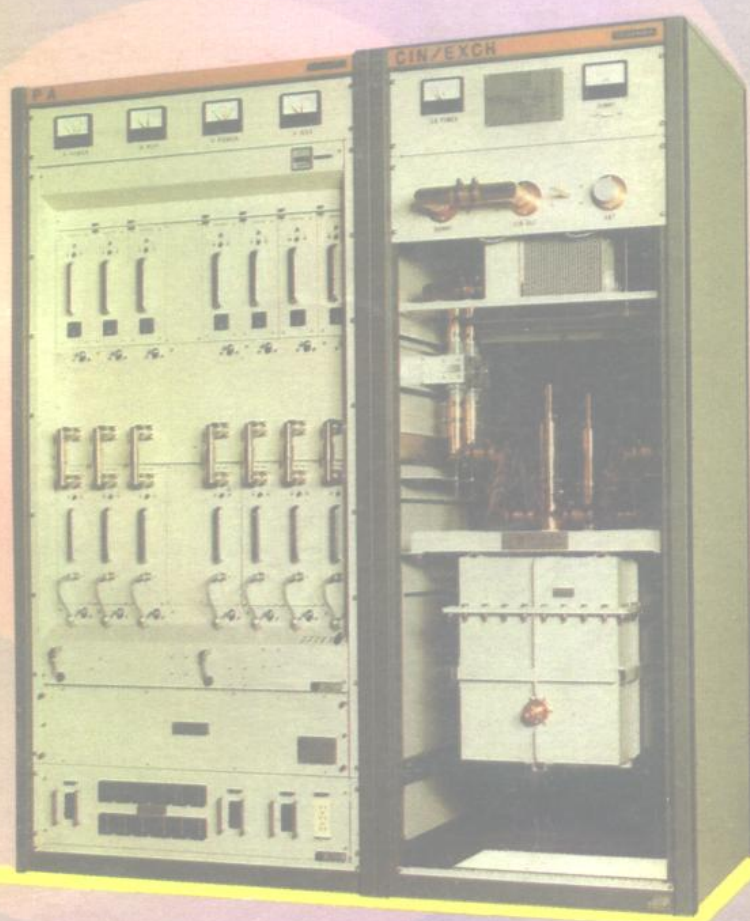


电视·调频发送技术

孙庆有 夏业松 编著



中国广播电视出版社

3·46241
480

电视·调频发送技术

孙庆有 夏业松 编著

中国广播电视出版社

9310174

(京)新登字第097号

电视·调频发送技术

孙庆有 夏业松编著

中国广播电视出版社出版

(北京复外广播电影电视部灰楼 邮政编码100866)

北京朝阳区新源印刷厂

新华书店总店北京发行所经销

787×1092毫米 1/16 492(千)字 25.375印张

1992年12月第1版 1992年12月第1次印刷

印数: 1~8500册 定价: 15.00

ISBN7-5043-2131-1/TN·167

前 言

《电视·调频发送技术》一书是受广播电影电视部教育司的委托，根据（90）广干教字〔156〕号通知和值检员岗位培训教材大纲审定会议的精神，结合广播电视系统电视调频发送技术工作的实际情况编写的。

全书共分九章。第一章概论；第二、三章介绍电视和调频激励器；第四、五、六章分别介绍晶体管高频功率放大器、电子管高频功率放大器和速调管放大器；第七、八章介绍电源和电控系统；第九章介绍附属设备。本书在编写过程中，原考虑设置有电视发送设备的技术指标与测试一章（即第十章），由于篇幅所限，尚未编入，关于这部分内容，敬请各培训单位，可根据实际情况，放在实践环节中实施，以适应岗位培训的要求。

本书是由北京广播学院夏业松同志和孙庆有同志共同编写的。其中，一、三、四、五、六章由夏业松同志编写；二、七、八、九章由孙庆有同志编写。孙庆有同志主编。

由于编写水平有限，书中难免有错误和不妥之处，欢迎广大读者和同行们批评指正。

编 者

一九九二年六月

出版者的话

根据广播电影电视部关于开展值机员岗位培训的要求，我们编辑出版了六种岗位培训教材：《无线电数学》、《电工与电路基础》、《模拟与数字电路》、《广播发送技术》、《电视·调频发送技术》、《微波技术》。教材力求文字简明、概念正确、结合岗位工作实际，适合于具有高中文化程度的技术人员阅读。

广播电影电视部教育司

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 电视广播的过程和传输覆盖方法	(1)
一、电视广播的过程	(1)
二、电视信号的传输和覆盖方法	(2)
第二节 电视发射台和差转台的组成	(5)
一、电视发射台的组成	(5)
二、电视转播台的组成	(7)
第三节 电视信号	(8)
一、电视图像信号	(8)
二、电视伴音信号	(11)
第四节 电视发射机的特点	(13)
一、电视图像发射机的特点	(13)
二、电视伴音发射机的特点	(21)
第五节 电视、调频发射机和差转机的组成	(24)
一、电视发射机和差转机的类型	(24)
二、电视发射机的组成	(25)
三、电视差转机的组成	(32)
四、电视发射、差转两用机的组成	(33)
五、《双载波制》电视发射机的组成	(34)
六、调频发射机和差转机的组成	(35)
第六节 我国电视广播射频标准和电视广播发射频道的划分	(35)
一、我国电视广播射频标准	(35)
二、我国电视广播发射频道的划分	(37)
第七节 对电视发射机和差转机的技术要求	(39)
一、使用维护要求	(39)
二、电性能(技术指标)要求	(41)
第二章 电视激励器	(46)
第一节 电视激励器的组成	(46)
一、双通道电视发射机电视激励器的组成	(46)
二、单通道电视发射机电视激励器的组成	(48)
第二节 图像调制器	(49)
一、视频倒相和箝位电路	(49)

二、环形调幅器.....	(55)
三、中频宽带放大器.....	(60)
四、图像调制器实际电路举例.....	(61)
五、残留边带滤波器.....	(65)
第三节 伴音调制器.....	(69)
一、伴音调频器.....	(69)
二、锁相稳频电路.....	(78)
三、伴音调制器和锁相稳频电路举例.....	(88)
第四节 变频器.....	(90)
一、变频器.....	(91)
二、本振倍频电路.....	(92)
三、变频器实际电路举例.....	(96)
第五节 校正电路.....	(99)
一、群时延校正电路.....	(99)
二、微分增益 (DG) 校正电路	(107)
三、微分相位 (DP) 校正电路	(117)
四、互调校正电路.....	(123)
第三章 调频激励器.....	(128)
第一节 调频激励器的组成.....	(128)
一、脉冲调相间接调频激励器的组成.....	(128)
二、直接调频激励器的组成.....	(129)
三、立体声调频激励器的组成.....	(129)
四、差转式调频发射机激励器的组成.....	(131)
第二节 导频制调频立体声编码器和解码器.....	(133)
一、导频制调频立体声编码器.....	(134)
二、导频制调频立体声解码器.....	(145)
第三节 双节目调频广播.....	(147)
一、双节目调频广播制式与基带组成.....	(148)
二、双节目调制器.....	(149)
第四章 晶体管高频功率放大器.....	(150)
第一节 概述.....	(150)
一、晶体管高频功率放大器的组成.....	(150)
二、电视、调频高频功率放大器的特点.....	(151)
三、电视用晶体管高频功率放大器的主要技术指标.....	(152)
第二节 高频大功率晶体管.....	(155)
一、高频大功率晶体管的结构.....	(155)
二、高频大功率晶体管近似等效电路和功率增益.....	(158)
三、高频大功率晶体管的大信号性质.....	(163)

四、高频大功率晶体管的主要参数	(171)
第三节 晶体管高频功率放大器工作状态及分析	(174)
一、晶体管高频功率放大器工作原理	(174)
二、余弦脉冲的分解	(176)
三、能量关系	(179)
四、工作状态的分析	(181)
五、高频线性功率放大器	(190)
第四节 晶体管高频功放电路	(195)
一、直流馈电电路	(195)
二、基极偏置电路	(197)
三、输入输出匹配电路	(199)
四、晶体管高频功率放大器举例	(217)
第五节 晶体管功率合成和分配	(221)
一、传输线变压器混合网络	(222)
二、耦合传输线段 90° 混合网络	(229)
三、 $1/4$ 波长传输线段同相混合网络	(232)
四、隔离混合网络	(233)
第六节 晶体管高频功率放大器的调整与测试	(234)
一、频响和匹配的调整与测试	(234)
二、线性输出功率的调整与测试	(236)
第五章 电子管高频功率放大器	(240)
第一节 发射电子管	(240)
一、电子发射与阴极	(240)
二、三极管	(242)
三、四极管	(248)
四、发射管的参数	(251)
五、发射管的类型和使用要求	(256)
六、发射管的分析方法	(257)
第二节 电子管高频功率放大器	(260)
一、阴极接地放大器	(260)
二、工作状态分类	(265)
三、板流动态特性	(266)
四、板极电流脉冲分解	(270)
五、负载特性	(272)
六、激励电压 U_i 和栅偏压 E_g 对工作状态的影响	(273)
七、栅极接地放大器	(275)
第三节 电子管高频功放电路	(278)
一、双调谐耦合回路	(278)

二、匹配电路的类型·····	(291)
三、中和及中和电路·····	(298)
四、电子管功放电路举例·····	(302)
第四节 电子管高频功率放大器调整与测试·····	(305)
一、输入匹配电路的调试·····	(305)
二、输出匹配电路的调试·····	(306)
三、中和电路的调试·····	(308)
四、放大器的总调试·····	(309)
第六章 速调管放大器·····	(311)
第一节 概述·····	(311)
第二节 速调管的电气结构·····	(313)
一、电子枪·····	(313)
二、谐振腔和漂移管·····	(314)
三、收集极(又称集电极)和冷却系统·····	(315)
四、聚焦系统和聚焦电极·····	(315)
第三节 速调管放大器工作原理·····	(315)
一、双腔速调管放大器工作原理·····	(315)
二、电子注的速度调制和输出腔电流·····	(317)
三、多腔速调管放大器工作原理·····	(321)
四、速调管放大器小信号增益·····	(323)
五、速调管调谐与工作频带·····	(329)
第四节 速调管放大器的效率·····	(330)
一、双腔速调管放大器的效率·····	(330)
二、多腔速调管放大器的效率·····	(331)
三、提高速调管放大器效率的方法·····	(332)
第五节 速调管放大器的调整·····	(334)
一、调整前的检查·····	(335)
二、速调管功放的调整·····	(337)
第七章 电视和调频发射机电源·····	(341)
第一节 电视和调频发射机对电源的要求·····	(341)
一、对纹波系数的要求·····	(341)
二、对稳压度的要求·····	(341)
三、对输出阻抗的要求·····	(342)
第二节 高压整流电源·····	(342)
一、三相整流电源·····	(343)
二、整流滤波电路·····	(346)
第三节 高压稳压电源·····	(349)
一、串联调整式高压稳压电源·····	(350)

二、并联调整式高压稳压电源·····	(355)
第八章 电视发射机的电控系统 ·····	(357)
第一节 电视发射机对电控系统的要求·····	(357)
一、控制功能·····	(357)
二、测量和显示功能·····	(358)
三、保护功能·····	(358)
第二节 供配电系统·····	(358)
一、开机时供配电系统的工作过程·····	(360)
二、关机时供配电系统的工作过程·····	(361)
第三节 逻辑控制系统·····	(361)
一、典型的逻辑电路·····	(361)
二、逻辑控制工作原理·····	(366)
第四节 保护系统·····	(371)
一、过流保护·····	(371)
二、驻波比过荷保护·····	(372)
三、过荷恢复保护·····	(372)
四、保安措施·····	(372)
第九章 附属设备 ·····	(374)
第一节 均匀同轴线·····	(374)
一、同轴线的种类·····	(374)
二、同轴线的主要参数·····	(374)
三、同轴线的转接·····	(377)
第二节 假负载·····	(381)
一、指数补偿管同轴电阻器·····	(381)
二、不用补偿管的同轴电阻器·····	(382)
三、分米波段使用的假负载电阻器·····	(383)
第三节 环行器·····	(383)
一、环行器的特性·····	(383)
二、环行器的结构·····	(384)
三、环行器的工作原理·····	(385)
第四节 定向耦合器·····	(386)
一、定向耦合器的工作原理·····	(386)
二、定向耦合器的主要性能指标·····	(387)
三、定向耦合器的应用·····	(388)
第五节 双针表·····	(389)
第六节 双工器·····	(391)
一、定阻抗陷波双工器的工作原理·····	(391)
二、反射元件的结构及工作原理·····	(392)

第一章 概 论

电视和调频发送技术近几年有很大的发展,信号的传输手段和覆盖方法也在不断的完善和多样化。尽管国内已建立一些地面卫星接收站和有线电视台,用以解决边远地区和接收条件困难地区的节目传输和覆盖问题,但是由电视、调频发射台和转播台组成的发射—转播网仍是解决节目传输和覆盖的重要手段。

电视发射和转播设备是指接收由电视中心台、微波中继站或卫星接收站送来的全电视信号和伴音信号,并将这两种信号分别对载频进行调制,放大到额定的功率电平,然后送到天线上发射出去的全部设备。它应包括电视发射机,视频和音频输入设备,双工器,主、备机切换设备,电控设备,冷却设备和监测设备等。如果接收的是发射台送来的图像载频信号和伴音载频信号,还应包括电视差转机或接收机设备。调频发射和转播设备所包括设备与上述基本相同,只是没有图像部分的设备而已。因此,在维护和调整电视、调频发射机和差转机时,通常将以上设备作为整机的一部分来考虑。

电视、调频发射机和差转机是无线电发射机中的一种,但它与其它无线电发射机相比,具有自身的特点。因此,在讨论电视、调频发射和转播技术之前,需对电视的广播过程、电视信号的传输和覆盖方法、电视发射台和转播台的组成、电视信号及其传送特点、电视广播标准、调频广播的特点、调频立体声广播和多节目广播、双伴音/立体声电视广播以及调频发射机和差转机的组成等作一简单介绍,以便使读者对电视、调频发射和转播设备中的各个组成部分有个概括地了解。

第一节 电视广播的过程和传输覆盖方法

一、电视广播的过程

电视台进行电视广播的过程如图1-1所示。在电视演播室里,用电视摄像机把要传送的景像变换成为相应的图像信号,经过技术控制室的中心立柜把它放大和作一些技术加工处理(加入复合消隐脉冲和复合同步脉冲)后形成标准的全电视信号,通过卫星、微波中继或视频电缆送到电视图像发射机中,用调幅的办法把它“附加”到适宜发射的超高频无线电波(即载波)上,形成图像的调幅信号。电视的伴音也同时经过话筒变为相应的声音的电信号,经过伴音控制台中的增音机放大和其它一些技术处理后,通过卫星、微波中继或音频电缆送到电视伴音发射机中,采用调频的办法把它“附加”到适宜发射的另一个超高频无线电波(即载波)上,形成伴音的调频信号。电视图像的调幅信号和电视伴音的调频信号通过双工器,一齐送到电视发射天线。由天线向空中辐射出带有电视信号的无线电波,即电

• 1 •

9310174

磁波。

电视接收天线收到带有电视信号的无线电波后，又把它变为电流送入电视接收机，在接收机中对它放大、变频、检波和其它的技术处理，把它们还原成为图像和伴音信号，由显像管的荧光屏显示出图像，扬声器放出声音来。

上述过程，对黑白电视和彩色电视都适用，两者大体上差不多，所不同的只是彩色电视广播需要采用彩色摄像机。为了与黑白电视兼容，须在技术控制室的中心立柜中增加一个“编码器”。在接收机中须加“解码器”，黑白显像管则由彩色显像管代替。对收、发通道的要求比黑白电视严格些。

由上可见，电视发射机是无线电视广播过程中不可缺少的主要设备之一，是实现远距离电视广播的重要手段。因此，电视发射机的质量好坏对电视广播质量的优劣，将起着很大的作用。

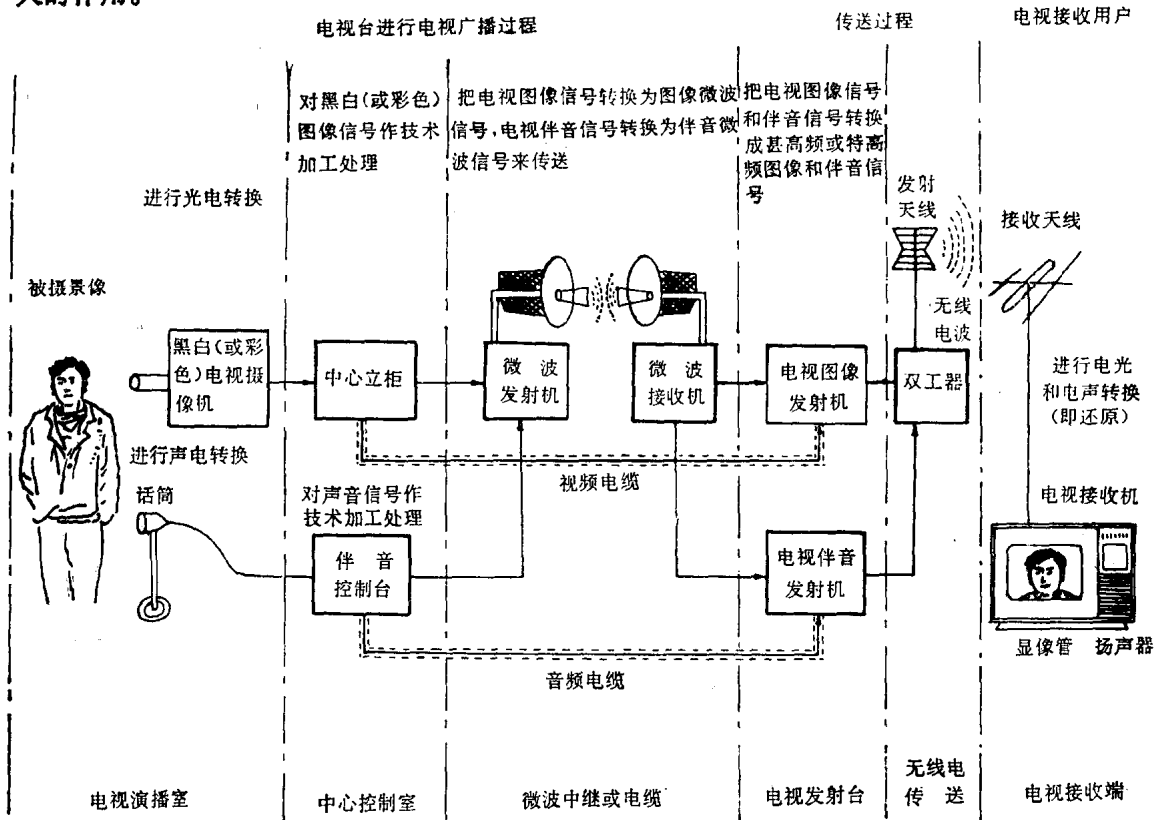


图 1-1 电视台进行电视广播的过程

二、电视信号的传输和覆盖方法

电视发射机工作在甚高频或特高频频段。在这些频段内，电磁波是以空间波的形式传播的，主要在视距内以直线形式传播。它有近似于光的传播的性质，传播的距离与发射机输出功率和发射天线高度有直接关系。当发射机输出功率一定时，天线愈高，传输的距离愈远，反之亦然。由于发射机的输出功率和天线高度总会受到实际条件的限制，不可能无

限制地增加，所以电视发射台的覆盖面积是有限的。例如，一部1kW米波电视发射机采用200m高的发射天线，其服务半径仅有几十km；同样输出功率的分米波发射机，服务半径会更小些。再加上地形复杂，高山阻挡，又进一步限制了电视广播的服务范围。即使在场强较强的城市中心区域，由于钢筋混凝土结构的高层建筑的大量出现，使得电视场强衰减严重，电波的反射也尤为突出，造成电视图像严重重影，用户无法收看，使电视广播的实际服务范围又进一步减小。因此，为了扩大电视广播的覆盖面积，需要采取以下三种办法。

(一) 建立电视发射——转播网

电视发射——转播网是由中心发射台、骨干转播台和很多个小功率转播台组成的，如图1-2所示。一般中心发射台和骨干转播台选用大、中功率电视发射机。即使科学技术的

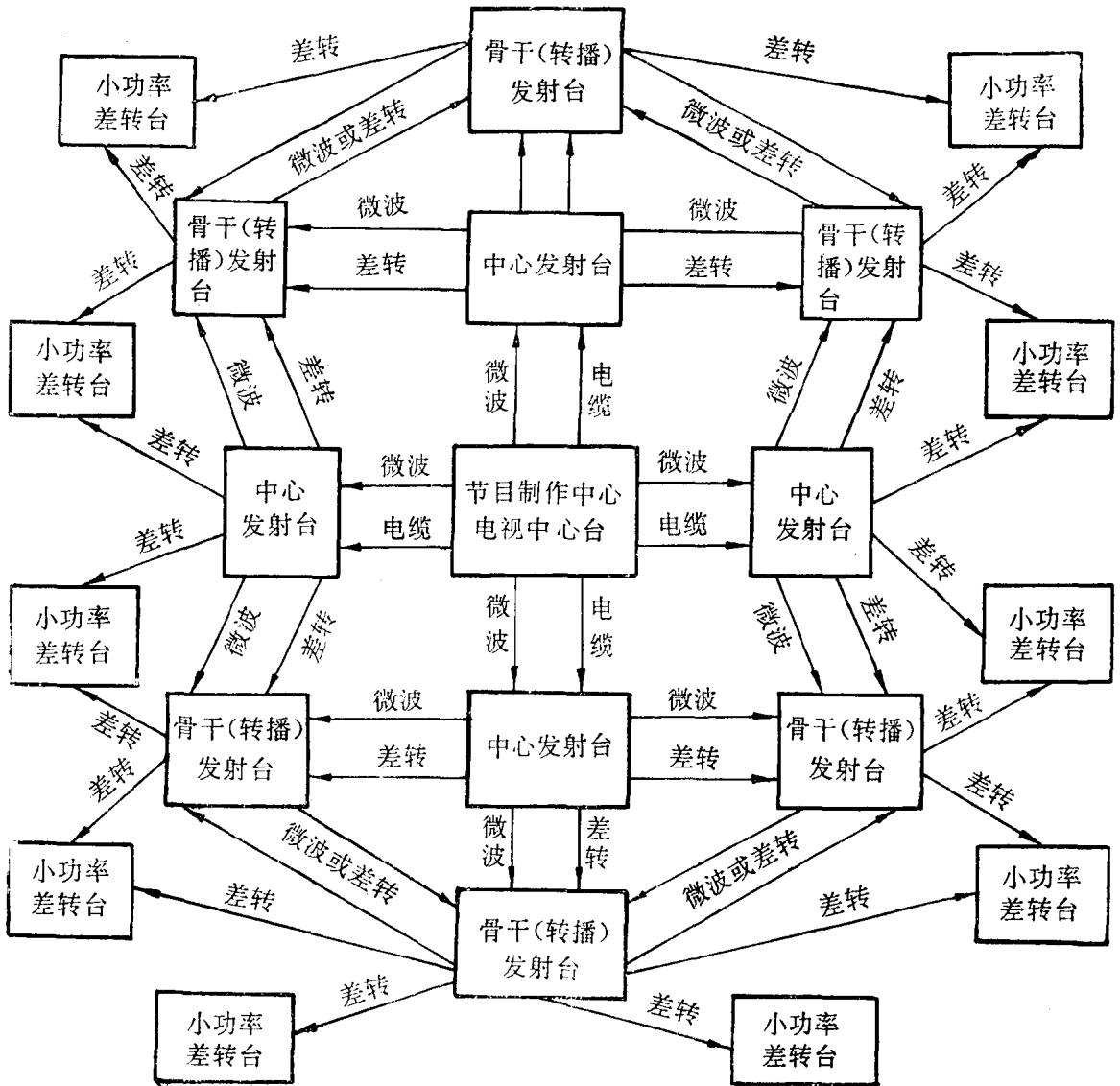


图 1-2 电视发射——转播网示意图

发展能用普通电视接收机直接接收人造卫星发来的电视信号，也需要与电视发射—转播网配合使用。电视发射—转播网各发射台和转播之间的电视节目传输是采用微波中继、电缆、光缆、差转、人造卫星五种形式相结合的方法进行的。一般，由节目中心（即电视中心台）到中心发射台之间采用同轴电缆、光缆或专线微波双通路；由中心发射台到骨干转播台采用微波和电视差转相结合传送；为了安全可靠，骨干台之间应能互转形成环路；小功率转播台则主要是差转骨干转播台或卫星送来的电视节目。关于差转的站数，主要决定于发射机和接收机的质量，特别是信杂比。信杂比指标好，则转播的站数可多些，否则相反。一般，最后一站的信杂比不劣于40dB。在此情况下转播的站数可达3~4站。

（二）建立人造卫星电视收转网

利用人造卫星互送电视节目，给电视广播覆盖提供高质量的节目源，特别是微波和差转不易达到的边远地区或地形复杂地区，更显示出广播电视卫星传送电视节目的优点。只要建立一定数量的卫星收转站就能利用人造卫星达到电视广播覆盖的目的，如图1-3所示。例如，建立一个小型地面卫星收转站，包括一套卫星接收设备，一部50W电视发射机，一副40~50m高的发射天线和少量必要仪器，就可覆盖半径为8km的地区。

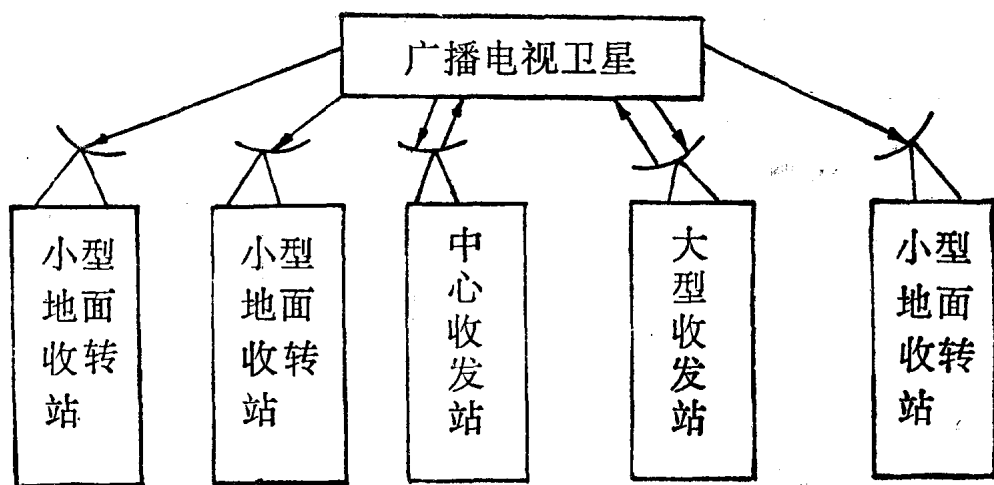


图 1-3 卫星电视广播网示意图

（三）建立有线电视传输网

利用电缆或光缆将成千上万个用户连接起来，形成一个有线电视网（见图1-4），其节目源除用共用天线接收无线电视台发射的电视信号外，还有本地区的自办电视节目。采用这种方式传送电视信号，它不仅解决了城市高层建筑接收信号由于反射而产生的图像重影问题，而且不会干扰别的电视信号，也不会受别的电视信号干扰，因而信号质量非常高。由于电视节目是通过电缆或光缆传送给用户的，所以信号传输可以不受空间频率分配拥挤的限制，传送给用户的电视节目大为增加。随着微波中继技术的兴起和发展，卫星传输电视信号的实现，可将大量的电视节目通过微波中继或卫星传输到本地区有线电视台，使有线电视的可用频道大量增加。由于有线电视传送的电视节目多、质量好，所以发展很快，用户越来越多，现已成为比较理想的电视传播新媒介，是一种很有前途的覆盖方法。

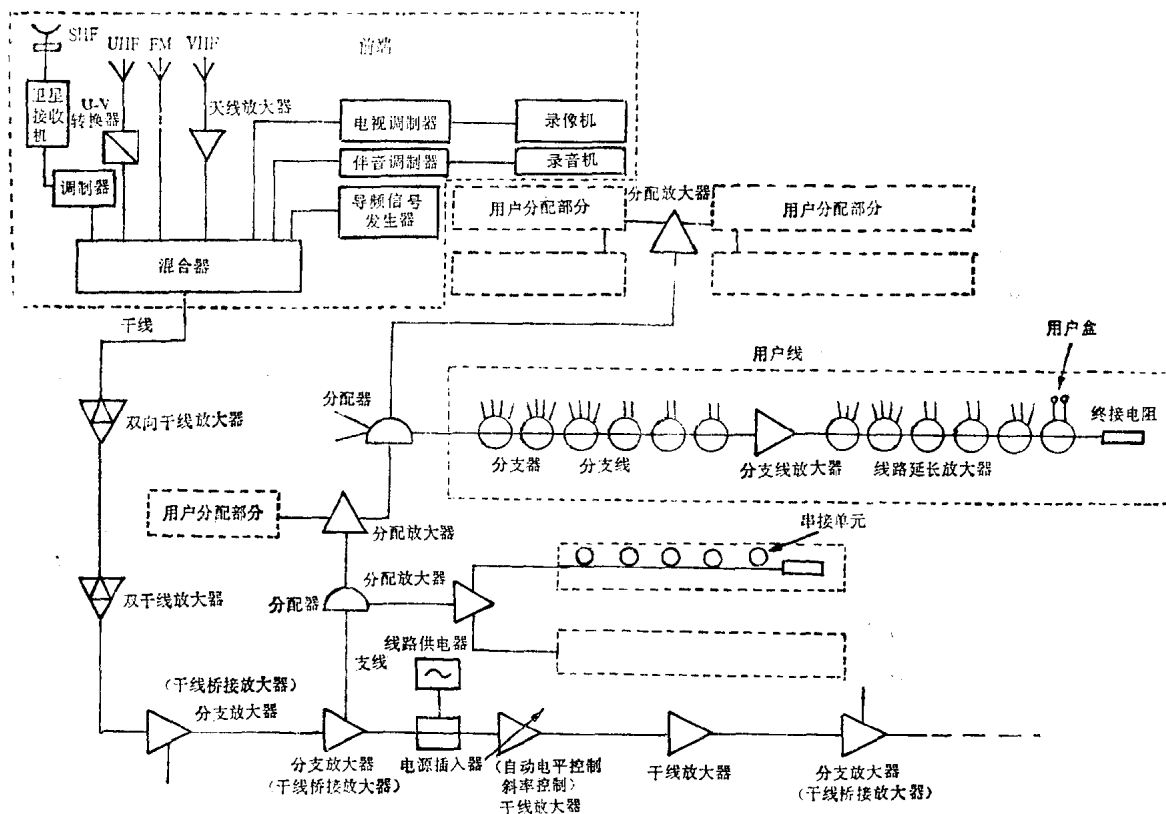


图 1-4 有线电视系统方框图

此外，各个电视转播台和有线电视台还可以根据自己的条件和需要，自办电视节目，以增加播出时间和节目套数。

第二节 电视发射台和差转台的组成

一、电视发射台的组成

图1-5是一座有代表性的有人管理的电视发射系统图。它由以下几个部分组成：

1. 电视发射机：它是电视发射台中重要设备之一，是用来实现全电视信号和伴音信号对载频进行调制，并放大到所需要的功率电平，达到同时传送图像信号和伴音信号的目的。为了安全播出，一套电视节目通常装备主、备两部发射机。

2. 双工器和同轴开关：双工器是用来将图像和伴音载频信号加以合成，并送到同一副天线上，达到用一副天线发射图像载频信号和伴音载频信号的目的。为了防止它们在合成时相互干扰，要求双工器具有一定的隔离度。单通道电视发射机的双工器由于体积很小，常装在机器内部。

同轴开关（或其它转换器）是用来完成主、备机的切换。通常是主机接天线，备机接假负载，或者相反

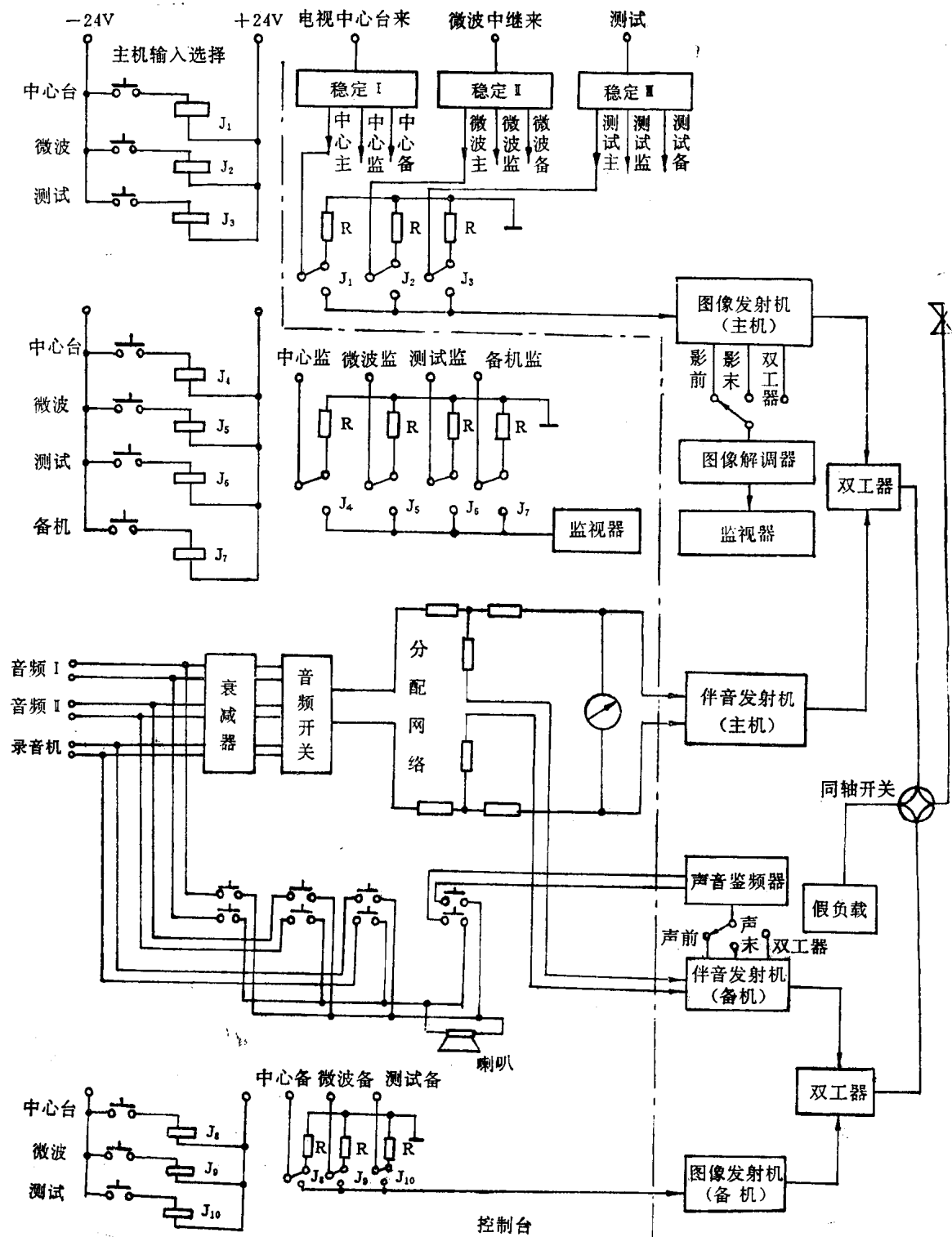


图 1-5 有人管理的电视发射台系统

3. 控制台：一般大、中功率发射台均装有控制台，它有以下一些功用：（1）从卫星接收站、微波中继站或电视中心台用电缆送来的视频信号，经稳定放大器等处理以后，送到控制台，经切换后送到图像发射机输入端或送到监视器进行质量监视。（2）伴音信号送到控制台，经衰减器接到扳键开关。由它选择出一路接到分配网络，然后送到伴音发射机的输入端。信号电平大小由衰减器进行调节，由音量表进行监视。（3）对发射机各级进行质量监视、监听或监测时，是用定向耦合器从发射机各级选取出信号，接到控制台上的小型同轴开关，然后由它选择一路送到图像解调器，以便进行监视、监听或监测。

（4）控制台要监视主机的主要状态，如功率、大功率电子管的板压、阴流、稳压非稳压三相电源电压……；要进行主机的切换，如主机的开、关机，开、关高压……；要完成主备机的切换，如主机出故障后，通过控制台上的切换操作，切断主机高压。同时转动同轴开关，当同轴开关转到备机接上天线位置时，备机高压就会连锁接通。

4. 稳定放大器：它是将卫星接收站、微波中继站或电视中心送来的视频信号进行处理，并消除寄生干扰的设备。它同时还要保证图像幅度与同步脉冲幅度或色同步脉冲幅度的正确比例以及同步脉冲和色同步脉冲的宽度符合电视广播标准。稳定放大器一般有三路输出，分别供给主机、备机和监视器。

5. 假负载：它是供调测发射机或校正功率计时使用的装置，要求它的反射损耗要高。

6. 彩条信号发生器（包括测试图卡信号）或录像机：是用来作为图像发射机用的视频信号源。录音机作为测试伴音发射机用的音频信号源。

7. 测试立柜：供测电视发射台中各种设备的技术指标之用。

8. 其它：供监视用的彩色接收机和监视器；供监听用的扬声器；供大功率电子管冷却用的鼓风机或冷凝器以及各种专用仪器等。

为了满足各种设备的供电要求，一般都设有配电和调压装置。

为了将发射机的输出功率馈送到天线上，并以电磁波的形式辐射出去，还设有馈线（或馈管）和发射天线。大、中功率发射台，一般都采用双馈分别送到各自的天线上。

为了扩大电视的覆盖范围，也有把电视发射台建立在高山上的。由于风机的噪声、高频辐射对人体的损害、气候条件恶劣以及生活和交通不方便等原因，所以，高山电视发射台正向无人值守过渡。无人值守的发射台不需要控制台，但是需要增加三遥（遥控、遥测和遥信）以及它们与发射机连接的接口设备，以便对发射机进行远距离控制和监测。

二、电视转播台的组成

电视转播台是指电视节目源由靠近的大功率电视发射台提供的发射台。大、中功率电视转播台的组成和电视发射台的组成大体相同，只增设了为接收电视信号源用的接收天线和接收设备。接收设备有解调式和不解调式，只有卫星地面站的接收设备采用解调式（解调成视频信号），其它转播台均采用不解调式差转。

小功率转播台的组成比较简单，图1-6是一有代表性的系统组成图。它应包括：电视差转机，收、发天线，卫星接收天线，卫星接收机，录像机，电视中频调制器，电源设备（包括配电和自动调压），电视接收机，天线支撑物及馈线等。