

通信明线 进局设备及防雷

3.31

内 容 提 要

本书较全面地分析了明线载波回路进局设备的各部分的作用、工作原理，并对进局设备的防雷措施作了较为深入地阐述。同时还介绍了一些已被多年实践所证明为行之有效的防雷改进措施。另外，作者就自己的多年实践，对雷击保险问题作了专门分析与探讨，以具体试验数据，阐明了作者的经验和体会。同时对进局设备维护的一些基本知识也进行了相应地叙述。

本书可供从事通信线路工程技术人员、维护工作的人员学习参考。

通信明线进局设备及防雷

孙 绵 湘 编著

人 民 邮 电 出 版 社 出 版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1982年4月第 一 版

印张：9 24/32 页数：156 1982年4月河北第一次印刷

字数：220千字 插页：1 印数：1—5,500 册

统一书号：15045·总2567—有5240

定价：0.97 元

前 言

随着通信事业的发展，明线进局设备存在的问题（电气特性不合格、障碍及雷击保险障碍等）就越来越暴露出来了。全国各长线维护单位以及农话中继线路的维护单位也越来越加以重视了。为了进一步提高线路的维护水平，适应用户对通信的要求，作者根据自己近廿年来的学习、工作的心得、体会，编写此书，愿与全国从事线路维护的同事进行交流，希望能起到抛砖引玉的作用。

由于作者水平有限，书中一定存在不少缺点和错误，恳切地希望读者提出批评指正。

本书在编写过程中，得到方立、陈中行和其他不少同志的鼓励 and 大力支持、帮助。在此表示深切的谢意。

作者

一九八〇年十月于北京

目 录

第一章 概述	(1)
一、什么是进局设备	(1)
二、为什么要安装进局设备	(1)
三、本书准备阐述的主要问题	(4)
第二章 防止明线进局(站)串音影响的措施	(5)
第一节 串音的来源	(5)
一、串音的基本概念	(5)
二、明线载波回路进出增音站的串音影响	(12)
第二节 直接串音的防止方法	(17)
一、线路进出增音站分杆架设、并保持足够的隔距	(17)
二、采用电缆进出局(站)	(20)
第三节 反射所造成串音的防止方法	(50)
一、什么是特性阻抗	(50)
二、阻抗匹配的基本概念	(58)
三、反射所造成串音的防止方法	(74)
第四节 防止经由第Ⅲ回路串音影响的方法	(88)
一、串音抑制滤波器	(88)
二、纵向塞流线圈	(90)
第三章 进局设备的防雷	(95)
第一节 雷击通信线路	(95)
一、雷电的基本知识	(95)
二、雷击通信线路的途径和现象	(109)
第二节 进局设备的防雷措施	(116)
一、进局设备防雷保护的基本原则	(116)

二、对防雷体系总的要求	(117)
三、防雷体系各部件的介绍	(117)
第三节 放电器	(124)
一、放电器的工作原理	(124)
二、放电器的作用	(127)
三、放电器的主要参数	(128)
四、放电器的选择标准	(151)
五、几种常见放电器	(152)
六、小结	(162)
第四节 熔丝	(165)
一、熔丝的作用	(165)
二、熔丝的参数	(165)
三、关于防止“雷击断保险”障碍的讨论	(167)
四、“0.39”毫米与“0.48”毫米铜质熔丝的选定与制 做	(181)
五、关于熔丝装设位置的讨论	(189)
第五节 火花放电间隙	(194)
一、概述	(194)
二、电气参数	(194)
三、作用	(197)
第六节 排流线圈	(199)
一、排流线圈的工作原理和作用	(199)
二、由于装设排流线圈所引起的问题	(201)
三、雷击对载波电报影响的试验	(208)
四、小结	(210)
第七节 纵向塞流线圈对防雷的作用及原理	(212)
第八节 架空地线	(219)
一、避雷针的基本原理与雷击架空地线的概率	(219)
二、在终端进局的一段架空明线线路上防止直接雷击的	

措施	(223)
三、关于架空地线规格的具体建议	(232)
第九节 分级保护	(234)
一、分级保护的基本原理与作用	(234)
二、分级保护装置的种类	(234)
三、关于分级保护级数问题的探讨	(237)
四、分级保护安装要求	(240)
第十节 进局电缆的防雷措施	(241)
一、路由的选择	(241)
二、防止雷击坏地下电缆的几个措施	(242)
第十一节 接地装置	(248)
一、接地装置的概念	(249)
二、影响接地电阻的几个因素	(250)
三、几种常用的接地装置	(251)
四、降低接地电阻的方法	(256)
第四章 进局设备的安装	(257)
第一节 进局设备的安装要求	(257)
一、反射系数允许标准	(257)
二、不用匹配装置所允许电缆最大长度	(257)
三、使用简易加感所允许的电缆长度	(257)
四、引线	(258)
五、线圈组合的选择	(261)
六、进局设备的安装标准	(264)
第二节 进局设备的安装方式	(266)
一、箱式	(267)
二、终端房式	(267)
三、挂盒式	(268)
四、两种进局设备装置的特殊方式	(269)
第五章 进局设备的测试与维护	(278)

第一节 进局设备主要特性的测试	(278)
一、工作衰耗测试	(278)
二、反射衰耗测试	(280)
三、平衡衰耗的测试	(283)
四、纵向衰耗测试	(284)
五、相对并联阻抗测试	(285)
六、介入衰耗测试	(285)
七、三次谐波衰耗测试	(286)
八、振铃信号传输效率测试	(287)
第二节 防雷设备主要性能测试	(287)
一、放电器直流点火电压的测试	(287)
二、土壤电阻率及接地电阻的测量	(289)
第三节 进局设备及防雷措施的维护	(294)
一、维护工作内容	(294)
二、必备的资料及图表	(295)

第一章 概 述

通信架空明线的进局设备是架空明线通信线路的一个重要组成部分，如果安装、使用和维护不当，往往会使通信阻断，或者出现串音、音小、振鸣……等现象，对于通信畅通有很大影响。

一、什么是进局设备

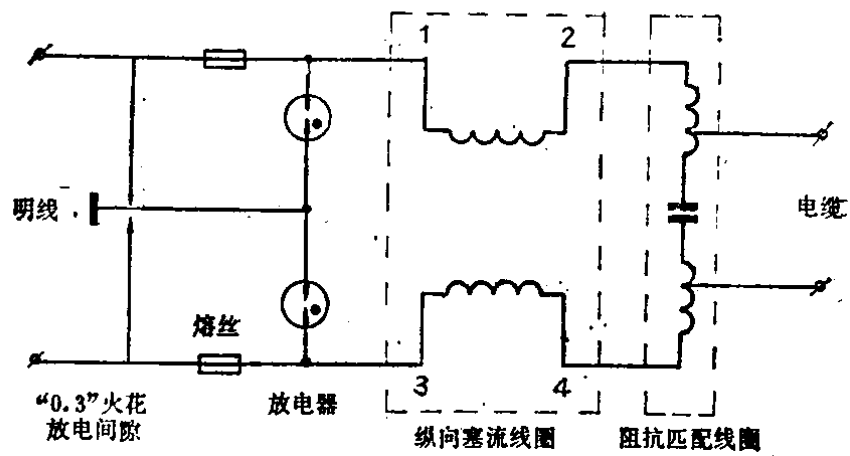
一般说架空明线终端杆上的阻抗匹配线圈、纵向塞流线圈、排流线圈与保安器（习惯上简称三圈一器）就是进局设备；此外电缆终端器、引线、挂盒等则是它的附属设备。

载波回路的进局设备，由阻抗匹配线圈、纵向塞流线圈、保安器以及排流线圈（采用耐冲击能力大的放电器，例如陶瓷放电器时，不装排流线圈）所组成，其连接方法如图1-1所示。

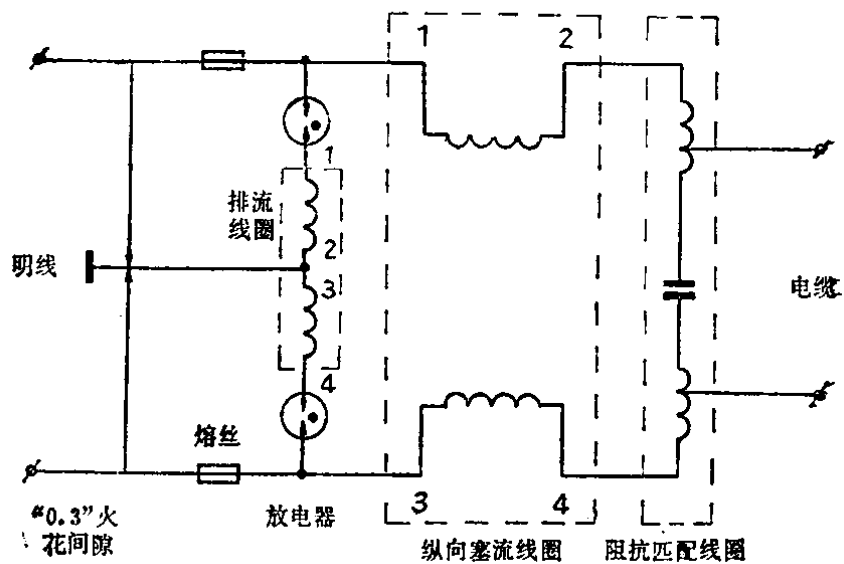
音频回路（与载波回路同杆的）的进局设备由纵向塞流线圈、保安器所组成，其连接方法如图1-2所示。

二、为什么要安装进局设备

1. 由于明线载波回路的复用频率比较高（相对市话、区间音频回路而言），而且在进、出增音站处电平差很大（可达7.5~9奈），因此在进局线上的串音就要比线路中间的串音严重得多。这样就需要在线路进局的地方采取一些措施来减少串音影响，例如安装纵向塞流线圈和采用电缆来进入站内等。这



(a) 没有排流线圈



(b) 有排流线圈

图 1-1 载波回路进局设备连接示意图

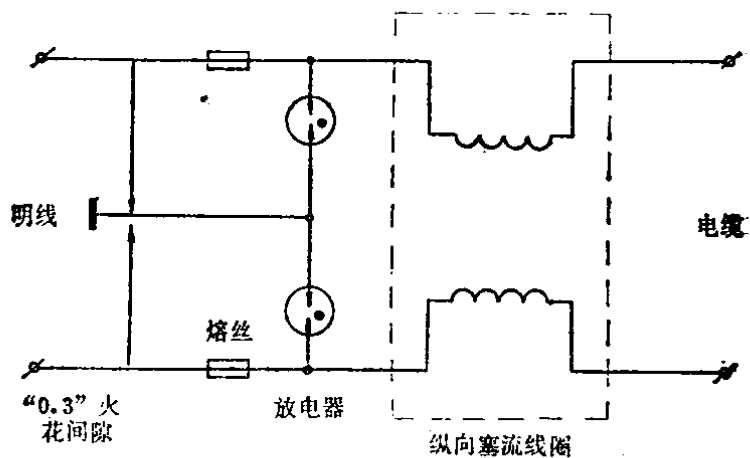


图 1-2 音频回路进局设备连接示意图

个问题是由于开通载波特别是十二路载波回路所引起的。杆上完全是音频回路的通信线路，如市话线路的进局设备就比较简单。

如果我们对进局设备的安装、使用不当，往往会引起严重的后果。例如，某终端杆上的进局设备（箱式），就曾经由于进局设备的引线过长、安装零乱，因而回路间串音防卫度很低，结果是三排八线担的杆面上连四套十二路载波电话都无法开出来。又如，有一次由于施工人员粗心，误将某终端杆上阻抗匹配线圈的电缆端（175欧端）与明线相接，而将线圈的明线端（577欧端）与电缆相接，以致通路衰耗频率特性波动和输入阻抗频率特性波动（在载波机外线侧用终端法和跨接法量得电平之差已达 ± 0.5 奈之多），严重影响了电路的稳定。

2. 由于架空明线线路暴露在大自然界中，经常遭受雷电和高压输电线的危险影响，为了保证进局设备、进局电缆以及局内机器、人员的安全，必需要采用一套较为有效的防雷保护措施，例如：终端杆上的保安器，分级保护装置及架空地线等。

但是防雷保护装置如果安装不合理，或者器件的质量不好，仍然会影响到进局设备、进局电缆以及局内机器、人员的安全，影响到线路障碍的次数与历时，也就是影响到电信线路的畅通。例如1964年前，北京地区的邮电长途线由于所采用的架空地线（双条、55厘米高）距通信导线过近，以致多次造成该终端杆上的纵向塞流线圈两绕组间的绝缘击穿。再有如果保护措施采用不当，雷击时保险（熔丝）就会经常被击断，这样就大大地增加了障碍的次数与历时。例如1967年，北京长途电信线务站维护的线路，就曾一连七天，每天夜里都因线路终端保险（熔丝）被击断造成障碍大大影响通信的畅通。

为了正确地使用进局设备，需要对进局设备的工作原理有比较完整、系统的认识，加之严格地遵照规定进行安装、使用与维护，就能充分保证不致因进局设备不良而影响通信的畅通。

三、本书准备阐述的主要问题

本书将从明线载波回路进、出局（站）串音影响的严重性和易遭外来过电压损坏的特点，较全面地分析进局设备的来龙去脉及作用，并对进局设备的防雷措施作较为深入的阐述，同时介绍一些已被多年实践所证明为行之有效的防雷的改进措施。

同时还专门对雷击保险问题作了一些分析与探讨。另外还介绍进局设备维护的一些基本知识。

将依次介绍：①防止明线进局（站）串音影响的措施，②进局设备的防雷，③进局设备的安装形式，④测试与维护。

第二章 防止明线进局(站) 串音影响的措施

在详细说明为了防止串音而装置的每一进局设备的作用之前，需要先简单的介绍一下串音的一般知识，然后再比较详细地介绍在明线进局处串音的来源以及针对其来源所采取的防止措施。

第一节 串音的来源

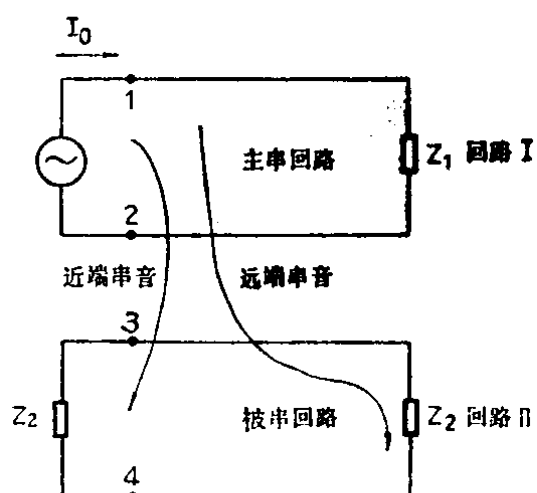
一、串音的基本概念

1. 什么叫串音

概括地说，当沿着某一回路传送信号时，在平行相邻的其他回路中，也能收到这一信号，这种现象就叫串音，如图2-1所示。如果在相邻的其他回路同端（发信端）收到这一信号叫近端串音，在对端（收信端）收到这一信号叫远端串音。

产生串音信号的回路叫主串回路，接收到串音信号的回路叫被串回路。无论近端串音，还是远端串音，都必须把它们控制在一定程度以下，否则会影响通信质量，甚至造成失密。

2. 串音产生的原因



串音的产生，原因在于回路间存在着电磁耦合。如图 2 - 1，当主串回路中的信号沿着导线向终端传送时，在导线的周围就产生相应的交变的电磁场，当这个交变的电磁场作用到被串回路Ⅱ的空间时，就在回路Ⅱ中感应

出信号，并流向两个终端，形成串音（近端串音和远端串音），如图2- 2 所示。在整个串音过程中，电耦合产生的串音和磁耦合产生的串音是同时存在着的，

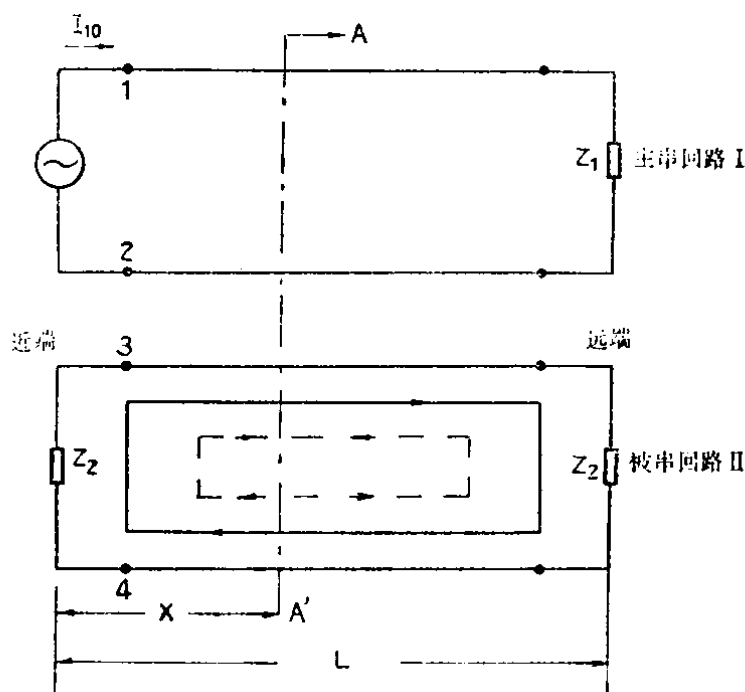


图 2-2 串音电流产生示意图

但是为了便于讲解，下面将分别介绍电的耦合和磁的耦合。

(1) 电耦合

如图2- 2 和图2- 3 所示，在距离发信端 x 处，取截面 AA' 。

假定在某一瞬间，主串回路的电力线（表示电场的）是由导线“1”到导线“2”。由于被串回路的导线“3”距离导线“2”较近，电位较低。导线“4”距导线“2”较远，电位较高。这样就在被串回路的导线“3”与“4”间产生了电位差，从而形成了由高电位的导线“4”流向低电位导线“3”的串音电流，如图2-2被串回路中虚线所示。这种串音的产生，就叫电耦合。

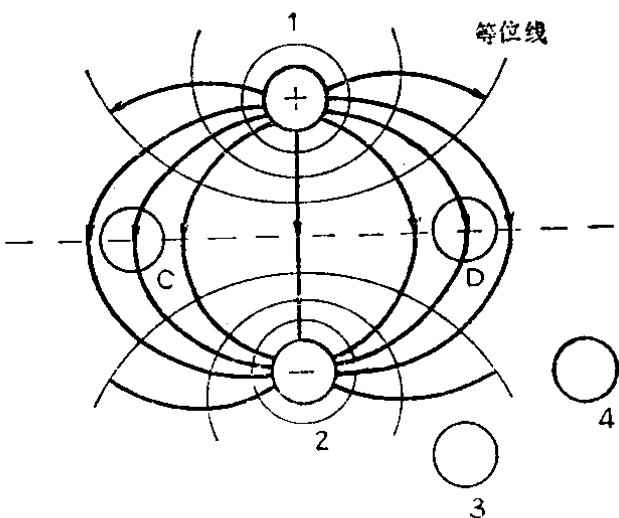


图 2-3 电耦合

(2)磁耦合

如图2-2和图2-4所示， AA' 截面上，主串回路的导线“1”和导线“2”有电流通过，就在其周围形成了磁场，当

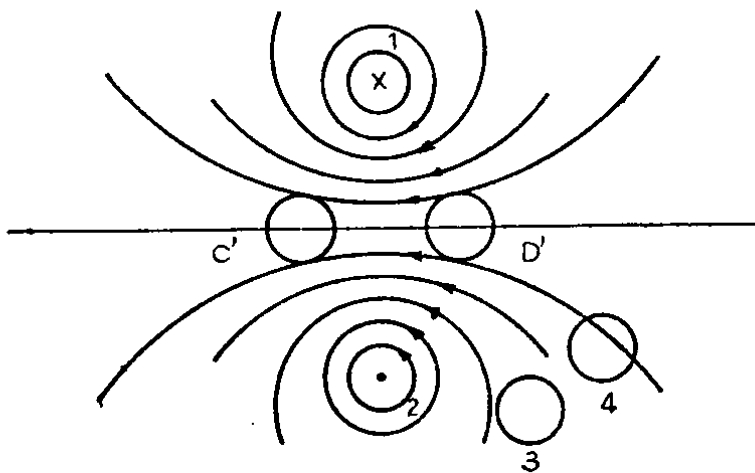


图 2-4 磁耦合

磁力线穿过被串回路时，根据电磁感应定律，就在回路Ⅱ中产生了(感应出)电势，由于回路Ⅱ在其两端接有负载阻抗而闭合，故形成了串音电流，其方向如图2-2中实线所示。这种串

音的产生，就叫磁耦合。

如上所述，电耦合和磁耦合，是同时存在的，故总的串音

电流就是电耦合的串音电流和磁耦合的串音电流的叠加，从图 2- 2 中可见，在近端，其总串音电流则为电耦合与磁耦合产生的串音电流之和。在远端，其总串音电流则为电耦合与磁耦合产生的串音电流之差。故在一般情况下，近端的串音影响要比远端的串音影响大。

这里必须指出，上述串音电流的大小，与导线的相互位置有关，如果导线“3”、“4”位于图2- 3（图2- 4）中的C D（C' D'）位置上，则无串音电流，这是因为导线C、D（C'、D'）在等位线上，并且又无磁力线穿过。另外串音还与信号的频率有关，对于架空明线与对称电缆的回路而言，则频率越高，其串音越大。

3. 串音的几种主要途径

（1）直接串音途径

即主串回路的信号通过主、被串回路间的电磁耦合直接串至被串回路中的串音途径，如图2- 5 所示。

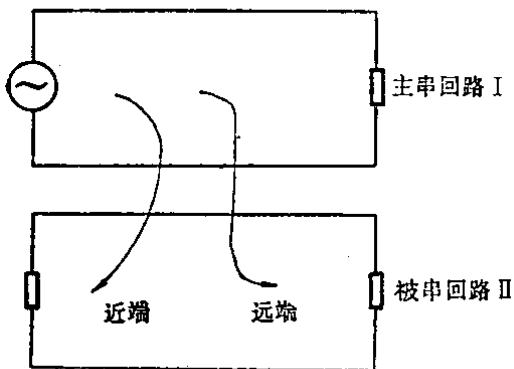


图 2- 5 直接串音途径

（2）间接串音途径

即主串回路的信号通过第三者再串至被串回路的串音途径。间接串音途径一般又分为以下两种；

A、双线第Ⅲ回路：我们知道，任何两个回路间的串音途径，都可以分为近端和远端

两种，那么通过第Ⅲ回路而产生的对第Ⅱ回路远端的串音其主要途径有双近端和双远端两种，对第Ⅱ回路近端的串音其主要途径有近远端和远近端两种，如图2- 6 所示。实际上，由于近

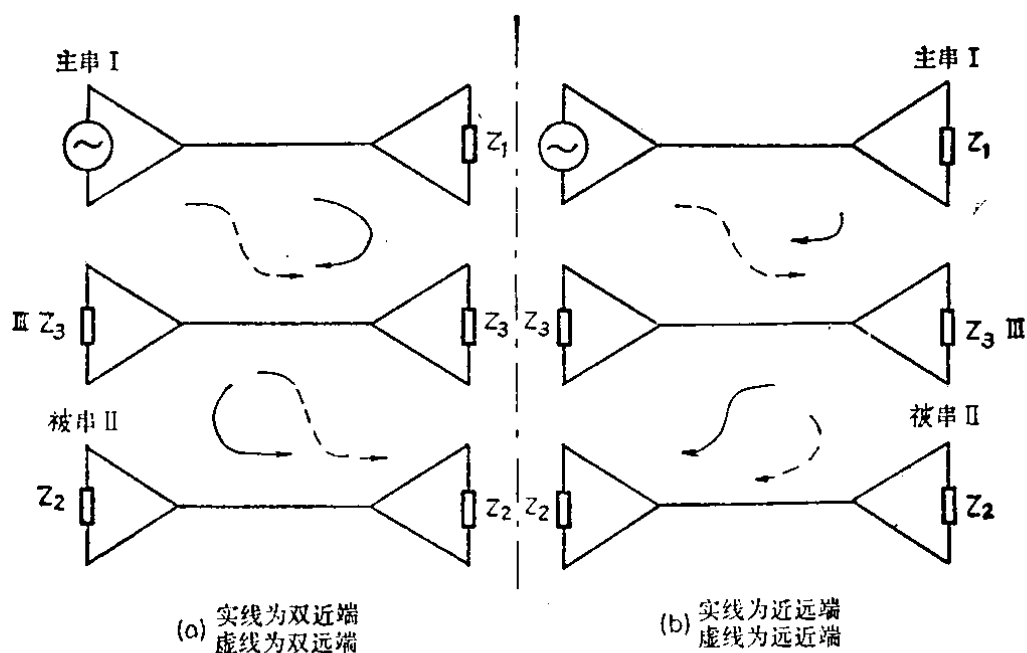


图 2-6 经由双线第Ⅲ回路串音途径

端串音电流大于远端串音电流，所以在以上四种串音途径中，以双近端串音途径影响最大，其他途径的影响都较小，故一般在双线第Ⅲ回路的串音影响中只考虑双近端串音途径。

B、单线第Ⅲ回路：我们知道，任何两个双线回路间的串音影响都要比单线回路间串音影响小。当主串回路中有电流 I 通过时，由于主串回路与被串回路导线“1”和导线“2”存在着电磁耦合，如图2-7所示，因此就在被串回路导线“1”和导线“2”中分别产生感应电势 E_1 和 E_2 ，根据电工原理中的叠加定理可知，被串回路中的串音电流 $I_2 = i_1 - i_2$ ，因此， $I_2 \ll i_1$ 或 i_2 。另外，双线回路串音电流 I_2 还因回路作有交叉而更加减小，而单线串音电流 i_1 和 i_2 则与交叉关系不大。

因此，我们在考虑串音问题时可把任何双线回路（除主串与被串回路外）看成单线第Ⅲ回路（导线束）由于它们中流经

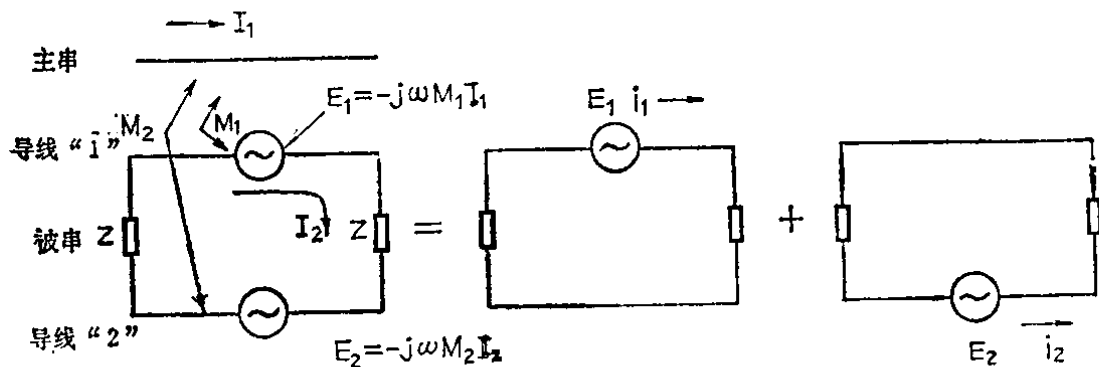


图 2-7 等效串音电流的示意图

的电流 (i_1 和 i_2) 方向相同, 且都大于 I_2 (因为 $I_2 = i_1 - i_2$)。

故经单线第Ⅲ回路的串音影响要比经双线第Ⅲ回路的影响来得大, 单线第Ⅲ回路串音途径如图2-8所示。

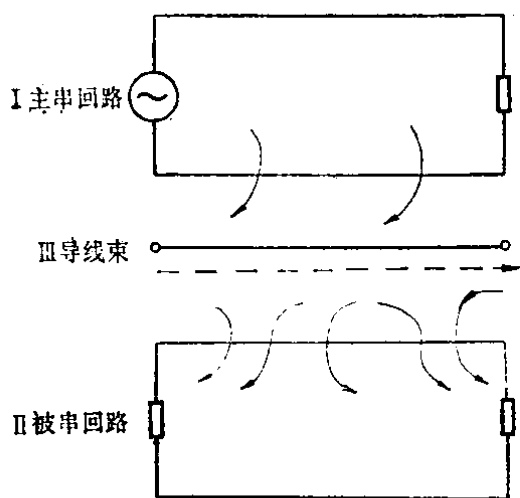


图 2-8 经由单线第三回路串音途径示意图

4. 近端串音衰耗、远端串音防卫度及其标准

串音的大小, 用什么来衡量呢? 一般近端串音用近端串

音衰耗, 远端串音用远端串音

防卫度来衡量。

(1) 近端串音衰耗(B_0)

主串回路的发送电平(P_{10})减去被串回路“近端”的串音电平(P'_{20}), 叫近端串音衰耗, 用它来表示近端串音的大小。

$$B_0 = P_{10} - P'_{20}$$

若主被串回路结构相同、终接阻抗相同时, 则 $B_0 = \ln \frac{I_{10}}{I'_{20}}$, 如图2-9所示。

(2) 远端串音防卫度(B_{fv})

被串回路本身的接收信号电平(P_{2t}), 与 (远端) 串音电平