室内低频混响时间特性探讨

查雪琴
(Foundation Casa Acustica, Berlin, Germany)

摘要：室内混响时间要求应从哪个低频段开始，它的混响频率特性又应该是怎样的，它是否可同时适应语言和音乐用途的要求，一直是声学界讨论的问题。有不少规范的低频都是从 125 Hz 开始；对语言用途的低频段(250 Hz 以下)或许可以是平直的，对音乐用途则大都遵循低频上升的“低音比”原则。文章根据不论语言和音乐都在低频有不可忽略的能量，这些能量将会激发小房间内的简正振动(驻波)，从而加强了声场中部分低频成分。在大空间内，还因存在低频直达声与反射声到达听者的路程差，使该频段的波长在同量级时出现干涉现象。又因高声级低频对中高频掩蔽效应存在不对称特性等现象，都因干涉作用加强了低频声，掩蔽了对清晰度极为重要的中、高频，最终影响语言的可懂度或音乐的明晰度。因此，为了提高语言可懂度和音乐明晰度，必须在小房间抑制低频驻波，在大空间内减低低频声干涉影响，就必须加大室内低频从 63 Hz 开始的阻尼，也就是说低频段的混响时间不应提升。在德国的音乐用途大厅(尽管开始时并不是自觉地去执行)由此得到意外的最佳音质效果。笔者在德国十几年间，据此原则从事室内声学设计和研究的经验，在每一个项目中都得到实践证明。

关键词：可懂度；明晰度；掩蔽效应；低频声的干涉
中图分类号：TB559 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-3630(2016)-05-0435-07
DOI 编码：10.16300/j.cnki.1000-3630.2016.05.009

Requirements for low frequency reverberation characteristics in rooms

ZHA Xue-qin
(*Foundation Casa Acustica, Berlin, Germany*)

Abstract: Reverberation characteristics in rooms are currently under question: What should its spectrum look like? How about low frequencies? Could the same frequency characteristics fit both, music and speech? Acousticians are, since long, at odds about these questions! Most standards limit their requirements only down to 125 Hz, may flat below 250 Hz for speech, but with a bass rise for music. This paper concentrates on the understanding that both speech and music containing considerable energy at the lower frequencies. This may excite the eigenresonances of smaller rooms in the form of standing waves and booming modes. In larger halls the superposition of the direct with the early reflected waves may cause destructive interferences when the wave path difference is of the order of a wave length. The resulting muddy sounds are always causing detrimental masking effect on the mid and high frequency sound which defines intelligibility of speech and clarity of music. Damping these interference effects requires the installation of broadband absorbers efficient down to the 63 Hz octave, thus avoiding a bass rise in reverberation if at all possible. A number of existing as well as newly retrofitted halls and rooms in Germany prove the validity of the author´s innovative acoustical layout concept.

Key words: intelligibility; clarity; masking effect; wave interference

0 引 言

至今，声学工程的理论和实践对室内声场吸声特性的处理，一般只限于 125~4 000 Hz 频段，有些规范甚至只对 500 Hz，或 500~1 000 Hz 提出要求。如果涉及室内的低频段，通常也只指 125~250 Hz 的合适混响时间。大多数人也许还认为：低频段的混响时间应该比中、高频段长些，即要求低频段的频率特性是上升的。上升量值的大小则与使用条件有关。语言类的上升量少些，音乐类(例如音乐厅、歌剧院)的上升值可更大。根据我们近年在德国工作的经验，情况适得其反。详细探讨曾在美国心理协会(American Psychological Association) 杂志《PMMB》(Psychomusicology：Music，Mind，& Brain)庆祝白瑞纳克(Leo Beranek)的百岁诞辰(2014 年 9 月 15 日)纪念特刊

收稿日期：2016-05-03；**修回日期**：2016-07-20
作者简介：查雪琴(1939－), 女, 浙江杭州人, 教授, 研究方向为建筑声学。
通讯作者：查雪琴, E-mail: zhaxueqin-berlin@t-online.de

(2015 年第 3 期)上发表[1,2]。主要讨论了：低频混响时间是否应该上升；所谓“低频”，应该从什么频段开始；语言和音乐是否要求不同等等。同类问题也存在于其它国家的声学界。

近年来国际上已有不少关于低频混响时间特性不应上升的讨论[1,2]，但是至今国内很多标准、规范都是按低频上升，中频取直，高频略下跌这样的特性给出的。例如：GB/T50356-2005(剧场，电影院和多用途听堂建筑声学设计规范)[3]和 JGJ 57-2000，J 67-2001(剧场建筑设计规范)[4]这个规范都规定了低频上升的比值。而 GB 50099- 2011(中小学校设计规范)[5]，则在 5.8.6 条款中，只规定了音乐教室的门窗应隔声，墙面及顶棚应采取吸声措施。GB 50118- 2010(民用建筑设计规范)[6]，在 5.3.4 条款中对各类教室，甚至音乐教室和琴房，也都只规定了 500~1 000 Hz 的混响时间。这些规范大多都给出了低频混响时间应该上升，所谓“低频”则是指的 125~250 Hz 频段。不少国外有关规范也大体有类似规定。

1 对语言用途的要求

不少人认为：语音中，影响可懂度的主要成分不是基音，而是元音和辅音。也就是说，500、1000 Hz 以上的频段才是主要的；根据人耳听觉响度的频率特性曲线，低频的灵敏度比中高频的低；语声的低频能量少，特别是 100 Hz 以下。

1.1 语音的低频成分

语音中影响可懂度的主要频率成分确实在 500 Hz 以上。图 1 是 1932 年克努森(又译努特生，Knudsen)[7]给出的频率范围在 63~8 000 Hz 的“听觉区域”图。图中表示，对于可懂度起决定作用的元音和辅音集中在大约 500～8 000 Hz 范围。箭头示意对语言可懂度重要的频率和声级范围。这是在实验室对语音测量频率特性和分析的结果。该分析结果，没有包含声学环境的影响和统计能量分布频谱特性。

此后，法佐尔德[8](Fasold)(2003 年)给出如图 2 的“正常”情况下男、女声的平均频谱。图中男声在 63 Hz 的声压级仍然不低。这是西语的统计结果。2012 年，南京大学杨伟等汉语普通话平均频谱[9]的测量分析，给出的汉语普通话功率谱密度(如图 3 所示)显示出：能量集中区在 160~315 Hz。还可以注意到 63 Hz 仍有相对较强的声能量，约与 2 000 Hz 相当。

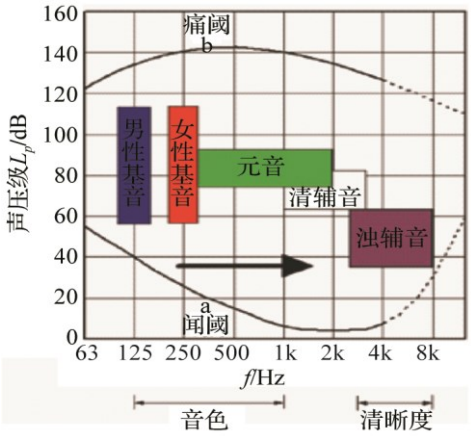


图 1 听觉区域的频率分布

Fig.1 Illustration of frequency regimes with different relevance for the intelligibility of speech according to Fasold et al. 2003

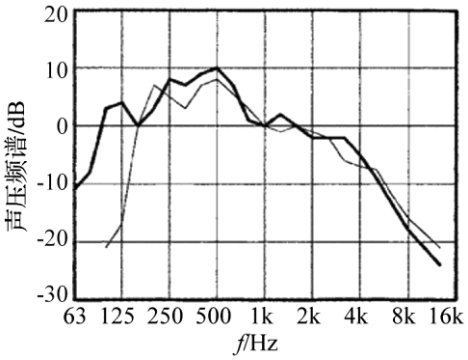


图 2 男、女声声压频谱[8]

Fig.2 Averaged spectrum of normal male (thick) and female (thin line) speech according to *F*asold et al. 2003

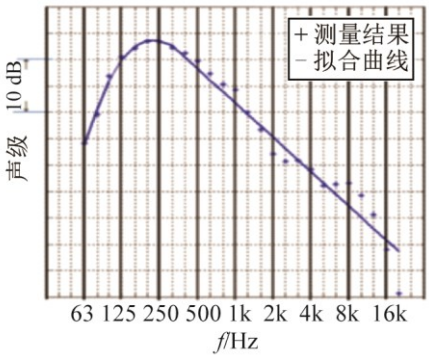


图 3 汉语功率谱密度[9]

Fig.3 Averaged spectrum of sound power density of Chinese speech[9].

1.2 掩蔽效应的不对称性

掩蔽效应表示人的听阈在受干扰信号掩蔽时的闻阈提升(掩蔽级)。图 4 是掩蔽信号使测试信号闻阈提升的示意[10]。测试信号在安静环境中不受掩蔽的闻阈如果是 10 dB，在受掩蔽信号干扰时，原测试信号的闻阈若提升为 26 dB，也就是听阈上升了 16 dB，则称掩蔽级为 16 dB。

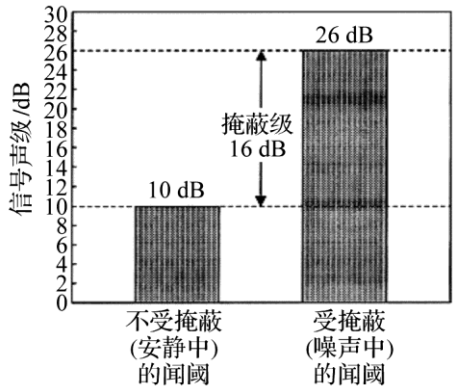


图 4　掩蔽声使测试信号的闻阈提升 16 dB 即掩蔽级为 16 dB

Fig.4　Example of how a masker signal may shift the hearing threshold of a test signal by 16 dB according to Gelfand 2004

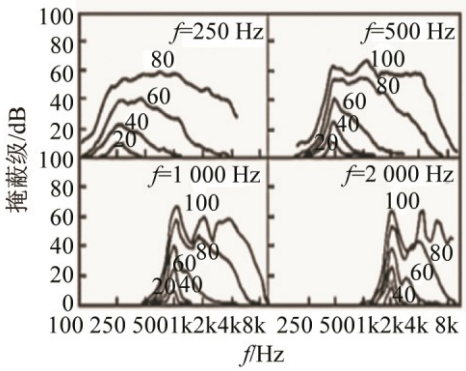


图 5　掩蔽信号 250~2000 Hz，声级从 20~80 dB 及 100 dB 的掩蔽级[10]

Fig.5　The higher the lower-frequency noise level (between 20-80 dB at frequencies 250-2000 Hz) the more it shifts the hearing threshold for the relevant higher-frequency sound [10]

图 5 是著名的“掩蔽图”[10]。图中右上角 f 为掩蔽信号频率，各曲线上注明掩蔽信号的声级。图 5 表明，当掩蔽信号声级较低时，它的掩蔽效果(对其他测试信号闻阈的提升)是以掩蔽信号为中心，向左右展开的“钟”形对称曲线。而当掩蔽信号级逐渐增大，掩蔽曲线将不对称地向右(频率轴的高端)很快扩展，掩蔽信号频率越低，声级越大，向高频扩展越宽。250 Hz 的掩蔽信号声级为 20 dB 时，相同频率的 250 Hz 的闻阈提升了约 10 dB，掩蔽效应几乎对称地向频率轴的左、右两边展开；而当掩蔽信号为 80 dB 时，不仅使 250 Hz 的测试信号的闻阈提升了约 50 dB，比掩蔽信号频率高得多的测试信号 500~2 000 Hz，闻阈也提升了甚至 50~60 dB 之多！当时虽然没有测量更低的掩蔽频率，但从房间声学的实践经验得出，更低频率也有类似的结果。而相反的作用，即中高频的掩蔽信号对于低频的掩蔽却几乎可以忽略。图中已明显表明：例如掩蔽信号频率为 1000 Hz，即使声级高达 80 dB 时，对频率 500 Hz 以下的闻阈仍然没有影响。

1.3　低频的模式声场

任何房间一旦建成，房间尺寸和形状就都已成定局，则由于界面反射声相互干涉所形成的驻波频率及模式也基本不变。界面上的阻抗会影响峰和谷的大小。对刚性界面，则可以简单计算各个简正频率，这是室内声学的基本规律。在房间尺寸和声波波长相当，一般称之为“小房间”的情况下，低频部分的简正频率密度不高(不能称为“混响场”)，界面声吸收不大，在语音低频成分的 63~200 Hz 范围内，很容易受激发而出现的房间共振。

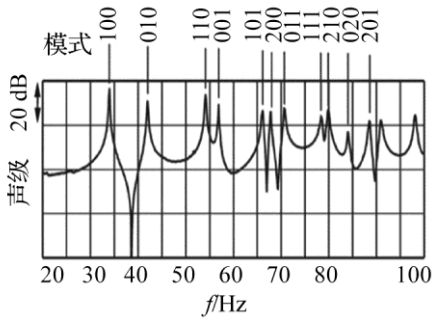


图 6　实测房间的低频传输响应一例，曲线上每个峰上方，标出了与之相对应的简正振动方式

Fig.6　Example of a room response at low frequencies with (on top) the notation of corresponding ′eigenmodes′

1.4　低频的混响时间特性

首先，从图 2 和图 3 可以看出，语言频谱中有重要的低频成分。该低频部分虽然对于可懂度的直接贡献较少，但由于室内空间必然存在的简正振动，如果房间内在的此频段阻尼不够，这些低频(200 Hz 以下直到 63 Hz)成分已足以激发小的乃至中等大小房间的共振，使室内声场因受简正模式的控制，形成峰、谷明显而且极不均匀的声场[11]。这类声场不仅会产生很影响听感的低频嗡声(Booming)，引起原声源的严重失真，增强了室内的低频噪声。更重要的是由于掩蔽效应，增强的低频声会掩蔽对可懂度起主要作用的中高频。这样的低频掩蔽，极大地降低了语言可懂度，使音乐失去清晰度(透明度)，对原创音乐极为重要的基本结构受到损害，产生像被云雾笼罩般的感觉。以往，对于音乐用途，应该以 63 Hz 作为低端的起始频率似乎已有共识，根据上述房间特性和语言特性，语言用途也以 63 Hz 作为低端的起始频率，也是理所当然的了。

低频声的掩蔽作用清楚地表明，如果房间内没有足够的低频阻尼，房间的共振频率很容易激发到较高的声级，在这种情况下，一方面会提高

室内的低频噪声级，另一方面，更使对清晰度或可懂度起决定作用的中高频信号，因被掩蔽而提升了听阈，可懂度即大大降低。越听不清，越提嗓门，低频共振声也更高，如此恶性循环，螺旋式上升的噪声，至使人人都必须叫喊。在实际生活中，例如在餐厅或会议室，想必多数人都有过此类经验。因此，应该从 63 Hz 开始处理语言用途的低频混响时间特性。其频率特性如果下降，则极有利于提高可懂度。实际工程中这样做往往会有困难，难以实现，但至少应力求做到平直(不上升)的频率特性。

2 对音乐用途的要求

过去，对于音乐类使用的大厅，它的混响时间一般都根据房间体积，确定其中频推荐值 T_m。又基于“低音比”的低频上升特性，并考虑到空气吸收的高频段会出现下降的趋势，于是形成整个 5 个倍频程，即 125~4 000 Hz 的频率特性。与音乐厅有关的其他各个声学参量，几乎都是只关注中频的。传统的对于混响时间考虑主要基于下列这些推断，如：

口声和乐器声，甚至整个乐队的声辐射的长时间平均谱都是低频下跌的，因此如果房间的边界如能有强反射声，也许会有利于提升低频成分从而有利于丰满度和温暖度；

人的闻阈是向低频端提升的，同样的声级，越往低端，响度越小。因此，可以期望利用低频的强混响来提高低频，特别是在大房间内；

等响度曲线越向低端互相间越靠近，因此，为了使整个频段的可闻时间能同样长，低频声的衰减应该由于有比高频有更长的混响时间而得以延迟；

这些考虑看起来似乎有道理，但经过长时间调查研究以及与实际大厅作比较，这些观点至少不够全面。兹作简单叙述如下。

大约半个世纪以前(1962)，白瑞纳克提出了明确的建议：以满场 125 Hz 和 250 Hz 的混响时间对 500 Hz 和 1 000Hz 的混响时间之比，即“低音比”(Bass Ratio，BR)[12]，作为大厅音质的一个设计和评价指标，BR 应该在 1.1~1.5。并在 1996 年的著作[13]中说明：如果墙面、天花和座椅吸收了低频，乐队的低音乐器听起来会觉得缺乏低音。一间大厅里如果低频的混响时间低于中频，会缺乏温暖度。当然，由于白瑞纳克在国际声学界的成就和学术地位，这个观点和具体的 BR 建议的影响很大。此后，很多规范、标准或建设项目的设计指标，都会按此行事。

但是，后来白瑞纳克通过他本人的大量音质和声学环境研究，调查了大量音乐厅和歌剧院后，到了 2004 年出版的书中[14](512 页)却写道：没有料到，音乐厅的排名次序没有显示和 BR 值的关系。接着，他又试图用低频与中频强度 G 值(空场)之差表达大厅音质的关系，即 $(G_{125}+G_{250})-(G_{500}+G_{1000})$。但是，他接着说：“如果企图以此为这 38 个音乐厅作评价，也不是一个有用的量”。2010 年，白瑞纳克又写到[15]：近来的研究表明，低频的混响时间不如该频段的强度重要。

一个按照“低音比”上升、中频大体平直，高频略有下降的混响时间频率特性，在较长时期内，似乎已被声学界接受成为音乐厅的“最佳”特性。不少规范、标准是按此推荐来制定的。然而，现实中成为对混响时间特性有不同意见的优异音质大厅早已存在，音质公认极佳大厅的混响时间特性却与上述“最佳”特性大不相同。图 7 所示即为一例。这是在上世纪 50 年代，战后柏林在音乐录音时选中的一间教堂——耶稣基督堂的混响时间频率特性。战后复建的声学设计人，反对教堂做简陋屋顶(而由于经费困难又不得不如此)，书面提出日后声学必定会出问题的警告。但建成后音乐家们意外地发现，在这间大约 8000 m^3 的大厅里，并不感到缺乏低音。相反，明亮而有力度，充实而饱满[2]。它的无以伦比的音质，既可举行音乐会，也可做音乐录音。著名指挥卡拉扬对该处非常满意，他在此与交响乐队、合唱队等音乐家制作了大量音乐产品。至今，这间教堂仍然是柏林音乐界乐于使用的场所，显然已“喧宾夺主”于最初着意的用途。它的音质受众多音乐家赞赏，对它的优良评价意见，也使一些声学设计者接受。当时德意志民主共和国的声学家就以此为样板，建造了原东德广播电台音乐厅，以及后来据此设计的若干个大厅，都得到极好的评价[2]。在耶稣基督堂也测量了它的 C_{80} 和 C_{50}。当然也测量了除规定的 500、1000、2000 Hz 以下的 250 Hz 和 125 Hz 两个频段。见图 8。根据它的混响时间特性，这样的结果并不令人意外。

以早期声能与总声能之比 C_{80} 和 C_{50} 来评价音乐或语言的清晰度，对于 500 Hz 以上的频段，在直达声之后到达的反射声，已与直达声成不相干信号，这些多次反射声是可以能量相加，具有统

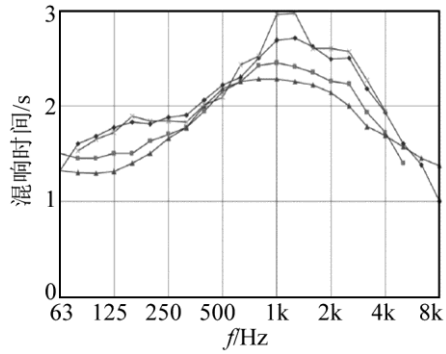


图 7　耶稣基督堂在 1952~1963 年间不同人员数量和使用条件下的测量值

Fig.7　Reverberation time measured in the Jesus-Christus-Kirche between 1952~1963 with varying seating and occupation with music ensembles.

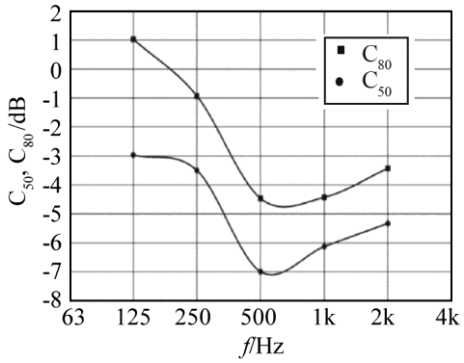


图 8　耶稣基督堂实测的清晰度指数(Lindau 和 Weinziert 测量提供)

Fig.8　Clarity Indices in the Jusus-Christus -Kirche as measured by A. Lindau and S.Weinzierl.

计意义的。可以据此对明晰度做出评价。但在 200 Hz 以下至 63 Hz 的低频段，或许它的平均能量较低，但一点也不能忽视它所产生的干涉效应。决定于源点和接收点之间行程，在反射声与直达声的时间差(例如大约 6~25 ms)与该频率的周期等量级时， 这两个低频的相干信号产生干涉，形成较大的声级波动。如果大厅的低频吸声不够，混响很强，直达声与早期反射声干涉，就如同前面所说小房间内受简正模式控制一样，使乐曲极为重要的低频部分的基础结构严重失真。因此，在音乐厅内应该抑制低频段的短延时的反射声，这实际上就是要增加大厅界面的低频吸收。当然，加大界面的低频吸收，抑制低频早期反射声，也使后期反射声减弱，混响时间当然就减低了。或许较长延时的低频混响可以有一些提高“音量”的效果，但是，后期反射声不能“治愈”早期反射声引起的“痼疾”。基础结构失真的乐曲不能因此得到修复，只好像加一层“低音云”(bass cloud)笼罩[16]。同时，那些被干涉波的峰所加强的低频成分，又因不对称的掩蔽效应作用于中高频。其结果不仅使音乐的基础结构受损，还会因整个乐曲中高频部分的受掩蔽而听感“模糊”。因此，一间大厅的界面应对低频有足够的吸收，才有可能得到优异的音质。记得曾有室内声学设计人宣传要提高音乐厅后排的声级必须提升低频的混响时间。这种说法是站不住脚的。也许他忘了混响时间提高一倍，声级才提升 3 dB。而在一间音乐厅要将混响时间提高一倍又是什么后果？应该怎样在工程中实现呢？要提高远处低频的声级，应该采取别的措施。

另一个“意外”的实例是体积有 26 000 m^3 的柏林交响音乐厅(The Berlin Philharmonie)。在上世纪 60 年代设计之初，设定了中频 500 Hz 的混响时间为 2.4 s、低频 125 Hz 上升到 3 s 的目标。最终实测 500 Hz 以下平均值只有约 2.1 s[17]。据同文中分析，是由于对 12~15 mm 的钢板网抹灰吊顶的吸声估计不足。这个实测结果出乎意料，未达到设计人声学专家克莱茉(Cremer)的预计，但是大厅内的音质却是意外地十分优秀，对柏林交响音乐厅的混响时间的测量结果见图 9。

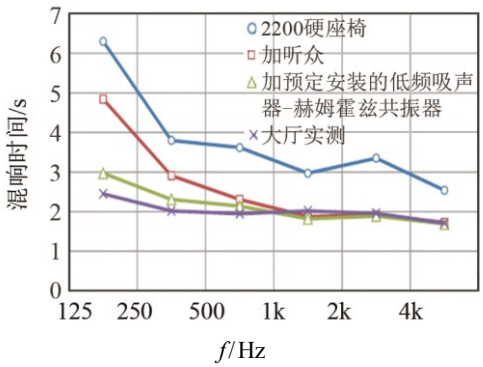


图 9　柏林交响音乐厅的混响时间一览

Fig.9　The reverberation time in the Berlin Philharmonie

3　适合语言和音乐用途的混响时间

以语言用途为目的的场所要求清晰可懂，而听音乐则要求它的透明度以及口声和乐器声的融和，并得到“温暖”的音质。根据前述，低频的混响时间与“温暖度”无关。小房间的简正振动是声波干涉的结果，大厅则与小房间不同。由于房间尺寸与声波波长的关系，界面间形成的“驻波”，大多数已不在可闻频率范围内。但是，从声源到接收处传输路程所形成的时间差，如与该声波的周期等量级时，形成很强的干涉。这个问题在大厅里会发生在 200 Hz 以下的低频。因此，无论房间大小，无论语言或音乐用途，都需要加强

界面的低频吸收，以抑制低频的简正振动或低频的早期反射声。其结果，当然降低了低频的混响时间。因此，对于用途是语言还是音乐所要求的混响时间，只因房间体积的大小而不同，其频率特性要求应该可以是一样的。这个分析结果，对于实现优良“多功能厅”的声学条件很有利。

20 多年来，我们根据“降低处理混响时间的频段至 63 Hz、尽量不上升、混响时间量值的大小依据体积决定”的原则，处理过为数众多的室内声学问题，如会议厅、体育馆、排练厅、音乐教室、大小厅堂、乐池以及歌剧院，没有发生过问题，几乎都达到优良音质和多功能使用的目的[14]。图 10[19]和图 11[18]是两个实例。

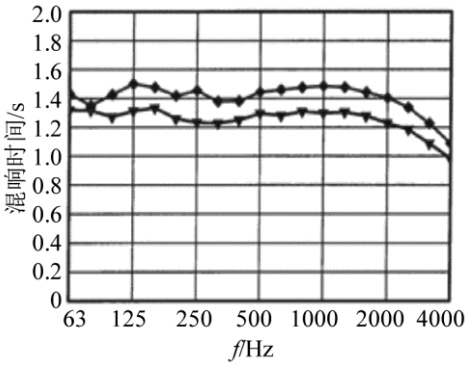
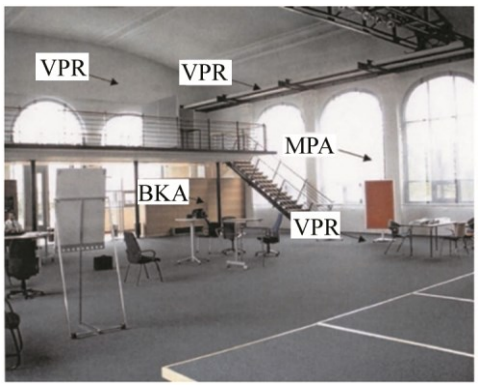


图 10 美茵兹歌剧院观众厅实测混响时间[19]

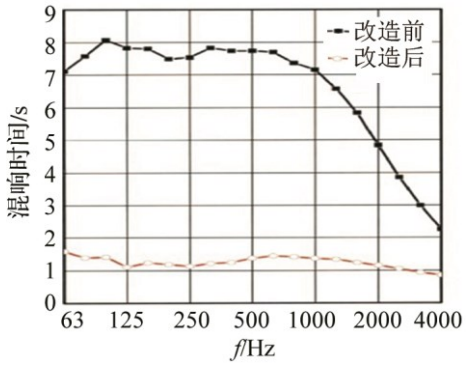
Fig.10 Reverberation time in Grosses Haus of Staatstheater Mainz with (bottom) and without an open stage tower

图 10 是美茵兹歌剧院观众厅 (6 900m^3，980~1 000 座)混响时间实测结果，它适用于歌剧、音乐会、芭蕾和戏剧。2002 年建成。各项音质指标均达优良结果[19]，受到音乐家和媒体的一致好评。启用后，当地报上写道：“……他的音色是如此的不一般，清晰而又风格适宜，好像在美茵兹才刚刚听到真正的巴罗克音乐”。

图 11 是 Bosch 公司 1903 年建的车间，体积为 2 400 m^3。属文物保护建筑，要求外形不变；内部外观，例如桁架、拱顶、大窗等也要尽可能保持原样；声学要求适应多功能：报告厅、小型演出和聚会等。图中：VPR，BKA 为低频(至 50 Hz)吸声构件；MPA 为微穿孔透明薄膜。



(a) 改造完后的内景



(b) 实测混响时间

图 11 Bosch 公司多功能厅

Fig.11 The multipurpose hall at Bosch company

4 结束语

有关室内音质有各个评价的客观量，除混响时间外，都是基于中频段的。能独立测量、量度的混响时间，仍然是室内声学客观评价的重要参量。混响时间应有的频率特性，则必须扩展到 63 Hz 的低频段。为满足语言可懂度的要求，或为在多声源的交谈室里轻松而清晰地交流，抑制低频混响绝对必要。在音乐厅或多功能厅，也应抑制可能极大损坏音质的直达声与早期反射声的干涉效应。低频下跌或至少是平直的特性，总是有利的，它是建立优良声学环境有扎实低频音质的前提，然后再加上必须的反射和扩散等其他措施。

参 考 文 献

[1] Helmut V Fuchs, ZHA Xueqin. Requirement for low-frequency reverberation in spaces for music: Part 1: Smaller rooms for different uses in spaces for music[J]. Psychomusicology: Music, Mind, and Brain, 2015: 272-281.

[2] Helmut V Fuchs, Gerhard Steinke. Requirements for low-frequency reverberation in spaces for music: part 2: auditoria for performances and recordings[J]. Psychomusicology: Music, Mind, and Brain, 2015: 282-293.

[3] GB/T50356-2005 剧场、电影院和多用途厅堂建筑声学设计规范. Code for architectural acoustical design of theater, cinema and multi-use auditorium.

[4] JGJ57-2000《剧场建筑设计规范》Design Code for Theater.

[5] GB 50099- 2011.中小学校设计规范 Code for design of school.

[6] GB 50118- 2010 民用建筑设计规范 Code for design of sound insulation of civil buildings.

[7] Knudsen VO : Architectural acoustics. (1932) Wiley, New York.

[8] Fasold W, Veres E: Schallschutz + Raumakustik in der Praxis.

(2003)Verlag Bauwesen, Berlin
[9] 杨伟, 沈勇, 刘紫赟. 汉语普通话平均频谱[J]. 南京大学学报: 自然科学, 2012, **48**(1): 1-7.
[10] Gelfand S A. Hearing: an introduction to psychological and physiological acoustics[M]. London, United Kingdom: Taylor & Francis, 2004.
[11] ZHA X, Fuchs H V, Nocke C, et al. Measurement of an effective absorption coefficient below 100 Hz[J]. Acoustics Bulletin, 1999, (1): 5-10.
[12] Beranek L L. Music, Acoustics and Architecture[M]. New York, NY: Wiley, 1962.
[13] Beranek L L. Concert and opera halls: how they sound[J]. New York, NY: Acoustical Society of America, 1996.
[14] Beranek L L. Concert and opera houses: Music, acoustics, and architecture[M]. New York, NY: Springer.
[15] Beranek L L. Listening to acoustics in concert halls[C]// Proceedings of the International Symposium on Room Acoustics, ISRA 2010. Melbourne, Australia: ISRA.
[16] Burkowitz P K. The world of sound: Music on its way from the performer to the listener[M]. Berlin, Germany: Schiele & Schön, 2011.
[17] Cremer L. Die raum-und bauakustischen Maßnahmen beim Wiederaufbau der Berliner Philharmonie[J]. Die Schalltechnik, 1964, **24**: 1-11.
[18] Drotleff H, Zhou X. Attractive room acoustic design for multipurpose halls[J]. ACUSTICA, 2001, **87**(4): 500-504.
[19] Zha X, Fuchs H V, Drotleff H. Eine neue akustik für vier sparten-das große haus des staatstheaters mainz[M]. Bauphysik, 2003, **25**(3): 111-121.

中国科学院声学研究所东海研究站赴浙江岱山开展科学普及活动

2016 年 9 月 22~23 日，中国科学院声学研究所东海研究站(简称：东海站)，组织仿生耳与声音技术研究室参加了由中国科学院上海分院主办的“让我们拥抱科学、中科院博士岱山校园行”全国科普日系列活动。上海学科交叉中心章文俊主任、滕小龙主管等出席活动。

活动期间，由东海站策划的“解密听觉·保护听力”主题活动，顺利在高亭中心小学和岱山实验学校举办。东海站方义、崔杰两位科普志愿者为学生们介绍了东海站听力言语领域中的研究情况，利用多媒体技术从“耳朵的结构和生理、听力损失的分类及病因、听力损失的防治措施”三大方面进行了科学普及，并介绍了超声的应用。同时，志愿者们利用可拆卸的耳朵模型，分步为学生们展示并讲述了耳朵器官的每个部分以及各部分相应承担的作用，并让学生实际动手，参与耳模的拆卸与组装。让孩子们充分了解了耳朵的功能，加深保护意识。

东海站利用“快速听力筛查仪”为每个参与的孩子们做了听力检查，受到现场学生和老师们的一致好评。志愿者们还利用超声雾化装置让学生们肉眼看到声音的能量并了解超声在生活中的应用，为再次赴岱山进一步开展科普活动做了很好的铺垫。

《声学技术》编辑部