

522.74

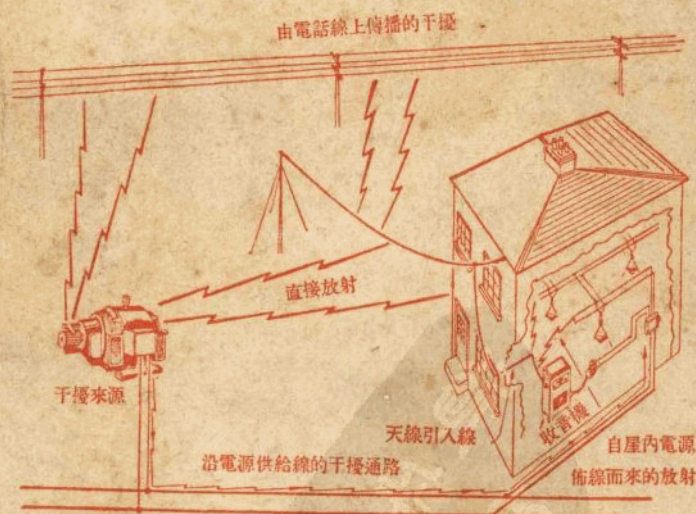
128

實驗無線電講座

無線電的干擾和抑制

沈保南 編著

許毓嘉 校訂
朱同汾



合作電化研究室

前 言

由於收音機靈敏度的不斷改進，在收音時所受到的各種干擾，尤其是由工業或家庭電氣機械用具等所產生的干擾，成為日益使人注意的問題，而對於此類干擾的性質，抑制測量也已被置於科學的基礎上。但是以此為題材的文字，我國除了散見在若干雜誌外，專門的著述極少。本書以無線電的干擾和抑制作為題材的中心，主要的在敘述抑制干擾的基本原理，而不在收集大批線路一一介紹。在明瞭了解決問題的一般方法後，就能用以應付各種困難。文字求其淺顯，說明求其通俗，避免高深的數學和理論，希望它能成為一本實用的參考書籍。

本書主要取材於 Reyner 氏所著的 *Radio Interference and its Suppression*，並參考了幾本其他書本上的有關材料。雖然如此，以編者的學淺材薄，仍不免有掛一漏萬辭意欠當之處，還祈讀者不吝指正，以作為日後增訂時的借鏡。

沈保南 一九五一年十一月

目 錄

第一章 干擾的種類和性質

(1·1)	干擾的種類	1
(1·2)	由其他電台所生的干擾	2
(1·3)	波筭器	3
(1·4)	外差作用的干擾	4
(1·5)	錯雜調變	5
(1·6)	膺偽響應	7
(1·7)	天電干擾	9
(1·8)	械生干擾	10
(1·9)	干擾如何傳到收音機	11
(1·10)	直接放射干擾	12
(1·11)	直接傳導產生的干擾	12
(1·12)	電力線放射干擾	12
(1·13)	重複放射干擾	13
(1·14)	干擾的波長	13

第二章 干擾的分析和查試

(2·1)	鄰近電氣用具產生的影響	15
(2·2)	不良接觸等產生的干擾	15
(2·3)	有系統的測驗	16
(2·4)	自動音量控制發生的影響	19
(2·5)	收音機中的交流聲	19

第三章 在收音一端的干擾抑制方法

(3·1)	電力線干擾的治療	21
(3·2)	容電器抑制器	22
(3·3)	短接線的必要	23
(3·4)	高週扼制線圈的應用	24
(3·5)	收音機電源線上的干擾抑制	25
(3·6)	傳導而來的干擾的抑制	27
(3·7)	直接放射和重複放射干擾	28
(3·8)	隔離的引入線	23
(3·9)	簡單隔離引入線的缺點	29
(3·10)	隔離饋電線	30
(3·11)	天線的地位	33
(3·12)	輸送線的特性阻抗	34
(3·13)	配準變壓器	35

第四章 在干擾發源處的抑制方法

(4·1)	高週扼制線圈的地位	39
(4·2)	直流馬達和發電機	40
(4·3)	交流馬達	41
(4·4)	小型馬達	42
(4·5)	引接線的長度	43
(4·6)	旋轉式變流機	43
(4·7)	蓄電池充電器	44
(4·8)	振動式和間歇式接觸點	47
(4·9)	接線隔離的重要性	49
(4·10)	升降機	49
(4·11)	霓虹燈廣告	50
(4·12)	日光燈	53

(4·13)	內燃機產生的干擾·····	53
(4·14)	醫療用器具·····	55
(4·15)	渦流電熱器·····	56
(4·16)	有觸輪的電車·····	56
(4·17)	特殊情形的抑制·····	58

第五章 廣播干擾

(5·1)	廣播干擾的種類·····	62
(5·2)	掩蓋作用·····	62
(5·3)	超外差干擾·····	64
(5·4)	迷散的收音機整流作用·····	66
(5·5)	跡尋和免除廣播干擾·····	66
(5·6)	電力線檢取·····	69
(5·7)	調整高放式收音機所受到的干擾·····	71

第六章 抑制設備的設計

(6·1)	容電器·····	73
(6·2)	容電器的接線·····	76
(6·3)	扼制線圈·····	77
(6·4)	線圈的需要條件·····	78
(6·5)	扼制線圈感應量的計算·····	79

第七章 干擾在短波上的情形

(7·1)	短波上的容電器抑制作用·····	84
(7·2)	隔離的重要·····	84
(7·3)	短波上的天線系統·····	85
(7·4)	超短波·····	86
(7·5)	不調整饋電線·····	87
(7·6)	回波·····	89

第一章 干擾的種類和性質

〔1.1〕干擾的種類 凡在接收無線電訊的時候，所受到一切遮斷或互涉的騷擾，都屬於無線電的干擾，由於近年來電氣設備的運用日廣，加以收音機靈敏度的不斷改進，此問題遂日益嚴重，以致今日必須採取適當的步序來克服此種干擾的趨勢。

爲了消除干擾起見，應該先對此問題加以澈底的研究，這樣除了可以明瞭干擾的一般來源外，並且可以對症下藥，以收成效。

任何種類干擾的治療，在技術上實在不成問題，可惜往往被實際情形上的困難所限制。例如有若干情形，其消除方法，必須設置在產生干擾的器械上，而此點往往不易辦到，幸而大部份的治療方法，都可以在收音機方面施行；但是主要的問題，乃是干擾發現後須用何種方法來分析，和判別屬於何種干擾，並且如何會闖入收音機。此點現在已經有若干簡明的步序來探測，並且可以運用最有效的方法來免除它。

干擾可以分爲三大類：

(甲)從另一電台或附近的收音機所引起的干擾。

(乙)自然界的干擾，如天電騷擾。

(丙)工業或家庭電氣用具所產生的干擾。

本書所詳論的爲上列的最後一種，但是對前面的二種也加以簡單的敘述，因爲各種干擾的免除方法是絕不相同的。

〔1·2〕由其他電台所生的干擾 當收音機調整到某一電台後，有時發覺其收音不清，而雜有繼續的嘯叫聲、勃勃聲或另一電台的節目，此種干擾有時可由收音者設法免除它，而有時則不能，如果收音機同時能收到其他電台的節目，就表示它的選擇性不足；因爲同時播音的若干電台的電波都能傳到收音機的天線，而收音機對電台的選取或摒棄都由收音機內的配諧(或調整)電路來決定，收音者則調整此電路的週率使與所需要的電台相符合，此種調整電路大都由一可變容電器和一隻固定感應量的線圈所組成，此可變容電器就是收音機的電台調整器。簡單的收音機只有一個上述的調整電路，因此很難得到尖銳的配諧性，換一句話說，就是不容易選取所需要的訊號，而摒絕一切不需要的。所以雖將它調整到和所要的電台發生最強的諧振，但結果對週率相近電台的諧振強度仍舊很強，此不需要的電台既然能夠同時影響到調整電路，就會使幾個電台同時在收音機中發現；通常情形，所需要的電台音量比較響，但是其他鄰近週率的電台多少會在收音機中產生繼續的干擾。比較好的收音機中有幾級調整電路，並且把若干調整電路的控制合而爲一(就是用多連可變容電器的單控制收音機)，此種收音機選擇電台的效力由各個調整電路所合成。所以概括說來，凡是鄰近週率電台所產生的干擾，它的補救方法，只有增加收音機的選擇性一條路。

〔1.3〕波筭器 增加收音機的選擇性，除了換一具較好的外，尚有一個簡單的方法，就是在收音機外附加一具波筭器來增加它的選擇性，得到部份的收效；波筭器的功用是專門阻止週率相近的電台發生干擾，而輔助收音機來隔離它。

波筭器的原理和構造，就是在天線電路內接一輔助電路，調整此輔助電路到不需電台的週率而將其電能吸收之，於是其干擾遂能消除或減少；此種波筭器的電路如圖 1.1，天線引入線在未接到收音機前，先和波筭器電路交連，以吸收其所調整（即不需）週率的電能。在使用時先把收音機調整到不需要的電台，然後把 S 閉路，再調整波筭器直到此電台無聲或最輕（調整波筭器能够使不需要訊號減弱的原因，是因其電能被吸收的緣故，所以須調整到最輕點方才好）；此後再把收音機稍加調整到所需要的電台，干擾就可大為減少或竟可消滅。

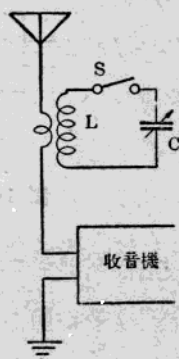


圖 1.1

圖 1.2 的電路是圖 1.1 的變相，波筭器調整電路的線圈抽一個分頭而把一部份串連在天線電路中以代圖 1.1 中的初級線圈，用法和效力與圖 1.1 相仿。圖 1.3 則為另一種式樣，是把一個串連調整電路跨接在收音機的天地線二端間，當波筭器調整到某一週率（常是不需要電台的週率）時，此週率的電流就極容易被波筭器所傍路而直接入地，因此就可不致闖進收音機，至於它的調整方法則與圖 1.1 和圖 1.2 者相同。

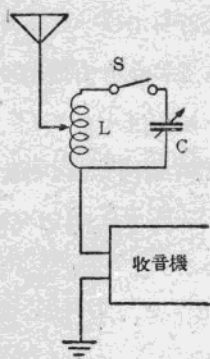


圖 1.2

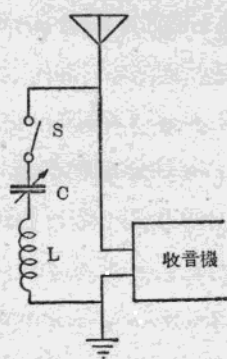


圖 1.3

上面所講的三種波穿器，它的調整電路越好（即波穿器線圈的高週有效電阻愈小，或它的 Q 值愈大），它能吸收或傍路的效力也就越高，而對於不需減弱的電波（就是需要電台的電波）的影響也愈小；但是需要明瞭的，波穿器調整電路的性質和普通調整電路相同，就是其調整的響應並非祇為某一週率而是一個狹窄的波段，受影響最大的為其所調整到的週率，而相鄰近的週率也多少受到波及。所以收音機採用波穿器後，干擾固然可以減少，但是所需要電台的訊號強度，也不免稍受損失。

[1.4] 外差作用的干擾 前面所述三種干擾中的甲類的另一種情形叫做外差干擾，是由於二個週率太近的廣播電台起相互作用而來的。拿一般情形來講，如果兩個電台相隔九千週，雖然其載波波差九千週是人耳可以聽到的成音週率，但是普通收音機因為傳真度不足，往往不能輸出此週率。實際上收音機對五

千週以上的聲波就已輸出很弱，所以二載波間的波差嘯聲，也因此不會聽到，但是有時兩個電台的週率過份接近，於是因為波差週率的減低就造成一種可聞的尖銳而且厭耳的嘯叫聲。我們如果用一具能夠輸出 8000 到 10000 週的高傳真度收音機，則此種外差叫聲將在極多處發現。有時兩個以上的電台和所收電台的載波同時起了外差作用，則聽得的是一串叫聲，在這種情形下，將使所需要的電台幾乎不能夠收聽。

收音者對於此種干擾往往不易有補救的方法，如果叫聲尚輕而且其音調頗高，那末可以在揚聲器上串連一具「外差叫聲濾波器」來免除它。此濾波器就是一具低通濾波器，它的截止點比叫聲的週率略低，以阻止成音週率較高的叫聲。但是這種方法將要影響到較高的調幅週率，而使高音調的清晰程度受到損失，但較未加濾波器時的根本無法收音，那就好得多了。

外差叫聲也可因為附近的再生式收音機調整失當而引起，當一具簡單的再生式收音機調整到振盪情形，高週電波就從收音機天線發射，好像一具極小的發射機，雖然它的射程不遠，但是其他收音機在一公里半徑內的都易受到影響。此種作用也會產生和外差叫聲相仿的叫聲，但是它的音調則不定而且未必頗高，都決定於此收音機的調整情形。如果發覺此叫聲的音調在改變，則表示該收音機正在調整，叫聲忽然消滅，則為此收音機已調整合理，如果此種情形常常發生，免除的方法，只有訪到此收音機的主人，而請他合理使用其收音機。

〔1.5〕 錯雜調變 錯雜調變也叫串音，是指兩個以上的無

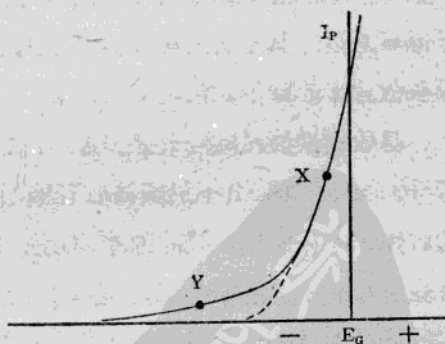
線電訊號互起作用所引起的干擾，可以把它分做兩類來講。

第一種錯雜調變是兩個訊號，它們的週率差數（或和數）正好在收音機所能調整的範圍內，以致在收音機裏產生外差檢波作用而引起干擾，例如兩個廣播電台，一個是1400KC，另一個是600KC，這兩個載波週率經外差檢波後就會產生800KC的差週，在收音機調整到近800KC時就會聽到。產生這種錯雜調變的條件，是兩個干擾週率的訊號都加到第一級高週放大真空管的柵極上，並且這隻真空管的工作點，恰巧在特性曲線的彎曲部份。要決定錯雜調變輸出的大小，可以把第一級高週放大真空管當做微弱訊號的屏檢波，再由此可以分析出錯雜調變的大小是和加到柵極上的兩個干擾訊號電壓的乘積成正比，並且隨着真空管特性曲線的彎度而增加。所以外差串音由當地強力電台干擾訊號所產生的最爲顯著（因爲加到柵極上的訊號電壓大），在同時收音機的自動音量控制作用恰好把高週放大真空管的工作點放到極近屏流截止點的地方（該處特性最彎曲）。要抑制這種錯雜調變很便利，只要在天線和第一枚真空管的柵極間用一個調整電路便差不多可以全部消除，這種調整電路至少可以防止一個干擾訊號進入第一枚真空管的柵極，並且事實上幾乎每具收音機都是有這種調整電路的，但是必須注意到的，便是調整電路的選擇性須很好。

第二種錯雜調變可能聽到的情形如下：當收音機調整到一個當地的強力電台（需要的訊號），因爲它電力很強所以需要由自動音量控制作用使收音機成爲低增益的情形（工作點在特性

曲線的彎曲部份)，同時另外有一個當地強力電台（不需要的訊號），它的週率和需要收聽的電台的週率相差不多，在需要的電台放出載波（不論已調變的或未調變的）的時候會聽到不需要電台訊號的調幅，但是在需要的電台停止發射載波時不需要電台的干擾便會失去。這種錯雜調變的來源是因為不需要訊號的調幅週率調幅了需要訊號的載波所致。第二種錯雜調變比第一種來得麻煩，因為在它發生時需要的和不需要的訊號週率相差很少。

第二種錯雜調變在早期的收音機上常常發生，但是自從用了可變放大因數真空管後這種困難就大大的減少了。可變放大因數真空管具有很遠的屏流截止點，它的特性曲線如圖 1·4，在收到弱訊號時柵壓在 X 處，這時真空管的互導較高，如果收到強訊號柵壓便移到 Y 處使真空管互導減低。假使在非可變放大因數真空管（它的特性如圖 1·4 中虛線所示），如果因為訊號很強而把它的工作點移到 Y 處便要引起很大的失真。



可變放大因數真空管的特性曲線

圖 1·4

〔1·6〕 膺偽響應 超外差式收音機除了設計得非常週到完美者外，時常要遭到好幾種膺偽響應干擾的麻煩，它們常以嘯叫

聲的狀態來出現，其中最重要的有三種：(1)假像週率干擾，(2)受到和中間週率相同週率電台的干擾，(3)受到中間週率倍週的干擾。

(1) 假像週率干擾的來源是兩個電台的訊號週率都可能和收音機的本地振盪級產生等於中間週率的差週。(例如中間週率 265KC 的超外差式收音機，當本地振盪週率為 1105KC 時，1370 KC 和 840KC 的電台都能和它產生 265KC 的差週)，於是這兩個電台都能在收音機內出現，(照上面的例子，如果本地振盪週率稍有變動成為 1104KC 或 1103KC，結果經變週級後兩個差週一個變為 264KC 另一個變為 266KC，它們的差週 2KC 經過第二檢波級檢波後成為外差叫聲)。要防止不需要的一個訊號的唯一方法，便是不讓它達到變週真空管的柵極，(這就是說高週放大級或高週調整電路須有足夠的選擇性，以便使不需要的一個不能達到變週真空管的柵極)，並且中間週率須較高，使可能造成假像週率的兩個訊號距離較遠。

專收廣播波段的超外差式收音機，所用中間週率大約從 175KC 到 262.5KC (不過廣播收音機用 465KC 的也很多)，它們的假像週率和需要訊號的週率相差從 350KC 到 525KC；全波收音機所用的中間週率較高，約在 460KC 左右，雖然如此，在該機接收最高的週率時對於假像週率的抑制仍不很好，因為需要的週率和假像週率相差 920 KC，此數對所須接收的最高週率比起來祇佔很小的百分數。

廣播波段內電台既多，電力又大，週率相隔也小，所以假像

週率的抑制極為重要，普通全波收音機在週率較高波段的假像週率抑制很差，幸而較高週率的電台往往並不擠得很緊，所以產生假像週率的可能，也可以少些。

(2) 如果收音機變週級輸入部份（第一檢波）的選擇性不夠，從船舶電台等所發出的和中間週率相同的強力訊號，便會跑到它的柵極，然後再由中週放大級加以放大，而在收音機裏發現（往往是電碼聲）。此種干擾只要在天線輸入電路上設法除去它便可，抑制器的裝法和圖 1·3 相同，線圈 L 和容電器 C 的數值，配到在中間週率發生串連諧振，這樣便可以把中間週率的干擾訊號傍路入地。

(3) 當第二檢波所產生的中間週率倍週交連到高週放大的輸入電路，在收音機刻度盤上有些地方便會有嘯叫的干擾。假使中間週率是 452KC，所收的訊號是 900KC，因為中間週率的二次倍週是 904KC，所以在它回到輸入電路後便會和所需的 900KC 產生 4KC 的差週。這種干擾的治療法須在第二檢波電路上加裝足夠的傍路，同時把零件加以隔離或改變地位。

[1·7] 天電干擾 干擾中的乙類，是因為大氣中的變化而產生，高空的微小放電，能夠發出變化極速的無線電波，更傳到天線而產生強度不定的短促爆裂聲，此種現象尤其是在夏季附近有雷聲、或相似的天然電氣騷擾時更多，而且也更明顯，它所生的雜聲好像倒煤入窖，至於時間的長短，要看情形而不同，其強度則隨週率的增高而減低。在較近距離的通訊，天電的影響尚小，但是在短波收音和極長波的商用電報上，因為所收到的電訊

往往遠涉千里而來，遂容易因為天電而發生很大的困難。

天電產生的騷擾極像由工業或家庭電氣用具所產生的，此種雜聲有時叫做靜電騷擾，因為在無線電的早期，曾經以為天電是由積聚在天線上之靜電電荷而來，而工業電器上所生的干擾，則叫做人為靜電騷擾。天然與人為的騷擾很易分別，天電常在夏季來得厲害，而且每天每時都在變化，並且發出的破裂雜聲也毫無規定，人為騷擾則諧和有調，而且其情形每天相同（雖然有時也未必一定如此），如果一種干擾一定在每天某時發生，則可以決定其是人為騷擾無疑，因為天電很少會有此種定則的。減少天電干擾得到成功的方法，就是採用定向收訊天線，並且使收音機響應的波帶越狹越好；因為天電的電能差不多在各週率是平均分佈的，所以顯見收音機所檢取的靜電電能幾乎和它所響應的週率範圍的闊度成正比。在抑制天電雜聲的一方面來講，不論由理論的分析和實驗的證明，都知道調週比調幅來得好。

〔1·8〕 械生干擾 第三種干擾是最重要的一種，叫做械生干擾，這是從工業機械或家庭電器用具等所產生者。本書對前面的兩種干擾加以敘述的目的就在說明它們和械生干擾間的區別，不然如果用治療械生干擾的方法用到前面的兩種干擾上去（例如收音機的選擇性不足），其結果一定無效。

產生械生干擾原因中最簡單的一種，就是有整流子的電機，當整流子的電流突然變動時產生磁場，並且和該電機的散漫容電量起作用而發出高週電磁波，此種情形對電機本身的運用雖然沒有影響，但是在該機整個運用時間中則好像一具小發射機，

發出有週期而無規律的無線電波，使收音機受其影響；上述的情形並非一定要在整流子上有火花時方才會發生，就是毫無火花但是整流子電流在作突然變動時也能發生高週電波的干擾，電氣機械，像升降機馬達、各種自動開關、電療器具和紫外線器械，霓虹廣告，電車觸輪等都能產生機械干擾，此處所舉者只是部份例子。

〔1.9〕干擾如何傳到收音機 干擾本源產生的高週電能，能够傳到收音機的原因有四種：

（甲）直接放射 干擾本源產生的無線電波，經過空間而傳到收音機，好像發射機一樣。

（乙）直接傳導 高週干擾沿電力線從產生的機械傳導到收

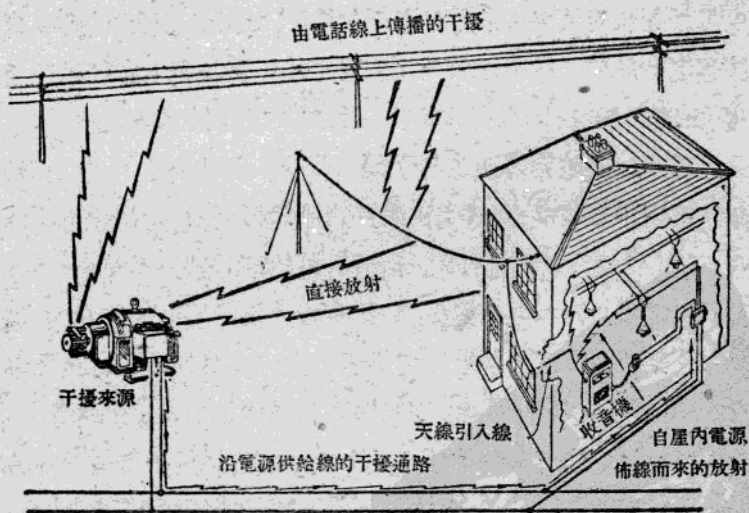


圖 1.5

音機。

(丙)電力線放射 這是上一種的推論，高週電能沿電力線傳導到屋內線路，再重複放射出來，好像一副良好的發射天線。

(丁)重複放射 電能轉移到若干輔助放射物像電力線、電話線、鋼樑、排水管、煤氣管或水管等，再由此而放射到收音機。

圖 1·5 所示是上述四種不同路線的干擾傳播情形。

[1·10]直接放射干擾 直接放射的干擾有局部性，其範圍往往不過幾公尺，在住宅區內此種騷擾比較少，但是在工廠內則往往是一種嚴重的干擾來源，直接放射最普通的一種就是裝收音機的屋旁恰巧有有觸輪的電車通過；治療此種干擾最好的方法，就是在產生的機械上加裝抑制器，如果事實上不可能，那末可以用隔離的天線（除了天線的頂部外，都用金屬罩等隔離）來減輕它。此種天線對接收效力影響很小，但是對近處的機械干擾，則能大為減少，此點本書以後還要加以比較詳細的敘述。

[1·11]直接傳導產生的干擾 此種干擾是最少有的一種，並且祇在用市電電源（或由別處接來的電源）的收音機才可能發生，它的特性屬於低週性質，由於電壓的不規則情形而來，在直流供電電源上更加顯著。高週騷擾有時也由此法進入收音機，但是在此種情形時電力線放射干擾差不多一定同時存在，並且掩沒直接傳導的干擾，所以這種干擾在普通情形下可以忽略它。

[1·12]電力線放射干擾 電力線放射干擾差不多要佔干擾中的百分之九十，干擾沿電力線到裝置收音機的屋內，再由屋內電力線放射到收音機天線；雖然此種干擾的強度比較產生處已