

软交换应用技术

上海伟功网络通信技术有限公司 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

IP 电话系统从 10 年前诞生以来,一直受到人们的关注,并逐步影响到人们的生活,其技术与应用均不断发生着变化。随着软交换系统的发展,IP 电话的应用领域和应用模式达到了一个新的高度。本书系统、全面地描述了软交换系统及其相关的各个方面。本书从传统电信网、IP 网络的基本知识和应用、VoIP 技术原理、软交换系统、软交换产品以及应用方案等几个方面加以叙述,使读者能够对软交换系统工程的全貌有完整的理解和认识。

本书既适合通信领域的技术人员、研究人员阅读,也可以作为高等学校通信专业的教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

软交换应用技术/上海伟功网络通信技术有限公司编著. —北京:电子工业出版社,2004.11

ISBN 7-121-00466-6

. 软... . 上... . 通信交换 . TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 106906 号

责任编辑:沈艳波 特约编辑:印晓芬

印 刷:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:23.25 字数:507 千字

印 次:2004 年 11 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:35.00 元

略

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

序

认识伟功公司的技术骨干已多年了，因此对于他们出版这本书并不感到意外；但从另一角度上想，作为一个从事 VoIP 专业的中小科技型企业，在已经十分繁忙的工作之中，将自己从事这方面工作的研发心得和实际运营的感受写出来实属不易。我看了这本书的初稿，它既不是出自名家学者之手，也非专攻于论著者之杰作，书中没有更多的高深理论，书中也不免还有粗糙之处，但它的可贵之处在于它融入了工作在第一线工程技术人员的真实体验——无论是研发上的经验教训还是参与运营后的切肤之感。

软交换技术在业内的热潮仍在持续，但真正的实际应用还不多，尤其是在各大运营商的大规模、大范围之内，这一方面反映了对软交换技术的认识还需进一步深化与统一；另一方面也反映了软交换技术在实际应用中还有一些需待解决的问题。在这一形势下，能有这样一本针对实际应用而且是出自一个企业的书问世，这对于从事软交换技术方面工作的各类人员来讲，不失为一本值得阅读的工具参考书。

叶林涛
2004年11月

前 言

VoIP，俗称 IP 电话，是 20 世纪 90 年代与 IP 网络一同发展并迅速壮大起来的网络通信方式，IP 电话对公众电信业务的影响是巨大的，卡类主叫等业务已经彻底改变了当代人的电话消费习惯，人们已经完全接受了 IP 电话这种新一代的通信技术。随着 VoIP 技术的日臻完善，诞生了本书所主要阐述的软交换技术。

下一代网络（NGN，Next Generation Network）是基于 IP 分组交换数据网的，NGN 业务的核心控制交换就是软交换。软交换的基本业务也就是 VoIP。软交换实现了 VoIP 电话从点对点单元通信方式到点对面公共交换网的根本转变，同时实现 IP 电话的端到端业务和 IP 电话与 PSTN 网的无缝对接，这是一项重大的、革命性的技术，它使得 IP 电话的应用达到了一个全新的高度。由于软交换 NGN 网络基于 IP 协议，但 IP 协议的先天特质，意味着在网络传输、广泛业务、运营支撑、QoS、地址分配、协议互通、智能接入等各层面仍然有许多亟待解决的问题，坦率地讲，NGN 技术尚未完全成熟，但软交换技术却已经可以成熟商用了。目前软交换商用已经成为电信行业的重要运营课题。

目前，业界对软交换的理论研讨林林总总，但软交换究竟如何用于商业运营？实战效果又如何？这方面可供阅读参考的书籍资料还比较少。本书编者在此抛砖引玉，结合 IP 语音技术原理和系统研究的心得经验，系统地描述了软交换原理，具体展示了软交换运营的方案。

参加本书编写的作者有：陈爱国、陶联明、雷新宇、周蓓、刘刚强、明照宇、王今中、潘昭勇、秦辉、余详、李建存。

需要特别感谢的是，信息产业部电信科学研究院总工程师、教授级高级工程师，国家 IP 标准组主席蒋林涛先生在百忙之中为本书作序。

愿广大读者，尤其是从事 VoIP 话务运营的朋友们，和我们一起掀起软交换的盖头来，从本书中了解传统电信网和 IP 网络的基本知识，掌握 VoIP 软交换的技术原理，与软交换产品、软交换应用进行一次亲密接触。相信软交换其实并不神秘，这本书就是您从事语音增值业务的运营宝典。

目 录

第 1 章	电话网的基本知识介绍	(1)
1.1	概述	(2)
1.2	IP 电话基本知识	(2)
1.2.1	IP 电话	(2)
1.2.2	VoIP 技术	(3)
1.2.3	数据网络的 IP 电话与 PSTN 区别	(3)
第 2 章	传统电信网	(5)
2.1	电信网结构	(6)
2.2	编号规划	(7)
2.2.1	国内长途电话用户的编号	(7)
2.2.2	国际长途电话编号	(7)
2.2.3	本地网及市内电话网的编号方案	(8)
2.2.4	特服业务编号	(8)
2.3	局间信令	(9)
2.3.1	中国 1 号	(9)
2.3.2	ISDN	(17)
2.3.3	SS7 (7 号信令)	(27)
第 3 章	IP 网络的概念及应用	(36)
3.1	IEEE802 模型与协议	(37)
3.2	局域网的基本知识	(38)
3.2.1	局域网应用技术	(38)
3.3	以太网	(39)
3.3.1	以太网的基本概念	(39)
3.3.2	光纤分布式数据接口 (FDDI)	(40)
3.3.3	快速以太网 (100 BaseT)	(41)
3.3.4	千兆位以太网 (Gigabit Ethernet)	(41)
3.3.5	交换式局域网	(42)
3.3.6	虚拟局域网 (VLAN)	(43)
3.3.7	网卡	(44)
3.3.8	局域网集线器	(45)

3.3.9	局域网交换机	(45)
3.3.10	结构化布线的基本概念	(45)
3.4	网络操作系统的基本概念	(47)
3.4.1	网络操作系统的发展	(47)
3.4.2	对等结构网络操作系统	(47)
3.4.3	非对等结构网络操作系统	(48)
3.4.4	文件服务器的概念	(48)
3.5	网络互连的基本概念	(48)
3.5.1	网络互连的类型	(48)
3.5.2	网络互连的层次	(48)
3.6	因特网的基本概念	(49)
3.6.1	因特网的组成部分	(49)
3.6.2	IP 协议与 IP 服务	(49)
3.6.3	路由器和路由选择	(51)
3.6.4	IP 数据报的传输	(52)
3.6.5	TCP 协议	(53)
3.6.6	用户数据报协议	(54)
3.6.7	因特网的域名体系	(55)
3.6.8	电子邮件服务	(57)
3.6.9	远程登录服务 (Telnet)	(57)
3.6.10	超文本与超媒体	(58)
3.6.11	因特网服务提供者 (ISP) 的作用	(59)
3.7	网络管理概述	(60)
3.7.1	网络管理的目标	(60)
3.7.2	网络管理的功能	(60)
3.8	宽带接入网的基本知识	(61)
3.8.1	ADSL 宽带接入技术的原理和应用	(61)
3.8.2	其他宽带/窄带接入方式	(64)
3.8.3	FTTX+光纤局域网实现 FTTH	(65)
3.8.4	HFC 宽带接入方式	(67)
3.9	常见局域网配置手册	(68)
3.9.1	Internet 共享的 NAT 设置方法	(68)
3.9.2	代理服务器 (SyGate) 的 NAT 设置方法	(70)
3.9.3	宽带路由器 (Vigor2100E) NAT 设置	(75)
3.9.4	代理服务器 WinRoute 的 NAT 设置	(78)

3.9.5	中兴 ADSL 831 的 PAT 设置	(82)
3.9.6	Linux 服务器的 NAT 设置	(84)
3.9.7	ASUS AAM 6000EV ADSL Modem 的 NAT 设置	(86)
第 4 章	VoIP 技术原理	(90)
4.1	概述	(91)
4.1.1	发展概况	(91)
4.1.2	基本原理	(92)
4.1.3	常见协议	(94)
4.1.4	技术特点	(94)
4.2	语音编码和传输技术	(95)
4.2.1	语音编码技术	(95)
4.2.2	典型的语音编码算法	(99)
4.2.3	语音传输技术	(100)
4.2.4	语音质量	(103)
4.2.5	语音传输的组网技术	(106)
4.3	主要协议介绍	(107)
4.3.1	H.323 协议	(107)
4.3.2	SIP 协议	(120)
4.3.3	MGCP 协议	(132)
4.3.4	H.248 协议	(140)
4.4	IP 视频技术简介	(145)
4.4.1	IP 视频通信标准	(145)
4.4.2	IP 视频压缩技术	(145)
第 5 章	软交换系统介绍	(149)
5.1	框架体系结构	(150)
5.2	核心产品	(150)
5.2.1	软交换系统	(150)
5.2.2	信令网关	(152)
5.2.3	中继网关	(154)
5.2.4	网守	(155)
5.3	计费	(156)
5.3.1	预付费	(156)
5.3.2	后付费	(162)
5.4	网管	(163)
5.4.1	网管网结构	(163)

5.4.2	SNMP	(164)
5.4.3	软交换网管	(170)
5.5	QoS 策略	(172)
5.5.1	QoS 介绍	(172)
5.5.2	QoS 概念	(173)
5.5.3	QoS 的几种模式	(173)
5.5.4	QoS 实现方法	(177)
5.5.5	Internet 的 QoS	(180)
5.5.6	NGN 中的 QoS 问题	(186)
5.5.7	下一代互联网 QoS 体系结构	(186)
5.5.8	QoS 术语说明	(190)
5.6	私网透传	(192)
5.6.1	NAT 概念	(192)
5.6.2	私网穿透方法	(193)
第 6 章	产品介绍	(197)
6.1	局端产品介绍	(198)
6.1.1	产品系列	(198)
6.1.2	(HCA) 呼叫代理核心设备产品介绍	(198)
6.1.3	(GK) 网守核心设备产品介绍	(199)
6.1.4	(HGW) 数字中继网关产品介绍	(200)
6.1.5	(MRP) 异网边缘控制代理服务系统产品介绍	(201)
6.1.6	(WBS) 后计费管理系统产品介绍	(201)
6.1.7	(PPS) 预付费管理系统产品介绍	(201)
6.1.8	(MTP) 动态 NAT 穿透代理服务系统产品介绍	(202)
6.1.9	(MqoS) IP 音视频 QoS 路由器	(202)
6.1.10	(NMS) 网管系统	(202)
6.2	终端产品介绍	(202)
6.3	软交换系统的各类产品详述	(203)
6.3.1	呼叫代理	(203)
6.3.2	软交换系统控制中心 (HCA)	(227)
6.3.3	软交换系统网守 (GK)	(263)
6.3.4	数字中继语音 (HGW)	(273)
6.3.5	私网穿透代理服务系统 (MTP)	(288)
6.3.6	预付费系统 (PPS)	(295)
6.3.7	集群系统 (HAS)	(304)

6.3.8	IP 超市计费系统 (SBS)	(309)
6.3.9	简单计费系统 (CDRREADER)	(323)
第 7 章	应用模式	(336)
7.1	软交换应用基本框架	(337)
7.1.1	电信运营商应用框架	(337)
7.1.2	运营体系	(346)
7.1.3	网络与语音质量	(346)
7.1.4	增值业务	(346)
7.1.5	某电信运营商软交换应用实例	(347)
7.2	宽带运营商软交换应用方案	(350)
7.2.1	基本模型	(350)
7.2.2	基本业务	(351)
7.3	企业/行业应用方案	(352)
7.3.1	集中 CALL CENTER 服务	(352)
7.3.2	电话热线服务	(354)
7.3.3	电话广播服务	(354)
7.3.4	证券公司软交换应用	(354)
7.3.5	银行 ATM 机服务电话	(356)
7.3.6	高速公路收费站 IP 电话系统	(357)
7.3.7	企业集团 VoIP 电话应用	(357)
名词与缩略语		(359)
参考文献		(360)

第 1 章 电话网的基本知识介绍

- 概述
- IP 电话基本知识

1.1 概 述

电话网从 19 世纪诞生以来,具备两大优势。一是在语音传递方面,实现了随时随地的信息交流,成为人们生活中的必备条件,这就创造了巨大的市场空间。二是在服务管理方面,其有效的收费方式和惯例,使电话网络从诞生之日起,就获得了良性健康发展。这对于服务商、设备供应商、终端用户均产生了巨大效益。

经过一百多年的发展,电话网络在两个方向上均取得了进展,电信服务商方面在本书中将不多阐述。下面将围绕设备供应商的问题加以展开。

从现阶段看,电话发展大致可分为 4 个阶段:人工交换机、纵横制交换机、程控交换机、IP 电话。

在电话传输体系中,一般分为 3 个部分:交换网、边缘网和接入网。其中传输媒介的发展也分为以下几个阶段和模式:电缆传输、光纤传输和无线传输。

从信息传输逻辑上分解:在网络 7 层模型方面,电话体系分布于网络 7 层模型中的各个层面,其中 IP 电话在第四层至第七层。

IP 电话作为在数据网络原理基础上建立的电话设备体系,于 1996 年由以色列公司率先提出后,经过几年的发展,基本可以确定在几十年后的时间内,将取代程控交换机,成为全面提供电话服务的设备。

由于电话上百年的使用给人们造成的固有生活习惯,在电话接听、拨打等各个方面,均有非常严格的约定。接入网的问题,涉及到生活和经济的诸多方面,从设备供应商角度看,符合生活习惯的产品、给人们带来方便的产品才有市场价值。

在语音传递的同时,增值业务也在大量出现。如短消息、视频、即时消息、话音业务等,在电信运营商的广义电话网络服务中,取得了大小不等的商业成果和用户认同。

1.2 IP 电话基本知识

1.2.1 IP 电话

IP 电话是 VoIP 的俗称,就是利用 Internet/Intranet (IP) 网络传递话音业务(包括话音/传真/话带数据等),即在分组交换网上通过 TCP/IP 协议实现传统的电话应用。

下面,我们将首先回顾传统 PSTN 网络上的话音传递,然后介绍 VoIP 的基本概念。

1. 传统话音技术

传统电话网络 PSTN 是目前规模最大的电话业务网络,通过标准的信令控制网络(SS7),成为覆盖全球的大型电话网络。这个网络和 Internet 有着惊人的相似,它们都采

用级联结构，具有易于扩展的特性。

2. PSTN 传送话音业务的特点

优点：

具有良好的服务质量（QoS）保证；

延迟极低（ $\leq 1 \sim 2 \text{ ms}$ ）。

缺点：

基于电路交换的结构，使得 PSTN 电路数量庞大，结构复杂，成本高，补充新业务复杂（SS7 的应用已使得 PSTN 向智能网发展，但硬件的改造仍很复杂）；

计费复杂，交换机间互通性问题严重；

业务提供商间互连困难。

1.2.2 VoIP 技术

由于 PSTN 网络中线路资源固定分配方案的低效率和 IP 网络的蓬勃发展，人们早就考虑利用分组网络进行电话业务，这就是 IP 电话。

IP 电话有 3 种典型应用方式：

PC 用户与 PC 用户间通过 IP 网络进电话或传真通信，这是最初的应用；

PC 用户与 PSTN 或 PBX 用户通过 IP 网络进行电话或传真通信；

PSTN 或 PBX 用户通过 IP 网络进行电话或传真通信。

在 VoIP 的使用习惯方面，也不断发生着变化，从最初的 PC-PC，到 PHONE-PHONE。当个人计算机的进一步普及，增值业务的技术和商务的成熟，软交换技术的进一步完善，PC-PC，PC-PHONE 又获得了新的认识。软交换不仅支持 IP 语音的通信，还支持更多的个人通信内容，如携带主叫号码的成本几乎为零的软电话、软视频终端、即时通信系统、围绕话音的业务拓展系统等。

技术发展到今天，目前主要有两种 VoIP 实施标准：ITU-T 标准和 IETF 标准。具体请参见标准汇编。

1.2.3 数据网络的 IP 电话与 PSTN 区别

1. 数据网络的基本概念

数据网络从 1969 年开始的雏形后，发展迅速。其基本原理是以分组交换方式进行数据传输。现在根据物理产品分为：电缆传输、光纤传输和无线传输。根据底层传输模式分为：以太网、DSL 网、DDN 网、卫星网。根据传输协议分为：TCP/IP 协议、ATM 协议等。根据地域分为：局域网（LAN）、城域网（MAN）、广域网（WAN）。根据使用方法

分为：互联网（Internet）、内部网（Intranet）。

2．数据网络的 IP 电话与 PSTN 的比较

由于数据交换的区别，使数据网络根据硬件配置的不同，在理论上可以使其带宽无限发展，例如在 100 MB 每秒配置的网络环境下，可承载 2000 ~ 3000 路电话。有了足够的带宽资源，使它在一种协议下，承载数据、语音、图像的传输，使不同的应用均采用一种数据打包格式，非常高效地利用资源，简化设备管理和种类。并能够提供充足的线路容量。

PSTN 的数据交换方式，从理论上就局限了它的容量配置等先天不足。经多年的发展，在语音压缩方面的技术改进，使其带宽承载能力增长几十倍。例如在 64 KB 每秒配置的线路上，采用复用方式，能承载 10 路电话。

数据网络的基本配置由以下几个部分组成：网络交换机、路由器、网络协议、服务器等部分。配上软交换系统、数字中继语音网关、模拟语音网关、IP 电话机、视频设备等，就基本上实现 IP 电话通信。

PSTN 的基本配置由以下几个部分组成：程控交换机、信令、电话机等部分。

当然，数据网络的 IP 电话系统与 PSTN 的区别非几页纸能够全面解释。

3．发展方向

数据网络的发展，带宽是永远追求的目标。现阶段，在主干网络的发展方面，是从几十兆字节（MB）每秒的传输速度到现在的上百吉字节（GB）每秒的传输速度。在应用方面，是从单纯的数据传输到语音和图像等综合业务、增值业务的传递。

第 2 章 传统电信网

- 电信网结构
- 编号规划
- 局间信令

2.1 电信网结构

我国电话网的网络等级分为 5 级，由一、二、三、四级长途交换中心及五级本地交换中心组成。我国电话网的网路等级结构如图 2-1 所示。

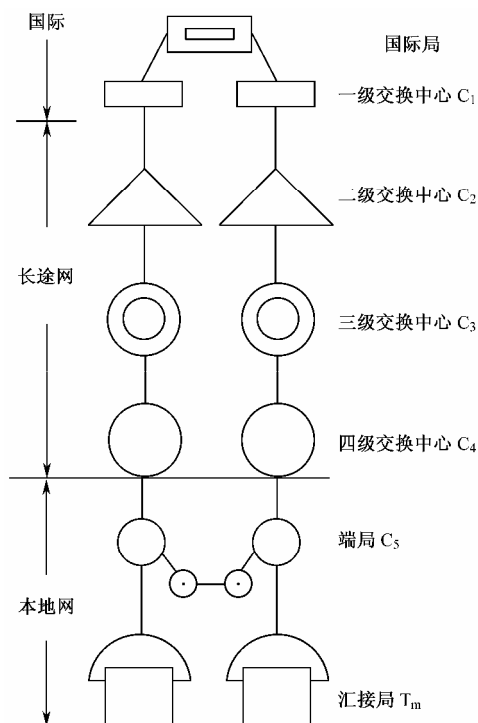


图 2-1 电话网的网路等级结构图

由左边等级结构图可以看出电话网主要是在本地网和长途网上组织开放电话业务的一种业务网络。长途网设置一、二、三、四级长途交换中心，分别以 C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 表示。本地网设置汇接局和端局两个等级的交换中心，以 T_m 和 C_5 表示。本地网中的汇接局主要是疏通本地话务，一般大城市中会设置多个汇接局。当用于疏通长途话务时它在等级上相当于第四级长途交换中心。

一级交换中心以 C_1 表示，它类似于目前的大区交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区的长途话务，包括长途去话、长途来话和转电话务。国内 C_1 主要在上海、北京、广州、成都、西安、沈阳、南京、重庆等。

二级交换中心以 C_2 表示。它类似于目前的省交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途话务，包括长途去话、长途来话和转电话务。

三级交换中心以 C_3 表示。它类似于目前地区长途交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途话务，包括长途去话、长途来话和转话话务。

四级交换中心以 C_4 表示。它是长途自动交换网的长途终端局，类似于目前县长途交换中心，其职能是疏通该交换中心服务区域内的长途终端话务。

本地网中的汇接局以 T_m 表示，它的职能主要是汇接本汇接区的本地话务，根据需要也可疏通本汇接区的长途话务。汇接区根据它的使用场合不同，可以分为市话汇接局、市郊汇接局、郊区汇接局、农话汇接局。

端局以 C_5 表示，它可分为市话端局、卫星城镇端局、农话端局和农村集镇端局。它是通过用户线与用户直接相连的交换局，其职能是疏通本局用户的去话和终端来话业务。端局通过长、市话中继可以连接相应的长途交换中心，以疏通长途来、去话业务。

2.2 编号规划

具体编号实现方案可分以下几种不同情况进行讨论。

2.2.1 国内长途电话用户的编号

国内长途电话用户号码由长途字冠、长途区号和市内电话号码组成，其编排方法如图 2-2 所示。

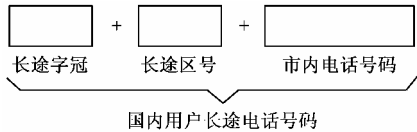


图 2-2 国内用户长途电话号码编排

长途字冠用“0”代表。长途区号的编号方案一般采用固定号码系统，全国各城市都编上固定的号码。无论从何地呼叫一个城市的用户时都需拨属于该城市的固定的长途区号。

目前国内的长途区号都统一为 2 位和 3 位，市话电话号码长度一般都为 7 位或 8 位，总长度不超过 12 位（不包括长途字冠“0”）。

2.2.2 国际长途电话编号

国际长话号码，为长途区号前再加上国家号码，并冠以国际长途字冠“00”。国际长途电话号码的格式如图 2-3 所示。

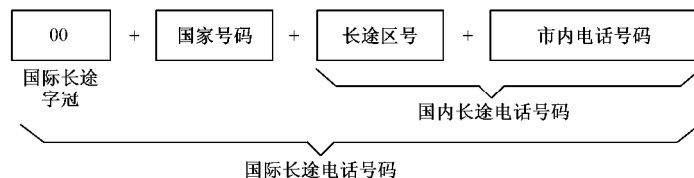


图 2-3 国际长途电话号码编排

CCITT 制定了一套国际编号制度，国家代码可以为一位、二位或三位，根据所在地区的位置来确定。国际上将全世界划分为 9 个编号区。我国位于东亚，国家代码为 86。由于国际长途字冠采用“00”，国内长途编号 0X1X2……中的 X1 就不能用“0”，如国内号码为 02151093333，在进行国际呼叫中为 00862151093333。

2.2.3 本地网及市内电话网的编号方案

按照我国制定的编号计划，本地电话网用户进行各类呼叫拨号程序如下（假定本地电话网采用统一的 8 位编号）。

本地电话网一个端局用户呼叫同一个本地电话网另一个端局用户时，拨号为：

$$\underbrace{P \ Q1 \ Q2 \ Q3}_{\text{局号}} + \underbrace{A \ B \ C \ D}_{\text{用户号码}}$$

其中，P：2~9；Q1, Q2, Q3：0~9；A、B、C、D：0~9。

2.2.4 特服业务编号

除前述国际、国内及本地网的编号方式规定之外，我国在国内长途和本地网还设置了查号、报时、火警等各种特服业务的编号，其国家标准规定的特服业务编号是：1XX，其 X 的数值范围是 0~9。我国长话、市话特种业务号码表如表 2-1 所示。

表 2-1 我国长话、市话特种业务号码表

号 码	名 称	号 码	名 称
103	国际长途半自动挂号台及国内、国际长途台话务员互拨号		
108	国际长途直拨国外话务员受付业务台	110	匪警
111	市内线号员与测量台联系号	112	市话障碍申告台
113	国内人工长途挂号台	114	市内电话查号台
116	国内人工长途查询	117	报时台
119	火警	120	急救台