

電訊傳輸

(附 網絡原理)

陳 湖 編

龍門聯合書局印行

大 學 用 書

電 訊 傳 輸

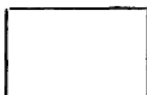
(附 網 絡 原 理)

陳 湖 編

龍門聯合書局印行

電訊傳輸

版權所有



不准翻印

一九五一年九月初版

一九五一年十月再版

定價人民幣 ^{精裝本} 54,000 元
_平 46,000 元

編者

陳

湖

出版者

龍門聯合書局

上海南京東路六一號一〇一室

電話 一八八一九

總發行所

中國科技圖書聯合發行所

上海中央路二四號三〇四室

電話 一九五六六

電報掛號 二一九六八

分銷處

龍門聯合書局及各地分局

上海總店 河南中路210號

上海支店 南京東路157號

北京分局 東安門大街82號

北京南城支店 琉璃廠103號

北京西城支店 西單福壽商場6號

重慶分局 中山一路368號

漢口分局 江漢一路3號

瀋陽分局 太原街40號

天津分局 羅斯福路308號

西安分局 中山大街217號

前 言

編者歷年擔任“電話傳送”“電訊傳輸”及“電訊網絡”各課，深深感覺到選擇課本的困難。例如 Johnson 的 “Transmission Circuits for Telephonic Communication”，Shea 的 “Transmission Networks and Wave Filters”，Guillemin 的 “Communication Networks” 等以前雖曾風行一時，但是現在或嫌過於陳舊，若干新的發展均付闕如；或嫌內容繁瑣，致使讀者不能獲得明晰的觀念。編者前在德時曾隨 Wallot 教授研讀他所著 “Schwachstromtechnik” 一書，覺得所選材料至為恰當，講解亦極明晰。然彼時尙係初版，至 1944 年已有第四版刊行，內容愈見豐富。氏為德國名物理學家，同時任柏林西門子廠高級工程師，所以該書不僅具有嚴密的理論基礎，並能密切結合實際；若干例題及資料係由許多論文中選來，所以涉獵至廣，但是又不流於艱澀。

鑒於該書之種種優點，編者早有意將其改編為中文教本，自去春起開始整理材料，着手編寫，以該書為藍本，同時參考其他德文及蘇聯英美資料並根據個人教學經驗加以補充與修改。動筆未久，適中央教育部召開全國高等教育會議，會議中曾釐訂大學各系的課程標準，編者乃復根據所訂電機系電訊組的課程內容將材料重加考訂編排，使本書可適用為“電訊網絡”及“電訊傳輸”的課本。本書中第一章對於電場及磁場作一扼要的敘述，如時間不敷可以略去，但須隨時作為參考之用。第十四章論及長途通訊網的設計原理，係根據 Mayer 及 Rabanus 的論文而寫，是章取材較專，講授者可視實際情況以決定取捨，但有關的電訊工作者對於此項材料則值得加以研究，以作改進我國長途通訊的參考。

Wallot 教授曾以其書在西門子廠中央實驗室講授，其對象為大學畢業在該廠工作的工程師，國外派赴該廠的實習人員，以及有經驗的技術人員，使他們能在理論基礎上獲得進一步的鞏固與提高。因此本書非但適用於大學教本，並且對於電訊從業人員亦有值得閱讀的價值。

Wallot 原書爲了保持謹嚴的體裁和使讀者容易獲得物理的觀念起見，對於許多等式，未曾逐步導演。編者因此亦採取此項體裁並對較繁難的等式在其旁註以星號，且於附錄二中一一演出，讀者可在其中查閱，以濟眉目。這樣，講授者可以在觀念方面多加解釋，使得教學效率增高；閱讀者，尤其是電訊從業人員，亦可免去摸索之苦，以引起自修的興趣，提高自學的效率。

本書的等式很多，單位方面如用中文表明，則反嫌冗長不便，故仍照原書用正體的英文字母表明之，並於書末加以說明，以便查考。凡外國人名地名，因為大多無標準譯名，所以除少數習用的國名外，其餘仍用原文。書中專門名詞很多，編者特於書末編列索引，以中文為主，另附英、德二種譯名，以便讀者參考。此外又在書末附列參考資料，並請讀者注意。

本書在編寫過程中承本校物理系教授許國保兄校閱第一章並提出指正，同濟大學電機系教授許德紀兄隨時提示意見，並供給資料，俱應致以深切的謝意。此外承龍門聯合書局在該局來稿極度擁擠中，仍惠予協助，促成早日付梓，使本書克底於成，編者深表衷心的感謝。

最後，編者希望本書之刊行對於我國電訊建設事業能有微末之貢獻，但以傳輸學說發展至爲迅速，編者學識不足，掛漏諒多，因此難免有力不從心之感。所望國內讀者惠予指教，以匡不逮，其他如有紕繆，並請隨時不吝指正。

陳湖於上海交通大學

一九五一，五，十七。

目 錄

	頁數
導 言.....	1

第一章 電場及磁場

§ 1.1	電場強度.....	5
§ 1.2	電場強度及電流密度;歐姆定律.....	6
§ 1.3	電功及電壓.....	7
§ 1.4	單位 kg_e/Coul 與單位 V/cm 的關係.....	7
§ 1.5	電壓的廣義的定義.....	8
§ 1.6	靜電場.....	8
§ 1.7	無旋場.....	9
§ 1.8	電位.....	9
§ 1.9	電動勢.....	10
§ 1.10	庫倫定律.....	11
§ 1.11	電的位移.....	11
§ 1.12	長線的位移場.....	12
§ 1.13	二平行面間的位移場.....	13
§ 1.14	位移與場強的關係.....	13
§ 1.15	位移電流.....	14
§ 1.16	電容.....	15
§ 1.17	常用的電容單位.....	16
§ 1.18	電容器的能函.....	16
§ 1.19	正弦電壓中的介電納.....	17
§ 1.20	由位移電流所形成的三角形.....	18
§ 1.21	磁感應的第一種定義.....	19
§ 1.22	磁感應的轉動向旨.....	20

§ 1.23	磁感應的旋軸矢量，方向規律	21
§ 1.24	磁感應的第二種定義	22
§ 1.25	感應電流的轉動向旨與方向規律	22
§ 1.26	Biot-Savart 定律	23
§ 1.27	磁場強度	24
§ 1.28	非鐵質體的導磁係數	25
§ 1.29	環形錄卷	26
§ 1.30	鐵質體	27
§ 1.31	可逆性導磁係數	28
§ 1.32	磁路的歐姆定律	29
§ 1.33	磁滯損失	30
§ 1.34	磁滯迴線用拋物線段表明的方法	31
§ 1.35	割裂的環形錄卷	32
§ 1.36	感應電流	33
§ 1.37	感應定律作為電磁場定律	35
§ 1.38	非鐵磁心環形錄卷的電感	36
§ 1.39	鐵磁心環形錄卷的電感	37
§ 1.40	無漏的環形變量器	38
§ 1.41	耦合係數及磁漏度	39
§ 1.42	錄卷中的能函	39
§ 1.43	磁鐵的吸力	40
§ 1.44	具有電阻，電容及電感的電路	41

第二章 傳輸錄的基本參數

§ 2.1	錄之種類	43
§ 2.2	直流電阻	44
§ 2.3	線路電阻	44
§ 2.4	有效電阻	44
§ 2.5	趨膚效應	45
§ 2.6	電感的計算	47
§ 2.7	同軸電纜的電感	48
§ 2.8	兩平行錄間的互感	48

§ 2.9	一圓截面形導線的自感	50
§ 2.10	線路的自感	51
§ 2.11	單位長度同軸電纜的電容	51
§ 2.12	對稱明線的部份電容	52
§ 2.13	對稱明線線路的對稱電容	54
§ 2.14	明線線路的合電容	55
§ 2.15	漏導	56
§ 2.16	同軸電纜的漏導	56
§ 2.17	具有集總常數的短線	57

第三章 電訊基本理論

§ 3.1	端電壓	59
§ 3.2	二端網:電阻的串聯	60
§ 3.3	二端網:電阻的並聯	60
§ 3.4	電阻與電導並聯	61
§ 3.5	串並聯電路;分壓器	61
§ 3.6	二端網與二端電源:基本等式	62
§ 3.7	二端網與二端電源的連接	64
§ 3.8	橋路中的電流	64
§ 3.9	三角形與星形連接的變換	65
§ 3.10	對偶關係	66
§ 3.11	n -放射向的星形與 n -邊形的變換	67
§ 3.12	重疊定理	69
§ 3.13	二網孔電路中含有二電流源	71
§ 3.14	補償電壓源	73
§ 3.15	補償電流源	75
§ 3.16	二端網依照功率的配比	77
§ 3.17	頻率變化對於二端阻抗的影響	78
§ 3.18	電感與電容串聯所得電流與頻率的關係	80
§ 3.19	諧振曲線的形狀與 R, L, C 各量的關係	81
§ 3.20	電感與電容串聯電路中電流相移與頻率變化的關係	82
§ 3.21	電感與電容串聯電路中電容電壓的諧振曲線	83

§ 3.22	電感與電容並聯電路中的頻率變化情形	85
§ 3.23	有耗損的線卷及電容器	86

第四章 暫時歷程

§ 4.1	電話及電報	88
§ 4.2	電阻及電感所成的電路；電鍵閉合時的歷程	88
§ 4.3	任何瞬間的接通情形	90
§ 4.4	固定電勢的驟移	90
§ 4.5	電報符號	91
§ 4.6	點速度	92
§ 4.7	電碼	93
§ 4.8	電路的阻斷	93
§ 4.9	電阻及電容所構成的電路	94
§ 4.10	電阻、電感及電容所構成的電路	95
§ 4.11	振盪歷程	96
§ 4.12	常數的決定	98
§ 4.13	對數減幅率	99
§ 4.14	自由振盪歷程	100
§ 4.15	極限情況	101
§ 4.16	常數的決定	102
§ 4.17	電花遏止——利用電容器	104
§ 4.18	二網孔電路中的暫時歷程	105
§ 4.19	電報電纜中電路接通歷程	106
§ 4.20	電報的輔助電路	107
§ 4.21	繁複的電路	108

第五章 四端網絡

§ 5.1	四端網絡的定義	110
§ 5.2	線性四端網絡的基本等式	110
§ 5.3	斷路輸入-及-轉移阻抗，捷路輸入-及-轉移導納	111
§ 5.4	互易定理	113
§ 5.5	鏈串形四端網絡的基本等式	116

§ 5.6	四端網絡與負載的連接; 電流變換比率	117
§ 5.7	四端網絡與一二端電源的連接	117
§ 5.8	一電流源, 一四端網及一負載的連接	118
§ 5.9	由原側量得四端網絡的輸入阻抗, 該四端網絡係終接於一負載 Z_r 上者	120
§ 5.10	電壓變換比率	120
§ 5.11	一對稱四端網絡與負載配比	121
§ 5.12	四端網絡的波論	123
§ 5.13	變換比率	125
§ 5.14	輸入阻抗	126
§ 5.15	波參數的測量	128
§ 5.16	對稱星形電路	130
§ 5.17	可變衰減	130
§ 5.18	對稱三角形電路	131
§ 5.19	對稱 X-形電路	132
§ 5.20	橋接電路與梯形電路的比較	133
§ 5.21	對稱橋 T-式電路	135
§ 5.22	具有固定特性阻抗的梯形電路	136
§ 5.23	退化的四端網絡	137
§ 5.24	成鏈串的四端網絡	137
§ 5.25	配比的四端網絡	138
§ 5.26	半節電路	140
§ 5.27	高值衰減的網絡連成鏈串	140
§ 5.28	實衰減, 有效衰減及介入衰減	142
§ 5.29	一四端網鏈串的有效衰減的計算	144
§ 5.30	有效轉移常數作為網絡參數及阻抗 Z_o 及 Z_r 的函數	145
§ 5.31	複變曲線函數在複數平面內的圖解	146
§ 5.32	餘弦網	147
§ 5.33	正弦網	149
§ 5.34	正切網	150
§ 5.35	無耗損的四端網絡	151
§ 5.36	無耗損對稱的梯形電路	152

§ 5.37	無耗損對稱的 X-形電路	154
§ 5.38	雙曲線配比量	155
§ 5.39	失配定理	155
§ 5.40	有效衰減的分析	157
§ 5.41	四端網絡鏈串的有效衰減的計算	158

第六章 變 量 器

§ 6.1	無耗及無漏的變量器	160
§ 6.2	相互錄卷的向旨	162
§ 6.3	自變量器	164
§ 6.4	低耗損及低漏變量器的有效轉移常數	166
§ 6.5	有漏及有耗損的變量器	166
§ 6.6	變量器的基本等式及其等值電路	168
§ 6.7	變量器的設計;轉移常數及特性阻抗	170
§ 6.8	變量器在頻率 f_m 時的有效衰減常數	172
§ 6.9	電壓及電流變換比率以及有效衰減與頻率變化的關係	173
§ 6.10	變量器的輸入阻抗	174
§ 6.11	繞組電容對於變量器的影響	175
§ 6.12	斷路電壓的變換比率	177
§ 6.13	差接變量器	180
§ 6.14	差接電路	183
§ 6.15	大致平衡的差接電路	184
§ 6.16	差接-橋 T 式電路	185
§ 6.17	變量器中電路接通的暫時歷程	185

第七章 均 勻 線

§ 7.1	基本定義	187
§ 7.2	均勻線的轉移常數和特性阻抗	187
§ 7.3	參數 R, L, C, G 的測量	188
§ 7.4	均勻線的衰減常數及相移常數	189
§ 7.5	低耗損線路	190

§ 7.6	衰減及相移常數的比較準確的計算	192
§ 7.7	電纜線路	194
§ 7.8	載波頻率工作	195
§ 7.9	均勻線在高頻時的轉移常數	195
§ 7.10	均勻線的特性阻抗	198
§ 7.11	明線及電纜線路的衰減常數及特性阻抗的數值	200
§ 7.12	Krarup 電纜線路	200
§ 7.13	交叉及扭絞	202
§ 7.14	幻象電路	204
§ 7.15	電壓及電流在線路上的分布	205
§ 7.16	波的分析;相速度,特性阻抗	206
§ 7.17	各種線路的相速度	208
§ 7.18	波長	210
§ 7.19	群速度	210
§ 7.20	一線路與一已知電流源及一已知負載的連接	213
§ 7.21	由已知值 r_0 及 r_r 以計算部份波	214
§ 7.22	不同特性的許多線路的疊接	215
§ 7.23	線距	217
§ 7.24	輸入阻抗與頻率變化的關係	219

第八章 Pupin 線

§ 8.1	歷史	220
§ 8.2	Pupin 線及線卷線	220
§ 8.3	無耗損線卷線的轉移常數	221
§ 8.4	一星形或一三角形電路在計及其耗損時的衰減及相移常數	223
§ 8.5	對於線卷線節的應用	224
§ 8.6	衰減隨頻率變動的討論	224
§ 8.7	截止頻率及無畸變	227
§ 8.8	線卷電感量的選擇	229
§ 8.9	線卷電感量的上限值	230
§ 8.10	Pupin 線中的延遲畸變	231

§ 8.11	Pupin 線轉移常數的比較準確的理論	233
§ 8.12	一無耗損線卷線的特性阻抗隨頻率的變化	237
§ 8.13	Pupin 線的特性阻抗在計及其耗損時的隨頻率變化情形	238
§ 8.14	加感線終端所接線段的距離對於特性阻抗的影響	241
§ 8.15	Pupin 線在構造上的差誤	243
§ 8.16	用於幻象電路的四線組中的加感法	246
§ 8.17	線卷耗損	249
§ 8.18	磁滯耗阻	251
§ 8.19	磁滯損失對於衰減的影響	252

第九章 鄰近線路的干擾

§ 9.1	廣義	254
§ 9.2	耦合線路的理論基本	254
§ 9.3	由於電的耦合在某一地點所生影響的計算	256
§ 9.4	由於磁的耦合在某一地點所生影響的計算	257
§ 9.5	電的及磁的耦合	258
§ 9.6	與鄰近線路中所生影響相當的衰減	258
§ 9.7	電力及電訊線路間電的耦合	259
§ 9.8	電力及電訊線路間磁的耦合	261
§ 9.9	磁感應的補償	263
§ 9.10	電訊線路不平衡的影響	265
§ 9.11	兩雙線線路間電的耦合	266
§ 9.12	同一四線內一實路與四線所成幻路間電的耦合	268
§ 9.13	磁的耦合及總耦合	269
§ 9.14	加感線中的竄話	270
§ 9.15	鄰近同軸線路間的耦合	272
§ 9.16	長線路中竄話耦合的共同作用	275
§ 9.17	明線線路的交叉	279
§ 9.18	電纜中耦合的共同作用	280
§ 9.19	電纜中的交叉平衡及電容平衡法	283

第十章 電聲學

§ 10.1	廣義	286
§ 10.2	聲壓	286
§ 10.3	壓力及密度	287
§ 10.4	一維的 (One dimensional) 聲場的微分方程	288
§ 10.5	平面聲波 (Plane sound waves)	289
§ 10.6	聲的功率及聲的強度	291
§ 10.7	聲源	291
§ 10.8	語言的頻率特性	292
§ 10.9	可解度	293
§ 10.10	耳的靈敏度	294
§ 10.11	響度及響度單位	295
§ 10.12	發話器	296
§ 10.13	收話器	297
§ 10.14	薄膜在運動時的感應作用	298
§ 10.15	收話器的微分方程	299
§ 10.16	計算實例	300

第十一章 摹擬網絡及做真電路

§ 11.1	摹擬網絡	302
§ 11.2	混合錄卷的衰減	303
§ 11.3	對於已經放大的電流的衰減	305
§ 11.4	二向增音機的自激發 (Self-excitation)	307
§ 11.5	均勻錄輸入阻抗的摹擬	309
§ 11.6	Pupin 加感錄輸入阻抗的改變	310
§ 11.7	依照 Hoyt 方法對於 Pupin 錄的摹擬	311
§ 11.8	Hoyt 的摹擬方法的通常處理	312
§ 11.9	四端網絡的摹擬電路	315
§ 11.10	介入配比網絡	316
§ 11.11	衰減均衡器	319
§ 11.12	具有固定特性阻抗的四端網絡用作均衡器	320

§ 11.13	時延或相位均衡器	323
---------	----------	-----

第十二章 濾 波 器

§ 12.1	廣義	326
§ 12.2	通過範圍的位置	326
§ 12.3	原型濾波器	327
§ 12.4	電感及電容線節(低通及高通)	328
§ 12.5	通帶濾波器	330
§ 12.6	任何的梯形濾波器	334
§ 12.7	阻塞範圍內衰減變化的改進	337
§ 12.8	濾波器鏈串	341
§ 12.9	差接濾波器	342
§ 12.10	任何具有微損的二端網的輸入阻抗與頻率變化的關係	348
§ 12.11	一低損四端網的轉移常數與其耗損的關係	348
§ 12.12	濾波器的有效衰減	351
§ 12.13	通帶濾波器的有效衰減	351
§ 12.14	任何終接於相同電阻上的對稱無損濾波器的有效衰減	355
§ 12.15	有效衰減隨頻率變化的圖示法	357
§ 12.16	純電抗二端網的通論:輸入阻抗隨頻率的變化	359
§ 12.17	純電抗四端網絡的通論	362
§ 12.18	一般的濾波器理論	367
§ 12.19	除帶濾波器及分波器	369

第十三章 訊號在遠距離上的傳輸

§ 13.1	廣義	371
§ 13.2	二線及四線連接	372
§ 13.3	水準的定義	374
§ 13.4	參考衰減的定義	377
§ 13.5	可解度與參考衰減的關係	378
§ 13.6	衰減畸變;自然度	379

§ 13.7	延遲時間及延遲畸變	380
§ 13.8	回聲及回聲遏止器	380
§ 13.9	側音	383
§ 13.10	長途接續中裝有增音機時的竄話	384
§ 13.11	噪聲干擾	387
§ 13.12	非直線畸變	388
§ 13.13	振鳴危險	390
§ 13.14	經濟的觀點	392
§ 13.15	無載波設備的加感電纜	393
§ 13.16	載波電話用於加感四線電纜線路上	394
§ 13.17	載波電話用於加感雙頻帶二線電纜線路上	396
§ 13.18	載波電話用於不加感四線電纜線路上	396
§ 13.19	寬帶電纜	400
§ 13.20	廣播節目的交換	403
§ 13.21	在廣播收音機上節目的直接傳送(有線廣播)	403
§ 13.22	載波電話用於明線線路上	404
§ 13.23	電報與電話的比較	407
§ 13.24	低聲頻電報制	408
§ 13.25	交流電報制	409
§ 13.26	多路載波電報用於明線上(中頻電報制, M T)	411

第十四章 長途電話網的設計原理

§ 14.1	引言	413
§ 14.2	長途電話網的必需條件	414
§ 14.3	淨相當值的限值	415
§ 14.4	長途線網的建立	421
§ 14.5	舊的長途網計畫	423
§ 14.6	新的線路類型	425
§ 14.7	新的長途網計畫	428
§ 14.8	長途電纜的設計	434
	附錄一 公式提要	437
	附錄二 較複雜等式的導演	442

中英德譯名索引.....	523
參考資料.....	535
單位說明.....	536