

Lucent Technologies
Bell Labs Innovations

5ESS (上)

交换机原理与应用

 朗讯科技(中国)有限公司 交换事业部 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.njtu.edu.cn>

5ESS 交换机 原理与应用

(上)

朗讯科技(中国)有限公司
交换事业部 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
·北京·

内 容 简 介

本书重点介绍了 5ESS-2000 型交换机的结构、操作和维护等多方面的知识,力求清晰明确地对 5ESS 交换机进行全面介绍,包括 5ESS 交换机硬件、软件的结构,各种数据的设置方法,各种功能的介绍;交换机维护和操作的步骤和手段;5ESS 交换机作为市话局、长途局、汇接局及一些特殊用途的交换局时的应用方式等。另外,本书还特别根据朗讯科技 PHS(无线市话)系统的组成及操作维护方面的经验,深入介绍了 5ESS 交换机在新业务系统中的应用情况。最后,简要回顾了下一代交换网络的核心 LSS(朗讯软交换系统)及 VoIP 的一些产品。

本书读者对象为通信工程师及网络建设和运行维护人员,对即将走向工作岗位的通信、电子、计算机专业在校学生也有较高的参考价值。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

5ESS 交换机原理与应用/朗讯科技(中国)有限公司交换事业部编著.
— 北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2005.7

ISBN 7-81082-523-2

I. 5… II. 朗… III. 计算机网络—信息交换机, 5ESS IV. TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 044775 号

责任编辑:韩 乐 特邀编辑:王 聪

出 版 者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印 刷 者:北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:155×230 印张:57.5 字数:1127 千字

版 次:2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-81082-523-2/TN·34

印 数:1~3300 册 定价:102.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

《5ESS 交换机原理与应用》编委会

编委会主任：李云山

编委会副主任：潘洪宇 祁文弟 栾丕杰

任玮冬 何 野

编委会成员：王大海 卢明瑞 栾 东

姜显臣 王爱国 杨宏伟

侯向迅 王志龙 李天华

于广义

序 1

目前,通信网络从电路交换向以较交换为核心的下一代网络(NGN)演进已经成为业界的共识。作为 NGN 的重要组成部分,以软交换为核心的下一代交换网络正在逐渐走向前台。

而在中国和其他一些国家,作为成熟的数字程控交换设备,5ESS 交换机仍广泛被用在传统的固定网络、GSM 网络、CDMA 网络及“小灵通”网络。正如编者所言,5ESS 交换机在全球有着过亿线的装机容量,在中国遍布 17 个省 800 多万端口在使用,其广泛性不言而喻。另一方面,与 5ESS 相关的出版物却不多,这给从事通信专业的工程师特别是一线的技术人员带来了不少困难,同时,作为数字程控交换设备的重要总结和与时俱进的成果的介绍,5ESS 交换机及其相关出版物显得太少。这本书的写作和出版,无疑可以弥补这样的不足。

本书作者是与交换设备使用和维护工程师战斗在一起的通信设备厂商的一些年轻技术人员,由于工作性质和厂商背景的天然优势,他们有着非常丰富的设备使用和维护经验,同时,也有较好的理论修养,这为他们完成《5ESS 交换机原理与应用》这一庞大的著述工程奠定了一定基础。作者虽然年轻,但治学的态度严谨,历时近一年的写作过程中,几易其稿,并多次请有关专家审阅,参考专家意见修改,以使其更加适合于本书读者的要求。

笔者以为,这本书与一般教科书和技术专著不同,其优点在于实用性较强。既有传统交换机原理和应用的介绍,也包括了 PHS(无线市话)系统及下一代网络的核心设备软交换内容,读者面比较宽。

当然,作为年轻工程师的成果,这本书也存在不足之处,主要是有关维护、操作和管理的内容占的篇幅偏多,读者可根据自身工作学习需要有选择地学习。

从通信行业的阶段性发展来讲,本书的出版为既传统又年轻的交换领域做了一件承前启后的好事;同时对目前通信工程师们的实际工作提供了有益的帮助。我们应该感谢这一些年轻人,同时希望他们继续努力,为中国通信事业的发展进一步做好全方位的服务工作。

樊双强
王立言

2005.7

序 2

经过 20 多年的努力,我国通信业已经从制约国民经济发展的“瓶颈”一跃成为国民经济发展的先导性产业。我国移动电话 2001 年超过美国,成为用户规模最大的全球移动网;2002 年我国固定电话规模跃入世界第一的位置;2003 年 10 月份,我国的移动电话用户和固定电话用户分别达到 2.56 亿户和 2.55 亿户,移动电话用户数首次超过固定电话用户数,我国互联网通信起步比许多发达国家晚,但我们仅用了十年时间,到 2004 底,我国互联网用户达到 9400 万,居世界第二。考察这个不算长的历史,我国通信事业发展的一个又一个的闪光点,或者说所有成绩的取得都和一项技术的发展密切相关,即交换机和交换技术。

1965 年,世界上第一台程控交换机在美国贝尔电话公司诞生,人们的通信方式随之发生了天翻地覆的变化,以交换技术和交换网络为基础的现代通信手段,特别是计算机技术的飞速发展,为当今通信界的日益繁荣打下了强大的技术基础,GSM、CDMA、互联网业务都成为以交换网络为核心的不同技术的具体应用和延伸,电话交换技术随着网络的发展和多种通信方式的融合,使得现代通信方式几乎渗透到了世界的每一个角落。

5ESS2000 数字程控交换机是美国朗讯贝尔实验室 1983 年商用的跨世纪新型交换机,它以其技术的先进性、强大的数字交换功能,以及现已形成的巨大的交换网络,领导着世界交换机新潮,当之无愧地成为现代通信的基础。

中国通信事业对国民经济的贡献和积极作用是有目共睹的。2002 年,电信业增加值占 GDP 的比重是 2.32%,为国民经济间接创造的价值约为 GDP 的 4.5%;通信服务业对 GDP 增长率的直接贡献达到 6.00% 以上;2003 年也基本保持在这个水平上。预计未来几年,通信服务业对 GDP 增长率的直接贡献将继续达到平均 7% 的水平。这些惊人业绩的取得确实值得我们骄傲和自豪。而 5ESS 数字程控交换网络作为通信史上堪称完美的网络,复杂程度前所未有的,是现代通信网络的核心,它不仅承载着传统的固定电话语音业务,也融合了 GSM、CDMA 移动电话业务,以及无线接入、互联网数据等方面的业务。它涉及国民经济和人民生活的方方面面,并已成为国民经济发展的重要技术支撑平台。

我们有理由相信,随着现代通信网络的发展和变革,特别是通过 NGN (下一代网络)技术和网络的改造,交换技术将获得新生,发展中的交换技

术仍将发挥其巨大的社会效益和经济效益。

本书从程控交换技术入手,对 5ESS 交换机的原理和应用,由浅入深地做了详尽的论述,侧重网络的实际应用,同时将理论和实践相结合。因此,本书对从事通信行业的工程技术人员、大中专院校的通信及相关专业学生,都将会有较高的参考价值。

朗讯科技(中国)有限公司

有线网络服务部 李云山

2005 年 5 月

前 言

近十年来,国内通信行业高速发展,不仅固定电话用户越来越普及,而且各种移动通信方式如:GSM、CDMA 及最近颇为火爆的无线市话“小灵通”也先后登场,最近,国内外颇为看好的第三代移动通信技术——3G 也跃跃欲试。随着国内电话网络的逐渐普及,各大运营商都建立了以线路交换为中心的本地交换和传输网络,为了保证网络的可靠性,这些网络中的节点采用了多种大型程控数字交换机,其中 5ESS-2000 型交换机占据了较大的比例。在中国,5ESS 交换机被广泛应用在传统的固定网络、GSM 网络、CDMA 网络及“小灵通”网络中,作为每一个网络的核心交换机或基站、终端用户的重要载体,发挥着重要的作用。作为成熟的数字程控交换设备,5ESS 交换机在全球有着过亿线的装机容量。

为了适应新技术的发展和客户对交换机性能不断提高的要求,5ESS 交换机也进行了持续的技术升级,提高了系统的容量和稳定性,并且缩小交换机的体积及功耗,使之更加胜任信息时代在骨干交换网络中的位置。

随着科技进步、通信发展,新一代的交换网络也逐渐浮出水面,从技术和市场发展趋势上来看,通信网络从电路交换向以软交换为核心的下一代网络(NGN)演进已经成为业界的共识。作为 NGN 的重要组成部分,以软交换为核心的下一代交换网络正在逐渐走向前台,朗讯科技贝尔实验室率先提出了软交换的理论,并研制出尖端产品——软交换平台 LSS(Lucent Soft Switch),在当今软交换领域占据重要的地位。

本书重点介绍了 5ESS-2000 型交换机的结构、操作和维护等多方面的知识,力求清晰明确地对 5ESS 交换机进行全面介绍,包括硬件结构,软件结构,各种数据的设置方法,各种功能介绍等;介绍了 5ESS 交换机作为市话局、长途局、汇接局及一些特殊用途的交换局时的应用方式,特别介绍了典型的“小灵通”系统的组成及维护操作方面的知识。另外,书中还专门介绍了典型的下一代交换网络的核心 LSS 及 VoIP 的一些产品。

本书的第 1 章主要介绍了程控交换机的发展历史及一些基础的电信知识,包括 PCM 的量化调制,程控交换设备的技术实现及信令系统的有关知识等,由王大海等人编写。第 2 章介绍了 5ESS 交换机的硬件及软件结构,其中硬件部分包括交换机物理结构、交换机各部分的内部结构,交换机各个模块的结构、功能及各单元之间的联系;软件部分主要介绍了交换机使用的软件系统,包括交换机的操作系统、文件系统、系统启动及管理的部

分内容,由卢明瑞、栾东等人编写。第3章介绍了 5ESS 交换机新增加的一个辅助管理平台 ASM 系统,包括 ASM 系统的安装调试及各种应用,由姜显臣等人编写。第4章介绍了 5ESS 交换机的基本操作方法,包括手册使用,人机界面配置与使用等的说明,系统中的各种数据库的构成、管理、维护及查询等内容,由王爱国、杨宏伟等人编写。第5章介绍了 5ESS 交换机的日常运行维护需要用到的一些命令及操作等方法,包括对交换机硬件、软件、局数据等的维护;对用户数据、信令数据的配置及管理;系统中各种报告的收集;计费系统及备份系统的操作等内容,由侯向迅等人编写。第6章介绍了 5ESS 交换机在不同情况下的具体应用,包括在市话、长途局,汇接局的应用,还介绍了 5ESS 交换机中的 PBX、Centrax、中继计费、黑白名单、V5 接口等一些特殊的应用范例,由王志龙等人编写。第7章主要介绍了 5ESS 交换机在 PHS 局的应用,包括 PHS 系统的一些基本知识,基站系统、网管系统及交换系统的介绍;基站数据、用户数据的管理,呼叫处理的流程等,还包括网络优化的方法及 PHS 系统的一些增值业务等内容,由李天华、姜显臣等人编写。第8章主要介绍了朗讯公司的新一代交换技术,以 iMerge 系统和 LSS 系统为例,介绍了 VoIP 及软交换系统的系统结构、工作原理及各种解决方案,由于广义等人编写。全书策划和定稿由祁文弟和何野完成。

在本书的编写过程中,得到朗讯科技(中国)有限公司的有关领导的支持与鼓励,还特别感谢信息产业部电信传输所专家王立言老师在百忙之中,悉心审阅书稿,并提出了宝贵的修正意见。另外,李杰、刘晓工、廖远见、徐津东、柴啸、朱运浩、陈阳和何洪兵等同仁对我们的编写工作给予了大力的支持与协助,在此一并表示真心的感谢!

作为一本面向广大通信技术人员及相关专业学生的指导性读物,本书紧紧抓住数字程控交换机的原理和应用,并在介绍 5ESS 交换机结构的基础上重点对如何操作和维护交换机及交换机的各种应用范例做了详细的阐述。希望读者通过对这本书的阅读和学习,能够了解 5ESS 交换机的结构和功能,达到理论和实践相结合,提高自己对交换机操作、维护知识的掌握程度和理论水平。

由于作者水平所限,编写时间仓促,书中谬误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

朗讯科技(中国)有限公司

交换事业部 祁文弟

2005 年 7 月

目 录

上 册

第 1 章 程控交换技术	(1)
1.1 交换技术的发展	(1)
1.2 程控交换技术基础	(6)
1.2.1 通信系统的构成	(6)
1.2.2 数字通信系统	(10)
1.2.3 程控交换技术的实现	(21)
1.2.4 信令系统相关知识	(30)
第 2 章 5ESS 交换机的结构	(43)
2.1 5ESS 的硬件结构	(43)
2.1.1 交换机各单元在机柜内的分布	(46)
2.1.2 5ESS 交换机的机框	(51)
2.1.3 5 号机的电源系统	(58)
2.1.4 5 号机的接地系统	(61)
2.2 硬件结构概述	(66)
2.2.1 交换模块概述	(66)
2.2.2 通信模块概述	(67)
2.2.3 管理模块概述	(67)
2.3 管理模块	(70)
2.3.1 控制单元 CU	(71)
2.3.2 磁盘文件控制器	(85)
2.3.3 输入输出处理器	(88)
2.4 通信模块	(94)
2.4.1 概述	(94)
2.4.2 CM 的分类	(95)
2.4.3 CM2 模块	(95)
2.4.4 CM3 模块	(125)
2.5 交换模块的硬件结构	(147)
2.5.1 概述	(147)
2.5.2 SM-2000 的硬件结构	(149)
2.5.3 SM 的硬件结构	(163)
2.5.4 RSM 的硬件结构	(169)

2.5.5	SM-2000 的外围单元	(177)
2.6	5ESS 交换机的软件结构	(235)
2.6.1	5ESS 交换机的进程	(235)
2.6.2	5ESS 的操作系统	(236)
2.6.3	5ESS 交换机的管理软件	(246)
2.6.4	5ESS 的文件系统	(251)
2.6.5	5ESS 系统中的 ASSERT 和 AUDIT	(271)
2.6.6	系统再启动	(275)
第 3 章	5ESS 的辅助管理平台——ASM	(291)
3.1	ASM 的系统概念和功能介绍	(291)
3.2	ASM 的构成	(291)
3.2.1	ASM 的硬件组成	(291)
3.2.2	ASM 的网络结构	(293)
3.2.3	ASM 的软件结构	(294)
3.3	ASM 的系统设置及系统管理	(295)
3.3.1	ASM 的软件安装	(295)
3.3.2	ASM 系统参数设置	(297)
3.3.3	ASM 的软件升级	(298)
3.3.4	DCI 链路的添加	(299)
3.3.5	ASM 硬件和软件的健康检查	(302)
3.3.6	ASM 用户管理	(305)
3.3.7	ASM 日志管理	(307)
3.4	ASM 的应用	(309)
3.4.1	HSB 的应用介绍	(309)
3.4.2	VTTY 和 ROP 应用介绍	(313)
3.4.3	5 号机软件升级(SU)应用介绍	(314)
3.4.4	其他的应用介绍	(315)
第 4 章	5ESS 交换机的基本操作	(317)
4.1	5ESS 用户手册的说明	(317)
4.1.1	手册指南	(317)
4.1.2	描述型手册	(318)
4.1.3	步骤型手册	(319)
4.1.4	参考型手册	(320)
4.1.5	局属型手册	(322)
4.1.6	手册的使用	(322)
4.2	5 号机的人机界面的介绍及使用说明	(326)
4.2.1	5ESS 交换机用户终端的分类	(326)

4.2.2	5ESS 交换机用户终端的图形界面和键盘说明	(327)
4.2.3	5ESS 交换机的人机对话模式	(330)
4.2.4	5 号机终端的连接及键盘说明	(337)
4.2.5	5 号机终端的连接与设置	(337)
4.3	5ESS 交换机的数据库管理与操作	(340)
4.3.1	概述	(340)
4.3.2	ODD 数据库	(340)
4.3.3	ODD 数据更新与验证(RC/V)	(348)
4.3.4	ODD 数据库的查询	(355)
4.3.5	数据库编辑器	(358)
4.3.6	ECD 数据库	(359)
4.3.7	用户和中继数据管理	(383)
第 5 章	5ESS 交换机的维护	(390)
5.1	5ESS 对运行环境的要求	(390)
5.1.1	对电源系统的要求	(390)
5.1.2	对温度及湿度的要求	(390)
5.2	5ESS 交换机的日常维护操作	(391)
5.2.1	硬件相关维护	(391)
5.2.2	软件相关维护	(392)
5.3	No.7 信令的维护	(419)
5.3.1	No.7 信令网中的不同网元	(419)
5.3.2	No.7 信令系统的路由标志	(420)
5.3.3	No.7 信令在 ODD 数据库中的定义	(420)
5.3.4	No.7 信令的负荷分担	(431)
5.3.5	No.7 信令的维护界面	(434)
5.3.6	No.7 信令的选线方式	(438)
5.4	终端的维护	(439)
5.4.1	5 号机终端的类型	(439)
5.4.2	TTYC 和 TTY 的添加	(441)
5.5	话务报告的设置与分析	(444)
5.5.1	了解话务报告	(444)
5.5.2	常用话务报告的设置	(448)
5.6	计费磁带的制作与校验	(491)
5.6.1	常用计费方式和在交换机内计费信息的存储	(491)
5.6.2	MM 计费带的制作步骤	(491)
5.6.3	AMA 计费带的制作步骤	(492)
5.6.4	其他	(495)
5.7	系统备份带的制作	(497)

5.7.1 备份带制作步骤	(498)
5.7.2 注意事项	(504)

下 册

第 6 章 传统交换业务在 5ESS 平台上的应用	(505)
6.1 5 号机在 PSTN 局上的部分应用	(506)
6.1.1 电话用户基本业务	(506)
6.1.2 电话呼叫的补充业务	(506)
6.1.3 电话基本业务在 5 号机中的实现	(507)
6.1.4 用户补充业务在 5 号机中的实现	(518)
6.2 综合业务数字网 ISDN	(521)
6.2.1 什么是 ISDN	(521)
6.2.2 ISDN 在 5ESS 中如何实现	(522)
6.2.3 PRA	(526)
6.3 专用小交换机 PBX	(528)
6.3.1 PSTN PBX 在 5 号机中的实现	(528)
6.3.2 ISDN PBX 在 5 号机中的实现	(531)
6.4 集中式用户交换机	(532)
6.4.1 概述	(532)
6.4.2 集中式用户交换机 Centrex 在 5ESS 中的应用	(533)
6.4.3 Centrex 在 5ESS 中的实现	(536)
6.4.4 广域 Centrex 在 5 号机中的实现	(545)
6.5 5 号机在长途局及汇接局中的部分应用	(548)
6.5.1 中继计费	(548)
6.5.2 黑白名单	(554)
6.5.3 宏路由	(556)
6.6 5 号机的 No.7 信令系统	(558)
6.6.1 概述	(558)
6.6.2 STP 在交换网中的应用	(559)
6.6.3 5 号机中 STP 功能的实现	(560)
6.7 V5 接口	(562)
6.7.1 V5.1 和 V5.2 的比较	(563)
6.7.2 V5 接口的特点	(563)
6.7.3 V5.2 协议介绍	(564)
6.7.4 V5 接口在 5 号机中的建立	(567)
6.7.5 V5 用户数据的定义	(569)
6.7.6 V5 接口常用维护命令	(570)

第 7 章	PHS 系统在 5ESS 交换机平台上的应用	(572)
7.1	PHS 系统简介	(572)
7.2	PHS 系统的基本原理	(575)
7.2.1	PHS 系统概述	(575)
7.2.2	无线电信号的基本知识	(575)
7.2.3	PHS 系统采用的 TDMA 时分多址技术	(580)
7.2.4	PHS 系统中的调制与解调技术 $\pi/4$ -QPSK	(590)
7.2.5	PHS 系统中的双工技术	(592)
7.2.6	PHS 系统的语音编码方式	(593)
7.2.7	无线市话 PHS 与 GSM、CDMA 系统的比较	(595)
7.3	朗讯 PHS 系统的结构简介	(595)
7.4	朗讯 PHS 的基站系统	(599)
7.4.1	朗讯基站的结构与特点	(599)
7.4.2	基站的选址、布放	(604)
7.4.3	基站的安装	(607)
7.4.4	基站的软件和参数	(612)
7.5	朗讯 PHS 网管系统	(648)
7.5.1	网管系统 CSMS 的组成及系统要求	(649)
7.5.2	网络管理服务器 Server 的安装及日常使用注意事项	(649)
7.5.3	网络通信终端 CT 的安装使用及日常维护工作	(668)
7.5.4	网络管理终端 ET 的安装使用及日常维护工作	(679)
7.5.5	CSMS 的初始配置	(682)
7.5.6	网管的基本操作	(687)
7.5.7	网管对于基站话务报告的收集和统计功能	(697)
7.6	朗讯 PHS 系统的交换中心	(702)
7.6.1	寻呼区域在交换机中的定义	(703)
7.6.2	基站数据在交换机中的定义	(706)
7.6.3	网管数据在交换机中的定义	(710)
7.6.4	用户数据在交换机中的定义	(716)
7.6.5	涉及 PHS 系统的其他数据的定义及修改	(723)
7.7	PHS 路由数据介绍	(724)
7.7.1	PHS 手机拨打 PHS 手机的呼叫路由	(724)
7.7.2	PHS 手机拨打外局电话的呼叫路由数据	(734)
7.7.3	外局电话拨打本局 PHS 手机的呼叫路由数据	(739)
7.7.4	基站呼叫网管的路由数据	(747)
7.8	PHS 系统的典型障碍处理	(752)
7.8.1	基站障碍	(753)
7.8.2	网管障碍	(760)

7.8.3	网络障碍	(763)
7.9	PHS 系统的网络优化	(764)
7.9.1	网络优化概述	(764)
7.9.2	网络优化的全局指标	(766)
7.9.3	PHS 网络总体分析	(770)
7.9.4	有线资源优化	(776)
7.9.5	无线资源规划原则	(784)
7.9.6	无线资源优化	(794)
7.10	朗讯 PHS 系统的漫游	(804)
7.10.1	小区数据的建立	(805)
7.10.2	用户数据的定义	(806)
7.10.3	路由数据的定义	(807)
7.10.4	小结	(809)
7.11	PHS 增值业务介绍	(810)
7.11.1	PHS 增值业务概述	(810)
7.11.2	PHS 增值业务平台 iNXT 介绍	(810)
7.11.3	PHS 预付费业务(PPP)	(819)
7.11.4	PHS 短信业务系统	(822)
7.12	朗讯 PHS 网络实例	(823)
第 8 章	朗讯的下一代交换技术	(826)
8.1	下一代交换技术简介	(826)
8.2	朗讯 iMerge 系统	(828)
8.2.1	iMerge 产品简介	(828)
8.2.2	iMerge VOIP 实现原理	(839)
8.2.3	iMerge VOIP 的应用方案	(841)
8.3	朗讯软交换	(851)
8.3.1	产品简介	(851)
8.3.2	朗讯软交换系统的硬件组成	(852)
8.3.3	朗讯软交换实现原理和系统结构	(873)
8.3.4	LSS 的解决方案	(884)
8.3.5	朗讯软交换的 OAM&P	(891)

第 1 章 程控交换技术

1.1 交换技术的发展

随着人类社会的发展,人们的一切活动越来越依赖于资讯的传递——通信,它就像人的神经系统一样重要,离开它,人们便寸步难行。人类在通信的方式上经历了漫长的历史和众多的转变,从最初的鸿雁传书,到后来的有线电报,从原来的长城烽火,到现在的卫星通信,直至移动通信,无线上网。在通信方式中,要让任意两地间人与人之间达成通话、信息传递等,必须要经历三个环节,一是语音或者其他信息的发送与接收,也就是说需要将语音信号或者其他信息转换为可以传送的信号,这项工作可以由电话机、传真机、电脑等设备完成;二是信号和信息的传递,将各类终端设备或交换设备产生的信号传递到远方,能够完成这项工作的设备称为传输设备,此类设备有音频传输线、多路载波设备和光传输设备等;三是信息信号的交换,如果每一个终端设备到另一个终端设备都架设一条线路的话,显然是昂贵而且不方便的,所以交换设备应运而生,每个终端设备都将线路连至交换机,由交换机完成选路、接通等一系列的工作。这三个环节只要系统地结合起来,就可以构成一个完整的通信系统,而交换设备就是整个系统的核心和枢纽,发挥着相当重要的作用。下面介绍交换技术的发展历史。

一百多年前的 1876 年,美国人亚历山大·贝尔发明了电话,一年以后,在美国波士顿架设了第一条电话线并开始通话,电话刚刚问世时,一部电话只能固定和对方一个用户接通,电话使用效率极低,出于各地间的电话灵活连接的需要,很快就发明了电话交换机,1878 年,美国的康涅狄格州的纽好恩开通了有 20 个用户的第一个市内电话交换所。从最初的人工交换到现在的自动交换,电话交换机的发展大体上经历了以下 3 个阶段。

1. 人工交换阶段

最早出现的交换机叫做磁石式电话交换机(Magneto Telephone Exchange),就是以前经常见到的“摇把子”电话所用的交换机,其工作原理是电话机和交换机侧都有一个磁石式的发电机,需要打电话时就摇动发电机,发电机产生的电流经过线路传输至交换机上,接线员根据交换机上的

掉牌或报铃就知道某一路电话要发起通话,接线员接起电话问明目的地后,就将此线路连至目的线路,并且也摇动发电机对目的用户振铃,当用户接起电话时通话就建立完成了,用户通话时的能量来自各自电话机中的3V干电池。

随后又出现了一种共电式电话交换机(Common Battery Telephone Exchange),它实际上与磁石式没有什么本质的区别,只不过是采用了交换机统一供电的模式,用户只要提机,交换机上的呼叫灯就闪亮,提醒接线员注意,而接线员只要将线路接通即可使双方进行通话,免去了手摇发电机的麻烦,只要有一方挂机,交换机上的话终监视灯就亮,提醒接线员可以拆线了。有趣的是,现代电话交换技术的几个名词就来自于共电式交换系统,如常见的电话机上的Flash键,在共电式交换系统中实际上是拍一下叉簧,这时交换机上对应此线路的呼叫灯就闪亮,意思是通知接线员还要进行下一次通话,在共电式交换系统中,对于拍叉簧的频次和时间长短并无严格要求,而在自动交换系统中,对拍叉簧的脉冲长短却有一定的要求,用户不易准确控制,因而在按键式电话机上设Flash键,将“闪跳”时间设定为0.1秒。再如平常所说的ON HOOK,OFF HOOK状态,也是来自共电式交换系统,早期的共电式话机受当时的材料和制造工艺限制,送话器既笨重又要求固定于最佳位置,因而不能手持,只能安置在电话机座上,受话器内安放了几寸长的U字形马蹄磁铁,与一只手电筒大小相当,平时挂在话机的钩键(HOOK)上,当用户摘下受话器(OFF HOOK)时,交换台上的呼叫灯亮,话务员向用户应答,得知所要号码并接通被叫用户。用户通话完毕后将受话器挂回钩键(ON HOOK),交换台上的话终监视灯亮,话务员拆线;现代的电话机采用手持式送受话器,用叉簧代替钩键。虽然在电话机上已找不到“HOOK”,但ON HOOK,OFF HOOK的术语却一直沿用至今。

以上两种交换设备都属于人工交换机,必须由接线员来完成电话间的接线和拆线工作,由于设备简单,造价低廉,至今仍有部分工矿企业和农村地区在使用,但是这种交换机容量小,需要占用大量的人力,话务员的工作繁重,速度又慢,满足不了人们日益发展的通信需求,因此人工交换设备逐渐被自动交换设备取代。

2. 机电式自动交换阶段

自动交换机是依靠使用者发送的号码进行自动选线的,世界上第一台自动交换机是在1898年由美国人A.B.史端乔(Almon.B.Strowger)发明的,这是一台步进式的IPM电话交换机(Step By Step Telephone Exchange),史端乔是美国堪萨斯城一家殡仪馆的老板。他发觉,电话局的话务员不知是有意还是无意,常常把打给他的电话接到他的竞争者那里,使