

中天传播

世纪英才

高等教育课改系列规划教材

[通信类]

交换机 | 中兴 |

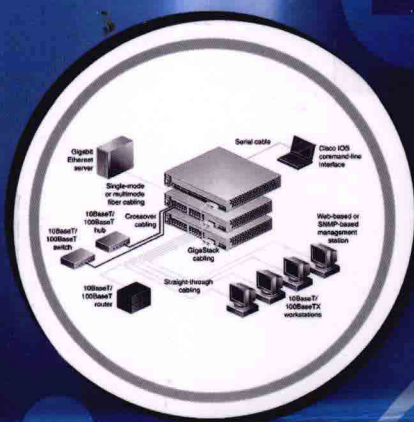
安装、调试与维护

◎ 方水平 刘业辉 主编 ◎ 王田甜 黄金 副主编

安装

调试

维护



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

ZHONGXING

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材（通信类）

交换机（中兴）安装、调试与维护

方水平 刘业辉 主 编

王田甜 黄 金 副主编

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

交换机 (中兴) 安装、调试与维护 / 方水平, 刘业辉主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2010. 4
(世纪英才高等职业教育课改系列规划教材. 通信类)

ISBN 978-7-115-22131-5

I. ①交… II. ①方… ②刘… III. ①电话交换机—安装—高等学校: 技术学校—教材②电话交换机—调试—高等学校: 技术学校—教材③电话交换机—维修—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TN916.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008117号

内 容 提 要

本书以交换机助理工程师的工作任务为主线, 市话交换机务员、线务员、客服话务员、程控交换机生产等工作岗位的工作任务为辅线, 以实际的交换系统工程项目为依据, 设置4个情境: 认识交换机, 交换机系统的勘察、设计与安装, 交换机的软件调试, 交换机的维护。

本书与《交换机(中兴)安装、调试与维护实践指导》配套使用, 使学生掌握通信网组网等相关的基本概念、软硬件的基本构成、信号(信令)系统等基本内容, 具备进行程控交换机安装、设计、电话开通、计费和新业务的设置、交换机的维护等技能, 为今后从事数字程控交换系统的生产、安装、维护和应用等方面工作打下良好的专业基础。学生学完本书内容后即可以应考通信行业的中、高级市内电话交换机机务员、交换机助理工程师等资格证书。

本书可作为高职高专院校通信技术、通信工程专业的教材, 也可作为相关专业的教师、学生和工程技术人员的参考用书。

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材 (通信类)

交换机 (中兴) 安装、调试与维护

- ◆ 主 编 方水平 刘业辉
- 副 主 编 王田甜 黄 金
- 责任编辑 丁金炎
- 执行编辑 郑奎国
- ◆ 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>
三河市潮河印业有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 23.5
字数: 558千字
印数: 1—3 000册
- 2010年4月第1版
2010年4月河北第1次印刷

ISBN 978-7-115-22131-5

定价: 44.00 元

读者服务热线: (010) 67129264 印装质量热线: (010) 67129223
反盗版热线: (010) 67171154

前言

Foreword

通信技术专业作为北京工业职业技术学院示范性重点建设专业,其专业建设不断深入,实践环境不断完善。要培养出专业知识扎实、实践技能熟练的高技能应用型人才,使毕业生能零距离上岗,在教学过程中必须要对旧的教学环节进行改革,以适应不断变化的实践需求。

教学改革必然涉及教学目标、课程组织、考试方法、教师队伍以及其他方面。为使得教学与实践环节进一步适应当前社会对交换技术人才的需求,改进教学质量和效果,提高学生的综合应用能力,我们编写了《交换机(中兴)安装、调试与维护》和《交换机(中兴)安装、调试与维护实践指导》,这两本教材应配套使用。其中,本书主要包括相关任务的学习引导、工作页、练习页以及任务评价等。《交换机(中兴)安装、调试与维护实践指导》一书主要包括针对本书中涉及的学习要点、学习中存在的问题和意见而设计的记录表单,所有任务完整工作过程的详细记录表单,以及针对学生专业能力、团队协作、情感态度等方面的评价表单。任务评价采取自评、组内互评、教师对小组评价以及教师对个人评价相结合的方式,全面、公正地对学生们的学习效果进行评价。

本书分为4个学习情境。学习情境1:认识交换机;学习情境2:交换机系统的勘察、设计与安装;学习情境3:交换机的软件调试;学习情境4:交换机的维护。

本书由北京工业职业技术学院和中兴通讯股份有限公司的中兴通讯学院联合开发。由北京工业职业技术学院的教研团队牵头,中兴通讯学院NC教育管理中心的专职讲师配合,并且特邀中兴公司资深技术专家组成顾问与评审团队协助教材的开发编写。学习情境1和学习情境4由中兴通讯学院的王田甜和黄金两位高级培训讲师共同编写,学习情境2由刘业辉老师编写,学习情境3由方水平老师编写。全书由方水平老师负责统稿,由北京工业职业技术学院信息工程系王怀群主任主审。

本书在编写过程中得到了北京工业职业技术学院领导的大力支持,也得到了通信教研室同事和中兴通讯、华为等企业同仁的帮助,在此表示由衷的感谢。由于工程类教材开发的特殊性,中兴通讯股份有限公司NC教育管理中心特别邀请了行业内的相关技术专家来协助本书的开发,在此一并表示感谢。

限于编者的水平,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大读者批评指正,以使本书更趋完美,也更加符合职业技术教育的需要。

编者

Contents 目录

◎学习情境1 认识交换机

任务一 认识 ZXJ10 交换机	1
第一部分 任务学习引导	2
1.1 电信网络的基本知识	2
1.2 脉冲编码调制 (PCM)	8
1.3 时分多路复用 (TDM)	16
1.4 信号音的产生、发送和接收	19
1.5 数字交换网络知识	21
1.6 交换方式	25
1.7 程控交换机的基本组成	28
1.8 ZXJ10 交换机系统结构	28
1.9 ZXJ10 交换机的单板	31
第二部分 工作页	43
第三部分 练习页	43
第四部分 任务评价	44

◎学习情境2 交换机系统的勘察、设计与安装

任务二 ZXJ10 交换机系统的工程勘察	45
第一部分 任务学习引导	46
2.1 ZXJ10 交换机系统工程勘察流程	46
2.2 ZXJ10 交换机系统工程勘察内容	48
第二部分 工作页	54
第三部分 练习页	55
第四部分 任务评价	56
任务三 ZXJ10 交换机系统的工程设计	57
第一部分 任务学习引导	58
3.1 ZXJ10 交换机系统工程设计工作流程	58
3.2 ZXJ10 交换机系统工程设计	58
3.3 ZXJ10 交换机系统工程设计文件审核	59
3.4 工程设计文件	59
3.5 ZXJ10 交换机系统通信电源选型与配置要求	60

3.6 ZXJ10 交换机系统机房设计	62
第二部分 工作页	62
第三部分 练习页	63
第四部分 任务评价	63
 任务四 ZXJ10 交换机的硬件安装与调试	65
第一部分 任务学习引导	66
4.1 ZXJ10 交换机系统组网	66
4.2 ZXJ10 交换机硬件连线	68
4.3 ZXJ10 交换机工程安装	72
第二部分 工作页	77
第三部分 练习页	82
第四部分 任务评价	83

◎学习情境 3 交换机的软件调试

任务五 ZXJ10 交换机的本局数据配置	84
第一部分 任务学习引导	85
5.1 呼叫类型	85
5.2 呼叫接续过程	86
5.3 呼叫处理基本原理	88
5.4 程序的执行管理	94
5.5 ZXJ10 交换机的相关命名、数据规范	98
5.6 ZXJ10 交换机局容量数据配置方法	101
5.7 ZXJ10 交换机交换局配置方法	104
5.8 ZXJ10 交换机物理配置方法	107
5.9 ZXJ10 交换机用户属性配置方法	117
5.10 ZXJ10 交换机号码管理配置方法	125
5.11 ZXJ10 交换机号码分析配置方法	132
5.12 ZXJ10 数据传送操作方法	143
5.13 ZXJ10 呼叫观察工具使用方法	143
5.14 ZXJ10 本局数据配置可能出现的故障处理方法	150
第二部分 工作页	151
第三部分 练习页	154
第四部分 任务评价	156
 任务六 ZXJ10 交换机一号信令中继数据配置	158
第一部分 任务学习引导	159
6.1 信令系统简介	159

6.2 信令的类型	160
6.3 中国一号信令方式	160
6.4 ZXJ10 交换机中继接口数据的基本概念	167
6.5 ZXJ10 交换机中继接口数据的配置方法	168
6.6 ZXJ10 交换机中继管理方法	183
6.7 ZXJ10 交换机中继数据配置可能出现的故障和解决方法	184
第二部分 工作页	185
第三部分 练习页	190
第四部分 任务评价	192
 任务七 ZXJ10 交换机七号信令数据的配置	193
第一部分 任务学习引导	194
7.1 共路信令概念	194
7.2 七号信令的功能级结构	197
7.3 七号信令的基本消息格式	200
7.4 ZXJ10 交换机的 MTP 数据配置方法	202
7.5 ZXJ10 交换机 STP 对接方法	206
7.6 ZXJ10 交换机动态数据管理方法	206
7.7 ZXJ10 交换机七号信令数据配置可能出现故障的解决方法	249
第二部分 工作页	250
第三部分 练习页	259
第四部分 任务评价	260
 任务八 ZXJ10 交换机业务数据配置	261
第一部分 任务学习引导	262
8.1 新业务性能	262
8.2 ZXJ10 交换机用户群数据的基本概念	264
8.3 ZXJ10 交换机用户群数据配置	265
第二部分 工作页	285
第三部分 练习页	293
第四部分 任务评价	293
 任务九 ZXJ10 交换机计费数据配置	295
第一部分 任务学习引导	296
9.1 计费数据的基本原理	296
9.2 计费相关概念与系统的计费能力	296
9.3 计费方式简介	298
9.4 计费的实现	299



9.5 ZXJ10 交换机计费系统基本概念	300
9.6 ZXJ10 交换机计费系统的结构	303
9.7 ZXJ10 交换机后台计费系统的安装	306
9.8 ZXJ10 交换机计费设置流程	309
9.9 ZXJ10 交换机计费档案管理	312
9.10 ZXJ10 交换机计费要求设置	322
9.11 ZXJ10 交换机计费中心设置	338
第二部分 工作页	342
第三部分 练习页	349
第四部分 任务评价	349
◎学习情境 4 交换机的维护	
任务十 ZXJ10 交换机系统的维护	351
第一部分 任务学习引导	352
10.1 日维护内容	352
10.2 月维护内容	355
10.3 季维护内容	357
第二部分 工作页	358
第三部分 练习页	359
第四部分 任务评价	359
附录 常见英文缩略语	361
参考文献	366

◎学习情境 1 认识交换机

任务一 认识 ZXJ10 交换机

认识交换机是进行交换系统安装、调试与维护工作之前所必需的一个环节。通过此任务的学习，学生可以了解电信网的基本知识；掌握交换系统的硬件结构、功能及原理；了解 ZXJ10 交换机的结构等，为后续的学习做好准备。

问题引导

- (1) 我国电信网络的结构是怎样的？
- (2) 如何进行电话号码编号？
- (3) 什么是 PCM？如何实现？
- (4) 什么是时分多路复用？
- (5) 数字交换网络的基本原理是什么？
- (6) 数字音频信号是如何产生和接收的？
- (7) ZXJ10 交换机有哪些交换方式？
- (8) 程控交换设备有哪些主要组成部分？
- (9) ZXJ10 交换机系统有哪些功能单元？
- (10) 在相关工作中对岗位技术人员有哪些技能要求？

提示：读者可以到图书馆查阅相关图书，上网搜索相关资料或询问相关在职人员。

任务描述

本任务要求学生在学习、收集相关资料的基础上了解交换机的基本组成、系统结构，认识并能进行背板连线。任务描述如下表所示。

学习目标	(1) 了解电信网络的结构； (2) 了解数字交换网络的组成和原理； (3) 了解交换机的基本组成； (4) 了解 ZXJ10 交换机的系统结构和功能； (5) 能制定电话号码编号方案
任务要求	(1) 学习数字交换网络的原理，掌握 ZXJ10 交换机交换网板的构成； (2) 观察 ZXJ10 交换机，掌握 ZXJ10 交换机各功能单板的结构和功能；

续表

	(3) 画出 ZXJ10 交换机功能结构框图，分析各功能单元之间的关系； (4) 画出 ZXJ10 交换机背板连线图，了解各功能单元之间的连接关系
注意事项	(1) 工具仪器按规定摆放； (2) 爱护交换机、维护终端、话机等设备； (3) 防止损坏仪器仪表； (4) 注意用电安全； (5) 注意实训室的卫生
建议学时	12 学时

第一部分 任务学习引导

1.1 电信网络的基本知识

人类大多数活动依赖于信息 (Information)。信息以各种各样的形式表现出来，如人类的语言 (Voice)、手写或印刷的文本 (Text)、计算机数据 (Data) 以及各种各样的图形 (Graphic) 和图像 (Image) 等。信息可以被处理、加工、存储、转移、显示、复制和利用。

所谓电信 (Telecommunication) 就是指将信息变换成电信号再进行远距离传输 (Transmission) 和交换 (Switching)。经过 100 多年的发展，现在全世界所有国家都已建立了电信网，并且各个国家的电信网之间已经实现了互联互通，全世界 200 多个国家和地区的近 10 亿部电话中多数已能彼此通话。

1. 电信网的种类和拓扑结构

电信网种类繁多，按不同的分类方式可分为多种类型的网络。

- ① 按业务可分为：电话网、电报网、传真网、数据网、CATV 网和 ISDN 网；
- ② 按信号形式可分为：模拟网、数字网和混合网；
- ③ 按网络用途可分为：承载网、交换网和支撑网；
- ④ 按网络拓扑可分为：网状网、星形网、复合网、树形网、链形网、环形网和总线网；
- ⑤ 按服务范围可分为：本地网、长途网和国际网；
- ⑥ 按网络层次可分为：骨干网、接入网和用户网；
- ⑦ 按带宽可分为：窄带网和宽带网等；
- ⑧ 按传播媒体可分为：有线网和无线网；
- ⑨ 按服务对象可分为：公用网和专用网。

实际上，在上述各类中，大多数分类还可以进一步分为若干子类。例如，支撑网就包括数字同步网、七号信令网、集中智能网和电信管理网 4 种子网络。又如，专用网可进一步分为军事、公安、铁路、电力、水利、石油、矿冶基地、交通、金融银行、新闻、工厂企业、水文、气象、林区、牧区、渔业、防汛救灾及旅游行业等专用网。

2. 电信网的拓扑结构

尽管电信网种类较多，但就网络的组织形态，即拓扑结构来说，常用的有如下几种：

全网状网、部分网状网、星形网、复合网、树形网、链形网、环形网和总线网等,如图 1-1 所示。

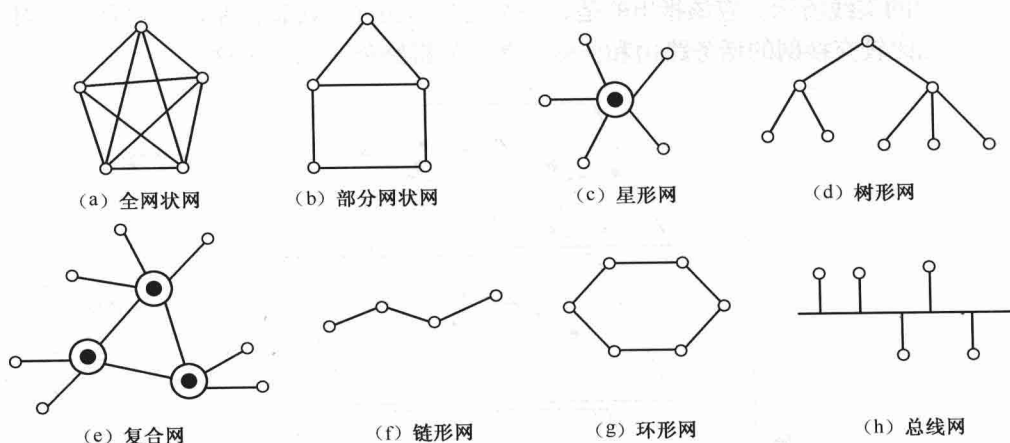


图 1-1 网络拓扑结构

在全网状网中,传输链路的冗余度最大,因而网络的可靠性最好,但链路利用率低,网络的经济性差。它们仅用于对网络可靠性要求特别高的场合。在星形网中,设有一个交换中心,用户之间的呼叫均通过交换中心进行。设网络用户数为 N ,星形网的传输链路只有 N 条,当 N 较大时,会比全网状网所需的 $N(N-1)/2$ 条链路要少得多。星形网可用于组成范围很大的网络,是现在普通采用的电话网的网络结构的基础,其可靠性较全网状网的要低,但其经济性则较全网状网有较大改善。

复合网是在星形网的基础上发展起来的。在用户较为密集的地区,分别设置交换中心,形成各自的星形网,然后将各交换中心以全连接方式或部分连接方式互联组成复合网。复合网的规模不断扩大,最终可覆盖一个地区、一个国家乃至全球。

树形网目前被广泛用于 CATV 分配网和某些专网(如军队网等)。环形网和总线网则多用于计算机通信网。链形网常用于专网,也用于中继站有上、下话路的微波中继公用通信网。

3. 电信网的组成

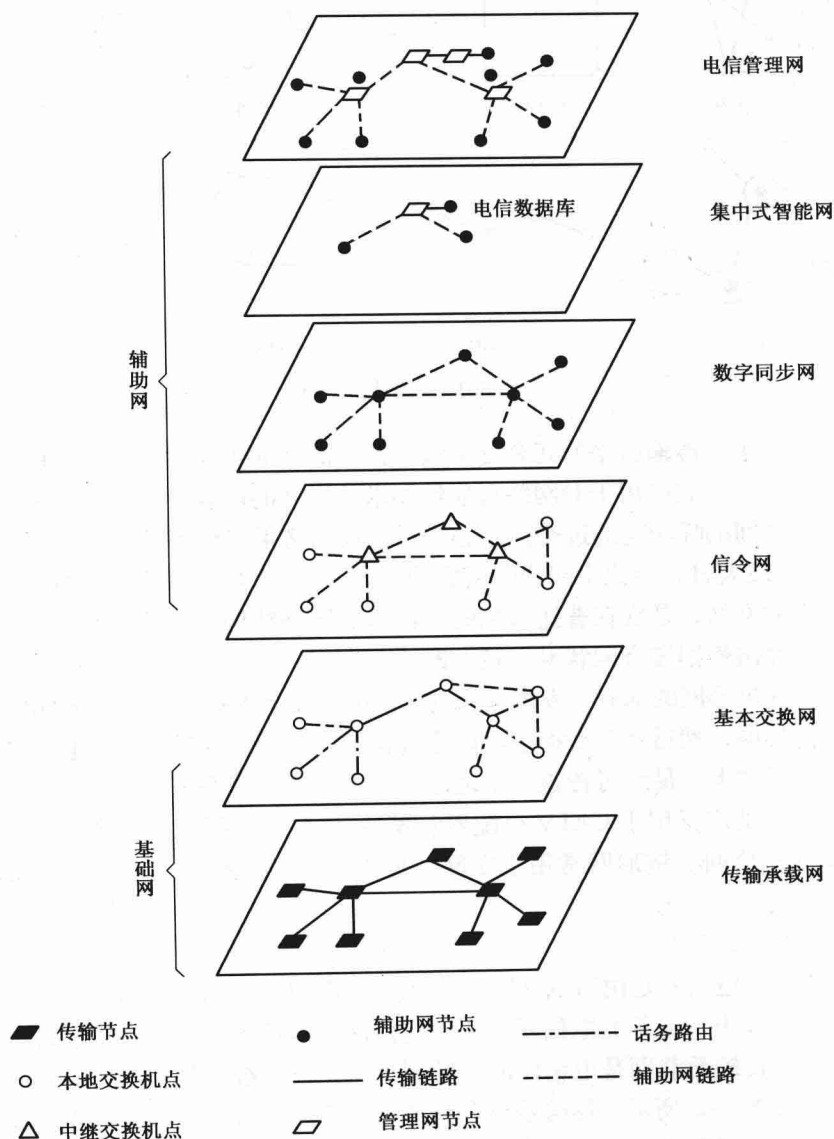
从逻辑上说,电信网是由节点(Node)、链路(Link)和端点(End)以及信令(协议)组成的,而在物理上,完善的电信网则是由交换网、传输承载网、终端设备以及支撑系统组成。交换网和传输承载网是电信网的基础网,而支撑系统则是电信网的辅助网。它们的层次模型关系如图 1-2 所示。尽管我国和世界上大多数国家一样,目前尚未建成这种多层次的综合电信网,但都是朝着这个方向发展的。

第一层是传输承载网。传输承载网包括中继链路、本地传输链路和接入网等。随着同步数字系列(SDH)的推广应用,传输链路(特别是长途干线和专网)正越来越多地采用 SDH 传输系统,SDH 传输系统比准同步数字系列(PDH)系统更有利于传输设备的简化、成本降低和管理功能的加强,其也是宽带 ISDN 的基础设施。

第二层是基本交换网。交换网由各种类型的交换机(如国际局、长途端局、长途局、



市话汇接局、市话端局、远端模块、远端用户单元和用户交换机等）组成。交换机之间的话音通道称为话务路由，图 1-2 中以点画线表示。话务路由的传输路径由传输承载网提供，如图 1-2 中的实线所示。应该指出的是，一个话务路由和其传输链路间未必是一一对应的关系，仔细比较交换网的话务路由和传输承载网的链路就可以看出这一点。



第三层是信令网。信令网是由各交换机的信令点（SP）、信令转接点（STP）以及其间的共路信令链路所组成的网络。在一个数字网中，通常信令链路数要比话务路由数少。实际上，信令网是一个分组数据通信网。

第四层是数字同步网。数字同步网将从一个或多个参考源传输来的定时信号传播到交

换网中的所有数字交换机中。数字同步网包含由数字交换机中的各定时单元所形成的同步节点，以及其间的同步链路。

第五层是集中式智能网。集中式智能网提供程控数字交换机及其业务控制（SCP）间的访问，而 SCP 包含能提供集中的网络智能的数据库。因此它可以通过数字交换机向用户提供大量的智能业务。

第六层是电信管理网。电信管理网由各种各样的运行和维护中心（OMC）、网络管理中心（NMC）以及对相关交换机进行遥测、遥控和遥信的链路等组成。

4. 电信网网络规划

交换系统是电信网的核心，所以在设计和使用交换系统时，就需要考虑以下几个与电信网规划密切相关的问题：路由规划、编号制度、计费、传输、信令和同步等。

（1）路由规划（Route Planning）。

我国的电话网是一个由本地网和长途网两部分组成的等级制树状网，如图 1-3 所示。其中，长途网包括 4 级交换中心。

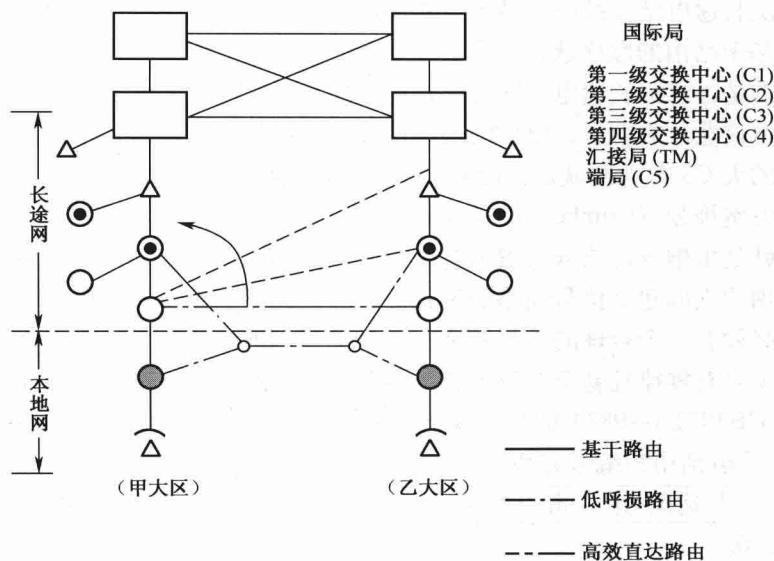


图 1-3 我国电话网结构图

第一级交换中心（C1）为省间中心，又称大区中心。大区中心汇接一个大区内各省（自治区）之内的通信中心。大区中心分别设立在北京、沈阳、南京、武汉、成都和西安。它们也是国际长途通信的汇接中心。

第二级交换中心（C2）为省中心局（即省会的长话局）。省中心局汇接省（自治区）内的各地区之间的通信中心。

目前，在我国第一级和第二级交换中心实际上已经合成为了一级，也就是说省（自治区）之间均已建立了直达路由。

第三级交换中心为地区中心，位于地区机关所在地，用于汇接本地区之间的通信中心。

第四级交换中心为县中心，用于汇接本县城镇、农村之间的通信中心。以上 4 级交换



中心构成了我国的长途网部分。在这四级交换中心中，任一级至下一级均采用辐射式连接。这种辐射式连接的电路群（如图 1-3 所示的粗实线）称为基干路由。但是长途网不能仅由基干路由组成，否则有的长话转接次数太多，不仅影响接续速度而且会影响接通率。为此长途网中还设置了一些高效直通路由和低呼损路由。有了基干路由、高效直达路由和低呼损路由 4 级汇接辐射式长途网，即可使长话接续的灵活性大为提高，转接次数减小，更为经济合理、安全可靠。

在长话网中，既有直达路由，又有多个不同的转接路由（又称低呼损路由）。此时，路由选择顺序必须遵循先选择直达路由，然后选迂回路由，最后选基干路由等原则。

在选择迂回路由时，所选的任何一个转接长话局都应在发端长话局和终端长话局所构成的基干路由上；先选择直接至受话区的迂回路由，后选择经发话区的迂回路由。所选择的迂回路由应确保在发话区是按自下而上（从低级局到高级局）的方向、由近到远的顺序进行（对终端局位置而言），在受话区按自上而下的方向进行接续。为增加接通的机会，还允许在发话区一侧，在地区中心局、省中心局及省间中心区的每一级均可进行同级迂回转接一次。在一次长途电话接续中，最多只能进行 5 次迂回路由选择。若以高效路由—低呼损迂回路由—基干路由的顺序选择，则长途电话全忙，则此次长途接续为呼损。

应该指出的是，我国长途电话网结构目前正在发生变化，即由 5 级网向 3 级网过渡。随着电信网和电信业务的发展，电信网还会过渡到 2 级网，而最终还会过渡到无级网。目前，人们所说的大 C3 本地网就是指由 C3、C4 与 C5 合并而成的网络。

(2) 编号方案规划 (Numbering System)。

电话交换就是根据寻址信号（拨号音、号码、占用、振铃等）进行链路连接，以使电话交换网中的用户之间建立信号通路的过程。所以，为使交换系统正确、有效地选择路由和被叫终端，必须有一个合理的编号制度。这种编号制度的基本要求有：全球编号统一，号位尽量少、编号有规律且易于升位扩容。我国的编号制度符合国家标准《国家通信网自动电话编号》(GB3971.1-1983) 的相关规定。我国具体的编号实现方案可概括为如下几点：

① 国内长途电话用户编号方法。

长途字冠 + 长途区号 + 市内电话号码（局号+用户号）

长途字冠：0。

② 国际长途电话的编号方法。

CCITT 规定，国家号由 1 位世界编区号和 1~3 位数组成，世界编区号具体分配见表 1-1。

表 1-1

世界编区号

编 号	地 区	编 号	地 区
1	北美洲	6	南太平洋地区（澳大利亚）
2	非洲	7	独联体
3	欧洲	8	北太平洋地区（东亚）
4	欧洲	9	远东和中东地区
5	南美洲和古巴	0	备用

拨打国际长途电话格式：

国际长途字冠 + 国家号码 + 国内长途区号 + 市话号码 (局号+用户号)

我国国际长途字冠为“00”，国家号码为“86”。

③ 本地网用户及本地网用户编号。

本地网呼叫：

PQR+ABCD，其中 P=2~9，Q、R、A、B、C 为 0~9

本地网用户呼叫网外国内用户：

0+X1X2...+PQRABCD

本地网呼叫国际用户：

00+I1I2...+X1X2...+PQRABCD，其中 I1I2...国家号，X1X2...国内区号

④ 特种业务编号：1XX，其中 X=0~9，常用特种业务见表 1-2。

表 1-2

常用特种号码

编 号	特 种 业 务	编 号	特 种 业 务
110	匪警	120	救护
112	障碍申告	121	天气预报
114	本地电话查号	170	国际话费查询台
117	报时	174	网内长途查号
119	火警	168	自动信息台

(3) 传输规划。

由于数字交换机为四线交换，因此本局接续、局间接续以及长途接续都会有四线环路。此外，数字交换机传输语音信号的时延比模拟交换机长，故应考虑四线环路产生的回声对传输质量的影响。这种影响主要是对受话人的回声影响。为抑制回声以保证不产生共鸣，必须在四线环路中保持一定的终端衰减。主观评定试验表明，在本局接续的情况下，当四线环路衰减为 3.5dB 时通话质量最好，而在局间接续和长途接续的情况下，以 7dB 作为最小传输衰减最好。这是因为回声与时延有密切关系，而时延又受传输距离的影响。传输距离长，传输时延大时，回声的影响也大。如果是长距离通话，增加四线环路衰减，虽然音量会小些，但可使通话质量变好。

(4) 网同步规划 (Network Synchronization)。

数字网 (Digital Network) 的同步是数字网中各数字交换设备的时钟之间的同步，包含了比特同步和帧同步。网同步的目的在于用控制频率和相位的方法来减小甚至消除滑码对数据、图像和语音的不良影响。

我国的数字网的同步方式有两种：国内通信网采用等级主从同步法，如图 1-4 所示；国际通信则以准同步方式运行，即各国采用独立的、高稳定的原子钟为基准时钟，以确保彼此间的滑码的影响在可接受的范围内，如图 1-5 所示。

为了确保同步的可靠性，每一下级局要求上级局提供两条或两条以上的能够提取时钟信号的链路。

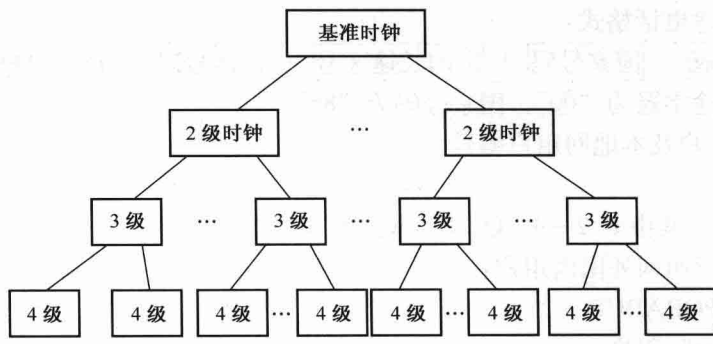


图 1-4 主从同步法

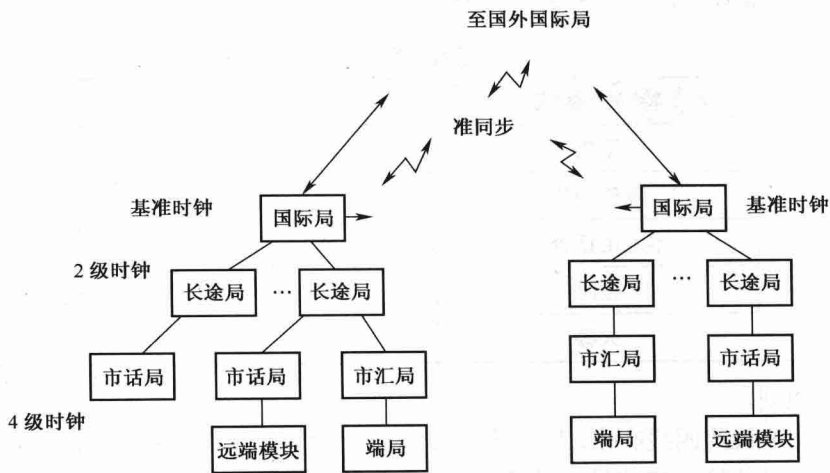


图 1-5 准同步和逐级下控主从同步示意图

我国各级时钟与电话网交换级的对应关系见表 1-3。

表 1-3 电话网时钟等级

网 别	级 别	交换的类型	主 钟 类 型
长途网	第一级	基准时钟	铯原子钟
	第二级	1/2 级交换中心、国际局的局内综合定时供给设备时钟 (BITS) 和交换机时钟	受控铯原子钟, 配以 GPS
		3/4 级交换中心的 BITS 和交换设备时钟	高稳晶振
本地网	第三级	汇接端局的 BITS 和交换设备时钟	高稳时钟
	第四级	远端模块、数字用户交换机、数字终端设备时钟	

1.2 脉冲编码调制 (PCM)

通信系统可以分为模拟和数字通信系统两大类。数字通信具有许多优点, 应用日益广

泛,已成为现代通信的主要发展趋势之一。现今通信中的许多业务,其信源信号是模拟的,利用数字通信系统传输模拟信号时,首先要将模拟信号数字化,然后用数字通信方式传输。模拟信号数字化的方法有多种,目前采用最多的是信号波形模/数转换方法。即在通信系统的发送端,经过抽样、量化和编码等步骤,把模拟基带信号转换成数字基带信号;在接收端,则通过对应的逆变换,将数字信号恢复成模拟信号。此转换过程的编码方式主要有脉冲编码调制(PCM)和增量调制(DM)两大类。

PCM 过程主要包括抽样、量化、编码 3 个步骤。抽样把时间上连续的模拟信号转换成时间上离散而幅度上连续的抽样信号;量化则把幅度上连续的抽样信号变换成幅度上离散的量化信号;编码则把时间和幅度已经离散的量化信号用二进制码组表示。

从调制的观点来看,PCM 是以模拟信号为调制信号,对二进制脉冲序列进行载波调制,从而改变脉冲序列中各个码元的取值。所以通常也把 PCM 称为脉冲编码调制,简称脉码调制。

1. 抽样定理及其应用

将时间上连续的模拟信号变为时间上离散的抽样值的过程就是抽样。抽样定理表明:如果对某一带宽中有限时间内的连续信号(模拟信号)进行抽样,且抽样速率达到一定数值时,那么根据这些抽样值就能准确地确定原信号。这就是说要传输模拟信号,不一定要传输模拟信号本身,而可以只传输按抽样定理得到的抽样值。

抽样定理则主要讨论能否由离散的抽样序列重新恢复为原始模拟信号的问题,这是所有模拟信号数字化的基础。

模拟信号依据信号的最低(或最高)频率与带宽的关系,可以将模拟信号分为低通型信号和带通型信号。设模拟信号的频率范围为 (f_L, f_H) ,信号的带宽为 B ,若 $B \geq f_L$,则称该信号为低通型信号;若 $B \leq f_L$,则称该信号为带通型信号。现在分这两个情况来介绍抽样定理。

(1) 低通型信号抽样定理。

抽样定理的具体内容为:一个频带限制在 $(0, f_H)$ 内的时间连续信号 $m(t)$,如果以不大于 $1/(2f_H)$ s 的间隔对其进行等间隔抽样(也就是抽样频率 f_s 大于或等于 $2f_H$),则 $m(t)$ 将被所得到的抽样值完全确定。

此抽样定理称为均匀抽样定理,因为它用在均匀间隔 $T_s \leq 1/(2f_H)$ s 上给定信号的抽样值来表征信号。由该抽样定理可知,当被抽样信号的最高频率为 f_H 时,每秒内抽样点的数量将等于或大于 $2f_H$ 个,这意味着对于信号中的最高频率分量至少在一个周期内要对它取两个样值。如果这个条件不能得到满足,则接收端还原该信号时必然出现信号的失真。该抽样频率称为奈奎斯特频率。

抽样信号的变化过程和频谱图变化如图 1-6 所示。

在工程设计中,考虑到信号绝不会严格带限以及实际滤波器特性的不理想,通常取抽样频率约为 8kHz,以避免失真。例如,语音信号带宽通常限制在 3300Hz 左右,而抽样频率通常选择 8kHz。

根据抽样的基本原理可知其实现的方法如图 1-7 所示。由图 1-6 可知要想从样值中恢复原信号,可通过低通滤波器来实现,如图 1-8 所示。