



高等职业教育“十二五”规划教材(通信类)

双色印刷

程控交换设备安装、 调试、运行与维护项目教程

◎ 王莹 主编

- ✓ 采用“项目引导—知识准备—任务实施”的结构来编写
- ✓ 以任务实施为导向，突出应用性，重在任务的完成过程
- ✓ 以程控交换设备硬件配置、调试以及设备的运行维护等工作任务为主线



赠

电子课件、自我测试答案
模拟试卷及答案等

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



高等职业教育“十二五”规划教材（通信类）

程控交换设备安装、调试、 运行与维护项目教程

主 编 王 莹
副主编 郭 涛 于正永
参 编 陈莉莉 杨 薇 孙世菊



机械工业出版社

本书以工作岗位应用为目标,以程控交换设备硬件配置、调试以及设备的运行维护等工作任务为主线,结合华为 C&C08 交换机,采用“项目引导—知识准备—任务实施”的结构来编写,以任务实施为导向,突出应用性,重在任务的完成过程,学生可在任务实施中掌握知识和技能。

本书分为 8 个项目:初识交换机与电话网、交换机硬件配置、本局用户互通、局间用户互通、交换机新业务开通、计费数据设定、交换机的运行与维护及交换新技术。

本书可作为高职高专通信类专业的教材,也可供广大工程技术人员参考使用。

为方便教学,本书配有免费电子课件、自我测试答案、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的学校,均可来电(010-88379564)或邮件(cmpqu@163.com)索取,有任何技术问题也可通过以上方式联系。

图书在版编目(CIP)数据

程控交换设备安装、调试、运行与维护项目教程/王莹主编.
—北京:机械工业出版社,2014.8
高等职业教育“十二五”规划教材(通信类)
ISBN 978-7-111-47457-9

I. ①程… II. ①王… III. ①程控交换机—高等职业教育—教材 IV. ①TN916.428

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 168284 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲世海 责任编辑:曲世海 冯睿娟

版式设计:霍永明 责任校对:佟瑞鑫

封面设计:陈沛 责任印制:刘岚

涿州市京南印刷厂印刷

2014 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.75 印张·381 千字

0001—2000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-47457-9

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面防伪标均为盗版

前 言

现代通信离不开交换设备，交换设备是通信网的核心组成部分。

本书以工作岗位应用为目标，以程控交换设备硬件配置、调试以及设备的运行维护等工作任务为主线，结合华为 C&C08 交换机，采用“项目引导—知识准备—任务实施”的结构来组织教材内容，以任务实施为导向，突出应用性。

本书分为 8 个项目，项目 1 属于认知范畴，介绍了电话网的基础知识，为后续的工作奠定基础；项目 2~项目 7 主要介绍 C&C08 交换机的相关内容，其中项目 2 介绍了 C&C08 交换机的系统结构及如何进行硬件数据配置，为软件调试做好准备，项目 3~项目 6 介绍了 C&C08 交换机的软件数据调试，项目 7 介绍了 C&C08 交换机的运行与维护工作及故障判断与定位的常用方法；项目 8 介绍了交换新技术。

本书的理论和操作实践紧密结合，重在任务的完成过程，学生可在任务实施中掌握通信网组网等相关概念、交换设备软硬件的基本构成、信令系统等方面的基本知识，从而具备程控交换机安装、调试、运行维护等技能，为今后从事相关工作打下良好的专业基础。学生学习结束后，可参加通信行业的电话交换机务员或通信专业技术人员初级职业水平考试，取得相关领域的职业资格证书。

本书由王莹组织编写，并邀请企业资深技术专家郭涛、于正永作为副主编参加本书的编写，参加编写的还有陈莉莉、杨薇、孙世菊，另外华为技术有限公司的几位工程师也参与了编写和审阅。本书在编写过程中，得到了华为技术有限公司的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏与错误之处，敬请广大读者批评指正，以便进一步提高和完善。

编 者

目 录

前言

项目 1 初识交换机与电话网

任务 1 交换的认识	1	2.1 知识准备	10
1.1 知识准备	1	2.1.1 何谓电话网	10
1.1.1 通信与通信系统	1	2.1.2 电话网的构成	10
1.1.2 何为交换	2	2.1.3 电话网的组网方式	11
1.1.3 电话交换机的发展	3	2.1.4 本地电话网	14
1.1.4 电话交换机的分类	5	2.1.5 电话网的编号方案规划	15
1.1.5 电话交换机的基本功能	5	2.2 学习活动页	17
1.2 学习活动页	6	2.3 引申与拓展	18
1.3 引申与拓展	6	2.3.1 移动电话系统	18
1.4 自我测试	9	2.3.2 IP 电话系统	19
任务 2 认识电话网	10	2.4 自我测试	20

项目 2 交换机硬件配置

任务 1 数字程控交换机构成及功能认识	22	3.1 知识准备	64
1.1 知识准备	23	3.1.1 BAM 服务器应用软件	65
1.1.1 数字程控交换机的硬件结构	23	3.1.2 客户端业务维护系统	66
1.1.2 数字程控交换机的软件组成	36	3.2 工作任务单	69
1.2 学习活动页	38	3.2.1 任务描述	69
1.3 自我测试	38	3.2.2 任务实施	69
任务 2 认识 C&C08 交换机	41	3.3 自我测试	71
2.1 知识准备	41	任务 4 C&C08 交换机硬件数据配置	72
2.1.1 C&C08 交换机的基本结构	42	4.1 知识准备	72
2.1.2 模块之间的连接	44	4.1.1 数据配置概述	72
2.1.3 C&C08 交换机的层次结构	44	4.1.2 硬件数据配置步骤	72
2.1.4 C&C08 交换机的机框和单板	46	4.1.3 硬件数据配置规划	73
2.2 工作任务单	61	4.1.4 交换模块中 HW 线的连接	76
2.2.1 任务描述	61	4.1.5 交换模块中 NOD 线的连接	79
2.2.2 任务实施	61	4.2 工作任务单	82
2.3 自我测试	63	4.2.1 任务描述	82
任务 3 认识 C&C08 交换机终端系统	64	4.2.2 任务实施	82
		4.3 自我测试	88



项目3 本局用户互通

任务1 C&C08 交换机本局呼叫接续处理	90	任务2 C&C08 交换机本局用户互通 ...	99
1.1 知识准备	90	2.1 知识准备	99
1.1.1 呼叫类型	90	2.1.1 C&C08 交换机的基本用户数据设定方法	99
1.1.2 呼叫处理的基本流程	91	2.1.2 C&C08 交换机基本用户数据设定涉及的几个概念	100
1.1.3 呼叫接续分析处理	93	2.2 工作任务单	101
1.1.4 C&C08 交换机本局呼叫接续处理	95	2.2.1 任务描述	101
1.2 学习活动页	98	2.2.2 任务实施	101
1.3 自我测试	99	2.3 自我测试	107

项目4 局间用户互通

任务1 C&C08 交换机局间呼叫处理	109	互通	131
1.1 知识准备	109	2.1 知识准备	131
1.1.1 信令系统	109	2.1.1 局间通话的硬件准备	131
1.1.2 局间信令	111	2.1.2 七号信令局间中继数据相关概念	132
1.1.3 一号信令系统	112	2.1.3 七号信令局间中继数据配置	134
1.1.4 七号信令系统	116	2.2 工作任务单	136
1.1.5 C&C08 交换机局间呼叫处理	123	2.2.1 任务描述	136
1.2 学习活动页	129	2.2.2 任务实施	137
1.3 自我测试	129	2.3 拓展与提高	148
任务2 C&C08 交换机局间用户互通	131	2.4 自我测试	151

项目5 交换机新业务开通

任务1 开通常见新业务	152	任务2 开通商务群业务	161
1.1 知识准备	152	2.1 知识准备	162
1.1.1 电信新业务的概念	152	2.1.1 Centrex 群的基本概念	162
1.1.2 应用新业务时注意的问题	153	2.1.2 Centrex 群数据配置步骤	163
1.1.3 电信新业务介绍	155	2.2 工作任务单	164
1.2 工作任务单	157	2.2.1 任务描述	164
1.2.1 任务描述	157	2.2.2 任务实施	164
1.2.2 任务实施	157	2.3 自我测试	166
1.3 自我测试	161		

项目6 计费数据设定

任务1 本局用户计费数据设定	167	1.1.3 计费数据的设定	171
1.1 知识准备	167	1.2 工作任务单	172
1.1.1 计费方式	167	1.2.1 任务描述	172
1.1.2 计费功能和原理	168	1.2.2 任务实施	173



1.3 拓展与提高	178	2.2.1 任务描述	181
1.4 自我测试	179	2.2.2 任务实施	181
任务2 出局呼叫计费数据设定	180	2.3 拓展与提高	184
2.1 知识准备	180	2.4 自我测试	185
2.2 工作任务单	181		

项目7 交换机的运行与维护

任务1 告警系统日常使用操作	186	处理模拟	194
1.1 知识准备	186	3.1 知识准备	194
1.1.1 告警系统概述	186	3.1.1 故障处理一般流程	194
1.1.2 认识告警板	187	3.1.2 故障判断与定位的常用方法	196
1.1.3 告警台及其操作	187	3.2 工作任务单	198
1.2 工作任务单	191	3.2.1 任务描述	198
1.2.1 任务描述	191	3.2.2 任务实施	199
1.2.2 任务实施	191	3.3 自我测试	200
1.3 自我测试	191	任务4 C&C08 交换机日常运行	
任务2 测试系统操作	191	维护	200
2.1 知识准备	191	4.1 知识准备	200
2.1.1 例行测试	192	4.1.1 交换机的性能指标	200
2.1.2 诊断测试	192	4.1.2 交换机日常运行维护操作	202
2.2 工作任务单	193	4.2 工作任务单	204
2.2.1 任务描述	193	4.2.1 任务描述	204
2.2.2 任务实施	193	4.2.2 任务实施	206
2.3 自我测试	194	4.3 自我测试	214
任务3 C&C08 交换机故障分析与			

项目8 交换新技术

任务1 软交换与下一代网络	215	任务2 全光交换技术	223
1.1 知识准备	215	2.1 知识准备	223
1.1.1 下一代网络	215	2.1.1 全光通信网	223
1.1.2 基于软交换的 NGN	216	2.1.2 典型的交换器件	224
1.1.3 软交换在固定电话网中的应用	220	2.1.3 光交换网络	225
1.2 学习活动页	222	2.2 学习活动页	226
1.3 自我测试	222	2.3 自我测试	227
附录 电信机务员国家职业标准	228		
参考文献	244		

项目 1 初识交换机与电话网

本项目为程控交换技术涉及的专业基础内容，不涉及技能训练。通过本项目的学习，为后续程控交换设备的学习和技能的培养奠定基础。

【教学目标】

- 1) 能叙述通信系统的构成及各部分的功能。
- 2) 能叙述通信网组网的拓扑结构。
- 3) 能解释电话交换机在电话网中的作用。
- 4) 了解电话交换机发展，能叙述电话交换机的基本功能。
- 5) 认识我国电话网的基本组成，能阐述我国电话网的结构。
- 6) 认识电话网编号方案，能叙述电话号码的组成。
- 7) 能够利用网络查阅相关基础知识并进行总结。
- 8) 通过讨论交流，能够熟练阐述相关基础知识。

任务 1 交换的认识

电话是人们日常交流信息的重要工具。那么怎样解决任意地点任意两个用户能随时通话的问题呢？

本次任务的重点在于建立电话交换概念及理解交换的必要性，是程控交换设备的入门知识，为后续学习 C&C08 数字程控交换机做好准备。

1.1 知识准备

1.1.1 通信与通信系统

通信是通过某种媒体进行的信息传递。在古代，人们通过驿站、飞鸽传书、烽火狼烟等方式进行信息传递。到了现代，随着电报、电话的发明，通信进入了电话通信时代，通信的发展有了质的飞跃。今天，随着科学技术的飞速发展，相继出现了移动电话、互联网甚至可视电话等各种通信方式。通信技术拉近了人与人之间的距离，提高了经济效益，深刻地改变了人类的生活方式和面貌。

在通信领域，人们常将完成信息传递所需的技术设备和传输媒质称为通信系统，其中包



括构成系统的硬件、软件，甚至是操作或使用系统的人。现代通信系统种类繁多、形式各异，但无论是哪种通信系统，都要完成从一地到另一地的信息传递。在这样一个总的目的下可以把通信系统概括为一个统一的模型，如图 1-1 所示。

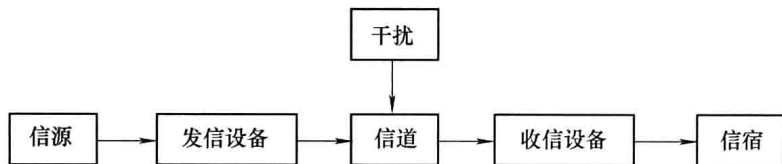


图 1-1 通信系统的一般模型

信源是发出信息的信息源，简单地说就是信息的发送者。在人与人之间通信的情况下，信源是发出信息的人；在机器与机器之间通信的情况下，信源可以看做是发出信息的机器，如计算机或其他机器。

发信设备将信源发出的信息变换和处理成适合在信道上传输的信号，如电话通信系统中的电话机能将语音变换成电信号。

信道是指传输信号的物理媒质。不同信源形式所对应的信道形式不同。从大的类别来分，传输信道的类型有两种：一种是有线信道，如双绞线、同轴电缆、光纤等；一种是无线信道，如可以传输无线电磁信号的自由空间。

收信设备是完成发信设备的反变换。由于发信设备的功能是将信源发出的信息变换处理成适合在信道上传输的信号，但是一般情况下这种信号是不能被信息接收者直接接收的，因此需要利用收信设备进行反变换，把从信道上接收的信号变换成接收者可以接收的信号。

信宿是信息传递的终点即信息接收者。它可以与信源一致，构成人—人通信或机—机通信，也可以与信源不一致，构成人—机通信或机—人通信。

信源提供的语音、数据、图像等信息，由发信设备变换成适合于在传输媒质上传送的通信信号并发送到传输媒质上进行传输，当该信号经过传输媒质进行传输时，被叠加上了各种噪声干扰，收信设备将接收到的信号经过反变换，恢复成信宿适用的信息形式。

1.1.2 何为交换

语音信息的交换仍然是当今社会信息交换的主要内容之一，而实现语音信息交换的工具是电话机。

电话机设置在电话通信起点和终点的用户侧，是电话网的用户终端设备。电话通信是通过声能与电能相互转换并利用“电”这个媒介来传输语言的一种通信方式。电话通信的最基本原理就是每个用户使用一部电话机，用导线将话机连接起来，通过“声”、“电”转换，使两地用户可以互相通话。

两个用户要进行通信，最简单的形式就是将两部电话机用一对线路连接起来，如图 1-2 所示。

随着电话机的用户逐渐增多，出现多个用户之间互通的需要。为保证任意两个用户间都能通话，很自然我们会想到每两个用户用一对线路连起来。依次类推，如果该用户与外面 n 个用户联系就需要 n 对电话线，工程实现会存在困难。图 1-3 是 5 个电话用户之间互通，所用线路就需要 10 对。



图 1-2 两个用户间最简单的电话通信形式

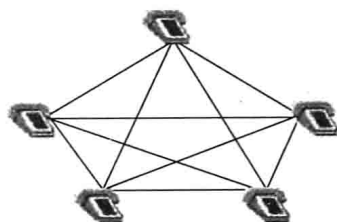


图 1-3 5 个用户间的连接情况

如果有 n 个用户，为保证任意两个用户都能通话， n 个用户连接所用线路则需 $\frac{n(n-1)}{2}$ 对。因此，当用户数不断增加时，所需电话线对数随之猛增。想想看，对每个用户来说，家中则需接入 $n-1$ 对线，打电话前还需将自己话机和接收一方的电话线连起来，那就太麻烦了！

当然，随着用户 n 不断增加，还会产生以下几个问题：

- 1) 线路投资很大，但线路的利用率低。
- 2) 使用不方便，话机与许多对线连接起来非常困难。
- 3) 维护困难。

怎样解决这个难题呢？我们需要一个既能减少电话线数量，又能保证用户之间电话通信正常进行的装置，这就是电话交换机的基本概念。

具体做法是：在用户分布的密集中心，安装一台设备，这好比是一个多路开关接点，开关接点平时是打开的，当任意两个用户之间需要通话时，设备就把连接两个用户的接点接通，让这两个用户通过一对电话线通话。由此可以看出，这个设备可根据发话者的要求，完成与另外一个用户之间交换信息的任务，所以这种设备就叫做电话交换机，其示意图如图 1-4 所示。实际的交换机是相当复杂的，但有了电话交换设备，一部电话机只需要连接一对电话线， n 个用户之间只需 n 对线就可以满足要求，使线路的费用大大降低。尽管增加了交换机的费用，但它将为 n 个用户服务，提高了线路利用率。

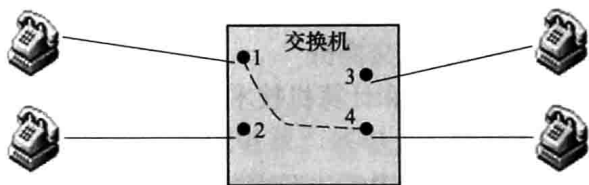


图 1-4 电话交换机

1.1.3 电话交换机的发展

通过上面的学习，我们已经了解了电话通信中的必备设备——电话交换机，认识到电话交换机伴随着电话通信的出现而产生。电话交换机是一种使许多电话用户在需要时能及时进行通话的专门设备。

自 1876 年美国发明电话以来，电话通信技术取得了巨大的进步和发展，电话交换机完成了由人工到自动的过渡，归纳起来可分为四个时代：

1. 人工交换机

最早的电话交换机是人工交换机。在人工交换机中，通信的接续必须由话务员来完成。每个用户的电话机通过用户线路连接到交换机用户的塞孔上，每个用户塞孔上都装置一个信号灯。当用户欲打电话时，手摇电话机手柄，发出呼叫信号，使人工交换机上用户接口线路



指示灯亮，话务员通过耳、目、口来接收用户的呼叫信息，经过大脑的思维活动进行分析判断，再通过人的神经系统控制手来操作带插头的塞绳将主叫与被叫间的线路接通，被叫方振铃，被叫用户摘机后通话，通话结束后，用户挂机，指示灯灭，话务员拆除塞绳，完成一次通话。可以看出，为了完成电话交换功能，交换机必须具有用户间通话的话路系统，比如塞绳、塞孔、信号灯等设备；除此之外，还必须有相当于控制系统进行接续的话务员。

人工交换机的特点是设备简单，容量小，需占用大量人力，话务员工作繁重，速度又慢，越来越无法满足急剧增长的通话需求。因此，人工交换机逐渐被自动交换机所取代。

2. 机电式自动交换机

机电式自动交换机是靠使用者发送号码来进行自动选线的。世界上第一部自动交换机是1898年由美国人 A. B. 史端乔 (Almon B. Strowger) 发明的，这是一台步进制电话交换机。步进制电话交换机是由电动机的转动系统带动自动选择器（又叫接线器）通过垂直和旋转的双重运动来实现主叫和被叫用户的接续的，用自动选择器代替了话务员。步进制电话交换机的特点是选择机键的动作幅度大、噪声大、磨损快、故障率高、传输杂音大和维护工作量大，而且不能用于长途自动电话交换。

随着自动电话交换机的迅速发展，出现了许多改进的机型。1926年，瑞典研制出了第一台纵横制电话交换机。该交换机话路系统和控制系统是分开的，使用电磁力建立和保持接续。“纵横”是指它的选择器采用交叉的“横棒”和“纵棒”选择接点。由于纵横制电话交换机采用了机械动作轻微的纵横接线器并采用了间接控制技术，克服了步进制电话交换机的许多缺点，尤其是可用于长途自动电话交换，在世界范围内得到了广泛的推广和使用。

无论是步进制电话交换机还是纵横制电话交换机，其主要元件都采用具有机械动作的电磁元件构成，通过机械动作来完成通话接续工作。因此，它们都属于机电式自动交换机，以区别于后来出现的电子式交换机。

3. 模拟程控交换机

半导体器件和计算机技术的诞生与迅速发展，猛烈地冲击着传统的机电式自动交换机，使之走向电子化。

1960年，美国贝尔系统把电子计算机技术引入交换机的控制系统中，试用储存程式控制交换机 (Stored Program Controlled Switching) 取得成功，1965年5月世界第一部程控电话交换机开始运作，首次将存储程序控制原理应用于电话交换机的控制系统，其话路系统沿用了纵横制原理交换网络，交换的仍为模拟语音信号。这一成果标志着电话交换机从机电时代跃入电子时代，使交换技术发生时代的变革。这种程控交换机的最大特点是由预先存放在存储器中的程序来控制交换网络的接续，即所谓的软件控制。

4. 数字程控交换机

数字传输系统以其优良的通信质量和性能改变了长期以来使用模拟信号进行通信的局面。数字传输设备与模拟交换机衔接时需要进行数-模、模-数转换，要简化系统，充分发挥数字通信的优势，就必须对交换机进行数字化，这极大地促进了数字程控交换机的研制。

1970年，法国研制和开通了世界上第一部数字程控交换机 E10，该交换机采用时分复用技术和大规模集成电路。随后世界各国都大力开发、完善和更新这种交换机，许多新的数字程控交换机相继问世，诸如英国的 X 系统，日本的 D60、D70、NEAX-61 和 F150，瑞典



的 AXE-10, 德国的 EWSD, 美国的 ESS4 和 ESS5 等。数字程控交换机在话路中对 PCM 数字语音编码直接进行交换, 控制部分则由存储程序控制的数字计算机或微计算机承担。这类交换机的体积小、工作速度快、可靠性高, 具有明显的优越性, 因此数字程控电话交换机开始在世界普及。



知识窗

我国程控交换机的发展:

• 引进交换机

AXE10 (瑞典爱立信)、FETEX-150 (日本富士通)、E10B (法国阿尔卡特)、5ESS (美国 AT&T)、NEAX61 (日本 NEC)、EWSD (德国西门子)。

• 引进生产线

上海: S1240; 北京: EWSD; 天津: NEAX61。

• 自行研制程控交换机

巨龙 HJD-04、大唐 SP30、华为 C&C08、中兴 ZXJ10。

1.1.4 电话交换机的分类

前面介绍了电话交换机的发展历程, 本节再来介绍一下电话交换机的分类。

1. 根据信息传递方式分类

(1) 模拟交换机 模拟交换机是指对模拟信号进行交换的电话交换机。步进制、纵横制等电话交换机属于模拟交换机。对于电子交换机来说, 属于模拟交换机的有空分式电子交换机和脉幅调制 (PAM) 时分式交换机。

(2) 数字交换机 数字交换机是指对数字信号进行交换的电话交换机。目前最常用的是对脉冲编码调制 (PCM) 数字信号进行交换的数字交换机。

2. 根据控制方式分类

(1) 布控交换机 交换机的控制部件是将机电器件 (如继电器) 或电子元器件做在一定的印制板上, 通过机架布线制作而成。这种交换机的控制部件制作成后不易修改, 灵活性小。

(2) 程控交换机 交换机的控制部分类似计算机, 采用的是计算机中常用的“存储程序控制”方式, 即把各种控制功能、步骤、方法编成程序, 利用存储器内所存储的程序来控制整个交换机的工作。需要改变交换机功能或增加新业务时, 只需要修改程序或数据就能实现。这种方式极大地提高了交换机的灵活性。

3. 根据使用范围分类

(1) 局用交换机 它包括市话交换机、汇接市话交换机、国内长话交换机、国际长话交换机和县内电话 (农话) 交换机。

(2) 用户小型交换机 (PABX) 它用于组建企事业单位内部的电话系统。

1.1.5 电话交换机的基本功能

笼统地说, 不论哪种电话交换机, 其根本目的是完成任意两个电话用户之间的通话接



续。那么电话交换机具体要实现哪些功能呢？

以人工交换机的接续为例，为了完成一次通话接续，其交换和通话过程可简述如下：

1) 主叫用户发出呼叫信号，这种呼叫信号通过信号灯显示。主叫用户摘机，电路接通，信号灯亮。

2) 话务员看见信号灯亮，即将应答插塞插入主叫用户塞孔，并询问被叫用户的号码。

3) 得知被叫用户的号码后，找到被叫用户的塞孔，进行忙闲测试，当确认被叫空闲后，即将呼叫塞子插入被叫用户塞孔，并向被叫用户送铃流，向主叫用户送回铃音。

4) 被叫用户应答后，即可通过塞绳将主、被叫之间的话路接通。

5) 通话完毕，用户挂机，话务员发现话终信号灯亮后，随即进行拆线。

通过上面叙述呼叫接续的过程可以看出，一部电话交换机的基本功能如下：

1) 呼叫检测功能，能及时发现用户呼叫。

2) 接收被叫用户号码。

3) 对被叫用户进行忙闲检测。

4) 向被叫振铃，向主叫送回铃音。

5) 被叫应答，接通话路，建立主、被叫的通话回路，双方通话。

6) 及时发现话终，进行拆线，使话路复原。

1.2 学习活动页

通过参观电信博物馆（或综合电信实训基地），查找网络、图书资料等方式，基于课堂引导和学生课余自学相结合的方式，使学生能够认识电话交换机在电话网中的作用、了解交换机的发展历程并能正确回答下列问题：

1) 为什么需要引入交换机？

2) 从通话的过程来看，电话交换机的基本功能是什么？

3) 试简单说明电话交换机的发展历程及分类。

最后通过自我测试题来检验学习成果。

1.3 引申与拓展

当今的信息时代，交换的信息除了语音信号外，还包括图像、数据等多种信息。对于语音交换常用的交换方式为电路交换，而对于图像、数据等信息的交换，常用的交换方式有报文交换和分组交换。

1. 电路交换

电路交换是指呼叫双方在开始通话之前，必须先由交换设备在两者之间建立一条专用电路，并在整个通话期间由呼叫双方独占这条电路直到通话结束为止的一种交换方式。

电路交换的优点是实时性好、传输时延很小，特别适合语音通信类的实时通信场合，其缺点是电路利用率低、电路建立时间长，不适用于实发性强的数据通信。

提示

让我们用保龄球来理解一下电路交换的特点。

假设你想去一个保龄球馆打保龄球，这个保龄球馆有10个球道，看看这时候会发生什么……

你向管理员订一个球道，管理员查看了一下球道使用记录，然后将4号球道分配给你；这在电路交换理论中称为“接续”。随后，在4号球道上，你一个又一个地把保龄球扔向球道另一端的瓶子，在这一过程中，球道是电路，保龄球是信息（如果是电话通信，就是语音信息）。在你投掷的过程中，你独占了4号球道，即使你中间休息了几分钟，其他人也不能使用这条球道。你玩累了，通知管理员本次游戏结束，管理员就收回了4号球道，并且随时准备把4号球道分配给其他人，这在电路交换理论中叫做“拆线”。当然，保龄球是热门的运动，如果你在周末晚上向管理员申请一条球道，那么你很可能会失望的，因为所有的球道都被分配出去了，这叫做“呼损”。

2. 报文交换

为了克服电路交换方式中电路利用率低等缺点，人们发明了报文交换方式，该方式也称为信息交换方式，用于电报、信函、文本文件等消息报文的交换。在这种交换方式中，收发用户之间不存在直接的物理信道，因此用户之间不需要先建立呼叫，也不存在拆线过程。它是将接收到的用户消息报文先存储在交换机的存储器中（报文中除了用户要传送的信息以外，还有目的地址和源地址），然后再根据报文头中的地址信息计算出路由，确定输出线路，当所需要输出的线路空闲时，即将存储的消息报文转发出去，因此报文交换系统又称存储转发系统。电信网中的各中间节点的交换设备均采用此种方式进行报文的接收、存储、转发，直至报文到达目的地，如图1-5所示。

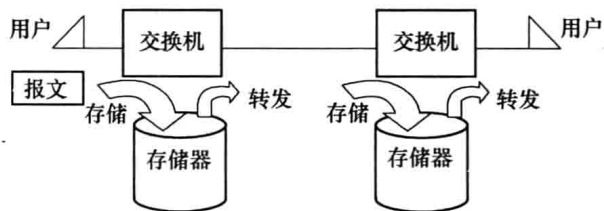


图1-5 报文交换示意图

(1) 报文交换的优点：报文交换的优点

是不需要事先建立电路，也不必等待接收方空闲，发送方就可实时发出消息，因此电路的利用率高而且各中间节点交换机还可进行速率和代码转换，同一报文可转发至多个收信站点。

(2) 报文交换的缺点：由于报文交换采用存储转发方式，因此交换机需配备容量足够的存储器。网络中的传输时延较大且时延不确定，故报文交换只适合于数据传输，不适合语音通信等实时交互通信。

3. 分组交换

分组交换也称包交换。分组交换的思想是从报文交换而来的，采用存储转发方式的分组交换与报文交换的不同在于：分组交换将用户要传送的信息划分为一定长度的数据分组（Packet），也称为数据包，并在每个分组的前面加上一个分组头，如图1-6所示。

分组交换的工作原理如图1-7所示。在分组交换网络中，同一报文的各个数据分组可能经过不同的路径到过终点，由于中间节点的存储时延不一样，各个数据分组到达终点的先后与源节点发出的顺序可能不同，因此目的节点收齐所有数据分组后，尚需先经排序、解包等

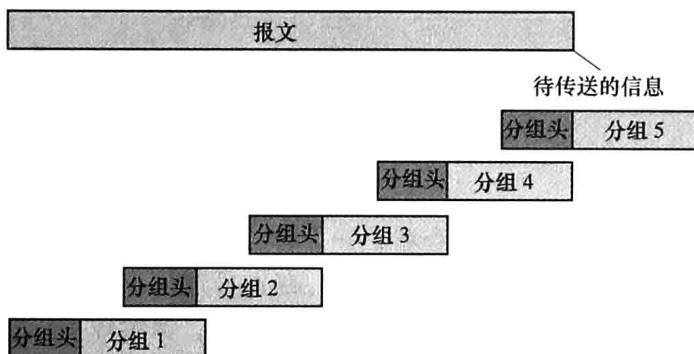


图 1-6 分组的形成

过程才能将正确的数据送给对方。

分组交换的优点是可高速传输数据，实时性比报文交换好，传输延时比报文交换小得多，能实现交互通信（包括语音通信），电路利用率高，而且所需的存储器容量也比报文交换小得多；缺点是节点交换机的处理过程复杂。

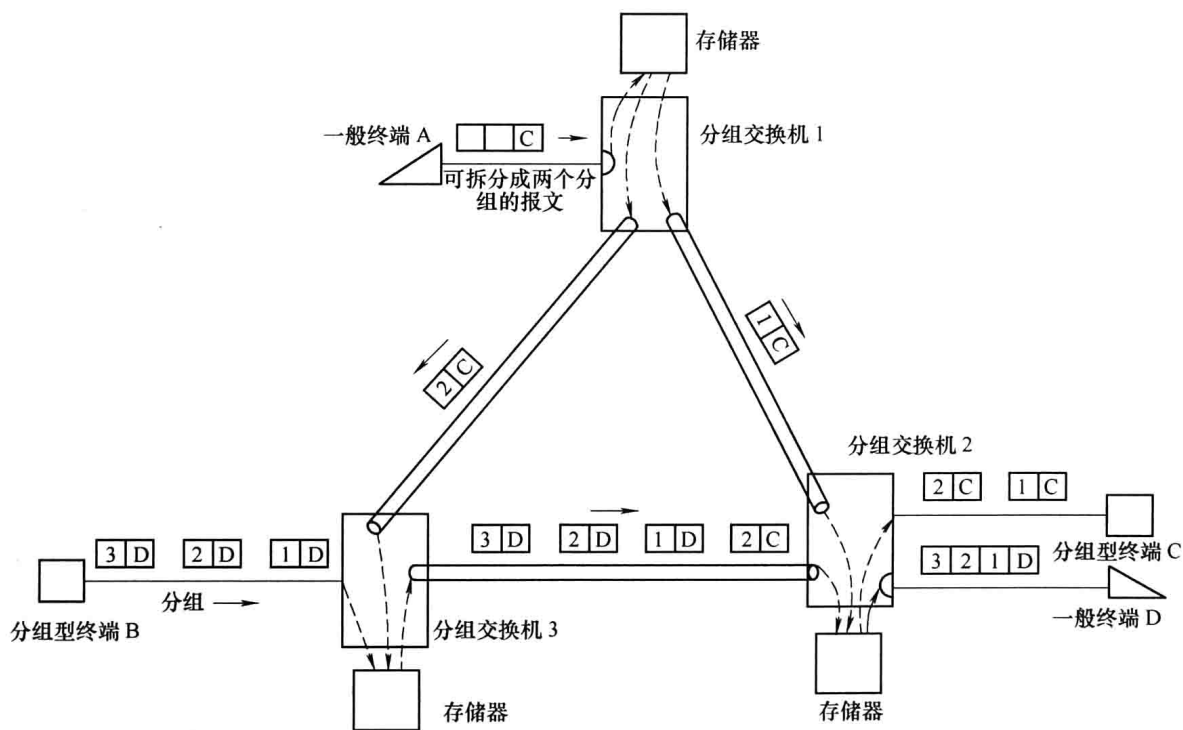


图 1-7 分组交换的工作原理

提示

让我们用城市公路系统理解一下分组交换的特点。

分组交换系统很像一个城市公路系统，在公路上奔驰的汽车是分组，很显然，没有哪一辆车可以独占一个路段，它总是与其他车辆共享一条路。当你开车（或是骑自行车）上路时，你会发现，车少的时候，你可以走得快一些；车多的时候，你只能排着队



慢慢走。路宽的时候，堵车的机率就小；路窄的时候，堵车的机率就大。分组交换也是这样，网络的空闲带宽多的时候，一个分组的传送效率就会高一些；网络的空闲带宽少的时候，一个分组的传送效率就会低一些，甚至会丢失。这就是某些分组交换系统的缺点，很难保证两个用户之间具有稳定的带宽，也不容易控制一个分组从源到目的地的传送时延。

由于计算机高速数据传输和交换的需要，人们现正利用帧中继和 ATM 等宽带交换设备来传送高速数据。

1.4 自我测试

一、填空题

1. 电话交换机的发展经历了_____、_____、_____和_____ 4 个时代，目前使用的是_____。
2. 现有 n 个用户，若采用将任意两个用户之间都用线路相互连接起来的方法来保证任意两个用户间都能通话，需要_____对线路才能实现，若采用电话交换机，则需线路_____对。
3. 电话交换的基本任务是_____。

二、单项选择题

1. 世界上第一台交换机属于_____。
A. 人工交换机 B. 步进制交换机 C. 机电式交换机 D. 程控交换机
2. 数字程控交换是建立在_____复用基础上，由计算机存储程序控制的交换机。
A. 空分 B. 频分 C. 时分 D. 码分
3. 电话交换使用的是_____交换方式。
A. 电路 B. 报文 C. 分组交换 D. 宽带
4. 通信网的核心技术是_____。
A. 光纤技术 B. 终端技术 C. 传输技术 D. 交换技术
5. 在需要通信的用户之间建立连接，通信完成后拆除连接的设备是_____。
A. 终端 B. 交换机 C. 发信机 D. 收信机
6. 电路交换的概念始于_____。
A. 报文交换 B. 电话交换 C. 数据交换 D. 广播电视

三、名词解释

1. 电路交换
2. 分组交换

四、问答题

1. 什么是通信系统？其基本模型是什么？
2. 为什么要引入交换？
3. 简单描述电话交换机的基本功能。
4. 什么是数字程控交换机？



任务2 认识电话网

电话是人们日常交流信息的重要工具。我们已经认识到了理论上必须通过电话交换机才能实现任意地点任意两个用户能随时通话。那么怎样组建电话网才能真正达到任意两个用户能随时通信呢？

本次任务的重点是建立电话网的概念，掌握电话网的结构及编号方案，仍然属于程控交换设备的基础知识，为学习 C&C08 数字程控交换机做好准备。

2.1 知识准备

2.1.1 何谓电话网

通信网是由一定数量的节点（包括终端设备和交换设备）和连接节点的传输链路有机地组合在一起以实现两个或多个规定点间信息传输的通信体系。通信网在硬件设备方面的构成要素是终端设备、传输链路和交换设备。

终端设备是用户与通信网之间的接口设备，其功能主要是将待传送的信息和在传输链路上传送的信号进行相互转换。

传输链路是信号的传输通道，是连接节点的媒介。

交换设备是构成通信网的核心要素，其基本功能是完成接入交换节点链路的汇集、转换接续和分配，实现一个用户终端呼叫和它所要求的另一个或多个用户终端之间的路由选择和连接。

交换设备的交换方式可以为电路交换或存储转发交换方式。

通信网从不同的角度可以分为不同的种类，比如按业务种类可分为电话网、电报网、广播电视网、数据网等。这里将要学习的就是电话网。

电话通信网是进行交互型语音通信，开放电话业务的电信网，简称电话网。它是一种电信业务量最大、服务面积最广的专业网，可兼容其他许多种非话业务网（如传真、ADSL 等），是电信网的基本形式和基础。

电话网目前主要有固定电话网、移动电话网和 IP 电话网。这里主要学习固定电话网，即公用电话交换网（Public Switched Telephone Network, PSTN），采用电路交换方式，其节点交换设备是数字程控交换机。

2.1.2 电话网的构成

怎样才能构成电话网呢？

任意两个用户要实现语音通信，需要解决几个问题：

其一，声音信号与电信号之间的转换问题，这个问题由电话机来实现。

其二，两个用户双向通话交流，需在通信双方之间建立通话回路，即通信双方信息的交换问题，该问题由电话交换机来解决。