

— 21 世纪 —

电子 信息 类 规划 教材

*Xiandai Tongxin  
Jiaohuan Jishu*

# 现代通信 交换技术

◎ 王喆 罗进文 编著



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

TN91/110

2008

21 世纪电子信息类规划教材

# 现代通信交换技术

王 喆 罗进文 编著

人民邮电出版社

北 京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信交换技术 / 王喆, 罗进文编著. —北京:  
人民邮电出版社, 2008.6  
21 世纪电子信息类规划教材  
ISBN 978-7-115-17613-4

I. 现… II. ①王…②罗… III. 通信交换—高等学  
校—教材 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 017841 号

## 内 容 提 要

本书对现代通信网中的多种交换技术进行了系统深入的介绍。首先从现代通信网和交换的基本概念与分类入手, 介绍了通信网和交换技术的分类以及交换技术的发展概况, 随后重点介绍了电路交换、分组交换、ATM 交换、IP 交换、MPLS、软交换、移动交换和光交换等多种交换技术的基本概念工作原理。

本书内容全面, 重点难点突出, 理论先进, 内容实用。本书可作为高等院校通信、计算机和信息类专业及其它相关专业本科生教材, 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 世纪电子信息类规划教材 现代通信交换技术

- 
- ◆ 编 著 王 喆 罗进文  
策划编辑 滑 玉  
执行编辑 刘 博
  - ◆ 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>  
北京通州大中印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 19.25  
字数: 463 千字 2008 年 6 月第 1 版  
印数: 1-3 000 册 2008 年 6 月北京第 1 次印刷

---

ISBN 978-7-115-17613-4/TN

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223  
反盗版热线: (010)67171154

# 兰州交通大学“十一五”规划教材编审委员会

主 任：任恩恩

副 主 任：王晓明 盖宇仙

委 员：（按姓氏笔划排名）

王 兵 朱 琨 陈宜吉 姜国栋 谢瑞峰 虞庐松

主 编：王 喆 罗进文

## 出版说明

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、具有创新精神的应用型的高级专门人才”的培养目标,学校各院(系、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。

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。“十五”期间,学校共资助“十五”规划教材45本,资助普通教材56本,这些教材是一些学术造诣较深、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、科研积累和成果,为推进教育创新、深化教学改革、提高教学质量做出了贡献。

2005年,在认真学习教育部相关文件精神的基础上,根据学校的办学指导思想和人才培养目标定位,各专业修订了新的人才培养方案,构建了“通识教育基础上的宽口径专业教育”的人才培养模式。为配合新的人才培养方案的实施,进一步深化教育教学改革,学校在“十五”教材建设的基础上,制定了“十一五”教材建设规划。“十一五”期间,学校将进一步加强教材建设工作,更好地发挥教材在人才培养中的重要作用。本着“重点支持优势、特色专业教材,兼顾一般教材,优选编者,保证质量”的原则,设立教材建设专项基金,力争在“十一五”期间出版一批高水平、高质量、有特色的教材。

本教材为学校“十一五”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“十一五”规划  
教材评审委员会  
2006年4月

# 前 言

21 世纪,世界进入了全新的信息时代。随着微电子学、光电子学、计算机科学技术的高速发展及通信与计算机的密切结合,通信网正在向数字化、智能化、宽带化、个人化和全球化方向发展。随着 Internet 技术的迅猛发展和通信技术的日新月异,IP 数据业务已经超过了传统电信网的语音业务。通信网络应用和业务重心的变化,必然会影响通信网核心交换技术的发展。现代通信网的交换技术已经从承载单一业务的电路交换和分组交换转变为以 IP 和 ATM 为核心的承载多种业务的宽带交换、MPLS、软交换及光交换迅速发展。通信、电子、信息和计算机等专业更是在不断地适应知识更新和技术发展的变化,这一切都加快了教学改革步伐。

为了适应新世纪信息科学技术的发展,落实新的教学改革计划的内容,体现专业课内容更新快的要求,我们特将原来的程控交换和宽带综合业务数字网的课程合并在一起,并加入新的交换技术,构成新的交换主干课程,目的是使学生通过学习现代通信网络中应用的各种交换技术的发展和演进过程,全面建立交换网络的基本概念,掌握现代交换网各种交换技术的基本原理和系统组成,打下坚实的专业基础。

本书依据 ITU-T 和 IETF 等国际标准,汲取国内外大量最新有关现代通信交换技术文献知识的精华,对现代通信交换技术的基本概念、特点、功能、工作原理及发展等内容做了详细介绍。本书所构建的知识基础平台内容丰富,覆盖了电路交换、分组交换、ATM 交换、IP 交换、MPLS、软交换、移动交换和光交换等多种交换技术,并将交换技术与现代通信网技术有机结合,从通信网的全视角阐明交换原理,在普遍意义上讨论交换的实质,归纳总结交换的基本原理和各种交换方式的特点,分析各种交换技术的异同。本书是作者多年从事教学和科研工作的总结,内容实用,重点、难点明确,由浅入深、循序渐进,并附有大量图表加以说明,简洁明了;每章都给出了学习目的和要求,还有一定量的复习思考题帮助学生复习巩固,对通信、计算机和信息专业及其他相关专业的学生系统性地掌握现代通信网的交换技术有很大帮助,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。本书配有电子教案,建议学时 64,如另开设移动通信和光纤通信课程,则可省略移动交换和光交换章节,加大电路交换和 ATM 交换的学时。

本书未包含信令网的基础知识,有关 No.7、ATM 网络及移动通信的信令技术,请参阅本书作者的另一本著作《信令网技术教程》,人民邮电出版社 2003 年出版。本书仅介绍了新交换技术用到的信令技术,如 MPLS 的 LDP、软交换中的 H.323/SIP/H.248 等。

王喆教授编写本书第 1、4、6~9 章和附录并进行全书统稿,罗进文教授编写了第 2、3 和 5 章。在本书编写过程中,麻晓芬、张爱霞、石蕊、张世铭、张豫涛、张媛、王妍等研究生给予了许多热情地支持和帮助,在此谨向他们表示衷心地感谢。

由于作者水平有限,加之现代通信技术仍在继续不断地发展之中,因此书中难免有不妥之处,还望各位专家和同仁赐教,敬请广大读者批评指正。我们的联系地址为:  
wangzhe@mail.lzjtu.cn。

作 者

2008 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1
1.1 交换技术基本概念 .....	1
1.1.1 通信网的组成与分类 .....	1
1.1.2 交换的功能 .....	4
1.2 交换技术分类 .....	4
1.2.1 电信网使用的交换技术 .....	4
1.2.2 计算机通信网使用的交换技术 .....	6
1.2.3 MPLS .....	6
1.2.4 软交换 .....	6
1.2.5 移动交换 .....	7
1.2.6 光交换 .....	7
1.3 交换技术发展概况 .....	7
1.3.1 电路交换技术发展概况 .....	7
1.3.2 分组交换技术发展概况 .....	11
1.3.3 宽带交换技术发展概况 .....	12
本章小结 .....	13
思考题 .....	14
<b>第 2 章 电路交换</b> .....	15
2.1 概述 .....	15
2.1.1 电路交换基本概念 .....	15
2.1.2 电话交换机分类 .....	16
2.1.3 电路交换系统组成 .....	18
2.1.4 电路交换提供的业务 .....	20
2.1.5 电路交换系统指标体系 .....	21
2.2 电路交换核心——数字交换网络 .....	22
2.2.1 复用器和分路器 .....	22
2.2.2 T 型时间接线器 .....	23
2.2.3 S 型空间接线器 .....	26
2.2.4 时空一体数字交换单元 .....	28
2.2.5 交换网络 .....	33
2.3 电路交换接口 .....	40
2.3.1 模拟用户接口 .....	40
2.3.2 数字用户接口 .....	41

2.3.3	模拟中继接口 .....	42
2.3.4	数字中继接口 .....	43
2.3.5	服务电路 .....	44
2.4	电路交换机的软件控制系统 .....	45
2.4.1	电路交换软件组成和特点 .....	45
2.4.2	程序的执行管理 .....	48
2.4.3	呼叫处理基本原理 .....	53
	本章小结 .....	60
	思考题 .....	62
<b>第3章</b>	<b>分组交换 .....</b>	<b>64</b>
3.1	概述 .....	64
3.1.1	分组交换基本概念 .....	64
3.1.2	分组交换提供的业务 .....	65
3.1.3	分组交换系统指标体系 .....	66
3.2	分组交换关键技术 .....	67
3.2.1	统计时分复用 .....	67
3.2.2	逻辑信道 .....	69
3.2.3	虚电路 .....	69
3.2.4	数据报 .....	70
3.2.5	路由选择 .....	71
3.2.6	流量控制 .....	72
3.3	X.25 分组交换 .....	72
3.3.1	X.25 基本概念 .....	72
3.3.2	X.25 物理层 .....	75
3.3.3	X.25 数据链路层 .....	76
3.3.4	X.25 分组层 .....	78
3.4	帧中继交换 .....	80
3.4.1	帧中继基本概念 .....	80
3.4.2	FR 格式 .....	82
3.4.3	FR 交换原理 .....	83
3.4.4	FR 与 X.25 的比较 .....	84
	本章小结 .....	84
	思考题 .....	85
<b>第4章</b>	<b>ATM 交换 .....</b>	<b>87</b>
4.1	概述 .....	87
4.1.1	ATM 交换基本概念 .....	87
4.1.2	ATM 信元 .....	90



4.1.3	ATM 地址	92
4.1.4	ATM 网络业务量参数及业务类型	93
4.2	ATM 分层结构	97
4.2.1	物理层	98
4.2.2	ATM 层	101
4.2.3	ATM 适配层	107
4.3	ATM 交换原理	126
4.3.1	ATM 交换机组成	126
4.3.2	ATM 交换基本原理	127
4.3.3	ATM 交换功能及其实质	128
4.3.4	ATM 交换结构	129
4.3.5	ATM 交换网络	135
	本章小结	137
	思考题	139
<b>第 5 章</b>	<b>局域网交换与 IP 交换</b>	<b>140</b>
5.1	局域网及其交换	140
5.1.1	局域网基本概念	140
5.1.2	局域网分类	141
5.1.3	局域网工作标准及协议	142
5.1.4	局域网组成	144
5.1.5	局域网工作原理	145
5.1.6	局域网互连设备	147
5.1.7	局域网交换技术	148
5.2	路由器	150
5.2.1	路由器基本概念	150
5.2.2	路由协议	154
5.2.3	路由器工作原理	158
5.3	IP 交换	161
5.3.1	IP 交换基本概念	161
5.3.2	IP 交换协议	162
5.3.3	IP 交换机组成	163
5.3.4	IP 交换机工作原理	163
	本章小结	166
	思考题	166
<b>第 6 章</b>	<b>MPLS</b>	<b>168</b>
6.1	概述	168
6.1.1	MPLS 基本概念	168

6.1.2	MPLS 网络基本组成	171
6.2	MPLS 关键技术	173
6.2.1	转发等价类	173
6.2.2	标记	173
6.2.3	标记交换路径	175
6.3	MPLS 基本原理	176
6.3.1	标记分配和标记分发	176
6.3.2	标记保存	177
6.3.3	标记控制	179
6.3.4	MPLS 封装	180
6.3.5	MPLS 工作过程分析	180
6.4	标记分发协议	183
6.4.1	标记分发协议基本概念	183
6.4.2	LDP 消息类型	183
6.4.3	LDP 消息结构	184
6.4.4	LDP 类型	185
6.4.5	LDP 标记分发过程	186
	本章小结	186
	思考题	187
<b>第 7 章</b>	<b>软交换</b>	<b>188</b>
7.1	概述	188
7.1.1	软交换基本概念	188
7.1.2	软交换分层结构	190
7.1.3	软交换支持的业务	191
7.2	软交换标准协议与接口	192
7.2.1	软交换协议与接口概述	192
7.2.2	H.323 协议	194
7.2.3	SIP	195
7.2.4	MGCP	198
7.2.5	H.248/Megaco 协议	199
7.2.6	SCTP	202
7.2.7	SIGTRAN 协议	202
7.2.8	BICC	203
7.2.9	SIP-T/SIP-I	203
7.2.10	API	205
7.2.11	RADIUS	205
7.2.12	INAP	206
7.2.13	SNMP	206

7.2.14 COPS .....	206
7.3 软交换工作原理 .....	206
7.3.1 软交换呼叫控制功能 .....	206
7.3.2 软交换呼叫控制模式 .....	207
7.3.3 软交换呼叫控制流程 .....	208
本章小结 .....	214
思考题 .....	214
<b>第 8 章 移动交换</b> .....	<b>216</b>
8.1 概述 .....	216
8.1.1 移动交换基本概念 .....	216
8.1.2 移动交换系统组成 .....	219
8.1.3 编号计划 .....	222
8.1.4 信道类型 .....	223
8.2 移动交换关键技术 .....	224
8.2.1 位置登记 .....	224
8.2.2 移动呼叫处理 .....	226
8.2.3 漫游技术 .....	227
8.2.4 切换技术 .....	228
8.3 移动交换原理 .....	232
8.3.1 基于电路交换的移动交换 .....	232
8.3.2 基于软交换的移动交换 .....	236
本章小结 .....	244
思考题 .....	245
<b>第 9 章 光交换</b> .....	<b>246</b>
9.1 概述 .....	246
9.1.1 光交换基本概念 .....	246
9.1.2 光交换类型 .....	247
9.2 光交换基本器件 .....	248
9.2.1 光开关 .....	248
9.2.2 波长转换器 .....	251
9.2.3 光存储器 .....	251
9.2.4 光调制器 .....	252
9.2.5 光滤波器 .....	252
9.3 光交换原理 .....	253
9.3.1 光电路交换 .....	253
9.3.2 光分组交换 .....	260
9.3.3 光突发交换 .....	263

---

9.3.4 OBS 与 OCS 和 OPS 技术的比较 .....	268
9.4 GMPLS .....	270
9.4.1 GMPLS 基本概念 .....	270
9.4.2 GMPLS 接口 .....	272
9.4.3 GMPLS 通用标记 .....	273
9.4.4 通用标记交换路径 LSP .....	275
9.5 ASON .....	277
9.5.1 ASON 基本概念 .....	277
9.5.2 ASON 关键技术 .....	279
本章小结 .....	281
思考题 .....	282
缩写表 .....	283
参考文献 .....	296

# 第 1 章 绪 论

**本章主要内容：**

- 交换技术基本概念；
- 交换技术分类；
- 交换技术发展概况。

**本章重点：**交换技术分类和发展。

**本章难点：**步进制和纵横制交换机工作原理。

**本章课时：**4 学时。

**学习本章达到的目的和要求：**

1. 了解通信网的组成与分类，理解引入交换的原因、通信网的结构和通信网的分类；了解交换节点应实现的基本功能和接续类型。
2. 了解电信网络和计算机网络使用的交换技术。掌握电路交换、分组交换的基本概念。
3. 了解交换技术发展概况。掌握步进制、纵横制、程控交换机的特点。

## 1.1 交换技术基本概念

### 1.1.1 通信网的组成与分类

构成通信网的 3 大要素为通信终端、传输设备和交换设备，其中交换设备是整个网络的核心。交换技术的发展与通信网的发展是分不开的。我们关注的问题是为什么要引入交换，引入交换后的通信网是怎样的，目前通信网有哪些类型。

#### 1. 交换的引入

##### (1) 点对点通信

通信的目的是实现信息的传递。在通信网中，信息以电信号或光信号的形式传输。一个通信系统至少要由终端和传输介质组成，如图 1.1 所示。终端将语音、数据、图像等信息转换成能够被传输介质传送的信号，同时能将来自传输介质的信号还原成原始信息。传输介质将信号从

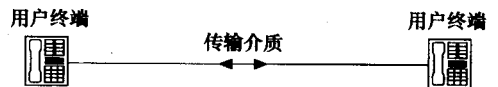


图 1.1 点对点通信

一个地点传送到另一个地点。这种仅涉及两个终端的单向或交互通信称为点对点通信。

(2) 多用户全互连

当存在多个终端，且希望它们中的任何两个终端都可以进行点对点通信时，最直接的方法是把所有终端两两相连，如图 1.2 所示，这样的连接称为全互连。显然，多用户全互连方式线路用量太多， $N$  个用户需要  $N(N-1)/2$  条线对，造价高，在实际应用中很少使用。

(3) 多用户通过交换节点相连

如果在用户密集的中心区域，安装一个设备，每个用户终端经各自的专用线路（用户线）连接到该设备，如图 1.3 所示，如当用户 1 和用户 2 需要通信时，只需要将用户 1 和用户 2 的通信线路接通。当这两个用户通信完毕，就断开相应的连线。因为这个设备可以完成任何两个用户之间的通信，故称之为交换机或交换节点。如图 1.3 所示，图中还有用户 3 和用户 9、用户 4 和用户 7、用户 5 和用户 6 可以同时通信。有了交换机， $N$  个用户只需要  $N$  对线，线路的造价大大降低。虽然增加了交换设备的费用，但它的利用率很高，由于用户线的投资要占到 70% 以上，相比之下，总投资就降低了。

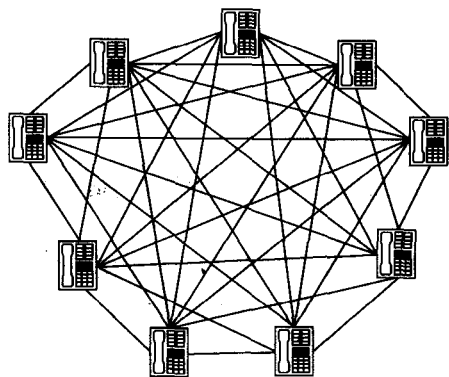


图 1.2 多用户全互连

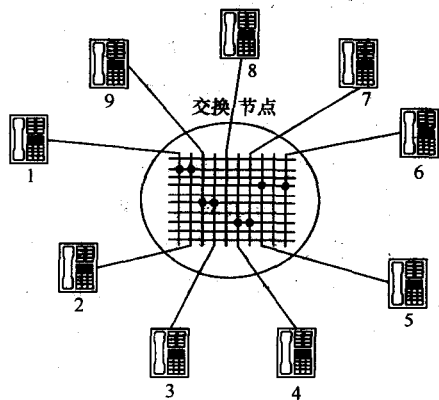


图 1.3 多用户通过交换节点相连

综上所述，在多用户通信时，为了降低用户线路的投资，在通信网中需要引入交换机。交换机在通信网中起着非常重要的作用。

2. 引入交换的通信网

(1) 一台交换机组成的通信网

最简单的通信网只需要一台交换机，用户终端通过用户线集中连到交换机的用户接口上，如图 1.4 所示。交换机能在任意选定的两条用户线之间建立和释放连接。

(2) 多台交换机组成的通信网

当用户数量很多且分散区域较广时，用一台交换机就无法覆盖所有用户，这时就需要设置由多台交换机组成的通信网，如图 1.5 所示。

多台交换机组成的通信网中有各种交换机，交换机之间的线路称为中继线。

- 本地交换机或市话交换机——直接连接用户的交换机，相应的交换局称为端局或市话局；
- 汇接交换机——连接各市话交换机；

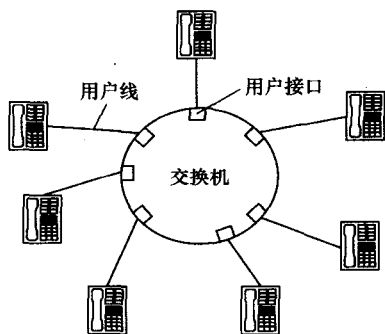


图 1.4 一台交换机组成的通信网

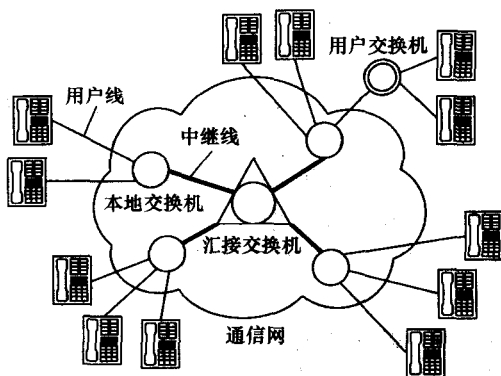


图 1.5 多台交换机组成的通信网

• 长途交换机——当距离很远，通信网覆盖多个城市乃至全国范围时，汇接交换机常称为长途交换机；

• 用户交换机——又称为专用自动交换机 (Private Automatic Branch Exchange, PABX)，用于连接集团内部用户，PABX 的中继线与市话交换机的用户线相连，即用户交换机对市话交换机而言，仅相当于普通用户。

### 3. 通信网类型

最早的通信网主要是用于语音通信，称为电话网。后来随着计算机通信的发展，由于数据、图像和语音等多媒体通信的需求，通信网的范围不断扩大，目前的通信网已发展成现代信息网络。凡是能够传递信息的网络都是信息网络。下面从各个不同的角度对现代信息网络进行分类。

- 按大的网络业务划分，有电信网、计算机网、广播电视网等。
- 按网络构成方式划分，有星型网、网状网、环型网、树型网和总线网等。
- 按网络分布划分，有长途网、本地网、中继网、接入网等。
- 按网络传输介质划分，分为有线网（固定网）和无线网（移动网）。
- 按网络运营角度划分，有公网和专网。
- 按网络层次划分，有核心网、骨干网、本地网、局域网、内部网、企业网、校园网等。
- 按网络功能划分，有传输网、交换网、接入网（用户驻地网）、支撑网（包括同步网、信令网和管理网）、智能网、虚拟专用网 (Virtual Private Network, VPN)、广播电视网、卫星通信网、微波通信网等。

• 按网络传送的业务划分，有电话网 (Public Switched Telephone Network, PSTN)、电报网、数据网、窄带综合业务数字网 (Narrowband-Integrated Services Digital Network, N-ISDN)、宽带综合业务数字网 (Broadband-Integrated Services Digital Network, B-ISDN)、全光网络等。

• 按网络交换技术划分，有电路交换网、分组交换网、异步转移模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM) 交换网、多协议标记交换 (Multi Protocol Label Switching, MPLS)、软交换网络和光交换网络等。

• 按网络的发展划分，有现代网络、下一代网络 (Next Generation Network, NGN)、

全光网络等。

- 计算机网又可划分为：局域网 (Local Area Network, LAN)、城域网 (Metropolitatan Area Network, MAN)、广域网 (Wide Area Network, WAN)，LAN 有以太网、令牌环、光纤分布式数据接口 (Fiber Distributed-Data Interface, FDDI) 几种类型。

- 数据网又有 X.25、数字数据网 (Digital Data Network, DDN)、帧中继 (Frame Relay, FR)、ATM、MPLS 网等。

- 移动网又有全球通 (Global System for Mobile communication, GSM)、码分多址 (Code Division Multiple Access, CDMA)、小灵通 (Personal Handyphone System, PHS)、大灵通 CDMA450、集群系统等。

本书主要围绕通信网中的交换技术展开深入的讨论。

### 1.1.2 交换的功能

#### 1. 交换节点应实现的基本功能

- (1) 接收和分析从用户线或中继线发来的呼叫信号。
- (2) 接收和分析从用户线或中继线发来的地址信号。
- (3) 按照固定地址进行选路，并在中继线上转发信号。
- (4) 根据释放信号拆除连接。

#### 2. 交换节点可控制的接续类型

- (1) 本局接续：本局用户之间的连接。
- (2) 出局接续：本局用户呼叫其他局用户，将本局用户连接到出中继线上。
- (3) 入局接续：其他局用户呼叫本局用户，将入中继线连接到本局用户。
- (4) 转接接续：由汇接交换机完成中继线与中继线之间的连接。

## 1.2 交换技术分类

不同的通信业务具有不同的特点，在通信网络发展的过程中，不同的网络使用不同的交换方式。将电信网使用的交换技术和计算机网使用的交换技术进行归纳和分类，如图 1.6 所示。

### 1.2.1 电信网使用的交换技术

目前电信网常见的交换方式有电路交换、分组交换、帧中继 (FR)、异步转移模式 (ATM)，而多速率电路交换、快速电路交换和帧交换等技术由于控制复杂等诸多原因而未被广泛使用。

#### 1. 电路交换

电路交换 (Circuit Switching, CS) 是最早出现的一种交换方式，包括早期的人工电话在



内的电话交换都普遍采用电路交换方式。在电路交换方式中，交换中心处理每一个呼叫都要经过连接的建立、保持和拆除3个阶段。交换中心根据信令建立连接，连接一旦建立，不论通信的双方是否有信息传递，通信链路及相关的系统资源都一直被通信双方占用，不会出现拥塞。这种交换方式的信息传送时延非常小，网络不对用户信息进行误码校正等处理，因此交换处理简单，交换速度较高，适用于语音、图像等实时性要求高的业务，是目前电话网的基本交换方式。但由于电路交换要求交换时隙具有周期性，所以规定信道速率只能取某些特定的值，如64kbit/s、2048kbit/s等，不能适应多种速率业务的接入要求。另外，通信双方独占固定资源，即使某一时刻无信息传输，也不能给其他用户使用，信道利用率低。

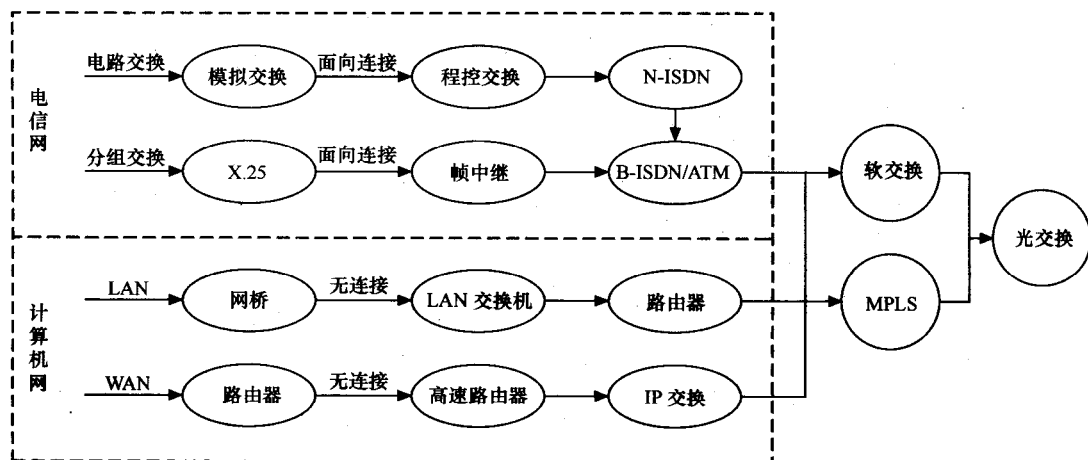


图 1.6 交换技术分类

电路交换经历了模拟交换、程控交换、N-ISDN 的发展历程。程控交换的基本工作原理在第 2 章介绍。

## 2. 分组交换

报文交换 (Message Switching, MS) 又称为存储—转发交换，它与电路交换的原理不同，不需要提供通信双方的物理连接，而是将所接收的报文暂时存储。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。公用电信网的电报自动交换是报文交换的典型应用，有的专用数据网也采用报文交换方式。

分组交换 (Packet Switching, PS) 的思想是从报文交换来的，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分割为若干个分组 (Packet)，每个分组中有一个分组头，含有可供选路的信息和其他控制信息。

分组交换经历了 X.25、FR (帧中继) 和 B-ISDN/ATM 的发展历程，X.25 和 FR 的基本工作原理在第 3 章介绍。

## 3. 帧中继交换

帧中继 (Frame Relay, FR) 是以分组交换为基础的高速分组交换技术。由于帧中继利用了光纤传输的低误码率特性，所以对分组交换使用的 X.25 通信协议进行了简化和改进，取消了网络节点的差错控制和流量控制，将逐段的差错控制和流量控制移到终端实现，缩短了交