

高等学校教材

计算机网络

王宝智 编著

- 系统性——反映网络技术经典内容
- 前瞻性——体现计算机网络发展的最新成果
- 可读性——语言翔实、易懂

国防工业出版社

计 算 机 网 络

王宝智 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书介绍了六个方面的内容,一是计算机网络体系结构,主要讨论了网络分层中的新发展,另外对经典内容做了系统的归纳;二是物理网络技术,主要讨论了快速以太网、千兆以太网、无线局域网、MPLS;三是计算机网络互联,主要讨论了IP协议、地址解析、域名解析、路由协议、VPN;四是Web数据库开发技术,主要讨论了多层C/S计算模型、流行编程技术ASP以及与PHP、JSP比较;五是网络安全,主要讨论了典型加密算法与应用、数字签名、证书系统、防火墙技术、安全模型、通信网安全、PKI、SET安全协议。另外一个重要方面的内容是计算机网络设备和综合布线系统。

本书可以作为计算机专业本科教材和相关专业研究生教材,也可以用作计算机网络培训教材和工程技术人员学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/王宝智编著. —北京:国防工业出版社,2001.5

ISBN 7-118-02496-1

I. 计… II. 王… III. 计算机网络 - 基本知识
IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第07478号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 30½ 704千字

2001年5月第1版 2001年5月北京第1次印刷

印数:1-4000册 定价:42.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

序

人类社会在经历了农业文明、工业文明之后,昂首进入了信息文明的知识经济时代。综观发达国家知识经济发展进程,我们可以看到国家信息基础设施 NII(National Information Infrastructure)所起到的重要作用,而 NII 的基本支柱就是计算机网络。计算机网络之于 NII 恰如血脉之于人类自身,其重要性不言而喻,无以复加。

计算机网络涵盖的内容很多,总的来讲,包括以下几个方面:计算机网络的体系结构、物理网络技术、网络操作系统、计算机网络互联、网络应用系统以及计算机网络安全等。

计算机网络发展很快,主要包括网络交换技术分组化趋势、网络基础设施宽带化趋势、网络功能结构扁平化趋势、网络业务应用 IP 化趋势、网络窄带接入的无线化趋势以及网络安全综合化趋势等几个发展动向。

当前,计算机网络的教育与其发展比起来要相对滞后,因此,如何将计算机网络的经典成果和最新发展以科学合理的组织结构,在一定的时间和空间要求下系统地传授给他人,显然是一件非常有意义的事情。

《计算机网络》的出版就是在这方面的有益尝试。这本书是王宝智同志第二本关于计算机网络的著作,他的《计算机网络技术及应用》已于 1999 年在其母校国防科技大学出版。此次,《计算机网络》在国防工业出版社的出版,表明了王宝智同志在国防科研试验人才培养领域新的探索和进步,是他对关心培养他的国防科技战线的前辈与同行的真心回报。

我在此对他表示由衷的祝贺!希望他再接再厉,再攀国防科技高峰!

常显奇

前 言

计算机网络在经济、文教、卫生、军事,甚至政治领域的应用正在深刻地改变着人类的生存环境和生活方式。全球的统计数字表明,Internet 用户数量每 6 个月翻一番。了解计算机网络知识,掌握网络技术已经成为当代社会成员网络生存的基本条件。

计算机网络知识的体系大致由以下部分组成:一是计算机网络的体系结构,包括网络的分层、协议等基本原理;二是网络的物理技术,包括以太网系列技术、ATM、光纤通道、存储局域网等网络交换技术;三是网络的操作系统,包括 UNIX 系列、Windows NT、NetWare 等主流系统;四是计算机网络互联,包括 TCP/IP 协议族和互联技术;五是网络的应用系统,包括 Internet 及其丰富多彩的应用。另外,网络安全的研究与应用发展很快,安全问题已由原来的一个附属成为当今网络的一个独立主题。网络安全内容已经成为网络知识体系的重要组成部分。

上述认识就是我们组织本书材料的指针。由于篇幅的限制,本书没有将网络操作系统等内容收录进来。另外需要说明的是,任何一本著作在撰写过程中都会遇到内容的创新性与成熟性的矛盾,本书也不例外。我们在充分总结计算机网络发展成果的同时,也考虑了前瞻性,目的是使读者在学习知识的同时,能够了解计算机网络的最新发展,引起他们的关注,激发他们进一步研究探索的热情。

参加本书撰写的人员还有:赵蓓(第 1、2 章)、陈建宇(第 8 章)。另外张炜、赵国华、刘秀琴、张炜、徐晓良、王鹏、卢东、马丽蓉、倪晶晶、张立强、张向林、邹波、吴关鹏、詹起航、陈西晓、张道昆、陈桂达、韩胜利等参与了资料的搜集整理和文字录入校对工作。

本书的出版得到了装备指挥技术学院常显奇院长、平凡副院长的亲切关怀,常院长还亲自为本书作序。作者谨此对他们以及所有关心本书出版的朋友表示衷心的感谢!

书中错误不当之处恳请批评指正。

目 录

第1章 计算机网络的若干热点问题	1
1.1 计算机通信网的发展	1
1.1.1 三网融合	1
1.1.2 移动通信	3
1.2 电信网的发展	5
1.2.1 电信网的演进趋势	5
1.2.2 我国电信网的战略转型	8
1.3 计算机网络的技术热点	15
1.3.1 网络交换的发展	15
1.3.2 IP电话的原理及关键技术	21
1.3.3 无线网络	24
1.4 Internet的热点	26
1.4.1 电子商务	26
1.4.2 远程教育	34
1.4.3 网络安全	38
第2章 计算机网络通信基础	43
2.1 数据传输的编码基础	43
2.1.1 有线和无线通信码型	43
2.1.2 光纤通信码型	46
2.1.3 频率、频谱和带宽	48
2.2 数字传输的电子学基础	49
2.2.1 概述	49
2.2.2 数字传输中的常见电平标准	50
2.2.3 数字传输基础	52
2.2.4 模拟传输基础	55
2.2.5 复用技术	57
2.2.6 光纤传输基础	58
2.3 数字数据交换技术	59
2.3.1 电路交换	60
2.3.2 报文交换	64
2.3.3 分组交换	66
2.4 差错控制	69

2.4.1 差错控制方法和特征	69
2.4.2 检错码基本概念	69
2.4.3 常用的检错码	70
第3章 计算机网络体系结构	74
3.1 参考模型	74
3.1.1 OSI 参考模型	74
3.1.2 TCP/IP 参考模型	78
3.1.3 OSI 模型和 TCP/IP 模型的比较	80
3.2 物理层	81
3.2.1 物理层接口	81
3.2.2 SONET/SDH	86
3.2.3 ISDN	90
3.3 数据链路层	92
3.3.1 数据链路层设计问题	92
3.3.2 协议描述和验证	98
3.3.3 数据链路层示例	102
3.4 网络层	105
3.4.1 网络层设计的有关问题	105
3.4.2 网络路由	106
3.4.3 流量控制	112
3.5 传输层	119
3.5.1 传输服务	119
3.5.2 传输协议的要素	122
3.6 应用层	123
3.6.1 WWW	123
3.6.2 超文本传送协议	128
3.6.3 WWW 搜索引擎	135
3.6.4 电子邮件	137
3.7 网络管理	145
3.7.1 SNMP 协议	145
3.7.2 网络管理技术	150
第4章 千兆以太网	156
4.1 计算机网络分类	156
4.2 局域网	157
4.2.1 局域网拓扑结构	157
4.2.2 局域网体系结构	157
4.3 快速以太网	163
4.3.1 概述	163
4.3.2 协调子层(RS)和介质无关接口(MII)	167

4.3.3 介质和拓扑结构	177
4.4 交换式以太网	193
4.4.1 第2层交换定义	193
4.4.2 交换式以太网的配置	193
4.4.3 VLAN	194
4.5 千兆位以太网	197
4.5.1 概述	197
4.5.2 100Mb/s 和 1000Mb/s 以太网之间的主要区别	199
4.5.3 千兆位 MAC 操作	200
4.5.4 协调子层和千兆位介质无关接口	205
4.5.5 1000BASE-X 的自动协商	214
4.5.6 千兆以太网全双工操作	215
4.5.7 千兆以太网流量控制	215
4.5.8 千兆以太网物理层技术	219
4.5.9 以太网比较	220
4.6 10G 以太网	221
4.6.1 10G 以太网基本指标	221
4.6.2 10G 以太网发展趋势	221
4.6.3 标准化工作	222
4.7 无线网络	222
4.7.1 无线局域网	222
4.7.2 WAP	224
4.7.3 HiperLAN	226
4.7.4 蓝牙技术	227
4.8 光纤通道	230
4.8.1 概述	230
4.8.2 光纤通道标准	231
4.8.3 技术对比	231
4.8.4 光纤通道系统	232
4.8.5 光纤通道网络	234
第5章 ATM 与 MPLS	235
5.1 ATM 的基本概念	235
5.1.1 ATM 概述	235
5.1.2 ATM 协议模型	236
5.1.3 ATM 的逻辑连接	240
5.1.4 虚通路标识符 VCI 和虚通道标识符 VPI 的转换	242
5.1.5 ATM 信元的结构	244
5.2 ATM 适配层	245
5.2.1 AAL 层的子层	245

5.2.2 AAL1 协议	247
5.2.3 AAL2 协议	248
5.2.4 AAL3/4 协议	248
5.2.5 AAL5 协议	250
5.3 ATM 通信量管理	251
5.3.1 ATM 通信量的特点	251
5.3.2 ATM 通信量管理中的一些重要参数	254
5.3.3 ATM 服务的 5 个种类	255
5.4 ATM 的安全	257
5.4.1 ATM 安全概况	257
5.4.2 ATM 安全服务	258
5.4.3 ATM 安全发报	262
5.4.4 小结	262
5.5 MPLS	262
5.5.1 MPLS 概述	262
5.5.2 MPLS 原理	265
5.5.3 MPLS 的流量工程	270
5.5.4 MPLS 的 QoS	273
第 6 章 TCP/IP 互联网	275
6.1 互联网的含义	275
6.2 IP 协议	276
6.2.1 IP 地址	276
6.2.2 IP 数据报的格式	282
6.2.3 IP 层处理数据报的流程	285
6.3 地址解析	288
6.3.1 基本概念	288
6.3.2 从互联网地址到物理地址	288
6.3.3 动态联编	289
6.3.4 从物理地址到互联网地址	290
6.3.5 RARP 协议	290
6.3.6 RARP 服务器	291
6.3.7 地址解析报文	291
6.4 域名系统	292
6.4.1 基本概念	292
6.4.2 TCP/IP 互联网域名	293
6.4.3 域名解析	294
6.4.4 域名服务器报文	297
6.5 Internet 路由协议	299
6.5.1 两类路由协议	299

6.5.2 内部网关协议 IGP	300
6.5.3 外部网关协议	307
6.5.4 无类型域间路由选择(CIDR)	309
6.6 ICMP、IGMP 协议	310
6.6.1 互联网控制报文协议 ICMP	310
6.6.2 Internet 组管理协议(IGMP)	313
6.7 下一代的网际协议 IPv6(IPng)	316
6.7.1 IPv6 概述	316
6.7.2 IPv6 基本首部格式	317
6.7.3 IPv6 的地址空间	319
6.7.4 IPv6 的扩展首部	322
6.7.5 ICMPv6	324
6.8 VPN 原理	325
6.8.1 VPN 的基本概念	325
6.8.2 VPN 的隧道协议	325
6.8.3 VPN 的隧道技术	328
6.8.4 VPN 的安全性	329
6.8.5 IPsec 协议	330
6.8.6 VPN 的 QoS	332
6.8.7 VPN 应用中的几个关键问题	332
6.9 IP 电话原理与标准	333
6.9.1 《IP 电话/传真业务总体技术要求》的主要内容	333
6.9.2 关于 H.323、SIP、MGCP、H.248 和软交换	337
第 7 章 计算机网络综合布线系统	343
7.1 传输介质概述	343
7.1.1 用途及特点	343
7.1.2 性能指标	345
7.1.3 规格型号	347
7.2 网卡	348
7.2.1 网卡概述	348
7.2.2 网卡基本概念和原理	348
7.2.3 网卡种类	349
7.2.4 网卡结构	352
7.2.5 典型网卡举例	353
7.3 中继器	354
7.3.1 中继器概述	354
7.3.2 中继器的共同特征	356
7.3.3 安全特性	356
7.3.4 智能上行连接模块	358

7.4 网桥	359
7.4.1 透明网桥	360
7.4.2 源路由网桥	362
7.5 路由器	362
7.5.1 路由器功能	362
7.5.2 路由器分类	363
7.5.3 路由器实现技术	364
7.6 交换式互联设备	366
7.6.1 概述	366
7.6.2 交换机交换机制	367
7.6.3 交换机通信机制	367
7.6.4 生成树标准(Spanning Tree)	367
7.6.5 交换机的流量控制	367
7.6.6 VLAN 虚拟网	368
7.6.7 MII 标准	368
7.6.8 Port Trunking 功能	368
7.6.9 交换网络管理	368
7.6.10 代表设备	369
7.7 综合布线系统工程设计概述	371
7.7.1 综合布线系统的概念	371
7.7.2 综合布线系统的子系统	371
7.8 综合布线系统工程设计等级	375
7.8.1 设计等级	375
7.8.2 设计要领	376
7.8.3 设计标准	376
7.9 工作区子系统	377
7.9.1 设计要求	377
7.9.2 确定信息插座的数量和类型	377
7.10 水平子系统	377
7.10.1 设计要求	377
7.10.2 水平子系统布线的拓扑结构	378
7.10.3 水平子系统布线的距离	378
7.10.4 水平布线线缆类型	379
7.10.5 水平子系统设计步骤	379
7.11 干线(垂直)子系统	381
7.11.1 设计要求	381
7.11.2 干线子系统布线的拓扑结构	382
7.11.3 干线子系统布线的距离	382
7.11.4 干线子系统布线电缆线类型	383

7.11.5 干线子系统设计步骤	383
7.12 设备间子系统	386
7.12.1 设计要求	386
7.12.2 设备间设计方法	387
7.12.3 配线间设计方法	388
7.12.4 二级交接间设计方法	388
7.13 管理子系统	388
7.13.1 设计要求	388
7.13.2 设计步骤	389
7.13.3 管理标记	390
7.14 建筑群子系统	391
7.14.1 设计要求	391
7.14.2 设计步骤	392
7.14.3 电缆布线方案	394
第8章 Web 数据库开发技术	396
8.1 网络应用计算模型	396
8.1.1 多层客户机/服务器结构分析	396
8.1.2 四层安全 C/S 结构	402
8.2 Web 数据库编程模式	404
8.2.1 常见模式	404
8.2.2 ASP、PHP 与 JSP 比较	407
8.3 VBScript	411
8.3.1 VBScript 描述	411
8.3.2 VBScript 代码元素	411
8.3.3 VBScript 数据类型	411
8.3.4 VBScript 变量	412
8.3.5 VBScript 常数	413
8.3.6 VBScript 运算符	413
8.3.7 VBScript 常用语句	414
8.3.8 VBScript 过程	414
第9章 计算机网络安全	416
9.1 网络安全技术综述	416
9.1.1 网络安全概述	416
9.1.2 常见攻击策略	418
9.1.3 网络安全规范	421
9.1.4 实现网络安全的方法和工具	423
9.2 加密算法与应用	424
9.2.1 概述	424
9.2.2 分组密码	424

9.2.3	RSA 公钥密码	436
9.2.4	加密技术应用	439
9.3	数字签名	440
9.3.1	身份验证与数字签名	440
9.3.2	哈希函数	441
9.3.3	数字签名标准(DSS)	443
9.3.4	密码协议	444
9.4	证书系统	445
9.4.1	常用证书系统特性比较	445
9.4.2	分布式证书系统的设计	447
9.4.3	网络的分布式安全应用框架	448
9.5	防火墙技术	449
9.5.1	防火墙的含义	449
9.5.2	防火墙的种类	449
9.5.3	防火墙的结构	451
9.5.4	主流防火墙技术	453
9.5.5	防火墙的安全漏洞	453
9.5.6	防火墙的发展	454
9.5.7	典型防火墙系统	455
9.6	网络安全模型	457
9.6.1	模型体系结构	457
9.6.2	网络安全服务层次模型	458
9.7	通信网的安全问题	459
9.7.1	通信网和信息安全含义	459
9.7.2	通信网面临的安全威胁	459
9.7.3	通信网安全的核心——信息安全	460
9.7.4	通信网安全的层次结构	462
9.8	安全技术应用	462
9.8.1	电子商务的安全平台 PKI	462
9.8.2	网络安全的实施	467
9.8.3	SET 安全协议	469
附录	信息安全标准相关组织及标准	472
参考文献		474

第1章 计算机网络的若干热点问题

本章中,我们通过概述与计算机网络相关的若干热点问题,一方面总结介绍计算机网络应用的一些成果;另一方面,激发读者对计算机网络及其相关领域发展的关注。

1.1 计算机通信网的发展

1.1.1 三网融合

一、三网融合的背景

所谓三网融合是指电信网、广播电视网和计算机网的融合,它包含两个层次的内容。

(1)单纯的物理通道上的融合,它已不存在技术障碍。电信网络的骨干网和主干网,基本上是以光纤为主,目前仍有相当余量,并且有的已经配备了相应的设备,完全可以用来传输其他信息和信号。现在有线电视的传输骨干网已经使用了光纤。

就光纤的传输能力来看,一根光纤即可以传送数十路电视信号,由于各个网络的传输能力在满足自己本身的需要之外,仍然有相当大的冗余,因而为其网络寻找出路,向其他行业进军,就很自然了。至于电信网络和计算机通信网络,在两个网络建成伊始,就已经考虑连接在一起。

正是由于电信网、广播电视网和计算机网在传送信息时,本身并没有对信号和业务具体地规定和限制,因而这些网络一方面可以与其他信息网络互联,另一方面也可以使用其冗余和备份的光纤网络来传送其他网络的信号,因而从光纤网络或者其他传输网络的互相连接来看,这种网络的融合是非常自然的事情,联网也就顺理成章了。如果这种联网只意味着信息和交互,那么这样一种融合与其本身的业务并没有联系,因此这种网络的融合是低级别上的合一,从技术上来看,完全没有困难。

(2)信号的通信传输在网络上进行高水平的融合,从技术上来讲,还有一些问题需要解决。

就网络建设来说,早期的通信网络是根据通信业务的要求来建设的,每一种通信业务都需建设一个与其业务特征相适应的传输网络。例如:电报通信、电话通信、各种不同速率和方式的数字通信、移动通信、图像和电视会议等,都是通过不同的网络来进行。与此同时,为了保证通信的准确进行,还建立了各种通信协议,以保证不同厂商制造的设备能够互相通信。

因此,按照以往的情况,一般而言,即使在通信业务内部各种通信网络也是不能互联互通的。随着通信业务的不断多样化,传统的为每种业务建设专门传输网络的做法代价

太大,更重要的是不能适应其他信号的通信和使用,同时,不同网络执行不同的协议、不能互通也不利于各种信号媒体的互相转换。为此,通信界经过多年的努力,在 80 年代提出建立适合于多种通信方式、可以综合传输各种信号的通信网络,这种网络可以传送包括语音、数字、图像在内的各种信号,故称为综合业务数字网——ISDN。目前,综合业务数字网已经从窄带(N-ISDN)发展到宽带(B-ISDN)。当前成熟的 B-ISDN 通信技术是异步传输模式 ATM 技术。

对于 Internet 来讲,TCP/IP 成为事实上的开放系统互联的体系结构标准,并由此开拓了 IP 在数据业务乃至多媒体业务上的广泛应用。尽管 IP 业务在通信质量和服务水平上还存在不少问题,它在实时业务、路由调度、流量控制上还不敌 ATM,在安全机制上也有不少缺陷,又因其寄存在 ATM 等通信网络之上,从而使得其网络容量不够,甚至普遍存在瓶颈,但是随着 Internet 的业务快速增长及 IP 的适应性,IP 的快速增长也已呈现必然的趋势。就目前的形势来看,ATM 和 IP 这两种技术在一定的时期内均将存在,甚至于互相支持,互相融合。

二、三网融合的含义

从上面分析来看,我们所说三网融合,并不只是三种网络简单的互联,它应该具有以下几个含义:

(1)信号可通过网络之间的物理层直接传递,或者经过组织变换,从一个网络传送到另一个网络中去,或者在通过另外的网络传送到用户的终端时,不改变信息的内容,也就是说,网络之间是互相透明的。

(2)用户只与一个物理网络相联,就可以享用其他网络的资源或者与其他网络上的用户通信。

(3)各个网络的业务可以相互独立,互不妨碍,并且在各自的网络上可以像以往那样独立发展自己的新业务。

(4)网络之间的协议是可以兼容或者可以进行转换的。这是由于各个网络都有自己的协议,因此信息从一个网传送到另一个网时它应该满足所转向网络的协议的要求。

(5)从信息高速公路和国家基本建设的角度来看,三网融合需要统一原先分散建设的各种网络,以便实现面向用户的自由透明而无缝的信息网络,实现人类在信息传输上的充分自由。

(6)从市场经济来看,网络互联,三网融合本质的目的是充分利用现有的通信设备和资源为用户服务,在服务过程中保持既得的市场,发展更大的市场,这在当前技术发展的条件下,是非常重要的,因为目前还存在着一个网络吃掉另一个网络的可能。

三、实现中的问题

网络之间的融合,可以分两个阶段去实现:第一阶段是指低级别的融合,即简单的网络互通;第二阶段是高层次的融合,即网络和信号的互连互通,当然这两个阶段不一定存在严格的分界线,只是在不同时期过渡和实现网络之间融合的两种途径。总的来看,目前三网合一有着以下几个方面的问题。

(1)ATM 和 TCP/IP 之间的关系。目前有两种观点,一种认为 ATM 将为 IP 所取代,另一种观点则是 ATM 与 IP 网络的融合,或者称之为集成。集成最主要的是需要解决 ATM 和 IP 这两种网络技术中使用的寻址方案和地址编码方案的统一问题,以及由此产生的路

由协议问题。

实际上,由于 ATM 技术和 IP 技术都已经得到应用,因此,两者除了竞争、发展以外,这两种技术的结合,也成为需要研究的技术问题。ATM 技术是面向连接的技术,就传输而言,它提供交换机之间的直接的宽带连接,吞吐量大,服务质量高,可以完成宽带电路的连接。就传输信号而言,ATM 既是通过电路的接续实现传输的,又是通过信元来实现传送的,这一点又具有分组交换的特点。IP 技术属于无连接的传输,信息传送根据 IP 包中所含的源和目的地址,依靠计算机通信网络中的路由器完成,这样,ATM 技术的通信网络和 IP 技术的通信网络在互联时,就必须解决一系列技术问题。

(2)网络管理的复杂性。电信网发展至今,有着相当严密的管理体系。从早期的各种通信协议、建议、规定、章程到如今的智能网络管理系统 TMN,以及正在发展的 TINA,使得各个通信系统有条不紊地规范运作。因此各种电信网络的管理系统保证了通信的正常运行。

但是,IP 网络完全是另外一种管理思想和体系,寄存在电信网上的 Internet 网络也有自己的管理方法和系统。就 Internet 而言,其本身并没有一个主管部门、单位或公司,它的传输保证是路由分配和协议,对于可能丢失的分组,尽管网络可以再要求重新传送,但是在实时的场合,特别是在巨大数据量的情况下,通信质量如何,也还是一个未知数。至少在目前的 Internet 上,当上网的用户数量增多之后,数据传输速度之慢令人难以忍受。其他各种管理措施也相当缺乏,这也给网络的融合带来了很大的难度。

(3)作为一个庞大的通信信息网络,在多个经营者面前,还有许多具体的问题有待解决,如计费、拆账、接口、连通、互通、维护和更新发展等,目前尽管离解决问题和实现构想还有一定的距离,但是研究和分析这些问题已经提到议事日程上来了。

总的来说,三网融合建设上有一定的难度,但绝对不是不可逾越的。就国际范围来讲,有待技术的进一步成熟、关键问题的突破、市场分工和利益分配的问题解决。就国内而言,关键的问题在于系统分工和政策的制订。

1.1.2 移动通信

一、第一代移动通信系统

第一代移动通信系统(也叫 1G)主要采用模拟和频分多址(FDMA)技术。整个发展过程又可分为三个阶段,即小容量大区制(或单区制)人工交换移动通信系统、中容量中区制自动交换移动通信系统和大容量小区制程控交换移动通信系统。

二、第二代移动通信系统

第二代移动通信(2G)起于 20 世纪 90 年代初期,流行于 20 世纪 90 年代中后期。第二代移动通信系统主要采用数字式时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)技术。其产品类型又可分为两大类,即第一类数字式 TDMA 系统和第二类数字式窄带 CDMA 系统。

第二代移动通信在整个移动通信发展史上起到了重要作用,在这个阶段中的系统构成方面,与模拟系统无多大差别。所不同的仅是在射频调制技术、多址方式、话音编码、信道编码和数字信号处理、控制信道以及保密和确认等 6 个方面采用了全新的数字技术,因而使得移动通信性能增强了许多。

第二代数字移动蜂窝通信系统除了在第一代模拟移动通信的基础上进一步提高了频

谱利用率、扩大系统容量并增加非话音业务外,还把 IC 卡(即 SIM 卡)技术应用于其安全保密措施之中,原则上杜绝了移动通信中的“盗号”与“扒机”现象。IC 卡的应用为移动电话的安全使用起到了关键性的作用。

该系统的另一个明显特点就是,由于超大规模集成技术的应用,移动台和基站的体积、重量和功率可以大大降低,同时手机的升级换代迅速,功能更为丰富,品牌和式样也不断翻新。

三、第三代移动通信系统

第三代移动通信(3G)系统也叫“未来陆地移动通信(FPLMTS)”系统,由国际电联(ITU)正式命名为 IMT-2000,意即第三代移动通信系统是工作在 2000MHz 频段,并于 2000 年左右正式投入商用。IMT-2000 是一个全球无缝覆盖、全球漫游,包括卫星移动通信、陆地移动通信和无绳电话等蜂窝移动通信的大系统。它可以向公众提供前两代产品所不能提供的各种宽带信息业务,如高速数据、慢速图像与电视图像等,传输速率高达 2Mb/s,带宽可达 5MHz 以上。第三代移动通信 IMT-2000 技术标准,是一种真正的“宽频多媒体全球数字移动电话技术”,并与改进的 GSM 网络系统兼容。第三代移动通信技术还未正式投入商用,因此最终的技术方案与特征也还是一个未知数。

IMT-2000 的首选技术是宽带 CDMA(W-CDMA)。W-CDMA 技术方案较多,目前基本上有两种:一种是美国的,与 IS-95 互相兼容;一种是欧洲和日本的,不与 IS-95 兼容。美国的 CDMA-One 建议采用多级 DS-SS-CDMA,射频信道带宽为 1.25、5、10、20MHz,PN 码片速率为 1.288、3.6864、7.3728、14.7456Mb/s,采用多级的目的是在于可将 5MHz 分为 3 个 1.25MHz 带宽的信道,以便对 IS-95 后向兼容,可以共存或重叠。日本的 W-CDMA 建议采用相干多码率宽带和多频带 DS-SS-CDMA,它采用 1.25、5、10、20MHz 带宽,扩频码片速率为 1.024、4.096、8.192、16.384Mb/s,此建议被日本和欧洲多家公司支持,共同采用的无线传输技术为 W-CDMA,其核心网络沿用了 GSM 网络平台,目的在于从 GSM 演进到 IMT-2000。欧洲的 T-CDMA,该方案将 FDMA、TDMA、CDMA 组合在一起,特点是信息间隔扩展为 1.6MHz,帧结构和时隙结构与 GSM 相同,移动台将采用双模手机,以便在网络、信令层与 GSM 兼容,达到由 GSM 平滑过渡到第三代移动通信系统。

我国的第一代和第二代移动通信虽然起步较晚,但第三代正好赶上时候。因此,我国 1998 年不失时机地按照国际电联规定的时间提交了中国的第三代移动通信技术标准建议,即 TD-SSCDMA 技术方案。这是我国首次向国际电联提出的中国建议。TD-SSCDMA 技术是一种基于 CDMA,结合智能天线、软件无线电、全质量语音压缩编码等先进技术的优秀方案。TD-SSCDMA 技术的一大特点是引入了 SSF 同步接入信令。运用 CDMA 技术,减少了许多干扰,并使用了智能天线技术。另一大特点是在蜂窝系统应用时的越区切换采用了指定切换的方法,每个基站都具有对移动台的定位功能,从而得知本小区各个移动台的准确位置,随时认定同步基站。TD-SSCDMA 技术的提出,对于中国能够在第三代移动通信标准制定方面占有一席之地起到关键作用。

第三代移动通信结合了第一代和第二代的性能,简化了第二代系统向第三代系统的过渡,这种结合和演进决定了第三代移动通信技术的多样性和复杂性。然而其中最重要的特点是在不同环境提供多媒体业务,这不仅能像前两代那样提高话音业务容量,而且还能将话音、图像等多种业务统一结合起来,使得人们无论在何时何地都可以自由通信;不