

# Analysis of the Main Points of Sound Reinforcement Design in Conference System

Yaming Jing Wei Fan Linchang Yang Xiagnrui Zhang

China Construction Seventh Engineering Division. Corp. Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

## Abstract

Due to the law of sound propagation, the conference system is installed in a confined space, which is obviously different from the construction spaces such as open stadiums and theaters. Under the limited sound pressure level, ensuring the intelligibility of the sound source has become the core focus of the conference system design.

## Keywords

sound field modeling; reverberation radius; standing wave

# 浅析会议系统中扩声设计的要点

景亚明 樊伟 杨林场 张祥锐

中建七局安装工程有限公司, 中国·河南 郑州 450000

## 摘要

因声音的传播规律,会议系统安装在密闭空间内,与开放式体育场馆、影剧院等建筑空间内明显不同。在有限的声压级下,保证声源的解析可懂度成为会议系统设计的核心重点。

## 关键词

声场建模; 混响半径; 驻波

## 1 引言

震动的物体称为声源。声源发出的震动必须经过介质进行传播,介质可以是气体、液体和固体。在受到声源振动的干扰后,介质的分子也随之发生振动,使能量向外传播。但是介质的分子只是在其未被扰动前的平衡位置附近作来回振动,并没有随声波一起向外移动。介质分子的振动传到人耳时,将引起人耳耳膜的振动,最终通过听觉神经而产生声音的感觉。

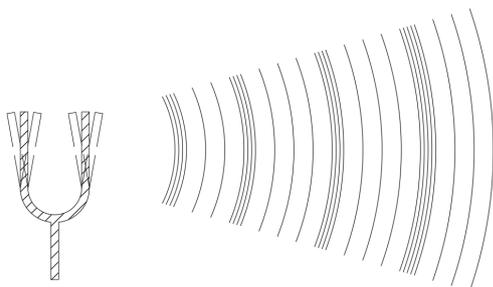


图1 声音的传播方式

传播声音的空间称之为声场,声场包括自由声场、混响声场(扩散声场)和半自由声场。自由声场,即声源在均匀、各向同性的媒质中,边界的反射影响可以忽略不计的声场。在自由声场中,声波按声源的辐射特性向各个方向不受阻碍和干扰地传播。自由声场的解析度、可懂度最高;混响声场解析度、可懂度最低。有很多场馆,尤其是游泳馆声压级很大的情况下依旧听不清楚广播的内容,就是因为游泳馆内混响声场分布极大,自由声场极小的缘故。

但是,理想的自由声场很难获得,现实中只能获得满足一定测量误差要求的近似的自由声场。如在经过专门设计的房间中,在一定的频率范围内,房间的边界能有效地吸收所有入射的声波,这样的房间内的声音主要是直达声,也可认为是自由声场,这样的房间称消声室,多用于一些设备的测试工作,工程造价相当感人。

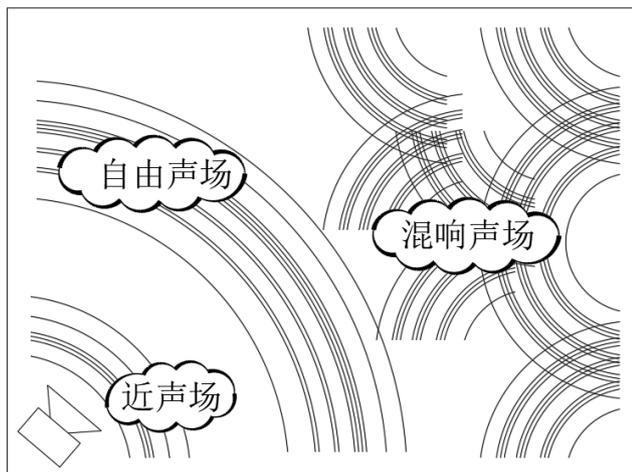


图2 普通房间内声场分布

在室内，声波在封闭空间中的传播及其特性比在露天场合要复杂得多。这时，声波将受到封闭空间各个界面，如顶棚、地面、墙壁等的反射、吸收与透射，室内声场因而存在着许多与自由声场不同的声学问题。因此，研究室内声场，对室内音质设计和噪声控制具有重要的意义。

随着声波与声源距离的增加，声能迅速衰减。当点声源向没有反射面的自由空间辐射声能时，声波以球面波的形式辐射。这时，任何一点上的声强遵循与距离平方成反比的定律。如果用声压级表示，则距离增加一倍，声压级衰减 6dB。声压级越小，耳朵对声波越不敏感，解析度越差。相反，声压级越高混响声场范围越大，声音可懂度越低。

室内声场包含：直达声，是室内任一点直接接收到声源发出的声音，是接收声音的主体，不受空间界面影响，其声强基本与听点到声源间距离的平方成反比衰减。反射声：指延迟直达声 50ms 以内到达听声点的反射声，对声音起到增强作用。混响声：声波经室内界面的多次反射，迟于早期反射声到达听点的声音，直至声源停止发声，但由于多次反射，听点仍能听到，故又称余声，影响声音的清晰度。

美国物理学家赛宾 (W·C·Sabine) 进行了大量的吸声试验，提出了室内混响理论，奠定了现代建筑声学的理论基础。他首先从试验获得混响时间的计算公式，通常又称为赛宾公式。

$$T = \frac{0.161V}{A} \quad (\text{公式 1})$$

其中：V 为房间的容积 m<sup>3</sup>，A 为房间的吸声量 m<sup>2</sup>。根据室内桌椅、窗帘、吊顶、地面材质的不同，吸声系数也不用，

得出如下公式 (α 为平均吸声系数)：

$$A = S_1a_1 + S_2a_2 + S_3a_3 + \dots S_n a_n = \bar{S}a \quad (\text{公式 2})$$

根据公式可以看出，房间容积越大混响时间越长；平均吸声系数越大，混响时间越短。体积巨大的空间，如果不进行吸声处理的话，混响时间很长，造成讲话清晰度下降。其提出控制混响时间主要有两种方法：改变房间的容积和改变房间表面吸声量。在设计时往往无法改变会议室的体积，调整混响时间唯一的方法是改变吸声量。

但在室内总吸声量较小 (吸声系数小于 0.2)、混响时间较长的情况下，用赛宾的混响时间计算公式求出的数值与时间测量值相当一致，而在室内总吸声量较大、混响时间较短的情况下，计算值则与实测值不符。

根据测算结果的反向推导，实际数据更加接近一下公式：

$$T = \frac{0.161V}{-S1\alpha(1-\alpha)} \quad (\text{公式 3})$$

V 为室内的容积 m<sup>3</sup>，S 为室内总表面积 m<sup>2</sup>，α 为室内表面平均吸声系数。

根据上述公式得出混响容积曲线，在 2800m<sup>3</sup> 以下较为平直。根据不同场扬声内容的区别得到三条曲线<sup>[1]</sup>。

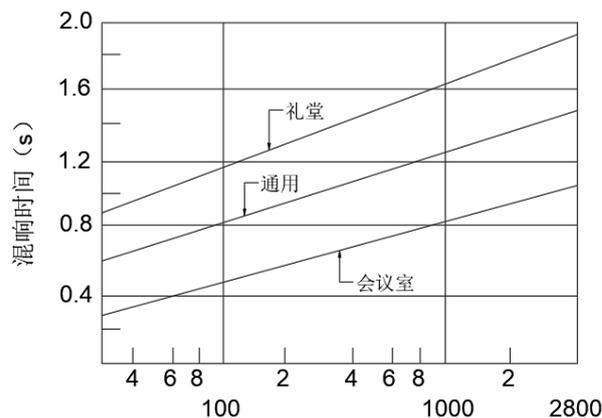


图3 混响 - 容积曲线

在实际情况下，室内有声源发声时，室内的声能密度就会由于声源的频率不同而有强有弱，即房间对不同的频率有不同的“响应”，房间本身也会存在共振频率。声源的频率与房间的共振频率越接近，越易引起房间的共振，这个频率的声能密度就越强，就会对室内音质造成不良的影响<sup>[2]</sup>。

当会议室较大时，为了保证远端有足够的音量，通常在对称位置设置扬声器，但是这样又造成了声源的干涉。当两列频率相同的波在同一直线上正对或同向传播时，叠加后因

干涉而产生的波称为驻波<sup>[1]</sup>。

驻波的特点是,在空间上出现稳定的交替变化位移幅度场,有些位置是极大值,有些位置是极小值,两者空间位置距离为 $1/4$ 波长,在极大值和极小值之间出现过渡值。即在入射波与反射波相位相同的位置上,振幅因相加而增大;在相位相反的位置上,振幅因相减而减小。这就形成了位置固定的波腹与波节。对于声压而言,距墙面 $1/2$ 波长处和距墙面 $1/2$ 波长的整数倍处,声压最大,成为声波的波腹。

从以上可以看出,室内空间设计是影响声音表现最大的因素,也是最难以克服的问题。因此,在设计会议室之前,

必须要根据实际情况选择不同的处理方法,如改变墙面吸声材料、墙面形状、规划扬声器的位置、规划扬声器的方向等,从而有效避免声学缺陷的产生。

### 参考文献

- [1] 李蔚,张文良,张院.谈会议扩声与同声传译系统的设计要点[J].智能建筑与城市信息,2010(03):23-27.
- [2] 李蔚.会议扩声与同声传译系统设计要点[J].智能建筑电气技术,2008(03):25-28.
- [3] 顾克明.会议音响扩声系统发展与展望[J].智能建筑,2019(01):21-23.