

软交换技术与实现

童晓渝 李安渝 方旭明 陆 斌 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书介绍了软交换技术出现的背景与发展历程,重点阐述了软交换网络所涉及的相关技术,包括软交换网络的拓扑结构、软交换相关标准与协议、软交换流媒体传输、软交换业务功能开发、软交换 QoS 保证、软交换网络运营和软交换商业系统实例等。本书可作为通信类、计算机应用类、电子与信息类专业的高校本科生、研究生教材,亦可作为电信运营商、设备制造商等相关技术人员的培训教材或技术参考书。

图书在版编目 (C I P) 数据

软交换技术与实现 / 童晓渝等编著. — 成都:西南交通大学出版社, 2004.7

ISBN 7-81057-824-3

I. 软... II. 童... III. 通信交换 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 025500 号

软 交 换 技 术 与 实 现

童晓渝 李安渝 编著
方旭明 陆 斌

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

新华书店 经销

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16 印张: 18.875

字数: 452 千字 印数: 1—5000 册

2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 7-81057-824-3/TN · 333

定价: 38.00 元

图书如有印装问题, 本社负责退换

版权所有, 盗版必究, 举报电话: (028) 87600562

前言

21 世纪,人类已经进入了“信息时代”,人们的生活、工作和学习越来越多地借助于日新月异的通信技术。随着社会信息化程度的进一步加深和通信技术突飞猛进的发展,人们对通信提出了更高的要求。不仅要提供话音、数据、视频业务,同时也要支持实时多媒体流的传送和快速的新业务加载升级潜力,并且要求网络具有安全性和更高的服务质量(QoS)保证。而传统的电信网络由于其相对封闭的结构等与生俱来的缺陷,使其在业务需求面前不堪重负,不能适应当今激烈的市场竞争。为了适应这种不断增长的业务需求,无论是网络运营商、业务提供商,还是网络用户,都要求网络能够在现有的高度异构的通信基础设施上提供开放、稳定、高性能、可重用、可灵活客户化编程的服务。这也正是下一代网络(NGN)所要实现的目标。

作为下一代网络(NGN)的核心,软交换是基于包交换网络(主要指 IP 网),以软件来实现交换与呼叫控制管理的一门新的电信网络技术,它彻底实现了交换、路由与业务功能提供相分离。利用软交换技术可以实现综合业务的提供,快速的加载升级新业务,并使得电信建设和运营成本有效降低。在激烈的市场竞争中,软交换技术成为了当前电信网络研究与应用的重要热点之一。

目前软交换技术的研究与应用在国际上受到了诸如美国、德国、英国、日本、比利时等许多国家的高度重视,试验网络的建设在世界范围内正如火如荼地进行。国外知名厂商如阿尔卡特、爱立信、思科、北电、西门子等也将下一代网络与软交换相关设备的研发和制造作为重要的未来发展战略。在国内,中国联通、中国网通、中国电信等运营商也同样走在了世界的前沿,目前由不同运营商牵头,在我国北京、上海、广州、深圳、成都等多个城市也都建有软交换试验网,进行下一代网络关键技术的试验。国内的华为、中兴、大唐电信等公司也都参与了软交换相关设备的研发和提供。相信国内电信运营商和设备制造商对软交换的高度重视,预示着软交换技术将对今后通信和信息产业发展产生重大影响,给中国未来电信网络的发展带来一场崭新的、影响深远的变革。

软交换作为一项崭新的技术,虽然已经成为当今世界各国电信网络研究与应用的重要热点,但目前市面上系统介绍软交换技术的书籍仍是凤毛麟角。为了满足广大读者了解和学习软交换技术的需要,我们编写了本书。它从软交换技术的出现背景到软交换技术的相关知识以及具体实现案例都作了较为系统的介绍,重点阐述了软交换网络所涉及的相关技术,包括软交换网络架构、软交换信令系统、软交换流媒体传输、软交换业务功能开发、软交换 QoS 保证、软交换网络运营以及应用案例等。

本书共分 11 章。第 1 章介绍电信网络技术及其发展历程,其中重点介绍了 PSTN 网络技术和智能网技术,并由此引出了软交换技术的出现背景。第 2 章介绍了互联网的发展历

程,并概述性地介绍了下一代网络与软交换技术的概念和特点等。第3章为软交换网络拓扑结构,分别介绍了IP网络拓扑结构和软交换网络架构拓扑结构,同时还介绍了软交换的路由实现和VPN技术。第4章主要介绍软交换信令系统的相关协议与标准,包括VOIP协议H.323、媒体网关控制协议MGCP、Megaco协议H.248以及会话初始协议SIP等。第5章主要介绍软交换流媒体传输,包括实时流媒体传输、流媒体传输控制、流媒体编码等内容。第6章为软交换业务功能开发,主要介绍了开放的业务体系架构、PARLAY协议和JAIN协议。第7章主要介绍软交换服务质量等级(GOS)和MPLS协议。第8章为软交换网络运营OAM系统,主要介绍了网管、计费、营账3大系统,并讨论了用户业务自助实现。第9章介绍软交换组网与实现,主要探讨软交换组网方案与思路、软交换网络与其他电信网络的互联,并介绍了CISCO BTS 10200软交换系统。第10章主要介绍华为U-SYS下一代网络解决方案,内容包括U-SYS网络结构及特点、U-SYS解决方案核心部件、U-SYS组网应用、业务体系,最后介绍了其应用案例。第11章主要介绍思科四川联通“新纪网”解决方案,其中包括网络结构、业务支持以及用户解决方案等。

本书在编写上力求内容丰富、新颖,体现目前国内和国际软交换技术领域最新的前沿研究成果,充分反映当前软交换技术的发展水平和应用成果。同时本书兼顾软交换技术理论模型和具体实现案例,既具备有对软交换相关技术理论的前瞻性研究探讨和展望,又具有非常好的工程实用参考价值,因而可作为高校计算机、通信等专业的研究生及本科高年级学生的教材或参考书,也适合于从事通信网络、通信业务和软交换技术研究、开发、设计、规划、使用、管理和维护等方面的高级技术人员作为继续学习和应用的参考书。

本书由童晓渝、李安渝、方旭明、陆斌等组织编写。在编写过程中,得到了四川联通、中科前程科技有限公司、Cisco System公司、华为技术有限公司等企业的大力支持,他们为本书的编写工作提供了大量宝贵的素材和详实的应用实例。另外,西南交通大学软交换技术研究所的刘浩老师、赵其刚老师亦为本书的组织编写付出了辛勤的劳动,并参与了部分章节的编写,研究所的任建豪、王宁、甄皓琮、张丹丹、郑芳芳、谢静、傲丹、单英、马忠建、陈述奇等研究生也做了大量的文献准备和图表制作工作。在此,谨向他们表示衷心的感谢。

由于软交换技术仍在发展之中,新的标准和应用仍在不断涌现,加之作者水平有限,编写时间仓促,故难免存在错漏之处,恳请专家和读者批评指正。

编 者

二〇〇四年三月

目 录

1 电信网络技术及其发展历程	1
1.1 电信网络技术及其地位	1
1.1.1 电信网络技术概述	1
1.1.2 通信方式概述	3
1.1.3 电信网络技术的地位	5
1.2 传统 PSTN 技术	5
1.2.1 交换技术	5
1.2.2 传输技术	7
1.2.3 信令系统	11
1.3 智能网技术	14
1.3.1 智能网概述	14
1.3.2 智能网的组成	18
1.3.3 智能网开放的业务	21
1.3.4 智能网与原有电信网的关系	26
1.4 软交换技术出现的背景	26
2 互联网的发展与下一代网络	28
2.1 互联网的发展历程	28
2.1.1 计算机与通信技术的结合——中央控制式网络	28
2.1.2 包交换与 ARPAnet ——互联网络的诞生	29
2.1.3 互联网发展的 3 个里程碑	30
2.2 多业务的承载与全业务网络	31
2.2.1 传统的业务承载技术	31
2.2.2 多业务承载技术	32
2.2.3 全业务网络	35
2.3 下一代网络	36
2.3.1 下一代网络的产生	36
2.3.2 下一代网络的特点	37
2.3.3 下一代网络的功能分层结构	39
2.4 下一代网络的核心——软交换技术	39
2.4.1 什么是软交换	40

2.4.2	软交换技术的特点	42
2.4.3	软交换的主要协议系统	42
2.4.4	软交换的主要功能	43
2.4.5	软交换的研究与应用现状	43
2.4.6	软交换技术带来的机遇和挑战	45
3	软交换网络拓扑结构	47
3.1	IP 网络的拓扑结构	47
3.1.1	IP 网络的分层结构	47
3.1.2	IP 数据流旁路网络结构	49
3.1.3	电路交换网和 IP 网的结合	50
3.2	软交换网络架构	55
3.2.1	软交换网络的特点	55
3.2.2	软交换网络体系结构	55
3.2.3	软交换系统的功能结构	57
3.2.4	软交换的业务控制机制	58
3.2.5	软交换网络与传统电信网络的比较	59
3.3	软交换的路由实现	60
3.3.1	路由服务器与域	60
3.3.2	软交换的路由实现结构	61
3.4	VPN 技术	63
3.4.1	虚拟专用网 (VPN) 的发展背景	63
3.4.2	VPN 的相关技术概要	64
3.4.3	VPN 的业务与应用类型	65
3.4.4	VPN 的特点	65
3.4.5	VPN 的实现技术——MPLS VPN	67
3.4.6	VPN 的组网应用	69
4	软交换信令系统相关协议与标准	76
4.1	软交换信令系统及其地位	76
4.1.1	信令的概念	76
4.1.2	信令的分类	76
4.1.3	信令在通信网络中的功能	78
4.1.4	ITU-T/CCITT 建议的信令系统	78
4.1.5	以软交换为基础的下一代网络	79
4.2	VoIP 及 H.323 协议	82
4.2.1	VoIP 的基本知识	82
4.2.2	H.323 协议	87
4.3	媒体网关控制协议 MGCP	95

4.3.1	媒体网关的基本知识	96
4.3.2	媒体网关控制协议	97
4.4	H.248/Megaco 协议	105
4.4.1	H.248 协议的进展	105
4.4.2	协议概述	107
4.4.3	协议的应用	112
4.5	会话初始协议 SIP	113
4.5.1	SIP 协议的发展进程	113
4.5.2	SIP 协议的优越性	114
4.5.3	SIP 协议的功能	114
4.5.4	SIP 协议的体系结构	115
4.5.5	SIP 协议的实现机制	116
4.5.6	SIP 协议的消息机制	117
4.5.7	SIP 协议的呼叫流程	118
4.5.8	SIP 协议的应用	119
5	软交换流媒体传输	120
5.1	流媒体传输	120
5.1.1	流媒体的特征	120
5.1.2	流媒体的传输方式和技术原理	121
5.1.3	流媒体的应用	124
5.2	流媒体传输控制	128
5.2.1	实时传输协议 RTP	128
5.2.2	实时传输控制协议 RTCP	131
5.2.3	资源预留协议 RSVP	137
5.2.4	实时流协议 RTSP	143
5.3	流媒体编码	146
5.3.1	音频流媒体编码	146
5.3.2	视频流媒体编码	151
6	软交换业务功能开发	158
6.1	开放的业务体系架构	158
6.1.1	基于软交换的增值业务架构	159
6.1.2	软交换与应用服务器间的交互	160
6.1.3	应用服务器间的交互	161
6.2	PARLAY 协议	163
6.2.1	Parlay 及其体系结构	163
6.2.2	Parlay 在下一代业务中的应用	167
6.3	JAIN 协议	169

6.3.1	JAIN 协议简介	169
6.3.2	JAIN 的基本框架	170
6.3.3	JAIN 的协议层	171
6.3.4	JAIN 的呼叫控制	173
6.3.5	JAIN 的体系结构和 API	173
7	软交换服务质量 (QoS) 保证	176
7.1	软交换服务质量 (QoS) 等级	176
7.1.1	可用性	176
7.1.2	吞吐量	177
7.1.3	时延	177
7.1.4	抖动	178
7.1.5	丢包	179
7.2	MPLS 协议概述	180
7.2.1	什么是 MPLS	180
7.2.2	MPLS 技术的背景	180
7.2.3	MPLS 的基本概念	181
7.2.4	MPLS 的网络结构	183
7.2.5	MPLS 的工作原理	183
7.2.6	MPLS 的应用	184
7.3	基于 MPLS 技术的 IP QoS	186
7.3.1	综合业务模型	186
7.3.2	区分业务模型	189
7.3.3	用 MPIS 来实现 QoS	191
8	软交换网络运营支撑系统 (OAM)	197
8.1	网络管理系统	197
8.1.1	网络管理概述	197
8.1.2	新一代综合网络管理系统的特征	206
8.1.3	软交换网管系统	211
8.2	计费系统	216
8.2.1	软交换计费采集接口及协议	216
8.2.2	软交换计费系统的实例	218
8.3	营账系统	219
8.3.1	综合营账子系统	219
8.3.2	业务配置子系统	220
8.4	用户业务自助	220
8.4.1	软交换用户自助平台的软件体系结构及系统功能	221
8.4.2	软交换用户业务自助系统的安全	222

9 软交换组网与实现	224
9.1 软交换组网与思路	224
9.1.1 下一代网络分层	224
9.1.2 软交换论坛简介	225
9.1.3 软交换组网方案探讨	227
9.1.4 软交换中信令网关的组网	228
9.1.5 软交换组网应注意的问题	229
9.2 软交换网络与其他电信网络的互连	230
9.2.1 软交换网络与其他网络互连的基本要求	230
9.2.2 软交换网络与 PSTN 的互连	231
9.2.3 软交换网络与 ISDN 的互连	232
9.2.4 软交换网络通过信令网关与 SS7 网络的互连	232
9.2.5 软交换网络通过互通模块与智能网的互连	233
9.2.6 软交换网络通过互通模块与 H.323 网络互连	234
9.2.7 用于软交换互通的两种协议	235
9.3 Cisco BTS 10200 软交换系统	236
9.3.1 Cisco BTS 10200 软交换系统的结构和组成	236
9.3.2 语音解决方案	237
10 华为 U-SYS 下一代网络解决方案	240
10.1 U-SYS 网络结构及特点	240
10.1.1 U-SYS 网络结构	240
10.1.2 U-SYS 解决方案特点	241
10.2 U-SYS 解决方案核心部件	241
10.2.1 SoftX3000 软交换系统	241
10.2.2 TMG8010 中继媒体网关	244
10.2.3 UMG8900 通用媒体网关	245
10.2.4 SG7000 信令网关	247
10.2.5 AMG5000 接入媒体网关	249
10.2.6 iManager N2000 UMS 网管系统	250
10.2.7 OpenEye 多媒体客户端软件	252
10.2.8 U-Path 企业通信助理	253
10.2.9 MRS6000 媒体资源服务器	254
10.3 组网与应用	255
10.3.1 C4 组网应用	255
10.3.2 C5 组网应用	255
10.3.3 关口局应用	260
10.3.4 多媒体通信应用	262

10.3.5 3G 应用	267
10.4 U-SYS 的业务体系	268
10.5 U-SYS 应用案例	273
10.5.1 中国卫星全国 VoIP 长途应用	273
10.5.2 中国联通（四川）综合端局应用	274
10.5.3 西北通信多媒体综合端局应用	275
10.5.4 文莱电信全国改造应用	276
11 思科四川联通“新纪网”解决方案	278
11.1 四川联通“新纪网”概述	278
11.2 四川联通“新纪网”的结构与特点	281
11.3 Cisco BTS 软交换系统描述	282
11.4 四川联通“新纪网”终端设备介绍	284
11.5 四川联通“新纪网”支持的业务	286
11.6 四川联通“新纪网”用户解决方案	287
11.6.1 普通商业用户解决方案	287
11.6.2 中、小企业用户解决方案	288
11.6.3 政府、大型企事业单位解决方案	288
11.6.4 高端商业用户解决方案	289
参考文献	291

1 电信网络技术及其发展历程

1.1 电信网络技术及其地位

1.1.1 电信网络技术概述

随着工业社会的出现，人们的社会生活中陆续出现了一些网，这些网包括：运输网（公路、交通、空中和水上航道），动力网（输电、煤气和石油输送管道），自来水和下水道网以及电信网（电报、电话、数据传输、无线电和电视等）。人类社会经过漫长的发展，正在步入一个新的历史时期，即信息化时代。现代社会有 3 大基础结构：信息、材料、能源。其中信息在社会的政治、经济、军事活动中起着十分重要的作用。当今人类社会信息交流最有效的技术手段是通信。通信系统不仅是国家和军队的神经系统，而且它作为产业本身有经济效益和无形的巨大社会效益，是国家经济的命脉；它还是国家信息基础设施 NII（National Information Infrastructure）的重要组成部分。在现代信息基础设施中，人们可以通过以下主要途径获取信息：公共交换电话网、公共数据通信网、蜂窝型和其他移动通信网、有线电视网、地面广播电视电台、卫星通信网及因特网。另外还可以通过专用的电子网络和非电子信息传播途径，等等。

电信是利用有线电、无线电、光或其他电磁系统，进行符号、信号、文字、图像、声音或任何性质的信息传输、发射或接收。

1) 电信技术

随着社会的不断进步，电信技术飞速发展。从中国古代传递信息的烽火台和驿站开始，人们就一直在探索、追求更加先进的通信手段。近 200 年的发展史表明，每隔一段时间就有一项重大的电信技术出现，电信及其相关技术正以惊人的速度向前发展。

(1) 电报技术

利用电流实现通报，是利用电信技术进行文字信息通信的里程碑。1837 年美国画家莫尔斯发明了莫尔斯电报机。此后，电报通信方式在许多国家迅速发展起来。

(2) 电话技术

人们日常交流最常用的就是语言，如何延长声音的传播距离是个关键问题。1876 年，美国科学家贝尔发明了电话技术，这是电信史上划时代的发明。

(3) 无线电技术

1895 年，意大利人马可尼发明了无线电报机。1906 年，加拿大人费森登发明了无线电

广播,使收音机成为获取信息的重要途径之一。后来,由于无线移动电话和卫星通信的出现和发展,越来越多的人开始使用无线通信获取信息。无线通信是人们主要的通信方式之一,用无线电波传播信息使人类的通信通向无限空间。

(4) 载波通信技术

1918年,架空明线4路载波电话机问世,从而改变了一对线传送一路电话的局面。载波通信技术使同一物理介质可以传送多路话音,加速了话音通信的发展。

(5) 电视技术

1929年,兹沃勒金用自己发明的光电摄像管和电视显像管组成了电子电视系统。电视的问世改变了人们的生活,加快了信息的传播速度,加大了信息的传播量,给人类带来了视觉革命。

(6) 电子计算机技术

1946年,世界上第一台电子计算机ENIAC正式宣布问世。它的出现宣告了一个新时代的开始,计算机和通信的结合改变了通信业的格局。

(7) 集成电路技术

1959年,美国的诺伊斯利用平面工艺制成集成电路,使集成电路的制造更加专业化。微电子技术的发展,大大提高了人们处理信号的能力。

(8) 程控交换技术

1960年,贝尔公司试用程控交换机成功;1965年,贝尔公司开通了世界上第一部程控交换机。它的诞生意味着自动电话交换控制技术从机电制布线控制发展到电子制程序控制。程控电话是计算机和集成电路技术在通信领域相结合的典型应用,它标志着电话交换技术真正走向成熟。

(9) 卫星通信技术

1960年,美国发射“回声一号”卫星,这是人类使用人造天体实现通信的第一步。1965年,商用同步卫星“晨鸟”发射成功,标志着卫星通信进入实用阶段。卫星通信使人类的通信技术进入了太空通信时代。卫星通信在电视信号传输和长途通信中起着非常重要的作用。

(10) 光纤通信技术

光纤通信的问世,丰富了通信线路资源,而且光纤被认为是一种真正能够承担未来信息化基础设施传输平台的物理介质。

(11) 因特网技术

因特网(Internet)的前身是ARPANET,即1969年,美国国防部高级研究计划署(ARPA)兴建的基于包交换技术的计算机网络。因特网的出现是信息领域的重大突破,它把人类社会带入了信息时代,把地球变成了一个没有距离的村落。它的发展影响了人类社会的各个领域。

(12) 蜂窝移动通信技术

蜂窝网,由于实现了频率再用,大大提高了系统容量,从而解决了公用移动通信系统要求容量大与频率资源有限的矛盾。

(13) 多媒体通信技术

多媒体通信技术主要包括数字语音通信、数字视频通信、数字图像通信和多媒体数据

通信。目的是将语音、数据、图像和视频信息综合在一起传给用户终端。多媒体通信是未来通信发展的方向。

2) 电信业务及其分类

现代电信业务主要分为基础电信业务和增值电信业务。

(1) 基础电信业务

- 固定网国内长途及本地电话业务；
- 移动通信业务；
- 卫星通信业务；
- 因特网及其他数据传送业务；
- 网络元素出租、出售业务；
- 网络接入及网络托管业务；
- 国际通信基础设施、国际电信业务；
- 无线寻呼业务；
- 转售的基础电信业务。

(2) 增值电信业务

- 固定电话网增值业务；
- 移动网增值业务；
- 卫星网增值业务；
- 因特网增值业务；
- 其他数据传送网增值业务。

1.1.2 通信方式概述

1) 有线通信

1837 年美国人莫尔斯发明了电报机，用架空明线传送电报，标志着有线通信的开始。无线通信出现后，在技术上，无线通信和有线通信都有很大的发展。目前，在长途通信方面，世界各国一般都是利用有线通信和无线通信相结合的方式；市内电话通信方面，还是采用有线通信。

我国 19 世纪 80 年代才开始自办有线电报，20 世纪初开始自办长途有线电话。目前有线通信是中国重要的通信方式。传统的电信通信主要用金属线和光纤进行通信。目前公众电话/电报交换、数据通信、有线电视、因特网等大多数是用有线技术传输。

(1) 公众电话/电报交换

进行电话通信的系统叫做电话系统，其核心技术是电话交换和传输技术。

① 交换技术。电话交换技术的发展包括 3 个阶段：人工交换、机电交换（步进制和纵横制）、程控交换。

② 传输技术。现代通信有 4 种主要传输手段：数字微波通信、卫星通信、移动通信和光纤通信。这些传输手段主要采用数字通信、载波和复用技术。

③ 电报技术。自电报机发明以来,电报通信方式迅速发展起来。电报传输从有线传输发展到无线电传输,从直流电报信号传输发展到多路音频载波电报传输等。转报方式上从人工转报发展到半自动转报,直到电子计算机全自动转报。

(2) 数据通信

数据通信是计算机技术和通信技术相结合而产生的一种通信方式。数据通信通过通信线路将信息源与计算机连接起来,使不同地点的数据终端直接利用计算机来实现软、硬件和信息资源的共享。

(3) 光纤通信

光纤通信是以光波为传输介质进行信息的传输。光纤通信的发展历史只有 20 多年,但却发展迅速,现已成为公用电信网的核心网的主要传输方式。公用电信网的接入网也正在逐步完成光纤化的改造。

(4) 有线电视

20 世纪 50 年代,美国创建了共用天线系统,接着国际上的有线电视系统逐步发展起来,现已发展成为大型的城镇有线电视系统。我国的广播机构将有线电视定名为有线电视。随着有线电视与卫星广播相结合,它将为社会提供多层次、多节目的功能服务。

(5) 因特网

因特网技术的发展已经经历了 30 多年的历史,最早奠定该技术基础的网络是著名的 ARPANET。ARPANET 最初的网络协议并不适合于多个网络互联的需要,直到 1974 年出现了 TCP/IP 协议集之后,ARPANET 的协议才基本定型。因特网是在 TCP/IP 协议基础上并通过全世界唯一的逻辑地址互相链接在一起的一个全球信息系统,此系统包含有成千上万个互联的计算机网络。随着万维网(World Wide Web)和以图形为基础的万维网浏览器的发明,计算机网络得到了迅猛的发展。

2) 无线通信

无线通信是利用电磁波传输信息。意大利的马可尼和俄国的波波夫分别发明了无线电发射和接收装置。在电真空器件出现后,无线通信迅速发展起来。当今无线通信技术中发展异常迅速的是移动无线通信。移动通信是指通信双方或至少一方在运动状态下进行的通信。移动通信现有的几种方式主要有:蜂窝移动电话通信、集群移动无线电电话通信、无线寻呼、地球低轨道卫星移动通信和个人通信。

(1) 蜂窝移动电话通信

蜂窝移动电话最早是由美国贝尔实验室提出来的,它的发展过程可分为 3 个阶段:第一代模拟蜂窝移动电话系统,是用模拟传输方式来传输语音。第二代为数字蜂窝移动电话系统,直接传输和处理数字信息。与模拟蜂窝移动电话系统相比,它具有容量大、数据传输、短信息服务、邮件收发、保密性高、功率低等特点。第三代为蜂窝移动电话系统,主要目的是提供一个综合的服务平台,将移动和固定、语音和数据等服务融合在一起。特点是无缝的全球漫游、至少 2 Mbit/s 的传输速度和无缝地提供服务。宽带码分多址是第三代网络的主流空中接口方案。第三代蜂窝移动电话系统可以解决第二代数字蜂窝移动电话网络可用无线频谱有限的问题。

(2) 集群通信

集群通信系统是专用调度通信系统。早期的无线调度系统是专用的调度系统，当有多个专用的调度系统在同一地区时，就要占用多个频率，随着专用调度系统的增加，频率资源变得缺乏。为了解决频率资源缺乏的问题，出现了大容量的公共无线电调度网，即集群系统。集群系统有两个主要特点：一是单位可以租用专用线路，而不必自己搞一套调度控制中心和基站设备；二是可以采用多频道公用技术以提高频率利用率。

(3) 无线寻呼

无线寻呼系统是单向通信系统，主叫用户通过寻呼网向被叫用户发信息，其实它属于移动通信。经过几十年的发展，目前，无线寻呼可实现双向寻呼业务、高速寻呼业务、全程联网漫游及网上寻呼业务等。

(4) 卫星通信

卫星不但承担了电话、传真等业务，而且还为广播、电视、教育、气象等部门提供了数据通信、图像传递等通信业务。

(5) 微波通信

微波通信是使用频率为 $3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^{12}$ Hz 的电磁波通信。微波通信经历了模拟微波通信、数字微波通信两个阶段。数字微波通信是利用微波作为载波传递数字信号的通信，它同时具有数字通信和微波通信的优点。微波通信、光纤通信、卫星通信是最有发展前途的 3 大传输手段。

1.1.3 电信网络技术的地位

有无全国性的高速安全的通信系统，是衡量一个国家科学技术和综合国力的重要标志。而电信网络技术是提高电信通信系统速度，加强通信系统安全的重要手段。在 21 世纪，谁能控制通信系统，谁就将控制整个世界。

1.2 传统 PSTN 技术

PSTN (Public Switched Telephone Network)，即公共交换电话网。

电话网由终端设备、传输设备和交换设备 3 类设备组成。但只有这些设备往往还不能形成完善的电话网，还必须包括信令、协议和标准。从某种意义上说，信令是实现网内相互联络的依据，协议和标准是构成网的准则。它们可使用户之间、用户和网络资源之间以及各交换设备之间具有共同的“语言”，使设备进网、成网，并能使网络合理地运转和正确地控制，达到全网互通的目的，从而实现任意两个用户之间相互应答和交换信息。

1.2.1 交换技术

电话交换技术已经历了几次飞跃，更新了好几代。交换技术的几个主要特性的演变过程如下：

- 接续网络：从金属接点到数字开关（分立元件—集成元件—光子开关）；
- 信息形式：从模拟到数字；
- 复用技术：从空分到时分到波分；
- 控制方式：从人工到机电到电子到程序；
- 信令方式：从信令与呼叫信息交替用同一信道到共路信令，信令在独立的信道上传送；
- 接续特征：从电路到信息到分组；
- 信息宽带：窄带到宽带。

目前常用的交换可分为电路交换、报文交换和分组交换 3 种方式。新的交换方式有异步传输模式交换（ATM）和光交换。

（1）电路交换

电路交换是一种按终端设备的要求接续电路，使终端设备相互间进行通信的交换方式。在通信中，通信双方一直占用该电路，直到通信完毕。空分和时分是电路交换接续两种不同的实现方法。所谓空分，是指对各个通话接续分别提供空间即实线通道。时分是指许多对通话同时接在一根总线上，它以数字帧结构形式，把每帧中依次、周期性出现的时隙固定地分配给相应的用户，相当于为每个用户分配了固定速率的信道，使得各对通话同时进行，但又互不干扰。

（2）报文交换

报文交换是终端设备发出报文，由交换局接收并存储，并根据报文上的路由指示，等待通往目的地的通路空闲时，再把报文发出去。这种方式也称为“存储转发”方式。报文交换的主要特征是在各交换局内备有输入信息存储器。报文交换机具有代码变换、速率变换、检错、路由选择等功能，但报文交换仍有一定的局限性，从而出现了下面的分组交换。

（3）分组交换

分组交换和报文交换一样，是采用存储转发交换方式，把较长的报文分解成若干个较小的分组，作为存储转发的单位。每个分组都加上分组标题，用于指明分组的发端地址、收端地址及分组序号等。分组后的分组报文送于可达到目的地的多个路由上，这些分组可以在网内独立传输，也可由多个路由传输。到达接收端交换机后，这些分组信息按分组号组合并去除所加分组标题即可送至接收端机。

分组交换有许多优点。例如，采用了在数据通信过程中动态分配传输带宽的策略，使信道利用率大幅度提高；同时，独特的分组格式有利于纠错和分组重发规程的实现等。然而，因分组交换机具有流量控制、差错检验、校正和重发等功能，并采用了高级数据链路控制规程（HDLC）来进行状态管理，因而造成软件处理工作量大、处理时间长、不适应传输实时性要求较强的话音业务和电视图像业务。目前分组交换机的信息转移能力还达不到高速传输的要求。

（4）异步传输模式交换（ATM）

异步传输模式（ATM）交换也称为异步时分（ATD）交换或快速分组交换（FPS），是介于电路交换与分组交换之间的一种新的交换技术。它采用统计复用和简化的分组交换，能够实现各种信息流混合在一起的多媒体通信，其特点如下：

① 灵活性高，适应性强。可以适应范围宽广的可变码率和灵活的带宽分配，终端产生的数据比特流可以是连续的或突发的；可以适应各种宽带业务以及原有的窄带业务；也可以适应今后的未知业务。