

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

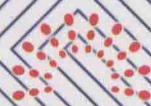
宽带接入 实训教程

杨晓波 刘楚川 王俊 胡庆 主编

Practice of
Wide Band Access



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



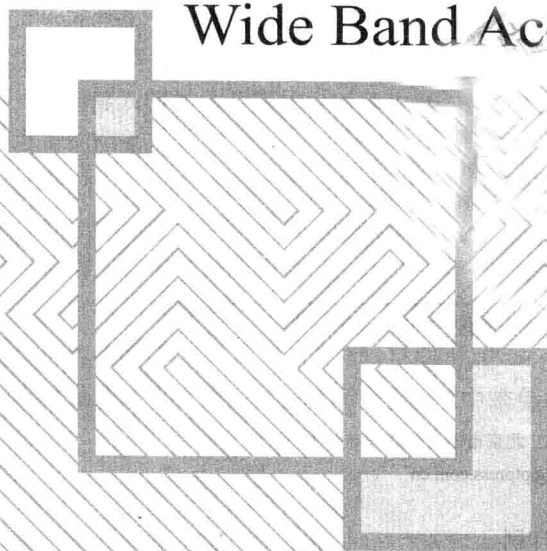
高校系列

高等院校信息与通信工程规划教材
University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

宽带接入 实训教程

杨晓波 刘楚川 王俊 胡庆 主编

Practice of
Wide Band Access



人民邮电出版社
北京



图书在版编目 (C I P) 数据

宽带接入实训教程 / 杨晓波等主编. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2014. 2
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-34303-1

I. ①宽… II. ①杨… III. ①宽带接入网—高等学校—教材 IV. ①TN915.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第009966号

内 容 提 要

本书是结合卓越工程师计划而编写的宽带接入实训教材。全书共4部分17章,主要包括接入网基础知识、中兴 ADSL 设备实训、华为 GPON 设备实训、长光 EPON 设备实训,在每个部分都配有相关理论知识讲解及设备系统结构介绍,在每个实训章节都配有总结与思考。本书以知名企业华为、中兴、武汉长光的有线接入产品为平台,模拟现网体系架构组建实训网络,侧重阐述了一系列以 IP 技术为中心、关注数据配置、能实现综合业务接入的实训的配置方法,概念阐述清楚,实训内容循序渐进。

本书可作为通信类、计算机类相关本科专业、专科院校实训教材,也可供相关科研、教学和工程技术人员参考。

-
- ◆ 主 编 杨晓波 刘楚川 王 俊 胡 庆
责任编辑 刘 博
责任印制 彭志怀 杨林杰
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.5 2014 年 2 月第 1 版
字数: 276 千字 2014 年 2 月河北第 1 次印刷
-

定价: 29.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

接入网是通信网的重要组成部分，也是当前通信网中发展最快、竞争最激烈的网络。接入网发展到今天，各种接入网技术层出不穷，呈现出宽带化、IP 化、综合化的趋势。

本教材专注于当前最主流的有线接入技术，并针对在我国应用广泛的 ADSL 技术、EPON 技术、GPON 技术开展相应的实训，阐述了一系列以 IP 技术为中心、侧重数据配置、能实现综合业务接入的实训的配置方法。本书是结合卓越工程师计划而编写的宽带接入实训教材，融合了编者多年的教学、工程经验，旨在为学生提供一个了解接入网技术、掌握接入网体系架构、进行接入网规划设计、掌握相关业务配置的实践平台；让学生通过接触大型商用设备，强化对理论知识的理解，提升工程方面的实际应用技能，获得工程经验，增强专业素养，为成为合格的工程型人才奠定基础。

全书共 4 部分 17 章，主要包括接入网基础知识、ADSL 实训、GPON 实训和 EPON 实训。在每个部分都配有相关理论知识讲解及设备系统结构介绍，在每个实训章节都配有总结与思考。本书以知名通信企业华为、中兴、武汉长光的有线接入产品为平台，模拟现网网络架构组建实训网络，强调接入网的体系架构，引导学生从“全程全网”的角度理解接入网技术，概念阐述清楚，实训内容循序渐进。

本书第 1~2 章、第 6~12 章、第 14~17 章由杨晓波编写，第 4 章、第 5 章由刘楚川编写，第 13 章由王俊编写，第 3 章由胡庆编写。全书由杨晓波主编并统稿。在编写期间得到余翔、明艳、李玲霞、刘小莉等大力协助，在此一并表示感谢。

本书可作为通信类、计算机类相关本科专业、专科院校实训教材，也可供相关科研、教学和工程技术人员参考。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在疏漏和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 11 月

目 录

第一部分 接入网基础知识

第1章 接入网的概念	1
1.1 从位置关系理解接入网	1
1.2 接入网的标准	2
1.2.1 电信网接入网标准 ITU-T G.902	2
1.2.2 IP 接入网标准 ITU-T Y.1231	3
1.3 总结	4
1.4 思考题	4
第2章 主要接入网技术	5
2.1 有线接入技术	5
2.2 无线接入技术	6
2.3 总结	7
2.4 思考题	8

第二部分 ADSL 实训

第3章 ADSL 实训预备知识	9
3.1 ADSL 技术简介	9
3.1.1 xDSL 技术	9
3.1.2 ADSL 技术	10
3.1.3 ADSL2、ADSL2+、VDSL 技术简介	13
3.2 中兴 ADSL 产品简介	16
3.2.1 ADSL 局端设备 9806H 简介	16
3.2.2 用户端设备	19
3.3 宽带接入认证设备简介	19
3.3.1 宽带接入认证服务器-MydBAS2000 简介	19
3.3.2 RADIUS 服务器-Mydradius9 简介	20
3.4 总结	20

3.5 思考题	21
第4章 ADSL 基本数据业务配置	22
4.1 实训目的	22
4.2 实训规划(组网、数据)	22
4.2.1 组网规划	22
4.2.2 数据规划	23
4.3 实训原理—PPPoE 简介	24
4.3.1 发现阶段	24
4.3.2 会话阶段	25
4.4 实训步骤与记录	26
4.5 总结	34
4.6 思考题	34
第5章 MydBAS 与 RADIUS 配置	35
5.1 实训目的	35
5.2 实训规划(组网、数据)	35
5.2.1 组网规划	35
5.2.2 数据规划	36
5.3 实训原理	37
5.4 实训步骤与记录	37
5.4.1 采用本地认证方式	37
5.4.2 采用集中认证方式	43
5.5 总结	50
5.6 思考题	50

第三部分 GPON 实训部分

第6章 PON 技术简介	51
6.1 PON 的基本组成	51
6.2 PON 的拓扑结构	52
6.3 PON 的工作原理	53
6.4 PON 的应用模式	54
6.5 APON、EPON 与 GPON	56
6.6 总结	58

6.7 思考题.....	59	9.4.3 实训步骤 3: 拨号测试.....	85
第 7 章 GPON 实训预备知识.....	60	9.4.4 实训步骤 4: 删除宽带业务配置.....	86
7.1 GPON 关键技术.....	60	9.5 总结.....	88
7.1.1 GPON 协议栈.....	60	9.6 思考题.....	89
7.1.2 GPON 重要技术概念.....	61	第 10 章 MA5683T 的 VoIP 业务配置 (基于 SIP).....	91
7.1.3 GPON 帧结构.....	64	10.1 实训目的.....	91
7.1.4 GEM 帧结构.....	65	10.2 实训规划 (组网、数据).....	91
7.2 华为 GPON 产品介绍.....	66	10.2.1 组网规划.....	91
7.2.1 OLT 设备-MA5683T 简介.....	66	10.2.2 数据规划.....	92
7.3 总结.....	69	10.3 实训原理—VoIP 及 SIP 简介.....	93
7.4 思考题.....	70	10.3.1 VoIP 简介.....	93
第 8 章 GPON 基本操作与维护.....	71	10.3.2 SIP 系统基本构成.....	93
8.1 实训目的.....	71	10.3.3 SIP 消息的组成.....	95
8.2 实训规划 (组网、数据).....	71	10.3.4 SIP 基本会话过程.....	96
8.2.1 组网规划.....	71	10.4 实训步骤与记录.....	97
8.2.2 数据规划.....	72	10.4.1 实训步骤 1: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 MA5683T.....	97
8.3 实训步骤及记录.....	72	10.4.2 实训步骤 2: 在 OLT 特权模式下, 进行 GPON 语音业务开通配置.....	97
8.3.1 实训步骤 1: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 MA5683T.....	72	10.4.3 实训步骤 3: 拨号测试.....	103
8.3.2 实训步骤 2: 在 OLT 特权模式下, 进行 GPON 基本命令操作.....	73	10.5 总结.....	103
8.4 总结.....	75	10.6 思考题.....	104
8.5 思考题.....	75	第 11 章 MA5683T 的 IPTV 业务配置.....	105
第 9 章 MA5683T 基本上网业务开通配置.....	77	11.1 实训目的.....	105
9.1 实训目的.....	77	11.2 实训规划 (组网、数据).....	105
9.2 实训规划 (组网、数据).....	77	11.2.1 组网规划.....	105
9.2.1 组网规划.....	77	11.2.2 数据规划.....	106
9.2.2 数据规划.....	77	11.3 实训原理—组播简介.....	106
9.3 实训原理.....	78	11.3.1 单播、广播与组播.....	106
9.4 实训步骤与记录.....	78	11.3.2 组播地址.....	107
9.4.1 实训步骤 1: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 MA5683T.....	79	11.3.3 管理组播数据流.....	108
9.4.2 实训步骤 2: 在 OLT 特权模式下, 进行 GPON 基本数据业务开通配置.....	79	11.3.4 在交换机上处理组播数据流.....	109
		11.4 实训步骤与记录.....	109
		11.4.1 实训步骤 1: 配置视频.....	

服务器——这部分工作 由老师完成.....	109	13.2.2 ONU 设备简介.....	140
11.4.2 实训步骤 2: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 MA5683T.....	112	13.3 总结.....	141
11.4.3 实训步骤 3: 在 OLT 特权 模式下, 进行 GPON IPTV 业务开通配置.....	112	13.4 思考题.....	142
11.4.4 实训步骤 4: 收看节目.....	119	第 14 章 EPON 基本操作与维护.....	143
11.5 总结.....	119	14.1 实训目的.....	143
11.6 思考题.....	120	14.2 实训规划 (组网、数据)	143
第 12 章 XF-BAS 的配置.....	121	14.2.1 组网规划.....	143
12.1 实训目的.....	121	14.2.2 数据规划.....	144
12.2 实训规划 (组网、数据)	121	14.3 实训步骤及记录.....	144
12.2.1 组网规划.....	121	14.3.1 实训步骤 1: 观察 C8000 设备 硬件结构及单板.....	144
12.2.2 数据规划.....	121	14.3.2 实训步骤 2: 熟悉实训室 组网.....	144
12.3 实训原理.....	122	14.3.3 实训步骤 3: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 C8000	145
12.4 实训步骤与记录.....	123	14.3.4 实训步骤 4: 在 enable 视图 下, 进行一系列查看操作.....	145
12.4.1 配置网卡的 IP 地址——这 部分工作由老师完成.....	123	14.3.5 实训步骤 5: VIAN 基本 配置.....	147
12.4.2 启动 BAS 配置程序.....	123	14.3.6 实训步骤 6: 配置 OLT 带内 网管.....	148
12.4.3 配置 IP 地址池.....	124	14.3.7 实训步骤 7: ONU 的授权.....	149
12.4.4 配置 PPPoE 认证服务器.....	125	14.4 总结.....	151
12.4.5 配置 NAT (内外网地址 转换)	127	14.5 思考题.....	151
12.4.6 配置路由.....	128	第 15 章 EPON 宽带业务数据配置.....	152
12.4.7 配置 DHCP 服务器.....	130	15.1 实训目的.....	152
12.4.8 拨号测试.....	131	15.2 实训规划 (组网、数据)	152
12.5 总结.....	131	15.2.1 组网规划.....	152
12.6 思考题.....	132	15.2.2 数据规划.....	152
第四部分 EPON 实训		15.3 实训原理.....	152
第 13 章 EPON 实训预备知识.....	133	15.4 实训步骤与记录.....	153
13.1 EPON 基本原理.....	133	15.4.1 实训步骤 1: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 C8000	153
13.1.1 EPON 的协议栈.....	133	15.4.2 实训步骤 2: 进入 config 视图, 进行 EPON 基本 数据业务开通配置.....	153
13.1.2 EPON 的传输帧结构.....	137	15.4.3 实训步骤 3: 拨号测试.....	156
13.2 武汉长光 EPON 产品介绍.....	138	15.4.4 实训步骤 4: 删除宽带业务	
13.2.1 OLT 设备-YOTC OpticalLink C8000 简介.....	138		

配置数据	156	第 17 章 C8000s 的 IPTV 业务配置	172
15.5 总结	156	17.1 实训目的	172
15.6 思考题	157	17.2 实训规划 (组网、数据)	172
第 16 章 EPON VoIP 业务配置 (基于 SIP)	158	17.2.1 组网规划	172
16.1 实训目的	158	17.2.2 数据规划	173
16.2 实训规划 (组网、数据)	158	17.3 实训原理	173
16.2.1 组网规划	158	17.4 实训步骤与记录	173
16.2.2 数据规划	159	17.4.1 实训步骤 1: 配置视频服务器	173
16.3 实训原理	159	17.4.2 实训步骤 2: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 C8000	173
16.4 实训步骤与记录	160	17.4.3 实训步骤 3: 在 OLT 的 config 视图下, 进行 EPON 的 IPTV 业务开通配置	173
16.4.1 实训步骤 1: 配置管理 PC 的 IP 地址, 登录 C8000	160	17.4.4 实训步骤 4: 收看节目	175
16.4.2 实训步骤 2: 在 OLT 的 config 视图下, 进行 EPON 语音业务开通配置	160	17.5 总结	175
16.4.3 实训步骤 3: 拨号测试	170	17.6 思考题	175
16.5 总结	170	参考文献	176
16.6 思考题	171		

第一部分 接入网基础知识

第

1

章

接入网的概念

1.1 从位置关系理解接入网

在传统的电话网中，通过电话线把固话终端与交换机相连，提供以语音为主的业务。那时，用户接入部分仅仅是交换网络的最后延伸，是某些具体接入设备的附属设施，并不是一个独立完整的网络部件。近年来，随着用户业务类型及用户规模的剧增，需要有一个综合语音、数据及视频的接入网络来实现用户的接入需求，由此产生了接入网（Access Network, AN）的概念。在 1975 年，英国电信（British Telecom, BT）首次提出了接入网的概念。1979 年，ITU-T（国际电联电信标准化部门，其前身为 CCITT）开始制定有关接入网的标准；1995 年，电信网接入网标准 ITU-T G.902 建议书发布；2000 年，IP 接入网标准 ITU-T Y.1231 建议书发布。接入网标准的出台，使接入网真正成为了独立的网络；特别是 Y.1231 的发布，在 20 世纪 90 年代中后期互联网开始突飞猛进发展的大背景下，使 IP 接入网进入了大发展时期。经过几十年的发展，接入网已经发展成为一个相对独立、完整的网络，与核心网一起成为现代通信网络的两大基本部件。目前，接入网进入了高速发展期，其规模之大、影响面之广前所未有。

什么是接入网呢？我们从直观的位置关系来理解接入网的概念。

先从生活中的例子谈起。在我们的日常生活中，常常会提到“上网”这个词。那么，我们的计算机（手机等）是怎样连到互联网上去的呢？计算机（手机等）并不是直接与互联网相连的，中间必须要通过一系列的设备、线路等。经过的这些设备、线路等就构成了接入网。上网用的计算机（手机等）属于用户部分，而互联网是属于核心网部分，因此，通俗的说，接入网就是把用户接入到核心网的网络。

如图 1-1 所示，一个通信网络从水平方向看，由用户部分、接入网部分和核心网部分组成。用户部分可以是单独的设备，也可能是由多个用户设备构成的用户驻地网。

接入网处于整个通信网的网络边缘，用户的各种业务通过接入网进入核心网。通常，接入网有两个俗称：Last mile（最后一英里）和 First mile（最初一英里）。这是从不同的位置角

度对接入网的称呼。从运营商角度来看,接入网是他们运营建设的最后一段,所以他们称之为“最后一公里”;而对于用户而言,接入网是与他们最直接接触的运营商网络,所以是“最初一公里”。不过,“一公里”只是个形象的称呼,并非实际距离为一公里,只是表明这段网络相对于核心网而言,是距离较短的一段。



图 1-1 接入网在通信网中的位置

1.2 接入网的标准

1.2.1 电信网接入网标准 ITU-T G.902

1995 年 11 月 2 日,国际电联发布了接入网的第一个总体标准 ITU-T G.902 建议书。在 G.902 建议书中,接入网定义为:接入网是由一系列实体(诸如线缆装置和传输设施等)组成的、提供所需传送承载能力的一个实施系统。在一个业务节点接口(Service Node Interface, SNI)与之相关联的每一个用户网络接口(User-Network Interface, UNI)之间提供电信业务的所需的传送能力。接入网可以经由一个 Q3 接口进行配置和管理。一个接入网实现 UNI 和 SNI 的数量和类型原则上没有限制。接入网不解释用户信令。

仔细分析 G.902 对接入网的定义,可以看出以下几点。

- 接入网是由线缆装置、传输设备等实体构成的一个实施系统。
- 接入网为电信业务提供所需的传送承载能力。
- 电信业务是在 SNI 和每一与之关联的 UNI 之间提供的。
- 接入网可以经由 Q3 (电信管理网 TMN 的接口) 进行配置和管理。
- 接入网不解释用户信令。
- 接入网主要完成复用、连接和运送功能,不含交换功能,独立于交换机。

根据该建议书,接入网的覆盖范围可由 3 个接口来界定:业务节点接口(SNI)、用户网络接口(UNI)和 Q3 接口,如图 1-2 所示。

SNI 业务节点接口位于接入网的 SN 侧,是接入网和业务节点(Service Node, SN)之间的接口。业务节点是提供具体业务服务的实体,是一种可接入各种交换类型或永久连接型电信业务的网元。SNI 是 SN 通过 AN 向用户提供电信业务的接口。SNI 可分为支持单一接入的和综合接入的 SNI。单一接入的有模拟 Z 接口、数字 V 接口等;综合接入的如 V5 接口和以 ATM 为基础的 VB5 等。

用户网络接口 UNI 位于接入网的用户侧,是用户和接入网之间的接口。用户终端通过 UNI 连接到 AN。接入网通过 INU 为用户提供各种业务服务。用户网络接口主要有传统的模拟电话 Z 接口、ISDN 接口、ATM 接口、E1 接口、以太网接口等。

维护管理接口 Q3 是接入网与电信管理网(Telecommunication Management Network,

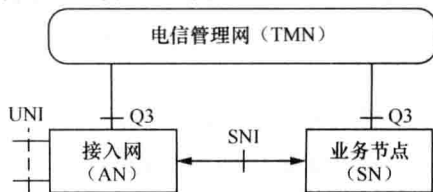


图 1-2 接入网的界定

TMN) 的接口。Q3 接口是电信管理网与各被管理部分连接的标准接口。电信管理网通过 Q3 标准接口来实施对接入网的管理。管理功能包括：用户端口功能的管理、运送功能的管理、业务端口功能的管理。

G.902 建议书是关于接入网的第一个总体标准，它确立了接入网的第一个总体结构，对接入网的形成具有关键性的奠基作用。但是，受限于当时的历史条件，互联网技术的理念、框架还远未深入影响通信技术界，传统电信技术的体系和思路还是电信网络的主体。因此，G.902 建议书暴露出一定的局限性。

- 只具有连接、复用、运送功能，不具备交换功能。
- 只能静态关联：UNI 和 SNI 只能静态指派 SNI 和 UNI 只能由网管人员通过 Q3 接口的指派实现静态关联，不能动态关联。
- 不解释用户信令：用户不能通过信令选择不同的业务提供者。
- 由特定接口界定。
- 核心网与业务绑定，不利于其他业务提供者参与。
- 不具备独立的用户管理功能。

G.902 建议书很大程度上受到传统电信技术的影响，其定义的接入网特别是接入网的功能体系、接入类型、接口规范等，更多的是适用于电信网络。所以当关于 IP 接入网的总体标准 Y.1231 问世以后，人们有时将 G.902 建议书称为“电信接入网总体标准”。

1.2.2 IP 接入网标准 ITU-T Y.1231

2000 年 11 月，ITU-T 通过 Y.1231 建议书，给出了 IP 接入网的总体框架结构。该建议书给出的 IP 接入网定义是：IP 接入网是由网络实体组成提供所需接入能力的一个实施系统，用于在一个“IP 用户”和一个“IP 服务者”之间提供 IP 业务所需的承载能力。

定义中的“IP 使用者”和“IP 服务者”都是逻辑实体，它们终止 IP 层和 IP 功能并可能包括低层功能。“IP 用户”也称“IP 使用者”，“IP 服务者”也称“IP 业务提供者 ISP”。

进一步理解 IP 接入网的定义，可以看出以下几点。

- IP 接入网是由 IP 用户和 IP 服务提供者之间提供接入能力的实体组成。
 - 由这些实体提供承载 IP 业务的能力。
 - 定义中的 IP 服务提供者是一种逻辑实体，可能是一个服务器群组，可能是一个服务器，甚至可能是一个提供 IP 服务的进程。
 - IP 用户可以动态选择不同的 IP 服务提供者。
- 根据该建议书，IP 接入网的总体架构如图 1-3 所示。

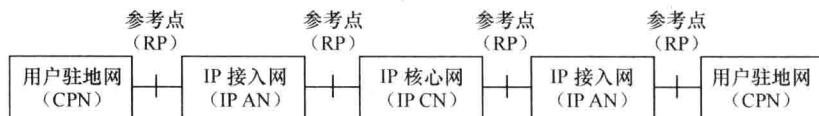


图 1-3 IP 接入网的总体架构

图中，用户驻地网 (Customer Premises Network, CPN) 位于用户驻地，可以是小型办公网络，也可以是家庭网络；可能是运营网络，也可能是非运营网络。IP 核心网是 IP 服务提供商的网络，可以包括一个或多个 IP 服务提供商。

IP 接入网位于 IP 核心网和用户驻地网之间, IP 接入网与用户驻地网、IP 核心网之间的接口不再是三种接口, 而是由统一的参考点 (RP) 界定。RP 是一种抽象、逻辑接口, 适用所有 IP 接入网。它在 Y.1231 标准中未作具体定义, 在具体的接入技术中, 由专门的协议描述 RP, 不同接入技术对 RP 有不同的解释。

IP 接入网具有以下三大功能。

- 运送功能: 承载并传送 IP 业务。
- IP 接入功能: 对用户接入进行控制和管理 (AAA 功能: 认证、授权、计费)。
- IP 接入网系统管理功能: 系统配置、监控、管理。

对 IP 接入功能的支持, 是 IP 接入网与电信接入网在总体架构方面的最大区别。与 G.902 定义的接入网相比, IP 接入网不仅具有复用、连接、运送功能外, 还具有交换和记费功能, 可以给用户分配 IP 地址, 可以实现 NAT 功能等。它能解释用户信令, IP 用户可以自己动态选择 IP 服务提供者; 接入网、核心网、业务提供者完全独立, 便于更多的 IP 业务提供者参与, 用户可以通过接入网获得更多的 IP 服务。它具有独立且统一的 AAA 用户接入管理模式, 便于运营和对用户的管理, 适用于各种接入技术。

Y.1231 建议书将接入网的发展推进到一个新的历程, 揭开了 IP 接入网大发展的序幕。IP 接入网适应基于 IP 的技术潮流, 可以提供包括数据、语音、视频和其他多种业务, 满足融合网络的需要。如今的接入技术几乎都是基于 IP 接入网。

1.3 总结

① 本章主要介绍了接入网的两个重要标准——电信接入网标准 G.902 和 IP 接入网标准 Y.1231。G.902 是历史上第一个接入网总体标准框架, 使接入网开始形成一个独立网络, 但它束缚于电信网的体制、局限于传统电信网络观念也使其暴露出很多弱点。在全球互联网浪潮影响下产生的 Y.1231 建议书定义了 IP 接入网络的总体结构, 适应 IP 技术的发展潮流, 将接入网推进到一个新的历程。

② 今天的接入网已经具备完整的功能: 除了基本的传送数据流以承载多种业务的功能以外, 还可以实现接入认证和授权, 可以独立计费。接入网可以不再依附于核心网络设备而独立存在, 可以选择接入不同运营商的网络, 可以独立于业务。

1.4 思考题

(1) G.902 建议书是基于何种网络的接入网标准? 它如何定义接入网? 它通过哪些接口来界定接入网? 这些接口分别有哪些功能?

(2) Y.1231 建议书是基于何种网络的接入网标准? 它如何定义接入网? 接入网通过什么接口与核心网和用户驻地网相连?

(3) Y.1231 与 G.902 相比, 有哪些优势?

第 2 章 主要接入网技术

近年来,接入网已成为通信发展的一个重点,各种接入网技术层出不穷。根据接入网所用的传输介质,接入网技术分为有线接入技术和无线接入技术。

2.1 有线接入技术

● xDSL 接入

xDSL 技术是基于 PSTN 网络发展起来的宽带接入技术,是电信接入网升级的一种重要方式。它以铜质电话线为传输介质,采用先进的数字编码技术和调制解调技术,在一根铜线上分别传送数据和语音信号。但数据信号并不通过电话交换设备,因此利用 DSL (Digital Subscriber Line, 数字用户线) 上网不需另外缴纳电话费。

xDSL 中的“x”代表各种数字用户环路技术,可细分为 HDSL (High Data Rate of DSL, 高速率用户环路技术)、ADSL (Asymmetric of DSL, 非对称用户环路技术)和 VDSL (Very High Data Rate of DSL, 甚高速率用户环路技术)等技术。这些技术的主要区别体现在信号传输速度和距离的不同以及上、下行速率的对称性等方面的差异。

xDSL 技术由于充分利用了现有的巨大双绞线铜缆网,无需对现有电信接入系统进行改造,就可以方便地开通宽带业务,非常经济适用,曾经是宽带接入领域的主力军。但是,由于 xDSL 技术主要采用频分复用技术以分离语音和数据,而数据部分被分配到高频段部分,随着传输距离的增加,铜线的传输损耗急剧增大,特别是高频段部分的衰减更大,基于这一特性, xDSL 技术无法提供长距离的高带宽接入,因此,它只能是一种过渡技术。

● 光纤接入

近年来,随着光纤技术的快速发展,接入网由铜缆接入逐步发展为光纤接入,即“光进铜退”。光纤接入是指数据通信公司局端与用户之间部分或全部采用光纤作为传输介质。光纤接入具有容量大、衰减小、远距离传输能力强、体积小、防干扰性能强、保密性好等优点,成为当前有线接入领域的主流技术。

按照用户端的光网络单元放置的位置不同,光纤接入方式又划分为 FTTC (光纤到小区)、FTTB (光纤到楼)、FTTH (光纤到户)。

目前,光纤接入技术主要可分为两大类型:有源光网络 (Active Optical Network, AON)

和无源光网络（Passive Optical Network, PON）技术。两者的区别在于接入网室外传输设施中，前者含有有源设备（电子器件、电子电源等）；而后者则没有，因此具有可避免电磁和雷电影响，设备投资和维护成本低的优点。也正基于此特点，PON 技术受到了巨大推动和发展。

根据 PON 网络中的封装协议，PON 技术主要分为基于 ATM 传输的 BPON（APON）、基于 Ethernet 分组传送的 EPON 技术以及兼顾 ATM/Ethernet/TDM 综合化的 GPON 技术。目前，中国市场采用 EPON 和 GPON 技术。

● HFC 接入

HFC（Hybrid Fiber Coaxial Cable，混合光纤同轴电缆）接入技术是在有线电视网络基础上进行改造发展而成的一种宽带接入技术。有线电视网络的主干采用光纤替代传统的电缆，将头端（Head End）机房设备到用户附近的光纤节点（Fiber Node）用光纤进行连接，从光纤节点到用户端采用同轴电缆连接，故称该技术为光纤同轴混合接入技术。在该系统中，主干系统采用星状结构，配线系统采用树型结构。

HFC 接入网是以模拟频分复用技术为基础，综合应用模拟和数字传输技术、光纤和同轴电缆技术、射频技术及高度分布式智能技术的宽带接入网络。通过对现有电视网络进行双向化改造，连接上采用 Cable Modem 技术，使得有线电视网络除了可提供丰富的电视节目以外，还可提供话音业务、高速数据业务和个人通信业务等业务，实现全业务的接入。

HFC 利用深入千家万户的有线电视网为用户提供宽带接入，这是一种比较经济的宽带接入方式。但是，当 Cable Modem 技术大规模应用时网络的稳定性不够，带宽有待提高，所以它并不如 xDSL 技术那样被大规模推广应用。

2.2 无线接入技术

无线接入技术是指接入网全部或部分采用无线传输方式，为用户提供固定或移动的接入服务的技术。因其具有无需铺设线路、建设速度快、初期投资小、受环境制约不大、安装灵活、维护方便等优点，成为接入网领域的新生力量。

按照覆盖范围划分，宽带无线接入技术一般包括无线个域网（Wireless Personal Area Network, WPAN）、无线局域网（Wireless Local Area Network, WLAN）、无线城域网（Wireless Metropolitan Area Network, WMAN）、无线广域网（Wireless Wide Area Network, WWAN）4 类。

● 无线个域网（WPAN）

WPAN 是为了实现活动半径小（数米范围）、业务类型丰富（语音、数据、多媒体）、面向特定群体（家庭与小型办公室）、无线无缝的连接而提出的无线网络技术。WPAN 工作于 10m 范围内的“个人区域”，用于组成个人网络，能够提供无线终端之间的短程通信。WPAN 关注的是个人信息和连接需求，例如将数据从台式计算机同步到便携式设备，便携式设备之间的数据交换，以及为便携式设备提供 INTERNET 连接等。WPAN 主要包括蓝牙、ZigBee、超宽带（UWB）和 ETSI 高性能个域网（HiperPAN）等技术。

WPAN 有效的解决了“最后几米电缆”的问题，提供更灵活、更具移动性以及更自由的连接以摆脱电缆的束缚，进而将无线联网进行到底。

● 无线局域网 (WLAN)

WLAN 是目前在全球重点应用的宽带无线接入技术之一。它的覆盖范围约为 100m, 主要用于解决会场、校园、厂区、公共休闲区域等区间的用户终端的无线接入。现在大多数 WLAN 都使用 2.4GHz 频段。

WLAN 的技术标准主要有两种: IEEE802.11 系列标准和 ETSI HiperLAN 系列标准, 我国使用 IEEE802.11 系列标准。为了推动标准、产品、市场的发展, WLAN 领域的一些领先厂商组成了 Wi-Fi (Wireless Fidelity) 联盟, 推动 IEEE802.11 标准的制定, 对按照标准生产的产品进行一致性和互操作性认证。因此, 通常称使用了认证并以 Wi-Fi 标注的产品组网为 Wi-Fi 网络。随着 IEEE 802.11 技术的不断成熟, Wi-Fi 正成为无线接入以太网的主流技术, Wi-Fi 几乎与 WLAN 成了同义词。

● 无线城域网 (WMAN)

WMAN 用于解决城域网的接入问题, 覆盖范围为几千米到几十千米。通过无线技术, 比比局域网更高的速率, 在城市及郊区范围内实现信息传输和交换。WMAN 除提供固定的无线接入外, 还提供具有移动性的接入能力, 它包括: 多信道多点分配系统 (MMDS)、本地多点分配系统 (LMDS)、IEEE802.16 和 ETSI 高性能城域网 (HiperMAN) 技术。

与 WLAN 领域的 Wi-Fi 联盟相似, 在 WMAN 领域成立了 WiMAX (World Interoperability for Microwave Access, 微波接入全球互操作性) 论坛。WiMAX 论坛的主要任务是推动符合 IEEE802.16 标准的设备和系统, 加速城域 BWA (Broadband Wireless Access) 的部署和应用。

● 无线广域网 (WWAN)

WWAN 主要用于覆盖全国或全球范围内的无线网络, 提供更大范围内的接入, 具有移动、漫游、切换等特征。WWAN 技术主要包括 IEEE802.20 技术以及 2G、3G、B3G (超 3G) 和 4G, 其中, 2G、3G 在目前应用最多。

典型的 2G (第二代移动通信系统) 技术, 如 GSM 系统, 通过增加 GPRS 支持节点可以实现数据传输速率最高可达 200kbit/s 数据业务的传输。使用 GPRS 构成的 WWAN, 其覆盖范围与 GSM 网络一样, 用户接入非常方便。在 3G (第三代移动通信系统) 中, 网络采用了扩频通信、数字传输、分组交换等技术, 直接即可提供高达 2Mbit/s 的数据无线接入速率。

WWAN 主要利用移动通信这一强大的广域通信设施实现广域的无线接入, 是最灵活、最自由的接入方式。

以上对主要的接入网技术进行了简要介绍。可以看出, 各种技术的接入环境差异很大, 接入需求差异也很大, 因此没有哪一种技术能满足各种环境、各种需求的接入。目前, 各种宽带接入技术是并存的、互为补充的。从接入网技术的发展趋势来看, 接入网技术正向着“有线铜退光进, 无线宽带移动化, 有线无线相互补充, 实现无缝接入, 提供全业务接入”的目标演进。

2.3 总结

① 本章对各种主要的宽带接入技术进行了介绍。xDSL 技术的最大优势是不需要对现有的公众电信线路进行调整, 只要求铜线达到一定标准就可以实施, 但基于铜线传输的特点导致其无法满足长距离的宽带接入; HFC 技术则要求对有线电视网进行相应改造, 当 Cable

Modem 技术大规模应用时网络的稳定性和带宽均不足；无源光网络技术具有很高的带宽并且技术成熟，投资和维护成本相对较低，成为当今全球大力发展的有线接入技术。无线接入技术前景看好，但还有一些技术问题有待解决。

② 当前宽带接入技术的发展热点是有线接入领域的 PON 和无线接入领域的 WLAN、3G、4G 等。本书主要讨论有线接入技术，并针对在我国应用广泛的 ADSL 技术、EPON 技术、GPON 技术开展相应的实训。

③ 综合第一章、第二章的讲述，可知，现在接入网的发展趋势是：IP 化和业务综合化。IP 化是指几乎所有业务都基于 IP 方式传递，即所有媒体流都要转化为 IP 包在 IP 网路中传输，例如，基本的数据业务是基于 IP 的，语音采用 VoIP 的方式，视频采用 IPTV 的方式。业务综合化是指通过一个接入网络，可以实现数据、语音、视频业务的综合接入，即接入领域的“三网融合”。本书的所有实训，都基于这两大思想，并模拟现网网络架构，包括了基于 ADSL 的、基于 EPON 的、基于 GPON 的、基于 IP 方式的数据、语音、视频业务的配置实训。

2.4 思考题

- (1) 请简述主要的接入技术有哪些，各有什么特点。
- (2) 怎样理解接入网的“IP 化、业务综合化”趋势？

第二部分 ADSL 实训

第 3 章 ADSL 实训预备知识

3.1 ADSL 技术简介

3.1.1 xDSL 技术

DSL (Digital Subscriber Line, 数字用户线路) 是利用现有电话铜线进行数据传输的宽带接入技术。DSL 工作频段大多高于话带。它采用先进的 DSP 技术和调制解调技术, 实现电话铜线上的高速接入。ADSL 只是 DSL 家族的一员, 它的家族成员还包括: HDSL、SDSL、VDSL 和 RADSL 等, 一般称之为 xDSL。它们的区别主要表现在速率、传输距离、编码技术、上下行速率的对称性等方面。

1. xDSL 的接入结构

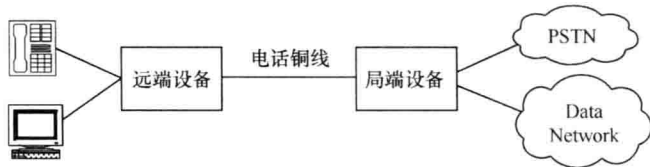


图 3-1 xDSL 的接入结构

xDSL 的接入结构如图 3-1 所示, 它由局端设备和远端设备 (用户端设备) 组成, 远端设备与局端设备之间通过电话铜线传输信息。具体的 DSL 接入结构会有所差别。

2. 引起线路传输损伤的主要因素

DSL 以铜线作为传输介质, 自然会受到铜线本身传输特性的影响。在信号传输过程中, 当信号衰落到小于噪声功率时, 接收机就不能准确地检测到原始信号。那么造成信号衰减的因素有哪些? 噪声的来源又有那些呢? 针对 DSL 的信号环境, 下面主要从铜线传输损耗、噪