

★ 郵電叢書 ★

市內電話電纜的負荷

人民郵電出版社

中國電訊公司

市內電話電纜的負荷

大正電氣株式會社

市內電話電纜的負荷

庫列碩夫 合著
索科羅夫

В. Н. КУЛЕШОВ и В. В. СОКОЛОВ
ПУТИНИЗАЦИЯ КАБЕЛЕЙ
НА ГОРОДСКИХ И ПРИГОРОДНЫХ
ТЕЛЕФОННЫХ СЕТЯХ

СВЯЗЫЗДАТ — 1950

市內電話電纜的負荷

著者：	庫列碩夫
	索科羅夫
譯者：	畢可宏
出版者：	人民郵電出版社
	(北京西長安街三號)
總經售：	新華書店華北總分店
印刷者：	郵電部南京印刷廠
	(南京戶部街十五號)

一九五三年十二月第一版(1—4500)

書號：23 字數：73000 定價：4,500元

序 言

郵電業務的發展，要求郵電工程技術人員去不斷的改善和深入的研究在工程設計方面及郵電設備運營方面的所有問題。

維·恩·庫列頌夫和維·維·索科羅夫此書『市內電話電纜的負荷』(1)，闡明了關於市內及郊區電話電纜的負荷問題，把這等問題介紹給廣大的工程技術工作者。

書中敘述了市話綫路所應用的電路負荷理論；介紹了負荷綫圈及負荷箱的典型構造，以及負荷箱在人孔裏的安放方法及在負荷電纜上的接續方法。因為負荷會增加電路間的干擾，所以書裏也敘述了具有星絞及對絞心綫的電纜所應用的抵消此項干擾的方法。在對絞電纜方面並介紹了抵消干擾的簡易方法。此外，書中還敘述了關於市話負荷電纜的設計問題。

蘇聯郵電部中央電話管理局推荐此書，作為從事市內及郊區電話電路的設計、建設及運營的工程技術人員的參考資料。

關於本書的意見請寄交中央電話管理局或郵電出版社（莫斯科中心區基洛夫街40號）。

蘇聯郵電部中央電話管理局

(1)原名『市內及郊區電話網電纜的負荷』——譯註。

原書前言

市內電話網的發展史，差不多與電話的發明——1876年——同時開始。最早的市內電話網由少數架空單綫構成，其後就改用了雙綫。

在過去一世紀的九十年代裏，市內電話網中出現了最早的紙隔絕緣電話電纜。起始時這些電纜懸掛在屋頂裝設的木桿及電桿上。隨後採用了直接埋入地下的鉛裝電纜，及敷設在管道裏的光皮電纜。

在城市的環境裏，將電纜敷設在管道裏最為方便，在經濟上亦屬合理。有了管道的備用管孔，就可以在一年四季，不需挖掘路面，沿同一路由加設若干電纜。

蘇聯市內電話業務的發展，一年年地在不斷擴大。在斯大林五年計劃的年代裏，該種業務則發展更快。在絕大多數的城市裏，人工電話改成了自動，明綫改成了電纜。最大的電話網並採用了多局制。電話已經變成為最廣大的勞動人民所能使用的了。

郊區電話網也同樣採用了電纜，成為市內電纜網的一個組成部分。郊區電話局也變成了市內電話網的分局。結果遂使自動電話分局間的距離有時會達到幾十公里。

若非電路負荷，則各個分局間及分局與長途局間的中繼電纜綫路的安排頗為困難，且在經濟方面也不合算。因此，市內及郊區電話網電纜電路之負荷，在多數中繼綫及某些用戶綫的建設上，就變成了必不可缺的。

在這本書裏研究了關於市內及郊區電纜的負荷，電話網的分區及發展等極重要的問題，同時也研究了負荷電纜的設計及運用的特點。

任何一個電纜綫路負荷問題之決定，都應以建設經濟為歸趨。實踐證明，在下列距離中電纜採用負荷才屬有利：

自動局至長途局之中繼綫——3公里以上；

自動分局間之中繼綫—10公里以上；

用戶綫—5公里以上。

必須指出，由於負荷電纜綫路較無負荷者的波幅失真顯著減小，故其電話傳輸質量較高。本書有關章節中，在研究關於負荷的問題時，將介紹市內電話網綫路設備中之規定的電氣限額。

目 錄

序 言

原書前言

第一章 市內及郊區電話通訊的方式 衰耗限額	(1)
第一節 大行政工業中心之電話網	(1)
第二節 省城之電話網	(4)
第三節 縣城之電話網	(6)
第二章 電話電路負荷之理論	(7)
第四節 藉電路負荷減低衰耗及波幅失真	(7)
第五節 負荷電纜之參變數	(10)
第六節 市內及郊區電纜之負荷方式	(18)
第七節 負荷綫圈之電氣計算及其應具備之條件	(23)
第八節 負荷電路間之干擾	(29)
第三章 負荷箱之構造及其安放	(32)
第九節 負荷綫圈之構造及其結構計算	(32)
第十節 負荷箱之構造及其應具備之條件	(34)
第十一節 負荷箱在人孔內之安放	(38)
第十二節 鑲裝電纜負荷箱之安放	(41)
第四章 市內及郊區負荷電纜之放設	(42)
第十三節 放設前負荷箱之試驗及測量	(42)
第十四節 市內及郊區負荷電纜之平衡法	(44)
第十五節 市內負荷對絞電纜之簡易平衡法	(51)
第十六節 負荷箱之安裝	(55)
第五章 市內及郊區負荷電纜之運用	(56)
第十七節 市內及郊區負荷電纜之驗收運用	(56)
第十八節 市內及郊區負荷電纜測量工作之特點	(58)
第十九節 市內及郊區負荷電纜之維護	(59)
第二十節 市內及郊區負荷電纜之修理	(61)

第六章 市內及郊區負荷電纜之設計	(63)
第二十一節 市內及郊區電話網之設計原則	(63)
第二十二節 市內及郊區電纜負荷方式之選擇	(77)
第二十三節 市內及郊區負荷電纜放設方式方法之選擇	(80)
附 錄：	(82)
1. 無負荷市內及區郊電纜之參變數	
2. 市內及郊區負荷電纜之參變數	
文獻：	(84)

第一章 市內及郊區電話通訊的方式

衰耗限額

第一節 大行政工業中心之電話網

大行政工業中心之電話網，以連接許多電話局之電纜綫路構成，每個電話局服務於市區之一定部分。在這等電話網內設置自動電話局，其最大容量每局普通可達一萬號。在電話網容量大，因而電話局數目多時，各分局通過彙接局來互相連接。彙接局集中一定數目分局的來話或去話時，就把這些分局連接起來了。因而得到這樣的名子——去話彙接點及來話彙接點。

每個分局，不僅其與其他分局的通話，即其至長途電話網之去話，也都經過其各自的彙接局而至長途局。

具有彙接局的電話網之建設方式如圖1。就圖可見，不屬於同一彙接局之分局間的連接，通過彙接局；屬於同一彙接局之分局間，却按照『個個相連』的原則，直接連通。

因而，爲了保證兩個通話用戶間有圓滿的可聽度及局內機械能正常動作，在市內電話網的設計及建設時，就必需遵守規定的電氣限額。這樣，必須在兩個通話用戶間遵守了衰耗限額，圓滿的可聽度才能得到保證。其中尤其是，位於不同城市的兩個用戶間的衰耗，不應超過3.3奈。此項衰耗限額在電路各段間的分攤如圖2。同時每個市內電話網內，分局及彙接局之局內設備總衰耗不得超過0.15奈；分局及彙接局間，彙接局及長途局間中繼綫總衰耗則又不得超過0.25奈。

同一市話網內兩通話用戶間則又規定了另一衰耗限額——2.8奈。此項衰耗限額在電路各段上的現行分攤如圖3。分局及彙接局（圖之左方）局內設備之總衰耗不應大於0.15奈，中繼綫之總衰耗不應大於1.5奈。

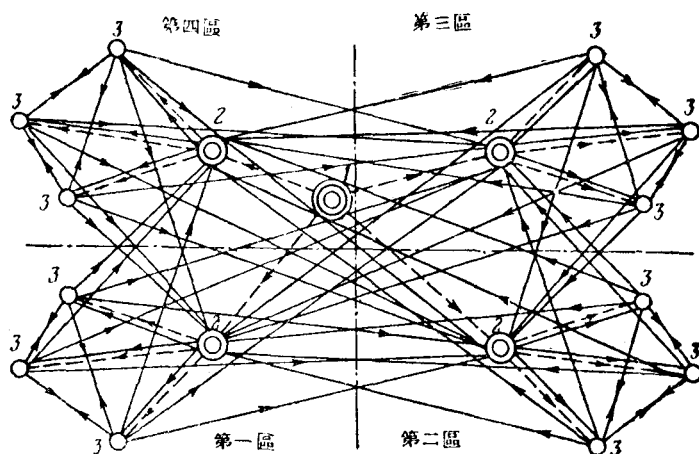


圖1—具有彙接局的電話網之建設方式

1—長途電話局, 2—彙接局, 3—分局; 實線表示分局間之中繼綫, 虛綫表示長途電話局至分局之出中繼綫

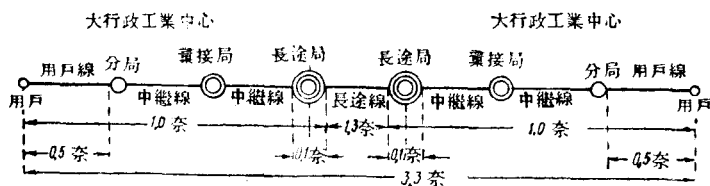


圖2—兩個大行政工業中心之電話用戶在作長途通話時最大允許衰耗之分攤

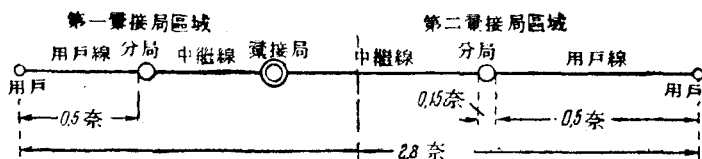


圖3—大行政工業中心的同屬一個市話網之兩個用戶間通話時的最大允許衰耗之分攤

兩個限額之所以不同，是因為市話及長途所用綫路的質量不同。兩個城市的長途電話局間或設置明綫，或設置電纜。同時在這等電纜綫路裏，如傳送音頻時，照例要作負荷。在市內電話網裏，則主要採用無負荷電纜，而僅局部敷設負荷電纜。因而，在同樣的綫路衰耗下，市話的波幅失真恆較長途來得大。(1)

爲了使市話波幅失真不超過爲長途綫路所規定的波幅失真，市話的綫路衰耗限額(不計局內設備的衰耗)就不得不降低至2.5奈。由於用戶綫既要用作長途通話，又要用作市內通話，故兩者對用戶綫之要求相同。

由第2及第3兩圖所載的衰耗限額分攤辦法可見，自分局至用戶之綫路衰耗是0.5奈。在大行政工業中心城市裏，此項數值並非固定不移的。在市內電話網的設計當中，應進行技術經濟核算。在照顧到該電話網之發展遠景的條件下，根據此項核算來確定總衰耗限額在各段之合理的分攤量。

最有利的衰耗限額分攤量——長途局至彙接局、彙接局至分局之中繼綫間(圖2)，及分局至彙接局、彙接局至分局之中繼綫間(圖3)——要看電話網內之佈署，並須以技術經濟核算確定之。市話各段綫路衰耗限額之分攤方法在第二十一節研究之。

爲了保證自動局內之機件能正常動作，規定了用戶綫及中繼綫之有效電阻限額。此項限額視自動局之型式而定。

在機動制自動局中，用戶綫之有效環路電阻不應大於2000歐。中繼綫通話綫對(導綫 a 及 b)之電阻不應超過3000歐。任何兩級選擇間之中繼綫，其信號導綫 c 之最大電阻應爲300歐。

在步進制局中，用戶綫之最大有效環路電阻爲1000歐。出入局設備間中繼綫之 a 及 b 綫之最大電阻爲3000歐。任何兩級選擇間的中繼綫，其信號導綫 c 之電阻不應大於700歐。

用戶綫或中繼綫之電阻超過了允許數值時，要裝設輔助的靈敏繼電器。若爲用戶綫，則裝設遠距離用戶繼電器組；若爲中繼綫，則裝設中繼綫繼電器組。使用了遠距離用戶繼電器組或中繼綫繼電

(1)波幅失真意味着對800周頻率之衰耗及對更高傳輸頻率之衰耗之不相等。

器組後，電阻之允許數值就要看各該繼電器之靈敏度而定。

大行政工業中心之市內電話局除了為其所在地之市區服務以外，同樣也為其隣近郊區服務。習慣上均將郊區分成區域，接入彙接局服務範圍內。有些郊區，其用戶數目已足夠設立一個分局時，則設立一個接至彙接局的獨立局，成一正式分局。此等分局的綫路也需符合上述電氣限額。

在用戶數目不足設立一個分局之郊區，則設置交換設備，再將該項設備接入彙接局之彙接設備或最近分局。這時自用戶至分局間之衰耗限額為 0.5 奈。自彙接設備至郊區交換設備間，或自分局至交換設備間，及自郊區交換設備至用戶間，此項衰耗限額之分攤要看郊區綫路網的佈署為轉移，並根據技術經濟核算來確定。各段綫路分攤衰耗限額之方法也留第二十一節來研究。

在設有郊區交換設備的地方，其特別重要之用戶並裝有所謂直通電話（直通至最近分局之電話）。

遠距離郊區電話網裏的用戶與城區用戶通話則經長途綫路來接通。這些綫路由長途電纜管理部門或稅務段維護。

第二節 省城之電話網

省城的電話網由接入各有一定交換區的一個或數個電話局之電纜及明綫構成。在這等電話網裏可設置共電制人工局或自動局。各局之間，以互相直接連通全部電話局的中繼綫，即按照『個個相連』之原則接通。每個分局，除與其他分局連接外，並與長途局直接連接。省城電話網的建設方式如第 4 圖所示。

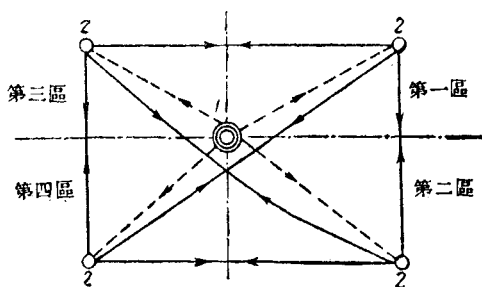


圖4—省城電話網的建設方式：

1—長途局，2—分局；實綫表示分局間的中繼綫，虛綫表示自長途局至分局之出中繼綫

長途通話中，保證圓滿可聽度之省城的最大允許衰耗之分攤如第5圖，市內通話則如第6圖。由圖可見，兩個通話用戶間，總的允許衰耗值仍然不變。用戶綫之衰耗限額也仍然未變，等於0.5奈。

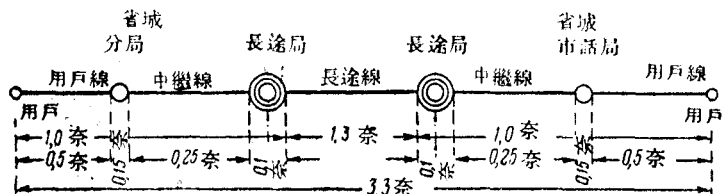


圖5—兩個省城市話局之用戶在作長途通話時最大允許衰耗之分攤

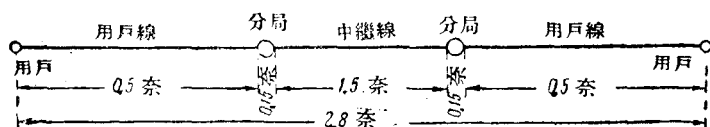


圖6—省城中同屬一個市話網之兩個用戶間通話時最大允許衰耗之分攤

在僅有一個市話局，或市話局與長途局同設於一個建築物的城市裏，由於長途局與市話局之中繼綫衰耗可以忽略不計，所以用戶綫的衰耗可增至0.75奈。

自動局之用戶綫及中繼綫之歐姆電阻限額已見第一節。共電局用戶綫之歐姆環路電阻則不得超過1200歐。自共電局至自動局（或反之）中繼綫之導綫電阻不應超過兩自動局間中繼綫之導綫電阻。兩個共電局間之中繼綫，其兩綫電阻須不超過1000歐。

省城之郊區電話服務也與大行政工業中心者同樣處理。在用戶數目已經足夠開設一個分局的郊區，就要設立一個大容量的電話局，接入城區電話網，成為一個正式分局。在用戶數目較少的郊區則設置小型交換設備，接入最近的電話分局。從這等小型交換設備的用戶到分局間的衰耗，包括交換設備的衰耗在內，不應超過0.5奈。在單局地，市話局與長途局同在一座建築物之地，衰耗限額可增至0.75奈。

第三節 縣城之電話網

縣城的電話網由接入一個電話局之明綫及電纜構成。接到這樣的電話局裏的還有局部交換設備（用戶小交換機）。除了市內電話局外，縣城中並有長途局，與市話局藉中繼綫連接之。

爲了保證圓滿的可聽度及機件能正常動作，第一、二節所述綫路衰耗及歐姆電阻限額必須遵守。倘市話局與長途局位於兩座建築物內，則其中繼綫的衰耗不應超過0.25奈，而自用戶至市話局（倘有中間交換設備時亦同）間的衰耗不應大於0.5奈。下列兩種場合不適用上述規定：即當市話局與長途局同處一座建築物內時，或當長途綫直接接到市話交換機上的一個塞孔時。在第一種情況下，自用戶至市話局之綫路衰耗不應大於0.75奈。倘長途綫直接接到市話交換機（均屬小容量交換機）上的一個塞孔時，則由於長途交換機及中繼綫的衰耗都不存在，用戶綫的衰耗可增加到0.9奈。

在所有上述場合中，當作市內接續時，兩通話用戶間的綫路衰耗均將小於2.8奈，即在限額範圍之內。

第二章 電話電路負荷之理論

第四節 藉電路負荷減低衰耗及波幅失真

如所周知，電話通訊之質量視綫路的二次參變數——傳播常數 γ 及特性阻抗 Z_c ——而定。而這些二次參變數轉又確定於一次參變數——有效電阻 R ，電感 L ，絕緣電導 G 及電容 C 。

傳播常數 γ 是一個複素數，由下式求得：

$$\gamma = \beta + i\alpha = \sqrt{(R + i\omega L)(G + i\omega C)} \quad (1)$$

式中 β 為衰耗常數， α 為相位常數⁽¹⁾， ω 為傳輸角頻率。衰耗常數說明電氣信號傳輸一公里時的波幅變化；相位常數說明當信號在一公里長的綫路中傳輸時，其相位變動的數值。

特性阻抗也是複素數。他確定着電壓波與電流波的關係，並由下式求得：

$$Z_c = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{G + i\omega C}} \quad (2)$$

對距離較短的市內及郊區電話網來說，通訊質量主要由綫路衰耗來衡量。市內及郊區電話網對綫路衰耗的要求，迫使採取降低工業生產的電纜衰耗的措施。

由第1式可見，設若電阻 R 與絕緣電導 G 為零，衰耗常數即將為零。但實際上任何存在的綫路總是有電阻 R 與絕緣電導 G 的。因而衰耗常數不會是零的。

要想降低衰耗常數 β ，可減小電阻 R （靠加大銅綫直徑）及絕緣電導 G 。但顯著增加電纜心綫直徑時，在經濟上是不利的。將絕緣電導降到這樣低時，在經濟上也是不利的。因此，較有效的減小衰耗的方法，就只能從增加電感得到。

茲試研究上面的第1式。假設

(1)又譯波長常數——譯註。

$$\varphi_1 = \arctan \frac{R}{\omega L},$$

$$\varphi_2 = \arctan \frac{G}{\omega C},$$

$$\nu = \frac{\sin \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}}{\sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}}$$

並代入第1式。此時所得實數部分，也就是第1式之衰耗常數 β ，如下式：

$$\beta = \sqrt{RG} \frac{1}{\sqrt{1 - \nu^2}} \quad (3)$$

由 ν 之式可見，若 $\varphi_1 = 0$ ，則 $\nu = -1$ ；若 $\varphi_2 = 0$ ，則 $\nu = +1$ ；若 $\varphi_1 = \varphi_2$ ，則 $\nu = 0$ 。由此可見，

ν 之值是在 -1 及 $+1$ 的範圍內變動的，且當 $\nu = 0$ 時衰耗常數最小。相對衰耗與數值 ν 的依從關係如第7圖所示。

由於當 $\varphi_1 = \varphi_2$ 時，衰耗具有最小數值，因而得到下列一次參變數的關係式：

$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C} \quad (4)$$

即所謂理想傳輸條件。

在此關係式下：

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \sqrt{RG} = R \sqrt{\frac{C}{L}} = G \sqrt{\frac{L}{C}} \\ \alpha &= \omega \sqrt{LC} = \omega L \sqrt{\frac{G}{R}} = \omega C \sqrt{\frac{R}{G}} \\ Z_c &= \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{R}{G}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

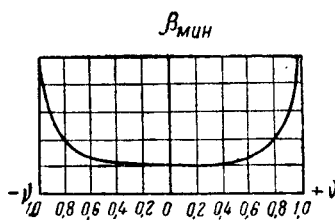


圖7——相對衰耗與數值 ν 的依從關係