

市内电话线路传输

龙赞易编

人民邮电出版社

市內電話線路傳輸

龍贊易編

人民邮电出版社

市內電話線路傳輸

編 者	龍 贊 易
出 版 者	人 民 郵 電 出 版 社 北京東四區6條胡同13號
印 刷 者	北京市聯合總社印刷廠
發 行 者	新 華 書 店

書號：有63 1956年5月北京第一版第二次印刷4,001—7,600冊

850×1168 $\frac{1}{32}$ 51頁印張：3 $\frac{6}{32}$ 字數：71,000字定價：0.65元

★北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八號★

前 言

電信線路服務效果的好壞，要看它的傳輸性能而定，如果線路的設計建築不能符合傳輸的需要，是不可能達到理想的服務要求的。因此我們可以肯定的說，「電信傳輸」這一門科學是研究線路工程所不可缺少的。但一般介紹「電信傳輸」的書籍，幾乎都只限於一些高深的理論（當然已經成為可行的理論的東西還是好的），對於如何配合實際應用的問題，却很少提到。凡是學過「電信傳輸」而又從事於電信線路工作的同志們，大概都會有這樣的體會：就是這一門科學很不容易入門。其實問題還不在這裏，主要倒是學了以後，却難得與實際工作結合起來，這就是過去理論與實踐未能很好結合的問題了。尤其在市內電話方面，過去很多人都認為不需要考慮傳輸問題，而實際上從前的市內電話線路設計工作，也的確是對傳輸效率不大考慮的，使理論與實踐幾乎完全脫節，往往影響了服務的成績，或者形成浪費器材等不應有的後果。今後即將進行大規模的經濟建設，市內電話的建設工作，亦必將展開，因此在這方面的確是需要大力改進的。事實上對於市內電話線路而言，為了符合傳輸效率與工程經濟的原則起見，有關傳輸的研究與考慮，在今後的發展過程中，是絲毫不可忽視的，所以任何不重視市內電話線路傳輸的看法，在今天都不應該繼續存在了。

本書的目的，就在於介紹一般市內電話線路傳輸設計的方法，將傳輸理論發揮到實際運用上去。一方面可供從事市內電話線路工作

的同志們參考，另一方面也可用作學習電信傳輸的補充資料，以補實踐方面之不足。

爲使本書的內容能做到大衆化起見，這裏面的取材，儘量避免了高深的電工數學理論，完全從實際需要出發，需要多少就說多少，一切不是必需的而又不易弄懂的東西，都不包括在內。文句方面，也力求淺顯，每說明一個計算或設計的方法，都附有例題，可以一目了然，即使沒有一定的傳輸理論基礎，也同樣可以看懂，對於在職職工同志的進修，希望能起一定的作用。

由於過去長期不重視市內電話線路傳輸問題，以致到目前爲止，尙無各種傳輸標準的制定。從事線路設計工作，還沒有一定的根據。但今後却是一定要努力消除這種現象的。本書所收集的一些傳輸數據資料，雖不一定能完全切合我國的具體情況，但以發展的眼光來看，所採用的原理與方法基本上還是一致的，因此也還希望能從這本書出發，引起許多同志的重視，來爲創造製定適合我國市內電話具體情況的一套傳輸標準而努力。

因爲市內電話線路傳輸，在我國來講還是一個比較新穎的問題，這本書的出版也是一個新的嘗試。編者學識不足，加以參考資料缺乏，因此內容方面難免有遺漏與錯誤的地方，尙希有關同志，本着愛護的精神，不吝賜予指正。

龍 贊 易 謹 識

一九五三年元月於南京

目 錄

前言	1
第一章 緒論	1
1.1 市內電話網	1
1.2 傳輸衰耗的定義	3
1.3 音量傳輸與有效傳輸	5
1.4 市內電話有效傳輸衰耗	7
第二章 通話傳輸與訊號電阻	10
2.1 通話傳輸與訊號電阻的限制	10
2.2 交換機鍵的程式與電源的供給	12
2.3 中繼連絡	13
2.4 用戶話機效率	14
2.5 環路導線的傳輸限制	15
2.6 橋接支線衰耗	16
2.7 連接用戶線路的其他設備	18
2.8 綫路及室內雜音干擾	20
第三章 市話電纜的傳輸設計	21
3.1 市話電纜的種類	21
3.2 市話電纜傳輸衰耗及直流電阻的計算	23
3.3 市話電纜線徑的決定	25
3.4 電纜延伸長度的決定	29
3.5 特殊電纜的設計	31
3.6 工程經濟的考慮	32
3.7 雙對心線的應用	33
3.8 戶線與中繼電纜的調和運用	34

3.9	混合電纜	35
第四章	特殊線路設備設計	36
4.1	用戶環路的裝荷	36
4.2	同線電話線路	42
4.3	局內橋接衰耗	43
4.4	特種服務線路	44
第五章	市話明線的設計	45
5.1	常用明線的種類	45
5.2	銅線與鋁線的比較	47
5.3	交叉	49
5.4	明線電纜結合環路	50
5.5	全部明線環路	52
5.6	明線線徑的決定	52
第六章	局部電池通話線路及鄉村線路	55
6.1	共電或自動交換區內的局部電池通話線路	55
6.2	採用局部電池話機時環路衰耗的計算	56
6.3	鄉村線路	59
6.4	鄉村線路傳輸寬容量	59
6.5	鄉村線路的設計	60
第七章	分線設備	62
7.1	分線設備的種類	62
7.2	通話傳輸	62
7.3	訊號電阻	63
7.4	架空電纜	63
7.5	街區及屋內電纜	63
7.6	供用電纜	64
7.7	引入線	64
第八章	市話線路設計的傳輸說明	66
8.1	爲甚麼要傳輸說明	66
2	市內電話線路傳輸	

8.2	基本傳輸說明	66
8.3	區域及話機的異動	66
8.4	純徑限制長度	67
8.5	環路構成	67
附 錄		72
一	有效環路衰耗因數表——電纜(步進制自動局)	72
二	有效環路衰耗因數表——鋼線(步進制自動局)	74
三	有效環路衰耗因數表——銅線(步進制自動局)	76
四	有效環路衰耗因數表——電纜(人工共電局)	77
五	有效環路衰耗因數表——鋼線(人工共電局)	79
六	有效環路衰耗因數表——銅線(人工共電局)	81
七	環路設計限制長度表——電纜(步進制自動局——人工共電局)	82
八	換算共電環路衰耗爲自電環路衰耗的校整因數表(步進制自動局——人工共電局)	83
九	市話線路標準特性表—— 68°F	85
十	各種導線的直流環路電阻表	86
十一	有效環路裝荷增益表	88
十二	橋接支線衰耗圖	90
十三	有效環路裝荷增益圖	91
中英文名詞對照表		93

第一章

緒論

1.1 市內電話網

電話是藉電能來傳遞聲音的一種工具。市內電話則是指一個城市的電話經營而言，這裏面當然要包括一整套的設備。一個電話用戶要與另外一個電話用戶通話，除了要使用他們的電話機以外，還必須各有一對線路通往市話局所，經過局內交換機鍵的轉接，才能構成一個電的回路，達成互相通話的目的，這種情形可由圖 1.1 來表明。

在一個單局制的城市內，有許多這樣的電話回路，就構成一個最起碼的市內電話網，如圖 1.2 所示。這些連接

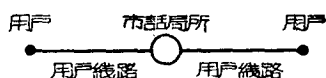


圖 1.1

局所與用戶之間的線路，其主要任務是傳輸電能，因為它們是通往用戶的，所以叫做用戶線路。在大城市內，一個這種局所的服務往往還不能全面，就必須另設一個或幾個分局。這時，一個分局交換區域內的電話用戶如果要和其他分局交換區域內的用戶進行通話，則除了要使用各自的用戶線路以外，還要通過連接這兩個分局之間的線路，如

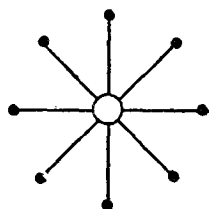


圖 1.2

圖 1.3 所示。這種線路就叫中繼線路。在多局制的城市內，有許多這樣的用戶線路與中繼線路組合起來，就成爲一個比較複雜的市內

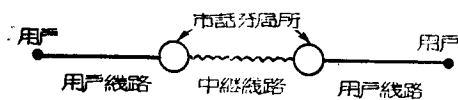


圖 1.3

電話網，如圖 1.4 所示。

像這樣一種直接連通兩個分局的中繼線路我們叫做

直達中繼。在某些大城市內，各個分局的中繼線路均須經過一個彙接局所的轉接，如圖 1.5。這種情形的中繼，叫作彙接中繼，其與用戶線路組合使用的結果，成為另一種形式的市內電話網路。

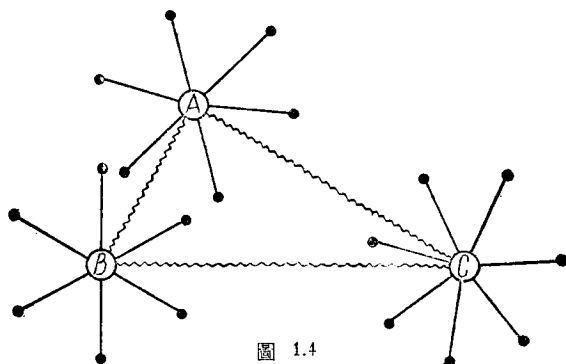


圖 1.4

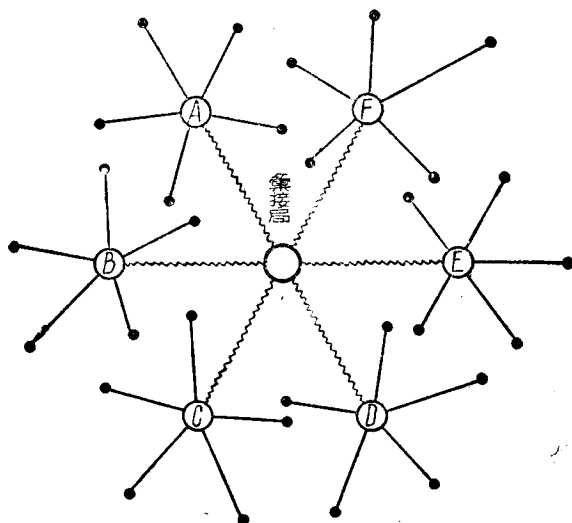


圖 1.5

一個大城市中的市內電話網所用的傳輸線路，大部份使用電纜，中繼線路則全由電纜網路構成。通常應用的中繼電纜多為美規 24、22 及 19 號三種線徑，其中直達中繼多採用較細的線徑，而彙接中繼及長途連絡中繼，由於長度較大，大部份均須用較粗的線徑。用戶線路由電纜、明線及引入線等構成。用戶電纜一般均用 26、24、22 或 19 號四種。明線有銅線、鋼線（通稱鐵線）及銅包鋼線的區別。引入線亦有各種不同的程式。無論使用何種程式的導線或幾種程式連接使用，其基本任務總歸只有一個，就是要傳送通話及訊號的電能，並須使服務能達到滿意的結果。為了這個目的，我們在設計線路的時候，就不能不慎重的考慮傳輸問題，以免產生不良的後果。

1.2 傳輸衰耗的定義

任何一個電路，如果在一端輸入電能，假設沒有特殊裝備的話，則在另一端所能接收下來的能量必然要比輸入的能量來得小。這裏面失去的一部份能量，就是由於傳輸線路上的種種原因而損失掉了。這種損失我們就叫傳輸損失，或者叫傳輸衰耗。電話線路，自然不能例外，是要遭受傳輸衰耗的。如果這種損失太大，超過一定限度時，則通話就要發生困難了，所以我們要考慮傳輸問題，就是為着要能維持正常的通話，而且又要符合工程經濟的原則。如果只管通話傳輸而不談工程經濟的話，問題雖然簡單化了，但却會造成物質財富方面的損失，那也是不對的。

通常表示傳輸衰耗的方法，是用輸入端與輸出端的電功率來作比較，為着計算的方便，常取其對數值照下式來表明：

$$A(\text{納培}) = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2}$$

其中 P_1 是輸入端的電功率， P_2 是輸出端的電功率， A 就是傳輸衰

耗，單位是納培。為實際應用的方便起見，這種單位還嫌過大，所以另外還有一種常用的表示方法，那就是：

$$A(\text{分貝}) = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

這裏表示傳輸衰耗 A 的單位，是用分貝，或簡稱 db。10 個分貝又等於 1 貝爾，但不常用，實際上還是以用分貝為最普遍。上面的兩個方程式只不過是一個問題的兩種表示方法，而且都是為着計算傳輸衰耗的方便起見而硬性規定出來的，並沒有甚麼玄妙在內，僅僅是將能量的損失改用電功率的對比，再用一種數學方式來表明而已。

這兩種單位的換算，只要用一下對數的基本特性關係

$$\ln x = 2.303 \log_{10} x$$

就可將納培化成分貝，反之，也可將分貝化為納培，這是由於：

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = 2A(\text{納培}) = 2.303 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 2.303 \frac{A(\text{分貝})}{10}$$

$$A(\text{納培}) = \frac{2.303}{2 \times 10} A(\text{分貝}) = 0.1151 A(\text{分貝})$$

所以

$$1 \text{ 分貝} = 0.1151 \text{ 納培}$$

$$1 \text{ 納培} = 8.686 \text{ 分貝}$$

又因為電功率與電流的平方或電壓的平方成正比，也就是

$$\frac{P_1}{P_2} = \left| \frac{I_1}{I_2} \right|^2 = \left| \frac{E_1}{E_2} \right|^2$$

所以計算傳輸衰耗的方程式又可寫作：

$$A(\text{納培}) = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} = \ln \frac{I_1}{I_2} = \ln \frac{E_1}{E_2}$$

$$A(\text{分貝}) = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 20 \log_{10} \frac{I_1}{I_2} = 20 \log_{10} \frac{E_1}{E_2}$$

在這些表示傳輸衰耗的方程式中，如果 P_1 大於 P_2 ，則 A 是正的，那就代表是衰耗。如果 P_1 小於 P_2 ，則 A 是負的，那就代表是增益。後面一種情形，在傳輸線路上當然需有特殊的裝備，以增加其能量，使輸出反而比輸入大，如長途電話上的增音機就有這樣的作用。

1.3 音量傳輸與有效傳輸

在電話線路傳輸的實際應用上，表示傳輸衰耗有兩種不同的方式：一種是音量傳輸，另外一種是有效傳輸。所謂音量傳輸就是在標準音頻（通常是 1000 週）時的電功率的衰耗，不包括其他因素在內，一般均用分貝為單位。由於一個電話環路的構成異常複雜，它的傳輸衰耗，往往不僅只音量一個因素。今如設想有兩個電氣特性完全相同的環路，其音量傳輸衰耗自然也應該是相等的，但若分別裝設在兩個不同的環境下，則其傳輸效率却可能有不同的結果，其原因是除了音量以外，另有側音、雜音及畸變三個因素也同時影響了傳輸性能。儘管音量傳輸相同，但因在不同環境下，其他幾個因素起着不同的影響，就使傳輸效率發生差別了。從這裏我們可以看到，如果用音量傳輸來衡量實際電話線路的傳輸效率，顯然是不夠全面的，所以我們考慮市內電話線路的傳輸問題，要用到另外一種制度，那就是有效傳輸，在實際設計工作中所要運用的，也幾乎都是這種有效傳輸。

有效傳輸的定義是指在話音頻帶範圍內的清晰度而言，其單位也用分貝，不過這是一種比較的說法，而不是絕對值。因為如果要把音量、側音、雜音、畸變等幾個因素都用絕對值來表示，實際上是有困難的。而有效傳輸却要求把這四個因素都包含在內，當然不是簡單的一回事，為着克服這種度量及計算上的困難起見，所以採用了這一種比較的辦法。首先決定一個標準參考電路，然後以要用的環路 and 它進行比較試驗，來決定其傳輸效率。如果比標準參考電路的傳輸

效率要高若干分貝，就叫做本環路有增益若干分貝，其衰耗的數值是負的；反過來說，如果比標準參考電路的傳輸效率要低若干分貝的話，就說明本環路有衰耗若干分貝，其數值自然是正的；如果兩者的傳輸效率相等，那就是 0 分貝了。這裏還要特別說明的，就是這種增益和衰耗，都是與標準參考電路相比較的結果，而不是真正的傳輸增益或衰耗的絕對數值，因為參考電路本身還是存在一定的傳輸衰耗的。

最初採用的參考電路係以 19 號電纜 1 哩的長度為一個傳輸衰耗單位，叫做一個標準電纜哩，這時還是以音量傳輸為標準來擬定的，其後由於電話技術的不斷發展，傳輸問題漸被重視，在參考電路上也就時有改進，而改用有效傳輸為基礎。圖 1.6 即為一種比較新式

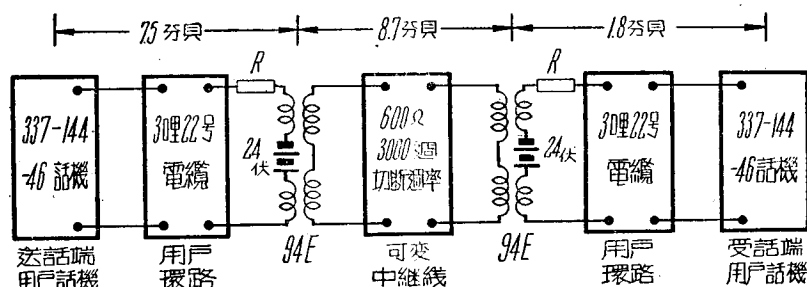


圖 1.5

的有效傳輸標準參考電路，其中包括兩個 337-144-46 話機，兩段 3 哩長的 22 號電纜，兩套轉電線圈及 24 伏的電源供給， R 為 25 歐的直流電阻（38 歐交流電阻），一個可變的 600 歐純電阻性的中繼線，其切斷週率為 3000 週，即在 3000 週以內，中繼線的衰耗與頻率無關，而 3000 週以上時，則衰耗隨頻率而增加。整個參考電路的音量傳輸衰耗當量為 18 分貝，內中包括送話衰耗 7.5 分貝，受話衰耗 1.8 分貝，中繼線的衰耗則應為 8.7 分貝。在比較試驗某一環路的清晰度

時，只須將參考電路內的中繼線加以適當的調整至與所用環路的傳輸效率相同時為止，這時該中繼線大於或小於 8.7 分貝之數值，即謂這一環路高於或低於參考電路的有效傳輸衰耗。這種參考電路的室內及線路雜音也都有一定的規定，並不是任意改變的。除此之外，其他形式的參考電路，也各有其特殊的構造，但其用途總是一樣的，就是當作一個比較傳輸衰耗的標準依據而已。最新的有效傳輸參考電路，已進至採用 F1A-AST 型的話機了。

1.4 市內電話有效傳輸衰耗

一個完全的市內電話通話電路的有效傳輸衰耗，其內容異常複雜，一般講來，應包括以下幾部份：

甲、送話環路傳輸衰耗

乙、受話環路傳輸衰耗

丙、中繼線路傳輸衰耗

丁、局內設備傳輸衰耗

戊、中間接續傳輸衰耗

己、終端接續傳輸衰耗

庚、室內雜音傳輸衰耗

辛、線路雜音傳輸衰耗

當某一環路用來代替參考電路內的送話環路部份，因而比較試驗所得的有效衰耗(可能是正的，也可能是負的)，即為該環路的送話衰耗；反之若代替的是參考電路內的受話環路部份，則測得的有效衰耗，應為該環路的受話衰耗，我們在設計電話環路時，都是將送話和受話衰耗一同來考慮的，這就是以後所要用到的環路 ($T + R$) 衰耗。

環路的 ($T + R$) 衰耗是隨着環路長度而有所不同的。爲着計算

的方便起見，就須針對這種性質，製訂一套表格數據，在作設計時，才能有所遵循。這些數據的表示方法，一般均以某種導線在某特定長度下的環路 ($T + R$) 衰耗為基礎，這種單位長度的環路衰耗，就稱為這種導線在該特定長度下的有效環路衰耗因數。利用這種因數計算單純線徑導線的有效衰耗，當然是沒有問題的，但對於幾種線徑連合應用的導線，却可能略有出入，只能做到近似的結果，而不能十分精確，不過在一般實際工程設計的應用上，還無須極端精確，所以仍舊是可以引用的。

中繼線路的有效傳輸衰耗，除了兩端的終端接續衰耗以及不同線徑的中間接續衰耗外，只包括音量衰耗與畸變衰耗兩部份，而這種衰耗是和長度成正比的。如果要決定中繼線的有效衰耗，只須將該項程式的中繼線插入參考電路中的中繼環路內，即可比較決定此一中繼線路的有效傳輸衰耗。如果將各種程式的中繼電纜每單位長度的有效衰耗都這樣加以確定，列出各種表格數據，我們要計算中繼線路的有效傳輸衰耗，就有了根據了。當然這表而無負荷與裝荷的中繼線路之間，是有着一定的區別的。

局內設備，如各個觸排、各種機件的接觸點、各種導線以及局內的橋接等，都各有其一定的有效衰耗，而互相接續後又存在着複雜的反射損失，並且與當時的溫度與濕度也有一定的關係，所以仔細研究起來是很繁難的。但測定局內設備的有效傳輸衰耗却並非難事，只要將它代入參考電路內即可比較決定了。

中間接續傳輸衰耗是由於線徑不同的中繼線連接使用而產生的，這裏面包括一部份畸變衰耗與音量反射衰耗。某一種線徑與其他另外一種線徑的中繼電纜連接後所產生的中間接續有效衰耗仍不用參考電路來測定，因此各個不同的中間接續所應具有的各個衰耗數據，也是可以列成一定的表格來備用的。

終端接續傳輸衰耗是由於中繼線的兩端接續而產生的。所以應該有兩個這樣的衰耗，每個均包括終端接續的音量反射衰耗、時延衰耗及側音衰耗三部份。這些衰耗均和第一個裝荷距局的間隔有一定的關係，因此情況也是很複雜的，但仍可藉參考電路之助，加以測定，以供設計的根據。

室內的雜音以及由於線路干擾所產生的雜音，都足以影響傳輸效率，因此也是應該加以考慮的。參考電路內所採用的雜音叫做標準雜音。這種標準雜音的擬定，當然要根據一個國家的具體情況而統一規定的，也就是說要採用一個通常的一定量的雜音，作為一個標準雜音單位。而這種雜音單位在實際計算衰耗時，還是要換算成分貝數值才好考慮有效傳輸衰耗的問題。