

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

数据通信与计算机网络

第5章 广域网

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

主要内容与基本要求

- 主要内容
 - 广域网的基本概念：构成、特点和分组转发机制；
 - 路由选择的一般原理、技术要素，路由选择方法及算法；
 - 拥塞控制的基本原理和方法；
 - 常见的广域网：X.25、帧中继和ATM。
- 基本要求
 - 理解广域网的基本概念，掌握其基本构成、所提供的服务和分组转发机制；
 - 掌握路由选择的一般原理、技术要素，掌握Dijkstra算法和距离向量算法；
 - 理解拥塞控制的基本原理和方法；
 - 理解X.25、帧中继和ATM等常见广域网的基本思想。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 2

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

本章目录

- 5.1 广域网的基本概念 ▶
- 5.2 广域网中的分组转发机制 ▶
- 5.A 路由选择的一般原理 ▶
- 5.3 拥塞控制 ▶
- 5.4 X.25网 ▶
- 5.5 帧中继FR ▶
- 5.6 异步传递方式ATM ▶

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 3

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.1 广域网的基本概念

5.1.1 广域网的组成

当需要通信的主机之间距离较远时，局域网就不适用了，这时就需要通过广域网完成通信任务。

广域网由一些结点交换机以及连接这些交换机的链路组成。结点交换机执行分组转发的功能；结点之间是点到点连接，为了提高网络的可靠性，一个交换机通常可以和多个交换机相连。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 4

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.1 广域网的基本概念

从层次上看，广域网和局域网差别很大。局域网由于范围小，使用共享总线，因此不存在路由选择问题，其协议主要在数据链路层；而广域网由于范围大，两个主机之间的通信一般要经过多个结点交换机和多数点到点链路，因此其涉及的主要问题是路由选择问题（即分组的交通问题）以及拥塞控制问题。

广域网没有严格的定义，通常是指覆盖范围很广的长距离网络。连接广域网结点交换机的链路通常都是高速链路（光纤或卫星）。

互联网不是广域网。互联网使用路由器把不同的网络（包括局域网和广域网）互相连接在一起。而广域网是使用结点交换机连接各主机的单个网络。从互联网的角度看，广域网和局域网是平等的。

二者的共同点是，连接在一个广域网或局域网内的主机通信时，只需要使用其网络的物理地址即可。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 5

XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.1 广域网的基本概念

5.1.2 数据报和虚电路

广域网的网络层为连接在网络上的主机提供两种服务，即无连接网络服务和面向连接网络服务。即通常所谓的数据报服务和虚电路服务。

数据报服务和虚电路服务

注意虚电路和电路交换的区别。

以上两种服务的基本思想有很大区别，关键在于对“网络是否需要提供端到端的可靠通信？”这个问题存在不同的观点。一种观点是“网络提供的服务必须是非常可靠的”，OSI就是这种观点。而TCP/IP专家的另一种观点是，网络提供的服务不可能做得非常可靠，主机仍要负责端到端的可靠性，而且技术的进步使网络出错的概率越来越小，主机负责端到端的可靠性并不会增加很多负担，但却可以大大简化网络层的结构。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 6

5.1 广域网的基本概念

表5-1 虚电路服务与数据报服务的对比

对比的方面	虚电路服务	数据报服务
连接的建立	必须有	不需要
目的站地址	仅在连接建立阶段使用，每个分组使用短的虚电路号	每个分组都有目的站地址
分组的转发	属同一条虚电路的分组均按同一路由转发	每个分组独立选择路由进行转发
结点故障时	所有通过出故障的结点的虚电路均不能工作	出故障的结点可能会丢失分组，一些路由可能会发生变化
分组的顺序	保证按序	不保证按序
差错处理和流量控制	可由分组交换网负责，也可由用户主机负责	由用户主机负责

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 7

5.2 广域网中的分组转发机制

分组交换网的分组转发是基于查表的，下面讨论这种查表的机制。

注意：“转发”（forwarding）和“路由选择”（routing）的联系和区别。路由选择协议负责搜索分组从某个结点到目的结点的最佳传输路由，以便构造路由表。转发表是根据路由表构造的，网络层实体通过查找转发表确定分组应发往那个端口。

5.2.1 在结点交换机中查找转发表

计算机网络中的路由是基于编址的，没有地址的主机无法在网络中通信。

1. 层次结构的地址结构

局域网采用的是平面地址结构（flat addressing）。为减少查找转发表的时间，广域网一般都采用层次地址结构（hierarchical addressing）。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 8

5.2 广域网中的分组转发机制

大家的学号就是一种层次地址结构。 04 052 001

最简单的层次地址结构就是把地址分为两部分，一部分表示交换机号，而另一部分表示交换机的端口号（或主机编号）。

目的站	下一跳
[1, 1]	交换机1
[1, 3]	交换机1
[3, 2]	交换机3
[3, 3]	交换机3
[2, 1]	直接
[2, 2]	直接

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 9

5.2 广域网中的分组转发机制

在分组转发中的下一跳只取决于数据报中的目的站地址，而与源站地址无关，所以转发表中没有源站地址。

2. 按照目的站交换机号确定下一跳

采用两个层次的编址方案使得转发分组时可以只根据第一部分地址（交换机号）进行，即在转发分组时，交换机只根据分组的目的地地址中的交换机号进行转发。只有当分组到达与目的主机相连的结点交换机时才检查第二部分地址（主机号）。这样可以大大简化转发表。

5.2.2 在路由表中使用默认路由

所谓广域网的路由问题就是要解决分组在各交换机中应如何进行转发。在研究路由问题时，通常用抽象的图（graph）来表示整个广域网，用图的“结点”表示结点交换机，而用“边”表示链路。图中没有主机，这是由于广域网上的主机与分组转发无关。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 10

5.2 广域网中的分组转发机制

结点2的转发表

目的站	下一跳
1	3
2	直接
3	3
4	4

可以合并

结点2的转发表

目的站	下一跳
2	直接
4	4
默认	3

默认路由

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 11

5.A 路由选择的一般原理


转发表是根据路由表得到的，而路由表是由路由选择算法产生的。

5.A.1 理想的路由算法

一个理想的路由算法应具有如下的一些特点：

- （1）正确性（correctness）和完整性（integrality）。
- （2）简洁性（simplicity），算法应简单且不增加太大的时延和开销。
- （3）稳健性（robustness），算法应能适应通信量和拓扑的变化。
- （4）稳定性（stability），通信量和拓扑相对稳定时，算法应收敛。
- （5）公平性（fairness），对所有用户都是公平的。
- （6）最优性（optimality），以最低的代价实现路由算法。
- （7）有效性（efficiency），算法的开销应小于由它得到的利益。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 12

 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

这里的代价是广义的，是由一个或几个因素综合决定的一种度量 (metric)，如链路长度、数据率、传播时延、跳数或者它们的综合等。所以不存在绝对的最佳路由算法。


实际的路由算法应尽可能接近理想的路由算法。路由选择非常复杂，因为它需要所有的结点协调工作、网络环境也在不断变化且可能拥塞。

路由选择的分类：

从能否随网络的通信量或拓扑自适应地调整变化来划分，可以分为静态路由选择策略（非自适应路由选择）与动态路由选择策略（自适应路由选择）。

网络的平均时延总是随通信量的增加而增大，但是好的路由选择可以使网络的时延对吞吐量的关系得到改善。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 13


 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

分组交换网的路由选择技术要素

- (1) 性能准则 (performance criteria)
跳数、时延、吞吐量、代价。
- (2) 判决时间 (decision time)
分组 (数据报)、会话 (虚电路)。
- (3) 判决地点 (decision place)
每个结点 (分布式)、中心结点 (集中式)、起源结点 (源站式)
- (4) 网络信息资源 (network information source)
无、局部、相邻结点、路由途中结点、所有结点。
- (5) 网络信息更新定时 (network information update timing)
连续、周期、主要负荷改变、拓扑结构改变。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 14

 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

5.A.2 静态路由选择

1. 固定路由法 (fixed routing)

每个结点中的路由表是在整个系统进行配置时生成的 (用某种路由选择算法, 如Dijkstra), 并且在此后的相当长一段时间内都保持不变。

当网络拓扑固定不变且通信量相对稳定时, 采用固定路由法最好。


设计路由时所使用的链路费用不可能基于诸如通信量等动态变量, 不过可以基于预期的通信量或容量。

使用固定式路由选择, 数据报和虚电路在路由选择时没有区别。

优点: 简洁, 在一个具有稳定负荷的可靠网络中表现良好。

缺点: 缺乏灵活性, 无法对网络拥塞或故障做出反应。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 15

 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

2. 分散通信量法 (traffic bifurcation)

路由表中给出几个可供采用的输出链路, 并对每条链路赋予一个概率。当分组到达该结点时, 以一定的概率选择其中一条链路。


与固定路由比, 可使网内通信量更加平衡, 因而可得到较小的平均分组时延。
3. 洪泛 (flooding)

在各结点, 所收到的分组被传输到除分组到达所经过的链路以外的所有链路。

需要采取措施阻止分组无穷尽重传, 导致网络拥塞。通过在分组中设置计数器或在每个结点中建立登记表可以解决这个问题。

洪泛的属性: 所有路由都被尝试过; 所有直接或间接与源结点相连的结点都被访问过。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 16

 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

洪泛是高度稳健的, 适用于军事网络; 洪泛可以用于虚电路建立时; 对某些向所有结点散播的重要信息十分有用。


当网络的通信量很小时, 洪泛可使分组时延最小; 洪泛在分布式数据库中十分有用; 可以改进为有选择的洪泛。

4. 随机走动法 (random walk)

分组到达某个结点时, 以一定的概率 (可以基于数据率或链路费用等) 随机选择一条输出链路转发分组。

具有洪泛的简单性和稳健性, 通信量负荷低于洪泛; 实际路由不能保证是最优的; 在非自适应路由选择策略中, 若可能发生结点或链路故障, 随机走动法已被证明是非常有效的。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 17

 XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY

5.A 路由选择的一般原理

5.A.3 动态路由选择

实际中很少使用静态路由选择, 或多或少都有一定的自适应性。

影响路由选择判决的主要条件: 故障或拥塞。

使用自适应路由的缺点: 判决更加复杂, 增加了结点处理负担; 状态信息在一个地方收集在另一个地方使用, 增加传输开销; 反应太快, 会导致拥塞、振荡, 反应太慢, 没有实际用处。

仍然使用的原因: 能提高网络的性能; 有助于拥塞控制。自适应路由趋向于平衡负载, 能拖延严重拥塞的发生。

要获得良好的效果是极其复杂的任务。大多数网络都大改过路由算法 (如因特网的前身ARPANET)。

自适应路由选择可以从时间上考虑 (拓扑变化、定时、故障), 也可以从空间上考虑 (局部、整个网络)。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 18

5.A 路由选择的一般原理

1. 分布式路由选择

每个结点周期性地从相邻结点获得网络状态信息，同时也将本结点做出的决定周期性地通知周围各结点，使这些结点不断根据网络新的状态更新其路由选择决定。

分布式路由选择有两种基本算法：距离向量算法和链路状态算法。

分布式路由选择方法的三个要素：对网络某种特性的测量过程；如何传播测量结果；如何根据信息计算更新路由。

2. 集中式路由选择

其核心为网控中心NCC，负责全网状态信息的收集、路由计算以及路由选择的实现。根据具体的实现技术可以分为许多种。

优点：容易得到全局路由最优；消除路由选择不断变来变去的“振荡”现象；便于进行流量控制。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 19

5.A 路由选择的一般原理

缺点：NCC附近通信量开销大；可靠性差，如NCC故障则全网瘫痪。

5.A.4 两种具体的路由算法

Dijkstra算法

定义： $D(v)$ 表示结点 v 到源结点 S 的距离； $l(v,w)$ 表示结点 v 和结点 w 之间的距离； N 为结点集合，初始为空。

(1) 初始化

把源结点加入结点集合，即 $N = \{s\}$ ，对其它结点，写出：

$$D(v) = \begin{cases} l(s,v) & \text{若 } v \text{ 与 } s \text{ 直接相连} \\ \infty & \text{若 } v \text{ 与 } s \text{ 不直接相连} \end{cases}$$

(2) 寻找一个不在 N 中的结点 w ，其 $D(w)$ 最小。把 w 加入到 N 中，对所有不在 N 中的结点，进行如下操作：

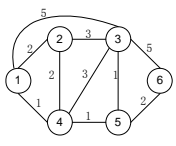
2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 20

5.A 路由选择的一般原理

$$D(v) = \min[D(v), D(w) + l(w,v)]$$

(3) 重复(2)直到所有结点都加入到 N 中为止。

下面举个例子说明该算法。

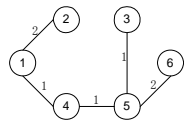


步骤	N	$D(2)$	$D(3)$	$D(4)$	$D(5)$	$D(6)$
初始化	{1}	2	5	1	∞	∞
1	{1,4}	2	4	1	2	∞
2	{1,2,4}	2	4	1	2	∞
3	{1,2,4,5}	2	3	1	2	4
4	{1,2,3,4,5}	2	3	1	2	4
5	{1,2,3,4,5,6}	2	3	1	2	4

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 21

5.A 路由选择的一般原理

所以可得最短路树（最小代价树）及结点1的路由表如下：



目的结点	后继结点
2	2
3	4
4	4
5	4
6	4

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 22

5.A 路由选择的一般原理

距离向量算法

距离向量算法曾在ARPANET中使用过，是一种分布式算法。

距离向量算法在每个结点上保持两个向量，即：

时延向量 $D_i = [d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iN}]^T$ 和
后继结点向量 $S_i = [s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{iN}]^T$ 。

各结点每隔一定时间（128ms）与它的所有邻结点交换它们的时延向量，然后根据收到的时延向量修改本结点的时延向量和后继结点向量。

$$d_{k,j} = \min_{i \in A} (d_{k,i} + d_{i,j})$$

$s_{k,j} = i$ 使 $d_{k,j}$ 最小的结点 k 的相邻结点。

其中 N 为网络结点数， A 为结点 k 相邻结点的集合。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 23

5.3 拥塞控制

网络中的拥塞与交通拥堵的情况类似，结点交换机相当于立交桥或交叉路口，链路相当于道路，这种类比有利于我们理解拥塞控制。

5.3.1 拥塞控制的意义

在某段时间，若对网络中某一资源的需求超过了该资源所能提供的可用部分，网络的性能就要变坏，这种情况就叫做拥塞（congestion）。

出现拥塞的条件可以写为：

$$\sum \text{对资源的需求} > \text{可用资源} \quad (5-1)$$

若网络中多种资源同时发生拥塞，网络的性能就会明显变坏，整个网络的吞吐量将随输入负荷的增大而下降。

网络的拥塞是一个非常复杂的问题，简单地增加一些资源不能解决拥塞问题。因为引起拥塞的因素很多，只解决一方面不行。问题的实质往往是整个系统的各部分不匹配，因此是一个平衡问题。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 24

5.3 拥塞控制

拥塞控制和流量控制的关系

拥塞控制的前提是网络能够承受现有的网络负荷。是一个全局性的过程，涉及到所有的主机、路由器以及与降低网络传输性能有关的所有因素。

流量控制是对端到端的通信量的控制，目的是通过控制使接收端来得及接收，使用端到端的直接反馈。

拥塞控制的代价：获得网络内部流量分布信息，在结点之间交换信息和命令以便选择控制策略实施控制。

在设计拥塞策略时，必须全面衡量得失。

拥塞控制要做的是，在当前的网络环境下，通过一定的、合理的控制措施尽量使网络不要出现拥塞。代价是当网络负载较小时，有拥塞控制时的吞吐量反而比无拥塞控制时的吞吐量要小。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 25

5.3 拥塞控制

拥塞控制的作用

下图提供了有无拥塞控制时网络吞吐量和网络负载之间的关系曲线。死锁和重装死锁。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 26

5.3 拥塞控制

2. 拥塞控制的一般原理

寻找拥塞控制的方案就是寻找使不等式(5-1)不成立的条件。有两条途径：增加资源、减轻网络负载。大多数情况下，减轻负载是唯一选择。

由于拥塞控制是一个动态的、全局的问题，所以很难设计。

拥塞控制可以分为开环控制和闭环控制。

开环控制就是在设计网络时先将有关发生拥塞的因素考虑周到，力求使网络在工作时不拥塞。

闭环控制基于反馈机制的，其过程为

检测网络以便检测拥塞在何时、何处发生；（平均时延、队列长度）

把拥塞发生的信息传送到可以采取行动的地方；（可以用分组捎带）

最后调整系统的运行以解决拥塞。（频繁采取行动会使系统振荡）

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 27

5.3 拥塞控制

常见的拥塞控制技术

反压 (backpressure)

反压可以施加于链路或逻辑连接上。可以选择性地作用于某些逻辑连接上。可以用于允许逐跳流量控制的面向连接网络。如X.25。

抑制分组 (choke packet)

抑制分组是在拥塞结点产生并回传到源结点限制流量的一个控制分组。抑制分组的一个例子是ICMP源队列分组。是一种相对粗糙的技术。

隐式拥塞信令 (implicit congestion signaling)

网络拥塞时，会发生两种情况：传输时延增加，明显长于固定的传播时延；分组丢失。如果源结点检测到时延增加或分组丢失，这就是网络拥塞的隐式证据。检测到拥塞的所有源降低流量，那就可以减轻或解除拥塞。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 28

5.3 拥塞控制

基于隐式信令的拥塞控制由端系统负责。

隐式信令在无连接或者数据报分组交换网以及基于IP的互连网中是一种有效的拥塞控制技术。

隐式信令也能用在面向连接的网络中，如帧中继。

显式拥塞信令 (explicit congestion signaling)

网络向端系统警示网内增长的拥塞，端系统采取措施减少网络负载。

显示拥塞控制技术通常在面向连接的网络中，控制个别连接的分组流量。可以在两个方向进行。

后向：通知源进行拥控，用于接收通知的反方向。

前向：通知用户进行拥控，用于接收通知的同方向。

三种信令类别：二进制、基于信用的、基于速率的。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 29

5.4 X.25网

X.25网是面向连接的分组交换网，提供虚电路服务。可以建立永久虚电路。

X.25只是一个对公用分组交换网接口的规约，规定了DTE-DCE接口。

当利用X.25支持因特网服务时，X.25网就表现为数据链路层的链路，即X.25网的虚电路相当于IP层下的数据链路层。后面的帧中继和ATM也可以这么看。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 30

5.5 帧中继FR

5.5.1 帧中继的工作原理

X.25是提供低速分组交换的有效工具，但其体系结构不适合高速交换。为满足各种应用的要求，提出了帧中继（Frame Relay）。

为了在误码率较高的信道上实现可靠传输，X.25的数据链路层使用了无差错传输，而分组层保证按序交付也需要开销，这就导致其速率难以提高。随着链路误码率的降低（采用数字传输技术、和更可靠的传输链路如光纤），完全可以简化某些差错处理过程。

帧中继就是基于此思想。当帧中继交换机收到一个帧的首部时，只要一查出帧的目的地址就开始转发该帧。当然，这样做出错后的处理开销很大。因此，帧中继要求网络本身的误码率很低。

当正在接收一个帧时就转发此帧，通常被称为快速分组交换。帧长可变为帧中继，帧长固定称为信元中继（Cell Relay）。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 31

5.5 帧中继FR

帧中继网络的特点：
帧中继网络中各结点没有网络层，且数据链路层只有有限的差错控制功能。只有在通信两端的主机中的数据链路层才有完全的差错控制功能。

帧中继工作过程

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 32

5.5 帧中继FR

帧中继没有逐跳的流量控制能力。其端到端的流量控制由高层负责。呼叫控制信令是带外信令。逻辑连接的复用和交换都在第二层处理。虚电路分为交换虚电路SVC和永久虚电路PVC。

帧中继的主要优点：减少了网络互连的代价；网络的复杂性减小但性能却提高了；增加了互操作性；协议的独立性，支持不同的网络协议。

帧中继适用于大文件传送、多个低速线路的复用，及局域网的互连。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 33

5.5 帧中继FR

5.5.2 帧中继的帧格式

与HDLC类似，但没有控制字段。标志及FCS字段相同。地址字段比较复杂，长度为2~4字节可变。其中包括：
数据链路连接标识符DLCI，长度分别为10、16、23bit，用于标识PVC；
前向显式拥塞通知FECN、反向显式拥塞通知BECN；
可丢弃指示DE，为1表明是较为不重要的低优先级帧，必要时可丢弃。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 34

5.5 帧中继FR

5.5.3 帧中继的拥塞控制

帧中继的拥塞控制是由网络和用户共同负责来实现的。网络能非常清楚地监视全网的拥塞程度，而限制通信量则需要依靠用户完成。

帧中继使用以下三种拥塞控制方法：

- (1) 丢弃策略，当网络拥塞足够严重时，网络就要被迫将帧丢弃；丢弃策略对所有用户应当是公平的。
- (2) 拥塞避免，在出现轻微拥塞时，帧中继网络采用一些信令机制（如FECN和BECN）及时地使拥塞避免过程开始工作。
- (3) 拥塞恢复，在出现拥塞时，拥塞恢复过程可阻止网络彻底崩溃。

为了进行拥塞控制，帧中继采用了承诺的信息速率CIR（Committed Information Rate）概念，单位是b/s。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 35

5.5 帧中继FR

对于一个特定的帧中继连接，CIR是由用户和网络共同协商确定的用户信息传送速率门限值。

每个结点都应使通过该结点的所有连接的CIR总和不超过它的容量。

帧中继网络拥塞控制的原则：

- (1) 数据率小于CIR，所有帧的DE等于0，在一般情况下传输是有保证的。
- (2) 数据率在不太长的时间间隔大于CIR，网络将超出速率的帧的DE设置为1，并在尽可能的情况下传送。
- (3) 若数据率超过CIR的时间较长，以致注入到网络的数据量超过了网络所设定的最高门限值，应立即丢弃该连接上传送的帧。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 36

5.6 异步传递方式ATM

5.6.1 ATM的基本概念

异步传递方式ATM (Asynchronous Transfer Mode)，又称信元中继，利用现代数字设备的可靠性提供快速分组交换服务。ATM最初是为宽带综合业务数字网B-ISDN开发的，但却在要求很高数据率的非B-ISDN场合得到了广泛应用。

现有电路交换和分组交换在实现宽带高速的交换任务时都有些缺点。

电路交换的实时性和服务质量都很好而分组交换网的灵活性很好。ATM就是建立在电路交换和分组交换基础上的一种面向连接的高速分组交换技术。

ATM中的“异步”是指将ATM信元“异步插入”到SDH的一个帧中，其每个用户发送的信元在每一帧的相对位置并不是固定不变的。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 37

5.6 异步传递方式ATM

ATM的主要优点：

- (1) 选择固定长度的短信元作为信息传输的单位，有利于宽带高速交换。信元长53字节，其中首部5字节。交换机用硬件电路处理信元。
- (2) 能支持不同速率的各种业务。不同类型的服务可以复用在一起。
- (3) 所有信息在最低层是以面向连接的方式发送，保持了电路交换在保证实时性和服务质量方面的优点。
- (4) ATM不必在数据链路层进行差错控制和流量控制（高层处理）。一个明显的缺点是信元首部开销太大。此外ATM技术复杂且价格高；能直接支持的应用也不多。

ATM网络的网络元素：ATM端点 (endpoint) 和ATM交换机。

端点又称端系统，即能够产生或接收信元的源站或目的站，端点通过点对点链路与ATM交换机相连。


2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 38

5.6 异步传递方式ATM

ATM交换机是一个交换容量高达数百Gb/s的快速分组交换机。其主要构件是交换结构、若干个高速输入输出端口以及必要的缓存。ATM标准未对交换结构做出具体规定，故存在多种类型的ATM交换结构。

5.6.2 ATM的协议参考模型和信元结构

ATM的协议参考模型



2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 39

5.6 异步传递方式ATM

物理层物理媒体相关 (Physical Medium Dependent, PMD) 子层和其上的传输汇聚 (Transmission Convergence, TC) 子层。

PMD子层负责在物理媒体上正确传输和接收比特流。只完成和媒体相关的功能，如线路编解码、比特定时及光电转换。

TC子层实现信元流和比特流的转换，包括速率匹配（空闲信元的插入）、信元定界与同步、传输帧的产生与恢复等。

ATM层主要完成交换和复用功能。

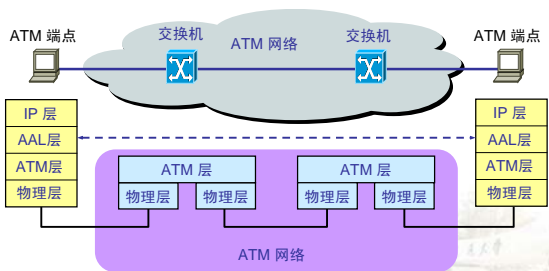
ATM适配层 (ATM Adaptation Layer, AAL)，其作用是增强ATM层所提供的服务，并向上层提供各种不同的服务。分为为汇聚子层CS和拆装子层SAR。

CS使ATM系统可以对不同的应用提供不同的服务。SAR使ATM层与上面的应用无关。

2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 40

5.6 异步传递方式ATM

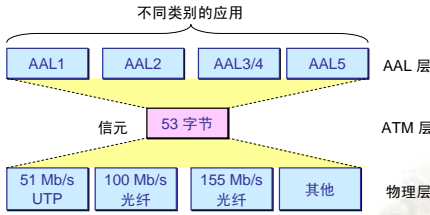
AAL层智能驻留在ATM端点之中。如下图所示。



2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 41

5.6 异步传递方式ATM

下图给出了ATM的沙漏模型



2011-8-31 《数据通信与计算机网络》——广域网 42