

高等学校试用教材

电话交换原理

吴小可 主编

中国铁道出版社

内 容 简 介

本书以间接控制交换系统为主,分析了集中控制和分散控制的原理、话路接续网和选择级的组成、各种电磁元件和电子元件组成的单元控制电路、话务理论和组群计算;介绍了纵横制自动电话交换机、布控电子式自动电话交换机和长途自动电话交换机的中继方式、组群和接续原理;最后结合国外几种程控交换机,介绍程控交换的基本原理。全书共分七章。

本书为铁路系统高等院校铁道有线通信专业《电话交换原理》用教材,也可供从事电话交换专业的科技工作者参考。

高等学校试用教材

电话交换原理

吴小可 主编

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/32 印张: 18 插页: 2 字数: 434 千

1981年11月 第1版 1981年11月 第1次印刷

印数: 0001—5,500 册 定价: 1.90 元

前 言

本书是根据铁路院校制订的铁道有线通信专业用《电话交换原理》教材编写大纲编写的。全书内容共分七章，以间接控制交换系统为主，分析了集中控制和分散控制的原理、话路接续网和选择级的组成、各种电磁元件和电子元件组成的单元控制电路、话务理论和组群计算、介绍了铁路上使用的小容量和中容量纵横制自动电话交换机、布控电子式地区自动电话交换机和长途自动电话交换机的中继方式、组群和接续原理；最后结合国外几种程控交换机，介绍了程控交换的基本原理。

本书内容着重于基本理论和基本概念的分析，对机械构造和具体设备的说明则较少，使学生在较短时间内掌握电话交换的基本原理。至于具体设备的学习，则在实验和现场实习中解决。

本书所使用的基本理论知识，如各种脉冲数字逻辑电路、抽样定理和概率论等，不再重复介绍，只加以应用。

本课程教学时数共100学时，其中实验及大型作业20学时。

参加本书编写的有：北方交通大学吴小可（第一、六、七章）、白宝林（第四章）、刘鹤年（第三章）、王琴放（第二章），上海铁道学院阮永良、谭中山（合编第五章）、朱幼全（第六章的部分内容）。由吴小可主编，谭中山主审。参加本书审定工作的还有兰州铁道学院、北方交通大学、上海铁道学院、铁道部科学研究院、沈阳信号厂、齐齐哈尔电务修配厂、资中通信工厂、南京邮电学院等。他们对初稿提出了宝贵意见，对此我们表示感谢。

由于我们水平有限，编写时间比较仓促，书中还存在不少问题和不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

一九八〇年八月

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1.1 电话交换概念	1
§ 1.2 电话交换机分类	3
第二章 话路接续系统	6
§ 2.1 话路接续系统的组成和作用	6
§ 2.2 接线器工作原理	7
2.2.1 纵横接线器	7
2.2.2 干簧接线器	11
2.2.3 剩簧接线器	15
2.2.4 电子接线器	21
§ 2.3 接线器的组合连接	23
2.3.1 电磁接线器的表示方法	23
2.3.2 接线器的复接方法	24
2.3.3 单级组合连接	26
2.3.4 两级组合连接	28
2.3.5 三级组合连接	31
§ 2.4 通话接续回路	32
2.4.1 通话馈电电路	32
2.4.2 振铃电路	34
2.4.3 控制保持电路	34
第三章 地区自动电话交换系统原理	37
§ 3.1 直接控制式自动电话交换机原理	37
3.1.1 百门话局交换原理	37
3.1.2 千门话局交换原理	39
3.1.3 万门话局交换原理	40
3.1.4 分级复联	41
§ 3.2 间接控制式自动电话交换机原理	43
3.2.1 选择级组成原理	44
3.2.2 控制方式	50
§ 3.3 集中控制式自动电话交换机原理	53
3.3.1 200~600门纵横制交换机的中继方式和组群	53
3.3.2 100~300门准电子交换机的中继方式和组群	58
§ 3.4 分散控制式自动电话交换机原理	63
3.4.1 中继方式	63

3.4.2 组群连接	65
§ 3.5 时分制电子式交换机原理	68
3.5.1 电子门	69
3.5.2 取样脉冲	71
3.5.3 能量转移	72
3.5.4 交换机容量	72
§ 3.6 铁路地区电话通信网	73
3.6.1 电话网的构成方式	74
3.6.2 市内电话网的组成	75
3.6.3 铁路地区电话网的组成	76
3.6.4 电话传输质量	77
第四章 控制电路	79
§ 4.1 交换机间接控制原理	79
§ 4.2 自动电话机	81
4.2.1 号盘式自动电话机	81
4.2.2 按键式自动电话机	85
§ 4.3 电磁元件的控制电路	89
4.3.1 分配器电路	89
4.3.2 优先保持电路	94
4.3.3 查定电路	97
4.3.4 链路选试电路	102
4.3.5 号盘脉冲接收、计数和储存电路	105
4.3.6 译码电路	115
§ 4.4 电子元件的控制电路	118
4.4.1 用户扫描电路	118
4.4.2 排队电路	126
4.4.3 链路选试电路	127
4.4.4 号盘脉冲接收、计数和位数控制电路	135
4.4.5 按键记发器	138
§ 4.5 准电子交换机控制原理举例	140
第五章 话务理论基础	144
§ 5.1 话务量	144
5.1.1 话务量概念	145
5.1.2 呼叫发生的概率分布	146
5.1.3 呼叫通话时长和呼叫结束	148
§ 5.2 立接制全利用度线群计算	150
5.2.1 状态方程式	150
5.2.2 有限话源时呼损计算	152
5.2.3 无限话源时呼损计算	155
5.2.4 几点结论	158

§ 5.3 立接制部分利用度线群计算	159
5.3.1 分品复联方法	159
5.3.2 部分利用度线群计算方法	161
§ 5.4 待接制线群计算	163
5.4.1 待接制全利用度线群计算	163
5.4.2 公用控制设备计算	169
§ 5.5 链路系统接续网计算	173
5.5.1 二级链路接续网呼损计算	173
5.5.2 多级链路接续网呼损计算	182
5.5.3 部分利用度链路接续网呼损计算	184
§ 5.6 链路系统的机键网络分析法	189
5.6.1 链路接续网的通路	189
5.6.2 概率图	190
5.6.3 机键网络分析法	193
§ 5.7 交换设备计算举例	197
5.7.1 用户选择级呼出系统计算	198
5.7.2 选组级计算	202
5.7.3 用户选择级呼入系统计算	204
第六章 长途自动电话交换系统原理	208
§ 6.1 长途电话的运用制度和接续方式	208
§ 6.2 铁路长途电话网的组成	209
6.2.1 三级汇接制铁路长话网	209
6.2.2 路由选择	210
6.2.3 编号方式	211
§ 6.3 信号传送方式	211
6.3.1 信号种类	212
6.3.2 信号传送方法	212
6.3.3 信号传送顺序	217
§ 6.4 长途自动电话交换系统	218
6.4.1 长途自动交换机的基本性能	218
6.4.2 铁路长途自动交换系统概况	219
§ 6.5 铁路长途自动交换机中继方式	220
6.5.1 去话接续	220
6.5.2 转话接续	223
6.5.3 终端接续	224
6.5.4 铁路大站终端接续	226
§ 6.6 长途自动交换机组群	227
§ 6.7 长途自动交换机控制原理	229
6.7.1 主控机的性能及组成	229
6.7.2 主控机工作原理	231

第七章 程控交换系统原理	238
§ 7.1 程控交换机发展概况	238
§ 7.2 空分制程控交换系统	238
7.2.1 集中控制式空分制程控交换机	239
7.2.2 分散控制式空分制程控交换机	243
§ 7.3 时分制数字交换系统	248
7.3.1 数字交换系统的组成	248
7.3.2 用户级	249
7.3.3 时分接续网	250
7.3.4 数字交换机接续原理	254
§ 7.4 程控交换机的程序控制原理	257
7.4.1 识别主叫	258
7.4.2 呼出接续	259
7.4.3 接收拨号脉冲	259
7.4.4 号码分析	262
7.4.5 振铃接续	262
7.4.6 识别被叫应答和主叫中途挂机	263
7.4.7 通话接续	263
7.4.8 话终	264
§ 7.5 呼叫处理程序的组成	265
7.5.1 交换处理程序的结构	266
7.5.2 呼叫处理程序的分类	266
7.5.3 多重处理原理	268
附录 I 立接制爱尔兰呼损公式计算表	271
附录 II 待接制爱尔兰呼损公式计算表	278

第一章 绪 论

§ 1.1 电话交换概念

用户之间相互进行通话和呼叫必须具有通话设备和呼叫设备，电话机就是完成通话和呼叫的终端设备。电话机按制式来分，有三种不同类型的电话机。一种为磁石式电话机，这是因为话机内使用了一部发送呼叫信号的手摇发电机而得名，这种话机必须自己进行供电；另一种为共电式电话机，这种话机采取集中供电方式，电源由交换机统一供给；第三种为自动式电话机，它是在共电式电话机上加装拨号设备组成的，用户可以自己拨号呼叫被叫用户。

如两用户进行通话，只需将两用户话机的外线连接起来，即可完成通话。但当用户增多时彼此间进行通话就必须要有专门的设备，即交换机来完成。将每个用户的话机线分别引入交换机，然后由交换机完成接续工作。

首先实现电话交换的设备是人工交换机，它由话务员在交换台上用塞绳把两个用户的话机线连接起来完成通话的，如图 1—1 所示。当主叫用户摘机时，交换台上该用户的呼叫灯亮，话务员见灯亮，将一空闲塞绳的一端即应答塞子插入该用户塞孔，呼叫灯灭。话务员向主叫用户询问所需被叫用户号码，然后测试被叫用户是否空闲。如空闲，话务员将该塞绳的另一端即呼叫塞子插入被叫用户塞孔，并向被叫用户送出振铃信号，被叫闻铃声后摘机应答。话务员见被叫应答立即停止振铃，并构成通话回路。用户话毕挂机，话务员拆线，将塞绳两端拔出，一切复原。

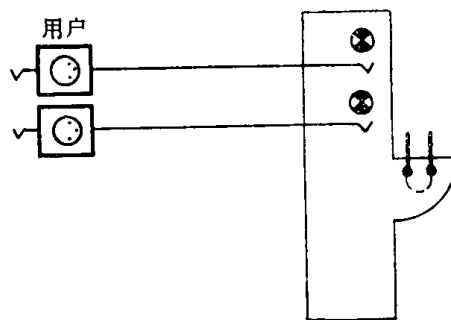


图 1—1 人工交换示意图

塞绳内部电路称为绳路。

如绳路向主、被叫用户进行供电的交换机称为共电式人工交换机，这时在用户处必须使用共电式话机；如绳路不向用户进行供电，则称为磁石式人工交换机，用户处使用磁石式电话机相配合。

由于人工交换机劳动强度大，接线速度慢，容量小，容易出错，不够理想，设法用机器代替话务员的接线工作，因而于1889年出现了步进制自动交换机。

步进制交换机的基本原理如图1—2所示。

它由控制电路控制机械结构运动的选择机进行一步一步动作完成接线工作的，这种步进选择机是由用户送来拨号脉冲所控制，完成上升、旋转运动，使弧刷与线弧触点接触构成通路。如主叫用户需与28号用户通话，先拨2，

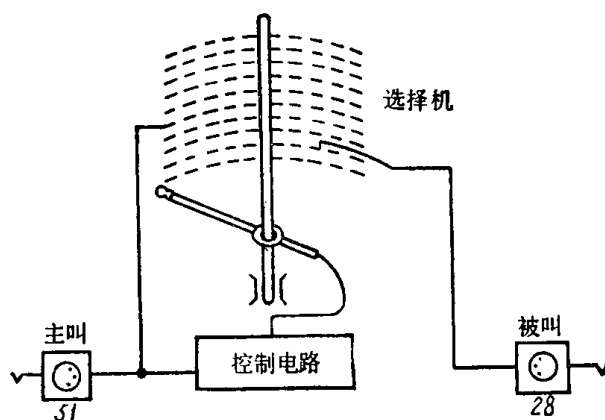


图 1—2 步进制交换机接续示意图

选择机接收二个脉冲后弧刷上升二层，送来第二位号码8时，选择机又接收8个脉冲使弧刷旋转8步，因而与接在该触点上的28号用户的外线接通，选择机自动向被叫用户进行振铃。被叫应答后构成通话回路。在通话期间选择机向主、被叫用户进行供电。通话完毕后选择机自动拆线。如果用户数量增加，可以采用两个或两个以上的选择机串联起来。

步进制选择机的动作是直接受用户拨号脉冲控制，脉冲的发送、接受和接线过程是同时进行的。因而这种交换机又称为直接控制式交换机。各选择机有若干继电器组成控制电路，因而这种交换机属于分散控制式。

步进制交换机动作速度慢，机构复杂，机房面积大，维护工作量重，弧刷运动时机械磨损大，接点为滑动接触，可靠性差、杂音大、通话质量差，因而于1913年研制成功了纵横制交换机。

纵横制交换机使用纵横接线器进行接线。纵横接线器的工作方式与继电器相类似，接点采用压接触，可靠性高。图1—3为纵横制交换机接续示意图。

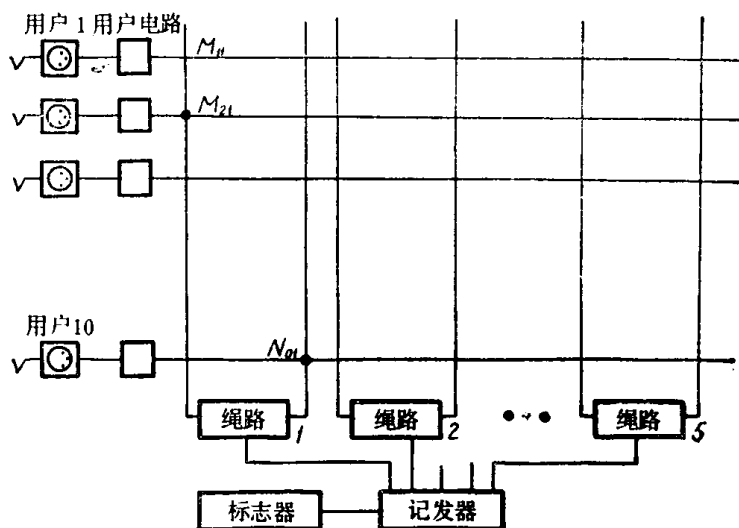


图1—3 纵横制交换机接续示意图

图1—3中表示了10个用户使用5条绳路的接续原理。接续部件为 10×10 纵横接线器，横线接用户线，纵线接绳路的输入端或输出端。每个用户通过纵横交叉点可以与每个绳路的入线和出线接通。绳路输入端与主叫用户相接的交叉点 M 相当于应答塞子，绳路输出端与被叫用户相接的交叉点 N 相当于呼叫塞子。每个用户可使用任一绳路，绳路的选择和交叉点接通由专用的公共控制设备来完成，它起着话务员的作用。这些公共控制设备均由继电器组成，称为记发器或标志器。记发器接收和储存主叫用户所拨的被叫用户号码，标志器测试绳路、接续通路是否空闲和控制交叉点闭合。接续时首先由记发器接收和储存被叫用户号码，然后由标志器控制有关部分动作，因而这种交换机称为间接控制式交换机。一部间接控制交换机可简化为话路设备和控制设备两大部分如图1—4所示。

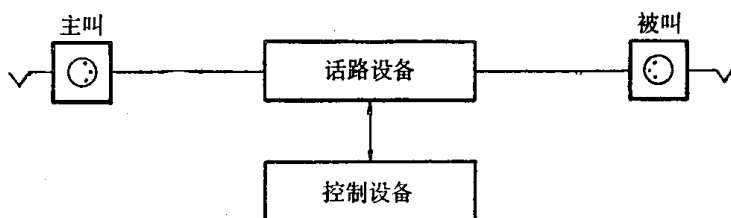


图1—4 间接控制式交换机组成

图 1—4 中话路设备即是用户电路、绳路和纵横接线器等，控制设备即是记发器和标志器等。

话路设备的作用是为用户提供通话的接续路由和传输通路，控制设备的作用是根据被叫用户号码，在话路设备中寻找一条空闲通路，将两用户接通完成通话。接续完毕后控制设备随即释放，又为新的呼叫服务。

自六十年代起，电话交换进入了电子交换时代，用晶体管电子元件代替电磁继电器，用干簧接线器代替纵横接线器，这种交换机称为布控电子交换机或准电子交换机。随着电子计算机和大规模集成电路的发展，用计算机代替了标志器，构成了存储程序控制式电子交换机。电子交换机体积小、重量轻、维修工作量少，便于生产和安装。特别是存储程序控制式电子交换机把计算技术和交换技术相结合，实现了维护自动化，为电话交换开辟了新途径。

电话交换原理就是研究各种自动交换机如何完成自动接续的基本原理。

一部电话交换机在完成接续过程中，基本可分为下列几个步骤：

1. 识别主叫：任一用户摘机呼出时，交换机能及时发现，并识别出其号码；
2. 接收被叫号码：主叫拨号时接收号码并进行储存；
3. 测试：交换机根据被叫号码测试接续通路和被叫用户是否空闲；
4. 接通：如被叫用户空闲，将所选定的接续通路接通，向被叫振铃的同时向主叫送回铃音；
5. 接受被叫应答：被叫应答后，停送铃流和回铃音，并构成通话回路；
6. 拆线：双方通话完毕挂机后，交换机自动拆线，一切设备复原。

§ 1.2 电话交换机分类

电话交换机的型式和种类很多，除上述的机电式和电子式外，还有空分制和时分制，模拟式和数字式等。现将交换机的详细分类介绍于下：

1. 按服务区域不同有市话（地区）交换机和长途交换机。市话交换机为完成本市或本地区用户间的接续；长途交换机为完成二个城市的用户间的接续。这两种交换机由于接续距离不同，因而要求和结构也不同。

2. 按接续方式分有人工交换机和自动交换机，人工交换机中又有磁石式和共电式，磁石交换机不需向话机供电，话机电源分别由用户自己供给，而共电式交换机则向用户进行集中供电。自动交换机中有步进制、纵横制和电子式等，自动交换机均属于集中供电式。

3. 按控制原理不同有直接控制式和间接控制式。步进制属于直接控制式交换机，它的控制部分和接续部分组合在一起构成一个设备，如预选机、选组机和终接机等，这些设备均直接受用户拨号脉冲控制而工作。如将接续部分和控制部分分开设置，各自形成独立的设备，如标志器、记发器和话路接续网等。用户的拨号脉冲不直接控制接续设备，而由控制设备接收，然后控制接续设备动作。人工交换机、纵横制交换机和电子式交换机均属于间接控制式。

4. 按采用元件不同有机电式和电子式。机电式中使用电磁元件继电器和机械结构作为交换机的主要部件，步进制和纵横制均属于机电式。电子式中使用电子元件作为主要元件，电子式又分为半电子、准电子和全电子。如在接续部分和控制部分均使用电子部件则称为全

电子式；如在接续部分使用机电部件纵横接线器，而控制部分使用电子部件则称为半电子式；新型接续部件干簧接线器和剩簧接线器不同于机械结构的纵横接线器，体积小，接线速度快，没有机械运动，使用这些部件组成交换机时则称为准电子式，意思是比半电子更接近于全电子式。

5. 按话路接续部分的构成方式不同则有空分制和时分制。所谓空分制是指每个用户的通话回路在话路接续网中各占有一定的空间，一条接续通路只能为一对用户使用，不能同时为其他用户使用，任一输入和输出之间的接续均在空间位置上进行，如图 1—5 所示。入线 3 和出线 3' 接续时，必须使交叉点 K 闭合。步进制、纵横制和准电子交换机均属于空分制交换机。空分接点一般采用电磁接点，如纵横接线器、干簧接线器，也有采用电子接点的。所谓时分制是指话路接续网按时间分隔的原理进行复用，一条通路可以为很多用户使用，他们所使用的通时间是互相错开的，如图 1—6 所示。每个用户各经接点 K_i 接到一个公共通话线上，根据取样定理，只需在取样时间内，将两个通话用户所属的接点 K_i 闭合，即可完成通话。时分接点应有较高的动作速度，一般采用电子接点。根据时分复用方式的不同，又有脉幅调制、脉码调制和增量调制等时分制交换机。

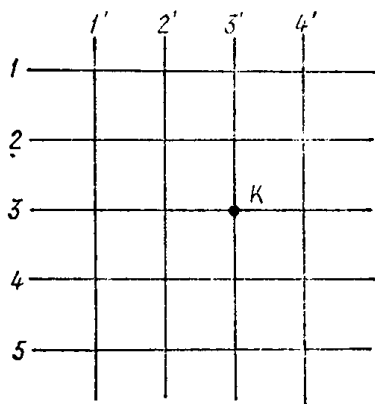


图 1—5 空分制通话概念

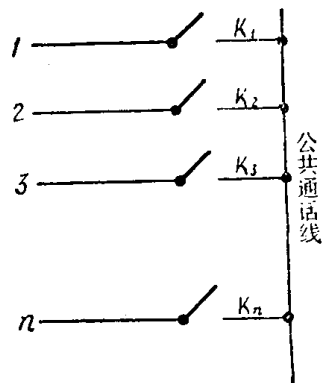


图 1—6 时分制通话概念

6. 按控制设备组成方式的不同有布线逻辑控制和存储程序控制（简称程控）两种方式。所谓布线逻辑就是指控制设备是由一些具有不同逻辑功能的控制电路所组成，控制电路之间通过固定的布线方法使其具备一定的功能，在外来信号作用下完成对话路接续设备的控制。纵横制和准电子交换机均属于布线逻辑控制式交换机。布控式适用于性能比较简单，动作速度要求不太高的交换机，它的主要缺点是电路一经确定就不易变更，不易扩充容量和中继线数量。

存储程序控制方式是指控制电路是由中央处理机即专用的电子计算机或微处理机所代替，将事先编制好的各种处理程序存入存储器，处理机按照程序完成各种控制作用，如果没有软件，交换机就不能工作。程控交换机由于使用了软件技术，当需要增加交换机容量或改变某些性能时，只需修改程序，而不需在控制设备中更改布线，因而要方便得多。程控交换机便于开放新业务，如自动叫醒电话，呼叫登记，缩位拨号，通话中呼出和会议电话等。程控交换机便于实现集中管理和维护自动化，用软件进行故障自动诊断和定位。一部程控交换机可容纳几百以至几万用户，一个维护区可达 30 万左右用户，而一般的布控交换机最多为一万用户。程控交换机必须使用可靠性很高的处理机，一般是双机备用，硬件部分平均故障间隔时间为 30 年，全局阻断指标为 20 年一小时。程控交换机的价格是较贵的，但随着微处理机

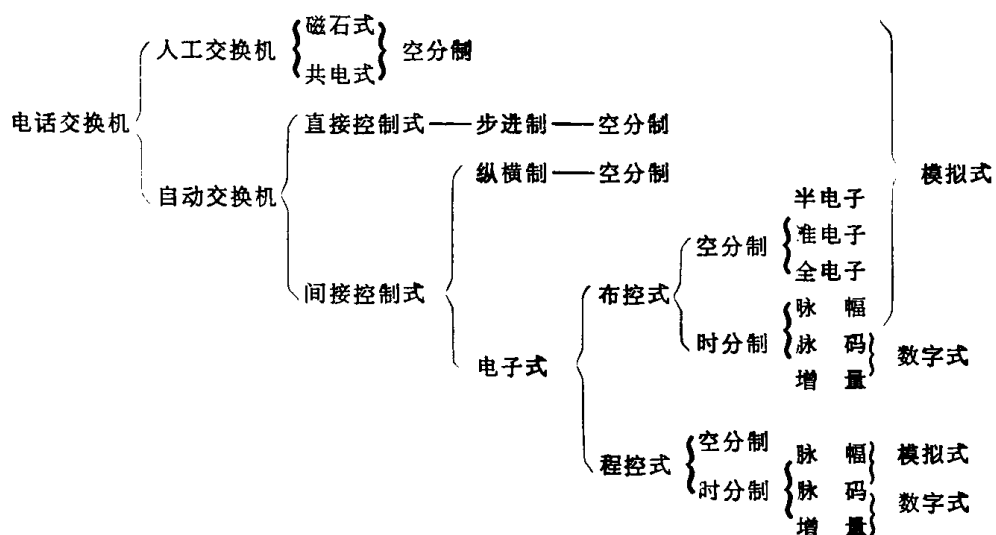
的出现，大规模集成电路价格的下降，程控交换机价格也不断下降，预计在八十年代，程控交换机在国外将大量投入使用。

程控交换机有空分制和时分制两种，脉码调制的时分制程控交换机又称为数字交换机。

7. 按交换机中传输的话音信号形式区分有模拟交换和数字交换。步进制、纵横制、准电子、空分制和时分脉幅式电子交换机均属于模拟交换，时分脉码式和时分增量式电子交换机则属于数字交换。

数字交换便于长市合一，它既能作市话或地区交换机，又能作长途交换机，也可以合并为一个交换机。数字交换便于建立综合通信网，使话音、数据和图象按统一的数字信号进行传输和交换，用户的计算机终端设备通过数字交换机自动接至计算中心，进行数据处理和情报检索，因此数字交换将有更大的发展。

综上所述交换机的分类可归纳如下：



第二章 话路接续系统

§ 2.1 话路接续系统的组成和作用

一部交换机主要由话路设备和控制设备两部分组成。话路设备在控制设备的作用下，将主叫用户和被叫用户接通，构成通话回路。话路设备不但是话音信号的接续通路，同时又是接续信号的传输通路。它不但要完成接续任务，同时应保证一定的传输质量。话路接续系统就是话路设备的总称，它由接续网和向主、被叫用户馈电、传送各种信号的绳路所组成。

本章内主要叙述空分制交换机中接续网所用各种接线器的组成和工作原理以及通话接续回路的作用和组成。对于时分制的话路接续设备，将在有关章节中讨论。

话音的传输是由接续部件所建立的通路来完成的，因此，接续部件应具有较高的可靠性。不允许有误接，接不通和不释放等情况存在。目前接续部件有：由电磁元件构成的电磁接线器和电子元件构成的电子接线器。

电磁接线器根据其工作时保持方式的不同，有许多种类型，如有电流保持的纵横接线器和干簧接线器、机械保持的螺簧接线器以及磁保持的剩簧接线器等。

纵横接线器是纵横制交换机的话路接续部件，它是按照电磁继电器动作原理构成的电流保持型接线器，采用推压接触式接点，接触可靠，通话衰耗小，但纵横接线器属于机电式结构，制造复杂，工艺要求高，体积大，动作时间需10毫秒左右，不适宜使用于电子控制电路。因而对提高接续速度方面受到限制。

为了适应电子控制设备的快速动作，研制了较纵横接线器动作速度快的干簧接线器，以提高控制设备的利用率。干簧接线器由干簧继电器组成，干簧继电器具有防尘，防蚀等优点，但存在着负载功率低，有颤动和易粘连等缺点。

此外，还有一种螺簧接线器。这种接线器也是仿照纵横接线器动作原理构成的，其特点是采用机械保持方式，不需保持电流，接点部分为封闭式V型双触点，接触可靠，两个接点能自动保持平衡不要调整。但需用大电流脉冲驱动，瞬间电流较大，这对供电和馈电都带来不便，故目前使用较少。

干簧接线器与纵横接线器在保持时需要耗费电能，为了克服这个缺点，又研制了一种利用接点簧片的剩磁作用进行保持的剩簧接线器。这种接线器没有复杂的机械结构，动作速度快，工作可靠，是一种较为理想的电磁式话路接续元件，它不但用于布控式电子交换机，也可用于程控电子交换机。

随着我国电子技术的迅速发展，电子元件质量的提高，电子接点所组成的接线器也得到了应用和发展。电子接点有晶体二极管，三极管及PNPN四积层二极管等所构成。此外还有集成式电子接线器，动作速度快，寿命长，体积小，常在程控交换机中使用。

话路接续网在接通主、被叫用户话机之后，向被叫用户话机送铃流，向主叫用户话机送回铃音，当被叫用户应答后，则切断铃流和回铃音。双方用户通话时，向主、被叫话机馈送通话电源，并保持主、被叫两方各级接线器。因此，话路接续系统为保证一定的通话质量，

损耗不能太大。话路接续系统是交换机的重要组成部分。

§ 2.2 接线器工作原理

2.2.1 纵横接线器

纵横接线器的型式较多，其工作原理基本相同，只是容量不同。一般常用的有 10×10 型、 10×20 型和 10×30 型纵横接线器，现以 10×10 型纵横接线器为例，说明其组成和工作原理。

一、 10×10 型纵横接线器

10×10 型纵横接线器是比较简单的一种纵横接线器，如图 2—1 所示。它由 5 根横棒，10 根纵棒和 100 组动合接点所组成，接点组的动作是由横棒和纵棒进行控制。

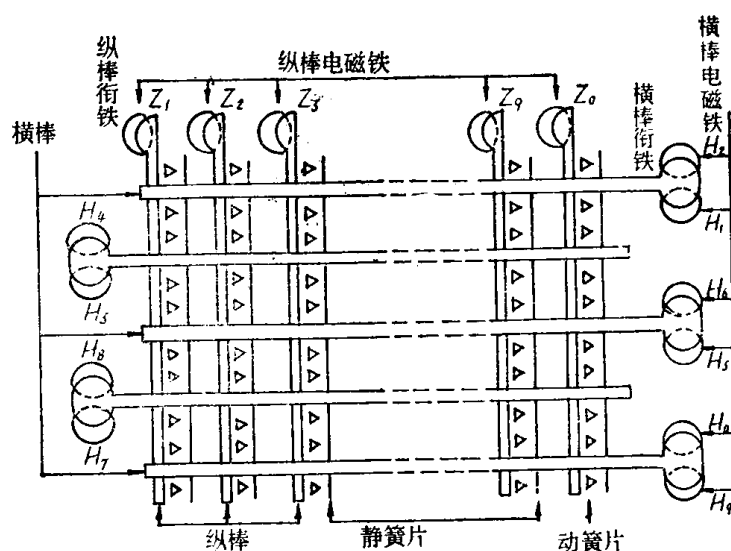


图 2—1 纵横接线器的构造

每根横棒由两个横棒电磁铁所控制，能上、下转动处于二个工作位置。因而 5 根横棒具有 10 个工作位置，分别控制 10 组接点。10 个横棒电磁铁以 H_1 、 H_2 、 $\dots$ 、 H_5 、 H_6 表示，分别装于接线器的两侧，其中 H_1 、 H_2 、 H_5 、 H_6 、 H_9 、 H_{10} 在右侧； H_3 、 H_4 、 H_7 、 H_8 在左侧。横棒的作用是选择一个工作位置，以控制有关接点组闭合，因而横棒又称为选择棒。

在每根横棒上装有 10 个选择指针，横棒上下转动时，使选择指针也同时上下转动，选择一个工作位置。

每根纵棒由一个纵棒电磁铁所控制，当横棒动作以后，只要纵棒动作，就能推动横棒上相应的选择指针，使被选择的接点组闭合。10 个纵棒电磁铁以 Z_1 、 Z_2 、 $\dots$ 、 Z_9 、 Z_{10} 表示，装于接线器的上部。纵棒电磁铁有二个线圈，其中一个线圈为启动线圈，另一线圈在保持时串入电路，以降低保持电流。

纵棒和横棒互相垂直放置，在每个交叉点处上下各有一组接点，5 个横棒和 10 个纵棒控制了 100 组交叉接点。一般将一个纵棒以及由它所控制的 10 组接点叫做一个纵单位，因而一个接线器具有 10 个纵单位， 10×10 型纵横接线器表示有 10 个纵单位（第一个 10），每个纵单

位有10组接点组（第二个10）。如果每组接点有三副动合接点（ a 、 b 、 c 三线），那么这种接线器又称为 $10 \times 10 \times 3$ 型纵横接线器，其中 a 、 b 线作通话用， c 线作示忙和保持用。

每个纵单位所控制的从上至下的10组动簧片是各自独立的，而同一纵单位的10组静簧片却是从上到下连在一起的，它是由一根镀银的金属条所制成（又名银板或银片）。为了简单起见，图2—1中每个纵单位的接点组只画出了一片动簧和一片静簧。但实际上，每个接点组都有三片动簧和三片静簧，可以连接 a 、 b 、 c 三根线。一般将静簧称为入线，动簧称为出线，其出入线的连接如图2—2所示。

下面来看一看100组接点是怎样由10根纵棒和10根横棒控制动作的。如果要闭合某一组接点，必须首先确定该接点组位于哪个横棒和哪个纵单位，然后依次吸动对应于该接点组的横棒电磁铁和该纵单位的纵棒电磁铁，这样便可使该位置接点组的动簧和静簧闭合。

图2—3为一个纵单位的动作简图，图中只画出了两根横棒（ H_1 、 H_2 、 H_5 、 H_8 ）和一个纵单位的一部分接点组。每个接点组只用一副动合接点表示。未工作时，横棒、纵棒都处于静止位置，横棒上所装的选择指针位于上下推动簧空档中间，接点簧片呈断开状态。当横棒电磁铁线圈通过电流时，吸动相应衔铁，使横棒向上或向下转动一个角度，这时横棒上所装的选择指针随之向上或向下转动一个角度。图中如横棒电磁铁 H_5 吸动，横棒向上转动，选择指针向上翘，处在上推动簧的凹口上（如图2—3右小图所示）。然后纵棒电磁铁通电，吸动纵棒衔铁，纵棒上的推动板便压在选指针上，并把选择指针牢牢夹住，同时推动推动簧和推动卡向右移动，再由推动卡推动动簧片向右移动，使动簧与静簧接触，完成了接线器的入线与出线的接通。

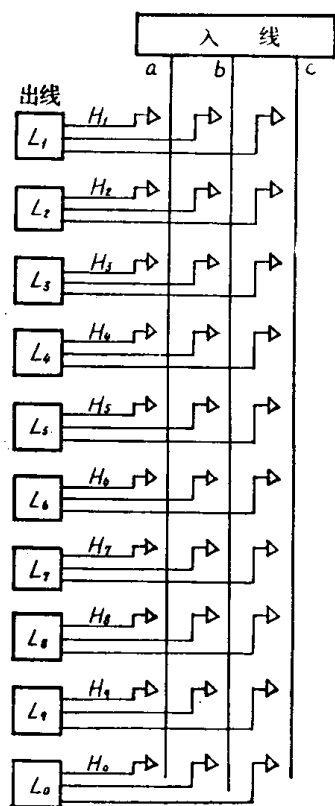


图2—2 $10 \times 10 \times 3$ 接线器纵单位接续路由图

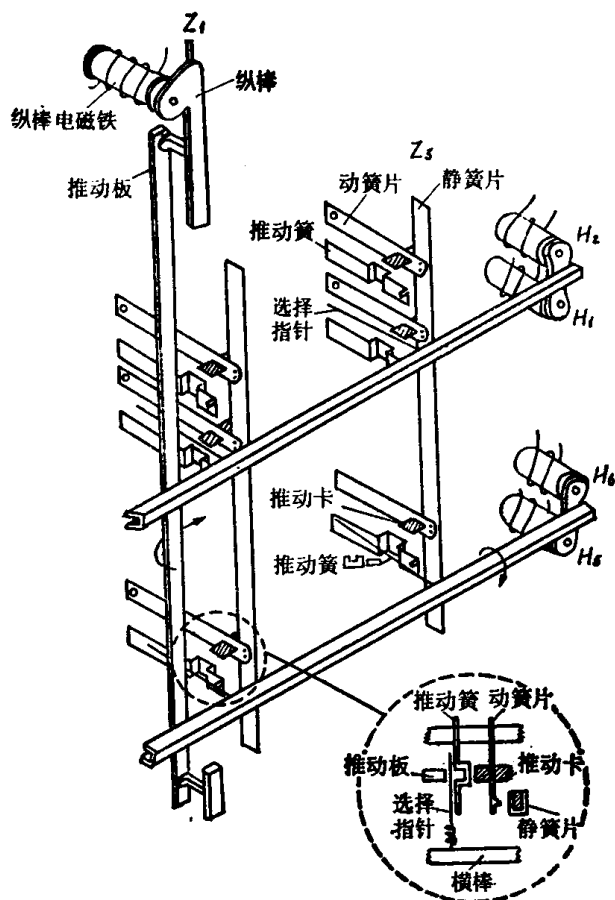


图2—3 纵横接线器纵单位机构简图

入线和出线接通后，只要纵棒电磁铁保持吸动，入线和出线就一直处于接通状态。横棒复原后可以为新的接续服务，但选择指针却被推动板夹住而不能复原，处于弯曲状态。只有在纵棒复原后，被夹住的选择指针才被放开，依靠本身的弹力返回到原来的中间位置，接点簧片组复原，入线和出线便开断。

综上所述，纵横接线器完成一次接续过程中，横棒和纵棒动作的规律为：先吸动横棒，使选择指针进入工作位置，然后吸动纵棒，在横棒和纵棒电磁铁吸动时使相应交叉点接点闭合，此后才可切断横棒电磁铁的电流，使横棒复原，而纵棒仍保持动作，直至接续完毕。纵横接线器每动作一次需15毫秒左右。

一台 $10 \times 10 \times 3$ 纵横接线器，由于有10个纵单位，因而可以看成10个选择器，每个选择器具有一条入线和10条出线，横棒的作用在于选择一个选择器内10条出线中的一条，所以只要接续时间错开，一台 10×10 接线器就可完成10条入线在各自10条出线中进行选择，保持10条路由的接续。

在纵横接线器上，对应于每个纵棒和横棒电磁铁都装有电磁铁直接控制的接点簧片组，称之为离位簧或离位接点。分别用 Z_1L 、 Z_2L 、 $\dots$ 、 Z_0L 和 H_1L 、 H_2L 、 $\dots$ 、 H_0L 表示。离位簧接点受相应纵棒或横棒电磁铁的控制而动作，表示该纵单位或横棒已处于工作位置，作为该出、入线示忙或示闲用。

二、 10×20 型、 10×30 型纵横接线器

随着交换机容量的增加，纵横接线器的容量即入、出线数量便感到不足，欲增加纵横接线器的容量，就必须增加纵横接线器的纵棒数量或横棒数量。如上所述的 10×10 的100线纵横接线器，将其横棒数量增至10根，接点簧片组也相应增加，便可构成 10×20 的200线纵横接线器。但是，这种方法，使接线器体积增大，不经济，控制不方便故一般不用此法。

另一种方法，是增加每组接点的簧片数目，并增加一根转换棒（又称为辅助选择棒），将相应的每组接点簧片组分成二组或三组，以达到扩大纵横接线器容量一倍或二倍的目的。

如将每组接点簧片数由三副接点增加至六副，分成左右二组，再增加一根转换棒，利用转换棒选择其中的一组。所以每接续一次必须使转换棒和一个选择棒动作。这样出线增加了一倍，构成 $10 \times 20 \times 3$ 的200线纵横接线器。

图2—4所示，为20组出线的纵单位示意图，该纵单位内除原有5根横棒外，上边第一根横棒称为转换横棒，转换棒由 HA 、 HB 二个电磁铁控制，在一次接续中转换棒只能被吸向 HA 或 HB 一方，向上吸时称 HA 方向，这时入线可以与 HA 方向的 H_1 、 $\dots$ 、 H_0 中的任一条出线接通；向下吸时称 HB 方向，这时入线就能与 HB 方向的 H_1 、 $\dots$ 、 H_0 中的任一条出线接通。这样一个纵单位构成了一条入线20条出线的选择器。

带有转换横棒的纵横接线器，每次接续

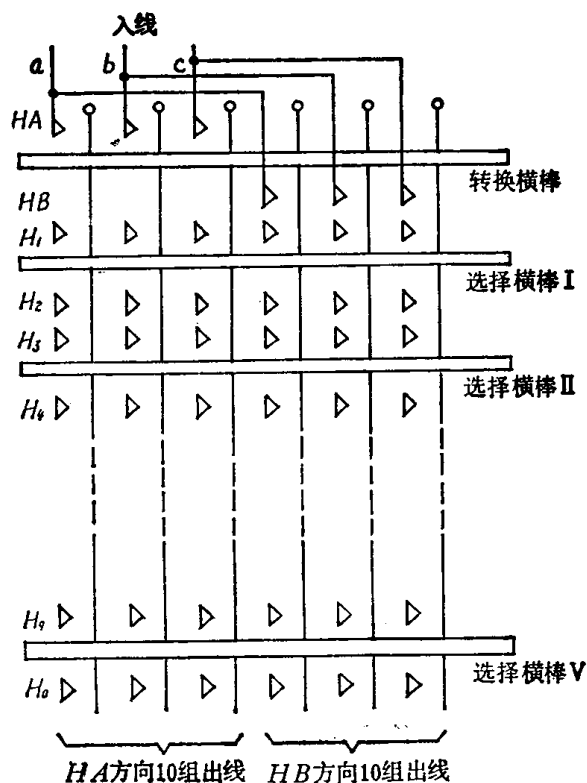


图2—4 20组出线的纵单位结构

时，首先是转换横棒动作，以选择每组接点簧片中左或右的一组，其次是选择横棒动作，以选择某一纵单位内10组接点簧片的一组，最后纵棒动作，将转换棒和选择棒所控制的接点组闭合，使入线经 HA 或 HB 接点，接至 $H_1 \sim H_{10}$ 中的一组出线。纵棒动作后，转换横棒和选择横棒释放，可为新的接续服务。

图2—5为20组出线的纵单位接续原理图， L 经 HA 和 H_2 与出线 L_2 接通的情况，同样可使入线 L 分别与出线 $L_1 \sim L_{20}$ 中任一接通。

我国生产的纵横接线器，除上面所述的 $10 \times 10 \times 3$ 的100线接线器和 $10 \times 20 \times 3$ 的200线外，还有一种 $10 \times 30 \times 3$ 的300线接线器，这种接线器仍然是利用一根转换棒把100线接线器的容量扩大为三倍。其方法是把每个纵单位的每组接点簧片分成三组，利用转换横棒的静止位置（ HC ）和上、下二个位置（ HA 、 HB ），以选择其中的一组，从而达到把100线接线器扩大为300线的纵横接线器。

图2—6为转换棒三位置工作示意图，图中增加了一个 HC 推动卡，以接通 HC 的接点组。它是一个胶木块，将 HC 的6片动簧片夹住，当转换棒在静止位置时，选择指针不动，处于中间位置。纵棒吸动时，推动 HC 推动卡， HC 的6片动簧片同时向右动作而完成接续。在 HC 的 a 、 b 、 c 动簧片上有着比推动卡上横轴大些的穿孔，当 HA 推动卡上横轴穿过 HC 的三片动簧片时，并不相碰。因此 HA 推动卡动作时， HC 动簧片并不动作，即 HA 动作与 HC 无关。同样， HB 推动卡动作时也不能使 HC 的 a 、 b 、 c 动簧片移动。

图2—7为30组出线的纵单位示意图。当转换棒吸向 HA 位置时（选择指针向上），在纵棒

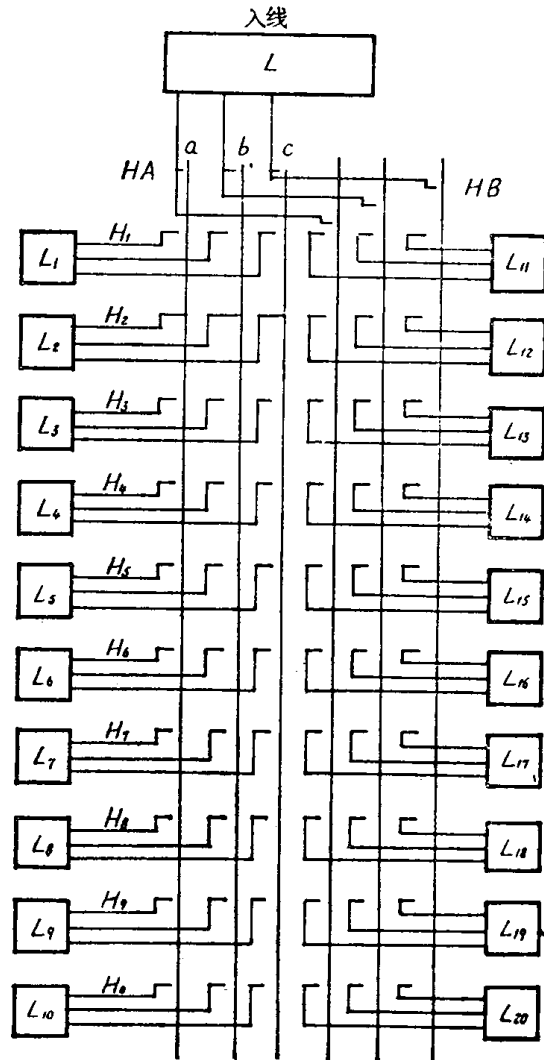


图2—5 20组出线的纵单位接续原理图

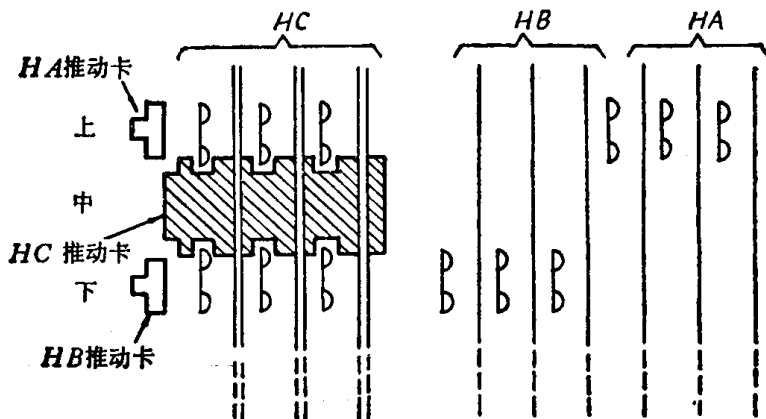


图2—6 转换棒三位置工作示意图