

有线广播技术

YOUXIAN GUANGBO JISHU

周才夫 王亚泉等编

有线广播技术

中国广播电视出版社

广播电视中等专业学校试用教材

有线广播技术

周才夫 王亚泉 叶瑞友

盛金方 贾存金 等编

中国广播电视出版社

责任编辑：萧 歌

有线广播技术

周才夫 王亚泉 叶瑞友
盛金方 贾存金等编

*

中国广播电视出版社出版
广播学院印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

*

787×1092毫米 16开 19.75印张 465(千)字
1988年12月第1版 1988年12月第1次印刷
印数：1—7500册
ISBN 7-5043-0013-6/TN·4
定价：6.50元

出版者的话

为了适应广播电视中等教育事业发展的需要，改变教材严重缺乏的局面，广播电影电视部教材编审委员会组织编写了一批中专工科教材，由中国广播电视出版社出版公开发行。这批计划出版的专业教材有：《广播声学》、《广播播控设备》、《有线广播技术》、《电视播控设备》、《彩色电视摄像机》、《录像设备》、《数字电视》、《微波技术基础》、《微波中继原理和设备》，共计9种。在教材编写过程中，力求做到立论正确、概念清楚，理论联系实际。

这批教材暂作试用教材，适于招收初中毕业生、学制为4年的学校使用。鉴于目前各学校招生对象、学制、专业划分和课程设置不尽相同，各校可根据情况选用。设有相近专业的其他中等专业学校和职业高中也可选用本教材。

这批教材还可以作为干部培训的中级教材和职工自学的参考书，也可以供具有高中文化程度和一定无线电基础知识的读者阅读。我们殷切希望广大读者对本教材提出意见和建议，帮助我们做好教材出版工作。

编写说明

《有线广播技术》是按照广播电影电视部关于广播电视中等专业学校教学大纲的要求和整套中专教材的内容分工而编写的。全书主要由有线广播技术系统的构成、扩音设备和有线广播传输理论等部分组成。它是广播电视中等专业学校整套教材中的一个分册，同时也是相对独立的教科书。

本书在编写时力求理论和实践相结合，以实践为主的原则，简明扼要地阐述了物理概念和必要的理论，同时结合专业实践详细地分析了设备的工作原理，具体介绍使用、维护和故障检修方法。为便于讲清原理，书中所选择的设备具有代表性，但不一定是最先进的。

本书由周才夫、叶瑞友、盛金方、贾存金等同志撰写，周才夫主编，高级工程师王亚泉参加了编写大纲和章节目的讨论及书稿的审编。另外叶克健等同志也为本书的编撰内容参加了讨论，提供了有关资料，提出了宝贵意见。

因编者水平有限，缺点错误难免，请专家和读者批评指正。

编 者

1987年8月

绪 论

有线广播是利用金属导线或光导纤维所组成的传输分配系统把广播节目直接传送给用户接收设备(扬声器或音箱)的区域性广播。

有线广播起源于19世纪60年代。德国人菲利普·赖斯试图通过电信线路,将音乐传播到远处,他做了大量的实验,这是有线广播的最早尝试。19世纪80年代,俄国人ю·阿霍罗维奇研究成功用导线把剧院里的音乐节目传播出去的播音设备。1893年匈牙利的西奥多·普斯卡在布达佩斯将700多条电话线联结在一起,定时进行新闻广播,当时被称为“电话报纸”,这已形成了正式的有线广播。从此,有线广播逐渐发展起来。1924年苏联开始在各地建设有线广播网。20世纪30年代初期,德国利用电话网传送广播节目,并逐渐发展成为多节目的有线广播网。接着法国仿效德国的做法,也建立起有线广播。

第二次世界大战后,随着电声学 and 无线电技术的迅速发展,有线广播质量和传输分配网络的可靠性等方面都有长足的进步,技术开始成熟,形成了独特形式的广播系统。

我国的有线广播,根据文字记载,1935年就已出现。1946年东北解放区的哈尔滨、齐齐哈尔市等开始建立规模较大的有线广播网。新中国成立以后,有线广播得到迅速发展。1950年全国大多数大中城市的机关、学校、工矿企业等普遍地建立了小型有线广播技术系统。1952年4月1日,吉林省九台县网络全县各区、乡、村的农村有线广播网建立,县广播站开始播音,这是我国第一个面向农村的县广播站。接着,有线广播在我国农村迅速地发展起来。

目前,我国有线广播已遍及城乡。广大农村已经建成了以县广播台(站)为中心,以乡(镇)广播站为基础,以广播专线传输为主,并与多种传输手段相结合的,联结千村万户的农村有线广播网;300多个中小城市建立了市或区为区域范围的联结工矿企业,街道和居民住宅的有线广播网;在大型工矿企业,农、林、牧场、机关、学校也建立了相应区域范围的有线广播;车站、码头、旅客列车、轮船都有自己的专业性有线广播,它已成为遍布全国各地,甚至偏僻山村和海岛的全国性有线广播体系,拥有17万多人的有线广播职工队伍和近1亿只有线广播扬声器。它与无线广播、电视广播相辅相成,互为补充,共同组成了一个全国性的广播电视宣传网。

为8亿农村居民服务的农村有线广播网,在整个有线广播体系中占有最主要的地位,是具有中国社会主义特色的广播电视宣传网的重要组成部分。农村有线广播网是中央人民广播电台和省广播电台的延伸。县广播台(站)是县级党委和政府的新闻机关,它既能转播中央和省广播电台的节目,又为县、乡两级党委和政府提供了一个得心应手的宣传工具,是发布新闻,传达政令、社会教育,传播科技知识,传递商品信息,进行文化娱乐的重要工具,在农村社会主义物质文明建设和精神文明建设中起着重要作用。党政领导需要它,农民群众欢迎它。

有线广播具有抗自然干扰和工业干扰能力强;工作稳定可靠,时间和空间容易控制;传输频带宽,广播质量高等优点。同时,我国有线广播技术体制按照国家行政体制而设立,使有线广播更能发挥其独特的优势。

有线广播网由广播台(站)、传输分配网路、用户设备三大部分组成。广播台(站)是有线广播网的中心,它包括节目制作系统、播出系统、扩音系统和分配系统四大部分。广播节目在这里制作和播出,并分配到各传输系统。有线广播中心内设备繁多,但在这套教材中、录音设备、转播接收设备、调音台等已在有关书籍中介绍。这本书中主要对扩音设备作重点分析和阐述,并结合实践,就使用、维护、测试和故障处理作必要的阐述。

传输线是有线广播网的命脉,是有线广播网的主要组成部分,其电气性能好坏,线路的可靠性,直接关系到广播质量的优劣。同时,从当前情况看,有线广播传输理论是有线广播系统的最薄弱的环节。根据这种情况,本书将以较大篇幅,按照我国有线广播的技术体制,主要对有线传输理论和音频传输的匹配联接作详细的论述。

另外,对有线广播传输中的串音干扰及其防止办法和广播线路的安全技术作了概要的介绍,以使读本书的同志了解有线广播技术系统的全貌。

我国的有线广播,从目前看,主要是整顿、巩固;从长远看,要解决提高的问题。“七·五”期间我国有线广播进入全面技术改造阶段,正在努力朝着标准化、自动化,多节目、多功能、立体声方向发展,以适应社会主义建设和满足人民文化生活的需要,把高质量的,丰富多彩的节目奉献给人民。

目 录

绪 论

第一章 有线广播的技术体制

1.1	有线广播的传输体制	(1)
1.1.1	一级建站传输体制	(1)
1.1.2	二级建站传输体制	(1)
1.1.3	三级建站传输体制	(2)
1.1.4	三种传输体制的比较	(2)
1.2	有线广播的信号传输方式	(3)
1.2.1	音频节目传送	(3)
1.2.2	载波(高频)节目传送	(14)

第二章 电子管扩音机有关电路的工作原理和整机电路分析

2.1	扩音机简介	(16)
2.1.1	扩音机的作用及分类	(16)
2.1.2	扩音机方框图	(16)
2.2	电子管音频电压放大器	(17)
2.2.1	音频电压放大器的基本电路	(17)
2.2.2	放大器的工作原理	(20)
2.2.3	栅偏压的作用和选择	(22)
2.2.4	电压放大倍数	(24)
2.2.5	阻容耦合放大器的频率特性	(25)
2.3	电子管音频功率放大器	(28)
2.3.1	电子管的工作状态	(29)
2.3.2	单管甲类音频功率放大器	(31)
2.3.3	推挽功率放大器	(36)
2.4	放大器中的负反馈	(39)
2.4.1	反馈的基本概念	(39)
2.4.2	电压串联负反馈	(40)
2.4.3	电流串联负反馈	(43)
2.4.4	阴极输出器	(45)
2.4.5	负反馈对放大器性能的影响	(46)
2.5	其它有关电路	(49)
2.5.1	混合电路	(49)
2.5.2	音量控制电路	(52)
2.5.3	去耦电路	(54)

2.5.4	倒相电路.....	(56)
2.6	电源.....	(59)
2.6.1	全波整流器.....	(60)
2.6.2	桥式整流器.....	(61)
2.6.3	滤波器.....	(62)
2.7	电子管扩音机整机电路分析.....	(65)
2.7.1	150瓦扩音机整机电路分析.....	(65)
2.7.2	G Y 2 × 275型扩音机电路分析.....	(68)
第三章 电子管扩音机的维修		
3.1	使用和维修扩音机的常识.....	(76)
3.1.1	使用扩音机的要求.....	(76)
3.1.2	自动调压装置.....	(77)
3.1.3	扩音机与负载阻抗的匹配.....	(80)
3.2	扩音机的测试与调整.....	(81)
3.2.1	电子管静态工作电压(电流)的测量.....	(81)
3.2.2	电子管各脚对地直流电阻的测量.....	(81)
3.2.3	扩音机主要技术指标的测试与调整.....	(82)
3.3	电子管扩音机故障的现象和原因.....	(93)
3.3.1	无声.....	(93)
3.3.2	交流声.....	(94)
3.3.3	杂音.....	(95)
3.3.4	汽船声和哨叫声.....	(97)
3.3.5	失真.....	(98)
3.3.6	音轻.....	(98)
3.3.7	末级功放管屏极发红.....	(99)
3.4	电子管扩音机故障的检修.....	(101)
3.4.1	检修前的准备.....	(101)
3.4.2	元件的好坏测试与判断.....	(102)
3.4.3	机内故障与机外故障的区别.....	(106)
3.4.4	故障的检修.....	(107)
3.4.5	飞跃R 150-1型150瓦扩音机故障检修.....	(109)
3.4.6	换新元件时应注意的问题.....	(116)
3.4.7	扩音机故障原因一览表.....	(117)
第四章 晶体管 and 集成电路扩音机整机电路分析		
4.1	飞跃J K -150瓦扩音机电路分析.....	(125)
4.1.1	电气性能.....	(125)
4.1.2	电路结构及其工作原理.....	(126)
4.2	高传真扩音机.....	(129)
4.2.1	高传真扩音机的特点.....	(129)

4.2.2	高传真扩音机电路分析	(130)
4.3	集成电路扩音机	(135)
4.4	晶体管和集成电路扩音机的维修	(137)
4.4.1	晶体管和集成电路扩音机使用与修理的注意事项	(137)
4.4.2	晶体管扩音机故障的检修	(138)
4.4.3	集成电路扩音机故障的检修	(141)
本章附录I	切断型保护电路	(149)
本章附录II	5 G37集成功率放大器	(150)

第五章 有线传输原理

5.1	二端网络和四端网络	(153)
5.1.1	二端网络	(153)
5.1.2	倒量二端网络	(157)
5.2	四端网络	(158)
5.2.1	四端网络的传输方程式	(159)
5.2.2	输入阻抗和特性阻抗	(162)
5.3	均匀传输线的电气特性和参数计算	(170)
5.3.1	架空明线的一次参数	(170)
5.3.2	地下线一次参数的特点及其计算	(193)
5.3.3	均匀传输线的传输基本方程	(195)
5.3.4	架空明线的二次参数	(210)
5.3.5	地下线二次参数的特点	(215)
5.3.6	均匀线各项参数的计算举例	(215)
5.3.7	均匀传输线参数的测量	(220)
5.4	电磁波的反射及传输线的工作衰减	(224)
5.4.1	电磁波的反射	(224)
5.4.2	传输线的工作衰减	(225)

第六章 线路匹配

6.1	匹配的基本概念	(226)
6.2	节目信号传输线匹配计算	(226)
6.2.1	信号线送端电压的选定	(226)
6.2.2	传输信号频率响应的计算及校正	(227)
6.3	信号传输系统各个匹配环节的具体实施	(230)
6.3.1	线路噪音电压和衰减不均匀度的测量	(230)
6.3.2	县广播站输出与信号线(始端)配接	(230)
6.3.3	信号线末端与乡(镇)放大站扩音机输入端的配接	(231)
6.3.4	信号传输线中途分支的配接	(234)
6.3.5	信号传输系统传输指标的测量	(235)
6.4	幅度均衡器的计算与制作	(236)
6.4.1	桥T型谐振式幅度均衡器	(236)

6.4.2	二端均衡器	(240)
6.4.3	均衡器的制作与调测	(242)
6.5	功率传输线(长馈线)的匹配	(244)
6.5.1	长馈送线与短馈送线的概念	(244)
6.5.2	长馈送线的匹配计算	(245)
6.6	短馈送线的匹配	(247)
6.6.1	线路容许负荷量的计算	(248)
6.6.2	线路输入阻抗和输入功率的计算	(255)
6.6.3	短馈送线匹配举例	(256)
6.7	功率传输系统各配接环节的具体实施办法	(257)
6.7.1	功率传输系统匹配主要环节的实施办法	(257)
6.7.2	匹配环节具体实施方法举例	(259)
第七章	线路间串音及交叉概念	
7.1	线路间串音的原因	(266)
7.1.1	回路间串音的原因	(266)
7.1.2	近端串音及远端串音	(268)
7.1.3	各种回路间串音影响的比较	(268)
7.2	串音方程式	(270)
7.2.1	近端串音方程式	(270)
7.2.2	远端串音方程式	(270)
7.3	串音衰减及串音防卫度	(270)
7.3.1	串音衰减	(270)
7.3.2	串音防卫度	(271)
7.4	架空明线交叉的概念	(272)
7.4.1	回路交叉的作用	(272)
7.4.2	交叉程式和代表符号	(273)
7.4.3	交叉回路的附加串音衰减	(274)
7.5	串音防卫度的测量	(275)
第八章	接地装置与线路防雷措施	
8.1	接地装置	(276)
8.1.1	概述	(276)
8.1.2	接地电阻的计算	(277)
8.1.3	接地装置的埋设	(280)
8.1.4	接地电阻的测量	(281)
8.2	线路的防雷措施	(282)
8.2.1	雷电对广播线路的危害	(282)
8.2.2	架空明线的防雷措施	(283)
8.2.3	地下线的防雷措施	(287)

第一章 有线广播的技术体制

我国有线广播自创建以来，经过30多年的实践，按照行政体制、地理环境和使用要求，逐步形成了适合我国情况的建站体制、传输方式和系统结构，分别在各个不同地区广泛采用。

1.1 有线广播的传输体制

1.1.1 一级建站传输体制

一级建站传输体制，就是县(市)广播站一级传输体制，其结构形式如图1-1所示。

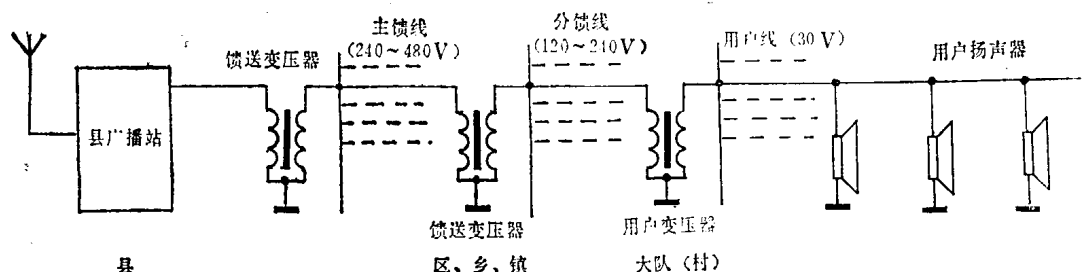


图 1-1 县广播站一级传输体制

它的工作方式是：县(市)广播站将制作好的节目信号或将收到的无线广播电台的节目信号，进行功率放大，通过主馈送线(主干线)、分馈送线(支干线)和用户线传送给各用户。县广播站直接承担向全县输送功率的任务。扩音机的输出端接馈送变压器将输出电压从120伏或240伏变换到240伏或480伏的高电压，加到主馈线上送到各区、乡，然后经线间变压器转换成120伏或240伏的电压，经过分配传输系统(分馈送线)，送到各大队(村)再经匹配变压器(或称用户变压器)，把高电压变换为30伏的安全电压，送到各用户扬声器。

这种传输体制，全县只有一个广播站，它既是节目中心，又是功率放大和分配中心；网路结构形式比较简单，并且供电容易，只要县广播中心有电，全县的扬声器就响。但是，传输线上从县到大队全部为高电压大功率，因此对本系统或其它电信系统会产生干扰，也不太安全，同时，对传输线路的要求高、投资大。

1.1.2 二级建站传输体制

二级建站传输体制，即以县广播站为中心，以乡(镇)广播站为基础，联结千家万户的有线广播网，其系统结构如图1-2所示。

工作过程是：县广播站将自己制作好的节目信号或将收到的无线广播电台的节目信号，

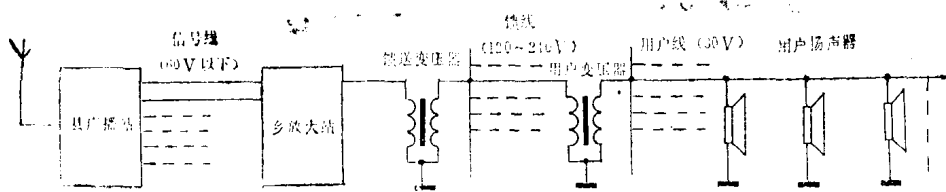


图 1-2 二级建站传输体制

通过节目放大器，用30~60伏的低电压，经广播节目信号线(双线回路)传送到区、乡广播站，再经乡广播站把节目信号经功率放大后，用120伏或240伏电压经馈送线传送到各大队的匹配变压器，将高电压转换成30伏安全电压，送给各用户的扬声器。

这种传输体制的特点是：县、乡两级建站。县为中心站，它是节目制作中心和信号传输分配中心。功率放大的任务由乡广播站承担。从传输信号说，县到乡为低电压节目信号，乡到大队(村)为高电压(功率)，与一级建站传输体制相比较，大大缩短了高压线，因而对本系统和其它通信系统的干扰大为减小；取消了240伏以上的高压，安全程度提高。由于功率馈送线缩短，所以功率损耗减小，传输效率提高；同时乡广播站分布于全县各地，给广播网的管理带来了方便。

1.1.3 三级建站传输体制

三级建站传输体制，即县广播站为中心，乡(镇)广播站为中继放大(增音)站，大队放大站为基础的传输体制。其系统结构如图1-3所示。

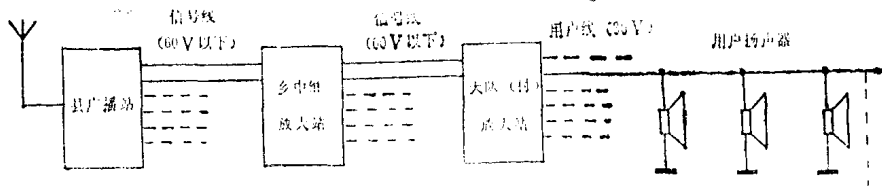


图 1-3 三级建站传输体制

这种传输体制的特点：县、乡、大队(村)三级建站。县为中心站，它既是节目中心，又是节目信号传输分配中心，其主要任务是办好节目，同时把节目信号经传输分配系统，传送到各乡增音站。各乡增音站将节目信号进行电压放大后，将信号送到村广播放大站进行功率放大，然后以30伏电压送给各用户扬声器。

三级建站传输体制，从县中心站到用户扬声器整个网路系统全为低信号电压，不会产生干扰，安全可靠；更主要的是各村放大站承担功率放大任务，没有长距离的功率馈送线，所以效率很高。但是，这种传输体制必须在电力普及到各村的前提下才能建立；同时放大站数量很多，在管理上有一定困难。

1.1.4 三种传输体制的比较

三种传输体制各有特点，结构形式不同，所以应用范围也不相同，现将它们的特点归纳于表1-1。

表 1-1 三种建站传输体制的比较

体 制	线路传输情况	传 输 效 率	安 全 性	产 生 干 扰	传 输 潜 力	适 应 范 围
一级站 传输体制	县~大队全部 高电压(功率) 传输	低 (20%)	不安全	较严重	小	人口密集的城市(不用长馈线)有线广播
二级站 传输体制	县~乡低电压 信号传输; 乡~村高电压 (功率)传输	中 (50%左右)	高电压(功率)传输线 较短,比较 安全	轻	可增加 1.5 倍 以上	农村有线广播 (一般经济地区)
三级站 传输体制	县~大队全部 低电压信号线	高 (90%以上)	安全	可 以 忽 略	加大大队放大 站功率,有效 负载可按需要 大量增加	农村有线广播 (经济发达地区)

分析表1-1。根据我国的实际情况,从长远考虑,为提高广播质量,充分发挥扬声器的效能,满足用户日益增长的需要(如将舌簧扬声器改为动圈扬声器音箱,则功率需增加5倍以上),保证人身和设备的安全,应采用以县广播站为中心,乡(镇)广播站为中继,大队放大站为基础的三级建站传输体制。但是,当前我国农村电力网普及程度低和管理方面还存在问题(如人员编制和经费等),技术上自动化技术尚未全面推广,用户设备改造还刚刚开始,用户对接收功率的要求还不高等情况,在现阶段采用以县广播站为中心,以乡广播站为基础的二级建站传输体制较为合适。目前采用二级制既巩固了农村有线广播网,又为今后的技术改造打下基础,为逐步过渡到三级站传输体制准备条件。

一级建站传输体制,在长距离传输时效率太低,不适合农村有线广播。但在用户密集的城市有线广播和工矿企业的专用有线广播中,不用长馈送线,采用扩音机输出端联接短馈送线或直接联接用户线的方式,传输效率能达到90%以上,所以,适用于城市有线广播或工矿企业专用有线广播。

1.2 有线广播的信号传输方式

有线广播信号传输方式主要有两种:音频节目信号传输和载波(高频)信号传输。由于音频传输设备和技术比较容易掌握,所以,用广播专线直接传送广播音频信号,成为有线广播信号传输的主要方式。近年来,为提高广播线路的复用指数,提高经济效益,载波传输技术也逐渐发展起来。

1.2.1 音频节目传送

图1-4 是音频节目传送示意图。整个传输系统包括县中心站的播出设备,传输线路和接收设备。

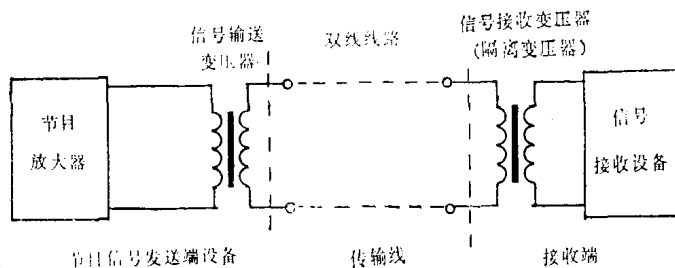


图 1-4 音频节目传送示意图

1. 县广播中心站播出设备(发送端)

县广播站是节目制作、播出中心，又是节目传输中心，对于传输系统来说，它是传输的发送端，其主要设备和工作流程如图 1-5 所示。播出中心设备分信号源设备(包括转播接收、

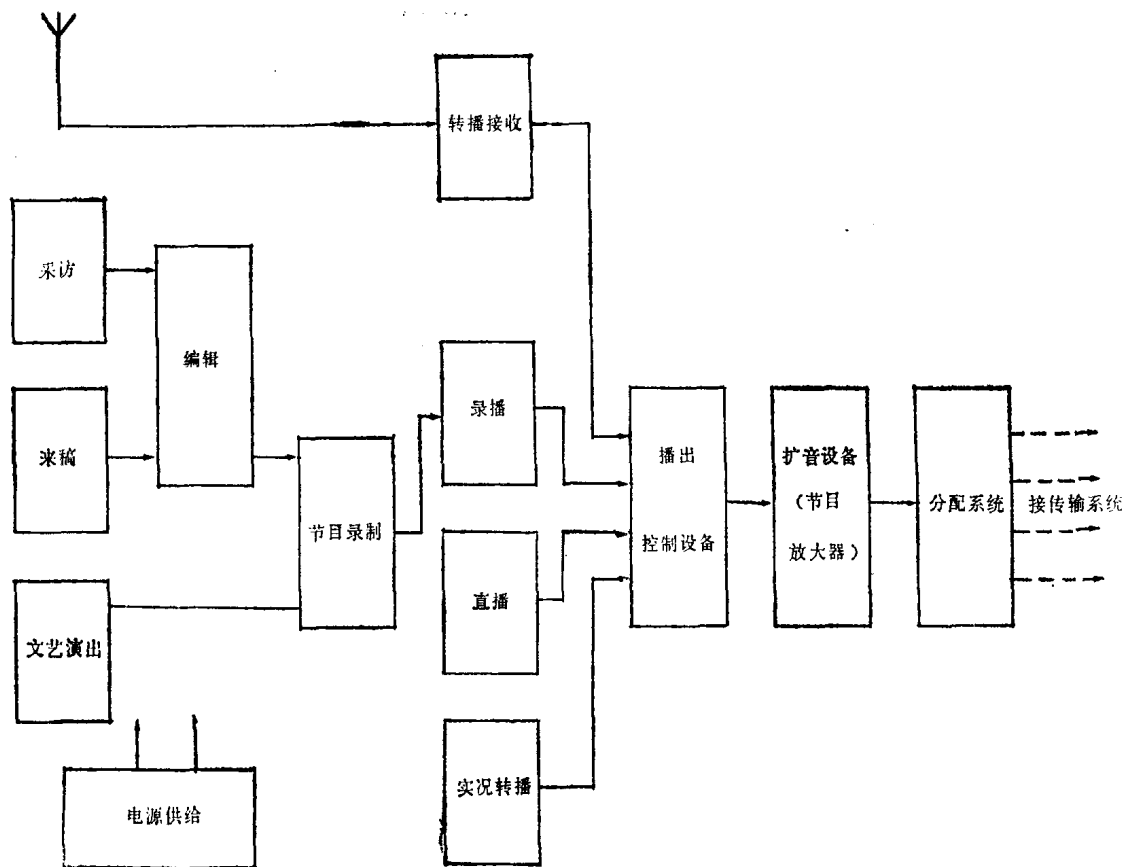


图 1-5 中心站设备和工作流程图

录播、直播、实况转播设备等)、扩音(节目放大)设备和控制设备(包括节目控制—播出控制台、播音桌)、输出分配设备和供电设备等部分。

有线广播中心的信号源设备在这套教材的《播控》一书中详细讲述。扩音设备将在本书的第二、三、四章中详细分析讲解。所以，本章只对传输系统发送端的控制设备、输出分配系统设备和供电控制设备作扼要介绍。

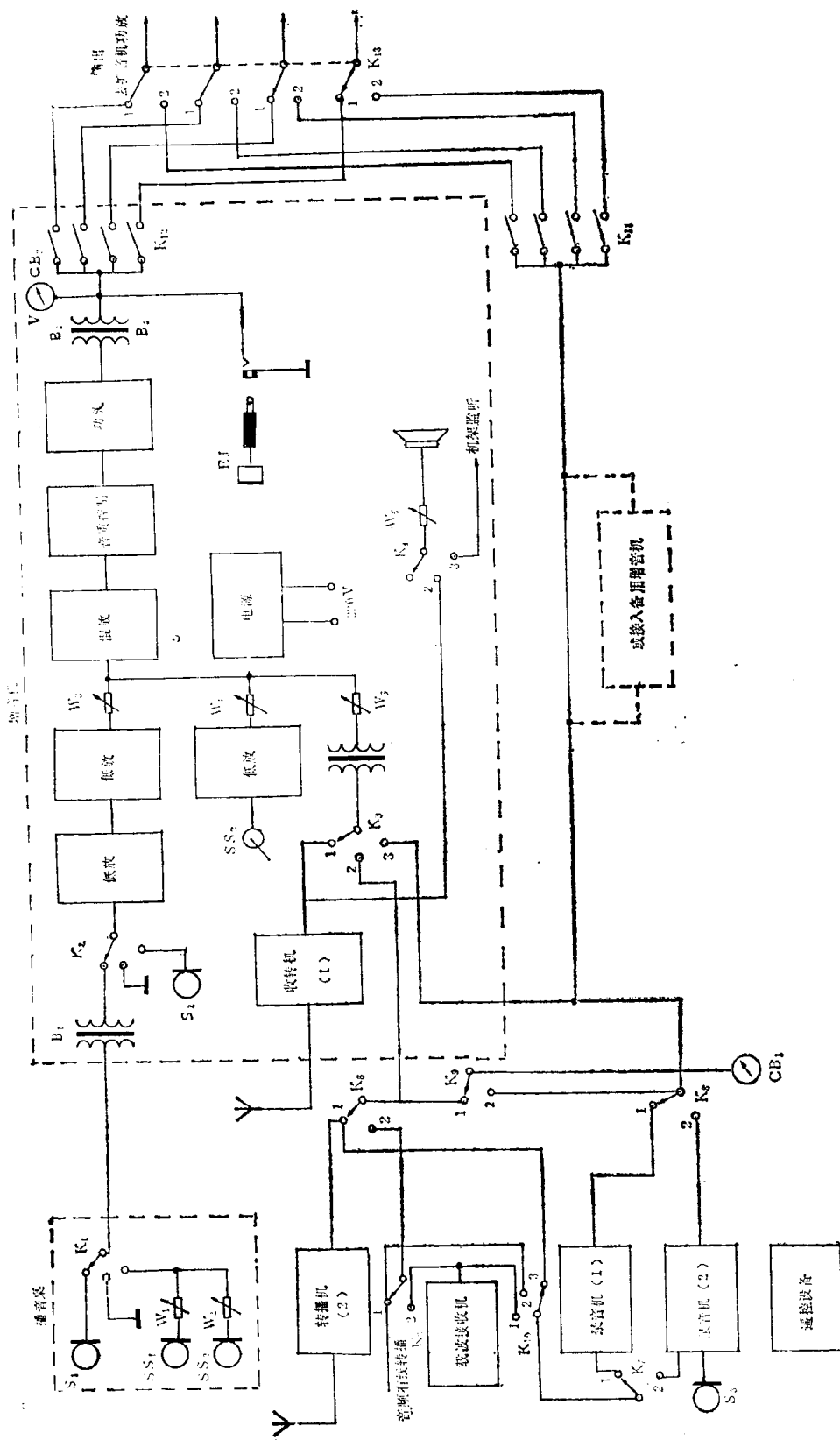


图 1-6 播出控制台

1) 节目控制设备

(1) 节目控制台

节目控制台是有线广播中心节目控制的枢纽,它按一天的节目运行时间表,按顺序控制播出。它分自动和手动两种方式,但不管那一种方式,都必须具有直播、录播、转播等切换功能和节目增音功能。一般控制台如图1-6所示。控制台上各开关的作用,按播出要求配置如下:

①直播或放唱片:播音员直接播音或放唱片,由 K_1 、 K_2 控制。 K_1 由播音员操作,它有切换低阻话筒 S_1 或电唱机 SS_1 和 SS_2 的作用。 K_2 由机务员操作,切换话筒 S_2 和来自播音桌的信号。 S_2 为高阻话筒,作临时备用。

直播需要配乐时,可由唱机 SS_2 放唱片,或从该接口输入音乐,语言和音乐的音量大小,由音量控制电位器 W_3 和 W_4 调整。

②无线转播:转播上级电台节目时,由 K_3 和 K_6 控制两台收转机。转播时可互为备份。

③有线转播:转播上级台、站的音频、载波,会场、剧场实况转播等有线节目信号,由 K_6 、 K_3 和 K_5 控制,音量由 W_5 调整。

④磁带放音:磁带由录音机放音播出时,由 K_8 和 K_3 控制, K_8 切换两台录音机,以便轮流连续放音。

⑤收录转播信号:需要收录转播信号时,由 K_7 和 K_{10} 控制。 K_{10} 选择来自收转机、音频或载波信号, K_7 切换两台录音机的输入,以便轮流连续录音。

SS_3 为电唱机,置于录播室内。

⑥测量和监听:音频电压表 CB_1 ,预测增音机的输入信号电压,以便控制节目开始时的音量。 CB_2 测量增音机输出电压。

监听扬声器 Y ,监听收转机或扩音机的输出信号。耳机 EJ 监听增音机输出信号。

⑦备用设备:控制台上有两台增音机时,可以互为备用。备用增音机可按图中虚线所示接入电路。

只有一台增音机时,临时可用小功率扩音机(1~5瓦)来代替备用增音机。

图中,收转机(2)的音频输出信号,可经 K_6 、 K_9 、 K_{11} 、 K_{13} 的切换直接去扩音机功放机架。

录音机的放音信号可经 K_8 、 K_9 、 K_{11} 、 K_{13} 的切换直接去扩音机功放机架。

⑧其它附件:切换开关的触点可并联一些插孔,以便临时接插备用。信号线应采用聚氯乙烯金属屏蔽护套线,屏蔽金属网应妥善接地,以保证屏蔽效果。

此外,遥控设备的配置,电话的安装,应注意避免对节目信号电路的干扰。

(2) 播音控制桌

录播室中播音桌设有播音控制盒及联络信号指示灯,以及监听扬声器等,其控制电路见图1-7。图中控制开关,按播出的要求配置如下:

K_1 和 K_2 为联动扳键,但应分别屏蔽隔离。 K_1 切换“话筒(S_1)”、“放唱片(SS_1 、 SS_2)”和“停止”三个位置。 $K_1(1, 7)$ 和 $(6, 12)$ 为增音机输入线键片, $K_1(2, 8)$ 和 $(5, 11)$ 为该线的短路键片。话筒线键片 $K_1(3, 9)$ 启动时先与增音机输入线键片 $K_1(1, 7)$ 接触后,才断开 $K_1(2, 8)$ 短路键片; $K_1(3, 9)$ 复位时, $K_1(1, 7)$ 先与 $(2, 8)$ 接触而短路,然后 $K_1(3, 9)$ 与 $K_1(1, 7)$ 才离开,这是为了使增音机输入线防止产生瞬间开路噪声。