

光纤接入网技术

李 勇 吴志宏 曹 玲 编著



北京邮电大学出版社

757475
1535

757475

光纤接入网技术

李勇 吴志宏 曹玲 编著



YD06/29



21113001110269

北京邮电大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

光纤接入网技术/李勇等编著. - 北京: 北京邮电大学出版社, 1998.10
ISBN 7-5635-0333-1

I. 光… II. 李… III. 光缆通信-通信网 IV. TN913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 17407 号

出版发行: 北京邮电大学出版社 电话: (010)62282185(发行部)

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

经 销: 各地新华书店经售

印 刷: 河北省高碑店市印刷厂印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 12.25

字 数: 309 千字

版 次: 1998 年 10 月第一版 1998 年 10 月第一次印刷

印 数: 1—5 000 册

书 号: ISBN 7-5635-0333-1/TN·147

定 价: 17.50 元

前 言

当前，国家信息基础结构中的核心部分——电信网——正在朝着数字化、宽带化、综合化、智能化以及个人化的方向发展，接入网作为整个电信网的一个重要组成部分，也必须逐步实现数字化、宽带化和综合化。为此，人们在接入网中引进了各种各样的新技术，接入网已成为人们十分关心的热点。

众所周知，接入网必须与整个电信网的发展相适应，这就是要建立一个以 SDH 为传输平台、以 STM-N 为物理接口、以 ATM 为复用和交换方式的能接入宽带业务的全数化的光纤到家的全新接入网。要达到这个目标，还必须要经历一个逐步的演进过程，而目前有许多种接入网的新技术和演进方案可供人们选择。究竟那一种方案最合理、最经济、最适合当地网络建设的实际状况，这是一个人们急待解决的问题。

本书对近几年来接入网及其相关领域出现的新概念、新技术和新系统作了简单介绍，着重介绍了光纤接入网的几种新技术，并对光纤接入网的建设方案进行了分析讨论。

本书由李勇主编，吴志宏对全书编写提出建议并校验全书。全书共分八章，第二章由曹玲编写，第三章由吴志宏编写，第八章由杨邦湘编写，其余由李勇编写。

接入网的建设涉及到业务市场需求、网络资源配置、建设投资规模、运行维护管理以及技术升级等多方面因素，是业务上敏感、技术上敏感、政策上敏感、竞争上敏感的领域，因此人们必须对它慎重又慎重；再加上对接入网中的许多概念和技术还有待于进一步加深认识，以达到共识，这就给这本书的编写带来了许多困难。虽然作者已从事多次光纤接入网技术培训教学，但由于学识水平有限、写作时间仓促，故书中难免会出现偏颇谬误之处，热忱欢迎读者批评指正。

作 者

1998年2月

于武汉邮电科学研究院

目 录

第一章 概 述

§ 1.1 接入网发展的驱动力	(1)
§ 1.2 接入网的概念	(2)
§ 1.2.1 接入网在电信网的位置	(2)
§ 1.2.2 接入网的定义	(3)
§ 1.2.3 接入网的接口	(4)
§ 1.2.4 接入网的功能模型	(4)
§ 1.2.5 接入网的一般分层模型	(5)
§ 1.2.6 接入网的特点	(6)
§ 1.3 接入网的业务与发展	(6)
§ 1.3.1 接入网的业务	(6)
§ 1.3.2 国外光纤接入网的发展	(7)
§ 1.3.3 我国接入网的现状	(8)

第二章 接入网的传输方式

§ 2.1 铜线接入新技术	(10)
§ 2.1.1 接入网线对增容传输系统	(10)
§ 2.1.2 HDSL 传输系统的基本规定	(12)
§ 2.1.3 ADSL 传输系统的基本规定	(16)
§ 2.1.4 VDSL 技术	(19)
§ 2.2 无线接入网	(20)
§ 2.2.1 无线用户环路的构成	(20)
§ 2.2.2 无线用户环路的主要特点	(20)
§ 2.2.3 无线用户环路的应用技术	(21)
§ 2.2.4 无线接入的其他应用	(21)
§ 2.3 光纤接入技术	(22)
§ 2.3.1 概述	(22)
§ 2.3.2 光接入网的基本概念	(23)
§ 2.3.3 光接入网的目标	(24)
§ 2.3.4 光接入网的应用类型	(24)
§ 2.4 混合接入技术	(26)
§ 2.4.1 HFC	(26)
§ 2.4.2 SDV	(27)
§ 2.4.3 有线无线接入方式	(28)

第三章 光纤接入网的接口

§ 3.1 业务节点接口	(30)
§ 3.1.1 业务节点	(30)
§ 3.1.2 业务节点类型	(30)
§ 3.1.3 业务节点接口类型	(31)
§ 3.2 用户网络接口	(32)
§ 3.2.1 Z接口	(33)
§ 3.2.2 U接口	(33)
§ 3.2.3 其他接口	(34)
§ 3.3 电信管理网接口	(34)
§ 3.4 V5接口	(34)
§ 3.4.1 V5接口概述	(34)
§ 3.4.2 V5接口支持的业务	(35)
§ 3.4.3 V5接口的基本功能	(38)
§ 3.4.4 V5接口的优点及存在的问题	(49)
§ 3.4.5 V5接口的应用	(51)

第四章 光纤接入网的关键技术

§ 4.1 光纤接入网的拓扑结构	(52)
§ 4.1.1 拓扑结构的类型	(52)
§ 4.1.2 各种拓扑结构的性能比较	(55)
§ 4.2 光纤接入网的复用技术	(55)
§ 4.2.1 光波分复用技术	(55)
§ 4.2.2 副载波复用 (SCM) 技术	(59)
§ 4.2.3 空分复用 (SDM)	(61)
§ 4.2.4 时分复用 (TDM)	(61)
§ 4.2.5 光频分复用 (FDM)	(61)
§ 4.2.6 码分多址 (CDMA) 技术	(63)
§ 4.3 光有源器件	(65)
§ 4.3.1 光发射器件	(65)
§ 4.3.2 光接收器件	(65)
§ 4.3.3 光放大器	(66)
§ 4.4 光无源器件	(67)
§ 4.4.1 光分路器和波分复用器	(67)
§ 4.4.2 光连接技术	(68)
§ 4.4.3 光滤波器	(69)
§ 4.4.4 光开关	(69)
§ 4.4.5 光隔离器	(69)

§ 4.4.6 光衰减器	(70)
--------------------	------

第五章 窄带有源光网络

§ 5.1 基本概念	(71)
§ 5.2 Z 接口系统	(73)
§ 5.2.1 Z 接口系统的特点	(73)
§ 5.2.2 系统的应用方式	(73)
§ 5.2.3 典型的 DLC 系统实例	(75)
§ 5.3 2M 专用接口的数字用户环路系统	(81)
§ 5.3.1 概述	(81)
§ 5.3.2 设备的结构与组成	(82)
§ 5.3.3 设备工作原理及系统应用	(84)
§ 5.4 具有 V5 接口的光接入网设备	(85)
§ 5.4.1 概述	(85)
§ 5.4.2 典型设备介绍	(86)
§ 5.4.3 接入设备介绍	(88)

第六章 无源光网络

§ 6.1 PON 的基本概念和结构	(91)
§ 6.1.1 基本概念和特点	(91)
§ 6.1.2 PON 的基本结构	(94)
§ 6.2 PON 的功能结构	(96)
§ 6.2.1 ONU 的功能结构	(96)
§ 6.2.2 OLT 功能结构	(96)
§ 6.2.3 ODN 的功能结构	(97)
§ 6.2.4 光通道规定	(101)
§ 6.2.5 PON 中光放大器 (OA) 的使用	(106)
§ 6.3 PON 的双向传输技术	(107)
§ 6.3.1 上行信道的多址技术	(107)
§ 6.3.2 双向传输的复用技术	(109)
§ 6.4 宽带 PON 技术	(111)
§ 6.4.1 无源光网络传送宽带图像业务	(111)
§ 6.4.2 以无源光网络为基础的交流式数字图像业务和应用	(112)
§ 6.5 窄带无源光网络 (NPON) 典型系统描述	(114)
§ 6.5.1 PDS 系统	(114)
§ 6.5.2 OPAL93	(120)
§ 6.5.3 TPNON	(121)
§ 6.6 APON	(122)

第七章 光纤 CATV 与 HFC

§ 7.1 HFC 的基本概念	(125)
§ 7.1.1 HFC 的发展	(125)
§ 7.1.2 HFC 的结构	(125)
§ 7.1.3 HFC 的传输方式	(127)
§ 7.1.4 频谱分配方案	(129)
§ 7.1.5 调制与多点接入方式	(130)
§ 7.1.6 HFC 的特点	(131)
§ 7.2 光纤 CATV 系统	(131)
§ 7.2.1 光纤 CATV 的调制传输方式	(131)
§ 7.2.2 AM-VSB 光纤传输系统的性能指标	(133)
§ 7.2.3 AM-VSB 光纤传输主要设备的关键技术	(137)
§ 7.2.4 光纤 CATV 网干线技术要点	(139)
§ 7.3 典型的 HFC 系统	(141)
§ 7.3.1 用于电话、数据和电视业务的 ACT-3000 系统	(142)
§ 7.3.2 用于专用网电话、电视业务的 CABLETEL-503 系统	(143)
§ 7.3.3 具有业务逐步升级的光缆同轴混合网	(145)
§ 7.4 影视点播 (VOD) 系统	(147)
§ 7.4.1 VOD 的概念	(147)
§ 7.4.2 VOD 系统构成	(147)
§ 7.4.3 实现 VOD 的网络结构方案	(149)
§ 7.5 光纤 CATV 系统的数字化	(151)
§ 7.5.1 光纤 CATV 数字化的驱动力	(151)
§ 7.5.2 数字化 CATV 实例	(151)
§ 7.6 HFC 网建设费用的经济性分析	(154)
§ 7.6.1 HFC 方式的 CATV 传输网的主要技术指标及计算方法	(154)
§ 7.6.2 HFC 组成的 CATV 传输网结构及其建设费用的计算	(155)
§ 7.6.3 计算结果的分析	(169)

第八章 接入网的发展现状和建设方法

§ 8.1 接入网建设中应考虑的几个因素	(171)
§ 8.1.1 技术分析	(171)
§ 8.1.2 经济分析	(173)
§ 8.1.3 接入网的组网结构	(174)
§ 8.1.4 光纤接入网中光纤冗余量的考虑	(174)
§ 8.2 光接入网的发展步骤	(174)
§ 8.2.1 加速接入网的光纤化	(174)
§ 8.2.2 光接入网的发展步骤	(175)

§ 8.3 国外光纤接入网的发展状况	(176)
§ 8.4 我国接入网的现状与发展规划	(177)
§ 8.4.1 我国接入网的发展概况	(177)
§ 8.4.2 各地接入网的实验情况	(179)
§ 8.4.3 各地接入网的发展规划	(182)

参考文献

第一章 概述

§ 1.1 接入网发展的驱动力

随着经济的发展和科学技术的进步，人们的工作和日常生活已越来越离不开各种通信服务，对电信业务也提出了越来越高的要求，电信业务正逐渐从传统的电话等窄带业务向集语音、高速数据和可变视频为一体的多媒体宽带业务方向发展。要满足这种发展的要求，必须利用现有的通信网，逐步建立起能同时传输多种业务的宽带综合业务数字网（B-ISDN）。然而，在电信网范围内，被称为“信息高速公路最后一公里”的位于端局和用户间的接入网部分，现在多为铜线结构。由于受传输损耗、传输带宽及噪声等的限制，现行铜线接入网已越来越难以满足电信新业务发展的需求，逐渐成为发展 B-ISDN 的瓶颈所在。作为交换局与用户终端之间的连接纽带，接入网的数字化、宽带化理所当然被提到议事日程，成为当前电信网发展的焦点之一。

总的来说，接入网的发展主要有以下几个驱动力：

(1) 通信网的演变造成接入网范围扩大。交换机的全面数字化减少了网上的交换节点数（例如我国目前的撤点并网），使得用户离交换局更远、用户环路变长、接入网所占的比例大大增加，促使各种各样的接入技术不断涌现，如光纤用户环路（FITL）技术以及光纤到路边（FTTC）、光纤到大楼（FTTB）等网络结构。

(2) 多种业务的发展对环路性能提出了新的要求。电话网的数字化（如 ISDN）、多媒体、交互式视频业务（如会议电视、视频点播等）的增加，Internet 的普及以及计算机网络互连等，使得用户环路的范畴已不再只限于基本电话业务，而必须能够覆盖数字化和宽带领域，支持高速数据和视频业务。接入网已不能只是基于铜线。对环路性能的新要求极大地促进了各种新技术的发展和运用，如高比特率数字用户线（HDSL）和不对称数字用户线（ADSL）、光纤数字用户环路、无线本地环路、混合光纤同轴电缆（HFC）等，使得单纯的用户环路逐步发展形成了今天概念上的接入网。

(3) 电信网经营者更加倚重接入网。由于通信网结构的变化和电信新业务的不断涌现，电信网经营者迫切需要能快速提供业务，特别是宽带业务的手段。此外，电信经营体制的改变使许多国家都出现了新的电信运营者，他们最大的难题是如何快速建网。在这种情况下，发展接入网技术成了第一选择。

(4) 通信网寻求由窄带向宽带逐步过渡的途径。现行的通信网最终将变成宽带的、支持各种业务的网络。因此，全网的数字化和光纤化是发展的必然。在通信网迅速发展的国家，包括我国在内，主干网已在很大程度上实现了数字化和光纤化。要实现宽带综合业务数字网，接入网也要实现光纤化，即所谓光纤到户（FTTH）。然而，由窄带到宽带不可能是一个突变，只能是在现行通信网的基础上逐步地演变、升级、过渡。这里不仅有技术上的因素，也有经济上的因素。而接入网技术为这种升级提供了解决的途径：通过光纤到路边、光纤到大楼，逐步开放各种宽带业务，最终过渡到光纤到户，全面实现宽带综合业务数字网。

随着 ATM 的发展，宽带 ISDN 日益逼近，计算机网络设备产业与传统的电信设备产业开始互相渗透。电信网随着宽带业务的发展，开始向有线电视所属的领域渗透；有线电视网络随着双向传输的实现，也将与电话网业务竞争。而这些变化又同时推动了接入网技术和产业的快速发展。

§ 1.2 接入网的概念

接入网是指从端局到用户之间的所有机线设备，有时简称接入网或用户网，又称用户环路系统。由于各国经济、地理、人口分布的不同，用户网的拓扑结构也各不相同。一个典型的用户环路结构可以用图 1.1 表示。其中主干电缆段一般长数公里（很少超过 10 km），分配电缆长数百米，而引入线通常仅数十米而已。

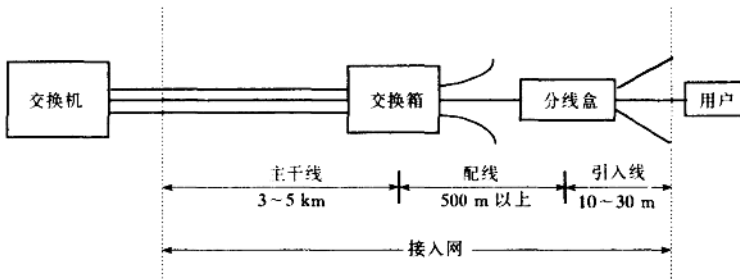


图 1.1 典型的用户环路结构

接入网是近年出现的新术语。由于电信网经过多年的发展，从采用的技术、提供的业务等各方面都发生了巨大的变化，传统的用户环路已不能适应当前和未来电信网的发展，电联标准部（ITU-T）根据近年来电信网的发展演变趋势，提出了接入网（AN）的概念，目的是综合考虑本地交换机（LE）、用户混合的终端设备（TE），通过有限的标准化接口，将各种用户接入到业务节点。接入网所使用的传输媒介是多种多样的，它可以灵活地支持混合的不同的接入类型和业务。

§ 1.2.1 接入网在电信网的位置

整个通信网分为三部分，即传输网、交换网和接入网，如图 1.2 所示。

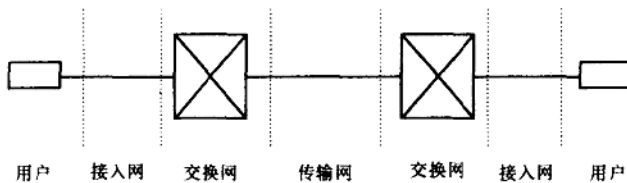


图 1.2 电信网中接入网的位置

接入网即为本地交换机与用户之间的连接部分，通常包括用户线传输系统、复用设备，还包括数字交叉连接设备和用户/网络接口设备。

接入网是一种业务节点与最终用户的连接网络，它把干线网络上的信息分配给最终用户。接入网与干线网相比较，主要存在以下几个方面的区别：

在结构上，干线网比较稳定，不随最终用户的变化而变化，而接入网则在结构上变化较大，且随最终用户的不同而变化。干线网容量比较大，且可预测性强，可以满足新增加的业务；接入网的可预测性小，难以及时满足新增加的业务。从业务上讲，干线网的主要作用是比特的传送，而接入网必须支持各种不同的业务，如图像、数据、语音等。干线网的管理是大范围的集中管理，而接入网则是局部的小范围管理。从技术上讲，干线网目前主要以光纤传送，技术可选择性小，传送速度高，SDH 环形或网状网是未来的发展方向。接入网可以选择多种传输技术，技术可选择性较大。目前接入网的技术选择范围可以是以下几个方面：有线方式可选择光纤或金属线；无线方式可选择蜂窝系统或无线本地环路；与电视相结合可选择有线电视网络等。

§ 1.2.2 接入网的定义

接入网由业务节点接口 (SNI) 和用户网络接口 (UNI) 之间的一系列传送实体 (包括线路设施和传输设施) 组成。为供给电信业务而提供所需传承载能力的实施系统，可经由 Q3 接口配置和管理。图 1.3 给出了接入网的结构框图。

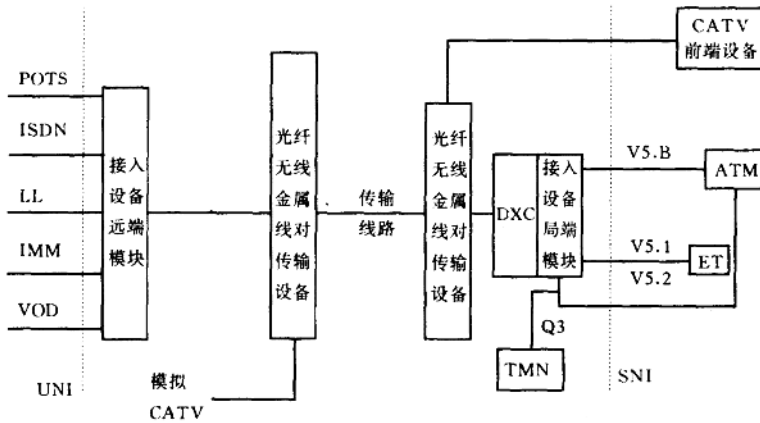


图 1.3 接入网结构框图

接入网由其接口界定。用户终端通过用户网络接口 (UNI) 连接到接入网，接入网通过业务节点接口 (SNI) 连接到业务节点 (SN)，通过 Q3 接口连接到电信管理网 (TMN)，如图 1.4 所示。

一个接入网可以连接到多个业务节点；接入网既可以接入到支持特别业务的业务节点，也可以接入支持同种业务的多个业务节点，原则上对接入网可以实现的 UNI 和 SNI 的类型和数目没有限制。

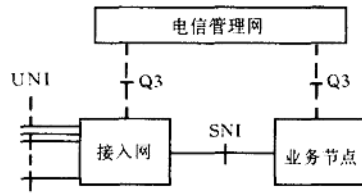


图 1.4 接入网的界定

§ 1.2.3 接入网的接口

接入网的接口有用户网接口 (UNI)、业务节点接口 (SNI) 及 Q3 接口。

用户网接口 (UNI) 在接入网的用户侧, 支持各种业务的接入, 如: 模拟电话接入, N-ISDN 业务接入, B-ISDN 业务接入, 租用线业务的接入。对于不同的业务, 采用不同的接入方式, 对应不同的接口类型。

业务节点接口 (SNI) 在接入网的业务侧, 对不同的用户业务, 提供对应的业务节点接口, 使业务能与交换机相连。交换机的用户接口分模拟接口 (Z 接口) 和数字接口 (V 接口), V 接口经历了由 V1 接口到 V5 接口的发展过程。V5 接口又分为 V5.1 和 V5.2 接口。

Q3 接口是电信管理网 (TMN) 与电信网各部分相连的标准接口。作为电信网的一部分, 接入网的管理也必须符合 TMN 的策略。接入网是通过 Q3 与 TMN 相连来实施 TMN 对接入网的管理与协调, 从而提供用户所需的接入类型及承载能力。

§ 1.2.4 接入网的功能模型

接入网可分为五个基本的功能模块: 用户接口功能模块、业务接口功能模块、核心功能模块、传送功能模块及管理功能模块。功能模块之间的关系如图 1.5 所示。

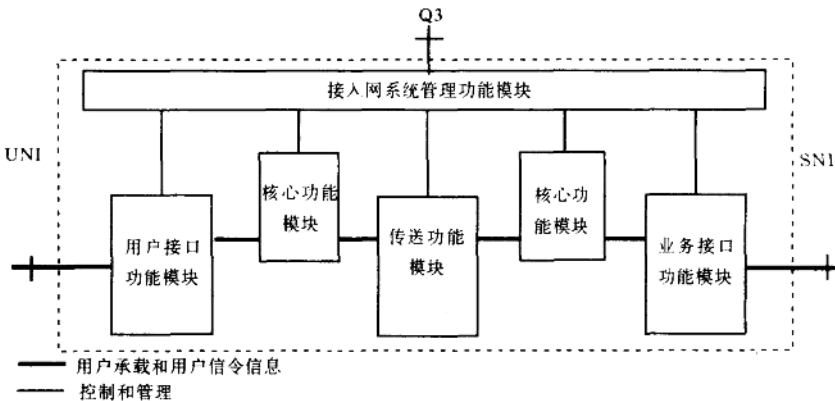


图 1.5 接入网的功能模型

用户接口功能模块将特定 UNI 的要求适配到核心功能模块和管理功能模块。其功能包

括：终结 UNI（用户网络接口）功能；A/D 转换和信令转换（但不解释信令）功能；UNI 的激活和去激活功能；UNI 承载通路/承载能力处理功能；UNI 的测试和用户接口的维护、管理、控制功能。

业务接口功能模块将特定 SNI 定义的要求适配到公共承载体，以便在核心功能模块中加以处理，并选择相关的信息用于接入网中管理模块的处理。其功能包括：终结 SNI 功能；将承载通路的需要、应急的管理和操作需要映射进核心功能；特定 SNI 所需的协议映射功能；SNI 的测试和业务接口的维护、管理和控制功能。

核心功能模块位于用户接口功能模块和业务接口功能模块之间，适配各个用户接口承载体或业务接口承载体要求进入公共传送载体。其功能包括：接入承载通路的处理功能；承载通路的集中功能；信令和分组信息的复用功能；ATM 传送承载通路的电路模拟功能；管理和控制功能。

传送功能模块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和传输媒质适配。其功能包括：复用功能；交叉连接功能（包括疏导和配置）；物理媒质功能及管理功能等等。

接入网系统管理功能模块对接入网中的用户接口功能模块、业务接口功能模块、核心功能模块和传送功能模块进行指配、操作和管理，也负责协调用户终端（经 UNI）和业务节点（经 SNI）的操作功能。其功能包括：配置和控制功能；供给协调功能；故障检测和故障指示功能；使用信息和性能数据采集功能；安全控制功能；资源管理功能。接入网系统管理功能模块经 Q3 接口与 TMN 通信，以便实时接受监控，同时为了实时控制的需要，也经 SNI 与接入网系统管理功能模块进行通信。

§ 1.2.5 接入网的一般分层模型

接入网的分层模型用来定义接入网中各实体间的互连。该模型分下述几层：接入承载处理功能层（AF）、电路层（CL）、通道层（TP）、传输媒质层（TM）等等。图 1.6 为接入网的分层模型示意图。其各层对应的内容列于表 1.1。

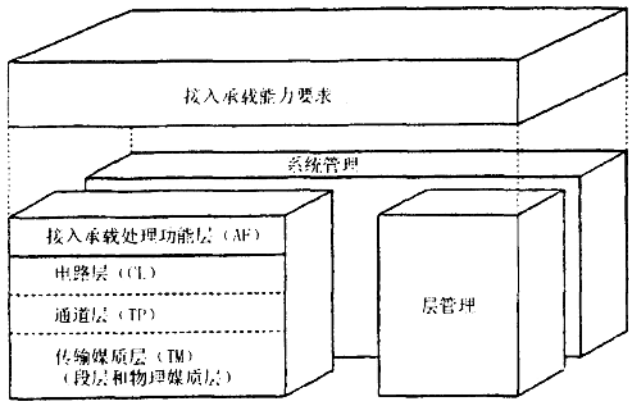


图 1.6 接入网的分层模型

表 1.1 各分层内容对应表

分 层	分 层 内 容
接入承载能力类型	用户承载、用户信令、控制、管理
电路层模式	电路模式、分组模式、帧中继模式、ATM 模式
通道层方式	64 kbit/s 通道、帧中继通道、ATM 通道、PDH、SDH、模拟信道、其他
传输方式	双绞电缆系统、同轴电缆系统、光纤接入系统、混合接入系统、无线接入系统
媒质类型	双绞线、同轴电缆、无线、卫星

§ 1.2.6 接入网的特点

接入网作为本地交换机与用户设备之间的实施系统，可以部分或全部代替传统的用户本地线路网。接入网包含了各类用户接口、复用、交叉连接、传输等功能。由于数字业务的发展，要求接入网能提供透明的数字连接，同时也对交换机提出了同等的要求。为此，ITU-T 制定了能适应接入网中多种传输媒质、多种接入装置和业务的 V5 接口系列标准，即用标准化的有限种类接口适应多种传输媒质，支持现代通信混合的不同接入类型和业务。

接入网的特点是：通信容量大，涉及的服务领域广。它是电信服务于用户的窗口，能适应各种新业务的接入；也是面向未来发展的技术，能满足用户目前乃至将来的多种需求。

§ 1.3 接入网的业务与发展

§ 1.3.1 接入网的业务

接入网作为一种公共基础设施，需要支持各种接入类型，承载各种业务。从电信网最终发展来看，接入网承载的业务应包括：

- (1) 本地交换业务
 - PSTN 业务
 - 窄带 ISDN 业务（基本速率接入的 ISDN，基群速率接入的 ISDN）
 - 宽带 ISDN 业务
 - 分组数据业务
- (2) 租用线业务
 - 基于电路模式的租用线业务
 - 基于 ATM 的租用线业务
 - 基于分组模式的租用线业务
- (3) 按需的数字视频和音频业务
- (4) 广播的视频和音频业务
 - 数字业务
 - 模拟业务

接入网所能提供的业务与用户的需求、技术的发展、接入网本身的结构和采取的传输技术密切相关，必须要经历一个从单一业务到多种业务、从窄带业务到宽带业务的发展过程。

国外发达国家接入网现有和将来可能提供的业务与应用领域如表 1.2 所示。目前主要是电话交换业务，数据传输业务和宽带分配业务，将来逐步发展宽带交互业务和高速数据接入。

表 1.2 发达国家接入网业务与应用领域

业务	电话	CATV/VOD	远程教育	多方交互视频	高速 Internet 接入	多媒体会议	高速数据
所需带宽	64 kbit/s	3~20 Mbit/s	3~20 Mbit/s	3~20Mbit/s	1~10 Mbit/s	64 kbit/s~10 Mbit/s	155/622 Mbit/s
居民区	家庭	●	○	○	○		
	家庭办公室	●			○	○	
	小企业子公司	●			○	○	●
	医院	●			○		●
商业区	科研院所	●	○	○	○	●	●
	机关团体	●			○	●	●
	大企业用户	●			●	●	●

注：● 现在已提供；○ 将来提供。

§ 1.3.2 国外光纤接入网的发展

早在 80 年代，国外就开始了光纤接入网的研究和试验，从技术上对光纤接入网的能力进行了研究，并勾画出光纤到家庭 (FTTH) 的美好未来。但是由于 FTTH 的成本、用户对宽带业务的需求及信源压缩技术的发展等原因，人们普遍认为大量实现 FTTH 的日子将推迟，而转向降低接入网成本、提供窄带业务的研究，提出首先实现光纤到路边 (FTTC) 和光纤到大楼 (FTTB)，然后逐渐向家庭延伸，从窄带业务向宽带业务发展。

90 年代以后，随着 ATM 和 SDH 技术的成熟、各种接入网新技术的不断涌现，国外开展了各种接入网的试验。技术的进步和元器件成本的下降，使得以窄带为基础的光纤接入网已相当成熟，开始了大规模的推广应用，同时宽带接入网也逐渐走向实用化。

美国是光纤接入网发展较快的国家之一。大西洋贝尔、USWest、南方新英格兰和 Ameritech 等公司计划在未来数年内投资 500~600 亿美元，为美国一千多万户家庭更新用户环路。Future Vision 公司在新泽西州进行了包括 MPEG2, ATM 和 PON 的试验，1995 年 8 月已连接 200 户家庭，最终实现对 38 000 户家庭的连接。预计到 2000 年美国将有 4 000 万家庭使用光纤接入网。

日本是世界上唯一一个提出在 2015 年实现 FTTH 的国家。日本 NTT 计划到 2000 年城市商业区几乎 100% 实现光纤化，在省会以上大城市光纤化要达 30%~40%，而到 2010 年全国城市光纤化要达 100%。从 1997 年开始，日本在接入网中使用新型光接入系统——π 系

统。 π 系统是指光纤到用户附近的电线杆 (FTTP) 之间的系统, 它可以降低光纤配线系统的成本, 初期开通的业务主要为电话和低速数据。

德国电信总局在德国东部和西部采用了不同的发展策略。东部地区电信设施落后, 主要采用 OPAL93 无源光网设备, 大量建设光纤接入网, 以满足用户对电话和数据业务的需要。而西部地区电信设施已经很完备, 主要是进行宽带光纤网的试验和建设。

英国 1982 年就开始进行了全光用户环路试验, 到 1985 年光纤接入已达 15 万户。1990 年开始进行电话无源光网 (TPON) 试验, 1995 年又连通 2 500 个家庭进行交互式视频传输试验。英国光纤接入网的发展策略是: 近期光纤到大集团用户, 2~3 年内到中小集团用户。

无论是建设国家信息基础结构还是实现宽带综合业务数字网, 能把电信、计算机和有线电视等各种网络和语音、数字、图片、视像等各类信息综合在一起的宽带接入网技术已成为未来通信网发展的关键, 是今后一段时期国际通信技术研究、开发和建设的热点。从某种意义上说, 接入网的发展水平已代表了国家通信技术现代化的水平。

§ 1.3.3 我国接入网的现状

经过多年的持续高速发展, 我国已经建立起一个以先进技术装备的、规模巨大的电信网络。为了使我国电信网达到更高水平, 以适应国民经济信息化的需要, 电信部门在继续加快交换网和传送网建设的同时, 正在逐步完善二级网结构。而占整个电信网投资近 50% 的接入网的发展却滞后于全网的其他部分。传统的交换局所设置比较密集, 使得局间中继网非常复杂, 不利于网络简化。只有加快接入网的改造和建设, 用光纤取代铜线建设接入网, 才能促使全网机构更趋合理。

我国大城市在 80 年代后期就引入光纤数字环路 (DLC) 来建设接入网, 以解决有号无线和越区放号的问题。从 1994 年开始, 绝大部分省市开展了接入网试验和规划。1994 年上海在浦东罗山小区进行了光纤环路试验, 采用共缆分纤方式将光纤延伸到街区, 成功地传输了电话业务和 CATV 信号; 1995 年建了一个 ATM 网, 准备于 1997 年向用户提供会议电视和 VOD 业务试验。广东省 1995 年建成了一个 B-ISDN 试验网, 用 ATM 交换机和 ATM 接入交换机, 提供语音、数据和视频接入; 1996 年又建了一个 HFC 试验网, 开通电话、CATV 及 VOD 等业务, 并准备提供居家购物、远程医疗和高速数据库查询等宽带多媒体通信业务; 同时还准备在本省 8 个城市进行扩大的宽带接入网试验。北京、天津等城市也进行了宽带接入试验。

为了加速我国接入网的开发和建设, 原邮电部电信总局从 1995 年 12 月开始在全国范围内进行了接入网试验。这次试验涉及 15 个省市, 参加试验的厂商有 17 家 (其中国内 4 家), 共有 32 个试验项目。试验的内容包括有源光纤网、无源光纤网和无线本地环路, 与交换机的接口均为 V5.1/V5.2。支持的业务主要是 POTS, 也有的能提供 ISDN-BA。1997 年 8 月已对部分试验系统进行了检查和测试, 试验效果较好, 预计 1998 年上半年试验工作将全部结束。通过试验, 将摸索出我国接入网的建设模式, 促进适合我国国情的接入网产品的开发, 加速接入网相关技术标准 (包括 V5.1 和 V5.2) 以及测试规范的制定, 从而使我国接入网积极、稳妥地发展。

根据我国具体情况, 在 2000 年以前, 城市接入网业务仍将以电话和低速数据为主, 根据条件提供分配式视频业务 (包括 VOD)。大城市部分用户有高速数据和宽带业务需求, 如