

3. 光纤

光纤是一种细而柔软的、能够导引光脉冲的媒体，每个脉冲表示一个比特。一根光纤能够支持极高的比特速率，高达数十甚至数百 Gbps。它们不受电磁干扰，长达 100km 的光缆信号衰减极低，并且很难窃听。这些特征使得光纤成为长途引导型传输媒体，特别是跨海链路。在美国和别的地方，许多长途电话网络现在全面使用光纤。光纤也广泛用于因特网的主干。然而，高成本的光设备，如发射器、接收器和交换机，阻碍光纤在短途传输中的应用，如在 LAN 或家庭接入网中就不使用它们。光载波（Optical Carrier, OC）标准链路速率的范围从 51.8Mbps 到 39.8Gbps；这些标准常被称为 OC- n ，其中的链路速率等于 $n \times 51.8\text{Mbps}$ 。目前正在使用的标准包括 OC-1、OC-3、OC-12、OC-24、OC-48、OC-96、OC-192、OC-768。[Mukherjee 2006, Ramaswamy 2010] 提供了光纤网络各方面的知识。

4. 陆地无线电信道

无线电信道承载电磁频谱中的信号。它不需要安装物理线路，并具有穿透墙壁、提供与移动用户的连接以及长距离承载信号的能力，因而成为一种有吸引力的媒体。无线电信道的特性极大地依赖于传播环境和传输信号的距离。环境上的考虑取决于路径损耗和遮挡衰落（即当信号跨距离传播和绕过/通过阻碍物体时信号降低强度）、多径衰落（由于干扰对象的信号反射）以及干扰（由于其他无线电信道或电磁信号）。

陆地无线电信道能够大致划分为三类：一类运行在很短距离（如 1 米或 2 米）；另一类运行在局域，通常跨越数十到几百米；第三类运行在广域，跨越数千米。个人设备如无线头戴式耳机、键盘和医疗设备跨短距离运行；在 1.2.1 节中描述的无线 LAN 技术使用了局域无线电信道；蜂窝接入技术使用了广域无线电信道。我们将在第 6 章中详细讨论无线电信道。

5. 卫星无线电信道

一颗通信卫星连接两个或多个位于地球的微波发射方/接收方，它们被称为地面站。该卫星在一个频段上接收传输，使用一个转发器（下面讨论）再生信号，并在另一个频率上传输信号。通信中常使用两类卫星：同步卫星（geostationary satellite）和近地轨道（Low-Earth Orbiting, LEO）卫星。

同步卫星永久地停留在地球上方的相同点上。这种静止存在是通过将卫星放置在地球表面上方 36 000km 的轨道上而取得的。从地面站到卫星再回到地面站的巨大距离引入了 280ms 的可观的信号传播时延。不过，能以数百 Mbps 速率运行的卫星链路，经常用在那些无法使用 DSL 或电缆因特网接入的区域。

近地轨道卫星放置得非常靠近地球，并且不是永久地停留在地球上方的一个点。它们围绕地球旋转，就像月亮围绕地球旋转那样。为了提供对一个区域的连续覆盖，需要在轨道上放置许多卫星。当前有许多低轨道通信系统在研制中。Lloyd 的卫星星座 Web 页 [Wood 2012] 提供和收集了关于通信用卫星星座系统的信息。近地轨道卫星技术未来也许能够用于因特网接入。

1.3 网络核心

在考察了因特网边缘后，我们现在更深入地研究网络核心，即由互联因特网端系统的分组交换机和链路构成的网状网络。图 1-10 用加粗阴影线勾画出网络核心部分。