

建筑电气工程师技术丛书

建筑广播电视系统

芮静康 主编

JIANZHUGUANGBO
DIANSHI
XITONG

中国建筑工业出版社

建筑电气工程师技术丛书

建筑广播电视系统

芮静康 主 编

田慧君 张燕杰 谭炳华 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑广播电视系统/芮静康主编. --北京: 中国建筑工业出版社, 2006

(建筑电气工程师技术丛书)

ISBN 7-112-08756-2

I. 建... II. 芮... III. 智能建筑-电视广播系统 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 095428 号

建筑电气工程师技术丛书

建筑广播电视系统

芮静康 主 编

田慧君 张燕杰 谭炳华 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 6 字数: 170 千字

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 13.00 元

ISBN 7-112-08756-2

(15420)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

广播电视系统是智能建筑的重要组成部分。本书对此作了全面、系统的介绍，实用性强。

本书内容包括：建筑有线广播系统、建筑有线电视系统、同轴电缆和光纤传输系统、建筑卫星电视与有线电视系统的施工等四大部分。图文并茂、通俗易懂、既有理论，又有实践。

本书可供宾馆、饭店、现代楼宇的工程技术人员、工矿企业的电气技术人员阅读，也可供有关大专院校师生教学参考。

* * *

责任编辑：刘 江 刘婷婷

责任设计：董建平

责任校对：张树梅 张 虹

编 审 委 员 会

主 任：芮静康
副 主 任：张燕杰 余发山 王福忠
委 员：曾慎聪 路云坡 周铁英
周德铭 刘 俊 车振兰
周玉凤 王 梅 汪志良
杨晓玲

主 编：芮静康
副 主 编：田慧君 张燕杰 谭炳华
作 者：芮静康 田慧君 张燕杰
余发山 王福忠 王海星
陈晓峰 屠姝姝 陈 洁
吴 冰 郑 征 高 岩
刘学俭 王 梅 杨 静
杨晓玲 谭炳华

前 言

随着国民经济的发展、智能建筑大量兴起，广泛应用新技术、新设备和新材料。建筑广播、电视系统是智能建筑的重要组成部分，也是工矿、企、事业单位必不可少的设备。我国的广播、电视事业发展飞速，其技术上的进步也非常巨大，光纤传输技术、数字电视得到了广泛的应用，在智能建筑中的广播、电视系统还有其自身的特点。

本书内容，第一章建筑有线广播系统，介绍了广播基本知识、广播设备和建筑广播系统的施工；第二章建筑有线电视系统，介绍了有线电视的组成、特点，有线电视设备；第三章同轴电缆和光纤传输系统，对同轴电缆及其网络，光纤、光缆及其传输系统作了详细介绍；第四章建筑卫星电视与有线电视系统的施工，重点介绍了施工要求和要点，卫星电视天线的安装、机房的施工，以及有线电视系统的安装和施工，实用性强，可供从事广播、电视系统的工程技术人员设计、选型、安装、调试、运行、维护时参照阅读和运用。

本书由芮静康任编审委员会主任，并兼任主编；由张燕杰、余发山、王福忠任副主任；由田慧君、张燕杰、谭炳华任副主编，其他委员和作者详见编审委员会名单。

由于作者水平有限，错漏之处在所难免，敬请广大读者和专业同仁批评指正。

目 录

第一章 建筑有线广播系统	1
第一节 广播的基本概念	1
一、声音的产生和传播	1
二、立体声	2
三、调幅广播和调频广播	3
第二节 广播设备	6
一、扬声器	6
二、扩音机	14
第三节 建筑广播系统的施工	48
一、建筑广播系统的要求	48
二、扬声器的布置和线路敷设	50
三、有线广播控制室	51
四、广播系统与消防系统的连接	52
第二章 建筑有线电视系统	60
第一节 概述	60
一、有线电视系统的组成	60
二、现代有线电视系统的特点	61
三、电视频道	63
四、残留边带波传送	66
第二节 有线电视设备	67
一、分配器、分支器和混合器	67
二、线路放大器和光放大器	82
三、调制器	89
四、机顶盒	94
五、卫星电视设备	95
第三章 同轴电缆和光纤传输系统	111
第一节 同轴电缆传输系统	111

一、同轴电缆	111
二、放大器的选择	116
三、同轴电缆网络的选择	120
第二节 光纤传输系统	127
一、激光与激光器	127
二、光纤	130
三、光缆	132
四、光信号的副载波强度调制	134
五、光发射机和光接收机	136
六、光纤传输系统	140
第四章 建筑卫星电视与有线电视系统的施工	146
第一节 施工质量要求和施工要点	146
一、施工质量要求	146
二、施工要点	149
第二节 卫星电视与有线电视系统的施工	152
一、卫星电视天线的安装和施工	153
二、卫星电视接收系统机房的安装和施工	170
三、有线电视系统的安装和施工	175
参考文献	183

第一章 建筑有线广播系统

第一节 广播的基本概念

一、声音的产生和传播

当喇叭纸盒振动时，使邻近的空气紧密或稀疏，这紧密和稀疏很快从一个空气层传到另一个空气层，空气振动形成的疏密状态很快地传播出去。当传到人们的耳朵里，使耳朵的鼓膜也振动起来，因而听到了声音。声音有反射的现象称为“声波的反射”，由于反射的回声作用，还会引起“混响”。

1. 声音的频率

声音的频率是一个重要的参数，它决定了声音的音调。人耳的听觉范围在 $20 \sim 20000\text{Hz}$ 的频段内，声音的频率越高，音调越高；频率越低，音调越低。习惯上将 $20 \sim 40\text{Hz}$ 之间的频率称超低音， $50 \sim 100\text{Hz}$ 的频率称为低音， $200 \sim 500\text{Hz}$ 的频率称为中低音， $1000 \sim 5000\text{Hz}$ 的频率称为中高音， $10000 \sim 20000\text{Hz}$ 的频率称为高音。

2. 声压和声压级

当声波在介质中传播时，媒体的各部分产生压缩与膨胀的周期性变化。压缩时压强增加，膨胀时压强减少，变化部分的压强，即总压强与静压强的差值称为声压，声强的强弱只与瞬时声压有关，声压随时间变化。常用瞬时声压、峰值声压和有效声压来描写声波的特性，瞬时声压是瞬时总压强与大气压之差；峰值声压为某一时间间隔内的最大瞬时声压，有效声压是声压的均方

根值，常把有效声压简称为声压，用 P 表示，单位是帕 (Pa)

$$P = \rho \cdot C \cdot v$$

式中 ρ ——媒质密度；
 C ——声波的传播速度；
 v ——质点运动速度；
 ρC ——又称声阻率。

由此可以看出，声压 P 和质点运动速度 v 成正比。

韦伯定律指出：人耳对声音强弱的听觉，与声压的对数成正比，在实际应用中，声压常以声压级表示，即

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

式中 L_p ——声压级；
 P ——声压 (Pa)；
 P_0 ——参考基准声压 ($P_0 = 0.00002 \text{ Pa}$)。

3. 声功率、声强

(1) 声功率

单位时间内向外辐射的总声能称为声功率，单位为瓦 (W)。

(2) 声强

单位时间内通过与指定方向垂直的媒质单位面积的声能量称为声强，用 I 表示。

4. 声级

指定的时间计权和频繁计权所测得的某一给定声压的分贝数，称为声级。用 A 计权网络测得的声压级为 A 声级，放声系统中的本底噪声用 A 声级表示。

5. 声音的传播特性

声音的传播特性有：声速、衰减特性、反射与绕射、声波的吸收、声波的干涉等。

二、立体声

我们聆听到层次分明、具有方位感和深度感的声音效果，就

是通常所说的立体声。这是由于人的双耳具有听觉定位的能力，进而能判断声源位置的缘故。

声音可以由声波传到人的两耳时所具有的声级差、相位差、音色差来区别，声级差、相位差、音色差是听觉定位的三大要素。通常，随着声音频率的升高，双耳产生的相位差也随之增加。声波在双耳间产生的相位差，可以作为低频和中频定位的重要依据，声级差可以作为高频定位的主要依据。适当改变两个扬声器之间的声音差异，就能获得需要的声象位置，这就为声音的立体声重放创造了条件，现代双声道立体声重放技术就是根据这一原理发展起来的。

双声道立体声系统的拾声方法，有 AB 制、XY 制、MS 制、假人头制、多传声器制等。立体声广播制式有频率分割制、时间分割制和方向分割制。导频制立体声解调电路根据其原理的不同，有矩阵式解调电路，时间分隔式解调电路（或称开关式）等形式。

导频制立体声复合信号的频谱可表示为

$$u = (L+R) + (L-R)\cos\omega_s t + P\cos\frac{\omega_s}{2}t$$

式中 ω_s ——副载波角频率；

P ——导频信号幅值；

$\omega_s/2$ ——导频信号角频率。

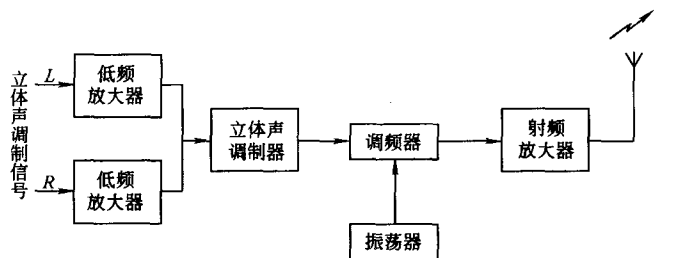
由上式可以看出，立体声信号由三部分组成：

- ① 左、右信号的和信号；
- ② 左、右信号的差信号；
- ③ 19kHz 的导频信号。

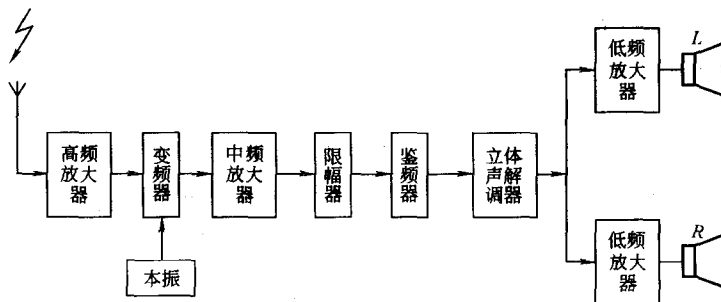
调频立体声广播的发射机和接收机框图，见图 1-1。

三、调幅广播和调频广播

调制过程可以按照图像或者声音信号的变化来改变高频电流



(a)



(b)

图 1-1 调频立体声广播发射机和接收机框图

(a) 发射机; (b) 接收机

的幅度、频率或相角，分别叫做调幅、调频和调相。

1. 调频

高频载波的波形，见图 1-2。

图像和声音的低频信号波形，见图 1-3。

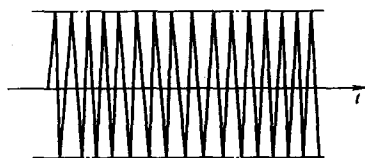


图 1-2 高频载波的波形

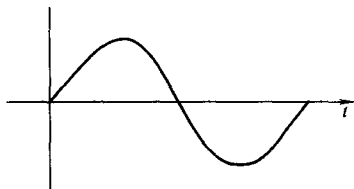


图 1-3 图像和声音的低频信号波形

调幅以后，载波波形的“包迹”与图像或声音的低频信号波形相同，也即载波的频率不变，而其幅度随着低频信号的变化而变化。见图 1-4。

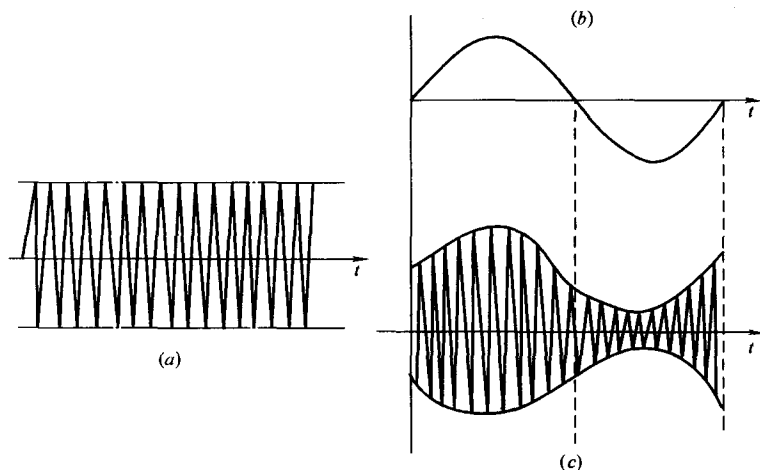


图 1-4 调幅波形的产生

(a) 载波；(b) 低频信号；(c) 调幅后的载波

调幅方式又有正极性和负极性之分，我国标准规定图像信号采用负极性调制，见图 1-5。

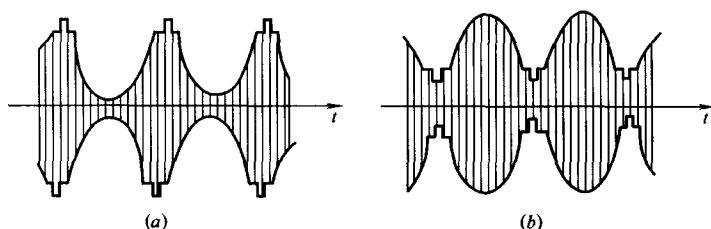


图 1-5 正、负极性调制

(a) 负极性调制；(b) 正极性调制

2. 调频

在调频方式中，载波信号的振幅是不变的，但其频率则随低

频信号的强弱而变化。当低频信号的振幅向正方向摆动时,载波的频率就逐渐增加,低频信号最大时,载波的频率亦为最高。当低频信号的振幅向负方向摆动时,载波的频率逐渐下降,而当低频信号达到负方向的峰值时,载波的频率则为最低。载波信号的这种频率变化的最大值,叫做“最大频率偏移”,在广播电视中,它被规定为 $\pm 75\text{kHz}$ 。调频原理,见图 1-6。

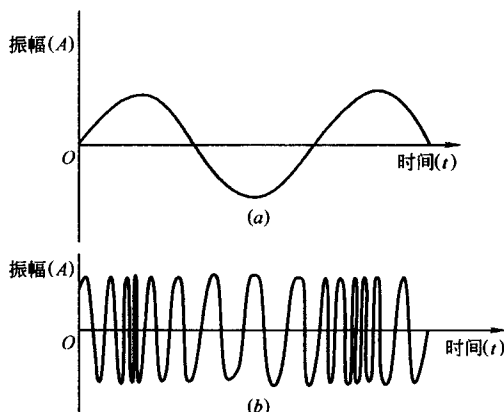


图 1-6 调频原理

(a) 低频信号; (b) 调频后的载波

第二节 广播设备

一、扬声器

扬声器是将功率放大器送来的电信号还原成声信号的设备,是一种典型的电声转换系统。扬声器分为电动式、静电式、电磁式、电压式、气流调节式和离子式等多种,其中电动式扬声器应用最广。

1. 扬声器系统的选择原则

扬声器的选用要根据使用场所、厅堂的容积、音质指标等要求进行。

2. 扬声器的技术指标如下：

(1) 指向特性：指向特性包括指向性图、指向性因数、指向性增益等，是计算电声功率和声场均匀度的主要依据；

(2) 灵敏度：扬声器的灵敏度是在其轴线上 1m 处测出的平均声压，一般用平均灵敏度 (dB/1m、1VA) 表示，是计算观众厅平均声压级和扬声器功率的重要依据；

(3) 共振频率、分频频率和频率响应：共振频率为扬声器在低频端机电系统发生共振的频率，可近似认为是声音重放的下限频率，是设计频响特性下限频率的依据；分频频率为交叉频率，是扬声器组合系统分频总选取的主要依据；频率响应是选择高、中、低音扬声器的依据。

(4) 品质因数 Q_0 ：扬声器的品质因数表示扬声器共振时的阻尼程度，反映扬声器的瞬态特性即发声的清晰程度。

(5) 功率和效率：扬声器的额定功率是指扬声器能承受而不致引起过热和机械性过负荷的交流电功率，选用时加给扬声器的电功率不能超过额定功率，以免产生失真和损坏扬声器。扬声器效率是扬声器的声功率与输入功率之比。一般纸盒扬声器的效率为 0.2%~2% (直径为 130mm 左右)，2%~6% (直径为 200~300mm)，号筒式扬声器的效率为 5%~20%。

扬声器功率的估算：

扬声器服务的最远距离如下式：

$$D_m \leq 3D_c$$

其中

$$D_c = 0.1 \sqrt{\frac{QV}{\pi T}}$$

式中 D_m ——扬声器最远服务距离 (m)；

D_c ——临界距离，又称混响半径 (m)；

Q ——扬声器的指向性因数；

V ——观众厅的体积 (m^3)；

T ——混响时间 (s)。

估算扬声器的电功率，一是为了选择扬声器，二是为了选择功率放大器。其估算方法有多种，这里根据扬声器的指向特性、灵敏度、房间常数等参数进行估算如下：

1) 确定房间常数：

$$R = \frac{S_{\alpha}}{1 - \alpha}$$

$$T = 0.164 \frac{V}{S} \cdot \frac{1}{2}$$

式中 R ——房间常数 (m^2)；

S ——观众厅表面积 (m^2)；

α ——平均吸声系数。

一般当 $T = 1.2 \sim 1.4 \text{ s}$ 时，平均吸声系数可取 $\bar{\alpha} = 0.16 \sim 0.18$ 。

2) 估算指向性因数：

$$Q = \frac{180}{SV_n^{-1} \left(\sin \frac{X}{2} \times \sin \frac{B}{2} \right)}$$

式中 Q ——指向性因数；

X ——扬声器的垂直指向角度；

B ——扬声器的水平指向角度。

3) 求距离声源的 $r \text{ m}$ 相当于 1 m 处声压级的衰减量：

$$\Delta L_p = 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) - 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi} + \frac{4}{R} \right)$$

式中 ΔL_p ——衰减量 dB 。

4) 求需要扬声器的功率：

$$P = 10^{0.1[LP_m - (LP_v - \Delta L_p)]}$$

式中 P ——扬声器的电功率；

LP_m ——观众厅要求的平均最大声压级，取 153 dB ；

LP_v ——扬声器的平均特性灵敏度，取 $115 \text{ dB/m} \cdot \text{va}$ 。

(6) 阻抗特性: 扬声器的阻抗是在输入端测得的交流阻抗, 它随频率而变, 一般系指在 400Hz 时测得的阻抗。扬声器阻抗是功率放大和扬声器匹配的依据。纸盆扬声器的阻抗一般为: 4Ω、8Ω、16Ω、25Ω 等几种; 号筒扬声器的阻抗一般为: 4Ω、8Ω、16Ω 等几种。

3. 常用扬声器的性能指标

(1) 户内外广播音箱的性能指标: 见表 1-1。

户内外广播音箱性能指标

表 1-1

型号	T-710	T-710B	T-710C	T-750
额定/最大功率(W)	10/15	10	40	80/100
输入电压(V)	70/100	100	100	70/100
灵敏度(dB)	98	103	102	90
频率响应(Hz)	200~12000	250~8000	250~8000	70~10000
开孔尺寸(mm)	366×324×250	390×400	168×278×210	410×480×220
重量(kg)	3.6	4	2.5	16
型号	T-740B	T-730	T-710E	T-720
额定/最大功率(W)	25	15/25	15	15/20
输入电压(V)	100	70/100	定阻	70/100
灵敏度(dB)	93	95	101	93
频率响应(Hz)	250~8000	70~12000	300~8000	120~16000
开孔尺寸(mm)	285×227×227	φ230×270	71×60×60	283×234×256
重量(kg)	3.8	4.2	2.2	3.2

(2) 各类草地音箱

1) 特点:

采用全频喇叭, 还原声音清晰明亮外壳由玻璃纤维复合材料制造, 防水而又坚固耐用形态逼真, 与园林景观浑然天成。实为人们享受自然, 欣赏美妙音乐的极佳选择。适用于学校、公园、广场等绿化场所。

2) 性能指标见表 1-2。