



C. E. 扎吉克 著  
苏联 Л. М. 卡普欽斯基  
高焯译 张广汉校

# 电视 接收天线

(修訂本)

人民邮电出版社

С. Е. Загик и Л. М. Капчинский  
ПРИЕМНЫЕ  
ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ  
(Издание третье, переработанное и дополненное)  
Госэнергоиздат 1960

内 容 提 要

本书介绍接收电视节目用的米波和分米波波段的室外与室内天线的各种型式。

书中对于各种接收条件下的天线的选择，以及对天线的制作和架设，提出了实际的建议。

书中讲解了集体天线、天线线路图，并介绍了天线放大器。所述天线无线电爱好者也可以在超短波段内采用。

本书可供无线电爱好者和从事于电视接收机维修工作的技术人员使用。

电视接收天线 (修订本)

著者：苏联 С. Е. 扎吉克  
Л. М. 卡普欽斯基

译者：高 煜

校者：张 广 汉

出版者：人民邮电出版社

北京东四六条13号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者：北京市印刷一厂

发行者：新华书店

---

开本 787×1092 1/32 1958年8月北京第一版  
1964年6月北京第二版  
印张 3 28/32 页数 62 1964年6月北京第二版第一次印刷  
印刷字数 88,000 字 印数 10,851—17,000 册

统一书号：15045·总815—无206

定价：(科4) 0.42元

# 目 录

<b>第一章</b>	<b>电视接收天线的工作情况</b> .....	(1)
	天线的用途 .....	(1)
	需要了解电视接收天线的哪些性能 .....	(2)
<b>第二章</b>	<b>接收电视广播的特点</b> .....	(9)
	市内接收的特点 .....	(9)
	电视台附近的接收 .....	(15)
	远距离接收的特点 .....	(19)
<b>第三章</b>	<b>天线和电视接收机的连接</b> .....	(21)
	同轴线和对称线 .....	(21)
	怎样将对称馈线接到具有同轴输入端的接收机上 .....	(26)
	怎样确定电缆的波阻抗 .....	(27)
	怎样将两段同轴电缆连接起来 .....	(29)
<b>第四章</b>	<b>弱定向天线</b> .....	(30)
	线性半波振子 .....	(30)
	迴线振子(皮斯多里柯尔斯迴线振子) .....	(37)
	12波道的V形天线 .....	(44)
<b>第五章</b>	<b>室内天线</b> .....	(46)
<b>第六章</b>	<b>各种波道的天线在公共天线杆上的装置</b> .....	(57)
<b>第七章</b>	<b>定向天线</b> .....	(62)
	«波道»型天线 .....	(63)
	双节目«波道»型天线 .....	(69)
	线性半波振子 .....	(73)
	迴线振子(皮斯多里柯尔斯迴线振子) .....	(75)
	12波道的V形天线 .....	(78)
<b>第八章</b>	<b>弱定向天线</b> .....	(82)
	多层天线 .....	(82)

菱形天綫 .....	( 87 )
第九章 天綫放大器 .....	( 94 )
第十章 几架电视接收机用的合用天綫 .....	(100)
第十一章 制作和安装天綫时应当記住的事項 .....	(104)
第十二章 集体天綫 .....	(106)
五个电视波道用的阻、容分压器式分綫盒 .....	(108)
同軸綫中定向耦合器式分綫盒 .....	(112)
带形綫上定向耦合器式分綫盒 .....	(115)
怎样确定集体天綫放大器的放大系数 .....	(119)

# 第一章 电视接收天线的工作情况

## 天线的用途

天线是一种向周围空间辐射电磁波能量，或者，从周围空间里收集电磁波能量的设备。

从图象和伴音发射机送到电视台发射天线上的高频能量，向周围空间的各个方面均匀地辐射出去，结果，天线周围的空里就产生了电磁场。在接收天线中，由于电磁场的作用，便感应出电流，并且在天线输出端产生出电动势，它与电视发射机输出端的信号变化步调一致地随着时间发生变化。

在连接天线和电视接收机的馈线的导线中，在接收天线中所产生的电动势的作用下，便有了可以在电视接收机输入端产生高频电压的电流，然后，接收机将这一电压放大和变换，就可以在电视接收机的荧光幕上呈现出图象。

苏联电视台的发射天线辐射出所谓水平极化的电磁波。因此，如果要得到强度最大的信号，半波振子型的接收天线应当水平安装(天线的管子应与地面平行)。垂直安装的天线是不能接收水平极化的电磁波的。

当水平极化时，就可以减小在建筑物上的反射，减弱工业干扰和无电线广播电台干扰的影响，并且简化定向天线的结构。

当水平极化波从各种障碍物(建筑物，电报线和输电线等)上反射时，可以产生垂直极化波。因此，在每一个接收点上，实际上既有水平极化波，也有垂直极化波。

水平极化波和垂直极化波同时作用于接收天线上，就可以

使图象失真。因此，正确制作的室外电视天线应当只能接收水平极化波。

如大家所知，在苏联，电视台和电视转播台的数目在快速增多。但是，当有大量的电视台时，如果有两个电视台的发射机是工作在互相接近的频率上，那末，一个电视台的节目干扰对另一个电视台节目的接收的可能性也就增大。假若其中一部发射机辐射水平极化波，而另一部发射机辐射垂直极化波的话，那末，在原则上，这种相互干扰便可以强烈地减弱。这时，处在这两部发射机的作用区域内的、水平安装的接收天线，就不能接收垂直极化波的广播。因此，对将在近几年内建成的转播台的许多发射机，就打算装设能辐射垂直极化波的天线。

在天线的装设地点，天线所收到的信号的大小取决于电磁场的强度，它是以伏/米来计量的。较小的场强单位为毫伏/米和微伏/米，它们和基本场强单位有下列关系：

$$1 \text{ 伏/米} = 10^3 \text{ 毫伏/米} = 10^6 \text{ 微伏/米。}$$

场强越大，接收机输入端的信号也就越大。场强与到电视台的距离有关。接收点离电视台越远，那末，这一点的场强就越低，收到的信号也就越弱。

### 需要了解电视接收天线的哪些性能

电视接收天线的特性以输入阻抗、方向图、有效长度和增益系数来表征。现在，

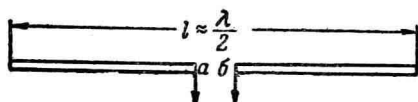


图 1 分裂式半波振子  
a 和 b—馈线连接点

以最简单天线（分裂式天线性半波振子）为例，来说明天线的基本性能。示于图 1 中的半波振子是由沿一条轴线配置的两段相同的杆子构成的。杆子的总

振子是由沿一条轴线配置的两段相同的杆子构成的。杆子的总

长度大約是波长的一半。

天綫接綫端（图 1 中的  $\alpha, \beta$  点）的电压与饋綫輸入端的电流之比称为天綫的輸入阻抗。

在一般情况下，当振子有任意长度时，輸入阻抗可能具有电阻和电抗分量。电抗分量既可能为感抗性的，也可能为容抗性的。存在电抗分量便能减小从天綫进入饋綫中的功率，因此，天綫必須調到与所接收信号的頻率发生諧振，就是說，选择天綫长度时，要使在这一頻率上輸入阻抗中的电抗分量等于零。如果振子的几何长度大約等于波长的一半，那末，这一振子便可以調到諧振。这时，輸入阻抗便是純电阻，并等于 73.1 欧。假如天綫的輸入阻抗等于饋綫的波阻抗，則天綫可将最大功率輸入到接收机中。在这种情况下，通常就說，天綫已与饋綫匹配。

但是，如大家所知，电视信号是占有一个頻带的。因此，天綫应当調得在电视信号頻带的中心頻率上发生諧振。工作在第一——十二波道上的电视台的数据列在表 1 中。

与諧振頻率有些不同的頻率上，輸入阻抗的电阻分量大約保持和諧振頻率上同样的数值，但是，出現輸入阻抗的电抗分量。在低于諧振頻率的頻率上，电抗分量具有容抗性；而在高于諧振頻率的頻率上，則具有感抗性。

天綫輸入阻抗的数值和它在电视波道的頻带內的变化特性，决定天綫供給接收机电路的功率以及天綫饋电系統頻率特性的不均匀度。当頻率改变时，天綫輸入阻抗的变化越小，天綫的通頻带就越寬，它可能保証的图象清晰度也就越高。例如半波振子就可以保証以很高的清晰度接收电视图象，这是因为它的輸入阻抗在电视信号頻带內的变化是很小的。

接收天綫的方向图表示电磁場在天綫中所感应的电动势与

表 1

电视波道	频波频带 (兆赫)	频波中心频率 (兆赫)	对应于波道中心频率的波长 (米)	图象信号载频 (兆赫)	伴音信号载频 (兆赫)
1	43.5—56.5	52.5	5.72	49.75	56.25
2	58—66	62	4.84	59.25	65.75
3	76—84	80	3.75	77.25	83.75
4	84—92	88	3.41	85.25	91.75
5	92—100	96	3.13	93.25	99.75
6	174—182	178	1.68	175.25	181.75
7	182—190	186	1.61	183.25	189.75
8	190—198	194	1.55	191.25	197.75
9	198—206	202	1.48	199.25	205.75
10	206—214	210	1.43	207.25	213.75
11	214—222	218	1.37	215.25	221.75
12	222—230	226	1.32	223.25	229.75

信号传来的方向的关系。例如，当半波振子天綫架設得使接收的信号是从与振子垂直的方向到来时，在半波振子(见图 1)的接綫端上感应得最大的电动势；当信号传来的方向与振子軸綫相重合时，这电动势就等于零。在任何其它接收方向，电动势为零和最大值之間的中間值。

在极座标系統中，当将最大电动势取为 1 的时候，表示电动势与信号传来方向的关系的图形，称为方向图。在图 2, *a* 中示出半波振子在水平面內(以及通过振子軸綫的任何其它平面內)的方向图，这种振子在与振子軸綫相垂直的垂直面內的方向图如图 2, *b* 所示(是一个圆)。

假如信号在水平面內与振子軸綫成  $45^\circ$  角地传来，而方向图上对应这方向の綫段 *mn*(图 2, *a*)的长度是綫段 *pn* 长度的 0.62，那末，这就是說，这时在天綫接綫端上感应的电动势是



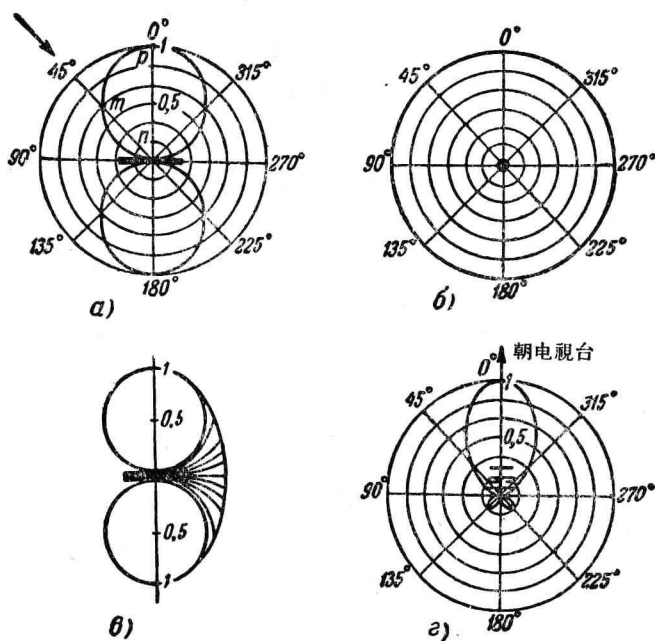


图 2 电视天线的方向图  
 a—半波振子在水平面内的方向图, б—同一天线在垂直面内的方向图, в—半波振子的空间方向图, г—«波道»型天线在水平面内的方向图

最大电动势的 0.62。

天线的方向图取决于天线的结构。例如, 图 2.г 所示的就是多元«波道»型天线\*在水平面内的方向图。这种天线与半波振子的差别, 就是只能接收从方向图主瓣很窄的角度的范围内的方向上传来的信号。因此, 多元天线可以比半波振子更多地减弱不是从电视台方向上传来的干扰的作用。

\* «波道»型天线即八木天线。——译者

方向图的宽度通常是用角度来表明，在这个角度范围内，电磁场在天线中感应出的电动势要不小于最高电平的 0.7。

定向天线，除了主瓣外，照例还有很小的后瓣或旁瓣。后瓣或旁瓣越小，干扰对接收的影响也就越小。在一般应用的定向电视接收天线上，这种后瓣或旁瓣的电压电平是主瓣最高电压电平的 0.1—0.2。

接收振子的有效长度是天线最重要的参数之一。如果将有效长度乘以接收点的场强，那末就可得到当信号从最强接收方向传来时，在天线接线端所产生的电动势的数值。有效长度通常用米测量，它取决于天线的几何尺寸和波长。

就半波振子来说，有效长度

$$h_{\text{eff}} = \frac{\lambda}{\pi},$$

式中  $\lambda$ ——波长（米）。

接收天线的电压增益系数表明，天线在匹配负载上所产生的电压超过在同样负载上由匹配的半波振子所产生的电压的倍数。

在文献中，还可以遇到增益系数的其它定义。例如，功率增益系数的定义（天线在匹配负载上所产生的功率与在同样负载上由匹配的半波振子所产生的功率之比）也很常用。在数值上，功率增益系数等于电压增益系数的平方。

有时，当要指出增益系数的数值时，不是将天线与半波振子相比较，而是将天线与一个假想天线相比较，这个假想天线与半波振子的差别是，不论信号传来的方向如何，它具有相同的接收性能。与这种天线相比较时的增益系数，在数值上，按功率来说要比与半波振子相比较时的增益系数大 1.64 倍，而按电压来说要大到  $\sqrt{1.64}=1.28$  倍。方向图具有图 2, e 所示型

式的三元天綫的增益系数如下：

1) 与半波振子相比，电压增益系数为 1.9，功率增益系数为  $1.9^2=3.61$ ；

2) 与全向天綫相比，电压增益系数为 2.43，功率增益系数为  $2.43^2=5.9$ 。

本书中，将与半波振子相比较来指出各种天綫的电压增益系数。

天綫的增益系数与天綫的方向图有关。方向图的主瓣越窄和后瓣与旁瓣越小，则增益系数越高。

知道了接收点的場强、接收天綫的参数、型式和电綫长度，就可以确定接收机輸入端的电压。

在天綫和接收机輸入端均与电綫相匹配的情况下，接收机輸入端的电压（微伏）可按下列式計算：

$$U = \frac{Eh_{\pi}}{2} K \sqrt{\frac{R_{np}}{R_a}} e^{-\beta l},$$

式中  $R_{np}$ ——接收机的輸入阻抗(欧)，

$R_a$ ——天綫的輸入阻抗(欧)，

$E$ ——接收点的場强(微伏/米)，

$h_{\pi}$ ——天綫的有效长度(米)，

$K$ ——天綫的电压增益系数，

$e^{-\beta l}$ ——考虑引下电綫中損耗的系数( $e=2.178\dots$ ，是自然对数的底)。

要計算系数  $e^{-\beta l}$ ，必須知道  $\beta$  和  $l$  的数值， $\beta$  是引下电綫单位长度上的衰减(奈培/公里)， $l$  是引下电綫的长度(公里)。各种型式的电綫的  $\beta$  值列在表 8 和表 9 中。

对 PK-1 和 PK-3 型电綫來說，在引下电綫的不同长度下，十二个电视波道中每一个波道的系数  $e^{-\beta l}$  的数值列在表 2 和

表 3 中。

表 2

电 视 波 道	电 纜 长 度 (米)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	PK-1 型电纜的系数 $e^{-\beta l}$									
1	0.92	0.86	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
2	0.91	0.84	0.77	0.7	0.64	0.59	0.53	0.49	0.45	0.41
3	0.9	0.81	0.73	0.65	0.59	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35
4	0.89	0.8	0.72	0.64	0.58	0.53	0.47	0.42	0.37	0.33
5	0.88	0.79	0.71	0.62	0.56	0.5	0.44	0.39	0.34	0.31
6—8	0.83	0.7	0.58	0.49	0.4	0.34	0.29	0.24	0.2	0.17
9—12	0.82	0.69	0.56	0.47	0.38	0.32	0.26	0.21	0.18	0.14

表 3

电 视 波 道	电 纜 长 度 (米)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	PK-3 型电纜的系数 $e^{-\beta l}$									
1	0.95	0.9	0.86	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59
2	0.94	0.89	0.84	0.79	0.74	0.7	0.66	0.62	0.59	0.56
3	0.93	0.87	0.81	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.5
4	0.92	0.86	0.8	0.75	0.7	0.65	0.61	0.56	0.52	0.47
5	0.91	0.85	0.79	0.73	0.68	0.62	0.58	0.53	0.49	0.44
6—8	0.89	0.79	0.71	0.63	0.57	0.5	0.45	0.4	0.36	0.32
9—12	0.88	0.78	0.7	0.61	0.54	0.47	0.42	0.37	0.33	0.29

例：若  $E=500$  微伏/米，用增益系数  $K=1.9$  的«波道»三元型天綫接收第一套节目（第一波道）。PK-1 型引下电纜的长度为 30 米。使用輸入阻抗  $R_a=73.1$  欧的半波振子作为有源振子，接收机的輸入阻抗  $R_{np}=75$  欧。試求接收机輸入端的电压。

先計算調諧到第一波道中心頻率上的半波振子的有效长度

$$h_A = \frac{\lambda_{cp}}{\pi} = \frac{5.72}{3.14} = 1.81 \text{ 米.}$$

第一波道的中心波长可从表 1 查出。

从表 2 中找出第一波道的系数  $e^{-\beta l}$ 。当电缆长度为 30 米时， $e^{-\beta l} = 0.79$ 。

现在就可确定接收机输入端的电压

$$U = \frac{E h_A K}{2} \sqrt{\frac{R_{np}}{R_a}} e^{-\beta l} = \frac{500 \times 1.81}{2} \times 1.9 \sqrt{\frac{75}{73.1}} \times 0.79 \\ = 690 \text{ 微伏.}$$

## 第二章 接收电视广播的特点

目前，苏联在分布于 48.5—100 和 174—230 兆赫频段内的十二个电视波道上，发送电视节目。与这些频率相对应的波长为 6.2—3 和 1.73—1.3 米。每一个波道占有 8 兆赫的频带。图象和伴音信号的载频相差 6.5 兆赫。在表 1 中列出了十二个电视波道中每一个所占的频带。

今后打算使用 470—582 兆赫频段内的十四个新的电视波道。这些新的电视波道的主要数据列在表 4 中。

### 市内接收的特点

电磁场的强度是随着离电视台发射天线的距离的增大而减小的。作为例子，在表 5 中列出了离电视台有不同距离、位于 3—4 层楼高度上的一些接收站所测出的、莫斯科电视台第一波道图象信号发射机载频场强的数值。

表 5 中所列出的数据是平均值。在离电视台同样远的某些点上，场强可能与平均数相差几倍。这可以用地物的特点来解

表 4

电视波道	频 带 (兆赫)	频波中心频率 (兆赫)	对应于波道中 心频率的波长 (米)	图象信号载频 (兆赫)	伴音信号载频 (兆赫)
13	470—478	474	0.632	471.25	477.75
14	478—486	482	0.622	479.25	485.75
15	486—494	490	0.611	487.25	493.75
16	494—502	498	0.602	495.25	501.75
17	502—510	506	0.592	503.25	509.75
18	510—518	514	0.583	511.25	517.75
19	518—526	522	0.575	519.25	525.75
20	526—534	530	0.565	527.25	533.75
21	534—542	538	0.556	535.25	541.75
22	542—550	546	0.548	543.25	549.75
23	550—558	554	0.541	551.25	557.75
24	558—566	562	0.533	559.25	565.75
25	566—574	570	0.525	567.25	573.75
26	574—582	578	0.518	575.25	581.75

表 5

离电视台的距离 (公里)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
场 强 (毫伏/米)	250	120	50	25	15	10	7	5.5	4.5	3.5

释，在市内建筑物稠密的个别地方，是由于高楼大厦等的屏蔽作用所引起的。

甚至在城市中一个小地区的范围内，各点的场强也可能相差很多。这是因为：每一点的合成场强是从电视台发射天线来的直射波和大量从地面和建筑物上反射的波相互干涉（相加或相减）的结果。例如，在某一点上由于从不同方向传来的波相互作用而使场强增强，但在附近另一点上则可能使场强减弱。

甚至在同一房屋的屋頂範圍內也可能有場強相差幾倍的一些點。

電視信號占有很寬的頻帶。直射信號和反射信號的相加和相減，在天綫架設點有時可能引起電視信號頻譜範圍內某些頻率下的場強增強，而另一些頻率下的場強則減弱。這就使得電視圖像發生頻率失真，但適當選擇天綫的架設位置就能避免這種失真。

在城內接收電視廣播時，在電視接收機熒光幕上可能出現附加的所謂「重象」\*。設有兩個信號（來自發射天綫的直射信號和在任何建築物上反射下來的信號）到達接收天綫架設點。反射信號比直射信號經過較長的距離，比直射信號較遲地到達接收點。因此，在電視接收機的熒光幕上，我們可以看到相應於直射信號和反射信號的兩個圖像。既然顯象管內電子束的行掃描是自左向右進行的，那末在時間上滯後的圖像就出現在基本圖像的右面。利用接收天綫的定向性能，就可以消除或減弱電視接收機熒光幕上的重象。天綫應安裝得使它收不到反射信號。

如果安裝天綫時不能夠避免重復信號的話，那末，再安裝第二副接收天綫（它與第一副天綫使用同一根引下電纜），就可以局部地或全部地消除重復信號。第二副天綫的位置和由它到公共引下電纜的電纜長度要選得使重復信號有最大程度的減弱。這種方法主要應用在架設集體天綫的情況下（就單獨使用來說，這種方法可能是非常複雜的）。

當接收彩色電視時，天綫的架設地點應當特別細心地選定，因為，在這種情況下，頻率失真和重象對接收質量的影

---

\* 俗稱「鬼影」。——譯者

响，比接收黑白电视时要大得多。

重象不但可以由于地物的反射，而且可以因天线-馈线系统中各种元件的失配而引起。从天线传输到接收机中的能量只在电缆的波阻抗等于接收机输入阻抗的情况下（电缆与接收机匹配时），才能在接收机输入端被完全吸收。

如果电缆的波阻抗与接收机的输入阻抗有差别（电缆失配），那末，来到接收机上的一部分能量又朝着天线方向反射回去。在天线的输入阻抗不等于电缆的波阻抗的情况下，就会发生能量的再次反射（从天线反射到电视接收机）。结果，在电视接收机的输入端便会出现重复信号，它对基本信号的滞后恰为信号在电缆中往返的时间。这样一来，电视接收机输入端可能出现许多连续的、时间上略有差别的重复信号。当电缆的长度很长时，这种信号可以造成附加的重象；而当电缆很短时，可使图象的清晰度降低。只要馈线与一边（与接收机或天线）相匹配的话，就不会出现重象。

在电视接收机的荧光幕上，第一个重象对基本图象的位移，可按下列式计算：

$$X = 0.156 l_{\Phi} d_{\Phi}$$

如将馈线长度  $l_{\Phi}$  和荧光幕宽度  $d_{\Phi}$ （均以米计）代入这一公式中，就可以得到图象的位移（以毫米计）。

例：引下电缆的长度  $l_{\Phi} = 50$  米，试求「速度-3」牌电视接收机荧光幕（荧光幕尺寸  $345 \times 257$  毫米）上重象的位移。

$$X = 0.156 \times 50 \times 0.345 = 2.7 \text{ 毫米。}$$

假若位移超过 2—3 毫米时，那末，出现重象的原因就不是由于天线-馈线系统中的失配，而是由于从建筑物或其它地物上反射的结果。

鉴于室内天线的广泛流行，需要简略地讲一下在室内接收



超短波的特点。超短波电磁场的干涉作用在室内比在室外显著，这是因为有许多从墙上和在室内各种物体上来的反射。室内的场通常是最大值和最小值都很明显的驻波场。

在图 3 中画出了第一电视波道在图象和伴音载频上电磁场水平分量的分布特性图，它是在莫斯科一所房子的室内用实验方法测出的。在室内的平面图上，标有 × 号的地方就是进行场强测量的各点。黑色小条的高度与每一点上图象载频的场强大小成比例，而白色小条的高度则与伴音载频的场强大小成比例。从图 3 看出，不论图象载频或伴音载频的场强，均是逐点改变的。在大多数情况下，图象信号的场强有最大（最小）值的各点和伴音信号的场强有最大（最小）值的各点并不一致。这就使得当天线装在室内的个别地方时，便不可能接收伴音或图象。

所列出的场强分布图还可证明，电视图象信号频谱中的个别分量的振幅，可能有强烈地减少或增大的情况，从而就使图象质量变坏（例如，使清晰度降低）。

室内，场的垂直分量与水平分量相比的相对值，比室外要高一些。这是由于房屋墙内各种金属结构、照明电线等的激励所引起的。在室内某些地方，可能发生场的垂直分量大于水平分量的情况。在这种情况下，接收振子必须倾斜地、甚至垂直地装置。由上述可以看出，应当细心地选择接收天线在室内装置的地方和它的位置。

室内场强大大地低于屋顶上的场强。这是因为周围建筑物的屏蔽作用和房屋的墙壁吸收了一部分电磁能。在建筑物稠密的地区内，在«阴暗»的楼房（窗户不朝电视中心）里，下面几层楼上的场强降低到为屋顶上的  $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ ，而上面几层楼上的则