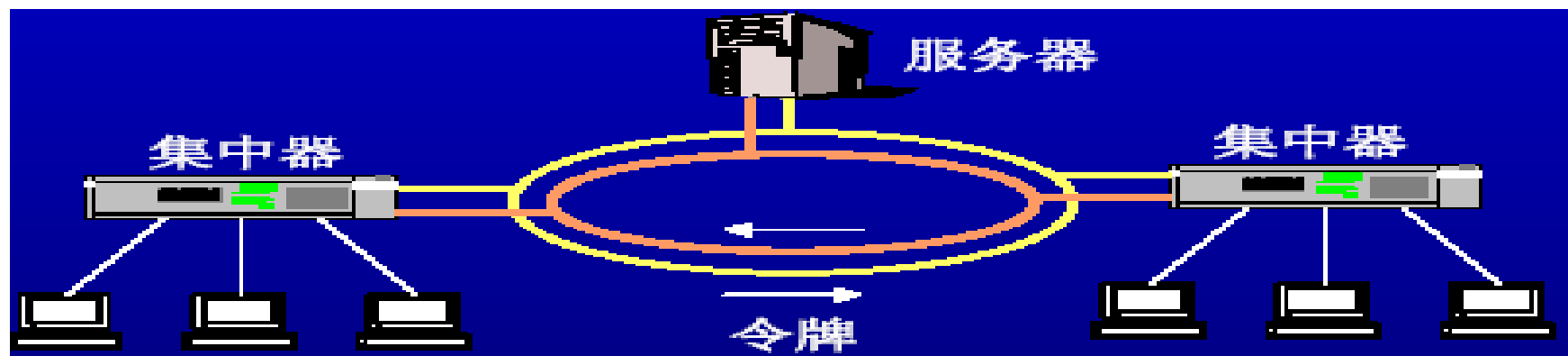


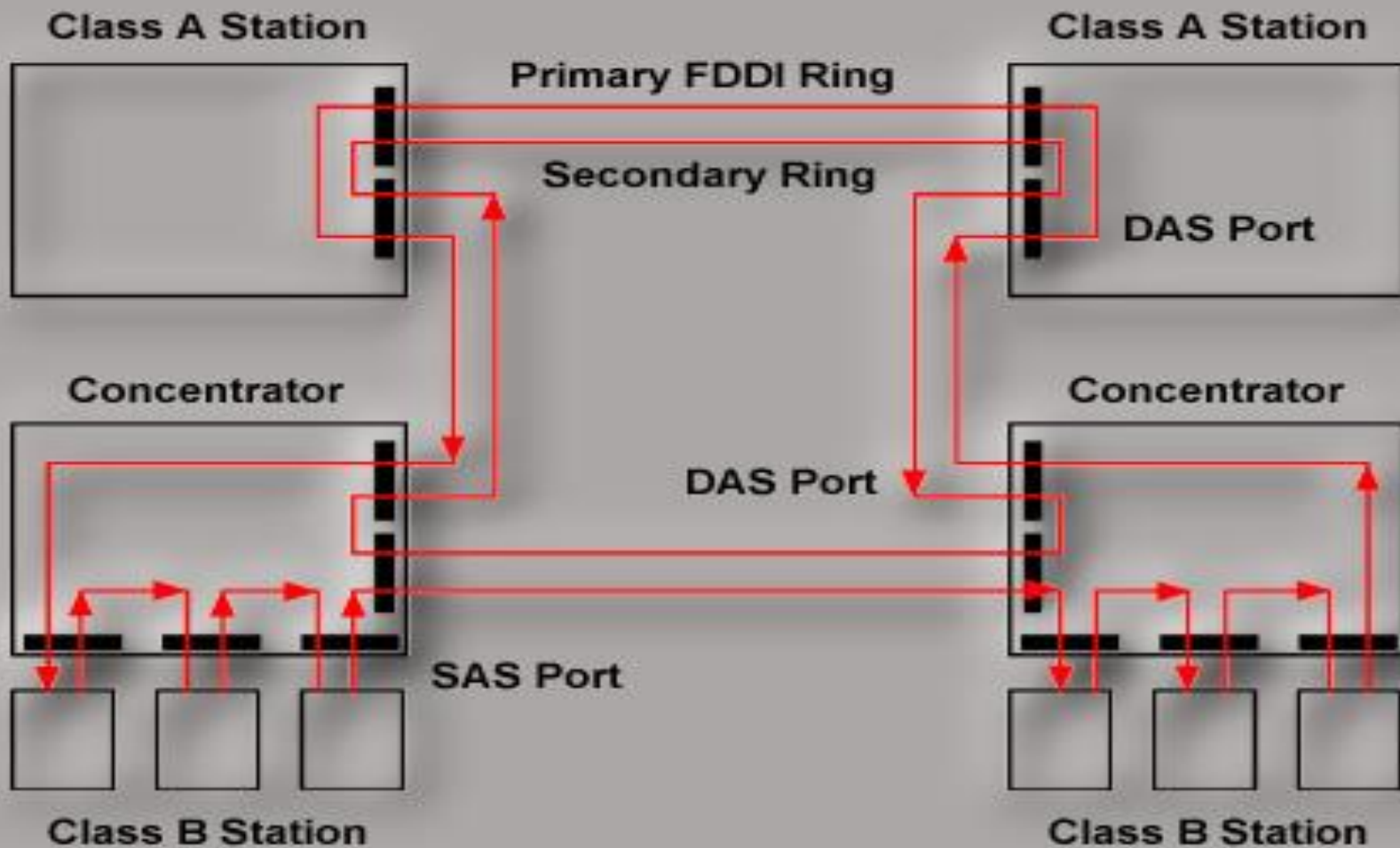
5.5 FDDI

FDDI概述

光纤分布式数据接口(FDDI, fiber distributed data interface)起源于ANSI(美国国家标准协会)X3T9.5委员会制定的标准, 该标准定义了速率为100Mbps光纤网的MAC层和物理层, 而在MAC层之上则借用了IEEE802.2的LLC协议。



5.5 FDDI



A工作站可连接双环，**DAS** (Dual Attachment Stations)

B工作站只连接到单一光纤环，**SAS** (Single Attachment Station)

§ 5.5.4 FDDI网络组成技术

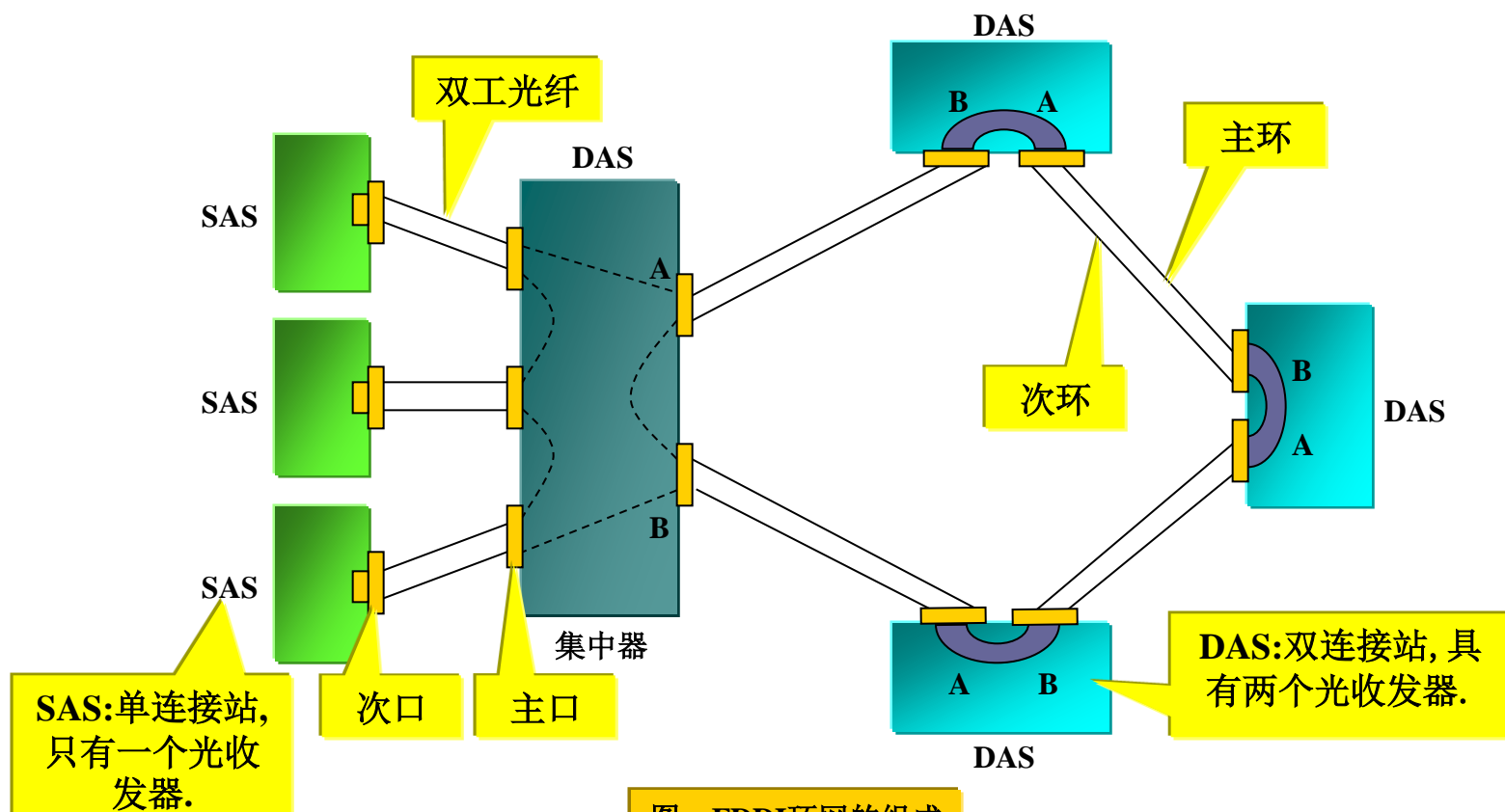
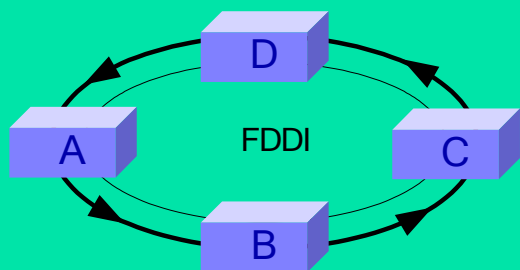


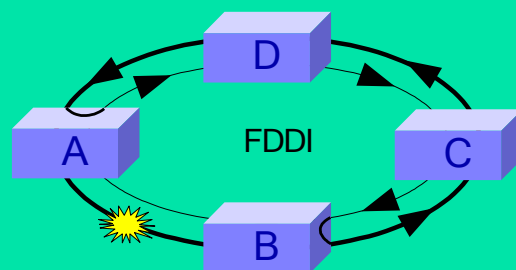
图 FDDI环网的组成

■ FDDI的自修复功能

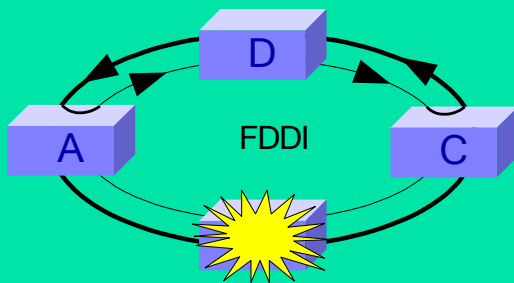
- 正常情况下，仅主环工作，次环用于备份。当主环出现故障时，FDDI能够自动重新配置，使网络流量绕过主环中的故障点从备份环中通过。



正常情况下数据通过主环传输



主环故障时数据从次环绕过



站点故障时数据从次环绕过

5.5 FDDI概述

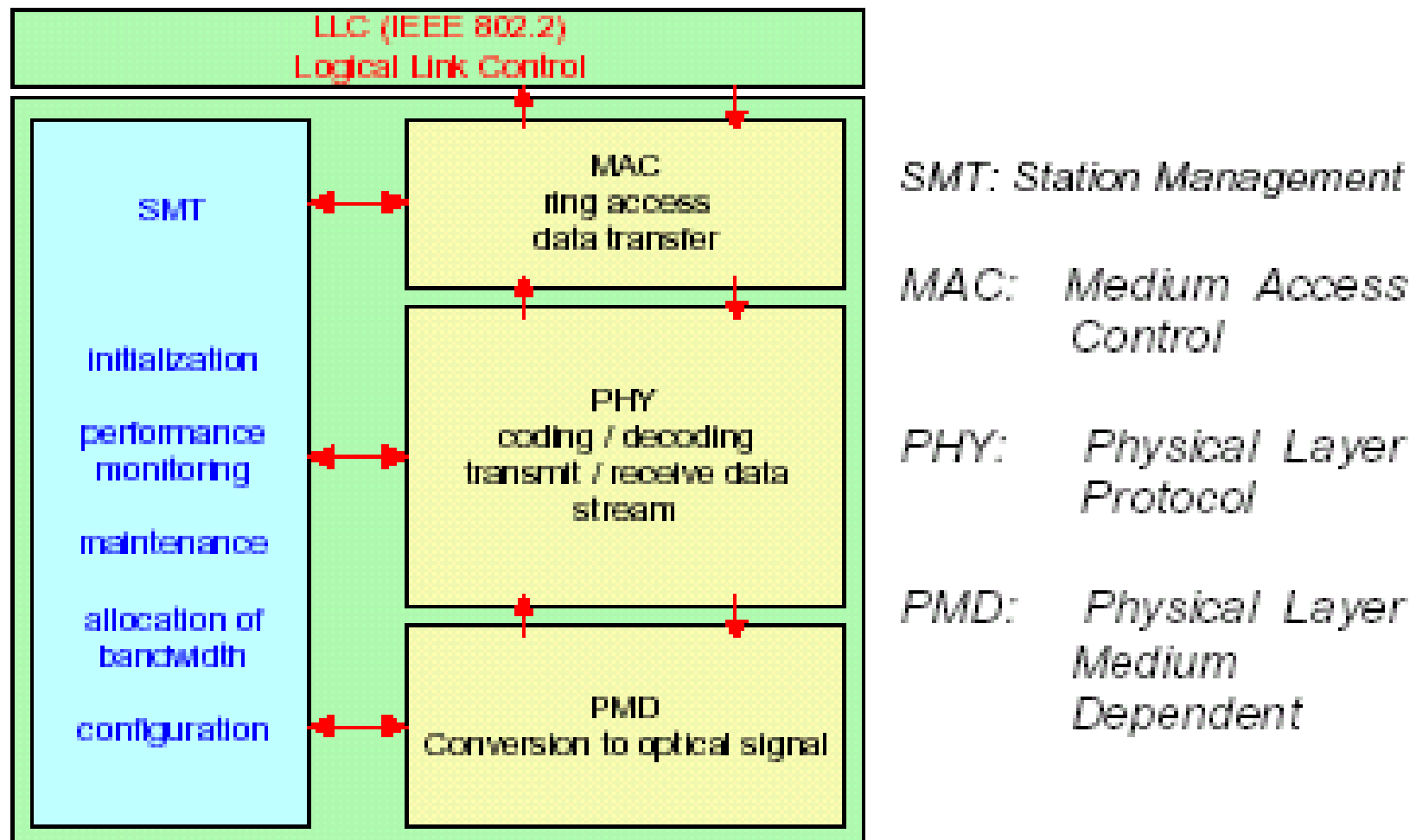
FDDI之所以采用双环结构，是为了提高网络的可靠性，使得网络中某处出现故障时可进行重构。重构的主要措施有**以下三种**：

(1) 将主环和备用环连成一个单环。

(2) 利用站本身的旁路功能。

(3) 利用集线器隔离故障站。

5.5 FDDI概述



5.5 FDDI概述

FDDI网主要用于主机与其外围设备之间、各主机之间或宽带工作站间的互连，也可作为主干网与IEEE 802低速局域网互连。



Caption: The back of two FDDI concentrators (hubs) (see photo img4_013). The top concentrator has 10 ports while the bottom one has 20.



Caption: The front of two FDDI concentrators (hubs). The top concentrator has 10 ports while the bottom one has 20.

5.5 FDDI的物理层

FDDI的物理层分为**PHY子层**和**PMD子层**。**PHY子层**由**数据编码模块**、**译码模块**和**时钟同步操作逻辑模块**组成，**PMD子层**由**光发送器**、**光接收器**和**光旁路开关**三部分组成。

5.5 FDDI的物理层

FDDI的数据编码。FDDI采用二级编码的方法，首先按4B/5B编码，然后再用NRZI(不归0)编码。

5.5 FDDI的物理层

4B/5B编码是把每4位数据编为5位符号，由于数据率为100Mbps，在采用4B/5B编码后，介质传输波特率为125Mbps，与采用差分曼彻斯特编码的200Mbps速率相比，要节约很大的硬件资源。

5.5 FDDI的物理层

发送方从MAC层接收的发送数据是4位码组的字符，经编码器转换为5位码组，然后由光发送器将编好的串行数据序列送往光纤。识别出起始界符后，若收到的字符为QUIET、IDLE或HALT，则转交给SMT处理，否则由解码器转换回4位码组的接收数据送往MAC层。

5.5 FDDI的物理层

FDDI采用了**分布式定时方案**，即环路上的每个站用自己独立的时钟源来使发送同步，这需要在发送器和接收器之间增设一弹性缓冲区，进入缓冲区的信号由从接收信号中分离出来的时钟同步，而从缓冲区中取数据则由本站自己的时钟进行同步，这样，转发站数目的增加不会导致抖动的增加。

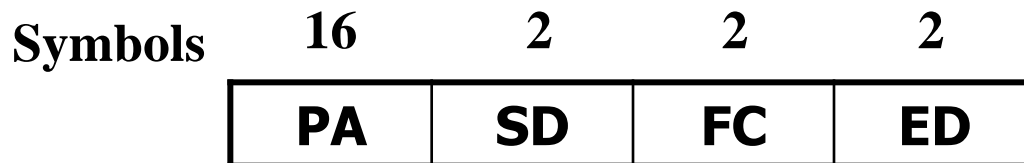
5.5 FDDI的MAC层

与IEEE 802.5一样，FDDI也是采用令牌环协议，当所有站都空闲时，令牌在环中不停的循环，在某站有数据要发送时，须等到令牌经过此站并截获它，然后发送一至多帧数据。该站发完数据后即发出一个新令牌，等到发送的数据环行一周后，再清除这些帧。

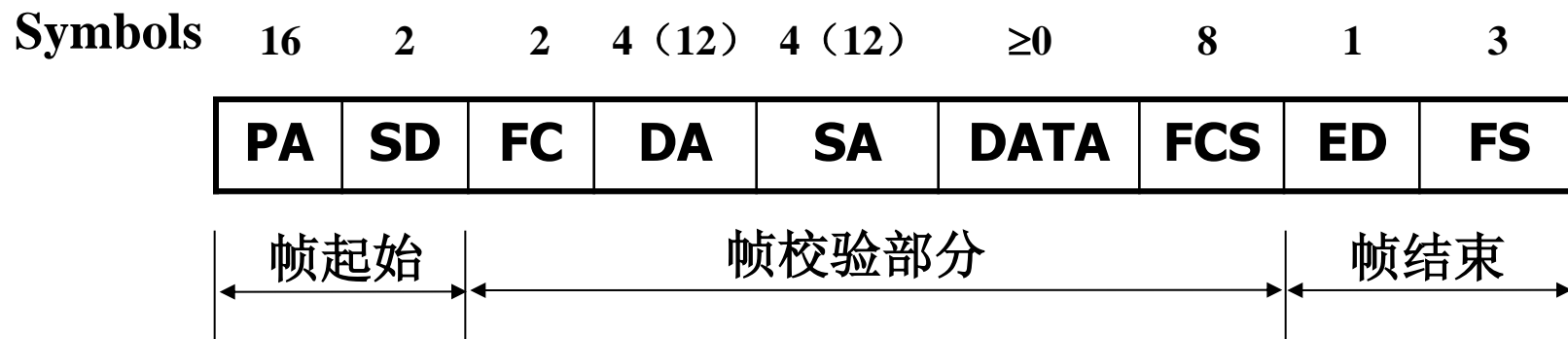
5.5 MAC帧格式

由于FDDI在物理层是以4位为基础进行传输的，而4位表示一个符号，所以FDDI的帧格式用结构符号表示。

5.5 MAC帧格式

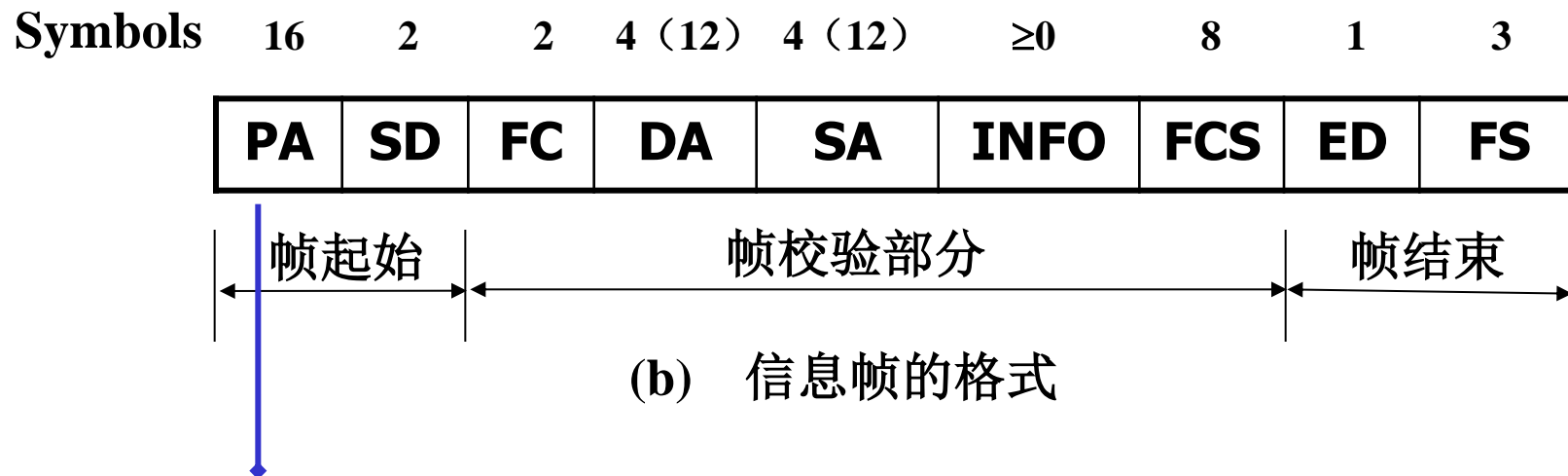


(a) 令牌的格式



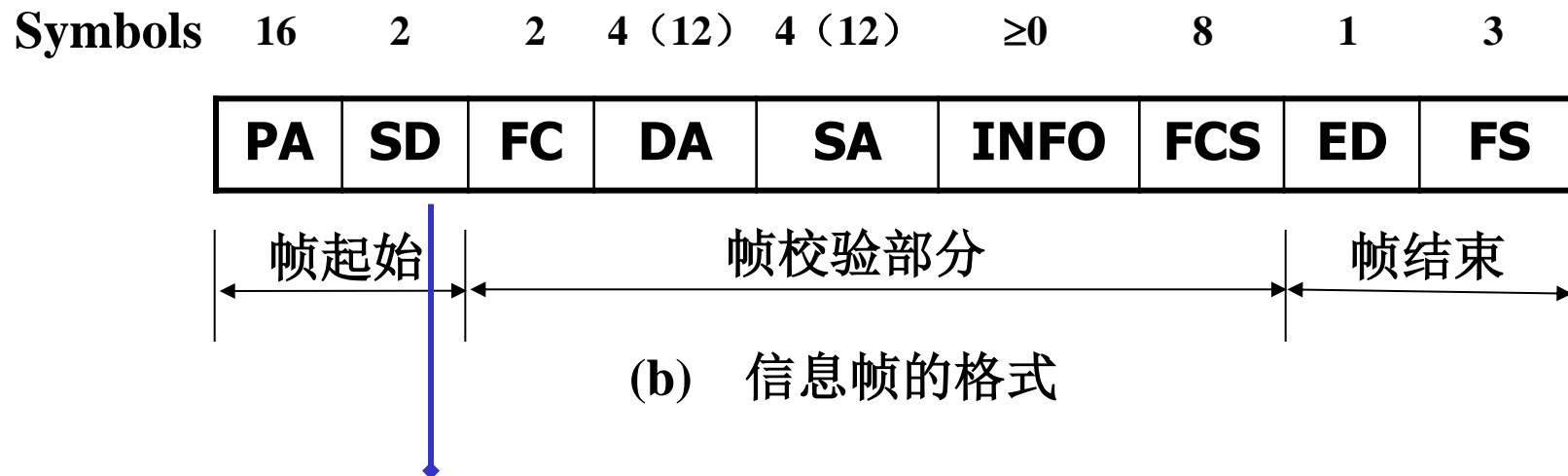
(b) 信息帧的格式

5.5 MAC帧格式



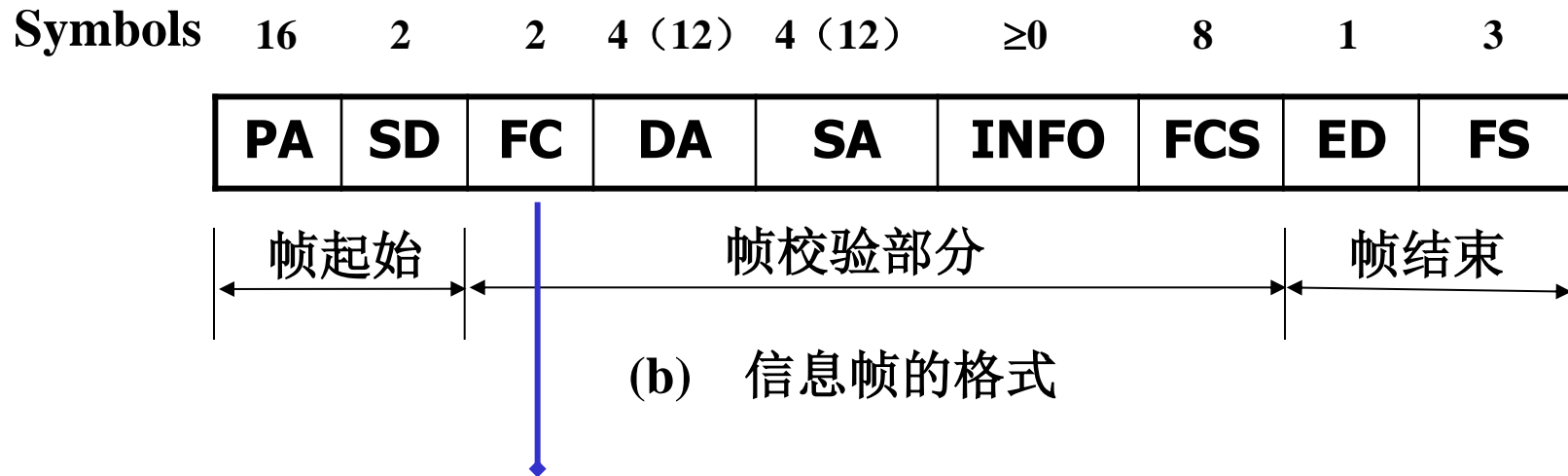
PA: Preamble, 前导字符, 用于使用上各站的时钟同步。它是16个空闲字符, 共64位。

5.5 MAC帧格式



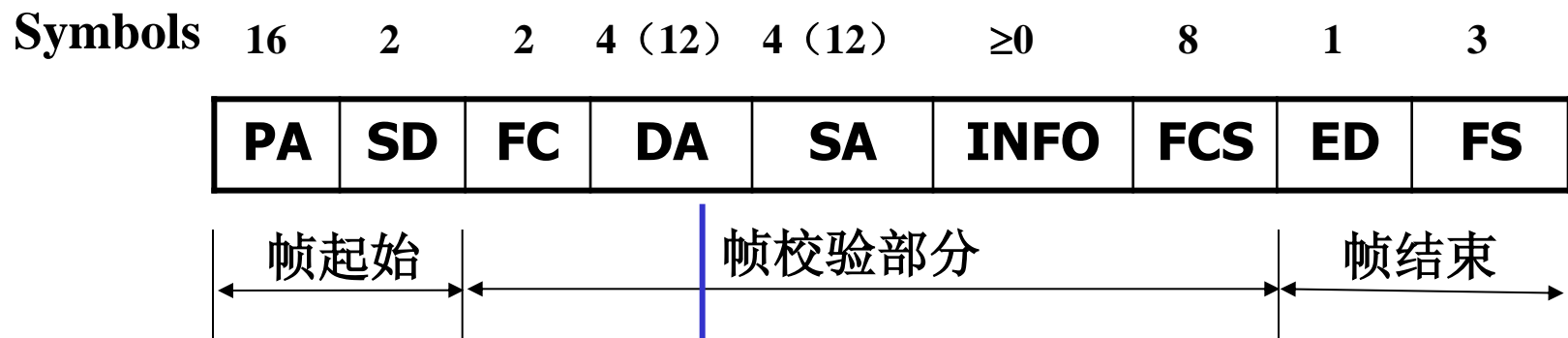
SD: Starting Delimiter, 起始界符, 表示一帧的起点。它是非数据编码符JK;

5.5 MAC帧格式



FC: Frame Control, 帧控制, 其格式为CLFFZZZZ。其中C为**类型**位, 指是同步帧还是异步帧; L为**地址长度**指示位, 指出地址长度是16位还是48位; FF为**格式**位, 指出该帧是LLC帧还是MAC控制帧; ZZZZ表示控制**帧的类型**;

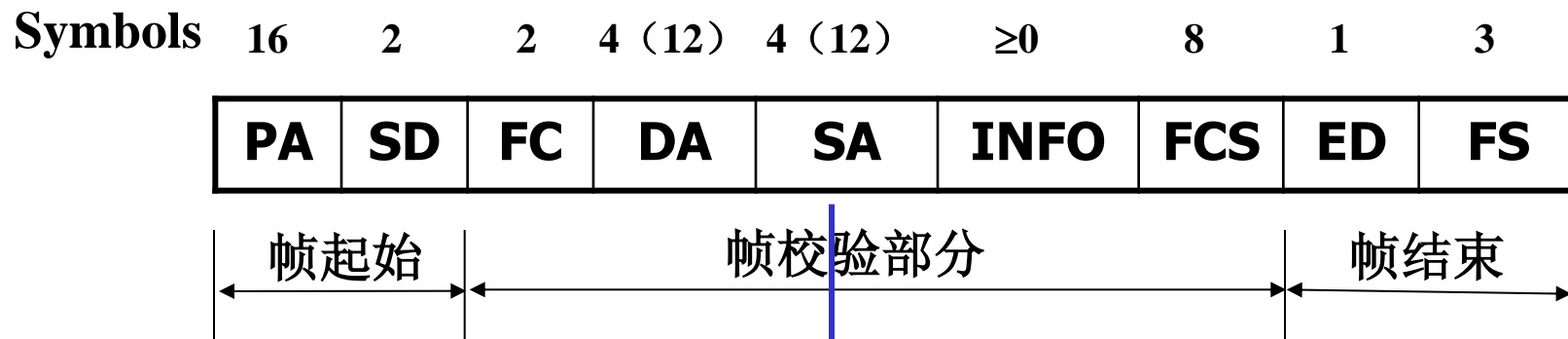
5.5 MAC帧格式



(b) 信息帧的格式

DA: Destination Address, 目的地址, 16位或48位;

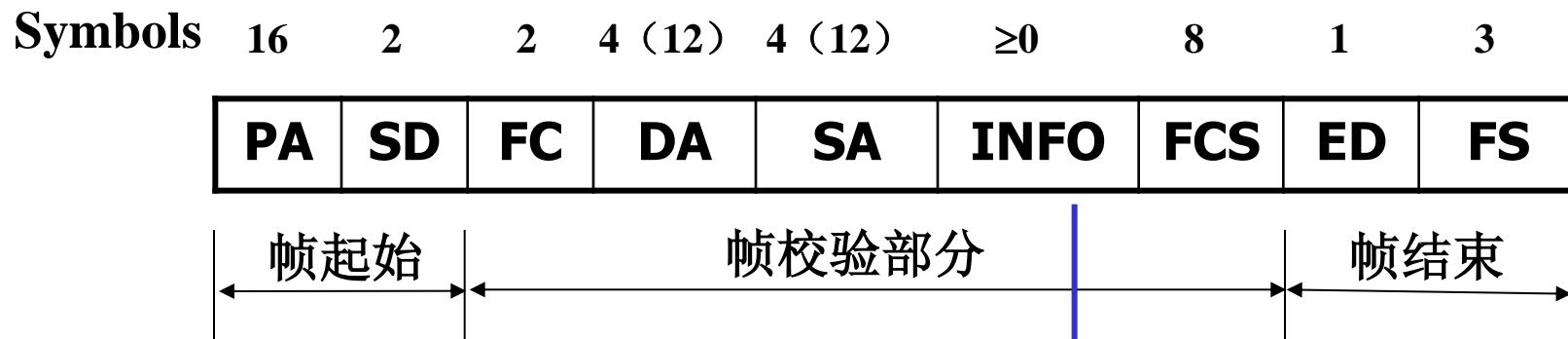
5.5 MAC帧格式



(b) 信息帧的格式

SA: Source Address, 源地址, 16位或48位。

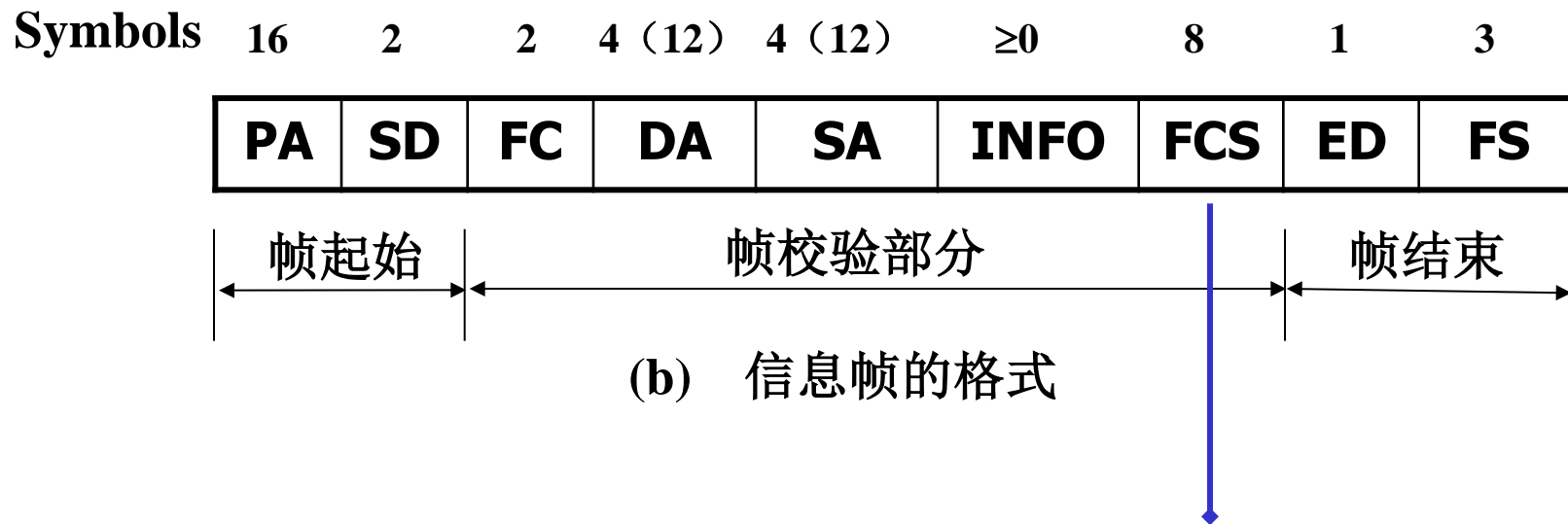
5.5 MAC帧格式



(b) 信息帧的格式

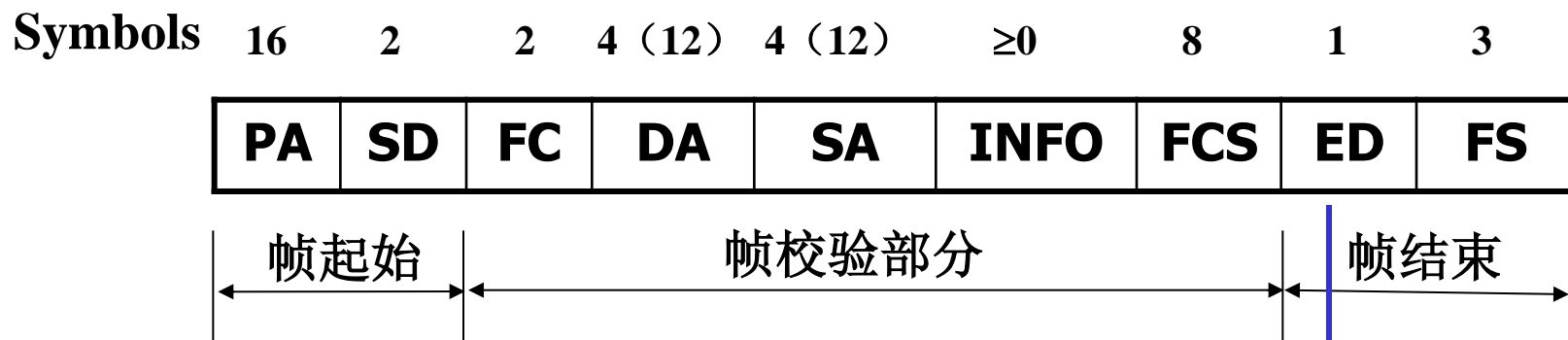
INFO: INFOmation, 信息字段;

5.5 MAC帧格式



FCS: Frame Check Sequence, 帧校验序列, 32位。

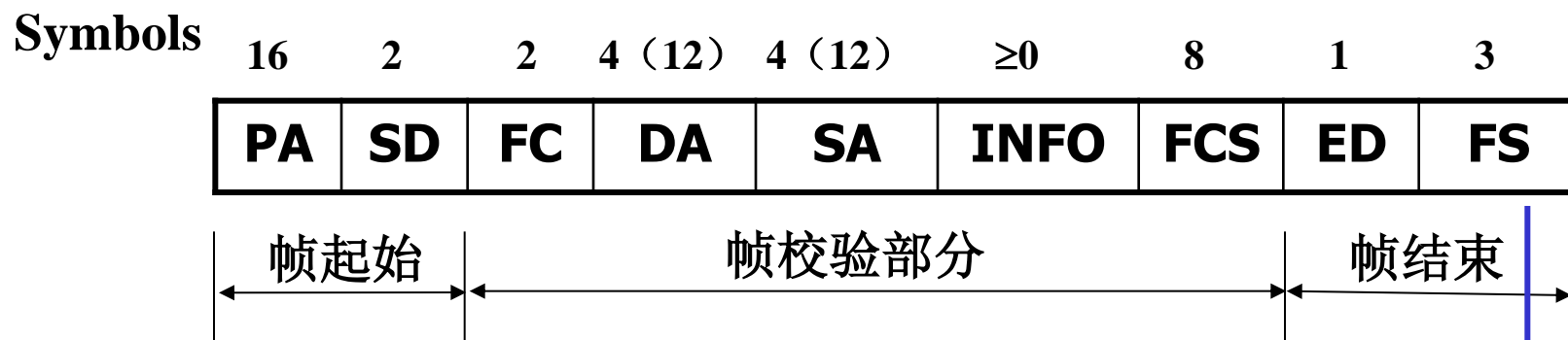
5.5 MAC帧格式



(b) 信息帧的格式

ED: Ending Delimiter, 结束界符,
对令牌是2个结束字符, 对数据
帧是1个结束字符;

5.5 MAC帧格式



(b) 信息帧的格式

FS: Frame Status, 帧状态, 表示目的站是否识别它的地址、帧是否已复制。该字段至少3个字符。

5.5 网络传输容量分配

*FDDI*要求对高速网络通信资源有更强的控制能力，它要求：

- 支持各种实时性要求的信息流的混合传输；
- 支持突发性数据流的传输；
- 支持多帧对话方式。

5.5 网络传输容量分配

为此，FDDI定义了**同步**与**异步**两种服务，同步服务用于带宽和响应时间可预知的场合(面向实时业务，如声音、图像)；异步服务则用于那些带宽要求难以确定、对响应时间要求不高的场合(面向非实时的通信业务，如文件传输、键盘命令等。)

5.5 网络传输容量分配

FDDI在MAC层使用TTR协议(Timed Token protocol, 时控令牌环行协议)来控制介质传输容量分配。

5.5 FDDI的SMT

FDDI除物理层协议模块、MAC层协议模块和LLC层协议模块外，还有LMT(层管理协议)和SMT(站管理协议)，其中LMT定义网络站中管理和MAC层协议的进程管理，以达到网上各站协同工作的目的，而SMT除LMT的功能外，还需涉及LLC和更高层，所以也可以将LMT和SMT统称为SMT。

5.5 FDDI的SMT

SMT监督全站的各种活动，并对活动进行总体控制，其主要任务有：控制和管理站内的预置、启动、性能监测、维护和差错控制，与网上其他的SMT实体互相通信，进行地址管理、网络带宽分配等工作，以便控制全网运行。

5.5 FDDI的SMT

SMT还有一项重要的功能是**CMT(连接管理)**,
它控制站内PHY与MAC两个实体间的逻辑互连,
并建立邻站间的逻辑连接。

5.5 FDDI的SMT

比较项目	FDDI	IEEE 802.5
传输处理	符号级	比特级
信息传输控制	时控令牌环行协议 TTR	帧优先级+预约优先级
令牌管理	发完帧后立即发新令牌	帧返回后才发新令牌
令牌接收	吸收令牌	更改令牌中的一个比特
同步方式	分散同步	集中同步
环路监控	分布在各站	集中在监控站
数据率	100Mbps	最大 10Mbps
传输介质	光纤	屏蔽双绞线(有时用光纤)
编码	4B/5B+NRZI	差分曼彻斯特编码

5.5 FDDI—II

FDDI—II是基本FDDI协议的扩展，目的是为了
使网络增加**等时的**(Isochronous)**电路交换**服务，
如声音、图像和传感器数据等。

FDDI—II电路交换原理

FDDI—II所支持的电路交换服务是在两个或更多站之间提供了持续的连接，连接的建立不是采用地址方式，而是根据某些事先的约定，先用分组信息协商或使用对话站事先知道的一些规定来建立连接。

5.6 异步传输模式（ATM）

ATM(Asynchronous Transfer Mode)意指异步传输模式，它是为高速数据传输和通过公网或专用网传输多种业务数据而设计的。ATM是在1989年产生的，后被国际电讯联盟标准化组织ITU-T确定为传输语音、图象、数据和多媒体信息的工具。虽然开发ATM的原意是希望用于宽带综合业务数据网（B-ISDN），但由于实施的复杂性，ATM最终首先被用于局域网。近几年来，ITU-T、ATM论坛、ANSI（美国国家标准协会）、ETSI（欧洲电信标准协会）和IETF（Internet 工程任务组）等标准化组织为ATM定义了一系列标准，使ATM技术在局域网建设中很快被推广应用，现在ATM已成为局域网主干网的主流技术之一。

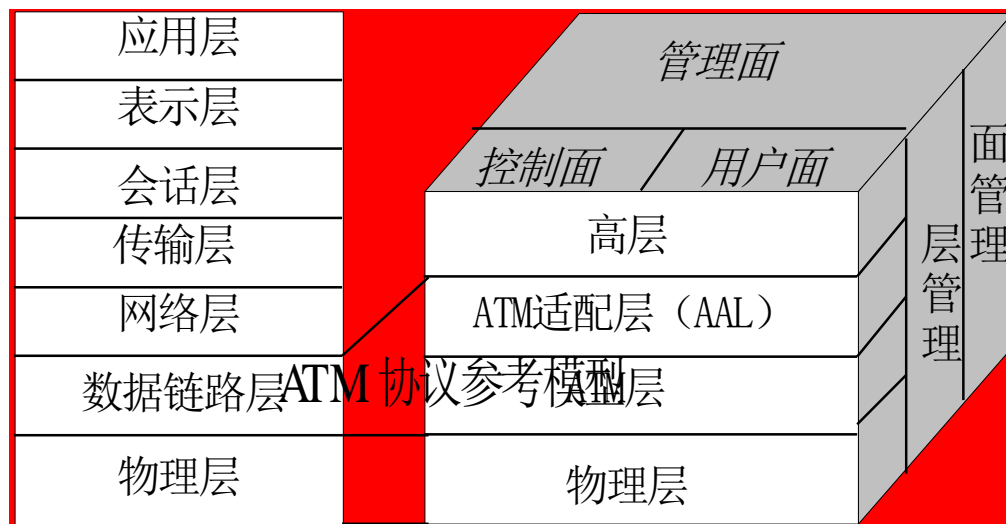
5.6.1 ATM的特点

- 面向连接的分组交换技术，综合了电路交换和分组交换的优点。
- 以小的、固定长的信元（cell）为基本传输单位，每个信元的延迟时间是可预计的。
- 允许声音、视频、数据等多种业务信息在同一条物理链路上传输，它能在一个网络上用统一的传输方式综合多种业务服务。
- 数据传输速率高，一般为25Mbps-20Gbps，如：155.52Mbps（OC-3）、622.08Mbps（OC-12）
- 星型拓扑结构，并可以构造网状拓扑结构。
- 提供质量保证QOS服务。ATM为不同的业务类型分配不同等级的优先级，如：为视频、声音等对时延敏感的业务分配高优先级和足够的带宽。
- 是一种局域网与广域网的综合技术，能实现LAN和WAN的无缝连接
- 传输介质可以是光纤（单模/多模）或双绞线（如：5类双绞线）
- 通过局域网仿真（LANE），ATM可以和现有以太网、令牌环网共存。由于ATM网与以太网等现有网络之间存在着很大差异，所以必须通过使用LANE、MPOA和IP Over ATM等技术，它们才能结合，而这些技术会带来一些局限性，如：影响网络性能和QOS服务等。
- ATM网络具有很好的扩充能力，易升级，易延展。

5.6.2 ATM的基本技术

为了满足以更高的位速率传输多种业务信息的需要，ATM采用了更有效的传输技术，它的基本技术是信元交换和面向连接。

OSI参考模型



5.6.3 局域网仿真（LANE）

局域网仿真（LANE-LAN Emulation）是在ATM网上模拟传统局域网。LANE V1.0和LANE V2.0定义了模拟IEEE802.3以太网和IEEE802.5令牌环网的机制以及LANE的组成

部分和各部分的功能。

（1）802.3以太网与ATM网络技术之间的差异

- 以太网是无连接的，而ATM提供面向连接服务。
- 以太网是可变长的包（64字节—1514字节），而ATM的基本交换单元是小的、固定长的信元，每个信元只有53个字节。
- 以太网采用广播式传输技术，ATM是一种点到点的非广播服务
- 以太网的MAC地址与网络拓扑结构无关，长度为48bit，用12个16进制数表示（如：00a0.c99c.4718）。ATM地址采用NSAP格式，长度是20个字节，用40个16进制数表示（如47.00918118100000000e0a3d7ef01.00e0a3d7eb71.01），它与网络拓扑和所连接的设备端口有关。

（2）局域网仿真的主要功能

局域网仿真起到局域网与ATM的桥接作用，它模拟以太网的广播机制和无连接的特性，并在ATM网络与以太网之间进行数据包的重分组和地址转换，使局域网能够利用ATM网的各种优点。

(3) 局域网仿真LANE的主要功能

- ▣ 在发送数据端，LANE对以太网的可变长包进行分段，将帧重新封装成信元，发送到ATM网上，通过ATM网进行数据传输。
在接收端，LANE把信元重新组合成以太网帧，发送到以太网上。从而实现以太网到ATM网的数据转换。
- ▣ 实现MAC地址到ATM地址的转换。在局域网中，端站点之间的通信是用 6 字节的MAC地址来表示源端和目的端，数据的传输是根据目的MAC地址进行的，而要通过ATM传送数据，首先需要根据ATM地址在两个端点之间建立一条虚连接，所以LANE必须实现MAC地址和ATM地址之间的转换。
- ▣ 仿真以太网的无连接传输特性，使ATM网络对局域网的端站点呈现无连接特性
- ▣ 仿真以太网的广播机制，让ATM支持点对多点的传输，即支持广播和多点广播。
- ▣ 提供与局域网MAC驱动器接口相同的服务，使高层协议能够继续使用。

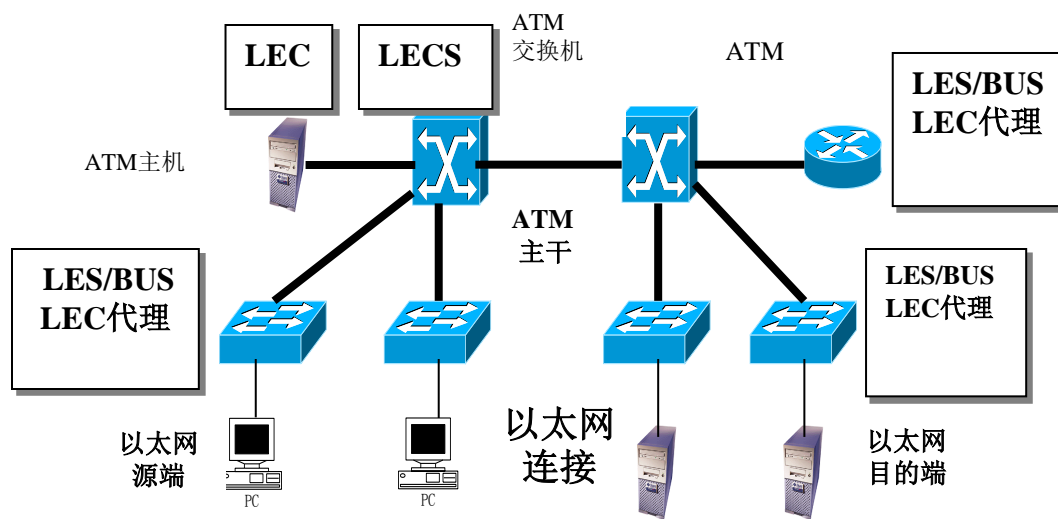
（4）局域网仿真的特性

- ▣ LANE可以仿真802.3以太网和802.5令牌环网
- ▣ LANE可以支持多种现有局域网的网络层标准如：TCP/IP、IPX、DECNET 和APPLETALK
- ▣ LANE 完全独立于其上层协议、服务和应用软件，它与高层协议无关，所以现有的高层协议和应用软件都不需要作任何修改就能在ATM网上运行。
- ▣ 在一个大的ATM网络中，往往被划分成多个逻辑小组，每个逻辑组是一个逻辑子网即仿真局域网（ELAN）。每个ELAN是一个广播域，它具有独立的局域网段的功能，广播信息只在同一个ELAN中传播。不同的ELAN之间通信，必须通过路由器转发。在实际应用中，除不需要通过ATM主干网通信的VLAN外，一般一个VLAN对应一个ELAN。
- ▣ LANE技术比较复杂，在LANE机制工作的过程中，会影响ATM的工作效率，不能充分发挥出ATM的最佳性能。而且在使用了LANE技术后，则不能提供ATM的质量保证服务（QOS）

(6) 局域网仿真的组成部分

LANE标准由局域网仿真用户到网络接口（LUNI）和局域网仿真网络到网络接口（LENNI）两部分组成。LUNI规定局域网仿真采用客户/服务器（Client/Server）模式，它由局域网仿真客户和局域网仿真服务器组成，具体包括：

- 局域网仿真客户LEC（LAN Emulation Client）
- 局域网仿真服务器LES（LAN Emulation Server）
- 广播未知地址服务器BUS（Broadcast and Unknown Server）
- 局域网仿真配置服务器LECS（LAN Emulation Configuration Server）



LANE 组成部分

5.6.4 ATM应用实例

