

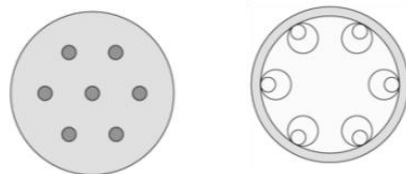
第五章 数据通信与互联网



➤ 4.1 光纤通信的起源与发展

➤ 光纤通信的发展

- 20世纪70年代和80年代：**短波长向长波长发展**(损耗更低)；**多模光纤向单模光纤发展**(带宽更大)
- 20世纪90年代：**掺铒光纤放大器EDFA**(光放大器)；**密集波分复用(DWDM)技术**(提升单根光纤的通信容量)
- 21世纪：**光纤(少模光纤、多芯光纤、空芯光纤)**；**通信系统**(高速率、长距离、大容量等)；**组网**(多层级光网络)



超低时延、超低非线性、超低损耗及更大带宽等特性

➤ 光纤通信的特点 (6点)

- **可用频带宽，通信容量大；传输损耗低，中继距离长；抗电磁干扰，无电磁污染**
- **串话小，保密性强；体积小，重量轻，便于施工维护；材料资源丰富，价格低廉**

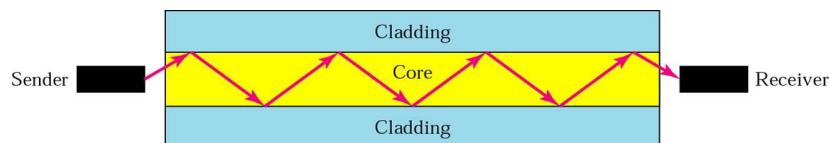
复习：光纤通信(2)



➤ 4.2 光纤的基本理论

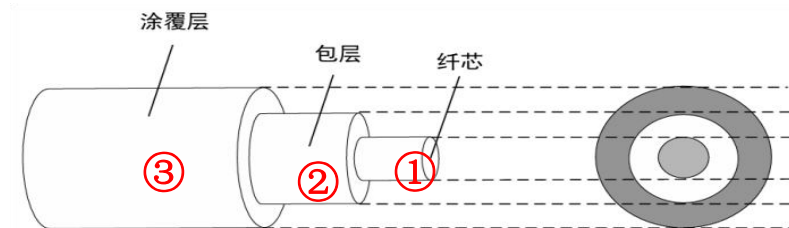
➤ 光纤的结构

➤ 光导效应



纤芯折射率 n_1 >包层折射率 n_2

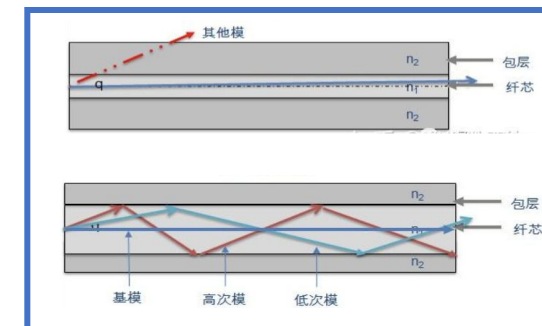
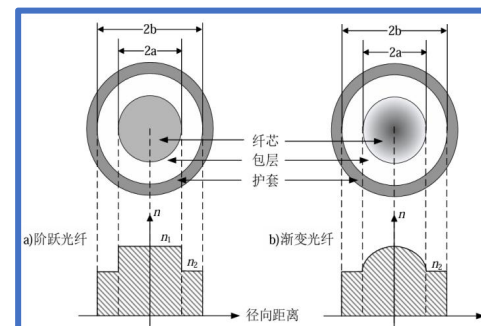
➤ 光纤结构：纤芯、包层、涂覆层



➤ 光纤的分类

➤ 截面的折射率分布：阶跃光纤、渐变光纤

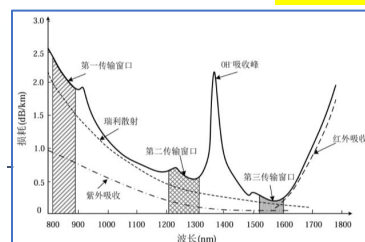
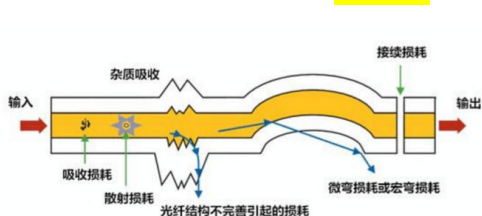
➤ 传输模式数量分类：单模光纤、多模光纤



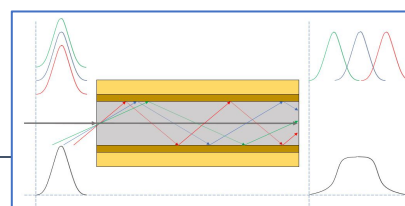
➤ 光纤的传输理论：射线光学（几何光学）、波动光学

➤ 光纤的传输特性

➤ 损耗(衰减) 功率随距离的增加而下降



➤ 色散 不同频率、不同模式成分传输速度不同，导致信号畸变(展宽)



模式色散、波导色散
材料色散、偏振模色散

➤ 非线性效应

光强度变化导致光纤折射率、
光信号的传播特性等发生变化

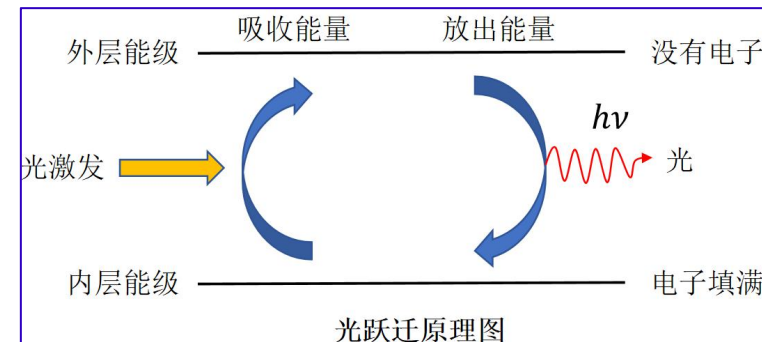
复习：光纤通信(3)



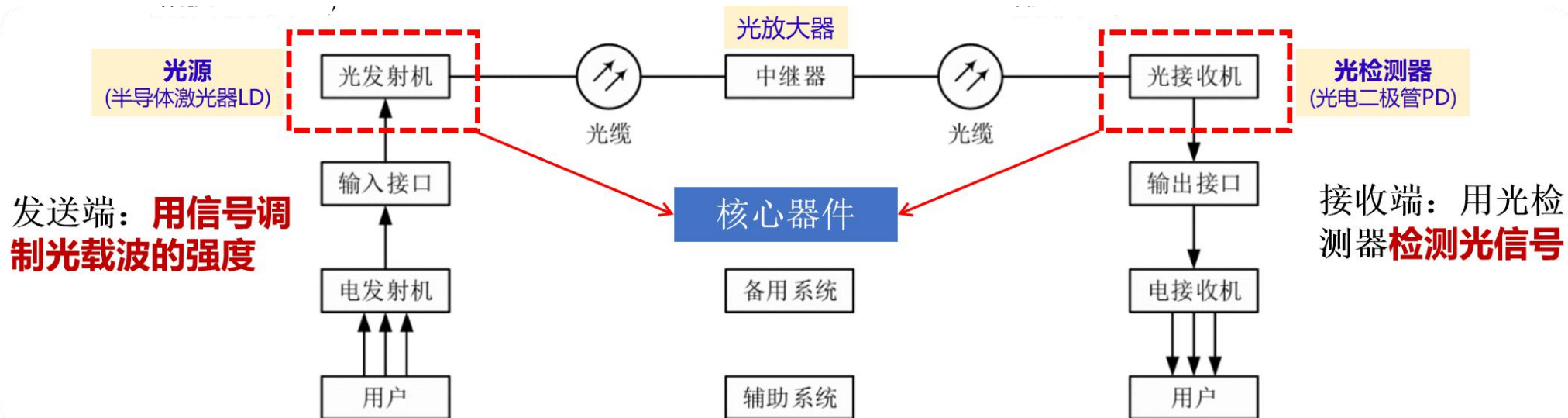
➤ 4.3 光源与光检测器

➤ 光与物质的相互作用

- **自发辐射 荧光** (非相干光) : **发光二极管LED** } **光源**
- **受激辐射 激光** (相干光) : **半导体激光器LD** }
- **受激吸收 光电转换**: **光电二极管PD** — **光检测器**
- **泵浦过程 光放大**: **掺铒光纤放大器(EDFA)** — **光放大器**



➤ 4.4 光纤通信系统: **光发射机+光纤+光接收机**



5.1 数据通信与网络



5.1.1 数据通信

5.1.2 数据通信网络

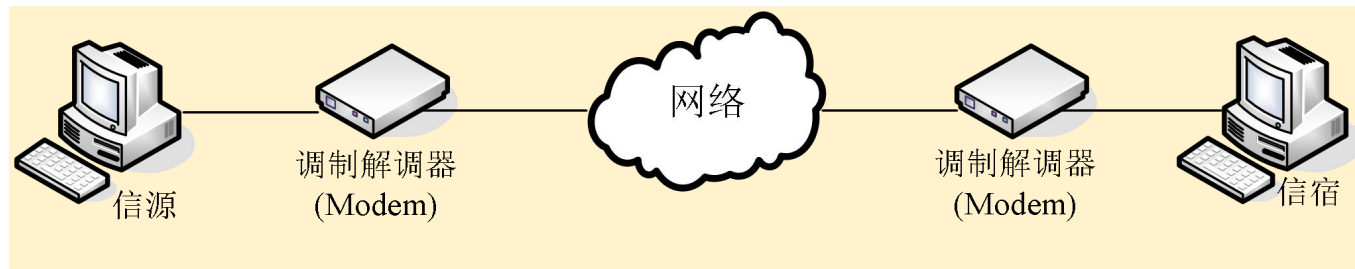
5.1.3 数据交换技术



5.1.1 数据通信



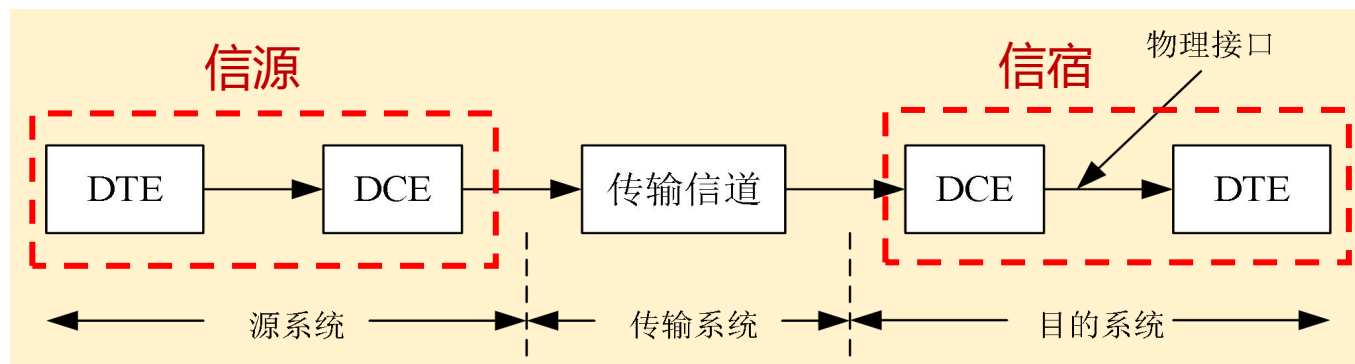
- **数据**：具有某种含义的数字信号的组合，本课程指计算机处理的二进制数据。
- **数据通信**的定义：如果一个通信系统**传输的信息是数据**，则这种通信称为数据通信。
- **数据通信模型**
 - **DTE** (Data Terminal Equipment)
 - **DCE** (Data Circuit-terminating equipment)



思考? 计算机的数据通信和传统电话通信相比，有什么不同？

• 数据通信的特点

- 计算机等数据终端直接参与通信
- 准确性和可靠性要求高；
- 数据通信的**突发度高**，通信持续时间差异大，是一种阵发式通信。



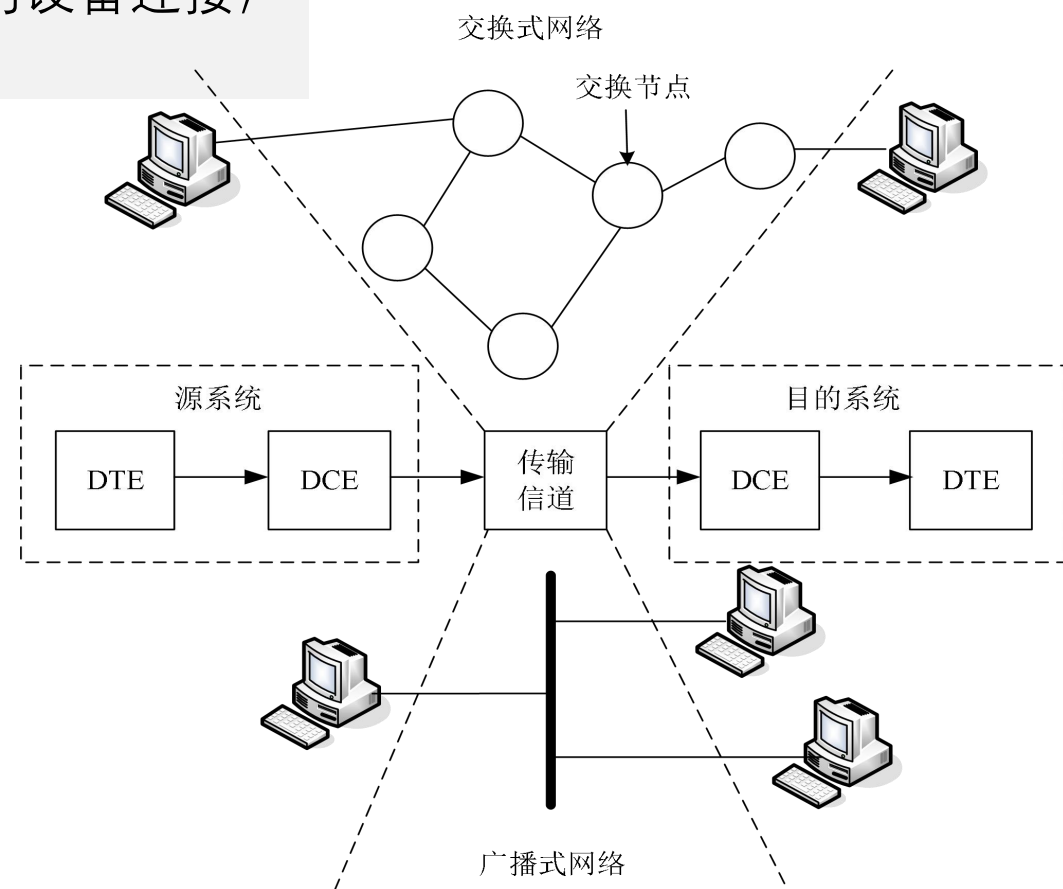
5.1.2 数据通信网络



- 一些通信场景下，两个PC之间点对点用传输介质（如双绞线）直接连接不可行（成本过高，无法实用）。

- 一组终端设备，每台设备都可能在不同的时间与不同的设备连接；
- 设备之间的距离很远。

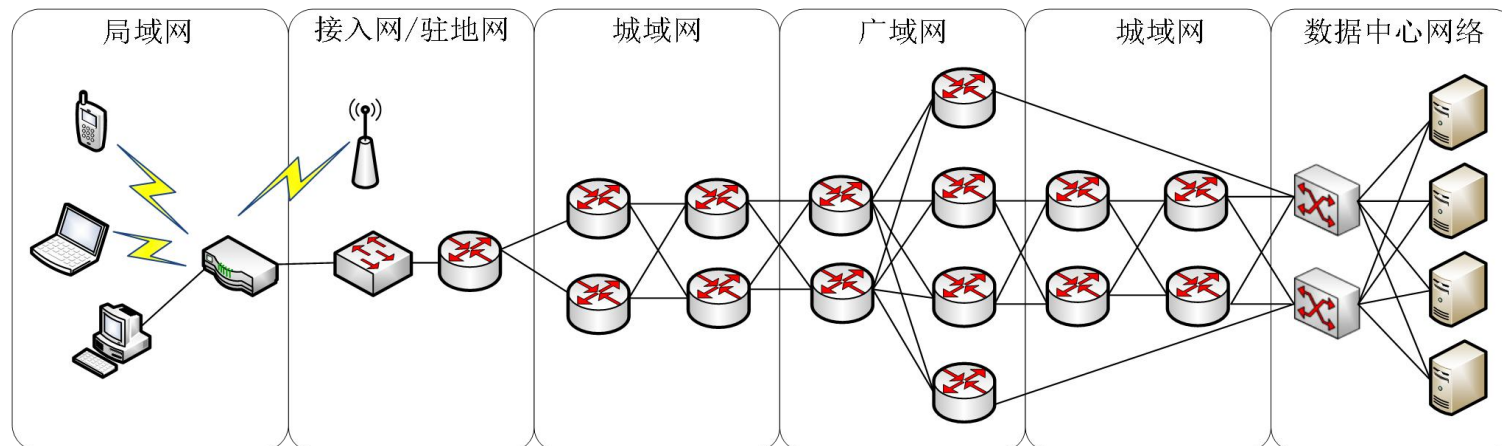
- 解决办法：引入**交换技术**，构建**数据通信网络**。
- 数据通信网络**：实现数据通信的网络。
- 计算机网络**是最常见的数据通信网络



5.1.2 数据通信网络

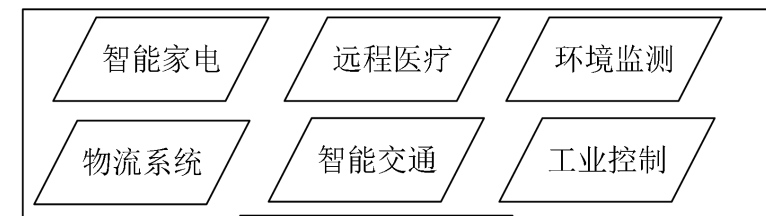


- 典型数据通信网络举例：随着云计算、大数据技术的迅速发展，网络发展的一个趋势是网络服务化，建立数据中心，更敏捷地为业务服务



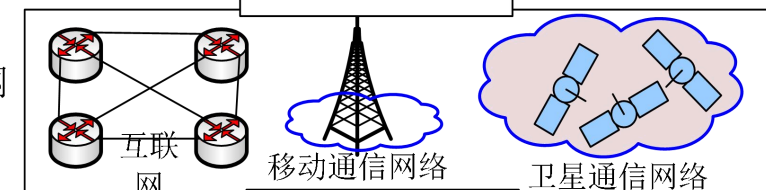
- 物联网IoT (Internet of Things) 在传统的数据通信网络的基础上增加了感知层。

IoT应用服务



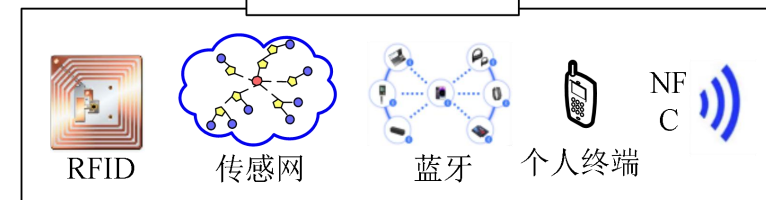
云计算、云存储

传统通信网络



接入网络

感知设备层



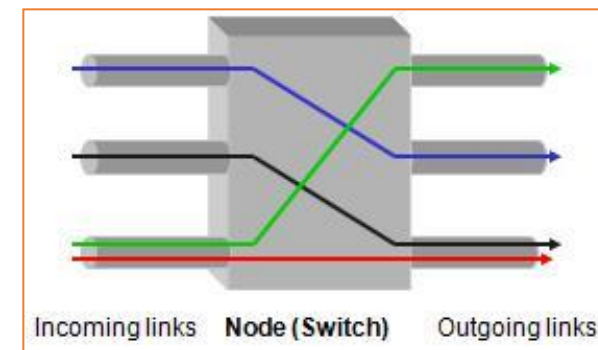
5.1.3 数据交换技术(1)



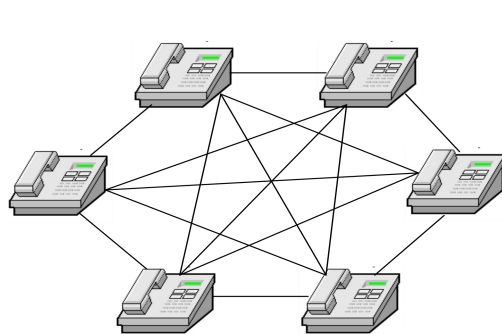
• 交换(Switching)概念

- 早期的电话网络直接连接方式：用户终端之间直接连接；
- 存在的问题**：n个用户时需要设置 C_n^2 条连接线路，成本高，不具实用价值
- 解决方法：引入一个**公用的节点**，实现信息的**交换**。

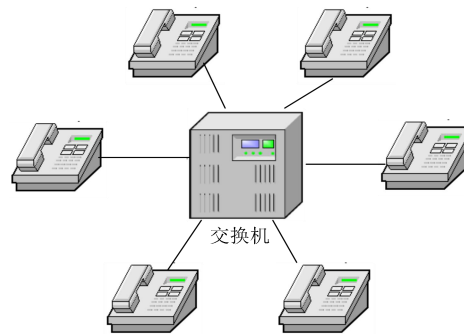
交换节点



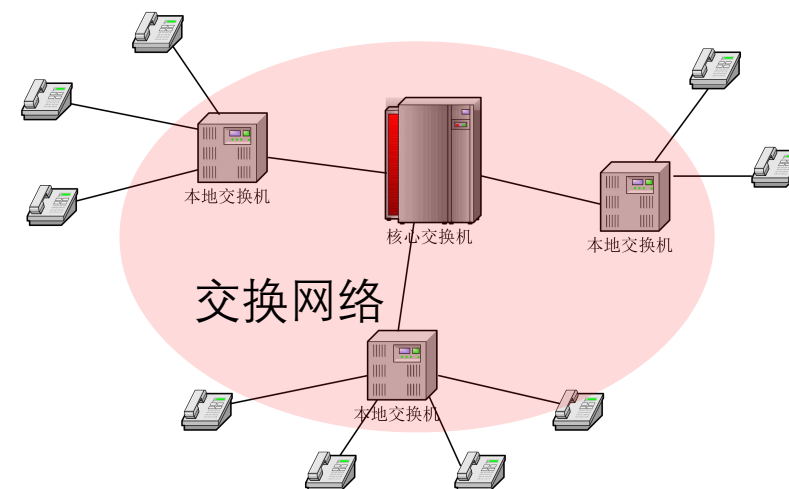
• 引入**交换**节点，构建**交换网络**



直接连接方式



交换连接方式



交换网络形成

5.1.3 数据交换技术(2)



• 交换技术分类

- **电路交换**：公用交换电话网（PSTN）采用的语音数据交换技术

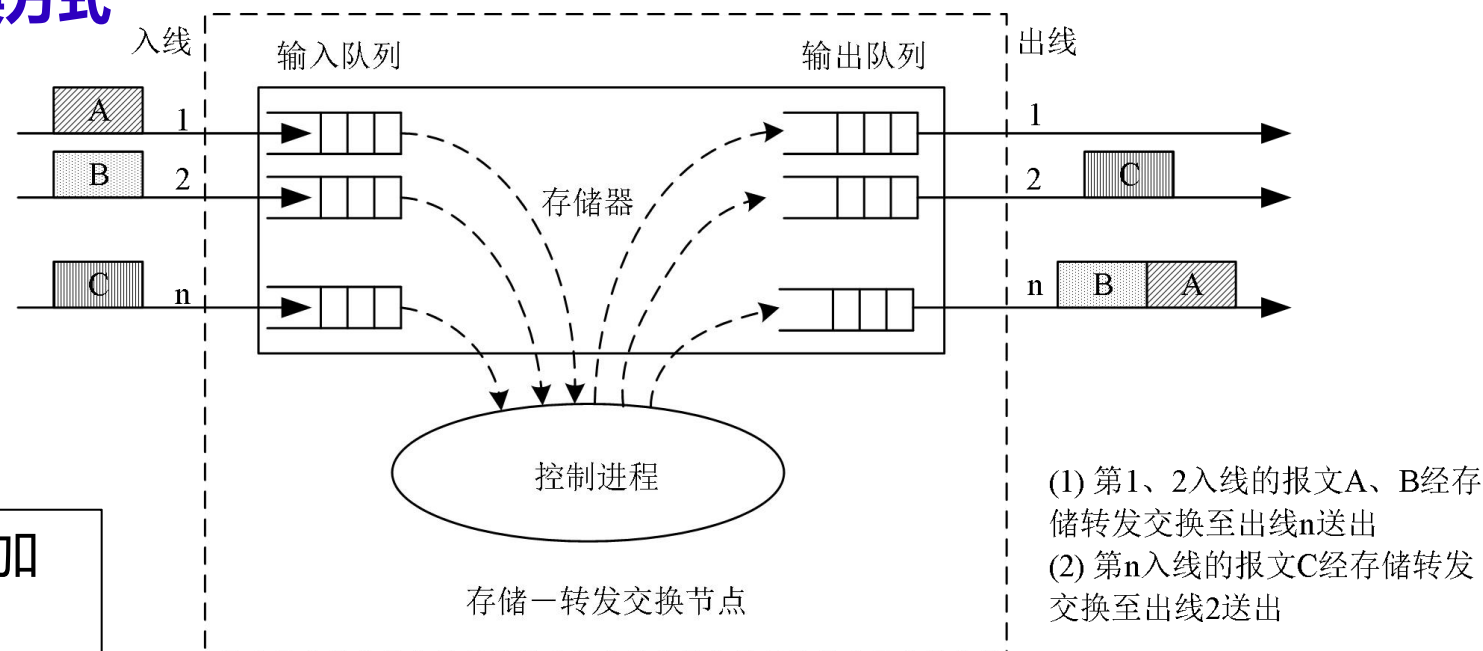
思考？**电路交换适合计算机通信使用吗？**

- 原理：**预先分配资源**
- 特点：呼损制、收发双方速率相同、延迟短且固定
- 适用于连续的、具有固定带宽需求的语音传输。

• **报文交换**：“存储-转发”的交换方式

- 原理：**动态分配资源**，资源是由多个用户进行统计复用。
- 特点：排队制、信道利用率高。
- 适合计算机网络使用。

存在的问题：大报文会引起网络时延增加且需要较大容量的缓存资源。



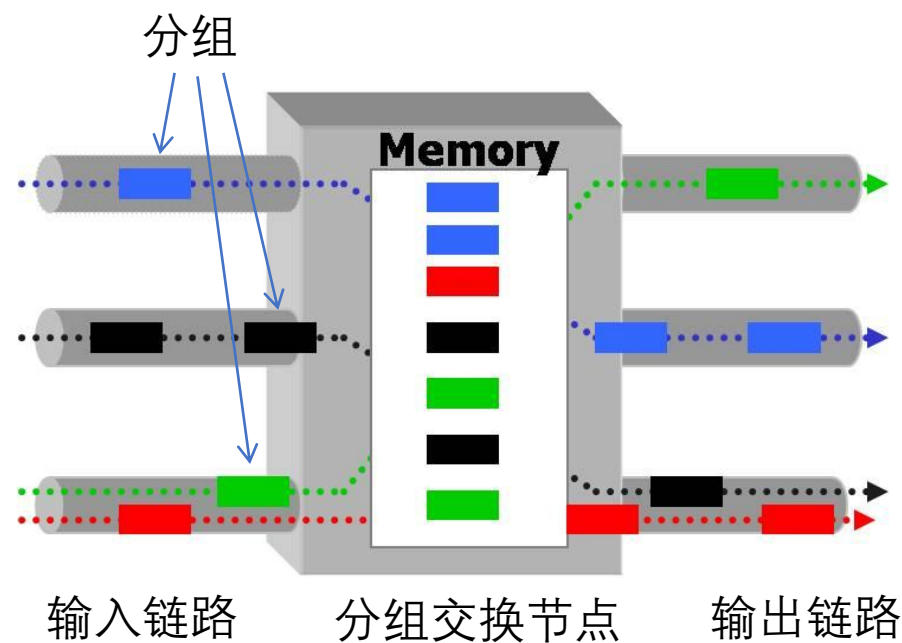
5.1.3 数据交换技术(3)



- 交换技术分类（续）

- **分组交换：“存储-转发”的交换方式**

- 原理：**动态分配资源**，将传送的信息划分为一定长度的分组(Packet)，网络**以分组为单位**进行存储转发。
 - 优点：信道利用率高，对交换节点的存储资源需求小、平均时延短，传输可靠性高
 - 是计算机网络普遍采用的交换方式



- 信元交换：ATM网络使用
 - 标签交换：互联网MPLS
 - ...

北京邮电大学

感谢聆听！