

# 音乐厅建声设计技术的传承与发展

章奎生

(上海现代建筑设计(集团)有限公司章奎生声学设计研究所, 上海 200041)

**摘要:** 综述了国内外音乐厅设计与建设的发展历史和过程, 介绍了国内外近四十个音乐厅的建设与设计概况及规模体形、主要音质指标和主观音质评价等级等。文中还着重介绍了音乐厅音质设计的三大方面和六点关键技术及我国音乐厅建声设计技术的传承与发展概况。

**关键词:** 音乐厅; 建声设计; 音质设计; 音质参量; 混响时间

中图分类号: TU112

文献标志码: A

文章编号: 1000-3630(2011)-01-0027-06

DOI 编码: 10.3969/j.issn1000-3630.2011.01.005

## Heritage and development of architectural acoustics design for concert hall

ZHANG Kui-sheng

(Zhang kui-sheng Acoustic Design and Research Studio, Shanghai Xian Dai Architectural Design (Group) Co. Ltd., Shanghai 200041, China)

**Abstract:** The history and progress of development of architectural acoustics design for domestic and oversea concert halls is summarized in this paper. The outlines of architecture and acoustics for about forty concert halls in the world are introduced. Those outlines include dimension, somatotype, main acoustical parameters and the rank of subjective acoustics evaluation. Then three aspects and six key techniques of acoustics design in concert hall are presented in detail, and the heritage and development of architectural acoustics design for concert hall is introduced in brief.

**Key words:** concert hall; architectural acoustics design; acoustics design; acoustical parameters; reverberation time

### 1 国外音乐厅设计建设的发展概况

一个城市、一个国家的历史、经济、精神、文化往往能通过音乐厅和剧院的建设和发展有所反映, 音乐厅尤其如此。在演艺建筑的设计中又是音乐厅的声学设计难度最大, 最难把握。它牵涉到声学理论、建筑设计、装修风格、材料选用、乐队配置、音乐风格和欣赏水平等诸多方面。

大约在 170 多年前, 音乐仅在欧美国家的教堂及皇宫中演奏, 或在室外广场演出, 19 世纪 50 年代起在欧洲的英国、德国、奥地利等国开始建设一些三、五百座的小型室内音乐厅, 直到 19 世纪后期才先后在欧美设计建成了数个大型音乐厅, 其中三个至今最著名的大型音乐厅, 即 1870 年建成的维也纳音乐协会音乐厅即金色大厅(1680 座)、1887 年建成的阿姆斯特丹音乐厅(2206 座)和 1900 年建成的波士顿音乐厅(2603 座), 这三个音乐厅至今都已有 110~140 年的历史, 都是古典风格的“鞋盒形建

筑”, 容座在 1600~2600 之间, 混响时间在 1.85~2.05s 之间, 都是以音质优良著称的古典传统音乐厅。

难能可贵的是当时美国的赛宾尚未研究提出混响时间的计算公式即赛宾公式, 而现今广为采用的厅堂混响计算艾润公式则是 1930 年研究提出的, 直到 20 世纪 60 至 80 年代的 20 年间国外才先后设计建设了较多的音乐厅, 这些音乐厅形式各异、规模不同、音质效果也不尽相同。美国著名声学专家白瑞纳克 1996 年编著出版的《音乐厅与歌剧院》<sup>[1]</sup>一书中对全世界 22 个国家 66 个音乐厅的音质效果作了广泛调研并将音乐厅的音质优劣分 A+、A、B+、B、C+ 和 C 共六档进行分级评价, 其中音质最优 A+ 级的仅三座、A 级也仅六座, 属 B+ 和 B 级的共 38 个, C+ 和 C 等及未评的共 17 个, 表 1 列出了其中较有代表性的国外音乐厅的简况。

由表 1 可见, 国外在 19 世纪后期建设了数量不多的以古典鞋盒式风格、容座较大的音乐厅、而且音质效果都十分满意而闻名世界, 而在二十世纪的 50 年代至 80 年代则是国外音乐厅建设的黄金年代, 在世界各国新建(包括修建、改建)了数量较多、规模较大的音乐厅。这些音乐厅的平面设计已有多种不同形式, 如马蹄形、椭圆形、多边形、圆形、

收稿日期: 2010-05-28; 修回日期: 2010-08-22

作者简介: 章奎生(1937-), 男, 浙江上虞人, 教授级高工, 研究方向为建筑声学。

通讯作者: 章奎生, E-mail: zhang kui-sheng268@163.com

表 1 国外音乐厅简况  
Table 1 Basic data of some oversea concert halls

序号	音乐厅名称	建成年份	平面体型	容座/座	中频混响/s	单座容积/m <sup>3</sup> /人	评价	声学设计
1	维也纳金色大厅	1870	古典鞋盒形	1680	2.05	8.93	A+	
2	阿姆斯特丹音乐厅	1887	古典鞋盒形	2206	2.0	9.2	A+	
3	波士顿音乐厅	1900	古典鞋盒形	2605	1.85	7.14	A+	赛宾
4	卡内基音乐厅	1891/1986 改建	马蹄形	2804	1.80	8.65	A	
5	巴塞尔俱乐部音乐厅	1876	古典矩形	1448	1.8	7.25	A	
6	英国伦敦皇家节日音乐厅	1951	钟形	2900	1.5	7.56	C+	
7	林肯中心费舍尔音乐厅	1962/1992	矩形	2742	1.75	7.44	B	白瑞纳克、哈里斯
8	柏林爱乐音乐厅	1963	不规则梯田式	2215	1.95	9.0	B	克莱曼
9	肯尼迪中心音乐厅	1971	马蹄形	2759	1.85	7.0	B	哈里斯
10	悉尼歌剧院音乐厅	1973	长多边形环绕式	2690	2.2	9.18	C	
11	旧金山戴维斯音乐厅	1980/1992	马蹄形	2740	1.85	8.78	B	BBM
12	英国卡迪夫圣大卫音乐厅	1982	多边形梯田式	1952	1.95	11.2	A	
13	新西兰惠灵顿音乐厅	1983	椭圆形环绕式	2451	2.2	8.9	B	MAD
14	美国桔县演艺中心音乐厅	1986	错层扇形	2903	1.9	9.6	/	MAD
15	达拉斯梅耶森音乐厅	1989	椭圆形 可调体积 7200 m <sup>3</sup>	2065	1.4-2.2	11.6	/	ARTEC
16	伯明翰音乐厅	1991	椭圆形 可调体积 10000 m <sup>3</sup>	2211	1.85	11.3	B+	ARTEC
17	日本雾岛音乐厅	1994	椭圆形	770	1.8	11.0	B+	安藤四一
18	东京国立剧场音乐厅	1997	长矩形锥形顶	1636	1.96	9.4	A	白瑞纳克
19	新加坡滨海艺术中心音乐厅	2002	椭圆形可调体积 15500 m <sup>3</sup>	1600	1.3-3.8	9	/	ARTEC
20	洛杉矶迪斯尼音乐厅	2004	矩形梯田式	2265	1.9	13.6	/	永田穗

不规则形等等；而容座少则 1500~1600，多则达到 2500~2900；单座容积一般小的 7~8m<sup>3</sup>/人，大的 9~10m<sup>3</sup>/人，个别特殊小的有 5~6m<sup>3</sup>/人和大的 11~13 m<sup>3</sup>/人；而混响时间(中频满场)音质满意的音乐厅大多为 1.8~2.0s 左右。在音质设计和音质评价方面也有了不小的研究，而且已经有了可调混响设计技术的应用。而在 20 世纪 90 年代末至今的近 20 年内国外仅建设了为数不多的新的音乐厅，如 1997 年 9 月才建成的日本东京国立剧场城音乐厅大胆地采用了锥形顶棚，音质效果获得好评；又如 2002 年才建成的新加坡滨海艺术中心音乐厅可调混响幅度高达 2.5s，音质设计也较成功<sup>[2]</sup>，而 2004 年才建成的洛杉矶市中心的迪斯尼音乐厅则是美国著名建筑大师弗兰克·盖里设计的，耗资 2.74 亿美元，费时 16 年，是洛市爱乐乐团的驻场音乐厅，由日本声学专家永田穗承担声学设计，该音乐厅建筑造型奇特前卫，似风帆又似雕塑，已成为当地标志性

建筑，可见这些较新的国外音乐厅也各有特色。

总之，一百多年来国外设计建设了数十个音乐厅工程，大部分都取得了优异、优秀和优良的音质效果，当然也有一些音质较差的音乐厅，如英国皇家节日音乐厅、悉尼歌剧院音乐厅等，而表 1 中美国旧金山的戴维斯音乐厅和纽约林肯中心的费希尔音乐厅则都是经过改建后才取得较为满意的音质效果，特别是由著名美国声学专家白瑞纳克承担设计的费希尔音乐厅还遭遇了一场“声学的灾难”，这是由于建筑师不尊重声学设计要求，擅自修改平面体型和吊顶设计形式，致使音质效果不佳，有严重声学缺陷，受到舆论的强烈批评，经业主先后另请五位建声专家共花六年时间、200 万美元作局部修改都未成功，最后只得拆除全部装修另请著名建声专家哈里斯负责改建设计并由电声企业家费希尔赞助 1000 万美元总算获得成功，并将音乐厅名称改为费希尔音乐厅，可见要设计一个成功的音乐

厅是十分不易的, 而一个音乐厅的音质效果要获得各方好评更可谓难上加难。

## 2 近年来国内音乐厅建设的新发展

20 世纪 80 年代以前, 国内几乎没有专业音乐厅, 有音乐会演出需要时大多在剧场甚至礼堂内演出, 如北京的红塔礼堂、海淀剧院、上海的美琪大戏院、原上海音乐厅(兼电影院)市委大礼堂及文化广场等。1987 年和 1989 年先后在我国台北和香港各建成一座约 2000 座的专业音乐厅, 香港文化中心音乐厅是由新西兰的马歇尔承担建声设计, 但音质效果褒贬不一, 而台北文化中心音乐厅则由以德国的柯特洛夫为首的德荷专家小组承担建声设计, 音质效果也不甚满意。

1985 年在北京西单建了近 1200 座的北京音乐厅, 又因混响太短, 其满场中频混响不到 1.2s, 效果也不理想, 五年后重新作了改建后, 由于经营管理有方才成为北京较重要的音乐演出场所。90 年代初, 国内开始在一些音乐院校建造专业音乐厅, 如北京音乐学院、沈阳音乐学院、武汉音乐学院等, 但规模大多仅为几百座, 虽音质效果不错, 但主要用于教学和内部演出。到 1998 年建成的广州星海音乐厅可算是国内最早兴建的大型专业音乐厅, 内设 1500 座的交响音乐厅和 500 座的室内乐厅, 并取得较为满意的效果<sup>[3]</sup>。早在 1994 年, 世界著名的小提琴大师帕尔曼来沪在市府礼堂演出后曾对当

时的龚学平副市长说: “上海有世界上最好的听众, 但也有世界上最差的剧场”。到了 1998 年, 上海花 12 亿投资建成了具有国际水平的现代化的上海大剧院, 音乐会演出也是其三大重要演出功能之一。1800 座的上海大剧院不仅在开幕第一年就迎来了世界三大男高音歌王之一的卡雷拉斯, 三年后 2001 年的 7 月和 12 月又先后迎来了多明戈和帕瓦罗蒂, 实现了大满贯, 2002 年帕尔曼大师再访上海, 在大剧院演出后连声赞叹“非常好”! 之后大剧院又先后迎来了世界著名流行乐手肯尼·G 及先后三次登上大剧院舞台的世界大提琴演奏大师马友友, 还多次迎来了我国著名音乐家谭盾的首演音乐会, 这些大师级音乐家的频频演出表明了中国、上海已有了世界一流的音乐演出剧场。2000 年建成的北京保利国际剧院同样也达到了类似上海大剧院的音乐演出效果而闻名于国内外。

随着 21 世纪的到来, 中国的演艺建筑设计和建设迎来了黄金年代, 反映了我国文化软实力的发展, 全国各地也掀起了剧院和音乐厅建设的高潮, 近 10 年来既建成了一大批兼用音乐演出的歌剧院, 也建设了不少专业音乐厅, 见表 2。

目前正在建设中的音乐厅尚有潍坊文化中心音乐厅(1150 座)、沈阳文化中心音乐厅(1200 座)、济南文化中心音乐厅(1500 座)、西安音乐学院音乐厅(1000 座)、上海交响乐团音乐厅(1500 座和 600 座)、长沙滨江文化中心音乐厅(1450 座)等音乐厅项目, 表明我国音乐厅的设计建设仍在方兴未艾的发

表 2 国内音乐厅概况  
Table 2 Basic data of domestic concert halls

音乐厅名称	建成年份	平面体型	容座/座	中频混响/s	单座容积/m <sup>3</sup> /人	声学设计
中央音乐学院音乐厅	1983	钟形	780	1.15	6.4	项端祈
北京音乐厅	1985	矩形	1182	1.2	8.0	项端祈
台北文化中心音乐厅	1987	矩形	2074	2.0	8.1	柯特洛夫
香港文化中心音乐厅	1989	椭圆形	2085	帘幕可调	10.4	马歇尔
沈阳音乐学院音乐厅	1992	六角形	911	1.8	9.8	武汉院李松金
广州星海音乐厅	1998	多边形	1437	1.6-1.8	8.6	北京院声学组
宁波文化中心音乐厅	2003	矩形	600	1.6	9.0	章奎生声学所
上海音乐厅改建	2004	钟形	1275	1.7	5.5	章奎生声学所
上海东方艺术中心音乐厅	2004	椭圆形	1951	1.8	10	章奎生声学所
深圳文化中心音乐厅	2005	梯田山谷形	1700	2.0	14.5	项端祈
国家大剧院音乐厅	2007	矩形	2000	2.0	11	CSTB 维昂
新疆师大艺术学院音乐厅	2007	五边形	586	1.6	7.2	章奎生声学所
湖南省群艺馆音乐厅	2008	八角形	600	1.85	10.5	章奎生声学所
中国音乐学院音乐厅	2008	椭圆形	937	2.0	9.3	章奎生声学所
厦门国际会议中心音乐厅	2009	椭圆形	768	1.9	10	章奎生声学所
武汉琴台音乐厅	2009	矩形	1600	2.2	10.5	德国 BBM
扬州文化中心音乐厅	2010	六角形	658	1.7	11	章奎生声学所
上海文化广场音乐剧场	2010	马蹄形	1900	15-1.7	7.9	章奎生声学所
无锡山禾合唱基地音乐厅	2010	矩形	376	1.8	8.5	章奎生声学所

展之中。

### 3 音乐厅建声设计的关键技术

音乐厅的建声设计应包括建筑结构的空气声与固体声的隔声设计、空调机电设备及管道系统的噪声与振动控制设计及观众厅内的音质设计三大方面。建筑隔声设计关系到项目建设地点的城市环境影响因素，关系到建筑规划总体布局、音乐厅的单体建筑平剖面布局设计及墙体、楼板及屋面的用料及结构做法等；噪声与振动控制设计又牵涉到设备机房的布局、机房的隔声与吸声处理；机组与管道的隔振降噪、通风管道的消声设计、风管及风口的风速控制等各个方面。前两大方面的综合目的是使音乐厅内达到本底噪声的设计限值。而音质设计则主要包括确定音质设计技术指标、容积控制设计、体型控制设计、混响控制设计、声场控制设计、内装用料及结构控制设计等六方面关键技术。现仅就音质设计的主要设计技术分述如下：

#### 3.1 合理确定音乐厅的音质指标

通常剧场的音质设计所需确定的音质技术指标主要包括每座容积、混响时间及频率特性、声场不均匀度、清晰度  $D_{50}$  或  $C_{50}$  值和本底噪声即可。由于音乐厅的音质技术要求更高，设计难度也更大，因此其需要设计确定的音质指标或音质参量也就更多，一般应增加早期衰减时间 EDT、音乐明晰度  $C_{80(3)}$ 、侧向反射声系数或称侧向能量因子 LF、低音比值 BR、声场强度 G 值、初始延迟时间  $\Delta t$  等，这些技术指标都将作为音乐厅建成竣工后音质效果的评价验收数据。当然这些音质技术指标的确定也需根据所建音乐厅的容座规模、体量大小、具体使用功能等因素综合考虑确定，也并非一成不变，而且不同指标之间还存在一定的相关性，如混响时间 RT 值大，就会使明晰度  $C_{80(3)}$  值相应变小。

#### 3.2 恰当控制音乐厅内的体量容积及每座容积值

在设计音乐厅的体量尺寸时应避免追求大宽度、长尺寸、高空间、大容积，这对声能利用和声场特性都属不利，以本人设计经验音乐厅的每座容积控制值以  $9\sim 10\text{m}^3/\text{人}$  为合适，具体仍应视规模及功能而定为好。

#### 3.3 科学确定音乐厅的平剖面体形设计

早年建设的一些传统音乐厅，其平面形式大多为矩形、鞋盒形或由矩形演变为类似传统歌剧院的马蹄形平面，音质较好的原因除了观众厅宽度不大

之外，重要的是墙面及天花有很多大尺寸古典风格的雕塑装修对声音起了很好的反射和扩散作用。

随着音乐厅容座规模增大的需要，靠增加矩形音乐厅的宽度和长度都会对音质效果不利，观众也会远离演奏台，因次 20 世纪 60 年代后出现了多边形、椭圆形、扇形及不规则等新的音乐厅平面形式和包围式、梯田式、葡萄园式、错层式<sup>[4]</sup>等不同观众席设计布置形式等，既解决了音乐厅观众容量增大的需要，也达到了较为满意的音质效果，拓宽了建筑师对音乐厅建筑方案的设计思路，所以如今音乐厅的声学设计也不必过多拘泥于鞋盒式平面和长宽高比例等的限值，更重要的还在于注意音乐厅内的声场控制设计，重视厅内反射声的时间分布和空间分布设计。

#### 3.4 重视音乐厅内的混响时间控制设计

混响时间虽已不是音乐厅的唯一音质指标，但仍是最最重要的一个音质参量，混响时间既同厅内总容积及吸声总量有关，也同建筑形式、观众容量及配置、音乐内容、乐队规模有一定关联。

通常认为音乐厅的中频满场混响时间以 1.8~2.0s 为佳，并成为黄金时间，而据白瑞纳克调研评价，A+级音乐厅的平均混响为 1.9s，而 A 级音乐厅的平均混响时间则为 1.7s。

在混响时间指标中还应注意混响时间的频率特性，尤其是要考核低音比即 BR 值的大小，一般音乐厅的音质设计都期望音乐厅内的低频混响时间要求大于中频混响，即要求 BR 值为 1.10~1.20 为宜，而高频混响则因厅内空气吸声关系又允许高频混响可以稍短一些。

#### 3.5 音乐厅内的声场控制设计

音乐厅内声场控制设计的主要目的一是要达到在自然声条件下整个观众厅声场有均匀分布，即全厅不同的观众席区域声场强度足够均匀，达到声场不均匀度的预期设计要求值。如全场  $\leq \pm 3\text{dB}$  或  $\leq \pm 4\text{dB}$ ，即厅内各处最大声压级与最小声压级之差值小于 6dB 或 8dB；二是要达到观众厅内各座席区内的声场充分扩散，观众除了应听到来自演奏台上乐手或歌手有一定响度的直达声外，还要求能听到来自音乐厅内侧墙、天花及各个来自不同方向其他声反射面的反射声，产生一种似被声音包围的感觉，这就表明此音乐厅的声场有良好的扩散。

一座音乐厅要达到声场充分扩散，首先取决与观众厅的平剖面体形，尤其是前中区侧墙的形状和前区天花的形状。如果是尽端式演奏台，则演奏台的两侧墙、顶部及后墙面形状不仅与厅内声场扩散

状况有关, 也与演奏台上乐队之间的相互平衡协调密切相关; 如果是在多功能剧院内兼演音乐会, 则厅内声场的扩散状况既与舞台音乐反射罩的形状材质有重要关系, 音乐厅的建筑设计 with 内装设计更要避免平直光滑的侧墙和天花, 即使是凸弧形墙面也不宜做平滑光硬的圆弧形, 希望能多设计一些凹凸不平的表面, 都可以达到改善音乐厅内声场扩散的显著效果。如维也纳金色大厅两侧墙上人像雕塑立柱、波士顿音乐厅和阿姆斯特丹音乐厅的两侧墙成排罗马柱及内凹拱门形墙及藻井天花等、林肯中心费希尔音乐厅的大量多层跌落侧包厢、折板形的墙面及波浪形的天花、新西兰音乐厅及香港文化中心音乐厅都采用了数码扩散体反射吊板、国家大剧院音乐厅墙面也采用了凹凸不平的 MLS “数码墙” 和 “雪地天花” GRG 吊顶等都是为了声场扩散之目的。

### 3.6 内装用料与构造控制设计

音乐厅的装修设计是音乐厅音质效果成败的关键环节, 内装设计必须与声学设计密切配合, 既要尊重声学设计师的声学要求, 又要在满足声学要求条件下体现出装修设计的美学特点和风格。

音乐厅的室内装修其实也就是声学装修, 音乐厅的功能犹如一件乐器, 能不能给听众提供品质优美的乐声和歌声, 就是评判一个音乐厅优劣的关键条件。

由于音乐厅的容积控制和混响控制的要求, 在音乐厅的声学设计和装修设计中都不需要考虑较多的吸声处理, 以免浪费有限的自然声能。甚至除了观众席固有的吸声量之外厅内不再设计其他的吸声处理。对于可能会产生回声的部位, 也尽量不做吸声处理, 而可采取扩散反射的方法。在实际音乐厅工程设计中过去常见有建成后出现混响偏短、尤其是低频不足、声音不丰满的问题, 主要原因多在容积偏小、厅内吸声偏多、尤其是装修设计中大面积板后留腔导致低频共振吸声太多, 音质就差; 而近年来又出现音乐厅建成后混响偏长、声音清晰度差的问题, 其原因又与室内装修设计有关, 首先是音乐厅内玻璃、金属及石材使用增多, 其次是 GRG 板用于天花及墙的厚度过大即面密度要求偏高, 甚至有要求  $100\text{kg}/\text{m}^2$  重的悬挂反射板, 再有原因是厅内高度控制不适、空间过高、容积偏大也必然会导致混响偏长的问题。

## 4 音乐厅建声设计技术的传承与发展

如果说以厅堂内混响时间计算的基本理论公

式——赛宾公式和艾润公式的 20 世纪二三十年代为起点, 建筑声学中的厅堂音质设计技术至今才八九十年历史左右, 而在 40 年代建筑声学室内音质的主要原理和设计原则也已基本形成并开始在音乐厅工程中应用和解决声学设计问题, 而我国建筑声学设计的起步也可推算至 50 年代后期马大猷先生承担人民大会堂设计建造之际, 至今大约 50 年左右的历史。但在 20 世纪 50~60 年代期间国内外在建筑声学专业领域研究都不多, 较少技术创新和理论突破。国内在 80 年代以前几乎没有音乐厅和剧院的设计建设, 对建筑声学的研究也偏重于建筑隔声和噪声控制技术方面, 而国外从 70 年代开始已先后对厅堂内的早期衰减时间(EDT)、早期反射声和侧向反射声的作用、除混响时间之外的音质评价的第二参量及与声能比相关的清晰度、明晰度、初始延时时间间隙等进行了研究探讨。随着 80 年代计算机技术的迅速发展和在厅堂音质设计领域的应用, 国内外建声设计技术也有了较为显著的进步。在厅堂音质设计中, 国内已开始采用计算机声场模拟分析技术, 并先后采用了欧洲的 EASE、RAYNOISE、ODEON、DIRAC 和 CATT 等软件, 既起到了辅助建声设计及音质预测评价的重要作用, 也实现了现场快速采样、实时分析和数字化、无线化的现场(空满场)音质测试技术, 国内在演艺建筑的设计中也比国外较多的进行了 1/10 或 1/20 的缩尺音质模型试验工作和双耳可听化模拟听音评价试验等工作, 吸声可调及容积可调混响技术、QRD、MLS 扩散体设计等都在国内得到应用。

进入 21 世纪以来随着我国改革开放经济飞跃发展, 音乐厅、歌剧院等演艺建筑工程设计建设进入了黄金发展年代, 许多国外建筑师和声学工程师也进入了国内的音乐厅与歌剧院的设计工作, 中外双方声学工程师共同合作已很多见, 共同合作、取长补短, 也成功地完成了国内一批重点音乐厅及剧院工程的设计建设, 如已建成的东方艺术中心、苏州科文中心、国家大剧院、广州歌剧院、琴台音乐厅, 正在建设的上海交响乐团音乐厅、潍坊音乐厅、济南文化中心等已建或在建的工程, 其中既体现了音乐厅建声设计技术的传承或借鉴, 也在协作中取得了较快的进步和发展, 特别是通过我们独立负责设计、承担设计, 既积累了音乐厅建声设计的新经验新技术, 也培养锻炼了一批从事音乐厅建声设计的青年专业技术人才和力量。不少已由中方单独承担, 如厦门音乐厅、新疆师范大学音乐厅、湖南群艺馆音乐厅、中国音乐学院音乐厅、扬州音乐厅、

长沙音乐厅、西安音乐学院音乐厅等的设计实践也已表明我国的建声专业技术人员已完全有能力承担并做好音乐厅的建筑声学专业设计工作<sup>[5]</sup>。

但目前我们国内的部分业主和领导还存在较多的倚重外方设计师(包括建筑师和声学工程师)的现象,甚至不惜重金以高过国内同专业设计师 5 至 8 倍的设计费委请外方承担建声设计,根据这些年来外方声学工程师参与我国演艺建筑工程设计情况看来,有的外方设计师经验也并不十分丰富,对中国的国情也了解不多,设计技术中也缺少创新特点,在设计建设过程中现场配合协调也难以及时到位,有的项目建成后反映也并不十分满意。目前不少业主在委托外方承接设计后,在具体设计过程中仍要请中方专家帮助外方提出优化设计或建议修改意见,以完善改进外方的设计。但也发生过在一些音乐厅设计建设中,有些承担建声设计的外方声学工程师固执己见,不愿接受中方声学工程师的正确优化意见而导致建成后出现音质缺陷。近年中还出现外方建声设计师以高价承接了我国剧院或音乐厅设计工程后,又以低价分包给中方建声设计师具体承担设计的情况。可见经过近 20 年来国内大量的文化演艺建筑工程的设计实践锻炼和经验积累,加上有机会参观考察了国外剧院和音乐厅建筑工程,吸取了外方的经验和教训,以前外方建筑设计师中标我国演艺建筑工程设计方案后,通常都委托或推荐中方建声设计师与其合作承担声学设计,但近年也出现了外方中标方案的建筑师直接邀请中方建声设计专家合作承担声学设计工作,这表明我国建声设计工程师已经完全有能力独立承担剧院和音乐厅建设工程的建声、电声、灯光和舞台机械等的专业技术设计及现场监测调试工作,还能价廉物美,服务周到。

当然从科学发展观而言,音乐厅的建声设计技术同样还需要进步、需要继续研究和发展,我们也提议国内从事音乐厅、歌剧院等演艺建筑工程建筑声学设计科研单位能更多注意和重视开展多方面的厅堂音质设计研究工作,如:耦合空间可调混响技术的设计应用研究、声场扩散处理设计技术的研究、散射系数在模拟分析中的取值与应用研究、厅堂音质的预测评价与主客观音质评价相关性及其可靠性研究、观众席座椅吸声性能可控性研究等,以推动和促进音乐厅建声设计技术的进一步提高和发展。

### 参 考 文 献

- [1] 白瑞纳克著,王季卿等译,音乐厅与歌剧院[M]. 上海:同济大学出版社,2002.  
Beranek L L. Translated by WANG Jiqing etc. Concert halls and opera houses[M]. Shanghai: Tongji University Press, 2002.
- [2] 项端祈. 演艺建筑——音质设计集成[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2003.  
XIANG Duanqi, Performing arts buildings—collection of acoustical design[M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2003.
- [3] 项端祈. 近代音乐厅建筑[M]. 北京:科学出版社,2000.  
XIANG Duanqi, Modern concert hall[M]. Beijing: Science Press, 2000.
- [4] 王季卿. 建筑声学发展十年回顾[C]. 第六届建筑物理学术会议论文集,中国科学技术出版社,1993:1-13.  
WANG Jiqing. Review on development of architectural acoustics in last ten years[C]. Collection of sixth architectural Physics seminar, China Science and Technology Publishing House, 1993: 1-13.
- [5] 章奎生. 章奎生声学设计研究所——十年建筑声学设计工程选编[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.  
ZHANG Kuisheng. ZHANG Kuisheng acoustics design and research studio——selection of architectural acoustics design engineering in the last decade[M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2010.