



国际信息工程先进技术译丛



WILEY
www.wiley.com

网络融合——业务、 应用、传输和运营支撑

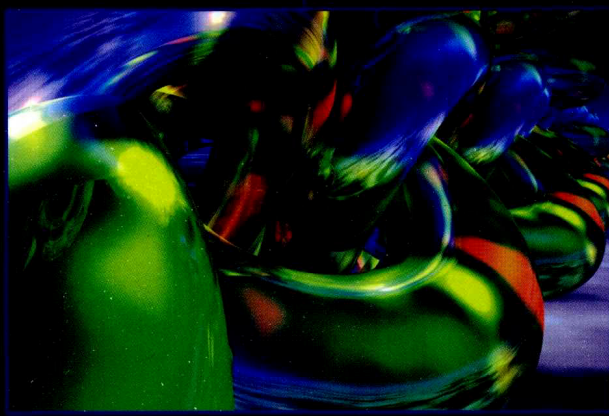
**Network Convergence:
Services, Applications,
Transport and Operations
Support**

(南非) Hu Hanrahan 著

王玲芳 王劲林 倪宏 等译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际信息工程先进技术译丛

网 络 融 合

——业务、应用、传输和运营支撑

(南非) Hu Hanrahan 著
王玲芳 王劲林 倪宏 等译



机 械 工 业 出 版 社

本书从业务、应用、传输和运营支撑4个方面,全面阐述了下一代网络融合。本书深入论述了分组多媒体、企业网络、第三代移动通信、OSA/Parlay以及固定网络的发展历程;通过通用下一代网络(NGN)框架,给出了多种信息和通信系统及技术的一致完整的观点;深入研究了先进网络中支撑服务和应用的协议、API和软件过程;讨论了支持IT的电信和由通信能力增强的IT这两方面的各种应用;跟踪运营支撑系统标准中的发展,并将这些与下一代网络产生有机联系。本书的一大特色是包括丰富的范例、用例、表格和图解,可帮助学生和实践人员增强对材料的理解。

本书的读者对象是通信、信息技术等专业的高年级本科生和研究生、科技人员 and 研究人员,对于为电信网络运营商、设备提供商工作的专业人员、电信执法人员和工程师也有重要参考价值。

Network Convergence: Services, Applications, Transport and Operations Support/by Hu Hanrahan ISBN: 978-0-470-02441-6

Original English Language Edition Copyright © 2007 By John Wiley & Sons Ltd.

All Rights Reserved. This translation published under license.

本书原版由Wiley公司出版,并授权翻译出版,版权所有,侵权必究。

本书中文简体翻译出版授权机械工业出版社独家出版,并限定在中国大陆地区销售,未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

本书封面贴有Wiley公司的防伪标签,无标签者不得销售。

本书版权登记号:图字01-2008-5156

图书在版编目(CIP)数据

网络融合:业务、应用、传输和运营支撑/(南非)罕拉汉(Hanrahan, H)著;王玲芳等译. —北京:机械工业出版社,2010.10

(国际信息工程先进技术译丛)

书名原文:Network Convergence: Services, Application, Transport and Operations Support
ISBN 978-7-111-31899-6

I. ①网… II. ①罕…②王… III. ①通信网 IV. ①TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第179541号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:朱林

版式设计:霍永明 责任校对:闫玥红

封面设计:马精明 责任印制:李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2011年1月第1版·第1次印刷

169mm×239mm·26.5印张·562千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-31899-6

定价:98.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

译者序

自20世纪90年代起,由于互联网的技术优势和成本优势,各国都在热烈讨论三网合一,认为电信网络、广播网络无论是接入网络,还是核心网络都将会聚为互联网的方式。历经十几年的试验和现实的洗礼,人们逐渐认识到要淘汰各种接入网络、各类形式的终端是不太现实的,所以提出三网融合,与三网合一相比,这是一次深层次的升华。

2006年《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》明确指出:加强宽带通信网、数字电视网和下一代互联网等信息基础设施建设,积极推进“三网融合”,健全信息安全保障体系。2008年12月4日,科技部与广电总局共同签署《国家高性能宽带信息网暨中国下一代广播电视网自主创新合作协议书》标志着中国下一代广播电视网(下简称NGB)的正式启动。NGB的目标是以有线电视网数字化整体转换和移动多媒体广播(CMMB)的成果为基础,以3TNet的核心技术为支撑,开发适合我国国情“三网融合”的、有线无线相结合、全程全网的中国下一代广播电视网技术体系,为最终建成中国下一代广播电视网奠定基础。

正是在这样的背景下,我们向出版社推荐并翻译胡·汉拉罕(Hu Hanrahan)教授的《网络融合——业务、应用、传输和运营支撑》。本书从业务、应用、传输和运营支撑4个方面,全面阐述了下一代网络融合。本书深入论述了分组多媒体、企业网络、第三代移动通信、OSA/Parlay以及固定网络的发展历程;通过通用下一代网络(NGN)框架,给出了多种信息和通信系统及技术的一致完整的观点;深入研究了先进网络中支撑服务和应用的协议、API和软件过程;讨论了支持IT的电信和由通信能力增强的IT这两方面的各种应用;跟踪运营支撑系统标准中的发展,并将这些与下一代网络产生有机联系。本书的一大特色是包括丰富的范例、用例、表格和图解,可帮助学生和实践人员增强对材料的理解。

本书由王劲林、倪宏负责全书的统稿和校对工作,王玲芳组织翻译,国家网络新媒体工程技术研究中心的部分同志参与了翻译。本书内容繁巨,在翻译过程中,赵志强、邓浩江、孙鹏、陈君、刘磊、刘学、李挺屹、张武、李勇、连杰、刘小路、龙琳、吕剑、罗莹、马青卉、毛翠、彭玮、秦静、饶春梅、沈炳林等同志参加了部分的翻译工作,在此表示感谢。同时感谢机械工业出版社,感谢出版社的编辑和相关同志,没有他们的帮助和鼓励,本书的出版是不可能的。

另外本书的翻译得到国家高技术研究发展计划(2008AA01A317、2008AA01Z147)、国家科技支撑计划(2008BAH28B04)、国家自然科学基金(60972082)等课题的支持。

需要指出的是，本书的内容仅代表作者个人的观点和见解，并不代表译者及机械工业出版社的观点。另外，由于翻译时间比较仓促，疏漏错误之处在所难免，敬请读者原谅和指正。

译者
2010 年冬

前 言

在得到电信和信息技术（IT）及其服务、技术和商务模型的持续融合的支持下，当前信息时代才是可能的。在电信内部，固定网络、移动电话网、数据通信和企业网络之间的历史性分割正在消失。互联网最初支持学术团体，但现在为公共信息服务和商务 IT 运营提供通信支持。互联网依靠电信基础设施为用户提供接入网络和骨干网络。电信日渐采用主要针对互联网开发的技术。

在电信世界中，技术的演进和通过与 IT 协同作用提供的增强业务，已经在下一代网络（Next Generation Network, NGN）的概念中得以展现。这个概念并不意味着一种特别的网络，而是指从当前技术和业务演进到新技术的进程，采用电信和 IT 特性使新的业务和应用成为可能。NGN 概念同样捕获了结构化思考的需要，即在信息和通信技术（Information and Communication Technologies, ICT）中处理系统、应用和商务模型的复杂性。

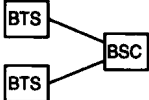
本书以当今网络、业务和运营支撑作为一个起点，并将它们的演进映射到特定的未来形式，统称为下一代网络。在这个过程中，我们仔细研究了融合的本质、过程和结果，人们曾提出了许多候选技术，但却都没有被采纳。技术评估、选择和集成的过程是复杂的，特别当传统技术的继续存在而产生约束条件时就更是如此。因此我们仔细研究了迁移到新技术的过程。

最近多部著作描述了各种下一代网络技术，本书的方法是分析性的而非描述性的。我们建立概念、原则和结构框架，而不利用特定技术的常规描述。在一个框架之内，展示个体架构和技术，这可方便比较、做出对比以及协助将不同技术形成一个系统。这个框架对于理解下一代网络——它们支持新的、增强应用的潜在能力，以及它们与传统网络的关系——是有所帮助的。

我们从几个来源抽取分析方法和描述方法，这几个来源是多样化的，如经典的智能网络、软件工程和精选的电信标准。

电信系统必须基于标准。在多数情形中，对于正在出现的网络和业务，存在标准或草案标准。本书分析并解释了网络、业务和应用的许多标准的概念和原理。分析方法支持在下一代网络中技术的评估、设计、集成和运营。这种理解也将为研究和开发新技术提供充分的信息。

本书图例

	电路交换机或交换结构		SS7信令传递点
	用户线集线器 (模拟的或ISDN)		带有SS7信令点的网元
	IN业务控制点		IN业务数据点
	互联网协议路由器		本地位置寄存服务器
	以太网交换机		拜访位置寄存服务器
	以太网集线器	 移动网络基站系统	
	ATM交换机		
	MPLS交换机	 带有空中链路的无线塔	
	呼叫管理器		
	媒体服务器		有物理实体和功能实体的网元， 实体带有SS7信令点
	会议桥		语音接入网关
	媒体网关		数字用户线接入模块
	移动电话		信令网关
	个人数字助理		SDH上-下复用器
	ISDN和老式电话		SDH交叉连接
	计算机：台式机和笔记本		光上-下复用器
	服务器		光交叉连接
	语音频带调制解调器		无线接入点
			缓存或队列

目 录

译者序

前言

本书图例

第1章 确定网络演进和融合的环境	1
1.1 目前网络的历史背景	1
1.2 使用参考模型定义当前状态	3
1.2.1 垂直集成网络的筒仓 (silo) 模型	4
1.2.2 当前状态: 具有智能网重叠的固定网络和移动网络	5
1.2.3 移动网络数据业务的当前状态	17
1.2.4 互联网的当前状态	20
1.2.5 企业网的目前状态	26
1.2.6 交换业务和专线业务的当前状态	27
1.3 演进和融合	28
1.3.1 最初的融合范例	28
1.3.2 融合特征	29
1.4 下一代网络概念	32
1.5 结论	34
第2章 检验下一代网络的框架	35
2.1 演进网络的特征	35
2.1.1 终端和接入网络的快速增长	38
2.1.2 核心网络类型	39
2.1.3 业务架构的演进	39
2.2 处理复杂性	41
2.3 对演进网络进行建模和抽象的框架	44
2.3.1 分层	46
2.3.2 域	53
2.3.3 平面	55
2.3.4 NGN 框架小结	57
2.4 框架的应用范例	58
2.4.1 在框架中的传统网络单元	58

2.4.2 从电路交换到软交换	59
2.4.3 在分层模型中的概念融合	61
2.4.4 确定规章制度域的边界	63
2.4.5 在框架中的数字视频广播	63
2.5 小结	65
第3章 融合网络和业务的软件方法学	66
3.1 ICT 的软件方法学发展历程	66
3.2 NGN 框架中的软件进程	68
3.2.1 软件分析和设计需求	68
3.2.2 功能实体作为软件单元	69
3.2.3 框架中的物理实体	70
3.2.4 规范和描述要求	71
3.2.5 建模	71
3.3 高层分析和设计方法	71
3.3.1 开放分布式处理的参考模型	72
3.3.2 模型驱动架构	75
3.3.3 SDL 和 MSC	76
3.3.4 一种传统系统方法: UFM	80
3.3.5 通用的高层方法	80
3.3.6 软件架构的角色地位	81
3.3.7 软件建模表示法	82
3.4 企业和商务建模表示法	84
3.4.1 企业语言	84
3.4.2 UML 用例图	85
3.5 对象和数据定义语言	86
3.5.1 UML 类和对象图	86
3.5.2 ASN.1	88
3.5.3 接口定义语言	91
3.5.4 经典的电信协议	93
3.5.5 作为应用协议的方法调用	93
3.5.6 IETF 基于文本的协议	93
3.5.7 超文本标记语言	96
3.5.8 可扩展标记语言	96
3.6 动态建模表示法	98
3.6.1 活动、通信和鲁棒性图	98
3.6.2 消息顺序图	99
3.6.3 状态图	104

3.6.4 连接模型	105
3.7 组件和接口表示法	107
3.8 分布式系统	108
3.8.1 基于网络协议的分布式系统	108
3.8.2 远程方法调用	109
3.8.3 Web 服务模型	110
3.8.4 基于 CORBA 的系统	111
3.9 构造一个统一的框架	113
第4章 一种 NGN: IP 网络上的可管理电话	114
4.1 分组多媒体标准的发展	114
4.2 对一个可管理语音网络的需求	115
4.3 分组化语音的性质	116
4.3.1 语音的主要性质	116
4.3.2 数字化语音	117
4.3.3 降低比特率	117
4.3.4 语音质量度量指标	118
4.3.5 会议的音频处理	119
4.4 多媒体通信的通用概念	120
4.4.1 接入配置	121
4.4.2 术语	123
4.4.3 通用的软交换系统配置	124
4.4.4 通用的多媒体呼叫信令	126
4.5 分组多媒体的信令平面	127
4.5.1 实时传输协议	127
4.5.2 分组网络中的可靠信令传输: SCTP	132
4.6 多媒体通信标准 H.323 协议族	136
4.6.1 H.323 的开发和结构	136
4.6.2 H.323 架构	137
4.6.3 网关分解	138
4.6.4 H.323 系统中的寻址	140
4.6.5 H.323 协议栈	140
4.7 媒体网关功能和控制	145
4.7.1 媒体网关实体	145
4.7.2 媒体网关控制协议: Megaco	146
4.7.3 媒体网关控制协议	148
4.8 基于 SIP 的多媒体通信	149

4.8.1 IETF 多媒体会议协议	149
4.8.2 SIP 多媒体系统的架构	150
4.8.3 SIP 方法和操作模式	152
4.8.4 会话描述协议	156
4.8.5 SIP 用例	158
4.9 分组电话的补充业务	162
4.9.1 H.323 的补充业务	162
4.9.2 SIP 电话的呼叫业务	164
4.10 ITU-T 演进协议: BICC	165
4.11 网络电话	167
4.12 小结	167
第5章 集成企业 ICT 系统	169
5.1 驱动因素和要求	169
5.1.1 企业域中的融合	170
5.1.2 企业需求	171
5.1.3 对集成企业 ICT 系统建模	172
5.2 企业 ICT 系统对融合的贡献	173
5.2.1 商用现货组件的采用	173
5.2.2 多媒体软交换	174
5.2.3 计算机—电话集成	175
5.2.4 企业系统软件架构	187
5.3 网络层融合	189
5.4 应用和业务层融合	193
5.5 小结	195
第6章 遗产和教训: 宽带 ISDN、TINA 和 TIPHON	196
6.1 从历史中学习	196
6.2 宽带 ISDN	197
6.2.1 B-ISDN 架构	197
6.2.2 ATM	198
6.2.3 呼叫和连接控制	199
6.2.4 路由和呼叫控制协议	201
6.2.5 B-ISDN 和 IN	201
6.2.6 B-ISDN 的评价	201
6.3 电信信息联网架构	202
6.3.1 TINA 架构	202
6.3.2 TINA 各层	204

6.3.3 平面：隐藏物理资源	205
6.3.4 TINA 和 RM-ODP	205
6.4 商务模型和参考点	206
6.4.1 通用商务域	206
6.4.2 域间参考点	207
6.4.3 商务场景	208
6.5 TINA 业务架构	209
6.5.1 业务架构：信息视角	210
6.5.2 计算视角：服务组件	212
6.6 网络资源架构	221
6.7 来自 TINA 的 NGN 教训	222
6.7.1 作为一种 NGN 的 TINA 架构	223
6.7.2 TINA 的弱点	223
6.8 TIPHON	225
6.8.1 TIPHON 的目标	225
6.8.2 TIPHON 分层模型	226
6.8.3 TIPHON 商务模型	227
6.8.4 TIPHON 域和互联模型	228
6.8.5 TIPHON 功能架构	229
6.8.6 TIPHON 注册和移动性	231
6.8.7 TIPHON 元协议	232
6.8.8 使用成熟协议实现 TIPHON	233
6.8.9 TIPHON 和多媒体业务	234
6.8.10 TIPHON 的评价	235
6.9 小结	235
第 7 章 重要的 NGN：第三代移动通信系统	236
7.1 移动通信系统中的架构概念	237
7.1.1 公众陆地移动网络的概念	237
7.1.2 PLMN 的架构功能特征	237
7.1.3 PLMN 中的地理关系	239
7.2 移动通信系统演进	240
7.2.1 基线：第二代移动网络	240
7.2.2 移动网络代次的识别	242
7.2.3 无线接入网络的演进	242
7.2.4 MSC 的开发	244
7.2.5 3G 环境中的终端	247
7.3 CS 域中的业务	247

7.3.1 CS 域中的移动管理	247
7.3.2 3G 系统中的呼叫处理	249
7.3.3 在 3G CS 域中建立载波连接	250
7.3.4 CS 域中基于 CAMEL 的业务	251
7.4 分组交换域：基于 GPRS 的系统	257
7.4.1 基于 GPRS 的分组域架构	257
7.4.2 GPRS 支持节点功能	258
7.4.3 PS 域中的移动管理	259
7.4.4 GPRS 中的分组传输	260
7.4.5 GPRS 接入和核心网络中使用的协议	261
7.4.6 GPRS 和 CAMEL	263
7.5 IP 多媒体子系统	265
7.5.1 IMS 的来源和目标	265
7.5.2 IMS 架构和组件	267
7.5.3 IMS 中使用的 IETF 协议	269
7.5.4 IMS 业务模型	271
7.5.5 会话控制	273
7.5.6 增值 IM 业务	279
7.5.7 3G 网络的 3GPP2 全 IP 方法	281
7.6 小结	282
第 8 章 利用应用编程接口使网络开放	284
8.1 封闭网络演进	284
8.2 使网络开放	285
8.2.1 商务模型	287
8.3 OSA/Parlay 架构	288
8.3.1 架构概念	288
8.3.2 应用定义方法和技术无关性	290
8.4 框架接口和用例	291
8.4.1 用例：提供一项网关功能	291
8.4.2 用例：一个应用得到业务管理器的访问权	292
8.5 OSA/Parlay 网关	294
8.5.1 标准业务能力功能特征	294
8.5.2 接口定义设计模式	295
8.5.3 面向通信 SCFS 中的交互	297
8.6 面向通信的用例	298
8.6.1 呼叫控制和用户交互接口	298
8.6.2 OSA/Parlay 中呼叫的概念	299

8.6.3	接口和交互	302
8.6.4	网络事件检测和报告	302
8.6.5	呼叫、呼叫分支和回调对象生成	304
8.6.6	用户交互	306
8.6.7	处理一个触发通知	307
8.6.8	呼叫监督（管理）	307
8.6.9	多媒体的媒体流控制	309
8.6.10	会议控制	310
8.6.11	数据会话控制	312
8.6.12	通用消息通信	313
8.6.13	移动、记账管理和终端能力	314
8.6.14	在线和可用性	316
8.6.15	计费和记账管理	316
8.6.16	连接管理	317
8.6.17	OSA/Parlay 数据结构	317
8.6.18	样例服务	318
8.7	Parlay X Web 服务	321
8.7.1	一个较简单 API 的情形	321
8.7.2	Parlay X Web 服务架构	322
8.7.3	Parlay X Web 范例：音频呼叫	324
8.7.4	通过 OSA/Parlay 的 Parlay X 实现	325
8.8	OSA/Parlay API 实现问题	325
8.8.1	网关到网络接口	325
8.8.2	再谈抽象	327
8.8.3	服务部署场景	328
8.8.4	服务生成	330
8.9	开放网络的其他方法	331
8.9.1	JAIN	331
8.9.2	开放移动联盟业务环境	332
8.9.3	业务交付平台概念	333
8.10	小结	334
第9章	运营支撑系统	335
9.1	OSS/BSS 与 ICT 系统的关系	335
9.2	OSS/BSS 的演进	338
9.2.1	OSI 网络管理模型	339
9.2.2	IETF 网络管理标准	339
9.2.3	电信管理网络	343

9.3 电信运营路线图	346
9.4 TOM 的增强: ETOM	348
9.5 新一代 OSS	350
9.6 小结	353
第 10 章 从传统网络迁移到下一代网络	355
10.1 回顾	355
10.2 对演进和融合的反思	356
10.2.1 以事后诸葛方式表示的演进隐喻	356
10.2.2 面向市场的目标	358
10.2.3 提升融合	358
10.3 技术迁移	359
10.3.1 迁移过程	360
10.4 存在一个目标 NGN 吗?	363
10.4.1 固定网络往何处去?	363
10.4.2 固定网络和移动网络是不同的吗?	364
10.4.3 第四代移动通信系统	364
10.5 管理复杂性: 避免陷阱	365
10.5.1 牢记原则	366
10.5.2 小心有漏洞的抽象	366
10.5.3 仍然可能产生筒仓式系统	366
10.5.4 小心欺骗	367
10.5.5 处理较大争议	368
10.5.6 演进是正在进行的一个过程	368
10.5.7 重返宝库	368
10.6 结论	369
词汇表	370
缩略语	380
参考文献	394

第 1 章 确定网络演进和融合的环境

本章标题中，网络、演进和融合是什么含义呢？网络具有其常用含义之一，即一个运营商提供一项电信或信息业务所需要的设施总集合。设施是提供一项业务必要的硬件和软件单元及系统。一项业务在其最广义的含义下表示为由一个提供商向客户或终端用户提供的一项出售物。一项业务也可由设施的一个集合向另一个集合提供。演进的概念体现促进技术和业务提供过程的持续发展，在市场中这些技术和业务提供方式为获得广泛接受而进行相互竞争。就像在生物进化中一样，一些技术是成功的，原因是它们适应了周围的环境条件，而其他技术由于没有适应环境，就消失了。类似地，演进表明基于已有成功之上的递增式发展。融合是演进过程中的通用模式，即将实体连在一起的倾向或趋势（例如典型的电信、互联网、信息技术和广播技术走到一起的趋势），在单个网络上提供多项业务的能力，或通过一种以上的媒介提供相同业务的能力。

我们分析网络 and 业务的演进及融合的起点是对当今网络和网络所提供的业务这两方面状态的深入了解（appreciation）。1.1 节勾勒描绘了电信和自 20 世纪 70 年代以来互联网的发展，前者包括电路和分组交换，后者产生了当前的网络和业务。

1.2 节识别并描述了 6 个当前主要的提供不同业务的网络：交换电路网络（固定网络和移动网络）、互联网、企业网络、分组交换互联网和租用线业务，同时分析了当前网络的能力和演进限制。

1.3 节介绍了作为寻求克服当前网络限制并有利于提供新业务作为主题的融合。从许多领域中可辨别出融合的特定实例：固定网络和移动网络；电信网和互联网；电信、信息、娱乐和广播业务、应用和商务模型。但是，融合不是一种简单的现象，而是涉及到技术、网络、业务和商务模型的。人们辨别出许多融合的通用特征。

融合是一个过程而不是一个事件，我们需要一个概念来描述它的终极期望目标。有关这个关注点我们在 1.4 节通过介绍下一代网络（NGN）来说明支持多种业务提供的可能的综合网络。存在许多可能的 NGN，多数 NGN 必须与传统网络互联。因此，我们使用 ITU-T 的 NGN 概念，作为包容从传统网络基础平台到业务提供基础设施的整体改进的说法。

1.1 目前网络的历史背景

电信具有较长的历史。计算机的年代也有半个世纪之久，现在到了互联网时代。最初，虽然总体而言计算和通信的发展是独立的，但现在它们已经捆绑在一起且相互依赖。我们寻找对融合的信息和电信业务以及底层网络和软件技术的一种统一的理解。为了清晰了解未来，我们需要理解产生今天状态的历史进程（或沿革或变迁）

和正在出现的技术。图 1-1 描绘出产生如今网络的几条历史时间线，一个重要的起始点是 20 世纪 70 年代中期。到了那个阶段，大规模集成电路和微处理器允许从模拟到数字的信息传输和交换方式的改变。

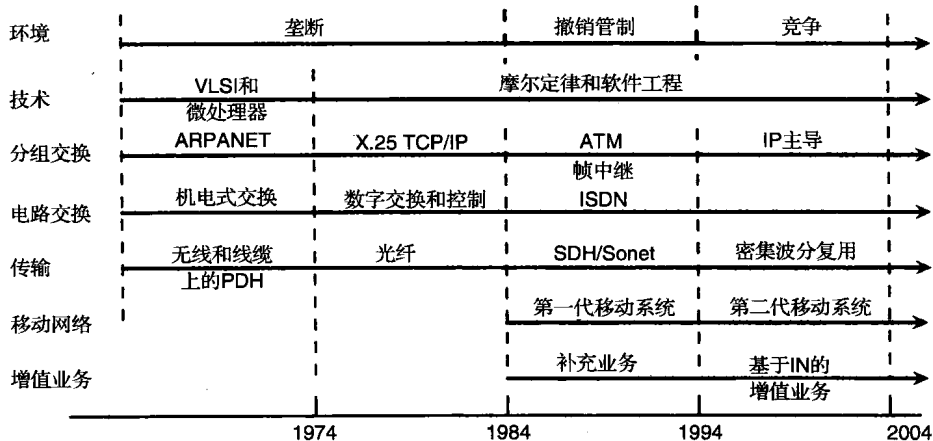


图 1-1 产生 ICT 目前状态的历史发展过程

1974 ~ 1983 这 10 年见证了几项重要的技术发展。分组交换原理的成熟促进了 X.25 标准的形成。在这个时期结束时，TCP/IP 被采纳为 ARPANET 的基础协议，ARPANET 是互联网的前身。同时，数字电话交换也以两种方式在发展：第一，采用基于处理器的控制；第二，作为交换基础的语音的数字编码。单个网络提供语音和数据业务的概念，即第一种多业务网络形成窄带综合业务数字网（Narrowband-Integrated Services Digital Network, N-ISDN）标准。在传输领域，部署了第一根光纤。第一代（模拟）移动网络开始运营。

下一个 10 年（1984 ~ 1993）在技术上和规章制度（regulatory）方面见证了日渐重要的发展变化。贝尔公司被拆分是在电信业中世界范围内向解除管制和竞争趋势迈出的第一步。这 10 年在互联网上开始有 1000 台主机。数字电话交换渗透到公众网和私网。分组交换标准扩展包括异步传递模式（Asynchronous Transfer Mode, ATM）和帧中继。在这个时期末，万维网出现，在互联网上的主机数增长到一百万。GSM 第二代移动网络被标准化并成功启动。在 PSTN 世界，智能网的概念作为 PSTN 中实现增值业务的一种方式开始成形，并开发了第一代标准。在传输领域，同步数字系列给予网络运营商针对网络运营商自己的需要以及满足客户点到点连接而提供可配置和可管理传输业务的机遇。

最近 10 年（1994 ~ 2003）见证了在 1995 年商业互联网服务提供商的启动，他们从政府机构将互联网接管过来。就所传递的数据量而言，Web 使用量超过了其他类型的互联网业务。IN 标准开发形成两个能力集合，成为 PSTN 增值业务的基础。人们开发了使用互联网协议（IP）网络传输电话的标准，形成作为下一代网络的新的多