第3章 网络技术与应用

内容与要求

本章主要介绍计算机网络基础，并阐述了局域网、互联网、“互联网＋”和物联网的基本概念及应用。

计算机网络基础要求了解网络的基本概念；掌握网络的组成与拓扑结构；掌握局域网、广域网、城域网的概念和区别；七层 OSI 参考模型的名称和作用；了解网络安全的威胁与网络的安全策略。

局域网基础要求了解局域网的概念；了解网络硬件和网络软件；掌握局域网常用的传输介质；掌握网络连接部件；了解无线局域网概念和接入方式。

互联网基础要求了解 Internet 的起源与发展；掌握超文本标记语言、超文本、WWW、TCP/IP 网络协议、域名地址、SMTP 和 POP3 的基本概念；了解 Intranet 基本概念、结构和特点；了解“互联网＋”的基本概念和发展趋势。

物联网基础要求掌握物联网的基本概念；了解物联网的技术与架构；了解物联网技术的运用与案例。

重点和难点

本章重点是网络、局域网、“互联网＋”、物联网的基本概念；网络的组成与拓扑结构；局域网、广域网、城域网的概念和区别；局域网的传输介质和连接部件；文本标记语言、超文本、WWW、TCP/IP 网络协议、IP 地址、域名地址、SMTP、POP3 和统一资源定位器的基本概念和作用。

本章难点是七层 OSI 参考模型的名称和作用、物联网的技术与架构。

人类社会的生活方式与劳动方式从根本上说具有群体性、交互性、分布性与协作性。在今天的信息时代，计算机网络的出现使人类这一本质特征得到了充分的体现。计算机网络的应用可以大大缩短人与人之间的时间与空间距离，更进一步扩大了人类社会群体之间的交互与协作范围，因此人们一定会很快地接受在计算机网络环境中的工作方式，同时计算机网络也会对社会的进步产生不可估量的影响。计算机网络的应用技能是信息时代各个领域人才获取、表达和发布信息知识的重要手段之一。

3.1 计算机网络基础

随着计算机网络应用功能的不断拓展，计算机网络的概念在不断的发展之中。计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物，它是计算机系统结构发展的一个重要方向。

3.1.1 网络的基本概念

早期，人们将分散的计算机、终端及其附属设备，利用通信介质连接起来，能够实现相互通信的系统称为网络；1970 年，在美国信息处理协会召开的春季计算机联合会议上，计算机网络被定义为“以能够共享资源（硬件、软件和数据等）的方式连接起来，并且各自具备独立功能的计算机系统之集合”；现在，对计算机网络比较通用的定义是：计算机网络是利用通信设备和通信线路，将地理位置分散的、具有独立功能的多个计算机系统互连起来，通过网络软件实现网络中资源共享和数据通信的系统。

在理解计算机网络的概念时要注意下面四点：

（1）计算机网络中包含两台以上的地理位置不同具有“自主”功能的计算机。所谓“自主”的含义，是指这些计算机不依赖于网络也能独立工作。通常，将具有“自主”功能的计算机称为主机（Host），在网络中也称为节点（Node）。网络中的节点不仅仅是计算机，还可以是其他通信设备，如 HUB、路由器等。

（2）网络中各节点之间的连接需要有一条通道，即，由传输介质实现物理互联。这条物理通道可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线传输介质；也可以是激光、微波或卫星等“无线”传输介质。

（3）网络中各节点之间互相通信或交换信息，需要有某些约定和规则，这些约定和规则的集合就是协议，其功能是实现各节点的逻辑互联。例如，Internet 上使用的通信协议是 TCP/IP 协议簇。

（4）计算机网络是以实现数据通信和网络资源（包括硬件资源和软件资源）共享为目的。要实现这一目的，网络中需配备功能完善的网络软件，包括网络通信协议（例如：TCP/IP、IPX/SPX）和网络操作系统（例如：Netware UNIX、Solaris、Windows Server、Linux 等）。

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，这主要体现在两个方面：一方面，通信技术为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段；另一方面，计算机技术的发展渗透到通信技术中，又提高了通信网络的各种性能。

3.1.2 OSI 参考模型

OSI（Open System Interconnect）参考模型，即开放式系统互联，是 ISO（国际标准化组织）在 1985 年研究的网络互联模型。该体系结构标准定义了网络互连的七层框架（物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层），即 ISO 开放系统互连参考模型，如图 3-1 所示。在这一框架下进一步详细规定了每一层的功能，以实现开放系统环境中的互连性、互操作性和应用的可移植性。

1. 物理层（Physical Layer）

物理层是 OSI 参考模型的最底层，它的任务是提供网络的物理连接。所以，物理层是建立在物理介质上（而不是逻辑上的协议和会话），它提供的是机械和电气接口。主要包括电缆、物理端口和附属设备，如双绞线、同轴电缆、接线设备（如网卡等）、RJ-45 接口等。

物理层提供的服务包括：物理连接、物理服务数据单元顺序化（接收物理实体收到的比特顺序，与发送物理实体所发送的比特顺序相同）和数据电路标识等。

图 3-1　OSI 参考模型

2. 数据链路层(DataLink Layer)

数据链路层是建立在物理传输能力的基础上,以帧为单位传输数据,它的主要任务就是进行数据封装和数据链接的建立。封装的数据信息中,地址段含有发送节点和接收节点的地址,控制段用来表示数据连接帧的类型,数据段包含实际要传输的数据,差错控制段用来检测传输中帧出现的错误。

数据链路层的功能包括:数据链路连接的建立与释放、构成数据链路数据单元、数据链路连接的分裂、定界与同步、顺序和流量控制和差错的检测和恢复等方面。

3. 网络层(Network Layer)

网络层属于 OSI 中的较高层次了,它解决的是网络与网络之间,即网际的通信问题,而不是同一网段内部的事。

网络层的主要功能包括:提供路由,即选择到达目标主机的最佳路径,并沿该路径传送数据包。除此之外,网络层还要能够消除网络拥挤,具有流量控制和拥挤控制的能力。网络边界中的路由器就工作在这个层次上,现在较高档的交换机也可直接工作在这个层次上,因此它们也提供了路由功能,俗称"第三层交换机"。

4. 传输层(Transport Layer)

传输层解决的是数据在网络之间的传输质量问题,它属于较高层次。传输层用于提高网络层服务质量,提供可靠的端到端的数据传输。这一层主要涉及的是网络传输协议,它提供的是一套网络数据传输标准,如 TCP 协议。

传输层的功能包括:映像传输地址到网络地址、多路复用与分割、传输连接的建立与释放、分段与重新组装、组块与分块。

5. 会话层(Senssion Layer)

会话层利用传输层来提供会话服务,会话可能是一个用户通过网络登录到一个主机,或一个正在建立的用于传输文件的会话。

会话层的功能包括:会话连接到传输连接的映射、数据传送、会话连接的恢复和释放、会话管理、令牌管理和活动管理。

6. 表示层(Presentation Layer)

表示层用于数据管理的表示方式,如用于文本文件的 ASCII 和 EBCDIC,用于表示数字

的 1S 或 2S 补码表示形式。如果通信双方用不同的数据表示方法，它们就不能互相理解。表示层就是用于屏蔽这种不同之处。

表示层的功能包括：数据转换、语法表示、表示连接管理、数据加密和数据压缩。

7. 应用层（Application Layer）

应用层是 OSI 参考模型的最高层，它解决的也是最高层次，即程序应用过程中的问题，它直接面对用户的具体应用。

应用层的功能包括：用户应用程序执行通信任务所需要的协议和功能，如电子邮件和文件传输等，在这一层中 TCP/IP 协议中的 FTP、SMTP、POP 等协议得到了充分应用。

3.1.3 网络组成与拓扑结构

1. 网络的组成

计算机网络首先是一个通信网络，各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信。在此基础上各计算机可以通过网络软件共享其他计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源。为了简化计算机网络的分析与设计，有利于网络的硬件和软件配置，按照计算机网络的系统功能，网络可分为“资源子网”和“通信子网”两大部分，如图 3-2 所示。

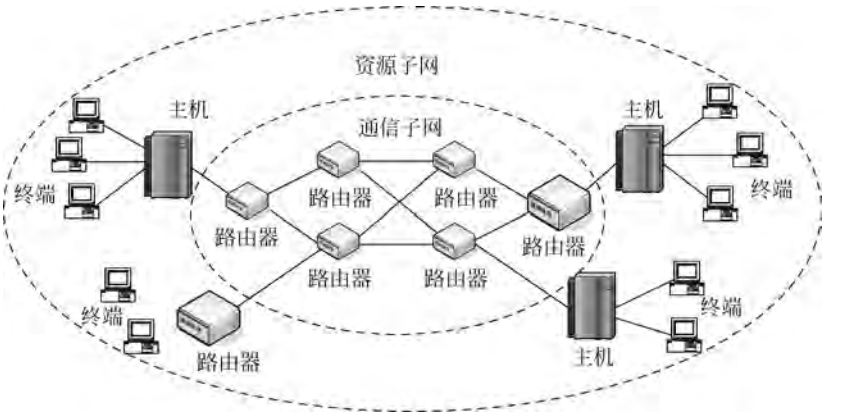

图 3-2 资源子网与通信子网

（1）资源子网。资源子网由网络中所有的计算机系统、存储设备和存储控制器、软件和可共享的数据库组成等。主要负责整个网络面向应用的信息处理，为网络用户提供网络服务和资源共享功能等。

（2）通信子网。通信子网的主要任务是将各种计算机互连起来，完成数据交换和通信处理。它主要包括通信控制处理机、通信线路（即传输介质）和其他通信设备组成。完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

2. 网络的拓扑结构

网络拓扑结构主要有总线状、星状、环状、树状和网状拓扑结构等。

（1）总线型拓扑结构。总线型拓扑结构采用单根数据传输线作为通信介质，所有的站点都通过相应的硬件接口直接连接到通信介质，而且能被所有其他的站点接受，如图 3-3 所示。

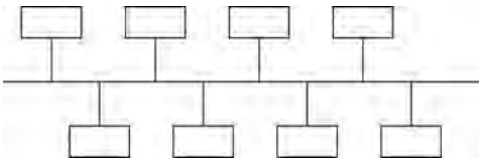

图 3-3　总线型拓扑结构

（2）星状拓扑结构。星状拓扑结构是中央节点和通过点到点链路连接到中央节点的各节点组成。一旦建立了通道连接，可以没有延迟地在连通的两个节点之间传送数据。工作站到中央节点的线路是专用的，不会出现拥挤的瓶颈现象，如图 3-4 所示。

（3）环状拓扑结构。环状拓扑结构是一个像环一样的闭合链路，在链路上有许多中继器和通过中继器连接到链路上的节点。也就是说，环型拓扑结构网络是由一些中继器和连接到中继器的点到点链路组成的一个闭合环。在环状网中，所有的通信共享一条物理通道，即连接网中所有节点的点到点链路，如图 3-5 所示。

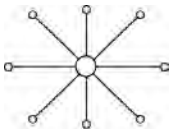

图 3-4　星状拓扑结构

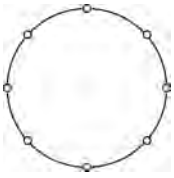

图 3-5　环状拓扑结构

（4）树状拓扑结构。树状拓扑由总线型拓扑演变而来，其结构图看上去像一株倒挂的树，如图 3-6 所示。树最上段的节点叫根节点，一个节点发送信息时，根节点接收该信息并向全树广播。

（5）网状型拓扑结构。网状型网络拓扑结构又称为无规则型。在网状拓扑结构中，节点之间的连接是任意的，没有规律，如图 3-7 所示。

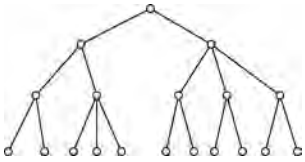

图 3-6　树状拓扑结构

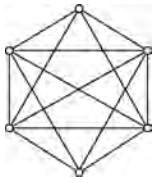

图 3-7　网状拓扑结构

3.1.4　计算机网络的分类

计算机网络的分类方式有很多种，可以按地理范围、拓扑结构、传输速率、传输介质和访问结构等分类。

1. 按地理范围分类

（1）局域网（Local Area Network，LAN）：范围一般从几百米到 10km 之内，属于小范围内的连网。

（2）城域网（Metropolitan Area Network，MAN）：城域网地理范围可从几十千米到上

百千米，可覆盖一个城市或地区，是一种中等形式的网络。

（3）广域网（Wide Area Network，WAN）：广域网地理范围一般在几千千米左右，属于大范围连网。如几个城市，一个或几个国家，是网络系统中最大型的网络，能实现大范围的资源共享，如国际性的 Internet 网络。

2. 按传输介质分类

传输介质是指数据传输系统中发送装置和接收装置间的物理媒体，可以划分为有线网络和无线网络两大类。

3. 按访问结构分类

（1）C/S 结构。C/S 结构是 Client/Server，指客户机和服务器，在客户机端必须装客户端软件及相应环境后，才能访问服务器（胖客户端）。传统的 C/S 体系结构虽然采用的是开放模式，但这只是系统开发一级的开放性，在特定的应用中无论是 Client 端还是 Server 端都还需要特定的软件支持。由于没能提供用户真正期望的开放环境，C/S 结构的软件需要针对不同的操作系统开发不同版本的软件，加之产品的更新换代十分快，已经很难适应百台计算机以上局域网用户同时使用，而且代价高，效率低。

（2）B/S 结构。B/S 结构是 Browser/Server，指浏览器和服务器，在客户机端不用装专门的软件，只要一个浏览器即可（瘦客户端），B/S 结构如图 3-8 所示。

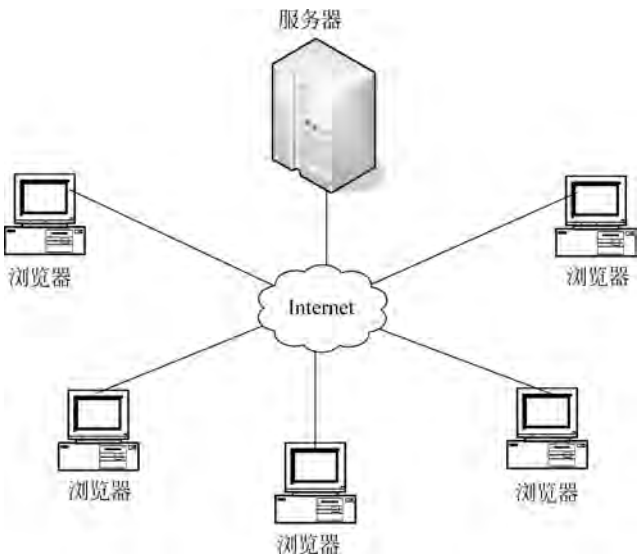

图 3-8　B/S 结构示意图

B/S 结构是 Web 兴起后的一种网络结构模式，Web 浏览器是客户端最主要的应用软件。这种模式统一了客户端，将系统功能实现的核心部分集中到服务器上，简化了系统的开发、维护和使用。客户机上只要安装一个浏览器（Browser），如 Internet Explorer 或谷歌浏览器等，服务器安装 Oracle、MySQL 或 SQL Server 等数据库。B/S 结构，通用浏览器就实现了原来需要复杂专用软件才能实现的强大功能，并节约了开发成本，是一种全新的软件系统构造技术，这种结构更成为当今应用软件的首选体系结构。

C/S 结构和 B/S 结构优缺点的比较如表 3-1 所示。

表 3-1　C/S 结构和 B/S 结构优缺点的比较

访问结构	优　　点	缺　　点
C/S 结构	能充分发挥客户端 PC 的处理能力；客户端响应速度快；操作界面漂亮、形式多样，可以充分满足客户自身的个性化要求	需要专门的客户端安装程序，分布功能弱；兼容性差；开发成本较高
B/S 结构	客户端不用维护，适用于用户群庞大；业务扩展简单方便；维护简单方便，只需要改变网页，即可实现所有用户的同步更新	无法实现具有个性化的功能要求；无法满足快速操作的要求；响应速度明显降低

4. 按拓扑结构分类

（1）集中式网络。星状或树状拓扑结构的网络，其中所有的信息都要经过中心节点交换机，各类链路都从中心节点交换机发源。集中式管理是借助现代网络通信技术，每个系统的用户通过广域网来登录使用系统，实现共同操作同一套系统，使用和共享同一套数据库。

（2）分布式网络。网状拓扑结构的网络是分布式网络。分布式网络是由分布在不同地点且具有多个终端的节点机互连而成的，如图 3-9 所示。

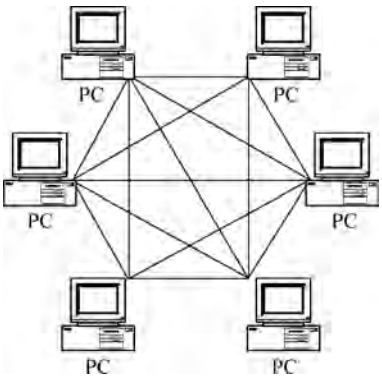

图 3-9　分布式网络示意图

分布式网络中任一点均至少与两条线路相连，当任意一条线路发生故障时，通信可转经其他链路完成，具有较高的可靠性，同时，网络易于扩充。

分布式网络和集中式网络优缺点的比较如表 3-2 所示。

表 3-2　集中式网络和分布式网络优缺点的比较

网络类型	优　　点	缺　　点
集中式网络	便于集中管理	管理信息集中汇总到管理节点上，信息流拥挤；管理节点发生故障会影响全网的工作
分布式网络	没有中心，因而不会因为中心遭到破坏而造成整体的崩溃；节点之间互相连接，数据可以选择多条路径传输	不利于集中管理；安全性不好控制

3.1.5 网络安全

网络安全是互联网技术中最关键也最容易被忽视的问题。随着计算机网络的广泛使用和网络之间数据传输量的急剧增长，网络安全的重要性越来越突出。

1. 网络安全的威胁

（1）人为失误：安全配置不当造成的安全漏洞，安全意识不强，口令选择不慎，账号随意转借或与别人共享等都会对网络安全带来威胁。

（2）恶意攻击：这是计算机网络所面临的最大威胁，黑客的攻击和计算机犯罪就属于这一类。比如网络钓鱼(Phishing)是近年来兴起的一种新型网络攻击手段，黑客建立一个网站，通过模仿银行、购物网站、炒股网站、彩票网站等，诱骗用户访问。此类攻击又可以分为以下两种：一种是主动攻击，它以各种方式有选择地破坏信息的有效性和完整性；另一类是被动攻击，它是在不影响网络正常工作的情况下，进行截获、窃取、破译以获得重要机密信息。

（3）网络软件的漏洞和“后门”：网络软件本身存在的缺陷和漏洞，这些漏洞和缺陷恰恰是黑客进行攻击的首选目标。软件的“后门”都是软件公司的设计编程人员为了方便自己而设置的，一般不为外人所知，一旦“后门”泄漏，将会造成严重后果。

2. 网络的安全策略

在了解网络中不安全的主要因素后，就可以制定相应的安全措施来加强网络的安全防御。网络的安全措施一般有以下几种：

（1）物理安全措施。物理安全措施的目的是保护计算机系统、网络服务器、打印机等硬件实体和通信链路免受自然灾害、人为破坏和恶意攻击；确保计算机系统有一个良好的电磁兼容工作环境；建立完备的安全管理制度。

（2）访问控制措施。访问控制是网络安全防范和保护的主要措施，它的主要任务是保证网络资源不被非法使用和非法访问。它也是维护网络系统安全、保护网络资源的重要手段。控制哪些用户能够登录到服务器并获取网络资源；控制网络用户和用户组可以访问哪些目录、子目录、文件和其他资源；指定网络用户对目录、文件、设备的访问的权限；指定文件、目录访问属性，保护重要的目录和文件被用户误删除、修改、显示；实时对网络进行监控；引入防火墙控制等。

（3）信息加密措施。信息加密的目的是保护网内的数据、文件、口令和控制信息，保护网上传输的数据。

（4）网络安全管理措施。在网络安全中，加强网络的安全管理，制定有关规章制度，对于确保网络的安全、可靠地运行，将起到十分有效的作用。

3.2 局域网概述

局域网是由一组计算机及相关设备通过共用的通信线路或无线连接的方式组合在一起的系统，它们在一个有限的地理范围进行资源共享和信息交换。局域网有着较高的数据传输速率，但是对传输距离有一定的限制。

3.2.1 局域网的组成

局域网由网络硬件和网络软件两部分组成。网络硬件主要有：服务器、工作站(终端)、传输介质和网络连接部件(交换机)等。网络软件包括网络操作系统、控制信息传输的网络协议及相应的协议软件、网络应用软件等。图 3-10 是一种比较常见的局域网结构。

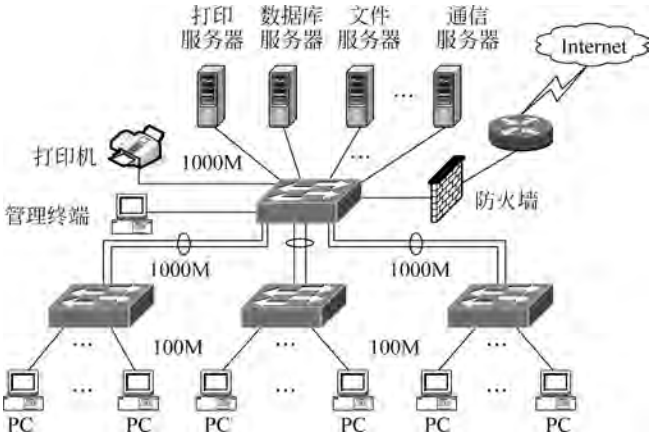

图 3-10　常见的局域网结构

3.2.2 局域网传输介质

局域网常用的传输介质有同轴电缆、双绞线和光缆，以及在无线局域网情况下使用的辐射媒体。

1. 同轴电缆

同轴电缆由内、外两个导体组成，内导体可以由单股或多股线组成，外导体一般由金属编织网组成。内、外导体之间有绝缘材料，其阻抗为 50Ω。

2. 双绞线

双绞线(Twisted Pairwire，TP)是布线工程中最常用的一种传输介质。双绞线是由相互按一定扭距绞合在一起的类似于电话线的传输媒体，每根线加绝缘层并有色标来标记，如图 3-11 所示，(a)为示意图，(b)为实物图。

图 3-11　双绞线示意图

使用双绞线组网，双绞线和其他网络设备(例如网卡)连接必须是 RJ45 接头(也叫水晶头)。图 3-12 中是 RJ45 接头，左图为示意图，右图为实物图。

图 3-12　RJ45 接头示意图

3. 光纤光缆

光纤光缆是一种通信电缆，由两个或多个玻璃或塑料光纤芯组成，这些光纤芯位于保护性的覆层内，由塑料 PVC 外部套管覆盖，如图 3-13 所示。沿内部光纤进行的信号传输一般使用红外线，光束在玻璃纤维内传输，防磁防电、传输稳定、质量高，适于高速网络和骨干网。

图 3-13　光纤光缆

4. 无线媒体

上述三种传输媒体的有一个共同的缺点，那便是都需要一根线缆连接计算机，这在很多场合下是不方便的。无线媒体不使用电子或光学导体，大多数情况下地球的大气便是数据的物理性通路。从理论上讲，无线媒体最好应用于难以布线的场合或远程通信。无线媒体有三种主要类型：无线电波、微波及红外线。

（1）无线电波可以穿透墙壁，也可以到达普通网络线缆无法到达的地方。针对无线电链路连接的网络，现在已有相当坚实的工业基础，在业界也得到迅速发展。

（2）微波是指频率为 300MHz～300GHz 的电磁波，是无线电波中一个有限频带的简称，即波长在 1mm～1m 的电磁波，是分米波、厘米波、毫米波的统称。微波频率比一般的无线电波频率高，通常也称为“超高频电磁波”。微波作为一种电磁波也具有波粒二象性。微波的基本性质通常呈现为穿透、反射、吸收三个特性。对于玻璃、塑料和瓷器，微波几乎是穿越而不被吸收。对于水和食物等就会吸收微波而使自身发热。而对金属类东西，则会反射微波。

（3）红外线是波长介于微波与可见光之间的电磁波，波长在 760nm 至 1mm 之间，比红光长的非可见光。高于绝对零度（－273.15℃）的物质都可以产生红外线。

3.2.3　局域网络连接部件

网络连接部件主要包括网卡、交换机和路由器等，如图 3-14 所示。

网卡是工作站与网络的接口部件。它除了作为工作站连接入网的物理接口外，还控制

图 3-14　典型的网络连接部件

数据帧的发送和接收(相当于物理层和数据链路层功能)。

交换机(Switcher)采用交换方式进行工作,能够将多条线路的端点集中连接在一起,并支持端口工作站之间的多个并发连接,实现多个工作站之间数据的并发传输,可以增加局域网带宽,改善局域网的性能和服务质量。

路由器(Router)是一种网络设备,它能够利用一种或几种网络协议将本地或远程的一些独立的网络连接起来,每个网络都有自己的逻辑标识。所谓"路由",是指把数据从一个地方传送到另一个地方的行为和动作,而路由器,正是执行这种行为动作的机器。

3.2.4　无线局域网基础

1. 无线局域网概念

无线局域网(Wireless Local Area Network,WLAN),在不采用传统电缆线的同时,提供传统有线局域网的所有功能。无线局域网中两个站点间的距离目前可达到 50km 以上,距离数公里的建筑物中的网络可以集成为同一个局域网。

无线局域网的基础是传统的有线局域网,是有线局域网的扩展和替换。它只是在有线局域网的基础上通过无线 HUB、无线访问节点、无线网桥、无线网卡等设备使无线通信得以实现。与有线网络一样,无线局域网同样也需要传输介质。只是无线局域网采用的传输媒体不是双绞线或者光纤,而是无线电波、微波及红外线,以无线电波使用居多。图 3-15 为无线局域网示意图。

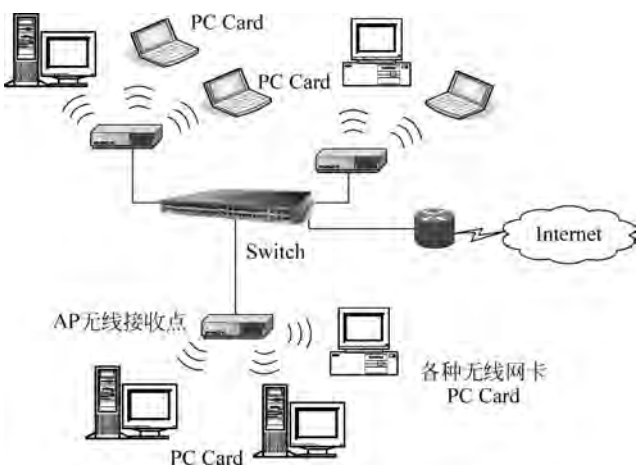

图 3-15　无线局域网

2. 无线局域网接入方法

无线接入分 WiFi 和移动接入两种。

(1) WiFi 接入方式。即 Wireless Fidelity,又称 802.11b 标准,它的最大优点就是传输速度较高,可以达到 11Mbps,另外它的有效距离也很长,同时也与已有的各种 802.11 DSSS 设备兼容。WiFi 可以作为高速有线接入技术的补充,例如有线宽带网络到户后,连接到无线路由器后 AP 上,就可以使用具有无线网卡的计算机上网。当前很多公共场所都提供免费的 WiFi 服务,如机场、图书馆、咖啡厅、酒吧、茶馆等,如图 3-16 所示。WiFi 技术的优势在于不需要布线,符合移动办公用户的需要,国外许多发达国家城市里到处覆盖着由政府提供的 WiFi 信号,我国许多城市也开始实施以该技术为核心的"无线城市"。

图 3-16　WiFi 信号标志

(2) 移动接入。移动接入是指用户使用手机、掌上电脑或其他无线终端设备,通过速率较高的移动网络访问互联网。目前,移动互联网正逐渐渗透到人们生活、工作的各个领域,微信、支付宝、位置服务等丰富多彩的移动互联网应用迅猛发展,正在深刻改变信息时代的社会生活,近几年,更是实现了 3G 经 4G 到 5G 的跨越式发展。全球覆盖的网络信号,使得身处大洋和沙漠中的用户,仍可随时随地访问互联网,保持与世界的联系。

3.3　互联网概述

Internet 就是通常所说的互联网或网际网,它是全球最大的计算机互连网络,连接了几乎所有的国家和地区,不计其数的计算机连接到 Internet 上。Internet 的发展不断改变人们的生活方式和思想观念,已经成为现代社会工作、学习、生活的重要组成部分。

3.3.1　Internet 的起源与发展

1969 年,美国国防部高级研究计划管理局(ARP)开始建立一个命名为 ARPAnet 的网络,把美国的几个军事及研究用计算机主机联接起来。当初,ARPAnet 只联结 4 台主机。

1983 年,ARPA 和美国国防部通信局研制成功了用于异构网络的 TCP/IP 协议,美国加州大学伯克利分校把该协议作为其 BSD UNIX 的一部分,使得该协议得以在社会上流行起来,从而诞生了真正的 Internet。

Internet 在我国的发展相对晚一些,大致可划分为三个阶段:

第一阶段为 1987—1993 年,是研究试验阶段。在此期间我国一些科研部门和高等院校开始研究因特网技术,通过拨号上网的形式实现了与 Internet 电子邮件转发系统的连接,并

在小范围内为国内的一些重点院校、研究所提供了国际 Internet 电子邮件的服务。

我国于 1994 年 4 月正式连入 Internet，中国的网络建设进入了大规模发展阶段，到 1996 年初，中国的 Internet 已形成了四大主流体系，如图 3-17 所示。

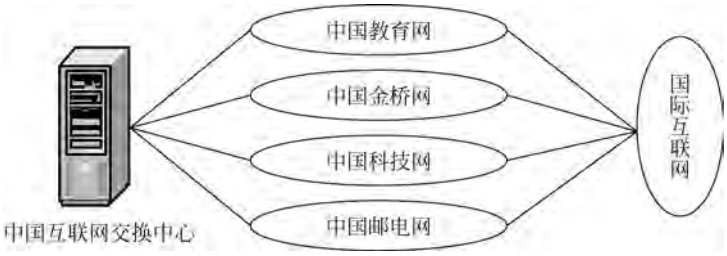

图 3-17　中国互联网四大体系

第二阶段为 1994 年至 1996 年，同样是起步阶段。1994 年 4 月，中关村地区教育与科研示范网络工程进入因特网，从此我国被国际上正式承认为有因特网的国家。之后，Chinanet、CERnet、CSTnet、Chinagbnet 等多个因特网络项目在全国范围相继启动，因特网开始进入公众生活，并在我国得到了迅速的发展。至 1996 年底，我国因特网用户数已达 20 万，利用因特网开展的业务与应用逐步增多。

第三阶段从 1997 年至今，是因特网在我国发展最为快速的阶段。我国因特网用户数 1997 年以后基本保持每半年翻一番的增长速度。

手机互联网在最近几年里发展得很快。手机互联网可定义为用手机登录互联网，完成只有用计算机才可以完成的操作。越来越多的人希望在移动的过程中高速接入互联网，获取急需的信息，实现想做的事情。目前，手机互联网正逐渐渗透到人们生活、工作的各个领域，包括短信、移动音乐、手机游戏、视频应用、手机支付和位置服务等。

3.3.2　Internet 基础知识

Internet 就是由许多小的网络构成的国际性大网络，在各个小网络内部使用不同的通信机制，各个小网络之间是通过 TCP/IP 协议进行相互通信的。TCP/IP 协议是 Internet 的核心，它实现计算机之间和局域网之间的信息交换，它的诞生使得全球互联成为可能。

1. 超文本标记语言

超文本标记语言（Hyper Text Mark-up Language，HTML）是一种文档结构的标记语言，它使用一些约定的标记对页面上各种信息（包括文字、声音、图形、图像、视频等）、格式以及超级链接进行描述。当用户浏览网页上的信息时，浏览器会自动解释这些标记的含义，并将其显示为用户在屏幕上所看到的网页，这种用 HTML 编写的网页又称为 HTML 文档。

2. 文本与超文本

（1）文本。所谓文本（Text），即可见字符（字母、数字、汉字、符号等）的有序组合，也就是普通文本。

（2）超文本。所谓超文本（Hypertext），包含文本信息、图形图像、视频和语音等多媒体信息，其中的文字包括有可以链接到其他文档的超文本链接，允许从当前正在阅读的文本的某个位置切换到超文本链接所指向的另一个文本的某个位置，而这一切换跳转可能是在一个机器之间进行，也可能是在远隔千山万水的不同机器之间进行。

3. WWW

WWW 是 World Wide Web 的简称，译为万维网，是一个基于超文本方式的信息查询方式。WWW 提供了一个友好的图形化界面，它是具有开放性、交互性、动态性并可在交叉平台上运行等特征的基于因特网的在全球范围内分布的多媒体信息系统。

4. TCP/IP 协议

TCP/IP 协议分成两个主要部分，IP 协议和 TCP 协议。

IP(网际协议)：是 Internet 上使用的一个关键的低层协议，其目的就是在全球范围唯一标志一块网卡地址及实现不同类型、不同操作系统的计算机之间的网络通信。

TCP(传输控制协议)：位于 IP 协议的上层，是为了解决 IP 数据包在传输过程可能出现的丢失或顺序错乱等问题的一种端对端协议，提供可靠的、无差错的通信服务。

5. IP 地址

目前 Internet 使用的地址都是 IPv4 地址，由 32 位二进制数组成。IPv4 地址是在 IP 协议中用来唯一标志一台计算机的网络地址。将 32 位 IPv4 地址按 8 位一组分成 4 组，每组数值用十进制数表示，组与组之间用小数点隔开，每组的数值范围是 0～255。例如 210.47.247.10 就是网络上一台计算机的 IP 地址。

目前全球 IPv4 地址资源即将全部耗尽，全球互联网市场极力倡导使用 IPv6。IPv6 地址的长度为 128 位，也就是说可以有 2 的 128 次方的 IP 地址，相当于 10 的后面有 38 个零；如此庞大的地址空间，足以保证地球上每个人拥有一个或多个 IP 地址。

6. 域名地址

尽管 IP 地址能够唯一地标识网络上的计算机，但 IP 地址是数字型的，用户记忆这类数字十分不方便，于是人们又发明了另一套字符型的地址方案即所谓的域名地址。IP 地址和域名是一一对应，比如：中国医科大学网站的主服务器 IPv4 地址是 202.118.40.5，对应域名地址为 www.cmu.edu.cn。这份域名地址的信息存放在一个叫域名服务器(Domain Name Server，DNS)的主机内，使用者只需了解易记的域名地址，其对应转换工作就留给了域名服务器 DNS。DNS 就是提供 IP 地址和域名之间的转换服务的服务器。

域名地址最右边的部分为顶层域，最左边的则是这台主机的机器名称。一般域名地址可表示为：主机机器名.单位名.网络名.顶层域名。如：computer.cmu.edu.cn，这里的 compter 是中国医科大学计算机中心服务器机器名，cmu 代表中国医科大学，edu 代表中国教育科研网，cn 代表中国，顶层域一般是网络机构或所在国家地区的名称缩写。

域名由两种基本类型组成：以机构性质命名的域和以国家地区代码命名的域。常见的以机构性质命名的域，一般由三个字符组成，如表示商业机构的“com”，表示教育机构的“edu”等。以机构性质或类别命名的域见表 3-3。

表 3-3　常见的域名及其含义

域名	含义
com	商业机构
edu	教育机构
gov	政府部门
mil	军事机构

续表

域名	含义
net	网络组织
int	国际机构(主要指北约)
org	其他非营利组织

7. SMTP

简单邮件传输协议(Simple Mail Traisfer Protocol,SMTP),是一组用于由源地址到目的地址传送邮件的规则。可以帮助计算机在发送或中转信件时找到下一个目的地,通过SMTP协议所指定的服务器,就可以把E-mail寄到收信人的服务器上。

8. POP3

POP3(Post Office Protocol3,邮局协议的第3个版本),规定个人计算机连接到互联网上的邮件服务器进行收发邮件的协议。POP3协议允许用户从服务器上把邮件存储到本地主机(即自己的计算机)上,同时根据客户端的操作删除或保存在邮件服务器上的邮件,而POP3服务器则是遵循POP3协议的接收邮件服务器,用来接收电子邮件。

9. 统一资源定位器

统一资源定位器(Uniform Resource Locator,URL),是专为标识Internet网上资源位置而设的一种编址方式,我们平时所说的网页地址指的就是URL,它一般由三部分组成:

传输协议://主机IP地址或域名地址/资源所在路径和文件名。

3.3.3 Intranet 基本概念

Intranet称为企业内部网,或称内部网、内联网、内网,是一个使用与因特网同样技术的计算机网络,它通常建立在一个企业或组织的内部并为其成员提供信息的共享和交流等服务,例如万维网、文件传输、电子邮件等。是Internet技术在企业内部的应用。Intranet的基本思想是:在内部网络上采用TCP/IP作为通信协议,利用Internet的Web模型作为标准信息平台,同时建立防火墙把内部网和Internet分开。当然Intranet并非一定要和Internet连接在一起,它完全可以自成一体作为一个独立的网络。

1. Intranet的产生背景

随着现代企业的发展越来越集团化,企业的分布也越来越广,遍布全国各地甚至跨越国界的公司越来越多,以后的公司将是集团化的大规模、专业性强的公司。市场竞争激烈、变化快,企业必须经常进行调整和改变,而一些内部印发的资料甚至还未到员工手中就已过时了。浪费的不只是人力和物力,还浪费非常宝贵的时间。

解决问题的方法就是建立企业的信息系统。Internet技术正是解决这些问题的有效方法。利用Internet各个方面的技术解决企业的不同问题,这样企业内部网Intranet诞生了。

2. Intranet与Internet的区别

Intranet与Internet相比,可以说Internet是面向全球的网络,而Intranet则是Internet技术在企业机构内部的实现,它能够以极少的成本和时间将一个企业内部的大量信息资源高效合理地传递到每个人。Intranet为企业提供了一种能充分利用通信线路、经济而有效地建立企业内联网的方案,应用Intranet,企业可以有效地进行财务管理、供应链

管理、进销存管理、客户关系管理等。

3. Intranet 的结构

Intranet 通常是指可包含多个 Web 服务器，一个大型国际企业集团的 Intranet 常常会有多达数百个 Web 服务器及数千个客户工作站。这些服务器有的与机构组织的全局信息及应用有关，有的仅与某个具体部门有关，这些分布组织方式不仅有利于降低系统的复杂度，也便于开发和维护管理。由于 Intranet 采用标准的 Intranet 协议，某些内部使用的信息必要时能随时方便地发布到公共的 Intranet 上去。

考虑到安全性，可以使用防火墙将 Intranet 与 Internet 隔离开来。这样，既可提供对公共 Internet 的访问，又可防止机构内部机密的泄露。如图 3-18 所示，为 XX 电力公司企业内部 Intranet 网络结构。

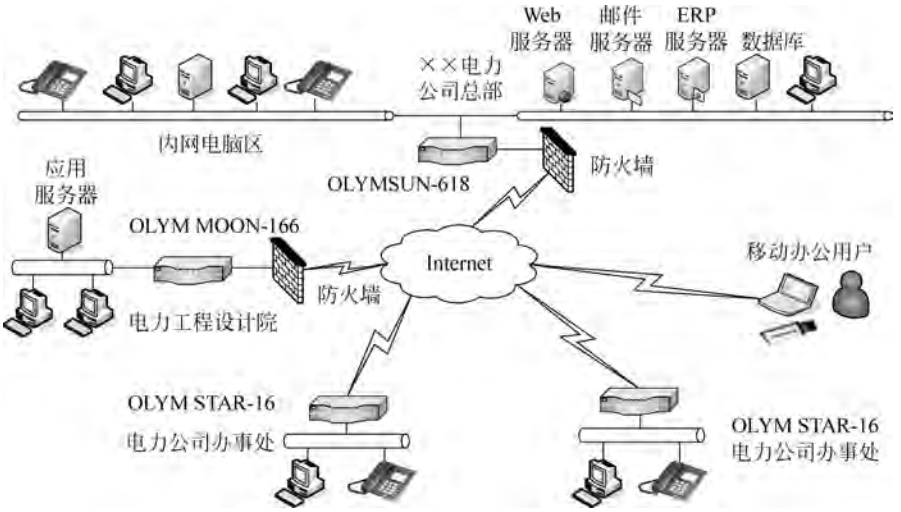

图 3-18　Intranet 网络结构

3.3.4　“互联网＋”基本概念

通俗来说，“互联网＋”就是“互联网＋各个传统行业”，如图 3-19 所示，比如“滴滴打车”，就是互联网和传统的出租车行业相结合诞生的新型的出租车公司代表。但这并不是简单的两者相加，而是利用信息通信技术以及互联网平台，让互联网与传统行业进行深度融合，创造新的发展生态。它代表一种新的社会形态，即充分发挥互联网在社会资源配置中的优化和集成作用，将互联网的创新成果深度融合于经济、社会各个领域之中，提升全社会的创新力和生产力，形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。

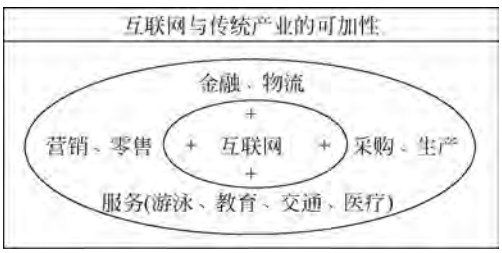

图 3-19　互联网＋各个传统行业

1. 概念提出

2015 年 3 月 5 日上午十二届全国人大三次会议上，李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网＋”行动计划。李克强在政府工作报告中提出，“制定‘互联网＋’行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场。”

2. “互联网＋”发展趋势

与传统企业相反的是，在“全民创业”的常态下，企业与互联网相结合的项目越来越多，诞生之初便具有“互联网＋”的形态，因此它们不需要再像传统企业一样转型与升级。“互联网＋”正是要促进更多互联网创业项目的诞生，从而无须再耗费人力、物力及财力去研究与实施行业转型。“互联网＋”的发展趋势则是大量“互联网＋”模式的爆发以及传统企业的“破与立”。

（1）从以服务为主走向与制造和实体相结合。随着各行各业纷纷互联网化，互联网与实体经济找到了优势互补的契合点，并引发全行业的广泛创新和变革。互联网行业将从以服务为主走向与制造业等实体经济融合发展，通过创新实现产业结构优化和全面升级。

（2）跨界融合潮流反映了危机意识，构造新的平台系统势在必行。往前推十年，跨界合作可能是很少的现象，如今已然成为企业寻求合作、开拓市场以及构建新生态的潮流。越来越多的互联网企业和基因互补的传统企业展开合作。互联网与互联网企业间的跨界合作更加常见，在互联网金融领域尤其明显，金融天然的消费属性促进了其与旅游、购物等消费领域的合作。

（3）生态战略或成主流。不论滴滴打车、京东、乐视、小米、海尔还是苹果、亚马逊、Facebook 等，都不遗余力地构建多元性的生态系统，以开放、包容的态度创新，创造更具价值和影响力的体系。规模经济并不以平台的大小来衡量，在复杂的市场环境和激烈的竞争下，以战略性的眼光进行多样性的生态布局则不失为提升竞争力的良策。这类似于投资中的交易策略，以多元化的方式分散风险，增强抗风险能力。

（4）“互联网＋”金融将产生更多新兴业态。过去一年，金融和经济领域可谓喜忧参半。既有“互联网＋”宏观政策下的大众创业、万众创新热潮，又有股市反复无常的间歇性震荡，还有投资市场过热、流动资产过剩、经济下行压力持续和资产泡沫化的担忧。同时，央行今年数次降准、降息的货币政策，刺激经济复苏和发展的态度显而易见。金融作为国家经济发展的命脉，担负着为经济发展提供血液和资产活力的重任。在“互联网＋”政策的鼓励下，互联网金融创业创新遍地开花。

（5）新兴国家市场氛围活跃，中国或将向引领世界未来的阶段再向前迈进一步。

近年互联网创新浪潮席卷全球，中国、印度等新兴国家市场在国际市场上的影响力越来越大。在经济新常态下，中国活跃的创新氛围已经引起世界的关注，在科技、金融、零售、投资、工业、制造业等领域的创新逐渐与国际接轨，中国或将向引领世界未来的阶段再向前迈进一步。在这一机遇过程中，更优秀更敏锐的中国企业将有一系列特殊战略机会。

3.4 物联网概述

物联网在国际上又称为传感网，这是继计算机、互联网与移动通信网之后的又一次信息产业浪潮。世界上的万事万物，小到钥匙、手表，大到楼房、汽车，只要嵌入一个微型感应芯

片，就能把它变得智能化，这个物体就可以“自动开口说话”。再借助无线网络技术，人们就可以和物体“对话”，物体和物体之间也能“交流”，这就是物联网。

3.4.1 物联网基础

1. 物联网基本概念

物联网，也叫传感网，它是通过射频识别（Radio Frequency Identification，RFID）、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，把任何物品与互联网相连接，进行通信和信息交换，以实现智能化识别、跟踪、定位、监控和管理的一种网络概念。

物联网是互联网的应用拓展，与其说物联网是网络，不如说物联网是业务和应用。主要解决物品与物品（Thing to Thing，T2T），人与物品（Human to Thing，H2T），人与人（Human to Human，H2H）之间的互连。但是与传统互联网不同的是，H2T 是指人利用通用装置与物品之间的连接，从而使得物品连接更加的简化，而 H2H 是指人之间不依赖于 PC 而进行的互连。如图 3-20 所示。

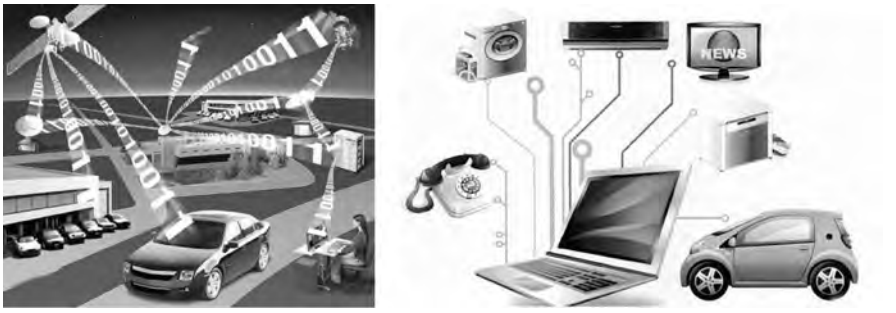

图 3-20　物联网示意图

2. 物联网的起源

1990 年物联网的实践最早可以追溯到 1990 年施乐公司的网络可乐贩售机——Networked Coke Machine。

1991 年美国麻省理工学院（MIT）的 Kevin Ashton 教授首次提出了物联网的概念。

1995 年比尔·盖茨在《未来之路》一书中也曾提及物联网，但未引起广泛重视。

1999 年美国麻省理工学院建立了“自动识别中心（Auto-ID）”，提出“万物皆可通过网络互联”，阐明了物联网的基本含义。

3.4.2 物联网技术与架构

1. 关键技术

在物联网应用中有三大关键技术。

（1）传感器技术：这也是计算机应用中的关键技术，如图 3-21 所示。到目前为止绝大部分计算机处理的都是数字信号。自从有计算机以来就需要传感器把模拟信号转换成数字信号计算机才能处理。

（2）RFID 标签：也是一种传感器技术，RFID 技术是融合了无线射频技术和嵌入式技术为一体的综合技术，RFID 在自动识别、物品物流管理有着广阔的应用前景。

（3）嵌入式系统技术：是综合了计算机软硬件、传感器技术、电子应用技术、集成电路

图 3-21　传感器技术示意图

技术为一体的复杂技术。经过几十年的演变，以嵌入式系统为特征的智能终端产品随处可见；小到人们身边的 MP3，大到航天航空的卫星系统。嵌入式系统正在改变着人们的生活，推动着工业生产以及国防工业的发展。如果把物联网用人体做一个简单比喻，传感器相当于人的眼睛、鼻子、皮肤等感官，网络就是神经系统用来传递信息，嵌入式系统则是人的大脑，在接收到信息后要进行分类处理。这个例子很形象地描述了传感器、嵌入式系统在物联网中的位置与作用。

2. 体系架构

物联网典型体系架构分为 3 层，自下而上分别是感知层、网络层和应用层，如图 3-22 所示。

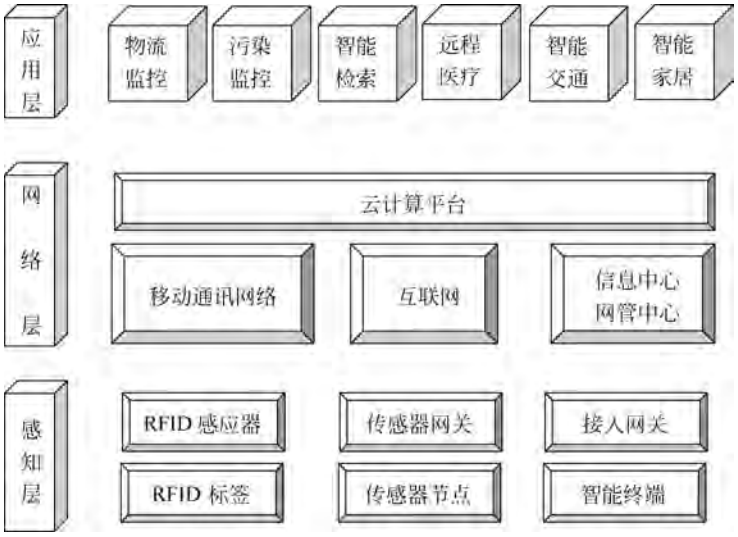

图 3-22　物联网典型体系架构

（1）感知层实现物联网全面感知的核心能力，是物联网中的关键技术，它的关键在于具备更精确、更全面的感知能力，并解决低功耗、小型化和低成本问题。

（2）网络层主要以广泛覆盖的移动通信网络作为基础设施，是物联网中标准化程度最高、产业化能力最强、最成熟的部分，它的关键在于为物联网应用特征进行优化改造，形成系统感知的网络。

（3）应用层提供丰富的应用，将物联网技术与行业信息化需求相结合，实现广泛智能化的应用解决方案，它的关键在于行业融合、信息资源的开发利用、低成本高质量的解决方案、信息安全的保障及有效商业模式的开发。

3.4.3 物联网技术的应用领域与案例

1. 医学

医学物联网，就是将物联网技术应用于医疗、健康管理、老年健康照护等领域。医学物联网中的“物”，就是各种与医学服务活动相关的事物，如健康人、亚健康人、医生、护士、病人、检查设备、医疗器械、药品等。医学物联网中的“联”，即信息交互连接，把上述“事物”产生的相关信息交互、传输和共享。医学物联网中的“网”是通过把“物”有机地连成一张“网”，就可感知医学服务对象、各种数据的交换和无缝连接，达到对医疗卫生保健服务的实时动态监控、连续跟踪管理和精准的医疗健康决策。

那么什么是“感”“知”“行”呢？“感”就是数据采集和信息获得，比如，连续监测高血压患者的人体特征参数、周边环境信息、感知设备和人员情况等，如图 3-23 所示。“知”特指数据分析，如，测得高血压患者连续的血压值之后，计算机会自动分析出他的血压状况是否正常，如果不正常，就会生成警报信号，通知医生知晓情况，调整用药，加以处理，这就是“行”。

图 3-23　物联网技术在医学的应用

2. 安防

无锡传感网中心的传感器产品已经成功应用在上海世博会和上海浦东国际机场被。首批 1500 万元的传感安全防护设备销售成功，设备由 10 万个微小传感器组成，散布在墙头墙角及路面传感器能根据声音、图像、震动频率等信息分析判断，可以防止人员的翻越、偷渡、恐怖袭击等攻击性入侵。

国家民航总局正式发文要求，全国民用机场都要采用国产传感网防入侵系统。浦东机场直接采购的传感网产品金额为 4000 多万元，加上配件 5000 多万元。若全国近 200 家民用机场都采用防入侵系统，将产生上百亿的市场规模。

3. 污水处理行业

基于物联网、云计算的城市污水处理综合运营管理平台为污水运营企业安全管理、生产运行、水质化验、设备管理、日常办公等关键业务提供统一业务信息管理平台，对企业实时生产数据、视频监控数据、工艺设计、日常管理等相关数据进行集中管理、统计分析、数据挖掘等，为不同层面的生产运行管理者提供即时、丰富的生产运行信息，为企业规范管理、节能降耗和精细化管理提供强大的技术支持，从而形成完善的城市污水处理信息化综合管理解决方案。

比如，武汉市在污水处理行业采用物联网污水处理综合运营管理平台，依托云计算技术构建，再通过互联网向用户按需提供计算能力、存储能力、软件平台和应用软件等服务。该管理平台可以对污水处理企业的进、产、排三个主要环节进行监控，将污水处理厂的水量、水位、水质、电耗、药耗、设备状态等信息通过云计算平台进行收集、整合、分析和处理，建立各个环节的相互规约模型；分析生产环节水、电、药的消耗与处理水排水、生产、排放之间的隐含关系，找出污水处理厂的优化生产过程管理方案，实现了对污水处理企业生产过程的实时控制与精细化管理。

4. 其他

物联网把新一代 IT 技术充分运用在各行各业之中，具体地说，就是把感应器嵌入和装备到电网、桥梁、隧道、铁路、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，然后将“物联网”与现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合，在这个整合的网络当中，存在能力超级强大的中心计算机群，能够对整合网络内的人员、设备和基础设施实施实时的管理和控制，在此基础上，人类能以更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然间的关系。

本章小结

通过本章的学习，要求读者掌握网络、局域网、互联网、“互联网＋”、物联网的基本概念和基础知识；掌握七层 OSI 参考模型的名称和作用、网络的组成与拓扑结构；掌握局域网、广域网、城域网的概念和区别；了解物联网的技术与架构；了解“互联网＋”和物联网的发展趋势。

【注释】

IPX/SPX：Internetwork Packet Exchange/Sequences Packet Exchange 的缩写，Internet 分组交换/顺序分组交换，是 Novell 公司的通信协议集。

帧：数据在网络上是以很小的称为帧(Frame)的单位传输的，帧由两部分组成：帧头和帧数据。帧头包括接收方主机物理地址的定位以及其他网络信息。帧数据区含有一个数据体。为确保计算机能够解释数据帧中的数据，这两台计算机使用一种公用的通信协议。

数据包：在包交换网络里，单个消息被划分为多个数据块，这些数据块称为数据包，它包含发送者和接收者的地址信息。这些包然后沿着不同的路径在一个或多个网络中传输，并且在目的地重新组合。

第三层交换机：因为工作于 OSI 参考模型的网络层，所以它具有路由功能，它是将 IP 地址信息提供给网络路径选择，并实现不同网段间数据的线速交换。当网络规模较大时，可以根据特殊应用需求划分为小

而独立的 VLAN 网段，以减小广播所造成的影响。

端到端：网络要通信，必须建立连接，不管有多远，中间有多少机器，都必须在两头（源和目的）间建立连接，一旦连接建立起来，就已经是端到端连接了，即端到端是逻辑链路，这条路可能经过了很复杂的物理路线，但两端主机不管，只认为是有两端的连接，而且一旦通信完成，这个连接就释放了，物理线路可能又被别的应用用来建立连接了。

多路复用：以同一传输媒质（线路）承载多路信号进行通信的方式。各路信号在送往传输媒质以前，需按一定的规则进行调制，以利于各路已调信号在媒质中传输，并不致混淆，从而在传到对方时使信号具有足够能量，且可用反调制的方法加以区分、恢复成原信号。

令牌：在令牌环网中，有一种专门的帧称为“令牌”，在环路上持续地传输来确定一个结点何时可以发送包。令牌为 24 位长，有 3 个 8 位的域。

EBCDIC：是（Extended Binary Coded Decimal Interchange Code，EBCDIC）的缩写，为国际商用机器公司（IBM）于 1963—1964 年间推出的字符编码表，根据早期打孔机式的二进化十进数（Binary Coded Decimal，BCD）排列而成。

数据转换：Data Transfer，是将数据从一种表示形式变为另一种表现形式的过程。比如：软件的全面升级，肯定带来数据库的全面升级，每一个软件对其后面的数据库的构架与数据的存储形式都是不相同的，这样就需要数据的转换了。

通信控制处理机：对各主计算机之间、主计算机与远程数据终端之间，以及各远程数据终端之间的数据传输和交换进行控制的装置。不同功能的通信控制处理机能把多台主计算机、通信线路和很多用户终端连接成计算机通信网，使这些用户能同时使用网中的计算机，共享资源。

胖客户端：Rich Client，是相对于瘦客户端而言的，它是在客户机器上安装配置的一个功能丰富的交互式的用户界面。

瘦客户端：Thin Client，指的是在客户端-服务器网络体系中的一个基本无须应用程序的计算机终端。它通过一些协议和服务器通信，进而接入局域网。

主动攻击：包含攻击者访问他所需信息的故意行为。比如远程登录到指定机器的端口找出公司运行的邮件服务器的信息；伪造无效 IP 地址去连接服务器，使接收到错误 IP 地址的系统浪费时间去连接那个非法地址。

被动攻击：主要是收集信息而不是进行访问，数据的合法用户对这种活动一点也不会觉察到。被动攻击包括嗅探、信息收集等攻击方法。

后门：在信息安全领域，后门是指绕过安全控制而获取对程序或系统访问权的方法。后门的最主要目的就是方便以后再次秘密进入或者控制系统。

通信链路：网络中两个节点之间的物理通道称为通信链路。通信链路的传输介质主要有双绞线、光纤和微波。

阻抗：在具有电阻、电感和电容的电路里，对电路中的电流所起的阻碍作用叫作阻抗。阻抗常用 Z 表示，是一个复数，实际称为电阻，虚称为电抗。阻抗的单位是欧姆。

多元化：简要定义是“任何在某种程度上相似但有所不同的人员的组合”。在工作场所里，人们通常倾向于将多元化联想到容易识别的特性，如性别或种族。在一个专业环境里保持多元化意味着更多。

红外感应器：已经在现代化的生产实践中发挥着它的巨大作用，随着探测设备和其他部分的技术的提高，红外感应器能够拥有更多的性能和更好的灵敏度。

NFC：近场通信（Near Field Communication，NFC），这个技术由非接触式射频识别（RFID）演变而来，由飞利浦半导体、诺基亚和索尼共同研制开发，其基础是 RFID 及互连技术。