

有帧要发送和接收的结点能够睡眠 99% 的时间，从而大大节省了能源。

6.3.6 802.11 以外的标准：蓝牙和 ZigBee

如图 6-2 所示，IEEE 802.11 WiFi 标准主要针对相距多达 100m 的设备间的通信（当使用 802.11 具有定向天线的点对点配置时除外）。两个其他的 IEEE 802 协议——蓝牙和 ZigBee（定义在 IEEE 802.15.1 和 IEEE 802.15.4 标准中 [IEEE 802.15 2012]），以及 WiMAX（定义在 IEEE 802.16 标准中 [IEEE 802.16d 2004; IEEE 802.16e 2005]），它们分别是用于短距离和长距离通信的标准。当我们在 6.4 节中讨论蜂窝数据网络时，将简要接触 WiMAX，因此这里将关注用于短距离通信的网络。

1. 蓝牙

IEEE 802.15.1 网络以小范围、低功率和低成本运行。它本质上是一个低功率、小范围、低速率的“电缆替代”技术，用于互联笔记本、串行设备、蜂窝电话和智能手机，而 802.11 是一个大功率、中等范围、高速率的“接入”技术。为此，802.15.1 网络有时被称为无线个人区域网络（Wireless Personal Area Network, WPAN）标准。802.15.1 的链路层和物理层基于早期用于个人区域网络的蓝牙（Bluetooth）规范 [Held 2001, Bisdikian 2001]。802.15.1 网络以 TDM 方式工作于无需许可证的 2.4GHz 无线电波段，每个时隙长度为 625 μ s。在每个时隙内，发送方利用 79 个信道中的一个进行传输，同时从时隙到时隙以一个已知的伪随机方式变更信道。这种被称作跳频扩展频谱（Frequency-Hopping Spread Spectrum, FHSS）的信道跳动的形式将传输及时扩展到整个频谱。802.15.1 能够提供高达 4Mbps 的数据率。

802.15.1 网络是自组织网络：不需要网络基础设施（如一个接入点）来互连 802.15.1 设备。因此，802.15.1 设备必须自己进行组织。802.15.1 设备首先组织成一个多达 8 个活动设备的皮可网（piconet），如图 6-16 所示。这些设备之一被指定为主设备，其余充当从设备。主结点真正控制皮可网，即它的时钟确定了皮可网中的时间，它可以在每个奇数时隙中发送，而从设备仅当主设备在前一时隙与其通信后才可以发送，并且只能发送给主设备。除了从设备，网络中还可以有多达 255 个的寄放（parked）设备。这些设备仅当其状态被主结点从寄放转换为活动之后才可以进行通信。

希望了解更多有关 802.15.1 WPAN 信息的读者可以查阅蓝牙参考资料 [Held 2001, Bisdikian 2001]，或者 IEEE 802.15 Web 网站 [IEEE 802.15 2012]。

2. ZigBee

IEEE 的第二个个人区域网络标准是 802.15.4 [IEEE 802.15 2012]，它被称为 ZigBee。虽然蓝牙网络提供了一种“电缆替代”的超过每秒兆比特的数据率，但 ZigBee 较之蓝牙仍是以低功率、低数据率、低工作周期应用为目标。尽管我们可能倾向于认为“更大和更快就更好”，但是并非所有的网络应用都需要高带宽和随之而来的高成本（经济和功率方面）。例如，家庭温度和光线传感器、安全设备和墙上安装的开关都是非常简单、低功率、低工作周期、低成本设备。ZigBee 因此是非常适合于这些设备的。ZigBee 定义了 20kbps、

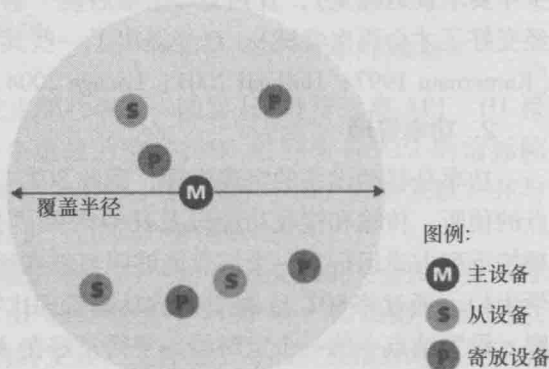


图 6-16 蓝牙皮可网