

295231

成都工学院图书馆

基本馆藏



电话回路交叉浅说

唐九洋著

人民邮电出版社

0271
043

内 容 介 紹

这本小册子用浅近的道理，說明电话回路串音和橫串交叉效果的基本知識，适合于綫务員、杆綫工和通信战士們閱讀。

本书用通俗浅显的理論概念和实际应用和結合的方法，介紹了交叉区、交叉指数、交叉展开图以及交叉区測量規則等。

书末附有指数图和交叉展开图，可供实用。

电话回路交叉淺說

著 者： 廬 九 洋

出版者： 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四 6 条 13 号

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇四八号)

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂

发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1962 年 10 月北京第一版

印张 2 4/32 字数 68 千字

1962 年 10 月北京第一次印刷

印刷字数 50 000 字

印数 1-5,150 册

統一书号：15045·总1320—有292

定价：(9)0.30 元

前 言

“电话回路交叉”是广大的线路员或从事电信线路工作的初级技术人员在工作和学习中经常遇到的而又不容易掌握的一项技术。

本书试图避免应用数学公式，而用通俗浅显的叙述，采取打比方、讲概念的方式进行讲解，尽量作到使读者容易懂，能结合实用。但是，由于是初次尝试，难免有叙述不够确切或不妥当之处，希望广大读者阅读后提出宝贵意见，以便今后再版时修正。

所有意见，请寄交北京东四6条13号人民邮电出版社图书编辑室。

1962年6月

目 录

前 言

一、电话为什么产生串音1

1. 电和磁的感应影响1
2. 单线电话的串音3
3. 双线电话为什么比单线好4

二、怎样减小电话串音5

1. 加大两回路之间的距离, 缩小同一回路两导线之间的距离6
2. 把回路安排在相互有利的位置上7
3. 用双线作回路并做交叉8

三、线路交叉的效果10

1. 交叉能够减小串音10
2. 以区为单位来设计交叉12

四、线路交叉区14

1. 标准交叉区的长度为什么是780米14
2. 交叉间隔的标准长度是多少?15
3. 交叉配区图17

五、交叉指数17

1. 基本交叉指数18
2. 联合交叉指数18
3. 交叉指数图20
4. 从交叉指数上还能看出什么20

六、交叉展开图22

1. 什么叫交叉展开图22
2. 怎样画交叉展开图23

七、再谈线路交叉的效果26

1. 从线路损耗谈到串音损耗27
2. 不做交叉的两回路之间的近端串音损耗27

3. 两回路之間的互相防卫指数.....	29
4. 做交叉两回路之間的附加串音衰耗.....	30
5. 实际的交叉效果.....	31
八、在高頻通信中的交叉效果	32
1. 从一张表中发现的問題.....	33
2. 交流电的傳輸概念.....	34
3. 电气交叉节距和吸收峰現象.....	37
4. 載波回路的串音影响.....	40
5. 电平和防卫度的概念.....	43
九、苏式标准交叉方式	45
1. 交叉指数图.....	45
2. 哪些线位上能开放高頻載波.....	47
3. 开放高頻載波时, 交叉指数的改变.....	47
4. 哪些鉄线线位上能开放单路載波.....	49
5. 哪些线位能組成幻象回路.....	51
一〇、交叉区測量規則.....	52
1. 配区規則.....	53
2. 分区杆交叉規則.....	54
3. 分线規則.....	56
4. 进局线規則.....	58
附录 1 苏式标准交叉指数图	61
附录 2 交叉展开图.....	64

一、電話为什么产生串音

我們在使用電話的时候，往往会从耳机里听到其他電話綫上的講話声音，这叫**電話回路串音**。電話中有了串音，不仅引起互相干扰，降低通話质量，而且也不保密。

单綫電話的串音特別严重，如果同杆架設了两条单綫，只要几公里的距离，就几乎沒有办法来消除它們之間的严重串音了。双綫電話，如果按照规范規定做了綫路交叉，可以避免串音，只有遇到綫路上发生了毛病，或者是所做的交叉有錯誤，才会发生串音的現象。所以電話回路交叉是防止串音和提高通話质量的重要措施，我們做綫路工作的人必須对它的基本概念有正确的理解。

電話为什么会产生串音呢？这都是电气回路中的感应影响在作怪。

1. 电和磁的感应影响

談到电和磁，我們是不能直接看見的，但是从它們发生的物理現象中，知道它們的存在。电磁学是專門研究电磁物理現象的科学，現代的电磁学帮助我們摸清了电和磁的特性。

当一条导綫上有电的时候，是带电体。带电体上存在着**电荷**，在它周圍的空間里，就形成一个**电场**。电场这名詞的含义，就好象說：电可以影响到的势力范围。这时，如果有另一条綫处在电场范围内，它就会受到电的感应影响，产生异性的电荷。換句話說，如果这一条綫上带正电荷，則另一条被感应的綫上产生負电荷；反之，如果这一条綫上带負电荷，則另一条被感应的綫上产生正电荷，彼此之間是互相对立、互相依存的，这两条綫就好象組成一个电容器一样，參閱图 1。

当原来一条綫上的电荷发生增、减或消失的时候，那末，

被感应的另一条线上会同样地发生增、减或消失。电荷在被感应的线上发生增、减或消失的变化，这就意味着电荷在流动，这样就形成了“感应电流”，按照图 1 虚线箭头所示的假定方向，分别向左右两边流过去。所以，当一条单线上正在通电话时，我们可以从另一条单线的左右两端，都能听到串音。

这种感应现象，我们称为**静电感应**，或叫**电容耦合作用**。耦合是表示彼此互相交连在一起的意思。

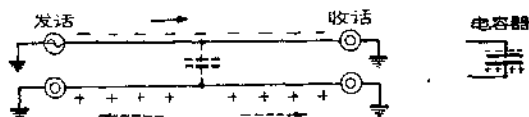


图 1

现在再研究另一种感应现象。当一条导线正在通电话、线上有电流流过的时候，在它周围空间里又产生一层一层的、环绕着线条的磁力线，但是眼睛却看不见。靠着线条周围越近，磁力线越密，离开线条周围远些，磁力线便稀少，参阅图 2。当通话回路的电流在变化时，磁力线的多少和方向也就发生变化，即产生所谓“交变磁场”。

磁力线所能达到的空间范围叫**磁场**。如果有另一条导线处在磁场范围内，它就会碰到磁力线，并且被交变磁场的磁力线割切，因此产生了**感应电流**，这是磁感生电的道理。

因此当原来一条线上的通话电流有增减变化时，另一条线上也就随着发生增减变化的感应电流，两条线之间的关系，就好象组成一个**电感线圈**似的。根据实验证明：感应电流的方向，与原线上的通话电流方向，恰恰相反，所以感应电流是按照图 2 虚线箭头所示的方向，统统流向左边。

我们再把图 1 和图 2 综合起来研究，就可以看出：流到线

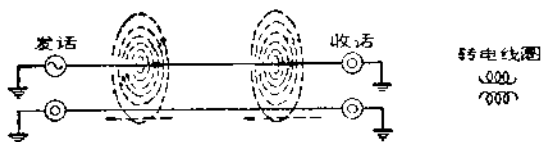


图 2

路左边去的感应电流，是两种感应电流之和，流到线路右边去的感应电流，是两种感应电流之差，因此，在线路左端听到的串话声音特别大些。

研究电话串音时，我们把流到图中左边去的称为近端串音，把流到图中右边去的称为远端串音。所谓近端或远端，是根据发话在哪一边来说的，在图 1 和图 2 中，我们已经假定发话是在左边。

近端串音对于音频电话来说，是比较严重的问题，根据这个概念，我们进行研究后面的许多问题。

现在需要补充说明的是：耦合作用的大小，与两线之间的间隔成反比（严格地说，与间隔的平方成反比），与两线间杆架设的里程成正比。换句话说，线位间隔越近，或平行架设的里程越长，耦合作用越大，反之，线位间隔越远，或架设里程越短，耦合作用越小。

2. 单线电话的串音

我们已经了解，电容耦合作用和磁感耦合作用，是造成电话回路串音的主要原因。

今以图 3 两条单线电话为例。甲线正在通电话（左边是发话，右边是收话），这时，甲线上有电流流过，其方向如实线箭头所示。由于电和磁的耦合作用，乙线便会产生感应电流，其方向如虚线箭头所示。我们如在乙线上用耳机去听时，两边都

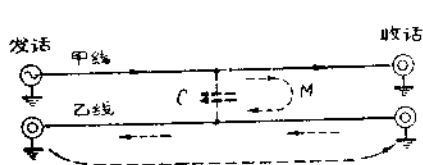


图 3

能听到甲线的讲话声音，这是因为感应电流流过乙线两边耳机的缘故。同样地，如果乙线上有通话电流，也会干

扰甲线，这就是电话回路串音。

图中 C 字母，表示两线间的电容耦合， M 字母，表示两线间的磁感耦合。

为了便于解释串音关系，从此以后，我们把图 3 的甲线称为干扰回路，乙线称为被扰回路。甲线上的通话电流，对乙线而言，称为干扰电流，乙线因耦合作用而产生的电流，称为串音电流。

串音影响既然是耦合作用引起来的，那末，耦合作用大，串音影响也大。不难理解：当两线靠得近了，电和磁的耦合作用都加大，因而产生较强的串音电流；两线同杆架设的里程长了，沿途累积起来的串音电流，当然也会增加。根据计算得知：两条单线回路同杆架设，即使只架 1 公里，并把两线的间隔离开 1、2 米远，仍然会有严重的串音，所以，单线电话的通话质量是很差的。

3. 双线电话为什么比单线好

图 4 是两对双线电话，设 1—2 线的通话电流的方向如图所示，则在此情况下，1 线和 3 线之间有耦合作用，使 3 线产生一个串音电流 I_{13} ；2 线和 3 线之间也有耦合作用，又使 3 线产生一个串音电流 I_{23} 。

必须注意：由于干扰回路 1 线和 2 线的电流方向不同，所以被扰回路 I_{13} 和 I_{23} 的方向也不相同；又由于 3 线距离 2 线近，距离 1 线远，所以 I_{23} 要比 I_{13} 大些。结果，被扰回路中

的 I_{23} 和 I_{13} 要互相抵消一部分，剩余下来的串音电流(即 $I_{23} - I_{13}$)，才会流入耳机。同样的道理，4 线距离 2 线近，距离 1 线远，因耦合作用而产生的串音电流 I_{24} 和 I_{14} ，也是方向不同，大小不等。

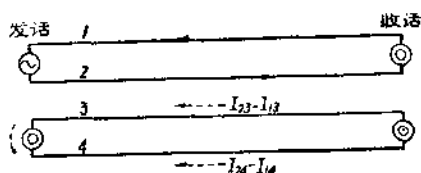


图 4

当它们互相抵消之后，也只是剩下的一部分串音电流(即 $I_{24} - I_{14}$) 流入耳机。

抵消后剩余的串音电流的大小和方向，如图中虚线箭头所示。

现在我们知道被扰回路 3、4 线里，各有一个串音电流，就是 $(I_{24} - I_{14})$ 和 $(I_{23} - I_{13})$ ，它们同时流向左边的耳机，但是它们进入耳机的方向是相反的，大小也是不等的(因为 3 线距离干扰回路近，4 线距离干扰回路远)，所以这两个串音电流又要互相抵消一部分。实际进入耳机的电流只有 $(I_{23} - I_{13}) - (I_{24} - I_{14})$ ，如图中左边所画的虚线竖箭头，这已经是非常小的串音电流了。

由此可知，双线回路的串音电流，当它们在产生耦合作用的过程中，和流进耳机的过程中，要经过两次抵消减小，串音影响已较弱，所以双线电话即使在线路没有做交叉时，它的通话质量也要比单线电话好得多。

二、怎样减小电话串音

双线电话的串音既比单线电话的串音小，所以，采用双线回路是减小串音干扰的最基本的方法。现在的长途电话、市内电话、以及主要的农村电话，都采用双线架设了。

架設双綫電話时，还需要采取相应的措施，才能把串音消除到最小的程度，使通話质量达到滿意。目前采取的措施，有下述几种。

1. 加大两回路之間的距离，縮小同一回路

两导綫之間的距离

把两个回路的距离加大，使它們离开远些，耦合作用小了，串音电流当然也就小了。这是容易理解的。

为什么又要縮小同一回路两条导綫之間的距离呢？

要回答这个問題，必須再研究一下图 4。图中被扰回路第 3 綫上的串音电流是 I_{23} 和 I_{13} 之差。为了要求这个差值最小，最好是使 3 綫到 2 綫的距离等于 3 綫到 1 綫的距离，这时 I_{23} 和 I_{13} 相等， $I_{23} - I_{13} = 0$ ；如果这两个距离不能完全相等，也要求差别尽可能小。所以在綫对架設在木担上时，只有尽可能地縮小同一綫对两导綫之間的距离，才能够办得到。

根据这个道理，我們安排杆上所架的許多綫对时，要求綫对与綫对的距离离开得远些，而要求每一对綫中的两条导綫要靠得近些。

过去，架設音频話綫时，曾采用图 5 甲的普通木担，綫对与綫对的距离是 45 厘米，每一綫对中綫条与綫条的距离是 30

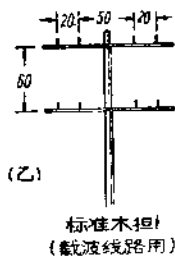
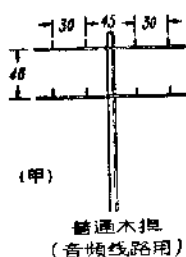


图 5

厘米。串音电流的差值比較大。現在，架設載波話綫时，已采用图 5 乙的标准木担（旧程式是特种木担），綫对与綫对的距离加大到 60 厘米，而每对綫中条与条的

距离减小到 20 厘米。这样，串音电流的差值就减小了，互相干扰的程度也就减轻了，这便是改变木担眼孔距离的理由。

但是木担眼孔距离的加大和缩小是有限度的。现在，一条八线木担的总长度已有 2.5 米了，若再加大对与对的距离，不但多费木材，也使安装和检修都不方便。同时每一线对中条与条的距离已经减小到只有 20 厘米了，再要缩小，就会容易引起绞线障碍了。

2. 把回路安排在相互有利的位置上

所谓有利的位置，就是两回路排列在某种位置时，能够使串音干扰减到最小的程度。

假使把两个回路按照图 6 甲的方法去排列，使 1、3 线间，2、3 线间，1、4 线间，以及 2、4 线间的距离，都能彼此相等，四条线恰好处在正方形的四个角上；并使 1—2 线组成一个回路，3—4 线组成另一个回路，这是最理想的有利位置了，因为根据前面所讲的道理，3 线到 1 线的距离和到 2 线的距离相等，所以产生的串音电流大小相等而方向相反，串音电流完全抵消，即 $I_{23} - I_{13} = 0$ 。同样地，4 线受 1、2 两线干扰而产生的串音电流，也完全抵消，即 $I_{24} - I_{14} = 0$ 。结果，这两对线之间便不会有串音了。

图 6 甲这种有利位置，叫对称位置。只限于杆上架两对弯脚线时，才能办到。如果杆上架设的线对更多，或

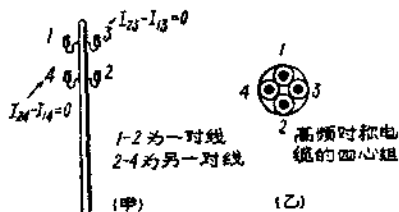


图 6

用木担架设，便无法做到每对线间都保持这种有利位置了。

在长途载波明线引入增音站的地方，我们采用对称电缆。

对称电缆的心线排列如图 6 乙，每两对线组成一个“四心组”，导线位置是对称的，因此能够比较有效的防止串音。

从另一方面去理解有利位置，是把同杆架设的几个重要载波回路，安排在相互距离较远的线位上，以减小高频回路之间的串音。本书后面讲到第 38 图时，就可以知道。

3. 用双绞作回路并做交叉

在双绞回路上做交叉，是减小串音影响最有效的办法。交叉的作用，留待下一节再讲，现在先说明做交叉的方法。

交叉就是两条线在规定的地点上调换位置。原来架在第 1 线位上的线，经过交叉，就变在第 2 线位上了，见图 7 和图 8。

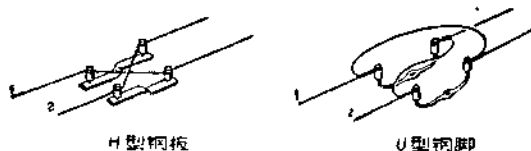


图 7

照图 7 方法做出来的叫点式交叉，两条线调换位置，在一根电杆上完成，所以又称为杆上交叉。点式交叉使用的交叉材料，现有：H 型钢扳，U 型钢脚，乙种交叉钢脚，或 W 型钢脚等四种；图 7 上所用的是 H 型钢扳和 U 型钢脚。

照图 8 方法做出来的叫滚式交叉，两条线调换位置，需经过两档线翻转，才能完成，所以又称为杆间交叉。使用的交叉材料，现有：「式交叉架，悬钩，或用普通的弯脚也行。

不管采用点式或滚式，做交叉的目的是一样的。但从电气方面来考虑，高频载波话线要求线间隔距均匀，垂度齐平，是很严格的，如做滚式交叉，便不能达到这要求。又因高频载波

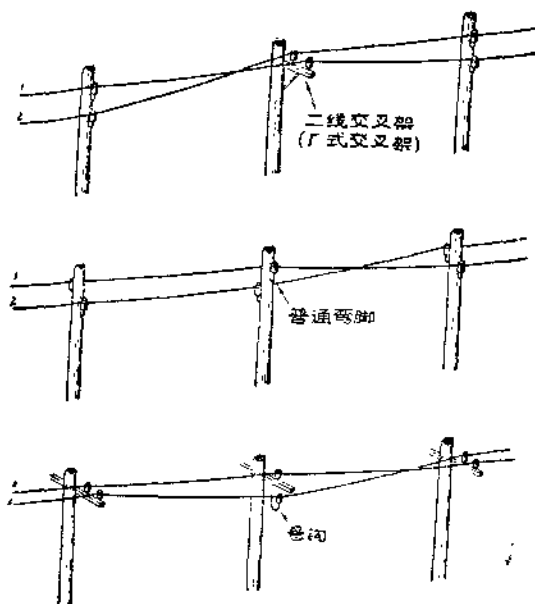


图 8

线的交叉很密，有的每 100 米就遇到一个实交，假使采用滚式交叉，就会造成每档线的隔距都不均匀。所以在高频载波线路上，都采用点式交叉，只有在弯脚线路上，只开放一个高频回路时，才可以采用滚式交叉。

线条做交叉的时候，哪条在上，哪条在下，从交叉效果看，没有关系。为了建筑规格上的统一和材料程式上的统一，我国电信规范规定：沿线路进行方向，左线在上，右线在下，或叫左压右。

三、綫路交叉的效果

1. 交叉能够减小串音

图 9 画的是两对都不做交叉的綫，它和前面图 4 基本上是一样的，只是沒有画出第 4 綫上的串音电流。因为前面讲过：3、4 两綫上的串音电流，由于大小不等，进入耳机的方向相反，实际上只有 3 綫最后剩余的部分，才流入耳机。現在为了簡單明白，在图 9 上就不必再画出 4 綫上的串音电流了。

在图 9 上，我們又把綫路划分为前半段和后半段，为的是便于說明交叉效果。从图上可以看出，被扰回路的前半段和后半段，各有一串音电流(I_a 和 I_b)，它們朝着一个方向流向耳机。耳机里接收的串音电流，是两者之和，即 $I_a + I_b$ 。这是前后两半段累积下来的串音电流，因而是比較大的。

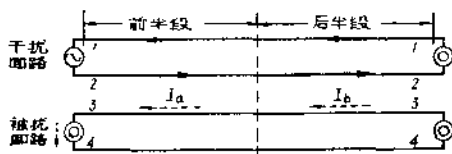


图 9

假使在被扰回路的中点做一个交叉，如图 10，那末，情况就完全变了。

由于第 3、4 两綫在后半段調換了位置，串音电流 I_a 和 I_b ，一个出現在 3 綫上，另一个出現在 4 綫上，它們按不同的路径流进耳机，結果，耳机里接收的串音电流，是两者之差，即 $I_a - I_b$ ，串音电流就可以完全抵消掉了(假設 I_a 和 I_b 相等)。

假設不在被扰回路上做交叉，改在干扰回路的中点做交叉，如图 11，效果也是一样。这时，串音电流 I_a 和 I_b 虽然

都出現在 3 線上，但方向相反，耳机里接收的也是两者之差，即 $I_a - I_b$ ，串音电流也可以完全抵消（假设 I_a 和 I_b 相等）。

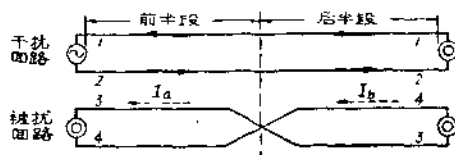


图 10

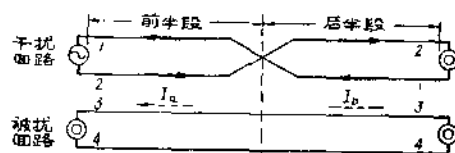


图 11

現在我們可以得出第一个結論：兩对双綫回路，只需其中有一对綫在中点做了交叉，另一对綫不做，便能取得减小串音的效果。

再进一步研究，假使两对綫在同一地点上，都做交叉，如图 12。我們仔細地沿着被扰回路巡迴看一遍，便发现 I_a 和 I_b 在整个回路中，流动的方向是一順的，換句話說， I_a 和 I_b 流入任何一边耳机的路径是一致的。因此，耳机里接收的串音电流是两者之和，即 $I_a + I_b$ ，这又和图 9 的结果一样了，也就是說，从减少回路間的串音来看，等于沒有做交叉。

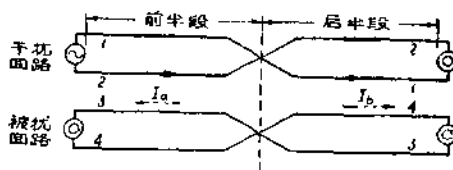


图 12

現在我們又可以得出第二個結論：兩對雙線回路，如果在同一地點都做交叉，這些交叉不起作用，不能取得減小串音的效果。

讲到這裡，可能有個疑問：兩對線在同一地點都做交叉，既然不起作用，為什麼一根交叉杆上往往有好幾對線都做交叉呢？因為，這種交叉，雖然對於減小彼此之間的串音，沒有作用，但是對於防止外來干擾（例如電力線干擾，其他報話線干擾等等）以及同杆不作交叉的其它回路干擾，仍然有其作用的。

我們知道，在同一杆路上所架的話線，並不限於兩對，而是可以架設很多對線。為了減小任何兩對線之間的串音，杆上所有的線對，都應該做交叉，並且都應該尽可能地做在互不相同的地點上。

由此我們還可以推斷出來第三個結論：當同杆架設很多對線時，各對線的交叉程式，應該互不相同。或者說：杆上架設多少對線，就應該有多少種不同的交叉程式。

2. 以區為單位來設計交叉

交叉能夠減小串音，但是在很長的線路上，只在中點做一個交叉，或只做幾個交叉還是不能解決問題。下面就來說明這個道理。

圖13是幾十公里長的兩對鐵線，假設干擾回路開始發出的通話電流為1000微安（微安是一百萬分之一安培，是衡量弱電電流的單位），對方局實際收到的只有995微安。這是因為電氣在傳輸過程中，有了損耗的緣故，用電信“術語”來說，就是有了衰耗或衰減，線路上發生的衰耗就叫**綫路衰耗**或**綫路衰減**。

衰耗的大小可以用儀表測量出來，就象長度可以用“尺子”