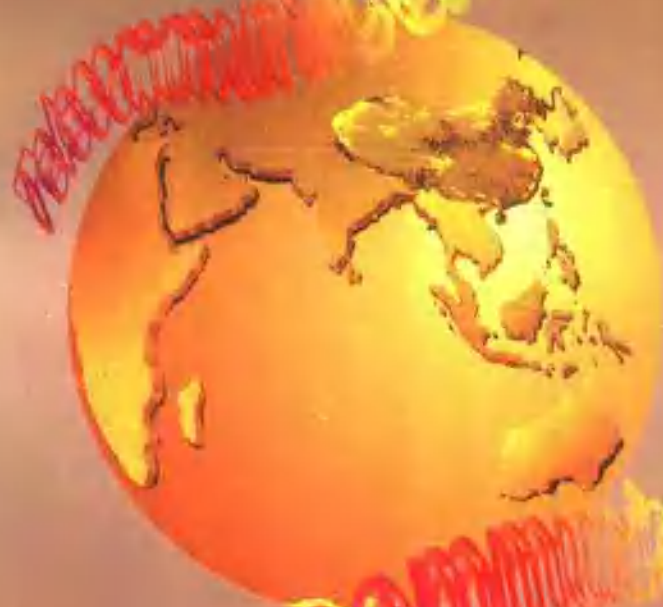


电信职工培训丛书

数字数据网(DDN)

黄锡伟 胡建彰 编著
宋建新 卢官明



人民邮电出版社

电信职工培训丛书

数字数据网(DDN)

黄锡伟 胡建彰 编著
宋建新 卢官明

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

数字数据网(DDN)/黄锡伟等编著. —北京:人民邮电出版社,1997.10
(电信职工培训丛书)

ISBN 7-115-06641-8

I. 数… I. 黄… III. 数据通信—通信网—技术培训—学习参考资料 IV.
TN919.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 18771 号

内容提要

本书全面介绍了数字数据网(DDN)的技术。主要包括 DDN 的基本概念;DDN 的传输系统及交叉连接设备;DDN 的时分复用、同步及网管技术;DDN 提供的各类业务及用户入网;DDN 与其它网络的互联;最后对 DDN 设备也做了重点介绍。

本书可作为有关通信专业的培训教材,也可供从事通信专业的工程技术人员及大专院校师生阅读参考。

电信职工培训丛书

数字数据网(DDN)

◆ 编 著 黄锡伟 胡建彰 宋建新 卢官明
责任编辑 梁凝

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街 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:4.5
字数:111千字 1997年12月第1版
印数:1 5 000册 1997年12月北京第1次印刷

ISBN7-115-06641-8/TN·1242

定价:8.00 元

丛 书 前 言

当今世界通信技术已成为发展最活跃的科技领域之一。今后十年是我国建设社会主义现代化邮电通信网的十分重要的时期。实现邮电通信现代化,一是要依靠科技进步,二是要提高职工素质。现代通信的发展对职工素质和技能的要求越来越高。邮电职工一旦掌握了新的科技知识,其自身的素质和技能就会发生根本性的变化,劳动操作能力必将大大提高。为此,我社组织编写这套“电信职工培训丛书”,陆续出版。

这套丛书紧密结合电信部门的实际,重点介绍近些年来迅速出现、发展起来的新技术、新设备。丛书的特点是结合通信引进、应用、推广和创新的实际,突出实用性,深浅适宜,条理清楚。丛书的主要读者对象是各通信部门的工程技术人员,也可作为相关院校通信专业教学参考用书。

殷切希望广大读者和各有关方面提出宝贵的意见和建议,以便这套丛书日臻完善。

人民邮电出版社

前 言

随着我国改革开放的不断深入,经济迅猛发展,通信的信息量骤增,各行各业对邮电通信提出了更高的要求。大量的统计资料表明,在电信业务中,长话、市话量增长最快,而电报、传真、用户电报、数据通信等非话业务也得到较大的发展;特别是分组交换、VSAT、可视图文、电子数据交换(EDI)、会议电视、电子信箱(E-mail)等一批新业务的涌现,使我国的非话业务向多元化方向发展。

但是以 X.25 为基础的分组交换网难以满足日益增长的计算机之间或计算机与终端之间的通信,以及人们希望进行话音、图形、图像和视频的多媒体通信的要求。于是人们提出了两种解决方案:其一是建立综合业务数字网(ISDN),它能为交换型用户提供高速、综合业务传输;另一个是为点对点或点对多点用户提供高速、半永久性的综合传输业务的电信网络,这就是数字数据网。

在我国,DDN 技术虽然引入时间不长,但已显示出较好的发展势头。各省市自治区都已经建立或正在规划发展 DDN。以上海为例:上海已开通 DDN-A、DDN-B 两个 DDN,DDN-A 共有 43 个节点,1 个网管中心,并设有国际出口局。全国性 DDN 骨干网已建成,重要省份 DDN 已经连接到省辖市重点地区,许多省份正在进行 DDN 二次扩容,将 DDN 延伸到县级市,随着 DDN 的高速智能化,其应用将会更加普及。在此形势下,我们编写了本书,目的是向广大电信职工介绍 DDN 网方面的知识,推动我国 DDN 网的发展。

本书共分 10 章。第一章给出 DDN 基本原理,介绍 DDN 的定义及其网络结构;第二、三章为数字数据网的基础知识——PCM 基本

原理和数字数据传输系统的基本原理；第四章介绍 DDN 网关键设备——数字交叉连接设备；第五、六章分别讲述 DDN 中时分复用、同步及网管等基本技术；第七、八章说明 DDN 提供的各类业务、用户入网以及我国 DDN 体制所采用的计费方法；第九章给出我国三级网络的示例、DDN 与其他网的互联以及 DDN 设备序列的要求；最后一章介绍了在我国 DDN 网中用到的几种节点设备，以使读者对 DDN 有较全面的了解。

作 者

目 录

第一章 数字数据网基本概念	1
1.1 数字数据网特点	2
1.2 数字数据网网络结构	2
第二章 PCM 基本原理	9
2.1 PCM 基本概念	10
2.2 E1/T1 帧结构	13
2.3 数字复接	17
2.4 传输码型	19
第三章 数字数据传输系统	21
第四章 数字交叉连接设备	25
4.1 电话交换的基本概念	25
4.2 数字交叉连接系统基本概念	28
4.3 DCS 在数据通信中的应用	29
第五章 数字数据网中时分复用技术	32
5.1 2.048Mbit/s 数字通道上的复用	32
5.2 64kbit/s 数字通道上的复用	36
第六章 数字数据网中同步与网管技术	47
6.1 网络同步	47
6.2 网络管理和控制	51
第七章 网络业务及网络服务质量	57
7.1 网络业务类别	57
7.2 用户入网速率	62

7.3 网络服务质量	63
第八章 用户入网及计费方式	67
8.1 用户入网方式	67
8.2 DDN 计费方式	69
第九章 我国 DDN 网络结构及网间互联	70
9.1 我国 DDN 网络结构	70
9.2 DDN 与其它网络互联	75
第十章 DDN 设备	77
10.1 DDN 设备系列及基本入网要求	77
10.2 新桥 3600mainstreet 系列	80
10.3 DSC CP 3000/CP4000 节点机	99
10.4 AT&T 数字交叉连接设备	107

第一章 数字数据网基本概念

数字数据网(Digital Data Network, 以下称 DDN)是利用数字信道传输数据信号的数据传输网, 它的传输媒介有光缆、数字微波、卫星信道以及用户端可用的普通电缆和双绞线。利用数字信道传输数据信号与传统的模拟信道相比, 具有传输质量高、速度快、带宽利用率高等一系列优点。DDN 向用户提供的是半永久性的数字连接, 沿途不进行复杂的软件处理, 因此延时较短, 避免了分组网中传输时延大且不固定的缺点; DDN 采用交叉连接装置, 可根据用户需要, 在约定的时间内接通所需带宽的线路, 信道容量的分配和接续在计算机控制下进行, 具有极大的灵活性, 使用户可以开通种类繁多的信息业务, 传输任何合适的信息。DDN 将数字通信技术、计算机技术、光纤通信技术以及数字交叉连接技术有机地结合在一起, 提供了高速度、高质量的通信环境。

我们从以下 5 个方面去定义数字数据网:

1. 数字数据网(DDN)是利用数字通道提供半永久性连接电路, 以传输数据信号为主的数字传输网络;

2. DDN 由数字通道、DDN 节点、网管控制和用户环路组成;

3. DDN 从地域上可划分为一级干线网(又称省间干线网)、二级干线网(又称省内干线网), 在 DDN 业务发达的城市可以建立本地网;

4. 一级干线网上提供与其他国家或地区网之间的互联接口;

5. DDN 网络实行分级管理, 在北京设置全国网管中心, 在各省、自治区和直辖市设置省内网管中心, 必要时也可设置本地网管中心。

1.1 数字数据网特点

根据定义 1., 我们可以知道 DDN 网具有下列三条优点:

(1) DDN 是同步数据传输网, 不具备交换功能。但可根据与用户所订协议, 定时接通所需路由(这便是半永久性连接概念, 在第四章数字交叉连接设备中还将讨论这个概念)。

(2) 传输速率高, 网络时延小。由于 DDN 采用了同步转移模式的数字时分复用技术, 用户数据信息根据事先约定的协议, 在固定的时隙以预先设定的通道带宽和速率, 顺序传输, 这样只需按时隙识别通道就可以准确地将数据信息送到目的终端。由于信息是顺序到达目的终端, 免去了目的终端对信息的重组, 因此, 减小了时延。目前 DDN 可达到的最高传输速率为 150Mbit/s, 平均时延 $\leq 450\mu\text{s}$ 。

(3) DDN 为全透明网。DDN 是任何规程都可以支持, 不受约束的全透明网, 可支持网络层以及其上的任何协议, 从而可满足数据、图像、声音等多种业务的需要。

1.2 数字数据网网络结构

在 DDN 的四个组成部分数字通道、DDN 节点、网管控制和用户环路中, 我们首先讨论 DDN 节点, 这是整个网络的基础, 其它三部分在后续章节中讨论。

1. 节点类型

在新的“中国 DDN 技术体制”中将 DDN 节点分成 2 兆节点、接入节点和用户节点三种类型。

(1) 2 兆节点

2 兆节点是 DDN 网络的骨干节点, 执行网络业务的转换功能。

其主要功能有：

- ① 2048kbit/s 数字通道的接口；
- ② 2048kbit/s 数字通道的交叉连接；
- ③ $N \times 64\text{kbit/s}$ ($N=1\sim 31$) 复用和交叉连接；
- ④ 帧中继业务的转接功能。

2 兆节点主要提供 2048kbit/s (E1) 接口；对 $N \times 64\text{kbit/s}$ 电路进行复用和交叉连接，起到收集来自不同方向的 $N \times 64\text{kbit/s}$ 电路，并把它归并到适当方向的 E1 (E1 即 2048kbit 信道，在第二章讲述) 输出的作用；或者直接对 E1 进行交叉连接。

(2) 接入节点

接入节点主要为 DDN 各类业务提供接入功能，主要有：

- ① $N \times 64\text{kbit/s}$ 、2048kbit/s 数字通道的接口；
- ② $N \times 64\text{kbit/s}$ ($N=1\sim 31$) 的复用；
- ③ 小于 64kbit/s 子速率复用和交叉连接；
- ④ 帧中继业务用户接入和本地帧中继功能；
- ⑤ 压缩话音/G3 传真用户入网。

(3) 用户节点

用户节点主要为 DDN 用户入网提供接口并进行必要的协议转换。它包括小容量时分复用设备；LAN 通过帧中继互联的网桥/路由器等。用户节点可以设置在用户处，小容量时分复用设备可包括压缩话音/G3 传真用户接口。

在实际组建各级网络时，可以根据网络规模、业务量等具体情况，酌情变动上述节点类型的划分。例如，把 2 兆节点和接入节点归并为一类节点，或者把接入节点和用户节点归并为一类节点，以满足具体情况下的需要。

(4) 节点的复用和交叉连接功能

如图 1.1 所示，图中(a)为复用，(b)为复用/交叉连接功能示意图。参加复用的电路简称支路，复用后的电路简称合路。DDN 上可存在有两级复用：一级是子速率复用，其支路速率为 2.4~48kbit/s，合

路速率为 64 kbit/s ; 二级是 $N \times 64\text{ kbit/s}$ ($N=1 \sim 31$) 复用, 其支路速率为 $N \times 64\text{ kbit/s}$, 合路速率为 2048 kbit/s 。交叉连接功能是指在节点内部对相同速率的支路(或合路)通过交叉连接矩阵接通的功能。用户节点可以只具有复用功能, 接入节点和 2 兆节点应具有复用和交叉连接功能。

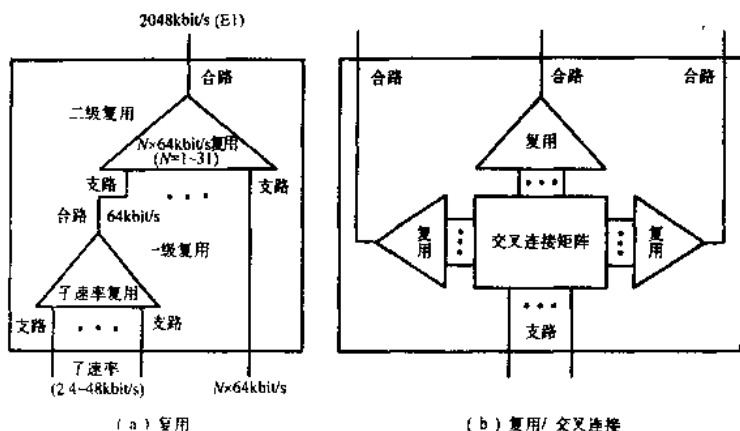


图 1.1 DDN 节点的复用和交叉连接功能示意图

2. 三级网络结构

DDN 的网络结构按网络的组建、运营、管理和维护的责任地理区域, 可分为一级干线网、二级干线网和本地网三级(如图 1.2 所示)。各级网络应根据其网络规模、网络和业务组织的需要, 参照前面介绍的 DDN 节点类型, 选用适当类型的节点, 组建多功能层次的网络。即可由 2 兆节点组成核心层, 主要完成转接功能; 由接入节点组成接入层, 主要完成各类业务接入; 由用户节点组成用户层, 完成用户入网接口。

(1) 一级干线网

一级干线网由设置在各省、自治区和直辖市的节点组成, 它提供省间的长途 DDN 业务。一级干线节点设置在省会城市, 根据网络组织和业务量的要求, 一级干线网节点可与省内多个城市或地区的节

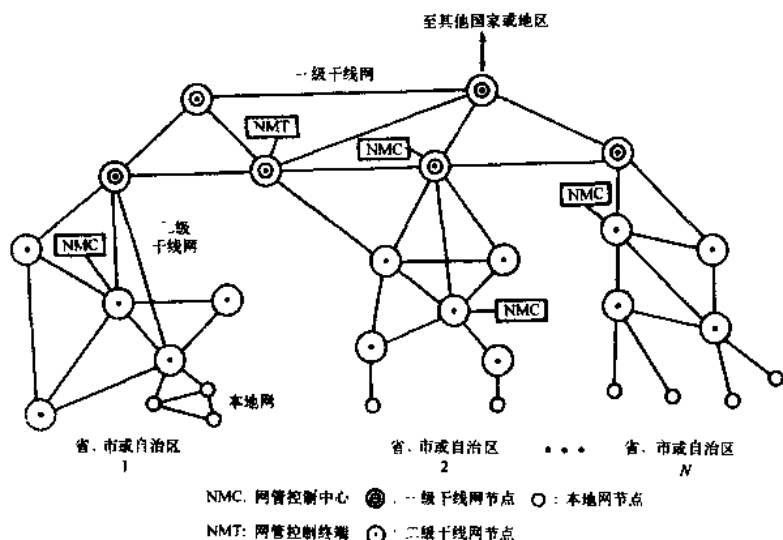


图 1.2 网络结构的划分

点互联。

在一级干线网上,根据国际电路的组织 and 业务要求考虑设置国际出入口节点,负责对其他国家或地区之间的出入口业务。国际电路应优先使用 2048kbit/s 的数字电路。

在一级干线网上,选择有适当位置的节点作为枢纽节点,枢纽节点具有 E1 数字通道的汇接功能和 E1 公共备用数字通道功能。枢纽节点的数量和设置地点由邮电部电信主管部门根据电路组织、网络规模、安全和业务等因素确定。网络各节点互联时,应遵照下列要求:

- ① 枢纽节点之间采用全网状连接;
- ② 非枢纽节点应至少保证两个方向与其它节点相连接,并至少与一个枢纽节点连接;
- ③ 出入口节点之间、出入口节点到所有枢纽节点之间互联;
- ④ 根据业务需要和电路情况,可在任意两个节点之间连接。

(2) 二级干线网

二级干线网由设置在省内的节点组成,它提供本省内长途和出入省的 DDN 业务。根据数字通路、DDN 网络规模和业务需要,二级干线网上也可设置枢纽节点。当二级干线网在设置核心层网络时,应设置枢纽节点。

省内发达的地、县级城市可以组建本地网。省内没有组建本地网的地、县级城市,根据本省内网情况和具体的业务需要,设置中、小容量的接入节点或用户节点,可直接连接到一级干线网节点上,或者经二级干线网其他节点连接到一级干线网节点上。

相邻二级干线网节点之间可以酌情设置直达数字电路。经准许,二级干线网节点也可以设置地区性国际直达数字电路。

(3) 本地网

本地网是指城市范围内的网络,在省内发达城市可以组建本地网。本地网为其用户提供本地和长途 DDN 业务。根据网络规模、业务量要求,本地网可以由多层次的网络组成。本地网中的小容量节点可以直接设置在用户的室内。

3. 枢纽节点

DDN 中的一级干线网和各二级干线网上,由于连接各节点的数字电路容量大,复用路数多,其故障影响面广,因此,应考虑备用数字电路。为了减少备用数字电路的条数,充分发挥备用数字电路的效率,在一级干线网和各二级干线网上,按前面所述,应根据电路组织情况以及业务量和网络的可靠性要求,选定若干节点为枢纽节点。

枢纽节点公共备用电路的设置如图 1.3 所示。不设枢纽节点时,每条电路各自备用,需要 14 条备用电路;而在图 1.3(b)中,设节点 1 和 2 为枢纽节点,若干条电路公共备用,只需要 8 条电路。

4. 各级网络之间的接口

为了能向用户提供全 DDN 网络范围内的基本业务和网络增值业务,不同等级的网络之间必须遵循统一的接口标准、网同步和网络管理控制的规定。

(1) 互联数字电路的速率

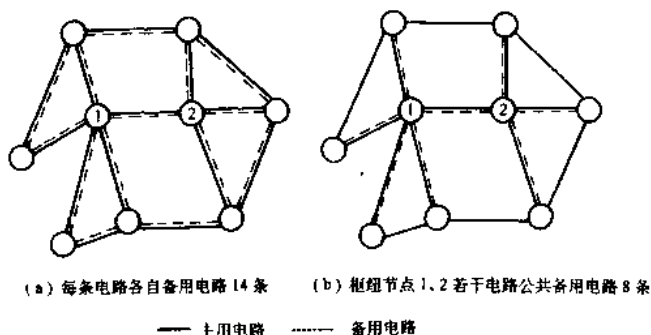


图 1.3 枢纽节点公共备用电路的设置

主要采用 2048kbit/s 的数字电路互联,根据业务量要求和电路组织情况,也可以采用 $N \times 64\text{kbit/s}$ 的数字电路互联。

(2) 数字电路的接口和复用帧结构

① 数字电路的接口见第八章“用户入网、接口”。

② 2048kbit/s 接口的帧结构见 5.1“2.048Mbit/s 数字通道上复用”节

③ 64kbit/s 接口的帧结构见 5.2“64kbit/s 数字通道上复用”节。

④ 为了能在 2048kbit/s 的数字电路上开放 $N \times 64\text{kbit/s}$ ($N=1 \sim 31$) 的 TDM 电路,应能在 G.704 帧结构的基础上,通过指定时隙并而后合并其他时隙的方法开放 $N \times 64\text{kbit/s}$ 数字通道。

⑤ 按网管控制中心设置的统一路由表,在规定带宽的通路内发送、接收统一的帧中继格式的帧。参见第七章“DDN 业务”一节。

(3) 互联节点之间的同步

按主从等级同步的方式,节点应具有所在长途局或市话局数字网同步等级,具体节点之间的同步功能要求见 6.1“网络同步”一节。

(4) 网络管理控制

不同等级网络节点之间的数字电路由上级网管中心管理并分配时隙,相关网管控制中心之间应能相互交换信息,以协调时隙的配置

和电路的开通。为了维护测试、故障查找的方便,要求上级网管控制中心能够跨过与下级网络之间的接口进行测试,或环测到下级网,并直至用户。具体的测试环路设置和测试方法见 6.2“网络管理和控制”一节。

(5) 用户之间的连接

DDN 上,在配置两个用户之间的连接时,应尽量使用直达路径,使连接时所经过的节点数减少和对网络资源的占用少。正常情况下,如图 1.4 所示。最多中间经过 10 个 DDN 节点。这 10 个节点是:一级干线网 4 个节点,两边省内网各 3 个节点。各省网络在规划、设计时,省内任意用户到达一级干线网节点所经过的节点数应限制在 3 个或 3 个以下。

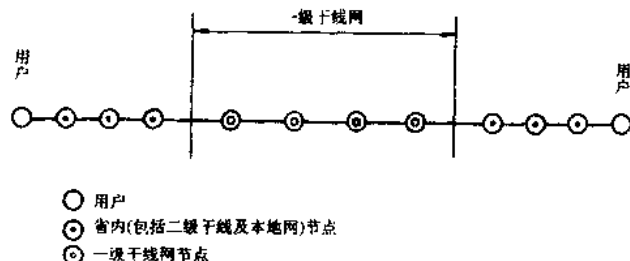


图 1.4 用户之间的最长连接

第二章 PCM 基本原理

我们知道,在现代通信中,通信系统依据其传输的信号不同而分作模拟通信与数字通信两种。其中模拟通信系统中传输的是模拟信号,所谓模拟信号就是指代表消息的电信号及其参数(幅度、频度或相位)随着消息连续变化的信号,它的主要特征是在幅度上连续,但在时间上可以是连续也可以是不连续的。模拟系统按其调制方式不同可分为连续调制系统和脉冲调制系统两大类。为扩大通信容量,提高信道利用率,目前广泛采用多路复用的方法,即在同一个信道中同时传输多路信号,一般有频率分割复用与时间分割复用两种,分别对应两类调制方式。虽然国内外仍将模拟通信列为一种重要的通信手段,但是随着社会发展的需要,通信业务的传输速率不断提高,并希望能够消除传输和交换过程中介入的各种干扰,人们对通信的可靠性和有效性提出了越来越高的要求。另一方面,随着科学技术的发展,不仅人与人之间要进行通信,而且人与机器、机器与机器之间也要进行通信(例如计算机之间,宇宙飞船与地面站之间)。因此各类新型数字、数据业务必然发展很快,如数字电话通信、数字图像通信、电子计算机通信以及与信息处理相结合具有多功能的综合业务数字网(Integrated Service Digital Network——ISDN)均将得到迅速发展。实现上述各种业务的首要条件就是通信数字化。鉴于以上原因,目前国际上通信的方式正在从模拟通信向数字通信发展,我国当然也不例外,所以迅速掌握数字通信技术已是当务之急,刻不容缓。

在这一章中我们将介绍数字通信中最基本的概念——PCM,以及T1、E1帧结构格式,数字复接的基本原理。最后我们再简单介绍一下传输码型。