无线局域网安全——方法与技术

马建峰　朱建明　赖晓龙　牛广平　等编著

机 械 工 业 出 版 社

本书是在对“[illegible]”高科技项目——宽带无线[illegible]网络系统安全技术（编号[illegible]）研究的基础上编写的。全书在介绍有关信息安全基本理论和方法的基础上，重点研究了无线局域网中的有关安全技术。不仅介绍了基本的方法与技术，还介绍了国内外最新的研究成果和发展动态，以及作者在研究过程中提出的一些安全方案和技术。全书分两篇，共[illegible]章，前[illegible]章着重介绍网络安全的基本理论，第[illegible]章到第[illegible]章介绍无线局域网中的安全方法与技术。附录[illegible]介绍了可证安全协议分析与设计的思想，附录[illegible]介绍了[illegible]认证机制的性能和安全性分析，附录[illegible]介绍了一种新的增强的无线认证基础设施[illegible]。

本书可作为计算机、信息安全、信息对抗等专业高年级本科生或研究生的教学用书，也可作为相关领域的研究和工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（[illegible]）数据

无线局域网安全：方法与技术[illegible]/马建峰等编著[illegible]-北京：机械工业出版社，[illegible]

[illegible]

Ⅰ[illegible]无[illegible]Ⅱ[illegible]马[illegible]Ⅲ[illegible]无线电通信—局部网络—安全技术—高等学校—教材 Ⅳ[illegible]

中国版本图书馆[illegible]数据核字（[illegible]）第[illegible]号

机械工业出版社（北京市百万庄大街[illegible]号 邮政编码[illegible]）

策　　划：胡毓坚　责任编辑：陈振虹　版式设计：霍永明

责任校对：李汝庚　责任印制：陶　湛

北京铭成印刷有限公司印刷

[illegible]年[illegible]月第[illegible]版第[illegible]次印刷

[illegible]·[illegible]印张·[illegible]千字

[illegible]-[illegible]册

定价：[illegible]元

机械工业出版社（北京市百万庄大街 [illegible]号　邮政编码 [illegible]）
策划编辑：薛俊高
责任编辑：薛俊高　版式设计：冉晓华　责任校对：樊钟英
封面设计：张　静　责任印制：陶　湛

北京铭成印刷有限公司印刷

[illegible]年 [illegible]月第 [illegible]版·第 [illegible]次印刷
[illegible]·印张·[illegible]千字
[illegible]册
定价：[illegible]元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（[illegible]）
封面无防伪标均为盗版

（[illegible]）面形构件：平面如板、墙，曲面则为壳（空间曲面结构）。由面构件可以组成剪力墙、楼盖、贮仓、筒体等结构。

施工图阶段对结构设计人员来说主要是进行详细的结构分析、截面选择、配筋计算以及有关的构造设计，以保证结构构件有足够的承载力和刚度，考虑结构连接等细节设计以保证各结构构件间有可靠联系，使之组成可靠的结构体系，最后给出可供实际施工的图纸。

[illegible]

[illegible]

第 员章　概　　述

计算机和无线通信的结合，使得移动正在变得无所不在。移动设备可以通过无线链路接入 [illegible] 能够随时随地访问 [illegible] 资源。无线局域网作为无线网络的一种接入方式，以其频带免费、组网灵活、易于移动等特点，得到广泛应用。但与此同时，无线网络的信息安全问题已经成为目前最重要的，也是最富有挑战性的问题之一。本章简要介绍无线局域网的基本构成和工作方式，并分析无线局域网所面临的安全问题，以及当前主要的安全标准和技术。

员[illegible]员　无线网络技术概述

简单地说，无线技术就是在没有物理连接的情况下多个设备之间能够互相通信的技术。无线通信采用无线电传送数据，而有线通信采用的是线缆。无线通信技术的应用范围很广，从复杂的系统 (无线局域网和蜂窝电话) 到简单的设备 (如无线耳机、麦克风) 都是无线通信技术的应用。红外线 ([illegible] 设备如远程控制用的无线键盘和鼠标、无线高保真耳机等也属于无线通信设备，但这些设备要求发送端与接收端在直线可见的范围内。无线通信技术的目标是给用户提供在移动中随处可以访问信息的功能。本节简要回顾一下主要的无线技术：无线网络、无线设备、无线标准和无线安全。

无线网络是无线设备之间以及无线设备与有线网络之间的一种网络结构。无线网络的发展可谓日新月异，新的标准和技术不断涌现。总的来说，由于覆盖范围、传输速率和用途的不同，无线网络可以分为四类：无线广域网、无线城域网、无线局域网和无线个人网络，如图 [illegible] 所示。

- 无线广域网 ([illegible]) 。主要是通过移动通信卫星进行的数据通信网络，其覆盖范围最大。代表技术有 猿[illegible]，以及未来的 源[illegible]等，数据传输速率在 [illegible] 以上。由于 猿[illegible]和 猿[illegible]的标准化工作日趋成熟，一些国际标准化组织 (如 [illegible]) 将目光瞄准了能提供更高无线传输速率和灵活统一的全 [illegible] 网络平台的下一代移动通信系统，一般称为后 猿[illegible] 增强型 [illegible] ([illegible]) 、后 [illegible] ([illegible]) 或 源[illegible]
- 无线城域网 ([illegible]) 。主要是通过移动电话或车载装置进行的移动数据通信，可以覆盖城市中大部分的地区。代表技术是 [illegible] 年提出的 [illegible] 主要研究移动宽带无线接入 ([illegible]) 技术和相关标准的制定。该标准更加强调移动性，它是由 [illegible] 的宽带无线接入 ([illegible]) 发展而来的。
- 无线局域网 ([illegible]) 。一般用于区域间的无线通信，其覆盖范围较小。代表技术是 [illegible] 系列。数据传输速率为 员员[illegible]员缘[illegible] 之间，甚至更高。

猿

- 无线个人网（宰[illegible]）。无线传输距离一般在[illegible]左右，典型的技术是[illegible]（宰[illegible]）和[illegible]技术，数据传输速率在[illegible]以上。

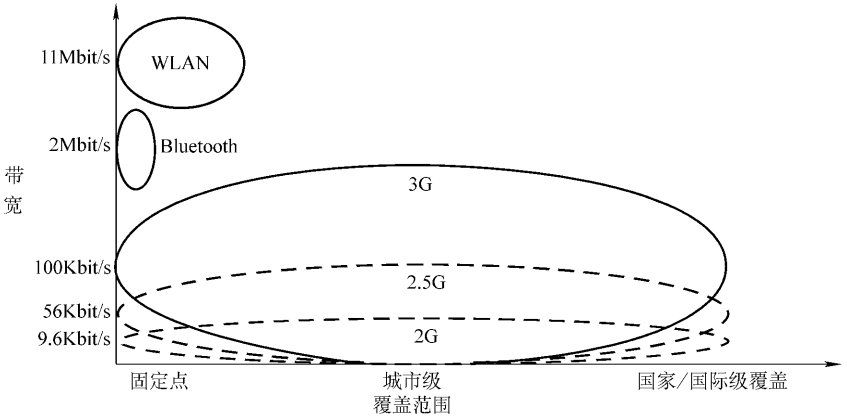

图 [illegible] 无线网络分类

[illegible] 无线设备与无线标准

无线设备是指应用于无线环境中的无线移动设备，主要指笔记本电脑、手持电话、[illegible]等。

目前，无线网络正处于快速发展的过程中，存在许多不同的技术标准。标准化的作用在于能够使各种不同厂家生产的设备兼容。对于宰[illegible]来说，有[illegible]、[illegible]、[illegible]和[illegible]等标准，所有这些标准都在不同层次上提供了一定的安全保护。在宰[illegible]中，[illegible]是目前广泛应用的技术标准。

[illegible]是[illegible]于[illegible]年首先提出的技术标准，主要用于解决办公室局域网和校园网中，用户终端的无线接入，业务主要限于数据存取，速率最高只能达到[illegible]。由于[illegible]在速率和传输距离上都不能满足人们的需要，因此，[illegible]小组又相继推出了[illegible]、[illegible]和[illegible]等新的标准。

[illegible] 无线网络安全问题

虽然无线网络的应用扩展了网络用户的自由空间，具有安装时间短，增加用户或更改网络结构方便、灵活和经济的特点，还可以提供无线覆盖范围内的全功能漫游服务。但是，这种自由也同时带来了新的挑战，其中最重要的问题就是安全性。

由于无线网络通过无线电波在空中传输数据，在数据发射机覆盖区域内的任何一个无线网络用户，都能接触到这些数据。只要具有相同接收频率就可能获取所传递的信息。要将无线网络环境中传递的数据仅仅传送给一个目标接收者是不可能的。另一方面，由于无线设备在存储能力、计算能力和电源供电时间等方面的局限性，使得原来在有线环境下的许多安全方案和安全技术不能直接应用于无线环境，例如防火墙对无线网络通信起不了作用，任何人在区域范围之内都可以截获和插入数据。因此，需要研究新的安全方案和安全技术。

源

无线局域网

无线局域网是指在一个局部区域内计算机之间通过无线链路进行通信的网络。无线局域网解决方案为无线通信网络节点提供了与有线局域网资源对接的方法。随着笔记本电脑和掌上电脑等移动设备的广泛使用和无线通信技术的快速发展，无线局域网在社会生活中的作用越来越重要。

概述

世纪年代，是有线局域网（）发展与普及的年代。简单地讲，是指用电缆线或光纤把局部区域内（几米至几千米）的大型计算机、工作站、微机等相互连接起来，并完成计算机间的数据传输与资源共享的计算机网络。满足标准的以太网是的代表。以太网的数据速率为采用双绞线、电缆线及光纤作为传输媒体。可以说，这种网络能够满足一般的工业自动化及办公自动化环境的要求。然而也存在许多不足，例如：

- 传输速率不够高。在许多环境下，要求传输和处理多媒体信息，要求局域网具有高达几百兆比特秒，甚至几吉比特秒的传输速率。
- 布线繁琐，办公室电缆线泛滥。在高度信息化的社会，办公室成为信息网络系统的末梢，在办公室里，各种网络系统共存，出现电缆线“洪水”。
- 无法在移动过程中通过移动设备访问局域网。

为了解决这些问题，需要具有高传输速率并支持可移动性的局域网模式。在传输速率方面，局域网的发展过程是：从以太网到再到快速以太网（传输速率）、（异步传输模式）局域网。局域网可支持几十兆比特秒、几百兆比特秒甚至几吉比特秒的传输速率。

局域网的另一个发展方向是支持具有移动能力的无线局域网（）。除了保持现有局域网高速率的特点之外，采用无线电或红外线作为传输媒体，无需布线就可以灵活地组成可移动的局域网。在世纪，无线网络技术已经成为日益重要的技术领域，同时也是经济增长的重要催化剂之一。

无线通信至今已有多年的历史，而无线计算机通信的历史并不长，尤其是充分发挥无线通信“可移动”特点的无线计算机通信则是近年才出现的。无线计算机通信的发展与计算机的发展密切相关，正是移动计算设备的产生带动了无线计算机通信的发展。最初的无线计算机通信采用无线媒体主要是为了克服地理障碍，或是为了免去布线的繁琐，使网络安装简单、使用方便，而网中节点的移动能力并不重要。然而，世纪年代以来，随着便携式计算机的普及应用，人们需要在其办公室以外的地方、在移动中能够随时通过移动设备保持接入其办公室的局域网，或能够访问其他公共网络。这样，支持移动能力的计算机网络或移动计算网络就显得越来越重要了。

就是利用无线通信技术在一定的局部范围内建立的网络，是计算机网络与无线通信技术相结合的产物，如图所示。它使用无线多址信道的有效方法来支持媒体之间的通信，从而为计算机数据通信终端的移动化、个人化等应用，提供了一种方便、快捷的手段。

宰繼鑿比较适用于不便铺设大量电缆线的办公地点或其他场合。例如，在一家公司或一幢建筑物内部、在一些公共场合，如机场、车站、码头以及校园内部等。应当指出的是，无线局域网所提供的是短距离无线移动互联业务，与蜂窝移动通信系统提供的移动数据业务有所区别。后者服务的对象包括高速移动中的汽车用户，所采用的技术也有很大区别，系统的成本较高。

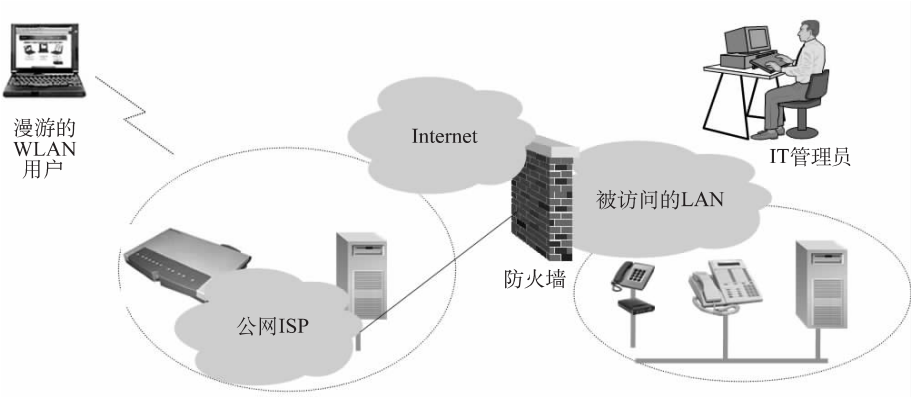

图 员猿圆圆 无线局域网

与有线局域网相比，宰繼鑿具有一定的移动性、灵活性、建网迅速、管理方便、网络造价低、扩展能力强等特点。这些特点使得 宰繼鑿迅速应用于需要在移动中联网和在网间漫游的场合，并在不易布线的地方和远距离的数据处理节点提供网络支持。目前，宰繼鑿已经成为用户建立网络的一种主要的选择方案。宰繼鑿在以下这些行业会有广阔的应用前景。

(员) 石油工业

无线局域网能够提供从钻井台到压缩机房的数据链路，以便显示和输入由钻井获取的重要数据。海上钻井平台由于宽大的水域阻隔，数据和资料的传输比较困难，铺设光缆费用很高，施工难度很大。使用 宰繼鑿技术，费用不及铺设光缆的十分之一，效率高，质量好。

(圆) 医护管理

现在很多医院都有大量的计算机病人监护设备、计算机控制的医疗装置和药品等库存计算机管理系统。利用 宰繼鑿，医生和护士在设置计算机专线的病房、诊室或急救中进行会诊、查房、手术时可以不必携带沉重的病历，只要使用笔记本电脑、孕阿等就可以方便地实时记录医嘱，并传递处理意见，查询病人病历和检索药品。

(猿) 工厂车间

工厂的特殊生产环境，往往不能铺设连到计算机的电缆，起重机使人很难在空中布线，也不便在货运通道地面布线。在这种情况下，应用 宰繼鑿，技术人员可以进行检修、更改产品设计、讨论工程方案，并可在任何地方查阅技术档案，发出技术指令、请求技术支援，甚至和厂外专家讨论问题。

(源) 库存控制

仓库零备件和货物的发送和储存注册可以使用 宰繼鑿通过无线链路直接将条形码阅览器、笔记本计算机和中央处理计算机连接，进行清查货物、更新存储记录和出具清单。

(缘) 展览和会议

在大型会议和展览等临时场合，宰繼鑿可使工作人员在极短的时间内，方便地得到计算

远

机网络的服务，和 [illegible] 连接并获得所需要的资料，也可以使用移动设备互通信息、传递稿件和制作报告。

(2) 金融服务

银行和证券、期货交易业务可以通过无线网络的支持将各机构相连。即使有线计算机网络已经存在，为了避免由于线路等出现的故障，仍需要使用无线计算机网络做备份。在证券和期货交易业务中的价格以及“买”和“卖”的信息变化极为迅速频繁，利用手持通信设备输入信息，通过计算机无线网络迅速传递到计算机、报价服务系统和交易大厅的显示板，管理员、经纪人和交易者可以迅速利用信息进行管理或利用手持通信设备直接进行交易，避免了由于手势、送话器、人工录入等方式而产生的不准确信息和时间延误所造成的损失。

(3) 旅游服务

旅馆采用 [illegible] 可以做到随时随地为顾客进行及时周到的服务。登记和记账系统一经建立，顾客无论在区域范围内的任何地点进行任何活动，比如在酒吧、健身房、娱乐厅或餐厅等，都可以通过服务员的手持通信终端来更新记账系统，而不必等待复杂的核算系统的结果。

(4) 移动办公系统

在办公环境中使用 [illegible] 可以使计算机具有移动能力，在网络范围内可实现计算机漫游。各种业务人员、部门负责人和工程技术专家，只要有移动终端，无论是在办公室、资料室、洽谈室，甚至在宿舍都可通过 [illegible] 随时查阅资料、获取信息。领导和管理人员可以在网络范围内的任何地点发布指示，通知事项，联系业务。也就是说可以进行移动办公。

可以预见，随着开放办公的流行和手持设备的普及，人们在移动中访问和存储信息的需求愈来愈多，因而 [illegible] 将会在办公、生产和家庭等领域不断获得更广泛应用。

[illegible] 无线局域网的构成

[illegible] 有线局域网的构成

在介绍 [illegible] 的构成之前，先来简要介绍一下有线局域网络的构成。

有线局域网由许多组件构成，其中最常见的是工作站 ([illegible]) 和服务器 ([illegible])，如图 [illegible] 所示。工作站也称为客户机 ([illegible])，是与计算机网络相连的供用户使用的计算机。服务器通常是指为网络中其他计算机提供一种或多种服务的计算机。根据服务器所提供服务的不同，服务器可以分为文件服务器 ([illegible])、打印服务器 ([illegible])、邮件服务器 ([illegible])、应用服务器 ([illegible]) 等。工作站和服务器中都包含有网卡 (网络适配器)，网卡通过有线媒体相连。

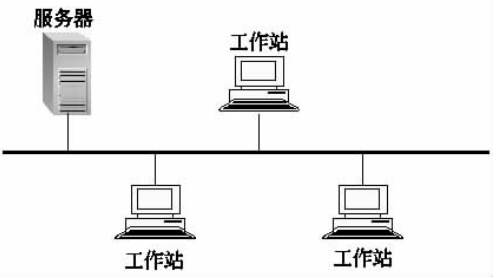

图 [illegible] 计算机网络示意图

有线局域网中各种设备通过有线传输媒体连接，具体的物理布局称为网络拓扑结构。有线局域网通常采用星形 (图 [illegible]) 和总线型拓扑结构 (图 [illegible])。

集线器的基本作用是连接电缆，并向局域网中的所连接的计算机转发数据信号。集线器通常用作局域网的连接设备，作为局域网的中心连接点。如果要进行网络互联，还需要网桥 ([illegible]、

路由器（[illegible]）和交换机（[illegible]）等设备。网桥运行在链路层上，完成一个[illegible]到另一个[illegible]的数据包转发。比如网桥可以用来连接同一大楼中不同楼层的局域网。交换机是另外一种用于在大型网络中的互联网设备，经常称之为“智能网桥”，它使用每个数据包上的[illegible]地址（也称硬件地址）控制数据的流动。路由器运行在网络层，综合使用硬件和软件将数据“路由”到目的地址。

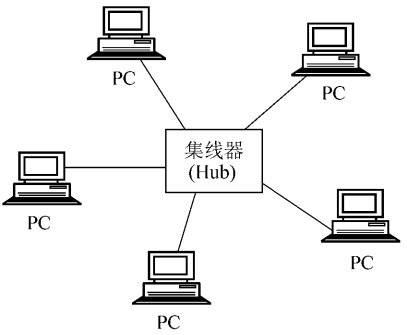

图 [illegible] 星形拓扑结构

[illegible]无线局域网的构成

[illegible]的构成与有线局域网不同。[illegible]由无线网卡、无线接入点（[illegible]）、计算机和有关设备组成，如图 [illegible]所示。[illegible]中的工作站是指能够发送和接收无线网络数据的计算机设备，如内置无线网卡的[illegible]或笔记本电脑。[illegible]类似于有线局域网中的集线器，是一种特殊的无线工作站，其作用是接收无线信号发送到有线网。通常一个[illegible]能够在几十米至上百米的范围内连接多个用户。在同时具有有线和无线网络的情况下，[illegible]可以通过标准的[illegible]电缆与传统的有线网络相连，作为无线网络和有线网络的连接点。

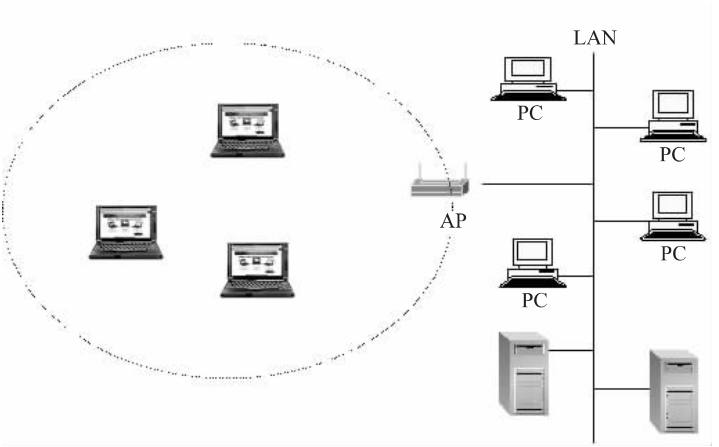

图 [illegible] [illegible]示意图

无论是固定设备，还是经常改变使用场所但在使用时其位置固定的“半”移动设备，还是在移动中访问网络的移动设备，在[illegible]规范中，这些无线网络设备都统称为站点（[illegible]），也可以分别称为固定站点、半移动站点和移动站点。由一组相互直接通信的站点构成一个基本服务集（[illegible]）。由一个基本服务集覆盖的无线传输区域称为基本服务区域（[illegible]），多个基本服务区域可以是部分重叠、完全重叠或是物理上分割的，其覆盖范围取决于无线传输的环境和收发设备的特性。基本服务区域使基本服务集中的站点保持充分的连接，一个站点可以在基本服务区域内自由移动，但如果它离开了基本服务区域就不能直接与其他站点建立连接。将一组基本服务集联在一起的系统称为分发系统（[illegible]）。[illegible]可以是传统以太网或[illegible]等网络，各个站点通过接入点（[illegible]）来访问分发系统。

无线局域网通过无线信道连接，而无线介质没有确定的边界，即无法保证符合[illegible]收发器规定的无线站[illegible]在边界不能收到网络中传播的信号（这一点对于网络安全性

[illegible]

具有很大的影响)。此外，无线介质中传播的信号很容易被窃听和干扰，信号的可靠性不高。通过无线介质，无法保证每个 站都能够接收到其他 站的信号。

鉴于无线局域网与有线局域网在网络结构上的不同，[illegible]定义了两种拓扑结构：独立基本服务集 (网) 和扩展服务集 (结)，这两种结构都是建立在基本服务集 的基础上的。基本服务集 提供一个覆盖区域，使 中的站点保持充分的连接。一个 至少包括两个站点，站点可以在 内自由移动，但当它离开了某个 区域，就不能和该 内的其他站点建立连接了。图 所示为两个 ，其中每个包含两个站点 (可以是多个)。

独立基本服务集就是一个独立的 ，没有中枢链路基础机构，在图 中，每个 就是一个 。只要需要，这类网络可以在没有任何预先规划的情况下快速组建，该网络也称为 。 不能和外界交换数据 (但一个 站可以分别和 及外界有不同的连接，在两者之间进行第三层转发)，站彼此相互之间通信而不需要中继。

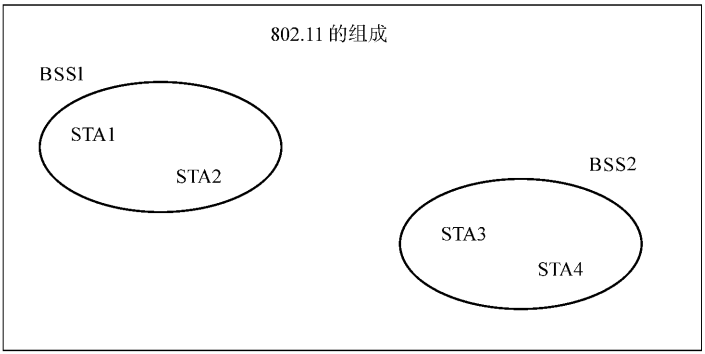

图 两个基本服务集

有两种类型：基础网络 (和自组织网络 (。一个基础网络包含工作站 站 (和接入点 (，而自组织网络仅包含 站。基础网络的拓扑结构就是 ，如图 所示，而自组织网络的拓扑结构就是

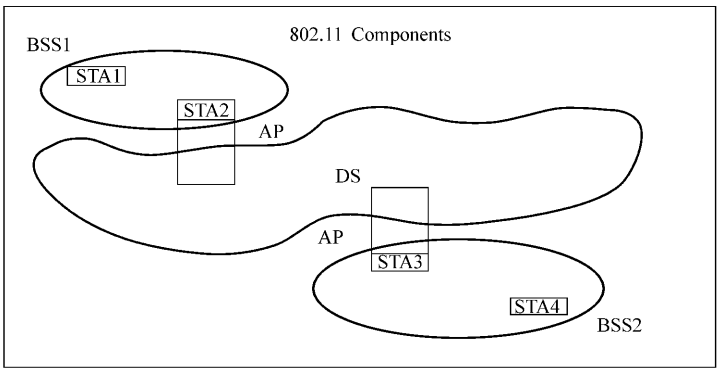

图 扩展服务集

一个 包含一个或多个 和 站 以 为中心，这时 的无线接入点，可以看作是有线网络的延伸，只要在 的覆盖范围内，配有无线网卡的设备 (通常称为无线工作站)，都可以通过无线接入点与外部有线或无线的骨干网络相连，接入点充当

了无线 与[illegible](集线器)的角色。

每个 粤孕作为 在[illegible]进行网络通信的服务点，每个 在[illegible]每一时刻只能有一个连接，通过惟一的 粤孕进行网络通信，该连接称为关联(粤[illegible])。一个 在[illegible]通过和 粤孕交换数据包实现与其他 在[illegible]通信，粤孕可以将数据包路由到合适的目的地。因此，在 [illegible]中，粤孕中继所有的通信，任何 在[illegible]都不能和其他 在[illegible]直接通信。一个 [illegible]也允许通过入口([illegible])和外界网络通信，[illegible]是逻辑点，见图 [illegible]

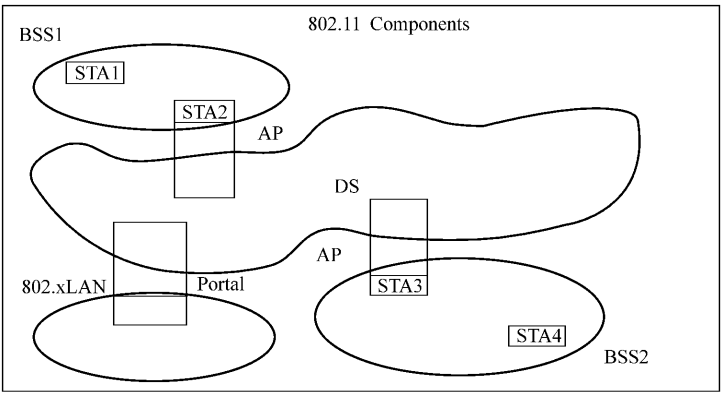

图 [illegible]

另一种工作模式称为对等网络模式，即自组织网络，主要是指少数配有无线网卡的笔记本电脑(即无线工作站)之间以对等的方式相互直接连接，组成一个所谓 粤[illegible]的临时特定网络。这时的 粤[illegible]网络相对独立，并不需要与外部骨干网相连。一般无线局域网的覆盖范围为数十米到数百米。

粤[illegible]网络是一种特殊的无线移动网络。网络中所有节点的地位平等，无需设置任何中心控制节点。网络中的节点不仅具有普通移动终端所需的功能，而且具有报文转发能力。与普通的移动网络和固定网络相比，主要的特点有：无中心、自组织、多跳路由和动态拓扑等。

[illegible]无线局域网的相关硬件

无线局域网的相关硬件主要有：无线路由器、无线接入点、无线网卡、无线局域网天线和无线网桥等。

([illegible] 无线路由器

路由器是一种用于网络互连的专用计算机设备，工作在 [illegible]协议的网络层。其功能是为收到的报文寻找正确的路径和把报文转发出去。无线路由器提供连接网际或网路内的 [illegible]专用电话线及帧中继，可以由单一中心支持数百个远端网络无线接入。在 粤[illegible]网络中，没有固定的基站，每个节点本身就具有路由器的功能。

(圆 无线接入点

无线接入点 粤孕是 在[illegible]中的重要设备，负责移动主机的管理以及协调无线与有线网络之间通信的关键部件。粤孕具有“操作透明性”和“性能透明性”的特点。“操作透明性”是指移动的前后，移动节点并不需要进行特殊的操作，便可对网络参数重新配置。“性能透明性”是指主机的性能并不因主机的移动而下降。一般 粤孕的设计开发应满足 [illegible]等协议和有关工程建议。

[illegible]

(3) 无线网卡

无线网卡是无线局域网的基本部件。无线接入终端采用无线网卡经由无线 [illegible] 进入以太网或无线路由器，从而实现相互通信。

(4) 无线局域网天线

无线局域网中用的天线根据安装的位置可分为内置天线和外置天线。内置天线的体积小，一般用于无线终端设备的无线网卡上，内置于设备中，但其天线增益很低，一般有 [illegible]，所以其作用范围较小，从几米到上百米。外置天线的体积较大，一般用于无线 [illegible] 或无线路由器上，但其天线增益较大，一般有 [illegible]，所以其作用范围较大，从几百米到几十千米不等。为了保证作用距离，外置天线必须架设到室外。

[illegible] 中用的天线根据其功率覆盖的功能分为全向天线和定向天线。全向天线是以天线为中心实现一定半径的一个球形覆盖区域。定向天线则是为了某种目的要求实现在某一个方向一定距离范围内的覆盖。

(5) 无线网桥

无线网桥是用来连接不同的建筑物中的局域网的设备。无线网桥产品支持很高的数据率，并且利用视距内定向天线使有效传输距离长达几千米。利用远程网桥来构建多个建筑物之间网络互连，比通过有线连接具有明显的优势：可以节省专线的安装费用，免除月租费；获得长距离、高带宽的无线链路；较短的建设周期；不受特殊地点场合的限制，只要求现场供电保证；高性价比的点对点或点对多点的广域网连接；消除管理路由器所带来的高费用和复杂性；重塑性和扩充性强，便于重新部署网络等等。

[illegible] 无线局域网的标准

对于计算机网络来说，标准是至关重要的。不遵循一定的标准，不同的站点之间就不可能进行通信。对于无线网络来说要涉及到所使用的无线频率范围、空中接口通信协议等技术规范与技术标准，只有遵循共同的标准，各种不同厂商生产的产品之间才能互连互通，否则不能实现无线设备之间的通信。

在无线局域网标准中，最著名的是 [illegible] 系列，此外制定 [illegible] 标准的组织还有 [illegible] (欧洲电信标准化组织) 和 [illegible] 工作组。[illegible] 提出的标准有 [illegible] 和 [illegible]。[illegible] 工作组的两个标准是 [illegible] 和 [illegible]。其中，[illegible] 的 [illegible] 标准系列由于它对以太网标准 [illegible] 影响很大，而得到最广泛的支持，尤其在数据业务上。在 [illegible] 中，常用的标准主要有 [illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible] 等。

[illegible]

[illegible] 是 [illegible] 最初制定的一个无线局域网标准，主要用于解决办公室局域网和校园网中用户终端的无线接入，业务主要限于数据存取，速率最高只能达到 [illegible] 工作在 [illegible] 开放频段。这一标准于 [illegible] 年 [illegible] 月公布，是无线网络技术发展的一个里程碑。目前，许多公司都有基于这一标准的无线网卡。由于 [illegible] 在速率和传输距离上都不能满足人们的需要，因此，[illegible] 小组又相继推出了 [illegible] 和 [illegible] 两个新标准。三者之间技术上的主要差别在 [illegible] 层和物理层 ([illegible])。经过十几年的发展，[illegible] 家族已经从最初的 [illegible] 发展到 [illegible]、[illegible] …[illegible] 等。

[illegible]

□□□□□□□□□□物理层支持 1Mbps□□□□□□□□□□和 2Mbps□□□□□□□□□□两个速率。□□□□□□□□□□标准在扩频时是一个 8 位调制芯片，而 □□□□□□□□□□标准采用一种新的调制技术 CCK 完成。□□□□□□□□□□使用动态速率漂移，可因环境变化，在 2Mbps□□□□□□□□□□ 1Mbps□□□□□□□□□□ 11Mbps□□□□□□□□□□ 5.5Mbps□□□□□□□□□□之间切换，且在 11Mbps□□□□□□□□□□ 5.5Mbps□□□□□□□□□□速率时与 □□□□□□□□□□兼容。□□□□□□□□□□的产品普及率最高，在众多的标准中处于先导地位。

□□□□□□□□□□在 □□□□□□□□□□协议组中是第一个出台的标准，□□□□□□□□□□工作在 1Mbps□□□□□□□□□□频带，物理层速率可达 11Mbps□□□□□□□□□□，传输层可达 11Mbps□□□□□□□□□□。□□□□□□□□□□采用正交频分复用 (OFDM) 的独特扩频技术；可提供 11Mbps□□□□□□□□□□的无线 LAN 接口和 IEEE 802.3□□□□□□□□□□的以太网无线帧结构接口，以及 TDD/TCP 的空中接口；支持语音、数据、图像业务；一个扇区可接入多个用户，每个用户可带多个用户终端。但是，芯片没有进入市场、设备昂贵、空中接力不好、点对点连接很不经济、不适合小型设备。□□□□□□□□□□的低成本 CMOS 无线引擎芯片装置可支持 □□□□□□□□□□。□□□□□□□□□□最明显的缺点就是兼容性，□□□□□□□□□□使用的是较高的频率，在物理层上采用不同于 □□□□□□□□□□的 OFDM 技术，所以 □□□□□□□□□□产品和现在已经安装的 □□□□□□□□□□不能互通，解决这个问题的惟一方法就是使用双模设备，使两种系统都可以支持。

□□□□□□□□□□标准与 OSI 模型的关系如图 5.8 所示。IEEE 802.11□□□□□□□□□□主要的标准范畴分为媒介层 (MAC) 与物理层 (PHY)，前者就是 OSI 的数据链路层中的媒体访问控制子层，后者直接对应 OSI 的物理层。IEEE 802.11□□□□□□□□□□ IEEE 802.11□□□□□□□□□□或 IEEE 802.11□□□□□□□□□□主要是 PHY 层不同，所以它们的区别直接表现在工作频段以及数据传输率、最大传输距离这些指标上。而工作在媒介层的标准——IEEE 802.11□□□□□□□□□□藻 IEEE 802.11□□□□□□□□□□及 IEEE 802.11□□□□□□□□□□是被整个 IEEE 802.11□□□□□□□□□□族所共用的。

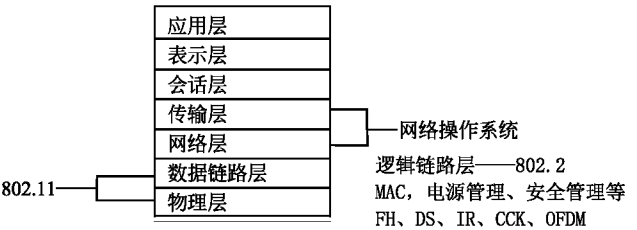

图 5.8 OSI 模型与 □□□□□□□□□□标准

目前 □□□□□□□□□□共有九种，从 蒽到 蚤 (蒽 遭 糟 凿 藻 枣 早 澡 和 蚤。□□□□□□□□□□ (蒽 遭和 早 是与 PHY 有关的标准，其余几个标准如表 5.3 所示。

需要指出的是，□□□□□□□□□□是 IEEE 802.11 于 1997 年批准的标准，也被称为 宰载蚤宰载蚤宰载蚤宰载蚤云载蚤载蚤，其最高通信速率为 2Mbps□□□□□□□□□□室内传送距离为 20m 左右，室外可达 100m。□□□□□□□□□□对 IEEE 802.11 标准进行了修改补充，其中最重要的改进是在 □□□□□□□□□□的基础上增加了两种更高的通信速率 11Mbps□□□□□□□□□□和 5.5Mbps□□□□□□□□□□当射频情况变差时，可将数据传输速率降低为 11Mbps□□□□□□□□□□ 5.5Mbps□□□□□□□□□□和 2Mbps□□□□□□□□□□此外，□□□□□□□□□□还制定了一个有线等效保密机制 宰耘孕 (宰载蚤择泽则责贼则增则，它工作在 MAC 层，提供访问控制和数据加密机制。

表 5.3 IEEE 802.11□□□□□□□□□□系列部分标准

标准名称	主 要 内 容
□□□□□□□□□□	制定在其他频率上工作的多个 □□□□□□□□□□版本，使之适合于世界上现在还未开放使用 5GHz 频段的国家和地区
□□□□□□□□□□	对 □□□□□□□□□□网络增加 QoS 能力，它将用时分多址 (TDMA) 方案取代类似以太网的 CSMA/CA 层，并对重要的业务增加额外的纠错功能
□□□□□□□□□□	改进 □□□□□□□□□□的切换机制，使用户能够在两个不同的交换分区 (无线信道) 之间，或在两个不同的网络接入点之间漫游的同时保持连接

□□

标准名称	主 要 内 容
802.11h	对 802.11a的传输功率和无线信道选择增加更好的控制功能，它与 802.11e相结合，适用于欧洲地区
802.11i	消除 802.11的最明显的缺陷：安全问题，增加安全机制
802.11j	使 802.11a和 HiperLAN2这两个标准在同一频率共存

随着时间推移以及需求的不断变化，IEEE又提出了 802.11a和 802.11g标准。此外其他的短距离无线通信标准还有 Bluetooth和 HomeRF等。在这些标准中，802.11g、HomeRF、Bluetooth都和 802.11b一样共享 2.4GHz的频段。

802.11g是要为 802.11b提速的，即从原来的 11Mbit/s跃升到 54Mbit/s。802.11a标准使用 5GHz的频段，其速率可达 54Mbit/s。该频段在美国又被称为 UNII (Unlicensed National Information Infrastructure) 频段，分频采用 OFDM技术。尽管和 802.11b工作在不同的频段，但它们可以共享介质访问控制 (Media Access Control, MAC)，而 802.11a更多的是物理层 (Physical Layer, PHY) 上不同的标准描述。

802.11g的兼容性和高数据速率弥补了 802.11a和 802.11b各自的缺陷，一方面使得 802.11b产品可以平稳向高数据速率升级，满足日益增加的带宽需求，另一方面使得 802.11a实现与 802.11b的互通，克服了 802.11a一直难以进入市场主流的尴尬，因此 802.11g一出现就获得众多厂商的支持，众多制造商已经发布了支持 IEEE 802.11g的产品。2003年 6月 12日，IEEE标准委员会已经通过了 802.11g标准。

其他的标准有：

- 802.11c是关于 802.11网络和普通以太网之间的互通协议，负责在原有标准的基础上增强 MAC层，以实现 IEEE 802.11标准的网桥操作，现已包含在大多数产品中。
- 802.11d协议最初致力于开发工作在其他频率的 802.11b版本，使其在许多没有 2.4GHz波段的国家和地区也可以使用。由于 ITU的推荐和许多厂商的支持，大多数国家都已经开通了这个波段。然而，802.11d仍然可以用在其他授权波段上。
- 802.11e协议将服务质量 (QoS) 功能加入到 802.11网络上，以改进和管理 WLAN的服务质量。它用 TDMA方式取代类似 Ethernet的 MAC层，为重要的数据增加额外的纠错功能。
- 802.11f协议是为了改善 802.11中的切换机制而制定的，以使用户能够在两个不同的交换分区 (无线信道) 之间，或在加到 2个不同的网络上的接入点之间漫游的同时保持连接功能。这样就能够使 WLAN与移动通信具有同样的移动性。
- 802.11h协议的主要目的是对 802.11a的传输功率和无线信道选择增加更好的控制功能，它与 802.11e相结合，适用于欧洲地区。
- 802.11i协议负责处理 802.11网络最明显的一个问题：安全性。它不是 WEP的加强版本，而是建立在 AES (高级加密标准) 上的一个全新标准。
- 802.11j协议是一个新的标准，目前只是一个草案，目的是解决 802.11a和 HiperLAN2的互通问题，因此它是 ETSI和 IEEE的联合标准。
- 802.11n将是下一个无线新标准，该标准希望将 WLAN的传输速率增加至 108Mbit/s以上，势必成为 802.11b、802.11a、802.11g之后 WLAN领域的另一个重要标准。

园援月蓝牙

蓝牙（月蓝牙）（陈技术）是由 缘家著名计算机和通信公司，即爱立信（耘立信）、国际商用机器（陈酝）、英特尔（陈特尔）、诺基亚（曼基亚）和东芝（耘芝）共同倡导的一种全球无线技术标准，于 员怨怨怨年 缘月提出。月蓝牙是一种低带宽、短距离、低功耗的数据传送技术，主要用于 孕阅粤 手机、笔记本电脑等设备。月蓝牙是一种低成本、短距离的无线连接技术标准。但是 月蓝牙事实上是个迟到者，愿在现在已经到了大规模生产以降低成本的时候了，而 月蓝牙产品才进入市场不久。

对于 愿在来说，月蓝牙的出现不是为了竞争而是相互补充。蓝牙 愿在更具移动性，比如，愿在限制在办公室和校园内，蓝牙能把 员个设备连接到 缝耘晕和 宰缝耘晕，甚至支持全球漫游。此外，蓝牙成本低、体积小，可用于更多的设备。但是，蓝牙主要是点对点的短距离无线发送技术，本质上要么是 砸云，要么是红外线。而且，蓝牙被设计成低功耗、短距离、低带宽的应用，有人认为，严格来讲，它不算是真正的局域网技术。

猿援匀蜜则耘晕

匀蜜则耘晕是欧洲通信标准协会 耘栽杂陈在 员怨怨园年提出的一个 宰缝耘晕标准，有 匀蜜则耘晕员和 匀蜜则耘晕圆两套标准，可以收发数据、图形及语音数据。匀蜜则耘晕圆是 匀蜜则耘晕员的后续版本，匀蜜则耘晕圆部分建立在 则阅云基础上，使用频段为 缘郧匝，在物理层上 匀蜜则耘晕圆和 愿在几乎完全相同：它采用 韵云粉技术，最大数据速率为 缘猿酝遭辕泽。它和 愿在最大的不同是 匀蜜则耘晕圆不是建立在以太网基础上的，而是采用 耘栽孕结构，形成一个面向连接的网络，这一特性使它容易满足 阻蚤要求，可以为每个连接分配一个指定的 阻蚤，确定这个连接在带宽、延迟、拥塞、比特错误率等方面的要求。这种 阻蚤支持与高传输速率一起保证了不同的数据序列（如视频、话音和数据等）可以同时进行高速传输。

图 员园园为 匀蜜则耘晕圆的典型网络拓扑结构[缘]。移动终端（酝杂）通过接入点（粤孕）接入固定网络，酝杂与 粤孕之间的空中接口由 匀蜜则耘晕圆定义。一个 粤孕所覆盖的区域称为一个小区，一个小区的覆盖范围在室内一般为 猿缘酝，在室外一般为 员源园酝。无线终端 酝杂可以在 匀蜜则耘晕圆网络中自由移动，并保持与网络间良好的传输性能。在某一个特定时间，移动终端只能与一个接入点通信。无线网络自动进行无线频率配置。这一方式不同于以往无线网络的频率规划，系统配置更加方便。

匀蜜则耘晕圆虽然在技术上有优势，然而它在开发过程中却落后于 愿在不过因为它是欧洲的标准，所以一直得到欧洲政府的支持，尤其在频率规划上，因为它使用的波段和 愿在相同，许多投资商一直在游说欧洲政府，希望 愿在也能在 匀蜜则耘晕圆波段使用，陈技术也正在开发一个可以将两种缘郧系统统一起来的标准。

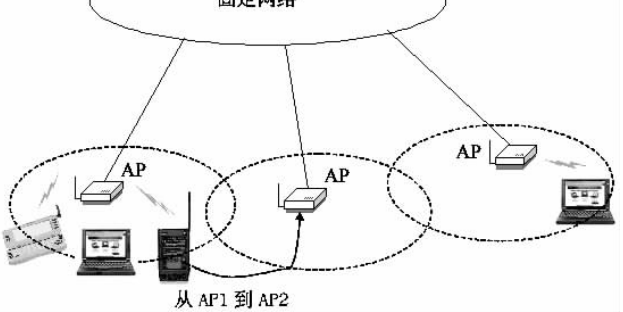

图 员园园 匀蜜则耘晕圆网络

但是在频率选择上欧洲和美国没有协调一致，这就造成双方的产品未来都成为在欧洲范围内或美国范围内使用的“本地”技术

了。标准不一致也可能会使得未来的产品成本不能降低。

源援与渊藻蕴云

与渊藻蕴云是无绳电话技术 阅悦越(阅藻藻蚤 蚤灶贼藻则灶藻贼 责则燥贼燥糟燥造 灾燥陨责)和无线局域网技术相互融合发展的产物。与渊藻蕴云主要为家庭网络设计，是 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 与数字无绳电话标准的结合，旨在降低语音数据成本。与渊藻蕴云也采用了扩频技术，工作在 圆源园阅陨频带，能同步支持 源条高质量语音信道。但目前 与渊藻蕴云的传输速率只有 员~圆园酝遭辕泽 美国联邦通信委员会建议增加到 员园酝遭辕泽 在 与渊藻蕴云中，进行数据通信时，采用的是 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 规范中的 耘造藻糟贼则燥灶 贼燥 耘造藻糟贼则燥灶 传输协议；进行语音通信时，则采用了 阅悦灾规范。

不同于其他技术，与渊藻蕴云从一开始就定位于构建家庭网络，充分考虑了家居环境中的各种因素，因此适合今后家庭的宽带通信。与渊藻蕴云无线家庭网络除了具有家庭所应用的信息、资源共享的特点外，还支持高质量的语音与数据传输，这就为无线家庭网络的应用开辟了新的天地。但是对 与渊藻蕴云的意见不统一，圆园园圆年 员月，阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 宣布不再支持 与渊藻蕴云技术，而全力支持 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 系列无线局域网，随后 与渊藻蕴云工作组宣布解散。

表 员源给出了几种 宰缮蕴粤灶 系统的比较。

表 员源 现有的 宰粤灶 标准比较

宰缮蕴粤灶 系统	物理层数据速率 酝遭辕泽	实际数据速率 酝遭辕泽	最大传输距离 酝	频率 酝贼贼 扎	回退支持	推出时间
阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻	员员	远	员园园	圆源园园	无	员怨怨苑年
阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻	缴源	猿缘	愿园	缘	无	圆园园园年
阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻	缴源	圆园	员园园	缘	无	圆园园缘年
与渊藻蕴云圆	员园	远	缴园	圆源园园	有	圆园园园年
与渊藻蕴云圆	缴源	猿缘	愿园	缘	有	圆园园缘年

无线局域网可独立使用，也可与有线局域网互连使用。阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 可支持自组无线局域网(由一个 月粤泽 构成，不与其他网络发生联系)和多区无线局域网(用接入点和骨干网使多个 月粤泽 互联，形成多区局域网)。

需要指出的是，自从无线网络面世以来，关于标准的竞争就从来没有停止过，除了前面提到的 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻，与渊藻蕴云和 与渊藻蕴云，还有蓝牙，红外线。目前 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 已经成为主流，阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 和 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 在 宰缮蕴粤灶 标准中三足鼎立，其中 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 仍然是当前普及最广和应用最多的 宰缮蕴粤灶 标准，后起之秀 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 也越来越引起业界的关注，它在容量和兼容性上都优于前两个标准，在价格上也开始低于 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 产品，在商业应用方面也毫不逊色。因此该标准一出现，众多的厂商和运营实体就对其给予厚望，圆园园圆年年初，月韵灾 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 月韵灾 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 粤阅杂造 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 通信、耘则泽 美国 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 等芯片制造商相继宣布了对 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 的支持，阅藻藻责 公司也正加快 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 认可过程，并加紧把 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 标准应用在 悦藻灶贼则蚤灶燥 芯片族中。微软也曾宣布，一旦 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 认可 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 标准，并且在 宰缮蕴粤灶 联盟也批准了该项标准后，公司将推出基于 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 的产品。众多厂商的支持必将会有大量的 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 产品问世，其应用也会日趋广泛，因此极有可能最终取代 阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 而成为 宰缮蕴粤灶 的主流标准。

员源源 无线局域网的通信方式

阅藻藻责 悦燥灶增藻则泽藻 标准规定了三种物理层规范：采用红外线的通信方式、圆源园阅陨频段的无线电波的跳频扩频通信(云贼泽)方式和直接序列扩频(阅杂杂)通信方式，后两种的传输速率为

员工管理系统或 国际管理系统

红外线局域网采用波长小于 员皂的红外线作为传输媒体，有较强的方向性，受阳光干扰大。它支持 员- 国际管理系统数据速率，适于近距离通信。使用红外线传输时不受法规的限制，并能达到较高数据传输速率，但一般仅限于室内，需要天花板反射信号，无法穿透非透明障碍物。

直接序列扩频（间接序列扩频，间接序列）使用具有高码率的扩频序列，在发射端扩展信号的频谱，而在接收端用相同的扩频码序列进行解扩，把展开的扩频信号还原成原来的信号。间接局域网可在很宽的频率范围内进行通信，支持 员- 国际管理系统数据速率，在发送和接收端都以窄带方式进行，而以宽带方式传输。间接方式成本高，能量耗费大，可提供的通道数少，但发送范围比 去接大。

跳频技术（去间接跳频，去接）与直序扩频技术完全不同，是另外一种扩频技术，是在同步且同时的情况下，接受两端以特定形式的窄频载波来传送信号。跳频的载波受一个伪随机码的控制，在其工作带宽范围内，其频率按随机规律不断改变频率。接收端的频率也按随机规律变化，并保持与发射端的变化规律一致。跳频的高低直接反映跳频系统的性能，跳频越高，抗干扰的性能越好，军用的跳频系统可以达到每秒上万跳。实际上移动通信 跳频系统也是跳频系统。出于成本的考虑，商用跳频系统跳速都较慢，一般在 缘跳 秒以下。由于慢跳跳频系统实现简单，因此低速 宰蠡晕常常采用这种技术。去接局域网支持 员- 国际管理系统数据速率，共 国际组跳频图案，包括 死个信道，输出的同步载波经解调后，可获得发送端送来的信息。去接方式成本低，能量消耗低，抗信号干扰能力强，发送范围小于 间接；但大于红外线物理层。

间接和 去接无线局域网都使用无线电波作为媒体，覆盖范围大，发射功率较自然背景的噪声低，基本避免了信号的偷听和窃取，通信安全性高。同时，无线局域网中的电波不会对人体健康造成损害，具有抗干扰、抗噪声、抗衰减和保密性好等优点。无线局域网在性能和能力上的差异，主要是取决于所采用的是 去接还是 间接来实现，以及所采用的调变方式。一般来说，间接由于采用全频带传送资料，速度较快，未来可开发出更高传输频率的潜力也较大。间接技术适用于固定环境中，或对传输品质要求较高的应用。因此，在工厂、医院、社区等应用中，大多采用 间接无线技术产品。去接则大多用于需快速移动的端点，如移动电话在无线传输技术部分即采用 去接技术。

员国际标 宰蠡晕、猿郧与 月蓝调牙技术三者之间的关系

总的来说，宰蠡晕、猿郧与 月蓝调牙这三种技术本质上是互补的，尽管它们在边缘上是竞争的。表 员猿表示了三种技术之间的关系。

表 员猿 宰蠡晕、猿郧与 月蓝调牙三者之间的关系

	宰蠡晕	猿郧	月蓝调牙
频带	无需许可	需要许可	无需许可
适用范围	缘国- 员厘米	国家级	缘- 员米
带宽	员- 缘国际管理系统	最高达 国际管理系统	员- 国际管理系统
业务能力	主要为数据	语音 辕数据	语音 辕数据
系统费用	较低	极高	较低
频率技术	去间跳频 辕间接直序扩频	码分	去间跳频

员远