

21 世纪
信息与通信技术教程

信令网技术教程

■ 罗进文 王 喆 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

信令网技术教程

—— 第 1 卷 ——



21 世纪信息与通信技术教程

信令网技术教程

罗进文 王 喆 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

信令网技术教程/罗进文, 王喆编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.9

21 世纪信息与通信技术教程

ISBN 7-115-11510-9

I. 信... II. ①神...②王... III. 通信网—信号系统—教材 IV. TN915.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 065997 号

内 容 提 要

本书对现代通信网络的信令系统进行系统深入介绍。首先从信令的基本概念和分类入手, 详细介绍了电话网的用户信令和局间随路信令, 随后重点介绍了 No.7 信令系统, 窄带和宽带用户—网络信令 DSS1 和 DSS2, 宽带 NNI 信令 (包括 ATM 的 PNNI、B-ISUP 和 SAAL), 以及 GSM 和 CDMA 移动通信信令。

本书内容全面系统、重点难点突出、由浅入深、循序渐进、条理清晰、图文并茂、注重实用。本书是专门为高等院校通信专业和信息专业及其它相关专业本科生而编写的, 特别有助于学生系统性地掌握现代通信网信令的理论知识 and 应用, 对从事相关工作的工程技术人员也不失为一本很有价值的参考书。

21 世纪信息与通信技术教程

信令网技术教程

-
- ◆ 编 著 罗进文 王 喆
责任编辑 梁 凝
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129258
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.75
字数: 477 千字 2003 年 9 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2003 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11510-9/TN · 2134

定价: 33.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

本书编审委员会

主 任：任恩恩

副 主 任：王晓明 杨有海

委 员（按姓氏笔画排名）：

王 兵 王起才 陈宜吉 吴庆记

盖宇仙 谢瑞峰

主 编：罗进文

主要编写人：罗进文 王 喆

主 审：吕振肃

序 言

近年来,兰州交通大学认真贯彻落实教育部有关文件精神,不断推进教育教学改革。学校先后出资数百万元,设立了教学改革、专业建设、重点课程(群)建设、教材建设等项基金,并制定了相应的教学改革与建设立项计划、项目管理及奖励办法等措施。根据培养“基础扎实、知识面宽、能力强、素质高”的高级专门人才的总体要求,学校各院(部)认真组织广大教师积极参加教学改革与建设,开展系统的研究与实践,取得了一系列教学改革与建设成果。

通过几年来的深化改革,各学科专业制定了新的人才培养目标和规格,构建了新的人才培养模式和知识、能力、素质结构,不断修订完善专业教学计划和教学大纲。教学内容和课程体系的改革是教学改革的重点和难点,学校投入力量最大,花费时间最长,投入精力最多,取得的成效也最为显著,突出反映在教材建设方面,学校在各学科专业课程整合、优选教材的基础上,制定了“十五”教材建设规划,积极组织教材编写工作,通过专家论证和推荐,优化选题,优选编者,以保证教材编写质量,最后由学校教材编审委员会审定推荐出版,确保出版教材教育思想的正确性、内容的科学性和先进性、形式的新颖性以及面向使用专业的针对性和适用性。近年来,通过广大教师的努力,相继编著了一批高水平、高质量、有特色的教材(包括文字教材和电子教材)。这些教材一般是由一些学术造诣较深、教学水平较高、教学经验比较丰富的教师担任主编,骨干教师参编,同行专家主审而定稿的。在教材中凝聚了编著教师多年的教学、科研成果和心血,这是他们在教学改革和建设中对高等教育事业做出的重要贡献。

本教材为学校“十五”教材建设资助计划项目,并通过了学校教材编审委员会审定。希望该教材在教学实践过程中,广泛听取使用意见和建议,适时进一步修改、完善和提高。

兰州交通大学“十五”规划
教材编审委员会
2003年4月

前 言

当今社会已经步入信息时代,信息产业将在现代社会中扮演更加重要的角色。进入 21 世纪以来,我国的信息技术和信息产业发展十分迅猛,并在日新异地不断发展着。目前,现代通信网络主要指各种电信网,包括物理网、业务网(电话网、数据网、电报网、移动电话网、ISDN、DDN、帧中继网、SDH 网、ATM 网、智能网等)和支撑网(信令网、同步网、管理网)。其中支撑网中的信令网作为现代通信网的神经系统,为业务网的连接建立和正常运行起着不可忽视的作用,为网络连接和增强网络功能,提高全网服务质量,满足用户要求奠定了良好的基础。

为使通信专业和信息专业的学生系统掌握现代通信信令网的基础理论,了解现代通信信令网的新知识与发展趋势,我们特编写了本书。尽管不少教材和参考书已部分地介绍了有关业务网的信令知识,但如此全面地对有线和无线、话音和数据、固定和移动的大型现代综合通信网络的信令知识进行系统的介绍,这还是第一本。

本书是作者多年从事教学和科研工作的总结,内容由浅入深、循序渐进,并附有大量图表加以说明,简洁明了,内容实用,重点、难点明确,每章都指明了学习目的和要求,还有一定的复习思考题帮助学生复习巩固,特别有助于通信专业和信息专业及其它相关专业的学生系统性地掌握现代通信网的信令知识,对从事相关工作的工程技术人员也不失为一本很有价值的参考书。

本书依据 ITU-T 标准,汲取国内外大量最新有关现代通信信令网文献知识的精华,对现代通信网主要业务网有关信令的基本概念、特点、功能和应用等内容做了详细介绍。

全书分为 5 章:

第 1 章:信令系统概述,主要介绍信令的基本概念;电话网的用户信令;电话网的局间随路信令。

第 2 章:No.7 信令系统,主要介绍 No.7 信令系统的特点和功能结构;No.7 信令系统消息传递部分(MTP);用户部分的功能,包括电话用户部分(TUP)、信令连接控制部分(SCCP)、事务处理能力应用部分(TCAP)、综合业务数字网用户部分(ISUP);信令系统测试。

第 3 章:用户-网络(UNI)信令,包括 N-ISDN 的数字用户线 1 号信令(DSS1)和 B-ISDN 的数字用户线 2 号信令(DSS2)。

第 4 章:宽带 NNI 信令,包括 B-ISDN/ATM 信令功能和信令标准;专用 NNI 信令(PNNI);公用 NNI 信令(B-ISUP);ATM 信令适配层 SAAL。

第 5 章:移动通信信令,包括移动通信网的网络结构及组成;GSM 移动通信信令;CDMA 移动通信信令。

建议授课时数为 32 学时,其中:第 1 章 4 学时,第 2 章 8 学时,第 3 章 6 学时,第 4 章 6 学时,第 5 章 8 学时。

本书由王喆教授编写 1-3 章及附录 A,并进行全书统稿,罗进文教授为主编并编写第 4

章、第 5 章及附录 B。在编写本书过程中，申东、王国丽、马丽、尹得胜等同志给予了许多帮助，在此表示衷心地感谢。

由于作者水平有限，而且现代通信技术仍在不断地发展之中，因此书中难免有不妥之处，还望各位专家和同仁赐教，敬请广大师生批评指正。我们的联系地址为：jwluo@lzri.edu.cn。

作者

2003 年 5 月

目 录

第 1 章 信令系统概述	1
1.1 信令的基本概念	1
1.1.1 信令分类	2
1.1.2 信令的结构形式	3
1.1.3 ITU-T (原 CCITT) 建议的信令系统	8
1.2 电话网的用户信令	10
1.2.1 用户向交换机发出的用户信令	10
1.2.2 交换机向用户发出的用户信令	11
1.3 局间随路信令	12
1.3.1 线路信令	13
1.3.2 记发器信令	13
1.3.3 中国 No.1 信令	15
小结	17
复习思考题	18
第 2 章 No.7 信令系统	19
2.1 No.7 信令系统概貌	19
2.1.1 No.7 信令系统特点	20
2.1.2 No.7 信令网组成与工作方式	20
2.1.3 No.7 信令系统的功能级结构	21
2.1.4 No.7 信令系统功能级功能	22
2.1.5 有关 No.7 信令的技术规范	23
2.1.6 No.7 信令基本信号单元格式	23
2.2 消息传递部分 (MTP)	26
2.2.1 信令数据链路 (MTP1)	26
2.2.2 信令链路控制功能 (MTP2)	26
2.2.3 信令网功能级 (MTP3)	32
2.3 No.7 信令电话用户部分 (TUP)	40
2.3.1 概述	40
2.3.2 TUP 消息格式和编码	40
2.3.3 建立话音通路的消息流程	56
2.4 信令连接控制部分 (SCCP)	58
2.4.1 概述	58
2.4.2 SCCP 消息格式与编码	60

2.4.3	SCCP 的寻址	63
2.4.4	SCCP 信令程序	67
2.5	事务处理能力应用部分 (TCAP)	68
2.5.1	概述	68
2.5.2	TCAP 消息与格式	70
2.5.3	TCAP 的应用	72
2.6	综合业务数字网用户部分 (ISUP)	73
2.6.1	概述	73
2.6.2	ISUP 消息格式与编码	75
2.6.3	ISUP 应用	81
2.7	No.7 信令系统测试	84
2.7.1	概述	84
2.7.2	有效性测试 (VAT)	85
2.7.3	兼容性测试 (CPT)	87
2.7.4	工程验收测试 (EAT)	88
	小结	88
	复习思考题	90
第 3 章	用户—网络 (UNI) 信令	92
3.1	数字用户线 1 号信令 (DSS1)	92
3.1.1	DSS1 概述	92
3.1.2	DSS1 数据链路层规范 (LAPD)	93
3.1.3	DSS1 网络层规范	97
3.1.4	利用 DSS1 提供的补充业务	102
3.2	数字用户线 2 号信令 (DSS2)	105
3.2.1	DSS2 概述	105
3.2.2	DSS2 (Q.2931) 消息格式	107
3.2.3	DSS2 点对点呼叫/连接控制过程 (Q.2931)	111
3.2.4	DSS2 信令点对多点呼叫/连接控制过程 (Q.2971)	116
3.2.5	点对多点信令的发送——元信令	120
3.2.6	利用 DSS2 提供的补充业务	123
	小结	125
	复习思考题	126
第 4 章	宽带 NNI 信令	127
4.1	宽带 NNI 信令概述	127
4.1.1	NNI 信令基本概念	127
4.1.2	B-ISDN 信令功能	128
4.1.3	B-ISDN 信令标准	128
4.1.4	B-ISDN 网络信令与接口的关系	129
4.1.5	B-ISDN 网络信令能力集 (SCS)	130

4.2 专用 NNI 信令 (PNNI)	131
4.2.1 PNNI 协议组成	131
4.2.2 PNNI 路由协议	132
4.2.3 PNNI 信令协议	135
4.2.4 PNNI 路由协议和 PNNI 信令协议的应用	140
4.3 公用 NNI 信令 (B-ISUP)	143
4.3.1 B-ISUP 信令结构	143
4.3.2 B-ISUP 功能	143
4.3.3 B-ISUP 的消息格式及功能	143
4.3.4 ATM 论坛 B-ICI 与 B-ISUP 的主要差别	147
4.3.5 UNI 与 NNI 信令间的互操作	148
4.4 ATM 信令适配层 (SAAL)	149
4.4.1 SAAL 功能及结构	149
4.4.2 业务特定协调功能 (SSCF)	150
4.4.3 业务特定面向连接协议 (SSCOP)	153
小结	159
复习思考题	160
第 5 章 移动通信信令	162
5.1 移动通信网概述	162
5.1.1 移动通信网的发展	162
5.1.2 移动通信网的网络结构及组成	163
5.1.3 移动通信系统信令类型	166
5.2 GSM 移动通信信令	168
5.2.1 无线接口信道类型	168
5.2.2 GSM 帧结构	170
5.2.3 GSM 信令格式	172
5.2.4 GSM 信令处理过程	177
5.3 CDMA 移动通信信令	187
5.3.1 CDMA 系统信道	187
5.3.2 CDMA 系统信令类型	189
5.3.3 CDMA 系统的安全性	190
5.3.4 CDMA 信令格式	194
5.3.5 CDMA 移动台信令格式	195
5.3.6 CDMA 基站信令格式	204
5.3.7 CDMA 系统参数	217
5.3.8 CDMA 移动台信令处理过程	218
5.3.9 CDMA 基站信令处理过程	246
5.3.10 典型接续信令流程	255
小结	257

复习思考题	258
附录 A ITU-T/原 CCITT 发表的有关信令的建议	259
附录 B CDMA 系统信令说明	277
缩略语	288
参考文献	302

第1章 信令系统概述

本章内容:

1. 在概述一节中介绍信令的基本概念、信令分类、信令的结构形式,总结 ITU-T/CCITT 建议的各种信令系统。
2. 在电话网的用户信令一节中介绍常用的用户向交换机发出的用户信令和交换机向用户发出的用户信令。
3. 在局间随路信令一节中介绍线路信令、记发器信令和中国 No.1 信令的基本方式和类型。

本章重点:

信令的基本概念、信令分类。

本章难点:

多频互控 (MFC) 信令的传送过程。

学时数: 4

学习本章的目的和要求:

1. 掌握信令的基本概念和信令分类,重点掌握随路信令、公共信道信令,前向信令、后向信令,带内信令、带外信令的基本概念。了解 ITU-T/CCITT 建议的各种信令系统。
2. 了解用户向交换机发出的用户信令和交换机向用户发出的用户信令。
3. 了解线路信令、记发器信令和中国 No.1 信令的基本方式和类型。

1.1 信令的基本概念

通信网是由交换设备、传输设备、终端设备(构成通信网硬件的三要素)以及相应的软件系统构成的。建立通信网的目的是要为用户传递各种信息(包括语音、数据和视频),因此必须要使通信网中的各种设备协调工作,各设备之间必须要相互交流信息,提出对相关设备的要求。这种设备之间相互交流的信息被称之为信令,信令就是通信网中各种设备之间的一种对话信号。

信令的概念最初起源于电话网。早在贝尔电话发明时期,就已经在用信令为电话呼叫建立电路连接了。在电话网中,为了在任意两个用户之间建立一条语音通路,相关的电话交换机必须要进行相应的话路接续工作,并把接续的结果或进一步的要求以信令的方式送至另一相关交换机或用户。在接续过程中,必须要遵守一定的协议或规约,这些协议或规约就称之为信令方式。实现信令方式功能的设备称之为信令设备。各种特定的信令方式和相应的信令

设备就构成了通信网的信令系统。信令是通信网络的神经系统，信令系统是在通信网的各节点（交换机、用户终端、操作中心和数据库等）之间传送控制信息，以便在各设备之间建立和终止连接，达到传送通信信息的目的。有了信令系统的配合才能有效地保证通信网的正常工作。

1.1.1 信令分类

根据信令的工作区域、传递途径、功能以及所用的传输媒体，信令系统有不同的分类方式。目前在通信网中常见的分类有如下几种。

1. 按信号的工作区域分

(1) 用户信令——用户与交换机或网络之间传递的信号，它们在用户线上传送。在现代通信中也称之为用户网络接口（UNI, User-to-Network Interface）信令。用户信号包括：

- 用户状态信号（监视信号）：用户向交换机发送的摘机、挂机、应答信号；
- 选择信号（数字信令）：主叫用户向交换机发送的被叫用户号，有直流脉冲信号和双音多频信号两种；
- 铃流和音流信号：交换机向用户发送的拨号音、忙音、振铃音和回铃音等。

(2) 局间信令——交换机之间传送的信号，它们在中继线上传送。在现代通信中也称之为网络节点接口（NNI, Network-to-Network Interface or Network Node Interface）信令。局间信令包括：

- 线路信令（监视信令）：占用信号、应答信号、正反向拆线信号；
- 选择信令（路由信令）：局间的地址码信号、长途的主叫类别信号等；
- 管理信令：网络拥塞信号、计费信号、维护信号。

2. 按信号的传递途径分

(1) 随路信令（CAS, Channel Associated Signalling）——信令信号随话音信号一起传送，在同一条线路上既传送话音信息，又传送信令信号。步进制、纵横制及空分模拟交换机均采用随路信令方式。随路信令传送速度较慢，信息容量有限，不适应数字程控交换机的发展。

(2) 公共信道信令（CCS, Common Channel Signalling）——信令信号与话音信号分开传送，就是把原来各话路的控制信号集中起来，通过一条与话路完全分离的公共信道来传送，这样话音信号通过话音通道传送，而信令信号则通过专用的公共通道传送，形成了公共信道信令系统。

3. 按信号的发送方向分（对局间信令）

(1) 前向信令——主叫用户侧交换机（发端局）发送至被叫用户侧交换机（终端局）的信令。

(2) 后向信令——被叫用户侧交换机返回至主叫用户侧交换机的信令。

4. 按信号传送的频带分

(1) 带内信令（inband signalling）——在话音电路上随同话音一起发送的信令（在 300Hz～3800Hz 之内）。这种工作方式并不好，因为话音传输可能会干扰信令信息，而在同一场合，在电路上传送的音频信号也可能被误认为信令音信号，从而导致通话中断。

(2) 带外信令（out-of-band signalling）——利用话音频带的缓冲区（从 0～300Hz 以及从 3800Hz～4000Hz）发送的信令。

5. 按信号发送的频率分

(1) 单频信号——仅用一个频率发送的信号。这种工作方式也不好, 因为单个频率的信号更易与话音频率相混。

(2) 双频信号——用两个频率的组合发送的信号, 可以减小单个信号的错误。

6. 按信令的功能分

(1) 线路信令(监视信令)——具有监视功能, 用于监视线路接续状态, 用户线上的监视信令有主叫/被叫的摘机/挂机信号; 中继线上的监视信令有占用、应答、正反向拆线及拆线证实等信号。

(2) 选择信令——具有选择功能, 用于路由选择, 用户线上的选择信令为主叫拨出的数字信号; 中继线上的选择信令包括发端局向收端局发送的数字信号和收端局回送的证实信号。

(3) 操作信令——具有操作功能, 主要用于网络的维护管理。

选择信令和操作信令又合称记发器信令。

7. 按交换机类型和传输媒介分

根据不同的交换机及不同的传输媒介, 采用的局间信令的类型又有如下几种:

(1) 直流线路信号(a、b线信号)——模拟交换机间采用实线进行传输时, 利用话音传输线路传送的信号为直流线路信号。

(2) 带内单频脉冲线路信号(2600Hz)——模拟交换机间采用载波电路进行传输时, 利用话音频带传送的单频信号(2600Hz)为带内单频脉冲线路信号(中国1号和 R_1 信令使用)。

(3) 带内双频脉冲线路信号(2400Hz, 2600Hz)——模拟交换机间采用频分多路复用进行传输时, 利用话音频带传送的双频信号(2400Hz, 2600Hz)为带内双频脉冲线路信号, No.5信令使用。

(4) 带外单频脉冲线路信号(3825Hz)——模拟交换机间采用频分多路复用进行传输时, 用话音频带之外传送的单频信号(3825Hz)为带外单频脉冲线路信号, R_2 信令方式使用。

(5) 数字线路信号——程控交换机间采用PCM数字复用线进行传输时, 利用第16时隙传送的数字信号为数字线路信号。

8. 在综合业务数字网络中, 根据不同的应用场合, 数字用户信令又分为:

(1) 1号数字用户信令(DSS1, Digital Subscriber Signalling No.1)——用于N-ISDN交换机与用户之间。

(2) 2号数字用户信令(DSS2, Digital Subscriber Signalling No.2)——用于B-ISDN交换机与用户之间。

1.1.2 信令的结构形式

信令的表现形式实际上是一些直流或交流等电信号。当这些电信号作为指令使用时, 这些信号就被称为信令。信令的结构形式分随路信令的结构形式和公共信道信令的结构形式两种。

1. 随路信令的结构形式

随路信令的结构形式主要有未编码形式、多频编码形式和数字编码形式三种。

(1) 未编码形式

未编码形式常用于用户线信令、模拟型线路信令和直流脉冲数字信令。主要类型有:

① 长短脉冲形式——以电流脉冲持续时间的长短作为不同信令的标志。有直流脉冲和交流脉冲两种形式，一般使用长脉冲和短脉冲两种信号值。如图 1-1 (a) 和 (b) 所示。

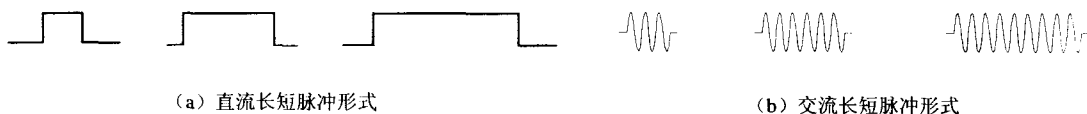


图 1-1 长短脉冲形式

② 脉冲数量形式——以脉冲数量的多少来区分不同信令。如图 1-2 所示。传送的脉冲数量越多，信令的传送速度越慢。



图 1-2 脉冲数量形式

③ 不同频率形式——以不同频率表示不同信令。如图 1-3 所示。频率种类越多，信令设备越复杂。



图 1-3 不同频率形式

未编码形式提供的信令数量少，或是信令传送速度慢，或是信令设备复杂，一般仅用于用户线信令、模拟型线路信令和直流脉冲数字信令。

(2) 多频编码形式

多频编码形式常用于记发器信令，主要类型有：

① 起止式单频二进制编码——采用一个音频，每个信令由六个信号单元组成，其中包括一个起始单元（总是有单频电流信号），一个停止单元（总是没有单频电流信号）和四个信号单元（按二进制编码显示数字），可组成 16 种信令。如表 1-1 所示。

② 双频二进制编码——采用两个音频频率，每个信令由四个信号单元组成。每个单元传送两个频率中的一个，用二进制编码可组成 16 种信令。如表 1-2 所示，X 表示传送第一个频率的信号，Y 表示传送第二个频率的信号。

③ 多频编码——采用多个不同的音频频率，以不同频率组合区分不同信令。常用的多频编码信令选用六中取二方式，即从六个频率中取出二个频率组合在一起发送，可组成 15 种信令。如表 1-3 所示。

表 1-1 起止式单频二进制编码

序 号	信 令 内 容	起止式单频二进制编码					
		起	1	2	3	4	止
1	数字 1	●				●	
2	数字 2	●			●		
3	数字 3	●			●	●	
4	数字 4	●		●			
5	数字 5	●		●		●	

续表

序 号	信 令 内 容	起止式单频二进制编码					
		起	1	2	3	4	止
6	数字 6	●		●	●		
7	数字 7	●		●	●	●	
8	数字 8	●	●				
9	数字 9	●	●			●	
10	数字 0	●	●		●		
11	控制信令	●	●		●	●	
12	控制信令	●	●	●			
13	控制信令	●	●	●		●	
14	控制信令	●	●	●	●		
15	控制信令	●	●	●	●	●	
16	控制信令	●					

注：标有符号“●”的单元中有单频电流

表 1-2

双频二进制编码

序 号	信 令 内 容	双频二进制编码			
		1	2	3	4
1	数字 1	Y	Y	Y	X
2	数字 2	Y	Y	X	Y
3	数字 3	Y	Y	X	X
4	数字 4	Y	X	Y	Y
5	数字 5	Y	X	Y	X
6	数字 6	Y	X	X	Y
7	数字 7	Y	X	X	X
8	数字 8	X	Y	Y	Y
9	数字 9	X	Y	Y	X
10	数字 0	X	Y	X	Y
11	控制信令	X	Y	X	X
12	控制信令	X	X	Y	Y
13	控制信令	X	X	Y	X
14	控制信令	X	X	X	Y
15	控制信令	X	X	X	X
16	控制信令	Y	Y	Y	Y

注：“X”表示传送第一个频率的信号，“Y”表示传送第二个频率的信号

表 1-3

六中取二多频编码

序 号	信 令 内 容	六中取二多频编码					
		f_0	f_1	f_2	f_4	f_7	f_{11}
1	数字 1	●	●				
2	数字 2	●		●			
3	数字 3		●	●			
4	数字 4	●			●		