



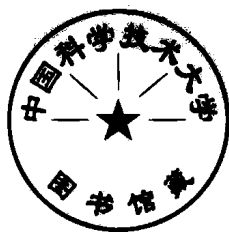
电视接收天线

著 译
克 基
斯 斯
吉 欽
潑 潑
扎 卡
平 平
С. Е.
Л. М.
联 斯
苏 斯

人 民 邮 电 出 版 社

电 視 接 收 天 綫

C. E. 扎 吉 克 著
苏联 Л. M. 卡泼欽斯基
斯 平 譯



人民邮电出版社

С. Е. ЗАГИК Л. М. КАПЧИНСКИЙ
ПРИЕМНЫЕ ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ АНТЕННЫ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1956

内 容 提 要

本书介绍怎样制做各种电视接收天线，如室内天线、室外天线、单节目天线、双节目天线、机内天线及远程天线。书中列出接收5个电视波道的天线的具体尺寸，不需进行计算，因此实用而方便。

电 视 接 收 天 线

著 者：苏联 С. Е. 扎 吉 克
Л. М. 卡 波 钦 斯 基
译 者：斯 平
出版者：人 民 邮 电 出 版 社

北京东四6条13号

(北京市书刊出版业营业许可登记字第〇四八号)

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
印张 1 12/32 页数 22 1963年6月北京第三次印刷
印刷字数 32,000字 印数 4,351—10,850册

统一书号：15045·总815—无206

定价：(9) 0.16 元

目 录

第一章	市内接收电视广播的特点	1
第二章	电视接收天线的参数	4
第三章	单节目室外天线	9
	定向性差的室外天线	9
	室外定向天线	17
	远程接收天线	20
第四章	双节目室外天线	25
	使第一套节目天线能接收两个节目的附件	28
	双节目室外天线	29
第五章	室内天线	34

第一章 市内接收电视广播的特点

苏联电视广播目前以配置在 48.5 到 100 兆赫频段内的五个电视波道来实现，这个频段对应于波长 6.2 到 3 米，每个波道佔据的频段为 8 兆赫，图像和伴音信号载频相差 6.5 兆赫，表 1 示五个现用电视波道中每一个所佔的频段。

表 1

电视波道	频 带 (兆赫)	波 道 中 心 频 率 (兆赫)	对应于波道 中心频率的 波长(米)	图 像 信 号 载 频 (兆赫)	伴 音 信 号 载 频 (兆赫)
第 一	48.5—56.5	52.5	5.72	49.75	56.25
第 二	58—66	62	4.84	59.25	65.75
第 三	76—84	80	3.75	77.25	83.75
第 四	84—92	88	3.41	85.25	91.75
第 五	92—100	96	3.13	93.25	99.75

电视中心发射天线辐射的电磁场在空间的每一点，以极化和强度两个基本参量来表征。

电磁场的极化 决定于发射天线的型式，例如，要是发射天线是水平安置的振子，那末它就辐射在水平面内极化的电磁场。为了获得最大的接收强度，接收振子同样应该水平安置（垂直安置的振子将收不到）；假如电磁场是在垂直平面内极化的，那末接收振子就应是垂直安置的。

苏联电视中心的发射天线是辐射水平极化波的，所以它可减弱各建筑物上的反射作用，工业干扰和无线电广播电台的干扰作用（由于接收天线是水平安置的），定向天线亦容易架设了。

水平極化波在各种障碍物（建筑物，电报綫，輸电綫）上反射时，也可能产生垂直極化波。因此在每个接收点，实际上既有水平極化波也有垂直極化波。水平与垂直極化波同时作用于接收天綫上，会引起圖像失真。因此，正确安裝的室外天綫應該只接收水平極化波。

决定某点上天綫所收到的信号大小的电磁場强度以伏/米度量。較小的場强單位为毫伏/米和微伏/米，它們和基本場强單位有下列关系：

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

場强越大，接收机輸入端的信号就越大。場强跟至电视中心的距离有关，接收点离电视中心越远，則这点的場强就越低，收到的信号就越弱。

表 2 列出了在莫斯科 3—4 層楼高度測得的第一波道 圖像 信号發射机載頻場强的数值。

應該注意，表 2 中所列数据是平均值。距电视中心同样距离的某些点上的場强可能和平均数差几倍。这可以用地形的起伏来解釋。在市內建筑物稠密的个别地方可認為是高楼大厦等的屏蔽作用。

表 2

离电视中心的 距离 (公里)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
場 强 (毫伏/米)	250	120	50	25	15	10	7	5.5	4.5	3.5

甚至在市內一不大地区範圍內各点的場强可能相差很多。这是因为每点的合成場强是从电视中心發射天綫来的直射波和大量从地面和建筑物上反射的波相互干涉（相加或相減）的結果。例如，在某点上由于从不同方向到来的波相互作用的结果而使場强增强，但在附近另一点上則可能發生場的減弱。甚至在同一房屋的屋頂範圍

內亦可能有場強差几倍的點。

電視信號佔據很寬的頻帶。直射和反射信號的相加和相減，在天綫架設點可能引起電視頻譜範圍內的某些頻率的場強增強，另一些頻率的場強則減弱，从而使電視圖像發生頻率失真。適當選擇架設天綫的位置就能避免這種失真。

市內接收電視廣播的重要特點是在熒光屏上可能出現附加的所謂“雙重”圖像。設有兩個信號（發射天綫直射信號和在任何建築物上反射的信號）到達接收天綫架設點，反射信號比直射信號走過較長距離，比直射信號遲到接收點，因此在電視接收機的屏上我們看到相應於直射和反射信號的兩個圖像。既然顯像管內電子束的行掃描是自左向右進行的，那麼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，可以消除或減弱電視接收機屏上的雙重圖像。天綫應安裝得使它收不到反射信號。

不僅地物的反射會引起雙重圖像，天綫饋電系統的不匹配也會引起。關於這點以後再講。

鑑於室內天綫的廣泛流行，所以需要簡略地講一下在室內接收超短波的特點。

超短波電磁場的干涉在房間里比在房間外顯著，這是在牆上和在房間里各種物體上產生許多反射。房間里的場通常是最大值和最小值很明顯的駐波場，這便使電視圖像的失真變幻不定（例如使清晰度降低），使室內個別地方收不到伴音信號等。室內場的垂直分量與水平分量比較的相對值比室外高得多。這是由於房屋牆內各種金屬結構、照明電綫等的激勵所引起的。在房間某些地方，可能發生場的垂直分量大於水平分量的情況。

在這些情況下，接收振子必須傾斜地甚至垂直地裝置。

在窗戶背着電視中心的房間里，電場垂直分量的相對值特別大。

由上述中可以看出，應當仔細選擇接收天綫在房間里裝置的地

方和位置。

房間內場强大大地低于屋頂上的場强，是因为周圍房屋的屏蔽作用和房屋的牆吸收了一部分电磁能。在建筑稠密的区域内，在“陰暗”的房屋（窗戶背电视中心）中，下面几層楼的場强降低为屋頂上的 $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ ，上面几層降低为 $\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$ 。至于“亮堂”的房屋中（窗戶朝电视中心），下面几層楼的場强降低为 $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ ，上面几層楼的降低为 $\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$ 。在建筑稀少的地区內，房間里的和屋頂上的电場强度差别的程度較小，例如“陰暗”房屋下面几層的場强減弱为 $\frac{1}{10} - \frac{1}{12}$ 和上面几層降低为 $\frac{1}{6} - \frac{1}{7}$ ，而“亮堂”的房屋下面几層減小为 $\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$ 和上面几層減小为 $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ 。

可以認為，除少数例外外，在距电视中心半徑为 5—6 公里的範圍內，当接收机的灵敏度是 500—1000 微伏（KBH-49，T-2“列宁格勒”等接收机）时，在莫斯科以室內天綫能可靠地接收第一种电视节目。使用更灵敏的电视接收机（“Темп-2”等）时，則接收半徑更大。

在莫斯科，室內天綫有把握地接收第二种节目的範圍較小，因为現在第二种节目發射机的功率較小。

第二章 电视接收天綫的参数

电视接收天綫特性以輸入阻抗、方向圖、有效高度和增益系数来表征。

天綫接饋綫那兩点的阻抗称为它的輸入阻抗。一般，天綫輸入阻抗有有功和無功兩部分，無功部分可能呈电感性或电容性。假如天

綫調諧到諧振，那它的輸入阻抗的無功部分就等于零，例如，調諧到諧振的直綫半波振子（圖 1）的輸入阻抗是純有功的且為 73.1 歐。當頻率偏離諧振頻率不大時，振子輸入阻抗的有功分量變化很小，但出現輸入阻抗的無功分量。在頻率較諧振頻率低時，無功分量呈電容性而在頻率較諧振頻率高時呈電感性。

天綫輸入阻抗的數值和它在電視波道的頻帶內的變化特性，決定天綫供給接收機的功率以及天綫饋電系統頻率特性的不均勻性。

頻率變化時天綫的輸入阻抗變化越小，天綫通帶就越寬。

接收天綫的方向圖 說明天綫所感应的電動勢與信號到來方向的关系。例如，當被接收的信號從振子的垂直方向傳來時，在半波振子（圖 1）的接綫柱上感應得最大的電動勢。當信號傳來的方向與振子軸相合時，電動勢就等于零。在任何其他方向，電動勢為零和最大值之間的中間值。

假如用曲綫來表示電動勢數值和信號到來方向間的关系，並取最大電動勢等于 1 單位，那麼我們就得到稱為方向圖的曲綫。圖 2, a 是

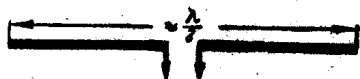


圖 1 直綫半波振子

水平半波振子在水平面內（以及通過振子軸的任何其他平面）的方向圖，而圖 2, b 是同一振子在垂直於其軸的垂直平面內的方向圖。

假定信號在水平面內與振子軸成 45° 角地來到，方向圖上對應這方向的綫段 mn （圖 2, a）的長度是對應最大電動勢值的綫段 pn 長度的 0.62。這就是說，這時在天綫接綫柱上感应的電動勢是最大電動勢的 0.62。

半波振子的空間方向圖畫于圖 2, b，這圖的水平截面具有 8 字形，就是水平面內的方向圖。與振子軸垂直的垂直平面的截面得出垂直面內圓形的方向圖。

天綫的方向圖決定於天綫的結構。例如圖 2, c 所示是多元波道

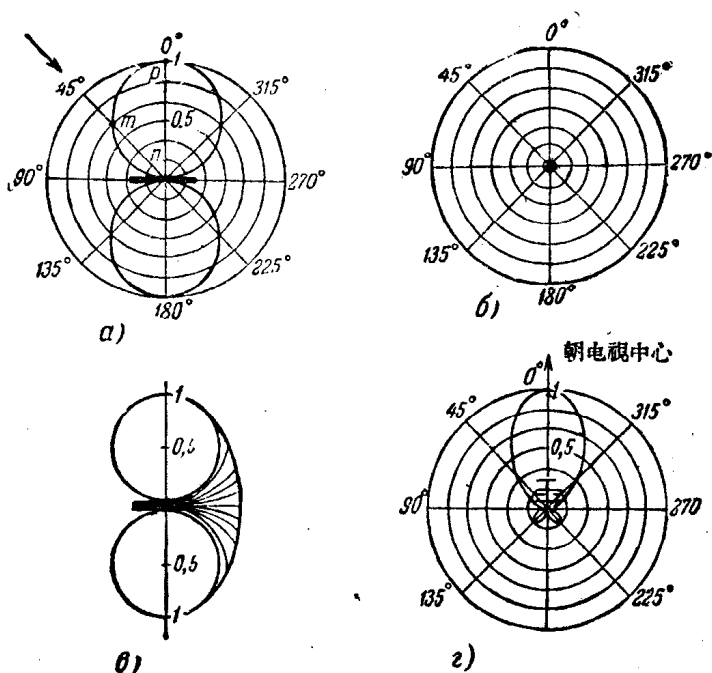


圖 2 電視天線的方向圖

a—直線半波振子水平面內的方向圖；*b*—同一天線在垂直面內的方向圖；*c*—直線振子的空間方向圖(斷面)；*d*—“波道”型天線在水平面內的方向圖。

型天線在水平面內的方向圖，這圖和半波振子(圖 2, *a*) 方向圖比較可以看出，多元天線可以減弱不是從電視中心方向來的干擾的作用大於半波振子。

接收振子的有效長度 以接收點的場強除當信號從最大接收方向傳來時天線接線柱上所得的電動勢所得的商，稱為接收振子的有效長度。有效長度通常以米度量，並與天線的幾何尺寸和波長有關。

直線半波振子的有效長度為 $h_d = \frac{\lambda}{\pi}$ ，這裡 λ —波長，單位為米； $\pi = 3.14$ 。

折合振子的有效長度大一倍。

接收天綫的电压增益系数 表明該天綫在匹配的情況下，供給接收机輸入端的电压与匹配的半波振子供給同一接收机輸入端的电压的倍数。天綫的增益系数和方向圖有关，圖的主瓣越窄和后瓣越小，增益系数就越高。例如，方向圖如圖 2, 所示的三元天綫，其增益系数等于 1.9。

已知接收天綫的基本参数、电纜型式和長度就能算出接收机輸入端的电压 当天綫和接收机輸入端都与电纜匹配时，接收机輸入

端电压（微伏）按公式 $U = \frac{E h_0}{2} K N \sqrt{\frac{R_{np}}{R_a}}$ 計算。

这里 R_{np} ——接收天綫的輸入阻抗；

R_a ——天綫的輸入阻抗；

E ——接收点場强（微伏/米）；

h_0 ——天綫有效長度（米）；

K ——天綫电压增益系数；

N ——計及引下电纜損耗的系数。

各种不同長度的 PK-1 和 PK-3 型同軸引下电纜用于各个电视波道时的系数 N 列于表 3 和 4。

PK-1 电纜的系数 N

表 3

电视波道	电 纜 長 度 (米)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
第 一	0.92	0.86	0.79	0.73	0.67	0.62	0.57	0.53	0.49	0.45
第 二	0.91	0.84	0.77	0.7	0.64	0.59	0.53	0.49	0.45	0.41
第 三	0.9	0.81	0.73	0.65	0.59	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35
第 四	0.89	0.8	0.72	0.64	0.58	0.53	0.47	0.42	0.37	0.33
第 五	0.88	0.79	0.71	0.62	0.56	0.5	0.44	0.39	0.34	0.31

PK-3 電纜的系数 N

表 4

电视波道	电 纜 長 度 (米)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
第 一	0.95	0.9	0.86	0.81	0.77	0.73	0.69	0.65	0.62	0.59
第 二	0.94	0.89	0.84	0.79	0.74	0.7	0.66	0.62	0.59	0.56
第 三	0.93	0.87	0.81	0.76	0.71	0.66	0.62	0.58	0.54	0.5
第 四	0.92	0.86	0.8	0.75	0.7	0.65	0.61	0.56	0.52	0.47
第 五	0.9	0.85	0.79	0.73	0.68	0.62	0.58	0.53	0.49	0.44

例 若 $E=500$ 微伏/米，用增益系数 $K=1.9$ 的三元波道型天綫接收第一种节目（第一波道），PK-1 引下電纜長 30 米，有源振子是輸入阻抗为 $R_a=300$ 欧的折合振子，接收机的輸入阻抗 $R_{np}=75$ 欧。試求接收机輸入端的电压。

先求調諧于第一波道中心頻率的折合振子的有效長度：

$$h_d = \frac{2\lambda_{cp}}{\pi} = \frac{2 \times 5.72}{3.14} = 3.62 \text{ 米,}$$

λ_{cp} ——第一波道的中心波長，从表 1 查得。

在表 3 中我們找到 PK-1 電纜用于第一波道时的系数 N 。当電纜長 30 米时， $N=0.79$ 。現在来求接收机輸入端的电压：

$$U = \frac{E h_d}{2} K N \sqrt{\frac{R_{np}}{R_a}} = \frac{500 \times 3.62}{2} \times 1.9 \times 0.79 \sqrt{\frac{75}{300}} = 680 \text{ 微伏.}$$

前面已經指出，接收点周圍房屋产生的反射信号会使电视接收机屏上出現双重圖像，这种圖像同样可能由于天綫—饋电系統的反射而产生。从天綫通过電纜傳到接收机去的能量只在接收机輸入阻抗恰巧等于電纜波阻抗时，才完全被接收机吸收，在这种情况下就說接收机和電纜匹配。

假如接收机輸入阻抗不等于電纜的波阻抗(電纜不匹配)，那未到达接收机的部分能量就向天綫方向反射回去。在天綫輸入阻抗不

等于電纜的波阻抗時，發生第二次能量反射（從天綫到電視接收機）。結果在電視接收機的輸入端出現二次信號，它比基本信號滯后一段信號在電纜里傳輸的兩倍時間。因此，在電視接收機輸入端便出現在時間上差開的一系列二次信號。當電纜很長時，便出現獨立的双重圖像，而當電纜很短時，圖像清晰度便降低。只要饋綫的一頭（接接收機或天綫的一頭）匹配，就沒有双重圖像了。

在應用 PK-1 或 PK-3 電纜作饋綫時，圖像尺寸為 180×240 毫米的電視接收機（例如“先鋒”牌電視接收機）屏上，第一個双重圖像與基本圖像間的位移決定於公式：

$$X = 0.0375 l_{\phi}.$$

如饋綫長度 l_{ϕ} 的單位為米，則得到的像移 x 為毫米。

饋綫長度通常不超過 50 米，這時像移大約是 2 毫米，如果像移超過 2 毫米，那麼出現双重圖像的原因不是天綫—饋電系統不匹配，而是房屋或其他地物的反射。

第三章 單節目室外天綫

定向性差的室外天綫

直綫半波振子和折合半波振子是最簡單最流行的單節目室外天綫。

直綫半波振子（圖 3, a）通常用管子（鋼的，黃銅的，硬鋁的）做成，它同樣能用金屬帶條或角條制作。若振子的幾何長度 l 正好等於半波長，那它就調不到諧振，這時振子的輸入阻抗由有功和無功分量組成，後者呈電感性。為了調到諧振，振子的長度應當短一些。

直綫半波振子的諧振長度（米）可按下式計算：

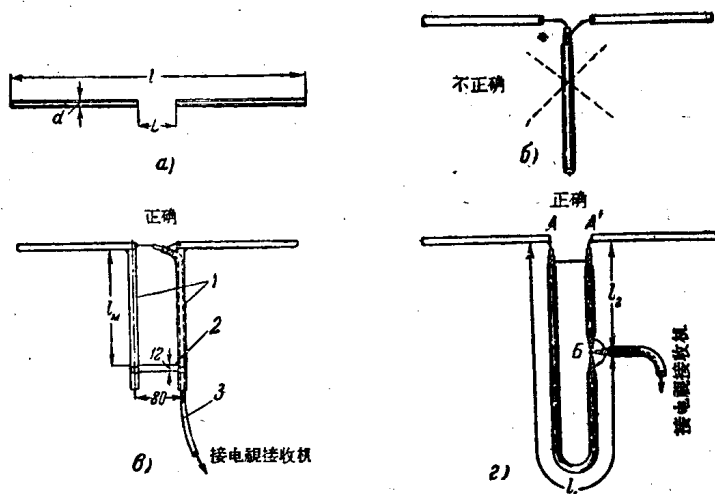


圖 3 直線半波振子与 75 欧同軸電纜的联接圖
 a—振子；b—不正确的联接圖；b₁—經過短路桥饋电（1—桥管，2—跨接片，3—引下電纜）；b₂—經過 U 形弯管饋电。

$$l = \frac{\lambda_{cp}}{2} \left(1 - \frac{\Delta\%}{100} \right),$$

这里 λ_{cp} ——对应电视波道中心频率的波长，可以从表 1 查得；

$\Delta\%$ ——以百分数表示的缩短系数。

缩短系数 $\Delta\%$ 的值跟作成振子的管子的直径与中心波长的比值

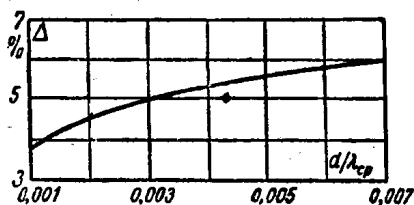


圖 4 直線半波振子的縮短系数— $\Delta\%$
 与振子直径 d 对电视波道中心波长 λ_{cp} 的比的关系曲线

有关，亦即与 d/λ_{cp} 有关。
 圖 4 示 $\Delta\%$ 与 d/λ_{cp} 的关系。
 这样，知道管子直径和电视波道的中心波长，就能求得 $\Delta\%$ ，然后按上列公式求出所需的振子长度。

如果振子用金属带制

作，那末为求縮短系数必須知道的直徑应了解为这帶寬度的一半。

振子的通帶依賴于它的直徑，振子的直徑越大，它的通帶越寬，只要管子直徑等于或大于 8 毫米，那末在任何波道內都能保障足够寬的通帶。

管子里面兩端間的距离 L (圖 3, a) 应在 50 到 80 毫米的範圍內。直綫半波振子用高頻陶瓷或塑料做的絕緣子固定在金屬桿或木桿上。絕緣子亦可用夾布膠木或复电木的膠紙板。

这种振子既能用作 75 欧不对称 (同軸的) 輸入端的电视接收机 (例如 KBH-49, T-2 “列宁格勒”, “先鋒”等) 的天綫, 亦能用作 300 欧对称輸入端的电视接收机 (例如 “Темп-2”) 的天綫。振子通过波阻抗为 75 欧的 PK-1, PK-3, PK-4, PK-20 或 PK-49 型同軸電纜接到 75 欧不对称电视接收机的輸入端。亦可以用波阻抗为 50 欧的 PK-47 電纜, 但最好不用。半波振子和電纜的联接应按滿足以下条件的方式实现。第一, 天綫应和電纜匹配。第二, 同軸電纜編織層外表面上的电流不应在接收机輸入端产生电压降, 不应破坏天綫导体中电流的对称。天綫和電纜不匹配使天綫效率降低并出現双重圖像。天綫对称性的破坏会降低接收的抗扰度, 并使方向圖失真。

为了保持振子的对称, 同軸電纜和振子应当接得使振子的兩臂与電纜編織層外表面 (假定的“地”) 的接法相同或所謂对称。

同軸電纜和对称天綫不正确联接的例子示于圖 3, б。在这种情况下, 匹配保持了, 对称却破坏了, 因为振子的一臂接到電纜的心綫, 而另一臂直接接到編織層。由于在電纜編織層表面上感应的电流进入接收机的輸入端, 就引起圖像失真。此外振子的方向圖亦会失真。

同軸電纜和半波振子的联接可按圖 3, в 和 2 所示任一方式进行。在第一种情况下 (圖 3, в), 把金屬管做成的对称 $1/4$ 波長 短路

桥鉗到或用螺絲擰紧在振子上，引下電纜穿过其中一根管子接到振子（編織層接振子的一臂，而心綫接另一臂）。桥長 l_M （从振子到短路跨接片）等于 $1/4$ 中心波長，每个波道的 l_M 可从表 5 中查出。

表 5

电 視 波 道	第 一	第 二	第 三	第 四	第 五
桥長 (毫米)	1430	1200	940	850	780

短路桥管子的直徑可在 10 到 20 毫米的範圍內选取，在短路跨接片下面的那部分管子随便多長都可以。

在天綫和同軸電纜按圖 3, 6 联接时，振子兩臂是同样地接到電纜的編織層，就是說沒有破坏天綫的对称性。这里匹配是这样保証的，電纜波阻抗数值 (75 欧) 接近振子的阻抗 (73.1 欧)，并联接天綫的 $1/4$ 波長短路桥不会破坏匹配，因为在电视波道的全部頻帶內，它的輸入阻抗很大。

在第二种情况下（圖 3, 1），同軸引下電纜借助于 U 形弯管接到振子。弯管是用跟引下綫相同的電纜做成的。直綫半波振子的 U 形弯管的全長等于該电视波道在電纜里傳播的中心波長。在電纜里傳播的中心波長决定于下式：

$$\lambda_{cp.x} = \frac{\lambda_{cp}}{\sqrt{\epsilon}}$$

这里 ϵ ——充填電纜材料的介电常数 (PK-1, PK-3, PK-4, PK-20 和 PK-49 電纜的 $\epsilon = 2.3$)。

引下電纜在距对称振子某臂 $1/4 \lambda_{cp.x}$ 处与 U 形弯管相接，引下電纜的心綫应接 U 形弯管電纜的心綫，而編織層接 U 形弯管電纜的編織層。

实际上，U 形弯管用兩段電纜作成，其中一段長 $l_1 = \frac{3}{4} \lambda_{cp.x}$ ，

而另一段長 $l_2 = \frac{1}{4} \lambda_{cp.\kappa}$ (圖3,1)。五个电视波道的U形弯管兩段電纜的長度 l_1 和 l_2 列于表6。

表 6

电 視 波 道	第 一	第 二	第 三	第 四	第 五
l_1 (毫米)	2850	2400	1860	1680	1545
l_2 (毫米)	950	800	620	560	515

在同軸電纜和对称振子用U形弯管連接时，振子兩臂对電纜編織層的接法相同（它們不和編織層相接），从而保證了天綫的对称。在電纜段 l_1 和 l_2 里波的行程差是電纜里波長的一半，这样就使振子每臂中的电流具有所需的方向。

这里匹配以如下方式实现，在振子任一接綫柱和“地”間的阻抗（振子臂的阻抗）是 $\frac{73}{2} = 36.5$ 欧。这些阻抗就是電纜段 l_1 和 l_2 在点A和A'的負載（圖3,1）。大家知道，長 $\frac{1}{4} \lambda_{\kappa}$ 和 $\frac{3}{4} \lambda_{\kappa}$ 的電纜段是变量器，它把任何純电阻 R 变换为电阻 $R_1 = \frac{\rho^2}{R}$ ，这里 ρ ——電纜的波阻抗。電纜段 l_1 和 l_2 的 $\rho = 75$ 欧，因而就把电阻 $R = 36.5$ 欧变换成电阻 $R_1 = \frac{75^2}{36.5} = 154$ 欧。

兩电阻 R_1 在B点并联，因此波阻抗为75欧的引下電纜的負載为 $R_2 = \frac{154}{2} = 77$ 欧，从而保證它和75欧電纜有良好的匹配。

在按圖3,6的方式將電纜接到天綫的情況下，天綫的通頻帶比圖3,1所示的情況寬。但在一个电视波道範圍內，兩種方式都能保證良好的对称和匹配。