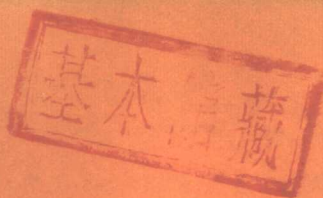


230232



# 小型无线电台技术手册

邮电部电信总局编著

人民邮电出版社



# 小型無線电台技术手册

邮电部电信总局編著

人民邮电出版社

## 內 容 提 要

所謂小型無線电台即 15 瓦左右的短波無線电台。本書共分 7 章，將小型無線电台的基本知識全部包括在內。首先敘述電波傳播及如何選用波長，其次敘述小型台所用天綫的種類及架設方法，接着以 55 型收發信機為主敘述收發信機的工作原理及維護方法。另有兩章專門敘述小型台的電源及維護小型台的必要技術知識。這本書是維護運用小型無線电台的同志們的良好參考讀物，以實際知識為主，很少涉及理論，通俗易懂，稍有無線電知識的工作人員均可閱讀。

### 小型無線电台技術手冊

編著者：郵 電 部 電 信 總 局

出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北 京 東 四 六 條 13 號

(北京市書刊出版業營業證出字第〇四八號)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 廠

發行者：新 華 書 店

開本 850×1168 1/32

印張 5 頁數 80 插頁 1

印刷字數 133,000 字

印數 1—8,500 冊

1958 年 12 月北京第一次

1958 年 12 月北京第一次印刷

統一書號：15045·總 871—第 230

定價：9 0.60 元

## 前 言

我国小型台建設的速度飞躍發展着,尤其在全国大躍进后,設台的任务剧增。国内的短距离通信業務有些全靠小型台的無綫設備。电路繁忙,但一般通信質量不高,主要的原因是維護人員的技术水平所限和設台不合标准。編写本手冊的目的,是解决小型台的架設和技术維護上的問題。內容偏重于实际方面,很少涉及理論。基本上是按照前長途电信总局所編的小型無綫电机工作手冊和手搖發电机工作手冊改編的,內容补充很多,是小型台的工作同志較為实用的参考書。因編写匆促,錯誤在所难免,希望从事本崗位的工作同志,不吝提出修正的意見,以便修正补充。

邮电部电信总局

1958年9月

# 目 录

## 第一章 频 率

|                |       |                 |       |
|----------------|-------|-----------------|-------|
| 1.1 概述.....    | ( 1 ) | 1.5 天波的傳播.....  | ( 4 ) |
| 1.2 电波的傳播..... | ( 1 ) | 1.6 最高可用頻率..... | ( 4 ) |
| 1.3 电离層.....   | ( 2 ) | 1.7 短波的傳播.....  | ( 5 ) |
| 1.4 临界頻率.....  | ( 3 ) | 1.8 頻率的选择.....  | ( 6 ) |

## 第二章 天 線

|                  |        |                   |        |
|------------------|--------|-------------------|--------|
| 2.1 概述.....      | ( 7 )  | 2.6 接地裝置.....     | ( 21 ) |
| 2.2 行波和駐波.....   | ( 8 )  | 2.7 保安裝置.....     | ( 22 ) |
| 2.3 天線的方向性.....  | ( 10 ) | 2.8 收信天線.....     | ( 24 ) |
| 2.4 天線的类型.....   | ( 12 ) | 2.9 天線的架設.....    | ( 25 ) |
| 2.5 各式天線的比較..... | ( 20 ) | 2.10 天線设备的維護..... | ( 29 ) |

## 第三章 發 信

|                 |        |                 |        |
|-----------------|--------|-----------------|--------|
| 3.1 概述.....     | ( 30 ) | 3.7 安裝.....     | ( 42 ) |
| 3.2 振盪.....     | ( 30 ) | 3.8 运用.....     | ( 43 ) |
| 3.3 放大和倍頻.....  | ( 35 ) | 3.9 頻率的校准.....  | ( 48 ) |
| 3.4 調制.....     | ( 36 ) | 3.10 維護.....    | ( 49 ) |
| 3.5 輸出耦合裝置..... | ( 38 ) | 3.11 故障的檢查..... | ( 50 ) |
| 3.6 發信机的类别..... | ( 40 ) | 3.12 發信电子管..... | ( 59 ) |

附圖 MP—15 型發信机綫路

B1—1 型發信机綫路

55 型發信机綫路

## 第四章 收 信

|                |        |                 |        |
|----------------|--------|-----------------|--------|
| 4.1 概述.....    | ( 64 ) | 4.6 等幅波的接收..... | ( 72 ) |
| 4.2 信号的选择..... | ( 64 ) | 4.7 音量控制.....   | ( 74 ) |
| 4.3 檢波.....    | ( 65 ) | 4.8 收信机的类别..... | ( 75 ) |
| 4.4 放大.....    | ( 68 ) | 4.9 安裝.....     | ( 77 ) |
| 4.5 变频.....    | ( 71 ) | 4.10 运用.....    | ( 78 ) |

## 目 录

- 4.11 维护..... (80)      4.13 收信电子管..... (84)  
4.12 故障的检查..... (81)

附圖 MP—15 型收信机綫路

55 型收信机綫路圖

A5—1 型收信机綫路

## 第五章 电 源

- 5.1 概述..... (87)      5.7 维护..... (100)  
5.2 发电部份..... (87)      5.8 检查..... (102)  
5.3 动力部份..... (93)      5.9 干电池..... (106)  
5.4 附属装置..... (95)      5.10 自給偏压法..... (112)  
5.5 安装..... (98)      5.11 汞气管整流器的维护..... (114)  
5.6 运用..... (99)

## 第六章 小型电台的安装与维护

- 6.1 概述..... (114)      6.7 运用..... (123)  
6.2 台址的选择..... (114)      6.8 维护..... (124)  
6.3 频率和天线的选定..... (117)      6.9 市区内的电台减小电气杂  
        音干扰法..... (125)  
6.4 无线有线转换设备..... (118)      6.10 回叫制电报装置..... (125)  
6.5 机房的布置..... (121)  
6.6 安装..... (121)

## 第七章 参考资料

- 7.1 万能表的运用法..... (127)      7.7 手搖发电机损坏应急法..... (147)  
7.2 焊锡法..... (138)      7.8 利用手搖发电机兼供收信  
        机电源法..... (147)  
7.3 防潮湿法..... (140)      7.9 分貝..... (150)  
7.4 音频变压器损坏应急法..... (142)      7.10 频率波长对照表..... (151)  
7.5 提高收报机选择性法..... (142)      7.11 电阻电容器的标識..... (153)  
7.6 检查收信机故障位置法..... (144)

# 第一章 頻 率

## 1.1 概 述

頻率的選用，對無線電通信有極重要的意義。尤其是小型發信機，發射功率很小，如果頻率選用不當，對方收到的信號會過於微弱，甚至收聽不到，顯然會大大地影響通信工作。

由於通信距離的遠近，季節和日夜的不全，以及其他一些原因，頻率也應該相應地變更，以達到暢通的目的。在這一章里介紹一些選用頻率的觀念，以供選用頻率時參考。

## 1.2 電波的傳播

無線電振盪電流在發信天綫上流動的結果，在這天綫周圍的空間產生“電磁波”。平行於天綫導綫的是“電波”，垂直於天綫導綫的是“磁波”。這兩種波全時產生，並向天綫周圍的空間推進，這種行為叫做“電磁波的傳播”。電磁波（以下簡稱電波）傳播到對方台的收信天綫的周圍時，使這天綫上相應地感應得一個無線電振盪電流。這個電流的頻率完全和發信頻率一樣。

電波由發信天綫傳播到對方收信天綫，由傳播路徑的不全，可分為“地波”，“天波”和“空間波”三種。

地波又叫地面波是電波離開發信天綫後，沿着彎曲的地面，傳播到對方台的（見圖 1.1 中的曲綫 1）。電波的能量在傳播過程中逐漸被地面及建築物吸收，以致它的強度逐漸減弱。地面吸收電波能量的程度是按下列的順序：1—城市和工業區；2—砂石地帶；3—森林地帶；4—肥沃的田地和淡水湖；5—海洋。其中以海洋的通信，地波能夠傳播最遠。以傳播的頻率說來是低頻率比高頻率傳播得遠些。圖 1.2 是由發信天綫上發出 1000 瓦的電功率的地波所能達到的有效距離。因地波不受氣候變化的影響，所以傳播情況穩定。

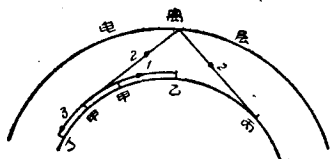


圖 1.1 电波傳播的路徑 (1—地面波, 2—天波, 3—空間波)

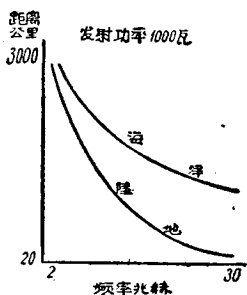


圖 1.2 地波傳播距離

天波又叫天空波是电波离开發信天綫后, 向天空傳播, 当它碰到能够反射这个頻率的电波的电离層时, 像光綫碰着鏡子一样, 反射到对方台的天綫上(見圖 1.1 里的曲綫 2)。因各电离層的高度和反射頻率的高低都随日夜季节而变化, 故天波所用頻率也应相应地变更。有时由于頻率不能及时适应电离層不規則的变化, 致傳播情况不如地波的稳定。但在較远距离的通信, 天波在傳播过程中的衰减(即逐渐变弱的程度)比地波小得多, 所以还需要用天波傳播。

空間波既不像天波的由电离層反射, 也不像地波的沿地面弯曲前进, 而是像光綫一样, 直接由發信天綫直綫形地傳播到对方台天綫(見圖 1.1 里的曲綫 3)。特高频(即超短波)电波的傳播是这种形式, 在这里不詳細介紹。

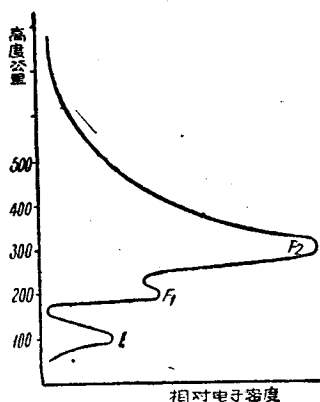


圖 1.3 电离層

### 1.3 电 离 層

在离开地面几百公里的高空中的气体, 因受日光輻射的作用,

产生几層电离層。在高度为 200—300 公里处是 F 層(見圖 1.3), 在 100 公里处是 E 層, 这两層对短波通信起主要的作用。F 層在日間又分成  $F_1$  和  $F_2$  兩層,  $F_1$  層离地約 200 公里,  $F_2$  層离地約 250—350 公里。晚間  $F_1$  和  $F_2$  合为一層, E 層消失。

圖 1.4 是某地区在某年的六月和十二月的电离層的高度, 是实际测出的。由圖可見, 在日間 E 層很穩定, 利用它做短距离通信, 可获得稳定的信号。 $F_2$  層的变化最大, 但它离地面最远, 适宜于远距离通信。

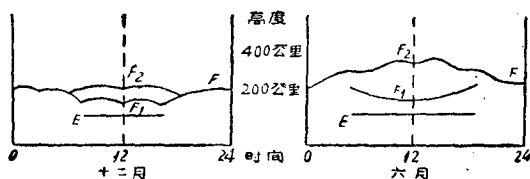


圖 1.4 各电离層高度的变化

## 1.4 临界頻率

把無線电波垂直地面向上發射, 並且把頻率逐漸由低变高。当頻率較低, 电波碰到 E 層, 就反射回到地面上来。当頻率提高到开始不能再被 E 層反射, 这个頻率叫做“E 層的临界頻率”。高于 E

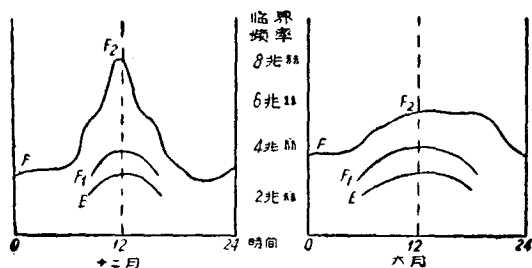


圖 1.5 各电离層的临界頻率

層的临界频率的电波穿过E層后，碰到 $F_1$ 層又反射回到地面上来。当频率繼續提高到开始不能被 $F_1$ 層反射时，这个频率叫做“ $F_1$ 層的临界频率”。全样， $F_2$ 層也有一个临界频率。这几个临界频率是 $F_2$ 層的最高， $F_1$ 層的次之，E層的最低。高于 $F_2$ 層临界频率的电波就不会再反射回到地面上来。

临界频率是随日夜季节变化的。圖 1.5 是某地区在某年的六月和十二月的临界频率。

临界频率也就是“0公里最高可用频率”。

## 1.5 天波的傳播

一个一定频率的电波傳播到天空的电离層时，可能有下列两种情形：（1）發射仰角（即电波行进的方向和地平面所成的垂直角）很大，如果这电波的频率略高于那电离層的临界频率，电波將穿过那电离層，不能反射到地面上来，如圖 1.6 里的 1 綫。（2）当發射仰角减小，虽频率不变，电波碰到那电离層时，会反射到地面上来，如圖 1.6 里的 2 綫。由此可見，运用全一电离層，可反射的频率也随發射仰角，也就是随通信距离而不会。距离远，發射仰角小，可反射的频率就高。近距离通信的最高可反射频率和那电离層的临界频率接近。实际上上述两种情形是全时存在的，不过發射仰角大时，穿过的电能大于反射的电能；而發射仰角小时，反射的电能就远远地大于穿过的电能。

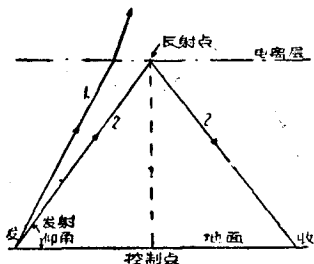


圖 1.6 天波的傳播路徑

## 1.6 最高可用频率

在兩电台之間的一定季节日夜時間中，有一个一定的最高可用频率。凡频率高于这个数值的电波，不能返回地面，对方会收听不

到；低于这个数值的频率都可以返回地面来。圖 1.7 是某控制点（指两个通信电台的中点，也就是电波需要在它的上空电离层反射到对方台的地点，見圖 1.6）在某年夏季和冬季的最高可用频率的曲线。曲线上的公里数是两个电台的距离。实际运用的频率应该根据适当的条件（日夜，季节，距离）选择比最高可用频率略低些的频率，才能使电波达到对方台。

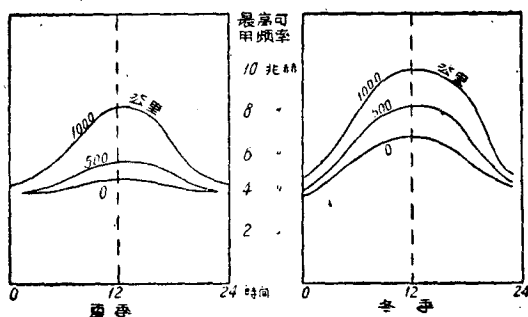


圖 1.7 最高可用频率

## 1.7 短波的傳播

短波（频率为 2—30 兆赫）的传播是靠天波的。地波只能用于極短距离的較低频率。在这样極短距离的通信，地波比天波稳定。若通信距离較大，就只能利用天波传播。

圖 1.8 为短距离通信的各个不全频率被各电离层反射到对方台的例子。3 兆赫以下的被 E 层反射，3—5 兆赫的被  $F_1$  层反射，5—8 兆赫被  $F_2$  层反射，都可以达到对方台。但高于 8 兆赫以上的电波就不能在这个通

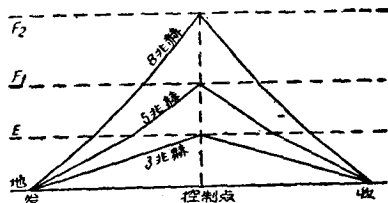


圖 1.8 各个频率的电波被各电离层反射到对方台

信距离以內返回地面，故对方台收听不到。（不全季节日夜距离，反射频率不全）

## 1.8 频率的选择

选用省内电路的应用频率时，首先由通信距离考虑。距离在 50—60 公里以內（海洋面上可以增加距离約一倍），可以使用 3.0 兆赫以下频率的地波傳播，以获得不受气候影响的稳定信号。因此，不論在什么日夜和季节里，都只需要一个频率。

在上述的短距离通信中，也要考虑收信地点的杂音电平。因杂音的大小大約和频率的高低成反比例。所以杂音电平高的地点，虽然通信距离很近，也只能用較高频率的天波傳播，以获得高的信号杂音比。

60 公里以上的距离的通信就必须用天波傳播。

利用天波傳播的频率，应根据通信的距离，和那个地区的季节、日夜的频率預測資料，选用最高可用频率的 0.5—0.9 倍之間的频率。频率高于最高可用频率，对方会听不到；频率接近最高可用频率，当电离層有些微变化时，使对方听到的信号时大时小，甚至时有时無（衰落严重）；频率低于最高可用频率的 0.5 倍（叫做最低可用频率）时，因电能在傳播中损失很大，使对方收到的信号太弱。最理想的是最高可用频率的 0.85 倍（即“最佳应用频率”）附近。

通信距离在 500 公里以內，如果利用  $F_2$  層反射，采用的频率不要高于  $F_2$  層的“0 公里最高可用频率”。在極短距离的通信，如果日間利用 E 層反射，可以比較稳定，但频率不可高于“E 層的 0 公里最高可用频率”。

利用天波傳播时，如果通信距离只几十公里，可以在各种情况（任何季节日夜）下共用一个 3 兆赫以下的频率。通信距离在 100 公里以上，就每季需要两个频率，白天用一个較高的，由  $F_2$  層反射；夜間用一个較低的，由 F 層反射。但如果收信地点杂音电平很

低，全时信号又很强，也可以在白天使用夜間的頻率，由  $F_1$  層反射。

太陽黑斑的大小对頻率的选用有很大关系。黑斑最大时的最高可用頻率比黑斑最小时的要高得多。圖 1.9 是太陽黑斑和最高可用頻率的关系的曲綫。太陽黑斑变化的周期是11年。

磁暴使电离層發生不規則的变化，致使原用的頻率的电波达到对方台时發生严重的不稳定現象。在这样的情况下，應該改用較低的頻率（約比原頻率低20—30%），以維持通信。

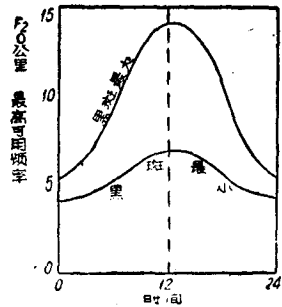


圖 1.9 最高可用頻率和太陽黑斑的关系 (冬季)

## 第二章 天 綫

### 2.1 概 述

無綫电的电能，由發信天綫變成电磁波，發射到空中，經過空間的傳播（見第一章），到达对方台，在收信天綫上又感应得同頻率的無綫电流，到收信机里完成通信的任务。如果天綫运用得当，可以显著地提高信号的强度，以获得通信暢順的目的。所以天綫的重要性，並不次于收發信机本身和頻率的選擇。事实証明，15 瓦發信机，配用适当的天綫和頻率，可以通达千里以上；但几百瓦的發信机，如果配用的天綫不合宜，反难于在較近距离的电路上暢通。因此，無綫电台工作人員，不仅要善于正确地运用和維護机件，以保証發信机的額定輸出功率和收信机应有的灵敏度；更应了解天綫的一般性能，懂得如何正确利用天綫，使它在不同的距离、方向季节和時間通信时，能够結合所用的頻率，以获得最大的發射与接收能力，达到通信暢順的目的。天綫是發信的喉舌，收信的耳

目，有予以重視的必要。

## 2.2 行波和駐波

無線電流在導綫（饋綫或天綫）上流動的結果，在導綫周圍的空間，產生電波和磁波（簡稱電波）。可以設想，如果導綫的長度是極長，沒有止境的話，無線電流由發信機經導綫的近端流向遠端，將永遠不會回來。同時，電波也沿着導綫由近端走向遠端，不會折回。這種電波叫做“行波”。但如果導綫的長度有限，無線電流流到導綫尽头時，就因沒有路可走而折回。折回的電流與導綫上去的電流有的地方相加，有的地方相減。如果導綫的長度是這電流的波長的一半的整倍數，加減的作用就最大。這樣一來，在導綫周圍的電波，不再沿着導綫的方向移動，而好像駐扎在導綫上一樣，所以叫做“駐波”。

“波長”是一個駐波的頂點到鄰近的駐波的頂點的距離（以公尺計）。

### 2.2.1 駐波在導綫上的分佈

在有限長度的導綫（垂直的或水平的導綫）。各點上的駐波的電流和電壓都不相同。凡電流最小的地方，電壓一定最高，這點叫做“電壓點”；反之，凡電流最大的地方，電壓一定最低，這點叫做

“電流點”。順着導綫，電流由小變大，再由大變小；而電壓則相對地由高變低再由低變高，如圖 2.1 所示。

在導綫上離發信機最遠的尽头，電流沒有地方可流，這點的電流一定最小，故為電壓點。離電壓點 $\frac{1}{4}$ 波長處為電流點，離電流點 $\frac{1}{4}$ 波長處為電壓

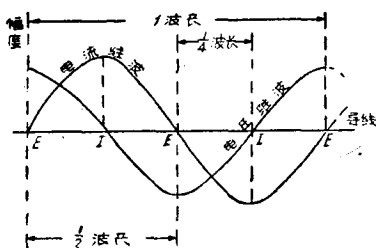


圖 2.1 駐波在導綫上的分佈

E—電壓點，I—電流點，

点。例如一付水平半波長的偶極天綫的水平部分，它的兩端都是电压点，中間是电流点；如果天綫長为一波長时，則兩端为电压点，中間也是电压点。

如果把許多小氖气灯泡掛在导綫上，由它們的明暗可以看出这导綫上电压駐波的分佈情形，最亮点是电压点，最暗点是电流点（相当于圖 2.1 的电压駐波曲綫）。

無綫电信号是电波从發信天綫傳播到对方收信天綫的，对方收到的信号强弱和我方發信天綫上的駐波的幅度的大小成正比例，所以應該尽可能使这种駐波为最大。当天綫的長度恰好是半波長的整倍数(1, 2, 3...)时，駐波的幅度最大，所以駐波天綫的長度以等于  $\frac{1}{2}n\lambda$  为最好（其中  $\lambda$  为波長，以公尺計， $n$  为整数）。

导綫（天綫或饋綫）上任何一点的“阻抗”（以欧計）是这点的电压对电流的比值，即：阻抗（欧）=电压（伏）/电流（安）。如上所述，导綫上各点的电压和电流都在相反地变化，所以各点上的阻抗也不相同，在电压点的阻抗为最大，而在电流点上的阻抗为最小。要知道駐波天綫的饋綫接到發信机的一端的阻抗的高低，可把饋綫看做天綫的延長，从天綫的尽头量起，离尽头为  $\frac{\lambda}{4}$  的奇次倍数(1, 3, 5...) 时是低阻抗（即电流点）， $\frac{\lambda}{4}$  的偶次倍数(2, 4, 6...) 时为高阻抗（即电压点）。

### 2.2.2 行波在导綫上的分佈

如上所述，当电波沿極長的导綫上傳輸时，永远是由近端走向远端，不会折回，故不在导綫上产生駐波。这导綫上各点的电流（或电压）是均匀的，而不像駐波那样有起落。当用氖气灯泡沿綫測量时，它們的亮度是相同的，如圖 2.2 中的曲綫 1 所示。但因导綫对电波有衰耗，故实际上行波的幅度（或灯的亮度）是逐漸減小的，如曲綫 2 所示。

要保持导綫处于行波状态，必須使沿导綫上各点的阻抗相等（或

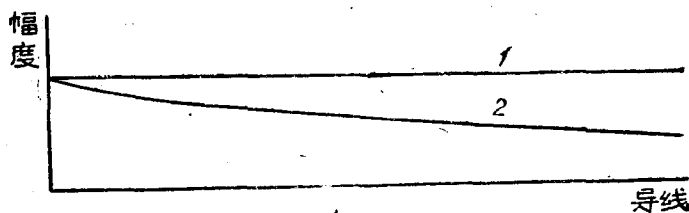


圖 2.2 行波在導綫上的分佈

1—在沒有衰耗的導綫上，2—在有衰耗的導綫上。

阻抗的变化不急劇)，不然將在阻抗变化处，电波折回而产生駐波——阻抗变化越大，駐波也越大，行波就相对地減小了。導綫的阻抗同它的直徑及兩綫間的距离等有关，故須保持这些因素的一致。

導綫的長度实际上是有限的，为了免使电波在導綫的尽头处折回而产生駐波，而在尽头处接用“終端电阻”，把傳輸到这里的剩余电能消耗掉。这个电阻应为無感式的，它的阻值应等于導綫的特性阻抗。

## 2.3 天綫的方向性

一般說来，从天綫發出的电波的强度，在各个水平方向（东西南北）和垂直方向（上下前后）上都是不均匀的。它的發射最强方向和它的導綫軸所成的水平角叫做这天綫的“水平發射方向”；它的發射最强方向和地平面所成的垂直角叫做这天綫的“垂直發射方向”或“發射仰角”。

### 2.3.1 水平發射方向

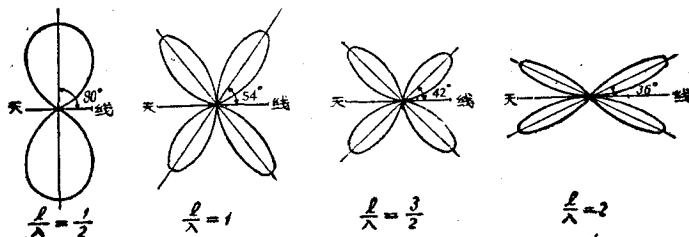


圖 2.3 水平天綫的水平發射方向

圖 2.3 指出各种不同長度的水平天綫 (以天綫的長度对波長之比  $l/\lambda$  計算) 的最强發射方向对这天綫導綫軸所成的角度。由圖可見: 半波長的天綫 ( $l/\lambda = \frac{1}{2}$ ) 的水平發射方向是垂直于天綫導綫的。天綫越長, 它的水平發射方向就越傾向于天綫導綫。当  $l/\lambda > 10$  时, 它的水平發射方向可以認為和導綫的方向一致的。

上面这些圖上只画出最强的“叶瓣”。此外, 还有一些較弱的叶瓣沒有画出, 例如  $l/\lambda = \frac{3}{2}$  的天綫的前后兩方各有一个較小的叶瓣垂直于導綫。所以各种長度的水平天綫, 对垂直于天綫導綫的前后兩方, 总是有發射的, 但不一定是最强的發射。

### 2.3.2 垂直發射方向——發射仰角

如果一根水平天綫是架在离地面極远的高空中, 它的發射电波的强度是在上下前后各个方向都是均匀的。但实际上天綫离地面並不很远, 發射的电波会受地面反射的影响, 使最强的發射方向对地面成一定的仰角。天綫的高度越高, 發射仰角越小; 高度越低, 發射仰角越大。

圖 2.4 画出水平天綫的高度 (以天綫离地的高度  $h$  对波長之比  $h/\lambda$  計算) 和發射仰角的相对关系。由圖上可以看出: 当  $h/\lambda = 1/4$  时, 电波垂直于地面向上發射, 仰角为 90 度。但在仰角为 60 到 120 度的範圍內, 电波强度变化不大。这样高度的天綫适宜于近距离的通信 (約 500 公里以內);  $h/\lambda = 1/2$  时, 發射电波分成前后两个叶瓣, 各成約 30 度的仰角, 适于較远距离的通信;  $h/\lambda$  增加, 叶瓣数目增多, (每  $\lambda/4$  有一个叶瓣), 而离地平面最近的叶瓣的仰角也越小了。远距离通信需要較小的發射仰角, 所以需要較高的天綫。但当近距离通信使用了过

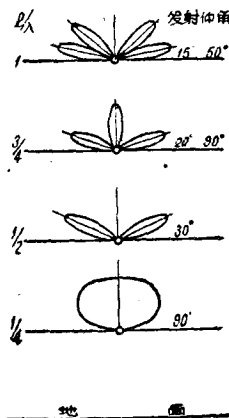


圖 2.4 水平天綫的垂直發射方向 (小元圈是天綫)