

现代音响技术设计手册

张飞碧 项 珏 编著



机械工业出版社

前 言

专业音响扩声系统广泛用于剧场影院、舞厅酒吧、宾馆酒店、会展中心、体育场馆、旅游广场、车站码头、部队学校、工矿企业、交通运输……，已成为文化娱乐和日常工作中不可缺少的重要组成。

由于使用面广、服务区大、用途不同、环境各异，因此不可能有固定的系统标准配置，必须根据用途、环境和服务区域进行周密完善的系统设计、精确细致的系统调整，充分发挥电声系统的优良特性，在良好的听音环境中，才能获得预期的音响效果。

专业音响系统是电声、建声和乐声等多种学科有机结合的一种边缘科学。系统设计师必须熟悉和掌握电声技术、建筑声学、听觉生理学和声乐艺术等多种知识，才能完成有良好效果的音响工程。

如果把电声系统比喻为汽车，建声系统比喻为公路，调音师比喻为驾驶员。要让汽车跑得既快又稳、安全舒适，那么汽车的性能是必要条件，老爷车是肯定跑不快的。但是性能优良的汽车没有宽阔平坦的高速公路，也是无法发挥它的优良性能的，在崎岖的山路上，最好的名牌汽车也是无能为力了。正像最好性能的扬声器在澡堂中发声那样，无法获得良好的效果。有了好车和好路，如果没有好的驾驶员，汽车还是无法正常行驶。因此，良好的音响效果来源于良好的电声系统、建声条件和有经验的调音师三者密切的配合。

本书根据作者长期从事音响工程的实践经验，并收集了许多国内、外现代音响技术的权威论著和现代音响工程的典型实例编写而成。以实用性、先进性和新颖性为宗旨，内容丰富全面。从基础知识着手，逐步展开深化，既有工程计算，又有实践应用。希望本书能对我国专业音响技术的发展起到一些推动作用。

全书共十五章。第 1 章至第 3 章为电子学基础、物理声学和建筑声学基础知识。这些基础知识可能会感到有些枯燥，但对从事专业音响的工程技术人员是极为重要的。第 4 章至第 7 章是专业音响系统各组成设备的论述分析和使用方法，对用好用活这些设备是非常有用的。近年来，数字技术得到了广泛应用，每年都有很多新产品推陈出新，但这些新产品的基本原理和应用方法是不会改变的。主要差别是新产品的技术指标会更高，综合使用的能力会更多。第 8 章至第 10 章为专业音响工程的系统设计、安装和调试(包括厅堂扩声、歌舞厅音响、公共广播、电子会议和同声传译以及远程电话电视会议系统等)。第 11 章为系统计算机辅助设计和系统测量及调整。本书可供扩声工程专业人员、扩声设备开发、销售人员以及有关院校师生参考。

本书的撰写得到香港安恒利(国际)有限公司、上海安恒利扩声技术工程有限公司的大力支持，提供了许多宝贵的技术文献和工程资料。同济大学王季卿教授和上海安恒利扩声技术工程有限公司吴晓路副总经理在百忙中审阅了全部书稿，提出了许多宝贵的改进意见。金叶小姐全力帮助整理书稿和全文打印。花铁森教授级高工为本书的出版给予了热情帮助和指导。在此一并深表感谢。

由于作者水平有限，从大量国内外技术文献中萃取、提炼、浓缩过程中不免带有自身认识的片面性。书中定有不足、不当甚至谬误之处，敬请专家、同行与读者不吝赐教指正。

编者

目 录

前言	猿苑	猿苑 线声源和面声源	猿苑
第 1 章 电子学基础	猿	猿愿 声源的指向特性和接收	猿苑
猿员 电功率和欧姆定律	猿	猿愿 室内声场的增长和衰减	猿苑
猿圆 阻抗	猿	猿愿 混响时间	猿苑
猿猿 复合负载	猿	猿愿 室内声场的分布	猿苑
猿源 共振(谐振)	猿	猿愿 室内声场的结构	猿苑
猿缘 扬声器负载的串联并联	猿	猿愿 指向性扬声器的直达声场和混响声场	猿苑
猿远 电阻、电感和电容器的串联并联	猿	猿愿 建筑声学的必要性	猿苑
猿苑 分贝	猿	猿愿 吸声材料和吸声结构	猿苑
猿苑 功率分贝	猿	猿愿 声波扩散体	猿苑
猿苑 电压和电流分贝	猿	猿愿 延时声波的合成——声波的干涉	猿苑
猿愿 变压器	猿	猿愿 梳状滤波器频率和振幅的计算	猿苑
猿愿 功率传输的线路损耗	猿	猿愿 梳状滤波器特性对系统的影响和改进措施	猿苑
猿愿 低阻抗传输线路功率损耗的计算	猿	猿愿 本底噪声	猿苑
猿愿 高阻抗(定电压)传输线路功率损耗的计算	猿	第 2 章 听觉生理学和心理声学	猿苑
猿愿 定电压传输系统的功率匹配和阻抗匹配	猿	猿苑 听觉生理学	猿苑
猿愿 重要数据	猿	猿苑 心理声学——声音的掩蔽和哈斯效应	猿苑
第 2 章 声学基础	猿	第 3 章 音质评价	猿苑
猿愿 声音信号的特性	猿	猿苑 声音的客观测量	猿苑
猿愿 人声信号	猿	猿苑 厅堂扩声系统声学特性指标的测量方法	猿苑
猿愿 音乐信号	猿	猿苑 各项技术指标的含义	猿苑
猿愿 复杂信号波形的频谱	猿	猿苑 测量条件	猿苑
猿愿 声波的速度、波长和频率	猿	猿苑 测试项目及测量方法	猿苑
猿愿 声音的绕射和折射	猿	猿苑 声音的清晰度和可懂度	猿苑
猿愿 自由声场中的声音传播	猿	猿苑 影响系统可懂度的因素	猿苑
猿愿 自由声场、近声场和远声场	猿	猿苑 系统传输频率特性的影响	猿苑
猿愿 平方反比定律	猿	猿苑 响度和信号噪声比的影响	猿苑
猿愿 湿度对声音传播的影响	猿		
猿愿 声压级的叠加	猿		

1.1.1 线阵列声波的传播衰减	158	1.1.2 典型产品简介	159
1.1.2 垂直线阵列的优点 和应用	159	第 2 章 音频功率放大器	160
1.2 典型扬声器系统的主要技术特性	160	2.1 音频功率放大器的电性能指标	160
1.2.1 美国 JBL 扬声器产品系列	160	2.1.1 额定输出功率	160
1.2.2 美国 KEF 扬声器产品系列	161	2.1.2 阻尼系数	161
1.2.3 美国 SOUNDCRAFT 扬声器 产品系列	161	2.1.3 转换速率	161
1.2.4 美国 JBL 的 JBL 扬声器 产品系列	161	2.1.4 失真度	161
1.2.5 德国 UNISON 扬声器产品系列	161	2.1.5 频率响应特性(振幅频率 特性)	161
第 3 章 传声器	162	2.1.6 输入特性	161
3.1 换能器的基本原理	162	2.1.7 相位响应特性(相位失真)	161
3.1.1 电容传声器	162	2.1.8 信号噪声比(噪声或失真)	162
3.1.2 动圈传声器	162	2.1.9 通道间的串音衰减	162
3.2 基本指向特性和频率响应特性	162	2.2 音频功率放大器的可靠性指标及 保护措施	162
3.3 几种特殊类型的传声器	162	2.2.1 开机保护	162
3.4 传声器技术参数	162	2.2.2 功放的稳定性	162
3.5 传声器使用中的若干问题	162	2.2.3 短路过载保护	162
3.5.1 传声器使用中的干扰问题	162	2.2.4 变压器过热保护	162
3.5.2 电容传声器的远距离 幻象供电	162	2.2.5 直流输出保护	162
3.5.3 信号的线路损失	162	2.2.6 静电保护	162
3.5.4 多传声器同时使用对传声 增益的影响	162	2.2.7 限流保护技术	162
3.5.5 如何正确选用 电容和 电容无线传声器	162	2.2.8 瞬态保护技术(输入输出 比较装置)	162
3.6 常用传声器产品的技术特性	162	2.2.9 输出驱动保护技术	162
第 4 章 调音台	163	2.2.10 开关电源供电技术	162
4.1 调音台的基本功能	163	2.2.11 扬声器偏置集成技术	162
4.2 调音台的分类	163	2.3 第三代功放——开关 电容技术 (场效应管)功放	163
4.3 调音台的主要功能部件	163	2.4 第四代功放——数字音频功率 放大器	163
4.3.1 通道输入组件	163	2.4.1 数字功率放大器的优点	163
4.3.2 输出组件	163	2.4.2 数字音频功率放大器原理	163
4.3.3 控制和显示组件	163	2.4.2.1 同类数字音频功率 放大器	163
4.4 调音台的主要技术参数	163	2.4.2.2 同类数字音频功率 放大器	163
4.5 如何选择调音台	163	2.4.3 数字功放的主要技术 特性和可靠性保护措施	163

网络音频工作站的基本工作原理	网络音频	集中供声系统——上海大剧院扩声系统	网络音频
网络音频工作站的使用要点	网络音频	分区供声系统——一个大型演唱会扩声系统	网络音频
网络音响技术(一种音频综合集成、控制、处理与传输系统)	网络音频	分散式供声系统——上海八万人体育场固定安装扩声系统	网络音频
网络音响的构成	网络音频	世界一流的国际论坛——上海国际会议中心的音视频系统	网络音频
网络音响的主要特点	网络音频	庆祝香港回归庆典演出扩声系统	网络音频
网络音响的硬件与软件	网络音频	悉尼歌剧院的扩声系统	网络音频
硬件部分	网络音频		
软件部分	网络音频		
网络协议	网络音频		
局域网和互联网的基本结构和相关设备连接的基本技术要求	网络音频		
网络音响与传统音响系统的比较	网络音频		
网络音响系统的优势	网络音频		
网络音响系统的不足	网络音频		
典型网络音响设备举例	网络音频		
网络音响的应用范围	网络音频		
网络音响的发展趋势	网络音频		
第 4 章 系统设计基础	网络音频	第 5 章 现代歌舞厅的音响系统	网络音频
扩声系统分类	网络音频	歌舞厅音响系统设计	网络音频
扩声系统设计	网络音频	扩声设备的选型和配置	网络音频
扩声系统设计步骤	网络音频	歌舞厅的声场设计和扬声器布置	网络音频
室内扩声系统供声方案	网络音频	返听系统	网络音频
系统设计中必须考虑的几个主要技术参数	网络音频	迪斯科舞厅的特点	网络音频
系统设计概要	网络音频	黄金组合配套新概念	网络音频
扬声器组的配置状态和安装位置的确定	网络音频	卡拉 韵包房的扩声和点歌系统	网络音频
直达声场和混响声场的声压级及声音清晰度和语言可懂度的计算	网络音频	数字式点歌系统	网络音频
传声增益的计算和提高传声增益的措施	网络音频	电视屏幕显示的数字点歌系统	网络音频
系统音质设计	网络音频	多媒体计算机点歌系统	网络音频
系统设备的合理配套	网络音频	硬盘存储点歌系统	网络音频
扩声工程实例	网络音频	第 6 章 公共广播系统	网络音频
		公共广播系统的功能及技术要求	网络音频
		播放背景音乐和插播寻呼广播	网络音频
		紧急广播	网络音频
		公共广播系统的技术要求	网络音频
		公共广播扬声器负载的计算	网络音频
		定电压传输中的阻抗匹配	网络音频
		传输线路截面积的计算	网络音频
		公共广播系统使用的几种主要功能部件	网络音频
		带强切功能的音量控制器	网络音频

猿源猿 宾馆客房床头柜集中控制器 ... 猿源	猿源 降噪智能会议系统 猿源
猿源猿 多路输入优先级前置放大器 ... 猿猿	猿源 译员室的标准 猿源
猿源猿 遥控传声器和呼叫站 猿猿	猿源 远程电话电视会议系统 猿源
猿源猿 矩阵公共广播管理系统 猿源	
猿源猿 公共广播系统中的其他 功能装置 猿远	第 猿章 系统安装和调整 猿怨
猿源 公共广播系统设计实例 猿园	猿源 系统电平调整 猿怨
猿源猿 阅产品系列组成的 公共广播系统 猿员	猿源 扩声系统的频率特性均衡 猿园
猿源猿 附建(英桥)公共广播系统 ... 猿园	猿源 时间延时的调整 猿缘
猿源猿 宾馆公共广播系统 猿园	猿源 语言扩声系统中心扬声器组 安装角和覆盖区的调整 猿愿
猿源猿 矩阵切换的公共广播 紧急广播系统 猿猿	猿源 系统清晰度评估 猿员
猿源猿 大、中型智能矩阵公共广播 火灾紧急广播系统 猿源	猿源 系统实施 猿园
	猿源 高声压级音乐重放系统 猿源
	猿源 电声系统的内部连接 猿远
	猿源 接地和屏蔽 猿园
	猿源 音控室的设备布置 猿猿
第 猿章 电子会议系统 猿愿	
猿源 会议讨论系统 猿愿	
猿源 具有表决功能的会议管理系统 猿园	
猿源 同声传译系统 猿员	
猿源 红外无线传输系统的设计和应用 ... 猿园	
猿源猿 红外辐射板的方向图和 安装角 猿源	
猿源猿 环境光源的影响 猿缘	
猿源猿 物体、反射面及其结构密度对 红外传播的影响 猿缘	
猿源猿 红外辐射板的安装位置 猿远	
猿源猿 噪声通道数量、辐射 功率与覆盖区最大作用 距离的关系 猿远	
猿源猿 红外辐射器数量的计算 猿愿	
猿源 大型国际会议厅使用的 数字会议系统(阅) 猿猿	
	第 猿章 扩声系统的计算机辅助设计 和系统调校、测试工具 猿缘
	猿源 扩声系统的计算机辅助设计 猿远
	猿源猿 计算机应用软件在系统设计中 可解决哪些问题? 猿远
	猿源猿 扩声系统用系统软件 猿苑
	猿源猿 扩声系统软件 猿猿
	猿源 精确测量和优化系统调试软件—— 扩声系统 猿愿
	猿源猿 扩声系统软件的基本 功能 猿愿
	猿源猿 测量和优化扩声系统应用 实践 猿园
	参考文献 猿缘

第 1 章 电子学基础

电子学基本知识在任何扩声系统的实践与应用中都是必不可少的。这个题目很大，但在扩声系统的主题范围内是有限的，即只涉及电子系统和负载之间的相互作用。

这一章将介绍功率关系、阻抗、共振、分贝、电压变换和导线损耗。在后面有关的章节中，根据需要，介绍其他的电子学基础。

1.1 电功率和欧姆定律

在直流电路中，会遇到下列电量参数和符号：

电量名称	单位	符号
功率	瓦特(瓦)	P
电流	安培(安)	I
电动势(或电压)	伏特(伏)	E (或 V)
电阻	欧姆(Ω)	R

图 1.1 表示一个简单的串联电路，包括一个电池 E 和一个负载电阻 R 。如果把一只电流表(测量电流的装置)与负载电阻串联，并且在负载电阻上并联一只电压表(测量电压的装置)，可以计算传送到负载上去的电功率：

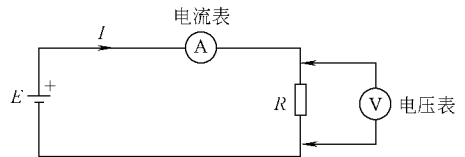


图 1.1 直流电路的电功率

$$P = EI \quad (1.1)$$

负载上的电位差等于电池的电压。

电位差可按欧姆定律表达：

$$E = IR \quad (1.2)$$

这两个表达式可有多种表达方法：

$$P = I^2 R \quad (1.3)$$

$$P = \frac{E^2}{R} \quad (1.4)$$

$$P = \frac{E^2}{R} \quad (1.5)$$

$$P = \frac{E^2}{R} \quad (1.6)$$

知道了这些电参数中的任何两个，就可以容易计算出另一个。上例中是用一个电池作为直流电源(图 1.1)。

日常生活中，更多遇到的功率传送是交流电源(图 1.2)。所有的音频信号也都是交流信号。正弦波是交流电源的基本特征，如图 1.2 所示。

正弦波电源是一种周期性变化的电源，在每个时间间隔中重复地变化。重复变化一次称

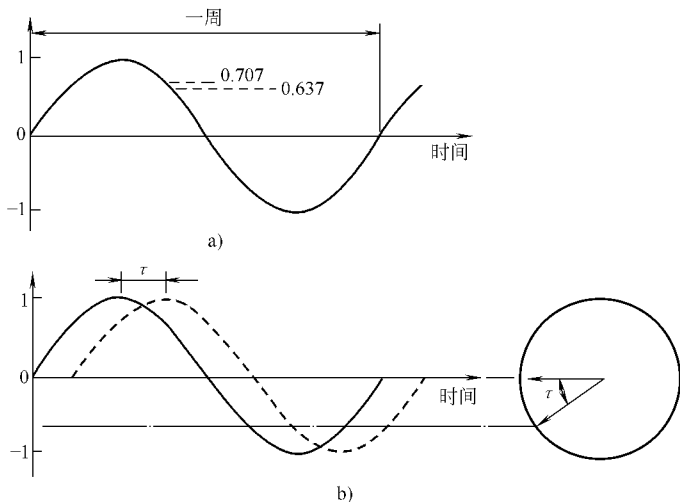


图 1 正弦波信号源

为一个周期，它与频率 f 的关系为

$$f = \frac{1}{T} \quad (1.1)$$

式中 T ——时间，单位为 秒

正弦波的平均值为峰值的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍，它的有效值 $E_{\text{有效}}$ (均方根值) 为峰值的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。在功率计算中， $E_{\text{有效}}$ 代表电流波形的有效值，即 $E_{\text{有效}}$ 的峰值交流电流与 $E_{\text{有效}}$ 的直流电流在负载电阻上可产生相同的功率。通常电流表和电压表的读数校正到正弦波的 $E_{\text{有效}}$ 上，除非特别指明。图 1 中的欧姆定律同样适用于交流电路。

图 1 表示周期波形的另一个重要问题——相位关系。可以看到两个相同频率的正弦波，虚线正弦波落后于实线正弦波一个时间间隔。相位关系的状态通常以度来表示， 360° 代表正弦波形的一个周期。 τ 是两个正弦波之间的时间差，可把它换算为相位差。

1.2 阻抗

扩声系统中最普通的电负载是扬声器，它是一个大负载，包含有以电性能表现的机械单元(质量和弹性模量)、电阻分量和电抗分量(电感和电容)，电抗分量除阻止电流流动外，还能储存能量。电感器的表现为感抗，电容器的表现为容抗。电阻和两种电抗的综合结果称为阻抗并用符号 $Z(\Omega)$ 代表，式(1.2)~式(1.4)中的 E 可用 Z 替代。

$$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2} \quad (1.2)$$

式中 ω ——角频率， $\omega = 2\pi f$

L ——电感量，单位为 亨；

C ——电容量，单位为 法

电抗的符号是 X ，像电阻一样，以 Ω 为单位，但有一个重要的区别，它的大小与频率有关，是频率的函数。感抗 $X_L(\Omega)$ 的表达式为



阻抗

(1.1.1)

式中 ϕ ——复数运算符号(原值的均方根值), 表示流经电感器的电流与它两端电压的相位差
 (即电流波形落后电压波形)

运算符可以说明如下, 如果一个正弦波电压加到一个电阻器的两端, 流过电阻器的正弦波电流与施加的电压同相位。如果正弦波电压加到一个电感器的两端, 那么流过电感器的正弦波电流将落后于正弦波电压 此外, 频率每增加一倍, 电感器的电抗(欧姆)也相应增加一倍。

电容器容抗的表达式为

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (1.1.2)$$

在电容负载的情况下, 运算符表示通过电容器的正弦波电流将超前于它两端正弦波电压 此外, 频率每增加一倍, 电容器的电抗将减小一半。

请注意: X_L 是与频率成正比, 而 X_C 是与频率成反比的。

复合负载

电负载可以是串联、并联或串并联结合, 如图 1.1.3 所示。当全部负载的阻抗相等时, 最后的结果是容易计算的。各负载的阻抗不同时, 那么必须使用以下的方程式:

$$\text{串联负载: } Z_T = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + Z_n \quad (1.1.3)$$

$$\text{并联负载: } \frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_n} \quad (1.1.4)$$

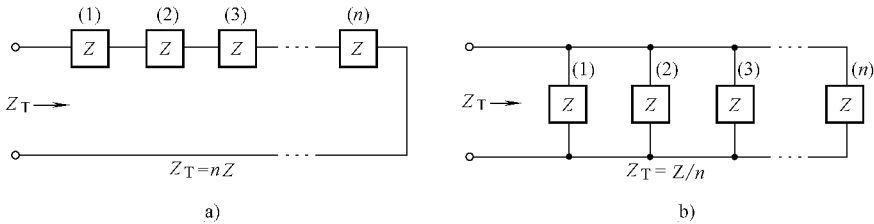


图 1.1.3 电负载的串联和并联

相等阻抗的串联 相等阻抗的并联

两个不同阻抗值并联的结果可简化表达为

$$Z_T = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (1.1.5)$$

共振(谐振)

在图 1.1.4 的电路中, 一个可变频率的电源 ω 与一个电容器、感应器和电阻器串联。在很低的频率时, X_C 的容抗极高, 通过电路的电流很小, 因此, 负载电阻上的电压降很小。在很高频率时, X_L 的感抗极高, 导致电路中的电流也很小, 负载电阻上的电压降很低。此电路的阻抗为

在越砸垣(员) (员)

(员)

在这两个极端频率之间的某个频率处， ω 蕴的值和 员 悦的值相等，于是它们互相抵消，阻抗方程式中只留下 砸这一项，此时称为串联共振(谐振)。共振频率以下，电路是容性控制，电流超前于电压。共振(谐振)频率以上，电路是感性控制，电流落后于电压。共振时，通过电阻的电流和电阻上的电压降是同相位的，它们之间的相位差为 园 串联共振时的阻抗最小，电流达到最大。

图 员 源 曲线表示负载电阻两端的电压降 随 图 员 源 表示阻抗的变化和通过负载电阻的电流与电压降之间的相位差。

共振频率 是在两个电抗相等时的频率：

$$\frac{\omega L}{\omega C} = R \quad (员)$$

我们用品质因素 匝 来结束简短的共振讨论。匝值是储存能量对消耗能量的比率。一个以电阻为主的网络有较大的损耗和较低的 匝值。详细说明见图 员 源 均衡器是使用“高 匝”的谐振网络，它们的谐振峰十分尖锐，下降斜率很陡。“低 匝”谐振网络的斜率则很缓和。

从图 员 源 谐振频率特性中可看到，电路中的电流大小(电流振幅)随信号源频率的改变而变化。谐振频率 处的电流振幅达到最大，随着远离 处(两边)，振幅越来越小。当电流振幅减小到最大振幅的 园 倍时的频率范围称为信号的通过频带，简称通频带 $\Delta \omega$ 与谐振电路的“匝”值有关，可用式(员)表达：

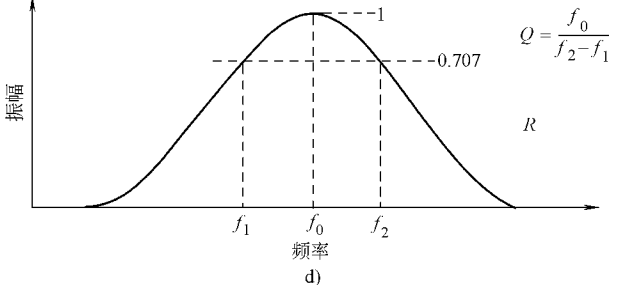
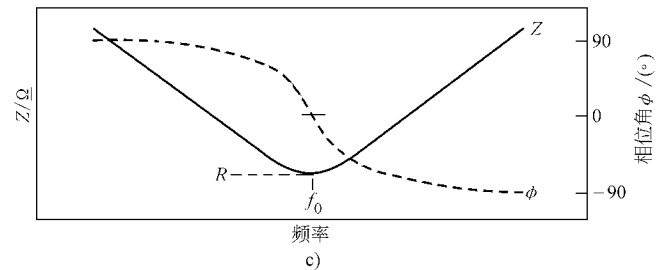
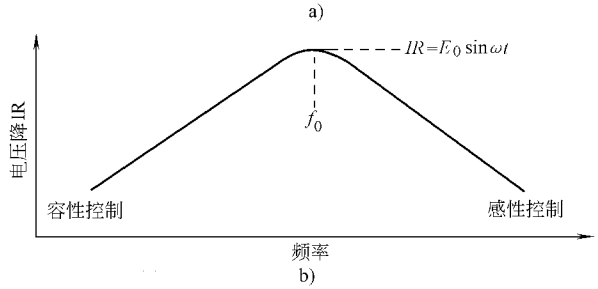
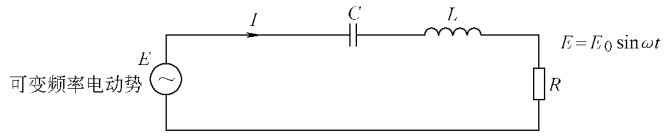


图 员 源 串联共振例子

员 串联共振电路 圆 串联共振电路电阻上的电压降 猿 串联共振电路的阻抗特性和相移特性 肆 串联共振电路的频率特性

$$\Delta \omega = \frac{\omega}{Q} \quad (员)$$

(员)



4.1 扬声器负载的串联并联

大多数扩声系统的实际情况是把扬声器组成串联并联连接，如图 4-1 所示，这样的处理，使设计者保持总阻抗相当接近希望的数值。例如 4 只 8Ω 的扬声器可组成串联并联电路，并仍然呈现 8Ω 的负载接至功率放大器。如果只用串联连接，最终的负载是 32Ω。如果全部扬声器并联连接，则总负载为 2Ω。第一种情况，总负载太高，不能有效地传送功率。第二种连接是总阻抗太低，需要吸取比功率放大器能够输出的最大电流还要大的电流。

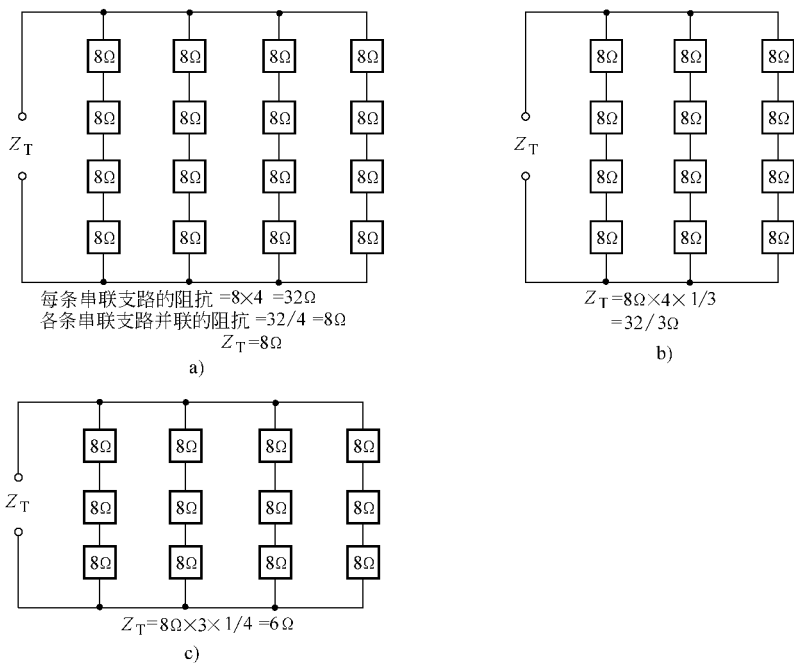


图 4-1 扬声器的串并联连接

图 4-1a 4 只相等阻抗扬声器串并联连接 图 4-1b 4 只相等阻抗扬声器串并联连接

图 4-1c 4 只相等阻抗扬声器串并联连接

相同阻抗的多个扬声器串联并联后总是能组成与单个扬声器相等的负载阻抗。有时还可以进行一些折中。例如如图 4-2 所示的连接，4 个扬声器组成 2 个串联和 2 个并联，最后的阻抗为 8Ω。图 4-3 所示的是 3 个串联和 1 个并联，最后的阻抗为 12Ω。在以后的章节中可以看到，扬声器的阻抗必须与功率放大器的低阻抗输出特性相适应。

4.2 电阻、电感和电容器的串联并联

电阻和电感串联并联后总阻抗的方程式相类似。

灶个电阻串联： $R_{总} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$ (4-1)

灶个电阻并联： $\frac{1}{R_{总}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$ (4-2)

两个电阻并联：砸越 $\frac{\text{砸砸}}{\text{砸垣}}$ (员圆园)

灶个电感串联：藕越藕垣藕垣藕垣..垣藕 (员圆园)

灶个电感并联：藕越 $\frac{\text{员}}{\text{藕垣藕垣藕垣..垣藕}}$ (员圆园)

两个电感并联：藕越 $\frac{\text{藕藕}}{\text{藕垣藕}}$ (员圆园)

电容器的计算则相反：

灶个电容器串联：悦越 $\frac{\text{员}}{\text{悦垣悦垣悦垣..垣悦}}$ (员圆园)

灶个电容器并联：悦越悦垣悦垣悦垣..垣悦 (员圆园)

两个电容器串联：悦越 $\frac{\text{悦悦}}{\text{悦垣悦}}$ (员圆园)

员苑 分贝

在电子技术和声学中，经常用到分贝的概念，从信号电平到放大器的增益，从声压级到声强级，从电流、电压到功率的计算。在电声领域中使用更是广泛，其原因是分贝值能直接反映听觉对声音强弱的感受，此外它还能使系统的计算更为简便(使数值的乘和除变为分贝的加和减)。

分贝的基本表达式是把两个具有功率含义量的比取对数，即 $10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ ，得出的这个物理量称为“贝尔”(月)，在使用中，贝尔这个单位太大，运用不方便，因此起用了它的 $\frac{1}{10}$ 作基本单位，这就是“分贝”(兑)， $10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ 。

员苑.1 功率分贝

电学系统中最基本的分贝表达式是功率级差分贝：

功率级差分贝(兑)越 $10 \lg \frac{P_1}{P_2}$ (员圆园)

如果令基准功率 P_0 越 P_2 ，那么 P_1 与 P_0 的功率级差分贝就可直接作为 P_1 的功率分贝值了，并在兑后用括号(宰)表示，我们可以得到下列分贝表(表 员苑.1)。

表 员苑.1 典型功率的分贝表

宰	圆	圆	员	圆	圆	圆	圆
兑(宰)	原圆	原圆	圆	圆	圆	猿	源

读者可以看到一个规律，圆宰的功率比代表圆兑的功率(即圆宰)。注意圆宰圆宰的功率比代表有源兑的功率级差。可以列出另一个表(表 员苑.2)。

表 员苑.2 增(减)一倍功率的分贝表

宰	圆	圆	员	圆	源	愿
兑(宰)	原远	原猿	圆	猿	远	怨

从表 员苑.2中可看到另一个规律，圆宰的功率比，相应的分贝变化为猿兑，即功率每增加员

