

编号：1302

上海市1961年摸清主要学科水平任务

縱橫制自动电话交换机国际水平概况

邮电部上海电信科学研究所編
上海科学技术情报研究所印

1961.5

目 录

一、概述.....	1
二、纵横制自动电话交换机的优点.....	2
三、几个主要国家所研制的纵横制交换机的型式、性能及特点.....	4
四、纵横制交换机的电磁机件.....	12
五、目前存在的主要问题及有关研究情况.....	16
六、几个主要国家的发展情况及水平.....	19

縱橫制自动电话交换机国际水平概况

I 概 述

纵横制交换机是以采用纵横制接线机为主要交换机件的一种自动电话交换制式。

所谓纵横制接线机，其主要结构及性能的原理为利用 $m+n$ 个输入输出部件，能作到 $m \times n$ 个独立的接续，此处 m 及 n 系指输入和输出容量。

纵横制接线机原为美国兰诺德氏(Reynolds)于1913年发明，但当时并未在美国电话交换设备上采用。1919年瑞典的培杜兰杰(G. A. Betulander)和巴尔姆格莱(N. Palmgren)对此方案作了设计改进，并且对于机件扩大出线容量的中继链路方式，也作了研究，才奠定了纵横制交换机具有实用价值的基础。1926年瑞典在森得物(Sundvol)首先建立了3,500门的纵横制局，性能良好，引起各国注视。美国贝尔实验室立即也开始了研究，到1938年，就在孟哈屯(Manhattan)及勃罗克林二地建立起1号纵横制试验局。1号纵横制交换局的设计，主要考虑与升降制及人工局的配合接续，适用于6~7位号码的大城市，因此成本较大，同时对于用户长途拨号问题没有很好考虑。因此，以后又设计了适用于长途汇接交换局用的4号纵横交换机，采用了卡片译码器，将译码工作，从标识器中设法分出，使它对长途汇接的性能，更具灵活性，适用范围也更扩大。同时，针对1号纵横制所存在的性能复杂，成本昂贵，不适用于中小城市等缺点，经过研究改进，又设计了适用于大中城市使用的5号纵横制交换局，1948年在费城(Philadelphia)近郊的米地亚(Media)局，开始装用。5号纵横制交换局已采用了半导体、冷阴极管等电子元件，并研制了新颖的线簧及簧簧继电器，它不但能作长途汇接用，并可与史端乔制、升降制及1号纵横制等局配合使用。是一个比较完善及进步的制式。

至1950年为止，三十年来，纵横制交换制式通过在瑞典及美国的使用及发展，至此其优越性愈来愈显著，尤其它的设备使用寿命长，维护费用省，中继灵活性高等优点，在机电型的交换制式中，非其他制式可相衡比。因此1950年后其他国家，如苏联、西德、法国、日本、英国、比利时等，都先后进行了研究，并取得一定的成就。在资本主义国家中，其中日本对纵横制交换制式的研究，尤不遗余力，目前不但很多型式已定型，并在工业制造方面，也已奠下了基础，有急起直追的趋势。

目前各国所研究及生产的纵横制交换机，其中继方式，控制系统，性能特点，以及所采用的元件，虽相互不同，各有优缺点，但是我们可以看出，由于电话业务范围扩大及发展所引起的一些问题：如关于通信质量的改进，维护的自动化，因市内及长途自动立即接通地区的扩大而产生的用户直接拨号及自动计费等问题，以及其他各种因电话业务发展而提出的新的服务性能及要求，都在试图采用纵横制交换制式来谋取解决，事实上，也确实得到了成绩。

从工业生产方面看，纵横制交换机在电话工业方面也已处于重要地位。以瑞典言，伊立克生公司的纵横制交换设备年产量达75,000门。美国在1956年的纵横制年产量为900,000

门，最近产量尚有很大提高。日本研究纵横制交换机虽较迟，但其工业生产发展很快，1960年已达到 90,000 门。

电话交换机的发展方向，将来必为电子化，这是一个无可争辩的事实，但是纵横制交换机，不论从其性能方面看，从它的经济现实性包括目前各国工业生产水平看，以及从长远利益打算，作为从现有机电式交换机过渡到电子式交换机的一个过渡制式看，它毫无疑问是一个比较最有发展前途的电话交换制式，从现在世界各国对纵横制的研究动态以及生产发展方向观测，也说明了纵横制交换机这一重大特点及其在电话发展事业中所处的重要地位。

II 纵横制自动电话交换机的优点

纵横制交换制式，具有很多优点，主要的有：

一、通话质量高

杂音在通信质量上有很大的影响，尤其在长途通话上，经过多次放大的杂音干扰，严重地妨害了清晰度。纵横制交换机上的接线机由于使用贵金属的压接式接触，使杂音大大减少。从下表中，我们可以看到纵横制杂音度的微小及其优越性。

表 1

交换机制式	基本噪声	冲击性噪声	窜话噪声
纵 横 制	最大—70db(0.25mv)	全 无	全 无
A 型 步 进 制	最大—65db(0.43mv)	最大—35db(13.8mv)	最大—25db(4.3mv)
H 型 步 进 制	最大—50db(2.45mv)	最大—25db(4.3mv)	最大—25db(4.3mv)

基本噪音系指在通信中连续发生的噪声，冲击性噪声系指由于转换机件及触点的机械振动或接触不良而导致的噪声，至于窜话噪声则指因电路不平衡而引起的可闻的信号或拨号脉冲等窜音而言。

二、机件寿命长

纵横制接线机采用压力接触，无磨损，零件损耗少。接线机能经受 4 千万次动作，以线簧继电器言，能承受 10 亿次动作，故纵横制寿命一般可达 40 年，远较其他制式为优。

三、维护费用低

纵横制上所用机件，均采用贵金属压力接触，动作可靠，稳定性高，因此维护费用低。千门以下小局，可做到无人维护，大型局因有障碍自动记录等设备，可以无需定期测试等工作，维护人员就可以大量缩减。从零件损耗率上看，纵横制也比其他制式低。

根据日本 1957 年发表，同样组成 7 位数字的 10,000 门电话局（每线话务量 0.056 小时呼），纵横制较 A 型步进制在维护及营运用上，节约很多。其经济比较结果如下：

表 2

	縱 橫 制	A 型 步 進 制
(1) 每門投資費用	44,800日元	37,000日元
(2) 使用寿命	30年	19年
(3) 年利率	6.5%	6.5%
(4) 維護費用(按投資百分比)	1.3%	5.4%
(5) 每年經費	4,030日元	5,474日元

即每年可节经营费用 1,444 日元, 占纵横制与 A 型步进制之投资差额的 18.5%。

四、中继效能高

纵横制出线利用率较步进制大, 因此可以做到全利用度, 使中继设备利用率提高。步进制因受弧刷容量限制, 即使利用分级选择, 不能达到全利用度的效率。一般在多回线的有利情况下, 也只能达到全利用度的 85~90%。

五、具有迂回中继性能

纵横制交换机在接通某一通话时, 当一个电路被占线时, 它本身赋有另选其他电路完成接续的能力。这个性能可以充分提高直达电路的效率, 并且使它的建立, 不受限制。如能与全利用度线群结合, 经用各种事例试算结果, 设将纵横制适当地按照地区集中运用, 其线路数量及长度, 与使用步进制机比较, 可减少 10~20%。

六、接续性能快速可靠

纵横制采用记发器等控制线路, 有存储及再发脉冲性能, 所以接续稳定。步进制的拨号脉冲, 受机件性能限制, 其输入脉冲容许范围为 8.5~11.5 脉冲/秒。而纵横制的输入脉冲容许范围可以放宽到 5~20 脉冲/秒。这样, 不但电话机拨号型维护容易, 误接现象也可减少。

纵横制除可使用高速度脉冲外, 也可采用多频信号。高速呼叫信号, 对多级中继方式, 在提高使用效率上, 是不可少的要素, 从表 3 中我们可看到其优越性。

表 3

交换机制式	信号形式	速 度	当传送 8 位数字 时所需时间	用 途
縱 橫 制	多 頻	7 位数字/秒	約 1.4 秒	縱橫制局相互接續用
	脉 冲	20 脉冲/秒	約 4.1 秒	采用脉冲記发器的縱橫机局間的相互接續用
		10 脉冲/秒	約 8.2 秒	用于对步进制局接續
步 進 制	脉 冲	10 脉冲/秒	約 8.2 秒	

上表说明多频信号速度最高,从传输方面讲,其可靠性也大大超过脉冲方式。

七、利于实现长途自动化

纵横制除接续性能快速可靠,中继方式灵活外;又具备识别主叫用户号码,存贮及转变信号等性能;且能采用集中自动记录设备(CAMA)等自动计次计费装置,便于建立统一的全国长途编号制度,适应长途电话自动化的各种要求。故纵横制对于长途电话自动化的发展,具有很大的帮助,起很大的促进作用。

八、制造简易

步进制的预选器零件有87种,上升旋转选择器有176种,二者合计有263种。其中回转机构的零件,工艺精密度要求高,切削加工部分多,制造工序复杂,因此制造工人工艺水平要求高,掌握技术需要时间也多,对生产基建投资讲,也比较大。

纵横制接线机虽型式很多,但一般讲零件种类不多,约100种左右,还不到步进制选择器的一半。且其中70%以上为冲压件,10%左右可采用冷顶锻工艺,利于大规模自动化生产。接线机装配也比较简便,调整工作量比较少。

九、与电子化方向发展相适应

电话交换技术向电子化方向发展,是必然的趋势,这一点是可以肯定的,目前世界各国都在向这个方向研究。纵横制交换制式由于采用了记发器、标识器等公共控制设备,有二点是能与这个发展方向相适应的。第一点是它的公共控制设备在发展过程中将来可以用电子元件替代,将继电器控制转变为半电子形式,其次是将来在采用电子交换制时,从呼叫信号方式上看,电子交换方式对于纵横制是较其他制式,更能做到经济化的相互配合使用。

综合以上纵横制九方面的优点,可以说明纵横制交换制式不论在通信质量上及技术性能上,以及发展方向上,均较其他制式更为优越。由于其中继性能灵活,在发展长途自动化方面,特色尤为显著,这在美国长途自动化的发展过程中可以看到。如从经济方面来比较,纵横制也处有利地位。纵横制初期投资虽较大,根据最近日本的统计,10,000门C₄₋₅型纵横制交换局较A型步进制设备成本约大7~11.1%,但由于纵横制质量好,使用寿命长,折旧费用低,维护经费节省,因此每年的营运费用远较步进制为小;估计纵横局建立使用后,在三年左右时间内,其投资超差即可为营运费用的节省数字相抵消。至于纵横制设备的制造简便,工艺条件要求低,工业生产上基建投资低,则尤为纵横制生产上的有利条件。

基于以上这些有利条件,因此很多国家,有些本来不产自动交换机的,有些原来生产其他制式交换机如步进制或机动制的如日本、西德、法国等,都在研究或开始生产纵横制交换机了。

III 几个主要国家所研制的纵横制交换机的型式、性能及特点

一、瑞典

瑞典生产纵横制交换机的主要工厂为伊立克生公司,它所生产的纵横制交换机种类很

1

1. 城市用交换机。

A 204——采用集中记发器控制，适用于中小容量的城市。

ARF 10——亦采用记发器控制，适用于大中城市的市内电话局。

ARF 50——用分级记发器控制，可与步进制配合用，亦可作独立交换机用。

2. 乡村及团体用交换机。

ARK 312——供终端交换用，容量 60 用户。

ARK 314——供终端交换用，容量 60~180 线。

ARK 315——供终端交换用，容量 100~1,200 线。

ARK 335——容量 100~1,200 用户线。

3. 中继和长途交换设备。

ARM 10——中继交换设备，专为适合荷兰情况而设计。

ARM 20——大小型交换设备。

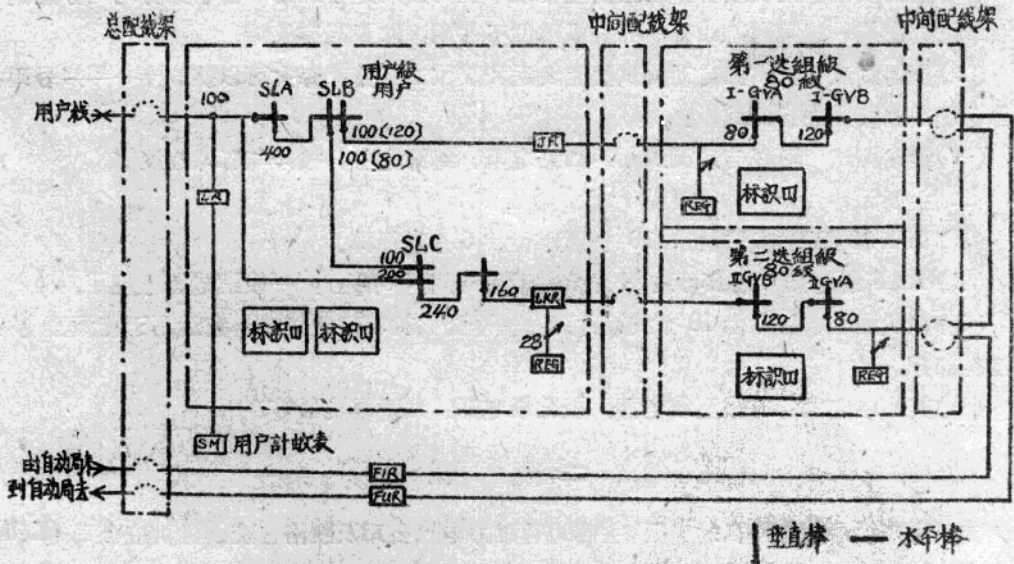
ARM501——40~200 线的中继及长途交换设备。

ARM502——100~1,600 线的中继及长途交换设备。

ARK323——小型中继设备。

在城市交换机中,以 ARF50 为最新式,采用直送脉冲分级控制方式,其主要特点如

1. 中继方式。



■ 1

图1为ARF50型分局中继方式图。SL表示用户级，GV表示选组级，SR为呼出绳路，LKR为呼入绳路，REG为记发器。SLM为用户标识器，装有二个，一个有故障时，另一个可负担全部话务接续，也可同时使用，为二个呼叫进行接续。LR为自动闭塞设备。

当中继忙时，能向用户送忙音。FIR及FUR为出入中继器。

2. 技术特性。

(1) 接续时间 用户级标识器呼出接续 300 毫秒，呼入接续 350 毫秒。选组级接续时间约 100 毫秒。用户举起话机后，0.3 秒内可闻拨号声，拨号后 0.5 秒内可闻回铃声。

(2) 用户线电阻 用户线环路电阻最大 1,500 欧(包括话组)。ab 线最低绝缘电阻 15,000 欧。

(3) 中继线电阻 局间中继线电阻最大 1,600 欧(不用中继器)，最低绝缘电阻 20,000 欧。

(4) 衰耗 在终端用 $600 \angle 0^\circ$ 欧时，局内交换机转输衰耗，在 800 赫时，小于 0.07 奈倍(0.61 分贝)，(不包括局内电缆传输衰耗)。

(5) 串音衰耗 95% 接续的串音衰耗，在 800 赫时大于 9.8 奈倍(85 分贝)。

(6) 杂音电平 电池在无负荷时，二极间杂音电平不超过 2 毫伏。

(7) 脉冲系数 允许脉冲速度每秒 8~12 脉冲，脉冲系数为 1.6，允许变动范围为 $-10\% + 15\%$ 。

(8) 电源电压 60 伏。

3. 信号设备。

装有故障信号，采用警铃和讯号二种。遇有紧急故障，有特殊连续重响警铃。

4. 维护测试。

具有下列设施：

(1) 监视设备 监视设备作用主要监视纵单位的占用是否正常，由于话务均匀分配到每个纵单位，在某一时间内，如有一部分纵单位不占用，即说明有故障。

(2) 自动测试 交换机自动测试器有发送和接收二部分，每次可以接到十个用户号码，能自动顺序连接，进行测试。

(3) 线路测试 可以自动测试用户回路电阻、绝缘电阻、拨号与脉冲速度等。

5. 主要元件。

(1) 10×20 纵横制接线机 10 个纵单位，6 个选择棒。

(2) RAF 继电器 最多可装 24 片簧，动作时间为 8 毫秒，一般继电器上应用。

(3) 多线圈继电器 由 10 个线圈并列在一个公共的轭铁上组成。它运用于标识器等公共控制部分。

(4) 其他继电器 有小型继电器，极化继电器，用户继电器等。

二、美 国

美国生产纵横制交换机的工厂，主要的有西方电气公司及凯洛格交换机供应公司(Kellog Switchboard and Supply Co.)，其主要产品如下：

1. 西方电气公司型式。

1 号——适用于大容量城市，可与升降制配合应用，采用间接控制及标识方法。

4 号——作为长途汇接交换机用，长途电路采用四线接续方法，译码工作从标识器分出，由卡片译码器担任。长途通话双方用户号码，通话时间等收费依

据, 可采用自动记录设备(简称 AMA), 及集中自动记录设备(简称 CAM A)。

5 号——能作为中小城市的市内电话局用, 代替或配合原用的史端乔式步进制市内电话机, 又能与大城市的升降制或 1 号纵横制交换机配合。作为郊区局又能作为长途汇接用, 满足长途拨号需要。并装有障碍指示器和自动障碍记录器。

2. 开洛格型式。

7 号——适用于小城市的市内或近郊电话局。选线直接由用户控制, 适宜与步进制配合使用。

以上各种城市交换机中, 以西电式 5 号纵横制交换机最为新式, 性能最为完善, 其灵活性也比较大, 可作市内及近郊电话局用, 又可适用于长途汇接, 运用长途直接拨号, 并且能与多种制式如步进制、升降制以及 1 号纵横制机配合。最近西方电气公司已设专厂制造。

5 号纵横交换机的性能完备, 灵活性大, 主要特点在采取充分的公共控制方法, 举凡起呼、送话、收话、中继等各级, 都与接线机架及控制电路组合成为一体。其主要特点如下:

1. 中继方式。

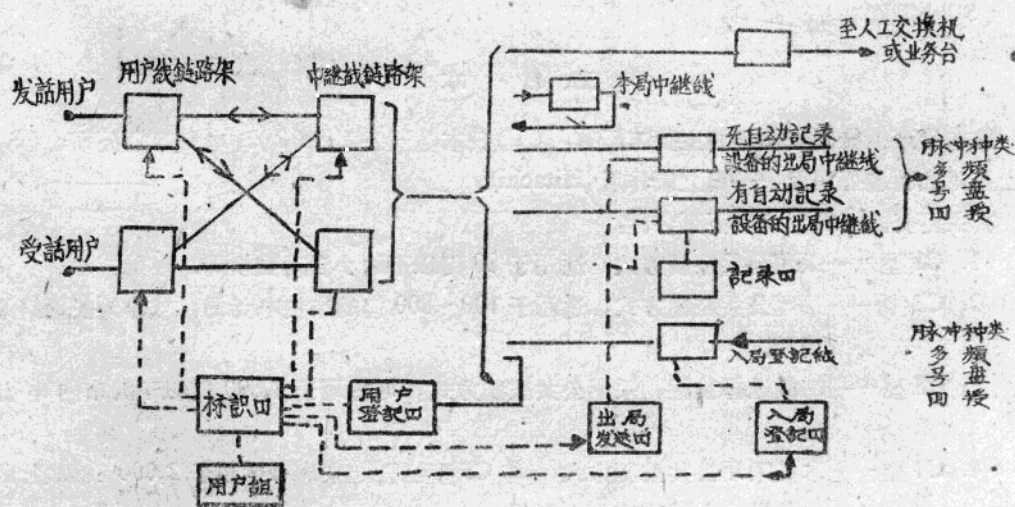


图 2

图 2 为 5 号纵横制交换机的中继方式图。5 号交换机是在 1 号的基础上发展而来的。最重要的不同点是将链路架简化, 仅分用户线链路架与中继线链路架二种, 同时将 1 号纵横制的用户线组控制器、始端标识器及终端标识器的各种性能集中在一起, 因此在话务量小的情况下, 比较经济, 附属设备如障碍指示器等也可减少。

标识器有七种接续器, 与其他设备相接, 图中省略未画。

2. 技术特性。

(1) 所拨号码能由 4 位至 11 位。

(2) 设有预译器，得以预先判別用戶將撥脉冲总位数，以减少发端记发器空占时间。

(3) 长途自动接续时，能自动记次。

(4) 电源电压 48 伏。

3. 信号设备。

机房无人维护时，如发生故障，能将信号转至维护中心站，指出障碍的性质和程度。

4. 维护测试。

装有下列设备，便于维护：

(1) 障碍记录器。

(2) 用户外线绝缘电阻自动测试器。

(3) 中继线自动测试器。

5. 特殊元件。

5 号交换机采用了下列一些新元件：

(1) 线簧继电器。

(2) 笛簧继电器。

(3) 冷阳极管。

(4) 晶体管。

(5) 小型继电器。

三、日 本

日本生产纵横制交换机的主要工厂有：(1) 日本电气公司；(2) 冲电气工业公司；(3) 富士通讯机制造公司及(4) 日立制作所(Hitachi)。

其主要交换机的型式有下列各种：

1. C1 型——采用公共控制方式，适用于 80 门以下的小自动交换局。

2. C2 型——采用公共控制方式，适用于 100~800 门的市内电话局，或作为长途终端局用。

3. C3 型——四极选择装置，采用公共控制方式，可适用于 2,800 门以下的市内电话局。

4. C4 型——本机采用公共控制方式，与 C5 型组合起来，可适用于 2,000 线以上的七位数字大城市市内电话局。

5. C5 型——适用于长途近郊中继交换局，采用公共控制方法，二级接线机选择装置。

6. C6 型——大容量长途郊外交换局或多局制的大型汇接局适用。

7. C7 型——采用四回线式，适用于地区中心局，或小容量长途郊外中继交换局。

8. C8 型——采用四回线式，适合于地区中心局，或大容量长途郊外中继交换局使用。

在以上各型式中，其上 C4、5 型交换机，可作为一般市内电话局及长途中继交换局用，号线自数千起可达数万，其设计已达标准化阶段，其主要性能及特点如下：

1. 中继方式。

4. 维护测试。

可自动的监视呼叫的接续状态，并可以集中试验台，进行任意交换阶段的接续试验及动作机能试验。

5. 主要元件。

采用西方式的纵横制接线机及线簧继电器。

四、法 国

法国采用的纵横制交换机系潘特康特式(Pentaconta)。为电话制造总公司制造(Compagnie de Constructions Telephoniques)。其型号有 50, 500, 及 10,000 号等三种不同容量的纵横局。

1. 中继方式。

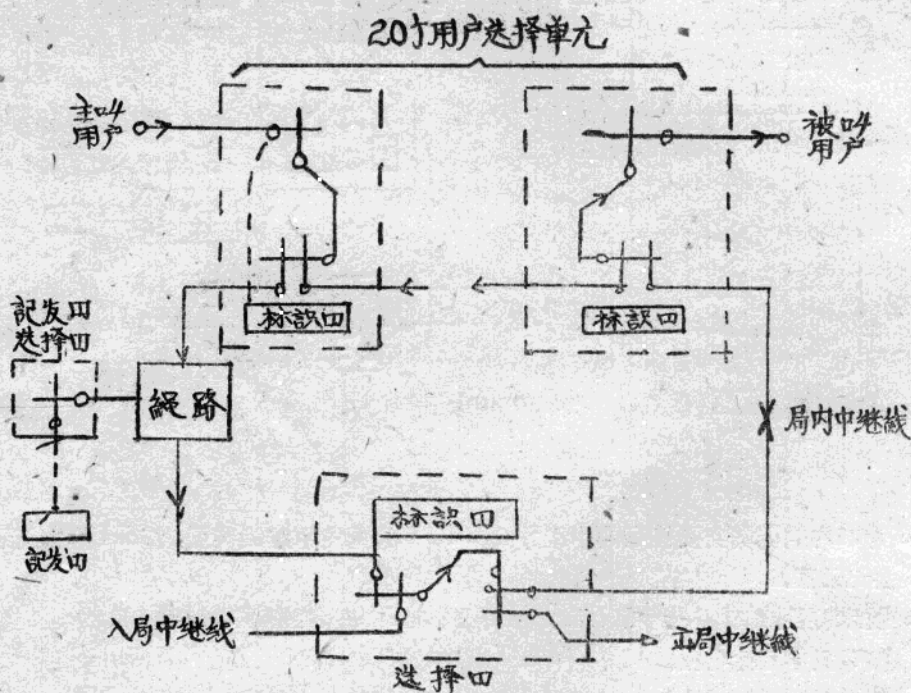


图 4

图 4 为 10,000 门中继方式。

2. 技术特性。

- (1) 适用于各种容量的市内电话局，也可用作中继局或乡村电话局。
- (2) 能与其他各种程式交换机配合工作。
- (3) 用户举起话筒后，半秒钟内可闻拨号声。拨号完毕后，半秒钟内可对被叫用户振铃。
- (4) 电源电压为 48 伏。

3. 维护测试。

- (1) 故障发生时，能自动记录。

(2)对用户线路测试及话务监视,有自动装置。

4. 主要元件。

(1)接线机 潘特康特型,有17个纵棒,14个横棒,每个纵棒有52条出线容量。

(2)继电器 采用特殊设计的继电器,接触簧片数目可从1副到50副,以适应各种需要。

五、苏 联

苏联生产纵横制交换机的工厂有红霞工厂和万孚工厂,目前红霞工厂所大量生产的K57型10-40门乡村纵横制自动电话交换局,由于使用机械闭塞的纵横制接线机及PIIMB型继电器,通话时间内,仅通话用户之送话器需用电流,使该局设备及维护费用大大节省。该机系由几个单元构成,用户部分每个单元容量为10门(单元数量视容量而定,最多可达40门),全局部分包括电源设备,另成一单元。其主要性能及特点如下:

1. 中继方式。

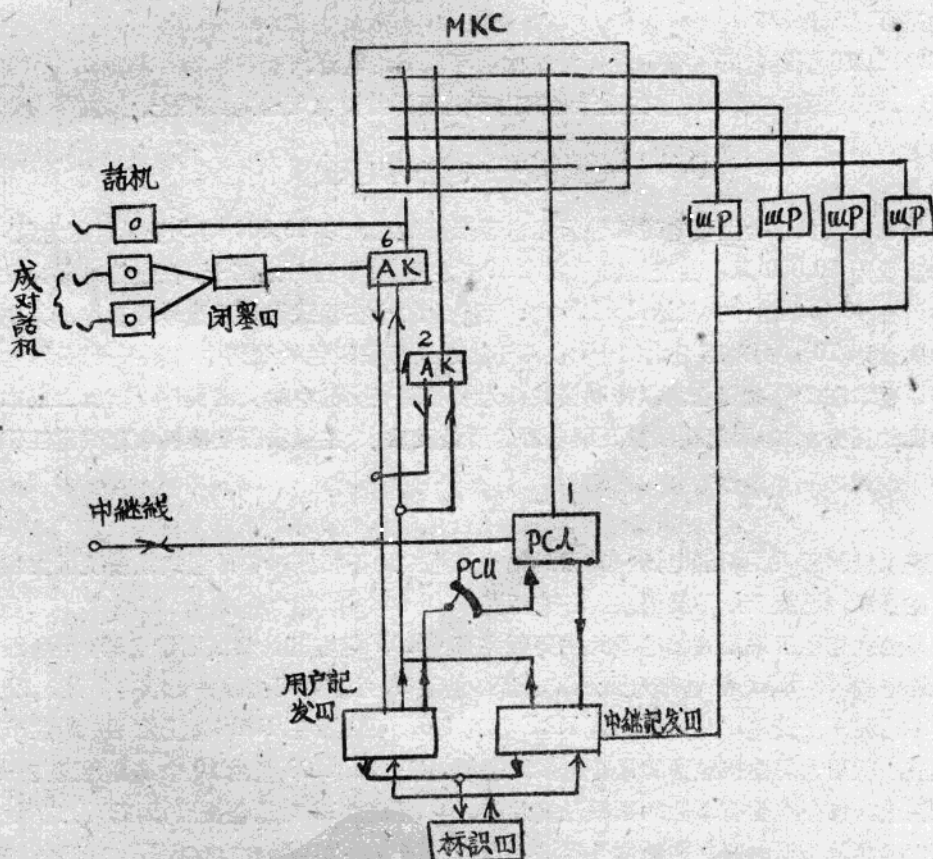


图 5

图5为K57型交换机的中继方式图。MKC为接线机,AK代表用户设备,PCJ为中继器组,ПР为绳路继电器。

2. 技术特性。

(1)可与其他乡村自动电话交换机联用。也可以电感耦合方式与共电制人工电话局或以

直接耦合方式与磁石式电话局配合使用。

(2) 用户线电阻最大 1,000 欧。导线间或每根导线对地电容不超过 2 微法。

(3) 若以电感方法传输信号, 则 800 赫时, 明线衰耗不得超过 1.1 奈培, 电缆衰耗不超过 2 奈培。

(4) 直接耦合时, 中继线最大允许回线电阻为 1,400 欧, 线路电容不超过 2 微法。

(5) 标识器接续过程中占线时间为 300~400 毫秒。

(6) 电源电压为 60 伏, 电压变动允许范围为 54~84 伏。用户部分每一 10 门单元一昼夜耗电 0.8~1 安培小时。

3. 信号设备。

有半导体器件制成的蜂音装置。

4. 主要元件。

(1) 接线机 采用 $9 \times 4 \times 6$ 型纵横制接线机, 有 9 个纵单位, 2 个选择棒, 可以利用磁键结构进行机械保持。

(2) PIIMB 型继电器 有磁性保持结构, 可以节约电流。

(3) PIIH 型继电器 装置在通话时间内不需要保持接点闭合的线路上。

IV 纵横制交换机的电磁机件

纵横制交换机中的主要电磁机件为继电器及接线机。以 10,000 门 5 号纵横制为例, 使用继电器数量为 60,000 只, 占交换机总成本 20% 左右, 其中百分之四十, 在通话时保持吸住状态, 估计在 40 年中动作次数达 2×10^6 次; 百分之二十在输送信号及拨号时动作, 其中一部分动作次数达 10^8 ; 另外百分之四十, 使用于高速及短期吸住的线路中, 其中一部分继电器的动作寿命要求在 10^9 次以上。纵横制接线机为纵横制交换机中的关键机件, 其所占成本为总的交换机的三分之二, 因此接线机及继电器的质量及成本, 在纵横制交换机中起决定性作用。

一、继电器

各国纵横制所采用的继电器, 其设计结构及型式均不相同, 各种型式纵横制所使用的继电器, 在 III 章内已谈及, 种类繁多, 各有短长。

瑞典爱立克生所采用的继电器的主要种类有: RAF 继电器, 多线圈继电器, 小型继电器及极化继电器等。RAF 继电器为圆形继电器, 能装 24 片簧, 可当作一般继电器用。小型继电器最多能装 4 个簧片, 其体积约为 RAF 型的 $1/6$, 可以附在 RAF 型上使用, 地位节约, 成本经济, 适用于需要接触少的场合。多线圈继电器 RAM100 型由 10 个线圈并列在一个公共的轭铁上, 每个线圈有单独的衔铁及簧片组。它能推动 12 对动合接点, 因此可以在复接线路中替代很多单个继电器, 在地位及经济上均节约很多, 这是爱立克生中较有创造性的设计。适用于标识器等公共控制部分使用。极化继电器有 RAG-408 及 RAE74 等, 作为选择用户标识器之用。

美国纵横制交换机用的继电器主要有: 线簧继电器及簧簧继电器。线簧继电器系在金属线上焊接接点, 作接续弹簧, 具有下列优点:

1. 采用双点接触, 稳定可靠, 线簧颤动及反跳很小。

2. 动作及释放时间短, 速度快。一般动作时间为 2~3 毫秒, 释放时间在 20 个接点以下时约为 2~8 毫秒。

3. 寿命长, 磨损小。最高可达 10 亿次。

4. 维护量较片簧型小。

5. 制造成本低, 易大量生产。

它在 5 号纵横制上用的主要型式有: (1) AF 型, 如快动作继电器, 接点最多可达 18 副。(2) AG 型, 如慢动作继电器。(3) AJ 型, 接点数可达 24 副。(4) 多接点型线簧型, 有 30 及 60 副接点的两种, 用以代替原来的多接点片簧型继电器。

线簧型继电器目前各国如英国、日本、比利时、法国等, 均在设计制造, 性能效果, 不断有所提高, 有逐渐取代片簧型继电器的趋势。

簧簧继电器型式很多, 按其触点形式来分, 有干簧簧式, 有水银簧簧式; 按簧簧数目分, 有单簧簧式, 双簧簧式, 四簧簧式, 其他尚有极化式, 偏磁式等。簧簧继电器的结构很简单, 磁簧采用高导磁的巨明德合金或 42% 坡莫合金等。簧簧片密封在玻璃管内, 中充惰气, 线圈绕在玻璃管外, 触点处复以金、铂或钯。动作速度极快, 吸动时间仅 1 毫秒, 动作频率可达 400 次/秒。水银簧簧式继电器, 一般用在极化式内, 簧簧采用镍铁合金, 镀以如镍等金属, 并在表面开细槽导致毛细管作用, 玻璃管内存以水银, 加以密封。水银簧簧继电器具有高速度动作的性能, 其动作时间可在 1 毫秒之内, 并且接点上可通过大电流。以上二种簧簧继电器, 已大量采用于美国 4 号及 5 号等纵横制交换机上, 作为通话接点继电器及标识器上的精密继电器用。

簧簧继电器由于其快速动作及长寿命性能, 目前已大量为各国采用, 安装在纵横制交换机上应用, 除美国西电公司及 C. P. Clare 公司外, 西德的西门子及 Sel 公司, 比利时的 BTM 公司以及法国的 LMT 公司等都有制造, 一般的寿命, 在 0.125 安培的负载下能承受几亿次的动作。其发展方向, 尚在向小型化方面研究, 意大利的 FACE 公司已制造成功一种状如发夹的簧簧继电器, 体积极小, 已在纵横制交换机上广泛应用, 据谓质量很好, 惟动作时间较长。美国贝尔实验室最近采用铁銻氧材料制造了 G-29 型铁簧继电器 (Ferreed), 它的玻璃部分长度为 0.8 吋, 全长 1.5 吋, 直径 0.15 吋, 簧片响应动作可达到 220 微秒, 既可用作通话元件, 也可用于电子控制线路。

日本纵横制上所用继电器, 冲电公司系仿制瑞典型, 富士通信机器公司采用自己研制的小型继电器, 日本电气公司主要采用线簧型及簧簧继电器, 与西电型相仿。线簧型继电器的型号主要有 WA, WG, WJ, WM 等几种。WA 型适用于一般快动作的接续上, 接点数可达 18 副。WG 采用铜管与铜环配合结构, 为慢动作继电器。WJ 型使用于重负荷及高阻抗的场合, 簧簧较厚, 接点可达 24 副。WM 型有 30 个闭合接点。

日本制造的簧簧型继电器主要有: (1) RDA 型, 以 5 个单元并列为一组, 其体积为 $21.4 \times 73 \times 101$ 厘米³, (2) RDF 型, 为一个单元, 体积为 $21.4 \times 25.4 \times 101$ 厘米³。

法国潘特康特型纵横制上的继电器, 系专为该制式特殊设计者。继电器采用圆形铁心, 有二种型式, 一种上面装置一个线圈, 一种上面可装置二个线圈。簧簧采用片簧式, 分一列、二列或三列, 安装在继电器上。性能很稳定, 维护量很小。

苏联 E57 型纵横制交换机上采用 PIMH 型及 PIMB 型继电器, PIMB 型是一种磁保持继

电器。在反磁片固定的分裂衔铁上，加装有带形永久磁铁。衔铁紧固在接合处后部。当励磁电流中断后，继电器借磁铁作用，可保持在吸住状态，当反向电流脉冲输入时，衔铁即复位。PIIMB型继电器可以装用PIIH型继电器所用的任何簧片组（每组可有18个簧片）。其灵敏度相当于PIIH型的灵敏度。用作复原继电器衔铁于静止状态的安匝，为动作安匝的1/3。

目前继电器的研制方向，正向高速度，长寿命，低耗电量的小型化指标发展，新颖的继电器的研制及创造，不断涌现。根据目前发展情况及使用效果看，线簧型继电器与簧簧继电器，无疑的将是两种比较有发展前途的继电器。

二、接线机

接线机为纵横制的基本机件。各国产品，虽有不同，但工作原理，大体相同。纵横制接线机一般均有纵棒和横棒，以瑞典型的接线机为例，其横棒为选择棒，由于选择磁铁的励磁，横棒即偏转。其纵棒为保持棒，保持磁铁励磁时，偏转横棒与该保持棒交叉点的接点组合，由于横棒上选择针及保持棒上推杆的作用，即能使其闭合。选择针因为是弹性的，所以选择棒还原后，只要保持棒在动作状态，交叉点的接点组合，仍能保持闭合，接通线路。

纵横制接线机自1913年发明以后，瑞典首先研究使用，三十年来，各国在纵横制研究工作中，对接线机也不断研究改进，其设计结构以及性能要求，不断有所演变。目前各国所生产的纵横制接线机，型式各异。兹将各种型号的基本结构，列表如后。

表4 各种纵横制接线机的基本结构

机键型式及制造工厂	实用时间	电磁铁数量		每交叉点 接点数	外形尺寸 阔×高×深(毫米)	重量 (公斤)
		纵棒	横棒			
(1) 瑞典型： 瑞典电信管理局 瑞典爱立克生公司 美国北方电气公司 日本冲电气公司	1926 1957	5 10 10	10 10 10+2*	8,10 8,10 4,5,6	345×190×136 583×190×136 583×220×136	7.5 12.5 12.5
(2) 西电型： 美国西电公司 日本电气公司 日本日立制作所	1938 1957	20 20	10 8+2*	3,4,5 3	775×235×141 879×235×141	20.8
(3) 开洛型： 美国开洛公司	1950	25 25	10 10+2*	3,4,6 3	1176×254×127	23.8
(4) 潘特康特型： 法国C.G.C.T.公司 西德MG公司	1953 1953	15 17 17	26+2* 26+2* 28+2*	5 4 4	882×383×202	
(5) KS-55型： 西德西门子公司	1955	10 14 17	26+4* 26+4* 26+4*	4 4 3	810×411×153	
(6) 史端乔型： 英国史端乔厂	1958	10	10+2*	4		
(7) 机械电子型： 比国B.T.M.公司	1954	12~36	26+2+2	5	760×550×290	
(8) EK型： 日本日立制作所	1958	6	10	4,5	263×302.3×115	9
(9) 日电簧型： 日本电气公司	1960	20	10	4	691×163×163	18
(10) 苏联9×4×6型： 苏联红霞工厂	1957	9	4	6		

此外，各种接线机在其他结构工艺及性能上，也各有特点，如：

1. 瑞典型 静触点系采用银片，装置在绝缘板上，动触点为银制双触点绑在簧片上。选择指针由横棒转动，再被纵棒推动，压向接点组使接触闭合。线圈中有消灭火花电阻器，选择指针有阻尼装置。

2. 西电型 接触点采用交叉棒型双接点，以钨合金制成。纵棒上装圆锥，起阻尼作用。

3. 开洛型 机键外形似抽屉，系水平装置。横向的复接线已预先在内部接好。指针和卡片的中间，由选择杆隔开，作控制用。

4. 潘特康特式 采用卡片推动式，触点为贵金属铑合金制造，电磁铁可活动以便调整与衔铁之空隙。阻尼簧采用板材。

5. KS-55 型 线簧型动触点，接点为银制，采用点焊工艺接合，每个纵单位容量有 104 出线。

6. 史瑞乔型 全部接点采用线簧型。

7. 机械电子型 纵列为选择磁铁，横列为保持磁铁，与一般接线机纵横棒性能位置正相反。除通常的选择磁铁外，还有两个侍服电磁铁，作双重转换。纵列的复式接线，用镀金圆杆的静止接点的本身构成。

8. EK 型 采用片簧，接点为银钨合金或纯银制，纵棒作选择用，横棒作保持用，棒动作时，在尼龙滚轮间滑行。纵横棒自成一组合，可拆卸，调整方便。指针阻尼采用铅块方法。

9. 日电线簧型 接点动簧采用双线式线簧，为紧缩地位，每组动簧长度有长短两种。线簧以酚醛树脂塑压组合。接点材料采用钨合金，保持磁铁极面放大，并有 175° 的圆度，调整简易。

10. 苏联 $9 \times 4 \times 6$ 型 接点采用线簧，动簧以塑料压合，并预先弯曲，装配后借线簧弯曲所储能量，与触排在保持磁铁动作后进行闭合。保持磁铁吸动后，其衔铁可以不用电流由磁铁保持。当反向电流脉冲将动作电磁铁励磁后，磁铁释放衔铁，保持棒即可还原。

接线机的接续时间，在交换设备中占很重要地位，要做到缩短接续时间，而又准确可靠，首先，必须迅速衰减选择指针的振动，在这方面，制动方法一般采用阻尼弹簧。西电式则采用在保持电磁铁的衔铁上，加圆锥装置的方法，而潘特康特型则采取指针平时经常与保持衔铁发生接触，利用摩擦达到指针迅速停振要求。其次，是加大励磁力，在这方面，瑞典式及潘特康特式采用双线圈法，西电式则采用二重电压法。但增强励磁力，要增加电力消耗，这是一个矛盾，所以一般设法在选择过程中加大电流，但以较小电流保持接续，来降低电力消耗，如瑞典式的动作线圈电阻为 380 欧姆，而保持线圈为 3,000 欧姆。西电式虽然采用单线圈，但仅在选择的一瞬间，提高电压到 130 伏，据谓动作时间可缩短 67%。

纵横制接线机目前正向高速度及小型化方向发展，接续弹簧目前的趋势采用线簧型。在动作速度方面，不断有所提高，最近美国贝尔实验室正在从事研究，采用铁涂氧材料，作为簧片的高速度小型化纵横制方式的选组机件。在体积方面，接线机正在不断缩小中，从下表中，很明显地表明了这个倾向。