

第1章 交换概论

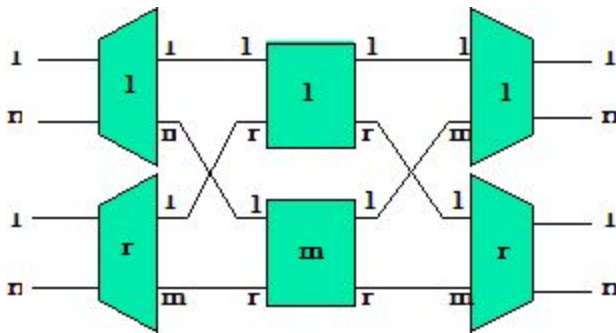
- 交换与通信网技术的发展
 - 电话交换：1896年自动电话交换机，步进交换机，全继电器交换机，纵横式交换机，1965年程控交换机
 - 程控交换的优点
 - 灵活、适应性强
 - 能提供新业务
 - 便于实现共路信令
 - 操作维护自动化
 - 适应现代电信网发展
 - 分组交换，1964年
 - 第一代 计算机为核心，瓶颈是计算机
 - 第二代 共享媒体(总线、环)，瓶颈是媒体
 - 第三代 空分的互连网络
 - ATM交换，1991年
 - 快速分组交换与异步的结合，固定分组长度的信元，B-ISDN的基础
 - 交换技术的发展趋势：数字化，综合化，融合化，宽带化，智能化，个人化
- 通信网的基本构成
 - 构成要素：交换设备，传输设备(中继线 用户线)，终端设备
 - 分层结构
 - 应用层
 - 业务层：如PSTN、GSM
 - 传送层：信号从一个点传到另一个点
 - 包含的设备
 - 媒质：电缆、光纤、无线
 - 传输系统：传输设备、传输复用设备
 - 节点设备
 - 接入设备：解决CPN与接入网的连接
 - 骨干网，接入网，用户驻地设备CPE/用户驻地网CPN
 - 支撑网
 - No.7信令网
 - 数字同步网：使全网设备工作于同一时钟频率
 - 电信管理网：监控整个网络，使效率最高
- 电信交换
 - 交换的定义：在通信网中，交换就是在通信的源和目的终端之间建立通信信道，实现通信信息传送的过程
 - 为什么会要引入交换节点？@略
 - 交换节点的基本功能
 - 接续类型：本局接续，出局接续，入局接续，转接接续/汇接接续
 - 端局，汇接局，混合局
 - 交换系统的基本功能

- 正确识别和接收从用户线或中继线发来的通信发起信号
 - 正确接收和分析从用户线或中继线发来的通信地址信号
 - 按目的地址正确选路以及在中继线上转发信号
 - 控制连接建立与拆除
 - 控制资源分配与释放
- 各种交换方式
 - 电路传输模式CTM：电路交换，多速率电路交换，快速电路交换
 - 速率恒定，链路独占，实时性好，无差错控制
 - 异步传输模式ATM：ATM交换
 - 定长信元，简化信头，异步时分复用，面向连接
 - 分组传输模式PTM：帧中继，帧交换，分组交换
 - 支持突发，统计时分复用，有时延，用差错控制
 - 电路传输模式CTM与分组传输模式PTM的比较
 - 对信息损伤：CTM呼损、时间透明；PTM延迟、语义透明
 - 支持多业务：PTM有灵活性
 - 差错控制：PTM有处理
 - 设备复杂度：CTM路选算法复杂；PTM队列算法复杂
 - 电信交换系统的基本结构
 - 交换网络：实现任意入线与出线的互联
 - 接口：连入交换系统的信号 \leftrightarrow 交换系统内部适应的信号(码型、速率)
 - 控制系统：普遍采用多处理机方式

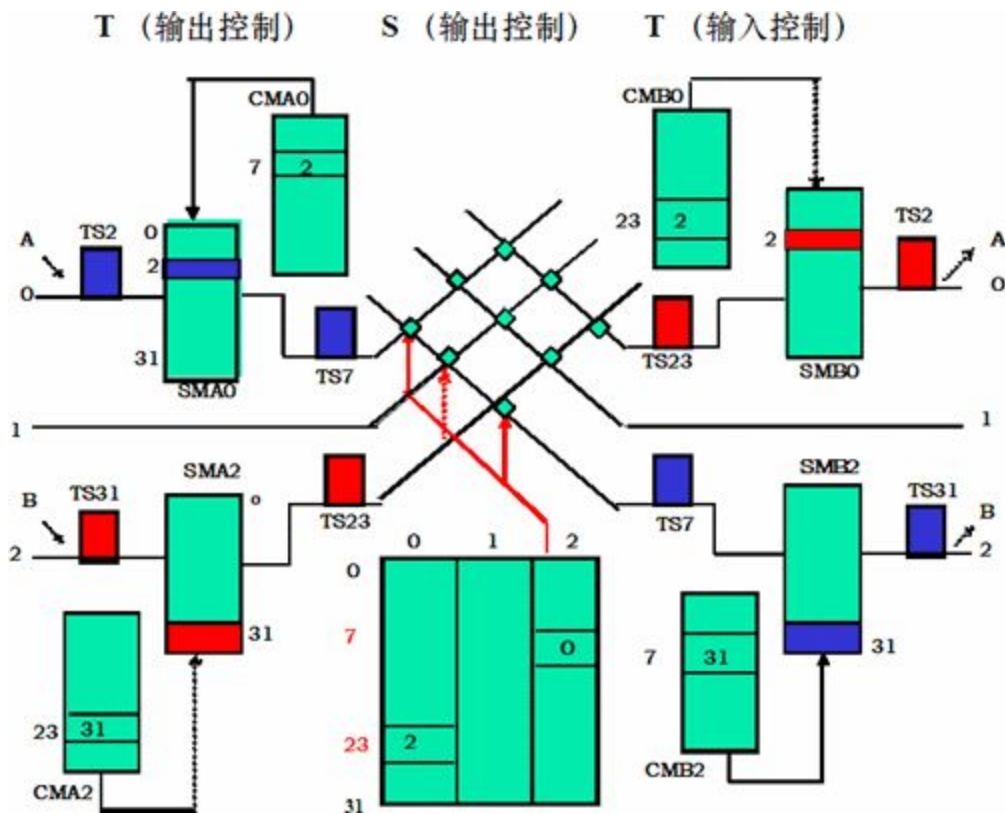
第2章 交换网络

- 交换单元
 - 外部特性：M根入线，N根出线，控制端，状态端
 - 交换单元的分类
 - 按信息传输方向：有向交换单元，无向交换单元
 - 按入线与出线数量关系：集中型，连接型，扩散型
 - 按内部结构：时分交换单元，空分交换单元
 - 按信号种类：数字交换单元，模拟交换单元
- 交换单元的连接特性 @课本27页，务必弄清
 - 用集合表示连接，点到点连接，点到多点连接，同发，广播
 - 连接特性的描述：函数，排列表达式，图形表示，二进制函数表示 @互相转换
- 交换单元的性能
 - 容量：入线出线数量，信号带宽速率
 - 接口
 - 功能：点到点，同发，广播
 - 质量：稳定，时延，丢失信息率
- 空间交换单元
 - 开关阵列
 - 特点：易实现同发、广播，均匀延迟，控制简单，性能依赖于开关——适合于构成较小规模交换单元
 - 物理实现

- 继电器：无向，可以用于模拟和数字信号；干扰噪声大，动作慢，体积大
 - 模拟电子开关(半导体)：单向，衰减时延大，动作快，体积小
 - 数字电子开关(逻辑门)：动作极快，无信号损失—目前常用
 - 多路选择器-集中器
 - 多路选择器-分路器：只支持点到点
 - 空间接线器(S接线器)：完成M条时分复用入线与N条时分复用出线的空间交换，不改变时隙位置
- 时间交换单元
 - 共享存储器型-时间接线器(T接线器)
 - 共享总线型-数字交换单元DSE
- 交换网络：M×N交换网络有M条入线、N条出线，由多个交换单元组成
 - 单级交换网络，k级交换网络
 - 交换网络的阻塞：交换时发生对同一公共资源的争抢
 - 单级交换网络一定无阻塞
 - 严格无阻塞交换网络：只要起点终点空闲，任何时候都可以建立连接
 - 可重排无阻塞交换网络：对原有连接重新选路后无阻塞
 - 广义无阻塞交换网络：遵循规律选路可无阻塞
 - 单通路交换网络，多通路交换网络
 - 时分交换网络，空分交换网络，时空结合的交换网络
- CLOS网络：空分，网络的交叉点数随入出线数增长较慢



- 3级对称CLOS网络严格无阻塞条件 $m \geq 2n - 1$ ；可重排无阻塞条件 $m \geq n$
其中n是第2级单元数，m是第1、3级单元数
- TST网络

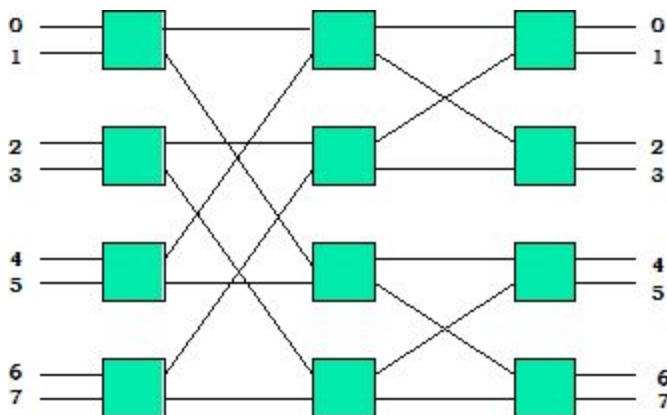


○ 工作过程

- 建立双向通路：A→B、B→A各一个内部时隙(通常相差半帧)
- 第1级，交换至所需内部时隙；第2级，交换至所需出线；第3级，交换至出线上的时隙

○ 严格无阻塞条件：内部时隙数≥帧长

- banyan网络：空分，许多2×2的crossbar单元组成



○ 特性

- 基于树型结构
- $N \times N$ 网络有 $k = \log_2 N$ 级，每级 $N/2$ 个单元
- 构成规律：蝶形连接；2组 $N \times N$ 和 N 个 2×2 单元构成一个 $2N \times 2N$ 网络
- 唯一路径特性：任一入出线间有且只有一条路径
- 自选路由：路径与出线号一致，广泛用于ATM交换

- 内部竞争性：有阻塞，级数越多阻塞越多
 - 阻塞解决方法
 - 增大缓冲
 - batcher-banyan：用比较器使输出地址单调递增排列，然后才送入banyan网络
 - 多通路
 - 增长型banyan网络：前面增加分配级，复杂
 - 扩展型/膨胀型banyan网络：级间增加链路数
 - 多平面banyan网络：若干个banyan并联
- benes网络：可重排无阻塞网络

第3章 程控交换

- 交换软件：操作系统+应用软件
 - 基本任务：控制交换机的运行，完成呼叫处理，程控交换机管理，安全保护
 - 特点：实时性，多道程序运行，业务的不间断性
 - 交换软件的组成
 - 运行软件
 - 操作系统
 - 应用软件
 - OAM操作维护管理
 - 呼叫处理
 - 数据库系统
 - 支援软件
 - 软件开发支援系统
 - 软件加工支援系统
 - 应用工程支援系统
 - 交换机管理支援系统
 - 程控交换机操作系统：实时控制系统
 - 任务级别：故障级>周期级>基本级 @判断某个程序属于哪一级
 - 周期级程序的时间表调度方法：根据定时器值查表决定是否执行某个程序；例如拨号脉冲识别程序每8~10ms执行一次
 - 程控交换机的数据
 - 系统数据：所有交换机通用
 - 局数据：面向全系统，开局时指定
 - 用户数据：每个用户特有
 - 程控交换机的表格
 - 号码预译多级表
 - 地址翻译多级表
 - 事件队列
 - 交换软件设计采用的语言
 - 汇编语言：编写硬件相关程序、时间要求高的程序
 - CHILL高级语言：编写其他软件
 - SDL规范描述语言：图形描述功能要求、技术规范
 - MML人机交互语言：用于管理交换机

- 呼叫处理过程
 - 正常呼叫处理过程
 - 主叫摘机
 - 送拨号音、准备收号
 - 收号与号码分析
 - 建立连接、向被叫振铃、向主叫送回铃音
 - 被叫应答、进入通话
 - 一方挂机
 - 通话结束
 - 摘挂机识别程序：周期级程序，200ms
 - 每次扫描所有用户线状态，0为接通、1为断开
 - (!这次 & 前次)用户摘机；(这次 & !前次)用户挂机
 - 脉冲收号：周期级程序，脉冲识别8ms，96ms位间隔识别
 - 脉冲前沿识别原理与挂机识别相同；识别到脉冲后，把“首次变化”置为1
 - 位间隔识别：前次“首次变化”为1而这次为0判定为位间隔，并把“首次变化”置0
 - 去话分析：对主叫用户数据分析
 - 号码分析：对用户所拨号码分析
 - 来话分析：对被叫用户数据、被叫状态、被叫补充业务登记进行分析
- 交换机性能指标
 - 话务量 (Erl爱尔兰) = 呼叫强度 (忙时每小时呼叫, 次/小时) × 呼叫保持时间 (每次呼叫时间, 小时/次)
 - 呼叫损失率 = 损失话务量 / 流入话务量
 - 呼损处理方法：明显损失制 (听忙音)，等待制 (听音乐直到有出线空闲)
 - 爱尔兰呼损公式

$$E(m, Y) = \frac{\frac{Y^m}{m!}}{\sum_{i=0}^m \frac{Y^i}{i!}}$$

- @ ODF公式代码： $E(m, Y) = \frac{\{Y^m\} \text{over } \{m!\}}{\sum \text{from } \{i=0\} \text{ to } \{m\} \{Y^i\} \text{over } \{i!\}}$
- BHCA忙时试呼次数 $t = a + bN$
 - 单位时间内处理器时间开销t；固有开销a，如扫描程序；非固有开销b，每次呼叫的开销
 - 解出N，即为BHCA
 - 交换机处理能力的相关因素：CPU频率，CPU指令集，操作系统效率，编程语言，多处理机系统中任务分配均匀度
- 过负荷控制
 - 指标：过负荷50%时，只允许处理能力下降至90%

- 方法：呼叫源分级
 - 要求保持振铃、通话状态的呼叫不中断，保持紧急管理、计费功能
 - 可靠性指标
 - 失效率= λ 次失效/单位时间；平均故障间隔时间 $MTBF=1/\lambda$
 - 修复率= μ 次修复/单位时间；平均故障修复时间 $MTTR=1/\mu$
 - 可用度 $A=\mu/(\mu+\lambda)$ ；不可用度 $U=1-A$
- 电话通信网
 - 组成：用户终端，交换机，传输线路
 - 我国电话网分5层：4级长途网，1级本地网
 - 长途网路由选择
 - 路由分类
 - 按呼损分：高效路由，低呼损路由
 - 按路由选择分：直达路由，迂回路由，多级迂回路由，终端路由
 - 按两端交换中心的地位分：基干路由，跨区路由，跨级路由
 - 长途路由选择算法
 1. 高效直达路由
 2. 迂回路由(被叫方自下而上、主叫方自上而下)
 3. 终端路由
 - 我国长途网正向2级、无级、无级动态网转变

@2008-04-26 00:38, I'm addicted to writing outlines, orz

第4章 信令系统

- 信令：各交换局在完成接续中使用的通信语言
 - 按功能分类
 - 监视(线路)信令：线路占用状态
 - 路由信令：接续方向、通信路由
 - 管理信令
 - 按工作区域分类
 - 用户信令：状态信令(摘挂机)，地址信令(拨号)，音信令(振铃、忙音...)
 - 局间信令：均为数字信令
 - 按信令传输通路分类
 - 随路信令：与用户信息在同一信道或一一对应传送，速度慢、容量小、不便扩展
 - 公共信道信令：与用户信息没有时间关联，速度快、容量大、可扩展
 - 按频率分类：带内信令(300~3400kHz)，带外信令
 - 数字信令，模拟信令
 - 前向信令，反向信令
- 信令方式
 - 结构形式
 - 未编码：以脉冲长度、个数、频率表示
 - 多频编码(DTMF、MFC)：取几个频率，它们的组合代表信令信息
 - 编码丰富，传送速度快，可靠性高，有自检能力
 - 数字线路信令：用二进制代表信令

- 传送方式
 - 端到端方式：适于优质电路
 - 逐段转发方式：适于劣质电路
 - 混合方式
- 控制方式
 - 非互控方式：连续发送
 - 半互控方式：收端证实后，发下一信令
 - 全互控方式：收端证实后停发，发端停发后停证实
- No.7信令系统：公共信道，数字信令，64kbit/s
 - 系统结构
 - 消息传递部分MTP，第1~3级
 - 用户功能UP，第4级
 - 系统结构的增强：信令连接控制部分SCCP，事务处理能力部分TC
 - 信令单元格式
 - MSU：用户产生的可变长消息，来自第4级
 - LSSU：链路状态单元，来自第3级
 - FISU：插入信令单元，来自第2级
- No.7信令网：独立于原有信息网的业务支撑网
 - 组成：分组交换网
 - 信令点SP
 - 信令转接点STP
 - 信令链路
 - 工作方式
 - 直联工作方式：有逻辑直达链路
 - 准直联工作方式：固定路由转接
 - 非直联工作方式：随机路由选择；不能保证顺序，较少采用
 - 结构
 - 无级信令网：无STP，容量不足
 - 分级信令网
 - 我国：三级信令网
 - 信令点编码
 - 国际编码14位：3位大区号，8位区域网号，3位信令点号
 - 我国编码24位：8位主信令区号，8位分信令区号，8位信令点号

第5章 ATM交换技术

- ATM基本原理
 - 传输、复用、交换的基本单位：信元
 - 每个信元53字节，含5字节信头、48字节payload；字节发送是高位在前
 - 信头结构 @略
 - 异步时分技术ATD：各个逻辑子信道带宽不固定
 - 面向连接的通信方式：VP、VC两级管理模式
- ATM协议参考模型
 - 物理层：物理媒体子层，传输会聚子层（帧适配、信元定界校验）

- ATM层 (信元复用交换、QoS保证)
- ATM适配层 (AAL) : AAL1时延敏感恒定比特率业务 (语音), AAL2可变比特率实时业务 (视频), AAL3/4 (面向连接与无连接数据业务), AAL5 (AAL3/4的简化)
- ATM交换 : 面向连接的分组交换方式
 - 基本功能 : 选路, 信头翻译, 排队
 - ATM交换网络 : 时分, 空分
 - 缓冲策略
 - 外部缓冲-输入缓冲 : 入线FIFO, 竞争失败的信元留在缓冲器内 ; 排头阻塞, 窗口方法
 - 外部缓冲-输出缓冲 : 出线上设置k个信元缓冲 ; 发来信元超过k个时丢弃
 - 外部缓冲-输入输出缓冲 : 出线上缓冲L个信元, 超出的留在输入缓冲
 - 外部缓冲-环回缓冲 : 竞争失败的信元下一时隙输入竞争 ; 可能引起信元失序
 - 内部缓冲-共享缓冲
 - 内部缓冲-交叉点缓冲
 - 内部缓冲-缓冲型banyan
 - 选路方法
 - 自选路由 : 入线处修改VPI/VCI, banyan网络具有自选路由特性
 - 表格控制选路 : 各级依次修改VPI/VCI ; 支持多播
- ATM的特点和问题
 - 可满足多业务需求, 传输效率高, 保证服务质量, 有流量控制
 - 技术复杂, 可扩展性不好
- B-ISDN宽带综合业务数字网

第6章 IP交换技术

- IP网络技术的特点
 - 技术简单, 可扩展性好, 灵活性高
 - 传输效率低, 无法保证服务质量, 安全性差
- IP与ATM融合模型
 - 重叠模型 : IP层运行于ATM之上, 2个地址空间、2种选路协议、需要地址解析
 - CIP, LANE, MPOA
 - 集成模型 : ATM只有传输功能+IP地址、IP选路
 - Ipsilon IP交换、Cisco标记交换、ARIS、MPLS
- Ipsilon IP交换
 - IP交换机
 - 网络层-IP交换控制器 : 选路软件, 流判识, IFMP协议, GSMP协议
 - 数据链路层-ATM交换器 : ATM传输, GSMP协议
 - 工作原理
 - 从默认VCI传来的IP分组, 由网络层存储转发, 默认VCI发出
 - 流判识软件认定连续大业务量数据, 用GSMP控制ATM交换器建立ATM直通连接, 向上游发IFMP改向消息

- 上游收到改向消息，在指定VCI上发送分组，分组不再进入网络层
- Cisco标记交换 @略
- MPLS多协议标记交换 @略

目前通信网中比较流行的几种技术

- 软交换
 - 下一代网络的显著特征：呼叫与承载分离
 - 软交换主要特点：业务、控制、接入分离，用标准协议运行
 - IMP(IP Multimedia Subsystem)
 - 移动网与固定网融合，话音、数据、视频融合
 - 核心思想：呼叫控制与媒体控制分离
 - SIP负责呼叫控制，H.248负责媒体控制
 - 智能网
 - 现有交换网上用新网元提供新业务
 - 核心思想：业务处理与呼叫控制分离
 - Parlay API、Parlay-X
 - 一种开发应用平台的编程接口
 - 媒体网关
 - 主要功能：完成不同媒体的转换
- @2008-03-26 11:29, 完成；请大家提意见