

拥塞控制之

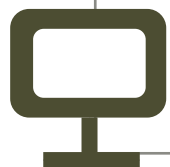
拥塞控制基本方法



拥塞控制机制分类

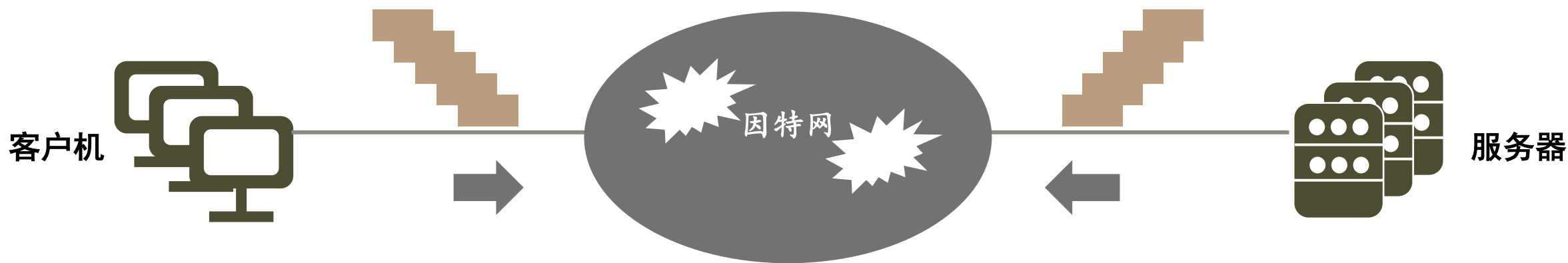
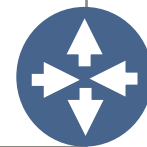
端 - 端拥塞控制

- 网络层不提供对拥塞控制显式支持
- 主机必须由网络行为推断拥塞的发生
 - ① 包丢失
 - ② 延迟增大



网络协助拥塞控制

- 路由器检测拥塞并向发送端反馈信息
 - ① 抑制包
 - ② 逐跳后压
 - ③ 显式拥塞通知



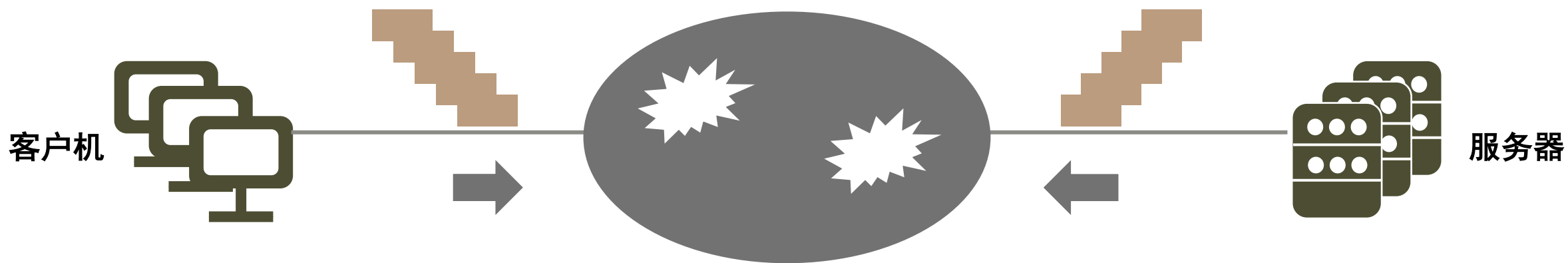
拥塞控制机制的途径

拥塞避免

- 资源预留
- 通信量整形
- 随机早期丢包

拥塞检测

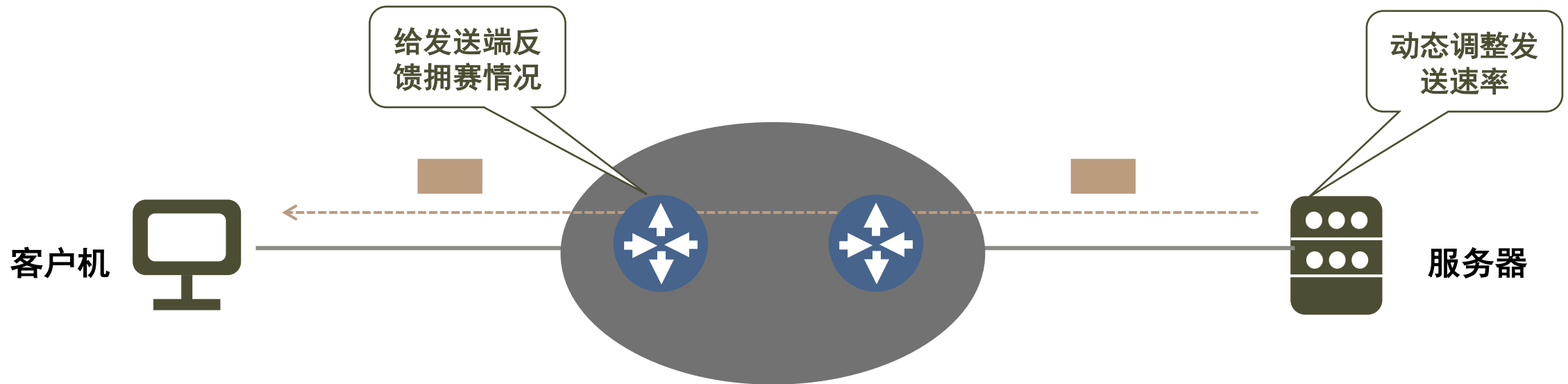
- 显式拥塞通知
- 抑制包
- 卸载



拥塞避免基本思想

拥塞避免的基本思想是通过良好的（协议）设计，尽可能减少网络拥塞发生的概率。

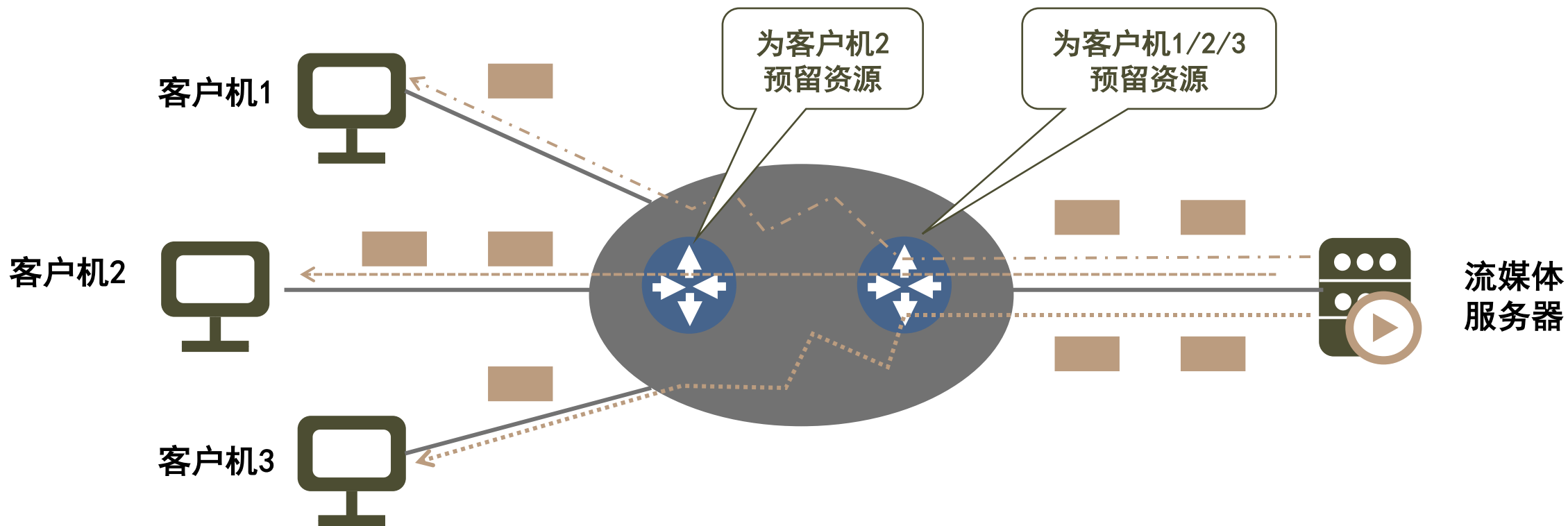
- 发送方调整发送速率尽量不发送多于网络能实际传输的数据
- 面临拥塞即将发生时通过反馈机制通知发送方降低发送速率



拥塞避免之资源预留

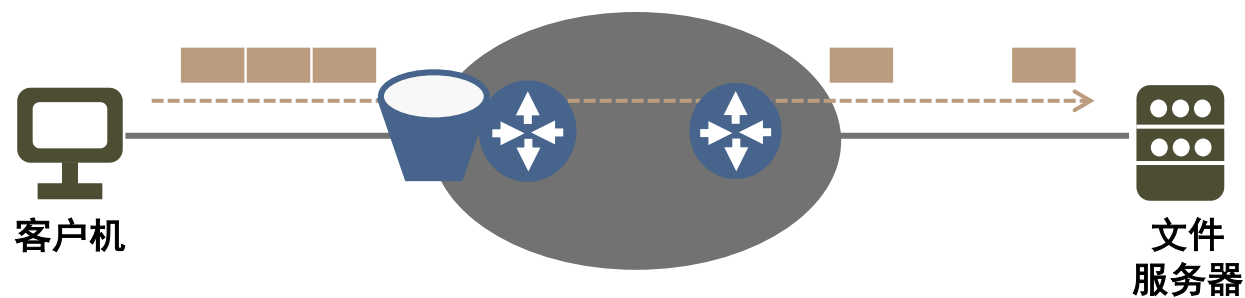
资源预留：数据通信之前网络把通信路径上的资源（存储、带宽）根据应用需要都预留好。

- 数据包在路由器不会堆积
- 数据包在路由器不会被丢弃
- 包的存储-转发时间有限

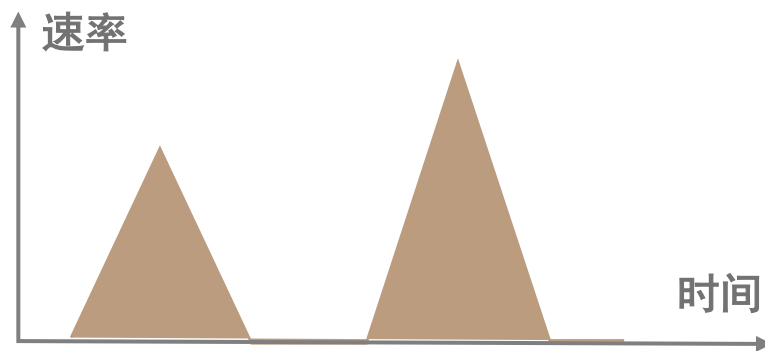


拥塞避免之通信量整形

通信量整形：通过调节注入网络的数据流的平均速率和突发速率，使得数据流呈现出平稳状态。

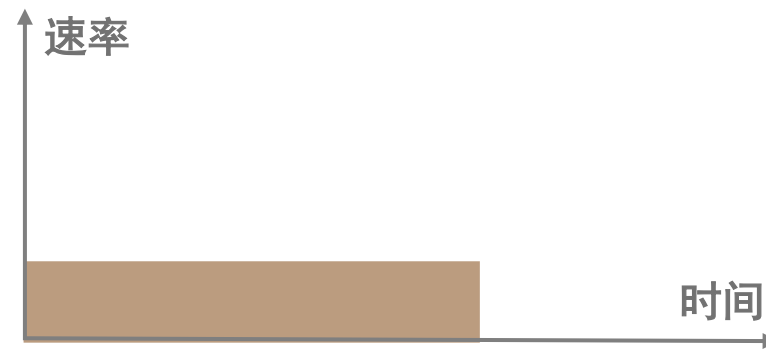


原始数据流



整形

整形后的数据流



拥塞避免之早期丢包

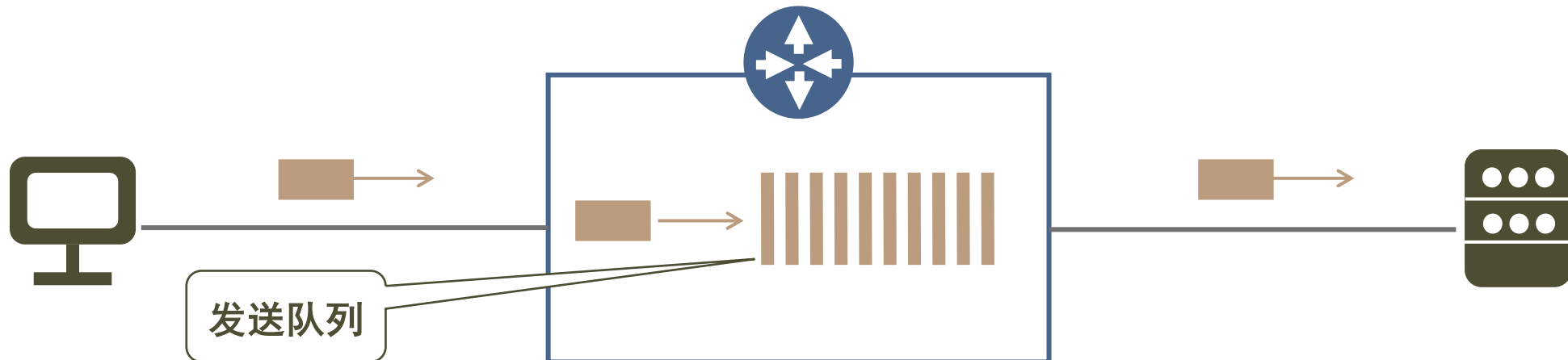
早期丢包：路由器在耗尽缓冲区之前开始丢弃一个或多个数据包。

随机早期检测（RED）：当某条链路的队列长度超过某个阈值时随机丢弃一些包。

?

- 何时开始丢包？
- 丢哪些包？

- 如果平均队列长度低于某个低阈值，将该包排入队列
- 如果平均队列长度大于某个高阈值，则丢弃该包
- 如果平均队列长度介于两个阈值之间，计算拥塞发生的概率

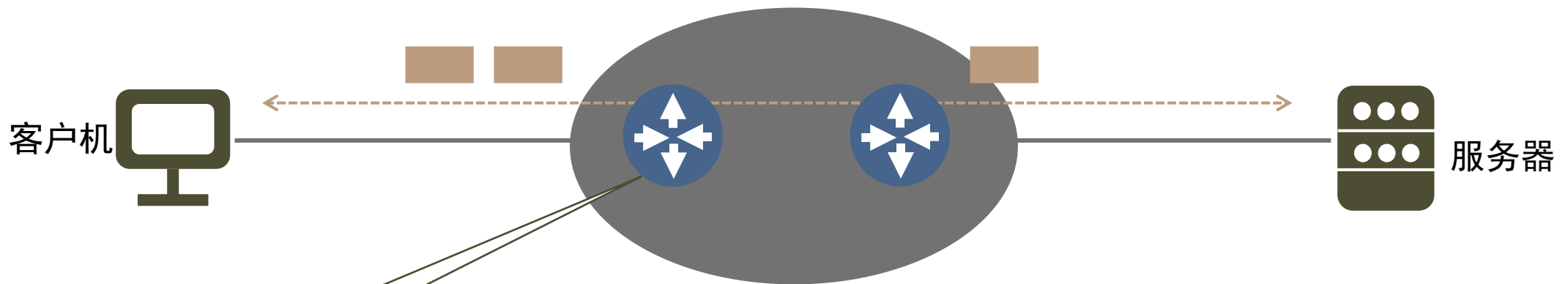


拥塞检测基本思想

拥塞检测：动态监测网络状态，一旦发生拥塞立即采取措施，以便防止拥塞蔓延到网络其他区域。

?

- 谁来检测拥塞？
- 检测到后如何处理？



最先和最佳
观察点拥塞

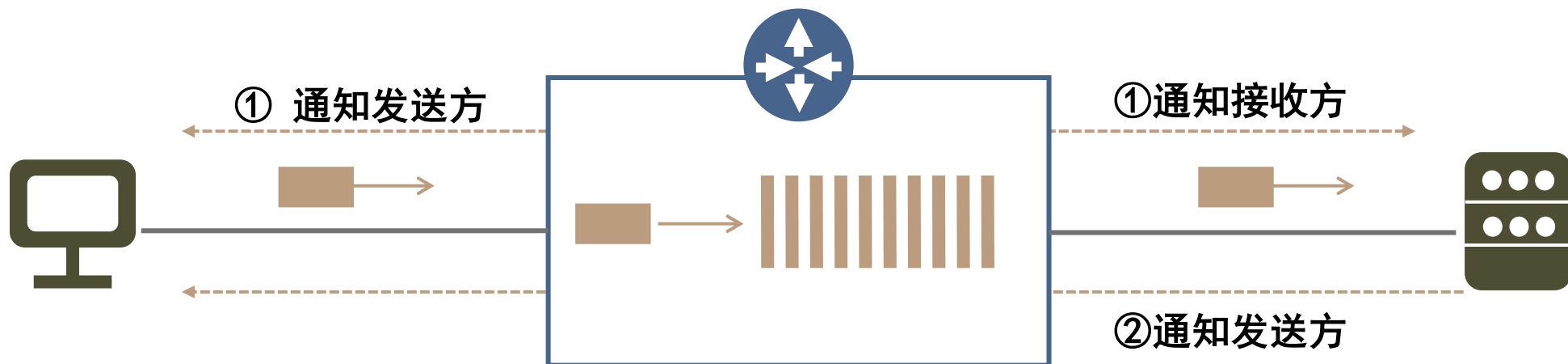
路由器可以根据线路的利用率和缓冲区的消耗速度来推测拥塞发送的可能。



拥塞检测之拥塞通知

拥塞通知：当路由器检测到拥塞即将形成，便通知连接两端，以便发送端降低发送速率减少注入网络流量，达到缓解拥塞的目的。

- 路由器随机选择一个包，给包的发送方发送一个拥塞警告包
- 路由器随机选择一个包，在该包打上标记通知接收方，接收方通过确认通知发送方



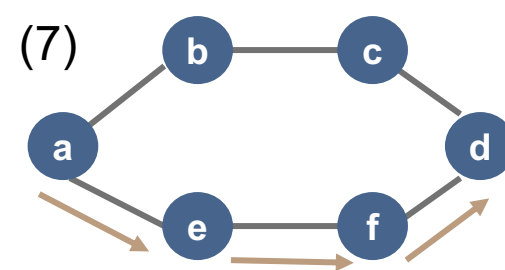
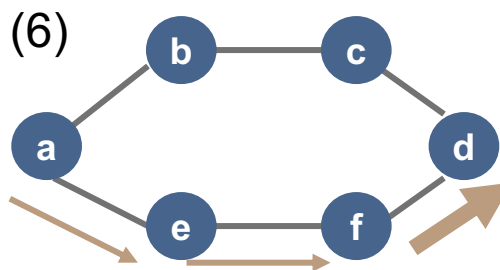
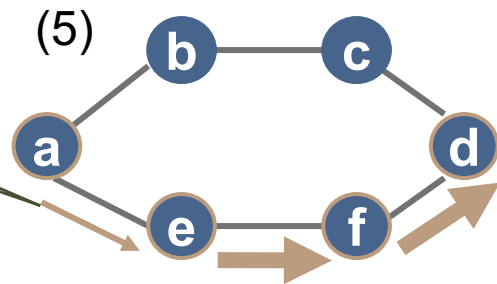
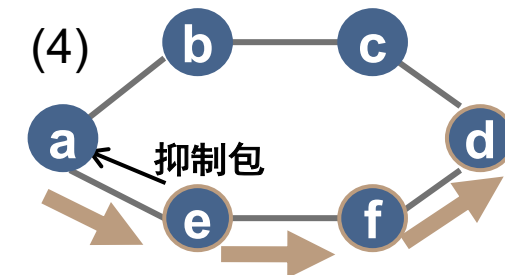
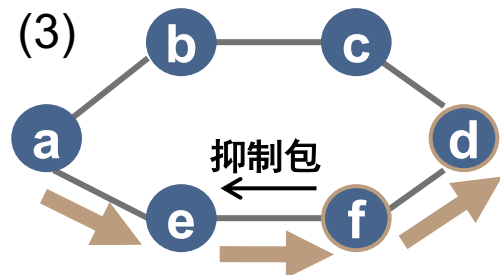
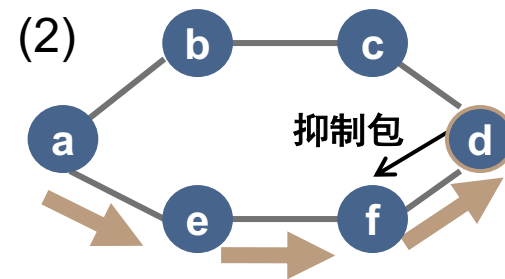
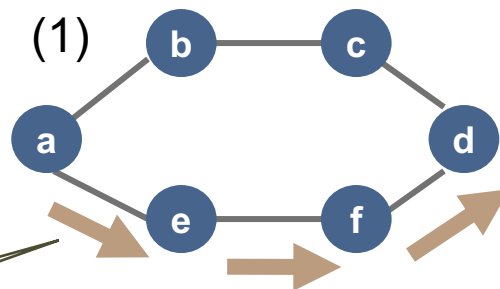
拥塞检测之抑制包

抑制包：路由器检测到拥塞后给包的发送方返回的具有抑制其发送速率作用的包。

在长距离或者高速率的环境下抑制包对源端作用太慢。

155Mbps

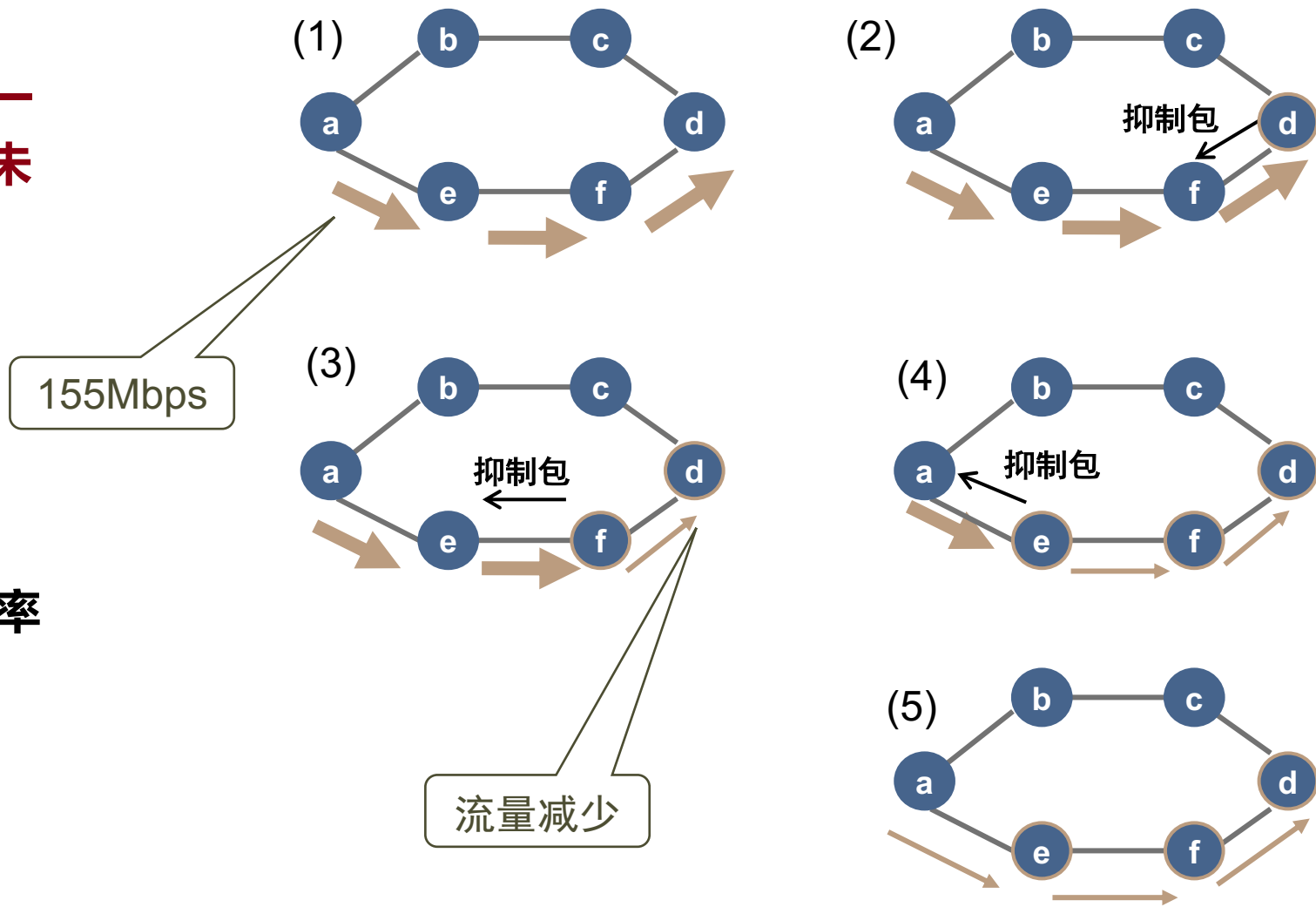
流量减少



拥塞控制之逐跳抑制包

逐跳 (HOP-HOP) 抑制包：每一跳都降低传输速率（即使抑制包未到达源端之前）。

转发抑制包的路由器及时做出速率调整对缓解拥塞有很好的作用。



拥塞控制之卸载

卸载：当路由器被包所淹没时只能将包丢弃。

- 丢弃哪个包取决于应用
- 应用程序打上丢包优先级标记，在发生拥塞的节点作为是否被丢弃的依据

“葡萄酒”策略

- 陈的比新的香
- 文件传输不能丢弃老的包，否则将造成接收数据不完整

“牛奶”策略

- 新的比旧的鲜
- 实时语音或者视频应用丢弃老的包比丢弃新的更适合

