

上海大剧院观众厅使用效果评析

李道增, 许 瑾

(清华大学建筑学院, 北京市 100084)

[摘要] 上海率先在我国建成第一座具有国际水平的现代化大剧院。作者对该剧院及设计单位进行了多次访问调研。文章扼要地介绍该剧院观众厅的视线设计、噪声控制、音质设计、声学参数的实测结果以及所采用的可移动音罩、可调混响装置等技术措施, 并引用了国内外戏剧界、音乐界著名专家观摩演出后的声学评价以及观众对观众厅使用效果所给出的评分结果。

[关键词] 观众厅; 视线设计; 噪声控制; 音质设计; 可移动音罩; 可调混响装置

上海大剧院是我国第一座具有国际水平的现代化大剧院, 位于上海市中心的人民广场路北。剧院用地面积 21 644 m², 占地面积 11 528 m², 总建筑面积 62 803 m², 包括一个 1 800 座大剧场、一个 580 座中剧场和一个 230 座小剧场, 总计建设投资 10×10⁸ 元人民币。大剧院工程概况见表 1。

本文是该剧院在 1998 年 8 月 27 日进行首场演出并经过了一年多的运营使用基础上, 根据华东设计院和上海大剧院所提供的设计情况、图纸、数据资料, 以及我的一位研究生许瑾同志所作的实态调研而写成的。她调研所作的论文汇集了各方面的情况, 有 6×10⁴ 余字、240 张插图^[1], 内容比较充实、生动。尤其上海大剧院在我国属于先行的, 总结他们的经验, 对今后搞剧场设计有重要的参考价值。这里仅仅参考其中涉及观众厅的内容, 谈一些己见。

1 观众厅方案的调整

上海大剧院采用法国夏邦杰建筑设计事务所作的 07 号方案。从原始方案到最终建成, 对观众厅设计经过了多次修改、调整。该方案进入施工图设计阶段, 由华东设计院全权接手后, 对原方案进行了深入研究, 又与业主及法方设计师反复商量, 决

定采用以下 7 点措施, 对原观众厅方案进行调整、修改:

1) 调整了观众厅两侧楼座的平面形状, 将原定的两侧层层沿墙跌落包厢改为“锯齿”状小幅伸出的浅挑台, 以解决坐在池座后排的观众看不到台口上沿, 其视线被跌落包厢的下沿所遮挡的矛盾。

2) 池座部分增加纵向走道, 使进、散场观众行走路线更便捷顺畅。

3) 取消看台后部包厢座席, 改善了 2 层看台后部座席的视听质量, 又适度降低了 3 层看台后排的标高, 以减小俯角。

4) 观众厅两侧墙面设计了 4 层长短不等的外挑包厢, 其后部空间设置了混响可调装置, 以满足不同剧种演出时对混响的不同要求。

5) 楼座以及侧包厢外的阶梯式通道改为水平通道。

6) 把后排座席升起值改成等高分布, 不仅使观众行走安全, 更大大简化了施工的复杂程度。

7) 根据我国规范, 调整观众厅内的纵、横过道宽度, 把疏散口均匀分布在周围墙上。

根据调整后的观众厅平、剖面, 进一步做出 1/10 的模型, 进行了两次声学测试。在此期间, 美国 Studios & Team 7 室内设计事务所介入了大剧

表1 上海大剧院工程概要情况表

Table 1 General introduction of Shanghai Grand Theatre

·投资总额	10×10 ⁸ 元人民币		
·设施规模		·设施种类	
用地面积	21 644 m ²	大剧场	1 800 座
占地面积	11 528 m ²	中剧场	580 座
总建筑面积	62 803 m ²	小剧场	230 座
容积率	2	剧场配套设施	排练厅、演员化妆间、道具、服装制作厂、仓库等
绿化、水景	20%	信息服务设施	资料整理室、展览厅、艺术商场、公众展示厅
层数	地下2层、地上6层、顶楼2层	管理设施	办公室、地下停车场
高度	最高38.37 m	公众设施	休息大厅、衣帽间、餐厅、贵宾接待室
停车数	地下172辆、地上20辆		
·外部装修	透明玻璃幕墙、花岗岩		
·建筑结构	框架、剪力墙、空间钢架		
·基础种类	整体片筏桩基础, 包括预应力管桩、钢筋混凝土方桩		
·电器设备			
变电室	高压配电室1间, 变压器室2间, 低压配电室1间		
进线变电设备	6 kV, 3回路进线 容量: 1 600 kVA×2台 2 000 kVA×2台		
通信设备	电话程控交换机、背景音乐播放设备、剧场电声设备、内部通话设备、电视共用天线、卫星电视系统、子母钟系统、防盗报警、电视监控、电视转播等设备		
防灾设备	自动火灾报警系统、防排烟设备、紧急电话设备、紧急播放设备		
·供水排水卫生设备			
供水设备	储水式水泵、屋顶水箱、系统给水		
热水供应设备	容积式热交换器、热量来源: 煤气热水锅炉(高温热水)		
排水设备	雨、污分流制、生活污水二级生化处理后排放		
防火设备	室内消火栓、自动喷淋、雨淋、水幕、轻水泡沫消防、手提式灭火器		
·空调设备			
热源设备	冷水、热水	升降机设备	
管道设备	4管式、冷水、温水	共18台	乘客用 14台
空调设备	中央空调	货物用	4台(1台8t货运升降机)
排烟设备	自然排烟、机械排烟		
·剧场舞台装置			
舞台结构	由全电脑控制的最新装置, 包括主舞台(升降并可倾斜10度)、左右侧舞台、后旋转舞台(均可驶至主舞台)、升降乐池、以及电动吊杆		
舞台灯光	共1 024回路(调光器800路), 调光台可储存1 000个场景		
舞台音响	采用立体声的集中式和分散式相结合的方式, 分左中右3通道, 上中下3层分布		
·主要施工数量			
钢筋混凝土方桩	268根	搅拌桩约	4 100根
钢筋混凝土预应力管桩	358根	挖土约	130 000 m ³
钢筋混凝土地下连续墙	554 m	水泥约	40 046 t
	总方量12 191 m ³	钢材约	16 209 t
·业主	上海大剧院工程指挥部		
·建筑设计单位	法国夏邦杰建筑设计事务所, 华东建筑设计研究院		
·室内设计单位	美国 Studios & Team 7公司		
·工程监理	上海市建工设计研究院		
·施工单位			
桩基	上海市基础公司		
地下主体结构	上海市第四建筑工程公司		
屋面钢结构工程	江南造船厂		
剧场舞台装置工程	日本三菱重工株式会社		
音响装置工程	美国 JBL 公司		
灯光装置工程	德国西门子 ADB 灯光设备		

院的室内设计，他们提出整个观众厅的任何席座上都必须看到全部在台口以外进行表演的演员的全身。这无疑是对一个镜框式舞台剧场提出了伸出式舞台的设计要求。此时舞台台面距第一排地面高度已确定为 0.85 m，承包机械舞台设计、安装的日本公司已据此进行设计，无法再更改高度。如将设计视点前移，势必造成 3 层楼座过大的俯角，以及过陡的坡度，不仅超出规范限度，也突破人们对安全感的承受能力。华东院基于上海大剧院是一座大型歌舞剧的镜框式舞台剧场，演员走出台口，到台唇上来表演的机会不多，于是研究确定了 3 项技术指标，即：最大俯角 ≤ 30 度；3 层看台最大坡度 ≤ 35 度；楼座前后两排座席台阶最大高差 ≤ 0.57 m。在此 3 项限定值的基础上再将设计视点尽可能向台唇方向移动调整。建筑物内部安排及观众厅座席情况见表 2、表 3。

表 2 建筑主要部分的面积安排表

Table 2 Area arrangement

·观演部分/m ²							合计 6 666
观众厅	主舞台	左侧舞台	右侧舞台	后舞台	中剧场	小剧场	
3 791	768	330	330	380	687	380	
·辅助部分/m ²							合计 15 901.1
化妆间	乐队休息室	乐队排练厅	合唱排练厅	芭蕾舞排练厅			
2 164.6	405	252	188.5	188.5			
布景车间	木工车间	钳工车间	机械车间	雕塑车间	服装车间		
912	220	312	152	108	630		
布景装卸	布景架存放	乐谱资料	服装库	灯具仓库	设备维修		
384	375	180	690	83	730		
办公室	档案室	职工餐厅	自行车库	建筑设备用房			
2 433.9	225.6	1 080	315	3 872			
·公共部分/m ²							合计 18 388
大堂	观众休息厅	贵宾休息厅	咖啡厅	商场	宴会厅	公共车库	
5 700	1 352	510	584	2 500	1 600	6 142	
(各层叠加)							

表 3 观众厅座席和视线参数

Table 3 Seating space and sight-line parameters

·空间尺度/m								
最大长度(至防火幕)	最大宽度	最大高度	底层面积	每座面积	池座总升起	楼座总升起(中间)	楼座总升起(两侧)	
32	30	19.5	640 m ²	0.69 m ²	4.3	3.48	4.06	
·座位								
池座数	楼座数	座位总数	座位尺寸/mm (池座)	座位尺寸/mm (楼座)	座位排数 (池座)	座位排数 (楼座 2 层)	座位排数 (楼座 3 层)	观众疏散最远距离/m (至出口)
923 (51.3%)	877 (48.7%)	1 800	530×900	530×900	20	7	8	20
·视线								
最远视距(至舞台)/m	排间座位升起高度/cm	视角(>60°) 座位数	视角(60°~30°) 座位数	视角(<30°) 座位数	水平控制角			
32	20/24/38/58	464 (25.8%)	757 (42%)	579 (32.2%)	60°			

在此次座席布置调整中，将 2 层看台中央的贵宾席前两排排距改成 1.2 m，并取消了视线较差的侧墙上的第 4 层包厢，沿墙顶加设了一圈混响可调帘幕。至此，观众厅设计中的各项指标趋于均衡，获得了各方面都满意的结果。负责室内设计的美国 Studios & Team 7 事务所与华东院设计师、声学专家全面合作，也终于搞出了观众厅室内设计的定稿方案，整个观众厅室内装饰效果显得温馨、华贵而简洁大方。建成后各界都比较满意。

2 噪声控制

上海大剧院地下与其毗邻的是地铁 1、2 号线换乘站，地铁列车运行构成它的主要地下噪声源；大剧院地面上南临人民大道，西临黄陂北路，城市街道上车辆川流不息，构成另一巨大的噪声源；建筑内部的诸多设备、机械运行的噪声也对观众厅构

成威胁。

为了隔绝噪声，在结构设计上采取了防止固体传声的措施。其结构包括两个体系，一是 6 个楼梯和电梯柱为支承的钢结构拱顶；二是以观众厅为核心的混凝土方盒子。结构上把这两个部分以抗震缝断开，还将观众厅、主舞台、后舞台、两个侧台和周围建筑在结构上全部断开，以各自形成独立的筒体。因此，从平面上看，建筑分为 11 个板块，板块之间设以混凝土双层墙，墙缝宽约 10 cm，可有效地隔绝大堂、休息厅、排演厅、设备机房、舞台对于观众厅的固体传声，以及舞台和舞台之间的固体传声。抗震缝在施工时以聚苯乙烯泡沫塑料置于双层墙之间，代替模板的作用。筒体之间虽然不能完全做到空气隔绝，但密度远小于墙体的聚苯乙烯，仍能有效地大量减弱固体传声。

为使噪声源远离观众厅，各设备机房如：变电

所、消防泵房、空调机房和水泵房则安设在拱顶层内,与观众厅分别位于两个不同的结构体系中,有效地隔绝了固体传声的可能。观众厅和舞台的空调体系,首先选择了低噪声的设备,然后采取种种隔声、吸声、消声及减震措施。最值得一提的是观众厅每个座位底下有一个经过消声处理的低速送风口,风速约为 0.3 m/s ,既能保证供给每个座位以新鲜空气,又没有噪声,观众反映极好。

3 音质设计^[2]

3.1 声学设计的主要技术指标

观众厅音质设计以自然声为主,要达到的设计目标有6点:(a)体型合理;(b)混响适当且可调;(c)有足够的响度;(d)扩散均匀;(e)前期反射声和侧向反射声丰富;(f)严格控制厅内噪声。表4列出观众厅声学设计的主要技术指标。

表4 观众厅声学设计的主要技术指标

Table 4 The major parameters in acoustic design for the auditorium

主要技术参数	歌剧条件	交响乐条件*
总体积 V/m^3	13 000	15 000
单人容积 V/m^3	7.3	8.3
中频混响时间 T/s	1.3 ~ 1.4	1.8 ~ 1.9
声场不均匀度 $\Delta L_p/\text{dB}$	$\leq \pm 4$	$\leq \pm 3$
本底噪声 L_p/dBA	1NR-20 $L_A \leq 30$	1NR-20 $L_A \leq 30$

* 交响乐条件下,舞台上加设大型封闭式音乐反射罩,包容体积为 $0.18 \times 10^4\text{ m}^3$ 。

为了达到以上技术指标,声学、建筑、室内装修、灯光、电声多方协作,采取以下6点措施。

1) 观众厅平面形式为钟形,跨度达30 m宽。池座在7~15排的位置上将两侧及后排座位升高,做出能向池座中央反射声音的拦板墙,改善中区的音质效果,增加这部分座席上所能接受到的早期反射声。

2) 将台口天花和侧墙设计成向观众席扩展的巨大号筒,使前、中区座席获得较多的早期反射声,以改善前区容易存在音质干涩的弊端。台口侧墙上设有5排耳光灯,耳光灯平时藏在特设的折叠窗口后面,当演出需要时才打开窗口,探出耳光灯具,避免了一般剧场内的耳光口阻挡很大一部分反射声的弊端。

3) 弧形大波浪声反射吊顶采用密度 40 kg/m 的增强纤维水泥石膏板,使楼座获得更多的早期反

射声。

4) 将池座设计成纵向起坡较大的散座形式,前后24排高差达到4.3 m,避免了观众席对声能的掠射吸收,也大大有利于视线质量的提高。

5) 挑台式侧墙包厢、S型加折形拦板、锯齿形侧墙面、灯桥后壁新型QRD条状扩散体等,使厅内声扩散均匀,早期反射声和侧墙反射声丰富。

6) 设计了气垫式大型舞台音乐反射罩。反射罩前部宽17.6 m,后部宽11.8 m,反射罩后壁由21个声扩散体组合而成,当需要移动时,通过空气压缩机向声罩底部的28个气盘送气,借助气盘产生的气垫浮力,使原来重18 t的声罩在推动时只相当于1 t重。当剧场进行歌舞或芭蕾演出不用声罩时,可将声罩藏在后舞台东侧的库房中。

3.2 混响时间设计

观众厅的混响时间决定于厅堂的体积或平均每座的容积大小、座椅吸声性能、厅内吸声材料的配置及其面积的大小等因素,见表5。

表5 上海大剧院观众厅不同频率要求的混响时间

Table 5 Reverberation time requirements for different sound frequencies in auditorium

中心频率/Hz	63	125	250	500	1×10^3	2×10^3	4×10^3	8×10^3
歌剧 T_{60}/s	2.2	1.8	1.5	1.35	1.35	1.3	1.25	1.1
交响乐 T_{60}/s	2.5	2.2	2.0	1.85	1.85	1.75	1.6	1.4

上海大剧院观众厅的座席是从意大利进口的座椅,每张座椅约 0.3×10^4 元,共花 524.6×10^4 元,占建设总投资的0.8%。座椅的吸声性能较强,经测定,空满场条件下对混响时间的影响不明显。

为了控制观众厅内的混响时间,还采用以下四种技术方法进行调整。

1) 交响乐演出时用声罩,其包容体积为 $0.18 \times 10^4\text{ m}^3$,使观众厅和舞台演奏区偶合成一个观演空间,使观众厅体积从 $1.3 \times 10^4\text{ m}^3$ 扩至 $1.5 \times 10^4\text{ m}^3$ 。这一体积的增加,可使厅内混响时间提高0.2~0.3 s。

2) 打开观众厅两侧6个侧包厢后面的帘幕,也能增加一些观众厅内的体积。最重要的措施是声学专家经过研究建议采用的“内藏式电动可调吸声帘幕”。平时将近 300 m^2 的阻燃吸声帘幕分别藏在台口上方、侧墙及后墙上部。当这些帘幕全部打开后,混响时间可提高0.2~0.3 s。声学专家对帘幕

的材质、打摺率、后部空腔大小、外侧装饰格栅及孔版的透空率等对吸声性能的影响，都进行了优化比较。目前采用的可变吸声帘幕的幕布是阻燃灯芯绒布，打摺率为 2 倍，空腔 5~20 cm，装饰格栅透空率 60%，帘幕调节方式为升降式和平开式两种。混响时间在音控室内即可进行方便快速的调节（音控室位于池座后部）。

4 声学模拟实验研究

声学专家先后进行了观众厅声场计算机模拟分析和观众厅 1/10 缩尺模拟声学实验 2 项研究。计算机模拟分析特别适合于分析体型设计。用的是

EPIDANRE 软件。不在本文中详谈。

观众厅 1/10 缩尺模拟声学实验需要加工一个相当于实际观众厅 1/10 大小而形状完全相同的音质模型。模型墙面、天花及吸声材料的声学性能与实际用料的声学性能相当。声源使用微型球面声源，接收采用微型电容传声器。在试验中特别采用了由日本引进的双耳模型人工头，进行模拟听音评价实验，在人工头的双耳内安装话筒，从两个方向同时测量，对两组数据进行分析，修正了单话筒测量时方位感不强的缺陷。音质模型实验采用计算机数据采样及处理技术，实验结果见表 6。

表 6 声学模拟试验的主要结果

Table 6 The measured parameters from different acoustic simulated tests

音质参量	设计要求		电脑模拟		模型试验		现场测试	
	歌剧	交响乐	歌剧	交响乐	歌剧	交响乐	歌剧	交响乐
中频混响时间 T/s	1.35	1.85	1.41	1.97	1.14~1.39	1.81~2.32	1.37	1.82
声场不均匀度 $\Delta L_p/dB$	$\leq \pm 4$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 2.5$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 3.5$	$\leq \pm 3$	$\leq \pm 3$
早期衰减时间 EDT/s	/	1.81~2.1	1.53	2.04	/	/	/	/
语言明晰度 D	0.4~0.6	/	0.41	/	0.54	/	0.53	/
音乐透明度 C_{80}^{dB}	/	-1~2	/	1.0	/	1.14	/	1.71
声场力度 G^{dB}	≥ 2	≥ 2	3.8	4.1	/	/	/	/
侧向反射系数 L_{E80}	0.2~0.4	0.2~0.4	0.24	0.23	/	/	/	/

通过模拟实验，声学专家得出结论：观众厅内无回声等声缺陷；池座内的反射拦板增加了中区侧向反射声；混响时间可变幅度可以达到预期效果；乐罩对提高厅内混响、丰富反射声有明显作用；主要声学参量与设计要求基本相符；池座前区早期反射声尚欠丰富。

5 电声系统的补充

上海大剧院观众厅的电声系统由美国 JBL 公司承担设计。通常电声使人感到不自然，原因在于电的传声速度大于声音在空气中传播的速度。观众是根据离他最近的扬声器来判定声音的方位，简单的电声系统会让人感到声音来自扬声器而不是来自演员，为克服此缺点，上海大剧院采用的是新型延迟立体声系统。它能使观众所听到的每个声音的早期部分来自演员，而以后部分则大多来自扬声器。根据“哈斯效应”的原理（注：如果声音的早期部分与声源是同一方向的，而接下来的部分为其他方向的反射声，尽管这些反射声的声强增加了很多，

听者仍感觉这些声音来自声源，这种效应就谓之“哈斯效应”），观众仍会感到声音都来自演员。

目前上海大剧院演出过的剧目中，国外演出团体所演的歌剧，基本上全部使用自然声。国内的一些剧目，如：《洪湖赤卫队》在演出时就采用了电声补充；芭蕾舞演出时，乐队一般都在乐池中演奏，为了使舞台上的演员能清晰无误地跟上音乐节拍，往往利用舞台上的音箱加强台上部分的音乐声。1999 年 8 月 6、7 日在上海大剧院公演的尼娜·安娜尼什维莉及世界明星芭蕾舞团专场演出中，乐队登上舞台，采用在舞蹈演员背后伴奏的形式，乐队远离观众席，声能被高大的舞台空间和幕布大量吸收，观众席中不得不采用电声进行补充。最有趣的是，指挥由于身处乐队和演员之间，不得不时时转动身体，兼顾双方，一场演出下来，着实疲惫。据说，乐队之所以上台，可能是为了补充空虚的舞台布景。至于我国的其它剧种，如：戏曲、话剧、综艺节目等除了一些功力深厚的演员外，一般都需要电声补充。1999 年 8 月上海越剧团推出

的新版《红楼梦》干脆就使用电声,可见电声系统切实起到有效的补充作用。

6 观众厅声学实测结果和观众的评价

6.1 观众厅声学实测结果

观众厅使用后,声学专家对其音质效果进行了实测,对实测结果分析研究的结论如下:

1) 混响时间:演出歌剧时,吸声帘幕全部落下,中频平均混响时间为1.37 s,符合设计要求;演出交响乐时,吸声帘幕全部收起,台上装上声罩,中频平均混响时间为1.82 s。除125 Hz低频混响略有降低外,其余250 Hz~4 KHz频率段的可调混响幅度为0.33~0.49 s,即混响时间可调幅度为1.63~1.89 s,可以满足交响乐对混响的要求。

2) 混响时间的频率特性曲线:中高频基本平直,低频有足够提升,能保证乐声有较好的丰满度和明亮度。

3) 声场均匀度:两次实测结果表明,观众厅内声场均匀度非常好,优于设计要求。例如:池座42个测点声场不均匀度 $\leq \pm 2.5$ dB,楼座挑台不均匀度 $\leq \pm 1\sim 2$ dB,中部和两侧边座的声压级差仅为1~3 dB,全厅共72个测点,声场不均匀度 $\leq \pm 3$ dB,说明观众厅的体型、吸声及反射声的控制十分成功。

4) 由于所采取的噪声控制措施都起到了应有的作用,实测观众厅本底噪声也达到了NR-20的预期要求。

6.2 使用效果评价

该剧院自1998年8月27日首演以来,已先后演出过芭蕾、歌剧、交响乐及综艺晚会等。1998年11月24日出版的上海现代集团简讯,报道了上海大剧院建成后30多场的演出效果,其中不乏国内外一流演出团体及著名音乐界人士的评价。例如:意大利佛罗伦萨歌剧院院长艾纳尼先生认为:上海大剧院的声音非常优秀,在这里可以上演世界上任何著名歌剧。俄罗斯圣彼得堡玛林斯基歌剧院基洛夫交响乐团首席指挥杰基耶夫大师认为:上海大剧院观众厅音乐的层次感、丰满度、饱和度非常出色,其声学效果达到世界顶尖水平。由于对上海大剧院留下了深刻印象,1999年10月杰基耶夫再度率团专程来大剧院,演出该团保留剧目——芭蕾舞剧《天鹅湖》的最经典版和歌剧《叶甫根尼·奥

涅金》等,其后更与上海大剧院达成长期合作协议。世界三大著名男高音歌唱家之一的卡雷拉斯在大剧院举行独唱音乐会后,对大剧院赞不绝口,他认为:上海大剧院的声音非常优秀,音乐的辉煌能够在上海大剧院充分完美地体现出来。澳大利亚的文化执行官认为:上海大剧院观众厅的音质效果远远超过悉尼歌剧院。国内音乐界反映也很好,如:上海音乐学院著名小提琴演奏家丁藏诺认为:上海大剧院上演歌剧、开音乐会音质都很好,3层楼座的声音也很清晰,每个声部都很好,音质效果超过美国纽约大都会歌剧院。著名指挥陈奕阳认为:观众厅池座音响效果非常好,3层楼座也很清晰。上海交响乐团著名小提琴演奏家陈慧尔评价说:“上海大剧院声音层次清晰、音色丰富、声音饱满、高中低频音质都很好,达到世界水平”。其他多位音乐家、歌唱家如:贺绿汀、李光羲等等都对大剧院的音质效果十分满意。

此外,也对坐在不同座席的观众进行了调查,他们的评分结果见图1、图2、图3:

7 观众厅存在的问题和缺陷

7.1 音乐罩的设置

由于上海大剧院的原设计为歌剧院,为了提高其利用率,使之能举办音乐会,根据专家建议增设了反射音乐罩,这对延长混响时间等方面起了很好的作用。但正如前述,这18 t重的音乐罩是用气垫先推到转台上,再将转台开到升降台上,此时转台的最前沿离台口仍有3 m距离,18 t重的音乐罩压在转台上,使原本可以承载30 t重的转台产生10 mm的挠度。而气垫对于地面平整度的要求是8 mm。所以再想把气垫充气,用人力将乐罩往前推,已属不可能。造成这一缺陷显然是由于最初机械舞台设计时考虑不细的结果。因而设置的音乐罩未能像声学家所要求的那样与台口闭合,乐罩在前沿和台口之间有3 m左右的空档。中国交响乐团指挥陈佐湟先生提出空档对聚拢乐声有一定的影响,他还发现位于乐队后部的打击乐器声音太强,凭他直觉的经验,认为乐罩上部的反射板可稍稍降低,增强对其它声部的反射,以使各个声部之间趋于平衡。乐队队员也认为他们之间的相互听声有点滞后,尚待改进。

7.2 对电声系统的意见

据了解,安在耳光部位上的4个扬声器位置偏

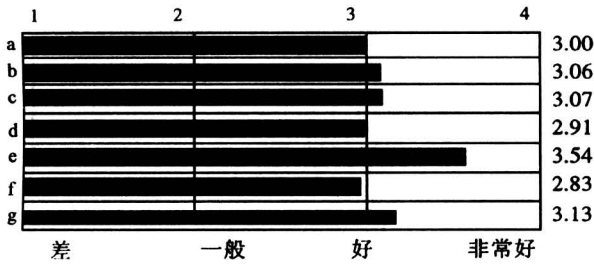


图 1 观众对观众厅评分的统计图

Fig 1 Assessment scores given to the auditorium by audience

a—观众厅的装修色彩与风格；b—观众厅灯光设计；c—对于舞台灯光的感觉；d—座位舒适度；e—座位下送风口使用效果；f—观众厅温度；g—观众的疏散

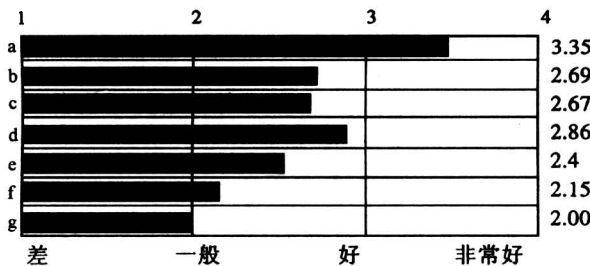


图 2 视线效果评价图

Fig 2 Assessment of sight-line

a—池座中间；b—池座左侧；c—池座右侧；d—楼座中间；e—楼座左侧；f—楼座右侧；g—包厢

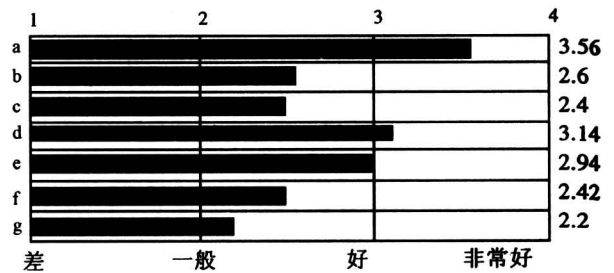


图 3 音响效果评价图

Fig 3 Assessment of acoustics

a—池座中间；b—池座左侧；c—池座右侧；d—楼座中间；e—楼座左侧；f—楼座右侧；g—包厢

高，使前排观众产生了声音从后排传来的错觉。大剧院的音响和灯光人员认为可以在台唇上适当多安装一些扬声器，补充池座前部、中部反射声的不足。为保证左、中、右 3 道立体声的效果，在观众席区摆放了过多的扬声器，有些甚至产生了干扰，似应取消。

本文至此结束，文中不当之处请指正、赐教。感谢上海大剧院和上海华东设计院对此项调研的大力支持。

参考文献

[1] 华东建筑设计研究院 . 上海大剧院建筑施工图, 1995

[2] 章奎生 . 上海大剧院观众厅的音质设计与研究 . 上海现代建筑设计 (集团) 有限公司技术简报, 1999, (3)

The Post Occupancy Evaluation for the Auditorium of Shanghai Grand Theater

Li Daozeng, Xu Jin

(School of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

[Abstract] The contemporary Grand Theater of international level in China was first built in Shanghai. The author has done a lot of work on the post occupancy evaluation for this theater. This paper is only a part of their researches, focussing their attention on briefly introducing the design intentions of the auditorium in terms of technological aspect, such as sight - line design, noise level control, acoustic design, the collected acoustic parameters measured from different points within the auditorium as well as the removable sound canopy and the alternative reverberation adjustable devices, etc. also quoting Important comments on the sound effects of the auditorium by both domestic and international famous experts in the theatrical and music circle and the evaluation scores by ordinary audiences from every aspects of users point of view are given.

[Key words] auditorium; sight-line design; noise level control; acoustic design; the removable sound canopy; the alternative reverberation adjustable devices