

长途电话串杂音的 产生原因与检修方法

邮电部上海电信局編著

人民邮电出版社

序

郵電企業的生產，主要表現在通信效能上，它的生產過程同時就是使用者的消費過程，而電話傳遞的生產和消費過程，必須由使用者親自參與其間，因此對於電話的質量要求，尤有其特殊重要的意義。如果電路中串雜音叢生，那麼不僅會影響本企業的生產，同時也會妨礙到使用者的通話，甚至造成失密、洩密、稽延貽誤等不可補償的損失。因此長途電話必須迅速準確地接續，以傳輸優良音質音量的電路供給使用者，使使用者減少等待時間，暢順地達到通話的目的，這是長途電話工作人員所應當負的責任。

在貫徹黨的總路線，逐步實現國家的社會主義工業化和社會主義改造的年代裏，國家和人民對於長途電話的需要更迫切，要求也提高了。在一九五三年，由於郭秀雲操作法的推廣和她的先進思想的啓發，本局長途台在接續速度上、電路利用率上以及服務態度上都有所提高，同時也帶動了長途中心站的機線技術人員熱烈地從事機線設備方面的改革工作，為先進操作法的推廣提供了有利的條件。但是對於機線上的主要關鍵問題還是不夠明確的，一九五三年郵電部正確地提出了「確保國家通信機密，提高郵電工作質量」的號召，使長途電話機線工作人員進一步明確了努力的方向，分頭從質量檢查機線「摸底」等方面着手，搞清質量低劣的原因和尋求提高和改進的措施。從分部測試個別載波機，到檢查整個中心站的設備佈線等；從測試個別電路，到檢修載波機羣、電路羣和線路羣；同有關局站共同努力，組織巡修了外線、中繼站和對方站的機線設備，經過這些測試組巡檢修等工作，發現了一些問題，解決了一些問題，在提高機線質量上也獲得了一定的效果。

由於在檢查、「摸底」和組巡當中，肯定了影響長途電路質量

最嚴重的是串音和雜音，因此對於串雜音的產生原因，理論根據，測試檢修的方法做了初步的研究分析，作出了比較有系統的總結性文件。這個文件是由我局長途電話處副處長錢家治同志負責作出提綱，由陳奕匡同志執筆起草，其中對路際串音形成原理部分，是由嚴靜蘭同志起草，以後都經過長途電話處加以修正，金彬同志在內容安排方面，林雪青同志對線路導電分段測試和成音交連巡迴測試方面，熊士亨同志對交換機檢修方面都參加了意見。脫稿後，曾經印發給有關各局站廣泛徵求意見，作補充修正。

這個文件所論述的範圍是不夠廣泛的，由於本局對於提高長途機線質量的知識與經驗不夠，可能還有許多缺點和不妥的地方，希望各地長途機線技術人員多多介紹經驗，使長途機線的串雜音問題在設計裝置維護各方面都能有效地解決，從而提高機線設備利用率，改善電路的音質音量，更好地為國家人民的需要而服務。

上海電信局局長劉化鄉

一九五四年五月一日

前 言

在一九五三年春季全國郵電局長會議中，指出了提高郵電工作的質量，是我們郵電工作者今後努力的方向。這對我們長途電話工作同志來說，的確深深地體會到它的正確性與迫切性。

目前我國長途電路，由於質量不高因此造成下列幾方面的影響：

（一）影響保密：由於電路中有串音的存在，因此有時在通話中能聽到另外一個電路的講話聲音，有時在電路中尚可以聽到較清晰的電報聲，這就大大地影響了電路的保密，倘因此而造成洩漏機密，將使國家造成無法估計的損失。

（二）不能滿足人民通信的要求：由於電路質量不高，往往在通話中有時電路產生叫聲，無法繼續通話，有時聲音忽大忽小，有時講話失真，一句話要重複說幾遍才能聽得清楚，這樣自然會引起用戶的不滿，也就削弱了郵電企業在人民羣衆中服務的信譽。

（三）降低電路的有效利用率：由於電路質量不好，常常影響話務接續的處理時間，有時由於電路的忽斷忽續減低了通信效率，影響了通信的迅速性，直接的降低了電路的有效利用率。

從以上這些事例中不難看出，電路質量不好對國家人民通信將造成如何巨大的損失。自一九五三年開始我國已進入第一個五年計劃，黨和毛主席號召我們增產節約，提出了國家總路綫的明確方向，如果我們不進一步提高電路質量，那我們就無法配合國家重工業建設的需要，就會跟不上形勢的發展，所以我們應該做好提高電路質量工作，才能稱得起對國家建設擔負了應有的責任。但是由於我國長途通信尚是一個新興的事業，我們在各方面的經驗還少，對於怎樣來提高電路質量，尚缺乏較有系統的經驗和辦法，因此就非

常迫切的要求我們能從工作中不斷地總結和歸納出一些經驗。根據這種希望，結合到幾次電路組巡的經驗，我們僅提出了一些有關電路質量檢修方法的最初步意見，以供大家作為工作中的參考，並藉以作為相互交流經驗與相互學習的討論資料。

目 錄

序

前 言

第一章 電路質量與串雜音 1—30

- (一) 電路質量之內容 (1)
- (二) 串音之種類及其測量單位 (1)
- (三) 制際串音 (3)
 - 1. 制際串音形成之原理 (3)
 - 2. 制際串音之性質 (6)
 - 3. 線路交叉對串雜音的影響 (8)
 - 4. 造成制際串音的根源 (11)
- (四) 路際串音 (21)
 - 1. 產生路際串音之原理 (21)
 - 2. 路際串音之根源 (23)
- (五) 電路雜音 (27)

第二章 進行電路串雜音檢修前的準備工作 31—35

- (一) 電路質量的參考標準 (32)
- (二) 繁忙時間內電路串雜音測試以確定電路之重點 (33)
- (三) 全電路詳細測試初步暴露全電路潛藏着的問題 (33)
- (四) 電路分段測試初步確定串雜音來源之段別 (33)
- (五) 根據具體情況擬訂質量檢修計劃或電路組巡計劃 (35)

第三章 本機質量檢修的步驟和方法 36—81

- (一) 本機回授及本機載波交連的檢修 (36)
- (二) 羣放大器諧波的檢修 (40)
- (三) 羣放大器雜音的檢修 (46)
- (四) 本機幻報干擾的檢修 (49)
- (五) 本機振盪器燈絲回路檢查 (54)
- (六) 混合線圈平衡度檢查 (55)

(七)導頻接收器選擇性檢查	(57)
(八)本機成音交連檢修	(59)
(九)本機收發訊支路全程衰耗特性的檢查	(60)
(十)幫電機振鳴邊際檢查	(63)
(十一)幫電機全程頻率增益特性檢查	(64)
(十二)濾波器衰耗測試法	(66)
(十三)放大器頻率增益特性測試法	(69)
(十四)長途交換機塞繩回路衰耗檢修	(69)
(十五)長途交換機塞繩回路之成音交連及雜音檢修	(71)
(十六)長途交換機塞繩絕緣檢修	(73)
(十七)長途交換機複接開口間的衰耗檢查	(74)
(十八)長途交換機開口絕緣檢修	(76)
(十九)長途交換機開口接觸檢修	(76)
(二十)長途交換機繼電器檢修	(79)
(二十一)長途交換機電鍵檢修	(80)
(二十二)長途交換機佈線檢查	(81)
(二十三)本機地氣檢查	(81)

第四章 站內質量檢修的步驟和方法 82—132

(一)站內質量參考表	(82)
(二)站內質量檢修的步驟	(84)
(三)第一單元檢修要求 (包括站內載波交連, 站內載波線段雜音、 幫電機站內回授及載波衰耗等四個檢修項目)	(84)
(四)第一單元測試檢修前的準備及聯系	(85)
(五)第一單元的排表方法及進行步驟	(87)
(六)第一單元的普查測試方法	(89)
1. 載波交連終端機對終端機互串的測試方法	(89)
2. 載波交連終端機與幫電機互串的測試方法	(91)
3. 載波交連幫電機對幫電機的測試方法	(96)
4. 站內載波線段雜音測試方法	(97)
5. 站內載波衰耗測試方法	(98)
6. 幫電機站內回授測試方法	(98)
(七)第一單元普查後的分析研究及排列複查表	(98)

(八)第一單元的複查和檢修	(103)
1.找尋站內交連的簡單原理	(103)
2.找尋站內交連的方法	(104)
3.站內載波線段雜音之複查及檢修方法	(104)
4.站內載波衰耗之複查及檢修方法	(105)
5.幫電機站內回授之複查及檢修方法	(107)
(九)第二單元檢修的要求 (包括站內電報羣干擾的檢修一項)	(108)
(十)第二單元排音查表方法和進行步驟	(109)
(十一)第二單元的普查測試方法	(109)
1.終端機幻報電路中電報干擾的測試方法	(111)
2.幫電機幻路中電報干擾的測試方法	(112)
3.鐵報線中電報干擾的測試方法	(113)
(十二)第二單元普查後的分析研究及排列複查表	(113)
(十三)第二單元的複查測試方法	(113)
(十四)第三單元檢修的要求 (包括站內成音交連、站內成音線段雜音及站內成音衰耗等三個檢修項目)	(115)
(十五)第三單元的普查進行及排表方法	(115)
(十六)第三單元的普查測試方法	(122)
1.自載波機至長途交換機線段間成音交連的測試方法	(122)
2.自長途交換機至市內MDF線段間成音交連雜音及成音衰耗的測試方法	(124)
(十七)第三單元普查後的分析研究及排列複查表	(125)
(十八)第三單元的複查檢修方法	(127)
1.調查電路經過路由作出略圖	(127)
2.成音交連的複查測試方法	(128)
3.成音線段雜音的複查測試方法	(128)
4.成音衰耗的複查測試方法	(129)
(十九)站內質量檢修的雜項測試方法	(129)
1.接地電阻測試法	(129)
2.轉電線圈不平衡測試法	(132)
第五章 長途明線串雜音檢修的步驟和方法	133—158
(一)明線串雜音的質量參考標準	(133)

(二)在線路羣中進行線路串雜音檢修的步驟.....	(134)
(三)在線路羣中進行線路串雜音普查方法.....	(134)
1.排表.....	(134)
2.串音測試方法.....	(136)
3.雜音測試方法.....	(139)
4.分析研究確定重點.....	(140)
(四)在被擾電路中確定串雜音大段別的檢查方法.....	(141)
(五)在大段別中進一步確定串音小段別的測試方法.....	(142)
(六)在小段別中確定串雜音形成之原因所應進行的測試方法.....	(143)
1.被擾電路中測試進局線串雜音方法.....	(143)
2.導隔電不平衡測試法.....	(143)
3.阻抗配合測試.....	(150)
(七)分析研究及檢修方法.....	(157)
第六章 電路制際串雜音檢修的步驟和方法	159—180
(一)調整全電路機換位置及同桿電平的方法.....	(153)
(二)檢查各站本機質量的方法——見第三章	
(三)檢查各站站內質量的方法——見第四章	
(四)電路制際串雜音普查方法.....	(165)
1.排音查表方法.....	(165)
2.普查測試方法.....	(167)
(五)電路制際串雜音的複查測試方法.....	(172)
(六)電報干擾的普查方法.....	(175)
(七)電報干擾的複查測試方法.....	(178)
(八)在電路羣中重複對被串電路進行有系統的報話干擾測試以觀察檢修效果的方法.....	(180)
第七章 電路路際串音檢修的步驟和方法	181—184
(一)全電路路際串音檢查方法.....	(181)
(二)分析研究.....	(183)
(三)路際串音複查檢修的方法.....	(183)
第八章 電路全程傳輸特性與音質音量檢修方法	185—186

第一章

電路質量與串雜音

(一) 電路質量之內容

影響電路質量的約有下列幾方面，即是串音、雜音、鳴音、回音、音小及失真等六種。如電路維護得好，後面的四種現象比較容易克服，但對於電路串雜音之處理就感到困難，因此本文之重點也就將電路之串雜音問題作為討論的中心。

(二) 串音之種類及其測量單位

1. 串音：在電路中聽到另外電路中的用戶講話的聲音這種現象稱為電路的串音。

2. 主串電路與被串電路：如甲電路講話時，乙電路能聽到它的串音，則甲電路稱為主串電路（或稱干擾電路），乙電路稱為被串電路（或稱被擾電路）。

3. 路際串音與制際串音：主串電路與被串電路在同一部載波機裏產生的串音稱為路際串音，不在同一部載波機裏產生的稱為制際串音。

4. 近端串音與遠端串音：

(1) 近端串音：在主串電路裏講

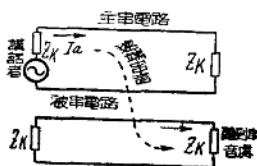


圖 1.2

話，而在同一端的被串電路中所聽到的串

音，稱為近端串音，如圖(1.1)所示。

(2) 遠端串音：在主串電路中講話，而在被串電路的對方所聽到的串

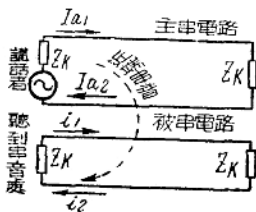


圖 1.1

音，稱為遠端串音，如圖(1.2)所示。

5. 串音的測量單位：串音的測量單位約有下列幾種，目前工作中以第(5)種與第(3)種最為實用。

(1) 串音單位(CROSS TALK UNIT)簡寫作CU。

$$CU = 10^6 \times \frac{i}{I_a} = 10^6 \times \sqrt{\frac{P_R}{P_S}} \quad (\text{如送出及接收電路阻抗相等})$$

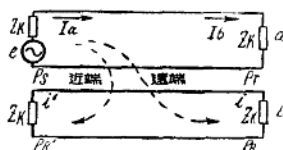


圖 1.3

I_a —主串電路中送出之主串電流

P_s —主串電路中送出之主串功率

I_b —主串電路中對方之接收電流

P_t —主串電路中對方之接收功率

i —被串電路中遠端串音電流

P_R —被串電路中遠端串音功率

i' —被串電路中近端串音電流

P_R' —被串電路中近端串音功率

(2) 測量的遠端串音單位(Measured Far End XT)簡寫MCU。

$$MCU = 10^6 \times \frac{i}{I_b} = 10^6 \times \sqrt{\frac{P_R}{P_T}} \quad (\text{如兩者接收阻抗相等})$$

(3) 用db來作串音之單位：通常稱之為「串音的衰耗值」。

$$\text{真正的遠端串音} db = 10 \log \frac{P_S}{P_R} = 20 \log \frac{I_a}{i}$$

$$\text{測量的遠端串音} db = 10 \log \frac{P_T}{P_R} = 20 \log \frac{I_b}{i}$$

$$\text{近端串音} db = 10 \log \frac{P_S}{P_R'} = 20 \log \frac{I_a}{i'}$$

(4) 用Nep(奈培)來作串音之單位：1Nep=8.69db
1db=0.115Nep。

(5) 串音單位相互間之關係：真正的遠端串音 $db = 10 \log \frac{P_s}{P_R}$

$$= 20 \log \sqrt{\frac{P_s}{P_R}} = 20 \log \frac{I_a}{i} = 20 \log \frac{10^6}{CU}$$

$$\text{測量的遠端串音 } db = 10 \log \frac{P_T}{P_R} = 20 \log \sqrt{\frac{P_T}{P_R}}$$

$$= 20 \log \frac{I_b}{i} = 20 \log \frac{10^6}{MCU}$$

$$dbx = 90 - (db)$$

$$\text{例如 } I_a = 1ma \quad i = 1\mu a$$

$$\text{則得串音單位} = 10^6 \frac{10^{-6}}{10^{-9}} = 1000CU$$

$$\text{真正的遠端串音} = 20 \log \frac{10^{-3}}{10^{-6}} = 60db$$

$$(\text{衰耗}) = 6.9 \text{ Nep} (60 \times 0.115) (\text{衰耗})$$

(6) 載波電路中之串音又常用某點之信號電平與串音電平之 db 差值作為串音之測量單位，例如被串電路正常接收電平為 $-3db$ 如在這裏所量的串音電平為 $-40db$ 即稱串音電平與信號電平之差值為 $37db$ 即 $[-3 - (-40)]db$ ，運用此串音單位往往可以直接而迅速的察出某電路之串音嚴重性，故常常為我們採用，稱之為「串音與信號電平差值」。

(三) 制際串音

1. 制際串音形成之原理

(1) 靜電感應

載波線路間之靜電感應可以線條間電容量的存在來表示，單位長度線條間電容量之大小與線條間距離之長短有關，距離愈大電容愈小，反之則電容量愈大。如將圖 (1.4) 甲的靜電感應關係畫成圖 (1.4) 乙中的電橋電路，甚有助於分析，如： $XC_{13} \cdot XC_{24} = XC_{23} \cdot XC_{14}$ 則線對 3, 4 間將無電流通過。但由於線條 1, 2, 3, 4, 間

距離的不等，故除 $XC_{13}=XC_{24}$ 外，而 $XC_{14}>XC_{13}>XC_{23}$ ，因此造成電橋不平衡，而在線條3,4間產生串音電流 i ，其方向如下述。

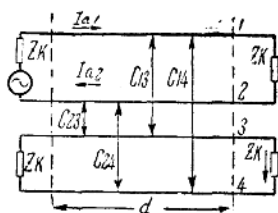


圖 1.4 甲

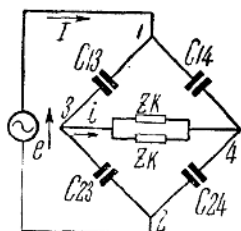


圖 1.4 乙

在圖(1.5)乙中，1,2線是主串電路，3,4線是被串電路，如果按圖中虛線AA'所示的地方割切來看，則1,2,3,4線條的位置將如圖(1.5)甲所示。假設主串電流在某一瞬間以 I_{a1} 、 I_{a2} 來表示它，則這時在圖(1.5)甲中表示1線是正電位，2線是負電位，因此在1,2線的周圍空間就產生了一個分佈的電場，在1,2,3,4線相垂直的平面中看來，電場的力線是由1線出發指向2線如圖(1.5)甲中的虛線所示，而電場中的等位線即如圖(1.5)甲中的實線所示(等位線上每點的電位相等，而且等位線與力線是正交的)，圖中可以看出等位線F距離正電位的1線較近故電位較高，等位線G距離1線較遠，故電位較低，而被串電路4線位於等位線F上，3

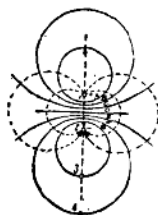


圖 1.5 甲

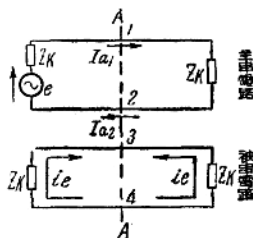


圖 1.5 乙

線位於等位線 G 上，故4線上的電位高於3線，因此有串音電流 i_s 由4線向3線流去，在被串電路的遠端和近端造成串音。

(2) 電磁感應

如圖(1.6)中所示，當主串電流 I_{a1}, I_{a2} 在1,2線條間流過時，在線條的垂直平面中，即產生合成的磁場，磁場中的磁力線的形狀和圖(1.5)中等位線的形狀相同。因3線距離1,2線較近，而4線距離較遠，故1,2線對3,4線上所產生的感應電壓在3線上的 e_s 必然要大於4線上的 e_4 ，同時根據楞次定理，其感應電流之方向，應如圖(1.6)中之矢量所示，所以此時在被串電路之串音電流應為 i ，

即 $i = \frac{e_s - e_4}{2Z_h}$ 。倘在被串電路中，以小發電機 G_s 跨接於線條3,4間代表靜電感應所生的串音，其串音電流為 i_s ，以 G_m 串接於線條3中，代表電磁感應所生之串音，其串音電流為 i_m ，則從圖(1.7)中可以看到：

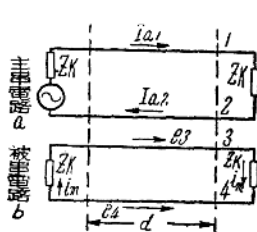


圖 1.6

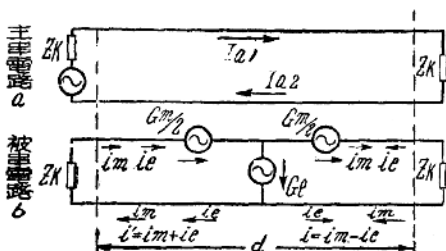


圖 1.7

近端串音電流 $i' = i_m + i_s$

遠端串音電流 $i = i_m - i_s$

說明在近端串音中靜電感應的影響與電磁感應的影響是相加的，而在遠端串音中兩者是相減的。

(3) 阻抗不配合

圖(1.8)中 L_r 為阻抗配合時在 R 點之信號傳輸電平， L_s 為阻抗不

配合時在 R 點之反射電平, L_a 為經過反射點後信號之傳輸電平, Z_1 及 Z_2 為由反射點向左右看到之實際阻抗。

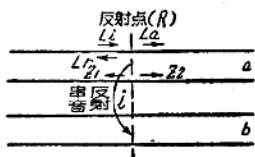


圖 1.8

載波在線路傳輸中倘遇到某處阻抗不配合,就要在該處產生反射現象而其反射電平為 L_r , 因此 $L_r = L_i - 20 \log \left| \frac{Z_2 + Z_1}{Z_2 - Z_1} \right| db$ (註一)。反射電平從反射點出

發,在反方向的線路傳輸中,由於靜電及電磁感應的作用,即在線對中產生反射串音如圖(1.8)所示。經過反射點後實際之傳輸電平應為 L_a 即 $L_a = L_i - 10 \log \left| \frac{(Z_1 + Z_2)^2}{4Z_1Z_2} \right| db$ (註二)。式中 $10 \log$

$\left| \frac{(Z_1 + Z_2)^2}{4Z_1Z_2} \right|$ 表示經過反射點後傳輸電平所受到之衰耗,稱為反射損失。例如: $Z_1 = 600$ 歐(明線), $Z_2 = 150$ 歐(電纜), 設 $L_i = 0db$, 則反射電平

$$L_r = 0 - 20 \log \left| \frac{150 + 600}{150 - 600} \right| = -4.44db.$$

這就是說明反射電平在 R 點反方向傳輸時要比原來到達反射點之傳輸電平低 $4.44db$,而經過反射點後之實際傳輸電平為:

$$L_a = 0 - 10 \log \left| \frac{(600 + 150)^2}{4 \times 600 \times 150} \right| = -1.94db$$

2. 制際串音之性質

(1) 橫越串音——主串電路中的主串電能越過空氣等介體,使被串電路中產生串音電流稱為橫越串音。此種串音又可分成二種,

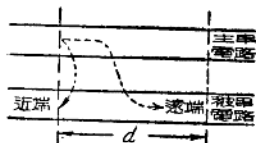


圖 1.9

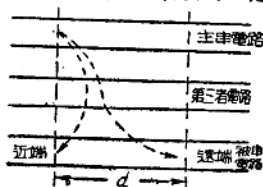


圖 1.10

即直接的橫越串音，如圖（1.9）所示；間接的橫越串音，如圖（1.10）所示。

（2）交互串音——即複合串音如圖（1.11）所示。

從圖（1.11）中 a, c 二對線產生的遠端串音為 f_{ac} ，由 f_{ac} 又在 c, b 二對線上產生近端串音 n_{cb} 及遠端串音 f_{cb} ，此種複合串音即稱為交互串音，如圖（1.11）中虛線所示，再由 a, c 二線對產生之近端串音 n'_{ac} ，由 n'_{ac} 又在 c, b 二線對上產生了近端串音 n'_{cb} 及遠端串音 f'_{cb} ，此種複合串音，亦稱作交互串音。經過第三者電路由兩個近端串音 n'_{ac} 及 n'_{cb} 所形成在 b 線的遠端串音，以及由一個遠端串音 f_{ac} 和一個近端串音 n_{cb} 所形成 b 線的近端串音等都是交互串音。如圖（1.11）中所示。交互串音包括 f_{ac} 、 f_{cb} 、 $f_{ac}n_{cb}$ 、 $n'_{ac}n'_{cb}$ 及 $n'_{ac}f'_{cb}$ 等四個複合交連的因素。

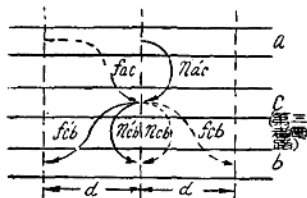


圖 1.11

（3）反射串音——載波在長途線傳輸中倘遇到阻抗不配合處即產生反射作用，因而產生之串音稱為反射串音，如圖（1.12）所示。

圖中實線所示係因 B_1, B_2 間產生了近端串音，但由於 B_2 上阻抗不配合，因此產生反射作用而形成了反射的遠端串音，同樣的由於 A_1 阻抗不配合，亦能在 A_2 產生反射的近端串音，倘這二個反射作用相同（即反射係數一樣），那末這兩個串音的大小亦應一樣，由於反射作用引起之遠端串音是比較大的，所以我們應當注意。



圖 1.12

（4）環繞串音

這種串音一般發生在幫電站內部的交連，如圖（1.13）所示，由 a 電路幫電機的輸出端交連至 b 電路幫電機的輸入端，經過 b 幫電機的放大作用後，即在其輸出端形成一個比較嚴重的串音，同樣的

b 幫電機的輸出也可能交連至 a 幫電機之輸入而形成較嚴重的串音。產生交連的情況又可分成二種，一種是直接的交連，如圖中實線矢路所示，另一種是間接交連，即經過第三者電路 c 而產生交連如圖中

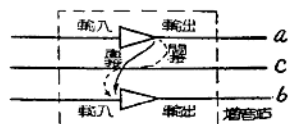


圖 1.13

虛線矢路所示，第三者電路可能是幻報電路等，此種串音通常即稱為 $[AB]$ 交連所引起的串音，這是因為倘若主串電路幫電機之輸出端為 A 端則產生環繞串音時，被串電路幫電機之輸入端就是 B 端的關係。

3. 線路交叉對串雜音的影響

(1) 交叉之最基本原理——在現代通訊上架空明線都是利用線路交叉的方法來降低線路間的串音，所謂線路交叉就是在長途線路中某一規定的距離內，將線條相互間換一個位置的意思，交叉能降低串音的基本原理可由圖(1.14)及圖(1.15)中表達出來。

圖中 a 電路為主串電路， b 電路為被串電路，在沒有交叉時被串電路中之串音電流應為

$$i = \frac{(e_s + e'_s) - (e_a + e'_a)}{2Z_k}$$
，因為 $e_s + e'_s > e_a + e'_a$ 所以串音電流 $i \neq 0$ ，即在被串電路中能聽到串音。

假使在主串電路當中將線路進行了交叉，則在被串電路中因為 $|e_s| = |e'_s|$ 而方向相反， $|e_a| = |e'_a|$ 方向相反，所以串音電流
$$i = \frac{(e_s - e'_s) - (e_a - e'_a)}{2Z_k} = 0$$
，亦即在被串電路中此時已聽

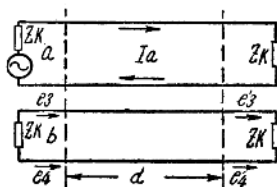


圖 1.14 無交叉時

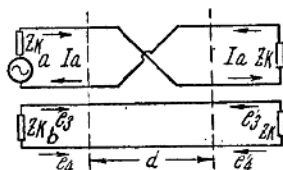


圖 1.15 有交叉時