

大型公共建筑项目建筑声学浅析

王晓楠

(北京创艺建声咨询有限公司, 北京 100020)

摘要：公共建筑的建筑项目和声学设计的关键点和经验：大型公共建筑屋顶的吸声处理是提高语言清晰度的最佳方法。使用简单的装饰用座椅可以减少不同座率引起的混响时间差异。声场的非扩散导致早期衰变时间(EDT)低于T30；包厢区域的语言清晰度低于看台区，分布不均。联通机房和大厅形成通信空间的明显效果。联通厅人群的噪声、照明热释放产生的噪声、径流和水道的噪声构成了设计消除噪声的场所和场所的新挑战。必须注意大型公共建筑的声崩时间和排放气体对环境的影响。用计算机模拟声学参数作为设计的参考比较保守。

关键词：声学；语言清晰度；早期衰变时间；耦合空间；降噪

中图分类号：TU112.4 **文献标识码：**A

大型公共建筑空间的声学环境的营造很重要，从声学设计者的角度来看，无论是从事声学设计，还是在与声学工作者进行某方面的设计研究，无疑首先要了解其传播方式、人的视听特征及主观评价等方面的基础知识，才能设计出更加符合视听体验的空间^[1]。

1 空间声学的基本概述

声学空间是指在特定空间内声音传播效果的艺术，所寻求的目的是确保空间内的声能平均地分散在空间内，以此给听众带来美妙的声学效果。以反射声和混响时间来判定声学效果的好坏是主要手段，反射声从空间中分析分别为顶部反射、侧向反射、后部反射。顶部反射对整体的声能起到扩大的作用，使听觉效果范围增加。

声波在室内传播的过程形式大致分为三种：平面反射、凹面反射、凸面反射。这三种声音的传播方式在不同的平面反射，其效果也不尽相同。如平面反射只是单一改变声线的方向，对声音的聚合和发散并没有什么作用；凹面反射具有一定的声音聚拢的效果，但其声能并不均匀；声音在经过凸面反射之后变得发散，这有利于在空间中产生扩声效果^[2]。

2 大型公共建筑声学设计要求

2.1 建筑室内外噪声的控制

大型公共建筑对室内外噪声控制的要求很高，即使是很小的噪声也可能影响大型公共建筑的听音效果。

(1) 建筑的选址

建筑物场地的选择是绕过和减小建筑物外部噪声的有效手段。在选择用地时，建筑物首先要考虑到距城市、郊区的距离。整体上郊区的工业化程度相对较低，人口密度小，人们的密度和流量相对较小，在选择用地前可以为建筑物提供相对安静的室外环境。在选择用地前有必要监测环

境噪声。

(2) 建筑材料的选择

控制建筑物室外噪声的另一个有效方法是使用隔声材料。选择建筑物时，如果建筑物不能有效地绕过噪声源，可以在建筑材料上多做些工作。目前市场上有很多隔声建筑材料，如隔声玻璃、隔声墙壁等。根据隔声的效果，也可以通过试验应用比较不同隔声材料的隔声效果，选择最合适的隔声建筑材料。

2.2 大型公共建筑内部的设计

为了消除外部噪声对音质的影响，需要注意建筑物内部声音的设计。建筑物内部因素影响过程比较复杂，包括建筑物的体积因子、各音量、声场条件和其他众多因素，以及需要充当音响和建筑音响双重因素的控制。

(1) 容积因素影响建筑声音品质

建筑物的容积也就是建筑物的大小，同样会影响其音质。除了建筑物的大小是从人数的角度来决定外，还必须根据建筑物的特性来选择。

(2) 每座容积影响建筑声场环境的控制

建筑物的每座容积是由建筑物空间与建筑物中座位数的比率决定的，座位数直接决定了能同时参与的观众数。每个观众本质上都是“吸声体”，同样大小的大厅建筑面积，观众越多，“吸收”声音的能力越强，同时影响混响时间的能力也越强。

(3) 声场条件影响建筑内部音质

建筑物舞台上声场的环境对声音传播的效果有很大影响。在设计建筑物内部音质时，注意要关注以下因素：第一，要均匀分配建筑物内部的声场，避免颤动或回声的发生。第二，建筑物的地面和墙壁要避免吸收太多影响传播和接收效果的低频声音，要更加耐用。第三，为了注意建筑物反射板，可以标注出反射板的位置。

2.3 改变界面形式

声学空间设计内的界面由基面、竖界面和顶界面三个部分组成，且每个部分相互影响、相互作用。其基面一般指声音直接传播过程中所经过的平面，常以高差设计或倾斜的方法来改变界面形式；竖界面是指通过影响发声源，进而控制声音效果；顶界面指声音在经过顶界面时被增加和扩大，有助于声音的扩散。在设计教室室内空间时可以利用其声音传播的特性进行设计，如在较大的空间中，声音需要被放大扩散，这时就需要对顶界面进行特殊处理。

2.4 造型和设计的融合

无论是改变界面形式还是充分利用扩散体，都需要通过一定形式载体来表达出来，进而在空间内体现。从室内设计角度出发，一个声效良好的空间，在设计之初就要具有一定的造型美和声学美。如扎哈设计的广州歌剧院就是一个很好的造型与设计融合的例子，在剧院两侧流动性的曲线设计给整个歌剧院的形式增添异彩，同时整个院内的声音效果极具戏剧性。

3 以音乐厅为例探讨声学提升关键技术

3.1 外部环境影响的演奏场馆隔声性能提升技术

为了解决小厅和观众厅、大厅间的串音问题，以及改善两厅演出声学效果、满足同时对外演出需求，应在观众厅、小厅以及相连空间内设置不同声源点，来勘察声源传递路径。为封堵串音通道，增加大小厅间的隔声性能，对原有结构遗弃洞口进行隔声封堵，在小厅内部新增轻型钢结构，采用120mm厚压型钢板组合隔声楼板+100mm厚GRG石膏板作为隔声墙体，与既有观众厅结构楼板形成双层中空结构隔声墙体，有效阻隔声源串音路径。

层中空结构腔体为了保证大小厅间的隔声效果，原有结构墙体洞口隔声封堵采用100mm厚加气混凝土砌块+100mm空腔（空腔内满填120kg/m³岩棉）+200mm厚加气混凝土砌块；在隔声墙体上部观众厅大厅楼板底部喷30mm厚无机纤维吸声材料，下部组合隔声板上铺设100mm厚泡沫玻璃；隔声墙体GRG石膏板面积质量不得小于80kg/m²，在小厅外围墙体与内层GRG墙体门洞位置处增砌200mm厚加气混凝土砌块，构成声闸，并做吸声处理。

3.2 文物特征维持下的老式木窗隔声性能提升技术

外立面木门窗为传统柚木门窗，窗户为单层玻璃。木窗翘曲变形加之既有单层玻璃隔声性能低，使外立面柚木门窗隔声效果不理想，无法满足一流剧场声学演出需要。应在对木窗构造进行剖解和分析的基础上，通过更换原有窗玻

璃和提升木窗的密封性能，来整体提升木窗的隔声效果。可将原有单层玻璃更换成3+6+3中空玻璃，考虑到原窗木芯安装玻璃厚度不变，重新定制柚木角条进行玻璃固定；在木窗框四周企口夹角处开设3.5mm×4.0mm凹槽，安装棕色硅胶PVC密封条，实现防水保温、密封隔声的功能。

3.3 卓越声效的内部空间营造技术

(1) 观众厅座椅消吸声改造技术

音乐演奏（唱）对声学环境要求较高，对厅内营造的效果比较依赖^[3]。观众厅采用与其特征相适应的古典主义风格座椅，使用时座板易发出“咚咚”声，给音乐演出带来一定干扰。作为场馆观众席最大吸声面，通过调节座椅面吸声效果有效调节混响时间，营造良好的声学演艺环境。通过调整原有座椅布料材质，增设座椅阻尼消除使用噪声，对观众厅座椅进行消（吸）声改造，提升场馆声学演出效果。通过返厂更新、现场原位组装的方式对座椅进行升级改造。修缮前，对座椅的分布、排数、位置进行统一定位记录；对座椅构件进行统一编号、按照构件组成进行分类，拆卸后统一归类装箱，返厂维修。返回现场后，按照定位标记和座椅编号进行组合安装。

(2) 组合式封闭型舞台反声罩升级

舞台反声罩可以避免声能向舞台内空间逸散，有效地将演奏（唱）声能向观众厅反射，对增加观众厅内声音响度、增加前次反射声、提高观众厅内混响时间及改善乐队各声部之间的平衡和融合都有重要的作用。采用全铝框架式结构，组合拼装，具有快速调节的功能。整个反声罩由上顶反声板、后反声板和侧反声板三部分组成，为了防止声音失真，无须使用扩音器设备，可完全使用有限的天然声音能量。

4 结束语

随着社会的不断发展，人们对大型公共建筑的要求越来越高，建筑的功能向多元主义方向发展。除了履行本身就具备的功能，还使各种类型的集体活动成为可能，因此对建筑的声学设计提出更高的要求。因此，今后建筑音响要适应社会变化，在噪声控制方面建设能提供良好视听体验的建筑物，优化声音传播的效果。

参考文献

- [1] 石俊杰. 观演空间声学装饰界面艺术表现形式研究[D]. 沈阳: 沈阳建筑大学, 2017.
- [2] 黄渤, 田燕, 吕斯俊. 探讨建筑声学设计与空间技艺的融合[J]. 城市建筑, 2020, 17(2): 87-89.
- [3] 潘立超, 陆文秋. 大型体育馆建筑声学设计标准探讨[J]. 电声技术, 2006(5): 11-14