

图 4-46 举例说明了基于中心生成树的构造过程。假定结点 E 被选作该树的中心。假定结点 F 首先加入树并向 E 转发加入树报文。单一链路 EF 成为初始的生成树。然后结点 B 通过向 E 发送它的加入树报文来加入该生成树。假定单播路径从 B 路由到 E 要经过 D。在这种情况下, 加入树报文导致路径 BDE 被嫁接到生成树上。结点 A 接下来通过向 E 转发它的加入树报文来加入生成组。如果 A 到 E 的单播路径通过 B, 则因为 B 已经加入了这棵生成树, A 的加入树报文到达 B 将导致该 AB 链路立即被嫁接在生成树上。结点 C 接下来通过向 E 直接转发它的加入树报文, 加入了该生成树。最后, 因为从 G 到 E 的单播路由选择必须经过结点 D, 当 G 向 E 发送它的加入树报文时, 该 GD 链路在结点 D 被嫁接到该生成树上。

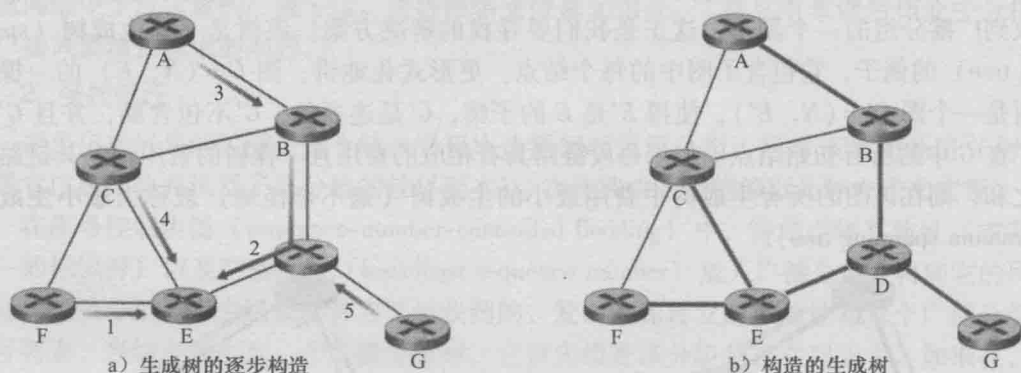


图 4-46 基于中心构造一棵生成树

4. 实践中的广播算法

在实践中, 广播协议被用于应用层和网络层。Gnutella [Gnutella 2009] 为了在 Gnutella 对等方之间广播对内容的查询, 使用应用级的广播。其中, 在 Gnutella 网络中的两个分布式应用级对等进程之间的一条链路实际上是一条 TCP 连接。Gnutella 使用某种形式的序号控制洪泛, 其中使用了一个 16 比特标识符和一个 16 比特有效载荷描述符 (它标识了 Gnutella 报文类型), 以监测一个接收到的广播查询是否以前已经收到、复制和转发过。Gnutella 也使用一个寿命 (TTL) 字段来限制转发一个洪泛请求通过的跳数。当一个 Gnutella 进程接收并复制一个请求时, 它在转发请求之前减小 TTL 字段。因此, 一个洪泛的 Gnutella 请求将仅到达位于从该请求的发起者到给定数量 (TTL 的初始值) 的应用级跳数范围内的对等方。Gnutella 的洪泛机制因此有时被称为范围受限的洪泛。

在 OSPF [RFC 2328; Perlman 1999] 路由选择算法和中间系统到中间系统 (IS-IS) 路由选择算法 [RFC 1142; Perlman 1999] 中, 使用了一种序号控制洪泛来广播链路状态通告 (LSA)。OSPF 使用一个 32 比特序号, 以及一个 16 比特年龄 (age) 字段来标识 LSA。前面讲过, 当到邻居的链路费用变化时, 或当一条链路变化为通/断时, OSPF 结点周期性地向与它相连的链路广播 LSA。LSA 序号被用于检测冗余的 LSA, 但也服务于 OSPF 中的第二项重要功能。使用洪泛方法, 源在时刻 t 生成的一个 LSA 的到达可能晚于相同源在时刻 $t + \delta$ 产生的较新的 LSA。源结点使用的序号使得一个较旧的 LSA 能够区别于较新的 LSA。年龄字段起到了类似于一个 TTL 值的作用。初始年龄字段值被置为 0, 随着洪泛到每一跳而被增加, 并且当它位于一台路由器内存中等待洪泛时也会增加。尽管我们这里只是