



研究性学习任务（作业）

- 1、参照RFC3261及其它资料，学习SIP协议，了解SIP协议构成、协议流程及其应用。试着解释说明微信中实时视频通话、语音通话的实现原理。（310班、313班5月18日中午12点之前提交）
- 2、查找资料学习5G相关技术特点和工作原理。（312班5月25日中午12点之前提交）
- 3、查找SDN技术资料，了解其体系结构、技术特点和基本工作原理。（311班、314班6月4日中午12点之前提交）

说明：

1. 以小组为单位（3-5人/组）开展研究性学习。
2. 每个小组以PPT或视频形式提交研究性学习成果，每个小班抽取2组进行课堂汇报（8-10分钟）。
3. 作业通过邮件发送到：jlbian@bupt.edu.cn，并附上小组所有成员姓名、学号、电话。



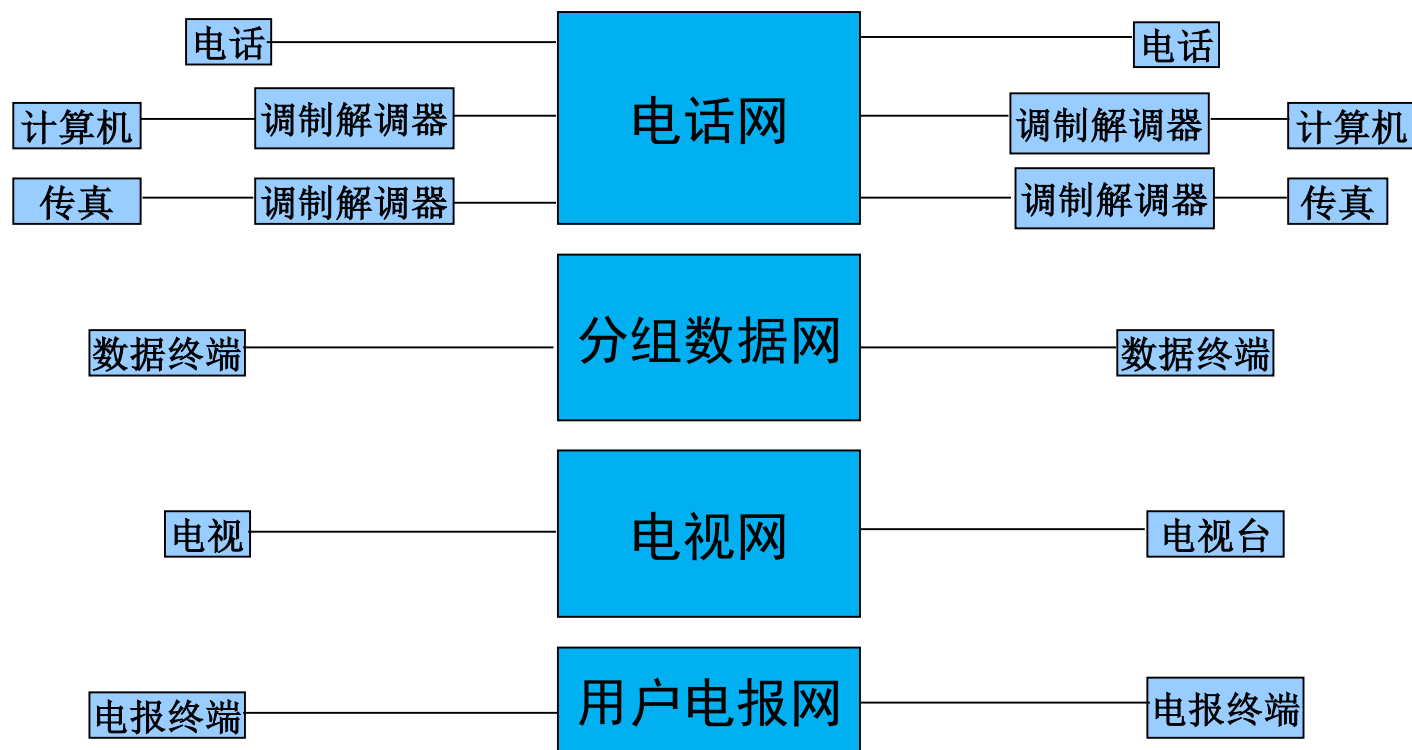
四、分组交换



问题1:

新的业务（数据、多媒体等）出现后，如何有效支撑相关业务应用？

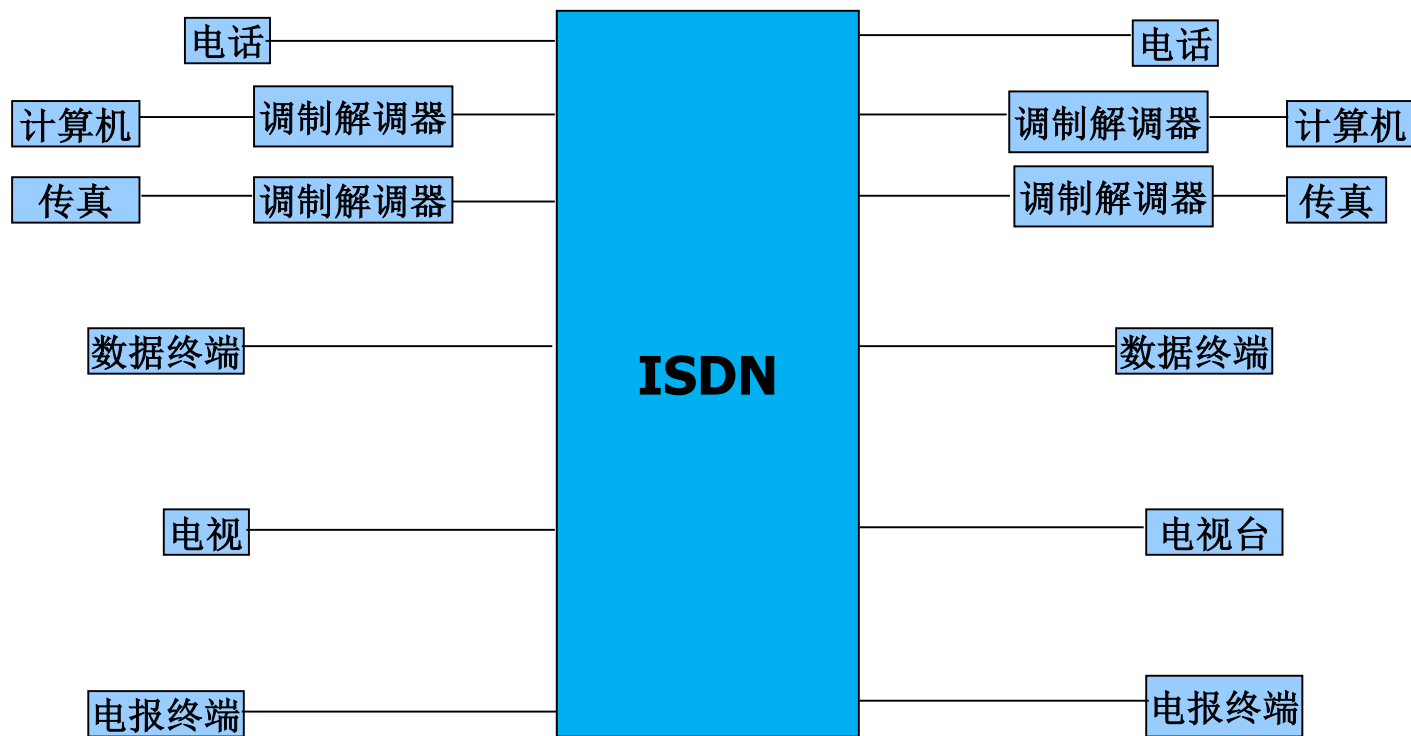
原有业务提供方式



各种通信网

ISDN网络可提供综合业务

数字通信技术
公共信道信令技术
开放系统互连技术



ISDN通信网

ISDN技术产生、发展及现状

□ ISDN技术发展

- ✓ 20世纪70年代提出
- ✓ 20世纪80年代中期标准推出、实验网建设
- ✓ 20世纪80年代末、90年代初向公众开放
- ✓ 20世纪90年代末开始逐渐淡出网络应用

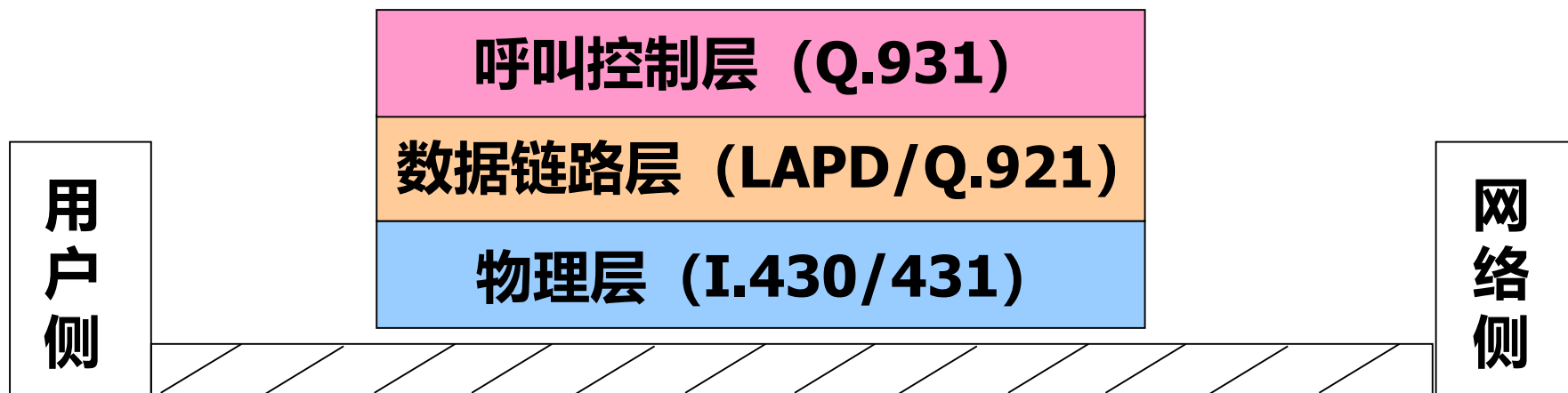
原因?

技术：
以电路交换模式为基础
不能满足业务发展需求

市场：
ADSL技术应用的冲击

ISDN 协议——用户网络接口 (UNI)

ISDN UNI信令指的是S/T接口上的信令协议，由D信道传送，它由3层协议组成：物理层、数据链路层（LAPD/Q.921）和呼叫控制层（Q.931），统称为1号数字用户信令（**DSS1**: Digital **S**ubscriber **S**ignaling No.1）。



UNI协议

ISDN技术产生、发展及现状

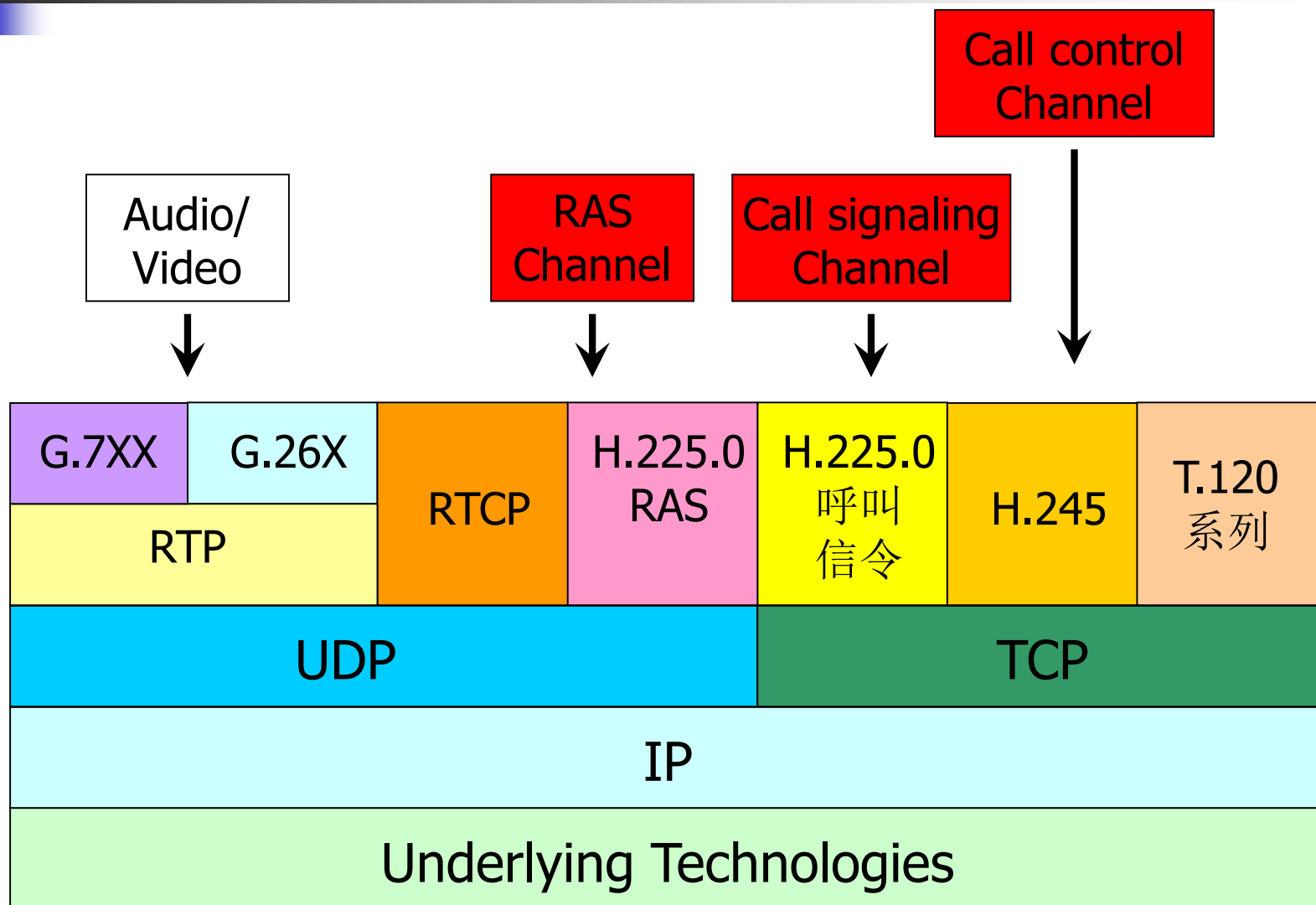
- 网络与业务萎缩、技术应用影响大

技术应用
(DSS1)



VOIP:
H.323协议 (呼叫连接控制信令-H.225.0)

H.323协议栈



ISDN技术产生、发展及现状

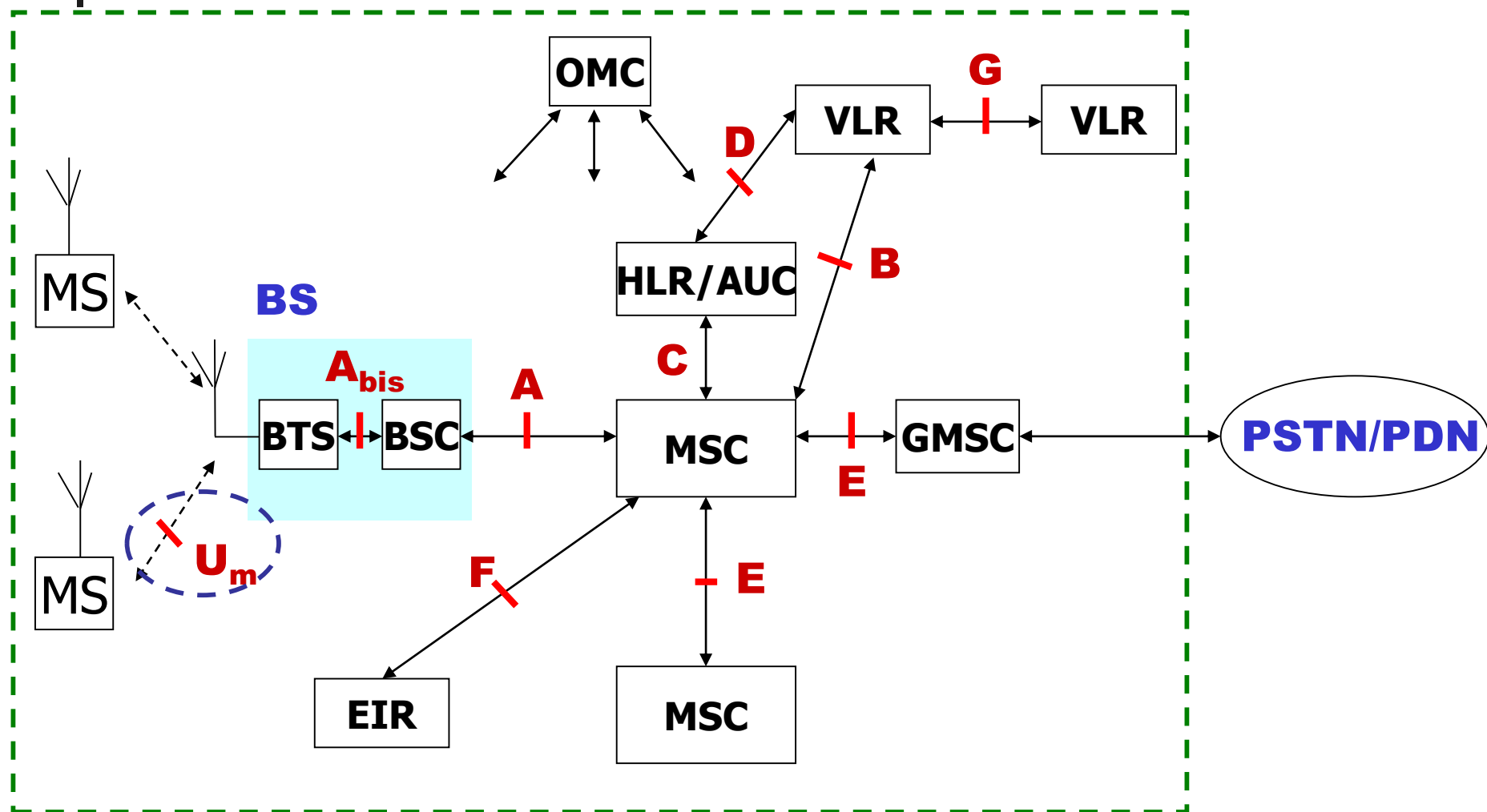
- 网络与业务萎缩、技术应用影响大

技术应用
(DSS1)

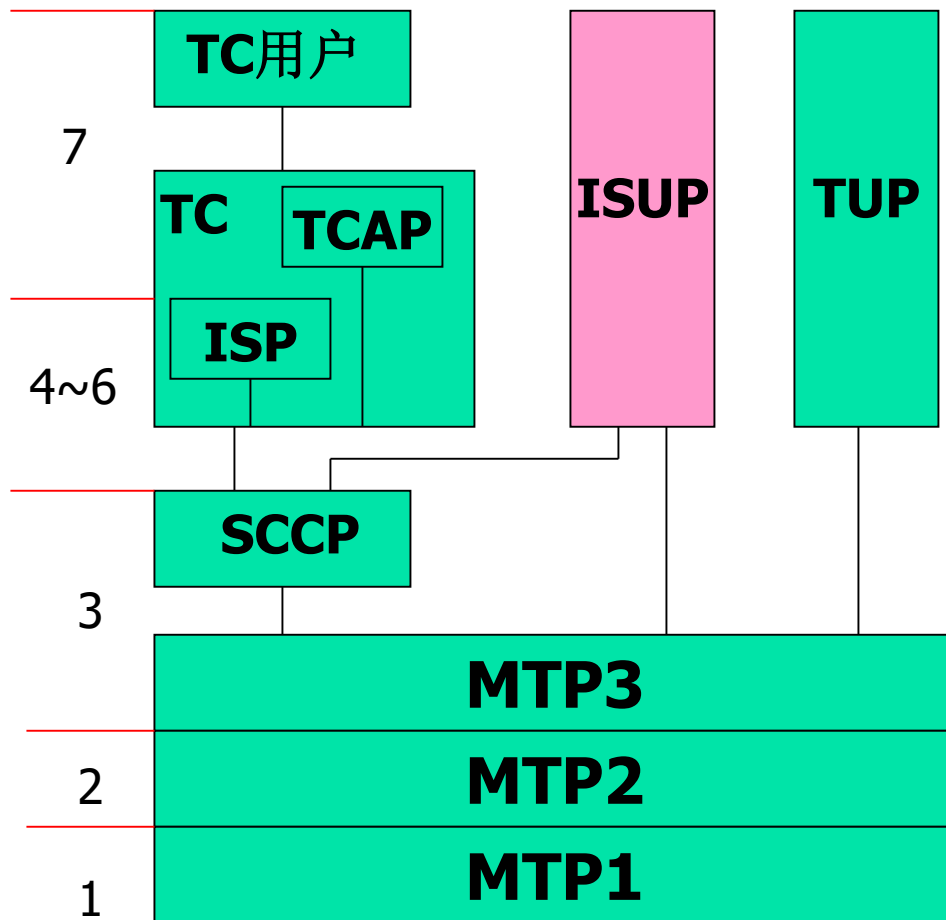
VOIP:
H.323协议 (呼叫连接控制信令-H.225.0)

GSM:
无线接口信令 (数据链路层-LAPD_m)

GSM网络组成



ISDN协议——局间信令



NNI协议

ISUP与TUP 相似，许多消息名和TUP相同，但其功能更复杂，消息内容更丰富。



问题2:

新的支持多种业务（话音、数据、视频、多媒体通信等）的宽带网络的设计目标？

- **对信息的损伤要小**
 - 具有时间透明性
(信息传送的时延和时延抖动要小)
 - 具有语义透明性
(由传送引起的信息丢失和差错要小)
- **能灵活地支持各种业务**
- **具有高速传送信息的能力**



主要内容

1

分组交换-路由器 (MOOC学习)

2

ATM交换

- ATM产生背景
- ATM基本原理

3

多协议标记交换 (MPLS)

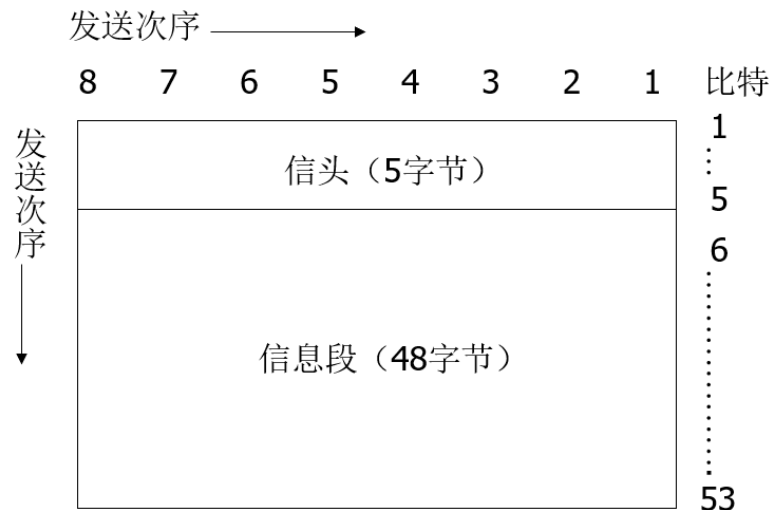


***ATM*基本原理**

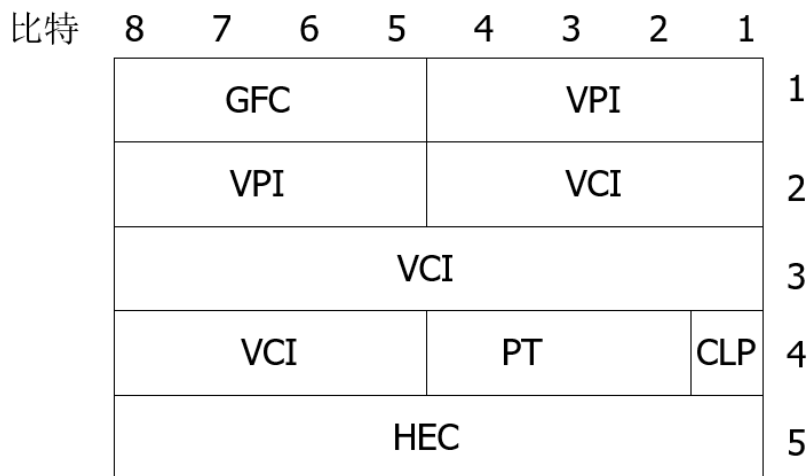
- **ATM信元及其结构**
- **异步时分复用技术**
- **面向连接的工作方式**

ATM信元及其结构

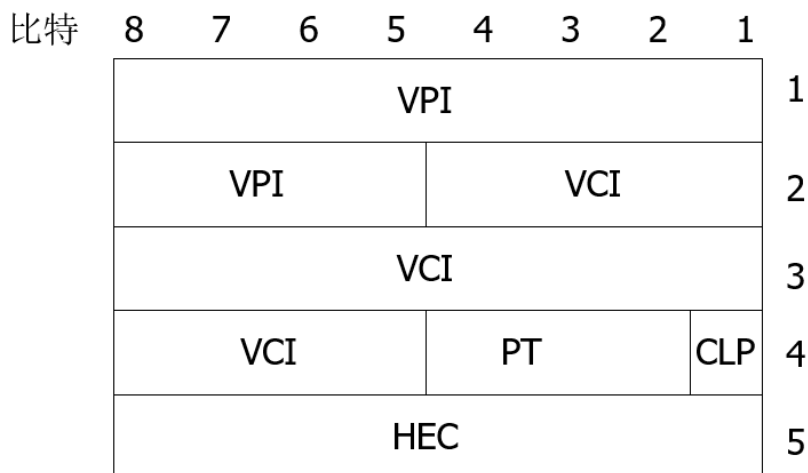
信元结构：信元由5字节信头和48字节信息段（净荷）组成



UNI的信头结构



NNI的信头结构





ATM信元及其结构

GFC (Generic Flow Control) :

一般**流量控制**字段 (4个比特) , 用于接入的流量控制。由于B-ISDN的UNI接入的终端数量可以很多, 需要控制流向网络的流量, 以避免网络, 短期过载。

VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier) : **选路信息**

PT (Payload Type) : 3个比特, 表示**净荷类型**

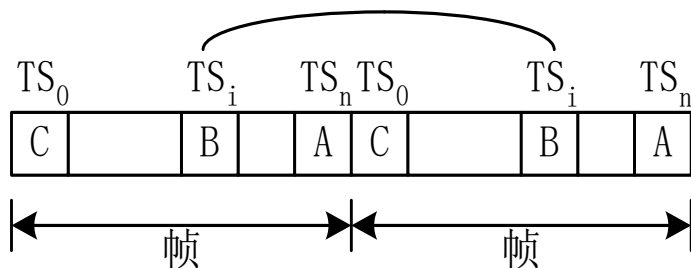
CLP (Cell Loss Priority) :

表示**信元丢失优先级**, 只有1个比特, CLP=0, 表示高优先级; CLP=1, 表示低优先级, 若遇到拥塞要丢弃信元时, CLP=1的信元将首先丢弃。

HEC (Head Error Control) : 1个字节, 用于**信头差错控制**

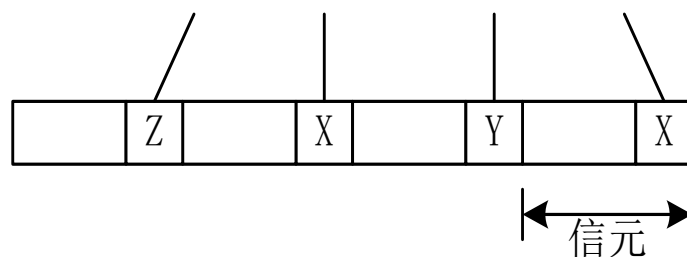
异步时分复用技术

属于逻辑信道B的原始信号周期性出现



(a) STD

有一个表明属于哪路逻辑信道的标记 (VPI/VCI)



(b) ATD

STD (Synchronous Time Division) :

通过**时间位置**来区别每一个逻辑信道

ATD (Asynchronous Time Division) :

通过**标记**来区别每一个逻辑信道

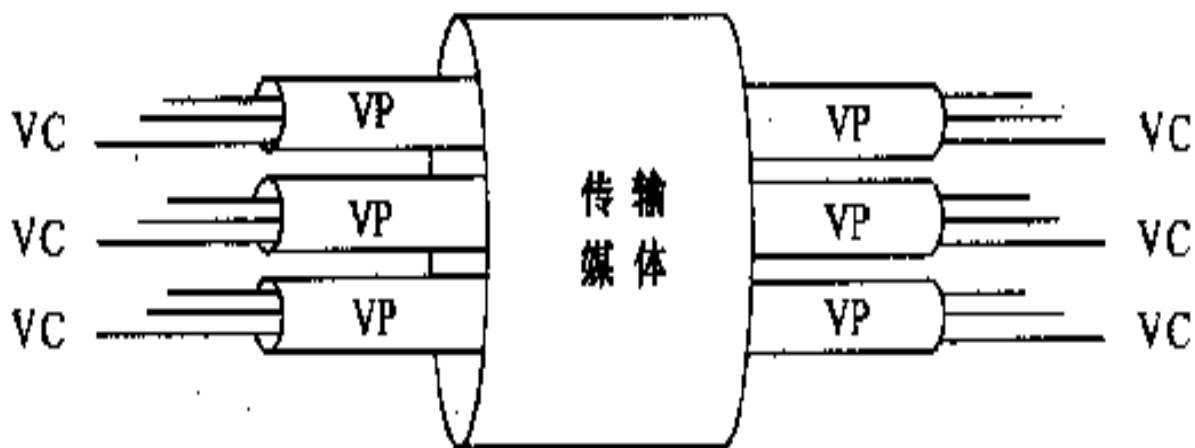
面向连接的工作方式

虚通道与虚信道：

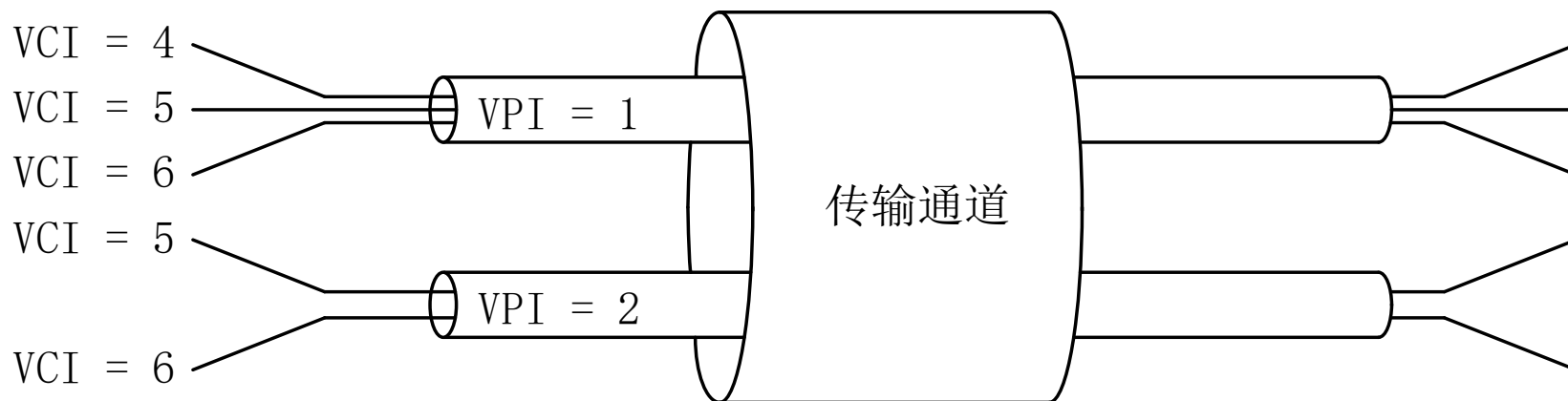
ATM传输通道可分割成若干个逻辑子信道，为便于应用和管理，逻辑子信道可按两个等级来划分：

虚通道 (VP--Virtual Path)

虚信道 (VC--Virtual Channel)



面向连接的工作方式

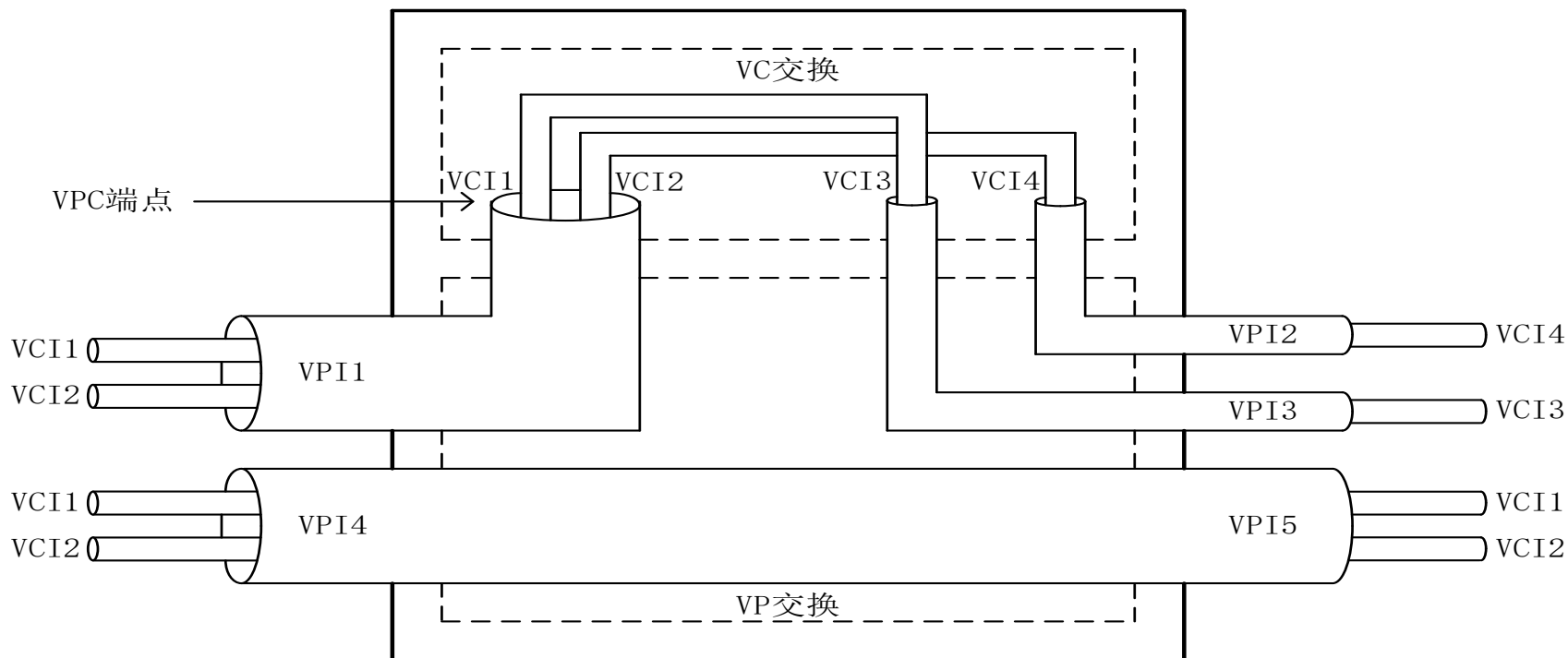


- 向北京方向（用VPI = 1标识）的3个通信，两个是数据通信，一个是电话通信（分别用VCI = 4、5、6标识）
- 向广州方向（用VPI = 2标识）的2个通信，一个是视频通信，一个是电话通信（分别用VCI = 5、6标识）

面向连接的工作方式

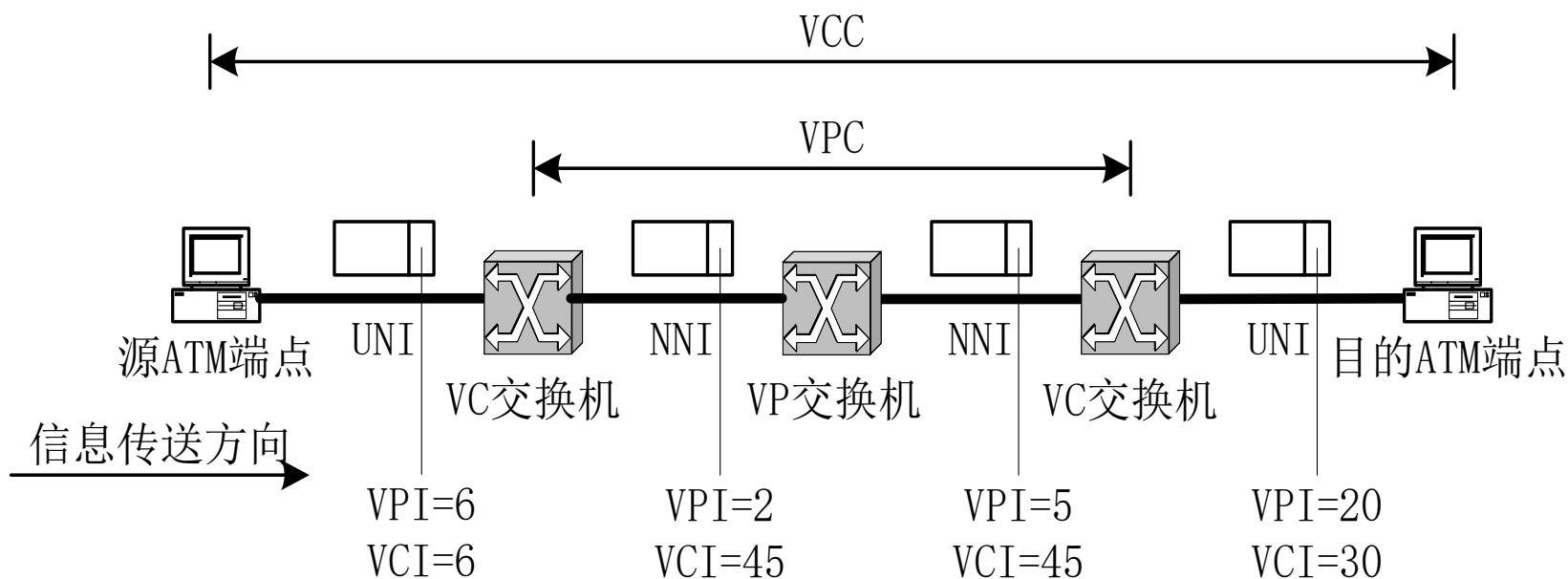
VP交换和VC交换

VP交换是指仅变换VPI值而不改变VCI值的交换，即只进行虚通道的交换，虚通道里面的虚信道并不进行交换。



面向连接的工作方式

ATM连接的建立过程。在源ATM端点与目的ATM端点进行通信前的连接建立过程，实际上就是在这两个端点间的各段传输通道上，**找寻空闲VC链路和VP链路，分配VCI与VPI，建立相应VCC与VPC的过程**，



问题3:

ATM交换方式的技术特点？ 三对基本概念去分析

- 信息传送的最小单元-信元
- 面向连接的信息传送方式
- 异步时分复用
- 动态分配带宽



问题4:

ATM技术应用现状如何？

曾经研究的热点问题:

- ATM交换结构
- ATM网的业务流控制
- 话音通过ATM (VOA)
- IP与ATM的融合
- ATM与智能网 (IN) 的结合
- 光ATM交换

ATM技术应用现状

- 退出骨干网
- 应用于城域网

原因?



主要内容

1

分组交换-路由器

2

ATM交换

3

多协议标记交换 (MPLS)

- 什么是MPLS
- MPLS网络体系结构
- MPLS基本交换原理
- MPLS交换节点体系结构



问题5:

下一个**宽带交换技术**应该是什么样的？

- 低时延
- 高带宽
- 高可靠
- 灵活支持各类业务

问题：IP网络信息传送的特点（业务节点的功能）？

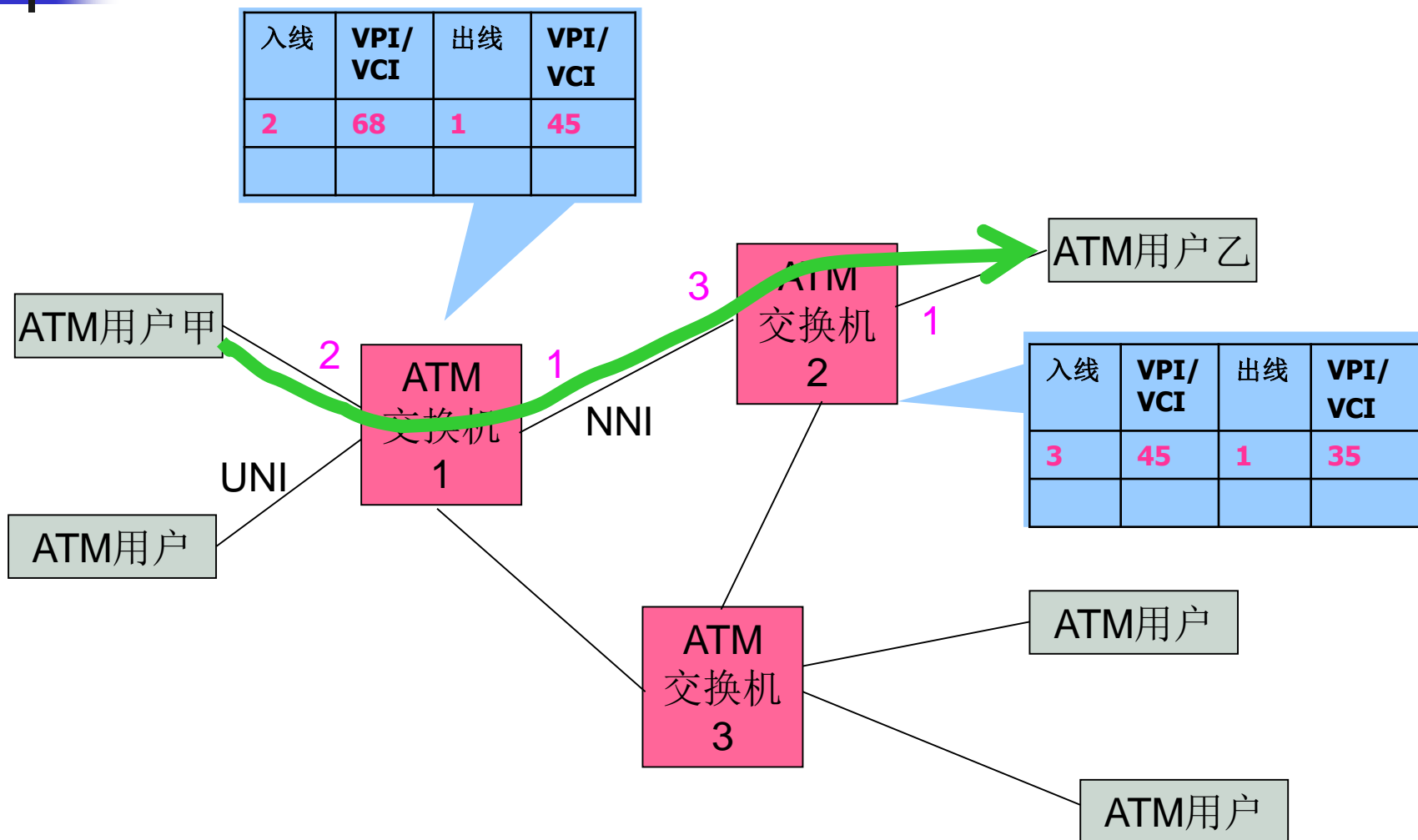
- **分组交换（数据报方式）**
- **无连接工作方式**
- **动态分配带宽（统计时分复用）**
- **无QoS保证（尽力而为）**

IP网络技术特点：

优点：技术简单、可扩展性好、灵活性高

存在问题：传输效率低、无法保证服务质量

基于VPI/VCI虚连接的ATM信元传递





ATM网络技术

问题：ATM网络信息传送的特点（业务节点的功能）？

- ATM交换方式
- 面向连接工作方式（逻辑连接）
- 动态分配带宽（异步时分复用）
- 有QoS保证

ATM网络技术特点：

优点：可满足多业务需求、传输效率高
保证服务质量、有流量控制

存在问题：技术复杂、可扩展性不好



***IP*交换技术**

Ipsilon公司——**IP**交换

Cisco公司——标签交换 (**Tag Switch**)

IBM公司——基于**IP**交换的路由聚合技术 (**ARIS**)

IETF——**ATM**上的传统**IP**技术 (**IPOA**)

多协议标记交换 (**MPLS**)

ATM Forum——局域网仿真 (**LANE**)

ATM上的多协议 (**MPOA**)



什么是多协议标记交换——MPLS

MPLS—*Multi-Protocol Label Switching*



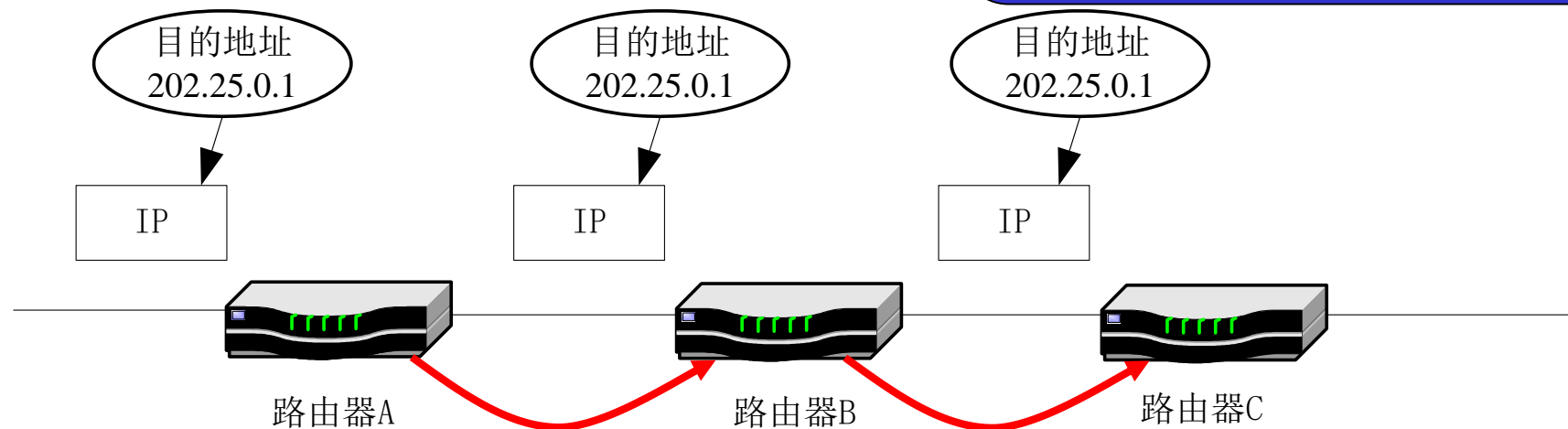
标记、多协议

传统IP网交换技术

RIP: 路由信息协议

OSPF: 开放最短路径优先协议

BGP: 边界网关协议



目的地址	下一跳
202.25.0.1	B

目的地址	下一跳
202.25.0.1	C

202.25.0.1

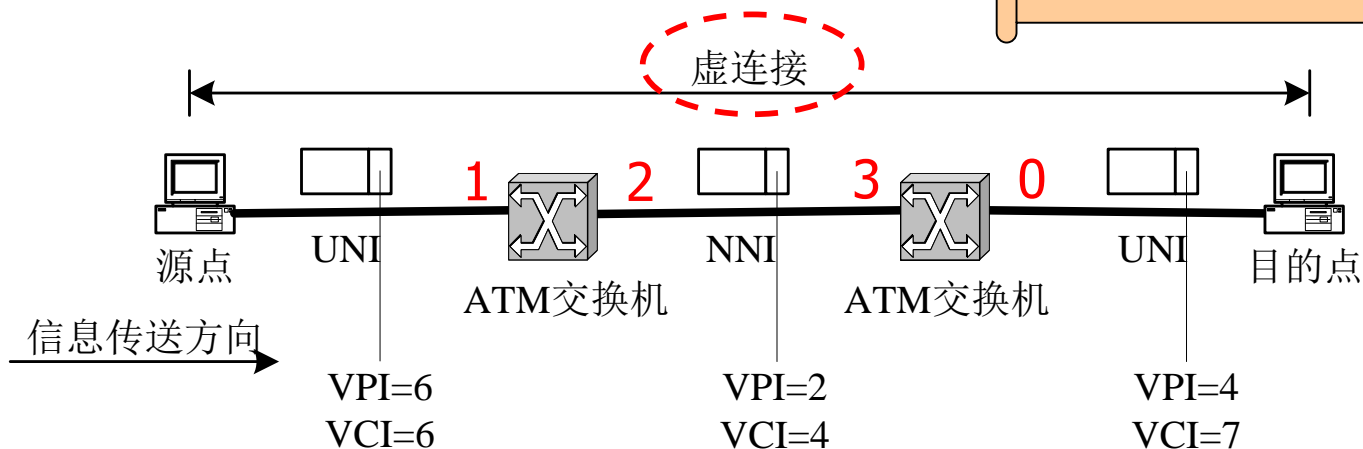
采用最长地址匹配方法进行寻址

路由选择和数据转发同时进行

hop-by-hop

ATM交换

逻辑连接：VPI/VCI



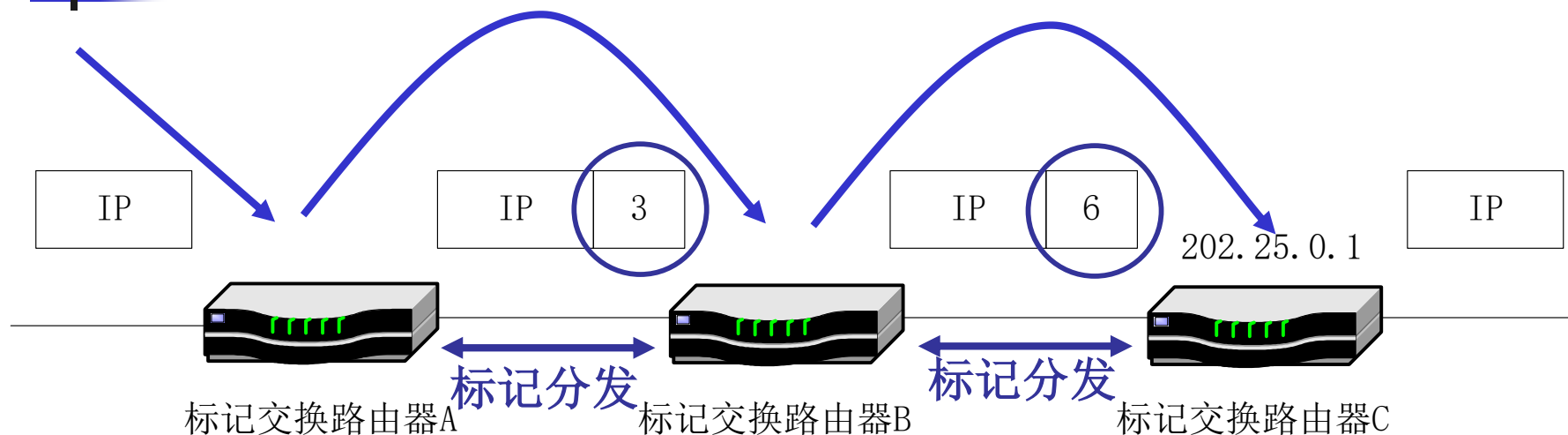
入端口	入信头	出端口	出信头
1	VPI=6 VCI=6	2	VPI=2 VCI=4

入端口	入信头	出端口	出信头
3	VPI=2 VCI=4	0	VPI=4 VCI=7

路由选择和数据转发分开进行

MPLS技术

逻辑连接：label（标记）



目的地址	出标记
202.25.0.1	3

目的地址	入标记	出标记
202.25.0.1	3	6

目的地址	入标记
202.25.0.1	6

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



标记 (*Label*)

MPLS是利用标记进行数据转发的。当分组进入网络时，要为其分配固定长度的短的标记并将标记与分组封装在一起，在整个转发过程中，交换节点仅根据标记进行转发。

LABEL (20bit)	EXP (3bit)	S (1bit)	TTL (8bit)
---------------	------------	----------	------------

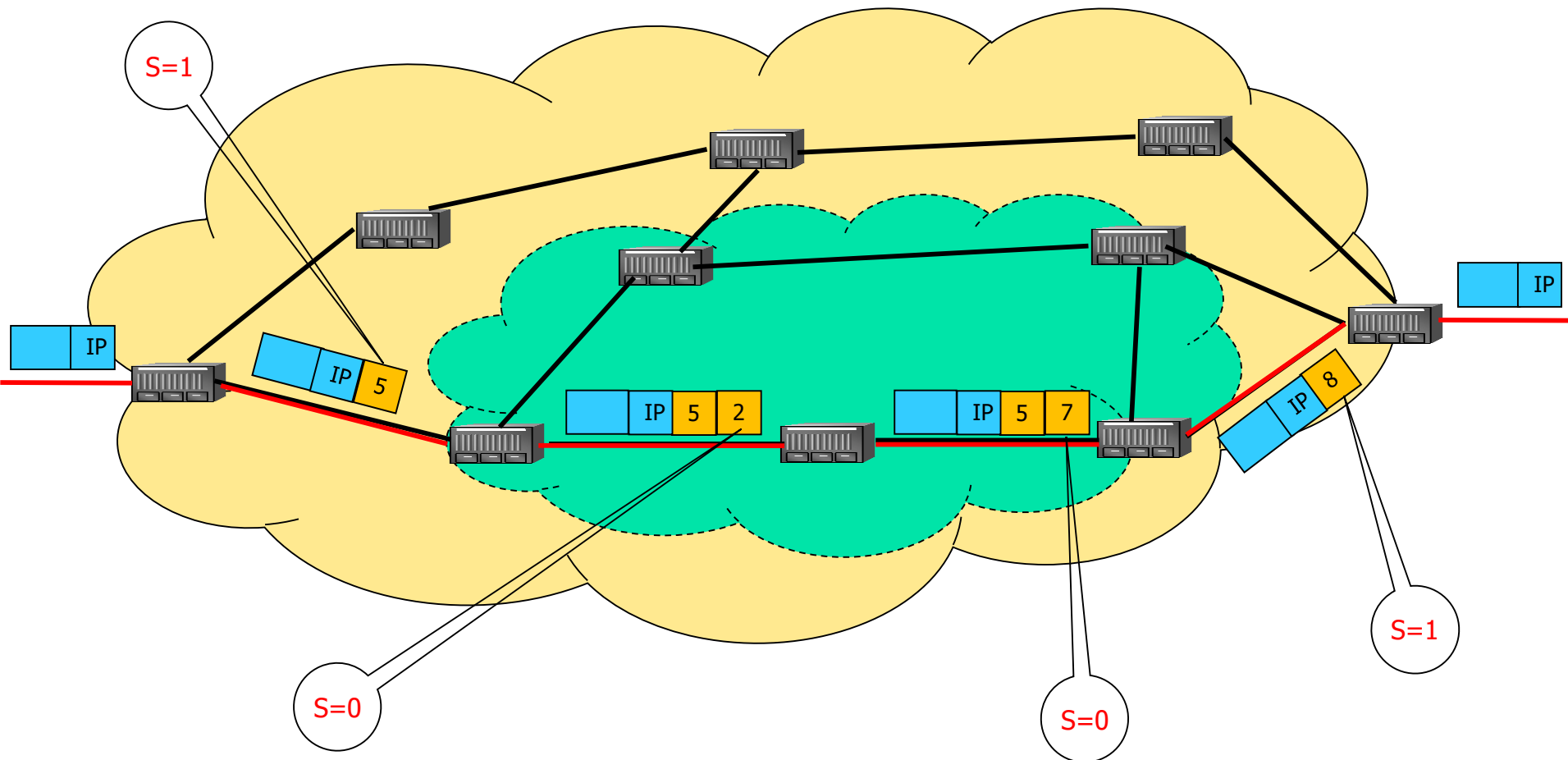
LABEL (20bit)：标记的编码值。

EXP (3bit)：保留位。

S (1bit)：栈底指示位，1表示当前标记为栈底标记，0表示当前标记不是栈底。

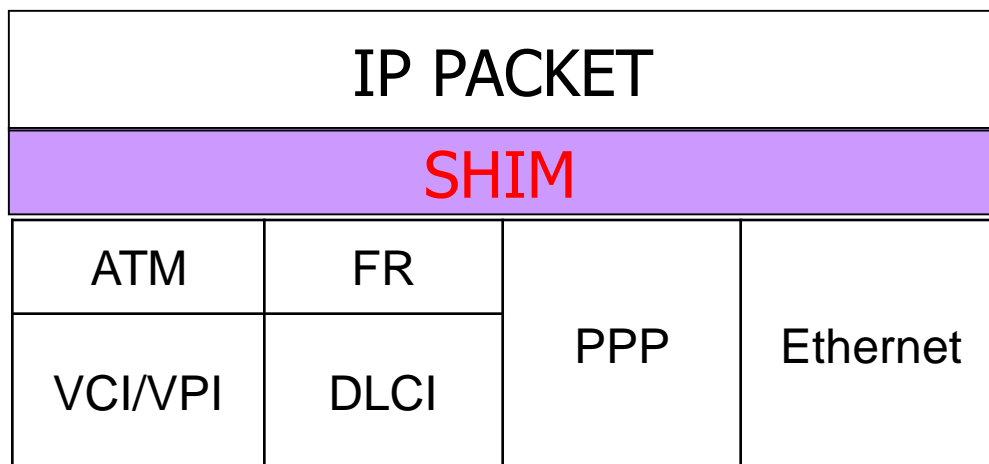
TTL (8bit)：生存时间标识，与IP分组头中的TTL域含义相同。

标记（栈）-支持多层标记



多协议

MPLS具有“多协议”特性，对上兼容IPv4、IPv6等多种主流网络层协议，将各种传输技术统一在一个平台之上；对下支持ATM、FR、PPP等链路层多种协议，从而使得多种网络的互连互通成为可能。

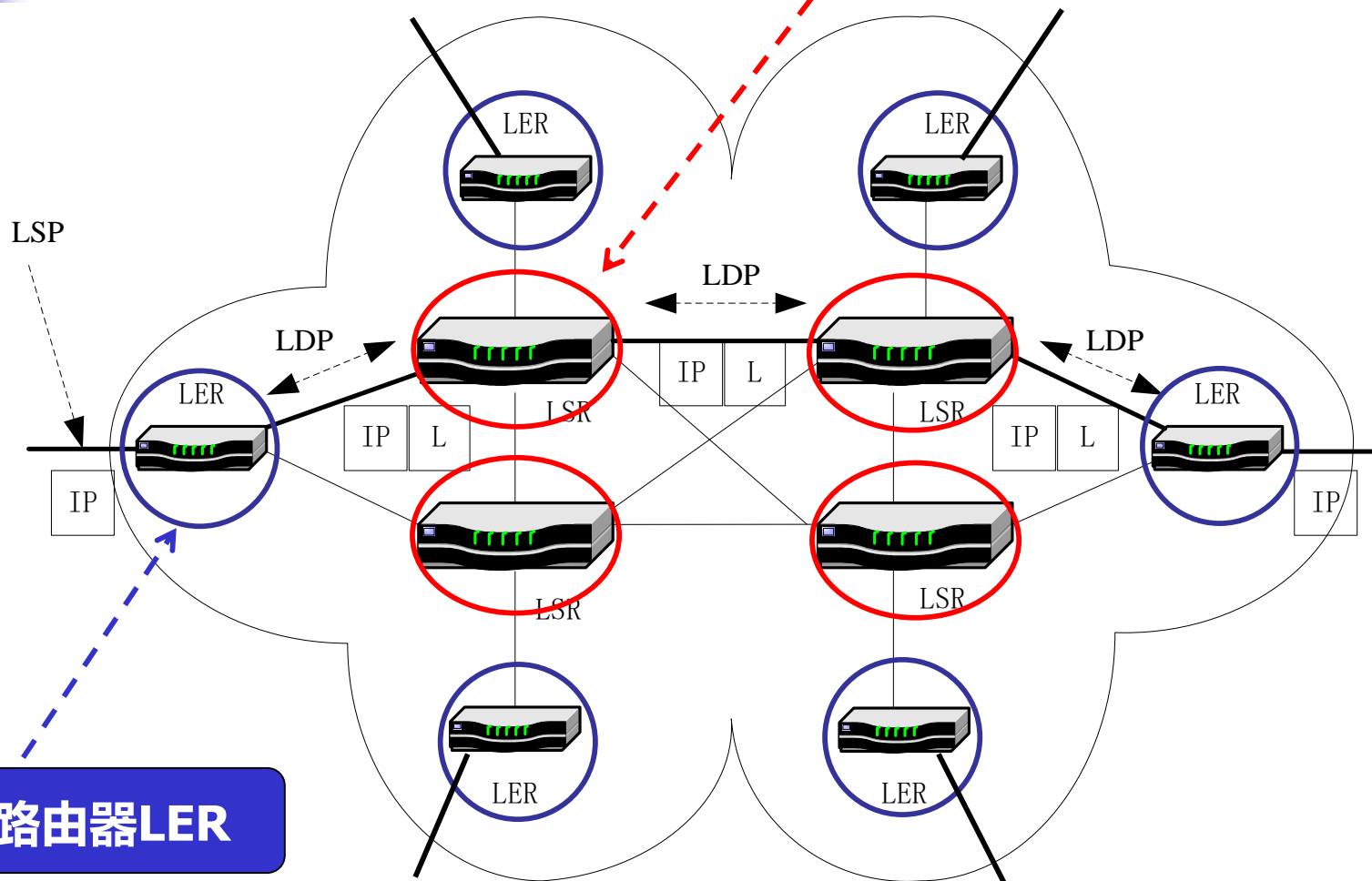


MPLS的概念 (1)

- 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网络体系结构

核心路由器LSR



边缘路由器LER

标记交换路由器LSR-Label Switching Router



MPLS网络基本概念 (1)

□ 边缘路由器LER (Label Edge Router)

○ 入口LER:

- 分配标记
- 将IP分组封装成标记分组
- 将标记分组从相应端口转发出去

○ 出口LER:

- 去除标记, 将标记分组还原为IP分组
- 查找路由表将IP分组转发出去

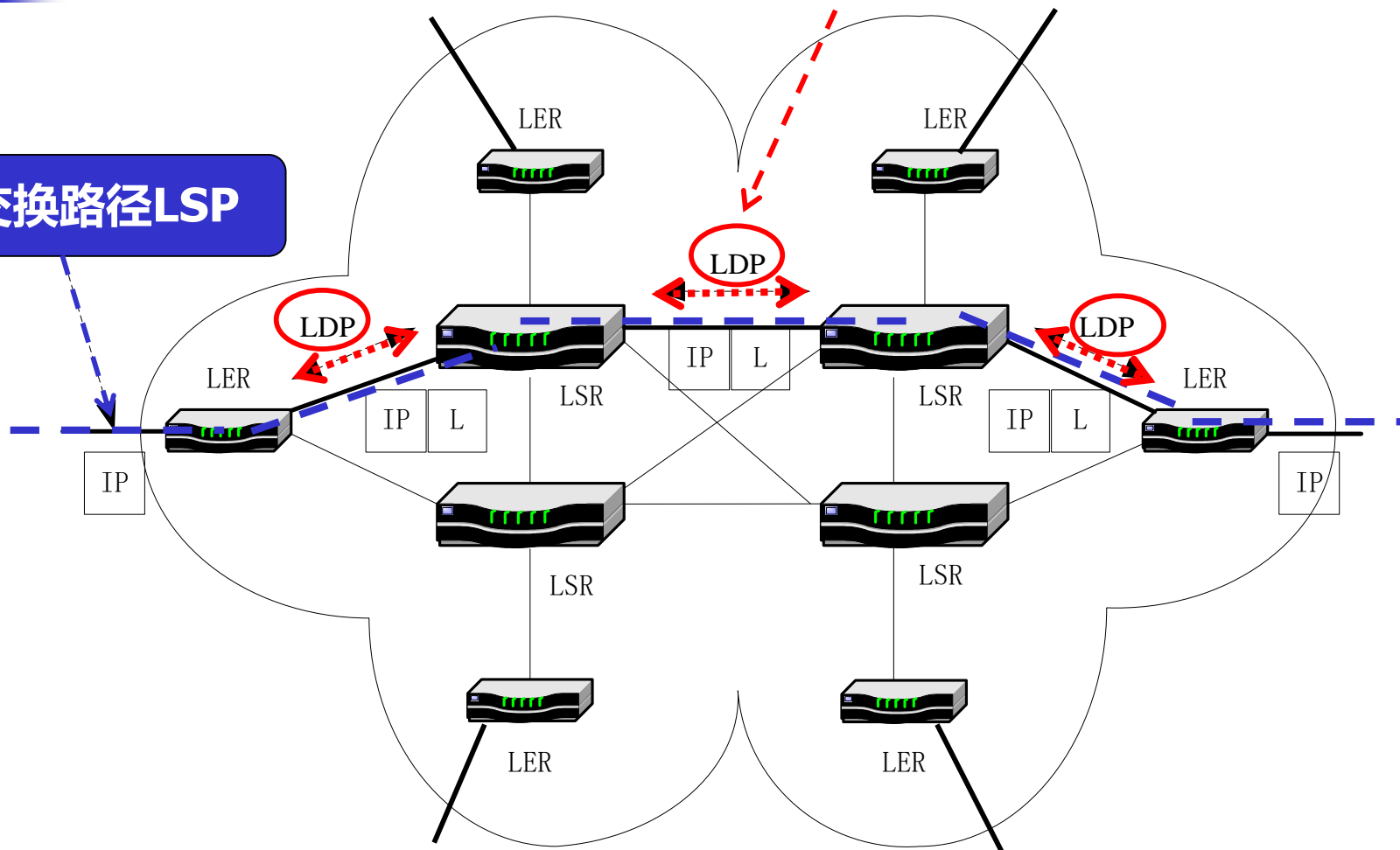
□ 核心路由器LSR (Label Switching Router)

- 依据标记信息表进行转发

MPLS网络体系结构

标记分发协议LDP

标记交换路径LSP



L: 标记 IP: 代表IP分组 — : LSP

北京邮电大学 计算机学院 卞佳丽



MPLS网络基本概念 (2)

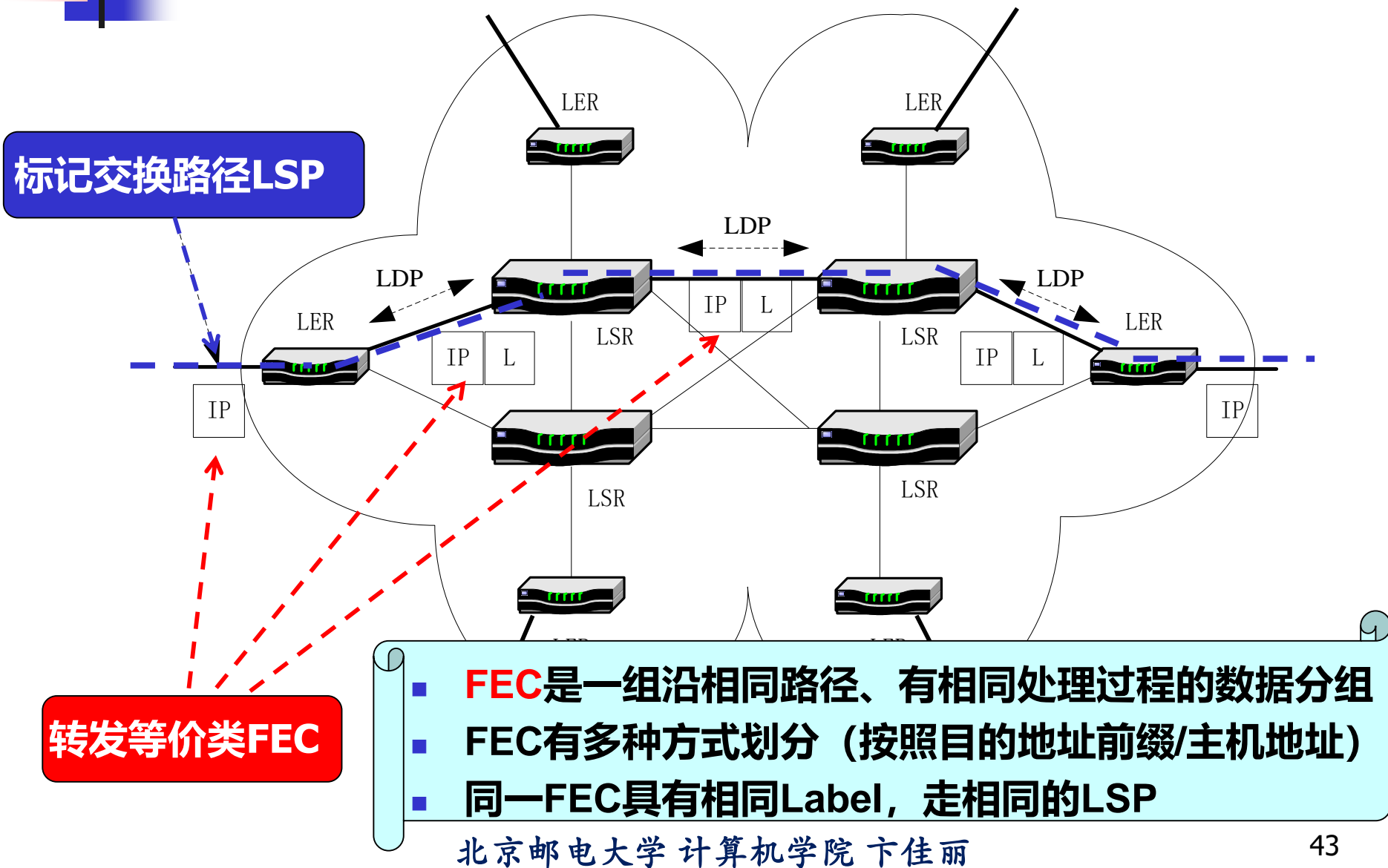
□ 标记交换路径LSP (Label Switching Path)

MPLS网络为具有一些共同特性的分组通过网络而选定的一条通路，由入口的边缘交换路由器，一系列核心路由器和出口的边缘交换路由器以及它们之间由标记所标识的逻辑信道组成。

□ 标记分发协议LDP (Label Distribution Protocol)

MPLS的控制协议，用于LSR之间交换信息，完成LSP的建立、维护和拆除等功能。

MPLS网络体系结构





MPLS网络基本概念 (3)

□ 转发等价类FEC (Forwarding Equivalence Class)

在MPLS网络中经过相同的LSP，完成相同的转发处理的一些数据分组，这些数据分组具有某些相同的特性。

FEC的划分通常依据网络层的目的地址前缀或是主机地址。

□ 标记映射

将标记分配给FEC。



MPLS基本交换原理

MPLS交换采用面向连接的工作方式，信息传送要经过以下三个阶段：

□ **建立连接**

对于MPLS来说，建立连接就是形成标记交换路径LSP的过程

□ **数据传输**

数据传输就是数据分组沿LSP进行转发的过程

□ **拆除连接**

拆除连接就是通信结束或发生故障异常时释放LSP的过程

MPLS的连接建立 (1)

□ LSP建立控制方式

独立控制方式:

每个LSR可以**独立地**为FEC分配标记，并将映射关系向相邻LSR发布

有序控制方式:

一个LSR为某FEC分配标记**当且仅当**该LSR是MPLS网络的**出口LER**，或者该LSR收到某FEC目的地址前缀的**下一跳LSR发来的**对应此FEC的标记映射。

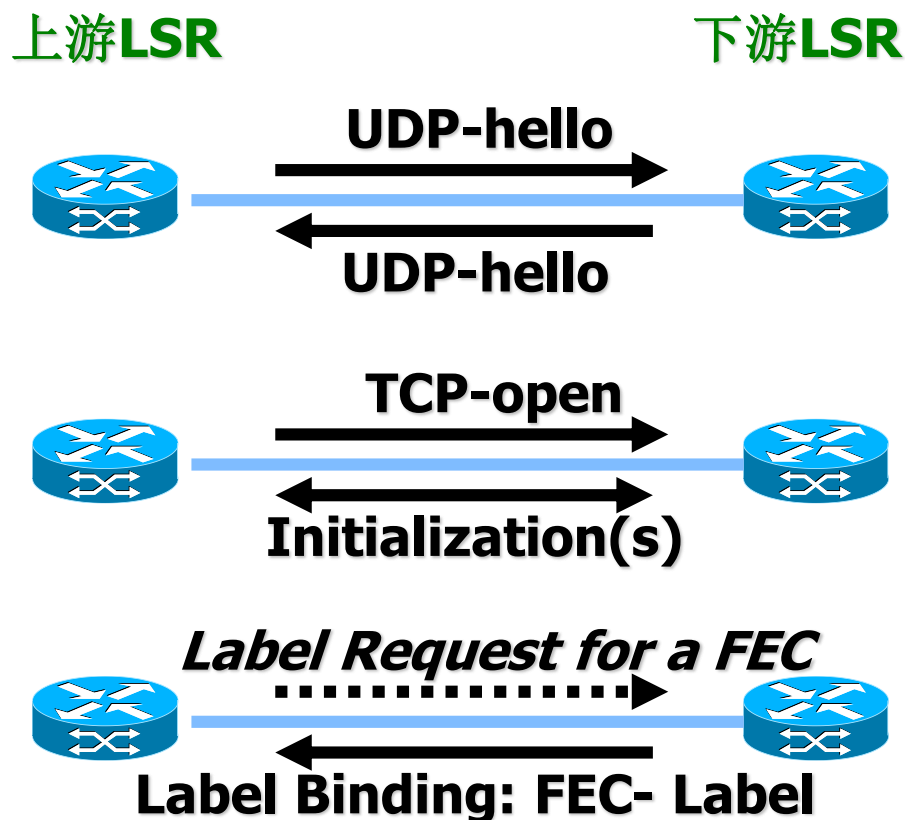
MPLS的连接建立 (2)

□ 标记分配过程 (LDP)

- 发现相邻的LDP对等体
使用UDP广播，发现相邻LSR

- 建立LDP会话
相邻LSR间建立TCP连接，并建立LDP会话

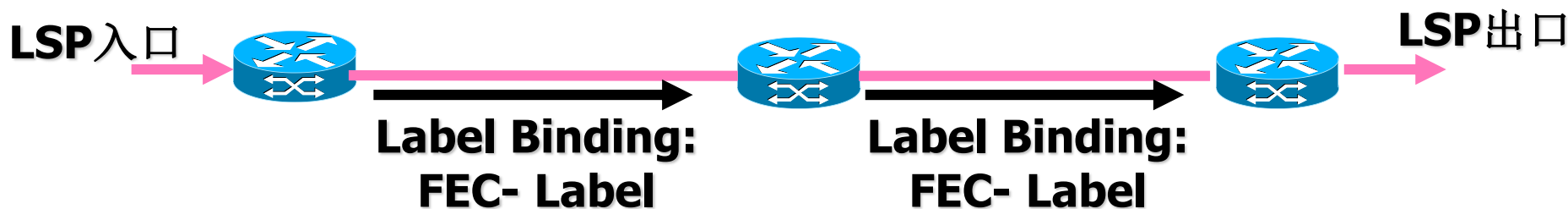
- 建立LSP
标记由下游LSR分配，并沿LDP会话通知上游LSR



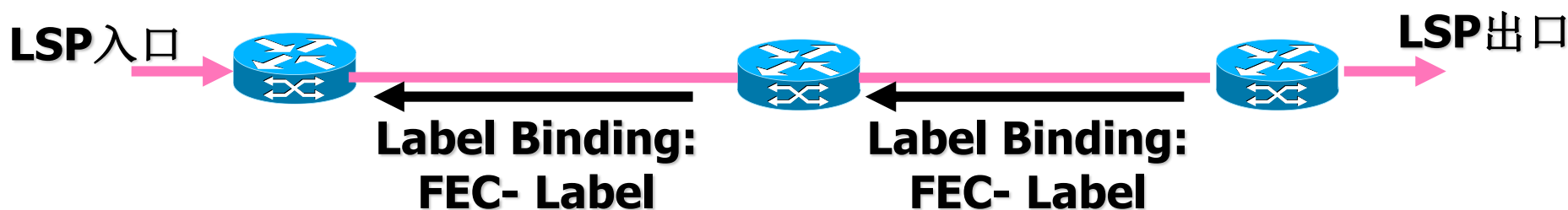
MPLS的连接建立 (3)

标记分配方式

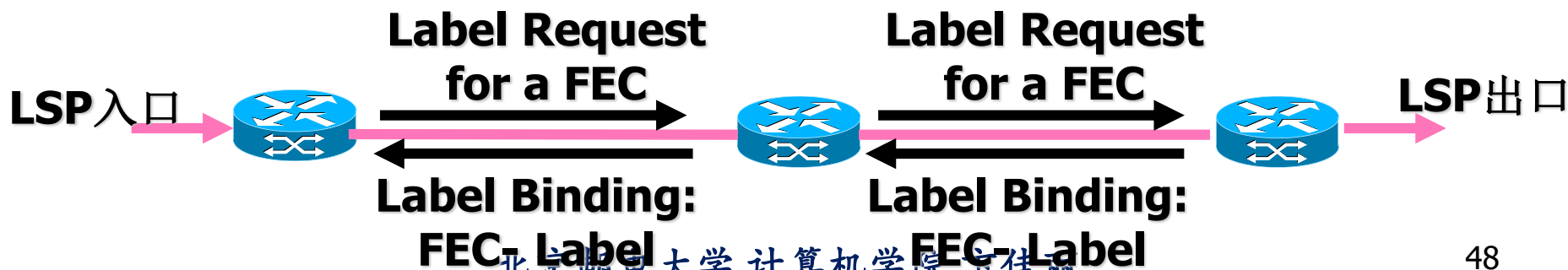
上游标记分配 (一般不使用)



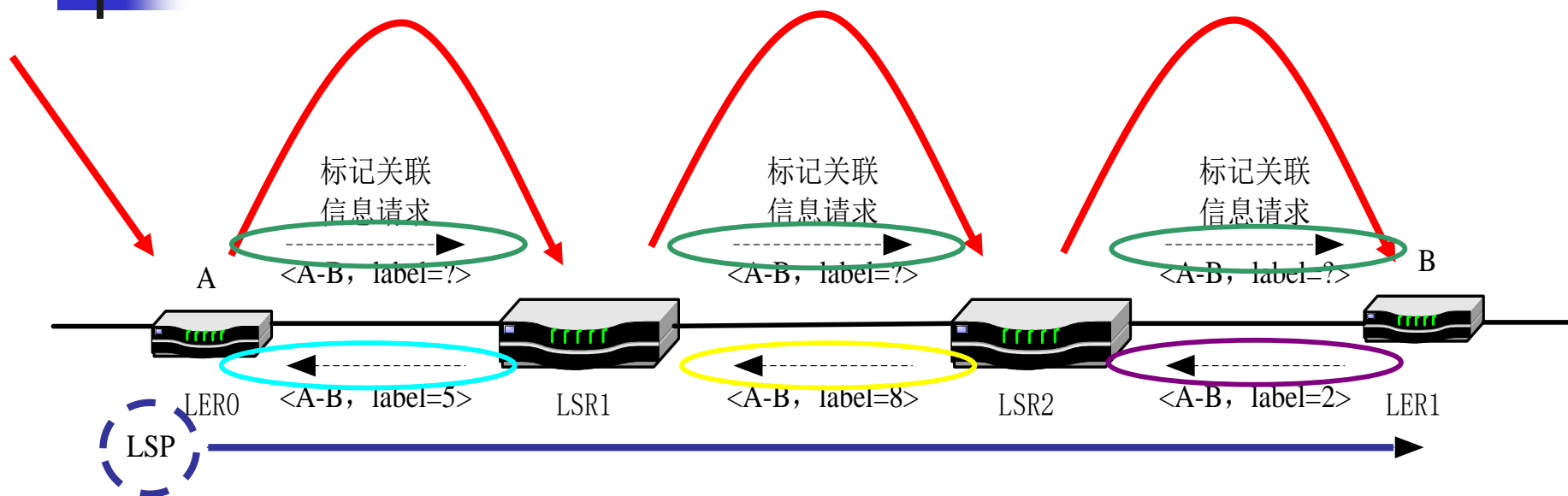
下游自主标记分配



下游按需标记分配



连接建立举例：下游按需标记分发（有序）



路由	输出	
A-B	端口	标记
	1	5

路由	输入		输出	
A-B	端口	标记	端口	标记
	7	5	3	8

路由	输入		输出	
A-B	端口	标记	端口	标记
	1	8	6	2

路由	输入	
A-B	端口	标记
	5	2

下游按需标记分发方式



***MPLS*的数据传输**

□ 入口路由器的处理过程

数据分组到LSP的映射、将数据分组封装成标记分组、将标记分组从相应端口转发出去

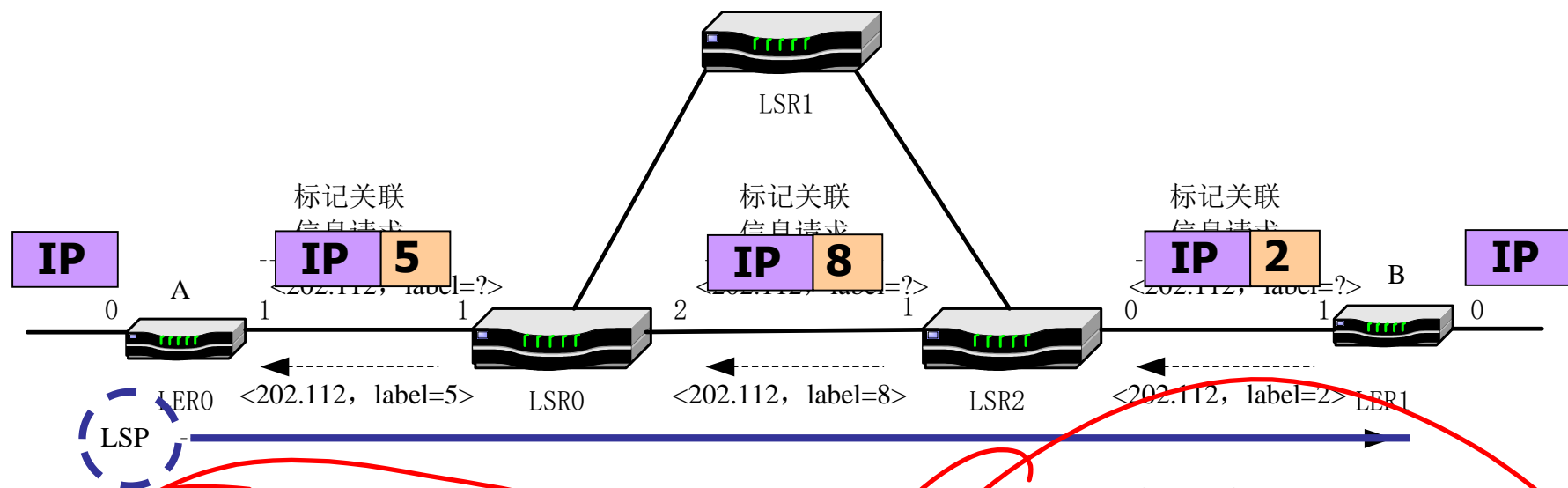
□ 核心路由器的处理过程

依据标记进行转发

□ 出口路由器的处理过程

弹出标记、用网络层地址查找路由表确定下一跳

LSP上的数据转发



路由表

	目的地址前缀	下一跳	输入端口	输出端口
LER0	202.112	LSR0	0	1
LSR0	202.112	LSR2	1	2
LSR2	202.112	LER1	1	0
LER1	202.112	-	1	-

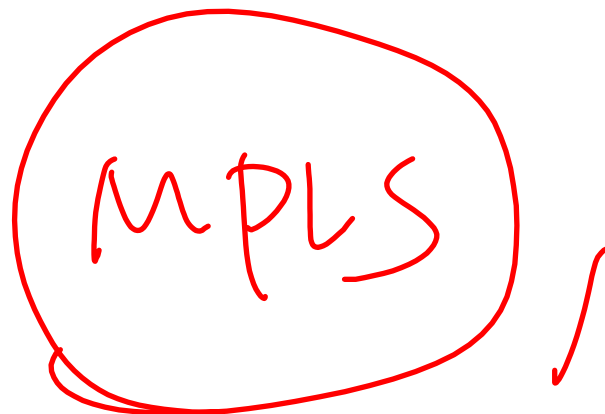
标记信息表

目的地址前缀	下一跳	输入		输出	
		端口	标记	端口	标记
202.112	LSR0	0	-	1	5
202.112	LSR2	1	5	2	8
202.112	LER1	1	8	0	2
202.112	-	1	2	0	-

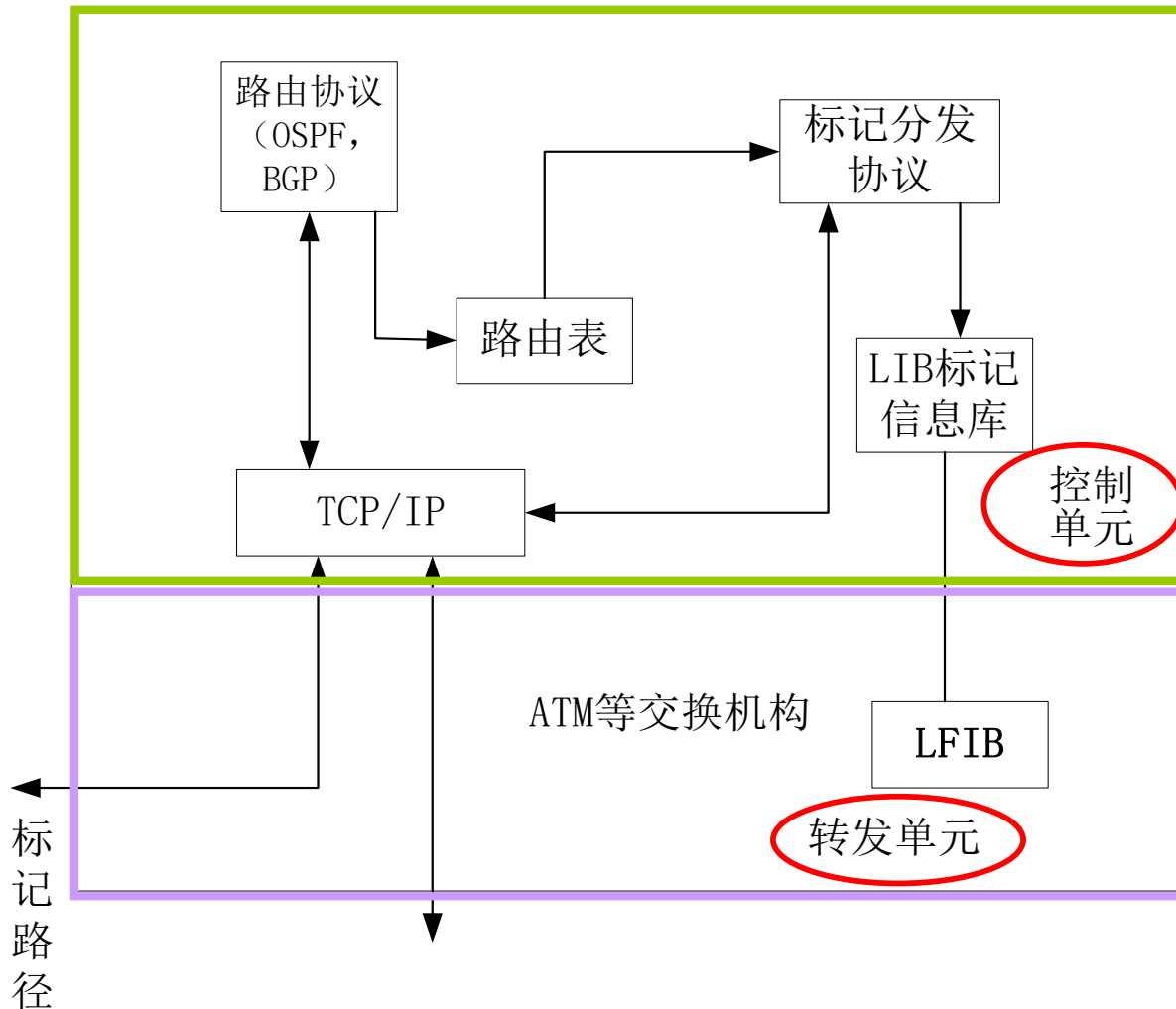
MPLS的连接拆除

连接的拆除也就是标记的取消。标记取消的方式主要有两种。

- ❑ 采用计时器方式
- ❑ 通过LDP消息取消标记



MPLS交换节点的体系结构





本章内容

■ MPLS

- 技术特点
- 网络结构 (LER、LSR、LSP、FEC等概念)
- 面向连接的交换过程 (LDP的分发)
- MPLS交换节点的结构