

---

## 现代交换技术复习

1、交换就是在公共网络的各终端用户之间，按所需目的来互相传递语音、数据、图像、视频的信息。

2、为什么引入交换的概念：点到点通信的缺点：(1)用户数目众多时，构建网状网成本太高，任意一个用户到其他  $N-1$  个用户都要有一个直达线路，技术上也不可行。(2)每一对用户之间独占一个永久的通信线路，信道资源无法共享，会造成巨大的资源浪费。(3)这样的网络结构难以实施集中的控制和管理。为解决上述问题采用交换技术，组建交换式网络。

3、交换方式：电路交换、分组交换、帧中继、ATM、IP 交换技术、软交换、光交换技术。

4、交换节点的主要功能：(1)用户业务的集中和接入功能（用户接口和中继接口组成）(2)交换功能（交换矩阵完成任意入线到出线的数据交换）(3)信令功能（负责呼叫控制和连接的建立、监视、释放等）(4)控制功能（路由信息的更新维护、计费、话务统计、维护管理等）

5、电路交换方式是指两个用户在相互通信时使用一条物理链路，在通信过程中自始至终使用该条链路进行信息传输，同时不允许其他用户终端设备共享该链路的通信方式。

6、本局呼叫电话交换过程：呼叫建立（信令）、传送信息（消息）、呼叫拆除（信令）。

7、电路交换的特点：1.通信开始之前建立连接；2.一个连接在通信期间始终占用该电路，电路利用率低；3.建立连接以后，信息在系统中的传输时延小，实时性好；4.同步时分复用系统中，各个子系统的速率是固定分配，不可随意临时调整各个子信道速率；5.交换节点对传输错误不校正，节点处理要求简单；6.用基于呼叫损失制的方法来处理业务流量，过负荷时呼损率增加，但不影响已建立的呼叫。

8、电路交换的功能：1.能随时互相呼叫；2.能接受并保存主叫发送的被叫号码；3.能检测被叫的忙闲以及是否存在空闲通路；4.能向空闲的被叫用户振铃，并在被叫应答时与主叫建立通话电路；5.能随时发现任何一方用户的挂机。

9、交换单元是完成交换和构成交换网络的最基本部件。构成：入线、出线、控制端、状态端。基本特性：连接特性。交换单元是信息交换的基本单位。

10、交换单元最基本的功能也就是交换的功能，即在任意的入线和出线之间建立连接，或者说将入线上的信息传递到出线上去。

11、交换单元信息交换的方式：(1)同步时分复用方式（只携带用户信息）(2)统计复用方式（不仅携带用户信息，还有出线地址）

12、交换单元的分类：(1)根据入线  $M$  出线  $N$  数目 集中型（集中器） 分配型（连接器）

扩散型（扩展器）（2）根据信息流向 有向交换单元 无向交换单元

13、基本交换单元：时间交换单元（T单元）、空间交换单元（S）、时/空结合交换单元（T/S）

T 接线器：构成：由话音存储器和控制存储器组成。 功能：实现一对复用线上的时隙交换。

控制方式： 输出控制：SM 顺序写入，控制读出；CM 控制写入，顺序读出。 输入控制：SM 控制写入，顺序读出；CM 顺序写入，控制读出。

S 接线器：构成：由  $m \times n$  交叉点矩阵与一组控制存储器构成。 功能：实现对传送同步时分复用信号在不同复用线之间的空间交换，不改变其时隙位置。 控制方式：输出控制和输入控制。

14、控制存储器： 数量等于入线数或出线数 每个所含有的单元数等于输入线或输出线复用的时隙数。

15、复用（集中）：将多个 PCM 低次群系统复用成 PCM 高次群，然后一并进行交换。 功能：串/并转换。目的：减低数据传输速率，提高数字通道的利用率。 输出的总时隙号 = HW 线的时隙号  $\times 8$  + HW 序号

分路器功能：并/串转换和分路输出。

16、交换网络是由若干个交换单元按照一定的拓扑结构（单级、多级）和控制方式构成的网络。

17、交换网络的阻塞：指从交换网络不同输入端来的信息在交换网络中交换时发生了对同一公共资源争抢的情况，这时在竞争资源中失败的信息就会被阻塞，直到这个公共资源被释放。

18、无阻塞网络分类：严格无阻塞交换网络、可重排无阻塞交换网络、广义无阻塞交换网络

CLOS 无阻塞网络：三级 CLOS 网络严格无阻塞条件：CLOS 定理： $m \geq 2n$  对称三级

CLOS 网络可重排无阻塞条件： $m \geq n$  CLOS 网络完全无阻塞的条件： $m \geq 2n-1$ ，一般  $m=2n$

（ $r$ ：第一级/第三级交换单元个数； $m$ ：第二级交换单元个数； $n$ ：第一级交换单元入线数或第三级交换单元出线数）

19、数字程控交换机的硬件组成：1.话路子系统：用户级交换网络（分为用户模块、远端用户模块）完成话务量集中和话音编译码 接口电路（用户接口电路（模拟、数字）中继接口电路（模拟、数字））完成外部信号与数字程控交换机内部信号的转换 信号音收发设备：完成数字机音频信号的产生、发送、接收 2.控制子系统

20、模拟用户接口电路：B完成向用户话机发出符合规定的电压（-48V）和电流（20-100mA）Q防止高压进入交换机内部会严重损坏交换机内部设备 R振铃电压：90V  $\pm$  5V 25Hz 由 CPU 送

出的振铃控制信号控制继电器的通断，当继电器接通时就可将铃流送往用户，被叫用户摘机后，振铃开关送出截铃信号，CPU 则控制停止振铃 S 通过用户直流回路通断与否，判断用户回路的接通和断开 C 编译码器：完成模拟信号和数字信号之间的转换；滤波：编码前模拟信号要通过一个带通滤波器（300~3400Hz），解码器输出脉冲幅度调制信号，要通过一个低通滤波器以恢复原来的模拟话音信号 H 实现用户的 2 线双向信号与交换网中 4 线单向信号的转换（混合电路的功能在话音发送端在编码前，在反向通路的译码之后进行）T 用户电路可配合外部测试设备对用户线进行测试，利用两对测试开关实现，测试开关在处理机的控制下，能够将用户线连接到测试设备上，对用户的内线和外线进行测试

21、数字中继接口电路：G 帧码发生：在数字用户接口电路中产生 PCM 中继电路的帧同步码 A 帧定位：利用弹性存储器将输入码流的时钟统一到本局时钟上，达到网络时钟的同步 Z 连零抑制：避免数字中继线上的连续为 0 的数字码流，影响接收时定位时钟提取 P 码型变换：在接收和发送方向完成传输线上的码型与交换网络中采用的码型之间的相互转换（交换机内部：单极性不归零码；PCM 线：HDB3 码或双极性 AMI 码）A 告警处理：PCM 码流在传输过程中收到干扰使接收端不能正常恢复原码流，当影响超过一定范围时就会产生故障而发出告警提示 C 时钟恢复提取：作为输入数据流的基准时钟，同时用作本端系统时钟的外部参考时钟源 H 帧同步：从接收的数据流中搜索并识别到帧同步码，以确定一帧的开始，帧同步码 0011011 在 PCM 偶帧的 TS0 中，复帧同步码在 F0(复帧的第 4 个帧)的 TS16 的高 4 个比特中传送，码字为 0000O 信令插入和提取：当数字中继线上采用的是随路信令（中国 No.1 信令）时，在 TS16 要提取和插入中国 No.1 信令的线路信令

22、音频信号的产生：分单音频信号、双音频信号，由数字信号发生器直接产生数字化信号。

23、控制子系统：分级分散控制和分布式分散控制的两种冗余配置（提高可靠性防故障备用）的控制机制。双机冗余配置：控制系统有两套处理机系统，分微同步、负荷分担、主备用三种工作方式。

24、稳定状态：空闲状态，通话状态，在这种状态下，系统处理过程平稳，或者可能只是周而复始重复相同动作。状态转移：在一个稳定状态下，若有输入信号，则进行新的处理过程，从而进入下一个稳定状态的过程。逻辑关系：输入信号在不同状态时会进行不同的处理，迁至不同的新状态。

25、设备处理 = 输入处理 + 输出处理。扫描处理：收集话路设备的状态变化和有关信令的信息。

26、操作系统的主要功能：任务调度 输入 /输出控制 系统资源的分配 处理机间通信的管理与控制 系统运行的监测

27、任务调度程序优先级：故障级程序、时钟级程序、基本级程序。遵循的原则：故障级程序可以打断正常执行的低优先级程序，优先执行。时钟级由时钟中断周期性执行。基本级程序按照队列方式采用“先入先出”的方式执行。故障级程序注意：断点保护后再执行。

三类数据：局数据、用户数据、交换系统数据

28、数字程控交换机的性能指标：话务量、呼损、单位时间内呼叫处理的次数

话务量概念：在时间 T 内，用户 /服务器所产生 /所负担的话务量等于该期间内各次服务持续时间的总和。特点：波动性、周期性、K。

话务量集中系数含义：忙时话务量的集中程度。 $K = \text{忙时话务量} / \text{全天话务量}$ 。一般取 8%~15%。K 越小，设备性价比越好。

呼损：交换机由于机键拥塞或中继线不足引起的阻塞概率，衡量交换机质量的重要指标之一。计算：“时间呼损” $E = \text{出线全忙时间} / \text{总考察时间}$ （或 1h 内全部中继线处于忙态的百分数）“呼叫呼损”B 指一段时间内出线全忙时，呼叫损失的次数占总呼叫次数的比例（或呼叫一次就失败的次数）。

BHCA：最大忙时试呼次数。影响因素：处理机能力 处理机间的结构和通信方式 各种开销所占的比例 软件设计水平 系统容量。计算：单位时间内处理呼叫的时间开销

$t = t_0 + bN$ ， $t_0$  为固有开销， $b$  为处理一次呼叫的平均开销（h/次）， $N$  为单位一定时间内处理所有呼叫的次数即处理能力值 BHCA（次/h）。

29、通信网是一种使用交换设备、传输设备，将地理上分散的用户终端设备互联起来实现通信和信息交换的系统。构成：终端设备、传输链路、交换设备。完整的通信网 = 硬件 + 相应软件（信令、协议等）

30、本地电话网是指在同一个长途编号区范围内，由端局、汇接局、局间中继线、长市中继线，以及用户线、电话机组成的电话网。

31、本地网交换中心职能：端局通过用户线与用户相连，负责疏通本局用户的去话和来话话务。汇接局与所管辖的端局相连，以疏通这些端局间的话务；汇接局还与其他汇接局相连，疏通不同汇接区间端局的话务；根据需要还可与长途交换中心相连，用来疏通本汇接区的长途转话话务。

32、本地网的汇接方式：集中汇接、去话汇接、来话汇接、来去话汇接。

33、本地网的网络结构：1.网形网 2.二级网 分区汇接：把本地网分成若干个汇接区，在每个汇接区内选择话务密度较大的一个局或两个局作为汇接局，根据汇接局数目不同：分区单汇接和分区双汇接 全覆盖：在本地网内设立若干个汇接局，汇接局间地位平等，均匀分担话务负荷，汇接局间以网状相连，各端局与各汇接局均相连。两端局间用户通话最多经一次转接。

34、传统四级长话网结构：我国电话网分五级，由一~四级长途交换中心及本地五级交换中心即端局组成。C1(网形连接)北京上海广州沈阳南京武汉西安成都 C2省 C3地区 C4县(各级之间星形)过渡策略：一二级长途交换中心合并为DC1，构成长途二级网的高平面网(省际平面)；C3被称为DC2，构成长途二级网的低平面网(省内平面)；C4失去原有作用，趋于消失。

35、国际长话网由各国长话网互联而成，采用三级辐射式网络结构。一级国际中心局CT1(7个)、CT2、CT3。我国三个国际出入口局：北上广。地区性国际出入口局：乌鲁木齐。

36、路由：网络中任意两个交换中心之间建立一个呼叫连接或传递信息的途径。 分类：按呼损分：高效路由、低呼损路由 1% 按路由选择：首选与迂回、直达、最终\*、常规与非常规、安全迂回 按所连交换中心地位：基干\*、跨级、跨区。

37、电话号码的组成：本地用户电话号=局号+用户号=PQRS+ABCD 国内长途号=国内长话字冠0+长途区号+本地号码 国际长途号=国家号码(1~3位)+国内号码=00IIIXXXPQRSABCD=全自动国际长途字冠+国际区号+长途区号+本地号码 15

38、编号的基本原则：要考虑远近期结合：一般情况一次编号后不再作变更 号码计划要与网络安排统一考虑，做到统一编号 尽可能避免改号 (号码升位也是改号) 国内电话号码长度 12。

39、长途区号分配原则：不等位制。由2位、3位或4位三种长途区号组成，编排规则是电话用户越多，长途区号越短；用户越少，区号越长。

40、信令：人们实现信息传输所使用的操作指令；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”应该是可以相互理解和相互约定的，以达到协调动作的目的；通信网中规范化的控制命令。 作用：控制通信网中各种通信连接的建立和拆除；维护通信网的正常运行。

41、分类：按信令工作区域分：用户信令和局间信令 按信令传送通路与用户信息传送通路关系分：随路信令 CAS(1号)和共路信令 CCS(7号)

随路信令：信令和用户信息在同一通路上传送的信令。特点：共路性 相关性。

共路信令：信令通路和用户信息通路是分离的，信令在专用的信令通道上传送。特点：分离性 独立性

42、信令的方式：信令时通信网中规范化的控制命令，所谓规范化就是在信令构成、信令交互时要遵守一定的约束和规定，这些约束和规定就是信令方式。包含内容：信令的结构形式（编码方式）、信令在多段路由上的传送方式及控制方式。

43、信令传送方式：端到端方式、逐段转发方式、混合方式。控制方式：非互控方式、半互控方式、全互控方式。全互控方式：信令在发送过程中，发送端发送信令收到接收端控制，接收端发送信令也要收到发送端控制。发端局发前向信令 终端局收到前向信令后发后向信令 发端局收到后向信令后停发前向信令 终端局监测到停发前向信令后停发后向信令 发端局监测到停发后向信令后发下一个前向信令。特点是抗干扰能力强，信令传送可靠性高，信令收发设备复杂，信令传送速度慢。

44、No.1 信令系统的记发器信令种类：前向信令：前向组 KA 主叫用户类别 KC 长途接续类别 KE 长市接续类别 数字信令。前向组：KD 后向信令：后向A组：A 收码状态和接续状态的回控证实。后向B组：KB 被叫用户状态。K\* 使用：KA：发端汇接局（或市话局）至发端长话局。KC：发端长话局至收端长话局。KE：终端长话局至市话局，或发端市话局至发端市话汇接局，即为汇接标志。

45、No.7 信令功能结构：

第一级：信令数据链路功能

第二级：信令链路功能

第三级：信令网功能

第四级：用户部功能

信令网管理功能 包括：信令业务管理、信令链路管理和信令路由三部分。

No.7 信令系统中有三种信号单元：消息信号单元（MSU）链路状态信号单元（LSSU）和填充信号单元（FISU）。





46、No.7 信令优点： 信令传送速度快 具有提供大量信令的潜力 统一了信令系统 信令系统与话音通路完全分开 信令设备经济合理

47、No.7 信令消息的最小单元 —信令单元 SU。SIF：信令消息字段 SIO：业务信息字段 SF：状态字段，标志本端链路的工作状态。（F:标志码 CK:校验 LI:长度表示语 FIB:前向指示比特 FSN:前向序号 BIB:后向指示比特 BSN:后向序号）

48、No.7 信令系统四个功能级： 信令数据链路 信令链路功能 信令网功能 用户部分。

各级功能： 是一条双向的信令传输通路，它包括一个传输通路和接入此传输通路的交换功能，可提供一条用一种速率传送信令的双向数据通路，规定了该数据通路的物理、电气、功能特性及接入方法。分为数字和模拟的信令数据链路 将上一级（第三级）来的信令信息转变成不同长度的信令单元，然后传递至信令链路。信令单元除包括信令信息之外，还包括使信令链路正常工作的控制信息 当信令网的可用性发生变化时，为保证仍能可靠地传递各种信息消息，规定在信令点间传送管理消息的功能和程序 控制各种基本呼叫的建立和释放。

49、第二级基本功能： 信令单元定界 信令单元定位 差错检测 差错校正 初始定位 信令链路差错监视 处理机故障控制 流量控制

50、差错校正： 基本校正法：非互控的既有肯定证实，又有否定证实的重发纠错系统 预防循环重发校正法：非互控的只有肯定证实，无否定证实的前行纠错方法。

51、初始定位 5 阶段：未定位 LSSU(SIO) 已定位 LSSU(SIN) 正常验收周期 验收完成 FISU 投入业务使用 MSU。

52、第三级两部分的功能： 信令消息处理功能：消息识别、消息分配、消息路由 信令网络管理功能：信令业务管理 STM、信令链路管理 SLM、信令路由管理。

53、同抢原因：No.7 信令采用双向电路工作方式，以提高局间电路利用率。这种方法意味着忙时两个交换局有可能几乎同时试图占用同一条电路，即一个交换局已经向对方交换局发出了出事地址消息 IAM，又收到了对方传来的 IAM，就发生了双向电路的双向占用，即同抢。  
预防措施： 双向电路两端交换机采用反顺序选择 将两端交换机之间的双向电路群分为两部分。

54、信令网组成节点类型：信令点 SP、信令转接点 STP（独立的 STP、综合的 STP）

55、No.7 信令方式：直联工作方式、准直联工作方式、非直联工作方式。

56、我国 No.7 采用三级信令网结构：高等级信令转接点 HSTP、低等级信令转接点 LSTP、信令链路。  
拓扑形状：HSTP 之间网状相连。LSTP 与 HSTP 和 SP 间为分区固定连接方式

(星状)。

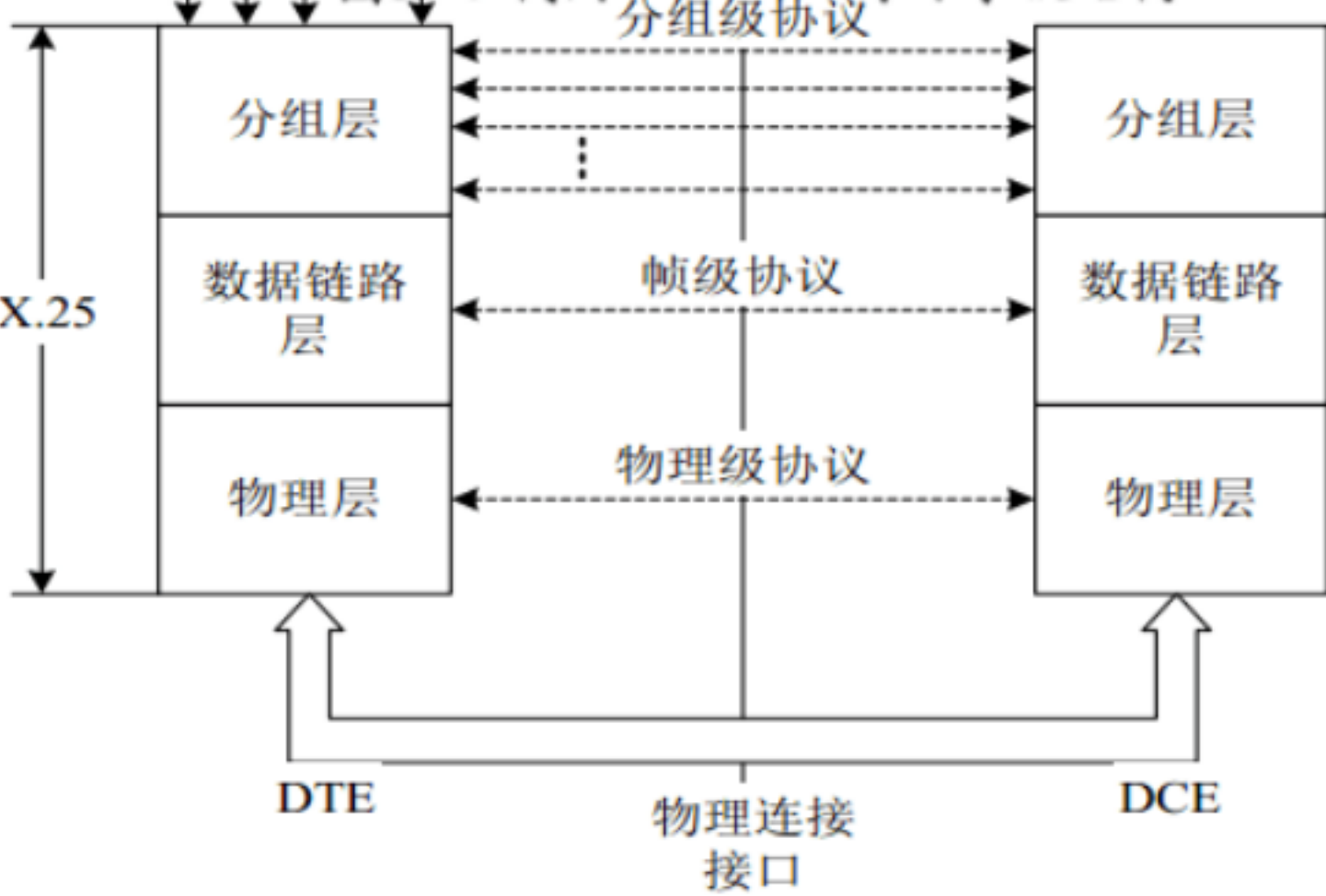
57、信令路由种类：正常路由、迂回路由。 选择原则：最短路径、负荷分担（正常路由 第一迂回路由 负荷分担 第二迂回路由 负荷分担）。

58、信令编码独立性： 国际信令网的信令点编码 ISPC=大区识别 +区域网识别 +信令点识别 =3+8+3 国内信令网的信令点编码 =主信令区编码 +分信令区编码 +信令点编码 =8+8+8

59、信令安全措施： 基本安全措施（网路组织的可靠性措施） 信令网管理功能 负荷分担 信令网的维护与管理。

60、负荷分担：正常情况下使信令业务均衡，发生故障时可使信令业务集中传送。当信令网出现故障和拥塞时继续正常传送信令，以保证信令网的可靠性。  
类型： 同一信令链路组内各信令链路组间的负荷分担 不同信令链路组间信令链路的负荷分担。 方式： 随机方式 预定方式

61、X.25 分层结构：物理层、数据链路层和分组层



虚电路和逻辑信道 ( LC )。X.25 分组层规定一条数据链路上最多可分配 16 个逻辑信道群，各群用群号区 ( LCGN ) 分；每群最多可有 256 条逻辑信道，用信道号 ( LCN ) 区分除了第 0 号逻辑信道有专门用途外，其余 4095 条逻辑信道都可以分配给逻辑信道使用。

62、帧中继网络 分层：物理层、数据链路层核心



## ATM

4 层（物理层、ATM 层、ATM 适配层（AAL）、高层）4 平面（管理平面、控制平面、用户平面）

ATM 信元主要由信头和信息段两部分构成，共 53B，其中信头为 5B，信息段 48B。

虚通路标识符（VPI）和虚信道标识符（VCI），VPI 在 UNI 信头中占 8bit，可标识  $2^8=256$  个 VP，在 NNI 信头中占 12bit，可标识  $2^{12}=4096$  个 VP，VCI 在 UNI 和 NNI 信头中都占 16bit，可标识  $2^{16}=65536$  个 VC。

VP 和 VC 分别用 VPI 和 VCI 标识，每个 VP 最多可有 4096 个 VC。

VP 交换，VPI 变，VCI 不变；VC 交换 VPI 和 VCI 都变。

---

## 63、TCP/IP 的协议组成

应用层：Telnet（远程登录协议）、FTP（文件传输协议）、SMTP（简单邮件传输协议）、

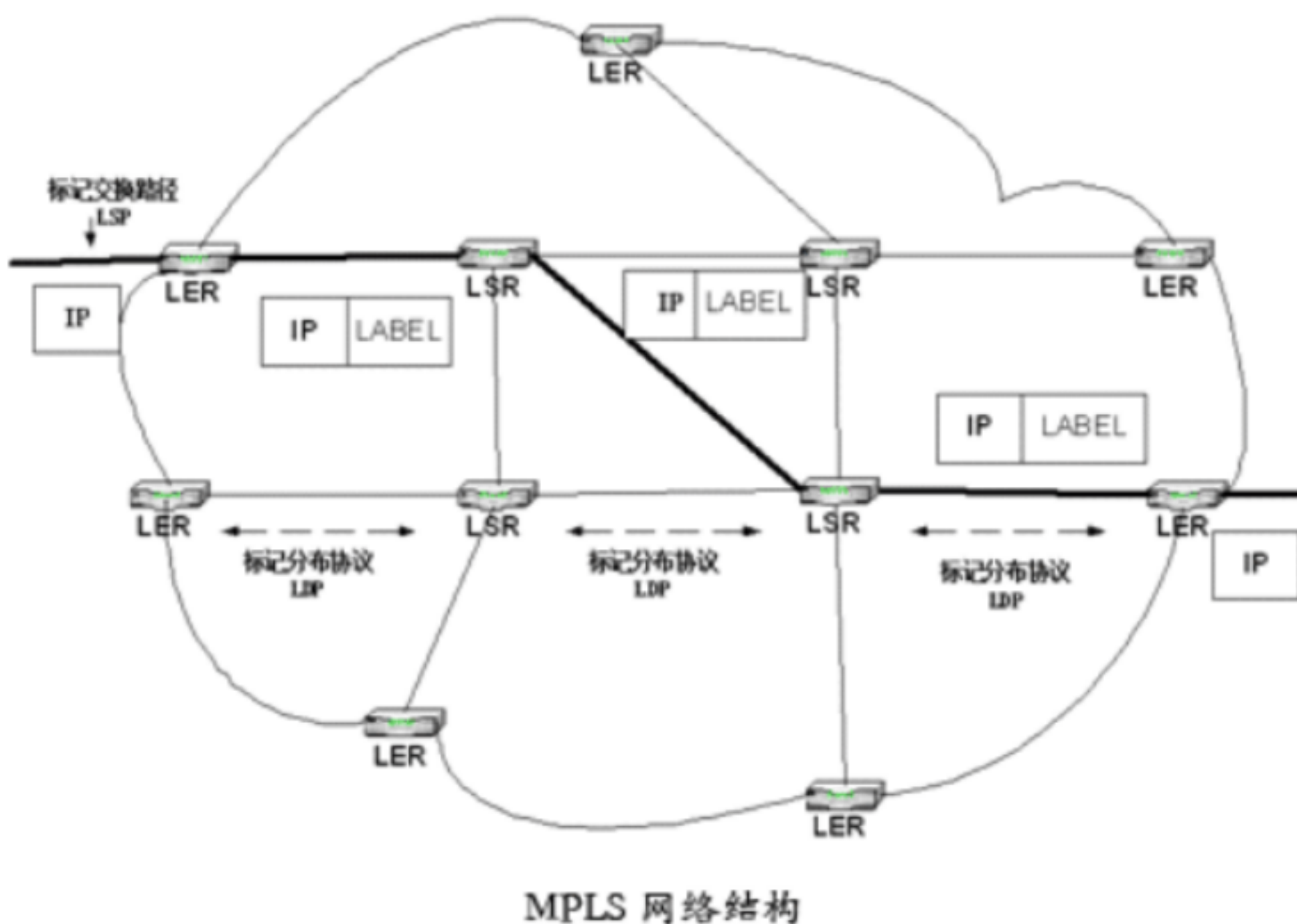
TFTP（普通文件传输协议）、NFS（网络文件系统）、SNMP（网络管理协议）；

传输层：TCP（传输控制协议）、UDP（用户数据报协议）；

网络层：IP（网间协议）、ICMP（网际控制协议）；

物理层：ARP/RARP（地址解析协议）。

## 64、MPLS 网络结构



## 65、MPLS 网络工作原理

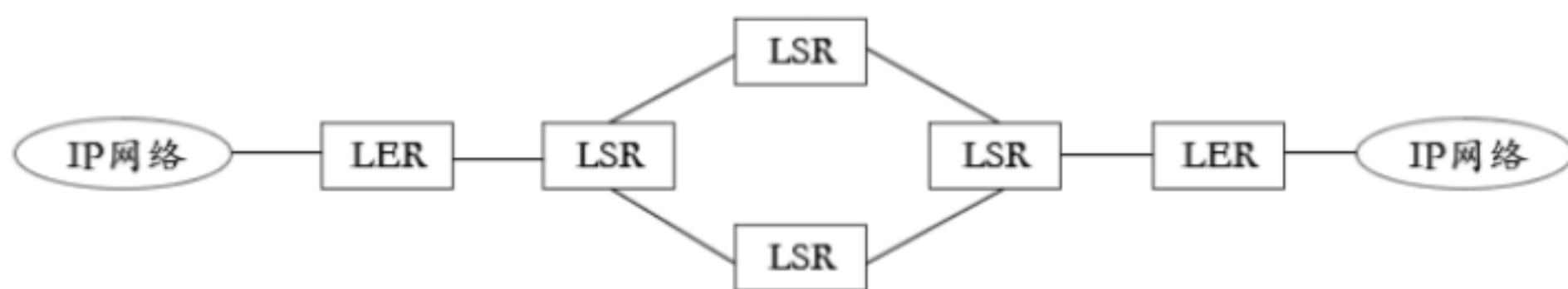


图10-1 MPLS网络工作原理

66、软交换功能：媒体网关控制、呼叫控制、业务控制、信令互通。