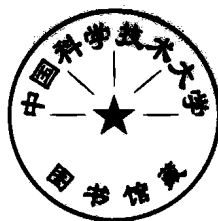


無線電收信中

蘇聯 B. K. 阿達姆斯基著



人民郵電出版社

В. К. АДАМСКИЙ

РАДИОПРИЁМНЫЕ ЦЕНТРЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ

ПО ВОПРОСАМ СВЯЗИ И РАДИО

МОСКВА 1949

內 容 提 要

本書首先對蘇聯無線通信的發展簡史、各種無線通信工作方式的概念及原理、運用條件以及其優缺點等作一系統的介紹。然後分別對無線收信的主要設備及機房建築，如天綫、收信機、供電設備、低頻支路、收信機室、收信台場地、各機房及其他輔助建築物等都分章加以敘述。

書中對實際設計、安裝及維護及技術管理等工作作了極詳細的說明，並且亦相應地敘述了必要的有關原理。

最後在附錄中還附有蘇聯各種維護上所常用的定額等。

本書不僅為無線工作人員極寶貴的參考資料，同時亦為大專學校無線專業的教學參考書籍。

無 綫 電 收 信 中 心

著 者:	蘇聯 В. К. 阿 達 姆 斯 基
譯 者:	集 體 翻 譯
出 版 者:	人 民 郵 電 出 版 社 北京“東四”六條13號
印 刷 者:	郵 電 部 供 應 局 南 京 印 刷 廠 南京太平路戶部街15號
發 行 者:	新 華 書 店

書號:109 1955年12月南京第一版第一次印刷1—2,000冊

850×1168 1/32 257頁 印張16 $\frac{2}{3}$ 插頁8 字數368,000字 定價(8)3.10元

★北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號★

目 錄

序 言 概 論

第一節 無線電通信及其種類	(1)
第二節 無線通信設備的組織	(3)
第三節 無線收信台及其主要設備	(5)
第四節 蘇聯無線電信發展簡史	(8)

第一章 通信無線收信概述 (1)

第一節 無線通信的波段及其特性	(1)
第二節 無線電信號的特性及其接收特點	(6)
第三節 信號形狀的失真	(20)
第四節 雜音及其克服方法	(25)
第五節 衰落及其克服方法	(38)
第六節 回波及其克服方法	(46)

第二章 天綫裝置 (54)

第一節 主要定義	(54)
第二節 關於短波天綫的一般概念及天綫型式的選擇	(59)
第三節 弱定向性短波天綫	(75)
第四節 菱形天綫	(87)
第五節 魚骨天綫 (行波天綫)	(103)
第六節 饋綫和引入綫	(119)
第七節 長波天綫	(132)
第八節 綫桿	(143)
第九節 天綫場地的設計	(163)

第十節	天綫和天綫桿的架設.....	(172)
第十一節	天綫的維護.....	(182)
第三章	收信機	(193)
第一節	通信用收信機概述.....	(193)
第二節	ИЛКУ 和 КТФ-1 型幹綫用短波收信機.....	(200)
第三節	頻率鍵控 (移頻) 電報收信機.....	(214)
第四節	КТФ-1 和 ИЛКУ 型收信機的現代化輸出設備	(227)
第五節	單邊帶收信機.....	(236)
第六節	通信用長波收信機.....	(247)
第七節	收信機的遙控.....	(252)
第八節	幹綫收信機的測試和調諧.....	(260)
第四章	低頻通路	(274)
第一節	低頻通路標準電路.....	(274)
第二節	中繼綫 (遙控綫)	(276)
第三節	用音頻電流脈衝傳送信號至無綫控制室.....	(281)
第四節	用直流脈衝傳送信號至無綫控制室.....	(286)
第五節	導綫的多重使用.....	(298)
第六節	信號質量的監測.....	(304)
第七節	無綫電收信電路的交換.....	(319)
第五章	收信機室	(329)
第一節	概論.....	(329)
第二節	機器及其排列.....	(330)
第三節	天綫交換.....	(338)
第四節	安裝.....	(346)
第五節	聯絡和信號.....	(359)

第六章 技術管理	(362)
第一節 管理組織	(362)
第二節 無綫電綫路的維護	(367)
第三節 設備的技術維護	(375)
第四節 勞動組織和斯大哈諾夫運動	(390)
第五節 無綫電通信綫路和收信台工作質量的評定	(394)
第七章 電源設備	(395)
第一節 概論	(395)
第二節 設備由交流電源供電	(397)
第三節 設備用直流電源供電	(406)
第四節 蓄電池	(409)
第五節 外部電源系統	(414)
第六節 自設發電站	(421)
第七節 收信台電力系統的維護	(426)
第八章 無綫收信台的場地	(428)
第一節 電台位置。概論	(428)
第二節 對無綫收信台場地的技術要求	(429)
第三節 收信台場地的經濟及一般技術根據	(444)
第四節 場地的選擇	(446)
第五節 總平面圖的合併	(449)
第九章 機房與一般技術建築物	(452)
第一節 機房	(452)
第二節 衛生技術裝置	(455)
第三節 人工照明	(460)
第四節 防火設施	(463)
第五節 台內電話和訊號	(464)

第十章 無線收信台的設計和建造	(466)
第一節 收信台的設計	(466)
第二節 收信台的建造	(468)
第三節 維護費用	(469)
附 錄 1	(471)
1. 收信設備維護定額	(471)
2. 檢查各設備的週期	(472)
附 錄 2	(473)
每日技術維護報告表	(473)
參考書刊	(474)

第 一 章

通信無線收信概述

第一節 無線通信的波段及其特性

近代幹綫無線通信差不多只使用短波，因為短波在技術上、經濟上和其他方面都有其優點。長波主要用於通告播送和北極區內的無線通信。

對於通信的工作頻率按照國際規章的規定。

短波無線電通信的工作波段範圍決定於電波傳播條件的變化，並視無線電路的方向和距離而異。表 I .1 表示各種通信情況下的波段。

各種通信情況下的波段 表 I.1

無線電路的距離 (公 里)	需 要 的 波 段 (公 尺)			
	大 陽 活 動 性 最 強 的 時 期 (1947—1949年)		大 陽 活 動 性 最 弱 的 時 期 (1953—1955年)	
	緯 度 $\varphi \leq 50^\circ$	緯 度 $\varphi = 60^\circ$	緯 度 $\varphi \leq 50^\circ$	緯 度 $\varphi = 60^\circ$
200	30—70	45—100	45—95	50—135
500	25—60	37—85	38—85	55—120
1000	18—50	27—70	23—65	35—90
2000及2000以上	12—40	18—55	15—40	20—60

大家知道，和臨界頻率接近的電波對於通信是最有利的。在特別長的無線電路上，因此會遇到這樣的情況，當太陽活動性最強的年份要採用比表中所列的電波更短（短到9.5—10公尺）。在電離層突然變化和臨界頻率減低時，回復到大約14—16公尺比較長的電

波。

最長的電波（可能用於冬天的夜間）超過表中所列相當條件最大數值的40%。在電離層違反正常情況時，可能需要最長的波（超過範圍20—25公尺）。例如，在2000公里距離的無線電路上，當電離層騷擾時，要用到90公尺長的電波。

由此可見，幹綫短波無線通信運用極寬的波段。

通信無線電收信的基本觀點和短波最重要的特性是：

1. 由於無線電波傳播條件在每日、各季和各年是變化的（在太陽活動性11年週期內），故必須定期變換長波；

2. 由於經過不同路程的幾條射綫的相互干擾，在收信地點的場強會發生顯著的變動（衰落），由於電離層不斷的變化，射綫的相位和極性也不斷的改變着；

3. 在對水平面不同的角度上，有幾個顯著方向的最大強度的入射波，並且這些角度隨着電離層反射的情況而變化；

4. 回波的發生，是由於收信地點有若干入射波的結果。

5. 在電離層騷動和磁暴時期，以及當突然的、劇烈的增加低電離層本身的電子密度時，無線電波傳播正規情況的屬性會遭受劇烈的、突然的破壞。

6. 無線電波入射方向不經常的和違反正規的偏離對方電台真正的方向，在磁暴時期最爲顯著。

衰落強烈地影響着短波無線電收信的穩定性。如果沒有採取適當的辦法以消除這種影響，穩定的專用短波無線電收信幾乎是不可能的。回波信號大大地使傳真電報信號以及高速度鍵控的無線電報信號的接收遭受阻礙，這是限制無線電路工作效率的因素。衰落和回波以及克服其影響的方法在無線電收信上是非常重要的，因此在

後面幾節裏將詳細地加以敘述。

現在就只從上面所列舉的原由出發，來研究短波傳播其他的特性對於通信用無線電收信的影響。

無線電波傳播情況隨着時間而變化，使無線電通信在一晝夜不同時間內需要採用不同的波長。在長距離無線電通信電路上，一晝夜中所用的波長通常包含有 3 個到 5 個波長。但是這些波長在一年內不是固定的，而是依據由無線電波傳播條件的一般變化所得出的電波預測資料而調整的。這樣一來，在長距離幹線無線電電路上，每年度的波長組要包括四五個到七個波長。

經常調換工作波長的必要性決定了對收信機和收信天綫的波段範圍和頻帶寬度的要求。大部分幹線無線電短波通信用的現代收信機具有 12.5 到 100 公尺的波段範圍，並且常常有向短波（至 7 米）以及長波方向加寬的可能性。

在收信地點的無線電波入射情況決定了對收信天綫空間方向性圖形的要求，因而影響到天綫程式和結構尺寸的選擇。短波無線電波來到收信地點時對水平面有幾個角度，這些角度和無線電路的長度和電離層反射位置的高度有關。因為電離層隨着一晝夜的時間、年度和太陽活動性週期而變化，因此射綫的仰角也發生相應的變化。除此以外，

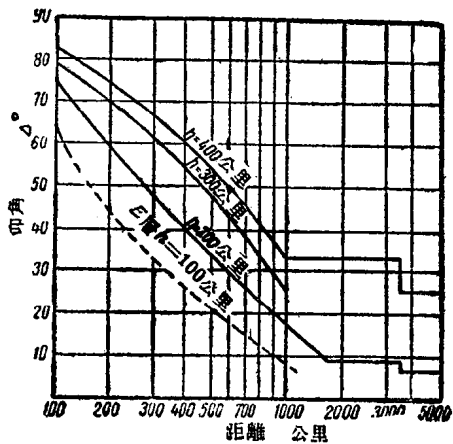


圖 1.1.1 在各種不同距離的無線電路上，射綫仰角的工作範圍（實綫為 F_2 層）

當在電離層發生反常的反射時，這些角度也顯著地發生變化。圖 I .1.1 表示在反射層位置的高度最大和最小時，最可能的仰角曲綫圖。

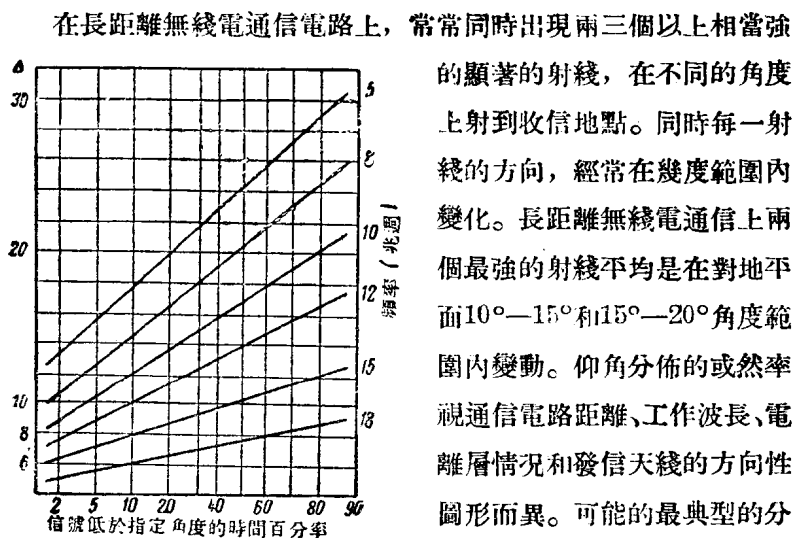


圖 I .1.2 長距離無線電路上入射波仰角分佈的或然率(根據長期觀察的結果)

在夜間通常發現射綫偏向較高的角度，好像較長的電波情況一樣。

入射波在垂直面上變動的同時也常常發現入射波在水平面上亦偏離發信台實際方向。關於在水平面上可能偏離的範圍問題，對於選擇適當天綫方向性的主瓣寬度是有很大的實際意義的。

通常偏離不超過幾度。例如，中央無線電實驗室 (ЦПИ) 在列寧格勒——海參威電路上 (1930) 所進行的、研究長距離天綫的方向性結果中，已經確定了，在當時的實際情況下，這一條電路上水平偏差不超過 6° 。

但有時也發生比較劇烈的偏離。

依據長期觀察的結果確定下列各點：

(1) 白天的無線電波傳播，大家知道，是沿着大圓弧進行的，和電離層的情況無關；

(2) 夜間，尤其是在晝夜交遞時，常常發生偏離，平均不超過幾度。但是當電離層騷動時，可能偏南達 30° — 40° 。在一個長的磁暴期發現在5—15兆週頻帶的所有電波向南偏離 75° ；

(3) 在電離層騷動時期，常常同時出現幾條水平路徑；有時發生很複雜的失真，並且在很大的角度範圍內沒有現出最大值。

(4) 在緩和的磁暴時期，向南偏離是經常的，向北偏離則不很顯著並且很少發現。

在磁暴期中，射綫顯著偏離大圓弧的可能性指出在這一時期適當調整天綫的方向性，或是採用方向性不強的天綫來代替方向性天綫，在許多情況下能保證維持通信。

短波無線電收信一般是夏季比冬季穩定；春季和秋季是通信最不穩定的季節。

白天通信比夜間穩定。最不穩定的時刻是早晨。

最難通的時刻通常是黎明時刻，這時長距離幹綫無線電路的穩定性，尤其是在高緯度地區，在多數情況下是不夠的。在這些時刻，常常採用幾個連串的縮短的中短波方法可維持通信。

在磁暴期最先中斷的是經由高緯度的通信。在這些電路上，通信突然變壞通常即是磁暴的徵兆。南面方向的通信在磁暴期很少中斷，因此在現時採用經由南方的自動轉播方法以保證離開強力磁擾地區而顯著地提高了通信的穩定性。在收信台，爲了轉接工作，備有與預定的這種無線通信的組織計劃相適應的附加天綫。

第二節 無線電信號的特性及其接收特點

祇有這樣的無線電通信才可以稱為可靠，就是發出的信號要能在接收地點毫無失真地再還原出來。因此，必要的條件是要發信通路輸入端和收信通路輸出端電氣信號的形狀相同。

許多外部的以及和發信和收信機件有關的原因足以使信號形狀產生失真。爲了克服外部原因所引起的失真，在收信電路機件裏採取各種不同的辦法，如果失真不是太大的話，由於這些辦法可使信號恢復原狀。同時把機件調整到這樣的情況，使得在機件本身內沒有失真的可能性，或是甚至亦補償了在後面的電路裏將不可避免的失真。

信號失真的原因和克服失真的方法將在下一節裏討論。

在各種不同的工作方式中，信號究竟具有怎樣的特性並且信號的接收具有怎樣的特徵呢？

無線電報通信 在無線電路上進行無線電報通信，是把不同長度的符號組合來代表各字母、數目或符號傳送出去。

對於傳送同一個字母，我們採用兩種主要的電碼組合程式：

1) 莫爾斯電碼（不等單位），應用於抄聽的和自動快速的無線電報通信上；

2) 5單位電碼，應用於所有的印字電報機件上^①。

所有電報電碼的主要成分是電報點子，即延時爲 t_c 的矩形電流脈衝，後面跟隨着間隔或是同樣長度的反方向電流脈衝（圖 I. 2. 1）。在發信機輸入端的電報信號通常即是這樣的形狀。這樣的形狀應該在無線收信電路輸出端再還原出來。

^① 也有一種7單位的無線電報電碼，但極少應用。

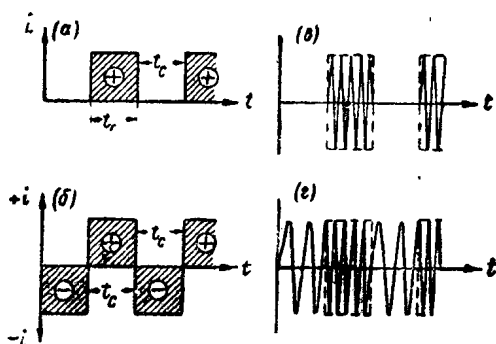


圖 1.2.1 “標準”電報和無線電報信號；
 a 和 c —單流和雙流電報信號； b 和 d —振幅鍵控的和頻率鍵控的無線電報信號。

電報點子的整個週期是 $2t_c$ ；而頻率 F_M 等於

$$F_M = \frac{1}{2t_c} \quad (1)$$

這叫做基本鍵控頻率。

無線電報電路接收設備的工作條件在很大的程度上是被基本鍵控頻率所決定的，而這基本鍵控頻率則與電報速度和電碼有關。

莫爾斯電碼通報速度採用每分鐘所發送的國際標準五單位文字 (Paris) 等值數目計算。國際標準五單位文字 (Paris) 包括 48 個單位時間單元 t_c ，這相當於 24 個完全週期。相當的基本鍵控頻率是：

$$F_M = \frac{24n}{60} = 0.4n. \quad (2)$$

式中 n 為每分鐘發送的國際標準文字數目。

俄文一字的平均長度是 72 個時間單元 t_c 。因此，如果用速度 n 計算俄文字，那末相當的基本鍵控頻率是

$$F_M = 0.6n. \quad (3)$$

對於印字電報設備的通報速度採用每秒鐘發送的電報單位符號的數目計算，或者是以波特計算。以波特表示的基本鍵控頻率為

$$F_M = \frac{n_0}{2}, \quad (4)$$

式中 n_0 是以波特計的通報速度。

任何五單位制電碼符號的發送時長，如果用電報單位符號的數目來計量，大約是相當於發送莫爾斯電碼的平均長度符號所需時間的 0.45 倍。因此，當用每分鐘字數來表示的工作速度相同時，發送五單位制電碼所佔用的頻帶大約要比發送莫爾斯電碼時小一半。

矩形的電報信號可以用某些低頻頻譜的方式來表示。週期性的電報信號頻譜包含着無窮多個的諧波，這些諧波的頻率是 F_M 的倍數，而其振幅則和諧波次數成反比。非週期性信號的頻譜是用連續頻譜來表示，在這頻譜中，對於相等頻率間隔的振幅關係，或者是頻譜的振幅密度，是根據傅里葉雙重積分來計算的（圖 1.2.2.）。

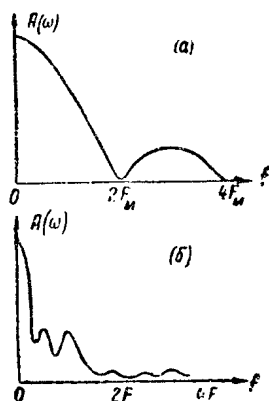


圖 1.2.2 頻譜的振幅密度曲線：
(a) 電報點子；(b) 字母“a”。

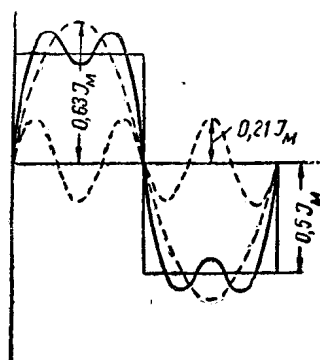


圖 1.2.3 電報點子的 1 次和 3 次諧波成份的綜合曲線。虛線表示 1 次和 3 次諧波成份，實線表示綜合曲線，細實線表示“標準”電報信號原形

爲了完全精確地使信號還原，需要無限寬的頻帶。不過，當通過的頻帶達基本鍵控頻率的三次諧波的時候，也就是 $3 F_M$ 時（圖 I.2.3.），已可得到清楚的還原信號了；在電報實用上，如同實際測量的結果所表明的一樣，通過帶爲 $1.5-2.0 F_M$ 時已是非常滿意

傳送電報的基本鍵控頻率、單位脈衝時長 t_c 與工作類型的關係

表 I.2

順序號	工作類型和機件程式	傳送速度	單位脈衝時長 (毫秒)	基本鍵控頻率 (週)
1	莫爾斯電碼： 抄聽速度	15 字/分鐘	83.5	6
		30 "	41.7	12
		92 ^① "	14.75	34
	快機	100 "	12.5	40
		250 "	5.0	100
2	印字機(5單位電碼) ^② ：	500 "	2.5	200
	2路單工博多機	80 "	21.4	23.4
	6路無線博多機，不重複	240 "	9.4	53.15
	三次重複	80 "	9.4	53.15
	9路	360 "	6.25	80
	啓止式報機CT-35，T-19等	76 "	22.75	22
	3路無線電傳機TPT-1 同上MTI-3	228 " 同 上	6.58 5.27	78 95
3	傳真(黑白圖像)，幀幅 219×300公厘；傳送速：			
		20 分鐘	75 轉/分鐘	0.73 687
		13.4 分鐘	112.5 "	0.49 1030
		6.7 分鐘	225 "	0.25 2060

①無記錄的簡短電文。1949年 $\phi \cdot B \cdot$ 羅斯略可夫在全蘇競賽的表演。用打字機記錄他表演的成績達到 80 字/分鐘，超過了世界記錄。用手抄錄的記錄速度—40 字/分鐘。用電報電鍵最大的發送速度—150符號/分鐘

②博多—當200轉/分鐘時（當180和220轉/分鐘時，全部指標相應地改變）；啓止式報機—當380轉/分鐘時。

的了，現代的幹綫無線收信機的專門電報輸出設備，把信號限制在窄頻帶裏，使矩形的信號改變為圓形（在點子時為正弦形），這樣大大地使被傳送頻率的頻帶變窄，限制為頻率 F_M 。

由此可見，為了避免被傳送電報信號形狀的失真，無線收信電路中低頻電路應該考慮的通過頻帶約為 $1.5-2.0F_M$ ，而當具有恢復信號形狀的輸出電路時應該不窄於 F_M 。

表 I .2裏表示電報傳送的主要鍵控頻率 F_M 和工作類型以及工作方法的關係。

無線電報信號 也就是通過無線電報電路高頻支路部分的信號，在形狀上和電報信號相似。不過，在組成頻率的頻譜上和一般特性上，它們是不同的。

無線電報信號頻譜的組成和鍵控方式有關，在現時採用：

- 1) 頻率鍵控制—FM和
- 2) 振幅鍵控制（等幅的或是調幅波）—AM。

當振幅鍵控時，電報點子乃是具有頻率 f_c 的一連串等幅電波，點子後面跟着同樣長度的間隔。

這種無線電報信號的頻譜有兩個邊帶，對稱地分佈在載頻 f_c 的兩邊，並在頻率方面（包括相位的對稱）精確地與被傳輸信號相同的，但每一個邊頻其波幅僅有原信號的一半（圖 I .2.4）。

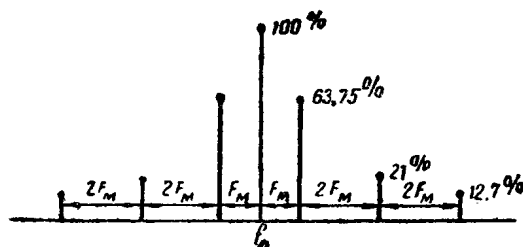


圖 I .2.4 無線電報點子的頻譜