

结点是仅 IPv4 使能的, 则 DNS 只返回一个 IPv4 地址。

在双栈方法中, 如果发送方或接收方中任意一个仅为 IPv4 使能的, 则必须使用 IPv4 数据报。因此, 本质上两个 IPv6 使能的结点不应相互发送 IPv4 数据报。图 4-25 中图示了这种情况。假定结点 A 是 IPv6 使能的, 且要向结点 F 发一个 IP 数据报, F 也是 IPv6 使能的。结点 A 和 B 能够交换 IPv6 数据报。然而, 结点 B 必须生成一个 IPv4 数据报以便发给 C。当然, IPv6 数据报的数据字段可被复制到 IPv4 数据报的数据字段中, 并且要做适当的地址映射。然而, 在执行 IPv6 到 IPv4 的转换时, IPv6 数据报中一些 IPv6 特定的字段 (如流标签字段) 在 IPv4 数据报中无对应部分, 这些字段的信息将会丢失。因此, 即使 E 和 F 能交换 IPv6 数据报, 从 D 到达 E 的 IPv4 数据报并不含有从 A 发出的初始 IPv6 数据报中的所有字段。

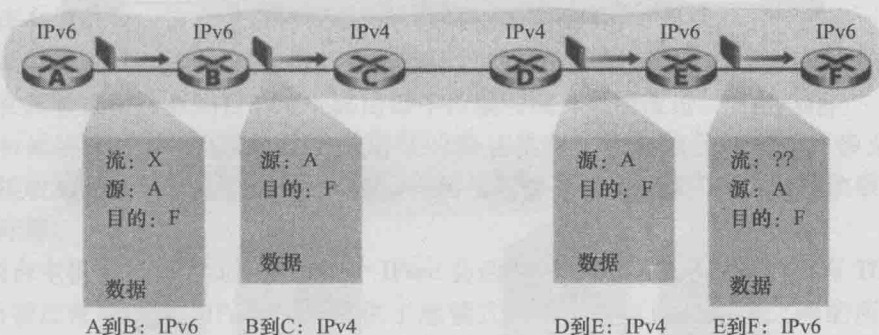


图 4-25 一种双栈方法

RFC 4213 中还讨论了另一种双栈方法, 叫做建隧道 (tunneling)。该方法能解决上述问题, 允许如 E 接收源于 A 的 IPv6 数据报。隧道依据的基本思想如下: 假定两个 IPv6 结点 (如图 4-25 中的 B 和 E) 要使用 IPv6 数据报进行交互, 但它们是经由中间 IPv4 路由器互联的。我们将两台 IPv6 路由器之间的中间 IPv4 路由器的集合称为一个隧道 (tunnel), 如图 4-26 所示。借助于隧道, 在隧道发送端的 IPv6 结点 (如 B) 可将整个 IPv6 数据报放到一个 IPv4 数据报的数据 (有效载荷) 字段中。于是, 该 IPv4 数据报的地址设为指向隧道接收端的 IPv6 结点 (如 E), 再发送给隧道中的第一个结点 (如 C)。隧道中的中间 IPv4 路由器在它们之间为该数据报提供路由, 就像对待其他数据报一样, 完全不知道该 IPv4 数据报自身就含有一个完整的 IPv6 数据报。隧道接收端的 IPv6 结点最终收到该 IPv4 数据报 (它是该 IPv4 数据报的目的地!), 并确定该 IPv4 数据报含有一个 IPv6 数据报, 于是从中取出 IPv6 数据报, 然后再为该 IPv6 数据报提供路由, 就好像它是从一个直接相连的 IPv6 邻居那里接收到该 IPv6 数据的一样。

在结束本节前需要说明的是, 尽管 IPv6 的采用最初表现为一个缓慢启动的过程 [Lawton 2001], 但是最近已经积蓄了力量。有关 2008 年 IPv6 部署的讨论参见 [Huston 2008b]; 有关美国 IPv6 部署的概况参见 [NIST IPv6 2012]。大量增加的设备如 IP 使能电话与其他便携式设备为 IPv6 的更广泛部署提供了额外的推动力。欧洲的第三代合作计划 [3GPP 2012] 已规定了 IPv6 为移动多媒体的标准编址方案。

我们能从 IPv6 经验中学到的重要一课是, 要改变网络层协议是极其困难的。自从 20 世纪 90 年代早期以来, 有许多新的网络层协议被鼓吹为因特网的下一次重大革命, 但这