

“863”通信高技术丛书

“十五”国家重点
图书出版规划项目

城域网多业务 传送理论与技术

余少华 陶智勇 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

“十五”国家重点图书出版规划项目

“863”通信高技术丛书

城域网多业务传送理论与技术

余少华 陶智勇 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城域网多业务传送理论与技术 / 余少华, 陶智勇编著. —北京: 人民邮电出版社, 2004.12
(“863” 通信高技术丛书)

ISBN 7-115-12858-8

I. 城... II. ①余...②陶... III. 局部区域网络 IV. TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 028432 号

内 容 提 要

本书系统地介绍了城域网多业务传送理论和技术。对当前城域网多业务传送的各种主要技术, 如多业务传送平台 (MSTP) 总体结构、封装协议 (PPP/LAPS/GFP)、中间智能适配层 (RPR/MSR/MPLS)、稀疏波分复用, 以及城域网多业务传送网的建设、城域网多业务传送技术的发展趋势都给予了较全面的论述。本书的特点是围绕着第 17 研究组中国专家组在国际电信联盟历时 7 年的 3 次自主创新所提出并被批准的 3 项国际标准 (ITU-T X.85/Y.1321、X.86/Y.1323 和 X.87/Y.1324), 展开城域网 MSTP 的基本理论和方法的叙述。既讨论了 MSTP 的 SDH 链路接入协议、通用成帧规程, 也详细介绍了 MSTP 的其他新技术。本书的第 1 章简要介绍城域网多业务传送的基本特征和典型技术。第 2 章至第 6 章讨论当前正在使用的各种城域网技术——传输网上 IP 业务的运行、传输网上以太网业务的运行、弹性分组环技术、多业务环技术、城域网多业务传送平台。第 7 章介绍城域网建设新进展, 并展望下一代的城域网技术。

本书内容新颖实用, 观点实事求是, 可供从事电信工作的专业技术人员和管理人员阅读, 也可作为高等院校通信工程、电子信息工程、计算机网络等专业师生的参考书。

“863” 通信高技术丛书

城域网多业务传送理论与技术

- ◆ 编 著 余少华 陶智勇
责任编辑 陈万寿
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.25 2004 年 12 月第 1 版
字数: 454 千字 2005 年 7 月北京第 2 次印刷

ISBN 7-115-12858-8/TN · 2367

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

“863” 通信高技术丛书

编 委 会

主 任: 叶培大

委 员: (按姓氏笔画顺序排列)

卫 国 王志威 王 京 王柏义

韦乐平 尤肖虎 冯记春 朱近康

邬江兴 邬贺铨 孙 玉 纪越峰

杜肤生 李少谦 李世鹤 李红滨

李武强 李 星 李默芳 杨千里

杨 壮 张 凌 陈俊亮 周炯槃

郑南宁 赵梓森 赵慧玲 侯自强

姚 彦 郭云飞 唐 健 蒋林涛

曹淑敏 强小哲 谢麟振 简水生

序 1

武汉邮电科学研究院余少华博士寄来他和陶智勇合著的《城域网多业务传送理论与技术》的书稿，希望我提些看法和建议，并为此书作序。我将书稿读了几遍，觉得该书对有关技术所作的介绍，内容详尽，条理分明，系统性强，既可以作为通信工程技术人员的参考资料，也可以作为高等院校通信工程专业的教学用书。

本书作者之一的余少华博士，是书中介绍的新技术所依据的国际电信联盟（ITU）制定的 ITU-T 建议书 X.85、X.86 和 X.87 的原始建议者和在国际电联相关机构内负责这三个建议书文本制定全过程的主要负责人。据悉，由余博士任总经理的武汉邮电科学研究院烽火公司符合这几个建议书要求的设备已经开发上市。这批设备，包括其中的芯片部分，都是余博士和他的团队自行设计的。因此，他在本书中的介绍，既贯穿了他们的原创思路，也融合了他们开发设备过程中积累的经验，很显然，全都是作者的第一手资料。这样的介绍，很大程度上消除了那些翻译书籍中可能出现的诸多问题，应该有助于国内读者的理解和领会。

我于上个世纪 80 年代初以中国专家身份参加国际电信联盟电信标准化部门的研究活动，于 1986 年以国际电联工作人员的身份进入国际电联电信标准化部门秘书处工作，于 1999 年开始担任 ITU 电信标准化局局长（亦称主任）。余少华博士于上个世纪 90 年代开始参加国际电信联盟电信标准化部门的研究活动。我们也是从那时开始认识的。1998 年上半年，以余少华博士署名为文稿联系人的中国代表团向国际电联递交了关于 IP over SDH 的文稿。该文稿由我负责审阅出版。审阅以后，我当即发现它的技术含量和表达方式都与过去中国方面递交的大部分文稿明显不同，而其中的建议更是另辟蹊径，与国际电联当时的主流讨论课题不一致。我明显意识到，这一文稿必将引起国际同行的重视和挑战。我在日内瓦工作多年，总有一种为外国人做嫁衣裳的感觉。我想，如果这份文稿能够获得通过，这将成为由中国人提交的原创建议变成一种新技术国际标准的首例，我非常高兴。确信这篇文稿是他们自主创新提出来的，因此很快予以公布出版。鉴于他们是初次上阵与国际同行叫板，更由于市场利益所在，国际同行不会轻易让步，他们的建议几经反复，2000 年 3 月获得国际电联批准，正式成为 ITU-T X.85 建议书。此后，余少华博士一鼓作气，再接再厉，推动国际电信联盟先后批准了他们提议的 X.85 的姊妹篇，即 X.86 和 X.87 建议书，形成了一个完整的系列。

难能可贵的是，应有关部门的要求，在紧张的科研和开发工作的压力下，在处理纷繁的公司事务之余，余少华博士挤出时间撰写此书，帮助读者了解这一新技术。

21 世纪被认为是信息世纪。信息世纪的发展很大程度上依赖于市场和经济的发展，而信息技术标准化工作在人类社会的经济建设和市场发展发挥非常重要的作用。德国标准化协会前两年发表了一份研究报告，明确指出，从 1960 年到 1990 年的 30 年间，德国（或当年的联邦德国）的年平均经济增长率为 3%，其中由标准化工作直接作出的贡献高达 27%，仅次于投资资本所作出的 47% 的贡献，位居第二。由此可见标准化工作的重要性。毋庸置疑，谁能领导标准的制定，谁就能左右未来市场。

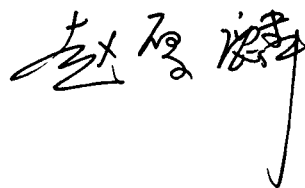
中国电信主管部门从改革之初就明确提出，实现通信现代化，要搞全国标准，要尽量参

照国际标准，并要积极参与国际电信标准工作，了解跟踪世界最新动态，掌握和运用世界先进技术。近几年更进一步提出要将中国的技术变为国际标准。这些明智决定，保证了中国通信现代化建设从一开始就建立在国际先进水平上，推动了中国通信标准化工作，培养造就了一大批一流的中国通信专家。我很高兴地看到，我国的电信企业现在也提高了国际标准化工作的意识，积极参加国际标准化活动。我认为，X85、X.86 和 X.87 这三个建议书的通过，以及在同一时期通过的由中国自主提出的 TD-SCDMA 第三代移动通信无线接续标准的建议书，无疑是这些年中国电信主管部门和电信产业界艰苦努力的标志性和开创性成果。

据统计，自 2000 年以来，中国方面向国际电联提交的文稿的数量逐年上升，中国专家参加会议的人数也在不断增加。在 2004 年 10 月于巴西举办的国际电信标准化全会上，中国被选为全会副主席，而中国政府提出的 5 位专家作为国际电信联盟相关技术研究组副主席的建议被全部接纳。在此后举行的各研究组的会议上，陆续有一批中国专家被接纳为一些关键位置的负责人和协调人。我认为，以刚刚结束的国际电信标准化全会为标志，现在中国在国际电信标准化领域已经越过早先的跟踪学习以及后来的积极参与这些阶段，进入全面冲击各相关研究组的领导班子和关键岗位，争取早日奠定中国信息产业在技术领域的领导地位的新的历史时期了。我对这一历史性的变化感到由衷的高兴，并热切期待着中国方面发挥更大的作用。

余少华博士在 2004 年国际电信标准化全会上被任命为国际电联标准化部门第 15 组副主席，这是对他国际电联标准化工作所作贡献的认可，我向他表示衷心的祝贺。余博士是中国自己培养的人才，他很有才华，希望他百尺竿头，更进一步，在今后的工作中为中国的电信标准化工作和世界电信标准化工作作出更大的贡献。

国际电信联盟电信标准化局局长



序 2

我国已经建成世界上用户规模最大的通信网，中国的网络在新技术采用方面已走到世界前列。对我国通信科技人员来说，这是开发具有自主知识产权技术的难得机遇；增强核心竞争力，建设电信强国，又是摆在我们面前的严峻挑战。

城域网是核心网的重要组成部分。从网络水平分割的观点，城域网位于核心网的边缘；从业务会聚和网络融合的观点，城域网是核心网的枢纽。随着电信业务的 IP 化和宽带化，城域网的作用越来越重要，成为当前电信运营商竞争的焦点和网络建设投资的重点，促进了新技术在城域网的应用，从而也使城域网成为电信标准化的热点。

武汉邮电科学研究院多年来关注城域网技术的发展并积极参与国际电信标准化组织的工作，1998 年向国际电信联盟提出 IP over SDH using LAPS 文稿，在我国政府的支持和相关单位的共同努力下，2000 年 3 月得到国际电联（ITU-T）正式批准，这是中国在这一领域的第一个具有独立编号的 IP 国际标准（X.85）。随后又代表中国提出并相继被国际电联采纳成为 ITU-T 的建议 X.86 和 X.87。前者是 MSTP 领域的第一个国际标准，后者是多业务环（MSR）标准。MSR 融合传输和交换技术，支持多种拓扑结构，在 MAC 层上提供多业务的细分和对服务质量（QoS）的支持，利用 MSR 这一分组化的多业务传送平台，解决了城域网中电信级运营、服务质量、安全以及面向大客户的业务租用等问题，是一项很有前景的城域网技术。

本书作者之一的余少华博士是武汉邮电科学研究院副总工程师、教授级高工、博士生导师，现任 ITU-T 第 15 研究组（光和其他传送网络）副主席，曾在两个研究期内担任 ITU-T 第 17 研究组（数据网和电信语言）IP 底层协议课题的报告人和 X.85/86/87 标准的起草人。以 X.85/86/87 标准及相关的技术为基础，本书的作者余少华、陶智勇对当前城域网的各种技术，如 MSTP 总体结构、封装协议 PPP/LAPS/GFP、RPR、MPLS、CWDM、城域网多业务传送网的建设和发展趋势都做了比较全面的介绍。本书内容翔实，反映了在城域网方面国际标准化的最新进展和科技成果。读者阅读本书，既能了解到当今城域网的各种主要技术，更能了解到作者在城域网技术领域的探索历程、思路、方法以及进一步的研究方向。本书是一本系统而详细地介绍城域网多业务传送理论和技术的好书。

城域网技术还在发展之中，随着向下一代网的过渡和无线城域网技术的崛起，城域网体系和技术还有很大的创新空间。处在较快发展中的我国电信网给城域网提供了新技术展现的广阔舞台。希望作者继续努力，也期待更多的读者投身到这一充满创新机会的领域之中。

电信科学技术研究院原副院长兼总工程师
中国工程院副院长，中国工程院院士

余少华

前 言

城域网是近年来随着 Internet 的大发展而出现的一门新学科和新技术, 仅在我国国内近几年就有至少几百亿元的市场总量。鉴于当前和今后相当一段时间话音业务仍然是各大运营商最主要的利润来源, 城域网多业务传送是现阶段从现有的 SDH/SONET 技术 (全世界共有至少几百亿美元的设备建设和安装总量) 走向多业务的和面向 Internet 的最好出路之一, 也是兼容无线基站传输、TDM 交换机传输以及各种业务节点传送的有效办法。当前面临的一个迫切问题是在兼顾宽带接入用户迅速增长的前提下, 解决在城域范围内多业务的可靠、有效传送问题。武汉邮电科学研究院和同行人士一道进行了一系列有益的探索, 提出了一些想法和思路。

1998 年, ITU-T 第 17 研究组中国专家组代表中国信息产业部向国际电信联盟提出 ITU-T X.85 (IP over SDH using LAPS) 草案, 2000 年 3 月得到国际电信联盟正式批准, 这是中国具有独立编号的第一个重要 IP 国际标准。2001 年 2 月国际电信联盟再次批准了由武汉邮电科学研究院于 1999 年代表中国提出的具有独立编号的第二个 IP 核心标准 X.86 (Ethernet over SDH), 它是业界在多业务传送平台 (MSTP) 领域的第一个国际标准, 也是把以太网和吉比特以太网引入电信传输网的第一个国际标准。X.86 在国际电信联盟的提出和批准时间均比通用成帧规程 (GFP) 早近一年, 可同时用于面向字节和面向比特, 具有基于硬件的流控能力和速率适配能力。2002 年 1 月, 武汉邮电科学研究院再一次代表中国提出城域网多业务环, 经过国际电信联盟第 17 研究组、第 15 研究组和 IEEE 802.17 工作组达成一致后, 于 2003 年 10 月获得国际电信联盟正式批准。

采用这三项拥有自主知识产权的国际标准开发的相关芯片和系统设备, 分别得到了国家发改委、国家经贸委、信息产业部、科技部、中国标委, 以及湖北省和武汉市各相关厅局的大力支持, 其产品和解决方案不仅得到国内 15 个省份的运营商的应用和好评, 而且出口到美国、印度。与美国 Agilent 公司合作发出的符合 X.85 和 X.86 标准的芯片已在欧洲和亚太地区的运营商网上使用。多家芯片厂商在多种芯片和设备中采用了这项技术。

本书围绕着中国在国际电信联盟的三次重要创新活动中所提出的三项国际标准, 叙述了城域网主流技术的基本理论和方法。对于城域网其他相关技术, 如 GFP、RPR、MPLS、CWDM、MSTP 总体结构也都给予了一定篇幅的介绍。本书观点实事求是, 可作为高等院校通信工程、电子信息工程、计算机网络等专业师生的参考书, 也可作为从事电信工作的专业技术人员、管理人员的培训教材或自学参考书。

本书由余少华博士策划编写, 担任主编, 确定总体思路, 编写了部分内容并负责统稿。陶智勇副教授参与了本书部分内容的编写及统稿。蔡明总结了 MSR 的功能亮点。其中 EoS 芯片是与 Agilent 公司联合开发的。本书在编写过程中, 还参阅了国内外专家的大量文献, 特此致谢。在国际标准的起草、国家各类项目和课题的研究, 以及本书的编写过程中, 作者先后得到了信息产业部、科技部、国家发改委、中国工程院、湖北省及武汉市等各方面领导和

专家的大力支持，得到了国家“863”计划通信技术主题专家组、中国通信标准化协会及 IP 标准研究组、中国电信、中国联通、中国网通、中国移动、Agilent 公司的同仁及武汉邮电科学研究院众多专家和领导（包括烽火网络的同事们）的大力协助，并得到了赵梓森院士、毛谦总工程师、赵厚麟局长和邬贺铨院士的悉心指导，在此一并表示深深的谢意！

由于作者水平有限，再加上时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 城域网多业务传送技术简介	1
1.1 城域网的基本概念	1
1.2 SDH 多业务传送平台	2
1.3 波分光城域网	4
1.4 光以太城域网	5
第 2 章 传输网上 IP 业务的运行	8
2.1 概述	8
2.1.1 SDH 协议简介	8
2.1.2 迅速发展起来的 PoS 技术	10
2.1.3 PPP/HDLCL 数据链路层协议	12
2.1.4 PPP over SDH 存在的不足	18
2.2 基于 LAPS 的 IP over SDH 的协议框架	21
2.2.1 基于 LAPS 的 IP over SDH 的层/协议栈	21
2.2.2 物理层及服务原语	22
2.3 LAPS 协议	25
2.3.1 LAPS 的帧结构	25
2.3.2 自同步扰码/解扰功能描述	27
2.3.3 LAPS 的无效帧	28
2.4 LAPS 与 PPP/HDLCL 协议的比较	28
2.5 LAPS 的 IP over SDH 的实现	32
2.5.1 LAPS 的 IP over SDH 路由器的线卡结构	32
2.5.2 LAPS 处理过程	36
2.5.3 管理控制接口	42
2.6 IP over SDH 结构的网络连接示例	43
第 3 章 传输网上以太网业务的运行	44
3.1 概述	44
3.1.1 以太网协议简介	44
3.1.2 EoS 的提出	47
3.1.3 EoS 技术	48
3.2 Ethernet over SDH 协议框架	50

3.2.1	Ethernet over SDH 的分层/协议栈模型	50
3.2.2	封装 MAC 字段后的 LAPS 帧格式	52
3.2.3	Ethernet over LAPS 功能单元	52
3.2.4	LAPS 发送处理和接收处理	54
3.2.5	错误帧处理	55
3.3	Ethernet over SDH/SONET 的实现	55
3.3.1	Ethernet over SDH/SONET 的接口装置	55
3.3.2	SDH/SONET 处理过程	57
3.3.3	LAPS 详细处理过程	58
3.4	X.86 的流量控制	61
3.5	GFP 协议	65
3.5.1	GFP 所定义的封装方式	65
3.5.2	GFP 的功能模型	66
3.5.3	GFP 的帧结构格式	66
3.5.4	GFP 的通用处理过程	69
3.5.5	GFP 的特定净荷处理过程	70
3.6	封装协议比较	75
3.7	EoS 应用	79
3.7.1	基于 LAPS/GFP 协议的 EoS 芯片	79
3.7.2	EoS 系统设备	81
3.7.3	EoS 网络应用	82
第 4 章	弹性分组环技术	84
4.1	弹性分组环的标准化进程	84
4.1.1	RPR 相关的国际组织	84
4.1.2	弹性分组环应用现状	85
4.2	弹性分组环的 MAC 参考模型与基本概念	86
4.2.1	弹性分组环的基本概念	87
4.2.2	弹性分组环的参考模型	89
4.2.3	对客户层的 MAC 业务	92
4.2.4	业务类型	95
4.2.5	与 802.1D 和 802.1Q 网桥的兼容	97
4.3	弹性分组环的帧结构	98
4.3.1	通用帧结构	100
4.3.2	控制帧格式	103
4.3.3	公平帧格式	105
4.3.4	空闲帧和无效的弹性分组环帧	106
4.4	弹性分组环的数据通路	107
4.4.1	数据通路的基本结构	107

4.4.2	带宽回收	109
4.4.3	可环回数据通路	110
4.4.4	弹性分组环的公平性	110
4.5	拓扑发现及网络保护协议	118
4.5.1	拓扑发现协议	119
4.5.2	网络保护协议	121
4.6	RPR 的物理层	127
4.6.1	MAC 物理层业务接口	128
4.6.2	吉比特以太网物理层接口和物理层实体	130
4.6.3	10 吉比特以太网物理层实体	130
4.6.4	SDH 和 SONET 物理层接口	131
4.7	RPR 与其他技术的比较	133
4.7.1	RPR 与 SDH 技术的比较	133
4.7.2	RPR 与吉比特以太网的比较	135
第 5 章	多业务环技术	137
5.1	MSR 的诞生背景	137
5.2	MSR 网络框架	141
5.2.1	MSR 传送功能结构	141
5.2.2	MSR 数据节点的组成	141
5.2.3	数据节点 MAC 客户参考点	143
5.2.4	MSR 层网络	143
5.2.5	拓扑	146
5.2.6	连接监控	146
5.2.7	保护	146
5.2.8	MAC 客户内网络管理帧操作	146
5.2.9	故障管理	148
5.2.10	性能管理	148
5.3	MSR 成帧器与通用帧格式	148
5.3.1	通用帧格式	149
5.3.2	XP 净荷	153
5.3.3	XP 净荷 FCS	157
5.4	MSR 协议结构	157
5.4.1	汇聚管道协议框架	158
5.4.2	到 RPR MAC 的 MSR 客户接口	159
5.4.3	支路适配功能单元	163
5.5	MSR 系统对城域网业务的支持	163
5.5.1	支路环回和节点可达性确认	163
5.5.2	MSR 上 TDM 电路仿真	165

5.5.3	MSR 数据链路提供的服务	165
5.5.4	用于 TCE 情况下的 XP 支持功能	168
5.5.5	有关支持 TCE 的 XP 协议	171
5.5.6	基于支路的保护	173
5.5.7	基于支路的多播	177
5.5.8	带宽管理、聚合和线速过滤	178
5.5.9	链型拓扑、广播网络和伪网格拓扑应用	181
5.6	MSR 对 RPR 的扩充	183
第 6 章	城域网多业务传送平台	186
6.1	基于 SDH 的 MSTP 的总体结构	186
6.1.1	以太网在 MSTP 上的实现	187
6.1.2	ATM 统计复用 在 MSTP 上的实现	189
6.1.3	RPR 在 MSTP 上的实现	191
6.2	MPLS 的关键技术	197
6.2.1	MPLS 包头结构, 在协议栈中的位置	198
6.2.2	MPLS 的实现过程	199
6.2.3	MPLS 技术的应用	200
6.2.4	MPLS 保护倒换	202
6.3	SDH 的虚容器级联	205
6.3.1	VC 级联的定义	205
6.3.2	VC 级联的特点	210
6.4	VC 虚级联应用中的链路容量调整方案	214
6.4.1	LCAS 的帧结构	214
6.4.2	链路容量调整过程	216
6.4.3	LCAS 技术的应用	217
6.5	在 SDH 上视频支路的多播传送	218
6.5.1	视频支路多播在 SDH 上传送的方式	218
6.5.2	转接参考点及其功能实现	222
6.5.3	视频支路多播在 SDH 上传送的功能体系	224
6.5.4	视频支路与 SDH-VC 之间的接口关系	226
6.5.5	采用以太网或吉比特以太网传送的视频支路的多播传送	226
6.5.6	节点成员组和支路成员组的信息模型	227
6.6	以 WDM 为基础的多业务平台	237
6.6.1	CWDM 目前的市场和应用情况	238
6.6.2	CWDM 的标准化进程	239
6.6.3	城域 CWDM 的关键技术	241
6.7	城域网中的光纤应用	243
6.7.1	城域网对光纤性能的要求	243

6.7.2 光纤的选型考虑.....	243
6.7.3 光纤对系统费用的影响.....	245
6.8 城域网技术的融合.....	246
第7章 城域网建设及展望.....	251
7.1 城域网建设的探讨.....	252
7.1.1 当前城域网建设存在的主要问题.....	252
7.1.2 建设可盈利的宽带城域网.....	254
7.1.3 建设可扩展的宽带城域网.....	255
7.2 MSR 市场定位与应用特点.....	255
7.3 城域网技术发展趋势.....	263
7.3.1 城域网的业务.....	264
7.3.2 未来城域网技术.....	265
7.4 ITU-T X.85/86/87 标准与城域网技术共同发展.....	268
附录 英文缩略语.....	273
参考文献.....	285

第 1 章 城域网多业务传送技术简介

我们正处于一个通信技术激烈变革的时代，个人化、数字化、分组化、多媒体化趋势正展现在我们面前。2000 年网络泡沫的破灭和随后的通信业震荡，也改变不了通信技术蓬勃发展的趋势。这次技术转型是整体转型，不是单项技术突破，几乎涵盖了所有网络技术领域。不同时期诞生的新技术提供了不同层次的技术产品，产生出不同范围的业务类型。目前城域网的建设成为了电信业关注的焦点。这里我们从当前通信业的发展现状与趋势出发，提出城域网理论与实践所面临的一系列关键问题，并在随后的章节中给出相关通信业界的主流解决方案，供读者参考。

1.1 城域网的基本概念

回顾从前，国内几乎没有城域网的概念，因为话音业务是主体，人们常用长途网、本地网来描述 PSTN 网络。本地网是一个大家都熟悉的字眼，本地网又分为市话网、郊区网还有农话网。现在数据业务发展比较快，虽然在运营过程中还存在不少障碍和问题，但趋势是明朗的，国内各大运营商纷纷提出各自的城域网建设计划，而且开展得如火如荼。究其本质原因，是为了实现网络优化，即在长途骨干网与用户接入网之间消除“断层”现象。因为城域网将分布在不同地点（企业、机关、智能小区、商住楼、宾馆、学校等等）的用户业务进行最大程度的整合、梳理、汇聚后，再送往长途骨干网，从而使网络层次变得更加清晰，效率也得到极大提升。当然，城域网内部又可细分为核心、汇聚和接入层，要根据城市的网络规模、容量大小等实际情况具体进行规划，不能“一刀切”。

在《中国移动城域传送网技术规范》中定义的城域网是指覆盖城市及其郊区范围、为城域多业务提供综合传送平台的网络，主要应用于大中型城市地区。城域网以多业务光传送网络为基础，实现话音、数据、图像、多媒体、IP 等接入。它主要完成接入网中的企业和个人用户与在骨干网络上的运营商之间全方位的协议互通。中国移动城域网的定位是以宽带光传输网为开放平台，为城域应用提供多业务传送的综合解决方案。

从上面可以看出，城域网的关键特征是公用多业务网，由此使得它具有一系列有别于其他网络的特点。

1. 城域网与局域网的主要区别

首先是网络性质的不同，局域网是企事业专用网，而城域网是面向公用网应用和多用户环境的；其次是传输距离的不同，典型局域网的传输距离为数千米，而城域网范围可扩展到 50~150km；最后是业务范围的不同，典型局域网通常主要提供数据业务，而城域网的业务范围不仅有数据，还有语音和图像，是多业务网络。

2. 城域网与广域网或长途骨干传输网的主要区别

首先是容量，广域网或长途骨干传输网要求大容量，而城域网只需中等容量即可；其次

是覆盖范围不同，城域网的覆盖范围小，而典型广域网或长途骨干传输网的传输距离可达数千千米；再有是支持的客户层信号不同，广域网或长途骨干传输网目前主要支持 SDH，而城域网需要支持各种客户层信号，而且要能很快地提供客户层信号所需的带宽；最后是允许的成本不同，广域网或长途骨干传输网的高容量可由成千上万的大量用户共享，因而可以允许较高的成本，城域网则不同，特别是城域网的成本关键是节点而非线路，而长途骨干传输网恰好相反。

从城域传送网和城域业务网的关系来看，如果传送网只是完成对业务信号的透明传送功能，即不具备动态带宽分配能力和一定的智能性，那么，业务层自身的压力就非常大。这一点，老牌运营商会非常深刻，以往数据设备主要依靠光纤直连方式组网，传送设备爱莫能助。现在，老牌运营商正在修正他们的建网思路，新兴运营商转向在城域接入和汇聚层直接采用多业务传送设备来分担业务层的压力，而且在某种程度上可以减少设备投资和提高网络的性价比。

电信运营公司发展战略也会进一步调整：从追求规模的扩张型到注重投资质量的效益型转变；网络建设从追求高新技术到性价比高的成熟适用技术转变；网络的可管理性、安全性、生存性受到更多的关注；业务和应用的开发相对网络建设摆在更突出位置；用户数增长率与 ARPU 并重；电信服务特别是面向大客户的服务将更讲究差异化、个性化、多样化；电信运营公司调整组织结构，突出市场主导；电信资费从单一模式到分时段、多品种、套餐化等多种模式发展；运营商间的竞争从比价格到比成本、比特色、比服务质量，运营商之间还从单纯的竞争关系变成资源互通有无的双赢关系。此外，业务生态链越来越重要，运营商与制造商、第三方业务开发商以及 ICP 之间，从简单的客户/供应商关系扩展到共创产业链的合作关系。

目前在城域传送网应用的主要有三种技术：基于 SDH 多业务传送节点或多业务传送平台（MSTP）、光以太城域网、基于 WDM 多业务传送平台。每种产品都有自己的代表厂商。传统的 SDH 网具有 TDM 业务支持能力，但承载分组业务时成本昂贵。基于 SDH 的 MSTP 解决方案虽逐渐提高了 SDH 网承载数据业务时的灵活性和效率，但仍然存在着成本昂贵、效率低等多方面问题。特别是 MSTP 还面临着不能组大数据网的问题。基于 WDM 多业务传送平台的解决方案则颗粒性太大，对业务的支持不够灵活。IP、以太网等分组城域网络虽然具有成本低、灵活性强等特性，但目前还不具有端到端的服务质量保证和全业务特性。三种技术还在进一步发展之中。

1.2 SDH 多业务传送平台

作为城域网的一个基础网络，城域传送网能承载的业务包括目前已有的在 SDH 上承载的 TDM 话音业务和在 ATM/IP 上承载的各种分组数据业务，所以城域传送网应该具有多种业务的传输能力。需要注意的是，不同业务的传输和实现的技术并没有绝对的对对应关系，SDH 不仅能够承载 TDM 话音业务，也能够提供宽带分组业务，同样，ATM / IP 不但能够提供宽带分组业务，也能够提供 TDM 话音业务的传输，其差别在于传输效率的高低、成本的多少和 QoS 方面的差异。

传统的 SDH 技术主要是适应 TDM 业务的传送，在传送带宽可变的分组业务时显得力不

从心,但 SDH 技术经过多年的发展,其技术成熟、强大的保护管理能力以及互联互通性却又是其他新技术无法比拟的。因此在 SDH 技术上增加对数据业务的支持,特别是对以太网业务的支持,对于已有 SDH 网络和大量 TDM 业务的运营商是最直接有效的解决方案。基于 SDH 的 MSTP 正是在这种环境下产生的。MSTP 不但能够完成传统 TDM 业务的传送,而且能够接入 ATM、以太网等分组业务,实现 2 层的桥接和交换功能,完成数据业务的接入和传送。MSTP 城域网具有以下特点。

1. 高集成度

SDH 处理专用芯片和光收发器的进步与成熟使 SDH 系统的集成度不断提高,下一代 SDH 的高集成度表现为设备紧凑,端口密度高,通过很小的空间提供超大的接入容量和业务调度容量。

2. MADM 集成和业务调度能力

新一代 SDH 设备的高集成度可使系统集成多个分插复用器(ADM),同时还融合了大容量同步数字体系交叉连接(SDXC)矩阵,可灵活实现多个 ADM 间的业务调度,构成多分插复用器(MADM)。

3. 多业务传送能力

新一代 SDH 在保持传统 SDH 优势的同时,融合了 ATM 和 IP 技术,针对不同的业务采用不同的传送方式,形成了一个统一的多业务传送平台,支持 STM-4、STM-16 等级业务的透明传送。

STM-4、STM-16 等级业务的透明传送可用于承载 ATM、PoS 等数据业务。新一代 SDH 在透明传送 STM-4、STM-16 等级业务的基础上,进一步融合了 ATM 信元统计复用和交换、IP 帧统计复用和交换等功能,在充分发挥 SDH 技术特点(快速自愈环倒换、高 QoS 保证)的同时,通过数据业务统计复用技术,提高带宽利用率,可广泛应用于宽带城域网。

(1) 支持 10/100/1 000Mbit/s 速率。以太网业务接入新一代 SDH 具有灵活的带宽调整能力,适应宽带城域网以太网业务的大带宽传送要求,通常采用两种方式实现。一种是采用 ML-PPP 捆绑多个 VC-12/VC-3 通道传送以太网帧,另一种是采用多个 VC-12/VC-3/VC-4 级联或虚级联通道传送。其中,虚级联(VC-12-Xv/VC-3-Xv/VC-4-Xv)方式兼容传统的 SDH 网络,从而得到广泛应用。

(2) 支持弹性分组环等功能。通过 RPR 接口板和 SDH 设备的交叉功能,在 SDH 环路上开辟 $N \times VC-4$ 通道用于 IP 业务的传送,在这个 IP 环路中,实现空间重用,同时通过流分类、业务优先级等技术满足以太网业务的 QoS 功能,通过 VDQ 等带宽的公平算法保证各节点的接入带宽,环网保护技术增强业务的可靠性。RPR 是一种与物理层无关的 2 层技术,已明确提出将 SDH 作为其物理载体,因此在下一代 SDH 上实现 RPR 是对以太网业务的一种很好的解决方案。

4. 智能化管理

传统的 SDH 管理基于单网元,业务配置、设备性能和告警等管理功能的操作对象为单网元。SDH 的新一代管理是面向整个网络,业务配置、设备性能和告警等功能直接基于面向用户提供的网络。新一代 SDH 配置业务时,只需指定网络业务的源和宿及其相应要求,网络业务即可快速自动生成,而不需像传统 SDH 那样逐个进行网元设置,系统可提供端到端的业务性能、告警监控和故障辅助定位。此外,新一代 SDH 还支持用户等级定义、带宽租用和计费