

分组城域网 演进技术

F ENZU CHENGYUWANG
YANJIN JISHU

师 严 张 沛 王健全 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

分组城域网演进技术

师严 张沛 王健全 等编著



215

机械工业出版社

近年来,宽带、IPTV、视频业务等数据业务的迅速发展对骨干承载网提出了新的要求。随着各项相关标准的日益成熟,对光承载网的研究和发展进入了一个关键时期。各大运营商围绕下一代承载技术的应用研究与测试验证均已展开。本书主要围绕 MSTP、基于 MPLS-TP 的 PTN、OTN、IP/MPLS 等各种传送和承载技术展开讨论,重点介绍下一代承载技术的演进方向以及国外运营商承载网建设等内容。

本书可作为从事电信光传送网工作的技术人员和管理人员,以及高等院校通信相关专业的教师、研究生和本科生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

分组城域网演进技术/师严等编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-111-40385-2

I. ①分… II. ①师… III. ①城域网 IV. ①TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 272803 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:张俊红

版式设计:闫玥红 责任校对:杜雨霏

封面设计:马精明 责任印制:张楠

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·5.75 印张·169 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-40385-2

定价:25.00 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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着数字多媒体业务的不断涌现,尤其是以 LTE 为代表的宽带移动数据业务的迅速发展,需要构建能满足高速数据承载与回传要求的网络。现阶段的承载网融合了 SDH/MSTP、PTN 和 OTN 等多种承载技术及混合组网,受到广泛关注。在面向全业务发展的移动通信时代,了解并掌握这些典型的承载技术对于移动承载网的发展有着重要的意义。

4G 时代将迎来新业务的爆发性增长,移动宽带、云计算、物联网等都将成爲承载网发展的宝贵机遇,运营商需要构建一个能承载多种新旧业务、易于扩展、安全可靠、综合业务统一承载、低成本的承载网。随着通信网络业务和数据宽带业务的迅猛发展,全 IP 化成为运营商确定的网络和业务转型方向,承载网 IP 化趋势已经非常明显。一方面,随着无线网络从 2G 网络向 3G、LTE 演进,基站所提供的业务类型也从原有的 TDM 业务向 FE 业务、三层 IP 业务发展,而且不同阶段对应的业务类型对承载网技术的要求也是不同的。另一方面,以软交换、IPTV 为代表的新一代 IP 多媒体业务正推动着承载网向下一代的高可靠、有 QoS 保证、可运营、可管理的融合多业务 IP 网络演进。

本书的主要特点包括:1) 紧紧围绕 IEEE、ITU-T、CCSA 相关标准组织最新动态,全面介绍下一代承载技术;2) 站在运营商角度,分析下一代承载网络建设场景以及全业务承载组网战略;3) 结合实际需要,讨论国外运营商在承载网建设中的典型案例。

本书由中国联通研究院网络技术研究中心传输与接入室撰写完成,共分为 7 章,编写团队成员及分工如下:第 1 章及第 2 章由简伟编写,第 3 章由张沛编写,第 4 章由师严编写,第 5 章由刘楚、赵正一编写,第 6 章由曹畅编写,第 7 章由周广、师严编写,最后由王健全负责对全书统稿。

由于时间和水平所限,书中不足之处在所难免,肯定广大读者和同行专家批评指正。

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 电信网结构	1
1.1.1 电信网的定义及分类	1
1.1.2 电信网的体系结构	3
1.1.3 开放系统互连参考模型	3
1.2 承载网 IP 化发展	6
1.3 承载技术演进历程	10
1.3.1 TDM 交换内核	10
1.3.2 IP 化交换内核	13
1.4 小结	19
第2章 MSTP 技术	20
2.1 MSTP 的发展概述	20
2.1.1 广义 MSTP 技术	20
2.1.2 狭义 MSTP 技术	21
2.2 MSTP 的技术特点	22
2.3 MSTP 的关键技术	24
2.3.1 虚级联技术	24
2.3.2 GFP 通用成帧规程	28
2.3.3 LCAS 协议	31
2.3.4 多协议标签交换技术	35
2.4 MSTP 的组网	40
2.4.1 MSTP 的组网定位	40
2.4.2 MSTP 的组网方式和引入策略	41
2.4.3 MSTP 在组网应用中需要注意的问题	43
2.5 MSTP 的业务承载	47
2.5.1 MSTP 应用于语音业务	47
2.5.2 MSTP 应用于大客户专线及专网业务	47

2.5.3 MSTP 应用于宽带流媒体业务	49
2.5.4 MSTP 应用于 3G 业务	50
第 3 章 分组传送网	54
3.1 PTN 发展概述	55
3.1.1 传送网 IP 化的演进	55
3.1.2 PTN 技术背景	57
3.1.3 PTN 标准化进展	60
3.1.4 PTN 技术特点	63
3.2 PTN 关键技术分析	64
3.2.1 业务封装	65
3.2.2 OAM	73
3.2.3 网络保护恢复	80
3.2.4 QoS	85
3.2.5 网络同步功能	87
3.3 PTN 设备	94
第 4 章 OTN 技术	99
4.1 OTN 技术的发展和演进概述	99
4.2 OTN 组网的关键技术	100
4.2.1 OTN 的功能划分和分层结构	100
4.2.2 OTN 的复用结构和映射方式	102
4.2.3 OTN 帧结构和开销	104
4.2.4 OTN 的组网和保护机制	108
4.2.5 OTN 网络的智能控制和管理方案	110
4.3 面向分组化的下一代 OTN 演进方向	113
4.3.1 支持多业务的 OTN 客户接口	113
4.3.2 支持分组交换的 OTN 设备	114
4.4 OTN 的典型应用场景	117
4.4.1 国家干线光传送网	117
4.4.2 省内/区域干线光传送网	118
4.4.3 城域/本地光传送网	118
4.5 小结	119
第 5 章 基于 IP/MPLS 的 IP 承载网	120
5.1 技术原理和体系架构	120
5.1.1 MPLS 技术原理	120
5.1.2 OAM 机制	125

5.1.3	网络保护	126
5.1.4	MPLS-TP 新增特性	128
5.2	业务需求和组网特点	129
5.2.1	移动回传业务	129
5.2.2	专线类业务	129
5.2.3	三网融合业务	132
5.2.4	公众上网业务	133
5.2.5	综合业务承载	134
5.3	设备形态和运维要求	135
5.3.1	设备技术要求	135
5.3.2	接口类型	136
5.3.3	可运营可管理	137
5.3.4	互通性要求	138
5.4	未来演进	140
第6章	全业务承载网组网	142
6.1	组网模型分析	142
6.1.1	PTN 独立组网模型	143
6.1.2	PTN + OTN 组网模型	144
6.2	MSTP 和 PTN 设备互连互通技术分析	146
6.2.1	MSTP 与分组传送技术互通组网——UNI 对接	146
6.2.2	MSTP 与分组传送技术互通组网——NNI 对接	147
6.2.3	小结	150
6.3	全业务承载需求分析	150
6.3.1	LTE 需求分析	150
6.3.2	传输组网带宽分析	156
6.3.3	公众互联网业务需求分析	158
6.3.4	IPTV 业务需求分析	159
6.4	IP 化承载网演进方向	161
第7章	国外运营商承载网建设案例研究	167
7.1	英国电信	167
7.2	法国电信	169
7.3	德国电信	171
7.4	韩国电信	172
7.5	AT&T	173
7.6	Telefonica	175

第 1 章 绪 论

本章主要对电信网结构、承载网的 IP 化发展和承载技术的演进历程进行了论述。

1.1 电信网结构

1.1.1 电信网的定义及分类

电信网是指由传输、交换、终端设备、信令协议及相应的运行支撑系统组成的，为广大用户提供信息服务的通信网络。这里的信息就是指各种电信业务，包括用户终端业务、承载业务以及补充业务等。

根据不同的划分标准可将电信网分为多种类型。按用途可分为承载网、交换网和支撑网；按网络层次可分为骨干网、接入网和用户网；按网络拓扑可分为网状网、星形网、复合网、树形网、链状网、环形网和总线网；按功能又可分为业务网、传输网、接入网和支撑网。其中，传输网、IP 承载网在针对业务网而担当的角色统称为广义上的承载网。

电信网是由节点和链路组成。节点包括网络节点和终端节点，其中网络节点多指交换中心，主要由交换设备、集中设备和交叉连接设备等组成；终端节点是指各种用户终端设备，如电话机、传真机、终端计算机等。链路是由电缆、光纤、微波或卫星等组成的传输线路，连接节点，完成节点间的信息传送。

电信网的基本拓扑结构有网状网、星形网、链状网、环形网、树形网、总线网和复合网，如图 1-1 所示。

如图 1-1a 所示，网状网内的任意两个节点之间均有连接链路，如果网内有 N 个节点，就需要 $N(N-1)/2$ 条传输链路。网状网的稳定性较好，但是线路利用率不高。

如图 1-1b 所示，星形网是由中心节点和通过点到点通信链路连

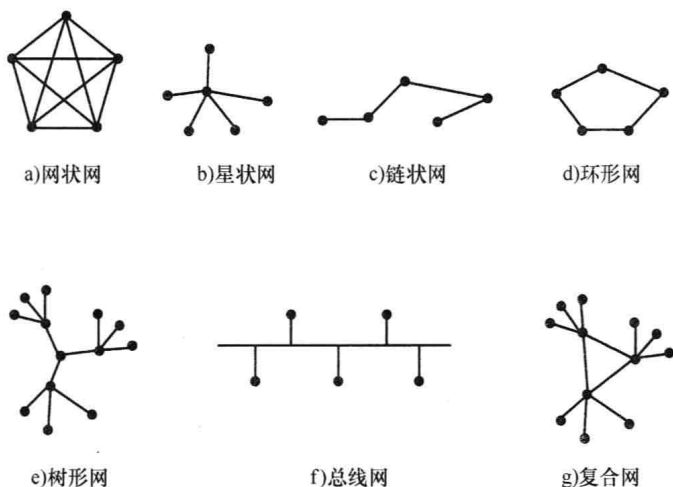


图 1-1 电信网络的拓扑结构

接到中心节点的各个站点组成的。由 N 个节点组成的星形网，将有 $N-1$ 条连接链路。和网状网相比，星形网的结构简化了许多，连接链路相对减少，线路利用率得到提高。但是全网的安全性及可靠性主要由中心节点决定，造成稳定性较差。

如图 1-1c 所示，链状网的结构简单，常用于中间需要双向电路的传输网中。

如图 1-1d 所示，环形网的结构与线形网的结构很相似，但其首尾节点相连形成闭合环路。环形网具有自愈能力，能实现网路的自动保护，所以其稳定性相对较高。

如图 1-1e 所示，树形网是星形网的叠加结构，其节点按层次进行连接，有多条分支链路又不存在闭合回路，信息交换主要在上、下节点之间进行。树形拓扑的结构简单且成本较低，但是对根节点的依赖性较大，所以可靠性和星形网相似。

如图 1-1f 所示，总线网是将所有的节点都连接在一个公共传输通道（总线）上。这种网络的拓扑结构所需要的传输链路少，增减节点方便，但稳定性较差，网络范围也受到一定的限制。

如图 1-1g 所示，复合网由网状网和星形网复合而成。根据电信网业务量的需要，以星形网为基础，在业务量较大的转换交换中心区

间采用网状结构,可以使整个网络比较经济,且稳定性较好。复合网具有网状网和星形网的优点,是电信网中常用的网络拓扑结构。

1.1.2 电信网的体系结构

电信网中的通信双方必须遵守共同的约定,如双方使用的格式、收发信息采用的时序、通信系统中的两个实体之间交换管理数据的规则等。网络协议就是为通信双方建立的规则、标准或约定的集合,包括通信的内容、方式和时间。一个网络协议至少包含以下三个要素:

- 1) 语法——规定数据及控制信息的格式、编码及信号电平等。
- 2) 语义——用于协调与差错处理的控制信息。
- 3) 定时——定义速度匹配和排序等。

在网络的各层中存在着许多协议,接收方和发送方同层的协议必须一致,否则一方将无法识别另一方发出的信息。

由于电信网络节点之间十分复杂,为了使网络协议比较清新,易于实现,通常将复杂系统分解为若干个简单子系统,即分层处理。

层次结构使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。协议是指某一层协议,准确地说,它是对同等实体之间的通信制定的有关通信规则约定的集合。

图1-2所示为一般网络体系的垂直分层模型,网络的体系结构是网络各层次及其协议的集合。 n 层是 $n-1$ 层的用户,又是 $n+1$ 层的服务提供者。 $n+1$ 层虽然只直接使用了 n 层提供的服务,实际上它通过 n 层还间接地使用了 $n-1$ 层以及以下所有各层的服务。

网络层次结构的要点如下:

- 1) 除了在物理介质上进行的是实通信之外,其余各对等实体间进行的都是虚通信。
- 2) 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。
- 3) n 层的虚通信是通过 n 与 $n-1$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务以及 $n-1$ 层的通信(通常也是虚通信)来实现的。

1.1.3 开放系统互连参考模型

开放系统互连(Open System Interconnection, OSI)是国际标准

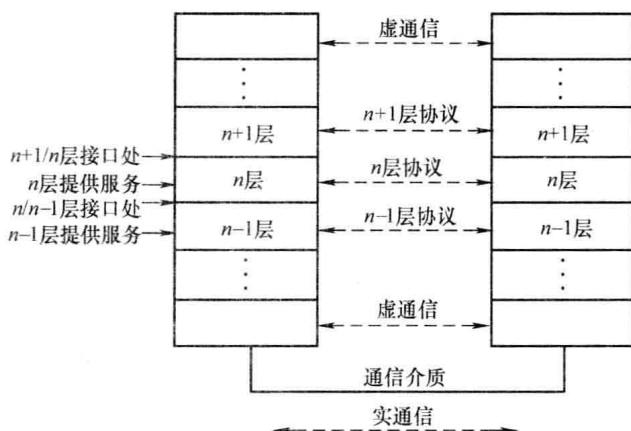


图 1-2 网络的体系结构

化组织（ISO）提出的一套网络系统互连模型。OSI 参考模型的提出为网络协议的发展提供了一个标准化的平台。“开放”的意思是：只要遵循 OSI 标准，一个系统就可以和位于世界上任何地方的遵循同一标准的其他任何通信系统进行通信。

OSI 参考模型的体系结构由七层组成，如图 1-3 所示，从下到上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层及应用层。每层都具有独特的功能并只对上层提供服务。网络中不同主机中的相应层通过该层的网络协议进行通信来实现数据的传输。

下面分别对每一层的功能进行概述。

物理层的主要功能是完成相邻节点之间原始比特流的传输，它所关心的典型问题是：用什么样的物理信号来表示数据 0 和 1；0 和 1 的持续时间是多长；数据传输是否可以在两个方向上进行。物理层的设计主要涉及物理接口的机械、电气、功能和规程特性等问题。物理层规定了激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性。该层为上层协议提供了一个传输数据的物理媒体。在这一层，数据的单位称为比特。属于物理层定义的典型规范代表包括 EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。

数据链路层的主要功能是如何确保在不可靠的物理链路上实现可



图 1-3 OSI 参考模型结构示意图

靠的数据传输。数据链路层要解决的另一个问题是防止发送方的高速数据把低速接收方“淹没”。数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。在这一层，数据的单位称为帧。数据链路层协议的代表包括 SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。工作在该层的网络设备主要为网桥和二层交换机。在网络规模比较小的 LAN 中，二层设备提供了高速的网络互连，以实现资源共享的目的。

网络层的主要功能是完成网络中主机间的报文传输，其关键在于使用数据链路层的服务将每个报文从源端传输到目的端。网络层负责对子网间的数据包进行路由选择。网络层还可以实现拥塞控制、网际互连等功能。在这一层，数据的单位称为分组或数据包。工作在该层的设备为路由器、三层交换机、防火墙和入侵检测系统等设备。这些设备为网络间的互连互通提供了保证。同时提供了流量控制、网络安全等方面的功能。网络层协议的代表包括 IP、IPX、RIP、OSPF 等。

传输层的主要功能是完成网络中不同主机上的用户进程之间可靠的数据通信。传输层是第一个端到端，即主机到主机的层次。传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠的或不可靠的传输。此外，传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。在这一层，

数据的单位称为报文。传输层协议的代表包括 TCP、UDP、SPX 等。

会话层管理主机之间的会话进程，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还利用在数据中插入校验点来实现数据的同步。

表示层对上层数据或信息进行变换以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。表示层的数据转换包括数据的加密、压缩、格式转换等。

应用层是 OSI 模型的最高层。应用层确定进程之间通信的性质以满足用户的需求，负责用户信息的语义表示，并为通信双方进行语义匹配。为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。应用层协议的代表包括 Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

1.2 承载网 IP 化发展

基于 IP 的下一代通信网，目前正以前所未有的速度冲击着全世界现有的通信架构和商业格局，随着 IP 技术框架中汇聚网络研究的发展和 VoIP 技术的提出，数据网络通信已经融入传统的语音业务领域，从而形成以语音为核心，以视频、IM、呼叫中心等其他应用为增值业务点的巨大的 IP 通信市场。IP 网络已经可以很好地提供高速上网（HSI）、IP 电话（VoIP）和视频（IPTV）的“三重播放”业务。

在业务融合的浪潮下，IP 则为在统一平台上提供多样化的信息提供了可能，而作为核心技术的 IP 协议体系在数据网络架构中的统治地位也得到了广泛认同。电信业务正在 IP 化，而 IP 网络也在逐步电信化，IP 技术正在以实用化的方式不断强化其在电信网络技术中的主导地位，并逐步应用到网络中的各个层面。

以软交换、IPTV 为代表的新一代 IP 多媒体业务正推动着承载网向下一代的高可靠、有 QoS 保证、可运营、可管理的融合多业务 IP 网络演进。而三网融合、宽带提速更是对承载网提出了新的要求，不仅仅要求承载网具有大带宽、高容量等特性，同时要求承载网能够适应 IP 业务的特性，在灵活性、带宽利用率、可靠性方面也提出了新的要求，并且还要考虑建网成本和绿色节能的要求，因此承载网络的 IP 化将是目前阶段网络转型的重点。

承载网 IP 化是电信网 IP 化的重要一环,也是电信网 IP 化的基础,被称为电信级 IP 承载网。传统电信运营商都是基于 TDM 进行业务传递的,随着 IP 技术的全面发展,各大运营商纷纷建设 IP 承载专网,如中国电信的 CN2、中国移动的 IP 承载专网、中国联通的 IP 城域网等。相对于传统的 IP 互联网,把 IP 网络与电信网络结合起来,用 IP 网络技术来承载电信级的业务,对服务质量(QoS)有较高的要求,不仅能够承载现有的传统语音,而且能够承载 NGN、3G 等新兴业务,提供传统的语音和视频业务,实现多网融合,降低运营成本。利用统一的 IP 网络作为承载网,势必要求 IP 网络能够适应于多业务传送,能够作为多业务的综合平台。然而不同的业务对于不同指标的敏感性是不一样的,从而对承载网的要求也是不同的。

2G 时代的电信业务主要以语音为主,到了 3G 时代将呈现语音和数据业务并重的态势,而到了后 3G 时代,将是宽带时代。

承载网络 IP 化的目标是建设一个统一承载所有业务的、端到端基于 IP 技术的承载网,基于该 IP 承载网可运营新一代的、基于 IP 的移动业务。从这个角度来看,承载网络及其上运行的数据业务包括 IPTV 等是移动网络 IP 转型成功的一个显著标志。承载网络,特别是移动回传网络的改造主要受以下这些需求所影响。

1) 大幅度降低每比特的传输成本。国外移动运营商的回传网络大多是通过租用电路来组建的,在 2G 时代,租线成本约占到总体运维成本的 5%,尚处于可承受的范围内。到了 3G 时代,随着数据传输量的增长,对回传网络的带宽需求也将迅速增长。然而,由于数据业务的特点就是业务收入的增长幅度总是低于业务流量的增长幅度,因此,能否大幅度降低每个比特的传输成本,是数据业务能否持续健康发展的决定性因素。对于国内运营商来说,虽然回传网络大多是自建的,但是数据业务对高带宽低成本传输网络的内在需求,也必然推动国内的移动运营商去寻求传统的 TDM 技术以外的、更适于数据业务要求的移动回传解决方案。

2) 基站上联接口向高带宽演进所带来的影响。随着数据业务的逐步引入,基站上联带宽将逐步从 2G 时代的 2 个 E1 增加到 3G 时代的 2~4 个 E1, HSPA 等移动宽带业务的引入更将把基站的带宽需求

再提升一倍或以上。基站上联带宽需求的提高,逐步在基站上联接口引入新的高带宽低成本的以太接口,来代替多个传统的 E1 接口,将成为合理的选择。这一趋势将推动电信级以太网技术在移动回传网络的部署。

3) 电信转型的战略需求。随着 3G 移动网络向后 3G 移动宽带网络的发展,包括移动业务在内的所有电信业务部门将逐步向 IP 迁移和融合。对于运营商来说,拥有一张端到端从接入到骨干的、基于 IP 的多业务承载网将为语音、视频、数据、移动等多重业务的融合提供前提条件,也将为运营商的成功转型打下坚实的基础。

移动业务的承载网络也分为核心网和接入网两部分,两者的 IP 化策略是相似的,即都是核心网首先进行 IP 化,随后,在市场需求和技术发展的驱动下,逐步推进接入网的 IP 化。目前,全球 3G 业务已步入发展的高峰期,主流的移动运营商大多已建设了骨干 IP 专用承载网,用以支撑 3G 核心业务网的部署。中国的 3G 业务也已处于蓄势待发的状态,中国主流的移动运营商也为此做了充分的准备,纷纷为 3G 业务新建了大规模的骨干 IP 专用承载网。总体来说,移动承载网络 IP 化的第一阶段工作已大体完成。随着移动承载网络 IP 化第二阶段的工作提上日程,业界的注意力正逐渐聚焦于移动接入网的 IP 化上来。

与核心网相比,接入网的 IP 化面临着更复杂的问题。一方面,由于接入网在总体投资里占了大部分份额,接入网的更新改造必须更多地考虑成本因素;另一方面,由于接入网改造的复杂性,改造时就不能仅限于考虑短期的业务需求,还应该兼顾业务和网络发展的长期需求。换句话说,在电信业务宽带化的趋势下,接入网的演进方案不仅要瞄准近期的 3G 需求,还应当考虑到如何容纳 HSPA 等更高级的移动宽带业务。近一年来在欧美发达地区,移动宽带业务已成为移动业务发展的热点,相信不用很久,中国国内也将逐步引入这些最先进的移动业务。

通常,根据承载信息的不同,软交换的承载分为信令信息的承载和媒体流信息的承载。而媒体流又大致分为语音业务、视频业务、数据业务、支撑类业务及其他非实时性业务等。各业务的特点简要介绍

如下:

1) 信令流。具有高可靠性,包括低丢包率和快速的故障恢复,对于时延、抖动以及带宽的要求不高。

2) 语音业务。对时延和时延抖动要求较高,但对误码率要求则相对较低。

3) 视频业务。带宽要求较大,且当作为综合多媒体业务传送时,对时延的要求类似于语音业务。

4) 数据业务。非实时、突发性的业务,对时延及时延抖动要求相对较低,但对误码率要求较高。

5) 支撑类业务,如信令和网管等,其带宽需求与业务流相比是很小的,时延要求也比语音业务的低。但误码率要求更高,可归为高要求的数据业务。

6) 其他非实时性业务,如非交互类的业务(如电子邮件)等,对时延、带宽等指标都不是非常敏感。

对于未来的IP电信承载网,正因为要满足以上多种业务流的传送,我们考虑引入MPLS VPN技术实现相互隔离的不同的业务子网,以及用IP/MPLS QoS技术实现不同业务的识别、分类和不同优先级的传送等;同时引入资源管理和CAC控制机制,通过对网络资源的管理,以及呼叫允许控制机制提供网络QoS保证;引入资源预规划概念,降低TE(流量工程)不成熟所带来的风险,降低运营成本。

飞速发展的LTE技术对承载网也提出了新的需求。LTE最主要的特点是改进了3G的空中接入技术,使其能够提供更大的上下行速率:在20MHz频谱带宽下能够提供下行326Mbit/s与上行86Mbit/s的峰值速率,改善了小区边缘用户的性能,提高小区容量和降低系统延迟。LTE的无线接入网命名为演进型UMTS陆地无线接入网(E-UTRAN)。核心网则为演进型分组核心网(EPC)。LTE网络要满足移动宽带数据业务需求、扁平化网络架构等特征,因此对承载网提出了一些新的需求。对于承载网来说,网络架构中取消了RNC。LTE网络结构扁平化和IP化,对核心层网络有影响,汇聚接入层结构变化不大。在LTE时代,由于基站(eNB)多归属SCW、S1-flex的切换,把无线业务控制的要求下放到承载网,就要求承载网必须支持

L3 功能。LTE 对于同步的精度要求较高。所以，未来的承载网必须具备良好的地面同步信息传送能力。

由于全业务网的 IP 化，承载传送网 IP 化已是大方向。PTN 技术自提出后便获得了快速发展，并已成为本地、城域传送网 IP 化演进的主流技术之一，在现网中获得了大量的应用。

基于 OTN 架构并加载智能控制平面的承载网将会大行其道，以 PTN 为代表的分组传送技术在城域网的建设中将扮演越来越重要的角色，PTN 和 OTN 的混合组网模式在承载网的应用上将是一种高效的结合，在不同的网络层面上进行有针对性的部署，既能利用 PTN 技术对业务流进行精细管理，又能在大颗粒业务疏导时利用 OTN 系统进行合理调度，同时还能满足 TDM 业务对同步时钟的传送要求，具备强大的带宽统计复用能力，在面对突发性强、流量不确定的业务冲击时具有很强的生命力。

1.3 承载技术演进历程

承载网作为电信网的基石，其重要性毋庸置疑。随着移动通信业务及技术的不断发展，从 2G、3G 再到面向 LTE 时代，承载网的承载技术也在不断地接受挑战与更新换代。移动通信在不同时段的承载业务是不同的，因此相应的承载技术也会随之不同。运营商在制定承载网构架时，也会从多个角度考虑，例如要求承载网对新旧业务有兼容承载特性、较好的安全及可靠性、全业务承载以及较低的成本等。因此，全面了解承载技术的演进历程有着重要意义。

1.3.1 TDM 交换内核

2G 时代，移动承载网传送的主要是 TDM 语音业务和少量数据业务，基于 TDM 交换内核的 SDH 和 MSTP 技术成为主要的承载技术。

SDH (Synchronous Digital Hierarchy, 同步数字系列) 是一种将复接、线路传输及交换功能融为一体，并由统一网管系统操作的同步光网络，由美国贝尔通信技术研究提出。它能同时适用于光纤、微波和卫星传输的通信体制，可实现业务的实时监控、网络的有效管理及动态维护、不同厂家设备间的互通等诸多功能。与传统的 PDH