



# 期末复习

---

袁 泉

yuanquan@foxmail.com

2023年5月29日



# 综合评定分数构成（暂定）

---

- 平时25%
  - 作业：MOOC线上测验+PTA课后作业，不可补交
  - 随堂测验
  - 研讨
- 实验10%
- 期末65%



# 期末考试

---

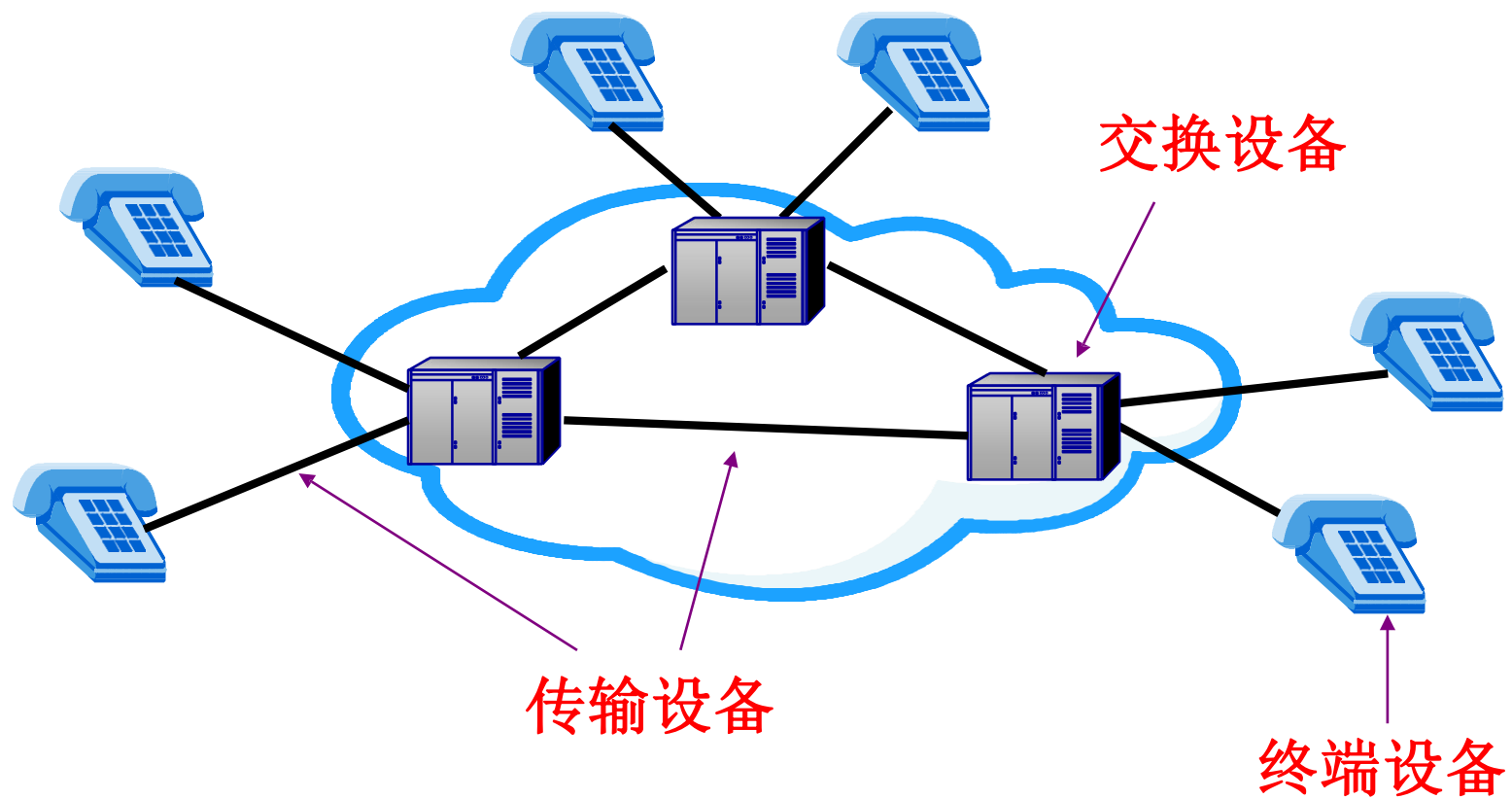
- 考试方式
  - 闭卷考试
- 考试时间
  - 2023-06-15, 周四, 13:00-15:00
- 考试结构（暂定）
  - 单项选择10%
  - 判断10%
  - 大题80%（计算、分析、设计）
    - 6-8题
    - 综合性很强：PSTN+移动网络+VoIP/软交换+MPLS+交换网络设计



## 第一部分 交换概论

---

# 通信网的组成（三要素）





# 通信网三对基本概念

## ■ 通信网（信息传送）重要概念之：

- 面向连接工作方式（物理连接、逻辑连接）
- 无连接工作方式

建立、连接、释放

边选路、边传递信息，如Internet

## ■ 通信网（时分复用）重要概念之：

- 同步时分复用
- 统计（异步）时分复用

位置化信道、定长数据、速率恒定，如PSTN

标志化信道、变长/定长数据、信道利用率高

## ■ 通信网（带宽分配）重要概念之：

- 固定带宽分配
- 动态带宽分配

话音的固定带宽

数据的动态带宽

# 交换方式比较

	电路交换	分组交换		ATM
		数据报	虚电路	
支持的业务类型	语音 视频	数据 图像		语音 数据 图像 视频
典型业务特征	实时性	突发性 可靠性		实时性 适应不同速率
信息传送单元	时隙	分组		信元
信息传送长度	固定	可变		固定
信息复用方式	同步时分复用	统计时分复用		异步时分复用
电路利用率	低	高		高
连接类型	面向连接	无连接	面向连接	面向连接
信息传输时延	时延小	时延大	时延小	时延小
冲突或过载处理	呼损	等待		呼损
透明性（可靠性）	时间透明	语义透明		时间透明、语义透明



## 第二部分 交换网络

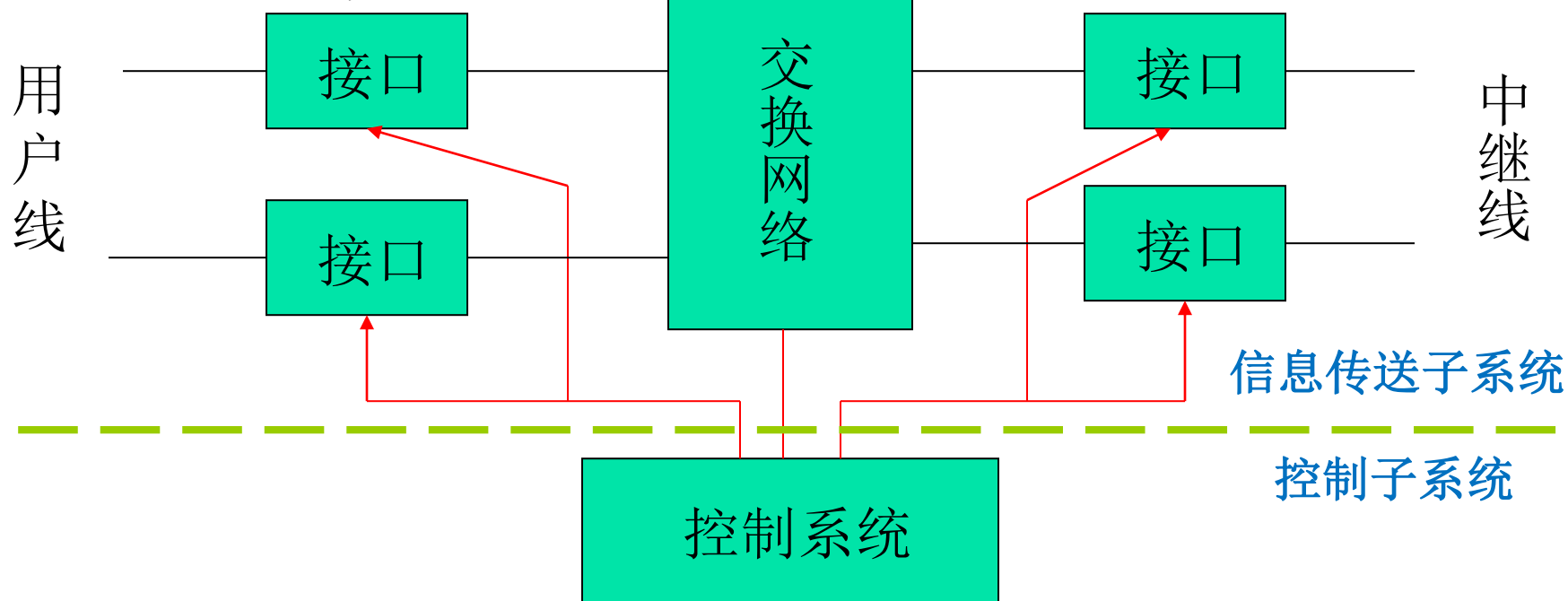
---



# 交换系统的基本结构

在任意的入线和出线之间建立连接

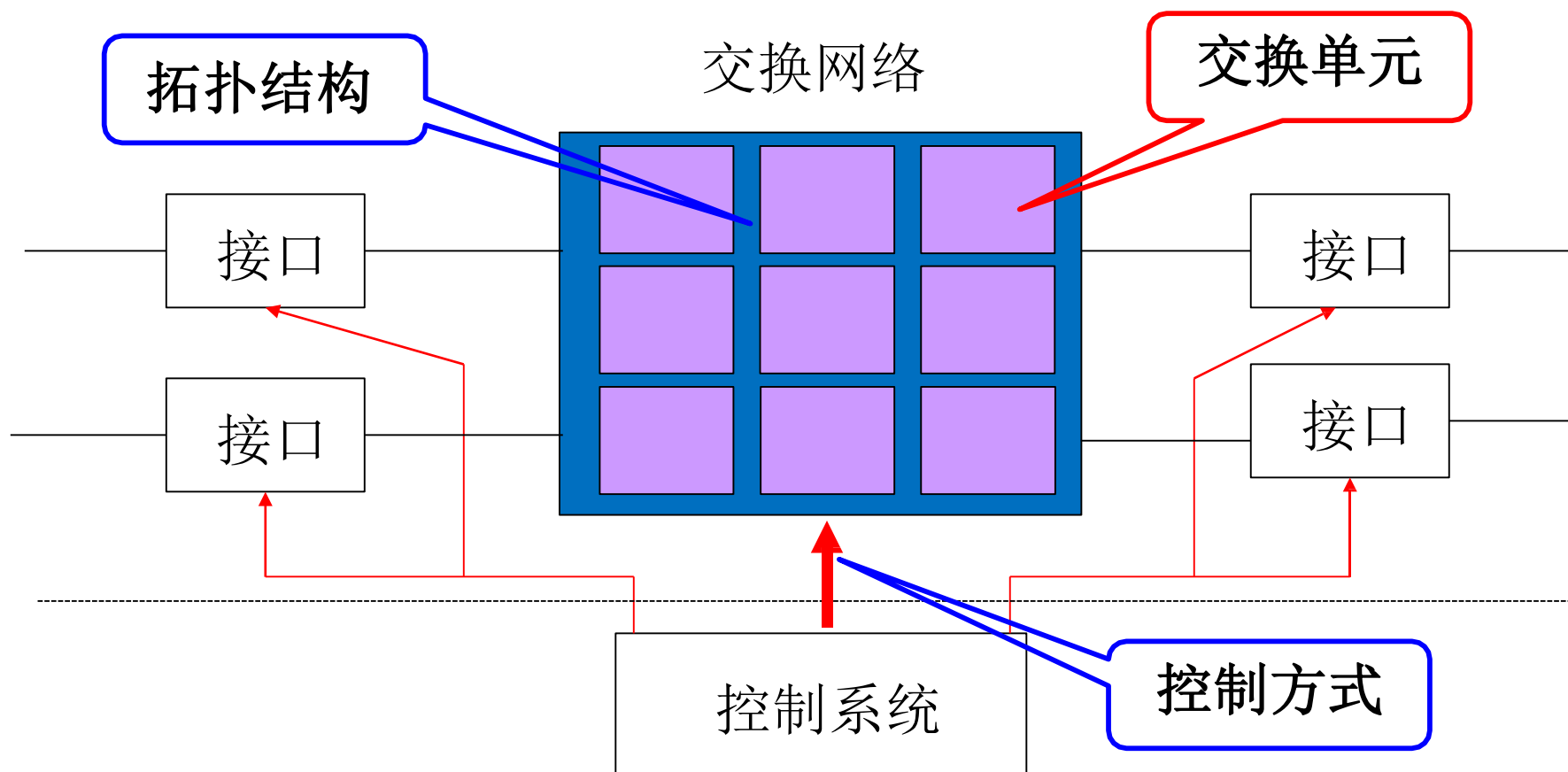
外部线路信号与交换单元信号的转换



控制交换网络、各种接口的动作

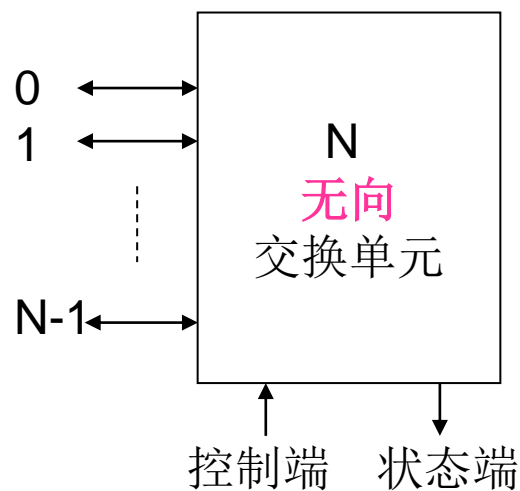
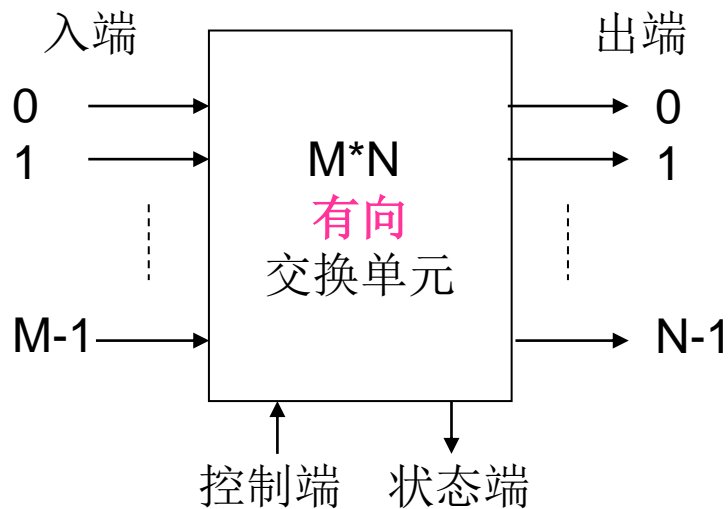
# 交换网络的构成

- 交换网络是由若干个交换单元按照一定的拓扑结构和控制方式构成的网络



# 交换单元

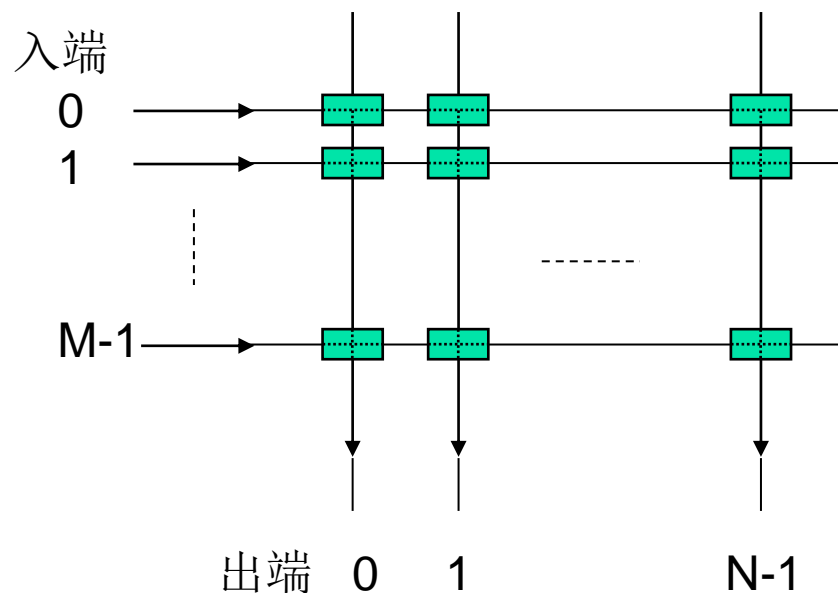
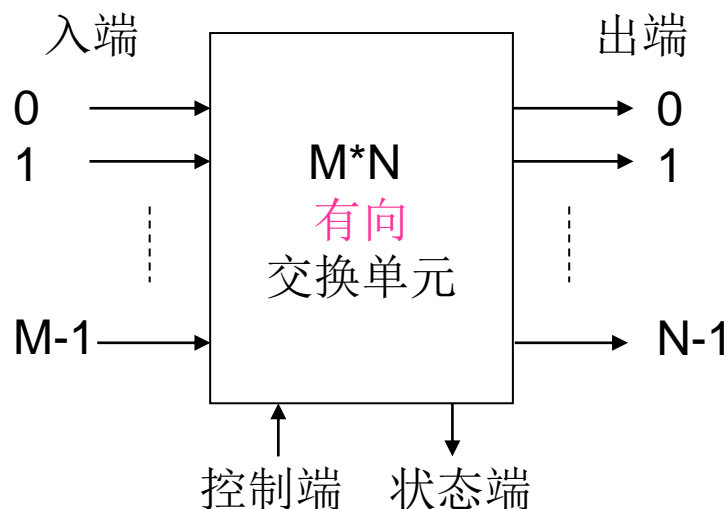
- 交换单元是完成交换功能的基本部件，能按照一定的要求，将入线上的信息发送到指定的出线



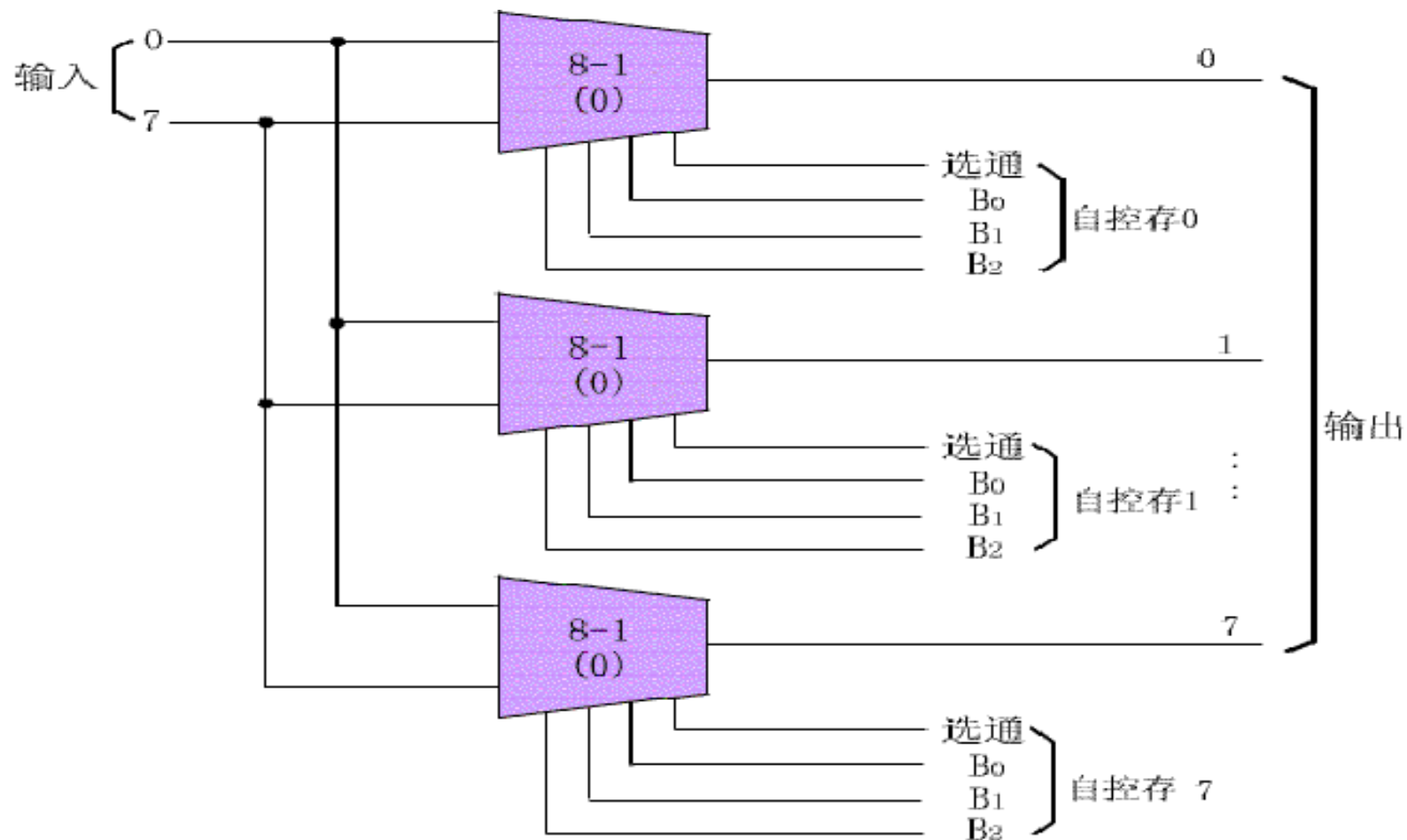
# 空间交换单元

## ■ 基本开关阵列

- 交换动作控制简单，具有均匀的单位延迟时间
- 可以交换模拟和数字信号
- 适合构造小的交换单元
- 同发与广播易于实现
- 无内部阻塞



# 多路选择器实现开关阵列



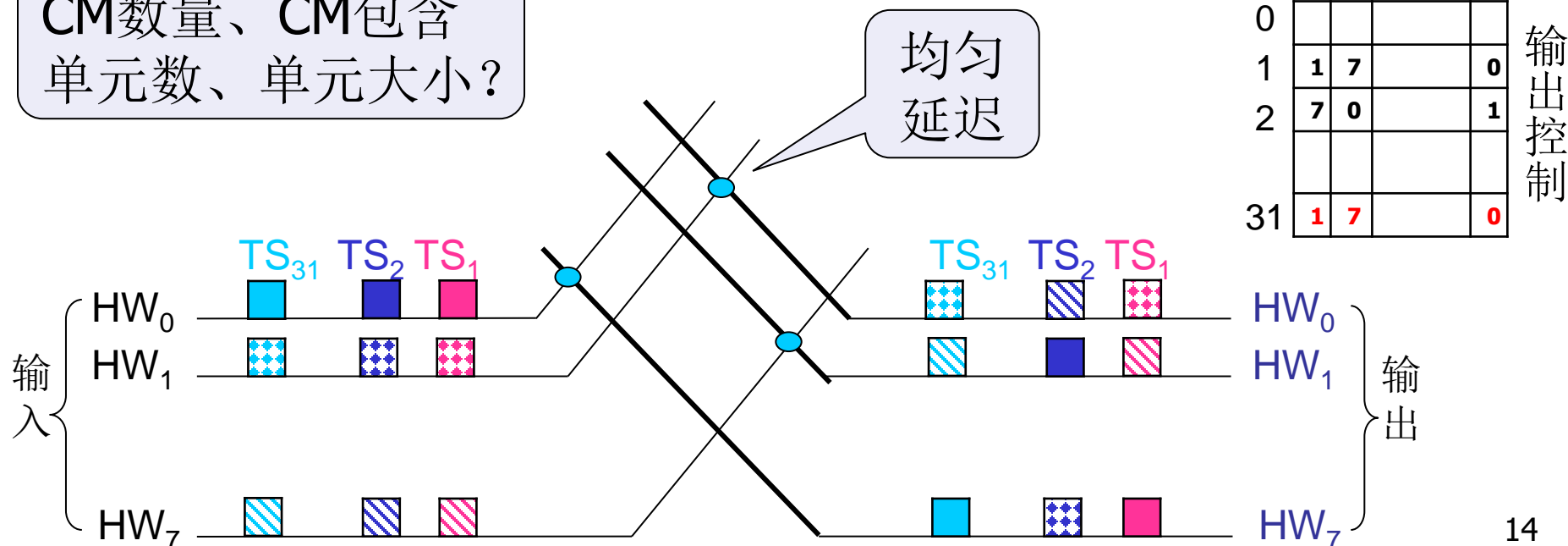
电子交叉接点矩阵的组成

# 空间交换单元

## ■ 空间交换单元（S接线器）

- 构成：交叉点矩阵（开关阵列）、控制存储器CM
- 功能：实现一个时隙内任意母线间的交换
- 控制：输入控制、输出控制（易于实现同发、避免出线冲突）

CM数量、CM包含单元数、单元大小？



# 时间交换单元

## ■ 共享存储器型结构

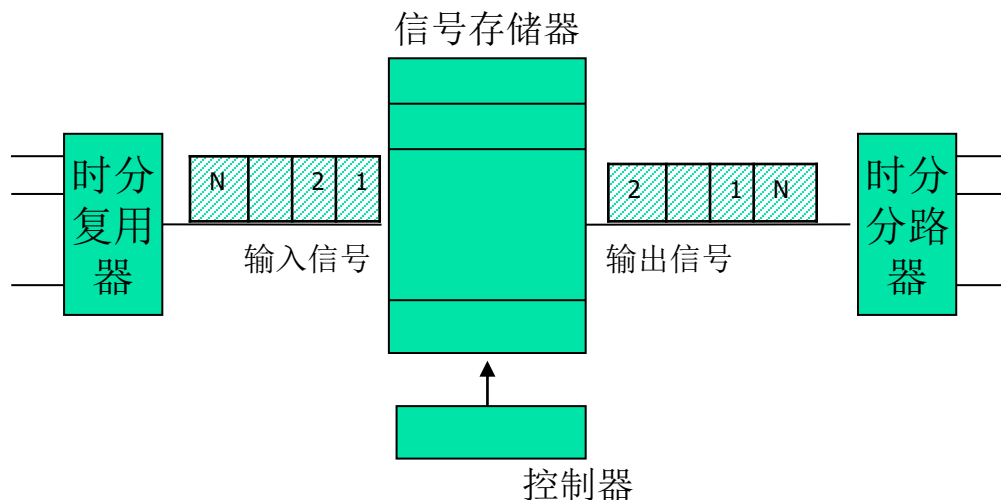
- 信号存储器
- 控制器

## ■ 工作方式

- 入线缓冲，控制读出
- 出线缓冲，控制写入

## ■ 特性

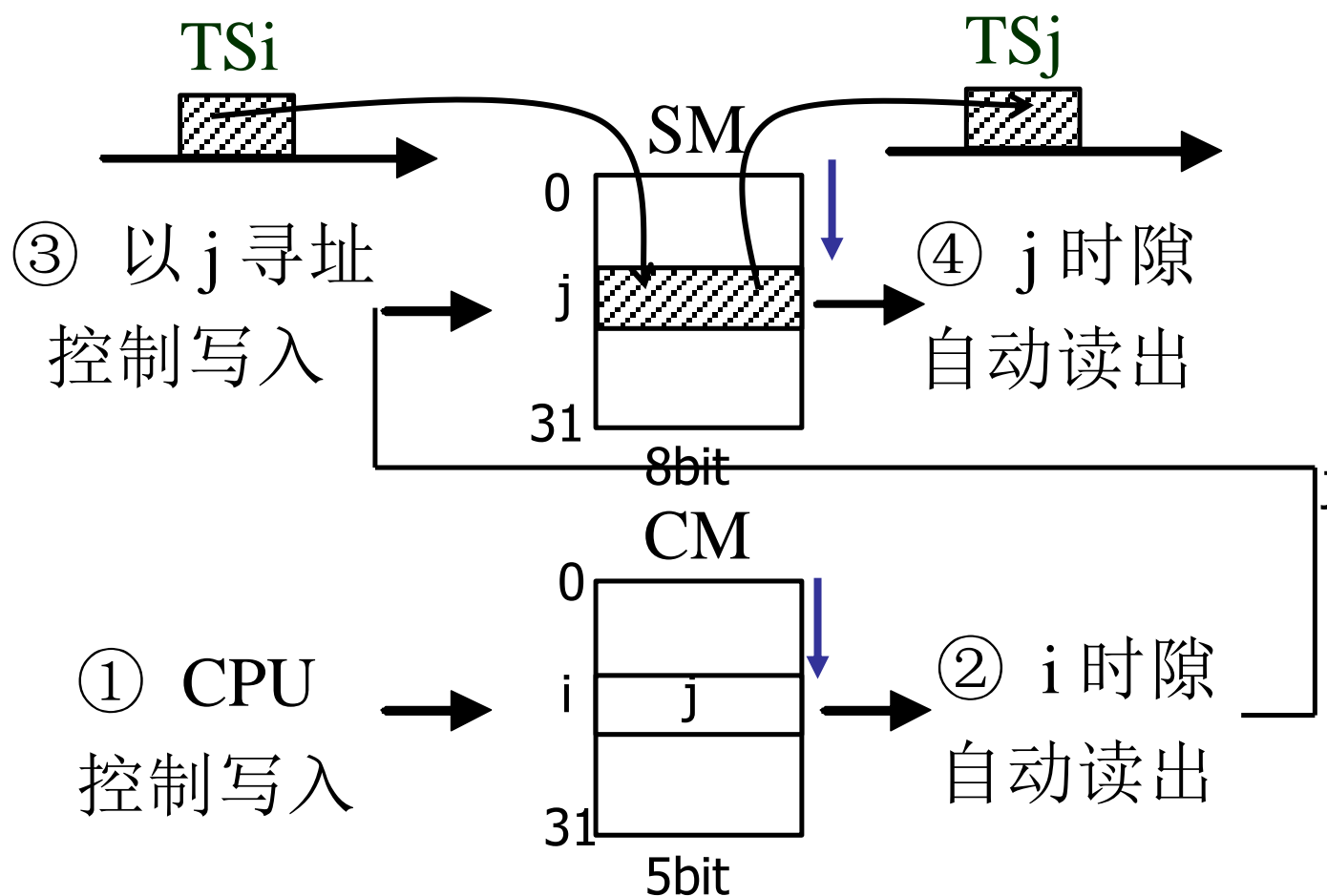
- 时分交换单元，适用于同步时分复用和统计时分复用信号
- 延迟时间不均匀
- 可以实现同发与广播
- 存储容量足够大时，无内部阻塞
- 容量受到信号存储器工作速度和控制器工作速度的限制



# 时间交换单元

- ✓ 实现一条母线上的时隙交换
- ✓ 输入控制：控制写入、顺序读出

- 共享存储器型（同步时分复用→T接线器）

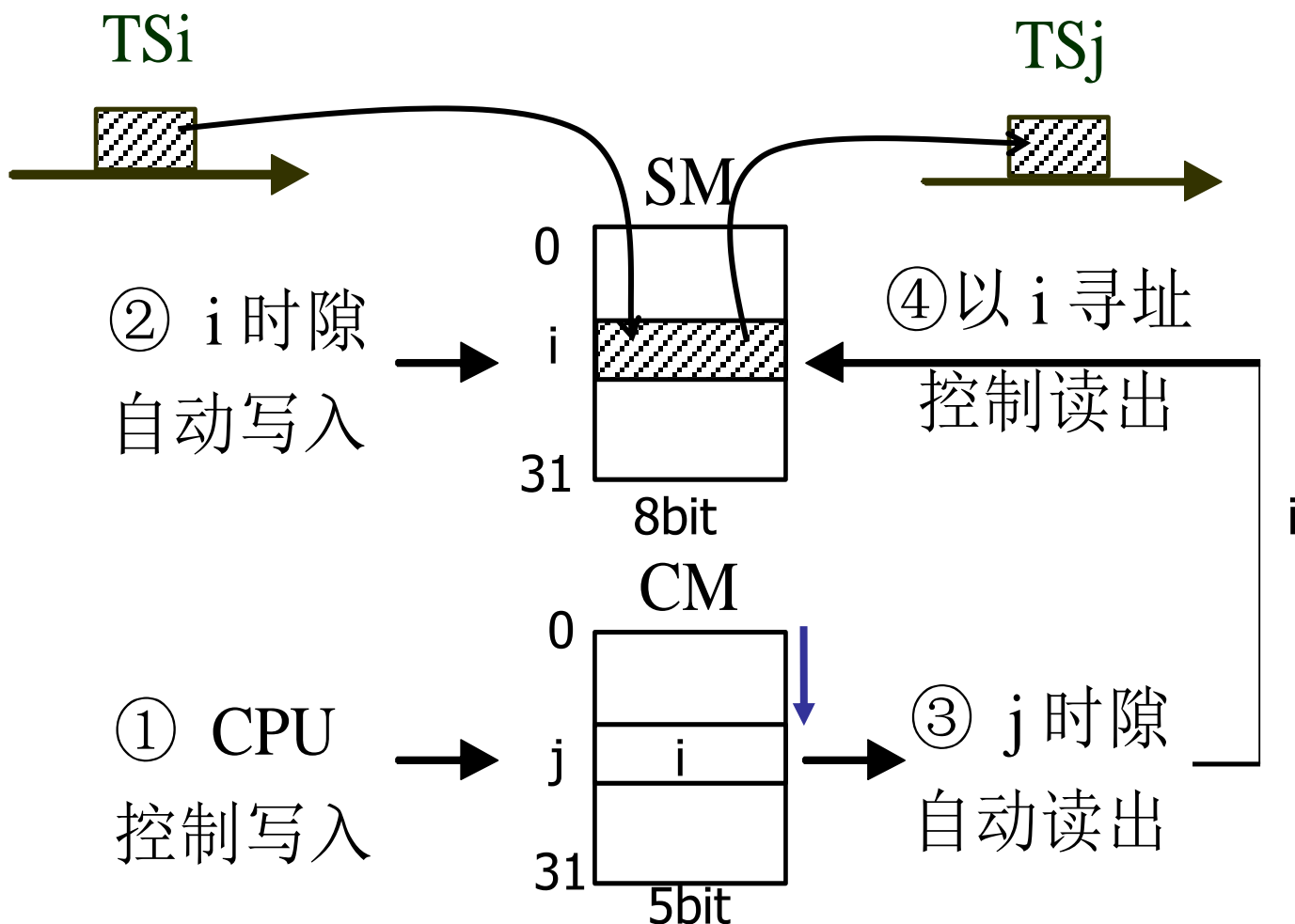




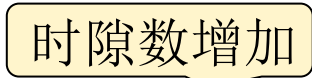
# 时间交换单元

- ✓ 实现一条母线上的时隙交换
- ✓ 输出控制：顺序写入、控制读出

- 共享存储器型（同步时分复用→T接线器）

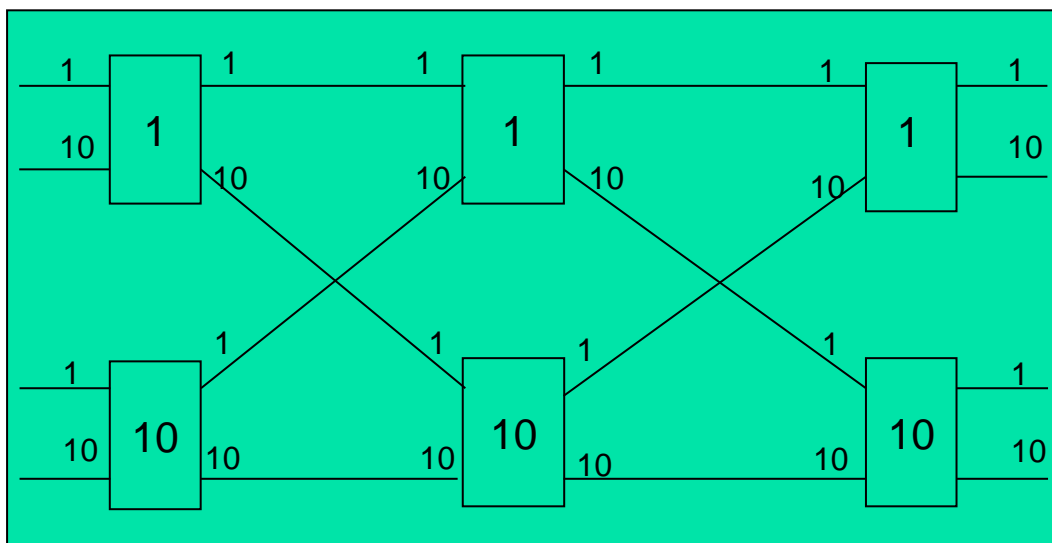
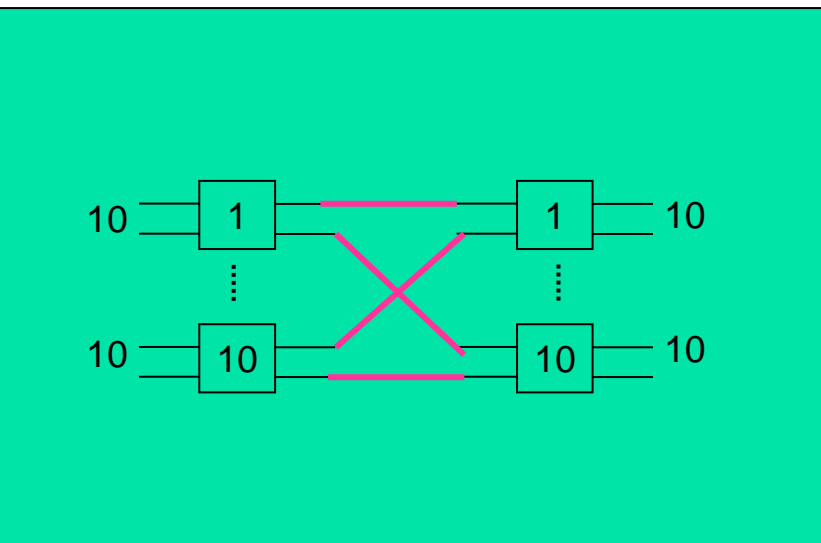
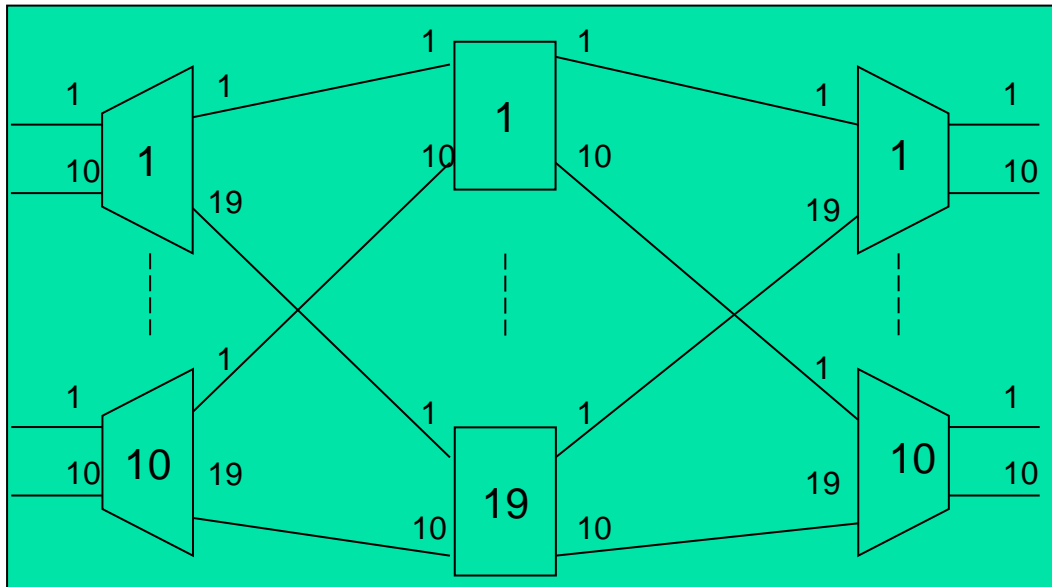
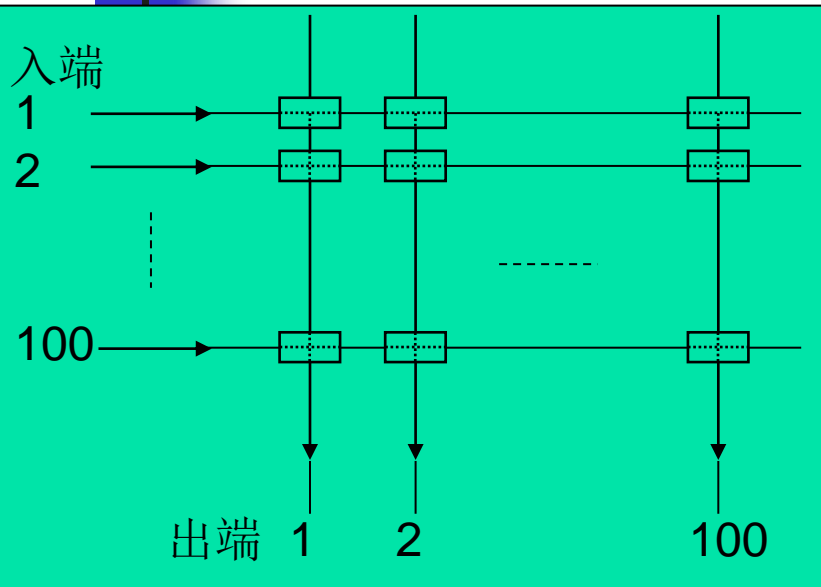


- HW<sub>i</sub> TS<sub>a</sub>的ITS号 $x = \text{TS号}a * \text{HW线总数}m + \text{HW号}i$



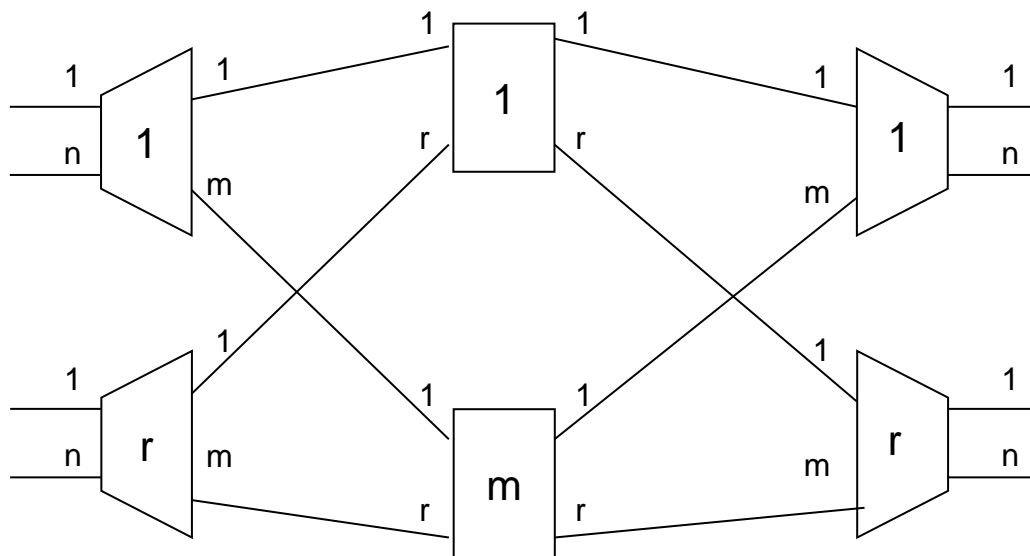
# 交换网络

## 成本和性能的折中 CLOS、BANYAN、BENES、TST



# CLOS网络

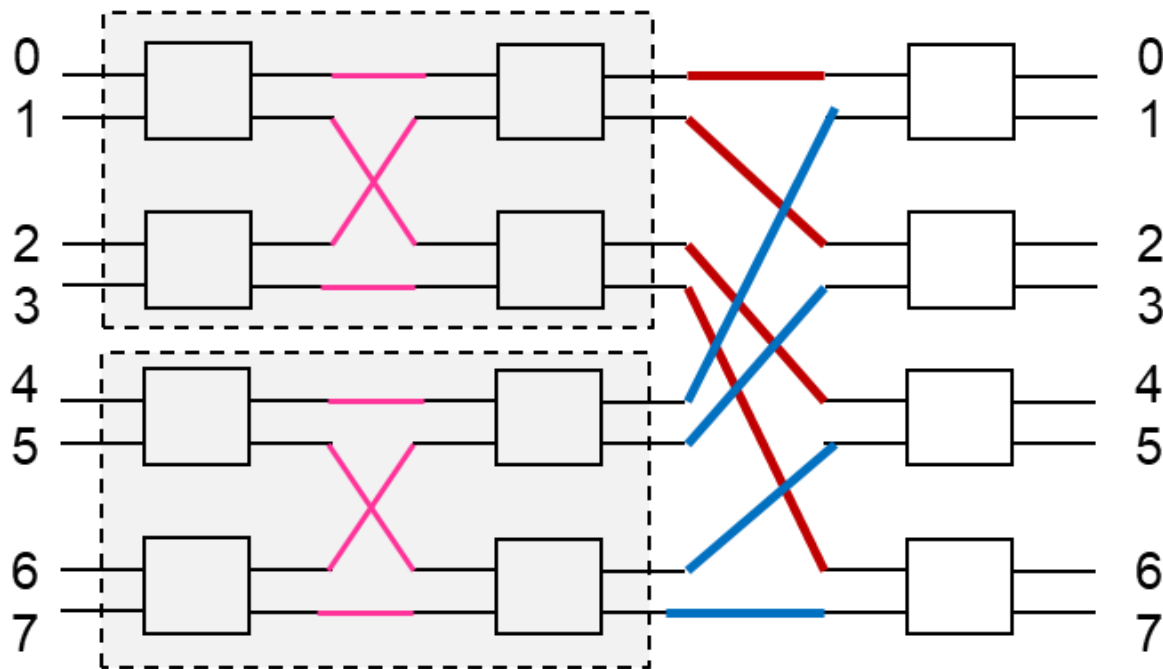
- 严格无阻塞条件
  - $m \geq 2n - 1$
- 可重排无阻塞条件
  - $m \geq n$



# BANYAN网络

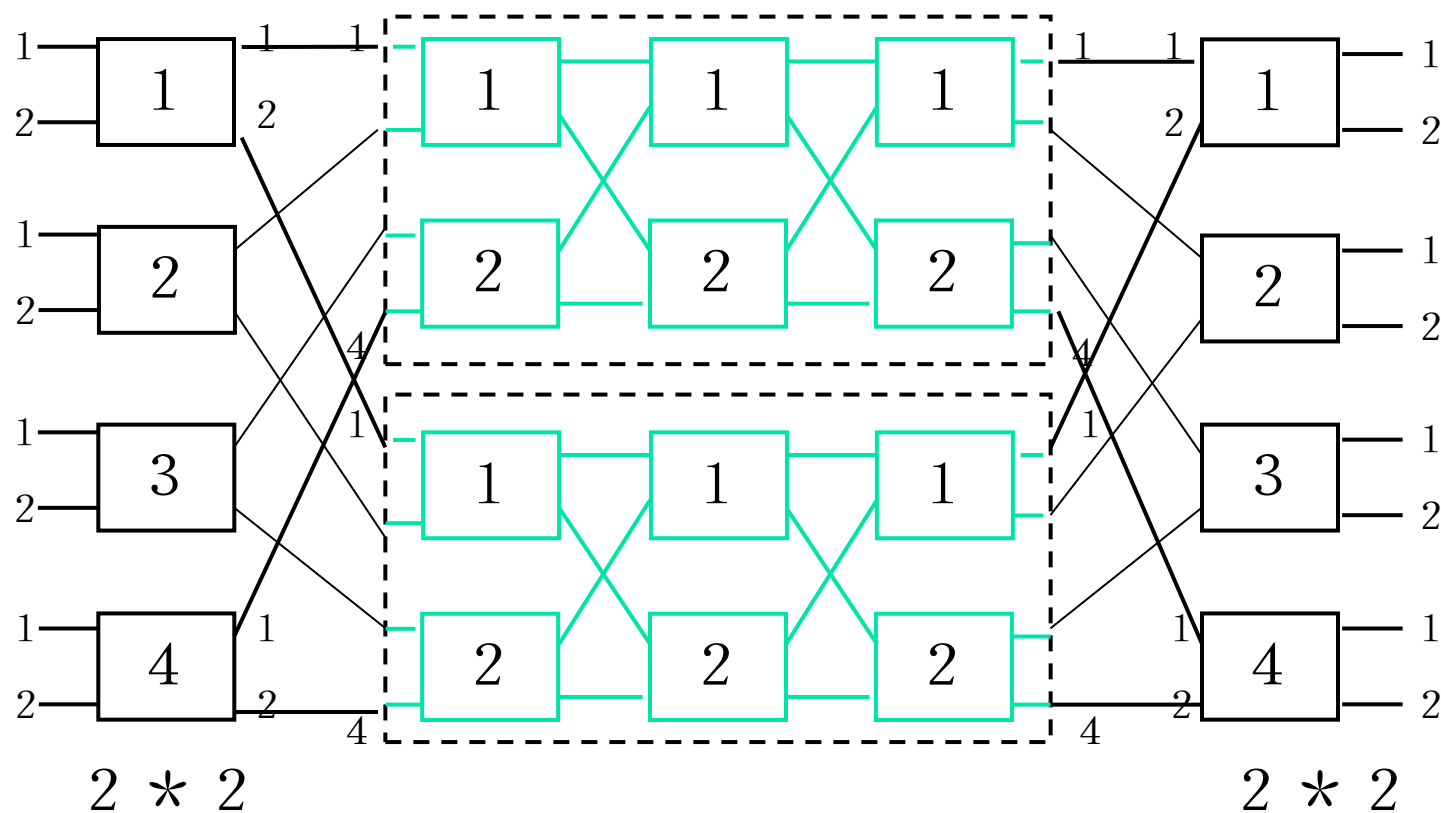
- 自动选路、唯一路径、树形结构
- 内部阻塞、出线冲突

- $N \times N$ 的Banyan网络，级数 $\log N$ ，交换单元数 $(N/2) * \log N$
- $2N \times 2N = 2$ 个 $N \times N$ 的Banyan网络 +  $N$ 个 $2 \times 2$ 交换单元
- 解决内部阻塞：构造多通路（增长、扩展、膨胀、复份），使用排序-Banyan网络



# BENES网络

- 视角1：背对背的Banyan网络
- 视角2：可重排无阻塞的CLOS网络



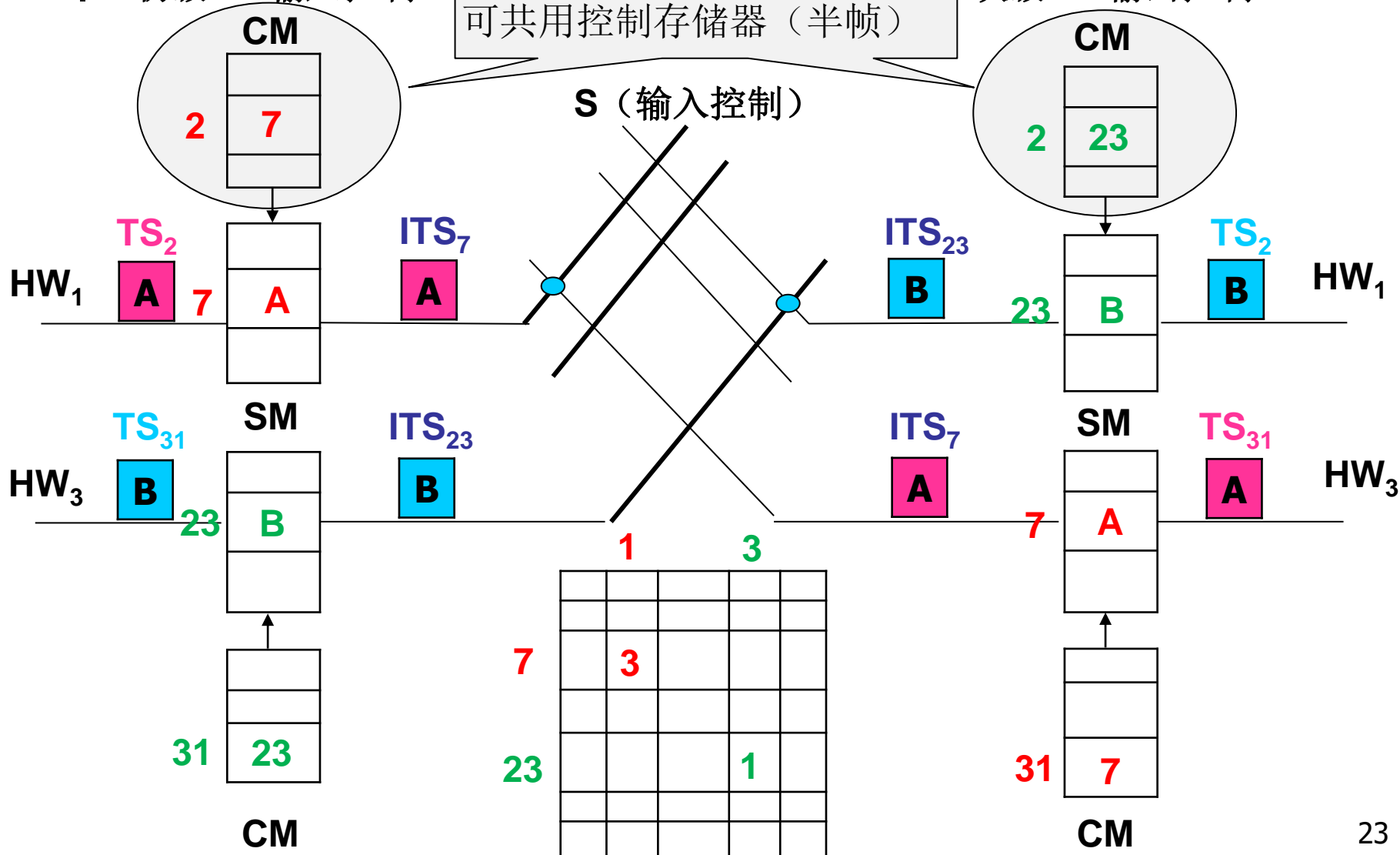
# TST网络

- 反向路由的半帧选择
- 控制存储器的合用
- 无内部阻塞条件

初级T（输入控制）

同一序号入线出线的T  
可共用控制存储器（半帧）

次级T（输出控制）





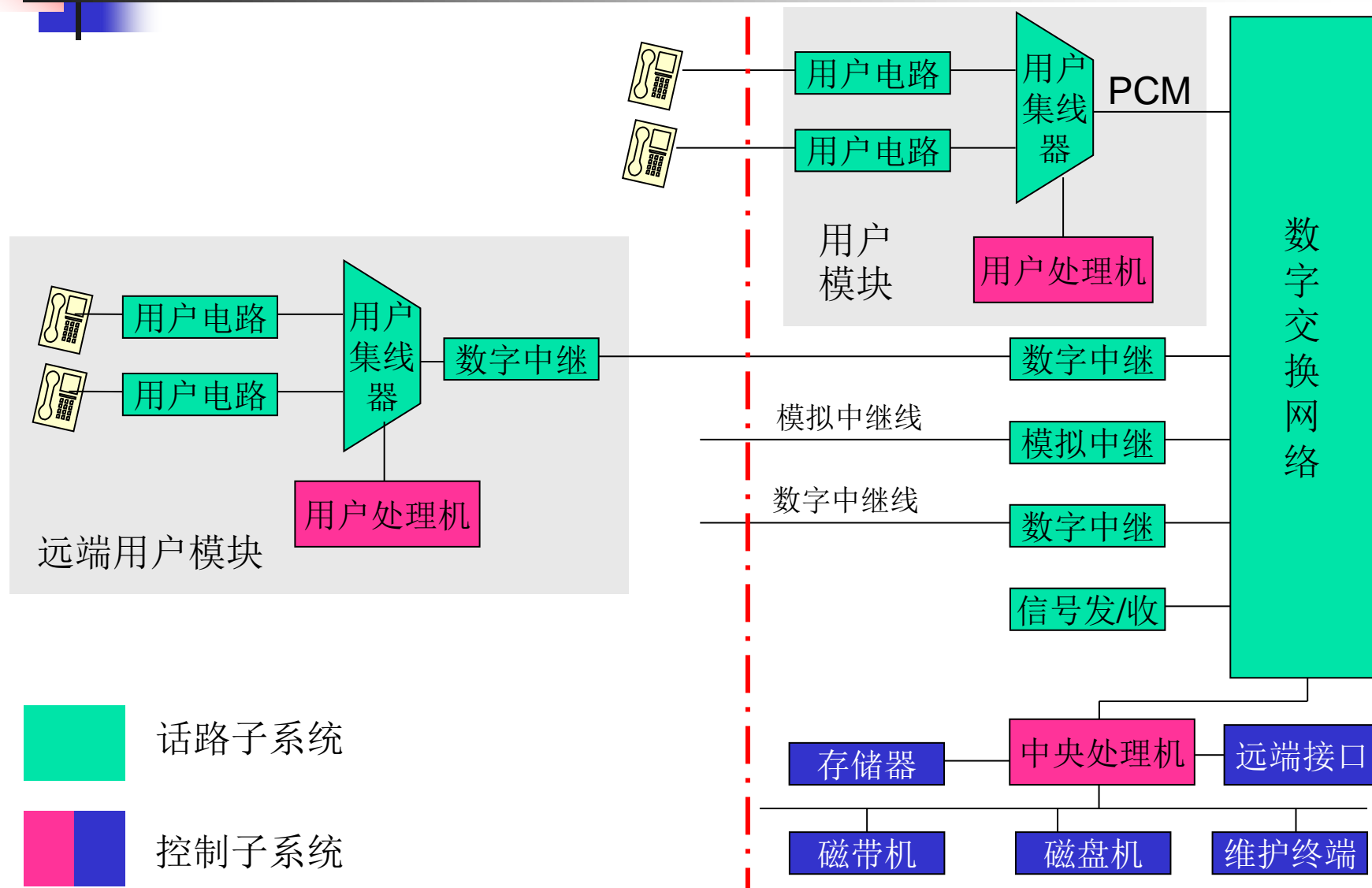
## 第三部分 电话交换

---

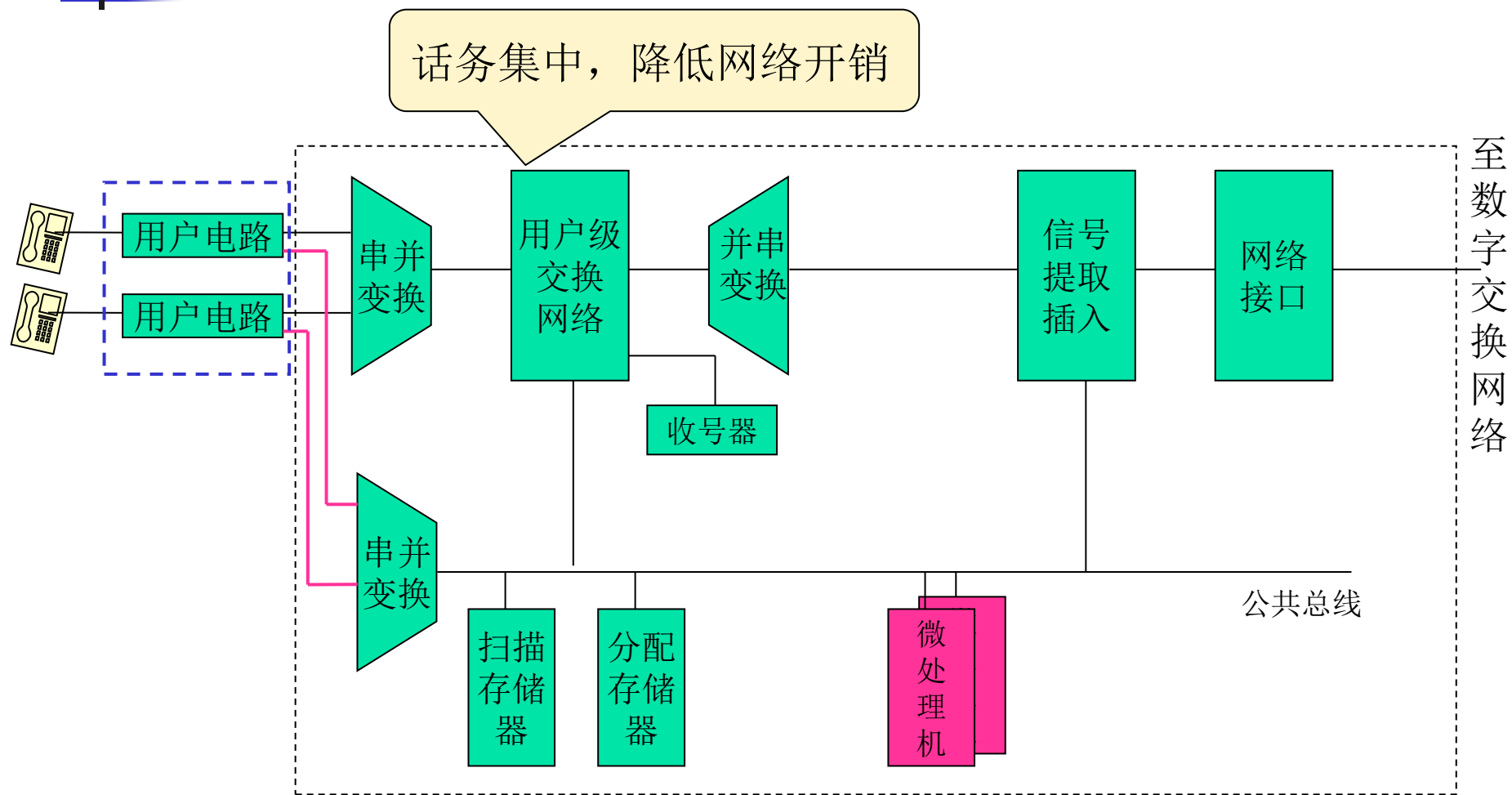


如何利用交换网络建立话路连接？

# 程控交换机的系统结构



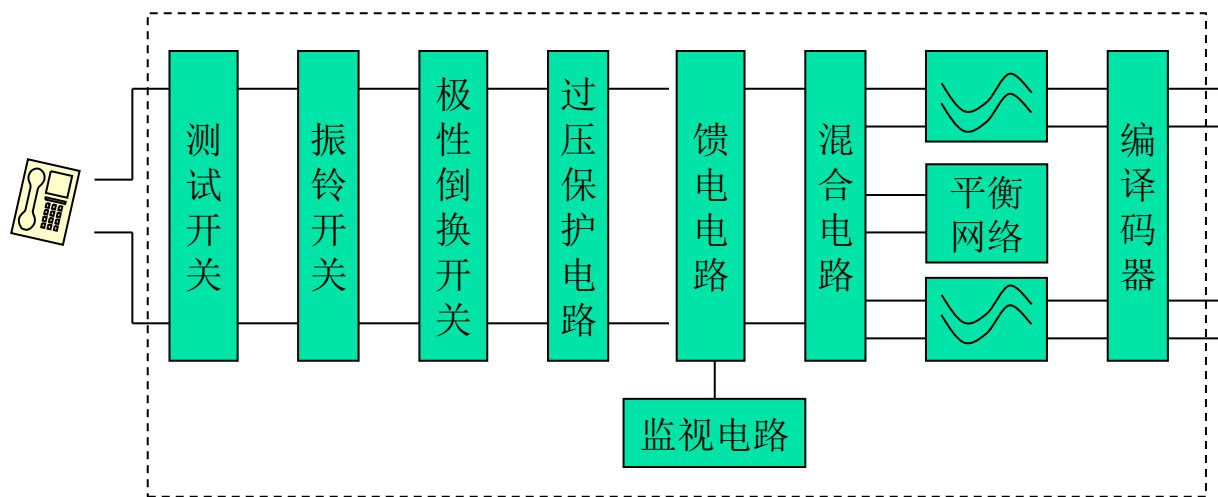
# 用户模块



# 用户电路

## ■ （模拟）用户电路BORSCHT

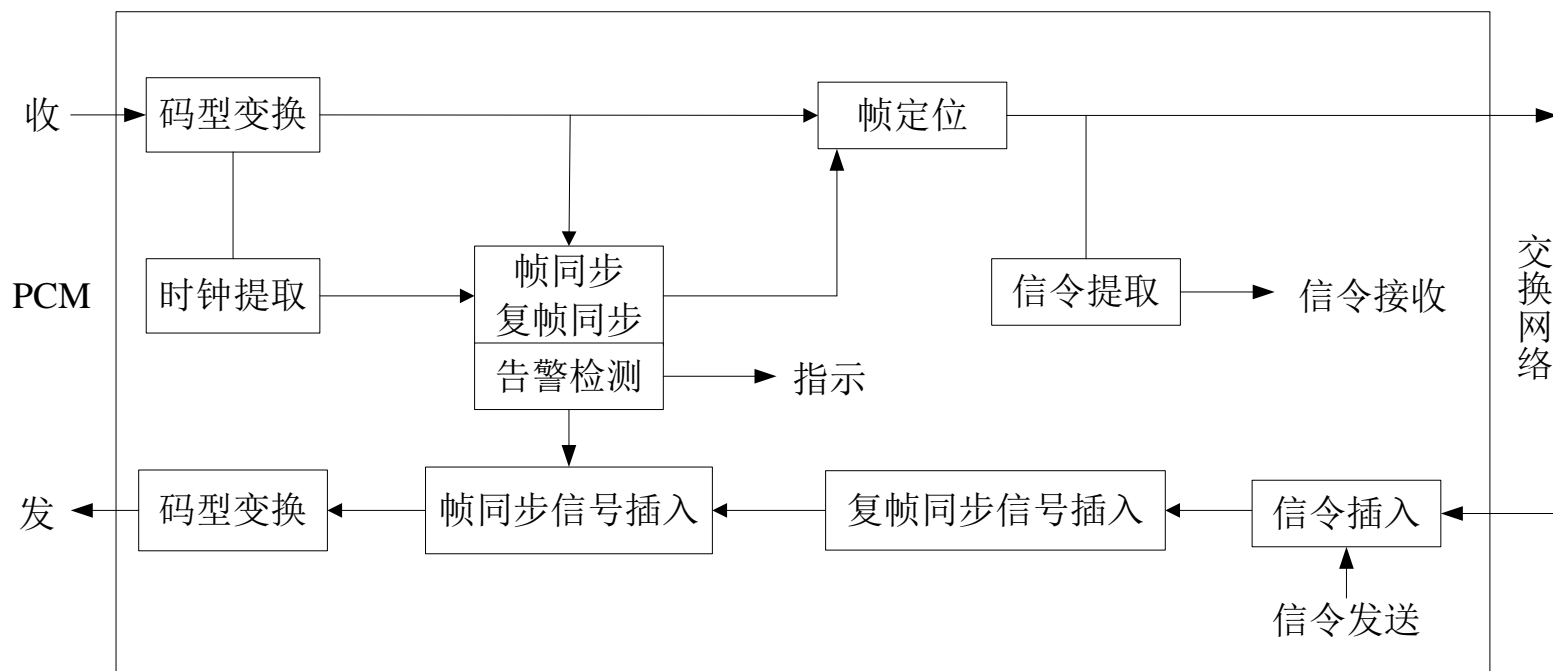
- 馈电
- 过压保护
- 振铃控制
- 监视
- 编译码和滤波
- 混合电路
- 测试



模拟用户电路功能图

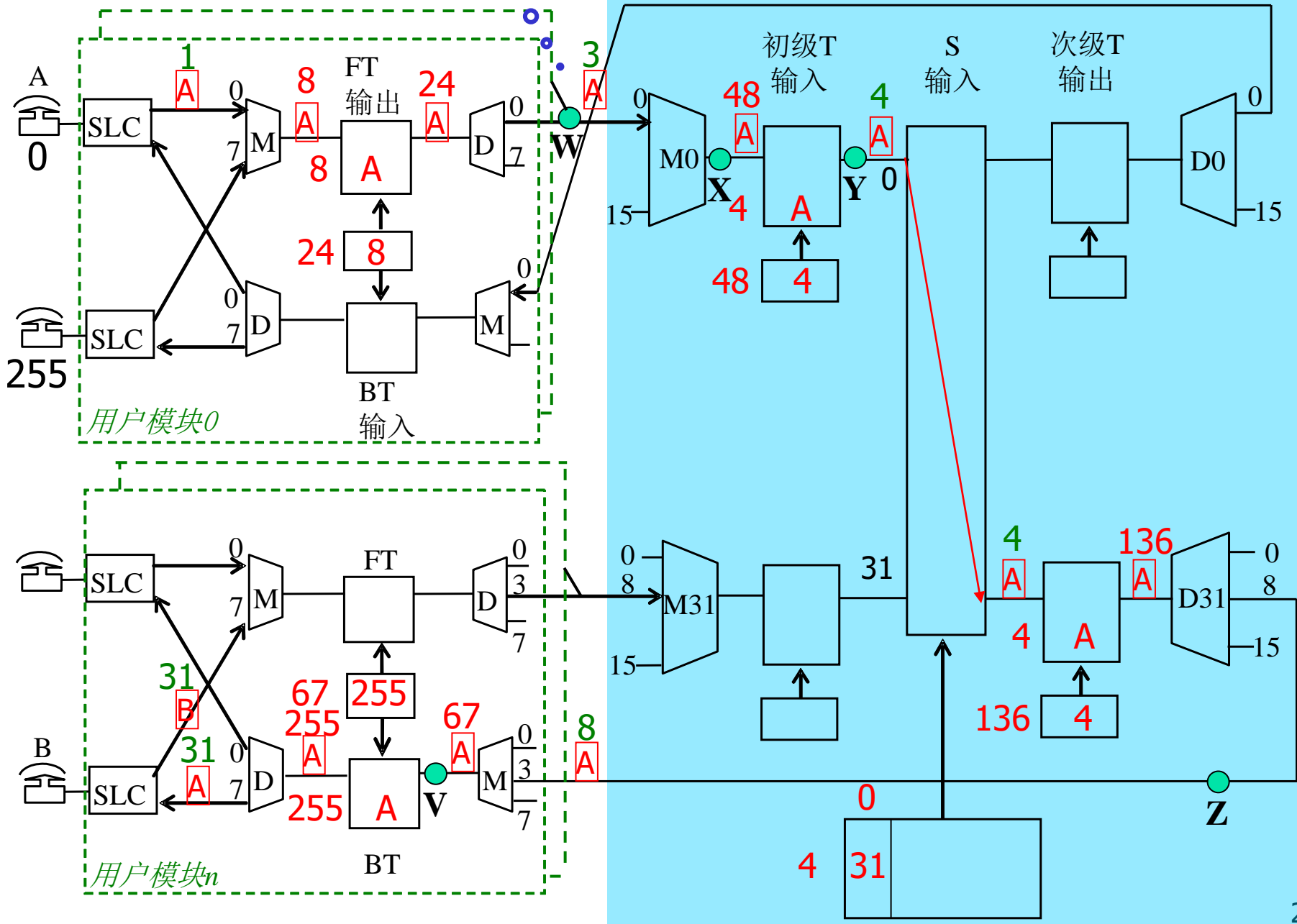
# 数字中继电路

- 是连接数字局间中继线的接口电路，用于与数字交换局或远端模块的连接
  - E1 32TS 2.048Mbit/s



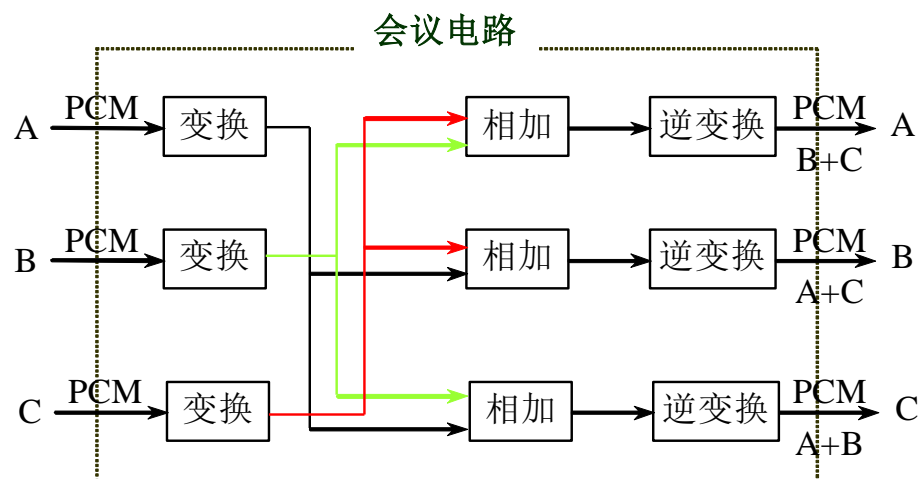
# 复接，2:1话务集中

## 中央交换网络

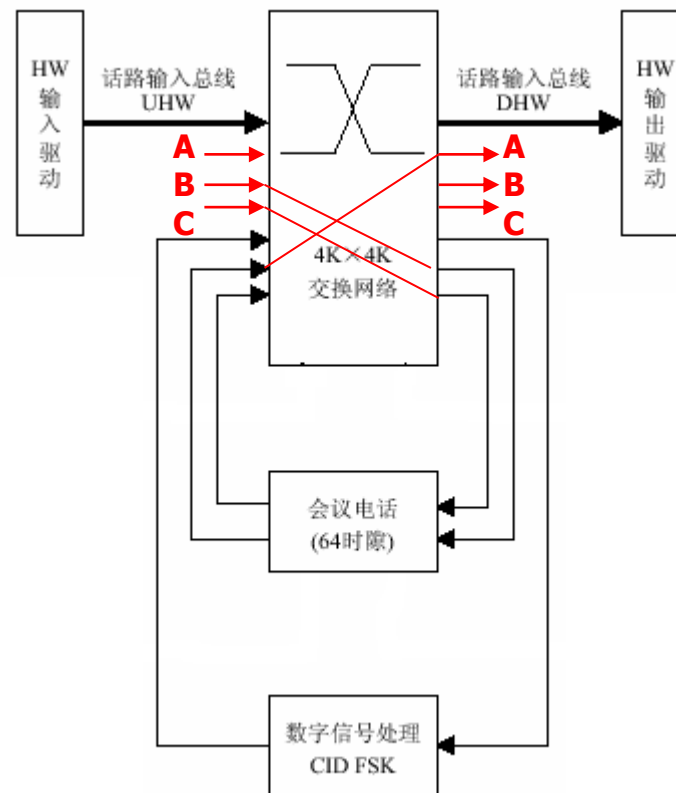


# 会议电话的实现

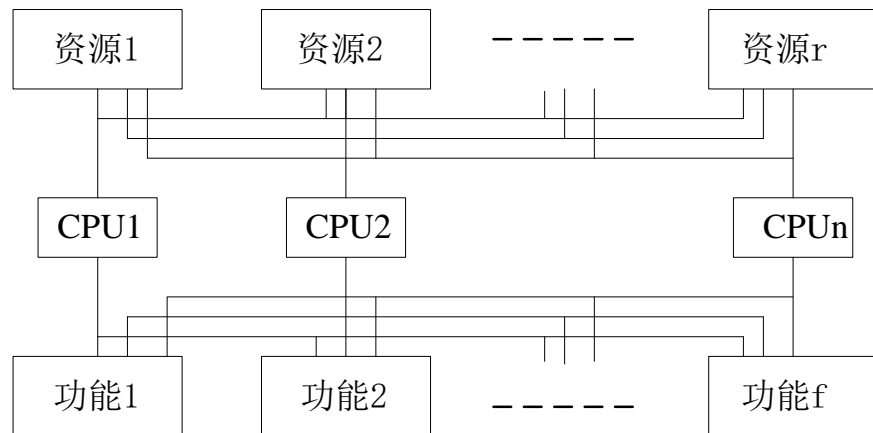
## ■ 交换网络+会议电路



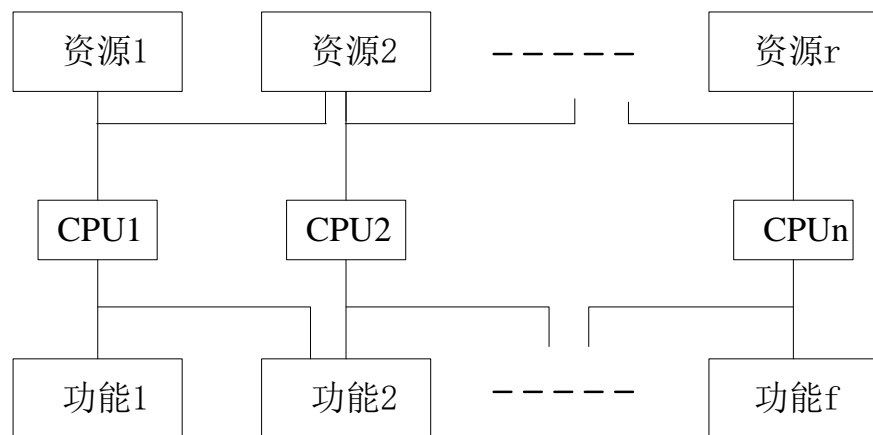
## A得到B+C的语音信号



# 控制系统的结构方式



集中控制



分散控制



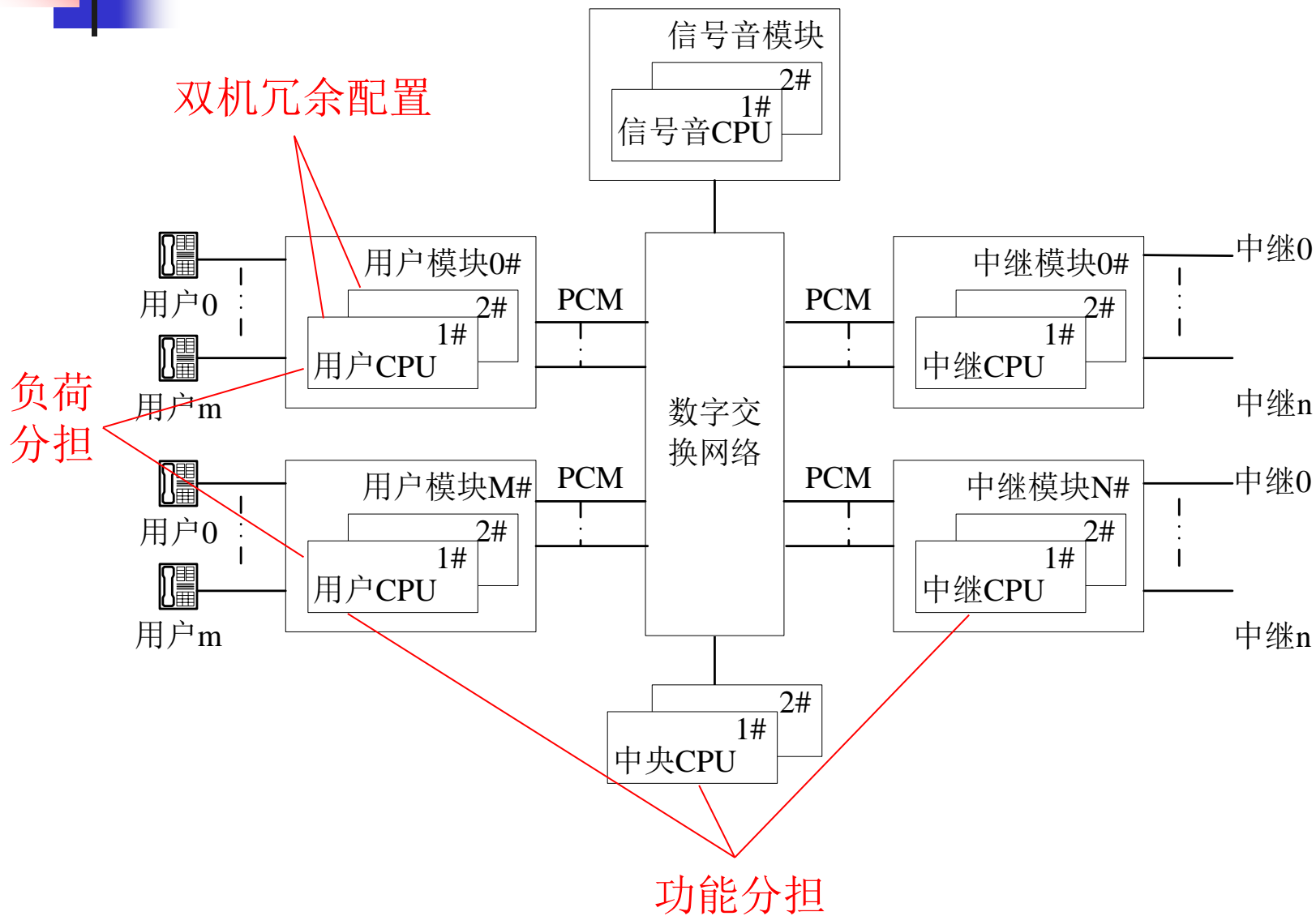
# 多处理机的工作方式

---

- 程控交换机控制系统的多处理机之间的工作方式主要有三种：功能分担方式、话务分担方式和冗余方式。
  - 功能分担
    - 不同的处理机完成不同的功能
    - 提高整个系统的适应性，完成不同功能的处理机可以有不同的配置；模块可以按需配置
  - 负荷分担（话务分担）
    - 每台处理机完成一部分话务处理功能
    - 提高BHCA，提高可靠性
  - 冗余
    - 双机冗余配置：同步、互助、热备用
    - N+m冗余配置：N个在线运行，m个备用



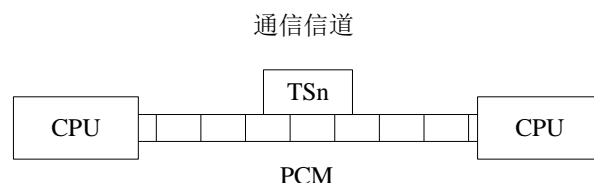
# 多处理器的工作方式（例）



# 处理机间的通信方式

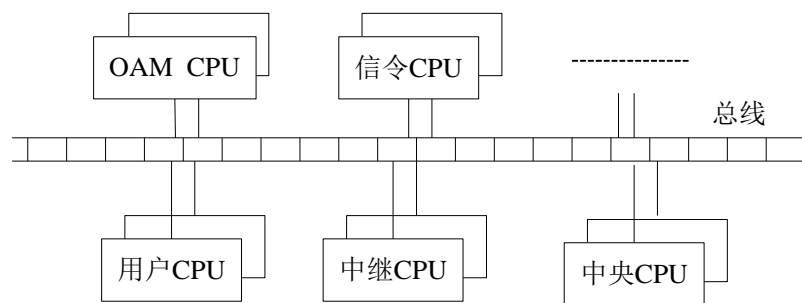
## ■ 利用PCM信道

- 固定时隙
- 任意时隙
- 特点
  - 系统结构简单
  - 占用话路资源，通信通路带宽小

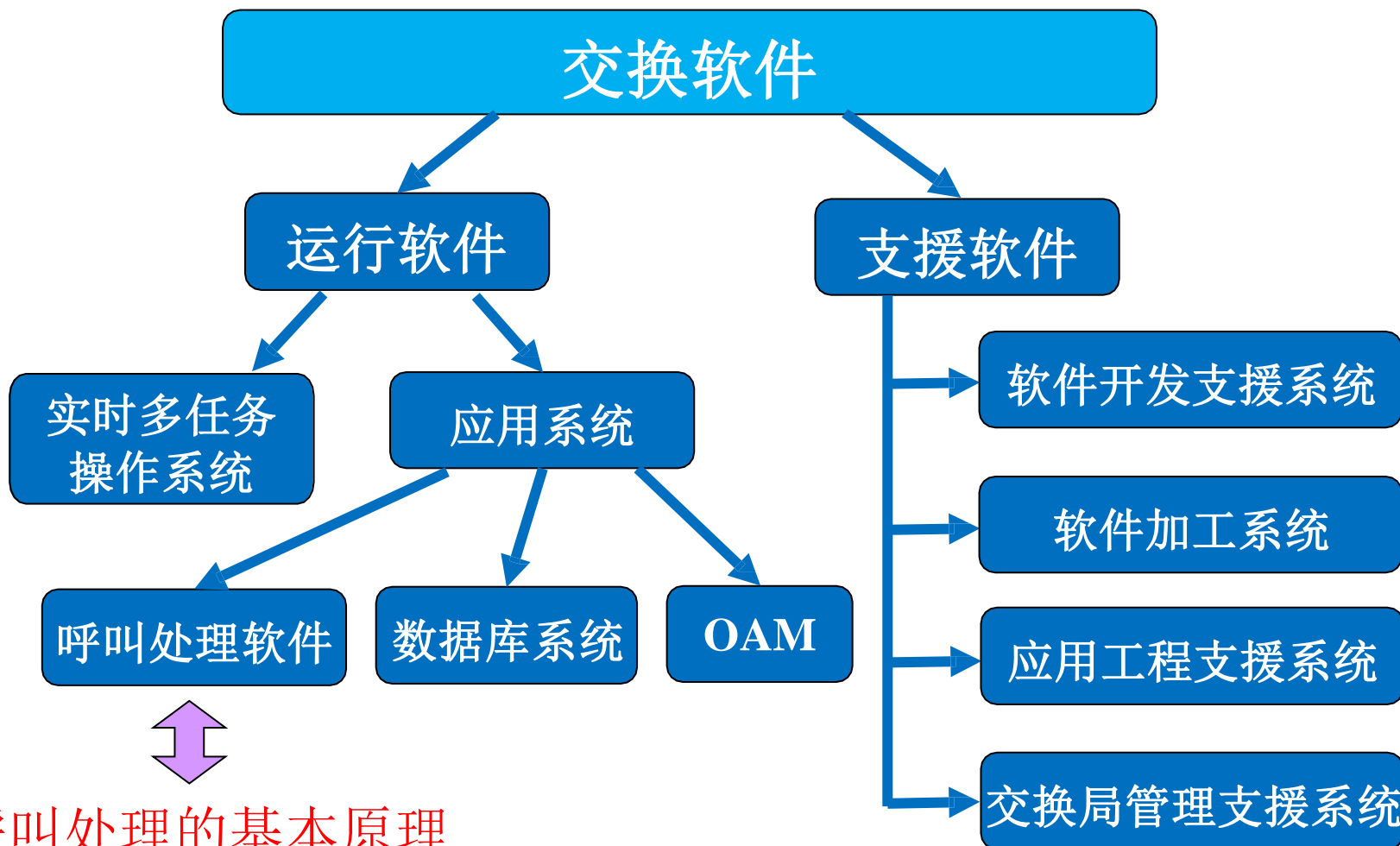


## ■ 建立专用的计算机网络

- 总线型
- 环网



# 交换软件系统的组成





# 数据库系统——局数据

---

- **硬件配置：** 用户端口数、出/入中继线数、DTMF收号器数等
- **各种号码：** 本地网编号及号长、局号、应收号码等
- **路由数据：** 局向、路由数
- **计费数据：** 呼叫详细话单（CDR）等
- **统计数据：** 话务量、呼损、呼叫情况等
- **交换机类别：** C1-C5，C5又分为市话端局、长市合一等
- **复原方式：** 主叫控制、被叫控制、互不控制



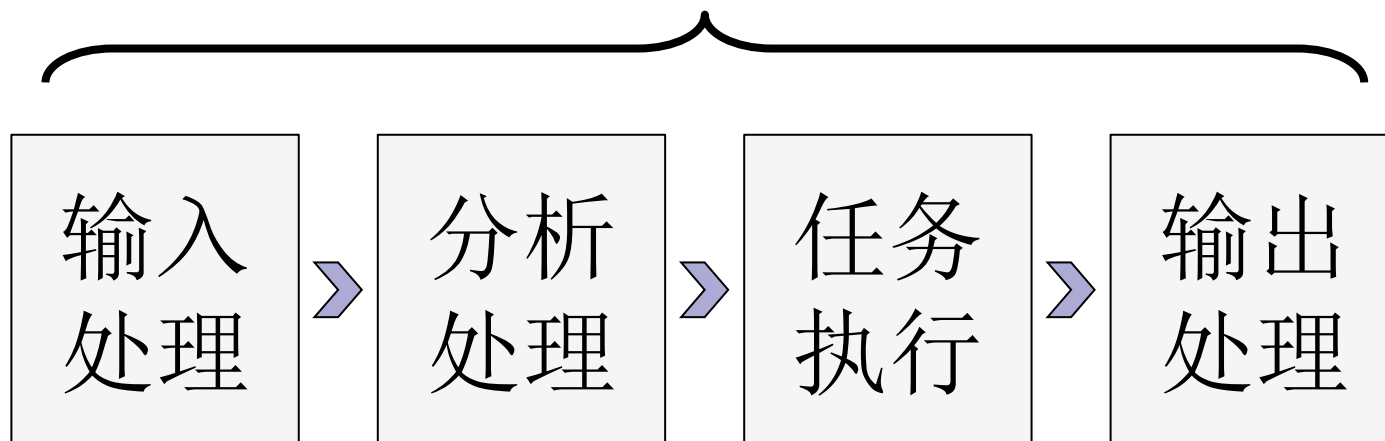
# 数据库系统——用户数据

---

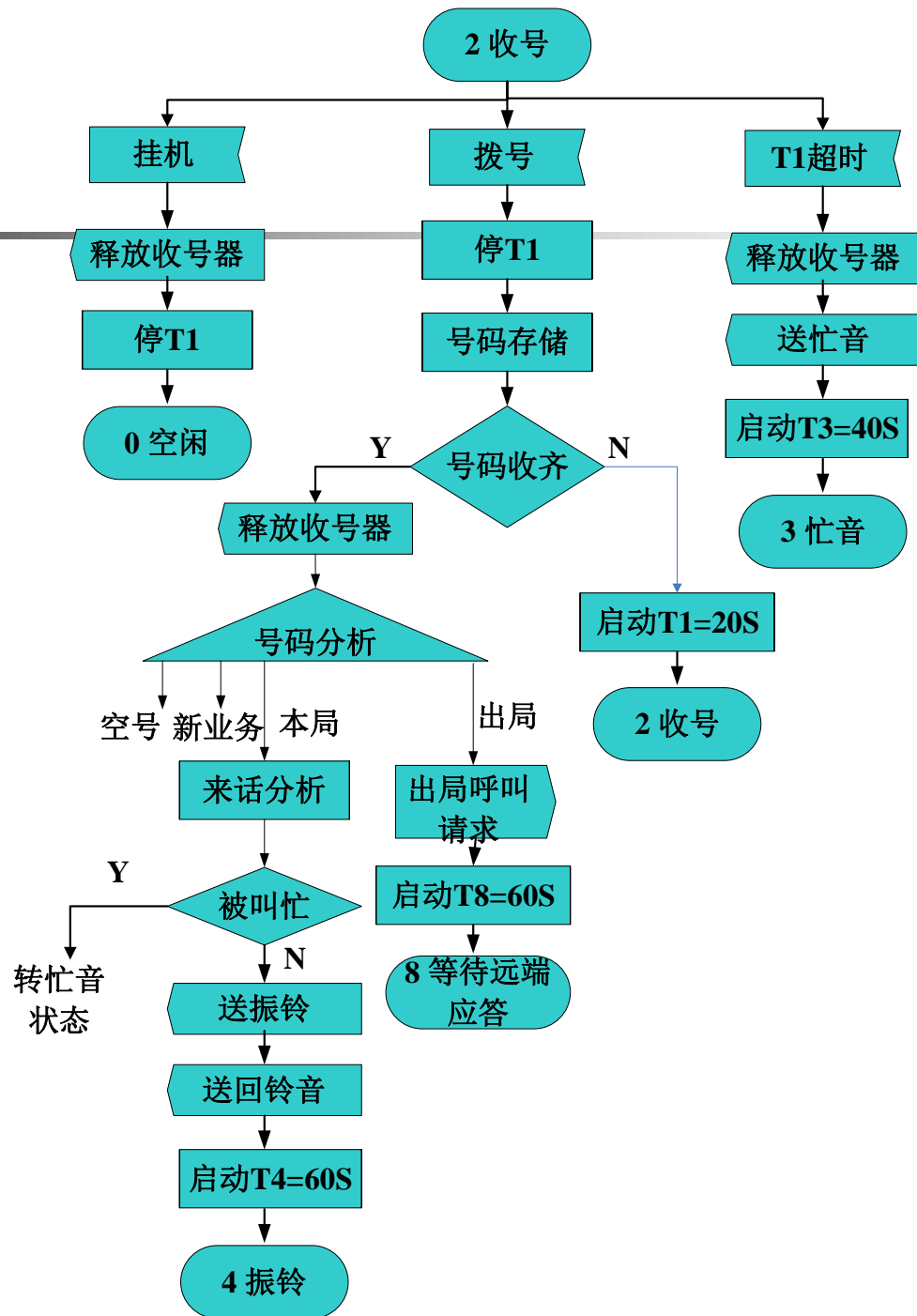
- 用户类别：住宅用户、公用电话用户、**PABX**用户、传真用户等
- 话机类别：**PULSE**话机、**DTMF**话机
- 用户状态：空闲、忙、测试、阻塞等
- 限制情况：呼出限制、呼入限制等
- 呼叫权限：本局呼叫、本地呼叫、国内长途、国际长途等
- 计费类别：定期、立即、免费等
- 优先级：普通用户、优先用户
- 新业务权限：呼叫转移、会议电话、三方通话、呼叫等待等
- 新业务登记的数据：转移号码、热线号码等
- 用户号码：用户电话簿号码、用户设备号等
- 呼叫动态数据：呼叫状态、时隙、收号器号、计数值等

# 呼叫处理的原理

## 基于扩展的有限状态机



# SDL图



# 呼叫处理软件的实现

- 有限状态机的实现
- 程序分级和调度

主程序 //状态分析

```
{  
    从事件队列的队头读取事件;  
    如果不为空, 分析State和Event,  
    决定执行任务或进一步分析;  
}
```

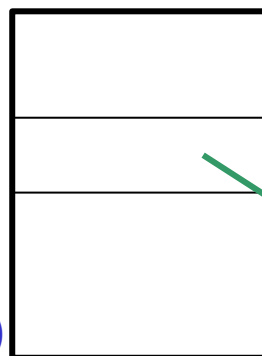
分析处理、任务执行和输出处理

(基本级)

事件队列

检测事件  
输入处理程序  
(周期级)

(State,Event)







# 呼叫处理过程

---

- **输入处理**（数据采集部分）
  - 识别并接收外部输入的处理请求和信号，生成事件
  - 用户线状态扫描、脉冲拨号号码接收、**DTMF**音频信号接收
- **分析处理**（内部数据处理部分）
  - 根据目前状态和输入信号进行分析、判别，决定下一步任务
  - 去话分析、号码分析、来话分析、状态分析
- **内部任务执行与输出处理**（输出命令部分）
  - 根据分析结果，发布控制命令

# 呼叫处理能力BHCA

- 呼叫处理能力：最大忙时试呼次数（BHCA）
  - 定义：在保证规定的服务质量标准的前提下，控制部件（处理机系统）在单位时间（取1小时）内能够处理的最大试呼次数
- BHCA的计算模型  $t = a + bN$ 
  - $t$ （系统开销）：处理机时间资源的占用率
    - 统计时间内处理机运行系统软件和应用软件的时间与统计时长之比
  - $a$ （固有开销）：与呼叫次数（话务量）无关的系统开销
    - 如操作系统的任务调度程序和周期执行的各种扫描程序所占CPU的时间与统计时长之比
  - $bN$ （非固有开销）：与呼叫处理次数有关的系统开销
    - 如执行处理呼叫的程序所占CPU的时间与统计时长之比
    - $b$ ：处理一次呼叫的非固有开销（平均值）
    - $N$ ：单位时间内所处理的呼叫总次数，即BHCA

# 过负荷状态

- 交换设备的处理能力—BHCA

超过？

- 过负荷状态

- 如果在一个有效的时间间隔周期内（不包含峰值瞬间），出现在交换设备上的试呼次数，即话务负荷超过了交换机控制系统的设计处理能力时，则称该交换设备运行在过负荷状态
- 加入到交换设备上的总负荷中，超过它的设计负荷能力部分称为过负荷部分，一般用负荷的百分数来表示。如加入到交换设备上试呼总次数超过它的设计负荷能力的10%时，此时称10%过负荷

- 过负荷控制

- 对交换机过负荷控制的要求是：当出现在交换设备上的试呼次数超过它的设计负荷能力的50%时，允许交换设备呼叫处理能力下降至设计负荷能力的90%

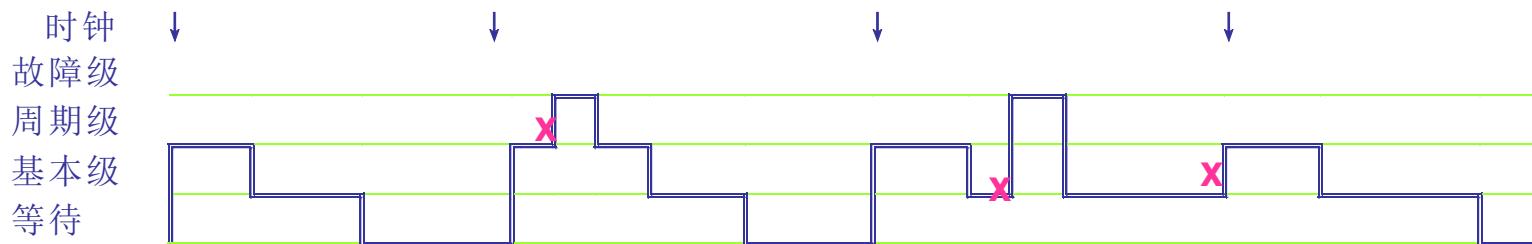
# 程控交换系统中任务的分级和调度

## ■ 任务分级

程序级别	程序功能	启动方式	响应速度
故障级	故障识别和故障紧急处理	硬件中断启动	立即响应
周期级	按一定周期进行的各种扫描和驱动	时钟中断启动	在严格时限内响应
基本级	分析处理和各种无时限任务	事件队列启动	在一定时限内响应

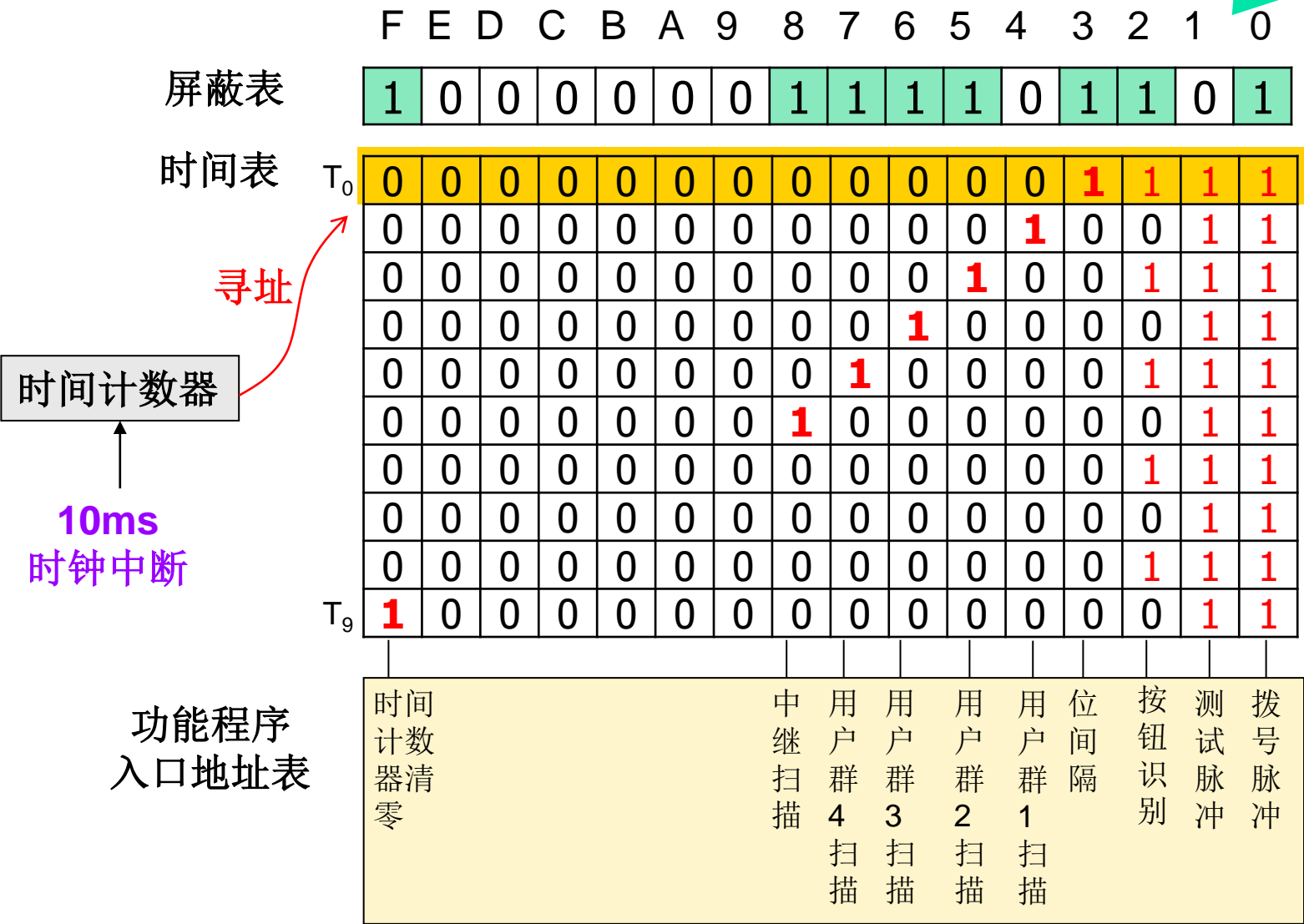
## ■ 级间转移的原则

### ■ 级别高的程序优先处理



# 时间表调度原理

屏蔽表控制该时刻程序是否被调用，提供一种灵活控制程序调用的机制

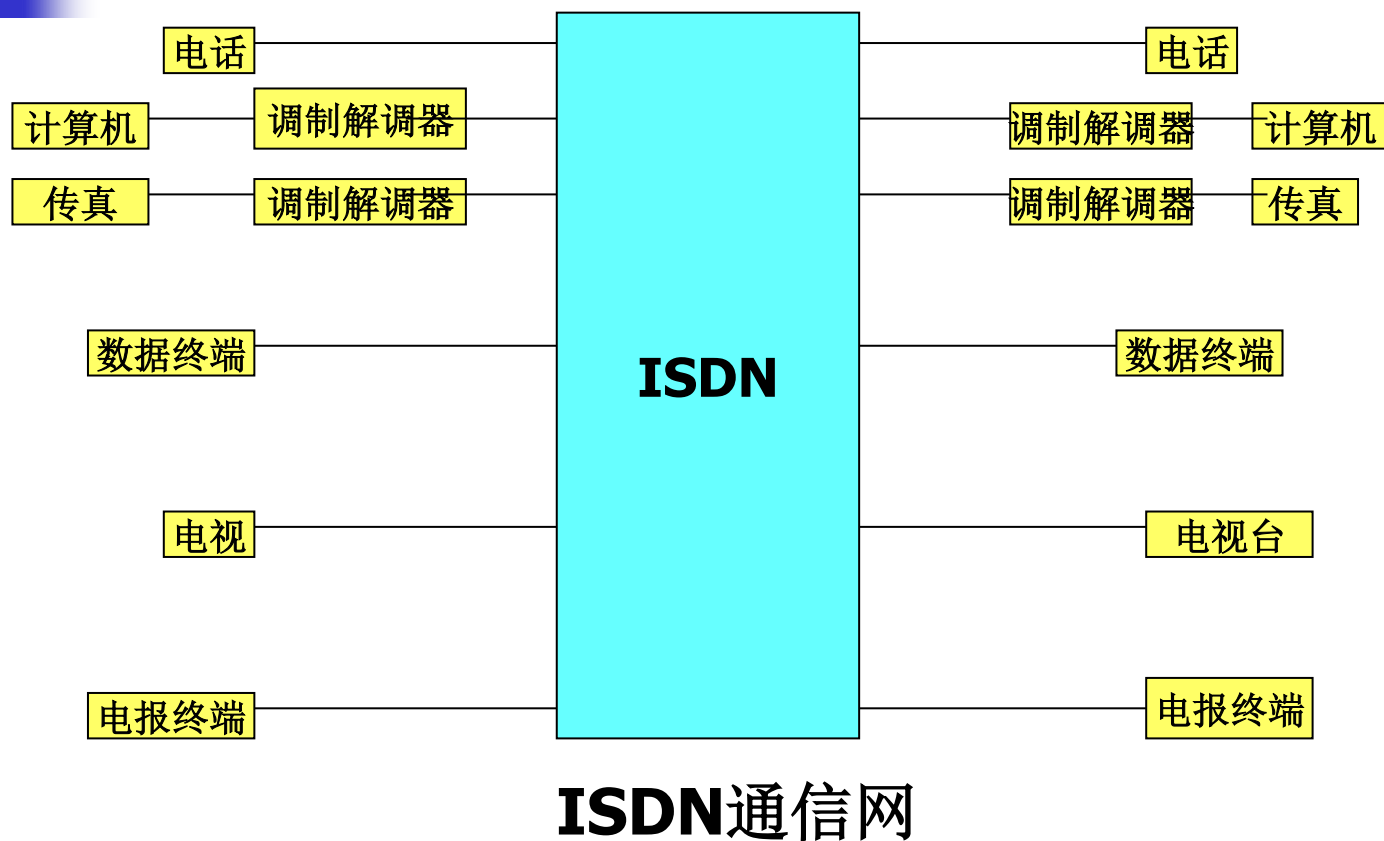




## 第四部分 分组交换

---

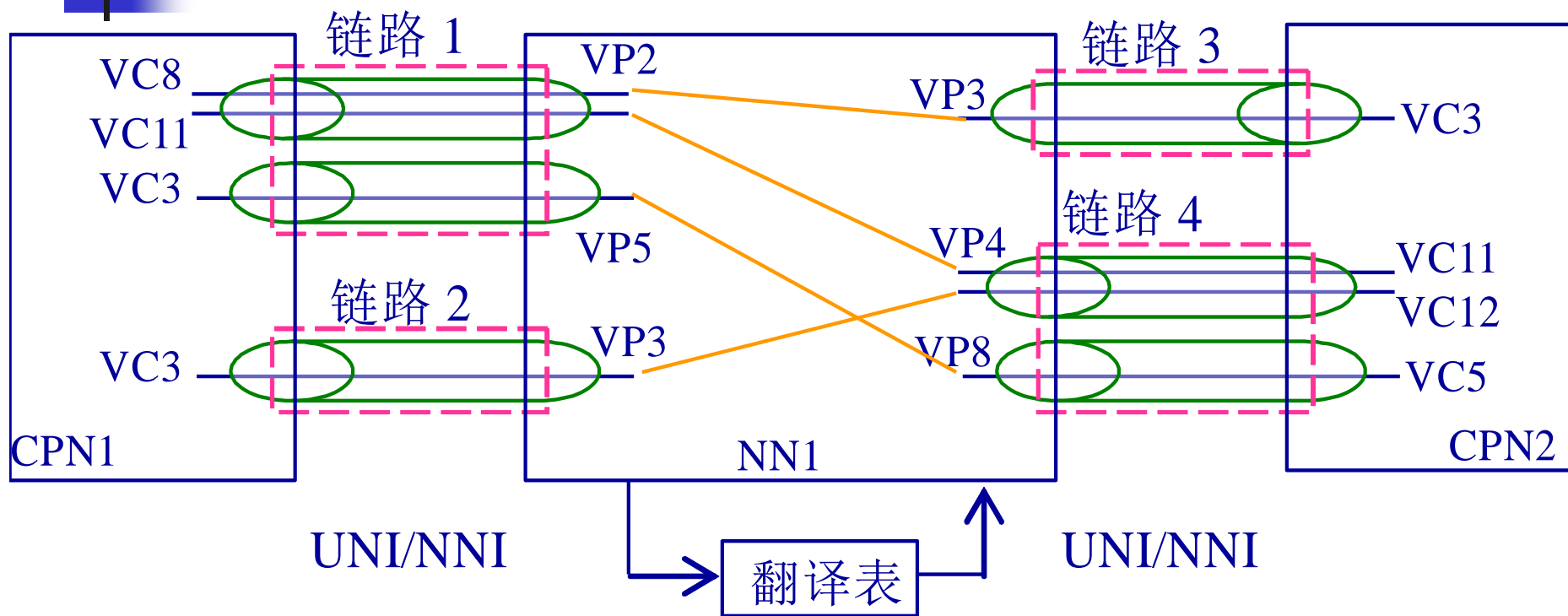
# 综合业务数字网ISDN



## 基本特征

端到端全数字连接； 提供多种业务； 统一的多用途接口

# ATM网络连接举例



- **通信建立阶段:** 信令信元, 交换机分配空闲的VPI/VCI
- **通信过程中:** 用户按分配的VPI/VCI传递信息信元
- **通信释放阶段:** 信令信元, 交换机收回该VPI/VCI





# 比较

## ■ 传统IP的路由技术

- 采用**最长匹配**算法对包头信息和路由表项进行匹配，路由判决过程复杂
- 无连接，路由表更新与网络状态相关，与交换需求无关，表项少
- 工作在3层，慢，不利于实时业务和QoS保障

## ■ 帧中继FR的交换技术

- 采用**精确匹配**算法对帧头中已知位置、固定长度的域和转发表项进行匹配，转发判决过程相对简单
- 面向连接，按照交换需求进行DLCI变换表的更新，表项多
- 工作在2层，快

## ■ ATM的交换技术

- 采用**精确匹配**算法对信头中已知位置、固定长度的域和转发表项进行匹配，转发判决过程相对简单
- 面向连接，按照交换需求进行信头翻译表的更新，表项多
- 工作在ATM层，快，有利于实时业务和QoS保障



# MPLS的概念

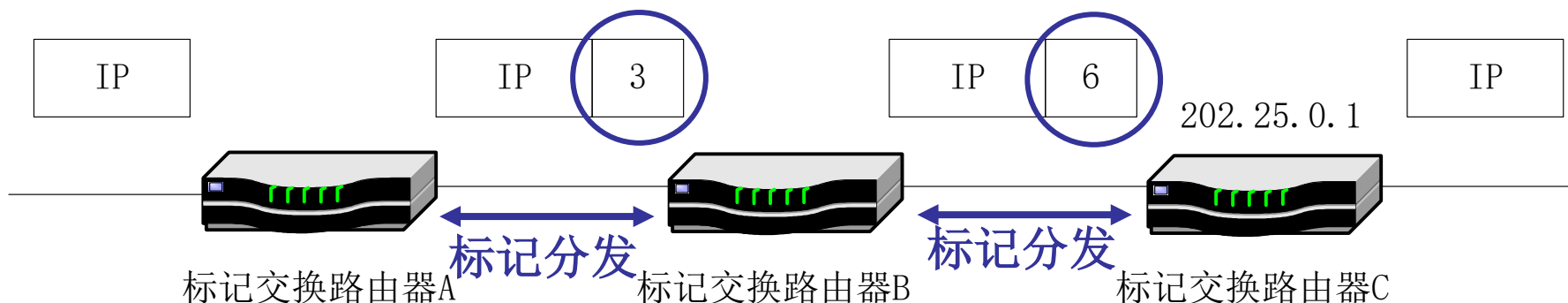
---

- Multi-Protocol Label Switching
- MPLS是一个可以在多种第二层媒质上进行标记交换的网络技术。它结合了第二层的交换和第三层路由的特点，将第二层的基础设施和第三层的路由有机地结合起来
- MPLS是一种有效的封装机制，通过在packets (IP packets, AAL5, frames)上使用标记“Labels”进行数据传递
- 同时可以支持多协议，也就是说它不仅支持多种上层网络协议，包括IPv4、IPv6等，而且可以运行于不同底层(ATM、FR、PPP)的网络之上，使得多种网络的互连互通成为可能

# MPLS技术思路

逻辑连接: label (标记)

带标记的分组



LSP (Label Switching Path)

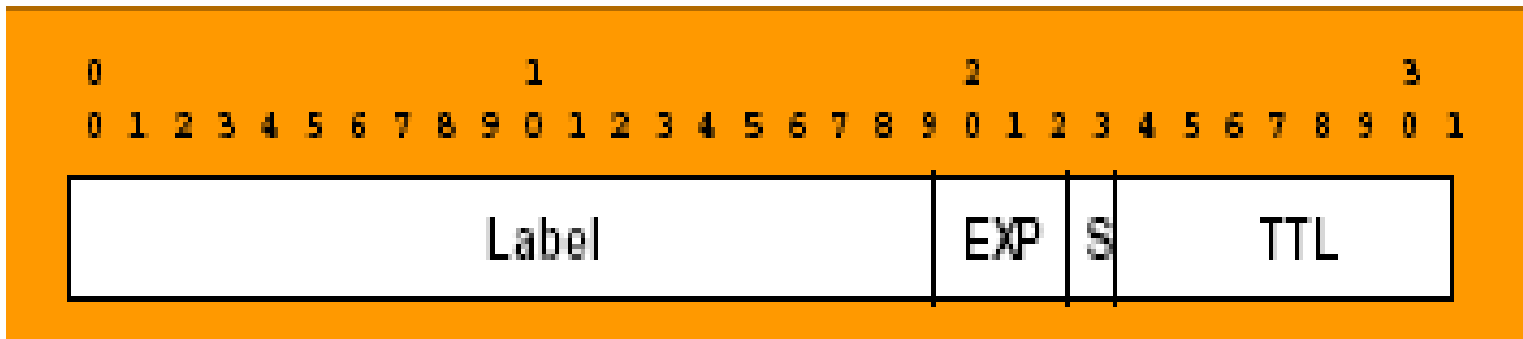
采用精确地址匹配方法进行寻址

路由选择和数据转发分开进行

- 1、传统路由协议选路
- 2、无连接变面向连接
- 3、增加标记分发协议

# MPLS的基本标记格式

## Shim label stack



Label = 20 bits

COS/EXP = Class of Service, 3 bits

S = Bottom of Stack, 1 bit

TTL = Time to Live, 8 bits

- Can be used over Ethernet, 802.3, or PPP links
- Uses two new Ethertypes/PPP PIDs
- Contains everything needed at forwarding time
- One word per label

# 标记封装

PPP Header  
(Packet over SONET/SDH)

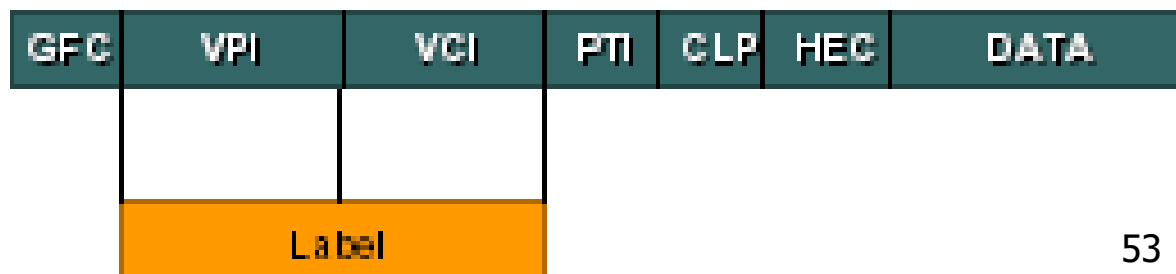


One or More Labels Appended to the Packet

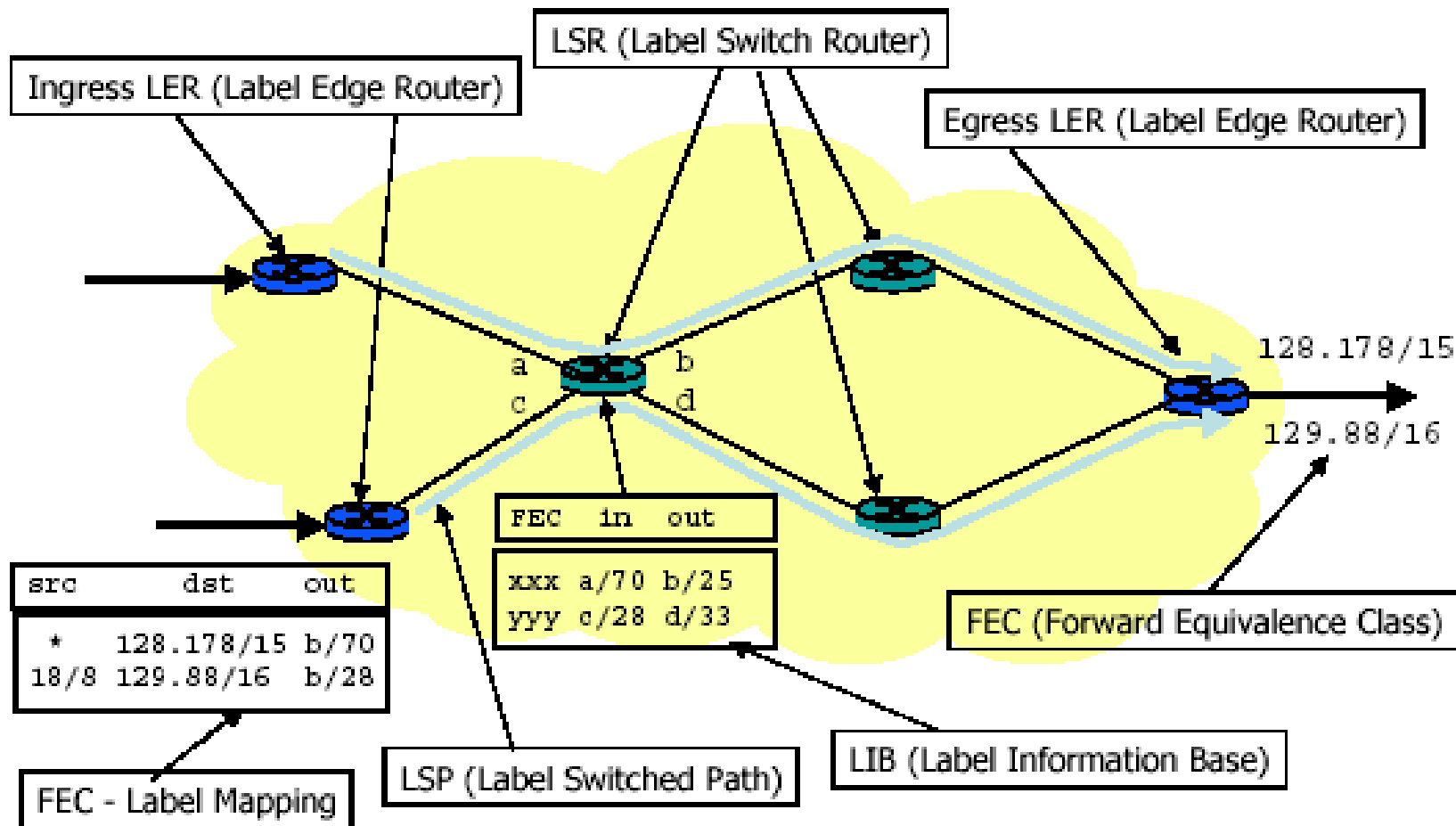
LAN MAC Label Header



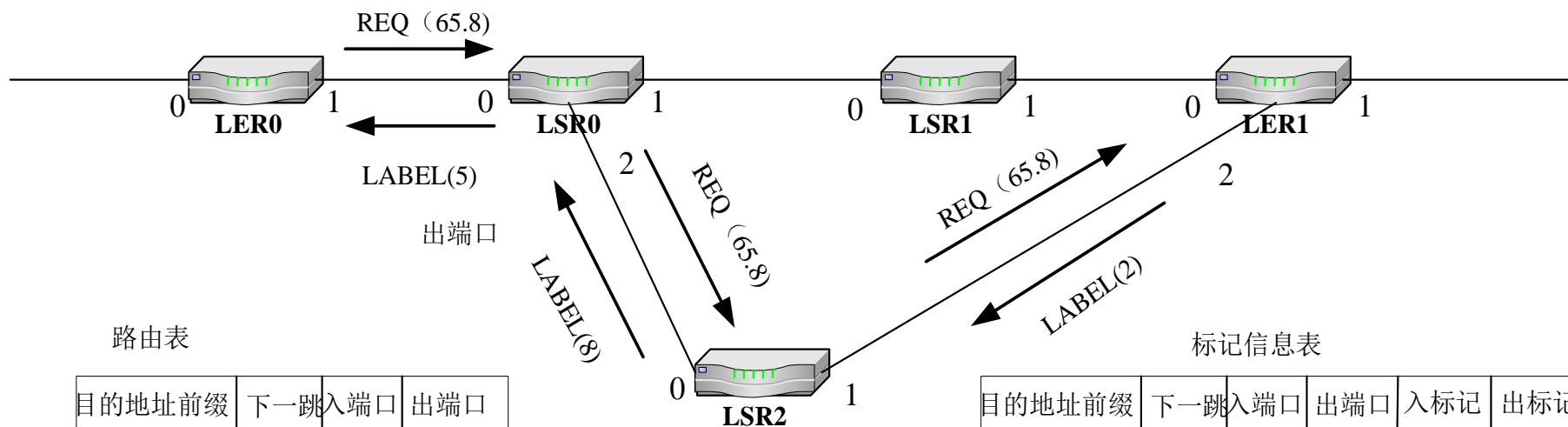
ATM MPLS Cell Header



# MPLS的基本要素



# LDP



路由表

	目的地址前缀	下一跳	入端口	出端口
LER0	65.8	LSR0	0	1
LSR0	65.8	LSR2	0	2
LSR2	65.8	LER1	0	1
LER1	65.8	----	2	1

标记信息表

	目的地址前缀	下一跳	入端口	出端口	入标记	出标记
LER0	65.8	LSR0	0	1	---	5
LSR0	65.8	LSR2	0	2	5	8
LSR2	65.8	LER1	0	1	8	2
LER1	65.8	----	2	1	2	---



## 第五部分 信令与协议

---



# 支撑网

PSTN/ISDN/PSPDN/FRN/IN  
IP/移动电话网 (GSM、CDMA  
、3G) ...

应用层

业务层

业务网1

SN1

业务网n

SNn

传送层

接入网

骨干传送网

CPE/CPN

信令网  
电信管理网  
数字同步网

支撑网



# 信令的定义

---

- 信令是呼叫接续过程中所采用的一种“通信语言”，用于协调动作、控制呼叫。这种“通信语言”应该是可相互理解的、相互约定的、以达到协调动作作为目的
- 信令是通信网中规范化的控制命令，它是控制交换机产生动作的命令，它的作用是控制通信网中各种通信连接的建立和拆除，并维护通信网的正常运行



# 信令的分类

*用户线信令少而简单，  
中继线信令多而复杂。*

按信令的工作区域分：

- **用户信令**：是用户和交换机之间的信令，在用户线上传送。主要包括用户向交换结点发送的监视信令（状态信令）和选路信令（地址信令），交换结点向用户发送的铃流和各种音信号（音信令）
- **局间信令**：是交换结点之间的信令，在局间中继线上传送，用来控制呼叫的建立和释放
  - No. 7信令



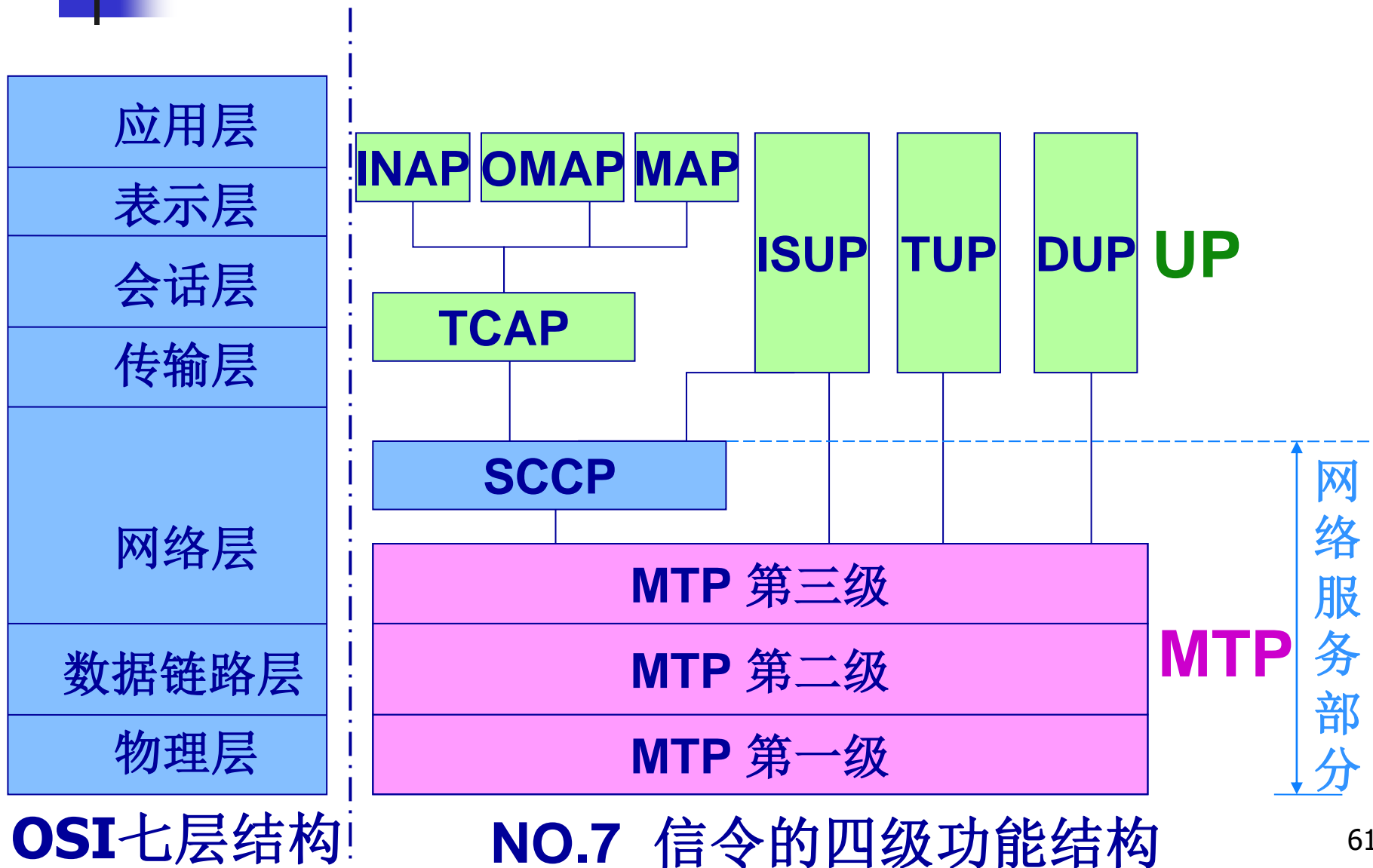
# 信令的分类

---

按信令的信道分：

- **随路信令**：信令和话音在**同一条话路**中传送的信令方式
- **公共信道信令**：是以时分方式在一条高速数据链路上传送**一群话路**的信令的信令方式
  - No. 7信令

# NO. 7信令的四级功能结构

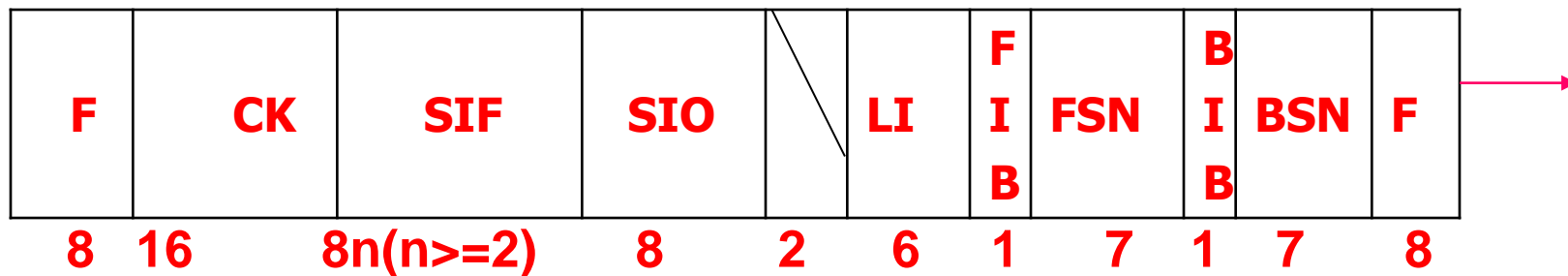




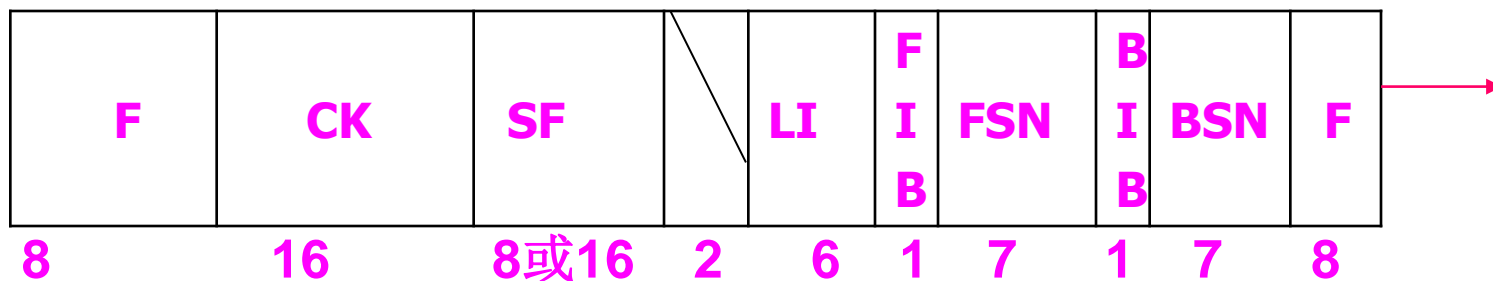
# MTP消息传递部分

## ■ MTP的分层及功能

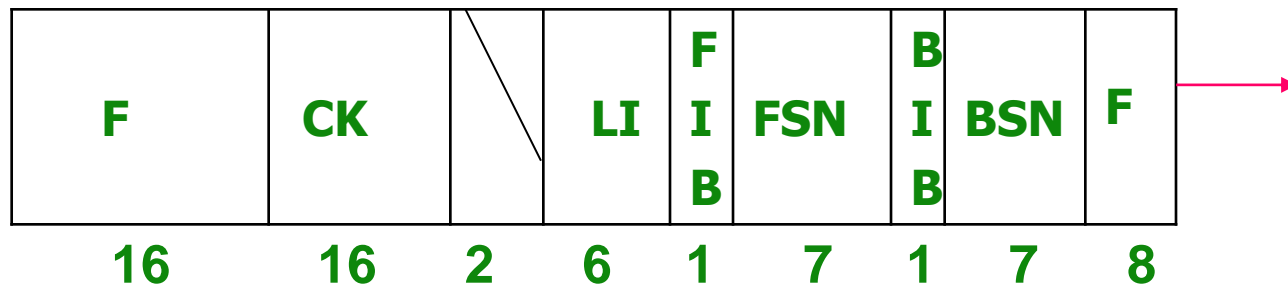
- 第1级为**信令数据链路级**。该级对应于OSI模型的物理层，它规定了信令链路的物理电气特性及接入方法。在采用数字传输通道时，在每个方向的传输速率为64kbit/s
- 第2级为**信令链路功能级**。该级对应于OSI模型的数据链路层。第二级的基本功能是将第一级中透明传输的比特流划分为不同长度的**信令单元(signal unit)**，并通过差错检测及重发校正保证信令单元的正确传输
- 第3级是**信令网功能级**。该级对应于OSI模型中网络层的部分功能，基本功能是保证信令单元在网络中的可靠传输。第三级又分为信令消息处理和信令网管理两部分。



(a) 消息信令单元格式 MSU (LI>2)



(b) 链路状态信令单元格式 LSSU (LI=1/2)



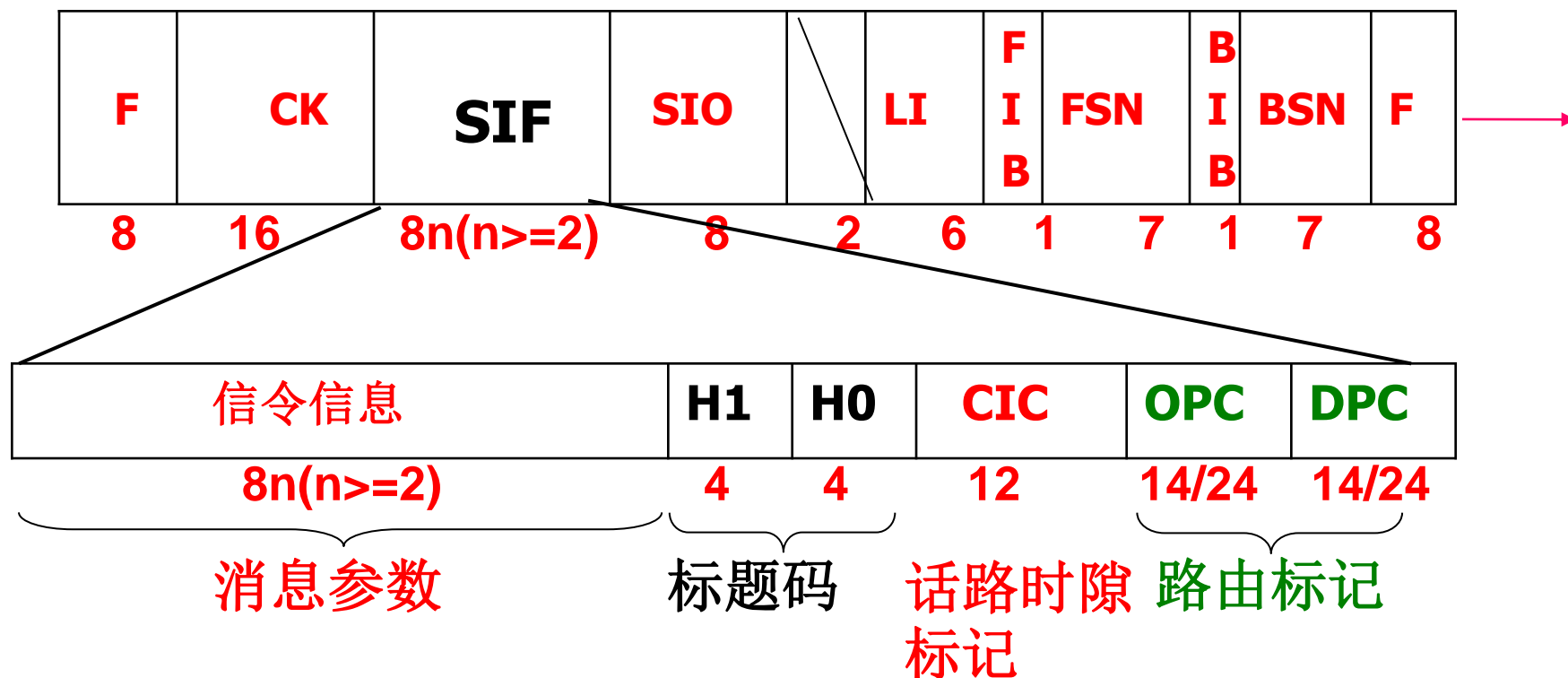
(c) 插入信令单元格式 FISU (LI=0)

**F**:标志码  
**BSN**:后向序号  
**BIB**:后向指示  
**FSN**:前向序号  
**FIB**:前向指示  
**LI**:长度表示语  
**SIO**:业务信息八位组  
 (区分UP类型)  
**SIF**:信息字段  
**SF**:状态字段  
**CK**:校验码

三种信令单元格式

# 电话用户部分TUP

- 提供电话呼叫的控制信令，完成电话呼叫接续和控制
- 处理SIF中的CIC，H0H1和信令信息

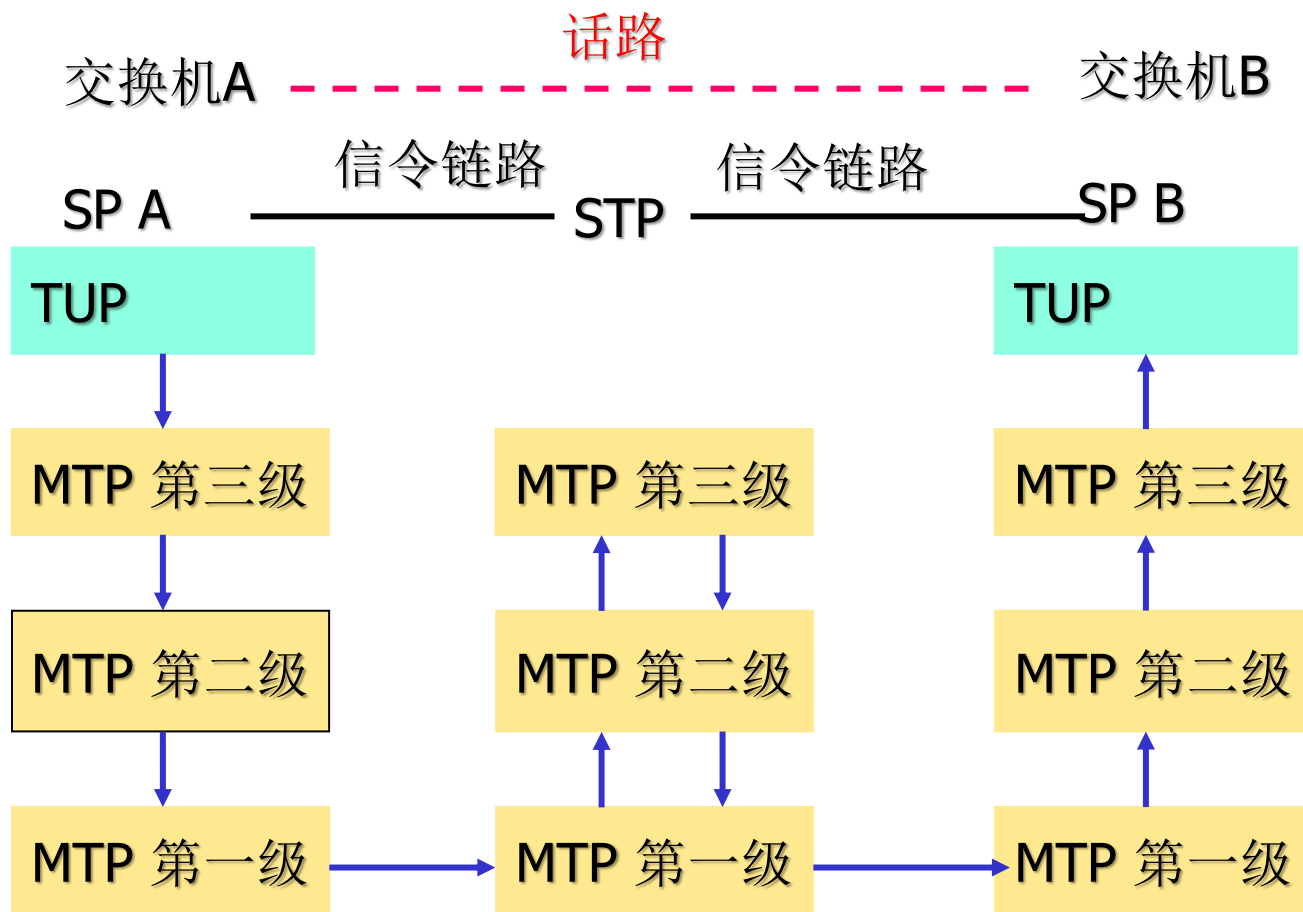






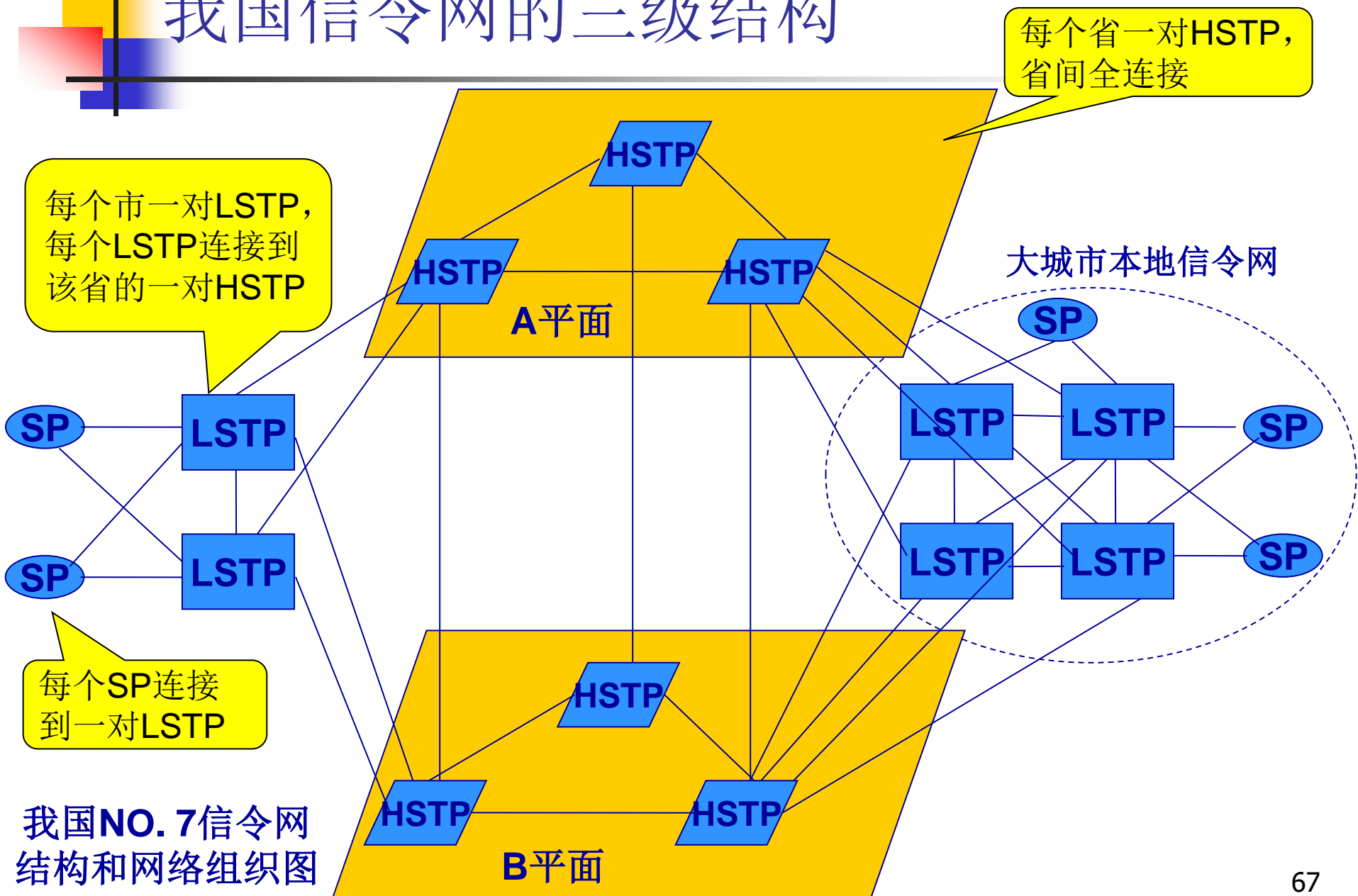
中国7号——成功市话呼叫

# 信令消息传递



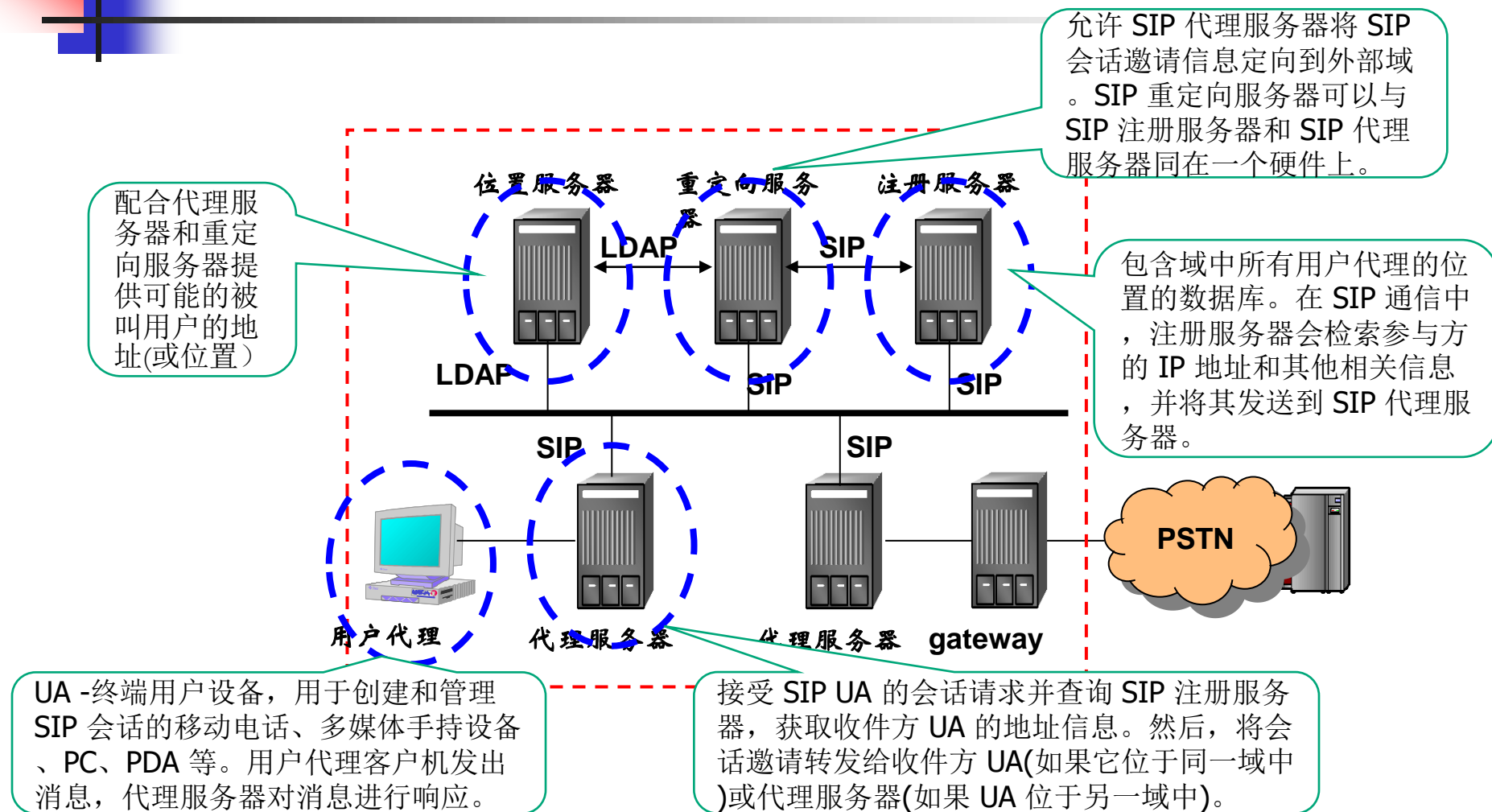
信令消息经STP转接（准对应方式）

# 我国信令网的三级结构



- SIP(Session Initiation Protocol)会话发起协议：
  - 是由IETF提出的基于C/S架构的IP电话信令协议
  - 基于文本的应用层控制协议，独立于底层协议，用于建立、修改和终止IP网上的双方或多方多媒体会话
  - 可与RTP/RTCP、SDP、RTSP、DNS等协议配合
  - SIP已被3GPP采纳为IMS的协议标准之一

# SIP系统组成





# SIP消息——请求

---

- 呼叫控制请求
  - **INVITE** 发起呼叫，并对会话进行描述
  - **ACK** 主叫确认收到被叫发送的对**INVITE**的确认响应
  - **BYE** 释放连接，可以由主叫方发出，也可以由被叫方发出
  - **CANCEL** 主叫取消呼叫，在连接建立起来之前发送
- 注册请求
  - **REGISTER** 在注册服务器上注册用户代理
- 能力查询请求
  - **OPTIONS** 查询服务器的能力



# SIP消息——响应

---

- 1XX: 通知服务器或代理正在执行处理，终端应该等待响应
  - 100: Trying
  - 180: Ringing
- 2XX: 请求成功
  - 200: OK
- 3XX: 重定向响应，终端应向新地址发起新请求
- 4XX: 请求失败，终端的请求被拒绝
- 5XX: 服务器内部错误造成请求不能被响应
- 6XX: 全局错误，所有未来的对该用户的请求都将失败



# SIP请求

---

```
INVITE sip:picard@wcom.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP host.wcom.com:5060
From: Alan Johnston <sip:alan.johnston@wcom.com>
To: Jean Luc Picard <sip:picard@wcom.com>
Call-ID: 314159@host.wcom.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:alan.johnston@wcom.com
Subject: Where are you these days?
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 124
```

```
v=0
o=ajohnston 5462346 332134 IN IP4 host.wcom.com
s=Let's Talk
t=0 0
c=IN IP4 10.64.1.1
m=audio 49170 RTP/AVP 0 3
```





# SIP响应

---

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP host.wcom.com
From: Alan Johnston
      <sip:alan.johnston@wcom.com>
To: Jean Luc Picard <sip:picard@wcom.com>
Call-ID: 314159@host.wcom.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:picard@wcom.com
Subject: Where are you these days?
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 107

v=0
o=picard 124333 67895 IN IP4 uunet.com
s=Engage!
t=0 0
c=IN IP4 11.234.2.1
m=audio 3456 RTP/AVP 0
```

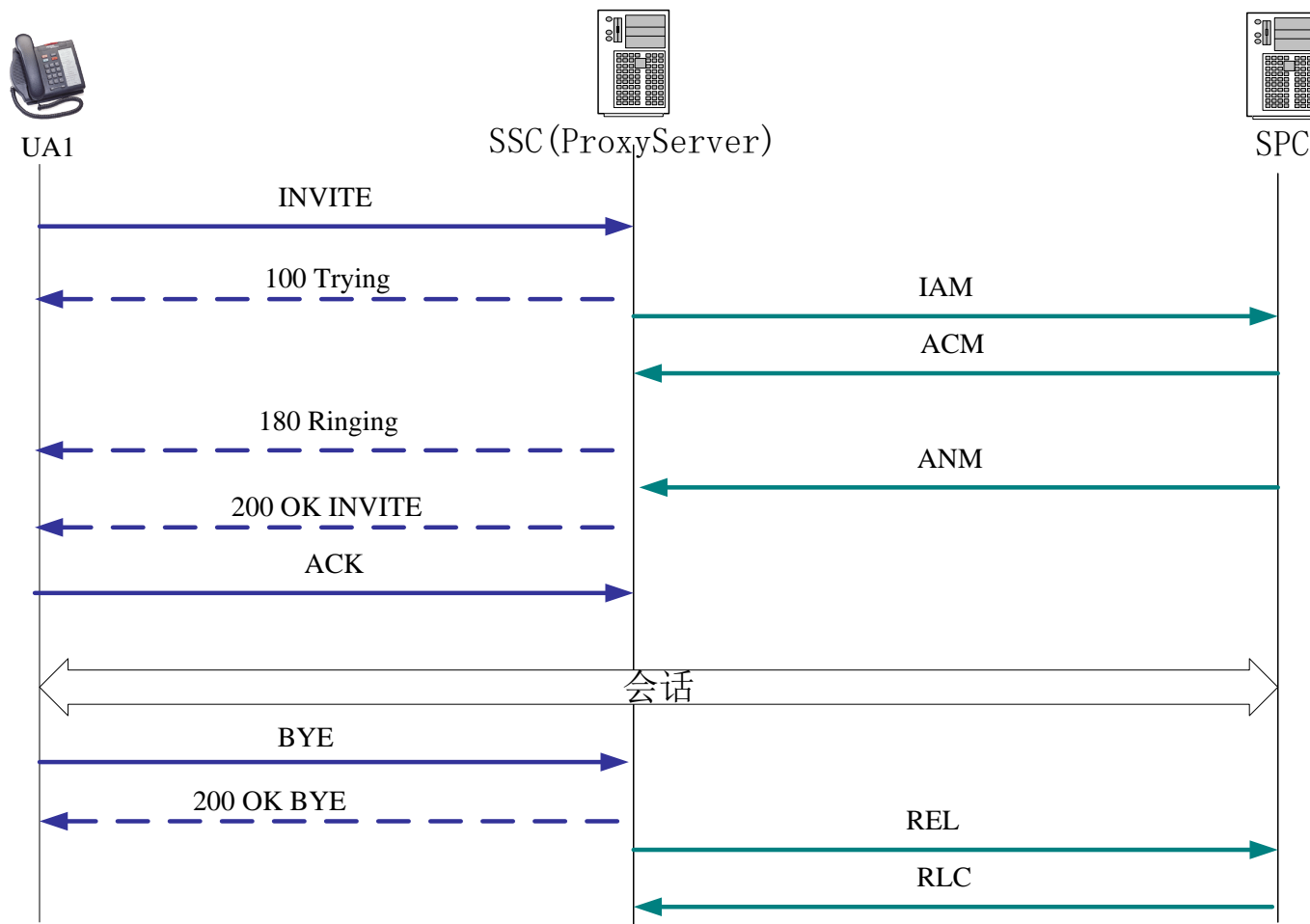


# SDP 协议结构

---

Field	Description
Version	v=0
Origin	o=<username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>
Session Name	s=<session name>
Times	t=<start time> <stop time>
Connection Data	c=<network type> <address type> <connection address>
Media	m=<media> <port> <transport> <media format list>

# SIP流程



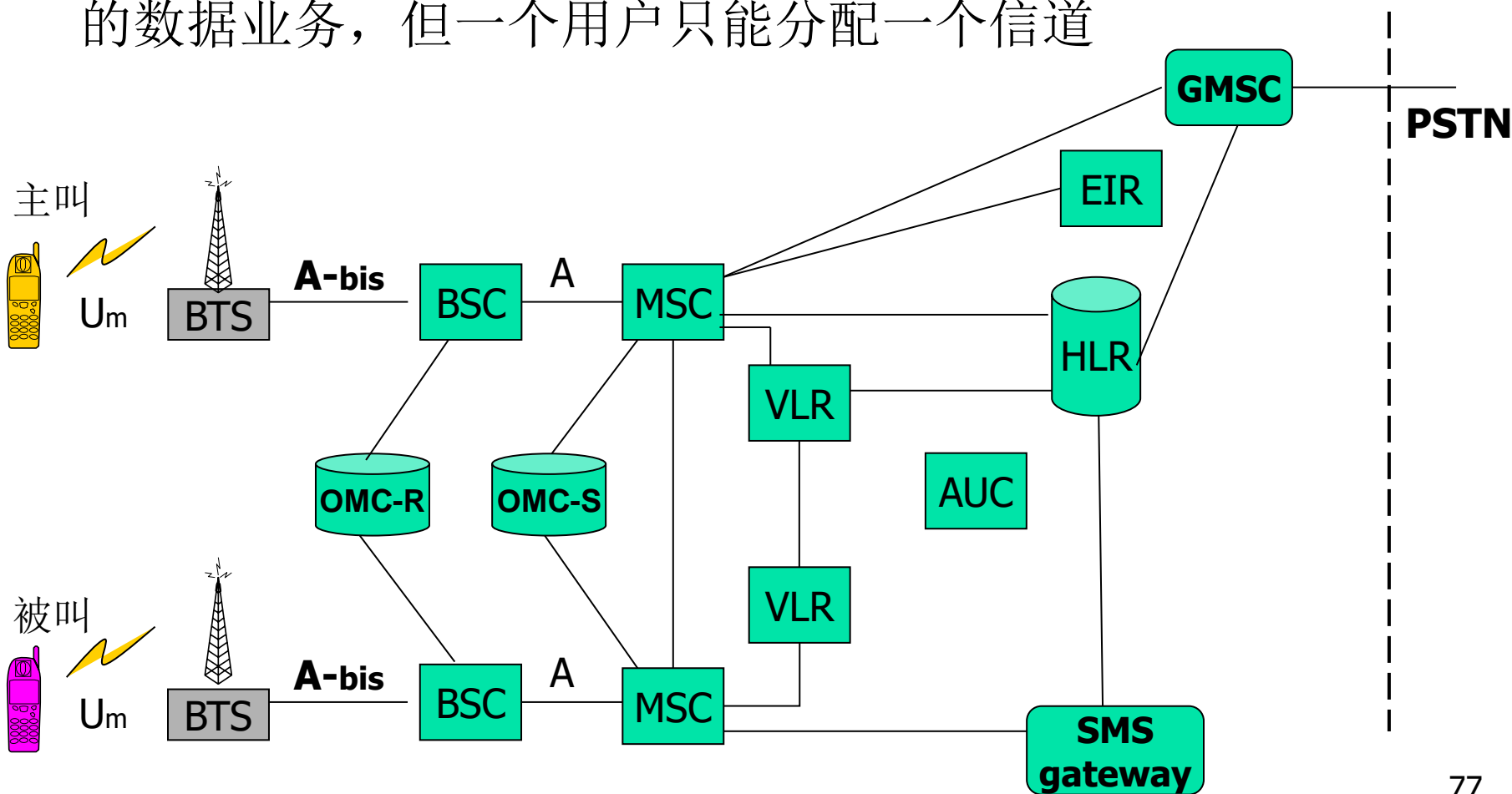


## 第六部分 移动通信系统

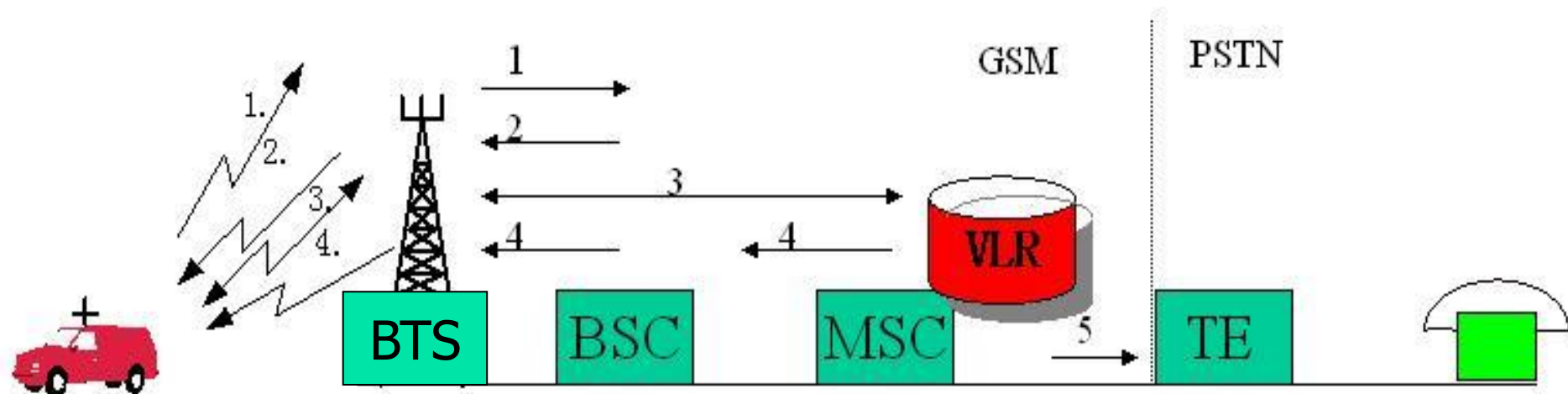
---

# GSM移动通信网络

- GSM采用**电路方式（固定带宽分配）**，提供9.6/14.4kbps的数据业务，但一个用户只能分配一个信道

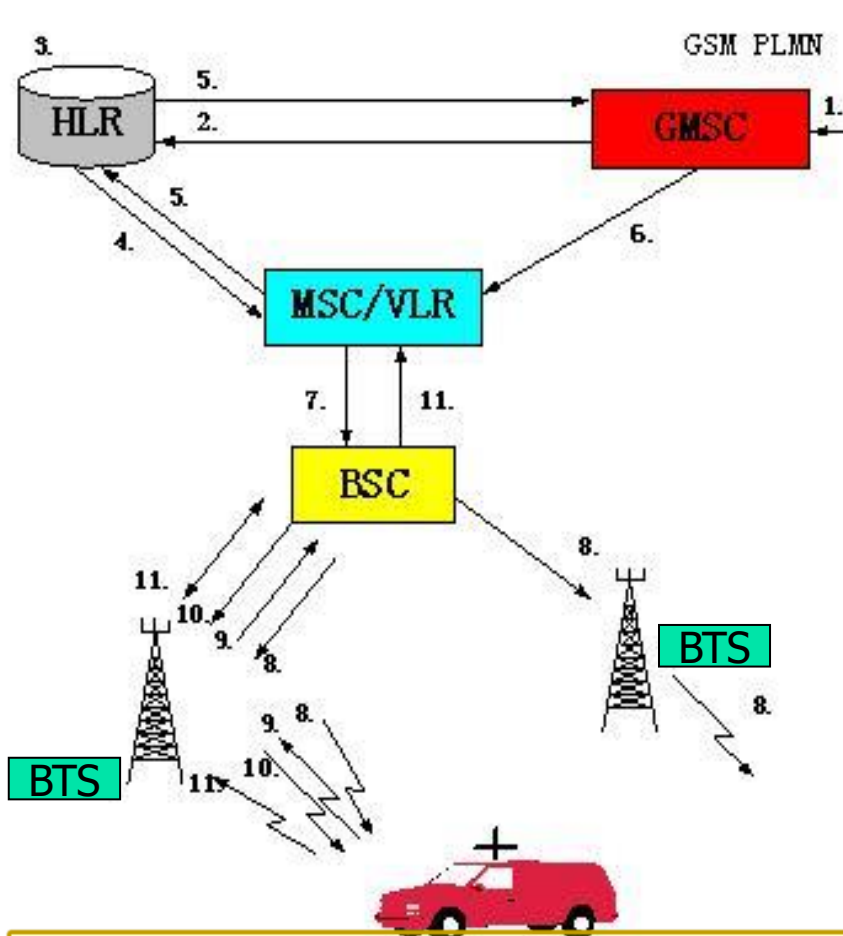


# MS至PSTN用户呼叫建立过程



1. MS使用RACH信道，要求系统分配一个SDCCH信道，用于控制呼叫的建立
2. BSC收到请求后，将分配的SDCCH号，经基站通过AGCH信道送回MS
3. MS在SDCCH信道上发呼叫信息，经BSS至MSC/VLR，从此，与建立呼叫有关的控制信息将在此信道传送，包括在MSC中将主叫MS置忙，完成鉴权程序等。
4. 若一切正常，MSC/VLR令BSC分配一空闲的TCH给该MS，TCH号由BSC通过BTS送到MS，并且被激活，同时，MSC—BSC—BTS的链路建立。
5. MSC/VLR将收到的被叫号码送到PSTN交换机，并建立至该交换机路由。

# PSTN用户至MS的呼叫建立过程



1. PSTN用户拨MS号码，被接至GMSC上。
2. GMSC分析MSISDN，建立与HLR之间的信令通路，并将MSISDN发往HLR以求得该用户的IMSI号码、目前所处位置，申请MSRN，以便将主叫连到被叫MS所在的MSC/VLR。
3. 在HLR中，MSISDN被译成IMSI，由IMSI发现目前所在的服务区(MSC/VLR)。
4. HLR建立一条至被叫MS目前所在MSC/VLR的信令通路，要求该MSC/VLR为主叫提供一个临时MSRN（该号码中包括了该MSC在网络中的地址号）以供GMSC连接至被叫所在MSC/VLR时使用。
5. MSC/VLR将临时分配的MSRN送回HLR，并由HLR转送给GMSC。

6. GMSC根据MSRN号码，将入中继上来的主叫连接到通往被叫所在MSC/VLR的出中继电路上，同时将MSRN送还该MSC/VLR。
7. MSC/VLR根据GMSC返回的MSRN在VLR中找到对应的IMSI及准确的位置。若被叫空闲，则MSC/VLR令相关的BSC在该LAI范围内对所有基站发寻呼命令，寻呼该被叫MS。





# 漫游

---

- 当移动用户漫游到新的MSC控制区时，向该地区的VLR申请登记。
- VLR从该用户的HLR查询有关参数，给该用户分配一个新的漫游号码（MSRN），并通知其HLR修改该用户位置信息，准备为其它用户呼叫此移动用户时提供路由信息。
- 如果移动用户由一个VLR服务区移动到另一个VLR服务区时，HLR在修改该用户的位置信息后，还要通知原来的VLR，删除此移动用户的位置信息。



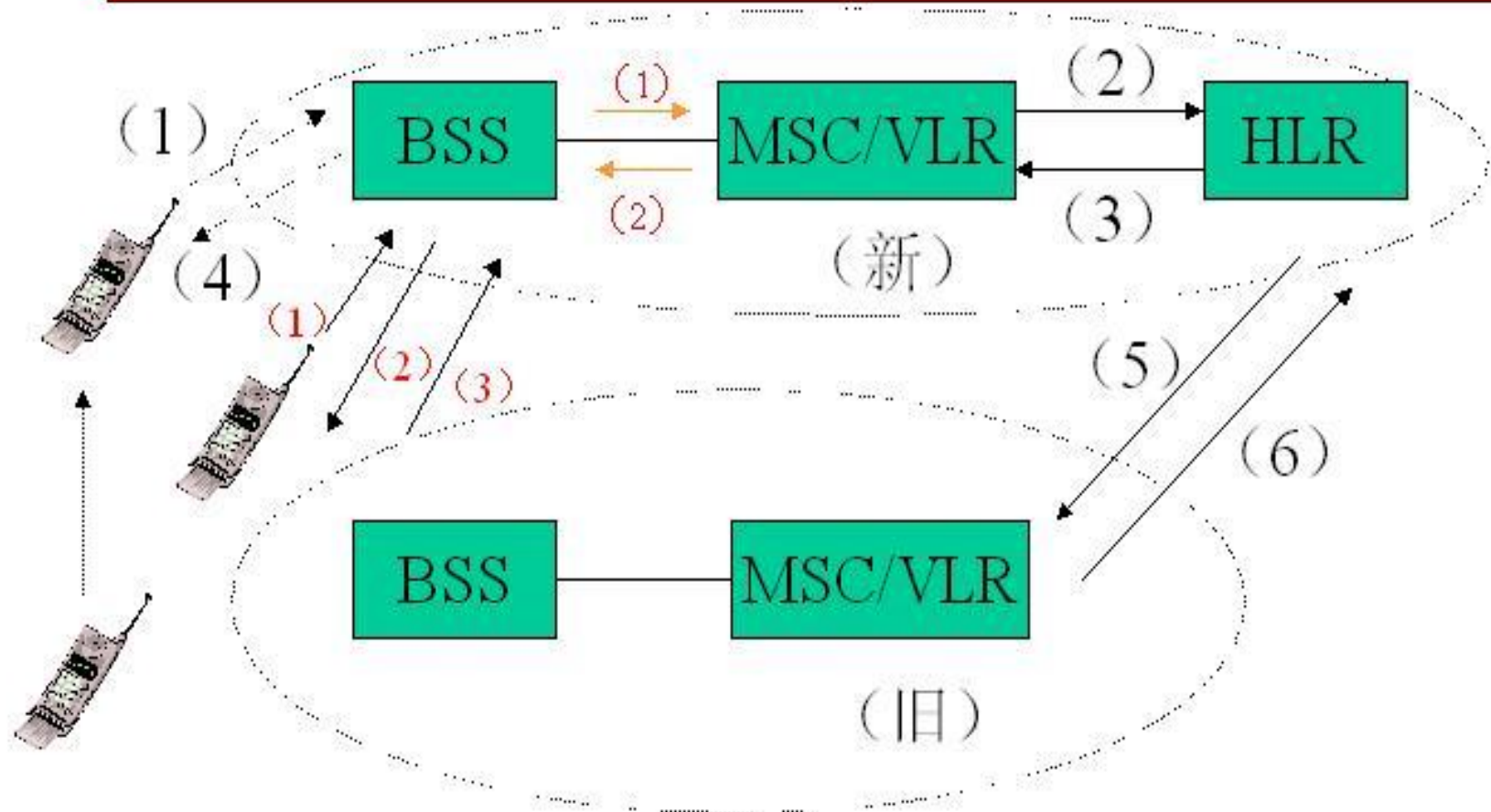


# 位置更新与鉴权

---

- **MS**从一个位置区移到另一个位置区时，必须进行登记，也就是说一旦**MS**发现其存储器中的**位置区标识（LAI）**与接收到的**LAI**发生了变化，便执行登记，这个过程就叫位置更新。
  - 不同**MSC**业务区间的位置更新。
  - 相同**MSC**不同位置区的位置更新。
- **MS**使用网络之前，网络检查其合法性的过程为鉴权。

# HLR/AUC中的位置更新和鉴权过程



位置更新 (1) 位置更新请求 (2) 位置更新请求 (3) 位置更新接受  
 (4) 位置更新确认 (5) 位置删除 (6) 位置删除接受

鉴权过程 (1) 发出接入请求 (2) 发随机数RAND (3) 将符号响应  
 (SRES) 回送给MSC/VLR

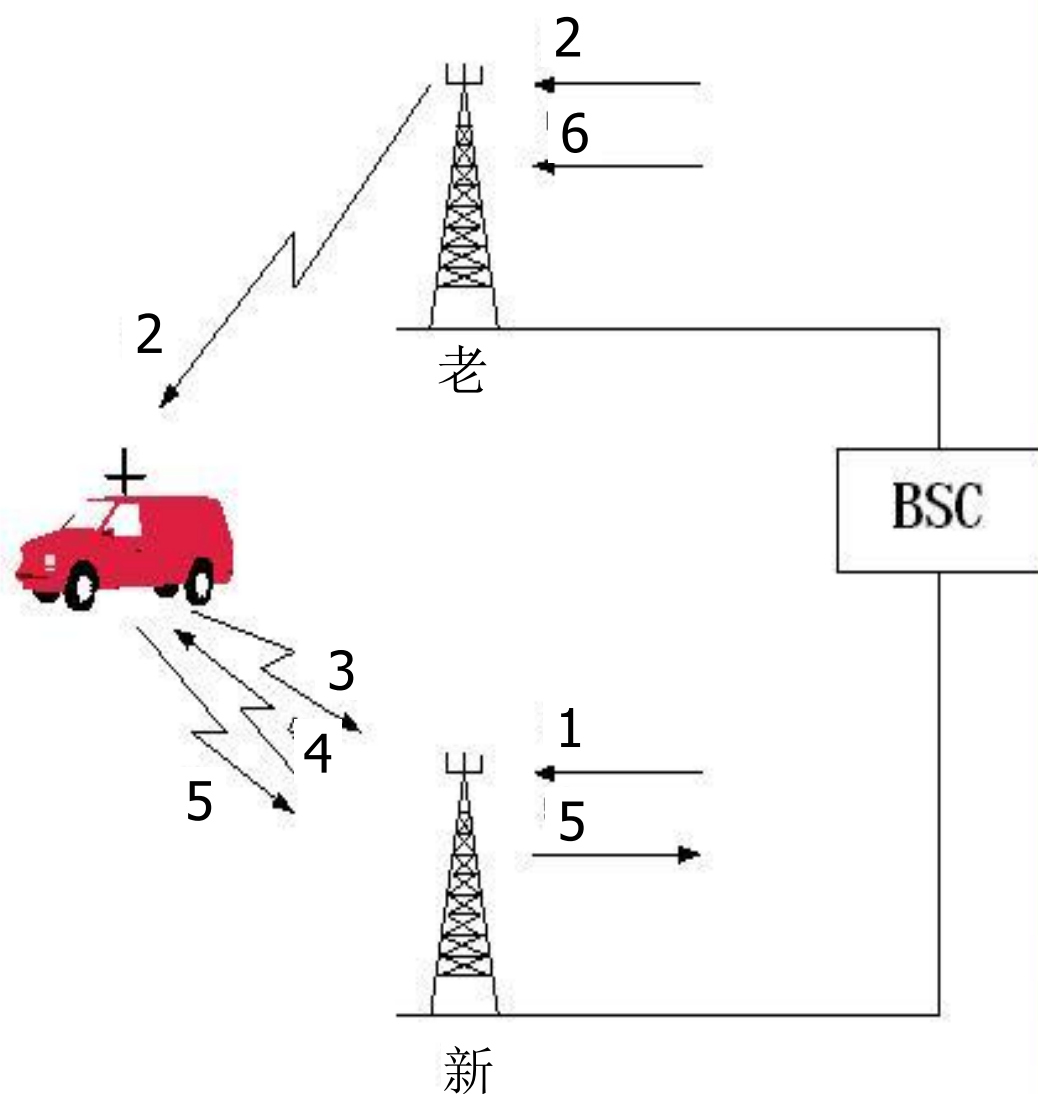


# 切换Handover

---

- 将一个正处于呼叫状态中的**MS**转换到新的业务信道上的过程称为切换
- 切换是由**网络决定**的，一般在下列两种情况下要进行切换：
  - 一种是正在通话的客户从一个小区移向另一个小区；
  - 另一种是**MS**在两个小区覆盖重叠区进行通话，若当前占用的**TCH**所属小区业务特别忙，这时**BSC**通知**MS**测试它的邻近小区的信号强度、信号质量，决定将它切换到另一个小区。这是业务平衡所需要的切换。

# 同一BSC内小区间的切换



1. BSC令新小区的基站激活一TCH信道

2. BSC经原小区向MS发切换信息

3. MS调协到新的频率上, 在给定的时隙内发切换接入脉冲序列

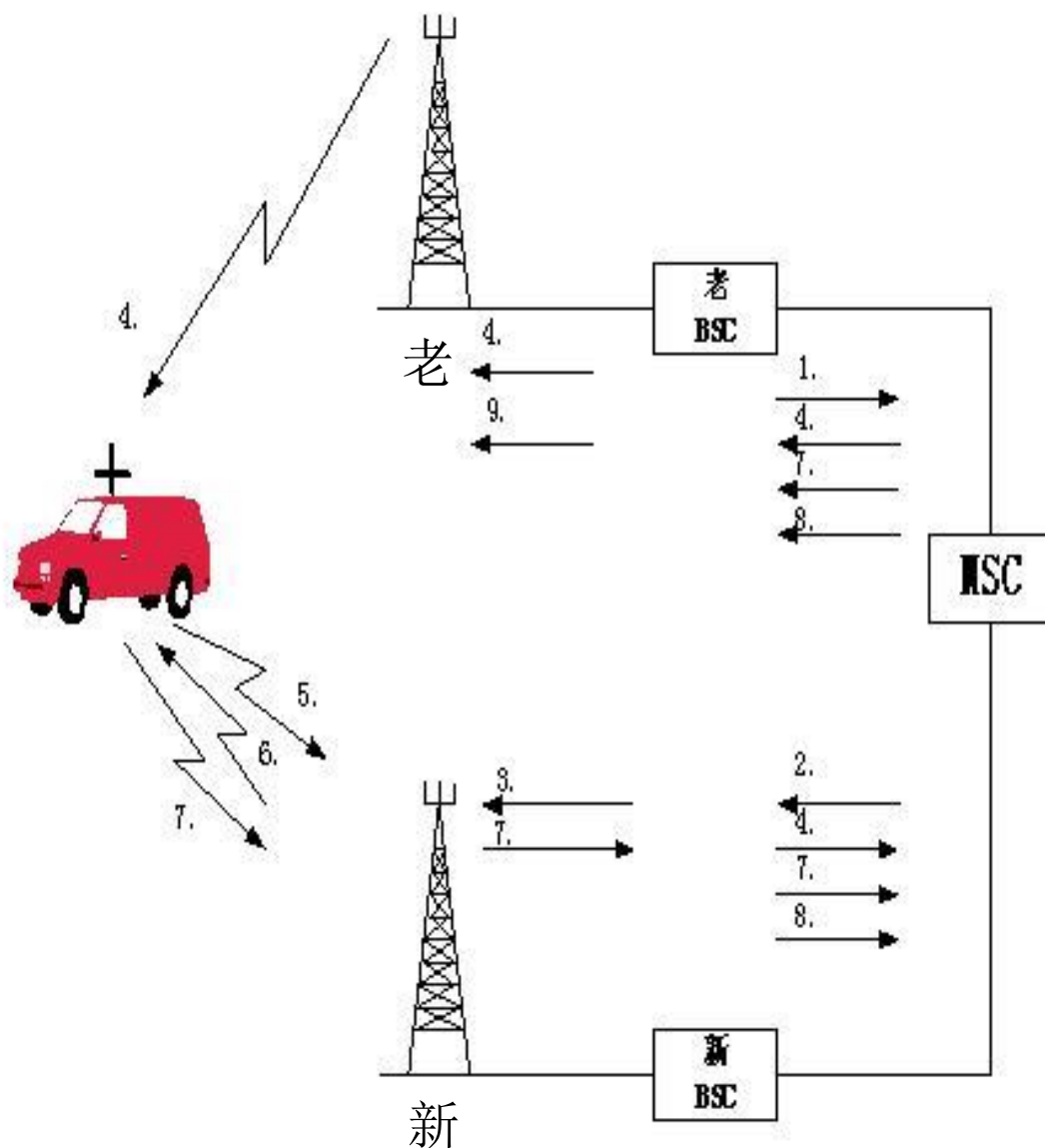
4. 当新的基站收到这一突发脉冲序列后, 即经FACCH信道发送有关同步、输出功率、时间调整等参数信道至MS。

5. MS接收此信息后, 经新的基站向BSC发送切换完成消息。

6. BSC通知老基站释放其TCH信道。

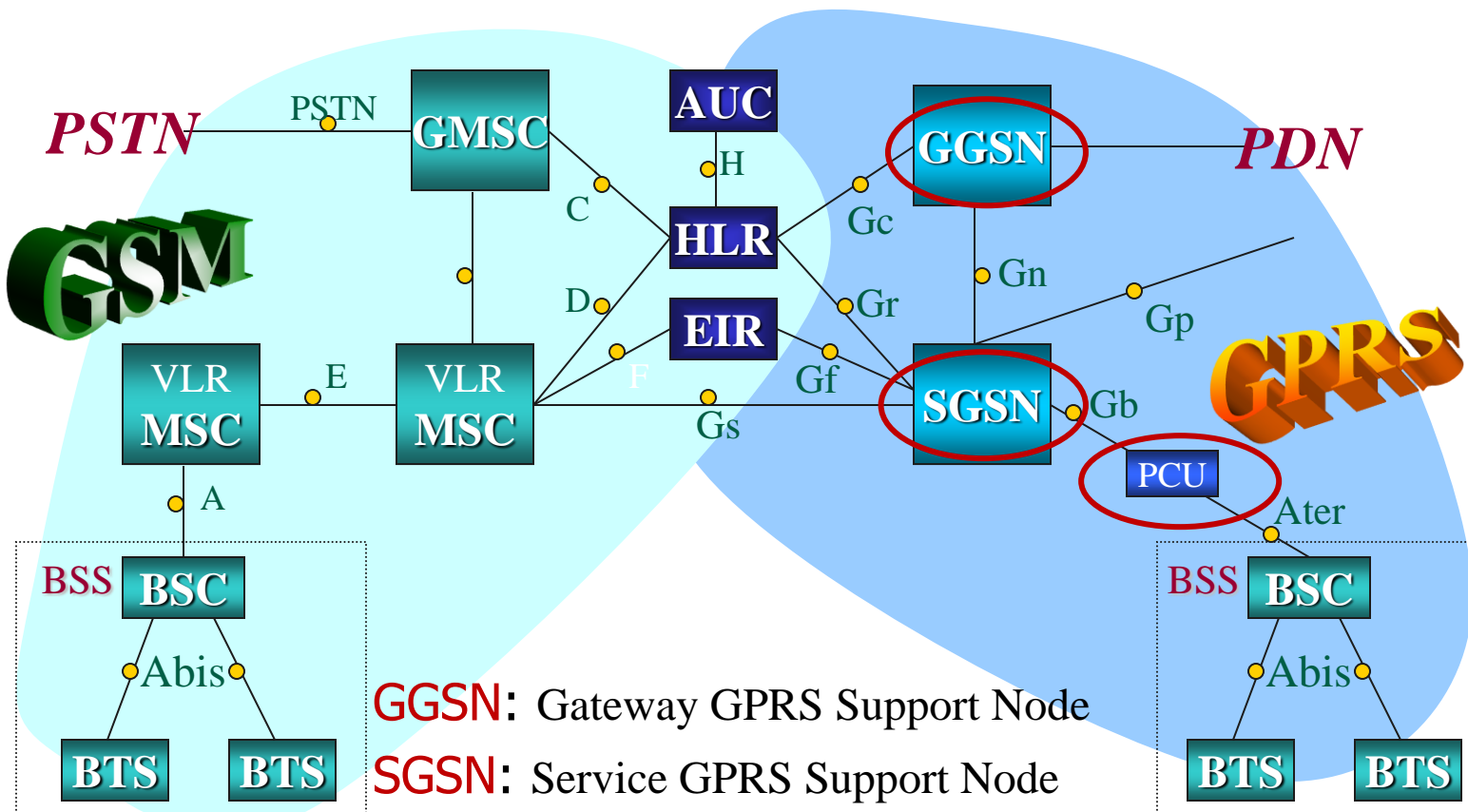


# 同一MSC内不同BSC小区间切换



1. BSC决定要切换时，先向MSC发送包括新小区基站号在内的切换请求信息
2. MSC查出哪个BSC控制该基站，将切换请求发往该BSC。
3. 新BSC令该基站激活一TCH信道
4. 新BSC经过MSC、老BSC、老基站经FACCH发送切换频率、信道等信息。
5. MS调协到新的载频上，并在指定的信道上传送切换接入突发脉冲序列。
6. 当新基站检测到该信息后，同样由FACCH信道，向MS发定时、功率等级等信息
7. MS接收之后，经新BSC、MSC，向老BSC发送切换完成消息。
8. 新BSC通过MSC发送命令至老BSC，释放其TCH信道。
9. 老BSC令其基站释放TCH信道。

# GPRS网络



**GGSN:** Gateway GPRS Support Node

**SGSN:** Service GPRS Support Node

**PCU:** Packet Control Unit

**GPRS:** General Packet Radio Service

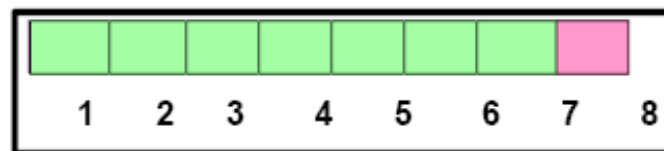
**PDN:** Packet Data Network

# GPRS传输速率实例

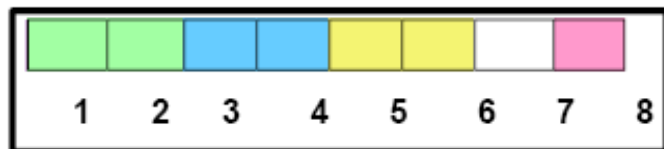
## GSM信道分配



## GPRS信道分配



$$7 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 94 \text{ kbps}$$



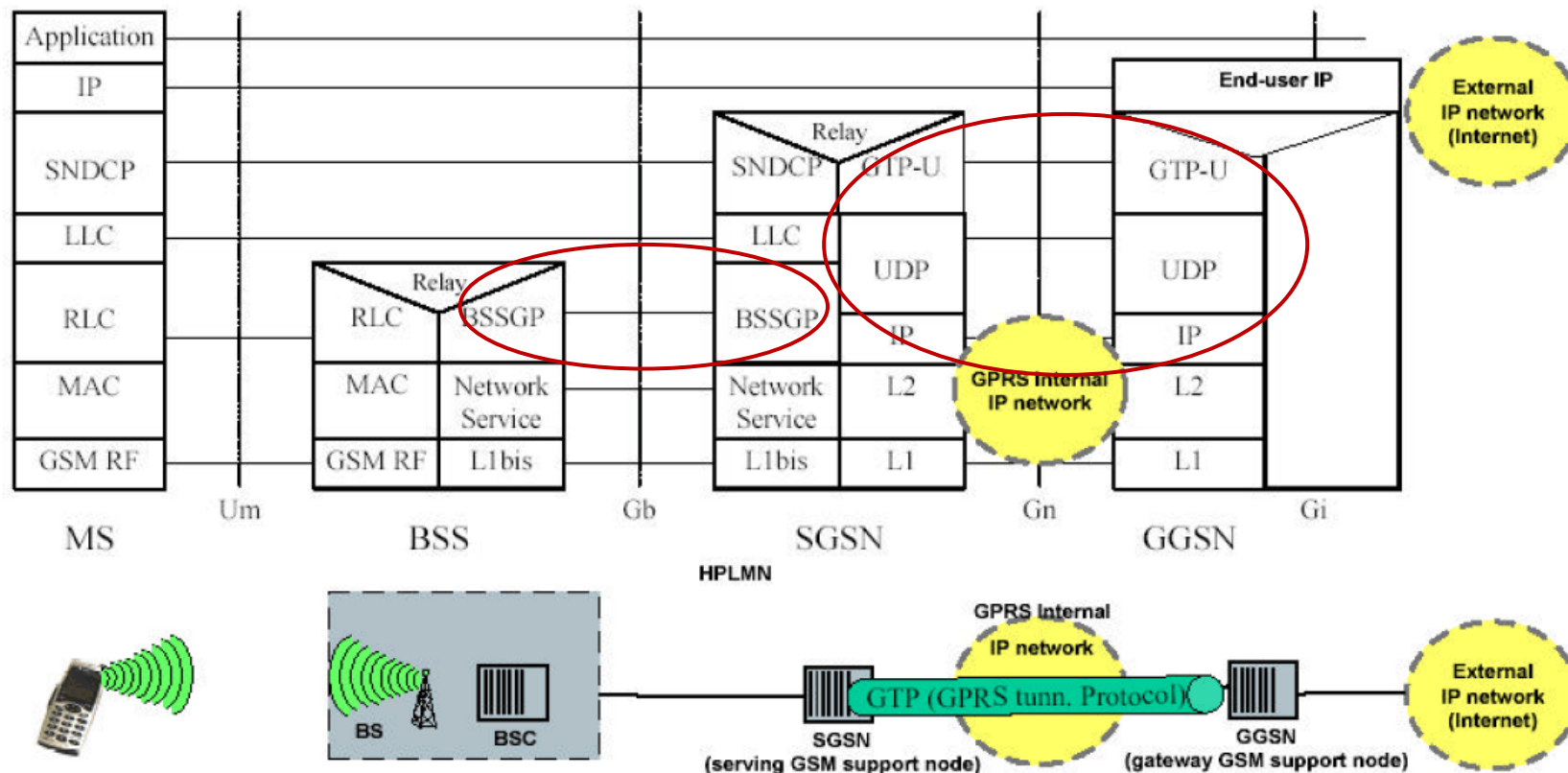
$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

$$2 \times \sim 13,4 \text{ kb/s} = \sim 27 \text{ kbps}$$

# GPRS分组域数据通道

## GPRS/GSM Protocols - Overview



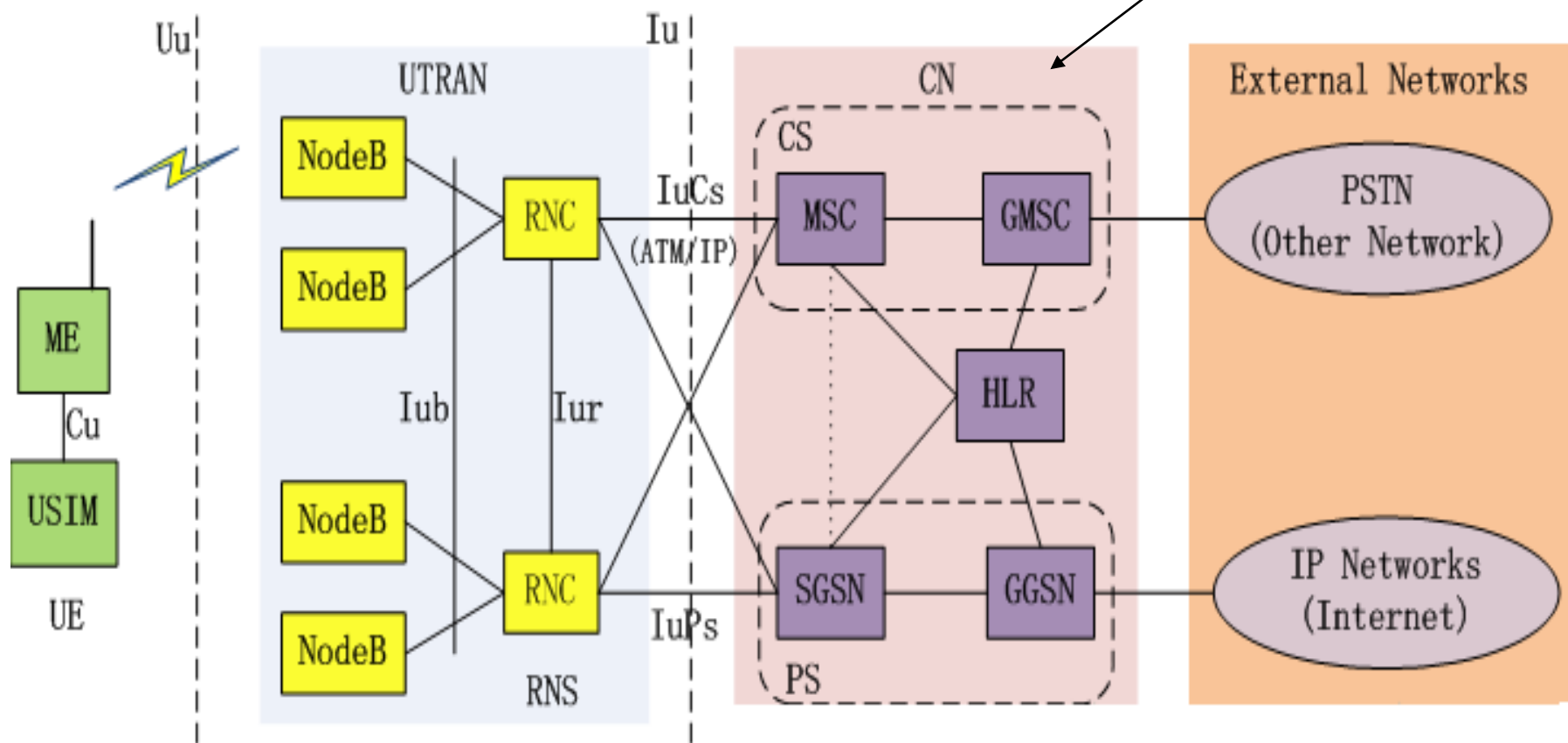
虚电路

GPRS隧道



# 3GPP R99网络结构

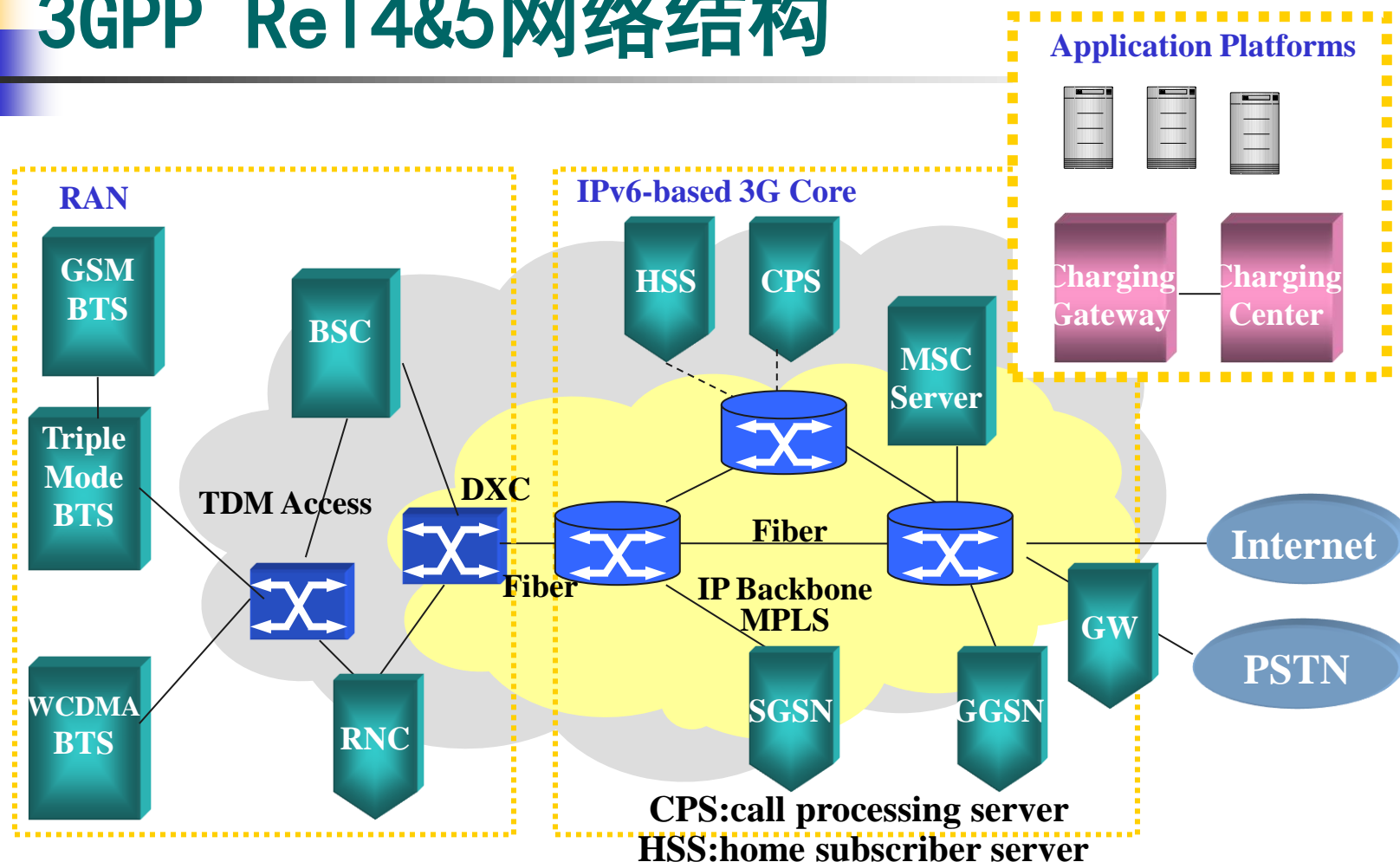
电路域+分组域重叠交换网络，  
电路交换与分组交换共存



更高的数据速率要求，2Mbps-->1Gbps-->10Gbps；  
更大量的设备接入

如何改造网络？

# 3GPP Rel4&5网络结构



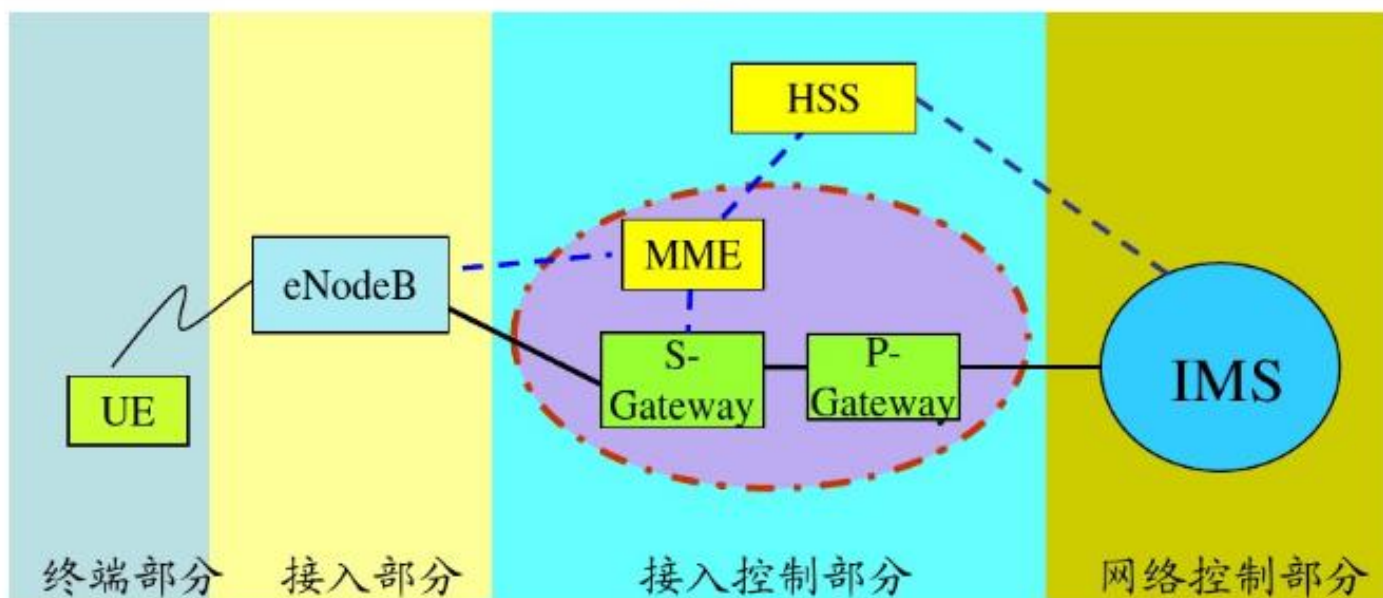
电路域进行IP化改造: MSC→MSC server (话路控制) +GW (话音承载)  
核心网全分组交换模式, 弱化CS和PS的差异

# 4G网络架构

## LTE网络结构简化

业务平面与控制平面完全分离化

核心网趋同化, 交换功能路由化

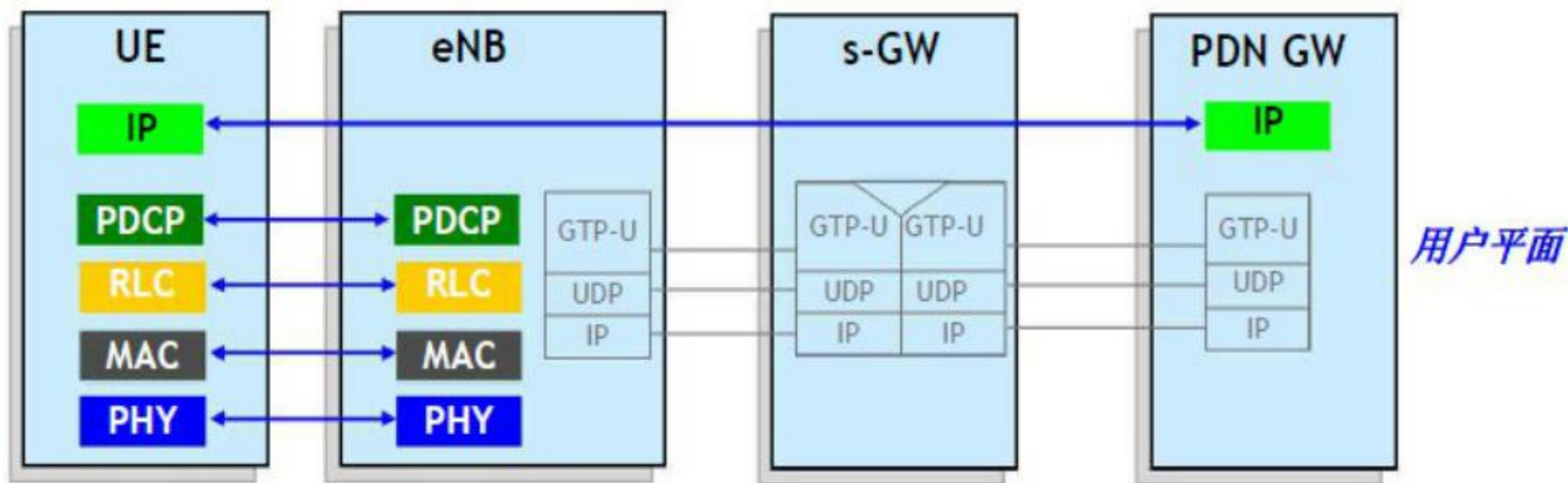


网元数目最小化, 协议层次最优化

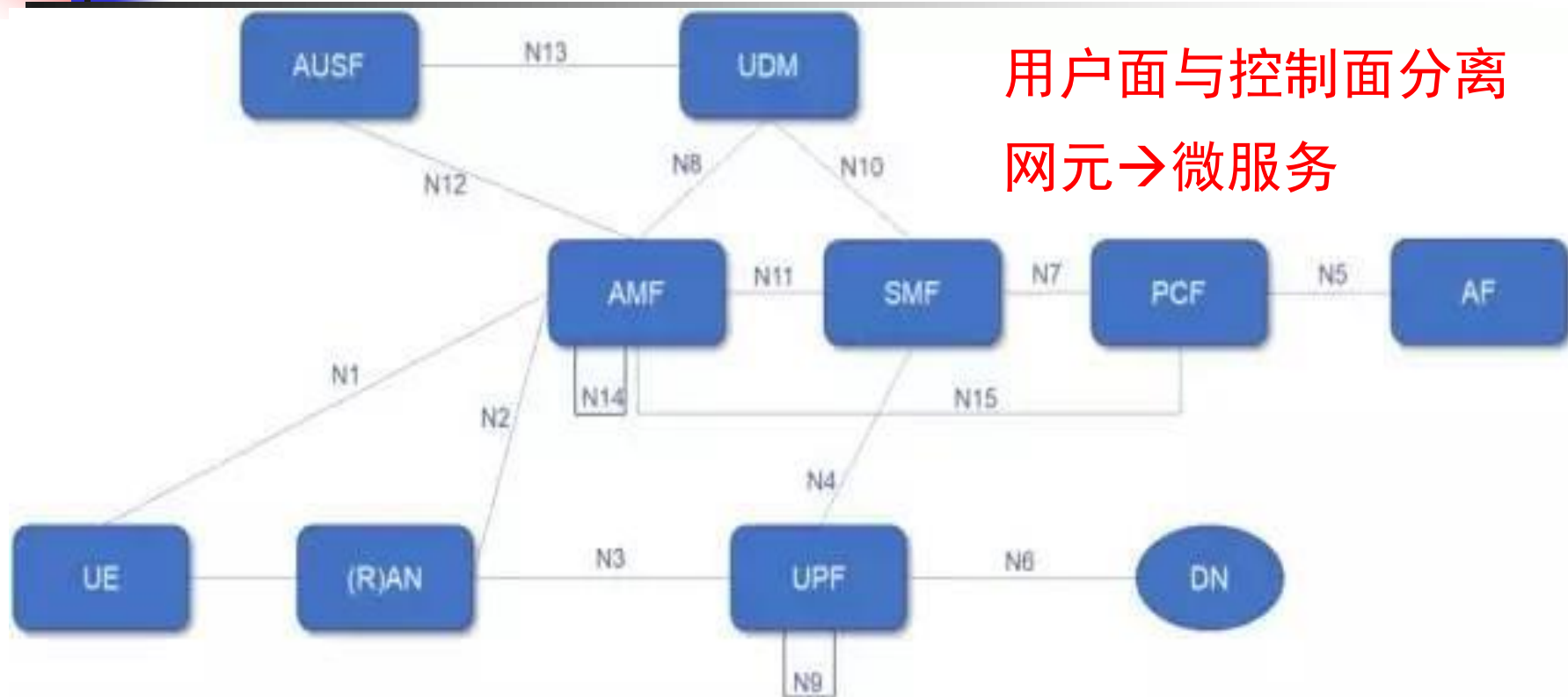
网络扁平化, 全IP化

# 用户面(接入网+核心网全程)

- 用户面基于IP，端到端（从UE到PGW），中间的eNodeB和SGW通过GTP隧道方式提供中继，eNB负责完成空中接口PDCP的数据包与GTP数据包的转换



# 5G系统服务结构



- User Equipment (UE) 用户设备
- (Radio) Access Network ((R)AN) 接入网C-RAN结构
- User plane Func. (UPF) 类似S/P-GW
- Core Access and Mobility Management Func. (AMF) 类似MME
- Data network (DN), 比如运营商服务、互联网接入和三方服务

# 5G中的新技术

面临问题	采用技术	优点	带来新问题	
高速数据， 超过 <b>10Gbps</b>	毫米波通信	高频段高带宽，实现极高速短距离通信； 天线小型化和高天线增益	直线传输，定向性强，传输距离短、穿透和绕射能力差	
定向性强	大规模MIMO技术	多对天线并行传输，成倍提高速率；基站多用户波束智能赋型，抗干扰，提高频谱效率	基站覆盖范围小	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水平/垂直多波束</li> <li>• 所有信道窄波束</li> <li>• Native MM Design</li> </ul> 
高带宽的频谱效率问题	同时同频全双工技术	频谱效率提升 <b>1倍</b>	需要极高的干扰消除能力	
基站覆盖范围小	微基站密集部署	改善网络覆盖，提升系统容量，降低发射功率	部署和维护成本高	
成本高	C-RAN	网元功能细分和虚拟化，便于使用新技术		
低时延	网元功能重构 AAU+DU +CU, 功能下沉	近端服务和处理，管道智能了	统一架构难支持不同QoS的行业应用	
需求多样化	网络功能虚拟化，服务架构	网元功能微服务化，云边协同框架		

# 5G组网方式

## ■ 独立组网(SA)

- 终极模式
- 要新建大量的5G基站和核心网

## ■ 非独立组网(NSA)

- 利用现有4G基站和核心网，增设5G基站，快速部署5G业务
- 双连接：手机能同时跟4G和5G都进行通信
- 3a 5G基站的用户面直接通4G核心网，控制面继续锚定于4G基站
- 3x用户面数据分为两部分，高流量迁移到5G基站，剩下的4G基站







## 第七部分 新一代交换控制技术

---





# 主要内容

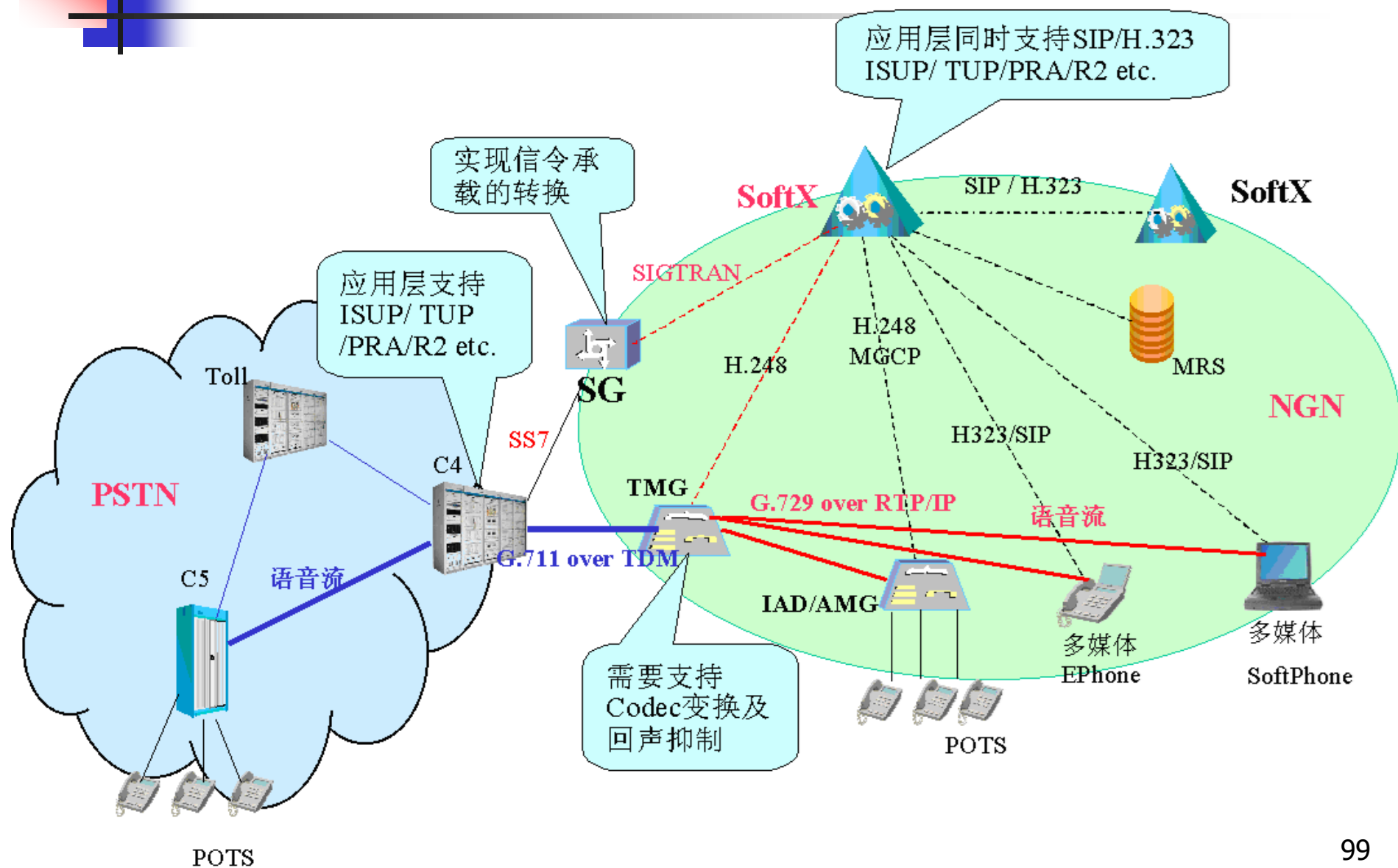
---

- 下一代交换网**NGN**  
针对通信系统的融合与开放
  - 软交换
  - IMS
- 软件定义网络**SDN**  
针对**IP**网络的有效控制与开放
  - SDN概念
  - OpenFlow
  - .....

# 以软交换为核心的NGN

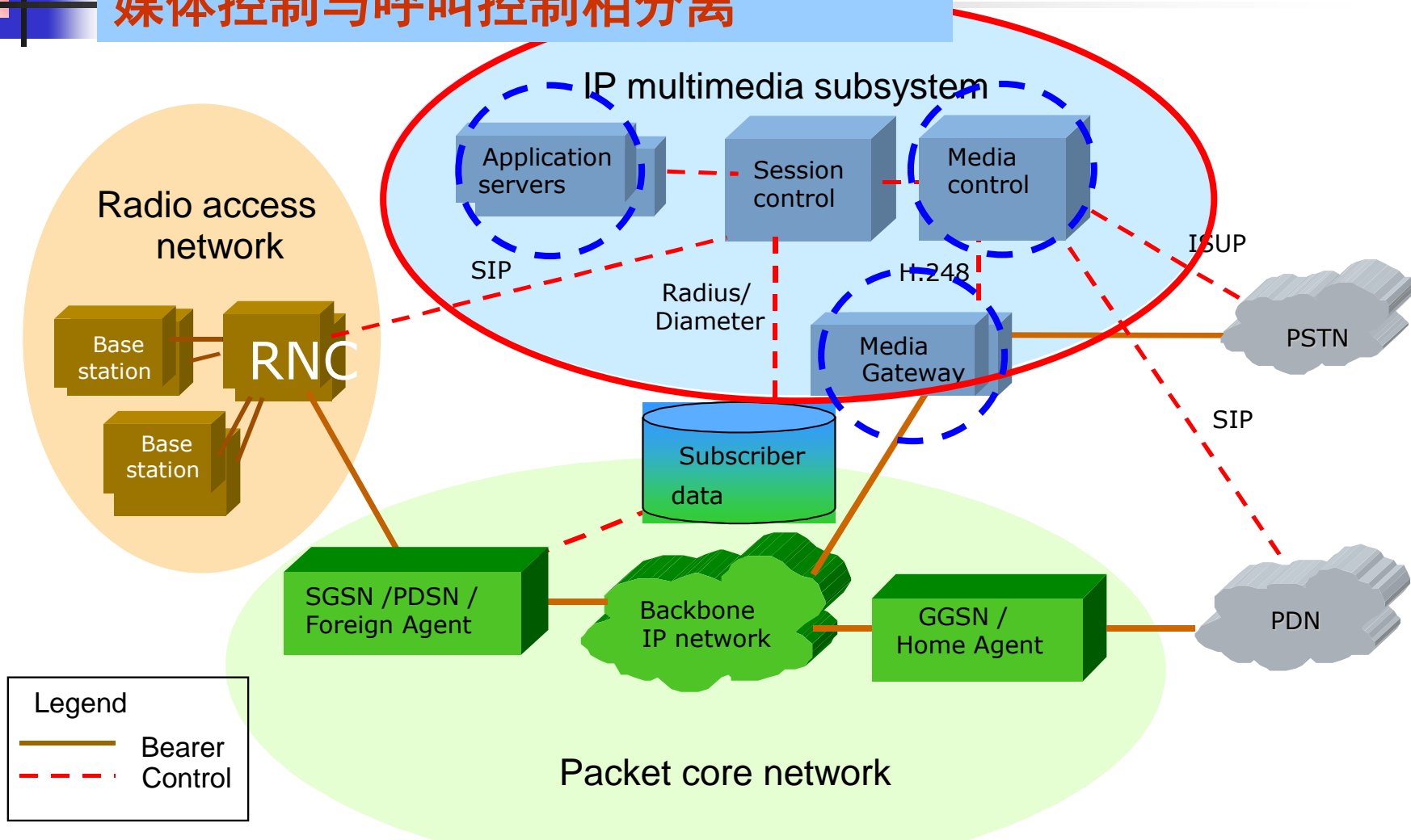


# 软交换控制下的业务建立过程举例



# 3G移动通信网络的控制（R5）

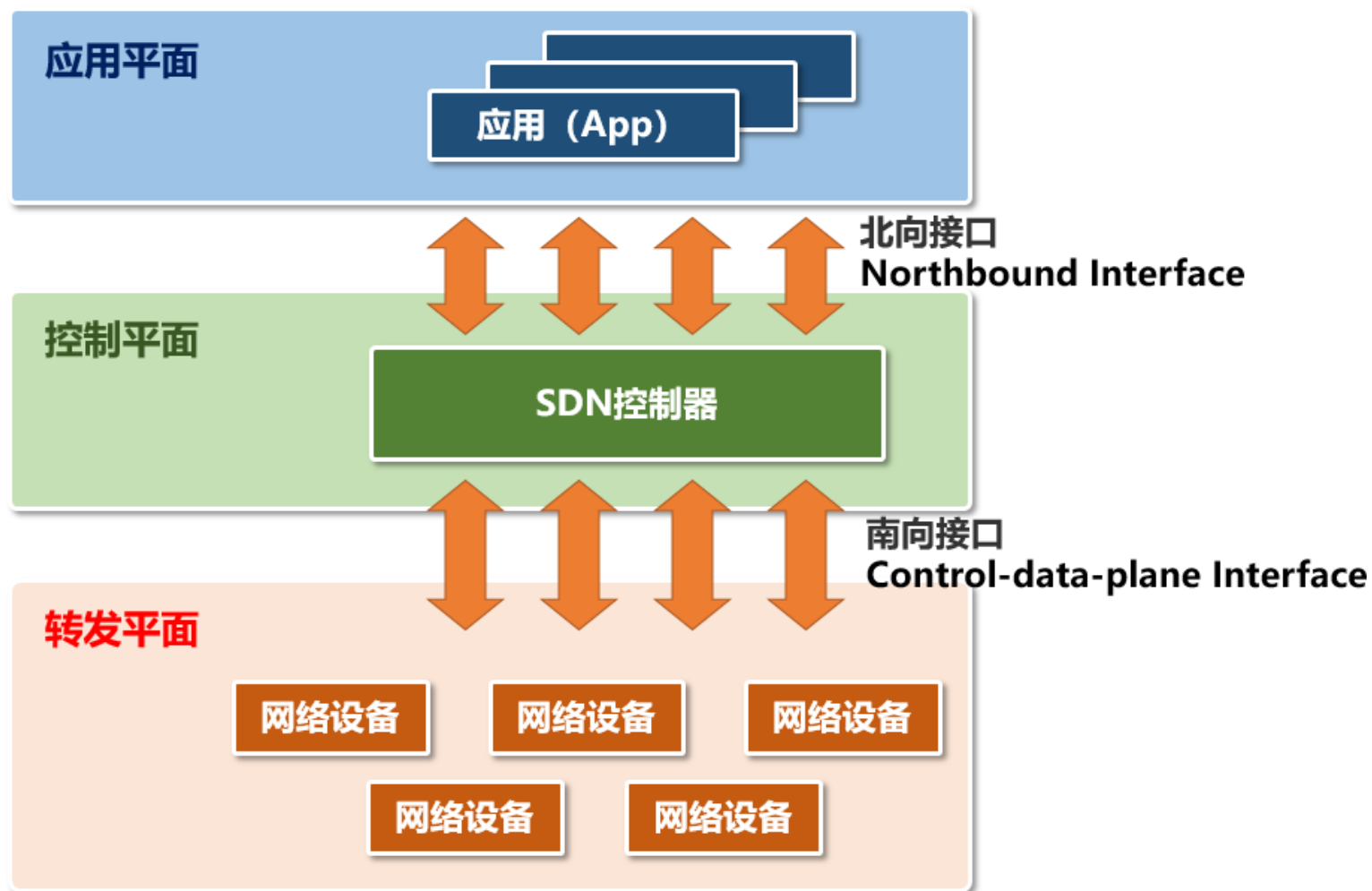
## 媒体控制与呼叫控制相分离



呼叫控制与承载相分离

业务处理与呼叫控制相分离

# SDN的体系结构





预祝同学们取得好成绩！

---

袁 泉

yuanquan@foxmail.com

2023年5月29日