

数字通信网 传输工程设计

寺西 升 北村 隆 共著

戴未央 高岩 章谦 译

62

中国铁道出版社

数字通信网传输 工程设计

寺西 升 北村 隆 共著

戴未央 高岩 章谦 译

中 国 铁 道 出 版 社

1991年·北京

9110233

内 容 简 介

本书简明扼要地阐述了数字网中的数字传输基础知识，数字网的构成，工程设计概要，中继系统设计方法及各种业务网设计，并以 NTT 的具体实施的工程设计为基础加以分析说明。具有理论与较强的实际应用综合分析的特点。对数字通信系统设计尤为有益，十分适合从事通信工程的工程技术人员阅读。

008/26

デジタル網の傳送施設設計

寺西 昇 北村 隆 共著

電気通信協会

数字通信网传输工程设计

寺西 升 北村 隆 共著

戴未央 高岩 章谦 译

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 黄成士 封面设计 刘景山

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168mm 1/32 印张：9.875 字数：211千

1991年5月第1版 第1次印刷

印数：1—2500册

ISBN7-113-00935-0/TP·94 定价：5.85元

前 言

由于用户电话滞积状态的好转，以及在日本全国范围内实现电话自动拨号，日本公用电话用户已超过4200万户，通信质量也达到世界最高水平，直至今天，以同轴电缆为代表的模拟多路传输，PCM数字化等技术发挥了极大的作用，并且以这些技术为基础，生产了实用的通信设备，相应的系统设计技术也做出了重大贡献。

近几年来，随着数据通信、传真以及图象通信等技术的进展，利用通信网提供多种非电话业务的要求也日趋迫切。

为使声音、数据、传真、图象等信息获得更有效的、更经济的传输、交换、处理，将所有的这些信息，利用“1”和“0”序列来表示，并将其进行统一处理，这样数字化方式的通信网是迫切需要的。数字通信网的实现，就可使电话、数据、传真等原来各自独立的专用网综合统一为一体，而且可使交换机、传输线路及用户设备对于各种业务（多种信息）最大限度地实行共用化，随之带来了通信网造价大幅度地降低。

日本电报电话公司作为INS(*Information Network System*高度信息通信系统)构成的基础，必须对现有的通信网进行数字化改造和建设，数字通信网最终将发展成为一个简单的结构。而在向INS过渡的过程中，与各种业务相应的数字传输设备和为了使现有通信网数字化的设备被及时地采用，从而形成了多种设备同时存在的局面。但是这与还采用原有模拟的传输设备相比较，在短时间内，针对多种系统设备进行设计，还是十分必要的。为此，对于担当这种传输系统的设计人员来说，掌握最基础的数字传输技术和基本的系统设计要领是十分重要的，而且由于设备的多样化，还要求根据实际情况灵活的进行工程设

计。

本书以上述思想为指导,以数字传输技术基础为前提,主要针对数字通信网的传输系统设计,介绍了具有普遍共同性的基本问题。第1、2章讲述了在构成数字通信网中的最重要的基本概念,第3、4章是各种数字传输方式的中继方式设计、设备接口设计、局内设备设计等设计方法。第6、7章讲述了有关数字线路的质量、线路设计方法,以及利用电子计算机进行设计的方法。

本书在发行过程中得到了横井省吾、石井徹、成官宪一、寺田纪之、持田定雄、坂本昌往等各位先生及日本电报电话公司施设局传输科职员的很大帮助,在出版过程中得到了电气通信协会有关先生众多协助,在这里深表谢意。

本书不但可提供传输施工工程设计者,而且也可以供数字通信网施工人员携带使用,若能有所帮助,将深感荣幸。

寺西 升

北村 隆

1984年7月

中 译 本 前 言

在日本为建成INS（高度信息通信系统）、ISDN（综合业务数字网），建设了使用光缆、数字交换机等新技术的数字通信网，急速推进模拟通信网向数字通信网的发展进程。在此背景下，首先针对NTT的科技人员、通信设备制造专业和施工部门的工程技术人员，以及从事数字通信网工作的青年研究者与青年学生为对象，编写了本书“数字通信网传输工程设计”。它是一本可以作为专业手册和教科书使用的科技书籍。作者为该书能获得广泛的使用并得到好评感到由衷的高兴。

在当今电气通信技术领域，积极发展光缆数字通信与数字交换技术，实现模拟通信向数字通信的转换已是公认的世界发展潮流。中国有关的科技工作者也正在这一领域中进行积极的、卓有成效的开发。

在这一时期，作者曾就光通信技术在中国进行过讲学，并有幸结合参加中国铁道部大秦铁路光缆通信系统的建设，与中国的科技专家进行了深入的技术研讨，特别是这次由于中国铁道部铁道科学院通信信号研究所戴未央先生及有关同行的努力，将本书翻译成中文出版，作者深感荣幸。作者期望中文版能得到中国铁道部从事有关数字通信工作的科技人员的欢迎，并能起到一些参考作用。在中国数字通信网建设中起到一点基础作用，由此对促进日中友好的发展能尽绵薄之力，作者当感到无比的欣慰。

NTT东北总支社长 寺西 升

1988年春

译者的话

进入信息社会的今天，对于通信网的业务能力、功能提出了许多新的要求，CCITT于1984年作出的I系列建议中，提出了综合业务数字网（ISDN）的概念，各国都确认了今后通信网的发展方向是ISDN，在根据本国现有通信网络的基础上，制定各自的发展规划，其中最基础的工作是实现从模拟网向数字网的过渡。

日本是通信事业发达的国家之一，电话机总数仅次于美国。除拥有电话网外，还有公众电报网、用户电报网、传真网、数据网。日本提出了建设“高度信息通信系统”（即INS）作为日本发展ISDN的具体途径。分三个阶段来实现INS：（1）电话网实现数字化；（2）发展数字数据交换、数字传真网等非电话业务网；（3）实现以比特信息量为计费单位的一元化计费方式。

但是从模拟向数字的过渡，不仅需要巨大的投资，而且还要有一定的技术支持，以保证通信质量及未来发展的要求。本书简明扼要地阐述了数字网中的数字传输基础知识、数字网的构成、工程设计概要、中继系统设计方法及各种业务网设计，并以NTT的具体实施的工程设计为基础，加以分析说明。具有理论较强的实际应用综合分析的特点。

我国铁道部正积极发展数字通信，也拟定了以ISDN为最终目标。本书十分适合于从事通信工程的工程技术人员阅读，对数字通信系统的设计尤为有益。

本书的翻译过程中，得到日本NTT专家加藤齐先生的指

导，特此表示感谢。

由于译者水平有限，错误之处望读者指正。

译 者

1987年7月

缩写表 (按出现顺序)

NTT:	日本电报电话公司
IC:	集成电路
LSI:	大规模集成电路
DDX:	数字数据交换网
TC:	集中局
DC:	中心局
EO:	端局
DDC:	数字数据传输方式
MUX:	复接设备
A/D:	模拟/数字变换
D/A:	数字/模拟变换
FICS:	传真网
DDN:	数字数据网
NT1:	用户终端装置
PLO:	锁相环
CCIR:	国际无线电咨询委员会
CCITT:	国际电报电话咨询委员会
BER:	误码率
%EFS:	无误码百分数
BSI:	毕特序列独立
AMI:	交替传号反转信号
TD-LS:	数字用户线交换机
EME:	设备维护单位
PME:	数字通道维护单位
SME:	业务通道维护单位

FCRO:	升余弦滚降
NF:	噪声指数
$X_N(\omega)$:	近端串音系数
$X_F(\omega)$:	远端串音系数
$W[X]$:	设备X的中断率
W_s :	单位系统的中断率
DSW:	数字传输线路转换方式
CONT:	控制装置
SV:	监视驱动装置
MTX:	转换装置
PCM·SR·SW:	PCM可移型传输线路转换
D1 SW:	D1型传输线路转换装置
CH SW:	专用回线转换方式
DCS:	数字时钟供给装置
RCS:	远端控制交换局
PCM MUX:	时分制复接装置
STECS:	同步端局控制系统
TSI:	时隙交换
IF:	接口
HG BAIS:	HG反向告警指示信号
TMUX:	传输复接器
SVCD:	CD型监视集中控制装置
CSV:	CSV型监视控制装置
RCE:	CCTS型集中试验装置
DSW CONT:	数字传输网络转换控制装置
DSU:	用户数据回线终端装置
OCU:	用户线终端单元
OCU-COM:	用户终端公共处理器
MJU:	多路汇接分歧单元
DDR:	再生中继装置

AIS:	对局告警信号
DCE:	数据回线终端装置
AGC:	自动增益控制
TSWE:	时分制通话装置
LCTS:	专用回线遥控试验方式
SLT:	用户线局内终端装置
CTE:	光缆线路终端箱
LBO:	固定式光衰减器
VSF:	残留边带传输方式
PHB:	多相相位调制方式
QAM:	正交振幅调制方式
FM:	频率调制
AV:	半可变衰减器
QDU:	量化失真单位
DSW:	数字线路开关
MGSW:	主群线路开关
SG:	超群
MG:	主群
SMG:	超主群
JG:	巨群
DOS:	操作系统
TA:	长途通话范围

目 录

1 数字通信网的构成原则	1
1.1 数字通信网	1
1.1.1 通信网的数字化	1
1.1.2 通信网的数字化及传输方式	2
1.1.3 数字网的构成	3
1.1.4 1 数字链路网	7
1.1.5 综合业务数字网(ISDN)	7
1.2 网同步	9
1.2.1 插入同步和网同步	9
1.2.2 网同步的必要性	11
1.2.3 网同步的方法	13
1.2.4 网同步的特点	14
1.3 数字网的特性和质量	14
1.3.1 数字传输特性和质量	14
1.3.2 数字交换机的引入和传输质量	23
1.3.3 1 数字链路网和传输质量	27
1.4 数字传输网的维护思想	31
1.4.1 维护单位	31
1.4.2 装置单位的维护和回线单位的维护	32
1.4.3 告警信号传输及AIS	32
1.4.4 业务告警	35
1.5 数字传输网的建设	36
1.5.1 线路传输质量规定	36
1.5.2 数字传输线路连锁式的形成与网络的 经济性	38

1.5.3	传输网的可靠性	41
2	工程设计概要	45
2.1	工程设计的流程	45
2.1.1	设备计划和实施计划	45
2.1.2	传输工程设计	46
2.2	传输方式的选择和设备扩容量	49
2.2.1	经济比较	49
2.2.2	增设考虑	51
3	数字传输网的工程设计	54
3.1	数字传输方式的中继设计基础	54
3.1.1	数字传输系统模型与 S/N 设计	54
3.1.2	基本 S/N	55
3.1.3	所需 S/N	61
3.1.4	中继设计	64
3.2	串音系统中继设计基础	65
3.2.1	串音的种类	66
3.2.2	串音功率的计算和判决点处的 S/N	70
3.2.3	多路串音噪声的分析与串音衰减量	75
3.3	光缆传输方式	83
3.3.1	方式概要	83
3.3.2	S/N 设计	88
3.3.3	中继设计	93
3.4	DP-1.5M方式	99
3.4.1	方式概要	99
3.4.2	中继设计	102
3.4.3	芯线容量设计	107
3.5	数字用户线传输方式	108
3.5.1	数字用户系统的基本构成	108
3.5.2	2线时分传输方式	109
3.5.3	光纤用户线传输方式	111

3.5.4	数字用户无线方式	113
3.6	卫星通信系统	114
3.6.1	2号通信卫星(CS-2)简介	115
3.6.2	与卫星接续进行通信的载波端局装置	121
3.7	传输线路转换方式	124
3.7.1	电话稳定标准	125
3.7.2	传输线路转换方法与中断率计算	126
3.7.3	数字传输网转换方式	130
3.7.4	数字基群传输线路转换方式	132
3.8	网同步方式	137
3.8.1	数字时钟供给装置	137
3.8.2	时钟通道的设计	137
4	传输装置设计	141
4.1	同步端局方式	141
4.1.1	同步端局方式构成和特性	141
4.1.2	同步端局方式	144
4.1.3	PCM复接装置(PCM MUX)	151
4.1.4	同步端局接口	152
4.1.5	同步端局控制系统(STECS)	156
4.2	异步复接装置	158
4.3	装置间接口设计	163
4.4	监视控制装置	165
4.5	局内设计	168
4.5.1	传输装置的构造	168
4.5.2	局内构成	171
4.5.3	传输设备的配置	171
4.5.4	电源供给	177
4.5.5	局内配线	179
4.5.6	传送设备与机房	181
5	各种业务网的工程设计	185

5.1	数字数据网	185
5.1.1	数字数据传输方式概要	185
5.1.2	用户系统的中继设计	192
5.2	数字数据交换网	200
5.2.1	回线交换方式	200
5.2.2	分组交换(包交换)	205
5.3	高速数字传输业务	209
5.3.1	回线速率系列	209
5.3.2	回线构成状态	209
5.3.3	用户网接口	211
5.3.4	高速数字传输系统的构成	211
5.4	图象传输网	214
5.4.1	对图象传输的要求	214
5.4.2	编码和频带压缩	215
5.4.3	光图象传输	219
5.4.4	图象传输线路的设计	220
5.5	传真通信网	224
5.5.1	传真传输原理	224
5.5.2	传真通信系统	229
5.6	高速公路通信网	230
5.6.1	高速公路通信的特点	230
5.6.2	高速公路通信业务的种类	230
5.6.3	高速公路通信系统的设计	230
6	数字链路过渡期间的回线设计	238
6.1	传输损耗设计	238
6.1.1	反射条件和最小传输损耗	239
6.1.2	相对电平和数字 0 dBm	240
6.1.3	区域外的接续	244
6.1.4	区域内的接续	247
6.2	电平调整设计	249

6.3 杂音设计	252
6.3.1 综合杂音	252
6.3.2 回线的杂音设计	254
6.4 衰减失真设计	254
7 传输线路的收容设计	259
7.1 传输线路收容设计的基本内容	259
7.1.1 传输质量	259
7.1.2 可靠性	260
7.1.3 经济性	261
7.2 传输线路的收容设计	265
7.2.1 设计概要	265
7.2.2 设计特征	267
7.2.3 回线设计	271
8 传输系统设计的机械化	273
8.1 传输线路的收容设计系统 (53A系统)	273
8.1.1 53A系统的目的	273
8.1.2 53A系统的概要	273
8.1.3 数据的构造	283
8.2 专用线等收容设计系统 (53B系统)	285
8.2.1 53B系统的目的	285
8.2.2 53B系统概况	287
8.2.3 数据构造	291
附 录	292

1 数字通信网的构成原则

1.1 数字通信网

1.1.1 通信网的数字化

实现全国范围内的电话自动拨号，日本的公用通信网作为电话的通信交换、传递已经完善。这是经历了数十年的岁月以及不懈的技术更新所得到的，电话已成为社会生活中必不可少的基本设施，实现了今日的所谓电话社会。其中所用的许多设备都是采用模拟技术，例如空分制模拟交换机，频分多路复用方式，模拟传输线路等。

近几年来，由于计算机及与其共同发展起来的数字技术，以及IC、LSI技术等迅速的发展并在通信网中被采用，使通信网的状态发生极大变化。

数字通信网是指传输与交换全部数字化。它无需区别电话、数据、图象、画面等传输信号的信息种类，而把全部信号源作为数字信号（符号）去加以处理，数字化的优点是：①对于不同的信号源，可以有通用的共用设备，而且容易实现又比较经济；②易于进行信号处理，大大提高了通信网的功能（如信号存储、信号变换等）；③可以扩大软件的使用范围。

通信网数字化的实现，将使通信质量产生一个飞跃，今后通信可以使用IC、LSI等新技术及成本大幅度下降的光缆，通信网的成本将会比以往的模拟通信网更低，这对于通信费用的远近差距的调整或费用的归一化是十分方便的。

最近，在日本的数字数据交换网（DDX）、传真通信网（FICS）、数字数据网（DDN）中，大量地采用了数字技术，提

9110233