

179769



中等專業學校教學用書

無線電發送設備

上 冊

З. Н. 莫 吉 利 著
Н. X. 蕭維頌斯基



高等教育出版社

5
442

中等專業學校教學用書



無線電發送設備

上 冊

3. H. 莫吉利, H. X. 聶維須斯基著

叶培大等譯

高等教育出版社



無線電發送設備

下 冊

苏联 B. И. 莫吉利, И. X. 聶維須斯基著

叶培大等譯

人民邮电出版社

本書係根據蘇聯國立電訊書籍出版社 (Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио) 出版的莫吉利和裁維須斯基 (З. И. Модель и И. Х. Цевяжский) 合著的“無線電發送設備” (Радиопередающие устройства) 1950 年版譯出的。原書經蘇聯郵電部教育處批准為中等技術學校教學參考書。

本書中譯本分上下兩冊出版，上冊係由天津大學電訊系無線電教研室，葉培大、周炯紫、鄭曉生、陳通、高後畏等集體翻譯而成。

無線電發送設備

上 冊

З. И. 莫吉利等著

叶培大等譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇九四號)

新华印刷厂印刷 新华書店总經售

書号15910·227 開本850×1168 1/32 印張7 1/3 字數179,000

一九五四年八月北京第一版

一九五七年一月北京第五次印刷

印數6,001--8,000 定價(1957) 1.92

З. И. МОДЕЛЬ и И. Х. НЕВЯЖСКИЙ РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

СВЯЗЬИЗДАТ

МОСКВА 1950

內 容 介 紹

本书中譯本分上、下册出版。下册包括“发射机”和“分米波段与厘米波段的振荡器”兩編。原书經苏联邮电部教育处批准为中等技术学校教学参考书。

本书由天津大学电讯系无线电教研室叶培大、周炯繁、鄧耿生、陈通、劉俊良等集体翻譯而成。

无 线 电 发 送 設 备 (下册)

著 者: 苏 联 З. И. 莫 吉 利
И. Х. 聶 維 須 斯 基
譯 者: 叶 培 大 等
出版者: 人 民 邮 电 出 版 社
北京東四 6 条 18 号
(北京市書刊出版业营业許可証出字第 0148 号)
印刷者: 邮 电 部 北 京 邮 票 厂
发行者: 新 华 书 店

高等教育出版社 1954年12月 第一版 开本 787×1092 1/32
环 边 7 16/32 頁数 120
高等教育出版社 1959年8月北京 第6次印刷 印 刷 厂 数 200,000 字
1961年5月北京新 一版第一次印刷
高等教育出版社 1-9,000册 印 数 1 2,000册

統一書号: 15045·总1247—无315

定价: (5) 1.00 元

上 册 目 錄

緒論	1
----	---

第一編 高頻振盪的產生和放大

(3. II. 莫節利編)

第 一 章 電子管的基本特性	8
----------------	---

§ I.1. 二極管和三極管	8
----------------	---

§ I.2. 鉗極被屏蔽的電子管	13
------------------	----

第 二 章 振盪迴路	18
------------	----

§ II.1. 最簡單的振盪迴路	18
------------------	----

§ II.2. 諧振曲線	23
--------------	----

§ II.3. 迴路在諧振頻率的倍數時的阻抗	26
------------------------	----

§ II.4. 複雜的諧振迴路	28
-----------------	----

§ II.5. 耦合的迴路	30
---------------	----

例題	26
----	----

習題	38
----	----

第 三 章 高頻電子管振盪器	40
----------------	----

§ III.1. 第一種及第二種振盪	40
--------------------	----

§ III.2. 振盪器中鉗極電壓的振盪形狀	42
------------------------	----

§ III.3. 高頻振盪器中的能量關係及工作情況	45
---------------------------	----

§ III.4. 振盪器極端電路	51
------------------	----

§ III.5. 鉗極被屏蔽的電子管之應用	52
-----------------------	----

習題	53
----	----

第 四 章 電子管振盪器的理論與計算	54
--------------------	----

§ IV.1. 直線式理想化了的靜特性曲線	54
-----------------------	----

§ IV.2. 鉅流截止角的概念	56
§ IV.3. 尖頂餘弦脈衝的分解為各分量	59
§ IV.4. 有調諧迴路時的工作	61
§ IV.5. 動態特性・邊界情況下振盪器工作的條件	64
§ IV.6. 振盪器等效電路	66
§ IV.7. 平脈衝時振盪器的工作	68
§ IV.8. 振盪器標極電路	70
§ IV.9. 四極管及五極管振盪器計算的特點	70
例題	72
第五章 電子管振盪器的技術計算	74
§ V.1. 計算公式的彙集	74
§ V.2. 初步計算	76
§ V.3. 技術計算	79
例題	81
第六章 電子管振盪器的線路	86
§ VI.1. 振盪器鉅極電路中的振盪迴路	86
§ VI.2. 鉅極饋給線路	90
§ VI.3. 振盪器的標極電路	95
§ VI.4. 振盪器的推挽式線路	100
例題	105
第七章 他勵電子管振盪器的調諧	109
§ VII.1. 調諧的任務	109
§ VII.2. U_g, E_g 和 R_{00} 的影響	109
§ VII.3. 用失調負載的振盪器的工作	111
§ VII.4. 調諧振盪器的程序	118
第八章 自勵電子管振盪器	114
§ VIII.1. 關於自勵的概念	114

§ VIII.2. 自動振盪器線路	115
§ VIII.3. 自動條件	121
§ VIII.4. 振盪頻率・自動方程式	126
§ VIII.5. 遷移現象	128
§ VIII.6. 負電阻振盪的產生	129
習題	132
第 九 章 在振盪器線路裏的高次諧波	133
§ IX.1. 頻率的倍增	133
§ IX.2. 利用高次諧波提高振盪器的功率和效率	135
§ IX.3. 因高次諧波而致振盪器效率的降低	137
§ IX.4. 高次諧波的過濾	139

第二編 控制高頻振盪

(調幅與操縱)

(B. H. 莫節利編)

第 十 章 關於調幅的一般知識	144
§ X.1. 無線電話調幅的基本方法	144
§ X.2. 被調幅的振盪的分析	149
§ X.3. 功率平衡	151
§ X.4. 調幅特性及頻率特性	153
習題	156
第 十 一 章 柵極調幅	157
§ XI.1. 變化偏壓的柵極調幅	157
§ XI.2. 使用偏壓調幅的基本線路	164
§ XI.3. 變化激勵振幅的調幅・被調幅的高頻振盪的放大	170
例題	177

第十二章 飯極調幅	180
§ XII.1. 直線性靜態調幅特性的條件	180
§ XII.2. 在調幅時振盪器的飯極線路	183
§ XII.3. 振盪器的設計	186
例題	189
第十三章 飯極調幅的線路	191
§ XIII.1. 概論	191
§ XIII.2. 調幅器的單邊線路	194
§ XIII.3. 推挽B類調幅器	195
第十四章 被屏蔽的電子管的調幅	209
§ XIV.1. 四極管振盪器的調幅	209
§ XIV.2. 五極管振盪器的調幅	210
第十五章 電報操縱	213
§ XV.1. 電報訊號的種類	213
§ XV.2. 電報操縱線路	215

俄中人名對照表

下 冊 目 錄

第三編 發射機

(З. И. 莫吉利及 И. X. 聶維須斯基 著)

第十六章 各種發射機的特性	219
§ XVI.1. 概論	219
§ XVI.2. 範的及電聲學的指標	219
§ XVI.3. 發射機的方塊圖	220
§ XVI.4. 發射機的機構	227
第十七章 發射機頻率的穩定	230
§ XVII.1. 影響振盪器頻率穩定度的因素	230
§ XVII.2. 具有平滑波段的共振振盪器	232
第十八章 用石英來穩定頻率	241
§ XVIII.1. 石英的物理性質	241
§ XVIII.2. 石英的等效線路	243
§ XVIII.3. 石英迴路的標準性和穩定性	244
§ XVIII.4. 石英振盪器	247
§ XVIII.5. 用石英在一波段內來穩定	252
第十九章 中和	254
§ XIX.1. 中和的一般問題	254
§ XIX.2. 電橋線路的基本性質	257
§ XIX.3. 單邊線路的中和	259
§ XIX.4. 推挽線路的中和	263
§ XIX.5. 實用的中和方法	268

§ XIX.6. 使用複雜電橋線路的中和	269
§ XIX.7. 被屏蔽的電子管	274
§ XIX.8. 使用三極管的線路	275
第二十章 發射機中的寄生振盪	280
§ XX.1. 概論	280
§ XX.2. 推挽寄生振盪	281
§ XX.3. 單邊寄生振盪	283
§ XX.4. 克服寄生振盪的方法	287
§ XX.5. 其他各種振盪	290
§ XX.6. 探索和抑制寄生振盪的方法	291
第二十一章 無線電發射機質量的指標	294
§ XXI.1. 無線電話發射機的頻率失真	294
§ XXI.2. 非直線性失真和寄生的調幅(交流聲的)	304
§ XXI.3. 用負反饋法(對抗性耦合)減小失真	307
§ XXI.4. 電報操縱時的失真	312
第二十二章 長波和中波發射機的特徵	318
§ XXII.1. 發射機線路的構成	318
§ XXII.2. 高頻零件概論	325
第二十三章 短波發射機的特徵	331
§ XXIII.1. 基本的特徵	331
§ XXIII.2. 高頻率零件概論	332
§ XXIII.3. 高頻鈔的構成	338
第二十四章 超短波(米波)發射機和振盪器的特徵	347
§ XXIV.1. 超短波振盪器的基本元件	348
§ XXIV.2. 超短波自激振盪器	351
§ XXIV.3. 超短波發射機的構造	355
第二十五章 特種調制和操縱	359
§ XXV.1. 單頻帶傳輸	359

§ XXV.2. 調相與調頻之概論	365
§ XXV.3. 調相及調頻線路	369
§ XXV.4. 頻率操縱	372
§ XXV.5. 脈衝操縱	375
§ XXV.6. 多通道傳輸	382
§ XXV.7. 脈衝調制	385

第四編 分米波段與厘米波段的振盪器

(H. X. 聶維須斯基 著)

第二十六章 電子與電場的交互作用	395
------------------	-----

§ XXVI.1. 電場中電子的運動	395
§ XXVI.2. 對流電流與感應電流	398
§ XXVI.3. 三極管中的現象	403

第二十七章 三極管振盪器	409
--------------	-----

第二十八章 調速管振盪器	418
--------------	-----

§ XXVIII.1. 雙迴路調速管	418
§ XXVIII.2. 反射調速管	425

第二十九章 磁控管振盪器	429
--------------	-----

§ XXIX.1. 磁控管的一般知識	429
§ XXIX.2. 磁控管中電子的運動	434
§ XXIX.3. 磁控管振盪器的振盪頻率與情況	440

附 錄

§ 1. 振盪及調制的三極管表	450
§ 2. 飯極被屏蔽的振盪管表	452

緒 論

一切無線電發送台，無論它們的線路、構造及任務如何，都包含下面的諸基本部分：發射設備——天線、發射機及其饋送設備。電能由饋送設備引入發射機，在這裏變成高頻振盪電能，再輸送至天線。

在現在這課程內，只研究發送設備的工作。至於發射機的饋電，天線設備，各種輔助系統（自動設備、冷卻設備等）等問題，將各自在其專門課程裏研究。關於這些問題，在這裏涉及時，只以發射台所有各部分之間如何聯繫的範圍為限。

無線電發送設備技術發展的歷史，正如同全部無線電工程一樣，追溯到偉大俄國學者亞歷山大·斯捷潘諾維奇·波波夫的工作，在 1895 年 5 月 7 日，他在俄國物理化學學會會議上，表演了第一個無線電接收機——雷電紀錄器，而在 1896 年 3 月 24 日又表演了世界上第一個無線電報的發送，達 250 米遠，在發射機上裝用天線後，波波夫很快就能增加無線電通訊的距離。

圖 1 為波波夫的發射機的線路圖，其中 K ——電報鍵， KP ——感應圈， HH ——火花隙， A ——天線；當火花隙打穿時，天線中就發生急劇衰減的高頻振盪。

無線電通訊的發展，最初沿着改進火花發射機技術的道路前進。為了增加距離，其

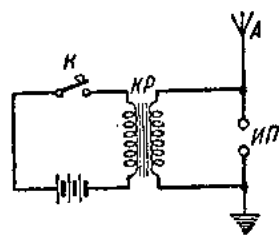


圖 1

功率逐漸增加達到幾十幾百瓩。例如，靠在列寧格勒和莫斯科附近的 100 瓩的火花發射站，幾乎能够與全歐洲保持無線電通訊。

隨着火花發射機數目與功率的增加，阻尼振盪的缺點就顯得更嚴重，其缺點是：每站所佔的頻帶極寬，因而對其他站的接收造成強烈干擾；阻尼振盪在其最初幾個週期內，電壓振幅太大，增加天線絕緣的困難；最後，用阻尼振盪不能得到滿意的無線電通話。因此非阻尼的振盪就起而代替了阻尼振盪。

最早的非阻尼振盪器是弧光式的振盪器，在比較短的一段時間內，就出現了 1500 仟瓦的弧光振盪器。它保證了一萬公里內的無線電報通訊，但是由於一系列大的缺點（如不能得到比 500—1000 米短的波長，發出的頻率不穩定，效率不高，操作複雜等），弧光振盪器就讓位於更完善的高頻電機。

曾製成了極完善的高頻電機：在我們蘇聯由 B. II. 伏羅丁教授作出了各種功率的機器的新式構造，一直到幾百瓩都有。在 20 年代初期，許多人以為遠距離電報通訊中，電機將成為高頻振盪器之基本型式。然而，短波通訊的廣泛應用，使人們不得不很快的又中意於第三類型的不阻尼振盪器——電子管。目前，為了在幾百仟週到幾千仟週頻帶內得到大的功率，有時也採用高頻電機。

具有控制柵的電子管（三極管、四極管、五極管）可用為產生一直到幾千兆週的振盪。當頻率更高時，由於電子飛越電子管的時間與振盪週期成為同級大小，這些電子管就失效了。為了產生這些頻率就利用了特殊的電子管（磁控管、調速管及其他），其原理恰好就基於利用電子飛越時的有限速度。因此，應用了電子管使我們得到從一週到幾十萬兆週。電子管振盪器之功率範圍是極寬廣的，可以從幾分之一瓦到幾百甚至幾仟瓩。

無線電報通訊實現了以後，很快的無線電話傳輸的想法也就產生了，最初的無線電話的實驗，是 1903 年 C. Я. 利夫西茨在波波夫領導下

所作的。這個實驗在那時不能得到發展，因為他是利用阻尼振盪而實現的。隨着不阻尼振盪器(弧光及電機)之出現，無線電話的實驗乃以更大的規模進行：在天線中插入微音器，其電阻隨着微音器膜的聲頻振盪而相應地變化着，這就引起了天線電流的變化，即高頻振盪的調制。這種原理的無線電話，只有功率在幾百瓦以下才能實現。低頻電子管放大器的出現，開闢了大功率調制的可能性。然而，在電子管中進行調制是容易得多，所以它一出現，無線廣播——隨後就是電視——就開始迅速的發展。

有兩種類型的電子管振盪器：a)自勵振盪器，б)他勵振盪器。自勵振盪器振盪之發生及維持，不需要外界振盪電源，而他勵振盪器之工作，必須要有外界振盪電源，他勵振盪器則把這個振盪放大。

目前自勵振盪器並沒有被單獨的用於通訊，這是因為對於所發生的頻率的穩定性的要求是顯著的提高了。但是自勵振盪器却廣泛應用於工業(高頻加熱——金屬表面之硬化及熔化、木材之烘乾等)，醫學以及超短波波段中的電定向及無線電中繼通訊等，因為在那裏所發生的頻率的穩定，目前還沒有決定性的意義。

圖2中示有現代無線電通訊中所用的發射機的方塊圖，高頻方面它包括幾級。第一級(Γ)是自勵振盪器，其中採用了特別辦法以保證所產生的振盪頻率的嚴格穩定。照例這些辦法只在第一級功率小的時候(約一瓦或幾分之一瓦)才有效。後面的各級(ΠC)，是他勵振盪器，

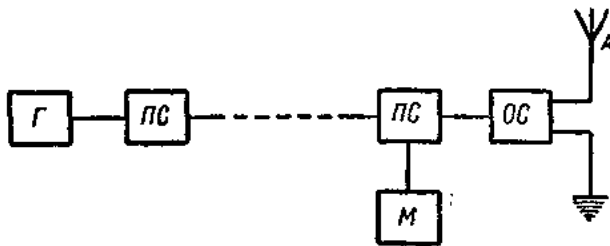


圖 2

必要時，其中一部分不僅用作放大第一級所產生之振盪，而且同時用作頻倍。末級(OC)與天線聯結。

除了高頻的各級外，發射器還包含有控制振盪的裝置(M)：在電報發送時為操縱器，在電話及電視發送時為調制器。此裝置作用於高頻的一級，也可以包含幾級較低頻率的放大。

電子管振盪器及發射機技術之發展，在相當大的程度上應歸功於蘇聯學者和工程師們。M. A. 邦奇伯魯也維奇教授起了傑出的作用，他作出了當時最大的電子管(1922年他製造了30瓦而在1925年製造了100瓦的電子管)。在世界技術界中他第一次引入了用水冷卻電子管的原理，作出第一個強力的電子管發射機，在無線電話提出了一系列獨創性的線路。例如，1922年他建立起第一個功率12仟瓦名叫“共產國際”的廣播電台，而1927年建立了40仟瓦的電台，這兩個廣播電台，都是當時世界上最大的。

無線電發送設備理論方面的發展，與傑出的學者院士 M. B. 許列依金的名字是聯繫着的。他在理論與實際方面的工作，早在第一次世界大戰前即已開始。其所涉及之問題甚廣，如振盪器、天線、調制等都有。在其自身執教過程中，他(還有那優秀課本“無線電工程”的作者 H. P. 弗雷曼教授)作了許多深刻的理論分析的實例，這些分析都是為了清楚地了解現象和建立工程計算的理論基礎所必需的。這樣就產生了蘇維埃無線電工程師學派，他們在與設計新型無線電發送設備的同時，創造了獨特的工程計算方法，研究了無線電發送設備所有的基本的理論問題。下面各章所研究的材料，絕大多數都是基於蘇聯學者的工作及其所提出的計算方法。

我們現在回到電子管振盪器，它的計算的困難，是與電子管靜態特性曲線形狀的複雜相聯繫着的。許列依金採用了把特性曲線理想化的辦法，即把特性曲線當成直線的辦法，在這個基礎上，蘇聯學者創造了三極管振盪器的計算方法，隨後又創造了四極管及五極管振盪器的計

算方法 (A. И. 伯爾格、A. И. 敏茲、И. Г. 卡利亞茨金、B. И. 亞西耶夫、C. И. 耶夫察諾夫、B. H. 索蘇諾夫、C. A. 杜羅波夫等)。振盪器計算方法由於院士 A. И. 伯爾格的工作而全部得到完成，伯爾格創造了振盪器工作於任何情況下計算方法的嚴整系統，本書中所述的振盪器的計算，即基於伯爾格方法。

在自勵振盪器工作的各種問題，頻率穩定度問題以及其他問題方面由於蘇聯學者的努力，目前已得到廣大的進展(創造“非直線性無線電技術”學派的院士 Л. И. 曼達里士丹及 H. Л. 伯伯列克斯、A. И. 伯爾格、Л. A. 羅日斯科、M. C. 涅曼、B. K. 申伯利、Г. A. 斯依特隆諾、C. И. 耶夫察諾夫、Ю. B. 科伯薩列夫、B. H. 索蘇諾夫等)。

轉變到他勵振盪器，就引起了很大的困難，這特別對於短波及超短波發射機而言是如此。原因就是電子管內部電容的存在，使各級的鉅極電路與柵極電路有很強的耦合，於是發生了中和這種耦合的問題。在中和線路的研究和創造中，蘇聯無線電專家起着領導的作用 (Г. A. 斯依特隆諾及其他)。在我們蘇聯及國外，大部分現代的短波及超短波發射機，都是採用 1929 年 M. A. 邦奇伯魯也維奇提出的公有柵極的線路(即柵極接地的線路——譯者)。

無線電話及電視的發展，要求調制理論之建立及調制方法之研究。蘇聯無線電專家在這方面也佔有領導的地位 (A. И. 敏茲、И. Г. 卡利亞茨金、H. K. 茲多夫、И. И. 奧格諾夫、H. Г. 克魯格羅夫、C. B. 俾魯遜等)。無線廣播電台功率的迅速增加，以致達到幾百瓩，應歸功於蘇聯專家們。蘇聯科學院通訊院士 A. И. 敏茲在強力無線電的建設發展中，起了傑出的作用。在建設蘇聯大的廣播無線電台中，電子管發射機功率之合成的獨創辦法被第一次實現。電子管發射機在蘇聯和外國已得到廣泛應用。

在不同波段(包括米波波段)的發射機的製造，要求研究許多問題。這些問題之解決，在蘇聯專家一系列的工程研究中得到了反映 (A. M.