

我们的第一个网络结构即网络结构 1，用单一的全球承载 ISP 互联所有接入 ISP。我们假想的全球承载 ISP 是一个由路由器和通信链路构成的网络，该网络不仅跨越全球，而且至少具有一个路由器靠近数十万接入 ISP 中的每一个。当然，对于全球承载 ISP，建造这样一个大规模的网络将耗资巨大。为了有利可图，自然要向每个连接的接入 ISP 收费，其价格反映（并不一定正比于）一个接入 ISP 经过全球 ISP 交换的流量大小。因为接入 ISP 向全球承载 ISP 付费，故接入 ISP 被认为是**客户**（customer），而全球承载 ISP 被认为是**提供商**（provider）。

如果某个公司建立并运行了一个可赢利的全球承载 ISP，其他公司建立自己的全球承载 ISP 并与最初的全球承载 ISP 竞争则是一件自然的事。这导致了网络结构 2，它由数十万接入 ISP 和多个全球承载 ISP 组成。接入 ISP 无疑喜欢网络结构 2 胜过喜欢网络结构 1，因为它们现在能够根据价格和服务的函数，在多个竞争的全球承载提供商之间进行选择。然而，值得注意的是，这些全球承载 ISP 之间必须是互联的：不然的话，与某个全球承载 ISP 连接的接入 ISP 将不能与连接到其他全球承载 ISP 的接入 ISP 通信。

刚才描述的网络结构 2 是一种两层的等级结构，其中全球承载提供商位于顶层，而接入 ISP 位于底层。这假设了全球承载 ISP 不仅能够接近每个接入 ISP，而且发现经济上也希望这样做。现实中，尽管某些 ISP 确实具有令人印象深刻的全球覆盖，并且确实直接与许多接入 ISP 连接，但世界上没有 ISP 是存在于每个城市中的。相反，在任何给定的区域，可能有一个**区域 ISP**（regional ISP），区域中的接入 ISP 与之连接。每个区域 ISP 则与**第一层 ISP**（tier-1 ISP）连接。第一层 ISP 类似于我们假想的全球承载 ISP；尽管第一层 ISP 不是在世界每个城市中都存在，但它确实存在。有大约十几个第一层 ISP，包括 Level 3 通信、AT&T、Sprint 和 NTT。有趣的是，没有组织正式认可第一层状态。俗话说：如果必须问你是否是一个组织的成员，你可能不是。

返回到网络的网络，不仅有多个竞争的第一层 ISP，而且在一个区域可能有多个竞争的区域 ISP。在这样的等级结构中，每个接入 ISP 向区域 ISP 支付其连接费用，并且每个区域 ISP 向它连接的第一层 ISP 支付费用。（一个接入 ISP 也能直接与第一层 ISP 连接，这样它就向第一层 ISP 付费。）因此，在这个等级结构的每层，有客户-提供商关系。值得注意的是，第一层 ISP 不向任何人付费，因为它们位于该等级结构的顶部。使事情更为复杂的是，在某些区域，可能有较大的区域 ISP（可能跨越整个国家），区域中较小的区域 ISP 与之相连，较大的区域 ISP 则与第一层 ISP 连接。例如，在中国，每个城市有接入 ISP，它们与省级 ISP 连接，省级 ISP 又与国家级 ISP 连接，国家级 ISP 最终与第一层 ISP 连接 [Tian 2012]。这个多层等级结构仍然仅仅是今天因特网的粗略近似，我们称它为网络结构 3。

为了建造一个与今天因特网更为相似的网络，我们必须在等级结构的网络结构 3 上增加存在点（Point of Presence, PoP）、多宿、对等和因特网交换点（Internet exchange point, IXP）。PoP 存在于等级结构的所有层次，但底层（接入 ISP）等级除外。一个 PoP 只是提供商网络中的一台或多台路由器（在相同位置）群组，其中客户 ISP 能够与提供商 ISP 连接。对于要与提供商 PoP 连接的客户网络，它能从第三方通信提供商租用高速链路直接将它的路由器之一连接到位于该 PoP 的一台路由器。任何 ISP（除了第一层 ISP）可以选择为**多宿**（multi-home），即可以与两个或更多提供商 ISP 连接。例如，一个接入 ISP 可能与两个区域 ISP 多宿，或者可以与两个区域 ISP 多宿，也可以与多个第一层 ISP 多宿。当一个 ISP 多宿时，即使它的提供商之一出现故障，它仍然能够继续发送和接收分组。