

# 厅堂音质发展中的曲折 (摘要)

王季卿

(同济大学声学研究室)

厅堂音质的研究首先要弄清室内声场的情况,因此是一个物理问题。厅堂音质最后的判断者是听众,它涉及听觉心理的主观感受,因此又必须研究物理量与主观评价量的关系。厅堂音质还要落实到工程建设上去,因此这些参量都应有“译成”工程图样的可能,使实际建造的厅堂真正符合人们的需要。三者之间如有脱节,就难以成功。这种关系在一般自然科学中是不寻常的。

## 一

在赛宾之前,人们对建筑声学几乎无知,所以当赛宾接受一项改善哈佛大学的一个圆形讲堂音质的任务时,对影响厅堂音质的因素了解甚少。他通过大量的艰苦实验,终于找到了混响的基本规律,从而可控制它来改善音质。他所提出的计算混响时间公式,体现了上述三方面的要求的关系,是建筑声学奠基之作。

后来他参加了波士顿交响乐音乐厅的声学设计,结果音乐家对此评价很差,使赛宾受到了很大的压力。但后来大家又公认这是一个很好的大厅。主要是因为新建的厅比过去的容量大了一倍,由1300座增加到2600座,体积和声吸收都相应增加很多,原来乐队的音量就不够了,听起来自然不满意。以后的发展乐队增大了,听来就满意。这一早期事实说明厅堂音质很不单纯!

## 二

赛宾公式在工程上用了近半个世纪,许多理论推导也使它更臻完善,但是混响时间

这一参量不能充分反映厅堂音质的事实,越来越地被人们所发现,尤其对于音乐。于是在五十年代,第二参量的研究达到了高潮。首先认为厅堂的扩散程度直接影响到混响过程。但是充分扩散的声场又会使声源方向莫辨。究竟要求什么程度的扩散为宜呢?迄今尚无定论。再说,原来认识到早期声衰减过程对音质是主要的,而在这一阶段往往谈不上扩散。其次是研究混响过程中的精细结构,有所谓早期和后期声的声学(能)比关系。它用之于衡量语言清晰度已积累了成熟经验,但对于音乐还不十分明确。第三个方面是室内的声传输响应。当时仅作为一种测量指标提出,和主观感受及厅堂设计几乎沾不上边。直到六十年代末引入了调制传输函数的概念后,提出了语言传输指数(STI)这一指标,才算走上了实用的道路。

## 三

1962年纽约林肯艺术中心音乐厅开幕后,其音质受到广泛的尖锐批评,是建筑声学界所受到的一次前所未有的严重冲击。原设计者是具有丰富经验的国际著名声学家,而且他为了完成这项重要任务调查了世界上四十余个被认为音质良好的大厅,总结了一套设计及评价方法,出版了一本著名的书(“音乐、声学 and 建筑”,1962年),在音乐厅开幕之前还组织了有专家参加的调试活动。怎么会落到如此地步?更有甚者是,业主曾多次延聘国际其他著名声学家来修改,但均未见效,甚至更糟。后来才不得不被另一位声学家拆光重造,仅仅保留了它的钢筋混凝土

结构外壳。新设计采用了传统的“鞋匣”式形状，几乎与原设计者最初公布的方案一模一样，大家满意了，舆论也平息了。这一事件提供了许多值得研究的课题，例如浮云式反射板的作用，音乐环绕感的重要性等，也推动了学科的发展。但是也发生了一些消极的作用，有人认为厅堂音质设计之成败要碰运气，它的艺术性大于它的科学性等，这里也告诉我们，任何新的尝试要冒相当的风险，因此应该慎而又慎。

#### 四

七十年代对音乐厅的侧向反射和环绕感(还有许多名称)的研究成为一大热门。声学家致力于这方面听觉心理研究，并用于实际工程，为音乐厅室内处理别开了生面。他们几乎完全反对音乐厅平顶上来的反射声。和浮云式处理针锋相对，后者认为初始反射声的时延间隙是主要的，来自方向则是次要的，且有许多成功事例为证。难道音质评价可以有两种标准？抑或在一定条件下各有所侧重？

#### 五

双耳听闻与模拟声场的研究，使建筑声学又进入了一个新的时代。早期模拟声场是在消声室中布置了许多个由计算机控制的扬声器来完成的。现在则已发展到可以仅仅利用两个相应于假人头双耳的通道来模拟任何房间声学效果。

从双耳听闻出发来考虑演奏交响乐的厅堂音质，使长期来沿用的一些由一个传声器测定的单耳接收评价量得到很大补充。实验发现双耳听闻相干性(IA CC)低的厅堂，主观感受“空间感”强，有置身于音乐包围之中的亲切感。由此而提出音乐厅不对称设计的建议。

在音质评价方面，也完全摒弃了常用的从寻找与评价术语对应的客观量的方法，诸

如从“丰满”、“亲切”等模棱两可的主观印象查找它们的物理量背景。有人以中国名菜“酸辣汤”为例，它是许多味觉的综合，岂能用某些词汇来概括。因此认为唯一办法是采用“成对比较法”，就凭个人喜爱从两者中选其一，回答就非常明确。然而通过多维因子分析技术处理，得出一个多维听感空间。根据“意见一致性因子”和“个人喜爱因子”这两个座标系统来分析评价结果。

有人把这些新成就写成“音乐厅声学”(1985年)一书。从音乐信号的自相关函数(ACF)所表征的声源特性出发考虑问题。听众的喜爱程度取决于四个客观的、相互独立的参量。其中三个为“单耳——时间性”参量(听到的声级、早期反射声和后继的混响时间)，均可用声源的ACF来表示。第四个参量为“双耳空间”参量，则由双耳听闻相干性(IA CC)来表示。四者的综合成为厅内每个座位上音质的单一评价量。

这些富有新意的想法还不成熟，因此此书出版后，评论四起，一些最根本性问题也重新被讨论，而且所有资料均尚未经过工程实践的考验。

厅堂音质终究是要解决工程实际问题的，但在学科上要有所突破，没有基础研究的支持是不可能有任何进展的。厅堂音质的难度在于它必须顾及主、客观两个方面，而发展中的曲折正是促进的动力！