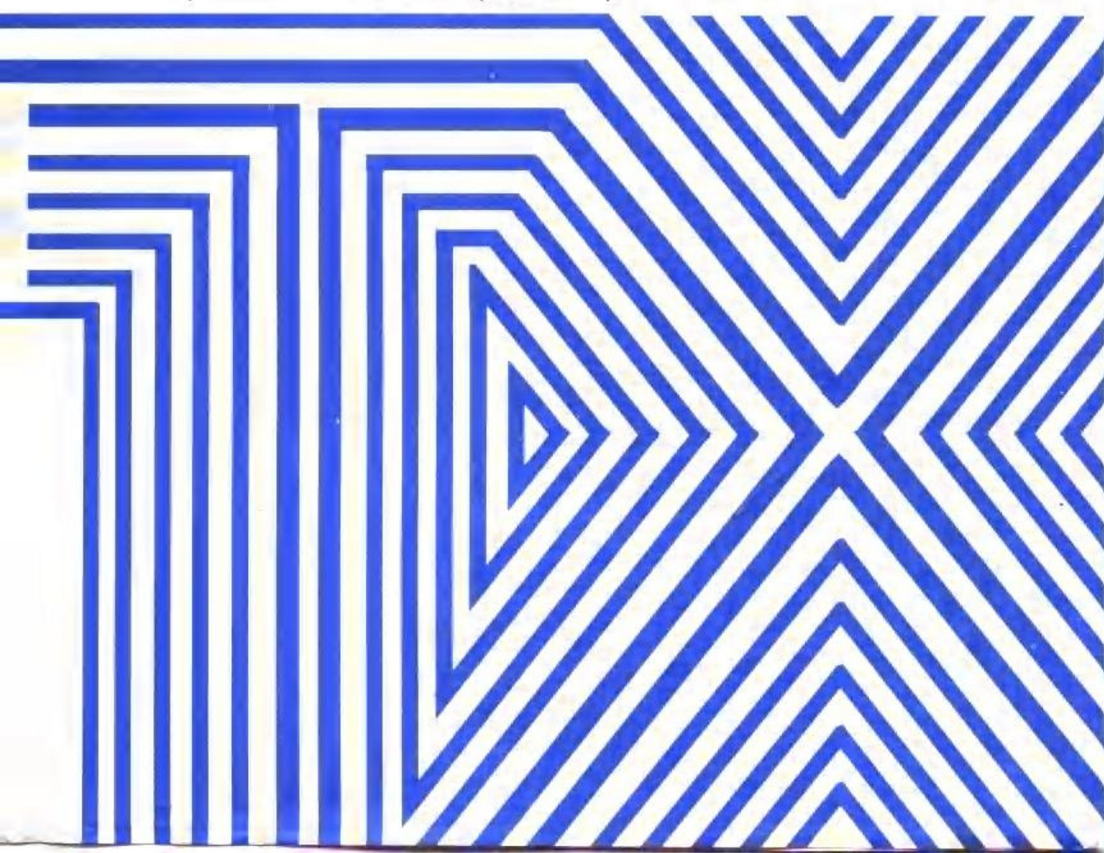


程时端 编著
中国通信学会主编

人民邮电出版社

数字网 综合业务

通信工程丛书



通信工程丛书

综合业务数字网

程时端 编著

JS66/18

中国通信学会主编·人民邮电出版社出版

内 容 提 要

本书是通信工程丛书之一,它以通俗的语言、丰富的图表,介绍了综合业务数字网的发展原委、基本概念,重点介绍了综合业务数字网原理和工程实用技术,并使读者了解有关的最新国际标准。

本书共八章,其中一~三章是基础部分,介绍 ISDN 的基本概念、技术基础和业务;四~七章详述窄带 ISDN 技术,包括结构、协议、终端设备及交换机;第八章介绍宽带 ISDN 的理论及技术。

通信工程丛书

综合业务数字网

◆ 编 著 程时端

责任编辑 王若珏

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:850×1168 1/32

印张:14.75

字数:389 千字

1993 年 10 月第 1 版

印数:16 001 - 19 000 册

1999 年 9 月北京第 5 次印刷

ISBN 7-115-05000-7/TN·656

定价:20.00 元

丛 书 前 言

为了帮助我国通信工程技术人员有系统地掌握有关专业的基础理论知识,提高解决专业科技问题、做好实际工作的能力。了解通信技术的新知识和发展趋势,以便为加快我国通信建设、实现通信现代化作出应有的贡献,我会与人民邮电出版社协作,组织编写这套“通信工程丛书”,陆续出版。

这套丛书的主要读者对象是工作不久的大专院校通信学科各专业毕业生、各通信部门的助理工程师、工程师和其他通信工程技术人员。希望能够有助于他们较快地实际达到通信各专业工程师所应有的理论水平和技术水平。

这套丛书的特点是力求具有理论性、实用性、系统性和方向性。丛书内容从我国实际出发,密切结合当前通信科技工作和未来发展的需要,阐述通信各专业工程师应当掌握的专业知识,包括有关的系统、体制、技术标准、规格、指标、要求,以及技术更新等方面。力求做到资料比较丰富完备,深浅适宜,条理清楚,对专业技术发展有一定的预见性。这套丛书不同于高深专著或一般教材,不仅介绍有关的物理概念和基本原理,而且着重于引导读者把这些概念和原理应用于实际;论证简明扼要,避免繁琐的数学推导。

对于支持编辑出版这套丛书的各个通信部门和专家们,我们表示衷心感谢。殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,使这套丛书日臻完善。

中国通信学会

前 言

综合业务数字网(ISDN)产生于 80 年代初期,它的基本特点是利用单一的通信网络实现包括话音、文字、数据、图像在内的综合业务。ISDN 对于提高通信网的效率,满足社会对通信业务日益增长的需求具有十分重要的意义。人们普遍认为,ISDN 将成为下一世纪的全球通信网络。目前窄带(基于 64kbit/s)ISDN 已进入实用化阶段,很多发达国家已经开通了商用 ISDN。宽带 ISDN 仍是国际上通信研究的热点。我国对 ISDN 的研究十分重视,预计在八五期间将建立试验网络。

作者 80 年代中期在国外参加 ISDN 的研究开发工作,1987 年回国以来,一直从事 ISDN 的教学和科研。目睹有关书籍资料的贫乏,早有心愿写一本书,把 ISDN 的原理和技术介绍给国内读者。在人民邮电出版社的支持下,自 1988 年冬开始,断断续续写成了这本书。在写作过程中,作者不断收到有关 ISDN 的最新资料和信息,看到 CCITT 越来越详尽的建议,使本书的内容逐渐充实。特别是近一、二年来宽带 ISDN 取得了突破性的进展,这使作者决定加大宽带 ISDN 在本书中的比重,希望本书在出版时仍不失其先进性和及时性。

本书共分八章。第一至第三章是关于 ISDN 的基本概念、技术基础和业务;第四至第七章是关于窄带 ISDN 的结构、协议、终端设备和交换机;最后一章是宽带 ISDN 的理论及技术。正文之后有一个附录,其中收集了 CCITT 关于 ISDN 的术语词汇解释。在本书中,作者力图以通俗的文字和生动的图表向读者介绍 ISDN 的基本理论;解释枯燥难懂的 CCITT 建议;并使读者对 ISDN 的实用技术有比较系统深入的了解。但是,ISDN 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,还望读者给

以指正。

在撰写本书过程中,自始至终得到人民邮电出版社有关同志的鼓励与帮助,在此表示感谢。

作 者

一九九三年三月于北京

目 录

第一章 ISDN 的基本概念	1
1.1 ISDN 的由来	1
1.2 ISDN 的基本特性	4
1.2.1 端到端的数字连接	5
1.2.2 综合的业务	6
1.2.3 标准的入网接口	9
1.3 ISDN 的优越性	12
1.3.1 ISDN 给用户带来的好处	12
1.3.2 ISDN 给管理部门带来的好处	13
1.3.3 ISDN 给制造商带来的好处	13
1.4 向 ISDN 的过渡	14
1.5 ISDN 的国际标准	15
1.5.1 标准化的进程	15
1.5.2 CCITT 的 I 系列建议	17
第二章 ISDN 的技术基础	22
2.1 数字通信技术	22
2.1.1 信号的数字化	23
2.1.2 数字传输	24
2.1.3 数字交换	28
2.1.4 综合数字网	30
2.2 公共信道信令技术	31
2.2.1 交换机之间的信令	31
2.2.2 用户—网络信令	33
2.2.3 信令连接	34

2.3 开放系统互连技术.....	34
2.3.1 OSI 参考模型	35
2.3.2 开放系统相互通信的过程	38
2.3.3 OSI 名词术语	42
第三章 ISDN 业务	43
3.1 承载业务.....	45
3.1.1 承载业务的定义.....	45
3.1.2 承载业务的特征及特征值.....	46
3.1.3 CCITT 建议提供的承载业务	51
3.1.4 基本的承载业务及其特点.....	58
3.2 用户终端业务.....	60
3.2.1 用户终端业务的定义.....	60
3.2.2 用户终端业务的特征及特征值.....	61
3.2.3 CCITT 建议提供的用户终端业务	63
3.3 附加业务.....	64
3.3.1 附加业务的定义和描述方法.....	64
3.3.2 CCITT 建议提供的附加业务	65
第四章 ISDN 的结构	72
4.1 ISDN 的网络结构	73
4.1.1 ISDN 网络的结构模型	73
4.1.2 ISDN 的网络能力	75
4.1.3 ISDN 网络的功能分配	78
4.2 ISDN 用户—网络接口	82
4.2.1 对用户—网络接口的要求.....	82
4.2.2 功能群和参考点.....	83
4.2.3 接入配置.....	87
4.2.4 信道结构.....	91
4.2.5 接口结构.....	92
4.2.6 速率适配和信道复用.....	94

4.2.7 数字用户环路	100
4.3 ISDN 的寻址和编号	109
4.3.1 ISDN 的地址结构	110
4.3.2 ISDN 的寻址	112
4.3.3 ISDN 和其它网编号的互通	114
4.4 ISDN 和其它网络的互通	118
4.4.1 ISDN 和公用电话交换网(PSTN)的互通	120
4.4.2 ISDN 和电路交换公用数据网(CSPDN)的互通	123
4.4.3 ISDN 和分组交换公用数据网(PSPDN)的互通	124
4.4.4 ISDN 之间的互通	127
第五章 ISDN 协议	130
5.1 ISDN 协议的结构模型	130
5.2 用户—网络接口协议	134
5.2.1 物理层协议 I.430/I.431	136
5.2.2 数据链路层协议 LAP—D(I.440/I.441)	159
5.2.3 第 3 层呼叫控制协议(I.450/I.451)	180
5.2.4 分组呼叫控制协议 I.462(X.31)	195
5.3 ISDN 网络协议——No.7 信令系统	201
5.3.1 No.7 信令系统的总体结构	202
5.3.2 消息传送部分 MTP	206
5.3.3 信令连接控制部分 SCCP	215
5.3.4 ISDN 用户部分 ISUP	217
第六章 ISDN 终端	230
6.1 终端设备和用户终端业务	230
6.2 ISDN 电话终端	232
6.2.1 ISDN 电话终端的特点	232
6.2.2 ISDN 电话业务	233
6.2.3 ISDN 电话终端的结构	234
6.3 ISDN 传真终端	236

6.3.1	传真机的分类	237
6.3.2	ISDN 传真终端的结构	239
6.3.3	传真信号的压缩技术	240
6.4	智能用户电报(Teletex)终端	249
6.4.1	Teletex 终端的特点	249
6.4.2	Teletex 字符集	251
6.4.3	Teletex 终端结构	252
6.5	传真和 Teletex 混合方式终端	253
6.6	ISDN 图像终端	255
6.7	多功能终端	256
6.8	终端适配器	257
第七章	ISDN 交换机	260
7.1	ISDN 交换机的新功能	260
7.2	几种典型的 ISDN 交换机	267
7.2.1	系统 12	267
7.2.2	EWSD	273
7.2.3	NEAX61	277
第八章	宽带 ISDN	281
8.1	宽带 ISDN 的产生	281
8.2	宽带 ISDN 业务	283
8.2.1	宽带 ISDN 业务的分类	283
8.2.2	宽带 ISDN 业务与网络相关的特性	288
8.3	宽带 ISDN 的信息传送方式——ATM	294
8.3.1	宽带 ISDN 对信息传送方式的要求	294
8.3.2	可能的传送方式	298
8.3.3	ATM 的基本原理	305
8.4	CCITT 关于宽带 ISDN 的建议	312
8.4.1	概况	312
8.4.2	B-ISDN 的协议参考模型	313

8.4.3	ATM 层规范	317
8.4.4	物理层规范	328
8.4.5	ATM 自适应层规范	340
8.5	宽带 ATM 交换	362
8.5.1	ATM 交换的基本原理	362
8.5.2	对 ATM 交换的要求	364
8.5.3	基本交换单元	365
8.5.4	ATM 交换机构	381
8.6	向宽带 ISDN 过渡	400
8.6.1	宽带网的组成	400
8.6.2	宽带交换机	401
8.6.3	从现有通信网向宽带 ISDN 过渡	404
8.6.4	国外的宽带 ISDN 试验	413
附录一	ISDN 术语词汇	422
附录二	宽带 ISDN 术语词汇	437
	本书英文缩写词索引	450
	参考文献	458

第一章 ISDN 的基本概念

1.1 ISDN 的由来

直到 70 年代中期,电信业务一直局限于话音和书写形式的通信,即电话和电报通信。这两种通信业务利用不同的传输和交换方式,在不同的网络中进行。近十几年来,由于社会对信息处理的需求迅速增长,出现了很多新型的电信业务,这些新型业务可统称为远程信息业务(telematic services)。远程信息业务是指包括声音、图像、文字、数据在内的各种信息的传递及处理业务。最初,为了满足某些新业务的要求,人们借助于调制解调器,在电话网中用话音频带传送数据。然而,随着远程信息业务的继续增长和变化,新的应用层出不穷,用户也不断扩大,人们发现有必要建立新的专门网络来满足这些非话音业务的需求,于是出现了公众的电路交换和分组交换数据通信网络。当今世界上的电信网络就处在这样一种状况:各种不同的公众网同时并存,分别用来提供不同的业务(见图 1-1),例如电话网提供话音业务,用户电报网提供文字通信业务,电路交换和分组交换数据通信网络用来传送数据等等。除此之外,目前还存在单独的电视网,使用超高频的地面或卫星链路以及电缆,提供广播电视和广播式可视图文业务。

由图 1-1 可以看出,目前的每一种通信网都是为某种专门的业务而设计的,它们的传输速率和特性各不相同。虽然某些数据通信业务在几个不同的网络中同时存在,但不同网络中的数据终端是互不

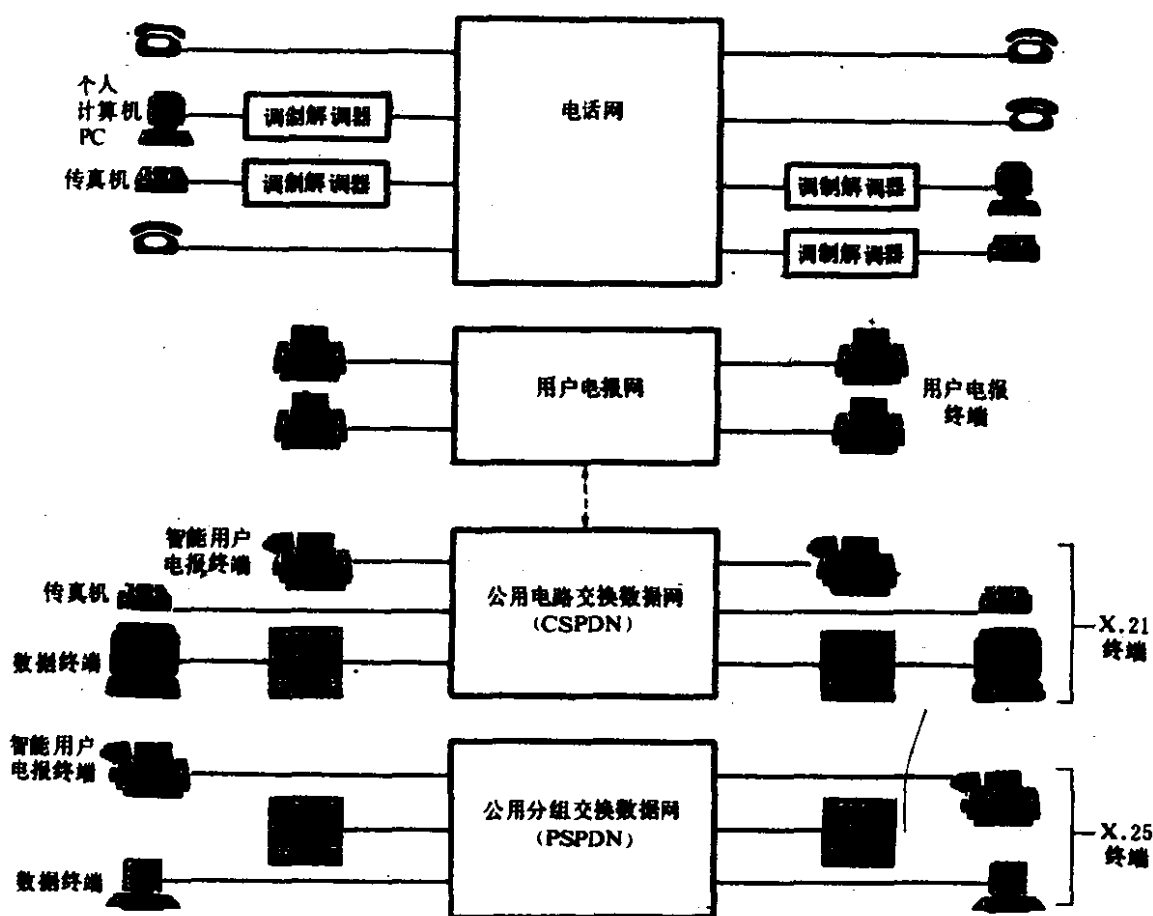


图 1-1 目前的通信网络

兼容的，它们之间的互通只有通过网间的特殊信关(gateway)设备来实现。这些信关设备提供了不同传输形式之间的转换。

这种用许多专门的网络来提供不同电信业务的方式，无论对于用户还是对于运行管理部门来说，都存在很多缺点。

首先，从用户的角度来看：

(1) 经济性差：每一个网络都需要专门的物理连接和专门的终端，这是很不经济的。网络越小，每个连接的成本就越高。由于终端的互不兼容性，使其不能形成大批量生产，因而价格比较昂贵。

(2) 效率低：网络之间频繁的通信使得网络提供业务的能力降

低。

(3) 使用不便: 每一个网络都有不同的接入过程, 需要不同的用户—网络接口, 具有不同的寻址过程和单独的号码簿, 这使用户感到很不方便, 经常会产生错误的操作。

(4) 和管理部门的关系复杂: 每个网络都有单独的运行管理部门, 这意味着用户要和很多个维护管理部门打交道(例如申请业务、交费、请求维修等), 这也会给用户带来麻烦。

其次, 从运行管理的角度来看:

大量的网络和不同的硬件使维护运行费用大大增加。运行部门必须有大量的雇员, 他们必须熟悉不同的操作过程和规则。这不利于形成高效率、低成本的运行管理, 也妨碍了新业务的迅速引入。

为了克服上述缺点, 必须从根本上改变网络之间的隔离状况, 用一个单一的网络来提供各种不同类型的业务, 实现完全的开放系统互连和通信(见图 1-2)。这就是说, 各种终端不论其传输特性多么不同(如速率不同, 信号格式不同, 采用的通信协议不同等等), 也不管它们是模拟设备还是数字设备, 只要它们处理的信息是兼容的(即互懂的), 就可以通过这个单一的网络进行通信。至于传输特性的差异, 是由一些终端适配器来进行协调和转换而加以克服的。这个单一的网络, 就叫做综合业务数字网 ISDN(Integrated Services Digital Network)。

1970 年当世界上第一台时分数字程控交换机问世的时候, 它的设计者就已经预言: 数字交换和数字传输的结合必将产生一个通用的信息传送网络。20 年过去了, 这个预言已经成为现实。ISDN 已经在数字电话网的基础上脱颖而出, 在世界上很多国家以崭新的面貌运行。ISDN 不仅以迅速、准确、经济、可靠的方式提供目前各种通信网络中现有的业务, 而且将通信和数据处理结合起来, 开创了很多前所未有的新业务, 展现了强大的生命力。ISDN 已被公认为通信网的发展方向, 它最终将成为一种全球性的通信网络。ISDN 的出现对于当今世界上每个国家的政治、经济、文化以及人们的生活都将产生深

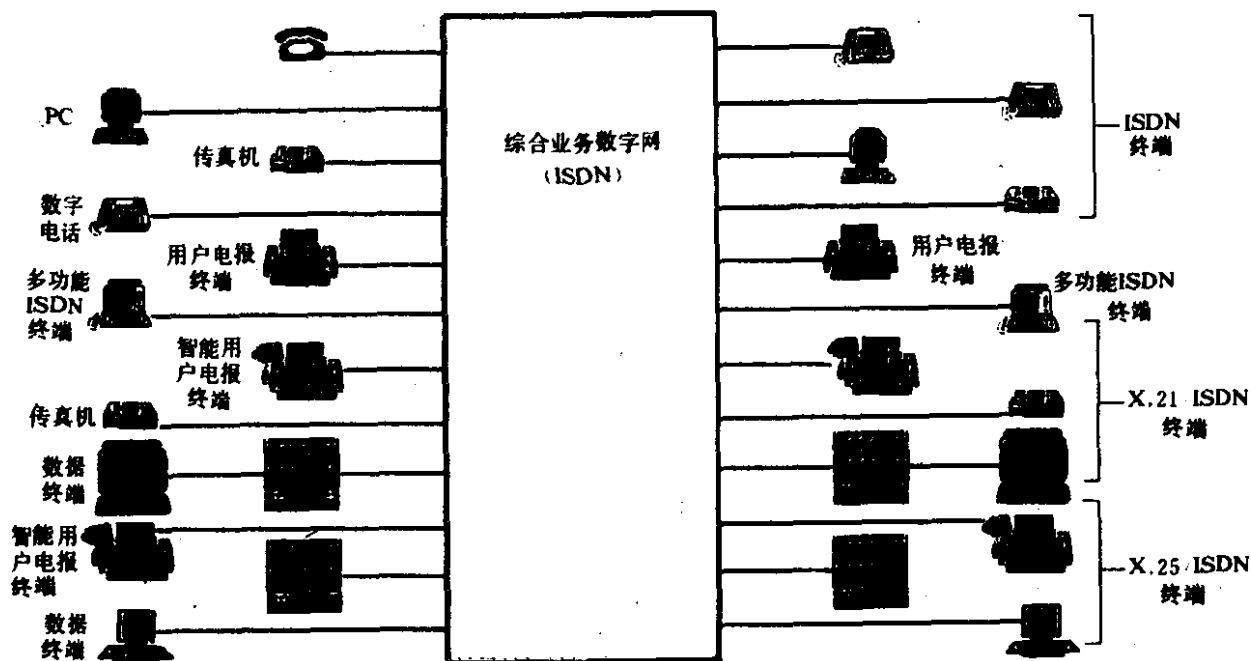


图 1-2 ISDN 提供的开放系统通信

远的影响。

图 1-2 中的 ISDN, 还只是一幅美妙的图画, 要把这幅图画变成现实, 必须解决一系列的问题, 例如: ISDN 究竟是怎样一种网络, 它有哪些特性, 能够提供些什么业务, 以怎样的方式向用户提供这些业务? ISDN 是怎样构成的? ISDN 用户怎样连接到网络? ISDN 的传输和交换采用什么技术? ISDN 采用什么信令系统, 它的通信按照什么协议进行? ISDN 用户将使用怎样的终端设备? ISDN 的现状和将来的发展方向如何? 等等。本书的以下章节将对这些问题作出简要的回答。

1.2 ISDN 的基本特性

ISDN 究竟是什么? 在 70 年代末和 80 年代初, 人们有各种各样

的设想。到了 80 年代中期,经过大量的探索、研究和开发,各种看法逐渐趋于一致。目前虽然不同的组织和个人仍对 ISDN 有不同的解释,但对 ISDN 的定义和基本特性已没有原则的分歧了。1984 年 CCITT(国际电话电报咨询委员会)制定了一整套关于 ISDN 的建议,编为 I 系列建议,纳入红皮书。在 I 系列建议的开头,有一段对于 ISDN 特性的精辟描述,现在人们通常将这段文字作为 ISDN 的定义:

ISDN 是这样一种网络,它由电话综合数字网(IDN)演变而成,提供端到端的数字连接,以支持一系列广泛的业务(包括话音和非话业务),它为用户进网提供一组有限的标准多用途用户—网络接口。

从这个定义可以看出,ISDN 有三个基本特性:

1.2.1 端到端的数字连接

ISDN 是一个数字网络。在这个网络中,一切信号都以数字形式进行传输和交换。这就是说,不论原始信号是语言、文字、数据还是图像,都先在终端设备中转换成数字信号,然后通过数字信道将信号送到 ISDN 网络,由网络负责将这些数字信号传递到通信另一方的终端设备。

数字通信并不是什么新鲜的概念,现有的几种主要通信网都不同程度地采用了数字通信技术。因此 ISDN 的产生并不是通信技术的革命,而只是原有通信技术的综合运用和发展,将新的思想注入传统的通信网,使其具有新的生命力。根据 CCITT 的建议,ISDN 可以由电话综合数字网(IDN—Integrated Digital Network)演变而成。这个建议是出于两方面的考虑:首先,电话网是目前世界各国发展最快的一种网络,最为普及,它可以成为新型的全球通信网的基础;其次,电话综合数字网采用了数字传输和数字交换技术,可以方便地扩展为完全的数字网络,进而提供综合业务。目前世界各国的 ISDN 都是在电话综合数字网的基础上发展起来的。

电话综合数字网是由程控数字交换机和交换机之间的数字中继

线组成的电话通信网。它将数字传输和数字交换技术综合起来,实现了网络内部的数字化,但是在用户入网接口上仍然采用模拟传输,即用户线上传送的是模拟话音信号。因此从电话 IDN 向 ISDN 过渡的第一件重要工作就是实现用户线的数字化,以提供端到端的数字连接。只有这样,才能使电话 IDN 从提供单一电话通信业务的网络演变为提供综合业务的网络。显然,当电话 IDN 变成 ISDN 之后,话音信号的模数变换必须在电话机内完成。

1.2.2 综合的业务

由于 ISDN 实现了端到端的数字连接,它能够支持包括话音、数据、文字、图像在内的各种综合业务。从理论上说,任何形式的原始信号,只要能够转变成数字信号,都可以利用 ISDN 来进行传送和交换,实现用户之间的通信。ISDN 的业务不仅覆盖了现有各种通信网的全部业务,而且包括了多种多样的新型业务。要想列出 ISDN 所能支持的全部业务几乎是不可能的。表 1-1 给出了几种典型业务的例子。表中大部分业务的信号速率不超过 64kbit/s,称为窄带 ISDN 业务,在 ISDN 发展的初期就可以提供。有一些需要高速传输的业务可以在将来的宽带 ISDN 中实现。

图 1-3 表示一些主要业务的速率范围。

表 1-1 中的业务很多是传统的通信业务,也有一些是 ISDN 新开创的业务。这里仅列举几种重要的非话业务:

(1) 传真(Facsimile)

传真可以传输和再现图片和手写或打印文件。这种业务已经开展多年了,但一直没有标准,而且受到模拟电话网传输速率的限制。在 ISDN 中,数字传真有了标准(4 类传真),这种业务可以在几秒钟内传一张 A₄ 规格的图片(传输速率 64kbit/s)。

(2) 智能用户电报(Teletex)

智能用户电报实现用户之间的信件交换。专门的通信终端被用