

改建电影院观众厅的音质设计

王炳坤

(天津大学建筑系)

1989年2月27日收到

本文是针对 35mm 普通胶片电影院改建为兼容 70mm 宽胶片豪华型影院,所遇到的声学问题进行探讨。

改建电影院观众厅,在有一些条件限制时,提出所确定的声学设计指标,及为达到这些指标所采取的声学处理措施。经完工后测试证明:只要音质设计所选用材料的声学数据与实际情况接近,计算与实测结果误差就较小。此外,还提出一些值得进一步探讨的问题,诸如音质设计指标、室内扩散等问题。

一、前言

由于科学技术的不断发展及人们对文化生活需要的不断提高,有些早期建造的电影院已不适应新的要求。五十年代在我国建立了宽银

幕电影院,宽银幕立体声电影的还音方法,是在银幕后面设置三组(左、中、右)扬声器作为主要声源,而在墙面和天花之上装若干效果扬声器^[1](图1),这对电影院建筑的尺度比例及观众厅容量等产生了较大的影响。

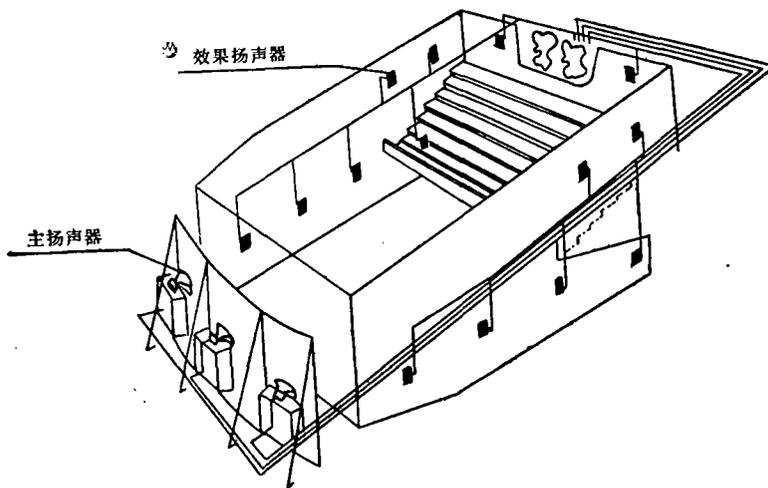


图1 扬声器安装位置

我们对天津市几家 35mm 普通胶片电影院改建为兼容 70mm 宽胶片豪华型影院作了点工作。对于有声学要求的建筑,如果能在进

行建筑设计的同时作声学设计,较易达到预期目的,对改建工程则难度要大些,尤其是有一些条件限制时。

70mm 超宽银幕立体声电影是新型电影系列中一个主要产品,其胶片宽度比普通电影胶片增大一倍,银幕的宽度和高度也相应增大,银幕宽度 22m—26m,银幕的高宽比为 1:2.2^[2],画面大,层次分明有深度感。70mm 超宽银幕立体声电影的声音重放是采用磁性还音胶片上六条独立的声轨,可在观众厅形成六声道的立体声。音质设计的目的是创造立体声还音环境,观众厅声源数目多,银幕后的主扬声器和环境扬声器分布在房间内的各个表面上和不同高度上,因此全部声源的第一次反射面所在的总表面增加了^[3]。声能在室内衰减趋势与声学处理是密不可分的,要控制一定的声学指标,声学处理就得精心设计。

一般电影院与兼容 70mm 电影院观众厅在音质设计上有共性,如噪声的允许标准,不同之处是混响时间,一般电影院混响时间为 1s,而在立体声影院观众厅混响时间有人建议控制在 0.5s—0.8s,对于改建影院是不大于 1s。

改建电影院观众厅的音质设计指标,我们是这样选取的:

1. 混响时间。我们对有楼座的观众厅取小值 0.5s—0.6s,无楼座的控制在小于 0.8s (参见后面表 1),混响频率特性曲线基本平直,低频略长。

2. 允许噪声级。在观众厅内允许噪声级参照 ISO 为 NC-35,因是改建工程可适当放宽,只要不影响放映效果,不强求改动原结构及平面布置。电影院空场时 A 声级不超过 40dB。

3. 声场分布。声场分布不均匀度不大于 $\pm 3\text{dB}$,最大声压级与最小声压级之差小于 6dB,最大与平均声压级之差小于 3dB。

二、声学处理

1. 为控制声能衰减曲线初始阶段的衰减,吸声处理应布置在前次反射声的反射面上。天花板和低于声源高度的墙面都是前次反射声的反射面,是参与混响过程的初始部分^[3]。

2. 体量较大的观众厅要控制较短的混响时

间,又要声场分布均匀,将不同频响的吸声结构尽量间隔错落布置。

3. 观众厅内平均吸声系数较大(约 0.4 左右),在不允许改动原天花的情况下,将墙面适当作些扩散有利于音质状况的改善。(图 2)

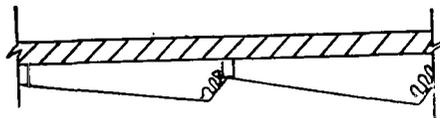
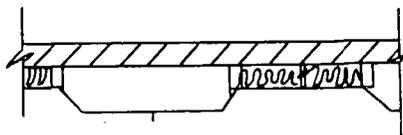


图 2 (a) 十月影院侧墙扩散作法



(b) 下瓦房影院侧墙扩散作法

4. 在观众厅内的吸声方面,观众是非常可观的吸声量。近年来电视及录象的冲击,使电影上座率呈下降的趋势。为解决空场与满场吸声量的悬殊变化,将座椅选择为织物面的软椅,其吸声量与观众近似,保证混响时间的最佳状态不因观众的多寡所左右。

5. 银幕后面的几组扬声器是电影放映效果的关键,为使其还音不失真,除注意观众厅内声学处理上各频带的和谐外,银幕后面的墙面做了简单的吸声处理,防止银幕后墙的声反射。

6. 凡易形成声学缺陷的部位,如楼座挑台栏杆、放映孔墙面、及后墙与天花交角处,均做声学处理。有楼座的,楼下因挑台遮挡,后墙引起回声的机会不多,声能进入量有限,只需将此墙做成向前倾斜式,使之对后排座位起点反射作用。楼上后墙易产生回声,进行了必要的处理。如下瓦房影院挑台栏杆原状是向观众席略倾,造成相当一部分座位音质效果极差,改建过程中,不改动原结构情况下对表面做了吸声处理,音质状况明显好转。

地处天津西站附近的群众影院,矩形平面,长 37m,宽 18m,平均高度 8.4m,无楼座。改变内装修,使其成为兼容放映 70mm 光学胶片立体声的豪华影院时,影院经理原以为只要

将观众厅旧貌换新颜就行了，购买了许多室内一般装饰材料，各类花纹的塑料板等等。在动工前夕才听人说还应该考虑声学效果，于是找我们匆促进行音质设计，以致有的问题考虑得不尽周全。观众厅内部空间在改建前后无法变化，只能在材料的布置上做些文章，设计混响时间不大于 0.8s。与此类似的天津北站附近的十月影院，长 34m，宽 20m，高 8.6m，无楼座。处理上适当增加扩散，墙面为锯齿形的。（参见图 2）

三、从测试结果分析

对空场观众厅进行了改建前后的声学测试，内容为混响时间、声场分布及瞬态响应。测点选择在改建前后是一致的。我们只进行建声测试，电声测试是由电影放映公司进行的。

1. 混响时间。影院观众厅改建前后的混响时间 (s)，见表 1。设计与实测(空场)混响时间从表上看比较接近。设计值为满场混响时间，实测时空场座椅吸声量与观众相当。

银幕后的三组主扬声器及在各表面布置的 14—24 个高度不低于 2.5m 的效果扬声器，在放映过程中效果良好。观众厅的混响时间控制，证明为立体声还音创造了满意的环境。实

测结果混响时间在 0.5s—0.8s 之间。

2. 声场分布。群众影院内声场不均匀度，中、后区小于 $\pm 3\text{dB}$ ，前区小于 $\pm 4\text{dB}$ 。原因是舞台口天花，影院经理说天花只喷新色，其它不动，实际上因改大银幕而将倾斜于地面的部分抬高成平行于地面的平板，导致声场及混响时间与原考虑条件不符。此外银幕后墙按要求做吸声处理，铺上地毯后有所改善，再者声源位置偏低。其它影院内，凡墙面略有扩散者，声场分布状况均好于平墙，声场不均匀度小于 $\pm 3\text{dB}$ ，达到了设计要求。有条件时适当考虑扩散对房间的活跃性有良好的作用（适当考虑扩散的意思是区别于多功能厅或音乐厅），此外，在不同的表面上用具有不同频率特性的吸声结构及处理方法精心配置，既可控制较短的混响时间，又可使声场分布均匀。

3. 扬声器位置。电影院观众厅的声场情况，除建筑声学创造的“先天”性环境外，还音系统特性、主扬声器的声轴指向性因数及其位置等诸因素亦不可忽视。主扬声器的位置要按银幕高的三分之二处放置，如果高度不够，将影响其均匀分布。

4. 音质设计与内装修。音质设计与建筑设计密不可分，观众厅内控制混响时间的吸声结构又是室内装修的面层，直接影响观众的视觉环境，色调上应给人以亲切感。在满足声学设计要求的前提下，结合建筑艺术，面料可适当选用些阻燃布等粗糙度、刚柔各异的非常规材料。良好的音质有一定比例的木质面料必不可少，材料的色彩与质地要结合灯光统一考虑，形成一个视听宜人的心理环境。

表 1 影院观众厅改建前后的混响时间 (s)

项目		频率 (Hz)						备注
		125	250	500	1000	2000	4000	
群众影院	改建前 $T_{60}(s)$	2.00	2.10	2.50	2.50	2.20	1.70	测定
	设计 $T_{60}(s)$	0.84	0.80	0.70	0.73	0.74	0.70	计算
	改建后 $T_{60}(s)$	0.72	0.68	0.80	1.00	1.00	1.00	测定
十月影院	改建前 $T_{60}(s)$	0.98	1.00	1.26	1.06	0.98	0.96	测定
	设计 $T_{60}(s)$	0.80	0.65	0.71	0.68	0.71	0.69	计算
	改建后 $T_{60}(s)$	0.74	0.70	0.71	0.76	0.80	0.76	测定
下瓦房影院	改建前 $T_{60}(s)$	1.20	2.00	2.60	2.40	1.90	1.50	测定
	设计 $T_{60}(s)$	0.75	0.53	0.60	0.60	0.64	0.61	计算
	改建后 $T_{60}(s)$	0.80	0.60	0.50	0.60	0.60	0.50	测定

下瓦房影院带楼座，凡测定值均为空场。

四、有待研究的问题

1. 对于兼容 70mm 光学胶片立体声电影院的音质设计，当影院是改建的，室内允许噪声级，由于受原有地址、结构、平面布局等限制，其值似可略高于 NC-35，低于 A 声级 40dB。

2. 音质设计中重要指标之一的混响时间，对于立体声宽银幕影院提法有：建工出版社出

版的建筑声学设计手册中, 推荐值为 0.8s — 1.2s ^[4]; 更多的建议值为 1s 左右; 有人建议在 0.5s — 0.8s , 也有人认为越低越好。我认为, 千余人无楼座的电影观众厅, 混响时间控制在不大于 0.8s , 可使立体声的方位感及效果有一个满意的还音环境。带楼座的观众厅则视其挑台的深度, 高度可略加变动, 设计混响时间应低于无楼座的, 可在 0.5s 至 0.8s 之间, 不要低于 0.5s 。

3. 声场分布均匀, 从建筑声学角度看, 是任何类型的体量较大的厅堂所要求的。频带各异的吸声结构合理分布、室内适当的扩散、甚至局部反射面, 都会起到活跃的作用, 至于在影院中如何掌握扩散这个度尚待研究。

4. 关于电影观众厅内每座的容积。室内的总吸声量中, 观众的吸声量占主导地位。观众厅体积直接影响造价和声学条件, 因混响时间与室体积成正比, 与房间内的总吸声量成反比。为获得需要的混响时间, 先确定适当的每座容积, 再根据观众厅规模即可结合其它因素确定大厅的大致尺寸。常见的推荐值为 $4\text{m}^3/\text{座}$, 建筑声学设计手册中建议电影院 $2.8\text{m}^3/\text{座}$ — $4.3\text{m}^3/\text{座}$ ^[4], 英国 Smith 推荐 $3.1\text{m}^3/\text{座}$ — $4.2\text{m}^3/\text{座}$ ^[5]。对于新设计的电影院, 这项指标选择适当, 可在节省声学处理资金的同时, 获得需要的混响时间, 我认为这是设计取值问题。而我们所遇到的改建影院观众厅, 其每座容积均在 $4.5\text{m}^3/\text{座}$ — $5.5\text{m}^3/\text{座}$, 甚至大于 $5.5\text{m}^3/\text{座}$, 而这指标恰是建筑声学设计手册中建议的多功能厅堂的每座容积。我们进行声学处理时, 条件限制之一就是基本不改动原观众厅容积, 达到了音质设

计要求。基于这些是改建工程, 着眼点就不必对每座容积作大的调整。

5. 吸声材料的吸声系数问题。这是直接影响混响时间计算的精度的。一般情况下, 在規定最佳混响时间后, 有 $\pm 10\%$ 的计算误差是允许的。我们实践结果表明, 计算值与实测值比较接近。计算遇到的问题是: 现在所用的材料尚无现成的吸声系数, 而时间所限又不能一一测定, 只好参照些类似性质材料的吸声系数; 有的材料形成构造做法之后其吸声情况也不准确; 有的做法虽常规但空气层厚度不同或大空间等吸声量也不易掌握; 观众的吸声量在不同资料上差异很大。计算时按类似情况的低值取一组数, 对所选用的新材料, 与性质类似、已有吸声系数的材料相比, 将其突出的数值适当降低, 取一个滑顺的频带值进行计算。实践证明, 只要吸声系数取值适当, 计算精度均在允许范围内。新材料出厂最好附有相应的声学数据及防火性能, 以解选用之难, 这也是急待解决的问题。

参 考 文 献

- [1] 日本建筑学会, 建筑设计资料集成, 台隆书店, 1980, 169—172.
- [2] 薛润芳, 电影院工艺设计基础, 山东科学技术出版社, 1983, 192—196.
- [3] 卡切洛维奇, 阿·纳等, 电影院声学及建筑学, 中国电影出版社, 1984, 16—41, 102—110.
- [4] 建筑声学设计手册, 中国建筑工业出版社, 1987, 553, 525.
- [5] SMITH, B. J. Acoustics and Noise Control, Longman Group Limited, 1982, 34.

武 汉 声 学 学 会 简 讯

随着工业迅速发展, 伴之而来的社会噪声对环境造成了很大污染、危及人体健康。目前国务院批准了《中华人民共和国环境噪声污染防治条例》, 为控制噪声污染, 开展学术交流, 更好地为武汉市建设服务, 武汉声学学会于一九八九年十月二十日在武汉市环境保护研究所成立了噪声控制专业委员会, 并进行学术交流。该专业委员会挂靠武汉市环境保护研究所, 所长

何庆慈同志任主任委员, 噪声专业委员会成立后, 主要为开展环境管理和决策, 交流环境污染综合治理技术, 保护城市生态环境, 开展环保科技的咨询服务, 充分发挥噪声控制技术方面的优势, 为武汉地区的现代化城市建设和人民身体健康作出贡献。

(武汉声学学会)