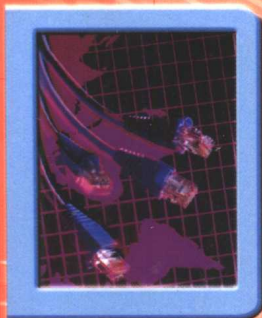


宽带

接入网络工程

刘有信 主编



國防工業出版社

宽带接入网络工程

刘有信 主编
宋梅 杨琦 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书内容广泛、新颖而实用,全面叙述了当前广为使用的各种宽带接入方案,强调了某些实现细节,有别于市场上同类书的内容。使用技术经济估算方法评估了九种接入方案的优缺点、适用范围和限制,并在此基础上,以良好的经济效益为前提,分析了怎样根据不同人口密度地区 and 用户工作环境,选择正确的接入方案。本书对负责接入网决策的管理人员和广大宽带用户有极大的参考价值,也可供高等院校通信和计算机专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

宽带接入网络工程/刘有信主编. —北京:国防工业出版社,2003.8

ISBN 7-118-03145-3

I.宽... II.刘... III.宽带通信系统-接入网-通信技术 IV.TN915.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 032856 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 525 千字

2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1-3000 册 定价:32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着科学技术的发展及社会的进步,人类对物质和文化的需求不断提高,作为连接世界群体或个人之间桥架的网络必将走向全球化、统一化和宽带化。旧的网络基础设施一定要升级。由于网民们从事的工作和生活环境的不同,决定了接入网在相当长的时间内是多样化的,不仅要使现有的窄带网升级到亚宽带(Wideband)和宽带(Broadband),而且还要保留现有的窄带(PSTN 和 N-ISDN)。此外还要按照节省、有效的原则,选择适当的升级技术,包括升级现有双绞线的 DSL,升级同轴结构的 Cable Modem,无源光网 ATM-PON、无线和电力线接入。

升级现有网络基础设施已是大势所趋,关键问题是采取什么战略,引入什么技术,这在经济全球化,各国或各集团之间的竞争日益加剧的今天尤为重要。

网络升级的主要目的之一是提高带宽,途径是从现有的铜线传输介质,经过混合型的过渡期,逐步改变到光传输介质。当然也要安装相应的配套设备。因此如何把握时机,选择正确的升级方案,提高业务渗透率和利用率,投资少、见效快,实现平稳过渡,就成为电信运营商和电缆(广播)运营商面临的重大问题。

本书在较详细地分析了当前广泛采用的宽带接入技术的基础上,经过技术经济估算,给出了选择宽带接入网方案的一般方针。虽然这里的某些假定不完全符合我国的实际,但分析方法是有一定参考价值的。下面是估算分析后的主要结论:

- 接入网的宽带升级投资大约等于或超过建立当今窄带网的费用。
- 网络基础设施升级是长期战略。
- 窄带、亚宽带($<2\text{Mb/s}$)和宽带($>2\text{Mb/s}$)共存。在相当长的时间内窄带业务收入起支配作用。
- 应开展多样性的新业务,主要营业收入靠 Internet 接入,只开展视频点播(VOD)是无利的。
- 升级工程的净现值(NPV)和偿还期与业务渗透率和土木工程费密切相关。
- 研究调查显示,亚宽带比宽带更有居民市场。
- 宽带升级的投资大头是电子设备,特别是用户驻地。
- 现有电缆管道可用性不可小视。
- 竞争的作用未必立即影响经济,但会影响未来收入前景。
- 保守升级方案 DSL 和光纤方案之间存在一个平衡点,超过这个平衡点光纤升级是正确的。
- 工程启动延期虽然设备价格便宜,但因竞争会失去用户渗透率。
- 如果把居民小区的 3 种宽带升级方案(HFC、SuperPON 和 ATMPON)比较一下,可能 ATMPON 更为可取。

• 大型企业市场的各种基础设施升级和居民与中小企业市场的 ATMPON 升级方案具有很类似的偿还期。但如果居民与中小型企业采用 DSL 升级方案,偿还期还要短两年,因此需要认真选择。

全书包括两大部分(接入技术和升级经济估算),共分 15 章。第 1 章宽带接入网概述部分,介绍接入网的基本概念和广泛采用的接入技术类型。第 2 章双绞线宽带接入网结构 DSL 部分,较详细地讨论了 HDSL、ADSL 和 VDSL 接入技术及使用 ADSL 的各种特定结构。第 3 章除讨论混合光纤/同轴(HFC)的单/双向业务及 Cable Modem 的 Internet 接入和数据通信特点外,还介绍了 IEEE 802.14/MCNS 标准及其操作原理。第 4 章光纤接入技术部分,着重介绍了光接入网结构、全业务接入网、无源光网和典型的光接入网管理案例。第 5 章简要介绍了以太无源光网技术的特点、现状和发展前景。第 6 章无线接入技术部分,着重介绍了本地多点分配系统(LMDS)和直接广播卫星(DBS)技术。第 7 章电力线载波(PLC)接入技术部分,简要介绍了 PLC 的发展优势和目前存在的问题。第 8 章家庭网络部分,详细讨论了家庭网的各种解决方案及其优缺点。第 9 章接入性能部分,分析了 DSL、CATV 和 APON/SDH 接入的性能问题及改进方法。第 10 章介绍了与接入网有关的标准组织和标准。第 11 章~第 15 章宽带升级技术经济估算部分,使用特定的估算方法研究特定人口密度地区接入网的优选方案;对增强的铜线结构和光结构做了对比;引导电信运营商和用户根据居住环境和业务特点正确选择接入方案,并选择了一些有代表性的升级案例;最后,对当前的主要宽带业务(快速 Internet 访问和 VOD)做了分析,分别讨论了这些业务的经济价值及今后宽带业务的发展方向。

本书内容广泛而实用,估算和分析方法合理,论理充分,很有参考价值,适于从事接入网工作的管理和技术人员以及广大网络用户阅读,也可供高等院校通信专业的师生参考。

全书由刘有信策划、选材和统编。参加本书排版和校对工作的还有朱静容、白长学、汪昌盛、李兴、刘安庆、梁美珠、黄三元、李向东、白立三、张春鹏,在此一并表示感谢。

由于时间和水平所限,缺点和错误在所难免,恳请读者多提宝贵意见。

目 录

第 1 部分 接入技术及应用

第 1 章 宽带接入网概述	1
1.1 引言	1
1.2 接入网和核心网	1
1.3 接入网的基本概念	4
1.3.1 电话线路 Modem	4
1.3.2 数字用户线路(DSL)	7
1.3.3 Cable Modem	9
1.3.4 综合业务数字网(ISDN)	12
1.4 宽带接入网介质的演变.....	14
1.4.1 第一阶段(传统介质).....	15
1.4.2 过渡期(补偿型混合结构).....	15
1.4.3 第二阶段(广泛采用新介质).....	16
1.5 宽带接入网的类型.....	16
1.5.1 双绞铜线结构:DSL	17
1.5.2 同轴电缆结构:Cable Modem	17
1.5.3 光纤技术.....	18
1.5.4 无线接入技术和结构.....	19
1.5.5 电力线技术.....	21
1.5.6 自由空间光通信(FSO)系统	22
1.6 接入网管制的变化.....	23
1.7 小结.....	23
第 2 章 双绞铜线结构:DSL	24
2.1 引言.....	24
2.2 DSL 的类型	24
2.2.1 基本速率 ISDN	25
2.2.2 HDSL	27
2.2.3 ADSL	30
2.2.4 VDSL	35
2.3 DSL 传输	40

2.4 DSL 运行、管理、维护与供给	50
2.4.1 OAM & P 特点	52
2.4.2 线路合格性鉴定	53
2.5 ADSL 系统参考模型	54
2.5.1 ATU-C 参考模型	55
2.5.2 ATU-R 参考模型	56
2.5.3 支持 ATM 的特定配置	57
2.5.4 操作和维护	58
2.5.5 初始化	58
2.6 端对端环境的 ADSL	59
2.6.1 通用 DSL 结构概况	61
2.6.2 潜在的 ADSL 业务及业务要求	64
2.6.3 使用 ADSL 的各种特定结构的企业类型	65
2.6.4 几种 ADSL 结构	66
2.6.5 DSL 支持的网络结构	72
第 3 章 混合光纤/同轴(HFC)及 Cable Modem	80
3.1 引言	80
3.2 CATV、HFC 和 Cable Modem	80
3.3 HFC 网络概况	83
3.4 单向广播业务	83
3.5 双向通信业务(对称和不对称的)	84
3.5.1 经过 Cable Modem 的 Internet 访问和数据通信	84
3.5.2 CATV 网络上的电话	85
3.5.3 视频点播和机顶盒	86
3.5.4 互动性和主要标准	87
3.6 Cable Modem 功能性和 IEEE 802.14/MCNS 标准概况	88
3.6.1 共同设计目标	89
3.6.2 IEEE 802.14 和 MCNS 的一些类似方法	89
3.6.3 802.14 和 MCNS 之间的主要差别	93
3.7 IEEE 802.14 标准的基本操作原理	93
3.7.1 站点入网过程	93
3.7.2 请求/授权带宽过程	94
3.8 MCNS/DOCSIS 的基本操作原理	94
3.8.1 MCNS/DOCSIS 模型	94
3.8.2 MAC 帧格式和功能	95
3.8.3 站点入网过程	97
3.8.4 请求/授权带宽过程(使用上行带宽分配 MAP)	99
3.9 CATV 同轴电缆、部件和系统	100

3.9.1 同轴电缆	100
3.9.2 放大器	101
3.9.3 抽头(分接点)	102
3.9.4 整体同轴系统噪声、NLD(非线性失真)和频率响应	102
3.10 采用光纤的系统升级	103
3.11 下一代光纤结构	106
第4章 光纤接入技术	107
4.1 引言	107
4.2 光接入网业务、范围和容量	107
4.3 接入网结构	108
4.3.1 馈线网结构	109
4.3.2 C/D 结构	113
4.4 全业务接入网(FSAN)	118
4.4.1 系统工程/结构原理和焦点	119
4.4.2 业务和应用:电信运营商的观点	120
4.4.3 结构、功能和接口	122
4.4.4 小结	125
4.5 基于 WGR 的无源光网	126
4.5.1 新容量接入基础设施的需求	126
4.5.2 网络和业务	126
4.5.3 光多路复用方案	128
4.5.4 WDM-on-WDM	130
4.5.5 WDM-on-WDM 模型发展计划	131
4.6 节省成本的光纤到户(FTTH)系统	132
4.6.1 结构特点	133
4.6.2 系统性能分析	134
4.7 光接入网管理案例	136
4.7.1 可动态配置的 WDM 混合光接入网的管理	136
4.7.2 光部件和系统的故障监视系统	143
4.7.3 PDS 光接入网管理	150
第5章 千兆以太无源光网	156
5.1 引言	156
5.2 以太无源光网(EPON)的经济情况	157
5.3 EPON 结构	158
5.4 EPON 的工作过程	160
5.5 光系统设计选项	162
5.6 光 CSMA/CD 考虑	163

5.6.1 基本思路	163
5.6.2 实现细节	164
5.6.3 性能和结论	165
5.7 EPON 的未来	166
第 6 章 无线接入技术	167
6.1 引言	167
6.2 无线电带的频率越高容量越大	167
6.3 MMDS(多频道多点分配系统)	169
6.4 LMDS(本地多点分配业务)	170
6.4.1 LMDS 出现的背景	172
6.4.2 电信公司可采用的网络结构	173
6.4.3 调制技术	174
6.4.4 传播问题	174
6.5 LMCS、MVDS 和 BRAN	175
6.6 DAVIC(数字视听协会)协议	176
6.7 宽带点对多点设备	177
6.7.1 点对多点的演变	177
6.7.2 多点对点的方法	177
6.7.3 ATM 和 IP 传递方法(适合用作多媒体业务的有效平台)	180
6.7.4 亚宽带 CDMA(W-CDMA)	180
6.8 卫星通信技术	180
6.8.1 卫星通信技术概况和术语	181
6.8.2 卫星安装历史	185
6.8.3 卫星网络市场	186
6.8.4 卫星特性	188
6.8.5 卫星上面的 TCP/IP	189
6.8.6 卫星和 ATM	190
6.8.7 Internet 标准制订	190
6.8.8 定制 IP 能加速吞吐能力	191
6.8.9 卫星接入技术:直接广播卫星(DBS)	192
6.9 宽带无线电接入网标准化纲要	198
6.9.1 背景	198
6.9.2 为什么需要宽带无线电网	199
6.9.3 宽带无线电接入网的目标	199
6.9.4 市场需求状况	200
6.9.5 操作和技术要求	200
6.9.6 宽带无线电接入网的分类	201
6.9.7 核心网无关性	202

6.9.8 公共参考模型	202
6.9.9 频谱	202
6.10 农村和郊区的无线电本地环路(RLL)	203
6.10.1 使用无线电接入的动力	203
6.10.2 技术选择	204
6.10.3 农村和郊区的 RLL 配置	206
6.10.4 RLL 的经济分析	207
第 7 章 电力线载波接入	210
7.1 引言	210
7.2 电力线数据通信(PLC)发展史	210
7.3 经过低压电网的接入结构(最后一英里解决方案)	211
7.4 带宽要求和频率分配	213
7.5 高频干扰情况	213
7.6 接入阻抗	214
7.7 电磁兼容性(EMC):问题和解决办法	214
7.7.1 同无线业务的兼容	214
7.7.2 不同 PLC 系统之间的兼容性	214
7.8 PLC 的调制技术	215
7.9 使用电力线通信的优缺点	216
7.10 结论和未来工作	216
第 8 章 家庭网络	218
8.1 引言	218
8.2 电话线基础设施技术:Home PNA 系统	218
8.2.1 电话线通信、调制、标准和基础结构	218
8.2.2 Home PNA 系统布线	220
8.3 电力线载波(PLC)系统	221
8.4 射频(RF)通信系统	224
8.4.1 基本 RF 系统	225
8.4.2 RF 系统的联网标准	227
8.4.3 无线系统家庭分配设计	230
8.5 同轴电缆系统	232
8.6 卫星通信技术:直接广播卫星(DBS)	234
第 9 章 接入性能	236
9.1 引言	236
9.2 DSL 接入性能的测量	237
9.2.1 测试线路和噪声发生	237

9.2.2 性能测量	241
9.3 HFC/Cable Modem 接入性能	241
9.3.1 入口处测量	242
9.3.2 脉冲噪声测量	243
9.3.3 可能的上行调制和接入技术	245
9.4 FTTCab 环境的 APON 和 SDH 环通信性能	250
9.4.1 网络结构	251
9.4.2 接入网的通信功能	251
9.4.3 宽带业务特性和复用增益	252
9.4.4 案例和结论	253
第 10 章 标准	256
10.1 引言	256
10.2 与 DSL 相关的标准组织	256
10.2.1 ITU	257
10.2.2 T ₁ 委员会	257
10.2.3 ETSI	258
10.2.4 ADSL 论坛	259
10.2.5 ATM 论坛	260
10.2.6 DAVIC	260
10.2.7 IETF	261
10.2.8 EIA/TIA	261
10.2.9 IEEE	261
10.3 与 HFC/Cable Modem 相关的标准	262
10.3.1 SCTE	262
10.3.2 多媒体电缆网络系统(MCNS)	262
10.3.3 IEEE 802.14	262
10.3.4 Cable Labs	263
10.3.5 IEEE 802.14 和 MCNS DOCIS 的比较	263
10.4 与光接入相关的标准	264
10.4.1 ESCON	264
10.4.2 FDDI	264
10.4.3 光纤信道(FC)	264
10.4.4 ATM/SONET/SDH	265
10.4.5 千兆以太网	265
10.5 与无线接入相关的标准	265
10.5.1 2.4GHz IEEE802.11 无线 LAN 标准	265
10.5.2 5GHz IEEE802.11 无线 LAN	266
10.5.3 1 类 HIPER LAN 无线 LAN	266

10.5.4 2 类 HIPER LAN 无线 LAN	267
10.6 家庭网标准.....	267
10.7 标准的价值.....	267

第 2 部分 宽带升级经济估算

第 11 章 多业务接入网升级案例	271
11.1 引言.....	271
11.2 典型社区(案例)分析.....	271
11.2.1 案例 1(欠发达市区)	272
11.2.2 案例 2(发达市区)	273
11.2.3 案例 3(发达郊区)	273
11.2.4 案例 4(中等发达市区)	273
11.2.5 案例 5(欠发达郊区)	274
11.3 接入网升级技术.....	274
11.4 分析.....	275
11.4.1 技术经济方法.....	275
11.4.2 一般假定.....	275
11.4.3 一般结果.....	276
11.4.4 各个案例的特定结果.....	282
11.5 小结.....	283
第 12 章 居民和企业混合地区的升级	285
12.1 引言.....	285
12.2 接入网的地区类型.....	285
12.3 宽带业务的发展.....	287
12.4 技术方案的种类.....	288
12.4.1 增强的铜线结构.....	289
12.4.2 光纤结构.....	290
12.5 某些假定.....	291
12.6 结果讨论.....	291
12.6.1 总升级成本.....	292
12.6.2 初期成本和业务渗透依赖成本.....	292
12.6.3 电子设备成本.....	293
12.6.4 升级对收入的影响.....	294
12.6.5 长期展望.....	295
12.6.6 竞争的作用.....	298
12.7 小结.....	300

第 13 章 居民区宽带升级	301
13.1 引言	301
13.2 情况说明	301
13.3 结构	302
13.3.1 混合光纤同轴结构	302
13.3.2 SuperPON 结构	303
13.3.3 ATMPON 结构	304
13.4 敏感性分析	305
13.4.1 业务渗透	305
13.4.2 现有 CATV 网络环境	306
13.4.3 居住结构	306
13.5 结果	307
13.6 小结	309
第 14 章 企业地区的宽带升级	310
14.1 引言	310
14.2 人口	310
14.3 业务范围	311
14.4 现有网络	314
14.5 具有保护功能的电缆基础设施升级	315
14.6 电缆升级成本分析结果	316
14.7 34Mb/s 容量的升级方案	319
14.7.1 SDH 点对点结构	320
14.7.2 SDH 环结构	320
14.7.3 ATM 点对点结构	321
14.7.4 ATM 环结构	322
14.8 分析结果(大型企业用户)	322
14.8.1 成本分解(细分)	323
14.8.2 环上的节点数	323
14.8.3 有/无有源电子设备的灵活性点(FP)	323
14.8.4 土木工程成本的影响	324
14.9 分析结果(居民和 SME 用户)	325
14.10 业务发展情况评估	326
14.10.1 营业收入分配	326
14.10.2 净现值	327
14.10.3 偿还期	327
14.11 小结	328

第 15 章 主要宽带业务/应用分析	329
15.1 引言.....	329
15.2 业务、典型用户及应用状况	329
15.3 需求、预测和应用饱和	330
15.3.1 需求.....	330
15.3.2 长期预测和应用饱和.....	331
15.3.3 支付应用的意愿.....	332
15.4 承载业务的需求预测.....	332
15.4.1 需求预测.....	333
15.4.2 承载业务作为资费的函数.....	333
15.4.3 需求和可自由支配的收入的关系.....	334
15.5 主要业务深入分析:VOD 和 Internet 访问	334
15.5.1 资费假定.....	335
15.5.2 渗透率和业务使用率.....	336
15.6 网络模型.....	337
15.7 成本组成.....	338
15.8 结果.....	339
15.8.1 IRR、NPV 和偿还期	339
15.8.2 现金余额.....	341
15.8.3 总投资.....	343
15.8.4 投资分解.....	343
15.9 敏感性分析.....	344
15.9.1 VOD 记录的价格	345
15.9.2 每月所订购的 VOD 记录数	346
15.9.3 每分钟亚宽带 Internet 使用费用	347
15.9.4 每月 Internet 使用小时数	347
15.9.5 工程启动延期的影响.....	349
15.10 风险分析	350
15.11 小结	352

第 1 部分

接入技术及应用

第 1 章 宽带接入网概述

1.1 引言

任何一种新技术的出现与发展都与当时的社会需求和生产力水平密切相关,接入网从窄带升级到宽带也不例外。近几年随着因特网的迅速发展,上网人数不断增长,高速应用逐渐得到认可,并越来越受到用户欢迎,所以必然要求全面改造旧式电话和有线电视网。从目前的信息技术发展水平上看,改造老系统也是完全可行的,在这方面核心网已率先实现,为接入网换代打下了良好基础。

宽带接入技术多种多样,包括:

- 经过交流电力线路提供通信服务。
- 使用现有电话双绞线,也就是通称的数字用户线路(DSL)。
- 使用有线电视的同轴电缆。由于这种技术使用电缆调制解调器(Cable Modem),因此称它为 Cable Modem 技术。当采用 Cable Modem 时,需配合混合光纤同轴(HFC)结构,于是 CATV 的宽带接入网也称 HFC 接入技术。

- 光纤接入技术。这种技术主要指基于波分复用(WDM)的无源光网络(PON),包括光纤到大楼(FTTB)、光纤到路边(FTTC)、光纤到小室(FTTCab)和光纤到户(FTTH)等多种方案。

- 无线接入网。这是一种基于微波和无线电的系统,目前正在变得有效、紧凑而便宜。近来得到广泛应用的本地多点分配业务(LMDS)可达 28GHz 的带宽。

- 自由空间光通信(FSO)技术,也称无线光网络(WON)系统。这种技术实际上是光和无线技术的结合,FSO 使用激光或光脉冲在太赫兹(THz)光谱范围内传递分组数据,媒介是空气而不是光纤,曾在 2001 年悉尼奥运会上得到应用。

尽管存在着五花八门的宽带接入方法,但究竟需要引进哪种,必须进行严格选择,需要从技术和经济方面估算,论证其技术可行性和经济有利可图性。在决定引进方案前,应深入了解企业和居民用户的各种宽带需求情况(包括娱乐、消耗和购物等)、现有电缆管道的可用性和新增加的土木工程成本,以及网络改造的地区差异,这些方面的细节将在以后的章节中详细讨论。

1.2 接入网和核心网

电信运营商往往把网络分为两部分:接入网和核心网。接入网通常指服务供应商(交换局)和端用户之间的网络,但去服务供应商(交换局)的链路往往划为核心网,原因是它有较高的容量。核心网是指服务供应商(交换局)之间的网络,这些服务供应商(交换局)