

# 第 I 部分

---

建立一个基础



# 无线技术

千里之行，始于足下。

——中国谚语

对无线安全写一章内容就如同对计算机、因特网、急救或申请大学写一章内容一样容易。每一个都能成为专题演讲、一学期长的课程或整本书的内容。学习技术而不考虑其安全风险和适用性是不明智的。我们要调查的第一个组件就是无线体系结构。我们描述一个典型的系统并检查它的各个部分：设备、技术和网络安排。然后列出概念性的无线系统的案例研究，这样就能够通过本书以实际的概念讨论安全问题和建立安全系统的最佳实践。我们的第二个目标是提供关于无线系统和安全原理的信息。我们的主要目标是讲授从头开始建立安全系统的过程。

读完本书你应当：

- 具有从上而下逐步完成安全风险评估和缓解计划的经历
- 了解用于理解如何保护无线系统的无线知识

## 1.1 无线体系结构介绍

在不同的系统中，无线体系结构的基本组件是相同的。当然，每种实现和技术都有不同的变化和不同的各个方面，但是，总的来说，它们都是类似的。我们用来代表一般的架构的网络体系结构所描绘的无线设备，通过它本身的经由无线网络的通信模式，从位于有线因特网的服务器上读取信息（参见图 1.1）。无线通信的其他实现和目的在本书的其他部分讨论。

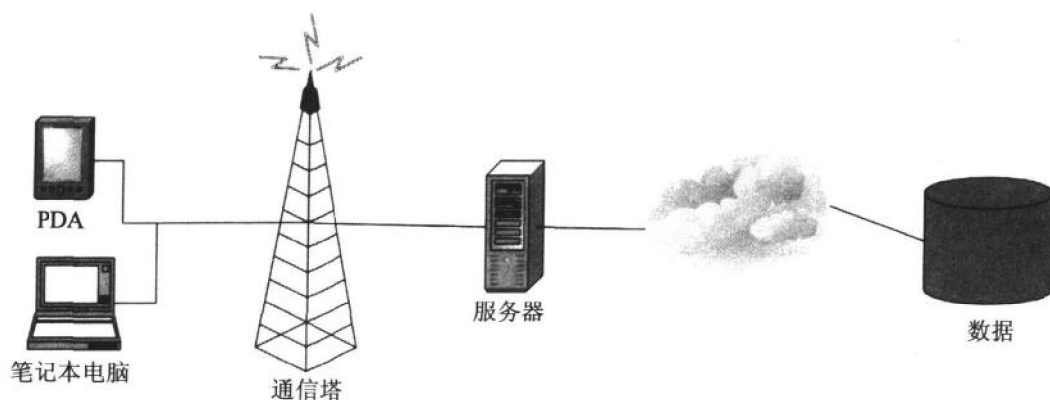


图 1.1 一般的系统体系结构

在图 1.1 中的第一个组件是设备。无线系统中的设备包括蜂窝电话、个人数字助理（PDA, Personal Digital Assistants）、具有无线网卡的笔记本电脑，或任何其他不通过电线通信的设备。这些设备在无线网络上操作并和称为托架 (bearer) 的通信塔通信。这些托架在全世界到处沿着高速公路竖立着。不同于老式的电话和无线电广播塔，这些托架没有同路面上随处可见的线缆连接着。托架负责将信息无线地传给有线网络。它们接收数据并将这些数据传送给一个组件，该组件将这些数据通过线缆转发给有线因特网。这个转发数据的组件有时称为无线网关 (wireless gateway) 在某些特定场合被指定用作无线和有线通信的枢纽点。网关完成协议、会话、加密和所有其他必要的转换，这些转换为通过有线因特网将无线数据传到其目的地做准备。

在体系结构图表中，我们将考察一个典型的场景——无线设备从位于 Web 服务器上的 Web 页面请求数据。在这种情况下，网关将请求转换成因特网可读的格式并发送给对应的服务器。服务器处理请求并将信息通过有线因特网返回给网关。此时，无线网关再次完成必要的转换并将数据传送给托架，而托架将数据转发给设备。设备在其显示屏上显示信息，这样就完成了一次通信。无线技术一般是已存在的有线网络及其资源和新一代无线设备之间的最终链接。

## 1.2 用法模式

上一节讨论的体系结构是通用的；无数的用法模式都符合这种体系结构。下述的

用法模式注重于通过程的第一部分，即设备到网络或设备到其他设备的通信，但这些模式也是无线设备能力的重要体现。

### 1.2.1 因特网网桥

因特网网桥体系结构最符合无线网络服务用作无线设备和有线因特网之间的网桥的用法模式。在这种模式下，移动设备无线连接到有线系统（参见图 1.1）。

### 1.2.2 会议

会议的用户经常想要共享信息。例如，在一个主题会话中，主持者可能要向听众成员共享她的幻灯片，听众会随后提出问题（参见图 1.2）。如果听众和主持者具有无线设备，他们就能立刻交换文档和商业卡片。

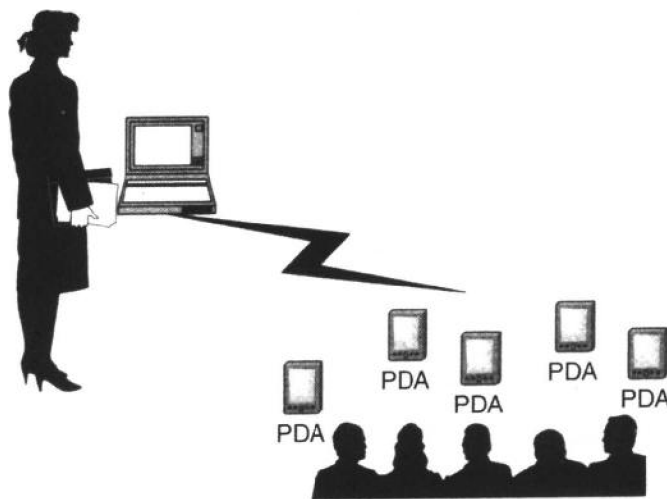


图 1.2 会议用法模式

### 1.2.3 多用途电话

在家中蜂窝电话用作固定电话，连接固线。当其所有者出门时，这个电话被用作移动设备，用来发出和接收呼叫。当相同的电话互相接近时，它们可以参与双向通信，避免了电话服务费，只要它们从相同的服务提供商获得服务。

## 1.2.4 同步装置

移动设备能够自动地相互同步，由此提供一个简单的方法保持有组织状态。用户的台式机、PDA、具有无线功能的笔记本电脑以及蜂窝电话能够在信息一进入它们时就同步。笔记本电脑能够在蜂窝电话接收到信息时自动更新，就像 PDA 能够向其他设备广播其新的商业卡片信息一样。

现在我们将更详细地检查无线体系结构的重要组件：设备和技术。每个组件的安全意义以及如何避免每个组件相关联的风险，将在本书更进一步地讨论。

## 1.3 设备

当无线通信普及时，今天存在的无线设备将变得过时。回忆一下那些硬盘驱动能力小于 1MB 的台式 PC 和具有黑屏蓝字的显示器。这就是今天的设备在进入下一代设备和技术的时期将要变得如何的过时——确实是个两难的境况。开发人员和设计者不得不作出决定：编程使现存的设备最大化它的功能，或者更通用地编程，使设备演进时，它们能和老程序的代码兼容。遗憾地，答案是两者兼有。公平地说，事实上不可能预料到将来的设备看起来会怎样、它们将如何提供功能，以及它们将如何被使用。然而，开发人员要谨记，应用程序必须可扩展。毫无疑问，在不远的将来它们就要可扩展。

在有线世界，计算机和它们的组件和附件的价格迅速下降。而无线世界却处于一种流动状态，一些部件价格在降而另一些部件价格随时在涨。购买市场上最新设备的消费者，付出了早期使用者所必须付出的昂贵的设备和通信费用，以及购买那些不会成为标准的设备的负担。

### 1.3.1 蜂窝电话和 PDA

在考虑无线设备时最好考虑到它们属于哪一代。例如，第一代的蜂窝电话在 20 世纪的最后五年很流行（参见图 1.3）。这些电话是模拟的，具有很差的接收能力，典型地，很大并且笨重，比 21 世纪早期的最普通的第二代电话还重。每分钟的通信费用很昂贵，覆盖率受到严格限制，并且诸如在电话上浏览万维网这样的概念还很新奇。

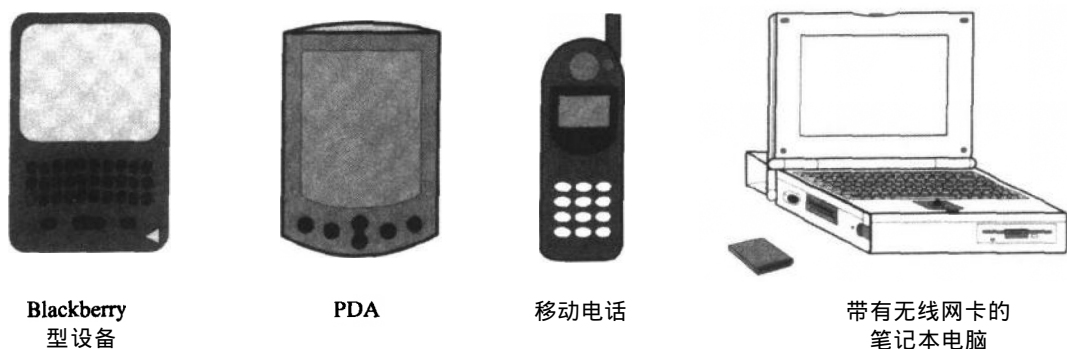


图 1.3 PDA、蜂窝电话和无线笔记本电脑

在 20 世纪 90 年代末，无线网络提供者开始在全球锻造数字网络。这些网络支持更时髦的设备，从具有可配置的响铃声音和基本的网页浏览能力的数字电话，到以 **Palm Pilots**、**BlackBerries**、**Pocket PCs** 或 **Visors** 形式提供的 **PDA**。这些 **PDA** 用作合并组织者和受限的计算机。它们向早期的使用者提供浏览网页的能力，虽然慢，但在 **PC** 和 **PDA** 之间同步信息，并且通过无线网络发送文本消息或电子邮件。各种设备也都可用了，例如 **Microsoft Smart Phone** 和 **Handspring Treo** 这样的合并移动电话和 **PDA**。

随着蜂窝电话和 **PDA** 发展进入第三代设备，相继发生了几场争论。哪个将成为有价值的设备？蜂窝电话的尺寸在变小，但是需要更大的显示屏。**PDA** 具有了更大的显示屏，但是没有变得更小。将有一个变得过时吗？它们将使用短距离无线技术相互连接，以至于让蜂窝电话为 **PDA** 呼叫因特网服务提供商（**ISP**）来连接到因特网吗？这些答案可能在本书出版时会大白于天下。

第三代移动设备，通常称为 **3G**，仍然处于概念性的阶段。当世界等待更好的网络操作和更快的通信速度时，设备被开发并测试。第一波 **3G** 设备正在获得市场的份额。

### 1.3.2 无线笔记本电脑

另一个值得提到的无线设备是具有无线能力的笔记本电脑（参见图 1.3）。笔记本电脑肯定更沉并且比电话和 **PDA** 更笨重，但它们具有更大的能力和潜能。它们能够用作连接的或无连接的设备，依赖于它们和无线网络处于什么关系。通过笔记本电脑或台式机的无线局域网（**WLAN**, **Wireless LAN**）访问变得很有吸引力，替换了通常的

集束式充满电缆的办公室。这些技术中的每一个都将需要和无线系统相兼容，这将引入安全问题。

在无线世界中，无数的设备、设备上可用的软件、网络、服务提供商、厂商、设备制造商、实现以及技术必须相互操作，这就出现了严重的风险。对于所有需要相互兼容的系统，漏洞将不可避免地存在。无线设备的几个有特性的功能将继续演化。

### 1.3.3 消费者问题

当检查设备属性时，还会遇到消费者问题和技术问题。一些消费者问题夹杂着技术问题，反之亦然。但是，为了讨论的目的，将消费者问题从无线设备相关联的可用性和外部的功能问题分离出来是最方便的。技术问题是那些设备的操作、组成设备的硬件和运行在设备上的软件相关的问题。对于消费者和商业来说，消费者问题是做购买决定时要考虑的重要问题。

#### 1.3.3.1 显示屏幕和输入设备

最明显而又经常只给予粗略注意的特性是无线设备的显示屏幕的大小。如果屏幕的尺寸不够大，任何想要在无线设备上运行应用程序或使用功能的人都会发现屏幕尺寸是个限制的因素。一直没被考虑到而又对开发具有影响的因素还有：

- 分辨率
- 颜色
- 在一定条件下的行为，例如加热（在夏天被放在汽车的仪表板上）或变冷（在冬天被放在箱子上）
- 背景光
- 对比度
- 不同光照下的行为

另一个问题是用户如何操作设备。一些设备用数字键盘区工作、一些用触摸式屏幕和触摸笔工作、而一些使用分离式键盘工作。所有这些表面上看起来无关紧要的因素构成了设备的功能，在为特定情景选择设备时应当考虑这些因素。

### 1.3.3.2 外围设备和扩展

外围设备和扩展是要考虑的重要的消费者问题。如果设备具有附加组件的能力，则它提供了额外的功能但也具有潜在的脆弱性。例如，外围设备可以使蜂窝电话变成 PDA，使 PDA 具有调制解调器能力。通过扩展，蜂窝电话可以变成扫描仪、信用卡读取器或照相机。并不是所有的设备都具有这个能力，这依赖于系统和用户需求，增加额外接口或功能的能力可能会增添价值或创建风险。一些技术（例如蓝牙技术，蓝牙是一项小范围的无线技术）为设备变成相互的外围设备提供了可能性，使用户能够定制临时的配置来满足他们不断变化的需求。

### 1.3.3.3 传送

一个明确的消费者问题是可传送性。我能够将设备放入手中吗？放入兜中吗？放入行李中吗？每个选项都有其限制和好处。如果设备能够放入手中，则它能够容易地传送。然而，它也很容易被盗、丢失或可能损坏。适合放入行李的设备不大可能丢失或放错地方，并提供了更大的潜能用来处理和存储信息。这些设备对那些更关心性能而不是可便携性的用户更具有吸引力。内置于每个设备的功能使其用户能够更多或更少地完成所需的任务。如果用户使用一个设备并不能节约时间和能源，则她将很快抛弃该设备，而去选择一个更便携或能力更强的设备。

### 1.3.3.4 电池生命期

无线设备的惟一的最大的限制因素是物理的——电池。如果“能量兔”（Energizer bunny）是无线的，则具有无线能力的设备将具有一个新的生命。至于“永动”部分，无线设备的电池从不做那样的事。可能不为新用户所知的是，在设备上执行的应用程序的类型直接影响电池的生命期。使用中的蜂窝电话比待机中的蜂窝电话耗用更多的电池能量。就能量和生命期而言，PDA 比蜂窝电话更长久，但开发其应用程序时必须仔细考虑电池的使用。安全能力可能会显著耗费电池的能量，为了更快地处理信息，而不要健壮的加密这样的功能，可能就会抛弃安全能力（关于更详细的讨论，参见第 6 章“密码学”）。

### 1.3.3.5 通信

一些无线设备包括一个称为“对等”（peer-to-peer）能力的属性。这个能力使设备

的用户能够相互形成快速容易的连接，并相互“播送”信息。这个对等属性利用设备上的红外线（IR，infrared）端口，使用户能够有效地创建他们自己的个人网络。红外通信要求用户相互处于较短的距离内，但提供了重要的有吸引力的可能性。这种类型的通信有一个限制，就是利用红外的系统经常是封闭的系统。Palm 系统和 Microsoft 系统是封闭的系统，因此，它们不能相互通话。它们的多数的应用程序都使用相同的传输标准，但对应用程序的相互交换并没有使用相同的标准。这就阻止了平台间的通信。如果一个用户使用 Palm Pilot，则她可能可以和其他 Palm 用户交谈，但不一定能够和使用 Pocket PC 的用户交谈。如果每个设备都运行一个能够使两个设备可以交换信息的应用程序，则两个设备可能可以相互交谈，但操作系统本身不能相互作用。这项技术还没有完全开发，并且可能在其他的无线网络开发之前不能够发展成熟。然而，这个想法是流行的，在开发无线应用程序时应当考虑。

### 1.3.4 技术问题

所有的操作系统、开发工具、应用程序和浏览器都提供了复杂的问题以供调查研究。直到设备制造商或操作系统制造商将他们的所有的产品都限制能和其他的产品无缝地操作，他们才能断定他们是权威或领头羊。Palm Pilot 操作在 Palm 操作系统上，RIM BlackBerry 操作在它们自己的专有操作系统上，Pocket PC 操作在微软的 Windows CE 平台上。一些厂商生产设备并许可这些操作系统仅供它们自己使用，但是这些操作系统并不是高度可配置的，只在发布时才最好用。每个设备在当前的市场中都有其自己的位置。Palm 容易使用，RIM 允许无线电子邮件访问，而 CE 和微软的产品高度兼容。

软件开发工具包（SDK，Software Development Kits）是另一个重要的因素，在检查设备时应当调查研究。如果应用程序设计者发现一个设备比另一个设备具有更综合的软件开发工具包，则他们可能选择简化他们的开发过程，并将他们的应用程序调整到具有更好的软件开发工具包的设备上去。

当考虑分析一个设备所需要的所有枝节时，要注意所涉及三类主要人员：设备的硬件制造商、操作系统或软件厂商和无线网络服务提供商。硬件制造商对设备具有广泛的控制。在多数情况下，这些公司对服务提供商提供有限的选择。通常，操作系统厂商和硬件制造商之间也存在合作关系（或者双方可能来自相同的公司）。操作系统

和硬件产品共同向服务提供商提供了有限的用户化选择。

例如，运行在蜂窝电话或 PDA 这样的移动设备上的浏览器，在出售时就预先配置了，并且更新它的能力也在不断发展。当然，在不远的将来，对设备这么做是必需的。调整安装在设备上的软件的能力，对于适当地保护它不被发现安全脆弱性是必要的。和有线世界一样，也将有补丁和更新，并且这将成为普通用户可用的容易的方式。当前，一些设备对于连接到 PC 的硬件允许这个能力，但是，对更快的无线的方法的需求正在不断增加。

例如，在蜂窝电话领域，一个无线服务提供商的电话带有一个软件应用程序，该程序向设备提供一类列表，该列表包括该电话可以通信的那些载体的标识信息。当安装新的载体时，必须为电话更新软件，使它能够和新的信号塔通信。当前，这个功能只能在零售店或由有资格的转售商完成。更新这个软件是麻烦而又不受欢迎的过程。如果这个软件能够在用户每次初始通话时透明地更新，比如说，每月的第一次通话，则该设备将更有吸引力。当然，该设备也将引发新的安全风险。

服务提供商经常指出哪个功能将在设备上可用，这样来向设备拥有者提供服务。这个过程有时简单，例如在浏览器中预设书签，有时更复杂，例如限制设备能够访问提供商自己的网关。

将这些项目的每一项牵扯进设备配置，都超出了用户定制设备或保护她自己免受攻击的能力。在多数情况下，这是不可避免的，但是，在评估某一系统的风险时记得这点是重要的。

## 1.4 网络安排和技术

在无线电通信流行之前，无线技术就已经在使用。航天飞机中的宇航员并不通过线缆和发射控制中心通信，就像无绳电话可以让全球上任何地方的人通信，而无需被线缆约束在固定的位置。然而，本书中定义的无线技术更新、更成熟，并且以更快的速度操作，还符合不同的标准。在本节将介绍三类无线技术：

- 802.11b
- 无线应用协议 (WAP, Wireless Application Protocol)
- 蓝牙

一些无线技术是基于标准的无线传输协议，一些是应用协议，还有一些两者兼之，但都是技术。它们代表广泛的技术，并且持续不断地发展。惟一的使一个系统安全的方法就是全面地调查研究它，实现这一点是至关重要的。本书通过提供的技术来做到这一点，但它的目标是教会这样做的方法，而不是详细提供未来三十年中将普遍深入人心的如何做到安全的答案。这里所教授的用于分析系统的方法是无价的，并且可以为无线系统量身定做。在将来随着标准、协议和技术的改变，这些方法应当进一步地定制。每项技术都将在第 3 章“技术”中更详细地讨论。

为了将技术置于相应的上下文中，我们将同时考察无线系统中典型使用的不同网络安排：

- 个人区域网 ( PAN, Personal Area Network )
- 局域网 ( LAN, Local Area Network )
- 广域网 ( WAN, Wide Area Network )

这里要讨论的技术在所有三种网络安排中都有，但一些与某一个网络更相关。无线局域网的讨论是本节的主要部分，因为它是最常见的，是多数家庭和办公环境的无线网络的实现形式。在个人区域网的讨论中，将侧重于蓝牙技术。在广域网和局域网的讨论中，讨论 802.11b 和无线应用协议的组合是最佳的。这些技术覆盖每种网络体系结构的不同层次。

### 1.4.1 802.11b

这里要看的最综合的技术是 802.11b，它是电气和电子工程师协会 IEEE, Institute of Electronics and Electrical Engineers ) 开发的标准。802.11b 是无线通信的 IEEE 标准，是修改过的版本，具有更高的通信速率。在写作本书时，业界分析人士认为这项技术在将来更为长久和繁盛。（我们的观点是这可能成为现实，但是其他技术的一部分可能会融入长期来看成为领头羊的那项技术。此外，802.11b 将需要严格的安全设计范例，这样来构成一个可利用的“全面”的解决方案。）

802.11b 是向后和它的前身 802.11 兼容的，并为无线通信安排了一个标准，该标准提供了体系结构和服务的技术规范，以及设计实现指导原则。该规范定义了组件和网络配置，并描述了国际标准组织 ( ISO, International Standard Organization ) 的开放

式系统互连（OSI, Open System Interconnect）参考模型的相关层次，以及安全意义。尽管 802.11 从一开始就被吹捧为最万能、最健壮的无线标准，但已经发现它存在重大问题。

在 2001 年发表的两份报告揭露了 802.11 网络的一些漏洞。从加利福尼亚大学伯克利分校和马里兰大学来的报告，检查了 802.11 系统中试图镜像有线系统安全的组件。这些检查导致了 802.11 的突出问题的发现，有意或无意地，紧跟其后出现了一堆文章指出该系统的其他不安全方法。两个狡猾的人只用了 Radio Shack 的价值两百美元的设备就攻击了旧金山海湾地区价值无限的无线网络。这些发现并不一定就导致了这项技术的末日，但指出了必须在简单实现的网络上应用安全措施，来抵制这些系统的软件包所暴露的安全脆弱点。

## 1.4.2 无线应用协议（WAP）

WAP 比 802.11b 这样的传输协议运行在更高的协议层上。它提供的协议用来在需要网关的体系结构中实现通信，该网关在无线和有线通信之间提供传输。WAP 从一开始就面临许多批评，但它当前在美国成为蜂窝电话无线配置的领头羊。WAP 浏览器、具有 WAP 功能的电话和 WAP 开发很流行，特别是在欧洲。

WAP 包括对应用环境、传输、会话处理、以及安全功能的规格说明。在其传输层，WAI，包括一个称为无线传输层安全（WTLS, Wireless Transport Layer Security）的安全套接字层（SSL, Secure Socket Layer）的无线版本。WTLS 帮助从无线设备通过托架到 WAP 网关的安全通信（参见图 1.4）。这就出现了问题。网关是安全通信比较脆弱的地方，因为网关必须和配置为符合有线因特网标准的设备通信。就这一点，WAP 受到了最大的批评。它不提供端到端的安全，这样就打开了漏洞。WAP 规格说明使用一种特定的语言用于网页开发，这些网页可被那些在高延迟、低速度的网络上通信的小设备读取。

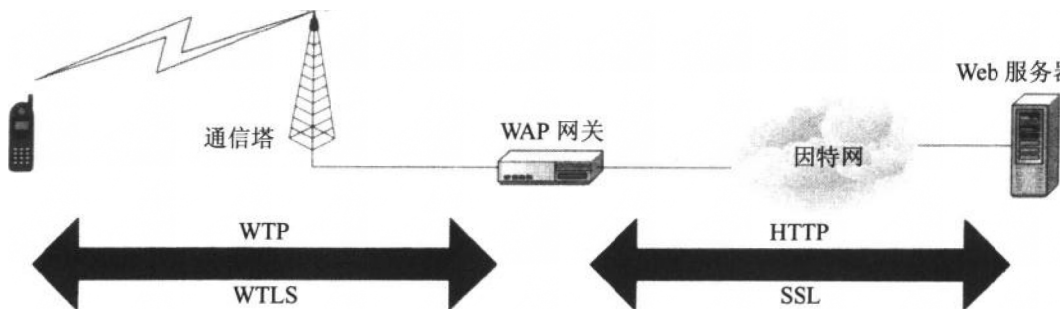


图 1.4 WAP 体系结构

### 1.4.3 无线广域网

802.11b 和 WAP 都用于各种网络配置中。（在本书中，当把网络称为广域网时，是指无线广域网。当涉及通过有线连接的广域网时，称之为有线广域网。一个例外是使用缩写词 WLAN 代表无线局域网，因为这种大小的网络在本书中讨论更多，我们想让这个意义更清楚。）广域网典型地用于服务提供商，而不是公司或家庭网络。广域网通过无线技术和协议使设备松散地连接到因特网、内联网或者电子邮件系统。根据连接实体的不同，广域网由因特网服务提供商、应用程序提供商或者公司管理。

广域网不断扩展，为世界上更多的区域提供无线覆盖。多数主要城市享受到广域网的服务，但乡村和不发达地区还没有看到广域网的好处。没有有线广域网的偏远或不发达地区可以享受到因特网访问所带来的资源：基础设施、通信、必要的供给以及援助。不必架设长距离的昂贵的基础设施（也就是光缆）也能得到这些巨大的改进。当然，在资源有限的区域实现广域网解决方案必然有一些费用，但这些费用比有线广域网解决方案要少得多。

### 1.4.4 局域网

无线局域网是一套电子数据通信系统，它为有线局域网提供了一个扩展或一个替换。无线局域网使用各种通信机制代替局域网的传统的电缆和电线。在传统的局域网中，数据作为电子脉冲或信号沿着物理电线或载波器传输。一些系统具有连续的信号或载波运行在电线上，例如电话线上的声音，数据被叠加或调制在载波信号上。在一

个简化的电话的例子中，发射器在声音频率上做出稍微的变化，然后接收器检测这些变化，并获得传输的数据。类似地，在无线局域网中，有发射器、接收器以及调制数据的载波器。

当前，有两种通用的机制用于无线局域网的数据载波：射频（RF）和红外线（IR）。这两种机制都允许通过空中发射和接收电子数据，最小化了设备间电缆和电线连接的需要。几种射频技术被实现，两种红外线技术也被用于无线局域网。这些技术是窄带技术、广谱技术、跳频广谱技术、直频广谱技术、直射红外技术以及散射红外技术。

#### 1.4.5 个人区域网和蓝牙

个人区域网是侧重于个人的网络。个人区域网可以由某个人衬衫兜里的蜂窝电话、他的 PDA 和他的具有无线功能的笔记本电脑松散地组成（参见图 1.5）。这三个设备将互相通信，形成了一个特别的个人区域网。蜂窝电话可以拨他的因特网服务提供商，向 PDA 和笔记本电脑提供因特网连接。然后，笔记本电脑可以向 PDA 发送一个 \*.pdf 文档，然后蜂窝电话断开连接。个人区域网的每个组件都用作特定的目的，需要三个功能一起形成一个智能网络，但是是通过分配任务和功能达到的，而不是需要一个笨重庞大的设备。

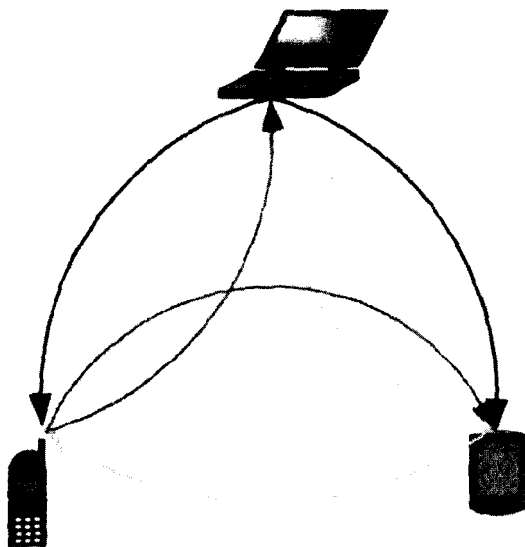


图 1.5 一个个人区域网

能够使上述网络成为可能的技术就是蓝牙。蓝牙是一项曾经受到高度称赞的技术，但也受到了巨大的挫折。它的主创者的意图是要开发一套标准，使无线设备在短距离里能够简单并且廉价地通信。向一个设备添加蓝牙技术就必定向其价值添加大约 5 美金。尽管评估完成了，但设备制造商实际上要用约 30 美金来将该技术内置在设备中。可能是运气不好，也可能是偶然的预兆，在 2001 年 4 月的一个大会上，蓝牙的支持者想要创造一个记录，就是要拥有同时连接的最大数目的蓝牙用户。他们不仅没能创下记录，而且由于系统的失败，没人能够连接。

尽管遇到了挫折，并且大规模实现延迟了 30 多个月，但蓝牙逐渐发展，开发人员不得不放任它。蓝牙在以下几个方面不同于 802.11b:

- 它只能连接 10m 内的设备
- 它类似于红外线数据协会 (IrDA, Infrared Data Association) 工作
- 其目标是为了在设备之间快速容易地形成网络

安全问题非常显著。就连接能力而言，安全没有内置于设备中。它留给了应用程序开发人员去考虑，甚至更可怕地，留给了用户去考虑。

## 1.4.6 无线局域网要求

我们已经介绍了一些技术和网络安排，现在有个问题需要回答：为什么使用无线局域网？四个主要的因素描述了对无线局域网的要求：移动性、灵活性、费用和可扩展性。

### 1.4.6.1 移动性

无线局域网可以让用户从覆盖区域内任何地方访问公共或私有网络资源。覆盖的区域可能有相当多的变化，这依赖于使用的系统。一些大的商业无线访问提供商提供对大的覆盖区域的因特网访问。BellSouth Network 和 Mobitex 在美国覆盖整个城市区域。我们这里集中注意力于公司的和家庭的或者私有的无线网络。

### 1.4.6.2 灵活性

在那些运行额外的电缆或电线可能不方便或者花费太多的地方，可以使用无线局域网建立连接。无线局域网也允许将终端的位置或配置设置为不再和网络访问绑在一

起，用户可以根据需要重新安排办公区并仍然连接网络。家庭用户和租赁用户从这种灵活性中受益，他们不需要从家庭或者公寓铺设网络线路。然而，他们仍然可以访问中心打印机、或者综合服务数字网（ISDN，Integrated Services Digital Network）这样的高速因特网接入点、或者电缆调制解调器。这些设备仍然在它们所安装的地方，而用户的计算机可以移动到房间的任何地方而继续保持对网络的访问。

#### 1.4.6.3 费用

尽管当前无线局域网设备的初始费用比传统的局域网设备的费用要高，但流动的、临时的或者经常变化的安装费用在重新安装时是很快回收的。

#### 1.4.6.4 可扩展性

为了满足特定应用程序或安装的需要，无线局域网技术可以在各种拓扑结构下配置。这些拓扑结构配置很容易改变，新用户或设备可以添加，而不会影响已经存在的用户或设备。一些技术比另外一些技术更容易实现这一点，但一般而言，无线局域网技术比它们的局域网同类更具有扩展性。

## 1.5 案例研究

本节将集中讨论无线局域网。我们提供了几个案例研究，这些案例贯穿全书形成我们对安全的讨论。为了清晰明了，在你阅读本书时回头重新看这些案例研究是会有帮助的。

公司的无线局域网可能会也可能不会提供对公共因特网的访问，通常距离接入点具有 150~300 英尺的范围。在公司环境的多数情况下这个范围是足够用的。它允许雇员从大楼的任何地方，或者更复杂点的，从庭院、午餐区等地方访问网络。下述几个案例研究描述了几个能够享受到这种移动性的地方的例子。我们标识出四个案例，在这些案例中，无线局域网用来代替有线网络：医院、办公综合楼、公司或商业应用的大学校园，以及个人或家庭无线局域网。这些案例研究作为基础，用来在后面各章中例证无线系统的安全方面。