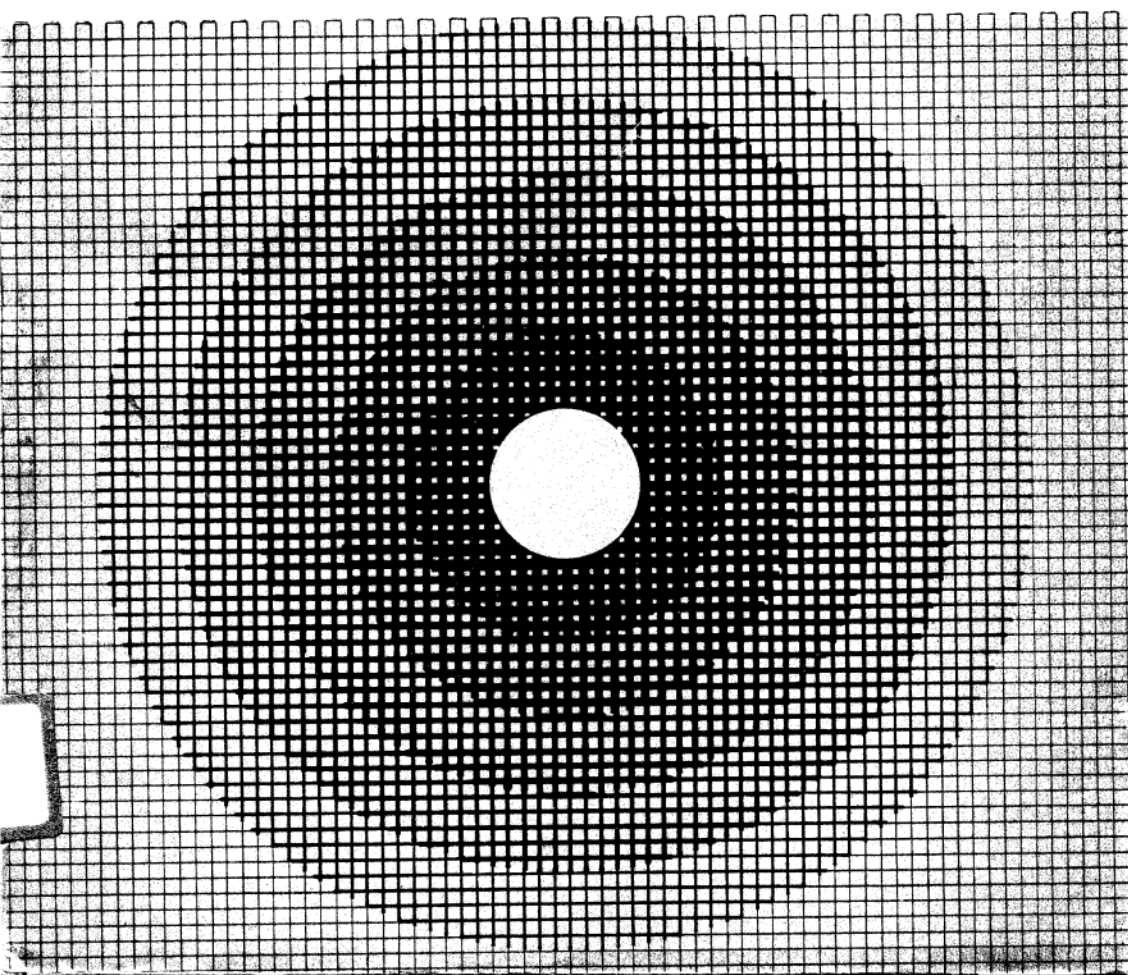


广播电视技术手册

第1分册

# 系统与覆盖网

主编 何大中 主审 潘振中



## 内 容 简 介

本书是《广播电视技术手册》的第1分册，全书共分三篇。第1篇共5章，概括地介绍广播电视技术系统，阐明技术工作在整个广播电视事业中的地位与作用，使读者对广播电视技术工作有一个全面、系统的了解。第2篇共5章，讲述电波传播基础知识，为阅读第3篇提供必要的准备。第3篇共6章，详细论述各种广播网和电视网的技术政策、技术标准和技术参数，规划原则和规划方法，以及运行管理的各项规定，并且同时提供每个频段电波场强的实用计算方法。本书的特点是实用性强。所使用的材料、所提供的标准、参数和计算方法等都是在实际工作中所使用的。本书的主要读者对象是：广播电视系统的科技人员和新参加广播电视工作的大专以上毕业生，以及全国各行业中与广播电视有关专业的科技人员。本书也可作为大专院校有关专业的教学参考书。

### 广播电视技术手册

第1分册

系统与覆盖网

主编 何大中

主审 潘振中

国防工业出版社出版、发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

国防工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张36 830千字

1990年5月第一版 1990年5月第一次印刷 印数：0,001—8,865册

ISBN 7-118-00591-6/TN110

定价：精装 16.20元

平装 16.20元

# 《广播电视技术手册》编辑委员会

总 编

何 大 中

副 总 编

章 之 俭

委 员

(以姓氏笔划为序)

马友本	王 义	王成武	孙同耕	冯锡增	吕坚慧
刘澄泉	李光宇	李孝勛	何正声	何晶莹	沈世明
	周才夫	张学田	太史瑞	崔士义	

## 总 序

中华人民共和国诞生 40 年了。在这 40 年中，伟大社会主义祖国各方面的建设都取得了辉煌的成就。广播电视事业和其它事业一样，发展非常迅速。

回顾中华人民共和国诞生之初，中国的广播事业基础薄弱，犹如一张白纸。在革命前辈的带领下，广大科技人员勤奋学习，努力探索，勇于创新，不断前进，做出了重大贡献：在中国基本建成了世界上人口覆盖最多的广播电视网，建立了比较完整的广播电视技术系统。在这过程中，他们还积累了丰富的、宝贵的经验，这些经验应该加以总结，广泛传播。

20 世纪 90 年代，广播电视技术即将出现新的飞跃。新一代科技工作者的任务更加艰巨。他们一方面须把过去的经验继承下来，另一方面又须迎接新的挑战，迎头赶上，使我国的广播电视技术和节目制作技术质量能逐步接近和赶上世界先进水平。在这期间，将有许多新的科技人员和节目制作人员参加到广播电视战线上来，需要向他们传授经验、介绍新的技术，使他们尽快成长起来。

基于上述需要，广播电影电视部于 1985 年采纳部科学技术委员会的建议，决定编写、出版《广播电视技术手册》。

编写、出版《手册》的目的是：总结建国以来在广播电视网的规划、建设、运行、管理和节目制作等方面积累的丰富经验，介绍当代国内外广播电视的先进技术，为广播电视系统的科技人员和节目制作人员提供一套实用的参考书，使他们能比较迅速地提高工作能力。《手册》又是广播电视系统岗位培训的教材。

《手册》对广播电视各个领域的技术问题均有简明的概念叙述和必要的理论阐释，可作为广播电视系统科技人员进一步深造的指南；同时，提供必要的图表、数据、公式，成为科技人员解决工程技术问题得心应手的工具书。

《手册》中有两个分册专门论述广播和电视节目制作的软技术。节目制作人员应充分掌握这些软技术，善于运用各种技术设备来实现导演的意图，制作出在声音和图像方面尽可能完美的广播、电视节目。

《手册》的主要读者对象是广播电视系统内相当于中专水平以上的科技人员和新参加广播电视技术工作的大专毕业生，还有包括录音师、摄像师、照明师以及导演和编辑人员在内的节目制作人员。这部《手册》也可供其他系统中有关专业的科技人员和大专院校师生参考。

《广播电视技术手册》现共有 16 个分册：

- 第 1 分册——系统和覆盖网；
- 第 2 分册——广播中心技术系统；
- 第 3 分册——广播节目制作；
- 第 4 分册——电视中心技术系统；
- 第 5 分册——电视节目制作；

- 第6分册——发射技术；
- 第7分册——天线；
- 第8分册——节目信号传输；
- 第9分册——接收与监测；
- 第10分册——有线广播；
- 第11分册——有线电视；
- 第12分册——工程设计技术；
- 第13分册——计算机应用；
- 第14分册——音像制品和重放；
- 第15分册——科技情报；
- 第16分册——工程安装施工。

这些分册各属专门领域，又互有联系，相互间略有交叉，又各有侧重，可以大体覆盖广播电视技术的各个领域。此外，还有一个管理分册，暂缓出版，待今后条件成熟时再予补充。

我们希望，这部《手册》能有助于广播电视技术领域各个方面的工作，有助于广播电视科技队伍素质的提高，也有助于新参加广播电视技术工作的青年能较快地独立承担起工作任务，成为所从事专业的内行。

《手册》的出版，并不是编写工作的终结，而只是一个开始。随着技术的发展，一些陈旧的内容应该淘汰，一些新的内容必须补充进去。某些不够完善之处也有待于进一步提高。我们希望在今后每次再版的过程中，能够不断改进，使《手册》更加符合广大读者的需要。

广播电影电视部科技情报研究所，为《手册》的编写和发行，承担了全部组织工作，谨此感谢。

《广播电视技术手册》编辑委员会  
1989年9月27日

# 广播电视技术手册

第1分册

**系统与覆盖网**

主编 何大中

主审 潘振中

责任编辑 耿新暖

---

## 前 言

本分册是《广播电视技术手册》的第1分册，全书共分为3篇。

第1篇概述广播电视的技术系统，以求使读者对广播电视技术工作有一个概括的了解。在这一篇里，着重讨论了广播电视的性质、特点，广播电视技术工作在整个广播电视事业中的地位和作用，以及广播电视技术工作和宣传工作之间的关系。在这一篇里，还简略地总结了40年来中国广播电视网建设中的主要经验和教训。在述及广播电视的技术支持系统时，比较着重地介绍了技术管理工作，因为这一部分工作往往为人们所不理解、不重视。

广播电视（有线广播除外）作为一种大众传播工具，其最主要的特点是依靠无线电波作为传播媒介，电波传播的规律是广播电视得以实现的理论基础。虽然各个不同频段的无线电波的传播都各有其特点，但从根本上说来，它们又都具有一致的共性。本分册第2篇着重介绍它们的共性。这一篇既是初学者阅读第3篇提供准备知识，同时又提供了大量为实际工程计算所必需的技术数据。

第2篇的主要内容有三个方面，一是论述无线电波发射的基本原理，二是介绍无线电波借以传播的客观条件，包括地面、电离层和非电离的大气层，概述了这些传播介质的特性、参数及其对电波传播的作用和影响。最后，在本篇中还论述了噪扰问题。噪扰的存在实际上是对广播电视传播的一种限制因素。研究噪扰的性质、估计各种噪扰的强度，对于广播电视网的设计和运行是十分重要的。

广播电视覆盖网在广播电视传播中具有特殊重要的意义，因为广播电视传播的根本任务是把广播或电视节目信号传送到每一个家庭，达于每一个人的面前。而要实现这一点，主要的物质技术基础就是广播电视覆盖网。在广播电视事业的发展中，覆盖网的设计、建设、运行也最为复杂。所以把它列为第1分册。

本分册第3篇按照各个频段介绍不同的覆盖网，包括中波广播网、短波广播网、调频广播网、电视广播网和卫星广播网，对每一种广播网都比较详细地介绍其使用的频段、该频段电波传播的特点和电场强度预测方法、覆盖网的基本技术参数、网的规划原则和规划方法，以及规划的执行及修改等。本分册介绍的这些参数、方法，都是以各次国际、国内规划会议的决定为依据，都是现行工作中实际采用的，因此具有实用的价值。本篇最后一章，第16章，专讲广播电视网的管理，以保证规划的贯彻、实施。

本分册的主要读者对象是广播电视网规划和频率管理人员。对于初学者，在阅读和掌握了本分册的内容以后，可以具有独立进行各种广播网的规划、设计和管理的的能力；对于较熟练的规划和管理工程师来说，本分册可以成为一本比较得心应手的工具书。

由于手册的性质，在本分册中所介绍的概念和公式，一般不做推导。在各章的末尾都附有参考文献目录，有兴趣的读者可以进一步去查阅。

为避免文字过分臃肿，在本分册中把一些材料列于附录中，这些附录大体可分为三种，一是提供必要的数学工具，二是提供过分复杂的、大量的数据和图表，三是列出比

较繁复的计算公式，这些都是为广播电视网的设计、计算所必需的，而其中有些资料通常又比较难于找到，故集中在附录中。

参与本书编写的作者还有：章之俭、潘振中、冯锡增、何晶莹、何正声、李光宇、李孝勗、刘澄泉、吕坚慧、马友本、沈世明、孙同耕、王成武、王义、张学田、周才夫等。

对于本分册的编写，还要感谢杨丽君同志的帮助。她不仅首先倡议编写这一部广播电视技术手册，而且为本分册整理和分析了大量的资料，其中有些已经用到实际的广播网管理工作中去。

本分册中的错误之处，希读者指正，不胜感谢。

何大中  
1988年6月1日



# 目 录

## 第 1 篇 广播电视技术系统概述

<b>第 1 章 广播电视宣传与广播电视技术</b> .....	1	<b>第 4 章 广播电视技术支持系统</b> .....	24
1.1 广播电视的特点 .....	1	4.1 广播电视科技研究 .....	24
1.2 广播电视传播的媒介 .....	2	4.2 广播电视基本建设 .....	25
1.3 广播电视的产生与发展 .....	3	4.3 广播电视技术设施的运行和维护 .....	25
1.4 广播电视宣传与技术的关系 .....	4	4.4 广播电视工业生产 .....	26
<b>第 2 章 广播电视技术系统</b> .....	6	4.5 广播电视技术管理 .....	26
2.1 广播电视中心和节目制作 .....	6	4.5.1 制定广播电视技术政策 .....	27
2.1.1 广播节目制作 .....	6	4.5.2 广播电视发射网的规划管理 .....	27
2.1.2 电视节目制作 .....	7	4.5.3 频率管理 .....	27
2.2 广播电视节目的播出 .....	9	4.5.4 广播电视系统标准化 .....	28
2.3 广播电视节目传送和发射 .....	10	<b>第 5 章 广播电视技术发展趋势和发</b>	
2.3.1 广播电视节目传送 .....	10	<b>展战略</b> .....	30
2.3.2 广播电视节目的发射 .....	11	5.1 坚持“四级办广播、四级办电视、四	
2.4 广播电视监测系统 .....	12	级混合覆盖”的方针 .....	30
2.5 广播电视节目的接收 .....	12	5.2 发展卫星广播 .....	31
2.6 有线广播技术系统 .....	13	5.3 推广计算机在广播电视领域中的	
2.6.1 有线广播的站内设备 .....	13	应用 .....	33
2.6.2 有线广播传输线路 .....	14	5.4 重视广播电视的多工工作方式,为	
2.6.3 用户设备 .....	14	开发智力、传播信息服务 .....	33
2.6.4 有线广播的发展方针 .....	15	5.4.1 电视图文广播 .....	34
<b>第 3 章 广播电视覆盖网</b> .....	17	5.4.2 多节目静止图像广播 .....	34
3.1 中波广播网 .....	17	5.4.3 调频双节目广播方式 .....	34
3.2 调频广播网 .....	19	5.4.4 电视多重伴音 .....	34
3.3 短波广播网 .....	21	5.5 做好广播电视信号数字化的技术	
3.4 电视广播网 .....	22	准备 .....	35
		5.6 注视下一代电视新制式的发展 .....	35

## 第 2 篇 电波传播的基本知识

<b>第 6 章 电磁场和无线电波传播</b> .....	37	6.1.8 位移电流 .....	39
6.1 电场 .....	37	<b>6.2 磁场</b> .....	39
6.1.1 库仑定律 .....	37	6.2.1 安培定律 .....	39
6.1.2 电场强度 .....	37	6.2.2 磁感应强度 .....	40
6.1.3 电位 .....	38	6.2.3 磁感应通量 .....	40
6.1.4 环路定理 .....	38	6.2.4 磁场强度 .....	41
6.1.5 电感应强度 .....	38	6.2.5 全电流定律 .....	41
6.1.6 高斯定理 .....	38	6.2.6 洛仑兹力 .....	41
6.1.7 静电场的能量密度 .....	39	6.2.7 带电粒子在均匀磁场中的运动 .....	41

## II

6.2.8 电磁感应现象 .....	42	影响 .....	70
6.2.9 磁场的能量密度 .....	43	8.1 电离层的一般概念 .....	70
6.3 电磁场 .....	43	8.1.1 电离层的分层 .....	70
6.3.1 麦克斯威尔方程组 .....	43	8.1.2 电离层的成因 .....	70
6.3.2 乌莫夫-波印廷方程 .....	43	8.1.3 D层 .....	71
6.4 无线电波传播 .....	44	8.1.4 E层 .....	71
6.4.1 矢位 .....	44	8.1.5 $E_s$ 层 .....	71
6.4.2 标位 .....	44	8.1.6 F层 .....	72
6.4.3 波动方程 .....	45	8.1.7 电子碰撞频率 .....	72
6.4.4 波动方程的解 .....	45	8.2 电离层对无线电波传播发生的作用 .....	73
6.4.5 电波传播的速度 .....	45	8.2.1 电离层对电波的吸收 .....	73
6.4.6 平面无线电波传播的主要特性 .....	46	8.2.2 电波传播的色散现象 .....	73
6.5 无线电波的极化 .....	46	8.2.3 电波分裂为寻常波和非寻常波 .....	74
6.5.1 线极化波 .....	47	8.2.4 电波的折射和反射 .....	78
6.5.2 圆极化波 .....	47	8.2.5 电离层的有效高度和实际高度 .....	81
6.5.3 椭圆极化波 .....	47	8.3 电离层的主要参数 .....	81
6.5.4 传播方向上无线电波的极化 .....	48	8.3.1 E层临界频率 $f_0E$ .....	81
6.6 无线电波的功率通量密度和场强 .....	48	8.3.2 $F_2$ 层临界频率 $f_0F_2$ 和 $M(3000)F_2$ .....	88
6.6.1 在距离为 $r$ 处的功率通量密度 .....	49	8.3.3 利用数字图计算 $F_2$ 层参数 .....	91
6.6.2 在距离为 $r$ 处的电场强度 .....	49	8.3.4 $F_2$ 层的最高可用频率 .....	92
6.6.3 天线增益 .....	50	8.3.5 $F_2$ 层特性的世界分布图 .....	92
6.7 无线电波在均匀半导电介质中的传播 .....	50	8.3.6 用手算法计算 $F_2$ 层最高可用频率 .....	92
6.7.1 电波在半导电介质中传播的基本特点 .....	50	8.4 电离层预测的指数 .....	94
6.7.2 介质接近于理想介质的情况 .....	51	8.5 最高传输频率的定义 .....	94
6.7.3 介质接近于导体的情况 .....	52	8.5.1 基本最高可用频率(Basic Maximum Usable Frequency) .....	94
第7章 地面的电气特性及其对电波传播的影响 .....	53	8.5.2 运行MUF(Operational MUF) .....	94
7.1 地面的电参数 .....	53	8.5.3 最佳工作频率(OWF或FOT) .....	94
7.1.1 地面本身固有的电参数 .....	53	8.5.4 运行MUF与基本MUF的关系 .....	95
7.1.2 地面的有效电参数 .....	55	第9章 非电离大气层对无线电波传播的影响 .....	96
7.1.3 影响有效电参数的各种因素 .....	55	9.1 大气层对无线电波的折射 .....	96
7.2 有效电参数的测量方法 .....	57	9.1.1 折射系数和折射率 .....	96
7.2.1 波前倾角法 .....	57	9.1.2 在典型大气层中 $N$ 随高度的变化 .....	97
7.2.2 地波衰减法 .....	59	9.1.3 地表面折射率的世界分布图 .....	98
7.3 地面有效电参数的具体数据 .....	61	9.1.4 空气折射率的梯度 .....	98
7.3.1 有效电导系数的一般估计值 .....	61	9.1.5 射线方程和折射模数 .....	106
7.3.2 有效介电常数的估计值 .....	61	9.1.6 折射曲率半径 .....	106
7.3.3 电导系数的世界分布图 .....	61	9.1.7 折射的类型 .....	107
7.3.4 中国的地导系数分布图 .....	63	9.1.8 地球等效半径和视线距离 .....	110
7.4 地面无线电波的反射 .....	63	9.1.9 波导传输 .....	111
7.4.1 反射射线的方向 .....	64	9.2 对流层的散射作用 .....	112
7.4.2 反射系数 .....	64	9.2.1 空气的湍流运动和不均匀性 .....	112
7.4.3 垂直极化波和水平极化波反射系数的特点 .....	64	9.2.2 电波的散射和散射系数 .....	113
7.4.4 任意线极化波的反射 .....	65	9.3 大气层对电波的衰减 .....	114
7.4.5 实现镜面反射的条件 .....	69	9.3.1 气体分子对电波的吸收 .....	114
第8章 电离层及其对电波传播的影响 .....	70	9.3.2 降水造成的衰减 .....	115
8.1 电离层的一般概念 .....	70	第10章 无线电干扰 .....	125
8.1.1 电离层的分层 .....	70	10.1 干扰功率和干扰系数 .....	125
8.1.2 电离层的成因 .....	70		
8.1.3 D层 .....	71		
8.1.4 E层 .....	71		
8.1.5 $E_s$ 层 .....	71		
8.1.6 F层 .....	72		
8.1.7 电子碰撞频率 .....	72		
8.2 电离层对无线电波传播发生的作用 .....	73		
8.2.1 电离层对电波的吸收 .....	73		
8.2.2 电波传播的色散现象 .....	73		
8.2.3 电波分裂为寻常波和非寻常波 .....	74		
8.2.4 电波的折射和反射 .....	78		
8.2.5 电离层的有效高度和实际高度 .....	81		
8.3 电离层的主要参数 .....	81		
8.3.1 E层临界频率 $f_0E$ .....	81		
8.3.2 $F_2$ 层临界频率 $f_0F_2$ 和 $M(3000)F_2$ .....	88		
8.3.3 利用数字图计算 $F_2$ 层参数 .....	91		
8.3.4 $F_2$ 层的最高可用频率 .....	92		
8.3.5 $F_2$ 层特性的世界分布图 .....	92		
8.3.6 用手算法计算 $F_2$ 层最高可用频率 .....	92		
8.4 电离层预测的指数 .....	94		
8.5 最高传输频率的定义 .....	94		
8.5.1 基本最高可用频率(Basic Maximum Usable Frequency) .....	94		
8.5.2 运行MUF(Operational MUF) .....	94		
8.5.3 最佳工作频率(OWF或FOT) .....	94		
8.5.4 运行MUF与基本MUF的关系 .....	95		

10.1.1 外界噪声功率 .....	125	10.2.4 大气噪声系数的预测方法 .....	176
10.1.2 外界噪声系数 .....	125	10.2.5 最低需要信号接收功率和场强 .....	177
10.1.3 天线噪声温度 .....	126	10.3 接收机内部噪声 .....	180
10.1.4 噪声场强均方根值 .....	126	10.4 人为噪声 .....	181
10.1.5 运行噪声系数 .....	126	10.4.1 电力线的电磁辐射 .....	181
10.2 大气噪声 .....	127	10.4.2 电气化铁路形成的干扰 .....	183
10.2.1 大气噪声等级 .....	127	10.4.3 工业、科学和医疗设备的干扰 .....	185
10.2.2 大气噪声与频率的关系 .....	176	10.4.4 火花点火系统的无线电干扰 .....	186
10.2.3 大气噪声的统计特性 .....	176		
<b>第3篇 广播电视网</b>			
<b>第11章 中波广播网</b> .....	188	11.9.4 避免电高层交扰调制的方法 .....	278
11.1 中波广播频段和频道划分 .....	188	<b>第12章 短波广播网</b> .....	282
11.2 中波地波场强的预测方法 .....	189	12.1 短波广播频段和频道划分 .....	282
11.2.1 单一传播路径的计算方法 .....	189	12.1.1 短波广播频段 .....	282
11.2.2 复合传播路径的计算方法 .....	189	12.1.2 短波广播的基本参数 .....	282
11.3 中波天波场强预测方法 .....	205	12.2 短波广播的频率预测 .....	283
11.3.1 第1区内中波天波场强的预测方法 .....	205	12.2.1 频率预测的任务 .....	283
11.3.2 第3区南纬11°以北(亚洲)地区的 中波天波场强预测方法 .....	216	12.2.2 电路几何参数的计算 .....	284
11.3.3 第3区南纬11°以南(大洋洲)地区的 中波天波场强预测方法 .....	217	12.2.3 传播距离 $D \leq 2000\text{km}$ 时基本最高可用 频率(基本MUF)的预测 .....	285
11.4 衰落区和服务区 .....	217	12.2.4 传播距离 $2000 < D \leq 4000\text{km}$ 时,基 本MUF的预测 .....	286
11.5 发射台的覆盖区和人口覆盖率 .....	218	12.2.5 传播距离 $D > 4000\text{km}$ 时,基本MUF 的预测 .....	287
11.5.1 最低可用场强 .....	219	12.3 短波广播的场强中值预测 .....	288
11.5.2 干扰保护率 .....	220	12.3.1 输入数据 .....	288
11.5.3 可用场强 .....	221	12.3.2 传播模式 .....	288
11.5.4 标称可用场强 .....	222	12.3.3 $D \leq 7000\text{km}$ 时,场强中值的预测 方法 .....	288
11.5.5 电台的覆盖区 .....	222	12.3.4 $D \geq 9000\text{km}$ 时,场强中值的预测 方法 .....	292
11.5.6 人口覆盖率 .....	223	12.3.5 $7000 < D < 9000\text{km}$ 时,场强中值 的预测方法 .....	295
11.6 中波同步广播 .....	223	12.3.6 信号场强的衰落 .....	296
11.6.1 中波同步广播的定义 .....	223	12.4 天线增益 .....	298
11.6.2 频率偏差、场强比和保护率 .....	223	12.4.1 单频段天线最大辐射方向上的增益、 仰角和波束宽度 .....	298
11.6.3 精密同步和准同步 .....	224	12.4.2 多频段天线的近似计算 .....	300
11.6.4 频率同步制和相位同步制 .....	224	12.4.3 天线方向性图 .....	301
11.6.5 同步广播网的频率分配 .....	225	12.4.4 在给定向上天线增益的计算方法 .....	306
11.7 中波广播网规划 .....	228	12.5 短波广播覆盖的技术标准 .....	306
11.7.1 中波广播技术政策 .....	228	12.5.1 短波广播频段的大气噪声 .....	306
11.7.2 中波广播网规划原则 .....	228	12.5.2 人为噪声 .....	306
11.7.3 中波广播网的规划方法 .....	228	12.5.3 接收机内部噪声 .....	306
11.7.4 可用场强的具体数据 .....	229	12.5.4 信噪比 .....	307
11.7.5 规划的执行和修改 .....	231	12.5.5 最低可用场强 .....	307
11.8 小功率频道 .....	273	12.5.6 基准可用场强 .....	307
11.8.1 小功率频道的设置 .....	273	12.5.7 同频保护率 .....	307
11.8.2 小功率频道的技术规定 .....	274	12.5.8 邻频保护率 .....	308
11.8.3 小功率频道的管理 .....	275		
11.9 电高层交扰调制 .....	275		
11.9.1 电高层交扰调制和交扰调制度 .....	275		
11.9.2 电高层交扰调制的实测数据 .....	277		
11.9.3 电高层交扰调制的最大容许值 .....	278		

12.5.9	同步广播	308	13.5.11	调频广播规划的执行和修改	358
12.6	可靠度	309	第14章	电视广播网	360
12.6.1	基本电路可靠度(BCR)	309	14.1	电视广播频段和频道划分	360
12.6.2	基本接收可靠度(BRR)	311	14.1.1	电视广播频段和频道间隔	360
12.6.3	基本广播可靠度(BBR)	311	14.1.2	频道划分和标称载频	360
12.7	短波广播网规划	311	14.1.3	必要带宽	362
12.7.1	短波广播的技术政策	311	14.2	电视频段场强预测	362
12.7.2	接收区和试验点的确定	313	14.2.1	米波电视场强预测	363
12.7.3	发射台位置的选择	313	14.2.2	分米波电视场强预测	363
12.7.4	短波广播天线的选择	313	14.3	电视广播网的基本技术参数	366
12.7.5	发射机功率的选择	315	14.3.1	电视图像质量主观评价等级划分标准	366
17.7.6	对同一区域广播同一节目所需的频率数	315	14.3.2	最低可用场强	367
12.7.7	可用频段和合适频段	316	14.3.3	标称可用场强	367
12.7.8	太阳指数值的选用	317	14.3.4	射频频保护率	368
12.7.9	短波广播频率的指配	317	14.3.5	可用场强	373
12.7.10	短波广播的信号干扰比、可用场强和服务区	319	14.4	电视广播的覆盖区	374
12.7.11	短波广播规划的特点	319	14.5	对干扰发射机的影响的估算	374
12.8	单边带短波广播	319	14.5.1	多维保护率	374
12.8.1	采用单边带广播的主要优点	319	14.5.2	多个干扰发射机对于欲收信号的地点概率的影响	375
12.8.2	由双边带广播向单边带广播过渡的程序	320	14.5.3	$L_f$ 值的选择	375
12.8.3	单边带广播的技术参数	320	14.5.4	对干扰场强的限制	376
第13章	调频广播网	322	14.6	电视广播网规划	376
13.1	调频广播频段和频道划分	322	14.6.1	电视广播网技术政策	376
13.2	调频广播频段的场强预测	322	14.6.2	电视广播网的规划方法	377
13.2.1	畸变度法	322	14.6.3	频率规划的协调	380
13.2.2	剖面图法	335	14.6.4	覆盖区、可用场强和人口覆盖率的计算	380
13.3	调频广播的基本技术参数	340	14.6.5	收转关系的检验	381
13.3.1	最低可用场强	340	14.6.6	电视广播网规划的执行和修改	381
13.3.2	射频频保护率	340	第15章	卫星广播网	383
13.3.3	可用场强	342	15.1	卫星广播的定义	383
13.3.4	标称可用场强	343	15.2	卫星广播的频段和频道划分	383
13.3.5	收转的标称可用场强	344	15.2.1	卫星广播频段	383
13.4	调频广播的覆盖区	344	15.2.2	K频段卫星广播的频道划分	385
13.4.1	用等场强线表示的覆盖区	344	15.2.3	频道间隔和带宽	385
13.4.2	用不等场强曲线表示的覆盖区	345	15.3	同步卫星和同步轨道	385
13.5	调频广播网规划	346	15.3.1	同步卫星	385
13.5.1	调频广播技术政策	346	15.3.2	同步轨道	385
13.5.2	调频广播规划原则	346	15.3.3	广播卫星适用的同步轨道位置	386
13.5.3	调频广播网规划方法	346	15.4	卫星广播系统的几何关系	387
13.5.4	调频广播频率的分组	350	15.4.1	接收点 $P$ 与星下点 $S'$ 之间的几何关系	388
13.5.5	省际交界地区的“指定频率”	352	15.4.2	接收点 $P$ 与卫星 $S$ 之间的几何关系	388
13.5.6	频率指配原则	355	15.4.3	卫星覆盖的最大范围	389
13.5.7	调频广播网频率规划中的限制因素	355	15.5	卫星发射的电波波束和服务区	389
13.5.8	频率规划的协调	356	15.5.1	波束	389
13.5.9	覆盖区、可用场强和人口覆盖率的计算	357	15.5.2	波束区	389
13.5.10	整转关系的检验	358	15.5.3	服务区	390

15.5.4 覆盖区 .....390

15.5.5 成形波束 .....390

15.6 球面投影法 .....391

15.6.1 地球经纬度向S球面投影的坐标 .....391

15.6.2 地球经纬度的S球面投影图 .....391

15.6.3 S球面坐标向地球表面上的反投影 .....392

15.7 给定波束描绘波束区 .....393

15.7.1 波束中心瞄准点B的地理坐标 .....394

15.7.2 波束边缘任一点 $T_0$ 的地理坐标 .....394

15.7.3 波束区的描绘 .....394

15.8 卫星广播电波的极化 .....395

15.8.1 电波极化的选择 .....395

15.8.2 极化方向的定义 .....395

15.9 卫星发射天线 .....395

15.9.1 给定天线辐射波束张角, 确定天线尺寸 .....395

15.9.2 给定天线尺寸, 计算辐射波束张角 .....396

15.9.3 发射天线的主向增益 .....396

15.9.4 发射天线的相对增益 .....396

15.9.5 给定方向上的半功率张角和偏轴角 .....398

15.10 12GHz 电波传播中的雨致衰减 .....399

15.11 卫星广播的地面功率通量密度 .....400

15.11.1 计算地面功率通量密度所必需的技  
术数据 .....400

15.11.2 地面功率通量密度的计算公式 .....401

15.12 接收天线 .....401

15.12.1 接收天线的主向增益 .....401

15.12.2 接收天线的相对增益 .....401

15.12.3 接收偏轴角 .....404

15.12.4 接收天线的最小直径 .....405

15.13 卫星广播接收设备的优值 .....405

15.14 12GHz 频段的外界噪声 .....406

15.15 接收功率、信干比和保护率 .....406

15.15.1 欲收信号的接收功率 .....406

15.15.2 同极化干扰波信号的接收功率 .....407

15.15.3 交叉极化干扰波信号的接收功率 .....407

15.15.4 信号干扰比 .....408

15.15.5 干扰保护率 .....408

15.16 卫星广播的基本技术参数 .....408

15.16.1 电视图像质量标准 .....408

15.16.2 不加权信噪比 .....408

15.16.3 卫星广播的电视制式 .....408

15.16.4 载波信噪比 .....409

15.16.5 调制改善系数 .....409

15.16.6 最小必需的载噪比值 .....410

15.16.7 能量扩散 .....410

15.16.8 过频偏 .....410

15.16.9 最小必需的地面功率通量密度 .....411

15.16.10 星上等效全向辐射功率 .....412

15.16.11 星上转发器功率 .....412

15.17 卫星广播网规划 .....412

15.17.1 规划原则 .....412

15.17.2 确定服务区 .....413

15.17.3 初选卫星轨道位置 .....413

15.17.4 波束设计 .....413

15.17.5 EIRP 和转发器功率 $P_T$ 的计算 .....416

15.17.6 干扰矩阵 .....416

15.17.7 频率指配 .....418

15.17.8 保护裕度 .....418

15.17.9 中国的卫星广播规划 .....419

15.17.10 上行线路 .....421

第16章 广播电视网的管理 .....422

16.1 频率管理 .....422

16.2 广播电视发射台的设置 .....422

16.3 修改规划的程序 .....423

16.4 发射台的使用、变动和撤消 .....424

16.5 对干扰的处理 .....424

附录 .....425

附录 I 矢量和场论 .....425

附录 II  $f_0F_2$  和 $M(3000)F_2$  月中值预测  
用的系数 ( $U_{f, h}$ ) 表 .....431

附录 III  $F_2$  层特性世界分布图 .....456

附录 IV 中波地波场强计算公式 .....552

附录 V 计算复合传播路径场强的米灵  
顿法 .....554

附录 VI 正态概率分布数值表 .....556

附录 VII 超短波频段场强计算公式 .....557

附录 VIII 剖面图纸的制作方法 .....560

附录 IX 球面三角的基本公式 .....561

# 第 1 篇 广播电视技术系统概述

## 第 1 章 广播电视宣传与广播电视技术

“广播”，从其技术上的本质来说，是一种通信业务，其目的是为使广大公众直接接收，单向地传播信息。

广义的“广播”一词，是声音广播和电视广播的统称，相当于英语中的“Broadcasting”。本分册中采用广义时，把它用括号“ ”括起来。狭义的广播，单指声音广播，相当于英语中的“Sound Broadcasting”。本分册中用狭义时，不用括号。

电视一词也有两种含义：狭义的专指电视广播（TV Broadcasting）；广义的还包括除“广播”以外的电视的应用如工业电视等；一般称为“应用电视”。本分册所用电视一词，均为狭义的。

### 1.1 广播电视的特点

广播电视是教育、鼓舞全党、全军和全国各族人民建设社会主义物质文明、精神文明的最具威力的现代化工具，也是党和政府联系群众的有效工具之一。

宣传工具有许多种，例如报刊、杂志、书籍、影片、音像制品等等，可称为社会信息的各种不同的传播方式。广播电视是各种宣传工具中的一种，也是社会信息传播方式之一。它之区别于其他各种社会信息传播方式，并成为最具威力的现代化工具，是因为它具有其他传播方式所不具备的特点：

（1）广播电视是以声音和图像的形式来传播信息的。这种传播形式很形象化，具有更加真实、更加亲切的特点，使群众喜闻乐见。而且，它不受年龄和文化程度的限制，不论老人、小孩，也不论文化程度的高低，广播一听就懂，电视一看就明白。因此，它能吸引广大群众，受到群众的喜爱。广播电视的这一特点使它区别于以文字、纸张作为传播媒介的各种方式，例如报刊、杂志、图书等等。

（2）广播电视的第二个特点是它的及时性，几乎在信息播出的同时，听众和观众就可以立即收到。甚至有可能在某一事件发生的同时，就把它传播到全国、全世界去（例如现场直播）。广播电视的这一特点，使它不仅区别于以文字、纸张作为媒介的传播方式，也区别于其他各种利用音、像记录作为媒介的传播手段，例如影片、唱片、录音带、录像带等音像出版物。后面这些虽然都是以音、像的形式传播信息，也都很受群众喜爱，但它们都不具备广播电视传播的及时性。

(3) 广播电视的另一特点是它的广泛性。从广播电台和电视台播出的信息,可以深入到它的播出对象地区的每一个家庭,广大群众可以同时直接接收到所传播的各种信息内容。广播电视的这一特点,使它区别于其他一切传播手段。

## 1.2 广播电视传播的媒介

任何社会信息传播方式都必须凭借于一定的媒介。广播电视传播的主要媒介是无线电波。由于无线电波的传播速度极快(每秒钟约达30万公里),所以用它来传播信息,速度也是最高的。无线电波的传播没有国界的限制,它可以把信息广泛地加以传播。深入到所要播出地区的每一户家庭,与群众直接见面。因此,广播电视可以瞬息万里地、大规模地向公众传播信息。

除了广播电视以外,也有其他一些信息传播的方式是利用无线电波作为媒介的,例如无线电通信,包括电报、电话、数据传输等。但这些业务都是点对点的通信,是专业机构之间的联络,而不是直接面向群众,并不考虑广大群众的接收。广播电视与通信业务在技术上的根本区别在于它是**以广播电视节目传播的形式面向广大群众**、目的为**让广大群众直接接收**。因此广播电视这种传播方式具有最大的广泛性。

广播电视传播的第二种方式是有线分配系统,即有线广播和有线电视。有线广播和有线电视是指用某种线路把各听众或观众连在一起,组成一个系统,把广播电视节目分配到该系统的各户去,供群众直接接收。这种线路可以直接与有线广播电台或电视台相连,也可以不直接相连,而采用接收无线的广播、电视后在有线系统中加以转播、分配的方法。有线广播和有线电视是在相对较小的区域范围内对无线广播和电视的补充手段,其产生和发展的根据是:

(1) 无论对于广播或电视,以无线电方式传播时,总会出现一些接收困难地区。在这些地区里或是根本无法收到,或是虽然能接收但不能得到良好的质量。在这种接收困难地区利用有线系统把广播电视信号通过电缆、光缆或其他导线在一定距离范围内把它们分送到各用户,成为一种公共的接收系统,可以保证广播电视的接收质量。

(2) 按照中国的规定,无线广播和电视只能由县以上的政府开办,县以下不能办无线电台。为了在乡、村范围内进行宣传和联系群众,乡、村政府需要有线广播系统。有些企事业单位、集体经济组织、机关、学校、部队等有时需要自办一两套广播或电视节目,供本单位内部收听、收看,或有些大城市的区要办一些节目,也只能利用有线系统。

(3) 无线电频谱资源是有限的,能容纳的节目套数总数也是有限的。在进一步发展过程中,在某些城市里可能有需要办许多套广播电视节目而超出无线电频谱所能容纳的数量,在这种情况下,必须采用有线系统。在这方面,有线系统的潜力是很大的。

例如,有线系统可以接受不同听众和观众的点播节目,使有线系统和群众可以有更加密切的联系,以更好地满足不同类型的听众或观众的需要。

但是,有线广播系统不可能脱离无线广播而形成**一个完全独立的体系**;一方面它需依靠无线广播作为节目来源,转播无线节目是有线系统不可缺少的职能;另一方面,受到经济上的制约,有线系统不可能作大范围的广播。历史经验表明,一个县范围内的有

线广播在经济上已是一个很大的负担，一个县范围的有线电视在经济上几乎不可能实现，更不用说再大的范围了。因此，有线广播和有线电视更适宜于在人口集中的地方做较小范围的播出。

近年来，随着家庭用录音机和录像机的发展，为这些设备而提供的软件即录音带和录像带等音像出版物，也在迅速发展。从发展来看，家用录音机和录像机必然会愈来愈普及，它们与“广播”也必然会有一定的关系，因为人们可以利用这些设备随时将所喜爱的广播电视节目记录下来，并保留之以供事后欣赏。从“广播”中得到的节目将成为家用录音机、录像机拥有者的文艺节目的一个组成部分。有些音像制品则可以用于广播电台或电视台，作为广播电视节目的内容播出。但是，绝不能因此而把市场上出售的录音带、录像带等音像出版物本身的传播与“广播”的传播混为一谈。录音带和录像带等音像出版物本身虽然是社会信息传播的诸方式之一，但它不属于“广播”的范畴。因为音像出版物本身的传播，并不具有党和政府联系群众的工具的属性，而且它也不具备“广播”所必须具有的及时性和广泛性。

### 1.3 广播电视的产生与发展

广播电视是各种传播手段中最年轻的一种，比起其它手段来，更加现代化一些。这是因为广播电视是在现代科学技术发展的基础上创造出来的。

广播这种传播方式出现于20世纪初叶，并不是偶然的。在19世纪末到20世纪初，通过对无线电波传播的观察和研究，人们发现了以无线电波为媒介，可以传递某种信息。这是一个非常重要的发现。虽然无线电波传播的现象在这以前已由理论推导和实验所证实，但对它的应用问题直到这时才可能提出来。最初的应用是用于电报的传输。

进入20世纪的20年代，人们发明了电声换能器件，这是一种可以把声音变换成电信号，或把电信号变换成声能的器件，前者称为传声器，后者称为扬声器。有了这样的器件以后，才有可能对无线电波进行调制，使它按照声音的大小而变化，从而把声音从一地传播到远处去。只有在这个基础上，才开始出现了广播这样一种传播方式。在这以前，广播节目的传播是不可想像的。当然，当时受到换能器件的限制，广播音质很差，以后又经几十年的不断改进，才能实现高保真度的广播。

20年代的“广播”只限于声音广播。虽然当时已经有人在设想、试验传送图像，但都不甚成功。所以当时没有电视广播。1933年，世界上出现第一个可以实用的光电换能器件——摄像管，它可以把光的图像变成电信号，于是才创造了电视广播这种新的传播方式。1936年，英国首先开始了黑白电视广播。

彩色电视的出现更晚。虽然早在20年代末就已经有人开始研究和探索，但器件问题和传送技术问题未能得到很好解决。直到1953年，美国正式提出NTSC制的彩色电视系统，1954年才开始了彩色电视广播。NTSC制彩色电视系统虽然就其技术细节来看有些缺点，但是这个制式的创造在广播电视发展史上有其不可磨灭的功劳，因为这是彩色电视真正付诸实用的开端。以后德国的PAL制、法国的SECAM制都只是NTSC制的改进型而已。在中国，从1953年开始派人出国学习黑白电视技术，1956~1957年间试制出了全套电视设备，1958年才开始电视广播。彩色电视从1959年开始研究，1971年确定以



PAL制作为暂行制式，1973年开始彩色电视广播。

在中国，立体声广播技术于1979年在哈尔滨首先试验成功，随后才开始了立体声广播。

以上历史表明，广播电视这种传播方式，是由各种有关的新技术创造出来的。没有广播电视技术的发展和创造，就没有广播电视这种传播方式。广播电视技术永远是广播电视发展的先导。广播电视这种传播手段之所以比其他手段更加现代化，正是由于它是由现代化的技术创造出来，并由最现代化的技术装备起来的。

可以预言，广播电视技术的发展对于广播电视新形式的创造和发展的决定性作用，还将会不断延续下去，从而促进广播电视节目的传播更加迅速及时，更加深入群众，更加逼真感人，更加深受群众的喜爱，因而也将发挥更大的作用。

## 1.4 广播电视宣传与技术的关系

广播电视这种传播手段一经创造出来以后，很自然地就存在两个必须解决的问题：加强节目的内容和不断改进传播的技术手段。

按照一般的习惯，把解决节目内容问题的工作称为“宣传工作”，把解决传播技术手段问题的工作称为“技术工作”。这两者是一个统一体的两个方面，必须正确处理两者的关系，共同发展，才能真正做好广播电视宣传。

怎样才是“宣传工作”与“技术工作”之间的正确关系呢？

(1) 必须明确，要做好广播电视宣传，加强节目的内容是最重要的。中国的广播电视的任务是宣传马克思列宁主义、毛泽东思想，启发人们的爱国主义和共产主义思想，坚持四项基本原则，教育和鼓舞群众进行社会主义两个文明的建设。广播电视宣传工作，必须遵循这些原则，创造出好的节目，使群众耳濡目染，乐于接受宣传，鼓舞人们的斗志。广播电视技术工作必须努力为搞好宣传提供条件，努力为广播电视宣传服务。因此，在广播电视工作中，“宣传是中心”，这是无可置疑的。

(2) 同时也必须明确，广播电视宣传紧紧地依靠广播电视技术，广播电视技术工作是广播电视宣传的基础，是其中不可缺少的一个组成部分。没有广播电视技术工作，也就没有广播电视宣传。这一点，是常常被人们忽略，或不被人们理解的。人们往往把广播电视“宣传工作”看成是广播电视宣传的全部，而似乎广播电视“技术工作”是不重要的，是可有可无的，或甚至感到是累赘。这样一些看法是对广播电视宣传极为不利的。因为广播电视宣传的实质是广播电视节目的传播和接受的过程。而整个这个过程是依靠技术通道进行的。脱离了技术通道，根本不可能实现广播电视节目的传播。所以，轻视技术工作、忽视技术工作的发展，就会直接使广播电视宣传的发展受到损失。

所谓广播电视宣传，大体可以概括为以下几个主要环节：节目制作，节目播出，节目传送，节目的发射和接收。这五个环节组成了广播电视的全过程，缺一不可。其中前四个环节属于播出的一方，最后一个接收环节属于受众（即广播听众或电视观众）一方。

习惯上所說的“宣传工作”，一般指节目制作这个环节。因为这个环节是从“采、编、播、导”开始的，是属于“宣传部门”做的事；而把节目的播出、传送、发射称为“技术工作”，因为这些都是“技术部门”做的事。