

基于这种协议向单个目的结点发送分组。在本节中，我们将注意力转向广播和多播路由选择协议。在广播路由选择（broadcast routing）中，网络层提供了从一种源结点到网络中的所有其他结点交付分组的服务；多播路由选择（multicast routing）使单个源结点能够向其其他网络结点的一个子集发送分组的副本。在 4.7.1 节中，我们将考虑广播路由选择算法和它们在路由选择协议中的具体实现。我们将在 4.7.2 节中研究多播路由选择。

4.7.1 广播路由选择算法

也许完成广播通信的最直接的方式是由发送结点向每个目的地分别发送分组的副本，如图 4-43a 所示。在给定 N 个目的结点的情况下，源结点只是产生该分组的 N 份副本，对不同目的地的每个副本进行编址，并用单播路由选择向 N 个目的地传输这 N 份副本。这种用 N 次单播（ N -way-unicast）实现广播的方法简单，无需新的网络层路由选择协议以及分组复制或转发功能。然而，这种方法有几个缺点。第一个缺点是它的效率低。如果源结点经过单一链路与该网络其余部分相连的话，该（相同）分组的 N 份独立的副本将都经过该段链路传输。显然更为有效的方式是，经第一跳仅发送分组的单个副本，然后让第一跳后面其他端的结点生成并转发任何附加的所需副本。这就是说，让网络结点本身（而不只是源结点）生成分组的冗余副本将更加有效。例如，在图 4-43b 中，仅有分组的一个副本通过 R1-R2 链路。该分组则在 R2 被复制，经链路 R2-R3 和 R2-R4 发送单个副本。

N 次单播的其他缺点也许更为微妙，但不太重要。 N 次单播的一个隐含假设是广播的接收方及其地址均为发送方所

知。但是怎样得到这些信息呢？最可能的是，需要有另外的协议机制（如广播成员或目的地注册协议）。这将增加更多的开销，并且重要的是为最初看起来相当简单的协议增加了复杂性。 N 次单播的最后一个缺点与使用广播的目的有关。在 4.5 节中，我们知道了链路状态路由选择协议使用广播来分发用于计算单播路由的链路状态信息。显然，在使用广播来生成和更新单播路由的情况下，基于单播路由选择基础设施来取得广播将（最多！）是不明智的。

指出了 N 次单播实现广播的几个缺点后，网络结点本身在分组复制、分组转发和广播路由计算中起积极作用的方法，将显然是令人感兴趣的。下面我们将研究这样的几种方法，并再次采用在 4.5 节中引入的图标记法。我们再次将网络建模为图 $G = (N, E)$ ，其中 N 是结点的集合， E 是边的集合，其中每条边是来自 N 的一对结点。当不致混淆时，使用 N 表示结点的集合以及表示该集合的基数（ $|N|$ ）或长度，虽然这种标记法有点不够严谨。

1. 无控制洪泛

实现广播的最显而易见的技术是洪泛（flooding）方法，该方法要求源结点向它的所有邻居发送分组的副本。当某结点接收了一个广播分组时，它复制该分组并向它的所有邻

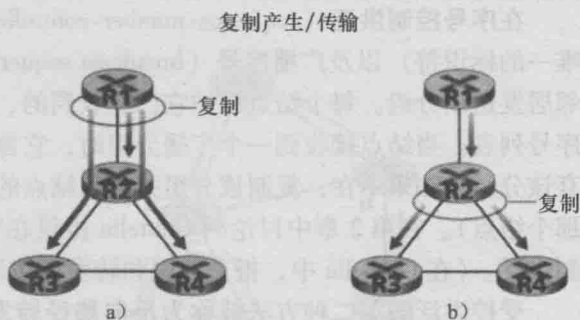


图 4-43 源复制与网络中复制的比较