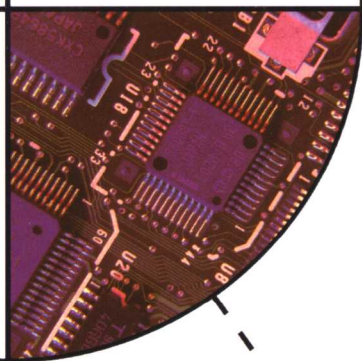


主 编 康晓东 杨海英

无线音视频处理、 传输及其标准



WUXIAN
YINSHIPIN CHULI
CHUANSHU
JIQI
BIAOZHUN

北京工业大学出版社

无线音视频处理、传输及其标准

康晓东 杨海英 主编

北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书在对现行数字音、视频信源编码、有、无线信道编码和无线传输拓扑等方面的标准进行疏理的基础上,比较分析中国在相关产业链中标准的选用、开发和技术政策等问题。全书共分9章,包括引论、文义通信网络、信息传输时的交换广播机制、无线蜂窝拓扑、音频信源信号处理、视频信号通信编码、移动通信标准的竞争与演变、由技术标准所引起的经济学思考等内容。

本书可作为高等院校相关专业高年级和研究生的教材,同时可作为IT业选择、研究和制订相关标准的指导性参考书。

图书在版编目(CIP)数据

无线音视频处理、传输及其标准/康晓东,杨海英主编.

—北京:北京工业大学出版社,2005.7

ISBN 7-5639-1562-1

I. 无… II. ①康…②杨… III. ①音频设备—基

本知识②视频系统—基本知识 IV. ①TN912.2②TN94

中国版本图书馆CIP数据核实(2005)第077255号

无线音视频处理、传输及其标准

康晓东 杨海英 主编

*

北京工业大学出版社出版发行

邮编:100022 电话:(010)67392308

各地新华书店经销

徐水宏远印刷厂印刷

*

2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

787mm×1092mm 16开本 18.75印张 454千字

印数:1~3000册

ISBN 7-5639-1562-1/T·268

定价:35.00元

前言

IT 及其相关领域的技术标准,尤以目前技术含量最高的无线多媒体通信标准 3rd Generation (3G) 为代表的技术标准^①已引起政府、组织和公众的广泛关注是不难理解的。

首先,从微观经济学上说,人们耳濡目染了“一流企业做标准,二流企业做品牌,三流企业做渠道,四流企业做产品”这个事实。其次,从宏观经济学上说,技术变革和资本积累是影响经济增长的关键因素的观点已为社会经济生活所一次次验证。第三,是中国人均 GDP 达到 1 000 美元后,新的发展起点的要求。因为人均 GDP 达到 1 000 美元时,对社会而言,诸如土地价格、劳动力价格以及低廉的生产要素等的比较竞争优势有可能逐渐丧失;而此时,若没有积累起来可以充分用于下一阶段竞争的自主知识产权,则投向于制造业的外国资本就将向其他劳动成本更廉价的国家转移。另一方面,科学技术史在诠释(如果把大自然看做一局中人)技术、市场、经济和社会竞争绝对是一个非零和博弈的同时,也在提醒人们:不仅要通过资源的再分配,更应该通过把握和创造新资源来获得生存——信息是财富,信息可以代替人力、物质、能源和资本,从而带来更多的经济和社会利益。显然,技术标准属信息的范畴,若能充分利用好这个新的资源,将是企业、国家和社会科学、全面、协调和可持续发展的新契机。

技术标准的酝酿、制订和颁布不可避免地要涉及到构成标准的技术要素、新技术标准的社会实际认可度(标准对适用产业链的影响)和标准为东道国带来的利益(标准的技术价格的确定)等。当然,在全球经济一体化的大趋势下,东道国新技术标准的颁布还不得不与非东道国企业(尤其是跨国公司)或由其控制的组织间进行一场博弈。

进一步,若将技术标准的颁布看做一个事件的话,则该事件的发生必须具备一定的充分条件和必要条件。另一方面,为把握好事件的走向,还需要分析事件发生的结果。

就无线多媒体通信技术标准而言,若其可以为业界接受并贯彻实施,则标准所涉及到的信息技术、信源(音视频处理)技术、信道(有线的或无线的、交换的或广播的)技术、信源与信道的集成技术必须是可实现的、并最好是为骨干企业已经实现的。这正是本书主要要表达的。

新的技术标准应该于行业链的增值(或由这类增值所映射的社会效益)有益,这实质是要考量出标准的价值。然而,有别于有形商品的是无形商品的开发成本易于计算,但其真正的市场价格则是博弈(谈判)的结局^②——一种不满足“斯密信条”^③、非双赢的纳什

① 第三代移动通信标准。较第一代模拟手机和第二代数字手机(包括 GSM 和 CDMA),基于 3G 的手机将结合无线通信与因特网等多媒体通信的优势,能够提供处理音视频的优质服务,且更为安全可靠。国际上 3G 技术标准分为三大流派:以欧洲厂商为代表的 W-CDMA,以美国高通为首的 CDMA 2000,中国提出的 TD-SCDMA 标准。

② 在另外的专著中,受信号传递引起系统波动现象的启示,作者尝试通过建立分段模型的方式来讨论和描述技术的价值及其实现。

③ 亚当·斯密,《国富论》的作者。他认为“只要是自愿的交易,肯定能实现由自利到双赢”。人们常将这一理论称为斯密信条。进一步,将没有冲突且还能不断进步的市场社会图景称为“斯密世界”。

均衡^①。因而，在信息不对称的博弈中，通过逆向选择或信号传递来追求“瓦尔拉均衡”总不会是错误的（尤其对于不具备单边优势的局中人而言）。这也是本书试图要表达的。

同其他社会和经济问题类似，准确地预测无线音视频处理、传输及其标准的未来是困难的。可以自慰的是，对无线频谱采用许可证的管理方法，既为管理者带来了效益，也促进了频谱这种稀缺资源的高效率的使用。值得称道的是，对 WAPI 的强制实施，既强化了无线网的安全意识，也陡然增加了业内企业公平博弈的砝码——虽然还只是个尝试。工业革命以来的历史表明，合理地运用市场规模，常常能够转化技术和资本上的劣势，在经济发展中后来居上，在以市场规模换先进技术的大国经济博弈中取得优势（亦或在绿色 GDP 的框架下，选择一种新的发展模式^②，以保证未来在这个领域逐级取得优势），作者认为这应该是更值得思考的……

除了要一如既往地感谢读者的厚爱，一如既往地感谢前辈学人们的提携外，作者要衷心地感谢海内外相关领域学者们的工作，正是他们的真知灼见才充实了本书的内容（文献引用目录中，若有疏忽缀注处，尚祈请谅解）；作者要衷心地感谢南开大学经济学院副教授，饶友玲博士，是她不遗余力地帮助作者梳理了以经济选择促进技术进步的政策脉络；感谢张志超教授，感谢这位知名学者的理解和褒奖；作者也以同样的心情感激那些为此书的内容、评阅和出版贡献了他们的宝贵时间和精力的人们。

一本书是集体努力的结果。杨海英（硕士）高级工程师参与撰写了第 3、4 章、夏寅贲（博士）、王海涛（硕士）副教授和薛薇（硕士）副教授分别参与撰写了第 5~7 章的初稿。其余部分由康晓东撰写，全书由康晓东统稿。

最后，书中难免有错误和缺点。因而，也更诚恳地希望各位读者，各位研究和从事相关工作的学者专家提出宝贵意见。

编著者

于 2005 年 7 月

① 自利的经济人的行为，只要有机会，在信息不对称的条件下，总希望利用自己的单边优势赢得更多的竞争优势。

② 中国要做的是，不仅仅在两个（或三个）现有的外来技术中挑一个更成熟、价格更合理地进行交易。因为，任何一个国家，都不愿意把自己最先进的技术与别人分享。但是，也没有人愿意永远守着一个没有市场潜力的技术关起门来赔钱“领先”。中国的市场，足以把一个无利可图的技术，变成一本万利的生意。

目 录

第1章 引论	(1)
1.1 网络与业务	(1)
1.2 移动通信	(4)
1.2.1 移动通信的发展	(4)
1.2.2 关于第三代移动通信	(6)
1.3 影响通信网发展的关键因素	(7)
第2章 信息、编码和接口	(11)
2.1 信息传输模型	(11)
2.1.1 通信系统组成	(11)
2.1.2 信道及其数学模型	(13)
2.2 数据编码	(21)
2.2.1 信号频谱、带宽与数据	(21)
2.2.2 信息传输过程中的数据	(23)
2.2.3 数字数据与数字信号间的编码	(27)
2.2.4 数字数据与模拟信号间的编码	(32)
2.2.5 模拟数据编码	(34)
2.2.6 扩频	(40)
2.3 通信中的接口	(42)
2.3.1 同步控制与信道交互	(43)
2.3.2 接口	(46)
第3章 广义通信网络	(48)
3.1 网络体系	(48)
3.1.1 OSI 参考模型	(48)
3.1.2 TCP/IP 网络协议	(52)
3.2 数据链路控制	(53)
3.2.1 流控制	(53)
3.2.2 差错检测	(57)
3.2.3 差错控制	(63)
3.2.4 线性码纠错	(65)
3.2.5 卷积码	(70)
3.2.6 HDLC	(72)
3.3 复用	(78)
3.3.1 频分/时分复用	(78)
3.3.2 光网络和波分复用	(80)
第4章 信息传输时的交换广播机制	(85)
4.1 电信网中的信息交换	(85)
4.1.1 电路交换	(86)

4.1.2	分组交换(X.25)	(91)
4.1.3	帧中继、ATM 与光交换	(98)
4.1.4	拥塞控制	(101)
4.2	局域网中的信息广播	(104)
4.2.1	局域网 MAC 系统	(105)
4.2.2	无线局域网	(107)
4.3	信道化(多址接入)问题	(113)
4.4	网际互联协议	(117)
4.4.1	网际互联	(117)
4.4.2	IP v6	(119)
第 5 章	无线蜂窝拓扑	(122)
5.1	关于中国公用无线数据网	(122)
5.2	无线传播中的空间再用	(125)
5.2.1	无线电磁波传播问题	(125)
5.2.2	从线性小区到扇化小区	(127)
5.3	GSM/GPRS	(132)
5.3.1	GSM 的分层与协议	(133)
5.3.2	GSM 逻辑信道(无线通信接口)	(139)
5.3.3	GPRS 网络(2.5G=2.0G+SGSN+GGSN)	(144)
5.3.4	GPRS 中的高层协议	(147)
5.3.5	GPRS 无线接口	(150)
5.4	WAP 及其发展	(151)
5.4.1	WAP 模型	(152)
5.4.2	颁布 WAPI 的意义	(158)
第 6 章	音频信源信号处理	(160)
6.1	熵:对信源信息的基本度量	(160)
6.1.1	单符号(离散)信源熵	(160)
6.1.2	马尔可夫信源	(166)
6.1.3	连续信源	(171)
6.1.4	离散无失真信源编码	(173)
6.2	数字音频的感知编码	(175)
6.2.1	音频信号量化	(175)
6.2.2	感知编码原理	(179)
6.2.3	音频数据压缩编码	(182)
6.2.4	有关音频编码的几个标准	(185)
6.3	Σ - Δ 变换和噪声整形	(190)
6.3.1	Σ - Δ 变换	(190)
6.3.2	非过取样量化误差噪声整形	(192)
6.4	对信息率失真的讨论	(193)

第7章 视频信号通信编码	(198)
7.1 视频采样与转换	(198)
7.1.1 多维信号系统	(199)
7.1.2 视频采样及采样率转换	(201)
7.1.3 视频模型	(204)
7.2 视频编码	(206)
7.2.1 视频编码的方案体系	(206)
7.2.2 基于波形的视频编码	(209)
7.2.3 基于内容的视频编码	(217)
7.2.4 可分级视频编码(小波编码)	(220)
7.2.5 分形编码	(222)
7.3 视频通信标准	(224)
7.3.1 有关视频通信的标准化组织	(224)
7.3.2 视频(压缩)编码标准	(227)
7.4 视频通信控制与流视频	(234)
7.4.1 视频通信中差错控制的主要方法	(234)
7.4.2 无线IP网上的流视频	(236)
第8章 移动通信标准的竞争与演变	(239)
8.1 对成功标准的一般要求	(239)
8.2 IMT-2000	(241)
8.2.1 IMT-2000 接口的基本情况	(241)
8.2.2 CDMA 中的直接扩频	(244)
8.2.3 CDMA(IS-95)关键技术	(248)
8.2.4 从CDMA 2000 到WCDMA	(253)
8.2.5 CDMA DS(WCDMA)	(259)
8.2.6 UTRA TDD 技术	(263)
8.2.7 TD-SCDMA 的独特之处	(264)
8.3 从标准引用、研究到颁布	(267)
第9章 由技术标准所引起的经济学思考	(269)
9.1 科学技术是第一生产力(技术要素与科技产品)	(269)
9.1.1 技术要素与经济增长	(269)
9.1.2 信息时代技术商品的特性	(273)
9.2 科学技术标准的经济选择	(275)
9.2.1 常见的技术标准竞争策略	(275)
9.2.2 立足国内需求建立合理的标准框架	(276)
9.3 政府在技术标准博弈中的选择优势	(279)
9.3.1 政府财政鼓励政策	(279)
9.3.2 技术壁垒及其使用	(282)
参考文献	(285)
后 记	(288)

第1章 引 论

无线技术在迅速地改变着人们的生活，也正是基于无线技术^①，人们才可能在地球上与太空中飞行的“神五”进行语音和数据的传输。

无线通信技术引起了两大方面的变革：它既改变了因特网也改变了电话系统。数字化和网络协议的发展使得无线通信数据处理和传输的数据量大大地提高了，并且还使其完全变成一种个性化的通信。分析家甚至预言，未来的无线技术的代表性业务——移动电话的数量将超过计算机，而成为因特网（Internet）接入的主要设备。

1.1 网络与业务

通信网（Communication network）就是为在不同地理位置的用户间提供传送信息业务的一组设备和装置。即使是最简单的通信网，其工作也是一种极其复杂的过程，它涉及到众多系统的交互作用。

借助通信网可以实现极高的传输速率，使用户几乎在瞬间就可以聚集大量信息；借助计算机又可以立即执行远距离操作。这两大能力构成了现代许多业务的基础。

1. 无线电广播与电视广播

无线电广播与电视广播属于最常用的通信业务。各个“台”同时经无线介质或电缆分配网络（如早期的有线广播和现在的有线电视）发送自己的信号，除了选台以外，用户是被动的。该类业务要求具有较高的音频和视频质量，但即使是实况广播，也可以允许有相当的延时（几秒的数量级或更多）。

2. 电话业务

电话业务是网络提供的最为普遍的实时业务，它在网络中传送话音，从而实现两点间的

① 在无线技术中，由3个字母组成的缩略词随处可见。这些词在本书第一次出现时将给出其完整的拼写。

因为有些厂家和标准化组织喜欢使用大写字母，所以有一些缩略词几乎无法拼写出来；还有许多厂家的缩略词是通过在标准缩略词中改变（或添加字母）的方式构成的，以表示自己与竞争者的不同，但这样的缩略词听起来像是一些产品和标准的名称。

随着时间的推移，同一个缩略词的含义也在不断地更新着。如基本的蜂窝电话标准在美国被称为 AMPS，最初它代表的是先进（Advanced）移动电话系统。随着技术的进步，它看起来并不先进，所以 A 变为模拟（analog）的意思。当开发出数字移动电话系统后，A 则代表美国（American）。目前，这三种含意都存在。

通信。该类业务是“面向连接的”，即要求用户必须首先建立连接后方可通话，参见图1.1。

电话业务要求延时不能超过一定的时间（约250 ms），否则用户就会没有面对面交谈的感觉。该类业务还必须是可靠的，一旦建立了连接，就不可因为网络的故障而中断。高利用率是该类业务的另一要求，即要求通信网络能够实现随时的连接。某些情况下，还要考虑安全与保密的问题。

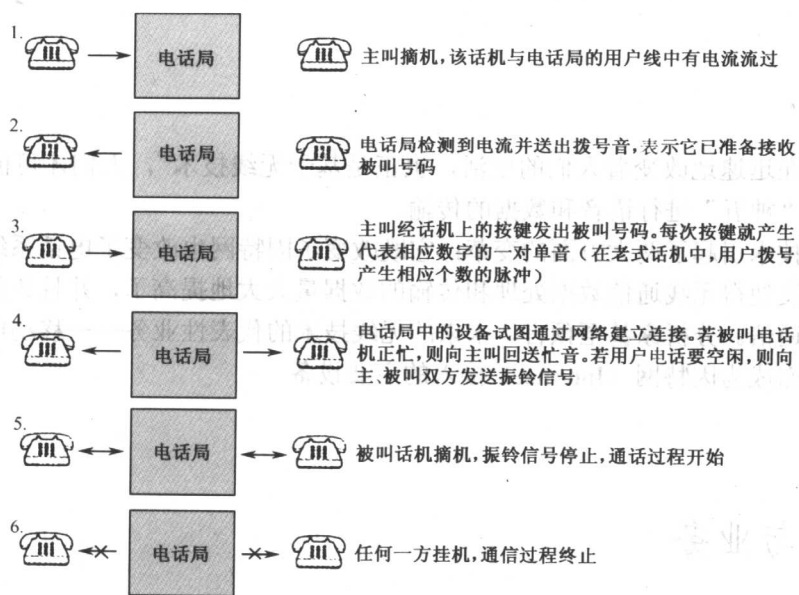


图1.1 电话业务中呼叫的建立过程

另外，在电话网中还有多种呼叫管理业务，如回叫（call return）、主叫显示（call ID）和语音邮件（Voice mail）等。

3. 蜂窝电话

蜂窝电话^① (cellular telephone) 将普通电话功能扩展到移动用户。在由称做蜂窝小区 (cell) 互连而成的阵列所覆盖的区域内，用户可以自由移动。每个小区都有一个无线传输系统，以与本小区内的用户通信。蜂窝系统要解决用户从一个小区到另一小区的越区切换问题，即漫游业务 (roaming)，以保证用户通话不会中断。

4. 电子邮件

电子邮件是另一种常用的网络业务。用户将文本信息（报文）、名字或地址提交给邮件应用程序，该应用程序与本地邮件服务器交互作用，使服务器通过计算机网络依次将报文发送到目的服务器，目的地用户利用邮件应用程序取出信息。电子邮件不是实时业务，也不需要面向连接。这种业务要求可靠，即要把报文无差错地传送到正确的目的地。

电子邮件业务也可用客户机/服务器的交互作用来予以表征，电子邮件框架中包含可访问与因特网相连的计算机中的各种文档，包括文本、图形和其他媒体，以及文档中由链接互

^① “蜂窝电话”和“移动电话”这两个术语在含义上几乎完全相同，在使用的时候经常互换。但在技术上，蜂窝电话是移动电话的一个部分，而且是移动电话的重要组成部分，大部分移动电话系统都是蜂窝电话系统，所有的蜂窝电话系统都属于移动电话的范畴。

在业界倾向于说移动电话。又因为某些新的电话的外观更像小型计算机，还有一些企业经常称之为“终端”。

连起来的其他信息。利用浏览器，用户即可访问 WWW。在此的每个链接都利用统一资源定位器（Uniform Resource Locator，URL）提供一个浏览器，并由 URL 指出文档所在计算机的名字及该文档的文件名。图1.2给出了一个应用浏览器检索 Web 页面的示意图。

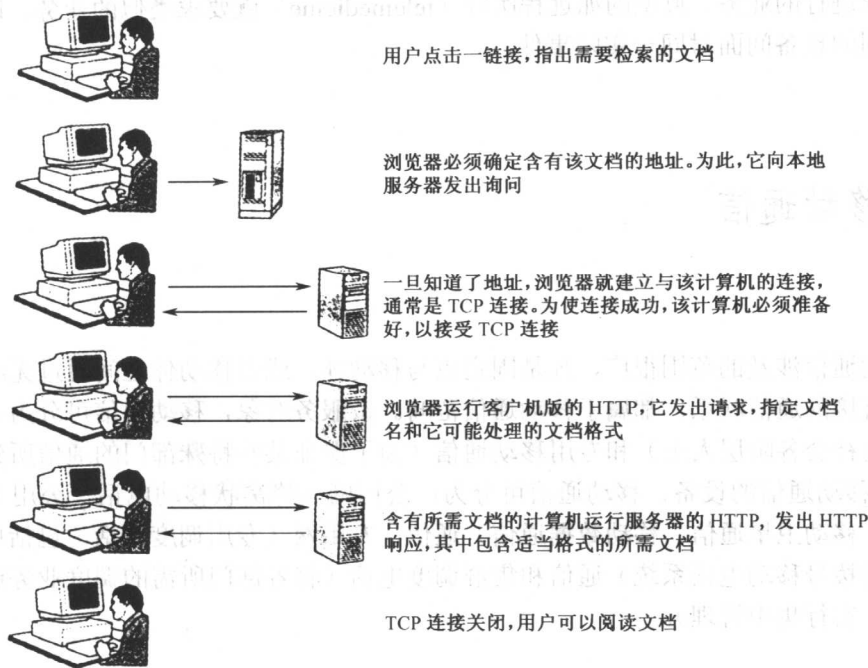


图1.2 Web 页面检索

因为 WWW 的文件包含着信息量很大的音频和图像，所以在客户机/服务器的交互中，检索文件的过大延时也将降低整个应用的交互性，访问服务器的延时以及经网络传输文件所需的时间决定了业务总的延时。

5. 视频点播（Video-on-demand，VOD）

视频点播是另一类交互业务，其目标是按用户要求提供对位于远程某站点的视频库的访问。VOD 还提供类似于录像机（VCR）的控制功能，如慢放、快进、回放、定帧及暂停等。用户通过菜单选择节目，从而启动该业务，然后进行相关处理。当处理完成时，含有所选内容的服务器开始经网络向该用户发送视频信息。由于视频节目的信息量很大，难以将一部完整的影片作为一个文件传送或存储，因而视频信息以很多帧组成的信息流形式发送，每帧中含有一些独立的画面。

VOD 是非实时业务，其延时量级大约在使 VCR 控制不受影响的程度。但经过网络的帧信息流必须平衡，即帧的抖动、相邻帧间的延时不能过大，若抖动过大，前面的帧已播完，后续帧还不能跟上，就会降低视频质量。该类业务要求的音频与视频质量均相当高。

当涉及到两个以上的用户时，就出现了更加复杂的业务。音频会议（Audio conferencing）就是涉及一组用户之间的语音信号交换。除了要有普通的电话业务外，音频会议的通信业务还必须提供与参与者的连接，并能以某种方式将各语音信号组合到一起，产生常规讨论时的语音环境。

在开展音频会议业务中，有时仅有语音信号还不够，还要插入视频信息，以给人以视觉

上的提示。但增加的视频信息也带来了一些附加的要求，如必须传输的信息量、视频质量、延时及抖动等。

当音频—视频会议的业务要求与实时响应的需要结合起来时，就出现了更加严格的按照用户请求进行的业务。典型的如远程医疗（telemedicine）就要求类似的业务，以支持一组用户和不同的设备间面对同一实际事件。

1.2 移动通信

移动通信涉及的范围很广，凡是固定点与移动体，或者移动体之间通过无线电波进行实时的、直接的通信联系，都属于移动通信范畴。按服务对象，移动通信可分为：公共移动通信（面向社会各阶层人士）和专用移动通信（为了保证某些特殊部门的通信所建立的通信系统）；按移动通信的设备，移动通信可分为：公用网（蜂窝状移动电话、公用无绳电话、无线寻呼、移动卫星通信、移动数据通信）通信、专用网（专用调度电话，包括单信道、多信道的自动拨号移动电话系统）通信和集群调度电话（将各部门所需的调度业务进行统一的规划建设，实行集中管理）。

1.2.1 移动通信的发展

移动通信的历史可以追溯到20世纪初。在1895年无线电发明之后，莫尔斯电报就用于船舶通信。

移动通信的发展，大致经历了五个发展阶段^①。

（1）第一阶段

第一阶段是从20世纪20年代至40年代，为早期发展阶段。系统的工作频率为2 MHz，使用30~40 MHz之间的频段，后由调幅方式改成调频方式，以增加信道。

（2）第二阶段

第二阶段是从20世纪40年代中期到60年代中期。在这一阶段中，通信网络大都属于二级结构，使用150 MHz和450 MHz频段，采用大区制，可用的频道很少；设备使用电子管，较笨重，有些系统还由人工转接，因而发展缓慢。

（3）第三阶段

第三阶段是从20世纪60年代中期至70年代中期。这时出现并推广了自动交换式的三级结构，使用的频段仍如从前，但由于频率合成器的出现，信道间隔缩小到20~30 kHz，频道数目增加，并采用频道的自动选取和控制技术，众多用户可以共用无线频道，使频谱利用率有较大的提高，用户使用方便，也增加了一些保密性，于是开始在世界各地迅速普及。

（4）第四阶段

第四阶段是从20世纪70年代中期到80年代末，主要是解决用户增加而频道有限的问题。

^① 在20世纪80年代以前是指公用汽车电话系统。

为进一步提高频谱的利用率,提出了小区制大容量系统,即同一频率被相距足够远的几个基站使用,以增加系统容量。在用的系统有美国的先进移动电话系统(AMPS)等。

(5) 第五阶段

第五阶段是从20世纪80年代中期开始至今。这是数字移动通信系统的发展和成熟时期。

以 AMPS 为代表的第一代蜂窝移动通信网是模拟系统。模拟蜂窝网虽然取得了很大成功,但也暴露出了一些问题,具体表现为:

- ① 模拟式蜂窝系统体制混杂,不能实现国际漫游。
- ② 模拟蜂窝网不能提供数据业务。
- ③ 模拟系统设备价格高、手机体积大、电池充电后有效工作时间短,给用户带来不便。
- ④ 模拟系统网用户容量受限制较大,在人口密度大的地区,系统扩容困难。

模拟蜂窝网也称为第一代蜂窝网。为了克服第一代蜂窝系统的局限性,满足移动通信网发展的需要,北美、欧洲和日本自20世纪80年代中期起相继为第二代蜂窝系统制定了三种不同的标准,即北美的 IS^①-54、欧洲的 GSM (Global System for Mobile communication) 和日本的 JDC。

美国蜂窝电信工业公司(CTIA)于1988年发布了一个称为“用户的性能需求(UPR)”的文件。其中,对第二代蜂窝网通信系统提出的主要要求是:系统的容量是 AMPS 的10倍;通信质量等于或优于现有的 AMPS 系统;易于过渡并和现有的模拟系统兼容(双模式);先进的特征;较低的成本;蜂窝开放网络结构等。

美国的 IS-54标准就是遵循上述要求制定的,考虑到实现技术存在的困难,IS-54需要分阶段达到 CTIA 提出的要求,即全速率传输(每载波3个信道)和半速率传输(每载波6个信道)两个阶段。与此同时,美国 Qualcomm 公司开发的 CDMA (Code Division Multiple Access) 数字蜂窝网系统也是遵循上述要求进行的,并经过几项局部的现场测试后,表明这种蜂窝系统已经能全面地满足 CTIA 提出的要求。CDMA 系统因其具有容量大和软容量、软切换等突出优点,因而受到人们的广泛关注。1993年7月该体制被采纳为北美数字蜂窝网标准,定名为 IS-95。

IS-95的载波频带宽度为1.25 MHz,每个载波频带含有64个信道,能支持声码器话音和带内的数据传输,被称为窄带码分多址(N-CDMA)蜂窝网通信系统。与此相对应,SCD Mobilcom 公司^②提出了一种宽带码分多址(B-CDMA)蜂窝网通信系统,载波带宽为5 MHz、10 MHz 和15 MHz 三种方案,信息传输速率可达144 Kb/s。这一系统于1991年进入实验阶段,1993年 Interdigital 公司向 JTC 提交了 B-CDMA 的技术方案。1995年9月该方案通过审计,被采纳为北美蜂窝网移动通信的公用空中接口,编号为 IS-665,并把名称 B-CDMA(Broadband CDMA) 改为 W-CDMA (Wide-band CDMA)。

任何一种通信系统都围绕着通信传输的数量与质量两个类型的三种指标:有效性、可靠性和安全性进行不断的优化。所谓有效性是指占用尽可能少的信道资源(如频段、时隙和功率)传送尽可能多的信源信息,它是通信的数量指标;所谓可靠性,主要是指在传输中,抵抗各类客观自然干扰的能力^③;所谓安全性,主要是指在传输中的安全保密性能,即接收端

① IS 即标准化国际组织 ISO。ISO 也不是缩写(如果是缩写,应为 IOS),它是一个单词,源于希腊语 isos,意思是“平等的”。

② 后与美国 IMM 公司合并成 Interdigital 公司。

③ 在军事通信中它也包含电子对抗,即抵抗人为设置干扰的能力。

防窃听、发送端防伪造和篡改的能力等。

移动通信中的各类新技术，都是针对移动通信的信道特点，以解决移动通信中的有效性、可靠性和安全性为目标而设计的。

为实现一种能够提供真正意义的全球覆盖，提供更高传输速率数据业务和更好的频谱利用率，并使终端能够在全世界不同的网络间无缝漫游的系统，国际电联（International telecommunication union, ITU）提出了未来公共陆地移动通信系统（FPLMTS）的概念，并将其命名为 IMT-2000（International Mobile Telecommunications），即第三代移动通信系统（3G），在欧洲也称为 UMTS（Universal Mobile Telecommunications System）。

1.2.2 关于第三代移动通信

第三代移动通信系统，按其设计思想是有能力解决第一、第二代移动通信系统主要弊端的先进的移动通信系统。它的一个突出特点就是使个人终端用户能够在任何时间、任何地点，与任何人、用任意方式高质量地实现任何信息的移动通信与传输。第三代移动通信突出了个人在通信系统中的主导地位，所以又称为未来个人通信系统。具体的第三代移动通信标准发展进程见表1.1。

表1.1 第三代移动通信标准发展情况

时 间	进展情况
1985年	未来公共陆地移动通信系统（FPLMTS）概念被提出
1991年	国际电联正式成立 TG8/1任务组，负责 FPLMTS 标准制订工作
1992年	国际电联召开世界无线通信系统会议（WARC），对 FPLMTS 的频率进行了划分，这次会议成为第三代移动通信标准制订过程中的重要里程碑
1994年	ITU-T 与 ITU-R 正式携手研究 FPLMTS
1997年初	ITU 发出通函，要求各国在1998年6月前，提交候选的 IMT-2000无线接口技术方案
1998年6月	ITU 共收到了15个有关第三代移动通信无线接口的候选技术方案
1999年3月	ITU-R TG8/1第16次会议在巴西召开，此次会议确定了第三代移动通信技术水平的大格局。IMT-2000地面无线接口被分为两大组，即 CDMA 与 TDMA。ITU-R TG8/1巴西会议结束不久，爱立信与高通达成了专利相互许可使用协议
1999年5月	在国际运营者组织多伦多会议上，30多家世界主要无线运营商以及10家设备厂商针对 CDMA FDD 技术达成了融合协议
1999年6月	ITU-R TG8/1第17次会议在北京召开，这次会议不仅全面确定了第三代移动通信无线接口最终规范的详细框架，而且在进一步推进 CDMA 技术融合方面取得了重大成果
1999年10月	ITU-R TG8/1最后一次会议最终完成第三代移动通信无线接口标准的制订工作
2000年	ITU 完成第三代移动通信网络部分标准的制订
2001年	各个制式的协议相继完成样机设计
2002年	进行现场试验

实际上，在3G 系统所要实现的目标中，最核心的问题是要高效地提供不同环境下的多媒体业务并实现多种网络的综合，即实现：无线网与无线网的综合；移动网与固定网的综合；陆地网与卫星网的综合等。3G 系统还要能适应多种业务环境，且与第二代移动通信系统兼容，以便于平滑升级。对于通信终端而言，它面对的是多种网络的综合系统，因而需要多频多模式终端（手机）。

为满足未来业务的需求, 相对于现有的移动通信系统, 3G 系统应具有下列功能:

(1) 提供更大的通信容量和覆盖范围

第三代移动通信系统提出的宽带 CDMA 可以使用更宽的信道, 或在小区中使用更多的载频, 从而提供更大的小区容量。由于带宽更大, 还可改善频率分集效果, 从而降低衰减, 为用户提供更好的统计平均效果。频带更宽, 可改善功率控制精度, 以进一步抵消衰减的影响。同时, 第三代移动通信系统使用的多项新技术(如智能天线、联合检测等)可以提高解调增益, 增大系统的覆盖范围, 在保证用户服务质量的前提下, 提供更大的通信容量。

(2) 具有可变的高速数据传输率

第三代移动通信系统同时支持无线接口不同的高低数据比特率。在快速移动环境下, 最高数据率达144 Kb/s; 在室内环境下, 最高数据率达2 Mb/s; 在室外到室内或步行情况下, 最高数据率达384 Kb/s。这样的数据传输率不仅可支持普通语音, 也可支持多媒体数据, 可满足具有不同通信要求的各类用户的需要。通过使用可变正交扩频码可实现可变高速数据传输率, 也使得发射机输出功率的自适应得以实现。

(3) 同时提供高速电路交换和分组交换业务

在窄带移动通信业务中, 虽然也能提供电路交换和分组交换, 但两者却很难同时提供, 而3G系统的协议层设计可以很方便地解决这一难题。每个终端均可同时使用多种业务, 因而可使用户在连接到局域网的同时还能够接收语音呼叫, 同时进行语音通信和收发数据。分组交换所提供的与主机始终“联机”而不占用专用信道的特性, 可以实现只根据用户所传输数据的多少来付费。在专用信道上, 也支持大型或比较频繁的分组。

(4) 具有高的频谱利用率

频谱为稀缺性资源, 而解决系统容量的最有效途径就是提高现有频谱的利用率。相对于2G系统, 3G系统的频谱利用率有了普遍提高, 特别是 TD-SCDMA 技术^①, 由于从一开始就采用了智能天线和多用户联合检测技术, 因而可以提供比其他3G系统更高的频谱利用率。

另外, 3G系统还有许多其他优点, 如提供更加可靠的信道编码、灵活配置的传输信道和逻辑信道、支持多种语音编码方案、为用户提供更为灵活的接入服务等。3G系统还具备容易通过使用软件无线电实现窄带 CDMA 系统、话音质量高、手机功耗小的优点。

1.3 影响通信网发展的关键因素

一般来说, 影响通信网或通信业务发展的因素主要有技术、管理、市场和标准, 见图1.3。

(1) 技术的影响作用

技术决定了可能提供的业务。在过去的两个世纪中, 很多技术能力有了惊人的发展, 同时, 技术的发展还伴随着价格的下降, 其结果使得20年前看来简直是不可能的系统不仅实现了, 而且价格也很便宜。

① 由中国率先提出。

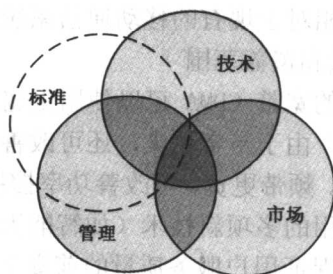


图1.3 决定新业务的因素

一些基本的物理规则也限制了技术最终可达到的目标。如，信号不可能比光线传得还快，因此，在有一定距离的两点之间传送信息就必然存在一个最小延时。尽管物理定律已经确定了某种界限，但技术仍有机会做出重大的改进。

对于某种技术能力，一般可以跟踪一段时间，并找出一种 S 形曲线，如图 1.4 (a) 所示。它在初始阶段发展很快，但最终接近某个基本极限时，其能力达到了饱和。铜线承载信息传输就是一个例子。通常当某种技术能力趋于饱和时，就会出现提高这种能力的新技术。如当铜线的传输能力接近其极限时，便出现了同轴电缆传输技术，而后，光纤传输技术又取代了同轴电缆传输技术。光纤传输可达到的极限速率要高得多，它的 S 曲线目前还处于初始阶段。不同技术的 S 曲线可能有些重叠。甚至，它们本身也形成了一条平滑的 S 曲线，如图 1.4 (b) 所示。

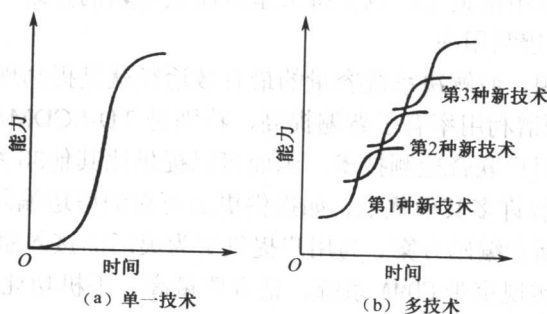


图1.4 技术能力的 S 曲线

除信息传输能力外，通信网的发展中还有许多其他重要技术，包括信号处理技术和数字计算机技术。特别是计算机存储器的容量与计算机的处理能力，都在网络交换机的工作与网络协议的实现方面起着关键性的作用。这两项技术极大地影响了网络的发展，可以进行更加完善、更加复杂的处理，因而能支持更广泛的业务。

当然，技术能力的进步并不是现在才开始的，是大批工程师、科学家进行长期、艰苦、创造性工作，从而不断地推动了技术的进步^①。

(2) 政策的影响作用

类似电话与电报这样传统的通信业务，通常是由政府控制的。由于所需基础设施的建设费用高及控制通信的重要性，政府往往将通信作为垄断行业加以管理。过去的几十年里，对通信网的规划也只限于提供很少几种通信业务，如传统的电话业务（Plain-Old Telephone

^① 实际上，核心技术的发展并不是技术进步的惟一因素，设计、控制和管理大型系统的新算法也是处理现代复杂系统的重要因素。

Service, POTS)。这种管理机制已经难以胜任速度很高的新业务。

近40年来, 通信逐渐开始脱离垄断环境。如1968年美国联邦通信委员会(Federal Communications Committee, FCC)就做出了决定, 为非电话公司的设备进入电话网敞开大门。1984年, AT&T 被分解成为一个独立的长途电信公司和若干独立的地区性电话公司, 从此引入了进一步的竞争。这样一来, 最初的用户只能在几个长途电话公司间选择的情况得到了改善, 而最近, 随着无线技术和有线电视系统的发展, 竞争转到网络的接入部分, 即用户连到电话主干网的部分。

解除对通信业务限制的国际基础也已形成。英国、新西兰和澳大利亚实际上已试行了新的方法, 以在竞争环境中提供电信业务。如此, 新技术, 特别是无线技术的发展, 才能提供使用全新技术设施的电信业务。在发展中国家, 无线技术比传统的、基于有线传输网络的系统更具有价格上的优势, 这也使得新业务提供商在推广应用中会引起竞争。

尽管总的趋势是推广市场化的运作机制, 但由于其特殊的地位(在很多国家, 电话仍然被看做是基本的“生命线”), 电信业也不会完全脱离政府的控制和管理。而政府管理的作用就是要保证每个人都能得到最基本的服务。管理的另一作用是筛选或限制网上的信息发布(如绝大多数的公众都赞成对网上的信息进行检测, 以防止儿童浏览因特网上的色情网站)^①。同样重要的是, 政府的控制和管理应该有一个框架, 并应该告知公众什么类型的业务和哪些网络允许实现。

(3) 市场的影响作用

决定一种新业务能否成功的第三个重要因素在于是否有市场。即, 新业务能否成功, 归根到底要看用户是否愿意为它花钱。当然, 这与该业务的价格、有用性及其吸引力有关。对于基于网络的业务来说, 其有用性经常取决于用户量(如对电话和电子邮件的限制很小, 只要号码能到达的地方都可以使用)。此外, 由于规模经济, 业务的价格通常会随着用户数的增加而降低。所以, 可以先在一些用户中推广某种业务, 以后再逐步扩大, 就可能降低用户费用并促使其进一步发展。

(4) 标准的影响作用

标准是产品生产厂家或服务提供商需要遵循的一套技术规范, 标准也是一些用于工业界、国家或国际范围内的协议, 标准可由多种渠道制订和形成, 但通常它们是在国家或国际上有关工作的基础上经协商而确定的。有了标准, 不同厂商生产的设备就具有了互操作性。标准主要是指接口, 它规定设备如何进行物理连接, 以及不同设备之间的相互操作的方法。用于计算机间数据通信的标准规定了硬件和软件规程, 通过它们计算机便能正确、可靠地“对话”。

在通信中, 标准尤为重要, 通信网络的价值在很大程度上取决于其能达到的范围有多大。同时, 通信网需要的投资很大, 因此, 网络工作者应特别注意从多家厂商中选择符合标准的设备。

在通信方面有很多标准, 它们大多数由ITU制定。也几乎是在每个国家, 都有自己相应的组织, 负责建立自己国内的通信标准。另外, 还有些标准是由非政府组织建立的, 如传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)/网际协议(Internet Protocol, IP)协议族和

^① 然而, 对网上信息应保密到何种程度这个问题却没有一致的意见。是否禁止任何人, 即使是政府以国家安全的名义, 对网上的加密信息进行解密, 这些问题是不容易回答的。