



长途载波 通信学

余焕基、李崇龄 編著

人民邮电出版社



前 言

本書着重物理概念的闡述，尽可能的避免应用高深数学。因此，凡是具有初中畢業文化水平和一般电工学基础知識的讀者都可以看懂。

本書編写时主要参考了邮电部編譯室出版的“載波电话”、高等教育出版社出版的“長途电信”、邮电部長途电信总局出版的“載波电话机定期測驗調整法”、“長途电话技术維護規程（草案）”及前华东电信出版社出版的“長途电话工程”等書籍。

本書重点是第三、四、五、七、八章，它是載波通信原理的基础。第五章电子管，要求讀者学通学透。第七、八章載波机及長途电信測試，是長途載波通信專業的实际工作，要求能將电路圖跡寻純熟，及了解各种測試原理与方法，从而融会貫通，触类旁及，对实际工作是有幫助的。本書的难点在第三、五章，如用作教材时，希望教师們闡明分析，啓發学生領会透徹，这对以后學習第七、八章能起决定性的作用。

本書因篇幅关系，只重点詳細敘述M型及BSO型三路載波电话机，对一些其他类型如TFC，C₆，SA型，电纜載波机，电力載波机仅作簡單介紹。对于一些較高深的理論，則以附註形式編入，以供程度較高的讀者參考。

本書可以作为培訓長途載波电话机务人員的教材，也可以供在职人員自学和作工作上的參考。

對本書的一切意見，請寄北京中华人民共和国邮电部干部司或北京东四六条13号人民邮电出版社。

余煥基 李業齡 1958年7月

目 录

前言

第一章 緒論	1
1.1 長途載波通信学的内容	1
1.2 电信的重要性	2
1.3 長途通信發展史略	2
1.4 我国載波电信發展史略	3
第二章 長途通信綫路概述	4
2.1 長途通信綫路的种类及結構	4
2.2 通信綫路的基本电气参数	8
2.3 通信綫路当作一个多节綫網	12
第三章 有綫通信傳輸原理	13
3.1 研究傳輸原理的意义	13
3.2 衰耗和增益的意义及其測量單位	14
3.3 絕对电平的意义及其測量單位	18
3.4 傳輸电平測量上的衰耗測試法与电平測試法	21
3.5 最大电力輸送規律	25
3.6 通信綫路的特性阻抗的物理意义	26
3.7 通信电能在线路傳輸时的衰耗情况	32
3.8 通信电能在线路傳輸中的傳輸速度	34
3.9 通信綫路干扰的概念	37
3.10 回路的重叠使用	43
第四章 电阻衰耗器、衰耗均衡器及相位均衡器、 电信用变压器、濾波器	46
4.1 电阻衰耗器	46
4.2 衰耗均衡器及相位均衡器	52
4.3 电信用变压器	55
4.4 濾波器	60
第五章 电子管	67
5.1 电子管的構造原理	67

5.2	电子管的种类及参数	70
5.3	电子管放大器概説及电压放大器	81
5.4	电力放大器	88
5.5	多級放大器	89
5.6	放大器供电迴路的濾波器	95
5.7	推挽式放大器	98
5.8	負回授放大器	101
5.9	三种放大动作概述	106
5.10	电子管振盪器	108
5.11	电子管調幅器与反調幅器	118
第六章	話頻增音机	122
6.1	話頻增音机概述	122
6.2	混合綫圈工作原理	125
6.3	話頻增音机的振鳴与平衡綫網	128
6.4	話頻增音机电路举例	131
第七章	載波机	132
7.1	載波机的基本原理	132
7.2	氧化銅調幅器及反調幅器	136
7.3	載波机类型	141
7.4	M型三路載波电话机	142
7.5	BSO-3型三路載波电话机	188
7.6	其他常用的几种載波机	236
7.7	电纜載波电话、电力載波电话及12路載波电话 的簡單介紹	259
7.8	載波电报	273
第八章	長途电信測試	279
8.1	長途电信測試的目的	279
8.2	長途測試專用仪器	280
8.3	載波机測試調整	302
8.4	長途綫路測試	312
第九章	長途电话局設備	328

9·1	長途交換室的重要工作及其設備	328
9·2	載波室的設備	331
9·3	長途電話局房屋的要求	341
第十章	長途電話技術維護	344
10·1	長途電話技術維護的基本任務	344
10·2	技術工作人員的職責	344
10·3	電路的技術領導	346
10·4	電路的維護	346
10·5	維護長途電話局所必需的技术資料	349
附录一	載波機簡字對照表	350
附录二	M型三路載波機詳細電路圖	351
附录三	BSOT,載波機電路圖	352

第一章 緒 論

1.1 長途載波通信學的內容

長途載波通信學是學習長途載波電話、電報綫路和機械的原理和構造的一門課程，因為專業分工，綫路另成專業，所以這門課程偏重於機械。

遠距離的或業務繁忙的長途電話，並不是只在一對綫路的兩端簡單地接上電話機就行了，因為綫路太長，不能通話，而且建設一對綫路，費了許多人力、物力、財力，只有一對人通話，利用率也不高。所以科學家和工程師們便發明了載波。我們學習電工學知道，話音的頻帶主要是從250赫到3000赫，設甲地的A和乙地的B通話，他們說話的頻帶是250到3000赫，我們設法使甲地的C和乙地的D的話音頻帶搬移到較高頻帶，經過同一對綫路，到達對方后再搬移回話音頻帶，這樣兩對人在同一對綫路上講話，由於傳輸的頻帶不同，一對用250到3000赫，一對用較高頻帶，所以可以同时通話而不互相干擾，達到了提高綫路利用率的目的。直接利用話音頻帶傳輸的電話叫實綫電話。經過搬移高頻帶傳輸的電話叫載波電話，能夠達到這種目的的機器叫做載波電話終端機（簡稱載波機）。比實綫電話增加一路載波電話的叫單路載波機，增加三路的叫三路載波機，增加12路的叫12路載波機，最近發展到24路、60路、120路和更多的路數。載波電報機也是將電報頻帶搬移到較高頻帶在綫路上傳輸以達到一對綫路能夠多通幾路電報的目的。載波電話有下列優點：

一、提高綫路利用率：如上所述，裝用了載波機，一對綫路可以若干對人同時通話，提高了綫路利用率。

二、保持通話良好，增加通話距離：普通電話通話的距離一遠，聲音就小，雜音也大，如距離太遠，便無法通話。載波機的設備，

能够調整双方話音，使用戶通話滿意，現在世界最長的一條直達載波電路便是北京到莫斯科的電路，距離雖長，但通話質量良好。

三、保密：普通電話因為頻率是可聽的，所以在線路上掛上話機，便可以聽到雙方講話，載波電話的傳輸頻帶是高頻，非經搬移回音頻，普通電話機便聽不到話音。

1.2 電信的重要性

郵電企業是社會主義國民經濟的一個部門，而電信（電報及電話）是郵電企業的一個主要組成部分，它的職責是為國家的政治、經濟、文化建設和溝通人民之間的聯繫而服務，因此，它的服務方針應該是尽可能地滿足國家和人民的需要。

電信不止是在經濟建設中起着重大的作用，而且對於鞏固國家的國防，更有着非常重要的意義。

隨着我國經濟、文化建設的發展，人民生活日益提高，文化交流、商業及運輸各方面，對電信的需要也都日益增加。

載波電話電報既有提高線路利用率、增加通話距離、保持通話良好及保密的優點，而國家與人民對電信又有迫切的需要，所以載波電話電報便需要大規模的建設起來。

1.3 長途通信發展史略

通信電纜線路和架空明綫是俄國科學家許林格在發明指針電磁電報之後於 1836 年首先獲准架設的，1876 年發明了電話後，長途通信是專門作為電話通信而發展，由於用銅綫代替鋼綫，由單綫改為雙綫，並且改進了絕緣子質量，傳輸距離增加到 1000 公里。為了更經濟的利用導綫，在一對綫路上又同時進行了通話與通報。

1895 年波波夫發明了無線電，對長途通信技術起了巨大的作用。1915 年濾波器發明了。由於這些發明，使載波電話電報成為可能。

蘇聯長途電信創始人 M. B. 庶列金，首先從理論上闡明了頻

率搬移問題，1915年科瓦連科夫開始研究電子管放大器，并于1922年在莫斯科——彼得格勒的電話綫上裝置了第一部蘇聯制的電子管放大器。

早在1906年，俄國就獲得有綫載波通信方面的第一專利權，比外國早4年。

1936年，每對銅綫最高傳輸頻率高達60千赫，1939年一對架空明綫上可以在36—140千赫的範圍內傳送16路電話，同年又發明了同軸電纜，傳輸頻率高達4兆赫，同時傳送480路電話。目前，同軸電纜可以同時通960路電話，傳輸頻率高達7兆赫。

載波電報也是從俄國在1906年得到了載波通信方面的專利權開始，經過科學家及工程師們的研究與改良，在載波電話中開放一路，安裝載波電報機通上12—18路的電報。

總之，蘇聯的學者對長途通信有着光輝的成就，也是我們郵電工作者學習的榜樣。

1.4 我國載波電信發展史略

我國電信始於1881年12月28日，上海天津間第一條電報綫路建設完成開放公用，1936年開始裝用載波機。

1936年12月浙江杭州至永嘉（即溫州）安裝 B_1 式單路載波機，在黃岩加裝濾波器進局，此為我國裝用的第一套載波機和第一副濾波器。1938年8月漢口長沙綫上安裝 T_3 三路載波機，這是我國裝用的第一條三路載波電路。1941年1月在重慶貴陽綫上加裝 MT 高頻4路載波電報機，這是我國第一次裝用載波電報機。1945年京津間開始裝用電力載波電話（即利用電力高壓綫通載波電話）。

解放前，長途電信綫路支離破碎，機械亦極其簡陋。解放後，工人階級掌握了政權，在黨及毛主席的正確領導下，在蘇聯無私的援助下，在全國郵電職工的努力下，電信事業已有了大大的發展，在短短的幾年內，全國通信網初步建立起來了，已經裝用了12路載波機，建立了世界上最長的載波直達電路——莫斯科北京電路。

溝通了兩大國的首都，這對促進我國文化經濟建設及保衛世界和平起了極大的作用。在電信器材方面，解放前都是依賴帝國主義國家進口的，現在，我們已經建立了電子管製造廠，上海電信器材廠仿製了蘇聯 B₃ 型的 3 路載波機，其餘的器材也絕大部份可以自己製造了，這一切都說明了社會主義制度的優越性，在完成與超額完成第二個五年計劃以後，郵電企業將會有更偉大的成就。

生長在毛澤東時代的人們，要把我們偉大的祖國建設成為一個具有現代化的工業和農業的國家，就要我們不斷地提高政治覺悟，掌握現代的科學技術，增強體質，把自己鍛鍊成一個又紅又專的機務人員，將自己的一切貢獻給莊嚴燦爛的事業，為偉大的社會主義建設而奮鬥！

第二章 長途通信綫路概述

2.1 長途通信綫路的種類及結構

通信綫路的任務，是把通信電能從一端傳輸到另一端。

長途通信綫路的種類，大體可分為兩大類，一類是架空明綫，另一類是電纜。

甲、架空明綫是把裸體的導綫架掛在木桿上，它由下列幾個主要部分組成：首先它必須有栽立在地上的電桿，在電桿上裝有彎螺腳或綫担。隔電子裝在彎螺腳上，或裝在綫担的直螺腳上，導綫則繫在各相關隔電子上。撐腳是用來支持綫担的。其結構概況，如 2.1 圖所示。

現在再把有關綫路各個主要部分的普通常識，分述如下：

1. 電桿：長途架空綫路的電桿，絕大部分使用木桿。我國的電桿多用杉木製成，它的長度和梢端的直徑，在綫路規範上都有一定的規定。按照電桿的形狀可以分做單桿、單接桿、品接桿、A 桿、H 桿等（2.2 圖）。通信綫路絕大部分使用單桿。而其他如 H 桿等，

則各有其特別用途，
 仅为适应某些情况而
 裝立。电桿如按照建
 立的位置而分类，則
 可以分做終端桿、中
 間桿、角桿等。綫路
 兩端的电桿，叫做終
 端桿。它們中間的一
 般电桿是中間桿。綫
 路轉角处所树立的电
 桿叫做角桿，它的特
 点是承受的力量比
 較大。

2. 導綫：架空明
 綫的導綫，可以分为
 鍍鋅鉄綫（实际上是
 軟鋼制成）、鍍鋅鋼
 綫（由硬鋼制成）、
 銅綫、青銅綫、銅包
 鋼綫等类。干綫以使用硬銅綫为多，軟銅綫則仅作紮綫之用。
 遇着过河等需要忍受
 拉力較大的地方，則
 使用青銅綫、鍍鋅鋼
 綫或銅包鋼綫。鍍鋅
 鉄綫因电阻較大，多
 用于不大重要的長途
 綫路。至于導綫的直

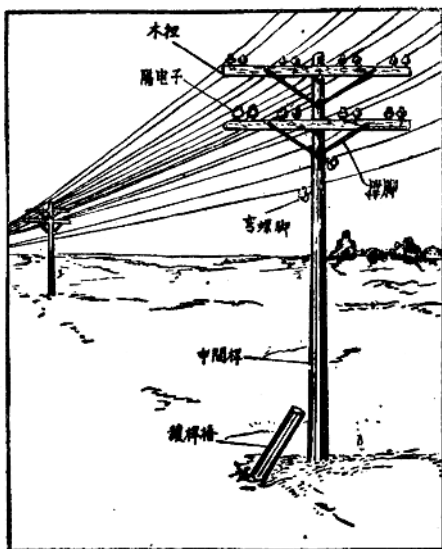


圖 2.1 架空明綫綫路

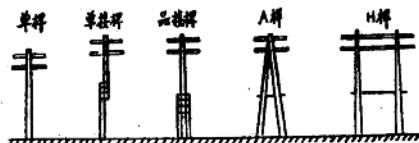


圖 2.2 部分电桿的形狀

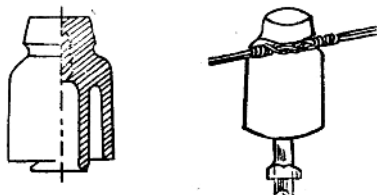


圖 2.3 双重隔电子剖面圖以及導綫在隔电子上綁紮的圖形

徑，通常使用4公厘、3.2公厘、3公厘、2.8公厘、2.6公厘等各種。綫徑大小的選擇，則視需要而定。

3. 隔電子：隔電子用以支持導綫，並將導綫絕緣，以免漏電，因而它的絕緣電阻必須很高，可由瓷器及玻璃等質料造成。長途綫路所用的隔電子，按其形狀而分有雙重隔電子及茶托隔電子兩種(2.3

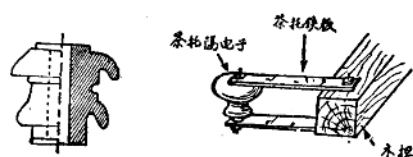


圖 2.4 茶托隔電子

圖及 2.4 圖)，而以使用雙重隔電子為主。在終端桿等地方上，才使用茶托隔電子。

4. 隔電子的支持物：

隔電子的鐵腳，有直螺腳

和彎螺腳兩種。彎螺腳可以直接裝在木桿上，但是由於佔據木桿的地位太多，只能用在比較簡單的綫路上，或附掛在綫担之下。直螺腳則必須裝在綫担上。綫担有木担與鐵担兩種，長途綫路以使用木担為多。木担以其長短大小尺寸來分，又可分為8綫、4綫等各種。綫担裝上木桿之後，為了保持平衡不向左右偏倚，在它的下面左右兩邊，各裝撐腳一只，撐腳是由鍛鐵造成的。把綫担裝在木桿上所用鐵穿釘的長短，要適合木桿和綫担的尺寸。

乙、長途通信電纜主要是由很多對絕緣的軟銅綫包在鉛皮里面而構成。長途通信電纜的種類，如依裝設方法而分，可分為架空、地下和水底電纜三種；如依照用途來分，有傳輸整個長途通信的長途電纜，有由於都市街道情況或別的原因，很難用明綫引入改從郊外適當的地方，用電纜敷設到局里的進局電纜，有時在架空明綫綫路的中途，也因特殊需要而插入一段電纜，這叫做中間電纜。

一般長途通信電纜的結構，可分成心綫、心綫的絕緣物和外面的被覆等三個主要成分。心綫多採用綫徑為0.9公厘、1.2公厘或1.3公厘的軟銅綫製成。心綫的絕緣物普通用紙作絕緣，外面的被覆物普通用鉛包，以保護心綫。一般長途通信電纜心綫的絞扭方法分為兩類，一類是雙雙四扭（亦稱復對式），它是二根先扭成一

对, 然后二对再扭成一組, 把这許多組排列成若干層放置在鉛包
里, 便成双雙四扭電纜 (圖2.5)。另一类是星形四扭, 它也是四根
綫 (或兩对綫) 做成一組, 但四根綫是同时一起絞扭的, 每根心綫
由一根紙繩螺旋形繞着, 再由一層絕緣的紙条螺旋似的包着, 然后
四根紙絕緣心綫, 环绕着一根較粗的
紙繩为中心, 按照一定的尺寸絞扭,
外面包以薄棉, 成为一个星形四扭
組, 同样把这許多組排列成若干層放
置在鉛包里, 便成星形四扭電纜
(2.6圖)。

一般長途通信用的電纜的結構,

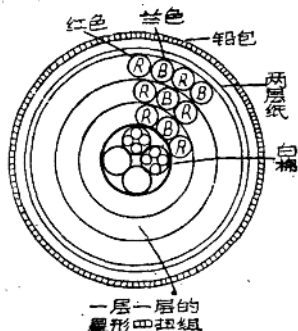
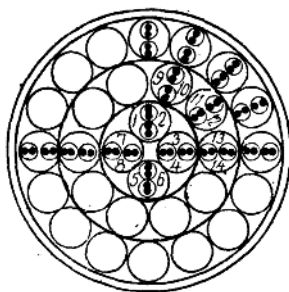
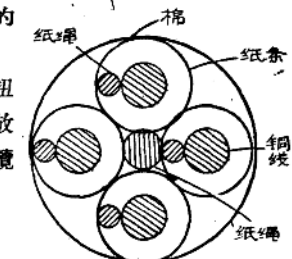
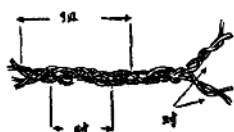


圖 2.5 雙雙四扭 (复对式) 鉛包電纜的構造

圖 2.6 星形四扭鉛包電纜

除上面介紹者外, 尚有可作进局電纜之用的对扭電纜及局內布綫用
的对扭紗包電纜。它們的心綫都是由兩根心綫一對一對地扭絞的,

不象上述四扭電纜由四根綫扭成一組，故結構比較簡單。另有適宜于中間電纜之用的平衡二綫電纜，及適宜于傳輸高頻率載波電話（數百路以上的載波電話）之用的同軸電纜等。它們的結構情況，因目前我國應用的尚不多，這裡不作介紹。

現在，當我們對長途通信電纜綫路和長途架空明綫綫路的結構情況獲得一些了解以後，那麼，對它們兩者間的優缺點，至此可作一些分析。架空明綫的優點是建築工程費用比較便宜，也比較容易架設，故在我國得到廣泛的使用。但是它有下列的缺點：1. 會因氣候條件（冰、霜）的變化而改變它的電氣特性，使通信不夠穩定；2. 發生自然災害（颶風、火災、水災等）時，它會遭受到破壞。也就是說它容易受到外界的影響。電纜則和架空明綫不同，它建設費用昂貴，但它的優點是：1. 通信穩定；2. 不易受到外界的影響；3. 能夠容納很多的電路。目前我國應用長途電纜的綫路雖不多，但長途電纜綫路正逐步架設，這是我國電信事業將來發展的方向。

2.2 通信綫路的基本電氣參數

沿着通信綫路，分布有電阻、電感、電容和電漏，它們的數值，以綫路長度1公里來計算，叫做電信綫路的4個基本電氣參數。茲分述如下：

1. 電阻：

綫路的導綫，存有一定的電阻值，其值與導綫的材料及直徑有關，此外還與導綫的溫度及在綫路導綫上流過的電流頻率有關。

參考電工學，導綫的直流電阻，可用下式來計算：

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

式中 ρ —電阻系數，即截面一平方公厘，長一公尺的導綫，在溫度 $t = 20^\circ\text{C}$ 時的電阻。

L —導綫的長度，其單位為公尺

S —導綫的橫截面積，其單位為平方公厘

現 $L = 2 \times 1000$ 公尺 (每公里 1000 公尺, 双綫故乘 2)

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

式中 $\pi = 3.1416$

d = 導綫直徑, 單位公厘

$$\begin{aligned} \text{代入 } R &= \rho \frac{L}{S}, \text{ 得 } R = \rho \frac{2 \times 1000}{\frac{\pi d^2}{4}} \\ &= \rho \frac{8000}{\pi d^2} \text{ 歐/公里} \end{aligned}$$

用此式計算出的電阻, 是當溫度等於 20°C 時的電阻, 至於在其他溫度時的電阻, 則可用下式來決定, 即: $R_t = R_{20} [1 + \alpha(t^\circ - 20^\circ)]$

式中 α — 導綫材料的溫度係數

t° — 計算電阻時所採用的溫度, 單位為攝氏溫度。

茲把通信綫路中, 我國通常所用的銅鋼兩種導綫材料的電阻係數和溫度係數表示於后。

銅鋼兩種金屬的電阻係數及溫度係數

表 2-1

金屬名稱	電阻係數 (溫度為 20°C)	溫度係數
銅	0.015	0.004
鋼	0.14	0.0046

從上面算式所計算出來的導綫電阻值, 是通過直流電的電阻。當導綫通以交流電時, 其交流電阻當比直流電阻大, 阻值隨頻率的增加而增加, 這是因為集膚作用的影响, 關於集膚作用現象, 讀者可能在學習電工學時已獲得這方面的知識, 但因這是一種重要的電氣常識, 故現在仍扼要地說明。

由電工學可知, 當電流通過導綫時, 在導綫周圍及其內部就產生磁場。(2.7 圖) 繪出了導綫的橫截面, 並繪出了當電流從讀者向圖後面的方向流通時的磁力綫。

如果通過的電流是直流電, 那末磁通是不變的, 因此在導綫上



圖 2.7 導線的橫截面及其周圍的磁場

沒有感應電勢產生，故在導線整個截面上，電流密度是均勻的。如果通過的電流是交流電，那末磁通則隨電流的變化而變化，因而在導線內就會產生感應電勢，該感應電勢的作用方向，與外部電源的電勢相反，故對導線內交流電流的流通，起着阻礙作用，感應電勢愈大，對交流電流通的阻礙作用也就愈大。若外部電源的電勢一定時，則在導線內流

通的交流電也會小。

在導線截面不同的同心層處，感應電勢的大小也是不同的。導線的同心層與其軸愈近，則圍繞此同心層的磁力綫的數量也愈多，因而在此層內所感應的電勢也愈高，故流通在這一層的交流電也愈小。反之，在導線的表面處，因距離軸心最遠圍繞的磁力綫最少，故感應電勢也小，因而流通在這地方的交流電也就比較大。歸納上述情況，可知在導線截面電流的密度是不均勻的，靠近軸的地方，電流密度最小，導線表面地方，電流密度最大。這種現象，稱為集膚作用。

隨着電流頻率的提高，電流及磁通的變動率也將增加，因此，導線內的感應電勢也將隨着增加，故集膚現象也愈顯著。如頻率非常高時，導線內層幾乎沒有電流通，導線內的電流，差不多全部集中於導線表面。

集膚作用的結果，使電流僅流通於導線截面靠近表面的地方，亦即使導線實在通過電流的截面積減少。導線通過電流的截面積的減少，意味着導線電阻的增大，因此導線的交流電阻當比直流電阻大，並隨着頻率的增加而增加。

鋼料的導磁系數比銅料大，故在同樣情況下，鋼線內部的磁力綫當比銅綫密，因此鋼線的集膚現象比銅綫為顯著。因此鋼綫比銅綫更不適宜於傳輸較高頻率的通信電能，但當頻率很高時，二者通

过的电流都是几乎全部集中在导綫表面，这时二者集膚現象的差異情况也就减少了。

2. 电感：

当綫路的导綫通过电流时，我們都知道在导綫内部和外部均有磁力綫存在，如果电流發生变化，就会产生感应电势，因此綫路的导綫，有电感存在。

根据电感量实用單位亨利的定义，当导綫通过一定的电流，若其交連的磁力綫数愈多，則电流每秒鐘变化一安培时，所产生的感应电势的伏特数也愈大，亦即电感量的亨利数也愈大。故 綫 路 的 电感量与导綫材料的导磁系数、导綫綫徑以及导綫周围的导磁情况有关。

当通过电流的頻率愈高时，集膚現象愈显著，这时，只剩下导綫外部所存有的磁力交連綫数，而导綫内部則几乎無磁力綫存在。根据上一段所述，綫路的电感与导綫的磁力綫有关，而磁力綫又与通过的电流頻率有关，因此頻率愈高时，綫路的电感愈小。

双綫回路的綫路电感，又与兩綫間的距离有关，这是由于双綫回路兩根导綫所通过的电流方向是相反的。从电工学上观察，在这种情况下磁力綫分佈，就可以看出其中一根载流导綫所产生的磁場，会使包围着另一根导綫的磁場减弱。因此兩綫間的距离愈远，相互間减弱磁場的影响愈小，包围着每根导綫的磁力綫也就愈多，故电感量也愈大。反之，兩綫間的距离縮短綫路的电感量也会随之而减少。

根据上面所述，这里可以附帶說明，鋼綫綫路的电感在話音頻帶范围会比銅綫綫路电感大，但如果頻率很高，集膚現象显著时，二者的电感值就相差無几了。

3. 电容：

双綫回路的兩根导綫，互相是絕緣的，可視為电容器的两个电极。若为單綫回路，則导綫与大地，也可視為是电容器的两个电极。因此，沿着綫路，是有电容存在的。

根据电工学計算平板电容器电容量大小的概念，可以知道綫路电容的大小，与兩綫間距离的远近及綫徑的大小有关。距离愈近或綫徑愈粗則电容量愈大。綫路电容量受頻率及气候条件的影响很小。

4. 电漏

綫路兩綫間的絕緣或导綫与大地間的絕緣由于絕緣材料不够十分完善，故絕緣电阻值絕不可能大到無限大。若其絕緣性質以电漏（絕緣电阻的倒数）来表示。那末，沿着綫路是有电漏存在的。

架空明綫的电漏，主要与隔电子的質料和型式以及一定長度內隔电子的数目有关，并且显著地随着天气而变化，天气干燥时与天气潮湿时电漏量相差很大。

綫路的电漏，又与通过电流的頻率有关。頻率愈高則电漏愈大。

綫路的4个基本电气参数已如上述，若將明綫与电纜两种綫路加以比較，則电纜导綫綫徑小故电阻比較大，又电纜兩綫扭在一起距离很短，故电容量比明綫大，而电感則比明綫小，至于电漏的大小，因与絕緣材料有关，很难作出一个标准的比較。但在一般情況下电纜綫路的电漏量是很小的，并且不易受天气干燥或潮湿的影响而引起变化。

2.3 通信綫路当作一个多节綫網

从上节所述，知道在綫路的导綫上，存有电阻和电感，在兩根导綫間，存有电容和电漏。在一定長度的綫段內，就存有一定数值的电阻、电感、电容和电漏。这样，如果綫路的長度是10公里，且在綫路任一地方这4个基本电气参数都是相同的，則假如每公里長度內这4个参数的数值分別是 R 、 L 、 C 、 G 。那么这10公里長的綫路，用电气的眼光去观察，可以視為分別由 R 、 L 、 C 、 G 4个参数結成的10个相同綫網連接而成（圖2.8）下面研究的通信电能在綫路的傳輸情况，就是以上面这种电气观点来作根据的。