

通信工程专业基本理论与工程实践系列丛书

现代通信系统实训教程

伊学君 刘磊 编著

清华大学出版社

通信工程专业基本理论与工程实践系列丛书

现代通信系统实训教程

伊学君 刘磊 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教程是为适应高等院校通信专业课程教学和改革的需要而编写。

本教程以现代交换原理和光纤通信技术为理论指导,以工程实践为主线。内容安排如下:第一部分理论基础,简单介绍实践过程中与通信有关的基本概念;第二部分仪器设备,描述华为程控交换设备和光传输设备硬件结构及功能等;第三部分软件使用,介绍实训过程中涉及的软件及其功能特点和基本使用方法;第四部分应用与实践,选取典型的12个实训单元深入详细地描述交换设备及传输设备的配置方式。

本书可作为高等院校通信和信息类专业的本科教材,也可供从事通信工程方面的技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代通信系统实训教程/伊学君,刘磊编著.--北京:清华大学出版社,2014

(通信工程专业基本理论与工程实践系列丛书)

ISBN 978-7-302-34132-1

I. ①现… II. ①伊… ②刘… III. ①通信系统—高等学校—教材 IV. ①TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第243610号

责任编辑:邹开颜 赵从棉

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:20.25 字 数:490千字

版 次:2014年1月第1版 印 次:2014年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:38.00元

产品编号:054815-01

进入 21 世纪的人类已经迈进了一个全新的信息化时代,交换技术、光纤通信技术作为通信网的核心技术,其实习实践也是通信与信息专业中有特色、必不可少的重要课程。本教程是编著者结合近年来在高校从事该门课程的教学与研究经验,借鉴华为通信设备手册精心编撰而成。

本教程在内容选取和编写上有以下特点:

1. 教程所构建的知识基础平台内容丰富,覆盖了程控交换、光纤通信等技术。
2. 教程以华为应用广泛、技术成熟的 C&C08 系列程控交换机和 OSN 系列传输设备为学习对象,系统地讲述了两种通信设备的使用和调试方法。
3. 本教程含有大量的图文和图表,使理论知识更加直观,容易理解和掌握,更具有系统性。
4. 在传授知识的同时,注重培养学生在工程实践领域中阐述、分析和解决问题的方法和思路,具有前沿性和时代性。

本教程由伊学君和刘磊编著。其中,刘磊编写第 1~4 章,伊学君编写第 5~11 章。本书的出版得到了清华大学出版社的大力支持,在此表示衷心感谢。另外,在编写过程中,作者查阅了大量资料,鉴于某些资料是设备手册,无法确认原始作者,参考文献未能全部列出,在此也表示感谢!

由于时间紧迫,编著者学识有限,书中难免存有错误和问题,恳请广大读者批评指正。

作 者

2013.9



CONTENTS

第一部分 理论基础

第 1 章 交换技术	3
1.1 交换的引入	3
1.2 各种交换方式	5
1.2.1 电路交换	6
1.2.2 多速率电路交换	6
1.2.3 快速电路交换	6
1.2.4 分组交换	7
1.2.5 帧交换	7
1.2.6 帧中继	7
1.2.7 ATM 交换	7
1.2.8 IP 交换	7
1.2.9 光交换	7
1.2.10 软交换	8
1.3 通信网的组成	8
1.3.1 星形网	8
1.3.2 环形网	8
1.3.3 网状网	9
1.3.4 树状网	9
1.3.5 总线型网	9
1.3.6 复合型网	9
1.3.7 通信网的分类	10
1.4 电话网的基本结构	11
1.5 交换系统的基本结构	11
1.5.1 控制子系统	12
1.5.2 话路子系统	13
1.5.3 交换系统的基本功能	13
1.6 PCM 基本原理	14
1.6.1 数字传输系统模型	14

1.6.2	脉冲编码调制	15
1.7	电话呼叫处理的基本原理	17
1.7.1	呼叫接续的处理过程	17
1.7.2	状态转移图	18
1.8	信令系统	20
1.8.1	信令的基本概念	20
1.8.2	信令的分类	20
1.8.3	NO.1 信令系统	21
1.8.4	NO.7 信令系统	22
1.8.5	信令网	24
1.9	软交换与下一代网络	27
1.9.1	软交换产生的背景	27
1.9.2	什么是软交换	27
1.9.3	软交换的体系结构	28
1.9.4	软交换的主要功能	28
1.9.5	软交换的业务	30
1.9.6	软交换的相关构件	30
1.9.7	软交换的优点	30
1.9.8	性能及可靠性指标	31
1.9.9	软交换的相关协议	31
第2章	光纤通信技术	32
2.1	光导纤维	32
2.1.1	引言	32
2.1.2	光纤的结构和分类	33
2.2	光纤通信系统的组成	33
2.3	衰减和色散对中继距离的影响	34
2.4	SDH	34
2.4.1	光同步数字传输网	34
2.4.2	复用、映射、结构	37
2.4.3	SDH 网元	39
2.4.4	SDH 光传输系统	40
2.4.5	SDH 的网同步	42
2.4.6	SDH 的网络保护	42

第二部分 仪器设备

第3章	程控交换机	47
3.1	C&C08 交换系统	47

3.1.1 C&C08 系统概述	47
3.1.2 C&C08 系统特点	47
3.2 C&C08 的基本硬件结构	49
3.3 各模块结构组成及功能	51
3.3.1 中心模块	51
3.3.2 交换模块	53
3.3.3 通信控制单元	55
3.3.4 模块交换网络	55
3.3.5 接口单元	56
3.3.6 通信方式	60
3.4 程控交换实训平台	60
3.4.1 实训平台硬件配置	60
3.4.2 各框单板功能简介	63
3.5 C&C08 的软件结构	66
3.5.1 主机软件	67
3.5.2 终端 OAM 软件	70
第 4 章 光传输设备	74
4.1 OSN2000 产品功能	74
4.2 组网能力	74
4.3 业务接口	76
4.4 机柜	76
4.4.1 子架结构	76
4.4.2 槽位分布	77
4.5 单板	78
4.5.1 单板类型	78
4.5.2 实训中心传输设备	80
4.5.3 SDH 单板	82
4.5.4 PDH 单板	82
4.5.5 以太网单板	83
4.5.6 其他功能单板	84

第三部分 软件使用

第 5 章 Ebridge 平台	87
5.1 Ebridge 平台简介	87
5.2 Ebridge 的基本操作	87
5.2.1 程控实训中 Ebridge 的使用	87
5.2.2 传输实训中 Ebridge 的使用	88



第 6 章 C&C08 操作维护终端	91
6.1 终端系统简述	91
6.2 人机操作环境	91
6.3 各子系统	92
6.4 MML 命令行简介	93
6.4.1 MML 的特点	94
6.4.2 MML 命令格式	94
6.4.3 MML 命令的命名规则	95
6.4.4 常用命令动作统计	95
第 7 章 T2000 网管软件	96
7.1 T2000 网管软件简介	96
7.1.1 概述	96
7.1.2 T2000 网管的特点	98
7.1.3 T2000 网管的缺点和不足	98
7.2 登录 T2000 网管服务器	99
第 8 章 Navigator 软件	101
8.1 概述	101
8.2 命令行软件的优势	101
8.3 软件操作界面	102
8.4 命令的格式	103
8.4.1 格式	104
8.4.2 分隔符说明	104
8.4.3 数组的重复输入	104
8.4.4 命令名字	104
8.4.5 查询各个命令的使用	105
8.5 命令行书写规范	105

第四部分 应用与实践

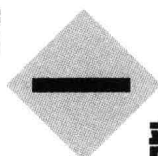
第 9 章 程控交换机配置实训	111
实训单元 1 交换机硬件配置实训	111
一、实训目的	111
二、实训器材	111
三、实训内容说明	111
四、知识要点	112
五、数据准备	113

六、实训步骤	114
七、实训验证	121
八、课后问答	122
实训单元 2 本局业务配置实训	123
一、实训目的	123
二、实训器材	123
三、实训内容说明	123
四、知识要点	124
五、数据准备	125
六、实训步骤	125
七、实训验证	133
八、课后问答	134
实训单元 3 新业务实训配置实训	135
一、实训目的	135
二、实训器材	135
三、实训内容说明	135
四、知识要点	136
五、数据准备	136
六、实训步骤	137
七、实训验证	146
八、课后问答	152
实训单元 4 NO.1 中继业务配置实训	153
一、实训目的	153
二、实训器材	153
三、实训内容说明	153
四、知识要点	154
五、数据准备	155
六、实训步骤	156
七、实训验证	165
八、课后问答	167
实训单元 5 NO.7 ISUP 中继业务配置实训	168
一、实训目的	168
二、实训器材	168
三、实训内容说明	168
四、知识要点	169
五、数据准备	171
六、实训步骤	171
七、实训验证	181
八、课后问答	182

实训单元 6 NO.7 TUP 中继业务配置实训	183
一、实训目的	183
二、实训器材	183
三、实训内容说明	183
四、知识要点	184
五、数据准备	186
六、实训步骤	186
七、实训验证	197
八、课后问答	198
第 10 章 光传输设备配置实训	199
实训单元 7 SDH 设备硬件配置实训	199
一、实训目的	199
二、实训器材	199
三、实训内容说明	199
四、知识要点	201
五、数据准备	201
六、实训步骤	202
七、实训数据	212
实训单元 8 点对点 2M 业务配置实训	216
一、实训目的	216
二、实训器材	216
三、实训内容说明	216
四、知识要点	218
五、数据准备	218
六、实训步骤	219
七、实训数据	236
八、实训验证	240
实训单元 9 链型 2M 业务配置实训	242
一、实训目的	242
二、实训器材	242
三、实训内容说明	242
四、知识要点	244
五、数据准备	244
六、实训步骤	246
七、实训数据	266
八、实训验证	272
实训单元 10 环形 2M 业务配置实训	273
一、实训目的	273

二、实训器材	273
三、实训内容说明	273
四、知识要点	275
五、数据准备	276
六、实训步骤	277
七、实训数据	296
八、实训验证	302
实训单元 11 网络维护配置实训	304
一、实训目的	304
二、实训器材	304
三、实训内容说明	304
四、实训步骤	305
第 11 章 综合通信组网实训	308
实训单元 12 程控传输组网实训	308
一、实训目的	308
二、实训器材	308
三、实训内容说明	308
四、实训步骤	309
五、实训数据	310
六、实训验证	310
参考文献	311

第



部分

理 论 基 础



什么是交换,为什么在通信网中一定要引入交换的功能,通信网中交换设备究竟要完成哪些功能,在现有通信网中都有哪些交换方式,不同的交换方式之间的区别是什么,本章主要介绍交换及通信网中一些基本概念,使读者掌握通信中一些基本概念、重要概念,为后续学习打下基础。

1.1 交换的引入

通信就是在信息的源和目的之间进行信息传递的过程。人们的社会活动离不开通信,尤其是在一个信息化的社会,现代通信技术的飞速发展使人与通信的关系变得密不可分。在现代通信网中,为满足不同需求而采用的通信方式各不相同,通信手段多种多样,通信内容丰富多彩,从而使通信系统的构成不尽相同。一个最简单的通信系统是只有两个用户终端和连接这两个终端的传输线路所构成的通信系统,这种通信系统所实现的通信方式称为点到点通信方式,如图 1.1 所示。



图 1.1 点到点通信方式

点到点通信方式仅能满足与一个用户终端进行通信的最简单的通信需求。然而,现实的通信更多的是要求在一个群用户之间能够实现相互通信,而不仅仅是与一个用户进行通信。以电话通信为例,人们当然希望能与电话网中的任何一个用户在需要时进行通话。那么,要想实现多个用户终端之间的相互通话,最直接的方法就是用通信线路将多个用户终端两两相连,如图 1.2 所示。

在图 1.2 中,6 个电话终端通过传输线路两两相连,实现了任意终端之间的相互通话。由此可知,采用这种互联方式进行通信,当用户终端为 6 个时,每个用户要使用 5 条通信线路,将自己的电话分别与另外的 5 个电话相连,不仅如此,每个电话机还需要配备一个 5 选 1 的多路选择开关,根据通话的需要选择与不同的话机相连,以实现两两通话,如图 1.3 所

示。若不采用这种多路选择开关,则每个用户就要使用 5 个电话终端实现与任意终端的通话。

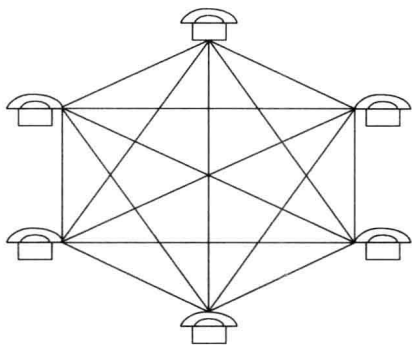


图 1.2 两两互联的电话通信

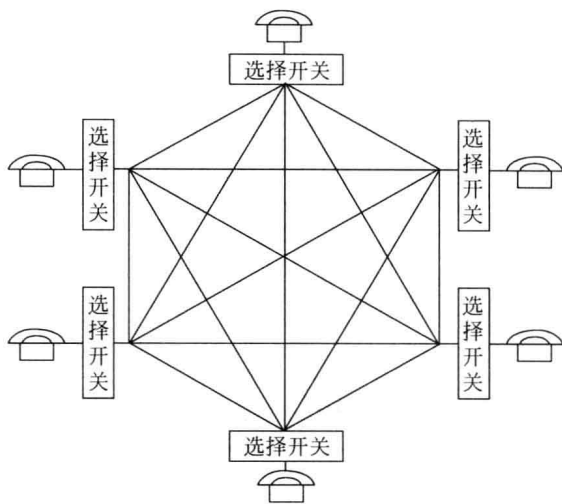


图 1.3 两两互联电话通信中的选择开关

两两互联的通信连接方式的特点是:

- (1) 若用户终端数为 N , 则两两相连所需的线对数为 $C_N^2 = N(N-1)/2$ 。
- (2) 每个用户终端需要配置一个 $N-1$ 路的选择开关。

例如, 有 100 个用户要实现任意用户之间的相互通话, 采用两两互联的方式, 终端数 $N=100$, 则所需要的线对数为 $N(N-1)/2 = 100(100-1)/2 = 4950$ 条, 且每个用户需要配置一个 99 路的选择开关。显而易见, 这种方式的缺点是:

- (1) 两两互联所需线对的数量很大, 线路浪费大, 投资大, 很不经济。
- (2) 需要配置多路选择开关, 且主、被叫之间需要复杂的开关控制及控制协调。
- (3) 增加一个用户终端的操作很复杂。

因此, 当用户终端数 N 较大时, 采用这种方式实现多个用户之间的通信是不现实的, 无法实用化。

为实现多个用户终端之间的通信, 引入了交换节点, 各个用户之间不再是两两互联, 而是分别由一条通信线路连接到交换节点上, 如图 1.4 所示。该交换节点就是通常所说的交换机, 它完成交换的功能。在通信网中, 交换就是在通信的源和目的之间建立通信信道, 实现通信信息传送的过程。引入交换节点后, 用户终端只需要一对线对与交换机相连, 节省了线路投资, 组网灵活方便。用户间通过交换设备连接方式使多个终端的通信成为可能。

由一个节点组成的通信网如图 1.4 所示, 它是通信网中最简单的形式。实际应用为实现分布区域较广的多终端之间的相互通信, 通信网往往由多个交换节点构成, 这些交换节点之间或直接连接, 或通过汇接交换节点相连, 通过多种多样的组网方式, 构成覆盖区域广泛的通信网络。图 1.5 所示为多个交换节点构成的通信网。

用户终端与交换机之间的连接线路叫做用户线。交换机与交换机之间的连接线路叫做中继线。通信网的传输设备主要由用户线、中继线以及其他相关传输设备构成。交换设备、

传输设备和用户终端是通信网的基本组成部分,通常称为通信网的三要素。

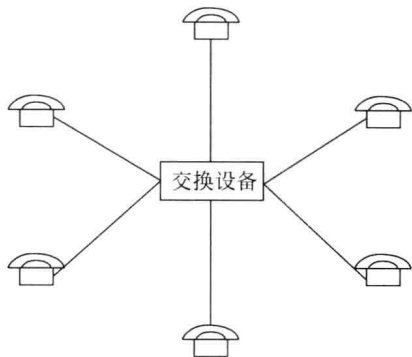


图 1.4 引入交换节点的多终端通信

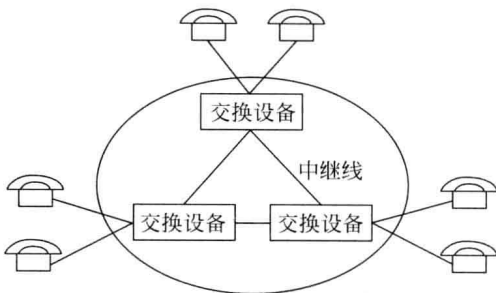


图 1.5 多个交换节点构成的通信网

1.2 各种交换方式

在通信网中,交换功能是由交换节点即交换设备来完成的。不同的通信网络由于所支持的业务的特性不同,其交换设备所采用的交换方式也各不相同,目前在通信网中所采用的或曾出现过的交换方式主要有以下几种:

- (1) 电路交换
- (2) 多速率电路交换
- (3) 快速电路交换
- (4) 分组交换
- (5) 帧交换
- (6) 帧中继
- (7) ATM 交换
- (8) IP 交换
- (9) 光交换
- (10) 软交换

对于上述交换方式,通常按照信息的传送模式和交换类型的不同进行分类。按照信息的传送模式不同可将交换方式分为电路传送模式(circuit transfer mode,CTM)、分组传送模式(packet transfer mode,PTM)和异步传送模式(asynchronous transfer mode,ATM)三大类。如电路交换、多速率电路交换、快速电路交换属于电路传送模式;分组交换、帧交换、帧中继属于分组传送模式;而 ATM 交换则属于异步传送模式。这种分类下的各种交换方式如图 1.6 所示,图中左边属于 CTM 的交换方式,右边属于 PTM 的交换方式,ATM 在图的中间。ATM 交换方式面向宽带多媒体应用,它是在 CTM 和 PTM 的基础上,避免了它们的缺陷,又借鉴了它们的优点,而产生的一种交换技术。在 ATM 交换方式之后又出现了一些新的交换方式和技术,如 IP 交换、光交换和软交换。

此外,按照交换信息类型的不同,可将交换方式分为基于电信号的交换方式和基于光信号的交换方式,光交换是基于光信号的交换方式。

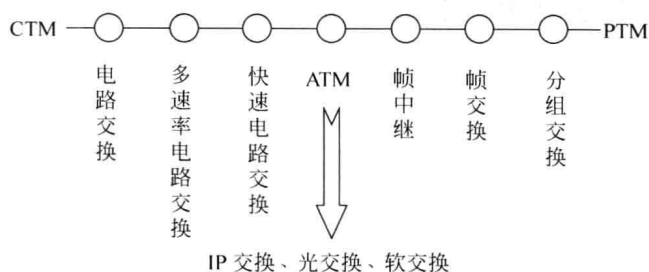


图 1.6 各种交换方式

1.2.1 电路交换

电路交换(circuit switching,CS)是通信网中最早出现的一种交换方式,也是应用最普遍的一种交换方式,主要应用于电话网通信中,完成电话交换,已有 100 多年的历史了。

电话通信的过程是:首先摘机,听到拨号音后拨号,交换机寻找被叫,向被叫振铃,同时向主叫送回铃音,此时表明在电话网中的主、被叫之间已经建立起双向的话音传送通道;当被叫摘机应答,即可进入通话阶段;在通话过程中,任何一方挂机,交换机就会拆除已经建立的通话通路,并向另一方送忙音提示对方挂机,从而结束通话。从电话通信的简单描述不难看出,电话通信分为三个阶段:呼叫建立、通话、呼叫拆除。电话通信的过程也就是电路交换的过程,因此电路交换的基本过程可以分为连接建立、信息传送、连接拆除三个阶段。

电路交换具有 6 个特点:

- (1) 信息传送的最小单位是时隙。
- (2) 面向连接的工作方式。
- (3) 同步时分复用。
- (4) 信息传送无差错控制。
- (5) 信息具有透明性。
- (6) 基于呼叫损失制的流量控制。

1.2.2 多速率电路交换

为了克服电路交换只提供单一速率(64kbit/s)的缺点,人们提出了多速率电路交换(multi-rate circuit switching,MRCS)方式。多速率电路交换本质上还是电路交换,具有电路交换的特点,可以将其看做采用电路交换的方式为用户提供多速率的交换方法。

多速率电路交换和电路交换都采用同步时分复用,即只有一个固定的基本信道速率,如 64kbit/s。多速率电路交换的一种实现方式是:将几个这样的基本信道捆绑起来构成一个速率更高的信道,供某个通信使用,从而实现多速率交换。另一种方式是设置多个基本信道速率,这样,一个帧就被划分为不同长度的时隙。从上述多速率电路交换的实现方式来看,该交换都是居于固定带宽分配的。

1.2.3 快速电路交换

为克服电路交换固定分配带宽不能适应突发业务的缺点,人们提出了快速电路交换