

浅谈广播系统中的扬声器选择

许天晨^{1*}, 孙振超², 耿万鹏²

¹中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

²中国石油天然气管道工程有限公司, 河北 廊坊

Email: *404097348@qq.com

收稿日期: 2021年6月10日; 录用日期: 2021年9月8日; 发布日期: 2021年9月22日

摘 要

扬声器是广播扩声及公共广播系统的最终终端, 将可变范围内的音频电功率信号通过换能器, 转变为具有足够声压级的可听声音, 扬声器的选择对公共广播系统的良好应用具有重要意义。本文结合工程实例介绍了公共广播扬声器的选择方法。

关键词

频率响应, 最大声压级, 声场功率

*通信作者。

On the Selection of Loudspeakers in the Broadcasting System

Tianchen Xu^{1*}, Zhenchao Sun², Wanpeng Geng²

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

²China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, CPPE, Langfang Hebei

Email: *404097348@qq.com

Received: Jun. 10th, 2021; accepted: Sep. 8th, 2021; published: Sep. 22nd, 2021

Abstract

The loudspeaker is the final terminal of the broadcast sound reinforcement and public address system, which converts the audio electric power signal in a variable range into an audible sound with sufficient sound pressure level through the transducer. This article introduces the selection method of public broadcasting loudspeakers in combination with engineering examples.

Keywords

Frequency Response, Maximum Sound Pressure Level, Sound Field Power

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

作为广播扩声及公共广播系统的最终终端,扬声器实际上是一种把可变范围内的音频电功率信号通过换能器(扬声器单元),把它转变为具有足够声压级的可听声音。为能在工程实际中正确选择好扬声器,必须首先了解声音信号的属性,使扬声器能“原汁原味”地把音频电信号还原成逼真自然的声音。

声音是一种随机信号,可听声音的频谱范围一般为20 Hz~20 kHz;其中语言的频谱范围约在150 Hz~4 kHz左右;而各种音乐的频谱范围可达40 Hz~18 kHz左右;人声的能量主要集中在200 Hz~3.5 kHz频率范围。因此,扬声器要能正确地重放出这些随机信号,保证重放的音质优美动听,扬声器必须具有宽广的频率响应特性,足够的声压级和大的信号动态范围。

本文就某大厦广播系统及多媒体会议系统,扬声器选择中采用的方式方法做简单论述。

2. 扬声器系统设计中的几种关键特性

2.1. 频率响应

频率响应是指一个以恒定电压输出的音频信号与系统相连接时,音箱产生的声压随频率的变化而产生增大或衰减、相位随频率而发生变化的现象。对于一台普通的音箱,这项特性主要反映了扬声器工作

的主要频率范围，有效频率范围越宽，放声特性越好。

2.2. 灵敏度和最大声压级

在某大厦广播扩声及公共广播系统的设计过程中，我们希望扬声器能以相对较小的输入功率转换成很宏亮的声音，这就要求扬声器有较高的声压灵敏度。

灵敏度是指输入扬声器单元 1 瓦的电功率，即在扬声器轴线方向离开 1 米远的地方测得的声压级大小。根据弗莱切 - 芒森曲线(如图 1)，正常人能清晰听到的广播声压级在 70 dB 左右(环境噪声一般取 50~55 dB 左右)。

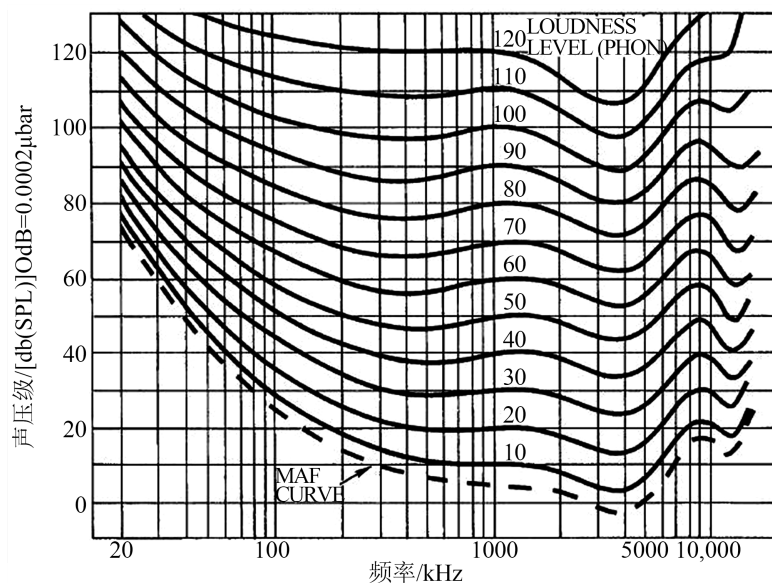


Figure 1. Fletcher-Munson curve
图 1. 弗莱切 - 芒森曲线

声压级的计算与许多因素有关，但主要和输入功率、声源距离、扬声器灵敏度有关[1]。

$$10\lg P = L_p + 20\lg R - L_o; \tag{1}$$

P ——扬声器的需要功率(输入电功率, W);

L_p ——供声范围内要求的声压级(dB);

R ——扬声器至听音者的距离(m);

L_o ——扬声器轴向灵敏度(dB/W/m)。

从式(1)中可以看到人耳到扬声器的距离每增加一倍，声压级将降低 6 dB；同时也可以看出，扬声器的灵敏度下降 3 dB，要想达到同样的声压级，输入功率必须增加一倍。现在主流有源音箱的灵敏度一般在 83 db/w/m~92 db/w/m 之间，若两种扬声器的灵敏度每相差 3 dB，功率要提高一倍才能获得相同的音量。因此，我们在选择设备时，既要考虑扬声器的额定功率以及与功率放大器的配合，又要考虑扬声器的灵敏度、声压级与距离的关系。

2.3. 灵敏度和音质

灵明度是指在规定的频率范围内输入给扬声器的视在功率为 0.1 VA 的信号时，在其参考轴上距参考点 1 m 时，能产生的声压。而我们常说的音质则是一个比较抽象的评价，往往无法靠实际的数值衡量。

通常,在市场上同等价格的产品中,灵敏度与音质是有矛盾的,灵敏度的提高往往是以牺牲喇叭自身控制力、低音的力度等一系列参数来实现的。因此,我们扬声器选型过程中,需要在两者中作适当的平衡。

2.4. 扬声器系统的指向特性

扬声器发出的声音在低频段时,声音是无方向性的,在各方向均匀传播,但在高频段时,声音的传播呈现较强的方向性,这个指向特性(各类音箱均不相同)正是我们在系统设计中要加以应用的,因为优良的恒定指向特性可在现场布置时把声波的能量进行集中,避开声波的强烈反射面和声场互相干扰。

通俗的说,扬声器轴向方向的声压级最大,随着偏角的增大,声压级逐渐减小。同时,与扬声器之间的距离越大,声压级越小。因此,当扬声器/音箱需要涵盖相对比较广阔的区域时,需要将多只扬声器/音箱配合,使其获得最佳的声音混响。

3. 某大厦扬声器/音箱配置

3.1. 会议扩声系统音箱设计

某大厦二层共设计有可容纳 400 人的报告厅 1 个,中会议室 2 个,小会议室 5 个。设计时将一定数量的全频带音箱、低音音箱和超低音音箱组成了音箱组,全频带音箱的下限频率一般为 30 Hz~60 Hz,上限频率为 15 KHz~20 KHz,低音音箱是用来补充全频带音箱的低频放音的专用音箱,用以加强低频放音的力度。

作为专业的会议场所,往往是以语言扩声作为主要手段,而语言信号主要集中在中频段,这里的等响应曲线度相对较小,所以基准声压级可以取 70~80 dB;同时为系统的扩声留下 12~18 dB 的峰值余量以及 1~3 dB 的环境噪声余量。由此可见,在平均的听音距离上,设计的额定扩声声压级应该是: $P_{\text{额}} = 98 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 102 \text{ dB}$,然后根据需要扩声范围确定平均的听音距离 L ,额定的声压级就是在此位置的实际声压级,然后根据前面提及的:距离变化一倍,声压相应变化 6 dB 的关系,则扬声器/音箱在 1 m 处需要提供的声压级为: $P = P_{\text{额}} + 6 \log L$ 。结合上述其他几个关键性参数,即可进行某大厦会议系统扬声器/音箱的选择。

在已选定扬声器/音箱的情况下,仍需要对会议场所所需的声场功率进行估算,才可得到最终的扬声器配置。

声场功率是指在达到系统设计的额定平均声压级时,声场所需要扬声器/音箱的驱动功率。声压级计算公式:

$$L_p = S - 20 \lg D + 10 \lg P + 10 \lg N \quad \text{式(2)}$$

式(2)中, L_p 为声场的声压级, S 为扬声器/音箱的轴向灵敏度, D 为接收点与音箱的距离, P 为输入音箱的功率, N 为音箱组数。

由式(2)可以得到声场功率的估算:

$$P = 100.1 \times (L_p - S - 10 \lg N + 20 \lg D) \quad \text{式(3)}$$

由计算得到的声场功率可以确定音箱的数量,再确定功率放大器的输出功率和数量。此外,在设计过程中,考虑到音响工程的功率储备[2],某大厦实际选用的扬声器/音箱总功率比估算得到的声场功率大 30% 左右。

3.2. 广播扩声系统扬声器设计

针对某大厦的广播扩声系统做综合分析,我们可以知道,广播扩声系统主要用作背景音乐、语言扩

声等用途，既不同于一般的会议场所，也不同于文艺演出场所。因此，某大厦广播扩声系统的声学特性指标应遵从于表 1 中相关要求。

某大厦周边环境较好，一般楼层及通道环境噪声低于 55 dB，在人流较多时引起的噪声将有所增加，约增加 10 dB，同时为保证良好的广播效果，在听众耳平面处的声压级要高于环境噪声 10~15 dB，将最大声压级确定为 80 dB，结合式(2)和式(3)确定扬声器的功率、灵明度及数量，某大厦一般楼层及通道内均有吊顶，采用吸顶式扬声器，用于背景音乐、业务广播及消防广播便于实施、漂亮美观。除需考虑按照上述计算方式比较扬声器的额定功率、灵敏度、频率响应等技术指标，还要考虑扬声器的辐射角及分布位置。

目前，大多数厂家生产的吸顶扬声器辐射角大约是 90°，在吊顶上布置扬声器，其间隔与房间的高度与设计要求的声场声压级有关[3]。扬声器排布间距越小，声场越均匀。某大厦室内吊顶高度约为 3 m，考虑一般线路段将扬声器间距设为 6 m，覆盖面积可达 30~50 m²。

Table 1. System resulting data of standard experiment
表 1. 多用途类扩声系统声学特性指标

等级	最大声压级 (dB)	传输频率特性	传声增益 (dB)	稳态声场不均匀度(dB)	早后期声能比 (可选项) (dB)	系统总噪声级
一级	额定通带内: 大于或等于 103 dB	以 100~6300 Hz 的平均声压级为 0 dB, 在此频带内允许范围: -4 dB~+4 dB; 50~100 Hz 和 6300~12,500 Hz 的允许范围为 -10 dB~+4 dB	125~6300 Hz 的平均值 大于或等于 -8 dB	1000 Hz 时小于或等于+6 dB; 4000 Hz 时小于或等于+8 dB	500~2000 Hz 内 1/1 倍频带分析的平均值大于或等于+3 dB	NR-20
二级	额定通带内: 大于或等于 98 dB	以 125~4000 Hz 的平均声压级为 0 dB, 在此频带内允许范围: -6 dB~+4 dB; 63~125 Hz 和 4000~8000 Hz 的允许范围为-12 dB~4 dB	125~4000 Hz 的平均值 大于或等于 -10 dB	1000 Hz、4000 Hz 时小于或等于+8 dB	500~2000 Hz 内 1/1 倍频带分析的平均值大于或等于+3 dB	NR-25

4. 结束语

扬声器作为广播扩声系统和会议扩声系统的重要载体，如何结合工程实际进行选取，是在通信设计中需要面临并亟需解决的问题。本文通过总结某大厦工程，指出扬声器设计时应结合应用场景，重点关注扬声器的频率响应范围、声压级、额定功率等关键技术指标，为公共广播系统的通信设计提供了设计依据。

参考文献

[1] 李振宁, 赵芃. 不同类型厂房噪声环境下的广播系统扬声器选型设计原则[J]. 智能建筑电气技术, 2017, 11(2): 28-31.
 [2] 王从科, 李娜. 公共广播系统的功放与线路选择[J]. 建筑电气, 2021(4): 38-41.
 [3] 钟恭良, 范宝元, 王恒. GB 50526-2010 公共广播系统工程技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2011.