

# 音响工程与专业音响设备

刘廷 胡璧涛 施又麟 刘玉龙 编著  
王福春 黄鹏举 主审

四川省音频工程专业委员会 审订



电子科技大学出版社

# 音响工程与专业音响设备

TN9/2.2

刘会廷 胡壁涛 施又麟 刘玉龙 编著

王有春 黄鹏举 主审

四川省声频工程专业委员会 审订

电子科技大学出版社

• 1995 •

[川]新登字 016 号

## 音响工程与专业音响设备

●刘会廷 胡登涛 施又麟 刘玉龙 编著

王有春 黄鹏举 主审

四川省声频工程专业委员会 审订

电子科技大学出版社出版发行

(成都建设北路二段四号) 邮编 610054

四川国防印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 17.125 字数 438 千字

版次 1995 年 12 月第一版 印次 1995 年 12 月第一次印刷

印数 1—10000 册

ISBN 7-81043-422-5/TN·44

定价: 18.50 元

# 序

歌舞厅、卡拉OK厅、影剧院等营业性娱乐场所，不仅离不开“音响工程”，而且“音响工程”的音响效果，更直接影响到这些娱乐场所的档次、形象和营业。虽然这些娱乐场所的老板们都想营造出一个“气吞宇宙，力撼山河，称雄四海，独霸九州”的现代音响工程，但结果却大多事与愿违或力不从心。当前，以还原或播放声音图像为主要环境气氛和重要艺术特征的娱乐场所——特别是卡拉OK厅，正如雨后春笋、三月桃花在全国城镇普遍抽芽开花。但是，令人遗憾的是，许多娱乐场所的音响效果真使人不敢“洗耳恭听”。也许本来是“高音亮丽、中音饱满、低音浑厚”的“半入江风半入云”的靓声佳韵，但一经其音响系统还原播放，竟成了“呕哑嘈杂难为听”的噪音烦响。“娱乐”变为“受罪”，“怡情养性”变为“烦躁导引”，何乐之有！

造成上述问题的原因，可能有如下几点：第一，对音响器材缺乏知识和了解，导致选型不当或失误；第二，对音响工程的系统性缺乏认识和了解，导致器材配套“乱点鸳鸯谱”；第三，设计者缺乏现代音响工程的声学或电声学理论知识与实践经验，导致工程设计不当或错误；第四，操作者对音响器材正确使用、保养和维护的基本专业知识缺乏，导致音响系统器材不能发挥应有功能效果，甚至出现不应有的故障。总之一句话：不懂“音响工程”，何来“音响系统”！

“入门既不难，深造也是办得到的。”——这句名言对学习音响工程技术也同样适用。对于一个有志者来说，只要有供其学习的书籍并勤于实践，天下没有学不会的事情。问题主要在于，适合学习者自学的有关“现代音响工程”的图书太少，致使有志者不得其门而入。可喜的是，现在这本《音响工程与专业音响设备》一书，正给有志于学习和从事“现代音响工程”的朋友，打开了一扇登其堂奥的方便之门。

本书的作者刘会廷、胡璧涛、施又麟和刘玉龙先生，均是从事音响专业工作已有二三十年历史的国内知名音响专家。他们精于音响技术和音响工程技术，不仅有深厚的理论素养，有丰富的实践经验，有丰硕的研制和设计成果，而且出版的音响专著或发表的专论亦复不少。这本《音响工程与专业音响设备》书，更是他们挟多年从事音响工程实践经验与心得体悟的精心之作。

作者在书中除重点对现代音响工程的特点与要求、各类音响设备的工作原理与性能、音响系统的组成及其相互配合与影响等，进行了深入浅出地讲解外，更从实践角度出发收集或例举了大量定型音响设备的电路资料，典型音响工程的设计和配置方案，各类音响器材的选择原则与方法，以及有关正确操作和维修音响工程设备的经验与实例。由于此书作者长期从事音响专业工作，既深于音响理论，又富于音响实践，加之文笔流畅，深入浅出，故本书是音响工程设计者、操作者和音响爱好者，都值得一读的好书。

本书在介绍有关音响设备的具体电路时，多以“湖山牌”产品为例。这非但不影响本书

的通用性，相反可能更有助于读者理解电路工作原理和触类旁通。“湖山牌”音响设备——特别是其功率放大器、调音台、均衡器等，在同类国产音响设备中颇有代表性和典型性，而且市场拥有率也相当高。生产“湖山牌”音响设备的绵阳湖山电子股份有限公司，是我国研制专业音响设备的骨干企业之一。其十多个系列的湖山牌音响产品，均以其性能优良和质量可靠而在广大用户中享有较高声誉。该公司董事长刘会廷先生，现任中国电子工业协会专业音响分会副会长、四川省电子学会声频专业委员会主任，是我国知名的音响专家之一。

鉴于对刘会廷、胡璧涛、施又麟和刘玉龙先生的学识、经验、成绩和人品的钦佩，故我不揣冒昧而为之序！

《电子报》王有春

# 目 录

## 第一章 音响工程

- 1.1 现代音响工程的特点 ..... (1)
- 1.2 音响系统 ..... (2)
- 1.3 放音场地的建声特性对音响效果的影响 ..... (4)
  - 1.3.1 舞池形状和灯光设施对声音的影响 ..... (6)
  - 1.3.2 空调噪声的处理 ..... (6)
  - 1.3.3 混响的作用 ..... (7)
  - 1.3.4 混响时间的设定 ..... (8)
  - 1.3.5 简要计算混响时间 ..... (8)
  - 1.3.6 吸声量的概念 ..... (9)
  - 1.3.7 吸声音的计算 ..... (9)
  - 1.3.8 常用的吸声材料 ..... (11)

## 第二章 常用音响设备介绍

- 2.1 调音台 ..... (14)
- 2.2 功率放大器 ..... (16)
- 2.3 专业音频信号处理设备 ..... (19)
- 2.4 扬声器系统 ..... (24)
- 2.5 音源设备 ..... (28)
- 2.6 传声器 ..... (33)

## 第三章 调音台的原理及电路

- 3.1 调音台的性能及使用方法 ..... (34)
- 3.2 调音台的电路实例 ..... (40)
  - 3.2.1 TY1201 调音台的电路及原理分析 ..... (40)
  - 3.2.2 湖山牌 TY8703 型调音台电路介绍 ..... (46)
  - 3.2.3 湖山牌 MC802、MC1002、MC1202、MC1602 调音台电路简介 ..... (52)
- 3.3 调音台的选择 ..... (56)
  - 3.3.1 湖山牌调音台的性能及功能介绍 ..... (56)
  - 3.3.2 声艺 (Sound Craft) 百宝袋调音台 ..... (59)
  - 3.3.3 奥迪 (Audio Centron) ACM-8/12/16 型调音台 ..... (62)
  - 3.3.4 调音台的选择 ..... (66)

## 第四章 功率放大器的原理及电路

- 4.1 专业功率放大器的电路原理 ..... (69)

4.2 专业功率放大器电路实例 .....	(70)
4.2.1 湖山牌 BK-I 型 2×100W 功放电路 .....	(71)
4.2.2 湖山牌 BK2×150A 功放电路 .....	(72)
4.2.3 湖山牌 BK2×100J 功放电路 .....	(75)
4.2.4 湖山牌 BK2×100JMK I 功放电路 .....	(76)
4.3 功率放大器的选择及使用 .....	(77)
4.3.1 专业功率放大器的选择 .....	(77)
4.3.2 专业功率放大器的使用注意事项 .....	(78)

## 第五章 音频信号处理设备的原理及应用

5.1 延时混响效果器与卡拉 OK 机 .....	(80)
5.1.1 延时混响效果器 .....	(80)
5.1.2 卡拉 OK 机 .....	(115)
5.2 声激励器 .....	(118)
5.3 均衡器 .....	(121)
5.3.1 均衡器的基本电路原理 .....	(121)
5.3.2 湖山牌 GE 1/3-030 型图示均衡器电路原理介绍 .....	(125)
5.3.3 湖山牌 GE 2/3-215 型图示均衡器的性能及使用 .....	(127)
5.4 移频器与移频增音机 .....	(128)
5.4.1 抑制声反馈的移频器 .....	(128)
5.4.2 湖山牌 YP-C 型移频器 .....	(130)
5.4.3 湖山牌 YP-E-3 型移频扩音机 .....	(135)
5.5 压限器与扩展器 .....	(139)
5.6 降噪器 .....	(144)
5.7 噪声门 .....	(148)
5.8 DSP 与环绕声处理器 .....	(149)
5.8.1 杜比环绕声系统 .....	(149)
5.8.2 THX 影院环绕声系统 .....	(153)
5.8.3 数码声场处理技术 .....	(155)
5.8.4 湖山 SCP-02 型数码环绕声处理器 .....	(156)
5.8.5 几种进口 AV 放大器介绍 .....	(159)
5.8.6 AV 系统的组配和杜比定向逻辑环绕声解码 IC 介绍 .....	(160)

## 第六章 扬声器系统

6.1 扬声器系统的分类与特点 .....	(163)
6.2 扬声器功率计算及扬声器与功率放大器的配接 .....	(166)
6.2.1 扬声器功率的计算 .....	(166)
6.2.2 扬声器与功率放大器的配接 .....	(167)
6.3 扬声器系统的选择 .....	(168)
6.3.1 扬声器系统的选择概述 .....	(168)
6.3.2 JBL 的专业扬声器系统 .....	(168)
6.3.3 南鲸牌专业扬声器系统介绍 .....	(179)

6.3.4	英国 CELESTION (百变龙) CR 系列专业音箱 .....	(182)
6.3.5	Community CSX 系列专业音箱 .....	(183)
6.3.6	湖山牌 D 系列音箱 .....	(184)
6.3.7	湖山牌 YX50-C2 型音箱 .....	(185)

## 第七章 音源设备

7.1	盒式磁带录音座 .....	(186)
7.1.1	盒式磁带录音座的功能介绍 .....	(186)
7.1.2	盒式磁带录音座产品介绍 .....	(189)
7.2	数码式磁带录音座 .....	(192)
7.2.1	DAT 数码式磁带录音座 (录音机) .....	(192)
7.2.2	DCC 数码盒式磁带录音座 .....	(194)
7.3	CD 唱机 .....	(195)
7.3.1	CD 唱机原理概述 .....	(195)
7.3.2	CD 唱机的选择 .....	(196)
7.4	影碟机 .....	(199)
7.4.1	影碟机的使用与维护 .....	(199)
7.4.2	影碟机的选择 .....	(200)

## 第八章 传声器

8.1	传声器的分类及工作原理 .....	(204)
8.1.1	动圈式传声器 .....	(204)
8.1.2	电容式传声器 .....	(204)
8.1.3	驻极体电容传声器 .....	(205)
8.2	传声器的主要性能 .....	(206)
8.3	传声器的选用 .....	(207)

## 第九章 音响工程设计和配置实例

9.1	音响工程配置的总体规划与设计 .....	(221)
9.1.1	扩音形式的选定 .....	(221)
9.1.2	对功率放大器输出功率的要求 .....	(222)
9.1.3	线路电平の設定 .....	(223)
9.1.4	功率放大器与扬声器系统的选定 .....	(223)
9.1.5	调音台的选定 .....	(224)
9.1.6	声频处理设备的配置 .....	(225)
9.1.7	系统中的联接问题 .....	(227)
9.1.8	乐队返听系统 .....	(228)
9.1.9	扬声器系统的安装定位 .....	(228)
9.1.10	环绕声系统 .....	(230)
9.1.11	电子分频器的应用 .....	(231)
9.2	音响工程配置实例 .....	(233)
9.2.1	歌舞厅工程配置 .....	(233)
9.2.2	卡拉 OK 厅工程配置 .....	(237)



9.2.3 影剧院音响系统 .....	(240)
<b>第十章 音响设备的维修</b>	
10.1 音响系统的故障检查 .....	(245)
10.1.1 了解故障现象及故障发生过程 .....	(245)
10.1.2 直观检查 .....	(245)
10.1.3 逐级检查 .....	(246)
10.1.4 互换检查法 .....	(247)
10.1.5 信号直通检查法 .....	(247)
10.1.6 音响系统故障检查的注意事项 .....	(248)
10.2 功率放大器的检修 .....	(248)
10.2.1 无输出故障的检修 .....	(248)
10.2.2 交流声或噪声大的检修 .....	(250)
10.2.3 声音小, 输出不足, 增益下降故障的检修 .....	(251)
10.2.4 失真故障的检修 .....	(251)
10.3 调音台的检修 .....	(252)
10.3.1 调音台直观故障的检修 .....	(252)
10.3.2 用方框图分析调音台故障 .....	(252)
10.3.3 调音台故障的进一步检查 .....	(253)
附录1 音响专业词汇英汉对照 .....	(256)
附图1 湖山BK-1 2×50B型功率放大器电原理图 .....	(258)
附图2 湖山BK-1 2×70W型功率放大器电原理图 .....	(259)
附图3 湖山BK-1 2×150W、BK-1 2×250W功率放大器电原理图 .....	(260)
附图4 湖山BK4100型功率放大器电原理图 .....	(262)
附图5a 湖山MC802、MC1002、MC1202、MC1602型调音台电原理图1 .....	(264)
附图5b 湖山MC802、MC1002、MC1202、MC1602型调音台电原理图2 .....	(265)

# 第一章 音响工程

## 1.1 现代音响工程的特点

音响工程的涉及面很宽，从录音室、电台、电视台、电影制片厂到歌舞厅、体育场馆、音乐厅文艺演出，无不与之有密切关系。

近年来随着科学技术的进步，物质文化生活水平的提高，除专业单位外，大量的专业音响器材被机关、厂矿、营业性场所及一般家庭所使用。专业音响器材的需求量大幅度上升，与之相应的经营者也日渐增多，国内也有不少国外音响设备公司的专业代理厂商，而国产专业音响器材与音响经营也有了相当的规模。

可以这样说，现代专业音响器材的生产集电子技术、计算机技术、精密加工技术、机械技术、声学技术、元器件技术、激光数字技术及化工技术等之大成。所以，其产品本身的性能就反映出生产国的综合技术水平。现代著名的专业音响设备生产公司及厂家主要集中在美国和英国，法国、瑞士也有著名的公司，而日本近年来在某些专业音响设备的生产上也达到了很高的水平。

我国的音响工业也已经起步并取得了一定的成绩，但要达到上述国家的生产水平并与之并驾齐驱，目前还有差距。

但是，就国内普通用户而言，国产的专业音响器材也相当不错，像功率放大器、音箱、普及型的调音台这些主要产品，已完全能满足普及档或中等档次的需要，特别是对广大的工矿企业和我国内地经济尚不能与沿海发达地区相比的广大用户来说，采用优质的国产器材更具现实意义。

现代音响工程在民用方面，不外乎分下面几大类：

以高档歌舞厅为代表的一类，包括歌舞厅、音乐厅、夜总会、卡拉OK厅及影剧院的文艺演出等。

以监听室为代表的一类，包括各种录音棚的调音室，电台、电视台的演播监控室，电影电视后期编辑制作的监听室等。

以车站、码头为代表的公共扩音系统，包括会场、大型餐厅、广场、体育场馆等。

以大型现场演出为代表的高质量扩音系统，包括体育场馆、广场及类似场所举行的文艺演出、流行音乐会等。

以同声传译系统为代表的高质量会议系统等。

下面分类简要介绍之。

第一类以现代歌舞厅为代表。这类场所多为综合性的多用途群众娱乐场所及影剧院。在其营业时间内，人流、噪声和来自舞池、观众的其他声音形成了比一般室内表演场所大得多的杂声。因此，要求音响设备有足够的功率，较高档次的还要求有很好的重放效果，也就是应配置专业的器材，在设计时注意供电线路应与各种灯具的调光器分开，并且因为使用乐队的原因，要配置适当的返听设备，以便让乐手和歌手能听到自己的音响，找准感觉。设有“卡拉OK”的歌厅，还要配置相应的视频系统。

第二类以监听节目质量为主，应配用高档专业的扬声器系统及房间均衡器，功率放大器的功率要能满足监听室内的声压要求。要利用房间均衡器，尽量使监听室的听音特性平直或达到某种要求（如用于电影的 ISO2969 标准）。通俗地讲，就是要使监听室的听音环境与节目以后实际重放的环境接近，才能对节目进行恰当的加工。比如要为电视片配音乐，那么监听特性应与一般家庭相近，在监听室内录制好的音乐才能在一般家庭中较好地重放。如监听室本身对高频有强吸收，录制者在监听室内感到高音不足则会提升节目的高频，那么在其他一般对高频吸收不强的环境重放时，就会感到节目声音刺耳，噪声大。所以，监听室的房间声学调整是一个重要问题。

第三类即公共扩音系统。主要用于语言扩声，因此清晰度是首要问题，当然在可能的条件下也应注意重放质量，比如餐厅背景音乐或酒店、饭店的客房音乐等。这类系统相对来说要简单一些，主要解决清晰度和电声功率的问题。

第四类是大型现场演出的音响系统。这类系统的电声功率少则几万瓦，多的达数十万瓦，在音响器材的使用上有一定特殊性，要使用大功率的扬声器系统及功率放大器；在系统的配接、器材的选用方面有一定的要求；还应注意电力线路的负荷问题。

第五类是目前常用的多语种同声传译会议系统。由于我国不断地推进开放政策，国际会议越来越多，这方面的器材也开始引起人们的注意。目前国际上先进的同声传译会议系统有两大方式，一是有线的传输方式，一是有线的红外光传输方式。这两种方式的共同特点是同步地将数种甚至十几种不同的语言进行播放，由收听者自行选择语种，用耳机收听。会议主席在控制台上可以方便地进行会议调度，使主席台上或台下的与会者能方便发言。

除了上述几个方面的应用外，音响工程的另一个特点是追求高可靠性和效率。高可靠性是所有专业音响器材都应具备的条件。效率主要是对扬声器系统而言，在这方面一定要注意不能将专业音响的表现与家用 Hi-Fi 音响器材的表现相提并论。比如说，同是一万元一对的扬声器系统，专业的声音完全可能赶不上家用的。但是专业音箱可靠性高，效率高，能连续满负荷工作，能耐日晒雨淋；而家用的在这些方面则差很多，但声音就可能优于专业音箱。所以，一定不能在专业和家用音响器材之间进行严格的比较。

在上面提及的专业音响范畴中，见得最多、市场音响器材销量最大的是第一类，即以歌舞厅为代表的娱乐场合，它包括卡拉 OK 厅、夜总会、影剧院的文艺表演、多功能餐厅等等。国内厂家生产的专业音响器材主要是为这些场合所使用的，国外进口器材的重点在目前也是偏重于这一方面，这种情况在相当长的时期内可能不会有太大的变化。

## 1.2 音响系统

音响系统包含了整个音响工程的全部设备、器材以及环境条件组成的一个完整系统。在这样一个完整的系统中，放音环境条件（如厅堂、听音室的建筑声学特性等）对放音质量的影响是极大的。但是这部分知识也是比较复杂的，它涉及到物理声学、建筑学等领域的一些专业知识，这里不便专门讨论，下一节中有专门的介绍。这里所谈的“音响系统”，只涉及音响设备及器材组成的系统。一个最基本的音响系统应包含音源设备、信号控制及处理设备、功率放大器和扬声器系统等几部份。图 1-1 所示是一种较典型的音响系统方框图。

音源设备包括了可放送已录制好的软件（如 CD 片、录音磁带等）、输出音频电信号的设备，如 CD 唱机、磁带卡座等；这里也可将传声器归入音源设备类中。传声器可将现场声音转换成电信号输出，但由于传声器的功能较特殊，与一般音源设备还有不同之处，所以后面论

述中已将传声器单独列出。镭射影碟机也可看作一种新型音源设备（实际上应为音、影源设备），广泛用于歌舞厅、卡拉OK厅和镭射电影厅中。影碟机中具有数码音频处理电路，可放出高质量的影碟片伴音和兼容放送CD唱片，输出的音频信号质量较好。近年出现的数码磁带录音机（如DAT，DCC等），既可用于高质量的现场录音，又可以放送现成的商品音乐软件（原音磁带），还可用来转录CD、LD节目作资料保存。数码式磁带录音机放音的信号质量很高，其质量与CD唱机相似，已日益在较高档的音响系统中采用。

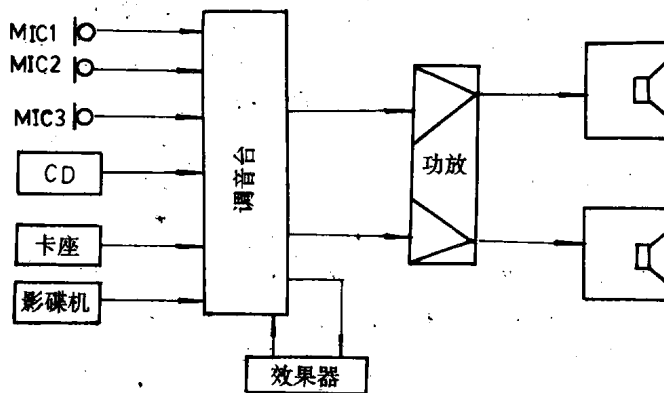


图 1-1

调音台是音响系统中用得较多的设备。调音台的功能主要是作信号混合与处理。传声器和音源设备输出的音频信号在调音台内经放大、混和、调控、处理后，输出一定电平的信号，送入功率放大器进行放大。在一些较简单的音响系统中，也可以不用调音台，而采用前置放大器代替。一般的前置放大器包括若干路音频信号输入插口和话筒输入插口。专用于卡拉OK演唱的前置放大器（即卡拉OK机）一般都具有2~3路话筒输入插口，另有多路音源输入插口（包括CD，LD，TAPE，AUX等），可控制话筒和其他音源的输入电平。有的机内还带有混响、数码变调等信号处理电路。在一些小型卡拉OK厅和卡拉OK小间中，可直接采用卡拉OK机，而不用调音台。

功率放大器可将调音台（或专用前置放大器）输出的经处理的音频电压信号放大后，输出一定功率的信号去驱动扬声器系统发声。在图1-1所示的音响系统中，若需要扩展成更大和更完美的系统，只需增加功率放大器、分音器和扬声器系统等。一般的调音台都有左、右两声道的输出端口和单声道输出端，可分别接入功放。调音台的输出阻抗一般都在600Ω以下，一般功放的输入阻抗都较高（均在10kΩ以上），因此可以并联接入若干个功放。若在调音台的输出端接入电子分音器，还可以在分音器的输出端分别接入超低音功放和主声道功放等，以便分别推动扬声器系统放音。

扬声器系统一般可按照放音场地的大小和场地的实际情况，以及音响工程的需要进行选取。这里必须说明的是，在较大型的歌舞厅、卡拉OK厅、剧场或音乐厅等专业音响工程中，必须采用专业的扬声器系统。而一般家用的扬声器箱在这些场合中是不适用的。其原因有以下几点：一是家用扬声器系统的放音频响较宽，声输出的能量较为分散，因此在较大场地中放音时显得声音松散，缺乏力度；而专业扬声器系统的放音频响相对窄一些，放音力度较好。二是家用音箱与专业音箱相比，其承受功率不足，长期承受较大功率信号时，容易烧毁。

三是家用音箱是专为家庭放音环境设计的，其动态范围相对较小，最大声压输出较低；而专业音箱动态范围宽，最大声压输出较高，可满足大场地扩音的要求。只有在一些较小型的音响系统中，如小型卡拉OK厅、卡拉OK小间等，才能采用家用扬声器系统放音。在较小放音室中，用家用音箱放音效果较好。其放音频响宽，失真小，且放音音量也不要求太大，因此也不会烧毁扬声器。

图1-1所示的音响系统中，从传声器、CD机、卡座和影碟机等音源送来的音频信号，可在调音台中放大和混合。由调音师确定选择哪一路信号输入，并调整输入信号的大小比例。在调音台中，还可以对每一路信号进行音调调整（即均衡控制）和声音效果处理。

在调音台中，对每路信号进行控制和处理后，送入到输出放大器和缓冲器。经放大和处理的信号输出后，可送入到功率放大器。在调音台中，还可接入效果器或其他信号处理设备到输出单元，使各路输入信号都能进行效果处理。也可将效果器或其他信号处理器插入到某一路输入单元中，单独对这一路输入的信号进行处理。常用的效果器包括延时混响器、激励器等。

专业功率放大器的输出功率从 $2 \times 100W \sim 1000W$ 以上，可满足不同条件的音响工程的要求。这里也需说明的是，在一般的专业音响工程中，不宜选用普通家用功率放大器。虽然一般家用功率放大器的实测性能较好，有些指标甚至还优于专业功放（如失真度，频响，信噪比，转换速率等），但家用功放大多按家庭听音环境设计的，其功率余量较低，不宜长时间工作在大功率状态下。例如，一台家用功放的正弦输出功率为 $100W$ ，实际测试时也能达到这个指标，但家用功放的功放管、散热器、电源变压器以及整流电路等均按家庭听音条件设计的。一台输出功率为 $100W$ 的家用功放，最多按 $30W \sim 50W$ 连续工作定额作设计依据，因为一般家庭中听音， $10W \sim 20W$ 平均功率输出时，响度已足够。而家用功放可输出 $100W$ 功率，是为了放送大动态节目时，短时间内不致出现功放过载、切峰而准备的。若将家用功放用在大型厅堂放音，长时间处在满负荷状态下工作，往往有的家用功放会出现过热，甚至烧毁。专业功放就不同了，输出功率 $100W$ 的专业功放，在设计时，就是按 $100W$ 连续工作设计的。所采用的功放管、散热器、电源等均按满负荷工作状态设计的，因此专业功放可以长时间满负荷工作而不致出现过热或烧毁。

上面谈到的情况也有例外，有少数家用功放的设计余量也较大。例如，由四川绵阳湖山电子公司生产的家用高保真功放BK2 $\times$ 100J和BK2 $\times$ 100JMK I型均完全按照专业功放的要求设计的。这几种家用功放采用了大型散热器、日本三肯大功率管和大型电源变压器等。因此这类家用功放也可用于专业扩音。另外，在一些小型音响工程中（如卡拉OK小间、小型卡拉OK厅中）也可以用家用功放或家用卡拉OK功放。因为在这些小型听音室中，所需平均功率不大，家用功放也可以胜任。

在图1-1所示的基本配置的基础上，可根据需要加入其他信号处理设备，如房间均衡器或参量均衡器，声效激励器，压限器，扩展器，噪声门，等等。在一些影剧院工程中，还可以接入DSP（数码声场处理器）或环绕声解码器等设备。

### 1.3 放音场地的建声特性对音响效果的影响

除专业的电影院、录音棚、剧场、音乐厅以外，国内目前很多俱乐部性质及营业性质的需要音响系统的场所，大都是利用不同的建筑物进行改建的。以歌舞厅为例，其工程一般是土建建筑公司承担，内部装修又由装修公司承担，这样就要求音响工程的设计者尽可能早地

介入此事。要在改建完成之前与有关人员取得联系，使改建施工者充分考虑到音响设计者的要求，给音响乃至灯光系统的安装创造条件。

首先要了解歌舞厅的布局，舞台在何方，舞池面积多大，是什么形状，音响与灯光控制室的安排，电气线路安装这一系列内容。

其次要施工者考虑门、窗的隔音问题，空调机的选型及安装位置等问题。

最后，要与负责装修工程的设计人员研究室内墙面粘贴、天花板、窗帘、地毯的用料质地问题。要对歌舞厅的净空高度提出要求并得到装修方面的保证，这样才能使系统的声音质量得到保证并将混响时间大致作一控制。下面仅提出几点一般施工人员往往容易忽略的而又是很重要的问题。

#### ——音响及灯光控制室问题

一些施工人员对此认识不足，或忘掉，或只给一个很小的空间让音响灯光设备挤在一起并共用一条供电线路。这会给音响工程的施工带来很大麻烦并直接影响音响系统的放声质量。

#### ——电气线路方面的问题

不仅要求音响系统和灯光系统要分别供电，还应要求提供合乎标准的地线。该地线应用铜管深埋，据实际使用经验，其接地电阻不应大于 $1\Omega$ ，应该使用地阻仪进行测量。否则将可能产生难以排除的噪声并可能使操作人员遭到电击。

#### ——歌舞厅的隔声问题

在某些城市的某些地段，城市管理当局对噪声有严格的规定；而歌舞厅的营业时间又往往延续到深夜，如隔声问题解决不了，甚至可能被禁止营业。

#### ——预留管道及孔道问题

音响设备的安装会遇到如走线、紧固、挂物等工作，现代建筑多为水泥墙面，如不预先在内部装修之前作好某些准备工作，则大的音箱等设备就不易吊挂。这类工作事先要尽可能准备充分，有备而无患。

此外，电气保险、消防及烟火探头、灭火设施、紧急疏散通道问题等也是直接影响能否被有关部门批准进行营业的关键问题之一。

#### ——辅助设施与控制室的安排

歌舞厅的形状结构无一定规范，各种因素造成了在面积大小、平面形状、内部空间结构等方面的巨大差异。所以不能沿用某种固定的模式来安排其辅助设施（如营业设施）与控制室，而要因地制宜，灵活安排，这样才能收到良好的效果。

有关的营业设施包括：舞台、舞池、吧台、包厢、酒柜、衣帽间等。控制室指音响控制室与灯光控制室。

由于是房间建筑内部的平面几何形式各不相同，对舞台、舞池、吧台、控制室的安排亦有不同的要求，这些要求应在房屋改建和装修之前根据实际情况向有关施工设计人员提出并在施工中随时监督。所有这些要求，都要遵循几个原则：

尽量避免产生驻波，室内有效的容积，其空间的长、宽、高尺寸的比例必须合适。

尽量避免产生振颤和回音，要尽可能不采用平条的墙壁。

扬声器的安装位置应尽可能左右对称，以得到好的立体声效果。

我们知道，声波会因其房间内四周墙壁的条件而在某一频率上产生共振，这样会大大降低音响系统重放的清晰度。从声学上说，这就是一种很明显的驻波现象，并且是由于房间的某一特定形状引起的。一旦由于房间的特性而产生驻波，则十分难以消除它了。显著的驻波

现象将会大大影响系统的低频特性。

当一房间的长宽高均相等时，则极有可能产生相当强烈的驻波；而当房间的三维比例为 $1:2:1.6$ 时，其自然共振频率点便可以适度地离散，并不特别地集中于某一点，故此不会产生很强的驻波。这一点是相当重要的。那么，对一个正方形的房间就应该设法利用内部装修和控制室的安排等手段改变其形状。比如，可以在对称的两边设立包厢，或是搭墙板隔掉一边，使之变成合乎要求的长方型，再利用吊顶调整房间高度。值得提出的是，为了节省能源而尽可能压低天花板高度，减少室内容积的办法是不适当的。过低的高度会使声音变差，而且使舞台专用灯具不好安放并给人造成压抑感。

当房间成为长方形时，则可将舞台及吧台分别置于长的两端，余下面积再计划安排座位及舞池。

反之，对于过长的房间，要设法隔去长端的一头，用来作控制室或吧台；另一头可先隔出演员候场室后再设舞台，则可克服房间过长的毛病。

那么，圆形的房间又怎样办呢？只要利用包厢、音控室、吧台就能将圆形的房间基本隔成一个合乎要求的房间。

至于振颤、回声等现象，则尽量注意不要在较窄长的地带使用对称平面的墙面，不要使用大面积的有光滑反射面的屏风和大型酒柜等营业设施。对包厢的隔离也应注意，要使隔墙尽量多变化，不要做成平板一块，不要使用大的腔体状器具。

### 1.3.1 舞池形状和灯光设施对声音的影响

一般认为舞池的形状与构造对舞厅的音响系统无影响，这个概念并不完全正确。当房间的形状、营业设施及控制室都设定以后，即应考虑舞池面积大小及结构问题。一般比较讲究的多用深色花岗石作舞池或用钢化玻璃作发光地板。如采用花岗石，除当舞池面积较大而跳舞者不多时要注意声音的反射外，无特别的要求。反射的影响可通过调整音箱的位置、角度来尽量减少。但当舞池为发光地板时，就应在施工中加以注意。一般发光板至少厚达 $10\text{cm}$ 以上，以便在里面装灯具。这样就形成了一个由很多小格组成的大的腔体，当舞厅内音量较大时，发光地板有可能在某些频率上产生有害的谐振。这些频率通常较低，在振动时会发出令人讨厌的声响。曾经有一个实际例子：某舞厅的主扬声系统都放在一个较结实的木架上，木架又放在作为舞池用的发光地板上，当音量较大时就会听到一种讨厌的振动声。开始怎么也找不到振动源，经多次观察分析，最后才发现是发光地板的腔体产生了振动。于是在架子与地板间垫了一层厚地毯，才使振动现象有所减少，但并未彻底根除。看来，要避免产生类似的现象，应该注意音箱位置的安放。最好采用吊挂方式较为妥当。同时，对发光地板之类的舞池也应在结构上严格要求，每块玻璃均应用避震胶水粘牢，框架应结实，地板的高度应尽量降低等等。

灯光系统对音响系统的干扰现象比较典型，通常是使用可控硅调光器时产生较明显的吱吱声，这需要在进行电气施工的时候就采取措施。最好灯光系统和音响系统由两个配电盘送电，即从用户变压器出来后就分为两路，各自有自己的零线，自成系统，这样可避免可控硅干扰。

### 1.3.2 空调噪声的处理

现代歌舞厅无一例外的都装有不同的空气调节系统，作为音响系统的设计者，除应注意空调系统用电与音响系统分开以外，还应对空调机组产生的噪声加以控制。对于附属大型酒店、饭店的舞厅，自然是使用其中央空调系统，这类型的空调机械噪声是很小的。但有的歌

舞厅使用框式空调机组，甚至将机组放在舞厅中，这就应该想法移走机组，否则噪声令人厌烦。对于紧靠舞厅墙壁安放的空调机组，其机械噪声将通过门、窗甚至墙壁传入室内，所以应加强门、窗及墙面的隔声处理。

上述问题，不仅是在歌舞厅，大多数的音响设计者都会在不同的情况下遇到，所以在俱乐部、简易录音室、夜总会、播音室的改建、装修过程中都属于应向有关部门提出的最基本的问题。只有这些问题得到解决，音响系统才能发挥出应有的设计水平。否则，价格再贵的设备，水平再高的音响也不能使系统达到高水平的扩音。

### 1.3.3 混响的作用

在这里，只讨论混响对于歌舞厅一类场所的作用，也就是从实用工程技术这一出发点来看问题。要知道，一个房间就是一个复杂的振动系统，它有一连串的简谐振动频率，如果要从学术的角度进行讨论，那是相当繁杂的。我们只能进行定性的讨论，只要求其结果有助于厅堂的音响系统能发挥出尽可能好的音响效果；而这种效果，最后往往还是由人的耳朵来评定。

如果在厅堂内，通过其音响系统以一定的功率播放出连续的声音信号，比如 1kHz 的振荡信号，那么只要扬声器一发出声音，室内的声压将十分迅速地达到一定水平。此时只要不人为地变动功率放大器的输出功率，音量是不会发生变化的。这就是一种动态的平衡，此时从扬声器中发出的声音能恰好补充室内消耗的声能。如果关闭功率放大器，声音会在一定时间内渐渐消失，其衰减是按指数曲线变化的，在线性坐标中如图 1-2 所示。

下面简单介绍一下混响的概念。已知混响时间即声音降到比原始声压低 60dB 的这一段的时间，也就是当声音降到其原始声压的千分之一所需的时间。为方便起见，把混响时间简写为  $T_{60}$ ，当用 dB 表示声压时，用对数标度则有图 1-3 所示结果。

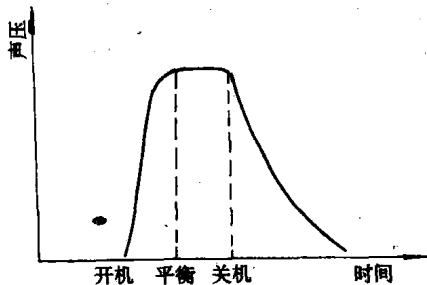


图 1-2 室内声压的建立与消失曲线

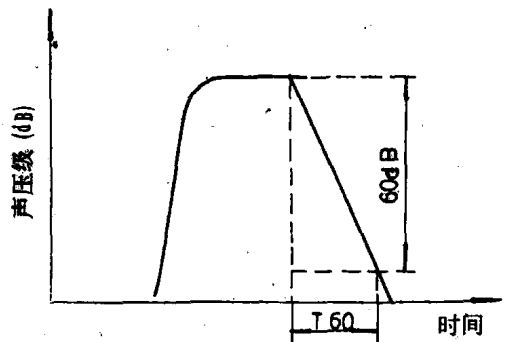


图 1-3 混响曲线

不同的厅堂有着其固有的混响时间，一般说来，混响时间过短，则声音枯燥发干；混响时间过长，声音又混淆不清，丢失大量细节。因此，不同用途的厅堂都有其相应的最佳混响时间。如歌舞厅里的混响时间合适，则能美化人声，掩盖电子乐器的本底噪声和乐器的弓弦噪声，铜管乐器的气流噪声也可得到一定的掩盖。并且能使乐音融合，增加响度和音节的连贯性。而且人们也大都习惯在有一定混响的环境下听音乐，同时演唱者也往往十分注意混响的大小是否合适。



### 1.3.4 混响时间的设定

在厅堂最后装修之前，一定要明确对混响时间的要求，也可以说是要利用室内装饰等手段将混响时间控制在一定范围内。由前人作了大量实验而得出的混响时间与语言清晰度的关系如图 1-4 所示。

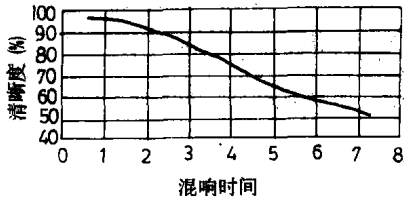


图 1-4 混响时间与语言清晰度之关系

图中表明，混响时间短，则语言清晰度高；当混响时间在 1s 左右时，其清晰度已达最高，再短则混响时间对提高清晰度也不大明显了。

语言、音乐或其他各种不同形式用途的房间对混响时间都有不同的要求，最佳混响时间的选择与人们的主观感觉有关，因人而异。前人作过大量实验，通常认为最佳的混响时间语言为 0.5~1.2s，音乐厅为 1.6~2.1s，剧院为 1.2~1.5s，室内乐为 1.4~1.6s 等。并且这些最佳混响时间还要随房间容积的大小而变化。图 1-5 给出了各类房间的中频最佳混响时间，虽然仅是对中频而言，但仍有代表意义。

根据经验，歌舞厅的混响时间应与剧院的混响时间基本相等，即 1.2~1.5s。作者在实际设计中的原则是宁可偏低，有 1.2s 的即可。因为现代的声频处理技术飞速发展，数字化电子混响器的使用越来越普遍。在感到混响时间不够时，可以通过接入音响系统的电子混响器所产生的人工混响来弥补。当然，这一时间应随着厅堂容积的大小相应增减。需要指出的是，历史上的和现代的权威在最佳混响这一问题上也总是各持己见，互不统一。就好比是一张有争议的照片得了奖，观看者也是见仁见智，无一定评，这已经不是纯技术上的问题。同样，最佳混响时间这个问题也不是纯技术问题，它涉及到个人的技术、学术水平、涉及到心理声学范畴，甚至个人的艺术修养水平。因此，大可不必在最佳混响时间是 0.8s 或是 0.9s 这类问题上花功夫了。但是，大量实践证明参照图 1-5 所示并运用上述 1.2s 的经验数据是不会把事办糟的。

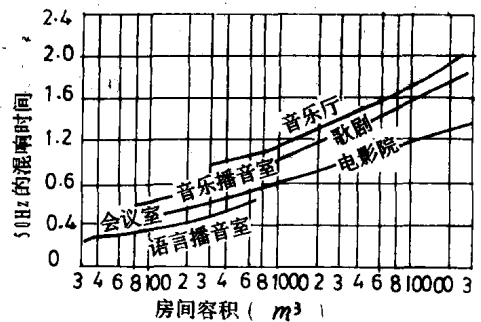


图 1-5 各类房间的中频最佳混响时间

### 1.3.5 简要计算混响时间

前面已经讲过，很多音响工程的设计都是在进行房间改建的基础上进行的，这就要求音响工程的设计者要对混响时间作出计算。这种计算应在改建完成或改建计划已不变，内部隔墙及天花板用料已定，已知具体的房间容积的情况下进行。运用这些数据求出具体的混响时间并与已设定的最佳混响时间相比较，看其差距如何。在无大出入时则可基本认可。如差距过大，则应重新调整。混响时间的简化计算公式如下：

$$T = \frac{0.16V}{\alpha_{\text{平均}}S + 4mV}$$

式中， $\alpha_{\text{平均}}$  为房间总平均吸声系数。

首先将设定的最佳混响时间  $T_{60}$  代入上式来求出  $\alpha_{\text{平均}}$ ，再用公式：