应使高频声过多地衰减，对10KHz信号衰减不得大于1dB。

② 音箱及收录机均不得放于地面上或墙角处，以免由于声反射引起低音增多，均

应用架子把它们架高，使它们的高频扬声器的轴线正好与坐着的听音人的耳朵在同一水平面上。

③ 一对音箱间的距离 G ，称为立体声基线，为了得到良好的立体声声场，为了得到正确的展开感和分布感， G 值至少为2.5米。

④ 当借助立体声收录机的机内扬声器组进行重放时，由于机内左、右声道扬声器最多只相距0.5~0.6米左右。所以正确的听音距离 D 也应为0.5米左右。但是在一般家庭听音中，极少选用如此近的听音距离，一般 D 均选用1.5~2米左右。但在这种距离听音，由于左、右声道扬声器距离相对地太近了，已无法聆听立体声效果，这时只有借助收录机上的展宽控制，将声象群宽度展宽为0.7~0.8米左右。这样可获得一定程度的立体声效果。有关展宽控制问题后面还要详述。

2. 听音的响度及各有关控制旋钮置放档位

到达听音者1的粉红噪声响度级应有80dB SPL,用声级计在听音者1处测量,声级计用A档计权。

收录机的高一低音音调控制均置放在电位器机械中点位置。

如有响度控制器应关去不用。

3. 应该用对比方法进行听音评价

首后，应选出一台参考样机。参考样机应位于待听测收录机音质的中间档级，不应是音质最好的或最次的。

然后，将待听测收录机逐一与参考样机进行对比听音，对比时应反复重放同一段音乐（可事先把重复的音乐片断录好在试听磁带上），每段音乐的持续时间为30秒左右。应反复对比数次，以便听音人有足够的时间将需对比的代表音质的各个项目都进行打分。

不要将几台收录机同时与参考样机对比，而是应逐台与参考样机对比。

每次听测的时间不得超过45分钟，休息30分钟后才能继续进行。

4. 代表音质的各个评价项目可选以下9项:

(1) 低音重放效果; (2) 高音重放效果; (3) 刺耳声出现情况; (4) 交流声出现情况; (5) 非线性畸变出现情况 (6) 喀喇声及其它噪声出现情况 (7) 瞬态声重放效果 (8) 立体声效果—已知声象位置是否得到正确再现? 有无声象位置飘移现象? 声象是清晰还是模糊? 声象分布均匀否? 有无中间声象空洞或中间声象加重现象? (9) 立体声展宽效果—每个声象本身是否也变宽, 变得模糊起来? 使用展宽后音乐的音色有无明显变化 (如低音明显衰减)?

5. 计分和统计方法

每个代表音质的项目均采用5级计分法:

比样机坏得多	2分
比样机坏一些	4分
与样机相同	6分
比样机好一些	8分
比样机好得多	10分

然后, 按下列两式计算:

$$\text{平均分数} = P_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

$$\text{标准偏差量} = S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_m - P_i)^2}}{n-1}$$

式中:

P_i ——每个听音人所给的分。 n ——

听音人数

如果每个听音评价结果的离散度太大, 则听测工作应重复进行一次。

6. 节目的选择: 要求原录质量好, 立体声录音声象群位置十分清晰、稳定。另外, 可选以下节目:

- (1) 交响乐片段——动态大, 频带宽者;
- (2) 轻音乐片段——具有瞬态声, 高频声充分者;
- (3) 男、女声独唱片段——要求有高吭片

段;

- (4) 男、女声对白片段——要求有响度微弱片段;
- (5) 京剧——要求有文、武场;
- (6) 效果声——如移动的火车、飞机、汽车声以及敲击声。

7. 对立体声听测方面的特殊要求

- (1) 听测前, 左右声道相位必须校准一致。
- (2) 借助平衡调节旋钮, 使左、右声道重放平衡。这可借助重放单声道节目, 调节平衡旋钮, 使所有声象都集中出现于两声象的中点位置上。
- (3) 作者曾设计并试用全频带粉红噪声五点听测声象方位的方法, 感到效果明显, 现介绍如下:

听测立体声方位的信号用粉红噪声加工而成, 因为粉红噪声在听音室内不形成声驻波, 对听音无干扰。在制作粉红噪声立体声方位试听磁带时, 使用声象移动器使声象分别出现在图2所示的 I、II、III、IV、V 各点。

当用外接音箱重放时, 应准确再现 I—V 的各个声象。

当用机内扬声器重放、又使用展宽控制时, I—V 声象会向两侧展宽, 直至两只音箱的外侧, 但与此同时, 每个声象本身也变宽, 这将在一定程度上造成声象模糊现象。

展宽控制是一种界外立体声的应用, 是

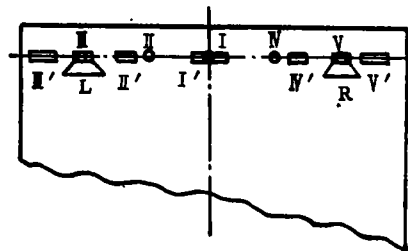


图2

(下转第14页)

的声压级，它们的差值即为扩声系统的传声增益。图5为测量的结果。

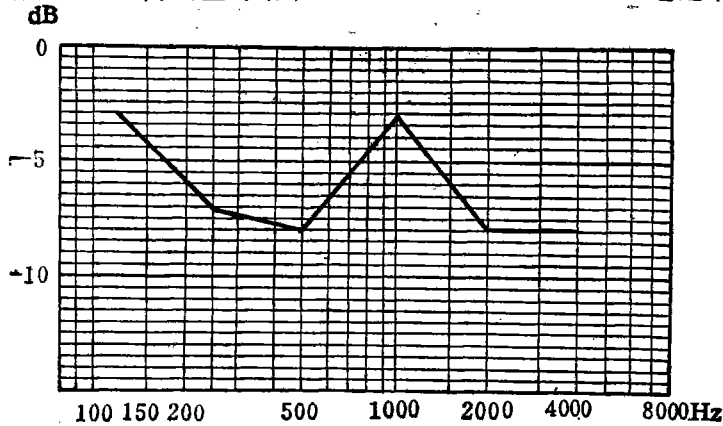


图5 空场扩声系统的传声增益

从测量的结果看出，各个频率的传声增益均大于-8db，满足使用的要求。

四 结束语

燕山剧院已竣工半年多，经过声学测试，各项指标均达到了设计要求。主管部门对剧院的音质效果反映满意并以认为所已满足了

多功能的使用要求。

通过本项工程的实践，作为一座多功能厅堂，从声音角度考虑，我们感到应注意下列几个方面：

(1) 要具有较为合适的体形，避免出现声学缺陷。

(2) 应具有适宜的混响时间及其频率特性，目前我国多功能厅堂，基本上以放映电影和集会为主，有时也兼作音乐舞蹈演出，主要要求清晰度比较高，也要适当照顾有一定的丰满度，因此中频混响时间可

控制在1.3~1.5秒范围，低频可提升25%，高频争取与中频平直。

(3) 要装置一套质量比较高的扩声系统。把扬声组安装在舞台口上方，在台唇再安装几个辅助扬声器，可解决声象问题。

(4) 如果经济条件允许，最好在舞台上设置反射罩，供音乐演出用。但反射罩要轻便灵活，便于装卸。

(上接第4页)

将左、右声道信号反相按比例 K (K 约为0.1~0.6左右)相混，也可将此反相信号只取300~7000Hz的中频段^[8]，所以展宽效果与 K 值及反相信号的频段等因素有很大关联。

8. 对听音人的要求：

- (1) 具有声频、电声学基本技术知识；
- (2) 具有音乐常识，最好本人是音乐爱好者；
- (3) 能听出1KHz信号3dB的响度变化；
- (4) 能听出1KHz左右1%的音调变化；
- (5) 无严重听力损伤者；
- (6) 能正确确定立体声声象重放的位置听音人可男、女各半，每次听音至少需

7人。

参 考 文 献

- [1] 李宝善 高保真放声技术 第二章三、四、五节
- [2] 李宝善 音质评价术语技术含义的探讨
《电声技术》1978年第3期
- [3] Lipshitz, S. P. Vanderkooy J The Great Debate: Subjective Evaluate JAES July/Aug. 1981.
- [4] IEC Publication 543 1976 Informative Guide for Subjective Listening Tests
- [5] 包紫薇 电声系统和音质评价的声学原理
《无线电与电视》1982年第1期
- [6] Ojala M. 听音评价专题报告
1982年4月来沪学术交流报告
- [7] 李宝善 立体声应用技术 第四章4.1节
- [8] 蒋玖根 立体声的声象展宽技术
《无线电与电视》1982年第2期