

衛星電視 天線技術

SATELUTE T.V. ANTENNA



華亮、吳子喬著
萬里機構・萬里書店出版

7A-968.1
11683

衛星電視 天線技術

SATELLITE T.V. ANTENNA

華亮、吳子喬著
萬里機構・萬里書店出版

編輯：洪 林

衛星電視天線技術

著者

華 亮・吳子喬

出版者

萬里機構・萬里書店

香港北角英皇道499號北角工業大廈18字樓

電話總機：564 7511

發行者

萬里機構營業部

香港北角英皇道499號北角工業大廈18字樓

承印者

濤文印刷有限公司

九龍觀塘偉業街160號美康工業大廈四樓

出版日期

一九九二年七月版

版權所有・不准翻印

ISBN 962-14-0544-0

前 言

空間技術是人類利用太空征服自然的有效手段，而空間衛星技術的成功正觸發了在廣播電視領域內的一場變革。今天，全球性體育競賽的實況瞬間傳遍五洲四海，讓千家萬戶一齊觀看；硝煙瀰漫的海灣戰場實況盡收眼底，牽動億萬人心……。古人關於“千里眼、順風耳”的神話均已變成了現實，這就是現代衛星電視廣播創造的奇跡。

與地面電視相比較，衛星電視不受任何地形、地域的限制，可以高質量、大容量地進行全球廣播；衛星廣播電視還為未來的高清晰度電視（HDTV）和高質量數字（碼）電視（DTV）提供了最有效的傳播手段。因此，我們還將通過衛星得到越來越完美的文化藝術享受。

1991年初，亞洲衛星Ⅰ號騰空而起，我們獲得了亞洲一些國家的電視節目和訊息。亞洲衛星Ⅱ號也於1993年發射升空，與亞衛Ⅰ號相比，它不僅發射功率有所增加，轉發數量有所增多，而且其下行頻率將採取K、C、L各波段兼容體制。從全球範圍來看更是令人鼓舞，1993年歐洲有

200個新的衛星電視轉發器投入使用，美國也在1993年發射一顆名為“空中電纜”的高功率、大容量直播電視衛星，可轉播108套電視節目。毫無疑問，全球性的“衛星文化”時代已經開始到來。

本書着重闡述了衛星電視天線的基本常識和實務技術，對衛星廣播技術和C波段、K波段衛星電視接收技術、安裝調試方法及一般故障的排除均有涉及，務求令讀者對衛星電視的播放與接收有一個全面的認識。本書就亞洲衛星Ⅰ號收視技術的論述，對於一般工程技術人員也有一定的指導意義。

華亮

目 次

前 言	1
第一章 衛星電視的碟型天線系統	7
一、 電磁波	8
1. 什麼是電磁波	8
2. 電場和磁場	9
3. 波導的特性及場結構	11
二、 電視接收天線的發展	14
1. 地面電視接收天線	14
2. 碟型天線的類型	16
三、 碟型天線系統及其選購	22
1. 各種接收天線系統	22
2. 饋源喇叭及線極化變換	26
3. 極化器及圓極化波變換	32
4. 極化分離器	36
5. 碟型天線的選購	39
6. 單軸跟踪天線	41
7. 小型碟型天線	45
四、 碟型天線的架設	48
1. 各種障礙物及降雨、降雪等對衛星電視訊號的影響	48
2. 大型碟型天線的架設方法	52
3. 小型碟型天線的地面架設方法	55
4. 小型碟型天線的安裝技巧	59

第二章 衛星電視廣播技術	63
一、 廣播衛星	67
1. 廣播衛星的組成	67
2. 廣播衛星的轉發器和天線系統	69
3. 衛星的電源系統	83
4. 衛星的系統控制	85
二、 衛星的發射	98
1. 宇宙三速度與運載火箭	98
2. 同步衛星與“霍曼變軌技術”	105
三、 上行發射站	114
1. 上行發射站的任務	114
2. 上行發射站各系統的技術要求	119
第三章 衛星電視的接收技術	125
一、 地面接收系統	126
1. 低噪聲下變頻轉換器 (LNB)	128
2. 高頻器件的選購	138
二、 地面接收技術	142
1. 地面接收的幾種方式	142
2. “亞衛- I 號”集體接收FM (調頻) 傳送 方式	147
3. 仰角與方位角的計算和角坐標圖	151
4. 仰角和方位角的調整技術	157
三、 地面接收衛星訊號的圖像質量	164
1. 衛星電視訊號的處理技術	164
2. 衛星廣播下行線路的計算	167
3. 衛星電視接收系統的噪聲	168
4. 圖像質量與訊噪比	177
四、 C波段衛星電視接收技術	184
1. “亞衛- I 號”的技術特性	184

2.	C波段衛星電視接收機的電路特點	188
3.	C波段衛星電視接收機的使用方法和故障 分析	194
4.	“亞衛-I 號”電視接收實技	199
五、	K波段衛星電視接收技術	205
1.	數字（數碼）伴音傳送技術	205
2.	K波段衛星電視接收機	211
3.	K波段衛星電視接收機的使用方法	214
4.	衛星電視接收機的一般故障處理	217

第一章

衛星電視的碟型天線系統

一、電磁波

1. 什麼是電磁波

波是物質運動的一種常見形式。波動是振動的傳播過程，同時也是傳播能量的過程。機械振動在彈性媒質中的傳播過程稱作機械波，如我們日常熟悉的水波、聲波等都是機械波。

交變電磁場在空間的傳播過程叫做電磁波，如我們熟悉的無線電波、光波都是電磁波。根據早已被赫茲用實驗證實了的麥克斯韋理論：任何變化的磁場都要在它周圍空間產生電場；任何變化的電場都要在它周圍空間產生磁場。即變化的電場和磁場不是彼此孤立的，它們互相聯系、互相激發，組成一個統一的電磁場。它在真空中的傳播速度為

$$V = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} = 3 \times 10^8 \text{ 米/秒}。$$

等於每秒三十萬公里的光速C。這就是通常所說的電磁波速度，從地球發射電磁波到月球只需

1.3秒。

波動過程是循環往復，周而復始的。場可用圖1-1的正弦波形表示，一個全振動所傳播的距離稱為波長（ λ ），所用的時間就是周期（ T ），周期的倒數是頻率（ $f = \frac{1}{T}$ ），頻率也就是每秒內傳播距離中完整波的數目。故波速是波長與頻率的乘積，即 $V = \lambda \cdot f$ 或 $V = \frac{\lambda}{T}$ 。電磁波按波長分有米波、分米波厘米波和毫米波等，而頻率的單位有：赫茲（Hz），千赫（kHz）、兆赫（MHz）和千兆赫（KMHz），又稱吉赫（GHz）等。

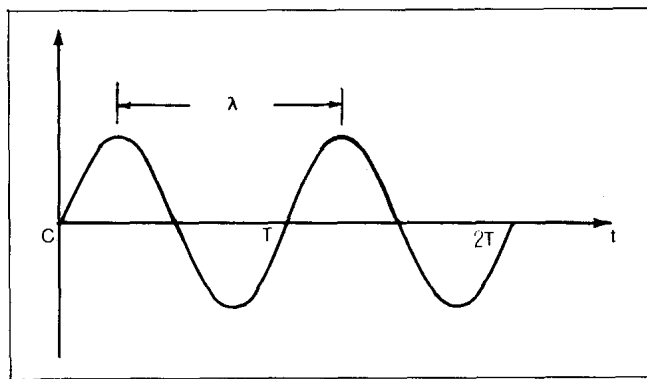


圖1-1 正弦波

2. 電場和磁場

電磁波是由交變電場和交變磁場構成，圖1-2a為其傳播過程示意圖。電磁波的強弱由電場

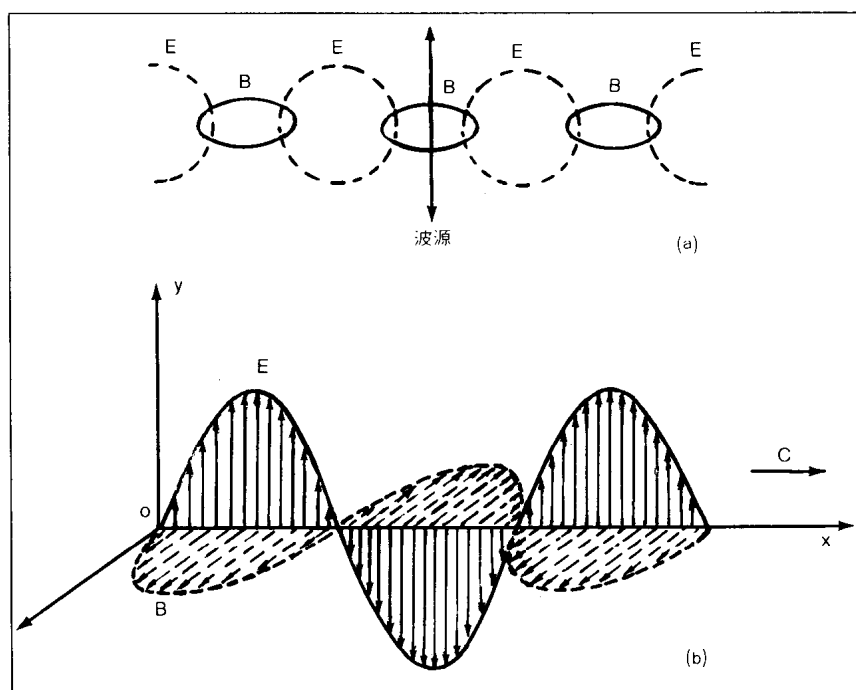


圖1-2 電磁場傳播過程示意圖

和磁場的強弱決定。電場的強弱由電場強度（ E ）表示，其單位是“ V/m ”（伏特／米），磁場的強弱由磁感應強度（ B ）表示，其單位是“ A/m ”（安培／米）。電場強度 E 的方向、磁感應強度 B 的方向和電磁波的傳播速度 $V=C$ 的方向三者之間在立體空間內相互垂直，且符合右手螺旋關係。電磁波中的電場分量和磁場分量都是有大小又有方向的物理量——矢量，可用箭矢作圖表示該矢量的方向，長短表示其振幅的大小。

這樣電磁波的波形可用圖1-2b來描述。

電場強度 E 和磁感應強度 B 是同相位的，其幅度間關係為

$$\frac{E}{B} = W_0 \quad (1-1)$$

式中 $W_0 = 120 \pi = 377 \Omega$ ，稱為自由空間的波阻抗。

電磁波攜帶能量向外傳播，空間某點的功率通量密度 P ，是指在垂直於波傳播方向的單位面積上通過的電磁波功率為

$$P = E/B = E^2/W_0 \quad (1-2)$$

式中 E 、 B 均為有效值， P 的單位是 W/m^2 （瓦特/米²）。

3. 波導的特性及場結構

微波波導是微波傳輸線的主要形式。與常見的電流傳輸線不同，微波波導是空心的金屬管，為了減少傳輸損耗，要求內壁十分光潔，並鍍銀。波導按其橫截面形狀不同分為矩形波導和圓形波導兩種，如圖1-3所示。

矩形波導的橫截面呈長方形，圖1-3A中 a 、 b 值的大小由工作頻段確定。電磁波在矩形波導中傳播的基本模式為 TE_{10} 波。圓形波導的橫截

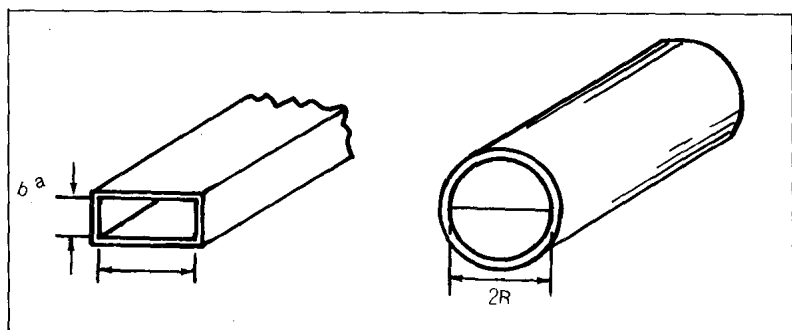


圖1-3 矩形波導和圓形波導

面呈圓形，其半徑 R 的大小亦由工作頻段決定。電磁波在圓形波導中傳播的基本模式為 TE_{11} 波。

電磁波訊號進入波導後，就要在波導內建立電場和磁場，在波導內的電磁場結構形式就是通常所稱的“模式”，電磁場可以有各種不同的模式。作為訊號的傳輸來說，矩形波導中最基本的結構形式是 TE_{10} 波，其場結構如圖1-4所示。圖中垂直於上下寬邊的矢量是電場，與之正交的矢量是磁場。波導中傳輸的電磁波既是時間的函數，又是空間的函數，即行波。如果固定在波導某截面觀察，各場結構沿波導軸向（ Z 軸）以大於光速的速度傳播。

圓形波導中最基本的波形是 TE_{11} 波，它與 TE_{10} 波很相似，圖1-5所示的場結構形態是某截面在某一時刻 TE_{11} 電磁場在空間的分布圖形。圓波導中的電場矢量 E 與磁場矢量 B 在直徑方向

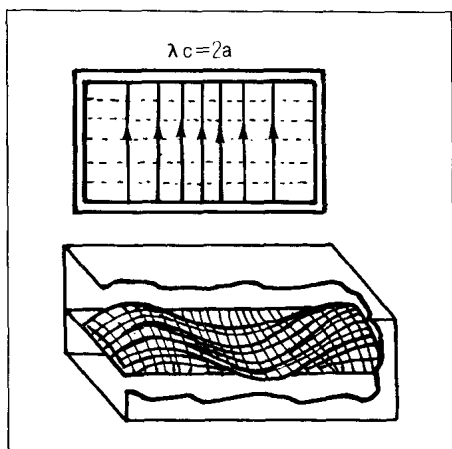


圖1-4 TE₁₀波的場結構

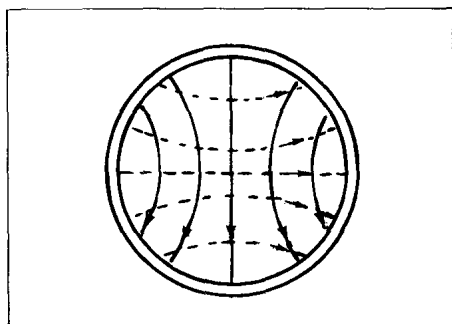


圖1-5 TE₁₁波的場結構

是線性正交，在偏離直徑方向二者則呈現彎曲的正交。電場矢量 E 只存在於圓的截面內，沿波導軸向的電場 $E_z = 0$ ，而磁場矢量則是閉合的，磁場矢量 B 在圓的半徑、角度和軸線上均有分量存在。

二、電視接收天線的發展

1. 地面電視接收天線

黑白電視最初興起時，接收訊號的天線在城市樓頂上逐漸架設，如同雨後春筍，人們稱之為“電視天線森林”。見圖1-6所示。不久，這些雜亂的電視天線逐漸為多頻道共用天線所代替，如圖1-7所示。上述所有這些天線都是用來接收多

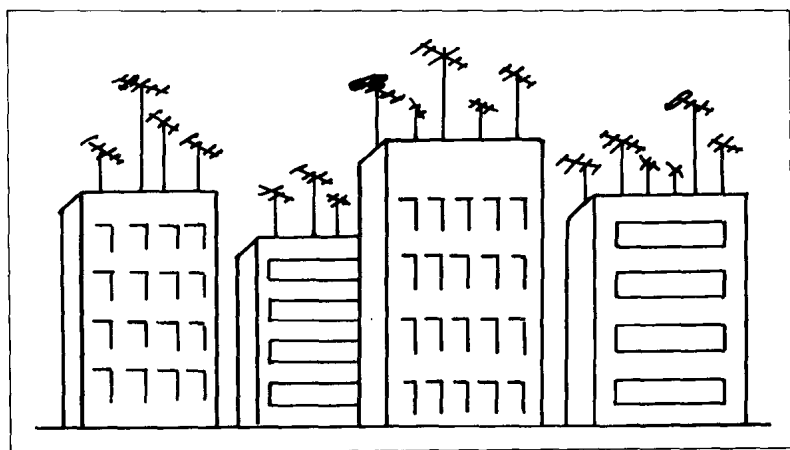


圖1-6 電視天線森林