



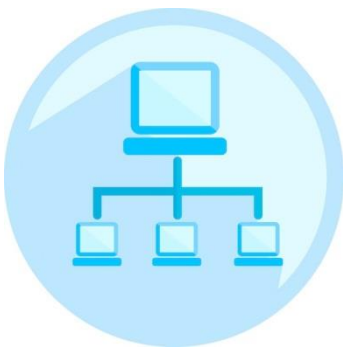
计算机网络



顾 军

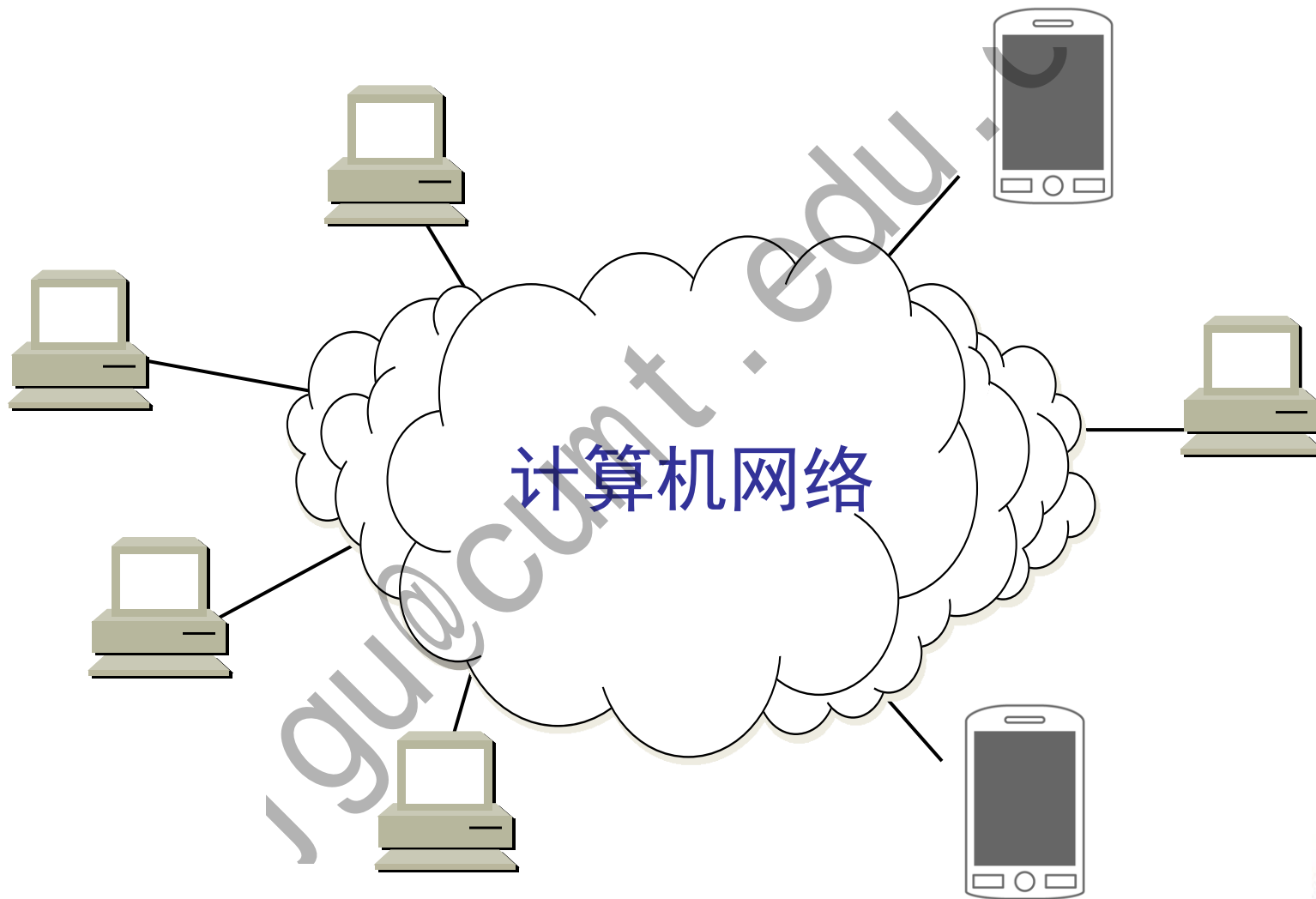
计算机学院

jgu@cumt.edu.cn





专题1：计算机网络长啥样





Q5: 互联网的组成?

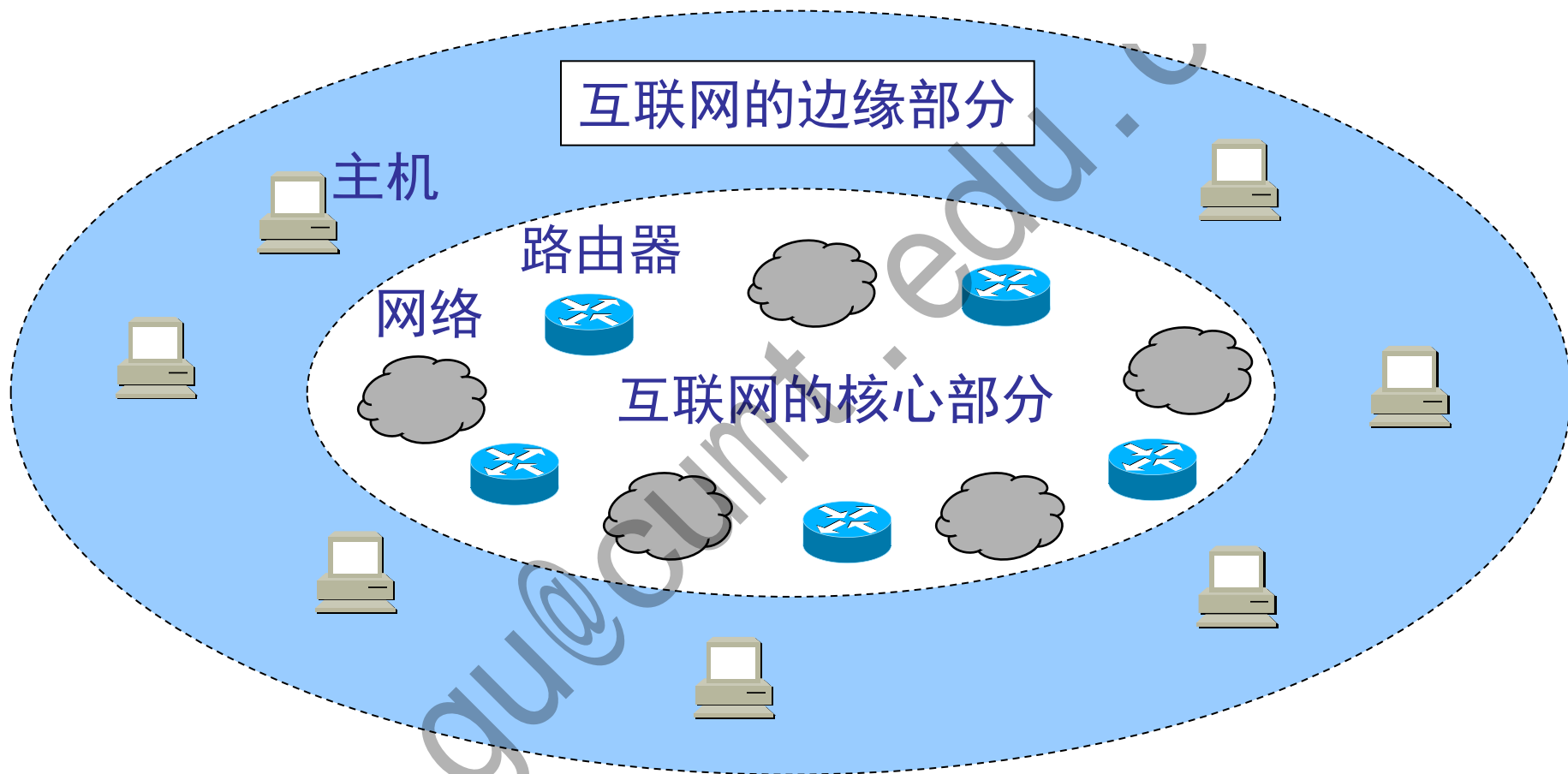
从互联网的工作方式上看，可以划分为以下的两大块：

- (1) **边缘部分** 由所有连接在互联网上的主机组成。这部分是用户直接使用的，用来进行通信（传送数据、音频或视频）和资源共享。
- (2) **核心部分** 由大量网络和连接这些网络的路由器组成。这部分是为边缘部分提供服务的（提供连通性和交换）。





互联网的边缘部分与核心部分



中间简单，边缘复杂





Q6: 互联网边缘部分怎么工作?

- 处在互联网边缘的部分就是连接在互联网上的所有主机。这些主机又称为**端系统** (end system)。
- 在网络边缘的端系统中运行的程序之间的通信方式通常可划分为两大类：
 - **客户-服务器方式** (C/S 方式)
即 Client/Server 方式
 - **对等方式** (P2P 方式)
即 Peer-to-Peer 方式





1. 客户服务器方式

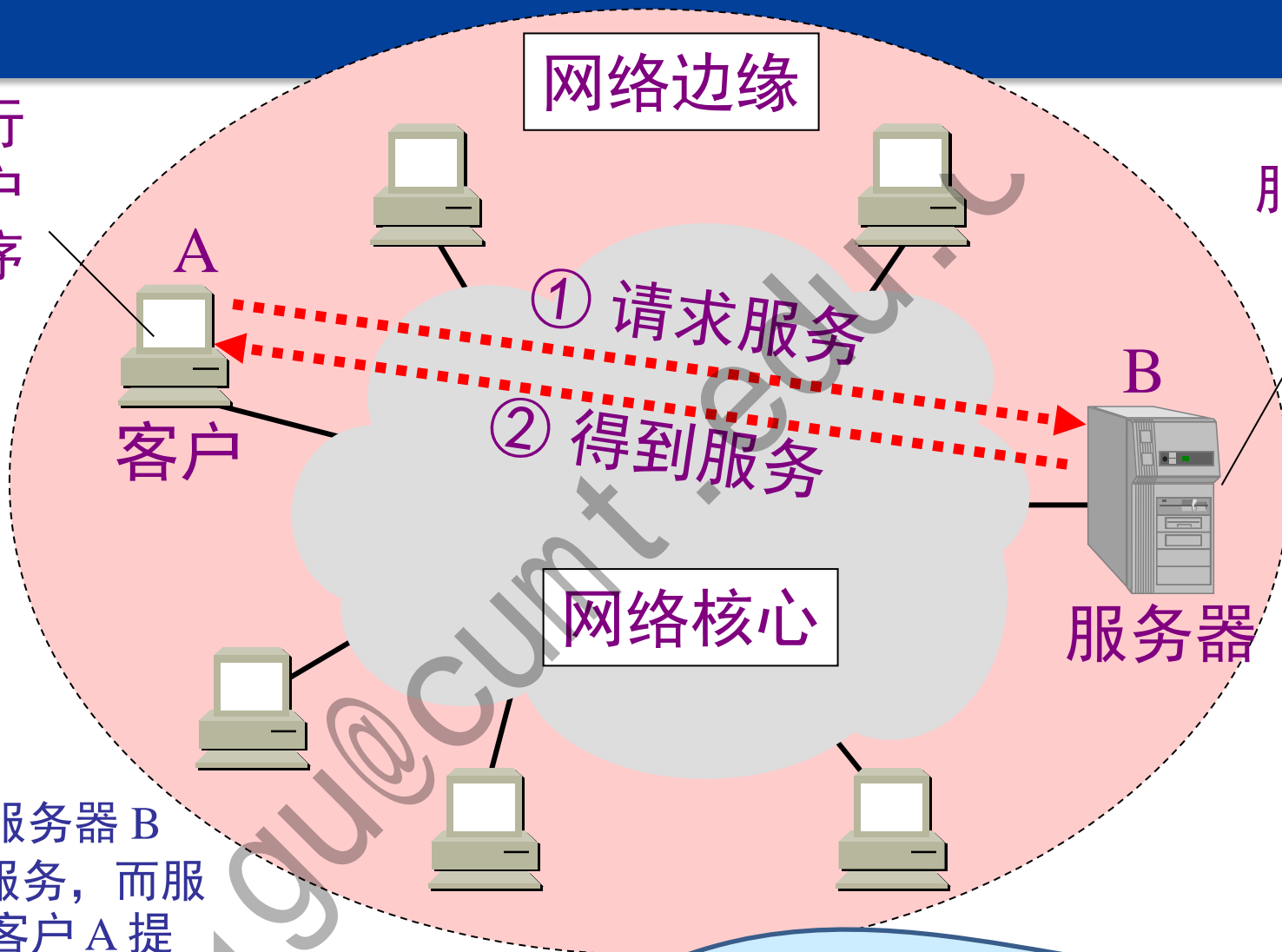
- 客户(client)和服务 器(server)都是指通信中所涉及的两个应用进程。
- 客户-服务器方式所描述的是进程之间服务和被服务的关系。
- 客户是服务的请求方，服务器是服务的提供方。





运行
客户
程序

运行
服务器
程序



客户 A 向服务器 B
发出请求服务，而服
务器 B 向客户 A 提
供服务。因此，客户
程序必须知道服务器
程序的地址。

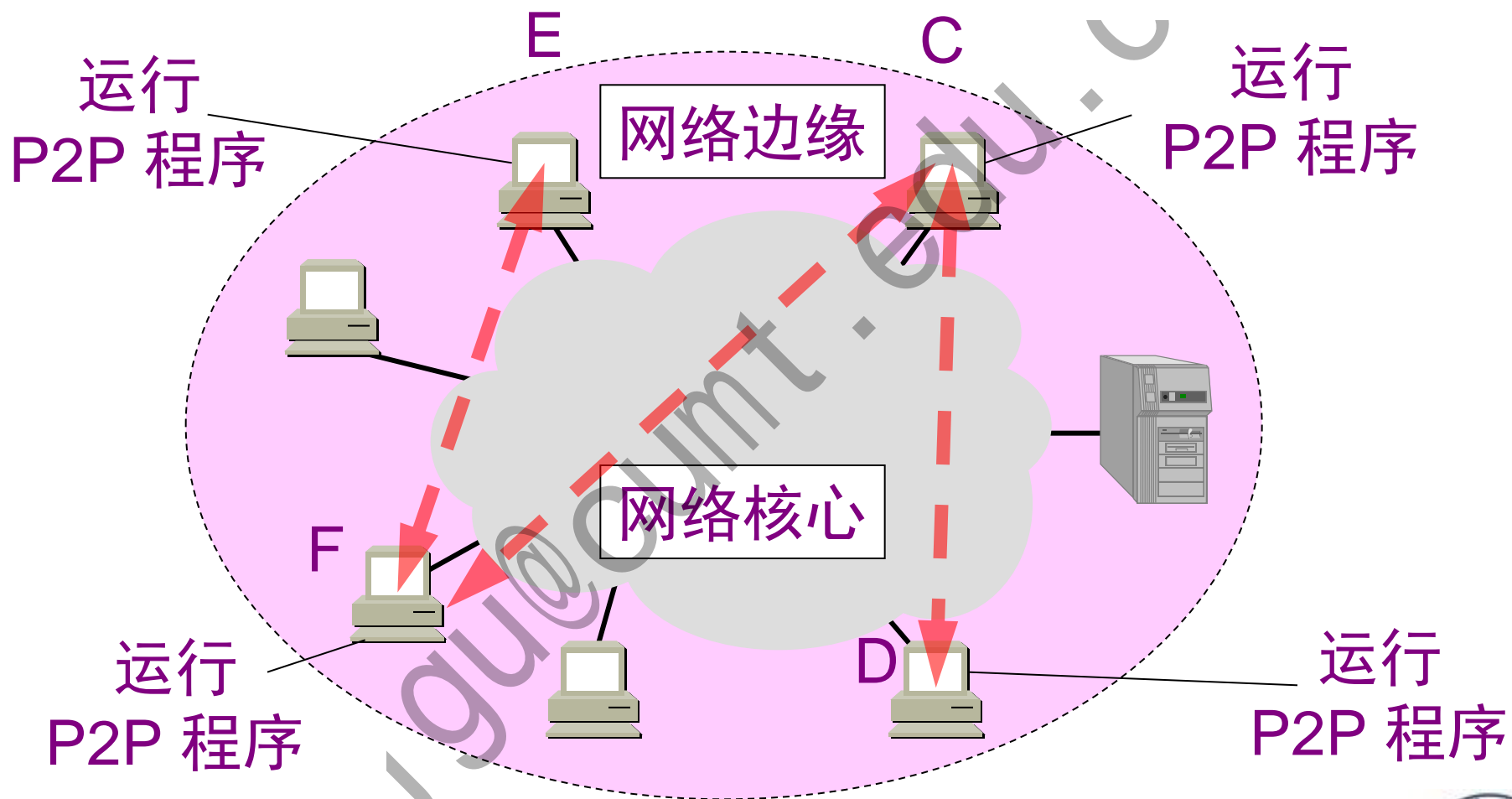
订阅/发布(Subscribe/Public)
主动推送(Push)



2. 对等连接方式

- **对等连接**(peer-to-peer, 简写为 **P2P**)是指两个主机在通信时并不区分哪一个是服务请求方还是服务提供方。
- 只要两个主机都运行了对等连接软件 (P2P 软件), 它们就可以进行**平等的、对等连接通信**。双方都可以下载对方已经存储在硬盘中的共享文档。
- 对等连接方式从本质上看仍然是使用客户服务器方式, 只是对等连接中的每一个主机既是客户又同时是服务器。







Q7: 互联网核心部分如何交换数据？

- 网络中的核心部分要向网络边缘中的大量主机提供连通性，使边缘部分中的任何一个主机都能够向其他主机通信（即传送或接收各种形式的数据）。
- 常见交换技术
 - 电路交换
 - 存储转发交换
 - ▣ 报文交换
 - ▣ 分组交换





1. “交换”的引入

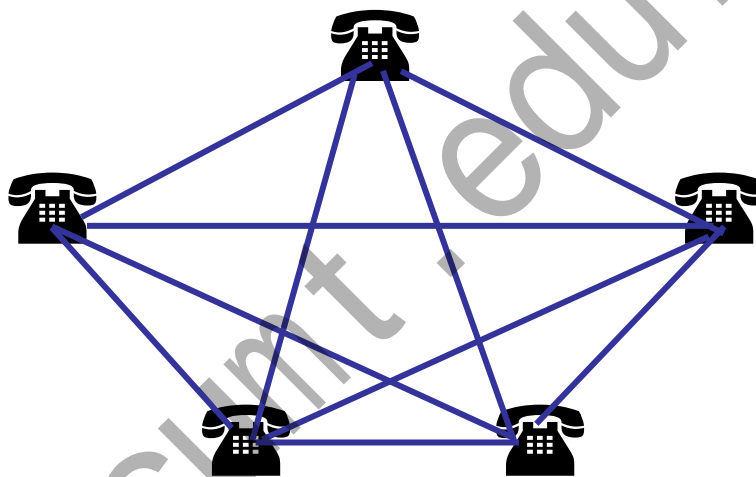
- 两部电话机只需要用一对电线就能够互相连接起来。





更多的电话机互相连通

- 5 部电话机两两相连，需 10 对电线。



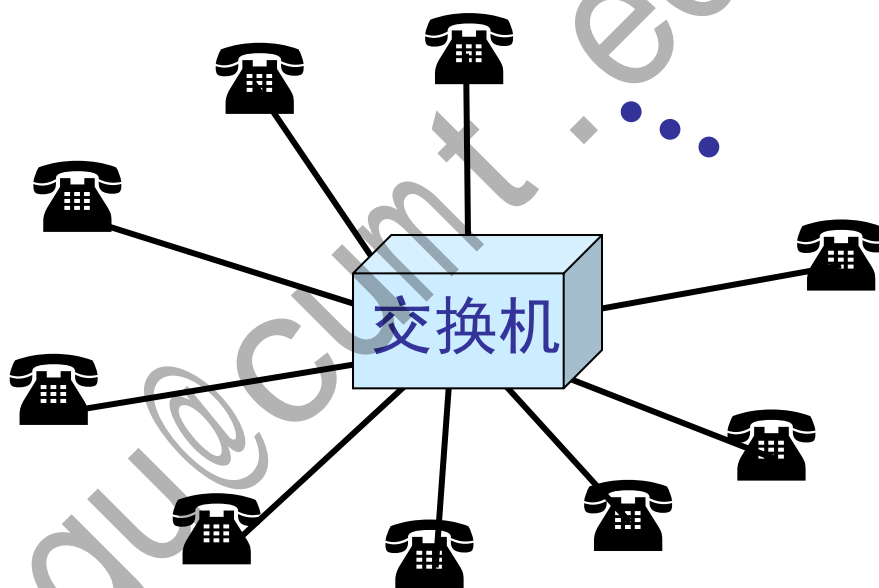
- N 部电话机两两相连，需 $N(N-1)/2$ 对电线。
- 当电话机的数量很大时，这种连接方法需要的电线对的数量与电话机数的平方成正比。





使用交换机

- 当电话机的数量增多时，就要使用交换机来完成全网的交换任务。





“交换”的含义

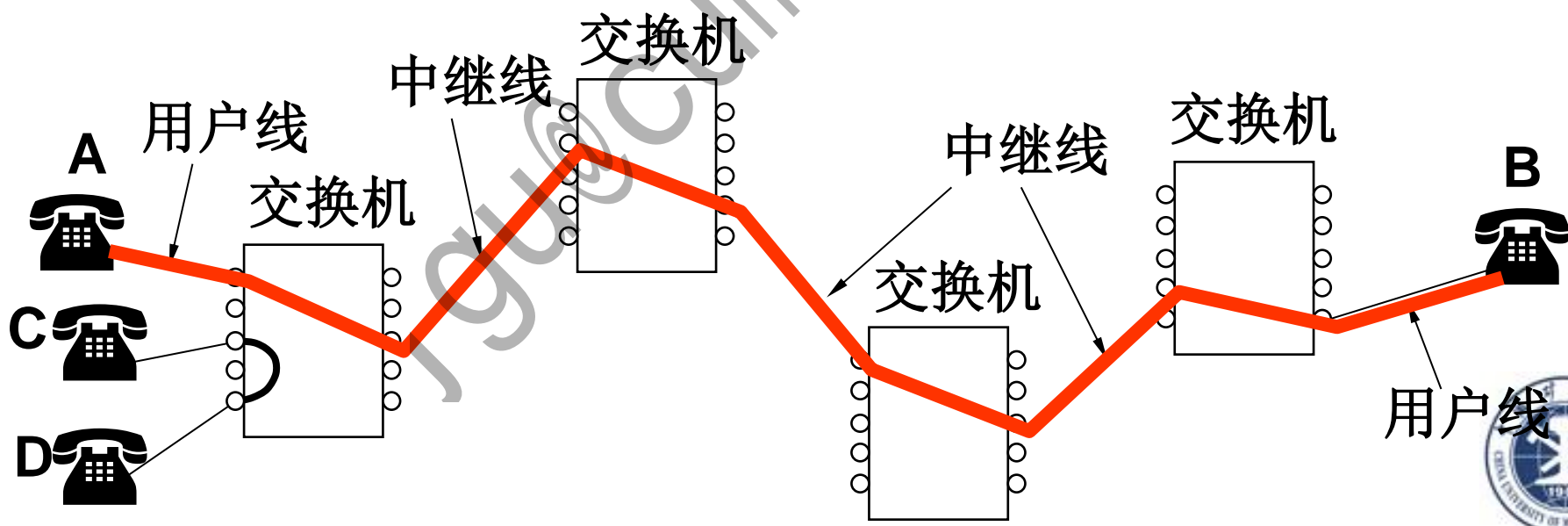
- 在这里，“交换”(switching)的含义就是**转接**——把一条电话线转接到另一条电话线，使它们连通起来。
- 从通信资源的分配角度来看，“交换”就是按照某种方式**动态地分配**传输线路的资源。





2. 电路交换

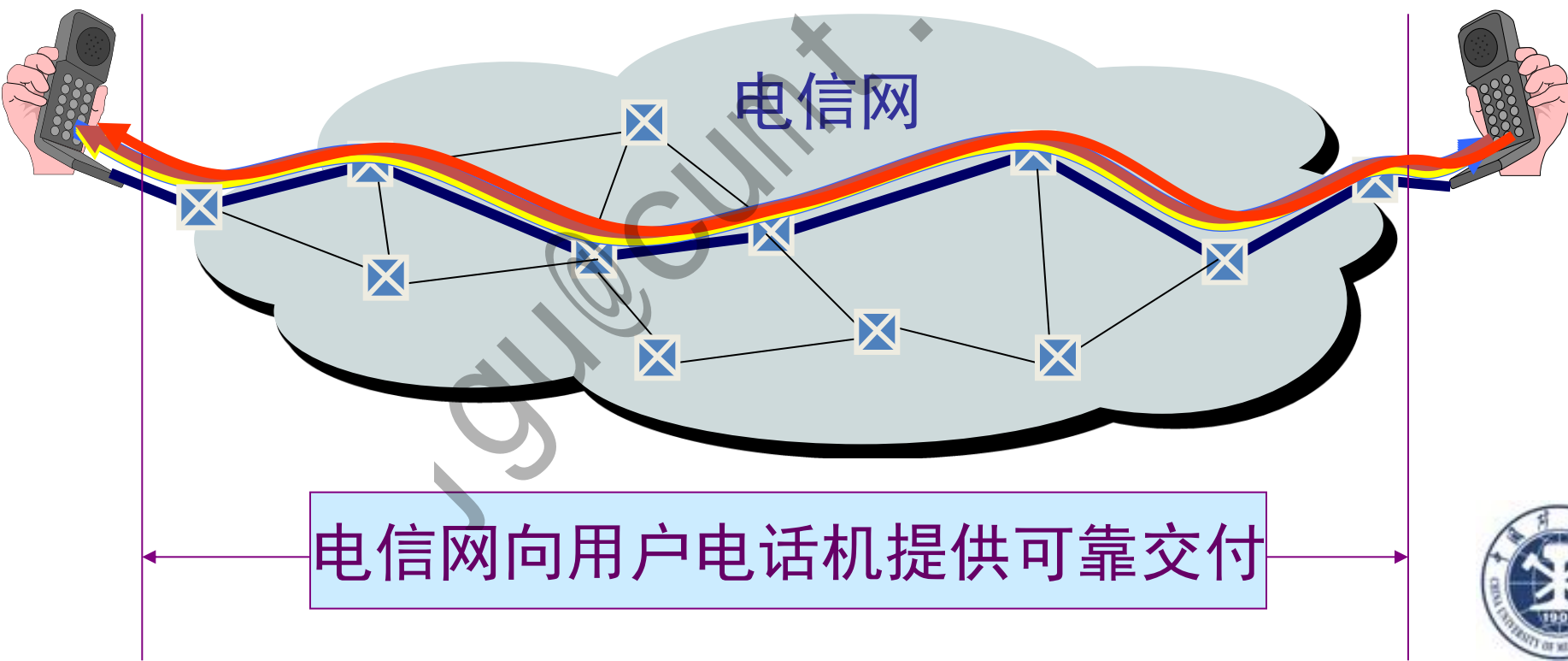
- 电路交换必定是面向连接的。
- 电路交换的三个阶段：
 - 建立连接
 - 通信
 - 释放连接
- A 和 B 通话经过四个交换机
- 通话在 A 到 B 的连接上进行





电路交换方式的优缺点

- 使用的设备及操作比较简单
- 适于远距离成批传输，建立一次连接可以传送大量数据
- 线路是专用的，因此线路利用率非常低，通信成本高。

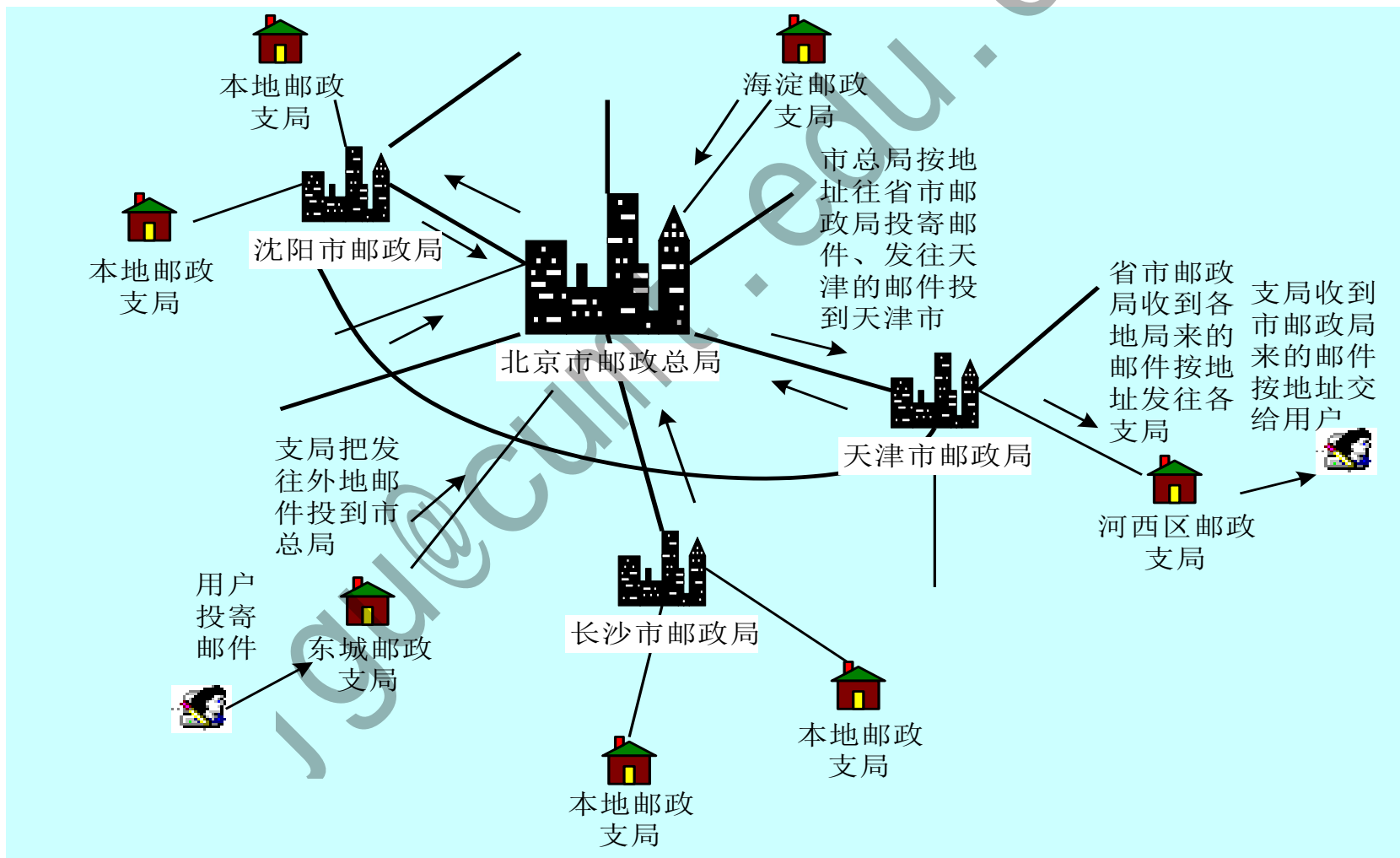




电路交换不适合传送计算机数据

- 计算机数据具有突发性，导致通信线路的利用率很低。

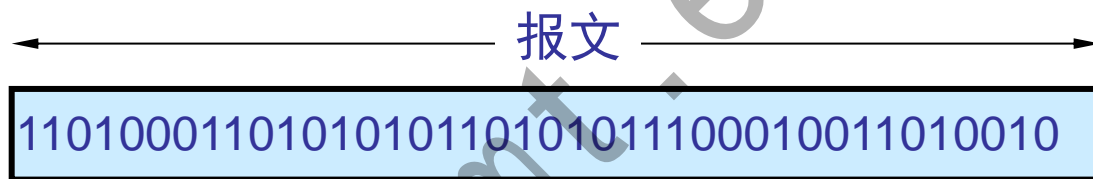
存储转发





3. 报文交换

- 存储转发原理并非完全新的概念，在 20 世纪 40 年代，电报通信就采用了基于存储转发原理的**报文交换**(message switching)。

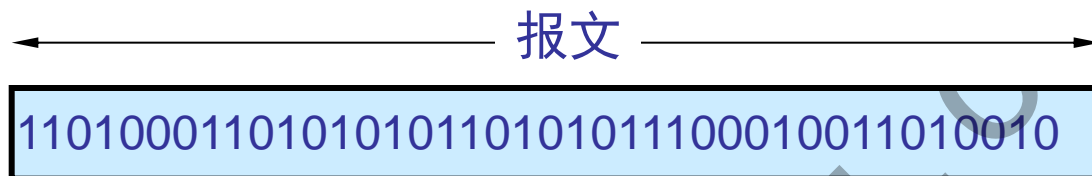


- 报文交换的时延较长，从几分钟到几小时不等。现在报文交换已经很少有人使用了。
- 常见的是分组交换(packet switching)方式。





4. 分组交换



假定这个报文较长
不便于传输

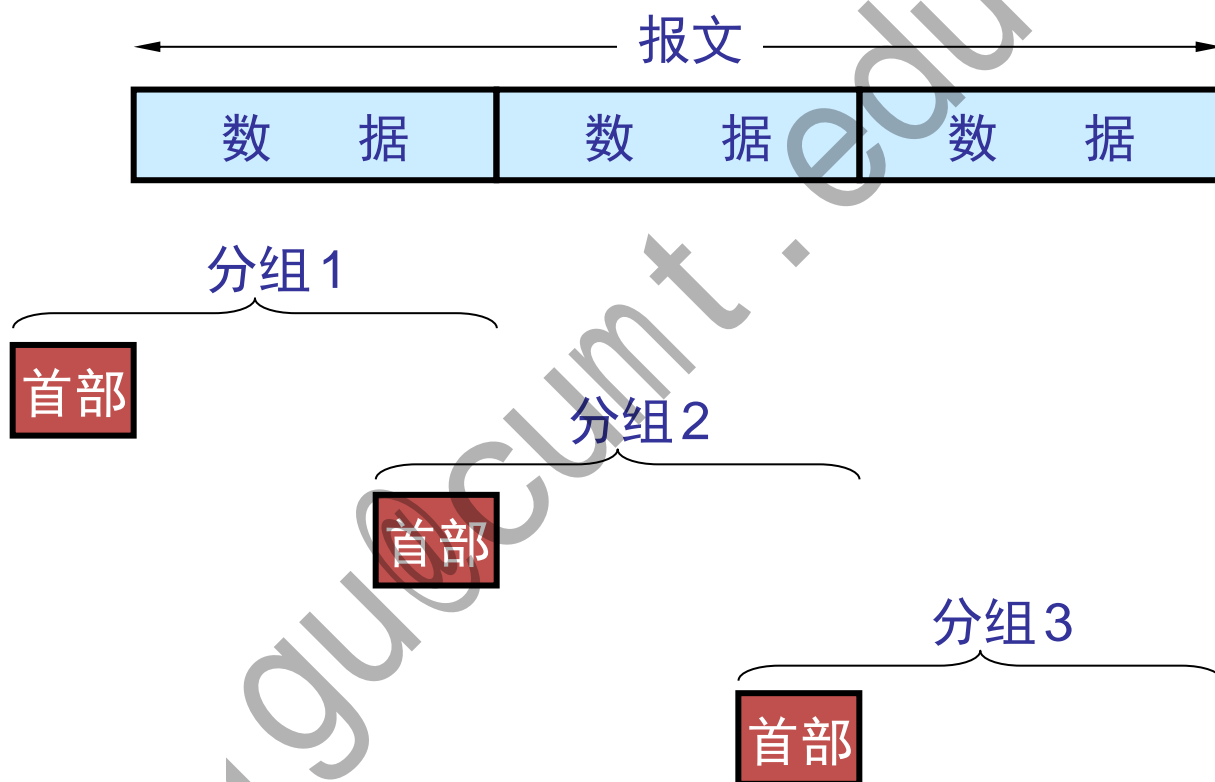
- 在发送端，先把较长的报文划分成较短的、固定长度的数据段。





添加首部构成分组

- 每一个数据段前面添加上首部构成分组。



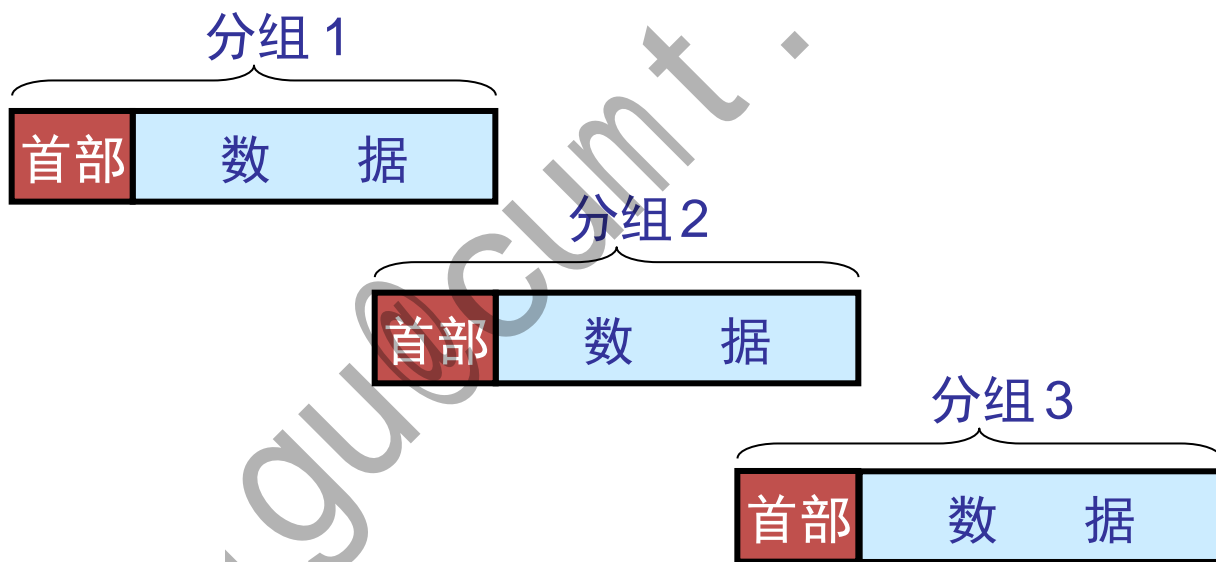
请注意：现在左边是“前面”





分组交换的传输单元

- 分组交换网以“**分组**”作为数据传输单元。
- **依次**把各分组发送到接收端（假定接收端在左边）。





分组首部的重要性

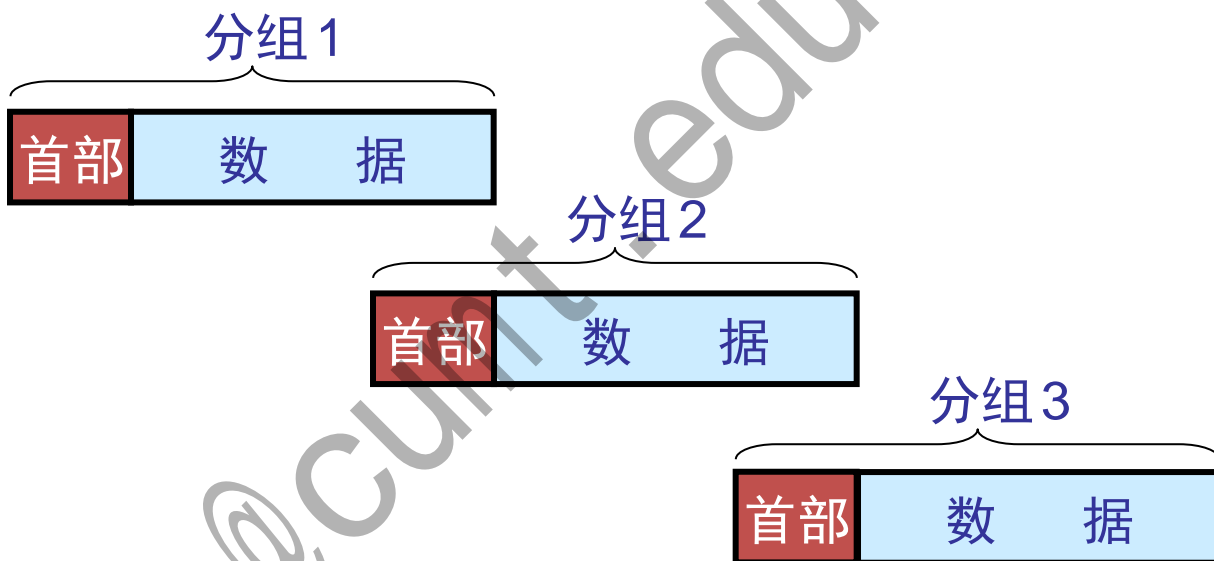
- 每一个分组的首部都含有地址等控制信息。
- 分组交换网中的结点交换机根据收到的分组的首部中的地址信息，把分组转发到下一个结点交换机。
- 用这样的存储转发方式，最后分组就能到达最终目的地。





收到分组后剥去首部

- 接收端收到分组后剥去首部还原成报文。



收到的数据





最后还原成原来的报文

- 假定分组在传输过程中没有出现差错，在转发时也没有被丢弃。
- 在接收端把收到的数据恢复成为原来的报文。

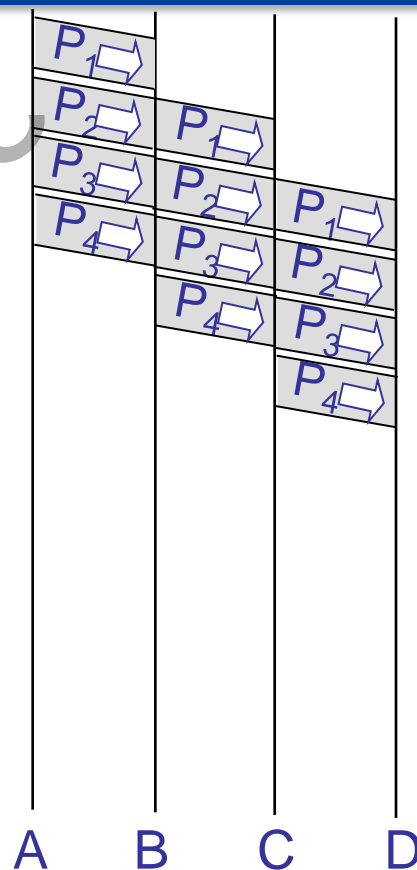
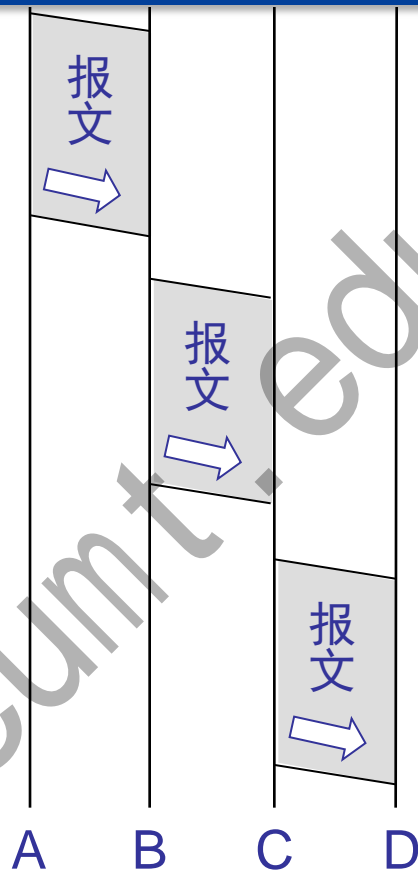
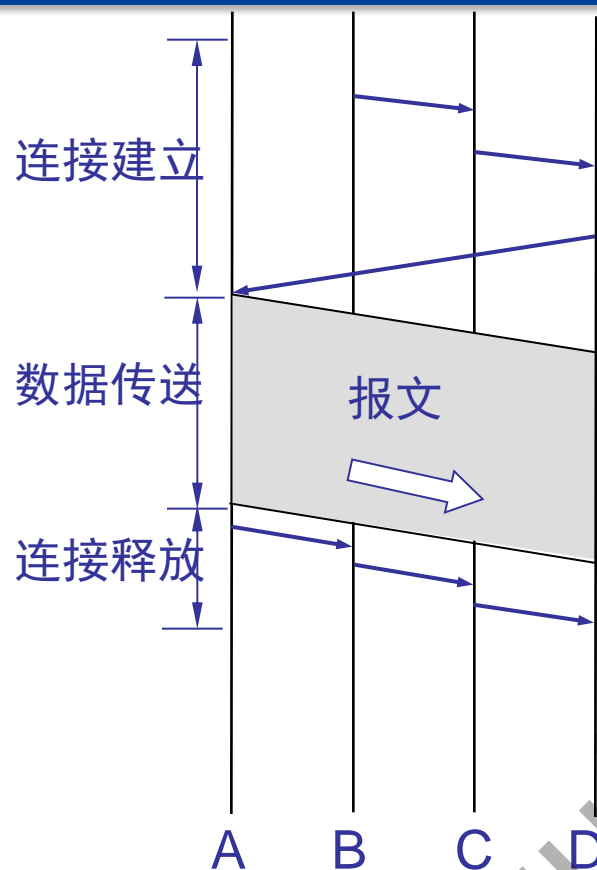




电路交换

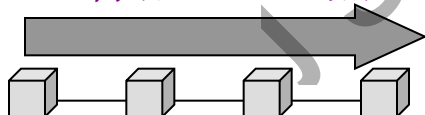
报文交换

分组交换

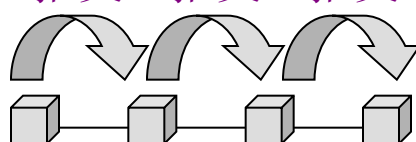


数据传送
的特点

比特流直达终点

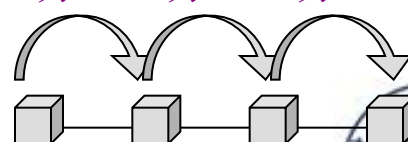


报文 报文 报文



存储
转发 存储
转发

分组 分组 分组

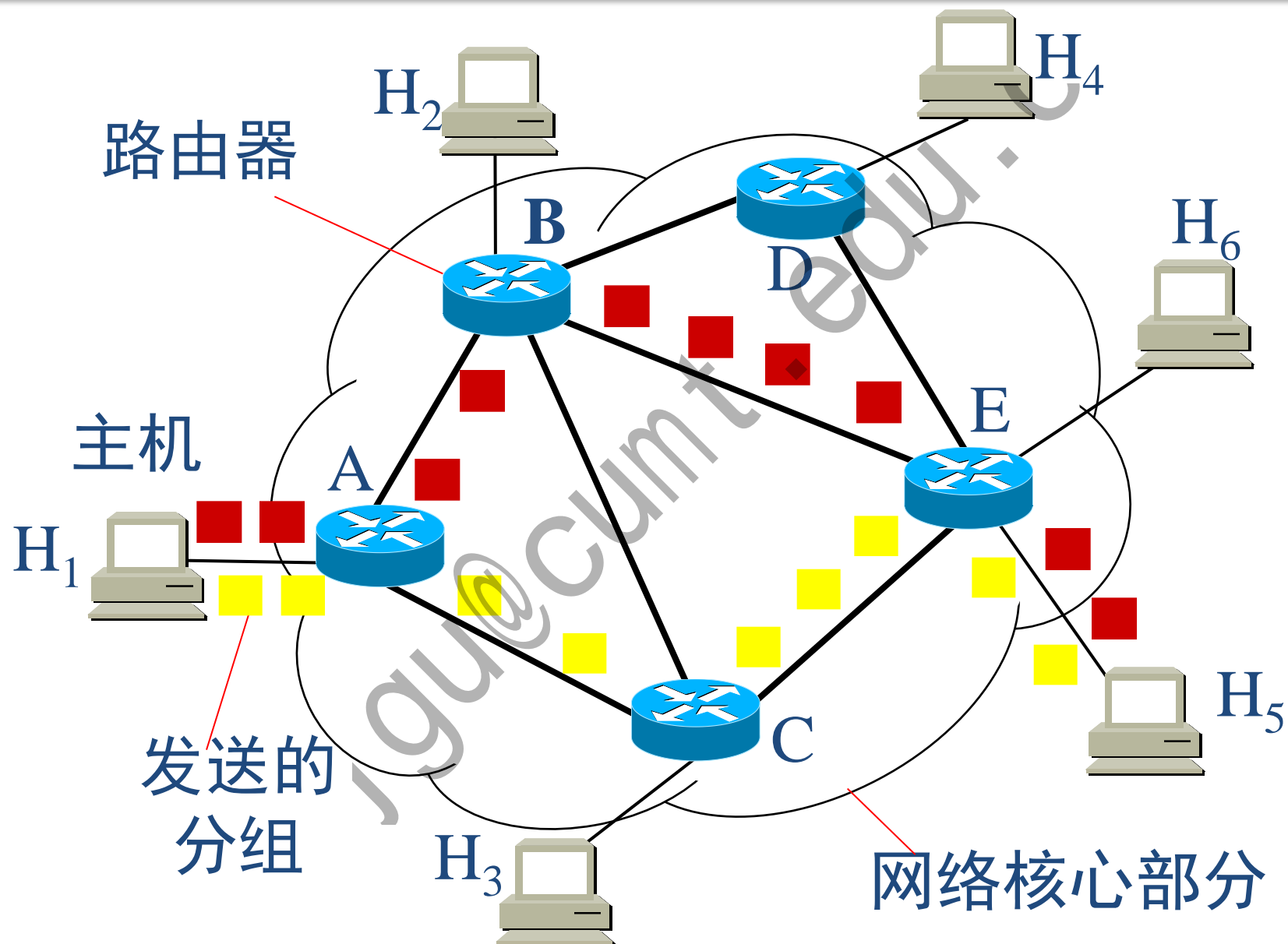


存储
转发 存储
转发





5. 分组交换网





主机和路由器的作用不同

- 主机是为用户进行信息处理的，并向网络发送分组，从网络接收分组。
- 路由器(router)是实现分组交换(packet switching)的关键构件，其任务是转发收到的分组，这是网络核心部分最重要的功能。
 - 在路由器中的输入和输出端口之间没有直接连线。
 - 路由器对分组进行存储转发，最后把分组交付目的主机。





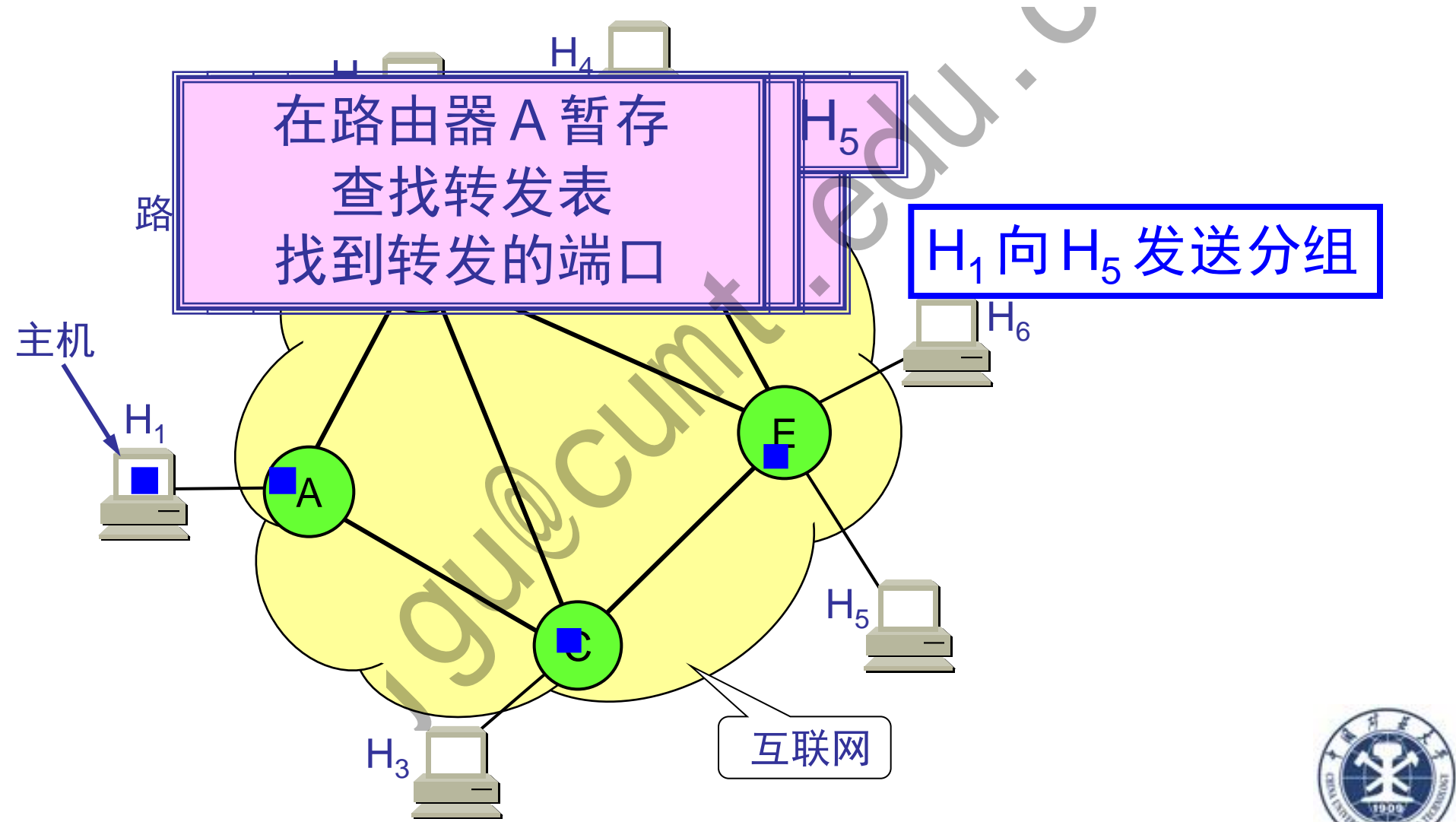
路由器处理分组的过程

- 路由器处理分组的过程是：
 - 把收到的分组先放入缓存（暂时存储）；
 - 查找转发表，找出到某个目的地址应从哪个端口转发；
 - 把分组送到适当的端口转发出去。



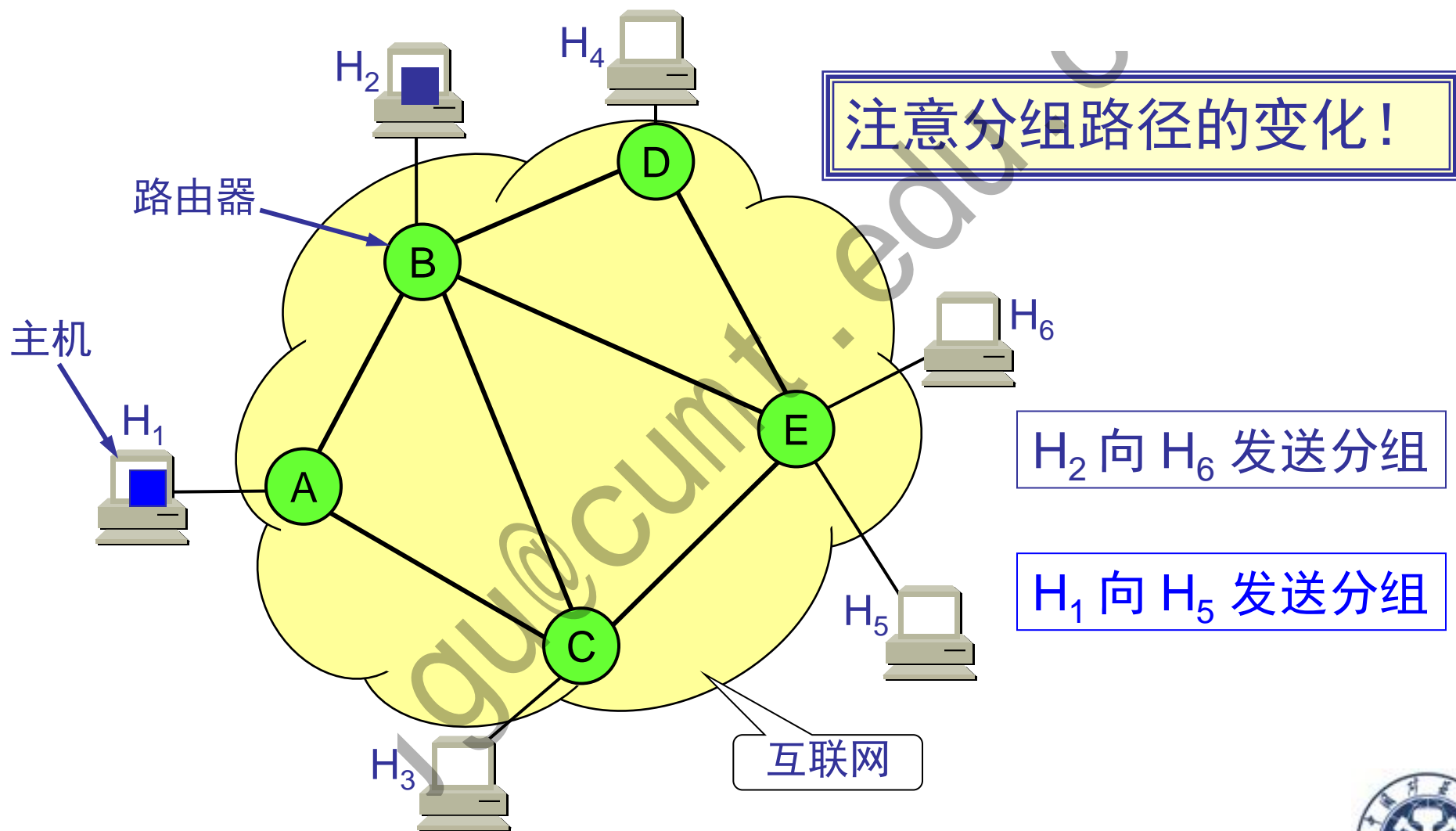


分组的存储转发过程





分组交换网的工作过程





分组交换的优点

- **高效** 动态分配传输带宽，对通信链路是逐段占用。
- **灵活** 以分组为传送单位和查找路由。
- **迅速** 不必先建立连接就能向其他主机发送分组。
- **可靠** 保证可靠性的网络协议；分布式的路由选择协议使网络有很好的生存性。



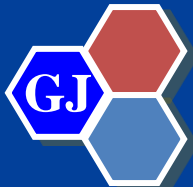


分组交换带来的问题

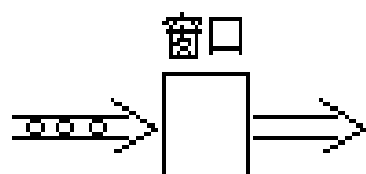
- 分组在各结点存储转发时需要**排队**，这就会造成一定的**时延**。
- 分组必须携带的首部（里面有必不可少的控制信息）也造成了一定的**开销**。

路由转发的性能优化问题？

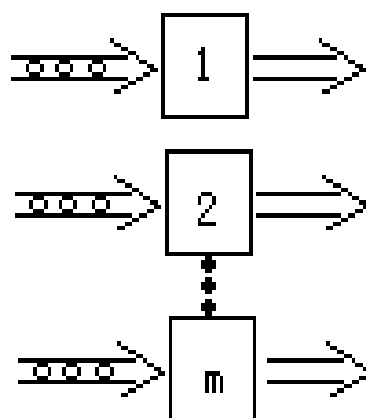




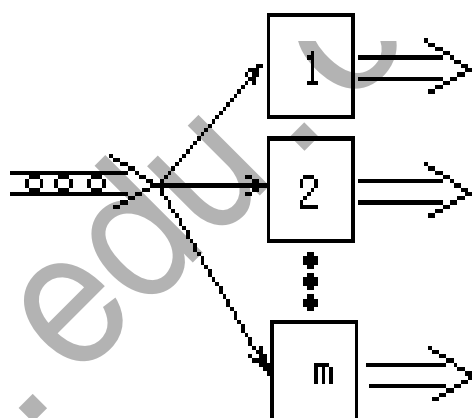
排队论



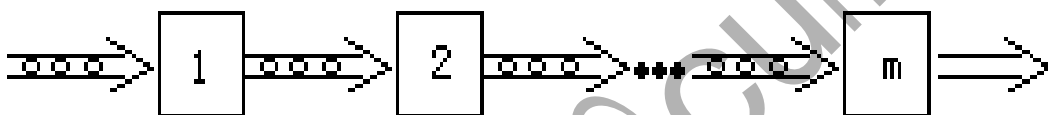
(a) 单队-单窗口



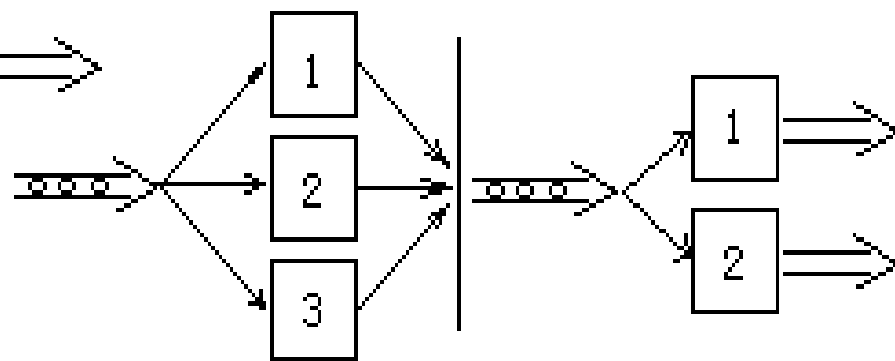
(b) 分别排队-多窗口 并列



(c) 混合排队-多窗口 并列



(d) 多次排队-多窗口 串列



(e) 两次混合排队-多窗口 并/串列



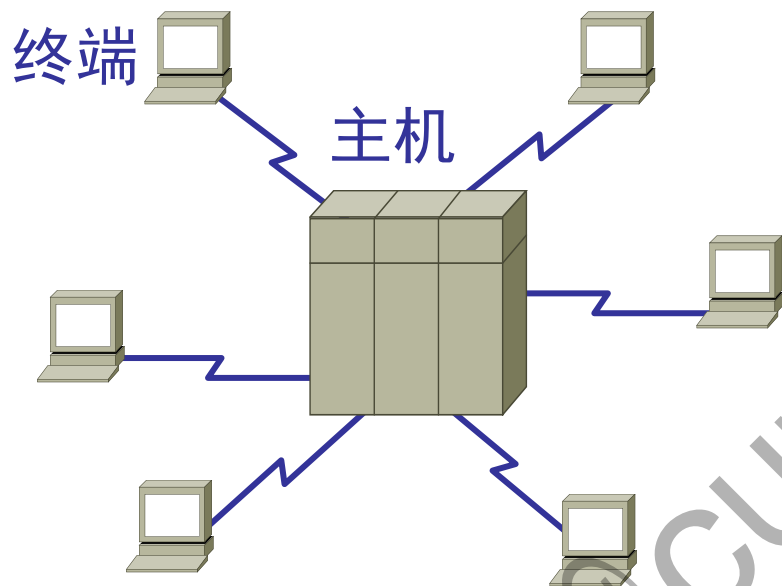


基于分组交换的ARPANET的成功使 计算机网络的概念发生根本变化

以主机为中心



以分组交换网为中心



早期的面向终端的计算机网络是
以单个主机为中心的星形网
各终端通过通信线路共享昂贵的
中心主机的硬件和软件资源。



分组交换网以网络为中心，主
机都处在网络的外围。
用户通过分组交换网可共享连
接在网络上的许多硬件和各种
丰富的软件资源。





Q8: 计算机网络的类别?

◆ 计算机网络有多种类别

- 按网络的作用范围分类
- 按网络的使用者分类





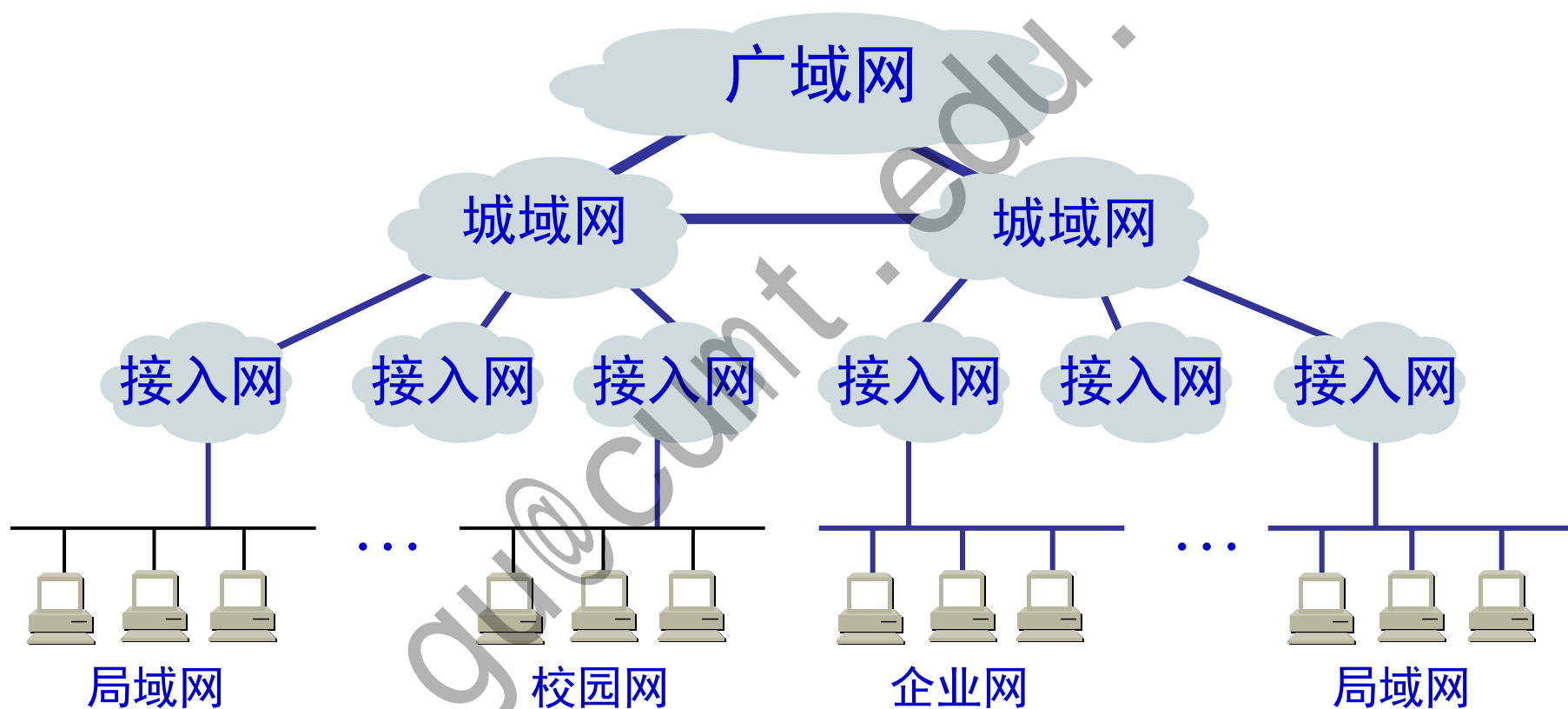
1. 不同作用范围的网络

- 广域网 WAN (Wide Area Network)
 - 有时也称为远程网(long haul network)
- 局域网 LAN (Local Area Network)
- 城域网 MAN (Metropolitan Area Network)
 - 有时常纳入局域网的范围进行讨论
- 个人区域网 PAN (Personal Area Network)
 - 常称为无线个人区域网WPAN(Wireless PAN)
- 接入网AN(Access Network)
 - 又称为本地接入网或居民接入网，是一类比较特殊的计算机网络



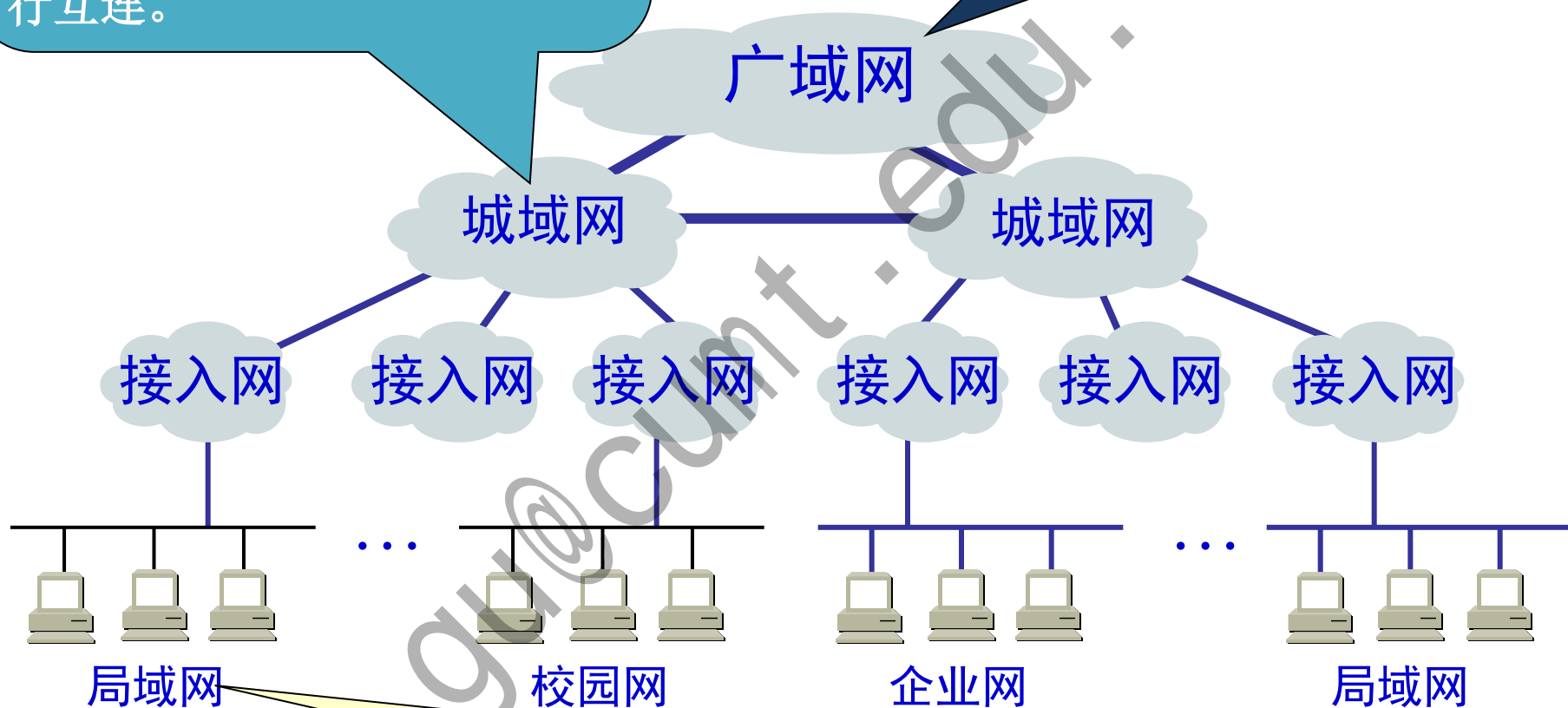


广域网、城域网、接入网以及局域网的关系



作用范围一般是一个城市，介于局域网和广域网之间，约为5~50公里，可以为一个或几个单位所拥有，也可以是一种公用设施，用来将多个局域网进行互连。

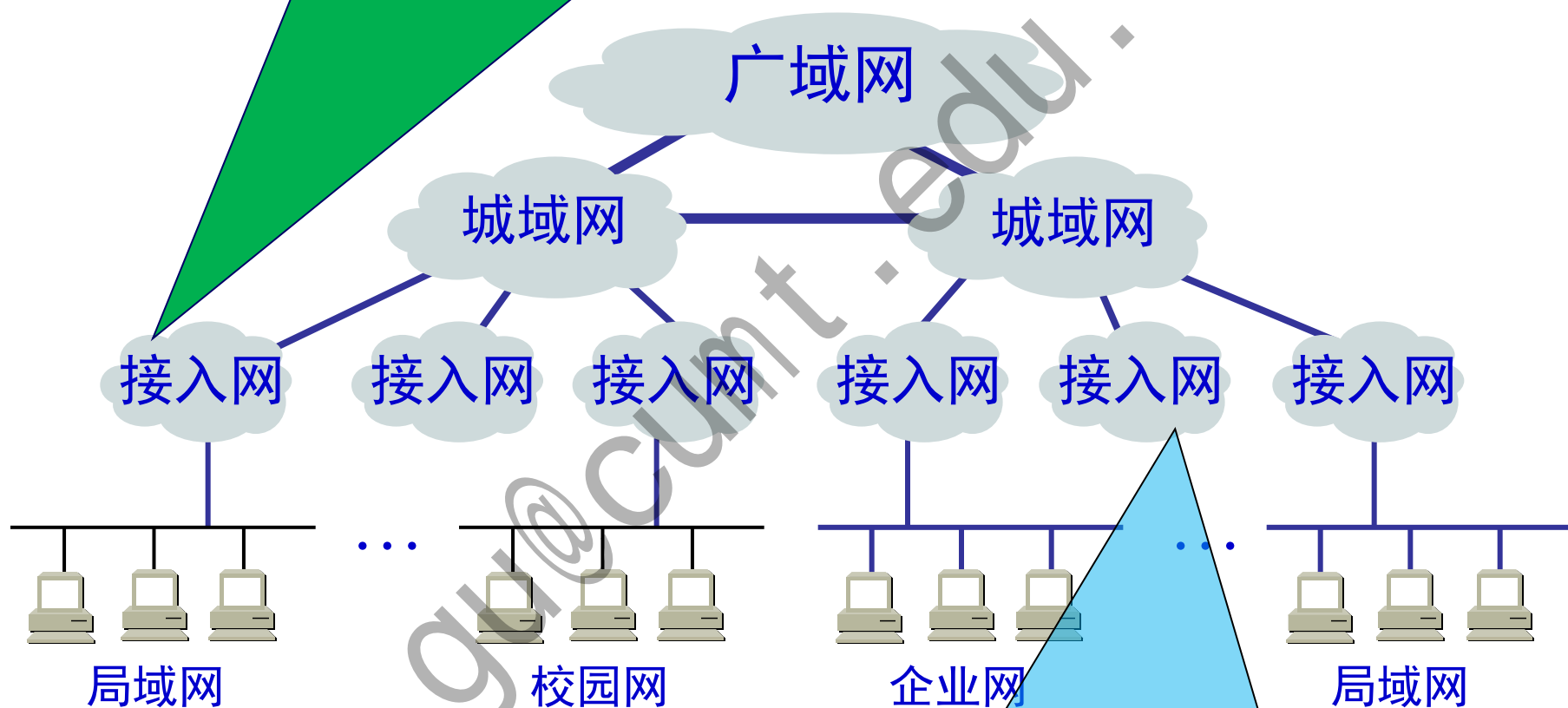
作用范围几十到几千公里，可以长距离运送主机所发送的数据，是因特网的核心部分。



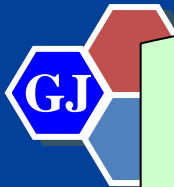
局限在1公里左右较小的范围，速率较高，可达到1Gb/s。一个学校或企业大都拥有多个互连的局域网。



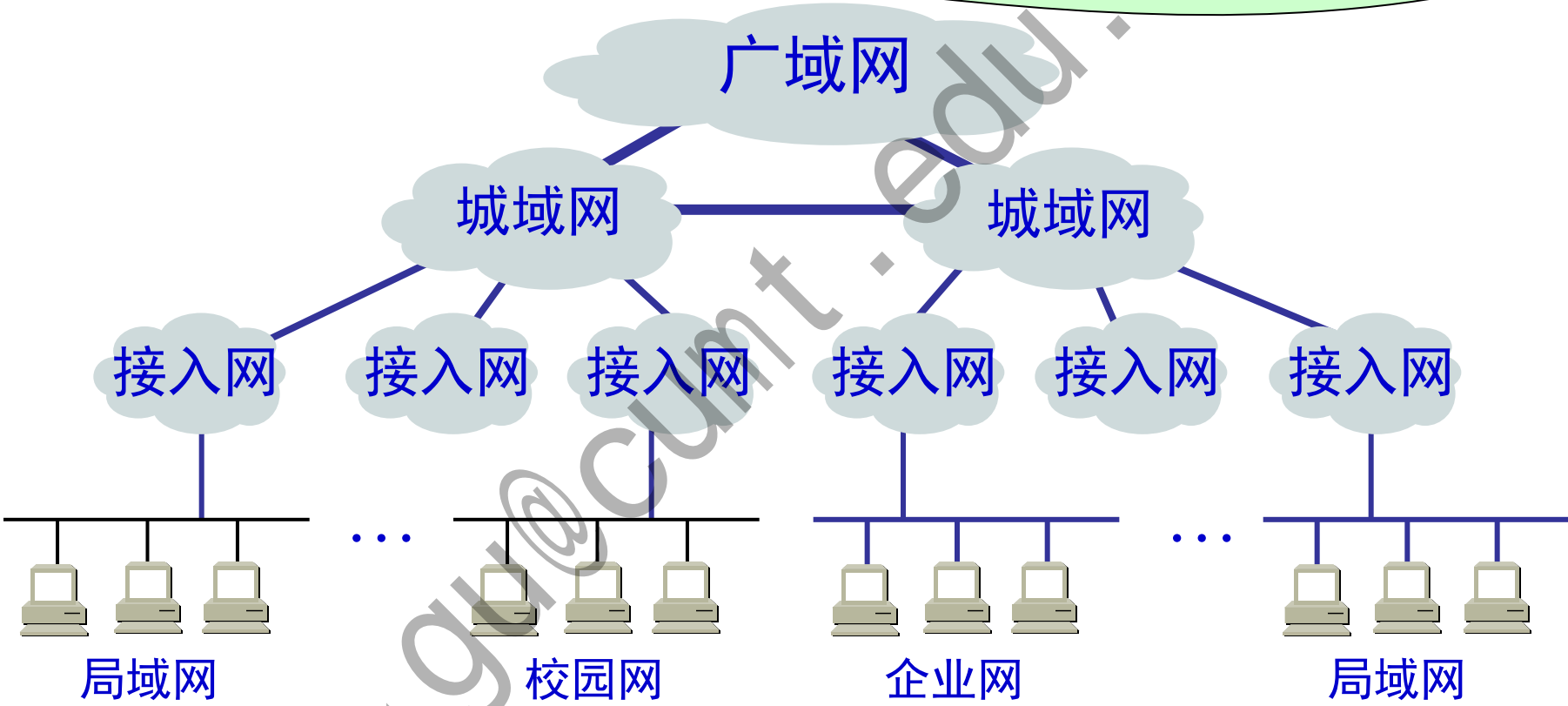
接入网是从某个端系统到另一个端系统的路径中，由这个端系统到第一个路由器之间的一些物理链路所组成的。作用是让用户能够连接到因特网。如电话线拨号接入、ADSL接入、无线接入、光纤接入等。



接入网既不属于因特网的核心部分，也不属于边缘部分。从覆盖范围看，很多接入网可以看作属于局域网。



网络作用范围的不同决定了所实施的数据通信技术的不同。因此，覆盖范围大小的不同只是局域网、城域网和广域网的表象，本质上的区别是**信息交换方式的不同**。

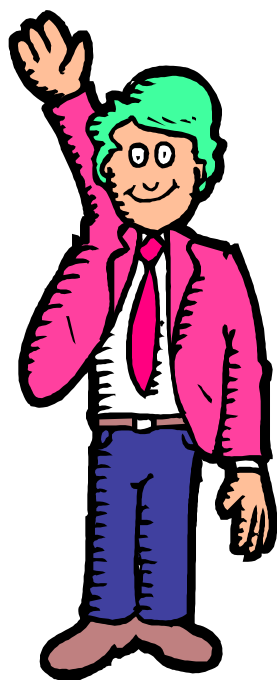




2. 不同使用者的网络

- 公用网 (public network)
 - 电信公司(国有或私有)出资建造的大型网络，可以以收费的方式为用户提供网络服务，也可称为公众网，如CHINANET。
- 专用网 (private network)
 - 某个部分、某个行业为各自的特殊业务工作需要建造的网络。
 - 不对外人提供服务，例如，政府、军队、铁路、银行、电力、公安等专用网。





**THANK
YOU!**

