第一篇　通信类

需要全本请访问 www.ertongbook.com

一．第三代移动通信系统

（一）概 况

国际上通常将 70 年代末出现的模拟蜂窝移动电话、无线寻呼、无绳电话和集群通信等作为第一代移动通信系统，而将 80 年代末开发的数字蜂窝、高速无线寻呼、数字无绳电话和数字集群作为第二代移动通信系统。国际电信联盟（ITU）正在制定系列标准的未来公众移动通信系统(FPLMTS/IMT-2000) 定义为第三代移动通信系统（TGMS），预计在 2000 年左右投入使用。

移动通信系统第一代的主要特征为模拟技术、蜂窝结构网络等多类系统，每类系统又有多种互不兼容的技术体制；第二代的主要特征为数字技术，仍是多类系统，但每类系统中的技术体制有所减少；第三代以全球通用、系统综合作为基本出发点，试图建立一个全球的移动综合业务数字网。它集合了蜂窝、无绳、寻呼、集群、移动数据、移动卫星、空中和海上等各类移动通信系统的功能；将提供与固定电信网的业务兼容、质量相当的多种话音和非话音业务；将实行全球联网用袖珍个人终端作全球漫游，从而实现人类梦寐以求的在任何地方、任何时间与任何人进行通信的理想。

（二）主要技术内容

1．系统结构

FPLMTS 的系统结构可分为陆地部分和卫星部分，每部分都由各种基础设施和多种用户终端所组成，基站与终端之间有 4 种无线接口。

2．频谱需求

根据对不同的移动终端、移动环境，不同的业务及业务所需频谱的研究结果表明 IMT-2000 所需最小频谱带宽约为 230MHz． IMT-2000 划分频带如下：

	频带（MHz）	带宽（MHz）	频带（MHz）	带宽（MHz）	可用时间
陆地	1885 — 2025	140	2110 — 2200	90	2000 年前
卫星	1980 — 2010	30	2170 — 2200	30	2000 年始

3．技术特性

(1)无线接口系列。按照开放系统互连（OSI）模型制定信令接口标准， 4 种无线电接口是实现 IMT-2000 移动侧与网络侧之间无线电磁互连的手段。应具有最大的通用性，允许使用同一个接口可完成不同的应用。

(2) 无线覆盖分区。为提高频率复用效率，无线电覆盖采用蜂窝结构，如下表。

蜂房类型	巨区	宏区	微区	微微区
蜂房半径（km）	100 ～ 500	≤ 35	≤ 1	≤ 0．05
安装地点	LEO/HEO/GEO	建筑物塔顶部	灯杆建筑物墙上	建筑物内
终端速度（km/h）		≤ 500	≤ 100	≤ 10

(3) 服务质量。在无线信道的条件下能提供与固定有线网（PSTN/ISND)相当的服务质量水平。话音同固定有线网中运用的 32kbit/s ADPCM 有等效的性能，并尽可能降低比特速率，以提高频谱效率。支持分组交换数据和电路交换数据，达到 ITU-T/G-174规定的数据性能要求。话带数据支持 G3 类传真机。

(4) 安全性。安全性包括保密性、完整性、鉴权、授权、私密等内容，应能提供与固定有线网相当的安全级别。对安全性的系统要求，对故意的、偶然的和管理的威胁都作了详尽分析，而分别采取了对策。

4．运行特性

(1)网络识别和编号均按 ITU — T 相应的建议。互连信令按 ITU — T 7 号信令系统。应允许在不同的网络中应用不同的计费和费率。

(2)呼叫处理。为使无线电信道能有效利用，对信道的指配、建立和释放应有控制程序。

(3)监视。应有那些可为完成信道状态监督并维持所需质量必须的功能。

(4)位置登记。按 ITU-R 建议 M.624 及 ITU-T 建议 Q.1003 和 Q.1004 规定的原则。

(5)网络互通。 IMT-2000 应按 ITU- 建议 Q.103 和 Q.1032 规定的原则与 PSTN 和 ISDN 互通，并按 ITU-T 建议 X.300 与 PDN 互通。

5．关键技术

IMT-2000 中最关键的是无线传输技术，为此 ITU-R 特制定评定无线传输技术的程序和准则。其评定工作尚待进行，因此，还不能列出最终优选的最佳无线电传输技术。主要有：

(1)多址技术。当前有 FDMA 、 TDMA 和 CDMA 及其结合，必须选择频谱效率最高的灵活的多址方案。

(2)调制技术要求传输效率大于 1bit/s/Hz 的数字调制。

(3)信源编码技术。要求低速率、低时延、高质量的数字话音编码和图像压缩编码。

(4) 信道编码技术。应采用一系列差错控制技术，以适应移动无线电信道特性。

(5)射频技术。由于工作频带增高，给射频技术的功率、效率、线性和成本带来不利影响，有待射频集成电路技术的进步，以实现小于 200 立方厘米、 200 克的袖珍个人终端。

(6)宽带高速率技术。第一阶段用户比特率约达 2Mbit/s ，第二阶段为增加新业务，可能需要更高的比特率。

(三)国内外现状

1990 年 CCIR 产生了未来公众陆地移动通信系统（FPLMTS)第一个建议 M.687 ，这就是第三代移动通信系统的由来。 CCIR 鉴于 FPLMTS 仅有一个概述性建议是远远不够的。当年正式成立了 TG8/1任务组，着手系列标准的制订。国际上除 ITU 以外，欧洲共同体国家早已设立 RACE-1043 项目，从事他们的第三代 UMTS 的研究。美国则热衷于各种个人通信业务(PCS) 的研究与试验。日本则改变过去两代都自搞一套的作法，积极参加 TG8/1 的工作，打算将第三代移动通信系统融于国际统一的标准中。

我国仅作了一些技术跟踪性工作，国家“ 863 ”高技术研究发展计划 BIP-ISDN ，其中的个人通信技术分项，仅对 CDMA 蜂窝系统、无绳电话和无线本地环路等列有研究课题。因此，第三代移动通信系统的研究可以说在我国尚是空白。

（四）市场分析

近十余年来世界各国蜂窝移动电话以年平均增长率 50%左右高速发展。1996 年 5 月全世界蜂窝用户已突破 1 亿大关。其中主要是第一代产品。第二代的 GSM 系统到目前已有 86 个国家的 150 多个网络经营者,到 1996 年底仅欧洲即有 1600 万用户,已超过第一代数量；CDMA 系统后来居上，近一年来呈蓬勃发展的势头。

预测到 2000 年全球移动电话将占全球通信市场的 21%,用户数量达 1.5 ～ 2.5亿（有的报导预测将超过 3亿),亚太地区可达 8000 万,其中 88%的用户所用的将为第二代产品。移动通信另一类系统一无绳电话也在迅速发展，仅美国现在就有 6000 多万用户。第二代的日本 PHS 数字无绳电话以异乎寻常的速度增长，现已超过 200 万用户，预计 2010 年日本将达 3800 ～ 4300万个用户。美国新近推出更为先进的低成本 PACS 数字无绳电话系统，预计市场前景良好。第三代移动通信系统 IMT-2000 集合了蜂窝电话、无绳电话、无线寻呼、集群调度以及移动数据等各类第二代系统的功能，一旦开发成功，部分实现了个人通信的理想，从当前两代移动通信系统的市场增长趋势预测，第三代的市场前景将是十分诱人的。全球现有 55 亿人口，按个人通信的需求估计个人袖珍终端最终将达 50亿，移动通信设备必将继收录机、电视机、录像机之后居家用电子产业的第一位。

（五）发展趋势

IMT-2000 第一阶段的系列建议 ITU 计划将在 1998 年完成，还将在第二阶段不断完善和提高，设法在第一阶段的基础上增加需要更高比特率的新业务。可以说第一阶段的目标是实现移动 ISDN ，第二阶段是实现移动 B-ISDN 。更高的目标必然是建设一个能传输活动图像的全球个人通信网。在此基础上，有人建议移动通信频段向微波高端及毫米波波段开拓，以获得丰富的频率资源，发展超高速多媒体移动通信。

（李进良撰稿　王存肃整理）

二. 数字移动通信(GSM) 手持机

（一）概 况

GSM 是第二代移动通信的代表体制，产生于 80 年代， 1992 年首先在欧洲投入运营，随后即发展成世界范围广泛应用的数字蜂窝移动通信标准，目前全世界已有八十多个国家 100 多家运营公司经营 GSM通信网络提供电信服务。 GSM手持机是 GSM 网络中最基本的用户终端设备。

（二）主要技术内容

GSM 手持机集中了当代移动通信和电子技术的最新成就。同时， GSM 又是现代移动通信进一步发展的良好基础。 GSM所建立的交换平台、空间接口标准和网络标准，都是移动通信领域的发展基础。 GSM手持机技术带动了现代语音编码技术、移动通信数字传输技术、数字信号处理技术、单片微波集成、低功耗高压频技术、低功耗超大规模集成电路技术、通信软件设计技术和高效电源设计技术的高速发展，同时也为其它移动通信体制手持机设计技术进步奠定了基础。GSM 手持机的基本技术要求是符合 GSM 标准，包括主要通信参数，如工作频段、 890-915MHz 上行信道和 935-960MHz 下行信道，频道间隔 200kHz ，传输速

率 270.8kb/s， 8 时隙 TDMA 帧结构，和 13kb/S 话音编码等，同时通信软件必须与 GSM 标准规定的全部通信协议相一致。当前GSM 手持机市场竞争相当激烈，其竞争的技术特征主要在外观、体积、重量、功耗（连续通话时间和守候时间）等方面。

GSM 手持机的价格竞争将日趋突出，目前价格与成本相比，仍然处于利润优厚的状态。在国内市场销售价大约为 4000 元人民币，而制造成本实际上在 200 美元左右。我国 GSM 手持机的开发，已在“八五”期间由国家重点科技（攻关）计划组织实施，完成了具有 90 年代中期国际先进水平的产品开发设计。因此，在当前进行的产业化工作阶段，其主要技术设计任务在于：实现规模化生产设计，使整机能适应高速、大规模生产；实现商品化设计，使整机具有容易为用户接受的外观和人机界面；实现市场竞争性设计，使整机具有突出的优点，并创新设计技术取得自主知识产权，以增强产品的竞争力。 GSM 手持机生产必须有起码的规模，不成规模就难于保证质量和技术，但规模越大就越有风险。初步测算，建立一个年产 50 万台手持机的规模生产线是必要的，其生产线建设投入约 600 万美元，为保证技术不断创新的开发环境建设，建立研究开发中心，其投入大约 5000 万元人民币，加上生产的流动资金投入，因此，总资金需求约 2 亿元人民币。

（三）国内外现状

最早的 GSM 通信系统是 1992 年在西欧投入运营的，很快就从西欧发展到东欧，以至亚洲、大洋洲和北美地区，至 1995 年全世界使用 GSM 通信系统的国家和地区已达到 85 个。GSM 已成为全球性移动通信标准，它产生于欧洲，目前全世界知名的通信公司都在开发 GSM，但其总体设计，甚至产品开发几乎都集中在欧洲，近年来，才开始向亚洲、北美扩展。配套元器件生产遍及全世界，但芯片设计多集中在欧洲或跨国公司的欧洲企业，近年来美国的芯片产业正快速发展，无源器件则以日本产量为最大，其次在美国。目前世界上最主要的 GSM 手持机研制厂商是 Nokoa 、 Ericsson 、 Motorola 和 Seimens 。

我国 GSM 手持机开发是“八五”国家重点科技（攻关）计划项目，由广州 XX 所承担，基本设计达到了国际 90 年代中期先进水平。

（四）国内外市场分析与发展趋势

国际电信市场，特别是移动通信市场正进入高峰期， 1996 年，全球数字移动电话用户数增加 5000 万，总数已达 1.37 亿，比 1995 年增加 53.4% ，亚太地区增幅最大，达 90%，其次是拉美、欧洲，分别是 65%和 55%。据 Ericsson 公司预测，今后 5 年内，全球数字移动通信用户数将达 5.9 亿。

我国是世界上移动电话增长最快的国家， 1996 年底移动通信用户数已达 660 万，其中 GSM 达 161 万，据原邮电部预计今后每年可增加增加 400 ～ 500 万。目前我国蜂窝移动通信市场几乎全部被外国公司所占领，进入中国市场的外国公司达 28 家之多，但销售量最大的几家公司仍然是 Nokia 、 Motorola 、 Ericsson 。

GSM 是个不断发展的标准，第一阶段标准是满足基本通话需求，第二阶段则增加了数据业务和补充业务，话音质量也有改进。从设备设计上，手持机进步最快，重量、尺寸不断减少，耗电降低，通话和守候时间加长，所使用的集成电路集成度更高，电源电压更低，普遍驱向于使用镍氢电池和锂离子电池。手持机的成本不断下降，目前利润率仍然很高，价格竞争很快会突出来。

（刘礼白撰稿 王存肃整理）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三．数字集群移动通信系统

集群无线通信系统为多信道共用、动态分配信道的无线调度专用通信系统；数字集群无线移动通信系统以无线移动数据传输、控制、交换为主，是能综合传输数据、话音、图文信息的数字无线移动通信系统。与第一代模拟集群系统相比，具有频谱利用率高、抗干扰性强、传输的数字信号保密性强等优点。数字集群通信自 90 年代发展起来后，正逐步取代现有模拟集群通信系统，成为第二代产品。数字集群系统以基站（信道机和基站控制器）、交换机（电话交换机和数据分组交换机）、网络管理终端和用户设备（车载台、手持机和数据终端）等组成，能够组成单区网、链状网和广域网。

（一）概 况

专用移动通信网是有通信调度或信息传递特殊要求的经济和专业部门，如公安、交通、水利、铁道、石油等部门为沟通或调度内部业务信息而建立和使用的无线移动通信网。它可与公众电话网(PSTN)或其它部门的专用有线交换机互联或不互联。它必须保证内部业务信息的时效性、保密性、适用性，满足专项业务对通信的特殊要求。

专用移动通信网是移动通信中发展最早的门类之一， 70 年代主要应用常规对讲机，80 年代前期主要应用无线拨号电话， 80 年代后期应用模拟集群系统，它同无线拨号系统和对讲机相比，具有接续快、功能强、频谱利用率高、组网灵活等优点。因此，自 1985 年以来，世界各国和我国都先后建设了模拟集群系统，也是专用移动通信网的第一代。进入 90 年代后，由于数字计算机网普遍应用，数据业务和多媒体通信蓬勃发展，模拟集群移动通信系统技术已经落后，它不便加密、不易联网、不适于数字传输，功能不强，再加上我国模拟集群网使用多种制式，信令不统一，互不兼容、联通，这样就给跨地区的广域网全程调度带来严重困难，不能满足我国各专业部门未来发展的需求。为了满足经济部门发展信息化建设的需要，迫切需要开发数字集群系统。 90 年代中期，国际电联开始制定数字集群系统技术体制建议，各先进国家都在大力发展，并相继投入市场，势必要代替模拟集群系统，成为第二代专用移动通信系统，预计到 2000 年将很快占领欧洲和世界市场。趁数字集群系统目前尚未进入我国市场之机，正是我国研制开发和建设专业移动通信网的良好时机。据了解，国际上数字集群移动通信系统有六、七种不同技术体制，必须优选适合我国国情、技术先进的体制，并且组织我国多家科研、开发和生产单位的优势力量联合开发研制，在最短时间内，向用户提供具有特色的优质产品，以占领市场。

（二）主要技术内容

1．技术特性

⑴ 采用时分和码分多址方式，具有信道动态分配及功率控制，使用数字话音插空 DSI 和数字信号处理技术等，系统频谱有效利用率高，在有限的频谱资源容纳比模拟集群系统多 4 ～ 7 倍的用户。

⑵ 采用扩频和跳频技术，提高抗干扰性能。

(3) 可为用户提供话音加密、鉴权技术。不仅话音加密，且在端口进行加密，因此其保密功能比现有的 GSM 数字蜂窝要好。

(4) 用户可获得更大范围服务。不仅可向移动用户提供话音，而且提供文字、数据、图形、图像等任何信息媒体，并能与公众固定通信网 PSTN 、 ISDN 及公用数据网 PDN 兼容。

(5) 具有自动位置登记、自动漫游和无隙的信道自动切换。

(6) 一机多用，即一台设备中可完成调度、电话互联、数据传输和无线寻呼功能。

(7) 采用数字处理技术使信道机和移动台价格比模拟要低廉，且移动台重量轻、体积小和耗电少。

数字集群系统不仅用于公安、交通、铁路、电力、石油、水利等部门，而且还可用于军队战术、战备通信网，通过自行开发网络管理软件和加密，来实现军事通信。

2 . 数字集群系统的主要技术经济指标

(1) 频率范围： 800MHz 频段和 450MHz 频段；

(2) 频道间隔： 25kHz ；

(3) 多址方式：采用 TDMA 时分多址和 FDMA 混合方式；

(4) 调制方式：采用线性调制；

(5) 话音编码：采用参量编码和波形编码混合方式；

(6) 传输速率： 36 ～ 64kbit/s ；

(7) 加密：五级加密；

(8) ID 码在 1 亿以上；

(9) 具有漫游和自动位置登记，适用广域网；

(10) 具有自动越区切换功能 (HAND OFF)；

(11) 具有 PSTN 、 PABX 、 PDN 、 LAN 接口功能；

(12) 无线覆盖区，具有大区或蜂窝小区网络结构；

(13) 业务范围：适用于电话、数据传输、文字、静止图像、电子邮件 (E-mail)；

(14) 呼叫方式：具有选呼、组呼、会议呼、紧急呼叫、短信息呼叫、信息状态、强拆强插；

(15) 传输方式：具有消息集群和传输集群；

(16) 通信方式：单工、双工、直接模式。

3 . 关键技术

(1) 话音编码技术。由于数字集群系统信道间隔在 25kHz ，所以要求编码信号的速率较低，而且应有较好的话音质量和较短的迟延。一般语音编码方式采用 AMBE 改进的声码器编码方式，或 VSELP 矢量和激励线性预测编码方式，或 ACELP 代数型激励线性预测。编码速率在 4.6kbit/s 以下。

(2) 数字调制解调技术。数字集群系统采用线性主调制技术，优点是频谱利用率高、主码率低、可消除邻道干扰。同时线性调制要求射频放大器采用线性功率放大器。

(3) 多址技术：采用时分多址技术 (TDMA) ，即在第一频道内分割成若干时隙，然后根据一定的时隙分配原则，使各个移动台只能按指定的时隙向基站发送信号，在满足定时和同步的条件下，基站可以分别在各时隙中接收到各移动台的信号而不混扰。或采用跳频技术，可在一个服务区内频率重复使用，这不仅减少干扰，而且扩大用户容量。

(4) 网络结构中具有电话模式和数据模式的两种无线交换机，并具有无线计算机局域网(LAN)、综合数据网(ISDN)和公共数据网的路由和接口。

(5) 移动台上均配有数据终端和配有各种专业数据软件。

技术难点是：

(1) 无线传输接口信令和协议；

(2) 话音编码和信道编码合在一起的超大规模集成电路；

(3) 网络管理、移动业务管理和各种网络接口协议；

(4) 线性功率放大器及收发信机模块等器件。

（三）国内外现状和市场与发展趋势

国外数字集群系统主要研制企业有 APCO-25(美国 Motorola 公司)、TETRA(新西兰 Tait 公司、法国 Alcatel 公司)、IDEN(美国 Motorola 公司)、IDRA(日本)、EDACS(爱立信-通用电气公司)和 FHMA (以色列、美国、韩国合作)。国内研究和生产数字集群系统的单位主要有广州 XX 所、石家庄 XX 所、天津 XX 厂、湖北 XX 厂、武汉 XX 厂、深圳华为公司、山东华光公司等。国内专用移动通信使用单位主要分布在公安、交通、城市服务和企业生产调度等行业。预测 2000 年国内市场为 70亿元，2000～2005 年预计可达 400 亿元。

技术发展趋势如下表所示。

	70 年代	80 年代		90 年代		21 世纪初期
		前期	后期	前期	后期	
制式	常规对讲	无线拨号电话系统	单基站集群系统	广域集群系统	数字集群系统	广域数字集群系统
网络形式	端对端	一般网络	一般网络	智能网	智能网	智能网
传输模式	模拟通话	模拟信令/模拟通话	数字信令/模拟通话	数字信令/模拟通话	数字信令/数字业务	数字信令/数字业务
应用范围	点对点通话	多址通话	调度/有线电话/无线电话	多区调度/多区有线电话网/多区无线电话网	电话/数据传输/车辆自动定位（GPS）/车辆自动控制（AVC）/计算机通信寻呼业务	多区电话/多区数据传输/电视会议电话/可视电话/多媒体业务等

（康士棣石爱莲撰稿　王存肃整理）

四．码分多址数字移动通信（CDMA）

（一）概况

码分多址(CDMA）数字移动通信系统技术是美国 90 年代推出的新一代数字蜂房移动通信技术。由于此技术具有频谱利用率高、系统容量大、话音质量好、系统建设成本低等优点，该技术一面世就受到了世界各国的重视。在 90 年代中期， CDMA 技术与系统开始商业化。 1995 年 10 月，香港开通了第一套 CDMA 的商用系统，随后美国、韩国等国家相继开通了商用网，许多国家也在准备开发和建设 CDMA 系统。

CDMA 技术是基于扩展频谱通信技术的多址技术，是继频分多址（FDMA)技术(模拟移动通信）、时分多址(TDMA）技术（第一代数字移动通信）之后的一种新的数字移动通信多址技术，其技术的主要特征是：多个用户的信号采用正交编码的方式在同一频带内进行传输，用相关接收的方式达到信号多址的目的。

（二)主要技术内容

1． 主要技术指标(以 IS-95 为标准的 CDMA 数字蜂房系统为例）

复用方式： CDMA

扩频码速率： 1.2288MHz

调制方式：前向 QPSK 、反向 OQPSK

信道编码：卷积码(K=9 ,正向 Rb=1/2 ,反向 Rb=1/3)

语音编码：变速率 QCELP 码

RAKE 接收机分集数：基站 4 ,移动台 3

功率控制：正向：控制范围 ± 6dB 精度：0.5dB

反向：控制范围： 80dB 精度： 1dB

小区：由三个扇区构成

系统容量：大于模拟系统十倍以上。

2． 关键技术

CDMA 技术涉及到非常复杂的数字信号处理技术和功率控制技术，要达到商用移动通信的要求，系统设备和手持机必须小型化。因此， CDMA 技术比以往的技术更依赖于大规模专用集成电路和专用器件。CDAM 的专用芯片设计难度很大，可以说能否设计和生产出 CDMA 的专用芯片是 CDMA 系统商业化的前提。目前，全世界只有为数很少的公司能设计和生产专用芯片。同时， CDMA 技术也涉及到一些其他关键技术，这些技术有：功率控制技术、RAKE接收技术、动态语音编码技术、信号相关处理技术、信道编译码技术、软切换技术和线性功率放大器技术等。

（三)国内外现状

美国 Qualcomm 公司是 CDMA 技术 IS-95A 标准的创始者。目前， CDMA 技术形成的数字蜂窝移动通信系统已开始大规模进入商业化，美国、韩国、香港等国家和地区的商用系统

已经开通运行，另有许多国家和地区正在准备采用 CDMA 系统。世界主要的移动通信设备制造厂家摩托罗拉、 AT&T 、北方电信等公司都推出了 CDMA 系统设备，大规模的 CDMA 系统商业化即将到来。目前，美国 Qualcomm 公司仍然在 CDMA 技术上处于领先的地位，系统所需芯片主要由其设计和生产，大量的专利技术被其持有。

韩国是美国以外的一个大规模引进 CDMA 技术的国家，韩国在引进和消化了 CDMA 技术后，已开始生产 CDMA 的系统设备。

我国在国家“ 863 ”计划中， 1994 ～ 1995 年开展了 CDMA 关键技术的研究，掌握了部份关键技术。在“九五”期间，我国要争取形成自己的 CDMA 系统设备产业。目前，摩托罗拉等公司已在我国开通了几个小型 CDMA 实验网络。

（四）国内外市场分析

CDMA 系统设备在国内外具有广泛的市场，以美国为例，他在 PCS 频段(1.8-1.9GHz)的移动通信服务公司投标中， 70%以上的服务公司选择了 CDMA 技术，具有上百亿美元的市场。

我国移动通信正处于空前的大发展时期，现有的模拟系统和 GSM 系统在近期内将面临容量饱和的问题。据预测，在 2000 年，我国的移动电话手机用户将达到 3000 万台以上，1997 年的用户数为 1323 万台，这样大的需求只有 CDMA 系统才能满足，因此， CDMA 技术和系统在中国有十分巨大的市场。

(五)技术发展趋势

基于 IS-95A 的 CDMA 技术已日渐成熟并开始商用，通常称此为窄带 CDMA 技术，主要因其扩频带宽较窄。从技术的角度上看，一个 CDMA 系统的扩频带宽越宽，其容量越大，优点更突出。目前，全世界各国在开发、使用窄带 CDMA 技术的同时，正在积极研究宽带 CDMA 技术。宽带 CDMA 是该技术的发展方向。随着技术的进步，宽带 CDMA 技术必然会逐步克服技术障碍，获得技术上的突破。

（李少谦撰稿　王存肃整理）

五． CDMA 数字无线用户环路系统

（一）概 况

无线用户环路系统是一种用无线通信方式来替代传统电话线的通信系统，是有线系统的延伸和补充。它通过无线传输将电话信号从交换局送到用户家中，省去了铺设电缆的工作。与电话线相比，无线用户环具有安装快速灵活、投资少、见效快、可靠性高、维护简便等优点。采用 CDMA 技术，可以最大限度地提高频谱利用率、提高系统容量、降低系统成本、音质好、保密性能强。无线用户环路系统由用户终端、中心站和网管系统组成。用户终端和中心站构成从交换机到用户的通路，网管系统负责对系统进行参数设置、运行状态监测和故障报警。用户终端安装在用户家中，一端通过无线链路与中心站联接，另一端

接普通话机。中心站通常安装在交换机附近，一端通过有线接口（如 VF． E1． V5 等)与交换机联接，另一端通过无线链路与用户终端联接。网管系统与中心站相连，多个基站共用一个网管系统。

（二)主要技术内容

蜂窝系统经过了第一代 FDMA 系统和第二代 TDMA 系统后，已经发展到了第三代 CDMA 系统。 CDMA 技术可以提供更大的容量和更好的性能，将成为未来个人通信系统的首选多址技术。研究 CDMA 技术对于跟踪世界通信技术的发展、缩小与世界先进水平的差距具有重要的意义。无线用户环路系统是一种刚刚发展的通信系统，在我国有着广阔的市场前景。无线用户环路系统的技术相对来说比较简单，国内在技术研究上已经具备了一定的基础，如果国家给予一定的支持，可望在较短的时间内开发出产品。目前国外的产品还没有大量涌入，只要我们在一两年内能推出商用产品，就可占领一定的市场份额。

1．主要技术经济指标

⑴ 频段：上行 1960 ～ 1080MHz ，下行 1880 ～ 1900MHz

⑵ 信息速率： 160kbps

⑶ 伪码速率： 2.56Mbps

⑷ 扩频增益： 12dB

⑸ 话音编码： 64kbps PCM 或 32kbps ADPCM

⑹ 纠错编码：卷积码， r=1/2． k=7

⑺ 接收灵敏度：-95dBm

⑻ 长期误码率： 1×10^{7}

⑼ 发射功率：<100mW／码信道

2． 关键技术

⑴ 初始同步方法

⑵ 同步偏差快速检测方法

⑶ 闭环同步控制方法

⑷ 控制同步的无线信令

⑸ 多径干扰抑制方法

⑹ 功率控制方法

（三)国内外现状

目前，基于模拟技术的无线用户环路系统已商用化，国外各大通信公司已推出多种模拟制的列线用户环路系统。但基于数字技术的 CDMA 无线用户环路系统产品很少，且尚未商用化。美国 Motorola 公司研制的 Will 无线用户环系统运用了 CDMA 空中接口标准。该公司的 CDMA-Will 系统可以在三个频段（800MHzAPS 、 900MHzTACS 、 1.9GHz 美国频段)工作，带宽均为 1.25MHz 。该系统可基于 MTSO(移动电话局或交换中心)结构的系统,其容量是模拟系统的 8 ～ 10 倍。此外，美国 DSC 公司、瑞典 Ericcson 公司、韩国 Samsung 公司等外国公司已经推出了试验系统，有的还在中国做了试验。在国内，一些单位和个别高校正在对 CDMA 无线用户环进行研究开发，但还没有完成样机。

（四）国内外市场预测与发展趋势

根据原邮电部的规划，到 2000 年，我国的电话普及率将达到 10%，即电话用户数将达

需要全本请访问 www.ertongbook.com

到 1.2 亿。据专家预测，到 2000 年，采用无线用户环路系统的电话用户在全部用户中所占的比例在美国将达到 40 ～ 50% ，在我国将达到 10%。这意味着在今后的三年中，无线用户环路将有约 1200 万线的市场。 2000 年后，这个市场将会更大。

在技术上， CDMA 无线用户环路系统的发展方向是同步、宽带，同步可以最大限度地提高频谱利用率，宽带 CDMA 可以更好地发挥 CDMA 的优点。在体制上， CDMA 无线接入系统的发展方向是降低码信道信息速率，提高多个码信道组合使用的能力，这样可以灵活地提供不同业务，最大限度地提高系统容量。

（付建勋撰稿　王存肃整理）

六. 光纤通信系统设备

（一）概 况

光纤通信系统设备是构筑光纤通信的重要组成部分。光纤通信是一种有线传输方式，具有传输容量大、中继距离长、传输损耗小、保密性能强、不受电磁干扰和特别适宜多种业务传输等特点，发展二十年来，已成为现代化信息社会的最主要传输手段，未来信息高速公路的主要技术支撑。光纤通信作为通信现代化的主要技术支撑已被国家列入我国电子信息产业的新经济增长点。光纤通信设备是这一新经济增长点中的关键，起着系统带设备、设备带技术，乃至带动整个光纤通信产业迅速发展的重要作用。

光纤通信系统的关键技术为：交叉连接、背板设计、小型化光模块、定时技术、软件设计等。其技术难点一是专用集成电路芯片的设计制造，二是 ITU-T 有关 SDH 的建议尚不完备，特别是在网管方面。

（二）国内外现状

1. 迅速发展的国内外的光纤通信

(1) 通信体制由 PDH 转向 SDH ，并迅速用于现场。在通信发达国家， SDH 光传输设备已占主流，我国已研制出 2.5Gb/SSDH 光设备，但还未能批量生产；

(2) 光接入网设备在通信市场中最具潜力，国外已有大量设备面市，我国还处在小批量生产阶段；

(3) 为构筑信息高速公路，通信发达国家的干线网已从中低速率迅速提高到 10Gb/s 速率，并在向 20Gb/s 更高速率发展。我国光缆干线网现有速率为 140Mb/s 或 565Mb/s ，经过“九五”期间扩容，将达到 2.5Gb/s ，但还远远不能满足需要。

(4) 通信设备超小型化、智能化、新技术含量愈来愈高。光纤通信技术中，全光通信、复用技术等将会很快用于新一代通信设备，投放市场。

2. 由于光纤通信市场非常巨大，但同时又是一个需要在高投入的基础上才能带来相当高回报的新产业。因此国内外这方面的研究生产单位数量虽然很多，但是，能形成规模经济的却很少。生产光纤通信设备的国外公司有美国 ATT 公司，英国 GPT 公司，法国阿尔卡特公司，日本 NTT 、 NEC 和富士通公司、德国西门子公司、瑞典爱立信公司、芬兰诺基亚公司等。

国内主要研究单位有桂林 XX 所，武汉邮电科学研究院，邮电部 XX 研究所以及电子科技大学，清华大学，北京大学，北京航空航天大学等。在生产方面除桂林 XX 所、武汉邮电科学研究院等少数几个单位可批量生产国产化程度较高的光纤通信设备外，大多数的生产厂家为合资企业，主要有桂林诺基亚电信公司、南京富士通公司、武汉 NEC 公司、上海亚特兰大公司、四川眉山通信设备厂、沈阳北电通信公司、武邮爱立信电信公司、成都阿尔卡特通信系统有限公司、东莞西门子电信公司和上海 ATT 通信设备公司和天津光电通信公司等。

(三)国内外市场分析

电子信息产业将是 21 世纪的带头和支柱产业，而光纤通信将是电子信息产业中的支柱产业。为此，发达国家都给予高度重视，重点支持，重点发展。根据 IEC 报告，光纤通信产业的产值在 1988 年为 26.7亿美元，但是，到 2000 年，将发展到 400 亿美元以上。下表列出了北美光纤通信系统设备未来几年市场销售预测值。

	1999 年		2000 年		平均增长率 %	
	百万美元	%	百万美元	%	1994-1999	1999-2004
SDH 系统设备	793.99	28	2408.54	42	20	25
PDH 系统设备	83.97	3	23.84	0.5	- 25	- 22
办公室数据网	672	24	1279	22	48	14
CATV 和广播	439	16	539	9	54	4
军用/航天	143	5	342	6	22	19
特殊用途	471	17	869	15	68	13
光放大器	186.21	7	317.4	5.5	12	11
总销售额	2789	100	5838	100	23	16

我国正处于大力发展基础建设阶段，对通信的需求将会远远高出发达国家。这不仅体现在国家公用通信网的需求量很大上，而且专用通信网的需求量也很大。“九五”期间公用通信网将建设干线 10万千米,普遍采用 SDH 光传输设备 联通计划建设 10 条光缆干线， 2.2 万千米；铁路网拟直埋光缆 9000 多千米；有线电视网将有 6000 ～ 7000 万新用户入有线电视网，加上原有的用户，如采用光纤同轴混合方式（HFC)建网或改造网，将是一个巨大市场；公安部门也将重点建设市内高速光纤传输网。此外，电力、石油等部门也计划加快光纤通信的建设。根据以上建设计划，预计“九五”期间光纤通信系统设备的市场容量会超过 100 亿元，达到 200 亿元左右。

(四)技术(产品)发展趋势

⑴ 继续向高速和更高速率发展；

⑵ 设备进一步小型化、智能化；

⑶ SDH 光纤通信设备占主流；

⑷全光通信与复用技术进入设备、并投放市场；

⑸网络设备、特别是光接入网设备增长加快。

（王雄、吴吉祥撰稿　王存肃整理）

七． 2.5Gb/S 光纤通信

（一）概 况

近年来，随着计算机技术和微电子技术的进步，带来了通信技术的高速发展。交换技术已从仅提供电话服务，发展到既有电话、传真，又有低速数据的窄带综合业务（即 N-ISDN）;且正向宽带综合业务(即 B-ISDN)发展，最终实现有线电视(CATV)、高清晰度电视(HDTV)、电视会议、高速数据等业务。

由于宽带综合业务的发展，对传输网提出了更高的传输速率和更高的传输质量的要求，促使了传输网技术的蓬勃发展。

80 年代中期以来，光纤通信在电信网中获得了大规模应用。其应用场合已逐步从长途通信、市话局间的中继转向用户网。随着电信网的发展和用户要求的提高，基于点到点传输的准同步系统(PDH)正暴露出一些固有的弱点：

⑴只有地区性的数字信号速率和帧结构标准，而支持在世界性标准，造成国际间互通的困难；

⑵没有世界性的标准光接口规范，导致各个厂家自行开发的专用光接口大量滋生。这些专用光接口无法在光路上互通，限制了联网应用的灵活性，也增加了网络复杂性和运营成本；

⑶多数等级的信号采用异步复用，复用的结构复杂，硬件数量大，上下业务费用高；

⑷系统的网络运行、维护管理主要靠人工的数字信号交叉连接和停业务测试，无法适应不断变化的电信网要求，更难以支持新一代的网络。

进入 90 年代以来，传输网转向以光纤为主要传输媒质的同步数字传输网体制(SDH/SONET)。国际电报电话咨询委员会（CCITT)于 1988 年通过了有关 SDH 的三个基本建议，又用加速程序于 1990 年通过了有关设备方面的六个建议，并于 1992 年再次完成四个新建议，反映了各国对开发同步传输网的巨大热情。也正是因为有了国际标准，更促进了光纤通信系统设备的飞速发展。

光同步数字传输网是由一些 SDH 网络单元组成，在光纤上进行同步信息传输、复用和交叉连接的网络。它有全世界统一的网络节点接口，从而简化了信号的互通以及信号的传输、复用、交叉连接和交换过程；它有一套标准化的信息结构等级，称为同步传输模块 STM-1(155Mbit/s)、STM-4(622Mbit/s)和 STM-16(2.5Gbit/s)，并具有一种块状帧结构，允许安排丰富的开销比特用于网络的维护管理；它的基本网络单元有同步光缆线路系统、同步复用器(SM)、分插复用器(ADM)和同步数字交叉连接设备（SDXC)等等，其功能各异，但都有统一的标准光接口，能够在基本光缆段上实现横向兼容，即不同厂家设备在光路上互通；它有一套特殊的复用结构，允许现在准同步数字系列、同步数字系列和 B-ISDN 信号都能进入其帧结构，因而具有广泛的适应性；它大量采用软件进行网络配置和控制，使得新功能和新特性的增加比较方便，适于将来的不断发展。

2.5Gbit/s 光纤通信系统设备是高速的同步数字传输设备，可以是终端复用器（LTE）、分插复用器(ADM)和同步数字交叉连接设备（SDXC），还包括网络管理系统。

（二）主要技术内容

就整个电信网而言，可以分成传输网、交换网和用户接入网。 2.5G 光纤通信系统主要用于干线传输网，是电信传输网的主动脉，很显然是十分重要的。

掌握 2.5G 光纤通信系统技术，既可以向市场广阔的用户接入网发展，例如 155Mb/S 、622Mb/S 光纤通信系统；又可以向更高速干线传输系统发展，例如 10Gb/S 光纤通信系统，从而形成系列化产品的产业，对我国的通信事业建设和国民经济的发展具有重大的意义。

1．主要技术经济指标

⑴ 复接路径和复接帧结构符合 ITU-T 建议 G.709 条款；

⑵ 光接口指标符合 ITU-T 建议 G.957 规定；

⑶ 定时功能符合 ITU-T 建议 G.783 要求；

⑷ 支路接口指标符合 ITU-T 建议 G.703 要求；

⑸ 抖动特性指标符合 ITU-T 建议 G.825 要求；

⑹ 网络管理性能符合 ITU-T 建议 M 系列、 X.700 系列、 Q.800 系列、 Q.700 系列、X.200 系列的要求；

⑺产品的性能价格比。

2．关键技术

⑴ 由于 SDH 设备使用的电子电路十分复杂，尤其是大量使用超大规模专用集成电路(ASIC)，特别是 2.5G SDH 系统设备涉及到高速器件，只有少数工业发达国家能够掌握技术和供应产品，占有垄断地位。

⑵ SDH 系统设备大量使用软件技术和高速计算机技术，使通信网容易受到大规模损害，尤其是对于主干线网络，如发生软件故障、操作失误、计算机病毒等。因此，如何保证软件质量，是全球性的难题。

⑶ 由于我国不是 SDH 建议提出者，在技术准备方面一度处于被动。目前，正在制定我国的 SDH 相关建议，使之既符合国情，又与国际建议一致。

（三）国内外现状

2.5Gb/SSDH 光纤传输系统，国外到 1993 年才开始真正推广使用，而且只有为数不多的国家能研制生产，例如日本 NEC 公司、富士通公司、日立公司、芬兰的诺基亚公司，美国的 AT&T 公司，德国的西门子公司，法国的阿尔卡特公司，意大利比瑞公司等。

SDH 设备产品具备两大特点：

⑴ 要求不同厂家的产品能在光路上互通互换，并要求有统一的速率、帧结构、复用结构和标准化的光接口；

⑵ 要求标准化的操作管理维护功能。从网络管理来看，目前的商用产品尚不具备真正的横向兼容性。

由于 2.5Gbit/sSDH 传输系统设备涉及的技术难度很大，需要大量的资金投入，我国目前还不能独立生产 2.5Gbit/sSDH 传输系统设备。我国“ 863 ”计划通信技术主题，设置了 2.5Gbit/sSDH 传输系统的研制项目。经过几年的努力，于 1996 年 3 月通过了科研样机的鉴定，但要实现大批量生产仍要做大量的工作。而网络管理技术在我国也处于刚刚起

步阶段，形成产品也需要时间。

(四)国内外市场分析与技术发展趋势

我国到 1996 年底，大容量的光缆传输网络已通达除西藏、台湾以外的所有省、区、市，光缆总长度达到 13万公里，到本世纪末，全国将新建 23 条、 3 万公里省际光缆干线，光缆总长度达到 20 万公里，在全国形成八纵八横格状光缆骨干网。我国今后五年光通信市场预测 :SDH 设备需要量为 3.75 万个系统。

从 2.5Gbit/sSDH 传输系统设备来看，目前国外的水平远高于国内，比较成熟的产品是终端复用器(DET) 和分插复用器(ADM)，同步数字交叉连接设备(SDXC)还需进一步努力；网络管理设备或产品也在开发中，还没有真正实现国际标准规定的各项功能。因此，2.5Gbit/sSDH 传输系统系列化设备尚处于逐步完善阶段。另外，根据发展的需要，各个厂商正积极开发速率更高的系列化设备。

(李平　吴巍撰稿　王存肃整理)

八. 10Gb/S 波分复用光纤通信

(一)概 况

在过去二十年里，以光纤为基础的光纤通信技术已广泛用于长途干线（海底及陆地系统）及局间光纤通信系统，极大地促进了通信网的发展，改善了通信质量。随着信息高速公路的发展，作为信息高速公路骨干传输网的光通信系统将向高速率、大容量方向发展，以提供高速数据和彩色传真、视频点播 (VOD)、可视电话等多媒体宽带业务，满足人们日益增长的宽带业务需要。为此，世界各国纷纷研制、开发新的光通信技术，“波分复用 (WDM)＋光纤放大器(EDFA) ”技术就是一种新型的光通信技术。

所谓波分复用技术，是由若干个频率间隔大致相等的 LD 光源，分别由不同信道的信号调制后，以光波合波器合成一路光，由一根单模光纤传输到目的地，经光波分波器将不同信道的光送入指定的光探测器，取得电信号后，再由传统的中端机完成通信的使命。波分复用技术是开发光波宽频带潜力的新技术。

光纤放大器是对载有电信信号的光波，无需解调就进行直接放大的设备。它的工作光谱波段与光纤通信的窗口完全匹配。具有放大增益高、输出功率大、噪声低、响应速度快、对信号的编码格式没有限制等到优点，同时也便于光通信信号升级，这就促使光纤放大器在传输线路中广泛应用。

(二)国内外现状

“波分复用十光纤放大器”技术已是当前世界光纤通信发展的潮流和必然趋势，目前在世界上得到了迅猛发展。工程实用化已日臻成熟。 1996 年日本已实现 132 个信道，每信道 20Gb/S ,总容量为 2.6Tb/S 波分复用系统。相当于 6 千万人可同时用一芯光纤通话。1997 年光纤通信国际会议（OFC ’97)又报道了将目前光纤放大器 35nm 带宽(1530nm ～

1565nm)扩展到了 80nm 带宽(1530nm ～ 1610nm)。这预示着将有更大通信容量系统问世。

在实用系统上， 1995 年首先在美国 OC-48 光同步数字系列 (SDH)基础上采用 8 × 2.48Gb/s 波分复用技术，使容量扩大 8 倍。以后将使 OC-192 光同步数字系列容量扩大 M 倍(M × 10Gb/s)。波分复用通信系统全面工程化将在近年内实现。

我国在波分复用技术的开发和应用方面已取得一系列成果。“ 八五 ”期间，北京大学等单位在国家有关部门支持下，研制了“ 4 × 2.488Gbit/s 双向 154 公里无中继波分复用光纤通信系统 ”。该系统每芯光纤中传输总容量为 10Gb/s(即 4 × 2.488Gb/s)， 154km 无中继，使用两个光纤放大器和波分复用系统。系统使用了我国自行研制的波长控制器和波长变换器，可在系统中使用现有任何厂家、任何机型的 SDH 2.488Gbit/s 光端机。波长间距为 400GHz ，中心波长符合 ITU-TGmcs 建议。波长变换器在实验室+5 ℃ ～ 40 ℃范围内测试，波长变化在 ± 12.5GHz(即 ± 0.1nm) 以内。系统输入抖动容限、最大输出抖动均符合 ITU-TG825 建议。测得 24 小时无误码。系统裕量优于工程要求。任何信道开、断不影响其它信道性能。具有一定的监测、控制和各地区指示功能，符合工程要求。 1997 年 5 月 4 日该系统经专家鉴定后，安装于广州市和深圳市电信线路中，历经半年多试用，无故障，性能优良，并于 1998 年 1 月通过国家验收，正式投入使用。这是我国第一条使用波分复用技术的电信传输线路，也是我国第一个波分复用实用工程的系统。

(三)主要技术内容

我国自行研制的 10Gbit/s 波分复用光纤通信系统具有下述优点：

(1) 传输容量大。采用光波复用技术能大大增加光纤系统的容量，充分利用光纤的低损耗传输窗口，即能在一芯光纤中布置几信道到十几信道，甚至上百信道。使一芯光纤起到几芯到十几芯、上百芯光纤的作用。这就像一条很宽敞的高速公路，如只走一列汽车，就没有发挥高速公路的作用。波分复用技术在光纤通信中的作用就像使高速公路分道行驶，能同时并行几列到十几列、甚至上百列汽车一样，充分发挥光纤宽带的作用，从而使通信传输容量大大提高。

(2) 中继距离长。本系统两光纤放大器之间的距离为 154km 。可取代 8 套光电中继器。结构简化，成本降低，便于管理。

(3) 技术先进。在国际上美国 1995 年才第一次将该技术应用到美国国内通信。

(4) 适合我国国情，有利于我国民族工业发展。在总传输容量相同情况下，波分复用光纤通信系统每信道传输码率可以低到 N 分之一，因而可优先利用和发展国产通信设备。这不仅有利于我国民族电信基础产业逐步发展，而且该技术具有传输透明度，适应于我国通信产业迅速更新换代的要求。既考虑到了我国当前通信产业的需要、又能适应我国通信容量的不断增长、不断更新换代的要求。

(5) 组网灵活。既可兼顾 SDH 完善的网络功能，又可进一步发展在 WDM 基础上的灵活的网控网管技术。

(6) 节约投资，效益高。该系统仅设备一项就节约投资近 30% ，尚未计及其它，如未计及节省施工工期等所包含的潜在经济效益在内。

采用波分复用传输系统的关键技术在于波长控制器、波长变换器、光纤放大器、窄线宽的量子阱激光器及高速率的光电器件等。开发、应用波分复用技术可促进我国激光、光纤放大器、波分复用端机、光电器件等通信元器件产业的发展。

需要全本请访问 www.ertongbook.com