

### **集中目录式结构**

集中目录式 P2P 结构是最早出现的 P2P 应用模式，因为仍然具有中心化的特点也被称为非纯粹的 P2P 结构。最大的优点是维护简单、发现效率高。缺点是与传统 C/S 结构类似，易造成单点故障。用于共享 MP3 音乐文件的 Napster 是最典型的代表，其实质并非纯粹的 P2P 系统，它通过一个中央服务器保存所有 Napster 用户上传的音乐文件索引和存放位置的信息，其用户注册与文件检索过程类似于传统的 C/S 模式，区别在于所有资料并非存储在服务器上，而是存贮在各个节点中。当某个用户需要某个音乐文件时，首先连接到 Napster 服务器，在服务器进行检索，并由服务器返回存有该文件的用户信息；再由请求者直接连接到文件的所有者传输文件，而不必经过中央服务器进行。

Napster 首先实现了文件查询与文件传输的分离。有效地节省了中央服务器的带宽消耗，减少了系统的文件传输延时。但是，如果该中央服务器失效，整个系统都会瘫痪。当用户量增加到或者更高时，Napster 的系统性能会大大下降。另一个是安全性上的问题，Napster 没有提供有效的安全机制。

在 Napster 模型中，一群高性能的中央服务器保存着网络中所有活动对等计算机共享资源的目录信息。当需要查询某个文件时，对等机会向一台中央服务器发出文件查询请求。中央服务器进行相应的检索和查询后，会返回符合查询要求的对等机地址信息列表。查询发起对等机接收到应答后，会根据网络流量和延迟等信息进行选择，与合适的对等机建立连接，并开始文件传输。

### **纯 P2P 网络模型**

纯 P2P 模式也被称作广播式的 P2P 模型。它取消了集中的中央服务器，每个用户随机接入网络，并与自己相邻的一组邻居节点通过端到端连接构成一个逻辑覆盖的网络。对等节点之间的内容查询和内容共享都是直接通过相邻节点广播接力传递，同时每个节点还会记录搜索轨迹，以防止搜索环路产生。

Gnutella 模型是现在应用最广泛的纯 P2P 非结构化拓扑结构它解决了网络结构中心化的问题，扩展性和容错性较好，但是 Gnutella 网络中没有索引服务器，它采用了基于完全随机图的泛洪（Flooding）发现和随机转发（Random Walker）机制，控制信息的泛滥消耗了大量带宽并很快造成网络拥塞甚至网络的不稳定。同时，局部性能较差的节点可能会导致 Gnutella 网络被分片，从而导致整个网络的可用性较差，另外这类系统更容易受到垃圾信息，甚至是病毒的恶意攻击。

### **混合式网络模型**

Kazaa 模型是 P2P 混合模型的典型代表，它在纯 P2P 分布式模型基础上引入了超级节点的概念，综合了集中式 P2P 快速查找和纯 P2P 去中心化的优势。Kazaa 模型将节点按能力不同（计算能力、内存大小、连接带宽、网络滞留时间等）区分为普通节点和超级节点两类（也有的进一步分为三类节点，其思想本质相同）。其中超级节点与其临近的若干普通节点之间

构成一个自治的簇，簇内采用基于集中目录式的 P2P 模式，而整个 P2P 网络中各个不同的簇之间再通过纯 P2P 的模式将超级节点相连起来，甚至也可以在各个超级节点之间再次选取性能最优的节点，或者另外引入一新的性能最优的节点作为索引节点来保存整个网络中可以利用的超级节点信息，并且负责维护整个网络的结构。

### **结构化网络模型**

所谓结构化与非结构化模型的根本区别在于每个节点所维护的邻居是否能够按照某种全局方式组织起来以利于快速查找。结构化 P2P 模式是一种采用纯分布式的消息传递机制和根据关键字进行查找的定位服务，目前的主流方法是采用分布式哈希表(DHT)技术，这也是目前扩展性最好的 P2P 路由方式之一。由于 DHT 各节点并不需要维护整个网络的信息，只在节点中存储其临近的后继节点信息，因此较少的路由信息就可以有效地实现到达目标节点，同时又取消了泛洪算法。该模型有效地减少了节点信息的发送数量，从而增强了 P2P 网络的扩展性。同时，出于冗余度以及延时的考虑，大部分 DHT 总是在节点的虚拟标识与关键字最接近的节点上复制备份冗余信息，这样也避免了单一节点失效的问题。

DHT 类结构能够自适应结点的动态加入/退出，有着良好的可扩展性、鲁棒性、结点 ID 分配的均匀性和自组织能力。由于重叠网络采用了确定性拓扑结构，DHT 可以提供精确的发现。只要目的节点存在于网络中，DHT 总能发现它，发现的准确性得到了保证，最经典的案例是 Tapestry，Chord，CAN 和 Pastry。