

些协议中的大多数至今为止只取得了有限突破。这些协议包括 IPv6、多播协议（4.7 节）、资源预留协议（第 7 章）。在网络层中引入新的协议的确如同替换一幢房子的基石，即在不拆掉整幢房子（或至少临时重新安置房屋住户）的情况下是很难完成上述工作的。在另一方面，因特网却已见证了在应用层中新协议的快速部署。典型的例子当然有 Web、即时讯息、P2P 文件共享。其他例子包括音频与视频流和分布式游戏。引入新的应用层协议就像给一幢房子重新刷一层漆，这是相对容易做的事，如果你选择了一个好看的颜色，邻居将会照搬你的选择。总之，我们在未来能够期待看到因特网网络层中的这些变化，但这些变化出现的时间尺度很可能要比在应用层中出现的变化要慢得多。

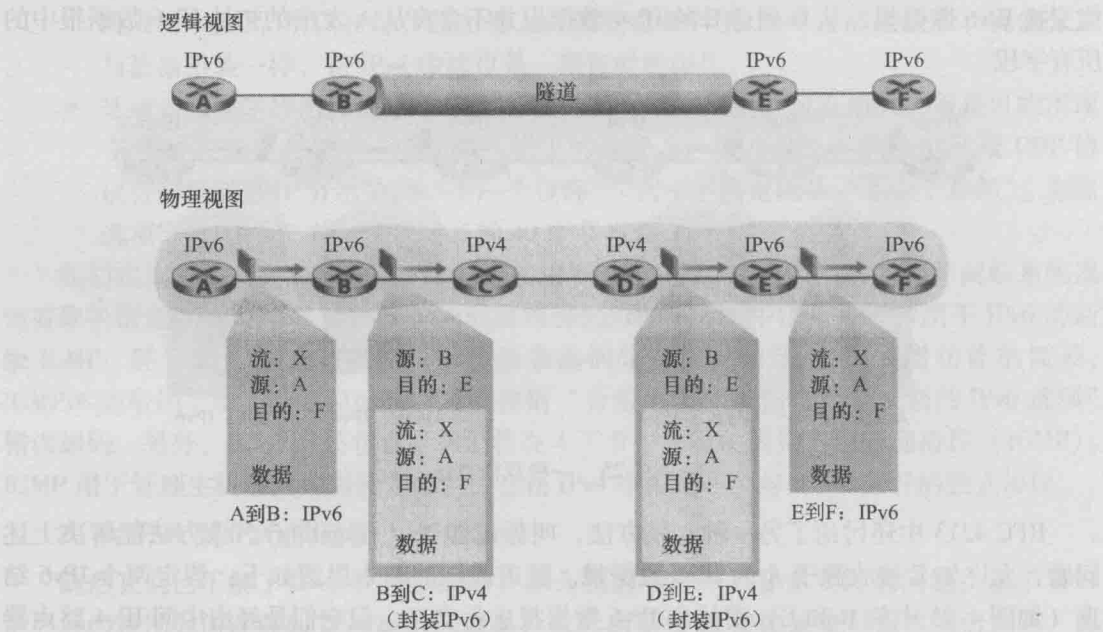


图 4-26 建隧道

4.4.5 涉足 IP 安全性

4.4.3 节详细讨论了 IPv4，包括它提供的服务以及如何实现这些服务的方法。在阅读该节内容的时候，你可能注意到了并没有提到任何安全服务。IPv4 的设计的确是在因特网主要用于相互信任的联网研究人员之间的时代（20 世纪 70 年代）。创建一个能够集成多种链路层技术的计算机网络已经面临了足够多的挑战了，无法顾及安全性了。

但是，在安全性成了主要关注对象的今天，因特网研究人员已经在继续前进了，他们设计了提供各种安全性服务的新型网络层协议。这些协议之一是 IPsec，这是一种非常流行的安全网络层协议，也在虚拟专用网（VPN）中得到了广泛部署。尽管在第 8 章中我们将更为详细地讨论 IPsec 及其密码学基础，但在本节中我们只对 IPsec 服务提供一个简要的、高层的概述。

IPsec 已被设计为与 IPv4 和 IPv6 向后兼容。特别是，为了享受 IPsec 带来的好处，我们不需要替换因特网中的所有路由器和主机中的协议栈。例如，使用运输模式（两种 IPsec “模式”之一）时，如果两台主机要安全地通信，IPsec 仅需要在这两台主机中可用。所有其他路由器和主机能够继续运行普通的 IPv4。