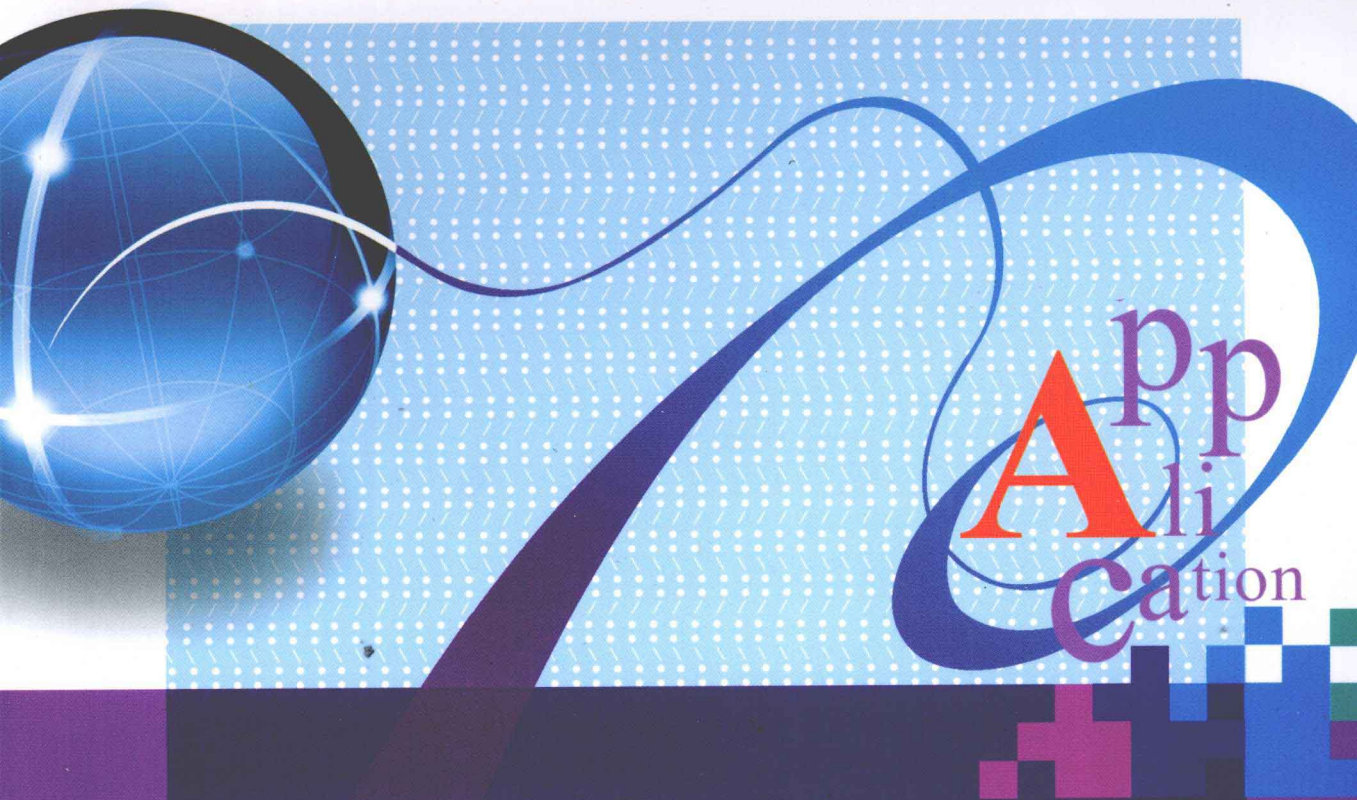


► 21世纪通信网络技术丛书



网络通信与工程应用系列

通信网络智能管道 架构与技术实现

张继平 主编

李 华 曹 磊 王 茜 陈 洁 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

21 世纪通信网络技术丛书
——网络通信与工程应用系列

通信网络智能管道架构与技术实现

张继平 主编

李 华 曹 磊 王 茜 陈 洁 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了当今前沿的通信网络智能管道的架构和相关技术,并结合快速发展的云计算和物联网技术,详细论述了固定通信网和移动通信网智能化的研究与开发。全书共分7章。首先,介绍了智能管道的概念、功能需求、目标架构和技术体系;其次,重点论述了智能管道的五大技术——宽带提速技术、网络协同技术、多维感知技术、质量保障技术和策略控制技术;最后,介绍了典型的智能管道业务模型和国内外运营商发展智能管道技术的案例,并对今后智能管道的发展进行了展望。

本书是基于作者多年从事通信网智能化研究的长期实践积累而写成的,结构清晰,内容翔实,表述深入浅出、准确流畅,是一部难得的介绍通信网前沿技术的图书。本书可供从事通信网络、计算机网络和信息技术研究开发、运营、管理的人员阅读,也可供高校相关专业的师生参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

通信网络智能管道架构与技术实现 / 张继平主编. —北京: 电子工业出版社, 2012.9

(21 世纪通信网络技术丛书. 网络通信与工程应用系列)

ISBN 978-7-121-18086-6

I. ①通… II. ①张… III. ①通信网—通信工程—研究 IV. ①TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 201952 号

责任编辑: 张来盛 (zhangls@phei.com.cn) 特约编辑: 杜振民

印 刷: 涿州市京南印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社
北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 486 千字

印 次: 2012 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 49.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

序 言

近两年，智能型网络的发展成为信息产业界的探讨热点，网络运营商、业务提供商、设备制造商都在积极开展有关新型智能型网络架构和关键技术的研究。美国运营商 AT&T 提出从网络管理和流量经营入手提升网络效率，通过发挥中间管道优势，摆脱对类似“iPhone 哑管道”模式的依赖。法国电信 Orange 提出通过多屏融合能力积累用户规模，并大力提升现有客户群的服务体验和网络价值。Vodafone 提出以社交应用为核心的移动互联网应用模式，并将网络智能从网络中剥离出来，打造成智能引擎平台。在国内运营商中，中国电信股份有限公司率先提出了“做智能管道的主导者、综合平台的提供者、内容和应用的参与者”的新时期定位，通过打造运营级的智能管道，提供高速协同接入、资源自助指配、速率针对性保障的差异化服务，成为具备客户感知良好、运营管理方便、业务开通灵活等特征的综合信息服务提供商。

2011 年，由中国电信股份有限公司联合国内三大运营商及有关设备制造商，向国际电信联盟 ITU-T 提出了智能型网络 NICE (Network Intelligence Capabilities Enhancement) 的系列标准的研究，奠定了智能管道架构的国际标准的基础。同时，3GPP、3GPP2、BBF、IETF 等标准组织也在开展移动网络、宽带接入网络、IP 网络等智能管道技术标准的研究和制定，体现出中国在国际智能管道标准研究领域的先进性和影响力。

本书作者是中国电信股份有限公司的智能管道项目核心团队。本书基于国内外运营网络的共同关注热点、标准组织奠定的技术理论基础，以及中国电信在推动通信网络向智能管道发展过程中的研究成果，介绍了通信网智能管道的总体功能架构和体系架构；重点针对智能管道核心能力，对带宽提速、网络协同、多维感知、质量保证、策略控制五个方面的关键技术进行分析和研究；内容丰富全面，文字简洁流畅，专业性强。相信本书对于从事智能管道技术研究和开发以及智能通信网络运营和管理的人员，一定能起到很好的启发和指导作用，对于从事通信网络智能管道技术的教学和培训人员，也有着非常有益的参考和使用价值。

中国电信集团公司董事长



2012 年 3 月

前 言

随着信息技术的快速发展和用户需求的不断变化,电信业务也越来越多样化,在给用户带来视听享受和生活便利的同时,对运营商的通信网络也提出了更高的要求。互联网技术和移动通信技术是当今世界上发展最快、市场潜力最大、前景最诱人的两大信息技术,而移动通信技术与互联网技术的结合体现出通信网络向固定和移动网络融合发展的趋势,也衍生出可以支持更多新型应用、新型产品和服务、新型商业模式的网络架构,这一切都将为企业和用户创造更大价值,也给网络的发展带来新的活力。

同时,随着互联网视频、P2P等大带宽应用的规模发展,运营商网络应对流量传送和网络扩容的压力也越来越大。例如,某运营商2007年的网络容量为4 Tb/s,到2010网络容量增长至4.5倍,为18 Tb/s,而收入却只增长了不到1倍,带宽和收入之间存在日益扩大的剪刀差。iPhone等智能终端带动了用户使用移动互联网应用的激情,同时也带来了移动网络急速增长的数据流量。例如,国外某运营商在引入iPhone后移动用户数增长了24%,移动数据流量却暴增1161%,说明iPhone用户对移动带宽的要求远高于其他用户。基于这种情况,运营商需要通过对网络状态和多种信息分析来加强对流量传送能力的优化和管理,并根据用户和业务的不同需求来提供差异化的服务模式,通过提升网络智能服务和管理水平,在提高网络传送效率的同时,提升用户和业务的服务体验,更好地平衡网络发展和用户发展之间的关系。

近两年,智能型网络的发展成为信息产业界的探讨热点,网络运营商、业务提供商、设备制造商都在积极开展有关新型智能型网络架构和关键技术的研究。美国运营商AT&T提出从网络管理和流量经营入手提升网络效率,通过发挥中间管道优势,摆脱对类似“iPhone哑管道”模式的依赖。法国电信Orange提出通过多屏融合能力积累用户规模,并大力提升现有客户群的服务体验和网络价值。西班牙Vodafone提出以社交应用为核心的移动互联网应用模式,并将网络智能从网络中剥离出来,打造成智能引擎平台。在国内运营商中,中国电信率先提出了“做智能管道的主导者、综合平台的提供者、内容和应用的参与者”的新时期定位,通过打造运营级的智能管道,提供高速协同接入、资源自助指配、速率针对性保障的差异化服务,成为满足客户感知良好、运营管理方便、业务开通灵活等特征的综合信息服务提供商。

国际国内标准组织近年来也逐步开展智能管道架构和技术的研究,并开始构建智能管道标准体系。2011年,由中国电信联合国内三大运营商及设备制造商,在国际电信联盟ITU-T提出了智能型网络NICE(Network Intelligence Capabilities Enhancement)的系列标准的研究,奠定了智能管道架构的国际标准的基础。同时,3GPP,3GPP2,BBF,IETF等标准组织也在开展移动网络、宽带接入网络、IP网络等智能管道技术标准的研究和制定。2011年中国通信标准化协会(CCSA)也在行业标准中新立项了“智能型网络框架和能力需求”、“智能型网络策略控制系统技术要求”等系列标准的研究,说明我国智能管道/智能型

网络的相关研究也开始步入国际领先的行列。

在此背景下，我们编写了《通信网络智能管道架构与技术实现》一书，期望读者阅读本书后既能全面掌握智能管道的技术要素，又能深刻领会智能管道在运营级网络中的实施要领，从而能够真正指导实践工作。

本书中，智能管道四大内涵包括广泛高速覆盖的网络、资源快捷指配的机制、接入灵活协同的能力、质量按需保障的服务，可以为用户提供“应用带宽能适配、资源使用能自助、网络接入能优选、业务体验能统一、个性需求能保障、服务质量能感知”等服务体验。智能管道的目标架构 NICE 分为控制层和网络层，可在现有网络基础上，增强网络的智能控制和管理能力，实现现有网络向智能管道目标架构的平滑演进。

智能管道的核心能力包括带宽提速、网络协同、多维感知、质量保证、策略控制。

① 带宽提速是实现智能管道广泛高速覆盖内涵的基础。其核心思路是提升通信网络端到端的带宽，支撑更丰富的视频、云应用等大带宽高流量业务的规模发展。

② 网络协同是实现有线无线一体化全面覆盖，以及用户统一账号接入和不同网络间的灵活优选的基础。可以为用户提供统一账号接入和优选接入能力，提升用户跨网络的业务体验。

③ 多维感知是智能管道识别用户和业务并进行按需保障的基础。可通过提升多维度的信息感知采集能力，支持业务流量的深度分析和策略的动态调整。

④ 质量保证是实现针对用户需求以及电信自营业务按需提供差异化服务保障的基础。通过加强通信网络的 QoS 保障能力，实现在移动网络、固定网络（简称固网）中对于不同用户、不同业务的差异化需求的按需保障。

⑤ 策略控制是实现快速的业务支持能力，以及用户资源的自助申请和灵活调整，业务的按需保障的基础。策略控制可与感知分析、自助服务联动，实现对网络资源分配、QoS 等策略管理等灵活动态管理的能力。

本书共有 7 章。

第 1 章从总体上描述了通信网络智能管道发展的驱动力和需求，明确了智能管道的内涵、目标架构以及技术体系。

第 2 章（带宽提速技术）以带宽提速为基础，构建高速接入和精细化管理的智能管道：介绍有线和无线宽带提速接入技术、集群技术以及高速链路技术。有线接入技术包括如何组建 PON 网络和 FTTx 网络，EPON 和 GPON 的技术实现，下一代的 WDM-PON 技术，GPON 的 QoS 技术等。无线接入技术包括移动接入从 2G、3G 到 LTE 的发展概况，EV-DO 以及 LTE 的网络架构和关键技术。

第 3 章（网络协同技术）以融合覆盖为目标，推进认证数据整合以及移动多网络融合，构建灵活接入和跨网络协同的智能管道。首先从应用场景入手，引出网络协同的总体思路；然后介绍 3G，LTE，WLAN 网络之间的协同技术，实现业务到最适合网络的分流；还详细论述了 LIPA（本地 IP 接入）和 SIPTO（选择 IP 流量卸载）移动网络数据分流技术，接入网络的自动发现和自动选择技术。

第 4 章（多维感知技术）以多维感知为目标，移动网络增加深度识别能力，固网完善现有识别能力，构建用户可识别和业务可区分的智能管道：主要论述基于用户、网络层、

业务层、终端、流量的感知技术，对感知的信息进行用户偏好和应用的分析技术。

第 5 章（质量保障技术）以按需保障为目标，完善网络端到端 QoS 保障和流量优化能力，构建针对用户和 CP/SP 业务差异化服务的智能管道：介绍有线、无线宽带质量保证和资源优化技术。有线质量保证包括队列、差异化质量保证和应用分析技术，有线宽带资源优化包括 P2P，P4P（电信运营商主动参与 P2P 网络），ALTO（应用层流量优化）和 P2P+ 技术的介绍。移动质量保障包括 UMTS，LTE，HRPD 网络的 QoS 技术；无线网络资源优化包括信令分析和优化技术。

第 6 章（策略控制技术）以策略控制为目标，完善移动网络和固网的策略控制能力，实现两者的策略控制融合，构建网络可控可管的智能管道：介绍固定、移动以及融合网络的策略控制技术。固网包括 RACF（资源和准入控制功能），RACS（资源和准入控制子系统），BPCF（宽带策略控制功能）架构介绍，以及三种架构的接口协议比较；移动网络包括 3GPP 的策略控制架构和关键技术。融合的策略控制技术包括融合策略控制架构、实现方案、互通策略交互机制和融合策略交互机制、策略控制互通接口协议等；最后介绍了基于感知的 PCC 策略控制架构、技术和实例。

第 7 章给出了智能管道的发展趋势，包括差异化、自助指配、体验连续性与一致性、协同分流等典型的业务模型，以及国外的案例分析等。

本书部分内容和案例来自于作者的实践经验和研究成果，同时参考了各大标准组织目前已经发布的标准，并参考了大量的相关文章和书籍。本书引用的部分资料和图片是书中所讲述内容所需，无侵权意图，特此声明。

本书由张继平担任主编，李华、曹磊、王茜、陈洁等编著。参与编写的人员还有：马琳、马亦然、朱红梅、李俊杰、何琪、龙彪、兰婷婷、王爱俊、徐向辉、李凯、谢沛荣、赵旭、陈园和李文苒等。

衷心感谢中国电信集团王晓初董事长为本书作序。感谢中国电信北京研究院和广州研究院在本书的编写中给予了大力支持。另外，还要感谢电子工业出版社杜振民编审和张来盛编辑为本书出版所做的大量耐心、细致的工作，感谢本书所参考和引用的诸多资料的有关机构和作者。

智能管道作为一个新的技术和产业，涵盖的知识范围较广，同时仍在快速发展和演进过程中。由于作者水平有限，书中难免存在谬误，欢迎读者批评、指正。

作 者
2012 年 3 月

目 录

第 1 章 智能管道概述	(1)
1.1 智能管道的需求	(1)
1.1.1 新型业务需求的驱动	(1)
1.1.2 新技术发展的驱动	(2)
1.2 智能管道的概念解析	(4)
1.3 智能管道的目标架构——NICE	(6)
1.3.1 NICE 的总体架构模型	(6)
1.3.2 功能模块描述	(7)
1.3.3 智能管道云-管-端协同	(8)
1.4 本章小结	(9)
第 2 章 智能管道带宽提速技术	(10)
2.1 有线宽带接入技术	(10)
2.1.1 光纤接入组网技术	(10)
2.1.2 无源光网络 (PON) 技术	(15)
2.1.3 下一代 PON 技术	(27)
2.1.4 接入精细化管道技术	(30)
2.2 移动宽带接入技术	(31)
2.2.1 移动宽带接入技术发展概况	(31)
2.2.2 第三代移动宽带接入技术	(36)
2.2.3 下一代移动宽带接入技术	(42)
2.3 集群路由器技术和高速链路	(48)
2.3.1 集群路由器技术	(48)
2.3.2 40 Gb/s 高速链路技术	(56)
2.3.3 100 Gb/s 高速链路技术	(63)
2.4 本章小结	(67)
第 3 章 智能管道网络协同技术	(69)
3.1 智能管道网络协同技术体系	(69)
3.1.1 网络协同技术的分类及应用场景	(69)
3.1.2 网络协同总体思路	(70)
3.1.3 网络协同技术体系框架	(71)
3.2 3G / LTE / WLAN 的多接入协同技术	(72)
3.2.1 3G / LTE / WLAN 的多接入协同应用需求	(72)

3.2.2	3G+WLAN 接入协同	(73)
3.2.3	LTE+WLAN 接入协同	(77)
3.2.4	流移动性技术 (MAPIM/IFOM)	(86)
3.3	基于 LIPA/SIPTO 的移动网数据分流技术	(102)
3.3.1	移动网数据分流应用需求	(102)
3.3.2	LIPA 技术	(102)
3.3.3	SIPTO 技术	(110)
3.4	接入网络自动发现和选择 (ANDSF) 技术	(113)
3.4.1	ANDSF 应用需求	(113)
3.4.2	ANDSF 技术	(113)
3.4.3	ANDSF 与其他网络协同技术的结合应用	(118)
3.5	本章小结	(120)
第 4 章	智能管道多维感知技术	(121)
4.1	感知技术简介	(121)
4.2	网络层感知——基于流的感知技术	(122)
4.2.1	深度流检测 (DFI) 技术	(122)
4.2.2	深度包检测 (DPI) 技术	(126)
4.2.3	DFI 和 DPI 联动	(131)
4.3	终端感知技术	(134)
4.3.1	终端感知技术实现方式	(134)
4.3.2	终端感知技术实现举例	(134)
4.4	本章小结	(137)
第 5 章	智能管道质量保障技术	(138)
5.1	有线宽带质量保障技术	(138)
5.1.1	宽带接入网中的 QoS 技术	(138)
5.1.2	IP 城域网和骨干网中的 QoS 技术	(140)
5.1.3	接入网与骨干网质量保障的一致性	(150)
5.1.4	质量保障技术在现网中的应用	(151)
5.2	有线宽带资源优化技术	(155)
5.2.1	P2P 流量优化技术	(155)
5.2.2	视频流量优化技术	(158)
5.3	无线宽带网络质量保障技术	(166)
5.3.1	UMTS 的 QoS 保障技术	(166)
5.3.2	LTE 的 QoS 保障技术	(172)
5.3.3	HRPD 的 QoS 保障技术	(178)
5.4	无线网络资源优化技术	(183)
5.4.1	移动互联网的小流量、长在线典型业务的特征	(183)
5.4.2	小流量数据业务对网络信令负荷分析	(188)

5.4.3 信令优化和增强技术	(190)
5.5 本章小结	(194)
第 6 章 智能管道策略控制技术	(195)
6.1 固网策略控制技术	(195)
6.1.1 ITU-T 的策略控制架构——RACF	(195)
6.1.2 TISPAN 的策略控制架构——RACS	(200)
6.1.3 BBF 的策略控制架构——BPCF	(203)
6.1.4 固网控制策略和接口协议比较	(207)
6.2 移动网策略控制技术	(208)
6.2.1 基于 3GPP 的策略控制体系	(208)
6.2.2 3GPP 策略控制体系架构	(209)
6.2.3 PCC 架构的关键技术	(213)
6.2.4 关键技术应用实例	(223)
6.3 融合策略控制技术	(231)
6.3.1 固网和移动网策略控制的差异性	(231)
6.3.2 固移网络融合策略控制体系	(232)
6.3.3 固移网络互通策略控制的实现方案	(234)
6.3.4 固移融合策略交互机制	(236)
6.3.5 支持 WLAN 场景的融合策略交互过程	(238)
6.3.6 策略控制互通接口协议	(243)
6.4 基于感知的策略控制体系	(243)
6.4.1 业务感知需求与基于感知的策略控制体系架构	(243)
6.4.2 基于感知的策略控制架构和关键技术	(245)
6.5 本章小结	(252)
第 7 章 智能管道发展趋势	(254)
7.1 智能管道典型业务模型	(254)
7.1.1 网络协同接入与分流模型	(254)
7.1.2 基于感知的个性化服务模型	(257)
7.1.3 差异化应用模型	(259)
7.1.4 动态的策略控制模型	(261)
7.2 国内外运营商在智能管道方面的案例	(264)
7.3 本章小结	(267)
附录 A 通信网络智能管道的相关接口	(268)
附录 B 通信网络智能管道的相关标准体系	(272)
附录 C 缩略语	(277)
参考文献	(291)

第1章 智能管道概述

本章要点

本章首先提出了智能管道在业务和技术方面的需求，然后详细阐述了智能管道的概念，目标架构和技术体系。在学习了本章后，读者应重点掌握以下几点：

- 研究智能管道的目的；
- 智能管道的概念和目标架构；
- 智能管道目标架构各模块的功能；
- 智能管道的核心技术和标准体系。

1.1 智能管道的需求

1.1.1 新型业务需求的驱动

随着信息技术的不断发展和用户需求的不断变化，电信业务也越来越多样化，在给用户带来了视听享受和生活便利的同时，对运营商的网络也提出了更高的要求。移动通信和互联网技术是当今世界上发展最快、市场潜力最大、前景最诱人的两大信息技术。而移动互联网是移动通信和互联网融合的产物，这种融合将会创造出新的产品和服务、新的价值链架构和新的经济模式及新的联盟，这一切都将为企业和用户创造更大价值，也给网络带来了新的需求。

移动互联网具有终端移动性、接入高速性、服务融合性、应用开放性、交互实时性等特点：

- 要求网络具有无缝覆盖能力，2G/3G/LTE/Wi-Fi 和 FTTX/LAN/ADSL 技术的互补是无缝覆盖的一种选择；
- 要求网络具有高速特性，满足移动互联网业务从小流量应用向大流量应用变化的需求；
- 要求网络融合化，包括移动网与固定网（简称固网）融合、电信网与互联网融合；
- 要求网络具有控制能力，包括用户接入控制能力、融合服务控制能力、管道质量控制能力等。

云计算是一种新兴的共享基础架构的方法，可以将巨大的系统池连接在一起以提供各种 IT 服务。云计算采用远端处理和存储的模式，具有动态化、弹性化、虚拟化等特征，云计算用户对网络的质量指标更加敏感。云计算业务模式的变革对网络提出了新的挑战，需要网络传送更多的数据量，需要更大的带宽；要求网络响应速度更快，并需要网络在识

别出云应用/用户的基础上，进行智能带宽控制和匹配。另外，网络自身也将向“云化”发展，包括引入虚拟集群、云路由、云基站等新技术，按业务需求动态地提供网络能力，从应用的云化向网络云化发展等。

随着视频业务特别是 P2P（点到点）流量的日益增加，对运营商网络的压力也越来越大。某运营商 2007 年的网络容量为 4 Tb/s，到 2010 网络容量增长到了 4.5 倍，为 18 Tb/s，而收入却只增长了不到 1 倍，带宽和收入之间存在日益扩大的剪刀差，如图 1-1 所示。基于这种情况，运营商需要通过网络流量管理来优化业务量，传送更多高价值流量；需要提供网络差异化来实现业务和用户服务的差异化，以增加收入和优化成本。

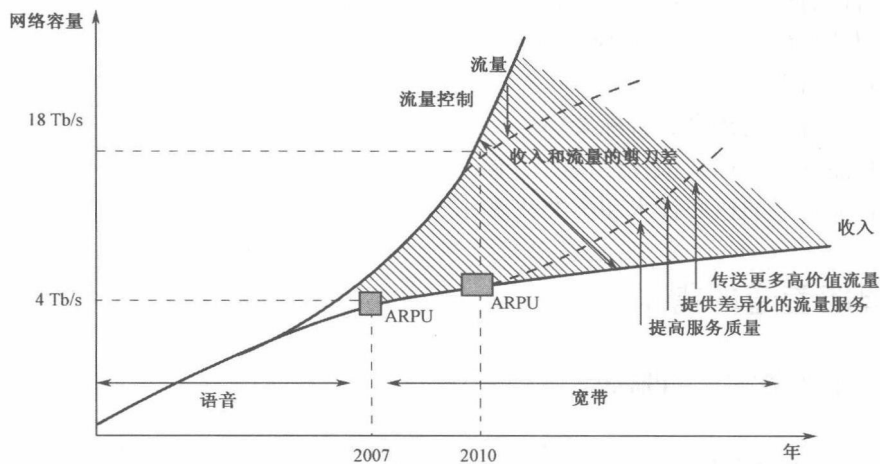


图 1-1 流量收入剪刀差

另外，远程医疗、远程教育、SNS（社区网络服务）应用对网络互动性需求，在线游戏、远程监控、物联网应用对网络支撑的实时性需求，大带宽应用对带宽消耗造成其他业务体验降低，要求提高网络质量等需求，都对网络提出了智能要求。

- 网络具有网络感知能力，对业务、用户、应用等多维度进行感知；
- 网络具有资源动态调控和按需质量保障能力，增强网络的自适应性，合理分配资源；
- 网络具有智能流量调控能力，缓解不可控流向流量对网络资源的不合理消耗；
- 网络具有网络协同能力，提升用户跨网络的业务切换体验；
- 网络具有自助指配功能，实现用户自主、自助选择业务。

1.1.2 新技术发展的驱动

1. 趋势概述

从移动网络来看，随着新型空中接口技术的不断发展，接入网络（AN）能够提供的带宽以及业务的服务质量已经大为提高。同时从固网来看，随着 FTTB/FTTH（光纤到大楼/光纤到户）的部署，接入带宽得到了极大的提升，并提供了进一步提高带宽的潜力。但

随着 OTT (over the top, 意思是通过公共互联网向用户传输视频的一种新型电视) 应用的增加, 网络流量也迅速增长, 对网络特别是核心网提出了更高要求, 但这些流量却不能带来相应的利润。面对这种挑战, 如何根据用户的需求、支付能力、业务服务质量要求, 网络负载状况, 以及运营商的策略, 智能有效地利用有限的网络资源为用户提供满意的服务, 并且提高运营利润, 以解决流量和业务之间的剪刀差问题就非常迫切。

2. 差异化服务质量保障及智能调度能力

从技术方面, 无论是移动接入网络还是固定接入, 都已经能够提供不同程度的服务质量区分及保障机制。移动接入网, 从初始设计就考虑到了不同服务质量的需求, 并且设计了丰富的服务质量区分及管理机制, 这就为智能型网络的引入奠定了一定基础。

第三代合作伙伴计划 (3GPP) 接入网 (GERAN/TRAN/EUTRAN) 可以根据不同的业务需求, 及用户的签约信息提供多种不同的流量类型服务。网络为这些业务提供的承载, 可以根据用户的要求及网络侧的策略, 动态地建立、改变和终止。根据用户的签约信息, 接入网可以限制用户访问具体业务网络的最大聚合数据速率, 及每个 UE (用户设备) 的上下行最大聚合速率。LTE (长期演进) 接入网能够提供更加丰富的服务质量区分及保障机制。基于不同的 QoS (服务质量) 参数, 基站可以在多个用户之间提供不同的优先级服务。对于同一个用户的不同业务, 基站也可以采用相应的调度策略、队列管理策略、无线资源接入策略、速率整形策略及无线链路配置, 以提供相应的服务质量。另外, 接入网络能够根据用户业务需求及运营商的策略, 动态地建立、改变和释放承载资源。

在固网领域, BBF (宽带论坛) 针对接入网中的网元提出了详细的 QoS 能力要求。对接入节点, 主要要求其支持多个流量类型, 出口支持多个优先级队列以及标记数据包的优先级。对 BNG (Broadband Network Gateway, 宽带网络网关) 主要要求支持多级调度对带宽进行更为精细的管理调度。这些机制可以保证在网络拥塞的情况下, 保证部分业务的服务质量。同时 BBF 正在定义宽带策略控制构架、要求及策略信息模型。3GPP 和 BBF 积极研究并规范基于该构架下的固定网络同 3GPP 网络的互联互通, 为固网、移动网的融合奠定基础。

3. 用户行为感知及流量感知技术驱动

作为智能型网络的一个重要的基础, 3GPP 定义接入网能够实时感知用户行为信息及终端能力信息, 并将感知到的信息以及信息的变化报告给位于核心网的策略控制系统。

目前, 3GPP 接入网能够将这些信息汇报给核心网的策略控制系统, 并且能在上述信息发生变化的情况下将更新的信息汇报给核心网, 充分地利用以上所述用户行为信息及终端能力信息, 对网络资源进行智能调配, 使得智能型网络成为一种可能。

作为网络感知业务和应用的手段之一, DPI (Deep Packet Inspection, 深度包检测) 在带宽和拥塞管理、报文分析、公平使用管理等方面, 起着越来越重要的作用。新的高性能多核处理器使得 DPI 设备的处理能力快速增加, 存储器及 I/O 速率也以与 CPU 相近的速度发展。从 DPI 设备的发展趋势上看, 设备性能和接口密度持续增加, 业界已经开始讨论在

DPI 设备上提供每秒几十吉比特级的接口。从分析的深度来看，大多 DPI 设备已经能做 IP 层到应用层几十种协议检测分析。

4. 动态策略控制技术驱动

作为智能型网络的核心部件，策略控制技术已经得到巨大发展。特别是对于 3GPP 接入网，策略控制系统能够根据感知到的用户终端信息，应用层业务信息，通过 DPI 检测到的流量类型信息，用户行为及签约信息，通过策略执行功能进行灵活地网络资源控制及计费。此外，3GPP 所倡导的策略控制理念也已经逐渐得到其他标准化组织，如 BBF 及 TISPAN（通信和互联网融合业务及高级网络协议）的认同，这就为统一融合的智能型网络奠定了良好的基础。

1.2 智能管道的概念解析

1. 智能管道的定义

智能管道是指客户感知良好、运营管理方便、业务开通灵活，提供高速协同接入、资源自助指配、速率针对性保障的差异化服务，综合能力最强的网络，成为客户首选的通信管道。

智能管道（Wise Pipeline）的内涵包括以下四个方面，如图 1-2 所示。

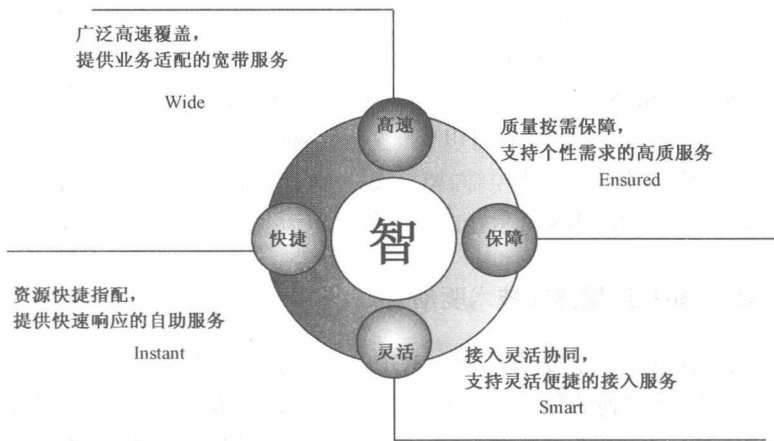


图 1-2 智能管道的内涵

- ① 广泛高速覆盖的网络（Wide），能够支撑更丰富的视频、云应用等大带宽高流量业务规模发展。
- ② 资源快捷指配的机制（Instant），实现用户自主、自助选择业务，获得按需的资源分配和服务提供，支撑市场部门制定更灵活、高效的业务套餐和营销策略。
- ③ 接入灵活协同的能力（Smart），具备跨网络的用户统一账号接入和终端适配的优选

接入能力，提升用户跨网络的业务切换体验。

④ 质量按需保障的服务（Ensured），提供用户分等级的差异化服务，保障关键应用体验，资源向高价值用户和业务倾斜；缓解 P2P 等应用带来的网络拥塞问题，提升正常用户和应用的体验。

2. 智能管道的能力需求和客户体验

在业务需求和技术驱动的共同作用下，对智能管道提出如下需求：

① 带宽提速需求。带宽提速是指提高固定和移动网络的带宽建设，适时引入 LTE，规模提升接入网及骨干网带宽，满足用户更丰富的高带宽应用需求。

② 网络感知需求。网络感知要求是智能管道的基本要求，也是管道识别用户、业务和应用并进行按需保障的基础。网络感知要求对用户、业务和应用等信息进行感知。

③ 策略控制需求。策略控制需求是实现智能管道的关键性技术。策略控制可以根据用户、业务和应用等信息生成策略，控制网络进行相应配置，实现各种业务的提供。

④ 网络协同需求。网络协同需求以有线无线一体化全面覆盖为基础，用户统一账号接入登录不同网络，以及和不同接入网络间的灵活优选切换。

⑤ 按需保障需求。按需保障需求提供用户分等级的差异化服务，保障关键应用体验，资源向高价值用户和业务倾斜；缓解 P2P 等应用带来的网络拥塞问题，提升正常用户和应用的体验。

智能管道在满足以上需求的基础上，还需要达到以下几点客户体验：

① 应用带宽能适配：指客户所需带宽的自动指配，包括网络所需配套带宽的适配，传输带宽和接入带宽的适配。

② 资源使用能自助：可以实现用户自主、自助选择业务，获得按需的资源分配和服务提供。

③ 网络接入能优选：用户可以根据接入网络情况选择接入手段，比如针对移动用户在热点地区接入困难的状况，选择 Wi-Fi 接入，实现流量分流。

④ 业务体验能统一：指有机结合有线技术、Wi-Fi、3G 与 LTE 等技术，使客户可以采用统一的账号接入不同的网络，使不同的接入终端实现即插即用与自动适配。

⑤ 个性需求能保障：指能够为客户提供个性化的需求，如智能识别消费场景和消费需求。按照忙闲时、业务类型、客户类型、终端类型、合作伙伴等维度，按照既定策略灵活提供传输资源、计算资源、存储资源、应用能力、通道能力和支撑能力等。

⑥ 服务质量能感知：指根据用户的需求不同，使用户能够感知到差异化的服务质量。如高等级用户可以享受优先接入、保障带宽等高质量服务。

智能管道的用户体验如图 1-3 所示。

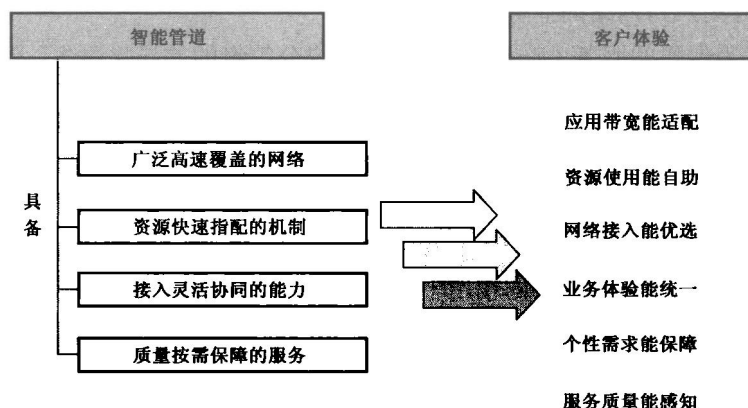


图 1-3 智能管道的用户体验

1.3 智能管道的目标架构——NICE

1.3.1 NICE 的总体架构模型

智能管道所要达到的目标：

- 智能管道能够面向用户和业务应用，按需提供传送资源服务；
- 智能管道可以向用户提供灵活的机制和手段，使用户能够根据需要向网络请求特定传送资源，并可以动态调整需求；
- 智能管道能够向用户提供的传送资源服务还需要和具体网络能力、用户终端接入方式等因素相结合；
- 智能管道可以开放传送资源服务能力，使业务应用能够根据需要向网络请求特定传送资源，并且在该业务应用调用过程中，智能管道能够提供相应的传送资源保证。

智能管道的目标架构称为网络智能能力增强架构（Network Intelligence Capability Enhancement, NICE）。NICE 架构分为控制层和网络层，即在现有网络基础上，实现网络和控制有机分离。其中网络包含固定/移动/无线接入网、CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）、城域网和骨干网。

网络层在现有网络基础上，基于带宽提速和融合覆盖实现管道的更大更强，具备多维感知、差异化保障功能和资源指配功能，支撑承载控制层实现智能化控制，并与 IT 支撑系统、终端等配合最终达到提供高效的服务和资源的智能管控。

控制层在原有认证系统、网络管理系统等基础上，增加感知分析功能、策略控制功能、流量调度功能，承载控制层与综合平台交互，上传网络状态、用户流量信息，并收取和映射上层应用对承载资源的需求。

智能管道 NICE 总体架构模型如图 1-4 所示。

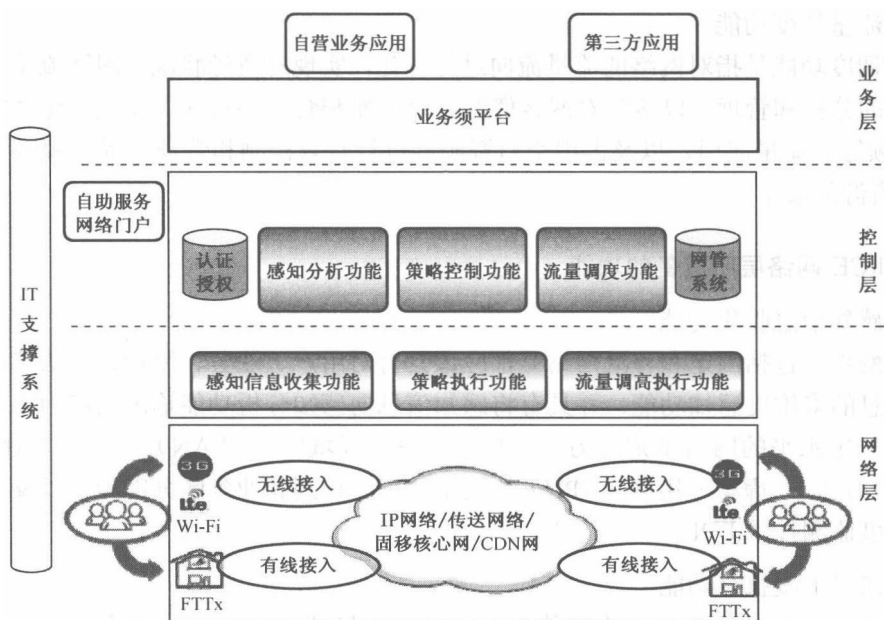


图 1-4 智能管道 NICE 总体架构模型

1.3.2 功能模块描述

1. NICE 控制层具备的功能

(1) 网络协同功能

实现不同网络接入用户的统一账号认证和接入策略配置下发。网络协同功能可以通过构建统一的融合数据库 UDC（User Data Convergence）实现用户数据的综合处理和业务同步受理；可以通过多种认证系统之间协同，来实现跨网络的统一账号认证和业务策略同步。

(2) 感知分析功能

感知分析功能是指控制层通过感知信息收集功能收集用户和业务等信息，然后进行分析的能力。感知分析功能应能实现对固定网络用户和移动网络用户/业务等信息的感知能力，并能集合固定网络和移动网络的感知信息，实现对用户、业务等多维度分析，将信息分析结果输出到策略控制功能，实现策略动态的调整与制定。

(3) 策略控制功能

策略控制功能可以实现对基于网络对用户/业务/应用/行为等多维度识别分析及流量优化的结果，进行策略控制和应用保障的功能。此功能还可以实现固定和移动两个网络协同工作的能力。未来融合的策略控制系统则应该可以实现固定和移动网络的统一策略控制，使其策略控制更加精细化。