

赵慧玲 编著

综合业务数字网 技术及其应用



人民邮电出版社

综合业务数字网 技术及其应用

赵慧玲 编著

人民邮电出版社

登记证号(京)143号

内 容 提 要

本书结合我国综合业务数字网(ISDN)的科研工作实践和相关的国际技术标准,介绍了 ISDN 的产生背景、基本原理和实用技术,系统讲述了 ISDN 的测试技术,同时,以大量的实例向读者展示了 ISDN 的应用前景,以便读者对 ISDN 有较全面的了解。

本书共分为八章。第一章介绍了 ISDN 的基本概念和业务特性,第二章重点讲述了 ISDN 用户—网络接口技术,第三、四章详述了 ISDN 网络技术及数字用户环路,第五章介绍了 ISDN 网上的各类设备。第六、七章描述了 ISDN 的应用实例和测试技术,第八章讲的是 ISDN 现场试验的评估。

本书深入浅出,通俗易懂,适合于从事通信工作的广大工程技术人员、管理人员、高等院校师生阅读,也可供希望了解 ISDN 知识及其应用的各行各业的用户参考。

综合业务数字网技术及其应用

赵慧玲 编著

*

人民邮电出版社出版
北京朝内大街137号
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店科技发行所经销

开本:850×1168 1/32 1995年1月 第 一 版

印张:10.625 1995年1月 北京第1次印刷

字数: 277 千字 印数: 1 — 3 000 册

ISBN7-115-05462-2/TN·816

定价:14.00 元

序 言

综合业务数字网(ISDN)从基本概念的提出,经过研究开发到商用化应用已经有 20 年了,国际上基于 64kbit/s 的 ISDN 标准化工作已经基本完成,目前正处于全面推向市场的应用阶段。

ISDN 的特点是利用一个网络为用户提供包括话音、文字、数据和图像在内的综合业务,其意义在于用户仅使用一对用户线就可以连接多达八个同类或不同类的终端同时通信,大大提高了通信网络的效率。由于 ISDN 能够提供端—端的数字连接,用户可以根据各种需要开放多种多样的应用,例如,局域网互连、文件传送、图像/数据/话音的多媒体信息通信、基于计算机应用的主叫用户标识显示、传真等等,为日益增长的各类信息需求提供了有效的平台。随着电子技术的迅速发展,各类 ISDN 的设备价格日益下降,商用的网络设施和终端已进入市场。

本人一直参与和负责了我国“七·五”和“八·五”期间有关 ISDN 的试验研究工作,根据工作实践,结合国际相关的技术标准和国外 ISDN 的经验,编写了此书。其目的是介绍 ISDN 的实用技术和应用,希望对我国 ISDN 的应用和发展提供技术参考。

全书共分八章,第一章介绍了有关 ISDN 的基础知识和发展 ISDN 的必要性;第二章重点介绍了 ISDN 的关键技术即用户—网络接口;第三章介绍了 ISDN 的网络技术;第四章是用户线的数字化;

第五章分别介绍了 ISDN 网上的各类设备;第六章给出了 ISDN 的应用实例;第七章介绍了 ISDN 的基本测试技术,第八章是 ISDN 试验网的现场试验及示例。在编写此书时,力求做到深入浅出,通俗易懂,但由于水平有限,可能有错误和疏漏之处,望读者指正和谅解。

在编写此书的过程中,得到了浙江省嘉兴市邮电局的大力支持,得到了邮电部电信传输研究所 ISDN 项目组相关同志的支持,得到了人民邮电出版社有关同志的热情帮助,特此致谢!

作者

1994 年 4 月于北京

目 录

第一章 什么是 ISDN

1.1	ISDN 的定义	1
1.2	为什么要发展 ISDN	3
1.3	实现 ISDN 的技术基础	4
1.4	开放系统互连与 ISDN 的分层结构	7
1.4.1.	OSI 是如何产生的	7
1.4.2	OSI 参考模型的概念	8
1.4.3	OSI 参考模型各层的功能	8
1.5	ISDN 的业务特性及业务能力	11
1.5.1	ISDN 的业务特性	11
1.5.2	ISDN 业务描述的方法	13
1.5.3	ISDN 业务的分类	15
1.6	发展 ISDN 需要澄清的若干问题	31
1.7	ISDN 的标准化	37

第二章 ISDN 的用户—网络接口

2.1	ISDN 用户—网络接口的参考配置	48
2.2	ISDN 用户—网络接口的接入配置	51
2.3	通路类型和接口结构	54
2.4	ISDN 用户—网络接口的分层功能	57
2.5	ISDN 用户—网络接口物理层	57

2.5.1	物理层向链路层提供的服务	58
2.5.2	基本接口	58
2.5.3	一次群速率接口	70
2.6	ISDN 用户—网络接口链路层协议	71
2.6.1	LAPD 的功能概要	71
2.6.2	LAPD 的操作类型	72
2.6.3	LAPD 的地址及链路标识	72
2.6.4	LAPD 的帧结构	73
2.6.5	帧的分类及构成	77
2.6.6	LAPD 协议举例	79
2.7	ISDN 用户—网络接口网络层协议	80
2.7.1	由数据链路层向网络层提供的服务	80
2.7.2	第三层功能概要	80
2.7.3	第三层的呼叫控制状态	81
2.7.4	第三层的消息类型及消息结构	83
2.7.5	电路交换呼叫控制程序举例	90
2.8	层间通信	94
2.8.1	原语类型	95
2.8.2	第三层与第二层层间原语及其使用	96
2.8.3	第三层与第一层层间原语及其使用	98
2.9	ISDN 用户—网络接口管理实体的功能概要	99
2.10	ISDN 补充业务的通用协议	100
2.10.1	键盘协议	101
2.10.2	特征键管理协议	101
2.10.3	功能协议	102

第三章 ISDN 的网络技术

3.1	ISDN 的网络功能	104
3.1.1	电路交换功能	104

3.1.2	分组交换功能	105
3.1.3	专线功能	106
3.1.4	共路信令功能	106
3.2	ISDN 的网络构成	106
3.3	ISDN 的编号计划	107
3.4	ISDN 的终端选择	110
3.5	ISDN 的局间信令	112
3.5.1	基本特点	112
3.5.2	7 号信令的结构及功能	113
3.5.3	7 号信令的消息格式	117
3.5.4	ISUP 的基本功能	117
3.5.5	ISUP 的信令消息与格式	118
3.5.6	基本呼叫程序举例	125
3.5.7	信令配合	128
3.6	ISDN 的帧中继技术	128
3.6.1	ISDN 协议参考模型	129
3.6.2	帧中继与现有通信方式的比较	131
3.6.3	帧方式的基本功能	131
3.6.4	拥塞管理	137
3.6.5	帧方式承载业务的网间—网络接口要求	139
3.6.6	帧中继的互通	141
3.6.7	帧中继在公用网的应用	143
3.6.8	帧中继在专用网的应用	148
3.7	ISDN 的网间互通	149
3.7.1	ISDN 与电话网的互通	149
3.7.2	ISDN 与分组网的互通	151
3.8	公用/专用 ISDN 的互通	176
3.8.1	参考配置	176
3.8.2	互通方案	177

3.8.3	业务互通	177
3.8.4	专用 ISDN 交换机的参考模型	179
3.8.5	互通要求	181
3.8.6	互连点的互通要求	184

第四章 用户线的数字化

4.1	用户线的定义	185
4.2	用户线接入方式的分类	186
4.3	用户线的数字传输技术	189
4.3.1	乒乓传输方式	189
4.3.2	回波抵消方式	191

第五章 ISDN 的设备

5.1	ISDN 交换机	193
5.1.1	ISDN 交换机的主要功能	193
5.1.2	ISDN 交换机的结构	194
5.1.3	ISDN 交换机举例	199
5.2	ISDN 用户交换机	208
5.2.1	ISPBX 的接口	208
5.2.2	ISPBX 的基本功能	209
5.2.3	ISPBX 举例	210
5.3	一类网络终端	211
5.3.1	基本功能	212
5.3.2	实施示例	213
5.4	接入单元	214
5.4.1	工作过程	214
5.4.2	功能特性	215
5.4.3	实施举例	216
5.5	ISDN 终端设备	218

5.5.1	ISDN 终端的分类与特点	218
5.5.2	ISDN 终端的基本功能	220
5.5.3	ISDN 终端设备举例	222
5.5.4	ISDN 终端适配器	228

第六章 ISDN 的应用

6.1	ISDN 在语音方面的应用	232
6.1.1	同声广播	232
6.1.2	高质量语音广播	233
6.1.3	会议电话	233
6.2	ISDN 在局域网的应用	234
6.2.1	远端工作站接入局域网	234
6.2.2	局域网的扩展与互连	236
6.3	ISDN 在屏幕共享中的应用	237
6.3.1	多个用户的屏幕共享	237
6.3.2	工作站与远端局域网的屏幕共享	239
6.4	ISDN 的视频应用	240
6.4.1	桌面系统	240
6.4.2	集中图像管理	242
6.4.3	远端教学	243
6.4.4	医疗	244
6.4.5	移动信息业务	245
6.4.6	多媒体文件存取	245
6.5	基于计算机应用的主叫用户线显示	246
6.6	文件传送	248
6.7	ISDN 在传真及图像监视系统中的应用	249
6.7.1	G3 传真的应用	249
6.7.2	传真机与 PC 的通信	249
6.7.3	G4 传真的应用	251

6.7.4 图像监视系统	252
6.8 打印机共享	253
6.9 销售点的经营和管理(POS)	254
6.10 在家工作	256
6.11 自动读表系统	258
6.12 综合通信系统	258
6.13 ISDN 的消息业务应用	260
6.14 接入帧中继业务	262
6.15 ISDN 的应用文档	264
6.16 北美 ISDN 用户论坛 ISDN 应用清单	268

第七章 ISDN 的测试技术

7.1 三个测试阶段	276
7.2 主要测试方法	277
7.2.1 一致性测试	277
7.2.2 性能测试	282
7.2.3 功能测试	282
7.3 ISDN 的基本测试内容	283
7.3.1 ISDN 物理层的测试	284
7.3.2 ISDN 链路层的测试	286
7.3.3 ISDN 网络层的测试	290
7.3.4 分组型终端接入 ISDN 的测试	294
7.3.5 对 ISDN 终端人一机接口的检测	296
7.4 测试方式	296
7.4.1 协议监视	296
7.4.2 协议的模拟和仿真	297
7.4.3 协议一致性测试的应用	298
7.4.4 互操作性测试	299
7.4.5 应用测试	299

7.4.6	测试软件的编制	300
7.5	测试步骤	302
7.6	测试工具	303
7.6.1	一般要求	303
7.6.2	协议分析仪举例	304

第八章 ISDN 现场试验

8.1	试验目标及试验网建立原则	309
8.2	试验网的规划工作	310
8.2.1	现有网络的评估	310
8.2.2	试验网的规划筹备	311
8.2.3	试验网的配置	311
8.3	现场试验的组织与管理	313
8.4	现场试验的策略	315
8.5	现场试验的评估	316
8.6	ISDN 试验网举例	316
8.6.1	“七五”ISDN 模型网	316
8.6.2	“八五”ISDN 试验网	319

第一章 什么是 ISDN

长期以来人们对综合业务数字网(ISDN)的概念常常含糊不清。ISDN 到底是一种产品? 一种业务? 还是一种标准? 实际上 ISDN 不是产品,但是用户可以通过 ISDN 的产品得到 ISDN 的服务;ISDN 不是一种业务,但是能够为用户提供获得 ISDN 业务的方式;ISDN 也不是一种标准,但是 ISDN 的形成和运用已涉及到了一系列的国际建议,这些国际建议定义了 ISDN 的概念,提供了使 ISDN 运行的完备的技术准则和规范。那么,ISDN 到底是什么呢?

1.1 ISDN 的定义

ISDN 起源于 1972 年,但是直到 1980 年才明确定义。CCITT 对 ISDN 是这样定义的:“ISDN 是以综合数字电话网(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 归纳为以下几点:

- (1) ISDN 是以综合数字电话网(IDN)为基础发展而成的通信网;
- (2) ISDN 支持端到端的数字连接;
- (3) ISDN 支持电话及非话等各种通信业务;

(4) ISDN 提供标准的用户—网络接口,便于各种用户终端接入。

ISDN 是在 IDN 基础上发展而成的。采用数字交换和数字传输的电信网简称为 IDN。在 IDN 中,以数字信号形式和时分复用方式进行通信。数据等数字信号可以直接在数字网中传输,而话音和图像等模拟信号则必须在发送端进行模拟/数字变换之后进行传输,在接收端要进行数字/模拟的反变换后才能完成通信。1962 年美国将 24 路脉冲编码调制系统用于市内电话中继线路。1970 年法国的程控数字电话交换机在拉尼翁地区开始建网运行。1976 年美国在芝加哥开通了程控数字长途电话交换机。我国在 70 年代也开始引入了数字传输和程控交换设备。这些都为 ISDN 的发展打下了基础,综合数字网的通路是基于 64kbit/s 的,而 ISDN 正是使用 64kbit/s 的传输速率,为用户提供端到端的数字连接。

ISDN 与其它网络的最大不同在于它能够提供端到端的数字连接。所谓端到端数字连接,是指从一个用户终端到另一个用户终端之间的传输全部是数字化的,用户线部分也不例外。在传统的电话网中,从用户终端到交换机或用户交换机之间的传输是模拟的,当用户进行数据通信时必须利用调制解调器(Modem)进行数/模变换后才能在用户线上传送,而且在对端还需要通过 Modem 进行信号的反变换。ISDN 改变了传统的电信网模拟用户环路的状态,使全网数字化变为现实,用户可以获得数字化的优异性能。

ISDN 支持范围广泛的各类业务,不仅可以提供话音业务而且可以提供数据、图像和传真等各种非话业务。不仅可以在用户需要通信时提供即时连接,而且还可以提供专线连接。

ISDN 能够提供标准的用户—网络接口,这是 ISDN 最为诱人的特点,也是 ISDN 技术成功的关键所在。它可以通过标准接口将各类不同的终端纳入到 ISDN 网络中,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。

总之,ISDN 是人们依据多年的经验,经过精心设计的一种新的

通信网络。它用一个网络为用户提供诸如话音、数据、图像等各种通信业务,或称综合业务。这些业务包括用户现在正在使用的业务和未来将要使用的业务。在过去,这些业务通常是用一系列网络分别提供的,而 ISDN 能够使用一个网络来实现综合业务。

1.2 为什么要发展 ISDN

ISDN 的发展是与社会经济和文化的发展分不开的。社会经济和文化的发展往往对通信服务提出新的需求,而这种需求又反过来促进生产的发展。许多国家的电信部门和电子工业部门为了适应社会经济发展的需要,也为了其自身的发展,不断开拓新技术和新服务。然而原有的网络往往不能满足使用新技术和提供新服务的需要。解决这一问题的途径,一个是利用原有网络开放新业务,另一个是开发新的网络。前者往往受旧网络体制的制约,使新服务在传输速率和经济性上受到限制。为了克服这种限制,人们不得不建设新的网络。正是这样,一系列新的业务网诞生了,如:传真网、用户电报网、各种速率的电路交换数据网、分组数据网以及各类专用网等。然而多种网络的繁殖给用户和通信经营者带来了不少新的问题。网络多、设备多、接口种类多、规范多等问题对使用与经营管理都带来很多不便,而且从通信发展的总体来看也并不经济。人们开始意识到为某一种业务设立新网络的做法不宜继续下去,应该有长远的、通盘的考虑,建立一个提供多种综合业务的网络,这种网络就是 ISDN。

ISDN 发展的必要性可以归纳为以下几点:

1) 数字型非话业务迅速发展的需要。随着计算机的广泛应用,办公自动化和商业活动信息化的发展,用户对除电话、电报等传统业务以外的非话业务需求,品种日益繁多,业务比重日益增大。这些非话业务,如数据、传真、可视图文、电子信箱等均为数字信号,要求电信网直接提供端到端的数字连接。

2) 各专用网互连的需要。随着经济的快速发展,各企业和公共基础设施的日益分散化,需要有效的通信手段来建立多点之间的远程连接,例如连锁店之间的通信以及多个专用局域网之间的通信。

3) 用户线数字化的需要。数字网已不能满足用户需要,因为用户网没有数字化,数字信号需采用调制解调器将数字信号载荷到模拟信号上,再将模拟信号转换为数字信号,用数字网传输。这种不合理的通信方式,不仅传输速率受到限制($\leq 9600\text{bit/s}$),而且传输效率很低。这在非话业务量不大的情况下是可行的,但在非话业务量所占比重很大时,将会造成很大的浪费。

4) 分别发展各种非话业务专业网是不经济的。由于非话业务种类繁多,有些非话业务的业务量并不大,专业网的电路利用率不高。如果采用专业网,当一个用户有多种非话业务时,该用户不仅必须分别入网,而且不能充分利用占投资比重很大的电话用户线,因而是极不经济的。

5) ISDN 的国际标准和实施技术已经成熟。目前已经具有了广泛的 ISDN 标准化产品可供选择,包括 ISDN 交换机、用户交换机、各类 ISDN 终端、适配器、适配卡以及各种可以在 ISDN 环境下使用的应用软件。

1.3 实现 ISDN 的技术基础

ISDN 的实现是在数字网技术的基础上发展的,数字网的基本技术包括数字传输、数字交换、网同步和共路信令。

(1) 数字传输

数字传输技术可以采用脉冲编码调制(PCM)、差分编码调制(DPCM)、自适应差分编码调制(ADPCM)、增量调制(ΔM)等多种方式。常用的是 8 比特脉冲编码调制。脉冲编码调制是时分多路通信中的一种主要方式。脉码调制包括抽样、量化和编码三个过程。每

隔一定时间从连续变化的话音模拟信号中提取一个瞬时值,从而得到一系列电平幅度不同的脉冲信号,即脉幅调制(PAM)信号,这个过程称为抽样。抽样后,各脉冲调制信号的电平幅度用量化级来衡量。量化级分为有限数目的幅度间隔,在某一级幅度范围内的抽样脉冲都取同一值。这个过程称为量化。经过量化的脉冲幅度只是近似于脉冲调制信号,由此产生的误差,称为量化失真。最后,将量化后的每一脉冲幅度值用一组二进制数字代码表示,这个过程称为编码。国际电报电话咨询委员会(CCITT)建议脉码设备的量化级为 256,因此要用 8 位二进制数字编码($2^8=256$)。在量化和编码时,用来规定各个量化级的相对数值的规律称为编码律。具有压缩扩展特性的折线编码律,较为常用。国际上现有的编码率有 A 律和 μ 律两种,前者采用 13 折线近似,后者采用 15 折线近似。我国选用 A 律。

数字传输系统可以用大规模集成电路实现,使设备小型化,而且经济、可靠。在长距离传输时,可以使用再生中继方法消除噪声的累积作用。

目前数字传输系统有 2Mbit/s、34Mbit/s、140Mbit/s、565Mbit/s、622Mbit/s 和 2488Mbit/s 等。

(2) 数字交换

存储程序控制(SPC)电子交换,简称程控交换。交换系统是根据寻址信息和网控指令进行链路连接或信号导向,以使在电信网中的多对用户间建立信号通路的系统。具有业务—交换逻辑固定配合的交换设备,以节点的形式与邻接的传输链路可以构成各种拓扑结构的通信网,以适应不同业务类别和流量分布的需要,并随网络容量的扩大和技术的进步而不断演化。交换系统的功能发展到业务—交换逻辑分开,且具有可编程组合的模块结构时,即可用以构成智能化的网络,以适应多种非预定新业务不断发展的需要。

数字交换系统由硬件和软件共同组成。硬件包括处理机系统即控制系统、话路系统、输入输出系统即计算机外围系统等。软件包括程序和数据,程序分为应用程序和操作系统程序两大部分,数据包括