

ICS 33.160.99
M 72



中华人民共和国国家标准

GB/T 4959—2011
代替 GB/T 4959—1995

厅堂扩声特性测量方法

Methods of measurement for the characteristics of
sound reinforcement in auditoria

2011-10-31 发布

2012-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量条件	3
5 测量仪器	4
5.1 总则	4
5.2 音频信号发生器	4
5.3 噪声信号发生器	4
5.4 限幅器	5
5.5 测试功率放大器	5
5.6 测试传声器	5
5.7 测量放大器	5
5.8 1/3 倍频程带通滤波器	5
5.9 声级记录仪	5
5.10 声级计	6
5.11 音频频谱仪	6
5.12 示波器	6
5.13 音频电压表	6
5.14 测试声源	6
5.15 模拟节目信号	6
5.16 语言传输指数仪	6
5.17 分析精度及性能符合要求的电脑软件	7
6 测量方法	7
6.1 扩声特性测量方法	7
6.2 同扩声特性有关的测量项目	13
6.3 与语言可懂度有关的测量项目	15
7 测量报告	19
附录 A (规范性附录) 各测点或各频带声压算术平均的计算方法	20
附录 B (规范性附录) 最大声压级几种测量量值的转换	21
附录 C (规范性附录) 语言传输指数(STI)法的精度和限制	22
附录 D (资料性附录) 房间声学语言传输指数(RASTI)法的精度和限制	23
附录 E (规范性附录) 扩声系统语言传输指数(STIPA)法的精度和限制	25
附录 F (资料性附录) 与可懂度有关的语言传输质量和 STI 指数的关系	26

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 4959—1995《厅堂扩声特性测量方法》。

本标准与 GB/T 4959—1995 相比主要变化如下：

- a) 扩声系统组成部分增加了数字处理器等数字设备(1995 年标准的第 3 章;本标准的 3.1);
- b) 最大声压级以准峰值表示调整为可以用规定峰值因数测试信号的有效值声压级、峰值声压级或准峰值声压级表示(1995 年标准的 6.1.3;本标准的 6.1.4);
- c) 增加了“早后期声能比”的测量(见 6.1.8);
- d) 增加了“系统总噪声级”的测量(见 6.1.6);
- e) 反射声时间分布测量增加了用 MLS 信号测量(见 6.2.2.1);
- f) 术语“RASTI”的名称由“快速语言传输指数”调整为“房间声学语言传输指数”(1995 年标准的 3.6;本标准的 3.16);
- g) “RASTI”测量由适用于“有扩声”和“无扩声”调整为只适用于“无扩声”(1995 年标准的 6.3.1;本标准的 6.3.3);
- h) 增加了适合于“有扩声”的“STIPA”测量(见 6.3.4);
- i) 测量仪器部分增加了测试软件(见 5.17);
- j) 所有测量线路图调整为测量原理框图(1995 年标准的图 1~图 11;本标准的图 1~图 16);
- k) 增加了“测量报告”编写要求部分(见第 7 章);
- l) 增加了规范性附录“各测点或各频带声压算术平均的计算方法”(见附录 A);
- m) 增加了规范性附录“最大声压级几种测量量值的转换”(见附录 B);
- n) 增加了规范性附录“语言传输指数(STI)法的精度和限制”(见附录 C);
- o) 增加了资料性附录“房间声学语言传输指数(RASTI)法的精度和限制”(见附录 D);
- p) 增加了规范性附录“扩声系统语言传输指数(STIPA)法的精度和限制”(见附录 E);
- q) 增加了资料性附录“与可懂度有关的语言传输质量和 STI 指数的关系”(见附录 F)。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国音频、视频及多媒体系统与设备标准化技术委员会(TC/SAC 242)归口。

本标准主要起草单位:中国电子科技集团公司第三研究所、中广电广播电影电视设计研究院声学设计研究所、中国演艺设备技术协会。

本标准参加起草单位:中国电子技术标准化研究所、中国科学院声学研究所、北京清华城市规划设计研究院声学设计研究所、北京邮电大学、同济大学、国家大剧院、中国交响乐团、中国建筑科学研究院物理所、北京建筑设计研究院、中国电子音响工业协会专家组、中国传媒大学传播声学研究所、广州大学声像与灯光技术研究所、广州市迪士普音响科技有限公司。

本标准的主要起草人:崔广中、徐文学、刘芳、陈建华、陈怀民、骆学瑞、陶春立、齐琪、李国棋、王世全、沈豪、马军、林杰、管善群、王季卿、陆宏瑶、石慧斌、李晋奎、王峥、陈金京、彭妙顺。

本标准于 1985 年首次发布,1995 年第一次修订。

厅堂扩声特性测量方法

1 范围

本标准规定了装有扩声系统的厅堂声学特性测量方法。

本标准适用于装有扩声系统的各类厅堂(如剧院、多功能厅、会议厅、体育馆等及其他类似场所)的声学特性测量。体育场的声学特性测量也可参照。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 3241—2010 电声学 倍频程和分数倍频程滤波器

GB/T 3785(所有部分) 电声学 声级计

GB/T 6278 模拟节目信号(GB/T 6278—1986,eqv IEC 60268-1c,1982)

GB/T 9401—1988 传声器测量方法(eqv IEC 60268-4,1972)

GB/T 15508—1995 声学 语言清晰度测试方法

GBJ 76 厅堂混响时间测量规范

SJ/T 10724—1996 测试电容传声器通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

扩声系统 sound reinforcement system

扩声系统包括系统中的设备和声场环境。主要过程为:将声源信号转换为电信号,经放大、处理、传输,再还原于所服务的声场环境;主要组成部分包括:传声器、声源设备、调音台、信号处理器、声频功率放大器和扬声器系统等。

3.2

声反馈 acoustical feedback

扩声系统中的扬声器系统放出的部分声能反馈到传声器的效应。

3.3

最高可用增益 maximum available gain

扩声系统在所属厅堂内产生声反馈临界状态时的增益减去 6 dB。

3.4

传声增益 transmission gain

扩声系统在最高可用增益时,厅堂内各测量点稳态声压级平均值与扩声系统传声器处稳态声压级的差值。

注:单位为分贝(dB)。

3.5

最大声压级 maximum sound pressure level

扩声系统完成调试后,厅堂内各测量点产生的稳态最大声压级的平均值。最大声压级可以用规定峰值因数测试信号的有效值声压级、峰值声压级或准峰值声压级表示。

3.6 传输[幅度]频率特性

3.6.1

声输入传输[幅度]频率特性 transmission [amplitude] frequency response for acoustic input

扩声系统在稳定工作状态下,厅堂内各测量点稳态声压的平均值相对于扩声系统传声器处声压的幅频响应。

3.6.2

电输入传输[幅度]频率特性 transmission [amplitude] frequency response for electric input

扩声系统在稳定工作状态下,厅堂内各测量点稳态声压的平均值相对于扩声设备输入端电压的幅频响应。

3.7

声场不均匀度 sound distribution

厅堂内各测量点的稳态声压级的最大差值。

注:单位为分贝(dB)。

3.8

总噪声级 total noise level

扩声系统达最高可用增益,无有用信号输入时,厅堂内各测量点噪声声压级的平均值,以NR曲线评价。

3.9

系统总噪声级 system total noise level

扩声系统达最高可用增益,厅堂内各测量点由扩声系统所产生的各频带的噪声声压级(扣除环境噪声影响)平均值,以NR曲线评价。

3.10

反射声时间分布 time distribution for reflection sound

厅堂内测点处反射声的时间分布。

3.11

背景噪声 background noise

当扩声系统不工作时,厅堂内测点处本底噪声声压级,以NR曲线评价。

3.12

测试声源 measuring sound source

为了测量扩声系统的各项指标专门组成各种形式的发声器。

本标准声输入法中所用的测试声源,是由电动式扬声器系统和无规噪声信号发生器组成。

其特点是调节噪声信号发生器的输出信号强度,可以任意改变其输出声压级的高低及其频谱特性。

3.13

最大长度序列信号 maximum-length sequence signal (MLS)

一种周期性伪随机二进制序列信号。

3.14

调制转移函数 modulation transfer function (MTF)

表述调制信号传输到听众位置处,调制指数的降低随调制频率变化的函数。通过测量传输通路的

调制转移函数,可以导出语言传输指数。MTF用于客观评价厅堂或扩声系统的语言可懂度。

3.15

语言传输指数 speech transmission index (STI)

一个物理量,且表示与可懂度有关的语言传输质量。

STI是由调制转移函数(MTF)导出的评价语言可懂度的客观参量。从MTF到STI的最主要概念是,将调制指数的作用以表观信噪比来解释,采用加权平均求出平均表观信噪比,经归一化后导出语言传输指数。

3.16

房间声学语言传输指数 room acoustics speech transmission index (RASTI)

语言传输指数法(STI法)在某些条件下的一种简化形式,用来测定不使用扩声系统条件下人与人之间直接通话时的可懂度有关的语言传输质量。RASTI计入了噪声干扰和时域失真(回声、混响)的影响。

3.17

扩声系统语言传输指数 speech transmission index for public address systems (STIPA)

语言传输指数法(STI法)在某些条件下的一种简化形式,适用于评价包括扩声系统的房间声学的语言传输质量。它受包括扩声系统的房间声学失真的影响。

3.18

早后期声能比 early-to-late arriving sound energy ratio

E_c

扬声器系统发出猝发声衰变过程中,厅堂内各测量点在规定时间(如80 ms)以内声能与规定时间(如80 ms)以后的声能之比;取其比值的以10为底的对数再乘以10。

注:单位为分贝(dB)。

$$E_c = 10 \lg \left[\frac{\int_0^{\tau} p^2(t) dt}{\int_{\tau}^{\infty} p^2(t) dt} \right] \text{dB}$$

式中:

$p(t)$ ——瞬时声压,单位为帕(Pa);

τ ——规定时间。

3.19

数字信号处理 digital signal processing (DSP)

用数字技术对信号进行采集、储存、传输、变换等的方法和技术。

3.20

空场 unoccupied state

讲演者、演员和观众均不在场的情况。

3.21

满场 occupied state

观众上座率达80%以上,演员和讲演者在场,属于正常表演或正常使用情况。

4 测量条件

4.1 测量前,厅堂应具备正常使用条件。即,厅堂的建筑装修已经完成,座椅、门窗、幕布、窗帘、灯具、调光设备及空调系统等安装完毕,已经使用或具备可使用条件。

4.2 测量前,扩声设备须按设计要求在厅堂内安装完毕,并调整扩声系统,使之处于正常工作状态。

4.3 测量时,系统频响调节置于“正常工作”位置。

4.4 测量时,扩声系统中的数字信号处理器(若有)按功能需要进行调节。按功能需要是指系统的增益、信号分配、均衡、压缩、限幅、分频、反馈抑制、延时、降噪、滤波等功能,按厅堂的实际功能需要由设计者设定,在数字信号处理器中进行调节,使其处于最佳设计使用状态。

4.5 测量时,厅堂内各测点的声压级至少应高于厅堂总噪声级 15 dB。混响时间及再生混响时间测量时信噪比应该不低于 35 dB。

4.6 各项测量一般宜在空场或满场条件下进行。满场或模拟满场难以进行时可只作空场。

4.7 测点的选取应符合下列条件:

4.7.1 所有测点离墙 1.5 m 以远;测点距地高度 1.2 m(混响时间及再生混响时间测量为 1.2 m 至 1.6 m)。对于有楼座的厅堂,测点应包括楼座区域。对于有舞台或主席台扩声的场所,测点还应包括舞台区或主席台区;但测量结果应单独处理。

4.7.2 如厅堂为轴对称,测点可在中心线的一侧(包括中心线附近)座区内选取。对于大型场所(如大型体育馆),若平面呈纵横全对称,为减少工作量,可考虑只测四分之一区域;但其测点应有本区域内观众席各座区的代表性。场地地区至少需做二分之一区域测量。场地的测量数据单独记录处理,不和观众席测量数据平均。

4.7.2.1 传输频率特性、传声增益、最大声压级、系统总谐波失真、总噪声级、系统总噪声级和反射声时间分布的测点数宜选全场座席的千分之五,且不少于八点(无楼座场所,不少于五点)。测点的分布应当合理并有代表性。

4.7.2.2 声场不均匀度的测点数宜不少于全场座席的六十分之一。它们可以是中心线附近,左半场(或右半场)再均匀取 1~2 列。每隔几排进行选点测量。对于大型场所,为减少测量工作量,测点数可适当减少。

4.7.2.3 混响时间测量,按 GBJ 76 的规定。

4.7.2.4 早后期声能比测量,测点的选取同 4.7.2.3。

4.7.2.5 语言传输指数的测量,测点的选取同 4.7.2.3。

4.7.2.6 混响时间及反射声时间分布的测量,需要时可增设舞台上的测点。

4.7.3 对于非对称性厅堂,应增加测点数。

5 测量仪器

5.1 总则

本标准不排除使用经计量部门检定合格的达到同等准确度的其他仪器或软件。

5.2 声频信号发生器

频率特性:20 Hz~20 kHz ± 0.3 dB(参考频率 1 kHz);

频率示值准确度:示值的 1% ± 1 Hz;

频率稳定度:预热半小时后,1 kHz 频率点每小时漂移 ≤ 6 Hz;

总谐波失真:衰减输出 $\leq 0.5\%$,功率输出 $\leq 1.0\%$;

电压表准确度:优于 2.5%;

衰减器准确度:优于 0.2 dB;

信噪比: ≥ 65 dB;

最大压缩量: ≥ 60 dB(输入压缩电压 ≤ 1 V)。

5.3 噪声信号发生器

同时具有粉红噪声和白噪声输出功能。

粉红噪声和白噪声信号的峰值因数应 ≥ 2 。

粉红噪声频谱密度: 20 Hz~20 kHz ± 1.5 dB (衰减器输出);

20 Hz~20 kHz ± 2 dB (负载输出);

2 Hz~200 kHz ± 1.5 dB (衰减器输出)。

白噪声频谱密度: 20 Hz~20 kHz ± 1 dB (衰减器输出);

20 Hz~20 kHz ± 1.5 dB (负载输出);

2 Hz~200 kHz ± 1 dB (衰减器输出)。

衰减输出电压: 0.4 mV~4 V, 每档 10 dB, 其准确度优于 ± 1 dB。

信噪比: 不低于 60 dB。

5.4 限幅器

频率特性: 20 Hz~20 kHz, ± 0.3 dB (参考频率 1 kHz);

总谐波失真: $\leq 0.5\%$;

输入电平: 0 dB (0.775 V);

输出电平: 0 dB (0.775 V);

限幅范围: -20 dB~+6 dB。

5.5 测试功率放大器

频率范围: 20 Hz~20 kHz, 不均匀度优于 ± 0.5 dB;

总谐波失真: $\leq 0.5\%$;

额定功率: ≥ 200 W (RMS 值);

负载阻抗: 4 Ω , 8 Ω , 16 Ω 。

5.6 测试传声器

按 SJ/T 10724—1996 的规定。

5.7 测量放大器

频率响应: 20 Hz~20 kHz ± 0.5 dB;

测量范围: 100 μ V~300 V;

频率计权: A, C;

时间计权: F (快档), S (慢档);

固有噪声: ≤ 10 μ V;

极化电压: 200 V;

检波器特性: 有效值; ± 0.5 dB (峰值因数为 5)、平均值、峰值;

衰减器准确度: ± 0.1 dB。

5.8 1/3 倍频程带通滤波器

按 GB/T 3241—2010 的规定。

5.9 声级记录仪

频率响应: 20 Hz~20 kHz, ± 1 dB;

动态范围: 25 dB, 50 dB 对数;

分辨率: 0.25 dB (50 dB 量程电位计);

GB/T 4959—2011

整流响应:有效值、平均值、峰值;

描划速度:至少具有 100 mm/s 和 250 mm/s 两档。

5.10 声级计

按 GB/T 3785 中的一级,不得低于二级。

5.11 声频频谱仪

声频频谱仪是测量放大器与 1/1 和 1/3 倍频程滤波器的组合。

5.12 示波器

长余辉;

最长扫描时间 10 s;

能够观察重复频率不高于 2 kHz 宽度为 50 μ s~10 s,幅度为 0.02 V~40 V 的正负脉冲波形;

时标:具有 0.02 ms、0.2 ms、2 ms、20 ms、200 ms 和 500 ms 六档。

5.13 声频电压表

频率范围:20 Hz~20 kHz;

输入阻抗:100 k Ω ;

输入电容: $\leq$ 20 pF;

指示准确度: $\pm$ 2.5%;

峰值因数: $\geq$ 5。

5.14 测试声源

5.14.1 电动扬声器式声源

频率特性:50 Hz~10 kHz;

相邻两个 1/3 倍频带声功率级之差:不应超过 3 dB;

声功率级:所有 1/3 倍频带上的声功率级应 $>$ 70 dB;

声功率输出的稳定度: $\pm$ 0.5 dB;

指向性指数: $<$ 9 dB。

5.14.2 脉冲声源

具有一定的持续时间和波形要求,性能稳定的脉冲声源,例如火花声发生器。

5.14.3 脉冲信号发生器

能够产生脉冲特征信号的仪器或装置。

5.15 模拟节目信号

按 GB/T 6278 的规定。

5.16 语言传输指数仪

测试信号:无规粉红噪声(其包络符合 IEC 60268-16 典型语言谱);

倍频程滤波器:125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz 和 8 kHz;

调制频率:STI法:0.63 Hz,0.8 Hz,1.0 Hz,1.25 Hz,1.6 Hz,2.0 Hz,2.5 Hz,3.15 Hz,4.0 Hz,5.0 Hz,6.3 Hz,8.0 Hz,10 Hz和12.5 Hz;

RASTI法:500 Hz:1.02 Hz,2.03 Hz,4.07 Hz,8.14 Hz;

2 kHz:0.73 Hz,1.45 Hz,2.90 Hz,5.81 Hz,11.63 Hz;

STIPA法:同STI法(不含1.6 Hz和8.0 Hz);

输入灵敏度:30 mV输入产生94 dB;

输入动态范围:20 dB~120 dB(正弦信号);

调制频率精度:±0.1%。

5.17 分析精度及性能符合要求的电脑软件

6 测量方法

6.1 扩声特性测量方法

6.1.1 传输[幅度]频率特性

厅堂内观众席处各测点稳态声压的平均值相对于扩声系统传声器处声压或扩声设备输入端电压的幅频响应。

稳态声压的平均值计算方法如下:将各测点处相同1/3倍频程的声压取算术和后,除以测点数。

测量可用下述方法进行。

6.1.1.1 声输入传输[幅度]频率特性

扩声系统在稳定工作状态下,厅堂内各测量点稳态声压的平均值相对于扩声系统传声器处声压的幅频响应。

测量可用代替法(见图1和GB/T 9401—1988中2.6.2.1)或比较法(见图2和GB/T 9401—1988中2.6.2.2)进行。

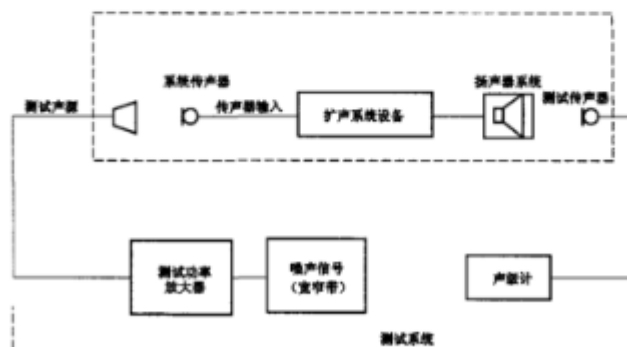


图1 声输入法测量传输频率特性原理框图

测量时,1/3倍频程粉红噪声信号经过测试功率放大器加到测试声源上,调节测试声源输出,使测点信噪比满足4.5要求。改变1/3倍频程带通滤波器的中心频率,在系统传声器处和观众厅内的测点上分别测量声压级,取其差值。

在比较法中,可控制系统传声器处声压恒定(如图2中虚线连接);也可不控制其恒定(如图2,实线部分)。

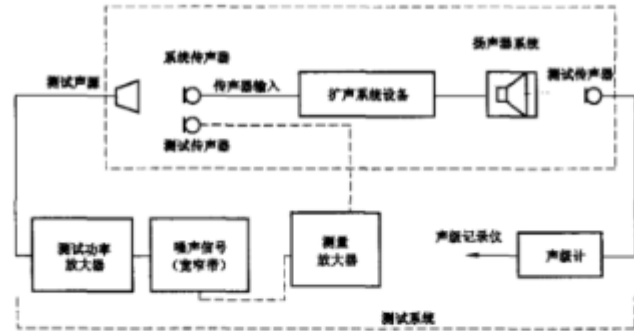


图2 声输入法中用比较法测量传输频率特性原理框图

测量时,系统传声器置于设计所定的使用点上,当设计所定的使用点不明确时,系统传声器可置于舞台大幕线中点。系统传声器振膜中心距地1.2至1.6 m。系统传声器的指向性按设计要求调节,在比较法中,并不受测试传声器的影响。测试声源置于系统传声器前的距离,对语言扩声为0.5 m,对音乐扩声为5 m。

测量可用点测法或自动测量法(见GB/T 9401—1988中2.6.1)。

测量在传输频率范围内进行,测试信号的中心频率按1/3倍频程中心频率取点。

6.1.1.2 电输入传输[幅度]频率特性

扩声系统在稳定工作状态下,厅室内各测量点稳态声压的平均值相对于扩声设备输入端电压的幅频响应。

测量原理框图见图3。



图3 电输入法测量传输频率特性原理框图

1/3倍频程粉红噪声信号直接馈入扩声系统调音台输入端,调节噪声源的输出,使测点的信噪比满足4.5要求。改变1/3倍频程带通滤波器的中心频率,保持各频段电平值恒定(不失真),在观众厅内规定的测点上测量声压级。

测量在传输频率范围内进行,测试信号的中心频率同6.1.1.1规定。

6.1.2 传声增益

传声增益是指扩声系统达最高可用增益时,厅室内观众席各测点稳态声压级平均值与系统传声器

处稳态声压级的差值,测量可与 6.1.1.1 同时进行。测量原理框图同图 1。

测量步骤如下:

- a) 将扩声系统调至最高可用增益;
- b) 将测试声源置于舞台(或讲台)上设计所定的使用点上,若设计所定的使用点不明确时,测试声源置于大幕线中点舞台纵深方向 0.5 m 位置上;
- c) 将扩声系统传声器和测量传声器分别置于大幕线上测试声源声中心两侧的对称位置,两传声器相距见 GB/T 9401—1988 中 2.6.2.2,距地高度 1.2 m 至 1.6 m 与测试声源高音声中心相同;
- d) 调节测试系统输出,使测点的信噪比满足 4.5 要求;
- e) 在规定的扩声系统传输频率范围内,按 1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)中心频率逐点在观众厅内各测点上及扩声系统传声器处分别测量声压级;
- f) 按照附录 A 的计算方法求出稳态声压级平均值 $L_{F_{ave}}$;
- g) 上述稳态声压级平均值 $L_{F_{ave}}$ 与扩声系统传声器处稳态声压级 L_F 的差值,即为全场传输频率范围内的传声增益。以分贝(dB)表示。

$$Z = L_{F_{ave}} - L_F$$

式中:

Z ——全场传输频率范围内的传声增益(dB);

$L_{F_{ave}}$ ——稳态声压级平均值(dB);

L_F ——扩声系统传声器处稳态声压级(dB)。

6.1.3 声场不均匀度

6.1.3.1 稳态声场不均匀度

稳态声场不均匀度是指厅堂内(有扩声时)观众席处各测点稳态声压级的最大差值。测量原理框图按图 1 或图 3。

测量信号用 1/3 倍频程粉红噪声。

测量通常在 1 kHz 和 4 kHz 分别进行;对扩声系统声学特性指标要求高的场所,宜增加 100 Hz 和 8 kHz 的测试频率。

根据各测点在不同频带测得的频带声压级可作出相应的声场分布图。

测量结果也可以用声场分布图表示。其横坐标为观众席座位的排数,纵坐标为所测得的声压级差[用分贝(dB)表示]。对于多列的测量结果,可画出声场分布曲线族。

6.1.3.2 直达声场不均匀度

待定。

6.1.4 最大声压级

扩声系统完成调试后,厅堂内各测量点产生的稳态最大声压级的平均值。最大声压级可以用规定峰值因数测试信号的有效值声压级、峰值声压级或准峰值声压级中的一种或多种方式表示。通常,方便的表示方式宜用有效值声压级。

以峰值因数为 2 限制的额定通带粉红噪声为信号源,其最大有效值声压级、最大峰值声压级及最大准峰值声压级的转换关系见附录 B。

测量可用下述方法之一进行,测量结果中需注明使用的是那种方法。电输入法中的宽带噪声法为仲裁方法,用有效值表示。

6.1.4.1 电输入法

6.1.4.1.1 窄带噪声法

测量原理框图见图 4。

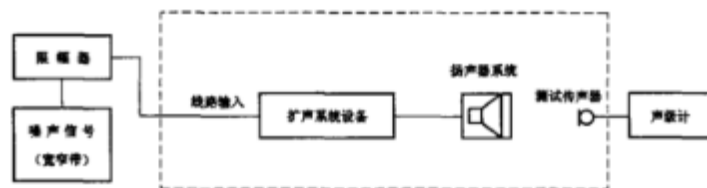


图 4 电输入法中用窄带噪声测量最大声压级原理框图

测量步骤如下：

- 将 1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)粉红噪声信号直接馈入扩声系统调音台输入端(线路输入口)，保持各频带噪声信号输入到扬声器系统的电压恒定；
- 调节噪声源及扩声系统输出，使扬声器系统的输入电压相当于系统十分之一至四分之一设计使用功率的电平值，当声压级接近 90 dB 时，可用小于十分之一的设计使用功率；
- 在扩声系统额定传输频率范围内，在各测点上测出每一个 1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)频带声压级；
- 按照附录 A 的计算方法求出传输频率范围内的平均声压级 L_{Fmax} ；
- 根据测量时所加的功率，通过下式换算成设计使用功率时的最大声压级。

$$L_{\text{max}} = L_{\text{Fmax}} + 10 \log(P_{\text{sp}}/P_{\text{sp}})$$

式中：

P_{sp} ——测量使用功率；

P_{sp} ——设计使用功率；

L_{Fmax} ——测量使用功率时的稳态声压级平均值；

L_{max} ——设计使用功率时的最大声压级。

注：当设计使用功率不明时可按额定功率计算。

6.1.4.1.2 宽带噪声法

测量原理框图同图 3，只是将窄带噪声信号改用通过模拟节目信号网络的宽带粉红噪声信号。

测量步骤如下：

- 测量时，由模拟节目信号网络输出的信号直接馈入扩声系统调音台输入端(线路输入口)；
- 扬声器系统的功率调节同 6.1.4.1.1. b) 项；
- 用声级计在厅堂内规定测点上测量；
- 把在厅堂内各测点上测得的声压级按照附录 A 的计算方法进行平均，并按设计使用功率进行修正，得到设计使用功率时的最大声压级。

6.1.4.2 声输入法

6.1.4.2.1 窄带噪声法

测量原理框图同图 1。

测量步骤如下：

- 调节测试系统，使舞台上设置的测试声源发出 1/3 倍频程（或 1/1 倍频程）粉红噪声信号，由系统传声器接收进入扩声系统；
- 扬声器系统的功率调节及测试频率的选取同 6.1.4.1；
- 在系统的传输频率范围内，测出每一个 1/3 倍频程（或 1/1 倍频程）频带声压级；
- 通过与 6.1.4.1 同样的换算，求出相应频带的声压级及设计使用功率时的最大声压级。

测量时，系统传声器位置同图 1（即设计所定的使用点上），测试声源距系统传声器 0.5 m 的距离。

6.1.4.2.2 宽带噪声法

测量原理框图同图 1，只是将窄带噪声信号改用通过模拟节目信号网络的宽带粉红噪声信号。

测量步骤如下：

- 调节测试系统，使测试声源发出模拟节目信号，由系统传声器接收进入扩声系统；
- 扬声器系统的功率调节同 6.1.4.1；
- 用声级计在厅堂内规定测点上测量；
- 把在厅堂内各测点上测得的声压级按照附录 A 的计算方法进行平均，并按设计使用功率进行修正，得到设计使用功率时的最大声压级。

注：按此方法测量时，测试声源的输出信号只是接近于模拟节目信号的频率特性。

6.1.4.3 最大声压级几种测量量值的转换

最大声压级可以用有效值（方均值）声压级、峰值声压级或准峰值声压级中的一种或多种方式标示。通常，方便的标示方式宜用有效值声压级。

最大声压级几种测量量值的转换关系见附录 B。

6.1.5 总噪声级

是指扩声系统达最高可用增益，但无有用信号输入时，厅堂内各测量点噪声声压级的平均值，以 NR 曲线评价。平均值可按附录 A 的计算方法得到。

测量在空场条件下进行。扩声系统增益控制置于最高可用增益。系统传声器位置同 6.1.1.1。

测量时，厅堂内的设备，例如通风、空调、调光等产生噪声的设备及扩声系统全部开启。

测量原理框图见图 5。测量可按图 5 点测或实现自动记录。

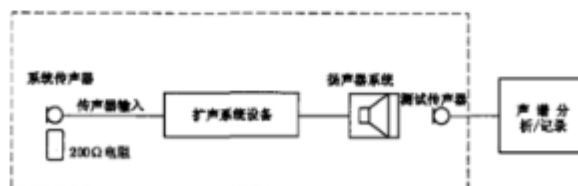


图 5 总噪声级测量原理框图

测点的选取同 4.7.2.1。

测量可用声级计在 63 Hz~8 000 Hz 范围内按倍频程带宽取值。测量结果与 NR 评价曲线比较并得到 NR 数值。测量也可用 A 计权数据。

6.1.6 系统总噪声级

是指扩声系统达最高可用增益,厅堂内各测量点扩声系统所产生的各频带的噪声声压级(扣除环境噪声的影响)平均值,以 NR 曲线评价。噪声声压级平均值可按附录 A 的计算方法得到。

测点的选取同 4.7.2.1。测量可用声级计在 63 Hz~8 000 Hz 范围内按倍频程带宽取值。

测量时,厅堂内的设备如通风、空调、调光等产生噪声的设备全部关闭。扩声系统增益控制置于最高可用增益位置,系统传声器不接;以 200 Ω 等效电阻代替。测量原理框图同图 5,只是将系统传声器换成 200 Ω 等效电阻,接入调音台的传声器输入端口。

6.1.7 系统总谐波失真

扩声系统由输入声信号到输出声信号全过程中产生的谐波失真。

测量用窄带噪声法,测量原理框图见图 6。

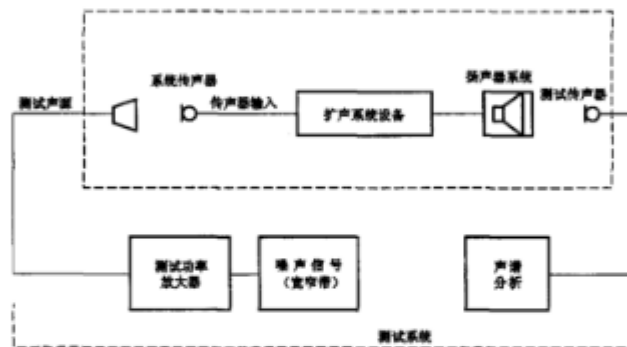


图 6 声输入法测量系统的总谐波失真原理框图

当测量由声输入到声输出的非线性畸变有困难时,例如产生标准测量信号有困难,或无条件在厅堂中提取直达声信号时,允许测量由电输入到声输出的谐波失真作为系统的总谐波失真(见图 7),但应注明这是由电到声的失真。

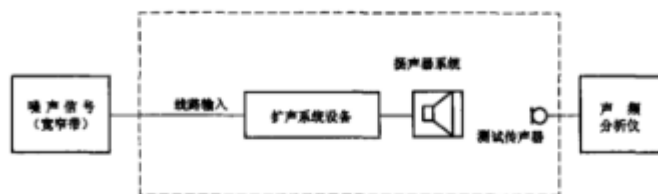


图 7 电输入法测量系统的总谐波失真原理框图

测量时,中心频率为 F 的 $1/3$ 倍频程的粉红噪声信号馈入扩声系统调音台输入端(线路输入端口),调节扩声系统增益,使扬声器系统输入电压相当于四分之一设计使用功率的电平值。在厅堂内规定测点上,通过测试传声器,用声频频谱仪测量中心频率为 F 、 $2F$ 、 $3F$ 的信号,按下式计算出总谐波失真系数:

$$K = \frac{\sqrt{U_{1F}^2 + U_{2F}^2}}{U_F} \times 100\%$$

式中：
 U_F ——接收信号的基波分量(有效值)；
 U_{1F} ——接收信号的二次谐波分量(有效值)；
 U_{2F} ——接收信号三次谐波分量(有效值)。
亦可通过曲线表示出基波、二次、三次谐波特性。
测试频率可从 125 Hz~4 kHz 按倍频程中心频率间隔取值。

6.1.8 早后期声能比

测量原理框图见图 8。测量使用 MLS 信号。
计算机中的 MLS 信号(最大长度序列信号,一种周期性伪随机二进制序列信号)经声卡(采样频率不小于 44 kHz,采样精度不小于 16 bit)馈给扩声系统的调音台,由主扬声器系统放出。在测点用测试传声器接收,将接收到的信号经声卡送给计算机进行处理、计算。

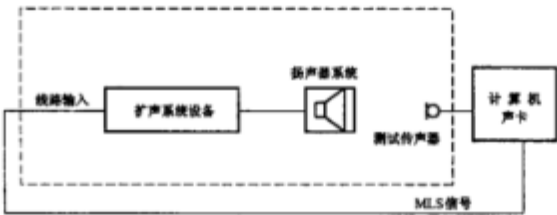


图 8 用 MLS 信号测量早后期声能比的原理框图

6.2 同扩声特性有关的测量项目

6.2.1 背景噪声

是指当扩声系统不工作时,厅堂内观众席处各测点室内噪声声压级的平均值。
在测量总噪声的同时,关闭扩声系统设备,按 6.1.5 方法测量背景噪声。

6.2.2 反射声时间分布

厅堂内测点处反射声的时间分布。
反射声时间分布的测量分为两种情况,一种是扩声系统声源的反射声时间分布测量,另一种是用自然生源的反射声时间分布测量。

6.2.2.1 扩声系统声源的反射声时间分布

测量原理框图同图 8。测量使用 MLS 信号。
计算机中的 MLS 信号经声卡(采样频率不小于 44 kHz,采样精度不小于 16 bit)馈给扩声系统的调音台,由主扬声器系统放出。在测点用测试传声器接收,将接收到的信号经声卡送给计算机进行滤波、反卷积,得到反射声时间分布。

6.2.2.2 自然声源的反射声时间分布

测量原理框图见图 9。

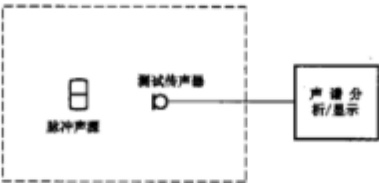


图 9 自然声源的反射声时间分布测量原理框图

接收频率采用 500 Hz、1 kHz 和 2 kHz；脉冲的宽度为 10 ms；脉冲间隔为 3 s。测量时示波器时标总长度取 500 ms。测点的选择同 4.7.2.1。在示波器上显示的反射图形可用照相机拍摄以进行分析。

6.2.3 混响时间

是指室内声音已达到稳定状态后，停止声源，平均声能密度自原始值衰减到百万分之一（60 dB）所需的时间。

混响时间测量一般只做空场测量，条件允许宜做满场测量。

6.2.3.1 测量频率

测量频率不应少于以下 6 个倍频程中心频率：125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz。如有必要，应增加频率间隔为 1/3 倍频程的中心频率。

6.2.3.2 测点的选择

测量混响时间的测点数，满场时应不少于 3 个，空场时应不少于 5 个，非对称性厅堂应适当增加测点，测点的选择同 4.7.2.3。

6.2.3.3 测量方法

由噪声源发出的 1/3 倍频程（或 1/1 倍频程或全频带）粉红噪声信号直接馈入扩声系统调音台输入端。调节扩声系统输出，使测点处的信噪比满足 4.5 要求。在观众厅内的预定测点上测量。测量原理框图见图 10。

在满场情况下，低频衰减不足 35 dB 时可以酌情降低信噪比。

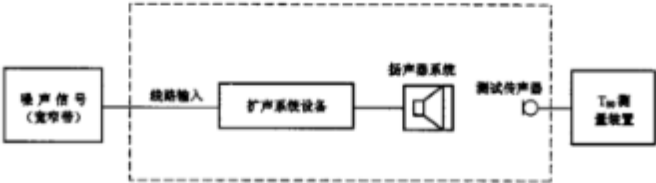


图 10 用扩声系统声源测量混响时间的原理框图

当模拟自然声源进行混响时间测量时,测量原理框图见图 11。测试声源取自自然声源的位置。



图 11 用模拟自然声源进行混响时间测量的原理框图

当声源停止发声后,记录声压级衰减时的衰减曲线并用专用量规量得所测之混响时间。也可以用其他测量装置直接读出混响时间。

6.2.4 再生混响时间

计入声反馈因素以后的混响时间。测量原理框图见图 12。

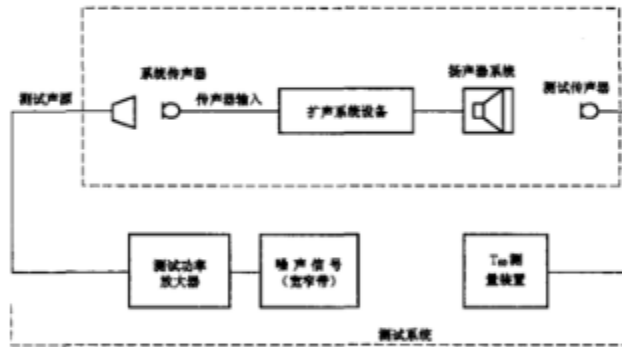


图 12 再生混响时间测量的原理框图

测量时扩声系统置于最高可用增益状态。

调节测量系统使舞台上设置的测试声源发出 1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)粉红噪声信号,由系统传声器接收进入扩声系统。调节噪声源的输出,使测点的信噪比满足 4.5 要求。测点的选择按 4.7.2.3。当声源停止发声后,记录声压级衰减时的衰减曲线,并用专用量规量得所测之混响时间。也可以用其他测量装置直接读出混响时间。

测量时,系统传声器位置同 6.1.1.1;测试声源与系统传声器间距分别为 0.5 m 和 5 m(语言扩声/音乐扩声)。

测量频率的选取同 6.2.3.1。

6.3 与语言可懂度有关的测量项目

6.3.1 语言传输指数(STI)

STI:语言传输指数。它是一个物理量,表示有关可懂度的语言传输质量。

与可懂度有关的语言传输质量是根据模拟实际发话人声学特性的测试信号通过房间时调制指数 m_i 的降低确定。测试信号由位于发话人位置的声源传输到听音人位置上的传声器,此处的调制指数是 m_o 。

对于声源,其重要特性是:物理尺寸、指向性、位置和声压级。

测试信号由一个具有语言频谱的噪声作载波和一个具有调制频率 F 的正弦强度调制组成。调制转移函数输入/输出比较见图 13。

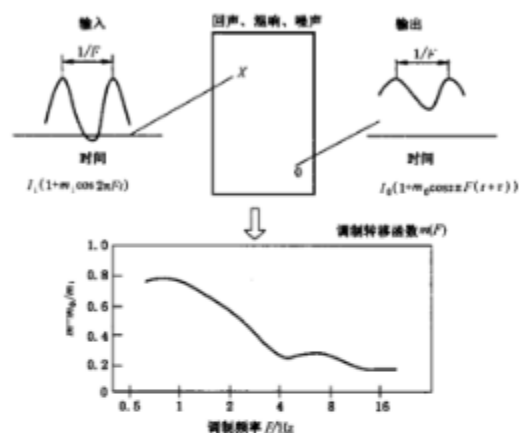


图 13 调制转移函数:输入/输出比较

6.3.2 语言传输指数(STI)测量方法

6.3.2.1 概述

STI方法是基于98个数据点的调制转移函数 $m(F)$ 而定的。它是通过从0.63 Hz一直到包括12.5 Hz的以1/3倍频程间隔的14个调制频率,在中心频率从125 Hz一直到包括8 kHz在内的7个倍频带的调制而获得的。

6.3.2.2 STI测量方法

- 测试信号应是一个有正弦强度调制的噪声载波并具有确定的初始调制指数 m_i ,调制频率(容差为 $\pm 5\%$)为:0.63 Hz、0.8 Hz、1.0 Hz、1.25 Hz、1.6 Hz、2.0 Hz、2.5 Hz、3.15 Hz、4.0 Hz、5.0 Hz、6.3 Hz、8.0 Hz、10.0 Hz和12.5 Hz,在7个倍频带,125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz和8 kHz中调制;
- 厅堂中应放置全向测试传声器,可以使用厅堂中听音者所占的任何位置。测点的选择按4.7.2.5;
- 传声器输出接到符合GB/T 3241—2010标准的中心频率为125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、4 kHz和8 kHz倍频程滤波器;
- 从滤波信号中得出调制指数 m_o ;
- 得出的调制指数 m_o 与初始的调制指数 m_i 之比可由下式确定:

$$m(F) = m_o/m_i \quad [m(F) \leq 1]$$

f) 然后,将 9 个 m 值中的每一个按下式转换成 X ;

$$X = 10 \lg[m/(1-m)];$$

注:这可以看作是视在信噪比,以分贝表示。

g) 高于 +15 dB 的值按 +15 dB 取值,低于 -15 dB 的值按 -15 dB 取值;

h) 确定由此得到的 98 个值的算术平均值 X ;

i) 把指数 Y 从 0~1 按下列方程归一化;

$$Y = (X + 15)/30$$

得出所选条件下或规定条件下的 STI 指数。

测量可按图 14(无扩声)和图 15(有扩声)进行。

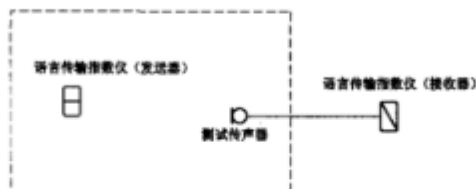


图 14 无扩声时 STI 法测量原理框图

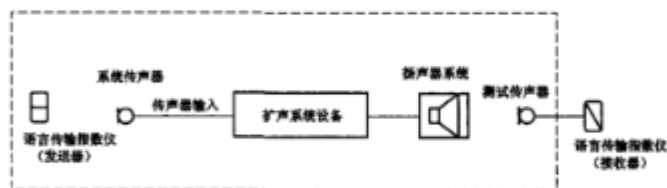


图 15 有扩声时 STI 法测量原理框图

6.3.3 房间声学语言传输指数(RASTI)测量方法

6.3.3.1 概述

RASTI 法是 STI 法在特定条件下的简化形式,适用于不用扩声系统的人们之间的直接通话的语言可懂度的评价。RASTI 法计入了噪声干扰及时域失真(回声,混响)的影响。

6.3.3.2 RASTI 测量方法

- a) 声学测试信号由一个安装在合适壳体中的声源产生的,壳体尺寸与人头大小相当,指向性指数(以 0°方位角和 0°仰角为参考轴)应为 500 Hz 时:1 dB~3 dB;2 kHz 时:2 dB~5 dB。在给定的频率带内(在参考轴上偏离 ±2 dB),在任何方向上测得的频率响应应相当平坦。
声源位置相当于厅堂中发话人头部位置,参考轴指向正常发话方向。
测试信号声级应调节到使参考语言声级为 (65±3) dB。在附加测量时,也可以选用其他的参考语言声级,它可以是从待测厅堂中距发话人群部前 1 m 距离处实际测量的真实发话人的 C 计权档及慢响应。

对中心频率为 500 Hz 的频率带,测试信号应调到使长期有效值声压级相对于参考语言声级为 -1 dB,对中心频率为 2 kHz 的频率带为 -10 dB。这些声压级是指声源参考轴相距 1 m 处为参考的值。

- b) 测试信号应是一个有正弦强度调制的噪声载波并具有确定的初始调制指数 m_1 , 调制频率(容差为 $\pm 5\%$)应为: 500 Hz 频带: 1 Hz、2 Hz、4 Hz 和 8 Hz;
2 kHz 频带: 0.7 Hz、1.4 Hz、2.8 Hz、5.6 Hz 和 11.2 Hz。
- c) 传声器输出接到符合 GB/T 3241—2010 标准的中心频率为 500 Hz 和 2 kHz 倍频程滤波器。
- d) 其他测量步骤同 6.3.2。

6.3.4 扩声系统语言传输指数(STIPA)

6.3.4.1 概述

扩声系统语言传输指数(STIPA)是语言传输指数(STI)的简化形式,适用于评价包括扩声系统的房间声学的语言传输质量。

6.3.4.2 STIPA 测量方法

STIPA 法只需要 12 个调制频率,6 个频带各有 2 个调制频率,125 Hz 和 250 Hz 合并。对男声语言,是两者的组合;对女声语言,是采用频率计权。12 个调制频率如表 1。

表 1 STIPA-倍频带的调制频率

倍频带/Hz	125~250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
第一调制频率/Hz	1.0	0.63	2.0	1.25	0.8	2.5
第二调制频率/Hz	5.0	3.15	10.0	6.25	4.0	12.5

- a) 测试信号通过扩声传声器输入
测试声源应置于正常说话距离,传声器的轴线指向正常发话方向。
测试信号电平与正常说话声压级相当,声压级使用 A 计权,或距离测试扬声器 0.5 m 处为 66 dB。
在传声器输入处检查测试信号频谱,88 Hz~11.3 kHz 频率范围内 ± 1 dB,调节人工嘴或测试扬声器的均衡来满足要求。
- b) 直接输入测试信号法
测量时,扩声系统处于最高可用增益工作状态,测试信号通过扩声调音台线路输入扩声系统,扩声系统处于稳定工作状态。
测量扩声系统语言传输指数(STIPA),与测量语言传输指数(STI)相比,大大减少了测量时间,一次测量需要 10 s~15 s。
测量次数:需要测量多次取平均值。
测量原理框图见图 16。测量方法同 STI。

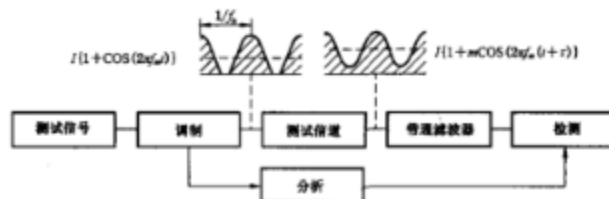


图 16 STIPA 方法测量原理框图

6.3.5 语言清晰度测试方法

见 GB/T 15508—1995。

7 测量报告

测量报告编写宜包括以下内容：

- a) 测量目的；
- b) 测量项目；
- c) 使用仪器；
- d) 测量条件；
- e) 测量方法；
- f) 测量结果；
- g) 对测量结果的评述；
- h) 测量单位签章；
- i) 测量人签章；
- j) 测量日期。

附录 A (规范性附录)

各测点或各频带声压算术平均的计算方法

- A.1 按频率(1/3 倍频程或 1/1 倍频程)分别把在观众厅内各测点上测得的声压级通过下列转换进行平均,得到该频率在观众厅各测点稳态声压级的平均值。

根据 $L_{\text{eq}} = 20 \lg(P_n/P_0)$

求出:

$$P_n = P_0 10^{L_{\text{eq}}/20} \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

P_0 ——基准声压, $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$;

P_n ——该频率在测点 n 上测得的频带声压。

该频率稳态平均声压 P_F 等于各测点上测得的频带声压的算术平均值,用式(A.2)求出:

$$P_F = (P_1 + P_2 + \dots + P_n)/N \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中:

N ——测点数。

- A.2 将各频率的平均声压按式(A.3)取算术平均值,得出传输频率范围内的平均声压 $P_{F,\text{ave}}$:

$$P_{F,\text{ave}} = (P_{F1} + P_{F2} + \dots + P_{Fn})/N_1 \quad \dots\dots\dots (\text{A.3})$$

式中:

$P_{F1}, P_{F2}, \dots, P_{Fn}$ ——各 1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)频带平均声压;

N_1 ——1/3 倍频程(或 1/1 倍频程)频带的个数。

- A.3 再由式(A.4)将平均声压换算成稳态声压级平均值 $\bar{L}_{F,\text{ave}}$:

$$\bar{L}_{F,\text{ave}} = 20 \lg(P_{F,\text{ave}}/P_0) \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

注:各测点或各频带声压级的能量平均方法,也可按以下公式进行简化计算。

- a) 设测点总数为 N ,第 n 个测点 F 频带的声压级为 $L_{F,n}$,则 N 个测点的平均声压级为:

$$L_F = 20 \lg \frac{\sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{F,n}}{10}}}{N}$$

- b) 设第 i 个频带的平均声压级为 L_i ,则传输频率范围内的各频带平均声压级:

$$\bar{L}_F = 20 \lg \frac{\sum_{i=1}^{N_1} 10^{\frac{L_i}{10}}}{N_1}$$

附录 B
(规范性附录)
最大声压级几种测量量值的转换

B.1 标示量

最大声压级可以用规定峰值因数测试信号的有效值(方均根值)声压级、峰值声压级或准峰值声压级中的一种或多种方式标示。

B.2 转换公式

B.2.1 用有效值标示的最大声压级可以用带有平方率检波器的声压级直接测量计算。

B.2.2 将有效值(RMS 值)声压级的长期平均值 $\bar{L}_{\text{RMS}}$ 加上测试信号峰值因数的以 10 为底的对数再乘以 20, 得出最大峰值声压级的平均值, 单位为分贝(dB)。

$$\bar{L}_M = \bar{L}_{\text{RMS}} + 20 \lg F_{\text{ef}} \quad \text{..... (B.1)}$$

式中:

F_{ef} ——带宽限定的(额定通带)粉红噪声信号的峰值因数。

B.2.3 将最大峰值声压级的平均值减去 3 dB, 即得最大准峰值声压级:

$$\bar{L}_{\text{qmax}} = \bar{L}_M - 3 \text{ dB} \quad \text{..... (B.2)}$$

或

$$\bar{L}_{\text{qmax}} = \bar{L}_{\text{RMS}} + 20 \lg F_{\text{ef}} - 3 \text{ dB} \quad \text{..... (B.3)}$$

B.2.4 常用粉红噪声信号的峰值因数为 2。

B.2.5 因此, 在信号峰值因数为 2 的情况下, 上列诸式变为:

$$\bar{L}_M = \bar{L}_{\text{RMS}} + 6 \text{ dB} \quad \text{..... (B.4)}$$

$$\bar{L}_{\text{qmax}} = \bar{L}_{\text{RMS}} + 3 \text{ dB} \quad \text{..... (B.5)}$$

附录 C

(规范性附录)

语言传输指数(STI)法的精度和限制

C.1 STI 方法的精度

由于测试信号是带宽受限的无规噪声或广无规噪声信号,重复测量甚至在稳态干扰条件下,通常也不会产生相同的量值。其测量结果位于具有一定标准偏差的中心平均值上,这取决于一些其他因素,如所测量的调制转移函数(通常,STI 法是 98 个数据点)和所用的测量时间。标准偏差的典型值对具有稳态噪声干扰的测量时间为 10 s 的每一个 $m(F)$ 大约是 0.02。可以发现,颤动噪声(例如声音中的潺潺噪声)中较大的标准偏差也许带有系统性误差。这可以不用测试信号检测到。这会使剩余 STI 值小于 0.20。标准偏差至少可由限定条件下的重复测量估计。

C.2 STI 方法的限制

STI 方法在以下传输通道中不能使用:

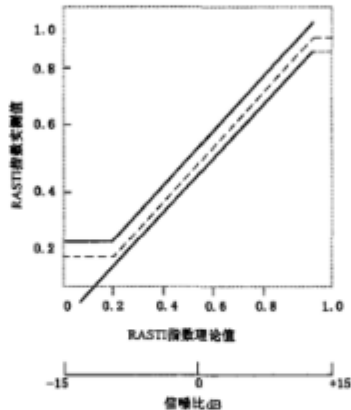
- a) 通道中引入频移或频率倍乘;
- b) 通道中包括声码器(例如线性预测语言编码(LPC),码激励线性预测编码(CELP),剩余激励线性预测编码(RELP)等)。

无特定校正,STI 方法不能预测用听觉比较或靠人耳判断的听众语言可懂度。

附录 D
(资料性附录)
房间声学语言传输指数(RASTI)法的精度和限制

D.1 RASTI 方法的精度

与 STI 法一样,由于测试信号是无规噪声,RASTI 法的测量结果也是具有一定标准偏差的平均值。在其他因素中,标准偏差还取决于所用的测量时间。标准偏差可由完成的重复测量确定,这种测量至少限定测试条件的数量。实际上,考虑速度和精度诸因素,测量时间优选 10 s。图 D.1 表示在规定的测量时间可得到的精度。



测量时间约 12 s。

图 D.1 由 RASTI 法导出的 STI 理论值与专用设备测得的 STI 实测值之间的关系

D.2 RASTI 方法的限制

RASTI 法的应用受到语言传输,背景噪声和混响时间诸因素的限制。因此,在满足下列要求时才能应用:

- a) 无频率漂移或频率倍增。
- b) 不使用声码器。
- c) 基本上是线性语言传输(任何幅度的压缩或扩展不超过 1 dB),在测量位置按照测试信号给出相同声压级的正弦信号无峰值削波。
- d) 在倍频带中心频率 125 Hz~8 kHz 整个系统的频率响应是均匀的。即任何两相邻的倍频带传输差不超过 5 dB。
- e) 背景噪声中不包含可闻纯音,且在倍频带频谱中,无明显的峰或谷。
- f) 背景噪声无脉冲特征;其时段中基本上无离散回声,特别是颤动回声。颤动回声会使一个或多个

个调制频率多次重复。

- g) 混响时间随频率变化不太大。在 125 Hz~8 kHz 整个频率范围,倍频带早期衰变时间(开始 5 dB)是均匀的,信噪比应落在图 D.2 所示的范围内。
- h) 背景噪声随时间基本上变化不大。

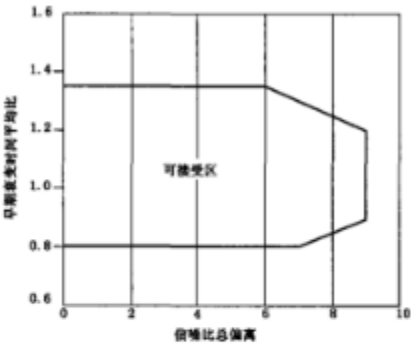


图 D.2 RASTI 测量结果偏离小于 0.05 的条件

附录 E
(规范性附录)

扩声系统语言传输指数(STIPA)法的精度和限制

E.1 STIPA 方法的精度

和 STI 法一样,STIPA 法得到的结果是基于无规噪声的一个特定标准偏差的平均值。这个标准偏差取决于严格条件下的调制传输函数的准确测量次数和所用的测量时间。

E.2 STIPA 方法的限制

扩声系统使用 STIPA 方法受下列条件的限制:

- a) 系统中不能引入频率漂移或频率倍增;
- b) 系统不包括声码器(例如线性预测编码(LPC),码激励线性预测编码(CELP),剩余激励线性预测编码(RELP)等);
- c) 背景噪声中不含脉冲特征;
- d) 系统不引入较强的非线性失真。

上述条件中的一个或多个不满足时,最好使用 STI 法。

附录 F
(资料性附录)
与可懂度有关的语言传输质量和 STI 指数的关系

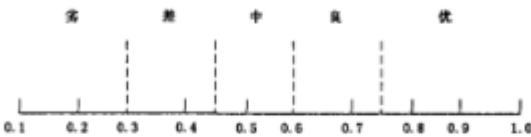


图 F.1 与可懂度有关的语言传输质量和 STI 指数的关系