

现代传输与交换技术

Technology of Modern Switching and Transmission

周卫东 罗国民 朱 勇 编著
何绪泉 董 民 李建东

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

现代传输与交换技术

Technology of Modern Switching and Transmission

周卫东 罗国民 朱 勇 编著
何绪泉 董 民 李建东

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了通信网中的各种交换技术及两种光纤通信新技术。

全书共分 11 章,内容包括 3 个部分:第一部分是对通信网及三大支撑网的一般性介绍;第二部分着重介绍了两种光纤通信新技术 SDH 和 DWDM;第三部分介绍了通信网中的各种交换技术,涉及的内容有程控交换原理与技术、移动交换原理与技术、分组交换原理与技术、ATM 与宽带 IP 交换技术、软交换技术与协议及 VoIP 技术,本书重点阐述了通信网中各种技术的基本概念、工作原理、特点及应用。

本书可作为通信类专业的大学本科生或研究生教材,也可作为相关科技工作者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代传输与交换技术/周卫东等编著. —北京:国防工业出版社,2003.10

ISBN 7-118-03222-0

I. 现... II. 周... III. ①通信交换②光纤通信
IV. ①TN91②TN929.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 064434 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 528 千字

2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

未来 10 年,从业务需求和市场应用的角度看,电信业最大和最深刻的变化将从话音业务向数据业务的战略性转变。为了适应这些根本性变化,作为基础的网络技术也将随之发生重大变革。

交换技术是电信网的灵魂,尽管传统的电路交换技术在可以预见的未来仍将是提供实时电话业务的基本技术手段,但随着电信业务从以话音为主向以数据为主的转移,从传统的电路交换技术逐步转向分组交换技术特别是无连接 IP 技术为基础的整个电信新框架将是历史的必然。采用具有开放式体系架构和标准接口,实现呼叫控制与媒体层和业务层分离的软交换将是完成这一平滑过渡任务的关键。因此熟悉电信网中各种交换技术的发展演变过程及工作原理是十分重要的。

传送网是电信网的基础设施,一个强大、灵活且成本低廉的传送网是全球几代人为之奋斗的目标。近年来波分复用(WDM)技术的出现为上述目标的实现迈出了关键的一步,有力地支撑了上层业务和应用的发展。构筑具有巨大传输容量的光纤基础设施是下一代网络的物理基础,因此,掌握电信网中常用的两种光通信技术—SDH 和 DWDM 显得尤为重要。

全书共分 11 章:第 1 章概要介绍了本书所涉及的内容;第 2 章介绍了电话通信的基本概念、固定和移动电话网的发展历程、系统组成、网络结构;第 3 章为电信支撑网,介绍了数字同步网、电信管理网和信令网中的基本概念、网络结构;第 4 章为 SDH 同步数字体系,介绍了光纤通信系统的基本组成、SDH 速率和帧结构、SDH 的基本设备、SDH 传送网结构及物理层接口;第 5 章为 DWDM,介绍了 DWDM 原理、相关标准、关键技术及器件、DWDM 的组网应用;第 6 章为数字程控交换原理,介绍了程控交换机的功能和结构、时隙交换的基本概念、T 接线器和 S 接线器的工作原理、数字交换网络的工作原理和程序控制的基本过程;第 7 章为移动交换原理与技术,介绍了移动交换机结构和特点、移动交换技术、自动漫游技术、切换技术和网络安全技术;第 8 章为分组交换原理与技术,介绍了分组交换原理、统计时分复用技术、X.25 建议和帧中继技术;第 9 章为 ATM 与宽带 IP 交换技术,介绍了 ATM 的基本概念、网络协议参考模型、ATM 交换结构、IP/ATM 融合技术及 MPLS 协议;第 10 章为 IP 网络电话技术,介绍了 VoIP 的概念及其发展、H.323 协议、RTP/RTCP 协议、IP 关键技术及 IP 电话网的基本构成;第 11 章为软交换技术与协议,介绍了软交换技术产生的背景、网络体系结构、H.248/Megaco 协议、SIP 协议及软交换技术的应用和发展。

IV

本书的第1章、第2章2.3节、第3章由周卫东编写;第4章和第5章由朱勇编写;第2章的2.1和2.2节、第6章由董民编写;第7章由李建东编写;第8章和第10章由何绪泉编写;第9章和第11章由罗国明编写。全书由周卫东负责统稿,奚旭镛教授负责审稿。

由于作者水平有限,时间紧,书中难免有不妥甚至错误之处,敬请读者批评指正。

编 者

2003年9月

目 录

第1章 导论	1
1.1 电信网的类型	1
1.2 交换技术的发展	1
1.3 光纤通信新技术	5
小结	9
思考题	9
参考文献	9
第2章 电话通信网	10
2.1 电话通信的基本概念	10
2.1.1 电话通信系统的组成	10
2.1.2 电话通信的基本要求	11
2.1.3 电话交换的概念	11
2.1.4 电话交换技术的发展	12
2.1.5 电话交换系统的分类	14
2.2 固定电话网	16
2.2.1 网络结构	16
2.2.2 路由选择	19
2.2.3 编号计划	23
2.2.4 电话网的发展	26
2.3 移动电话网	28
2.3.1 移动通信系统组成	28
2.3.2 移动通信体制和服务区域的划分	29
2.3.3 公用移动通信系统的发展	32
2.3.4 我国数字移动电话网网络结构	34
2.3.5 蜂窝移动通信的频率分配	36
2.3.6 数字移动通信网的编号	37
小结	39
思考题	39
参考文献	39
第3章 电信支撑网	40

3.1 数字同步网	40
3.1.1 数字同步网概述	40
3.1.2 数字同步网和网同步	43
3.1.3 数字同步网的构成	43
3.1.4 同步网与各种业务网之间的关系	47
3.2 管理网	47
3.2.1 网络管理的基本概念	47
3.2.2 网络管理的基本功能	49
3.2.3 电信管理网 TMN	53
3.2.4 新型网络管理模型	60
3.3 信令网	63
3.3.1 信令的基本概念	63
3.3.2 No.7 信令系统	64
3.3.3 信令网	69
小结	76
思考题	76
参考文献	77
 第4章 SDH 同步数字体系	 78
4.1 概述	78
4.1.1 光纤通信及 PDH	78
4.1.2 SDH 的产生	79
4.1.3 SDH 光同步数字传输网	80
4.1.4 SDH 网的特点	81
4.2 SDH 的速率与帧结构	83
4.2.1 网络节点接口	83
4.2.2 速率体系	83
4.2.3 帧结构	84
4.2.4 开销类型	84
4.2.5 RSOH 字节功能描述	85
4.2.6 MSOH 字节功能描述	86
4.3 同步复用映射结构	86
4.3.1 基本复用映射结构	87
4.3.2 复用原理及方法	88
4.3.3 各阶 VC 及其开销	91
4.3.4 映射	97
4.3.5 SDH 指针	101
4.3.6 复用映射单元的主要参数	107
4.4 SDH 的基本设备	107

4.4.1 SDH 设备的规范方法和通用表示	107
4.4.2 数字复用设备	108
4.4.3 SDH 数字交叉连接设备(SDXC)	112
4.4.4 数字再生设备(REG)	116
4.5 SDH 传送网结构	119
4.5.1 传送网的分层和分割	119
4.5.2 SDH 传送网的分层	123
4.5.3 SDH 网络的物理拓扑	124
4.5.4 我国的 SDH 网络结构	125
4.6 物理层接口	126
小结	128
思考题	128
参考文献	129
第 5 章 光波分复用系统	130
5.1 WDM 概述	130
5.1.1 光纤的传输带宽	130
5.1.2 WDM 的原理	131
5.1.3 WDM 技术的种类	132
5.2 DWDM 技术	132
5.2.1 WDM 技术的发展及面临的问题	132
5.2.2 DWDM 的必要性和可能性	133
5.2.3 DWDM 的优势	134
5.3 DWDM 的相关标准	134
5.3.1 ITU 工作波长	134
5.3.2 开放式 DWDM 系统和集成式 DWDM 系统	135
5.4 DWDM 的关键技术及器件	136
5.4.1 光源、调制与波长变换	136
5.4.2 DWDM 无源器件	139
5.5 DWDM 系统的全光长距离传输	144
5.5.1 两种限制	144
5.5.2 光放大技术	145
5.5.3 色散控制和补偿技术	148
5.5.4 全光传输距离限制	151
5.6 DWDM 的组网应用	152
5.6.1 点到点应用	152
5.6.2 OADM 和 OXC	152
5.6.3 线形组网应用	153
5.6.4 环形组网应用	154

小结	155
思考题	155
参考文献	155
第6章 数字程控交换原理	156
6.1 程控交换机功能和结构	156
6.1.1 交换机基本功能和结构	156
6.1.2 PCM-语音数字化技术	157
6.1.3 数字程控交换机硬件结构	161
6.1.4 数字程控交换机软件结构	163
6.2 数字交换原理	167
6.2.1 时隙交换的基本概念	167
6.2.2 复用器和分路器	168
6.2.3 时间接线器和空间接线器	170
6.2.4 数字交换网络	172
6.3 程序控制基本原理	175
6.3.1 程控电话呼叫接续过程	176
6.3.2 用户接入处理	177
6.3.3 数字分析	178
6.3.4 路由选择	178
6.3.5 通路选择	180
6.3.6 呼叫释放	180
小结	180
思考题	180
参考文献	181
第7章 移动交换原理与技术	182
7.1 移动交换机结构和特点	182
7.1.1 移动交换机一般结构	182
7.1.2 用户数据库	183
7.2 移动交换技术	184
7.3 短信息业务处理	185
7.4 自动漫游技术	186
7.4.1 位置登记	186
7.4.2 路由重选	187
7.4.3 MSRN的分配	187
7.4.4 漫游用户的权限控制	188
7.4.5 不同子系统间漫游的信道指配	188
7.5 切换技术	188

7.5.1	MSC 切换功能结构	188
7.5.2	信道监测和小区选择	189
7.5.3	话路接续	190
7.5.4	软切换	190
7.6	网络安全技术	192
	小结	194
	思考题	194
	参考文献	194
第 8 章	分组交换原理与技术	195
8.1	分组交换原理	195
8.1.1	数据交换方式	195
8.1.2	数据报与虚电路	198
8.1.3	3 种交换方式的比较	199
8.2	统计时分复用技术	200
8.2.1	复用技术	200
8.2.2	同步时分复用技术	200
8.2.3	统计时分复用技术	201
8.3	X.25 建议	202
8.3.1	X.25 概述	202
8.3.2	X.25 分组类型和格式	205
8.3.3	X.25 虚电路服务	208
8.3.4	X.25 信息流控制	209
8.4	帧中继	211
8.4.1	帧中继概述	211
8.4.2	帧中继的交换与控制	216
8.4.3	帧中继发展与应用	223
	小结	226
	思考题	226
	参考文献	227
第 9 章	ATM 与宽带 IP 交换技术	228
9.1	ATM 网络技术基础	228
9.1.1	ATM 的定义和特点	228
9.1.2	ATM 网络协议参考模型	229
9.1.3	物理层	233
9.1.4	ATM 层	236
9.1.5	ATM 适配层	239
9.1.6	ATM 网络的流量控制和拥塞控制	241

9.2 ATM 交换与信令	244
9.2.1 ATM 交换的基本概念和要求	244
9.2.2 ATM 基本交换单元	247
9.2.3 ATM 交换结构	250
9.2.4 ATM 网络信令	253
9.3 IP/ATM 融合技术	255
9.3.1 技术产生背景	255
9.3.2 重叠模型	256
9.3.3 集成模型	259
9.3.4 IP/ATM 融合技术的特点	262
9.4 多协议标记交换技术	263
9.4.1 MPLS 基本概念及技术特点	263
9.4.2 MPLS 网络体系结构	266
9.4.3 MPLS 标记发布协议	273
9.4.4 MPLS 标记合并	277
9.4.5 MPLS 环路控制与组播	279
9.4.6 MPLS 的主要应用	282
小结	283
思考题	284
参考文献	284
第 10 章 IP 网络电话技术	286
10.1 IP 电话(VoIP)的概念及其发展	286
10.1.1 IP 电话的概念	286
10.1.2 IP 电话的应用形式	286
10.1.3 IP 电话的特点	287
10.1.4 IP 电话的发展	288
10.2 与 IP 电话业务有关的协议	289
10.2.1 H.323 协议	290
10.2.2 H.225.0 协议	296
10.2.3 H.245 协议	301
10.2.4 H.450.x	304
10.2.5 RTP/RTCP 协议	304
10.3 IP 电话关键技术	310
10.3.1 分组语音技术	310
10.3.2 语音的编码及压缩技术	312
10.3.3 QoS 技术	314
10.3.4 终端技术	315
10.4 基于 H.323 的 IP 电话系统的构成	316

10.4.1 IP 电话系统的整体结构	316
10.4.2 IP 电话的基本通信过程	317
10.4.3 国内 IP 电话体系结构	318
小结	319
思考题	320
参考文献	320
第 11 章 软交换技术与协议	321
11.1 软交换技术产生背景	321
11.2 网络体系结构	322
11.2.1 软交换的定义及特点	322
11.2.2 网络分层和系统组成	324
11.2.3 软交换的主要功能	326
11.2.4 接口与协议	328
11.3 H.248/Megaco 协议	331
11.3.1 协议背景知识	331
11.3.2 连接模型	332
11.3.3 H.248 网关控制命令	334
11.3.4 协议传输的可靠性与安全考虑	336
11.3.5 典型呼叫过程	337
11.4 SIP 协议	338
11.4.1 SIP 网络结构及功能	339
11.4.2 SIP 消息	340
11.4.3 呼叫过程	343
11.4.4 SIP 与 H.323 的比较	344
11.4.5 SIP-T 协议	345
11.5 软交换技术应用与发展	345
小结	346
思考题	346
参考文献	347
英文缩写词	348

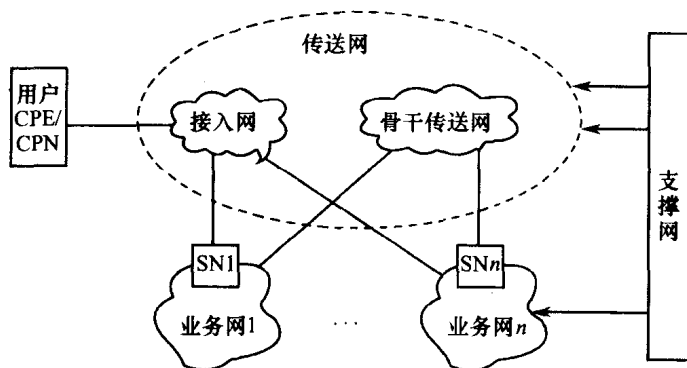
第 1 章 导 论

1.1 电信网的类型

电信网是信息化社会的基础设施,它为公众提供电信服务。目前的电信网早已不仅仅指电话网和电报网,随着通信技术的进步,电信网的类型以及通过电信网向公众提供的电信业务的类型不断增加,服务质量不断提高,电信网的发展方向是数字化、宽带化、综合化、个人化和智能化。电信网数字化进程已经基本完成。骨干网中基本上采用数字交换设备和数字传输设备,电信网数字化正在进一步向接入网延伸,目前电信网的宽带化成为通信发展的热点,各种类型的宽带网络正在规划和建设之中。

电信网具有各种不同的类型,可以分为业务网、传送网和支撑网。

业务网是指向公众提供电信业务的网络,包括固定电话网、移动电话网、IP 电话网、数据通信网、智能网、窄带综合业务数字网(N-ISDN)和宽带综合业务数字网(B-ISDN)。传送网是指数字信号传送网,包括骨干传送网和接入网。支撑网包括 No.7 信令网、数字同步网和电信管理网。业务网、传送网和支撑网之间的关系如图 1.1 所示。



SN:业务节点 CPE:用户驻地设备 CPN:用户驻地网

图 1.1 业务网、传送网和支撑网之间的关系

1.2 交换技术的发展

通信网由通信终端、传输设备和交换设备组成,其中交换设备是整个网络的核心。

目前常见的交换方式有电路交换、分组交换、ATM 异步传送模式和帧中继,而多速率电路交换、快速电路交换和帧交换等技术由于控制复杂等诸多原因而未被广泛使用。

电路交换和分组交换是两种截然不同的交换方式,是代表两大范畴的传送模式,帧中继和 ATM 异步传送模式则属于快速分组交换的范畴。

电路交换是最早出现的一种交换方式,包括早期的人工电话在内的电话交换普遍采用了电路交换方式。电路交换的基本过程包括呼叫建立阶段、信息传送(通话)阶段和连接释放阶段。电路交换有如下特点:

- (1) 要在通信的用户间建立专用的物理连接通路;
- (2) 对通信信息不作处理(信令除外);
- (3) 对传送的信息无差错控制措施;
- (4) 采用呼叫损失制的方法来处理业务流量,过负荷时呼损率增加,但不影响已建立的呼叫。

从中可以看出,电路交换是固定分配带宽的,连接建立后,即使无信息传送也须占电路,电路利用率低;要预先建立连接,有一定的连接建立时延,通路建立后可实时传送信息,传输时延一般可以不计;无差错控制措施,对于数据交换的可靠性没有分组交换高。因此,电路交换适合于电话交换、文件传送及高速传真,不适合突发(burst)业务和对差错敏感的数据业务。

用于公用电话交换网的电话交换系统提供的是普通电话业务 POTS(Plain Old Telephone Service),为了进一步适应电信网综合化、智能化、个人化的发展,自 20 世纪 80 年代中期以来,数字程控交换节点的功能在 POTS 的基础上不断增强,主要有以下 3 个方面:

(1) 增强为窄带综合业务数字网中的交换节点。在 POTS 交换系统中增加必要的硬件和软件,可以增强为窄带综合业务数字网(N-ISDN)中的交换节点。

(2) 增强为智能网中的业务交换点。POTS 交换系统通过功能增强可以成为智能网中的业务交换点 SSP(Service Switching Point)。

(3) 增强为移动网中的移动交换局。实现终端移动性以至个人移动性的个人化是电信网发展的又一主要方向,移动交换中心 MSC(Mobile Switching Center)实际上是在数字程控交换平台上增加无线接口和相应的移动交换性能。

分组交换采用存储转发方式,将用户要传送的信息分割为若干个分组,而每个分组是包含数据和呼叫控制信息(如地址)的一组二进制数,把它作为一个组合整体加以转发传输。这些数据和呼叫控制信息以及可能附加的差错控制信息是按规定的格式排列的。由于每个分组带有控制信息和地址信息,所以分组在网内可独立传送,并能以分组为单位进行流量控制、路由选择和差错控制等处理。分组交换最基本的思想就是实现通信资源的共享。

在分组交换数据通信网中,通常采用“数据报”和“虚电路”两种方式对分组进行交换和传送。

(1) 数据报。数据报方式是将每一个分组当做一份独立的报文一样看待,每一个分组都包含终点地址的信息,分组交换机为每一个分组独立地寻找路径,因此一份报文包含的不同分组可能沿着不同的路径到达终点,在网络的终点需要重新排序。

数据报方式的特点是:

① 用户之间的通信不需要经历呼叫建立和呼叫清除阶段,对于短报文通信传输效率比较高;

② 数据分组传输时延较大,而且传输时延的离散度大;

③ 对网络故障的适应能力较强。

(2) 虚电路。虚电路是两个用户终端在通信之前预先通过网络建立的逻辑通路,它是通过主叫用户与网络联系并与被叫端协商而建立的。虚电路提供一条双向的、无差错的和有序的逻辑通路。

在虚电路方式中,一次通信要经历建立虚电路、数据传输和拆除虚电路 3 个阶段,一旦建立虚电路,该虚电路不管有无数据传输都要保持到虚电路被拆除或因故障而中断,对于后者,需要重新建立虚电路,以继续未完成的数据传输。

由于虚电路的概念是以分组的统计时分复用(STD M)为基础的,这表明一个终端可在一条物理电路上与多个终端同时进行通信,因此,虚电路可有效地利用线路资源。

虚电路方式的特点是:

① 一次通信具有呼叫建立、数据传输和呼叫清除 3 个阶段。在虚电路建立后传输的分组中不需要包含终点地址,对于数据量较大的通信传输效率高。

② 分组按已建立的路径顺序通过网络,在网络终点不需要对数据重新排序,分组传输时延小,而且不容易产生数据分组的丢失。

从以上可以看出,相对于电路交换,分组交换能向用户提供不同速率、不同代码、不同同步方式和不同通信控制规程的数据终端之间相互通信的、灵活的通信环境。由于实现了线路的动态统计时分复用,使通信线路(包括中继线和用户线)的利用率很高,在一条物理线路上可以同时提供多条信息通路。每个分组在网络中传输时可以分段独立地进行差错校验,使信息在分组交换网中传输的比特误码率大大降低,一般可达 10^{-10} 以下。

在分组交换技术中,最著名的分组网络标准就是 X.25。X.25 建议描述的是数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间的接口规程,共包括 3 层:物理层、链路层和分组层。1974 年,ITU-T(原 CCITT)颁布了 X.25 第一稿,并于 1976 年、1978 年、1980 年、1984 年进行了多次修改,增添了许多可选业务功能和设施。以 X.25 建议为基础的分组交换技术大大提高了信道利用率,实现了对每一条虚电路以及对于每一条链路的流量控制,有效地防止网络阻塞的发生。然而这些优点的得来是有代价的,由于 X.25 建议规定了较丰富的控制功能,获得了很高的可靠性,但是它同时也加重了分组交换机处理的负担,使分组交换机的分组吞吐能力和中继线速率的进一步提高受到了限制,分组通过网络的时延较大且各个分组的时延具有离散性。但在通信网以模拟通信、中低速数据通信为主的年代,X.25 建议满足了绝大多数数据通信的要求,获得了巨大的成功。

分组交换最适合数据通信,由于它在降低通信成本、提高通信可靠性和灵活性方面的巨大成功,促使 20 世纪 70 年代中期以后的数据通信网几乎全部采用分组交换。80 年代以来,世界各国的公用和专用分组交换网蓬勃发展,已经形成了全球性的数据通信网,我国公用分组交换网于 1989 年开放业务。

到了 20 世纪 90 年代,光纤通信由于具有容量大、质量高的特点而获得了广泛的应用,同时,用户需求也在不断提高,原有分组交换技术已无法适应新的通信环境,例如,对多媒体通信、宽带服务和局域网互连等的支持,于是发展了帧中继(FR)和异步传递模式(ATM)等快速分组交换技术。

快速分组交换技术的出现,一方面反映了用户应用要求的提高,即要求通信网能提供

高的传输速率、快速响应时间和突发的信息传输等,另一方面,由于光纤的普及,通信线路传输速率和质量的提高,有可能简化交换网的通信协议以提高通信效率。因此,快速分组交换可理解为尽量简化协议,只具有核心的网络功能,以提供高速、高吞吐量和低时延服务的交换方式。

帧中继是对 X.25 分组交换技术的一种改进。帧中继只有物理层和数据链路层两层协议,物理传输信道采用高质量的光纤,它的误码率低、传输速率高。数据链路层执行的只相当于 X.25 的数据链路层的一部分功能。它保存了 X.25 数据链路层的 HDLC 规程的帧格式,但不是采用 X.25 的 LAPB 规程,而是采用了 ISDN 的 D 通道的规程 LAPD。这样,帧中继能够在链路层实现逻辑链路的复用和转接,而 X.25 则是在网络层实现复用和转接。帧中继只进行差错检验,错误帧予以丢弃,不再重发。

帧中继网络向上提供面向连接的虚电路服务。帧中继网具有较高的吞吐量,能够提供 1.544Mb/s(或 2Mb/s)的传输速率,甚至进一步提供 45Mb/s(或 34Mb/s)的传输速率。它的延迟也很小,帧中继交换机的延迟可小于 2ms,而 X.25 分组网的则可达 5ms~10ms。因此借助帧中继能实现局域网之间高速远程互连。

ATM 是 ITU-T 确定用做宽带综合业务数字网 B-ISDN 的复用、传输和交换的模式。ATM 交换应实现高速、高吞吐量和高服务质量的信息交换,提供灵活的带宽分配,适应从很低速率到很高速率的宽带业务的交换要求。

ATM 交换是固定长度的信元中继。信元(cell)实际上就是很短的分组,只有 53 个字节(byte),其中开头 5 个字节称为信头,其余 48 个字节为信息域,或称为净荷(payload)。采用很短的信元可以减少交换节点内部的缓冲器容量以及排队时延和时延抖动。信元的长度固定,则有利于简化交换控制的缓冲器管理。

信头中包含控制信息的多少反映了交换节点的处理开销,ATM 信元的信头功能有限,主要是虚连接的标识,还有优先级标志及信头的差错检验等。信头中的差错检验是针对信头本身的,这是非常必要的功能,因为如果信头出错将导致信元丢弃或错误选路,也就是导致整个信元的无效。

ATM 也采用面向连接的方式。在用户信息传送前,先要有连接建立过程;在信息传送结束后,要拆除连接。这里说的连接不是一种物理连接,而是一种虚连接。ATM 的虚连接分成两个等级:虚信道连接 VCC(Virtual Channel Connection)和虚通道连接 VPC(Virtual Path Connection)。

ATM 交换属于异步时分交换 ATD(Asynchronous Time Division),属于某个呼叫连接的多个信元不是占有固定的时间位置,而是按该呼叫连接所需的带宽大小,占有或多或少的时隙位置。也就是说,属于同一呼叫连接的信元,可以或密或疏地在复用链路上出现。因此说,它不是固定分配的同步方式,而是灵活分配的异步方式,从而可以适应各种不同带宽业务要求。

与此同时,进入 20 世纪 90 年代以来,以 TCP/IP 为核心协议的因特网(Internet)在全球范围内以惊人的速度获得了超乎寻常的发展。IP 的最大优势是已经具有一个全球统一的网络,作为一个开放的网络,可以连接世界上任何一个地点不同类型的终端,国家与国家、地区与地区之间不存在网络互通问题。其此,IP 接入非常简单,除了通过局域网或专线接入外,家庭用户通过 Modem 就可拨号上网。

但 IP 网络的简单性和开放性是以降低其 QoS 保证为代价的。由于其初衷只是提供数据服务,因此只提供一种称之为“尽力而为”的服务,这对于话音和视频等实时通信业务来说显然是不够的。如何提高 IP 分组通信的质量,在 IP 网络上实现包括话音和视频业务在内的多业务通信,这是当前 IP 领域的一个研究热点。

IP 网络技术具有经济、灵活、实用等“大众化”特征,已被社会各界广为接受,因而发展势头十分迅猛;而 ATM 具有带宽、支持各种实时和非实时业务及 QoS 保证等优势。IP 和 ATM 技术的结合可以做到优势互补,实现话音、数据、图像和多媒体业务的综合。近年来,IP 与 ATM 的结合技术深受网络设备生产商和学术界及国际标准化组织的关注,并纷纷开展研究。当前 IP 与 ATM 的结合方式主要有叠加模式和集成模式,其典型技术标准就是 IETF 制定的多协议标记交换(MPLS)技术,它是一种集成模式。

另一方面,随着 IP 技术的迅速发展,人们开始研究 IP 在通信领域中的应用,提出了以 IP 作为未来信息网统一传送平台的设想,并得到了广泛的认同。其突破口依然是话音通信,其标志应用就是 IP 电话,虽然其质量尚不能与传统电话相比,但是由于其低廉的成本和良好的技术发展前景,很快在全球赢得了市场,受到业界的高度重视。ITU-T 在原来局限用于局域网无质量保证的可视电话的 H.323 第 1 版本(V1)的基础上,制定了用于 IP 网络多媒体通信的 H.323V2 标准,成为 IP 电话最重要的国际标准,有力地推动了 IP 实时通信应用的进展。

在 H.323 标准中最重要的一个网元就是网关 GW(gateway),IP 网通过网关实现与各种不同网络的互通,完成不同网络中媒体格式的转换和必要的控制功能。

在 H.323 标准中,所有互通功能都由网关实现,而且随着应用的扩展,网关的功能要求将越来越高。这样的设计原则会使网关变得越来越复杂,成本越来越高。为此,人们提出了分离网关的概念,就是把网关的控制功能和承载功能分离,网关只负责不同网络的媒体格式的适配转换,称之为媒体网关 MGW(Media Gateway)。所有控制功能包括呼叫控制、接入控制和资源控制等功能由另外设置的独立的媒体网关控制器 MGC(Media Gateway Controller)负责,并在媒体网关和媒体网关控制器之间定义了标准的控制协议 H.248 协议。人们把 MGC 统称为“软交换机”。软交换已成为电信网向 IP 分组网演进的最为重要的技术。

1.3 光纤通信新技术

1960 年,美国人梅曼(Maiman)发明了第一台红宝石激光器,给光通信带来了新的希望。1966 年,英籍华裔学者高锟(C. K. Kao)和霍克哈姆(C. K. Hockham)发表了关于传输介质新概念的论文,指出了利用光纤(Optical Fiber)进行信息传输的可能性和技术途径,奠定了现代光通信—光纤通信的基础。当时石英纤维的损耗高达 1000dB/km 以上,高锟等人指出:这样大的损耗不是石英纤维固有的特性,而是由于材料中的杂质造成的,材料本身固有的损耗基本上由瑞利(Rayleigh)散射决定,它随波长的 4 次方而下降,其损耗很小。因此有可能通过原材料的提纯制造出适合于长距离通信使用的低损耗光纤。1979 年,光纤损耗降低到 0.2dB/km,1984 年是 0.157dB/km,1986 年是 0.154dB/km,接近了光纤最低损耗的理论极限。