



五、No.7信令与SIP协议

导言

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

应用层

状态、信令(协议)

支撑网

传送层

接入网

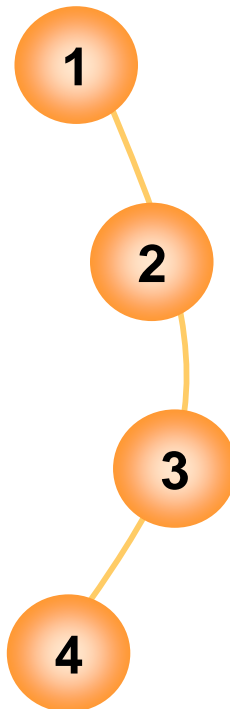
骨干传送网

CPE/CPN

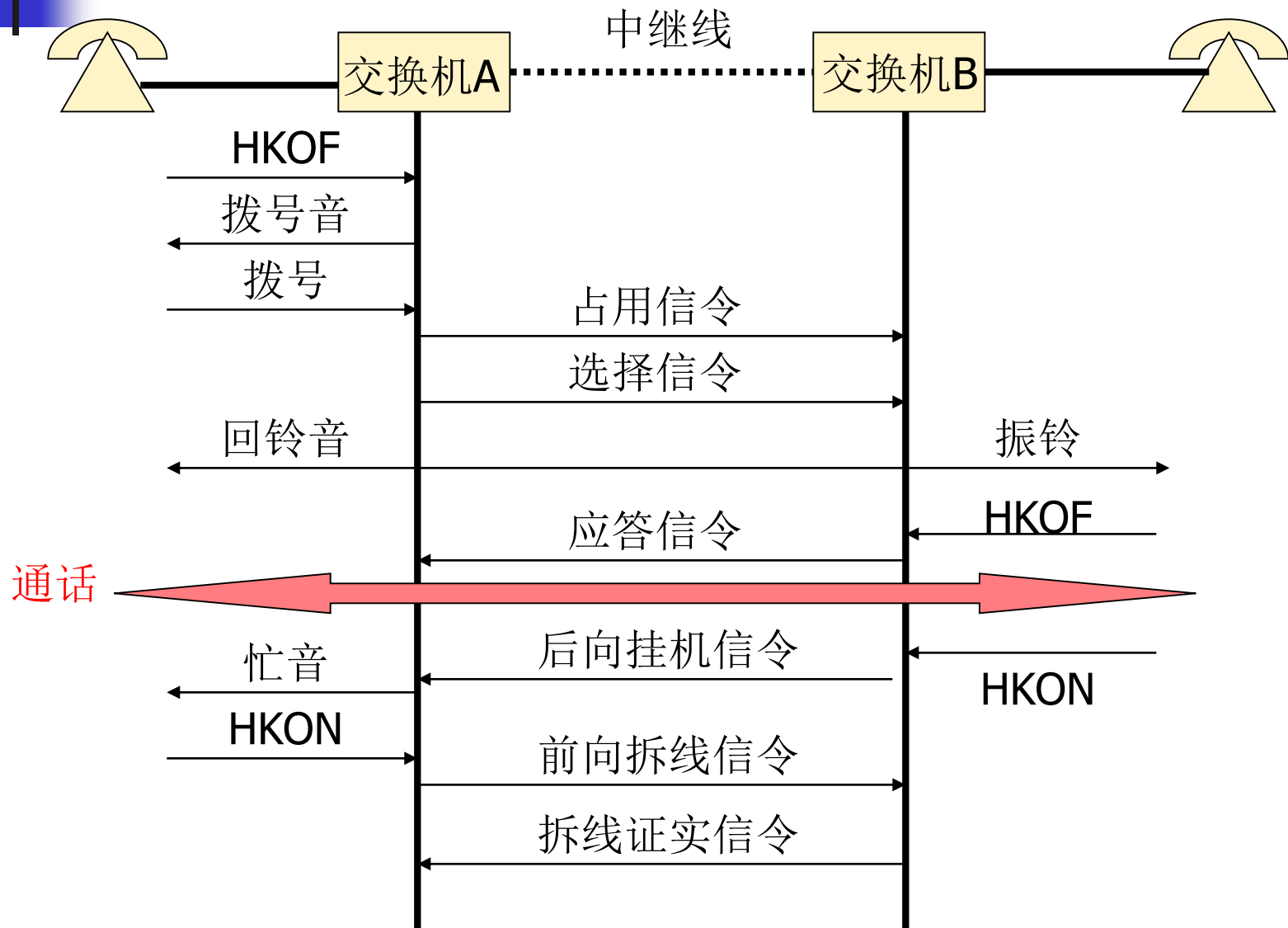
信令网/TMN/数字同步网



第1节 信令概述

- 
- 1 什么是信令
 - 2 信令的分类
 - 3 信令系统
 - 4 信令与协议

(1) 什么是信令





(1) 什么是信令

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。



(2) 信令的分类

按信令的功能分：

□ 线路信令：

具有监视功能，用来监视主被叫的摘、挂机状态及设备忙闲。

□ 路由信令：

具有选择功能，如主叫所拨的被叫号码，用来选择路由。

□ 管理信令：

具有操作功能，用于电话网的管理和维护。

(2) 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。



(2) 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。

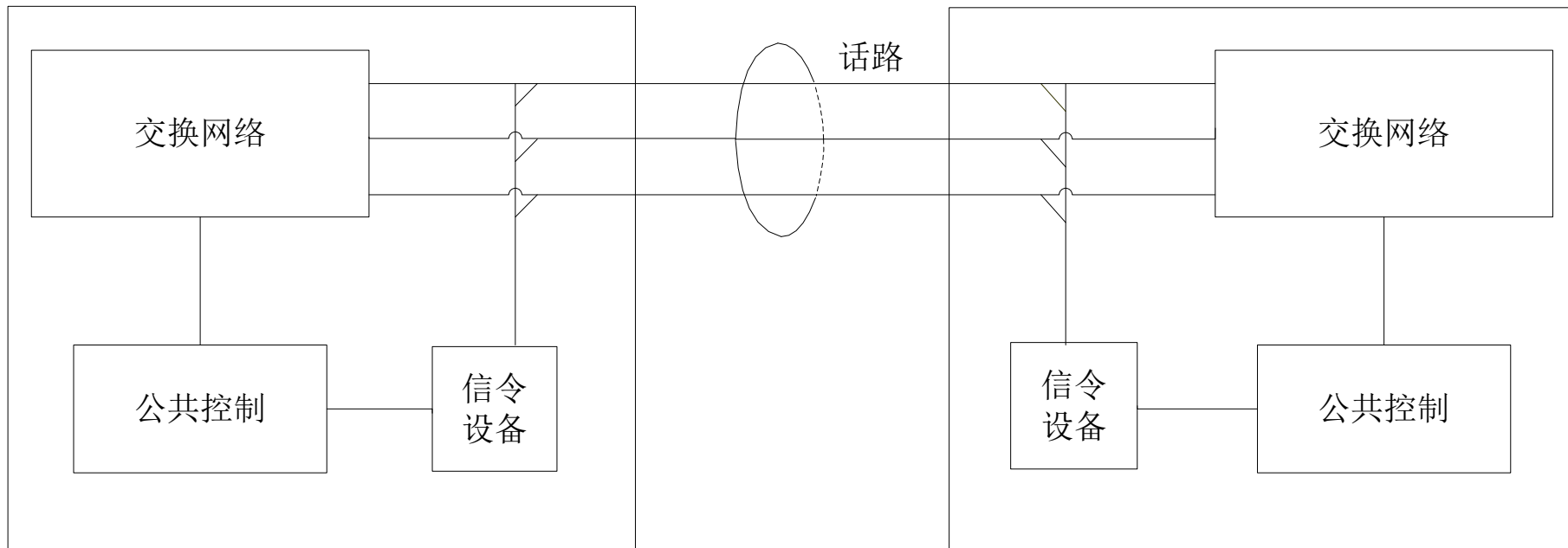
□ 公共信道信令：

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。

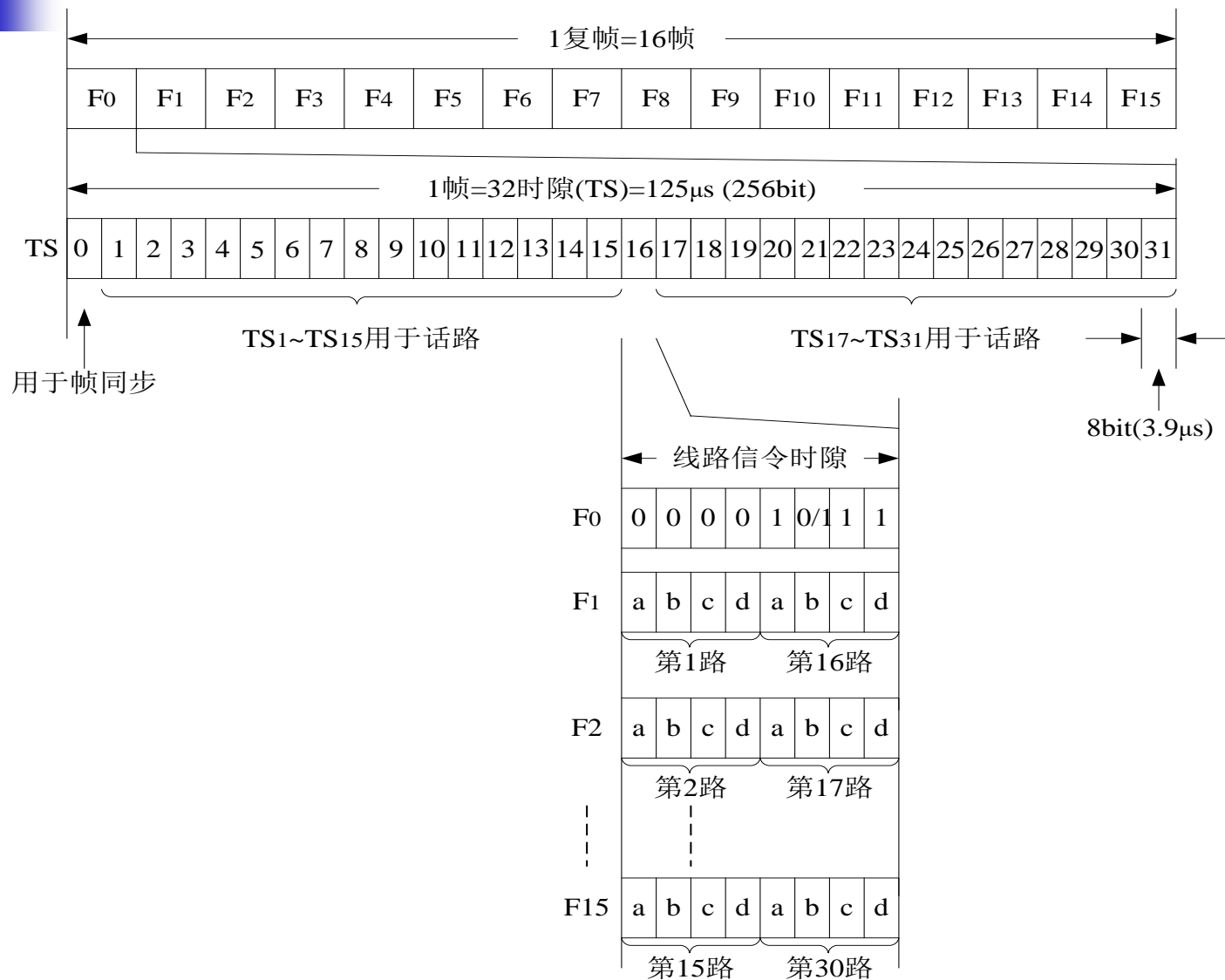
随路信令 (CAS)

交换系统A

交换系统B



随路信令举例：中国No.1信令





随路信令 (**CAS**) 的两个基本特征

共路性:

信令 and 用户信息在同一通信信道上传送。

相关性:

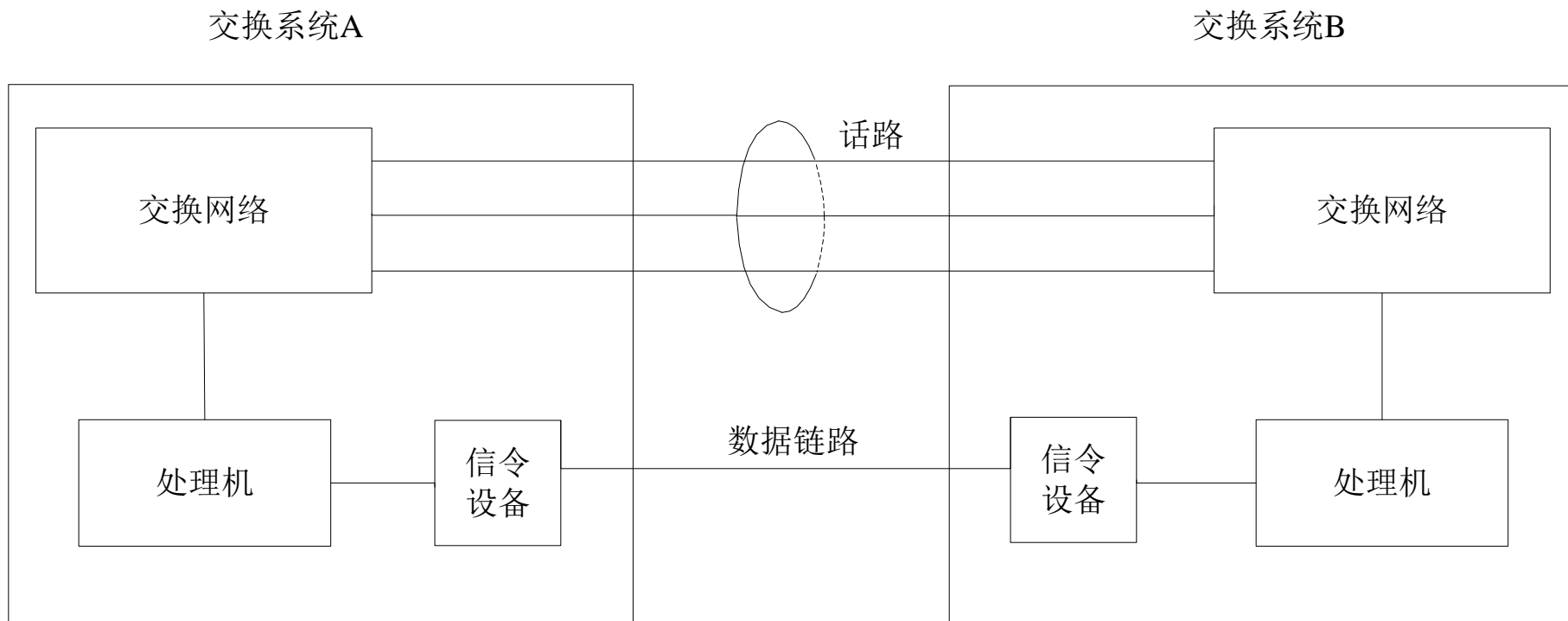
信令通道与用户信息通道在时间位置上具有相关性。

随路信令 (中国1号信令) :

传送速率?

带宽分配方式?

公共信道信令 (CCS)





公共信道信令 (**CCS**) 的两个基本特征

分离性:

信令和用户信息在各自的通信信道上传送。

独立性:

信令通道与用户信息通道之间不具有时间位置的关联性，彼此相互独立。

公共信道信令 (7号信令) :

传送速率?

带宽分配方式?

随路信令与公共信道信令

CAS

与公共信道信令相比，随路信令的传送速度慢，信令容量小，传递与呼叫无关的信令能力有限，不便于信令功能的扩展，支持通信网中新业务的能力较差。

CCS

公共信道信令的传送速度快、信令容量大、可传递大量与呼叫无关的信令，便于信令功能的扩展，便于开放新业务，可适应现代通信网的发展。



信令的其它分类

□ 带内信令与带外信令:

可以在通路频带（300~3400Hz）范围内传送的信令，叫带内信令，在通路频带外传送的信令，就叫带外信令。

□ 模拟信令和数字信令:

模拟信令是按模拟方式传送的信令，数字信令是将信令按数字方式编码进行传送的信令。



(3) 信令系统

信令方式:

信令在传送过程中所要遵守的规约和规定, 就是信令方式。它包括信令的结构形式, 信令在多段路由上的传送方式及控制方式。

信令系统:

是指为完成特定的信令方式所使用的通信设备的全体。



信令方式——结构形式

信令的结构形式可分为**未编码**和**编码**二种结构形式。

未编码的信令：脉冲（个数、幅度）

编码的信令：DTMF、No.7信令



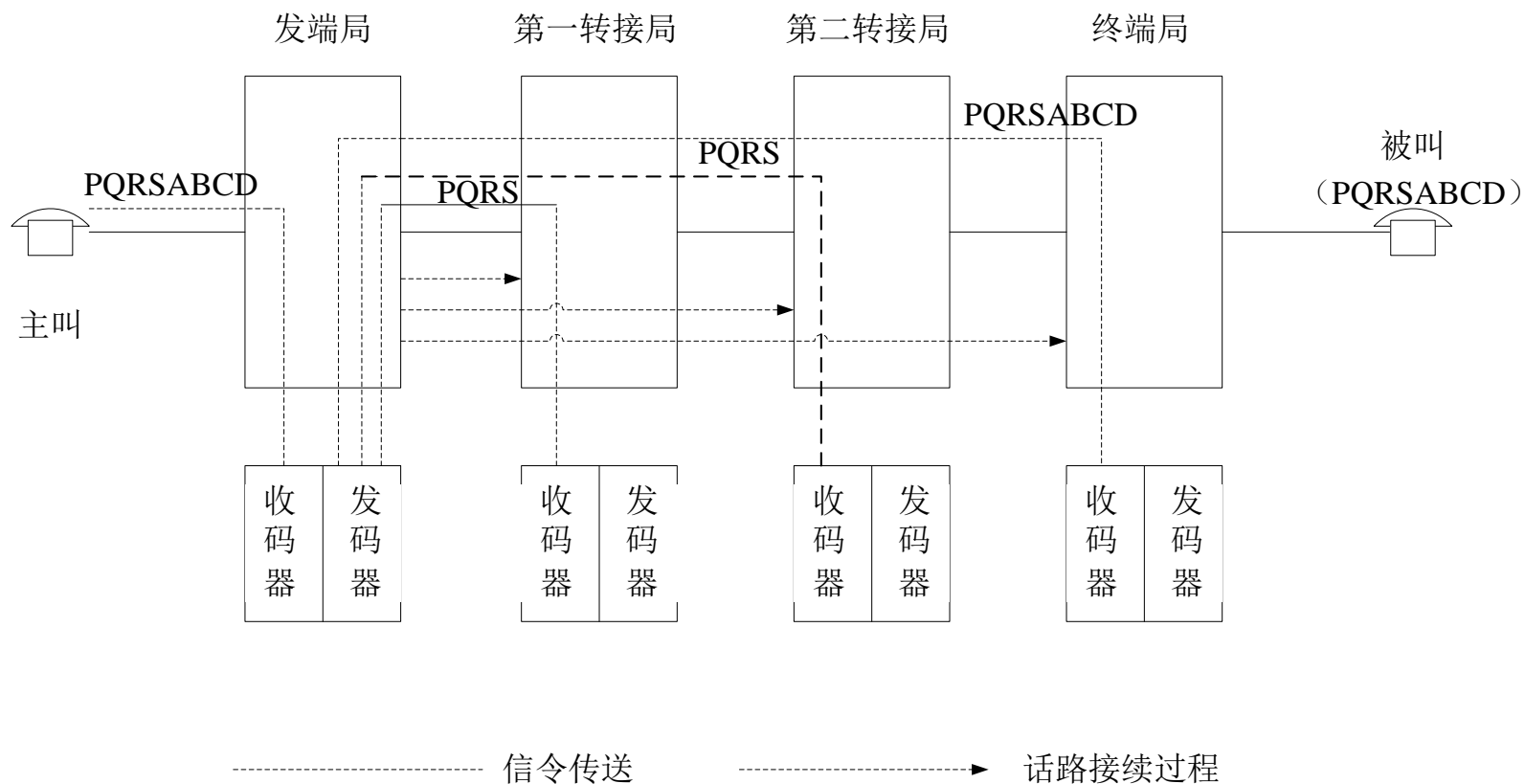
信令方式——传送方式

信令的传送方式有三种：

- 端到端方式**
- 逐段转发方式**
- 混合方式**

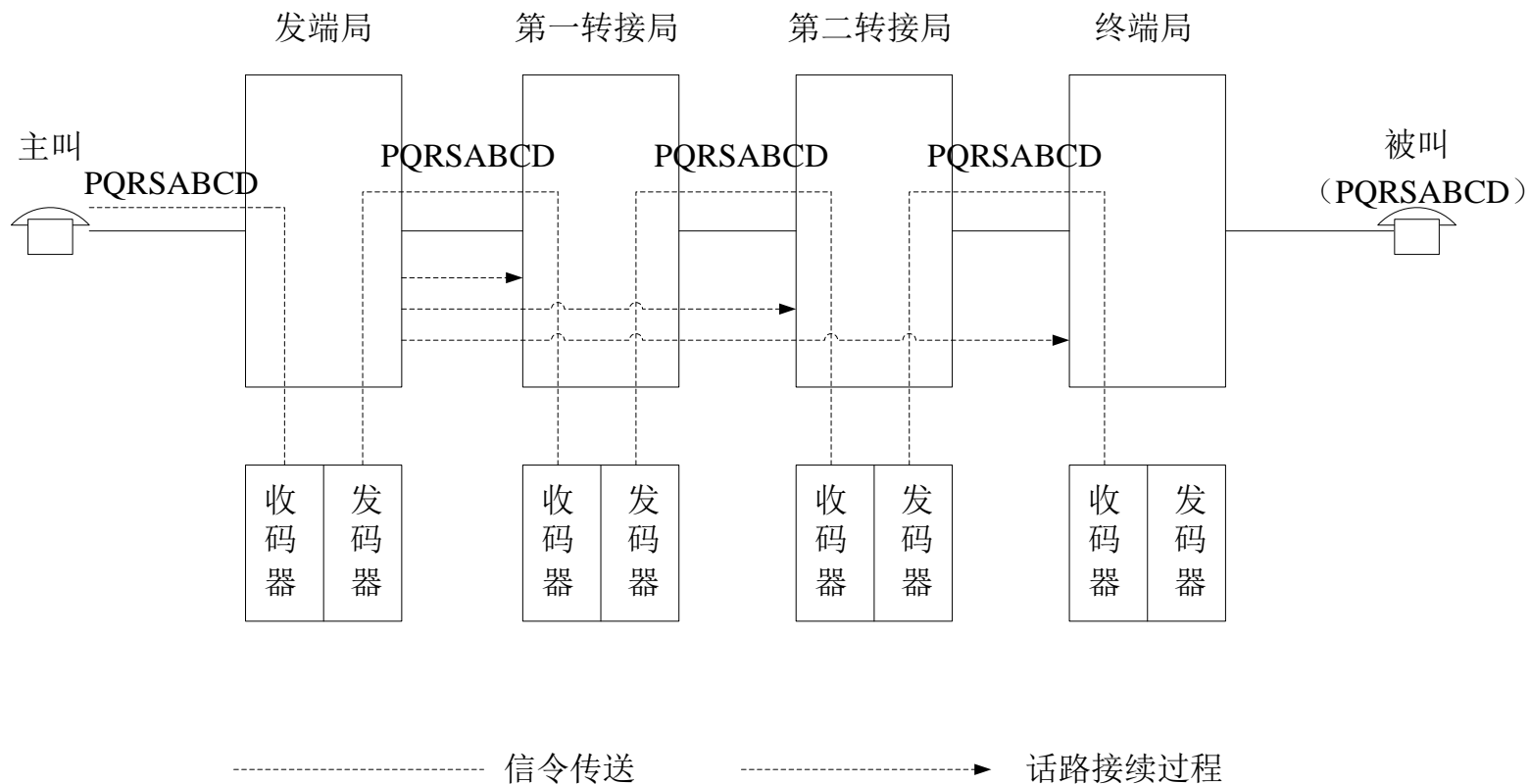
在优质电路上使用端到端方式，在劣质电路上使用逐段转发方式，即为混合方式。

端到端方式



特点：速度快，拨号后等待时间短，信令在多段路由上的类型必须相同。

逐段转发方式



特点：信令传送速度慢，接续时间长，对线路要求低，信令在多段路由上的类型可多种。



信令方式——控制方式

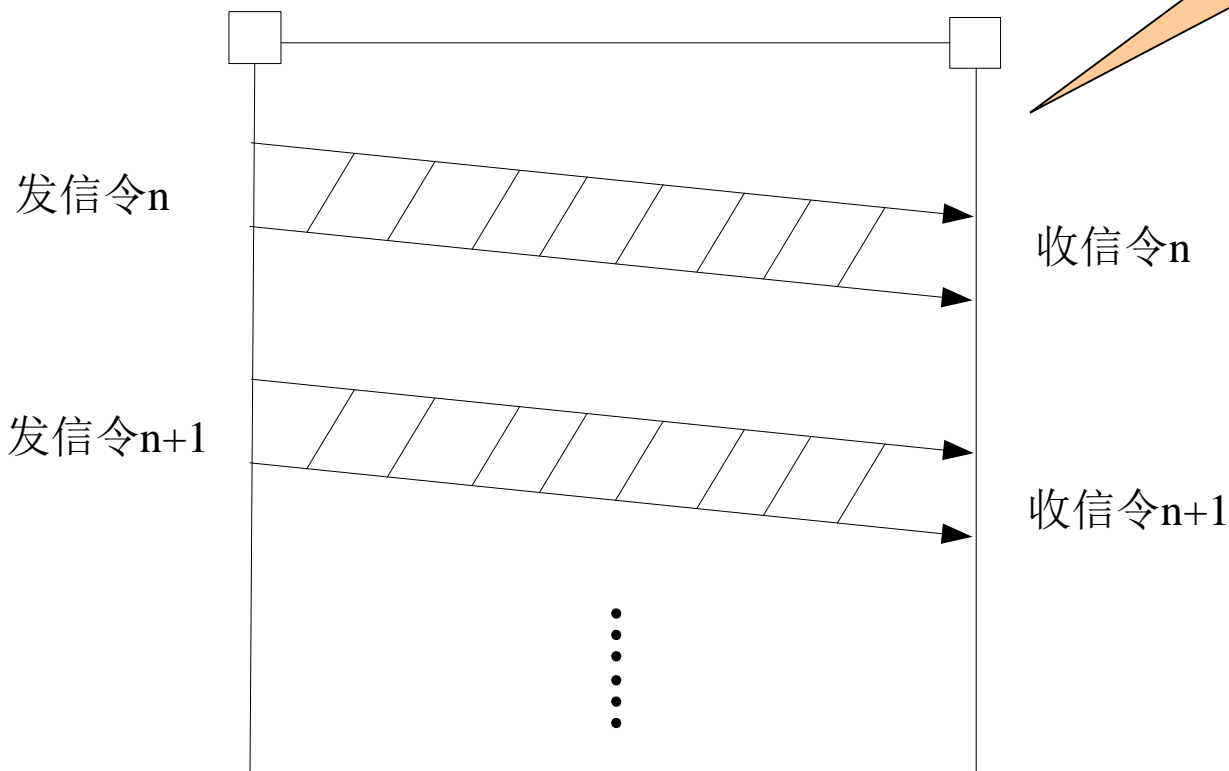
信令的控制方式是指控制信令发送的方法，有三种：

- **非互控方式**
- **半互控方式**
- **全互控方式**

非互控方式

发送端

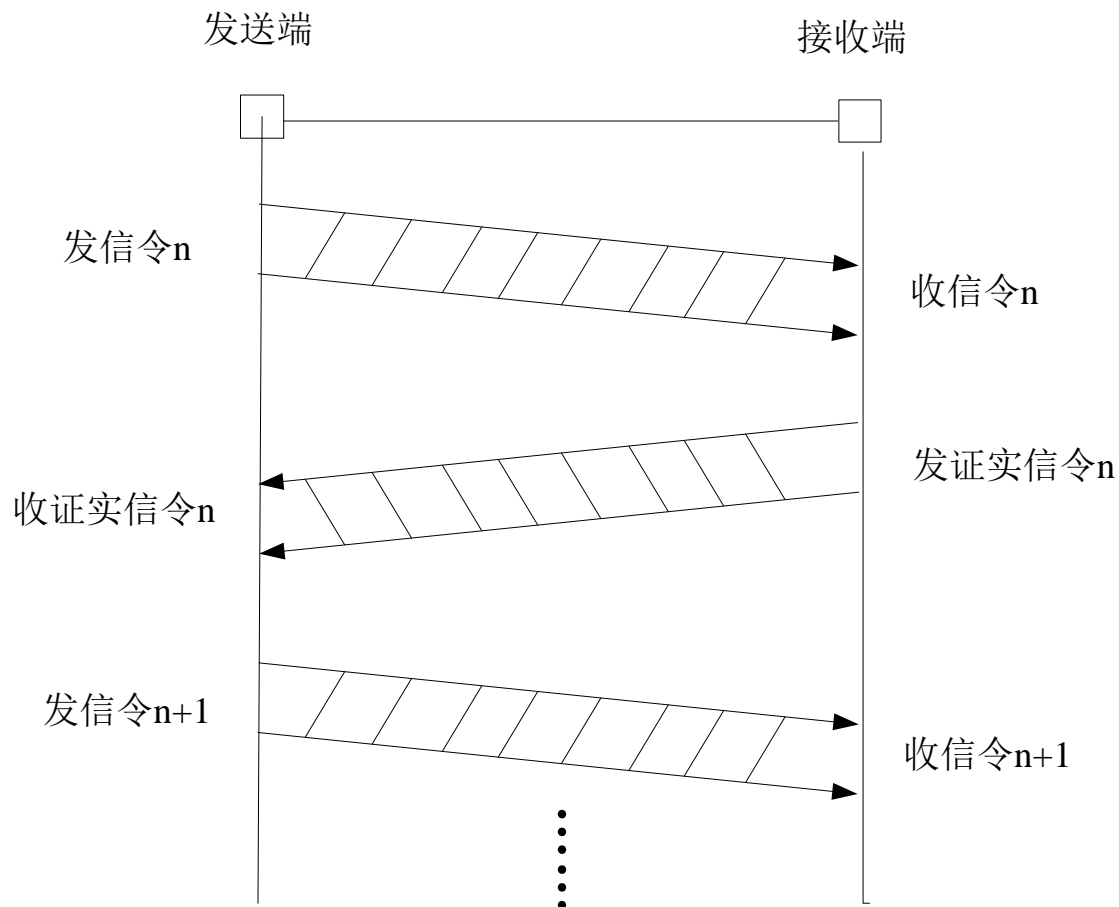
接收端



特点：
设备简单
可靠性差

**发端不断地
将要发送的脉
冲信令连续发
向收端，而不
管收端是否收
到。**

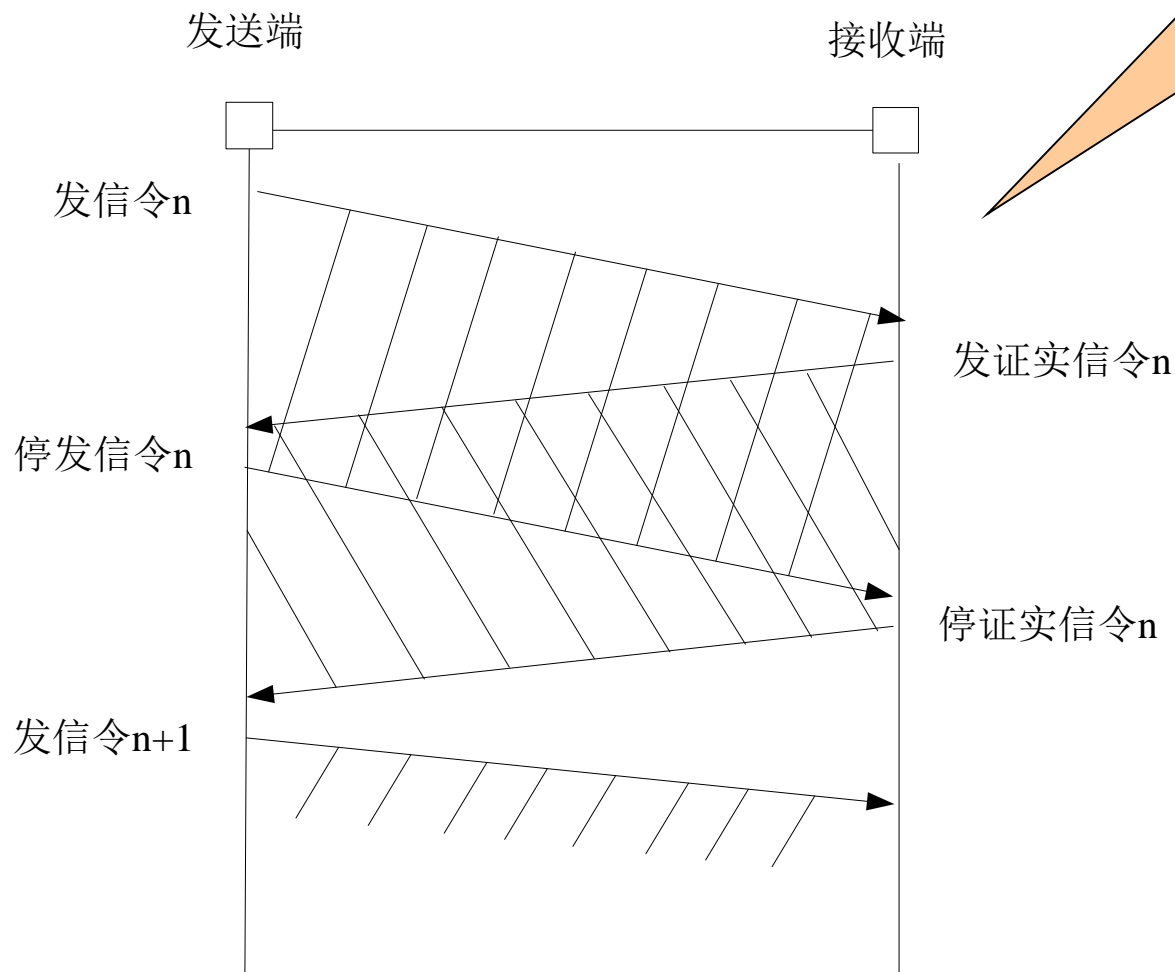
半互控方式



**发端向收端
每发一个信令后，
必须等接收到收
端回送的接收良
好的证实信令，
才能接着发下一
个信令。也就是
前向信令受控于
后向信令。**

全互控方式

特点：抗干扰能力强，
可靠，但设备复杂，
传送速度慢。



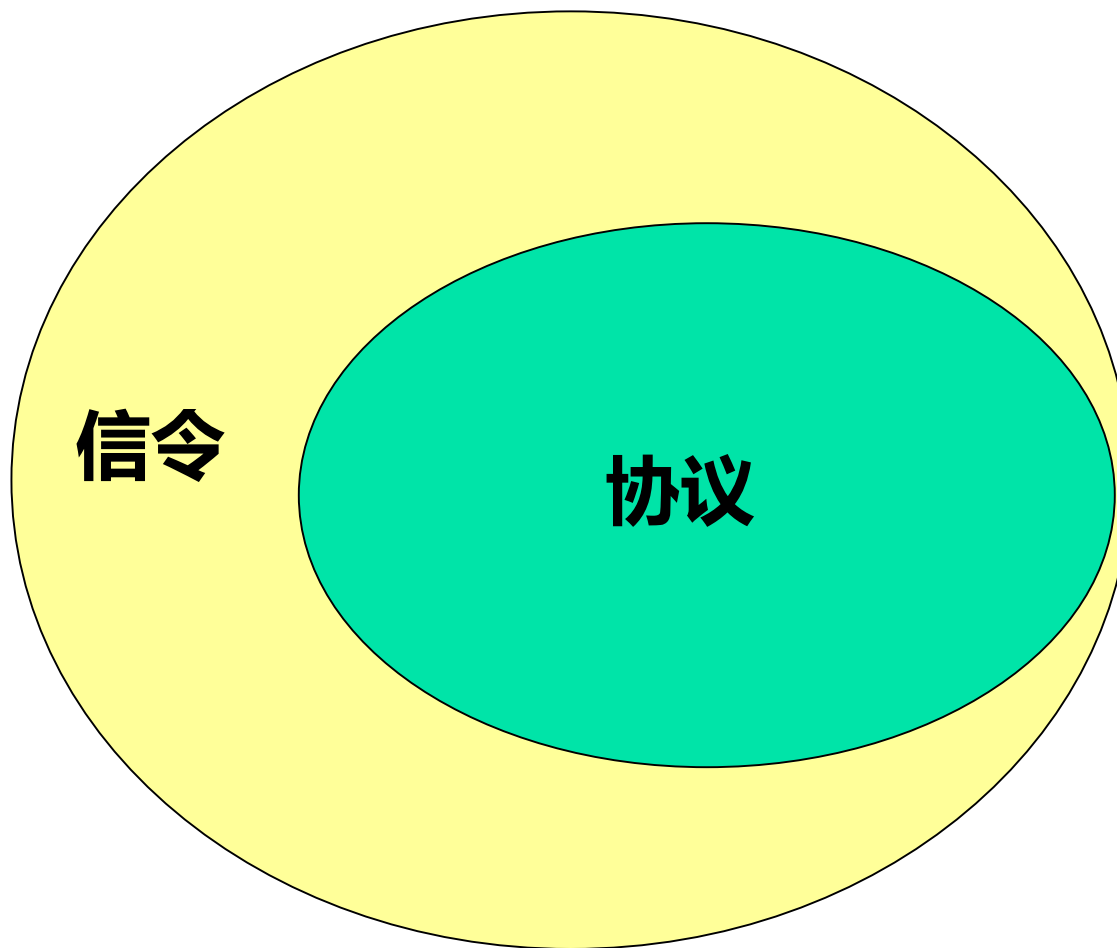
发端发前向信令不能自动中断，要等收到收端的证实信令，才停止发送；收端发证实信令也不能自动中断，须在发端信令停发后，才能停发证实信令。

(4) 信令与协议

在计算机网络中，为了使计算机或终端之间能够正确地传递信息，必须有一整套关于信息传输顺序、信息格式和信息内容等的约定，这一整套约定称为**协议**（protocol）。

一个完整的协议应具有以下5个基本要素：
协议所提供的服务、对协议运行环境所进行的假设、用来实现协议的词汇、词汇中每个消息的编码、用来控制消息一致性的过程规则。

(4) 信令与协议



通信网中协议的功能

- 分段和重组

- 封装

- 连接控制

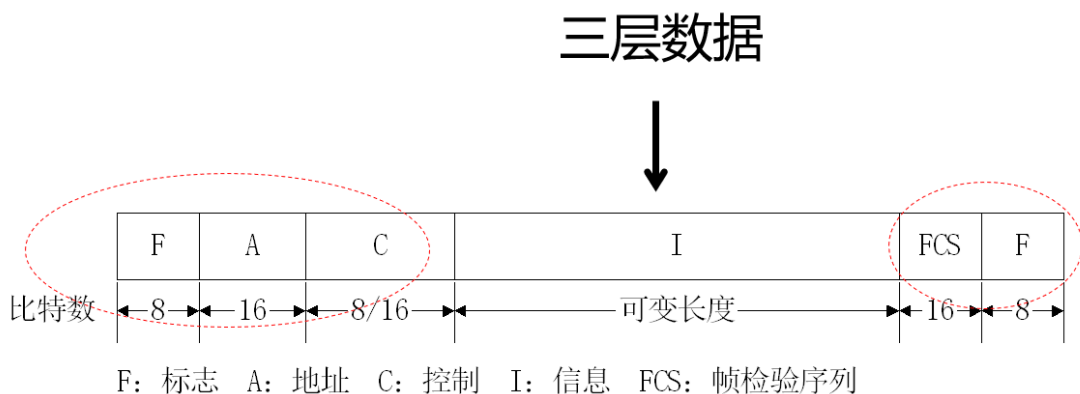
- 流量控制

- 差错控制

- 寻址

- 复用

- 附加的服务





第2节 No.7信令系统及信令网

1

No.7信令概述

2

No.7信令系统协议栈

3

No.7信令系统的应用

4

信令网结构及工作原理



(1) No.7信令概述

- **随路信令 (CAS) 的局限性**
 - ✓ **信令传送速度慢，不适应高速数字交换和传输。**
 - ✓ **信令容量有限，信令系统功能受到限制。**
 - ✓ **无法传送与呼叫无关的信令信息，如网管信息。**
 - ✓ **成本较高，信令设备一般按话路配备。**



(1) *No.7*信令概述

● 公共信道信令 (CCS) 的出现

No.6信令系统: 2.4kb/s, 4kb/s或56kb/s

No.7信令系统: 通信网广泛使用的公共信道系统。

优点:

- ✓ 信令传送速度快
- ✓ 信令容量大, 具有提供大量信令的能力
- ✓ 能完成与呼叫无关的信令的传送, 支持多种新业务
- ✓ 多路信令在公共信令设备上传送, 信令设备经济



局间信令

CCITT No.1: 用于国际人工业务

CCITT No.2: 用于国际半自动业务

CCITT No.3: 用于单音频系统

CCITT No.4: 双音频组合脉冲方式，想用于卫星通信。

CCITT No.5: 用于国际通信

CCITT No.5bis: **CCITT No.5**的变形，几乎未得到应用。

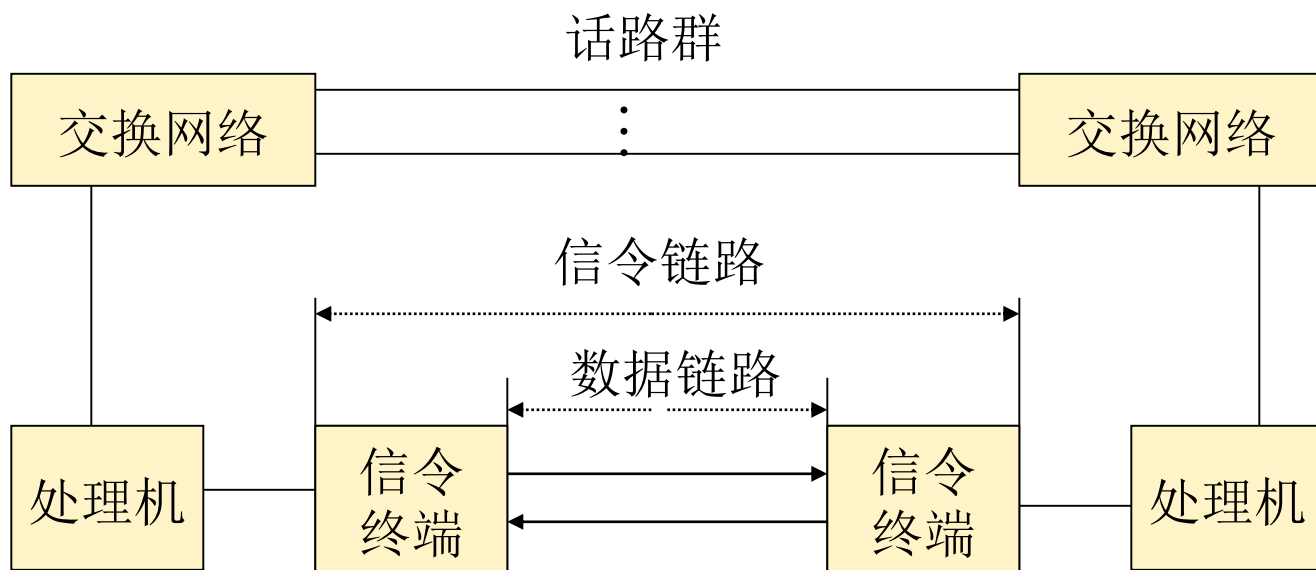
CCITT No.6: 模拟型公共信道系统

CCITT No.7: 数字型公共信道系统

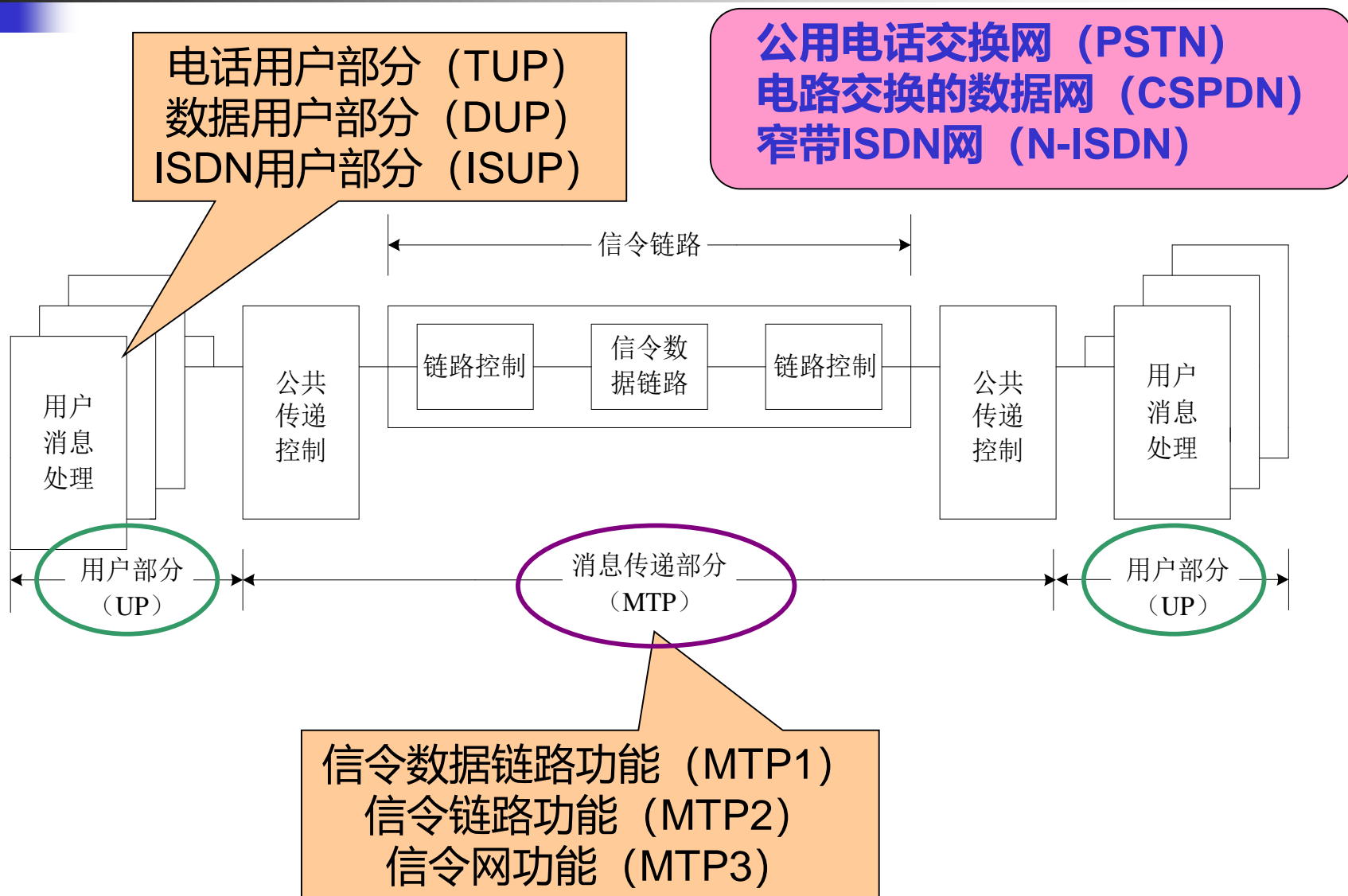
CCITT R1、CCITT R2.....

No.7 信令系统

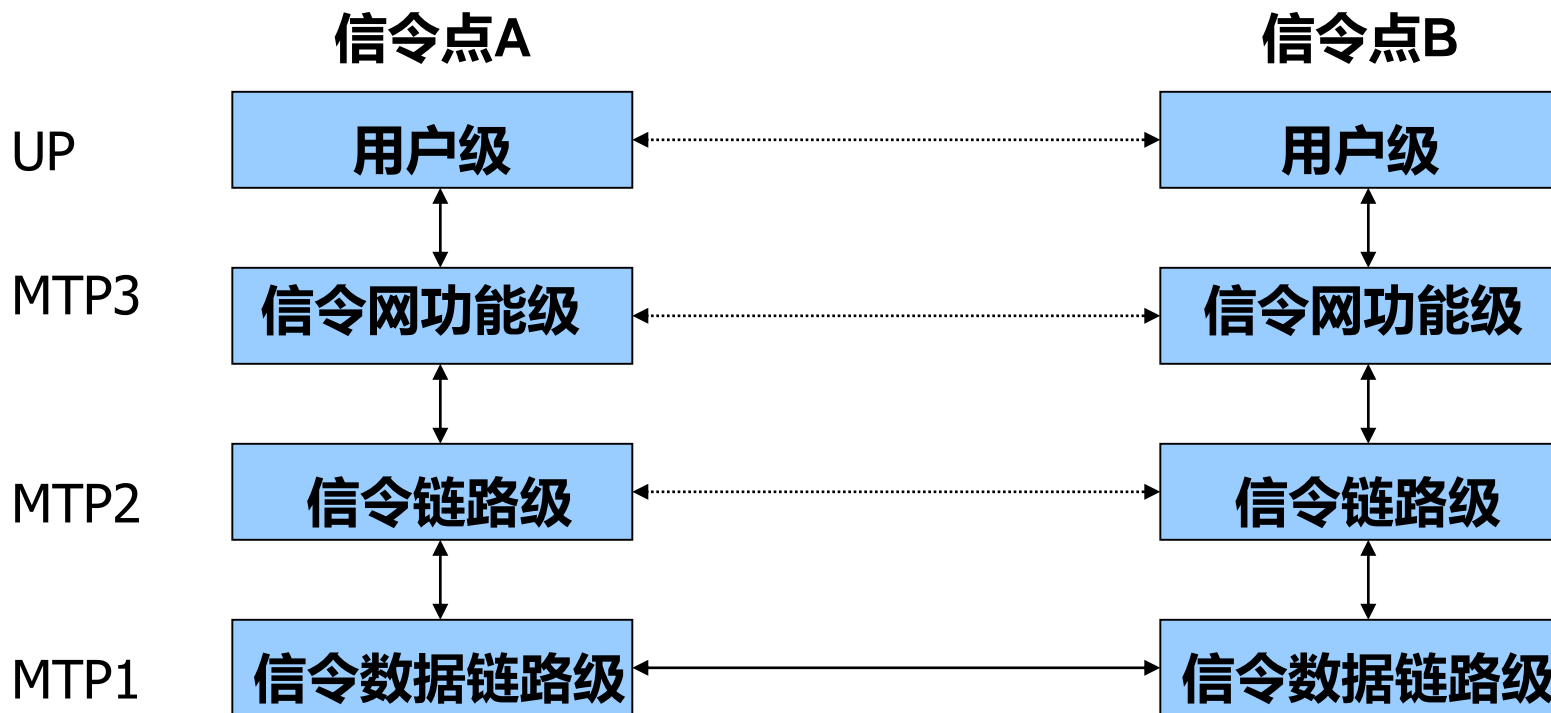
- 局间的NO.7信令链路是由两端的信令终端设备和它们之间的数据链路组成。数据链路是速率为64kbit/s的双向数据通道。



(2) No.7号信令系统协议栈——基本功能结构



No.7号信令系统的四级功能结构



(2) No.7号信令系统协议栈——面向OSI七层协议

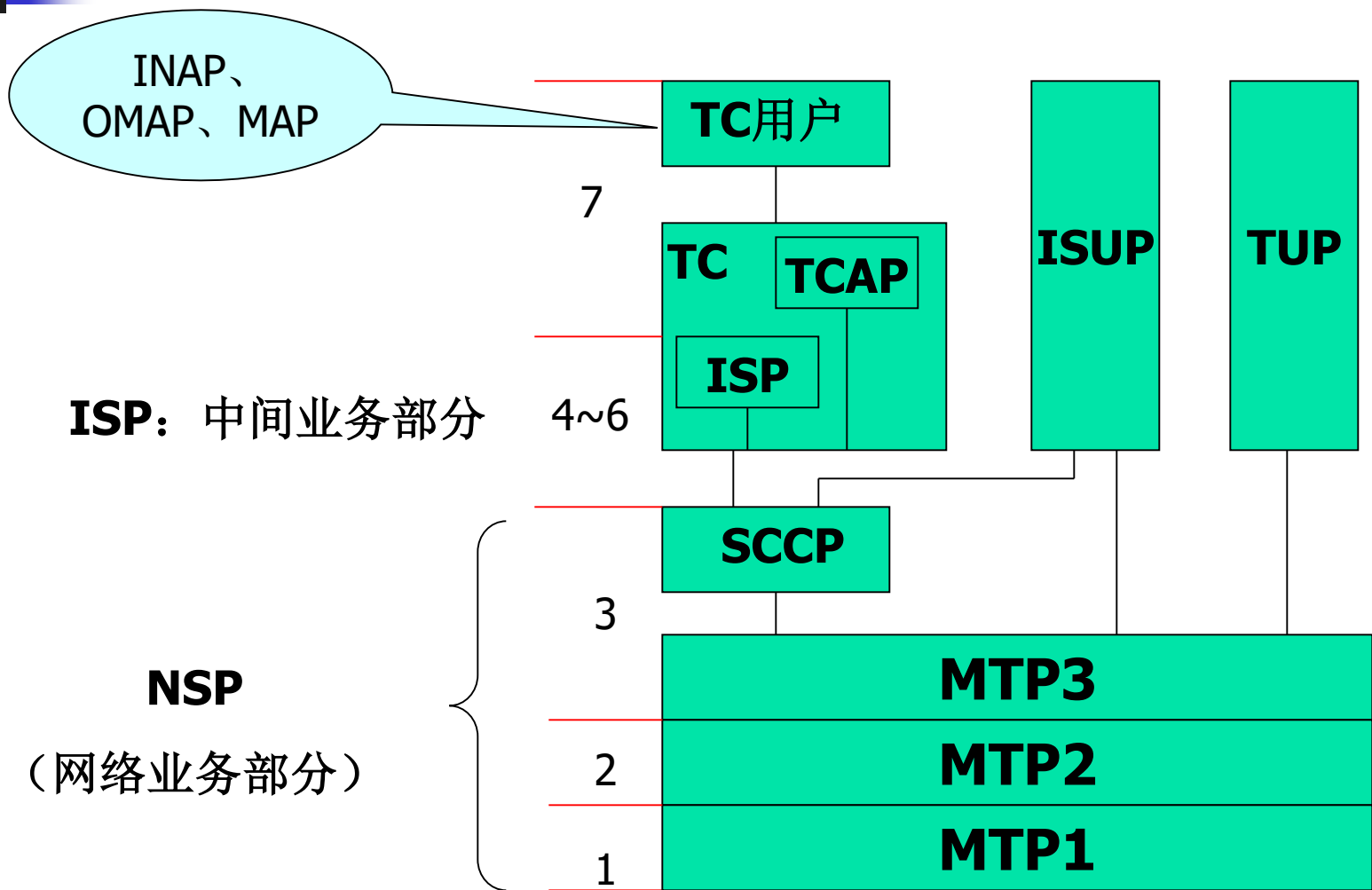
为了使通信网的信令可支持不断涌现的新技术新业务，使No.7信令与OSI参考模型相一致，在信令系统的结构中又增加了信令连接控制部分（SCCP）和事务处理能力部分（TC），与原来的MTP、TUP、DUP、ISUP一起构成了一个四级结构和七层协议并存的功能结构。

主要应用包括：

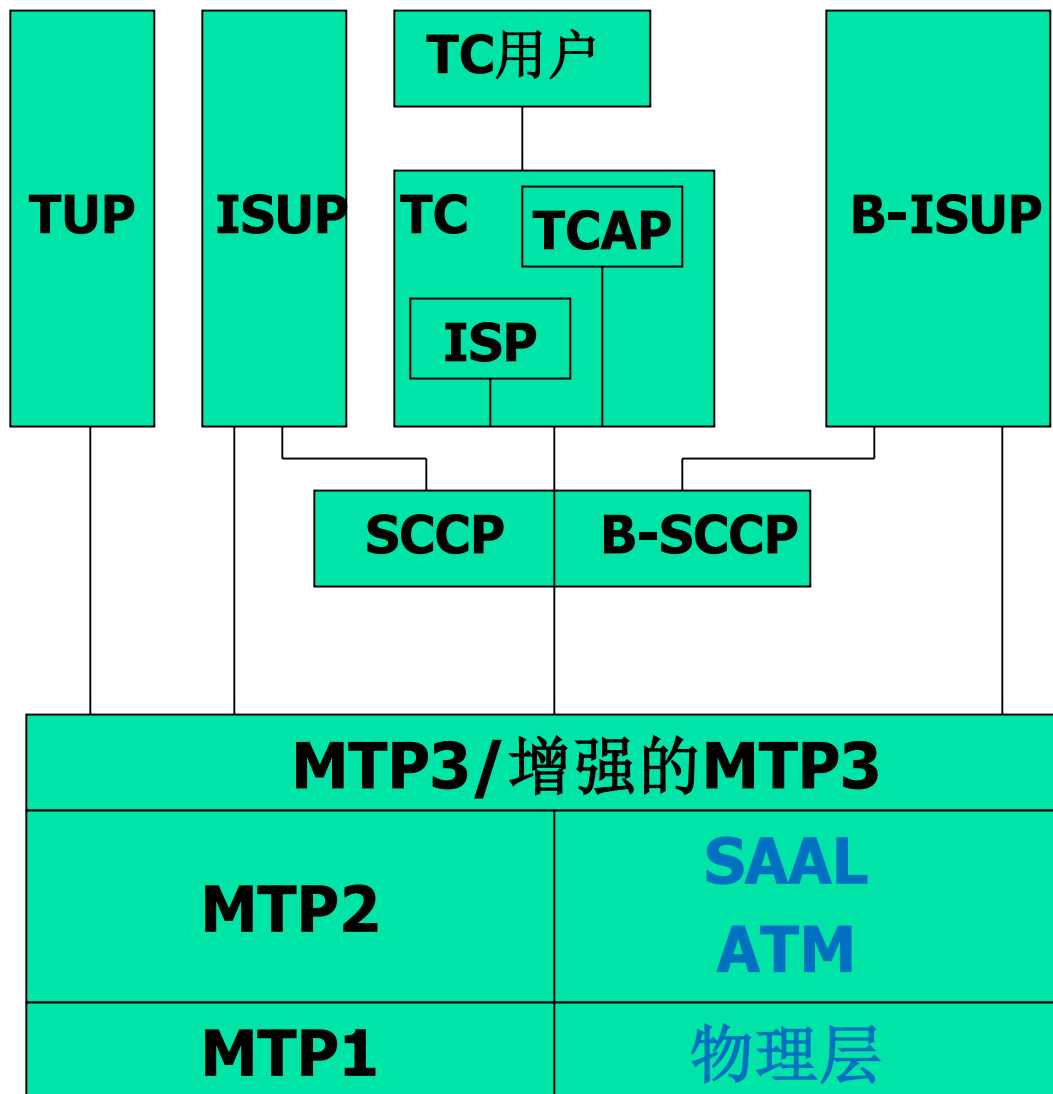
- 智能网（IN）
- 网络的操作、管理和维护
- 公共陆地移动通信网（GSM）
- N-ISDN的部分补充业务

STP
SDL

面向**OSI**七层协议的**No.7**信令系统结构



(2) No.7号信令系统协议栈——ATM应用





(3) No.7信令系统的应用——信令单元格式

No.7信令传送各种信令，是通过信令消息的**最小单元**——信令单元（SU）来传送的。No.7信令采用可变长的信令单元，它由若干个8位位组组成。

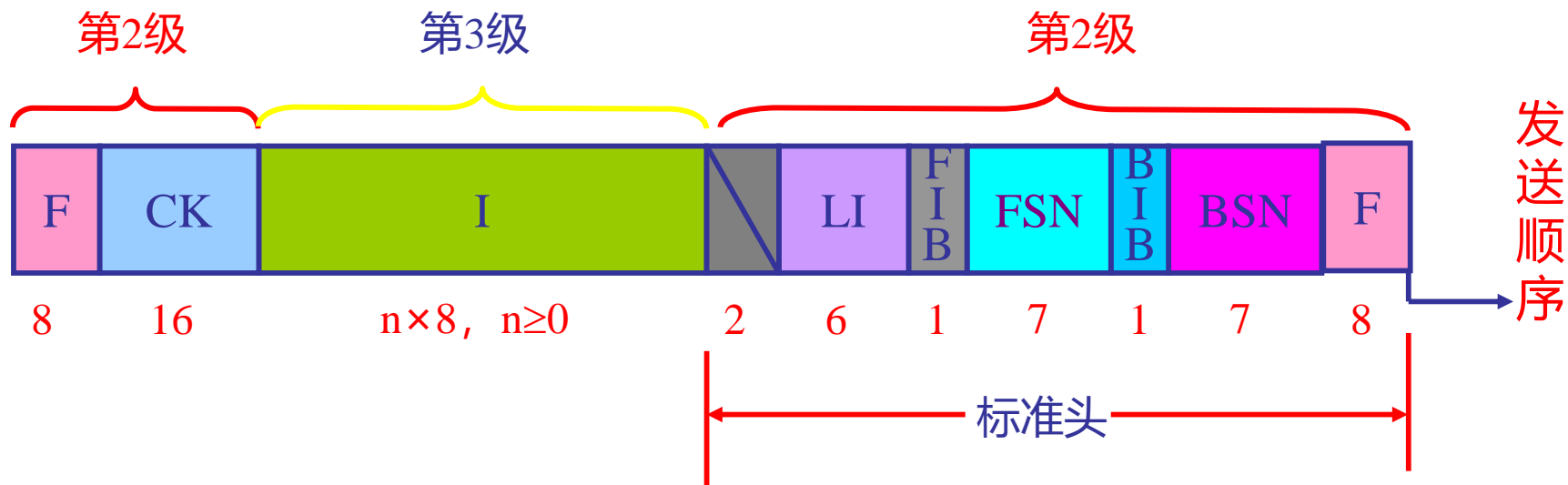
NO.7信令有三种信令单元：

由用户产生的可变长的消息单元（**MSU**），用于传送来自第四级的用户级的信令消息或信令网管理消息。

来自第3级的链路状态信令单元（**LSSU**），用于链路启用或链路故障时，表示链路的状态。

来自第2级的插入信令单元（**FISU**），亦称填充单元，用于链路空或链路拥塞时来填补位置。

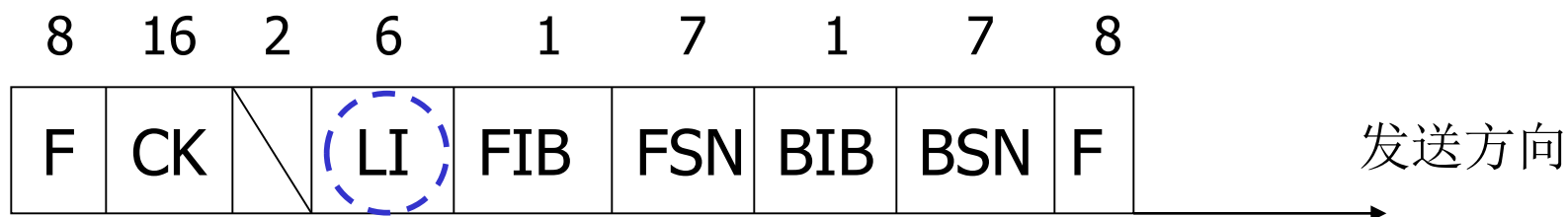
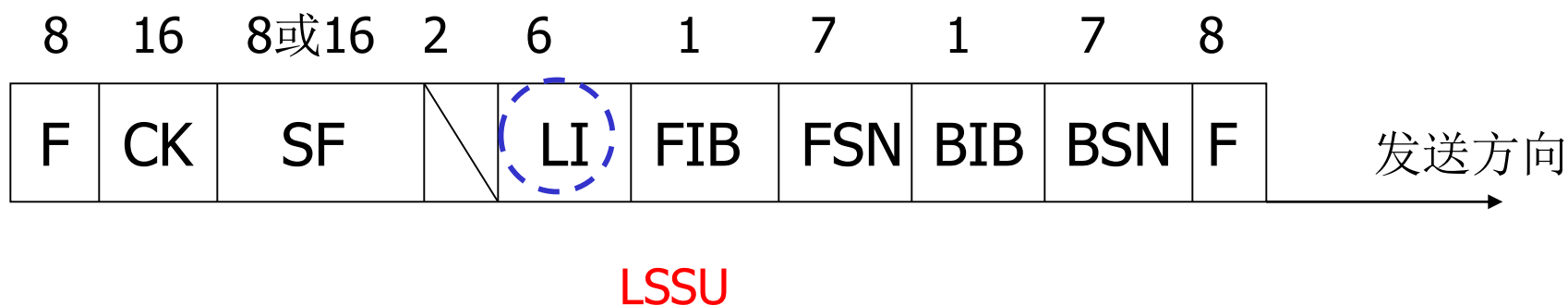
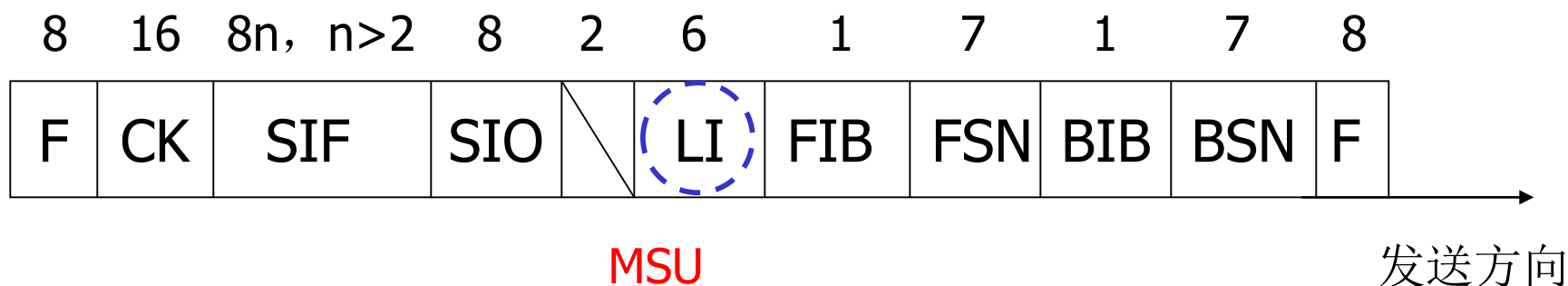
信令单元格式



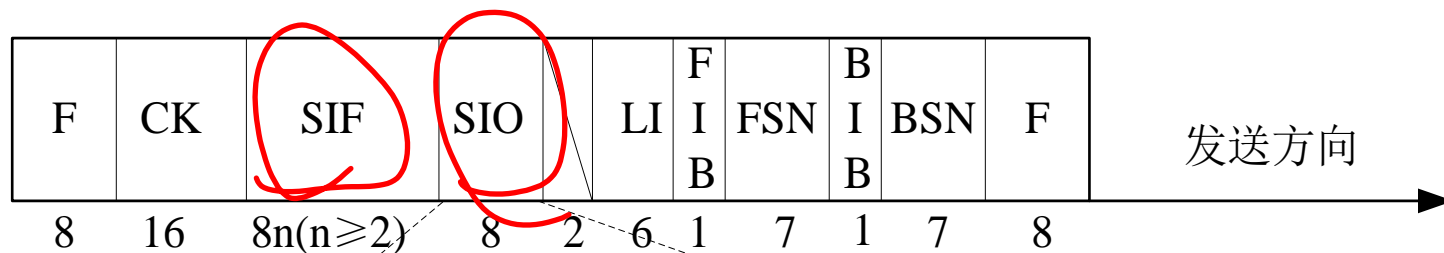
F: 标志
LI: 长度指示
I: 信息
CK: 检验码

FIB: 前向指示语比特
BSN: 后向顺序号
BIB: 后向指示语比特
FSN: 前向顺序号

三种信令单元格式

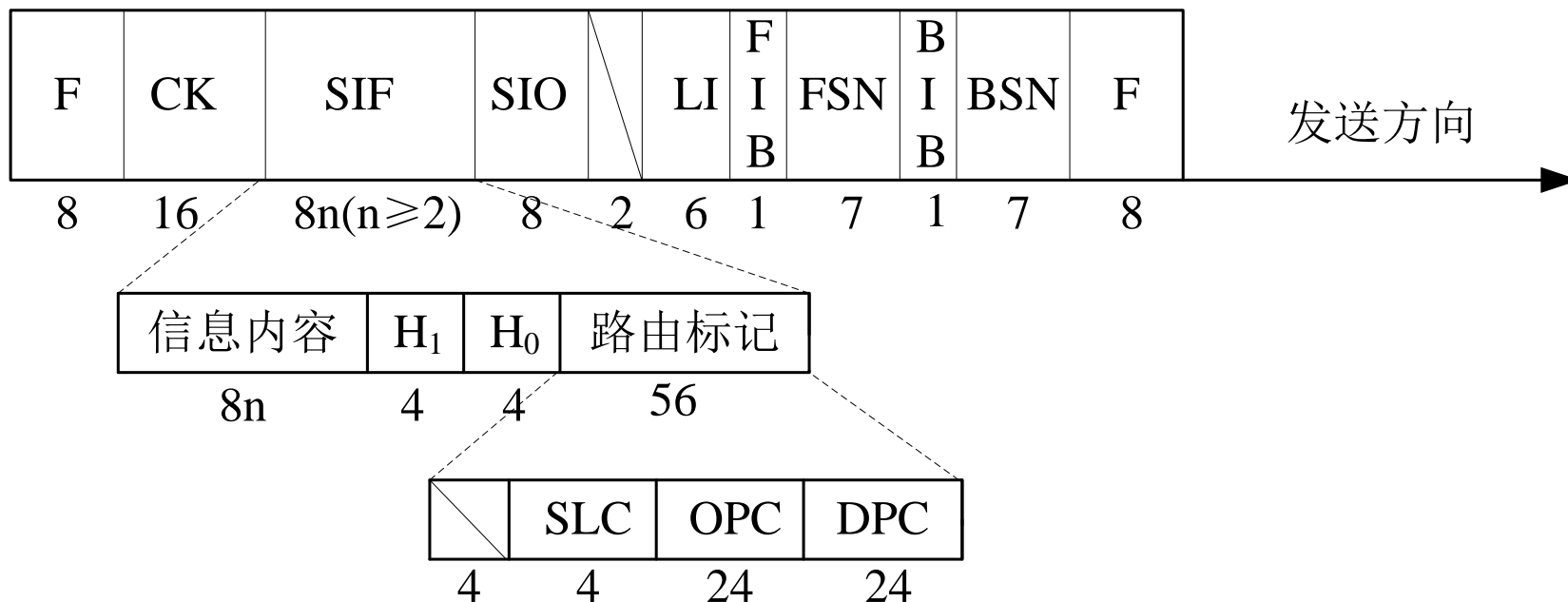


MSU的SIO（业务信息字段）格式



子业务字段		业务表示语	
D C B A	定义	D C B A	定义
0 0 X X	国际网络	0 0 0 0	信令网管理消息
0 1 X X	国际备用	0 0 0 1	信令网测试和维护消息
1 0 X X	国内网络	0 0 1 1	SCCP
1 1 X X	国内备用	0 1 0 0	TUP
		0 1 0 1	ISUP
		0 1 1 0	DUP（与呼叫和电路有关的消息）
		0 1 1 1	DUP（性能登记和撤消消息）
		其它	备用

MSU的SIF（信令信息字段）格式



H₀ 标题码（消息组）

OPC 源信令点编码

H₁ 标题码（消息类型）

DPC 目的地信令点编码

SLC 信令链路码

(3) No.7信令系统的应用——TUP信令流程举例

IAM: 初始地址消息。

IAI: 带附加信息的初始地址消息。

SAM: 后续地址消息

ACM: 地址全消息, 表示被叫空闲, 呼叫建立成功

ANC: 被叫应答、计费消息

ANN: 应答、免费

CLF: 前向释放

CBK: 后向释放

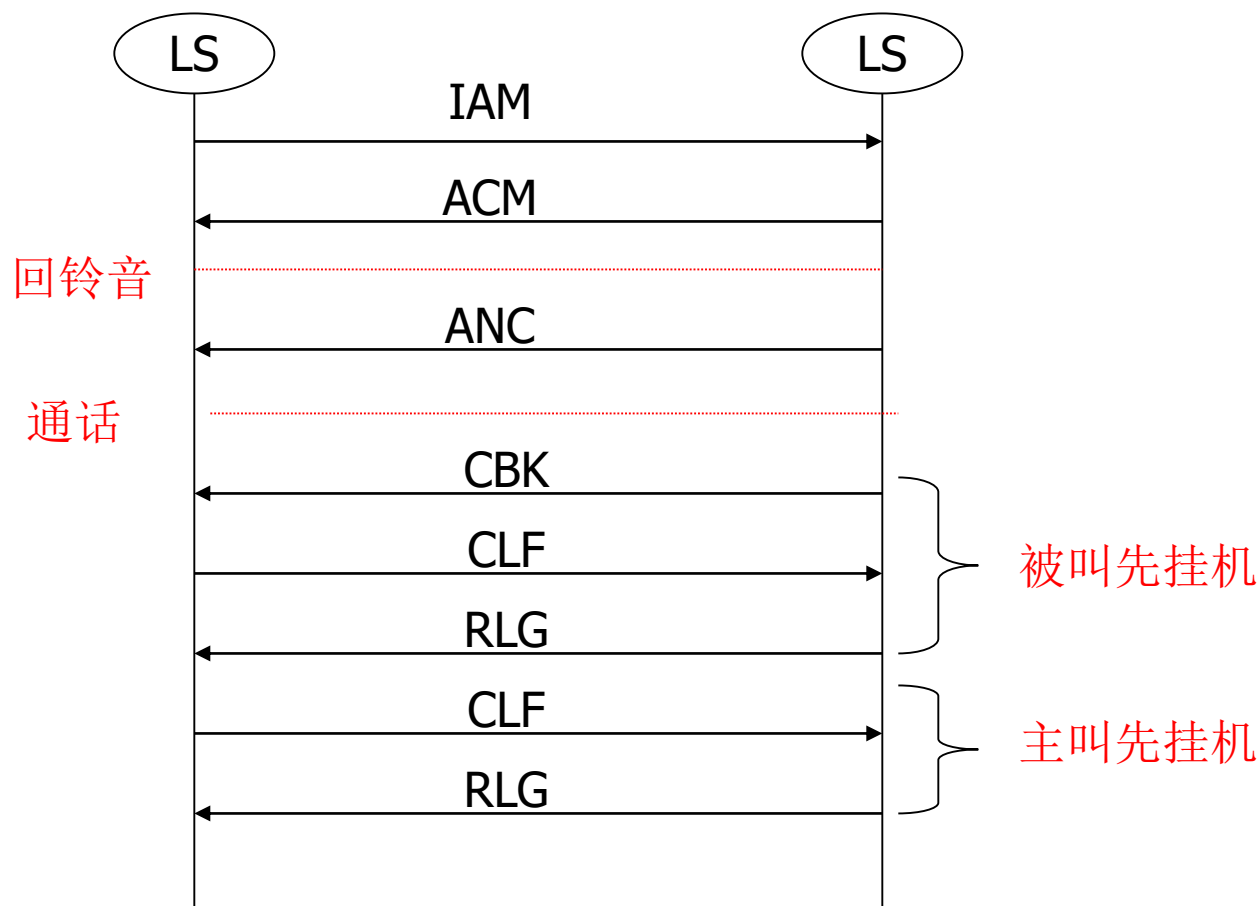
CCL: 主叫挂机

GRQ: 一般请求消息

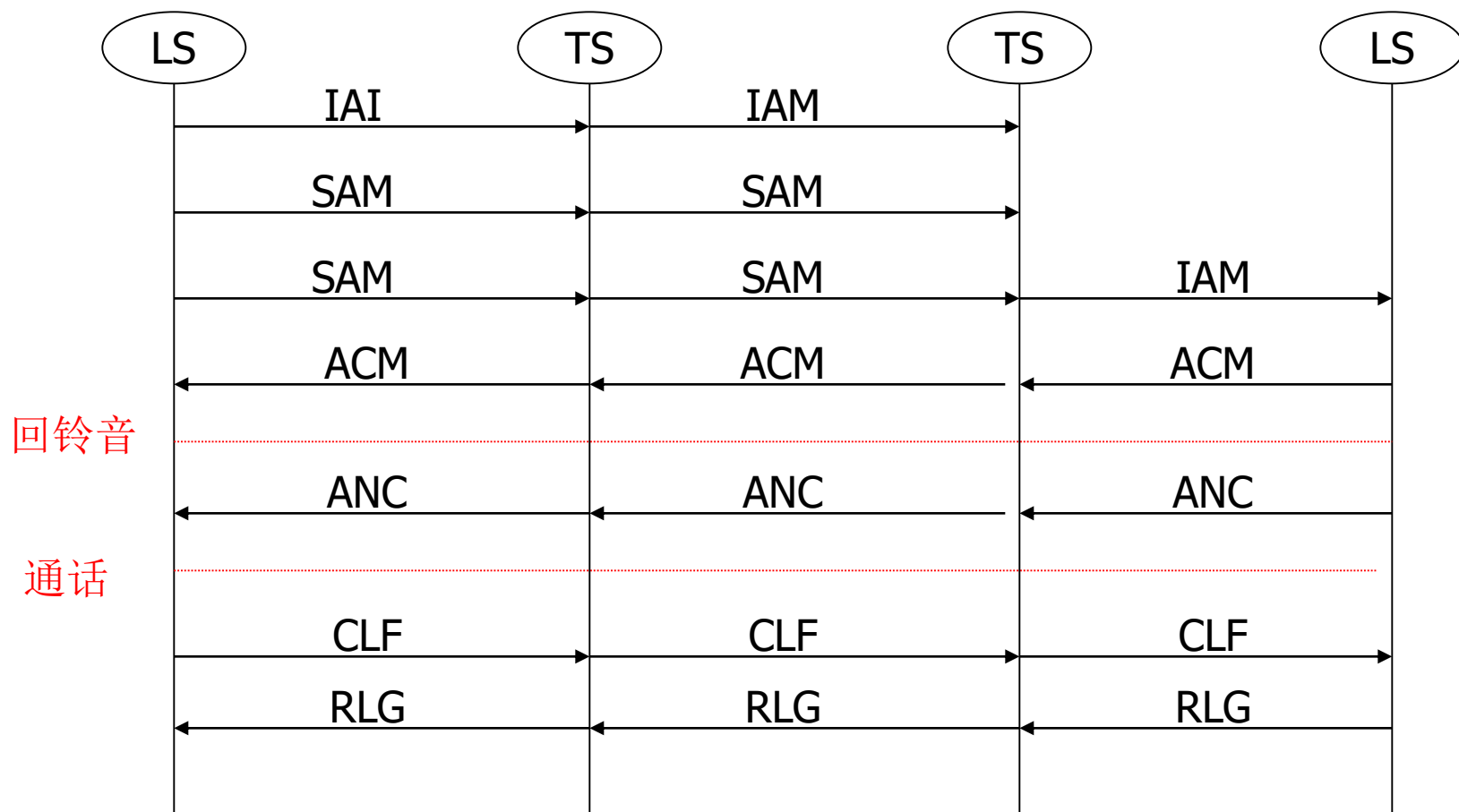
GSM: 一般建立消息

RLG: 正常呼叫结束时电路释放监护消息;

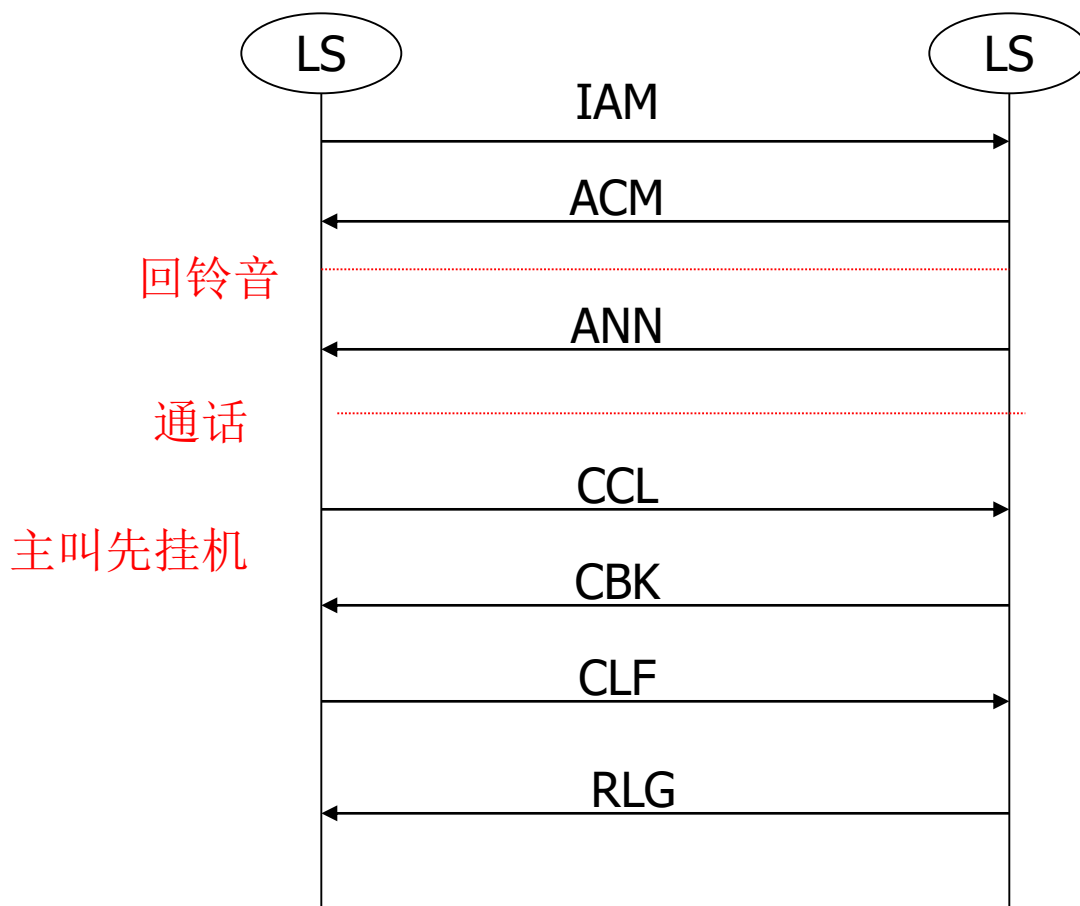
TUP——市话呼叫信令过程



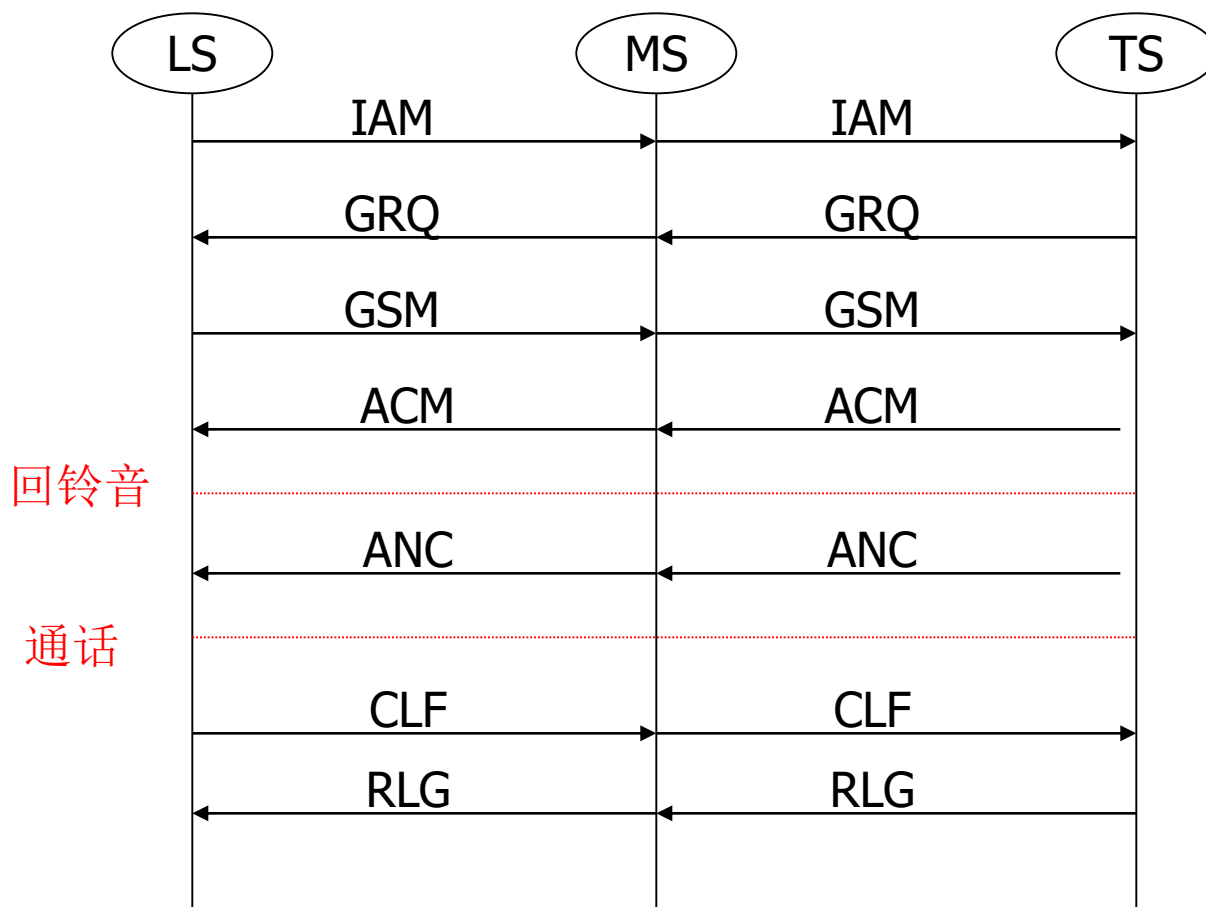
TUP——长话呼叫信令过程



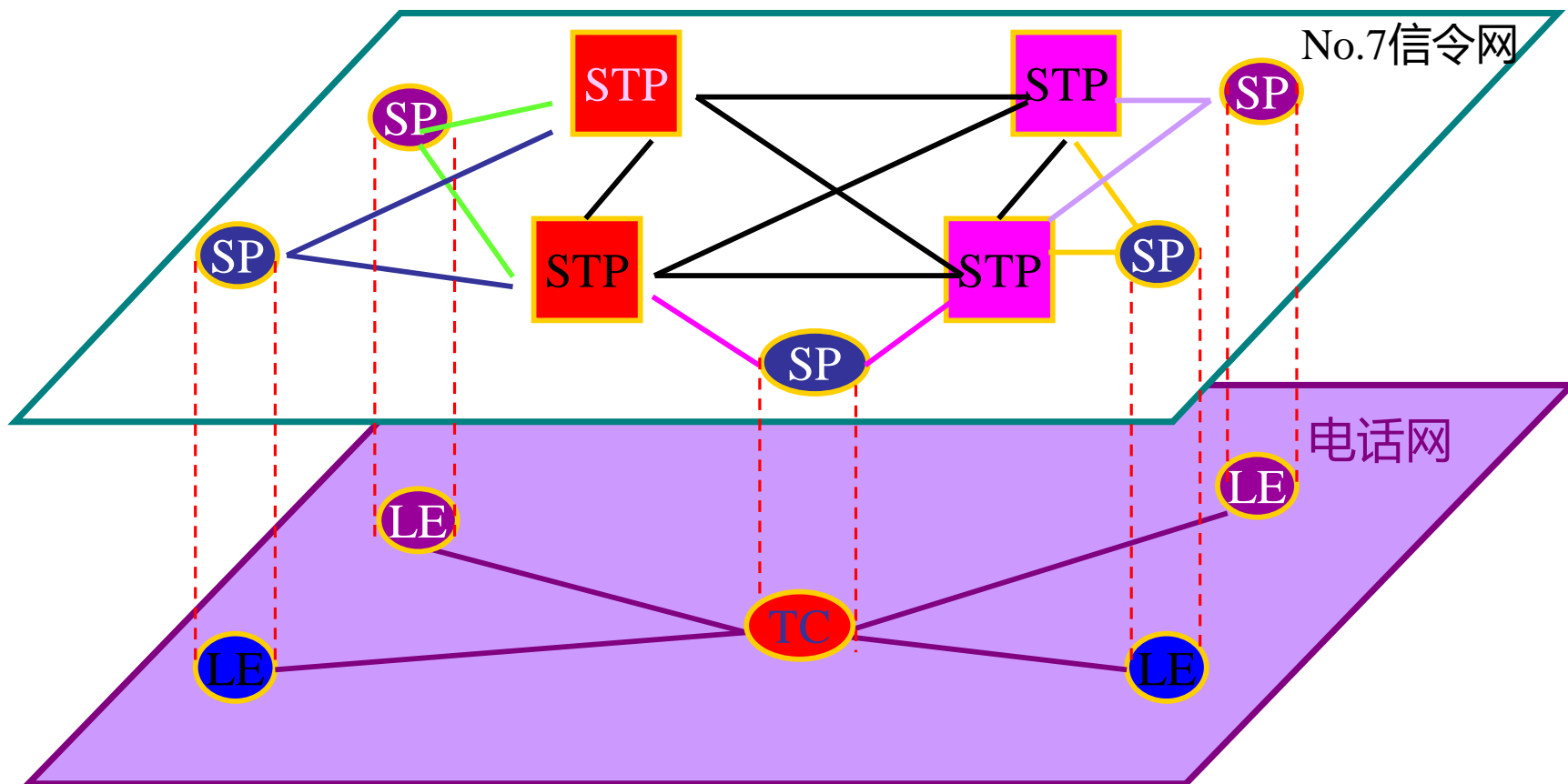
TUP——119特服呼叫信令过程



TUP——恶意呼叫追踪信令过程



(4) No.7信令网结构及工作原理



信令网的组成: 信令网由信令点 (SP)、信令转接点 (STP)、信令链



***STP*容量**

STP容量可用二个参数来表示:

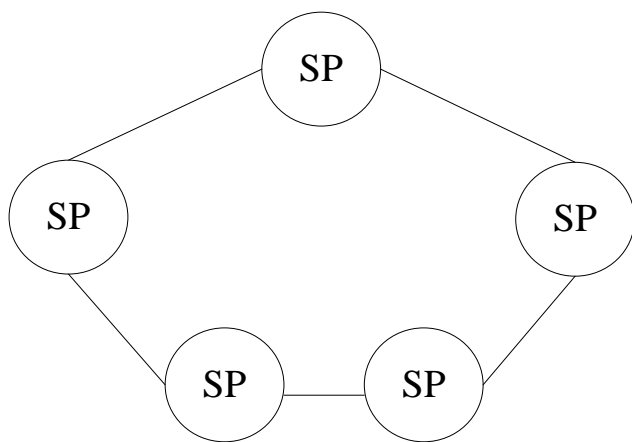
- **STP可以连接的信令链的最大数量**
- **信令处理能力（每秒钟可以处理的最大消息信令单元数量MSU/s）**

独立型STP：最大信令链路数不小于256条链路，信令处理能力不小于20000MSU/s。

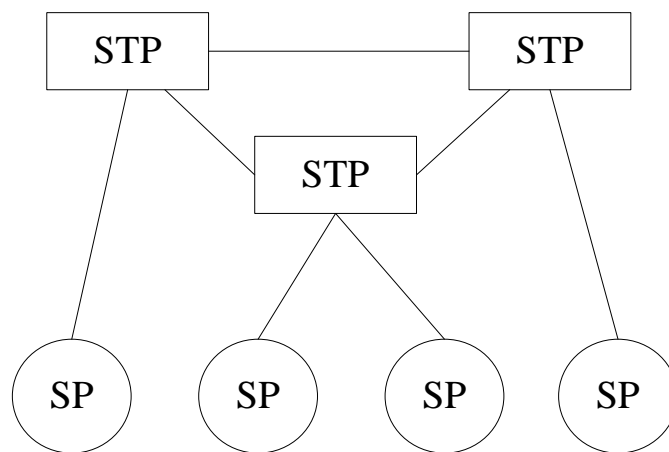
综合型STP：最大信令链路数不小于256条链路，信令处理能力不小于10000MSU/s。

No.7信令网可采用的结构

- **无级信令网**就是信令网中不引入信令转接点，信令点间采用直联工作方式。
- **分级信令网**就是含有信令转接点的信令网，它可按等级分为二级信令网、三级信令网等。

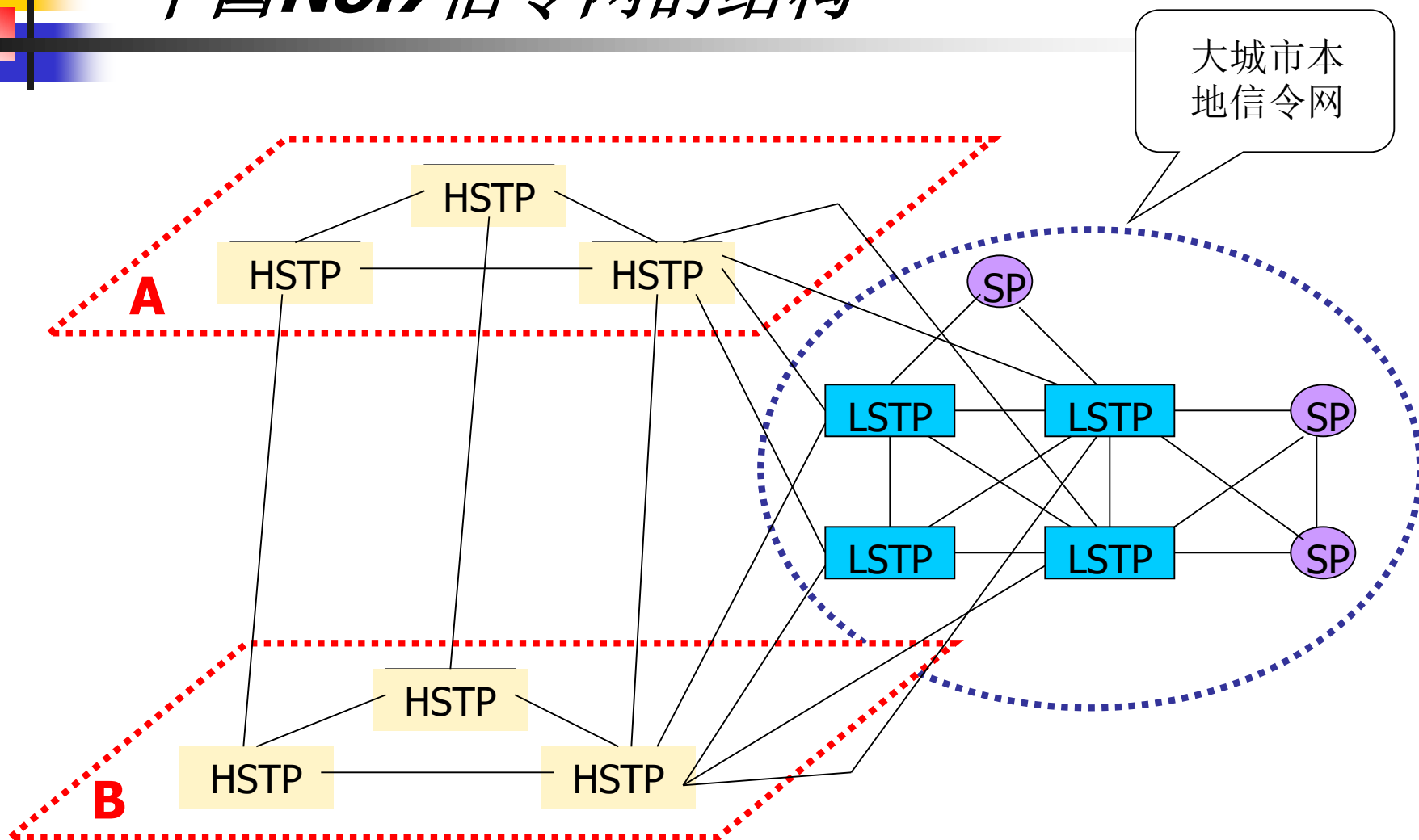


a) 无级信令网



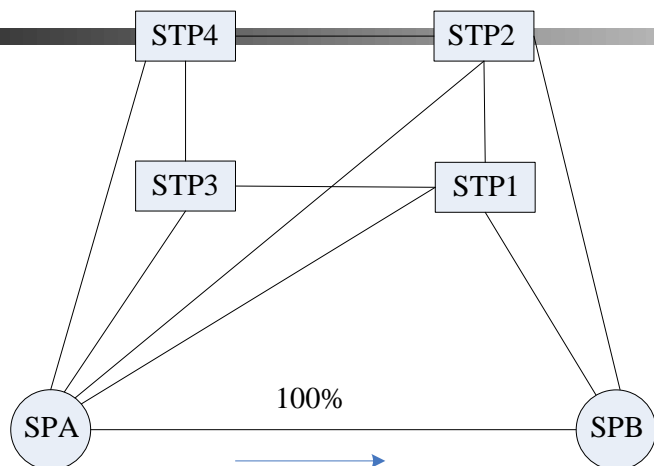
b) 分级信令网

中国No.7信令网的结构

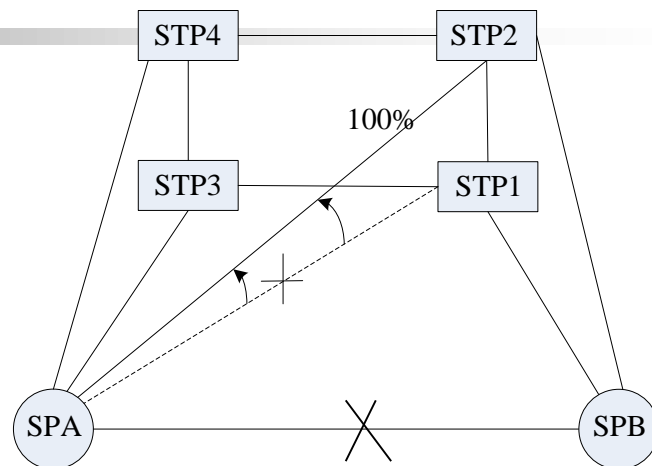


信令网的路由选择

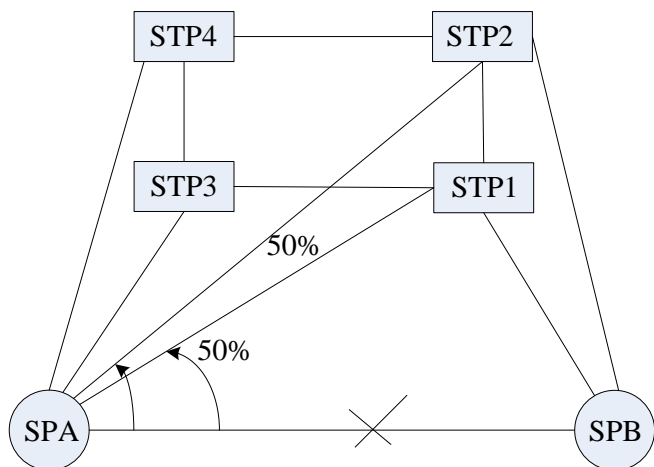
最短路径、负荷分担



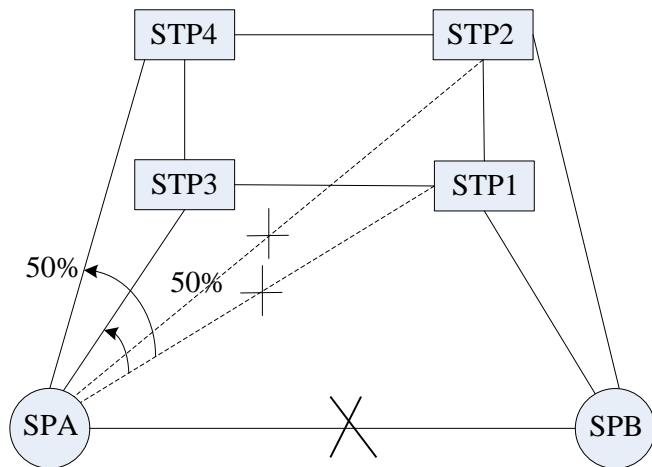
正常路由
(a) 选择正常路由



(c) 第一个迂回路由的一个信令链路组故障



(b) 选择第一迂回路由 (负荷分担)



(d) 第一迂回路由整个故障



信令点编码

为便于信令网的管理，国际和国内信令网的编号是彼此独立的，即各自采用独立的编号计划。

国际信令点编码：ITU-T建议采用14bit编码。

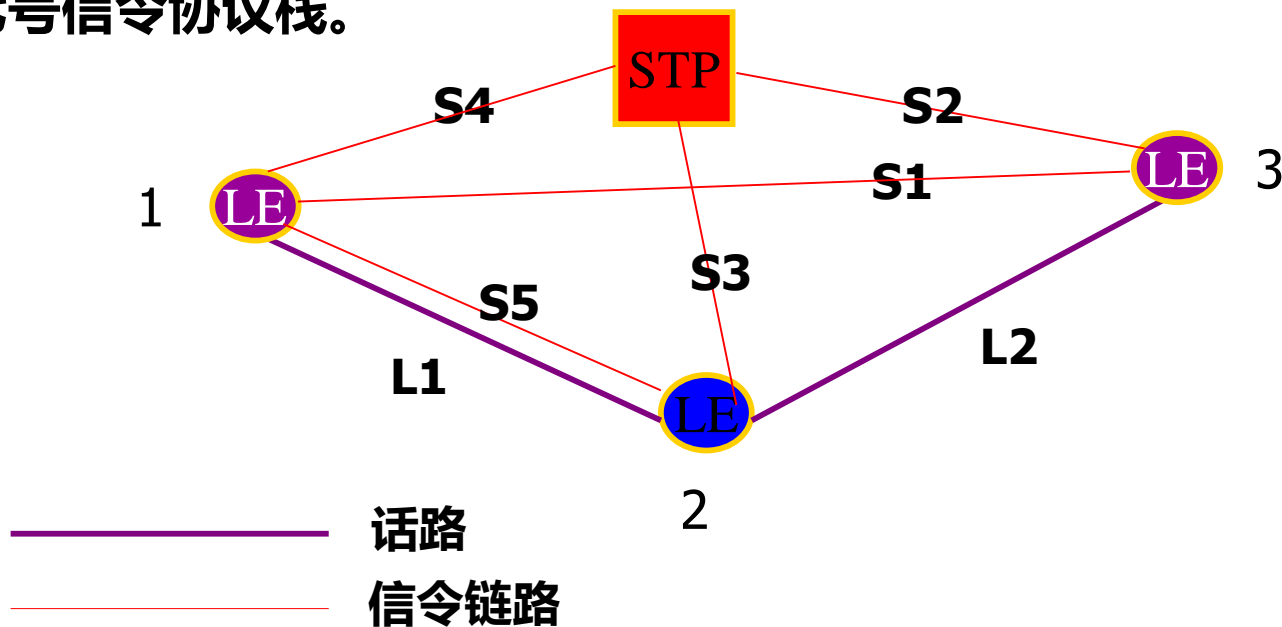
3bit	8bit	3bit
大区或洲 (ZONE)	国家或地区 (AREA)	信令点 (POINT)

国内信令点编码：采用24bit全国统一编号计划。

8bit	8bit	8bit
主信令区编码	分信令区编码	信令点编码

思考题

LE1与LE3用户要进行话音通信，（1）请写出这次电话通信中话音传输的电路及经过的交换设备；（2）列出可能的信令路由及选择顺序；（3）请画出在这次电话通信中信令传输所涉及到的信令链路、信令点及信令转接点的七号信令协议栈。





第3节 *VOIP & SIP*协议

1

IP电话概述

2

SIP协议

IP电话的三种形式 (PC-PC)

*IP Telephony
enabled PC*



*IP Telephony
enabled PC*



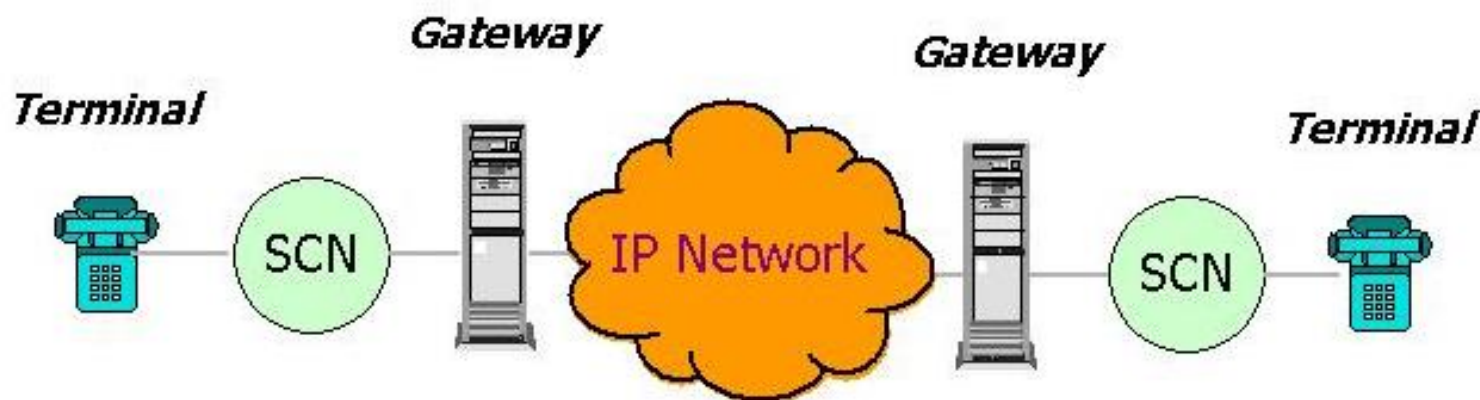
- IP网络内部的话音通信
- 多媒体计算机经电话线或LAN连到ISP
- 利用IP地址进行呼叫
- 话音压缩、编解码、打包在PC上完成(声卡、网卡、modem)

IP电话的三种形式（PC-Phone）



- 传统电话网与IP网络电话业务的互通
- IP网关完成IP地址与电话号码的翻译及语音编解码和打包

IP电话的三种形式 (Phone-Phone)



- 普通电话经电话网连到IP电话网关，用电话号码呼叫
- 传统电话网将IP网络视为其业务承载网
- 发端IP网关鉴别主叫用户，将被叫电话号码翻译成网关IP地址，将呼叫连接到最靠近被叫的网关，完成话音编码和打包
- 收端IP网关完成拆包、解码及反向地址翻译，将呼叫连到被叫终端用户



第3节 *VOIP & SIP*协议

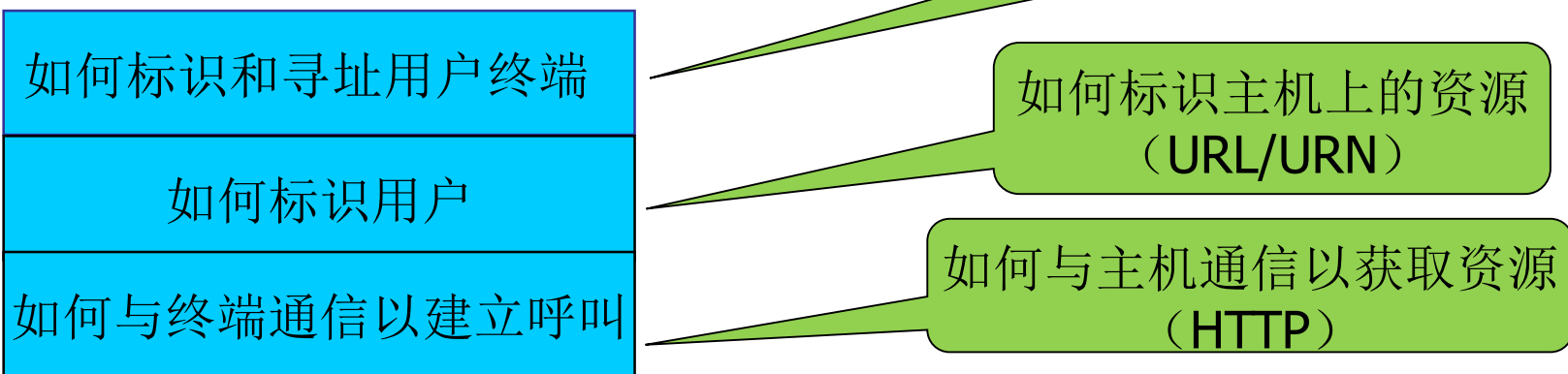
1 IP电话概述

2 SIP协议

SIP协议的设计目标

支持Internet Telephony 应用

目标



- 支持Internet会话 (考虑Internet网络特性)
- 尽量重用现有成熟协议 (底层TCP/UDP、与SDP配合)
- 尽量做到与现有应用集成
 - 重用现有协议实现机制 (Email)、重用现有协议语法规则 (HTTP)
- 易于扩展

SIP协议的设计目的

SIP协议是一种**应用层会话控制**协议

- 用于**建立、修改、终止**用户之间的**多媒体会话**
(邀请指定用户加入多媒体会话)

User Location (用户**定位**)

如何标识和找到用户及终端

User Availability (用户**可用性**)

用户是否可接受会话邀请

User Capabilities (用户**能力**)

建立怎样的会话

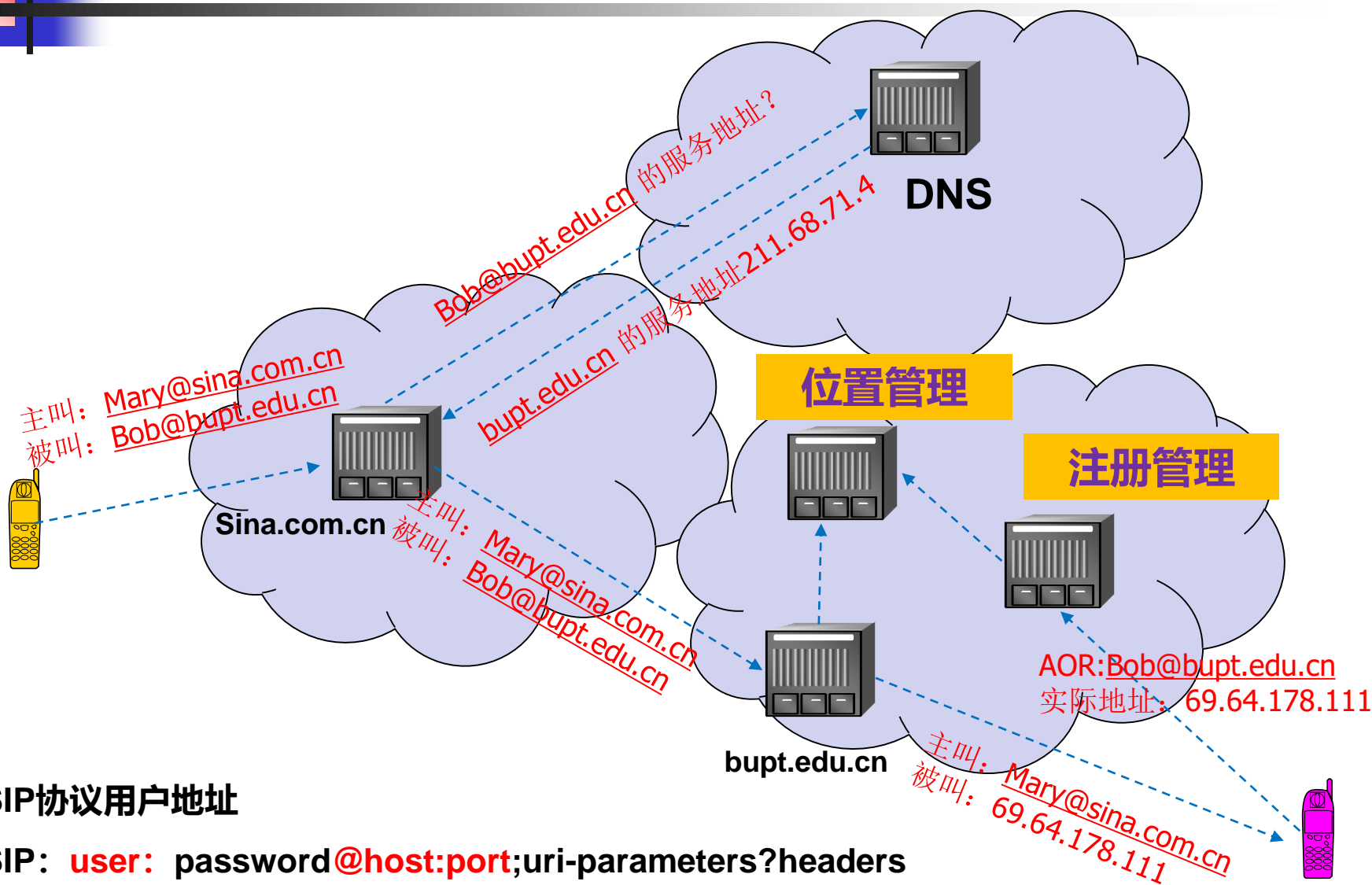
Session Setup (会话**建立**)

如何发起和建立会话

Session Management (会话**管理**)

如何管理和关闭会话

用户定位和用户可用性

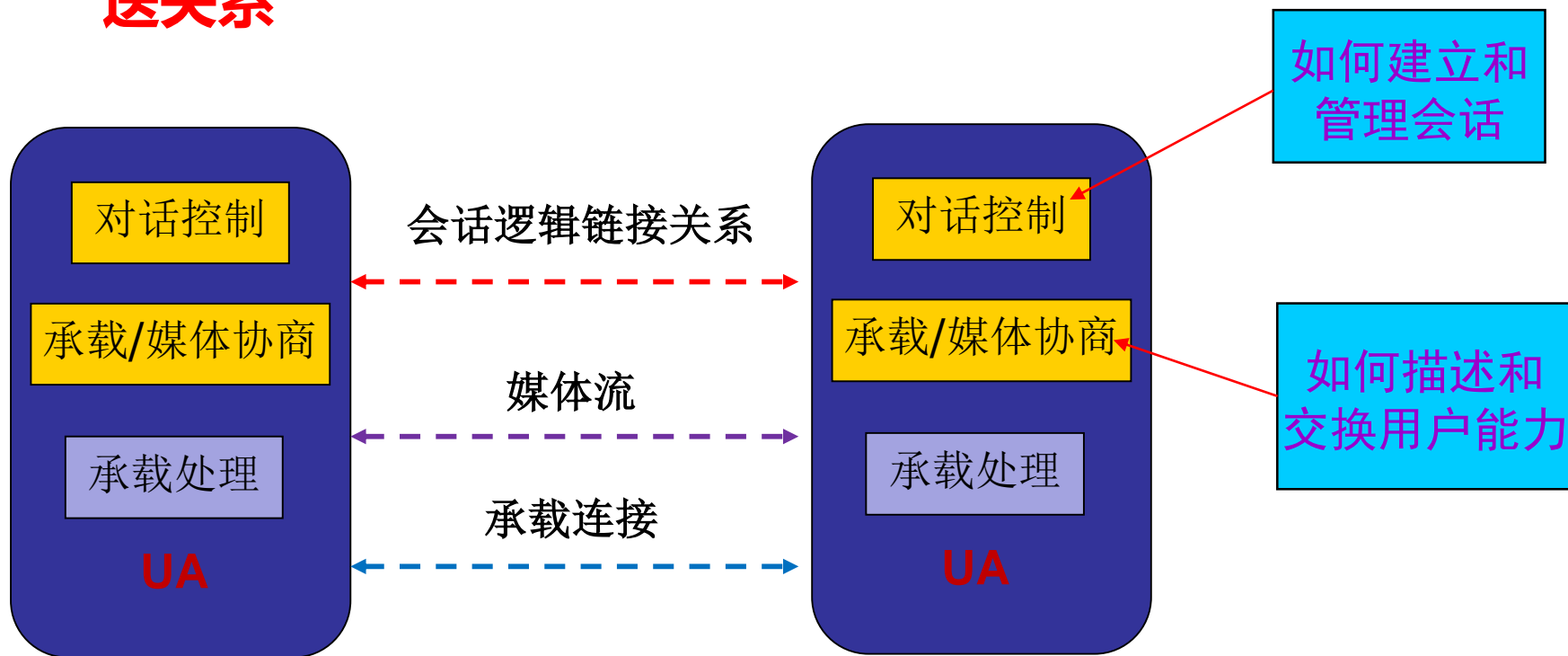


SIP协议用户地址

SIP: **user:** password@host:port;uri-parameters?headers

会话与会话建立

- 会话是一组**多媒体发送方和多媒体接收方**，及发送方和接收方之间的**对话关系**和发送方与接收方之间的**数据传送关系**





SIP消息

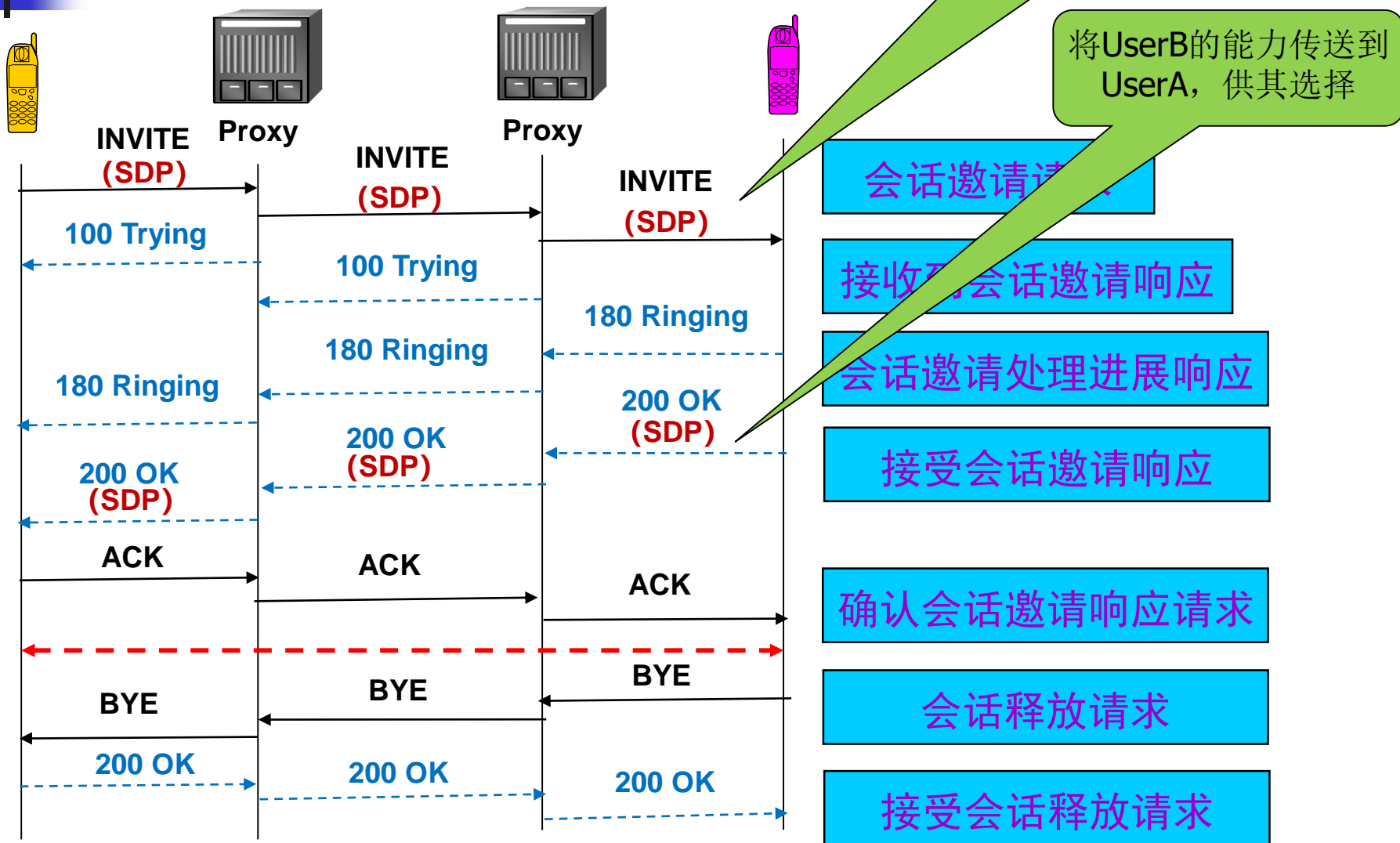
SIP请求消息:

- **REGISTER**: 将用户位置信息送往SIP服务器
- **INVITE**: 邀请一个用户加入一电话呼叫或会议
- **BYE**: 终止两用户之间的连接
- **OPTIONS**: 请求有关用户能力的信息, 但不建立呼叫
- **STATUS**: 通知另一服务器正在进行的信令动作进展情况
- **CANCEL**: 终止用户的查找 (取消未决的请求)
- **ACK**: 证实客户已收到最终的响应

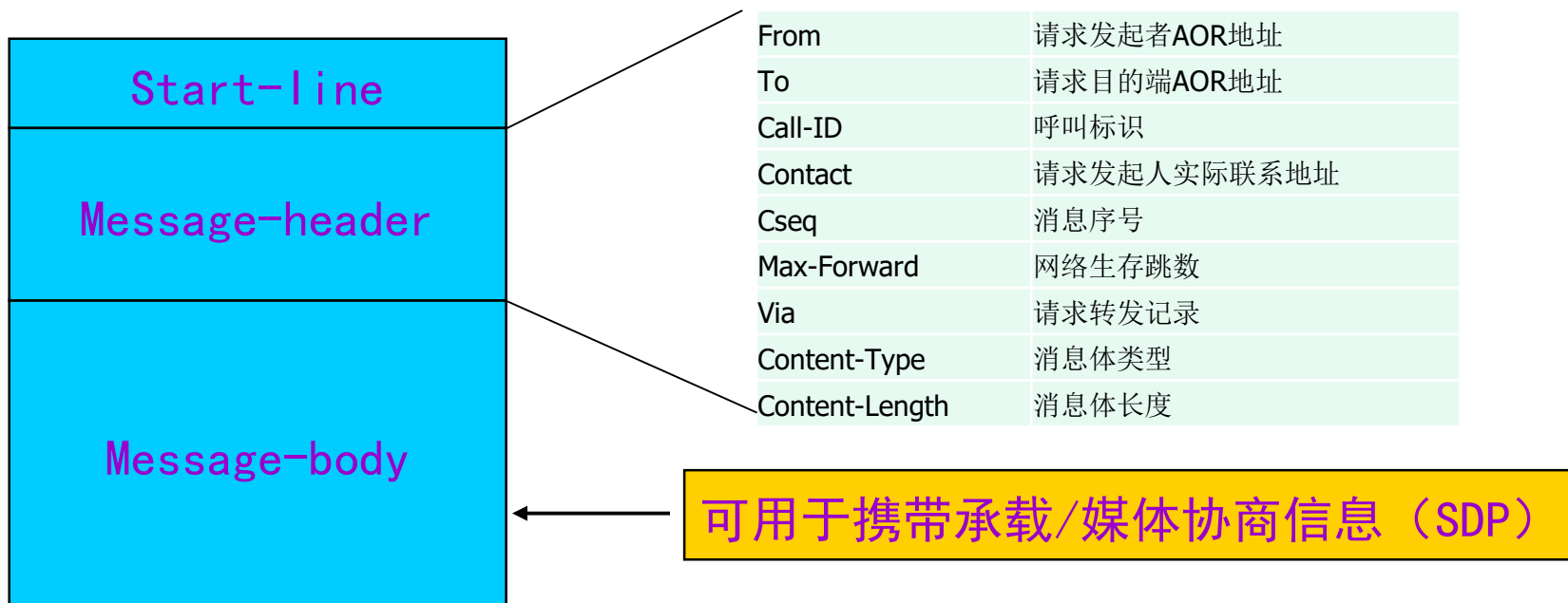
SIP响应消息:

- 1XX: 请求已收到, 告知发送方正在处理请求
- 2XX: 行动已经成功收到, 理解并接受
- 3XX: 重定向响应, 为完成呼叫请求还需采取进一步动作
- 4XX: 请求有语法错误或不能被服务器执行, 修改, 再发
- 5XX: 服务器出错
- 6XX: 全局错误

基本会话处理流程



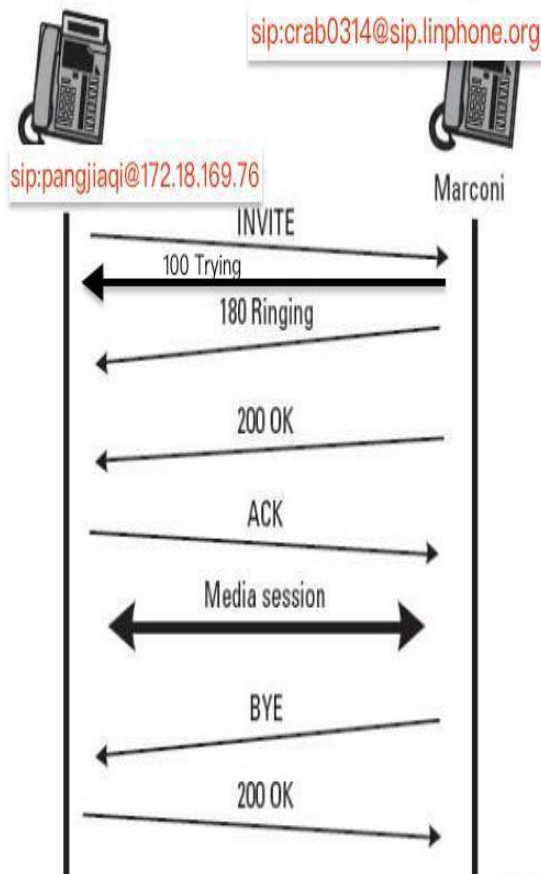
SIP消息结构



语音**audio**: **AMR**、**G.711A**、**G.711u**、**G.723**、**G.729**

视频**video**: **H.263**、**H.264**

被叫 sip:crab0314@sip.linphone.org



```
▶ User Datagram Protocol, Src Port: 5060, Dst Port: 5060
▼ Session Initiation Protocol (INVITE)
  ▼ Request-Line: INVITE sip:crab0314@sip.linphone.org SIP/2.0
    Method: INVITE
  ▼ Request-URI: sip:crab0314@sip.linphone.org
    Request-URI User Part: crab0314
    Request-URI Host Part: sip.linphone.org
    [Resent Packet: False]
  Message Header
  ▼ Via: SIP/2.0/UDP 172.18.169.76:5060;branch=z9hG4bK.GFir0qqBn;rport
    Transport: UDP
    Sent-by Address: 172.18.169.76
    Sent-by port: 5060
    Branch: z9hG4bK.GFir0qqBn
    RPort: rport
  ▼ From: <sip:pangjiaqi@172.18.169.76>;tag=ZcA0FBtC4
    ▶ SIP from address: sip:pangjiaqi@172.18.169.76
    SIP from tag: ZcA0FBtC4
  ▼ To: sip:crab0314@sip.linphone.org
    ▶ SIP to address: sip:crab0314@sip.linphone.org
    SIP to address User Part: crab0314
    SIP to address Host Part: sip.linphone.org
  ▶ CSeq: 20 INVITE
    Call-ID: iILT2kLPJZ
    Max-Forwards: 70
    Supported: replaces, outbound
    Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER, NOTIFY, MESSAGE, SUBSCRIBE, INFO, UPDATE
    Content-Type: application/sdp
    Content-Length: 789
  ▼ Contact: <sip:pangjiaqi@103.37.140.17;transport=udp>;+sip.instance="<urn:uuid:228a06df-2ce8
    ▶ Contact URI: sip:pangjiaqi@103.37.140.17;transport=udp
    Contact parameter: +sip.instance="<urn:uuid:228a06df-2ce8-4fc8-b886-05c1d9442ba5>"\r\n
    User-Agent: Linphone/3.11.1 (belle-sip/1.6.1)
  ▶ Message Body
```

SIP版本号

此处传输层协议采用UDP

以INVITE请求为例

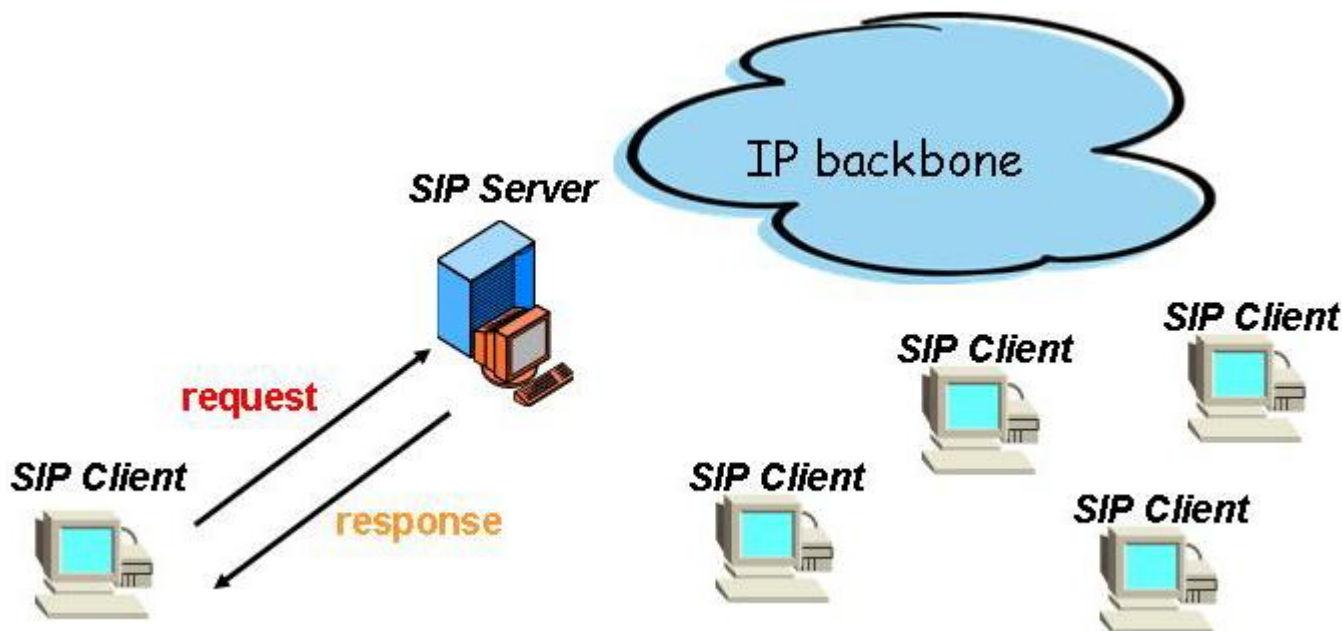
允许的方法

包含SDP的消息体

SIP协议网络架构

● SIP是一种C/S（客户-服务器）结构的协议

- SIP client发出Request, SIP Server给出Response
- 消息处理与HTTP类似, 易于与其他应用集成



- 端系统中的SIP应用称作SIP用户代理 (UA)
 - 用户代理客户 (UAC) : 发送SIP请求
 - 用户代理服务器 (UAS) :
 - 侦听呼叫请求
 - 提示用户或执行程序作出响应
 - $UA=UAC+UAS$

网络服务器

- 注册服务器 (Register Server)

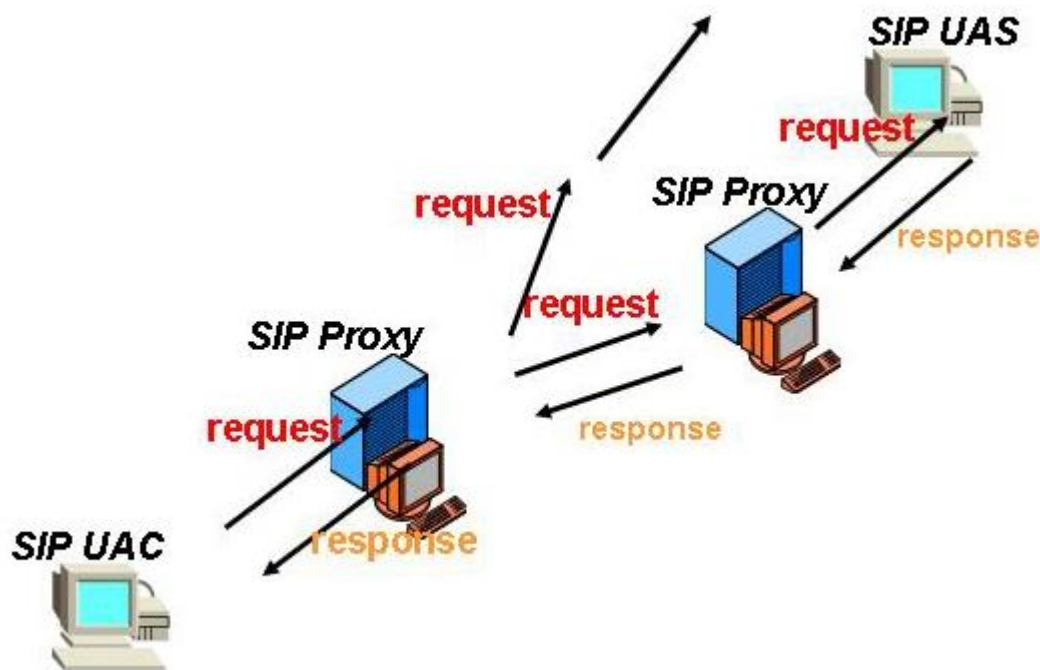
接收客户当前的位置信息。



网络服务器

● 代理服务器 (Proxy Server)

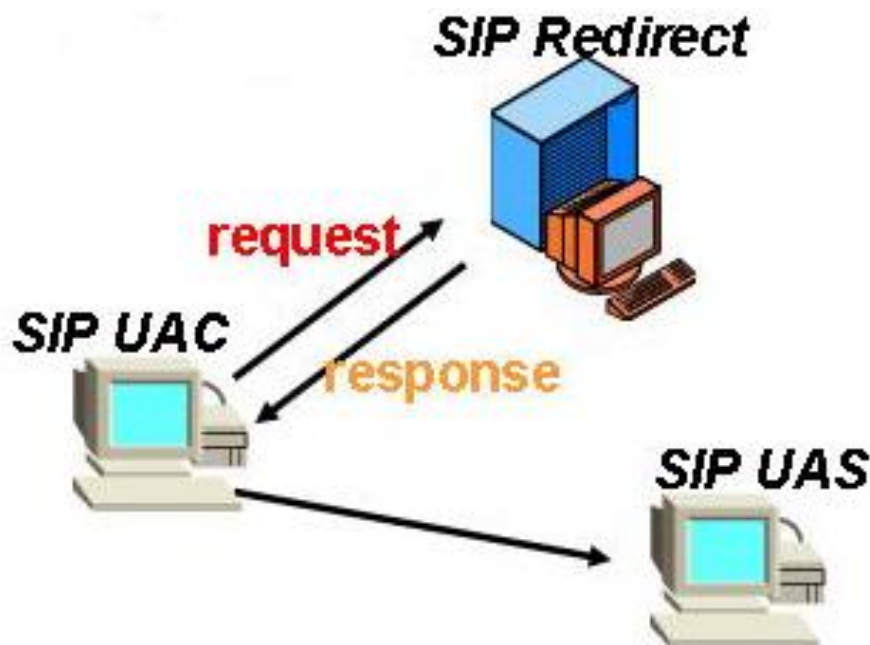
将客户的请求转发到另一SIP服务器或最终的目的地，也可能将请求分发到多个服务器。



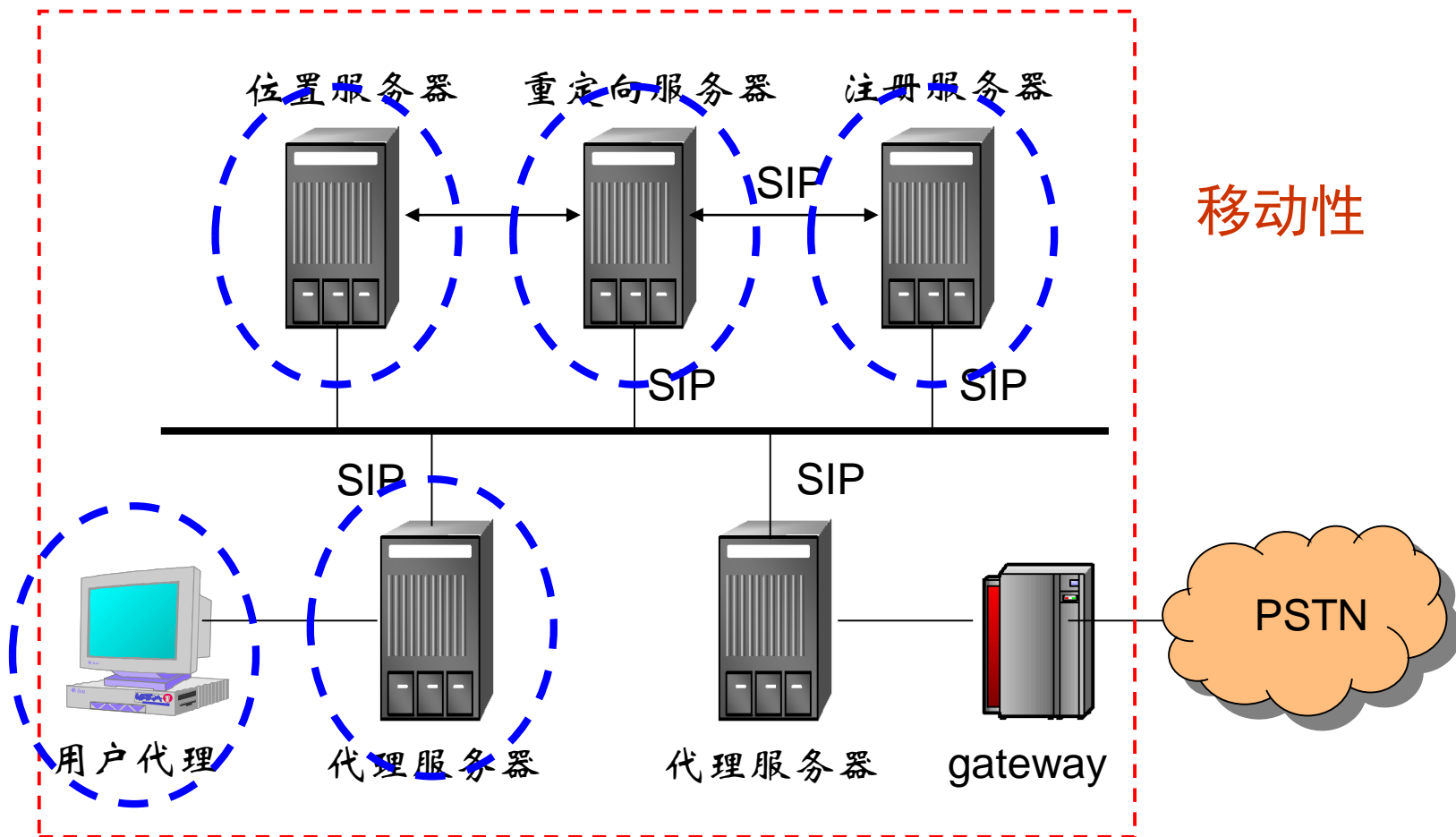
网络服务器

● 重定向服务器 (Redirect Server)

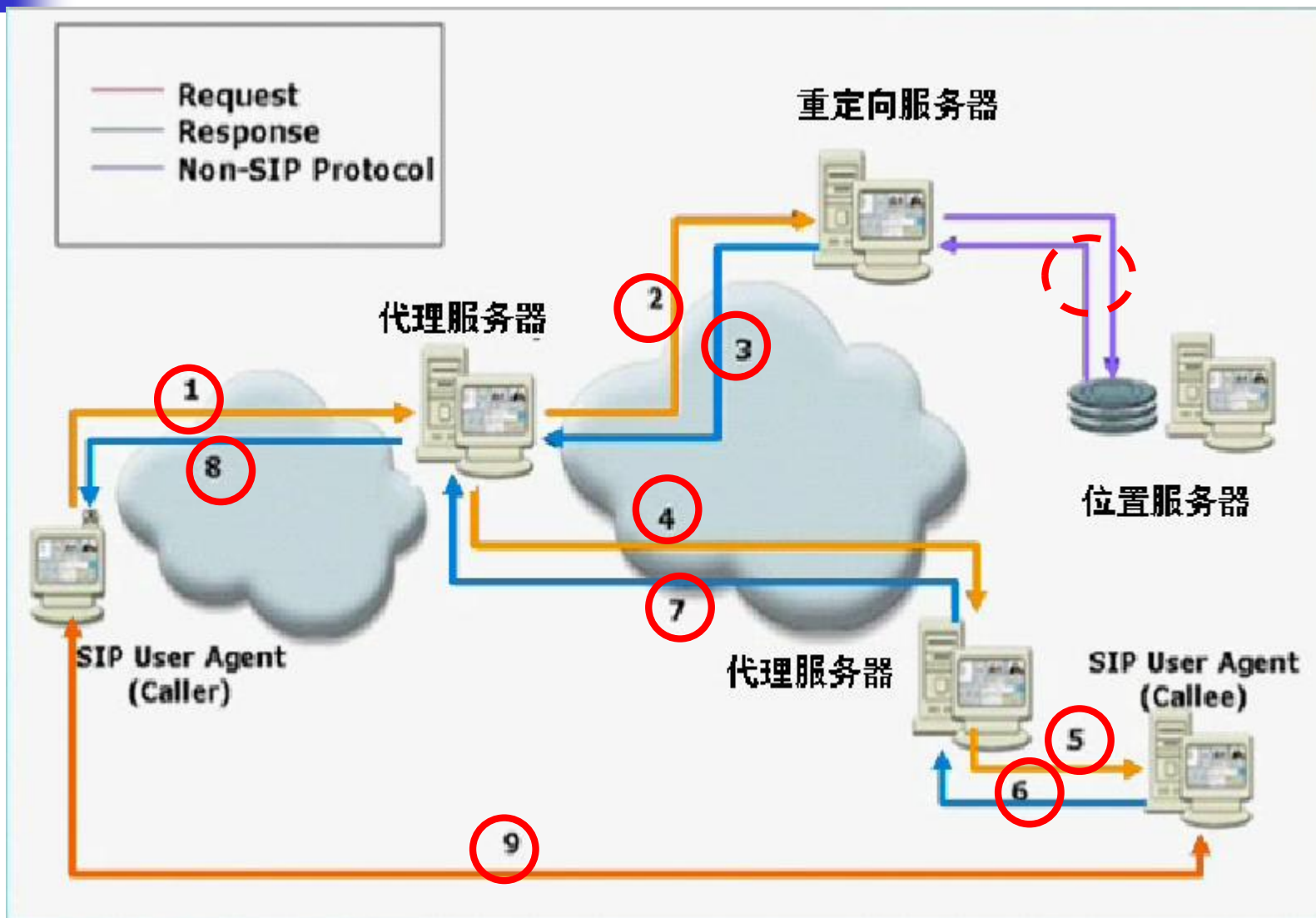
通过响应告诉客户下一跳服务器的地址，然后客户根据此地址向下一跳服务器重新发送请求。



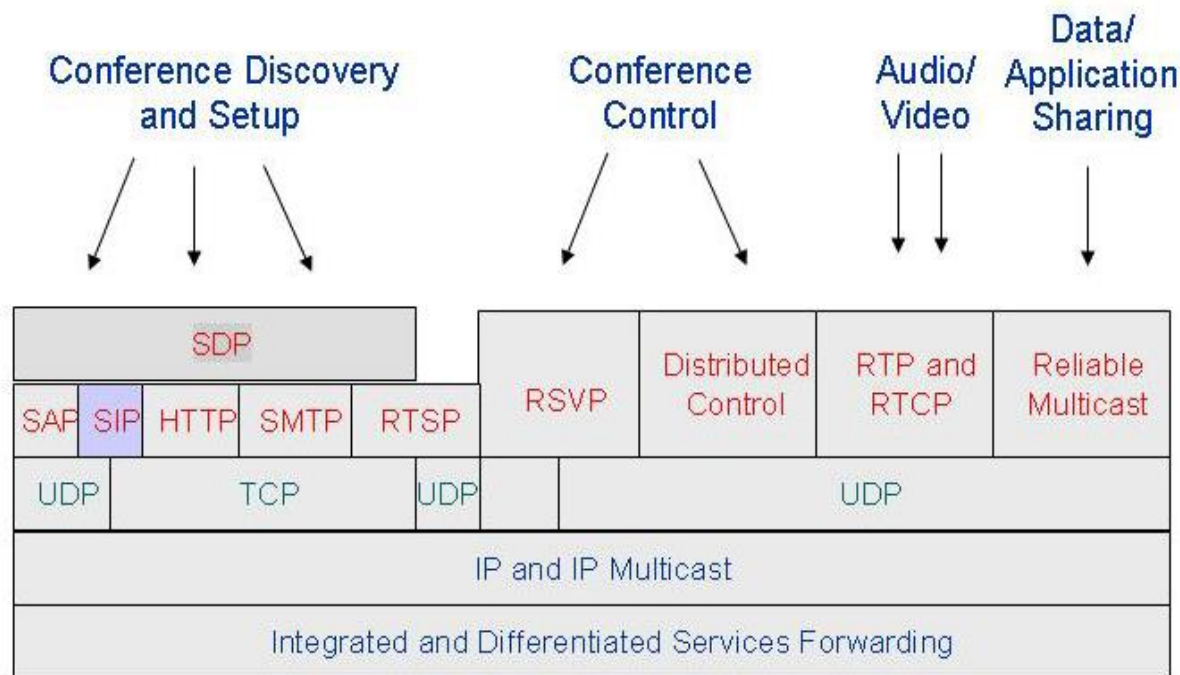
SIP系统组成



SIP 通话流程



SIP协议结构



SDP : Session Description Protocol
 SIP : Session Initiation Protocol
 SAP : Session Announcement Protocol
 RTSP : Real Time Streaming Protocol
 RTP : Real time Transport Protocol





***SIP*标准**

- RFC2543 (original SIP standard) March 1999
- **RFC3261** (latest SIP revision) June 2002
- RFC3262
 - Reliability of Provisional Responses in SIP
- RFC3263
 - SIP: Locating SIP Servers
- RFC3264
 - An offer/answer model with Session Description Protocol
- RFC3265
 - SIP: Specific Event Notification



学习要求：

- 结合课堂所讲内容，认真阅读教材第四章相关内容，体会本章“小结”；
- 深刻理解下列重点内容：
 - 什么是信令？公共信道信令的特点？
 - No.7信令协议栈及其信令网
 - SIP协议的基本原理