



中等專業學校教學用書

長 途 電 信

B. A. 諾維科夫 著
A. II. 列茲維雅科夫

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



長途電信

B. A. 諾維科夫 著

A. II. 列茲維雅科夫

班冀超 譯

潘恂如 甯桓九 校

高等教育出版社



本書是根據蘇聯國立電訊書籍出版社（Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио）1951年出版的諾維科夫和列茲維雅科夫（В. А. Новиков и А. П. Резвяков）合著的“長途電信”（Дальняя связь）增訂第二版譯出的。原書經蘇聯郵電部教育司審定為電信中等技術學校教科書。

本書除了敘述長途電信機各部分作用原理，還介紹了各種載波機的構造，並以相當長的篇幅闡述“長途機械室”和“長途通信網”設計的原則。書裏提出了許多規範和標準數據。

本書由北京鐵道學院電信信號系班冀超翻譯，譯稿經該院潘恂如暨郵電部設計局審榷九共同校訂。

長 途 電 信

В. А. 諾維科夫, А. П. 列茲維雅科夫著

班冀超譯

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證出字第〇五四號）

上海春明印刷廠印刷 新華書店總經售

書號 15010-167 開本 550×1168 1/32 印張 15 11/16 插頁 3 字數 336,000

一九五五年六月上海第一版

一九五七年一月上海第三次印刷

印數 3,001-4,000

定價(10) 2.30

序

我們祖國（指蘇聯，以下同——譯者註）國民經濟的發展在電信技術各部門的面前（特別是長途通信技術的面前）提出了重大的任務。

隨着明線的和電纜的載波通信幹線網的擴大，在採用祖國製造出的新式通信機的基礎上，長途通信網今後廣闊的發展需要大量新的、培養得很好的中級技術專門人材。這些幹部由郵電部中等電信技術學校來培養。這本教科書就是為它們準備的。

這本書和第一版一樣，敘述遠距離長途通信的理論、組織及設備各方面的問題。二線式迴路或四線式迴路上在現有條件下組織的全部通信，都在本書討論之列。其中祇不包括直流脈衝電報，它在“電報學”課程裏討論。

這本書包括了 1950 年所審定的中等電信技術學校“長途電信”課程大綱的全部章節。第一版未提到的問題，其中如長途機械室、會議電話等等都補充進來了。材料的配置是根據新的課程大綱。

這本教科書在闡述“長途電信”原理的同時，還以相當的篇幅來敘述新式長途通信機。

最後，當編寫這本書時，基本上考慮了中等電信技術學校和一些個人的希望，他們把自己對於第一版的評論和批評送到了郵電出版社。

著者對於提出意見和願望的一切中等技術學校和個人讀者們表示誠摯的謝意。

本書緒論，第一章的 1.3—6 節；第七章的 7.1 節；第八章、第九章的 9.2 節；第十章、第十一章；第十二章的 12.1 節、12.3—12.17 節；第十三章；第十八章的 18.6—18.8 節及第十九章是諾維科夫（В. А. НОВИКОВ）寫的；而第二章；第七章的 7.2，7.3 節；第九章的 9.1 節；第十二章的 12.2 節；第十四—十七章；第十八章的 18.1—18.5 節是列茲維

雅科夫(А. П. Резвяков)寫的;第十二章的 12.18—12.21 節是布洛興(А. С. Блохин)寫的。

對於本書的任何批評請寄至國立電訊書籍出版社(Москва центр, Чистопрудный бульвар, 2, Связьиздат)。

著 者

目 錄

序	3
緒論	11
第一章 組織長途通信的一般原則	17
§ 1.1 長途通信的任務	17
§ 1.2 長途通信所用的線路的種類	18
§ 1.3 直通電話傳輸的距離及其加遠的方法	19
§ 1.4 傳輸的電平	23
§ 1.5 提高通信線路使用率的方法	24
§ 1.6 用幻通迴路通信的電路	29
§ 1.7 非直線性阻抗的概念	31
§ 1.8 非直線性阻抗的主要性質	32
§ 1.9 用非直線性阻抗以變頻法傳送信號	35
§ 1.10 用變頻法傳輸形狀複雜的信號	37
§ 1.11 高頻電話的基本電路	38
§ 1.12 單邊帶的傳輸	39
§ 1.13 線路不傳送載頻電流的制度	41
§ 1.14 送信變頻器輸出端有益電流的波形	44
§ 1.15 調頻的概念	48
§ 1.16 高頻多路電信	51
§ 1.17 通信路及其種類，第二次登用	52
第二章 放大器	54
§ 2.1 放大器的功用及所用電子管的種類	54
§ 2.2 電子管放大器放大的過程，放大率及得益	55
§ 2.3 放大級的功用及對各級電子管參數的要求	59
§ 2.4 放大器內的畸變	60
§ 2.5 前級放大級	66
§ 2.6 輸出級(功率放大器)	81
§ 2.7 負回授放大器	91
§ 2.8 負回授放大器的基本電路	96

§ 2.9 放大器的輔助元件	100
第三章 電子管交流發生器	116
§ 3.1 振盪器的功用及對它的主要要求	116
§ 3.2 電子管振盪器的構造及作用原理	117
§ 3.3 第一類振盪及第二類振盪	122
§ 3.4 振盪器(自激的發生器)的等值電路	124
§ 3.5 電子管發生器自激的條件	125
§ 3.6 在電子管發生器內供給柵偏壓的方法	127
§ 3.7 分路供電的振盪器	129
§ 3.8 電子管振盪器頻率的穩定	130
§ 3.9 強迫現象及載頻的強迫同步作用	137
§ 3.10 振盪器輸出功率的穩定	140
§ 3.11 諧波發生器	141
第四章 變頻器	147
§ 4.1 變頻器的類型	147
§ 4.2 氧化銅的非直線性元件及其主要性質	147
§ 4.3 最簡單的單式氧化銅變頻器	149
§ 4.4 推挽式氧化銅變頻器	152
§ 4.5 雙推挽式或環狀氧化銅變頻器	155
§ 4.6 氧化銅變頻器的衰耗	157
§ 4.7 氧化銅變頻器的一些運用特點	160
§ 4.8 三極管變頻器	161
§ 4.9 電子管平衡變頻器	167
§ 4.10 調頻振盪的獲得和接收法	169
第五章 二線式增音機及其原理	173
§ 5.1 二線式增音機的類別及其應用的範圍	173
§ 5.2 分出聲頻話路的方法	173
§ 5.3 雙向增音機的構造原理	177
§ 5.4 雙向增音機的放大元件	180
§ 5.5 差分系統及其基本特性	182
§ 5.6 二線式增音機的輸入阻抗及得益的標稱數值	192
§ 5.7 二線式增音機的回授及發生振盪的條件	193
§ 5.8 雙向增音機的臨界得益	195

§ 5.9	回授所產生的畸變	196
§ 5.10	雙向增音機的回授現象對於電話沿二線式通路(有增音機) 傳輸的距離的影響	198
§ 5.11	有雙向增音機的迴路的穩定度的求法	199
§ 5.12	有中間增音機的二線式迴路增音區段的容許長度	203
§ 5.13	終端聲頻增音機的採用	204
第六章	四線式聲頻話路	206
§ 6.1	四線式聲頻話路	206
§ 6.2	四線式聲頻通路應用的範圍	208
§ 6.3	四線式通路的電回授現象	209
第七章	使用中的典型聲頻電話增音機	212
§ 7.1	聲頻電話增音機的類別	212
§ 7.2	明線及電纜所用的通用增音機的主要電路	213
§ 7.3	通用增音機的構造及電源	220
第八章	平衡網及其迴路	222
§ 8.1	用以平衡同種線路的平衡網	222
§ 8.2	用電感圈去平衡人工加感的線路	224
§ 8.3	複雜線路的平衡	226
§ 8.4	在實際情況下線路所容許的平衡質量	229
§ 8.5	平衡網元件的原始數據	231
§ 8.6	用以調整增音機的可變平衡網	233
§ 8.7	平衡網元件的實際選配(增音機的調整)	234
§ 8.8	平衡網選配質量的檢查	238
§ 8.9	固定平衡網的裝配	240
第九章	聲頻呼叫設備	242
§ 9.1	聲頻呼叫設備概述	242
§ 9.2	聲頻呼叫設備的電路	243
第十章	聲頻話路的電特性及傳輸標準	247
§ 10.1	表示聲頻話路傳輸質量的主要數值	247
§ 10.2	淨餘衰耗及其頻率特性	247
§ 10.3	話路的波幅特性	250
§ 10.4	聲頻話路的穩定度	254

§ 10.5	行進時間及其對於電話傳輸質量的影響	252
§ 10.6	話路的雜聲	253
§ 10.7	串話作用	255
§ 10.8	有增音機的聲頻話路的傳輸距離	257
§ 10.9	聲頻話路電性質的主要要求	259
§ 10.10	聲頻話路的轉接	262
第十一章	高頻電話機系統及其方框圖	267
§ 11.1	二線式線路的高頻雙向電話系統	267
§ 11.2	二線式雙帶高頻通信制的主要特性	269
§ 11.3	四線式單帶高頻通信制	274
§ 11.4	高頻電話的單制和羣制	276
§ 11.5	十二路機組的設備	278
§ 11.6	多次變頻的多路高頻電話	283
§ 11.7	自動得益調節裝置	289
第十二章	使用中的典型高頻電話機	299
§ 12.1	高頻電話機之分類及疊用的波譜	299
§ 12.2	供地區通信之用的單路電話機(BUP-50)	300
§ 12.3	OKC 型高頻電話機的總介紹	306
§ 12.4	OKC 型終端機的結構	307
§ 12.5	OKC 型機高頻設備的主要部分	311
§ 12.6	OKC 型機內聲頻設備的主要元件	325
§ 12.7	OKC 型機的線路設備	327
§ 12.8	OKC 型終端機的構造及電源	328
§ 12.9	OKCII 型中間增音機的結構	329
§ 12.10	OKCII 型中間增音機的構造及其電源	331
§ 12.11	B-3 型三路高頻電話機概述	331
§ 12.12	OB-3 型終端機的結構	334
§ 12.13	OB-3 型端局分路設備的基本元件	338
§ 12.14	OB-3 型端局羣設備的主要元件	345
§ 12.15	OB-3 型端局的構造及其電源	367
§ 12.16	IIБ-3 型中間增音機	369
§ 12.17	IIБ-3 型中間增音機的構造及其電源	371
§ 12.18	B-12 型十二路明線高頻電話機的總介紹	372
§ 12.19	B-12 型終端機的結構	375

§ 12.20 B-12 型中間增音機的結構	385
§ 12.21 B-12 型載波機的構造及其電源	387
第十三章 高頻話路電的特性及傳輸規範	391
§ 13.1 表示高頻話路傳輸質量的數量	391
§ 13.2 高頻話路的淨餘衰耗	391
§ 13.3 高頻話路的波幅特性曲線	392
§ 13.4 高頻話路的穩定度	392
§ 13.5 行進時間對高頻話路傳輸質量的影響	393
§ 13.6 高頻通路裏的電氣回聲	393
§ 13.7 雜聲及其對高頻話路傳輸的影響	394
§ 13.8 高頻話路裏的串話	397
§ 13.9 對於高頻話路電方面特性的要求	401
§ 13.10 高頻通路的轉接	405
第十四章 無線電通信線路	407
§ 14.1 無線和有線聯合的通信線路	407
第十五章 聲頻電報	410
§ 15.1 載波電報的總介紹	410
§ 15.2 聲頻電報通路傳輸的原理	414
§ 15.3 TT-12/16 型聲頻電報機	423
第十六章 傳真電報通信	429
§ 16.1 傳真電報的原理	429
§ 16.2 傳真電報通路的主要性質	432
§ 16.3 TYΦT 型傳真電報和廣播通路的中繼裝置	435
第十七章 廣播及會議電話	438
§ 17.1 廣播通路	438
§ 17.2 會議電話(ДЛТС)	442
§ 17.3 會議電話的電路	442
§ 17.4 會議電話中心站的方框圖	444
第十八章 長途機械室	447
§ 18.1 總論	447
§ 18.2 引入換接設備	449
§ 18.3 配電的和調節電流的機器	460

§ 18.4 長途機械室迴路的換接	464
§ 18.5 長途機械室內設備的佈置	467
§ 18.6 長途機械室技術管理的原理	470
§ 18.7 通信通路的登記	475
§ 18.8 長途機械室執行維護測量的基本指示	475
第十九章 長途通信站和通路的設計原理	478
§ 19.1 建設長途通信網的原則	478
§ 19.2 長途電信設計的基本步驟	479
§ 19.3 幹線的初步規劃	480
§ 19.4 長途電信載波幹線電氣計算的原理	482
§ 19.5 設計長途機械室的基本指示	489
參考書目	496
縮寫字及譯名對照表	497

緒 論

長途通信技術發展的歷史可以分爲兩個時期：第一個時期的特點是聲頻電話的發展，而第二個，也就是近代時期，可以稱爲高頻電話時期。

在第一個時期的開始，長途電話是沿鋼線來通話，並且距離較短。但是爲了增加通信距離，很快地採用了有色金屬（銅、鋁）的導線，並且加大了導線的直徑。在那個時候，在一個長途迴路上祇通一個電話；在迴路上沒有任何的附加通信。終端局的通話是在特設的通話所裏進行的，以便把用戶在城市區段的線路的衰耗排除於長途迴路之外，從而增加通信距離。在那個時候，規定了長途通信必須採用二線式迴路，並且作交叉，以便避免互相影響和受外部的干擾。

在 1880 年，帝俄軍隊裏的依格納奇耶夫（Г. Г. Игнатъев）上尉在長途通信技術歷史上第一次提出沿一個迴路同時通話、通報的電路，用濾波器把話路和報路分開。這個日期可以認爲是長途迴路應用重疊技術發展的開端。在國外，在 1882 年才由李偕里別爾格（Ван Риссельберг）提出了同樣的建議。

格沃茲傑夫（Е. И. Гвоздев）在 1893 年提出比較新式的疊用電路，並且實地運用在敖德薩-尼古拉耶夫線路上，沿二線式迴路傳輸一個電話和兩個電報。這個電路實質上就是採用了高通和低通濾波器，並且爲了沿話路來呼叫，實際上採用了聲頻呼叫制。這種電路一直到現在仍然使用，名爲“聲下電報”。和這種制度的創造者同時代的人稱它爲“格沃茲傑夫制”。

1896 年沃依納羅夫斯基（П. Д. Войнаровский）在“郵電雜誌”上發

表了他自己關於電話傳輸理論研究的成果。沃依納羅夫斯基提出了電話傳輸的基本方程式，這種方程式在通信技術上到現在一直採用着，以後將仍被使用；這種方程式時常被不公平地稱為布列依吉格（Брейзиг）方程式，雖然布列依吉格的著作在 1910 年才發表出來。

把電感圈接在線路裏以人工提高線路電感的辦法是在 1900 年提出的。這個方法把通話距離增至 2—4 倍。

除此之外，也曾利用過特殊的“放大器”，企圖增加通話的距離，這種放大器是具有公共薄膜的複合送受話器。這種放大器的一種大約在 1910 年由庫茲涅佐夫（А. А. Кузнецов）提出的。這些放大器對於傳輸畸變很大，並且加大了迴路裏的雜聲；因此未能推廣。

一直到第一次世界大戰，長途通信技術的發展是沿着這樣的道路前進的：（1）減小線路的每公里衰耗數，以增加通信距離；（2）用二線式迴路去組織一個電話和一兩個電報，以提高線路的傳通能力。

在第一次世界大戰期間，長途通信技術採用了電子管，研究出了電話放大器的電路和構造，並且改進了電濾波器。

用電子管來放大電話電流，使得沿架空明線傳輸的距離增加數倍之多，也不用人工加感了。此外，應用放大電話電流的原理，能保證沿電纜線路通遠距離的電話。

在俄國，製造電子管放大器以加遠沿電話線傳輸距離的工作是 1915 年柯瓦林科夫（В. И. Коваленков）創始的。

第一次世界大戰結束後，長途通信技術的發展開始進入第二個時期。1895 年波波夫（А. С. Попов）發明無線電，應該認為是轉入這個階段的基本前提，因為現代長途電信技術，實質上就是把無線電技術運用在有線電話和有線電報上。高頻有線電通信技術範圍內的第一個專利權是 1906 年在俄國取得的，而在國外到 1910 年才有類似的發明。

祇是在電子管改進之後，用它來發生振盪、放大和整流，並且在電濾波器改良之後，實地採用新的通信法才成為可能。

第一批名為高頻電話機和交流電報機的按新法通話和通報的設備在 1918—1920 年實地使用。在這個時期裏還進行了沿導線傳送圖像的最早的實驗，並且進行了無線電廣播的試播。

以後年代的特點是高頻電話、聲頻電話、交流電報的發展，以及實地組織傳真電報和廣播。

長途通信技術發展的成就使得一個有色金屬明線迴路同時通話的數目達到 4—5 個，而沿一個電話通路同時通報的數目達到了 12—18 個。長途線路傳輸的距離已經增加到如此之遠，幾乎不受限制。有線和無線聯合運用，使環繞全球都能夠通信。

在這個世紀的三十年代裏作出了很多重要的發明和改進，使長途通信技術得以徹底改造。其中主要的是多極電子管、新型放大器、石英濾波器、改良了的磁性材料等等。這一切把通信的質量顯著地提高了，並得以進而不祇在明線上，並且在電纜線路上組織數目很多的高頻電話。例如，現今在一對有色金屬明線上能夠組織 16—19 個電話，沿普通電纜的兩對芯線能組成 12—24 個電話，而沿兩對同軸電纜能組成 200—960 個電話。

在蘇聯，長途通信是在偉大的十月社會主義革命之後才開始廣泛地發展的。布爾什維克黨和蘇維埃政府對於電信（尤其是長途電信）的發展過去和現在一向都極為重視。由於蘇維埃國家的創造者和領導者列寧和斯大林的幫助和支持，蘇聯創造了自己強大的通信器材工業，並且組織了有系統、有計劃的長途通信線路的建設。

在長途通信技術歷史上，蘇聯首先實現了世界上最長的有線電話。蘇聯學者和專家們一系列的理論和實際的研究工作促成了這些成就。

1915 年柯瓦林科夫開始研究電話線路所用的電子管增音機，他同國外學者毫無關係地獨立進行，在 1919—1921 年研究出了很多電話中間增音機的電路。1922 年按照 1921 年十月五日勞動和國防會議議決而經列寧簽署的決定，在莫斯科—彼得格勒的電話線路上安裝了柯瓦林

科夫式第一個蘇聯電子管的電話中間增音機。由此奠定了蘇聯長途電信網發展的開端。

在這同一時期，柯瓦林科夫首先提出了高頻有線電話終端機的電路，並取得了專利權。

1922—1923 年，舒列依金(М. В. Шулейкин)研究出來了很多關於鋼線高頻電話的理論問題。施馬科夫(П. В. Шмаков)和庫普里雅諾夫(Г. А. Куприянов)在 1923 年共同進行了沿鋼線通高頻電話的首次實驗，證明了這種通信有實現的可能。

1925 年“紅霞”(Красная заря)工廠生產出第一批電話中間增音機的工業品，從這個時候起，蘇聯長途電話線路就開始大量採用它了。頭一批安裝中間增音機的工作是在巴耶夫(Н. А. Баев)、奧西鮑夫(Д. И. Осипов)等人的技術領導下由通信科學研究院集體完成的。到 1932 年年初，用大批蘇聯製造的增音設備裝備起來的幾千公里長的直達幹線已經建成了，在這同一時期，巴耶夫研究出了很多關於有中間增音機的電話線路穩定度的計算問題，魏立金(Я. И. Великин)則提出了以工作穩定度大為其特點的聲頻呼叫接收器的新穎電路。

對於高頻電話技術的發展同時也是極其重視的；蘇聯第一批有色線路的高頻電話機是 1925—1926 年由列寧格勒科學試驗所在阿茲布金(П. А. Азбукин)領導下製造出來的。這種機器在 1926 年試驗於莫斯科—列寧格勒有色迴路上。

同時，1925—1926 年中央有線電信實驗室(ЦЛПС)在李斯托夫(В. Н. Листов)領導下進行了高頻電話機工業樣品的設計。這些設計交給了“紅霞”工廠，這個工廠起初按照中央實驗室的機型製造高頻電話機，然後從 1934 年開始製造自己設計出的 СМТ—34 型傳送載頻電流的機器。“紅霞”工廠從 1935 年生產 СМТ—35 型不傳送載頻電流的高頻電話機，這種機器是在沃斯托闊夫(М. Н. Востоков)總領導下，由保羅德久克(Г. Г. Бородзюк)、耶果洛夫(К. П. Егоров)、契爾內(В. Г.

Черный)、阿瑪蘭托夫(В. Н. Амарантов)諸人參加設計出的。

隨着電話迴路的增多和高頻電話的推廣,需要改進明線通信線電方面的特性,並且消除話路彼此之間的影響。這些問題都曾在阿庫里申(П. К. Акулышин)、巴耶夫等人的工作裏研究過。阿庫里申就有色迴路在很寬的頻帶內疊用並受着一些其他迴路的影響的這種情況下特別詳細地、精密地研究了電話迴路交叉的理論。1934年阿庫里申指出有色迴路在100 仟週以內頻帶裏疊用^①的可能性,並且指出這種迴路能夠用銅皮很薄的雙金屬線。

1933—1934年工業方面的、運用方面的和通信科學研究院的工程技術工作者在巴耶夫和安德列耶夫(Д. М. Андреев)領導下共同擬定了通信站典型設備系統,稱之為長途機械室,在蘇聯長途電信網廣為應用。這個時候並且創造出蘇聯的傳真電報機、有線廣播機、會議電話機和超聲頻電報機。

蘇聯科學和長途通信技術在這個時期裏的成就實地表現在建設了世界上第一個最長的電話通信。在阿庫里申、巴耶夫等技術領導下所建設的這些幹線是蘇聯科學和技術值得驕傲的事實。

1938—1939年中央通信科學研究院和工業界工作者在波略克(М. У. Поляк)、巴西克(И. В. Басик)、阿金菲耶夫(Н. Н. Акинфиев)等人領導下集體設計了十二路高頻電話機,用來疊用有色金屬的迴路,頻帶高到150 仟週。這種機器的樣品在1941年初裝設起來,機器本身和它所構成的通路都表現出很高的質量。

在偉大的衛國戰爭期間,蘇聯長途電信工作者在重建、發展和恢復長途通信網的事業裏付出了很大的勞動,保證了戰時的需要。例如在戰爭時期,工業界和中央通信科學研究院的全體工作人員在耶果羅夫、哈列佐夫(Б. В. Халезов)等人領導下創造出很多的高頻通信系統。

偉大的衛國戰爭結束之後,蘇聯的長途通信網,無論明線線路或電

① 譯者註:即頻率高到100 仟週的載波的迴路。

纜線路，在恢復和發展方面都進行了很大的工作。按照斯大林的戰後恢復和發展國民經濟的五年計劃，在 1946—1950 年建設了很多新的明線的和電纜的長途通信幹線，並且生產出最新型的載波電話機和電報機。

在戰後的時期裏，新式聲頻設備和用在明線及電纜長途通信線路上的新式高頻電話機被設計出來了，並且付諸實用了。

這些設計是工業界和科學界工作人員在阿瑪蘭托夫、斯塔里欽(Г. В. Старицын)、烏達洛夫(А. П. Удалов)、保羅德久克、布洛興等人領導下集體進行的。