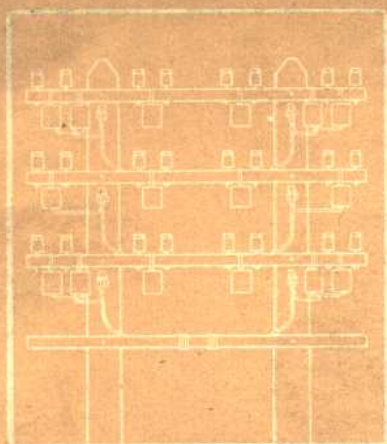




庞九洋 顾广仁 著  
高攸綱 李旣平

人 民 邮 电 出 版 社

III

明

II

线

XII

载

XX

波

III

线

II

路

XII

工

XX

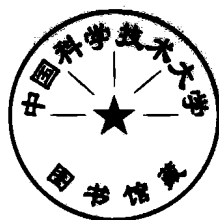
程

73.425  
850

# 明綫載波綫路工程

庞九洋 顾广仁 著  
高攸綱 李既平

1650/55



人民邮电出版社

## 内 容 提 要

本书共有八章，针对高频明线载波电话线路的主要问题，电信线路的串音影响和交叉技术，高频明线载波进局线路和设备，强电线对通信线的影响和防护等进行了比较详细的讲述。本书可供从事长途电信线路工作的技术人员参考。

## 明 线 载 波 线 路 工 程

著 者：龐九洋、顧廣仁、高攸綱、李既平

出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北京東四 6 條 13 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號)

印刷者：北 京 市 印 刷 一 廠

發行者：新 華 書 店

開本 850×1168 1/32

1963 年 7 月北京第一版

印張 11 22/32 頁數 187 插頁 2

1963 年 7 月北京第一次印刷

印刷字數 313,000 字

印數 1—2,600 冊

統一書號：15045·總1343—有301

定價：(10) 2.20 元

## 前 言

在总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗光輝照耀下，近几年来我国邮电事业有了很大的发展。在长途通信綫路上广泛地安装了載波机，其中不少是十二路載波电话机。由于长途通信綫路技术设备的加多和改善，对工程技术提出了新的、更为严格的要求。同时，由于我国的远距离高压輸电綫路发展也很快，这就产生了通信綫受高压輸电綫路的危险影响与干扰防护的問題，而成为綫路工程中一項极为重要的技术課題。編写本书的目的，就是试图比較系統、实地地解决明綫載波电话綫路工程中的这些新問題。

本书主要包括三个內容：电话回路交叉技术；长途綫路进局綫路和进局设备；通信綫对强电綫影响的防护。

在交叉技术方面，我們扼要地讲述了串音計算、开通十二路載波綫位的选择、我国沿用的几种交叉制式，以及如何改筑交叉等。由于苏联的新交叉指南（1959年公布）考虑了新的問題，改进了計算方法，所以本书有关串音計算的公式是参考了該新交叉指南的。

由于高频电路的增多，在长途明綫綫路的进局綫路及介入电纜的終端杆上，增加了不少新的设备，例如“三圈一器”、高频介入电纜等。本书以相当多的篇幅讲解了这些设备的性能、規格、安装方法等，可供实际工作中参考。

关于如何防止强电綫对通信綫的影响，本书除讲解了我國現行規定外，还介紹了国外一些新的計算方法，供讀者参考。

鑑于我国在以上几个方面还没有正式頒布新的統一的規定，而現行規範中的有关規定已感不足，所以本书有关技术标准和計算方法主要取自以下三个方面：一、現行規範中的有关部分；二、国外已經成熟的經驗；三、国内已有使用、比較有效的措施。在我国沒有正式頒布新的規範以前，我們认为这样取材，是可以供讀者参考的。

本书第一章、第二章、第三章是由顾广仁同志編写的；第四章、第五章、第六章是由庞九洋同志編写的；第七章是由李既平同志編写的；第八章是由高攸綱同志編写的。

限于我們的水平，本书內容难免有不够妥善或錯誤之处，希望讀者閱后能提出宝貴意見，以便再版时据以修正提高。

作 者

1962年12月

88400

# 目 录

## 前言

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 架空明綫的电特性 .....       | 1   |
| 一、架空明綫的一次参数 .....        | 1   |
| 二、架空明綫的二次参数 .....        | 14  |
| 三、反射現象 .....             | 22  |
| 第二章 通信回路的串音影响和回路交叉 ..... | 23  |
| 一、电话回路的串音影响 .....        | 23  |
| 二、串音防卫度标准与减小串音的措施 .....  | 29  |
| 三、电话回路交叉 .....           | 33  |
| 第三章 綫路进出增音站的串音影响 .....   | 72  |
| 一、串音影响与产生串音的原因 .....     | 72  |
| 二、各种串音影响的計算方法 .....      | 74  |
| 三、防止串音影响的措施 .....        | 81  |
| 第四章 高频載波明綫进局电纜 .....     | 89  |
| 一、明綫进出增音站的路由和电纜的应用 ..... | 89  |
| 二、明綫进局电纜的規格程式 .....      | 92  |
| 三、电纜与明綫的阻抗匹配 .....       | 104 |
| 四、电纜敷設方式与成端方法 .....      | 122 |
| 五、电纜的串音防卫度与平衡 .....      | 140 |
| 第五章 高频載波綫路进局終端設備 .....   | 154 |
| 一、終端引入杆的位置与建筑型式 .....    | 154 |
| 二、綫路进局終端設備 .....         | 155 |
| 三、分級保护与架空地綫 .....        | 177 |
| 四、接地裝置 .....             | 184 |
| 第六章 明綫改交叉工程的設計和施工 .....  | 196 |
| 一、設計的基本要求与設計阶段 .....     | 196 |
| 二、初步設計的格式及內容 .....       | 199 |
| 三、工程設計方案的內容 .....        | 203 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 四、技术設計（綫路部分）的格式及內容 .....       | 204        |
| 五、改交叉工程的施工作业 .....             | 215        |
| <b>第七章 通信回路的串音检查 .....</b>     | <b>234</b> |
| 一、杆路上产生串音的因素 .....             | 235        |
| 二、进局設備中产生串音的因素 .....           | 251        |
| 三、增音站附近第三回路的串音影响 .....         | 253        |
| 四、增音站内产生串音的因素 .....            | 253        |
| <b>第八章 强电綫对通信綫的影响和防护 .....</b> | <b>259</b> |
| 一、标准和防护措施类别 .....              | 259        |
| 二、强电綫的分类 .....                 | 262        |
| 三、强电綫对通信綫产生影响的基本理論 .....       | 267        |
| 四、危险影响及干扰影响的計算方法 .....         | 284        |
| 五、防护措施 .....                   | 318        |
| <b>附录一 双曲綫函数的一些重要关系式 .....</b> | <b>351</b> |
| <b>附录二 双曲綫函数表 .....</b>        | <b>353</b> |
| <b>附录三 各种交叉指数图 .....</b>       | <b>356</b> |

# 第一章 架空明綫的电特性

## 一、架空明綫的一次参数

电信綫路的导綫，一般是用銅、鋁、鉄等金属材料制成的。傳輸高频載波电话的长途架空明綫綫路的导綫，采用直径为 2.5 毫米至 4.0 毫米的硬拉銅綫、3.0 毫米至 4.0 毫米的銅包鋼綫，也可以采用鋁合金綫或鋼心鋁絞綫<sup>①</sup>。

电信回路具有 4 个基本电特性：电阻、电感、电容、电导，統称为回路的一次参数。一次参数决定于导綫的材料、綫路結構、气象影响和通信电流的频率。为了計算方便，都以 1 公里长的回路的数值来表示。

### 1. 回路的电阻

回路的电阻决定于导綫的材料种类、截面、气温、导磁系数及电流频率。

#### (1) 直流电阻：

各种导綫的直流电阻  $R'_0$  值，可用下列通用公式計算：

$$R'_0 = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{4000}{\pi d^2} = \rho \frac{1275}{d^2} \text{ 欧/公里}, \quad (1-1)$$

式中  $R'_0$ ——一根导綫每公里的直流电阻值，欧；

$\rho$ ——导綫材料在温度 +20°C 时的电阻系数，

$\frac{\text{欧-平方毫米}}{\text{米}}$ ，見表 1-1；

$l$ ——导綫的长度，米；

$A$ ——导綫的截面积，平方毫米；

$d$ ——导綫的直径，毫米。

---

① 关于鋁合金綫或鋼心鋁絞綫的傳輸特性見“通信用架空鋁导綫”一书（人民邮电出版社出版），本书不再介紹。

單綫回路利用大地作为另一条導綫，大地的电阻可认为是零，因此單綫回路的直流电阻就是  $R'_0$  值。

当溫度变化时，導綫电阻是随着溫度的增加而增大的，假設溫度不是  $+20^\circ\text{C}$ ，而是  $t^\circ\text{C}$ ，則，導綫的直流电阻为：

$$R'_t = R'_0[1 + \alpha(t - 20)], \quad (1-2)$$

式中  $t$ ——導綫所处的溫度，摄氏度数（如果所处的溫度低于零度，式中  $t$  应取負号）；

$R'_t$ ——導綫在溫度  $t$  时的直流电阻，欧；

$\alpha$ ——導綫材料的溫度系数，見表 1-1。

表 1-1 導綫材料在  $+20^\circ\text{C}$  的电阻系数及溫度系数

| 導綫材料 | 电阻系数 $\rho, t = +20^\circ\text{C}$<br>(欧—平方毫米/米) | 溫度系数 $\alpha$ |
|------|--------------------------------------------------|---------------|
| 銅    | 0.01785                                          | 0.0039        |
| 鋁    | 0.0291                                           | 0.0037        |
| 鉄(鋼) | 0.139                                            | 0.0046        |

銅包鋼綫的直流电阻，可按銅层和鋼心的并联电阻計算：

$$R'_0 = \frac{R'_{01} R'_{02}}{R'_{01} + R'_{02}} \text{ 欧/公里}, \quad (1-3)$$

式中  $R'_0$ ——一根銅包鋼綫的每公里直流电阻值，欧；

$R'_{01}$ ——鋼心的直流电阻值；

$R'_{02}$ ——銅层的直流电阻值，以下式計算：

$$R'_{02} = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{1275}{d^2 - d_0^2} \text{ 欧/公里}, \quad (1-4)$$

式中  $A$ ——銅层的截面积，平方毫米；

$d$ ——銅包鋼綫的直径，毫米；

$d_0$ ——鋼心綫的直径，毫米。

为了計算方便，各种導綫的單綫直流电阻，可分別按下列实用公式来計算：

$$\left. \begin{aligned}
 \text{单銅綫:} \quad R'_0 &= \frac{22.7}{d^2} \text{ 欧/公里;} \\
 \text{单鉄綫:} \quad R'_0 &= \frac{176}{d^2} \text{ 欧/公里;} \\
 \text{单銅包鋼綫:} \quad R'_0 &= \frac{22.7}{d^2 - 0.871d_0^2} \text{ 欧/公里。}
 \end{aligned} \right\} \quad (1-5)$$

双綫回路的直流电阻 (通称为环路电阻) 为两条单綫的直流电阻之和。通信回路所用的双綫, 应该是同质、同径的导綫, 所以双綫回路的直流电阻  $R_0$  值用下式計算:

$$R_0 = 2R'_0 = \rho \frac{8000}{\pi d^2} = \rho \frac{2550}{d^2} \text{ 欧/公里,} \quad (1-6)$$

式中  $R_0$ ——双綫回路每公里的直流电阻值, 欧。

双綫回路的两条导綫的直流电阻值如果不相等, 则称为电阻不平衡。在一个增音段內, 不平衡电阻的允許值如下:

銅綫或銅包鋼綫回路, 不大于 2 欧;

直径 4.0 毫米鉄綫回路, 不大于 5 欧;

直径 3.0 毫米鉄綫回路, 不大于 10 欧。

用上述公式計算出来的电阻是标准值 (标称值), 但由于导綫的原材料及直径的不均匀影响, 以及在建筑中不可避免地要有接續, 因此, 实测出来的回路电阻值, 比标称值可能要大一些, 一般規定:

銅綫电阻实测值, 不超过計算值的 5%;

銅包鋼綫电阻实测值, 不超过計算值的 7%;

鉄綫电阻实测值, 不超过計算值的 10%;

各种导綫的直流电阻計算值見表 1-2。

## (2) 交流电阻

当导綫內通过交流电流时, 导綫及其周围产生了交变的磁場, 于是就在导綫內产生了与原来电势作用相反的电势。交流电流的頻率越高, 磁場越强和变化越快, 则反电势越大。又因导綫內部的磁場較导綫外层部份的磁場强, 所以在导綫中部产生的反电势也

表 1-2 单线导线的直流电阻标准值

| 线质线径           | 电阻标准值 欧/公里 |       |       |       |       |       |       |
|----------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                | -30°C      | -20°C | -10°C | 0°C   | +10°C | +20°C | +30°C |
| 铜线 $d=2.5$ 毫米  | 2.91       | 3.06  | 3.20  | 3.34  | 3.49  | 3.63  | 3.77  |
| “ $d=3.0$ “    | 2.03       | 2.12  | 2.22  | 2.32  | 2.42  | 2.52  | 2.62  |
| “ $d=3.5$ “    | 1.49       | 1.56  | 1.63  | 1.70  | 1.78  | 1.85  | 1.92  |
| 铁线 $d=3.0$ “   | 15.10      | 16.00 | 16.89 | 17.75 | 18.65 | 19.55 | 20.44 |
| $d=4.0$ “      | 8.50       | 9.00  | 9.50  | 10.00 | 10.50 | 11.00 | 11.50 |
| 铜包钢线 $d=3.0$ “ | 5.87       | 6.16  | 6.45  | 6.75  | 7.03  | 7.32  | 7.61  |
| $d=4.0$ “      | 2.56       | 2.69  | 2.82  | 2.96  | 3.09  | 3.22  | 3.35  |

就较大。当交流电流频率很高时，导线内部的反电动势强到几乎使电流不能通过的程度，因而使电流集中在导线的外层部份，这种现象叫做“集肤作用”。导线的导磁系数越大，集肤作用越显著。

可以想见，导线中心部份通过的电流减小，相当于导线截面积减小，并且外层部份也存在着反电动势，因此交流电阻显然比直流电阻大。电流频率越高，电阻值越大；导线的导磁系数越大，随频率增加的交流电阻值也越大。

双线路的交流电阻  $R_{\sim}$  按下式计算：

$$R_{\sim} = R_0 k_1 \text{ 欧/公里,} \quad (1-7)$$

式中  $R_0$ ——双线路的直流电阻值，欧；

表1-3 因集肤作用使导线电阻增加的系数  $k_1$  值

| $\%$ | $k_1$ | $\%$ | $k_1$ | $\%$ | $k_1$ | $\%$  | $k_1$  |
|------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|
| 0.0  | 1.000 | 3.5  | 1.492 | 8.0  | 3.094 | 15.0  | 5.562  |
| 0.5  | 1.000 | 4.0  | 1.678 | 9.0  | 3.446 | 20.0  | 7.328  |
| 1.0  | 1.005 | 4.5  | 1.863 | 10.0 | 3.799 | 25.0  | 9.094  |
| 1.5  | 1.026 | 5.0  | 2.043 | 11.0 | 4.151 | 30.0  | 10.861 |
| 2.0  | 1.078 | 5.5  | 2.219 | 12.0 | 4.504 | 40.0  | 14.394 |
| 2.5  | 1.175 | 6.0  | 2.394 | 13.0 | 4.856 | 50.0  | 17.939 |
| 3.0  | 1.318 | 7.0  | 2.743 | 14.0 | 5.209 | 100.0 | 35.607 |

$k_1$ ——因集肤作用使导綫电阻增加的系数，见表 1-3。

表內  $x$  值是按下式求得的：

$$x = 5 \sqrt{\frac{f\mu}{R_0' \times 10^4}} = 7.09 \sqrt{\frac{f\mu}{R_0 \times 10^4}}, \quad (1-8)$$

式中  $f$ ——电流频率，赫；

$\mu$ ——相对导磁系数，铜綫的  $\mu=1$ ；鉄綫的  $\mu=120$ 。

鉄綫和铜綫的电阻随频率变化的情况如图 1-1 和图 1-2 所示。

通过计算可以证明：因鉄綫的电阻系数和导磁系数都比较大，

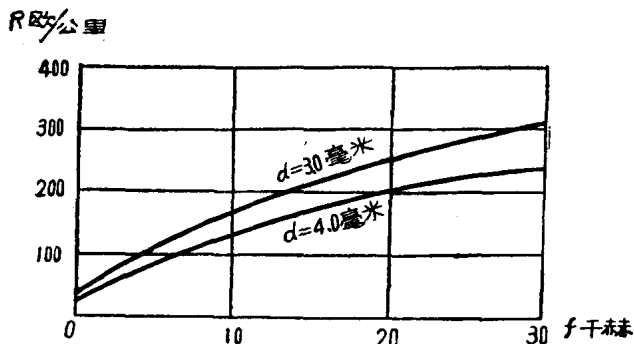


图 1-1 鉄綫电阻频率曲线图

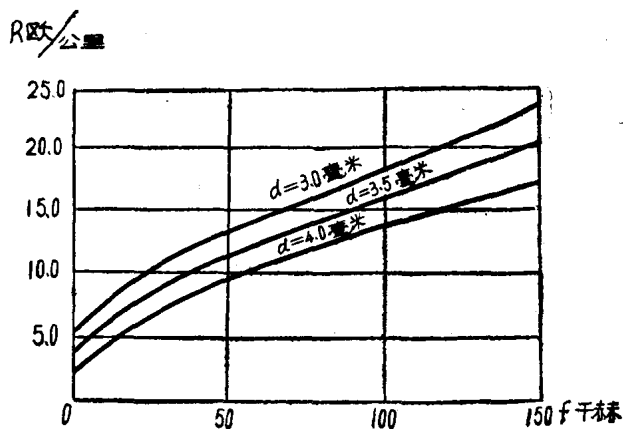


图 1-2 铜綫电阻频率曲线图

所以直流及交流电阻都較大。因此一般只用来开通音頻電話(200—3000赫)及单路載波電話(頻率低于 10 千赫), 或者开通短距离的 3 路載波電話(頻率至 25 千赫)。

銅綫的直流电阻和交流电阻远較鉄綫为小, 而且随頻率增加的数值也較小, 因此可以用于长距离通信及用来开通 3 路載波(頻率至 30 千赫)和 12 路載波電話(頻率至 150 千赫)。

(3) 由于集肤作用, 电流在高频时是沿着導綫外层部分传输的。因此高频通信时可以采用外层为銅, 中心为鋼的銅包鋼綫, 通常采用銅层厚度为 0.2 至 0.4 毫米、鋼心直径为 2.6 至 3.2 毫米的導綫, 见图 1-3。

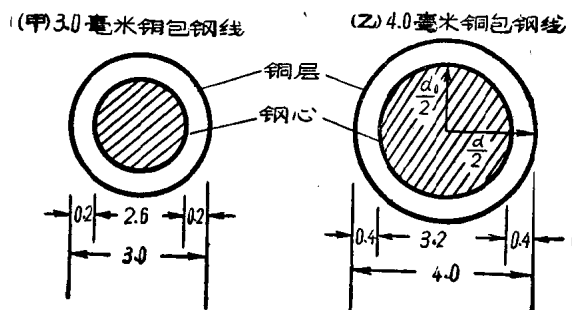


图 1-3

銅包鋼綫的直流电阻, 按公式(1-3)計算。

当交流电頻率低于 10 千赫时, 其实效电阻可利用公式(1-3)来計算, 这时应以鋼心綫的交流电阻  $R'_{L1}$  来代替式中的  $R'_{01}$ 。但在电流頻率增高时, 由于集肤作用显著, 电流大部分通过導綫的外层, 因此, 一般在頻率超过 10 千赫时, 其交流电阻以下式計算:

$$R'_L = R'_{02} \left( 1 - \frac{\theta}{d} \right) k'_1 \text{ 欧/公里}, \quad (1-9)$$

式中  $R'_L$ ——銅包鋼綫的交流电阻值;

$\theta$ ——外层銅层的厚度, 毫米;

$d$ ——銅包鋼綫的直径, 毫米;

$k'_1$ ——銅包鋼綫的电阻增加系数，見表1-4。

表 1-4 銅包鋼綫的电阻增加系数  $k'_1$  值

|        |      |      |      |      |      |      |      |            |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| $y$    | 0    | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  | 0.7        |
| $k'_1$ | 0.9  | 0.94 | 0.97 | 1.00 | 1.02 | 1.04 | 1.06 | 1.09       |
| $y$    | 0.8  | 0.9  | 1.0  | 1.1  | 1.2  | 1.3  | 1.4  | 1.5        |
| $k'_1$ | 1.13 | 1.17 | 1.23 | 1.28 | 1.34 | 1.43 | 1.50 | 1.61       |
| $y$    | 1.6  | 1.7  | 1.8  | 1.9  | 2.0  | 2.5  | 3.0  | $\geq 3.5$ |
| $k'_1$ | 1.70 | 1.79 | 1.88 | 1.97 | 2.06 | 2.52 | 3.01 | $k'_1 = y$ |

表 1-4 中，

$$y = 2 \times 10^{-3} \times \theta \sqrt{\frac{f \mu}{\rho}}, \quad (1-10)$$

$f$ ——頻率，赫。

銅綫的  $\mu=1$ ， $\rho=0.0178$ ，代入上式則得：

$$y = 1.5 \times 10^{-2} \times \theta \sqrt{f}. \quad (1-11)$$

銅包鋼綫的电阻頻率曲綫如图 1-4 所示。在低頻时銅包鋼綫的电阻值較相同綫径的銅綫的电阻大得很多，但在高頻时由于集肤作用两者相差則很小，因此可以用銅包鋼綫来开通高頻載波电话，以

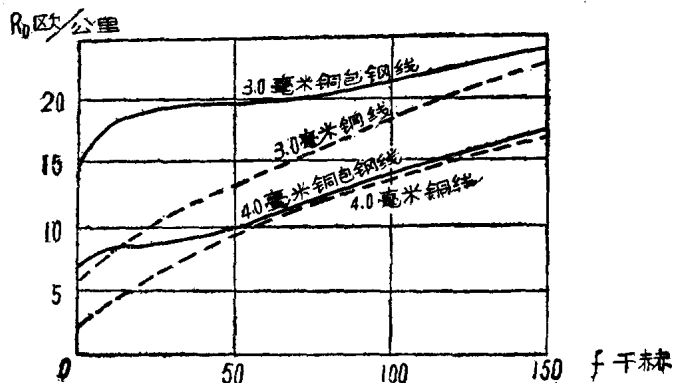


图 1-4

節約价值昂貴的銅。不过制造銅包鋼綫比較困难，同时低頻电阻較大，音頻通信质量較差。目前一般只在導綫需要高强度的地方，例如过河綫、超重負荷区等地方（銅綫的机械拉断应力为 39 公斤/平方毫米，銅包鋼綫为 75 公斤/平方毫米）。

## 2. 回路的电感

導綫的磁通量与产生此磁通的电流之比称为电感，其数值与導綫的材料、直径和两導綫間的距离有关，并随着频率的改变而变化。

(1) 单綫回路的电感量为：

$$L' = \frac{1}{2} \left[ 4 \ln \frac{2h}{r} + k_2 \mu \right] \times 10^{-4} \text{ 亨/公里}, \quad (1-12)$$

式中  $L'$ ——单綫回路 1 公里的电感量；

$h$ ——導綫架挂高度，厘米；

$r$ ——導綫的半径，厘米；

$k_2$ ——因集肤作用使導綫自感減小的系数，見表 1-5。

表 1-5 因集膚作用使導綫自感減小的系数  $k_2$  值

| $\alpha$ | $k_2$ | $\alpha$ | $k_2$ | $\alpha$ | $k_2$ | $\alpha$ | $k_2$ |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| 0        | 1.000 | 3.5      | 0.766 | 8.0      | 0.351 | 15.0     | 0.188 |
| 0.5      | 1.000 | 4.0      | 0.688 | 9.0      | 0.313 | 20.0     | 0.141 |
| 1.0      | 0.997 | 4.5      | 0.616 | 10.0     | 0.282 | 25.0     | 0.113 |
| 1.5      | 0.987 | 5.0      | 0.556 | 11.0     | 0.256 | 30.0     | 0.094 |
| 2.0      | 0.961 | 5.5      | 0.507 | 12.0     | 0.235 | 40.0     | 0.071 |
| 2.5      | 0.913 | 6.0      | 0.465 | 13.0     | 0.217 | 50.0     | 0.057 |
| 3.0      | 0.845 | 7.0      | 0.400 | 14.0     | 0.202 | 100.0    | 0.028 |

(2) 双綫回路的电感量为：

$$L = \left[ 4 \ln \frac{a}{r} + k_2 \mu \right] \times 10^{-4} \text{ 亨/公里}, \quad (1-13)$$

式中， $L$ ——双綫回路 1 公里的电感量，亨；

$a$ ——回路两導綫間的距离，厘米。

(1-12) 和 (1-13) 式中, 括号里边的第一項是外电感, 括号里的第二項是內电感。由表 1-5 可以看出, 系数  $k_2$  随着頻率增大而由 1 趋向于 0 (在无穷大頻率时)。这样看来, 随着頻率增高, 由于集肤作用, 使导綫內的磁通量减小, 內电感接近于零, 于是单綫和双綫回路的电感趋近于外电感值。

通过計算可以证明, 鉄綫的內电感在頻率增高时显著地减小, 但銅綫由于相对导磁系数低, 頻率变化时, 內电感只有很小的变化, 而外电感主要是由导綫架挂位置来决定。如果架挂方式不变, 电感量几乎是一个常数。

(2) 銅包鋼綫的总磁通量等于內层鋼綫和外部銅层的磁通之和。

在頻率較低时, 双綫回路的电感为:

$$L = \left\{ 4 \ln \frac{a}{r} + \mu_2 \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \left( 4 \ln \frac{r}{r_1} + \frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right) \right] \right\} \times 10^{-4} \text{ 亨/公里,} \quad (1-14)$$

式中  $R_1$ ——鋼心的电阻, 欧/公里;

$R_2$ ——銅层的电阻, 欧/公里;

$r_1$ ——导綫鋼心綫的半径, 厘米;

$\mu_1, \mu_2$ ——分别为鋼綫和銅綫的导磁系数。

因  $\mu_1$  远大于  $\mu_2$ , 公式 (1-14) 的  $\left( 4 \ln \frac{r}{r_1} + \frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 \right)$  項內,

$4 \ln \frac{r}{r_1}$  及  $-1$  兩項可以忽略不計, 因而:

$$4 \ln \frac{r}{r_1} + \frac{\mu_1}{\mu_2} - 1 = \frac{\mu_1}{\mu_2} = 120,$$

代入式 (1-14), 得

$$L = \left\{ 4 \ln \frac{a}{r} + 1 + \frac{120 R_2}{R_1 + R_2} \right\} \times 10^{-4} \text{ 亨/公里.} \quad (1-15)$$

当頻率增高时, 鋼心內的磁通减少, 大部份磁通存在于銅层內, 而当頻率很高时, 鋼心內几乎沒有磁通了。所以, 在頻率超过

10 千赫时，双綫回路的电感按下式計算：

$$L = \left( 4 \ln \frac{a}{r} + \frac{\theta}{d} k'_2 \right) \times 10^{-4} \text{ 亨/公里}, \quad (1-16)$$

式中  $k'_2$ ——銅包鋼綫的自感减小系数，見表 1-6。

表 1-6 銅包鋼綫的自感减小系数  $k'_2$  值

|        |     |     |     |     |     |     |     |               |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| $y$    | 0   | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7           |
| $k'_2$ | 206 | 160 | 100 | 62  | 38  | 24  | 14  | 8             |
| $y$    | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5           |
| $k'_2$ | 6   | 5   | 4   | 3.2 | 2.9 | 2.7 | 2.5 | 2.4           |
| $y$    | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | $\geq 3.5$    |
| $k'_2$ | 2.3 | 2.2 | 2.1 | 2.0 | 1.9 | 1.6 | 1.3 | $\frac{4}{y}$ |

表內  $y$  值以 (1-10) 或 (1-11) 公式計算。

鉄綫、銅綫、銅包鋼綫双綫回路电感頻率特性如图 1-5 所示。

由图可見，銅包鋼綫的电感在頻率很高时等于銅綫的电感。

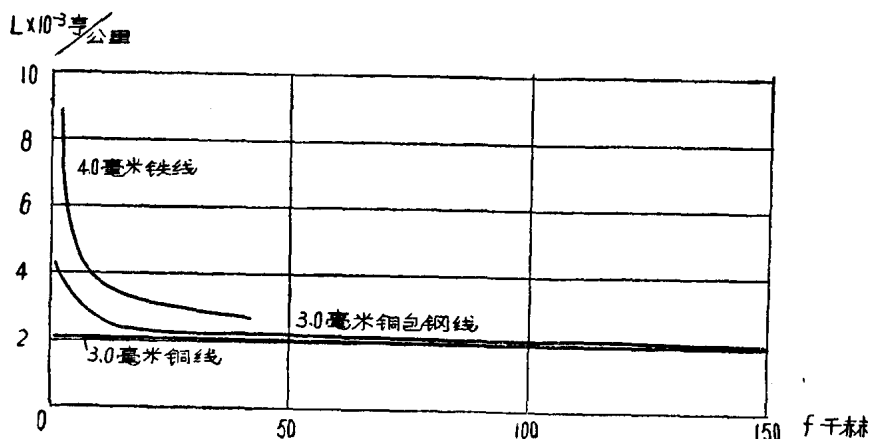


图 1-5