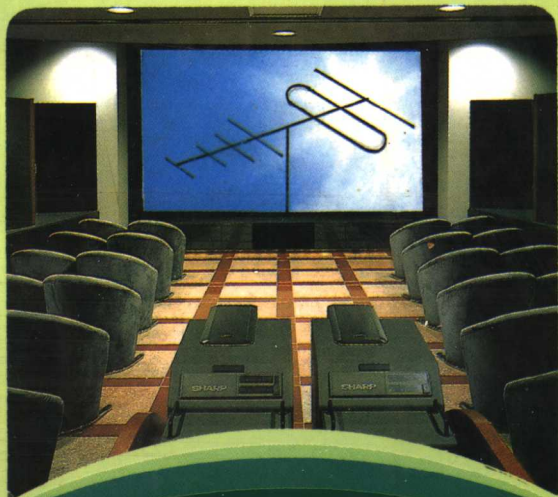


无线电爱好者丛书

电视接收天线选择 制作架设和使用

房增田 彭汉杰 编著



人民邮电出版社

TN'948.52

7

无线电爱好者丛书

电 视 接 收 天 线

选择制作架设和使用

房增田 编著
彭汉杰

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

合理选择和正确使用电视接收天线可以提高电视接收质量。

本书通俗地介绍了简易电视接收天线、有线电视系统接收天线和卫星电视接收天线的选择、制作、架设和使用等读者关心的问题。本书着重于实用技术，不在理论方面作过多的叙述。书末附录给出了我国制定的新标准、新技术规范中与此有关的标准和条款，供读者参考。

可供无线电爱好者、电视用户阅读。

无线电爱好者丛书

电视接收天线选择制作架设和使用

DianShi JieShou TianXian XuanZe

ZhiZuo Jiashe heshi Yong

房增田 彭汉杰 编著

责任编辑 李少民

人民邮电出版社出版发行

北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本：787×1092 1/32 1994 年 8 月 第一版

印张：8.125 1994 年 8 月 北京第 1 次印刷

字数：183 千字 插页：1 印数：1—8 000 册

ISBN7-115-05284-0/TN·727

定价：6.50 元

中国电子学会
《无线电爱好者丛书》编委会

名誉主编：孟昭英

主 编：牛田佳

副 主 编：宁云鹤

编 委 (以姓氏笔画为序)：

王尔乾	王明臣	刘 诚
刘宪坤	安永成	孙彦昕
郑人杰	武世鹏	赵连凯

无线电爱好者丛书前言

众所周知，迅速发展着的无线电电子技术，是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识，培养更多的无线电爱好者，适应现代化建设的需要，中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发，按照理论联系实际的指导思想，深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理；介绍各种家用电器、电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、电子相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等）的工作原理、制作技术、使用和维修方法，为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书，使读者通过阅读本书和不断动手实践，能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见，给予帮助。让我们共同努力，为普及无线电电子技术，为实现我国现代化做出贡献。

前 言

为了适应我国广播电视事业的发展和电视机不断普及的形势，于1983年我们编写了这本《简易电视接收天线》。该书通俗、实用，系统地介绍了电视接收天线的选择、制作、架设、使用等读者关心的问题。本书自初版以来，已过了十年时间，在这十年中，我国的广播电视事业以惊人的速度发展着，有线电视和卫星电视广播尤其如此。十几年前，它们对普通人来说还是可望而不可及的，而现在有线电视和卫星电视已和人们的日常生活密不可分。在此期间，新概念不断涌现，新技术、新产品也不断得到应用，为了满足人们对接收有线电视和卫星电视节目的迫切需要，我们对本书进行了修订，在原书的基础上增加了有线电视接收天线和卫星电视接收天线系统两部分内容。并从我国制定的新标准、新技术规范中选择了与此有关的相应章节条款，放在附录中，供读者参考。

经过修订后，书名更改为《电视接收天线选择、制作、架设和使用》，本书比原书更充实、更系统、更实用。不妥之处，我们热诚欢迎读者建议、批评和指正。

作者

1993. 12

目 录

一、电视的接收效果与天线	1
1.1 电视广播能传多远	1
1.2 谈谈电视台的服务区	5
1.3 重影与干扰	10
1.4 选择合适的天线	14
二、室内天线	22
2.1 本机天线	22
2.2 半波振子天线	25
2.3 折合振子天线	27
2.4 导线型天线	29
2.5 卷尺型天线	30
2.6 圆环形天线	31
2.7 缩短型天线	32
2.8 带电抗元件的环形天线	34
2.9 蝶形天线	35
2.10 “试管”型天线	35
三、弱增益天线	37
3.1 二单元天线	37
3.2 三单元天线	38
3.3 三角形天线	39
3.4 矩形天线	40
3.5 双环天线	41

3.6 网状反射器天线.....	43
四、高增益天线	45
4.1 五单元天线.....	45
4.2 七单元天线.....	46
4.3 双层和双列五单元天线.....	47
4.4 四层和双层双列五单元天线.....	48
五、多节目天线	50
5.1 X 型天线.....	50
5.2 扇形天线.....	51
5.3 环状分列天线.....	52
5.4 双菱形天线.....	53
5.5 两个折合振子式双频道天线.....	54
5.6 双层（或双列）双频道天线.....	55
5.7 两个半波振子式双频道天线.....	56
5.8 全频道天线.....	58
5.9 鱼刺形全频道天线.....	58
六、超高频天线	61
七、馈线、匹配器、衰减器和插头	64
7.1 馈线.....	64
7.2 匹配器.....	68
7.3 衰减器.....	85
7.4 插头.....	86
八、天线的架设和安装	88
8.1 天线制作常识.....	88
8.2 室内天线的安装.....	92
8.3 室外天线的架设和安装.....	93
九、避雷装置	98

9.1 雷电与避雷装置	98
9.2 避雷器的安装	100
9.3 注意事项	102
十、重影的消除及干扰的抑制	103
10.1 由反射波造成的重影的消除	103
10.2 抑制干扰的方法	106
十一、有线电视接收天线	115
11.1 有线电视系统的含义	115
11.2 有线电视的频道分配	116
11.3 有线电视系统的组成	118
11.4 有线电视系统的天线安装与调整	143
十二、卫星电视广播接收天线系统	148
12.1 引言	148
12.2 卫星电视广播的频段	149
12.3 卫星电视信号的调制方式	151
12.4 对卫星电视接收天线的基本要求	156
12.5 卫星电视接收天线的类型	161
12.6 天线支架	171
12.7 天线的馈源	177
12.8 极化器	181
12.9 高频头	185
12.10 天线的安装调整及防雷	187
十三、附录	189
附录1 我国电视频道频率及中心波长一览表	189
附录2 我国增补电视频道频率及中心波长一览表	190
附录3 我国主要城市广播电视频道表	191
附录4 共用天线电视系统——天线部分	196

附录 5	30MHz~1GHz 声音和电视信号的电缆分配 系统设备与部件：性能参数要求	208
附录 6	防雷及安全防护（摘录）	219
附录 7	有线电视广播系统技术规范	222
附录 8	GBJ 建筑电缆电视系统工程技术规范（摘录）	243

一、电视的接收效果与天线



电视机的用户遍布四面八方，在使用中会遇到各种各样的问题。比如说，某地买了电视机，只能收到声音却收不到图像；某处的电视机收看节目时，屏幕上有很多不规则的黑白点，俗话说“麻子”电视，我们通称为雪花噪波；能接收到两个以上电视台节目的电视机，有的台很清晰，有的台却模糊不清；某处的电视机出现多重幻影或外界干扰很厉害，影响正常收看；有的彩色电视机收不到彩色或彩色时有时无；某某的电视机响雷时被打坏了；某家的电视机天线“麻电”伤了人；某家的电视机图像飘忽不定……。以上这些现象，往往与电视接收天线有关。接收天线是从周围空间收集电磁波能量的设备。为了帮助你更好地制作、架设、使用天线，先介绍一些基本知识。

1.1 电视广播能传多远

电视信号是以电磁波的形式在空间传播的。电磁波传播的速度是每秒 30 万公里，传播的距离与辐射功率、波长等因素有关。

我国电视广播标准规定，使用的波段为甚高频（VHF）和超高频（UHF），频率范围分别为 48.5~223 兆赫和 470~958 兆赫。VHF 划分为 1~12 频道，UHF 划分为 13~68 频道。各频道的频率及中心波长一览表见附表 1。

从表中可以看出, 1 频道的中心波长为 5.71 米, 12 频道的中心波长为 1.37 米, UHF 各频道的波长都小于 1 米, 所以又称 VHF、UHF 频段的无线电波为超短波。超短波的传播象光线一样作直线传播。这是因为频率高, 波长短, 电波沿地面传播衰

减很大; 向前传递遇到障碍时, 绕射的能力很弱; 投射到高空时, 大部分将跑到宇宙空间去。所以电视的收发天线之间的电波信号主要依靠直线传播。

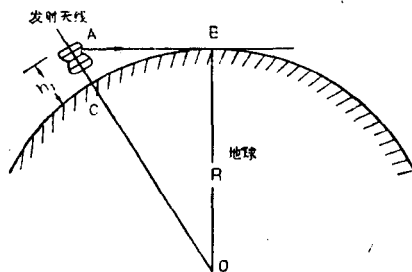


图 1.1 “视线距离”

由于电视的电波信号作直线传播, 而地面

实际上又是一个球面, 因此电视广播到达的范围只限于“视线距离”以内。如图 1.1 所示。

图中, 在 C 点设有高 h_1 的发射天线, 在 B 点收看。弧 $\widehat{CB}$ 即为视线距离。R 为地球半径, 约为 6.37×10^6 米。发射天线处为 A 点, OBA 构成直角三角形。 $\overline{AB} = \sqrt{(R+h_1)^2 - R^2} = \sqrt{2Rh_1 + h_1^2}$, 因为 $h_1 \ll R$, 可忽略 h_1^2 项, 所以 $\overline{AB} = \sqrt{2Rh_1} = \sqrt{2R} \cdot \sqrt{h_1} = 3.57 \sqrt{h_1}$ (公里)。式中 h_1 的单位为米。又因为 $h_1 \ll \overline{AB}$, 可近似认为视线距离 $\widehat{CB} = \overline{AB} = 3.57 \cdot \sqrt{h_1}$ (公里)。本式说明发射天线越高, 信号传得越远。正如“站得高, 望得远”的道理一样。

如果将接收天线也架高, 设为 h_2 , 如图 1.2 所示。可根据上面同样方法, 求出发射天线到接收天线的距离为 $3.57 \cdot$

$(\sqrt{h_1} \text{ (米)} + \sqrt{h_2} \text{ (米)}) \text{ (公里)}$ 。这说明电视信号传播距离不但与发射天线高度有关，还随着接收天线的架高而增加。

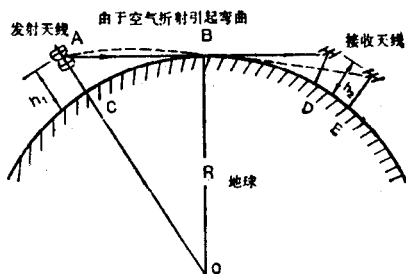


图 1.2 传播距离

上述的分析是假设空间大气层为均匀介质。实际上，离地面不同高度的空气，其密度、温度、湿度、压强等均不相同，因而使得超短波的传播方向稍稍向地面弯曲，这就是所谓“空气的折射作用”，如图 1.2 虚线所示。从而

电波可传至 E 点，约比上面的计算值大 15% 左右。所以实际上电视广播传播距离为 $4.11 (\sqrt{h_1} \text{ (米)} + \sqrt{h_2} \text{ (米)}) \text{ 公里}$ 。

例如，某地电视发射台天线高 200 米，接收处若不架高天线，电视广播传播距离为 $4.11 \sqrt{h_1} \text{ (米)} = 4.11 \times \sqrt{200} = 58.1 \text{ (公里)}$ ，若用 5 米高的接收天线，电视广播传播距离为 $4.11 \times (\sqrt{200} + \sqrt{5}) = 67.3 \text{ (公里)}$ 。

根据上面的分析可知，每一台电视的接收天线，有一个最低的高度要求，视发射天线的高度和收看地点距发射天线的距离而定。如上例，发射天线高 200 米，若在 67 公里远的地方收看，接收天线的高度要不低于 5 米。

上面谈的电视广播传播的距离是指一般情况而言。在特殊情况下，即使在距电视台数百公里，甚至上千公里的地方也能收到电视节目。

例如在距地面约 12~16 公里的大气层内（称为对流层）各处的密度、温度等有大范围不均匀时，对电波产生弯向地面的

折射，电波碰到地面又会反射出去，因而可以传播较远，如图 1.3 (a) 所示。当对流层内有小范围不均匀时，电波会产生散射，如图 1.3 (b) 所示。

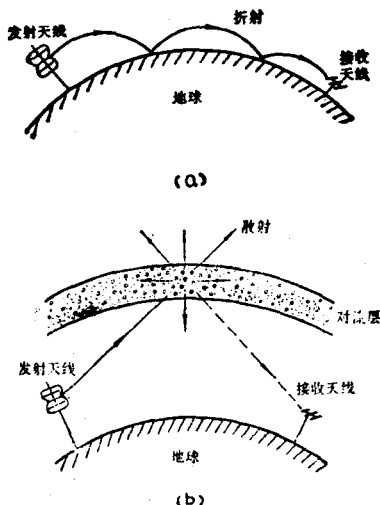


图 1.3 对流层的折射和散射

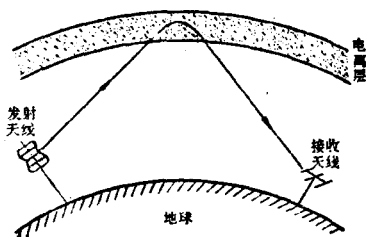


图 1.4 电离层的反射

另外，地球表面的大气层由于受到太阳的照射，大气层上部的气体将发生电离而产生自由电子和离子，形成电离层。一般电离层能反射的电波频率最高为 20~40 兆赫，当太阳黑子增多时，可以反射 100 多兆赫的无线电波，当出现这种情况时，能上千公里外收到电视广播，见图 1.4。

很显然，靠对流层、电离层的作用而传播的电视信号，会随时间和天气而变化。一般说来，夏季平均信号较强，接收范围较大，但变化也大。冬季接收范围小些，但较稳定。就日夜来说，夜间和早晨信号稍强，中午和傍晚前较弱。

电磁波在传播途径上遇有高山时，一方面由于山峰的阻挡作用，在山背后产生阴影区，在这里收不到电视节目。另

一方面，有时电波呈现较强的绕射能力，可以绕过几座楔形山峰，在更远的地方却收到了电视节目，甚至比没有山峰存在时距离更远，见图 1.5。

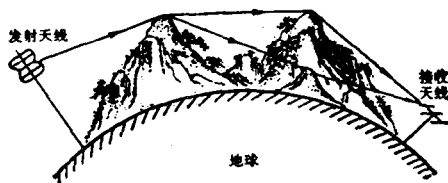


图 1.5 山岳的作用

1.2 谈谈电视台的服务区

上面讨论了电视广播能传到多远的地方，但并不是说所有这些地区都会满意收看。我们把能正常收看的区域，称为电视台的覆盖范围，又称电视台的服务区。服务区的大小不但与发射天线、接收天线的高度有关，还和发射天线的辐射功率、电波频率、收发两点之间的地形特点、接收机的灵敏度等因素有关。

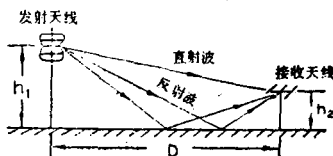


图 1.6 多径传播

我们知道，在视距内，高频电视信号以电磁波的形式由发射天线向外辐射时，既有直射波到达接收天线，又有反射波到达，如图 1.6 所示，呈现多径传播的特点。

接收天线收集到的电磁波信号强度到底有多大呢？为了说明问题方便起见，我们假设：收、

发天线均为半波振子式天线，发射天线高度为 h_1 ，接收天线高度为 h_2 ，收发之间无直接障碍物，两者距离为 D ，并且 D 远远大于 h_1 和 h_2 ，那么到达接收天线的信号强度 E 可由经验公式算出。

E (伏/米) $= 88.1 \frac{h_1 \text{ (米)} h_2 \text{ (米)} \sqrt{P \text{ (瓦)}}}{\lambda \text{ (米)} D^2 \text{ (米}^2\text{)}}$ ，式中， P 为发射天线有效辐射功率， λ 为电磁波波长。

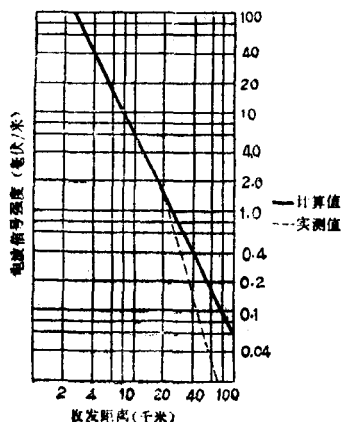


图 1.7 收发距离与信号强度的关系

从式中可以看出，直视距离内无障碍地区的信号强度与收、发天线的高度成正比；与发射天线的有效辐射功率的平方根成正比；而与波长和收发之间距离的平方成反比。

例如，某发射台，天线有效辐射功率 $P=1$ 千瓦， $h_1=100$ 米，接收天线高 $h_2=4$ 米，收发间距 $D=50$ 公里，现接收八频道广播，问接收点的信号强度是多少？

由附录 1 查出八频道中心波长 $=1.6$ 米，所以 $E=88.1 \frac{h_1 h_2 \sqrt{P}}{\lambda D^2} = 88.1 \frac{100 \times 4 \times \sqrt{1000}}{1.6 \times (50000)^2} = 0.28$ (毫伏/米)。

根据以上计算方法可绘出当发射功率为 1 千瓦，发射天线高 100 米，接收天线高 4 米情况下，第八频道收发距离和信号强度的关系曲线，如图 1.7 所示。其它情况可根据同样方法算出。

实际上，由于发射天线都采用高增益天线（将发射机送至

天线的功率再乘以天线增益系数即可得天线有效辐射功率),收发之间障碍物也很多,接收点的情况又各不相同,因此上面计算只给出一个基本的数据。

对于电视用户来说,要想知道接收点的信号强度,最理想的方法是用场强仪实地测量。但一般又不具备实测条件,下面介绍几种较实用的方法。

1. 用先收伴音的方法判断当地的信号强度

只要当地第一台电视机能用本机天线收到伴音,即使收不到图像,也说明电视信号传至该地已有足够强度,只要架设一副较好的室外天线,就可收看。如果该地有第五频道的电视广播(伴音载频 91.75 兆赫),若用国产调频收音机(频率范围 88~108 兆赫)能收到电视伴音,则说明该地能正常接收电视广播。

2. 根据收发距离判断信号强度

电视机使用地点距发射天线的距离以及发射功率都是不难知道的。进而可粗略判断该点的信号强度。如表 1.1 (不考虑收发之间的障碍物)。

表 1.1

收发 间距(公里)	信号强度 (毫伏/米)	强信号	较强信号	弱 信 号	微弱信号
		(50 以上)	(5 以上)	(0.5 以上)	(0.5 以下)
发射机功率 (千瓦)					
1		3 以内	10 以内	30 以内	30 以外
5		7	21	50	50
10		10	28	60	60