

视听融合

——什邡群众文化活动中中心、妇女儿童活动中中心影剧院建筑声学设计

Audio-visual Fusion: Architectural Acoustics Design of the Public Culture Center & Women and Children Activity Center Theater in Shifang

撰文 王鹏 林琢 重庆华森建筑工程设计顾问有限公司

建筑设计 杨金鹏 闫小兵 中国建筑设计研究院

声学设计 王鹏

设计/竣工 2009年/2010年

项目地点 四川省什邡市

摄影 张广源

摘要 影剧院声学设计应保证厅内具有足够的语言清晰度和合适的混响时间，同时满足多功能的要求。通过介绍什邡群众文化活动中中心、妇女儿童活动中中心影剧院建筑声学设计的过程，论述了将视听相融合的一般方法。

关键词 影剧院 表皮 视听融合

1 概况

什邡市群众文化活动中中心、妇女儿童活动中中心、档案馆在援建什邡的诸多建筑中占有特殊地位，目前已成为当地规模最大的文化建筑设施。影剧院位于该建筑群广场中轴线上，灰色外墙饰面砖与暗红色格栅相间（图1，2）。如何使其在室内外设计风格保持统一的同时实现文艺演出、电影、会议等诸多功能，避免室内音质与富有感染力的建筑造型相错位，是该影剧院建筑声学设计需要解决的问题。

2 影剧院声学设计

影剧院内包含1个500人大剧场及4个100人以下小电影厅，4个电影厅在一层，二层为大剧场，此处着重探讨500人大剧场的声学设计。

2.1 设计目标

大剧场观众厅平面呈矩形，长×宽约23m×19m，观众席距天花平均高度为5.6m。观众厅座位共19排，排距为0.85m，座宽0.5m，实际座位数量为515座，含4个残疾人轮椅位。镜框式



图1 什邡市群众文化活动中中心、妇女儿童活动中中心、档案馆广场



图2 影剧院外立面

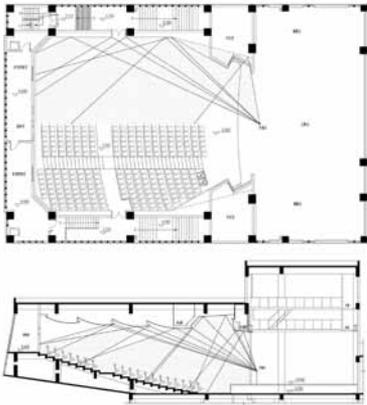


图3 大剧场平面及剖面声线分析



图4 大剧场室内效果

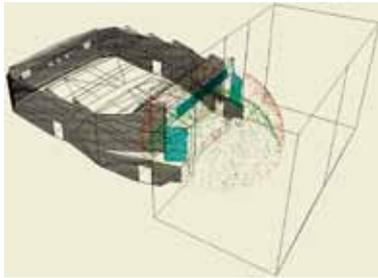


图5 ODEON三维仿真

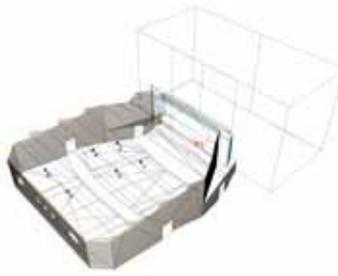


图6 声源点及受声点分布图

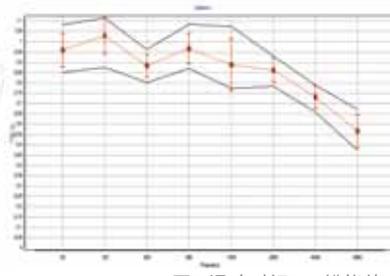


图7 混响时间T30模拟值

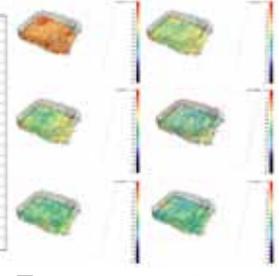


图8 125, 250, 500, 1K, 2K, 4KHz混响时间平面分布图

舞台口宽11m,高5.9m,舞台矩形平面尺寸为25m×12m(宽×深)。舞台空间高13.3m,设两层马道,并与耳光室、面光桥与音响桥相连通。观众厅后部设有电影放映间、音响控制室和灯光控制室(图3)。厅堂容积约2576.9m³,每座容积5m³。

大剧场以实现电影、文艺演出、会议等多功能为目标,使用时以电声为主,自然声为辅。由此确定该厅堂设计混响时间RT(满场)中频为0.7s±0.1s,低频适当提高,高频略短;早期衰变时间EDT=0.8s±0.1s;语言清晰度指数RASTI≥0.65,清晰度D50≥0.5;背景噪声应满足NR30。

为使剧场室内空间在视觉上与影剧院外立面相呼应,内外风格一致,墙面采用暗红色木条格栅饰面效果。综合厅堂体型比例、人体尺度及扩散截止频率,设定木条截面尺寸为0.1m×0.1m(宽×深),凹槽截面尺寸为0.08m×0.1m(宽×深)。以水平木条形成格栅,充满韵律感,并充当表皮,在满足视觉要求的同时起到一定的声扩散作用。在木条格栅后部设吸声构造,射入凹槽内的声波一部分随即被吸收,射在木条上的声波被反射。通过控制厅堂不同部位的吸声构造,来调节声波的吸收与反射,从而实现厅堂音质的控制。在木条后紧贴一层与木条表面颜色相同的防火可擦洗织物,使得室内呈现木格栅与织物相间的效果。天花与地面均采用相近纹理的木材质饰面,整体视觉与建筑风格浑然一体(图4)。

2.2 计算机声场三维仿真

为确保大剧场建成后具有设计预期的声环境,使用声学模拟软件ODEON对剧场的声场进行了计算机三维仿真(图5)。各界面按照声学设计方案赋予满场条件下的声学参数,声源点在台唇后3m、高1.5m的位置,在中轴线的一侧设6个受声点,另一侧的声学参数可由镜像获得(图6)。重点关注一次反射声线所覆盖的区域及主要声学参数的分布状况。通过多次调整厅堂体型及

材料的布置方式,其仿真结果表明所设置的各受声点音质参数均处在优选值的范围内,台口两侧墙能有效地将声能反射至观众席中前部,所设计的天花能使早期反射声均匀覆盖至整个观众席,以增加语言的清晰度和音乐的明晰度。控制舞台的混响时间有利于扩声系统设计,同时防止在观众厅后墙和舞台后墙面间产生颤动回声,因此对舞台空间也做了吸声处理。软件可听化模拟的声音清晰可辨,各点均无回声等缺陷发生。总之,仿真模拟结果显示大剧场内具有良好的声环境,能满足业主的各项功能要求(图7~11)。

3 视听融合的实现

3.1 表皮与声学构造

根据材料吸声原理,当表层材料的穿孔率大于20%时,可以忽略表层材料,近似认为声波可无障碍穿越表层材料。由此,剧场墙面的横向木条格栅充当了大穿孔率的表层材料,这层表皮可以充分满足视觉需要,与建筑风格相协调,而剧场内声波的反射与吸收实质上取决于表皮后的构造。

为实现目标混响时间,厅堂需要吸声量约480m²,因此表皮后的构造应根据声学需要统筹考虑。台口两侧的墙面将为坐席中前部提供早期反射声,其角度需保证反射声的范围有效覆盖观众席。在木条格栅后部与五夹板之间贴1层防火可擦洗织物,在五夹板后部将龙骨加密,并在空隙间满塞离心玻璃棉,抑制振动(图12构造一)。观众席两侧平行墙面的木格栅与织物后部附离心玻璃棉板,五夹板紧贴其后,可以控制其具有适度的吸声量,既防止在观众厅侧墙形成颤动回声,又避免两侧墙面因吸声过多而造成环绕感缺失(图12构造二)。观众席后墙应具有较好的吸声性能,以防止来自后墙的延时反射声在舞台上形成回声,因此在木条格栅与织物后部直接贴附离心玻璃棉板,并留适度的空气层(图12构造三)。由此,大剧场既内墙面木格栅肌理统一,其

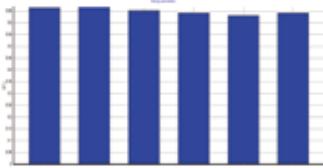


图9 语言传输指数STI模拟值

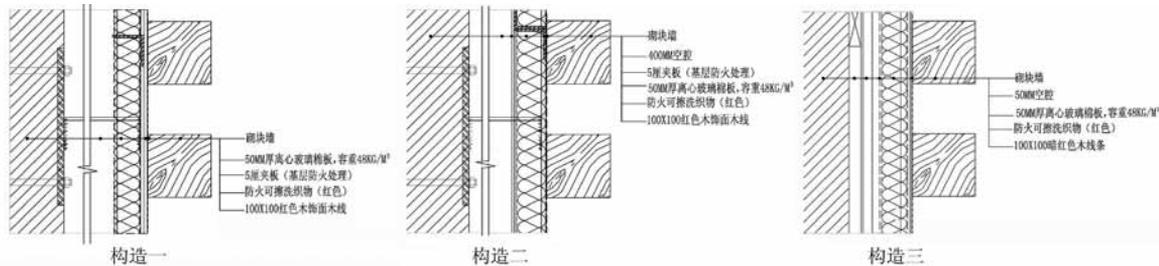


图12 侧墙表皮构造



图10 语言传输指数STI平面分布图.

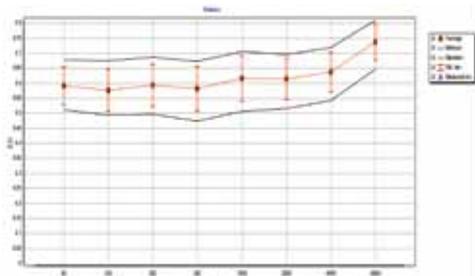


图11 清晰度D50模拟值



图13 控制室



图14 电影厅



图15 观众厅外疏散通道.

不同部位的声学性能又有所差异，这种方式统筹了整个厅堂的吸声量，兼顾了不同部位材料的声学需要，体现了视听融合。

3.2 材料布置

观众厅天花基层为双层12mm厚石膏板紧贴，实木皮外饰面。观众席软木地板的颜色纹理与天花一致，并与舞台木地板相协调。舞台空间内后墙与两侧墙均布置大面积穿孔硅钙板，穿孔率13%，暗红色漆饰面，以降低对观众视线的干扰，后附离心玻璃棉板，空间内混响时间与观众厅接近。音箱桥两端设可开启木门，在其内部采用离心玻璃棉板织物饰面，降低主音箱声波对天花的振动干扰，使音箱孔发出的声音保真性强。声闸与控制室内吊顶均采用穿孔石膏板后附离心玻璃棉板的构造，侧墙为木条缝穿孔吸声板（图13）。所有离心玻璃棉板在施工时均使用无纺布包裹两层，以降低施工污染。由于资金有限，座椅最终选择了较低廉的产品，吸声量也与设计值有差异。小电影厅位于一层，室内材质以木条吸声板与木夹板相间布置（图14）。在电影厅天花吸声层后，又设一道隔声层，可有效避免楼下电影厅与舞台空间相互干扰。观众厅外疏散走廊朱红色漆饰面，烘托出强烈的艺术

气氛，使观众在步入剧场的过程中受到感染（图15）。

3.3 竣工测试

在基本装修工程完成，而舞台幕布还未安装时，对大剧场进行了空场测试。测试仪器采用Norsonic 840 RTA实时分析仪，传声器使用丹麦B&K公司话筒及延长线，测量仪器均经过中国测试技术研究院校核，数据如表1所示。

表1 空场测试结果

频带Hz	125	250	500	1K	2K	4K
混响时间RT(空场)	1.27	1.12	1.15	1.09	0.93	0.81

背景噪声A声级为34.6dB，满足NR30噪声评价价值。

4 结束语

在影剧院设计中，建筑声学设计做了许多尝试，在历时几个月的时间内多次探讨修改，通过计算机模型模拟比较，最终确定了方案。由于剧院设计涉及诸多专业的协调，在时间紧、资金有限的情况下，难免留下些许遗憾，但总体效果良好，影剧院建成后室内视觉表达统一，听闻效果良好。[A]

第一作者简介

王鹏，重庆华森建筑工程设计顾问有限公司工程师。毕业后在北京清华城市规划设计研究院声学研究所工作，现就职于中国建筑设计研究院（集团）重庆华森建筑工程设计顾问有限公司。曾担任过汤显祖大剧院、多哈体育场文化村剧院、奥运会跆拳道馆、清华大学经管学院报告厅、延安革命纪念馆新馆、中科院学术礼堂等项目的建筑声学设计。毕业于重庆大学，研究方向为建筑声学。