

21 世纪高等学校通信类规划教材

现代接入技术概论

王兴亮 李伟 主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

21 世纪高等学校通信类规划教材

现代接入技术概论

王兴亮 李 伟 主编

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要论述现代接入技术的概念、分类、结构、业务等,共有12章内容,主要包括 xDSL 接入技术、宽带光接入技术、宽带固定无线接入技术、蓝牙(Bluetooth)技术、超宽带(UWB)技术、ZigBee 技术、Ad hoc 技术、射频识别技术(RFID)、无线高保真技术(Wi-Fi)、全球微波接入互操作性(WiMAX)和无线 Mesh 网络技术,较为全面系统地介绍了现代宽带接入技术。本书突出通信工程、计算机通信和相关专业的特点,系统性强、内容编排连贯;注重基本概念、基本原理的阐述,对系统基本性能的物理意义解释明确;强调通信新技术在实际通信系统中的应用;注意知识的归纳、总结,并附有适量的思考与练习题。参考学时 40~60 学时。

本书语言简练、通俗易懂,叙述深入浅出,层次分明,适用面宽,可作为信息类本科各专业和高职高专通信工程、计算机通信、信息技术和其他相近专业的教材,也可供相关的科技人员阅读和参考。

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

现代接入技术概论/王兴亮,李伟主编. —北京:电子工业出版社,2009.7
21 世纪高等学校通信类规划教材
ISBN 978-7-121-09126-1

I. 现… II. ①王…②李… III. 接入网—高等学校—教材 IV. TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 104952 号

策划编辑:韩同平

责任编辑:谭海平

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市皇庄路通装订厂

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:787×1092 1/16 印张:21.5 字数:550 千字

印 次:2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:35.00 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 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本书以现代通信接入新技术为重点,介绍通信系统的基本原理、基本性能和基本分析方法。

全书共 12 章内容。

第 1 章主要介绍接入网的概念、功能模型、分类、拓扑结构、综合接入业务等。

第 2 章主要以 HDSL 接入技术、ADSL 接入技术和 VDSL 接入技术为主,论述接入网的性能情况。

第 3 章的基本内容有无源光网络(PON)接入技术、有源光网络(AON)接入技术以及以太无源光接入网络技术。

第 4 章介绍本地多点分配业务(LMDS)、多路微波分配系统(MMDS)、LMDS/MMDS 混合无线接入、无线 ATM 接入、红外无线技术和 DBS 卫星接入技术。

第 5 章主要介绍了蓝牙技术的基带规范、逻辑链路控制和自适应协议、蓝牙技术的应用等。

第 6 章介绍超宽带通信概念、超宽带通信发展、超宽带通信的特点、UWB 原理及关键技术和 UWB 应用与发展。

第 7 章的主要内容有 ZigBee 技术简介、ZigBee 的无线网络技术和 ZigBee 的应用。

第 8 章介绍 Ad hoc 网络技术、移动 Ad hoc 网络的媒介访问控制、Ad hoc 网络中的一些问题和移动 Ad hoc 网络的应用与发展。

第 9 章的内容有 RFID 简介、RFID 原理、RFID 的标准体系和 RFID 的应用与发展。

第 10 章的内容有 Wi-Fi 技术、Wi-Fi 技术标准、IEEE 802.11 媒体接入控制、IEEE 802.11 物理层、Wi-Fi 保护接入和 Wi-Fi 技术的应用及展望。

第 11 章介绍 WiMAX 的概念、WiMAX 的关键技术、WiMAX 宽带无线接入特点、WiMAX 组网技术、WiMAX 网络设计、WiMAX 无线城域网的解决方案和应用,以及 WiMAX 无线城域网的应用。

第 12 章主要介绍无线 Mesh 网络体系结构、关键技术、IEEE 802 系列标准,对无线 Mesh 网络与其他接入网技术的比较,最后对无线 Mesh 网络的应用与前景进行了展望。

本教材的特点是内容新颖,反映了当前最新的通信技术和应用情况;教材体系全面,材料充实丰富;语言简练、通俗易懂、条理清楚,便于自学;突出概念的描述,避免烦琐的公式推导,重点讲述各种通信技术的性能和物理意义,重点描述各种新技术的应用情况;图文并茂,实用性强;每章的前面有教学要点,结束有小结,并附有适量的思考与练习题。该教材先后在空军工程大学试用,征求了各方专家和授课老师的意见和建议,且反复修改,教学效果良好。本教材是空军工程大学国家精品课程“通信原理”的配套教材。

本教材不但可用做通信专业本科生的教材,也可用做信息与通信工程、计算机通信及其他相近专业大学专科生的教材,参考学时为 40~60 学时。

本教材由王兴亮教授、李伟博士和寇宝明教授主编,参加编写的人员有李金良、李凡、寇媛媛、李成斌、张德纯、任啸天、刘敏、侯灿靖、牟京燕、刘莎、周一帆、张亮、储楠等。王兴亮教授统编全书。

限于编著者水平,教材缺点和错误在所难免,欢迎各界读者批评斧正。

编著者 E-mail: wxl20060910@yahoo.com.cn, 8185wxl@21cn.com。

编著者
于西安空军工程大学

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 接入网的概念	(1)
1.2 接入网的功能模型	(2)
1.3 接入网的分类	(3)
1.3.1 铜线接入网	(3)
1.3.2 光纤接入网	(4)
1.3.3 混合接入网	(5)
1.3.4 无线接入网	(7)
1.4 接入网的拓扑结构	(11)
1.4.1 星状结构	(11)
1.4.2 双星状结构	(11)
1.4.3 总线状结构	(12)
1.4.4 环状结构	(12)
1.4.5 树状结构	(12)
1.4.6 无线接入网的一般结构	(13)
1.4.7 有线接入和无线接入结构的比较	(14)
1.5 接入网的综合接入业务	(16)
1.5.1 普通电话业务(POTS)的接入	(16)
1.5.2 综合业务数字网(ISDN)业务的接入	(16)
1.5.3 数字数据网络(DDN)专线业务的接入	(16)
1.5.4 有线电视(CATV)业务的接入	(16)
1.5.5 Internet 业务的接入	(17)
1.5.6 其他业务的接入	(18)
本章小结	(18)
思考与练习 1	(19)
第 2 章 xDSL 接入技术	(20)
2.1 HDSL 接入技术	(20)
2.1.1 HDSL 系统的基本构成	(20)
2.1.2 HDSL 关键技术	(21)
2.1.3 HDSL 的应用特点	(23)
2.1.4 HDSL 的局限性	(24)
2.2 ADSL 接入技术	(24)
2.2.1 ADSL 的概况	(24)

2.2.2	ADSL 的系统构成原理	(25)
2.2.3	ADSL 的传输带宽	(26)
2.2.4	DSL 调制解调流程	(27)
2.2.5	正交幅度调制 (QAM) 技术	(27)
2.2.6	CAP 调制技术	(29)
2.2.7	DMT 调制技术	(29)
2.2.8	ADSL 信号的传输	(30)
2.2.9	ADSL 的分布模式	(32)
2.2.10	ADSL 的基本应用	(34)
2.3	VDSL 接入技术	(35)
2.3.1	VDSL 系统构成	(36)
2.3.2	VDSL 的体系结构	(36)
2.3.3	VDSL 的传输模式	(37)
2.3.4	VDSL 的传输速率与距离	(37)
2.3.5	其他技术	(37)
2.3.6	VDSL 的分布位置	(38)
2.3.7	VDSL 的应用	(39)
	本章小结	(39)
	思考与练习 2	(39)
第 3 章	宽带光接入技术	(41)
3.1	无源光网络 (PON) 接入技术	(41)
3.1.1	PON 的双向传输技术	(41)
3.1.2	PON 的双向复用技术	(42)
3.2	有源光网络 (AON) 接入技术	(45)
3.2.1	AON 的基本技术	(45)
3.2.2	SDH 中的关键设备	(46)
3.2.3	OAN 所采用的 SDH 自愈环技术	(49)
3.2.4	光纤接入技术的优点与劣势	(52)
3.3	以太无源光接入网络技术	(53)
3.3.1	以太网技术	(53)
3.3.2	EPON 工作原理	(58)
3.3.3	EPON 的性能	(61)
3.3.4	EPON 的关键技术	(62)
3.4	无线光通信 (FSO) 接入技术	(84)
3.4.1	无线光通信技术的发展	(84)
3.4.2	无线光通信系统的构成及工作原理	(85)
3.4.3	无线光通信网的拓扑结构	(86)
3.4.4	无线光通信系统的优点	(86)
3.4.5	无线光通信系统存在的问题	(87)
3.4.6	无线光通信的关键技术	(88)

3.4.7	无线光通信的应用	(89)
3.4.8	影响通信质量的主要因素及解决办法	(90)
3.4.9	无线光通信的典型应用	(91)
3.4.10	无线光通信的发展趋势	(93)
	本章小结	(94)
	思考与练习 3	(94)
第 4 章	宽带固定无线接入技术	(96)
4.1	本地多点分配业务	(96)
4.1.1	LMDS 系统的组成	(97)
4.1.2	LMDS 系统的服务范围	(97)
4.1.3	LMDS 系统的优势	(98)
4.1.4	LMDS 系统提供的业务	(98)
4.1.5	LMDS 在有线电视网络中的应用	(99)
4.2	多路微波分配系统	(100)
4.2.1	MMDS 的概念	(100)
4.2.2	MMDS 提供的业务	(100)
4.2.3	MMDS 的发射与接收	(100)
4.2.4	MMDS 的特点	(101)
4.3	LMDS/MMDS 混合无线接入	(101)
4.4	无线 ATM 接入	(102)
4.4.1	无线 ATM 的信元结构	(102)
4.4.2	无线 ATM 信元的两种模式	(103)
4.4.3	无线 ATM 的频段选择	(103)
4.4.4	无线 ATM 的传输方案	(104)
4.4.5	无线 ATM 的分层模型	(104)
4.4.6	无线 ATM 的参考模型	(105)
4.5	红外无线技术	(106)
4.6	DBS 卫星接入技术	(107)
	本章小结	(107)
	思考与练习 4	(107)
第 5 章	蓝牙技术	(109)
5.1	概述	(109)
5.2	蓝牙技术简介	(110)
5.2.1	蓝牙标准文档	(110)
5.2.2	协议体系结构	(110)
5.2.3	应用模型	(114)
5.2.4	微微网和分布式网络	(115)
5.2.5	无线电规范	(116)
5.2.6	蓝牙系统的功能单元	(116)
5.2.7	蓝牙中的关键技术	(118)

5.2.8	蓝牙技术的特点	(119)
5.3	基带规范	(120)
5.3.1	跳频	(120)
5.3.2	物理链路	(121)
5.3.3	分组	(121)
5.3.4	纠错	(124)
5.3.5	逻辑信道	(125)
5.3.6	信道控制	(126)
5.3.7	蓝牙音频	(128)
5.4	逻辑链路控制和自适应协议	(129)
5.4.1	L2CAP 信道	(129)
5.4.2	L2CAP 分组	(130)
5.4.3	信令命令	(131)
5.4.4	服务质量	(132)
5.5	蓝牙技术的应用	(133)
5.5.1	基于蓝牙技术的无线接入网	(133)
5.5.2	对点连接的市场应用产品	(136)
5.5.3	点对多点连接的市场产品	(136)
5.5.4	个人局域网	(137)
5.5.5	手机应用新领域	(137)
5.5.6	几种典型应用	(137)
5.5.7	蓝牙技术的市场前景	(138)
	本章小结	(138)
	思考与练习 5	(138)
第 6 章	超宽带技术	(140)
6.1	UWB 概念	(140)
6.1.1	超宽带概念	(140)
6.1.2	超宽带通信发展简史	(140)
6.1.3	超宽带通信的特点	(141)
6.2	UWB 原理及关键技术	(142)
6.2.1	UWB 信号	(143)
6.2.2	UWB 信号的调制	(145)
6.2.3	UWB 信号的传播	(146)
6.2.4	UWB 信号的接收	(147)
6.3	UWB 应用与发展	(148)
6.3.1	通信系统和传感器网络	(148)
6.3.2	定位和跟踪	(149)
6.3.3	雷达	(149)
	本章小结	(150)
	思考与练习 6	(150)

第 7 章 ZigBee 技术	(151)
7.1 ZigBee 技术简介	(151)
7.1.1 ZigBee 的发展	(151)
7.1.2 ZigBee 的协议标准	(151)
7.1.3 PHY 层工作机制	(153)
7.1.4 MAC 层工作机制	(154)
7.1.5 网络层参考模型	(156)
7.1.6 网络层帧结构	(156)
7.1.7 网络层基本功能	(158)
7.1.8 ZigBee 应用层功能	(162)
7.1.9 ZigBee 协议套件	(163)
7.1.10 ZigBee 的技术特点	(164)
7.2 ZigBee 的无线网络技术	(165)
7.2.1 高可靠性的无线网络	(165)
7.2.2 ZigBee 网络拓扑和路由	(167)
7.2.3 ZigBee 的安全和加密	(168)
7.2.4 ZigBee 与无线传输网络的比较	(170)
7.3 ZigBee 的应用	(171)
本章小结	(175)
思考与练习 7	(175)
第 8 章 Ad hoc 技术	(177)
8.1 概述	(177)
8.1.1 分组无线网络发展历史简述	(177)
8.1.2 Ad hoc 网络	(179)
8.1.3 Ad hoc 网络的特点	(182)
8.2 Ad hoc 网络技术	(185)
8.2.1 Ad hoc 网络的架构	(185)
8.2.2 Ad hoc 网络的媒体接入控制层技术	(188)
8.2.3 Ad hoc 网络的路由层技术	(189)
8.3 Ad hoc 网络的媒介访问控制	(195)
8.3.1 MAC 协议的功能和作用	(195)
8.3.2 影响 MAC 协议的因素	(196)
8.3.3 基本的 MAC 协议	(198)
8.3.4 Ad hoc MAC 协议	(201)
8.4 Ad hoc 网络的应用与发展	(202)
8.4.1 Ad hoc 网络的应用	(202)
8.4.2 JTRS 宽带自组织网络及其应用	(205)
8.4.3 Ad hoc 网络的发展前景	(215)
本章小结	(216)
思考与练习 8	(216)

第 9 章 射频识别技术	(217)
9.1 RFID 简介	(217)
9.1.1 RFID 的特点	(217)
9.1.2 发展现状	(218)
9.1.3 标准现状	(218)
9.2 RFID 原理	(219)
9.2.1 工作原理	(219)
9.2.2 RFID 标签	(221)
9.2.3 RFID 标签读写器	(222)
9.2.4 RFID 工作流程	(222)
9.3 RFID 的标准体系	(225)
9.4 RFID 的应用与发展	(228)
本章小结	(228)
思考与练习 9	(228)
第 10 章 无线高保真技术	(229)
10.1 Wi-Fi 技术	(229)
10.1.1 Wi-Fi 简介	(229)
10.1.2 Wi-Fi 技术的特点	(230)
10.2 Wi-Fi 技术标准	(233)
10.2.1 IEEE 802.11 体系结构	(234)
10.2.2 IEEE 802.11 服务	(235)
10.2.3 Wi-Fi 组建方法	(237)
10.3 IEEE 802.11 媒体接入控制	(237)
10.3.1 可靠的数据传送	(237)
10.3.2 接入控制	(238)
10.3.3 MAC 帧	(240)
10.4 IEEE 802.11 物理层	(243)
10.4.1 初始的 IEEE 802.11 物理层	(244)
10.4.2 IEEE 802.11a	(245)
10.4.3 IEEE 802.11b	(247)
10.4.4 IEEE 802.11g	(248)
10.5 Wi-Fi 保护接入	(249)
10.5.1 接入控制	(250)
10.5.2 具有报文完整性的保密性	(251)
10.6 Wi-Fi 技术的应用及展望	(252)
10.6.1 Wi-Fi 技术的应用	(252)
10.6.2 Wi-Fi 技术的展望	(255)
本章小结	(257)
思考与练习 10	(258)

第 11 章 全球微波接入互操作性	(259)
11.1 WiMAX 的概念.....	(259)
11.1.1 WiMAX 的产生背景	(260)
11.1.2 WiMAX 的技术特点	(260)
11.1.3 WiMAX 宽带无线接入特点	(261)
11.2 WiMAX 组网技术.....	(262)
11.2.1 WiMAX 网络架构的参考模型	(262)
11.2.2 WiMAX 宽带无线接入应用模式	(264)
11.3 WiMAX 网络设计.....	(267)
11.3.1 WiMAX 无线接入网设计	(267)
11.3.2 WiMAX 网络核心网设计	(267)
11.3.3 基站无线互连方案	(268)
11.4 WiMAX 的关键技术.....	(269)
11.4.1 OFDM/OFDMA 技术	(269)
11.4.2 MIMO 技术	(280)
11.5 WiMAX 无线城域网的解决方案及应用	(286)
11.5.1 无线城域网概述	(286)
11.5.2 WiMAX 无线城域网的实现所面临的问题	(287)
11.5.3 WiMAX 无线城域网的组网要求	(287)
11.5.4 某市无线城域网的解决方案	(288)
11.6 WiMAX 无线城域网的应用.....	(289)
11.6.1 WiMAX 无线城域网的应用领域	(289)
11.6.2 WiMAX 无线城域网的具体应用	(290)
本章小结	(293)
思考与练习 11	(293)
第 12 章 无线 Mesh 网络技术	(294)
12.1 概述	(294)
12.1.1 无线 Mesh 网络的由来	(294)
12.1.2 无线 Mesh 网络概念	(294)
12.1.3 无线 Mesh 网络的技术特点	(295)
12.2 无线 Mesh 网络体系结构.....	(300)
12.2.1 无线 Mesh 网络技术演进	(300)
12.2.2 无线 Mesh 网络基本技术	(302)
12.2.3 无线 Mesh 网络的体系结构	(306)
12.2.4 无线 Mesh 网络组网扩展技术	(309)
12.3 无线 Mesh 网络的关键技术.....	(313)
12.3.1 基于多信道的无线 Mesh 组网技术	(313)
12.3.2 影响网络性能的临界因素	(318)
12.3.3 基于 Mesh 技术的网络融合	(319)
12.3.4 基于 Mesh 技术的网络协同	(322)

12.4	无线 Mesh 网络与 IEEE 802 系列标准	(323)
12.4.1	IEEE 802.11s Mesh 标准	(323)
12.4.2	IEEE 802.15 Mesh 网络标准	(324)
12.4.3	IEEE 802.16 Mesh 网络标准	(325)
12.4.4	IEEE 802.20 Mesh 网络标准	(325)
12.5	无线 Mesh 网络与其他接入网技术的比较	(326)
12.5.1	无线 Mesh 网络与 3G 比较	(326)
12.5.2	无线 Mesh 网络与 WLAN(Wi-Fi) 比较	(326)
12.5.3	无线 Mesh 网络与 WiMAX 比较	(327)
12.6	无线 Mesh 网络的应用与前景	(327)
12.6.1	无线 Mesh 网络的应用	(328)
12.6.2	无线 Mesh 网络的应用前景	(330)
	本章小结	(331)
	思考与练习 12	(331)
	参考文献	(332)

第1章 概述

【本章教学要点】

- ◆ 接入网概念
- ◆ 接入网功能模型
- ◆ 接入网分类
- ◆ 接入网拓扑结构
- ◆ 接入网综合接入业务

近年来，由于用户业务规模和业务类型的剧增，需要有一个综合语音、数据及交互式视像的接入网来代替现有的铜线网，接入网概念由此而生。

国际电信联盟电信标准部 (ITU-T, International Telecommunications Union-Telecommunications standardization section) 关于接入网的框架建议 (G.902) 和我国的接入网体制规定，描述了接入网功能结构、接入类型、业务节点及网络管理接口等相关内容，接入网有了一个较为公认的定义。

1.1 接入网的概念

从整个电信网的角度，可以将全网划分为公用电信网和用户驻地网 (CPN, Customer Premises Network) 两大块，其中 CPN 属用户所有，故通常电信网指公用电信网部分。公用电信网又可划分为三部分，即长途网 (长途端局以上部分)、中继网 (即长途端局与市话局之间以及市话局与市话局之间的部分) 和接入网 (即端局与用户之间的部分)。目前国际上倾向于将长途网和中继网合在一起称为核心网 (CN, Core Network) 或转接网 (TN, Transit Network)，相对于核心网的其他部分则统称为接入网 (AN, Access Network)。接入网主要完成将用户接入到核心网的任务。可见，接入网是相对核心网而言的，接入网是公用电信网中最大和最重要的组成部分。图 1.1 所示为电信网的基本组成，从图中可清楚地看出接入网在整个电信网中的位置。

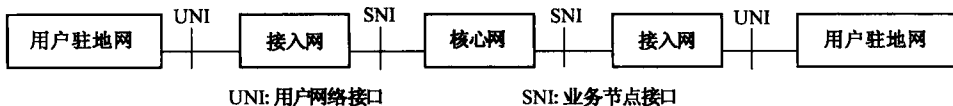


图 1.1 电信网的基本组成

按照 ITU-T G.902 的定义，接入网 (AN) 由业务节点接口 (SNI, Service Node Interface) 和用户网络接口 (UNI, User Network Interface) 之间的一系列传送实体组成，它是一个为电信业务提供所需传送承载能力的实施系统，并可经由管理接口 (Q3) 配置和管理。这里的传送实体主要指传输、复用、集中和交叉连接，如线路设施和传输设施等。图 1.2 所示为接入网界定示意图。

图 1.2 中，业务节点是指为用户提供各种各样业务的实体，可以是各种交换型和/或永久连接型电信业务的网元。电话业务的交换机、数据业务的节点、CATV 业务的前端、视频点播 (VOD) 业务的信息源等，都是具体业务节点的例子。

业务节点接口 (SNI) 是接入网 (AN) 和业务节点 (SN) 之间的接口。如果 AN-SNI 侧和 SN-SNI 侧

不在同一地方，可以通过透明传送通道实现远端连接。接入网(AN)支持的 SN 接入类型有三种：仅支持一种专用接入类型；可支持多种接入类型，但所有接入类型支持相同的接入承载能力；可支持多种接入类型，且每种接入类型支持不同的承载能力。

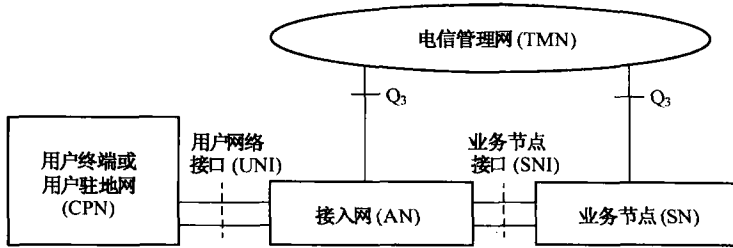


图 1.2 接入网界定示意图

用户网络接口(UNI)是用户和网络之间的接口。在单个 UNI 的情况下，ITU-T 所规定的 UNI(包括各种类型的公用电话网和 ISDN 的 UNI)应该用于 AN 中，以便支持目前所提供的接入类型和业务。

接入网与用户间的 UNI 接口能够支持目前网络所能提供的各种接入类型和业务，但接入网的发展不应限制在现有的业务和接入类型。

接入网的管理应纳入电信管理网(TMN)范畴，以便统一协调管理不同的网元。接入网的管理不但要完成接入网各功能块的管理，而且要完成用户线的测试和故障定位。

作为接入网的传输媒质可以是传统的铜线，也可以是光纤，还可以是无线媒质；相应的传输技术可以是基于铜线的传输技术、基于光纤的传输技术及基于无线的传输技术等；除了传统的模拟技术，还可以采用数字技术。总而言之，只要在上述三类接口所包含的范围之内的一切传输媒质、技术、设备等，都属于接入网范畴。从严格意义上来说，具有交换功能的设备不属于接入网，哪怕它离用户很近，也不能算接入设备，如目前使用得较多的远端交换模块。

1.2 接入网的功能模型

接入网要完成必要的功能，以使用户通过接入网接入提供业务的业务节点，适用各种各样的新业务。图1.3是接入网的功能模型示意图。

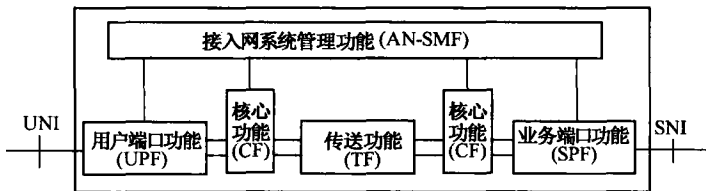


图 1.3 接入网的功能模型示意图

1. 用户端口功能(UPF)

用户端口功能是将特定的 UNI 要求与核心功能和管理功能相适配。接入网可以支持许多不同的接入以及需要特定功能的用户网络接口。具体的 UNI 要求是根据相关的接口规定、信息传送和协议承载体的接入承载能力的要求来确定的。A/D 转换处理、对信令的转换处理(但不解释信令)、对 UNI 的激活/去激活以及 UNI 承载能力的处理等，都是用户端口的例子。

2. 业务端口功能(SPF)

业务端口功能将特定的 SNI 规定的要求适配到公共承载体, 以便于在核心功能模块中进行处理, 并且选择相关的信息用于接入网的系统管理功能模块。

3. 核心功能(CF)

核心功能位于用户端口功能(UPF)和业务端口功能(SPF)之间, 将个别用户端口承载通路或业务端口承载通路的要求与公用传送承载通路相适配, 还包括为了通过 AN 传送所需要的协议适配和复用所进行的协议承载通路处理。核心功能可分布于整个接入网内。对于接入承载体的处理有承载体信道集中、信令和分组信息的复用、对 ATM 传送载体的电路仿真等, 此外还有管理功能和控制功能。

4. 传送功能(TF)

传送功能在接入网内的不同位置之间为公共承载体的传送提供通道, 并对所有的相关传输媒质进行媒质适配。主要的传送功能有复用功能, 包括业务疏导和配置的交叉连接功能等。

5. 接入网系统管理功能(AN-SMF)

接入网系统管理功能协调接入网中的用户端口功能(UPF)、业务端口功能(SPF)、核心功能(CF)和传送功能(TF)的指配、操作和管理。它还通过 SNI 和业务节点以及由相关的接口规定定义的 UNI 与用户终端协同完成操作功能, 如配置和控制、故障检测/故障指示、使用信息和性能数据采集等。

1.3 接入网的分类

接入网通常是按其所用传输媒质的不同来进行分类的。一般地, 接入网可分为有线接入网和无线接入网两大类。有线接入网又分为铜线接入网和光纤接入网两类; 无线接入网分为固定无线接入网和移动无线接入网两类, 包括蜂窝通信、地面微波通信和卫星通信等不同形式。在实际接入网中, 有时会用到多种传输媒质, 如既用到铜线, 又用到光纤, 甚至还同时用到无线媒质, 这样就形成了混合接入网。

1.3.1 铜线接入网

图 1.4 所示为一个典型的铜线接入网系统——市内铜缆用户环。图中, 端局与交接箱之间可以有远端交换模块(RSU, Remote Switching Unit)或远端(RT, Remote Terminal)。端局本地交换机的主配线架(MDF, Main Distribution Frame)经大线径、大对数的馈线电缆(数百~数千对)连至分路点转向不同方向。由分路点再经副馈线电缆连至交接箱, 其作用是完成馈线或副馈线电缆中双绞线与配线电缆中双绞线之间的交叉连接。在北美起类似作用的装置称馈线分配接口(FDI, Feed Distribution Interface), 从功能上可称之为灵活点(FP, Flexible Point), 也有人称之为接入点(AP, Access Point)。至于馈线和副馈线则常常不做区别, 统称为馈线或馈线段。

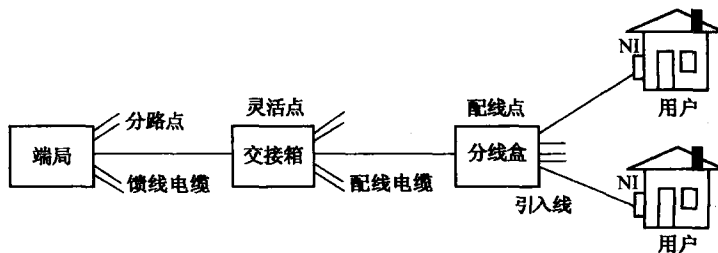


图 1.4 典型的铜线接入网系统

由交接箱开始经较小线径、较小对数的配线电缆(每组几十对)连至分线盒。分线盒的作用是终结配线电缆,并将其与引入线(又称业务线)相连。从功能上可以将分线盒处称为配线点(DP, Distributing Point)或业务接入点(SAP, Service Access Point)。

由分线盒开始通常是若干单对或双对双绞线直接与用户终端处的网络接口(NI, Network Interface)相连,用户引入线为用户专用,NI为网络设备和用户设备的分界点。

铜线用户环路的作用是把用户话机连接到电话局的交换机上。据统计,对于市内用户环路,其主干电缆长度通常为数千米(极少超过10 km),配线电缆长度一般为数百米,用户引入线一般只有数十米。铜线用户接入方式主要有以下几种:线对扩容技术、高比特率数字用户线(HDSL, High data rate Digital Subscriber Line)、不对称数字用户线(ADSL, Asymmetric Digital Subscriber Line)和甚高速数字用户线(VDSL, Very high speed Digital Subscriber Line)技术等。

1.3.2 光纤接入网

光纤接入网(或称光接入网, OAN, Optical Access Network)是以光纤为传输媒质,并利用光波作为光载波传送信号的接入网,泛指本地交换机或远端交换模块与用户之间采用光纤通信或部分采用光纤通信的系统。光纤接入网系统的基本配置如图1.5所示。光纤最重要的特点是:它可以传输很高速率的数字信号,容量很大;并可以采用波分复用、频分复用、时分复用、空分复用(SDM, Space Division Multiplexing)和副载波复用(SCM, SubCarrier Multiplexing)等各种光的复用技术,来进一步提高光纤的利用率。

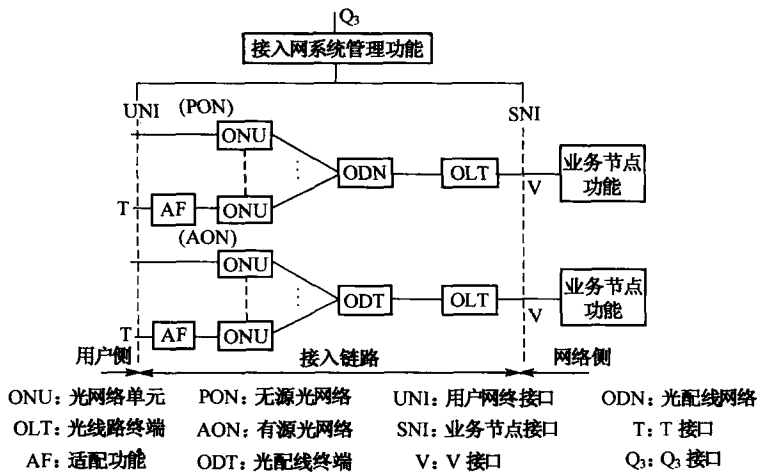


图 1.5 光纤接入网系统的基本配置

从图1.5中可以看出,从给定网络接口(V接口)到单个用户接口(T接口)之间的传输手段的总和称为接入链路。通常,接入链路的用户侧和网络侧是不一样的,因而是非对称的。光接入传输系统可以视为一种使用光纤的具体实现手段,用以支持接入链路。于是,光接入网可以定义为:共享同样网络侧接口且由光接入传输系统支持的一系列接入链路,由光线路终端(OLT, Optical Line Terminal)、光配线网络/光配线终端(ODN/ODT, Optical Distributing Network/ Optical Distributing Terminal)、光网络单元(ONU, Optical Network Unit)及相关适配功能(AF, Adaptation Function)设备组成,还可能包含若干个与同一OLT相连的ODN。

OLT的作用是为光接入网提供网络侧与本地交换机之间的接口,并经一个或多个ODN与用户侧

的 ONU 通信。OLT 与 ONU 的关系为主从通信关系，OLT 可以分离交换和非交换业务，管理来自 ONU 的信令和监控信息，为 ONU 和自身提供维护和指配功能。OLT 可以直接设置在本地交换机接口处，也可以设置在远端，与远端集中器或复用器接口。OLT 在物理上可以是独立设备，也可以与其他功能集成在一个设备内。

ODN 为 OLT 与 ONU 之间提供光传输手段，其主要功能是完成光信号功率的分配任务。ODN 是由无源光元件(如光缆、光连接器和光分路器等)组成的纯无源的光配线网，呈树状-分支结构。ODT 的作用与 ODN 相同，主要区别在于 ODT 是由光有源设备组成的。

ONU 的作用是为光接入网提供直接的或远端的用户侧接口，处于 ODN 的用户侧。ONU 的主要功能是终结来自 ODN 的光纤，处理光信号，并为多个小企事业用户和居民用户提供业务接口。ONU 的网络侧是光接口，而用户侧是电接口。因此，ONU 需要有光/电和电/光转换功能，还要完成对语音信号的数模和模数转换、复用信令处理和维保护管理功能。ONU 的位置有很大的灵活性，既可以设置在用户住宅处，也可设置在 DP(配线点)处，甚至设置在 FP(灵活点)处。

AF 为 ONU 和用户设备提供适配功能，具体物理实现则既可以包含在 ONU 内，也可以完全独立。以光纤到路边(FTTC, Fiber To The Curb)为例，ONU 与基本速率 NT 1(Network Termination 1, 相当于 AF)在物理上就是分开的。当 ONU 与 AF 独立时，则 AF 还要提供在最后一段引入线上的业务传送功能。

随着信息传输向全数字化过渡，光接入方式必然成为宽带接入网的最终解决方法。目前，用户网光纤化主要有两个途径：一是基于现有电话铜缆用户网，引入光纤和光接入传输系统，将现有用户网改造成光接入网；二是基于有线电视(CATV)同轴电缆网，引入光纤和光传输系统，将现有用户网改造成光纤/同轴混合(HFC, Hybrid Fiber Coaxial)网。光纤接入网中采用的接入方式主要有光纤到家(FTTH, Fiber To The Home)、光纤到大楼(FTTB, Fiber To The Building)、光纤到路边(FTTC, Fiber To The Curb)、光纤到办公室(FTTO, Fiber To The Office)、光纤到小区(FTTZ, Fiber To The Zone)及光纤到节点(FTTN, Fiber To The Node)等。各种不同接入方式的主要区别在于 ONU 放置的位置不同，而其中最典型的方式是 FTTC 和 FTTH。

1.3.3 混合接入网

混合接入网是指接入网的传输媒质采用光纤和同轴电缆混合组成。主要有两种方式，即光纤/同轴电缆混合(HFC)方式和交换型数字视像(SDV, Switched Digital Video)方式。

1. 光纤/同轴电缆混合(HFC)方式

HFC 是有线电视(CATV)网和电话网结合的产物，是目前将光纤逐渐推向用户的一种较经济的方式。CATV 系统的主干线路用的是光纤，在 ONU 之后，进入各家各户的最后一段线路大都利用原来共用天线电视系统的同轴电缆。但这种光纤加同轴电缆的 CATV 方式仍是单向分配型传输，不能传输双向业务。

HFC 的接入方式如图 1.6 所示。局端把视像信号和电信业务综合在一起，利用光载波，将信号从前端通过光纤馈线网传送至靠近用户的光节点上，光信号经过 ONU 恢复为原来的电信号，然后用同轴电缆分别送往各个住户的网络接口单元(NIU, Network Interface Unit)，每个 NIU 服务于一个家庭。NIU 的作用是将整个电信号分解为电话、数据和视像信号后，再送到各个相应的终端设备。对模拟视像信号来说，用户可利用现有电视机而无须外加机顶盒就可以接收模拟电视信号。

HFC 是一种副载波调制(SCM)系统，是以(电的)副载波去调制光载波，然后将光载波送入光纤进行传输。HFC 的最大特点是技术上比较成熟，价格比较低廉，同时可实现宽带传输，能适应今后一段时间内的业务需求而逐步向光纤到家(FTTH)过渡。无论是数字信号还是模拟信号，只要经过适当的调制和解调，都可以在该透明通道中传输，有很好的兼容性。