

Dianshi Jieshou Tianxian
100wen

电视接收天线
100问

电视接收天线100问

姚 珍 榕

陕西科学技术出版社

电视接收天线109问

姚一珍

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 国营五三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.4 字数 81,000

1982年1月第1版 1983年4月第2次印刷

印数 140,001—180,000

统一书号: 15202·38 定价: 0.36元

前 言

我国的电视广播事业正在迅速发展，电视机的用户日益增多。为了获得满意的收看效果，电视机用户和维修人员不但要了解电视机本身的性能及使用常识，也应该了解接收天线的性能，选择和制作优质天线。

本书介绍了电视接收天线的基本原理、各类天线的特点、制作和使用方法。这些内容都包含在100个问题里，问题的回答力求浅显易懂，没有繁杂的数学运算，图示清楚，既可供电视机用户阅读，也可供电视机维修人员、业余爱好者制造、安装天线时参考。

本书初稿经西北电讯工程学院毛乃宏和成都电讯工程学院王定华同志审阅。编写过程中，上海电视机十六厂张松年、武汉无线电研究所陈正祥、重庆市无线电天线厂陈鸿、天津无线电元件七厂李连营等同志都给予了热情的协助，在此一并表示感谢。

编 者

1981年元月

目 录

一、电视接收天线是怎样工作的

1. 电视机为什么需要天线？	1
2. 电视接收天线为什么不象收音机天线那样简单？	1
3. 为什么电视机用户要了解电视接收天线的 基本知识？	2
4. 电视接收天线有哪些重要参数？	2
5. 什么是天线的方向图？	2
6. 什么是天线的增益？	4
7. 什么是天线的输入阻抗？	4
8. 什么是天线的频带宽度？	5
9. 什么是天线的前后比？	5
10. 极化是怎么回事？	6
11. 我国的电视频道是怎样划分的？	6
12. 什么是半波振子天线？	9
13. 折合振子天线有什么特点？	11
14. 什么是羊角天线？	13
15. 什么是八木天线？	15
16. 八木天线工作原理是怎样的？	16
17. 常用的八木天线有哪几种？	18

二、天线怎样馈电

18. 从天线到电视机之间为什么要用高频馈电线?21
19. 什么是驻波? 什么是驻波系数?21
20. 什么叫行波? 传输线怎样与负载匹配?22
21. 什么是扁馈线? 什么是同轴线?23
22. 传输线上的波长为什么缩短了?24
23. 怎样计算高频传输线上的衰减?25
24. 任意一种高频传输线都能接到任意一种电视接收
 天线上吗?27
25. $\lambda_c/4$ 与 $\lambda_c/2$ 长度的传输线有什么特点?27
26. 怎样在传输线上采取措施进行阻抗匹配及平衡
 -不平衡转换?28
27. 传输线变压器在天线馈电中有什么用处?30
28. 怎样用传输线变压器解决天线馈电中的问题?31

三、一个天线怎样接收多个频道信号

29. 为什么需要宽频道接收天线?34
30. 折合振子及八木天线等为什么不能工作于宽频道?
 34
31. 宽频道天线有哪些种类?35
32. 哪些振子能工作于宽频道?35
33. 怎样利用宽频道振子制作宽频道天线?36
34. 什么是组合式天线? 组合式天线有什么优点?37
35. 什么是分装式组合天线? 什么是合装式组合天线?39
36. 什么是双频道天线? 为什么有宽频道天线方案后,
 有些用户还要使用双频道天线?40
37. 复合振子是怎样工作的?41

- 38. 怎样用复合振子制作双频道天线?42
- 39. 能不能将组合式天线再简化一些?44
- 40. 什么是扁馈线式定向耦合器?46
- 41. 怎样用扁馈线式定向耦合器制作双频道天线?47

四、远距离怎样接收电视

- 42. 为什么超短波远距离传播很困难?49
- 43. 超短波电视信号能传多远?50
- 44. 怎样计算接收点的电场强度?51
- 45. 场强的距离曲线有什么特点?52
- 46. 接收天线架得越高越好吗?54
- 47. 远程接收天线有哪些种类?56
- 48. 八木天线的单元数目能无限增加吗?57
- 49. 什么是叠层天线?58
- 50. 叠层天线怎样馈电?59
- 51. 什么是背射式天线和短背射天线?62
- 52. 菱形天线是怎样工作的?63
- 53. 怎样制作菱形天线?66

五、怎样制作各种环形天线

- 54. 环形天线有哪些种类?67
- 55. 小型环形天线具有什么特点?68
- 56. 环形天线是怎样工作的?70
- 57. 怎样确定双环天线的结构和尺寸?71
- 58. 双环天线有什么特点?74
- 59. 怎样制作双环天线?74

六、怎样在天线上防止重影

- 60. 造成重影的主要原因是什么?76

61. 重影是怎样形成的?	76
62. 怎样消除重影?	79
63. 哪些天线防重影性能好?	80
64. 分集接收天线是怎样消除重影的?	81
65. 怎样确定分集接收天线间隔?	82
66. 差值接收天线是怎样消除重影的?	82
67. 怎样制作分集接收天线和差值接收天线?	84

七、多台电视机怎样共用一个天线

68. 什么是共用天线系统?	87
69. 采用共用天线系统有什么好处?	87
70. 为什么不能将许多电视机直接并联起来接到一个 天线上?	88
71. 共用天线系统是怎样组成的? 它主要包括哪些部 件?	89
72. 什么是分配器?	90
73. 什么是分支器?	91
74. 简易共用天线系统有什么特点?	91
75. 什么是电阻式分配器?	92
76. 怎样用电阻式分配器制作简易共用天线系统?	94
77. 扁馈线式定向耦合器也能做分配器用吗?	95
78. 扁馈线式定向耦合器与电阻式分配器能混合使用 吗?	96

八、怎样制作与安装天线

79. 怎样选用天线?	98
80. 怎样推算接收天线所需的增益?	99
81. 在制作天线时, 怎样将金属管料或棒料弯曲?	99

82. 怎样焊接天线?	100
83. 扁馈线怎样接到振子上?	100
84. 怎样选用天线振子材料?	101
85. 怎样固定天线振子?	101
86. 怎样使用室内天线?	103
87. 怎样选择室外天线位置?	104
88. 两天线之间需要间隔多少距离?	104
89. 电视机受到的干扰有哪几种类型?	105
90. 怎样排除各种杂波干扰?	106
91. 怎样防止高频干扰?	107
92. 怎样固定室外天线?	108
93. 为什么在有些场合下电视机还要将信号衰减?	109
94. 怎样自制衰减器?	109
95. 室外天线为什么要避雷?	110
96. 怎样制作避雷针?	111
97. 怎样自制避雷器?	112
98. 为什么要用分贝来计算增益?	113
99. 分贝与倍数是怎样换算的?	113
100. 怎样用分贝进行运算?	114
〔附表1〕 1~12频道中各种常用长度	115
〔附表2〕 常用同轴电缆参数	116
〔附表3〕 扁馈线参数	117
〔附表4〕 分贝换算表	118
〔附表5〕 分贝与倍数换算曲线	120

一、电视接收天线是怎样工作的

1. 电视机为什么需要天线？

各种电视机都有天线。天线是一种向周围空间辐射电磁波能量或者从周围空间收集电磁波能量的装置。电视发射天线将载有电视信号的电磁波向四周辐射出去；分布在各地的电视接收天线将这些电磁波能量从周围空间里收集起来；在天线里形成高频电动势，经过高频馈电线输送给电视机；电视机再将此信号进行放大和变换，使显像管上显示出图像、扬声器里产生伴音。

从这个过程可以看到，天线是电视接收不可缺少的重要环节。

2. 电视接收天线为什么不象收音机天线那样简单？

大家都熟悉收音机的天线。许多电子管式收音机只要伸出一米多长的塑包电线做天线就行了；那些用磁棒做的收音机天线，更是小巧玲珑。但是，电视机的天线却种类繁多，有的电视接收天线结构相当复杂，成本也很高。这是因为电视机接收的信号比收音机接收的广播信号要复杂得多。例如，普通调幅广播只需要有十千赫的频带宽度就可以了，而播送一个电视节目需要占用的频带宽度竟达八兆赫，相当于前者的八百倍。因此，要求电视机天线的频带宽度也必须大

于八兆赫。由于电视节目占用的频带宽，工作频率高，远距离传播困难，使人们对电视接收天线要求更严。此外，有些场合，电视机提出了防重影的要求；有些场合，要求电视机能接收两个或多个频道等等，使电视机的天线承担很多任务，就不能象收音机天线那么简单。

3. 为什么电视机用户要了解电视接收天线的基本知识？

不同地区、不同环境，对电视接收天线的要求也不一样，因此，要根据具体情况来选用天线。例如，在离发射台较远的地区要求使用高增益的接收天线；在市区内，各种干扰多，建筑物对电波的反射也很强，往往需要消除干扰及消除反射波带来的重影；许多大城市设有两个或多个电视频道，用户要求使用具有宽频道性能的接收天线……。如果对天线的选择、使用不当，或者安装得不好，都会影响图像质量，或者造成浪费。因此，在选择和使用电视机时，了解电视接收天线的基本知识，是很必要的。

4. 电视接收天线有哪些重要参数？

为了比较与检查各种电视接收天线的质量，必须了解天线的各项电气参数。其中最重要的参数有方向图、增益、输入阻抗、频带宽度和前后比等。

5. 什么是天线的方向图？

对接收天线来说，当电磁波传来方向变化时，天线里感应出的电动势也跟着变化。描述该电动势与电磁波传来方向的关系曲线叫接收天线的方向图。

方向图通常用极坐标来表示，并且将该电动势大小换算成相对值，将电动势的最大值定为1。例如，对半波振子天线来说，当电磁波从垂直于振子的方向传来时，在振子上感应出的电动势最大；离开这个方向，电动势逐渐减小。将它的变化情况描成曲线，就如图1所示，是个8字形。

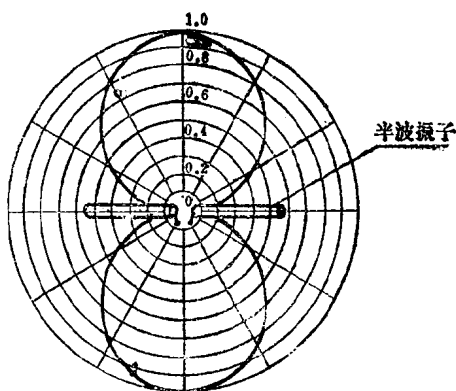


图1 半波振子天线的方向图

图2是某五单元天线的方向图，它呈现好几个波瓣，其中最大的波瓣叫主瓣，其余的都叫副瓣，与主瓣方向完全相反的副瓣又叫后瓣。

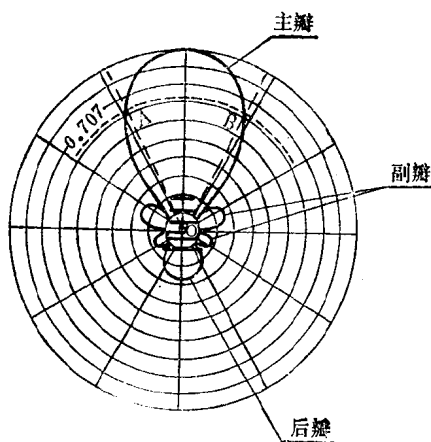


图2 天线方向图举例

在主瓣中，设AO方向与BO方向上的方向图值为0.707，则 $\angle AOB$ 就定义为主瓣宽度。由于电动势的相对值0.707换算成功率相对值是0.5，故主瓣宽度又称为半功率点夹角。

方向图中的主瓣宽度愈窄，天线的方向性就愈强。方向图中的副瓣愈小，天线的抗干扰能力就愈好。

6. 什么是天线的增益？

在相同条件下，不同的接收天线输出信号大小是不一样的。

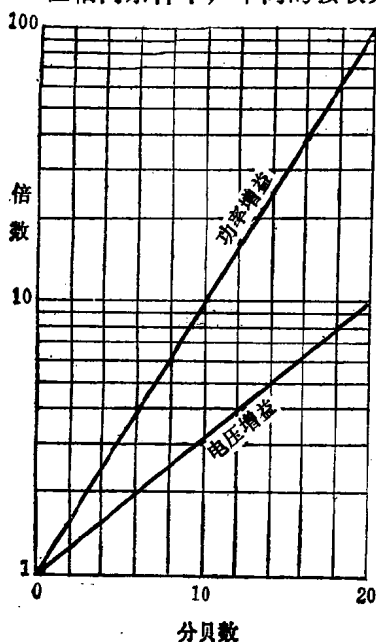


图3 分贝数与倍数的关系

天线增益一般都用对数（分贝）来表示，分贝数与倍数的关系如图3所示。

有的输出大，有的输出小，这是因为天线的增益不一样。

电视天线中的增益分为功率增益与电压增益。功率增益指的是：在相同条件下，天线供给一个特定电阻负载的终端功率，与半波振子馈给匹配负载上的功率之比。如果在上述情况下，量度的不是天线的输出功率，而是天线的输出电压，那么得到的就是电压增益。

7. 什么是天线的输入阻抗？

天线的输入阻抗指的是从天线的输出端看进去，天线对高频信号所呈现的阻抗。

常见的半波振子、折合振子或八木天线都是谐振式天线。当它们处于谐振状态时，其输入阻抗是一个纯电阻；处于非谐振状态，其输入阻抗中除电阻分量外，还有电抗分量。天线中电抗分量的存在会减少从天线传到馈线中去的功率，降低传输效率。因此，各种天线都应尽量采取措施，使输入阻抗中的电抗分量等于零或接近于零。

半波振子在谐振状态时，其输入阻抗为 73.13Ω 纯电阻，计算时常取其近似值 73Ω 或 75Ω 。

8. 什么是天线的频带宽度？

天线的输入阻抗、方向图、增益等参数都与工作频率有着密切的关系。工作频率改变后，这些参数也要发生变化。例如，天线的谐振状态是相对于某一特定频率而存在的，当工作频率改变后，输入阻抗要发生变化，电抗分量也不等于零了，天线就不能继续保持良好的匹配状态，效率就要下降，甚至不能正常工作。工作频率变化后，方向图的形状及最大接收方向也会跟着改变，副瓣增大，天线的增益一般都要下降。

因此，每个天线都有一个使天线能正常工作的频带范围。在这个范围内，天线的阻抗、方向图、增益等参数虽有变化，但都在容许的变化范围内。这个频带范围就是天线的频带宽度，也叫通频带。

我国各电视频道的宽度规定为 8MHz ，因此，天线的频带宽度应大于 8MHz 。

9. 什么是天线的前后比？

前后比是用来表征天线对来自天线后方干扰杂波的抑制

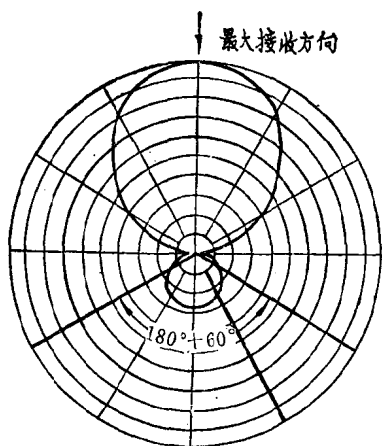


图4 天线的前后比

是零分贝，这种天线对后方各种干扰的抑制能力很弱。

能力。它是这样规定的：在天线方向图中（见图4），最大接收方向上的电动势值与 $180^\circ \pm 60^\circ$ 范围内的最大电动势值的比称为前后比。这个比值通常也用分贝来表示。

前后比越大，则抑制后方来的各种干扰能力越强。半波振子天线的前后比等于1，也就

10. 极化是怎么回事？

天线在使用中可以水平放置，也可以垂直放置。若将天线水平放置，则在电磁波的传播平面内的电场方向也是水平的，这种电磁波称为水平极化。当然，垂直放置的天线则辐射出垂直极化的电磁波。

如果发射天线采用水平极化体制，那么接收天线也必须采用水平极化体制。因为垂直安装的天线是不能接收水平极化波的。

我国的电视天线一般都采用水平极化体制。

11. 我国的电视频道是怎样划分的？

电视频段的工作频率比调幅广播高得多，我国规定是

8MHz。这么大的宽度使整个中、长波段都容纳不了一个电视频道。短波波段也容纳不了几个频道，而且短波段又被广播与通讯等占用了。这样，电视频道就只能划分到超短波或频率更高的波段上去。

我国电视广播有甚高频（VHF）波段及超高频（UHF）波段，现在大量使用的是甚高频波段，它包括 1~12 频道，在超高频波段有 13~48 频道，它们的划分情况分别如表 1 及表 2 所示。

表 1 甚高频波段电视频道划分 （单位：兆赫）

频 道	频 率 范 围	图 像 载 频	伴 音 载 频
1	48.5~56.5	49.75	56.25
2	56.5~64.5	57.75	64.25
3	64.5~72.5	65.75	72.25
4	76~84	77.25	83.75
5	84~92	85.25	91.75
6	167~175	168.25	174.75
7	175~183	176.25	182.75
8	183~191	184.25	190.75
9	191~199	192.25	198.75
10	199~207	200.25	206.75
11	207~215	208.25	214.75
12	215~223	216.25	222.75

表 2 超高频波段电视频道划分 (单位: 兆赫)

频 道	频 率 范 围	频 道	频 率 范 围
13	470~478	31	652~660
14	478~486	32	660~668
15	486~494	33	668~676
16	494~502	34	676~684
17	502~510	35	684~692
18	510~518	36	692~700
19	518~526	37	700~708
20	526~534	38	708~716
21	534~542	39	716~724
22	542~550	40	724~732
23	550~558	41	732~740
24	558~566	42	740~748
25	604~612	43	748~756
26	612~620	44	756~764
27	620~628	45	764~772
28	628~636	46	772~780
29	636~644	47	780~788
30	644~652	48	788~796