

纪念应崇福院士诞辰 95 周年

中国传统戏场亭式戏台拢音效果初析*

王季卿[†] 莫方朔

(同济大学声学研究所 上海 200092)

摘要 传统戏场的建筑形制多样,其戏台形式也各异。最具代表性的是三面敞开的亭式戏台。戏台面积不大,顶棚不高,或有华丽穹形或其它构架形式的藻井。这些组合起到声反射罩作用。在此演唱,自我感受良好,即行家所谓的“拢音”效果。这种结构到底对演唱者有什么辅助作用,并无研究资料。本文借助音乐厅舞台上乐师对支持度的指标早期支持度来考察,通过计算机模拟,对比了平顶结构与穹顶结构的音质效果。初步的模拟结果显示穹顶中央附近位置的早期支持度比平顶下相同位置的更高。说明了传统戏场的亭式戏台穹顶对演唱者是有支持作用的。

关键词 中国传统戏场,戏场声学,戏台音质分析

中图分类号: TU112.4+35

文献标识码: A

文章编号: 1000-310X(2013)04-0290-05

Quantitative analyses of the acoustic effect of the pavilion stage in traditional Chinese theatres

WANG Jiqing MO Fangshuo

(Institute of Acoustics, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract A pavilion stage, open on three sides and thrusting into the audience area, is the prevailing form of the traditional Chinese theatres. Such a stage is usually characterized by a small area and low ceiling. It functions as a sound reflecting shell, which enhances the acoustic effect for the audience, and meanwhile, provides self-support to the actors onstage. A coffered ceiling is the most popular feature of the stage, which provides satisfactory acoustic effect, and ornaments to the stage. There is no scientific knowledge yet to quantify such acoustic effect. This study was based on the stage support parameter ST_E proposed by Gade as a measurement of acoustic support for individual performers. Computer simulations were conducted for both flat-ceiling and domed ceiling. Simulation results show that the ST_E under the center part of the domed ceiling is higher than that under the flat-ceiling. It demonstrates that the domed ceiling of pavilion stage does help performers to hear their own voice.

Key words Traditional Chinese theatres, Traditional theatre acoustics, Stage acoustics

2013-05-07 收稿; 2013-05-20 定稿

*国家自然科学基金资助项目(11274243)

作者简介: 王季卿 (1929-)男, 江苏人, 教授, 研究方向: 建筑声学。

莫方朔 (1975-)男, 博士, 副教授。

[†]通讯作者: 王季卿, E-mail: wongtsu@126.com

1 引言

中国传统戏场成型于宋元时代，形制多样，因地而异。早期多属露天式戏场，观众在空旷场地上围观，如今留存的较多在乡村地区。随着经济发展，戏场建筑渐成正规，举凡庙宇、祠堂、会馆、宫殿、私宅等处的庭院式戏场兴起，使演戏观剧在有限范围内进行。为适应全天候活动的需求，又因建筑技术的进步，室内戏场建筑日渐增多，其历史距今则不过二百年左右。

过去传统戏曲演出，是没有扩声设备的，凭着演唱者的功力，使听众们能听得满意。当然演出场所的作用有时也会起相当作用，其中舞台的声学效果不容忽视。过去演员常常会提到某处舞台“拢音”好，至于它的物理含义和声学参量是什么，似乎并不清楚。正如 1970 年之前，人们对现代音乐厅中演奏台上音质要求，以及如何去满足乐师和演唱者的声学技术知识，相比观众席大厅来说要差得多。及至近年，有关音乐厅舞台音质已引起更多关注，发表论文日益增多。也引发我们研究中国传统戏台的音质问题。中国传统戏曲演员常企盼戏台上演唱时，发声畅顺，使自己的表演技艺得以充分发挥，即行家所谓的“拢音”效果。本文提供了一些声学分析资料，可作为对此问题作进一步研究之参考。

2 传统戏台的建筑特征

传统戏场建筑中，戏台是其主体。传统戏曲表演以“虚拟时空”手法为特征，故无需布景之类舞台装置，主要道具仅一桌两椅而已。传统舞台的建筑形制多种多样，其主流形式是三面敞开的亭式舞台，成为观众三面围观的格局。舞台面积不大，约在 50~60 m² 左右，近乎方形。图 1 所示为若干舞台尺寸之例，(a) 山西省境内金、元时代的 11 座传统戏台；(b) 19 世纪前后建造的近代 14 座传统戏台。当然也有少数戏台面积很大如故宫畅音阁大戏楼，达到 17.4 m × 18.52 m = 322.3 m²，或面宽大于深度很多如颐和园听鹂馆，戏台宽 13.5 m，深 10.8 m，比例为 10:8。传统戏台的顶棚高度离舞台面大致在 3.5 m 至 4.5 m 之间，宫中大戏楼顶棚高亦不过 5.25 m，中央局部升高至 6.97 m。图 2 列举了若干我们曾经测量过的戏台顶棚高度资料，穹形顶棚的穹顶高度用虚线表示。

传统戏台的顶棚也有许多种形式。早期多为屋顶构架外露（见图 3），随着建筑技艺的进步，出现了各式藻井顶棚，例如图 4 所示的浅肋平顶，图 5 所示的穹顶。它们都有华丽的装饰，增加了戏台的艺术效果，同时对演唱者提供早期反射声的支持，即戏曲演员经常赞许的“拢音”效果。本文将对穹形和平的舞台顶棚进行音质分析。

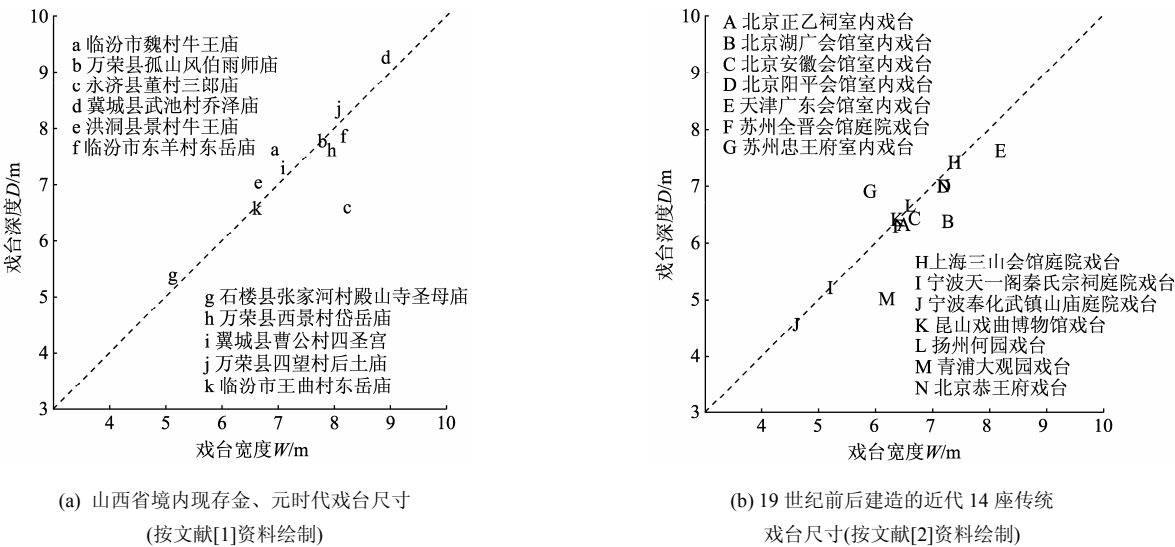


图 1 传统戏台尺寸的示例

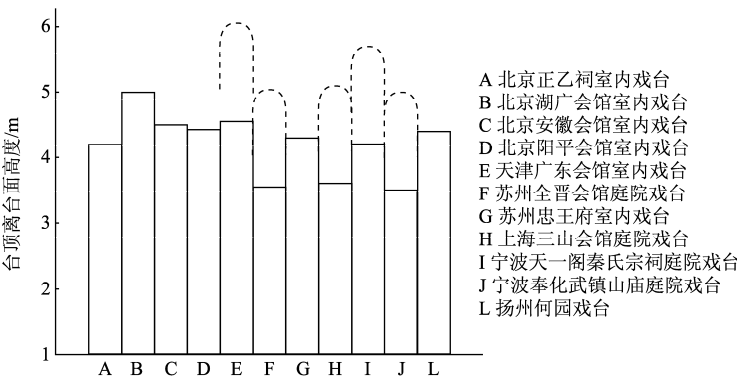


图 2 各类传统戏台顶棚离台面高度一览，穹形顶棚的穹顶高度用虚线表示(按文献[2]资料)



图 3 木构架外露的舞台顶棚二例



图 4 浅肋藻井顶棚

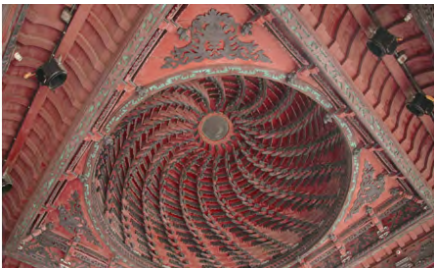


图 5 穹形藻井顶棚三例

3 传统戏台声学特征

3.1 声反射的几何作图分析

亭式戏台有两方面声学作用，既有助演唱声反

射至观众席，也对演唱者本身给予及时反馈。图 6 所示为(a)平的和(b)穹形顶棚的几何声学作图示意，大致说明初次反射声的分布。但作为深入研究其音质效果还需作量化比较，尤其对于台上演唱者本身

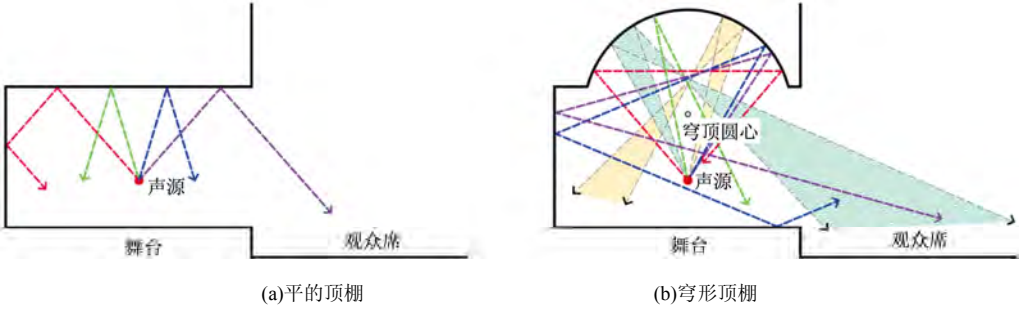


图 6 戏台声反射示意（不同颜色代表不同声反射路径）

感受的评价，应提供具体资料。

3.2 戏台对演唱者的声学支持度分析

传统戏曲演员对“拢音”的评价要求，可用 Gade^[3]提出的“早期支持度” ST_E 这一客观参量来说明。根据定义：戏台上两次声压级测量值之差，即以无指向性声源辐射的声脉冲，将传声器放在距声源中心 1 m 处接收。第一次测量为 0~10 ms 间隔中的声能，第二次测量为 20~100 ms 间隔中的声能。前者为直射声能，后者为来自戏台周围的早期反射声能。于是两者之比 ST_E 可由下式给定：

$$ST_E = 10 \lg \frac{\int\limits_{0.020}^{0.100} p^2(t) dt}{\int\limits_0^{0.010} p^2(t) dt} \quad \text{dB} .$$

这是由早期反射声能得出的，故用 E(Early)作脚注。鉴于所有测量均在离声源 1 m 处进行，故也可写成 ST_1 。通常取 250~2000 Hz 四个倍频带的平均作为单值评价量。这个参量既可在现场测量，也可用数字式模拟从设计图中获得。这一参量已被声学界认同，并列入国际声学标准 ISO 3382 的附录^[4]。根据多年来音乐厅舞台上所积累的 ST_E 资料，认为 250~2000 Hz 平均值在 -11 至 -13 dB 之间是比较满

意的^[5]。它除了与演奏台周围表面处理有关外，还与舞台空间容积有关，即与离开周围表面的距离当量有关。我们对一些传统戏台的实测资料说明^[6-7]，大都在 -10dB 左右（见图 7），可见其支持度相当高。究其原因，传统戏台容积较小，尤其它的顶棚高度比交响乐音乐厅的小很多。在这么高声学支持度的有利条件下演唱是很畅顺的，自我感受良好。

根据上述传统戏台顶棚常见的两种典型形式，浅肋的平顶棚和穹形顶棚，取平顶和穹顶下沿至戏台地板面的高度为 4.5 m（穹顶高取 2.5 m）进行计算机模拟。考虑站立演唱，声源和接收点离地高度均取 1.5 m。顶面的吸声系数取 $\alpha = 0.1$ ，散射系数取 $s = 0.5$ 。模拟结果的 ST_E (dB) 分布见图 8(a) 所示。图中 $\cap$ 形表示穹顶下的计算值，一形表示平顶下的计算值。鉴于穹顶条件下，同一接收点可因声源相对位置改变使测得的 ST_E 不同，即声源置于前后或左右，其所得 ST_E 会有差异。因此这里取声源在接收点相隔 90° 四个方向时的平均数作为代表值，戏台中央表演区（设定考核 $4\text{ m} \times 4\text{ m} = 16\text{ m}^2$ 范围）的结果见图 8(b)。本案例的穹顶下 ST_E 高于 -10 dB 者占 28%，高于 -12dB 者占 76%， ST_E 最低的亦不小于 -14 dB。但穹顶下各处的 ST_E 不如平顶下均匀，

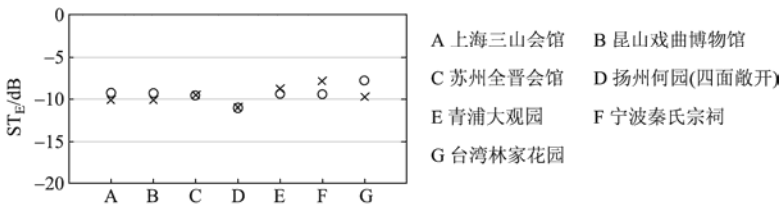


图 7 传统戏台上早期支持度 ST_E 的一些现场实测结果

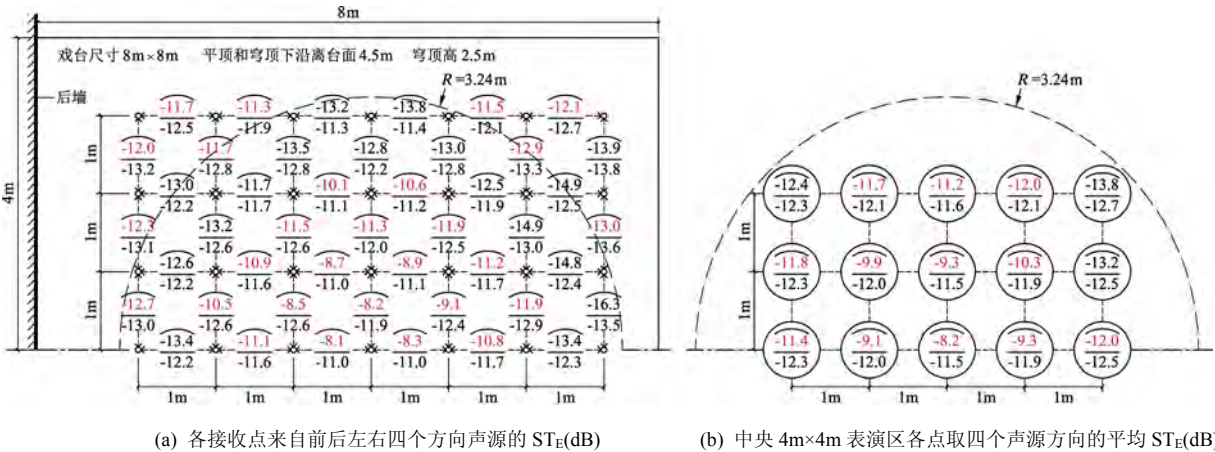


图 8 穹顶和平顶条件下，舞台中央表演区每隔 1 m 的 ST_E (dB) 分布情况，红字 ST_E (dB) 表示穹顶下比平顶的高

后者均在-11 至-13 dB 范围内。在戏台正中央 2 m × 2 m 表演区,穹顶下各点的 ST_E 值比平顶下平均值要高出 2.3 dB。

上述模拟结果说明,传统戏台有不高的顶面,给演唱者提供了良好的支持度。至于某些戏台平顶中央筑有不同形状穹顶,除装饰作用外,还向演唱者提供了较大的支持度,感到“拢音”加强了。

4 讨论与结论

鉴于中国传统戏台容积小和顶棚不高的特点,使演唱者可获得很好的声学支持度。当顶棚中央有穹顶时,对加强支持度更有利。过去戏曲老演员常说的“拢音”效果,有了科学的定量说明。

从我们的初步观察和分析,提出下列三点意见。

(1) Gade 提出 ST_E 参量所取时限为 20~100 ms 适用于大型交响音乐厅,它们舞台上空的反射板约离舞台面 8~10 m。他也指出,对最靠近表面小于 4 m 时,或在小型排演厅的情况,20 ms 限值应当减小,否则参量 ST_E 会“漏计”若干早期反射声。至于这个时间限值将取多少为好,Gade 并未展开讨论。我们认为,传统戏台的容积比交响乐音乐厅舞台小很多,如限值取 15 ms 则 ST_E 会更高一些,将会更接近实际效果。

(2) 对于弧形反射面而言,改变声源和接收点的相对位置,ST_E 测量值会有明显差异。这个问题在平的顶面或曲率非常大的弧形面反射时,可以忽略。从图 8(a)的模拟结果来看,在戏台正中央 4 m × 4 m 表演区,声源在接收点的前后左右四个位置时,56%接收点上 ST_E 最大差值≥3 dB,其最大相差可达 3.7 dB。对于平的顶,全部接收点上 ST_E

最大差值≤1.7 dB,此时声源和接收点的相对位置并不重要。Gade 考虑的交响音乐厅舞台周围反射面,即使是弧形的,其曲率都很大。因此 ISO 3382 标准中就没有对声源与接收点的相对位置做出规定。但是,对于穹顶则不可忽略。

(3) 传统戏台上的 ST_E 值该有最佳值范围。如局部地区出现过高的 ST_E 值,对演员未必适应和欢迎。而且会给舞台各处声场带来很大的不均匀分布。这将使演员在台上移步演唱时,“拢音”效果在瞬时出现较大变化,影响演唱者歌声的自我调节。所以表演区的 ST_E 值的空间分布亦应适当地均匀。另外,传统戏场舞台穹顶往往并非简单的弧形,它们的“聚焦”效果也就不会很强烈。

参 考 文 献

[1] 廖奔. 中国古代剧场史[M]. 郑州: 中州古籍出版社, 1997: 15-16.

[2] 王季卿. 中国传统戏场建筑考略之二——戏场特点[J]. 同济大学学报, 2002, 30(2), 177-182.

[3] GADE A C. Investigations on musicians' room acoustic conditions in concert halls, I: Methods and Laboratory experiments[J]. Acustica,1989, 69,193-203.

[4] ISO 3382-1 (2009) Acoustics: measurement of room acoustic parameters, Part 1 Performance spaces[P]. Annex C (Informative): Stage measures derived from impulse responses.

[5] GADE A C. Practical aspects of room acoustic measurements on orchestra platform[A]. Proc. 14th ICA, Beijing, China, Sept. 3-10, 1992. Paper F3-5.

[6] HSU Y K, CHIANG W H, WANG J Q, et.al. Acoustical measurements of courtyard-type traditional Chinese theater in East China [A]. Audio Engineering Society 21st International Conference for Architectural Acoustics and Sound Reinforcement, St. Petersburg, Russia, June 1-3, 2002.

[7] CHIANG W H, HSU Y K, WANG J Q, et.al. Acoustical measurements of traditional Chinese theaters integrated with Chinese gardens [J]. J. Audio Eng. Soc., 2003, 51(11): 1054-1062.