

高等学校教学用书

無線电接收的 工業干擾及其抑制

C. A. 柳托夫著

高等教育出版社

高等学校教学用书



無線电接收的 工業干擾及其抑制

C. A. 柳托夫著
咎宝澄等譯

高等教育出版社



本書系根据苏联国立动力出版社 (Государственное энергетическое издательство) 出版的柳托夫 (С. А. Лютов) 著“無線电接收的工業干擾及其抑制” (Индустриальные помехи радиоприему и борьба с ними) 1952 年修訂第三版譯出的。原書經苏联高等教育部审定为电工和动力院系的教学参考書。

本書中討論防止無線电接收中工業干擾的基本理論和实际問題, 研究对干擾的各种防护方法, 滤波器的理論和計算, 滤波器的裝置原理, 以及屏蔽作用和屏蔽的計算。

書中有許多节用来叙述干擾的測量方法, 和防护設備頻率特性的測量方法。

本書也可供在防止無線电干擾部門中工作的工程技術人員应用。

参加本書翻譯的是天津大学咎宝澄、北京邮电学院周炳榮、楊恩澤、田永正和邮电部設計院湯國权等同志, 校訂工作由赵华孟同志負担。

DT34/22

無線电接收的工業干擾及其抑制

С. А. 柳托夫著

咎宝澄等譯

高等教育出版社出版 北京琉璃廠 170 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第 054 号)

商務印書館上海廠印刷 新华書店总經售

統一書号 15010·499 开本 850×1168 1/32 印張 9 14/16 插頁 1 字數 241,000 印數 1,701—2,500
1957 年 8 月第 1 版 1958 年 1 月上海第 2 次印刷 定价 (10) 洋 1.50

序

偉大的俄罗斯学者, A. C. 波波夫 (Попов) 的天才發明——無線电——在斯大林五年計劃的年代中達到了高度的發展, 而成为重要的通信工具, 在我們國家 (苏联) 的政治、文化和經濟生活中起着很大的作用。

無線电通信和廣播工具的大量应用結合着有我們对于這類机件的不斷改善, 增強其作用的可靠性, 以及对無線电發送和接收質量的提高。

在这当中有决定性因素的是: 一方面, 提高机件的抗干擾性; 另一方面, 則在接收地点擺脫干擾的电磁場。

在研究無線电干擾和建立抑制干擾的理論及實踐方面, 苏維埃的科学家和工程師們是占有优先地位的。

在強度方面最大的干擾, 是由各种电器, 日常电具, 以及电气和汽車运输工具所產生的工業干擾, 在城市中, 这项干擾具有很高的电平, 以致有时使接收廣播和电视節目成为不可能, 并且也破坏了商業的無線电通信。

二十年來, 在干擾源的研究方面和抑制干擾方法的探討与运用方面, 在苏联曾進行过相当多的工作, 揭露了抑制工業干擾最有效的方法在于采用特殊的高頻濾波器和屏蔽。在这些工作的基礎上, 創造了必需的器材, 探討了測量干擾的方法, 和建立了干擾所須压低程度的标准。

在本書中, 我們要討論抑制工業無線电干擾的基本理論問題和实际問題, 这些問題对于進入这项正在發展着的技術領域都是必要的。

著者对于 И. И. 格罗德森夫 (Гроднев) 編寫屏蔽一章表示謝意。

著 作

目 录

序.....	6
第一章 工業干擾的本質及其对于無線电接收的影响.....	1
1-1. “工業干擾”和“工業干擾源”概念的定義.....	1
1-2. 关于工業干擾形成連續高頻頻譜的概念.....	3
1-3. 接收机与干擾源的耦合.....	8
1-4. 工業干擾的特性.....	10
1-5. 收得工業干擾时的音响感觉.....	11
1-6. 在接收地点所必需的有用信号和干擾比、及为了防止干擾所需要的有用 信号場強.....	12
1-7. 工業無線电干擾的極限容許值标准.....	14
1-8. 工業干擾的抑制方法.....	15
第二章 对于工業干擾源电網的防护.....	26
2-1. 干擾沿电網的傳播.....	26
2-2. 以电網为負載的干擾源等效电路.....	26
2-3. 用电容閉塞法防护干擾源的供电網路.....	27
2-4. 用电感綫圈防护干擾源的供电網路.....	33
2-5. 用濾波器防护干擾源的供电網路.....	36
2-6. 轉移系数.....	49
2-7. 阻抗 Z_i 、 Z_H 、 Z_L 、 Z_C 中的諧振現象.....	56
2-8. 抑制电網中無線电干擾的原理性綫路.....	60
2-9. 防护由接觸机件所產生的干擾.....	62
第三章 防护电容器.....	68
3-1. 防护电容器的概念.....	68
3-2. 紙电容器的电感.....	70
3-3. K3 型防护电容器結構方面的与电气方面的数据.....	78
3-4. 套管式电容器.....	80
3-5. 套管式电容器的結構.....	82
3-6. 电解电容器的防护性能.....	89
3-7. 防护电容器的串联与并联.....	91
第四章 防护电感綫圈.....	96
4-1. 防护电感綫圈的概念.....	96
4-2. 电感綫圈的自容.....	111
4-3. 电感綫圈的計算公式.....	113

4-4. 防护电感线圈的并联和串联	115
第五章 防护滤波器中所用电容器和电感线圈阻抗的高频特性	117
5-1. 电容器阻抗的高频特性	117
5-2. 电感线圈阻抗的高频特性	124
第六章 防护滤波器	129
6-1. 滤波器的概念	129
6-2. 电容滤波器的近似计算公式	132
6-3. 抑制工业无线电干扰所用的 Γ 形电感电容高频滤波器的计算	133
6-4. 利用防护电容器和电感线圈简化特性曲线计算 Γ 形滤波器的方法	140
6-5. 多节 Γ 形滤波器的计算	143
6-6. 关于用套管式电容器的 Γ 形滤波器计算的要点	144
6-7. Γ 形滤波器计算举例	146
6-8. 从实验上核对用简化特性曲线计算的 Γ 形滤波器	148
6-9. Π 形滤波器效能系数的近似计算	150
6-10. 滤波器的安装	153
第七章 屏蔽	157
7-1. 屏蔽的概念	157
7-2. 静电屏蔽	159
7-3. 磁屏蔽	160
7-4. 电磁屏蔽	161
7-5. 多层的复合屏蔽	174
7-6. 同轴电缆的屏蔽效应	178
7-7. 非电气密封的屏蔽	184
7-8. 屏蔽对于被屏蔽设备电特性的反作用	196
7-9. 在实际构成屏蔽方面的建议	197
第八章 电车线及无轨电车线中所产生的无线电干扰的抑制	200
8-1. 用电容阻塞到钢轨的方法对电车的馈电线加以防护	200
8-2. 对沿无轨电车线传播的干扰的防护	216
第九章 干扰源及电力网的干扰测量及其内阻抗的测量	219
9-1. 测量干扰的方法	219
9-2. 影响无线电干扰测试器准确度的主要因素	223
9-3. 关于无线电干扰测试器天线设备的考虑	224
9-4. 关于无线电干扰测试器通频带的考虑	226
9-5. 关于无线电干扰测试器中内部校核器的考虑	227
9-6. 无线电干扰测试器中电子管的非线性特性对测量准确度的影响	229
9-7. 干扰测试器中的检波器和输出电子管伏特计	231
9-8. 对于干扰测试器的主要技术要求	234
9-9. ИИ-12M 型干扰测试器	239
9-10. ИИ-14 型无线电干扰测试器	242

9-11. 在天綫中測量干擾	245
9-12. 在干擾源的端子上和在電網中測量干擾	251
9-13. 進行技術監察時干擾源中干擾電壓的測量	253
9-14. 測量的頻率	255
9-15. 高壓電器所產生的干擾的測量	255
9-16. 無軌電車所產生干擾的測量	258
9-17. 有軌電車所產生的干擾的測量	259
9-18. 研究干擾的補充措施	259
9-19. 干擾源中高頻內阻抗的測量	260
9-20. 電網路高頻阻抗的測量	262
第十章 防護裝置電特性的測量	265
10-1. 防護電容器在波段中的阻抗的測量	265
10-2. 防護電感綫圈在波段中的阻抗的測量	267
10-3. Γ 形濾波器衰減系數的測量	270
10-4. 濾波器的典型效能及其測量方法	271
第十一章 工業無線電干擾源——電氣機械濾波綫路的選擇	276
11-1. 不用專門裝置抑制無線電干擾的原理	276
11-2. 對電機所生無線電干擾的抑制	281
11-3. 對電報和電話機件中無線電干擾的抑制	283
11-4. 對振動變流器所生無線電干擾的抑制	289
11-5. 對汽車和摩托車中電氣設備所生無線電干擾的抑制	290
11-6. 對電車所生無線電干擾的抑制	296
11-7. 對無軌電車所生的無線電干擾的抑制	300
11-8. 對其他來源的無線電干擾的抑制	302
參考書目	304

第一章 工業干擾的本質及其 對於無線電接收的影響

1-1. “工業干擾”和“工業干擾源”概念的定義 在無線電通信發展的初期，干擾這一概念只局限於大家所熟知的一切“大氣放電”；人們把一切無線電接收中的干擾，即凡是在揚聲器或耳機中的音響與大氣干擾作用而生的效應相類似的，全都包括在這個項目之下。

後來才明白，在無線電接收中除了自然干擾——大氣干擾——之外，還有相當強烈的人為干擾，那就是由於各種電氣設備工作時所產生的干擾。

在原理上，這些干擾是各種電器線路中電流和電壓的迅速變化產生自由振盪所造成的結果。數目眾多的電氣設備——斷續器，開關，內燃機的發火系統，電焊機等——在它們的原理上就是要使電流和電壓有迅速變化的。在另外一些情況下，這種變化是我們不希望有但是不能避免的（例如，有軌和無軌電車的集電器與電綫的接觸點）。

幾乎所有的電氣系統，由於都具有電容、電感和電阻，故當由一種穩定狀態過渡到另一種穩定狀態時，永遠要伴隨著有衰減的自由振盪。這種振盪會建立起連續的頻譜，其電壓的幅度隨著頻率的增加而遞減。

大多數產生干擾的電氣設備都建立起連續頻譜的干擾，它幾乎侵佔了無線電通信用的所有波段，從最長波起一直到超短波波段。

有一些電氣設備，象電子管醫療器械，高頻電爐，高頻干燥器等，其中裝有等幅振盪的電子管振盪器。這些設備要建立不連續

的頻譜，除了基波以外，還有一系列的諧波。在此情況下，通常是整個頻譜全為電源頻率所調幅。

在相當多的設備中都產生干擾；假如干擾不越出設備範圍之外，將不會起任何作用；但是在設備綫路中發生的高頻電流和電壓要沿着導綫傳播，而且干擾的能量會從導綫中輻射出去。在電綫四周所形成的高頻干擾電磁場將直接地、和借助於位於帶有干擾的導綫附近的各種導綫而作用到接收機的天綫去。

由上述出發，我們可以作出關於“工業干擾”和“工業干擾源”概念的定義如下：

1. 工業干擾 我們了解為在電氣設備工作時在其電源或其饋電綫中所建立的寄生高頻電流和電壓，以及在接收地點所形成而能使無線電接收條件變壞的干擾場。

2. 工業干擾源 我們了解為那些工作中會產生工業干擾的電氣設備（電路中不穩定的接觸點，儀表，電器，電氣機構）。

除了工業的無線電干擾之外，無線電的接收還被許多其他干擾所擾亂。

所有的無線電干擾可區分為有源的和無源的兩種。

有源無線電干擾是由有電源的人為或自然電磁振盪源所引起的，例如：а)各種電氣設備在工作中所產生的工業干擾；б)地面大氣中發生的各種自然電磁過程，如暴風雨，所產生的大氣干擾；в)接收設備中由於回路和電子管內的起伏現象，如回路中電荷的熱運動所發生的內部雜音。

無源無線電干擾是由於影響無線電波從發射機到接收機的正常傳播的各種現象所產生的干擾。例如，接收短波時的衰落現象，無線電回波，高爾柯夫斯基-留柯塞姆布尔格斯基（Горьковско-люксембургский）效應等。

在接收設備以外的干擾源的干擾叫作外來的無線電干擾，例如，工業干擾，大氣干擾等。由於電子管和回路雜音，以及在接收

机内部所發生的其他过程,而在接收設備本身產生的干擾叫作內部的無線電干擾。

1-2. 关于工業干擾形成連續高頻頻譜的概念 工業干擾是由电路中电流和电压的迅速变化所引起的。实验証明,几乎所有的工業干擾源实际上都建立連續的頻譜。驟然看來,这可能顯得奇怪,因为大多数的干擾源都有一个很明顯的基本頻率;在电动机中,这个基本頻率决定于換向器的片数;在醫療器械和电鈴中,它决定于电流的間断頻率;在其他机件中的情形也与此相類似。但这很容易用無數諧波的出現來解釋。在上面所举的例子中,作周期性出現的电流和电压脈冲可以用不連續頻譜的形式來表示,其相互間的直綫距离恆定不变,出現的頻率就等于基本頻率。圖 1-1 示周期性干擾源可能給出的干擾頻譜。在这里各个頻率間的間隔有几百甚至几千周。但这是一种理想的情形。实际上,基本頻率,虽然变得極少,但总是要發生变化的(除去机械的和电的原因之外,还有机器的震动,轉速的变化,負載改变等原因),这就使得整个頻譜中的頻率發生变化,干擾頻譜中的各个独立的頻率就象是被特殊的調制所冲散一样;这时的高次諧波就开始互相重叠起來(圖 1-2)。象这样的重叠之所以發生,是由于当 n 次諧波 f 的基本頻率改变 $\Delta f=1$ 周时,該次諧波的頻率恰好改变了 $n=f_0$ 周 (f_0 为

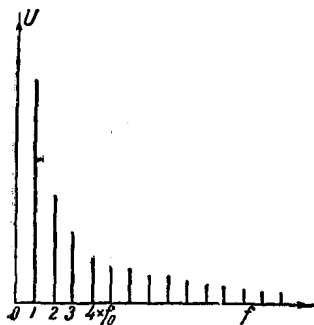


圖 1-1. 周期性干擾源的干擾頻譜。

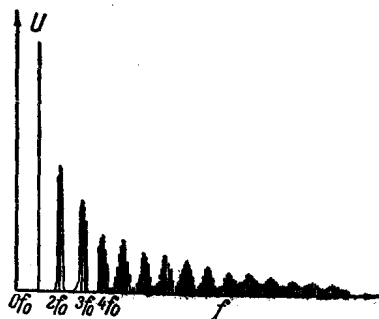


圖 1-2. 周期性干擾源的干擾頻譜, 由于基頻 f_0 的改变过渡到連續頻譜。

頻譜中的基頻)的原故。因此,对于序号为基波 $n = \frac{f}{f_0 + \Delta f}$ 倍以上的一切諧波來說,当基波变动时,实际上就形成連續的頻譜。

实验指出,頻譜中各个頻率的电压幅度通常是与頻率成反比,而且降低的規律接近为双曲綫函数。因此,如將任一电源所產生的干擾电压用以下的級数來代表

$$U = U_1 \cdot \sin(\omega t + \psi_1) + U_2 \cdot \sin(2\omega t + \psi_2) + \\ + U_3 \cdot \sin(3\omega t + \psi_3) + \dots + U_n \cdot \sin(n\omega t + \psi_n), \quad (1-1)$$

其中: $\omega = 2\pi f$, 当諧波的幅度随着頻率按双曲綫函数遞減时,則与任一頻率相对应的电压可以用下式求得

$$U = \frac{\text{const}}{f_n}. \quad (1-2)$$

在实际中,由于連續的干擾頻譜存在,加在具有选择性的接收設備上的經常不是單一頻率的电压,而是頻譜中某一頻帶的电压。当在接收設備的輸出端測量这项电压时,我們得到的是由平方和而确定的有效电压,其值系与接收机通頻帶寬度的平方根成比例。

的确,如果从干擾頻譜中取出一很窄的等于 Δf 的頻帶,而測其有效值,則在以功率測量为基础的儀表中,其指数將与 $U_0^2 \Delta f$ 成比例。对于比較寬的頻帶來說,例如在 f_1 和 f_2 之間的,干擾电压的有效值顯然可表为

$$U = \sqrt{\int_{f_1}^{f_2} U_0^2 \cdot df} = U_0 \cdot \sqrt{\int_{f_1}^{f_2} df} = \\ = U_0 \cdot \sqrt{f_2 - f_1} = U_0 \cdot \sqrt{\Delta f}, \quad (1-3)$$

就是說,干擾的有效电压將与接收机通頻帶 Δf 的平方根成比例。在上例中, U_0 为狹窄的單位頻帶(譬如說,1千周)的干擾源的有效电压。倘若知道接收机在某一調諧頻率时的通頻帶 Δf ,并在接收机的輸出端測得与 Δf 对应的电压 U ,那么就可以根据(1-3)式很容易求得 U_0 值。

利用与接收机某一調諧頻率相对应的 U_0 值, 就可以計算在同一頻率而接收机通頻帶寬度不一样时的有效干擾电压。由此可見, 当根据以双曲綫函数遞減的頻譜幅度推出的公式 (1-2) 來計算波段中各頻率的干擾电压值时, 必須要考慮接收机的通頻帶。

应当指出, 在实际中常常是必須要用公式 (1-2) 和 (1-3) 的; 实验証明, 其結果是能夠完全令人滿意的。

至于產生單个干擾脈冲的非周期性干擾源, 例如, 繼电器接觸点的断开等, 其連續頻譜的形成可以用富氏積分來進行研究。这时每單位頻帶中的干擾电压或电流是頻率的函数。

的确, 一切由零变到無限大的函数都可用下面的富氏表示式來代表:

$$f(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} d\omega \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega(t-x) dx, \quad (1-4)$$

其中: $\omega = 2\pi f$; t 为時間; x 为一参数。

將第二重積分式变成下面的形式:

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega(t-x) dx &= \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot [\cos \omega t \cdot \cos \omega x + \\ &+ \sin \omega t \cdot \sin \omega x] dx = \cos \omega t \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega x \cdot dx + \\ &+ \sin \omega t \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \sin \omega x \cdot dx. \end{aligned}$$

由此得到

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega(t-x) dx = a \cdot \cos(\omega t + \varphi). \quad (1-5)$$

在此式中

$$a = \sqrt{\left[\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega x \cdot dx \right]^2 + \left[\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \sin \omega x \cdot dx \right]^2}, \quad (1-6)$$

而

$$\operatorname{tg} \varphi = - \frac{\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \sin \omega x \cdot dx}{\int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot \cos \omega x \cdot dx} \quad (1-7)$$

这样一來,就可以寫出:

$$f(t) = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\infty} a \cdot \cos(\omega t + \varphi) \cdot d\omega, \quad (1-8)$$

其中: a 和 φ 都是 ω 的函数,均与 t 無关。

由于干擾的原因,在电路中通过的电流可用時間的函数來表示:

$$I_t = f(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} a \cdot \cos(\omega t + \varphi) d\omega. \quad (1-9)$$

由此可見,干擾电流可以看作是具有連續頻譜一樣來討論。

上式可以進行變換,用積分的总和來代替積分式(1-9):

$$I_t = f(t) = \frac{1}{\pi} \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} \int_{\omega}^{\omega+\Delta\omega} a \cdot \cos(\omega t + \varphi) \cdot d\omega.$$

当 $\Delta\omega$ 很小,在 $\Delta\omega$ 的積分中可以將 a 和 φ 看作不变,因而可寫出:

$$\begin{aligned} f(t) &= \frac{1}{\pi} \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} a \cdot \int_{\omega}^{\omega+\Delta\omega} \cos(\omega t + \varphi) d\omega = \\ &= \frac{1}{\pi} \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} \frac{a}{t} \{ \sin[(\omega + \Delta\omega)t + \varphi] - \sin(\omega t + \varphi) \} = \\ &= \frac{1}{\pi} \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} \frac{a}{t} \cdot 2 \cdot \sin \frac{\Delta\omega}{2} t \cdot \cos \left[\left(\omega + \frac{\Delta\omega}{2} \right) t + \varphi \right] = \\ &= \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} \frac{a}{\pi} \Delta\omega \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2} t}{\frac{\Delta\omega}{2} t} \cdot \cos \left[\left(\omega + \frac{\Delta\omega}{2} \right) t + \varphi \right]. \quad (1-10) \end{aligned}$$

因此,干扰电流就可用下式表示:

$$I_t = \sum_{\omega=0}^{\omega=\infty} i_t, \quad (1-11)$$

其中每一个单元电流都是下式的函数:

$$i_t = \frac{a}{\pi} \Delta\omega \frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2} t}{\frac{\Delta\omega}{2} t} \cos \left[\left(\omega + \frac{\Delta\omega}{2} \right) t + \varphi \right], \quad (1-12)$$

在此式中, a 和 φ 是 ω 的函数, 与 t 无关; 其表示式是 (1-6) 和 (1-7)。

圖 1-3 示电流 i_t 随着 t 变化的情形; 其值是利用表 1-1 算出来的。

表 1-1.

$t =$	0	$\frac{\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{2\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{3\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{4\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{5\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{6\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{7\pi}{\Delta\omega}$	$\frac{8\pi}{\Delta\omega}$	∞
$\frac{\sin \frac{\Delta\omega}{2} t}{\frac{\Delta\omega}{2} t}$	1	0.637	0	0.212	0	0.127	0	0.091	0	0

由公式 (1-12) 可以求得单元干扰电流的最大幅度

$$i_{\max} = \frac{a}{\pi} \cdot \Delta\omega. \quad (1-13)$$

上式指出, 这个幅度系与 a 值和频带宽度 $\Delta\omega$ 成比例。这可用來解释經实验验证出的一种现象, 那就是干扰的作用是随着无线电接收机选择性的提高而减少的现象。

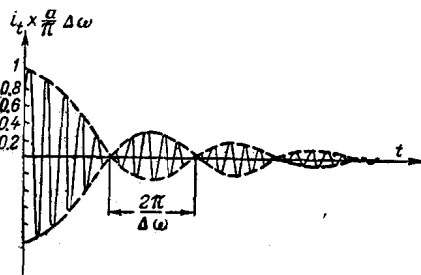


圖 1-3. 非周期性干扰源中干扰电流变化与时间的关系。

前面所述的, 关于频率

升高时幅度按双曲线函数规律递减的, 周期性干扰的一切看法对

于非周期性干扰源的干扰也同样可以应用。

1-3. 接收机与干扰源的耦合 接收机与干扰源的耦合,可能是直接的,也可能是间接的。直接耦合是由于干扰源的直接发射,或通过它的供电網路所造成的接收机与干扰源的耦合。间接耦合是接收机与二次带有干扰物体之间的耦合;带干扰的物体可能是另外的电路,或是任何导体。

接收机与干扰源的耦合,不但可以通过接收机的天綫裝置和接地綫,而且也可以通过接收机的电源电路。此外,如果接收机的屏蔽不好,则干扰也可能直接进入接收机中的各回路。

在現代的接收机中,消除由接收机电源傳來的干扰問題是預先就考慮到的。所有的現代接收机,照例都屏蔽得很好,并且裝有高频網路濾波器。因此,在現代接收机中干扰的侵入,几乎完全是由于其天綫裝置及接地綫与干扰源的耦合。

干扰源直接发射对于天綫裝置和接地綫的作用,僅在干扰源位于接收机的天綫很近时才有可能;因为这项干扰的強度一般是很低的。

經驗証明,主要的干扰作用是由于天綫及接地綫与干扰綫路之間的电容耦合,而电感耦合作用較少。所謂的干扰綫路,可能是干扰源的供电網路,或是位于干扰源綫路作用範圍之内的其他綫路。在一般情况之下,家庭中裝的電綫就能很好地接受象有軌电車,無軌电車,电焊机等干扰源所產生的干扰。天綫的垂下綫和它的引入綫通常都是在電綫的附近,因而与有干扰的電綫之間具有很強的电容耦合,故干扰对它們的作用是相当大的。

干扰源与天綫間的电容耦合可以用赫芝的偶極子理論來說明。偶極子在自由空間所建立的電場和磁場应如下式所示:

$$E = \frac{c \cdot \hbar \cdot i_0}{\omega r^3} \cdot \sin(\omega t - mr) + \frac{\hbar \cdot i_0}{r^2} \times \\ \times \cos(\omega t - mr) - \frac{\omega \hbar i_0}{cr} \sin(\omega t - mr); \quad (1-14)$$

$$H = \frac{i_0 \cdot h}{r^2} \cdot \cos(\omega t - mr) - \frac{\omega i_0 h}{cr} \cdot \sin(\omega t - mr), \quad (1-15)$$

其中: $m = \frac{2\pi}{\lambda}$;

c 为光的速度;

i_0 为偶極子中电流的最大值;

h 为偶極子的長度;

r 为离开偶極子的距离。

因为从干擾源及其綫路到天綫的距离通常都很近,而除了少数的一些干擾源之外,工業干擾的作用只能影响到 25—50 米的距离,只有少数时候影响到 100 米以外,所以 E 的表示式可以簡化,而僅取其第一項來确定 E 值:

$$E = \frac{c \cdot h \cdot i_0}{\omega r^3} \cdot \sin(\omega t - mr) = \frac{c \cdot h \cdot q}{r^3} \cdot \cos(\omega t - mr), \quad (1-16)$$

其中: q 为偶極子終端的电荷。

这个表示式适用于偶極子所建立的电场。根据上述,可以認為,在上述的距离处,綫路对于天綫的影响帶有电容的特性。不过應該指出,上面推得的情形僅对于長波和廣播波段有效。对于短波和超短波段來說,在上述的距离处,时常將產生純粹的电磁場。

圖 1-4 示天綫与帶有干擾綫路間的电容耦合;由此可見,干擾綫路与接收天綫越接近,天綫的水平部分与干擾綫路越近于平行,則干擾就会越

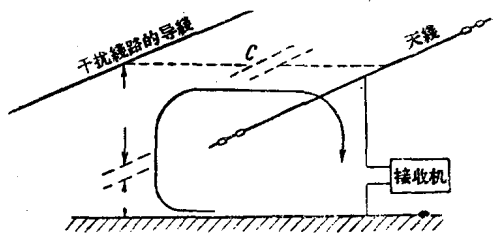


圖 1-4. 天綫与干擾綫路的电容耦合。

強烈。在这种情况下,电容耦合將是最大。在上述距离处,由于电感耦合在天綫中所感应的干擾和由于电容耦合所造成的干擾比較起來是很小的。

当用环形天线接收的时候,情形与前有所不同:此时,恰是相反,环形天线与干扰线路间的电感耦合占优势。在此情况下,若干



圖 1-5. 环形天线与干扰线路间的电感耦合。

擾线路的導線与环形天线的位置較近而且平行,則对于無綫电接收的干擾当然就会最大(圖1-5)。这时,由于环形天线的面積小,电容耦合是很弱的。將环形天线对干擾线路旋轉 90° , 甚至在和干擾线路很靠近的时候,实际上也几乎受不到干擾;这时候,由于微弱的电容耦合,可能听得到一些不大的干擾。环形天线的这种可贵的性質被用来測定干擾源的方向,并且在無綫电接收中有效地用作降低干擾的工具。

1-4. 工業干擾的特性 按照干擾的性質,一切的工業干擾可以分成兩類: 1) 均匀的干擾,和 2) 不均匀的干擾。

均匀干擾是指強度作周期性变化的,而幅度則近于保持恆定不变的一种干擾。圖 1-6 的波形圖示直流电动机所產生的这种均匀性質的干擾。鋸齒狀的突起系对应于电刷在电动机換向器上相鄰兩截片間移过的瞬刻。

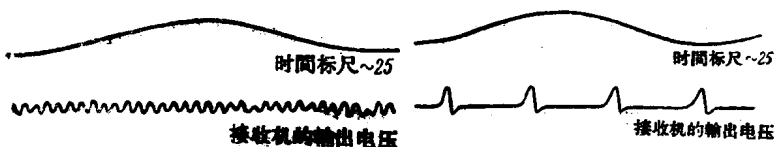


圖 1-6. 直流电动机所產生的均匀干擾波形圖。

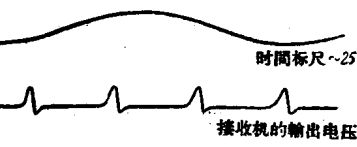


圖 1-7. 相等時間間隔工作的接点机构所產生的均匀干擾波形圖。

在均匀干擾這一項目下,还應該包括如圖 1-7 的波形圖所示的干擾。这里,干擾是时而出現,时而消失;但是兩次干擾出現的時間間隔則保持不变;干擾的幅度也近于恆定不变。

不均匀干擾是指強度变化沒有一定規律,并且無任何周期性,幅度也有很大差異的一种干擾。圖 1-8 和圖 1-9 的兩個波形圖示有不均匀干擾的兩個例子。