

ISDN/Internet 原理与应用

何永明 何晓清 编著

Publishing House of Electronics Industry

北京 BEIJING

前 言

ISDN 是利用现有电话线路进行高速率数据通信的一门技术,Internet 则向用户提供大量数据信息业务,两者都是现代计算机技术和通信技术相结合的产物。随着国家信息基础设施建设的发展,ISDN 和 Internet 应用会很快普及,并为人们的生活、学习和工作带来极大的方便。目前 ISDN 和 Internet 用户以及广大科技人员对 ISDN 与 Internet 的技术参考资料有迫切的需求,因此我们写了这本《ISDN/Internet 原理与应用》,希望对读者有所帮助。

本书阐述了 ISDN 的基本概念、ISDN 信令的应用、ISDN 用户终端设备 CPE 的开发技术和支持软件,重点介绍了 ISDN/Internet 应用技术的软硬件以及 ISDN CPE 的实现技术和工程应用等。本书是以原理为起点,以应用为目的,理论结合实际的科技读物,适合于广大科技工作人员、ISDN 设备用户、Internet 用户和 Internet 服务提供商 ISP 等各层次的读者。

本书分为五大部分,共九章。第一章为绪论,说明什么是 ISDN/Internet 业务;第二章和第三章是 ISDN 与 Internet 应用技术基础;第四章到第八章介绍通过 ISDN 接入 Internet 的具体方法;第九章展望 ISDN/Internet 业务与未来计算机通信的发展;第五部分是附录,提供了 ISDN 信息资源和世界主要 ISDN 厂商目录。

《ISDN/Internet 原理与应用》一书具有以下特点:

1. 在国家自然科学基金的资助下,作者多年来从事 ISDN 与计算机通信课题的研究。本书参照 ISDN 和 Internet 的国际标准及国家标准,介绍最新国际研究和开发成果,也反映作者的研究成果与心得。

2. 从 ISDN 和 Internet 相结合的观点,深入浅出地介绍 ISDN 和 Internet 的基本概念和关键技术,使各专业各层次读者能很快地对主题所涉及的原理有全面的了解,为深入地掌握本书所介绍的知识和今后的工程应用奠定基础。

3. 全面介绍通过 ISDN 接入 Internet 的硬件和软件要求,为需进一步了解通过 ISDN 接入 Internet 详情的读者提供了技术参考,也为专业技术人员安装、调试、维护和开发有关产品提供指导。

4. 面向广大用户,介绍各种 ISDN 相关产品,并提供查询有关技术资料的网址,使用户在进行产品选型与应用时有所借鉴。

本书第一章、第二章由何永明撰写;第三章由何永明、李珂撰写;第四章~第六章由何晓清撰写;第七章由周晨艳撰写;第八章由何永明撰写,其中第四节由陈广文撰写;第九章由何晓清、何永明撰写;附录部分由周晨艳、陈广文撰写。何永明校订全书。

ISDN/Internet 是一门综合技术,涉及的科学技术面很广,由于作者水平有限,本书中难免有错误及疏漏之处,望读者给予指正。

作者感谢张雪梅、徐亮、蔡成武、丁正阳、杨亦斌硕士提供了他们的研究成果,感谢周晨艳承担部分章节的计算机输入、排版和绘图工作。我们还要感谢移动通信国家重点实验室和东南大学信息专业的老师和同事们的支持、关心和帮助。此外,本书自始至终得到了电子工业出版社有关同志的鼓励与帮助,北京邮电大学程时端教授审阅了全书,在此一并表示衷心感谢。

何永明 于东南大学移动通信国家重点实验室
何晓清

1998 年 5 月 3 日

目 录

第一篇 绪论	(1)
第一章 概述	(1)
1.1 现代通信网和 ISDN	(1)
1.2 ISDN/Internet 业务	(1)
1.3 ISDN/Internet 业务的关键技术	(2)
第二篇 ISDN 与 Internet 应用技术基础	(2)
第二章 ISDN 及其协议	(2)
2.1 ISDN 基本概念	(2)
2.1.1 ISDN 的定义	(2)
2.1.2 ISDN 信道结构	(2)
2.2 ISDN 的建议	(5)
2.2.1 ISDN 建议的发展	(5)
2.2.2 ITU-T ISDN I 系列建议	(6)
2.2.3 ISDN 的结构	(7)
2.2.4 ISDN 的 OSI 模型	(7)
2.2.5 ISDN 的相关标准	(10)
2.3 ISDN 物理层(I.430,I.431)	(11)
2.3.1 物理层功能	(11)
2.3.2 基本速率接口和一次群速率接口	(12)
2.3.3 用户-网络接口结构	(13)
2.3.4 物理层 U 接口	(14)
2.3.5 基本速率接口的物理层 S/T 接口	(16)
2.3.6 一次群物理层接口	(17)
2.3.7 物理层原语	(19)
2.4 ISDN 信令的数据链路层(Q.921)	(20)
2.4.1 数据链路层功能	(20)
2.4.2 HDLC 数据链路族	(21)
2.4.3 LAPD 寻址	(22)
2.4.4 LAPD 协议基础	(24)
2.4.5 LAPD 控制字段和帧	(25)
2.4.6 数据链路层原语	(27)
2.5 ISDN 信令的网络层(Q.931,Q.932,Q.933)	(28)
2.5.1 网络层功能	(28)
2.5.2 Q.931 协议基础	(29)
2.5.3 Q.931 消息	(29)

2.5.4	ISDN 补充业务的通用协议 Q.932	(31)
2.5.5	网络层原语	(31)
2.5.6	帧模式的 Q.933	(32)
2.6	ISDN 信令的应用	(32)
2.6.1	其它层对 Q.931 的支持	(33)
2.6.2	系统参数的配置	(33)
2.6.3	Q.931 协议状态机的运行	(34)
2.6.4	呼叫实例	(34)
2.6.5	小结	(43)
2.7	ISDN 承载业务	(43)
2.7.1	ISDN 业务类型	(43)
2.7.2	承载业务	(44)
2.7.3	承载业务协商	(46)
2.7.4	网间互联	(49)
2.7.5	话音或 3.1kHz 数据的应用	(50)
2.7.6	不受限制的 64kbps 透明信道的应用	(50)
2.7.7	数据接入的类型	(51)
2.7.8	特殊承载业务的应用	(52)
2.7.9	Internet——特殊承载业务的应用	(57)
2.7.10	小结	(58)
第三章	Internet 及其协议	(59)
3.1	Internet 概述	(59)
3.1.1	Internet 的现状	(59)
3.1.2	Internet 的基本技术	(61)
3.1.3	Internet II	(63)
3.2	网间网体系结构	(65)
3.2.1	网络互联与网间网	(65)
3.2.2	网间网协议分层	(67)
3.2.3	网间网地址	(68)
3.2.4	地址转换和域名转换	(71)
3.3	Internet 的互联网协议 IP	(76)
3.3.1	IP 层的协议	(76)
3.3.2	IP 协议的功能与特点	(76)
3.3.3	IP 数据报的格式	(77)
3.3.4	路由处理	(80)
3.3.5	Internet 控制报文协议 ICMP	(82)
3.3.6	下一代的 IP 协议:IPv6	(85)
3.3.7	资源预留协议 RSVP 简介	(87)
3.4	传输层协议:UDP、TCP 和 RTP	(88)
3.4.1	传输层的协议	(88)

3.4.2	TCP 和 UDP 的功能与特点	(88)
3.4.3	用户数据报协议 UDP	(90)
3.4.4	传输控制协议 TCP	(91)
3.4.5	实时传输协议 RTP 简介	(93)
3.5	IP 与 ISDN 的网络接口协议	(93)
3.5.1	SLIP 和 PPP	(93)
3.5.2	PPP 的组成	(94)
3.5.3	PPP 链路操作	(96)
3.5.4	PPP 用于线路模式 ISDN	(98)
3.5.5	MP	(98)
3.5.6	IP 通过分组模式 ISDN	(100)
3.5.7	IP 和帧中继	(101)
3.6	基于 TCP/IP 的移动 Internet 协议概述	(102)
3.6.1	移动 Internet 的概念	(102)
3.6.2	散步和漫游	(102)
3.6.3	移动 Internet 协议体系	(103)
第三篇	ISDN 接入 Internet 的实现	(104)
第四章	Internet 的访问	(104)
4.1	Internet 接入方式	(104)
4.1.1	终端用户接入方法	(105)
4.1.2	局域网的接入方法	(105)
4.1.3	CHINANET 提供的 Internet 接入	(107)
4.2	ISDN 接入的特点	(108)
4.2.1	通过 ISDN 接入 Internet 的连接	(108)
4.2.2	ISDN 接入的优越性	(109)
第五章	ISDN/Internet 业务	(111)
5.1	ISDN 线路和 ISDN 交换	(111)
5.2	ISDN/Internet 业务类型	(112)
5.3	ISDN/Internet 的结构	(113)
5.4	选择 ISP	(114)
5.4.1	选择所需业务	(114)
5.4.2	如何确定所需带宽	(114)
5.4.3	选择 ISP	(114)
5.5	ISDN 线路设置	(115)
第六章	ISDN 接入 Internet 的硬件实现	(117)
6.1	ISDN 接入 Internet 的硬件要求	(117)
6.1.1	性能要求和互操作性	(117)
6.1.2	ISDN 相关硬件要求	(117)
6.2	一类网络终端设备——NT1	(119)
6.2.1	NT1 的连接	(119)

6.2.2	NT1 基本功能	(119)
6.2.3	NT1 的使用	(120)
6.3	ISDN 终端适配器 TA	(120)
6.3.1	ISDN 终端适配器分类	(121)
6.3.2	ISDN 外置式终端适配器	(121)
6.3.3	内置式终端适配器	(123)
6.4	ISDN 终端设备 TE	(125)
6.4.1	ISDN 数字话机	(125)
6.4.2	ISDN 桌面会议电视系统	(129)
6.5	用于 LAN 互联的 ISDN 硬件	(130)
6.5.1	路由器	(130)
6.5.2	网桥	(131)
6.6	小结	(131)
第七章	ISDN 接入 Internet 的软件实现	(132)
7.1	ISDN 接入 Internet 的软件支持	(132)
7.1.1	TCP/IP 软件包	(132)
7.1.2	设备接口选择	(132)
7.2	应用程序接口 API	(134)
7.2.1	API 概述	(134)
7.2.2	四种典型 API 讨论	(135)
7.2.3	小结	(143)
7.3	Windows NT 和 Windows 95 对 ISDN 的支持	(143)
7.3.1	Windows NT 与 ISDN	(143)
7.3.2	Windows 95 和 Windows NT	(144)
7.3.3	Windows 95 对 ISDN 的支持	(145)
第八章	ISDN CPE 的实现技术、选用和安装	(148)
8.1	协议开发中的关键技术	(148)
8.1.1	通信协议软件的特点	(148)
8.1.2	协议工程方法	(148)
8.1.3	协议模型技术	(152)
8.1.4	协议的测试技术	(153)
8.1.5	协议实现技术	(153)
8.2	ISDN 用户-网络接口协议软件的设计	(154)
8.2.1	ISDN 用户-网络接口 D 信道协议软件的特点	(154)
8.2.2	ISDN 用户-网络接口软件结构	(154)
8.2.3	LAPD 协议软件设计	(155)
8.2.4	ISDN D 信道网络层协议软件设计	(156)
8.2.5	ISDN 用户-网络接口物理层软件设计	(158)
8.2.6	协议测试与规程分析仪	(158)
8.3	ISDN PC 适配卡的一种方案和应用	(161)

8.3.1	概述	(161)
8.3.2	ISDN PC 适配卡的硬件结构	(161)
8.3.3	ISDN PC 适配卡的软件结构	(163)
8.3.4	一种 ISDN 网桥方案	(164)
8.3.5	一种 ISDN IP 网关	(168)
8.4	ISDN 卡接入 Internet 的硬件、软件安装	(168)
8.4.1	ISDN 卡的安装	(168)
8.4.2	ISDN 卡安装检验	(169)
8.4.3	Internet 软件的安装	(171)
8.4.4	小结	(172)
第四篇	ISDN/Internet 业务与未来的计算机通信	(173)
第九章	宽带 ISDN 与 Internet	(173)
9.1	宽带业务与 B-ISDN	(173)
9.1.1	B-ISDN 业务分类	(173)
9.1.2	B-ISDN 业务特性	(174)
9.1.3	快速分组业务	(175)
9.2	帧中继与 Internet	(176)
9.2.1	帧中继 FR 的特点	(176)
9.2.2	帧中继体系结构	(176)
9.2.3	LAPF 帧结构	(177)
9.2.4	帧中继接入 Internet	(177)
9.3	交换多兆位数据业务 Internet	(178)
9.3.1	交换多兆位数据业务与 SMDS	(178)
9.3.2	SMDS 接入 Internet	(180)
9.4	ATM 与 Internet	(181)
9.4.1	ATM 的特点	(181)
9.4.2	IP 和 ATM	(181)
9.5	小结	(183)
附录 A	ISDN 信息资源	(184)
附录 B	世界主要 ISDN 厂商一览	(189)
参考书目		(191)
参考文献		(192)

第一篇 绪 论

第一章 概 述

1.1 现代通信网和 ISDN

随着微电子技术、光电子技术、计算机和通信技术的高速发展和广泛应用,现代通信网正朝着数字化、综合化、智能化、宽带化及个人化的方向发展。

综合业务数字网 ISDN 是为用户提供多种电信业务和端到端数字连接的新型数字通信网,各种类型的用户终端只要通过 ISDN 用户-网络接口即可进入网内得到各种通信业务,例如文件传送、语音/数据/图象的多媒体通信、局域网互联以及通过 ISDN 接入 Internet 等, ISDN 利用现有电话线为日益增长的各类信息需求提供了有效的平台。

1.2 ISDN/Internet 业务

早在八十年代, ISDN 被公认为是世界通信网的希望,之后,虽然由于 B-ISDN 及 ATM 模式的提出,人们一度对 N-ISDN 的生命力产生了怀疑。但九十年代以来, N-ISDN 又得到了迅速发展, N-ISDN 在许多国家已正式运行并进入实用。据 1996 年统计,全球范围内有 800 万条 ISDN 线路,我国继上海提供 N-ISDN 基本速率接口(2B+D)商用服务后, 1997 年邮电部又在 17 个省市初步建立了连通 22 个城市的 N-ISDN 网。究其原因是多方面的,主要是随着 N-ISDN 标准的成熟和完善,不同厂家产品互操作性的提高,促进了 N-ISDN 网络的建设和发展;同时由于 N-ISDN 业务收费和终端设备价格的下降、用户需求的多元化和复杂化,使得 N-ISDN 全面推广应用的时期已经到来。另外,值得一提的是国际电信联盟 ITU 采纳了新型接入网的概念,对于实现和发展本地交换局中的宽带用户接入具有特别的意义。接入网络称为 V5 接口,其中 V5.1 接口由一个单一的 2.048Mb/s 接口构成; V5.2 接口由一定数目的 2.048Mb/s 接口并行构成。新型 V 接口的使用,扩展了 ISDN 的应用范围,而且随着数字存储技术的发展,许多原先要在 B-ISDN 上实现的高带宽业务在 N-ISDN 上也能实现。特别是近几年随着 Internet 和多媒体通信的发展, ISDN 和 Internet 相结合的时机已经成熟,越来越多的用户要求通过 ISDN 接入 Internet,这就是所谓 ISDN/Internet 业务,它为 ISDN 的应用开辟了更加光辉的前景。

ISDN/Internet 业务是现代计算机技术和通信技术相融合的产物。Internet 向用户提供大量的数据信息业务, ISDN 则利用现有电话线进行高速、灵活和可靠的数据通信。ISDN/Internet 业务为 Internet 和在线用户开辟了一个前所未有的高性能通信的新纪元, N-ISDN 的应用亦迈入了一个新的发展时期。

1.3 ISDN/Internet 业务的关键技术

ISDN/Internet 所涉及的技术面很广，包括 ISDN/Internet 应用技术基础知识和实现技术。应用技术基础主要有 ISDN 的网络体系结构和 I 系列建议，以及互联网体系结构和 TCP/IP 协议集；实现技术是通过 ISDN 接入 Internet 所需的硬件和软件，介绍 ISDN/Internet 业务所需的用户终端设备 CPE，如网络终端设备 NT1、终端适配器 TA、终端设备 TE1 和 ISDN CPE 的组合、ISDN CPE 的协议开发技术和工程配套等内容；讨论应用程序接口 API，如 WINISDN、CAPI、TAPI、SAPI 以及 Windows NT 和 Windows 95 对 ISDN 的支持。

第二篇

ISDN 与 Internet 应用技术基础

第二章 ISDN 及其协议

综合业务数字网 ISDN (Integrated Service Digital Network) 有窄带与宽带之分, 分别称为 N-ISDN 和 B-ISDN。一般无特殊说明, ISDN 是指 N-ISDN。本章介绍 ISDN 网络体系结构及其使用的 I 系列建议。

2.1 ISDN 基本概念

2.1.1 ISDN 的定义

CCITT 定义 ISDN 为: ISDN 是以综合数字网 (IDN) 为基础发展演变而成的通信网, 能够提供端到端的数字连接, 用来支持包括话音和非话音在内的多种电信业务, 用户能够通过有限的一组标准化的多用途用户-网络接口接入网内。

根据上述定义, 可以把 ISDN 归纳为以下四个基本特征, 并以图 2.1 示意。

(1) ISDN 是以综合数字电话网 (IDN) 为基础发展而成的通信网。IDN 实现了数字交换和数字传输的综合, 使网络内部数字化 (但用户线还是模拟的), 同时采用共路信令系统。

(2) ISDN 支持话音及非话音等各种通信业务, 综合业务网 ISN 实现了业务的综合。

(3) ISDN 提供标准的用户-网络接口, 便于各种用户终端不同的业务经同一个接口入网, 使一对普通的用户线最多连接 8 个终端, 并为多个终端提供多种通信的综合服务。可以说标准的用户-网络接口是综合业务的关键。

(4) ISDN 是一个数字网络, 它在 IDN 的基础上进一步实现了用户线的数字化, 使一个用户终端到另一个用户终端之间的传输全部数字化, 从而提供端到端的数字连接。

总之, ISDN 不是通信技术的革命, 是现有网的综合和演变, 是一大进步。

2.1.2 ISDN 信道结构

常用的网络信道有以下六种:

(1) 4kHz 模拟电话信道, 记作 A 信道。

(2) 用于话音或数据传输的 64kbps 数字 PCM 信道, 记作 B 信道。B 信道是电路交换的基本单位。

(3) 8kbps 或 16kbps 数字信道, 记作 C 信道。

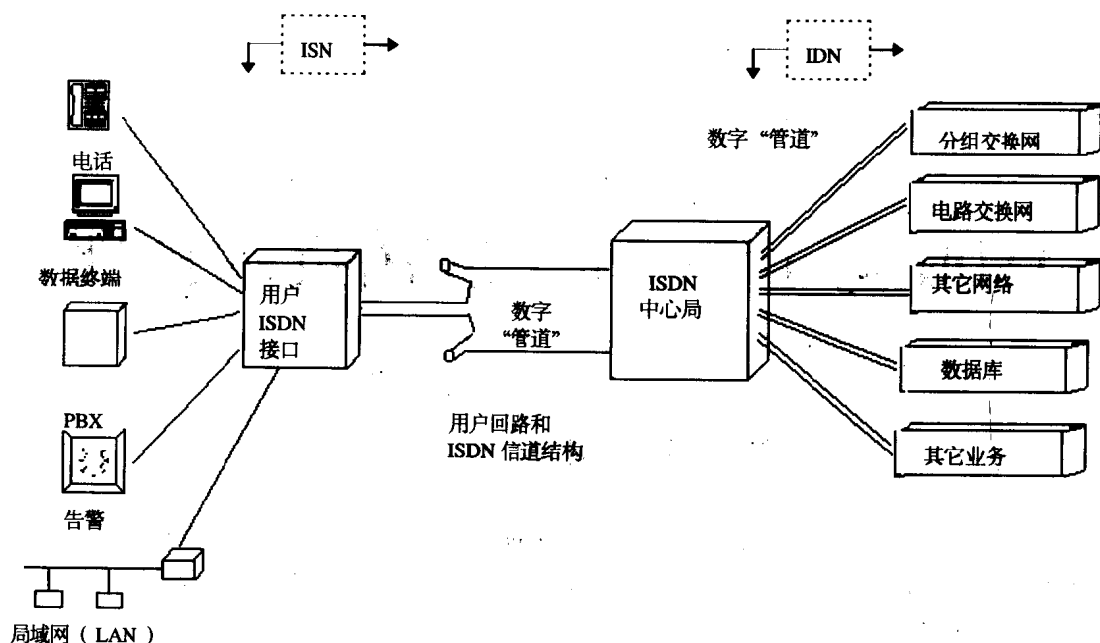


图 2.1 ISDN 定义

(4)用于带外信令传输的 16kbps 或 64kbps 数字信道，称作 D 信道。当没有信令信息需要传送时，D 信道亦可用来传送分组数据或低速的（如 100bps）遥控遥测数据。

(5)用于 ISDN 内部信令传输的 64kbps 数字信道，记作 E 信道。

(6)用于传送高速的用户信息信道或不用作电路交换时的信令信道，记作 H 信道。目前 H 信道有三种标准速率：

H0 信道： 384kbps ；

H11 信道： 1536kbps （适用于 PCM24 路系统）；

H12 信道： 1920kbps （适用于 PCM30 路系统）；

速率更高的 H 信道有待进一步研究。

CCITT 已将上述信道中的三种组合规定为 ISDN 的标准。它们是：

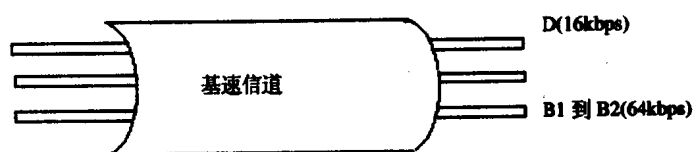
(1) 基本速率（简称基速）信道，它由 2B+1D 信道组合而成。见图 2.2(a)。

(2) 一次群（简称基群）信道，它由 23B+1D（适用于美国和日本等）或 30B+D（适用于欧洲等）组合而成。见图 2.2(b)。

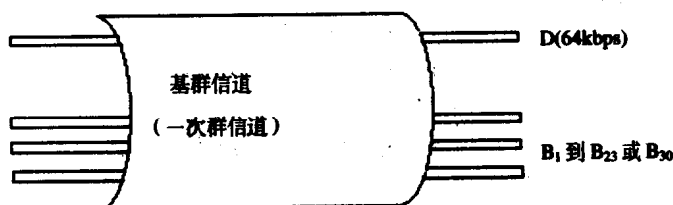
(3) 混合信道，它由 1A+1C 组合而成，此即模拟信道和数字信道的一种混合。见图 2.2(c)。这是一种为过渡到 ISDN 所用的信道。

在公共交换电话网 PSTN 中，最初把所有控制信息与话音一并用同一 4kHz 信道发送，各种频率的单音被系统本身用作控制信号，这种方法叫“带内”信号传输法。其缺点是用户有可能干扰 PSTN 的内部控制信号，消除上述弊端的方法是将 PSTN 的控制信号从各 4kHz 的信道中移出，用单独的信道传输，此即所谓“带外”的概念。ISDN 的 D 信道就是采用来作带外信号传输的。这种公共信道信令（共路信令）传输方式是 ISDN 的一个重要特点。

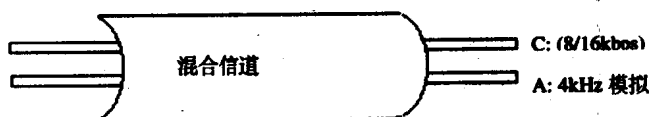
最后，还需要说明一种情况。当 ISDN 提出来的时候，基本速率被定义为 64kbps，可惜对于美国，许多市话公司和长话公司由于电话网络设备的限制，只能支持 64kbps 中的 56kbps。



(a) 基速信道



(b) 基群信道



(c) 混合信道

图 2.2 ISDN 信道

2.2 ISDN 的建议

2.2.1 ISDN 建议的发展

为了在数字网络上提供综合业务，国际电报电话咨询委员会 (International Telegraph and Telephone Consultative Committee) 制订了相应的国际标准。该组织常简称为 CCITT，它是 ITU (International Telecommunication Union, 国际电信联盟) 领导下的工作机构。ITU 受联合国的监督。现在 CCITT 已更名为 ITU-T (ITU-Telecommunication Standardization Section, ITU-电信标准化部)。

1968年，CCITT 中的一个特别小组受命确立用于话音的数字编码技术标准。后来，该小组接受委派，对数字技术进行了全面的研究。人们现在称这个小组为第十八研究组 (Study Group XVIII)，它正在制订一系列建议 (recommendation)，这些建议是各国制订 ISDN 标准的依据。这里要强调一点，第十八小组所制订的仅仅是“建议”，其中包含很多可选项 (optional)，这种灵活性基于建立 ISDN 的初衷——使现有各种网络都能平滑地过渡成为一个全球性的综合数字网。

起初，研究组每四年批准出台一个建议（因为在每两次选举大会之间，研究组可以相对

稳定地连续工作), 所以, 建议分别是在 1968、1972、1976、1980、1984、1988 和 1992 年出版的。1988 年之后, 由于种种原因 (原因之一是在迫切需要加快新建议出版的步伐), 建议一经准备妥当, 就立即发布。在 1968 ~ 1992 年间, 每四年出版一次的建议在印刷时采用不同颜色的彩色封面。1984 年的建议用的是红色封面, 称为红皮书, 这份建议第一次使设备制造商和网络供应商能够做出真正的 ISDN 产品。1988 年的蓝皮书详尽地说明了 ISDN 的基本内容, 并使得它向国际化迈进。1992 年的白皮书在原有基础上又增加了十三个 B-ISDN 标准及其它的标准。

2.2.2 ITU-T ISDN I 系列建议

ITU-T发表的关于ISDN的建议称为I系列建议。这些建议的分类情况见表2.1。

表2.1 ITU-T I系列建议的分类

系列	内容
I.100	总体结构
I.200	业务建议
I.300	网络结构和功能
I.400	ISDN用户-网络接口
I.500	网间互通接口
I.600	维护原则

关于 ISDN 结构方面的内容, 主要是在“总体结构 I.100 系列”文档中论述。

I.200 “业务建议”对于 ISDN 各项业务的用户 (比如 Internet 用户) 特别重要。

I.300 系列对应于 OSI 模型中的第三层。它与具体协议有所不同, 这些建议主要涉及编码方案、路由、业务质量等。此外还必须提供通用的网络接入方法。

I.400 系列建议可以看作是开发 OSI 各层软件所要遵循的具体协议。在 ISDN 中, 最重要的有两个, 一个是 I.441 (或称 Q.921), 为 ISDN 的信令提供数据链路层; 另一个是 I.451 (或称 Q.931), 为 ISDN 提供信令控制。这里需要说明的是, I.400 的许多建议与其它系列的建议在内容上有重叠: 如 I.441 和 Q.921, I.451 和 Q.931。所谓系列, 是指涵盖某一特定类别内容的建议。I 系列包含 ISDN 的内容; Q 系列主要是关于信令的建议, 所以, 不同的系列中可能会颁布相同内容的建议, 导致重叠的情况。在九十年代初期, ITU-T 决定结束这种同一建议重复命名的局面, 所以 Q.933 建议 (关于支持交换式帧中继连接的 ISDN 信令) 不再有 I.4xx 的对应名字。

I.500 系列建议主要与网间互联 (interworking) 有关。网间互联是指两个以上的网络的相互作用, 例如 ISDN 的 B 信道与 56K 数据交换业务的互联, 就是网间互联的一个实例。国际长途电话也需要网间互联业务, 因为世界各地的用户使用的电信标准并不统一 (比如对话音进行数字编码有多种多样的方案), 所以它们之间要进行通话就必须经过转换才行。

最后, I.600 系列建议是用来进行网络维护的, 包括物理维护, 也包括用户信息编码的一般方法。

大多数 ITU-T 建议中不包含人们想直接利用 ISDN 接入 Internet 的应用的内容, 但有三个方面的内容从总体上为网络用户提供了一些有通用性的信息。这三个方面是结构、业务提供

和协议的性能。

2.2.3 ISDN 的结构

I.1xx讨论了如何对ISDN进行描述。接下来，在I.12x中，给出了ISDN总的描述。其余文档内容涉及网络维护和模型建立，并介绍了业务的概念。

ITU-T I.120建议特别冠以“综合业务数字网”的标题，涉及了相当多的ISDN基本概念，它讨论了组成这个缩写的四个英文单词的具体含义，其中“数字”和“网络”即是它们本来的意思，在ISDN中没有什么新的特殊的含义。

“综合”是一个很关键的字眼，意味着话音信息和非话音信息可以在同一个网络中传输，交换连接和非交换连接都被允许，其中交换连接应当同时接纳电路交换方式和分组交换方式（以及将来出现的其它技术）。

若要做到“综合”，就要求网络具备一定的“智能”，能够检查网络的使用情况并且能够进行资源管理。然而，“综合”的实现往往困难重重，它既要能够提供网间互联的能力，还要为用户设备提供识别信息，让它们知道究竟使用的是哪一种协议。由于缺乏统一性，用户选择网间互联设备的工作也颇为困难。

网络中的“智能”还意味着信令系统必须要保证经过长距离的传输后，信息不能有损失，依然同用户设备与本地节点之间提供的信息一样。在最好的情况下，是指SS7，因为别的选择，比如采用带内（in-band）信令控制的56K交换业务，更容易造成信息的损失。

根据ITU-T I.120，ISDN的结构可以有各种各样的配置，这个特性是十分有用的。首先，这使得在有多种方案可选的情况下，大家比较容易达成一致的意见（虽然这会给用户带来一些额外的麻烦）；其次，网络的拓展也变得十分容易了。

网络的拓展基于软件的各个部分具有通用性。软件的这种通用性可以用“层次式协议结构”来做到。通常，人们用OSI（Open System Interconnection，开放系统互联）模型来把软件任务分成特定的层（稍后，我们会对此做出详细的说明）。

把协议分成层次是有很多益处的。首先，其它的按照OSI定义的协议可以用到ISDN中；其次，制订新协议容易得多了，在现有ISDN规程的基础上进行拓展，可以很容易地得到新规程，而且具备兼容性；最后，可以使得网络的各个部分彼此独立开来。例如：数据协议不应该直接依赖于网络的传输速率，传输速率是物理层（物理层是OSI的术语，稍后我们会解释，这里先借用一下）或传输介质（光、微波、电气）的事。正因为如此，分层方法允许网络扩展到新的物理平台上而不需要修改高层。

2.2.4 ISDN 的 OSI 模型

OSI（Open System Interconnection，开放系统互联）参考模型是国际公认的分层体系，许多新的协议都是根据它定义出来的，它是由ISO（International Organization for Standardization，国际标准化组织）定义的。OSI模型提供了7个层次，如图2.3所示。

这些层分别是物理层、数据链路层、网络层、运输层、会话层、表示层、应用层，也可以用号码来命名这些层。比如说，物理层也可以叫做第1层。表2.2详细地说明了各层的作用。

OSI模型中的最低三层通常也叫“链接层”（Chained Layers），在网络内部不需要更高的层，几乎在每个网络节点中都存在着1~3层（节点需要第3层主要与网关和路由有关）。

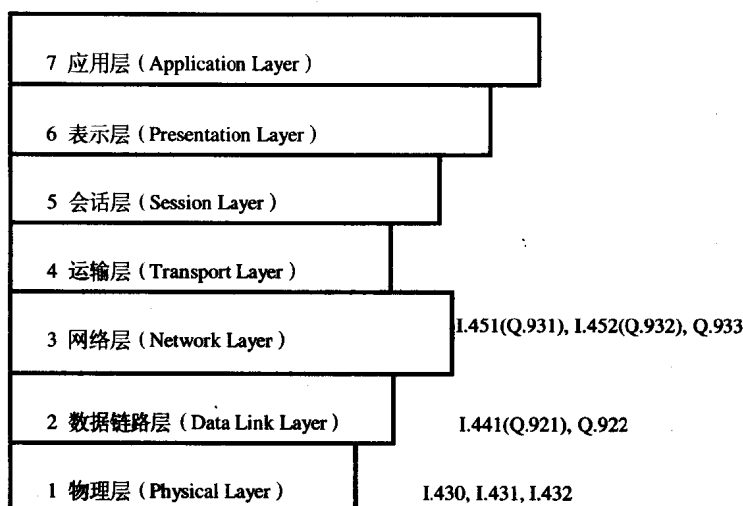


图2.3 ISDN的OSI模型

表2.2 OSI模型中各层的功能

层	功 能
1. 物理层	第1层和物理传输有直接的关系 第1层高度依赖于所采用的具体方案——比如电气传输中的信号电压，光传输中的信号周期。它为数据传输提供物理媒介，也负责介质的维护
2. 数据链路层	第2层提供数据传输服务，包括检错、重发、流量控制、端点之间的消息同步
3. 网络层	第3层提供的服务使它的上层不需要了解网络中的数据传输。这一层的数据与信令有关；第3层负责逻辑连接的建立、保持和拆除。前三层在ISDN中通常被称为“链接层”(Chained Layers)
4. 运输层	第4层提供端到端（逻辑上的而不是物理上的）的数据传输
5. 会话层	第5层为高层提供连接。该层独立于信令系统，但对高层的依赖更强了
6. 表示层	第6层提供了通向应用层的标准接口，同时也提供了一些一般的服务，例如加密或压缩
7. 应用层	第7层直接向用户提供服务，起到了用户与协议或应用程序之间的桥梁作用

第3~5层与通过网络进行的连接有关，而最底下的两层提供了运送数据的功能，最顶上的两层与用户的需要有关。在一般情况下，在一个软件中，不会完成所有层的功能，所以，许多PPP软件有第3层到第5层的内容（PPP软件在第三章介绍）。

也有这样的可能，特别是在高层，可以将整个一层省去，因为在实用中并不需要该层。例如，如果双方应用层的协议相同，即两个系统已经有了“共同语言”，那就不需要再用表示层来当翻译了。

OSI模型带来的主要好处是把复杂的协议分成相对简单的各个层，因此标准化的工作可以分步来做。高层的特性是与具体的物理实现相独立的。物理层从数据链路层得到的数据是由标准的参数来表达的。这些标准参数由物理层翻译给具体的硬件，以符合用来传输的物理媒介的要求。如果物理媒介发生了变化，决不致于牵一发而动全身。如果不改变物理层与其

它层之间的接口的定义，高层可能完全用不着修改。

ISDN提供了OSI第1层、第2层和第3层的标准，在ISDN系列标准中有第1层I.430、I.431、I.432；第2层I.441(Q.921)、Q.922；第3层I.451(Q.931)、I.452(Q.932)和Q.933等。在ISDN的不同工作模式中将使用相应的标准，至于高层（4~7层）协议一般都是终端到终端的信息交换规则，和网络无关。

图2.4画出了用户-网络接口上的协议结构。在这个接口上有两类信道：D信道和B/H信道。每个信道上可以传送不同的信息，而每种信息传送又都可以有不同的协议。

7	端到端 用户 信令									
6										
5										
4										
3	呼叫控制 I.451(Q.931)	X.25 分组级	待研究	Q.933					X.25 分组级	
2	LAPD I.441(Q.921)								X.25 LAPB	Q.922 核 LAPF
1	I.430, I.431									
	信令	分组	遥测	帧中继	电路 交换	租用 电路	分组 交换	帧中继		
	D 信道				B/H 信道					

图 2.4 用户-网络接口协议结构

在第1层上，由于D信道和B/H信道复用在同一个物理传输媒体上，所以这两种信道使用相同的协议：I.430和I.431分别是基本速率入口和一次群速率入口的第1层协议。

从第2层向上，D信道和B/H信道开始使用不同的协议。在D信道上第2层的协议是I.441(Q.921)，这是一种专为ISDN的D信道设计的数据链路层标准，又叫LAP-D（Link Access Protocol-D channel），即D信道的链路接入协议。第3层的协议和D信道上传送的信息种类有关：呼叫控制信令协议是I.451(Q.931)；分组数据使用X.25第3级（即分组级）协议；遥测业务的数据传送协议待进一步确定；帧中继信令协议是Q.933。D信道的高层（4~7层）可能会有一些提供端到端用户信令的功能，具体协议有待进一步确定。在ISDN用户-网络接口上D信道的第2层和第3层协议称为1号数字用户信令DSS1（Digital Subscriber Singnalling System No.1）或D信道协议。

B/H信道可以用作电路交换、租用电路（半永久电路）、分组交换以及帧中继。对于电路交换业务，两个用户一旦经过网络建立了B/H信道的电路连接之后，通信双方之间就存在一条双向的透明通路，在这条通路上，2层以上可以使用双方设定的任何一种通信协议，这些协议不由网络来指定，网络也不参与工作。租用电路的情况和电路交换十分相似，只是它采用半

永久电路将通信双方连接起来，而不必通过交换来建立连接。当B/H信道用作分组交换时，用户首先利用D信道的呼叫控制信令建立B/H信道的电路连接，这个连接一旦建立之后，用户就使用X.25第2级和第3级协议来和分组交换节点机（ISDN交换机或分组网中的节点机）进行通信，先请求建立虚电路，然后和被叫用户交换分组数据。对于帧中继业务，通信双方经D信道建立B/H信道的连接后，用户就在B/H信道上完成有限的差错控制和原来属于分组级的复接、分接功能。帧中继网中的节点在转移信息时只处理到第2层（Q.922核），以满足快速的要求。表2.3列出了目前多种建立在第1层I.430/I.431上的其它B信道协议，其中包括接入Internet和非Internet的应用。

表2.3 B信道其它协议

协 议	功 能
V.110	把低速非 ISDN 信道设备连接到高速 ISDN 线路上，以 64kbps 接入 Internet，主要用于欧洲
V.120	功能类似于 V.110，但主要用于美国
PPP	允许在通信链路上传送多种局域网协议的点到点通信规程，以 64kbps 接入 Internet
Multilink PPP	多链路点到点通信规程，用以合并多个 B 信道以提高速率，以 128kbps 接入 Internet
BONDING	“按需分配频带的互操作性工作组”制订的用以合并 B 信道以提高速度的另一种协议，主要用于目前非 Internet 场合，如会议电视等

注：BONDING 是 Bandwidth on Demand Interoperability Group 的缩写。详见第三章第 3.5 节。

在 OSI 的 7 层参考模型下，ISDN 的业务可分为三种，如图 2.5 所示。

承载业务（Bearer Services）用与 ISDN 传输功能相对应的第 1~3 层的特性规定。在承载业务中，网络向用户提供的只是一种低层的信息传送能力。

用户终端业务（Teleservices）由 ISDN 的第 1~7 层的特性规定。用户终端业务中必定包含了承载业务的内容。

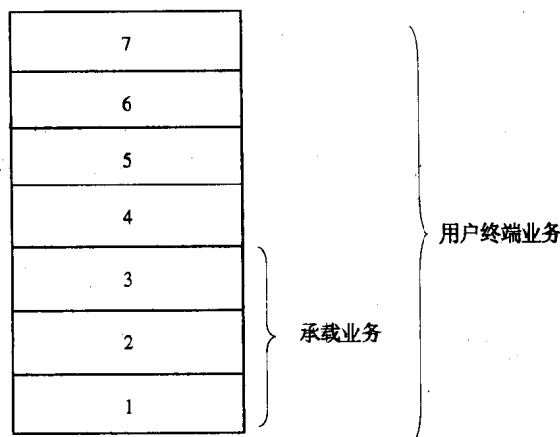


图 2.5 ISDN 业务分类

附加业务（Supplementary Services）是附加在用户终端业务或承载业务上用来提高通信品质或功能的业务，这种业务由网络提供额外的能力。

2.2.5 ISDN 的相关标准

ISDN 的相关标准很多，不可能一一详述，现将 ISDN 应用上常用的标准，在此为读者稍