



图1 珠岛宾馆会议中心

广东珠岛宾馆礼堂建筑声学设计

撰文 王鹏 重庆华森建筑工程设计顾问有限公司

汤文健 何颖赋 广州华森建筑与工程设计顾问有限公司

1 项目简述

珠岛宾馆始建于20世纪50年代初,作为广东省委、省政府的主要接待基地,是一个由宾馆、会议接待、餐饮及康体等诸多功能空间所组成的综合建筑群。宾馆坐落于四面环水的小岛上,南邻珠江,西靠东湖公园,北面与南面分别以桥梁连接省委大院和二沙岛,交通便利。岛上绿化良好,植被经多年培育生长与原有建筑群充分融合,是广州市中心景观环境的重要节点。

由于多数建筑建造年代久远,具有安全隐患,业主方决定拆除中心大楼,在原址新建一个适应时代发展要求的会议接待场所,并对项目所在地的珠岛西区进行整体规划改造。华森作为中标设计总承包单位,组织抽调各分公司有经验的设计师参与其中,项目从方案设计到竣工历时近三年(图1)。

2 礼堂声学设计

礼堂是一种特殊观演建筑,集诸多功能于一体,如何使其在室

内装饰风格体现设计理念的同时实现会议接待、文艺演出等诸多功能,避免室内音质与富有感染力的建筑造型相错位,是该礼堂建筑声学设计需要解决的问题。珠岛宾馆会议中心含礼堂、多功能厅及小会议室若干,本文着重论述礼堂。

2.1 厅堂概况及设计目标

礼堂观众厅平面呈矩形,尺寸约39m×36m,观众席距天花平均高度13m。礼堂含固定座席1553座,另设4个残疾人轮椅位。观众厅座席分池座与楼座,平面采用短排法错位布置,每级标高经视线分析生成。池座设1100座,分23排,排距1.25m,座宽0.63m,座席配有木质条形桌,便于会议记录;楼座设453座,分8排,排距0.9m,座宽0.55m,无条形桌,所有座椅均采用下部送风的方式。整个观众厅设8个出口,宽度符合安全疏散计算要求。厅内走道的布局充分与观众席容量相适应,池座走道四纵两横,楼座走道四纵一横,均与安全出口联系顺畅。镜框式舞台口宽22m,高10m,

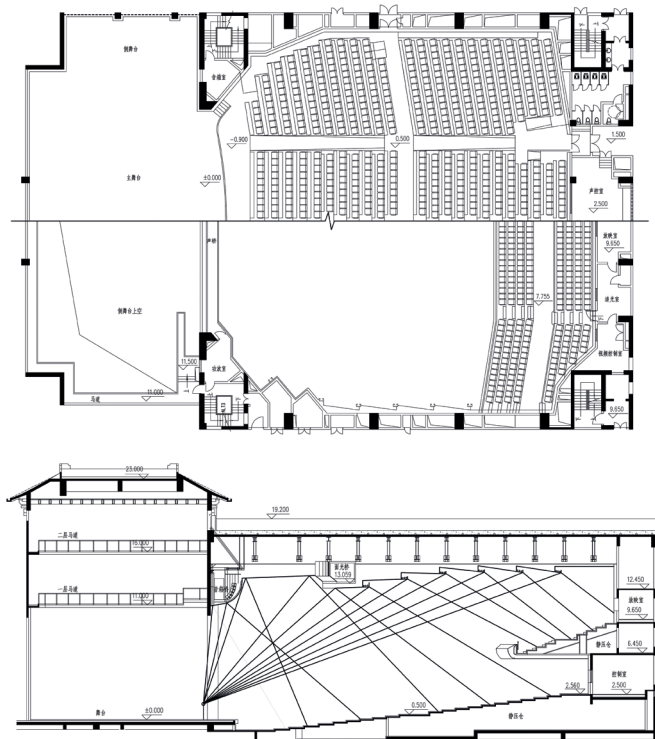
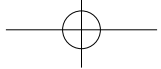


图2 礼堂平面及剖面声线分析

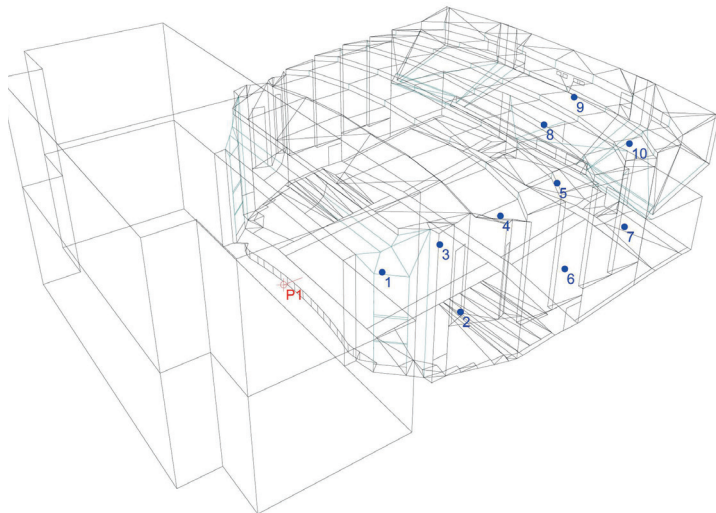


图3 声源点及受声点分布图

设假台口。矩形主舞台尺寸为 $40.3\text{m} \times 16.6\text{m}$ (宽 $\times$ 深), 两侧台分列左右。舞台空间高 21.3m , 设两层天桥, 并与耳光室、面光桥与音响桥相连通。舞台机械控制室位于左侧台一层天桥处, 无台下机械。舞台面高 1m , 台唇距首排观众席条形桌 2.4m 。台口两侧对称设音箱室和投影室, 便于设备固定暗装。池座后部为声控室与光控室, 楼座后放映室居中, 左右分别为同声传译室、表决控制室和两个追光室。观众厅容积约 $16\,200\text{m}^3$, 每座容积达 10.4m^3 , 为礼堂音质设计提出挑战 (图2)。

礼堂以实现多功能为目标, 使用时以电声为主, 自然声为辅。由此确定该厅堂设计满场混响时间 RT 中频为 $1.2\text{s} \pm 0.1$, 低频可适当提高, 高频可略短; 语言清晰度指数 $RASTI \geq 0.60$; 清晰度 $D50 \geq 0.5$; 背景噪声应满足 $NR30$ 。

2.2 计算机声场三维仿真

为确保礼堂建成后具有设计目标所希望达到的声环境, 使用声学模拟软件 ODEON 对礼堂的声场进行了计算机三维仿真 (图3)。各界面按照声学设计方案赋予满场条件下的声学参数,

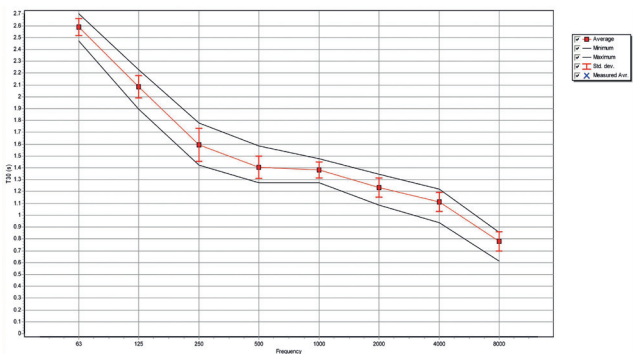


图4 混响时间T30模拟值

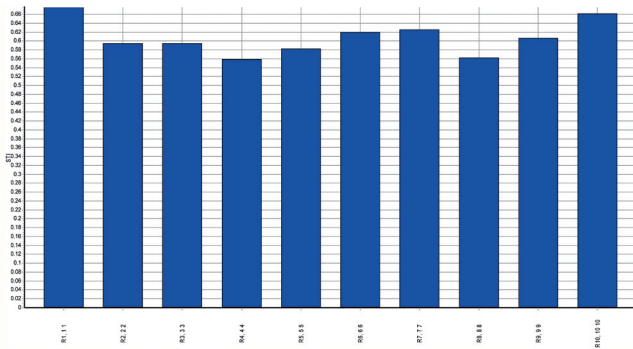


图6 语言传输指数STI模拟值

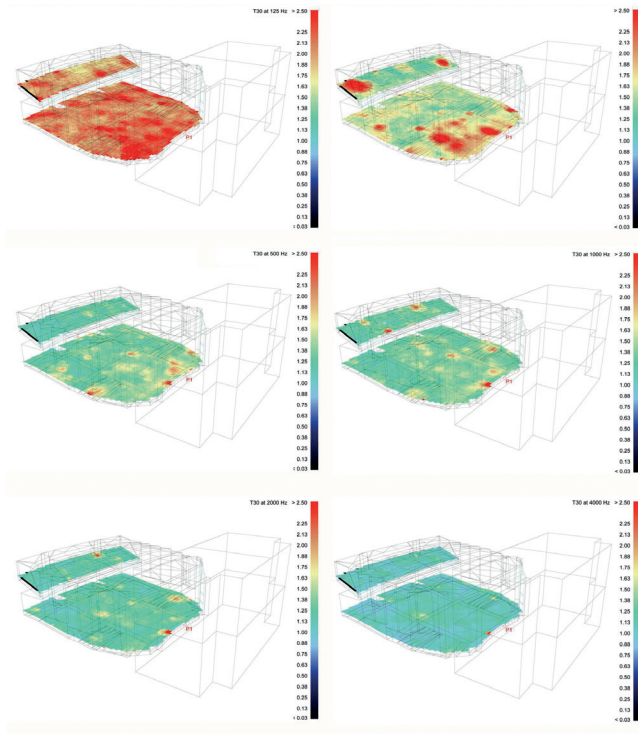


图5 125~4000Hz混响时间平面分布图

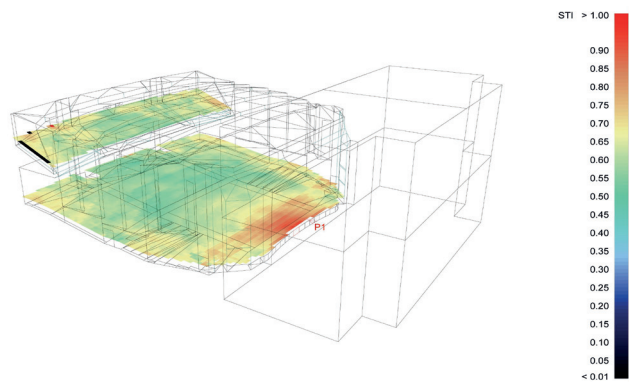
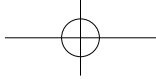


图7 语言传输指数STI平面分布图

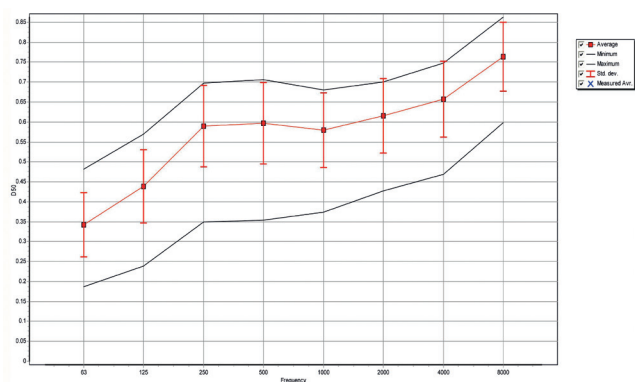


图8 清晰度D50模拟值



图9 珠岛礼堂

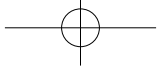
声源点在台唇后 3m、高 1.5m 的位置，在中轴线的一侧设 10 个受声点，另一侧的声学参数可由镜像获得。重点关注一次反射声线所覆盖的区域及主要声学参数的分布状况。通过多次调整厅堂天花造型及材料布置方式，其仿真结果表明所设置的各受声点音质参数均处在优选值的范围内，台口两侧墙面能有效地将声能反射至观众席中前部，天花能使早期反射声均匀覆盖至整个观众席，以增加语言的清晰度和音乐的明晰度。软件可听化模拟的声音清晰可辨，各点均无回声等缺陷发生。总之，仿真模拟结果显示礼堂内具有良好的声环境，能满足各项功能要求（图 4~8）。

3 目标音质的实现

3.1 材料布置

观众厅天花基层为 25mm 厚 GRG，白色漆饰面，在面光口至后墙的范围形成 6 级层叠状反射板，每一级反射板与水平面的夹角逐渐增大，视觉上充满动感，同时也利于反射声覆盖观众席楼座。池座与楼座观众席均使用暗紫色皮质座椅，由厂家分别提供仅座椅与带条形桌座椅的声学测试报告以便计算。观众席地面为复合木地板，颜色纹理与舞台木地板相一致，走道满铺红色地毯，烘托出庄

重的会议气氛。台口两侧使用米黄石材，上方主音箱口与两侧音箱室外罩米黄色透声金属网，与装饰石材和谐相融。音箱桥外罩弧形浅木纹色铝单板，营造出简洁的台口形象，也利于为观众席前区提供早期反射声。装饰设计侧墙中部使用白橡木纹板材，下方纵向坡道一侧为垂直墙面，上方设 4 个凸起折板扩散构造。为保证室内均匀的频响特性，此木质板材须设计为穿孔且后附离心玻璃棉的吸声构造，其声学性能应有针对性地满足本厅装修要求。经核算，木穿孔吸声板须具有较高的低频吸收性能，而对中高频应提供有力的侧墙反射，同时装饰设计方确定只使用直穿圆孔吸声板，并以小孔径为宜。经过厂家反复试验比较后，最终生产出孔径为 3mm 与 4mm 纵横相间、孔距为 16mm 的板材，为礼堂最终实现优良的音质提供了保障。侧墙后部及后墙面布置肉色防火可擦洗软包，软包实贴于 10mm 厚木夹板基层上，这对于防止后墙产生回声十分有效。池座与楼座侧墙后部的软包前设竖向木格栅，格栅宽 40mm，深 80mm，格栅间距 50mm，与软包留有 20mm 间隙，使得侧墙面在整体视觉上浑然一体（图 9）。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地穿越表层材料，而厅



堂内部声波的反射与吸收则取决于表皮后的构造。由此该竖向木格栅充当了大穿孔率的表层材料，这层表皮充满韵律感，在满足视觉需要的同时也能达到声学效果，充分做到视听融合。楼座栏板为弧形木板扩散构造，可有效避免在舞台上形成回声。环绕音箱暗藏于观众厅侧墙与后墙面上，外蒙黄色音箱布，色彩均与墙面相协调。

3.2 噪声控制

舞台空间内后墙与两侧墙均大面积布置穿孔硅钙板，黑色亚光漆饰面，后附离心玻璃棉板及空腔，在降低对观众视线干扰的同时，确保舞台空间内混响时间与观众厅接近。台口两侧音响室墙面和顶部均采用离心玻璃棉板加黑色防火织物饰面，为扩声系统体现良好的音质提供了基础条件。为避免台口上部主音箱在工作时对外包弧形铝单板激发起金属板振动，除在音箱桥侧面及顶部布置强吸声材料外，铝板与龙骨固定处还铺贴一层弹性橡胶条，板与板交接处打胶相连接。面光桥一侧固定离心玻璃棉板吸声构造，尽可能减少主音箱声波通过面光口对天花后部空间产生干扰。座席下部静压仓使用30mm厚吸声喷

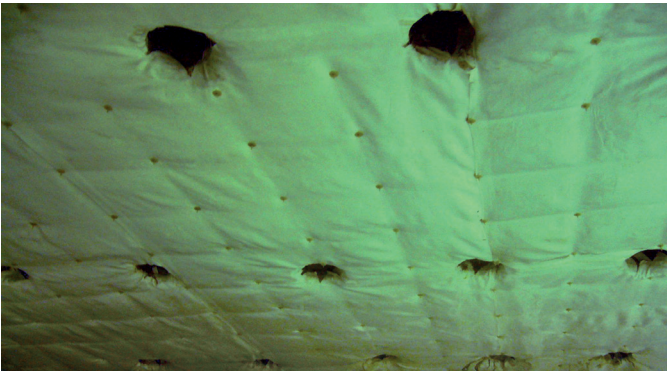


图10 静压仓吸声喷涂

涂，外饰密质玻璃纤维布，保温钉封边固定（图10）。此做法在达到暖通热工及降噪性能的同时，又满足环保要求，为厅堂静压箱做法开辟了崭新的途径。声控室、光控室、放映室、追光室、表决控制室内均采用石膏板吊顶，侧墙为木穿孔吸声板饰面。空调机房、水泵房等需要减振降噪的设备间墙面与天花均布置穿孔硅钙板吸声构造，地面做减振台。所有离心玻璃棉板在施工时均使用玻璃纤维布包裹。

3.3 竣工测试

在现场具备测试条件、工程项目验收之际，对礼堂进行了空场测试。测试仪器采用B&K2260，传声器使用丹麦B&K公司话筒及延长线。测试时室内温度22℃，相对湿度86%，测试时共取10个数据点，数据经分析后如表1所示。

表1 测试结果						
频带/Hz	125	250	500	1000	2000	4000
混响时间RT（空场）	1.93	1.50	1.51	1.53	1.57	1.60

在空调设备正常运行的条件下，观众厅背景噪声为34.7dB(A)。当舞台大幕开闭时，在观众席首排中部测得噪声值为41.3dB(A)，吊杆全速运行时噪声值43.8dB(A)。结果表明，该礼堂的建筑声学特性能满足规范及业主的各种使用需求。

4 结语

项目竣工时，业主方对华森的总包设计服务表达了充分的认可。会议中心建成后已举行了多场重要会议，据业主方反映，无论是会议发言者还是听众均对室内音质感到满意。项目设计团队对建筑声学设计做了许多探索，通过量化设计最终达到了令人满意的声学效果。 



图11



图12



作者简介
王鹏，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，硕士毕业于重庆大学。
汤文健，中国建筑设计研究院（集团）广州华森建筑与工程设计顾问有限公司副总建筑师，高级工程师，一级注册建筑师。
何颖斌，中国建筑设计研究院（集团）广州华森建筑与工程设计顾问有限公司，硕士毕业于华南理工大学。